

# 低压电器测试技术

郝忠敬 胡德霖 赖真华 编著



# 低压电器测试技术

郝忠敬 胡德霖 赖真华 编著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书系统地介绍低压电器测试的标准及按标准进行测试的方法,包括绪论,低压电器测试基础知识,低压电器结构测试,动作范围测试,温升测试,介电性能测试,接通、承载和分断电流的能力测试,接通、承载和分断短路电流能力测试,电磁兼容测试,限用物质含量检测,爆炸环境下的低压电器测试等内容。

本书适合作为高等学校电气工程与自动化、电子与信息工程、机械工程与自动化等专业的教材,也可供电器科研、设计单位及电器制造企业等工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

低压电器测试技术 / 郝忠敬, 胡德霖, 赖真华编著. —北京: 科学出版社, 2018.8

ISBN 978-7-03-057856-3

I. ①低… II. ①郝… ②胡… ③赖… III. ①低压电器-测试技术  
IV. ①TM520.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第127804号

责任编辑: 邓 静 于海云 / 责任校对: 郭瑞芝  
责任印制: 吴兆东 / 封面设计: 迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京中石油彩色印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2018年8月第一版 开本: 787×1092 1/16

2019年1月第二次印刷 印张: 21 3/4 插页: 1

字数: 512 000

定价: 98.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

## 序

在新书《低压电器测试技术》出版之际，该书的作者郝忠敬、胡德霖先生，请我为该书写序。我与两位作者相识已有四十年了，盛情难辞。

四十年前，郝忠敬先生在蚌埠机床电器厂试验室进行机床电器可靠性试验时，我们就相识了；后来他担任了该厂技术科长、技术副厂长、厂长；2000~2008年曾在合肥高压开关有限公司从事高压电器技术工作，2008年至今在苏州电器科学研究院股份有限公司进行电器测试的研究；在研究电器测试过程中多次获得安徽省重大科技成果奖和科技进步奖。郝忠敬先生主编的《电气测试技术》一书，被列为“电气自动化技能型人才实训系列”之一，已被苏州大学、苏州科技大学、淮南师范学院、常熟理工学院选为教材。

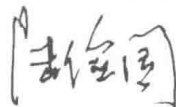
我与胡德霖先生相识也在四十年前，他是苏州机床电器厂试验室主任，后担任该厂副厂长；20世纪企业改制时，担任了苏州电器科学研究所所长，苏州电器科学研究院股份有限公司董事长、总经理。苏州电器科学研究院股份有限公司在胡德霖先生的带领下，已发展为世界最大的低压电器综合测试基地，拥有多项世界领先的测试技术；胡德霖先生曾两次获国家科技进步二等奖，参编过《中国电气工程大典-第11卷-配电工程》。

本次出版的《低压电器测试技术》集四十多年的电器测试经验，按现行的国际、国内标准编著而成。在低压电器基本性能测试基础上，增加了电磁兼容测试、限用物质测试以及在爆炸环境下的测试等内容；在测试的方法上，采用了试验数据的高速采集与处理技术、传感技术等现代先进测试技术；并对低压电器标准及认证作了介绍，帮助读者快速了解和掌握低压电器标准及认证的要求。

该书可作为电气类高技能人才培养教材，以培养学生实际动手为核心，采用以工作任务为载体的项目教学方式，强化应用方法和技能的培养。该书也可作为低压电器检测人员的培训教材，可使检测人员准确、迅速地掌握低压电器测试技能。该书还可供从事低压电器产品设计制造的工程技术人员阅读使用。

该书是一本具有很高实用价值的技术著作。

河北工业大学电器研究所所长，博士生导师



2018年3月17日于天津

# 前 言

随着社会进步和科学技术的发展，低压电器测试技术发生了巨大的变化，尤其近年来新产品、新标准快速发展，对低压电器测试提出了新的要求；智能测试技术、测试设备仪器的发展为低压电器测试提供了新的支撑。

本书以全国最大的低压电器检测研究基地——苏州电器科学研究院股份有限公司为参考样本，进行低压电器测试技术介绍。苏州电器科学研究院股份有限公司拥有世界最大的低压电器测试电源和短路试验能力；拥有 CCC 认证、IECCB 国际互认、IECEX 国际防爆测试等各类认证资质；低压电器测试获国家科技进步二等奖 2 次。

本书写作的特点是：以低压电器标准为依据，结合测试中实际操作，展开低压电器测试技术的讨论，同时对新的测试方法和测试设备进行介绍。使从事低压电器测试的工程技术人员快速、准确地掌握测试技术。

本书可作为低压电器生产企业、低压电器测试机构的培训教材，也可作为本科高校、大专院校的电气专业教材。本书淡化理论，强化应用方法，重点培养实际动手能力。

本书共 11 章。

第 1 章介绍低压电器产品分类、低压电器标准的分类及低压电器测试的分类。

第 2 章阐述低压电器测试基础知识，包括测量误差和测量不确定度、电量参数测量和非电量参数测量。

第 3~8 章介绍低压电器的基本性能测试，包括低压电器结构测试，动作范围测试，温升测试，介电性能测试，接通、承载和分断电流的能力测试，接通、承载和分断短路电流能力测试等。

第 9 章介绍低压电器电磁兼容方面的测试，先介绍电磁兼容测试环境、电磁兼容测量设备基本要求及配置，重点介绍低压电器的抗扰度试验，简单介绍低压电器的发射试验。

第 10 章介绍低压电器限用物质方面的规定和测试方法及符合性判定规则等。

第 11 章介绍爆炸环境下的低压电器测试的标准、方法和要求，让读者了解低压电器防爆测试的知识。

本书由苏州电器科学研究院股份有限公司郝忠敬副总工程师、胡德霖总经理，信赖科技(上海)有限公司赖真华总经理共同编著。在本书的编著过程中，得到苏州电器科学研究院股份有限公司领导和工程技术人员的大力支持和帮助。尤其要感谢：RoHS 试验室在限用物质测试方面的支持；防爆实验室在爆炸环境下的低压电器测试方面的支持；标准技术情报室的大力支持。

本书编著过程中参考和引用了许多专家和学者发表的论文和著作，在此一并致谢！

由于作者水平有限，书中难免存在不足之处，热忱欢迎广大读者批评指正，不胜感激！

编 者

2018 年 3 月 26 日于上海

# 目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 低压电器分类	1
1.1.1 传统分类	1
1.1.2 标准体系分类	3
1.1.3 其他主要分类	4
1.2 低压电器标准	4
1.2.1 低压开关设备和控制设备系列标准	4
1.2.2 家用及类似场所用设备类标准	10
1.2.3 熔断器类标准	14
1.2.4 特殊环境类标准	15
1.2.5 其他相关标准	17
1.3 低压电器试验分类	21
1.3.1 型式试验	21
1.3.2 常规试验	21
1.3.3 抽样试验	22
1.3.4 特殊试验	22
1.4 低压电器认证与测试	22
1.4.1 3C 认证	23
1.4.2 CB 认证	24
1.4.3 IECEX 认证	24
1.4.4 CE 认证	25
1.5 低压电器及测试技术的发展	25
第 2 章 低压电器测试基础知识	28
2.1 概述	28
2.1.1 测试的任务和作用	28
2.1.2 测试技术研究的内容	28
2.1.3 测量方法	28
2.1.4 测量结果的表示	29
2.2 测量误差	30
2.2.1 测量误差定义	30
2.2.2 测量误差分类	30
2.2.3 测量误差的表示方法	31

2.3	测量不确定度	33
2.3.1	测量不确定度定义	33
2.3.2	测量不确定度的来源	33
2.3.3	测量不确定度与误差的比较	34
2.3.4	测量不确定度的评定方法	34
2.4	电量参数测量	37
2.4.1	电压测量	37
2.4.2	电流测量	39
2.4.3	电阻测量	41
2.4.4	电功率测量	43
2.4.5	功率因数测量	45
2.4.6	频率测量	46
2.5	非电量参数测量	47
2.5.1	时间测量	47
2.5.2	焦耳积分测量	48
2.5.3	温度测量	48
2.5.4	磁通测量	49
2.5.5	力和力矩测量	50
2.5.6	长度和位移测量	52
<b>第3章</b>	<b>低压电器结构测试</b>	<b>53</b>
3.1	概述	53
3.2	绝缘材料抗非正常热和火试验	53
3.2.1	灼热丝试验	53
3.2.2	针焰试验	58
3.2.3	易燃性试验	61
3.3	绝缘材料相比电痕化指数试验	63
3.3.1	试验条件	63
3.3.2	试验方法	65
3.3.3	试验报告与判定	66
3.4	触头参数测量	67
3.4.1	触头开距和超程的测量	67
3.4.2	触头初压力和终压力测量	68
3.5	接线端子的机械性能试验	69
3.5.1	机械强度试验	69
3.5.2	弯曲试验	70
3.5.3	拉出试验	71
3.5.4	接入能力试验	72
3.6	外壳防护等级试验	74
3.6.1	IP 代码含义	74

3.6.2	防止人接近危险的试验	76
3.6.3	防止固体异物进入的试验	77
3.6.4	防止水进入试验	79
<b>第 4 章</b>	<b>动作范围测试</b>	<b>84</b>
4.1	概述	84
4.2	动力操作电器的动作范围测试	84
4.2.1	测试依据	84
4.2.2	测试条件	85
4.2.3	测试方法	87
4.2.4	测试结果的判定	92
4.3	电器保护特性动作范围的测试	92
4.3.1	保护特性动作范围测试依据	92
4.3.2	保护特性动作范围测试条件	93
4.3.3	保护特性动作范围试验方法	93
<b>第 5 章</b>	<b>温升测试</b>	<b>100</b>
5.1	电器的发热及规律	100
5.1.1	电器的发热	100
5.1.2	电器的发热规律	100
5.1.3	不同工作制下电器的发热	101
5.2	温升测试条件	102
5.2.1	测试的电器	102
5.2.2	测试的环境条件	103
5.2.3	测试连接导体	103
5.2.4	测试电源	105
5.3	温升测试依据	106
5.4	温升测试方法	107
5.4.1	温度的测量	107
5.4.2	电器部件的温升试验	113
5.4.3	温升试验电路	114
5.4.4	不同工作制下的试验方法	117
5.5	温升测试结果的判定	118
5.6	试验报告示例	118
<b>第 6 章</b>	<b>介电性能测试</b>	<b>120</b>
6.1	绝缘电阻的测量	120
6.1.1	绝缘电阻	120
6.1.2	电气强度	121



6.1.3	绝缘电阻测量	122
6.2	电气间隙与爬电距离测量	123
6.2.1	测量依据	123
6.2.2	测量方法	126
6.3	冲击耐受电压试验	129
6.3.1	冲击耐受电压试验条件	129
6.3.2	冲击耐受电压试验依据	130
6.3.3	冲击耐受电压试验方法	132
6.3.4	冲击耐受电压试验结果的判定	134
6.4	工频耐受电压试验	134
6.4.1	工频耐受电压试验条件	134
6.4.2	工频耐受电压试验依据	135
6.4.3	工频耐受电压试验方法及判定	135
6.5	具有保护性隔离的电器的试验	137
6.5.1	性能要求	137
6.5.2	试验要求	138
<b>第7章</b>	<b>接通、承载和分断电流的能力测试</b>	<b>139</b>
7.1	机械寿命测试	139
7.1.1	机械寿命测试条件	139
7.1.2	机械寿命试验方法	141
7.2	电寿命测试	144
7.2.1	电寿命试验条件	144
7.2.2	电寿命试验方法	147
7.3	接通和分断能力测试	152
7.3.1	接通和分断能力试验条件	152
7.3.2	接通和分断能力试验依据	153
7.3.3	接通和分断能力试验电路	155
7.3.4	接通和分断能力试验方法	157
<b>第8章</b>	<b>接通、承载和分断短路电流能力测试</b>	<b>171</b>
8.1	额定短路接通能力和额定短路分断能力试验	171
8.1.1	短路接通和分断试验条件	171
8.1.2	短路接通和分断试验依据	172
8.1.3	短路接通和分断试验电路	173
8.1.4	短路接通和分断试验方法	176
8.1.5	短路接通和分断试验结果的判定	180
8.2	额定短时耐受电流的承载能力试验	181
8.2.1	额定短时耐受电流试验条件	181

8.2.2	额定短时耐受电流试验依据	182
8.2.3	额定短时耐受电流试验电路	183
8.2.4	额定短时耐受电流试验方法	185
8.2.5	额定短时耐受电流试验结果的判定	186
8.3	与短路保护电器配合试验	186
8.3.1	概述	186
8.3.2	与短路保护电器配合的试验条件	188
8.3.3	与短路保护电器配合的试验依据	189
8.3.4	与短路保护电器配合的试验方法	190
8.3.5	与短路保护电器配合的试验结果的判定	194
<b>第9章</b>	<b>电磁兼容测试</b>	<b>196</b>
9.1	电磁兼容概述	196
9.1.1	电磁兼容的含义	196
9.1.2	电磁兼容性测试概述	197
9.1.3	电磁兼容测试环境	198
9.1.4	电磁兼容测量设备的基本要求及配置	200
9.2	电器的抗扰度试验	200
9.2.1	静电放电抗扰度试验	200
9.2.2	射频电磁场辐射抗扰度试验	206
9.2.3	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	210
9.2.4	浪涌(冲击)抗扰度试验	214
9.2.5	射频场感应的传导骚扰抗扰度试验	220
9.2.6	工频磁场抗扰度试验	223
9.2.7	电压暂降、短时中断和电压渐变的抗扰度试验	227
9.3	发射试验	231
9.4	电磁兼容试验的记录与报告基本内容	237
<b>第10章</b>	<b>限用物质含量检测</b>	<b>239</b>
10.1	概述	239
10.1.1	低压电器中限用物质的主要术语和限量要求	239
10.1.2	限用物质的检测方法概述	240
10.1.3	机械样品制备(拆分)	242
10.2	X射线荧光光谱法检测	245
10.2.1	XRF检测原理	246
10.2.2	XRF检测的仪器、设备及材料	248
10.2.3	取样	248
10.2.4	检测程序	249
10.2.5	样品的提交和样品的均匀性	251

10.3	低压电器材料中汞含量的测定	253
10.3.1	测定的仪器、设备及材料	254
10.3.2	测定用试剂	255
10.3.3	样品前处理	256
10.3.4	检测程序	257
10.4	低压电器中铅与镉含量的测定	259
10.4.1	仪器、设备和材料	259
10.4.2	试剂	260
10.4.3	样品前处理	261
10.4.4	测试程序	266
10.5	低压电器中六价铬的测定	269
10.5.1	比色法测定聚合物和电子件中的六价铬	269
10.5.2	金属样品的无色和有色六价铬的测定	272
10.6	低压电器中的多溴联苯和多溴二苯醚的测定	274
10.6.1	仪器、设备及试剂	274
10.6.2	样品前处理	275
10.6.3	校准曲线	277
10.6.4	符合性判定规则	279
<b>第 11 章</b>	<b>爆炸环境下的低压电器测试</b>	<b>280</b>
11.1	概述	280
11.1.1	专用术语和定义	280
11.1.2	分类与型式	282
11.1.3	最高表面温度	283
11.1.4	防爆标志	284
11.2	防爆电气设备的一般检测	286
11.2.1	机械性能检查与试验	286
11.2.2	热试验	289
11.2.3	非金属外壳和外壳的非金属部件试验	291
11.2.4	电缆引入装置夹紧试验	296
11.3	隔爆电气设备的性能试验	298
11.3.1	概述	298
11.3.2	外壳耐压试验	299
11.3.3	内部点燃的不传爆试验	301
11.3.4	密封试验	305
11.4	增安型电气设备的性能试验	307
11.4.1	概述	307
11.4.2	增安型电气设备的通用试验	307
11.4.3	增安型旋转电机试验	308

11.4.4 增安型照明灯具试验 .....	311
11.5 本质安全型电气设备的性能试验 .....	313
11.5.1 概述 .....	313
11.5.2 火花点燃试验 .....	313
11.5.3 温度试验 .....	318
11.5.4 介电强度试验 .....	319
11.6 正压型电气设备的性能试验 .....	319
11.6.1 概述 .....	319
11.6.2 正压型电气设备的通用试验 .....	320
11.6.3 换气试验和稀释试验导则 .....	321
11.6.4 无内释放源的正压外壳充气试验和换气试验 .....	322
11.6.5 具有内释放源的正压外壳的换气和稀释试验 .....	322
11.6.6 内置系统的试验 .....	324
11.7 油浸型电气设备的性能试验 .....	325
11.7.1 概述 .....	325
11.7.2 密封式油浸外壳的过压试验和降压试验 .....	325
11.7.3 非密封式油浸外壳的过压试验 .....	326
11.8 充砂型电气设备的性能试验 .....	326
11.8.1 概述 .....	326
11.8.2 外壳压力试验 .....	326
11.8.3 最高温度 .....	326
11.9 “n”型电气设备的性能试验 .....	327
11.9.1 概述 .....	327
11.9.2 外壳试验 .....	327
11.9.3 密封装置试验 .....	327
11.9.4 限制呼吸外壳型式试验 .....	328
11.10 浇封型电气设备的性能试验 .....	329
11.10.1 概述 .....	329
11.10.2 复合物试验 .....	329
11.10.3 设备试验 .....	329
参考文献 .....	333

# 第 1 章 绪 论

低压电器通常是指交流电压 1000V(我国煤矿井下配电电压一般为 660V、1140V,为此我国低压电器电压范围延伸至 1140V)、直流电压 1500V 及以下配电和控制系统中从变压器至负载(如电动机)之间的电器设备。它对电能的产生、输送、分配起着开关、保护、控制、调节、检测及显示等作用。低压电器广泛应用于发电厂、变电所、工矿企业、交通运输、农业、国防、建筑等电力系统中,据统计,发电厂发出的电能 80%以上是通过低压电器传输与分配的。

低压电器测试为低压电器设计和改进提供依据,为低压电器质量和性能提供客观的评价,为优化技术参数和提高效率提供基础数据;低压电器测试另一个目的就是,验证产品是否符合相关标准和相关认证的规定,检查产品在制造上是否存在影响运行的各种缺陷。

## 1.1 低压电器分类

### 1.1.1 传统分类

传统分类是根据低压电器在电气线路中所处的地位和作用,可分为配电电器、控制电器和终端电器。

#### 1. 配电电器

##### 1) 低压断路器

主要品种:万能式断路器、塑料外壳式断路器、剩余电流动作断路器、直流快速断路器、真空断路器等。

用途:主要用作低压配电线路过载、短路或欠电压保护,也可作不频繁接通和分断电路。剩余电流动作断路器兼有漏电保护功能。

##### 2) 低压开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器

主要品种:开关、隔离器、隔离开关、开关熔断器组、隔离器熔断器组、隔离器开关熔断器组、熔断器式开关、熔断器式隔离器、熔断器式隔离开关。

用途:主要用作低压配电系统隔离,以保证低压配电系统中其他电器设备维修时安全。对开关电器能接通、分断额定电流,对熔断器组合电器还具有短路和过载保护功能。

##### 3) 转换开关电器(双电源)

主要品种:自动转换开关电器、手动转换开关电器、遥控转换开关电器。

用途:用于两路电源的转换,保证重要负载连续供电。对 CB 类自动转换开关还具有过电流保护功能。

##### 4) 低压熔断器

主要品种:专职人员用熔断器、非熟练人员用熔断器、半导体器件保护用熔断器(快速熔断器)。

用途：用作低压配电线路或设备的短路和过载保护。

## 2. 控制电器

### 1) 接触器

主要品种：交流接触器、直流接触器、真空接触器、半导体接触器。

用途：主要用于频繁接通和分断电路，并与适当的热继电器或电子式过载继电器(电动机保护器)组合，以保护操作中可能发生过载的电路。

### 2) 起动器

主要品种：全电压直接起动器、星-三角起动器、自耦减压起动器、变阻式转子起动器、半导体起动器(含软起动器)。

用途：主要用作各类交流电动机的起动、停止和正、反转控制。

### 3) 控制电路电器

主要品种：中间继电器、时间继电器、万能转换开关、位置开关(行程开关)、按钮、主令控制器、接近开关等。

用途：主要用作接通和分断控制电路，以发布控制命令或用作程序控制。接近开关可作为检测元件并输出动作命令。

### 4) 控制器

主要品种：凸轮控制器、平面控制器。

用途：主要用于电气控制设备中转换主电路或发电机励磁回路的接法。以达到电动机起动、换向和调速的目的。

### 5) 变阻器、电阻器

主要品种：励磁变阻器、起动变阻器、频敏变阻器、铁基合金电阻。

用途：主要用作发电机调压及电动机平滑起动和调速或改变电路参数，变电能为热能之用。

### 6) 电磁铁

主要品种：起重电磁铁、牵引电磁铁、制动电磁铁。

用途：用于起重、操纵或牵引机械装置。

### 7) 调整器

主要品种：碳阻式调整器、磁放大器式调整器。

用途：使发电机输出电压稳定在一定范围内。

### 8) 指示灯

主要品种：内装降压装置的指示灯，LED 指示灯。

用途：用亮信息或暗信息来提供光信号的灯。

## 3. 终端电器

### 1) 家用及类似用途电器

主要品种：小型断路器、模数化剩余电流保护电器。

用途：作为终端配电系统导线和家用电器过载和短路保护、漏电及人身触电保护。

### 2) 模数化熔断器组合电器

主要品种：模数化熔断器式隔离器、模数化开关熔断器组、熔断体等。

用途：用于终端配电系统过载和短路保护。

### 3) 终端组合电器

主要品种：非熟练人员用终端组合电器、熟练人员用终端组合电器。

用途：主要作为终端用电系统配电、保护与控制，可以不频繁接通与分断电路。

## 1.1.2 标准体系分类

### 1. 低压开关设备与控制设备

对应于 IEC17B，主要产品按标准分类如下。

GB/T 14048.2 低压开关设备和控制设备 第 2 部分：断路器。

GB/T 14048.3 低压开关设备和控制设备 第 3 部分：开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器。

GB/T 14048.4 低压开关设备和控制设备 第 4-1 部分：接触器和电动机起动器 机电式接触器和电动机起动器(含电动机保护器)。

GB/T 14048.5 低压开关设备和控制设备 第 5-1 部分：控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器。

GB/T 14048.6 低压开关设备和控制设备 第 4-2 部分：接触器和电动机起动器 交流半导体电动机控制器和起动器(含软起动器)。

GB/T 14048.9 低压开关设备和控制设备 第 6-2 部分：多功能电器(设备) 控制与保护开关电器(设备)(CPS)。

GB/T 14048.10 低压开关设备和控制设备 第 5-2 部分：控制电路电器和开关元件 接近开关。

GB/T 14048.11 低压开关设备和控制设备 第 6-1 部分：多功能电器 转换开关电器；GB 17701—2008 设备用断路器。

### 2. 家用和类似用途电器

对应于 IEC23E，主要分为两大类产品：

GB 10963 电气附件 家用及类似场所用过电流保护断路器。

GB 16916 家用和类似用途的不带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCCB)。

### 3. 低压熔断器

对应于 IEC32B，主要分为以下三大类产品。

GB/T 13539.2 低压熔断器 第 2 部分：专职人员使用的熔断器的补充要求(主要用于工业的熔断器) 标准化熔断器系统示例 A 至 K。

GB/T 13539.3 低压熔断器 第 3 部分：非熟练人员使用的熔断器的补充要求(主要用于家用和类似用途的熔断器) 标准化熔断器系统示例 A 至 F。

GB/T 13539.4 低压熔断器 第 4 部分：半导体设备保护用熔断体的补充要求。

#### 4. 低压浪涌保护器 (SPD)

对应于 IEC37A。

### 1.1.3 其他主要分类

(1) 按动作方式分: 机械动作电器(有触点电器), 又可分为自动切换电器和非自动切换电器; 非机械动作电器(无触点电器)。

(2) 按灭弧介质分: 空气电器和真空电器。

(3) 按有、无通信功能分: 一般低压电器和可通信低压电器。

(4) 按功能不同分: 标准型、多功能型、智能型。

## 1.2 低压电器标准

低压电器标准有国家标准 GB、行业标准 JB、企业标准 QB 以及国际电工委员会标准 IEC 等。国家标准与国际电工委员会标准已经接轨, 基本上是“等同”采用或“修改”采用。根据我国低压电器继承与发展的需要, 保留或制定了部分行业标准作为补充, 企业则根据国家标准和行业标准制定具体产品的企业标准。

### 1.2.1 低压开关设备和控制设备系列标准

#### 1. GB 14048.1《低压开关设备和控制设备 第 1 部分: 总则》

GB 14048.1 是 GB 14048《低压开关设备和控制设备》系列标准中的基础标准, 它规定了低压开关设备和控制设备通用的基本性能的所有规则、要求和试验方法, 以使相应范围内的低压电器的性能要求和试验获得一致, 避免根据不同标准进行所需的试验。

GB 14048 系列标准中的其他部分为产品标准, 产品标准中大量引用了该标准中规定的技术要求和试验方法并进行补充, 因此产品标准必须与该标准结合使用。

这些电器用于连接额定电压交流不超过 1000V 或直流不超过 1500V 的电路。对于额定电压为 1140V 的电器可参照执行, 有关电器的性能等要求由制造商和用户协商确定。

标准中规定了电器的结构、材料、动作性能、电气性能及基础试验方法。对于有产品标准的按产品标准的具体规定, 对于无产品标准的低压电器产品应符合 GB 14048.1 的基本要求。

#### 2. GB 14048.2《低压开关设备和控制设备 第 2 部分: 断路器》

GB 14048.2 适用于主触头接入低压电路中的断路器, 还规定了带熔断器的断路器的补充要求。适用于低压电路中的任何额定电流、各种结构型式或各种预定用途的断路器, 如万能式断路器、塑料外壳式断路器、真空断路器等。标准规定了断路器在正常工作时的动作及性能、过载情况下的动作和性能、短路情况下的动作和性能以及运行中与其他电器的配合性能, 各项试验所采用的试验方法等内容。标准还规定了用作接地保护的断路器的要求、电子式过电流保护的断路器的附加要求、用于 IT 系统断路器的附加要求、断路器电磁兼容的要求、无过流保护的断路器要求和试验方法、有剩余电流保护的断路器的特性要求等内容。



3. GB/T 14048.3 《低压开关设备和控制设备 第3部分：开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器》

GB/T 14048.3 适用于低压配电电路和电动机电路中的开关、隔离器、隔离开关、熔断器式开关、隔离器熔断器组、熔断器式隔离器、隔离开关熔断器组、熔断器式隔离开关等电器。标准规定了电器在正常使用条件下和非正常条件下(如适当过载)的操作和性能以及试验方法。对于具有隔离功能的电器作了有关隔离功能的特别规定，如触头间的电气间隙、耐压等级、泄漏电流等要求，其他电器的隔离功能的要求也应符合其要求。

4. GB 14048.4 《低压开关设备和控制设备 第4-1部分：接触器和电动机起动器 机电式接触器和电动机起动器(含电动机保护器)》

GB 14048.4 适用于低压接触器以及交流电动机起动器、过载继电器、电动机保护器、软起动器等，其主电路是机电式触头机构。

起动器、接触器一般不用于分断短路电流，因此使用时回路中应配有适当的过载和(或)短路保护电器。标准主要规定了接触器和起动器及辅助器件的特性及试验方法。标准中还规定了与接触器和起动器配合使用完成其他保护、控制功能的电器的附加要求。

5. GB/T 14048.5 《低压开关设备和控制设备 第5-1部分：控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器》

GB/T 14048.5 适用于在开关设备和控制设备中作控制、信号、联锁等用途的控制电路电器和开关元件，适用于下列型式的控制电路电器：人力操作控制开关，如按钮、旋转开关、脚踏开关等；电磁操作控制开关，具有延时或瞬时动作，如接触器式继电器；指示开关，如压力开关、温敏开关(热敏开关)、程控器等；位置开关，如由机器或机械的部件操作的控制开关；有关的控制电路电器，如指示灯等。也适用于与其他电器(其主电路符合其他标准)相联的规定型式的开关元件，如开关电器(如接触器、断路器等)的辅助触头、外壳门上的联锁触头、旋转开关的控制电路触头、过载继电器的控制电路触头。

6. GB/T 14048.6 《低压开关设备和控制设备 第4-2部分：接触器和电动机起动器 交流半导体电动机控制器和起动器(含软起动器)》

GB/T 14048.6 适用于可以带有一系列机械式开关电器、连接至电路的控制器和起动器。规定了在使用时带或不带旁路开关电器的控制器和起动器的特性；控制器和起动器一般不用于分断短路电流，因此，控制器和起动器应配有适当的短路保护电器作为其一部分，但不必在其内部；规定了与分离的短路保护电器相配合的控制器和起动器的要求。

7. GB/T 14048.7 《低压开关设备和控制设备 第7-1部分：辅助器件 铜导体的接线端子排》

GB/T 14048.7 规定了主要用于工业或类似用途的安装在支架上为铜导线提供电气连接以及机械连接的螺纹型或非螺纹型接线端子排的要求，用于连接截面积为  $0.2\sim 300\text{mm}^2$  经过或未经过特殊加工的圆铜导线的接线端子排。下列产品可采用本标准作为指南：需要在导线上加特殊装置的接线端子排，如快速连接端头或绕接连接等；借助棱边或尖端穿刺绝缘来实现