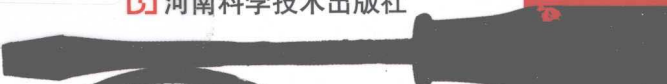
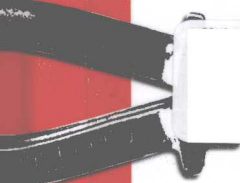




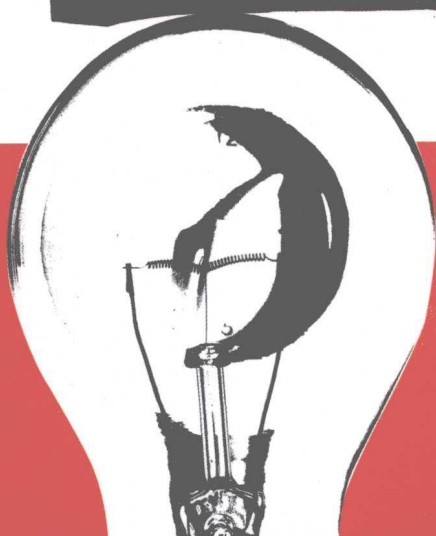
Diangongshouce

电工手册

主 编 王其红 何乐如 吴润燕
副主编 刘春阳 李红星 徐有升



 河南科学技术出版社





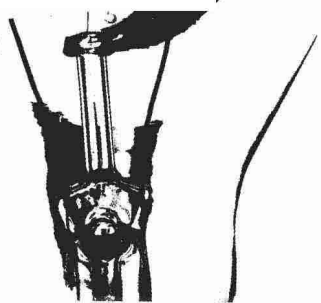
电工手册

主 编 王其红 何乐如 吴润燕
副主编 刘春阳 李红星 徐有升



河南科学技术出版社

· 郑州 ·



内 容 提 要

本书从实用出发重点介绍电气设备和电工技术,全书包括 14 部分:低压电器,异步电动机,常用设备配电及电力无功补偿,电力变压器,高压电器,直流电源及交流不停电电源系统,电能计量,晶闸管及其应用,照明灯具,常用电热元器件,接地、防雷及电气安全技术,电线、电缆及户内外电气线路,常用电工材料,电气图形符号标识以及单位换算。

本书特别注意介绍近几年电工新产品的技术特性和应用,力图全面准确地介绍相关资料数据,实现知识更新。本书可供具有中学文化程度以上的广大电气工程技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

电工手册/王其红,何乐如,吴润燕主编. —郑州:河南科学技术出版社,2010. 7

ISBN 978 - 7 - 5349 - 4602 - 8

I. ①电… II. ①王… ②何… ③吴… III. ①电工 - 技术手册
IV. ①TM - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 109338 号

出版发行:河南科学技术出版社

地址:郑州市经五路 66 号 邮编:450002

电话:(0371) 65737028

网址:www. hnstp. cn

责任编辑:冯 英

责任校对:柯 姣

封面设计:霍胤良

印 刷:河南省瑞光印务股份有限公司

经 销:全国新华书店

幅面尺寸:140mm×202mm 印张:39.5 字数:1200 千字

版 次:2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月第 1 次印刷

定 价:70.00 元

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系。

前 言

随着我国经济发展，科技进步，电气技术电工产品也在飞速发展，不断地推陈出新、更新换代，并且实现了与国际标准化电工产品的接轨。在这样的形势下，我们再度编写《电工手册》，以最大限度地实现知识更新。

我们的目标是：面向电工行业从业面最广的群体，选择覆盖面最大的电工产品，选择最实用的专业技术知识，更新、充实最新的设备元器件，重数据、重图示，便于读者查找应用，用最短的时间获得最大的收获。

例如本书第1章推出了最新的低压电器。我国的低压电器产品发展经历了三个阶段：一是20世纪60~70年代的统筹产品，结构庞大，材料消耗多，性能指标不稳定，产品规格也不齐全。到了70~80年代，引进开发了第二代产品，产品技术指标明显提高，结构上也适应了成套设备的要求，是我国低压电器产品的支柱产品。到了20世纪90年代，以DW40、DW45、DZ40、S、CJ40、M、F、3TF等产品为代表，跟踪国外新技术新产品，开发试制了第三代新产品。不仅产品性能优良、工作可靠，并且可实现电子化、智能化、组合化、模块化，总体技术性能达到或接近国外先进国家20世纪90年代初的水平。在此基础上，必须继续大力发展第三代电器产品，才能尽快提高我国电力系统、自动控制系统、自动监测系统的自动化水平，满足各行各业的需求。预计“十二五”期间每年需要低压万能式断路器65~70万台，塑壳式断路器2700~3000万台，小型断路器36000~40000万台（极），交流接触器7500~8000万台，热继电器1800~2200万台（含电子式热继电器），各种漏电断路器4500~5000万台，其他各类低压电器产品的市场需求更是相当可观，“十二

五”期间，预计平均每年增长10%左右。

从上述数字可以看出低压电器的发展正面临着市场和人才的竞争。本书的编写，在电工产品龙头企业德力西电气集团的支持下，用很大的篇幅介绍现代化的低压电气设备以及最新产品应用技术，以满足各行业之急需。

同时我们也对传统电气设备、电工材料、电气技术相关内容和资料进行了充实及更新。此处就不再列举了。总之，我们希望这本《电工手册》能对广大电工技术人员有所帮助，成为同行们比较喜欢的工具书。

由于时间短，又限于经验及水平，书中缺点在所难免，如果书中有疏漏错误及不当之处，恳请批评指正。

在编委会成员的支持配合下，本书执笔：第1章何乐如；第2章吴润燕，朱东坡，黄海平；第3章刘春艳；第4章、第5章王其红，李红星；第6章白忠敏；第7章刘春阳；第8章李红星；第9章、第10章吴立新，朱东坡；第11章王丽琴，汪海涛；第12章汪海涛、汪海滨；第13章马建如。

编 者

目 录

第1章 低压电器	(1)
1.1 概述	(1)
1.1.1 低压电器的基本用途及发展现状	(1)
1.1.2 低压电器的分类	(3)
1.1.3 低压电器的全型号表示法及代号含义	(4)
1.1.4 低压电器的主要技术指标	(7)
1.1.5 低压电器正常使用、安装和运输条件	(9)
1.1.6 低压电器产品相关的国家标准	(10)
1.1.7 低压电器外壳防护等级分类	(13)
1.1.8 低压电器常见使用类别	(17)
1.1.9 低压电器常用量的代号、符号和名称	(20)
1.2 开关、隔离器、隔离开关和熔断器组合电器	(21)
1.2.1 开关、隔离器、隔离开关和熔断器组合电器的 选用安装和维护	(21)
1.2.2 开启式、转换式和熔断器式刀开关	(23)
1.2.3 隔离器	(35)
1.2.4 隔离开关及开关熔断器组	(40)
1.2.5 负荷开关	(45)
1.2.6 组合开关	(47)
1.3 熔断器	(51)
1.3.1 熔断器的选用、安装和维护	(51)
1.3.2 螺旋式熔断器	(53)
1.3.3 有填料管式熔断器	(56)
1.4 断路器	(61)
1.4.1 断路器的选用、安装和维护	(61)

1.4.2	万能式断路器	(71)
1.4.3	塑料外壳式断路器	(85)
1.4.4	小型断路器	(96)
1.5	接触器	(102)
1.5.1	接触器的选用、安装和维护	(102)
1.5.2	电磁式交流接触器	(107)
1.5.3	真空接触器	(118)
1.5.4	直流接触器	(121)
1.6	控制器	(123)
1.6.1	控制器的选用、安装和维护	(123)
1.6.2	交流凸轮控制器	(125)
1.6.3	主令控制器	(131)
1.7	继电器	(144)
1.7.1	继电器的作用、分类、选用和安装	(144)
1.7.2	热过载继电器	(149)
1.7.3	电磁式时间继电器	(166)
1.7.4	数字式时间继电器	(170)
1.7.5	电子式时间继电器	(178)
1.7.6	数显式时间继电器	(184)
1.7.7	晶体管时间继电器	(192)
1.7.8	中间继电器	(197)
1.7.9	信号继电器	(201)
1.7.10	电流继电器	(206)
1.7.11	电压继电器	(213)
1.7.12	小型电磁继电器	(215)
1.7.13	其他电磁继电器	(217)
1.7.14	鉴相鉴幅漏电继电器	(220)
1.7.15	电动机保护继电器	(229)
1.8	起动器	(235)

1.8.1	起动器的选用、安装和维护	(235)
1.8.2	电磁起动器	(238)
1.8.3	Y/ Δ 起动器	(243)
1.8.4	自耦减压起动器、起动箱和控制柜	(246)
1.9	主令电器	(254)
1.9.1	主令电器的选用、安装和维护	(254)
1.9.2	万能转换开关	(257)
1.9.3	按钮	(266)
1.9.4	信号灯	(282)
1.9.5	行程开关	(291)
1.9.6	微动开关	(308)
1.9.7	脚踏开关	(312)
1.10	接近开关	(313)
1.10.1	接近开关的特点、种类、选用和安装	(313)
1.10.2	电感式接近开关	(318)
1.10.3	电容式接近开关	(324)
1.10.4	光电式接近开关	(326)
1.11	电阻器	(332)
1.11.1	电阻器的选择、安装及结构特性	(332)
1.11.2	常用电阻器产品型号及主要技术参数	(334)
1.11.3	常用电阻器外形及安装尺寸	(344)
1.12	变阻器	(346)
1.12.1	变阻器的选用及安装要求	(346)
1.12.2	滑线式变阻器	(346)
1.12.3	频敏变阻器	(350)
1.13	自动转换开关电器	(377)
1.13.1	自动转换开关电器的概述	(377)
1.13.2	CB级自动转换开关电器	(381)
1.13.3	PC级自动转换开关	(389)

第2章 异步电动机	(396)
2.1 电机的分类、代号及防护等级	(396)
2.1.1 电机的分类及代号	(396)
2.1.2 电机的系列产品规格代号	(402)
2.1.3 电机产品型号示例	(403)
2.1.4 电动机外壳防护等级	(405)
2.2 三相异步电动机的工作原理、构造及技术数据	(407)
2.2.1 三相异步电动机的工作原理	(407)
2.2.2 三相异步电动机的型号、结构特征及适用范围	(408)
2.2.3 三相异步电动机常用公式与主要技术指标	(412)
2.2.4 三相异步电动机的构造	(415)
2.2.5 常用三相异步电动机的技术数据	(417)
2.2.6 三相异步电动机的引线和熔丝的选择	(468)
2.3 三相异步电动机的运行与维修	(471)
2.3.1 三相异步电动机的运行与维护	(471)
2.3.2 电动机的故障检查方法	(472)
2.3.3 电动机不同形式绕组的展开图	(477)
2.3.4 电动机绕组的重绕	(481)
2.3.5 无铭牌电动机容量估算	(488)
2.4 小功率单相异步电动机	(491)
2.4.1 小功率电动机的定义及分类	(491)
2.4.2 单相异步电动机的结构及技术特征	(492)
2.4.3 单相异步电动机的起动元件及选择	(503)
2.4.4 单相异步电动机的绕组类型	(505)
2.4.5 单相异步电动机常见故障及处理	(510)
第3章 常用设备配电及电力无功补偿	(513)
3.1 电动机配电	(513)
3.1.1 Y系列电动机起动保护设备及导线选择	(513)
3.1.2 JS系列电动机起动保护设备及导线选择	(518)

3.1.3	J、JO 系列电动机起动保护设备及导线选择	(520)
3.1.4	JO2 系列电动机起动保护设备及导线选择	(523)
3.1.5	J2 系列电动机起动保护设备及导线选择	(527)
3.1.6	JR 系列绕线型电动机控制设备及导线选择	(529)
3.2	机床设备配电	(532)
3.3	整流设备配电	(534)
3.4	电焊机配电	(539)
3.5	起重机配电	(541)
3.6	电缆、导线与熔断器的配合	(548)
3.7	电力电容器及无功功率补偿	(550)
3.7.1	电力电容器	(550)
3.7.2	无功功率补偿容量的计算	(558)
3.7.3	电力电容器的布置与安装	(563)
3.7.4	高次谐波对电力电容器的影响及消除措施	(564)
3.7.5	电力电容器的运行与维护	(566)
3.7.6	电力电容器屏及主要技术数据	(567)
第 4 章	电力变压器	(569)
4.1	变压器的工作原理、分类及型号	(569)
4.1.1	变压器的工作原理	(569)
4.1.2	变压器的分类	(570)
4.1.3	变压器的型号	(571)
4.2	电力变压器的结构及主要技术指标	(573)
4.2.1	电力变压器的结构	(573)
4.2.2	变压器的主要技术指标	(574)
4.2.3	变压器使用条件要求	(574)
4.3	电力变压器的技术数据	(575)
4.3.1	S9 系列电力变压器	(575)
4.3.2	S11 系列低损耗耐雷电力变压器	(580)
4.3.3	S18 系列密封式充不燃液电力变压器	(581)

4.3.4	SG3 系列三相干式变压器	(584)
4.3.5	SCL1 型环氧树脂浇注干式变压器	(584)
4.3.6	其他系列电力变压器	(584)
4.4	变压器常用连接组别	(596)
4.5	变压器的并联运行	(599)
4.6	电力变压器的继电保护装置	(600)
4.7	变压器运行中的检查和事故处理	(604)
4.8	互感器	(608)
4.8.1	电流互感器	(608)
4.8.2	电压互感器	(624)
4.8.3	电压电流组合互感器	(637)
第5章	高压电器	(642)
5.1	高压断路器	(642)
5.1.1	高压断路器的分类及特点	(642)
5.1.2	高压油断路器	(644)
5.1.3	高压真空断路器	(648)
5.1.4	六氟化硫断路器	(650)
5.1.5	高压断路器操作机构	(650)
5.1.6	高压断路器的运行与维护	(656)
5.2	高压隔离开关	(658)
5.2.1	高压隔离开关的用途及型号	(658)
5.2.2	高压隔离开关的技术数据及外形	(658)
5.2.3	高压隔离开关的运行与维护	(664)
5.3	高压负荷开关	(664)
5.4	高压熔断器	(666)
5.4.1	概述	(666)
5.4.2	RN 型户内熔断器	(667)
5.4.3	RW 型户外跌落式熔断器	(672)
5.5	高压电器的选择	(677)

第 6 章 直流电源及交流不停电电源系统	(681)
6.1 铅酸蓄电池	(681)
6.1.1 铅酸蓄电池分类	(681)
6.1.2 铅酸蓄电池的充电方式	(683)
6.1.3 铅酸蓄电池充电终期的判定	(685)
6.1.4 铅酸蓄电池的放电工况	(686)
6.1.5 铅酸蓄电池的运行方式	(687)
6.1.6 阀控型密封铅酸蓄电池 (GFM 型蓄电池)	(689)
6.1.7 蓄电池容量选择计算	(699)
6.2 充电整流器	(706)
6.2.1 对充电、浮充电整流器的基本要求	(706)
6.2.2 高频开关整流电源系统	(707)
6.3 直流数据采集及 I/O 接口	(711)
6.3.1 模拟量采集	(711)
6.3.2 开关量采集	(711)
6.4 交流不停电电源系统 (UPS)	(714)
6.4.1 交流不停电电源的主要技术指标	(714)
6.4.2 工作原理	(714)
6.4.3 现代 UPS 主要技术特点	(714)
6.4.4 常用 UPS 主要技术数据	(715)
第 7 章 电能计量	(720)
7.1 电工测量仪表	(720)
7.1.1 电工测量仪表的分类	(720)
7.1.2 常用电工指示仪表的技术特性	(723)
7.1.3 电工仪表的选择、使用与维护	(726)
7.2 电能计量仪表	(730)
7.2.1 电能计量仪表的基本知识	(730)
7.2.2 常用电能表的技术要求	(732)
7.2.3 长寿命电能表的特点	(743)

7.2.4	电子式电能表的特点	(745)
7.2.5	多功能电能表的定义、功能及技术要求	(747)
7.2.6	电能表的配置与选用	(754)
7.2.7	现代抄表技术	(787)
7.3	电能计量装置	(789)
7.3.1	电能计量装置的分类	(789)
7.3.2	电能计量装置配置的基本要求	(790)
7.3.3	二次回路的选择	(793)
7.3.4	电能计量柜和电能计量屏(箱)的选择	(794)
7.4	计量用互感器	(795)
7.4.1	计量用电流互感器	(795)
7.4.2	计量用电压互感器	(801)
第8章	晶闸管及其应用	(812)
8.1	晶闸管元件	(812)
8.1.1	晶闸管的结构	(812)
8.1.2	晶闸管的型号	(813)
8.1.3	晶闸管的伏安特性	(815)
8.1.4	晶闸管的分类及主要参数	(816)
8.1.5	特殊用途晶闸管	(820)
8.2	晶闸管的应用	(822)
8.2.1	可控整流电路	(822)
8.2.2	逆变电路	(833)
8.2.3	晶闸管交直流开关电路	(840)
8.2.4	自动稳流稳压电源	(844)
8.2.5	交流调压器	(846)
8.2.6	变频调速装置	(847)
第9章	照明灯具	(849)
9.1	电光源	(849)
9.1.1	电光源基本知识	(849)

9.1.2	白炽灯泡	(853)
9.1.3	荧光灯管	(858)
9.1.4	其他电光源	(865)
9.2	照明灯具	(871)
9.2.1	灯具的分类	(871)
9.2.2	荧光灯具	(872)
9.2.3	建筑灯具	(877)
9.2.4	应急照明灯具	(886)
9.2.5	探照灯、投光灯	(889)
9.2.6	工作灯及机床灯	(891)
9.2.7	工厂灯具	(895)
9.2.8	防爆灯、安全灯	(918)
9.2.9	常用照明灯具的安装	(921)
9.2.10	常用照明灯具的检修	(923)
第10章	常用电热元器件	(929)
10.1	电热材料的基本特性	(929)
10.1.1	电热材料的用途及分类	(929)
10.1.2	电热材料的物理及机械性能	(931)
10.2	电热元件	(932)
10.2.1	电炉丝	(932)
10.2.2	硅碳电热元件	(932)
10.2.3	硅钼棒电热元件	(938)
10.2.4	管状电热元件	(945)
10.2.5	JGW型远红外电热管	(950)
10.2.6	板状电热器	(951)
10.2.7	电热圈	(951)
10.2.8	远红外加热(辐射)元件	(954)
10.2.9	电热元件的焊接与连接方法	(959)
10.2.10	热电偶	(963)

第 11 章 接地、防雷及电气安全技术	(970)
11.1 接地与接零	(970)
11.1.1 人身触电及预防	(970)
11.1.2 保护接地与保护接零	(973)
11.1.3 电气装置接地的要求	(978)
11.1.4 保护接零及重复接地的基本要求	(980)
11.2 防雷	(981)
11.2.1 建(构)筑物的防雷分类	(981)
11.2.2 建(构)筑物的防雷措施	(983)
11.2.3 避雷针的保护范围	(988)
11.2.4 避雷线的保护范围	(993)
11.2.5 避雷器	(995)
11.2.6 防雷装置的制作要求	(1000)
11.2.7 变、配电所的防雷保护	(1002)
11.3 电气防火与防爆	(1008)
11.3.1 爆炸及火灾危险场所的区域划分	(1008)
11.3.2 电气火灾和爆炸的原因	(1009)
11.3.3 火灾及爆炸危险场所电气设备的选择	(1010)
11.4 高层民用建筑的自动防火	(1013)
11.4.1 探测器的种类和性能	(1013)
11.4.2 火灾自动报警系统	(1014)
11.4.3 自动灭火系统	(1015)
11.4.4 火灾事故广播及事故照明和疏散指示	(1016)
11.5 电气安全技术措施	(1017)
11.5.1 漏电保护装置	(1017)
11.5.2 电工安全用具的定期试验	(1020)
11.6 电涌保护器	(1022)
11.6.1 电涌保护器的分类、特点及选用	(1022)
11.6.2 系统防雷工程中电涌器的三级保护	(1024)

11.6.3	电涌保护器的主要技术参数	(1026)
11.6.4	安装示意图	(1032)
第12章	电线、电缆及户内外电气线路	(1035)
12.1	电线、电缆的型号及主要技术数据	(1035)
12.1.1	电线、电缆的分类及型号	(1035)
12.1.2	裸导线	(1038)
12.1.3	软接线	(1045)
12.1.4	型线与型材	(1050)
12.1.5	空气加强绝缘型母线槽	(1051)
12.2	电线和电缆的载流量	(1053)
12.2.1	橡皮绝缘、塑料绝缘电线的载流量	(1053)
12.2.2	塑料绝缘软线、护套线的载流量	(1053)
12.2.3	纸绝缘电力电缆的载流量	(1053)
12.2.4	塑料绝缘电力电缆的载流量	(1053)
12.2.5	橡塑软电缆的载流量	(1053)
12.2.6	交联聚乙烯绝缘电力电缆的载流量	(1056)
12.2.7	铜、铝母线的载流量	(1056)
12.2.8	裸铝绞线的载流量	(1056)
12.2.9	扁钢的载流量	(1056)
12.2.10	电压10~35kV架空绝缘电缆的 技术特性及载流量	(1056)
12.3	电气线路允许电压降	(1084)
12.3.1	架空线路单位电压降	(1084)
12.3.2	电缆线路的单位电压降	(1084)
12.3.3	铝、铜母线单位电压降	(1084)
12.3.4	单相线路的单位电压降	(1084)
12.4	架空配电线路	(1100)
12.4.1	架空线路导线允许的最小截面	(1100)
12.4.2	接户线导线允许的最小截面	(1100)

12.4.3	架空配电线路的安全距离	(1101)
12.4.4	钢筋混凝土电杆主要技术数据	(1102)
12.4.5	线路最小线间距离	(1103)
12.5	电缆线路	(1104)
12.5.1	电缆护层及适用场所	(1104)
12.5.2	电缆敷设的基本要求	(1106)
12.5.3	电缆埋地敷设时与其他设施的安全距离	(1109)
12.5.4	电缆在隧道内敷设	(1110)
12.5.5	电缆在电缆沟内敷设	(1111)
12.5.6	电缆穿管敷设	(1112)
12.5.7	电缆在桥梁上敷设	(1112)
12.5.8	电缆沿桥架敷设	(1113)
12.6	室内布线	(1114)
12.6.1	布线的基本要求和布线方式的选择	(1114)
12.6.2	钢索布线	(1117)
12.6.3	管子布线	(1117)
12.6.4	线槽布线	(1119)
12.6.5	母线槽布线	(1119)
第13章	常用电工材料	(1133)
13.1	常用绝缘材料	(1133)
13.1.1	概述	(1133)
13.1.2	绝缘纸	(1138)
13.1.3	纤维绝缘制品	(1141)
13.1.4	层压绝缘制品	(1148)
13.1.5	绝缘云母及其制品	(1159)
13.1.6	电工用薄膜、复合制品粘带	(1165)
13.1.7	电工塑料	(1168)
13.1.8	电工橡胶	(1170)
13.1.9	绝缘漆	(1170)