

发电厂热工自动化技术丛书

# 热工自动化设备 安装调试技术

丛书主编 / 孙长生 主编 / 俞成立 主审 / 叶江祺



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

发电厂热工自动化技术丛书

# 热工自动化设备 安装调试技术

丛书主编 / 孙长生 主编 / 俞成立 主审 / 叶江祺



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书由中国自动化学会发电自动化专业委员会、电力行业热工自动化技术委员会编写,共11册,内容包括燃煤、燃机、核电机组的整个热力系统、热工过程控制设备与系统、设计与安装调试、运行维护与检修、热工技术与监督管理、故障分析处理与过程可靠性控制等多方面。

《热工自动化设备安装调试技术》是丛书的第八册,共分4章,主要内容包括热工安装调试知识、热工仪表与控制装置安装、热工仪表与控制装置调试以及热工安装调试管理。

本书兼顾热工设备安装调试基础知识和工程实践,是一本实用的工程技术类参考书,可供从事发电厂热工自动化系统设计的人员及大专院校相关专业师生阅读使用,也可作为安装调试过程热工专业人员继续教育或岗位专业培训教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

热工自动化设备安装调试技术/俞成立主编. —北京:中国电力出版社,2016.11

(发电厂热工自动化技术丛书/孙长生主编)

ISBN 978-7-5123-8584-9

I. ①热… II. ①俞… III. ①火电厂-热力工程-自动化设备-设备安装②火电厂-热力工程-自动化设备-调试方法  
IV. ①TM621.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第282247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

\*

2016年11月第一版 2016年11月北京第一次印刷  
787毫米×1092毫米 16开本 31.25印张 748千字  
印数 0001—2000册 定价 96.00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

# 《发电厂热工自动化技术丛书》

## 主 编 单 位

丛书组织编写单位：中国自动化学会发电自动化专业委员会  
电力行业热工自动化技术委员会

丛书主编单位：国网浙江省电力公司电力科学研究院  
中国电力企业联合会科技发展服务中心

### 各分册主编单位：

- 第一册 《热工自动化系统及设备基础技术》  
——华北电力科学研究院有限责任公司
- 第二册 《汽轮机热力过程控制系统》  
——神华国华(北京)电力研究院有限公司
- 第三册 《锅炉热力过程控制系统》  
——国网湖南省电力公司电力科学研究院
- 第四册 《单元机组及厂级控制系统》  
——广东电网公司电力科学研究院
- 第五册 《脱硫、脱硝、公用及辅助控制系统》  
——广东电网公司电力科学研究院
- 第六册 《燃气轮机发电机组控制系统》  
——中国华电集团电气热控技术研究中心  
国网浙江省电力公司电力科学研究院  
江苏华电戚墅堰发电有限公司等
- 第七册 《压水堆核电站过程控制系统》  
——大亚湾核电运营管理有限责任公司  
中广核运营有限公司
- 第八册 《热工自动化设备安装调试技术》  
——中国能源建设集团浙江火电建设有限公司  
国网浙江省电力公司电力科学研究院  
浙江省电力建设有限公司等
- 第九册 《热工自动化系统检修维护技术》  
——国网浙江省电力公司电力科学研究院等
- 第十册 《热工过程技术管理与监督》  
——国网浙江省电力公司电力科学研究院等
- 第十一册 《电厂热控系统故障分析与可靠性控制》  
——国网浙江省电力公司电力科学研究院等

## 《发电厂热工自动化技术丛书》

### 审 委 会

主 任 金耀华  
副主任 黄世强 许继刚 金 丰  
委 员 段 南 王利国 仝 声 胡文斌 齐桐悦  
沈丛奇 盛建华 吴革新 叶江祺

### 丛 书 编 委 会

主 编 孙长生  
副主编 朱北恒 尹 淞 尹 峰  
编 委 李劲柏 刘武林 岳建华 陈世和 骆 意  
章素华 王云国 施可登 孙 耘 张秋生  
项 谨 王建强 黄 勃

## 《热工自动化设备安装调试技术》

### 编 审 人 员

主 编 俞成立  
副主编 施可登 华国钧 张来平 孙长生 蒋晓明  
王永军  
参 编 陈霄峰 吕国华 陈国清 姚万军 王剑平  
丁俊宏 王 孟 陶德胜 孙 耀 冯妹良  
杨 勇 郑安明 滕舟波 杨 靓 慕烘峰  
石 庐 徐 晖 柳卫荣  
主 审 叶江祺

发电厂热工自动化技术丛书

热工自动化设备安装调试技术

# 序

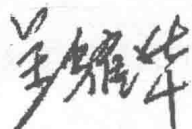
热工自动化系统在发电厂机组安全稳定运行中的地位已不言而喻。热工自动化专业技术从主体上涉及热控系统设计、安装、调试、运行维护、检修和技术管理方方面面。因此不断提高发电厂热工专业技术人员的技术素质与管理水平，是发电企业的一项重要工作。

热工专业人员既要有扎实的专业理论基础，又要有丰富的专业实践经验，同时还要求有一定的热力系统知识。因此，热工专业知识的掌握，应该是基础理论联系实际经验、热力过程结合控制系统设备的渐近过程。随着技术的发展和新建机组的不断增加，新老电厂的热工专业人员都面临着专业知识和技术素质再提升的需求。

为了给热工专业人员提供系统、完整、实用、可操作、案例丰富的教材，推动热工专业培训工作的深化，造就业务精湛娴熟的专业人才队伍，电力行业热工自动化技术委员会根据专业知识的要求，组织编写了本套《发电厂热工自动化技术丛书》。丛书汇集了一批热爱自己的事业、立足岗位、善于吸取前人经验、勤于钻研、勇于实践的行业资深前辈、热工专家和现场技术人员的集体智慧。尤其可贵的是，在专业技术竞争激烈的今天，他们将自己长期用心血与汗水换来的宝贵经验，无私地奉献给了广大读者，相信本套丛书一定会给广大电力工作者和读者带来启发和收益。

希望本套丛书的出版，能推动热工专业运行、维护、检修及管理人员学习专业知识、深入技能培训进而提升专业人员技术水平和解决生产过程实际问题的能力，涌现出更多的热工专业技术人才，为强健我国热工自动化人才队伍，在保证发电机组安全稳定、经济、节能环保运行中发挥作用，为国民经济的增长与繁荣作出贡献。

中国大唐集团公司副总经理  
电力行业热工自动化技术委员会主任委员



二〇一六年十月

## 前 言

随着科学技术的发展、机组容量不断增大，热工技术日新月异，热工自动化系统已覆盖到发电厂的各个角落，其技术应用水平和可靠性决定着机组运行的安全经济性。同时，热工自动化技术及设备的复杂程度不断提高，新工艺、新需求、新型自动化装置系统层出不穷，对热工专业人员掌握测量和控制技术提出了更高要求。新建机组数量的不断增加伴随着对热工人员需求的不断上升，又对热工专业的专业知识和运行维护能力提出了更高层次的要求。因此提高热工自动化系统的技术水平与运行可靠性，以人为本，通过加强热工人员的技术培训，提高热工人员的技术素质，是热工管理工作中急需的，也是一项长期的重要工作。

为了推动热工培训和技能竞赛工作的开展，协助各集团做好热工专业的技术培训工作，提供切合实际的系统培训教材，根据金耀华主任委员的意见，由电力行业热工自动化技术委员会主持、浙江省电力公司电力科学研究所和中国电力企业联合会科技服务发展中心牵头，华北电力科学研究所有限公司、神华国华（北京）电力研究院有限公司、湖南省电力公司电力科学研究所、广东电网公司电力科学研究所、中国华电集团电气热控技术研究中心、大亚湾核电运营管理有限责任公司、中国能源建设集团浙江火电建设有限公司、江苏华电戚墅堰发电有限公司、华电杭州半山发电有限公司、浙江浙能嘉兴发电有限公司、浙江萧山发电厂、浙江浙能金华燃机发电有限责任公司等单位参加，编写了本套丛书，这套丛书主要有以下特点：

(1) 热工自动化系统及设备与热力系统融为一体，便于不同专业人员的学习，加深学习过程中的理解。

(2) 由浅入深，内容全面，包含了燃煤、燃气、核电机组，概括了火力发电厂整个热力系统、热工过程控制设备与系统、安装调试与检修运行维护、热工监督与管理及故障分析处理技术。

(3) 按主设备的划分进行编写，适合发电厂热工专业因分工不同而开展的培训需要。

本丛书主要从应用的角度进行编写，作者均长期工作在电力建设和电力生产的第一线，不仅总结、提炼和奉献了自己多年来积累的工作经验，还从已发表的大量著作、论文和互联网文献中获得许多宝贵资料和信息进行整理并编入本丛书，从而提升了丛书的科学性、系统性、完整性、实用性和先进性。我们希望丛书的出版，有助于读者专业知

识的系统性提高。

在丛书编写工作的启动与丛书编写过程中，参编单位领导给予了大力支持，众多专家在研讨会与审查会中提出了宝贵的修改意见，使编写组受益良多，在此一并表示衷心感谢。

最后，特别感谢浙江省电力公司电力科学研究院和中国电力联合会科技发展服务中心，没有他们的支持，也就没有本套丛书的成功出版。

《发电厂热工自动化技术丛书》编委会

2016年10月



## 编者的话

随着热工自动化系统在电力生产过程中的广泛应用和覆盖面扩展,其可靠性对机组安全经济运行和电网稳定的影响也在逐渐增加,而可靠性又在很大程度上取决于机组热控设计阶段的设计质量、基建阶段的设备安装调试质量、生产阶段的运行维护检修质量。这些过程中的任一环节,如控制系统及逻辑、信号取样及配置方式、测量和执行设备、电缆、电源、热控设备的外部环境,以及为其工作的设计、安装、调试、运行、维护,检修人员的素质等出现问题,都会降低热工系统的运行可靠性,引起设备误动或机组跳闸。

浙江省电力公司电力科学研究院,根据电力行业热工自动化技术委员会的安排,在热控系统状态评估与可靠性措施研究中,就火电厂多年来因热工原因引起的设备二类及以上障碍的故障原因进行了调研、收集、归类分析和统计,数据表明,这些故障因设计、安装、检修维护不当引起的比例不小于40%。通过开展热控可靠性过程控制进行改善,在一定程度上可以预控和消除。因此提高从事热控专业人员技术素质,做好热控系统设计、基建安装调试到运行、维护、检修的全过程质量工作,对提高热控设备和系统运行的安全可靠性和至关重要。

在中国自动化学会发电自动化专业委员会的组织下,我们组建了《热工自动化设备安装调试技术》编写组,经过几年多的研究、探讨和精心编撰。全书共分4章,详细介绍了热工设备安装调试基础知识、热工设备安装、热工设备调试和热工安装及调试管理。其中,俞成立主持了全书框架和各章节主要内容的讨论与确定、编写过程书稿的审查;俞成立、华国钧、施可登、孙长生、蒋晓明、张来平制定全书的编写大纲,并总体统筹协调参编单位和人员的编写任务。书中第一章由华国钧、施可登、孙长生、张来平、丁俊宏、慕洪峰编写,由孙长生、张来平统稿;第二章由王永军、姚万军、王剑平、孙长生、吕国华、陶德胜、冯妹良、郑安明、杨靓编写,王永军、姚万军统稿;第三章由张来平、陈霄峰、陈国清、孙长生、王孟、孙耀、杨勇、滕舟波、石庐、徐晖、慕洪峰、柳卫荣编写,张来平、陈国清统稿。第四章由施可登、俞成立、张来平、华国钧、王剑平编写,由施可登统稿。孙长生、张来平负责了全书的统稿和完善,陈国清负责了全书的校对。

编写过程,参考、借鉴了资深专家叶江祺高级工程师编著的《热工仪表及控制装置》、《热工测量和控制仪表的安装》书中部分章节内容。

本书由叶江祺高级工程师主审。

本书的编写得到了参编单位领导的大力支持，编写过程中也参阅了大量正式出版的专业图书、行业规程、中国能源建设集团浙江火电建设有限公司相关技术资料、产品说明书与图纸等，在此一并表示感谢。

最后，鸣谢参与本书策划和幕后工作人员，对大家的付出表示诚挚的感谢！本书若有不足之处，恳请广大读者不吝赐教。

《热工自动化设备安装调试技术》编写组

2016年10月

## 目 录

序	
前言	
编者的话	
<b>第一章 热工安装调试基础</b> .....	1
第一节 热工安装基础.....	1
第二节 调试基础知识 .....	11
<b>第二章 热工仪表与控制装置安装</b> .....	21
第一节 取源部件、敏感元件及仪表的安装 .....	21
第二节 仪表管路的安装 .....	169
第三节 电缆敷设及电缆辅助设施安装.....	190
第四节 盘、台、箱安装.....	209
第五节 就地执行与控制设备安装.....	224
第六节 干扰、接地与防护.....	244
<b>第三章 热工仪表与控制装置调试</b> .....	273
第一节 测量仪表调试.....	273
第二节 单体执行设备调试.....	359
第三节 控制装置及就地成套设备调试.....	376
<b>第四章 热工安装调试管理</b> .....	439
第一节 热工施工管理.....	439
第二节 热工调试管理.....	447
第三节 过程质量监督.....	457
第四节 工程竣工管理.....	461
第五节 工程管理案例.....	465
附录.....	475
附录 A P&ID 图形符号 .....	475
附录 B 仪表端子常用标志 .....	477

附录 C	垫片材质的选用 .....	478
附录 D	自动调节系统常用图形符号说明表 .....	479
附录 E	热控标准参考目录清单 .....	480
附录 F	热工验评标准强制性条文清单 .....	486

## 热工安装调试基础

对热力设备及系统的热工参数进行检测的仪表,称为热工仪表;对热力设备及系统的工艺过程进行检测与控制的独立装置,称为热工控制装置;采用计算机、通信和屏幕显示技术实现对生产过程的数据采集、控制和保护等功能,利用通信技术实现数据共享的多计算机监控系统称为分散控制系统。本书将其统称为热工自动化系统和设备。掌握丛书第一册热工自动化技术基础知识,了解第二册至第五册发电厂生产过程、热力流程和控制需求,熟悉热工自动化系统和设备的安装或调试基础内容和第九册过程监督要求,是成为一位出类拔萃的热工专业人员的必要条件。

### 第一节 热工安装基础

大型发电厂中,热工测量与控制设备遍布全厂,成千上万个测量与控制设备及对应的信号,好比控制系统的神经网络。在广泛采用计算机控制技术的今天,新机组投产时的安全、经济、稳定运行,在很大程度上取决于基建阶段热工设备的安装质量。根据热工自动化网站([www.pptau.com](http://www.pptau.com))的故障案例统计,新建机组的热控误动有60%来自于安装和调试,一些故障是由非常基础的安装缺陷引起的。因此,从事安装的热工人员,需掌握热工安装基础知识,从热工测点、取样系统、控制设备安装位置、电缆敷设及接线、接地、伴热等的安装规范性做起,消除或减少安装中存在的隐患,这是减少因热工安装质量原因引起运行机组热工系统与设备异常,提高热控系统可靠性的关键。

#### 一、安装基本知识

##### (一) 基本概念

##### 1. 安装术语

(1) 取源部件、敏感元件、仪表测点与仪用阀门。取源部件指测量工艺设备与管道连接温度检测元件(仪表)或压力、流量测量管路间的安装附件,直接与热力设备(或管道)连接。如在工艺设备与管道上安装测温元件时用的温包插座、取压时连接用的专用管件、引出口及取源阀门(也称一次阀门)、压板或法兰、差压水位测量用的平衡容器、安装节流装置用的法兰、冷凝装置及节流件上下游侧的直管段等,均属于取源部件的范畴,但不包括检测元件。

敏感元件即检测元件,也称为传感器,指直接或间接地与被测介质相接触,能够灵敏地直接感受被测物理变量并及时做出响应,转换成适于测量需求的元件或器件。根据传感器所测量的物理现象的性质,有多种不同形式和不同名称的测量传感器,如安装在主设备、容器或管道上的测温元件、压力测量部件、流量测量装置、电磁波接受传感器、物位测量传感

器、成分分析取样传感器、机械量测量传感器、物料称重传感器、监视检出装置、光纤传感器和无线电传感器等。

仪表测点指检测元件和取源部件的安装位置点，均在工艺设备或工艺管道上。仪表测点的位置选择，直接影响介质的测量精度，因此选择时有很多限制条件，如不同性质测点的前后顺序、直管道距离、取样方向等，并且敏感元件安装后要求严密、无泄漏，并应随同热力设备或管道一起做严密性试验。

仪用阀门有一次阀、二次阀、排污阀和平衡阀。与取样部件连接的称为一次阀，也称取源阀或根部阀；分别连接测量信号管路与测量仪表的阀门称为二次阀，在测量仪表检修维护时起隔离作用；用于排除测量信号管路介质内的沉淀物及污垢的阀门称为排污阀；差压信号测量，在启动或检修维护时，要保持正压室和负压室的压力平衡，防止单侧受压过高而损坏测量部件而设置的阀门，称为平衡阀。

(2) 仪表管路。热工自动化系统安装中使用的仪表管路，是指公称通径为  $\phi 4 \sim \phi 40 \text{mm}$ ，能满足热工参数测量和控制用管路的总称，通常包括如下管路：

- 1) 测量管路：把被测介质自取源部件传递到测量仪表或变送器，进行压力、差压（流量和液位）等信号测量的管路。
- 2) 信号管路：用于气动仪表之间传递气压信号的管路。
- 3) 气源管路：为气动仪表及气动执行设备提供动力或信号气源的空气管路。
- 4) 取样管路：从管道或容器内引出介质样品，用于成分分析的管路。
- 5) 辅助管路：包括用于仪表管路防冻的蒸汽伴热管路，用于排放冲洗仪表管路介质的称排污管路，用于冷却测量介质的称冷却管路。

(3) 电线、电缆与补偿导线。电线是由一根或几根柔软的导线组成，是用以传导电能的载体，其外部通常包以轻软的护层；电缆由一根或多根相互绝缘的导体外包绝缘和保护层制成。电缆与电线一般都由芯线、绝缘包皮和保护外皮三个部分组成。电缆有电力电缆、控制电缆、补偿电缆、屏蔽电缆、高温电缆、计算机电缆、信号电缆、同轴电缆、耐火电缆等，它们都是由多股导线组成的。

电缆的型号组成与顺序是：系列代号—材料特征代号—结构特征代号；规格：芯数×标称截面。涉及热工专业的电缆型号有如下几种。

- 1) 控制电缆如 KVVVP2。其中，K—系列代号；V（聚氯乙烯绝缘）V（聚氯乙烯护套）—材料特征代号；P（编织屏蔽）—结构特征代号。
- 2) 计算机电缆：DJYPVP—对数×芯数×标称截面。其中，DJ—电子计算机，Y—绝缘材料为聚乙烯，P—对绞屏蔽，V—外护层为聚氯乙烯，P—总屏蔽。
- 3) 耐高温电线。聚四氟乙烯绝缘电线 FF4 和 FF4P3，用于长期处于高温的场合。
- 4) 阻燃电缆。在控制和计算机电缆型号前加 ZR，一般热工电缆都选择阻燃电缆。
- 5) 补偿电缆（导线）。在一定温度范围内（包括常温）具有与所匹配热电偶电动势相同标称值的一对带有绝缘层的导线，用它们连接热电偶与测量装置，以补偿它们与热电偶连接处的温度变化所产生的误差。补偿导线有 R、K、E 分度号之分，安装时必须与热电偶的分度号相匹配；补偿精度有精密型和普通型两种，前者补偿误差小于  $1.5^{\circ}\text{C}$ ，后者补偿误差小于  $2^{\circ}\text{C}$ 。

设计与施工过程中,要确保热工电缆的型号与规格符合现场实际需求,测量及控制回路的线芯截面应不小于 $1.0\text{mm}^2$ ,对于截面为 $1.0\sim 1.5\text{mm}^2$ 的普通控制电缆不宜超过30芯;单根电缆的实用芯数超过6芯时,应预留一定的备用芯;设计为冗余的信号,其电缆应相互独立敷设。

(4) 测量信号管路安装坡度、电缆敷设距离。为防止测量取样管路中存在异常的水或气泡等介质,影响测量准确性,测量信号管路要保护一定的坡度,其中液体压力测量管路为 $1:100$ ;水位或流量测量管路为 $1:12$ ;气体测量管路为 $1:100$ 。当满足不了要求时,则应在液体测量管路的最高点装设排气阀,气体测量管路的最低点装设排水阀。

电缆敷设时,信号电缆与动力电缆之间应保持一定的距离(参见DL/T 5120.4—2009附录E的规定),以防止电缆间的电容耦合和磁场耦合产生干扰;区域环境温度应满足正常使用时电缆导体的温度不高于其长期允许的工作温度,热表面间的位置、距离应符合要求。

(5) 常规检测与仪表。检测是直接响应被测变量,并将它转换成适于测量的形式,进而确定量值等的一组操作。

检测仪表接收感受件的信号处理后,通过常用的模拟、数字或屏幕方式显示装置,向相关人员反映被测介质参数在数量上的大小变化。它可以是变送器、传感器或自身兼检测元件及其显示装置的仪表,也可以是响应被测变量,并将它转换成适于测量元件或器件形式,输出信号和接点(或带有参数显示和接点输出)进行显示、报警或保护联锁控制的仪表,亦称检出器。

安装于现场的检测仪表,通常称为一次仪表,其特点是直接安装在工艺管道、设备上或测点附近,与被测介质有接触,测量并显示工艺参数,有的能将被测变量转换后发送,如弹簧压力表、玻璃管温度计和变送器等。

仅接受由检测元件、传感器和变送器等一次仪表送来的远传电气或气动信号,显示所检测的工艺参数量值的表计,称为二次仪表,通常安装于控制盘柜上,不直接与被测介质接触。

就地常规测量仪表,指就地压力表、温度计、液位计、流量计和远传信号仪表等,其中远传信号仪表中最常用的是各类变送器和状态开关。前者是接受检测元件、传感器或直接接受工艺系统的物理、化学变量,并将其变换成标准化模拟信号输出的一种测量装置。后者是接受检测元件、传感器或直接接受工艺系统的物理、化学变量,并将其变换成标准化模拟信号输出的一种测量装置。

检测仪表的安装,包括测量仪表和控制仪表两部分。前者一般包括温度指示仪表、压力指示仪表、差压指示仪表、变送器、成分分析仪表、显示仪表等。后者一般包括温度开关、压力(差压)开关、流量开关、物位开关、行程开关和控制装置(单元)等。

(6) 报警抑制。报警抑制是对报警信息的一种处理方法,如在某些工况(如启动)下,介质参数虽然达到报警限值,但并不属于异常现象,为不影响正常监视而闭锁报警的措施。

设备停运及设备启动时,应有模拟量和数字量信号的“报警闭锁”功能,以减少不必要的报警。可由操作员站上实施这一功能。启动结束后,“报警闭锁”功能应自动解除,“报警闭锁”不应影响对该变量的扫描采集。

(7) 控制设备与调节装置。控制设备指能够根据指令控制被控对象状态变化的设备,如电动或气动执行机构、电磁阀、气动阀、电动门和气动阀等。

控制装置由执行机构和附件两部分组成。附件包括过滤器减压阀、电气阀门定位器、手轮机构、阀位开关、阀位变送器、气路电磁阀等。执行机构是控制阀(挡板)的推动装置,它按输出信号的大小产生相应的推力,使推杆产生相应的位移(直行程或角行程位移),从而带动控制阀的阀芯动作;阀芯直接与介质接触,其动作使控制阀只有直通与截断两种结果时,则称为二位式控制;其动作如果是通过改变控制阀的节流面积实现调节作用时,称为连续调节控制。

调节装置指由执行机构驱动直接改变操纵变量的机构,如控制阀、风门挡板等。

(8) 智能仪表。智能仪表是内装有微处理器,可对测量值进行数据处理(包括远程调校),输出数字信号,或同时还输出标准模拟信号,具有双向通信和自诊断能力的仪表。当其通信规约符合 IEC 国际现场总线标准时,可称为现场总线仪表。

智能电动执行机构是配有功率控制部分(将输入电信号转换放大,以控制电动机启动、停止和旋转方向的电气装置)、微处理器及可加装数字通信接口,具有闭环控制功能,并能够进行故障诊断的电动执行机构,当其通信规约符合 IEC 国际现场总线标准时,可称为现场总线执行器。

现场总线变送器与现场总线执行器,通称为现场总线仪表,即内嵌相应通信模件,符合 ISO 或 IEC 等国际标准所规定的现场总线通信协议,并可直接与现场总线网络链接的仪表。

(9) 烟气连续监视系统(CEMS)。烟气连续监视系统(CEMS)是通过采样方式或直接测量方式实时、连续地测定火电厂排放的烟气中各种污染物浓度的监视系统。全面的锅炉烟气连续监视系统主要由烟尘检测子系统、气态污染物检测子系统、烟气排放参数检测子系统、系统控制及数据采集处理子系统组成。

(10) 全炉膛火焰丧失。全炉膛火焰丧失是一种指令,表示煤粉燃烧锅炉炉膛熄火。根据炉膛结构有不同定义:如四角喷燃炉膛,若采用单燃烧器火焰检测方式,当每一层火焰探测器检测到的灭火信号大于 $2/4$ 时,定义为全炉膛火焰丧失。若采用全炉膛火焰检测方式,当每一层 $2/4$ (有的采用 $3/4$ )或以上的火焰探测器检测不到火焰信号时,定义为全炉膛火焰丧失。而对墙式燃烧或W形燃烧式炉膛,当检测到灭火信号大于某一数量(可根据燃烧器数量及制造厂要求确定)时,定义为全炉膛火焰丧失。

(11) 防护等级与防爆等级。防护等级是指电气设备的外壳防止人体、固体异物、水进入壳内,造成人员伤害、设备损坏等有害影响的能力,表示为“IPXX”,其中第一特征字表示外壳防止人体、固体异物进入的防护等级,共有 $0\sim 6$ 七个级别;第二特征字表示外壳防止水进入壳内造成有害影响的能力,共有 $0\sim 8$ 九个级别。

防爆等级 Exd II BT4,其中 Ex 为防爆总标志;d 为结构形式,隔爆型;II 为类别,工厂用;B 为防爆级别,B 级;T4 为温度组别,T4 组,最高表面温度小于或等于 $135^{\circ}\text{C}$ 。

(12) 热工图纸。

1) 管道仪表图。对称 P&ID 图在过程工业中用于表示管路、设备和仪表在工艺过程中相关连接关系的一种示意图。图中一般表示出主要工艺系统管道和设备上的检测仪表和控制设备(如压力、温度、流量、物位等参数的测量仪表)。



2) SAMA图。基于美国科学制造商协会(SAMA)“仪表与控制系统功能图制图”PMC22.1标准所规定的图例符号和制图规定,用于表示控制系统逻辑或控制策略的功能框图。

3) 仪表回路图。一种符号性地表示出标识有回路内控制元件及其控制元件间互连关系的单一控制回路的工程图纸。特殊情况下也可在一张图纸上表示出多个组合控制回路。

4) 仪表接管图或仪表连接图。是示意仪表(或控制元件)与工艺管线/设备(或盘箱柜等)之间具体工艺过程或电气互连安装的详图。图中通常包括仪表工艺或电气连接安装示意图、具体安装材料规格及用量清单等。

### 2. 热工设计安装制图符号及仪表端子常用标志

热工设计安装制图及仪表端子是现场安装施工及单体调试的重要参考依据,热工设计安装制图(P&ID)图形符号参见附录A;仪表端子常用标志见附录B。

### 3. 热工安装工作界限

(1) 热工设备安装范围包括全厂热控仪表检测、显示、记录系统,自动调节系统,保护联锁及工艺信号系统,程序控制系统,以及计算机监控系统。

#### (2) 热工设备安装内容包括:

1) 取样装置和检测元件(温度、压力、流量、转速、振动、物位、位移等物理量等的一次传感器)的安装(取样部位、插入深度、方向、检修位置)、防护(防水、防灰堵、防人为损坏)及挂牌等。

2) 脉冲管路(一次门后的管路)的敷设(排列、陡度、远离高温)、防护(防爆、防冻、防腐)、连接(取源、配管、排污、阀门耐压)、密封性试验和挂牌。

3) 二次线路(补偿导线、补偿盒、热工电缆等)的电缆敷设(排列、与热源间距、护套管、二次接线盒及端子排、标志牌等)、接线(线号标志、松紧、屏蔽层接地)和绝缘检查。

4) 显示(或指示)仪表及控制设备的现场安装(环境、固定、标志)、防护(防水、防燃、防损、防误动),单体设备调校和校验,测量系统综合误差校验。

#### 5) 电源系统连接。

6) 保护、联锁及工艺信号:连接保护设备安装、就地设备防雨、防燃、事故按钮的防人为误动措施。

7) 自动调节系统:锅炉模拟量控制系统、主机数字式电液控制系统、给水泵汽轮机电液控制系统、主机高低压旁路控制系统等系统安装。

#### (3) 热工重要仪表划分。

1) 锅炉方面:汽包水位、汽包饱和蒸汽压力、汽包壁温,主蒸汽压力、温度、流量,再热蒸汽温度、压力,主给水压力、温度、流量,直流炉中间点蒸汽温度,直流炉汽水分离器水位,排烟温度,烟气氧量(二氧化碳),炉膛压力、磨煤机出口混合物温度,煤粉仓煤粉温度,煤量,燃油炉进油压力、流量,燃气炉进气压力、流量,过热器管壁温度,再热器管壁温度等。

2) 汽轮机、发电机方面:主蒸汽压力、温度、流量,再热蒸汽温度、压力,各级抽汽压力,监视段蒸汽压力,轴封蒸汽压力,汽轮机转速,轴承温度,轴承回油温度,推力瓦温