

基于GB7251.1—2013
标准增订

低压成套开关设备 的原理及其控制技术 第2版

张白帆◎编著

- 阐释工作原理，了解制造规范
- 切合现行标准，掌握设计规则
- 结合应用条件，讨论配置方案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



DIYA CHENGTAO KAIGUAN SHEBEI DE YUANLI JIQI KONGZHI JISHU

014059473

TM564
07-2

低压成套开关设备的 原理及其控制技术

第2版

张白帆 编著



机械工业出版社



北航

C1745740

TM564
07-2

010282010

本书在第1版的基础上进行了大量的修改和增补,详细地介绍了低压成套开关设备所涉及的理论知识和工作原理,结合 IEC 标准和国家标准全面论述了低压开关柜的结构及设计方法;本书以 ABB 公司的现代智能型低压开关电器为主要元器件,对低压成套开关设备的主、辅助回路工作原理和应用方法进行全面探讨;本书还对低压开关柜的现场总线组网技术、PLC 测控编程技术和电力监控技术给出较为详尽的方案论证和阐述。

本书可供从事低压配电行业的专业电气工程人员,各类电气设计工程师,大专院校相关专业师生阅读参考。

张白帆

张白帆

图书在版编目 (CIP) 数据

低压成套开关设备的原理及其控制技术/张白帆编著. —2 版. —北京:机械工业出版社, 2014. 7

ISBN 978-7-111-46763-2

I. ①低… II. ①张… III. ①低压电器-成套电器-开关②低压电器-成套电器-控制设备 IV. ①TMS2②TM59

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 102879 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 吕 潇 责任编辑: 吕 潇

版式设计: 霍永明 责任校对: 张晓蓉

封面设计: 陈 沛 责任印制: 乔 宇

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2014 年 8 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm·31.5 印张·790 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-46763-2

定价: 88.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066 教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010)68326294 机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010)88379649 机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010)88379203 封面无防伪标均为盗版

第2版前言

本书第1版出版后，收到许多读者的来信，询问了大量与低压开关柜相关的技术问题。这些问题或多或少与本书的内容有一定的关系。利用出版社对这本书再版的机会，我对这本书作了一些修改。修改的主要内容如下：

第2版的内容从GB 7251.1—2013《低压成套开关设备和控制设备 第1部分：总则》（等同IEC 61439—1:2011）展开讨论和论述，使这本书的内容符合最新的国家标准和IEC标准。

第1章是本书的基础部分。低压电网属于有限容量配电系统，低压配电网中的短路电流当然不同于中、高压配电网中的短路电流。为此，在第1章中将对称的三相短路电流和非对称的单相接地故障电流放在一起进行讨论和分析，并且给出计算实例。第1章还对单相接地故障进行讨论。

本书的第2版对第1章的内容进行充实，并且增加了许多基础性知识，以及对应的国家标准摘录。

第2章讲述的是低压开关柜的结构。与第1版一样，第2版仍然以ABB公司的MNS3.0低压开关柜为范例展开讨论。由于低压开关柜的运行温升历来都是计算难点，为此第2章中增加了有关MNS3.0抽屉柜的温升计算方法和范例。

第6章重点描述了低压开关柜控制回路的工作原理。本书第1版的第6章中描述了基于母联的备自投程序时使用的是ABB公司的PLC编程语言。考虑到读者可能需要将备自投程序移植到其他品牌的PLC中，而所有PLC都必须支持IEC 61131-3图形化编程语言，所以在第2版中改用IEC61131-3的图形化编程语言来描述程序。这样处理后读者很容易将备自投程序移植到包括西门子、三菱、AB和施耐德等品牌的PLC中去。

此外，各章的最后的“经验分享与知识扩展”范例也进行了更新。

相信本书的第2版比第1版更容易为读者所接受，也更容易学习和使用。

尝闻：“书不成诵，无以致思索之功；书不读精，无以得义理之益”。读书不但要读精，而且要将书本知识应用到日常工作上去，这才是我们阅读和学习技术书籍的最终目的。

读书从来就不是轻松的，但汲取知识的毅力可以克服重重困难。千里之行，始于足下。ABB公司有一句口号：知识就是力量！读者若能把学到的知识化作自己的工作业绩，则我的愿望就达到了。

真诚地欢迎读者继续提出宝贵意见和建议，我将在今后的修订工作中进行补充和完善。对于参与本书编辑、出版工作的朋友们，我表示最诚挚的感谢！

张白帆

2014年6月

写于厦门

第1版前言

本书为从事低压配电行业的读者们编写，介绍了有关低压成套开关设备的主要功能、工作特性、控制原理、智能化技术以及相关制造标准等方面的知识。

本书以 ABB 公司的 MNS3.0 低压成套开关设备作为分析对象向读者展开论述和分析。本书共分 8 章，主要内容是：

第 1 章重点阐述了与低压成套开关设备有关的基础知识，包括低压电网的短路分析、低压成套开关设备的各种制造标准，低压电器的通断任务和通断条件、低压电网的接地形式和人身防护等。

第 2 章重点阐述和分析了低压成套开关设备的结构和组成，以及安装和使用低压成套开关设备的必要条件和规范。

第 3 章重点阐述了常用的低压开关电器应用知识。常用的低压开关电器包括断路器、接触器、热继电器、隔离开关和自动转换开关、软起动器等。这些电器元件的介绍以 ABB 公司的产品为主，也包括部分其他公司的产品。本章还对有关的低压开关电器型式试验进行概要性阐述。

第 4 章重点描述了低压成套开关设备主回路的构成及工作原理，并叙述了相关的设计方法。本章可视为第 3 章描述的低压开关电器及主元件的应用延伸。

第 5 章是第 2~4 章内容的综合应用。本章以动力控制中心 PCC 型开关柜和电动机控制中心 MCC 开关柜为例，向读者概要地分析其设计方法。

第 6 章阐述了低压成套开关设备的辅助回路，并且对如何建立辅助回路工作电源、如何实现低压进线和母联回路的控制、如何实现馈电回路和电动机回路的控制原理等内容展开讨论。本章中还向读者介绍了用 PLC 构建低压备自投的方法，以及典型程序分析。

第 7 章描述了应用在低压成套开关设备中的各种电力仪表、遥测、遥信和遥控装置，还有电动机综合保护器等。本章也以 ABB 公司的辅助回路元器件为主展开讨论，并且给出具体的接线图。

第 8 章向读者介绍构建变电站电力监控系统的方法，重点阐述了如何构建电力监控中心和电动机控制中心。本章还用一定的篇幅向读者介绍了 ABB 公司的变电站电力监控系统 ESD3000。

此外，在每章的最后均安排了“经验分享与知识扩展”，重点介绍一些特殊应用，如低压成套开关设备主母线表面电镀锡或者电镀银的利弊、低压配电网中电动机直接起动的判据分析、组建 PCC 和 MCC 电力监控的方法、IEC60439 和 IEC61439 的主要区别以及低压成套开关设备中塑料件的阻燃特性分析等。

本书写作的原则是面向实践和面向应用，读者可以从本书的描述中了解到如何利用先进的 ABB 产品构建理想的低压电力配电设备。

当今世界的科学技术日新月异，新的科学技术不断涌现。就在本书的写作过程中，ABB 公司又推出了最新的 MNSis 综合智能电动机控制开关柜。本书不可能将新技术面面俱

到地进行阐述，若读者需要了解书中未涉及的新问题，本书的作者将直接为您提供咨询。本书作者的电子邮箱地址是 baifan_zhang@163.com。

需要着重指出的是，本书中所有资料都来源于技术样本或者网络上的公开资料，读者可在 ABB 公司的网站上获取这些技术文档。

真诚地欢迎读者提出宝贵意见和建议，我将在今后的修订工作中进行补充和完善。对于参与本书编辑、出版工作的朋友们，作者也给予诚挚的感谢！

张白帆

2012年4月

写于厦门

1 1

1 1

E 1

F 1

G 1

H 1

I 1

J 1

K 1

L 1

M 1

N 1

O 1

P 1

Q 1

R 1

S 1

T 1

U 1

V 1

W 1

X 1

Y 1

Z 1

目 录

第2版前言

第1版前言

第1章 低压成套开关设备的基本概念和基础知识	1
1.1 低压电器的分类	1
1.2 低压开关电器和低压成套开关设备的标准及设计制造规程	3
1.2.1 国际电工委员会(IEC)出版物中有关开关电器的标准汇总	3
1.2.2 常用的低压电器产品中我国国家标准与国际标准对照	5
1.2.3 低压成套开关设备的设计规程	7
1.3 低压成套开关设备的工作条件和若干主要技术参数	8
1.3.1 低压成套开关设备的使用条件	8
1.3.2 低压成套开关设备的主要技术参数	11
1.4 低压电网条件	16
1.4.1 短路及短路过程:计算低压配电网短路电流的方法和实例	16
1.4.2 低压成套开关设备的动、热稳定性	38
1.4.3 低压成套开关设备的配电方案	52
1.4.4 主电力变压器在低压电网中的使用条件和带负荷能力	59
1.4.5 电网频率和高次谐波对低压电器和成套开关设备的影响	60
1.5 低压开关电器的通断任务和各种不同负载的通断条件	68
1.5.1 低压开关电器的通断任务	68
1.5.2 三相异步电动机的通断条件	71
1.5.3 照明设备的通断条件	82
1.5.4 电热设备的通断条件	83
1.5.5 电容器的通断条件	84
1.5.6 低压小型变压器的通断条件	85
1.6 低压配电网的各类接地系统	86
1.6.1 低压配电网的系统接地和保护接地	86
1.6.2 各类低压接地系统	90
1.6.3 接地故障保护和人体电击防护	98
1.6.4 接地故障电流的测量方法	104
1.6.5 低压成套开关设备的人身安全防护措施	106
1.6.6 在低压成套开关设备中对中性线的保护及四极断路器的应用	111
1.7 过电压和低压配电网的电涌保护	116
1.8 电气制图图符和低压成套开关设备中的电气标识	127
1.9 经验分享与知识扩展	132
主题:由10kV中压接地故障引起的TN接地系统人身电击伤害事故和防范	132

第 2 章 智能化低压成套开关设备的产品及结构	134
2.1 智能化低压开关柜概述	134
2.1.1 智能化低压开关柜的整体结构	134
2.1.2 智能化低压开关柜的分类及特征	140
2.2 MNS3.0 低压开关柜概述	143
2.2.1 MNS3.0 的特点和一般性技术数据	143
2.2.2 MNS3.0 侧出线开关柜和后出线开关柜的结构	149
2.2.3 MNS3.0 低压开关柜的部件说明	151
2.2.4 MNS 轻型低压开关柜	158
2.2.5 MNS3.0 低压开关柜的安装和运行条件	159
2.3 判断低压开关柜是否满足温升要求的方法	161
2.4 低压开关柜型式试验的具体试验内容	167
2.5 经验分享与知识扩展	170
主题 1: 低压开关柜主母线的表面镀锡或者镀银是否必须	170
主题 2: 从 6kV 中压侧的故障录波来看低压开关柜的事故	174
主题 3: 解读 GB 7251.1 的 2013 版和 2005 版的对比区别	175
主题 4: 关于低压成套开关设备中塑料件的阻燃特性	178
第 3 章 低压成套开关设备中常用的主回路元器件	181
3.1 有关低压开关电器的一些基本应用知识	181
3.1.1 与低压开关电器相关的基本概念	181
3.1.2 低压开关电器的触头灭弧方法和电磁机构	188
3.1.3 低压开关电器的主动式元件和被动式元件	194
3.2 熔断器	195
3.3 隔离开关和开关熔断器组合	201
3.3.1 隔离开关概述及选用	201
3.3.2 开关和熔断器的组合及选用	204
3.4 双电源互投开关 ATSE	206
3.5 断路器	212
3.5.1 断路器概述	212
3.5.2 断路器的主要技术术语和参数设置方法	215
3.5.3 ACB 框架断路器	226
3.5.4 MCCB 塑壳断路器	232
3.5.5 MCB 微型断路器	238
3.5.6 漏电断路器概述	240
3.6 交流接触器和热继电器概述	245
3.6.1 交流接触器	245
3.6.2 热继电器	249
3.7 电流互感器	255
3.8 软起动器	258
3.9 若干种低压开关电器的型式试验	261

3.9.1	断路器短路接通和分断能力型式试验	261
3.9.2	断路器短时耐受电流的型式试验	263
3.9.3	接触器过载耐受能力的型式试验	267
3.9.4	接触器与执行短路保护的低压开关电器之间的协调配合型式试验	269
3.10	经验分享与知识扩展	272
主题:	如何选择隔离变压器电源侧的断路器	272
第4章	低压成套开关设备主回路	275
4.1	低压成套开关设备中的进线主回路和母联主回路	275
4.2	双电源互投主回路	283
4.3	馈电主回路	285
4.3.1	馈电断路器的保护选择性	286
4.3.2	馈电回路出口处的电缆压降和短路电流计算方法	290
4.4	电动机的控制	295
4.4.1	电动机控制主回路	295
4.4.2	电动机控制主回路元器件之间的协调配合	299
4.5	电容补偿主回路	301
4.5.1	无功补偿方式及确定补偿电容的容量	302
4.5.2	带电抗的补偿电容	304
4.5.3	在低压成套开关柜中的电容补偿器单元 RVC/RVT	309
4.6	经验分享与知识扩展	310
主题:	选配低压成套开关设备主回路参数	310
第5章	设计和配置低压成套开关设备的方法	314
5.1	设计低压成套开关设备的一般性原则	314
5.2	低压成套开关设备的设计范例	321
5.3	经验分享与知识扩展	332
主题:	低压笼型异步电动机直接起动经验公式的讨论	332
第6章	低压成套开关设备的辅助回路及控制原理	335
6.1	低压成套开关设备的辅助回路一般性问题	335
6.2	电气逻辑关系和布尔逻辑代数表达式	341
6.3	低压成套开关设备辅助回路中常用的低压开关电器	343
6.3.1	ABB 标准型接线端子	343
6.3.2	ABB 的 CT 系列时间继电器	344
6.3.3	ABB 的中间继电器	346
6.3.4	ABB 的 IPD 系列测控模块	346
6.4	ABB 的框架断路器和塑壳断路器控制回路基本接线图	360
6.5	用于低压成套开关设备自投控制的 PLC 概述	363
6.5.1	ABB 公司的 AC500 系列 PLC 概述	364
6.5.2	IEC61131 标准中最常用的 PLC 图形化编程语言	371
6.6	低压成套开关设备的控制原理	374
6.6.1	利用继电器构建两进线单母联低压配电系统的控制原理	374

6.6.2 利用 PLC 构建两进线单母联低压配电系统的控制原理和范例	385
6.6.3 馈电回路的控制原理	403
6.6.4 低压成套开关设备中的电动机回路控制原理	406
6.6.5 无功功率自动补偿控制原理	420
6.7 经验分享与知识扩展	421
主题: 电气制图	421
第 7 章 低压成套开关设备中的测控和信息交换	423
7.1 低压成套开关设备中的遥测、遥信、遥控和遥调	423
7.2 数据通信概述	424
7.3 利用 MODBUS - RTU 通信协议读写 IPD 系列测控仪表测控数据	439
7.3.1 读写 EMplus 通信数据的方法	439
7.3.2 读写 RSI32、RCM32 和 RCU16 通信数据的方法	440
7.3.3 读写电动机综合保护装置 M102 - M 通信数据的方法	442
7.4 为低压成套开关设备构建测控及信息交换网络	444
7.4.1 利用 PLC 建立测控链路的方法	444
7.4.2 利用 ABB 的人机界面建立测控链路的方法	449
7.5 在低压进线主回路中交换信息的范例	450
7.6 经验分享与知识扩展	454
主题: 通信电缆屏蔽层上的电压是如何出现的	454
第 8 章 智能型低压成套开关设备和变电站自动化	456
8.1 智能型低压成套开关设备概述	456
8.2 设计组建 PCC 型 MNS3.0 智能化低压成套开关设备	462
8.3 设计组建 MCC 智能型 MNS3.0 低压成套开关设备	470
8.4 设计组建 ABB 的 ESD3000 变电站监控系统	473
8.5 经验分享与知识扩展	474
主题: 国内某大型航空枢纽站电力监控系统 ESD3000V4.0 技术说明	474
附录 本书中使用的基本电磁学参量	479
参考文献	492

第 1 章 低压成套开关设备的基本概念和基础知识

本章的内容是低压成套开关设备的基础知识。涉及短路过程，低压成套开关设备的动、热稳定性，低压开关电器的通断任务和通断条件，各类接地系统与人身安全防护等知识点。本章在描述这些知识点的同时，对相关的制造和使用标准给出要点摘录。

1.1 低压电器的分类

在电力系统的发电、输电、变电、配电和用电的各个环节中，大量使用对电路起调节、分配、控制、保护和测量作用的各种电气设备，这些电气设备统称为开关电器。按开关电器的工作电压等级可分为高压电器和低压电器两大类。我国现行标准将工作电压在交流 1000V、直流 1500V 以下的开关电器都称为低压开关电器，简称为低压电器。

低压电器基本上包括了 10 大类产品，见表 1-1。

表 1-1 10 大类低压电器

序号	名称	典型代表 (ABB 公司的产品型号)
1	隔离开关	OETL
2	转换开关	OT1600E03CP
3	熔断器	NT00
4	断路器	E1S1250
5	控制器	AC500
6	接触器	A110-30-11
7	起动器	MS450/451
8	控制继电器	N44E
9	主令电器	M2SS1-10 选择开关
10	变阻器和调整器	

在配电系统中，低压成套开关设备主要由各种低压电器构成，低压电器元件的性能对低压成套开关设备起到至关重要的作用。发电设备所发出的电能中有 80% 以上是通过低压电器分配后使用的。平均地说，每 1 万 kW 发电设备就需要 4 万件各类低压电器元件与之配套。

低压电器根据要求可自动或手动接通、分断电路，可连续或断续地改变电路状态，对电路进行切换、控制、保护、检测和调节。低压电器的分类如下：

1. 按用途或被控对象分类

(1) 配电电器

配电电器包括低压隔离开关、转换开关、熔断器及熔断器开关、断路器等。配电电器一

般用在低压配电系统中。

(2) 控制电器

控制电器包括接触器、控制继电器、起动装置及起动器、控制器、主令电器等。控制电器一般用在电气传动系统中。

2. 按动作方式分类

(1) 自动切换电器

依靠电器自身参数变化或外部信号变化，低压电器自动执行接通或者分断线路的操作，也可使电动机起动、停止或反向起动等。例如接触器和继电器等。

(2) 非自动切换电器

依靠人工直接操作电路的电器，例如控制按钮和选择开关等。

3. 按电器的执行机构有无触头分类

(1) 带触头的电器

带触头的电器一般指断路器、接触器、中间继电器等。

(2) 无触头的电器

无触头电器是指电子电器、电力电子器件等。

4. 按工作条件分类

(1) 一般工业电器

(2) 船用电器

(3) 化工和矿用防爆电器

(4) 牵引电器

对于不同类型的低压电器，其防护形式、耐湿性、耐腐蚀性、抗冲击等多项性能指标的技术要求不同。

5. 按组装方式分类

(1) 装配式低压电器

将各种开关电器与其他电器设备和辅助回路组装在一起供现场使用。

(2) 成套式低压电器

我们来看看国家标准 GB 7251.1—2013 中如何定义成套式低压电器：



标准摘录：GB 7251.1—2013《低压成套开关设备和控制设备 第1部分：型式试验和部分型式试验 成套设备》，等同于 IEC 61439 - 1: 2011。

3.1.1 低压成套开关设备和控制设备（成套设备） low - voltage switchgear and controlgear assembly (ASSEMBLY)

由一个或多个低压开关设备和与之相关的控制、测量、信号、保护、调节等设备，由制造厂家负责完成所有内部的电气和机械的连接，用结构部件完整地组装在一起的一种组合体。

低压成套开关设备包括低压开关柜和低压配电箱等。本书描述的对象就是低压成套开关设备。

1.2 低压开关电器和低压成套开关设备的标准及设计制造规程

1.2.1 国际电工委员会 (IEC) 出版物中有关开关电器的标准汇总

在 IEC 出版物中有关开关电器的标准汇总见表 1-2。

表 1-2 IEC 出版物中有关开关电器的标准汇总

IEC 标准号	标准内容
IEC 60038	标准电压
IEC 60076 - 2	电力变压器 温升
IEC 60076 - 3	电力变压器 绝缘水平、电介质试验和在空气中的外部间隙
IEC 60076 - 5	电力变压器 耐受短路电流能力
IEC 60076 - 10	电力变压器 噪声水平确定
IEC 60146	半导体变换器 一般要求和线换流变换器
IEC 60255	电气继电器
IEC 60269 - 1	低压熔断器 一般要求
IEC 60269 - 2	低压熔断器 非熟练人员使用的熔断器及其附加要求 (家用和类似用途的熔断器)
IEC 60287 - 1 - 1	电缆 额定电流的计算 额定电流方程式 (100% 负荷率) 和损耗计算通论
IEC 60364	建筑物电气装置
IEC 60364 - 1	建筑物电气装置 安全保护 基本原则
IEC 60364 - 4 - 41	建筑物电气装置 安全保护 电击防护
IEC 60364 - 4 - 42	建筑物电气装置 安全保护 热效应防护
IEC 60364 - 4 - 43	建筑物电气装置 安全保护 过电流保护
IEC 60364 - 4 - 44	建筑物电气装置 安全保护 电磁干扰和电压扰动的防护
IEC 60364 - 5 - 51	建筑物电气装置 电气设备的选择和安装 通则
IEC 60364 - 5 - 52	建筑物电气装置 电气设备的选择和安装 布线系统
IEC 60364 - 5 - 53	建筑物电气装置 电气设备的选择和安装 隔离、开关和控制
IEC 60364 - 5 - 54	建筑物电气装置 电气设备的选择和安装 接地的配置
IEC 60364 - 5 - 55	建筑物电气装置 电气设备的选择和安装 其他设备
IEC 60364 - 6 - 61	建筑物电气装置 检验和试验 - 初检
IEC 60364 - 7 - 701	建筑物电气装置 特殊装置和场所的要求 装有浴池和淋浴的场所
IEC 60364 - 7 - 702	建筑物电气装置 特殊装置和场所的要求 游泳池和其他水池
IEC 60364 - 7 - 703	建筑物电气装置 特殊装置和场所的要求 装有桑拿浴加热器的场所
IEC 60364 - 7 - 704	建筑物电气装置 特殊装置和场所的要求 施工和拆除场所的电气装置
IEC 60364 - 7 - 705	建筑物电气装置 特殊装置和场所的要求 农业和园艺设施的电气装置
IEC 60364 - 7 - 706	建筑物电气装置 特殊装置和场所的要求 狭窄可导电场所
IEC 60364 - 7 - 707	建筑物电气装置 特殊装置和场所的要求 数据处理设备用电气装置的接地要求
IEC 60364 - 7 - 708	建筑物电气装置 特殊装置和场所的要求 停车场的电气装置
IEC 60364 - 7 - 709	建筑物电气装置 特殊装置和场所的要求 摩托车和游艇的电气装置

(续)

IEC 标准号	标准内容
IEC 60364 - 7 - 710	建筑物电气装置 特殊装置和场所的要求 医疗场所
IEC 60364 - 7 - 711	建筑物电气装置 特殊装置和场所的要求 展览馆、陈列室和展位
IEC 60364 - 7 - 712	建筑物电气装置 特殊装置和场所的要求 太阳光伏电池供电系统
IEC 60364 - 7 - 713	建筑物电气装置 特殊装置和场所的要求 家具
IEC 60364 - 7 - 714	建筑物电气装置 特殊装置和场所的要求 外部照明装置
IEC 60364 - 7 - 715	建筑物电气装置 特殊装置和场所的要求 特低电压照明装置
IEC 60364 - 7 - 717	建筑物电气装置 特殊装置和场所的要求 汽车或运输单元
IEC 60364 - 7 - 740	建筑物电气装置 特殊装置和场所的要求 游乐场中的建筑物、娱乐设施
IEC 61439 - 1	低压成套开关设备和控制设备 第1部分: 总则
IEC 61439 - 2	低压成套开关设备和控制设备 第2部分: 成套电力开关设备和控制设备
IEC 60439 - 3	低压开关设备和控制设备组件 安装在非熟练人员使用时可能接近之处的低压开关和成套控制设备的特殊要求 配电箱
IEC 60439 - 4	低压开关设备和控制设备组件 工地成套设备的特殊要求
IEC 60439 - 5	低压开关设备和控制设备组件 安装在公共场所户外成套设备的特殊要求 电缆配电箱
IEC 60446	人机界面的基本和安全原则、标志和识别 用颜色或数字识别导体
IEC/TS 60479 - 1	电流对人和牲畜的效用 一般情况
IEC/TS 60479 - 2	电流对人和牲畜的效用 特殊情况
IEC/TR2 60479 - 3	电流对人和牲畜的效用 通过人体和牲畜的电流效应
IEC 60529	外壳的防护等级 (IP 代码)
IEC 60664	低压系统内设备的绝缘配合
IEC 60715	低压开关设备和控制设备的尺寸 开关设备和开关乃至设备的装置中用于支撑电气器件的标准安装轨道
IEC 60724	额定电压 1kV ($U_m = 1.2kV$) 和 3kV ($U_m = 3.6kV$) 电缆的短路温度限值
IEC 60755	剩余电流动作保护器件的一般要求
IEC 60831	额定电压 1kV 及以下的交流系统自愈型并联电力电容器 总则 性能、试验和额定值 安全要求 安装和运行指南
IEC 60898 - 1	家用和类似场所用过电流保护断路器
IEC 60898 - 2	交流与直流动作断路器
IEC 60934	设备用断路器 CBE
IEC 60947 - 1	低压开关设备和控制设备 总则
IEC 60947 - 2	低压开关设备和控制设备 低压断路器
IEC 60947 - 3	低压开关设备和控制设备 开关、隔离器、隔离开关和开关熔断器
IEC 60947 - 4 - 1	低压开关设备和控制设备 接触器和电动机起动器
IEC 60947 - 4 - 2	低压开关设备和控制设备 交流半导体电动机控制器和起动器
IEC 60947 - 5 - 1	低压开关设备和控制设备 控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器
IEC 60947 - 5 - 2	低压开关设备和控制设备 接近开关

(续)

IEC 标准号	标准内容
IEC 60947-6-1	低压开关设备和控制设备 多功能设备 自动转换开关设备
IEC 61000	电磁兼容 (EMC)
IEC 61140	电击防护 电气装置和设备的通则
IEC 61557-1	交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统的电气安全 - 保护措施的试验、测量或监视设备 - 总的要求
IEC 61557-8	交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统的电气安全 - 保护措施的试验、测量或监视设备
IEC 61557-9	交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统的电气安全 IT 系统绝缘故障定位设备
IEC 61558-2-6	电力变压器、供电单元及类似设备的安全 通用安全隔离变压器的特殊要求

1.2.2 常用的低压电器产品中我国国家标准与国际标准对照

各个国家的低压电器产品，首先必须符合本国的标准，为了参与国际竞争，还必须符合国际标准 IEC 出版物的要求。

常用的低压电器产品中我国国家标准和国际标准对照见表 1-3。

表 1-3 常用的低压电器产品中我国国家标准和国际标准对照表

标准号	标准名称	与 IEC 出版物的关系
GB 4208—2008	外壳防护等级 (IP 代码)	IEC 60529:2001
GB 14048.1—2012	低压开关设备和控制设备 第 1 部分: 总则	等同 IEC 60947-1
GB 14048.2—2008	低压开关设备和控制设备 第 2 部分: 断路器	等同 IEC 60947-2
GB 14048.3—2008	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	等同 IEC 60947-3
GB 14048.4—2010	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)	等同 IEC 60947-4
GB 14048.5—2008	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	等同 IEC 60947-5-1
GB 14048.6—2008	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)	等同 IEC 60947-4-2
GB/T 14048.7—2006	低压开关设备和控制设备 第 7-1 部分: 辅助器件 铜导体和接线端子排	等同 IEC 60947-7-1
GB/T 14048.8—2006	低压开关设备和控制设备 第 7-2 部分: 辅助器件 铜导体和保护导体接线端子排	等同 IEC 60947-7-2
GB 14048.9—2008	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)	等同 IEC 60947-6-2
GB/T 14048.10—2008	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	等同 IEC 60947-5-2

(续)

标准号	标准名称	与 IEC 出版物的关系
GB/T 14048.11—2008	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	等同 IEC 60947-6-1
GB 17885—2009	家用类似用途机电式接触器	等同 IEC 61095
GB 13539.1—2008	低压熔断器 第1部分:基本要求	等同 IEC 60269-1
GB 13539.2—2008	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 I	等同 IEC 60269-1-87
GB 13539.3—2008	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	等同 IEC 60269-3
GB/T 13539.4—2009	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	等同 IEC 60269-4
GB 16895.5—2012	低压电气装置 第4-43部分:安全防护 过电流保护	等同 IEC 60364-4
GB 16916.1—2003	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) 第1部分:一般规则	等同 IEC 61008-1
GB 16916.21—2008	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) 第21部分:一般规则对动作 功能与电源电压无关的 RCCB 的适用性	等同 IEC 61008-2-1
GB 16916.22—2008	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) 第22部分:一般规则对动作 功能与电源电压有关的 RCCB 的适用性	等同 IEC 61008-2-2
GB 16917.1—2003	家用和类似用途的带过电流 保护的剩余电流动作断路器 (RCBO) 第1部分:一般规则	等同 IEC 61009-1
GB 16917.21—2008	家用和类似用途的带过电流 保护的剩余电流动作断路器 (RCBO) 第21部分:一般规则对动作 功能与线路电压无关的 RCBO 的适用性	等同 IEC 61009-2-1
GB 16917.22—2008	家用和类似用途的带过电流 保护的剩余电流动作断路器 (RCBO) 第22部分:一般规则对动作 功能与线路电压有关的 RCBO 的适用性	等同 IEC 61009-2-2
GB 10963.1—2005	电子附件 家用和类似场所 使用的过电流保护断路器 第1部分:用于交流的断 路器	等同 IEC 60898-1
GB 10963.2—2008	家用和类似场所用过电流保 护断路器 第2部分:用于交流和直流 的断路器	等同 IEC 60898-2
GB/T 20636—2006	连接器件 电器铜导线的螺纹型和非螺纹型夹紧装置的安全要求 用于 35mm ² 以上至 300mm ² 导线的特殊要求	等同 IEC 60999-2
GB 17701—2008	设备用断路器	
GB/Z 6829—2008	剩余电流动作保护器的一般要求	

(续)

标准号	标准名称	与 IEC 出版物的关系
JB 8755	移动式剩余电流动作保护器	
JB 8756	剩余电流动作保护器	
GB/T 24274—2009	低压抽出式成套开关设备和控制设备	
GB/T 24275—2009	低压固定封闭式成套开关设备和控制设备	

有关低压成套开关设备的我国国家标准和国际电工标准对照表见表 1-4。

表 1-4 低压成套开关设备的我国国家标准和国际标准对照表

标准号	标准名称	与 IEC 出版物的关系
GB 7251.1—2013	低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分：总则	等同 IEC 61439 - 1：低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分：总则

注：更多关于 GB 7251.1—2013 的内容，请参见本书第 2 章 2.5 节“主题 3：解读 GB 7251.1 的 2013 版和 2005 版的对比区别”。

1.2.3 低压成套开关设备的设计规程

规程就是规则章程，指进行或操作某件事情必须遵守的规章制度。规程必须具备可操作性。

按照标准及设计规程设计和制造的低压成套开关装置在进行出厂试验或型式试验时其内部的接线必须完整，并且其内部安装的各种低压电器、机械组件、外壳等都必须也经过型式试验测试并且被确认为合格的产品。

低压成套开关设备的设计和制造规程

在工厂中组装的低压成套开关设备必须按某种被确认的形式进行制造，并且还要确保符合某种制造标准。为了方便低压成套开关设备的设计者、制造者和使用者明确这些制造标准及使用规程，一般将这些标准和规程分成不同的类别。

(1) 设计规程

设计规程中包括了制造低压成套电器装置的规定和技术要求，以及相应的试验规程。主要工业国家的设计标准和规程见表 1-5。

表 1-5 主要工业国家的设计标准和规程

国别	标准或规程
德国	VDE0100：电压 1000V 低压强电设备的安装规程
德国	VDE0160：用电器设备的强电装置的规程
德国	VDE0660T1 至 T3：低压开关电器的规程
德国	VDE0660T5：交流电压至 1000V 和直流 3000V 低压成套装置的规程
IEC	IEC 60439：低压成套开关设备和控制设备
英国	BS5486：电压至 1000V 成套电器装置的规程
美国	NEMA - ICS2：工业用控制和调节设备结构单元
法国	NF/VTE：低压成套电器装置