



# 电力工程直流系统设计手册

白忠敏 於崇干 刘百震 编著

中国电力出版社

# 电力工程直流系统 设计手册

---

校审	卓乐友
	侯炳蕴
编著	白忠敏
	於崇干
	刘百震

中国电力出版社

## 内 容 提 要

本手册是电力工程直流系统专用工具书。全书共分16章,主要内容有对控制电源的基本要求、直流系统接线、直流负荷、蓄电池个数和容量选择、铅酸蓄电池、直流屏(柜)、蓄电池充电装置、蓄电池放电及调压装置、直流系统操作和保护电器、直流系统的检测与信号装置、导体和电缆选择、直流设备布置、通信直流电源、镉镍蓄电池及其应用、电容储能和复式整流直流系统、交流不间断电源。

本书可供电力设计制造部门、电力系统和供配电系统以及电力系统以外有关部门的设计人员阅读,也可供从事电力生产现场试验、运行和检修工作的技术人员和工人阅读,对大专院校有关专业的师生也有一定的参考价值。

### 图书在版编目(CIP)数据

电力工程直流系统设计手册/白忠敏等编著.-北京:中国电力出版社,1998

ISBN 7-80125-891-6

I. 电… II. 白… III. 直流系统-系统设计-技术培训-教材 IV. TM62

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第34317号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

1999年1月第一版 1999年1月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 39.75印张 969千字 7插页

印数0001—4000册 定价65.00元

版权专有 翻印必究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

# 前 言

电力控制系统是电力系统和电力设备可靠、高效运行的保证，所以人们十分关注电力控制技术的发展。经过长期不懈地努力，电力控制技术日臻完善，目前已达到了十分先进可靠的程度。

电力控制必须具备安全可靠的控制电源。在电力工程中，控制电源分为两类，一类是直流电源，一类是交流电源。由于直流电源独立于交流动力电源系统之外，不受交流电源系统事故的影响，具有安全可靠、运行维护方便等特点，从而得到广泛应用。特别是对于高电压和可靠性要求较高的电力设备，直流电源几乎是唯一可供选择的控制电源。属于直流电源的有蓄电池电源和交流整流电源。对于一些低电压和可靠性要求不高的电力设备，通常采用普通交流电源作为控制电源，此时交流控制电源取自本身的交流动力电源或取自身电源之外的交流电源。对于一些重要的采用交流控制电源的电力设备，为保证交流控制电源系统的可靠供电，通常采用经整流/逆变处理的交流不停电电源（简称UPS）。它同时具有交流和直流双重电源，所以它同时属于交流和直流控制电源。严格地讲，交流整流型直流电源也属于交流电源。本手册将介绍蓄电池电源、交流整流型电源和UPS电源。

在电力工程中，由于直流电源系统设计不合理、设备选型不当或缺乏正确的运行管理方法而导致电力设施损坏、系统故障、事故波及范围扩大、甚至造成人身伤亡等事故屡有发生，给电力系统和国家财产造成巨大损失。所以要求电力系统设计、施工和运行部门必须对直流电源系统给予高度重视。

本手册全面地、详尽地介绍了直流电源系统的理论基础、设计方法、选型原则及其配置方式，重点介绍了各类直流设备的生产现状及主要技术参数。同时，着重介绍了UPS电源的基本构成、部件功能、接线方式、容量选择方法以及主要产品类型。本手册是关于电力工程直流电源系统理论研究、设计计算和选型的国内第一部专著，是我国40多年来直流系统理论和实践的全面系统的总结。

在电力工程中，一些重要的动力负荷电源，如保证发电机组、大型厂用电设备起停的润滑油电源系统、氢密封油电源系统、主要的热工动力电源以及UPS电源和事故照明电源系统等，由于安全性和可靠性要求高，需要采用与控制电源系统同等可靠的直流电源系统供电，其配置方式一般均与控制电源系统

统一考虑。可见，在发电厂中，直流电源系统兼有控制电源和保安电源的双重作用。因此，上述动力电源系统也纳入本书的相关章节。

本书力求内容的先进性和实用性。本书推荐的设计方案、技术原则，力求安全可靠、技术先进、经济适用、符合国情、符合国家技术经济政策，并符合国内有关规程的规定。本书中介绍的产品均系经过有关主管部门认可，经用户长期使用并经受实践考验的产品和科技成果，可帮助用户优选设备、提高生产和运行水平。

本书共分 16 章，卓乐友和侯炳蕴撰写了绪论，并对全书进行了校审工作；第 2 章、第 3 章由刘百震编写，第 4 章由刘百震、於崇干、侯炳蕴和白忠敏共同编写，第 5 章由於崇干编写，第 6 章由於崇干、刘百震、白忠敏编写，第 7~11 章，由白忠敏编写，第 12 章由白忠敏、於崇干编写，第 13~14 章由白忠敏编写，第 15 章由卓乐友编写，第 16 章由於崇干编写。全书内容选编、章节编排、文字和图形处理等统稿工作由白忠敏完成。

本书中选编了部分产品的实物照片供使用者参考。

在本手册编写的过程中，向志发、吴聚业、陈巩、李锡芝、吴惠华、管雄俊、郑仰柏、李淑芳等同志，给予了热情的支持和帮助，对手册的章节内容提出了宝贵的意见，提供了大量的参考资料并参与了部分章节的审校；刘宝庆、张增健、谢克源、李盘珍、马林等同志也给予了热情支持。在此，谨向他们致以衷心的感谢。

本手册内容涉及科研、设计、制造、运行多个领域，涉及面广，资料、数据、图形、曲线复杂繁多。同时，由于现代电力技术发展迅速，直流电源设备不断更新，加之时间仓促，水平有限，书中可能有错误和不足之处。因此，敬请读者及时反馈意见，以便再版时修正和完善。谢谢。

**编 者**

1998 年 6 月

# 文字符号说明表

表 0-1

章 号 章 名	序 号	本手册中	国内其他书籍中	名 称
3. 直流负荷	1	$P_{xj}$	—	信号装置经常消耗功率
	2	$P_{xs}$	—	信号装置事故负荷
	3	$P_{Kj}$	$P_i$	经常带电继电器消耗功率
	4	$N_K$	$N_j$	继电器数量
	5	$P_{Ks}$	$P_{js}$	继电器事故负荷
4. 蓄电池个数和容量的选择	1	$n_f$	—	浮充运行的蓄电池个数
	2	$n_o$	—	基本电池个数
	3	$n_d$	—	端电池个数
	4	$U_f$	—	单个蓄电池浮充电压
	5	$U_c$	—	单个蓄电池充电电压
	6	$U_{cf}$	—	单个蓄电池充电末期电压
	7	$U_{ch}$	—	单个蓄电池冲击放电电压
	8	$U_{fin}$	—	单个蓄电池放电末期电压
	9	$U_d$	—	单个蓄电池放电终止电压
	10	$U_n$	$U_e$	额定电压
	11	$U$	—	电压; 蓄电池组端电压
	12	$I_f$	—	蓄电池浮充电流
	13	$I_{ch}, I_R$	—	蓄电池冲击电流、随机负荷电流
	14	$I_{cho}, I_{chl}$	—	放电初期、末期冲击电流
	15	$I$	—	电流、放电电流、负荷电流
	16	$C_c$	—	蓄电池计算容量
	17	$C_{10}$	$C_e$	蓄电池 10h 放电容量、铅酸蓄电池的额定容量
	18	$C_a$	—	事故放电容量
	19	$C$	—	蓄电池容量
	20	$t$	—	时间
	21	$t_s$	—	事故放电时间
	22	$K_c$	—	蓄电池容量换算系数
	23	$K_{cc}$	—	蓄电池容量系数
	24	$K_{ch}$	—	蓄电池冲击系数
	25	$K_{cho}$	—	蓄电池放电初期冲击系数
	26	$K_{chl}$	—	蓄电池放电末期冲击系数
	27	$K_u$	—	电压系数
	28	$K_a$	—	老化系数
	29	$K_t$	—	温度修正系数
	30	$K_r$	$K_d$	裕度系数
	31	$K_{rel}$	$K_k$	可靠系数
	32	$K$	$K_f$	放电系数

续表

章 号 章 名	序 号	本手册中	国内其他书籍中	名 称
5. 铅酸蓄电池	1	$K_t$	—	温度系数
	2	$U_o$	—	蓄电池开路电压
	3	$r_b$	—	蓄电池内阻
	4	$I_{bk}$	—	蓄电池引出端子上短路电流
	5	$r_l$	—	蓄电池连接条电阻
	6	$r_c$	—	蓄电池至直流屏连接电缆电阻
	7	$K_{ch}$	—	见第 4 章中的序号 24
	8	$m\Omega \cdot Ah$	—	单位 Ah 蓄电池内阻值
	9	$K_c$	—	见第 4 章中的序号 22
	10	$I_{min}$	—	蓄电池 1min 放电电流值
	11	$I_{sec}$	—	蓄电池 5s 放电电流值
	12	$C_{10}$	—	见第 4 章中的序号 17
8. 蓄电池放 电及调压 设备	1	$U_n$	$U_e$	额定电压
	2	$U_f$		蓄电池浮充电压
	3			
9. 直流系统 操作和保 护设备	1	$I_n$	$I_e$	额定电流
	2	$K_{rel}$	$K_k$	可靠系数
	3	$I_{Lm}$	$I_{fm}$	负荷最大电流
	4	$I_s$	$I_{qd}$	起动电流
	5	$K_{c1,2,\dots}$	$K_{p1,2,\dots}$	配合系数
	6	$I_{cl}$	$I_h$	合闸电流
	8	$I_f$	—	约定熔断电流
	9	$I_{mf}$	—	约定不熔断电流
	10	$I_{or}$	—	瞬时脱扣电流
	11	$I_{ofh}$	—	热脱扣电流
	10. 直流系统的 检测与 信号设备	1	$U_{act1,2}$	$U_{dz1,2}$
2		$K_{rel1,2}$	$U_{k1,2}$	继电器 1、2 的可靠系数
3		$K_{r1,2}$	$K_{b1,2}$	继电器 1、2 的返回系数
4		$K_{ov1,2}$	$K_{y1,2}$	允许的过压、过流系数
11. 导体与电 缆选择	1	$I_{pc}$	$I_{yxl}$	电缆允许载流量
	2	$I_{ca}$	$I_j$	计算电流
	3	$S_{cac}$	$S_{jl}$	电缆计算截面
	4	$\Delta U_p$	$\Delta U_{yk}$	允许电压降
	5	$L$	—	导线或电缆长度
	6	$I_{cB}$	—	蓄电池回路计算电流
	7	$I_{cr}$	—	整流器回路计算电流
	8	$I_{cM}$	—	电动机回路计算电流
	9	$I_{cu}$	—	合闸回路计算电流
	10	$I_{ce}$	—	照明回路计算电流
	11	$I_{cU}$	—	交流不停电电源回路计算电流
	12	$I_{cc}、I_{cp}、I_{ca}$	—	控制、保护、信号回路计算电流

续表

章 号 章 名	序 号	本手册中	国内其他书籍中	名 称
11. 导体与电 缆选择	13	$I_{Bd,1h}$	—	蓄电池 1h 放电电流
	14	$I_{a,1min}$	—	1min 事故放电电流
	15	$I_{rm}$	—	整流器最大输出电流
	16	$I_{stM}$	—	电动机起动电流
	17	$I_{cl}$	—	合闸电流
	18	$I_{em}$	—	照明回路最大电流
	19	$I_{Un}$	—	交流不停电电源额定电流
	20	$I_{cm}$ 、 $I_{pm}$ 、 $I_{sm}$	—	控制、保护、信号回路最大电流
13. 通信直 流电源	1	$C$	—	蓄电池容量
	2	$I_L$	—	负荷电流
	3	$T$	—	放电时间
	4	$\eta_c$	—	电池衰老系数
	5	$\eta_q$	—	放电容量系数
	6	$a$	$K_t$	放电容量温度系数
	7	$t_0$	—	蓄电池额定容量时的电解液温度
	8	$K_{ca}$	—	电池容量计算系数
	9	$K_c$	—	容量换算系数
	10	$K_{cc}$	—	容量系数
	11	$C_{ad}$	—	附加设备容量
	12	$I_{mp}$	—	通信设备忙时最大平均放电电流
	13	$I_{ad}$	—	附加设备电流
	14	$K_{rel}$	$K_k$	可靠系数
	15	$I_D$		直流输出电流
	16	$U_D$		直流输出电压
15. 电容储能 和复式整 流直流系 统	1	WC+, WC-	$\pm KM$	控制小母线
	2	WS	SM	闪光小母线
	3	FU	RD, RL	熔断器
	4	V	D	二极管
	5	HL	XD	信号灯
	6	N	WY	稳压器
	7	U	Z	整流装置, 整流器
	8	$W_K$	$W_j$	消耗功率
	9	$K_{rel}$	$K_k$	可靠系数
	10	$U_n$ 、 $I_n$ 、 $P_n$	$U_e$ 、 $I_e$ 、 $P_e$	额定电压、电流、功率
	11	$I_k$	$I_d$	短路电流
	12	$U_s$	$U_b$	饱和电压
	13	$U_w$	$U_b$	工作电压
	14	$U_{co}$	$U_b$	补偿电压
	15	$N$	$W$	匝数
	16	$I_{vw}$	$I_{dt}$	二极管工作电流
	17	L+, L-		直流正、负电源
	18			
	19			



续表

章 号 章 名	序 号	本手册中	国内其他书籍中	名 称
16. 交流不间 断电源	1	$K_i$	—	动态稳定系数
	2	$K_d$	—	直流电压下降系数
	3	$K_t$	—	温度补偿系数
	4	$P_z$	—	计算功率总和
	5	$K_a$	—	老化系数
	6	$K_{rel}$	$K_k$	可靠系数
	7	$S_c$	—	UPS 的计算容量

# 目 录

前言

文字符号说明表

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
第 1.1 节 交直流控制电源 .....	2
第 1.2 节 对直流控制电源的基本要求 .....	3
第 1.3 节 直流控制电源的发展 .....	3
第 1.4 节 直流控制电源设备的发展 .....	4
第 1.5 节 交流控制电源的发展 .....	5
<b>第 2 章 直流系统接线</b> .....	7
第 2.1 节 直流系统额定电压等级 .....	8
第 2.2 节 蓄电池组数的确定 .....	8
第 2.3 节 直流系统基本接线方式 .....	9
第 2.4 节 直流系统馈电网络设计 .....	16
2.4.1 辐射供电网络 .....	16
2.4.2 辐射供电网络配置的基本原则 .....	16
2.4.3 环形供电网络 .....	17
2.4.4 事故照明供电 .....	18
2.4.5 事故逆变电源 .....	19
2.4.6 对无人值班变电所直流系统的要求 .....	24
<b>第 3 章 直流负荷</b> .....	25
第 3.1 节 直流负荷分类 .....	26
3.1.1 按功能分类 .....	26
3.1.2 按性质分类 .....	26
第 3.2 节 直流负荷统计 .....	28
3.2.1 直流负荷统计应注意的问题 .....	28
3.2.2 填写负荷表的步骤 .....	28
第 3.3 节 直流负荷计算 .....	29
3.3.1 直流负荷的负荷系数 .....	29
3.3.2 控制负荷计算 .....	29
3.3.3 经常直流照明 .....	34
3.3.4 事故照明 .....	35
3.3.5 直流电动机 .....	36
3.3.6 冲击负荷 .....	37
第 3.4 节 事故停电时间 .....	39
第 3.5 节 直流负荷统计计算举例 .....	39

3.5.1	经常负荷统计计算	39
3.5.2	事故负荷统计计算	40
3.5.3	事故容量统计计算	41
<b>第4章</b>	<b>蓄电池个数和容量的选择</b>	<b>43</b>
第4.1节	直流系统的额定电压	44
4.1.1	220V 直流电压	44
4.1.2	110V 直流电压	44
4.1.3	直流电压的选择	44
第4.2节	直流电压的允许波动范围	45
4.2.1	控制专用直流系统	45
4.2.2	动力专用直流系统	45
第4.3节	蓄电池组的电池个数选择	45
4.3.1	不带端电池的直流系统	45
4.3.2	带端电池的直流系统	46
第4.4节	容量计算的可靠系数	47
4.4.1	温度修正系数 $K_t$	47
4.4.2	老化系数 $K_a$	48
4.4.3	裕度系数 $K_r$	48
4.4.4	可靠系数 $K_{rel}$	48
第4.5节	容量计算用的特性曲线	48
4.5.1	蓄电池特性曲线	48
4.5.2	蓄电池特性曲线的特点	51
第4.6节	蓄电池容量计算	51
4.6.1	容量换算法	51
4.6.2	电流换算法	57
4.6.3	容量换算法和电流换算法的比较	63
第4.7节	小容量蓄电池容量计算	67
第4.8节	其他工业系统蓄电池容量计算方法	68
4.8.1	电信工程	68
4.8.2	水电工程	68
4.8.3	其他工业	68
第4.9节	国外几种蓄电池容量计算方法	68
4.9.1	HOX1E E. A. 计算方法	68
4.9.2	美国国家标准 ANSI/IEEE STD485-1978 的计算方法	69
4.9.3	法国 CEM 公司采用的计算方法	70
<b>第5章</b>	<b>铅酸蓄电池</b>	<b>73</b>
第5.1节	铅酸蓄电池分类及其基本工作原理	74
5.1.1	防酸防爆式和消氢式铅酸蓄电池	74
5.1.2	阀控式密封铅酸蓄电池	75
5.1.3	移动型铅酸蓄电池的结构和特点	76
5.1.4	铅酸蓄电池基本工作原理	76

第 5.2 节	铅酸蓄电池充电方式 .....	77
5.2.1	一段定电流充电方式 .....	78
5.2.2	一段定电压充电方式 .....	78
5.2.3	二段定电流充电方式 .....	78
5.2.4	二段定电流、定电压充电方式 .....	78
5.2.5	低定电压充电方式 .....	78
5.2.6	充电方式的比较 .....	78
5.2.7	铅酸蓄电池充电终期的判定 .....	79
5.2.8	均衡充电转入浮充电的判定 .....	79
第 5.3 节	铅酸蓄电池的放电 .....	81
5.3.1	正常放电 .....	81
5.3.2	蓄电池容量放电试验 .....	81
5.3.3	浮充蓄电池的深放电 .....	81
5.3.4	铅酸蓄电池放电终期的判定 .....	81
第 5.4 节	铅酸蓄电池的运行 .....	81
5.4.1	初充电 .....	81
5.4.2	均衡(补充)充电 .....	82
5.4.3	浮充充电 .....	82
第 5.5 节	铅酸蓄电池的放电特性 .....	84
5.5.1	放电容量与放电电流的关系 .....	84
5.5.2	放电容量与终止电压的关系 .....	84
5.5.3	放电容量与温度的关系 .....	84
5.5.4	蓄电池内阻和短路电流的确定 .....	84
第 5.6 节	阀控式密封铅酸蓄电池的特点 .....	85
5.6.1	温度与容量的关系 .....	85
5.6.2	温度与浮充电压的关系 .....	85
5.6.3	温度与充电电压的关系 .....	86
5.6.4	温度与寿命的关系 .....	86
5.6.5	排气泄压 .....	87
5.6.6	焊接与防泄漏 .....	87
5.6.7	浮充预期寿命 .....	87
5.6.8	极板的化成与湿荷电 .....	87
5.6.9	组合安装 .....	87
第 5.7 节	铅酸蓄电池的技术数据和特性曲线 .....	88
5.7.1	GF、GM、GFD 型防酸防爆式铅酸蓄电池的技术数据和特性曲线 .....	88
5.7.2	华达 GFM 型阀控式密封电池的技术数据和特性曲线 .....	96
5.7.3	猛狮 GFM 型阀控式密封电池的技术数据和特性曲线 .....	106
5.7.4	圣阳 GM 型阀控式密封电池的技术数据和特性曲线 .....	114
5.7.5	八达 GM 型阀控式密封电池的技术数据和特性曲线 .....	119
5.7.6	金牛 MF 型阀控式密封电池的技术数据和特性曲线 .....	122
5.7.7	丰日 GFM 型阀控式密封电池的技术数据和特性曲线 .....	130
第 5.8 节	几种国外阀控式密封电池简介 .....	136

5.8.1	美国 C&D (圣帝) 阀控式密封电池的技术数据和特性曲线	136
5.8.2	美国 GNB 阀控式密封电池的技术数据和特性曲线	148
5.8.3	德国阳光阀控式密封电池的技术数据和特性曲线	163
5.8.4	日本 YUASA (汤浅) UXL 型阀控式密封电池的技术数据和特性曲线	173
<b>第 6 章</b>	<b>直流屏 (柜)</b>	<b>187</b>
第 6.1 节	直流屏 (柜) 基本技术要求	188
第 6.2 节	直流屏 (柜) 分类	188
第 6.3 节	PED 新型直流屏 (柜)	189
6.3.1	技术特点	190
6.3.2	型号命名	190
6.3.3	PED 系列直流屏的设备选择	190
6.3.4	PED 系列直流屏体结构及屏面布置	191
第 6.4 节	PED-S 系列直流电源成套装置	196
6.4.1	主要技术参数及功能	196
6.4.2	接线与屏面布置	196
第 6.5 节	GZD 系列直流电源成套装置	198
6.5.1	技术特点	198
6.5.2	组屏方式	199
6.5.3	型号命名	200
6.5.4	技术性能及参数	201
第 6.6 节	BZ 系列直流屏	208
第 6.7 节	部分直流电源成套装置简介	209
6.7.1	P (G) Z 系列直流电源成套装置	209
6.7.2	PZ 系列直流电源成套装置	221
6.7.3	BZ 系列直流电源成套装置	231
6.7.4	GZD、BZ 等系列直流电源成套装置	234
6.7.5	KZBT 型直流电源成套装置	235
6.7.6	GZD 型直流电源成套装置	239
<b>第 7 章</b>	<b>蓄电池充电装置</b>	<b>245</b>
第 7.1 节	对充电装置的基本要求	246
7.1.1	配置要求	246
7.1.2	种类要求	246
7.1.3	对电力工程用整流器的基本要求	246
第 7.2 节	充电装置参数选择	249
7.2.1	额定电压和电压调整范围选择	249
7.2.2	额定电流选择	250
7.2.3	充电整流器基本参数推荐值	251
第 7.3 节	充电整流装置生产现状	252
7.3.1	手动调压整流装置	252
7.3.2	手动及自动晶闸管整流装置	252
7.3.3	多功能集成电路或微机控制晶闸管整流装置	254

第 7.4 节	新型晶闸管整流器产品简介 .....	254
7.4.1	KCVA20 系列充电、浮充电装置 .....	254
7.4.2	WCF-10 系列微机控制充电、浮充电装置 .....	258
7.4.3	KVA90 系列电力整流器 .....	261
7.4.4	BZMN 系列电力整流器 .....	268
7.4.5	PZW 型充电装置 .....	270
7.4.6	KGCA、ZGCA、SWCA 型充电、浮充电装置 .....	278
7.4.7	KZ 系列充电装置 .....	279
7.4.8	GVAD 系列充电、浮充电装置 .....	282
7.4.9	KVADW 型整流装置 .....	288
7.4.10	CKZT 型直流电源装置 .....	290
7.4.11	KCA 系列晶闸管整流器 .....	291
第 7.5 节	高频开关整流器 .....	293
7.5.1	高频开关整流器工作原理和技术特点 .....	293
7.5.2	高频开关整流器性能指标 .....	294
7.5.3	高频开关电源系统 .....	295
7.5.4	高频开关电源主要性能指标要求 .....	295
第 7.6 节	高频开关整流充电组合电源装置 .....	297
7.6.1	DUM23-115 (230) 系列高频开关整流充电组合电源 .....	297
7.6.2	DUM 系列 48V 智能型高频开关整流充电组合电源 .....	308
7.6.3	GZDW 型微机自控高频开关整流充电组合电源 .....	309
7.6.4	SWP 系列高频开关通信电源 .....	313
7.6.5	Power Master GZDW 系列智能型高频开关电源 .....	318
<b>第 8 章</b>	<b>蓄电池放电及调压装置</b> .....	<b>327</b>
第 8.1 节	蓄电池放电装置 .....	328
8.1.1	放电装置分类及其选择 .....	328
8.1.2	常用放电装置 .....	329
8.1.3	国外生产的逆变放电装置 .....	331
第 8.2 节	调压装置 .....	334
8.2.1	端电池调节器 .....	334
8.2.2	端电池自投装置 .....	335
8.2.3	降压装置 .....	335
8.2.4	自动调压装置 .....	337
<b>第 9 章</b>	<b>直流系统操作和保护电器</b> .....	<b>339</b>
第 9.1 节	隔离开关 .....	340
9.1.1	隔离开关额定电流的选择 .....	340
9.1.2	隔离开关类别 .....	340
第 9.2 节	组合开关 .....	348
第 9.3 节	刀熔开关 .....	348
9.3.1	HR 系列刀熔开关 .....	348
9.3.2	QS 系列刀熔开关 .....	349

	9.3.3 SF 系列刀熔开关 .....	350
第 9.4 节	保护电器 .....	352
	9.4.1 额定电压选择 .....	352
	9.4.2 额定电流选择 .....	352
	9.4.3 保护设备类型选择 .....	352
第 9.5 节	熔断器的特性及其选择 .....	352
	9.5.1 RT0、RT12 型熔断器 .....	352
	9.5.2 gF、aM 系列熔断器 .....	353
	9.5.3 NT (RT16、RT17) 型熔断器 .....	357
第 9.6 节	RX1-1000 型熔断信号器 .....	363
	9.6.1 工作条件 .....	363
	9.6.2 结构及工作原理 .....	364
	9.6.3 安装 .....	364
第 9.7 节	直流空气断路器 .....	364
	9.7.1 GM 系列直流塑壳断路器 .....	364
	9.7.2 T 系列塑壳断路器 .....	380
第 9.8 节	直流接触器 .....	404
	9.8.1 CZO 系列直流接触器 .....	404
	9.8.2 CZO-40C、CZO-40C/22 型直流接触器 .....	407
	9.8.3 CZO-40、CZO-40D/22 型直流接触器 .....	408
第 9.9 节	保护特性配合 .....	409
	9.9.1 保护设备配合方式 .....	409
	9.9.2 熔断器配合选择要求 .....	410
	9.9.3 熔断器和自动空气断路器的保护特性配合 .....	411
	9.9.4 GM 型直流自动空气断路器的应用 .....	413
	9.9.5 NT 系列熔断器的选用 .....	417
<b>第 10 章</b>	<b>直流系统的检测与信号装置 .....</b>	<b>419</b>
第 10.1 节	对绝缘监察装置的基本要求 .....	420
第 10.2 节	老式绝缘监察装置 .....	420
第 10.3 节	集成电路式绝缘监察装置 .....	423
	10.3.1 原理接线 .....	423
	10.3.2 基本工作原理 .....	423
	10.3.3 装置的背板端子接线 .....	425
	10.3.4 装置的面板设备 .....	426
	10.3.5 主要技术指标 .....	426
	10.3.6 装置存在的问题 .....	427
第 10.4 节	新型绝缘检测装置 .....	427
	10.4.1 新型直流绝缘检测装置概述 .....	427
	10.4.2 WZJ 系列直流绝缘检测装置 .....	427
	10.4.3 JDD5131A 型微机检测装置 .....	434
	10.4.4 叠加低频信号的检测装置存在的问题 .....	437

	10.4.5 LBD-ZDT 型直流系统接地故障探测装置 .....	437
第 10.5 节	直流电压监察装置 .....	441
	10.5.1 由电压继电器构成的直流电压监察装置 .....	441
	10.5.2 继电器动作电压的整定 .....	442
	10.5.3 微机或集成电路型直流电压监察装置 .....	443
	10.5.4 电压监察继电器技术参数 .....	443
	10.5.5 组合监察装置 .....	443
第 10.6 节	测量仪表 .....	445
	10.6.1 测量仪表配置 .....	445
	10.6.2 测量仪表选型 .....	445
	10.6.3 直流变送器与分流器的选择与配置 .....	448
第 10.7 节	指示、信号设备 .....	450
第 10.8 节	闪光装置 .....	451
第 10.9 节	控制开关和接线端子 .....	452
	10.9.1 ADA10 型转换开关 .....	452
	10.9.2 SAK 系列和 W 系列接线端子 .....	467
第 10.10 节	直流电动机接线及其起动电阻选择 .....	469
<b>第 11 章</b>	<b>导体和电缆选择</b> .....	473
第 11.1 节	直流屏主母线选择 .....	474
	11.1.1 对直流屏主母线的要求 .....	474
	11.1.2 主母线参考数据 .....	474
第 11.2 节	电缆截面选择计算 .....	475
第 11.3 节	电缆截面计算举例 .....	477
第 11.4 节	电缆选择 .....	479
	11.4.1 电缆选型 .....	479
	11.4.2 常用电缆的技术性能 .....	483
第 11.5 节	特种电缆技术数据 .....	497
	11.5.1 高温、防火、防腐电缆 .....	497
	11.5.2 耐高温控制电缆 (氟 46 注塑) .....	498
	11.5.3 硅橡胶控制电缆 .....	499
	11.5.4 硅橡胶电力电缆 .....	499
<b>第 12 章</b>	<b>直流设备布置</b> .....	501
第 12.1 节	设备布置的主要方式 .....	502
第 12.2 节	设备布置的基本原则 .....	502
第 12.3 节	对蓄电池室的要求 .....	503
第 12.4 节	固定防酸式铅酸蓄电池的布置 .....	504
	12.4.1 布置要求 .....	504
	12.4.2 布置实例 .....	504
第 12.5 节	阀控式密封铅酸蓄电池的布置 .....	511
	12.5.1 基本原则 .....	511



12.5.2	布置实例 .....	511
第 12.6 节	直流屏(柜)的布置 .....	516
<b>第 13 章</b>	<b>通信直流电源</b> .....	517
第 13.1 节	通信直流电源的设置原则 .....	518
第 13.2 节	通信设备负荷和供电要求 .....	519
13.2.1	负荷种类 .....	519
13.2.2	通信设备供电要求 .....	520
第 13.3 节	通信电源系统的构成 .....	521
第 13.4 节	蓄电池容量计算 .....	521
13.4.1	通信工程系统蓄电池容量通用计算公式 .....	521
13.4.2	电力工程通信用蓄电池容量计算公式 .....	525
第 13.5 节	蓄电池个数计算 .....	525
13.5.1	通信工程蓄电池个数计算 .....	525
13.5.2	电力工程通信用蓄电池个数计算 .....	526
第 13.6 节	各种运行工况下直流母线电压水平的校验 .....	527
13.6.1	事故状态下直流母线电压水平校验 .....	527
13.6.2	正常工况下直流母线电压水平校验 .....	527
第 13.7 节	充电装置选择 .....	528
第 13.8 节	馈线电缆截面选择 .....	529
第 13.9 节	通信用高频开关电源产品简介 .....	529
13.9.1	TKD 系列高频开关电源系统 .....	529
13.9.2	DWKT-2D 型高频开关电源系统 .....	536
13.9.3	TP-A4820 型高频开关电源系统 .....	537
13.9.4	KZBT 系列高频开关模块式直流电源系统 .....	538
13.9.5	DUM67 型高频开关电源系统 .....	541
<b>第 14 章</b>	<b>镉镍蓄电池及其应用</b> .....	543
第 14.1 节	镉镍蓄电池的分类和结构 .....	544
14.1.1	分类 .....	544
14.1.2	容量范围 .....	544
14.1.3	结构 .....	544
第 14.2 节	镉镍蓄电池的工作原理 .....	545
14.2.1	充电反应 .....	545
14.2.2	放电反应 .....	545
第 14.3 节	镉镍蓄电池的充放电 .....	546
14.3.1	充电 .....	546
14.3.2	放电 .....	547
第 14.4 节	充放电特性 .....	547
14.4.1	IEC 标准规定的充放电性能 .....	547
14.4.2	国产镉镍蓄电池的充放电性能 .....	548
第 14.5 节	温度特性 .....	551
第 14.6 节	自放电特性 .....	552