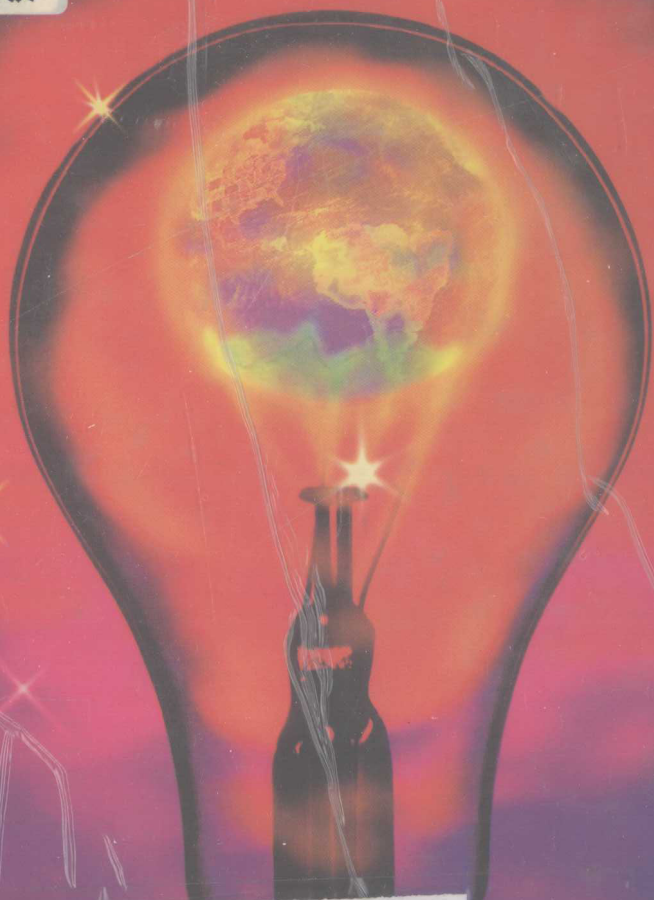


S Y D G S C

修订版



实用电工手册

● 陈晓华 主编
江西科学技术出版社

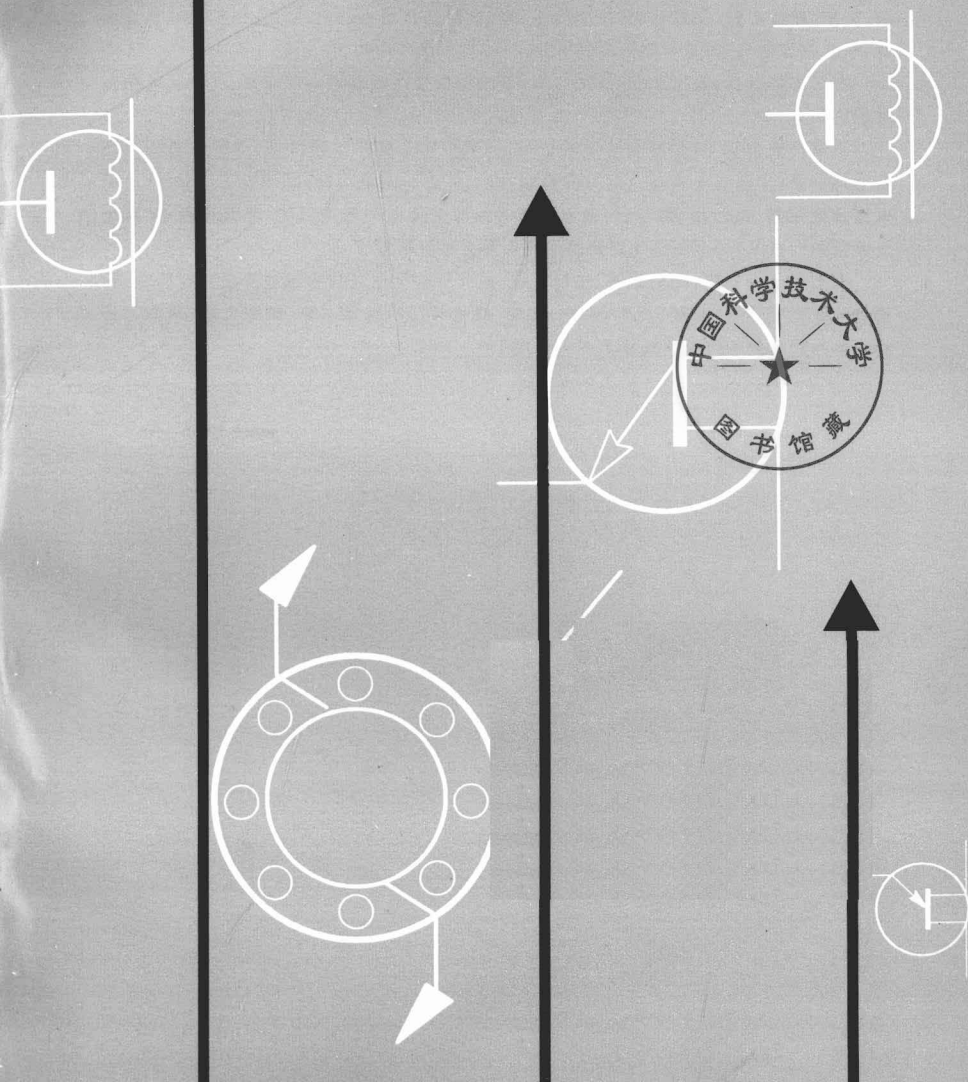
上册

实用电工手册

上

(修订本) 陈晓华\主编

江西科学技术出版社



图书在版编目(CIP)数据

实用电工手册修订本(上册)/陈晓华

—江西南昌:江西科学技术出版社

ISBN 7-5390-1121-1

I. 实用电工手册(上册)

II. 陈晓华

III. 电工技术

IV. TM·07

国际互联网(Internet)地址:

HTTP://WWW.NCU.EDU.CN:800/

实用电工手册修订本(上册)

陈晓华 主编

出版

江西科学技术出版社

发行

社址 南昌市新魏路 17 号

邮编:330002 电话:(0791)8513294 8513098

印刷 江西印刷公司

经销 各地新华书店

开本 850×1168 1/32

字数 194 万

印张 55.5

印数 87,001-90,000 册

版次 1997 年 11 月第 2 版 1997 年 11 月第 7 次印刷

书号 ISBN 7-5390-1121-1/TM·15

定价 228.00 元/套

(赣科版图书凡属印装错误,可向出版社发行部或承印厂调换)

内 容 提 要

《实用电工手册》是电气工作者和技术工人实用的大型工具书,分上、中、下三册出版。全书计十篇三十六章。

上册内容包括:电工基础知识(电工名词、常用电工计算公式);电工材料(电线与电缆、电刷、绝缘材料、磁性材料、电阻合金和电热材料及其他材料等);变压器、交、直流电机、特殊用途电机、控制与驱动微电机等。

中册内容包括:低压电器;变配电和照明;常用生产机械的电气控制、晶体管电路和集成电路等。

下册内容包括:可控硅变流及其应用;机床数字及顺序控制技术、微型计算技术及其应用简介;小型发电设备及电力排灌站;电工仪表与电子仪器;常用电工元器件(电子电路用电阻器、电位器、电容器、显示器件等);安全用电与电气试验、节约用电;常用电工数据和计量单位、常用电气图用图形符号及文字符号等。

本手册内容丰富,选材新颖,编排系统,充分反映了电气技术迅速发展的时代特征,可供从事电气设计、科研、教学、制造、安装、维修和运行技术人员、研究人员、教学人员和在一线实践的广大电气技术工人使用。

修订版编委会

主 编
编 委

陈晓华

陈晓华

胡志东

周世和

尚宣文

胡 刚

刘立于

曾宪炳

修订版前言

《实用电工手册》是为从事电气设计、科研、教学、制造、安装、维修和运行工作的广大技术人员、研究人员、教学人员及技术工人服务的大型工具书。它自出版以来,受到了广大读者的热烈欢迎。但是,随着电气科学技术的迅速发展,许多读者也向我们提出了更多的建议和更高的要求。为了充分反映现代电气技术和满足电气工作者的需要,我们对本书进行了修订。

与前一版比较,修订后的《手册》,除了继承前版优点、保持原有特色外,还具有以下显著的特点。

1. 结构更趋系统合理。第一版为七篇三十一章,修订版则为十篇三十六章。除了根据需要,增删必要的篇章外,第一版中的七篇各章均按照它们的专业类型,分别纳入了相应各篇章。

2. 内容更加丰富新颖。为了既跟上日新月异的电气技术的发展,又基本保持原来的规模,修订版在内容上做了大幅度的增删。例如,增加了电工材料、变压器、交直流电机、特殊用途电机、低压电器以及晶体管电路、集成电路、可控硅变流等领域的许多新产品的介绍,同时删掉了相应的陈旧或淘汰产品。不仅如此,为了反映电工电子技术的最新成就,我们还相应增加了驱动微电机、可编程控制器、微型计算机等章节,以满足广大读者工作的急需。

3. 编写更符合规范标准。为了贯彻执行国家颁布的GB6988—86《电气制图》、GB4728—86《电气图用图形符号》等标准,帮助广大电气工作者熟悉并在电气技术文件和在图纸中应用,修订时尽可能遵循国家的这些电工技术标准,使编写更符合规范化。《手册》中除少数产品外,大部分电路采用了新的国家标准。为便于对照和应用,还对部分常用生产机械产品的电气控制线路采用了GB312与GB4728新旧标准对照的画法,供广大读者参考。

4. 选材更加完善实用。根据许多读者要求,为了使用方便,这次修订中对新产品的介绍,除了对基本理论、工作原理、计算方法作扼要介绍外,还着重介绍了品种规格、性能、参数、用途特点、使用安装、维修运行等技术资料,从而使之更为完善实用。为了读者考察比较和选购方便,对相当多的电气产品,我们还提供了制造厂家。

《手册》修订编委会的编委是:陈晓华、尚宣文、刘立于、胡刚、胡志东、曾宪

炳、周世和、陈晓华为主编。编委会组织了《手册》的修订工作，并承担了大部分章节的编写和全部核稿统稿、绘图描图、规范标准等工作。

修订中，参加部分章节编写的有：申振显、刘敏、雷镇南、龚秋声、孙达圻、吴松声、王迪秋、黄泽惠、万志强、熊墨辉、刘仁根、刘朝煜、龚代万、陈伟、赖庆跃等。

本书的修订工作得到了唐楚生、陆保兴等同志的热忱支持；南昌电力电子高新技术研究所为全书的修订工作提供了组织上和物质上的保证，南昌人民电器厂、吉安电控厂等单位给予了大力帮助，在此，一并致以衷心谢意。

在整个修订过程中，引用了浩繁的参考资料，文献名称恕不一列出，借此出版之际，我们对所引用文献资料的单位和作者，诚挚地表示感谢。

尽管我们做了很大的努力，来克服修订工作中预料之中和意想不到的种种困难，但限于水平和条件，《手册》修订后仍难免有错误和不足之处，我们恳切地希望广大读者给予批评指正。

编 者

1996年7月

前 言

在我国四个现代化建设迅速发展的新形势下,电工技术应用日益广泛。为适应广大电气工作者从事电气维修、技术革新、设备挖潜和改造等的需要,我们组织编写了这本《实用电工手册》。

本《手册》是我省高等学校、研究院所和工矿企业电工技术交流和合作的产物。它较全面而详细地介绍了工、矿、农村常用的各种电机、变压器、高低压电器及电子器件等的技术数据、修理经验及新型系列产品,阐述了工矿农村变配电、照明、电气传动和控制等的电气原理和设备性能,并附有相当数量的生产机械实用电气线路图;介绍了常用的工业电子技术,如晶体管、可控硅、集成电路和数字控制,数字显示及顺序控制电路等的工作原理、元件参数、使用及调试方法,以及各种国产拖拉机电气装置及线路、农用发电、电力排灌和农用电子设备等技术资料。此外,它还适当地介绍了电气试验、安全和节约用电、电工仪器 and 仪表等方面的内容,并且辑录了散见于各处的电工常用资料作为本书的附录。

在编写本《手册》时,编者力求做到普及与提高、电工与电子、老产品与新技术、经验方法与基础理论相结合,以方便使用,满足读者的需要,从而达到实用目的。

《手册》分上、下两册。上册包括电工基础知识、电工材料、电机与电器和变配电四篇。下册包括电气传动与控制(工业电子)、农用电气设备、安全节约用电及其他三篇。

《手册》编写组成员为(按姓氏笔划排列):万承廷、王令老、王志军、龙春瑞、艾起贵、申振显、朱冬根、陈晓华、金吉昌、尚宣文、周智翔、胡刚、胡志东、曾军文、曾宪炳。其中陈晓华、艾起贵、周智翔为主编。

参加编写组工作的还有:陈伟、李健、吴松声等同志。

参加《手册》审定工作的有:刘镇欧、肖纯槐、易道根、王雨苍、钱梓弘、强炳炎、梁接生、赵昌荣、李汝弼、王葵蓉、陈善培、许惠武、黄声先、胡喜平、郭玄方、计鸿奎、金泰元等。

《手册》在编写过程中,曾得到了江西省科学技术委员会、江西省机械工程学学会及省内外许多单位的大力支持。此外,不少单位和同志在技术资料方面给

目 录

第一篇 电工基础知识

第一章 电工名词

第二章 常用电工计算公式

一、欧姆定律	19
二、基尔霍夫第一定律	19
三、基尔霍夫第二定律	20
四、感应电动势	20
五、导体切割磁力线时的电动势	20
六、磁场对载流导体的作用 ...	21
七、载流导体的电动力效应 ...	21
八、直流电路的电功率	21
九、单相交流电路的电功率 ...	22
十、对称三相交流电路的电功率	22
十一、对称三相交流电路电压与电流的关系	22
十二、焦耳-楞次定律——电流的热效应	23
十三、直流电磁铁吸力	23

十四、交流电磁铁吸力	23
十五、电磁铁线圈的简单换算公式	24
十六、变压器电动势与变比的关系	25
十七、工频时变压器每伏应绕匝数公式	25
十八、电动机额定转矩公式 ...	25
十九、异步电动机同步转速、转速、转差率与电源频率、磁极对数的关系	26
二十、阻抗变换公式	26
二十一、 r, L, C 电路短接放电时的计算公式	28
二十二、 r, L, C 电路接入直流电源时的计算公式	30
二十三、 r, L, C 电路接入正弦交流电源时的计算公式	32

第二篇 电工材料

第一章 电线电缆

§ 2-1-1 裸电线	35
一、圆单线	35
(一)圆铜、铝、铝合金单线	36
(二)镀锡圆铜线	42
(三)镀锌铁线	43
二、裸绞线	43
(一)常用裸绞线的品种及主要用途	43
(二)常用裸绞线的规格及技术参数	44
(三)裸绞线的选用	52
三、型线	53
(一)铜、铝扁线和铜带	55
(二)铜、铝母线	60
(三)电车线	63
四、软接线	65
(一)铜电刷线	66
(二)裸铜软绞线	67
(三)铜编织线	70
§ 2-1-2 电磁线	72
一、漆包线	73
(一)漆包圆绕组线	76
(二)漆包扁绕组线	84
二、纤维绕包绕组线	95
(一)纸包绕组线	97
(二)玻包绕组线	98
§ 2-1-3 电气装备用电线	102
一、橡皮绝缘电线	102
二、塑料绝缘电线	107
(一)塑料绝缘电线的品种及敷设场合	107
(二)聚氯乙烯绝缘电线电缆的规格	109
(三)农用直埋铝芯塑料绝缘及护套电线的规格	123
三、电机、电器引接线	125
四、绝缘电线的载流量及穿管选择	131
§ 2-1-4 电气装备用电线	138
一、橡皮绝缘软电线	138
二、矿用橡套软电线	145
三、塑料绝缘控制电缆	151
四、架空绝缘电线	173
(一)额定电压 0.6/1.0kV 及以下架空绝缘电线	173
(二)额定电压 10、35kV 架空绝缘电线	174
(三)架空绝缘电线使用注意事项	178
§ 2-1-5 电力电缆	178
一、电力电缆选用注意事项	182
(一)导体截面的选择	182
(二)电力电缆护层的选择	182
(三)电缆敷设注意事项	186
二、部分常用电力电缆的规格及载流量	186
第二章 电碳制品	
§ 2-2-1 电机用电刷	202

一、常用电刷的类别及型号	202
二、电刷的结构	207
三、电刷的规格	208
四、电刷配件	218
(一)电刷软接线	218
(二)压板	218
(三)绝缘套管	219
(四)接头	219
五、电刷的维修	221
(一)电刷的安装	221
(二)电刷的更换	221
(三)电刷常见故障及处理方法	221
§ 2-2-2 碳棒	222
一、碳弧气刨碳棒	222
二、照明碳棒	224
(一)电影放映碳棒	224
(二)高温摄影碳棒	224
(三)紫外线型和阳光型碳棒	225
(四)照相制版碳棒	225
三、光谱碳棒	226
四、电解电极碳棒	226
五、电池用碳棒	227
§ 2-2-3 其他电碳制品	228
一、碳滑板和碳滑块	228
二、碳和石墨触头	228
三、高纯石墨件	229
四、碳电阻片柱	229
五、送话器用碳砂	231

第三章 绝缘材料

§ 2-3-1 绝缘纸、纸板和纸管	235
-------------------------	-----

§ 2-3-2 绝缘漆、油和浇注胶	238
一、绝缘漆	238
二、绝缘油	242
三、浇注胶	243
四、粘结剂	243
§ 2-3-3 浸渍纤维制品	247
一、漆布	247
二、漆管	251
三、绑扎带	251
§ 2-3-4 云母制品	251
§ 2-3-5 电工常用绝缘薄膜、复合制品及粘带	260
一、电工常用绝缘薄膜	260
二、复合制品	260
三、粘带	260
§ 2-3-6 电工用层压制品	260
§ 2-3-7 电工用塑料型材	275
§ 2-3-8 电工用橡胶制品	276
§ 2-3-9 电瓷	279
一、电厂电器绝缘子	280
(一)穿墙瓷套管	280
(二)支柱绝缘子	284
(三)电器瓷套管	286
二、线路绝缘子	289
(一)高压线路绝缘子	289
(二)低压线路绝缘子	297

第四章 磁性材料

§ 2-4-1 金属、合金磁性材料	303
一、电工纯铁	303
二、硅钢片	305

三、导磁合金	315	§ 2-5-3 电热元件	384
四、永磁型钢、铝镍和铝镍钴合金	317	一、硅碳电热元件	384
五、稀土钴永磁材料	317	(一)CG粗端部型硅碳棒	384
六、塑性变形永磁材料	319	(二)DG等直径型硅碳棒	385
§ 2-4-2 非金属磁性材料——铁氧体磁性材料	320	(三)DGS等直径三相型硅碳棒	385
一、软磁铁氧体材料	321	(四)DGC等直径槽型硅碳棒	385
二、硬磁铁氧体材料	322	(五)单螺纹硅碳管	408
三、旋磁铁氧体材料	323	二、硅相棒电热元件	408
四、矩磁铁氧体材料	323	三、管状电加热元件	408
五、压磁铁氧体材料	324	(一)JGQ型空气用电热管	411
§ 2-4-3 部分成品的磁性材料	324	(二)JGS型水用电热管	414
一、金属和合金磁性材料成品		(三)JGY型油用电热管	417
铁芯	324	(四)JGX型硝盐液用JGJ型碱液用电热管	418
(一)E、XE、XI型和KE、KI、GE、GI型以及U、I型铁芯	324	(五)JGM型金属模具用电热管	419
(二)ED、CD和XED、XCD型C形铁芯	334	(六)JGW型远红外电热管	421
(三)BCD型C形铁饼和BOD型环形铁芯	342	(七)JGC型道岔除雪用电热管	421
(四)HSD、BSD型铁芯	345	四、电热圈	422
二、非金属磁性材料——铁氧体成品磁芯	352		
(一)软磁铁氧体成品磁芯	352		
(二)硬磁铁氧体成品磁芯	354		
第五章 电阻合金和电热材料			
§ 2-5-1 电阻合金材料	357		
一、康铜和新康铜	357		
二、镍铬和铁铬铝	357		
三、锰铜	357		
§ 2-5-2 电热材料	360		
		§ 2-6-1 电力金具	426
		一、悬垂线夹	426
		二、耐张线夹	428
		三、联结金具	431
		四、接续金具	442
		五、拉线金具	446
		六、T接金具	447
		七、设备线夹	448
		§ 2-6-2 电线套管	457
		一、电线管	457
		二、焊接钢管	457

三、镀锌金属软管	458	(一)铁石墨含油轴承	472
四、硬塑料管	459	(二)青铜石墨含油轴承	474
§ 2-6-3 常用机油、润滑脂	459	(三)石墨含油轴承的选用	476
§ 2-6-4 电机常用轴承	462	§ 2-6-5 热电偶和热电阻	476
一、滚动轴承	462	一、热电偶	476
二、石墨含油轴承	472	二、热电阻	481

第三篇 电机与电器

第一章 变压器

§ 3-1-1 变压器的工作原理和性能要求	483
一、变压器的工作原理	483
二、变压器的额定值	485
(一)额定容量 S_N	486
(二)额定电压 U_{1N}, U_{2N}	486
(三)额定电流 I_{1N}, I_{2N}	486
(四)额定频率 f_N	487
(五)阻抗电压(短路电压) U_d	487
(六)空载损耗 P_0	487
(七)空载电流 I_0	487
(八)负载损耗(短路损耗) P_K	487
三、变压器的其他特征	488
(一)温升	488
(二)绝缘	489
(三)负载能力	490
(四)变压器的损耗和效率	492
四、变压器的技术参数和要求 (GB6451.1~2-86)	492
§ 3-1-2 变压器的分类、结构和联结组别	498
一、变压器的分类	498
二、变压器的结构	501

三、变压器的极性和联结组别	501
(一)变压器绕组的极性	501
(二)变压器绕组的联结组标号	503
§ 3-1-3 电力变压器的技术数据	505
一、SL7-35kV 及以下系列低损耗电力变压器	505
二、S7-10、S7-35kV 及以下系列低损耗电力变压器	505
三、S6 系列低损耗电力变压器	506
四、S9-10kV 及以下系列低损耗电力变压器	506
五、SJ6 系列电力变压器	506
§ 3-1-4 有载调压变压器	544
一、概述	544
二、有载调压变压器的特点	544
(一)变压器的性能	545
(二)变压器的结构	545
三、有载分接开关	546
(一)类型及型号规格	546

(二)有载分接开关的结构及其工 作原理.....	550	四、干式变压器的产品数据.....	600
(三)有载开关的安装、使用和维修	553	§ 3-1-7 变压器的绕制	607
四、有载调压变压器使用注意 事项	558	一、变压器绕组的绕向	607
五、常用有载调压变压器的主要 技术数据	553	二、绕组导线的换位	607
§ 3-1-5 变压器的安装、运行和 维护检查	559	三、绕组的出头绝缘	611
一、变压器的安装	559	四、不同类型绕组的绕制方法	614
(一)变压器的运输.....	559	(一)圆筒式绕组的绕制方法.....	614
(二)变压器的检查.....	559	(二)螺旋式绕组的绕制方法.....	615
(三)变压器的干燥.....	566	(三)连续式绕组的绕制方法.....	616
(四)变压器总装配.....	574	五、变压器绕组引出头的焊接	617
二、变压器的运行	575	(一)铜导线的焊接.....	617
(一)安装后不经干燥可以投入运 行的条件.....	575	(二)铝导线的焊接.....	617
(二)变压器投入运行前的准备工 作.....	576	六、成型绕组的检查和整形	619
(三)运行标准.....	576	(一)外形检查.....	619
三、变压器的维护、检查及故障 分析	578	(二)校对绕组匝数.....	619
(一)变压器的维护.....	578	七、绕组的绝缘处理	619
(二)变压器的检查.....	578	(一)干燥.....	619
(三)变压器的故障分析.....	578	(二)浸漆.....	619
§ 3-1-6 干式变压器	586	(三)烘干.....	619
一、分类及特点	586	§ 3-1-8 整流变压器	620
(一)分类.....	586	一、用途及其特点	620
(二)特点.....	586	二、结构计算	621
二、干式变压器的计算	586	(一)确定主要参数.....	621
(一)主要电气数据.....	587	(二)结构计算.....	621
(二)计算步骤.....	587	三、整流变压器的几个技术问题	624
三、干式三相变压器计算实例	595	(一)移相问题.....	624
		(二)同相逆并联.....	628
		(三)平衡电抗器.....	629
		四、整流变压器的产品技术数据	629

§ 3-1-9 小型单相变压器	630	(三)铁芯式电抗器的计算要点	737
一、电源变压器	630	三、饱和电抗器	743
(一)电源变压器的计算	630	(一)扼流式饱和电抗器	748
(二)小功率单相变压器图算法	649	(二)自饱和式电抗器	750
(三)部分电源变压器铁芯计算参数表	651	四、电抗器的技术数据	752
二、脉冲变压器	693	§ 3-1-11 变压器、电抗器的测量与试验	752
(一)脉冲变压器的工作原理和性能	693	一、电力变压器的试验项目和标准	752
(二)脉冲变压器基本功能	693	二、电力变压器的试验方法	752
(三)脉冲变压器的选用和计算	694	(一)绕组绝缘电阻的测量	752
三、小型变压器的绕制	700	(二)绕组直流电阻的测定	752
(一)绕线前的准备	700	(三)铁芯螺杆的绝缘试验	777
(二)绕组绕制工艺	702	(四)绝缘油的试验	777
(三)绕组检查	705	(五)变压比试验	784
(四)绕组的绝缘处理	705	(六)绕组联结组试验	788
(五)铁芯的装配	705	(七)外施工频高压(耐压)试验	795
(六)铁芯夹紧及引出线的固定	706	(八)空载试验	796
(七)变压器的成品检查	706	(九)短路试验	800
四、小型变压器的技术数据	707	三、小型变压器的试验	801
§ 3-1-10 电抗器	707	(一)变压比测试	802
一、空芯式电抗器	707	(二)负载和温升试验	803
(一)空芯式电抗器的特点和作用	707	(三)绝缘试验	804
(二)空芯式电抗器电感值 L 的计算	730	四、电抗器的试验	806
二、铁芯式电抗器	733	(一)油浸电抗器的试验	806
(一)铁芯式电抗器的种类、作用原理和特点	733	(二)干式电抗器的试验	806
(二)铁芯式电抗器的结构特点	736		
		第二章 三相交流异步电动机	
		§ 3-2-1 三相交流异步电动机的构造和运行原理	807
		一、三相交流异步电动机的构造	807

(一)定子.....	807	机.....	866
(二)转子.....	810	(一)Y系列(IP44)380V60Hz	
(三)附件.....	811	三相异步电动机.....	866
二、三相交流异步电动机的运转		(二)Y系列(IP44)440V60Hz	
原理.....	811	三相异步电动机.....	870
§ 3-2-2 异步电动机的分类 ...	812	四、YX系列高效率三相异步	
一、电机的外壳防护型式.....	812	电动机.....	873
二、电机的结构和安装型式		五、YD系列变极多速三相异	
(GB997-81).....	814	步电动机.....	884
三、电机的工作制与定额.....	817	六、YH(IP44)系列高滑差三	
(一)工作制.....	817	相异步电动机.....	907
(二)定额.....	817	七、YR(IP23)、YR(IP44)系列	
四、电机的冷却方式.....	818	三相异步电动机.....	910
五、电机的分类.....	819	(一)YP(IP23)系列三机异步电动	
(一)按结构尺寸分.....	819	机.....	910
(二)按防护型式分.....	819	(二)YR(IP44)系列三相异步电动	
(三)按系列分.....	820	机.....	918
六、三相异步电动机的型号 ...	821	八、YEP、YEJ系列制动三相	
§ 3-2-3 三相交流异步电动机		异步电动机.....	926
产品介绍.....	831	(一)YEP系列电磁制动三相异	
一、Y系列(IP44)三相异步电		步电动机.....	926
动机.....	831	(二)YEJ系列的电磁制动三相	
(一)Y系列(IP44)电动机的特点		异步电动机.....	929
.....	831	九、YCJ系列齿轮减速异步电动	
(二)Y系列(IP44)电动机的使用		机.....	937
条件.....	834	十、YM系列木工用三相异步	
(三)Y系列(IP44)电动机的技术		电动机.....	946
数据.....	834	十一、YDF系列电动阀门用三	
(四)Y系列(IP23)电动机的安装		相异步电动机.....	948
型式.....	847	十二、YLB系列深井水泵用三	
二、Y系列(IP23)三相异步电动机		相异步电动机.....	949
.....	855	十三、YZC系列低振动、低噪	
三、Y(IP44)380V60Hz、Y(IP44)		声三相异步电动机.....	955
440V60Hz系列三相异步电动		十四、Y-W户外型、Y-F防腐型、	