

DIANLI GONGCHENG ZHILIU XITONG SHEJI SHOUCHE

# 电力工程 直流系统设计手册

(第二版)

白忠敏 刘百震 於崇干 编著



中国电力出版社  
www.cepp.com.cn

# 电力工程 直流系统设计手册

(第二版)

编著 白忠敏 刘百震 於崇干  
审校 侯炳蕴

## 内容提要

本手册第一版于1999年出版,全面、详尽地介绍了直流电源系统的设计方法、选型原则及其配置方式等,重点介绍了各类直流设备的生产现状及主要技术参数,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。经过近10年的沉淀和积累,特组织专家对手册进行了再版。

本手册第二版内容有以下重大变动:①增加、充实和细化了独立直流电源的新技术、新产品及其理论计算和应用实例,删减了当前应用极少或已被淘汰的简易型辅助直流电源的内容,如电容储能式电源、复式整流电源等;②简化、优化、规范了直流系统接线和设备配置,增加了电力规划设计直流系统2000版典型设计;③结合实际应用,精选了少量国产直流设备产品,删减了繁多的产品介绍;④工程实例多,计算应用数据多,方便应用。

本手册第二版共分16章,主要内容包括:控制电源的基本要求、直流系统配置与接线、直流负荷、蓄电池个数和容量选择、铅酸蓄电池、蓄电池充电装置、直流开关设备、直流保护电器与选择性配合、直流监控、监测设备、直流系统导体选择、直流屏(柜)、直流系统设备布置、电力通信电源、镉镍碱性蓄电池、交流不间断电源、直流系统的设备试验和维护。

本手册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. —2版. 北京:中国电力出版社,2009  
ISBN 978-7-5083-8438-2

I. 电… II. 白… III. 电力工程-直流系统-系统设计-技术手册 IV. TM62-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第013812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>)  
北京盛通印刷股份有限公司印刷  
各地新华书店经售

\*

1999年1月第一版  
2009年9月第二版 2009年9月北京第三次印刷  
787毫米×1092毫米 16开本 30.25印张 739千字 2彩页  
印数5501—8500册 定价80.00元

### 敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换  
版权专有 翻印必究

## 前 言

本手册第一版于1999年出版,经过近10年的沉淀和积累,特组织专家对手册进行了再版。作为电力系统和电力设备可靠、高效运行有力保证的电力控制技术日臻完善,目前已达到十分先进可靠的程度。根据目前的应用情况,本手册第二版内容与第一版相比,有以下重大变动:

(1) 增加、充实和细化了独立直流电源的新技术、新产品及其理论计算和应用实例,删减了当前应用极少或已被淘汰的简易型辅助直流电源的内容,如电容储能式电源、复式整流电源等。

(2) 简化、优化、规范了直流系统接线和设备配置,增加了电力规划设计直流系统2000版典型设计。

(3) 结合实际应用,精选了少量国产直流设备产品,删减了繁多的产品介绍。

(4) 工程实例多,计算应用数据多,方便应用。

(5) 大部分章节内容有增减、调整,适用性、操作性强。

本手册全面、详尽地介绍了直流电源系统的理论基础、设计方法、选型原则及配置方式,重点介绍了各类直流设备的主要技术特性和技术参数。同时着重介绍了直流系统的基本构成、部件功能、接线方式、设备选择、运行维护以及检测试验方法。本手册是关于电力工程直流电源系统理论研究、设计计算和选型的专著,是我国50多年来直流系统理论和实践的全面、系统的总结。

本手册共包括16章,均由白忠敏、刘百震、於崇干合作编著,全书章节、文字和图形由白忠敏编排并统稿,刘百震、侯炳蕴负责全书校审。本手册中的算例(包括电算、手算)均由陈萍完成。

在本手册的编写过程中,顾霓鸿对有关直流系统试验、检测和直流设备的标准规范给予了热情的支持;陈巩、南寅提供了直流断路器的有关技术资料,王典伟提供了蓄电池整流逆变设备的技术资料,于文斌提供了有关高频开关电源设备和UPS的技术资料,李盘珍提供了小型直流电源成套装置的技术资料,

王家捷提供了有关镉镍电池及新电源的资料，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、安装、试验、管理多个领域，涉及面广，数据、资料繁多。由于现代电力技术发展迅速，直流电源技术不断创新，直流设备更新换代周期日益缩短，因而全面、及时反映电源技术的最新应用成果较为困难。加之时间仓促，水平有限，书中难免有不妥之处，恳请广大读者给予批评指正。

**编著者**

2009年1月

## 第一版前言

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，问志发、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、马琳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	文字符号	名称
3 直流负荷	1	$C_{\Sigma}$	放电 $t$ 时段的事事故负荷容量
	2	$C_{\Sigma t}$	自放电开始至 $t$ 时段未放电容量之和
	3	$P_{Kj}$	经常带电继电器消耗功率
	4	$N_K$	继电器数量
	5	$P_{Ks}$	继电器事故负荷
	6	$I_o$	经常直流负荷电流
	7	$I_R$	事故放电随机负荷电流
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	$n_0$	基本电池个数
	3	$n_d$	端电池个数
	4	$U_f, U_{fi}$	单体蓄电池浮充电压
	5	$U_c$	单体蓄电池均衡充电电压
	6	$U_{cf}$	单体蓄电池充电末期电压
	7	$U_{ch}$	单体蓄电池冲击放电电压
	8	$U_{df}$	单体蓄电池放电末期电压
	9	$U_d$	单体蓄电池放电终止电压
	10	$U_n$	标称电压
	11	$U$	电压; 蓄电池组端电压
	12	$I_f$	蓄电池浮充电流
	13	$I$	电流、放电电流、负荷电流
	14	$C_c$	蓄电池计算容量
	15	$C_{ci}$	第 $i$ 放电阶段的蓄电池计算容量
	16	$C_{10}$	蓄电池 10h 放电率容量、铅酸蓄电池的额定容量
	17	$C_s$	事故放电容量
	18	$C$	蓄电池容量



续表

章号章名	序号	文字符号	名称
4 蓄电池个数和容量的选择	19	$t$	时间
	20	$t_s$	事故放电时间
	21	$K_c$	蓄电池容量换算系数
	22	$K_{cij}$	第 $i \sim j$ 时段的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	$K_{ch0}$	蓄电池放电初期冲击系数
	26	$K_{chf}$	蓄电池放电末期冲击系数
	27	$K_u$	电压系数
	28	$K_{uch}$	冲击负荷作用下的电压系数
	29	$K_a$	老化系数
	30	$K_T$	温度系数, 人为设定的因温度变化而引起的容量变化率
	31	$K_e$	裕度系数
	32	$K_{rel}$	可靠系数
33	$K_f$	放电系数	
5 铅酸蓄电池	1	$K_T$	温度系数, 由蓄电池特性决定的温度变化而引起的电池容量变化率
	2	$I_f$	浮充电流
	3	$I_s$	自放电电流
	4	$I_r$	氧复合电流
	5	$I_{10}$	蓄电池 10h 放电率电流
	6	$C_T$	对应于温度 $T^\circ\text{C}$ 条件下的蓄电池放电容量
6 蓄电池充电装置	1	$U_N, U_{cN}$	充电装置额定电压
	2	$I_N, I_{cN}$	充电装置额定电流
	3	$I_{mN}$	单体模块额定电流
	4	$K_{vt}$	电压变换系数
	5	$K_r$	波纹系数
	6	$K_u$	变压器利用系数
	7	$\cos\varphi$	输入功率因数
	8	$K_n$	输入电流谐波因数
	9	$\delta_u$	稳压精度
	10	$\delta_i$	稳流精度
	11	$K_s$	电压稳定度
	12	$A_u$	电压调整率
	13	$A_i$	电流调整率

续表

章号 章名	序号	文字符号	名称	
6 蓄电池充电装置	14	$R_o$	输出电阻	
	15	$I_F$	晶闸管额定电流	
	16	$I_{T_a}$	晶闸管通态平均电流	
	17	$I_p$	晶闸管电流峰值	
	18	$I$	晶闸管电流有效值	
	19	$u_d$	负载电压瞬时值	
	20	$U_d$	负载电压平均值	
	21	$i_d$	负载电流瞬时值	
	22	$I_d$	负载电流平均值	
	23	$I_p$	负载电流峰值	
	24	$\theta$	晶闸管导通角	
	25	$\delta$	停止导电角	
	26	$L_d$	负载电感值	
	27	$R_d$	负载电阻值	
	28	$T$	开关管通/断周期	
	29	$f$	开关管通/断频率	
	30	$K_{ov}$	占空比	
	31	$K_{ovo}$	全波方式下的占空比	
	32	$n$	变压器变比	
	33	$\eta$	变压器效率	
	34	$S_T$	变压器视在功率	
	7 直流开关设备	1	$I_N$	熔件额定电流
		2	$I_{st}$	电动机启动电流
		3	$K_{rel}$	可靠系数
		4	$I_{c2}$	断路器合闸电流
		5	$K_{col,2}$	配合系数
		6	$I_{Lm}$	回路最大工作电流
		7	$I_1$	蓄电池 1h 放电率电流
		8	$I_{N,max}$	直流馈线中熔件最大的额定电流
		9	$I_{cs}$	额定短路分断能力
		10	$I_{cu}$	额定极限短路分断能力
		11	$I_{cw}$	额定短时耐受能力

续表

章号章名	序号	文字符号	名称
8 直流保护电器与选择性配合	1	$I_{set}$	长延时、短延时、瞬时保护整定电流
	2	$I_N$	设备或回路额定电流
	3	$I_{sc}$	短路电流
	4	$I_i, i=1,2,3,10$ 等	蓄电池 $i$ 小时放电率电流, $i$ 可取 1, 2, 3, 10 等
	5	$I_{CN}, I_{bN}, I_{mN}$	充电装置、母联设备、电动机额定电流
	6	$I_{CL}, I_{CC}, I_{CP}, I_{CX}$	断路器合闸、控制、保护、报警信号负荷计算电流
	7	$K_{CO}, K_{rel}, K_N$	保护配合系数、可靠系数、额定电流整定倍数
	8	$K_{XL}, K_L$	限流系数、保护动作灵敏系数
	9	$R_b, R_l, R_L$	蓄电池内阻、电池连接条电阻、连线电阻
	10	$r_b, r_l, r_L$	蓄电池内阻、电池连接条电阻、连线电阻
	11	$U_0$	蓄电池开路电压
	12	$R_K, r_K$	开关设备触头电阻
	13	$I_{ch}$	冲击(能力)电流
	14	$U_d, I_d$	测定电阻的蓄电池放电电压、放电电流
9 直流监控、监测设备	1	$U_{mo}, U_{ml}$	过电压、欠电压继电器动作电压
	2	$K_{ro}, K_{rl}$	过电压、欠电压继电器返回参数
	3	$K_{OV}, K_{LV}$	长期允许的过电压、低电压系数
	4	$I_{Ng}$	通过硅元件的额定电流
	5	$I_{Lm}$	通过降压装置的最大持续负荷电流
10 直流系统导体选择	1	$C_{10}$	蓄电池额定容量, 蓄电池 10h 率放电容量
	2	$I_{pc}$	电缆允许载流量
	3	$I_{ca1}$	直流回路长期工作电流
	4	$I_{ca2}$	直流回路短时工作电流
	5	$I_{CN}$	充电装置额定电流
	6	$I_{Tn}$	变换器的额定功率/直流系统标称电压
	7	$U_n$	直流系统标称电压
	8	$U_{fl}$	选定的单体蓄电池浮充电压
13 电力通信电源	1	$T$	蓄电池放电时间
	2	$I_L$	负荷电流
	3	$t$	蓄电池电解液实际温度
	4	$\eta_c$	电池衰老系数
	5	$K_{cc}$	蓄电池容量系数
	6	$a$	蓄电池容量温度系数

续表

章号章名	序号	文字符号	名称
13 电力通信电源	7	$t_0$	蓄电池额定容量时的电解液温度
	8	$K_{ca}$	通信用蓄电池容量计算系数
	9	$K_c$	蓄电池容量换算系数
	10	$C_{ad}$	通信附加设备容量
	11	$I_{mp}$	通信设备忙时最大平均放电电流
	12	$I_{ad}$	通信附加设备电流
	13	$K_{rel}$	可靠系数
	14	$I_D$	直流输出电流
	15	$U_D$	直流输出电压
15 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	$P_{\Sigma}$	计算功率总和
	5	$K_a$	设备老化系数
	6	$K_{rel}$	可靠系数
	7	$S_c, S$	UPS 的计算容量, 输出容量
	8	$I_{LC}$	负荷计算电流
	9	$\varphi$	负载功率因数角
	10	$\eta$	UPS 变换效率
	11	$U_{df}$	蓄电池放电末期电压

# 目 录

前言

第一版前言

文字符号说明表

<b>1 绪论</b> .....	1
1.1 交直流控制电源 .....	1
1.2 对直流控制电源的基本要求 .....	2
1.3 直流电源技术的发展 .....	2
1.4 交流控制电源的发展 .....	4
<b>2 直流系统配置与接线</b> .....	5
2.1 直流系统基本配置 .....	5
2.2 直流系统基本参数 .....	7
2.3 直流系统接线 .....	8
2.4 直流系统接线基本方案 .....	11
2.5 直流馈电网络 .....	16
2.6 直流回路开关设备配置 .....	18
<b>3 直流负荷</b> .....	20
3.1 直流负荷分类 .....	20
3.2 直流负荷统计 .....	23
3.3 直流负荷系数 .....	24
3.4 直流控制负荷 .....	25
3.5 直流动力负荷 .....	33
3.6 事故停电时间 .....	37
3.7 典型工程算例 .....	39
<b>4 蓄电池个数和容量选择</b> .....	47
4.1 直流系统的标称电压 .....	47
4.2 蓄电池组的电池个数选择 .....	48

4.3	蓄电池容量计算的可靠系数	52
4.4	蓄电池容量计算用的特性曲线	53
4.5	蓄电池容量计算方法	65
4.6	蓄电池容量选择计算例题	72
<b>5</b>	<b>铅酸蓄电池</b>	<b>83</b>
5.1	铅酸蓄电池分类及其基本工作原理	83
5.2	铅酸蓄电池的充电方式	87
5.3	铅酸蓄电池的放电	90
5.4	铅酸蓄电池的运行	91
5.5	铅酸蓄电池的放电特性	93
5.6	阀控式密封铅酸蓄电池的特点	94
5.7	阀控式密封铅酸蓄电池的充电特性	97
5.8	阀控式密封铅酸蓄电池的放电特性	103
5.9	胶体阀控式密封铅酸蓄电池的技术特点	107
5.10	阀控式密封铅酸蓄电池充放电运行工况	108
5.11	铅酸蓄电池特性测试大纲	109
5.12	阀控式密封铅酸蓄电池产品简介	110
<b>6</b>	<b>蓄电池充电装置</b>	<b>116</b>
6.1	充电装置选型与配置	116
6.2	充电装置的技术特性要求	117
6.3	充电装置额定参数选择	119
6.4	相控整流电源	123
6.5	高频开关电源	141
6.6	电力工程用蓄电池整流逆变设备	170
6.7	PZ61 系列高频开关直流电源	173
<b>7</b>	<b>直流开关设备</b>	<b>185</b>
7.1	隔离开关	185
7.2	熔断器式隔离开关	192
7.3	保护电器选型	195
7.4	熔断器特性	197
7.5	RX1-1000 型熔断信号器	210
7.6	GM 系列直流断路器	212
<b>8</b>	<b>直流保护电器与选择性配合</b>	<b>229</b>
8.1	直流断路器的保护特性	229
8.2	直流保护设备的选择	231

8.3	直流回路设备负荷电流的选择 .....	235
8.4	直流系统短路电流计算 .....	238
8.5	短路电流对保护电器额定电流的影响 .....	242
8.6	直流回路保护电器的选择性配合 .....	243
8.7	保护选择性配合与供电方式的关系 .....	245
8.8	熔断器的保护特性 .....	250
<b>9</b>	<b>直流监控、监测设备</b> .....	<b>256</b>
9.1	直流系统监控设备基本概念 .....	256
9.2	监控设备的功能分层 .....	258
9.3	直流系统 I/O 接口及参数整定 .....	265
9.4	直流系统绝缘检测和电压监察装置 .....	268
9.5	直流系统测量 .....	275
9.6	直流系统的指示和信号设备 .....	279
9.7	闪光装置 .....	280
9.8	降压装置 .....	281
9.9	电磁兼容 .....	284
<b>10</b>	<b>直流系统导体选择</b> .....	<b>294</b>
10.1	直流屏主母线选择 .....	294
10.2	选择电缆截面的基本数据 .....	295
10.3	蓄电池实际放电电压水平估算 .....	299
10.4	电缆选型 .....	301
10.5	直流系统模拟试验 .....	311
<b>11</b>	<b>直流屏(柜)</b> .....	<b>316</b>
11.1	直流屏(柜)技术要求 .....	316
11.2	直流屏(柜)分类 .....	318
11.3	PED 新型直流屏(柜) .....	319
11.4	PED-S 系列直流电源成套装置 .....	326
11.5	GZD 系列直流电源成套装置 .....	327
11.6	2000 版电力工程直流系统典型设计及设计软件 .....	337
11.7	PED-LS 系列经济型直流电源 .....	346
<b>12</b>	<b>直流系统设备布置</b> .....	<b>349</b>
12.1	设备布置的主要方式 .....	349
12.2	设备布置的基本原则 .....	349
12.3	对蓄电池室的要求 .....	350
12.4	固定防酸式铅酸蓄电池的布置 .....	351

12.5	阀控式密封铅酸蓄电池的布置	358
12.6	直流屏(柜)的布置	362
<b>13</b>	<b>电力通信电源</b>	<b>364</b>
13.1	通信电源的设置原则	364
13.2	通信设备负荷和供电要求	365
13.3	通信电源系统的构成	367
13.4	蓄电池容量计算	368
13.5	蓄电池组的电池个数计算	370
13.6	通信电源与电力电源的计算差异	371
13.7	馈线电缆截面计算	372
13.8	充电装置选择	373
13.9	电力用 DC-DC 变换通信电源装置	374
<b>14</b>	<b>镉镍碱性蓄电池</b>	<b>377</b>
14.1	镉镍碱性蓄电池的分类和结构	377
14.2	镉镍碱性蓄电池主要名词术语	378
14.3	镉镍碱性蓄电池的工作原理	379
14.4	镉镍碱性蓄电池的充放电	380
14.5	充放电特性	381
14.6	其他性能	383
14.7	镉镍碱性蓄电池的选型	384
14.8	镉镍碱性蓄电池的运行和维护	385
14.9	镉镍碱性蓄电池的应用	386
14.10	国产镉镍碱性蓄电池的主要类型、指标和特性	391
14.11	新型直流电源	412
<b>15</b>	<b>交流不间断电源</b>	<b>415</b>
15.1	电源分类及其变换	415
15.2	UPS 装置的使用条件	416
15.3	UPS 装置的基本性能参数	417
15.4	DC-AC 变换装置	418
15.5	DC-DC 变换装置	419
15.6	UPS 的特性	420
15.7	UPS 的容量计算	425
15.8	电力用 UPS 的基本要求	428
15.9	共用电源的不间断电源设备	430
15.10	电力工程 UPS 的实际应用	430



<b>16 直流系统的设备试验和维护</b> .....	441
16.1 试验的目的及要求 .....	441
16.2 试验内容及项目 .....	441
16.3 试验条件 .....	443
16.4 电磁兼容—抗扰度部分项目试验方法 .....	444
16.5 直流系统的技术管理 .....	453
16.6 直流系统的运行维护 .....	453
16.7 直流电源设备订货技术条件 .....	455
<b>附录 A 直流系统常用标准名录</b> .....	461
<b>附录 B 直流系统常用名词术语</b> .....	462