

热工检测技术

Regong Jiance Jishu

刘常满 编 著



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

热 工 检 测 技 术

刘常满 编著

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

热工检测技术/刘常满编著. —北京: 中国计量出版社, 2005.9

ISBN 7-5026-2190-3

I. 热… II. 刘… III. 热工测量 IV. TK3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 085049 号

内 容 提 要

本书阐述了热工检测中技术基础、检测设备及检测过程中的误差分析及校正技术, 并详细介绍了检测中常用的传感器及其仪表的结构原理、校准方法、选择和安装以及使用和维护中的技术等问题。此外, 还列有工业设备的热工参数检测实例。

本书可供从事电力、石油、化工、食品、制药、冶炼、机械、电子、航空、航天、造船、轻工等工业部门过程检测中的工程技术人员、工艺人员、操作人员和计量测试人员阅读, 也可供大专院校有关专业师生参考。

中国计量出版社出版
北京和平里西街甲 2 号
邮政编码 100013
电话 (010) 64275360
<http://www.zgjl.com.cn>
北京市迪鑫印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
版权所有 不得翻印

*

787 mm×1092 mm 16 开本 印张 24.5 字数 590 千字

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

*

印数 1—2000 定价: 58.00 元

前 言

温度、压力、流量、物位等热工量在石油、化工、电力、冶金、机械、轻工及制药生产中，在国防工业和科学研究中都是需要检测和控制的重要热工参数。这些参数的检测及被测物质的成分分析的正确与否，可靠程度，直接关系到产品的产量和质量。为此，研究热工参数的检测技术，掌握热工检测方法，熟悉热工检测装置的使用、维护和校准，分析检测过程中产生的误差及处理方法，对于保证工农业生产及国防建设和科学研究都具有十分重要的作用。

由于科学技术的高速发展，检测技术水平不断提高，热工检测技术在各行各业的地位显得越来越重要。广大从事热工检测的工程技术人员和专业操作人员希望更新和掌握热工检测方面的知识及新技术。就此本人收集了大量资料，并以从事热工检测几十年的实践经验，编写成此书，以飨读者。

本书主要讲解热工检测的基础知识，检测装置的原理、结构、性能、选择原则、安装方法、调整方法，使用维护技术。同时也对工业生产中的热工参数检测方法作了实例介绍。此外，还介绍了检测结果的误差处理及修正方法。

编写本着“理论够用，立足实际”的原则，尽量精简理论推导，注重检测基础知识、检测装置和方法及检测实例的叙述。做到简明扼要、通俗易懂。

本书在编写和出版过程中得到中国计量出版社的领导和编辑的大力支持和帮助，在此一并致谢。

由于本书内容丰富，涉及知识面广，加之编者水平有限，书中错误及不妥之处在所难免，欢迎读者批评指正。

刘常满
2005年4月

目 录

第一章 热工检测技术基础	(1)
第一节 热工检测及类别	(1)
一、检测概述	(1)
二、热工检测及类别	(2)
三、热工检测的特点和发展方向	(2)
四、热工检测的目的和任务	(3)
第二节 热工检测的基本概念	(4)
一、热工检测的基本原理和方法	(4)
二、热工检测中的标准器	(5)
三、理想化的热工检测系统框图	(5)
四、热工检测中所用术语	(6)
五、热工检测设备	(7)
六、检测仪表和环境条件对热工检测结果的影响	(7)
第三节 热工检测的一般方法	(8)
一、直接检测法和间接检测法	(8)
二、组合检测法	(9)
三、模拟检测法和数字检测法	(9)
四、偏位检测法和补偿检测法	(10)
五、接触检测法和非接触检测法	(12)
六、时间连续和时间离散检测法	(12)
第四节 热工检测的误差	(13)
一、检测误差的基本概念	(13)
二、检测误差的分类	(13)
三、系统误差和随机误差的异同点及辩证关系	(16)
四、检测误差的表示方法	(17)
五、检测过程中的影响量	(21)
第五节 热工检测装置的组成及仪表的类别	(23)
一、热工检测装置的组成	(23)
二、热工检测仪表的类别	(27)
第六节 热工检测中的质量指标	(27)
一、热工检测仪表的性能	(27)
二、热工检测仪表的误差	(29)
三、热工检测仪表的等级的概念	(30)

四、热工检测仪表合格与否的评定	(31)
第二章 热工参数检测概论	(32)
第一节 温度参数检测	(32)
一、温度参数检测的原理和方法	(32)
二、温度检测系统的组成	(33)
三、温度检测仪表的测温原理	(34)
四、温度检测仪表的类别	(34)
第二节 压力参数检测	(35)
一、压力的含义及压力检测	(35)
二、压力的单位及其换算	(35)
三、压力的表示方式	(36)
四、压力检测的方法及原理	(37)
五、压力检测仪表的类别	(38)
第三节 物位参数检测	(38)
一、概述	(38)
二、物位检测的方法和原理	(39)
三、物位检测仪表的类型	(40)
第四节 流量参数检测技术	(41)
一、概述	(41)
二、流量检测的主要方法及原理	(41)
三、流量检测仪表的类型	(43)
第五节 流程分析技术	(43)
一、概述	(43)
二、流程参数的检测方法及原理	(44)
三、流程分析仪器的组成及作用	(44)
四、流程分析仪器的类型	(45)
第三章 热工检测常用传感器及仪表	(46)
第一节 温度检测常用传感器及仪表	(46)
一、膨胀式温度计	(46)
二、热电式温度传感器	(53)
三、辐射式温度计	(62)
四、超声波测温仪表	(67)
五、光导纤维测温仪表	(68)
六、激光载波测温仪表	(70)
第二节 压力检测常用传感器及仪表	(71)
一、液柱式压力计	(71)
二、活塞式压力计	(73)
三、弹性式压力计	(75)
四、电气式压力计及其传感器	(81)

第三节 物位检测常用传感器(变送器)及仪表	(81)
一、玻璃式液位计	(81)
二、浮力式液位计	(82)
三、电动浮筒式液位计	(84)
四、静压式液位计	(86)
五、电容式物位计	(88)
第四节 流量检测常用变送器及仪表	(89)
一、差压式流量计	(89)
二、转子流量计	(111)
三、容积式流量计	(115)
四、涡轮流量计	(115)
五、靶式流量计	(116)
六、电磁流量计	(117)
第五节 流程分析常用仪器	(118)
一、热导式气体分析器	(118)
二、热磁式氧分析器	(119)
三、DH-6型氧化锆氧分析器	(119)
四、红外线气体分析器	(120)
五、气相色谱仪	(120)
六、工业酸度计	(122)
七、电导式分析仪	(124)
第四章 热工检测中的显示技术	(127)
第一节 显示器的类型	(127)
一、模拟式显示器	(127)
二、数字式显示器	(128)
三、图像显示器	(128)
第二节 显示仪器的构成原理	(128)
一、模拟式显示仪表的构成及特点	(128)
二、数字式显示仪表的构成原理及结构特点	(130)
三、图像显示仪表的组成及作用	(131)
第三节 动圈式显示仪表	(131)
第四节 自动平衡式显示仪表	(133)
一、自动平衡式显示仪表概述	(133)
二、自动平衡式显示仪表的特点	(134)
三、自动平衡式显示仪表的类型和命名	(134)
四、新型自动平衡显示仪表简介	(136)
第五节 数字式显示技术	(139)
一、数字式显示概述	(139)
二、数字式显示仪表的基本概念	(140)

三、数字式显示仪表的功能及类别	(140)
四、数字式显示仪表的特点	(142)
五、数字式显示仪表的型号及命名	(142)
第六节 智能数字式显示技术	(144)
一、智能化数字式显示仪表的基本功能	(144)
二、智能化数字记录仪	(145)
第七节 图像显示技术	(151)
一、JL—20 A 屏幕显示记录仪	(152)
二、JLy—2000 型多功能无纸显示记录仪	(153)
三、EX1 型无纸显示记录仪	(155)
四、JLy—C28 型彩色无纸显示记录仪	(156)
第五章 热工检测系统及仪表的调整、校准与检定技术	(159)
第一节 温度检测仪表的调整、校准与检定	(160)
一、工业用玻璃液体温度计的检定	(160)
二、双金属温度计的检定	(163)
三、压力式温度计的检定	(166)
四、热电式温度传感器的检定	(168)
五、光学高温计的校准	(170)
六、工作用全辐射温度计的检定	(171)
第二节 压力检测仪表的调整与检定	(174)
一、标准活塞式压力计的检定	(176)
二、工业用普通压力计的检定	(176)
三、工业用普通压力计的调整	(177)
四、电感式远传压力表的系统校准与调整	(178)
五、霍尔式远传压力表的系统校准与调整	(179)
六、电阻式远传压力表的系统校准	(179)
第三节 物位检测仪表的调整与检定	(180)
一、DBT 型浮筒式液位变送器的检定	(180)
第四节 流量检测仪表的校准与标定	(183)
一、水流量标准装置	(184)
二、流量检测仪表的现场校准	(185)
三、电传转子流量计的成套调整与校准	(186)
四、电磁流量计的调整与校准	(187)
第五节 流程分析仪器的调整、校准与检定	(188)
一、RD—004 型热导式氢分析器的调整与校准	(188)
二、DH—6 型氧化锆氧分析器的调整与校准	(189)
三、FQ 型红外线分析仪的调整与校准	(190)
四、PHG—21B 型工业酸度计的调整与校准	(190)
五、DDD—32B 型工业电导仪的调整与校准	(191)

第六章 热工检测装置的选择与安装技术	(193)
第一节 温度检测仪表的选择与安装	(193)
一、温度检测仪表选择的一般原则	(193)
二、温度检测仪表安装的一般原则	(194)
三、热电偶(热电阻)的安装	(195)
四、压力式温度计安装时的注意事项	(198)
五、温度检测仪表感温元件在管道上的安装示例图	(199)
六、温度检测仪表感温元件在工业设备上的安装	(206)
第二节 压力检测装置的选择与安装	(213)
一、压力检测仪表的选择原则	(213)
二、压力检测仪表的安装	(215)
三、液柱式压力计的安装	(222)
第三节 物位检测仪表的选择与安装	(223)
一、物位检测仪表的选择	(223)
二、物位检测仪表的安装	(224)
三、玻璃液位计的安装	(226)
四、浮子式液位计的安装	(227)
五、电容式液位计的选择与安装	(227)
第四节 流量检测装置的选择与安装	(228)
一、差压式流量计的选择与安装	(229)
二、转子流量计的选择与安装	(231)
三、容积式流量计的选择与安装	(234)
四、涡轮流量计的安装	(235)
五、靶式流量计的安装	(236)
六、电磁流量计的选择与安装	(236)
第五节 流程分析仪器的选择与安装	(238)
一、取样系统的选择	(238)
二、气样的预处理	(240)
三、取样装置安装示例	(241)
第七章 热工检测装置的使用与维护技术	(244)
第一节 温度检测仪表的使用与维护	(244)
一、玻璃液体温度计的使用与维护	(244)
二、双金属温度计的使用与维护	(244)
三、压力式温度计的使用与维护	(245)
四、热电阻温度传感器的使用与维护	(245)
五、热电偶温度传感器的使用与维护	(247)
六、光学高温计的使用与维护	(249)
七、辐射感温器的使用和维护	(255)
第二节 压力检测仪表的使用与维护	(256)

一、液柱式压力计的使用与维护	(256)
二、活塞式压力计的使用与维护	(258)
三、弹性式压力计的使用与维护	(259)
四、霍尔远传压力计的使用与维护	(260)
五、电感式远传压力计的使用与维护	(261)
六、电阻式远传压力计的使用与维护	(261)
第三节 显示仪表的使用与维护	(262)
一、动圈式显示仪表与热电偶配套使用时应注意的几个问题	(262)
二、动圈式显示仪表的日常维护	(264)
三、自动平衡显示仪表的使用与维护	(265)
第四节 物位检测仪表的使用与维护	(266)
一、玻璃液位计的使用与维护	(266)
二、浮筒式液位计的使用与维护	(267)
三、差压式液位计的使用与维护	(268)
四、电容式物位计的使用与维护	(268)
第五节 流量检测仪表的使用与维护	(269)
一、标准节流装置的使用与维护	(269)
二、浮子差压计的使用与维护	(270)
三、双波纹管差压计的使用与维护	(271)
四、膜片差压计的使用与维护	(273)
五、玻璃转子流量计的使用与维护	(274)
六、电磁流量计的使用与维护	(275)
七、椭圆齿轮流量计的使用与维护	(276)
八、涡轮流量计的使用与维护	(277)
九、靶式流量计的使用与维护	(278)
十、容积式流量计的使用与维护	(278)
第八章 工业设备热工检测技术	(280)
第一节 动力设备的热工检测	(280)
一、工业锅炉的热工参数检测	(280)
二、汽轮机的热工参数检测	(287)
三、发电机的温度检测	(288)
四、电力变压器的温度检测	(289)
五、输电线路中的温度检测	(291)
第二节 机械设备的热工参数检测	(291)
一、铸造设备的温度检测	(291)
二、金属热处理加热设备的温度检测	(293)
三、热处理加热设备的有效加热区的温度检测	(302)
四、热处理特殊设备的温度检测	(309)
五、锻造设备的温度检测	(310)

第三节 冶炼设备的热工参数检测	(311)
一、炼铁高炉的热工检测	(311)
二、炼钢过程中的热工参数检测	(315)
三、铸钢设备的热工参数检测	(321)
四、轧钢加热设备的温度检测	(323)
第四节 建材设备的热工参数检测	(325)
一、水泥窑炉的温度检测	(325)
二、陶瓷窑炉的温度检测	(328)
三、玻璃熔窑的温度检测	(328)
第五节 石油及化工生产设备的热工参数检测	(331)
一、炼油分馏过程的热工检测	(332)
二、炼油裂解过程的温度检测与控制	(332)
三、化工生产设备的热工参数检测	(332)
第九章 热工检测中的误差分析及修正技术	(338)
第一节 热工检测中的误差来源	(338)
一、概述	(338)
二、热工检测中的误差来源分析	(338)
第二节 热工检测中误差的修正方法	(339)
一、降低和消除误差来源	(339)
二、检测误差的校正	(340)
第三节 热工检测中的干扰及防护	(343)
一、干扰的类型	(344)
二、干扰的来源	(344)
三、干扰的防护	(347)
第四节 温度检测中的误差分析及其修正方法	(349)
一、玻璃液体温度计的检测误差及修正	(349)
二、热电偶传感器的检测误差及修正方法	(353)
三、热电阻传感器的检测误差及修正方法	(358)
四、压力式温度计检测中的附加误差及修正方法	(359)
五、用光学高温计检测温度时的误差分析及消除方法	(362)
六、用辐射感温器检测温度时对示值误差的影响	(363)
第五节 压力、物位及流量检测中的误差分析及修正	(364)
一、液柱式压力计的检测误差及修正方法	(364)
二、活塞式压力计的检测误差	(366)
三、电容式物位计在检测中的误差分析及消除方法	(368)
四、转子流量计检测流量的误差及修正	(369)
五、热磁式氧分析器的误差分析及修正	(370)
第六节 显示仪表在热工检测中的误差分析及消除方法	(371)
一、动圈式显示仪表在热工检测中的误差分析及消除方法	(371)

附录.....	(375)
附录一、压力单位换算表.....	(375)
附录二、流量检测常用公式.....	(376)
参考文献.....	(379)

第一章 热工检测技术基础

第一节 热工检测及类别

一、检测概述

检测是意义更为广泛的测量。据国际通用计量学基本名词推荐：“测量是以确定量值为目的的一组操作”，这种操作就是测量中的比较过程——将被测参数的量值与作为单位的标准量进行比较，比出的倍数即为测量结果。与测量概念相近的是检验，它常常仅需分辨出参数量值所隶属的某一范围带，以此来判别被测参数合格与否或现象的有无等。检测不仅是包含了上述两种内容，此外，对被测控对象有用信息的信号的检出，也是检测极为重要的内容。

具体到工程检测技术，它的任务不仅是对成品或半成品的检验和测量（如热工参数、几何参数、表面质量、内部缺陷、探伤、泄漏检查、成分分析等），而且在人们为了检查、监督和控制某个生产过程或运动对象使之处于人们选定的最佳状况下时，就必须随时掌握这种最佳状况的各种参数。为此，就要求随时检查和测量这些参数的大小、变化等情况。因而，工程检测技术就是对生产过程和运动对象实施定性检查和定量测量的技术。

广义讲，检测技术是自动化技术的四个支柱之一，从信息科学角度来考察，检测技术为：① 寻找与自然信息具有对应关系的种种表现形式的信号，以及确定二者间的定性、定量关系；② 从反映某一信息的多种信号表现中挑选出、在所处条件下最为合适的表现形式，以及寻求最佳的采集、变换、传输、处理、存贮、显示等的方法、手段和相应的设备。

检测通常包括两个过程：一是能量形式的一次或多次转换过程；二是将被测变量与其相应的测量单位进行比较。前者一般包括检测（敏感）元件、变换（或转换）器、信号传输和信号处理等四部分，后者一般包括测量部分及显示装置两部分。如图 1-1 所示。

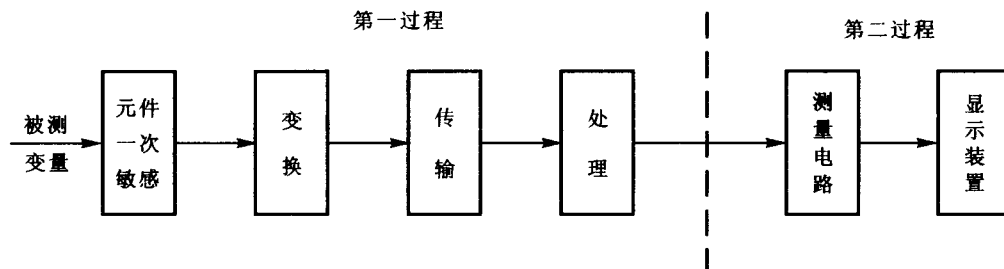


图 1-1 检测的两个过程

检测是定量认识客观事物的过程，也是认识和改造客观事物的必要手段。例如在生产过程中，检测是鉴定材料性能、维护与调整仪器设备使之正常运转、保证生产质量、提高生产效率不可缺少的手段。没有检测就不可能保证生产的正常进行，也不可能实现生产自动化。

在科学技术发展过程中，检测结果不仅是验证理论的客观标准，而且也是发现新问题，提出新理论的线索和依据。由此可见，没有检测就不可能使生产技术和科学研究获得一定的成果。同时科学技术的发展也对检测技术起着推动作用。一个国家检测技术的高低不仅反映这个国家生产和技术水平的高低，也反映这个国家科学发展水平的高低。可以说“没有检测就没有科学”。

在工业生产中，检测工作的主要任务是取得生产工艺过程参数的信号，作为控制生产过程的依据；为科学研究、产品的检验和设备的维护提供技术数据。

国民经济各部门的生产虽然是千差万别，但需要检测的物理量可以归结为若干种，一般说来，有长度量、力学量、热工量、电磁量、光学量、声学量和化学成分等等。这些物理量并无行业、部门的界限。例如：热学量中的“温度”参数，在电力、化工、石油、冶金、农业和医药等部门中都是重要的参数。所以通用性又是检测技术中的一个特点。

在实际工作中，由于被检测对象的不同和检测条件的差异，尽管是同一种参数，但其检测方法、设备和系统也不完全一样。例如热工检测中的温度参数，就可能属于物体表面的温度、火焰温度、炉内温度、高速气流温度等不同的检测对象，又有高温、中温和低温等不同的检测范围。有的用热电偶测温，有的用热电阻测温，还有的用辐射感温器测温等分别采用不同的检测方法。另外还有精密检测和一般检测，都有一些不同精度要求等等。所以，在实际检测工作中，必须根据不同的情况，具体分析，区别对待，这是在检测技术中的又一个特点。

随着科学技术向纵深发展，检测技术在发展中已成为一门独立的学科，热工检测就是其中一个主要分支。它是热力控制系统中的一个组成部分，它在热工过程控制中具有十分重要地位。

二、热工检测及类别

在机械、化工、石油、电力、冶金、食品、制药等工业生产中，常需要检测的参数有压力、温度、流量、物位、成分等。这些参数由于控制着这些部门热力生产过程中的工艺质量，所以我们把它们统称为热工参数，对这些参数进行检查和测量，就是热工检测。研究热工参数检测中的环境条件、检测方法、检测仪表及设备的使用、安装及维护等问题，都是检测中的技术问题，这就是本书所要讨论的热工检测技术。

热工检测分为压力检测、温度检测、流量检测、物位检测和流程分析五大类，这五大类检测及技术基础，本书将在以后各章节中予以讨论。

三、热工检测的特点和发展方向

热工检测主要是检测热工量中的压力、温度流量、物位和化学成分。所以热工量都是非

电量，但是非电量检测法远远不能满足过程热工生产和科研的需要。因为现代生产要求测量距离远，速度快，而且能最好地自动控制生产过程，这只有采用电量测量法才能满足其需要。因此，热工检测多半采用电量电测法进行检测。电量检测法具有精度高、灵敏度高、测量范围广，检测速度快、方便、便于远传和控制，所以在热工检测中，电量检测法被广泛采用。

随着科学技术和工业生产的不断发展，不但为热工检测技术提供了新的检测理论和检测方法，而且还研究并开发出了各种新的热工检测工具（仪器仪表），开拓了新的检测领域，并且推动了热工检测技术的提高。

几十年来，热工检测技术和检测仪表经历了采用电子管、晶体管和集成电路三代产品，尤其是近 20 年来，电子计算机和微处理器的出现，为热工检测仪器走向小型化、数字化、自动化、多功能、高精度和高可靠性奠定了基础。由于集成电路和大规模集成电路可代替几千只或几万只晶体管。所以，大规模集成电路的大量应用，实现了热工检测仪器的小型化。近十几年来，由于数字电路的发展，热工检测仪器中又出现了数字显示的检测仪器，这样不仅减少观察误差，提高检测精度，而且还读数清晰，一目了然。

随着计算机的迅速发展，20 世纪 70 年代开始出现电子计算机与热工检测仪器相结合的检测系统。从而可以对若干热工参数进行自动检测、自动转换量程、自动采集检测点、自动调节零点、自动校准、自动完成数据计算、自动记录检测结果、自动修正误差、甚至自动检测故障。由微型计算机与热工检测仪器相结合，组成的“智能”热工检测仪器，不仅能完成上述一系列自动化检测任务，而且还可以进行程序控制、存贮数据，以及分析和处理信息、传送信息，实现热工过程检测和过程控制、生产过程计算机监控管理等。因此，由微处理器及微计算机与热工传感器及检测仪器组成的热工自动检测和控制系统，已成为今后热工检测技术发展的主要方向。

四、热工检测的目的和任务

热工检测的主要目的是获取热工生产工艺参数信息，作为控制生产过程的依据，为科学研究、产品的检验和设备的维护提供技术数据以及对产品的数量进行核算。因此，为了搞好现代化企业的管理，必须装备成套的热工检测设备，配备相应的检测人员，研究热工检测技术，以保证获得可靠的测量信息和数据，确保热工过程控制的水平。

检测技术的发展，必然引起检测技术工作专业化分工的问题，当前世界各国的专业化分工在体制上不尽相同，就我国而言，热工检测技术大致分为热工检测设备（仪器）的制造、热工检测仪器的计量和热工检测设备在测试中的应用三个方面。这三方面是紧密联系、互相促进的。

热工检测仪器的制造的主要任务是供应定型的仪器，研制新的仪器，为检测工作提供物质基础；热工检测的计量，主要是研究热工参量（压力、温度、流量、物位、化学成分）的基准器和标准器，传递量值，统一国内计量单位，研究检测方法，监督热工检测仪器的质量以及参与国际国内热工计量的有关工作；而热工检测的应用是指使用部门在生产和科研中组织检测、取得技术数据、保证热工工艺过程控制的准确可靠及正常运行。

为了提高应用热工检测技术的水平，我国在较大的生产部门或企业中，都设有专门从事

热工检测技术工作的机构来负责设计检测系统，改进检测方法，校验和维修热工检测仪器。例如发电厂、机械厂的热工计量室（温度计量室），化工企业的化学分析室、化工仪表室、力学计量室等就是这样的机构。在国外，仪器制造厂除制造检测仪器外，还承担设计检测系统、维护仪器和技术咨询等工作。仪器制造厂直接参与具体检测工作，能够更好地体会用户的要求，制造和使用的相结合对研制新仪器，改进产品和提高用户的检测技术水平是有很多好处的。

热工检测系统在设计和安装设备时，应正确地选择测量点和检测仪表，以达到系统合理、投资少、便于维护的要求。在运行中应保证整个检测系统经常处于投入状态，能正确而及时地反映热力设备的运行情况，并改善运行人员的劳动条件。因此，从事热工检测的技术人员和操作工人，必须充分熟悉热工检测仪表和检测系统，掌握好测量方法，了解被检测设备的结构和性能。

根据上述目的和任务，本书的内容将详细介绍有关热工检测的基本理论、常用检测仪表的性能、用途、选用原则、安装方法、调整与检测方法、使用维护要求，工业设备的热工检测以及检测中的误差分析、消除方法及热工计量基本知识等。这些内容丰富、涉及面广，因而本书只能通过典型介绍，以期读者能收到举一反三的效果，从而在实际检测工作中，能应用本书介绍的知识，来分析和解决热工检测中的技术问题。

第二节 热工检测的基本概念

一、热工检测的基本原理和方法

热工参数检测离不开敏感元件，敏感元件又是按照一定的原理把被测变量的信号转换成一种可进一步进行处理或表示的信号。这个转换过程一般都利用了光电、热电、电磁、压电、应变及压阻等诸多效应和物理现象。因此，热工参数的检测就是利用敏感元件特有的物理、化学和生物等效应，把变化的被测量转换为敏感元件某一物理（或化学）量的变化的原理进行检测的。

根据敏感元件所特有的效应不同，热工参数检测的方法也不一样，一般有：

（1）利用敏感元件把被测变量转换成机械位移或形变的机械检测法（或称力学法）。例如压力检测中，利用弹性元件可以把压力或力转换成弹性元件的位移；在流量检测中用节流件把流体的流速变换成节流件前后的压差。

（2）利用敏感元件把被测量的变化转换成电压、电阻、电容等电量的电学检测法。例如用热敏电阻的阻值变化检测温度；利用热电效应构成的热电偶，把温度信号变成热电势来测量温度。

（3）利用超声波在介质中的传播以及在介质间界面处的反射等性质进行参数检测的声学检测法。例如利用超声波在流体中沿顺流和逆流方向传播的速度差来检测物体的流速。

（4）利用光的发射、透射、折射和反射定律的性质，以及用光强度等光学参数来表示被测量变化大小的光学检测法。例如辐射式温度计、红外气体分析器就是利用光学检测法进行

温度和气体成分分析的。

(5) 利用被测介质有关磁性的差异及被测介质或敏感元件在磁场中表现出的特性来检测被测参数的电磁检测法。例如导体、流体流经磁场时, 由于切割磁力线使流体两端面产生感应电势, 其大小与流体流速成正比的原理进行流量检测的电磁流量计; 利用电阻或热电偶的电阻值或电压随温度的变化而变化的性质, 把温度量变成电流量, 通入磁电势仪表中使仪表的动圈产生偏转来测量温度的动圈式测量仪表也是利用磁学法进行温度检测。

(6) 利用放射线(如 γ 射线)穿过介质时部分能量会被物质吸收, 吸收程度与射线所穿过的物质层厚度、物质密度等性质有关的特性来检测热工参数的射线检测法。例如, 利用射线检测法可实现物位检测, 也可以用来检测混合物中某一组分的浓度。

二、热工检测中的标准器

标准器是确保热工检测的三项基本条件之一。是为了保证热工检测的准确, 一定要选择好检测标准, 检测标准必须通过协议事先确定。这里所说的事先确定就是指标准器必须事先通过计量部门检定合格。也就是说热工检测中的标准器必须进行量值传递。

热工检测中的标准器的传递方式有多种。有用实物标准进行逐级传递的; 有用传递标准全面考核(MAP)的; 有发放标准物质(CRM)的; 有发播信号的。

量值传递是将国家计量基准所复现的计量单位量值, 通过检定, 传递给下一等级的计量标准并依次逐级传递到工作计量器具, 以保证被测量对象的量值准确一致。检测不同的热工参数应选用不同的标准器, 这将在后面有关章节中介绍。

三、理想化的热工检测系统框图

图 1-2 是表示一个理想化的热工检测系统框图, 这个框图首先表现了热工参数的采取和再现的情况。这个规范了的过程具有测量的显著特征, 它通过在检测装置中引入有关标准的信息得到了象征性的表达。此框图的理想化是指检测过程中只受被测量和标准这两方面的影响。不考虑其他任何干扰的影响, 也就是说无论哪种干扰的影响在这里都暂且忽略不计。

从图 1-2 中可以看出, 来自被测量所属过程的信息是由检测装置传递到显示器的。

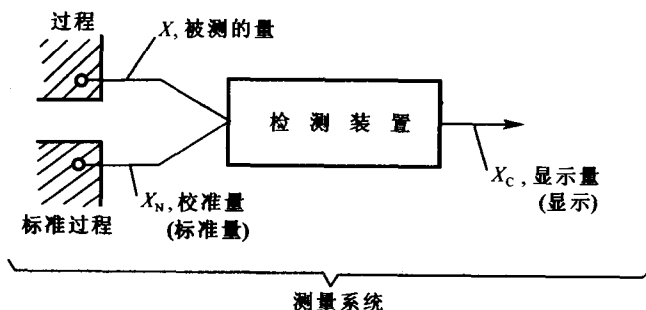


图 1-2 理想化的检测系统框图