

REGONG JIANCE
XITONG SHEJI

热工检测系统设计



苏杰 杨婷婷 常太华 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书主要介绍热工检测系统的设计方法，包括热工检测系统的组成、热工检测系统的设计原则、热工检测系统的设计步骤、热工检测系统的设计实例等。本书可作为热工检测系统设计的参考书，也可作为热工检测系统设计的教材。

REGONG JIANCE XITONG SHEJI

热工检测系统设计



苏杰 杨婷婷 常太华 编著



中国电力出版社

内 容 提 要

本书首先介绍了热工检测的意义、检测系统的基本构成及热工检测系统设计的基本知识,然后以火力发电厂 600MW 超临界机组为对象介绍了其热工检测系统的设计,并对 300MW 亚临界机组和 1000MW 超超临界机组的热工检测系统的设计做了简要介绍。书中还对我国火力发电厂所采用的先进的脱硫脱硝技术及其热工检测系统设计进行了阐述,并对如何使用 AutoCAD 绘制热工检测系统图进行了说明。

本书可作为工程技术人员和高等院校相关专业本科生的参考书籍。

图书在版编目 (CIP) 数据

热工检测系统设计/苏杰,杨婷婷,常太华编著. —北京:
中国电力出版社, 2014. 12

ISBN 978-7-5123-6875-0

I. ①热… II. ①苏…②杨…③常… III. ①热工测量-系统设计 IV. ①TK3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 284135 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2014 年 12 月第一版 2014 年 12 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14 印张 325 千字

印数 0001—2000 册 定价 40.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
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

热工检测系统是把被测参数自动转换成可直接观测的指示值或等效信号的设备,是保障机组安全启停、正常运行、防止误操作(引入闭锁条件)和处理故障等非常重要的技术装备,是火力发电厂安全经济运行、文明生产、提高劳动生产率、减轻运行人员劳动强度等必不可少的设施,也是反映火力发电厂自动化水平的重要标志之一。火力发电厂热工检测系统设计的是否科学合理将直接影响到电厂运行的可靠性、安全性和经济性,它是火力发电厂机组设计中重要的一部分。

本书首先介绍了检测系统的基本构成及热工检测系统设计的基本知识,包括检测项目的确定、热工检测仪表的选型原则、电厂标识系统以及热工检测系统图形符号与代号,为后面检测系统的设计打下基础。其次对火力发电厂 600MW 超临界机组、300MW 亚临界机组和 1000MW 超超临界机组的热工检测系统的设计给予了阐述。最后对当前我国火力发电厂所采用的先进的脱硫脱硝技术及其热工检测系统设计也加以介绍。书中还对绘制热工检测系统图使用的计算机软件 AutoCAD 进行了说明。

本书是在作者多年的教学及科研的基础上,由苏杰、杨婷婷、常太华共同精心组织编写的。全书由苏杰负责修改,常太华负责统稿。

本书的编写得到了山西省电力勘测设计院、福建省电力勘测设计院、西北勘测设计研究院有限公司、西南电力设计院、北京国电龙源环保工程有限公司的大力支持。湖南电力勘测设计院的张海军高工对本书的编写提出了宝贵意见,邱天副教授对本书的编写也给予了很多帮助。在编写过程中,王瑞琪、王耀函、钟亮民等同学在绘图和排版方面做了很多工作,在此一并表示深切的谢意。

由于作者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,殷切希望广大读者提出宝贵意见!

作者

2014 年 10 月

目 录

前言

第 1 章 热工检测系统概述	1
1.1 热工检测的意义	1
1.2 检测系统的基本结构	1
1.3 火力发电厂简介	2
第 2 章 热工检测系统设计基础	6
2.1 检测项目的确定	6
2.2 热工检测仪表的选择	11
2.3 电厂标识系统	46
2.4 热工检测系统代号与图形符号	51
第 3 章 电厂热控系统的计算机辅助设计	55
3.1 AutoCAD 简介	55
3.2 图层	57
3.3 图块	69
3.4 快捷命令的使用	79
第 4 章 600MW 机组热工检测系统	80
4.1 机组概述	80
4.2 制粉系统	81
4.3 风烟系统	87
4.4 凝结水系统	96
4.5 给水除氧系统	105
4.6 水冷壁系统	114
4.7 锅炉启动系统	117
4.8 主蒸汽系统	123
4.9 再热蒸汽系统	130
4.10 汽轮机旁路系统	134
4.11 汽轮机回热抽汽系统	139
4.12 辅助蒸汽系统	148
4.13 轴封系统	152
第 5 章 300MW 火电机组热工检测系统	156
5.1 锅炉汽系统	157
5.2 锅炉水系统	161

5.3 循环水系统	168
第6章 1000MW 超超临界机组热工检测系统设计	174
6.1 设备概述	174
6.2 热控特点	179
6.3 热控设备选型	179
6.4 主要热力系统的热控设计特点	181
6.5 热工检测系统	183
6.6 设备清册	184
第7章 脱硫脱硝系统热工检测设计	186
7.1 脱硫系统	187
7.2 脱硝系统	198
附录 AutoCAD 命令集及快捷键	208
参考文献	217

热工检测系统概述

1.1 热工检测的意义

检测是利用各种物理、化学效应,选择合适的方法与装置,将生产、科研、生活等各方面的有关信息通过检查与测量的方法赋予定性或定量结果的过程。热工检测主要是指对温度、压力、流量、液位等参数的检测。

在各项生产活动和科学实验中,为了了解和掌握整个过程的进展及其最后结果,经常需要对各种基本参数或物理量进行检查和测量,从而获得必要的信息,作为分析判断和决策的依据。

例如,火力发电厂锅炉、汽轮机、发电机上许多重要部位都装有大量的检测仪表,其中包括传感器、变送器、显示仪表和记录仪表等。它们随时显示、记录、累积和变送机组运行的各种参数,如温度、压力、流量、液位、燃烧状态、转速、振动、位移、应力等参数,然后进行综合处理,及时反映热力设备的运行工况,为运行人员提供操作依据,为自动化装置准确及时地提供信号,为运行的经济性计算提供数据。检测仪表是保证生产过程安全、经济运行及实现自动化的前提和必要条件。

热工检测仪表遍及火电机组的各个角落,监视着机组的运行。大容量机组的监测点多达几千到上万个。例如:300MW 燃煤机组 I/O 点数约 5000~6000 个;600MW 燃煤机组 I/O 点数约 7000~8000 个;1000MW 燃煤机组 I/O 点数达 10 000 多个。这些仪表的输出进入到电厂的 DCS 系统中,构成了一个庞大的检测系统,是机组运行的神经线。热工检测系统是保障机组安全启停、正常运行、防止误操作(引入闭锁条件)和处理故障等非常重要的技术装备,是火力发电厂安全经济运行、文明生产、提高劳动生产率、减轻运行人员劳动强度等必不可少的设施,也是反映火力发电厂自动化水平的重要标志之一。随着电力工业逐渐向大电网、大机组、高参数、高效率 and 高度自动化发展,对热工检测的准确性、可靠性要求也日益提高。电厂的热工检测系统设计得是否科学合理将直接影响到电厂运行的可靠性、安全性和经济性,它是火力发电厂机组设计中重要的一部分。

1.2 检测系统的基本结构

检测系统规模的大小及其复杂程度与被测量的多少、被测量的性质以及被测对象的特性有非常密切的关系。图 1-1 为涵盖各种功能模块的检测系统的基本结构框图,由传感器、模拟信号调理电路、数字信号分析与处理部分、显示部分以及将处理信号传输给控制器、其他检测系统或上位机系统的通信接口部分等,但并不是所有的检测任务都包

括以上几个部分。

传感器是检测系统的第一个环节,设计时要充分考虑被测量和被测对象的特点,在



图 1-1 检测系统的基本结构框图

了解被测对象和各种传感器的特性的基础上,根据被测量精度的要求、被测量变化范围、被测对象所处的环境条件、传感器的体积以及整个检测系统的性能要求等限制,合理地选择传感器。它所获得信息的正确与否决定了检测系统的精度。

信号调理电路是对传感器的输出信号做进一步的加工和处理,多数是进行电信号之间的转换,包括对信号的转换、放大、滤波等。通过信号的调理,把传感器输出的电量变成具有一定驱动和传输能力的电压、电流或频率信号等,最终获得

便于传输、显示、记录以及做进一步后续处理的信号并推动后级的执行机构。

记录、显示仪器是将所测得的信号变为一种能为人们所理解的形式,以供人们观察和分析。目前常用的显示器有四类:模拟显示、数字显示、图像显示及记录仪等。其中,模拟显示是利用指针对标尺的相对位置来表示读数的,常见的有毫伏表、微安表、模拟光柱等;数字显示多采用发光二极管(LED)和液晶(LCD)等,以数字的形式来显示读数;图像显示是用CRT或点阵方式来显示读数或被测参数的变化曲线,有时还可用图表或彩色图等形式来反映整个生产线上的多组数据。

信号分析处理是现代检测系统中不断被注入新内容的一部分,逐渐成为检测系统的研究重点。它用来对测试所得的实验数据进行处理、运算、逻辑判断、线性变换,对动态测试结果做频谱分析(幅值谱分析、功率谱分析)、相关分析等,完成这些工作必须采用计算机技术。数据处理的结果通常送到显示器和执行机构中去,以显示运算处理的各种数据或控制各种被控对象。在不带数据处理装置的自动检测系统中,显示器和执行机构由信号处理电路直接驱动。所谓执行机构通常是指各种继电器、电磁铁、电磁阀门、电磁调节阀、伺服电动机等,它们在电路中是起通断、控制、调节、保护等作用的电气设备。许多检测系统能输出与被测量有关的电流或电压信号,作为自动控制系统的控制信号,去驱动这些执行机构。

通信接口和总线用来实现由许多测量子系统或测量节点组成的大型检测系统中子系统与上位机之间以及子系统之间的信息交换。总线更多的是指一种规范、一种结构形式,而接口多指完成通信的硬件系统。

1.3 火力发电厂简介

1.3.1 火力发电厂的生产过程

利用煤、石油和天然气等化石燃料所含能量发电的方式统称为火力发电。按发电方式,火力发电分为燃煤汽轮机发电、燃油汽轮机发电、燃气-蒸汽联合循环发电和内燃机发电。火力发电厂的种类虽很多,但从能量转换的观点分析,其生产过程却是基本相同的,概括地说是把燃料(煤)中含有的化学能转变为电能的过程。整个生产过程可分为三个阶段。

燃料的化学能在锅炉中转变为热能,加热锅炉中的水使之变为蒸汽,该阶段中涉及的相关设备组成燃烧系统;

锅炉产生的蒸汽进入汽轮机,推动汽轮机旋转,将热能转变为机械能,该阶段中涉及的相关设备组成汽水系统;

由汽轮机旋转的机械能带动发电机发电,把机械能变为电能,该阶段中涉及的相关设备组成电气系统。

火力发电厂中,锅炉、汽轮机、发电机三大设备分别完成了能量形式的三次转化,所以锅炉、汽轮机、发电机又称为火电厂的三大主机,相对应的,它们所在的燃烧系统、汽水系统、电气系统共同构成了火力发电的主要流程。

1.3.1.1 燃烧系统

以四角切圆锅炉为例,燃烧系统由输煤、磨煤、燃烧、风烟、灰渣等环节组成。

(1) 输煤。电厂的用煤量是很大的,一座装机容量 $4 \times 300\text{MW}$ 的现代火力发电厂,煤耗率按 360g/kWh 计,每天需用标准煤 [每千克煤产生 7000卡 ($1\text{卡}=4.19\text{J}$) 热量] $360\text{g} \times 1200\text{MW} \times 24\text{h} = 10\,368\text{t}$ 。为保证电厂安全生产,一般要求电厂储备 10 天以上的用煤量。

(2) 磨煤。储煤场的煤经初步筛选处理,用输煤皮带送到锅炉间的原煤仓。煤从原煤仓落入煤斗,由给煤机送入磨煤机磨成煤粉,并经空气预热器来的一次风烘干并带至粗粉分离器。在粗粉分离器中将不合格的粗粉分离返回磨煤机再行磨制,合格的细煤粉被一次风带入旋风分离器,使煤粉与空气分离后进入煤粉仓。

(3) 锅炉与燃烧。煤粉由可调节的给粉机按锅炉需要送入一次风管,同时由旋风分离器送来的气体 (含有约 10% 未能分离出的细煤粉),由排粉风机提高压头后作为一次风将进入一次风管的煤粉经喷燃器喷入炉膛内燃烧。

(4) 风烟系统。送风机将冷风送到空气预热器加热,加热后的气体一部分经磨煤机、排粉风机进入炉膛,另一部分经喷燃器外侧套筒直接进入炉膛。炉膛内燃烧形成的高温烟气,沿烟道经过热器、省煤器、空气预热器逐渐降温,再经除尘器除去 $90\% \sim 99\%$ (电除尘器可除去 99%) 的灰尘,经引风机送入烟囱,排向外界。

(5) 灰渣系统。炉膛内煤粉燃烧后生成的小灰粒,被除尘器收集成细灰排入冲灰沟,再通过灰渣泵打入灰渣池,这种是水力除灰;也可通过气力输送系统,将干灰打至专门的干灰库,这种是气力除灰。燃烧中因结焦形成的大块炉渣,下落到锅炉底部的渣斗内,经过碎渣机破碎后也排入冲灰沟,再经灰渣水泵将细灰和碎炉渣经冲灰管道排往灰场 (或用汽车将炉渣运走)。

1.3.1.2 汽水系统

火力发电厂的汽水系统由锅炉、汽轮机、凝汽器、除氧器、加热器等设备及管道构成,包括凝给水系统、再热系统、回热系统、冷却水 (循环水) 系统和补水系统。

(1) 给水系统。由锅炉产生的过热蒸汽沿主蒸汽管道进入汽轮机,高速流动的蒸汽冲动汽轮机叶片转动,带动发电机旋转产生电能。在汽轮机内做功后的蒸汽,其温度和压力大大降低,最后排入凝汽器并被冷却水冷却凝结成水 (称为凝结水),汇集在凝汽器的热水井中。凝结水由凝结水泵打至低压加热器中加热,再经除氧器除氧并继续加热。由除氧器出来的水 (叫锅炉给水),经给水泵升压和高压加热器加热,最后送入锅炉汽包。在



现代大型机组中,一般都从汽轮机的某些中间级抽出做过功的部分蒸汽(称为抽汽),用以加热给水(叫做给水回热循环),或把做过一段功的蒸汽从汽轮机某一中间级全部抽出,送到锅炉的再热器中加热后再引入汽轮机的以后几级中继续做功(叫做再热循环)。

(2) 补水系统。在汽水循环过程中总难免有汽、水泄漏等损失,为维持汽水循环的正常进行,必须不断地向系统补充经过化学处理的软化水,这些补给水一般补入除氧器或凝汽器中,即是补水系统。

(3) 冷却水(循环水)系统。为了将汽轮机中做功后排入凝汽器中的乏汽冷凝成水,需由循环水泵从凉水塔抽取大量的冷却水送入凝汽器,冷却水吸收乏汽的热量后再回到凉水塔冷却,冷却水是循环使用的。这就是冷却水或循环水系统。

1.3.1.3 电气系统

火力发电厂的电气系统,包括发电机、励磁装置、厂用电系统和升压变电站等。发电机的机端电压和电流随着容量的不同而各不相同,一般额定电压在 $10\sim 20\text{kV}$ 之间,而额定电流可达 20kA 。发电机发出的电能,其中一小部分(约占发电机容量的 $4\%\sim 8\%$),由厂用变压器降低电压(一般为 6kV 和 400V 两个电压等级)后,经厂用配电装置由电缆供给水泵、送风机、磨煤机等各种辅机和电厂照明等设备用电,称为厂用电(或自用电)。其余大部分电能,由主变压器升压后,经高压配电装置、输电线路送入电网。

1.3.2 我国现有机组类型

火力发电厂生产过程中,当作为工质的炉水压力提高到 22.12MPa 时,水被加热到沸点后突然全部变为蒸汽,而不会有通常的汽和水两相共存的物理现象存在,这个压力被称为临界压力,低于此压力的机组叫亚临界机组,高于此压力的机组称为超临界机组。现在我国亚临界机组汽压在 $17\sim 18\text{MPa}$,蒸汽温度在 $540\sim 545^\circ\text{C}$,而目前广泛使用的超临界机组气压为 25MPa ,蒸汽温度在 570°C 左右,超超临界机组压力在 $26\sim 31\text{MPa}$,蒸汽温度在 593°C 左右。我国目前的亚临界机组多采用自然循环或控制循环汽包锅炉,而对于超临界和超超临界机组,由于超临界压力下水变成蒸汽不再存在汽水两相区,因此只能采用直流锅炉。

1.3.2.1 自然循环锅炉

自然循环锅炉是指蒸发受热面内的工质,依靠下降管中的水与上升管中的汽水混合物之间的密度差所产生的压力差进行循环的锅炉。在自然循环锅炉中,汽包、下降管、下联箱、蒸发受热面(有的还包括上联箱和汽水导管)构成水循环回路。下降管布置在炉外,不受热。蒸发受热面由布置在炉内的水冷壁管组成,也称之为上升管。上升管内汽水混合物的密度比下降管内水的密度小得多,工质正是依靠这种密度差而产生的动力保持流动的,不需消耗任何外力。自然循环锅炉的主要特点是有一个直径较大的汽包。

1.3.2.2 控制循环锅炉

控制循环锅炉是指蒸发受热面内的工质除了依靠水与汽水混合物的密度差之外,主要依靠水循环泵的压头进行循环的锅炉。控制循环锅炉水动力特性既具有自然循环的特



性，又具有强制流动的特性，但由于循环泵提供的压头比循环回路中的重位压差提供的流动压头高 1.5 倍左右，因而控制循环锅炉蒸发回路的水动力特性主要呈现强制流动的特性。为了防止流量分配不均与热偏差引起的水动力不稳定和脉动以及传热恶化现象的产生，在水冷壁入口安装节流圈，使得吸热较强的水冷壁管内保持较高的质量流速。在低负荷运行时，仍可用循环泵提供循环动力。因此，控制循环锅炉的可靠性高，水冷壁传热性能好、热惯性较小，能够适应快速调峰的要求。

1.3.2.3 直流锅炉

直流锅炉是指只依靠给水泵的压头，一次通过锅炉各受热面产生蒸汽的锅炉。由于给水在进入锅炉后，水的加热、蒸发和水蒸气的过热，都是在受热面中连续进行的，不需要在加热中途进行汽水分离，因此它没有自然循环锅炉的汽包。在省煤器受热面、蒸发受热面和过热器受热面之间没有固定的分界点，分界点随锅炉负荷变动而变动。

Table with 5 columns: 序号 (Serial Number), 名称 (Name), 单位 (Unit), 备注 (Remarks), 备注 (Remarks). The table contains multiple rows of data, including boiler specifications and operational parameters.

第2章

热工检测系统设计基础

2.1 检测项目的确定

根据锅炉、汽轮发电机组及其辅机的类型，汽水系统、燃烧系统等技术资料和控制方式的要求，从保证安全、经济运行的需要出发，确定所需测量参数的项目。

亚临界汽包机组与超临界直流机组的锅炉（燃煤）、汽轮机及相关辅机的主要检测项目见表 2-1。

表 2-1 亚临界汽包机组与超临界直流机组的锅炉（燃煤）、汽轮机及相关辅机的主要检测项目

测点名称	300MW		600MW		备 注
	就地	远传	就地	远传	
空气系统					
送风机出口风压力		√		√	
空气预热器前后风压差		√		√	
空气预热器后风压力		√		√	
二次风总风压力		√		√	
一次风机出口风压力		√		√	
一次风总风压力		√		√	
送风机润滑油压力	√	√	√	√	
送风机入口风温度		√		√	
暖风器出口风温度		√		√	
空气预热器出口风温度		√		√	
送风机及一次风机电动机线圈温度		√		√	厂家带一次元件
送风机轴承温度		√		√	厂家带一次元件
送风总风量		√		√	
一次风总风量		√		√	单独进风系统
轴流式送风机喘振差压		√		√	厂家带一次元件
回转式空气预热器轴承温度		√		√	
烟气系统					
炉膛压力或负压		√		√	
空气预热器后烟气压力		√		√	
除尘器后烟气压力		√		√	
引风机润滑油压（或流量）	√	√	√	√	
锅炉吹灰蒸汽压力	√	√	√	√	
炉膛温度		√		√	厂家带一次元件

续表

测点名称	300MW		600MW		备 注
	就地	远传	就地	远传	
空气预热器后烟气温度（排烟温度）		✓		✓	
烟道各段烟气温度		✓		✓	
过热器管壁温度		✓		✓	
再热器管壁温度		✓		✓	
汽包壁温度和温差		✓			
引风机电动机线圈温度		✓		✓	厂家带一次元件
引风机轴承温度		✓		✓	厂家带一次元件
烟气含氧量		✓		✓	
炉膛火焰监视		✓		✓	
火焰检测器冷却空气压力		✓		✓	
燃油制粉系统					
磨煤机入口风压力		✓		✓	
磨煤机出口风压力		✓		✓	
磨煤机进出口风压差		✓		✓	
粗粉分离器后风压力		✓		✓	
排粉机入口风压力		✓		✓	
锅炉供油压力	✓	✓	✓	✓	
锅炉回油压力	✓	✓	✓	✓	
燃烧器入口油压力	✓		✓		
燃油雾化蒸汽压力	✓	✓	✓	✓	
二次风分风箱压力		✓		✓	
一次风分风压力		✓		✓	
磨煤机密封风差压		✓		✓	
磨煤机氮气压力		✓		✓	厂家带一次元件
磨煤机润滑油压力	✓	✓	✓	✓	
磨煤机入口风温度		✓		✓	
磨煤机出口风粉混合物温度		✓		✓	
排粉机进口粉温度		✓		✓	排粉机送粉时
煤粉仓煤粉温度		✓		✓	
磨煤机电动机线圈温度		✓		✓	
磨煤机轴承温度		✓		✓	厂家带一次元件
锅炉燃油温度		✓		✓	
磨煤机轴承油温度		✓		✓	厂家带一次元件
煤粉仓粉位		✓		✓	
磨煤机高位油箱油位	✓	✓	✓	✓	
燃油流量（进回油）		✓		✓	
给煤煤量		✓		✓	
蒸汽系统（主蒸汽、抽汽、辅助蒸汽）					
汽包饱和蒸汽压力	✓	✓			
过热器出口蒸汽压力	✓	✓	✓	✓	
汽轮机主汽门后蒸汽压力	✓	✓	✓	✓	

续表

测点名称	300MW		600MW		备 注
	就地	远传	就地	远传	
汽轮机电动主汽门后蒸汽压力	✓	✓	✓	✓	
主蒸汽流量					此流量计算得出
汽轮机调速汽门后蒸汽压力	✓		✓		
汽轮机调节级蒸汽压力		✓		✓	
各段抽汽压力	✓	✓	✓	✓	
汽轮机高压缸排汽压力（冷再热汽）	✓	✓	✓	✓	
锅炉再热器出口蒸汽压力	✓	✓	✓	✓	
汽轮机中压缸进汽压力	✓	✓	✓	✓	
汽轮机排汽真空	✓	✓	✓	✓	
高低压轴封汽压力	✓	✓	✓	✓	
给水泵汽轮机高压进汽压力	✓	✓	✓	✓	
给水泵汽轮机低压进汽压力	✓	✓	✓	✓	
给水泵汽轮机汽封汽压力	✓	✓	✓	✓	
除氧器汽源压力	✓	✓	✓	✓	
备用汽源压力		✓		✓	
除氧器压力	✓	✓		✓	
汽轮机高低压旁路减压器后蒸汽压力	✓	✓		✓	
法兰加热蒸汽压力	✓		✓		
给水母管水压力	✓	✓	✓	✓	
给水泵汽轮机润滑油母管油压力		✓		✓	
给水泵汽轮机调速油压力		✓		✓	
过热器减温器入口汽温度		✓		✓	
过热器减温器出口汽温度		✓		✓	
过热器出口汽温度		✓		✓	
汽轮机主汽门前汽温度		✓		✓	
汽轮机高压缸排汽温度		✓		✓	
再热汽减温器入口汽温		✓		✓	
再热汽减温器出口汽温		✓		✓	
再热器至中压缸进汽温度		✓		✓	
汽轮机调节级温度		✓		✓	
各段抽汽温度		✓		✓	
各段抽汽管上下汽温度		✓		✓	测温差
高压缸排汽管上下汽温度		✓		✓	测温差
汽轮机排汽温度		✓		✓	
汽轮机轴封蒸汽温度		✓		✓	
给水泵汽轮机进汽温度		✓		✓	
给水泵汽轮机排汽温度		✓		✓	
汽轮机高低压旁路减温器后蒸汽温度		✓		✓	
给水泵汽轮机轴承温度		✓		✓	厂家带一次元件
给水泵汽轮机回油温度	✓	✓	✓	✓	
给水泵汽轮机油冷却器冷却水出水温度	✓		✓		

续表

测点名称	300MW		600MW		备 注
	就地	远传	就地	远传	
给水泵汽轮机转速		√		√	
给水泵汽轮机推力瓦温度		√		√	厂家带一次元件
轴封冷却器后汽温度	√		√		
给水泵汽轮机油冷却器进出口油温度		√		√	
高压缸排汽管疏水罐水位		√		√	
给水泵汽轮机油箱油位		√		√	
给水泵汽轮机轴向位移		√		√	
凝结水系统					
凝结水泵入口水压力	√		√		
凝结水泵出口水压力	√	√	√	√	
凝结水升压泵出口水压力	√	√	√	√	
凝结水处理装置前后压差		√		√	
凝汽器出口凝结水温度		√			
各低压加热器出口水温度	√	√	√	√	
除氧器水箱水温度	√	√	√	√	
凝汽器热水井水位	√	√	√	√	
凝结水缓冲水箱水位		√		√	
除氧器水箱水位		√		√	
高压加热器水位		√		√	
低压加热器水位		√		√	
轴封冷却器水位		√		√	
疏水箱水位		√	√	√	
凝结水流量		√		√	
凝结水补给水流量		√	√	√	
除氧器给水含氧量		√		√	
凝结水导电度		√		√	
给水系统					
给水前置泵出口水压力	√		√		
给水泵出口水压力	√	√	√	√	
至锅炉给水压力	√	√	√	√	
再热汽减温器减温水压力	√	√	√	√	
过热汽减温器减温水压力	√	√	√	√	
电动给水泵润滑油压力	√	√	√	√	
给水泵密封水压力		√		√	
给水前置泵入口滤网压差		√		√	
给水泵入口滤网压差		√		√	
给水泵滤油器压差		√		√	
各高压加热器出口水温度		√		√	
直流炉中间点温度		√		√	
电动给水泵润滑油温度		√		√	
给水泵电动机线圈温度		√		√	厂家带一次元件
给水泵轴承温度		√		√	

续表

测点名称	300MW		600MW		备 注
	就地	远传	就地	远传	
给水前置泵轴承温度		✓		✓	
给水泵电动机进回风温度		✓		✓	
给水泵入口流量		✓		✓	
再热减温器减温水流量		✓		✓	
过热减温器减温水流量		✓		✓	
给水流量		✓		✓	
汽包水位	✓	✓	✓	✓	
直流炉汽水分离器水位		✓		✓	
电动变速给水泵转速		✓		✓	按厂家资料
循环冷却水系统					
凝汽器入口或出口循环水压力	✓	✓	✓	✓	
循环水泵出口水压力	✓	✓	✓	✓	
循环水母管水压力	✓	✓	✓	✓	主厂房内
凝汽器入口循环水温度	✓	✓	✓	✓	
凝汽器出口循环水温度	✓	✓	✓	✓	
循环水泵轴承温度		✓		✓	厂家带一次元件
其他系统					
抽气器入口水或汽压力	✓		✓		
抽气器入口真空	✓		✓		
射水泵出口水压力	✓	✓	✓	✓	
控制用压缩空气母管压力	✓	✓	✓	✓	
热交换器水位	✓	✓	✓	✓	
汽轮机检测					
汽轮机润滑油压力	✓	✓	✓	✓	
汽轮机调速油压力	✓		✓		
调速油系统各类油压力	✓	✓	✓	✓	
润滑油滤网压差		✓		✓	
汽轮机支持轴承温度		✓		✓	
汽轮机推力轴承温度		✓		✓	
汽轮机主汽门金属温度		✓		✓	
汽轮机缸体温度		✓		✓	
高压机组导汽管壁温度及法兰螺栓温度		✓		✓	
法兰加热蒸汽温度	✓		✓		
主油箱油位		✓		✓	
汽轮机转速	✓	✓	✓	✓	
汽轮机转子偏心度		✓		✓	
汽轮机差胀		✓		✓	
汽轮机汽缸膨胀		✓		✓	
汽轮机油动机程		✓		✓	
汽轮机转子轴向位移		✓		✓	
汽轮发电机组轴承振动		✓		✓	
汽轮机润滑油温度		✓		✓	

注 “✓”表示测点存在。

2.2 热工检测仪表的选择

2.2.1 热工检测仪表选型的一般原则

对热工检测仪表选型,是一项经济与科学技术正确结合的综合性工作。要根据电厂机组运行实际情况、需求以及环境特点等,以基础调研、需求分析、精度计算、市场调研等为中心开展选型工作,确保电厂热工检测仪表选型的科学性与有效性。通过基础调研以及需求分析了解电厂热工检测仪表的应用基础,同时以精度计算为基础确定热工检测仪表选型范围。在此基础上对市场供应热工检测仪表进行价格、性能、质量等因素的调研,并以科学的评测实现热工检测仪表的选型。选型工作在满足电厂热工检测实际需求的同时,要保障机组运行的经济性与安全性。具体要综合考虑下列诸因素。

(1) 从国内仪表生产供应的实际情况出发,在符合生产要求的前提下,贯彻择优选用的原则,避免盲目追求先进、采用货源不落实的品种。

(2) 为便于维护检修,选用的仪表品种和规格应力求减少,以提高备品的通用性和互换性,达到迅速更换失灵的仪表的要求,确保生产安全的目的。

(3) 选用的仪表应符合被测参数的要求,特别是接触式测量的检测元件,如热电偶、热电阻等,除其测量范围应符合被测参数值外,还应注意保证其保护套管能承受所测介质在额定工况下的压力和温度。

(4) 仪表的精度等级应根据生产工艺对参数偏差值的要求进行确定,即仪表的示值误差应在参数允许的偏差范围之内。按照这个原则和现有仪表的精度,下面两类参数的检测仪表应选用精度等级较高(0.5或1级)的仪表和变送器。

1) 运行中对额定值有严格要求的参数,如汽压、汽温等;

2) 为计算效率或核收费用的参数,如给水和排烟温度、供热蒸汽或水的流量、温度等。

(5) 根据环境条件,选用满足环境要求的仪表。

1) 有爆炸危险的场所应选防爆型仪表;

2) 湿热带地区应选用防湿防霉型仪表;

3) 具有腐蚀性介质或腐蚀性气体的场所,应选用防腐仪表。

(6) 为消除汞的危害,不应选用有水银的仪表(水银温度计除外),而以其他类型仪表代用,如用无水银差压计代替水银差压计,用标准真空表代替汽轮机排汽的水银柱真空表。

2.2.2 热工检测仪表简介

2.2.2.1 仪表产品型号的组成

仪表产品型号的组成如图2-1所示。

第一节一般不超过四位,用大写汉语拼音字母表示。第一位表示该产品所属的大类(如:W—温度仪表,Y—压力仪表,C—差压仪表,L—流量仪表,U—物位仪表,S—