

新电工手册

XIN



DIANGONG SHOUCHE

主 编 李正吾 副主编 赵文瑜

● 上 册 ●



安徽科学技术出版社

新电工手册

XIN

DIANGONG SHOUCHE

主 编 李正吾 副主编 赵文瑜

● 下 册 ●



安徽科学技术出版社



李正吾 上海自动化车库研究所所长, CES 理事兼机电一体化研究会副会长, 中国重机协会立体停车设备管理委员会委员。曾任中国电工技术学会副秘书长, 美国 IEEE 北京分部执行委员, 中国科学院科学出版基金第一届专家委员会成员, 《Electricity》副主席, 中国《少年电世界》杂志社第一任社长。出版专著 2 部、编著手册 4 部, 发表论文 74 篇。获国家级、部级科技进步奖 1~3 等奖共 6 项, 国家专利 5 项。负责承担国家级重点计划项目 5 项。

赵文瑜 教授级高工, 上海自动化车库研究所资深研究员, 长期从事工业企业电力与自动化设计、电器试验站设计与制造、电器发展信息研究以及电工产品安全认证工作。发表数十篇论文、研究报告与译著。



ISBN 7-5337-1956-5



9 787533 719562 >

ISBN 7-5337-1956-5/TM · 13

定价: 98.00 元 (上、下册)

新 电 工 手 册

(上 册)

顾 问	高景德
主 编	李正吾
副主编	赵文瑜
主 审	汤德忠

安徽科学技术出版社

新 电 工 手 册

(下 册)

顾 问	高景德
主 编	李正吾
副主编	赵文瑜
主 审	汤德忠

安徽科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

新电工手册. 上下册/李正吾主编. —合肥:安徽科学技术出版社, 2000. 3

ISBN 7-5337-1956-5

I. 新… II. 李… III. 电工-手册 IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 02783 号

*

安徽科学技术出版社出版

(合肥市跃进路 1 号新闻出版大厦)

邮政编码:230063

电话号码:(0551)2825419

新华书店经销 合肥远东印刷厂印刷

*

开本:850×1168 1/32 印张:86.625 字数:3360 千

2002 年 1 月第 3 次印刷

印数:4 000

ISBN 7-5337-1956-5/TM·13 定价:98.00 元(上、下册)

(本书如有倒装、缺页等问题请向本社发行科调换)

愿《新电工手册》
成为广大电工同志的
良师益友。

高景德

高景德：中国科学院院士、清华大学前校长，我国电工和电力科学家、教育家。

内 容 提 要

本手册包括:电工基础知识、变压器、变配电及低压电路安装、电机、电器、常用电工材料、常用电工测量及仪表、常用电气传动控制电路、常用电子技术及元器件,以及安全用电和节电技术等,共 10 篇 46 章。内容涉及工矿企业供电、变配电和用电等各个方面。

本手册由我国电工行业各类电工专业以及科研院所的专家学者和有关大型骨干企业具有丰富实践经验的行家合作编写。

本手册具有实用、新颖、使用方便的特点。可供广大城乡工矿企业电气安装、维护和修理的电工阅读和使用,也可供其他有关电气从业人员在工作中参考。

前 言

为适应改革开放和新世纪我国经济建设加速发展的形势,促进我国电气工业水平的提高与发展,根据许多城市工矿企业电气安装、维护、修理实践的迫切需要,我们组织编写了这部《新电工手册》。

本手册共 10 篇 46 章。其特点是实用、新颖、使用方便。手册采用图、表、示例和文字结合的形式。本手册既参考了国内有关书籍的经验,又增加了国内同类手册所少见的内容,如常用电气传动控制电路,常用电子技术及元器件,以及安全用电和节电技术等。在力图使内容达到时新性和全面性的前提下,还注意从实际出发,重点内容重点介绍,致力于实用性。

本手册的读者对象为广大城乡工矿企业生产第一线的电工,主要是从事电气安装、维护、修理的电工。也可供其他电气从业人员在工作中参考。

在采用电工专用名词术语、标准及计量单位等方面,本书力图按国家统一规定选用。同时也从实际出发,对目前尚在大量使用中的内容作了适当的容纳过渡。

《新电工手册》主要由我国电工行业各类电工专业归口科研院所的专家学者和有关大型骨干企业具有丰富实践经验的行家合作编写。同时吸取了国内外许多专家的劳动创造与成就,它是众人智慧的结晶。

本手册的编写和出版,得到了机械工业部曾培炎、陆燕荪、张德邻副部长,中国电工技术学会赵明生理事长、王景瀛副秘书长等同志的关怀与指导帮助。中国科学院院士、清华大学前校长,我国著名电工和电力科学家、教育家高景德教授担任本手册顾问,还为本手册的出版题词勉励。此外,还有许多专家积极给我们提供新的信息与资料。手册图形符号等标准化工作得到合肥开关厂方瑞丰副厂长等同志的大力帮助。对此,我们深表谢意!

由于我们水平有限,经验不足,加之《新电工手册》涉及面广,难免存在缺点与错误,恳切希望读者批评指正。

编者

目 录

第一篇 电工基础知识	1
第一章 基础知识	3
1 常用计算公式	3
2 基本定律及定则	8
2.1 电路的基尔霍夫定律	8
2.2 磁路的基尔霍夫定律	9
2.3 右手定则	9
2.4 左手定则	9
3 常用单位换算表	10
第二章 常用符号	13
1 电气设备常用文字符号	13
1.1 常用基本文字符号	13
1.2 常用辅助文字符号	16
2 电气图常用图形符号	18
第二篇 变压器	23
第一章 变压器的基本原理和主要技术参数	25
1 变压器的基本原理	25
2 变压器的主要技术参数	27
2.1 相数和额定频率	29
2.2 额定电压、额定电压组合和额定电压比	29
2.3 额定容量	30
2.4 额定电流	31
2.5 绕组联结组标号	32
2.6 分接范围(调压范围)	34
2.7 空载电流、空载损耗和空载合闸电流	34
2.8 阻抗电压和负载损耗	34
2.9 效率和电压调整率	35
2.10 温升和冷却方式	36
2.11 绝缘水平	37
2.12 短路电流	38
2.13 重量和外形尺寸	38
3 变压器的空载运行	39
3.1 主磁通和空载漏磁通	39
3.2 电压方程式	40
3.3 功率因数角和吸收的有功功率	41
3.4 二次绕组的额定电压和每匝电压	41
4 变压器的负载运行	42
4.1 磁势平衡方程式和电流平衡方程式	43
4.2 负载漏磁通和负载漏抗电压	43
4.3 电压方程式	44
4.4 能量传输	45
5 短路运行	45
6 等值电路	49
7 二次电压变动率与效率	52
8 多绕组变压器	54

9 三绕组变压器	57	3.1 结构和原理	109
第二章 变压器通用计算方法	59	3.2 主要技术数据	110
1 铁心直径及绕组匝数的计算	59	3.3 主要用途	111
2 绕组型式选择及绕组尺寸计算	64	4 小型电源变压器的设计计算实例	111
2.1 圆筒式绕组	66	4.1 计算变压器额定容量 P	111
2.2 螺旋式绕组	69	4.2 计算初级电流 I_1	112
2.3 连续式绕组	72	4.3 计算铁心实际截面积 A_C'	112
2.4 纠结式绕组	73	4.4 确定铁心具体尺寸	112
第三章 35 千伏及以下节能变压器	75	4.5 计算各绕组匝数	114
1 SL7、S7 系列变压器	75	4.6 计算导线直径	114
2 S9 系列变压器	80	4.7 选取漆包线的规格尺寸	114
3 DN8-M、SN7、SN8 系列农用变压器	80	4.8 校核铁心窗口面积	114
4 箔式绕组节能变压器	83	5 C型变压器的设计计算实例	116
5 全密封式节能变压器	83	5.1 计算变压器容量 P_2	116
6 干式节能变压器	83	5.2 选择铁心	116
6.1 浸渍绝缘干式变压器	83	5.3 计算初级容量 P_1	118
6.2 厚绝缘树脂浇注干式变压器	86	5.4 计算初、次级匝数 W_1 、 W_2	118
6.3 薄绝缘树脂浇注干式变压器	86	5.5 计算空载电流 I_0 和初级电流 I_1	118
6.4 包绕绝缘干式变压器	87	5.6 计算初、次级线圈导线截面积 A_1 、 A_2 ，选择线径	119
6.5 主要技术数据	87	5.7 计算变压器各线圈对铁心的试验电压 U_s	119
7 S8-M 系列变压器	87	5.8 线圈结构及参数计算	119
第四章 特种变压器	90	5.9 电压比核算	123
1 电炉变压器	90	6 R型变压器的设计计算实例	124
2 整流变压器	96	6.1 计算变压器容量 P	124
3 矿用变压器	99	6.2 计算变压器初、次级匝数	124
4 试验变压器	102	6.3 计算初、次级漆包线线径	125
5 电抗器	102	6.4 计算初、次级绕线层数及绕线高度	126
第五章 小型电源变压器	106	6.5 计算漆包线线长及线重	128
1 局部照明变压器	106		
2 控制变压器	106		
3 隔离变压器	109		

6.6 计算初次级冷态及热态电阻	128	工程安装	159
6.7 计算次级空载电压及负载电压	129	1 安装程序	159
6.8 变压器损耗计算	129	1.1 施工准备	160
6.9 温升计算	129	1.2 设备检查	161
第六章 互感器	130	2 安装工艺	162
1 电流互感器	130	2.1 接地系统安装	162
1.1 工作原理	130	2.2 变压器安装	163
1.2 分类和型号	131	2.3 盘、柜安装	166
1.3 误差特性	133	2.4 少油断路器的安装	167
1.4 仪表保安系数	135	2.5 隔离开关、负荷开关、熔断器安 装	170
1.5 可靠性指标	135	2.6 电容器安装	171
1.6 主要技术数据	136	2.7 母线、穿墙套管、穿墙隔板安 装	172
2 电压互感器	141	2.8 二次回路安装	178
2.1 工作原理	141	3 变配电工程的试验及试运行	180
2.2 分类和型号	142	3.1 试验项目	180
2.3 误差特性	143	3.2 试验准备工作	180
2.4 可靠性指标	144	3.3 试运行及竣工验收	180
2.5 主要技术数据	145	4 继电保护及控制电路	183
第七章 调压器	148	4.1 继电保护的基本要求	183
1 各类调压器的主要特点和用 途	148	4.2 工厂常用继电保护的接线	184
2 接触调压器	149	4.3 工厂常用电气测量仪表的接线	188
2.1 结构特点	149	4.4 工厂常用控制电路的接线	188
2.2 接线方式	149	5 安全注意事项	199
2.3 运行维护	149	第二章 户内配线工程	200
2.4 主要技术数据	150	1 户内配线的一般要求和配线 工序	200
3 感应调压器	150	1.1 户内配线的种类	200
3.1 基本原理	150	1.2 户内配线的技术要求	200
3.2 接线方式	150	1.3 户内配线的工序	203
3.3 运行维护	151	2 配管工程	203
3.4 主要技术数据	151	2.1 选择线管	204
第三篇 变配电及低压电路安 装	157		
第一章 10 千伏及以下户内变配电			

2.2 管配线的施工程序	207	3.2 立杆	277
2.3 电气配管的施工	208	3.3 横担组装	278
2.4 管子加工	214	3.4 拉线和制作安装	279
2.5 电气配管的连接	214	3.5 架设导线	286
2.6 明管敷设	215	4 架空接户线	292
2.7 暗管敷设	217	4.1 低压架空接户线	297
2.8 塑料管敷设	227	4.2 高压架空接户线	298
3 配线工程	228	第四章 电缆的敷设	301
3.1 钢管配线	228	1 电缆简介	301
3.2 钢索配线	229	1.1 电缆的种类	301
3.3 瓷夹板、瓷柱、瓷瓶配线	236	1.2 电缆的型号和规格	302
3.4 槽板配线	237	2 电缆的敷设	303
3.5 护套线配线	237	2.1 电缆管的加工及敷设	303
3.6 明配线的粘接法固定	242	2.2 电缆支架的配制及安装	304
4 导线的连接和封端	244	2.3 电缆敷设的一般规定	305
4.1 导线连接的基本要求	244	3 电缆终端头及电缆中间接头	310
4.2 导线连接的规范要求	244	4 橡塑电缆附件	325
4.3 导线连接的方法	245	4.1 电缆终端头及中间接头用附件	325
第三章 架空线路	253	4.2 电缆终端头制作工艺程序	328
1 架空线路的一般规定	253	4.3 电缆中间接头制作工艺程序	328
1.1 架空线路的等级	253	4.4 电缆终端头及中间接头制作材料定额	329
1.2 导线最小允许截面积	253	第五章 低压设备安装	332
1.3 架空线路对地面等的最小垂直距离	253	1 低压电器安装的有关规定	332
1.4 架空电力线路的线间距离	255	1.1 刀开关及熔断器的安装	333
2 架空线路的结构	257	1.2 低压断路器的安装	334
2.1 导线的种类及选择	259	1.3 接触器及起动器的安装	334
2.2 电杆的种类及选择	259	1.4 按钮、行程开关及转换开关的安装	335
2.3 钢筋混凝土电杆各种附件的安装	261	2 电动机的安装	335
2.4 绝缘子的种类及选择	261	2.1 电动机安装前的准备工作和检查	336
2.5 金具的种类及选择	267	2.2 电动机的接线	337
2.6 拉线的种类及选择	273		
3 架空线路的施工	276		
3.1 电杆测位、定线和挖坑	276		

2.3 电动机起动器的安装和接线	337	6.3 励磁系统对发电机并联运行的适应性	368
3 电气照明设备的安装	342	7 绕组修理与励磁系统的改换	372
第四篇 电机	343	7.1 绕组修复	372
第一章 小型供电设备(小型同步发电机)	345	7.2 改他励发电机为自励发电机	372
1 产品分类与用途	345	7.3 小型同步发电机所用电磁负荷值	381
1.1 分类	345	7.4 发电机修理后的测试与调整	381
1.2 用途	346	8 发电机的安装、维护与检修	384
2 主要技术性能	346	8.1 安装	384
2.1 三相同步发电机	346	8.2 运行前的检查	385
2.2 单相同步发电机	347	8.3 一般维护	385
2.3 风力发电机	348	8.4 小修	386
3 定子绕组特点	349	8.5 大修	386
3.1 绕组分类	349	8.6 常见故障及处理方法	386
3.2 三相绕组的连接	349	9 主要技术数据	389
3.3 绕组节距与短距系数	349	9.1 T2系列小型同步发电机	389
3.4 60°相带绕组的分布系数	350	9.2 TFW系列无刷小型三相同步发电机	397
3.5 绕组的相带划分及绕组感应电动势	350	9.3 IFC5、IFC6系列无刷三相同步发电机	397
3.6 绕组展开图例	351	9.4 DKBH系列三相无刷同步发电机	403
3.7 绕组对称条件与并联支路数	351	9.5 TFE系列三相同步发电机	407
3.8 辅助绕组	351	9.6 TSWN、TSN系列小容量水轮发电机	410
4 转子结构	357	第二章 三相异步电动机	426
4.1 凸极转子的磁极结构	357	1 产品分类及型号	426
4.2 凸极磁极绕组的绕制(多层)	357	1.1 产品分类	426
4.3 隐极转子结构	358	1.2 产品型号	426
4.4 阻尼绕组	359	2 主要技术性能	432
5 绝缘	359	3 定子绕组及其重制	435
5.1 槽绝缘	359	3.1 绕组的结构及类别	435
5.2 层间绝缘与相间绝缘	359		
5.3 凸极发电机的磁极绝缘	359		
5.4 浸渍漆	360		
6 励磁方式	360		
6.1 励磁系统主要性能要求	360		
6.2 励磁系统类别	360		

3.2 损坏绕组的拆除	441	10 三相异步电动机主要技术数 据	473
3.3 绕组制作及绝缘处理	442	11 多速异步电动机	473
4 旧壳重制计算	448	11.1 变极原理	473
4.1 精确测量定子铁心各部分尺寸 ..	448	11.2 单绕组变极多速电机绕组方案	500
4.2 计算	448	11.3 单速电机改制成多速电机的 简易计算	525
4.3 估计电动机的极数 p	449	11.4 主要技术数据	531
4.4 选取气隙磁密 B_g (T)	449	12 电磁调速异步电动机	564
4.5 验算定子齿部磁通密度 B_{δ} (T)	450	12.1 型式与结构	564
4.6 确定每相串联导体数 N	450	12.2 调速原理	565
4.7 确定每槽导体数 n 根	454	12.3 主要技术数据	565
4.8 确定导体直径 d (mm)	454	12.4 控制器	566
4.9 电动机相电流估算 I_{φ} (A) ..	454	12.5 使用与调整	573
4.10 验算线负荷 A (A/cm)	456	12.6 常见故障及其处理方法	574
4.11 计算电动机的输出功率 P_2 (kW)	456	13 三相异步换向器电动机 ..	575
4.12 定子绕组参数	456	13.1 结构简介	575
5 三相异步电动机的改制	458	13.2 技术数据	578
5.1 改变极数	458	13.3 绕组的特殊接线	578
5.2 改变电压	461	13.4 换向器电动机的调整	587
6 三相异步电动机的拆装和试 验	463	13.5 常见故障及其处理方法	592
6.1 电动机拆卸步骤及要求	463	14 井用潜水异步电动机	597
6.2 电动机的装配及要求	464	14.1 型号与主要规格	597
6.3 试验	464	14.2 结构及主要特点	598
7 三相异步电动机的选用	465	14.3 选择与使用	604
7.1 选用要点	465	14.4 常见故障及其处理方法	606
7.2 选用步骤	465	14.5 主要技术数据	609
8 三相异步电动机维护保养 ..	467	15 潜水电泵	609
8.1 起动前的准备和检查	467	15.1 分类	609
8.2 运行中的维护	467	15.2 型号表示法	619
9 三相异步电动机常见故障和 处理方法	468	15.3 主要系列与结构	621
9.1 绕组故障检查及处理	468	15.4 选用	628
9.2 其他故障检查及处理	468	15.5 使用与维护	629
		15.6 常见故障及其处理方法	630

15.7 主要技术数据	631	9.1 Z2 系列直流电机技术数据	667
16 井用潜油异步电动机	636	9.2 Z4 系列直流电动机技术数据	667
16.1 型号与基本规格	636	第四章 微特电机	713
16.2 结构与主要特点	637	1 微特电机的分类	713
16.3 安装与使用	639	1.1 驱动用小功率电动机	713
16.4 常见故障及其处理方法	639	1.2 控制用微电机	714
第三章 直流电机	641	2 小功率异步电动机	715
1 产品分类及型号	641	2.1 型号、特性与应用范围	715
2 主要技术性能	641	2.2 主要技术数据	721
3 直流电机电枢绕组及其重制	642	2.3 外形和安装尺寸	761
3.1 电枢绕组构成及类别	642	2.4 常见故障和处理方法	762
3.2 绕组制作及绝缘处理	646	3 小功率同步电动机	767
4 直流电机的改压计算	649	3.1 分类、结构特点与应用范围	767
4.1 励磁绕组的改压计算	649	3.2 技术数据	767
4.2 电枢绕组的改压计算	650	3.3 外形和安装尺寸	773
4.3 换向极绕组的改压计算	651	4 小功率直流电动机	777
5 直流电机拆装和试验	651	4.1 分类、特点与应用范围	777
5.1 直流电机拆装	651	4.2 主要技术数据	777
5.2 直流电机修复后试验	652	4.3 外形和安装尺寸	787
6 直流电机选用	654	5 小功率单相换向器电动机	793
7 直流电机维护保养	655	5.1 基本原理	793
7.1 直流电机主要零部件的保养	655	5.2 基本结构	793
7.2 使用前的准备及检查	656	5.3 类型、特点和用途	793
7.3 直流电机的起动	656	5.4 主要技术数据	794
7.4 直流电机运行中的维护	657	5.5 外形和安装尺寸	799
7.5 直流电机火花等级的鉴别	657	6 部分家用电器用电动机	800
7.6 直流电机的接线图	658	6.1 电风扇用电动机	800
8 直流电机常见故障和处理方法	659	6.2 电冰箱压缩机组用电动机	828
8.1 电枢绕组故障检查及处理	659	6.3 吸尘器用电动机	835
8.2 定子绕组故障检查及处理	662	6.4 家用食物碎器用单相串励电动机	837
8.3 换向器故障检查及处理	664	6.5 电唱盘用电动机	837
8.4 其他故障的检查及处理	667	6.6 盒式录音机电用电动机	838
9 直流电机主要技术数据	667	6.7 录像机电用电动机	839
		6.8 电动工具用电动机	844

6.9 洗衣机用电动机	858	13.2 主要技术数据	912
7 自整角机	862	13.3 外形和安装尺寸	913
7.1 分类与作用	862	第五章 电动工具	917
7.2 自整角机系统	865	1 基本结构、分类和型号	917
7.3 选用和使用时注意事项	867	1.1 基本结构	917
7.4 精度等级	868	1.2 分类	919
7.5 主要技术数据	868	1.3 型号	922
7.6 外形和安装尺寸	871	2 常用电动工具	922
8 旋转变压器	874	2.1 电钻	922
8.1 分类、特点与用途	874	2.2 电动往复锯	927
8.2 精度等级	876	2.3 电动型材切割机	928
8.3 主要技术数据	876	2.4 电动角向磨光机	933
8.4 使用注意事项	880	2.5 电动平板摆动式砂光机	937
8.5 旋转变压器的外形和安装尺寸	880	2.6 电动扳手	940
9 双通道旋转变压器	882	2.7 电动螺丝刀	943
9.1 分类和特点	882	2.8 冲击电钻和电锤	946
9.2 主要技术数据	883	2.9 电圆锯	954
9.3 双通道旋转变压器的外形和安 装尺寸	886	2.10 电刨	956
10 伺服电动机	891	3 电动工具的安全使用	960
10.1 分类、特点与用途	891	3.1 电击保护	960
10.2 主要技术数据	893	3.2 电气安全措施	961
11 测速发电机	899	3.3 电击保护用电器	964
11.1 分类和特点	899	4 选用、管理、检查和维修	965
11.2 主要技术数据	900	4.1 电动工具按工作场所的选用	965
11.3 应用	902	4.2 电动工具的安全使用	967
11.4 外形和安装尺寸	902	4.3 电动工具的安全技术管理	969
12 力矩电动机	906	4.4 电动工具的维修	970
12.1 分类、特点与应用范围	906	第五篇 电器	973
12.2 使用注意事项	906	第一章 高压电器	975
12.3 主要技术数据	907	1 高压断路器	975
12.4 外形和安装尺寸	909	2 操动机构	976
13 步进电动机	911	2.1 CS2 型手动操动机构	977
13.1 分类和特点	911	2.2 CS15 型手动操动机构	979
		2.3 CD2 型直流电磁操动机构	982
		2.4 CD3 型直流电磁操动机构	984