

# 热工技术手册

热工仪表与自动化

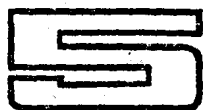
能源部西安热工研究所 主编



水利电力出版社



# 热工技术手册



---

热工仪表与自动化

能源部西安热工研究所 主编

水利电力出版社

(京)新登字115号

### 内 容 提 要

本卷共分四篇二十六章。主要内容有：火力发电厂主要运行参数（温度、压力、流量、水位、机械量、气体成分等）的测量方法和仪表；汽包炉和直流炉的调节设备和调节系统；汽轮机旁路和电厂辅机调节系统；开关量的顺序控制、联动控制系统；机炉报警系统、保护系统；计算机实时监控系统、分散式控制系统等。

本卷可供火电厂生产过程自动化专业从事设计、安装、运行工作的工程技术人员和科研人员工作中查阅，亦可供冶金、化工、石油、轻工等工业从事自动化工作的工程技术人员和有关专业的高校师生参考。

### 热工技术手册

第5卷 热工仪表与自动化  
能源部西安热工研究所 主编

水利电力出版社出版、发行  
(北京三里河路6号)

各地新华书店经营  
水利电力出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 44.75印张 1010千字  
1992年8月第一版 1992年8月北京第一次印刷  
印数 0001—4770册 精装  
ISBN7-120-01418-8/TK\*233  
定价 35.50元

# 热工技术手册编写委员会

主任委员 袁 颖

副主任委员 杜庆东 舒君展

委 员 (按姓氏笔划为序)

马士林 杜庆东 赵庆炜 袁 颖 高汉襄

夏宝鸾 秦金藻 钱钟彭 舒君展

秘 书 高维芳

ABA38/05

## 本卷编写人员

主 编 赵庆炜

副主编 饶纪杭 周慧南

参 编 (按姓氏笔划为序)

王世海 付德维 朱鸿昌 肖兆华 肖树华 武治善

孟祖浩 周 明 周慧南 房荣铭 张少伟 张法文

金颂志 赵庆炜 饶纪杭 曹建亭

## 本卷审稿人员

主审单位 能源部电力司

审稿人员 (按姓氏笔划为序)

马国宾 方可人 支海坤 叶炳生 吕震中

沈 炯 沈兴武 李子连 陈来九 陈华成

陈焕生 何适生 余留真 吴永生 林济群

侯子良 梁美珠 贾景华 谢麟阁

# 前 言

建国40年来,电力工业发展迅速,至1987年末,全国发电装机容量已逾1亿千瓦,其中火电装机容量占70.5%,发电量占总发电量的80%。在今后30年的发展目标中,火电机组容量的比重仍将保持在70%左右。从事火电行业工作的人员日益增多,迫切要求有一部符合我国现代火电生产技术水平的热动力工程方面的专业工具书。在原水利电力部生产司和现能源部电力司的重视和支持下,我们组织编写了这部《热工技术手册》,在一定程度上能满足广大读者的需要。

《手册》全书共分6卷,即火力发电厂、锅炉机组、汽轮机组、电厂化学、热工仪表与自动化、电厂金属,总字数约600万字。《手册》扼要阐述热力系统、主辅设备的工作原理,有实用价值的计算、测量、分析、试验、调整、控制、监督的方法,以及有关法规、规程、标准、导则等的主要内容。《手册》力图反映多年来我国火电厂运行管理的实践经验及技术革新和科研成果,也适当介绍国外先进经验。

对《手册》的选材和编写原则有两点说明:(1)根据国内火电厂一般规模,选材重点针对100MW及以上容量的机组,对较小容量机组亦可参考使用;(2)内容要求可靠、先进、准确、简明、实用,不过分追求知识的系统性和全面性,对关键技术内容的说明要有一定的深度,以利于解决实际问题。

本《手册》主要供从事火电厂生产、科研、设计、基建、管理、教学等工作人员查阅之用。

本《手册》由能源部西安热工研究所主编,个别卷及章节邀请所外专家参加编写工作;提纲及初稿曾经同行专家学者评审,并提出了宝贵意见;编写过程中得到了水利电力出版社的指导和协助。谨对以上为编写《手册》做出过贡献的同志及其所属单位致以诚挚的谢意。

本《手册》首次出版,在选材及文风体例等方面难免有不当之处,衷心希望广大读者批评指正,俾使再版时充实完善。

能源部西安热工研究所  
《热工技术手册》编写委员会

1988年9月

## 本卷编写说明

热工仪表与自动化技术对火电厂的安全经济运行、减轻劳动强度和提高了劳动生产率有着重要作用。随着火电机组向大容量、高参数发展和改革开放以来大型机组的成功建设,火电厂热工仪表与自动化技术迅速发展,为此有必要搜集资料、总结经验,编写技术手册。

本卷是《热工技术手册》第5卷,是根据《手册》总的编写宗旨、结合火电厂热工仪表与自动化技术进行选材和编写的。

能源部西安热工研究所自动化室、计算机室和计量室的部分同志承担了本卷的编写任务。

本卷有四篇共26章。测量与仪表篇编入了主要运行参数的测量方法和仪表,尚不成熟的测量方法暂不编入,汽水成分分析编入电厂化学卷;模拟量控制篇编入了常用的、成熟的调节系统,介绍了典型对象的特性和系统整定方法;近年来,顺序控制和连锁保护水平有了显著提高,为此用第三篇介绍顺控保护系统的设计和使用设备;计算机技术应用篇仅对监控系统和分散控制系统的应用作了介绍,待日后随着国产化设备的普遍采用再作增补。

本卷编写人员有:张少伟(第1章);金颂志(第2、7章);肖树华(第3、4章);赵庆炜(第5章);饶纪杭(第6、18、19、20、23、24章);肖兆华(第8章);孟祖浩(第9、11、12、15章);曹建亭(第11章11.3.2);王世海(第10章第1.2节,第14章);武治善(第13、17章);付德维(第10章第3节);张法文(第16章);周明(第21、22章);朱鸿昌、房荣铭(第25章);周慧南(第26章)。

本卷的统稿工作是由赵庆炜、饶纪杭、周慧南三同志完成的。由于我们的水平有限和时间仓促,本卷难免存在不少缺点和错误,希望广大读者批评指正。

在审查手册编写提纲的过程中,得到谢麟阁、朱煜亮、刘山、徐中玉、徐书国等同志的大力支持和协助。本书稿由能源部电力司主审,在审稿过程中又得到马国宾、方可人、支海坤、叶炳生、吕震中、沈炯、沈兴武、李子连、陈来九、陈华成、陈焕生、何适生、余留真、吴永生、林济群、侯子良、梁美珠、贾景华、谢麟阁(以姓氏笔划为序)等同志的热情帮助,谨此致谢。

编者

1990年12月

## 本卷常用符号

- A**——精确度  
**AC**——交流  
**AM**——模拟存储模块  
**a**——热扩散率 ( $\text{m}^2/\text{s}$ )  
**B**——磁感应强度 (磁通密度) (T)  
**C**——热容;  
     电容;  
     流出系数  
 **$C_d$** ——蓄热系数 ( $\text{kg}/\text{MPa}$ )  
 **$c_p$** ——定压比热 [ $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ]  
**c**——含量 (%)  
**D**——直径  
**DC**——直流  
**D**——微分调节器  
**E**——电势 (V);  
     渐近速度系数;  
     弹性模量 (Pa)  
**F**——力 (N);  
     华氏温度  
 **$F_p$** ——密度校正系数  
 **$F_a$** ——风量  
 **$F_f$** ——燃料量  
 **$F_w$** ——给水流量 (t/h)  
 **$F_s$** ——蒸汽流量 (t/h)  
 **$F, q$** ——以蒸汽流量单位表示的热量信号 ( $\text{kg}/\text{h}$ )  
**FR**——燃烧率指令  
**FT**——流量变送器  
**f**——频率  
 **$f(t)$** ——时间函数器  
 **$f(x)$** ——函数发生器  
**G**——重力 (N)  
**GAP**——死区模块  
     **g**——重力加速度 ( $\text{m}/\text{s}^2$ )  
**H**——水位  
**h**——水位;  
     焓  
**I**——积分调节器  
 **$I$** ——电流  
 **$i$** ——电流;  
     速比  
**K**——传热系数 [ $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ];  
     仪表常数;  
     放大系数 (增益)  
 **$K_p$** ——调节器比例增益 (比例系数)  
**k**——磁化率  
**L**——长度 (m);  
     动量矩;  
     电感 (H);  
     液位 (水位)  
**LT**——液位变送器  
 **$L_s$** ——水位给定值  
**l**——长度  
**M**——分子量;  
     转矩 ( $\text{N}\cdot\text{m}$ )  
 **$Ma$** ——马赫数  
 **$M_e$** ——辐射出射度 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )  
**N**——磁极北极  
**n**——转速 (r/min)  
**O**——仿真算式截断误差  
**P**——功率 (W)  
**P**——比例调节器;  
     压力变送器  
**PT**——压力变送器  
**Pd**——差压变送器  
 **$P_s$** ——压力开关  
**PI**——比例积分调节器  
**PD**——比例微分调节器  
**PID**——比例积分微分调节器  
     **p**——压力  
     **Q**——热量 (J)  
      **$q_m$** ——质量流量 ( $\text{kg}/\text{s}$ )  
      **$q_v$** ——体积流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )  
**R**——电阻;  
     气体摩尔常数 [ $\text{J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ ]  
**Re**——雷诺数  
**S**——面积;  
     标准误差估计值  
**ST**——转速变送器  
 **$St$** ——斯特劳哈尔数  
**s**——拉普拉斯算子;  
     距离;  
     位移



$T$ ——热力学温度 (K)  
 $T$ ——温度变送器  
 $T_L$ ——亮度温度 (K)  
 $T_F$ ——辐射温度 (K)  
 $T_s$ ——比色温度 (K)  
 $T_i$ ——积分时间 (s)  
 $T_d$ ——微分时间 (s)  
 $T_f$ ——微分阻尼时间常数  
 $T_s$ ——温度开关  
 $TT$ ——温度变送器  
 $TM$ ——汽轮机功率指令  
 $t$ ——摄氏温度 (°C)  
 $t_w$ ——饱和水温度 (°C)  
 $t_s$ ——饱和汽温度 (°C)  
 $t_{s,t}$ ——微过热汽温 (°C)  
 $U$ ——电压 (V)  
 $u$ ——交流瞬时电压  
 $V$ ——体积  
 $v$ ——速度;  
 比容  
 $W(s)$ ——传递函数  
 $X$ ——电抗  
 $ZT$ ——位置变送器  
 $\alpha$ ——角度;  
 流量系数;  
 电阻温度系数  
 $\alpha_l$ ——线膨胀系数  
 $\alpha_v$ ——体膨胀系数  
 $\beta$ ——节流件直径比  
 $\gamma$ ——执行机构放大系数;  
 变送器针率  
 $\Delta$ ——微小误差;  
 增量

$\Delta p$ ——差压  
 $\delta(t)$ ——单位脉冲函数  
 $\delta p$ ——压力损失  
 $\delta$ ——调节器比例带  
 $\varepsilon$ ——介电常数;  
 发射率;  
 流束膨胀系数;  
 动态响应速度  
 $\eta$ ——动力粘度 (Pa·s);  
 效率  
 $\theta$ ——温度 (°C);  
 角度;  
 烟气温度  
 $\theta_f$ ——炉膛火焰温度  
 $\kappa$ ——定熵指数  
 $\lambda$ ——热导率 (导热系数) [W/(m·K)];  
 水阻力系数;  
 波长  
 $\mu$ ——磁导率;  
 泊松比;  
 调节阀门开度  
 $\mu_T$ ——调速汽门开度  
 $\nu$ ——运动粘度 (m<sup>2</sup>/s)  
 $\rho$ ——密度 (kg/m<sup>3</sup>)  
 $\rho_w$ ——饱和水密度 (kg/m<sup>3</sup>)  
 $\rho_s$ ——饱和汽密度 (kg/m<sup>3</sup>)  
 $\sigma$ ——标准偏差;  
 应力;  
 斯忒藩-玻耳兹曼常数 [W/(m<sup>2</sup>·K<sup>4</sup>)]  
 $\tau$ ——延迟时间 (s)  
 $\psi$ ——衰减率  
 $\omega$ ——角频率;  
 角速度

# 目 录

前 言

本卷编写说明

本卷常用符号

## 第一篇 测量与仪表

### 第1章 法定计量单位与测量误差

第1节	法定计量单位	1
1.1.1	法定计量单位及其使用方法	1
1.1.2	常用法定计量单位和非法定计量单位的换算	6
第2节	测量误差与数据处理	11
1.2.1	测量误差	11
1.2.2	误差综合	16
1.2.3	数据处理	19

### 第2章 压力（压差）测量

第1节	压力概念与压力仪表分类	21
第2节	液柱式压力计	22
第3节	活塞式压力计	26
第4节	弹性式压力表	28
第5节	压力（压差）变送器	33
2.5.1	应变式压力变送器	33
2.5.2	霍尔压力变送器	34
2.5.3	力平衡式压力（压差）变送器	35
2.5.4	电容式压力（压差）变送器	37
2.5.5	振弦式压力（压差）变送器	42
第6节	测压仪表的安装要点	49

### 第3章 温度测量

第1节	测量原理和分类	51
第2节	温标及温标传递系统	52
第3节	膨胀式温度计	57
3.3.1	双金属温度计	57
3.3.2	压力式温度计	59
3.3.3	玻璃管液体温度计	60
第4节	热电阻	63
3.4.1	热电阻的分类和温度特性	63

3.4.2	各类热电阻的结构特点和系列参数 .....	65
3.4.3	热电阻的附加误差和接线方式 .....	68
3.4.4	热电阻校验 .....	70
第5节	热电偶 .....	72
3.5.1	热电偶的分类和温度特性 .....	72
3.5.2	热电极材料和热电偶的基本参数 .....	74
3.5.3	铠装热电偶 .....	78
3.5.4	标准热电偶 .....	80
3.5.5	热电偶延伸线 .....	81
3.5.6	热电偶冷端温度的处理方法 .....	83
3.5.7	热电偶的焊接、安装和校验 .....	85
第6节	温度变送器 .....	89
3.6.1	DBW型温度变送器的原理、分类和特点 .....	89
3.6.2	热电偶温度变送器 .....	90
3.6.3	热电阻温度变送器 .....	94
3.6.4	温度变送器的校验 .....	96
第7节	辐射式温度计 .....	97
附录1	热电偶分度关系式 .....	104
附录2	铜、铂热电阻分度表 .....	109
附录3	热电偶分度表 .....	111

## 第4章 流量测量

第1节	流量测量原理和分类 .....	114
第2节	流量测量节流装置 .....	118
4.2.1	节流式压差流量计的基本原理 .....	118
4.2.2	标准节流装置的结构形式和技术要求 .....	118
4.2.3	节流式压差流量计的安装与应用 .....	137
第3节	动压式测速与测流装置 .....	141
4.3.1	基本原理 .....	141
4.3.2	动压测量管 .....	142
4.3.3	均速管 .....	146
4.3.4	机翼式测风装置 .....	148
4.3.5	利用弯管测量流量 .....	150
4.3.6	利用汽轮机调节级后压力或级组压力差测量蒸汽流量 .....	152
第4节	浮子流量计 .....	154
第5节	涡轮流量计 .....	158
第6节	电磁流量计 .....	163
第7节	涡街流量计 .....	165
第8节	容积式流量计 .....	170
第9节	靶式流量计 .....	175
第10节	质量流量计 .....	179
第11节	流量计校验和流量标定装置 .....	185

第12节	煤量计量	189
4.12.1	煤斗秤	189
4.12.2	皮带秤	193
4.12.3	轨道衡	197

## 第5章 水位测量

第1节	锅炉汽包就地式水位计	201
第2节	锅炉汽包压差式低置水位计	205
第3节	电接点水位计	210

## 第6章 机械量测量

第1节	基本检测元件的工作原理	212
6.1.1	电感式检测元件	212
6.1.2	差动变压器式检测元件	213
6.1.3	涡流式检测元件	214
6.1.4	磁电式检测元件	215
6.1.5	其它检测元件	216
第2节	汽轮机各部位的位移测量	216
6.2.1	轴向位移传感器	217
6.2.2	膨胀差传感器	218
6.2.3	热膨胀传感器	218
第3节	汽轮机轴状态的测量	219
6.3.1	转子轴端偏心度的测量	220
6.3.2	轴承振动的测量	221
6.3.3	轴振动的测量	222
6.3.4	振动相角的测量	222
第4节	汽轮机转动状态的测量	223
6.4.1	汽轮机转速测量	223
6.4.2	汽轮机加速度测量	224
6.4.3	汽轮机零转速测量	224
第5节	汽轮机运行监视系统	224

## 第7章 气体分析仪表

第1节	概述	226
第2节	热导式气体分析器	227
第3节	氧气分析器	232
第4节	一氧化碳分析器	245
第5节	锅炉烟道气采样点的选择	247

## 第8章 显示仪表

第1节	数字式测温仪表	249
8.1.1	数字式测温仪表的一般构成	249

8.1.2	JSWA型数字显示温度表	257
8.1.3	JSWB型数字显示温度表	258
8.1.4	数字显示温度巡测仪	260
第2节	温度显示仪表的使用	267

## 第二篇 模拟量控制

### 第9章 热工调节系统概述

第1节	常用名词和图例	269
9.1.1	名词术语	269
9.1.2	图例符号	274
第2节	调节任务	276
9.2.1	汽包锅炉-汽轮机单元机组	277
9.2.2	直流锅炉-汽轮机单元机组	277
9.2.3	辅助系统的自动调节	278

### 第10章 调节设备

第1节	调节仪表	279
10.1.1	组装仪表	279
10.1.2	气动基地式调节仪表	315
10.1.3	数字式单回路调节器	322
第2节	执行机构	341
10.2.1	气动执行机构	341
10.2.2	电动执行机构	350
第3节	调节阀	352
10.3.1	调节阀的可调比和流量特性	352
10.3.2	调节阀的选择与口径计算	359

### 第11章 调节系统整定

第1节	对象动态特性求取	377
11.1.1	试验法	377
11.1.2	理论分析法	383
第2节	调节器参数整定	384
11.2.1	一般说明	384
11.2.2	单回路调节系统整定	386
11.2.3	复杂调节系统整定	390
第3节	仿真试验	392
11.3.1	模拟仿真	392
11.3.2	数字仿真	397



## 第12章 机组协调控制系统

第1节	系统组成	407
12.1.1	机组的基本控制方式	407
12.1.2	机组协调控制系统的功能	408
12.1.3	机炉协调控制原则方案	409
12.1.4	机炉协调主控回路举例	411
第2节	运行方式	412
12.2.1	基本运行方式	412
12.2.2	各种运行方式之间的切换跟踪	412
12.2.3	滑压运行	413

## 第13章 汽包锅炉给水调节系统

第1节	锅炉汽包水位的动态特性	415
第2节	汽包锅炉给水调节系统的类型	417
第3节	汽包锅炉给水调节系统的整定	419
第4节	汽包锅炉给水的全程调节	420

## 第14章 汽温调节系统

第1节	概述	426
第2节	调节汽温常用的手段	426
第3节	过热汽温调节系统	427
14.3.1	过热汽温调节系统的构成	427
14.3.2	过热汽温调节系统的整定	431
第4节	再热汽温调节系统	433
14.4.1	再热汽温调节系统的构成	433
14.4.2	再热汽温调节系统的整定	436

## 第15章 燃烧调节系统

第1节	燃料量调节系统	438
15.1.1	中间储仓式和直吹式制粉系统	438
15.1.2	燃料量信号的测量	440
15.1.3	典型调节系统的结构	442
15.1.4	钢球磨煤机调节系统	444
第2节	送风量调节系统	445
15.2.1	风量信号的测量	445
15.2.2	典型调节系统的结构	446
第3节	炉膛压力调节系统	447
第4节	燃烧调节系统的调试投运	449

## 第16章 直流炉自动调节系统

第1节	直流炉的调节特点	450
-----	----------	-----

第2节	直流炉的调节系统	455
16.2.1	以微过热汽温为校正信号的调节系统	456
16.2.2	采用加热段某点水温作为导前信号的微过热汽温调节系统	458
16.2.3	采用烟气温度作为导前信号的微过热汽温调节系统	459
16.2.4	以火焰温度作为导前信号的微过热汽温调节系统	459
16.2.5	以微过热蒸汽的焓值为校正信号的调节系统	461
16.2.6	以工作介质密度为校正信号的调节系统	463
16.2.7	汽压、微过热汽温解耦调节系统	465
16.2.8	采用热量信号作为被调量的调节系统	465

## 第17章 汽轮机旁路和电厂辅机调节系统

第1节	汽轮机旁路调节系统	467
17.1.1	简单调节系统	467
17.1.2	复杂调节系统	468
第2节	电厂辅机调节系统	470
17.2.1	除氧器压力调节系统	472
17.2.2	除氧器(给水箱)水位和凝汽器水位调节系统	472
17.2.3	加热水位调节系统	474
17.2.4	汽轮机轴封压力调节系统	474
17.2.5	汽轮机润滑油温调节系统	475
17.2.6	重油站的调节系统	475
17.2.7	其他辅机的调节系统	476

## 第三篇 开关量控制

### 第18章 顺序控制系统

第1节	锅炉定期排污顺序控制	479
第2节	锅炉吹灰顺序控制	480
第3节	输煤系统的顺序控制	482
第4节	水处理的顺序控制	487
第5节	锅炉燃烧器的顺序控制	490
第6节	顺序控制装置	494
18.6.1	固定接线式顺序控制装置	495
18.6.2	通用式顺序控制装置	498
18.6.3	可编程序逻辑控制器	502

### 第19章 联动控制系统

第1节	联动控制系统的组成	509
19.1.1	联动控制的基本原理	509
19.1.2	联动控制的实现	509
19.1.3	典型联动控制介绍	510

19.1.4	联动控制系统的设计 .....	512
第 2 节	控制对象的控制电路 .....	515
19.2.1	厂用电机的控制电路 .....	515
19.2.2	阀门驱动装置的控制电路 .....	523
第 3 节	典型辅机联动条件 .....	526
19.3.1	回转式空气预热器 .....	526
19.3.2	吸风机 .....	526
19.3.3	送风机 .....	527
19.3.4	密封风机 .....	527
19.3.5	射水抽气系统 .....	528
19.3.6	汽轮机油系统 .....	528
19.3.7	电动给水泵 .....	530

## 第20章 汽轮机自动控制系统

第 1 节	汽轮机自动控制系统的组成 .....	532
第 2 节	汽轮机自启停系统 .....	533
第 3 节	汽轮机热应力监视系统 .....	539

## 第21章 阀门驱动装置

第 1 节	典型结构与技术要求 .....	544
第 2 节	电动装置的性能检验方法 .....	552
第 3 节	转矩计算 .....	553
第 4 节	控制电路 .....	559
第 5 节	部分国产电动装置的性能 .....	562

## 第22章 开关量变送器

第 1 节	定义与技术要求 .....	566
第 2 节	开关量变送器的性能评定试验方法 .....	569
第 3 节	开关量压力变送器 .....	573
第 4 节	开关量温度变送器 .....	574
第 5 节	开关量液位变送器 .....	576
第 6 节	开关量电量变送器 .....	577

## 第23章 报警系统

第 1 节	报警系统的功能 .....	580
23.1.1	自动复位报警系统 .....	581
23.1.2	人工复位报警系统 .....	581
23.1.3	有复原音响和显示的报警系统 .....	581
23.1.4	有消音按钮和复原显示的报警系统 .....	582
23.1.5	有首出报警和自动复位的报警系统 .....	583
23.1.6	有首出报警和人工复位的报警系统 .....	583
23.1.7	人工解除首出报警的报警系统 .....	584

第2节	报警信号	586
23.2.1	报警信号的基本内容	586
23.2.2	典型报警项目清单	586
23.2.3	报警信号处理	588
第3节	报警装置	590
23.3.1	报警装置的技术要求	590
23.3.2	常用报警装置	591
23.3.3	特殊的报警装置	595

## 第24章 保护系统

第1节	保护系统的技术要求	597
第2节	保护系统的组成	597
第3节	机组事故处理系统	599
24.3.1	甩负荷保护系统	599
24.3.2	辅机故障减负荷系统	600
第4节	机组自动跳闸系统	601
24.4.1	发电机跳闸回路的跳闸条件	602
24.4.2	汽轮机跳闸回路的跳闸条件	603
24.4.3	锅炉跳闸回路的跳闸条件	603

## 第四篇 计算机技术的应用

### 第25章 火电厂实时监控系统

第1节	计算机实时监控结构	605
25.1.1	实时监控分类	605
25.1.2	火电厂实时应用程序的结构	611
25.1.3	过程输入信号	621
第2节	监控计算机软件设计基础	627
25.2.1	过程输入输出点号及单位	627
25.2.2	制表打印类别和格式	631
25.2.3	CRT屏幕显示	638
25.2.4	数据处理常用算法	642
25.2.5	模拟量采集速度估算	652
25.2.6	计算机程序设计要点	653
第3节	计算机启停发电机组的结构	655
25.3.1	机组启动过程分段推进	655
25.3.2	操作程序按子程序处置	657
25.3.3	监控程序的启动方式	658
25.3.4	机组监控程序的安全保护	659
第4节	监控计算机的安装、调试、维护和考核	660