

电机工程
手册

Q 73.2073
S71
V.3

电机工程手册

第3卷 电力系统与电源

机械工程手册
电机工程手册 编辑委员会



机械工业出版社

本卷是《电机工程手册》电力系统与电源部分，包括电力系统、水力发电、火力发电、核能发电和化学电源与物理电源等五篇，着重介绍能源利用原理、电厂类型、总体设计和布置、系统的基本构成、运行特点以及对机电设备的综合技术要求等。

电机工程手册

第3卷 电力系统与电源

机械工程手册
电机工程手册
编辑委员会编

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

上海商务印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 37 · 字数 1106 千字

1982年7月上海第一版·1982年7月上海第一次印刷

印数 00,001—20,300 · 定价 5.00 元

*

统一书号: 15033 · 4688

编辑委员会

主任委员：沈 鸿

副主任委员：周建南 汪道涵 张 维 史洪志

委员(按姓氏笔划为序)：叶 铮 孙 琪 许力以 张 影
张大奇 陈文全 陈元直 寿尔康 金实蓬 施泽均 俞宗瑞
陶亨咸 翁迪民 章洪深 曹维廉 程 光

《电机工程手册》特约编辑

(按姓氏笔划为序)

于志璇	方大中	方福林	王众托	王祖泽	支秉彝	龙汉河	叶自仪
叶仰尧	冯勤为	刘 豹	刘大椿	刘绍峻	传 凯	朱仁堪	朱春甲
许连义	汤明奇	吕勇哉	阮善先	肖 心	陈 熙	陈来九	沈从龙
张弘夏	张明勋	张朝汉	邹时琪	邹康宏	吴维正	吴履梯	严筱钧
孟庆元	周仲民	周茂祥	周鸿昌	林金铭	郝立至	祝宗寿	顾心民
殷元章	殷向午	贾自亮	郭志坚	唐宝乾	梅贤豪	黄祖干	葛和林
褚应璜	樊 虎	霍梓荣					

《电机工程手册》编辑及编辑组负责人

(按姓氏笔划为序)

马健华	王 达	王力中	王志森	王良楣	王树勋	刘 镇	刘向亭
邓子静	邓昆甫	孙流芳	吕敏戌	汤镛之	陈文全	陈元直	闵君一
沈宝书	余果慈	陆鸣嘉	吴雪莹	罗命钧	施泽均	俞宗瑞	姚洪朴
海 靖	高庆荣	高振鸾	顾谷同	钱寿福	鲁学平	谢 健	雷 引
颜明志							

序

期望已久的《机械工程手册》和《电机工程手册》终于分卷合订成册,正式出版了。这是对我国机电工程科学技术领域的一个贡献。两部手册的编写队伍,由国内有专长、有经验的学者、专家所组成。这两部手册扼要地总结了我国机电工程各主要方面的科学技术成就,同时也吸收了一些国外的成熟经验。聚沙成塔,集腋成裘。名为手册,实则巨著。

读书不易,写书颇难,写工具书更难,写综合性工具书可谓难中之难。为了编好两部“立足全局,勾划概貌,反映共性,突出重点”,而又全面的、完整的、彼此协调的手册,同志们做了很大努力,从无到有,诸事草创,困难重重,艰辛备尝。恰似唐朝韩愈所说的:“贪多务得,细大不捐。焚膏油以继晷,恒兀兀以穷年。”值此合订本出版之际,我谨向各主编单位、各编写单位和印刷出版单位,向数以千计的全体编审同志,向遍及全国的为两部手册提供资料和其他方便条件的单位和同志们,表示衷心的感谢。

两部手册的第一版,现在完成了。对编写者来说,已经有了成果。而对阅读手册的工厂、学校、院所、机关同志们来说,还只是两朵鲜花。在成千上万人的应用中使鲜花结成果实——发展机电工程科学技术事业,为现代化建设服务——才是更丰硕的成果。这才是我们的目的。

一般说来,工具书分两种类型:一种是综合性的,一种是专业性的。综合性的工具书从广度来说是较为全面的,从深度来说是不足的;而专业性的工具书则反之。二者各有所长,相辅相成。我们这两部手

册是综合性的工具书，主要供从事技术工作的各类人员查阅使用。对于搞专业性技术工作的人员来说，还可从中猎取相邻专业和其他有关专业的知识，帮助他们从专业分工的局限性中开拓思路，从科学技术各个环节的相互联系上，综合地、全面地研究和解决技术问题。也唯有以渊博的科学技术知识作为基础，才能不断创新。在编写这两部手册时，考虑到专业手册还比较少，而且一时又出不了那么多，因此在内容的深度上也予以顾及，以适当满足专业工作的需要。所以，它的篇幅已经超过一般常见的综合性手册了。实践是检验真理的唯一标准。我们将严肃认真地听取广大读者的反映和意见，作为评价和改进两部手册的主要依据。国外这类工具书已经有了几十年、甚至百余年的历史，而我们则刚刚开始。现在是从无到有，将来是精益求精。让我们在新的长征途中，戮力同心，再接再厉，去完成时代赋予我们的光荣使命。

机械工程手册
电机工程手册 编辑委员会主任委员 沈 鸿

一九八二年 北京

编辑说明

一、《机械工程手册》、《电机工程手册》的分卷合订工作是在试用本的基础上进行的。试用本的编写工作始于一九七三年,一九七七年以后陆续出版发行,一九八一年出齐。这次分卷合订主要做了三方面工作:一是在技术内容上做了订正;二是尽可能用已颁布的新标准取代老标准;三是按卷编制了索引。

二、《机械工程手册》包括基础理论、机械工程材料、机械设计、机械制造工艺、机械制造过程的机械化与自动化、机械产品等六个部分,共七十九篇,二千余万字,分为十四卷。《电机工程手册》包括基础理论、电工材料、电力系统与电源、电机、输变电设备、工业电气设备、仪器仪表与自动化等七个部分,共五十篇,一千余万字,分为九卷。

三、参加这两部手册编写工作的,有全国许多地区和部门的工厂、科研设计院所、高等院校,近五百个单位,作者两千余人。提供资料和参加审定稿件的单位和人员,更为广泛。各篇在编写、协调、审查、定稿等环节中,既注意发挥学者、专家的骨干作用,又注意集中群众的智慧和力量。

四、这两部手册因系初版,囿于条件,所采用的名词、术语、符号、代号以及单位制,尚有不尽统一之处。此外,内容上也有重复、遗漏、甚至错误的地方;在设计、印刷、装帧等方面也还存在一些问题。我们将通过手册的不断修订再版,逐步改进。

五、手册合订本的署名,采用单位和个人相结合的方式。各篇的主编单位、编写单位和主编、编写人均按篇署名,置于相应篇的前面。编写人的署名以其编写的章号为序。特约编辑以姓氏笔划为序,集中署于卷首。编辑(包括总编辑、副总编辑)及编辑组负责人亦按姓氏笔划为序,署于卷首。

另外,参加两部手册编写、审查、组织、协调的单位和同志还很多,恕不一一署名。

机械工程手册
电机工程手册 编辑委员会编辑组

第14篇 电力系统

主编单位:

电力工业部西北电力设计院

主 编:

赵识明

编 写 人:

李布声 董柏林 浦文宗

连家骅 程鹏达 赵 敏

常用符号表

E_d ——发电机电势	P_0 ——机械功率
E'_d ——发电机暂态电势	U_{bc} ——避雷器残压
E''_d ——发电机次暂态电势	U_e ——额定电压
E_∞ ——发电机稳态电势	U_{xq} ——最高运行相电压
I_d ——短路电流	U_0 ——电压的零序分量
I_z ——短路电流周期分量	U_1 ——线路始端电压或电压的正序分量
I'_z ——暂态短路电流	U_2 ——线路末端电压或电压的负序分量
I''_z ——次暂态短路电流	X_c ——系统等值电抗
I_0 ——电流的零序分量	X'_d ——发电机暂态电抗
I_1 ——线路始端电流或电流的正序分量	X''_d ——发电机次暂态电抗
I_2 ——线路末端电流或电流的负序分量	X_0 ——零序电抗
I_∞ ——稳态短路电流	X_1 ——正序电抗
K ——串联电容补偿度	X_2 ——负序电抗
K_0 ——操作过电压倍数	Z_c ——系统等值阻抗
P_e ——发电机电磁功率	Z_λ ——波阻抗
P_λ ——自然功率	δ ——发电机运行功角

目 录

序 编辑说明

第14篇 电力系统

常用符号表

第1章 概 述

- 1 电力系统的组成14-1
 - 1.1 发电厂.....14-1
 - 1.2 送电线路.....14-4
 - 1.3 变电所.....14-5
 - 1.4 配电网.....14-5
 - 1.5 电力负荷.....14-6
- 2 电力系统运行的特点和要求14-6
 - 2.1 运行的安全可靠.....14-7
 - 2.2 电能质量.....14-7
 - 2.3 运行的经济性.....14-7

第2章 电力 输 送

- 1 高压送电线路的输送能力14-7
 - 1.1 影响输送能力的主要因素.....14-7
 - 1.2 按导线允许持续发热条件决定输送能力.....14-8
 - 1.3 按线路允许电压损失条件决定输送能力.....14-8
 - 1.4 按线路允许电力损失与电能损失确定输送能力.....14-8
 - 1.5 各级电压送电线路的输送容量与距离.....14-9
- 2 超高压远距离送电的输送能力14-9
 - 2.1 超高压送电特征.....14-9
 - 2.2 自然功率传输.....14-9
 - 2.3 功角特性与电力系统稳定14-10
 - 2.4 输送能力14-13
- 3 提高输送能力的措施14-13
 - 3.1 提高静态稳定措施14-13
 - 3.2 提高动态稳定措施14-14
- 4 超高压送电的电晕、静电感应和通

讯干扰14-15

4.1 电晕14-15

4.2 静电感应14-16

4.3 对通讯线的影响14-16

5 无功补偿和电压调整14-16

5.1 无功电源和无功负荷14-16

5.2 无功补偿及其装置14-16

5.3 电力系统的电压调整14-17

6 高压直流送电14-17

6.1 直流送电的适用范围和结线方式14-17

6.2 直流送电和交流送电比较14-18

6.3 高压直流送电系统的构成14-18

第3章 电力系统短路和 中性点接地方式

- 1 电力系统的短路14-19
 - 1.1 短路类型及特征14-19
 - 1.2 短路电流计算14-21
 - 1.3 复杂电网的短路计算14-23
 - 1.4 短路的影响及限制短路电流的措施14-26
- 2 电力系统中性点接地方式14-26
 - 2.1 常见的三种中性点接地方式14-26
 - 2.2 中性点接地方式对电气设备的影响14-27

第4章 电力系统的过电压 保护和绝缘配合

- 1 过电压及其影响14-29
 - 1.1 过电压类型及特征14-29
 - 1.2 过电压与绝缘配合14-29
 - 1.3 操作过电压倍数14-29
- 2 大气过电压保护14-30
 - 2.1 防雷保护的一般要求14-30

2.2 架空送电线路的防雷保护	14-30	1.2 电力系统稳定的破坏	14-51
2.3 变电所的防雷保护	14-31	2 电力系统继电保护方式	14-52
2.4 对变压器等防止雷电侵入波的保 护	14-31	2.1 电力系统对继电保护的基本要求	14-52
2.5 旋转电机的防雷保护	14-33	2.2 中性点直接接地系统送电线路保护 方式	14-52
3 内部过电压的限制措施	14-33	2.3 中性点非直接接地系统送电线路保 护方式	14-55
3.1 工频过电压的限制措施	14-33	2.4 母线的继电保护方式	14-56
3.2 操作过电压的限制措施	14-34	2.5 发电机的继电保护方式	14-56
4 绝缘配合	14-35	2.6 电力变压器的继电保护方式	14-60
4.1 绝缘配合的主要原则	14-35	3 电力系统自动重合闸(ZCH)	14-60
4.2 送电线路的绝缘配合	14-36	3.1 自动重合闸的作用与应用	14-60
4.3 变电所的绝缘配合	14-37	3.2 对自动重合闸的基本要求	14-60
4.4 绝缘配合的发展趋向	14-38	3.3 一般线路的自动重合闸方式	14-61
		3.4 超高压送电线自动重合闸特点	14-62
第5章 电力系统自动化调度		4 提高系统稳定性的其他措施	14-62
1 自动化调度的任务和构成	14-39	4.1 自动调节励磁(ZTL)	14-62
1.1 四种运行状态	14-39	4.2 电气制动	14-63
1.2 调度管理体制	14-39	4.3 自动切机	14-63
1.3 自动化调度的具体任务	14-39	4.4 自动低频减载	14-63
1.4 自动化调度的构成	14-40	5 电力系统失步与解列	14-63
2 计算机系统	14-40	5.1 失步预测	14-63
2.1 计算机系统的形成	14-40	5.2 系统解列方式	14-64
2.2 计算机及其外围设备	14-42		
2.3 对计算机的技术要求	14-42	第7章 农业供电	
3 远动系统	14-42	1 农电网的规划	14-64
3.1 远动系统的主要任务	14-42	1.1 农电负荷调查	14-66
3.2 远动化的具体内容	14-42	1.2 农业供电的电源	14-66
3.3 远动系统的信息传送	14-43	1.3 农村变电所	14-66
3.4 远动装置的选择	14-44	1.4 农电网的配电电压	14-66
3.5 远动通道的选择	14-45	1.5 农电网的结线方式	14-66
4 调整系统	14-45	1.6 农电网的特点	14-66
4.1 频率和有功功率的调整	14-45	1.7 农电网的配电方式	14-67
4.2 电压和无功功率的调整	14-47	2 农电网的组成和主要设备	14-67
5 通信系统	14-48	2.1 高压架空配电线路	14-67
5.1 通信的主要内容和要求	14-48	2.2 高压地埋线	14-69
5.2 通信方式	14-48	2.3 配电装置	14-69
		3 农电网的调压	14-70
第6章 电力系统继电保护 与自动装置		3.1 调压措施	14-70
1 电力系统扰动的形态及特征	14-49	3.2 电容补偿	14-70
1.1 电力系统短路故障	14-49	4 农田排灌	14-72

4.1 排灌用电	14-72	5.1 低压地埋线	14-73
4.2 排灌机械	14-72	5.2 低压触电保安器	14-74
5 农村安全用电	14-73	参考文献	14-75

第15篇 水力发电

常用符号表

第1章 概 述

1 水力发电的特点和意义	15-1
2 水力资源开发	15-2
2.1 水力资源开发原则	15-2
2.2 水力资源开发方式	15-2
3 水电站各主要系统的作用、要求	15-3
3.1 水工建筑物	15-3
3.2 水力机械设备	15-3
3.3 电工一次系统	15-3
3.4 电工二次系统	15-3

第2章 水能规划

1 径流调节计算	15-4
1.1 洪水调节	15-4
1.2 水能计算	15-4
2 水电站主要动能特征值选择	15-7
2.1 水电站特征水位选择	15-7
2.2 水电站装机容量选择	15-8

第3章 水电站主要建筑物

1 壅水建筑物	15-11
1.1 混凝土坝	15-12
1.2 土石材料坝	15-13
2 进水建筑物	15-13
2.1 进水口	15-13
2.2 拦污栅	15-14
2.3 闸门	15-14
2.4 压力前池	15-15
3 输水建筑物	15-15
3.1 渠道	15-15
3.2 隧洞	15-16
3.3 调压室	15-16
3.4 压力管道	15-16

4 泄水建筑物	15-18
5 水力发电站厂房	15-18
5.1 地面户内式厂房	15-18
5.2 河床式厂房	15-18
5.3 露天式厂房	15-20
5.4 地下式厂房	15-20
5.5 其它类型厂房	15-20
6 尾水建筑物	15-21

第4章 水轮发电机组

1 水轮机	15-21
1.1 分类	15-21
1.2 水轮机参数	15-22
1.3 转轮特性参数	15-23
1.4 水轮机选择	15-24
2 水轮发电机	15-25
2.1 型式	15-25
2.2 发电机的电压、电抗、功率因数和飞轮力矩	15-26
2.3 水轮发电机的励磁系统	15-27
3 调速器和油压装置	15-28
4 调节保证计算	15-28
4.1 概念	15-28
4.2 压力变化值 ζ 计算	15-29
4.3 速度上升率 β 计算	15-30
4.4 影响压力上升值和速度上升率的因素	15-30
4.5 防飞逸措施	15-31

第5章 水电站的辅助设备

1 起重及启闭机械	15-32
2 主阀	15-32
3 油系统	15-32
4 水电站技术供水和排水系统	15-34
4.1 技术供水系统	15-34

4.2 消防供水系统	15-35
4.3 排水系统	15-35
5 压缩空气系统	15-35
6 机械修配设备	15-37
7 水力测量监视系统	15-37
8 通风、空气调节与采暖	15-37
8.1 特点与方案选择	15-37
8.2 主要设备的选择与要求	15-39

第6章 电气结线、电气设备及 高压配电装置

1 电气主结线	15-39
1.1 电气主结线的作用和要求	15-39
1.2 影响电气主结线的各种因素	15-39
1.3 发电机与变压器的连接	15-41
1.4 高压侧结线方案	15-42
1.5 具有两种升高电压时的联络方式	15-42
2 厂用电结线	15-46
2.1 厂用负荷	15-46
2.2 厂用电源	15-46
2.3 厂用电压	15-46
2.4 厂用变压器选择	15-48
3 主要电气设备	15-48
3.1 对主要电气设备的要求	15-48
3.2 母线、电缆	15-51
4 高压配电装置	15-52
4.1 高压配电装置布置的一般原则	15-52
4.2 屋外配电装置的安全净距	15-52
4.3 高压配电装置的布置	15-54
4.4 开关站电气尺寸校验	15-60

第7章 水电站厂房布置

1 主厂房主要尺寸	15-61
1.1 蜗壳和尾水管	15-61
1.2 主厂房的长度	15-61
1.3 主厂房的宽度	15-63
1.4 主厂房的高度和各层高程	15-63
2 机电设备布置	15-63
2.1 水轮发电机的布置	15-63
2.2 主变压器布置	15-64
2.3 辅助设备布置	15-65

3 副厂房的布置	15-65
----------------	-------

第8章 水电站继电保护和自动化

1 水电站继电保护	15-66
2 水电站自动化	15-66
2.1 自动化的任务和主要内容	15-66
2.2 水电站的控制方式	15-66
2.3 水电站的操作、调整、测量和信号	15-67
2.4 水轮发电机组自动化	15-69
2.5 水电站的综合自动化	15-70
2.6 电子计算机在水电站的应用	15-71
2.7 操作电源系统	15-73
2.8 通讯	15-74

第9章 水电站运行

1 概述	15-74
2 水库调度	15-75
2.1 水库调度图	15-75
2.2 水文气象预报	15-75
2.3 发电调度	15-76
2.4 洪水调度	15-76
3 水轮发电机的正常运行	15-76
3.1 开停机与带负荷	15-76
3.2 冷却风温变化时的运行	15-77
3.3 电压变化时的运行	15-77
3.4 频率变化时的运行	15-77
3.5 功率因数变化时的运行	15-77
3.6 水轮发电机容许不对称度	15-78
4 水轮发电机的特殊运行	15-78
4.1 调相运行	15-78
4.2 进相运行	15-78
5 水轮发电机组的经济运行	15-78
6 水轮发电机组的事故	15-78
6.1 水轮机的事故	15-79
6.2 发电机定子事故	15-79
6.3 发电机转子事故	15-80
6.4 水轮发电机的事故防止	15-81

第10章 小型水力发电

1 小型水电站的建站型式	15-81
--------------------	-------

2 小型水电站流量和水头确定	15-82
2.1 设计流量确定	15-82
2.2 设计水头确定	15-82
3 小型水电站保证出力	15-82
4 小水电站的水工建筑物	15-83
5 小型水轮发电机组及其辅助设备	15-83
5.1 小型水轮机	15-83
5.2 小型水轮发电机	15-85
5.3 小型水轮发电机的励磁	15-85
5.4 小型调速器	15-85
5.5 辅助设备	15-85
6 电气主结线	15-86
6.1 小水电电气主结线	15-86
6.2 小水电电气结线示例	15-87
6.3 异步电动机改异步发电机	15-88
7 小型水电站的控制	15-88
7.1 控制方式	15-88
7.2 小型机组的并列方法	15-88
7.3 操作电源	15-88

第 11 章 抽水蓄能发电

1 开发特点	15-89
2 开发方式	15-90
3 抽水蓄能电站水能计算	15-91
3.1 保证率及保证出力	15-91
3.2 年发电量和年耗电量计算	15-91
4 装机容量选择	15-91
5 调节库容计算	15-91
6 经济效益比较	15-92

7 抽水蓄能机组	15-92
7.1 结构型式	15-92
7.2 运行特点	15-93
7.3 抽水蓄能机组选择	15-93
7.4 电机启动方式	15-94

第 12 章 潮汐发电

1 潮汐电站的开发方式和电站的枢纽建筑物	15-95
1.1 开发方式	15-95
1.2 枢纽建筑物	15-96
2 潮汐电站的水能计算	15-96
2.1 典型潮位过程线选择	15-96
2.2 电站的运行工况	15-96
2.3 电站的调节计算	15-97
2.4 动能特征值的确定	15-97
3 潮汐电站的机组	15-97
3.1 特点	15-97
3.2 机型	15-98
3.3 增速、传动	15-99
3.4 机组选择	15-99
4 潮汐发电需进一步研究解决的若干问题	15-100
4.1 电力补偿	15-100
4.2 机组代用材料的研究	15-100
4.3 泥沙	15-100
4.4 防腐、防污	15-100
4.5 潮汐资源的综合利用	15-101
参考文献	15-102

第 16 篇 火力发电

常用符号表

第 1 章 概 述

1 能源利用	16-1
1.1 能源开发	16-1
1.2 电源构成	16-1
1.3 电源特性	16-1
2 火电厂类型	16-3

2.1 主要类型	16-3
2.2 火电厂效率	16-3
2.3 基本计算	16-3
3 火电厂的建设	16-4
3.1 规划设计	16-4
3.2 厂址选择	16-5
3.3 厂房配置	16-5
3.4 基本组成	16-7

4 发展动向	16-7
4.1 技术革新	16-7
4.2 双工质联合装置	16-10
4.3 新型发电方式	16-10

第2章 燃料及其贮运

1 燃料特性	16-13
1.1 固体燃料	16-13
1.2 液体燃料	16-14
1.3 气体燃料	16-15
2 选用条件	16-15
2.1 燃料选用原则	16-15
2.2 贮运设施选用	16-16
3 气体燃料的输送	16-17
3.1 管道输送	16-17
3.2 液化输送	16-17
4 液体燃料的输送与贮存	16-18
4.1 铁路油槽车卸油方式	16-18
4.2 油船卸油方式	16-19
4.3 管道输油系统	16-19
4.4 厂内贮、供油系统	16-20
4.5 贮、供油设备	16-20
5 固体燃料的输送与贮存	16-21
5.1 煤炭的运输方式	16-24
5.2 卸煤机械及受卸装置	16-28
5.3 煤炭的贮存	16-28
5.4 输煤集中自动控制	16-34

第3章 锅炉设备

1 锅炉选型	16-35
1.1 容量及台数	16-35
1.2 锅炉参数	16-35
1.3 锅炉型式	16-35
1.4 其他要求	16-38
2 燃烧装置	16-39
2.1 燃料消耗量计算	16-39
2.2 磨煤机型式	16-39
2.3 制粉系统	16-41
3 通风设备	16-45
3.1 通风方式	16-45
3.2 通风计算	16-45

3.3 风机选型	16-47
4 除尘装置	16-48
4.1 除尘装置的种类	16-48
4.2 除尘装置的性能	16-48
4.3 除尘装置选型	16-51
5 排灰渣系统	16-51
5.1 灰渣量计算	16-51
5.2 除灰系统	16-52

第4章 汽轮机组

1 汽轮机选型	16-54
1.1 汽轮机的种类	16-54
1.2 参数选择	16-54
1.3 单机容量	16-55
2 热循环	16-56
2.1 简单循环	16-56
2.2 回热循环	16-57
2.3 再热循环	16-57
2.4 再热回热循环	16-58
2.5 热电循环	16-58
3 回热系统	16-59
3.1 给水温度	16-59
3.2 回热级数	16-60
3.3 回热装置	16-60
3.4 除氧装置	16-62
3.5 给水泵	16-63
4 凝汽冷却装置	16-64
4.1 凝汽设备	16-65
4.2 冷却水系统	16-66
4.3 冷却装置	16-67
5 管道系统	16-68
5.1 流速选择	16-68
5.2 管壁厚度计算	16-68
5.3 管道应力验算	16-70
5.4 主要管路系统	16-71

第5章 电气结线和电气设备

1 电厂主结线及其设备	16-74
1.1 电厂主结线	16-74
1.2 汽轮发电机	16-76
1.3 主变压器	16-80

1.4 开关设备	16-82
1.5 发电机引出线	16-83
2 厂用结线和设备	16-86
2.1 厂用结线	16-87
2.2 厂用变压器及厂用电抗器	16-87
2.3 厂用开关柜、屏	16-89
2.4 厂用电动机	16-89
2.5 保安电源	16-90
2.6 蓄电池直流系统	16-91
3 电气设备布置	16-92
3.1 发电机出线间	16-92
3.2 发电机电压配电装置(主配电装置)	16-93
3.3 升压配电装置	16-93
3.4 厂用配电装置	16-95
3.5 污秽地区配电装置的防护措施	16-95
4 其他电气设施	16-95
4.1 电缆	16-95
4.2 通讯	16-97
4.3 照明	16-97

第6章 电厂自动控制

1 自动控制系统	16-98
1.1 控制方式	16-98
1.2 自动化装置与系统	16-99
1.3 自动化设计对主辅机的要求	16-99
2 自动检测	16-99
2.1 检测项目	16-99
2.2 巡回检测	16-99
2.3 新型检测仪表	16-101
2.4 闭路电视	16-101
3 自动调节	16-101
3.1 自动调节系统的主要控制方式	16-101
3.2 调节控制对象	16-103
3.3 全程调节	16-106
3.4 调节器的选型	16-107
4 程序控制	16-108
4.1 程序控制的作用	16-108
4.2 程序控制系统的组成	16-108
4.3 程控系统操作监视方式	16-109
4.4 对程控系统的几点要求	16-110

4.5 程控装置的选型	16-110
4.6 控制执行器及基础元件	16-111
5 自动保护	16-111
5.1 保护方式	16-111
5.2 单元机组综合保护联锁	16-111
5.3 各主、辅机的保护联锁	16-112
6 控制计算机的应用	16-113
6.1 控制计算机的监控功能	16-113
6.2 计算机为中心的综合自动化	16-116
6.3 计算机直接控制的自动化系统	16-116
6.4 对计算机系统的几点要求	16-116

第7章 电厂水处理

1 火力发电厂对水的要求	16-117
1.1 水中杂质的危害性	16-117
1.2 火力发电厂汽水质量控制标准	16-118
1.3 火力发电厂的水处理	16-119
2 水的沉清处理	16-119
2.1 沉清处理法	16-119
2.2 混凝澄清	16-119
2.3 药品剂量设备	16-121
3 水的过滤处理	16-123
3.1 过滤器	16-123
3.2 滤料	16-123
4 水的药剂软化、脱碱	16-123
4.1 石灰软化脱碱	16-123
4.2 石灰、苏打软化	16-123
5 离子交换处理	16-124
5.1 离子交换剂	16-124
5.2 离子交换反应	16-126
5.3 离子交换系统和设备	16-128
6 其他除盐法	16-128
6.1 蒸馏	16-128
6.2 扩容蒸发	16-128
6.3 反渗透	16-128
6.4 电渗析	16-129
7 凝结水处理	16-130
7.1 凝结水水质控制指标	16-130
7.2 凝结水处理方法	16-130
7.3 凝结水的过滤设备	16-131
7.4 凝结水的除离子设备	16-131

8 冷却水处理	16-132
8.1 冷却水处理方法	16-132
8.2 大型电厂冷却循环排水的处置	16-133

第8章 启动运行

1 启动停运	16-133
1.1 启动准备	16-133
1.2 自然循环锅炉的启动	16-134
1.3 直流锅炉的启动	16-135
1.4 汽轮机的启动	16-135
1.5 发电机并列和带负荷	16-136
1.6 停运	16-136
1.7 滑参数起停	16-137
1.8 旁路系统	16-138
2 运行特性	16-138
2.1 过负荷运行	16-139
2.2 最低负荷运行	16-139
2.3 负荷变化	16-140
2.4 进相运行	16-140
2.5 低频率运行	16-140
3 经济运行	16-141
3.1 燃料管理	16-141
3.2 燃烧管理	16-141
3.3 高热效率运行	16-142
4 故障及对策	16-143
4.1 锅炉放炮	16-143
4.2 制粉系统爆炸	16-143
4.3 炉管泄漏及爆管	16-143
4.4 汽轮机的故障	16-145
4.5 凝汽器管的故障	16-145
4.6 台风故障	16-146
4.7 地震故障	16-147

第9章 柴油机发电

1 柴油机电站的特性	16-147
1.1 电站特点	16-147
1.2 电站分类	16-147
1.3 电站建设	16-147
2 机组选型	16-148
2.1 电站总容量	16-148
2.2 机组型式	16-148

2.3 机组台数	16-148
2.4 单机容量	16-152
3 辅助系统	16-152
3.1 燃油系统	16-152
3.2 润滑系统	16-153
3.3 冷却系统	16-153
3.4 起动系统	16-155
3.5 排气系统	16-156
4 柴油机的运行和维护	16-156
4.1 柴油机的运行	16-156
4.2 柴油机的维护	16-157
4.3 机组的自起动	16-158

第10章 燃气轮机发电

1 燃气轮机特性	16-158
1.1 基本类型	16-158
1.2 主要特性	16-159
1.3 发展动向	16-159
2 燃气轮机发电的热力循环	16-160
2.1 基本工作原理	16-160
2.2 热循环	16-161
2.3 提高热效率的途径	16-163
3 燃气轮机在电力工业中的应用	16-164
3.1 基本用途	16-164
3.2 燃气轮机发电的技术特点	16-164
3.3 运行中存在的问题	16-165
4 特种型式的燃气轮机组合	16-166
4.1 自由活塞-燃气轮机联合装置	16-166
4.2 蒸汽-燃气联合装置	16-167

第11章 地热发电

1 地热能的开发和利用	16-168
1.1 各类地热资源的技术概况	16-168
1.2 地热发电发展状况	16-168
1.3 地热电站规划要点	16-170
2 地热发电的基本原理和计算	16-171
2.1 热水型地热发电	16-171
2.2 蒸汽型地热发电	16-173
2.3 发电能力计算	16-173
3 地热电站主要设备	16-175
3.1 蒸汽发生设备	16-175