



REGONG ZIDONGHUA SHEJISEHUI

931594

# 热工自动化 设计手册

《热工自动化设计手册》编写组

水利电力出版社

631594

# 热工自动化设计手册

《热工自动化设计手册》编写组

H/K17/22



C0318550

水利电力出版社

## 内 容 提 要

本手册紧密结合火力发电厂设计实践,系统地阐述解直以来热工自动化设计工作中的经验。全书共分十五章,详细介绍热工自动化设计中必须解决的各项问题,诸如:设计原则和内容,热工过程的控制方式,自动调节系统的设计要点和仪表选择,以及操作控制,热工信号、保护和联锁,控制接线,管路、电缆等的设计和选型问题。手册中汇集了设计工作中常用的数据和图表并介绍一些新设备的应用情况。

本书主要供火力发电厂热工自动化设计工作者和安装运行人员使用,也可供其他工业企业专业技术人员及大专院校热工自动化专业的师生参考。

## 热工自动化设计手册

《热工自动化设计手册》编写组

\*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

\*

787×1092毫米 16开本 32印张 729千字 3插页

1981年1月第一版 1986年12月北京第二次印刷

印数7761—18769册 定价6.80元

书号 15145·6258

# 前 言

在现代化企业的连续生产过程中,应用工业自动化仪表和设备构成各种类型的自动化系统,可以代替人工的重复性劳动,实现工艺过程的自动检测、调节和控制。生产过程自动化能够提高产品的质量和产量,保障设备安全,改善劳动条件,减轻劳动强度,提高劳动生产率。随着我国社会主义四个现代化建设的发展,对自动化水平提出了更高的要求。因此,在火电厂和其他工业企业热工自动的设计工作中,如何正确地选择热工自动化方案、如何正确地选择与使用自动化仪表和设备,是十分重要的问题。我们根据广大设计人员的要求,结合火力发电厂的实际,组织编写了《热工自动化设计手册》,力求为热工自动化的设计和技术培训工作提供一份比较完整的参考资料,以便进一步提高热工自动化专业的设计水平。

本手册的内容主要是总结了解放以来火电厂热工自动化工作中有一定代表的、成熟的设计经验,同时吸收了安装、运行、科研工作中行之有效的成果,并吸取了部分国外机组的技术方案。手册对火电厂的热工检测,自动调节,操作控制,热工信号、保护与联锁等自动化系统的设计,以及设备选型等技术问题作了比较系统的综述;汇集了设计工作中常用的图表和数据,并介绍了一些新技术、新设备的应用情况。由于自动化元件及自动化设备的研制正在不断发展,因此,手册只着重一般设计经验的总结,而未汇编热工自动化常用设备等资料。手册中所涉及的设备,是以已经定型生产的设备为基础的。因此,在使用本手册时,应密切结合当时设备生产的具体情况,灵活参照运用。

手册内容是以现行的国家标准、规程、规定为依据的。但是,由于有些标准,尤其是有关热工自动化专业方面的技术标准还正在制定或试行修订之中。所以,在使用本手册时,凡是与国家标准、规程、规定有出入者,均应以现行的标准、规程、规定为准。

实践是检验真理的唯一标准。设计方案是否正确合理,同样应经过实践的检验。手册中所列举的方案,均为工程中采用过的方案,但由于各种原因,有的方案在国内尚未投入运行。随着我国社会主义建设事业的蓬勃发展和管理制度的健全,自动化装置的投入率必将得到提高,并在实际运行中不断改进原有方案,取得更好的使用效果。因此,在使用本手册时,必须注意实践经验的总结,使热工自动化的设计方案更臻于完善。

本手册是在原水利电力部规划设计管理局的领导下,由河北省电力勘测设计院组织分工编写的。参加编写的单位有东北、西北、西南、华东、湖北、北京、河北、内蒙、河南、广东、山西和湖南等电力设计院。全手册共分十五章,各章的执笔者为:第一章李子连;第二章于盈生;第三章薛沛华、韦课常、李玉欣、马孝骞;第四章李子连;第五章章鸿基、李洪昌、沙宪厚;第六章赵唯仁、黄尊衡;第七章胡宗荣、沙宪厚、李世贤;第八章吴克勤;第九章赵祖泽;第十章贾云鹏;第十一章陈克荣;第十二章侯于良、陈清亚;第十三章马孝骞;第十四章付岳庭、旷年奎;第十五章徐文麟;绘图陈贺玲。

手册编辑组由李子连、陈克荣、吴克勤、于益生、王俊、陈勤奇等同志组成，李子连同志负责全书的组织和统一工作。

本手册在编写过程中，得到北京电力学校的大力支持和热情协助；电力工业部热工研究所、北京电力试验研究所、北京石景山发电厂、山东省电力建设公司火电一处、华北电力学院、南京工学院、东北电力学院等单位的同志以及参加手册审稿、定稿会议的同志对书稿进行了认真审阅；上海自动化仪表一厂、天津自动化仪表九厂、西安仪表厂、云南省电力局勘测设计院等单位也对编写工作予以多方面的支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于我们水平有限，手册中难免有缺点、错误和遗漏、不足之处，恳请读者批评指正。

《热工自动化设计手册》编写组

1980年4月

# 目 录

## 前 言

|                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 第一章 绪论 .....                                                                                                                            | 1  |
| 1-1 节 概 述 .....                                                                                                                         | 1  |
| 一、热工自动化设计的任务   二、热工自动化设计的范围   三、热工自动化设计的原则                                                                                              |    |
| 1-2 节 热工自动化设计的内容 .....                                                                                                                  | 3  |
| 一、初步设计的内容   二、施工图的内容                                                                                                                    |    |
| 第二章 控制方式 .....                                                                                                                          | 7  |
| 2-1 节 就地控制 .....                                                                                                                        | 7  |
| 一、就地控制的适用范围   二、就地控制盘的平面布置                                                                                                              |    |
| 2-2 节 集中控制 .....                                                                                                                        | 13 |
| 一、母管制机组集中控制   二、单元制机组集中控制   三、单元控制室的位置和盘台布置   四、单元控制室对建筑设计的要求   五、提高自动化水平，完善集中控制                                                        |    |
| 第三章 自动调节 .....                                                                                                                          | 25 |
| 3-1 节 自动调节系统的设计程序 .....                                                                                                                 | 25 |
| 一、自动调节系统设计步骤   二、典型原则性调节系统分析                                                                                                            |    |
| 3-2 节 母管制中间储仓式汽包锅炉的调节系统 .....                                                                                                           | 34 |
| 一、给水自动调节系统   二、过热蒸汽温度自动调节系统   三、汽压自动调节系统   四、送风自动调节系统   五、炉膛负压自动调节系统   六、一次风压力自动调节系统   七、钢球磨煤机的自动调节系统                                   |    |
| 3-3 节 单元机组的调节系统 .....                                                                                                                   | 59 |
| 一、单元机组汽压自动调节系统   二、再热蒸汽温度自动调节系统                                                                                                         |    |
| 3-4 节 直吹式锅炉的调节系统 .....                                                                                                                  | 66 |
| 一、具有风扇磨煤机的直吹式锅炉汽压调节系统   二、具有中速磨煤机的直吹式锅炉汽压调节系统                                                                                           |    |
| 3-5 节 燃油、燃气锅炉的调节系统 .....                                                                                                                | 68 |
| 一、一般燃油、燃气锅炉的燃烧调节系统   二、低过剩空气系数运行的燃油、燃气锅炉的燃烧调节系统                                                                                         |    |
| 3-6 节 直流锅炉的调节系统 .....                                                                                                                   | 72 |
| 一、直流锅炉的动态特性   二、直流锅炉的调节系统                                                                                                               |    |
| 3-7 节 汽机车间辅助设备的调节系统 .....                                                                                                               | 81 |
| 一、除氧器压力自动调节系统   二、除氧器水位自动调节系统   三、汽轮机轴封压力自动调节系统   四、加热器水位自动调节系统   五、凝汽器水位自动调节系统   六、蒸发器水位自动调节系统   七、原水预热器原水温度自动调节系统   八、减压减温器压力温度自动调节系统 |    |

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| 3-8节 自动调节系统设计的若干问题 .....                   | 86  |
| 一、测量信号噪声的抑制   二、测量信号的校正   三、调节机构特性校正       |     |
| 四、测量信号的线性化   五、防止信号回路两处共点   六、防止信号的单边阻塞    |     |
| 七、自动跟踪   八、保护和联锁                           |     |
| 3-9节 自动调节仪表的选择 .....                       | 103 |
| 一、仪表系列的选择   二、单元仪表的选择                      |     |
| 3-10节 执行器选择 .....                          | 112 |
| 一、流体流量调节机构选择   二、调节阀选择   三、执行机构的选择         |     |
| 3-11节 给粉给煤调速装置选择 .....                     | 118 |
| 一、给粉调速装置选择   二、给煤调速装置选择                    |     |
| 3-12节 自动调节系统接线 .....                       | 124 |
| 一、一般问题   二、变送器类接线   三、调节器接线   四、计算单元接线     |     |
| 五、电动执行器及操作器接线   六、电磁调速电动机控制回路接线            |     |
| 3-13节 单元机组协调控制系统 .....                     | 127 |
| 一、协调控制系统   二、协调控制系统运算及保护回路框图               |     |
| 第四章 热工检测 .....                             | 140 |
| 4-1节 热工检测系统的设计 .....                       | 140 |
| 一、检测项目的确定   二、仪表功能的确定   三、仪表装设位置的确定        |     |
| 四、变送器的确定   五、仪表的精简及措施                      |     |
| 4-2节 设备本体仪表或测点的装设 .....                    | 144 |
| 一、设备本体仪表或测点的装设原则   二、设备本体仪表或测点             |     |
| 4-3节 机炉及辅助系统的热工检测点 .....                   | 146 |
| 一、机炉及辅助系统的热工检测点及仪表配置   二、各功能仪表配置的说明        |     |
| 三、若下测点位置或数量选择的说明   四、机炉热工检测系统示意图           |     |
| 4-4节 热工检测仪表的选择 .....                       | 156 |
| 一、热工检测仪表选型的一般原则   二、温度检测仪表   三、压力(真空)检测仪表  |     |
| 四、流量、液位检测仪表   五、分析仪表   六、显示仪表              |     |
| 七、开列设备单中应注意的问题                             |     |
| 第五章 辅助车间热工自动化 .....                        | 177 |
| 5-1节 水处理系统 .....                           | 177 |
| 一、水处理系统的控制方式   二、水处理系统的热工检测   三、水处理系统的程序控制 |     |
| 四、水处理系统自动化设施的防腐蚀                           |     |
| 5-2节 燃油系统 .....                            | 192 |
| 一、燃油系统的控制方式   二、燃油系统的热工检测   三、燃油系统的自动调节    |     |
| 四、热工信号、控制及联锁   五、油罐的油位测量                   |     |
| 5-3节 制氢站 .....                             | 201 |
| 一、制氢设备的控制方式   二、制氢设备简介   三、制氢设备的调节与检测      |     |
| 四、热工保护联锁与信号   五、有关设备供应问题的说明                |     |
| 第六章 热工控制盘 .....                            | 207 |

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| 6-1节 热工控制盘的选择                                                     | 207 |
| 一、型号命名方式 二、结构型式选择 三、外形尺寸的选择 四、结构情况的确定                             |     |
| 6-2节 热工控制盘正面设备布置                                                  | 213 |
| 一、正面设备布置的一般要求及方法 二、正面设备布置尺寸                                       |     |
| 6-3节 热工控制盘内部设备布置                                                  | 224 |
| 一、内部设备布置的一般要求及方法 二、内部设备布置尺寸                                       |     |
| 6-4节 热工控制盘的安裝                                                     | 229 |
| 一、安裝方式及预埋件 二、楼板负荷及预留孔洞                                            |     |
| 第七章 热工信号、保护及联锁                                                    | 233 |
| 7-1节 热工信号                                                         | 233 |
| 一、不重复音响信号 二、重复音响信号                                                |     |
| 7-2节 保护及联锁                                                        | 240 |
| 7-3节 锅炉保护                                                         | 242 |
| 一、汽包锅炉水位保护 二、直流锅炉断水保护 三、锅炉主汽压力高保护 四、锅炉灭火保护 五、再热器温度高保护 六、紧急停炉保护    |     |
| 7-4节 汽轮发电机组保护                                                     | 248 |
| 一、紧急停机保护 二、甩负荷保护 三、低负荷保护 四、汽机本体其他保护及远传指示项目 五、加热器水位保护 六、发电机冷却系统保护  |     |
| 7-5节 单元机组保护                                                       | 261 |
| 一、单元机组的保护系统 二、单元机组旁路系统保护 三、给水泵保护                                  |     |
| 7-6节 联锁                                                           | 267 |
| 一、锅炉辅机的联锁 二、其它辅机的联锁                                               |     |
| 第八章 控制接线                                                          | 277 |
| 8-1节 一般要求                                                         | 277 |
| 8-2节 远方控制器控制接线                                                    | 279 |
| 一、电动执行机构控制接线 二、电信号气动执行机构控制接线 三、电磁阀操作的气动执行机构控制接线 四、电操作气动执行机构断气断气保护 |     |
| 8-3节 电动门控制接线                                                      | 289 |
| 一、电动门的一般装设原则 二、电动门的控制方式 三、阀门电动装置简介 四、电动门控制接线的基本方案                 |     |
| 8-4节 电磁阀控制接线                                                      | 295 |
| 一、锅炉电磁安全门控制接线 二、锅炉气动安全门控制接线 三、锅炉燃油快速关闭阀及快速关闭阀控制接线 四、锅炉辅助油燃烧器控制接线  |     |
| 8-5节 选线控制                                                         | 301 |
| 一、选线控制的应用 二、选线控制接线设计的一般要求 三、选线控制接线                                |     |
| 8-6节 设备选择及装设位置有关问题                                                | 313 |
| 一、设备选择 二、设备装设位置                                                   |     |
| 第九章 程序控制                                                          | 319 |



|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 9-1节 程序控制系统设计 .....                      | 320 |
| 一、程序控制系统设计步骤   二、程序的基本类型   三、程序步的构成和转移   |     |
| 四、程控装置的类型                                |     |
| 9-2节 一些工艺系统程序控制流程图 .....                 | 323 |
| 一、钢球磨煤机储仓式制粉系统(热风送粉)程序控制   二、点火重油燃烧器     |     |
| (蒸汽雾化)程序控制   三、配合燃油调节的重油燃烧器(机械雾化)程序控制    |     |
| 四、锅炉定期排污程序控制   五、电动给水泵程序控制               |     |
| 9-3节 继电器程序控制接线 .....                     | 331 |
| 一、继电器程控回路的基本环节   二、程控装置与被控对象的连接   三、继电   |     |
| 型程控接线应用实例                                |     |
| 9-4节 简易型顺序控制器 .....                      | 344 |
| 一、基本类型和功能   二、基本逻辑回路   三、矩阵电路设计有关问题   四、 |     |
| 简易型顺序控制器的选用                              |     |
| 第十章 电源 .....                             | 355 |
| 10-1节 控制盘交流电源系统 .....                    | 355 |
| 一、控制盘总电源进线的要求   二、成组控制盘的电源母线连接方式   三、总   |     |
| 电源开关接线方式   四、控制盘配电系统设计   五、控制盘交流电源负荷     |     |
| 10-2节 配电箱交流电源系统 .....                    | 360 |
| 一、配电箱电源进线及设备选择   二、配电箱配电系统的设计   三、配电箱电   |     |
| 源负荷                                      |     |
| 10-3节 控制盘直流电源系统 .....                    | 362 |
| 一、控制盘的直流电源进线方式及设备配置   二、控制盘直流电源负荷        |     |
| 10-4节 电源系统设备选择 .....                     | 364 |
| 一、开关与熔断器的选型   二、设备参数选择                   |     |
| 第十一章 气源 .....                            | 367 |
| 11-1节 气源的基本要求 .....                      | 367 |
| 一、品质要求   二、耗气量的计算   三、贮气罐供气能力的核算         |     |
| 11-2节 仪表用压缩空气系统的热工自动化 .....              | 371 |
| 一、仪表用压缩空气系统的工艺流程   二、仪表用压缩空气系统的热工自动化     |     |
| 11-3节 供气系统的设计 .....                      | 377 |
| 一、空压站的输气系统   二、气动仪表的供气方式   三、供气网络设计   四、 |     |
| 仪表用空压站定型设计及设备配套情况                        |     |
| 第十二章 管路 with 电缆 .....                    | 382 |
| 12-1节 测量管路 .....                         | 382 |
| 一、管路的长度   二、管路的选择   三、测量管路上阀门、凝结器和平衡容器   |     |
| 等附件的配置   四、阀门选择                          |     |
| 12-2节 控制和测量线路 .....                      | 392 |
| 一、线路的种类和类型的选择   二、线芯材料截面的选择   三、接线盒的使用   |     |
| 和电缆合并原则   四、电线和电缆的保护管                    |     |

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 12-3节 测点和就地仪表的安装 .....                                                                  | 398 |
| 一、一般要求   二、取压装置的安装   三、感温元件的安装   四、节流装置<br>的安装   五、其他取样装置的安装   六、变送器的安装                 |     |
| 12-4节 管路和电缆的敷设 .....                                                                    | 402 |
| 一、管路敷设   二、电缆敷设的一般知识   三、电缆、管路构架及走向                                                     |     |
| 12-5节 材料 .....                                                                          | 403 |
| 一、常用材料   二、各类机组材料耗量                                                                     |     |
| 第十三章 防护措施 .....                                                                         | 411 |
| 13-1节 防爆措施 .....                                                                        | 411 |
| 一、一般规定   二、爆炸危险场所的电气设备的选择   三、爆炸危险场所的设<br>备布置与安装                                        |     |
| 13-2节 防雨防冻措施 .....                                                                      | 420 |
| 一、就地仪表及执行机构的防雨防冻   二、仪表测量管路的防冻                                                          |     |
| 第十四章 热工自动化试验室 .....                                                                     | 423 |
| 14-1节 热工自动化试验室的面积与布置 .....                                                              | 423 |
| 一、热工自动化试验室面积   二、热工自动化试验室布置                                                             |     |
| 14-2节 热工自动化试验室要求 .....                                                                  | 427 |
| 一、对土建建筑的要求   二、对采暖通风的要求   三、对电源和气源的要求                                                   |     |
| 14-3节 热工自动化试验室设备 .....                                                                  | 428 |
| 一、热工自动化试验室设备配置原则   二、仪器设备的精度等级、量程与数量<br>三、热工自动化试验室设备表                                   |     |
| 第十五章 巡测装置、控制机与工业电视的应用 .....                                                             | 447 |
| 15-1节 巡测装置 .....                                                                        | 447 |
| 一、巡测信号的引入   二、巡测装置的测点分配   三、巡测装置的布置<br>四、防止干扰的措施                                        |     |
| 15-2节 控制机 .....                                                                         | 456 |
| 一、控制机的一般介绍   二、控制机的应用职能   三、国内火电厂使用计算机<br>情况及主要技术指标   四、计算机主要技术指标的选择   五、计算机的应<br>用设计要点 |     |
| 15-3节 工业电视 .....                                                                        | 477 |
| 一、工业电视的一般介绍   二、工业电视的主要技术指标   三、设计中须注意<br>的问题                                           |     |
| 附 录 .....                                                                               | 481 |
| 附录一 图例符号及设备、回路编号 .....                                                                  | 481 |
| 附录二 热工自动化技术常用的一些物理量单位及换算关系表 .....                                                       | 495 |
| 附录三 电厂常用钢材制品的公称压力、工作压力和试验压力 .....                                                       | 497 |
| 附录四 电厂常用隔离液物理化学性质表 .....                                                                | 498 |
| 附录五 热电偶及热电阻分度特性表 .....                                                                  | 499 |

## 第 一 章

# 绪 论

### 1-1 节 概 述

#### 一、热工自动化设计的任务

热工自动化的设计任务，在于精心装设一整套包括检测显示、自动调节、操作控制、信号保护等设备，组成一个完整的监视控制系统，以确保机组的安全、经济运行，并为改善值班人员的劳动条件，提高劳动生产率创造必要的条件。它的内容一般包括以下四个方面：

（1）热工检测：用检测元件和显示仪表或其他自动化设备，对系统或设备的热工参量，包括物理量等，进行连续测量和显示，以供值班员监视生产情况，或为企业经济核算提供数据，为自动调节和保护提供检测信号。

（2）自动调节：当对象工况改变时通过自动调节设备，使某些被调量能自动地保持在所要求的范围内，保证工艺过程的稳定。

（3）操作控制：对某一设备进行单个操作，或对某一工艺系统的多台设备按一定规律进行成组操作或程序控制。

（4）热工信号、保护及联锁：当参数超过规定值时，发出声光信号，提醒值班员注意，采取有效措施，以保证正常生产，或自动地按一定顺序操作某些设备或紧急停止机组运行。

#### 二、热工自动化设计的范围

热工自动化设计的范围是指设计所涉及的对象，如某一主要的热力设备或相对独立的工艺系统。就火电厂而言，一般包括：

- （1）锅炉机组的自动化；
- （2）汽轮发电机组的自动化；
- （3）除氧给水系统的自动化；
- （4）减压减温器或供热系统的自动化；
- （5）水处理系统的自动化；
- （6）燃油系统的自动化；
- （7）氢气制备系统的自动化；
- （8）仪表用压缩空气系统的自动化。

热工自动化设计与机组的类型、热力系统、燃烧系统的特点及运行方式有密切关系。

设计中应根据工程的具体情况，选择合理的控制方式与热工自动化系统。

### 三、热工自动化设计的原则

热工自动化设计，必须认真贯彻执行鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义的总路线；坚持独立自主、自力更生、艰苦奋斗、勤俭建国的方针；认真学习外国的先进技术，结合我国的实际情况，灵活运用。

在确定热工自动化技术方案时，应以确保生产安全、经济运行为原则，并应从实际出发，力求技术先进，经济合理，在讲求实效的前提下，努力提高自动化水平。

自动化设备的选型，应根据生产要求，选用有一定精度、性能稳定可靠、定型生产的设备。对新试制的产品，应持积极慎重的态度。一般情况下，应经过工业性试验和技术鉴定，确证新产品的性能和可靠性能满足生产要求的原则下，才能在工程设计中采用。

在设计工作中，应认真执行现行的国家标准规范和部颁的有关规程、规定。

根据以上原则，对火电厂的热工自动化设计，可概括为以下几点：

(1) 根据单机容量和系统的特点，确定机组或系统的控制方式。对中小容量的机组，一般采用就地控制；大容量机组或热力系统为单元制的机组，一般采用集中控制，为便于值班员集中精力处理运行中的主要问题，可根据系统的复杂程度采取分级控制的方式；即有关主机组或全局性的重要操作集中在控制室内进行；具有独立性质的辅助工艺系统或设备，则宜采用程序控制或就地操作，但要在事故状态时给集中控制室报警信号。

(2) 自动调节系统的组成及设备的选型，应根据调节对象的特性和各类调节设备的特点来确定，以能满足安全、经济运行，便于维修为原则，不宜强求统一。例如对中小容量的机组，在具有可靠气源的条件下，可采用结构简单、维修方便的气动单元组合仪表和基地式调节器；对大容量机组的复杂调节系统，则宜采用调节信号传递方便的电动单元组合仪表或组件组装式仪表，配以气动执行机构。其他单参数的调节系统则宜采用气动基地式调节器。

(3) 除为科学试验外，在一般工程设计中，应随着主、辅机组和自动化设备的发展，不断提高自动化水平。但在采用先进技术和装备之前，应综合考虑所需投资和所得的效果。设计中要确实发挥每项设备的作用，防止盲目追求高标准的装设水平。

(4) 对于系统或设备中的检测项目，要在满足安全、经济运行的前提下，力求精简，避免重复；在突出重点的原则下，精简盘、台（以下简称盘）面上的仪表，以缩短监视面。

(5) 鉴于大型单元制机组的运行整体性很强，自动化设计应为值班员全面监控单元机组创造条件。因此，除采用高度可靠的自动化设备外，还应结合上述(1)、(4)项的原则，尽量简化监控系统，以利于缩短监视操作面。同时，在盘面布置时，宜分别监控设备在系统中的主次地位，采用主盘与辅助盘相结合的布置方式。为安全、经济运行而采用的主要显示仪表和操作控制设备，应集中布置在主盘上；仅为起停中需要的监控设备和经济分析用的记录仪表，则可布置在辅助盘上。

衡量机组的自动化水平，一般应综合考虑如下四方面：

- 1) 机组的控制方式；
- 2) 自动化装置的水平及其投入率和利用率；

3) 机组值班员的人数, 一般以劳动生产率 (每千瓦的人数) 表示;

4) 为机组安全、经济运行所带来的实际效果, 一般表现在机组的效率、启停时间和事故率等方面。

以上说明, 自动化水平综合反映了主、辅机的制造水平、自动化设备的可靠性、运行检修人员的技术熟练程度, 以及运行管理的科学性等。因此, 除了精心做好设计工作外, 还必须全面地做好上述四方面的工作, 才能实现高度的自动化水平, 达到安全、经济运行的目的。

## 1-2节 热工自动化设计的内容

### 一、初步设计的内容

#### 1. 初步设计中应考虑的问题

(1) 根据热力系统和其他工艺系统, 工程的具体情况, 制造厂为主、辅机创造的可控条件, 确定控制方式。对于火电厂单元制机组, 要注意与电气专业研究确定电气集中控制的项目。

(2) 确定自动调节项目和调节系统。

(3) 与工艺专业共同研究确定程控项目; 确定系统中的电动门、远方操作的阀门与挡板, 并在工艺系统图上予以表示。

(4) 确定被选自动化设备的系列及类型, 并作出主要工艺系统的仪表装设标准草图。

(5) 作出热工控制盘正面布置草图。据此确定控制室或控制盘、热控配电箱、变送器室等的位置和布置, 并在有关专业的布置图中予以表示。

(6) 机炉电单元集中控制时, 应了解电气专业在集中控制室布置控制盘的数量 (包括继电器盘), 并取得必要的资料。

(7) 确定热工自动化试验室的面积和设备。

#### 2. 初步设计交出的文件及深度

(1) 说明书; 说明书中应包括以下内容:

1) 控制方式;

2) 自动调节和程序控制项目;

3) 主要设备, 如自动调节器及执行器, 显示仪表, 程控装置及操作控制设备的选型;

4) 热工自动化试验室; 对新建电厂应说明热工自动化试验室的位置及面积; 扩建电厂应说明增添试验设备的原则或需扩建试验室的面积。

(2) 自动调节系统框图; 若系统比较简单时, 可只在说明中写明自动调节项目面不出图纸。

(3) 单元集中控制室盘台平面布置图 (经热机、电气专业会签)。

(4) 热控主要设备材料表。表中应列出热工自动化试验室所需的设备、控制盘、配

电箱、控制电缆、仪表导压管、高压阀门等的型式和总数。

## 二、施工图的内容

对火电厂，一般按下列次序排列施工图的卷册，

- (1) 说明书和设备清单；
- (2) 锅炉（包括制粉系统）；
- (3) 汽轮发电机组；
- (4) 除氧给水；
- (5) 水处理；
- (6) 减压减温器；
- (7) 油泵房；
- (8) 其他公用系统，如制氢站、仪表用空压机站、热力网、蒸发站等。

采用单元集中控制的机组，在单元控制室控制的部分也可按下列次序排列卷册，

(1) 单元机组热工自动化总图，包括系统图、控制盘正面图、控制室盘台平面布置图。

- (2) 信号、保护、程序控制原理接线图，包括程序控制、保护框图。
- (3) 电源系统图，若采用电源柜时包括电源柜接线图。
- (4) 盘台安装接线图，包括端子排接线图。
- (5) 热工仪表管路电缆连接图，或热工仪表管路电缆清册。
- (6) 仪表、调节器单元接线图。
- (7) 配电箱及电动门接线图。

对于不在单元控制室控制的其他部分仍按前述次序依次排列。

每卷分成若干册，卷册分类视具体工程情况划分。

一般情况下，施工图的内容应包括以下图纸：

(1) 热工检测及控制系统图。

(2) 热工自动调节系统框图。

(3) 热工控制盘、台正面图。

(4) 控制室盘台平面布置图。

(5) 保护联锁框图或条件。对于保护、联锁条件比较简单的，可将有关条件写在热工检测控制系统图中。

- (6) 热工信号原理图。
- (7) 机组保护原理图。
- (8) 热控电源系统图或表，热控配电箱原理接线图。
- (9) 程序控制框图（适用于采用程控的项目）。
- (10) 热控气源供气系统图（适用于采用气动调节器或气动执行器的工程）。
- (11) 仪表管路电缆连接图或管路电缆清册。
- (12) 调节器、仪表、电动门单元接线图。
- (13) 控制盘背面接线图。

(14) 控制盘端子排接线图。

(15) 热控主要设备位置及管路电缆主通道图。这部分内容可以单独出图,也可在机务布置图上表示。单独出图时应由机电专业会签。

热工自动化设计图纸应遵照火力发电厂热工自动化设计制图规定进行绘制。本手册中所用图例符号及设备、回路编号见附录一。

设计中应取得如下的依据:

(1) 工艺系统图及布置图;热工检测参数表。

(2) 制造厂家的资料,有:

1) 有关工艺系统及供货清单(即供货范围);

2) 随主机供应的专用设备,如汽机本体保护和检测设备、锅炉安全门、自动点火器等设备资料;

3) 锅炉、汽机、发电机热工检测点图。

(3) 在盘上操作的厂用电动机二次接线图。

(4) 保护联锁条件(由有关工艺专业提出)。

(5) 流量测量节流装置资料(见表1-1)。

(6) 采用程序控制的局部生产系统的流程及操作步骤与要求(由有关工艺专业提出)。

热工自动化专业在设计中应提交有关专业的资料,参见表1-2。

表 1-1 流量测量节流装置资料表(格式)

| 序号 | 提出专业             | 项 目 内 容     |                           | 图 纸 项 目 名 称 |  |  |  |
|----|------------------|-------------|---------------------------|-------------|--|--|--|
|    |                  | 名 称         | 单 位                       |             |  |  |  |
| 1  | 有 关<br>工 艺 专 业   | 被测介质压力      | 公斤/厘米 <sup>2</sup>        |             |  |  |  |
| 2  |                  | 被测介质温度      | °C                        |             |  |  |  |
| 3  |                  | 被测介质粘度      |                           |             |  |  |  |
| 4  |                  | 相对湿度(用于气体)  |                           |             |  |  |  |
| 5  |                  | 最大流量①       | 吨/小时 (米 <sup>3</sup> /小时) |             |  |  |  |
| 6  |                  | 运行中最小流量①    | 吨/小时 (米 <sup>3</sup> /小时) |             |  |  |  |
| 7  |                  | 管道内径(外径×壁厚) | 毫米                        |             |  |  |  |
| 8  |                  | 法兰标准        |                           |             |  |  |  |
| 9  |                  | 节流设备安装方式②   |                           |             |  |  |  |
| 10 | 热 工<br>自 动 化 专 业 | 仪表刻度        | 吨/小时 (米 <sup>3</sup> /小时) |             |  |  |  |
| 11 |                  | 节流设备类型      |                           |             |  |  |  |
| 12 |                  | 最大差压        | 毫米水柱                      |             |  |  |  |
| 13 |                  | 差压计型号       |                           |             |  |  |  |

① 应填写在额定参数下的数值;

② 安装方式是说明节流装置安装处管道中介质流向,分为水平、自上而下和自下而上三种方式。

表 1-2

热工自动化专业提出资料一览表

| 序号 | 资 料 名 称        | 主 要 内 容                               | 接受专业                            | 备 注                               |
|----|----------------|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1  | 电源资料           | 1)用电对象及负荷;<br>2)供电要求:电压、回路数及供电同时率     | 电 气                             | 注意了解电气对给粉(煤)机的供电方式,是否满足自动调节和保护的要求 |
| 2  | 单元集中控制室盘台平面布置图 | 1)控制室位置;<br>2)控制室向外通道及门窗布置;<br>3)盘台布置 | 土 建<br>暖 通<br>照 明<br>电 气        | 此图应由热机、电气专业会签                     |
| 3  | 机、炉控制室盘台平面布置图  | 1)控制室位置;<br>2)控制室向外通道及门窗布置;<br>3)盘台布置 | 土 建<br>暖 通<br>照 明<br>机 电        | 此图应由热机专业会签                        |
| 4  | 主要热控设备开闭和预埋件资料 | 控制室、配电箱、变送器及电箱通道的开闭和预埋件               | 土 建                             |                                   |
| 5  | 热工自动化试验室资料     | 1)各工作间布置;<br>2)对工作间的电源、照明、暖通、土建、水工的要求 | 土 建<br>电 气<br>暖 通<br>照 明<br>水 工 |                                   |
| 6  | 气源资料           | 1)气源品质要求;<br>2)总耗气量                   | 热 机                             | 只适用于采用气动仪表或气动执行器的电厂               |
| 7  | 测点位置及要求资料      | 主要对高、中、低蒸汽管道,衬胶管道上的测点位置的标定            | 热 机<br>化 学                      | 与工艺专业研究确定位置,并由工艺专业在管道安装图中表示       |
| 8  | 电缆清册           |                                       | 电 气                             | 供敷设电缆之用                           |



## 第 二 章

# 控 制 方 式

控制方式是指值班员为监视和控制热力设备和运行所采取的方法，其主要内容是决定控制盘的布置位置和所能完成的监控任务。

控制方式综合反映了热工自动化水平，主设备、主系统对运行方式的要求和它本身具有的可控性能，关系着热工自动化系统的设计原则。因此，控制方式是热工自动化设计首先要确定的主要原则问题。

控制方式的设计包括控制方式的选择、控制室和控制室内盘台的布置位置等。

控制方式目前一般分为就地控制和集中控制两类。

(1) 就地控制：控制盘布置在主辅设备，如锅炉、大型汽动给水泵等，主辅系统，如除氧给水系统、热力网系统等附近；或置于辅助车间，如制氢站内。值班员通过控制盘上的设备，分别对被控对象的运行进行就地监视和控制。

(2) 集中控制：一般指母管制机组的集中控制，或单元制机组的集中控制，后者也称单元集中控制。这种控制方式是将母管制机组或单元机组的机炉或机炉电控制盘集中布置在单独的控制室内，值班员对配套运行的机组或单元机组的运行进行整体的监视和控制。

上述两种控制方式的选择应以确保机组安全、经济运行为主要原则，同时要有利于运行管理和提高劳动生产率，改善值班员的劳动条件。设计时应根据机组容量、主系统特点、主厂房布置、工程条件（扩建、新建）、主辅设备的可控性及热工自动化设备的生产技术水平等因素进行综合研究，然后选定一种合理的控制方式。

下面分节详细介绍这两种控制方式。

### 2-1节 就 地 控 制

#### 一、就地控制的适用范围

就地控制有两种形式，一是就地分散控制，一是就地联合控制。前者对单一对象进行就地控制；后者对两台以上同类型设备进行就地联合控制。

两种就地控制的适用范围如下：

(1) 容量为5万千瓦及以下的中小型机组，中小型机组的热力系统一般为母管制，机、炉采取并列运行的方式，负荷分配以车间为主。因此，机与机、炉与炉之间的横向关系密切。母管制除氧给水系统是保证给水品质、维持给水压力稳定的独立运行系统，因此，母管制的汽机、锅炉、除氧给水系统，三者可以分别就地控制。