

出口商品技术指南

电能表



中华人民共和国商务部
2016 年 10 月

前言

本指南适用于出口静止式电能表及机电式电能表。本指南共统计分析五类电能表产品出口数据，分别为：单相感应式电能表（HS 码：90283011）、三相感应式电能表（HS 码：90283012）、单相静止式电能表（HS 码：90283013）、三相静止式电能表（HS 码：90283014）、其他电能表（HS 码：90283019）。

本指南主要研究了荷兰、法国、加纳、坦桑尼亚、巴西、厄瓜多尔、泰国、越南共 8 个主要出口目标市场，并分别代表了欧洲市场、非洲市场、南美市场和亚洲市场。

本指南主要分析了静止式电能表与机电式电能表的基本技术要求，并对国内外静止式电能表与机电式电能表在负载特性、绝缘、机械要求、使用环境温度、气候、机械结构等方面的标准进行了分析对比。

本指南的主要内容包括：2010 至 2015 年间我国电能表出口情况概述；静止式电能表与机电式电能表基本技术要求；国内外静止式电能表与机电式电能表标准综述；我国企业出口电能表应注意的技术环节；主要目标市场——荷兰、法国、加纳、坦桑尼亚、巴西、厄瓜多尔、泰国和越南电能表市场研究及对我国出口企业的具体建议。

本指南技术资料数据来源的截止日期为 2015 年 12 月。

目 录

1 我国电能表出口情况概述及全球主要地区电能表发展情况介绍.....	1
1.1 我国电能表出口情况概述.....	1
1.1.1 2010 至 2015 年我国电能表产品出口概况.....	1
1.1.2 2010 至 2015 年我国电能表分类产品出口情况.....	5
1.1.3 2010 至 2015 年我国电能表产品出口贸易方式分析.....	8
1.2 全球主要地区电能表发展情况介绍.....	9
1.2.1 国际 AMI 及智能电能表现状与发展趋势概述.....	9
1.2.2 国外技术现状.....	13
2 电能表产品基本技术要求.....	35
2.1 交流电测量设备通用技术要求.....	35
2.2 静止式有功电能表（1 级和 2 级）技术要求.....	64
2.3 静止式有功电能表（0.2S 级和 0.5S 级）技术要求.....	80
2.4 静止式无功电能表（2 级和 3 级）技术要求.....	93
2.5 机电式有功电能表（0.5、1 和 2 级）技术要求.....	107
2.6 交流电测量设备通用验收检验方法.....	125
2.7 机电式有功电能表验收检验的特殊要求（0.5、1 和 2 级）.....	191
2.8 静止式有功电能表验收检验的特殊要求（0.2S、0.5S、1 和 2 级）..	200
2.9 MID 与 STS 介绍.....	209
2.10 全球互认证实验室介绍.....	211
3 国内外电能表标准分析对比.....	215
3.1 机电式电能表.....	217
3.1.1 负载特性.....	217
3.1.2 影响量要求.....	220
3.1.3 绝缘.....	221
3.1.4 机械要求.....	222
3.1.5 使用环境温度.....	224
3.1.6 气候影响.....	224
3.1.7 其他电气要求.....	225
3.1.8 机械结构.....	226
3.1.9 关于仪表等级.....	226
4 我国电能表出口企业应注意的技术环节.....	234
4.1 出口目标国（及市场）产品标准.....	234

4.2 出口目标国（及市场）电能表标准体系.....	234
4.2.1 国际电工委员会 IEC（T13）系列标准，主要包括：.....	235
4.2.2 美国国家标准学会 ANSI（C12）系列标准.....	236
4.2.3 日本工业标准 JIS 系列标准，主要包括：.....	239
4.2.4 英国标准 BS 系列标准，主要包括：.....	239
4.2.5 德国标准化学会 DIN 系列标准，主要包括：.....	239
4.2.6 澳大利亚标准 AS 系列标准，主要包括：.....	240
4.2.7 CENELEC/TC13 电能测量和控制.....	240
4.2.8 OIML IR46 国际建议.....	241
4.3 出口目标国（及市场）气候环境.....	242
4.4 出口目标国（及市场）产品结构要求.....	243
4.5 出口目标国（及市场）产品使用条件.....	244
4.6 出口目标国（及市场）准入和验收标准.....	245
4.7 海外市场的沟通对象.....	246
5 主要目标市场研究.....	248
5.1 荷兰.....	248
5.1.1 荷兰概况.....	248
5.1.2 荷兰 AMI 的基本架构.....	249
5.1.3 荷兰智能电能表招标采购.....	251
5.2 法国.....	252
5.3 加纳.....	255
5.3.1 加纳概况.....	255
5.3.2 2012-2015 年度加纳电能表进口情况.....	257
5.3.3 目前加纳电力市场状况.....	259
5.3.4 加纳市场的贸易壁垒与市场准入条件.....	261
5.3.5 加纳电能表市场的认证要求.....	263
5.3.6 加纳电能表的产品标准.....	264
5.3.7 加纳电能表市场未来发展趋势.....	267
5.4 坦桑尼亚.....	269
5.4.1 坦桑尼亚概况.....	269
5.4.2 我国电能表产品出口坦桑尼亚市场情况.....	270
5.4.3 坦桑尼亚电能表市场现状.....	271
5.4.4 坦桑尼亚电能表市场未来发展趋势.....	272
5.4.5 对出口企业的建议.....	272

5.5 巴西.....	272
5.5.1 巴西概况.....	272
5.5.2 我国企业电能表巴西市场出口情况.....	274
5.5.3 巴西电能表市场现状.....	275
5.5.4 巴西电能表市场未来发展趋势.....	276
5.5.5 对出口企业的建议.....	276
5.6 厄瓜多尔.....	277
5.7 泰国.....	279
5.7.1 泰国概况.....	279
5.7.2 泰国电能表进口情况.....	280
5.7.3 目前泰国电力市场状况.....	281
5.7.4 泰国电能表市场的准入条件和认证要求.....	284
5.7.5 泰国电能表的产品标准.....	286
5.7.6 泰国电能表市场未来发展趋势.....	287
5.8 越南.....	291
5.8.1 越南概况.....	291
5.8.2 越南电能表管理方式.....	292
5.8.3 越南 AMI 表计情况.....	293
5.8.4 越南地方特殊政策.....	295
6 有关说明.....	296

1 我国电能表出口情况概述及全球主要地区电能表发展情况介绍

1.1 我国电能表出口情况概述

1.1.1 2010 至 2015 年我国电能表产品出口概况

2010 年我国电能表产品出口额为 31031.23 万美元，出口量为 18,234,521 台，2011 年与 2010 年相比出口额有明显上升，同比增长 52.7%；2012 年至 2014 年出口额、出口量均变化不大，2015 年出口额有明显上升，由 2014 年的 47388.89 万美元提升至 60775.20 万美元，出口量也由 2014 年的 29,336,055 台上升至 30,618,707 台，详见表 1 所示。

自 2011 年以来，很多国家都将智能电网建设提上了日程，这也为我国电能表产品出口创造了巨大的机遇，2011 年、2012 年我国电能表产品出口额同比增长 52%以及 16.5%。2013 年至 2014 年，随着主要出口市场印尼、意大利等国电能表更换工作的完成，我国电能表产品出口额与出口量均出现了较大程度的下滑。2015 年，由于国内市场趋于饱和，企业产能普遍过剩，我国企业积极布局海外市场，使得出口额同比增长 28.2%，出口额与出口量均达到近 6 年新高。出口额、出口量走势见图 2、图 3。

表 1 2010 年-2015 年我国电能表出口情况（单位：万美元、%、台）

序号	年份	出口额	出口额同比	出口量	出口量同比
1	2010 年	31031.23	--	18234521	--
2	2011 年	47382.27	52.7	23202457	27.2
3	2012 年	55190.08	16.5	26536403	14.4

4	2013 年	45170.55	-18.2	23117488	-12.9
5	2014 年	47388.89	4.9	29336055	26.9
6	2015 年	60775.20	28.2	30618707	4.4

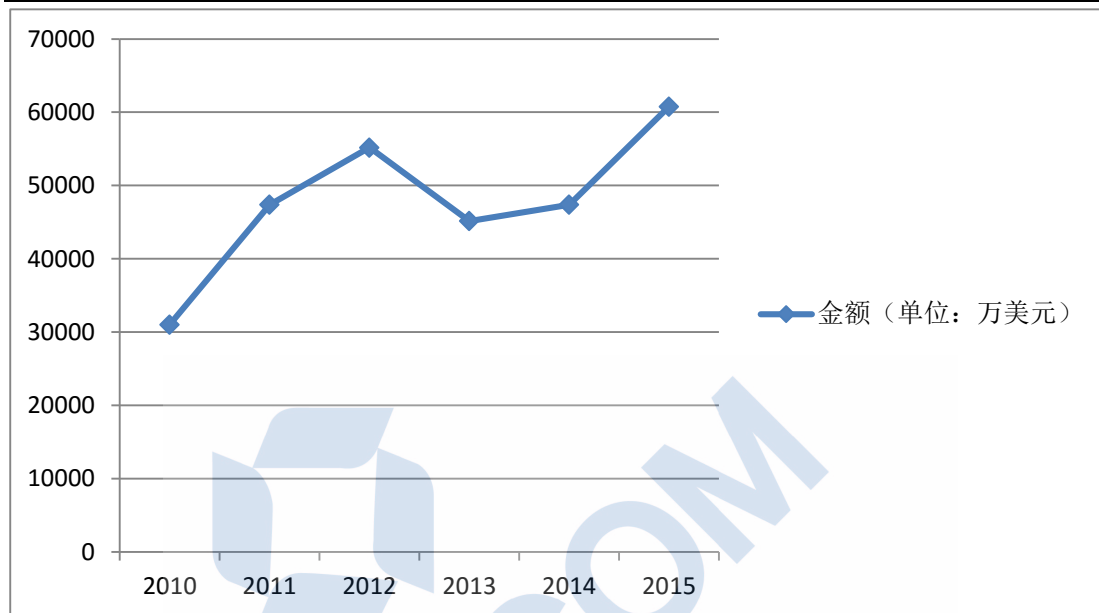


图 1 2010 年-2015 年我国电能表产品出口金额走势

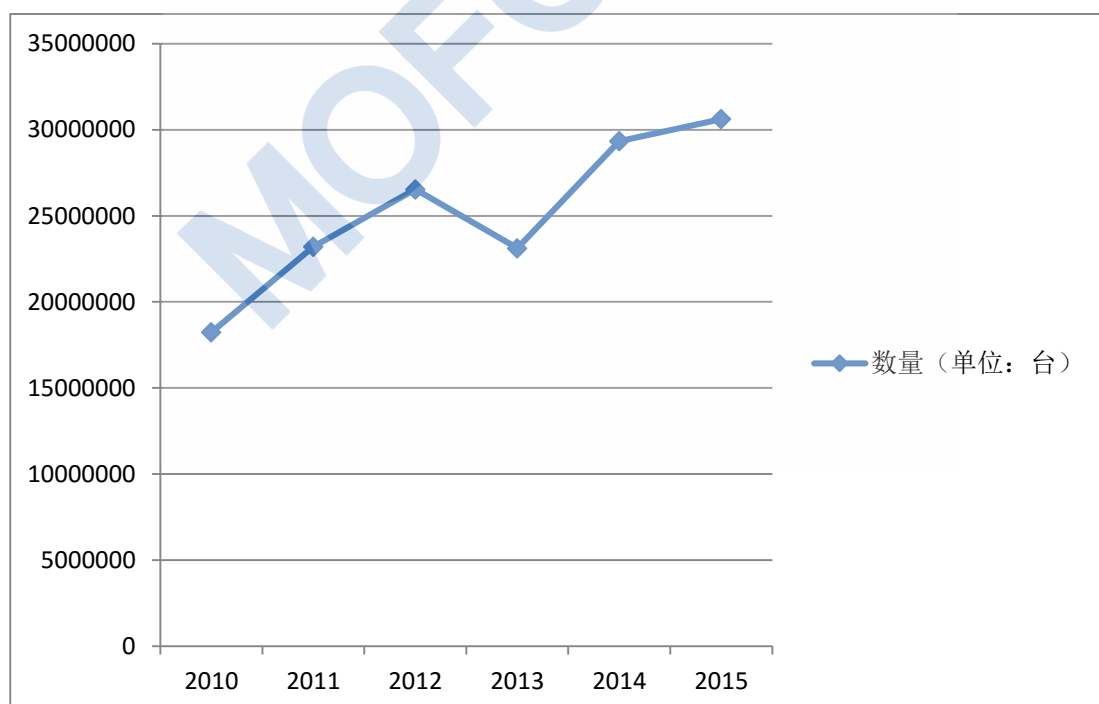


图 2 2010 年-2015 年我国电能表产品出口数量走势

在出口地区分布方面，亚洲、欧洲、拉丁美洲为我国电能表产品主要市场，分别占比 40%、25%、10%左右，非洲市场自 2013 年开始增长迅速，市场份额从不到 10%升至 25%，直逼欧洲市场，详见表 2、

图 3、表 3、图 4。

表 2 2010 年-2015 年我国电能表产品出口地区分布情况（按金额，单位：万美元、%）

目标地区	2010 年		2011 年		2012 年		2013 年		2014 年		2015 年	
	出口额	占比	出口额	占比	出口额	占比	出口额	占比	出口额	占比	出口额	占比
总额	31031.23	100	47382.27	100	55190.08	100	45170.55	100	47388.89	100	60775.20	100
亚洲	13897.26	44.8	23120.35	48.8	25923.75	47.0	17641.50	39.1	18738.21	39.5	18834.29	31.0
欧洲	9165.36	29.5	12138.35	25.6	13641.34	24.7	11254.58	24.9	12402.77	26.2	15020.28	24.7
拉丁美洲	3972.01	12.8	5217.90	11.0	5430.51	9.8	4631.53	10.2	4825.44	10.2	9042.55	14.9
非洲	2562.00	8.3	4584.98	9.7	8474.00	15.4	10834.30	24.0	10922.92	23.0	16759.06	27.6
北美洲	1195.64	3.8	1159.45	2.4	1013.58	1.8	313.29	0.7	108.40	0.2	93.31	0.2
大洋洲	238.94	0.8	1161.22	2.4	706.90	1.3	495.35	1.1	391.15	0.8	1025.70	1.7

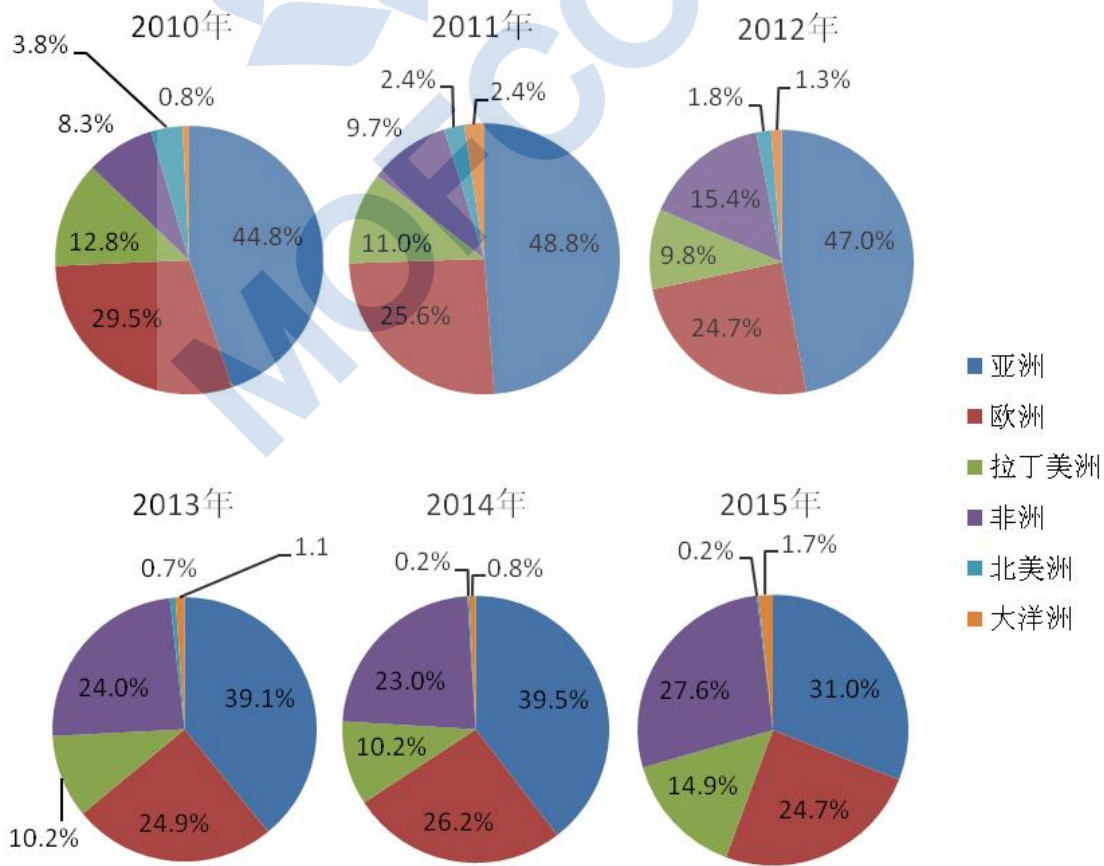


图 3 2010 年至 2015 年我国电能表产品各地区出口金额分布情况

表 3 2010 年-2015 年我国电能表产品出口地区分布情况（按数量，单位：台、%）

目标地区	2010 年		2011 年		2012 年		2013 年		2014 年		2015 年	
	出口量	占比	出口量	占比	出口量	占比	出口量	占比	出口量	占比	出口量	占比
总额	18234521	100	23202457	100	26536403	100	23117488	100	29336055	100	30618707	100
亚洲	8107452	44.5	10229527	44.1	12818840	48.3	10442778	45.2	16919219	57.7	13766462	45.0
欧洲	4410360	24.2	4627839	20.0	4992849	18.8	4595353	19.9	4277712	14.6	4843835	15.8
拉丁美洲	3493749	19.2	5167182	22.3	4700092	17.7	4042804	17.5	4114408	14.0	6260363	20.4
非洲	1672225	9.2	2299351	9.9	3444821	13.0	3724394	16.1	3753564	12.8	5393587	17.5
北美洲	379820	2.1	359158	1.6	313985	1.2	113920	0.5	58951	0.2	34413	0.1
大洋洲	170915	0.9	519400	2.2	265816	1.0	198239	0.9	212201	0.7	320047	1.0

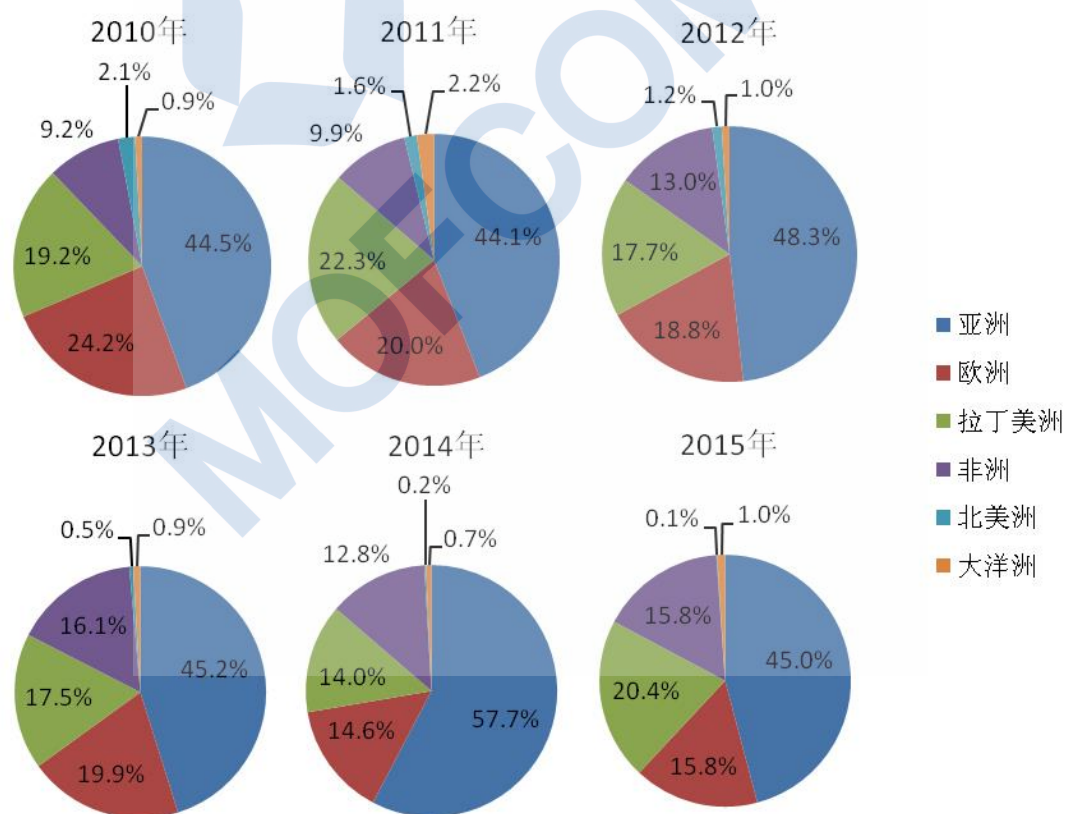


图 4 2010 年至 2015 年我国电能表产品各地区出口数量分布情况

在出口价格方面，我国电能表产品出口欧洲与北美洲价格较高，在 20 美元与 30 美元左右；出口亚洲价格最低，在 15 美元左右。非洲市场与大洋洲市场出口价格近年呈增长趋势，详见表 4、图 5。

表 4 2010 年-2015 年我国电能表产品出口地区分布情况（按单价，单位：美元、%）

目标地区	2010 年		2011 年		2012 年		2013 年		2014 年		2015 年	
	出口单价	同比	出口单价	同比	出口单价	同比	出口单价	同比	出口单价	同比	出口单价	同比
亚洲	17.14	-3.37	22.60	31.85	20.22	-10.52	16.89	-16.46	11.08	-34.44	13.68	23.53
欧洲	20.78	-15.35	26.23	26.21	27.32	4.17	24.49	-10.36	28.99	18.39	31.01	6.95
拉丁美洲	11.37	14.42	10.10	-11.18	11.55	14.42	11.46	-0.85	11.73	2.37	14.44	23.16
非洲	15.32	-30.52	19.94	30.15	24.60	23.36	29.09	18.26	29.10	0.03	31.07	6.78
北美洲	31.48	-6.88	32.28	2.55	32.28	0.00	27.50	-14.81	18.39	-33.13	27.11	47.45
大洋洲	13.98	-20.96	22.36	59.92	26.59	18.95	24.99	-6.04	18.43	-26.23	32.05	73.87

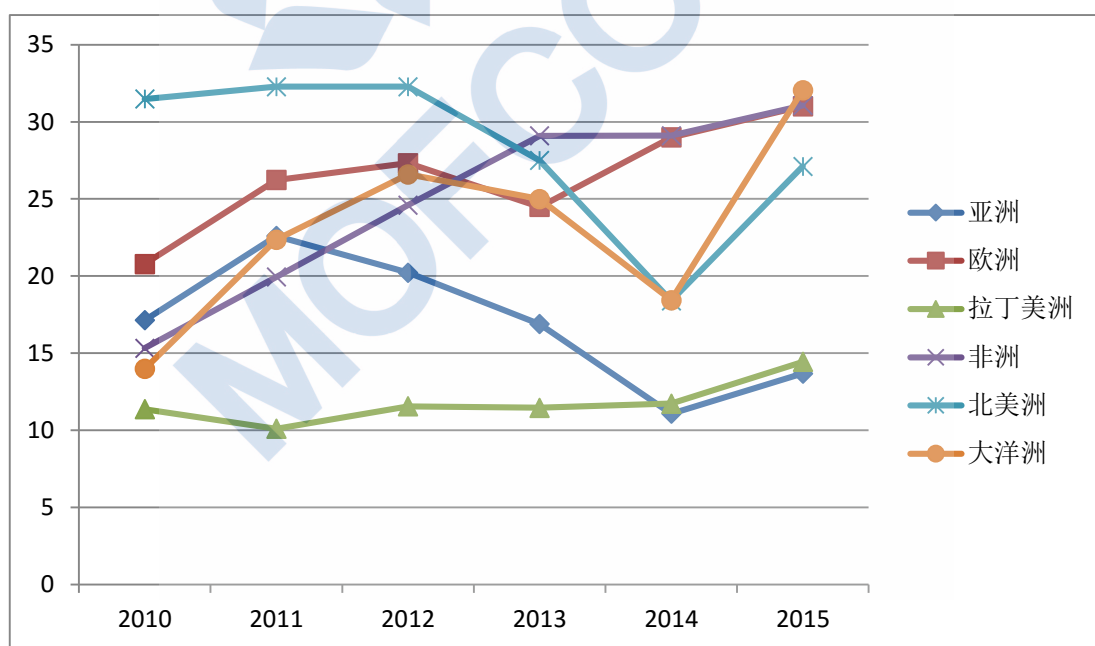


图 5 2010 年至 2015 年我国电能表产品各地区出口价格走势

1.1.2 2010 至 2015 年我国电能表分类产品出口情况

2010 年至 2015 年，在我国所有出口的五类电能表产品中，单相电子式电能表出口量占比最大，在 60%左右，其次为三相电子式电能表，出口量占比在 15%左右。电能表分类产品出口量情况详见表 5、图 6。

表 5 2010 年-2015 年我国各类电能表产品出口数量情况（单位：台、%）

年份	总数量	单相感应式电能表		三相感应式电能表		单相电子式电能表		三相电子式电能表		其他电能表	
		出口量	占比	出口量	占比	出口量	占比	出口量	占比	出口量	占比
2010	18234521	2729264	14.9	308275	1.7	10506184	57.6	2974710	16.3	1716088	9.4
2011	23202457	2311586	10.0	369092	1.5	14451755	62.3	3923337	16.9	2146687	9.3
2012	26536403	3453647	13.0	562304	2.1	16628085	62.7	4132362	15.6	1760005	6.6
2013	23117488	2681254	11.6	147266	0.6	15144595	65.5	3375679	14.6	1768694	7.7
2014	29336055	3597394	12.3	293119	1.0	18843929	64.2	3613108	12.3	2988505	10.2
2015	30618707	2875689	9.4	396071	1.3	17361091	56.7	4506602	14.7	5479254	17.9

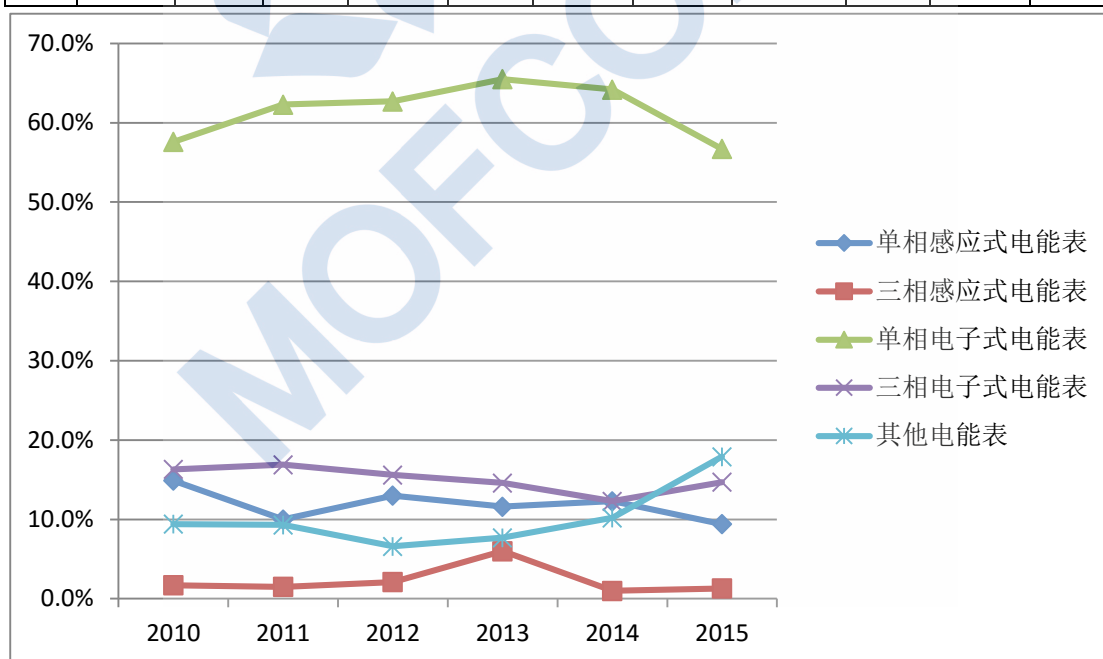


图 6 2010 年-2015 年我国各类电能表产品出口数量占比情况

在出口金额方面，单相电子式电能表和三相电子式电能表出口额较高，两项产品占其总出口额的八成以上；单相感应式电能表、三相感应式电能表和其他三项产品不足总出口额的两成，详见表 6、图 7 所示，各类产品出口平均价格情况见表 7、图 8。

表 6 2010 年-2015 年我国各类电能表产品出口金额情况（单位：万美元、%）

年份	总金额	单相感应式电能表		三相感应式电能表		单相电子式电能表		三相电子式电能表		其他电能表	
		出口额	占比	出口额	占比	出口额	占比	出口额	占比	出口额	占比
2010	31031.23	2023.79	6.5	898.61	2.9	13472.05	43.4	12081.67	38.9	2555.10	8.2
2011	47382.27	2021.07	4.3	939.47	2.0	24411.66	51.5	16243.58	34.3	3766.48	7.9
2012	55190.08	3114.59	5.6	1786.18	3.2	28129.36	51.0	18887.05	34.2	3272.89	5.9
2013	45170.55	2452.63	5.4	424.84	0.9	24963.93	55.3	14843.47	32.9	2485.68	5.5
2014	47388.89	3381.66	7.1	619.73	1.3	25243.39	53.3	16597.81	35.0	1546.30	3.3
2015	60775.20	2513.87	4.1	1179.26	1.9	32146.11	52.9	20441.44	33.6	4494.53	7.4

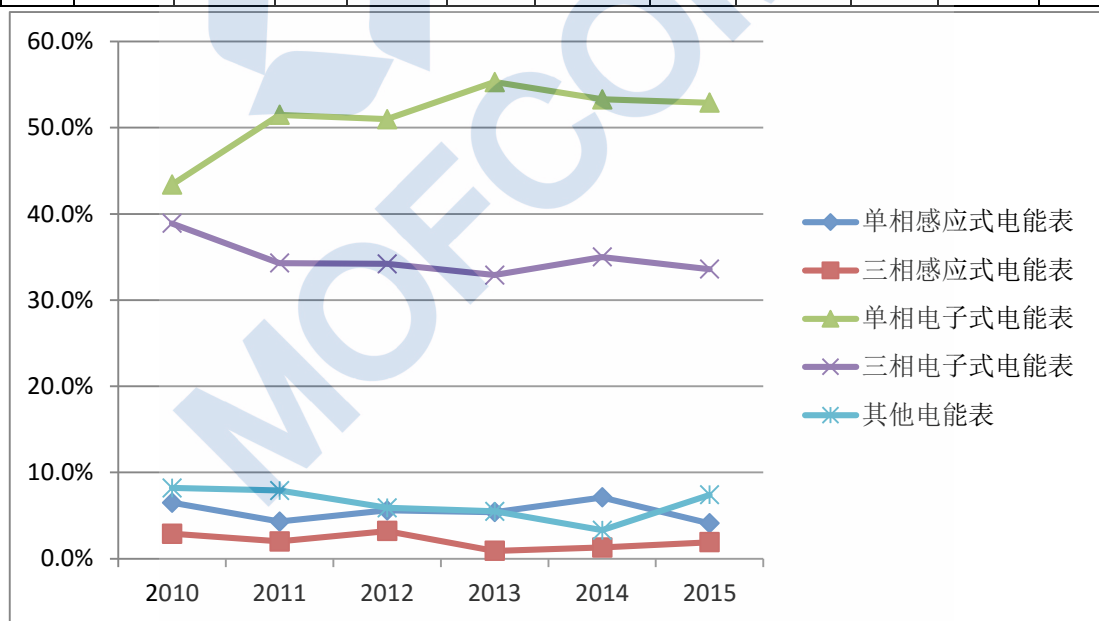


图 7 2010 年-2015 年我国各类电能表产品出口金额占比情况

表 7 2010 年-2015 年我国各类电能表产品出口平均价格情况（单位：美元）

年份	单相感应式电能表	三相感应式电能表	单相电子式电能表	三相电子式电能表	其他电能表
	出口平均价格	出口平均价格	出口平均价格	出口平均价格	出口平均价格
2010	7.42	29.15	12.82	40.61	14.89
2011	8.74	25.45	16.89	41.40	17.55

2012	9.02	31.77	16.92	45.71	18.60
2013	9.15	28.85	16.48	43.97	14.05
2014	9.40	21.14	13.40	45.94	5.17
2015	8.74	29.77	18.52	45.36	8.20

近两年随着电网智能化程度的提升及各国对高级量测体系日益增长的需求，感应式电能表产品由于其功能的局限性正逐步被电子式电能表取代，我国感应式电能表产品出口量、出口额也逐年降低。

1.1.3 2010 至 2015 年我国电能表产品出口贸易方式分析

据海关数据统计，一般贸易是目前电能表出口的主要方式。我国电能表产品一般贸易出口额占比从 2010 的 59.5% 逐年上升至 2013 年的 75.7%，自 2013 起基本维持在 75% 以上；加工贸易出口额占比则逐年递减，从 2010 年的 39.1% 下降至 2015 年的 20.0%。贸易方式详见表 8、图 9（图 9 中“其它”包含对外承包工程出口货物、保税监管场所进出境货物、边境小额贸易、海关特殊监管区物流货物等）。

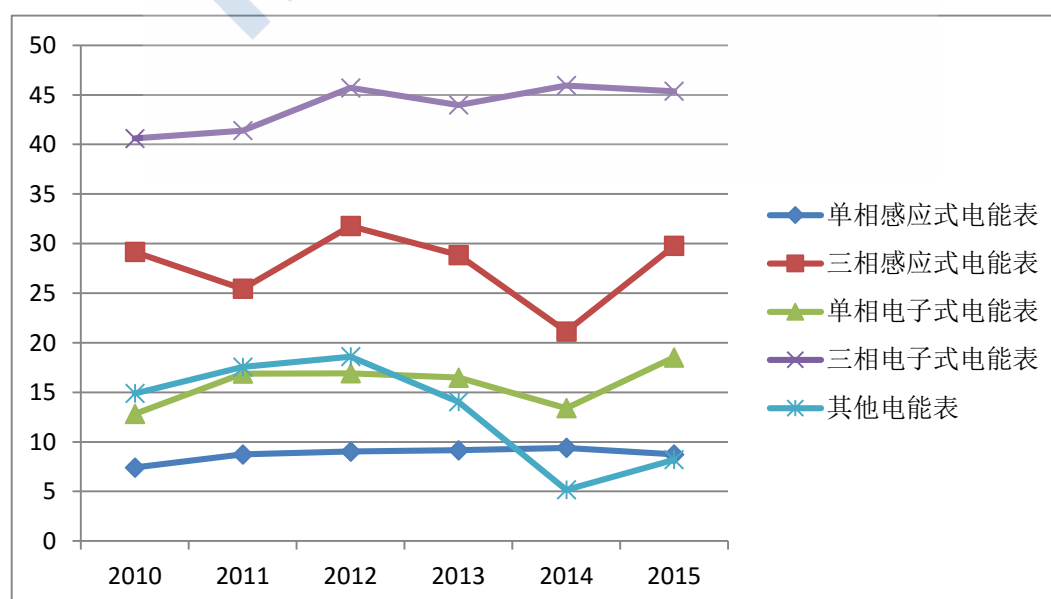


图 8 2010 年-2015 年我国各类电能表产品出口平均价格走势

表 8 2015 年我国电能表产品贸易方式统计（单位：万美元、%、台）

序号	贸易方式	出口额	出口额占比	出口额同比	出口量	出口量占比	出口量同比
	合计	60775.20	100	28.2	30618707	100	4.4
1	一般贸易	45602.15	75.0	27.8	23410840	76.5	-1.2
2	加工贸易	12145.63	20.0	26.8	2664886	8.7	12.3
	进料加工贸易	12090.13	19.9	26.8	2623906	8.6	11.8
	来料加工装配贸易	55.5011	0.1	35.6	40980	0.1	51.3
3	其他	1248.11	2.0	120.4	3934320	12.8	46.9
4	对外承包工程出口货物	852.11	1.4	22.5	81451	0.3	-25.0
5	保税监管场所进出境货物	469.80	0.8	65.2	97179	0.3	-8.9
6	边境小额贸易	432.65	0.7	-22.6	425088	1.4	16.5
7	海关特殊监管区物流货物	24.76	0.04	39.4	4943	0.02	65.4
8	国家间、国际组织无偿援助和赠送的物资	0	<0.01	-100	0	<0.01	-100
9	海关特殊监管区域进口设备	0	<0.01	-	0	<0.01	-

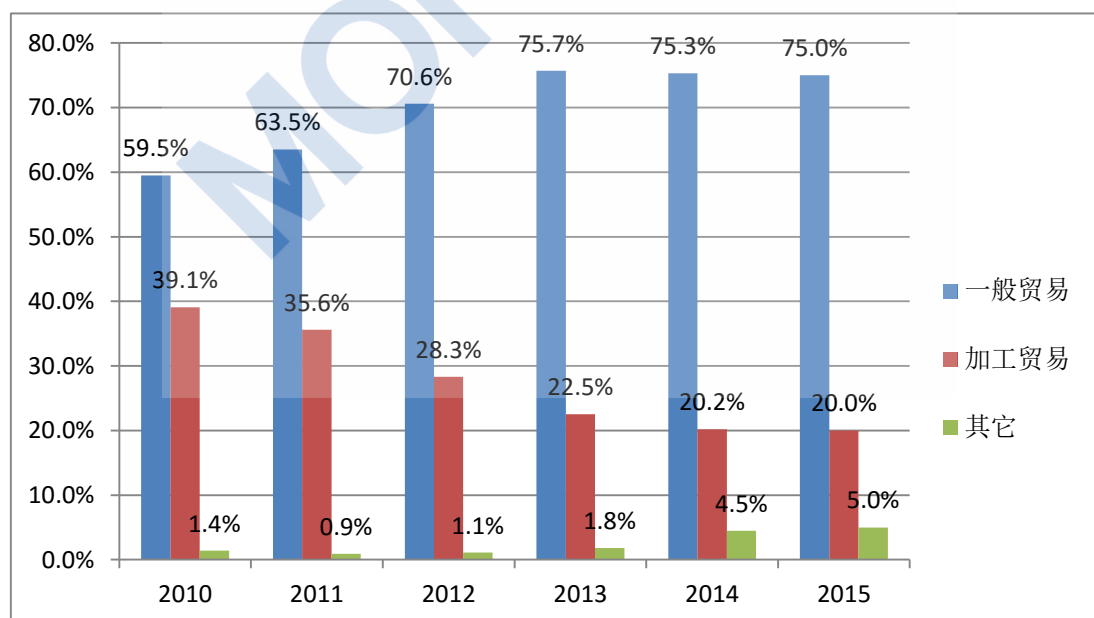


图 9 2010 年-2015 年我国电能表产品贸易方式占比情况

1.2 全球主要地区电能表发展情况介绍

1.2.1 国际 AMI 及智能电能表现状与发展趋势概述

1997 年 12 月在日本通过的《联合国气候变化框架公约》京都议

定书，是极其重要的约束发达国家通过节能减排达到减缓地球气候变化的重要协定。此后，包括中国在内的发达国家和少数发展中国家将智能电网建设提升为国家战略。世界各国相继研究智能电网量测、通信和大数据等先进技术，纷纷制定适合本国国情的智能电网建设远景规划。

美国电科院（Electric Power Research Institute，简称 EPRI）在 2001 年开始着手“Intelligrid”技术研究，将未来电力系统定位为一个融合电力基础设施、通信技术和信息基础设施的能源系统，能源数据集抄系统将是其中一个重要组成部分。

美国能源部（Department of Energy，简称 DoE）在 2003 年发布了“Grid 2030”能源发展战略，阐述美国未来电网远景规划，明确了各项研究和试验工作的分阶段目标。2004 年，DoE 分别启动电网智能化（GridWise）和现代电网（MGI）项目，研究信息系统集成技术、数字技术、电力线载波/微功率无线通信技术、智能化功能等在电力系统中的应用，细化了电网现代化的愿景，并在全美范围内达成共识。

2005 年成立的欧洲智能电网技术平台（Smart Grids European Technology Platform，简称 SGETP）发布了《欧洲未来电网的愿景与战略》，提出智能电网愿景。2007 年 1 月，欧盟委员会启动实施能源与气候改变法案，希望在 2020 年前将温室气体排放减少 20%，可再生能源利用占比升至 20%，能源消耗下降 20%。欧盟同时启动了科技框架计划（FP7 2007-2013），阐述能源当中的智能电网框架下的一

些初步研究工作成果，并资助了 OPEN meter（Open Public Extended Network metering）标准体系的建立。2009 年，欧盟公布了战略能源技术计划（SET-Plan）路线图，将智能电网作为重点研究、投资方向之一，其战略目标为：将各国电网纳入一个基于市场的泛欧大电网中，采用先进量测技术、通信技术和数据分析处理技术，保障为所有电力用户提供高质量电能。

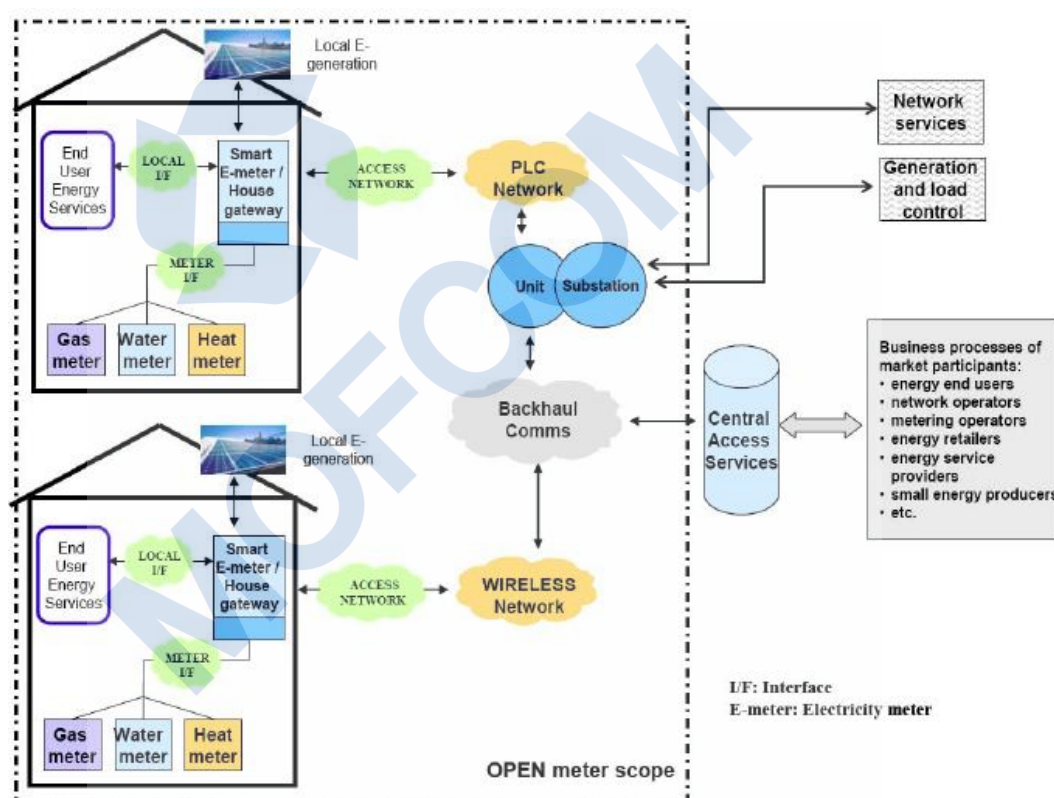


图 10 欧洲 OPENmeter 与 AMI 系统网络构架图

欧盟一直致力于建设开放的、互联互通智能电能表（OPEN meters）和电力线载波通信技术标准，通过组织过程、技术要点讨论及新技术的演进趋势等各过程，制定适合欧盟低压电网的通信技术。现已经制定完成 PRIME（PowerLine Intelligent Metering Evolution，电力线智能计量发展）和 G3-PLC（法国电力公司第三代电力线载波通信技术）、Meters and More（意大利）三个国际化低压电力线载波标准，

并在西班牙和葡萄牙(PRIME)、法国与奥地利、西亚阿联酋(G3-PLC)、意大利 (Meters and More) 等国家开展规模化应用，欧洲电力集抄系统呈现出日新月异的迅猛发展。

2009 年，中国国家电网公司启动“坚强的智能电网”建设，按照“全采集、全费控、全覆盖、互操作”的原则制订并发布了《智能电能表技术规范》和《用电信息采集系统技术规范》等一系列标准，并于 2009 年底开始集中招标采购新一代智能电能表。

电力集抄系统是电力用户用电信息集中采集系统的简称，国外通常用先进计量架构 AMI (Advanced Metering Infrastructure) 来表述。它是智能电网的核心要素之一，它是指利用现代数字通信、计算机软硬件以及自动化等多种先进技术构架的信息集成系统，是对电力用户的用电信息进行采集、处理和实时监控的系统，具有自动采集用电信息、监测电能质量、异常计量事件报警、用电分析和管理、信息发布、分布式能源监控、智能用电设备的信息交互等功能，适用于居民用户公用变压器(以下简称公变)、配电网变压器(以下简称配变)、专用变压器(以下简称专变)和电力变电站等场合。

在电力系统中，通常将额定电压在 1kV 以下电压称为“低电压”，将额定电压 1kV 以上电压称为“高电压”，居民用户的 220VAC、工商业用户的 380VAC 电压等级，均属于低电压范畴。

目前全球正在使用的电能表，包括工、商、住电能表用户数量庞大，全球共约有 17 亿台，若全面更换为具有信息采集功能的智能电能表，市场规模将相当可观。以 2012 年为例，全球智能电能表出货

量达 1 亿台，较 2011 年成长 31.6%。据市场研究机构 IDC 预估，2015 年全球智能电能表出货量达到 1.63 亿台，年复合平均成长率达 15.4%。市场研究机构分析指出，全球智能电能表市场营收预估在 2016 年将超过 120 亿美元，至 2020 年智能电能表渗透率将高达 59%。市场研究机构 Pike Research 亦预估，全球智能电能表安装量将于 2020 年达到 9.63 亿台。

1.2.2 国外技术现状

1.2.2.1 北美地区

1.2.2.1.1 美国

美国是世界上最大的经济体，也是最大的电力市场（2009 年消耗电量 3.7 万亿千瓦时）。煤是电能的主要来源，占 50%；其次是天然气和核能，约占 20%；可再生的水电和风能的份额约占 10%。

美国为全球 AMI 市场开始萌芽之地区，其智能电能表市场于 2008-2010 年为全球最大之需求市场，约占全球市场的 45%；但至 2011 年中国大陆需求兴起之后则退居第二，仅占全球市占 8%。北美市场自 2005 年至 2010 年，年复合成长率高达 80%，2010 年出货量 1,210 万美元，较 2009 年成长 49.2%。然而，美国智能电能表的布署在 2011 年达到高峰后，安装数量有逐年递减的趋势；再加上美国部分电力公司面对民众对于隐私安全、健康影响及电费增加等疑虑，而形成推动的障碍，因此，美国智能电能表市场仍会持续成长但呈现趋缓的现象。

美国有 3300 多家电力公司，Duke Energy 是北美最大的电力公

司,拥有 710 万用户;Exelon 拥有 660 万用户,位列第二;AEP(American Electric Power)第三,有 520 万用户;加州太平洋电气(California’s Pacific Gas & Electric (PG&E)) 和南加州 Edison 排名第四和第五,均有大约 500 万用户。

以美国商务部下属的国家标准技术研究院 (NIST) 为主,美国政府部门研究了智能电网的互操作性与网络安全等各项技术标准。2014 年 1 月 19 日, NIST 公布了新一代输电网“智能电网”的标准化框架——明确了 75 个标准规格、标准和指导方针。其中 25 个规格和标准是此次公布前确定的。这 25 项标准包括了智能电能表与家用电器可进行双向无线通信的技术 ZigBee 的智能能源规范(Smart Energy Profile)。

下图为美国常用的 AMI 架构,电能表通过 LAN 网络将数据传输到采集器,采集器通过 WAN 网络将数据传输到后台管理中心。LAN 网络通信方式以 RF mesh、RF 点对点、PLC 及其的混合为主, WAN 网络通信则以移动网络、光纤为主; HAN 以 Zigbee SEP 和 Homeplug 为主。

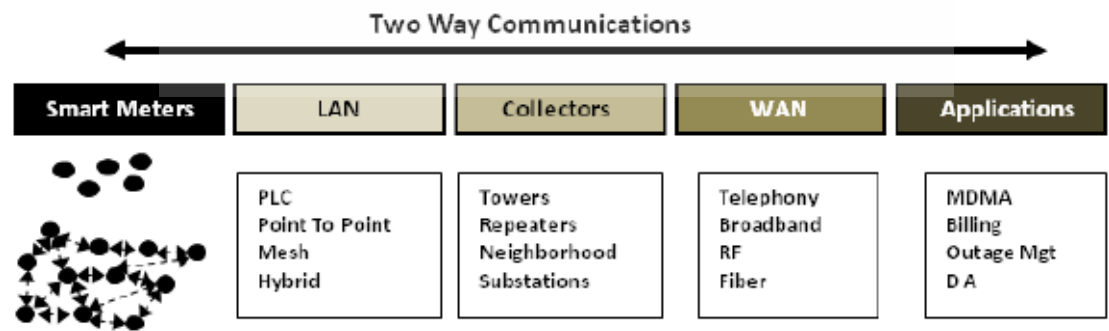


图 11 美国 AMI 系统网络构架图

以 Duke Energy 为例,其采用的 AMI 架构则混合使用了 RF 和 PLC 技术。2009 年 Duke Energy 在 Ohio 地区安全了 6000 只智能电能表和 4 万只智能气表及 4000 个 communication node (采集器), 2014

年安装了 70 万智能电能表和 45 万智能气表。采集器(communications node, 安装在变压器低压侧, 平均一个管理 4.5 个用户), 电能表采用 Echelon 的表通过 PLC 与 communications node 通信, 气表、水表通过 RF 与 communications node 通信, communications node 通过移动网络与 MDC 通信。另外, 该项目注重家庭能源管理, 采用了 Cisco 的家庭能源管理解决方案, 该平台通过 HomePlug 技术将 gateway、家庭用电电器、娱乐设备、安防设备等组成一个网络, 用户通过访问 gateway 的 web 接口可以很方便地控制这些设备。



图 12 美国 Duke Energy 智能电能表

1.2.2.1.2 加拿大

加拿大的电力主要由各省负责, 除跨省或国家间的电力贸易外。电力部门主要由各省拥有, 也有一些私有的电力公司及独立发电企业。加拿大目前尚未形成全国统一的电网。加拿大现有电网分为两大部分, 西部电网采用 500kV 和 138kV 的联络线将不列颠哥伦比亚和阿尔伯达两省的各电网连接起来。中东部地区采用了 115kV 和 735kV 联络线将萨斯喀切温、马尼托巴、安大略、魁北克和纽芬兰等地区电网连接起来。

此外，加拿大与美国有联网运行、交换电力的协议。加拿大 6 个省与美国 10 个州间已建有输电线路，输送能力在 1890 万 kW 以上。

Hydro-Québec 是加拿大最大的电力公司，拥有 400 万用户；BC Hydro 以 180 万用户位居第二；第三和第四则是安大略省最大的两个电力公司 Hydro One 和 Toronto Hydro Electric，分别管辖 130 万和 70 万用户。

考虑到魁北克省大约 50% 的电能表已经接近使用寿命，Hydro-Québec 积极寻求新型信息通信技术以提高表计效率，保证资产的可持续性。2011 年 Hydro-Québec 开展了加拿大最大的 AMI 工程，新型高级量测体系（AMI）将包括 400 万只支持远程抄表的智能电能表，截止 2014 年 4 月已完成 80% 的表计安装，智能电能表提供用户侧至 Hydro-Québec 计费系统的端到端服务，系统架构包括智能电能表的可靠性，数据安全性以及所有器件协同工作的性能。AMI 系统满足国际标准，并能支持智能电网规定的相关应用。

对于智能电能表的通信接入过程，Hydro-Québec 构建四级网络架构，如下图：

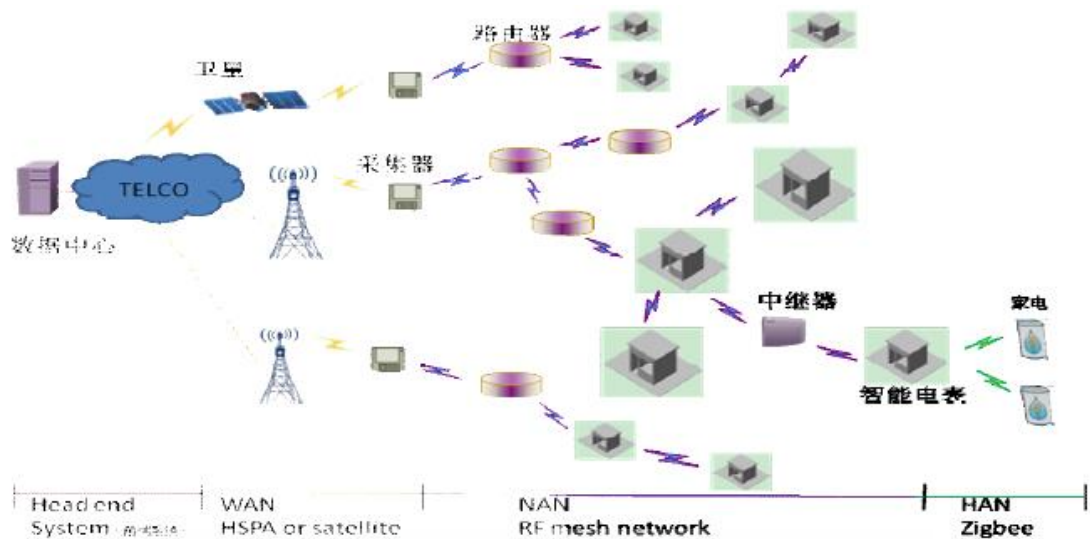


图 13 加拿大 AMI 系统架构

HAN 中家电设备采用 Zigbee 方式进行组网并将用电数据传送至智能电能表。目前魁北克水电公司的配网规划尚未实现家电联网，未来 5~10 年规划实现家电的联网控制。

NAN 是智能电能表与集中器、中继器、路由器之间以及智能电能表之间相互通信的组网方式，采用无线网状网（mesh）进行组网，用于实现电能表与集中器之间的数据传输。路由器和集中器安放于通信铁塔、房顶、以及电线杆（120kV 交流电）上面，集中器离地约 15~30m，路由器离地约 7~10m，路由器与集中器最大距离约为 6km，两个路由器间距为 7~10km，两个集中器之间 15km 以上。集中器使用 MIMO 天线，包括三个模块：电源、WAN 通信模块和采集器，通过 Wimax 接入 WAN。

WAN 表示广域网（Wide Area Network），表示集中器接入前端服务器的无线网络，采用 Wimax 进行组网，主要用于实现电能表数据的远距离传输。

1.2.2.2 欧洲地区

2008-2010 年欧洲为全球智能电能表第二大市场，约占全球市场的 31%；但至 2011 年起，退居为第三，占有率为 3%。包括欧盟 27 国再加两国，欧洲目前共安装有 2 亿 7,700 万具电能表；而 2011 年电能表的年度需求，包括新安装及替换者，共计 1,200 万台到 1,700 万台左右。欧洲各国均已制定法令要求电力公司推动建置 AMI。欧洲市场由于后续法国、西班牙及英国等的智能电能表计划迈入大规模推动阶段，因此产生新一波市场成长高峰，全欧洲智能电能表安装台数占整体电能表比例于 2011 年年终达到 18%。据 Berg Insight 预测，从 2011 年开始到 2017 年为止，智能电能表安装数量将以年平均 20.5% 增长，达到 1.55 亿台，占整体电能表的 56%；预计到 2020 年，全欧洲 80% 的电能表将会升级为智能电能表。由于法国、英国等多个国家 2020 年之前就将安装完成，电能表安装增速届时将会放缓。

1.2.2.2.1 意大利

意大利的市场比较自由，所有的用户均可自主选择供电商，大约有 17% 的居民用户和 36% 的非居民用户会选择自由市场的零售商。以 2011 年为例，零售商的客户群达到 3700 万，电力消耗超过 300TWh，负荷需求达 50000MW。2011 年配网建设中低压线路有 830696km，中压线路达 379705km。

意大利有 20 多家配电公司，配电公司中 Enel 占市场份额为 85%，Acea Roma 份额为 5%，A2A Milano-BS 为 3%，其他的小型配电公司占 7%。

意大利是欧洲已安装智能电能表最多的国家，全国智能电能表安装数量为 3500 万到 3600 万只（居民表大约 2800 万只，商业用表 700 万只）。Enel 配电公司从 2001 年至 2006 年已安装 3100 万只智能电能表，通信主要使用 PLC 技术，根据环境的不同选用 RF 作为补充。目前意大利已在 99% 的地区安装了电子式电能表。

意大利从 1999 年开始建设 AMM 采集系统（Telegestore 工程），该工程投资 21 亿欧元，其中 95% 用于生产和安装智能电能表和低压集中器，5% 则用于系统软件开发和其他研发成本，于 2006 年完成，相比现场抄表，年均节省约 5 亿欧元。AMM 系统通过远程和自动控制技术覆盖了超过 10 万个 MV/LV 变电站，通过流程管控和资产管理降低了用户用电成本且提高了服务质量。

Telegestore 工程中采用的 AMI 架构如下图，表计与采集器之间采用 Echelon 公司的 Lonworks（BPSK，波特率 2400/3200bps）载波技术，集中器与 MDC 系统之间采用 GPRS 或 GSM 通信。系统中有 HHU 作为抄表的补充。

电能表具备一般智能电能表的功能如分时电价、负荷、冻结、事件记录、远程升级等外，需带断路器；由于消费者可随时更换电力供应商，表计需进行与供电商的合同相关管理，如切换合同、切换合同时冻结数据等。

另外，MDC 需抄收分费率数据，结算系统需向消费者提供每月或每两月各个费率下的用电账单。

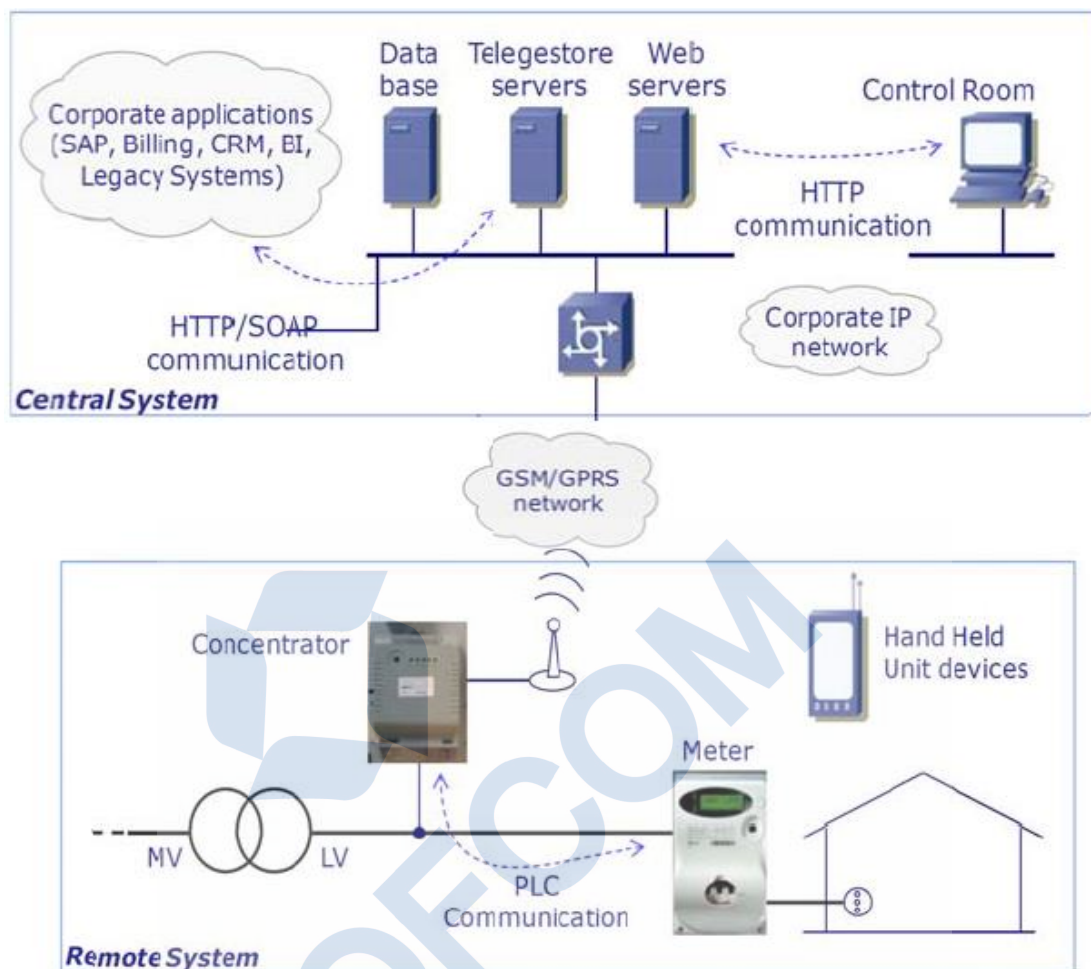


图 14 意大利 AMI 系统架构

由于第一批安装的智能电能表的寿命已接近到期，且第一代 AMI 架构存在 1) 不能很好地满足 IHD (In-Home-Display) 的功能 2) 通信协议为 Echelon 知识产权所有 3) 通过 PLC 无法快速实现电能表的远程升级 4) 现有的载波技术无法穿透变压器，在某些馈线下表计较少也需要安装一个集中器，造成成本上增加等问题，Enel 正在计划实施第二代 AMI 架构的建设。第二代 AMI 架构通信技术上在考虑基于 OFDM 的载波如 RPIME 或 G3，电能表与 IHD 之间通信也可能考虑采用载波；第二代架构将联合其他公共事业部门将气表、水表的集抄纳入进来，气表、水表接入 HAN 网络。

1.2.2.2.2 西班牙

西班牙有 2800 万电力用户，每户年平均用电量 2900kWh。西班牙的配网公司有 325 家，其中 Endesa、Iberdrola 和 Union Fenosa 三家占据了市场的 80% 份额。西班牙政府要求所有的配网公司在 2014 年至 2018 之间更换智能抄表系统，所有的旧电能表需更换为智能电能表，Endesa 和 Iberdrola 率先开始了试点工程。Endesa 计划在 2015 年前更换所管辖的 1290 万户电能表；Iberdrola 计划在 2018 年前更换所管辖的 1000 万户电能表（8 万个变电站）。

由于 Endesa 属于意大利 Enel 公司全资所有，因此 Endesa 的试点工程基本采用意大利 Telegestore 的架构。不同的是 Enel 和 Endesa 成立了 meters&more 的技术联盟，将 BPSK 的载波技术标准、公开化，该技术在西班牙的试点工程中应用，并且采用了 ST 的解决方案。

Iberdrola 采用的 AMI 架构如下图。

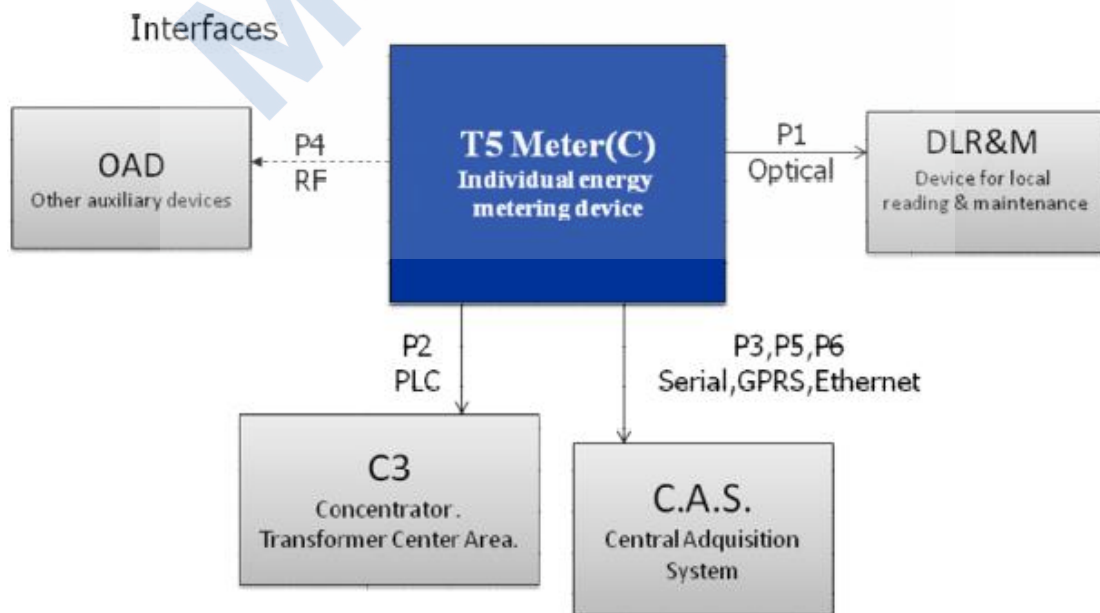


图 15 Iberdrola 采用的 AMI 架构

电能表需具备本地光电口用作本地抄表和维护；上行载波接口到

集中器或者 GPRS/以太网接口到 MDC 系统 (Itron 提供), 载波接口需符合 PRIME 标准; RF 接口可用作本地或远程抄读及编程, 可采用 Wifi 或 Zigbee 技术, 但具体的规范目前没有确定; 集中器与 MDC 系统之间可采用 MV PLC、GPRS、ADSL、光纤等通信方式, 通信技术采用基于 SOAP 的 Webserivces 技术。

表计功能有如下特色: 双继电器; 6 费率, 3 套费率; 软件升级时需要电能表对升级包验签; CT 表需计量谐波。

集中器安装在二次侧变电站, 平均一台集中器管理 170 只 PLC 表。部分二次侧变电站已实现低压和中压监控, 少量二次侧变电站实现了全自动化。

另外, 该架构对安全要求较高, 表计与集中器之间通信需加密且认证; 集中器与 MDC 之间至少要支持 TLS 1.2, 算法推荐 TLS-ECDH-ECDSA-WITH-AES-128-CBC-SHA 和 TLS-RSA-WITH-AES-128-CBC-SHA。

1.2.2.2.3 荷兰

荷兰有 760 万电力用户, 每户年平均用电量 3200kWh。荷兰的配网公司有 6 家, 其中最大的两家是 Alliander 和 Enexis。Alliander 拥有 280 万电力用户和 260 万天然气用户; Enexis 拥有 250 万电力用户和 170 万天然气用户。

荷兰要求各配网公司在 2015 年前完成试点, 2015 年到 2020 年将所有的电能表和气表换成智能表 (共 1500 万)。2008 年荷兰标准化组织发布了 NTA8130 标准, 规范了可远程抄读的电能表和气表的基本功能标准。

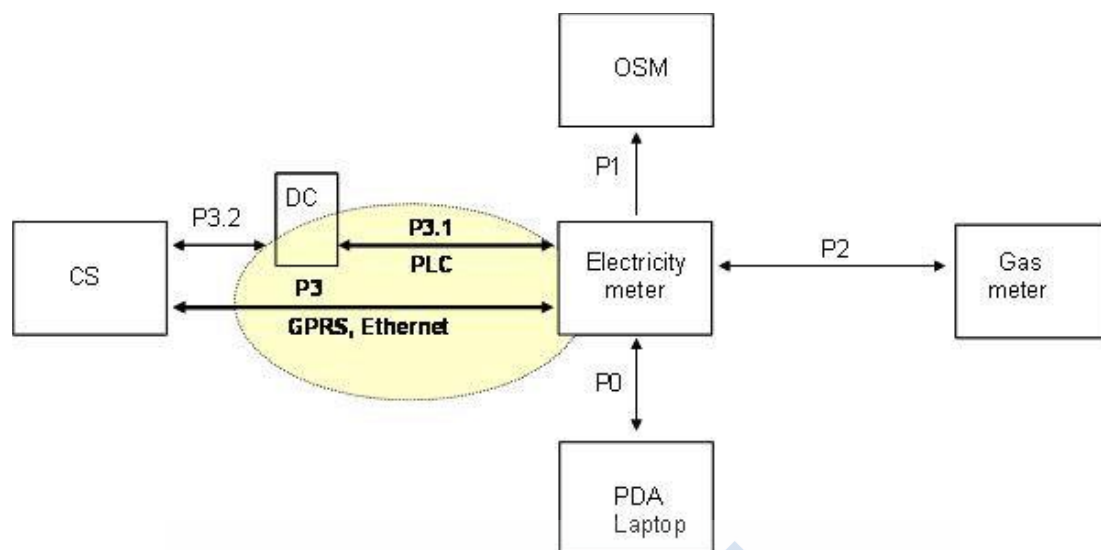


图 16 荷兰 NTA8130 标准规定的 AMI 架构

荷兰智能电能表采用 Open meter 的架构，各个接口定义如下：

P0：本地光电通信口；

P1：表计与 IHD 之间通信口；采用 RJ11 或 USB 通信，通信协议采用 IEC 62056-21 Mode D，由表计周期性（每 10s）向 IHD 发送数据；

P2：表计与 sub meters 如气表、水表的通信口；采用有线或无线 MBUS，通信协议采用 MBUS 协议，要求数据加密；每小时抄一次气表、水表数据；

P3：表计与 MDC 通信口；采用 GPRS 或以太网通信；P3.1 为表计到集中器接口，采用 PLC 通信；P3.2 为集中器到 MDC 接口，目前采用 GPRS 通信，将来会考虑 UMTS, LTE and Ethernet；

P4：MDC 与其他系统的接口。

目前，Alliander 在考虑所有表计均采用 GPRS 的通信方式；而 Enexis 由于与法国电力 EDF 有良好的关系，其会在大批量安装阶段选择 G3-PLC 技术作为表计的主要上行通信技术，平均一个集中器管

理 80 个表计，集中器作为 gateway 只做应用层透传。

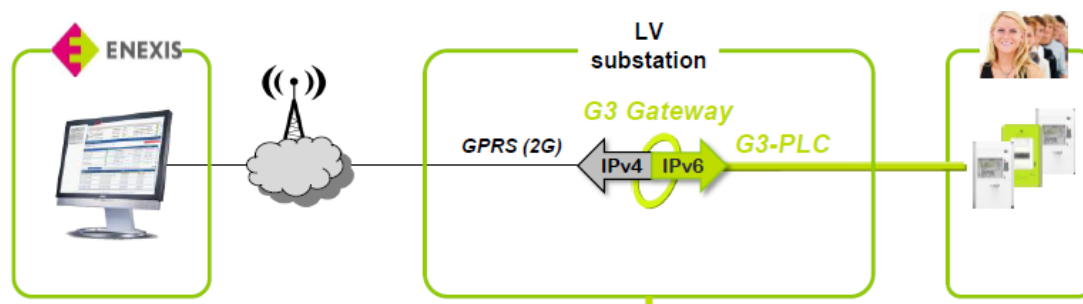


图 17 荷兰 Enexis 的 AMI 架构

1.2.2.2.4 法国

法国有 3500 万电力用户，每户年平均用电量 4800kWh。法国的配网公司有 150 多家，法国能源市场主要由国内的 EDF 和 GDF-SUEZ 两家公司控制，其中 EDF 在电力市场占 95% 的份额，而 GDF-SUEZ 则在天然气市场占有 95% 的份额。

法国权威机构 CRE 要求法国在 2016 年开始实施 300 万只智能电能表的安装，2020 年前完成所有 3500 万只智能电能表的安装，投资总额约 50 亿欧元。

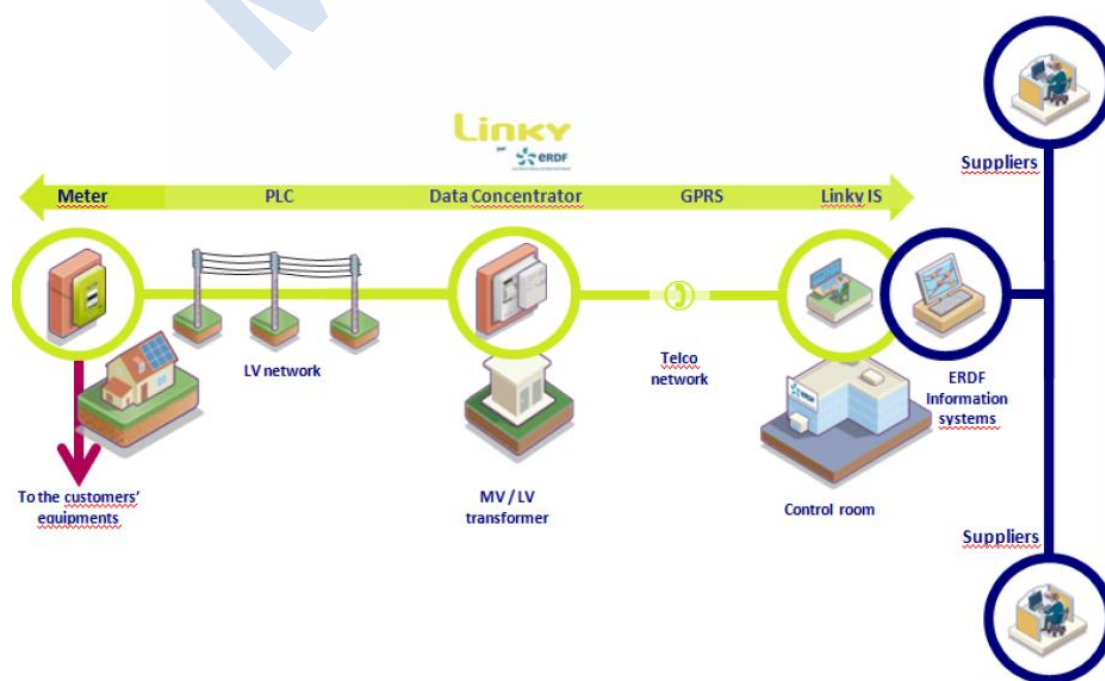


图 18 法国 EDF 的 Linky 项目 AMI 架构

Linky 智能电能表有三个通信口，本地通过 Euridis 与 PDA 进行通信，另外一条 Euridis 物理接口与 IHD 通信，单向向 IHD 提供同步数据，电能表与集中器之间采用 G3-PLC 通信，表计可通过 G3-PLC 通道主动报警。表计需带双继电器（主继电器和干簧继电器），干簧继电器可通过复杂的费率和合同管理。

ERDF 要求安装在变电站的集中器与 RTU 集成到一个设备，该设备被称为 SGTU，SGTU 具备如下功能：集成计量功能；具有数字和模拟 I/O 口，接收变电站传感器等设备的信号；执行遥控；通过 GPRS、LTE、Wimax 等技术可与后台管理系统通信；与表计之间采用 G3-PLC 载波技术通信。

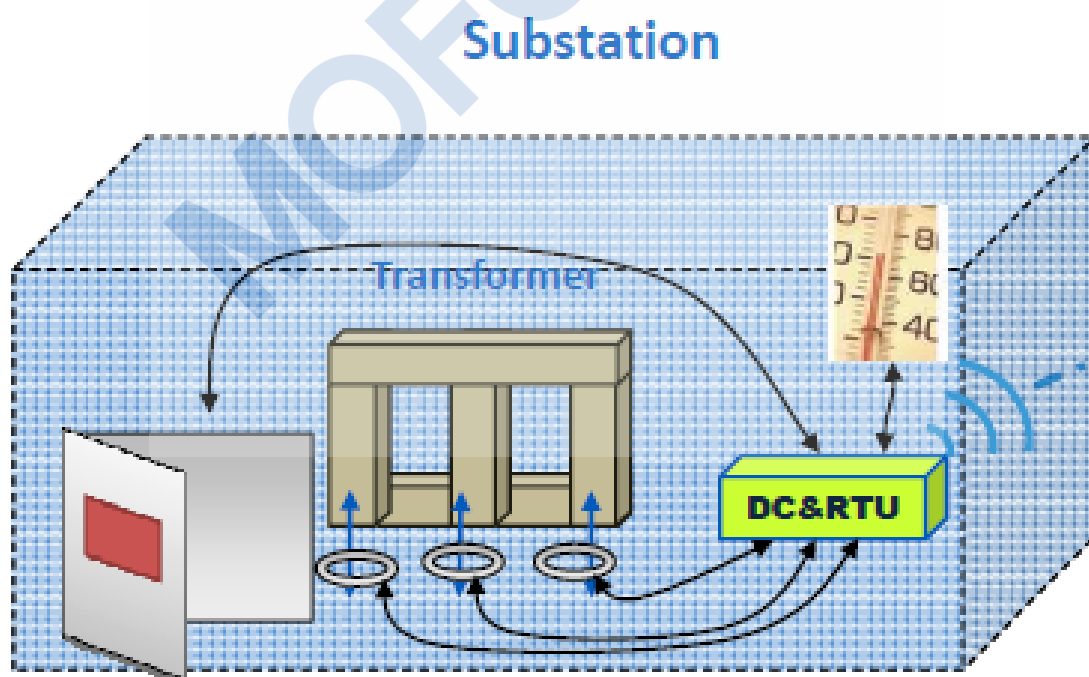


图 19 法国 ERDF 的 Linky 项目 SGTU

1.2.2.2.5 德国

德国有 900 多家配电公司，100 万个二次变电站，每个变电站给 100 到 150 个居民人口供电，45%的家庭装有天然气，因此每户年平

均用电量低于欧洲平均水平，只有 3500kWh。

德国全国电能表总数 4300 万只。德国政府 2013 年从成本收益率的角度考虑，推荐电能表构成方案如下：90%为新式不联网的电子式电能表 mME（适用于每年用电量小于 6000kWh 的家庭），10%为智能电能表 iMsys（有 IHD 户内显示单元，每年用电量不低于 6000kWh 的家庭）。德国标准（WAF）还在制订过程中（FNN 工作组）。

德国的智能电能表在 AMI 抄表部分推荐使用 G3 FCC(150–500kHz) 频段，IHD 与智能电能表之间推荐采用 1–30MHz 频段的 HomePlug BPL（目前对成本问题有疑虑），2015 年在柏林和汉堡两个城市做了少量（1000 个 G3 节点）试点。集中器为 Gateway 型，G3 通讯距离在 600–800 米之间，采用中继器不足 1%；通讯速度为 40kbps，一次抄读成功率为 86%，2–3 次可以达到 98%。

E.ON、RWE、Vattenfall 和 EnBW 是德国最大的四家能源公司，这些公司产业覆盖电力发电、输电和配电。E.ON 拥有 760 万电力用户，RWE 拥有 720 万电力用户。

德国工业协会 VDE 负责制定居民电能表 eHZ 和 MUC 标准，安全机构 BSI 则负责制定通信架构、MUC 中安全机制标准，且负责产品的认证，如 MUC 产品要进入德国市场必须经过 BSI 的认证。

德国 AMI 架构基于 OMS（Open Metering System）标准，架构如下：

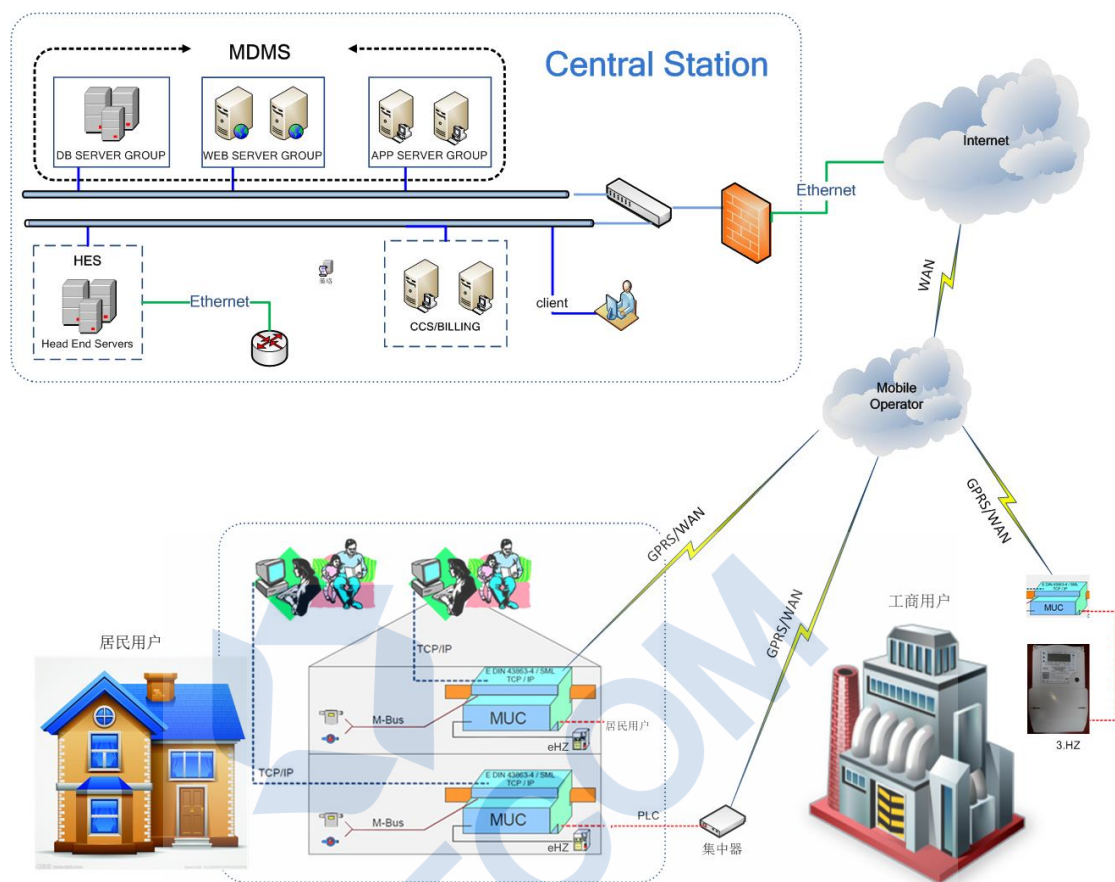


图 20 德国 AMI 架构

该架构与 Open meter 架构完全不同，主要特色如下：

分为 HAN，LMN 和 WAN 三个网络；

MUC（Multi Utility Controller）家庭网关设备：带有多种接口。如，Ethernet，M-Bus，BPL，Optical、GPRS/GSM 等丰富的接口。MUC 上行提供 Webservices 服务接口；

LMN：电、水、气、热表通过无线或有线 M-BUS 接入系统，且通常情况下这些设备主动发送数据到 MUC；

电能表简单可靠；插拔式安装结构，降低维护成本低；

MUC 也可以集成在电能表中；

注重系统的高效率合高可靠性；

SML 通信协议；

对网络临界及 MUC 的安全机制有严格要求；

集中器到表和负荷控制装置采用 PLC（30-95kHz）通信，集中器到 MDC 可选择 RF、光纤或 GPRS 通信，目前 60%采用 RF 通信，30%选择光纤，4%采用 GPRS。

1.2.2.2.6 英国

英国有 2970 万用户，每户年平均用电量 4300kWh。英国能源与气候变化部门和 Ofgem（电力与天然气市场管理局）组织在 2011 年决定，要求 2014 年开始大批量更换全国的表计，但该计划被延迟到 2015 年，要求在 2019 年完成所有电能表的更换，其中包括 2700 万只居民电能表，220 万只中小型商业用电能表，168,000 只工商业电能表。负责电能表采购、安装、维护的是供电公司而不是配电公司，而对数据采集和管理则由同一的 DCC（data and communications entity）负责，DCC 采用招标方式选定。

英国配电公司共 7 家，其中 UK Power Networks 占有最大的市场份额，主要拥有伦敦、东英格兰、英格兰东南部的 800 万电力用户；PPL 是第二大配电公司，管理英国内陆的东部及西部、威尔士南部、英格兰西南部地区的 760 万电力用户；CE Electric 则拥有英格兰东北部和约克郡地区的 380 万用户。

政府于 2012 年发布 Smart Metering Equipment Technical Specifications（SMETS），包括了 AMI 架构及该架构内 IHD、智能电能表、智能气表等的技术要求。

AMI 架构如下图：

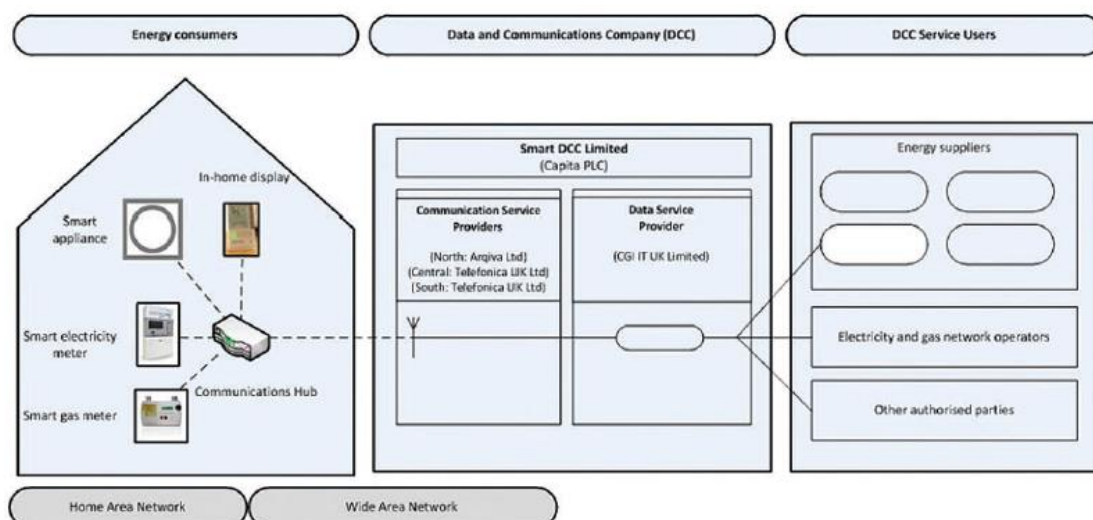


图 21 英国 AMI 架构

该架构中包括两个网络：HAN 网络和 WAN 网络。其中 HAN 网络的中心为家庭网关，家庭网关与智能电能表、智能气表、IHD 之间由 Zigbee（支持 2.4G Hz 和 868M Hz）组成网络，通信要求符合 Zigbee SEP 2.0 标准和 DLMS/COSEM 标准；对于家庭网关的技术要求计划将于 2014 年年中发布。

SMETS 中对表计的功能特殊要求：记录周净电量、每 8 天的净电量、每 5 周的净电量、每月及每 13 个月的净电量；具备 HAN 接口，及 Zigbee 通信接口，支持 Zigbee SEP 协议和 DLMS/COSEM 协议；支持自动报警；带键盘供用户操作；可配置为预付费模式或后付费模式；支持 TOU 费率和阶梯费率；币种支持欧元和英镑；带继电器；显示有密码保护；支持 Sag 和 Swell 检测；支持软件升级；支持非对称加密和签名（椭圆型曲线 DSA DH）。

家庭显示器 IHD 的功能要求：电网交流供电，平均功耗不超过 0.6w；每 10 秒接收电能表和气表的同步数据；显示电能表和气表相关的费率、净电量、周消费额、月消费额等信息。

1.2.2.3 澳大利亚与新西兰

澳大利亚能源部在 2009 年发布了《智能电网，智能城市计划报告》(Smart Grid, Smart City Grant Guidelines)，投资 1 亿美元在澳大利亚部署该国首个商业规模的智能电网，实现能源数据的远程监控和管理。澳大利亚目前正积极推动淘汰寿命将至的传统机械式电能表更换为智能电能表。

新西兰则于 2012 年时已完成全国 130 万户智能电能表之装置。

澳大利亚和新西兰人口密度低，除少数（悉尼、墨尔本）大城市外，集中抄表主要采用 GPRS 方式。

1.2.2.4 亚洲

1.2.2.4.1 日本

日本电气事业联合会在 2009 年公布日本版《智能电网开发计划》，以 2020 年为目标，普及智能电网，同时，日本电力中央研究所设立“智能电网研究会”，东京电力、东京工业大学、东芝公司和日立制铁所等单位将在东京工业大学校园联合开展日本智能电网示范工程试验，试验期为 2010-2013 年，日本电力中央研究所在 2013 年开展大量的电力线载波评测、试验研究，评测 PRIME、G3-PLC、HD-PLC(High Definition Power Line Communication)、Homeplug GreenPHY 等多种现行应用的电力线载波通信技术，最终选定 ITU-T G.9903 标准(G3-PLC)为未来五年的日本电力用户数据采集系统的主流通信技术。

日本由于 2011 年受到 311 东日本大地震影响，开始规划新节能法，从过去无强制性转而积极规划推动 AMI。2012 年日本政府补助 5，

794 亿日元，计划于 5 年内推动家庭用户完成 AMI 建置比例达 80%，且至 2020 年将全面导入；企业用户则推动供需调整契约，计划于 5 年内 AMI 安装量达 100%。原先已积极推动 AMI 建置的关西电力公司试导入电能表约 150 万台，九州岛电力设置了约 18 万台。日本最大的电力系统业者东京电力也于 2012 年正式宣布全面推动 AMI 建置，计划在 2018 年之前，设置可覆盖辖区内 6 成以上用户的约 1,700 万台智能电能表。整体而言，日本政府制定了 2016 年之前能够以智能电能表对应电力总需求 80% 的目标。

截止 2025 年，日本将安装 80000 万智能电能表，日本电力公司必须在 2025 年三月份之前，对所有家庭安装智能电能表，以提高能源利用效率。

目前，东京电力公司（TEPCO）正在部署包含有 2700 万智能电能表的项目，重点建设能源管理平台（HEMS）。家庭网络的结构图如下：

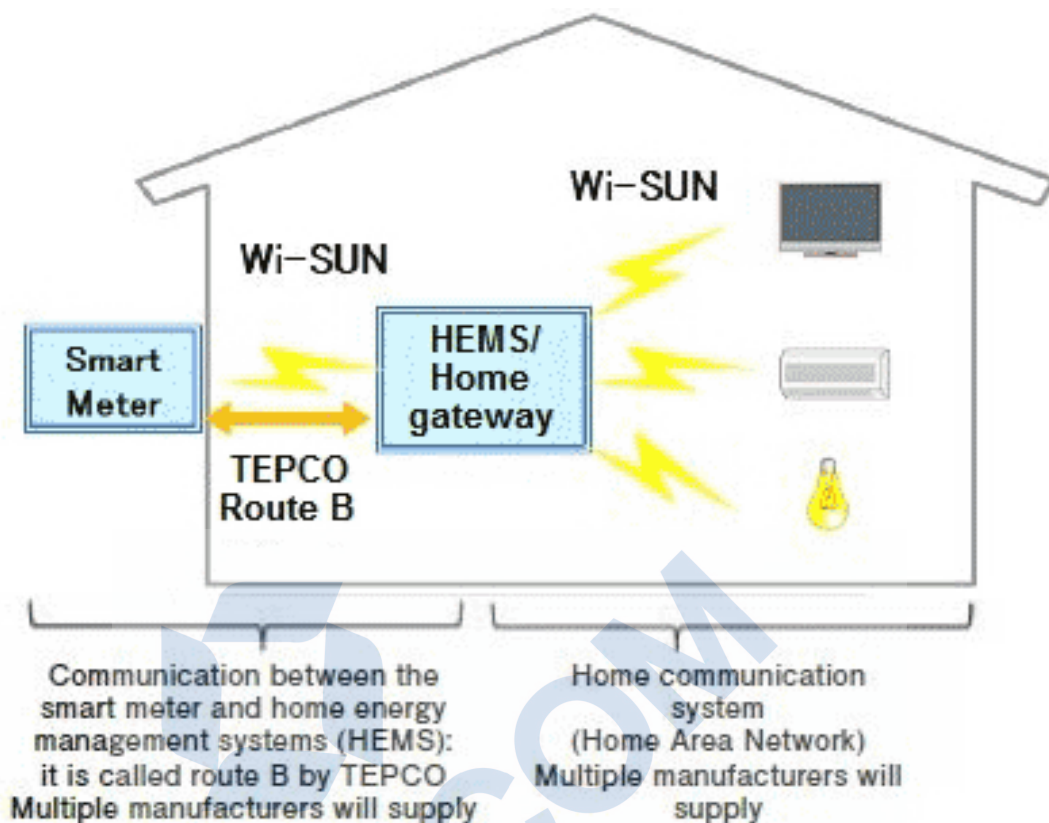


图 22 东京电力采用的家庭网络架构

尽管日本政府允许在 HAN 网络中使用 Wi-SUN 和 G3-PLC (ARIB) 两种通信技术，但 TEPCO 只选择了 Wi-SUN，在 Wi-SUN 技术的物理层 (IEEE 802.15.4g, 920MHz)、MAC 层和网络层之上采用 Echonet Lite 协议作为应用层。2014 年初，东芝已经研发出 Wi-SUN 的通信产品，将东芝的 920MHz 频段无线 USB 适配器 (USB dongle) 插入家庭网关，可实现智能仪表和 HEMS 控制器之间的数据通信。



图 23 Wi-SUN 与 Dongle

1.2.2.4.2 韩国

韩国在 2004 年启动“电力信息化工程”，旨在推动智能电网的量测技术、通信技术的发展，韩国知识经济部制订《智能电网路线图》，投资 27.5 万亿韩元（约合 247.5 亿美元），在 2030 年前，建成全国范围内的智能电网，实现智能电能表的电能数据远程监控和管理。

韩国于 2010 年底之智能电能表普及率为 5.7%，其中，高压客户普及率为 99.9%，低压客户在 1,753 万户中仅有 89 万户装设，普及率为 4.8%。在 2012 年推动的第一期智能电网基本计划及智能电能表普及事业规划中，韩国政府预计在 2016 年，由 2011 年的 55 万户的智能电能表安装量增加至 1,000 万户智能电能表安装量，使智能电能表普及率达到 50%。2020 年，预计韩国智能电能表安装量将增至 1,700 万台，市场规模可达 5.4 兆韩元。

1.2.2.4.3 印度

印度是世界第二人口大国，2016 年总人口超过 13 亿。印度在 2010 年启动“加速电力发展与改革”计划，从 2010 年起，在新德里和孟买附近进行智能电网试验，安装约 50 万台具备远传通信功能的智能电能表。

1.2.2.4.4 越南

越南目前有人口接近 1 亿，电能表安装总量约 3700 万只，其中约 70% 为当地国营企业（EMIC）生产的老式普通寿命机械表。其余为电子式表，智能电能表安装总量不到 10%。

越南国内有五大区域性电力公司，由于历史上窃电比较严重，电

能表多安装在户外电线杆上。从 2010 年试点 RF 和 PLC 远传抄表。目前,全国使用最多的是 RF 集中抄表方式,采用 408.925MHz(带宽 50kHz)单一信道。截止 2015 年,全国安装 RF 电能表约 500 万只,约 150 万只实现了集中抄表。



2 电能表产品基本技术要求

2.1 交流电测量设备通用技术要求

1 范围

此要求涉及在户内用和户外用的电能计量设备的型式试验。并适用于最新制造的、用来测量 50Hz 或 60Hz 且电压不超过 600V 电网中电能的设备。

它适用于在户内和户外使用的、由包封在同一表壳内的测量元件和计度器组成的机电式或静止式仪表。也适用于工作指示器和测试输出。如果仪表有一个测量元件用来测量一种以上电能(复合电能仪表),或者当其它功能元件,如最大需量指示器,电子费率计度器,时间开关,纹波控制接收器,数据通信接口等也包封在该仪表表壳内,则与这些元件相关的标准也应适用。

它不适用于:

- a) 携带式仪表;
- b) 仪表计度器的数据接口;
- c) 标准表。

对架装式仪表,本要求不涉及其机械性能。

2 规范性引用文件

GB/T 2423.1-2001 电工电子产品环境试验第二部分:试验方法
试验 A: 低温 (eqv IEC60068-2-1:1990, 1994 第 2 次修订)

GB/T 2423.2-2001 电工电子产品环境试验第二部分:试验方法
试验 B: 高温 (idt IEC60068-2-2:1974, 1994 第 2 次修订)

GB/T 2423.4-1993 电工电子产品基本环境试验规程试验 Db: 交变湿热试验方法 (eqv IEC60068-2-30:1980)

GB/T 2423.5-1995 电工电子产品环境试验第二部分: 试验方法试验 Ea 和导则: 冲击 (idt IEC60068-2-27:1987)

GB/T 2423.17-1993 电工电子产品基本环境试验规程试验 Ka: 盐雾试验方法 (idt IEC60068-2-11:1981)

GB/T 2423.24-1995 电工电子产品环境试验第二部分: 试验方法试验 Sa: 模拟地面上的太阳幅射 (idt IEC60068-2-5:1975)

GB 9254-1998 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法 (idt CISPR22:1997)

GB/T 11021-1989 电气绝缘的耐热性评定和分级 (eqv IEC60085:1984)

GB/T 16927-1997 高电压试验技术第一部分: 一般试验要求 (eqv IEC60060-1:1989)

GB/T 17441-1998 交流电能表符号 (idt IEC60387:1992)

GB/T 17626.2-1998 电磁兼容试验和测量技术第 2 部分: 静电放电抗扰度试验 (idt IEC61000-4-2:1995)

GB/T 17626.4-1998 电磁兼容试验和测量技术电快速瞬变脉冲群抗扰度试验 (idt IEC61000-4-4:1995)

GB/T 17626.5-1998 电磁兼容试验和测量技术浪涌 (冲击) 抗扰度试验 (idt IEC61000-4-5:1995)

GB/T 17626.6-1998 电磁兼容试验和测量技术第 6 部分: 射频场

感应的传导骚扰抗扰度试验 (idt IEC61000-4-6:1996)

GB/T 17626.12-1998 电磁兼容试验和测量技术振荡波抗扰度试验 (idt IEC61000-4-12:1995)

IEC 60038:1983 IEC 标准电压 (第一次修订: 1994, 第二次修订: 1997)

IEC 60044-1:1996 仪用互感器第 1 部分: 电流互感器

IEC 60044-2:1997 仪用互感器第 2 部分: 感应电压互感器

IEC 60050 300:2001 国际电工词汇 (IEV)

—311 部分: 电工和电子测量和测量仪表一般术语

—312 部分: 电工测量仪表通用术语

—313 部分: 电工测量仪表的型式

—314 部分: 有关测量仪表型式的特殊术语

IEC 60068-2-6:1995 环境试验第 2 部分: 试验试验 Fc: 振动 (正弦)

IEC 60068-2-75:1997 环境试验第 2-75 部分: 试验试验 Eh: 弹簧锤试验

IEC 60359:2001 电工和电子测量设备的特性性能表示

IEC 60417-2:1998 设备用图形符号第 2 部分: 符号原图

IEC 60529:1989 外壳防护等级 (IP 码) (第一次修订: 1999)

IEC 60695-2-11:2000 着火危险试验第 2-11 部分灼热丝基本试验方法成品的灼热丝可燃性试验方法

IEC 60721-3-3:1994 环境条件分类第 3 部分: 环境参数及其严

酷度的分类第 3 节: 固定使用在有所防护的场所(第一次修订: 1995, 第二次修订: 1996)

IEC 61000-4-3: 2002 电磁兼容性 (EMC) 第 4 部分: 试验和测量技术第 3 单元: 射频电磁场幅射抗扰度试验基本 EMC 出版物

IEC 62053-31: 1998 交流电测量设备特殊要求第 31 部分: 机电式和电子式电能表脉冲输出装置 (仅为二线) (第一次修订: 2000)

ISO 75-2: 1993 塑料负载下热变形的测定塑料和胶木

3 标准电量值

3.1 标准参比电压 (见表 1)

表 1 标准的参比电压

仪 表 类 别	标 准 值 V	例 外 值 V
直接接入式	120-220*-230-277-380*-400-480	100-127-200-240—415
经电压互感器接入式	57.7-63.5-100-110-115-120-200-220*	173-190*

注: 标准值中的带*的电压值是我国的标准的电压值, 直接接入式不同于 IEC60038; 经互感器接入式, 不同于 IEC60044-2; 作为国家标准这样是合适的。

3.2 标准电流

表 2 标准的参比电流

仪 表 类 别	标 准 值 A	例 外 值 A
直 接 接 入 式 (Ib)	5-10-15-20-30-40-50	80
经电流互感器接入式 (In)	1-2-5 (IEC60044-1)	1.5-2.5-3

3.2.1 最大电流

对直接接入式仪表其最大电流应优先取基本电流的整倍数 (例如

4 倍基本电流)。

当仪表经电流互感器工作时，须注意仪表的电流范围与电流互感器的二次电流相匹配。仪表的最大电流为 $1.2I_n$ 、 $1.5I_n$ 或 $2I_n$ 。

3.3 标准参比频率

参比频率的标准值为 50Hz 和 60Hz。

4 机械要求

4.1 通用机械要求

仪表应被设计并制成在正常条件下正常工作时不至引起任何危险。尤其应确保：

- 抗电击的人身安全；
- 防过高温度的人身安全；
- 防止火焰蔓延；
- 防止固体异物、灰尘和水的进入。

在正常工作条件下可能经受腐蚀的所有部件应受有效防护。在正常工作条件下，任何防护层既不应在一般的操作时会受损，也不应由于暴露在空气中而受损。户外用仪表应能耐阳光幅射。

注：对在有腐蚀环境中特殊用的仪表，附加要求应在订货合同中定下来（如按 GB/T 2423.17 的盐雾试验）

4.2 外壳

4.2.1 要求

仪表应有一个能被铅封的外壳，只有在破坏铅封后才能触及仪表内部部件。

不使用工具，表盖应不能被拆下。

表壳的构造和安排应能保证在出现非永久性变形时不妨碍仪表正常工作。

除非另有规定，在参比条件下接入对地电压超过 250V 的供电干线的仪表，且当其外壳全部或部分由金属材料制成，应提供一个保护接地端子。

仪表外壳的机械强度应作下列试验：

4.2.2 试验

4.2.2.1 弹簧锤试验

仪表外壳的机械强度应作弹簧锤试验（见 IEC60068-2-75）。

应将仪表安装在其正常工作位置，弹簧锤以 $0.2\text{J} \pm 0.02\text{J}$ 的动能作用在仪表表盖的外表面（包括窗口）及端子盖上。

如果仪表的外壳和端子盖没有出现影响仪表功能及可能触及带电部件的损伤，此试验的结果是合格的。不减弱对间接接触的防护或不影响防止固体异物、灰尘和水进入的轻微损伤是允许的。

4.2.2.2 冲击试验

试验应在下列条件下，按 GB/T2423.5 进行：

- 仪表在非工作状态，无包装；
- 半正弦脉冲；
- 峰值加速度： 30gn （ $300\text{m} / \text{s}^2$ ）；
- 脉冲周期：18ms。

试验后，仪表应无损伤或信息改变并应能按相应标准的要求正确

地工作。

4.2.2.3 振动试验

试验应在下列条件下，按 IEC60068-2-6 进行：

- 仪表在非工作状态，无包装；
- 频率范围：10Hz—150Hz；
- 交越频率：60Hz；
- $f < 60\text{Hz}$ ，恒定振幅 0.075mm；
- $f > 60\text{Hz}$ ，恒定加速度 $9.8 \text{ m/s}^2 (1g)$ ；
- 单点控制；
- 每轴扫描周期数：10。

10 个扫描周期=75min。

试验后，仪表应无损伤或信息改变并能按相应标准的要求准确地工作。

4.3 窗口

如果表盖不是透明的，为抄读显示器和观察工作指示器（如装设时），应提供一个或几个窗口。这些窗口应由透明材料制成，不拆去铅封，未被破坏不能被取下。

4.4 端子-端子座-保护接地端子

端子应组装在具有足够的绝缘性能和机械强度的端子座中。为满足此项要求，在为端子座选择绝缘材料时应考虑适当的材料试验。

制造端子座的材料应能通过 IS075-2 规定的有关温度为 135°C 、压力为 1.8Mpa（方法 A）的试验。

成为端子孔延伸的绝缘材料中的孔应有足够的大小，以同时容纳导线的绝缘层。

导线与端子的固定方式应确保充分和持久的接触，以免松动和过度发热。传递接触力的螺钉和在仪表寿命期内需多次松紧的固定螺钉应拧入金属螺母。

每个端子的所有部分应使其在与任何其它金属部件接触而产生腐蚀的危险性最小化。

电气连接应设计成不通过绝缘材料来传递接触力。

对于电流线路，其电压被认为与相应的电压线路是相同的。

紧密组装在一起的不同电位的端子应防止偶然短路。可用绝缘栅加以防护。一个电流线路的端子被视作处于相同电位。

端子、导体固定螺钉，或内、外部导体不应与金属端子盖接触。如有保护接地端子，

a) 应与可接触的金属部件作电气连接；

b) 如可能，应成为仪表底座的部件；

c) 应尽量靠近端子座；

d) 应能容纳一个导线，其截面至少等于主干电流导线的截面，下限为 6mm^2 上限为 16mm^2 （此尺寸仅为使用铜导线时）；

e) 按 IEC60417-5019 保护接地规定的图形符号清楚地予以标识。

安装后，不使用工具应不能松开保护接地端子。

4.5 端子盖

仪表的端子如果被组装在端子座中且无任何其它方法保护，应有

一个独立于表盖的可铅封的盖。除非另有规定，端子盖应盖住端子、导线固定螺钉，还应盖住适当长度的外接导线及其绝缘层。

当仪表为挂壁式安装时，不拆除端子盖铅封应不能触及端子。

4.6 间隙和爬电距离

参比电压超过 40V 的线路的任何端子与地以及与所有参比电压低于或等于 40V 的辅助线路的端子之间的间隙和爬电距离应不小于下列规定：

- 对 I 类防护仪表按表 3a；
- 对 II 类防护仪表按表 3b。

参比电压超过 40V 的线路其端子间的间隙和爬电距离应不小于表 3a 中的规定。

端子盖如用金属制成，其与拧入所固定的最大导线后的螺钉端面的间隙不小于表 3a 和表 3b 中所示的相关值。

表 3a I 类防护绝缘包封仪表的间隙和爬电距离

从额定系统电压导出的 相对地电压 V	额定 脉冲电压 V	最 小 间 隙		最小爬电距离	
		户内用仪表 mm	户外用仪表 Mm	户内用仪表 mm	户外用仪表 mm
≤100	1500	0.5	1.0	1.4	2.2
≤150	2500	1.5	1.5	1.6	2.5
≤300	4 000	3.0	3.0	3.2	5.0
≤600	6 000	5.5	5.5	6.3	10.0

表 3b II 类防护绝缘包封仪表的间隙和爬电距离

从额定系统电压导出的 相对地电压 V	额定 脉冲电压 V	最 小 间 隙		最小爬电距离	
		户内用仪表 mm	户外用仪表 Mm	户内用仪表 mm	户外用仪表 mm
≤100	2 500	1.5	1.5	2.0	3.2
≤150	4 000	3.0	3.0	3.2	5.0
≤300	6 000	5.5	5.5	6.3	10.0
≤600	8 000	8.0	8.0	12.5	20.0

也应满足脉冲电压试验的要求（见 6.3.2）

4.7 II 类防护绝缘包封仪表

II 类防护仪表应具一个耐用的且完全由绝缘材料制成的外壳，包括端子盖也应由绝缘材料制成。除一些小部件，如铭牌、螺钉、挂攀和铆钉外，外壳应包容所有的金属部件。如果这类小部件用标准试验指（按 IEC60529 规定）可从表壳外触及，则还应通过附加绝缘将其与带电部件隔离以防基本绝缘失效或带电部件松动。清漆、瓷漆、普通纸、棉纱、金属件上的氧化膜、粘贴膜、填充料或类似的不可靠材料的绝缘保护对附加绝缘而言，不应被认为是有效的。

对此类仪表的端子座和端子盖，用加强绝缘是足够的。

4.8 耐热和阻燃

端子座、端子盖和表壳应具备合适的安全性以防止火焰蔓延。不应因与之接触的带电部件的热过载而着火。为了充分满足要求应进行下列试验。

试验应按 IEC60695-2-11 规定，以下列温度进行：

- 端子座：960℃ ±10℃；
- 端子盖和表壳：650℃ ±10℃；
- 作用时间：30s ±1s。

可在任一随机位置与灼热丝接触。如果端子座与表底为一整体，仅对端子座进行试验是足够的。

4.9 防尘和防水

仪表应符合 IEC60529 规定的防护等级。

—— 户内用仪表：IP51，但表内无负压

—— 户外用仪表：IP54

试验应按 IEC60529 的规定，在下列条件下进行：

a) 防尘

—— 仪表在非工作状态下，并安装在一模拟墙上；

—— 应接入制造商规定型号的标准长度的电缆（暴露端密封）

进行试验，且端子盖在原来位置；

—— 表内外应保持相同的大气压力（既不欠压也不过压），仅对户内用仪表；

—— 第一位特征数字：5（IP5X）。

任何灰尘的进入量以不影响仪表的工作为度。应通过 6.3 规定的绝缘强度试验。

b) 防水

—— 仪表在非工作状态；

—— 第二位特征数字：1（IPX1），适用于户内用仪表；

4（IPX4），适用于户外用仪表。

任何水的进入量以不影响仪表的工作为度。应通过 6.3 规定的绝缘强度试验。

4.10 测量值的显示

信息应能通过机电计度器或电子显示器显示。在电子显示器的情况下，相应的非易失存贮器的最少保持时间应为四个月。

注 1：非易失存贮器的更长保持时间应在订货合同中规定。

用单一显示器显示多个量值的情况下，应能显示所有相关存贮器的内容。在显示存贮器内容时，应能鉴别所适用的每一费率，并且能自动顺序显示，对以计费为目的的计度器的每次显示应不少于 5s。

应能指示当前费率。

当仪表未通电时，电子显示器不必显示。

测量值的基本单位为千瓦时 (kWh)、千乏时 (kvarh)、千伏安时 (kVAh) 或兆瓦时 (MWh)、兆乏时 (Mvarh)、兆伏安时 (MVAh)。

对于机电计度器，计度分度应是耐久的并易读取的。当连续转动时，鼓轮的最低值应被分成十等分并标以数字，每一等分再被分成十份，或任何其它能确保相同读数准确度的分格。指示单位小数位的字轮，当其可见时，应有不同的标记。

电子显示器的每一数字单元，应能显示从“0”到“9”的全部数字。

计度器应能记录并显示从零开始相应于在参比电压和功率因数为 1 时，至少 1500h 最大电流时的电能。

注 2：多于 1500h 的值应在订货合同中规定。

在使用期间，应不能使累积总电能的指示复位。

注 3：显示的例行翻转不能认为是复位。

4.11 输出装置

仪表应有能用合适的测试设备进行监测的测试输出装置。

输出装置通常不产生均匀的脉冲序列。因此制造商应说明必需的脉冲数，以确保测试的准确度在不同的测试点至少为仪表等级的 1/10。

电测试输出见 IEC62053-31。

如测试输出为光测试输出，则应满足 4.11.1 和 4.11.2 的要求。

如装有工作指示器，应从正面可见。

4.11.1 机械和电特性

光测试输出应从正面可触及。

最大脉冲频率应不超过 2.5kHz。

调制的和非调制的输出脉冲都是允许的。非调制的输出脉冲应具有图 D2 所示的波形。

脉冲跃迁时间（上升时间或下降时间）是从一种状态到另一种状态的时间，包括瞬变效应。跃迁时间应不超过 $20\mu\text{s}$ （见图 D2）。

紧邻的两个光脉冲输出的距离，或离开一个光状态显示的距离应该足够长，不致影响传输。

在测试条件下，当接收头和光脉冲输出的光轴成一直线时，可获得最佳脉冲传输¹²⁾。

附录 D 图 D2 给出的上升时间应通过 $t_r \leq 0.2\mu\text{s}$ 的标准接收二极管来验证。

4.11.2 光特性

发射系统的幅射信号的波长在 550nm 到 1000nm 之间。

仪表输出装置应在离开仪表表面距离 $a_1 = 10\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 的整个规定的参考面上（旋光面积）产生一个幅射强度为 ET 的信号，输出装置的极限值如下：

ON 状态： $50\mu\text{W}/\text{cm}^2 \leq \text{ET} \leq 1000\mu\text{W}/\text{cm}^2$

¹²⁾ (脉冲传输) 光通道应不受强度为 $16\ 000\text{lX}$ 以下的周围光（光的成份类似日光，包括荧光灯的光）的影响。

OFF 状态: $ET \leq 2\mu W/cm^2$

又见图 D.1。

4.12 仪表的标志

4.12.1 铭牌

每台仪表应具有下列可应用信息:

- a) 制造厂名或商标, 如需要时包括产地;
- b) 型号, 如需要时留有认证标志的空间;
- c) 仪表适用的相数和线数 (例如单相二线、三相三线、三相四线); 这些标志可用 IEC60387 所规定的图形符号来代替;
- d) 顺序号和制造年份。如顺序号标在固定于表盖的标牌上, 则也应标在仪表的表底或贮存在仪表的非易失存储器中;
- e) 参比电压以下列形式之一标志:
 - 元件数 (如多于一个) 和仪表电压线路端的电压;
 - 系统的额定电压或仪表预定连接的仪用互感器的二次电压。

标志示例见表 4。

表 4 电压标志

仪 表	电压电路端子上的电压 V	额定系统电压 V
单相二线, 220V	220	220
单相三线, 120V (对中线 120V)	240	240
三相三线, 二元件 (相间 220V)	2×220	3×220
三相四线, 三元件 (相对中线 220V)	$3 \times 220 (380)$	$3 \times 220 / 380$

- f) 对直接接入式仪表, 标示基本电流和最大电流。例如, 一台基本电流为 10A, 最大电流为 40A 的仪表, 标示成: 10-40A 或 10(40) A;

对经互感器工作的仪表，标示与其连接的互感器的额定二次电流，例如 /5A；仪表的额定电流和最大电流可包括在型号中。

g) 参比频率，Hz；

h) 仪表常数；

i) 仪表等级指数；

j) 参比温度，不是 23℃ 时；

k) II 类防护绝缘包封仪表用双方框符号 。

a)、b) 和 c) 项信息可标示在永久性附于表盖外部的标牌上。

d) 至 k) 项信息应优先标示在仪表内部的铭牌上。标志应耐久、清晰，并从仪表外部可见。

若仪表是一种特殊形式的（例如在多费率仪表中，如果其转换装置的电压不同于参比电压）则应在铭牌或单独的标牌上予以说明。

如果在仪表常数中考虑了仪用互感器，应标示互感器变比。

也可使用标准符号（见 GB/T17441）。

4.12.2 接线图和端子标志

每台仪表应永久地标示接入的线路。如无可能，则应制作说明书以提供接线图。对多相仪表，图中还应示出仪表接入线路的相序。

若仪表端子加以标记，则此标记应在接线图中出现。

5 气候条件

5.1 温度范围

仪表的温度范围如表 5 所示。除 m) 凝露和 p) 结冰以外，这些数值引自 IEC60721-3-3 表 1。

表 5 温度范围

	户内用仪表	户外用仪表
规定的工作范围	- 10℃ 到 45℃ (3K5 级)	- 25℃ 到 55℃ (3K6 级)
极限工作范围	- 25℃ 到 55℃ (3K6 级)	- 40℃ 到 70℃ (3K7 级)
贮存和运输极限范围	- 25℃ 到 70℃ (3K8H 级)	- 40℃ 到 70℃ (3K7 级)
注 1: 对特殊用途, 可在订货合同中规定其它温度值, 例如户内用仪表低温环境可使用 3K7 级。 注 2: 在此极端温度范围 (3K7 级) 内, 仪表的工作、贮存和运输最长期限仅限于 6h。		

5.2 相对湿度

所设计的仪表应经受表 6 规定的气候条件。温度和湿度组合的试验见 5.3.3

表 6 相对湿度

年 平 均	< 75%
30 天, 一年中这些天以自然方式分	95%
其余时间有时为	85%

相对湿度极限与环境温度的函数关系如附录 A 所示。

5.3 气候环境影响试验

每项气候试验后, 仪表应无损坏或信息改变并能正确地工作。

5.3.1 高温试验

试验应按 GB/T2423.2, 在下列条件进行:

- 仪表在非工作状态下;
- 温度: $+70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$;
- 试验时间: 72h。

5.3.2 低温试验

试验应按 GB/T2423.1, 在下列条件进行:

- 仪表在非工作状态下;

—— 温度: $-25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, 户内用仪表; $-40^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, 户外用仪表;

—— 试验周期: 72h, 户内用仪表; 16h, 户外用仪表。

5.3.3 交变湿热试验

试验应按 GB/T2423.4, 在下列条件下进行:

—— 电压线路和辅助线路通参比电压;

—— 电流线路无电流;

—— 交变方式: 1;

—— 上限温度: $+40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 户内用仪表; $+55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 户外用仪表;

—— 不采取特殊的措施来排除表面潮气;

—— 试验时间: 6 个周期。

此项试验结束后 24h, 仪表应经受下列试验:

a) 按 6.3 进行绝缘试验, 其中脉冲电压应乘以系数 0.8;

b) 功能试验, 仪表应无损坏或信息改变并能正确工作。

湿热试验也可当作腐蚀试验。目测评判试验结果。不应出现可能影响仪表功能特性的腐蚀痕迹。

5.3.4 阳光幅射防护

户外用仪表应承受阳光幅射。

试验应按 GB/T2423.24 在下列条件下进行:

—— 仅对户外用仪表;

—— 仪表在非工作状态;

—— 试验程序 A (照光 8h, 遮暗 16h);

—— 上限温度: +55℃;

—— 试验时间: 3 个周期或 3 天。

试验后, 仪表应受目测检验。设备的外观, 特别是标志的清晰度应不受改变。仪表的功能不应受损。

6 电气要求

6.1 电源电压影响

6.1.1 电压范围

表 7 电压范围

规定的工作范围	从 0.9 到 1.1Un
扩展的工作范围	从 0.8 到 1.15Un
极限工作范围	从 0.0 到 1.15Un

在接地故障情况下的最大电压见 7.4。

6.1.2 电压暂降和短时中断

电压暂降和短时中断不应在计度器中产生大于 x 单位的改变, 并且测试输出也不应产生一个等效于大于 x 单位的信号。 x 值由下式算出:

$$x = 10 - 6mUn I_{max}$$

式中:

M 测量元件数;

U_n 参比电压, V;

I_{max} 最大电流, A。

当电压恢复时, 仪表的计量特性不应降低。

出于试验目的, 仪表计度器至少应具有 0.01 单位的分辨力。

试验应按下列条件进行:

—— 电压线路和辅助线路通以参比电压；

—— 电流线路无电流。

a) 电压中断 $\Delta U=100\%$

—— 中断时间：1s；

—— 中断次数：3次；

—— 中断间隔时间：50ms。又见附录 B 图 B. 1。

b) 电压中断， $\Delta U=100\%$

—— 中断时间：额定频率的一个周期；

—— 中断次数：1次，又见附录 B 图 B. 2。

c) 电压暂降， $\Delta U=50\%$

—— 暂降时间：1min；

—— 暂降次数：1次，又见附录 B 图 B. 3。

6.2 温升

在额定工作条件下，电路和绝缘体不应达到可能影响仪表正常工作的温度。

绝缘材料应符合 IEC60085 的相应要求。

仪表每一电流线路通以额定最大电流，每一电压线路（以及那些通电周期比其热时间常数长的辅助电压线路）加载 1.15 倍参比电压，外表面的温升在环境温度为 40℃ 时应不超过 25K。

在 2h 的试验期间，仪表不应受到风吹或直接的阳光照射。

试验后，仪表应不受损坏并满足 6.3 的介电强度试验。

6.3 绝缘

在正常使用条件下，考虑到气候环境影响及在正常使用条件下经受的不同电压，仪表及其连用的辅助装置（如有时），应具有足够的介电质量。

仪表应经受 6.3.1 至 6.3.3 规定的脉冲电压试验和交流电压试验。

6.3.1 通用试验条件

试验仅对整表进行，带有表盖（后文有说明时除外）和端子盖，端子螺钉应拧在端子所能固定最大导线位置上。

试验程序按 GB/T16927。

首先应进行脉冲电压试验，而后进行交流电压试验。

在型式试验中，介电强度试验仅对经受过该试验的仪表的端子排列是有效的。当端子排列不同时，应对每种排列进行所有的介电强度试验。

对于这些试验，术语“地”具有如下含义：

- a) 当表壳由金属制成时，“地”即表壳本身，置于导电平面上；
- b) 当表壳全部或只有部分由绝缘材料制成时，“地”是包围仪表的导电箔，此导电箔与所有可接触导电部件接触并与置于表底的导电平面相连接。在端子盖处，使导电箔接近端子和接线孔，距离不大于 2cm。

在脉冲电压和交流电压试验时，如下文所指出，非试验线路应与地相连接。

试验后，在参比条件下仪表的百分数误差的改变应不大于测量不确定度并对设备无机械损坏。

在本条款中，“所有端子”是指电流线路、电压线路和参比电压超过 40V 的辅助线路（如有）的整套端子。

这些试验应在正常使用条件下进行。试验中，绝缘质量不应受灰尘或异常潮湿而降低。

除非另有规定，绝缘试验的标称条件为：

—— 环境温度：15℃至 25℃；

—— 相对湿度：45%至 75%；

—— 大气压力：86kPa 至 106kPa。

如因各种原因必须重做绝缘试验，则应取新的样品进行。

6.3.2 脉冲电压试验

试验应在下列条件下进行：

—— 脉冲波形：按 GB/T16927 规定的 1.2/50 脉冲；

—— 电压上升时间：±30%；

—— 电压下降时间：±20%；

—— 电源阻抗：500Ω±50Ω；

—— 电源能量：0.5J±0.05J；

—— 试验电压：按表 3a 或 3b；

—— 试验电压允差：+0%-10%。

每次试验，以一种极性施加 10 次脉冲，然后以另一极性重复 10 次。两脉冲间最小时间为 3s。

注：对以架空电网为主的地区，峰值电压可高于表 3a 和 3b 中规定的试验电压。

6.3.2.1 线路及线路间的脉冲电压试验

在正常使用中与仪表的其它线路绝缘的每一线路（或线路组合）应单独进行试验。不经受脉冲试验的线路端子应接地。

当在正常使用中一个测量单元的电压线路和电流线路连在一起时，应整体进行试验。电压线路的另一端应接地，脉冲电压应施加在电流线路端子和地之间。当仪表的几个电压线路有一个公共点时，此公共点应接地。脉冲电压依次施加在每一接线的自由端（或与之相连接的电流线路）与地之间。此电流线路的另一端应开路。

在正常使用中同一测量单元的电压线路与电流线路分离并适当地绝缘（例如与测量互感器相接的每一线路）时，应分别对每一线路进行试验。

在某一电流线路试验时，其它线路端应接地，脉冲电压施加于电流线路端子之一与地之间。对某一电压线路试验时，其它线路端和被试电压线路端子之一应接地，脉冲电压施加于电压线路的另一端子与地之间。

直接与电网干线连接或连接到仪表线路的同一电压互感器上的、参比电压超过 40V 的辅助线路，应经受与那些已经对电压线路给出的相同条件下的脉冲电压试验。其它辅助线路应不作此试验。

6.3.3.2 电路对地的脉冲电压试验

仪表电路的所有端子，包括那些参比电压超过 40V 辅助电路端子，应该连接在一起。

参比电压低于或等于 40V 的辅助电路应该接地。脉冲电压施加在

所有电路和地之间。在此试验期间，不应出现闪络，破裂放电或击穿。

6.3.3 交流电压试验

有关特殊要求见相应标准。

6.4 抗接地故障能力

(仅对用于装备接地故障抑制器电网中的仪表)

对三相四线经互感器工作、并接入配有接地故障抑制器或星形点被隔离的配电网的仪表(在产生接地故障并伴有10%过电压的情况下，不受接地故障影响的另两线对地的电压将会上升到标称电压的1.9倍)应适用以下要求：

对三条相线中的某一线上模拟接地故障条件下的试验，所有电压都提高到标称电压的1.1倍历时4h。试验时仪表中性端与仪表试验设备(MTE)的接地端断开而与MET模拟接地故障的线电压端连接(见附录C)。这样，被试仪表不受接地故障影响的两电压端子接入了1.9倍标称相电压。在此试验中，设定电流线路为50% I_n 、功率因数为1和对称负载。试验后，仪表应无损坏并能正确地工作。

当仪表回到正常工作温度时，测得的误差改变应不超过表8规定的极限。

表8 接地故障引起的误差改变

电流值	功率因数	各等级仪表百分误差改变量极限				
		0.2	0.5	1	2	3
I_n	1	0.1	0.3	0.7	1.0	1.5

试验线路图见附录C。

6.5 电磁兼容性(EMC)

所设计的仪表(带有电子功能装置的机电式的或完全静止式的仪

表)应在传导的或幅射的电磁现象以及静电放电情况下,既不会损坏仪表也不会实质性地影响测量结果。

连续的和长时期的电磁现象作为影响量考虑,其准确度要求在相应标准中给出。

短时的电磁现象作为骚扰考虑。

考虑电测量设备的电磁环境与以下的电磁现象有关:

- 静电放电;
- 射频电磁场;
- 快速瞬变脉冲群;
- 射频场感应的传导电压;
- 浪涌;
- 振荡波;
- 无线电干扰。

试验见 6.5.1 — 6.5.8。

6.5.1 一般试验条件

所有这些试验除非另有规定,仪表应在其正常工作位置,盖上表盖和端子盖。所有预定接地的部分应接地。

这些试验后,仪表应无损坏并按相应标准的规定工作。

6.5.2 静电放电抗扰度试验

试验应按 GB/T17626.2,在下列条件下进行:

- 作为台式设备试验;
- 仪表在工作状态:

- 电压线路和辅助线路通以参比电压;
- 电流线路无电流 (开路);
- 接触放电;
- 试验电压: 8kV;
- 放电次数: 10 (以最敏感的极性);
- 如因无外露金属部件而不能接触放电, 则以 15kV 试验电压作空气放电。

静电放电作用应不使计度器产生大于 x 单位的改变以及测试输出不应产生大于等同 x 计量单位的信号量。关于 x 的公式见 6.1.2。

在试验中, 功能或性能有短暂的降低或失去是容许的。

6.5.3 射频电磁场抗扰度试验

试验应按 IEC61000-4-3, 在下列条件下进行:

- 作为台式设备试验;
- 暴露于电磁场中的电缆长度: 1m;
- 频率范围: 80MHz-2000MHz;
- 在 1kHz 正弦波上以 80%调幅载波调制;

试验装置的例示见附录 E, 图 E.1。

a) 有电流时的试验

- 仪表在工作状态:
- 电压线路和辅助线路通以参比电压;
- 基本电流 I_b (相应的额定电流 I_n) 和 $\cos\phi$ (相应的 $\sin\phi$) 按相应标准规定的数值;

——未调制的试验场强：10V/m。

在试验时应不使设备的状况紊乱且误差的改变应在相应标准规定的极限内。

b) 无电流时的试验

——仪表在工作状态：

——电压线路和辅助线路通以参比电压；

——电流线路无电流且电流端应开路；

——未调制的试验场强：30V/m。

高频电磁场的作用应不使计度器产生大于 x 计量单位的改变以及测试输出不应产生大于等同 x 计量单位的信号量。关于 x 的公式见 6.1.2。

在试验中，功能或性能有短暂的降低或失去是容许的。

6.5.4 快速瞬变脉冲群试验

试验应按 GB/T17626.4，在下列条件下进行：

——作为台式设备试验；

——仪表在工作状态：

——电压线路和辅助线路通以参比电压；

——基本电流 I_b (相应的额定电流 I_n) 和 $\cos\phi$ (相应的 $\sin\phi$)

按相应标准规定的数值；

——在耦合器与 EUT 之间的电缆长度：≤1m；

——试验电压应以共模方式（线对地）作用于：

——电压线路；

- 电流线路，如果在正常使用时与电压线路是隔离的；
- 辅助线路，如果在正常使用时与电压线路是隔离的；
- 在电流线路和电压线路上的试验电压：4kV；
- 在参比电压超过 40V 的辅助线路上的试验电压：2kV；
- 试验时间：每一极性 60s。

误差改变应在相应标准规定的极限内。

注：准确度可以用计数的方法或其它合适的方法进行测定。

在试验中，功能或性能有短暂的降低或失去是容许的。然而仪表准确度应在相应标准规定的极限内。

试验装置的例子见附录 E，图 E. 2 和 E. 3。

6.5.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

试验应按 GB/T17626.6，在下列条件下进行：

- 作为台式设备试验；
- 仪表在工作状态；
- 电压线路和辅助线路通以参比电压；
- 基本电流 I_b （相应的额定电流 I_n ）和 $\cos\phi$ （相应的 $\sin\phi$ ）

按相应标准规定的数值；

- 频率范围：150kHz-80MHz；
- 电压水平：10V。

在试验时应不使设备的状况紊乱且误差的改变应在相应标准规定的极限内。

6.5.6 浪涌抗扰度试验

试验应按 GB/T17626.5，在下列条件下进行：

- 仪表在工作状态；
- 电压线路和辅助线路通以参比电压；
- 电流线路无电流且电流端应开路；
- 浪涌发生器与仪表之间的电缆长度：1m；
- 以差模方式（线对线）试验；
- 相位角：在相对于交流电源零位的 60°和 240°施加脉冲；
- 在电流线路和电压线路（干线）上的试验电压：4kV，发生器电源阻抗：2Ω；
- 在参比电压超过 40V 的辅助线路上的试验电压：1kV；发生器电源阻抗：42Ω；
- 试验次数：正极性 5 次负极性 5 次；
- 重复速率：最大 1/min。

浪涌抗扰度试验电压的作用应不使计度器产生大于 x 计量单位的改变以及测试输出不应产生大于等同 x 计量单位的信号量。关于 x 的公式见 6.1.2。

在试验中，功能或性能有暂时的降低或失去是容许的。

6.5.7 衰减振荡波抗扰度试验

试验应按 GB/T17626.12，在下列条件下进行：

- 仅对经互感器工作的仪表；
- 作为台式设备试验；
- 仪表在工作状态；

- 电压线路和辅助线路通以参比电压；
- 额定电流 I_n 和 $\cos\phi$ (相应为 $\sin\phi$) 按相应标准规定的数值；
- 在电压线路和参比电压超过 40V 的辅助线路上的试验电压：
- 共模方式：2.5kV；
- 差模方式：1.0kV；
- 试验频率：
- 100kHz，重复速率：40Hz；
- 1MHz，重复速率：400Hz；
- 试验时间：60s (对每种试验频率以 2s 开、2s 关，进行 15 个周期)。

在试验时应不使设备的状况紊乱且误差的改变应在相应标准规定的极限内。

6.5.8 无线电干扰抑制

试验应按 GB9254，在下列条件下进行：

- 作为 B 级设备；
- 作为台式设备试验；
- 对电压线路与每个连接器的连接，应使用长度为 1m 的无屏蔽电缆；
- 仪表在工作状态；
- 电压线路和辅助线路通以参比电压；
- 电流在 $0.1I_b(I_n)$ 与 $0.2I_b(I_n)$ 之间 (由线性负荷引出

并以 1m 长的无屏蔽电缆连接)。

试验结果应符合 GB9254 规定的要求。

7 型式试验

7.1 试验条件

除非在相应条款中另有说明，所有试验应在参比条件下进行。

型式试验应在由制造商选择的一个或几个仪表样品上进行，以确定其规定的特性并证明其与本标准要求的符合性。

推荐的试验顺序在附录 F 中给出。

在型式试验后，对仪表进行调整并仅影响仪表部分性能的情况时，则对因调整而可能影响到的特性进行有限的试验即可。

2.2 静止式有功电能表（1 级和 2 级）技术要求

1 范围

此要求仅适用于在 50Hz 或 60Hz 网路中测量交流有功电能的，准确度等级为 1 级和 2 级的新制造静止式有功电能表(以下简称仪表)，并且仅适用于其型式试验。

此要求仅适用于室内和室外使用的，由一个测量元件和一个或多个计度器装在同一表壳内的静止式电能表。也适用于一个或多个工作指示器及一个或多个测试输出。如果仪表具有一个用于测量不止一种电能的测量元件（多电能仪表），或当其它功能单元，如最大需量指示器、电子费率寄存器、时间开关、纹波控制接收器、数据通讯接口等包封在同一该表壳内，则对这些功能单元也适用相应的标准。

不适用于：

a) 接线端跨接电压超过 600V (多相仪表为线对线电压) 的有功电能表;

b) 可携式仪表;

c) 仪表计度器的数据接口;

d) 标准表。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本文件的引用而成为本文件的条款。

GB/T 11150-2001 电能表检验装置, 电能表试验设备 (neq IEC 60736: 1982)

IEC 61358: 1996, 1 和 2 级直接接入静止式交流有功电能表验收检验

GB/T 17215.211-2006, 交流电测量设备通用要求, 试验和试验条件 11 部分: 测量设备 (idt IEC 62052-11: 2003)

IEC 62053-61: 1998, 交流电测量设备特殊要求 61 部分: 功耗和电压要求

3 标准的电量值

交流电测量设备通用技术要求中给出的标准的电量值适用于本部分 (见 2.1 第 3 部分)。

4 机械要求

交流电测量设备通用技术要求中给出的机械要求 (见 2.1 第 4 部分) 适用于本部分。

5 气候条件

交流电测量设备通用技术要求中给出的气候条件(见 2.1 第 5 部分)适用于本部分。

6 电气要求

除了交流电测量设备通用技术要求中给出的电气要求(见 2.1 第 6 部分)外, 仪表还应满足下列要求。

6.1 功率消耗

电压电路和电流电路的功率消耗应在 7.5 条给定的参比条件下以任意合适的方法确定。功耗测量的最大综合误差不超过 5 %

6.1.1 电压线路

在参比电压、参比温度和参比频率下, 仪表每一电压线路的有功功率和视在功率消耗不应超过表 9 规定值。

表 9 单相和多相仪表在电压线路(包括电源)的功率消耗

仪表	带电源的电压线路	不带电源的电压线路
电压线路	2W 和 10VA	0.5VA
辅助电源	—	10VA

注1: 为了匹配仪表的电压互感器, 不论负荷是感性或容性的, 制造厂应予注明(仅对经互感器接入的仪表)。
注2: 以上数值是平均值, 开关电源时的峰值允许超过上述值, 但应确保仪表所连接的电压互感器有足够的负荷能力。
注3: 多功能仪表功耗要求参见IEC 62053-61。

6.1.2 电流线路

直接接入的仪表, 每一电流线路在基本电流、参比频率和参比温度下的视在功率不应超过表 10 规定值。

经电流互感器接入的仪表, 每一电流线路在参比温度和参比频率下电流值等于电流互感器二次额定电流的视在功率不应超过表 10 规定值。

表 10 电流线路的功率消耗

仪表	仪表等级	
	1	2

单相和多相	4.0 VA	2.5 VA
注1: 额定二次电流是电流互感器的二次电流值, 即确定互感器性能的电流值。最大二次电流的标准值是额定二次电流的120%、150% 和200%。		
注2: 为了匹配仪表的电流互感器, 不论负荷是感性或容性的, 制造厂应予注明(仅对经互感器接入的仪表)。		

6.2 短时过电流影响

短时过电流不应损坏仪表。当回到初始工作条件时, 仪表应能正确工作, 其误差改变量不应超过表 3 规定值。

试验线路应事实上无感, 对于多相仪表试验应逐相进行。

接线端保持电压进行短时过电流以后, 在各电压线路通电条件下应使仪表恢复到初始温度(约 1h)。

a) 直接接入仪表

仪表应能经受 $30 I_{max}$, 允差为 $+0\% \sim -10\%$ 的电流, 施加时间为额定频率的半个周期。

b) 经电流互感器接入的仪表

仪表应能经受相当于 $20 I_{max}$, 允差为 $+0\% \sim -10\%$ 的电流, 施加时间为 0.5s。

本要求不适用于在电流电路中有触点的仪表, 此情况参见相关标准。

6.3 自热影响试验

由自热引起的误差改变量不应超过表 12 给出的值。

应进行如下试验: 电流线路无电流, 电压线路接参比电压至少 2h (对于 1 级仪表) 和 1h (对于 2 级仪表) 后, 在电流线路中应施加最大电流。在功率因数为 1 时, 施加电流后立刻测量仪表误差, 接着以足够短的间隔时间准确地画出作为时间函数的误差变化曲线。此

项试验至少应进行 1h，且在任何情况下直至在 20 min 内其误差变化不大于 0.2 % 时为止。

表 11 由短时过电流引起的改变量

仪表	电流值	功率因数	各等级仪表以百分数误差表示的改变量极限	
			1	2
直接接入	I_b	1	1.5	1.5
经电流互感器接入	I_n	1	0.5	1.0

表 12 自热引起的改变量

电流值	功率因数	各等级仪表以百分数误差表示的改变量极限	
		1	2
I_{max}	1	0.7	1.0
	0.5 感性	1.0	1.5

功率因数为 0.5（感性）时重复上述试验。

给仪表通电的电缆长度为 1m，横截面积应保证电流密度在 3.2A/mm² ~ 4A/mm² 之间。

6.4 交流电压试验

交流电压试验应按照表 13 进行。

试验电压应近似正弦波，频率在 45Hz 和 65Hz 之间，施加 1min。
电源容量至少应为 500VA。

在对地电压试验中，参比电压等于或低于 40V 的辅助线路应接地。
所有试验均应在外壳闭合，表盖和端钮盖在原位的情况下进行试验。

试验中不应发生飞弧、火花放电或击穿现象。

表 13 交流电压试验

施加于	试验电压 (均方根)	试验电压施加点
I 类防护仪表	2kV	a) 所有的电流线路和电压线路以及参比电压超过 40V 的辅助线路连接在一起为一点，另一点是地，试验电压施加于该两点间；
	2kV	b) 在工作中不连接的各线路之间。
II 类防护仪表	4kV	a) 所有的电流线路和电压线路以及参比电压超过 40V 的辅助线路连接在一起为一点，另一点是地，试验电压施加于该两点间；
	2kV	b) 在工作中不连接的各线路之间；
	--	c) 目视检验是否遵从 GB/T17215.211 的 5.7 条的条件。

7 准确度要求

交流电测量设备通用技术要求中给出的试验和试验条件适用于本部分。

7.1 电流改变量引起的误差极限

仪表在 7.5 规定的参比条件下,其百分数误差不应超过表 6 和表 7 中给定的相应准确度等级的极限。

如果仪表可适用于测量双向电能,则表 14 和表 15 中给定的值适用于每一方向的电能。

当仪表带单相负载和带多相负载时的百分误差之差不应超过 1.5% (对 1 级表) 和 2.5% (对 2 级表)。对于直接接入式的仪表,是在基本电流 I_b 和功率因数 1 时测试;相应的对于经互感器接入的仪表是在额定电流 I_n 和功率因数为 1 时测试百分数误差之差对于 1 级和 2 级仪表分别不能超过 1.5% 和 2.5%。

注:当按表 15 试验时,试验电流宜依次加入每一测量单元。

7.2 由影其他响量引起的误差极限

相对于 7.5 给出的参比条件下影响量的变化引起的附加的百分数误差不应超过表 16 规定的与准确度等级有关的极限。

应单独地对某个影响量引起的改变量进行测试,所有其它影响量保持为参比条件(见表 19)。

表 14 百分数误差极限(单相仪表和带平衡负载的多相仪表)

电流值		功率因数	各等级仪表百分数误差极限	
直接接入仪表	经互感器仪表		1	2
$0.05 I_b \leq I < 0.1 I_b$	$0.02 I_n \leq I < 0.05 I_n$	1	± 1.5	± 2.5
$0.1 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.05 I_n \leq I \leq I_{max}$	1	± 1.0	± 2.0
$0.1 I_b \leq I < 0.2 I_b$	$0.05 I_n \leq I < 0.1 I_n$	0.5感性	± 1.5	± 2.5
		0.8容性	± 1.5	--
$0.2 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.1 I_n \leq I \leq I_{max}$	0.5感性	± 1.0	± 2.0

		0.8容性	± 1.0	--
当用户特殊要求时		0.25感性	± 3.5	--
		0.5容性	± 2.5	--
$0.2 I_b \leq I \leq I_b$	$0.1 I_n \leq I \leq I_n$			

表 15 百分数误差极限（带有单相负载的多相仪表，电压线路加平衡的多相电压）

电流值		功率因数	各等级仪表百分数误差极限	
直接接入仪表	经互感器仪表		1	2
$0.1 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.05 I_n \leq I \leq I_{max}$	1	± 2.0	± 3.0
$0.2 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.1 I_n \leq I \leq I_{max}$	0.5感性	± 2.0	± 3.0

7.2.1 在有谐波情况下的准确度试验

试验条件：

- a) 基波电流： $I_1=0.5I_{max}$ ；
- b) 基波电压： $U_1=U_n$ ；
- c) 基波的功率因数：1；
- d) 5次谐波电压含量： $U_5=10\%U_n$ ；
- e) 5次谐波电流含量： $I_5=40\% I_1$ ；
- f) 谐波功率因数：1；
- g) 基波和谐波（在过零点）同相。

由5次谐波产生的谐波功率为 $P_5 = 0.1U_1 \times 0.4I_1 = 0.04P_1$ ，或总有功功率为 $1.04P_1$ （基波+谐波）。

7.2.2 奇次和次谐波影响试验

奇次和次谐波影响试验应按图 A.4 中的线路进行或采用可产生所要求波形的其它试验设备进行，电流波形分别为图 A.5 和图 A.7 所示。在仪表承受图 A.5 和图 A.7 给定的试验波形以及承受标准波形的百分误差改变量不应超过表 16 的改变量极限。

注：图中给出值只是对 50Hz 的，对其它频率的值可按此推算。

7.2.3 直流和偶次谐波影响试验

直流和偶次谐波影响试验应按图 A.1 中的线路进行或采用可产

生所要求波形的其它试验设备进行，电流波形为图 A. 2。

在图 A. 2 所示的试验波形和标准波形下测得的百分误差改变量改变不应超过表 16 规定的改变量极限。

注：图中仅给出了 50Hz 的值，对其它频率的参数可按此推算。

表 16 影响量

影响量	电流值 (平衡的, 有说明除外)		功率 因数	各等级仪表的平均温度系数 (%/K)	
	直接接入仪表	经互感器仪表		1	2
环境温度变化 ⁹⁾	$0.1 I_b \leq I \leq I_{max}$ $0.2 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.05 I_n \leq I \leq I_{max}$ $0.1 I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0.5感性	0.05 0.07	0.10 0.15
				各等级仪表百分数误差改变极限	
				1	2
电压改变量 $\pm 10\%$ ^{1) 8)}	$0.05 I_b \leq I \leq I_{max}$ $0.1 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.02 I_n \leq I \leq I_{max}$ $0.05 I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0.5感性	0.7 1.0	1.0 1.5
频率改变量 $\pm 2\%$ ⁸⁾	$0.05 I_b \leq I \leq I_{max}$ $0.1 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.02 I_n \leq I \leq I_{max}$ $0.05 I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0.5感性	0.5 0.7	0.8 1.0
逆相序	$0.1 I_b$	$0.1 I_n$	1	1.5	1.5
电压不平衡 ³⁾	I_b	I_n	1	2.0	4.0
电流线路和电压线路 中谐波分量 ⁵⁾	$0.5 I_{max}$	$0.5 I_{max}$	1	0.8	1.0
交流电流线路中直流 和偶次谐波 ⁴⁾	$I_{max}/\sqrt{2}$ ²⁾	--	1	3.0	6.0
交流电流线路中奇次 谐波 ⁵⁾	$0.5 I_b^{(2)}$	$0.5 I_n^{(2)}$	1	3.0	6.0
交流电流线路中次谐 波 ⁵⁾	$0.5 I_b^{(2)}$	$0.5 I_n^{(2)}$	1	3.0	6.0
外部恒定磁感应 ⁵⁾	I_b	I_n	1	2.0	3.0
外磁感应强度 0.5mT ⁶⁾	I_b	I_n	1	2.0	3.0
高频电磁场	I_b	I_n	1	2.0	3.0
附件工作 ⁷⁾	$0.05 I_b$	$0.05 I_n$	1	0.5	1.0
射频场感应的传导骚 扰	I_b	I_n	1	2.0	3.0
快速瞬变脉冲群	I_b	I_n	1	4.0	6.0
抗衰减振荡波 ¹⁰⁾	—	I_n	1	2.0	3.0

1) 电压范围从 -20% ~ -10% 和从 +10% ~ +15% 时, 以百分数误差表示的改变量极限为本表规定值的 3 倍。

低于 0.8Un 时, 仪表误差可在 +10% ~ -100% 之间改变。

2) 电压的畸变因数应低于 1%, 试验条件按 8.2.2 和 8.2.3 规定。

3) 有 3 个测量元件的多相仪表, 如下面的相被断开, 应能在本表规定的以百分数误差表示的改变量的极限内测量和计数。

——三相四线电网中的一相或两相;

——三相三线电网中 (如果仪表为此工作设计) 的三相中的一相。

本要求仅包括断相, 不包括诸如互感器熔丝失效的事件。

4) 此项试验不适用于经互感器工作的仪表。试验条件按条款 A.1 的规定。

5) 试验条件按 8.2.1 ~ 8.2.4 规定。

- 6) 外部0.5mT的磁感应强度由施加给仪表电压相同频率的电流产生,并在对被测仪表最不利的相位和方向
的条件下,仪表以百分数误差表示的改变量不应超过表8规定值。
可使用中心能放置仪表的环形电流线圈产生该磁感应强度场的磁场。环形线圈的平均直径为1m,截面为
矩形,并且相对直径具有较小的径向厚度。磁场强度为400安匝。
- 7) 该附件为封装在表壳内的并且是间断通电的,如:多费率计度器的电磁铁。
为能正确接线,最好标出与辅助装置的连接方法。若这种连接是插头和插座方式,则应是不可逆的。
然而,在没有那些标志或者连接是可逆的,如果在最不利的接线下试验,其误差改变量不应超过本表规定
值。
- 8) 电压改变量、频率改变量推荐的试验点,对直接接入仪表为 I_b ,对经互感器仪表为 I_n 。
- 9) 应在整个工作范围内确定平均温度系数。工作温度范围应分成多个20K宽的子范围,然后在这些范围内
确定平均温度系数,在该范围中间的上10K和下10K进行测定。试验期间无论如何不要超出规定的工作温
度范围。
- 10) 该试验仅用于经互感器仪表。

7.2.4 外部恒定磁感应

恒定磁场可采用直流电磁铁获得,见附录B。该磁场应作用于按
正常使用时安装的仪表的所有可触及表面。其磁势值应为1000At(安
匝)。

7.3 起动和无负载状态(潜动)试验

对这些试验,除下述规定外,影响量的条件和值应按7.5规定。

7.3.1 仪表的初始启动

参比电压加到仪表接线端后,5s内仪表应达到全部工作状态。

7.3.2 潜动试验

当施加电压而电流线路无电流时,仪表的测试输出不应产生多于
一个的脉冲。

试验时,电流线路应开路,电压线路所加电压应为参比电压的
115%。

最短试验时间 Δt 为:

$$\Delta t \geq \frac{600 \times 10^6}{k \bullet m \bullet U_n \bullet I_{\max}} [\text{min}]$$

对1级表:

对 2 级表:
$$\Delta t \geq \frac{480 \times 10^6}{k \bullet m \bullet U_n \bullet I_{\max}} [\text{min}]$$

其中:

k : 仪表输出单元发出的每千瓦小时的脉冲数 (imp/kW h);

m : 测量单元数;

U_n : 参比电压 (V);

$I_{\max}$: 最大电流 (A)。

经互感器工作的,并带有初级或半初级计度器的仪表,常数 k 应对应于次级(电压和电流)数值。

7.3.3 起动

在表 17 规定起动电流条件下(多相仪表带平衡负载),仪表应能起动并连续记量。

如果该仪表为双向电能测量仪表,那么这试验应用于每一个方向的电能测量。

表 17 起动电流

仪表	仪表等级		功率因数
	1	2	
直接接入	$0.004 I_b$	$0.005 I_b$	1
经电流互感器接入	$0.002 I_n$	$0.003 I_n$	1

7.4 仪表常数

测试输出与显示器指示之间的关系,应与铭牌标志一致。

表 18 电压和电流平衡

多相仪表	仪表等级	
	1	2
每一相对中性线间的电压和任二相间的电压与对应的电压平均值之差不大于	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$
每一导体中的电流与平均电流之差不应大于	$\pm 2\%$	$\pm 2\%$
这些电流的每一电流与对应的相对中性线的电压的相位,它们相互间的差不应大于(不考虑相位角)	2°	2°

表 19 参比条件

影响量	参比值	各等级仪表允许偏差
-----	-----	-----------

		1	2
环境温度	参比温度或者不标注的 为 23℃ 1)	$\pm 2^{\circ}\text{C}$	$\pm 2^{\circ}\text{C}$
电压	参比电压	$\pm 1.0\%$	$\pm 1.0\%$
频率	参比频率	$\pm 0.3\%$	$\pm 0.5\%$
相序	L1-L2-L3	—	—
电压不平衡	所有相连接	—	—
波形 (直流和偶次谐波, 奇次和次谐波)	正弦波电压和电流	畸变因数 小于 2%	畸变因数 小于 3%
外部恒定 磁感强度	等于零	—	—
参比频率的外部 磁感强度	磁感强度等于零	引起的误差改变量不大于以下值的 磁感应强度值:	
		$\pm 0.2\%$	$\pm 0.3\%$
		但在任何情况下应小于 0.05mT ²⁾	
高频电磁场 30kHz ~ 2GHz	等于零	$< 1\text{V/m}$	$< 1\text{V/m}$
附件工作	附件不工作	—	—
射频场感应的传导骚扰 150kHz ~ 80MHz	等于零	$< 1\text{V}$	$< 1\text{V}$
注: 1) 若在非参比温度的某一值(包括允许偏差)下进行试验, 应通过相应的仪表温度系数校正试验结果。 2) 试验包括: a) 单相仪表, 首先将仪表同电网电源正常连接测定各项误差, 接着将电流线路以及电压线路反向连接后测定各项误差。两个误差之差的一半即是误差改变量的值。由于外磁场相位未知, 试验应在 $0.1I_n$ 或 $0.05I_n$、功率因数为 1 和 $0.2I_n$ 或 $0.1I_n$、功率因数为 0.5 条件下进行; b) 三相仪表, 在 $0.1I_n$ 或 $0.05I_n$、功率因数为 1 条件下进行三次测量, 在每次测量之后, 电流线路和电压线路的连接改变 120°, 相序不改变。确定每个误差之间的最大差值, 他们的平均值就是其误差改变量的值。			

7.5 准确度试验条件

为检验准确度要求, 应保持下列试验条件:

- a) 被试表应装在表壳内, 并盖上表盖, 所有要接地的部件应接地;
- b) 进行试验之前, 各线路应通电并达到热稳定;
- c) 此外, 多相仪表应该:
 - 符合接线图所示的相序;
 - 电压和电流应基本平衡(见表 18)。

d) 参比条件见表 19;

e) 试验装置要求见 GB/T 11150-89 电能表检验装置(neq IEC 60736: 1982)。

7.6 试验结果的整理

由于存在测量的不确定度和某些能影响测量的参数,有些测试结果可能会超出表 14 和表 15 中规定的极限范围。但是如果将零线平移不超过表 20 中规定的极限,所有测试结果便落入表 14 和表 15 中规定极限范围,则该仪表型式应认为是可接受的。

表 20 试验结果的整理

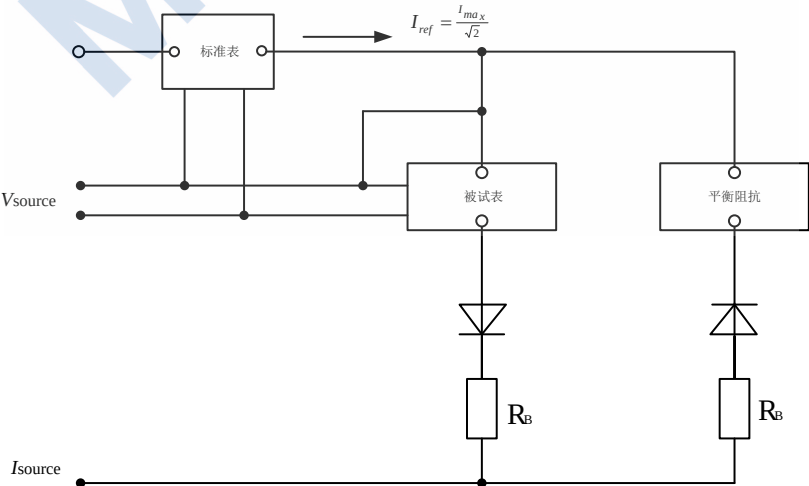
	仪表等级	
	1	2
允许零线移动量 (%)	0.5	1.0

附录 A

(规范性附录)

直流、偶次谐波、奇次谐波和次谐波试验线路图

在图A. 2、A. 3和A. 5 ~ A. 8给出的值仅适用于50Hz, 对其它频率的值必须做适当调整。



- 1 为保证测量的准确性,平衡阻抗应等于被试表(EUT)的阻抗;
- 2 平衡阻抗最好是一只与被试表(EUT)同型号的仪表;
- 3 整流二极管应是同型号的;
- 4 为了改善平衡条件,在两支路可引入电阻RB,其阻值应近似被试表(EUT)的10倍。

A. 1 半波整流试验线路

直流和偶次谐波试验

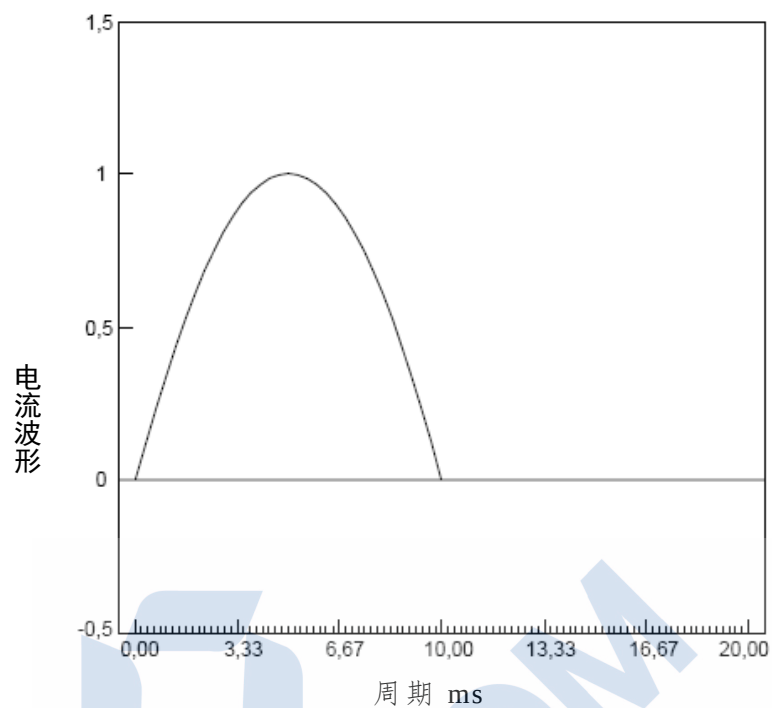


图 A. 2 半波整流波形

20 次以下谐波分析

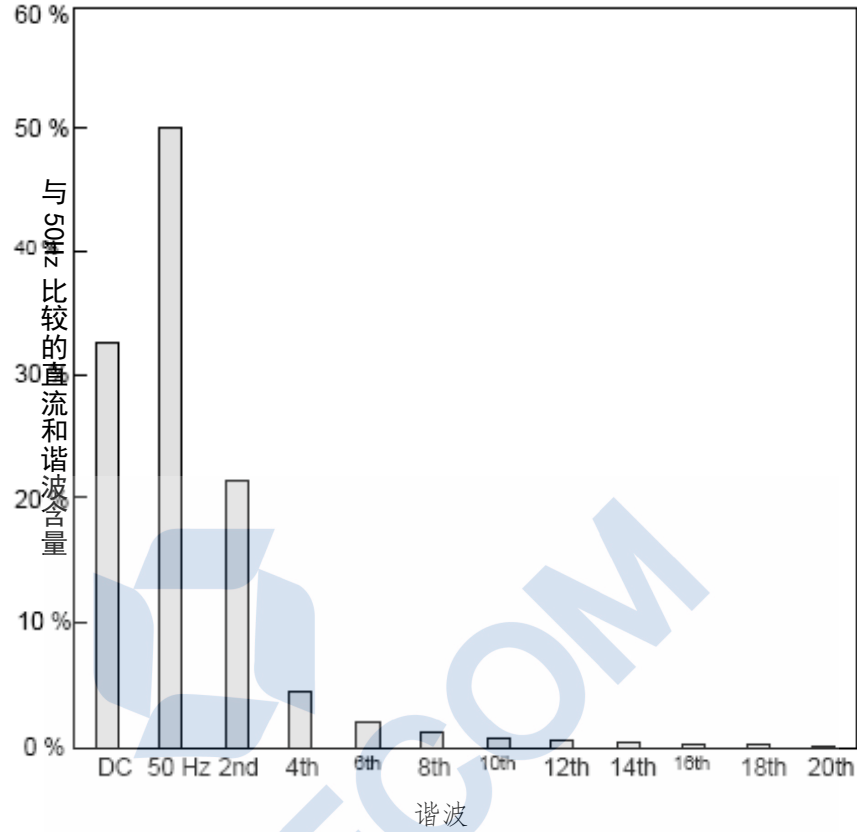
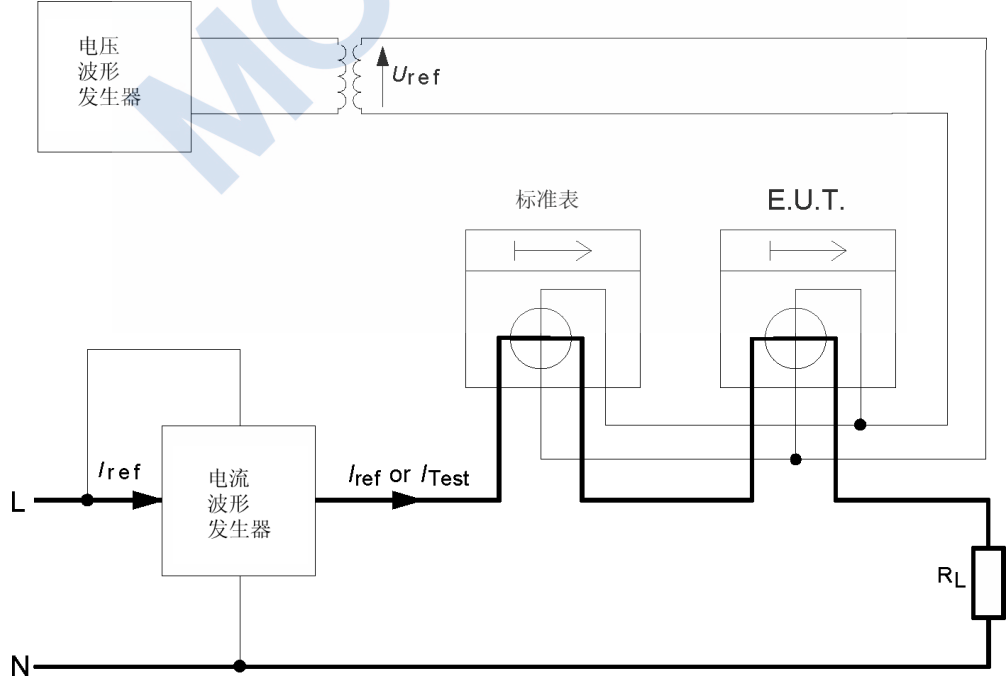


图 A.3 半波谐波含量（不完全傅立叶分析）

A.1 相位触发控制（奇次谐波）



注标准表应测量含谐波的电能真值（基波+谐波）。

图 A.4 试验线路（参考）

在 5ms 和 15ms 处触发

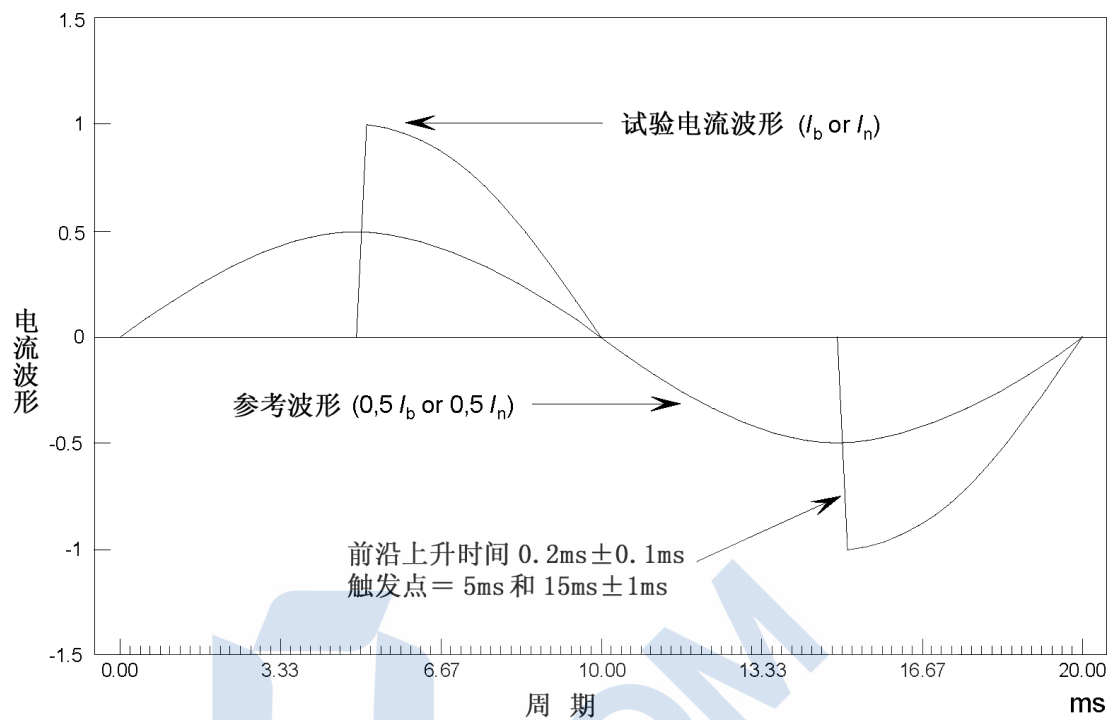
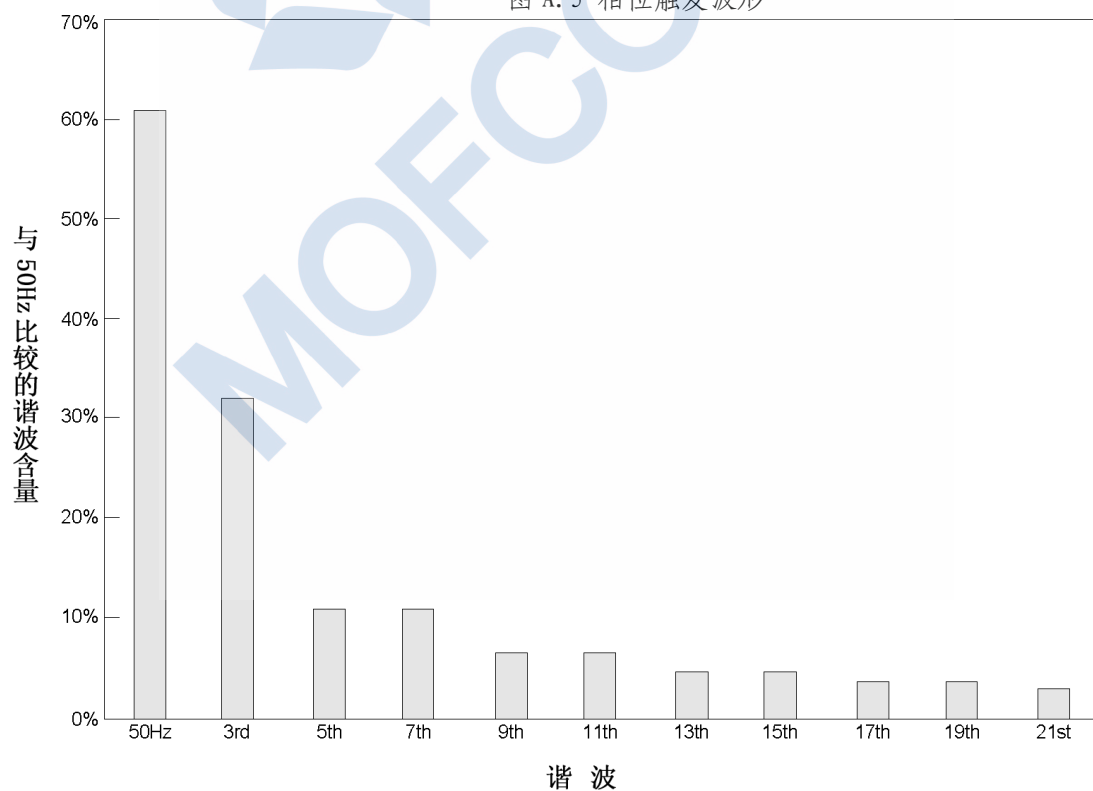


图 A. 5 相位触发波形

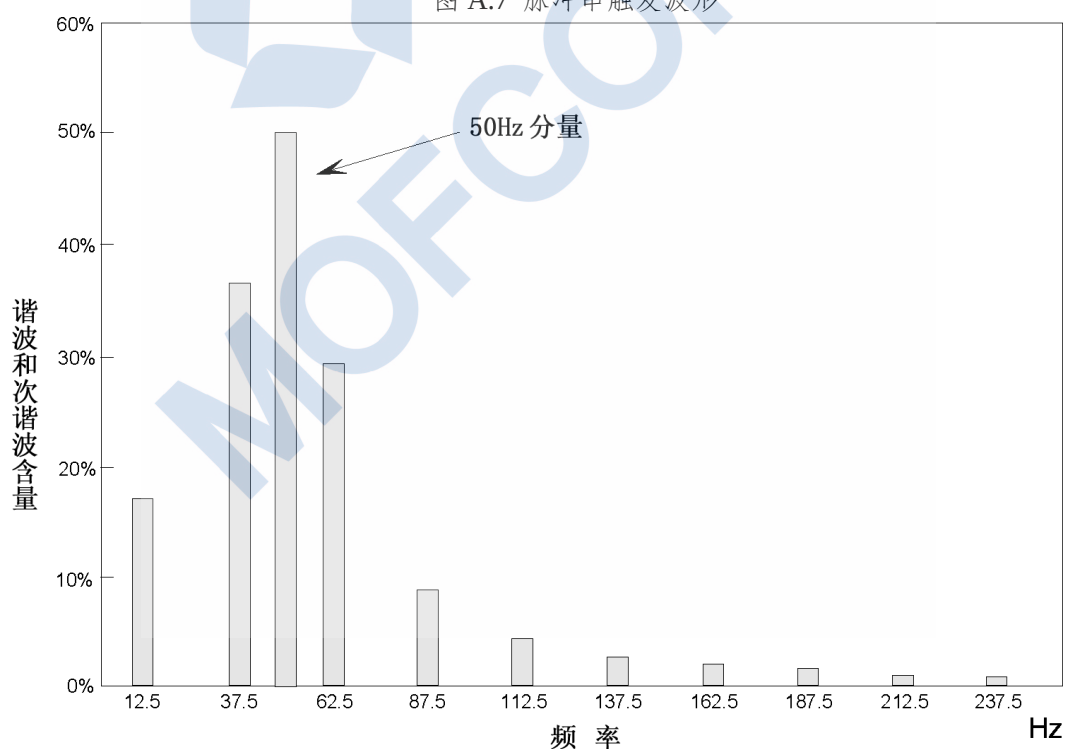
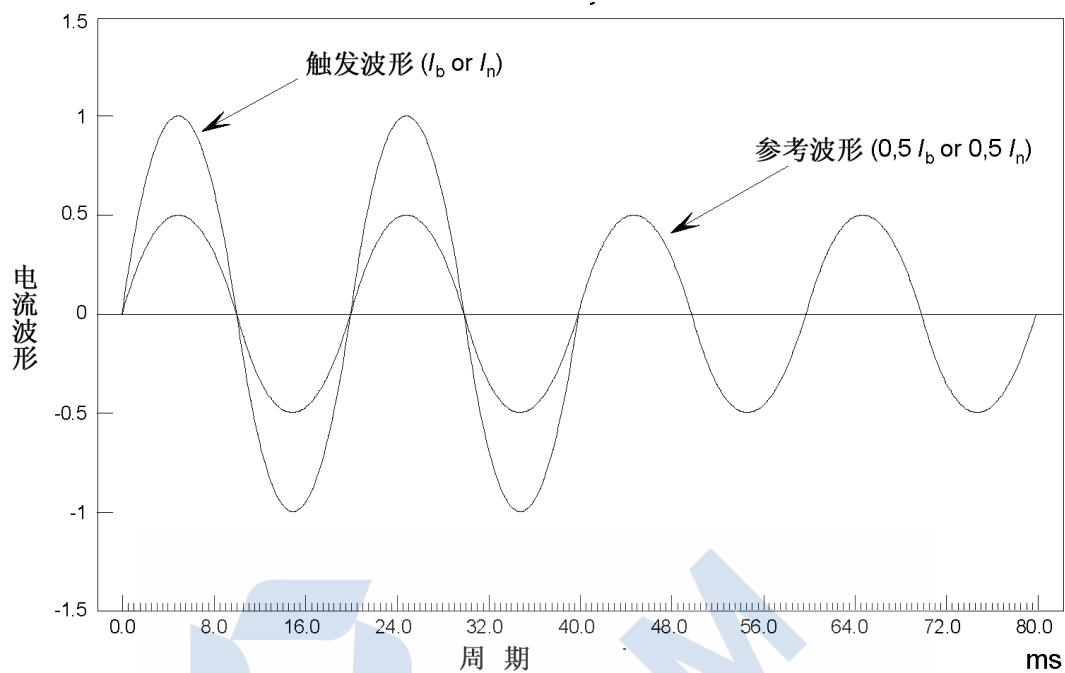


A. 6 相位触发波形的谐波含量分析（不完全傅立叶分析）

A. 2 脉冲串控制（次谐波）

试验线路见图A. 4

2个周期导通，2个周期关断

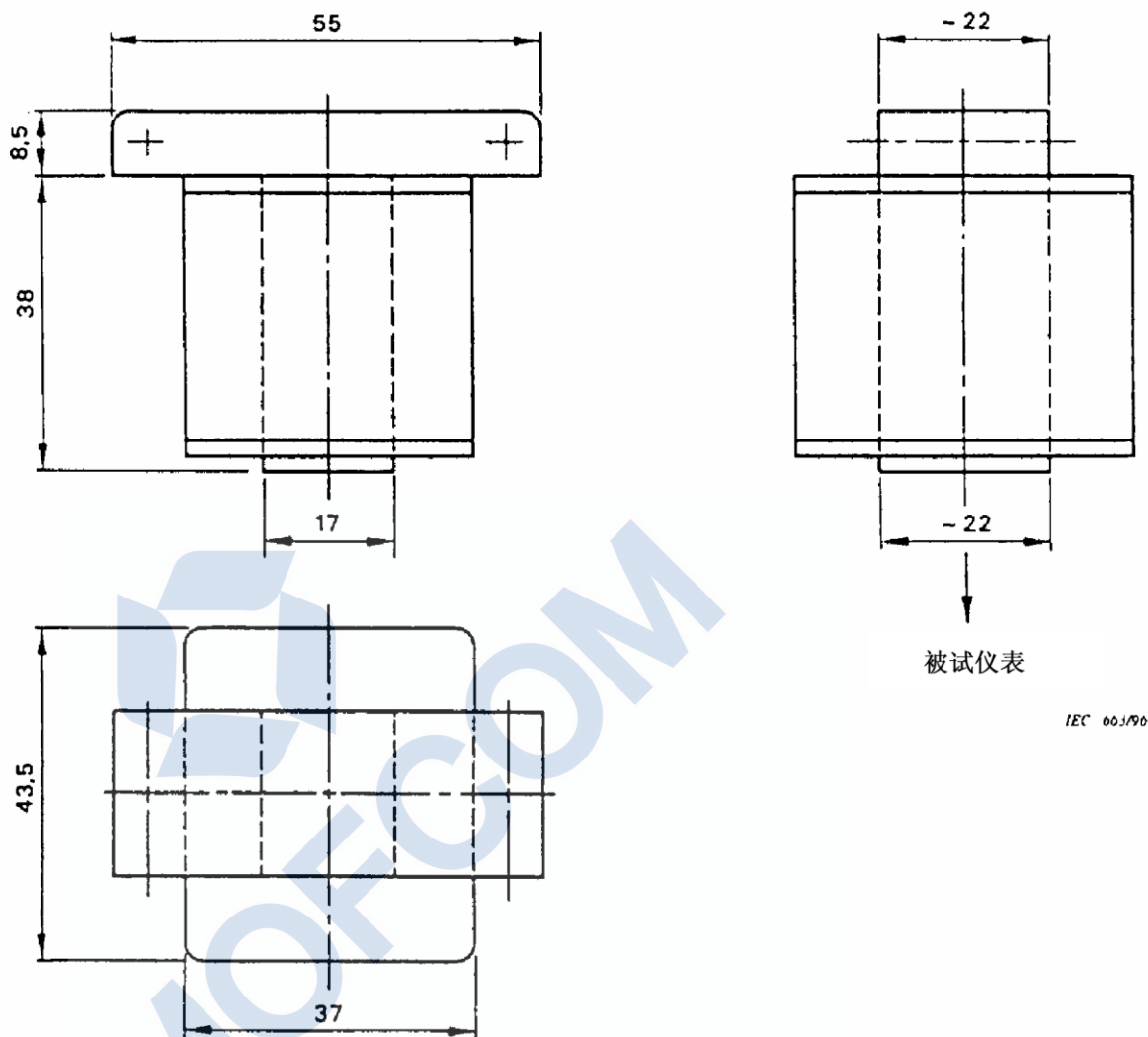


附录 B

(规范性附录)

外磁场影响试验电磁铁

比例: 1: 1 (尺寸单位: mm)



绕组参数举例： 500 匝 $\varnothing 0.6 \text{ mm}/0.28 \text{ mm}^2$

或： 1 000 匝 $\varnothing 0.4 \text{ mm}/0.126 \text{ mm}^2$

铁芯比总损耗： 1.0W/kg

图 B.1 外磁场影响试验电磁铁

2.3 静止式有功电能表（0.2S 级和 0.5S 级）技术要求

1 范围

本要求仅适用于在 50Hz 或 60Hz 网路中测量交流有功电能的，准确度等级为 0.2 S 和 0.5 S 的新制造的静止式有功电能表，并且仅适用于其型式试验。

此要求适用于室内使用的，由一个测量元件和一个或多个计度器

装在同一表壳内的互感器接入式的静止式电能表。它也适用于一个或多个工作指示器及一个或多个测试输出。如果仪表具有一个用于测量不止一种电能的测量元件（多电能仪表），或其它功能单元，如最大需量指示器、电子费率寄存器、时间开关、脉动控制接收器、数据通讯接口等包封在同一表壳内，则对这些功能单元适用相应的标准。

注：GB/T1208.1-2006 规定了测量范围 $0.01I_n$ 到 $1.2I_n$ ，或 $0.05I_n$ 到 $1.5I_n$ ，或 $0.05I_n$ 到 $2I_n$ 的互感器和准确度等级为 0.2S 和 0.5S 的测量范围 $0.01I_n$ 到 $1.2I_n$ 的互感器。由于仪表的测量范围和与其连用的互感器必须匹配，以及只有等级为 0.2 S 和 0.5 S 的互感器才具有本标准仪表工作所需要的准确度要求，因此仪表的测量范围为 $0.01I_n$ 到 $1.2I_n$ 。

此要求不适用于：

- a) 接线跨接端电压超过 600V（多相仪表为线对线电压）的有功电能表；
- b) 可携式仪表和户外用仪表；
- c) 仪表计度器的数据接口；
- d) 标准表。

注：可靠性方面的要求按 IEC62059 系列文件。

2 规范性引用文件

GB/T1208.1-2006 仪用互感器 - 第一部份：电流互感器（idt IEC 60044-1:1996）

GB/T17215.211-2006 交流电测量设备通用要求，试验和试验条

件第 11 部分测量设备 (idt IEC 62052-11: 2002)

IEC 62053-61: 1998 功耗和电压要求。

GB/T 11150-2001 电能表检验装置: 电能表试验设备 (neq IEC 60736: 1982)。

3 标准的电量值

交流电测量设备通用技术要求中给出的标准的电量值适用于本部分 (见 2.1 第 3 部分)。

4 机械要求

交流电测量设备通用技术要求中给出的机械要求 (见 2.1 第 4 部分) 适用于本部分。

5 气候条件

交流电测量设备通用技术要求中给出的气候条件 (见 2.1 第 5 部分) 适用于本部分。

6 电气要求

除了交流电测量设备通用技术要求中给出的电气要求 (见 2.1 第 6 部分) 外, 仪表还应满足下列要求。

6.1 功率消耗

电压电路和电流电路的功率消耗应在 7.5 条给定的参比条件下以任意合适的方法确定。功耗测量的最大综合误差不超过 5%。

在参比温度和参比频率下, 每一电压线路在参比电压下和每一电流线路在额定电流下的有功功率和视在功率消耗不应超过表 21 的规定值。

表 21 功率消耗（包括电源）

	带电源的电压线路	不带电源的电压线路
电压线路	2 W、10 VA	0.5 VA
电流线路	1 VA	1 VA
辅助电源	—	10 VA

注 1：为了匹配仪表的电压电流互感器，不论负荷是感性或容性的，制造厂应予注明。

注 2：以上数值是平均值，开关电源的峰值允许超过上述值，但应确保仪表所连接的电压互感器有足够的负荷能力

注 3：多功能仪表的功耗要求见 IEC62053-61。

6.2 短时过电流影响

短时过电流不应损坏仪表，当回到初始工作条件时，仪表应能正常工作，且在额定电流和功率因数 1.0 时的误差改变量不超过 0.05%。

试验线路应近似无感，多相仪表应逐相进行试验。

在端子上保持电压下施行短时过电流以后，在各电压线路通电条件下应使仪表恢复到初始温度（约 1h）。

仪表应能经受相当于 $20I_{\max}$ ，允差为 $+0\% \sim -10\%$ 的电流，施加时间为 0.5s。

6.3 自热影响

由自热引起的误差改变量不应超过表 22 给出的值。

表 22 自热引起的改变量

电流值	功率因数	各等级仪表以百分数误差表示的改变量极限	
		0.2 S	0.5 S
$I_{\max}$	1	0.1	0.2
	0.5 L	0.1	0.2

应该这样进行试验：电流线路无电流，电压线路上施加参比电压至少 2h 后，在电流线路中施加最大电流。在功率因数为 1.0 时，施加电流后应立刻测量仪表误差，接着以足够短的间隔时间准确地画出作为时间函数的误差变化曲线。此项试验至少应进行 1h，无论如何，要到 20min 内误差变化不大于 0.05% 时为止。

功率因数为 0.5L 时重复上述试验。

给仪表通电的电缆长度为 1m, 截面积在 1.5mm² 和 2.5 mm² 之间。

6.4 交流电压试验

交流电压试验应按照表 23 进行。

试验电压应近似正弦波, 频率在 45Hz 和 65Hz 之间, 施加 1min。

电源容量至少应为 500VA。

在对地电压试验中, 参比电压等于或低于 40V 的辅助线路应接地。

所有试验均应在盖上表壳和端子盖情况下进行试验。

试验中不应发生飞弧、火花放电或击穿现象。

表 23 交流电压试验

试验	施加于	试验电压 (有效值)	试验电压施加点
A	I 类防护仪表	2kV	a) 所有的电流线路和电压线路以及参比电压超过 40V 的辅助线路连接在一起为一点, 另一点是地, 试验电压施加于该两点间
		2kV	b) 在工作中不连接的各线路之间
B	II 类防护仪表	4kV	a) 所有的电流线路和电压线路以及参比电压超过 40V 的辅助线路连接在一起为一点, 另一点是地, 试验电压施加于该两点间。
		2kV	b) 在工作中不连接的各线路之间
		—	c) 目视检验是否遵从 GB/T17215.211 的 5.7 条的条件

7 准确度要求

试验和试验条件应符合 GB/T 17215.211 规定。

7.1 电流改变量引起的误差极限

仪表在 7.5 规定的参比条件下, 其百分数误差不应超过表 24 和表 25 中给定的相应准确度等级的极限。

如果仪表是按测量双向电能设计的, 则表 24 和表 25 的值适用于每个方向。

在额定电流 I_n 和功率因数为 1.0 时, 0.2S 级和 0.5S 级仪表在单相负载和平衡多相负载的百分数误差之差分别不超过 0.4 % 和 1.0 %。

当按表5试验时, 试验电流应依次加入每一测量单元

表 24 百分数误差极限 (单相仪表和带平衡负载的多相仪表)

电流值	功率因数	各等级仪表百分数误差极限	
		0.2 S	0.5 S
$0.01 I_n \leq I < 0.05 I_n$	1	± 0.4	± 1.0
$0.05 I_n \leq I \leq I_{max}$	1	± 0.2	± 0.5
$0.02 I_n \leq I < 0.1 I_n$	0.5L	± 0.5	± 1.0
	0.8C	± 0.5	± 1.0
$0.1 I_n \leq I \leq I_{max}$	0.5L	± 0.3	± 0.6
	0.8C	± 0.3	± 0.6
用户特殊要求时: $0.1 I_n \leq I \leq I_{max}$	0.25L	± 0.5	± 1.0
	0.5C	± 0.5	± 1.0

表 25 百分数误差极限 (带有单相负载的多相仪表, 电压线路加平衡的多相电压)

电流值	功率因数	各等级仪表百分数误差极限	
		0.2 S	0.5 S
$0.05 I_n \leq I \leq I_{max}$	1	± 0.3	± 0.6
$0.1 I_n \leq I \leq I_{max}$	0.5L	± 0.4	± 1.0

7.2 由其他影响量引起的误差极限

相对于 7.5 给出的参比条件下影响量的变化引起的附加百分数误差不应超过表 26 规定的与准确度等级有关的极限。

表 26 影响量

影响量	电流值 (平衡的, 有说明 除外)	功率因数	各等级仪表的平均温度系数 % / K	
			0.2S	0.5S
环境温度变化 ⁹⁾	$0.05 I_n \leq I \leq I_{max}$	1	0.01	0.03
	$0.1 I_n \leq I \leq I_{max}$	0.5L	0.02	0.05
			各等级仪表百分数误差改变极限	
			0.2S	0.5S
电压改变量 $\pm 10\%$ ^{1) 8)}	$0.05 I_n \leq I \leq I_{max}$	1	0.1	0.2
	$0.1 I_n \leq I \leq I_{max}$	0.5L	0.2	0.4
频率改变量 $\pm 2\%$ ⁸⁾	$0.05 I_n \leq I \leq I_{max}$	1	0.1	0.2
	$0.1 I_n \leq I \leq I_{max}$	0.5L	0.1	0.2
逆相序	$0.1 I_n$	1	0.05	0.1
电压不平衡 ³⁾	I_n	1	0.5	1.0

辅助电压 $\pm 15\%$ ⁴⁾	$0.01 I_n$	1	0.05	0.1
电流和电压线路中的谐波分量 ⁵⁾	$0.5 I_{mac}$	1	0.4	0.5
交流电流线路中的次谐波	$0.5 I_n^{(2)}$	1	0.6	1.5
外部恒定磁感应 ⁵⁾	I_n	1	2.0	2.0
外磁感应强度 0.5mT ⁶⁾	I_n	1	0.5	1.0
高频电磁场	I_n	1	1.0	2.0
附件工作 ⁷⁾	$0.01 I_n$	1	0.05	0.1
射频场感应传导骚扰	I_n	1	1.0	2.0
快速瞬变脉冲群	I_n	1	1.0	2.0
阻尼振荡波	I_n	1	1.0	2.0

注:

1) 电压范围从-20%到-10%和从+10%到+15%时,以百分数误差表示的改变量极限为本表规定值的3倍。低于 $0.8U_n$ 时,仪表误差可在+10%和-100%之间改变。

2) 电压的畸变因数应低于1%。试验条件见8.2.2。

3) 如果以下相中断,具有三个测量单元的多相仪表的测量和计度,百分误差的改变量极限如本表所示。

-在三相四线网络中缺1相或2相

-在三相三线网络中(如果设计的仪表是应用在这个场合)缺1相

本条款仅适用于缺相,不包括如互感器熔丝断等事件

4) 仅适用于辅助电源不在内部连接于电压测量电路的情况。

5) 试验条件按8.2.1到8.2.3规定。

6) 外部 0.5 mT 的磁感应强度,该磁场由施加给仪表电压相同频率的电流产生,并在最不利的相位和方向的条件,仪表以百分数误差表示的改变量不应超过本表规定值。

可使用中心能放置仪表的环形电流线圈产生该磁场。环形线圈的平均直径为1m,截面为矩形,并且相对直径具有较小的径向厚度。磁场强度为400安匝。

7) 该附件为封装在表壳内的并且是间断通电的,如:多费率计度器的电磁铁。

为能正确接线,最好标出与辅助装置的连接方法。若这种连接是插头和插座方式,则应是不可逆的。

如果没有接线标识或是连接可逆的,那么在最不利的连接下进行测试,误差改变不应超出表6中的规定值。

8) 对电压和频率改变的推荐测试点是 I_n

9) 应在整个工作范围内确定平均温度系数。工作温度范围应分成多个20K宽的子范围,然后在这些范围内确定平均温度系数,在该范围中间的上10K和下10K进行测定。试验期间无论如何不要超出规定的工作温度范围。

应单独对某个影响量引起的改变量进行测试,所有其他影响量应保持为参比条件(见表28)

7.2.1 在有谐波情况下的准确度试验

试验条件:

——基波电流: $I_1 = 0.5 I_{max}$

- 基波电压: $U_1=U_n$
- 基波功率因数: 1.0
- 5 次谐波电压含量: $U_5 = 10 \% U_n$
- 5 次谐波电流含量: $I_5 = 40 \% I_1$
- 谐波功率因数: 1.0
- 基波和谐波电压在原点是同相的

由 5 次谐波产生的谐波功率为 $P_5 = 0.1U_1 \times 0.4I_1 = 0.04P_1$ 或总有功功率为 $1.04P_1$ (基波 + 谐波)

7.2.2 次谐波影响

次谐波影响试验按图 A.1 中的线路进行或采用可产生所要求波形的其他试验设备进行, 电流波形如图 A.2 所示。

当按图 A.2 所示的试验波形和以标准波形分别施加到仪表上时, 仪表以百分数表示的误差改变不得超过表 6 中的改变量极限。

注: 图中所给出的值只对 50Hz, 对其他频率的参数可按此推算。

7.2.3 外部恒定磁感应

恒定磁场可采用直流电磁铁获得, 见附录 B。该磁场应作用于按正常使用时安装的仪表的所有可触及表面。其磁势值应为 $1000At$ (安匝)

7.3 起动和潜动试验

对这些试验, 除下述规定外, 影响量的条件和值按 7.5 中的规定。

7.3.1 仪表的初始启动

参比电压加到仪表接线端后, 5s 内仪表应达到全部功能状态。

7.3.2 潜动

当施加电压而电流线路无电流时,仪表的测试输出不应产生多于一个的脉冲。

试验时,电流线路应开路,电压线路所加电压应为参比电压的115%。

最短试验时间 Δt 为:

$$\text{对 } 0.2\text{S 级表: } \Delta t \geq \frac{900 \times 10^6}{kmU_n I_{\max}} [\text{min}]$$

$$\text{对 } 0.5\text{S 级表: } \Delta t \geq \frac{600 \times 10^6}{kmU_n I_{\max}} [\text{min}]$$

其中:

k 仪表输出单元发出的脉冲数/千瓦小时 (imp/kWh);

m 测量单元数;

U_n 参比电压,单位为伏 (V);

$I_{\max}$ 最大电流,单位为安 (A);

7.3.3 起动

在功率因数为1.0和0.001 I_n 下,表计应能起动并连续计量(若为多相仪表,则带平衡负载)

如果仪表是按测量双向电能设计的,则这项试验应适用于电能的每个方向。

7.4 仪表常数

测试输出与显示器指示之间的关系,要与铭牌标志一致。

7.5 准确度试验条件

为检验准确度的要求，应保持下列试验条件：

a) 被试表应装在表壳内，并盖上表盖，所有应接地的部件应接地；

b) 进行试验之前，各线路应通电并达到热稳定；

c) 此外，多相仪表应该

——符合接线图所示的相序

——电压和电流基本平衡（见表 27）

表 27 电压和电流平衡

多相仪表	仪表等级	
	0.2S	0.5S
每一相对中性线间的电压和任二相间的电压与对应的电压平均值之差 不大于	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$
每一导体中的电流与平均电流之差不应大于	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$
这些电流的每个电流与相应的相电压的相位差之差，不考虑相角，不应 大于 (不考虑相位角)	2°	2°

d) 参比条件见表 8

e) 试验装置要求见 GB/T 11150-89 电能表检验装置 (neq IEC 60736: 1982)。

表 28 参比条件

影响量	参比值	各等级仪表允许偏差	
		0.2S	0.5S
环境温度	参比温度或者不标注 的为 $23^\circ\text{C}^{1)}$	$\pm 2^\circ\text{C}$	$\pm 2^\circ\text{C}$
电压	参比电压 $^{2)}$	$\pm 1.0\%$	$\pm 1.0\%$
频率	参比频率 $^{3)}$	$\pm 0.3\%$	$\pm 0.3\%$
相序	L1-L2-L3	—	—
电压不平衡	所有各相都连接	—	—
波形	正弦波电压和电流	畸变因数小于： 2% 2%	
外部恒定磁感应	等于零	—	—
参比频率的外部磁感强度	磁感强度等于零 $^{4)}$	引起的误差改变量不大于以下值的 磁感强度值：	

		$\pm 0.1\%$ $\pm 0.1\%$ 但在任何情况应小于 $0.05\text{mT}^{2)}$	
30kHz 到 2GHz 的高频电磁场	等于零	$< 1\text{V/m}$	$< 1\text{V/m}$
附件工作	附件不工作	—	—
150kHz到80MHz的射频场传导骚扰	等于零	$< 1\text{V}$	$< 1\text{V}$
1) 若在非参比温度(包括允许偏差)下进行试验,结果应通过相应的温度系数校正。 2) 试验包括: a) 单相仪表,首先将仪表同电网电源正常连接测定各项误差,接着将电流线路以及电压线路反向连接后测定各项误差。两个误差之差的一半即是误差改变量的值。由于外磁场相位未知,试验应在 $0.05I_n$, 功率因数 1.0 和 $0.1I_n$, 功率因数 0.5 条件下进行。 b) 三相仪表,在 $0.05I_n$, 功率因数为 1 条件下进行三次测量,在每次测量之后,电流线路和电压线路的连接改变 120°, 相序不改变。确定每个误差之间的最大差值,他们的平均值就是其误差改变量的值。			

7.6 试验结果的整理

由于存在测量的不确定度和某些能影响测量的参数,有些测试结果可能会超出表 24 和表 25 中规定的极限范围。但是如果将零线平移不超过表 29 中规定的极限,所有测试结果便落入表 24 和表 25 中规定极限范围,则该仪表型式应认为是可接受的。

表 29 试验结果的整理

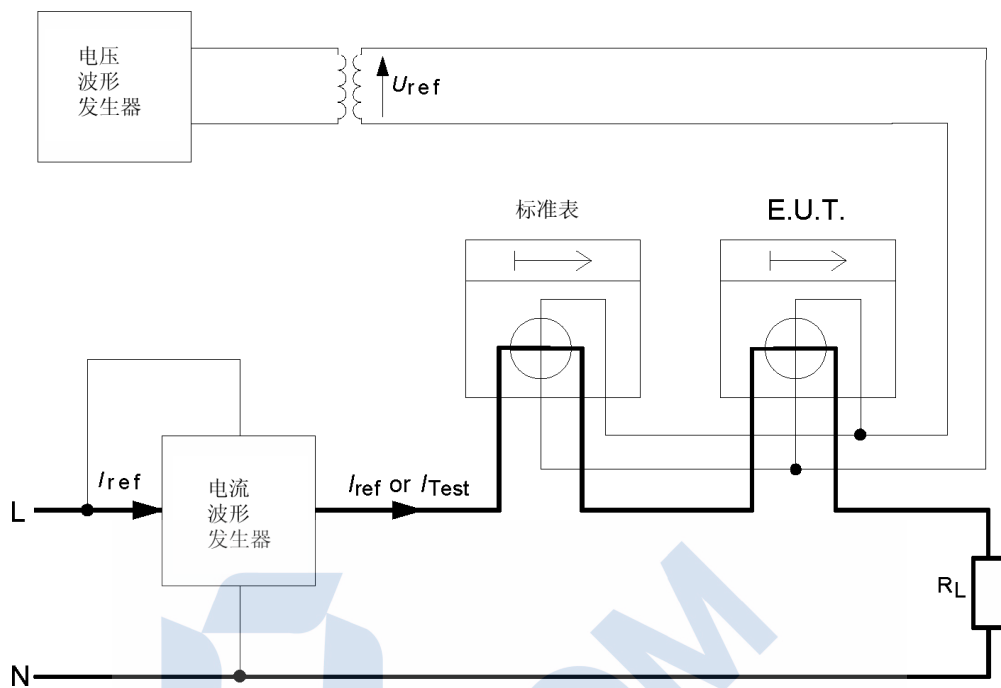
	仪表等级	
	0.2 S	0.5 S
允许零线移动量(%)	0.1	0.2

附录 A

(规范性附录)

次谐波的试验线路图

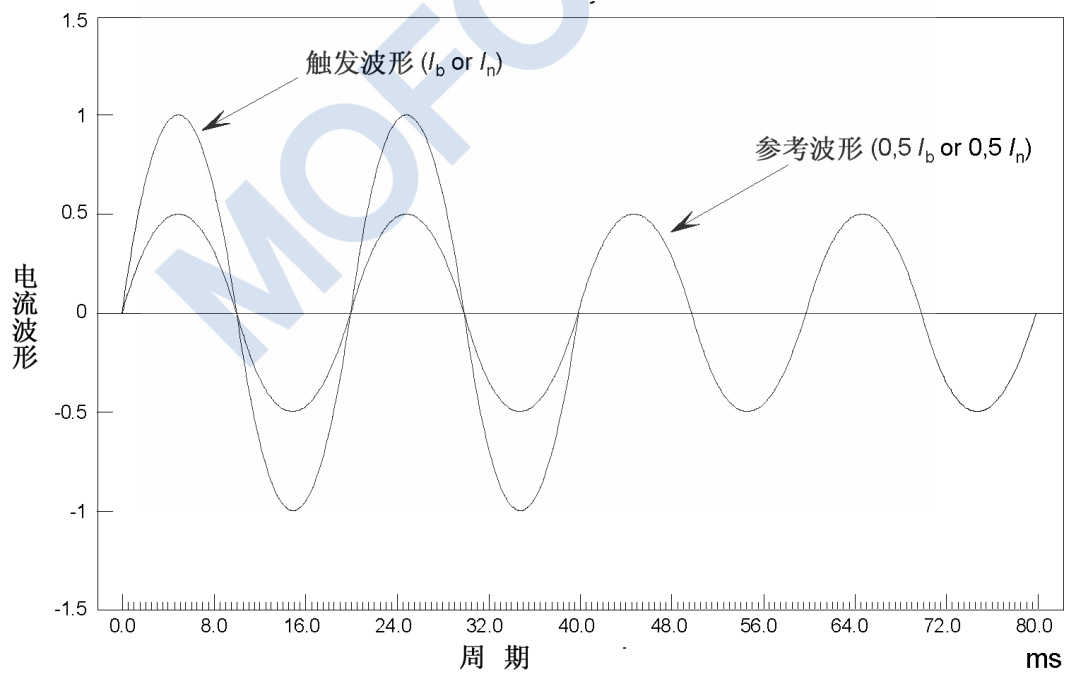
图 A. 2和 A. 3中仅给出了 50Hz 的参数,对其他频率的参数可按此推算。



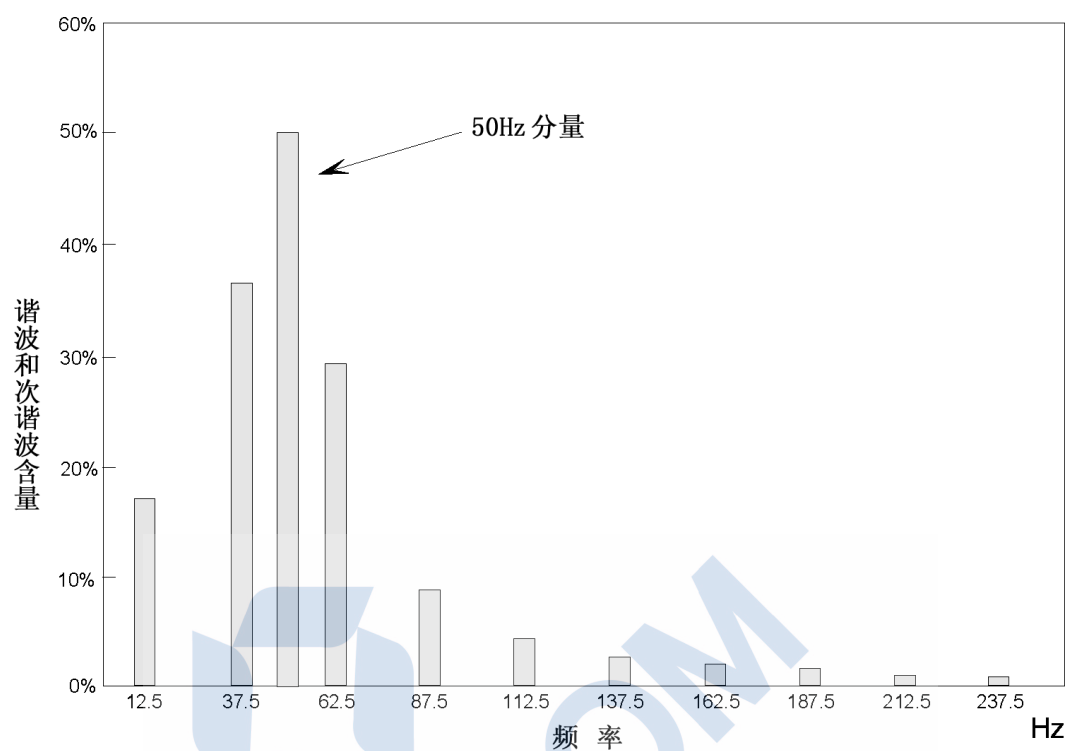
A.1 试验线路图

当有谐波分量时，标准表应测量总的有功电能量（基波 + 谐波）

2 个周期导通，2 个周期关断



A.2 脉冲串触发波形



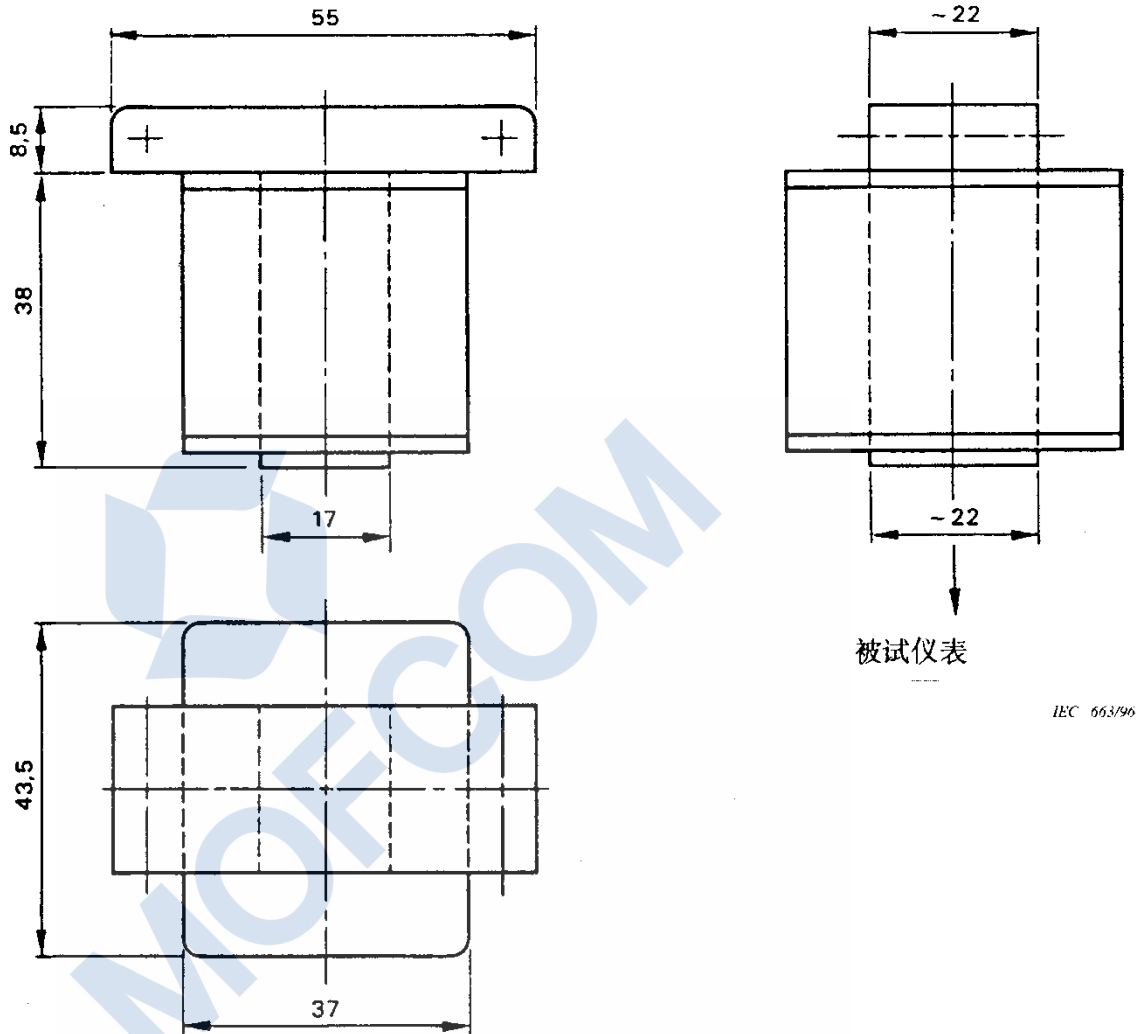
A. 3 谐波分布 (不完全傅利叶分析)

附录 B

(规范性附录)

外磁场影响试验电磁铁

比例尺 1:1 (尺寸单位: mm)



绕组参数举例: 500 匝 $\varnothing 0.6 \text{ mm}$ / 0.28 mm^2 或: 1 000 匝 $\varnothing 0.4 \text{ mm}$ / 0.126 mm^2
铁芯比总损耗: 1.0 W/kg

2.4 静止式无功电能表（2 级和 3 级）技术要求

1 范围

本要求适用于新制造的用于测量在 50Hz 或 60Hz 网路中测量交流无功电能的准确度等级为 2 和 3 级的静止式无功电能表及其型式试验。出于实际情况, 本标准是基于仅含有基波频率的正弦电流和电压的无功电能的传统定义。

本要求适用于由测量元件和计度器装在同一表壳内而组成的室

内和室外用的电子式无功电能表。它也适用于显示器和测试输出。如果仪表具有一个用于测量一种以上电能（多电能仪表）的测量元件，或者当其它功能元件，如最大需量指示器，电子费率寄存器，时间开关，纹波控制接收器，数据通信接口等也包封在该表壳内，则对这些功能单元适用相应的标准。

本要求不适用于：

- a) 接线端跨接电压超过 600V（多相仪表为线对线电压）的无功电能表；
- b) 便携式仪表；
- c) 仪表寄存器的数据接口；
- d) 标准表。

可靠性方面的要求按 IEC62059 系列标准。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本文件的引用而成为本文件的条款。

GB/T 11150-2001 电能表检验装置（neq IEC 60736: 1982）

电能表试验设备

GB/T 17215.211-2006，交流电测量设备通用要求，试验和试验条件 11 部分：测量设备（idt, IEC 62052-11: 2003）

IEC62053-61: 1998 交流电测量设备特殊要求 61 部分：功耗和电压要求

3 标准的电量值

交流电测量设备通用技术要求中给出的标准的电量值适用于本

部分（见 2.1 第 3 部分）。

4 机械要求

交流电测量设备通用技术要求中给出的机械要求（见 2.1 第 4 部分）适用于本部分。

5 气候条件

交流电测量设备通用技术要求中给出的气候条件（见 2.1 第 5 部分）适用于本部分。

6 电气要求

除了交流电测量设备通用技术要求中给出的电气要求（见 2.1 第 6 部分）外，仪表还应满足下列要求。

6.1 功率消耗

电压电路和电流电路的功率消耗应在 7.5 条给定的参比条件下以任意合适的方法确定。功耗测量的最大综合误差不超过 5 %。

6.1.1 电压线路

在参比电压、参比温度和参比频率下，仪表每一电压线路的有功功率和视在功率消耗不应超过表 30 规定值。

表 30 单相和多相仪表在电压线路（包括电源）的功率消耗

仪表	带电源的电压线路	不带电源的电压线路
电压线路	2W 和 10VA	0.5VA
辅助电源	—	10VA
注1: 为了匹配仪表的电压互感器, 不论负荷为感性还是容性, 仪表制造商应当注明（仅适用于经互感器接入的仪表）		
注2: 上述数值是平均值。开关电源的峰值允许超过上述值, 但应确保同所接电压互感器额定值匹配。		
注3: 多功能仪表, 见 IEC 62053-61		

6.1.2 电流线路

直接接入的仪表，每一电流线路在基本电流、参比频率和参比温

度下的视在功率不应超过表 2 规定值。

经电流互感器接入的仪表，每一电流线路在参比温度和参比频率下电流值等于电流互感器二次额定电流的视在功率不应超过表 31 规定值。

表 31 电流线路的功率消耗

仪表	仪表等级	
	2	3
单相和多相	5.0 VA	5.0 VA
注1: 额定二次电流是电流互感器的二次电流值，即确定互感器性能的电流值。最大二次电流的标准值是额定二次电流的120%、150% 和200%。		
注2: 为了匹配仪表的电流互感器，不论负荷是感性或容性的，制造厂应予注明（仅适用于经互感器接入的仪表）。		

6.2 短时过电流影响

短时过电流不应损坏仪表。当回到初始工作条件时，仪表应能正确工作，其误差改变量不应超过表 32 规定值。

a) 直接接入仪表

仪表应能经受 $30I_{max}$ ，允差为 $+0\% \sim -10\%$ 的短时过电流，施加时间为额定频率的半个周期。

b) 经电流互感器接入的仪表

仪表应能经受相当于 $20 I_{max}$ ，允差为 $+0\% \sim -10\%$ 的电流，施加时间为 0.5s。

注：本要求不适用于在电流电路中有触点的仪表，此情况参见相关标准。

表 32 由短时过电流引起的改变量

仪表	电流值	$\sin \phi$ (感性或容性)	各等级仪表以百分数误差表示的改变量极限	
			2	3
直接接入	I_b	1	1.5	1.5
经电流互感器接入	I_n	1	1.0	1.5

6.3 自热影响试验

由自热引起的误差改变量不应超过表 4 给出的值。

应如下进行试验：电流线路无电流，电压线路接参比电压至少 1h（对于 2 级和 3 级仪表）后，在电流线路中应施加最大电流。在 $\sin\phi$ 为 1 时，施加电流后立刻测量仪表误差，接着以足够短的间隔时间准确地画出作为时间函数的误差变化曲线。此项试验至少应进行 1 小时，直至在 20min 内误差变化不大于 0.2% 时为止。

$\sin\phi$ 为 0.5（感性或容性）时重复上述试验。

给仪表通电的电缆长度为 1m，横截面积应保证电流密度在 3.2A/mm² ~ 4A/mm² 之间。

表 33 自热引起的改变量

电流值	$\sin\phi$ (感性或容性)	各等级仪表以百分数误差表示的改变量极限	
		2	3
I_{max}	1	1.0	1.5
	0.5	1.5	2.0

6.4 交流电压试验

交流电压试验应按照表 34 进行。

试验电压应近似正弦波，频率在 45Hz 和 65Hz 之间，施加 1min。
电源容量至少应为 500 VA。

在对地电压试验中，参比电压等于或低于 40 V 的辅助线路应接地。

所有试验均应在外壳闭合，表盖和端钮盖在原位的情况下。

试验中不应发生闪络、火花放电或击穿现象。

表 34 交流电压试验

试验	施加于	试验电压 (均方根)	试验电压施加点
A	I 类防护 仪表	2 kV	a) 所有的电流线路和电压线路以及参比电压超过 40V 的辅助线路连接在一起为一点，另一点是地，试验电压施加于该两点间；
		2 kV	b) 在工作中不连接的各线路之间。

B	II 类防护 仪表	4 kV	a) 所有的电流线路和电压线路以及参比电压超过40V 的辅助线路连接在一起为一点, 另一点是地, 试验电压施加于该两点间;
		2 kV	b) 在工作中不连接的各线路之间。
		--	c) 目视检验遵从 GB/T 17215. 211 中 5.7 的情况

7 准确度要求

试验和试验条件应符合 GB/T 17215. 211 规定。

7.1 电流改变量引起的误差极限

仪表在 7.5 规定的参比条件下, 其百分数误差不应超过表 6 和表 7 中给定的相应准确度等级的极限。

在基本电流 I_b 和 $\sin\varphi$ 为 1 的直接接入仪表和额定电流 I_n 和 $\sin\varphi$ 为 1 的经互感器仪表在单相负载与平衡多相负载间的百分数误差之差对于 2 级和 3 级仪表分别不能超过 2.5 % 和 3.5 %。

注: 当按表 7 试验时, 试验电流宜依次加入每一测量单元。

7.2 由影响量引起的误差极限

相对于 7.5 给出的参比条件下影响量的变化引起的附加的百分数误差不应超过表 8 规定的与准确度等级有关的极限。

7.2.1 直流电流回路中的直流分量影响试验

直流电流回路中的直流分量影响试验应按图 A.1 中的线路进行或采用可产生所要求波形的其它试验设备进行, 电流波形为图 A.2。

在图 A.2 所示的试验波形和标准波形下测得的百分误差改变不应超过表 37 规定的改变量极限。

注: 图中仅给出了 50Hz 的参数, 对其它频率的参数可按此推算。

7.2.2 外部恒定磁感应

恒定磁场可采用直流电磁铁获得, 见附录 B。该磁场应作用于按

正常使用时安装的仪表的所有可触及表面。其磁势值应为 1000At (安匝)。

应单独对某个影响量引起的改变量进行测试,所有其它影响量保持为参比条件 (见表 40)。

表 35 百分数误差极限 (单相仪表和带平衡负载的多相仪表)

电流值		$\sin \phi$ (感性或容性)	各等级仪表百分数误差极限	
直接接入仪表	经互感器仪表		2	3
$0.05 I_b \leq I < 0.1 I_b$	$0.02 I_n \leq I < 0.05 I_n$	1	± 2.5	± 4.0
$0.1 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.05 I_n \leq I \leq I_{max}$	1	± 2.0	± 3.0
$0.1 I_b \leq I < 0.2 I_b$	$0.05 I_n \leq I < 0.1 I_n$	0.5	± 2.5	± 4.0
$0.2 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.1 I_n \leq I \leq I_{max}$	0.5	± 2.0	± 3.0
$0.2 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.1 I_n \leq I \leq I_{max}$	0.25	± 2.5	± 4.0

表 36 百分数误差极限 (带有单相负载的多相仪表, 电压线路加平衡的多相电压)

电流值		$\sin \phi$ (感性或容性)	各等级仪表百分数误差极限	
直接接入仪表	经互感器仪表		2	3
$0.1 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.05 I_n \leq I \leq I_{max}$	1	± 3.0	± 4.0
$0.2 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.1 I_n \leq I \leq I_{max}$	0.5	± 3.0	± 4.0

7.3 启动和潜动

对这些试验,除下述规定外,影响量的条件和值应按 7.5 规定。

7.3.1 仪表的初始启动

额定电压加到仪表接线端后,5s 内仪表应达到全部功能状态。

7.3.2 潜动

当施加电压时,电流电路无电流,测试输出不应产生 1 个以上脉冲。对此试验,电流回路开路,电压电路施加 115% 的参比电压。

最短试验时间 Δt 为:

$$\text{对 2 级表: } \Delta t \geq \frac{480 \times 10^6}{k \cdot m \cdot U_n \cdot I_{max}} [\text{min}]$$

$$\text{对 3 级表: } \Delta t \geq \frac{300 \times 10^6}{k \cdot m \cdot U_n \cdot I_{max}} [\text{min}]$$

其中:

k : 仪表输出单元发出的脉冲数/千乏时 (imp/kvarh);

m : 测量单元数;

U_n : 参比电压 (V);

$I_{\max}$: 最大电流 (A)。

注: 经互感器工作的, 并带有初级或半初级计度器的仪表, 常数 k 应对应于次级 (电压和电流) 数值。

表 37 影响量

影响量	电流值 (平衡的, 有说明除外)		$\sin \phi$ (感性 或 容性)	各等级仪表的平均温度系数 (%/K)	
	直接接入仪表	经互感器仪表		2	3
环境温度变化 ⁷⁾	$0.1 I_b \leq I \leq I_{\max}$ $0.2 I_b \leq I \leq I_{\max}$	$0.05 I_n \leq I \leq I_{\max}$ $0.1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	1 0.5	0.10 0.15	0.15 0.25
				各等级仪表百分数误差改变极限	
				2	3
电压改变量 $\pm 10\%$ ^{1) 2)}	$0.05 I_b \leq I \leq I_{\max}$ $0.1 I_b \leq I \leq I_{\max}$	$0.02 I_n \leq I \leq I_{\max}$ $0.05 I_n \leq I \leq I_{\max}$	1 0.5	1.0 1.5	2.0 3.0
频率改变量 $\pm 2\%$ ²⁾	$0.05 I_b \leq I \leq I_{\max}$ $0.1 I_b \leq I \leq I_{\max}$	$0.02 I_n \leq I \leq I_{\max}$ $0.05 I_n \leq I \leq I_{\max}$	1 0.5	2.5 2.5	2.5 2.5
电流电路中直流分量 ³⁾	$I_{\max}/\sqrt{2}$	-	1	6.0	6.0
外部恒定磁感应 ⁴⁾	I_b	I_n	1	3.0	3.0
外磁感应强度 0.5mT ⁵⁾	I_b	I_n	1	3.0	3.0
高频电磁场	I_b	I_n	1	3.0	3.0
附件工作 ⁶⁾	$0.05 I_b$	$0.05 I_n$	1	1.0	1.0
射频场感应的传导骚扰	I_b	I_n	1	3.0	3.0
快速瞬变脉冲群	I_b	I_n	1	4.0	4.0
衰减振荡波 ⁸⁾	—	I_n	1	4.0	4.0

1) 电压范围从 $-20\% \sim -10\%$ 和从 $+10\% \sim +15\%$ 时, 以百分数误差表示的改变量极限为表8规定值的3倍。

低于 $0.8 I_n$ 时, 仪表误差可在 $+10\% \sim -100\%$ 之间改变。

2) 推荐的电压改变量、频率改变量的试验点分别为 I_b (直接接入式仪表) 和 I_n (互感器接入式仪表)。

3) 此项试验仅检测电流传感器的饱和度。本试验不适用于经互感器工作的仪表。试验条件按附录A规定。电压的畸变因素小于 1%

4) 此项试验条件按8.2.1规定。

5) 外部 0.5 mT 的磁感应强度由与施加给仪表电压频率相同的电流产生, 并在最不利的相位和方向的条件

下, 仪表以百分数误差表示的改变量不应超过本表规定值。

可将仪表放置在环形电流线圈的中心位置获得该磁场。环形线圈的平均直径为 1m , 截面为矩形, 并且相对直径具有较小的径向厚度, 磁场强度为 400安匝 。

6) 该附件为封装在表壳内的并且是间断通电的, 如: 多费率计度器的电磁铁。

为能正确接线, 最好标出与辅助装置的连接方法。若这种连接是插头和插座方式, 则应是不可逆的。

7) 应在整个工作范围内确定平均温度系数。工作温度范围应分成多个 20K 宽的子范围, 然后在这些范围内确定平均温度系数, 在该范围中间的上 10K 和下 10K 进行测定。试验期间无论如何不要超出规定的工作温度

范围。
8) 此项试验适用于经互感器工作的仪表。

起动

在表 38 规定起动电流条件下（多相仪表，带平衡负载），仪表应能起动并连续记录。

表 38 起动电流

仪表	仪表等级		$\sin\Phi$ （感性或容性）
	2	3	
直接接入	$0.005 I_b$	$0.01 I_b$	1
经电流互感器接入	$0.003 I_n$	$0.005 I_n$	1

7.4 仪表常数

测试输出与显示器指示之间的关系，要与铭牌标志一致。

表 39 电压和电流平衡

多相仪表	仪表等级	
	2	3
每一相对中性线间的电压和任二相间的电压与对应的电压平均值之差不大于	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$
每一导体中的电流与平均电流之差不应大于	$\pm 2\%$	$\pm 2\%$
这些电流的每一电流与对应的相对中性线的电压的相位，它们相互间的差不应大于（不考虑相位角）	2°	2°
注：当测试一个三相无功电能表时，如果所采用的测试方法和被测表受电压和电流不平衡的影响不同，则误差可能增加。在此情况下，参比电压必须调整得非常对称。		

表 40 参比条件

影响量	参比值	各等级仪表允许偏差	
		2	3
环境温度	参比温度，或者未标注的为 23°C 。 ¹⁾	$\pm 2^\circ\text{C}$	$\pm 2^\circ\text{C}$
电压	参比电压	$\pm 1.0\%$	$\pm 1.0\%$
频率	参比频率	$\pm 0.5\%$	$\pm 0.5\%$
相序	L1-L2-L3	—	—
电压不平衡	所有相连接	—	—
波形	正弦波电压和电流	畸变因数 小于 2%	畸变因数 小于 3%
外部恒定磁感强度	等于零	—	—
参比频率的外部磁感强度	磁感强度等于零	引起的误差改变量不大于以下值的磁感应强度值：	
		$\pm 0.3\%$	$\pm 0.3\%$
		但在任何情况下应小于 0.05mT ²⁾	
高频电磁场 $30\text{kHz} \sim 2\text{GHz}$	等于零	$< 1\text{V/m}$	$< 1\text{V/m}$
附件工作	附件不工作	—	—
射频场感应的传导骚扰 $150\text{kHz} \sim 80\text{MHz}$	等于零	$< 1\text{V}$	$< 1\text{V}$
1) 若在非参比温度的某一值（包括允许偏差）下进行试验，应通过相应的温度系数校正。			

- 2) 试验包括:
- a) 单相仪表, 首先将仪表同电网电源正常连接测定各项误差, 接着将电流线路以及电压线路反向连接后测定各项误差。两个误差之差的一半即是误差改变量的值。由于外磁场相位未知, 试验应在 $0.1I_b$ 或 $0.05I_n$ 、 $\sin\phi=1$ 和 $0.2I_b$ 或 $0.1I_n$ 、 $\sin\phi=0.5$ (感性或容性) 条件下进行;
 - b) 三相仪表, 在 $0.1I_b$ 或 $0.05I_n$ 、 $\sin\phi=1$ 条件下进行三次测量, 在每次测量之后, 电流线路和电压线路的连接改变 120° , 相序不改变。确定每个误差之间的最大差值, 他们的平均值就是其误差改变量的值。

7.5 准确度试验条件

为检验准确度要求, 应保持下列试验条件:

- a) 被试表应装在表壳内, 并盖上表盖, 所有应接地的部件应接地;
- b) 进行试验之前, 各线路应通电并达到热稳定;
- c) 此外, 多相仪表应该:
 - 符合接线图所示的相序;
 - 电压和电流应基本平衡 (见表 39)
- d) 参比条件见表 40;
- e) 试验装置要求见 GB/T 11150-89 电能表检验装置 (neq IEC 60736: 1982)。

7.6 试验结果的整理

由于存在测量的不确定度和某些能影响测量的参数, 有些测试结果可能会超出表 35 和表 36 中规定的极限范围。但是如果将零线平移不超过表 41 中规定的极限, 所有测试结果便落入表 35 和表 36 中规定极限范围, 则该仪表型式应认为是可接受的。

表 41 试验结果的整理

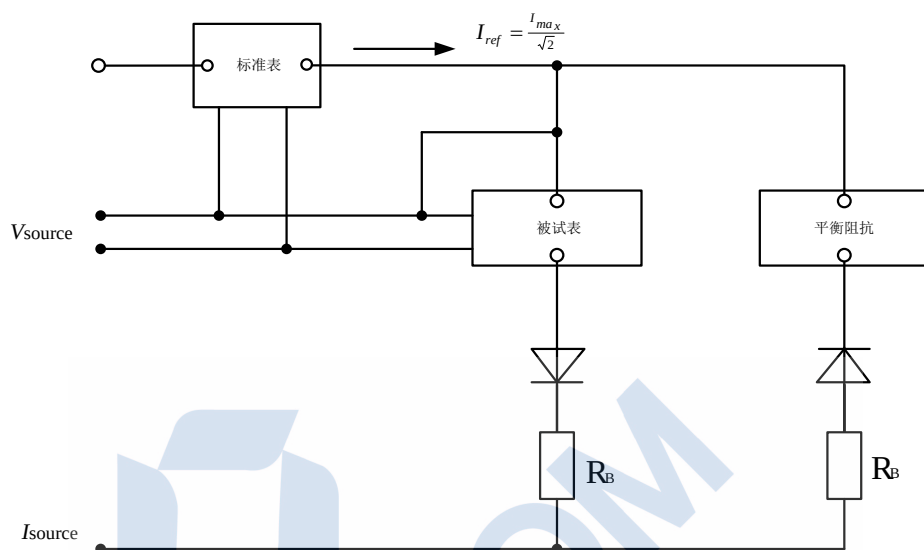
	仪表等级	
	2	3
允许零线移动量 (%)	1.0	1.0

附录 A

(规范性附录)

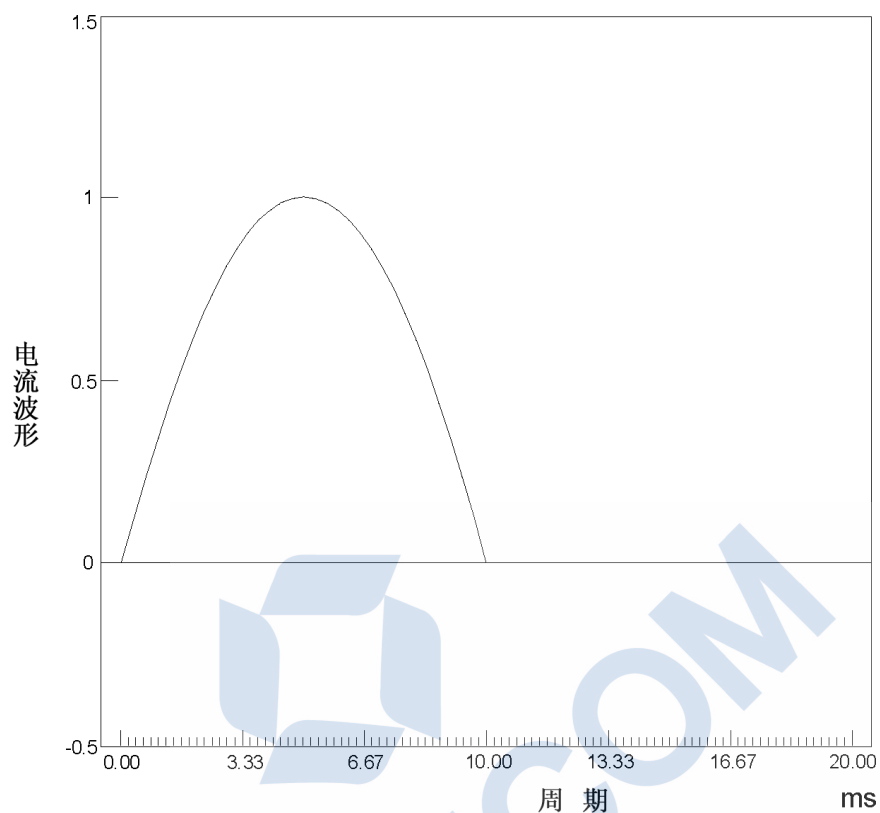
直流分量的试验线路图

注：图A2示给出的值仅适用于50Hz，对其它频率的值必须做适当调整。



- 1、为保证测量的准确性，平衡阻抗应等于被试表（EUT）的阻抗；
- 2、平衡阻抗最好是一只与被试表（EUT）同型号的仪表；
- 3、整流二极管应是同型号的；
- 4、为了改善平衡条件，在两支路可引入电阻 R_B ，其阻值应近似被试表（EUT）的10倍；

图 A.1 半波整流试验线路图



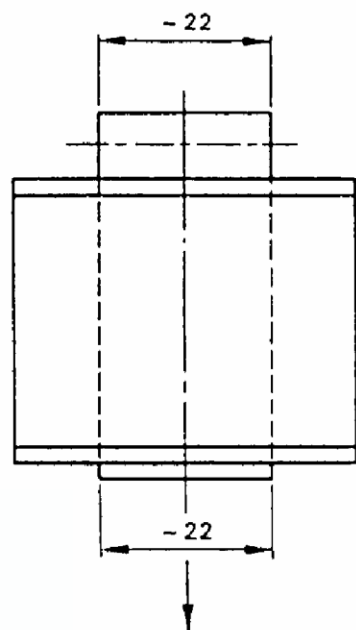
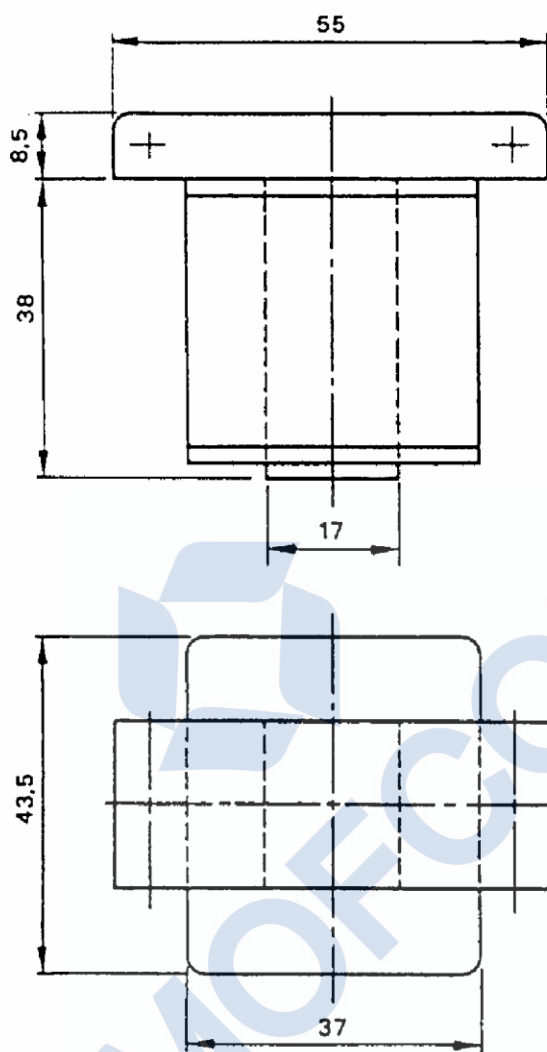
A. 2 半波整流波形

附录 B

(规范性附录)

外磁场影响试验电磁铁

比例: 1: 1 (尺寸单位: mm)



被试仪表

IEC 60376

绕组参数举例: 500 匝 $\varnothing 0.6$ mm/ 0.28 mm²或: 1 000 匝 $\varnothing 0.4$ mm/ 0.126 mm²
铁芯比总损耗: 1.0W/kg

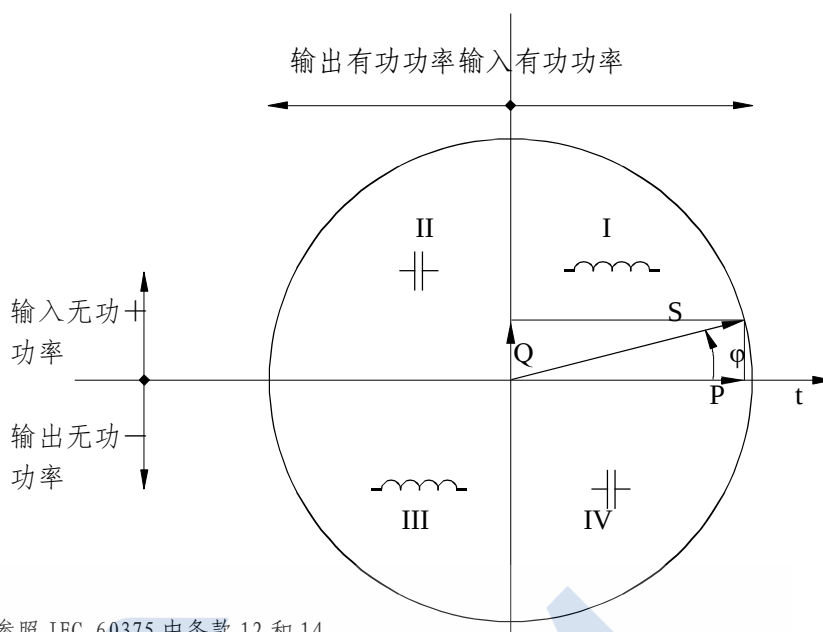
B.1 外磁场影响试验电磁铁

附录 C

(规范性附录)

有功和无功功率的几何表示

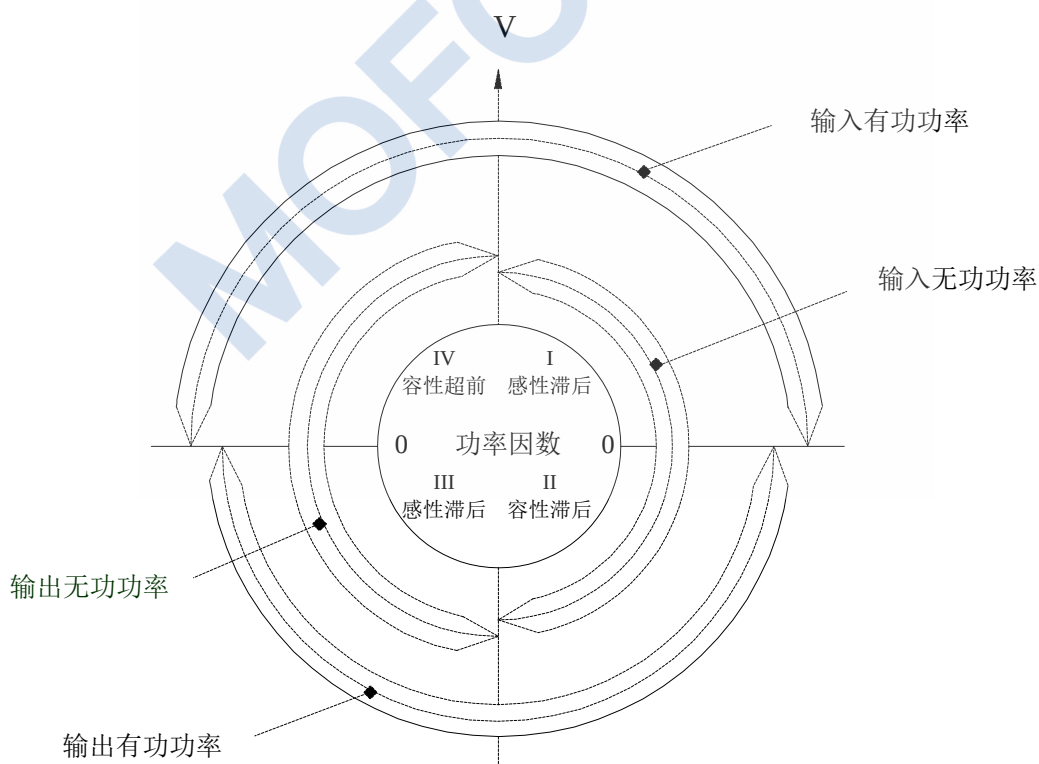
—十



注:

- 1 图示参照 IEC 60375 中条款 12 和 14。
- 2 本图的参考矢量是电流矢量 (取向右为正方向)。
- 3 电压矢量 V 随相角 ϕ 改变方向。
- 4 电压 V 和电流 I 间的相角 ϕ 在数学意义上取正 (逆时针方向)。

C.1 推荐的几何表示



注:

- 1 如果取垂直向上作为电压矢量并画出代表单相或三相平衡系统的电流矢量线, 则该电流矢量将指

明

其他量的状态。

- 2 本图的参考矢量是电压矢量（取向上为正方向）。
- 3 电流矢量 I 随相角 ϕ 改变方向。
- 4 电压 V 和电流 I 间的相角 ϕ 以顺时针方向为正。

C.2 可选的几何表示

2.5 机电式有功电能表（0.5、1 和 2 级）技术要求

1 范围

本要求适用于新制造的用于在 50Hz 或 60Hz 网路中测量交流有功电能的等级为 0.5 级，1 级和 2 级的机电式有功电能表（以下简称仪表）及其型式试验。

本要求适用于由测量元件和一个或多个计度器装在同一个表壳内而组成的室内和室外的机电式电能表。也适用于一个或多个工作指示器及一个或多个测试输出。如果仪表有一个测量元件测量一种以上电能（多电能仪表），或者当其它功能元件，如最大需量指示器，电子费率计度器，时间开关，纹波控制接收器，数据通信接口等也包封在仪表表壳内，当然，与这些元件相关的标准也得应用，本标准仅适用于计量部分。

本要求不适用于：

- a) 接线端跨接电压超过 600V（多相仪表为线对线电压）的仪表；
- b) 可携式仪表；
- c) 仪表计度器的数据接口。

验收检验依照 GB3925-83 《2 级交流有功电度表验收方法（equiv IEC 60514: 1975）》给出的基本方针。

可靠性依照 IEC 62059 《交流电测量设备可靠性》系列文件的内

容。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本文件的引用而成为本文件的条款。

GB/T 3925-83 (eqv IEC 60514: 1975) 2 级交流有功电度表
验收方法

GB/T 11150-89 (neq IEC 60736: 1982) 电能表检验装置

GB/T 17215.211—2006 (idt IEC 62052-11:2003) 交流电测量
设备通用要求试验和试验条件第 11 部: 测量设备

3 标准的电量值

交流电测量设备通用技术要求中给出的标准的电量值适用于本
部分(见 2.1 第 3 部分)。

4 机械要求

除了交流电测量设备通用技术要求中给出的电气要求(见 2.1 第
4 部分)外, 仪表还应满足下列要求。

4.1 概述

仪表应设计为当按制造厂说明书安装时, 仪表在所有方向偏离垂
直位置不应大于 0.5° (见表 52 注 2)。

4.2 计度器(寄存器)

计度器可以是鼓轮式或指针式的。

在鼓轮式计度器中, 计度器记录的基本单位(kWh 或 MWh)应标
在与鼓轮组件相邻处。

鼓轮式计度器中, 仅最后一个鼓轮, 即最右端的鼓轮是可连续转

动的。

在指针式计度器中，计度器记录的单位以 1 kWh/div 或 1 MWh/div 的型式标在与单位标度盘邻近处，10 的倍数可以标到邻近标度盘处。例如，按千瓦小时计度的仪表，单位标度盘应标以 1 kWh/div ，单位标度盘左边相邻的其他标度盘应标以 10 - 100 - 1000 等。

4.3 旋转方向和转子标志

观测者从正面看仪表，与观测者最近的转子边缘从左向右旋转。旋转方向应标有清晰的箭头。

圆盘的边缘和/或上面应带有易于识别的标志，以便于记录转数。也可以附加供频闪或其他试验用的其他标志，这种标志的位置不应妨碍为光电转数计数用的可见标志的使用。

5 气候条件

交流电测量设备通用技术要求中给出的气候条件（见 2.1 第 5 部分）适用于本部分。

6 电气要求

除了交流电测量设备通用技术要求中给出的电气要求（见 2.1 第 6 部分）外，仪表还应满足下列要求。

6.1 功率消耗

在电压和电流线路中的功率消耗是在 7.5 规定的参比条件下电压线路和电流线路的功率消耗。功率消耗测量的整体最大误差不超过 5 %。

6.1.1 电压线路

在参比电压、参比温度和参比频率下，仪表每一电压线路的有功功率和视在功率消耗不应超过表 42 规定值。

表 42 电压线路的功率消耗

仪表	仪表等级	
	0.5 和 1	2
单相和多相	3W 和 12VA	2W 和 10VA
注：为了匹配仪表的电压互感器，不论负荷是感性或容性的，制造厂应予注明（仅对经互感器接入的仪表）		

6.1.2 电流线路

在基本电流、参比频率和参比温度下，直接接入的仪表每一电流线路损耗的视在功率不应超过表 43 规定值。

在参比温度和参比频率下，经电流互感器接入的仪表，每一电流线路损耗的视在功率在其电流值等于电流互感器二次额定电流时不超过表 43 规定值。

6.2 短时过电流影响

在各电压线路通电条件下，短时过电流不应损坏仪表。当仪表恢复到初始工作温度时（约 1h），仪表应能正确工作，其误差改变量不应超过表 44 规定值。

试验线路应是无感线路。对于多相仪表，试验应在每一相分别进行。

a) 直接接入的仪表

仪表应能经受，其峰值为 $50 I_{max}$ （或 7000A，取低值），并保持超过 $25 I_{max}$ （或 3500A，取低值）允差为 $+0\% \sim -10\%$ 的电流，时间为 1ms。

注 1：冲击电流可以通过电容器放电或可控硅整流器电源获得。

注 2: $I_{\max}$ 是仪表的最大电流的均方根值。

b) 经电流互感器接入的仪表

仪表应能经受 $20 I_{\max}$, 允差为 $+0\% \sim -10\%$ 的电流, 施加时间为 0.5 s。

注: 本要求不适用于电流线路中有触点的仪表, 此情况参见相应标准。

表 43 电流线路的功率消耗

仪表	基本电流	仪表等级		
	I_b 或 I_n	0.5	1	2
单相和多相	$< 30A$	6.0VA	4.0VA	2.5VA
	$\geq 30A$	10.0VA	6.0VA	4.0VA

注 1: 额定二次电流是电流互感器的二次电流值, 互感器的特性基于此值。最大二次电流的标准值是额定二次电流的 120%、150% 和 200%。
注 2: 为了匹配仪表的电流互感器, 不论负荷是感性或容性的, 制造厂应予注明 (仅对经互感器接入的仪表)

表 44 由短时过电流引起的误差改变量

仪表	电流值	功率因数	各等级仪表百分数误差改变量极限		
			0.5	1	2
直接接入	I_b	1	—	1.5	1.5
经电流互感器接入	I_n	1	0.3	0.5	1.0

6.3 自热影响

由自热引起的误差改变量不应超过表 45 规定值。

表 45 自热引起的误差改变量

电流值	功率因数	各等级仪表百分数误差改变量极限		
		0.5	1	2
$I_{\max}$	1	0.5	0.7	1.0
	0.5 感性	0.7	1.0	1.5

应进行如下试验: 电流线路无电流, 电压线路接参比电压至少 4h (0.5 级仪表), 2h (1 级仪表) 和 1h (2 级仪表) 后, 在电流线路中施加最大电流。在功率因数为 1 的条件下, 施加电流后立刻测量仪表误差, 然后以足够短的间隔时间进行多次测量, 准确地画出作为时

间函数的误差变化曲线。此项试验至少应进行 1h，直至在 20min 内误差变化不大于 0.2 % 时为止。

在功率因数等于 0.5（感性）时进行同样的试验。

给仪表通电的电缆长度 1m，横截面积应保证电流密度在 3.2A/mm² ~ 4A/mm² 之间。

6.4 交流电压试验

交流电压试验应按照表 46 进行。

试验电压应近似正弦波，频率在 45Hz 和 65Hz 之间，施加 1min。电源容量至少应为 500VA。在对地电压试验中，参比电压等于或低于 40V 的辅助线路应接地。

试验中不应发生闪络、火花放电和击穿现象。

表 46 交流电压试验

试验	试验电压 rms	试验电压施加点
A)	a)、b)、c)、d) 项 试验电压为 2kV 和 e) 项试验电压 500V	表盖和端子盖被移开，在下述两点之间进行试验： 一点是基架，和下述另一点之间： a) 在正常工作中同其他线路分离开的，并适当绝缘的每一电流线路 1)。 b) 在正常工作中同其他线路分离并适当绝缘的每一电压线路或有公共点的电压线路组；1)。 c) 每一辅助线路或有公共点的线路组，且其参比电压在 40V 以上 1)。 d) 在正常工作中相互连接但同其他线路分离并适当绝缘的驱动元件，其电流电压绕阻的每一组 2)。 e) 参比电压等于或低于 40V 的辅助线路。
B)	600V 或在参比条件下电压绕阻所加电压（超过 300V 时）的两倍（取高值）	在端子盖被移开，但金属表盖在原位置下进行试验 电压施加于每一驱动元件的电流线路和电压线路之间，此线路通常是相互连接的，为了试验，此线路应暂时断开 3)。
C)	2kV	盖上表壳，表盖和端子盖在原位置进行试验， 所有的电流线路和电压线路以及参比电压超过 40V 的辅助线路连接在一起为一点，另一点是地。
D)	a) 项试验电压 4kV	针对 II 类防护绝缘密封仪表增加的试验 a) 所有电流和电压线路以及参比电压超过 40V 的辅助线路连接在一起为

	b) 项试验电压 2kV d) 项试验电压 40V	一点, 另一点是地; b) 基架和地之间; c) 按照 GB/T17215.211 中第 5.7 条的要求目视检查 d) 一点是连接在一起的表壳内部所有导电部件, 另一点是表壳外部用试指可触及的所有导电部件连接在一起 4)。
注: 1) 电流和电压绕组之间的连接被简单的断开, 其绝缘一般不能充分确保可抗2kV试验电压。 A) 部分的a) 和b) 项通常适用于经仪用互感器的仪表和有单独电流和电压绕组的某种特殊仪表。 2) 受A) 部分的a) 和b) 项试验的线路不经受d) 项试验。当多相仪表的电压线路在正常工作中有一个公共点, 此公共点应保留供试验用, 在此情况下, 驱动元件的所有电路进行单独的试验。 3) 严格来说, 这不是介电强度试验, 而是检验在接线装置开路时绝缘距离是否足够的一个方法。 4) 如果c) 项试验无疑问, 不必做D) 部分d) 项试验。		

7 准确度要求

试验和试验条件按交流电测量设备通用技术要求的规定。

7.1 电流改变量引起的误差改变极限

仪表在 7.5 规定的参比条件下, 其百分数误差不应超过表 47 和表 48 中给定的相应准确度等级的极限。0.5 级仪表的百分数误差极限仅对经互感器接入的仪表有效。

7.2 由其他影响量引起的误差改变极限

相对于 7.5 给出的参比条件下, 影响量的变化引起的附加的百分数误差不应超过 49 规定的与准确度等级有关的极限。0.5 级仪表的百分数误差改变量极限仅对经互感器接入的仪表有效。

由影响量引起误差改变的试验, 应在所有其他影响量在它们的参比条件下单独进行试验。(见表 52)

7.3 启动和潜动试验

7.3.1 潜动试验

当电压线路施加参比电压的 80% 到 110% 之间的任一电压值, 而电流线路无电流时 (电流线路为开路), 仪表转子不应旋转完整的一转。

对于鼓轮式计度器，此条件仅适用于一个鼓轮转动。

7.3.2 启动

在表 50 规定的起动电流值（多相仪表为带有平衡负载）下，仪表转子应起动并连续旋转。

表 47 百分数误差极限（单相仪表和带有平衡负载的多相仪表）

电 流 值		功 率 因 数	各等级仪表百分数误差极限		
直接接入仪表	经互感器接入仪表		0.5	1	2
$0.05 I_b \leq I < 0.1 I_b$	$0.02 I_n \leq I < 0.05 I_n$	1	± 1.0	± 1.5	± 2.5
$0.1 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.05 I_n \leq I \leq I_{max}$	1	± 0.5	± 1.0	± 2.0
$0.1 I_b \leq I < 0.2 I_b$	$0.05 I_n \leq I < 0.1 I_n$	0.5 感性	± 1.3	± 1.5	± 2.5
		0.8 容性	± 1.3	± 1.5	—
$0.2 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.1 I_n \leq I \leq I_{max}$	0.5 感性	± 0.8	± 1.0	± 2.0
		0.8 容性	± 0.8	± 1.0	—
当用户特殊要求时		0.25 感性	± 2.5	± 3.5	—
		0.5 容性	± 1.5	± 2.5	—

表 48 百分数误差极限（带有单相负载的多相仪表，电压线路加平衡的多相电压）

电流值		功率因数	各等级仪表百分数误差极限		
直接接入仪表	经互感器接入仪表		0.5	1	2
$0.2 I_b \leq I \leq I_b$	$0.1 I_n \leq I \leq I_n$	1	± 1.5	± 2.0	± 3.0
$0.5 I_b$	$0.2 I_n$	0.5 感性	± 1.5	± 2.0	—
I_b	I_n	0.5 感性	± 1.5	± 2.0	± 3.0
$I_b \leq I \leq I_{max}$	$I_n \leq I \leq I_{max}$	1	—	—	± 4.0

在基本电流 I_b ，功率因数为 1 的直接接入的仪表和额定电流 I_n ，功率因数为 1 的经互感器接入的仪表在单相负载与多相平衡负载的百分数误差之差，对于 0.5、1 和 2 级仪表分别不应超过 1%、1.5% 和 2.5%。

注：当按照表 48 试验时，试验电流应依次加入每一测量元件。

7.4 仪表常数

应检查仪表转子转数和计度器指示值的比率，其比率应是正确的。

7.5 准确度试验的条件

为了检验准确度要求，应保持以下试验条件：

被试仪表应装在表壳内，并盖上表盖；

在进行任一试验之前，电压线路应至少通电：

a) 0.5 级仪表 4h。

b) 1 级仪表 2h。

c) 2 级仪表 1h。

表 49 影响量

影响量	电流值 (平衡负载, 另有说明时除外)		功率因数	各等级仪表平均温度系数 % /K		
	直接接入仪表	经互感器接入仪表		0.5	1	2
环境温度改变量 ⁶⁾	$0.1 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.05 I_n \leq I \leq I_{max}$	1	0.03	0.05	0.10
	$0.2 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.1 I_n \leq I \leq I_{max}$	0.5 感性	0.05	0.07	0.15
				各等级仪表百分数误差改变量 极限		
				0.5	1	2
电压改变量 $\pm 10\%$ ¹⁾	$0.1 I_b$	$0.1 I_n$	1	0.8	1.0	1.5
	$0.5 I_{max}$	$0.5 I_{max}$	1	0.5	0.7	1.0
	$0.5 I_{max}$	$0.5 I_{max}$	0.5 感性	0.7	1.0	1.5
频率改变量 $\pm 2\%$	$0.1 I_b$	$0.1 I_n$	1	0.7	1.0	1.5
	$0.5 I_{max}$	$0.5 I_{max}$	1	0.6	0.8	1.3
	$0.5 I_{max}$	$0.5 I_{max}$	0.5 感性	0.8	1.0	1.5
逆相序	$0.5 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.5 I_n \leq I \leq I_{max}$	1	1.5	1.5	1.5
	$0.5 I_b$ (单相负载)	$0.5 I_b$ (单相负载)	1	2.0	2.0	2.0
波形: 电流波形中三次谐波 10% ²⁾	I_b	I_n	1	0.5	0.6	0.8
外磁感应强度 0.5mT ³⁾	I_b	I_n	1	1.5	2.0	3.0
附件工作 ⁴⁾	$0.05 I_b$	$0.02 I_n$	1	0.3	0.5	1.0
单费率或多费率计度器的机械负载 ⁵⁾	$0.05 I_b$	$0.02 I_n$	1	0.8	1.5	2.0
悬挂倾斜 3°	$0.05 I_b$	$0.02 I_n$	1	1.5	2.0	3.0
	I_b 和 I_{max}	I_n 和 I_{max}	1	0.3	0.4	0.5
注: 1) 电压范围从 -20% 至 -10% 和 $+10\%$ 至 $+15\%$ 时, 以百分数误差表示的改变量极限为上表规定值的 3 倍。 低于 $0.8U_n$ 时, 仪表误差可在 $+10\%$ 和 -100% 之间。 2) 电压的畸变因数应低于 1% 。 在同基波比较, 电流三次谐波在最不利的相位移条件下测量百分数误差改变量。 3) 外部 0.5mT 的磁感应强度由施加给仪表电压相同频率的电流产生, 并在最不利的相位和方向的条件						

下，仪表百分数误差的改变量不应超过本表规定值。 此磁感强度值可通过将仪表放置在圆形线圈中心处获得，该线圈平均直径为1m，矩形截面，相对于直径有较小的径向厚度，线圈为400安匝。 4) 指封装在表壳内的间歇通电的附件，如：多费率计度器的电磁铁。 为能正确接线，最好标出与辅助装置的连接方法。若：这种连接是插头和插座方式，则应是不可逆的。但是，在无上述标志或可逆连接的情况下，若仪表是在最不利的条件的连接下进行试验，误差改变量不应超出本表规定值。 5) 校准仪表时，此影响已被补偿。 6) 应在整个工作范围内确定平均温度系数。工作温度范围应分成多个20K宽的子范围，然后在这些范围内确定平均温度系数，在该范围中间的上10K和下10K进行测定。试验期间无论如何不要超出规定的工作温度范围。

表 50 起动电流

仪表	仪表等级			功率因数
	0.5	1	2	
直接接入	—	0.004 I_b	0.005 I_b	1
经电流互感器接入	0.002 I_n	0.002 I_n	0.003 I_n	1

测量电流应按逐增值或逐减值调整，电流线路应在每一电流值下维持足够的时间，以便于达到热稳定，相应的达到转速稳定。

此外，多相仪表应该：

- 按接线图上标出的相序；
- 电压和电流应基本平衡（见表 51）。

- d) 参比条件见表 52；
- e) 试验装置要求见 GB/T 11150-2001；
- f) 鼓轮式计度器仅是转动最快的鼓轮转动。

检查转子时，应使转子至少完整的旋转一转。

鼓轮式计度器的仪表，应在不超过 2 个鼓轮转动时进行试验。

7.6 试验结果的说明

由于测量的不确定度和其他参数可能影响到测量，某些试验结果可能落在表 47 和表 48 规定的极限值的外边。然而，如平行移动一次零线，移动量极限不大于表 53 规定值，所有试验结果落入表 47 和表

48 规定的极限内时，则仪表被认为合格。

表 51 电压和电流平衡要求

多相仪表	仪表等级		
	0.5	1	2
每一相电压（线与中线间）和线电压（线与线间）与对应的电压平均值之差不大于	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$
每一相电流与各相电流平均值之差不应大	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 2\%$
各相电流与对应的相电压间的相位移，它们相互间的差不应大于（不考虑功率因数）	2°	2°	2°

8 调整

一般情况下，应提供适当的调整装置。经用户和制造厂协议，制造厂可以生产无进一步调整装置的仪表。

装有调整装置的仪表，以及按本标准已调整好的仪表，至少应能按表 54 所示范围进行进一步的调整。

试验应按照 7.5 规定的条件进行。

表 52 参比条件

影响量	参比值	各级仪表允许的偏差		
		0.5	1	2
1 环境温度	参比温度， 无标记时为 23°C ¹⁾	$\pm 1^\circ\text{C}$	$\pm 2^\circ\text{C}$	$\pm 2^\circ\text{C}$
电压	参比电压	$\pm 0.5\%$	$\pm 1.0\%$	$\pm 1.0\%$
频率	参比频率	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.3\%$	$\pm 0.5\%$
相序	正相序（L1-L2-L3）	—	—	—
电压不平衡	所有的相被连接	—	—	—
2 波形	3 正弦电压和电流	畸变因数小于		
		2%	2%	3%
参比频率的外部磁感应强度	4 磁感应强度等于零	引起误差改变量不大于以下值的 磁感应强度值 ³⁾ ：		
		$\pm 0.1\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.3\%$
附件工作	无附件工作	—	—	—
工作位置	垂直工作位置 ²⁾	$\pm 0.5^\circ$	$\pm 0.5^\circ$	$\pm 0.5^\circ$

1)	在非参比温度的某一值(包括允许偏差)下进行试验,应通过相应的仪表温度系数校准试验结果。
2)	确定垂直的工作位置(见5.1)。 仪表的安装和装配应在下述条件下保证正确的垂直位置(前后及左右)。 - 表底由垂直的墙壁支承; - 基准边缘(如接线端座的下边缘),或标志在表壳上的基准线是水平的。
3)	试验包括: 对于单相仪表,首先将仪表同电网电源正常连接测定各项误差,接着将电流线路以及电压线路反向连接后测定各项误差。两个误差之差的一半即是误差改变值。由于外磁场相位未知,试验应在 $0.1 I_b$ 或 $0.05 I_n$ 、功率因数为1和 $0.2 I_b$ 或 $0.1 I_n$ 、功率因数为0.5条件下进行; 对于三相仪表,在 $0.1 I_b$ 或 $0.05 I_n$ 、功率因数为1条件下进行三次测量,在每次测量之后,电流线路和电压线路的连接改变 120° ,相序不改变。测定的每个误差与它们的平均值之间的最大的差值即是误差改变值。

表 53 误差零线平行移动的极限值

	仪表等级		
	0.5	1	2
允许零线移动 %	0.3	0.5	1.0

表 54 调整的最低范围

调整	电流值	功率因数	各等级仪表用百分数表示的转子转速调整的最低范围		
			0.5	1	2
制动元件	$0.5 I_{max}$	1	± 2.0	± 2.0	± 4.0
轻载	$0.05 I_b$	1	± 2.0	± 2.0	± 4.0
感性负载	$0.5 I_b$ 或 $0.5 I_n$	0.5感性	± 1.0	± 1.0	-
	$0.5 I_{max}$	0.5感性	-	-	± 1.0
注：对于多相仪表，应对每一驱动元件进行感性负载调整范围的检验，并在每一元件电流线路中的电流为基本电流的一半，并滞后于该元件的接线端电压60°的条件下测定，所有驱动元件的所有电压线路带有多相平衡电压，其均方根值等于参比电压，相序按接线图所示。					

附录 A

(资料性附录)

机电式电能表的脉冲输出装置

A.1 范围

本附录规定了机电式电能表（仪表）的脉冲输出装置（以下简称装置）的分类、技术要求、试验方法等。

A.2 分类

A.2.1 按脉冲输出方式分为：电接点式、接线端子式、光电偶合式。

A.2.2 按工作电源供给方式分为：内附电源式、外供电源式。

A.2.3 按电能表转动方向分为：单方向、双方向。

A.3 技术要求

A.3.1 机械要求

A.3.1.1 对以接线端子方式输出脉冲的装置应有单独的脉冲信号输出端或测试端子，端子应能从仪表的正面触及、能用测试设备监测、与仪表的测量电路隔离、有明显的标志图号并能在仪表的端子盖被封印后防止非授权人操作。

A.3.1.2 对以电接点方式输出脉冲信号的装置，电接点输出机构应保证脉冲信号不被反接，接触可靠。

A.3.1.3 以光电偶合输出脉冲信号的装置，要有确保光电信号可靠偶合的机构。

A.3.1.4 外供工作电源的装置，应有可靠的工作电源的输入端子，该端子应和仪表的接线端子组合在一起，但应与测量电路隔离并可清晰区分和标志。

A.3.2 电气要求

A.3.2.1 工作电源

内附工作电源在测量电路电压自额定值的 80%~115% 范围内变化时，应能保证装置产生的脉冲幅值和宽度符合本附录的要求，并不产生伪脉冲。

在使用外供工作电源时，装置的功率消耗应不大于 0.5VA，外供工作电源应有足够的负载能力，接上装置后，工作电源电压不应产生大于 10% 以上的电压降，并能保证装置在仪表正常工作时不产生大于相当于 0.01kWh 的脉冲量的改变。

电源的额定工作电压为：5V、12V、24V。

A.3.2.2 方向识别能力

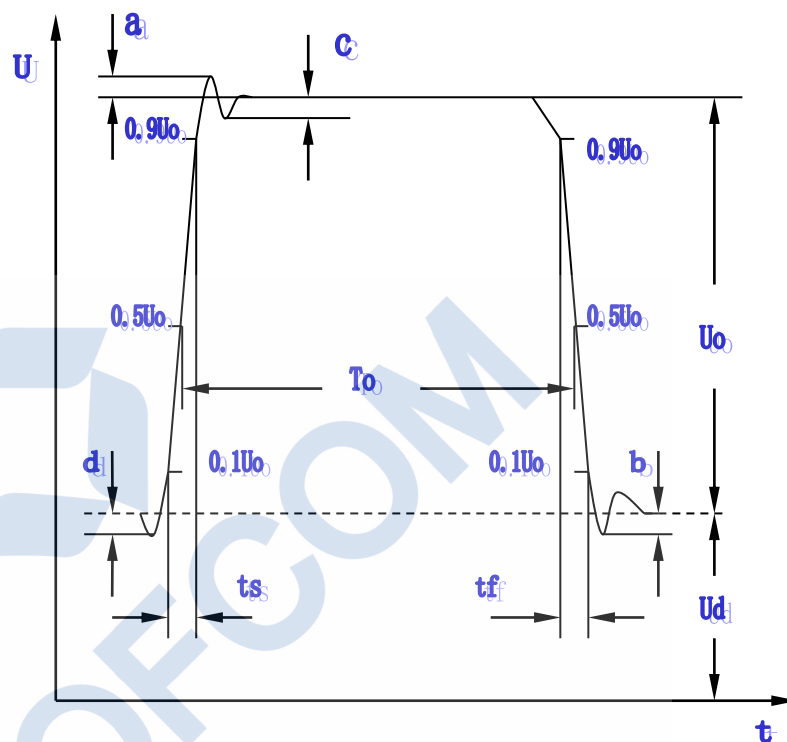
装置应具有方向识别能力，当仪表所测量的电能潮流方向改变（仪表转盘反转）时，应有方向识别信号输出。

对用于双向计量仪表的装置，当仪表所测量的电能潮流方向改变（仪表转盘反转）时，除输出方向识别信号外，并不应产生大于相当于 0.01kWh 的脉冲量的改变。

A.3.3 对脉冲信号的要求

A.3.3.1 脉冲信号的波形

装置输出的波形应为实际方波，如图1所示。脉冲前沿 t_s ，后沿 t_f ，延时应小于1ms，且不应有大于0.3U_o的抖动（毛刺）电压，脉冲前过冲值a与衰减振荡值c的波动范围应小于0.05U_o值。



图A.1脉冲信号波形图

图中： U_o ——脉冲幅值； U_d ——输出低电平（底值）； T_o ——脉宽；

t_s ——脉冲前沿； t_f ——脉冲后沿； d ——预冲值； a ——前过冲值；

b ——后过冲值； c ——衰减振荡值； $U_o + U_d$ ——脉冲顶值。

A. 3. 3. 2脉冲幅值

脉冲幅值一般应选用12V（或5V），也可使用24V（允许使用的最大值电压），允许偏差为 $\pm 5\%$ 。

当脉冲信号输出电流为额定值时，脉冲幅值的电压降不应超过额定值的10%，脉冲信号输出低电平应大于0.9V。

A. 3. 3. 3脉冲宽度

脉冲宽度应该是设定的，脉冲宽度优选值为：10ms，20ms，40ms，80ms。

脉冲宽度的允许误差为： $\pm 20\%$ 。

A. 3. 3. 4脉冲比率和脉冲常数

脉冲比率应在1，2，4，8，10中优选。

脉冲常数应与仪表标牌上的数值一致。

A. 2. 1 对脉冲输出电路的要求

A. 3. 4. 1以电接点或接线端子方式输出脉冲信号的输出电路应能保证输出标准幅值的电平和电流，有较高的抗干扰能力和高的可靠性。

脉冲输出阻抗应为： $80 \sim 120 \Omega$ ；

脉冲输出电路的延时时间常数应小于： $6 \sim 8 \text{ ns/m}$ ；

在规定的负载下，输出电流不小于 20 mA 。

A. 3. 4. 2以光电耦合方式输出脉冲的装置，输出信号的波长为： $800 \text{ nm} \sim 1000 \text{ nm}$ 之间（红外线）。在距离耦合器表面 $10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ 处的辐射强度在规定的基准表面（旋光区）上为：

ON 状态： $500 \leq E_e/T \leq 5000 \mu \text{ W/cm}^2$ ；

OFF状态： $E_e/T \leq 10 \mu \text{ W/cm}^2$ 。

其中： E_e/T 为辐射强度。ON状态为光电耦合器发射状态。OFF状态为光电耦合器不发射状态。

A. 2. 2 功率消耗

对于外供工作电源的装置的功率消耗应不大于 0.5 VA ；对于内附工作电源的装置的功率消耗应不大于 1.5 VA 。

A. 2. 3 影响量的影响

A. 3. 6. 1环境温度的影响

在仪表的极限工作温度范围内，装置的输出应符合C. 3. 3. 4的要求。

A. 3. 6. 2短时过电流影响

仪表经短时过电流试验后，装置的输出应符合C. 3. 3. 4的要求。

A. 3. 6. 3轻载影响

仪表在参比电压、参比频率和P. F. 1的条件下，当负载电流小于 $0.05 I_b$ （或 $0.05 I_n$ ），但不小于起动电流时，装置的输出应符合C. 3. 3. 4的要求，不产生伪脉冲。

在仪表进行潜动试验时，装置应不产生伪脉冲。

A. 3. 6. 4转盘摆动影响

当仪表转盘处于摆动状态时（转盘转动不超过 360° 的往复转动），装置的脉冲输出不应产生大于相当于 0.001 kWh 的脉冲量的改变。

A. 3. 6. 5脉冲取样频率的影响

当仪表在参比频率、参比电压、P. F. 1的条件下，负载电流在 $0.05 I_b$ （或 $0.05 I_n$ ） $\sim I_{\text{max}}$ 的范围内变化时，装置的输出应符合C. 3. 3. 1 $\sim$ C. 3. 3. 4的要求。

A. 3. 6. 6装置对仪表的影响

当仪表在参比电压、参比频率和P. F. 1的条件下，负载电流为 $0.05 I_b$ （或 $0.05 I_n$ ）时，装置对仪表的影响应符合表C. 1的要求。

表A. 1装置对仪表影响的误差极限

电流值	功率因数	各等级仪表相对误差改变量的极限值%		
		0.5	1	2
$0.05 I_b$	1	0.1	0.1	0.2
$0.02 I_n$	1	—	—	0.2

A. 3. 6. 7自然可见光影响

仪表在正常工作状态下打开表盖，将装置暴露在自然光源（或其他照明光源）之下，光照度为 16000 lx 的条件下，装置应正常工作，无伪脉冲输出。

A. 2. 4 电磁兼容性能（EMC）

A. 3. 7. 1抗电磁干扰的影响

装置与仪表共同经受EMC试验时,不应损坏,其输出应符合以下规定:

- a. 对0.5级仪表不产生相当于0.001kWh的脉冲量的改变;
- b. 对1和2级仪表不产生相当于0.01kWh的脉冲量的改变。

A. 3. 7. 2 无线电干扰的抑制

装置不应产生能干扰仪表或其他设备的传导或辐射的噪声。

A. 2. 5 电压降落和中断影响

装置为内附工作电源,当电网电压降落和短时中断时,装置的脉冲输出不应产生大于相当于0.001kWh(对于0.5级仪表)或0.01kWh(对于1或2级仪表)的脉冲量的改变。

电压恢复后,装置不应损坏。

A. 3 试验方法

A. 3. 1 装置的试验与仪表一起进行(第C. 3. 6. 1、C. 3. 6. 2、C3. 7. 1、C3. 7. 2条),有关装置的特殊要求按下述条文进行。

A. 3. 2 本附录第C. 3. 1. 1~C. 3. 1. 4条的试验以目测的方法检验。

A. 3. 3 对内附工作电源要求(第C. 3. 2. 1条)的试验,将测量电路电压由100%额定电压降低到80%,电流为基本电流,P.F. 1,用示波器和脉冲计数器测量脉冲输出端子,观察脉冲波形,计算脉冲数值;再将电压升至115%的额定电压,重复上述步骤。

对于外供工作电源,在未接装置前测量其输出电压,接上装置再测量其输出电压,并脉冲输出端脉冲数值,进行计算。

A. 3. 4 确定脉冲方向识别功能(第C. 3. 2. 2条)的试验

仪表在参比电压、参比频率、P.F. 1的条件下,电流电路加0.5I_b的电流,改变电流方向10次,观察正、反向计量和正、反向标志工作是否正常,用示波器观察波形,确定有无伪脉冲。

A. 3. 5 脉冲波形测试(第C. 3. 3. 1~C. 3. 3. 3条)的试验

装置的输出端为开路状态时,以记忆示波器测得装置的输出脉冲波形。测量波形的幅值、脉宽、前沿、后沿延时,观察脉冲波图形变化及毛刺电压等项,应符合第C. 3. 3. 1~C. 3. 3. 3条的要求。

A. 3. 6 脉冲比率与脉冲常数(第C. 3. 3. 4条)的试验

A. 4. 6. 1 确定脉冲比率试验

仪表在参比电压、参比频率、基本电流和P.F. 1的条件下,测量脉冲数的同时记录转盘的转数,按公式(1)计算脉冲比率。

$$Bm = \frac{N}{n} \dots\dots\dots (1)$$

式中: N——测得的脉冲数(imp);

n——记录的转盘转数(r)。

每次测量取n=10,取五次测量的平均值,应符合确定的脉冲比率数(imp/r)。

A. 4. 6. 2 确定脉冲常数试验

仪表在参比电压、参比频率、基本电流和P.F.1的条件下，同时测量输入仪表的电能量值（由仪表的示值读取）和装置输出的脉冲数，核算脉冲数与电能读数，应符合公式（2）的关系。

$$C_m = \frac{M}{E_r} \dots\dots\dots (2)$$

式中：C_m——仪表确定的脉冲常数（imp/kWh）；

M——测得的装置的脉冲数（imp）；

E_r——测得的仪表电能示值（kWh）。

计算出的C_m值应与仪表标牌上确定的脉冲常数相同。

A. 3. 7 对脉冲输出电路的要求（第C. 3. 4条）试验

A. 4. 7. 1对以电接点和接线端子方式输出的电路（第C. 3. 4. 1条）的试验

装置在正常工作状态下，保证其输出电压，其输出端接入电阻负载，在输出电流≤20mA的情况下测量下列参数：

- a. 脉冲电压幅值；
- b. 输出低电平；
- c. 观察脉冲波形上升沿、下降沿的变化，交流分量及衰减振荡的变化。

A. 4. 7. 2对光电耦合方式输出的电路（第C. 3. 4. 2条）

用红外光辐射强度计在输出平面10mm处测量辐射强度。

A. 3. 8 功率消耗（第C. 3. 5条）

在测量仪表功率消耗的同时，以同样的方法测量装置的功率消耗。

A. 3. 9 轻载影响（C. 3. 6. 3）

仪表在参比电压、参比频率、P.F.1的条件下，在负载电流小于0.05I_b（或0.05I_n），但大于起动电流时，用脉冲计数器和示波器检测脉冲输出端的输出波形和脉冲数值。

A. 3. 10 确定转盘摆动影响（C. 3. 6. 4）试验

仪表在参比电压、参比频率、P.F.1的条件下，在负载电流为0.1I_b（或0.1I_n）时，反复改变通入电流电路的电流方向，使仪表转盘往复转动（不超过360°），测量脉冲输出数值。

仪表转盘往复转动次数应不少于10次。

A. 3. 11 确定脉冲取样频率影响（第C. 3. 6. 5条）试验

仪表在参比电压、参比频率、P.F.1的条件下，当负载电流为0.1I_b（或0.1I_n）~ I_{max}.范围内任意值时，用脉冲计数器和示波器测量装置输出端，观察脉冲波形、计算脉冲数值。

对光耦合输出方式输出的装置，测量耦合器接收的脉冲数。

A. 3. 12 确定装置对仪表影响（第C. 3. 6. 6条）试验

仪表在参比电压、参比频率、P.F.1的条件下，当负载电流为0.05I_b（或0.05I_n）时，切断装置电源，测量仪表误差R_{m2}。然后在同样的条件下，接通装置电源，使其处于工作状态，再次测量仪表误差R_{m1}，计算两次误差的变差（R_{m2}-R_{m1}）。

A. 3. 13 确定自然可见光影响（第C. 3. 6. 7条）试验

仪表在正常工作条件下打开表盖，将装置暴露在自然光源（或其他可见光源）之下，光照度为16000 lux，测量脉冲输出。

A. 3. 14 电压降落和短时中断影响（第C. 3. 8条）试验

在下列条件下进行试验：

仪表各电压电路接参比电压，电流电路无电流。

a. 电压中断为 $\Delta=100\%$;

中断时间：1s;

中断次数：3次;

中断间隔：50ms。

b. 电压中断为 $\Delta=100\%$;

中断时间：20ms;

中断次数：1次。

c. 电压降落 $\Delta=50\%$;

降落时间：1min;

降落次数：1次。

测量脉冲输出量值，进行计算。

附录B

（资料性附录）

推荐的试验顺序表

序号	试验项目	技术要求	试验方法
----	------	------	------

1	绝缘性能要求	7.3	7.3.1
1.1	脉冲电压试验	5.6	7.3.2
1.2	交流电压试验	7.4	7.3.3
2	准确度要求	8	8.5、8.6
2.1	仪表常数试验	8.4	8.4
2.2	起动试验	8.3.1	8.3.1
2.3	潜动试验	8.3.2	8.3.2
2.4	电流改变引起的误差试验	8.1	8.1
2.5	影响量引起的误差改变试验	8.2	8.2
3	电气要求	7	7
3.1	功率消耗试验	7.1	7.1
3.2	短时过电流影响试验	7.2	7.2
3.3	自热影响试验	7.3	7.3
3.4	接地故障抗扰度试验	7.4	7.4
3.5	温升试验	7.2	7.2
4	电磁兼容（EMC）试验（对有电子功能装置的仪表）	7.5.1	7.5.1
4.1	无线电干扰抑制	7.5.8	7.5.2
4.2	快速瞬变脉冲群抗扰度试验	7.5.4	7.5.3
4.3	阻尼振荡波抗扰度试验	7.5.7	7.5.4
4.4	射频电磁场抗扰度试验	7.5.3	7.5.5
4.5	射频场感应传导骚扰的抗扰度试验	7.5.5	7.5.6
4.6	静电放电抗扰度试验	7.5.2	7.5.7
4.7	浪涌抗扰度试验	7.5.6	7.5.8
5	气候影响试验	6.3	6.3
5.1	干热试验	6.3.1	6.3.1
5.2	低温试验	6.3.2	6.3.2
5.3	交变湿热试验	6.3.3	6.3.3
5.4	阳光辐射试验	6.3.4	6.3.4
6	机械性能试验	5.2.2	5.2.2
6.1	振动试验	5.2.2.3	5.2.2.3
6.2	冲击试验	5.2.2.2	5.2.2.2
6.3	弹簧锤试验	5.2.2.1	5.2.2.1
6.4	防尘和防水试验	5.9	5.9
6.5	耐热和阻燃试验	5.8	5.8

2.6 交流电测量设备通用验收检验方法

1 范围

本部分中规定的通用验收检验方法适用于生产和供给批量不低于 50 只的新制造的电能表。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本文件的引用而成为本文件的条款。

GB/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划（ISO 2859-1:1999, IDT）

GB/T 2828.2—2008 计数抽样检验程序第2部分：按极限质量（LQ）检索的孤立批检验抽样方案（ISO 2859-2:1985, NEQ）

GB/T 2828.3—2008 计数抽样检验程序第3部分：跳批抽样程序（ISO 2859-3:2005, IDT）

GB/T 3358.2—2009 统计学词汇及符号第2部分：应用统计（ISO 3534-2:2006, IDT）

GB/T 4882—2001 数据的统计处理和解释正态性检验（ISO 5479:1997, IDT）

GB/T 6378.1—2008 计量抽样检验程序第1部分：按接收质量限（AQL）检索的对单一质量特性和单个 AQL 的逐批检验的一次抽样方案（ISO 3951-1:2005, IDT）

ISO 3951-2:2006 计量抽样检验程序第2部分：按接收质量限（AQL）检索的独立质量特性的逐批检验的一次抽样方案通用技术规范

3 总则

注：本章基于 ISO/TR 8550-1、ISO/TR 8550-2 和 ISO/TR 8550-3。

3.1 验收检验的目标

当仪表作为供给物提供时，生产方和使用方都可使用验收抽样程序，以使他们对具有可接收质量的产品感到满意。一方面，生产方会

寻求保持良好质量信誉和降低保质期索赔的可能性，而又不产生不必要的生产和供应成本；另一方面，使用方会要求以最低的成本来充分证实，其所接收的产品符合规范。相比 100%检验而言，合适的抽样方法通常有助于实现这些目的。

有几种抽样系统、计划和方案适用于这些目的。本部分从相关 ISO 标准中做出的选择，被认为适合于 SAC/TC104/SC1 范围内的电测量设备。

若有必要，也可以从相关 ISO 标准中选择其它抽样系统、计划和方案。

抽样系统、计划或方案的选择取决于若干条件和当时的环境，在任何供应情况中，最重要的事情是，让使用方与生产方都理解并同意产品放行和接收的要求和基本原则，包括要使用的任何验收抽样方法。

未被接收的批会给生产方和使用方都造成困扰。生产方会在返工、报废、检验增加、声誉受损和可能的销售损失中产生额外的成本，而延期交付和重新检验的费用会成为使用方的负担。因此，通常认为，生产方有必要提供接收概率非常高（即 95%，或更高）的产品，生产方必须确保生产或交付过程的质量控制，以提供有足够质量保证的批，来这实现这一目标。一些验收抽样检验计划的基本原则就是促进合格质量批的生产。

这些计划的主要目的不是区分批是否可接收（即分类），而是维持生产过程受控，以获取可接收的过程平均质量。尽管所有验收抽样方案都有一定程度的鉴别力，但为确保非常高的接收概率，过程平均

质量（用不合格数或不合格百分数术语表示）不宜高于接收质量限的一半。

注：ISO/TR 8550- 1 的第 4 章描述了验收抽样的一些弊端和用法。

3.2 验收抽样方案、计划和系统

验收抽样方案是一套确定受检批及其可接收性的规则。方案约定样本中单位产品（或单元）的数量（根据产品规范从受检批中随机抽取这些样本）。然后根据检验结果与验收抽样方案的中判定准则的比较情况，作出批“接收”或“不接收”的判定。

有时，当受检批系列很长时，抽样程序可能会要求从一种抽样方案转换为另一种抽样方案，这取决于当前和先前抽样结果。从一种抽样方案转移到另一种方案（也可能转移回来）的抽样程序称为抽样计划。若产品质量出现持续低劣时，抽样计划也可能要求停止检验，使用方则可能转移到另外的供应商，如果可以的话，或开始 100% 筛查，直到供应商能充分改善其生产过程以生产出可接收的产品为止。

抽样方案和相关抽样计划的集合构成抽样系统，抽样系统通常按某种方式进行检索（如：批量、检验水平和接收质量限）。

3.3 使用标准抽样方案的实用和经济优势

规范编写所涉及的那些方面，有助于提供统计学上合理的抽样程序。由于大的批量有规模经济效益，本部分中的抽样计划将样本量与批量联系在一起。

由于本部分对检验期间发现的不合格以及首次拒收后再提交批

的处理控制都进行了规定，因此，除了对样本选择方法的管理外，通常宜引用本部分。此外，大多数抽样系统均含有内建的转移规则（如从“正常检验”到“加严检验”，或“放宽检验”），以便在质量变差或质量改善时调整抽样方案。

抽样涉及风险，很自然地，有关各方都试图使其风险最小化。从理论上讲，这些风险是商定的抽样方案和质量水平的函数，与行业或产品无关。实践中，通过控制生产过程和提高质量水平能降低这些风险。

虽然不能被消除这些风险，但通过使用现代统计技术，能精确地计算和经济地评估这些风险。因此，在产品/过程规范中规定统计学上合理的接收准则，和尽可能利用广泛适用的抽样基础参考标准，对所有各方都是有益的。

验收抽样的动机主要是经济上的：从批中抽取样本进行检验，通常是以付出小的代价来获得满意的接收批的质量，该质量借助两种压力来实现：

——优质批和劣质批不同接收概率的纯统计学压力；

——当采购系列批时，由于质量低劣，频繁地批拒收以及转移到加严检验或停止检验的商业压力。

验收抽样检验的有关问题涉及到明白无误地定义：用于判定大量供应的非连续个别产品的准则、批接受准则、制造过程期望的质量水平、抽样方案的鉴别力以及批拒收时要遵循的规则。然而，最重要的是，必须设计抽样计划，便于容易在购货合同中援引，本部分所述的

抽样方案能够有效地做到这一点。

3.4 各方协定

过程中涉及的各方：生产方、使用方和负责部门（视情况而定的）。

在选择验收方法、抽样系统、抽样计划和抽样方案之前，各方宜就下列内容达成一致：

——仪表遵循的规范。这是必要的，因为双方的所有交易都必须有协议，来明确什么是合格品，什么是不合格品。对 GB/T17215.8 的验收检验特殊要求中的各仪表类型，这些要求的是固定不变；

——确定产品验收是采用验收个别单位产品，还是采用集体验收单位产品检验批（对个别产品进行抽样验收行不通），当仪表的数量不多时，可使用个别单位产品的验收；

——当进行基于批的验收时，供需双方的协议需要包括：

——产品符合性准则；

——批接收的准则；

——批拒收的准则；

——要使用的验收抽样系统、计划或方案。

后者宜基于生产方和使用方能共同接收的风险因子。

供应商要懂得对各种质量水平、其所提供的批被接收的概率，商定使用的验收抽样系统、计划或方案；同样地，顾客要懂得通过抽样系统、计划或方案提供防止接收到劣质产品的保护。

3.5 抽样计划与抽样方案的选择

本部分规定了下列抽样检验的方法：

- 逐批计数检验;
- 孤立批计数检验;
- 跳批检验;
- 逐批计量检验。

选择过程如图 1 所示。

此外，对于小批量产品或必须中断抽样检验时，可使用 100% 检验。

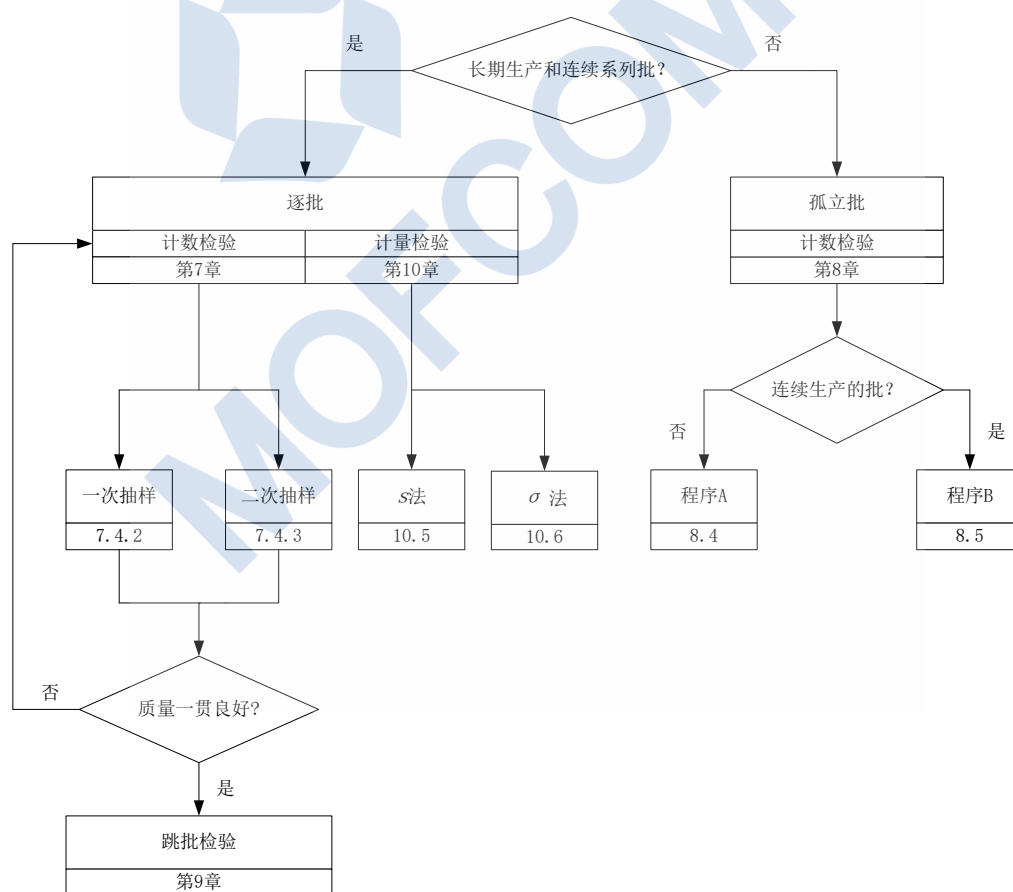


图 1 抽样计划和方案选择流程

3.6 影响选择的考虑

3.6.1 长期和短期生产运行

第 5 章、第 7 章和第 8 章中的程序主要用于周期足够长的连续系

列批，以便允许应用转移规则，这意味着“长期”的生产运行。

第 6 章包含极限质量 (LQ) 方案，第 5 章中的转移规则不适用时能使用该方案，这些方案主要用于单一批或“孤立”批，这意味着包含“短”系列的检验批或“短期”的生产运行。

为了证明“长期”生产运行，当“质量为不满意”时，转移规则有合理发挥作用的机会，这一准则是明确的。

没有任何其他说明时，宜将少于 10 个连续检验批的生产视为“短期运行”，并使用第 6 章中的方案。然而，不宜为了创造“长期运行”而将批任意细分。

实际要考虑的因素是，是否有证据表明，稳定的过程平均已经建立且持续存在。

3.6.2 逐批检验

逐批检验是以系列批提交的产品检验。

若在生产期间进行系列批验收，在后续批制造之前，能够利用先前各批的检验结果，因此做过的检验有可能对随后的生产质量产生有利影响。被提交和检验的批宜与制造的批为相同系列，并宜及时进行检验。一个批中获得的信息可表明过程是否出现恶化，多个系列批中获得的信息则能用于援引转移程序，该程序会在过程恶化时要求采用更严格的抽样程序，这很重要，因为在长期的生产运行中，它为使用方防止劣质产品提供了最好的保护。

若质量持续低劣，那么，在更严格的抽样操作中，会有更多的批被退回生产方进行挑选，这种加严抽样会增加可接收批被判定为拒收

的生产方风险。识别产品质量可能恶化，为开始纠正措施发出信号。

若产品质量比商定的质量好很多，使用方可(征得负责部门许可)选择采取放宽抽样或跳批抽样。

3.6.3 孤立批检验

有时，可能要对一个孤立批、几个孤立批或每次生产完成后贮存的批进行验收检验，在这些情况下，没有足够的机会援引转移规则，从而影响提交的质量。

若提交的是单个批，则需要了解该批是否为提交给其他顾客的许多类似批中的一批，其构成的材料是否来自受控过程。

3.6.4 计数与计量

验收抽样标准通常描述计数检验或计量检验的程序，关键是决定使用其中哪一种。

计数检验包括检查产品或产品的特性、并按“合格”或“不合格”来区分产品，批接收的准则基于对随机样本中发现的不合格品数量进行计数。当待检特性不能在连续尺度上进行测量时，应使用计数检验；虽然待检特性能够在连续尺度上进行测量，但不能假设测得值为正态分布时，也应使用计数检验。

计量检验包括选择大量产品的随机样本和测量特性，因此不仅可以获得有关特性是否在确定范围内的信息，也能获得其特性真实值有关的信息。批接收与否的判定基于均值的计算和测量的变化性。仅当批的生产是连续的、且能假设该变量为正态分布时，才能使用计量检验。更多正态分布方面的信息，参见 ISO 8550-3 第 3 章。

若某些假设是正确的，计量法的优势在于，达到给定的防止误判的保护程度，所要求的样本量普遍比计数法少。此外，计量法还提供了更多的信息，诸如质量是否受到过程平均、过程波动或二者同时引起的不利影响。

计数法的优点是，它更稳健，从这个意义上讲，它不受假设的分布形态影响，使用更简单。由于这些理由，使用计数抽样法造成的更大样本量和间接增加成本可能变得合情合理。另外，计数抽样计划可能容易被检验人员理解而更乐意接受。对这种“短期运行”或带有“孤立”性质的批，为避免对正态分布的假设、人员能力缺乏或检查困难，甚至在某种程度上建议，将对属性的测量转换为计数抽样。

3.6.5 一次抽样和二次抽样

对于大多数一次抽样方案，有可能找到与其操作特性曲线（见3.9）相近的二次抽样方案。

选择一次抽样还是二次抽样取决于，采用二次抽样的管理难度和降低检验成本所获得的优势之间的平衡。

在本部分中选择的二次抽样方案仅用于计数检验。

3.6.6 “s 法”和“ σ 法”

若过程标准差（ σ ）未知，可以通过相应的样本标准差（s）来估计。基于 s 的验收抽样程序统称为“s”法。反过来，基于 σ 的验收抽样程序统称为“ σ ”法。

在“ σ ”法下，质量统计值的不确定度较小，通常会导致要求较小的样本量，在大批量的情况下更是显著如此。

注：过程标准差（虽然从来没有确切地知道过），有时为了实用目的，可能被认为足够准确。

参见 8.2。

3.7 不合格与不合格品

对 100%检验和计数检验，与规定的产品特性、属性或性能要求的任何不符合都用不合格表示。不合格品可有一个或多个不合格项。认定“不合格”并不一定意味着产品的单元不能用于预期目的。

给定数量的仪表质量以不合格百分数表示。

3.8 不合格的分类

本部分区分了关键不合格项和非关键不合格项。

不同类型仪表的各种关键和非关键不合格分类，在规定验收试验特殊要求的相关标准中规定。

对非关键不合格项，可使用带有 3.11 规定的 AQL 或 LQ 值的计量检验或计数检验（使用一次抽样或二次抽样方案）。

对关键不合格项，只有使用 100%检验，建立没有不合格品的批，才是令人满意的。

为允许抽样检验，已经选择对所有样本量、其接收数均等于 0 的、使用一次抽样方案的计数检验，样本量越大，表现出的 AQL 越小。

3.9 操作特性（OC）曲线

注：本条基于 ISO/TR8550-1 的 8.3

操作特性（OC）曲线是一种“功效曲线”，它表明了根据接收和不接收批，期望要任何特定抽样方案做什么。OC 曲线针对特定的抽样

方案，每种可能的方案都有它自己的曲线。

在计数抽样检验和过程稳定的长期生产运行条件下，OC 曲线给出了特定质量的批会被接收的比率；在孤立批或个别批的情况下，OC 曲线表明给定质量的特定批的接收概率。

在计量抽样检验的情况下，OC 曲线表明接收批的平均百分比，但不表明特定批的接收概率。对一个特定的批，可能偶然会出现无不合格品的批被拒收的情况，同时，具有给定高不合格品率的个别批实际拒收概率可能比全过程 OC 曲线所显示的小。

5.6、6.5 和 8.14 中分别给出了本标准所选抽样方案的 OC 曲线。

3.10 生产方风险（PR）和使用方风险（CR）

因为样本仅由全体受检批的一小部分构成，生产方和使用方双方都涉及到抽样风险。偶尔由于随机抽取的被检样本没有反映该批的真实质量，“良好”的批可能被拒收。这种偶然发生的风险称为“生产方风险”（PR）。反过来，因为样本中的可用数据有限，“劣质”的批可能通过检验，这种不测事件称为“使用方风险”（CR）。

若质量良好，生产方期望高接收概率；而若质量不好，使用方则想要低接收概率。

对本标准所选的抽样方案，5.10 和 8.15 示出了给定 CR 值的使用方风险质量（CRQ）值，分别用于逐批计数检验和计量检验。

类似地，5.11 和 8.16 示出了生产方风险值。

OC 曲线及表格也示出了改变为加严检验后的效果：生产方风险增加而使用方风险降低。

双方减少风险的方法是：

——改善产品质量；

——增加批量。

3.11 AQL、PRQ、LQ 和 CRQ

在本标准中，可以认为 AQL 和 PRQ 是同义的，对于抽样检验，它们都是能够容忍什么质量的指数，区别在于，PRQ 关联一个规定的小 PR，而 AQL 代表（未规定的）PR 小的质量水平。

与 AQL 和 PRQ 类似，认为 LQ 和 CRQ 是等效指数，对于抽样，指数规定的值表示“令人不快的”的质量水平只有很小的接收机会。

AQL 和 LQ 值都用于检索抽样方案。

GB/T 2828.1、GB/T 2828.3 和 ISO 3951-2 标准定义了 AQL 值的首选系列，对非关键不合格项，本部分规定 $AQL = 1.0\%$ 。

限制：AQL 的指定并不意味着供应商有权故意提供任何产品的不合格品

类似地，GB/T 2828.2 定义了 LQ 值的首选系列，对非关键不合格，本部分规定 $LQ = 5.0\%$ 。

注：有关各方可以协商其它标准的 AQL 和 LQ 水平。适用的抽样方案能在相关的 ISO 标准中找到。

3.12 正常检验、加严检验和放宽检验的转移规则

规定 AQL 时，理想情况是有这样一个系统，当其质量优于 AQL 时，批总是被接收，而其质量劣于 AQL 时总是不被接收。这种理想情况任何抽样方案都无法达到，为满足生产方和使用方双方的要求，需要某

些妥协。

采用的方法是将正常检验和加严检验及规则结合在一起,该规则确定何时从一种检验转移到另一种检验,又在何时转移回来。

检验开始时使用正常检验,无论何时,若抽样结果表明,过程平均可能比 AQL 差时,则开始加严检验。若质量得到改善且可能优于 AQL 时,恢复正常检验。但是,若加严检验没有及时促进生产方改进生产过程时,应停止抽样检验。

若要保持提供 AQL 所指的保护,则加严检验和停止检验规则是一个整体,因此也是本标准的强制程序。

有时,有证据表明,产品质量始终优于 AQL。出现这种情况且有理由相信,良好的生产将会继续时,可使用放宽检验抽样方案或跳批抽样方案,但这种做法不是强制的(由负责部门自行决定)。

5.5 和 8.10 中规定转移规则的详细操作,并在图 2 中概略地示出。

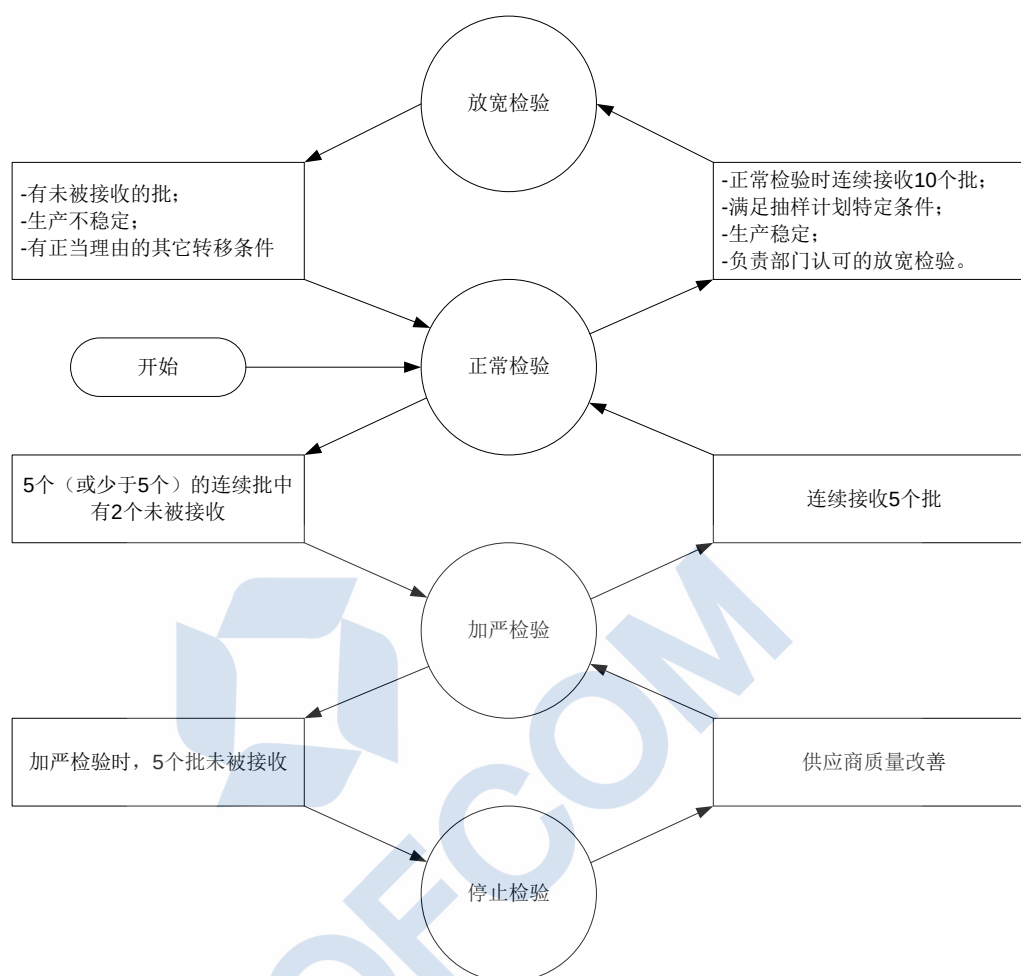


图2 转移规则略图

3.13 检验水平

检验水平是一个与抽样计划的检验数量相关、反映样本量与批量关系的指标，并以此来区分质量的“好”与“差”。

通常使用检验水平Ⅱ。

为满足较小批量选择性要求，可使用检验水平Ⅲ。

当在正常、加严和放宽检验之间转移时，已规定的检验水平应保持不变。

3.14 样本量字码

抽样方案由样本量字码标识。

了解选择操作特性曲线的要求，就能选择样本量字码，据此即能确定检验水平和批量。

使用逐批计数检验法进行检验（ $AQL = 1.0$ ，一次抽样方案）

各方商定，若质量好到不合格率为 1% 时，接收概率至少应为 95%，若质量差到不合格率为 7% 时，接收概率应低于 10%。从图 3 所示的 OC 曲线和表 9 中会发现，满足这些要求的第一个样本量字码为 J，根据表 2，检验水平 II 的批量为 501 ~ 1200 或更大，而检验水平 III 的批量为 281 ~ 500 或更大。

3.15 检验地点

逐批检验时，将结果反馈给制造过程是有必要的，因此，应在生产方的场所进行检验，但不能在对产品进行调整的试验台上进行。

在孤立批检验的情况下，应按共同协定进行检验：

- 在生产方的场所，但所在的试验台不同于进行调整的试验台；
- 在使用方试验台上；
- 在其它商定的试验台上。

3.16 验收检验的产品提交

产品应组合成可识别的批，只要有可能，每批应基本上由在同一时间、同样条件下生产的单一型式的单位产品组成。

批的形成、批量和每一批应由生产方演示和识别的方式，应得到（或依据）使用方或负责部门的指定或批准。必要时，制造商应为每批提供足够而且合适的贮存空间、正常识别和演示所需的设备以及进行抽样所要求的全部人员。

3.17 样本的抽取

在验收抽样中，批的判定基于样本质量，因此，样本需要有代表性，所需要的样本是随机的，而不是有偏向的。

使用表 A.1 选择随机样本，并按仪表生产编号组成批。

从批量 5000 中抽取样本量 8，批中物品用 1~5000 的数字进行编号。从表 A.1 的第一列顶部开始，抽取编号为 110、4148、2403、1828、2267、2985、4313 和 4691 的物品作为样本（编号为 5327、5373、9244 等相应物品没有出现在批中，忽略）。

关于随机抽样数表的使用，宜注意下列：

——始终从第一列开始是不正确的，对要抽取的每个样本，最好的方法是，从任意点开始，要么上下贯穿列，要么左右贯穿行。

——没有必要都按 4 位数字来读取编号，若批量为 1000 或更小，前三个数字就足够了，按 11、532、537 等读取，有时两个数字就足够，有时会要求多于 4 个数字，要多要少根据需要组合。

3.18 批的可接收性

批的可接收性应由一个或一组抽样方案来确定。

各方应商定，如何处理拒收批，这些批可以报废、分选（有无要被替换的不合格品）、返工等。

即使批已经被接收，仍保留有拒收的权力，拒收在检验期间发现不合格的任何单位产品，不论该单位产品是否构成了样本的一部分。需要时，还应打开仪表检查。发现不合格的单位产品，可根据双方商定的方式，进行返工或由合格品替换，并根据协议重新提交检验。

在所有产品经过重新检测或重新试验，所有不合格品已经剔除或用合格品替换掉，或所有不合格项已经被纠正，从而得到顾客满意之前，不应再提交批。各方应商定，需要重新检验的是所有特性，还是只有最初未接受的特性。逐批检验时，各方应商定是使用正常检验还是加来检验。

4 100%检验

4.1 本方法的应用

本方法应适用于：

- 抽样方案不适用或鉴别力不充分的小批；
- 使用接收数为 0 的抽样方案未获负责部门批准的关键不合格项；
- 抽样检验结果表明，要求的过程质量未达到时，见 5.5.6 和 8.11；
- 当各方均同意使用 100%检验时。

4.2 批量和接收数

100%检验按计数法进行，批量和接收数见表 55。

表 55 100%检验的接收数 A_c

不合格分类	批量 N	每个单一特性的接收数 A_c
关键不合格	—	0
非关键不合格	50 ~ 149	1
	150 ~ 149	2
	150 ~ 349	3
	350 ~ 449	4
	450 ~ 549	5
	550 ~ 649	6
	650 ~ 749	7
	750 ~ 849	8

	850 ~ 949	9
	950 ~ 1000	10
对各批量范围正中间的数量而言，这些接收数相当于1%的不合格率。		

4.3 接收和不接收

除 3.18 外，下列均适用。

若有下列情况，该批被接收：

没有产品发现有任何关键不合格项（ $A_c=0$ ）；

发现非关键不合格的仪表数量少于或等于接收数 A_c ；

非关键不合格项的累积数不超过两倍的接收数 A_c 。

否则，该批应被视为不接收。

试验仪表数为 100 只，结果如下：

没有仪表发现有关键不合格品项；

发现一只仪表有非关键不合格，该仪表显示有两个非关键不合格项；

该批被接收。

若该表已有 3 个非关键不合格项，则该批必须拒收。

5 逐批计数检验

5.1 方法的应用

这里所述的用于逐批计数检验的抽样计划基于 GB/T 2828.1。

这些计划拟用于连续系列批（也就是一个足够长的系列），以便允许应用 5.5 中所述的转移规则，这些规则提供：

——宜在检测到质量恶化时，对使用方进行保护（通过转移到加严检验或停止抽样检验）；

——宜在持续达到良好质量时，鼓励（负责部门自行决定）降低检验成本（通过转移到放宽检验）。

当满足第 7 章的要求时，可由跳批抽样替代放宽检验。

孤立批检验，见第 6 章。

5.2 样本的抽取

样本的抽取可在批生产期间进行，也可以在批生产完成后进行，无论哪种情况，样本的选择均应符合 3.17。

使用二次抽样时，第二样本应从同一批剩余产品中挑选。

5.3 检验水平

一般应使用检验水平 II。检验水平 III 提供了更高的鉴别力，而二次抽样方案适用于更小的批。

5.4 抽样方案

5.4.1 获取抽样方案

应分别从表 2 中获得一次抽样方案或从表 7 中获得二次抽样方案。

注：若有正当理由且负责部门同意，可从 GB/T 2828.1 中选择其它抽样方案。

当给定的样本量字码没有可用的抽样方案时，该表格会指向另一个字码，要使用的样本量由新的样本量字码（不是由原来的字码）确定。

当给定样本量字码有一种以上的方案（不论是一次抽样还是二次抽样）可用时，可以任选一个使用。方案类型的决定应基于管理难度和适用方案的平均样本量之间的比较结果。

5.4.2 一次抽样方案

5.4.2.1 非关键不合格项

表 2 中包含了 $AQL = 1.0$ 的非关键不合格项的一次抽样方案，按样本量字码索引，用于正常、加严和放宽检验。

表 56 正常、加严和放宽检验的一次抽样方案 ($AQL = 1.0$)

检验水平对应的批量		样本 量 字 码	正常检验 和 加严检验 的 样本量 n	正常检验		加严检验		放宽检验		
II	III			A_c	R_c	A_c	R_c	样 本 量 n	A_c	R_c
51 ~ 90	—	E	13	0	1	↓	↓	5	0	1
91 ~ 150	51 ~ 90	F	20	↑	↑	0	1	8	↑	↑
151 ~ 280	91 ~ 150	G	32	↓	↓	↓	↓	13	↓	↓
281 ~ 500	151 ~ 280	H	50	1	2	↓	↓	20	↓	↓
501 ~ 1 200	281 ~ 500	J	80	2	3	1	2	32	1	2
1 201 ~ 3 200	501 ~ 1 200	K	125	3	4	2	3	50	2	3
—	1 201 ~ 3 200	L	200	5	6	3	4	80	3	4
注： 表中值取自GB/T 2828.1的表1、表2-A、表2-B和表2-C。若负责部门同意，可以使用更大的批量，相应抽样方案可从所引用的各表中选择； 对正常检验和加严检验，样本量相同； A_c =接受数； R_c =拒绝数； ↓表示抽样方案不适用，使用箭头下面的第一个抽样方案； ↑表示抽样方案不适用，使用箭头上面的第一个抽样方案。										

批量 80，商定检验水平 II，样本量字码 E。正常检验和放宽检验有可用的抽样方案，而对加严检验，本表指向字码 F，这样就得出了表 57 所示的抽样计划。

表 57 示例 1 (批量 80、检验水平 II)

	正常检验	加严检验	放宽检验 (可选)
样本量字码	E	F	E
样本量 n	13	20	5
接收数 A_c	0	0	0
拒收数 R_c	1	1	1

在本例中，三个方案的接收数相同，加严检验是通过增加样本量来实现的，而对放宽检验，则减少样本量。

批量 400，商定检验水平为 II，样本量字码为 H。正常检验有可用的抽样方案，而加严检验和放宽检验，本表指向字码 J，这样就得出了表 58 所示的抽样计划。

表 58 示例 2（批量 400、检验水平 II）

	正常检验	加严检验	放宽检验（可选）
字码	H	J	J
样本量 n	50	80	32
接收数 A_c	1	1	1
拒收数 R_c	2	2	2

同样，三个方案的接收数相同，加严检验是通过增加样本量来实现的，而对放宽检验，则减少样本量。

批量为 800，商定检验水平为 III，样本量字码为 K。正常、加严和放宽检验均有适用的抽样方案，且具有相同的字码，这样就得出了表 59 所示的抽样计划。

表 59 示例 3（批量 800、检验水平 III）

	正常检验	加严检验	放宽检验（可选）
字码（来自表 2）	K	K	K
样本量 n	125	125	50
接收数 A_c	3	2	2
拒收数 R_c	4	3	3

加严检验的样本量与正常检验相同，但接收数变少；而放宽检验的样本量和接收数都变少了。

5.4.2.2 关键不合格项

对关键不合格项，选择了 0 接收数的抽样方案，抽样方案见表 60。

表 60 关键不合格项的一次抽样方案 ($A_c=0$)

检验水平对应的批量		样本 量 字 码	正常检验		加严检验	放宽检验
II	III		样本量 n	AQL	样本量 n	
51 ~ 90	—	E	13	1.0	20	8
91 ~ 150	51 ~ 90	F	20	0.60	32	13
151 ~ 280	91 ~ 150	G	32	0.40	50	20
281 ~ 500	151 ~ 280	H	50	0.25	80	32
501 ~ 1 200	281 ~ 500	J	80	0.15	125	50
1 201 ~ 3 200	501 ~ 1 200	K	125	0.1	200	80
—	1 201 ~ 3 200	L	200	0.065	315	125

表中值取自 GB/T 2828.1 的表 1、表 2-A、表 2-B 和表 2-C。若负责部门同意，可以使用更大的批量，对应的抽样方案可从所引用的各表中选择。

对 $AQL = 1.0$ 的检验，与正常检验的样本量字码 F 和 G 对应的方案是不适用的，但 $A_c=0$ 时适用。

关键不合格项的正常检验样本量与非关键不合格项的相同，加严检验时加大样本量，而对放宽检验时样本量降低一级。

可以看出，随着样本量的增加，显示出 AQL 值从样本量字码 E 的 1.0 开始下降，到大样本量时达到一个非常低的值。

因此，仅当负责部门同意时，才可使用小样本量的 0 接收数抽样方案，否则应使用 100% 检验。

5.4.3 二次抽样方案

表 7 包含了 $AQL = 1.0$ 的非关键不合格项的二次抽样方案，按样本量字码索引，用于正常、加严和放宽检验。

表 61 正常、加严和放宽检验的二次抽样方案 ($AQL = 1.0$)

检验水平对应的批量		样本 量 字 码	样本	正常和加 严		正常检 验		加严检 验		放宽检验			
II	III			样本 量 n	累积 样本 量	A_c	R_e	A_c	R_e	样本 量 n	累积 样本 量	A_c	R_e
281 ~ 500	151 ~ 280	H	第一 第二	32 32	32 64	0 1	2 2	↓ ↓	↓ ↓			↓ ↓	↓ ↓
501 ~ 1 200	281 ~ 500	J	第一	50	50	0	3	0	2	20	20	0	2

			第二	50	100	3	4	1	2	20	40	1	2
1 201 ~ 3 200	501 ~ 1 200	K	第一	80	80	1	3	0	3	32	32	0	3
			第二	80	160	4	5	3	4	32	64	3	4
-	1 200 ~ 3 200	L	第一	125	125	2	5	1	3	50	50	1	3
			第二	125	250	6	7	4	5	50	100	4	5
注1：表中值取自GB/T 2828.1的表1、表3-A、表3-B和表3-C。若负责部门同意，可使用更大的批量，对应的抽样方案可从所引用的各表中选择。													
注2：低于字码H的抽样方案不适用。													
注3：正常检验和加严检验的样本量是相同的。													
注4：Ac=接收数；Re=拒收数；↓抽样方案不适用，使用箭头下面的第一个抽样方案。													

5.4.4 可接收性的确定

除 3.18 外，以下均适用。

5.4.4.1 一次抽样方案

被检产品的样本数应等于方案给定的样本量。若样本中发现的不合格品数量小于等于接收数，应考虑接收该批产品；若不合格品的数量大于等于拒收数，应考虑拒收该批产品。

重要：接收数指样本中的单位产品数，若单位产品有多个被检特性，可能出现样本中的某些单位产品出现多个不合格项的情况。只要不合格品数少于接收数，则该批可接收；若不合格项出现在不同的单位产品上，致使不合格品数超过接收数，那么，该批不可接收。

400 个单位产品的批，进行 3 个非关键特性的测试，使用检验水平 II。根据表 56，其抽样方案如下：

——样本量代码为 H；

——样本量为 50；

——接收数为 1。

若只发现一个不合格品，即使该产品出现两个或三个不合格项，则仍然接收该批；但是，若两个单位产品各自发现一个不合格项，则

拒收该批。

5.4.4.2 二次抽样方案

被检产品的第一次抽样数应等于方案中给定的第一样本量。若第一样本中发现的不合格品数小于等于第一接收数，则应考虑接收该批产品；若第一样本中发现的不合格品数量大于等于第一拒收数，则应考虑拒收该批产品。

若第一样本中发现的不合格品数介于第一接收数和第一拒收数之间时，应按方案中给定的第二样本量进行第二次检验，第一样本和第二样本中发现的不合格品数应进行累加。若不合格品的累积数小于等于第二接收数，则应考虑接收该批产品；若不合格品的累积数大于等于第二拒收数，则该应考虑拒收该批产品。

5.4.4.3 检验的截尾

随着样本中产品检验的进行，要采取的行动会变得越来越清晰，在所有产品的检验完成之前，就有可能作出接收或拒收该批的判定，一旦能确切预测最终判定时就停止检验，则可以说，该检验被截尾了。

尽管会明显的成本节约，但这种做法会导致有关过程平均信息的丢失。

因此，不允许在一次抽样中采用截尾检验。

在二次抽样的情况下，过程平均可以由每批的第一样本中的不合格百分数来估计，或者由第一样本数中总不合格百分数来估计，使用二次抽样方案时，由于这些数据并不用于过程平均的估计，普遍的做法是在第二次抽样中采用截尾检验。

5.5 正常、加严和放宽检验（见 3.12）

5.5.1 检验的开始和继续

除非另有约定，检验开始时，应按正常检验进行。

除非转移程序要求改变检验严格度，正常、加严或放宽检验应在连续批上持续进行。关键不合格项和非关键不合格项应分开使用转移程序。

5.5.2 正常检验到加严检验

正常检验进行期间，一旦出现连续五个（或少于五个）批中有两个在初次检验（也就是本程序不考虑再提交批）时被拒收，应立即执行加严检验。

注：是通过增加样本量还是通过减少接收数来实现加严检验，取决于抽样方案。见 5.4.2.1 中所示的示例。

5.5.3 加严检验到正常检验

加严检验进行期间，当已有连续的 5 个批在初次检验时认定为可接收时，应恢复正常检验。

5.5.4 正常检验到放宽检验

5.5.4.1 概述

进行正常检验期间，下列所有条件都满足时，应执行放宽检验：

- 当前的转移得分值不低于 30；
- 生产稳定；
- 放宽检验令各方均满意。

5.5.4.2 转移得分

除负责部门另有规定外,应从正常检验开始时就启动转移得分的计算。

开始时转移得分应设置为 0,并在初次正常检验后续每个批检验后进行更新。

a) 一次抽样方案

——接收数大于等于 2 时,若该批在 AQL 加严一级时被接收,则转移得分加 3,否则将转移得分重设为 0。

对本标准,已经选取 $AQL = 1.0$,“AQL 加严一级”意味着 $AQL = 0.65$ 。

——接收数为 0 或 1 时,若该批被接收,则转移得分加 2,否则将转移得分重设为 0。

b) 二次抽样方案

——使用二次抽样方案时,若该批在检验第一样本后就被接收,则转移得分加 3,否则将转移得分重设为 0。

转移得分的计算见表 62。

表 62 转移得分的计算

一次抽样方案					
样本量字码	AQL = 1.0 时的 A_c 和 R_c		获取转移得分的条件 (AQL = 0.65 时的 A_c 和 R_c)		获得的转移得分
	A_c	R_c	Ac	R_c	
E	0	1	批被接收		2
F	↑	↑	批被接收		2
G	↓	↓	批被接收		2
H	1	2	批被接收		2
J	2	3	1	2	3
K	3	4	2	3	3
L	5	6	3	4	3
二次抽样方案					
E - L			检验第一样本后批被接收		3

5.5.5 放宽检验到正常检验

正在执行放宽检验时，初次检验时若出现下列任一情况，应恢复到正常检验：

- a) 批被拒收；
- b) 生产不稳定或延迟；
- c) 应恢复到正常检验的其它正当条件。

5.5.6 停止和恢复检验

若在一个序列的连续批的初次加严检验中，累积 5 批被拒收，则应暂停本章的验收程序。在生产方已采取行动来改善所提交产品质量、且负责部门认可该行动有效之后，才准许恢复抽样检验，恢复时，则应使用加严检验，如同从正常检验转移到加严检验（5.5.2）一样。

5.6 操作特性（OC）曲线

$AQL = 1.0$ 的正常和加严检验操作特性曲线表明了给定方案下，期望批被接收的百分比，见图 3 和图 4。所示曲线是用于一次抽样方案的，二次抽样方案的曲线基本上可以相匹配。

表 63 显示了 OC 曲线的列表值，即正常和加严检验提交的产品质量与所选接收概率值的对应关系。

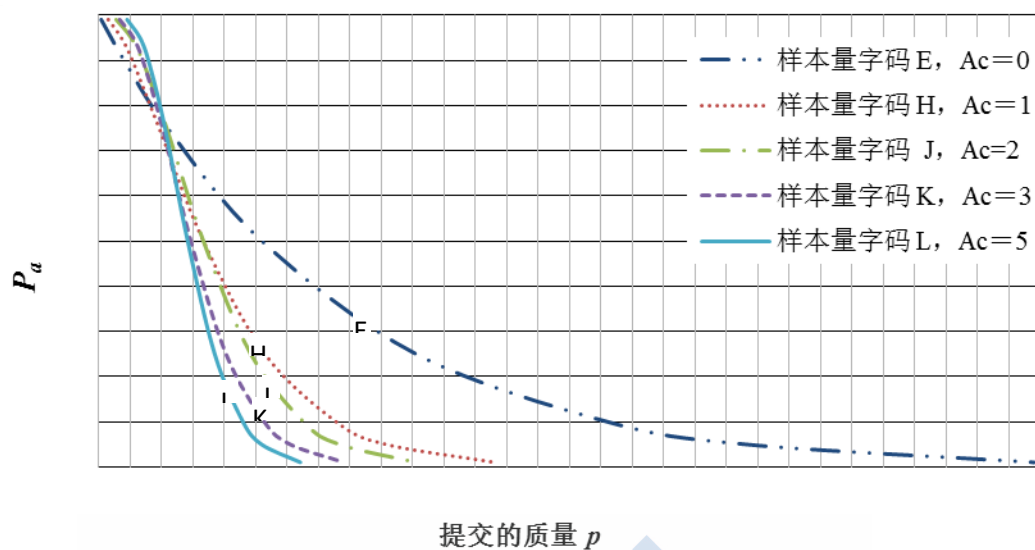


图 3 AQL = 1.0 的一次抽样方案 OC 曲线（正常检验）

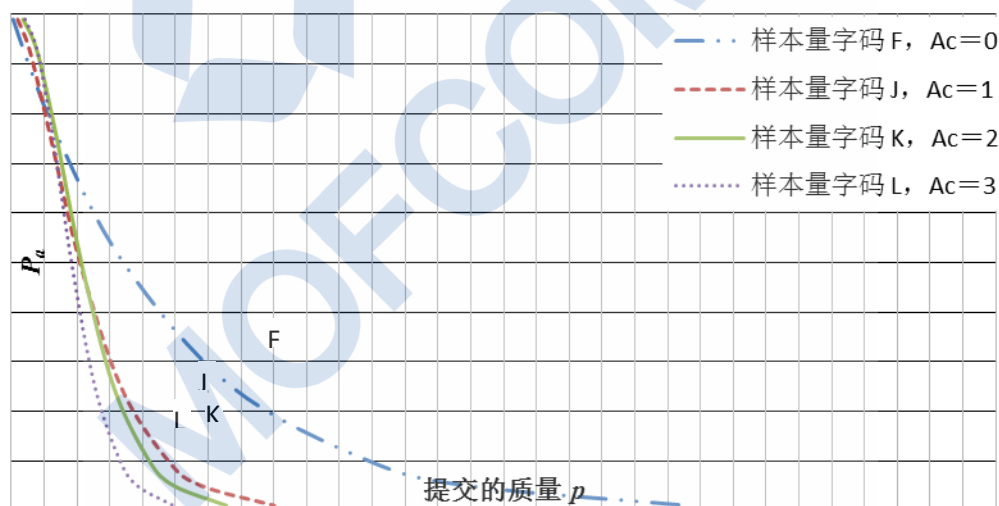


图 4 AQL = 1.0 的一次抽样方案 OC 曲线（加严检验）

表 63 AQL = 1.0 的一次抽样 OC 曲线列表值

字码	E	F	H	J	K	L
P_a	p (不合格百分数) —— 正常检验					
99	0.0773	0.0502	0.300	0.550	0.187	0.664
95	0.394	0.256	0.715	1.03	0.446	1.10
90	0.807	0.525	1.07	1.39	0.667	1.40
75	2.19	1.43	1.92	2.16	1.20	2.03
50	5.19	3.41	3.33	3.33	2.09	2.93
25	10.1	6.70	5.29	4.84	3.33	4.05
10	16.2	10.9	7.56	6.52	4.78	5.27
5	20.6	13.9	9.14	7.66	5.79	6.09
1	29.8	20.6	12.6	10.1	8.01	7.81

	p (不合格百分数) ——加严检验
表中值取自GB/T 2828.1的表10-E、10-F、10-H、10-J和10-L。	

图 5 显示了正常检验时 $A_c=0$ 的一次抽样方案 OC 曲线，表 10 为列表值。

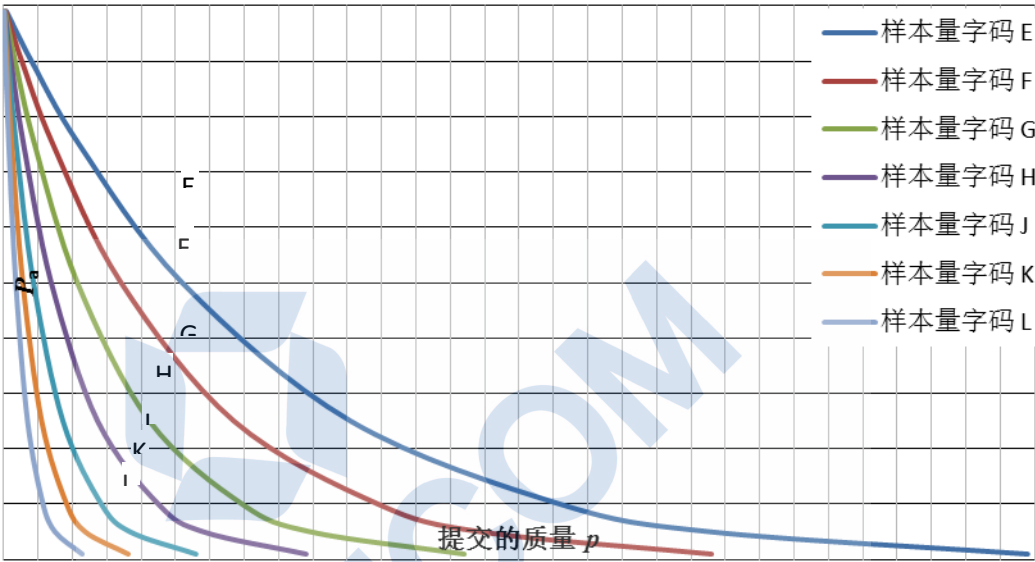


图 5 $A_c=0$ 的一次抽样方案 OC 曲线

表 64 $A_c=0$ 的一次抽样方案 OC 曲线列表值（正常检验）

样本量字 码	E	F	G	H	J	K	L
AQL	1.0	0.65	0.40	0.25	0.15	0.10	0.065
P_a	p (不合格百分数)						
99	0.0773	0.0502	0.0314	0.0201	0.0126	0.00804	0.00503
95	0.394	0.256	0.160	0.103	0.0641	0.0410	0.0256
90	0.807	0.525	0.329	0.210	0.132	0.0843	0.0527
75	2.19	1.43	0.895	0.574	0.359	0.230	0.144
50	5.19	3.41	2.14	1.38	0.863	0.553	0.346
25	10.1	6.70	4.24	2.73	1.72	1.10	0.691
10	16.2	10.9	6.94	4.50	2.84	1.83	1.14
5	20.6	13.9	8.94	5.82	3.68	2.37	1.49
1	29.8	20.6	13.4	8.80	5.59	3.62	2.28
表中值取自GB/T 2828.1的表10-E到表10-L。							

5.7 过程平均

若检验没有被截尾，对初次检验，过程平均可由生产方提交的产品样本中发现的平均不合格百分数来估计，当使用二次抽样和多次抽

样时，该过程平均估计中仅应包含第一样本的结果。

5.8 平均检出质量（AOQ）

平均检出质量是对给定质量值的送检产品检出质量的长期平均，包括所有已接收批加上所有未被接收的批，未接收批实际上已经 100% 检验，且所有不合格品已经由合格品替换。

5.9 平均检出质量限（AOQL）

对指定的验收抽样方案所提交的所有可能的质量，AOQL 是平均检出质量的最大值。表 65 给出了正常检验和加严检验时、 $AQL = 1.0$ 的一次抽样方案的 AOQL 值，而表 66 给出了 $A_c=0$ 的抽样方案的 AOQL 值。

注：AOQL 概念的详细解释，见 ISO/TR 8550-1 的 8.7。

表 65 $AQL = 1.0$ 的平均检出质量上限

检验水平对应的批量		样本量字码	样本量 n	AODL 不合格百分数	
II	III			正常检验	加严检验
51 ~ 90	—	E	13	2.73	—
91 ~ 150	51 ~ 90	F	20	—	1.79
151 ~ 280	91 ~ 150	G	32	—	—
281 ~ 500	151 ~ 280	H	50	1.67	—
501 ~ 1 200	281 ~ 500	J	80	1.71	1.05
1 201 ~ 3 200	501 ~ 1 200	K	125	1.55	1.10
—	1 201 ~ 3 200	L	200	1.59	0.971
本表的值取自 GB/T 2828.1 的表 8-A 和 8-B					

表 66 正常检验、 $A_c=0$ 的抽样方案平均检出质量上限（AOQL）

检验水平对应的批量		样本量字码	样本量 n	AODL 不合格百分数
II	III			
51 ~ 90	—	E	13	2.73
91 ~ 150	51 ~ 90	F	20	1.79
151 ~ 280	91 ~ 150	G	32	1.13
281 ~ 500	151 ~ 280	H	50	0.728
501 ~ 1 200	281 ~ 500	J	80	0.457
1 201 ~ 3 200	501 ~ 1 200	K	125	0.293

—	1 201 ~ 3 200	L	200	0.183
本表的值取自GB/T 2828.1的表8-A				

5.10 使用方风险（CR）

若系列批的长度不足以允许使用转移规则，那么，限制抽样方案的选择是可取的，选取的抽样方案能为使用方提供保护，使其风险质量不超过规定的极限质量。为此，可通过挑选使用方风险质量（CRQ）和与之关联的使用方风险（批接收的概率）来选择抽样方案。

对 $AQL = 1.0$ 的抽样方案，表 67 给出了使用方风险分别为 10% 和 5% 时的使用方风险质量（CRQ）的值，对于质量水平小于等于列表值的个别批，其被接收的概率分别小于等于 10% 或 5%。当需要在一个批中进行规定极限质量保护时，这些表格对于确定与 AQL 有关的最小样本量和系列批检验规定的检验水平是有用的。

负责部门规定，质量为 7% 不合格时，使用方风险不应高于 5%，表 67 给出了最小批量和检验水平：

- 检验水平 II 的批量 1201 ~ 3200，字码 K；
- 检验水平 III 的批量 501 ~ 1200，字码 K。

表 67 $AQL = 1.0$ 方案的使用方风险质量（CRQ）

检验水平对应的批量		样 本 量 字 码		正常检验		加严检验		放宽检验		
II	III		CR%	10	5	10	5	CR%	10	5
			正常和加 严样本量 <i>n</i>	CRQ 不合格百分数				样本 量 <i>n</i>	CRQ 不合格百 分数	
51 ~ 90	—	E	13	16.2	20.6	—	—	5	36.9	45.1
91 ~ 150	51 ~ 90	F	20	—	—	10.9	13.9	8	—	—
151 ~ 280	91 ~ 150	G	32	—	—	—	—	13	—	—
281 ~ 500	151 ~ 280	H	50	7.56	9.14	—	—	20	—	—
501 ~ 1 200	281 ~ 500	J	80	6.52	7.66	4.78	5.79	32	11.6	14.0
1 201 ~ 3 200	501 ~ 1 200	K	125	5.27	6.09	4.20	4.95	50	10.3	12.1

-	1 201 ~ 3 200	L	200	4.59	5.18	3.31	3.83	80	8.16	9.41
注1：表中值取自GB/T 2828.1的表6-A、表6-B、表6-C和表10-C~表10-L。										
注2：正常检验和加严检验的样本量相同。										

对于 $A_c=0$ 抽样的方案，表 68 给出了使用方风险分别为 10%（CRQ10）和 5%（CRQ5）的使用方风险质量（CRQ）值

表 68 0 接收数方案的使用方风险质量（CRQ）

检验水平对应的批量		样 本 量 字 码	正常检验			加严检验			放宽检验		
II	III		CR%	10	5	CR%	10	5	CR%	10	5
			样 本 量 <i>n</i>	不合格百分 数 CRQ		样 本 量 <i>n</i>	不合格百分 数 CRQ		样 本 量 <i>n</i>	不合格百分 数 CRQ	
51 ~ 90	—	E	13	16.2	20.6	20	10.9	13.9	8	25.0	31.2
91 ~ 150	51 ~ 90	F	20	10.9	13.9	32	6.94	8.94	13	16.2	20.6
151 ~ 280	91 ~ 150	G	32	6.94	8.94	50	4.50	5.82	20	10.9	13.9
281 ~ 500	151 ~ 280	H	50	4.50	5.82	80	2.84	3.68	32	6.94	8.94
501 ~ 1 200	281 ~ 500	J	80	2.84	3.68	125	1.83	2.37	50	4.50	5.82
1 201 ~ 3 200	501 ~ 1 200	K	125	1.83	2.37	200	1.14	1.49	80	2.84	3.68
—	1 201 ~ 3 200	L	200	1.14	1.49	315	0.728	0.947	125	1.83	2.37
表中值取自GB/T 2828.1的表6-A、表6-B、表6-C和表10-D~表10-L。											

第 6 章给出了选择孤立批抽样方案的详细程序

5.11 生产方风险（PR）

表 69 分别给出了正常、加严和放宽检验时，AQL 质量的批拒收的概率（生产方风险，PR）。

表 69 AQL=1.0 的生产方风险（PR）

检验水平对应的批量		样本量 字 码	正常检验		加严检验		放宽检验	
II	III		样本量 n	PR%	样本量 n	PR%	样本量 n	PR%
51 ~ 90	-	E	13	12.2	↓	5	4.90	
91 ~ 150	51 ~ 90	F	20	-	20	18.2	8	-
151 ~ 280	91 ~ 150	G	32	-	32	-	13	-
281 ~ 500	151 ~ 280	H	50	8.94	50	-	20	-
501 ~ 1 200	281 ~ 500	J	80	4.66	80	19.1	32	4.07

1 201 ~ 3 200	501 ~ 1 200	K	125	3.74	125	13.1	50	1.38
-	1 201 ~ 3 200	L	200	1.60	200	14.2	80	0.866
表中值取自GB/T 2828.1的表5-A、表5-B和表5-C。								

表 70 分别给出了正常、加严和放宽检验时，0 接收数方案的 AQL 质量的批拒收概率（生产方风险）。

表 70 0 接收数方案的生产方风险（PR）

检验水平对应的批量		样本量 字母 代码	正常检验		加严检验		放宽检验	
II	III		样本量 <i>n</i>	PR%	样本量 <i>n</i>	PR%	样本量 <i>n</i>	PR%
51 ~ 90	-	E	13	12.2	20	18.2	8	5.08
91 ~ 150	51 ~ 90	F	20	12.2	32	18.8	13	5.08
151 ~ 280	91 ~ 150	G	32	12.0	50	18.2	20	4.88
281 ~ 500	151 ~ 280	H	50	11.8	80	18.1	32	4.69
501 ~ 1 200	281 ~ 500	J	80	11.3	125	17.1	50	4.88
1 201 ~ 3 200	501 ~ 1 200	K	125	11.8	200	18.1	80	5.07
-	1 201 ~ 3 200	L	200	12.2	315	18.5	125	4.88
表中值取自GB/T 2828.1的表5-A、表5-B和表5-C。								

6 孤立批检验

6.1 应用方法

本章所述的孤立批计数检验抽样计划，基于 GB/T 2828.2。

当 5.5 中给出的转移规则不适用时(例如，该批有孤立性质时)，可使用本章规定的程序。

为了实现使用方的保护，逐批检验时，是通过使用的抽样计划来保证其过程质量维持在 AQL 之下的；而孤立批检验时，则是通过使用的抽样方案来保证，质量为极限质量（LQ）的批具有非常低的接收概率（通常低于 10%）。

6.2 规定程序

6.2.1 程序 A

当生产方和使用方都希望作为孤立批时，使用程序 A。对生产方风险和使用方风险，抽样方案都是基于有限批的随机抽样。若要求 0 接收数方案（与关键不合格项的情况相同），只能使用本程序。

6.2.2 程序 B

当生产方认为该批为连续系列批中的一个，而顾客考虑按孤立批接收时，使用程序 B。生产方关心是其生产的所有产品，而个体使用方仅关心收到的具体批。对极限质量下的使用方风险，抽样方案基于有限批的随机抽样；而对生产方风险和 OC 曲线列表值，其抽样方案则是基于过程的随机抽样。

只要有可能，所用的方案都要在第 7 章的可用方案中选择，便于生产方能为使用方保持一致的程序，无论其接收的是个别批还是连续系列批。

0 接收数方案是不适用的，因此，对关键不合格项，必须使用 100% 检验。对小批，程序 B 也要求 100% 检验。

6.3 极限质量

对非关键不合格项，极限质量值应为 $LQ=5.0$ 。

6.4 程序 A

表 17 中给出了抽样方案，表中最右列的每个单元格表示的是，使用方风险（PLQ）和生产方风险点（ p ， P_a ）。

下面的小表标识了表 71 和表 72 中抽样方案单元格的内容。

表 71

样本量/接收数 A_c (n/A_c)	极限质量下的接收概率（PLQ） ^a
不合格百分数（ p ）	质量 p 下的接收概率（ P_a ）
^a 对在批量范围内的极限质量批，规定的接收概率为最大值；而对具有不合格百分数 p 的批，规定的接收概	

率为最小值。生产方的风险点为 (p , P_a)，使用方的风险点为 (LQ , PLQ)。

表 72 非关键不合格项的抽样方案 (程序 A, $LQ=5.0$)

批量	LQ	抽样方案
51 ~ 90	5.0	34/0 0.103 0 1.0
91 ~ 150		38/0 0.103 0 1.0
151 ~ 280		42/0 0.097 0 1.0
281 ~ 500		50/0 0.067 0 1.0
501 ~ 1 200		80/0 0.079 0.417 0.96
1 201 ~ 3 200		125/3 0.119 1.13 0.95
表中值取自 ISO 2859-2的表D1，若负责部门同意，可以使用更大的批量，相应的抽样方案可从所引用的表中选择。		

由 200 单位产品组成批，用于非关键不合格项的检验。

——抽样方案：样本量 $n = 42$ ， $Ac = 0$ ；

—— $LQ=5.0$ 时接收概率为 9.7%；

——若不合格百分数为 0%，则接收概率为 100%。

表 73 关键不合格项的抽样方案 (程序 A)

批量	LQ	抽样方案
51 ~ 90	5.0	34 0.103 0 1.0
91 ~ 150	5.0	38 0.103 0 1.0
151 ~ 280	5.0	42 0.061 0 1.0
281 ~ 500	3.15	80 0.067 0 1.0
501 ~ 1 200	2.0	125 0.069 0 1.0
1 201 ~ 3 200	1.25	200 0.074 0 1.0
表中值取自 ISO 2859-2 的表 D1，若负责部门同意，可以使用更大的批量，相应的抽样方案能从所引用的表中选择。		

表 74 给出了采用零接收数方案的较好批的接收概率。

假定从含有 R 个不合格品的批中抽取样本量为 n 的样本，对于批量范围内的最小批量和最大批量，给出了各种抽样方案“n / 0”的批接收概率（Pa）。

表 74 零接收数方案的接收概率

极限质量（LQ）																	
5.0			5.0			5.0			3.15			2.0			1.25		
抽样方案（n/0）																	
34/0			38/0			42/0			80/0			125/0			200/0		
	51	90		91	150		151	280		281	500		501	1200		1201	3200
R	P_a	P_a	R	P_a	P_a	R	P_a	P_a	R	P_a	P_a	R	P_a	P_a	R	P_a	P_a
0	1.00	1.00	0	1.00	1.00	0	1.00	1.00	0	1.00	1.00	0	1.00	1.00	0	1.00	1.00
	0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
1	0.33	0.62	1	0.58	0.75	1	0.72	0.85	1	0.72	0.84	1	0.75	0.90	1	0.83	0.94
	3	2		8	5		2	5		2	4		5	0		3	4
2	0.11	0.38	2	0.34	0.56	2	0.52	0.72	2	0.51	0.71	2	0.56	0.80	2	0.69	0.88
	1	8		4	6		2	2		1	1		6	0		9	8
3	0.03	0.24	3	0.19	0.41	3	0.37	0.61	3	0.36	0.59	3	0.44	0.72	3	0.55	0.82
	3	4		9	1		7	1		6	9		2	2		8	2
4	0.01	0.14	4	0.11	0.31	7	0.10	0.32	7	0.09	0.29	8	0.10	0.41	13	0.09	0.43
	1	4		1	1		0	2		9	9		0	1		9	3
5	0.00	0.09	5	0.06	0.23	9	0.05	0.22	9	0.05	0.21	10	0.05	0.33	16	0.05	0.36
	0	9		6	3		5	3		5	1		5	3		5	6
6	0.00	0.05	8	0.01	0.09	14	0.01	0.10	13	0.01	0.10	20	0.00	0.11	25	0.00	0.11
	0	5		1	9		4	0		1	0		0	1		5	0
7	0.00	0.03	10	0.00	0.05	18	0.00	0.05	17	0.00	0.05	25	0.00	0.05	32	0.00	0.05
	0	3		0	5		8	5		0	5		7	5		6	5
表中值取自 ISO 2859-2的表2。																	

表中值取自 ISO 2859-2 的表 2。

由 150 单位产品组成批，用于关键不合格项的检验。

——抽样方案为：样本量 38，Ac=0；

——有 1 个不合格品时的接收概率为 75%。

6.5 程序 B

在第 5 章规定的程序中，通过增加样本量与提高检验水平，向使用方提供更多的保护；而在孤立批的检验中，使用方的保护由极限质

量来提供。增加样本量的效果是，允许供应商在许可的过程平均中有更大的自由度。若通过标称极限质量来防止偶然的劣质批所提供的保护令使用方满意，那么检验水平是供应商关心的重点，特别是当抽样检验的成本由其承担时。远远低于极限质量的过程平均（较好质量）将允许使用更小的样本量；反过来，若使用方关注的是实际质量而不是极限质量，或若由使用方承担来抽样成本，那么更高的检验水平对供应商必然是不利的。

鉴于此，表 74 给出了两种不同的检验水平和两个不同的等效 AQL 值，也给出了样本量字码和 OC 曲线的列表值。

表 75 非关键不合格项的一次抽样方案（程序 B，LQ = 5.0）

检验水平对应的批量		一次抽样方案 (正常检验)			字 码	指定接收概率下的提交质量列表值 (不合格百分数质量)					极限质量下的 接收概率 ^a	
II	III	AQL	n	Ac		0.95	0.90	0.50	0.10	0.05	最大	最小
80 ~ 1200	81 ~ 500	0.65	80	1	J	0.444	0.666	2.09	4.78	5.80	0.086	0.000
1201 ~ 3200	501 ~ 1200	1.0	125	3	K	1.09	1.40	2.94	5.35	6.20	0.124	0.092
-	1201 ~ 3200	1.0	200	5	L	1.31	1.58	2.84	4.64	5.26	0.062	0.048
表中值取自 ISO 2859-2 的表 B6，若负责部门同意，可以使用更大的批量，相应的抽样方案能从所引用的表中选择。												
^a 准确的接收概率随批量变化，为每个方案给出了允许的批量所达到的最大和最小值。												

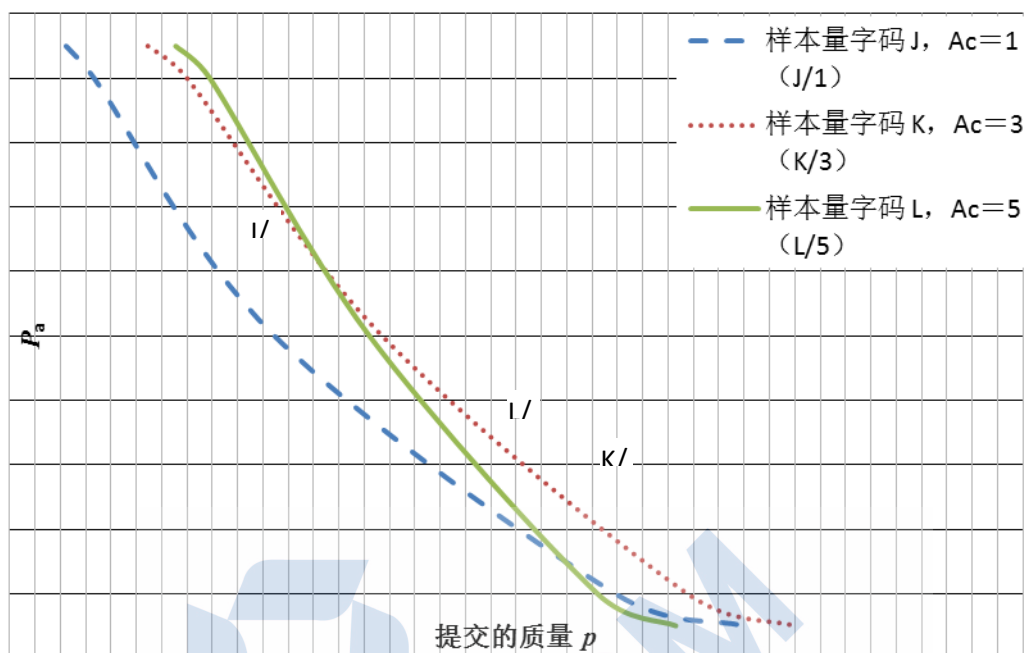


图 6 非关键不合格项一次抽样方案的操作曲线（程序 B）

批量为 800，过程平均为 1.5%。若选择检验水平 II，则抽样方案为：字码 J、 $n = 80$ 、 $Ac = 1$ ，采用该方案时，接收概率仅为 64%；采用检验水平 III 时，抽样方案为：字码 K、 $n = 125$ 、 $Ac = 3$ ，接收概率增加到 87%；若选择检验水平 III，且批量增加到 1600，则抽样方案为：字码 L、 $n = 200$ 、 $Ac = 5$ ，接收概率增加至 92%。这三种情况下的极限质量值是相同的。

表 76 和表 77 给出了二次抽样的抽样方案。

表 76 一次抽样和二次抽样的等效样本量

抽样方案类型	样本量字码 ^a 和累积样本量（见第 7 章的抽样方案类型）		
	J	K	L
一次抽样	80	125	200
二次抽样	50	80	125
	100	160	250

值取自 ISO 2859-2 的表 D3。

^a 对二次抽样方案，表列的记录是累积样本量。在每一种情况下，第二阶段抽样采用的新样本，其样本量与第一阶段的样本量相同，该样本与第一个样本进行汇总，然后按表 22 中的准则试验组合样本。

表 77 一次抽样和二次抽样的等效接收数

抽样方案类型		每阶段近似的 相对样本量 ^a	接收数代码					
			1		3		5	
			<i>A</i> _c	<i>R</i> _c	<i>A</i> _c	<i>R</i> _c	<i>A</i> _c	<i>R</i> _c
一次抽样		1	1	2	3	4	5	6
二次抽样	第一样本	0.63	0	2	1	4	2	5
	第二样本	0.63	1	2	4	5	6	7
鉴别比（程序 B）P ₁₀ /P ₉₅			10.9		4.89		3.55	
AQL（程序 B）下的接收概率			0.91		0.96		0.98	
值取自于ISO 2859-2的表D4。								
这些相对样本量只是近似，准确值在表 21 中给出。								

6.6 接收和不接收的规则

除 3.18 外, 下列均适用:

若样本中发现的不合格单元数小于等于方案中规定的接收数 (A_c), 则该批应被接收。

7 跳批检验

7.1 应用方法

本章所述的程序基于 GB/T 2828.3, 且应与第 5 章所述程序一起使用。

本程序仅用于连续系列批, 孤立批不应使用本程序。系列中的所有批具有同样的期望质量, 且有理由相信, 待检批与那些已检批的质量一样。

这些程序仅用于第 5 章所指定的、采用计数法检验的特性。

仅当第 5 章中规定的程序正在正常检验、放宽检验或在检验水平 II 或 III 下的一般性检验中, 进行的正常和放宽联合检验中使用时, 才能执行跳批程序。

仅在正常检验的资质授权期间, 才可使用二次抽样方案。强烈建议, 不要使用零接收数的一次抽样方案。若比放宽检验更省成本的话,

可在放宽检验的地方使用跳批检验。

跳批检验不适用于关键产品特性的检验，这一点非常重要。

7.2 生产方资质

供应商资质的要求如下：

——供应商应已执行并保持一个记录系统，用于控制产品质量和设计变更，且认为该系统包含了供应商所做的每批检验和检验结果记录；

——供应商应已建立一个系统，该系统能够检测并纠正质量水平的偏移，并监测对质量产生不利影响的过程变化。应证明负责本系统应用的供应商全体责任人员清晰的理解，适用的标准、系统和要遵循的程序；

——供应商不应出现可能对质量产生不利影响的任何变化。

7.3 产品资质

产品资质的一般要求如下：

——应为设计稳定的产品；

——不应有任何关键类的不合格品或不合格项；

注：若产品有关键不合格项，这里所述的程序仅适用于非关键不合格项

——在资质授权期间，产品应在进行正常检验、放宽检验或正常与放宽联合检验（见第 5 章），任何时候，已处于加严检验的产品都没有资格进行跳批检验；

——在规定的生产周期内和生产频次下，产品的生产应基本连续。

宜根据供应商与负责部门之间的协议，规定最短生产周期和最低生产频次。

若没有规定最短生产周期，则该周期应为 6 个月，在等待样品批准期间无论是否保持生产，最短生产周期只应包含批准和恢复生产后的时间段。

若没有规定最小生产频次，最小生产频次应为每月一次，或每月应至少提交一批。

若供应商和负责部门都同意，在确定“基本连续”生产时，可考虑将发送到其他各方的类似产品纳入其中。

——在供应商和负责部门互相认定的稳定期内，产品质量应维持在 AQL 或更好水平上，若没有规定该周期，该周期应为 6 个月。

7.4 详细程序

GB/T 2828.3 中进一步描述了有关跳批检验的资质、跳批频率（从 2 中取 1 到 6 中取 1）的确定、批的选择、中断、再鉴定和取消资质的程序。

8 逐批计量检验

8.1 应用方法

本章所述的计量检验基于 ISO 3951-2，主要在下列情况下使用：

——该检验程序适用于离散产品的连续系列批，这些产品全部由一个生产商提供，使用同一个生产过程，若有不同的生产商或不同的生产过程，各自分别适用这些程序；

——产品的质量特性可在连续的尺度上测量；

- 测量误差可忽略(即,标准差不超过相应过程标准差的 10%);
- 生产是稳定的(在统计控制下),且质量特性按正态分布,至少相当近似;
- 在多质量特性的情况下,这些特性彼此不相关,至少近似无关;
- 合同或标准规定每一个质量特性的上规范限 U 和下规范限 L ,且超过两个限值的不合格具有同样的重要性(联合控制)。

从 ISO3951-2 选择了如下程序:

- 独立质量特性的标准多变量“s 法”程序;
- 独立质量特性的标准多变量“ σ 法”程序。

注:若有正当理由,可从 ISO 3951-2 中选择适用的其它程序、检验水平和 AQL 值。

8.2 “s 法”和“ σ 法”之间的选择

“ σ 法”在样本量方面非常经济,但在使用本方法之前,必须先确定 σ 的值。

首先,要从“s 法”开始,但需要获得负责部门的同意,并假定质量维持满意,标准转移规则将允许转移到放宽检验和使用较小样本量。

那么,问题是,若波动受控,而且批继续被接收,变到“ σ 法”会经济吗?决策时,表 78 可以提供帮助。

表 78 “s 法”和“ σ 法”的样本量 (AQL=1.0)

样本量字母	“s 法”		“ σ 法”	
	正常和加严检验	放宽检验	正常和加严检验	放宽检验
	样本量 n			
E	9	4	6	3

F	13	6	8	4
G	18	9	10	6
H	25	13	12	8
J	35	18	15	10
K	50	25	18	12
L	70	35	21	15

8.3 标准方案

仅当批的生产为连续时，才使用标准程序。

从“s 法”开始，使用检验水平 II，用半自动化步骤，从批量到样本量，本标准程序事实上已经生成可行的抽样计划，但这依赖于以下假设：优先级的顺序为，第一是 AQL，第二是样本量，最后是极限质量。

注 1：为获得更好的选择性，可使用检验水平 III。

本系统的可接收性归因于这样的事实，使用方受转移规则的保护（见 10.10、10.11 和 10.12），若过程质量持续劣于 AQL，转移规则会快速提升检验严格度，最终完全停止检验。

注 2：这表明，极限质量是这样一种质量，若用于检验，会有 10% 的接收概率，使用方实际获得的风险，随低质量商品被提交检验的概率而变化。

8.4 准备工作

开始计量检验之前：

a) 检查生产是否连续，且质量特性的分布能否视为正态和独立。

注 1：正态性偏离试验，见 GB/T 4882。

注 2：若批在验收抽样之前已经经过不合格品筛选，则该分布已经被截断，因而计量检验将不再适用。

b) 检查是否从“s 法”开始，或过程标准差是否稳定且已知（在这种情况下，宜使用“σ 法”）。

8.5 带组合控制的独立质量特性的标准多变量“s 法”程序

8.5.1 通用方法

处理带 m 个独立质量特性 $x_1, x_2, \dots, x_m$ 的通用方法如下：

第 i 个质量特性估计的过程平均不合格率记为 $\hat{p}_i$ ，则估计的过程平均不合格率由下式给出：

$$\hat{p} = 1 - (1 - \hat{p}_1) \Lambda(1 - \hat{p}_m)$$

即，1 减去估计的过程合格率的乘积。

这里：

$$\hat{p}_i = \hat{p}_{Li} + \hat{p}_{Ui}$$

$$\hat{p}_L = B_{(n-2)/2} \left[\frac{1}{2} \left(1 - \frac{\bar{x} - L}{s} \cdot \frac{\sqrt{n}}{n-1} \right) \right]$$

$$\hat{p}_U = B_{(n-2)/2} \left[\frac{1}{2} \left(1 - \frac{U - \bar{x}}{s} \cdot \frac{\sqrt{n}}{n-1} \right) \right]$$

其中， $B(n-2)/2[\dots]$ 表示带双参数的对称 β 分布的分布函数，两个参数都等于 $(n-2)/2$ 。

详情见 ISO 3951-2 的 K.2.1。

对称 β 分布的分布函数值可查表获得或通过使用计算机程序获得，另一种可用的方法是使用近似程序和简化公式，这些在 10.5.4 和 10.5.5 中叙述。

若 $\hat{p}_1, \hat{p}_2, \dots, \hat{p}_m$ 都小，比如说，不大于 0.01，则 $\hat{p}$ 近似等于各个估计值的和，即：

$$\hat{p} \approx \hat{p}_1 + \hat{p}_2 + \Lambda + \hat{p}_m$$

若 $\hat{p} \leq p^*$ ，则该批被接收。

否则不接收，这里 p^* 为表 24 中给出的、各样本量字码对应的正常、加严或放宽检验时的表接收常数 p^* 。

8.5.2 抽样方案

从表 79 中可获得抽样方案、标准化的 MSSD f_s 值和接收常数 p^* 。

表 79 “s 法” 抽样方案

检验水平对应的批量		样 本 量 字 码	正常 和 加 严 的 样 本 量 n	正常检验		加严检验		简化检验		
II	III			f_s	$100p^*$	f_s	$100p^*$	样 本 量 n	f_s	$100p$
51 ~ 90	—	E	9	0.274	4.196	↓		4	0.376	11.23
91 ~ 150	51 ~ 90	F	13	0.257	3.605	0.245	2.578	6	0.320	7.671
151 ~ 280	91 ~ 150	G	18	0.248	3.323	0.234	2.275	9	0.289	5.833
281 ~ 500	151 ~ 280	H	25	0.240	3.010	0.227	2.084	13	0.274	5.245
501 ~ 1 200	281 ~ 500	J	35	0.235	2.880	0.220	1.880	18	0.264	4.782
1 201 ~ 3 200	501 ~ 1 200	K	50	0.232	2.800	0.217	1.840	25	0.259	4.603
—	1 201 ~ 3 200	L	70	0.230	2.725	0.214	1.750	35	0.254	4.379

注1：表中值取自 ISO 3951-2 的表 A.1、A.2、D.1、D.2、D.3、G.1、G.2 和 G.3，若负责部门同意，可以使用更大的批量，对应的抽样方案可从所引用的各表中选择；

注2：符号↓的含义是，该区域内没有适用的方案，使用箭头下面的第一个抽样方案；

注3：MSSD由标准化的MSSD f_s 与上规范限U和下规范限L之差的乘积获得，即 $MSSD = S_{\max} = (U - L) f_s$ 。

在过程波动未知的情况下，使用双规范性联合控制方案时，上面的MSSD分别表明了，正常、加严或放宽检验下的样本标准差最大允许值。

8.5.3 程序描述

取样本量为 n 的随机样本，测量特性 x_i ，然后计算 $\bar{x}_i$ 、样本均值、 s_i 和过程标准差的估计， $\bar{x}$ 和 s 的计算见附录 B。

接下来，查表 79，找到 f_s 的值。

随后，计算每个特性 MSSD 的值：

$$MSSD_i = S_{i\max} = (U_i - L_i) f_s$$

然后比较 s_i 和 $s_{\max}$, 若 s_i 大于 $s_{\max}$, 则不需经进一步计算就可拒收该批, 否则计算每个特性其质量统计量:

$$Q_{Ui} = \frac{U_i - \bar{x}_i}{s_i}$$

$$Q_{Li} = \frac{\bar{x}_i - L_i}{s_i}$$

按 10.5.1 中所述计算 $\hat{p}$ 。

若 $\hat{p}$ 没有超过表 79 中给出的最大允许值 p^* , 则可考虑接收该批, 否则, 考虑拒收。

8.5.4 样本量为 4 的“s 法”简化公式

如 ISO 3951-2 的 K.5 中所述的情况, 简化的公式是可用的。

计算:

$$\hat{p}_{Ui} = \begin{cases} 0 & Q_{Ui} > 1.5 \\ 0.5 - Q_{Ui}/3 & -1.5 \leq Q_{Ui} \leq 1.5 \\ 1 & Q_{Ui} < -1.5 \end{cases}$$

和

$$\hat{p}_{Li} = \begin{cases} 0 & Q_{Li} > 1.5 \\ 0.5 - Q_{Li}/3 & -1.5 \leq Q_{Li} \leq 1.5 \\ 1 & Q_{Li} < -1.5 \end{cases}$$

将两个估计值相加, 得到 $\hat{p}_i = \hat{p}_{Li} + \hat{p}_{Ui}$, 然后计算:

$$\hat{p} = 1 - (1 - \hat{p}_1)(1 - \hat{p}_2) \wedge (1 - \hat{p}_m)$$

若 $\hat{p}$ 没有超过表 24 中给出的最大允许值 p^* , 则可考虑接收该批, 否则考虑拒收。

8.5.5 $n \geq 5$ 时的“s 法”近似程序

本方法如下 (ISO 3951-2 的 K.3 中描述了本方法):

使用 Q_U 的值，计算每个特性的：

$$x_U = \frac{1}{2} [1 - Q_U \sqrt{n} / (n-1)]$$

若 $x_U \leq 0$ ，则 $\hat{p}_U = 0$ ；若 $x_U \geq 1$ 则 $\hat{p}_U = 1$ 。

注：为了增加上述遗漏的步骤，ISO3951-2: 2006 已经被修订。

另外，使用 x_U 的值，计算：

$$y_U = a_n \ln[x_U / (1 - x_U)]$$

式中的 a_n 由表 80 给出。

表 80 a_n 的值

样本量, n	a_n
6	0.880496
9	1.230248
13	1.583745
18	1.937919
25	2.346014
35	2.828887
50	3.428086
70	4.092828

注：本表值取自 ISO 3951-2 的表 K.1

计算：

$$w_U = y_U^2 - 3$$

若 $w_U \geq 0$ ，置 $t_U = \frac{12(n-1)y_U}{12(n-1) + w_U}$ ，否则置 $t_U = \frac{12(n-2)y_U}{12(n-2) + w_U}$ 。

在标准正态分布函数的表中查找 $\hat{p}_U = \Phi(t_U)$ 。

QL 重复相同的过程。

注：将下标 U 替换为 L，可使用上述同样的公式。

将两个估计值相加，得到： $\hat{p}_i = \hat{p}_{Li} + \hat{p}_{Ui}$

对每个特性重复相同的过程，然后计算：

$$\hat{p} = 1 - (1 - \hat{p}_1)(1 - \hat{p}_2) \Lambda (1 - \hat{p}_m)$$

若 $\hat{p}$ 没有超过表 24 中给出的最大允许值 p^* ，则考虑接收该批，否则考虑拒收。

注：该近似方法通常非常准确。

可接收性的确定

以 100 为批量，生产 2.0 级三相电能表，所选的检验方法为计量检验，按“s 法”进行正常检验。

需要的信息	获得的值
样本量 n （来自表 24）	13
在 $I_b, \cos\varphi=1$ 下的测得值（%）	-0.07, -0.09, 0.01, 0.00, -0.15, 0.17, 0.11, -0.02, -0.07, -0.07, -0.05, -0.08, -0.10
样本均值 $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j$	-0.031538462
样本标准差 $s = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2 / (n-1)}$	0.087924793
上规范限, U	2.0 %
下规范限, L	-2.0 %
MSSD 的值（来自表 24）	$0.257 * 4.0 = 1.028 \%$ $s \leq \text{MSSD}$, 该特性的结果可接受
$Q_U = (U - \bar{x})/s$	23.10541079
$x_U = \frac{1}{2} [1 - Q_U \sqrt{n/(n-1)}]$	-2.971155972
	$x_U \leq 0$, 该特性的 $\hat{p}_U = 0$

$Q_L = \frac{\bar{x} - L}{s}$	22.38801447
$x_L = \frac{1}{2} [1 - Q_L \sqrt{n} / (n-1)]$	-2.863380588
$\hat{p} = \hat{p}_U + \hat{p}_L$	$x_L \leq 0$, 该特性的 $\hat{p}_L = 0$
	0

对本特性，该批是可接收的。

必须按 8.5.4 确定批的可接收性，以同样的方式先确定每个特性的可接受性，然后确定所有特性的可接受性。

现在我们假定，受试的相同仪表都是 0.2S 级。

需要的信息	获得的值
样本量 n (来自表 24)	13
	-0.07, -0.09, 0.01, 0.00,
在 Ib, cosφ=1 下的测得值 (%)	-0.15, 0.17, 0.11, -0.02, -0.07,
	-0.07, -0.05, -0.08, -0.10
样本均值 $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j$	-0.031538462
样本标准差 $s = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2 / (n-1)}$	0.087924793
上规范限, U	0.2 %
下规范限, L	-0.2 %
MSSD 的值 (来自表 24)	$0.257 * 4.0 = 1.028 \%$
	$s \leq \text{MSSD}$, 该特性的结果可接收
$Q_U = (U - \bar{x}) / s$	2.633369423
$x_U = \frac{1}{2} [1 - Q_U \sqrt{n} / (n-1)]$	0.10438548

α_n (来自表 25)	1.583745
$y_U = a_n \ln[x_U / (1 - x_U)]$	-3.404132407
$w_U = y_U^2 - 3$	8.588117444
当 $w_U > 0$ 时, $t_U = \frac{12(n-1)y_U}{12(n-1) + w_U}$	-3.212537613
$\hat{p}_U = \Phi(t_U)$	0.000657903
$Q_L = (\bar{x} - L)/s$	1.915973102
$x_L = \frac{1}{2} [1 - Q_L \sqrt{n} / (n-1)]$	0.212160864
α_n (来自表 80)	1.583745
$y_L = a_n \ln[x_L / (1 - x_L)]$	-2.077792902
$w_L = y_L^2 - 3$	1.317223342
当 $w_U > 0$ 时, $t_U = \frac{12(n-1)y_U}{12(n-1) + w_U}$	-2.058958814
$\hat{p}_U = \Phi(t_U)$	0.01974903
$\hat{p} = \hat{p}_U + \hat{p}_L$	0.02040693
p^* (来自表 79)	0.03605
	$\hat{p} < p^*$

对本特性，该批是可接收的。

必须按 8.5.4 确定批的可接收性，以同样的方式先确定每个特性的可接受性，然后确定所有特性的可接受性。

8.6 带组合控制的独立特性标准多变量“σ 法”程序

8.6.1 通用方法

“σ 法”的通用方法与多变量“s 法”的类似。

与多变量“s 法”唯一区别是，每个特性的过程平均不合格品率按下面公式估计：

$$\hat{p}_L = \Phi\left(-Q_L \sqrt{\frac{n}{n-1}}\right) = \Phi\left(\frac{L - \bar{x}}{\sigma} \sqrt{\frac{n}{n-1}}\right)$$

$$\hat{p}_U = \Phi\left(-Q_U \sqrt{\frac{n}{n-1}}\right) = \Phi\left(\frac{\bar{x} - L}{\sigma} \sqrt{\frac{n}{n-1}}\right)$$

式中， Φ 为标准正态分布的分布函数。

$$\Phi(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^y e^{-t^2/2} dt$$

见 ISO3951-2 的 K. 2. 2。

8. 6. 2 抽样方案

从表 26 中可获得抽样方案、标准化的 MPSD $f\sigma$ 和接收常数 P^* 。

表 81 “σ 法” 抽样方案

检验水平对应的批量		样 本 量 字 码	正 常 和 加 严 的 样 本 量 n	正常检验		加严检验		简化检验		
II	III			f_{σ}	$100p^*$	f_{σ}	$100p^*$	样 本 量 n	f_{σ}	$100p^*$
51 ~ 90	—	E	6	0.184	4.196	0.184	↓	3	0.184	11.23
91 ~ 150	51 ~ 90	F	8		3.605		2.578	4		7.671
151 ~ 280	91 ~ 150	G	10		3.323		2.275	6		5.833
281 ~ 500	151 ~ 280	H	12		3.010		2.084	8		5.245
501 ~ 1 200	281 ~ 500	J	15		2.880		1.880	10		4.782
1 201 ~ 3 200	501 ~ 1 200	K	18		2.800		1.840	12		4.603
—	1 201 ~ 3 200	L	21		2.725		1.750	15		4.379
注1：值取自 ISO 3951-2 的表 A. 1、A. 2、E. 1、G. 1、G. 2 和 G. 3，若负责部门同意，可以使用更大的批量，对应的抽样方案可从所引用的各表中选取； 注2：符号↓的含义是，本区域内没有适用的方案，使用箭头下面的第一个抽样方案； 注3：MPSD 由标准化的 MPSD 与上规范限 U 和下规范限 L 之差的乘积获得，即：MPSD = $\sigma_{\max} = (U - L) f_{\sigma}$。 在过程的波动已知的情况下，使用双规范限的联合控制方案时，MPSD 表明了过程标准差的最大允许值，若过程标准差小于 MPSD，则该批有可能被接收（而不是必然会被接收）。										

8. 6. 3 程序描述

抽样前，从表 81 中提取 $f\sigma$ 因子的值。

a) 使用下面公式，计算对每个特性的过程标准差最大允许值：

$$MPSD_i = \sigma_{i\max} = (U_i - L_i)f_\sigma$$

b) 比较过程标准差 σ_i 和 $\sigma_{i\max}$ 的值，若 σ_i 超过 $\sigma_{i\max}$ ，该过程不可接收，在证明过程的波动充分减弱前，抽样检验没有意义；

c) 若 $\sigma_i < \sigma_{i\max}$ ，那么，对给定的批量和适当的检验严格度，从表 26 中确定接收常数 p^* ；

d) 从批中选择样本量为 n 的随机样本，计算每个特性的样本均值 $\bar{x}_i$ ；

e) 使用 10.6.1 中给出的方法，计算 $\hat{p}_{Ui}$ 、 $\hat{p}_{Li}$ 、 $\hat{p}_i$ 和最后结果 $\hat{p}$ 。

若 $\hat{p} < p^*$ ，则该批可接收。

8.7 连续检验时的程序

只有如下情况时，计量抽样检验方案才能有效使用：

——受检特性按正态分布；

——记录一直保持；

——遵循转移规则。

需要确保满足这些要求。

8.8 正态性和离群值

8.8.1 正态性

抽样开始前，负责部门宜进行正态性验证。如有疑问，宜向统计专家咨询，该分布是否用于计量抽样，或者是否宜进行 GB/T 4882 中给出的正态性偏离试验。宜定期进行正态性的重新确认，特别是若

在生产中发生任何一种诸如人员、设计、材料或生产方法的重大变化时。

8.8.2 离群值

离群值（或一个偏离的观察值）是指，在样本中出现与其它观察值显著偏离的值。单个离群值，即使它位于规范限内，也会引起波动的增加和均值的改变，并可能因此而导致该批的拒收（例如，见 ISO 5725-2）。当检测到离群值时，对该批的处置宜是生产方和采购方之间协商的重要内容。

8.9 记录

8.9.1 控制图

计量检验的优点之一就是，能够发现产品质量水平的变化趋势，并在达到拒收标准之前给出警告，但这只有在保持足够记录时，才有种可能。

无论使用什么方法（“s 法”或“ σ 法”），都宜持续记录 $\bar{x}$ 和 s 的值，最好以控制图的形式进行记录（见 ISO 7870 和 GB/T 4091）。

本程序使用“ σ 法”时特别适宜于验证从样本中获得的 s 值是否落在 σ 值的规定限值内。

表 79 中给出的 MSSD 值，宜绘制在 s 控制图上，作为拒收值的标识。

注：控制图用于检测趋势，至于个别批的可接收性，最后判定由 8.5 和 8.6 中给出的程序进行管理。

8.9.2 拒收批

应特别关注所有拒收批的记录，并查看转移规则是否得到贯彻。没有负责部门的允许，被抽样方案拒收的任何批，不得以整体或部分方式重新提交。

8.10 正常、加严和放宽检验（见 5.12）

标准的转移规则如下：

a) 检验开始时，使用正常检验（除非另有规定），在必须变为加严检验或允许进行放宽之前，应连续进行正常检验。

b) 在任意五个或更少的连续批的初次正常检验中，有两批被拒收时，应进行加严检验。

加严检验通过降低接收度常数 p^* 的值来实现，“s 法”的值见表 79，“ σ 法”的值见表 80。正常检验转移到加严检验时，两种方法都没有改变样本量，除非表格中有带朝下的箭头指明必须增加样本量。

c) 在初次加严检验时，就有 5 连续批被接收时，应放松加严检验，然后恢复正常检验。

d) 十个连续批在正常检验时被接收后，若有下列条件时，可开始放宽检验：

1) 若 AQL 已经加严一级，这些批仍被接收。

由于本标准已选择 AQL=1.0，“AQL 加严一级”是指 AQL=0.65，表 82 给出了这种情况下的 p^* 值。

表 82 放宽检验资格认定时的接收常数

样本量字码	AQL = 0.65 时的表单接收常数 p^*
E	2.840
F	2.578
G	2.275

H	2.084
J	1.880
K	1.840
L	1.750
值取自 ISO 3951-2 的表 G.1 和 I.1	

2) 生产处于统计管理中。

3) 负责部门认为放宽检验令人满意。

放宽检验的样本量在比正常检验更小且接收常数更高，表 79 给出了“s 法”放宽检验的 n 和 p^* 值，表 26 给出了“ σ 法”的。

e) 初次检验时出现下列任意一种情况，应结束放宽检验并恢复正常检验：

- 有一批未被接收；
- 生产变得无规律或延迟；
- 负责部门认为放宽检验不再令人满意。

8.11 检验的停止和恢复

在初次加严检验时，若系列连续批中被拒收的批累积达到 5 个，应停止本标准的验收程序。

供应商已经采取改善所提交产品或服务质量的行动之前，不应恢复本标准规定的检验。具备恢复条件时，则应使用加严检验，如同在引用 8.10 b) 一样。

8.12 “s 法”和“ σ 法”之间的转换

8.12.1 过程标准差的估计

使用本部分描述的计量检验时，应定期计算 s 的加权方均根值，作为作为“s 法”和“ σ 法”的过程标准差 σ 的估计（见 B.2）。除负责部

门规定的其它间隔除外，应按 5 批的间隔估计 σ 值，除负责部门规定的其它批数外，估计应基于之前 10 个批。

8.12.2 统计控制状态

对每 10 批（或负责部门规定的其它批数）按 $CU\sigma$ 表达式计算上控制限，其中 CU 是依赖于样本量 n 的一个系数，由表 83 给出。若没有一个样本标准差 s_i 超过其对应的控制限，则认为该过程处于统计受控状态，否则，认为该过程处于统计失控状态。

注 1: 若批的样本量都相等，那么对所有批都使用同一个 $CU\sigma$ 值；

注 2: 若每批的样本量不同，那么对于样本标准差 s_i 小于等于 σ 的那些批，不必计算 $CU\sigma$ ；

注 3: CU 的值是这样的，在标准差 σ 恒定的稳定过程中，10 个连续批中有一个或多个样本标准差超过其 $CU\sigma$ 的概率为 5%，因此误报警的概率被限制到 5%。

表 83 样本标准差上控制限的 C_i 值

样本量 n	C_i 因子
3	2.297
4	2.065
6	1.827
8	1.700
9	1.654
10	1.617
12	1.558
13	1.534
15	1.494
18	1.448
25	1.377
35	1.316
50	1.263
70	1.221
表中值取自 ISO3951-2 的表 H.1	

8.12.3 从“s 法”转换到“ σ 法”

若过程被认为处于“s 法”的统计控制状态中，则可使用最后的 σ 值建立“ σ 法”。

注：这个转换由负责部门决定。

8.12.4 从“ σ 法”转换到“s 法”

即使在使用“ σ 法”时，建议仍保持 s 控制图，一旦怀疑过程是否仍处于控制状态，应将检验转换到“s 法”。

8.13 使用方保护

本标准的第 8 章打算将在连续系列批上采用的正常、加严和放宽检验作为系统来使用，以便让生产方确信当质量优于 AQL 时非常有可能接收产品的同时，为使用方提供保护。

8.14 操作特性曲线

使用方风险质量和生产方风险质量的那些表格，只提供了与操作特性曲线有关的两点信息。然而，在任何过程质量水平下，可以从某些操作特性（OC）曲线来判定，由某个抽样方案所提供的消费者保护的程。本标准正常检验“s 法”抽样方案的 OC 曲线在正常、加严和放宽检验的三个图和表中给出。这些情况宜在挑选抽样方案时进行协商，这些值取自 GB/T 6378.1 的图表 C 到 L。

这些 OC 的图表适用于“s 法”的单规范限，其中大多数也提供了与“ σ 法”、双规范限联合控制的情况，特别是对于大样本量的良好近似。若需要更准确的“ σ 法”OC 值，参见 ISO 3951-2 的附录 N。

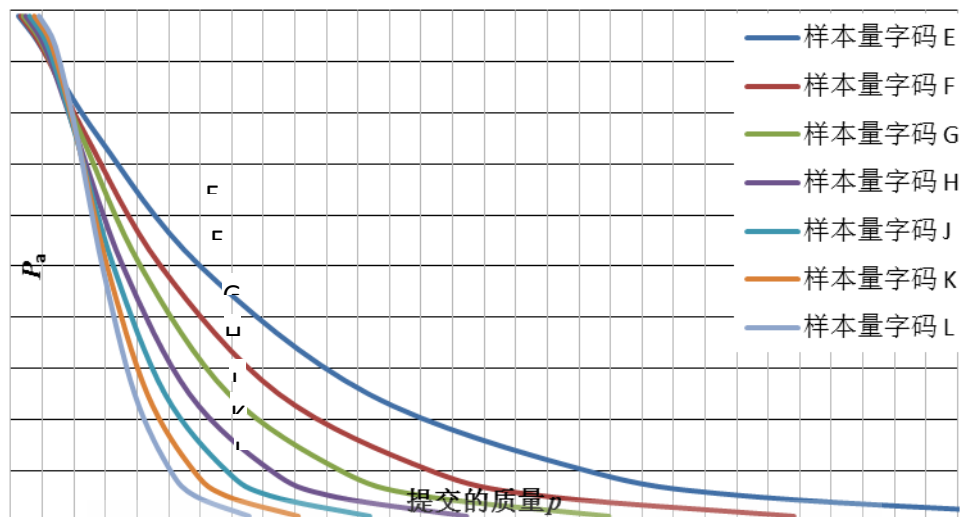


图 7 AQL = 1.0 的正常检验 OC 曲线,

表 84 AQL = 1.0 的正常检验 OC 曲线表列值

	样本量字码						
	E	F	G	H	J	K	L
P_a	p (按不合格百分数)						
99	0.24	0.31	0.39	0.47	0.59	0.74	0.89
95	0.74	0.78	0.86	0.91	1.03	1.17	1.29
90	1.26	1.22	1.26	1.27	1.35	1.46	1.55
75	2.81	2.43	2.28	2.11	2.08	2.10	2.11
50	6.00	4.75	4.11	3.55	3.25	3.05	2.90
25	11.32	8.48	6.90	5.65	4.88	4.32	3.92
10	18.20	13.27	10.43	8.23	6.82	5.78	5.05
5	23.24	16.83	13.04	10.13	8.22	6.82	5.83
1	34.16	24.81	18.95	14.44	11.37	9.11	7.55

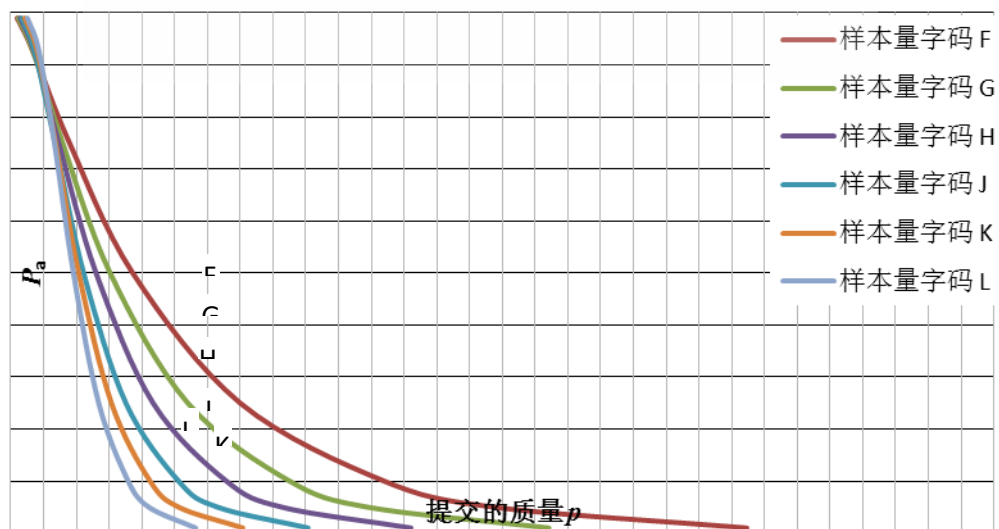


图 8 AQL = 1.0 的加严检验 OC 曲线

表 85 AQL = 1.0 的加严检验 OC 曲线表列值

	样本量字码						
	E	F	G	H	J	K	L
P_a	p (按不合格百分数)						
99	—	0.19	0.22	0.28	0.33	0.42	0.50
95	—	0.51	0.53	0.58	0.61	0.70	0.76
90	—	0.84	0.82	0.83	0.83	0.90	0.94
75	—	1.79	1.58	1.46	1.35	1.36	1.33
50	—	3.72	3.03	2.60	2.22	2.07	1.91
25	—	7.00	5.40	4.34	3.51	3.07	2.68
10	—	11.40	8.51	6.58	5.12	4.25	3.58
5	—	14.75	10.89	8.27	6.31	5.12	4.21
1	—	22.46	16.42	12.21	9.07	7.08	5.64

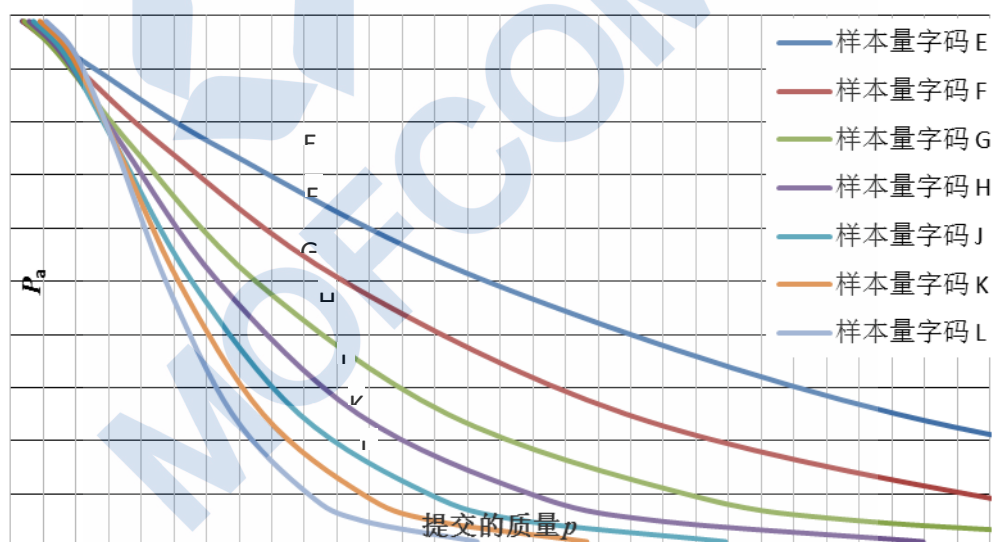


图 9 AQL = 1.0 的放宽检验 OC 曲线

表 86 AQL = 1.0 的放宽检验 OC 曲线表列值

	样本量字码						
	E	F	G	H	J	K	L
P_a	p (按不合格百分数)						
99	0.34	0.36	0.41	0.56	0.69	0.89	1.08
95	1.36	1.19	1.13	1.27	1.38	1.57	1.74
90	2.58	2.08	1.83	1.90	1.94	2.09	2.21
75	6.46	4.76	3.77	3.49	3.28	3.27	3.22
50	14.59	10.21	7.51	6.35	5.55	5.14	4.75
25	27.17	18.86	13.39	10.65	8.84	7.73	6.79
10	41.32	29.28	20.66	15.91	12.80	10.76	9.11

5	50.30	36.40	25.84	19.70	15.64	12.91	10.73
1	66.36	50.54	36.84	27.96	21.90	17.65	14.29

8.15 使用方风险（CR）

若批的系列没有长到足以允许要使用的转移规则，则需要对那些与指定 AQL 值(本标准中为 1.0)相关联的抽样方案的选择加以限制，所选择的方案中，使用方风险质量不大于规定的极限质量保护，出于这个目的，能通过选择使用方风险质量（CRQ）和与之关联使用方风险来选择抽样方案。

表 87 给出了分别相应于 10%和 5%的使用方风险的“s 法”使用方风险质量（CRQ）水平的值。

表 88 给出了分别相应于 10%和 5%的使用方风险的“ σ 法”使用方风险质量（CRQ）水平的值。

然而，由于计量抽样理论适用于过程，因此不赞成对孤立批运用计量检验。第 6 章中描述的计数抽样方案适用于孤立批且更加有效。

表 87 “s 法”的使用方风险质量

检验水平对应的批量		样本 本 量 字 码	正常检验		加严检验		放宽检验			
II	III		CR%	10	5	10	5	CR%	10	5
			正常 和加 严样 本量 n	CRQ%				样本 量 n	CRQ%	
51 ~ 90	—	E	9	18.2	23.24	↓		4	41.32	50.30
91 ~ 150	51 ~ 90	F	13	13.27	16.83	11.4	14.75	6	29.28	36.40
151 ~ 280	91 ~ 150	G	18	10.43	13.04	8.51	10.89	9	20.66	25.84
281 ~ 500	151 ~ 280	H	25	8.23	10.13	6.58	8.27	13	15.91	19.70
501 ~ 1 200	281 ~ 500	J	35	6.82	8.22	5.12	6.31	18	12.8	15.64
1 201 ~ 3 200	501 ~ 1 200	K	50	5.78	6.82	4.25	5.12	25	10.76	12.91
—	1 201 ~ 3 200	L	70	5.05	5.83	3.58	4.21	35	9.11	10.73

注1：表中值取自 ISO3951-2的表L. 1、L. 3和L. 5，和GB/T 6378. 1的图表C和L；
注2：正常检验和加严检验的样本量相同。

表 88 “ σ 法”的使用方风险质量（CRQ）

检验水平对应的批量		样本量 字 码			正常检验		加严检验		放宽检验		
II	III		CR%	10	5	10	5	CR%	10	5	
			正常和 加严样 本量 n	CRQ%				样本量 n	CRQ%		
51 ~ 90	—	E	6	14.6	—	↓		3	40.1	—	
91 ~ 150	51 ~ 90	F	8	11.0	—	8.57	—	4	27.6	—	
151 ~ 280	91 ~ 150	G	10	9.07	—	6.79	—	6	18.2	—	
281 ~ 500	151 ~ 280	H	12	7.64	—	5.72	—	8	14.4	—	
501 ~ 1 200	281 ~ 500	J	15	6.63	—	4.67	—	10	12.0	—	
1 201 ~ 3 200	501 ~ 1 200	K	18	6.00	—	4.21	—	12	10.7	—	
—	1 201 ~ 3 200	L	21	5.52	—	3.77	—	15	9.36	—	

注1：表中值取自 ISO 3951-2的表L. 1、L. 3和L. 5，和GB/T 6378. 1的图表C和L；

注2：正常检验和加严检验的样本量相同；

注3：ISO 3951-2中没有给出CR = 5%时的CRQ值。

参见 ISO 3951-2 的附录 L。

用字码 G, 在使用“s 法”的正确检验下, 对 CR = 10% 的 CRQ 为 10.43%。这意味着, 若过程质量与 10.43% 的不合格一样差, 那么批被接收的使用方风险为 10%。

8.16 生产方风险（PR）

表 34 和表 35 分别给出了当所生产的批的过程平均不合格品率等于 AQL 时, “s 法”和 “ σ 法”的不接收概率, 这个概率称为生产方风险（PR）。

表 89 “s 法”的生产方风险（PR）

检验水平对应的批量		样本量 字 码	正常检验		加严检验		放宽检验	
II	III		样本量 n	PR%	样本量 n	PR%	样本量 n	PR%
51 ~ 90	—	E	9	7.4	↓		4	3.5
91 ~ 150	51 ~ 90	F	13	7.4	13	12.5	6	4.0
151 ~ 280	91 ~ 150	G	18	6.6	18	13.5	9	4.1

281 ~ 500	151 ~ 280	H	25	6.1	25	13.8	13	3.2
501 ~ 1 200	281 ~ 500	J	35	4.7	35	14.7	18	2.4
1 201 ~ 3 200	501 ~ 1 200	K	50	3.0	50	12.8	35	1.4
-	1 201 ~ 3 200	L	70	1.7	70	12.0	35	0.8
表中值取自 ISO 3951-2的M. 1、M. 3和M. 5。								

表 90 “ σ 法”的生产方风险 (PR)

检验水平对应的批量		样本量 字码	正常检验		加严检验		放宽检验	
II	III		样本量 n	PR%	样本量 n	PR%	样本量 n	PR%
51 ~ 90	-	E	6	3.3	↓		3	1.0
91 ~ 150	51 ~ 90	F	8	3.4	8	7.6	4	1.5
151 ~ 280	91 ~ 150	G	10	3.2	10	8.7	6	1.4
281 ~ 500	151 ~ 280	H	12	3.4	12	9.6	8	1.1
501 ~ 1 200	281 ~ 500	J	15	2.8	15	10.9	10	0.9
1 201 ~ 3 200	501 ~ 1 200	K	18	2.3	18	10.3	12	0.7
-	1 201 ~ 3 200	L	21	2.0	21	10.9	15	0.4
注：表中值取自 ISO 3951-2的M. 2、M. 4和M. 6								

在使用“s”法的正常检验条件下，对字码 G，PR 为 6.6%，这意味着，若过程质量为 1.0%的不合格率，那么，生产方风险（即不被接收的概率）为 6.6%。

注意，加严检验时 PR 的增加。

附录 A

(规范性附录)

随机数

表A.1 随机数

0110	9140	2804	8046	7142	6277	6210	8627	3209	6845
5327	3946	6289	6117	0060	2827	6546	2738	8760	6604
5373	8259	4956	8185	0135	8640	7410	6335	0831	2774
9244	9452	8324	8062	9817	9853	7479	9559	4264	6919
4148	3948	5399	8687	3568	4046	4558	0705	5075	4440
2403	4351	8240	3554	3568	4701	7494	6036	7735	4082
1828	1956	1646	1370	9096	0738	8015	0513	6969	0949
7249	9634	4263	4345	0567	1272	5302	3352	7389	9976
7116	9731	2195	3265	9542	2808	1720	4832	2553	7425
6659	8200	4135	6116	3019	6223	7323	0965	8105	4394
2267	0362	5242	0261	7990	8886	0375	7577	8422	5230
9460	9813	8325	6031	1102	2825	4899	1599	1199	0909
2985	3541	6445	7981	8796	9480	2409	9456	7725	0183
4313	0666	2179	1031	7804	8075	8187	6575	0065	2170
6930	5368	4520	7727	2536	4166	7653	0448	2560	4795
8910	3585	5655	1904	0681	6310	0568	3718	3537	8858
8439	1052	5883	9283	1053	5667	0572	0611	0100	5190
4691	6787	4107	5073	8503	6875	7525	8894	7426	0212
1034	1157	5888	0213	2430	7397	7204	6893	7017	7038
7472	4581	3837	8961	7931	6351	1727	9793	2142	0816
2950	7419	6874	1128	5108	7643	7335	5303	2703	8793
1312	7297	3848	4767	5386	7361	2079	3197	8904	4332
8734	4921	6201	5057	9228	9938	5104	6662	1617	2323
2907	0737	8496	7509	9304	7112	5528	2390	7736	0475
1294	4883	2536	2351	5860	0344	2595	4880	5167	5370
0430	5819	7017	4512	8081	9198	9786	7388	0704	0138
5632	0752	8287	8178	8552	2264	0658	2336	4912	4268
7960	0067	7837	9890	4490	1619	6766	6148	0370	8322
5138	6660	7759	9633	0924	1094	5103	1371	2874	5400
8615	7292	1010	9987	2993	5116	7876	7215	9715	3906
4968	8420	5016	1391	8711	4118	3881	9840	5843	0751
9228	3232	5804	8004	0773	7886	0146	2400	6957	8968
9657	9617	1033	0469	3564	3799	2784	3815	3611	8362
9270	5743	8129	8655	4769	2900	6421	2788	4858	5335
8206	3008	7396	0240	0524	3384	6518	4268	5988	9096

1562	7953	0607	6254	0132	3860	6630	2865	9750	9397
1568	4342	5173	3322	0026	7513	1743	1299	1340	6470
5697	9273	8609	8442	1780	1961	7221	5630	8036	4029
3186	0656	3248	0341	9308	9853	5129	3956	4717	7594
3275	7697	1415	5573	9661	0016	4090	2384	7698	4588
7931	1949	1739	3437	6157	2128	6026	2268	5247	2987
5956	2912	2698	5721	1703	2321	8880	3268	7420	2121
1866	7901	4279	4715	9741	2674	7148	8392	2497	8018
2673	7071	4948	8100	7842	8208	3256	3217	8331	7256
7824	5427	0957	6076	2914	0336	3466	0631	5249	7289
2251	0864	0373	7808	1256	1144	4152	8262	4998	3315
7661	8813	5810	2612	3237	2829	3133	4833	7826	1897
6651	6718	1088	2972	0673	8440	3154	6962	0199	2604
2917	4989	9207	4484	0916	9129	6517	0889	0137	9055
5970	3582	2346	8356	0780	4899	7204	1042	8795	2435
1564	8048	6359	8802	2860	3546	3117	7357	9945	5739
6022	9676	5768	3388	9918	8897	1119	9441	8934	8555
8418	9906	0019	0550	4223	5586	4842	8786	0855	5650
5948	1652	2545	3981	2102	3523	7419	2359	0381	8457
6945	3629	7351	3502	1760	0550	8874	4599	7809	9474
0370	1165	8035	4415	9812	4312	3524	1382	4732	2303
6702	6457	2270	8611	8479	1419	0835	1866	1307	4211
3740	4721	3002	8020	0182	4451	9389	1730	3394	7094
3833	3356	9025	5749	4780	6042	3829	8458	1339	6948
8683	7947	4719	9403	7863	0701	9245	5960	9257	2588
6794	1732	4809	9473	5893	1154	0067	0899	1184	8630
5054	1532	9498	7702	0544	0087	9602	6259	3807	7276
1733	6560	9758	8586	3263	2532	6668	2888	1404	3887
6609	6263	9160	0600	4304	2784	1089	7321	5618	6172
3970	7716	8807	6123	3748	1036	0516	0607	2710	3700
9504	2769	0534	0758	9824	9536	7825	2985	3824	3449
0668	9636	6001	9372	8746	1579	6102	7990	4526	3429
4364	0606	4355	2395	2070	8915	8461	9820	6811	5873
8875	3041	7183	2261	7210	6072	7128	0825	8281	6815
4521	3391	6695	5986	2416	7979	8106	7759	6379	2101
5066	1454	9642	8675	8767	0582	0410	5515	2697	1575
9138	5003	8633	2670	7575	4021	0391	0118	9493	2291
0975	1836	7629	5136	7824	3916	0542	2614	6567	3015
1049	9925	3408	3029	7244	1766	1013	0221	8492	3801
0682	1343	7454	9600	8598	9953	5773	6482	4439	6708
0263	4909	9832	0627	1155	4007	0446	6988	4699	1740
2733	3398	7630	3824	0734	7736	8465	0849	0459	8733
1441	2684	1116	0758	5411	3365	4489	6241	6413	3615

5014	5616	1721	8772	4605	0388	1399	5993	7459	4445
3745	5956	5512	8577	4178	0031	3090	2296	0124	5896
8384	8727	5567	5881	3721	1898	3758	7236	6860	1740
9944	8361	7050	8783	3815	9768	3247	1706	9355	3510
3045	2466	6640	6804	1704	8665	2539	2320	9831	9442
5939	5741	7210	0872	3279	3177	6021	2045	0163	3706
4294	1777	5386	7182	7238	8408	7674	1719	9068	9921
3787	2516	2661	6711	9240	5994	3068	5524	0932	5520
4764	2339	4541	5415	6314	7979	3634	5320	5400	6714
0292	9574	0285	4230	2283	5232	8830	5662	6404	2514
7876	1662	2627	0940	7836	3741	3217	8824	7393	7306
3490	3071	2967	4922	3658	4333	6452	9149	4420	6091
3670	8960	6477	3671	9318	1317	6355	4982	6815	0814
3665	2367	8144	9663	0990	6155	4520	0294	7504	0223
3792	0557	8489	8446	8082	1122	1181	8142	7119	3200
2618	2204	9433	2527	5744	9330	0721	8866	3695	1081
8972	8829	0962	5597	9834	5857	9800	7375	9209	0630
7305	8852	1688	3571	3393	2990	9488	8883	2476	9136
1794	4551	1262	4845	4039	7760	1565	4745	1178	8370
3179	1304	7767	4769	7373	5195	5013	6894	5734	5852
2930	3828	7172	3188	7487	2191	1225	7770	3999	0006
8418	9627	7948	6243	1176	9393	2252	0377	9798	8648

附录 B

(规范性附录)

获取 s 或 σ 的程序

A.1 获取 s 的程序

对总体标准差样本的估计通常被记为符号 s ，其值可以从数学公式中获得：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}{n-1}}$$

式中：

x_j ——样本量为 n 的样本中，第 j 个单位产品的质量特性值；

$\bar{x}$ —— x_j 的平均值，即：

$$\bar{x} = \sum_{j=1}^n x_j / n$$

详见 ISO 3951-2 的 J.1

注：上述公式在 ISO 3951-2: 2006 中是错误的，已经发起修正案。

A.2 获取 σ 的程序

若控制图显示 s 值受控，可以通过下面公式给定的 s 加权方均根值导出 σ ：

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (n_i - 1) s_i^2}{\sum_{i=1}^m (n_i - 1)}}$$

式中：

m ——批的数量；

n_i ——第 i 批的样本量；

s_i ——第 i 批样本量标准偏差。

若每批的样本量都相等，则上述公式简化为：

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m s_i^2}{m}}$$

2.7 机电式有功电能表验收检验的特殊要求（0.5、1 和 2 级）

1 范围

本要求规定了新制造的直接接入的或经互感器接入的机电式有功电能表（0.5 级、1 级和 2 级）（以下简称“仪表”）验收检验的特殊

要求，这些仪表的同一批次交付量不少于 50 台。对于同一批次交付量少于 50 台的验收方法，宜由生产方和使用方协商而定。

这里描述的流程主要是针对生产方和使用方之间的验收检验。

注：它也可用于其它的目的，如支持初始验证。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本文件的引用而成为本文件的条款。

GB/T 17215.811-201X 交流电测量设备验收检验第 11 部分：通用验收检验方法（IEC 62058-11:2008 IDT）

ISO/IEC Guide 98-3:2008 测量不确定度表达指南
(Uncertainty of measurement -- Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995))

3 试验条件

3.1 检验的场所

交流电测量设备通用验收检验方法中 3.15 给出的规定适用于本部分。

3.2 参比条件

试验应在下列条件下进行：

表 91 多相仪表的电压和电流平衡

条件	仪表的准确度等级		
	0.5	1	2
每个相电压（相线与中线间）和线电压（相线与相线间）与对应的电压平均值之差不应大于	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$
每个相电流与各相电流平均值之差不应大于	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 2\%$
各相电流与对应的相电压间的相位差，不考虑相角，它们相互间的差不应大于	2°		

表 92 参比条件

影响量	参比值	各等级仪表允许的误差		
		0.5	1	2
环境温度	参比温度，无标记时为 23℃ ^a	± 1℃	± 2℃	± 2℃
电压	参比电压	± 0.5%	± 1.0%	± 1.0%
频率	参比频率	± 0.2%	± 0.3%	± 0.5%
相序	正相序 (L1-L2-L3)	—		
电压不平衡	各相均连接	—		
波形	正弦电压和电流	畸变因数小于		
		2%	2%	3%
外部恒定磁感应	等于零	—		
参比频率下的外部磁感应强度	磁感应强度等于零	引起误差改变量不大于以下值的磁感应强度值 ^b ：		
		± 0.1%	± 0.2%	± 0.3%
		但在任何情况下宜小于 0.05mT		
附件工作	无附件工作	—		
工作位置	垂直工作位置 ^c	± 0.5°		
150kHz 到 80MHz 的射频传导骚扰	等于零	<1V		

^a 在非参比温度的某一值（包括允许偏差）下进行试验，应通过相应的仪表温度系数校准试验结果。

^b 试验包括：

- 1) 对于单相仪表，首先将仪表同电网电源正常连接测定各项误差，接着再将电流线路以及电压线路反向连接后测定各项误差。两个误差之差的一半即是误差改变值。由于外磁场相位未知，试验宜在 0.1 I_b 或 0.05 I_b 、功率因数为 1 和 0.2 I_b 或 0.1 I_b 、功率因数为 0.5 条件下进行。
- 2) 对于三相仪表，在 0.1 I_b 或 0.05 I_b 、功率因数为 1 条件下进行三次测量。在每次测量之后，电流线路和电压线路的连接改变 120°，相序不改变。测定的每个误差与它们的平均值之间的最大的差值即是误差改变值。

^c 确定垂直的工作位置（见 GB/T 17215.311-2008, 5.1）

仪表的安装与装配宜在下述条件下保证正确的垂直位置（前后及左右）：

- 表底由垂直的墙壁支承；
- 基准边缘（如端子座的下边缘），或标志在表壳上的基准线是水平的。

3.3 百分数误差的测量不确定度

测量过程应使得，在参比条件和给定的试验点，百分数误差的测量不确定度不宜超过其参比条件下在给定试验点的百分数误差限值的五分之一。

关于测量不确定度，见 ISO/IEC Guide 98-3。

若不确定度超出这个限值，则不能够使用计量检验的方法。此时，

仅有计数检验是可能的，且百分数误差限值应使用下述公式进行修正：

$$e_{\text{corr}}(I, \cos\varphi) = 6/5 \times e(I, \cos\varphi) - U$$

这里：

—— $e(I, \cos\varphi)$ 是参比条件下在给定的试验点的百分数误差限值

—— U 是测量不确定度

例：

在给定试验点，若参比条件下的百分数误差限值是 $e(I, \cos\varphi) = 2\%$ ，且 $U=0.5\%$ ，则：

$$e_{\text{corr}}(I, \cos\varphi) = 6/5 \times 2.0 - 0.5 = 1.9 (\%)$$

要使用这个修正限值，而不是原始的限值。

表 93 给出了使用上述公式计算得出的经测量不确定度修正后的百分数误差限值。

表 93 经测量不确定度修正后的百分数误差限值

百分数误差 限值 %	百分数误差的测量不确定度， %									
	0.6	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1
± 3.0	± 3.0	± 3.0	± 3.0	± 3.0	± 3.0	± 3.0	± 3.0	± 3.0	± 3.0	± 3.0
± 2.5	± 2.4	± 2.5	± 2.5	± 2.5	± 2.5	± 2.5	± 2.5	± 2.5	± 2.5	± 2.5
± 2.0	± 1.8	± 1.9	± 1.95	± 2.0	± 2.0	± 2.0	± 2.0	± 2.0	± 2.0	± 2.0
± 1.5	± 1.2	± 1.3	± 1.35	± 1.4	± 1.45	± 1.5	± 1.5	± 1.5	± 1.5	± 1.5
± 1.0	± 0.6	± 0.7	± 0.75	± 0.8	± 0.85	± 0.9	± 0.95	± 1.0	± 1.0	± 1.0
± 0.6	± 0.12	± 0.22	± 0.27	± 0.32	± 0.37	± 0.42	± 0.47	± 0.52	± 0.57	± 0.6
± 0.5	0	± 0.1	± 0.15	± 0.2	± 0.25	± 0.3	± 0.35	± 0.4	± 0.45	± 0.5
± 0.4	0	0	±	±	±	±	±	±	±	±

			0.03	0.08	0.13	0.18	0.23	0.28	0.33	0.38
± 0.3	0	0	0	0	$\pm$ 0.01	$\pm$ 0.06	$\pm$ 0.11	$\pm$ 0.16	$\pm$ 0.21	$\pm$ 0.26
± 0.2	0	0	0	0	0	0	0	$\pm$ 0.04	$\pm$ 0.09	$\pm$ 0.14

注：在任何情形下，不确定度不宜超出其百分数误差限值的一半。

3.4 表盖和封印

仪表应在其表盖闭合且生产方封印未破坏的条件下进行检验和试验。

注：若有机机械特性试验的需要，生产方和使用方之间宜商定其检验和试验条件。

4 检验过程

4.1 试验实施和检验方法

表 4 参照 GB/T 17215.811 给定的抽样方案，规定了检验特性、不合格关键度分类以及适用的检验方法。

表 94 验收试验和检验方法

试验序号	试验	不合格关键度分类	可用的检验方法 ^a	GB/T 17215.811 抽样方案
1	交流电压试验	关键	逐批计数检验，一次抽样，Ac=0 或	表 6
			孤立批计数检验，流程 A，Ac=0	表 18
2	无负载（潜动）	非关键	逐批计数检验，一次抽样，AQL=1.0 或	表 2
			逐批计数检验，二次抽样，AQL=1.0 或	表 7
			孤立批计数检验，一次或二次抽样， 流程 A，LQ=5.0 或	表 17
			孤立批计数检验，一次或二次抽样， 流程 B，LQ=5.0	表 20
3	起动	非关键	同试验 2	
4-9	准确度	非关键	同试验 2，并附加	
			逐批计量检验，“s”方法，AQL = 1.0 或	表 24
			逐批计量检验，“σ”方法，AQL = 1.0	表 26
10	仪表常数	关键	同试验 1	

-	其它试验	见 5.8	-
* 100%检验总是能够采用的，见 GB/T 17215.811 的第 6 章。			

对于不同的试验，若抽样方案给出不同的样本量，则样品数量应等于最大的那个样本量。较小的样本量应从较大的样本量中随机选取。

4.2 试验前准备和预处理

应先对为检验而选中的仪表进行目视检查，以核实它们属于同一型号，其规定的标志是正确的，并且其没有损坏的迹象。这些仪表应与其型式批准书相符，应具有相同的电压电流规格。

试验前，仪表应按其参比电压施加电压，在功率因数 1 下加载下面规定的试验电流，以达到热稳定。

试验电流的值应为：对直接接入的仪表为 $0.1I_b$ ，对经互感器接入的仪表为 $0.1I_n$ 。

试验应按下面的顺序进行。

4.3 试验 1：交流电压试验

交流电压试验应按照表 95 的要求进行。

试验电压应基本为正弦波，频率在 45 Hz 到 65 Hz 之间，施加时间为 2 s。试验电源应具有至少 500 VA 的输出能力。试验电压的上升时间和下降时间应不大于 2 s。参比电压等于或小于 40 V 的辅助电路应连接到地。

试验期间，不应发生闪络、破坏性放电或击穿。

表 95 交流电压试验

各绝缘等级仪表的试验电压（方均根值）		试验电压的施加点
I	II	
1.6 kV	3.2 kV	所有的电流线路和电压线路以及那些参比电压高于 40 V 的辅助电路连接到一起为一端，另一端为地。

若生产方提供证据说明，其每个产品在验收检验前已经通过了上述试验，则本试验不必做。

4.4 试验 2：无负载状况（潜动）

当仪表以参比电压加电，在功率因数为 1 下施加试验电流，并按照其接线图连接，仪表的转子不应旋转完整的一圈。

对于鼓轮式计度器，此条件应仅适用于一个鼓轮转动。

试验电流的值应为：对直接接入的仪表为 $0.001I_b$ ，对经互感器接入的仪表为 $0.001I_n$ 。

注：与型式试验不同，本试验在一个小电流下进行，因为二者的试验条件不同。

4.5 试验 3：起动

当仪表以参比电压加电（多相仪表为平衡负载），按照其接线图连接，在表 96 给出的电流下，转子应起动并转动超过一圈。

对于使用鼓轮式计度器的仪表，本试验应在不超过两个鼓轮转动时进行。

表 96 起动试验的电流值

仪表类型	仪表准确度等级			功率因数
	0.5	1	2	
直接接入的仪表	—	$0.004 I_b$	$0.005 I_b$	1
经电流互感器接入的仪表	$0.002 I_n$	$0.002 I_n$	$0.003 I_n$	1

4.6 试验 4 至试验 9：准确度试验

单相仪表和多相仪表的准确度试验应在表 97 规定试验点，按表中的顺序进行，且在测量期间无需等待热平衡。

表 97 准确度试验点及其百分数误差限值

试验序号	电流值		功率因数	适用的仪表类型	负载（多相仪表情形）	各等级仪表的百分数误差限值		
	直接接入的仪表	经互感器接入的仪表				0.5	1	2
4	$0.05 I_b$	$0.02 I_n$	1	单相和多相	平衡	± 1.0	± 1.5	± 2.5
5	I_b	I_n	1	单相和多相	平衡	± 0.5	± 1.0	± 2.0
6	I_b	I_n	0.5	单相和多相	平衡	± 0.8	± 1.0	± 2.0
7	I_b	I_n	1	多相	单相 ^a	± 1.5	± 2.0	± 3.0
8	I_b	I_n	1	多相	单相 ^b	± 1.5	± 2.0	± 3.0
9	I_{max}	I_{max}	1	单相和多相	平衡	± 0.5	± 1.0	± 2.0
^a 仪表应施加三相对称电压，电流应逐一施加到每一相。 ^b 仪表应施加三相对称电压，电流应逐一施加到与试验 7 不同的那一相。								

4.7 试验 10：计度器准确度

本试验应以仪表测量足够的电能来进行，以确证计度器读数增量的准确度优于 $\pm 1.0\%$ 。

对每只仪表，试验应对至少一个费率计度器进行。

4.8 其它试验

生产方和使用方可就任何其它额外的功能和机械特性进行的试验达成一致。

检验方法（100%检验、计数检验或计量检验）和验收条件应由生产方和使用方协商达成一致。

下面给出若干机械试验的示例：

——计度器的啮合

——焊接和焊缝

——螺钉的紧固度

——铁屑，锉屑，特别是在制动磁铁气隙中的金属粉尘

——任何其它被认为需要的项目

5 批验收和批拒绝的准则，不接受批的处理

交流电测量设备通用验收检验方法中 3.18 给出的规定适用于本部分。

6 试验记录与评估

样品的试验结果与评估应记录在表 8 给出的检验表中。

注：生产方和使用方协商一致的试验可加入表中。

对于较大的样品数量，可能需要多份检验表。结果应在最后一份表中进行评估。这种情形下，“结论”栏写入“接下一份检验表”。栏目“批号”可用于包含批次试验结论在内的检验表的页码编号。

对于二次抽样方案，可能需要两套检验表。

表 98 检验表

第 1/2 批样本		计数检验						计数检验或计量检验							
仪 表	序列号的 末位数字	试验序号													
		1	10		2	3		4	5	6	7	8	9		
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															

14															
...															
不合格数量															
不合格仪表的编号 ^a															
接受的数量	0	0													
拒绝的数量	1	1													
检验员:	测量不确定度:														
	百分数误差限值: $\pm$														
	样本平均值: $\bar{X}_i$														
	标准差: S_i														
日期:	f_s 或 f_σ														
批号	MSSD 或 MPSD														
	$\hat{p}_{Ui}$														
	$\hat{p}_{Li}$														
	$\hat{p}_i$														
							$\sum_{i=1}^n \hat{p}_i = p^* =$								
结论: 接受/拒绝/ 第 2 批样本															
^a 见 GB/T 17215.811-201X, 7.4.4.1。															

2.8 静止式有功电能表验收检验的特殊要求(0.2S、0.5S、1 和 2 级)

1 范围

本要求规定了新制造的直接接入的或经互感器接入的静止式有功电能表(0.2S 级、0.5S 级、1 级和 2 级)(以下简称“仪表”)验收检验的特殊要求,这些仪表的同一批次交付量不少于 50 台。对于同一批次交付量少于 50 台的验收方法,宜由生产方和使用方协商而定。

这里描述的流程主要是针对生产方和使用方之间的验收检验。

注:它也可用于其它的目的,如支持初始验证。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本文件的引用而成为本文件的条款。

GB/T 17215.321-2008 交流电测量设备特殊要求第 21 部分：静止式有功电能表（1 级和 2 级）（IEC 62053-21:2003 IDT）

GB/T 17215.322-2008 交流电测量设备特殊要求第 22 部分：静止式有功电能表（0.2S 级和 0.5 级）（IEC 62053-22:2003 IDT）

GB/T 17215.811-201X 交流电测量设备验收检验第 11 部分：通用验收检验方法（IEC 62058-11:2008 IDT）

ISO/IEC Guide 98-3:2008 测量不确定度表达指南
(Uncertainty of measurement -- Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995))

3 试验条件

3.1 检验的场所

交流电测量设备通用验收检验方法中 3.15 给出的规定适用于本部分。

3.2 参比条件

试验应在下列条件下进行：

表 99 多相仪表的电压和电流平衡

条件	仪表的等级			
	0.2S	0.5S	1	2
每个相电压（相线与中线间）和线电压（相线与相线间）与对应的电压平均值之差不应大于	± 1%			
每个相电流与各相电流平均值之差不应大于	± 1%		± 2%	
各相电流与对应的相电压间的相位移，不考虑相角，它们相互间的差不应大于	2°			

表 100 参比条件

影响量	参比值	各等级仪表允许的误差			
		0.2S	0.5S	1	2

环境温度	参比温度或者不标注的为 23 ℃ ^a	± 2 ℃			
电压	参比电压	± 1. 0%			
频率	参比频率	± 0. 3%	± 0. 3%	± 0. 3%	± 0. 5%
相序	L1-L2-L3	—			
电压不平衡	各相均连接	—			
波形	正弦波电压和电流	畸变因数小于			
		2. 0%	2. 0%	2. 0%	3. 0%
外部恒定磁感应	等于零	—			
参比频率下的外部磁感强度	磁感应强度等于零	引起的误差改变量不大于以下值的磁感应强度值 ^b ：			
		± 0. 1%	± 0. 1%	± 0. 2%	± 0. 3%
		但在任何情况宜小于 0. 05mT			
30 kHz 到 2 GHz 的高频电磁场	等于零	<1V/m			
附件工作	附件不工作	—			
150 kHz 到 80 MHz 的射频场传导骚扰	等于零	<1V			

^a 若在非参比温度（包括允许偏差）下进行试验，结果应通过相应的仪表温度系数校正。

^b 试验包括：

3) 单相仪表，首先将仪表同电网电源正常连接测定各项误差，接着将电流线路以及电压线路反向连接后测定各项误差。两个误差之差的一半即是误差改变量的值。由于外部磁场相位未知，试验宜在 0.1I_b或 0.05I_b、功率因数为 1 和 0.2I_b或 0.1I_b、功率因数为 0.5 条件下进行。

4) 三相仪表，在 0.1I_b或 0.05I_b、功率因数为 1 条件下进行三次测量，在每次测量之后，电流线路和电压线路的连接改变 120°，相序不改变。确定每个误差之间的最大差值，它们的平均值就是其误差改变量的值。

3.3 百分数误差的测量不确定度

测量过程应使得，在参比条件和给定的试验点，百分数误差的测量不确定度不宜超过其参比条件下在给定试验点的百分数误差限值的五分之一。

关于测量不确定度，见 ISO/IEC Guide 98-3。

若不确定度超出这个限值，则不能够使用计量检验的方法。此时，仅有计数检验是可能的，且百分数误差限值应使用下述公式进行修正：

$$e_{\text{corr}}(I, \cos\varphi) = 6/5 \times e(I, \cos\varphi) - U$$

这里：

—— $e(I, \cos\varphi)$ 是参比条件下在给定的试验点的百分数误差限值

—— U 是测量不确定度

例：

在给定试验点，若参比条件下的百分数误差限值是 $e(I, \cos\varphi) = 2\%$ ，且 $U=0.5\%$ ，则：

$$e_{\text{corr}}(I, \cos\varphi) = 6/5 \times 2.0 - 0.5 = 1.9 (\%)$$

要使用这个修正限值，而不是原始的限值。

表 101 给出了使用上述公式计算得出的经测量不确定度修正后的百分数误差限值。

表 101 经测量不确定度修正后的百分数误差限值

百分数误差 限值 %	百分数误差的测量不确定度 %									
	0.6	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1
± 3.0	± 3.0	± 3.0	± 3.0	± 3.0	± 3.0	± 3.0	± 3.0	± 3.0	± 3.0	± 3.0
± 2.5	± 2.4	± 2.5	± 2.5	± 2.5	± 2.5	± 2.5	± 2.5	± 2.5	± 2.5	± 2.5
± 2.0	± 1.8	± 1.9	± 1.95	± 2.0	± 2.0	± 2.0	± 2.0	± 2.0	± 2.0	± 2.0
± 1.5	± 1.2	± 1.3	± 1.35	± 1.4	± 1.45	± 1.5	± 1.5	± 1.5	± 1.5	± 1.5
± 1.0	± 0.6	± 0.7	± 0.75	± 0.8	± 0.85	± 0.9	± 0.95	± 1.0	± 1.0	± 1.0
± 0.6	± 0.12	± 0.22	± 0.27	± 0.32	± 0.37	± 0.42	± 0.47	± 0.52	± 0.57	± 0.6
± 0.5	0	± 0.1	± 0.15	± 0.2	± 0.25	± 0.3	± 0.35	± 0.4	± 0.45	± 0.5
± 0.4	0	0	± 0.03	± 0.08	± 0.13	± 0.18	± 0.23	± 0.28	± 0.33	± 0.38
± 0.3	0	0	0	0	± 0.01	± 0.06	± 0.11	± 0.16	± 0.21	± 0.26
± 0.2	0	0	0	0	0	0	0	± 0.04	± 0.09	± 0.14

注：在任何情形下，不确定度不宜超出其百分数误差限值的一半。

3.4 表盖和封印

仪表应在其表盖闭合且生产方封印未破坏的条件下进行检验和试验。

注：若有机机械特性试验的需要，生产方和使用方之间宜商定其检验和试验条件。

4 检验过程

4.1 试验实施和检验方法

表 102 参照 GB/T 17215.811 给定的抽样方案，规定了检验特性、不合格关键度分类以及适用的检验方法。

表 102 验收试验和检验方法

试验序号	试验	不合格关键度分类	可用的检验方法 ^a	GB/T 17215.811 抽样方案
1	交流电压试验	关键	逐批计数检验，一次抽样，Ac=0 或	表 6
			孤立批计数检验，流程 A，Ac=0	表 18
2	无负载（潜动）	非关键	逐批计数检验，一次抽样，AQL=1.0 或	表 2
			逐批计数检验，二次抽样，AQL=1.0 或	表 7
			孤立批计数检验，一次或二次抽样， 流程 A，LQ=5.0 或	表 17
			孤立批计数检验，一次或二次抽样， 流程 B，LQ=5.0	表 20
3	起动	非关键	同试验 2	
4-9	准确度	非关键	同试验 2，并附加	
			逐批计量检验，“s”方法，AQL = 1.0 或	表 24
			逐批计量检验，“σ”方法，AQL = 1.0	表 26
10	仪表常数	关键	同试验 1	
—	其它试验	见 5.9		

^a 100%检验总是能够采用的，见 GB/T 17215.811 的第 6 章。

^a 100%检验总是能够采用的，见 GB/T 17215.811 的第 6 章。

对于不同的试验，若抽样方案给出不同的样本量，则样品数量应等于最大的那个样本量。较小的样本量应从较大的样本量中随机选取。

4.2 试验前准备和预处理

应先对为检验而选中的仪表进行目视检查，以核实它们属于同一型号，其规定的标志是正确的，并且其没有损坏的迹象。这些仪表应与其型式批准书相符，应具有相同的电压电流规格。

试验前，仪表应按其参比电压施加电压，在功率因数 1 下加载下面规定的试验电流，以达到热稳定。

试验电流的值应为：对直接接入的仪表为 $0.1I_b$ ，对经互感器接入的仪表为 $0.1I_n$ 。

试验应按下面的顺序进行。

4.3 试验 1：交流电压试验

交流电压试验应按照表 5 的要求进行。

试验电压应基本为正弦波，频率在 45 Hz 到 65 Hz 之间，施加时间为 2 s。试验电源应具有至少 500 VA 的输出能力。试验电压的上升时间和下降时间应不大于 2 s。参比电压等于或小于 40 V 的辅助电路应连接到地。

试验期间，不应发生闪络、破坏性放电或击穿。

表 103 交流电压试验

各绝缘等级仪表的试验电压（方均根值）		试验电压的施加点
I	II	
1.6 kV	3.2 kV	所有的电流线路和电压线路以及那些参比电压高于 40V 的辅助电路连接到一起为一端，另一端为地。

若生产方提供证据说明，其每个产品在验收检验前都已经通过了上述试验，则本试验不必做。

4.4 试验 2：无负载状况（潜动）

无负载状况（潜动）试验应分别按照静止式有功电能表（1 级和 2 级）技术要求中 7.3.2 和静止式有功电能表（0.2S 级和 0.5S 级）技术要求中 7.3.2 的规定进行。

4.5 试验 3：起动

当仪表以参比电压加电（多相仪表加平衡负载），按照其接线图连接，在表 104 给出的电流下，仪表应起动并连续计量。

表 104 起动试验的电流值

仪表类型	仪表准确度等级				功率因数
	0.2S	0.5S	1	2	
直接接入的仪表	—	—	$0.004 I_b$	$0.005 I_b$	1
经电流互感器接入的仪表	$0.001 I_n$	$0.001 I_n$	$0.002 I_n$	$0.003 I_n$	1

4.6 试验 4 到试验 9：准确度试验

单相仪表和多相仪表的准确度试验应在表 105 规定试验点，按表中的顺序进行，且在测量期间无需等待热平衡。

表 105 准确度试验点及其百分数误差限值

试验顺序	电流值		功率因数	适用的仪表类型	负载（多相仪表情形）	各等级仪表的百分数误差限值			
	直接接入的仪表	经互感器接入的仪表				0.2S	0.5S	1	2
4	$0.05 I_b$	$0.02 I_n$ 或 $0.01 I_n^a$	1	单相和多相	平衡	± 0.4	± 1.0	± 1.5	± 2.5
5	I_b	I_n	1	单相和多相	平衡	± 0.2	± 0.5	± 1.0	± 2.0
6	I_b	I_n	0.5	单相和多相	平衡	± 0.3	± 0.6	± 1.0	± 2.0
7	I_b	I_n	1	多相	单相 ^b	± 0.3	± 0.6	± 2.0	± 3.0
8	I_b	I_n	1	多相	单相 ^c	± 0.3	± 0.6	± 2.0	± 3.0
9	I_{max}	I_{max}	1	单相和多相	平衡	± 0.2	± 0.5	± 1.0	± 2.0

^a 准确度等级 0.2S 级和 0.5S 级的仪表为 $0.01 I_n$ ，准确度等级 1 级和 2 级的仪表为 $0.02 I_n$ 。

^b 应施加三相对称电压，电流应逐一施加到每一相。

^c 应施加三相对称电压，电流应逐一施加到与试验 7 不同的那一相。

4.7 试验 10：计度器准确度

本试验应以仪表测量足够的电能来进行，以确证计度器读数的准确度优于 $\pm 1.0\%$ 。

对每只仪表，试验应对至少一个费率计度器进行。

4.8 特殊测量方式的仪表

若仪表是按测量双向电能设计的，则试验 3 到试验 9 应在电能的每个方向上进行。然而，若型式试验的结果已经表明，仪表在两个方向上电能测量的结论是类似的，则重复试验 3 和试验 4 就足够了。

若仪表是按多个参比电压设计的，则试验 2 到试验 9 应在其最低参比电压和最高参比电压下都进行。

若（多相）仪表是支持多测量方式的，则试验 3 和试验 4 应对每一种测量方式都进行。

——若仪表拟用于三相三线测量方式，则试验应在施加三相对称电压和三相平衡电流的条件下进行。

——若仪表拟用于单相二线测量方式，则应按仪表的标注在现场要使用的每一相上施加单相电压和单相电流进行试验。

注 1：若仪表能在任意一相使用，则试验宜在每一相上都进行。

——若仪表拟用于两元件测量方式，则起动试验应按仪表的标注在现场要使用的每两相上进行。

注 2 若仪表能在任意两相上使用，则试验宜在所有可能的组合条件下进行。

4.9 其它试验

生产方和使用方可就任何其它的功能和机械方面进行的试验达成一致。

检验方法（100%检验、计数检验或计量检验）和验收条件应由生产方和使用方协商达成一致。

5 批接受和批拒绝的准则，不接受批的处理

见交流电测量设备通用验收检验方法中 3.18 以及各检验计划的相关条款。

6 试验记录与评估

样品的试验结果与评估应记录在表 8 给出的检验表中。

注：生产方和使用方协商一致的试验可加入表中。

对于较大的样品数量，可能需要多份检验表。结果应在最后一份表中进行评估。这种情形下，“结论”栏写入“接下一份检验表”。栏目“批号”可用于包含批次试验结论在内的检验表的页码编号。

对于二次抽样方案，可能需要两套检验表。

表 106 检验表

第 1/2 批样本		计数检验						计数检验或计量检验							
仪 表	序列号的 末位数字	试验序号													
		1	10		2	3		4	5	6	7	8	9		
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															

10															
11															
12															
13															
14															
...															
不合格数量															
不合格仪表的编号 ^a															
接受的数量		0	0												
拒绝的数量		1	1												
检验员:	测量不确定度:														
	百分数误差限值: ±														
	样本平均值: $\bar{x}_i$														
	标准差: s_i														
日期:	f_s 或 f_σ														
批号:	MSSD 或 MPSD														
	$\hat{p}_{Ui}$														
	$\hat{p}_{Li}$														
	$\hat{p}_i$														
								$\sum_{i=1}^n \hat{p}_i = p^* =$							
结论: 接受/拒绝/ 第 2 批样本															

^a 见 GB/T 17215.811-201X, 7.4.4.1。

2.9 MID 与 STS 介绍

2.9.1 MID

计量器具指令 (Measuring Instruments Directive, 简称 MID) 2004/22/EC 是欧盟用来监督管理计量器具的法规, 已于 2006 年 10 月 30 日起强制实施, 该指令明确了计量器具产品法制的新方法标准、合格评估程序和该指令的执行期限。

欧盟出台 MID 是为了规范欧盟计量器具的单一市场, 消除欧盟内部的贸易壁垒, 更好地保护消费者。MID 不仅是计量学的重要应用,

也是计量产品合格评定的重要法规。该指令限定了十类计量器具产品，包括水表、气表和容积换算设备、电能表、热量表、计程器、废气分析仪、自动衡器等，范围覆盖了欧盟市场 95% 的在欧盟市场上销售的计量器具。计量器具生产厂家应根据 MID 仪器分类原则，确定相应的技术要求和合格评定的模式。

表 107 电能表 MID 指令要求的计量器具

计量器具	CE-模式	MID 的附录
电表	B+F、B+D、H1	MI-003

其中，B 是指前述试验机构取得的型式试验合格报告，D 是指对生产过程的质量保证体系审核，F 是对交付批次进行的工厂质量体系审核。

2.9.2 STS

2.9.2.1 STS 机构简单介绍

STS 是全球唯一关于单相预付费表的开放型系统，STS 协议在多个国家的电力公司现场使用。南非国家电力公司(ESKOM)首先于 1993 年开发并发布了 STS，并于 1998 年将管理和进一步开发的所有权转交给了 STS 协会。STS 协会是一个非盈利的在南非注册的公司，密钥管理和产品测试由南非国家电力公司 Eskom 实施。在稳定使用了 10 年后，STS 协议在 2007 年经过 WG15 进行适当的重定格式并开发为 IEC 标准。

2.9.2.2 STS 认证流程

1、向南非 STS 协会申请入会，需要交纳入会费用和年费，入会后南非 STS 协会颁发会员证书；

2、在 STS 官网上下载电能表测试软件，将认证的产品先进行自我对照测试；

3、自我测试合格后，提供 7 只样表，寄南非 STS 协会测试；

4、样表测试通过后，南非 STS 协会颁发产品认证证书。

2.9.2.3 测试的严格性

STS 认证看似简单，但许多厂家由于样表不符合 STS 协议，即使多次送样测试仍然未能通过样表检测。南非 STS 协会为保证厂家的资质符合性，严格把关产品认证测试，测试企业任何一项实验存在问题，都不会获颁证书。

2.9.2.4 STS 应用区域

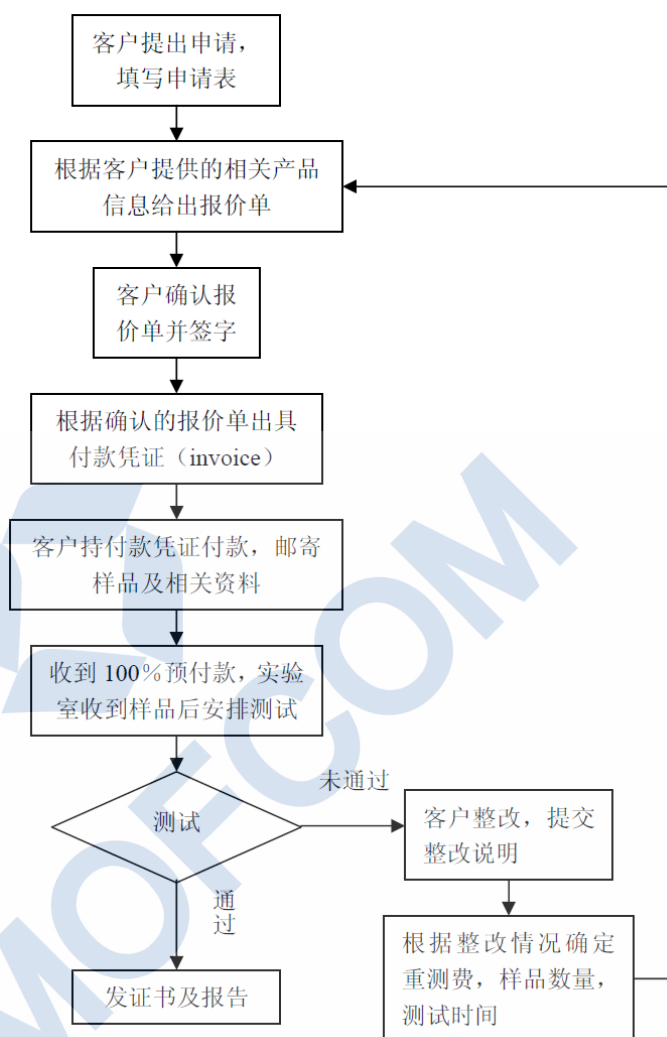
非洲地区普遍采用 STS 协议，如南非、坦桑尼亚等；东南亚地区很多国家也要求 STS 协议，如印度、孟加拉等；欧洲地区采用 STS 协议的有摩尔多瓦、拉脱维亚、爱沙尼亚、立陶宛、比利时、波兰等国；大洋洲地区的新西兰采用 STS 协议；南美洲地区采用 STS 协议的有阿根廷、哥伦比亚等国；北美洲地区美国采用 STS 协议。

2.10 全球互认证实验室介绍

我国的智能电能电表要走向世界，需要针对不同国家和地区要求，出具产品的型式试验报告。

在欧盟成员国内 28 个成员国，各个国家的计量技术研究院（如荷兰 NMI，德国 FTB 和 PTB，法国 LNE-CNMA，意大利 INRiM 等）或取得相应资质的私营机构（如，荷兰 KEMA、瑞士 SGS 等）出具的型式试验报告（依据标准为 EN50470），在欧盟内部是互认的。

以 KEMA 为例，电表送检流程如下：



KEMA 测试送检之前，要特别注意下列 8 个事项：

1. 反向电流不能计入正向电流中，三相表的三相和必须是代数和；
2. 如果是户外表，防尘测试需要连接一个真空泵对表持续抽气，这个测试对表的密封性能要求极高，比较容易失败；
3. 射频场抗干扰测试在 30V/m 场强，无电流的情况下，不允许 LED 灯有规律闪烁；
4. 端钮材质样条测试失败率较高，测试前请与供应商充分沟通，另外样条的横截面必须是矩形的，梯形是不允许的；

5. 预付费等带继电器的表，要确保表至少能计量 10.000kWh，继电器在测试过程中如果断开，则意味着测试无法继续，导致重测的发生；

6. 电量需读取到小数点后两位；

7. 如果单相表有零线计量功能，请注意使用抗直流分量的互感器；

8. 样表邮寄时请务必仔细包装，以免应运输原因造成测试失败。

但电能表产品要在欧盟内部销售，除了取得产品的型式试验报告之外，还需要取得 MID 认证。即 B+D 或 B+F。各出口企业，可根据出口欧盟地区的交付批次自行选择。

在中东、西亚、北非等地区，MID 认证通常也是我国企业能否取得投标资质的基本门槛。在拉美、东南亚、南亚次大陆等地市场，产品取得属于非官方的第三方机构 KEMA 或 SGS 型式试验证书也是非常具有说服力的。

一些与我国较为友好的国家和地区（如：巴基斯坦、伊朗、斯里兰卡、非洲和拉美地区的小国），哈尔滨电工仪表研究所出具的型式试验报告（英文版）也具有一定的公信力，可以作为投标阶段的应急补充。目前我国国内其它型式试验机构出具的型式试验报告尚不具有的公信力。

在日本、美国、澳大利亚、加拿大等地区，我国电表企业出口数量极少（除这些国家在中国的合资企业，如日本大崎、兰吉尔、Echelon 等），产品均需要在这些国家的法定计量院分别取得型式试验报告。

拥有 59 个正式成员国和 67 个观察员国的国际计量法制组织

(OMIL) 在 2012 年于罗马尼亚首都布加勒斯特批准了有功电能表推荐标准 IR46-1/-2, 计划在 2018 年在各成员国推行该标准, 从而促进电能表型式试验报告的国际相互承认。然而, 目前来看, 推行的阻力很大。其未来对行业的影响还有待观察。



3 国内外电能表标准分析对比

电能是目前世界上使用最为广泛的一种能源,作为计量电能的计量器具,电能表的技术发展受到了世界各国的普遍重视,世界各国都制定了各自的电能表相关标准。综观众多发达国家的电能表标准,虽有种种差别,但可以 IEC (国际电工委员会)、美国、欧盟和日本的标准作为代表。也就是说掌握了这几个标准则基本可以消除了电能表国际贸易的技术壁垒。

IEC 标准是世界上最有影响的标准,为多数国家或地区所采用(区别在于采用程度不同),如欧洲和亚洲的很多国家,我国也是采用 IEC 标准的国家,目前采用的是 IEC62052、IEC62053 系列标准: IEC62052-11: 2003

电能测量设备 通用要求,试验和试验条件 第 11 部分: 测量设备 IEC62053-11: 2003

电能测量设备 特殊要求第 11 部分: 机电式有功电能表(0.5、1 和 2 级) IEC62053-21: 2003

交流电测量设备特殊要求第 21 部分: 静止式有功电能表(1 级和 2 级) IEC62053-22: 2003

交流电测量设备特殊要求第 22 部分: 静止式有功电能表(0.2S 级和 0.5S 级) IEC62053-23: 2003

交流电测量设备特殊要求第 23 部分: 静止式无功电能表(2 级和 3 级) IEC62053-24: 2014

交流电测量设备特殊要求第 24 部分: 基波频率下的静止式无功

电能表 (0.5S、1S 和 1 级)

美国标准除在其本土使用外，在加拿大、墨西哥及中、南美的其它一些国家都有使用。美国国家标准 ANSI C12 自 1910 年第一次出版后，至今已修订了多次，现行标准为：

ANSI C12.1-2014 电能表规范

ANSI C12.20-2010 电能表规范-0.2 和 0.5 级

日本标准除在本国使用外，在东南亚的一些国家也有所使用。现行的日本标准为：

JIS C1211-1: 2009 交流电度表(直接接入式)第 1 部分: 一般测量仪器

JIS C1211-2: 2009 交流电度表(直接接入式)第 2 部分: 交易或认证用测量仪器)

JIS C1216-1: 2009 交流电度表(经互感器接入式)第 1 部分: 一般测量仪器

JIS C1216-2: 2009 交流电度表(经互感器接入式)第 2 部分: 交易或认证用测量仪器

欧盟标准主要在欧洲的一些国家使用，现行的欧盟标准主要有：

EN50470-1: 2006 交流电测量设备 第 1 部分: 通用要求，试验和试验条件-测量设备 (A、B、C 等级)

EN50470-2: 2006 交流电测量设备 第 2 部分: 特殊要求-机电式有功电能表 (A、B 等级)

EN50470-3: 2006 交流电测量设备 第 3 部分: 特殊要求-静止式

有功电能表（A、B、C 等级）

这四种电能表标准在技术要求上有许多共同之处，也存在着一些差别，而且即使同样的要求，由于测试水平和测试条件的不同，也有差别。正是这些差别体现了标准的水平。

3.1 机电式电能表

IEC 标准中将要求分为六部分：绝缘性能、准确度、电气要求、电磁兼容（EMC）试验、气候影响要求、机械性能要求，其中电磁兼容（EMC）试验只针对有电子功能装置的仪表。

美国标准中将要求分为两部分：准确度的内部影响和外部影响。

日本标准则将要求分为八部分：计量误差容许限度、电气性能、机械性能、电流线圈和端子温升、绝缘性能、耐久度（适用于一般测量仪器）、耐气候性能、材质（后面两项试验适用于交易或认证用测量仪器）。

欧盟标准中将要求分为六部分：机械性能要求、气候影响要求、电气要求、准确度要求、耐久性、可靠性。

各标准对一些技术要求的分类自有其内在的逻辑，但因电能表的主要功能就是用于测量电能的，所以对电能表应具有的基本性能要求应是一致的。下面把 IEC62053-11、ANSI C12.1、JIS C1211-1 和 EN50470-2 的主要条款做一下比较。

3.1.1 负载特性

所谓负载特性是指电能表在各种不同电流负载下对电能测量的准确度。这应是电能表的最基本的要求，也是体现电能表内在品质的

主要指标，对此各标准有不同的表述。

3.1.1.1 各标准中对于负载特性的基本要求见表 1

表 1 关于负载特性的比较

标准名称	相关条款	主要内容
IEC62053-11	8.1 电流改变的误差限	规定了仪表在施加平衡负载及不平衡负载时，不同功率因数、不同负载电流下的最大允许误差。
ANSI C12.1	4.7.2.3 负载特性 4.7.2.4 功率因数改变的影响 4.7.2.7 负载平衡	规定了在功率因数为 1 时，不同负载电流点相对参考测试电流点的允许误差改变。 分别规定了单相和多相仪表，在不同功率因数时，不同负载电流点相对参考测试电流点的允许误差改变。 分别规定了单相和多相仪表，当只在其中一个电流线路施加电流时，与施加平衡电流时的允许误差改变。
JIS C1211-1	4.2 计量误差的允许限度 4.3.4 电流特性 4.3.5 不平衡负载影响	规定了仪表在不同功率因数、不同负载电流时的最大允许误差。 规定了仪表在不同功率因数、不同负载电流下，最大误差与最小误差的差值允许值。 不平衡负载影响按两种情况规定： 1、在正相序下，施加单相负载电流时与施加平衡电流时的允许误差改变。 2、在正相序和逆相序两种情况下，施加单相电流时的最大允许误差。
EN50470-2	8.1 不同负载点的误差限	标准中引入的新概念： 1、起动电流 I_{st} ：功率因数为 1 时仪表能明确计度的最小电流值（多相仪表施加平衡负载） 2、最小电流 I_{min} ：能够满足标准特殊要求的最小电流值，（ $\geq I_{min}$ ） $\sim I_{st}$ 之间可以超出准确度要求。 3、转折电流 I_{tr} ：（ $\geq I_{tr}$ ） $\sim I_{max}$ 之间要完全满足标准要求。 4、参比电流 I_{ref} ：直接接入仪表 $I_{ref}=10 I_{tr}$ ，与 I_b 类似，经互感器仪表 $I_{ref}=20 I_{tr}$ ，与 I_n 类似。 5、仪表等级为 A、B、C：相当于 2 级、1 级和 0.5 级。

从上表可看出，各标准的要求基本一致，只是美标更注重误差的改变，也就是强调一个线性的关系，日标要求计量的一致性须控制在一定范围内，而欧标不仅提出准确度的要求，在后面的条款中也关注了测量的重复性。

3.1.1.2 美、日、欧标准中关于负载特性的特殊要求

（1）ANSI C12.1 标准 4.7.2.13 条要求的稳定性：

此条规定：在为期 2 周的试验期内，至少每隔 24h，在 10% TA（试验电流，一般作为参考点）作连续 10 次的测试。从该试验开始直到结束，其误差改变应不超过等级指数的百分数。

（2） JIS C1211-1 标准 4.7 条要求的耐久度：

此条规定：仪表在经受加速度为 500m/s^2 的冲击试验后，在额定条件下连续运行 2000h。期间从试验开始直到结束，每 500h 对仪表在 3.3%和 100%的额定电流下，分别进行 10 次和 5 次的测试，其平均值的误差改变分别不应超过 0.9%、0.7%。同时符合起动、潜动和轻负载时误差改变的规定。

（3） JIS C1211-1 标准 4.4.1 条要求的轻负载时的误差改变：

此条规定：仪表在额定电压、额定频率和功率因数为 1 时，施加 3.3%额定电流，经 20 次连续测试，测得的最大误差和最小误差之差应不大于 1.0%。

（4） EN50470-2 标准 8.2 条要求的测量重复性：

此条规定：在准确度各测量点每点测量至少 3 次，误差变化不超过允许误差的 1/10。

（5） EN50470-2 标准 8.4 条要求的最大允许误差：

此条规定：准确度的各个测量点，在温度影响、电压影响和频率影响下的各个误差的合成值，要满足标准的要求。

$$\text{计算公式 } e_c = \sqrt{e^2(I, \cos\varphi) + \delta^2(T, I, \cos\varphi) + \delta^2(U, I, \cos\varphi) + \delta^2(f, I, \cos\varphi)}$$

即

$$\text{合成误差} = \sqrt{\text{参比条件下误差}^2 + \text{温度影响误差}^2 + \text{电压影响误差}^2 + \text{频率影响误差}^2}$$

3.1.2 影响量要求

关于影响量，IEC 给出的定义是：“可能影响仪表工作特性的任一量，一般为外部量。”由影响量引起仪表的误差改变即为影响量影响，亦称为附加误差。IEC 规定的影响量基本上是相对于参比条件的改变；美国标准将其分别列为对准确度的内部和外部影响；日本标准则认为是仪表相应的电气性能和机械性能；欧盟标准将影响量按一般的影响量（温度影响、电压影响、频率影响）和长期影响量（电源电压、逆相序、电压不平衡、自热、接地故障、谐波、外部连续磁感应、外磁场、附件、机械负载、倾斜）分别做了规定。各标准中关于影响量的具体要求见表 2。

表 2 关于影响量的比较

影响量项目	IEC62053-11	ANSI CI2.1	JIS CI211-1	EN50470-2
环境温度改变	将整个工作温度范围划分为若干个 20℃ 宽的子范围，然后在这些范围内测定平均温度系数。	将 (50 ± 5)℃、(-20 ± 5)℃ 时的误差，与 (23 ± 5)℃ 时的误差进行比较。	在环境温度范围内每隔 10℃ 测量一次误差，获得温度每变化 10℃ 时误差的变化。	温度划分区间为： [5 ~ 30℃]， [-10 ~ 5℃, 30 ~ 40℃]， [-25 ~ -10℃, 40 ~ 55℃]， [-40 ~ -25℃, 55 ~ 70℃]， 可以在每个温度范围的极限上试验，并且试验按照平衡负载和不平衡负载分别进行。
电压改变	电压改变 ± 10% 时，测试误差的变化。	试验方法同 IEC62053-11	试验方法同 IEC62053-11	电压改变 ± 10% 时，按照平衡负载和不平衡负载分别进行。
频率改变	频率改变 ± 2% 时，测试误差的变化。	试验方法同 IEC62053-11	频率改变 ± 5% 时，测试误差的变化。	频率改变 ± 2% 时，按照平衡负载和不平衡负载分别进行。
逆相序	将正相序和逆相序时测得的误差进行比较。其中包括平衡负载和单相负载。	无	只对单相负载时的逆相序有要求	试验方法同 IEC62053-11
电流线路谐波	在电流线路中施加 10% 的三次谐波时测	无	试验方法同 IEC62053-11	试验方法同 IEC62053-11

	得的误差，与基波时的误差进行比较。			
外部磁感应	磁场由圆形线圈产生，仪表放置在线圈中心，改变磁场穿过仪表的方向和相位，测得误差的最大变化。	磁场由导体折成的四方形产生，当磁场在仪表前后水平或者垂直放置时，测得误差的最大变化。	试验方法同 IEC62053-11	试验方法同 IEC62053-11
附件影响	封装在表壳内的间歇通电的附件，在最不利的条件的连接下进行试验，测试误差变化。	无	无	试验方法同 IEC62053-11
机械负载	仪表在装有计度器时的误差和拆下计度器后的误差进行比较。	试验方法同 IEC62053-11	部分试验方法同 IEC62053-11 增加了计度器的两个鼓轮以最低速度同时进位时的误差同计度器正常工作时的误差比较。	试验方法同 IEC62053-11
倾斜	仪表向工作位置的前、后、左、后各倾斜 3°，分别测试误差的变化。	试验方法同 IEC62053-11，但要求倾斜 4°	试验方法同 IEC62053-11	试验方法同 IEC62053-11

3.1.3 绝缘

对仪表的绝缘要求是涉及人身和仪表本身安全的一个指标。IEC 和 EN 标准规定了交流电压和脉冲电压两个试验，美国标准只规定交流电压试验，而日本标准除交流电压和脉冲电压试验外还增加一个绝缘电阻。各标准中关于绝缘的比较见表 3。

表 3 关于绝缘的比较

试验项目	IEC62053-11	ANSI CI2.1	JIS CI211-1	EN50470-2
交流电压	2kV (I 类防护) 4kV (II 类防护) 45Hz ~ 65Hz, 施加 1min。	2.5kV 60Hz, 施加 1min。	2kV 50Hz 或 60Hz, 施加 1min。	电压值参考相应标准, 45Hz ~ 65Hz, 施加 1min。功率源至少 500VA。
脉冲电压	4kV (I 类防护)	无	6kV	试验方法同

	6kV (II 类防护) 脉冲波形 1.2/50 μ s		脉冲波形 1.2/50 μ s	IEC62053-11
绝缘电阻	无	无	5M Ω /500V (DC)	无

3.1.4 机械要求

IEC 和 EN 标准的机械要求可分为两部分，一部分是对电能表的各零部件的要求，一部分是外部机械物理量的试验。这些试验共六项，包括：振动试验、冲击试验、弹簧锤试验、防尘试验、防水试验、耐热和阻燃试验。

美国标准涉及机械要求的有五项：机械冲击、运输跌落、机械振动、运输振动和防雨水。

日本标准的机械性能有七项：轻负载下的误差变化、计度器的影响、倾斜影响、噪声、振动、冲击、驱动力矩。轻负载时的误差改变在其他标准中作为负载特性来要求，计度器的影响和倾斜影响在其他标准中是属于影响量类的试验。

冲击和振动试验在四个标准中都有，但其试验参数和试验条件是不一样的。

各标准中关于机械要求的比较见表 4。

表 4 关于机械要求的比较

试验项目	IEC62053-11	ANSI C12.1	JIS C1211-1	EN50470-2
振动	仪表在非工作状态, 无包装; 频率范围 : (10 ~ 150) Hz; 交越频率 : 60Hz; <60Hz, 恒 定 振 幅 0.075mm; >60Hz, 恒定加速度 9.8m/s ² (1g); 每 轴 扫 描 周 期	仪表在非工作状态, 无包装; 频率范围: (30 ~ 350) Hz; 加速度: 5m/s ² (0.5g) 每 轴 扫 频 时 间 为 30min。	频率: 16.7Hz 振幅: 4mm(峰-峰值) 振动时间: 1h。	试验方法同 IEC62053-11

	数:10(75min)。			
冲击	仪表在非工作状态,无包装;半正弦脉冲; 峰值加速度 $30g_n(300m/s^2)$; 脉冲周期:18ms	仪表在非工作状态,无包装;半正弦脉冲; 峰值加速度为 $15g(150m/s^2)$, 时间为11ms,相应地速度变化为 $1m/s$ 。	峰值加速度为 $500m/s^2$; 每个轴向两次。	试验方法同 IEC62053-11
弹簧锤	将仪表安装在其正常工作位置,弹簧锤以 (0.2 ± 0.02) J 的动能作用在仪表表盖的外表面(包括窗口)及端子盖上。	无	无	试验方法同 IEC62053-11
防尘	外壳防护等级: IP5X 试验持续 8h	无	无	试验方法同 IEC62053-11
防水	引用 IEC60529 外壳防护等级 户内用仪表: IPX1 (垂直滴水, 10min) 户外用仪表: IPX4 (溅水、淋水, 10min)	用于户外工作的仪表, 引用 UL50 标准(电气设备外壳)。 连续喷水一小时。	无	试验方法同 IEC62053-11
耐热和阻燃	端子座: $960^\circ C \pm 10^\circ C$; 端子盖和表壳: $650^\circ C \pm 10^\circ C$;	无	无	试验方法同 IEC62053-11
运输振动	无	要求与运输跌落试验用同一只样表,同样的包装,并且要求在运输跌落试验之前进行; 试验方式依据 ISTA(国际安全运输协会)标准中振动试验的程序 1A 进行。	无	无
运输跌落	无	仪表处于预期的最终的包括状态; 仪表向硬地板跌落 10 次,试验方式依据 ISTA 标准。	无	无
噪声	无	无	当仪表在额定条件下工作时,距其 1m 处测量仪表发出的噪音,不应超过 30dB。	无

驱动力矩	无	无	当仪表在额定条件下工作时,测量其驱动力矩。	无
------	---	---	-----------------------	---

3.1.5 使用环境温度

环境温度对电能表的计量准确度有较大的影响,各标准对不同使用环境的电能表的温度特性提出了要求。IEC 和 EN 标准按不同使用环境分为户内用表和户外用表;而美国只有户外用表;日本分为普通耐气候型和强化耐气候型。规定的使用环境温度范围见表 5。

表 5 关于使用环境温度的比较

温度要求	IEC62052-11		ANSIC12.1	JISC1211		EN50470-2
	户内表	户外表		普通型	强化型	
规定工作温度范围	-10℃ ~ +45℃	-25℃ ~ +55℃	-20℃ ~ +50℃	-10℃ ~ +40℃	-10℃ ~ +50℃	同 IEC62053-11
工作极限温度范围	-25℃ ~ +55℃	-40℃ ~ +70℃	-30℃ ~ +70℃; 需要进行 7 天的极限工作温度影响试验。	无	无	同 IEC62053-11
贮存和运输极限范围	-25℃ ~ +70℃	-40℃ ~ +70℃	贮存温度由制造者规定,但需要进行 7 天的贮存温度影响试验。	无	无	同 IEC62053-11

3.1.6 气候影响

气候条件对电能表影响的试验,三个标准的规定区别很大,具体如下:

IEC 和 EN 标准 规定了四项试验,即高温试验(72h)、低温试验(户内表 72h,户外表 16h)、交变湿热试验(6 天)和阳光幅射试验(3 天);

美国标准有:贮存温度影响(7 天)、工作温度影响(7 天)、相对湿度影响(85℃、95%RH 时为 24h, 40℃、95%RH 时为 72h)、气候模

拟试验（14 天）和盐雾试验（25h）五项，其中贮存温度若与工作温度一致，则该试验可免除；

日本则专门有一个耐气候性能的标准：JIS C1281 电度表的耐气候性能，有较详细规定：防水、耐阳光、湿热加亚硫酸气体、盐雾、老化、高温急冷、屋外暴露、金属材料表面处理（进行冲击、弯曲、涂膜厚度三项测试）共八项试验。

3.1.7 其他电气要求

四个标准中，还有一些电气要求，如起动、潜动、自热等，试验要求的比较见表 6。

表 6 各标准中电气要求比较

试验项目	IEC62053-11 EN50470-2	ANSI CI2.1	JIS CI211-1	区 别
起动	✓	✓	✓	起动电流不同。
无负载状态(潜动)	✓	✓	✓	IEC 和日标要求施加 110%的额定电压，美标施加 100%额定电压。
功率消耗	✓	✓	✓	日标没有规定电压线路的视在功率消耗。
短时过电流影响	最大电流 7000A(峰值)， 保持 1ms。	最大电流 7000A（峰值）， 至少一个周期。	过电流分两次施加，第一次施加 1.5 倍电流 20min，第二次施加 15（或 20）倍电流 0.5s。	施加电流和保持时间不一致。
自热影响	试验至少进行 1h，并且要求在 20min 内误差变化小于 0.2%时才能结束试验，强调了作为时间函数的误差变化曲线。	在 2h 的时间内测试误差改变，涵盖了从大到小的电流点。	要求测试加载后 30min 到 120min 内的误差变化。	测试的时间点要求不同。
温升	1.15 倍参比电压，最大电流，环境温度 40℃ 时，温升 <25K	最大电流，环境温度不超过 55℃ 时测试，不同电流等级的仪表温升要求	1.0 倍的额定电流，普通耐气候型和强化耐气候型仪表的温升要求不同。	施加的电压、电流值不同，测试环境不同，温升要求也不同。

		不同。		
稳定性	无	✓	无	只有美标要求
耐久性	EN 标准有要求, IEC 标准没有要求。	无	✓	只有日标和 EN 标准要求

3.1.8 机械结构

以上仅涉及机电式电能表的有关技术性能,而对仪表机械结构上的一些要求各国的差异更为显著。所以 IEC 和 EN 标准没有对此做出具体规定,由用户去制定相应的标准。而美国、日本以及其它国家都有外形尺寸、安装尺寸及端子的排列和尺寸方面的规定或专门标准。美国标准 ANSI C12.10 机电式电能表详细规定了机电式电能表的外形及结构方面的尺寸、“S”型表(圆形表)的插座尺寸。日本在 JIS C1211-1 的第 5 条中专门对仪表外形及端子和铅封螺钉的尺寸作出了规定。制造厂在设计之初就要深入研究各用户方的要求。

3.1.9 关于仪表等级

关于仪表等级的分类,IEC 标准是按准确度来分的,即仪表在电能测量时所允许的最大百分数误差,如仪表分为 2 级、1 级、0.5 级、0.2 级,即允许的最大误差为 2%、1%、0.5%和 0.2%;日本分为普通级、精密级和特别精密级(分别对应 IEC 的 2 级、1 级和 0.5 级);美国则是以最大电流来分等级的,并以此决定仪表的负载特性,如 class 100、class200 分别表示仪表的最大电流为 100A 和 200A;EN 标准中等级分为 A、B、C 三级,相当于 IEC 标准中的 2 级、1 级和 0.5 级。

3.2 静止式电能表

对于静止式电能表,由于其使用的地域有所差别,各国家在制定

标准中，大部分采用 IEC 相关标准中的要求，但是也有区别，目前我国出口的静止式电能表，多数执行 IEC 标准，还有部分执行美国标准和欧盟标准。

静止式电能表主要执行的 IEC 标准是 IEC62053-21、IEC62053-22、IEC62053-23、IEC62053-24，ANSI 标准主要以 ANSI C12.1 和 ANSI C12.20 为主，EN 标准主要是 EN50470-1 和 EN50470-2。

IEC 标准和 ANSI、EN 标准的通用要求中，机电式电能表和静止式电能表有很多的试验项目是一致的，在 3.1 机电式电能表的标准分析中，已经把大部分的试验做了详细的对比，这里就不再赘述，为了方便用户执行标准，下面就把静止式电能表的 IEC 标准与 ANSI、EN 标准中的所有试验项目做一下集中比较，详见表 7。

表 7 静止式电能表 IEC 标准、ANSI 标准与 EN 标准中要求的试验项目

试验项目	IEC 标准	ANSI 标准	EN 标准
绝 缘 性 试 验			
脉冲电压试验	4kV (I 类防护) 6kV (II 类防护) 脉冲波形 1.2/50 μ s	无	试验方法同 IEC 标准
交流电压试验	2kV (I 类防护) 4kV (II 类防护) 45Hz ~ 65Hz, 施加 1min。	2.5kV 60Hz, 施加 1min。	试验方法同 IEC 标准
准 确 度 要 求 试 验			
误差试验	规定了仪表在施加平衡负载及不平衡负载时，不同功率因数、不同负载电流下的最大允许误差。	规定了仪表在施加平衡负载及不平衡负载时，不同功率因数、不同负载电流下的误差与参考试验点误差的变差，强调的是误差变化。	标准中引入起动电流 I_{st} 、最小电流 I_{min} 、转折电流 I_{tr} 的概念，并且将仪表等级定义为 A、B、C，在做参比条件下的准确度测量的同时，还对测量重复性和合成误差提出了要求。
仪表常数试验	测试输出与显示器指示之间的关系，应与铭牌标志一	无	试验方法同 IEC 标准

	致。		
仪表的初始启动	参比电压加到仪表接线端后, 5s 内仪表应达到全部工作状态。	无	试验方法同 IEC 标准
起动试验	仪表在参比电压、规定的起动电流条件下(多相仪表带平衡负载), 应能起动并连续计量。 不同等级的仪表起动电流不一样。	仪表在最低的额定电压、规定的起动电流条件下能够连续工作。	试验方法同 IEC 标准
潜动试验	电流线路开路, 电压线路施加参比电压的 115%, 仪表的测试输出不应产生多于一个的脉冲。	施加 100%额定电压。	试验方法同 IEC 标准
稳定性	无	在为期 2 周的试验期内, 至少每隔 24h, 在 10% TA 作连续 10 次的测试。从该试验开始直到结束, 其误差改变应不超过等级指数的百分数。	无
影 响 量 试 验			
环境温度改变	将整个工作温度范围划分为若干个 20℃ 宽的子范围, 然后在这些范围内测定平均温度系数。	将 $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$ 、 $(-20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 时的误差, 与 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 时的误差进行比较。	温度划分区间为: [5 ~ 30℃], [-10 ~ 5℃, 30 ~ 40℃], [-25 ~ -10℃, 40 ~ 55℃], [-40 ~ -25℃, 55 ~ 70℃], 可以在每个温度范围的极限上试验, 并且试验按照平衡负载和不平衡负载分别进行。
电压改变	电压改变 $\pm 10\%$ 时, 测试误差的变化。	试验方法同 IEC 标准	电压改变 $\pm 10\%$ 时, 按照平衡负载和不平衡负载分别进行。
频率改变	频率改变 $\pm 2\%$ 时, 测试误差的变化。	试验方法同 IEC 标准	频率改变 $\pm 2\%$ 时, 按照平衡负载和不平衡负载分别进行。
逆相序	将正相序和逆相序时测得的误差进行比较。其中包括平衡负载和单相负载。	无	试验方法同 IEC 标准
电压不平衡	多相仪表, 当其中一相或两相的电压断开时, 与三相电压时的误差进行比较。	无	试验方法同 IEC 标准

电压和电流线路中的谐波	包括：五次谐波、奇次谐波、次谐波、直流和偶次谐波影响。	无	试验方法同 IEC 标准
外部磁感应	磁场由圆形线圈产生，仪表放置在线圈中心，改变磁场穿过仪表的方向和相位，测得误差的最大变化。	磁场由导体折成的四方形产生，当磁场在仪表前后水平或者垂直放置时，测得误差的最大变化。	试验方法同 IEC 标准
外部恒定磁感应	当 1000 安匝的直流磁场作用在仪表的各个可触及表面时，测试误差变化。	无	试验方法同 IEC 标准
附件影响	封装在表壳内的间歇通电的附件，在最不利的条件的连接下进行试验，测试误差变化。	无	试验方法同 IEC 标准
电 气 要 求 试 验			
功耗试验	规定了电压线路、电流线路和辅助电源的功率消耗值，其中电压线路包括有功功率和视在功率，电流线路只规定了视在功率。	不同电流等级的仪表，电流线路的功耗规定不同，电压线路的功耗规定统一为 5W 或者 20VA。	试验方法同 IEC 标准
电压暂降和短时中断	电压线路和辅助线路通以参比电压，电流线路无电流。 ——电压中断 $\Delta U=100\%$ 中断时间 1s，中断 3 次，中断间隔时间 50ms； ——电压中断 $\Delta U=100\%$ 中断时间为额定频率的一个周期，中断 1 次 ——电压暂降 $\Delta U=50\%$ 暂降时间为 1min，暂降 1 次	不施加电流到计量装置的电流线圈。电压应完全中断 6 个工频周期时间（100ms）。在不超过 10 秒钟的时间内，应做 10 次电压中断。	试验方法同 IEC 标准
短时过电流试验	过电流的最大值及施加时间取决于仪表的接线方式（直接接入式或经互感器接入式）及仪表等级。	最大电流 7000A（峰值），至少一个周期。	试验方法同 IEC 标准
自热影响试验	试验至少进行 1h，并且要求在 20min 内误差变化小于 0.2% 时才能结束试验，强调了作为时间函数的误差变化曲线。	在 2h 的时间内测试误差改变，涵盖了从大到小的电流点。	试验方法同 IEC 标准
发热影响试验（温升）	1.15 倍参比电压，最大电流，环境温度 40℃ 时，温升 <25K	最大电流，环境温度不超过 55℃ 时测试，不同电流等级的仪表温升要求不同。	试验方法同 IEC 标准

抗接地故障能力试验	仅针对三相四线经互感器工作并接入配有接地故障抑制器或星形点被隔离的配电网的仪表,对三条相线中的某一线上模拟接地故障条件下的试验,所有电压都提高到标称电压的 1.1 倍,历时 4h。	无	试验方法同 IEC 标准
电磁兼容性试验			
无线电干扰抑制	依据 CISPR 22 (信息技术设备无线电干扰特性限值和测量方法) 作为 B 级设备;	参照 CFR 47 联邦通信委员会颁布的用于 B 类数字设备的联邦标准规范第 15 部分——射频装置,子部分 A——总则和子部分 B——非故意辐射装置中的所有适用的要求。(参照 ANSIC 63.4)	试验方法同 IEC 标准
快速瞬变脉冲群试验	仪表在工作状态: 通以参比电压、基本电流 I_b (或额定电流 I_n) 在电流和电压线路上的试验电压: 4kV; 在参比电压超过 40V 的辅助线路上的试验电压: 2kV; 试验时间: 每一极性 60s。	试验方法同 IEC 标准	试验方法同 IEC 标准
衰减振荡波抗扰度试验	仅针对经互感器工作的仪表。 仪表在工作状态: 通以参比电压、基本电流 I_b (或额定电流 I_n) 在电压线路和参比电压超过 40V 辅助线路上的试验电压: 共模方式: 2.5kV 差模方式: 1.0kV 试验频率: 100kHz, 重复速率 40Hz; 1MHz, 重复速率 400Hz 试验时间: 60s (每种试验频率以 2s 开、2s 关, 进行 15 个周期)	无	试验方法同 IEC 标准
射频电磁场试验	频率范围: 80MHz ~ 2000 MHz 在 1kHz 正弦波上以 80% 调幅载波调制	频率范围: 200kHz ~ 10GHz 1GHz 以下正弦波上以 90% 调幅载波调制	试验方法同 IEC 标准

	有电流时, 未调制的试验场强: 10V/m; 无电流时, 未调制的试验场强: 30V/m	1GHz以上使用连续波信号 场强设置为: $(15 \pm 5) \text{ V/m}$	
射频场感应传导骚扰抗扰度试验	仪表在工作状态: 通以参比电压、基本电流 I_b (或额定电流 I_n) 射频场频率范围: 150kHz ~ 80MHz; 电压水平: 10V。	参照 CFR 47	试验方法同 IEC 标准
静电放电抗扰度试验	仪表在工作状态: 电压线路和辅助线路通以参比电压; 电流线路无电流 (开路); 试验电压: 接触放电 8kV, 空气放电 15kV; 放电次数: 10次	仪表在工作状态: 电压线路和辅助线路通以参比电压; 电流线路无电流 (开路); 试验电压: 空气放电 15kV; 放电次数: 10次	试验方法同 IEC 标准
浪涌抗扰度试验	仪表在工作状态: 电压线路和辅助线路通以参比电压; 电流线路无电流 (开路); 在电流和电压线路上的试验电压: 4kV; 在参比电压超过 40V 的辅助线路上的试验电压: 2kV; 试验次数: 正、负极性各 5 次 重复速率: 最大 1/min	1、引用 ASNI/IEEE C62.41 关于 A 类和 B 类场所的交流线路浪涌要求。 两个标准中要求的浪涌测试波形为 100kHz 振铃波和 $1.2/50 \mu\text{s}$ - $8/20 \mu\text{s}$ 组合波。 2、依据 IEEE 37.90.1 浪涌承受能力测试指南的要求, 在各输入、输出线路上施加 2.5 kV 的试验电压, 周期 2s。 3、在接地导体电流冲击的影响: 要求至少三只仪表进行 20000A ($20/50 \mu\text{s}$ 波形) 暂态冲击试验,	试验方法同 IEC 标准
气候影响试验			
高温试验	非工作状态, $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$, 72h	无	试验方法同 IEC 标准
低温试验	非工作状态, 户内用仪表: $(-25 \pm 3) ^\circ\text{C}$, 72h 户外用仪表: $(-40 \pm 3) ^\circ\text{C}$, 16h	无	试验方法同 IEC 标准
交变湿热试验	电压线路和辅助线路通参比电压, 电流线路无电流,	无	试验方法同 IEC 标准

	采用交变方式: 上限温度: $+40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 户内用仪表; $+55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 户外用仪表; 试验时间: 6 个周期		
阳光辐射试验	仅针对户外用仪表; 仪表在非工作状态下; 试验程序 A (光照 8h, 遮暗 16h); 上限温度: $+55^{\circ}\text{C}$; 试验时间: 3 个周期或 3 天	无	试验方法同 IEC 标准
贮存温度影响	无	测试期间不加电压也不工作, 测试时间为 7 个温度循环周期, 每个周期 24h, 共 168h。	无
工作温度影响	无	仪表保持连续工作状态, 测试时间为 7 个温度循环周期, 每个周期 24h, 共 168h。 温度测试期间撤掉外部电源 48 小时, 来测试电池的保留功能。	无
相对湿度影响	无	仪表保持连续工作状态, 85°C 、 $95\% \pm 4\%$ 时试验 24 小时, 一个试验周期; 或者 40°C 、 $95\% \pm 4\%$ 时试验 72 小时, 三个试验周期。	无
气候模拟试验	无	模拟使用环境中的光照和雨水。 气候模拟周期每天 2 小时, 共进行 14 天的试验。 每天 2 小时的周期包括 102 分钟的光照及接着的 18 分钟的光照加喷水。	无
盐雾试验	无	引用 ASTM B117 盐雾试验标准, 进行 25h 的盐雾试验。	无
机械要求试验			
振动试验	仪表在非工作状态下, 无包装; 频率范围: $(10 \sim 150) \text{ Hz}$; 交越频率: 60 Hz ;	仪表在非工作状态下, 无包装; 频率范围: $(30 \sim 350) \text{ Hz}$; 加速度: $5 \text{ m/s}^2 (0.5 \text{ g})$	试验方法同 IEC 标准

	<60Hz, 恒定振幅 0.075mm; >60Hz, 恒定加速度 9.8m/s ² (1g); 每轴扫描周期 数:10(75min)。	每轴扫频时间为 30min。	
冲击试验	仪表在非工作状态, 无包装; 半正弦脉冲; 峰值加速度 30g _n (300m/s ²); 脉冲周期: 18ms	仪表在非工作状态, 无包装; 半正弦脉冲; 峰值加速度为 15g (150m/s ²), 时间为 11ms, 相应地速度变化为 1m/s。	试验方法同 IEC 标准
弹簧锤试验	仪表安装在其正常工作位置, 弹簧锤以 (0.2 ± 0.02) J 的动能作用在仪表表盖的外表面 (包括窗口) 及端子盖上。	无	试验方法同 IEC 标准
防尘试验	外壳防护等级: IP5X 试验持续 8h	无	试验方法同 IEC 标准
防水试验	引用 IEC60529 外壳防护等级 户内用仪表: IPX1 (垂直滴水, 10min) 户外用仪表: IPX4 (溅水、淋水, 10min)	用于户外工作的仪表, 引用 UL50 标准(电气设备外壳)。连续喷水一小时。	试验方法同 IEC 标准
耐热和阻燃试验	用灼热丝与仪表的任一位置接触: 端子座: 960℃ ± 10 端子盖和表壳: 650℃ ± 10℃ 作用时间: 30s ± 1s。	无	试验方法同 IEC 标准
运输振动	无	要求同运输跌落用同一只样表, 同样的包装, 并且要求在运输跌落试验之前进行; 试验方式依据 ISTA 标准中振动试验的程序 1A 进行。	无
运输跌落	无	仪表处于预期的最终的包括状态; 仪表向硬地板跌落 10 次, 试验方式依据 ISTA 标准。	无

4 我国电能表出口企业应注意的技术环节

4.1 出口目标国（及市场）产品标准

我国电能表企业在进行出口贸易时应注意目标国（及市场）以下产品标准、规约及协议：

1. 出口目标国（及市场）应用的国际性、区域性组织、机构的标准；
2. 出口目标国（及市场）采用的行业组织、机构的规约、协议；
3. 出口目标国（及市场）制定的国家标准及行业标准；
4. 出口目标国（及市场）电力部门的技术规范及采购部门的具体技术要求。

应该注意的是，企业首先认真研究采购（招标）文件中的具体技术要求，做到逐条、逐句、逐字正确理解，同时要结合采购（招标）文件中引用的标准、规约、协议及相关技术规范，务求全面、深入地理解采购（招标）文件中的所有技术要求，对采购（招标）文件中的技术要求如有疑问，应该及时请求采购（招标）机构书面澄清，万不可似是而非、模棱两可。另外，企业在工作中多做出口目标国（及市场）产品应用现场实地走访，多与采购（招标）机构相关技术人员面对面技术沟通等，这些有助于了解采购（招标）技术文件外更多需要关注的技术及应用环节。

4.2 出口目标国（及市场）电能表标准体系

出口目标国（及市场）通常采用的国际性、区域性电能表标准体系主要有以下 8 个：

4.2.1 国际电工委员会 IEC (T13) 系列标准，主要包括：

1. IEC 62051: 电能测量 — 术语

2. IEC 62052: 电能测量设备 — 通用要求（包括通用的定义、要求、试验和试验条件）

3. IEC 62053: 电能测量设备 — 特殊要求（按具体设备分别制定要求）

4. IEC 62054: 电能测量设备 — 费率和负荷控制 — 特殊要求

5. IEC 62055: 电能测量 — 付费售电系统

6. IEC 62056: 电能测量 — 抄表、费率和负荷控制的数据交换

IEC 62056 包含“设备语言报文规范 DLMS”和“能源计量配套规范 COSEM”两个主要部分，即 DLMS/COSEM。DLMS/COSEM，表计界通用语言，由 DLMS 用户协会提出，是为解决不同电能表厂家、不同型号、不同通信媒介的仪表或系统能够互相“沟通”的问题而出现的。DLMS/COSEM 有绿皮书、蓝皮书、黄皮书和白皮书，表计企业如果想开拓海外市场，首先应该沉下心来仔细研读最重要的绿皮书和蓝皮书，不要想着在原有技术标准上嵌套，因为嵌套之后只能满足顾客小部分需求，而且运行速度慢，代码冗长，唯一有效的做法是砍掉自有架构，花很多时间研究四本书。因为 DLMS/COSEM 为电力公司服务，它易集成、强兼容、好维护。进入海外市场必须和电力公司打交道，应用 DLMS/COSEM 电能表通信协议是打交道的必要条件。

7. IEC 62057: 电能测量 — 试验设备

8. IEC 62058: 电能测量设备 — 验收检验

9. IEC 62059: 电能测量设备 — 可靠性

4.2.2 美国国家标准学会 ANSI (C12) 系列标准

与 IEC 系标准一样, ANSI C12 系列也涵盖了电测量设备和电能表的通信协议, ANSI 标准电能表的最大市场在加拿大、墨西哥和美国,同时在亚洲、拉丁美洲部分国家也得到使用。ANSI C12 系列现行标准主要有:

1. ANSI C12.1 电能表规范

本项标准是针对电能表整体设备性能的标准,包括机电式仪表的性能和规格以及所有 ANSI 仪表共有的规格,如参考条件、设计验收测试程序、耐电涌测试、绝缘测试、环境测试和机械测试。通常来说,这项标准类似于 IEC 62052-11 通用要求和 IEC 62053-11 机电仪表的结合。

2. ANSI C12.4 机械式需量指示器

3. ANSI C12.5 热电式需量表

4. ANSI C12.7 有功电能表底(插)座要求

5. ANSI C12.8 直接接入式 A 型底座有功电能表接线座及罩壳

6. ANSI C12.9 互感器接入式电能表测试开关

7. ANSI C12.10 有功电能表(机械要求)

本项标准规定了仪表的外形和接线端尺寸,分为分式(插座或 S 型)和底座连接(A 型)。与 IEC 仪表不同,ANSI 仪表为圆形,尾部通常装有叶片以插进插座。该标准包括等级级别、内部接线、相关尺寸、标记等其他说明。

8. ANSI C12.13 电子式分时计数器

9. ANSI C12.15 机电式有功电能表静态需量指示器

10. ANSI C12.16 静止式电能表

11. ANSI C12.18 ANSI 2 型光口协议规范

本项标准规定了电能表如何传输数据。该标准中设计了 PSEM(电计量协议规范) 语言, 以提供计量设备和任何其它点到点通信介质上的设备之间的接口。PSEM 语言将用于电能表的光口之上。它规定了比特率、错误检测方案和超时等细节, 规定了登陆/退出、读、写和命令结构, 以及光口的尺寸和光强。

12. ANSI C12.19 公用事业终端设备的表格

本项标准规定了仪表和计算机之间传递的公用事业应用数据的表格结构。对表格的简介将包括消耗量 (kWh 及其他)、需求量、仪表显示的控制、安全、使用时间计划、载荷情况定义、事件日志和用户自定义表格的技术条件。该标准还规定了生产商表格的形式和格式, 以允许仪表设计的创新和差异, 同时又允许数据以标准化的方式传输和翻译。

13. ANSI C12.20 0.2 级和 0.5 级静止式电能表

本项标准针对准确度为 0.2%和 0.5%的仪表规定了更准确的计量性能和影响限度。该标准类似于 IEC 62053-22 静电能表——0.2 级和 0.5S 级。它特别规定了对载荷性能、功率因素性能、电压变动性能、频率变动性能、电路均一性 (针对多相电能表)、内热对计量性能的影响、环境温度对计量性能的影响和电涌影响的要求。

14. ANSI C12.21 电话网络通信协议规范

本项标准是 ANSI C12.18 的引伸，允许远程点到点通信渠道尤其是电话的使用。它包括了对验证、渠道连接的控制、断开和计时的规定。

15. ANSI C12.22 数据通信网络协议规范

在 ANSI C12.18 协议的基础上，本项标准增加了将通信扩展至网络架构的规定，完善了 7 层网络协议。该标准中设计 Extended PSEM（扩展电计量协议规范）语言。

16. ANSI C12.23 C12.18 标准协议的验证测试

本项标准为 C12.18 标准协议的测试标准，列出各种协议测试规范。包括 ANSI C12.18 测试方法，PSEM 测试方法等。

ANSI 与 IEC 标准比较

外形和接线区别。ANSI 仪表为圆形，可插入插座（S 底座），而 IEC 仪表一般为矩形，设计了接线盒。IEC 标准中省略的一个重要内容是接线盒的尺寸，ANSI 标准则完整规定了插座型仪表（S 底座）和接线盒仪表（A 底座）外部接口的尺寸和形状。

术语的区别。首先是确定电流额定值的方法。ANSI 标准确定了少数几个最大电流的值（例如 200A 或 10A），所有其他基于负荷的性能要求均以此分类为基础。ANSI 中刻度校准点称为测试安培（TA），相反，IEC 标准使用中刻度校准点作为其他性能要求的基础，术语“基本电流（I_b）”用于直接相连的 IEC 仪表。第二个则是“等级”的使用，在 ANSI 标准中，“等级”是仪表的最大电流额定值。例如，ANSI

20 级仪表的最大电流额定值为 20 安培，而在 IEC 标准中，术语“等级”指准确度规范，例如，IEC 2 级仪表的基本准确度额定值为 2%。

4.2.3 日本工业标准 JIS 系列标准，主要包括：

1. JIS C1210 电能表通则
2. JIS C1211 直接接入式交流电能表
3. JIS C1216 经仪用互感器接入式交流电能表
4. JIS C1263 无功电能表
5. JIS C1281 电能表耐气候性能
6. JIS C1283 有功、无功电能及最大需量的遥测装置

4.2.4 英国标准 BS 系列标准，主要包括：

1. BS5685-1 0.5、1 和 2 级单相和三相、单费率和多费率有功电能表规范
2. BS5685-2 2 级单相投币式预付费单费率和双费率有功电能表及投币器规范
3. BS5685-3 1 级机电式带最大需量指示器的电能表规范
4. BS5685-4 3 级无功电能表规范
5. BS7856 有功电能表规范 (MID Accuracy Classes A and B)

4.2.5 德国标准化学会 DIN 系列标准，主要包括：

1. DIN43854 电能表铅封螺钉
2. DIN43855 电能表铭牌
3. DIN43856 电能表费率时间开关、连接图、端子标记
4. DIN43857-1 单相电能表尺寸

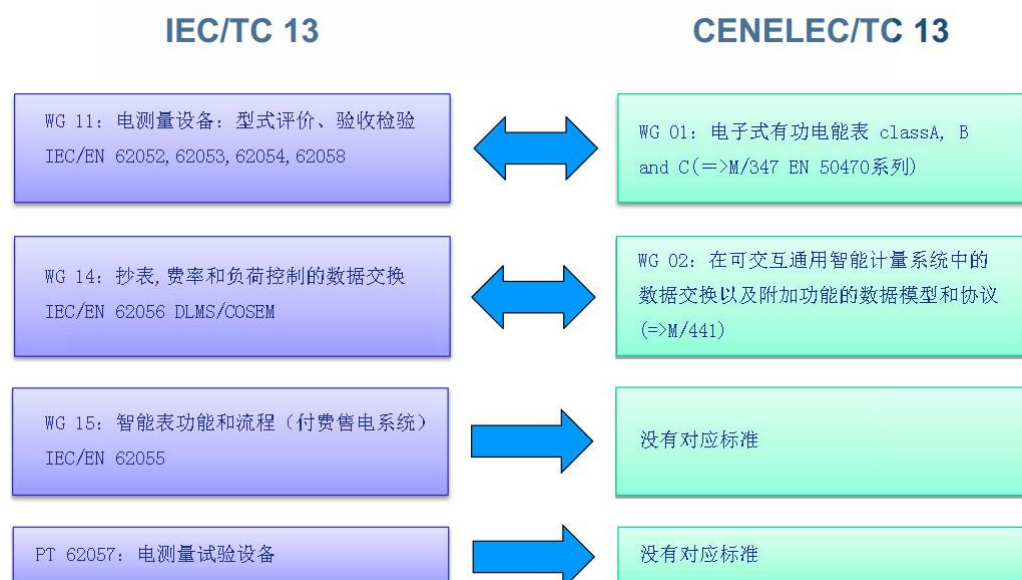
5. DIN43857-2 三相电能表尺寸
6. DIN43857-3 单相电能表尾盖尺寸
7. DIN43857-4 三相电能表尾盖尺寸
8. DIN43857-5 端盖尺寸
9. DIN43860-1 固定板
10. DIN43860-2 纹波控制接收器

4.2.6 澳大利亚标准 AS 系列标准，主要包括：

1. AS1284.1 一般用途感应式电能表
2. AS1284.11 单相多功能有功电度表
3. AS1284.12 三相多功能有功电度表

4.2.7 CENELEC/TC13 电能测量和控制

CENELEC-欧共体电能测量和控制委员会，由成员国代表组成。欧盟的大部分成员国需执行这一套标准体系，包括：奥地利、丹麦、芬兰、法国、德国、匈牙利、意大利、荷兰、西班牙、瑞士和英国。EN 标准和 IEC 标准基本是等同采用，对应关系如下：



4.2.8 OIML IR46 国际建议

OIML, 国际法定计量组织 (The International Organization of Legal Metrology 法文名称的缩写), 总部设在巴黎, 是世界各国政府间的组织, 旨在通过其成员国的国家计量服务组织和有关组织去协调有关规则和计量控制, 侧重于度量衡计量单位的实际应用和计量检定规程的协调。

OIML 的文件包括国际建议 International Recommendation (IR) 和国际文件 International Documents (ID), IR46 是针对有功电能表的一份国际建议。1976 年第 5 次国际法定计量会议通过的《直接接入式 2 级有功电能表》IR46 版本已在 1997 年废止。1976 年版本 IR46 的修订工作于 2002 年启动, 并在 2012 年发布实施。鉴于 OIML 发布实施的 IR46 是各成员国必须强制执行的标准, 出口企业有必要学习、消化 IR46 国际建议与电能表规范之间的差异。

上述标准与电能表的出口贸易有很大关联, 有些标准即使看似不直接相关, 但对拓展市场也有很大作用, 都应加以研究。此外, 企业在进行出口贸易时还应该注意以下几点: 对出口目标国 (及市场) 电能表标准体系进行全面系统的了解, 浙江有助于更加深入的理解出口目标国 (及市场) 所采用的标准、规约、协议的目的; 出口目标国 (及市场) 除自己制定的电能表标准外, 很多电能表相关标准是直接借用国际电工委员会 IEC 或者欧盟 EN 等标准, 共同形成自己国家的电能表标准体系, 例如英国的 BSEN, 德国的 DIN EN 等等, 要注意在未注明“等效采用”时, 出口目标国 (及市场) 是否对标准做过更改。

4.3 出口目标国（及市场）气候环境

全球不同地区气候、环境千差万别，出口目标国（及市场）位于世界不同的地区，气候、环境自然也各不相同。国际电工委员会 IEC 标准对电能表在一般气候、环境下的工作只做了最基本的要求，各个国家根据自己的气候、环境特点及安装、使用习惯也制定了自己的标准。有关电能表不同气候条件下使用要求的标准主要有以下 4 个：

IEC 标准：

	防尘防水	温度范围	极限温度	低温试验	交变湿热	阳光辐射
户内	IP51	-10℃ to 45 ° C	-25 ° C to 55 ° C	-25 ° C ± 3 ° C/72h	+40 ° C ± 2 ° C	/
户外	IP54	-25 ° C to 55 ° C	-40 ° C to 70 ° C	-40 ° C ± 3 ° C/16h	+40 ° C ± 2 ° C	55 ° C/3d

IR46 标准：

温度	如制造商规定了温度下限至温度上限。则应从下列数值选择规定温度的下限值： -55 °C、-40 °C、-25 °C、-10 °C、+5 °C。 制造商应从下列数值选择规定温度的上限值： +30 °C、+40 °C、+55 °C、+70 °C。
湿度和水	制造商应针对湿度，规定仪器使用的以下环境等级： H1：封闭位置，放在此处的电能表不得受到冷凝水、降水或结冰的影响， H2：封闭位置，放在此处的电能表可能受到冷凝水、除降水或结冰外其他水源处水的影响， H3：具有平均气候条件的开放位置。

JIS 标准：

编号	试验项目	普通型	强化型
1	淋雨试验（淋水部位）	前面	前面/左右侧
2	耐光试验（阳光照射时间/紫外线照射时间/大气中放置时间）	48/96/48h	96/192/96h
3	湿热•S02 试验（湿热箱/S02/大气中放置）	24/24/24h	48/48/48h
4	盐雾试验（喷雾/大气中放置）	24/24h	48/48h
5	高温急冷试验	试验时无负载	试验时加负载
6	屋外暴露（放置位置） ※雨水与墙面成 45° 时屋檐能挡住的部分为“雨线内”，不能挡住的部分为“雨线外”	雨线内	雨线外
7	金属材料表面处理（涂膜厚度）		30 μm 以上

ANSI 标准:

编号	项目名称	试验条件
1	工作温度	规定范围-20℃--+50℃ 极限范围: -30℃--+70℃
2	湿热试验	85℃/95%/18h 或 40℃/95%/72h
3	气候模拟试验	气候模拟设备内, 18min 光照和水喷, 102min 光照, 14 天
4	盐雾试验	盐雾箱内 25h (按 ASTM B117)
5	防雨淋	按 UL50

应该注意的是: 对一些气候、环境特殊的地区, 必须严格按照出口目标国 (及市场) 标准或者采购 (招标) 技术规范中气候、环境的要求来设计产品, 并确保气候、环境影响实验 (高温、低温、交变湿热、阳光辐射、防尘防雨、盐雾等) 满足要求。

4.4 出口目标国 (及市场) 产品结构要求

出口目标国 (及市场) 客户根据自身的电能表具体安装条件、使用环境, 通常都对电能表结构件制定了自己的标准和特殊要求。主要有以下内容:

1. 接线方式: 底部连接 (如 IEC 和 BS 标准表)、插接式连接 (如 ANSI 和 DIN 标准表)、上下连接 (部分导轨式安装表)
2. 安装方式: 挂式、嵌入式、导轨式
3. 结构尺寸: 外型尺寸、安装尺寸
4. 密封方式: 橡胶圈、超声焊、旋紧式、卡扣壳体
5. 壳体: 材料、形状、壁厚
6. 铭牌: 材料、尺寸、标识
7. 计数器: 材料、数字位数及大小
8. 端钮盒: 材料、尺寸、端子孔间距

9. 端子及螺钉：材料、尺寸
10. 端钮盖：材料、大小、开孔
11. 铅封线、螺钉及铅封：材料、尺寸、铅封方式
12. 防护等级：IP51-IP54

应该注意的是：出口企业必须严格按照出口目标国（及市场）标准或者采购（招标）技术规范规定的材料、颜色、尺寸、标识及结构特性等要求来设计电能表结构件。多数情况下需要重新设计、制作模具，企业可在严格满足出口目标国（及市场）标准及者采购（招标）技术规范的前提下考虑其他出口目标国（及市场）的通用性，此时，结构件的反应速度往往会决定着能否抢占市场先机。

4.5 出口目标国（及市场）产品使用条件

对出口目标国（及市场）气候、环境了解后，出口企业还需要关注出口目标国（及市场）产品现场使用条件。由于出口目标国（及市场）经济发展状况不一，社会发展水平参差不齐，即便同一地区同样的气候、环境，电网状况、产品工作场景及使用条件也大不相同。同样的通讯模块有的地方数据采集良好，有的地方就达不到要求，同样的电能表，有的会安装在表箱内，有的则安装在屋檐下，甚至也有安装在无任何遮挡的墙上或线杆上，在经受恶劣自然环境侵蚀的同时，还有可能被人为损坏、窃表，甚至窃电，影响电能表的使用寿命及工作质量。

出口企业切勿疏忽当地的使用条件，虽然出口目标国（及市场）标准或者采购（招标）技术规范也许无法面面俱到，未来也有可能由

于客户使用条件、使用不当等原因产品发生事故或者满足不了需求，与企业产品设计、制造无关，但如果企业事先准备，在设计之初加以考虑产品使用条件问题，便可获取出口目标国（及市场）比较优势。

4.6 出口目标国（及市场）准入和验收标准

目前，涉及电能表出口目标国（及市场）准入的主要包括技术准入、绿色准入和政策准入。其中，技术准入主要包括更新技术标准，颁布强制执行的技术法规、指令，成立行业或区域联盟，发布或制定各种标准、规约、协议，从最早的普遍规定的 KEMA 认证、UL 认证到近期的进入欧盟所需的 MID 认证，从 EURIDIS、DLMS 协议，到 PRIME、G3 标准。

绿色准入主要包括制定严格的环保标准，对产品用料及包装物进行各种限制，甚至介入到企业的供应链管理，如 Rosh 认证。

政策准入主要包括在采购（招标）中要求当地设厂，增加供货经历等诸多资质要求，这在加大企业成本的同时抬高了市场准入门槛。

涉及电能表出口目标国（及市场）验收标准主要有国际电工委员会 IEC62058 系列验收标准、出口目标国（及市场）自己制定的验收标准及采购（招标）文件中具体要求的验收条件。

应该注意的是，以上准入门槛相对关税、进口配额、许可证等传统的贸易壁垒而言，形式更加隐蔽而且又貌似合理，涉及的标准、法规、政策应对起来更加复杂、困难。想要迈过准入门槛实现出口快速增长，企业只有加大技术投入，快速消化吸收国外先进标准、技术，加快国际化步伐，实现跨国经营，以获取出口目标国（及市场）竞争

优势。

4.7 海外市场的沟通对象

企业在进行出口贸易时，海外市场的沟通对象一般有以下三类：

1、合作伙伴（大公司与小公司）。与国外大公司合作时，我国表计企业提供的是技术支持和优质服务，与其他国家的企业相比，我国企业可以用最快的时间响应客户的需求，这是我们的优势。在合作过程中，大公司会安排专门的技术人员与我国表计企业沟通，效率高，由于大公司实力较强，项目成功率很大，但大公司同时也会拿走研发资金的 90% 的利润。与国外小公司合作时，我国企业在技术方面具有主导权，但鉴于小公司“地头蛇”的身份，我国企业还需与其好好合作才能互赢。此外，在合作过程中，小公司会通常把我国表计企业提交的技术文档毫无修改地交给当地电力公司，在进行沟通时，企业需要面对面的进行沟通，用举例的方式尽量将内容表达清楚，以使双方理解一致。通过充分的沟通，借助小公司的商务优势以达到和当地电力公司沟通的目的。但与小公司进行合作时，我国企业还要注意小公司倒闭、款项不好收回等风险。

2、电力公司。由于电力公司经常提供一个没有细节的大致框架的测试文档，流程不正规，使其成为沟通难度最高的对象。虽然电力公司的测试免费，但是我国表计企业必须首先满足 AMI、DLMS/COSEM 等认证资质。此外，电力公司在测试的时候，我国表计企业一定要派工程师到现场，不要只把产品邮寄过去测试，前往现场的技术团队要善于获取额外信息，理解分析能力强，具备迅速解决问题的能力。

3、认证机构。我国企业在和认证机构打交道时较为容易，因为认证机构的流程非常正规，文档描述的非常详细。我国表计企业在做认证的准备工作时，务必不要有投机心理，要严格按照文档每一条去做。认证机构预测试价格较高，但企业必须进行预测试，以使正式测试能够更顺利的通过。此外，与认证机构人员进行有效的沟通也有助于企业解决在测试过程中遇到的问题。



5 主要目标市场研究

5.1 荷兰

5.1.1 荷兰概况

荷兰全称尼德兰王国，首都阿姆斯特丹，因其荷兰省最为出名，故称“荷兰”。荷兰国土面积 41,864 平方公里，下辖 12 个省，人口 1700 万，是世界上人口密度最高的国家之一。荷兰自然资源比较贫乏，仅天然气和石油储量比较丰富，还有一定数量的煤炭。荷兰天然气开发仅次于俄罗斯、美国和加拿大，居世界第四位。

2004 年之前，荷兰按区域划分共有 4 家国有能源公司向用户供电，分别是：Essent，ENECO、Nuon 和 Delta。2004 年后，荷兰实现了能源市场化策略，居民可以向不同的能源公司购买电力和天然气。之后，各能源纷纷成立了跨区域的配电和能源服务公司，目前，主要的能源分销商有 6 家，分别是 Alliander，ENEXIS，Stedin，DELTA Netwerkbedrijf 和 Westland Infra。

荷兰全国共有电力用户 760 万户，每户平均用电量 3200kWh。荷兰最大的两家配电和能源分销公司是 Alliander 和 Enexis。Alliander 能源电网公司拥有 280 万电力用户和 260 万天然气用户。Enexis 能源公司拥有 250 万电力用户和 170 万天然气用户。

荷兰是欧洲较早开始智能电能表试点的国家。2000 年起，就最先由荷兰能源公司 ENECO 的开始了智能电能表的试点探索，之后陆续在解决系统问题的过程当中。2012 年，开始了智能电能表的小规模更换和安装试点，为即将到来的大规模部署积累经验。

近几年，能源服务商通过智能电能表已经能够向用户提供灵活的电费套餐。作为 Eneco 荷兰能源公司一部分的 Oxxo 公司，自 2011-2014 年期间，已经安装了超过 200,000 只采用 GPRS 作为通信技术的智能电能表。

为了更有效的支持小规模试点以及后期的大规模部署，荷兰所有能源网络公司都加入 Netbeheer Nederland 旗下，以便于相互协作。关于能源网络公司在将传统能源方式过渡到可持续能源系统方面的贡献，Netbeheer Nederland 已经向政府和市场发起了对话，同时还向荷兰能源监管局咨询，如何使燃气和电力在满足社会责任和安全供应的能效水平以及安全意识下保障持续供应。Uitrol Slimme Meters 是其中一个项目工作组，主要是协调全国智能电能表的部署。

2008 年，荷兰标准化协会（Netherlands Normalisatie-Instituut）发布了 NTA8130 《Functional and Technical specification of Smart Meter》标准，对智能电能表、燃气表的基本功能和技术要求进行了规范。2012 年荷兰网络能源运营商 Netbeheer Nederland 推出了最新的荷兰智能电能表功能要求（DSMR4: Dutch Smart Meter Requirements），2015 年又更新为 DSMR5 版。

荷兰政府要求 2015 年前完成智能电能表试点工作，从 2015 年起 到 2020 年将所有电能表和气表更换为智能表。

5.1.2 荷兰 AMI 的基本架构

荷兰智能电能表采用欧洲 OPEN meter 架构。在 DSMR 中规定的智

能电能表架构如下：

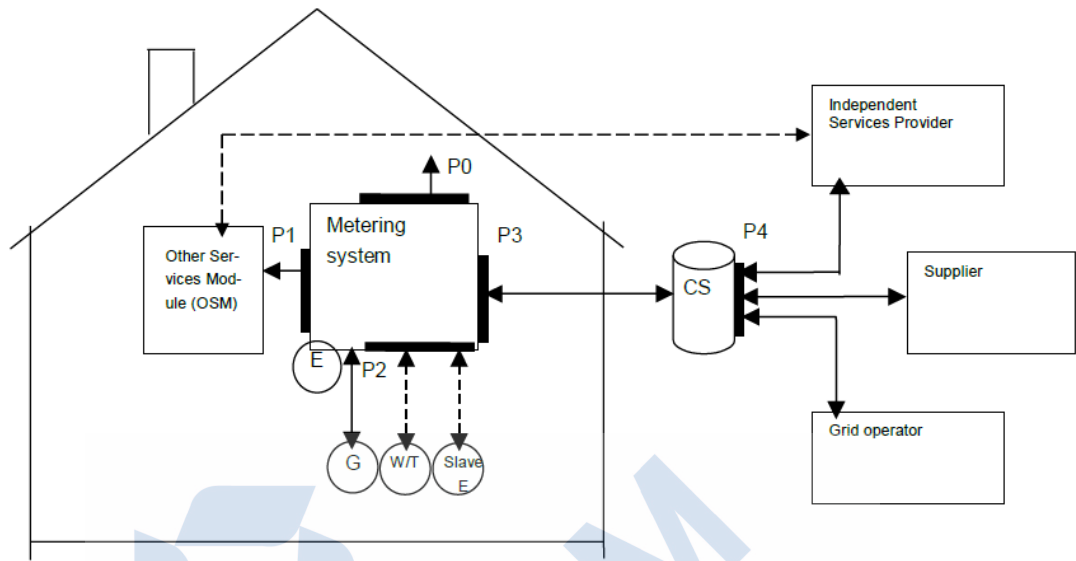


图 1 DSMR5 的智能电能表架构

其中：

P0：本地光电通讯口；

P1：电能表与家庭显示终端 IHD 之间的通讯接口（OSM），采用 RJ11 的有源 RS485 或 USB 通讯口，通讯协议采用 IEC62056-21 mode D，每 10 秒自动向 IHD 发送数据；

P2：电能表与下位表计（如：水表、气表、热量表等）的通讯接口；

P3：电能表与集抄 MDC 的通讯接口；既可以是 GPRS/LTE、Ethernet，也可以是 G3-PLC。

P4：集抄系统 MDC 与其它系统的通讯接口。

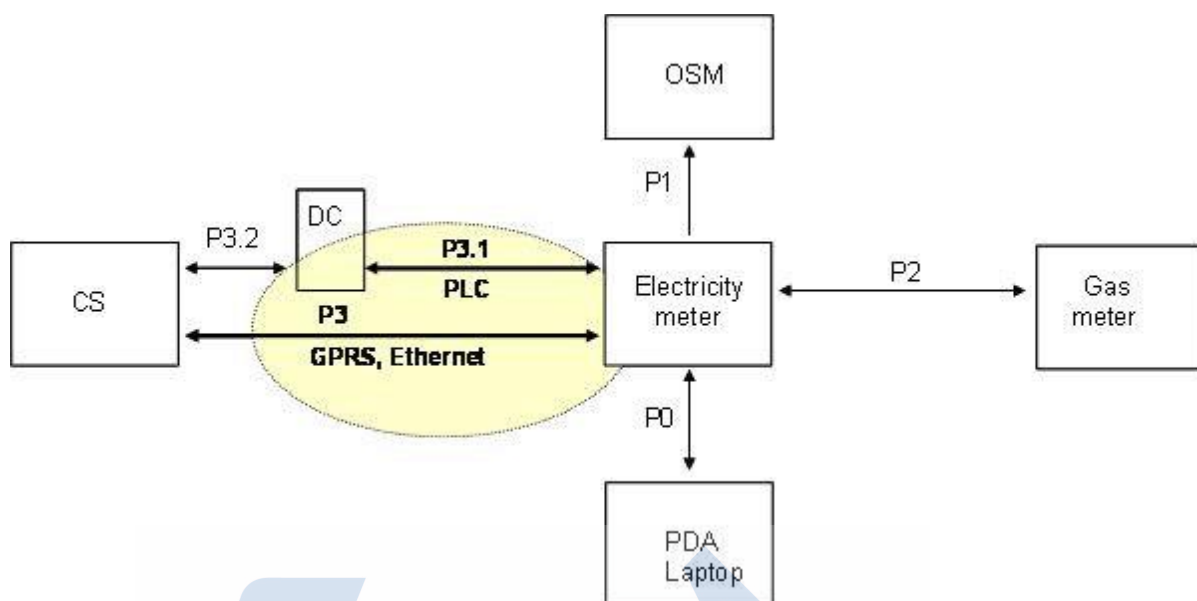


图 2 DSMR5 的 AMI 架构

目前，Alliander 和 ENEXIS 招标的智能电能表基本上都是采用了 GPRS、LTE cat1。但 G3-PLC 方式也在试点之中。

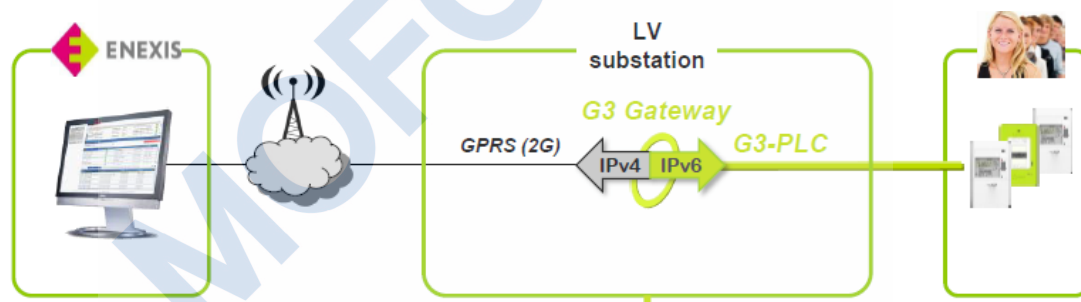


图 3 ESMR5 的 G3-PC 试点方案

5.1.3 荷兰智能电能表招标采购

荷兰虽然有 NMI、KEMA 等著名的电能表认证机构，但国内没有电能表生产企业，主要依靠进口。

荷兰也是我国智能电能表出口大国。2013 年起，深圳长城开发科技股份有限公司与 IBM 合作开发了符合 DSMR4 的单相和三相智能电能表，目前是我国唯一中标的企业。2014 年，深圳长城开发科技股份有限公司与 IBM 联合中标荷兰能源网络运营商协会（简称“NBNL”）

智能电能表项目，合同总价 4050 万欧元（折成人民币约 3.4 亿元）。

根据海关统计的数据，2014 年深圳长城开发科技股份有限公司出口荷兰的交货值为 3050 万美金。

2015 年荷兰智能电能表再次招标，又签 460 万只智能电能表订单，国内厂家没有中标。国外电能表企业中标情况如下：

1、斯洛文尼亚 Iskraemeco 获荷兰 160 万只智能电能表订单，第一批智能电能表预计从 2016 年年初开始交付。在该项目进行过程中，预计智能电能表数量有潜力不断增加。Iskraemeco 与丹麦的智能燃气表制造商 Flonidan 合作关系，到 2020 年为止，FlonidanA/S 将为荷兰安装超过 100 万只智能燃气表。

2、兰吉尔获荷兰 300 万只智能电能表订单，供货的智能燃气表和智能电能表符合智能表 SMR5 规范。采用 CDMA450 通讯技术。

5.2 法国

法国为欧洲国土面积第三大、西欧面积最大的国家，国土面积为 543965 平方公里，包括海外领土面积为 632834 平方公里，人口为 6600 万人。法国为高度发达的资本主义国家，欧洲四大经济体之一，其国民拥有较高的生活水平和良好的社会保障制度，是联合国安理会五大常任理事国之一，也是欧盟和北约创始会员国、申根公约和八国集团成员国，和欧洲大陆主要的政治实体之一。

法国主要矿藏为铁矿，次为铝矾土和钾盐矿。铁矿蕴藏量约 10 亿吨，但品位低、开采成本高，煤炭储量几近枯竭，所有铁矿、煤矿均已关闭，所需矿石完全依赖进口。有色金属储量很少，几乎全部依

赖进口。能源主要依靠核能，约 78% 的电力靠核能提供。此外，水力和地热资源的开发利用比较充分。森林面积约 1556.5 万公顷，覆盖率 28.6%。

法国是最发达的工业国家之一，在核电、航空、航天和铁路方面居世界领先地位。受全球性金融危机和欧债危机的影响，近年来法国经济低迷。统计数据表明，2015 年，法国经济增长 1.1%，与全年增长预估基本一致。人均 GDP 约 4.2 万美元。

表 1 2009-2014 法国主要经济数据

年份	国内生产总值 (亿美元)	经济增长率 (%)	人均 GDP (美元)
2009	26571	-2.5%	41311
2010	26969	1.5%	41895
2011	27428	1.7%	42196
2012	27428	0%	41820
2013	27455	0.1%	42991
2014	27565	0.4%	41569
2015	27868	1.1%	42013

2015 年中法双边贸易额为 505.0 亿美元，下降 8.3%。其中，法国对中国出口 198.2 亿美元，下降 7.1%，占法国出口总额的 3.9%，提高 0.2 个百分点；法国自中国进口 306.8 亿美元，下降 9.1%，占法国进口总额的 5.4%，提高 0.4 个百分点。法国与中国的贸易逆差 108.6 亿美元，下降 12.7%。中国为法第七大出口市场和第七大进口来源地。

法国用于大量的水电、风电、太阳能、地热等可再生资源，是世界上最重要的可再生能源生产和消费国家。法国是世界上最早开发和使用电能的国家之一。法国的能源主要依靠核能和水能。目前，法国电力总装机容量约为 11000 万千瓦，其中核能装机 6500 万千瓦，占

到法国装机总容量的 60%。与核能、水能等主要资源相比，风电和光伏太阳能装机容量在法国整个能源机构中所占比重仍然较低，分别仅为 700 万千瓦和 300 万千瓦，法国年均法电量约为 5800 亿千瓦时，其中法国近 78%的发电量来自核电。法国电力在满足自身需要的同时还对周边国家出口，年均电力均出口顺产为 300 亿千瓦时。法国对未来能源需求较大，目前在光伏太阳能和风电领域有多个在建项目，法国新任总统奥朗德青睐太阳能、风能等可再生能源，多次承诺将加大对太阳能、风能可再生能源发电项目的投资，以增加可再生能源消费比重。2014 年 10 月，法国国民议会决定 2025 年的核电比例从现在的 75%降至 50%。法国电网已与意大利、比利时等国家实现互联互通，输出过剩的电力。

法国最大的电力公司 EDF 的全资子公司 ERDF 在 2007 启动 Linky 项目，计划在 2020 年之前更换所有的 3,500 万台电能表，实现法国全境超过 90%的覆盖，项目总预算 50 亿欧元。2013 年 7 月 9 日法国政府正式批准了 Linky 项目实施。

Linky 整体项目分四阶段实施：

第一阶段（2009-2011）：试点阶段，安装 30 万台智能电能表，已完成；

第二阶段（2011-2015）：招标前准备与采购招标阶段，进行中；

第三阶段（2013-2016）：大规模试点，预计安装 300 万台智能电能表，通讯方式以 S-FSK 载波为主，2014 年 8 月第一次招标，兰吉尔、Itron 等共 6 家公司中标，目前安装正在进行中；

第四阶段（2016-2020）：大批量安装及实施阶段，总计将安装 3200 万台智能电能表，全部采用 G3-PLC 载波解决方案。

Linky 项目关于智能电能表的技术要求有如下几个特点：具有多种通信方式：Euridis，TIC 以及国际先进的 G3-PLC，支持 IPv6；采用点阵液晶，显示信息量大；具有供电合同和电网合同功能，不同的来源不同的计费，符合当前分布式能源接入的计量方式；可远程在线固件升级，电能表的功能可持续扩展；整表设计寿命需要达到 20 年。

考虑到国内电能表企业要想入围 Linky 项目，必须得在法国建厂，同时要经过工厂审查、原型机研发、工业原型机研发检测等多个环节，投入大、周期长，建议国内有实力的大企业可以参与。

5.3 加纳

5.3.1 加纳概况

加纳全称“加纳共和国”，位于非洲西部、几内亚湾北岸，西邻科特迪瓦，北接布基纳法索，东毗多哥，南濒大西洋，海岸线长约 562 公里，面积 238,537 平方公里，人口 2400 万。

在西非国家中加纳经济较为发达，以农业为主。黄金、可可和木材三大传统出口产品是加经济支柱。自 1983 年开始实行经济结构调整计划以来，加纳政府将根治通胀、发展农业、鼓励投资作为三大工作重点，经济保持持续增长，被誉为非洲国家经济结构调整的“样板”，1994 年被联合国取消最不发达国家称谓。上世纪 90 年代末期，由于国际市场黄金、可可价格下跌等外部因素的冲击，加纳经济深陷困境，财政赤字剧增，货币塞地大幅贬值。2002 年加纳加入“重债

穷国倡议”。2004 年经国际货币基金组织确认，加纳达到重债穷国经济完成点，开始获西方国家大幅减债。2007 年，加纳发现石油资源，探明储量约 12 亿桶，2010 年底实现商业开采。2007 年，加纳工业 GDP 的贡献率为 26.1%。2008 年以来，受国际金融危机和国际油价上涨等不利因素影响，加纳经济发展再度陷入困境，米尔斯政府上台后采取一系列稳定经济政策，加之加纳创汇支柱产品黄金和可可产销两旺，油气资源实现商业开采等利好因素，国际金融机构和投资者对加信心回暖，直接投资呈较快增长趋势。按世界银行标准，加纳自 2010 年起从低收入国家进入中等偏低收入国家行列。2011 年，加纳 GDP 增长率达 13.6%，成为非洲乃至世界经济增长最快的国家之一。马哈马出任总统后基本延续米尔斯政府各项经济政策，加纳经济继续保持较快发展。西方和周边国家航空公司纷纷增开至加纳航线，加纳作为西非交通及物流枢纽地位进一步得到加强，经济发展前景看好。加纳出口产品主要有可可、黄金、铝、钻石、锰和木材等，农、渔和野生动物等非传统出口产品有较快增长。进口产品主要有石油、食品、工业原材料、机械设备等。

加纳的主要贸易伙伴为美国、法国、荷兰、尼日利亚和我国。在加纳投资的主要国家和地区为：英国、美国、马来西亚、我国、瑞士、意大利、黎巴嫩、印度、爱尔兰、法国。

我国与加纳于 1960 年 7 月 5 日建交。1966 年 10 月，通过政变上台的加纳政府单方面中断同我国的外交关系。1972 年 2 月，阿昌庞政府主动恢复同我国的外交关系，此后中加关系发展顺利。中加签

有经济技术合作协定、贸易协定和保护投资等多项协定，设有经贸联委会，1991 年 7 月在阿克拉举行了第二次会议。双边贸易中，中方主要出口机电、纺织、鞋类、茶叶、新技术产品等，进口锰矿砂、原木、可可豆和废金属等。

5.3.2 2012-2015 年度加纳电能表进口情况

2012 年至 2015 年加纳电能表市场情况及我国电能表企业出口加纳情况见表 2、表 3。

表 2 2012-2015 年度加纳从我国企业进口电能表的市场情况

加纳从我国企业进口 电能表数据	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
金额（美元）	20104108	13640022	3836116	11393887
数量（台）	389946	319050	86399	243876
平均单价（美元/台）	51.55	42.75	44.40	46.72

注：数据来源于海关；本数据为整机进口数据，不含散件进口数据。

表 3 2012-2015 年度我国出口加纳主要电能表企业排名

序号	2012 年度	2013 年度	2014 年度	2015 年度
1	北京福星晓程电子科技股份有限公司	深圳长城开发科技股份有限公司	深圳长城开发科技股份有限公司	北京福星晓程电子科技股份有限公司
2	我国水利电力对外公司	北京福星晓程电子科技股份有限公司	华立仪表集团股份有限公司	杭州海兴电力科技股份有限公司
3	湖南省建筑工程集团总公司	杭州海兴电力科技股份有限公司	杭州海兴电力科技股份有限公司	深圳市科陆电子科技股份有限公司
4	真诺测量仪表（上海）有限公司	湖南省建筑工程集团总公司	乐清市金柱仪表	湖南省建筑工程集团总公司
5	深圳市银河表计股份有限公司	华立仪表集团股份有限公司	浙江时达仪表	华立仪表集团股份有限公司
6	华立仪表集团股份有限公司	浙江正泰电器股份有限公司	温州联众仪表科技	浙江共同电子科技有限公司
7			中南仪表有限公司	深圳长城开发科技股份有限公司

注：上述二表数据源自我国海关

近年来，随着加纳经济社会的全面发展，加纳电能表需求量也呈

逐年上升趋势。2015 年，在所有我国智能电能表出口国家中，对加纳出口额位居第五。

我国企业北京福星晓程电子科技股份有限公司于 2012 年 4 月在加纳成立全资子公司晓程（加纳）电力公司，经营范围为在加纳国家电力公司所管辖的大阿克拉省地区进行基于降低线损和相关电网改造的建设以及参与并管理改造后的电网运营，目前已承建多个项目，包括“加纳阿克拉地区降低线损与相关电网改造项目”、“中部及西部省配网线路扩建项目”、“阿善堤西，阿善堤东，东部及沃尔特区配网线路扩建项目”、“关于 ECG 所有运营领域的关口表供应，安装，检测，调试和管理的合同”以及“加纳阿克拉 20MW 光伏电站项目”等。

华立科技股份有限公司（原华立仪表集团股份有限公司）于 2012 年中标加纳电力公司 ECG（Electricity Company of Ghana）对于库马西城市电网改造项目，向加纳电力公司 ECG 供应预付费式智能电能表及其系统来加快库马西城市电网的智能化。加纳智能电能表项目是华立科技股份有限公司在海外市场一个极其重要的项目，是迄今为止该公司在西非市场获得的最大的智能表项目，该项目的成功执行将会成为华立科技在西非乃至整个非洲市场的标杆，并且对加纳周边的国家如尼日利亚、多哥、布基纳法索和科特迪瓦等国家产生强有力的辐射影响。

加纳的表计发展情况给我们如下启示：我国表计企业如果想走入国际市场，应先分析该国的表计发展情况再择机进入；不论是加纳还是非洲其他国家，有需求就有市场，我国企业都有机会为其提供电能

表、水表、燃气表、电力解决方案。

5.3.3 目前加纳电力市场状况

加纳电力行业由三个电力供应公司运行,即国家沃尔特河流管理局、加纳电网公司以及加纳电力公司。

加纳能源部的职责是制订、监督以及评估能源政策、能源规划和能源项目。同时,加纳能源部还负责主管国家电力规划的实施,该计划旨在实现加纳所有地区通电。

加纳电力电源结构以水电为主,其次是火电。加纳的电力缺口很大,加纳的电力中长期规划到 2017 年,总装机容量达到 500 万千瓦。目前有两家我国公司以混合贷款和直接投资的方式在加纳建设一座 40 万千瓦的水电站和一座 56 万千瓦的燃气电站。

随着加纳经济的发展,加纳电力呈爆发式增长,我国企业市场份额在逐年提高。在经历了很长一段时间的电力短缺之后,加纳发电领域在 2015 年迎来丰收的一年,全年新增发电装机容量 850MW。加纳西部的塔克拉底发电厂二期扩容 110MW 工程将完工,加纳东部的凯蓬 220MW 热电站将投产,我国北京福星晓程公司在加纳中部沿海地区投资建设的 20MW 太阳能电站也将并网发电。此外,加纳能源部和国家电力公司还计划在 2016 年二季度前引进 2 艘 225MW 的发电船以增加加纳电力供应。加纳 2015 年新开工建设 1000MW 发电站,其中包括投资额 6.4 亿美元的西部省阿博阿兹(Aboadze) 360MW 联合循环热电站项目,投资额 4.1 亿-5.3 亿美元同样位于西部省阿博阿兹的 190MW-240MW 联合循环热电站项目,以及我国深能源公司投资 5.8 亿

美金在加纳最大港口城市特马建设的 360MW 深能安所固天然气电站二期项目。此外，还有我国汉能集团投资 11 亿美元的 400MW 太阳能光伏电站项目。我国企业占加纳发电市场的份额稳步提升，截至目前，加纳全国发电总装机约 2750MW，全国电力覆盖率为 76%，我国深能源公司投资拥有一座 200MW 天然气电站，占加纳全国发电总装机的 7.3%。加纳政府计划到 2016 年将全国发电总装机提升至 5000MW 的水平，实现全国 100% 的电力覆盖。届时，在加纳电力领域将有深能源公司一期、二期共 560MW 天然气电站，汉能集团 400MW 太阳能电站，北京福星晓程 20MW 太阳能电站共三座我国投资的电站，总装机容量 980MW，占加纳全国发电总装机的 19.6%，我国企业的市场份额稳步提升。未来，深能源还打算在加纳投资建设 700MW 的燃煤发电站，如果项目顺利实施，我国企业在加纳发电领域占有的份额还将进一步扩大。

目前加纳发电总装机容量 320 万千瓦，电力负荷需求为 210 万千瓦。电网覆盖率由 2015 年年底的 80.5% 上升到 2016 年 6 月的 82.34%。电网覆盖率位列西非第一，在撒哈拉以南地区仅次于南非。

加纳目前正在加快推进“AMI+预付费系统”的布局，很多出口到加纳的电表就是“AMI+预付费”。

在非洲市场，预付费电表因为其先付费后用电的特点受到各个国家电力系统的广泛认可和欢迎。预付费系统的运用，可以有效防止用户欠款的产生，解决一直以来困扰着各电力系统的欠费收费问题，同时也省去了人工上门抄表收费的环节，大大降低了人力成本。

但是简单的预付费系统无需人工上门抄表，电力部门就无法得知

居民的每月实际用电量，进而无法计算配电线损，而计算线损恰恰是电力部门的一个重要考核标准之一。加纳智能表项目在充分考虑市场情况和客户需求的情况下，将预付费系统和集抄系统融合起来，在实现预付费功能的同时，通过 GPRS 通信实现了电能表远程信息采集、远程负荷控制、电能表事件上报、用户信息管理等功能。

加纳智能预付费系统集抄和预付费功能的一起实现，不仅大大减少了欠费行为，提高了电费回收率，而且真正节省了大量抄表员的人力费用，也避免人工抄表差错，可以及时发现电能表故障，提高了 ECG 的服务水平，进一步提高了用户满意率。GPRS 通信网络的深度运用，对现场电能表运行状况进行在线监测，有效地防止了窃电行为，减少电量的不明损失。

5.3.4 加纳市场的贸易壁垒与市场准入条件

加纳贸易虽然受其国内政治和经济的影响，但是在国民经济中占重要地位。加纳存在外贸长期逆差，进入 90 年代以来，对外贸易逐年增长，外贸收入占国内生产总值的 40% 左右。实行了贸易自由化政策，取消进口许可证，消除出口限制，提高进口税率，向银行和出口商提供技术援助。长期以来近 90% 的外汇收入来自可可、黄金和木材三大传统出口产品，2009 年黄金、可可出口收入分别为 25.5 亿美元和 18.6 亿美元。主要贸易伙伴为美国、法国、荷兰、尼日利亚和中国。2012 年外贸总额约为 316 亿美元，出口额约 137 亿美元，进口额约 179 亿美元。

加纳虽然取消了进口许可证制度，但禁止以下五类商品进口：带

病动物和骨骼;淫秽书籍和印刷品;通过邮递的军火;不利于健康的药品、仪表和设备以及不适合食用的肉类、蔬菜和粮食。另外,加纳还对武器、军火等七类商品进口加以限制。除这些禁止和限制进口的商品外,其他商品均可自由进口。加纳对外贸易的主要法规有标准(食品、药品和其它商品)通用标签规则:根据1992年通用标签规则,应防止伪劣、假冒商品,保护消费者利益。规则对商品的品质、制造日期、使用日期、使用说明、贮藏保管条件、注意事项、原产地、商品名称等,都有严格规定。如果不符合要求,货物即被海关扣留。商标注册规定:根据1970年加纳标准(商标注册)规则,商标注册申请者必须提供商标样板和印刷品,经同意注册后,即在报刊上发表。两个月内如无异议,商标即告成立。注册有效期为十年,期满之后可以延期。

加纳贸易及工业部是管理对外贸易的职能机构,下辖五个职能司局:政策、贸易监管和评价司;政策规划、工业监管和评价司;研究、情报和统计司;人力资源开发和培训司;行政管理和财务司。主管对外贸易的总部设在首都阿克拉,在全国十个省的省会设有贸易办公室。在特马、阿夫劳、尼韦、霍努塔-阿夫努、包库、哈马莱、格诺克罗姆、桑帕、埃鲁巴、杰维-华大和科托卡国际机场等,设有港口边境办公室。加纳还在伦敦、日内瓦和华盛顿设有海外贸易代表处。为了有效地实施企业政策和规划,贸易及工业部设立了以下机构:加纳国家贸易公司、加纳国家采购署、加纳汽车有限公司、加纳出口促进委员会、加纳出口有限公司、肉类销售局、加纳贸易展览中心、全国小

型工业管理局。加纳对出口限制、控制和许可证明等颁布有一些条款规定，如限制圆木或未经加工的原木出口，现政策是通过增加出口税收代替限制，鼓励经加工的木材产品出口。禁止出口鹦鹉、原藤条和竹子。野生动物、木材产品、珍贵矿物、鱼和古董需要出口许可。可可豆受特殊市场私关税协议的保护，出口由可可局垄断，黄金、钻石的市场由山珍贵矿物市场合作局专营。根据官方文件，加纳虽然没有提供补贴来帮助商品和服务的出口，但通过提供所得税减让的方式帮助出口。

5.3.5 加纳电能表市场的认证要求

进入加纳电能表市场，有认证制度和技术标准的要求。该国电能表准入可以选择如下几种的认证：荷兰 KEMA、意大利 CESI、法国 EDF、加拿大 IREQ、印度 CPRI、ERDA。

目前，国内企业一般是做 KEMA 认证，部分 STS 预付费电能表及系统还要求通过南非 STS 认证。

KEMA 实验室成立于 1927 年，总部位于荷兰阿纳姆市，在全球 20 个国家和地区设有分支机构，是一家独立的科技领先型企业，在能源产业链上提供包括业务与技术咨询、运营支持、测量与检测，测试与认证等全球性的优质服务。KEMA 向包括电力在内的能源生产商、供应商、用户以及政府机构提供中立的建议与支持，此外，还为众多客户提供针对产品、系统等的认证服务。随着业务范围的逐渐扩大，KEMA 已成为全球能源服务业中具备领先地位的独立权威机构。80 多年来，KEMA 一直致力于帮助客户预测变革方向，以及解决复杂的能源及公

用事业难题。“品质、操守、可靠与专业”一直是 KEMA 的核心价值观。对通过测试的产品，KEMA 将签发相关的试验证书和试验报告，这些证书和报告在全球范围内得到广泛认可，具有相当权威的公信力。

5.3.6 加纳电能表的产品标准

该国电能表采用的主要是 IEC 标准，还有一些是技术标书上的补充规定。

表 4 加纳电能表标准

标准	内容
IEC 60060	高压试验技术
IEC 60068	冲击和振动耐受性
IEC 60387	电能表标志符号
IEC 60529	外壳防护等级（IP51）
IEC 61036	有功 1 级和 2 级静止式交流有功电能表
IEC 62052-11	交流电测量设备通用要求、试验和试验条件
IEC 62053-21	有功 1 级和 2 级静止式交流有功电能表
IEC 62056-21	抄表、计费 and 负荷控制的数据交换 - 第 21 篇：局域数据直接交换
IEC 62056-41	抄表、计费 and 负荷控制的数据交换 - 第 41 篇：利用广域网、PSTN 数据交换链接及通讯协议
IEC 62056-42	抄表、计费 and 负荷控制的数据交换 - 第 42 篇：物理层 数据交换处理
IEC 62056-46	抄表、计费 and 负荷控制的数据交换 - 第 46 篇：HDLC 协议的数据链路层
IEC 62056-47	抄表、计费 and 负荷控制的数据交换 - 第 47 篇：IP 网络用的 COSEM 传输层
IEC 62056-51	抄表、计费 and 负荷控制的数据交换 - 第 51 篇：大用户负控
IEC 62056-52	抄表、计费 and 负荷控制的数据交换 - 第 52 篇：通信协议管理配电线路信息规范（DLMS）服务器
IEC 62056-53	抄表、计费 and 负荷控制的数据交换 - 第 53 篇：COSEM 应用层
IEC 62056-61	抄表、计费 and 负荷控制的数据交换 - 第 61 篇：对象标识系统
IEC 62056-62	抄表、计费 and 负荷控制的数据交换 - 第 62 篇：接口类型
EN 13757-2	仪表及其远程读数的通信系统，第 2 部分：物理层和链路层

表 5 加纳电能表招标文件中的有关特殊技术要求

工作电压	0.7Un ~ 1.3Un
工作温度	-25° C ~ +70° C
电流采样回路	双回路计量（1-4，2-3 接线）
TOU	两套 TOU 电价 支持最大 4 费率 支持最大 8 日时段表，10 个时段 支持最大 6 个周表 支持最大 6 个季表 支持最大 100 节假日
阶梯费率	共两套阶梯，每套阶梯有 10 个阶梯值，10 个阶梯电价
时钟及时钟电池寿命	≤ 0.5s/day（in 23° C），10 年电池寿命，电池内置（可更换） 在不上电的情况下，电池可以持续工作至少 2 年
超级电容	约 1 个小时充满电，放电时间约 100 分钟
负荷数据	捕获周期：1min, 15 min, 30 min, 60 min 可设 负荷记录时间：为整数倍捕获周期的时间，默认 15 分钟 存储能力：负荷周期为 15min 时可以存储 35 天的数据 存储内容：有功正向总电量、有功正向需量
加密协议	标准（AES）协议，AES128
防强磁及惩罚计量	当有 0.5T 强磁干扰时，表计能检测到并且当前工作功率按额定电压*1.5Imax 计算
抗短时过电流	30*Imax
防护等级	户内 IP51、户外 IP54

产品符合标准 IEC 62052-11、IEC 62053-21、IEC 62053-22 和 IEC 62053-23 设计要求，电网质量要求符合标准 EN 50160: 2007，本地通讯符合 IEC62056-21 E 模式。

加纳要求电能表表盖材料为 PC，底座材料为 PC 和 10%的 GF，端钮盒材料为 PC 和 20%的 GF。电能表外形及连接图见图 4 至图 7。

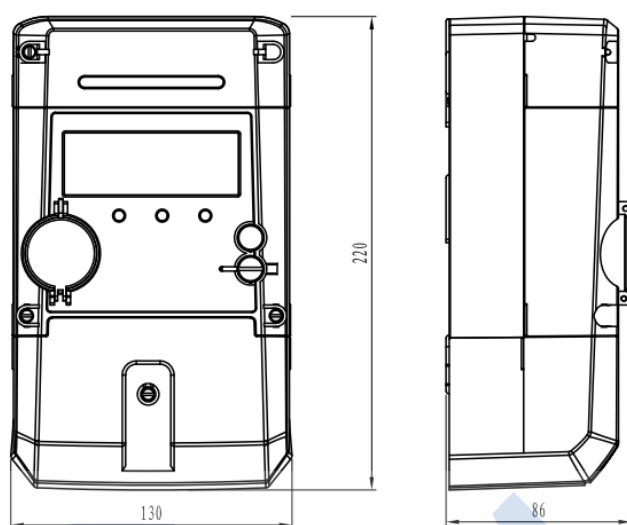


图 4 表计正面图、侧视图及尺寸

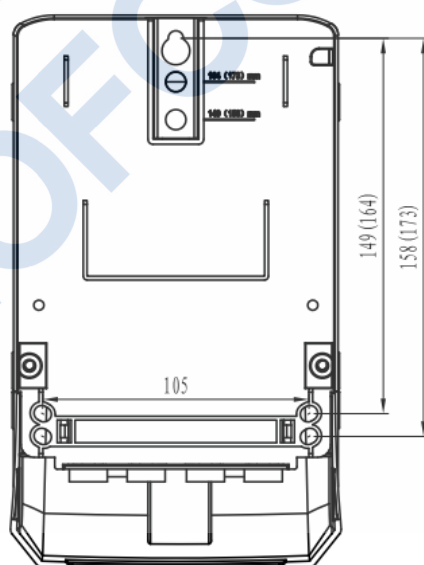


图 5 表计背面安装孔图

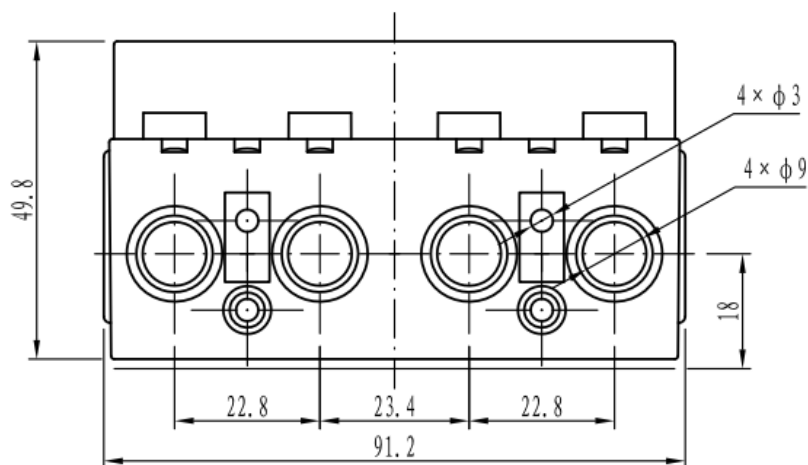


图 6 表计端钮尺寸图（端钮底部）

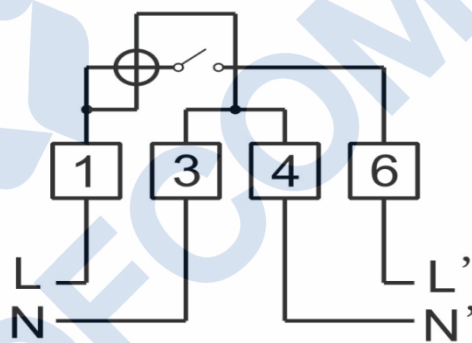


图 7 表计连接图

5.3.7 加纳电能表市场未来发展趋势

包括加纳在内的非洲地区总体上面临严重缺电的状况，由于电源建设滞后于经济发展，目前很多用户还处于未通电的状况。加纳政府计划到 2016 年将全国发电总装机提升至 500 万千瓦的水平，实现全国 100%的电力覆盖。

在加纳电力领域，我国公司参与的项目有：深圳能源投资股份有限公司（简称“深能源”）一期、二期共 560MW 天然气电站；汉能集团 400MW 太阳能电站；北京福星晓程 20MW 太阳能电站共三座我国投资的电站，总装机容量 980MW, 占加纳全国发电总装机的 19.6%，市场份额稳步提升。未来，深能源还打算在加纳投资建设 700MW 的燃煤发

电站，如果项目顺利实施，我国企业在加纳发电领域占有的份额还将进一步扩大。

加纳政府正在考虑出售国家电力公司，希望以此获得 5 亿美元的资金以改善电力领域的发展状况。目前，加纳政府正酝酿 2 种出售方案，一是出售国家电力公司 20-30 年的经营权，另一种是直接出售国家电力公司的股份。加纳国资委表示，目前加纳能源领域面临诸多挑战，国家电力公司遇到了管理和现金流方面的困难，加纳政府已经不可能再向国家电力公司注资，只有寄希望于私人资本进入，使国家电力公司重新焕发活力。在过去的 25 年里，加纳政府共向国家电力公司注资 108 亿加纳赛迪（按目前汇率计算约合 33.8 亿美元）。低效率和不稳定的电力供应使加纳 GDP 每年损失约 2%-5%。

加纳的缺电以及新的电源建设和电网改造，给我国企业寻觅合作带来了机遇。深能源的加纳燃气循环发电项目日前获得了国家发改委的核准。该项目投资额约为 10 亿元人民币，是中非发展基金首期 10 亿美元项目的一个重要组成部分。中非发展基金是目前国内第一只专注于对非投资的股权投资基金。一期 10 亿美元资金由国家开发银行出资，主要帮助我国企业到非洲投资和开展经贸活动，且为企业提供管理、咨询、财务顾问服务。深圳能源的这个燃气循环发电项目是中非发展基金第一期四个 9000 万美元项目中的一个，也是深圳能源第一次走向国门。深圳能源将与中非发展基金成立项目公司，股比各为 3: 2。据深圳能源介绍，该项目总规模 56 万千瓦燃气机组，一期装机 20 万千瓦。按 2006 年价格水平，一期工程静态投资 9.666 亿元人

民币，项目计划总金额 10.2712 亿元人民币。目前该项目已获得了商务部及发改委的核准。

此外，随着现代社会的发展和科技的进步，传统预付费电能表已不能满足加纳用电管理的需要。传统预付费系统无法计算配电线损，也不能满足互联网方式购电、短信方式购电等方便用户的需要。未来加纳智能表系统的持续推进，将使加纳电力公司用电管理上一个新台阶，也将给电能表行业带来巨大的商机。

5.4 坦桑尼亚

5.4.1 坦桑尼亚概况

坦桑尼亚全称“坦桑尼亚共和国”，国土总面积 94.5 万平方公里，位于非洲东部、赤道以南，由陆地和桑给巴尔岛等 20 多个小岛组成，共由 26 个省组成，首都多多马，最大城市达累斯萨拉姆。官方语言为英语、斯瓦西里语。坦桑尼亚人口 5350 万（2015 年），分属 126 个民族另有一些阿拉伯人、印巴人和欧洲人后裔。坦噶尼喀（大陆）居民中 32% 信奉天主教和基督教，30% 信奉伊斯兰教，其余信奉原始拜物教；桑给巴尔居民几乎全部信奉伊斯兰教。陆地与八国接壤，北邻肯尼亚、乌干达，西界卢旺达、布隆迪和刚果（金），南接赞比亚、马拉维和莫桑比克，东濒印度洋，海岸线长约 840 公里。

坦桑尼亚东部沿海地区和内陆部分低地属热带草原气候，西部内陆高原属热带山地气候。大部分地区平均气温 21~25℃。桑给巴尔的 20 多个岛屿属热带海洋性气候，终年湿热，年平均气温 26℃。

坦桑尼亚是东非地区最大外资引进国，也是目前仅次于肯尼亚的

东非第二大经济体，经济增长强劲，在全球经济低迷的 2015 年保持了 7% 的增长。坦桑尼亚矿产、油气资源丰富，其中天然气探明储量 43 万亿立方英尺；农业以种植业、林业、渔业、牧业为主，是其主要经济支柱；制造业以农产品加工和进口替代型轻工业为主；服务业产值占国内生产总值的过半。出口以初级农产品为主，其中棉花、剑麻、腰果、咖啡、烟草、茶叶、丁香出口占外汇收入的 80 %；工矿业出口产品主要有钻石、黄金、纺织品、服装、皮革制品、鞋、树胶、铝制品等。进口以工业生产资料和工业品为主，主要有仪器、饮料、机械设备、金属制品、交通运输工具、石油等。

截止 2015 年末，坦桑尼亚电力公司总装机容量 1600 兆瓦左右，主要由 8 家水电、6 家火电和 16 家小型电站组成，其中火电在总装机容量占比较大，超过 60%，并且多家燃气电站在陆续规划建设中；输、配电网线路总长度达 10 万余公里，电压等级 230kV 到 11kV 之间。

5.4.2 我国电能表产品出口坦桑尼亚市场情况

表 6 我国电能表产品出口坦桑尼亚有关数据（2012-2015）

	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
出口数量（万个）	26	3.8	43	39
出口金额（万美元）	931	129	2240	1633
平均单价（美元）	35.81	33.95	52.09	41.87

注： I. 根据海关出口数据统计，整机出口数据，不含散件出口数据；
 II. 出口数量、金额不含感应式电能表（基本没有感应式表出口、忽略不计）；
 III. 出口数量、金额不含电能表散件（基本没有电能表散件出口、忽略不计）。

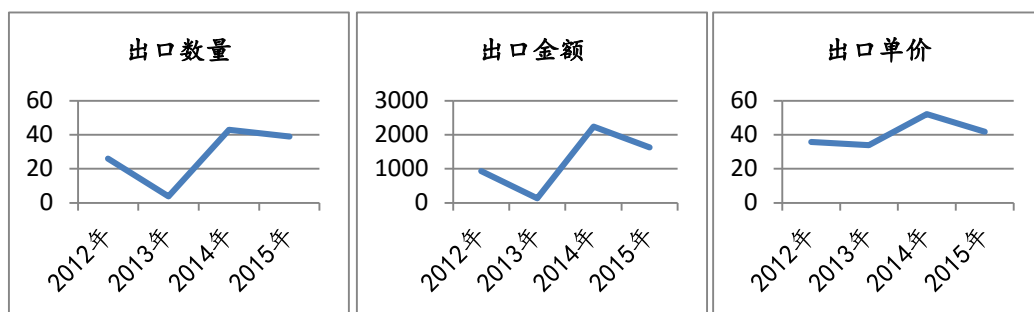


图 8 我国企业电能表坦桑尼亚出口数量、金额、单价变化 (2012-2015)

注：出口平均单价逐年下降。2014 年后平均单价突增，主要原因是电能表出口表型从普通预付费表为主改变为智能预付费表为主，但在 2015 年由于竞标激烈平均单价继续下降。坦桑尼亚电能表市场年平均需求在 20-30 万只之间。

5.4.3 坦桑尼亚电能表市场现状

与其他非洲大多数贫穷国家一样，坦桑尼亚由于政府财政紧张，电力设施建设非常落后，很难满足社会日益增长的电力需求，而电力缺乏又严重制约着国家经济的发展。坦桑尼亚电力公司现有发电量全国电力覆盖率只有 40% 左右，大多数的家庭，尤其农村居民家庭无电可用。由于国家发展落后，人民生活贫困，无力支付电费，窃电及欠缴电费现象经常发生。

坦桑尼亚电力公司 (Tanesco) 首先需要解决的就是营收保障问题，因此，电力公司选择符合南非 STS 标准的键盘式预付费表作为电能计量工具逐渐替换普通计费电能表，以解决收费难题。近几年，为了解决窃电问题以及更好的管理用电，经过两年多的试点，坦桑尼亚电力公司 (Tanesco) 开始安装智能预付费表。目前，普通预付费和智能预付费两套系统同时在用。坦桑尼亚电能表市场，以前是法国的爱拓利 Actaris (现 Itron)、南非的 Conlog 及印度等表计企业产品为主，现在则以我国表计产品为主。

5.4.4 坦桑尼亚电能表市场未来发展趋势

坦桑尼亚电力公司(TanESCO)在达累斯萨拉姆证券交易所上市,这将是该国政府在能源领域吸引私人投资计划的重要计划,该公司49%的股权将面向公众出售以募集资金,并希望更多的投资者参与国家电力建设。

坦桑尼亚电力公司(TanESCO)将发电,输、配电逐步拆分,以促进能源领域改革,引入市场竞争机制。

坦桑尼亚政府计划利用丰富的天然气、太阳能、风力资源等,多渠道引进外资进行电厂及输电线路建设,计划到2020年电力公司总装机容量新增1000兆瓦,让数百万个家庭用上电,并于2030年实现电力全覆盖。未来15年,不包括轮换电能表需求,坦桑尼亚市场平均每年都将新增20余万只电能表需求。

5.4.5 对出口企业的建议

坦桑尼亚政府缺少资金,国家电力建设基本都需要引进外资或者利用国外银行、基金组织贷款,电力改造存在不确定性。该国电能表市场容量相对较小,我国企业应避免在一处扎堆,造成恶性竞争的局面。

5.5 巴西

5.5.1 巴西概况

巴西,全称巴西联邦共和国,是南美洲最大的国家,首都巴西利亚,共有26个州和1个联邦区(巴西利亚联邦区),官方语言为葡萄牙语。

巴西人口 2.02 亿（2015 年），居世界第五，巴西的文化具有多民族的特性，有来自欧洲、非洲、亚洲等地区的移民。白种人占 53.74%，黑白混血种人占 38.45%，黑种人占 6.21%，黄种人和印第安人等占 1.6%。64.6%的居民信奉天主教，22.2%的居民信奉基督教。

巴西国土总面积 854.74 万平方公里，居世界第五。陆地与十国接壤，北邻法属圭亚那、苏里南、圭亚那、委内瑞拉和哥伦比亚，西界秘鲁、玻利维亚，南接巴拉圭、阿根廷和乌拉圭，东濒大西洋，海岸线长约 7400 公里。

巴西 80%地区位于热带地区，最南端属亚热带气候，南部地区年平均气温 16 - 19℃。北部亚马孙平原属赤道（热带）雨林气候，年平均气温 27 - 29℃。中部高原属热带草原气候，分旱、雨两季，年平均气温 18 - 28℃。

巴西曾经是全球经济发展速度最快的国家之一，国内生产总值位居南美洲第一，是世界第七大经济体。但近年来，经济增速逐步放缓，当前更面临较大财政、通胀和出口压力，经济出现负增长，政局不稳。

巴西拥有丰富的自然资源和完整的工业基础，农牧业发达，是多种农产品主要生产国和出口国。工业基础雄厚，门类齐全，石化、矿业、钢铁、汽车工业等较发达，民用支线飞机制造业和生物燃料产业在世界上居于领先水平。服务业产值占国内生产总值近七成，金融业较发达。

巴西积极实现贸易多样化，主要进口机械设备、电子设备、药品、石油、汽车及零配件、小麦等；出口汽车及零部件、飞机、钢材、大

豆、药品、矿产品（主要是铁矿砂）等。

截止 2015 年末，巴西总装机容量达到 1.42 亿千瓦，全国大大小小发电站 4000 余家，但前十大发电企业就占了总装机容量的近 50%，2015 年总发电量达到 5414 亿千瓦时；巴西输电网主要是全国联网系统，总长度达 10 万余公里，电压等级 230kV 到 750kV 之间，输电比例达到全部发电量的 98.3%(只有少部分独立电网分布在亚马逊地区)，前四大输电企业输电线路长度占全部输电网长度的近 80%；巴西配电网线路一般在 68kV 到 138kV 之间，包括圣保罗电力公司、米纳斯电力公司、里约 LIGHT 公司、巴拉那电力公司在内的前十大配电企业营业收入占总营业额的近 60%；截止 2015 年底，巴西共有购电用户近 8000 万户，其中 85%为居民用户，普通用户电价采用监管竞价的方式，分时计费。

5.5.2 我国企业电能表巴西市场出口情况

表 7 我国企业电能表巴西出口数据（2012-2015）

Item	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
出口数量（万个）	133	90	48	38
出口金额（万美元）	1162	925	439	579
平均单价（美元）	8.74	10.28	9.15	15.24

注： I．根据海关出口数据统计，整机出口数据，不含散件出口数据；
II．出口数量、金额不含感应式电能表（出口数量极少、忽略不计）；
III．出口数量、金额不含电能表散件（散件出口方式以元器件、原材料为主，电能表散件海关编码统计数据已经没有参考价值）。

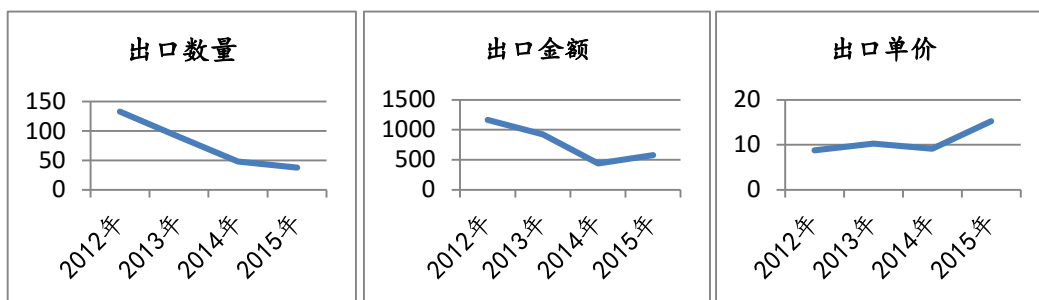


图 9 我国企业电能表巴西出口数量、金额、单价变化 (2012-2015)

注: 出口各项数据出现下滑主要原因是未统计散件出口, 巴西电能表整机出口逐年下降, 散件出口逐年增长, 散件在逐步替代整机出口。2015 年整机表中高端出口占比增长, 出口货值增加、单价上涨。我国企业巴西电能表 2012 年到 2015 年间实际出口金额平均每年都以近 200% 比率高速增长, 2015 年整机、散件及电能表相关材料出口总金额近 7000 万美元。

5.5.3 巴西电能表市场现状

巴西有着南美区域最大的电力需求, 其年均电力消费占南美市场的一半以上, 南美国家 60% 电能表市场需求在巴西, 但是, 巴西市场准入难度较高, 税法复杂, 税负极重, 劳工法严格, 而且市场竞争非常激烈, 即便如此, 年均 700 万-1000 万只数量的电能表安装和轮换需求还是吸引了众多国际知名企业逐鹿巴西。先有兰吉尔 (Landis&Gyr)、埃创 (Itron)、埃尔斯特 (Elester) 以及埃施朗 (Echelon) 等行业跨国企业在地设厂或与当地表计厂家合作, 后有当地知名表计厂家被我国表计企业大举并购, 包括国际巨头 Sensus、GE、Siemens、Trilliant、Silver Spring 以及我国几家表计知名企业等悉数进入巴西市场。我国表计企业在地销售的电能表目前还是以中低端产品为主, 产品符合性及质量在逐年提高的同时价格也具备绝对优势, 中低端产品销售数量持续增长、优势明显, 使其它国家表计企业倍感压力, 市场竞争也愈演愈烈。最近几年, 我国表计企业电

能表产品凭借质好价优在巴西市场份额逐年快速增长。2015 年在巴西经济多年来首次出现负增长、汇率跌去三分之一的情况下，我国企业电能表巴西市场占有率依然过半，充分体现了我国表计企业的综合实力及对巴西市场的执着。我国表计企业在巴西市场虽然产品销售规模客观，但产品获利能力却不高，但我国表计企业在巴西市场已经站稳脚跟，为参与巴西市场大规模智能表改造打下了坚实的基础。

5.5.4 巴西电能表市场未来发展趋势

巴西是南美最大的智能电网投资市场，大规模的智能电网建设会给智能电能表带来更广阔的市场空间，巴西在大力发展智能电能表，将成为南美首个大规模安装智能电能表及集抄系统的国家。巴西公用电力企业为了建立一个安全、可靠的电力基础体系，减少电力损失，使电力调度、监管更加高效，改善电网可靠性，灵活定价机制等，一直热衷对智能电能表的推广，早在几年前就宣布，巴西各大电力企业将进行 6350 万只的智能电能表改造，经历了几年的技术探索及项目试点，巴西大规模的智能电能表安装已经开始。

5.5.5 对出口企业的建议

近几年，在巴西电力企业推动的智能电能表试点中，我国表计企业在积极参加，有的已经拿到批量订单。但与国际知名表计企业相比较，由于历史发展形成的差距，无论从企业美誉度、商务能力、终端和系统开发能力、项目实施能力到对智能电能表的理解、用户需求的理解，都与国际知名企业有一定的距离，试点项目数量、获取订单数量都还相差很远。我国表计企业只有继续加大人力资源投入、技术投

入、市场投入，缩小差距赶上去，在巴西智能表大规模改造中与国际知名表计企业同台共舞、平分秋色，能让企业在巴西智能表市场竞争中持续受益，进入巴西市场才更有意义。

另外，巴西近两年经济形式持续恶化，近期政局不稳，智能电能表改造进度可能有所放缓，我国企业在巴西市场高歌猛进的同时，注意把握市场开拓节奏，时刻小心规避商务及经营风险，并提前做好预案。

5.6 厄瓜多尔

厄瓜多尔，全称厄瓜多尔共和国，南美洲国家联盟的成员国之，位于南美洲西北部，北与哥伦比亚相邻，南接秘鲁，西滨太平洋，与智利同为南美洲不与巴西相邻的国家，面积 256370 平方千米，海岸线长约 930 千米。赤道横贯国境北部，另辖有距厄瓜多尔本土 1,000 公里的加拉帕戈斯群岛。首都基多位于皮钦查火山的山麓。

厄瓜多尔分西部沿海、中部山区、东部亚马逊河流域和加拉帕格斯群岛四中地区，以热带气候为主。

厄瓜多尔经济发展分为三个时期，即可可时期、香蕉时期和石油时期。厄以“香蕉之国”闻名于世。2000 年 1 月，厄正式实施经济美元化政策。2004 年，厄瓜多尔政府同国际货币基金组织等国际金融机构达成外债重组和贷款协议，经济保持持续增长势头。2008 年下半年以来，国际金融危机对厄实体经济影响逐步显现，厄原油出口下降。2015 年，厄名义国内生产总值（GDP）1008.71 亿美元，同比下降 0.04%，2012 年、2013 年和 2014 年实际 GDP 增速分别为 5.2%、

4.6%、3.8%。2015 年，厄人均 GDP 为 6196 美元，同比下降 1.6%。为此，厄瓜多尔政府加大基础设施建设投入，拉动投资和就业，刺激经济增长。

厄瓜多尔地处南美洲西北部，赤道横贯国境北部。是个以农业为主的国家，经济发展缓慢，几乎所有的工业产品都需进口。对外汇市场管理较松，是拉美可自由兑换外币的国家之一。厄瓜多尔政府为了发展本国企业，减少进口，欢迎外国投资并给予优厚待遇，所以外国投资者不断增加。

其中，从 2007 年至今厄瓜多尔政府已对电力系统建设投资超过 60 亿美元，其中对 8 个水电站投资约 50 亿，输电网络 3.5 亿，配电网络 5.4 亿。

此外，2014 年，为了支持厄瓜多尔能源构成的变化和改善高质量电力服务的传输，强化配电系统改革，美洲开发银行批准 2.2 亿美元（约合人民币 13.7 亿元）贷款给厄瓜多尔；从 2009 年到 2014 年，我国已经为厄瓜多尔提供超过 120 亿美金的贷款，2015 年，又获得我国贷款约 40 亿人民币。厄瓜多尔是拉美地区最大的区域电力市场之一，而作为世界上最大的发展中经济体，我国具有资金、成本、技术等方面的领先优势，尤其在电力能源、特高压输电等方面拥有强大的生产能力和先进的装备、技术，因此，我国在厄瓜多尔电力市场的投资前景十分美好。

从 2007 年至今，我国在厄瓜多尔承建的科卡科辛克雷水电站、索普拉多拉水电站、德尔西水电站、比约那科风电站、TP 水电站、

圣弗朗西斯科水电站、基科斯水电站等，大部分已经投入使用，发电能力的持续提升，势必要求配电系统的相应配套。

未来 10 年内，整个南美洲将投资 226 亿美元用于智能电能表的安装，72 亿美元用于推动配电自动化，83 亿美元用于其他智能电网市场领域。同大部分拉美国家一样，厄瓜多尔处在由普通电能表向智能测量系统转变的过渡期，接下来的几年里，该地区将成为智能测量系统投资的重点市场。

而目前，厄瓜多尔普遍使用的还是带通讯的普通电子式电能表，包括单相电子式电能表、两相三线电子式电能表以及三相四线电子式电能表。2016 年，两相三线电能表招标量约为 10 万台，智能电能表做为试点项目，只占据了极小的市场份额。

因此，在进入厄瓜多尔市场时，我国电能表厂家应在维护好现有普通电子式电能表市场的基础上，因地制宜，开发符合厄瓜多尔市场需求的智能电能表，帮助厄瓜多尔完成由普通电能表向智能电能表的过渡，建立完善的智能能源测量系统。

5.7 泰国

5.7.1 泰国概况

泰国是我国近邻，位于中南半岛中南部，面积 51.3 万平方公里，人口 6700 万，2015 年度 GDP 总值 3952.82 亿美元，经济上属于中等收入的发展中国家。二次大战以前，泰国是单一的农业国，经济基础落后，几乎没有工业。五十年代，美国对泰国的基础设施建设进行了大规模的援助和投资。六、七十年代，泰国分阶段实施鼓励工业发展

的"进口替代"和"出口导向"战略，经济得到迅速发展。

泰国实行自由经济政策，属外向型经济，较依赖美、日、欧等外部市场。20 世纪 80 年代，制造业尤其是电子工业发展迅速，经济持续高速增长。1996 年泰国被列为中等收入国家，1997 年亚洲金融危机后陷入衰退，1999 年经济开始复苏。2003 年 7 月提前两年还清金融危机期间国际货币基金组织提供的 172 亿美元贷款。2012 年人均 GDP 约 5390 美元。1963 年起实施国家经济和社会发展五年计划。2012 年开始第十一个五年计划。

泰国是世界的新兴工业国家和世界新兴市场经济体之一，是东南亚第二大经济体，仅次于印尼。制造业、农业和旅游业是经济的主要部门。泰国是亚洲唯一的粮食净出口国，世界五大农产品出口国之一。电子工业等制造业发展迅速，产业结构变化明显，汽车业是支柱产业，是东南亚汽车制造中心和东盟最大的汽车市场。

泰国是东南亚国家联盟成员国和创始国之一，同时也是亚太经济合作组织、亚欧会议和世界贸易组织成员。

5.7.2 泰国电能表进口情况

表 8 2012-2015 年度我国企业出口泰国电能表市场前十位

序号	2012 年度	2013 年度	2014 年度	2015 年度
1	浙江松夏仪表有限公司	华立科技股份有限公司	浙江中月电气有限公司	华立科技股份有限公司
2	华立科技股份有限公司	浙江松夏仪表有限公司	华立科技股份有限公司	浙江中月电气有限公司
3	浙江中月电气有限公司	浙江中月电气有限公司	浙江松夏仪表有限公司	中南仪表有限公司有限公司
4	浙江时达仪表有限公司	温州联众仪表科技有限公司	乐清市金柱仪表有限公司	浙江松夏仪表有限公司
5	杭州力沃科技有限公司	安德利集团有限公司	浙江时达仪表有限	浙江正泰仪器仪表有

			公司	限责任公司
6	杭州海兴电力科技有限公司	杭州力沃科技有限公司	温州联众仪表科技有限公司	乐清市金柱仪表有限公司
7	乐清市联众电器有限公司	埃创仪表系统（苏州）有限公司	中南仪表有限公司	温州联众仪表科技有限公司
8	中南仪表有限公司	中南仪表有限公司	深圳中外运物流有限公司	深圳市丕希仪表有限公司
9	温州登立进出口贸易有限公司	深圳中外运物流有限公司	乐清市永明电气有限公司	埃创仪表系统（苏州）有限公司
10	江苏林洋电子股份有限公司	浙江时达仪表有限公司	安德利集团有限公司	深圳中外运物流有限公司

注：上表数据源自我国海关

日本、美国和我国一直稳定成为泰国电能表进口的前三大国家，其它还有台湾、新加坡、英国、香港等。除以上我国供应商外，其它国外主要供货商有：TTC、GUNKUL、GLOBAL METAL PAINTING GROUP、ENEGRY MAX、MISSU 等。

近年来，泰国电能表需求量基本上呈逐年上升趋势，这与泰国快速发展的整体经济(是亚洲地区经济发展速度最快的国家之一)有关。

5.7.3 目前泰国电力市场状况

与其他东盟国家不同的是，泰国电力基础设施相对较好。泰国电力市场在东南亚地区国家中属于相对完善的市场。其电力接入水平高达 99.3%。其电力项目的建设有两条路径：一是提高自身发电能力；二是加大电力进口。泰国目前以天然气发电为主导的电源结构受到了天然气资源不足的挑战。泰国希望调整其电源结构以适应这种变化。泰国计划加大可再生能源发电比例，这吸引了很多国外投资者，如西门子参与泰国两座风电场的风电机组的供应；光伏组件和逆变器制造商 Proinso 在泰国曼谷建立一个基地，以服务于快速增长的东南亚太

太阳能市场。日本和美国企业也积极介入泰国的可再生能源领域。

2015 年,泰国人口 6700 万,全球排名 20 位;发电量 1600 亿 kWh,全球排名 24 位。泰国特别重视可再生能源发电和智能电网建设。泰国国家电力局(EGAT)主要负责发电和电力输送,配电与零售业务则由京都电力局(MEA)和地方电力局(PEA)负责。MEA 负责的区域包括首都曼谷行政区(BMA)和两个邻近的省(Nonthaburi 和 Samutprakarn)。PEA 负责泰国其他地区(共 74 府),共拥有 512 个变电站和 914 个 Office,业务范围覆盖泰国 99.98%的领土。

PEA 作为东南亚最主要的电力企业之一,非常重视智能电网建设,而输变电网作为智能电网的基础,网络可用性、可靠性是重中之重。但在智能电网建设中,挑战也是很多的,比如:现网大量老旧的传输设备运行超过 10 年,PEA 早期的大量传输设备,容量偏小,并且部分单板的芯片已经停止生产,厂家无法提供备件,导致运维成本不断增加;视频监控、OA 等 IP 业务快速增加,SCADA 等生产业务也逐渐向 IP 化演进,OA、视频等 IP 业务需求飙升,对现有网络造成了巨大冲击,现有的 SCADA 等生产业务逐渐向 IP 化演进;关键业务需要可靠承载,网络扩展性也要考虑,一方面需要保证业务需要平滑切换,保证业务质量和安全性,另一方面,需要满足未来 5-10 年的业务发展需要,在光纤资源有限的情况下,为办公 OA、视频等业务提供足够带宽;站点地域分布广泛,要实现超长距离承载,不仅光纤资源有限,PEA 新增站点分布也很分散,需要实现超长距离传输。PEA 制定了全 IP 演进的战略方向,在演进的过程中,新方案要与现网设备无

缝对接，实现平滑升级，在这种状况下，目前，我国的华为融合传送解决方案就成了最佳选择。华为融合传送解决方案，软硬管道统一承载生产业务和综合数据业务；物理硬管道（SDN/OTN）承载关键生产业务，（电话、SCADA、继保等）保证低时延无误码，安全可靠；MPLS-TP软管道承载综合数据业务，（视频监控、办公 OA 等），灵活高效，面向未来；满足客户 ALL IP 战略演进；内置波分提供超大带宽，8X10G 内置波分提供超大带宽，满足电力行业视频监控以及未来数据业务的带宽诉求；超长距解决方案，减少中继与故障节点，降低 50%投资和运营管理成本，PEA 现网多处 80~200km 的超长跨段，内置光放，在远距离传输中减少中继，内置 PCM All in One，简化网络层次，减少故障节点，节省投资，简化运维；新旧网络完美对接，平滑升级，华为融合传送解决方案，可以与老网络完美对接 支持新旧网络平滑升级演进，极大降低网络改造风险。

泰国经济正逐步增长，只有能源供应稳定才能保证社会经济的增长。尤其是电力能源，充裕的电力储备能够有效地推动国家的长远发展。目前，为保证能源供应平衡，一方面，泰国加大投资力度大力发展电力项目，另一方面与东盟各国合作，从电力丰富的地区输进电力能源。

从这几年的发展趋势分析可知，在电力需求上，泰国对邻国的需求度很高。近日，有数据显示，泰国的 GDP 以 5.6%的速度增长，2012 年到 2015 年对电力的需求也以 6%的速度增长，对电力的需求将从 35600 兆瓦到 2021 年的 44200 兆瓦。从数据分析，目前泰国对电力

的需求在 28500 兆瓦左右，大部分的用电都是从邻国输进。

5.7.4 泰国电能表市场的准入条件和认证要求

进入泰国电能表市场，有认证制度和技术标准的要求。电力局对于供应商有相应的厂家资历、项目经历和一些测试认证要求，如 KEMA、CESI、JEMIC、UL、TISI（泰国）、EGAT、EEI 等，还有样机测试准入证书、批质量检验标准等。

认证范围：泰国政府要求实行强制性认证的产品有 60 个大类，其中包括：电气设备和附件、医疗设备、建材设备、日用消耗品、车辆、PVC 管、LPG 燃气容器及农产品。除此之外，其他类别产品的认证都属于自愿性认证。

认证检测机构：工业产品标准法授权泰国工业标准协会（TISI）负责泰国的认证工作。TISI 即是泰国的强制认证的政府主管机构，又是标准制定与管理机构、认证机构，同时还是实验室认可、人员培训与注册机构。值得注意的是，泰国没有非政府的强制性认证机构。

认证流程：产品认证需要产品符合相应的标准，同时还要求制造商有完善的质量保证体系以保证产品与标准的符合性，因此 TISI 的产品认证程序除产品的型式测试外，还包括发证前的工厂检查和发证后的监督审查。

产品评价：TISI 依据泰国工业标准（TIS）和有关产品认证的特殊要求评价产品，可采用以下三种方式中的一种：抽取样品由工厂的人员在工厂检测，由 TISI 有资质官员监测；当认为工厂的实验室完全配备了特定的测试设备而且有合格的人员时，可以对抽样的产品交

由工厂的人员在工厂检测，有 TISI 有资质官员监测；测试报告的检查：如果工厂的产品已由工业产品标准委员会标准的实验室检测，可免于重复测试。但是，如果测试报告不完全或与相应的产品认证标准及特定要求有差异时，TISI 可抽取样品对这些项目做补充测试。

发证前的工厂检查：执行发证前的工厂检查时，对于出口的产品，不需要工厂检查，只进行资料控制过程方面的文件评审即可。对于国外的工厂，当评审质量控制文件表明其不充分时需要工厂检查。若工厂已获取 ISO 9000 质量管理体系证书，其质量控制体系将免于评审，但其证书的发证机构应符合以下要求：ISO 9000 认证机构已得到泰国国家认可委员会（ONAC）的认可；ISO 9000 认证机构得到工业产品标准委员会的批准。但是，当工厂的质量管理体系不完全或与产品认证的特定要求及产品质量控制体系的通用要求有差别时，TISI 可对这些项目做补充评审。

发证后的监督审查：发证后的监督审查是为了确保认证产品继续符合相应的标准及工厂仍有能力保持认证产品的质量，监审体系包括：例行监审：监审可以采用对质量控制体系的监督和/或对认证产品的质量监督。监督的频次依据持证人质量控制体系的一致性和前一次监审的情况确定；对质量控制体系的监督：质量控制体系的监督主要采用对工厂和市场进行抽样测试。样品由 TISI 有资质的官员抽取，交由制定实验室检测，或者由泰国实验室认可体系（TLAS）认可的实验室或工业产品标准委员会批准的实验室认可组织认可的实验室检测。

注意：在未提前通知的情况下，对厂商、进口商、销售商进行监

控,以保证产品的生产和销售符合泰国 TIS 标准,防止标准标志的滥用和误用及任何违反工业产品标准法及其修订稿的行为发生。

5.7.5 泰国电能表的产品标准

技术标准(国家标准)主要采用国际标准如 IEC(International Electrotechnical Commission)、ANSI 和泰国工业标准 TIS(Thailand Industrial Standard)等。还有一些电力部门技术规范或地方各府(省)的技术规范,招标文件中的有关技术要求等。

IEC 标准:

IEC62052-11: 2003 电能测量设备(交流): 通用要求, 试验和试验条件-第 11 部分: 电能测量设备;

IEC62053-21: 2003 电能测量设备(交流): 特殊要求-第 21 部分: 静止式有功电能表(1 级和 2 级);

IEC62053-22: 2003 电能测量设备(交流): 特殊要求-第 22 部分: 静止式有功电能表(0.2s 级和 0.5s 级);

IEC62053-23: 2003 电能测量设备(交流): 特殊要求-第 23 部分: 静止式无功电能表(2 级和 3 级)。

美国标准 ANSI C12 系列标准:

ANSI C12.16-2001 静止式电能表;

ANSI C12.20-2002 0.2 级和 0.5 级静止式电能表。

泰国工业标准 TIS:

TIS 1030-2552 电能测量设备(交流): 通用要求, 试验和试验条件;

TIS 1030-2354 电能测量设备（交流）：安全要求；

TIS 2543-2555 电能测量设备（交流）：特殊要求-静止式有功电能表（1 级和 2 级）；

TIS 2544-2555 电能测量设备（交流）：特殊要求-静止式有功电能表（0.2s 级和 0.5s 级）。

泰国对电能表还有如下一些特殊要求：防水防尘、防紫外线，要求满足户外 IP54；宽量程，如 5（100）A；最高工作温度 70 摄氏度；分时计量，支持年度不少于 100 天的节假日费率功能，正反向电量、需量，不少于 4 费率；负荷曲线功能，15 分钟一次，正反向电量、需量，不少于 45 天；远程自动抄表（Automatic Meter Reading）；远程负荷开关控制（远程拉合闸）功能等等。

5.7.6 泰国电能表市场未来发展趋势

从亚洲金融危机走出后的泰国，经济逐渐回暖，电力建设包括许多个体电站（IPP）的建设得以恢复，电力的生产、输送和配售在泰国仍将处于优先发展的地位，因为根据经济预测，未来几年泰国将对电力产生巨大需求。为满足这种需求，EGAT、MEA 和 PEA 都计划除了扩展自己已有业务外，也对一些老的发电、输电及售电等系统进行重建修复。国家对未来的电力规划有：

一是对东盟国家电网的改造升级，以此提升泰国电网输电系统的稳定性，建立坚强电网，加强数据集成和控制系统的控制能力，从而在技术和经济两方面都做到高效运行。此外，大范围的安装智能电网自动化系统和数据管理系统，为未来东盟国家电网联网做准备。

二是集成信息通信技术。智能电网的信息和通信系统集成必须要有统一的标准，才能使电力设备和测量设备与其电网外的信息相连，这就是常说的“互操作性（interoperability）”，同时保证网络安全（cyber security）。未来，数据和信息会成为发展的重点，将被用来提升电网的运行水平。

三是智能运行。ICT 包括智能电子设备自动控制系统，这些都被应用到核心业务当中，比如资产管理。

四是实现需求响应。基础设施中通信系统，尤其是连接了电网数据信息的系统能够支持需求预测和需求响应，以此优化整个国家的能源管理。

五是绿色供应组合。在政府政策的要求下，智能电网技术能支持可再生能源的发展，也为未来发展电动汽车技术打下基础。

当前，进口天然气在泰国的能源体系中占据主导地位。在未来 25 年内，这一情况将有巨大改变，泰国将逐步建立起零碳排放能源占比 66%，且能够从邻国进口电力的能源体系。预计新增产能中太阳能占比最大，其装机容量比例将由今天的 4% 增长至 2040 年的 30%。在未来 25 年内泰国将逐步建立从邻国进口电力的能源体系。到 2040 年，泰国的用电需求将增长 47%，用电量将由 2015 年的 166TWh 增长至 244TWh，年均复合增长率将达 1.6%。到 2040 年，泰国的总发电产能将在 2015 年的基础上翻一番，从 43.6GW 增长至 92GW，其中新增净产能将达 67GW。同时，将有 18.5GW 的火电设施退役，主要为燃气发电场（15.8GW）。在 67GW 的新增发电产能中，光伏将占比 39%。到

2040 年，光伏发电产能将激增十倍，达 27.8GW，将占据总装机容量的 30%。到 2040 年，可再生能源发电和进口电力将增长至现在的四倍多，两者将占据总发电量的 60%。火电的比例将由 2015 年的 82% 下降至 37%，原因是天然气使用量将下降 66%。到 2040 年，天然气发电将仅仅占总发电量的 17%。目前，光伏发电和风电成本超过每兆瓦时 120 美元，高于煤炭和天然气发电成本。但是，随着安装量的增长和先进技术的发展，光伏和风电的度电成本（LCOE）将分别于 2025 年和 2030 年降至每兆瓦时 100 美元以下，低于石油和煤炭发电的成本。

2014 年度，泰国能源事业管理委员会已经批准了 512 家发电厂建厂申请，合计装机容量为 9241.84 百万瓦。同时抓紧对其余建厂申请进行审批，新建工厂批准大为加快。

随着泰国电力工业方面改革力度的不断加大，电力市场自由化改革和私有化进程加快，私人办电，原国有的电力公司股份制的私有化体系对电能表的要求猛增。过去国有电力对城市的电能表安装较多，农村很少，随着私有化的进程，农村电网改造也日益增多，另外，现使用的电能表多年来未维护，不能准确记录电量，因此需要更换，很多城市将直接更新为电子表。

随着经济的强劲复苏，泰国大力推行经济改革以及加大基础设施建设，扩大需求，大规模投资城乡电网建设和改造，改变现在电力不足，对电能表的需求将会呈现爆炸式增长。机电式电能表逐渐更新为电子式电能表，并因建设智能电网和 AMI 系统所需，电子表要求具有

防窃电、多功能、多费率、多种电子显示、预付费、远程通讯和数据交换等功能。省级电力公司（PEA）在未来 15 年内将在服务区域内投资 130 亿美元建设全国性的智能电网系统，安装超过 1500 万只智能电能表，并且考虑为居民用户提供 AMI 系统；而在大城市内将考虑为居民提供 AMR 系统。这样，电能表行业的中长期市场机遇都将非常巨大。

另外，周边的东南亚地区，市场容量也不小。印尼：每年将要安装 100 万只预付费电能表，并且将很快成为世界最大的预付费市场。同时，印尼国家电力公司将为所有的电力连接设备提供 Keypad 电能表，还将大范围更换旧的居民用电能表。新加坡：正在建设智慧能源系统（Intelligent Energy System），由政府和新加坡电力公司共同出资，已覆盖 4500 户居民、商业和工业客户，第一期三年计划将会出现大批基于新一代宽带网络系统的智能电能表和通讯系统。马来西亚：马来西亚最大电力公司 Tenaga Nasional Berhad 已实施 AMR 项目，并有 4.5 万大客户配备了智能电能表和 GPRS 通信装置。其中有计划实施 AMI 和智能表计，但前提需要了解智能电能表特征、需要电能表数据类型、通讯类型以及数据处理。Sarawak Energy Berhad 电力公司则刚刚启动一项预付费项目，涉及 1000 只智能电能表。菲律宾：马尼拉电力公司将在 5 年内开展预付费电能表项目。

另外，东南亚地区的机械电能表会继续过渡 1-2 年，以后会被电子式电能表所完全替代。

5.8 越南

5.8.1 越南概况

越南，全称越南社会主义共和国，是亚洲的一个社会主义国家，位于东南亚中南半岛东部，首都河内，中央直辖市，面积 921 平方千米，人口 267 万，位于红河三角洲西北部，越南政治、文化中心，北与中国广西、云南接壤，西与老挝、柬埔寨交界，国土狭长，面积约 33 万平方公里，紧邻南海，海岸线长 3260 多公里，是以京族为主体的多民族国家，人口接近 1 亿。

越南和世界上 150 多个国家和地区有贸易关系。2013 年来越对外贸易保持高速增长，对拉动经济发展起到了重要作用。越南主要贸易对象为美国、欧盟、东盟、日本以及中国。

越南目前电能表安装总量约 3700 万只，其中约 70% 为当地国营企业（EMIC）生产的老式普通寿命机械表。其余为电子式表，智能电能表安装总量不到 10%。

根据越南国内海关统计的结果，2012 年以来，越南每年平均进口 150 多万只电子式电能表，其中三相表约 25 万只，近 3 年，累计进口电能表 500 万只。年进口总额约 4000 万美金。其中 2014 年和 2015 年分别从我国进口 82 万只、91 万只。

目前，越南共有 8 家合资合作的电子式电能表企业，分别是：Vinasino（SPC+珠海预见），MEEM（NPC+许继），IMAX（IFC+烟台东方），OWI（NPC+韩国 OWI），HHM（思达），ADT（海兴），HONG（HPC+南京宇能），浙江永阳等。

其中，HHM 是本地最大的电子式电能表供应商，市场占有率超过 60%。

2015 年起，越南电力公司推行国产替代策略，其中 2 级单相电子式电能表的 80% 从我国以整机和 SKD 散件方式进口，少量单相电子式计度器表在本地生产。三相表的 60%（主要是 0.5S 以下等级）从我国进口，其它高端产品为兰吉尔、Elster、EDMI 等占领。

越南国家电力公司（EVN）分为 5 大区域电力公司：南方电力、中部电力、北方电力、胡志明电力、河内电力。下辖 58 个省和 5 个直辖市。2015 年之前，未形成统一标准和统一招标，由 5 大电力公司分别招标。执行 IEC62053 系列标准，接线方式与我国相同：“一进一出”。RS485 本地通讯规约既有 DL/T645-97，也有 DLMS/COSEM、IEC62056-21 及其它自定义通讯协议。集中器目前采用浙江规约、Q/GDW376.1 等。

2015 年起，EVN 推行电能表国产化政策。整机进口受到了限制，一些我国企业谋求在当地合作设厂。

5.8.2 越南电能表管理方式

越南国家计量院 VMI 负责电能表的市场准入检测，以及到货验收“抽检”工作。各省级电力公司自主负责电能表验收测试。

由于本国创汇能力有限，2010 年开始提倡电能表使用国货。但由于电子工业基础较差，实际上多数来自我国企业（深圳思达、珠海预见、华立等）的方案或整机。

由于窃电严重，多数电能表采用户外电线杆集中安装方式。



图 10 越南电能表安装现场图

5.8.3 越南 AMI 表计情况

由于电能表多数安装在电线杆上，抄表问题一直是让该国电力公司比较头疼的问题。2010 年开始，越南试点了包括红外、RF、PLC 等多种抄表方式，目前，电子表形成了以 RF 点抄为主的抄表方式。全国统一使用 408.925MHz 单一频段，发射功率限制在 60mW 以内。集中抄表只能使用 CDMA 模式，并规定了通用掌机“点对点”抄表规约。

2013 年之前销量最大的单相表是点对点无线表，外形见下图。



图 11 越南点对点无线电能表外形图



图 12 越南三相 RF 表外形图：

深圳思达仪表有限公司从 2013 年起在当地推广 RF 组网集抄方式，采用的电能表样式为电网智能表的基本尺寸，集中器为电网 II 型集中器外形，但内置 RF 模块，少量配备中继器，外形采用电网 II 型采集器外形。

截止 2016 年上半年为止，RF 集中抄表仍属于试点项目，分布在全国各地，累计装表量约 500 多万户。其中，约 200 万只电能表实现了远程抄表。

越南北方电力公司和南方电力公司分别有少量 PLC 载波智能电

能表的试点。但安装总量在 10 万只以下，产品全部来自我国。

越南的 AMI 抄表系统的国家级 MDMS (Meter data management system) 主站 2015 年底由瑞士兰吉尔中标，之前为试点方式，全国未形成统一的计量计费管理系统。5 大区域电力公司委托本地软件服务公司 FEB 和 TingTask 等研发了基于 web 的计费系统。本地居民通过手机 app 可以查询用电量和电费数据，可远程缴费。

5.8.4 越南地方特殊政策

越南本国法律不允许零线计量的放窃电方式。但除河内外，各地智能表均要求有零线计量的防窃电方式。

目前，全国主要实现单费率和三费率两种计费方式。

6 有关说明

编制《出口商品技术指南——电能表》的目的：维护国家、行业整体和长远利益，提升我国电能表行业整体质量和管理水平，促进我国电能表技术的发展，带领我国电能表企业跨越发达国家设置的技术壁垒，促进企业扩大出口，使更多的企业能够进入到国际市场，稳定、持续地促进电能表产品扩大出口。

编制《出口商品技术指南——电能表》的原则：一是先进性原则——参照国际电工标准最新版本，为我国电工仪表制造企业开拓国际市场、特别是开拓欧美发达国家市场，冲破技术壁垒提供技术指导；二是实用性原则——结合我国电工仪表行业实际水平，全面分析研究了国际主要市场概况、技术标准情况以及差异，对我国企业开拓市场、扩大出口提出有具体的、有针对性的建议和指导意见。

《出口商品技术指南——电能表》由商务部科技司统一安排和部署，在编制过程中得到有关单位和领导的大力支持与指导，在此一并表示感谢。参加编写的单位有：中国机电产品进出口商会、中国仪器仪表行业协会电工仪器仪表分会、中国仪器仪表学会电磁测量信息处理仪器分会、国家电工仪器仪表质量监督检验中心、全国电工仪器仪表标准化技术委员会、哈尔滨电工仪表研究所、浙江正泰仪器仪表有限责任公司、华立科技股份有限公司、杭州海兴电力科技股份有限公司。参加编写人员：孙晓红、张金凤、陈波、刘献成、邵风云、马铭、陈闻新、李向锋、李先宏、宦广东、曾仕途、马丽。