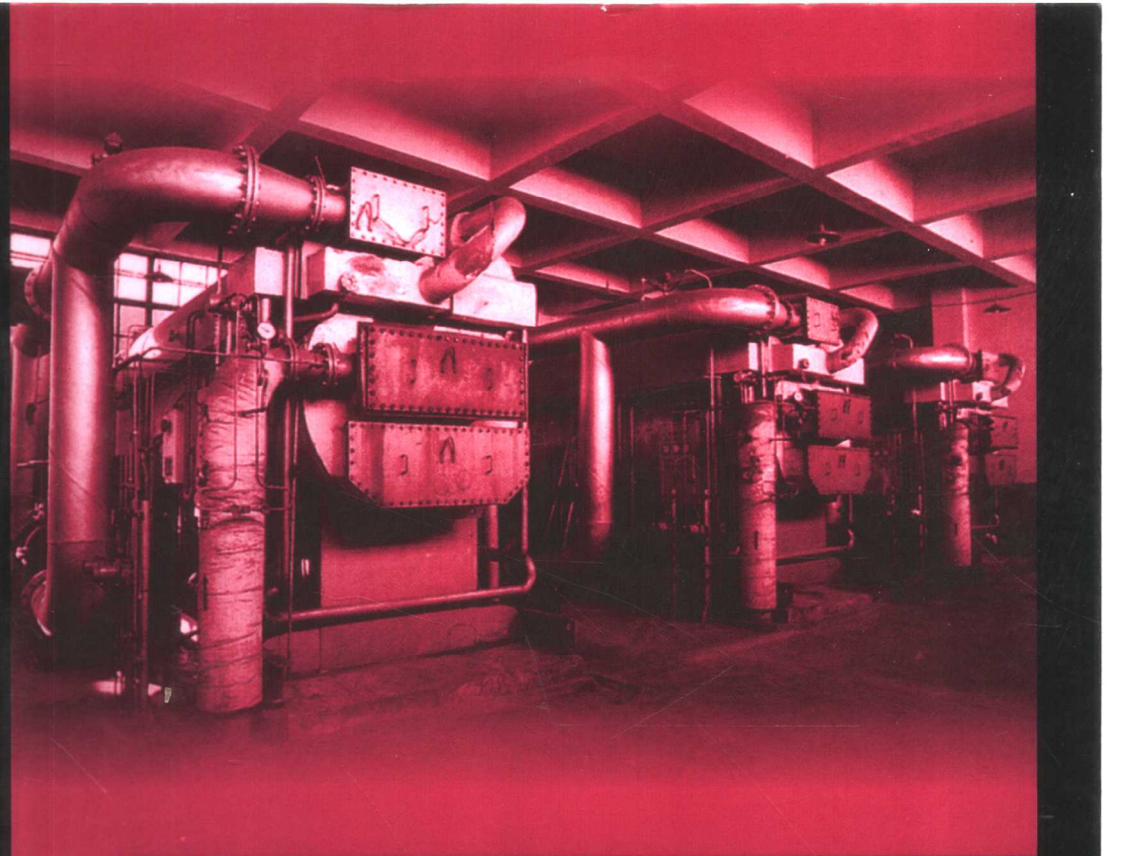




热工仪表与热力工程

柳金海 编

便携手册



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

热工仪表与热力工程 便 携 手 册

柳金海 编



机械工业出版社

全书包括上、下两篇,上篇介绍热工检测仪表工程,内容包括热工仪表的分类及测量常识,压力、压差测量及仪表、温度测量仪表、流量测量仪表、物位测量仪表、显示仪表的结构、原理及调校,热工及自动化仪表的安装与调试,仪表管线及附件安装,仪表系统的防护。下篇介绍热力工程,内容包括锅炉及辅助设备安装,供热管网工程,热力站及换热器的结构、性能及安装等。

本书供从事热工仪表工程、热力工程的安装、检测、维护工作的技术人员使用,有关专业大专院校师生也可作为教学参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

热工仪表与热力工程便携手册/柳金海编. —北京:
机械工业出版社, 2007.1
ISBN 7-111-20137-X

I. 热… II. 柳… III. ①热工仪表—技术手册
②热力工程—技术手册 IV. ①TH81-62②TK1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 124908 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:何文军 版式设计:冉晓华 责任校对:程俊巧
姚培新

封面设计:姚毅 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2007 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

148mm×210mm·23.25 印张·734 千字

定价:68.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68326294

编辑热线电话(010) 68327259

封面无防伪标均为盗版

前 言

国民经济的发展，离不开能源的供给。合理利用能源，提高能源利用率，在积极开发能源的同时，大力节约能源，是缓解我国能源短缺与经济矛盾的矛盾和保障国民经济可持续发展的重要措施。

计量工作是合理利用能源和节约能源的重要手段之一，充分了解仪表的性能，正确选用、安装和使用仪表，就可促进能源的节约，杜绝浪费。

热工仪表是仪表门类中的一个重要分支，它广泛用于工农业生产科学试验，是热力工程安全经济运行的必不可少的组成元器件。

科学技术的发展，对热工仪表提出了越来越高的要求，今天的热工仪表已不仅仅是初期的将敏感元件和显示装置组合在一起只能就地显示的检测仪表，而是发展成为多参数、信号远传、集中显示和控制，甚至是智能化的检测仪表，它已能由自动控制仪表和自动控制机构来代替人的感觉和人工操作。但是，传统仪表由于它们结构简单、可靠，精度也有一定的保证，所以在很多热工测量中仍在广泛使用，为此，在介绍各种新型热工仪表的同时，对这些传统的仪表也进行了介绍。

热力工程是国民经济的耗能大户，热力设备性能的优劣，安装质量的好坏，对节能和正常运行都会产生很大的影响。所以优良适用的热力设备和精确适用的热工仪表的有效组合，是实现节能的可靠措施。为此，本手册特将热工仪表与热力工程一并予以介绍。

本手册在编写过程中，承蒙中国空空导弹研究院有关领导

IV

和同志的大力支持，在此特致谢意。

由于本人能力和水平所限，疏漏之处在所难免，谬误之处
恳请指正。

柳金海

2006 年 4 月

目 录

前言

上篇 热工检测仪表工程

第 1 章 热工仪表分类及测量常识	1
1.1 热工仪表的发展概况	1
1.2 热工仪表的组成与分类	2
1.3 测量的基本知识	5
1.3.1 测量的概念与基本测量方法	5
1.3.2 测量误差	7
1.3.3 测量仪表的基本特征	8
第 2 章 压力、压差测量及仪表	13
2.1 压力测量概述	13
2.1.1 压力的概念和单位	13
2.1.2 压力表术语 (摘自 GB/T 1226—2001)	15
2.2 液柱式压力计	17
2.2.1 U 形管压力计	17
2.2.2 单管压力计	17
2.2.3 斜管压力计	18
2.2.4 液柱式压力计的使用	19
2.3 弹性压力表	20
2.3.1 弹性压力表的产品规定	21
2.3.2 电接点压力表	26
2.4 电信号压力表	27
2.4.1 电阻式远传压力表	27
2.4.2 差动变压器式远传压力表	29

2.4.3 霍尔式压力传感器	29
2.4.4 差压变送器	31
2.4.5 超高压测量	34
2.5 真空的测量	35
2.5.1 液柱式真空计	36
2.5.2 热导式真空计	38
2.5.3 电离真空计	40
2.5.4 弹性变形式真空计	41
2.5.5 超高真空计和极高真空计	42
2.6 压力仪表的选择与安装	42
2.6.1 压力仪表的选择	42
2.6.2 压力仪表的安装	46
2.7 压力仪表的校验	50
2.7.1 校验方法	50
2.7.2 活塞式压力计	51
第3章 温度测量仪表	53
3.1 概述	53
3.1.1 温度测量方法	53
3.1.2 温标	54
3.1.3 温度测量仪表的分类	54
3.2 膨胀式温度计	55
3.2.1 玻璃管液体温度计	55
3.2.2 压力式温度计	61
3.2.3 压力式温度计的产品规定	62
3.3 双金属温度计	67
3.3.1 测温原理	67
3.3.2 双金属温度计的结构	67
3.3.3 双金属温度计产品	68
3.4 热电偶温度计	75
3.4.1 测量原理	75
3.4.2 热电偶材料	75

3.4.3 热电偶的结构	88
3.4.4 热电偶冷端温度的处理方法	90
3.5 热电阻温度计	93
3.5.1 热电阻的测温原理	93
3.5.2 金属热电阻	93
3.5.3 半导体热电阻	101
3.5.4 热敏二极管温度计	103
3.6 温度仪表的选择	103
3.6.1 一般规定	103
3.6.2 就地温度仪表	105
3.6.3 集中温度仪表	106
3.6.4 附属设备	108
3.7 接触式温度计的安装	109
3.7.1 测温元件的安装	109
3.7.2 连接导线的安装	119
第4章 流量测量	120
4.1 概述	120
4.2 涡轮流量计	124
4.2.1 涡轮流量计的测量原理	124
4.2.2 涡轮流量传感器的分类	125
4.2.3 涡轮流量计的特点	126
4.2.4 插入式涡轮流量传感器	127
4.3 水表	129
4.3.1 概述	129
4.3.2 容积式和速度式水表法规要求	131
4.3.3 速度式水表的产品	136
4.4 分流旋翼流量计	141
4.4.1 原理和结构	141
4.4.2 分流旋翼流量计的主要技术参数	143
4.4.3 LFX 型分流旋翼蒸汽流量计	143
4.5 转子式流量计	148

4.5.1 椭圆齿轮流量计的产品	148
4.5.2 流量计的安装	151
4.5.3 使用与维护	154
4.6 燃气流量计	155
4.6.1 实验室用精密流量计	155
4.6.2 家用燃气表的分类	156
4.6.3 工作原理	158
4.6.4 膜式燃气表的技术要求	159
4.6.5 燃气表的产品	162
4.6.6 燃气表的安装	166
4.7 差压式流量计	173
4.7.1 概述	173
4.7.2 测量原理	175
4.7.3 标准节流装置	180
4.7.4 标准节流装置的设计计算	183
4.7.5 节流式流量计的安装	183
4.7.6 其他差压式流量计	203
4.8 变面积式流量计	208
4.8.1 测量原理	208
4.8.2 浮子流量计	208
4.8.3 冲塞式流量计	215
4.8.4 刻度换算	217
4.9 电磁流量计	221
4.9.1 测量原理	222
4.9.2 电磁流量计的结构和分类	222
4.9.3 电磁流量计的选用	224
4.9.4 电磁流量计的安装	231
4.10 流体振动式流量计	240
4.10.1 应用卡门漩涡测量流量	240
4.10.2 涡街流量计的产品	243
4.10.3 流量范围和口径的确定	248
4.10.4 涡街流量计的安装使用	250

4.10.5 旋进旋涡流量计	255
4.11 超声波流量计	260
4.11.1 超声波流量计工作原理	261
4.11.2 声道布置方式	264
4.11.3 产品介绍(唐山美伦仪表有限公司)	265
4.11.4 仪表的安装与调校	269
4.12 质量流量计	272
4.12.1 科氏力质量流量计工作原理及结构	272
4.12.2 质量流量计	274
4.12.3 科里奥利质量流量计的安装使用	289
4.13 浸入型热式质量流量计	292
4.13.1 浸入型热式质量流量计原理	292
4.13.2 浸入型热式质量流量计的分类	293
4.13.3 热式气体质量流量计	294
4.14 热量表	297
4.14.1 室内热平衡基本原理和热计量的途径	297
4.14.2 热量表的工作原理与精度等级标准	299
4.14.3 热量表的构造	301
4.14.4 热量表的选型、安装、使用与维护	303
4.14.5 热量表的规格及技术性能	304
4.14.6 热量分配表	317
4.15 流量仪表选用通则	325
4.15.1 一般规定	325
4.15.2 一般流体、液体、蒸汽流量测量仪表的选型	326
4.15.3 腐蚀、导电或带固体微粒流量测量仪表的选型	329
4.15.4 高粘度流体流量测量仪表的选型	329
4.15.5 流量测量仪表选型	329
第5章 物位测量仪表	334
5.1 就地指示液位计	338
5.1.1 旋塞玻璃管液位计	338
5.1.2 平板玻璃液位计	339

5.1.3 磁翻转式液位计	341
5.2 浮力式液位计	344
5.2.1 恒浮力式液位计	344
5.2.2 变浮力式液位计	352
5.3 静压式液位计	354
5.3.1 测量原理	354
5.3.2 压力式液位计	355
5.3.3 差压式液位计	356
5.4 非接触式测量物位计	357
5.4.1 核辐射物位计	357
5.4.2 超声波物位计	359
5.5 物位仪表的选择	361
5.5.1 一般规定	361
5.5.2 液面和界面测量仪表	364
5.5.3 料面测量仪表	367
第6章 显示仪表	371
6.1 模拟式显示仪表	372
6.1.1 动圈式显示仪表	372
6.1.2 自动平衡显示仪表	374
6.1.3 放大器	377
6.2 数字显示仪表	379
6.2.1 数字显示仪表的组成	380
6.2.2 数字显示仪表的显示器件	381
6.3 微机化仪表综述	386
6.3.1 微机化仪表	386
6.3.2 智能仪表实例分析	387
第7章 热工及自动化仪表安装与调试	389
7.1 自动化仪表安装与调试基本内容	389
7.1.1 自动化仪表安装与调试施工程序	389
7.1.2 自动化仪表的安装过程	391

7.1.3 自动化仪表的安装方式	392
7.2 取源部件的安装	392
7.2.1 概述	392
7.2.2 取源部件的安装	395
7.3 仪表设备的安装	400
7.3.1 仪表盘、箱、柜的安装	400
7.3.2 仪表设备的安装	402
7.4 自动化仪表调试	408
7.4.1 一般规定	408
7.4.2 单台仪表的校准和试验	409
7.4.3 仪表电源设备的试验	411
7.4.4 综合控制系统的试验	411
7.4.5 回路试验和系统试验	411
7.4.6 仪表调校的项目和习惯做法	414
第 8 章 仪表管线及附件安装	417
8.1 仪表管线的分类及配件	417
8.1.1 仪表导压管	417
8.1.2 仪表导压管路附件	418
8.2 仪表配管配线设计 (HG/T 20512—2000)	419
8.2.1 仪表配管	419
8.2.2 仪表配线	422
8.2.3 电线、电缆的敷设	424
8.3 仪表供气设计 (HG/T 20510—2000)	428
8.3.1 供气系统	428
8.3.2 供气系统管路	432
8.3.3 配管材质与管径选择	433
8.4 仪表管道的安装	434
8.4.1 通用规定	434
8.4.2 测量管道的安装	436
8.4.3 仪表气动信号管道安装	439
8.4.4 管道的压力试验	443

8.4.5 质量标准	443
8.5 仪表线路的安装	447
8.5.1 一般规定	447
8.5.2 支架的制作与安装	449
8.5.3 电缆槽的安装	449
8.5.4 保护管的安装	450
8.5.5 电缆、电线的敷设	451
第9章 仪表系统的防护	453
9.1 仪表设备及管道脱脂	453
9.1.1 一般规定	453
9.1.2 脱脂要求	457
9.2 仪表隔离与吹洗	462
9.2.1 隔离	462
9.2.2 吹洗	467
9.3 伴热与保温	469
9.3.1 设备及管路伴热、绝热保温的技术要求	469
9.3.2 伴热系统的设计	471
9.3.3 伴热系统的安装	478
9.3.4 保温设计	481
9.4 电气防爆和接地	482
9.4.1 爆炸性物质及爆炸危险场所	482
9.4.2 爆炸和火灾危险环境的仪表装置施工	486
9.4.3 接地的分类	488
9.4.4 接地系统和接地原则	490
9.4.5 接地连接方法	491
9.4.6 连接电阻、对地电阻和接地电阻	495
9.4.7 接地连接的规格及结构要求	495
9.5 仪表系统防腐	498
9.5.1 自控仪表系统的防腐	498
9.5.2 管路的刷油(涂漆)	499

下篇 热 力 工 程

第 10 章 锅炉及辅助设备安装	500
10.1 工业锅炉安装	500
10.1.1 工业锅炉概述及安装准备工作	500
10.1.2 基础验收与划线	502
10.1.3 锅炉钢架的安装	505
10.1.4 锅筒与集箱的安装	508
10.1.5 受热面的安装	515
10.1.6 蒸汽过热器与尾部受热面的安装	529
10.1.7 燃烧设备的安装	531
10.1.8 炉墙砌筑和绝热层	534
10.2 供热锅炉安装	537
10.2.1 一般规定	537
10.2.2 锅炉安装前的准备	537
10.2.3 锅炉本体安装	539
10.2.4 锅炉安装的质量要求	540
10.3 锅炉本体附件的安装	543
10.3.1 吹灰器的安装	543
10.3.2 锅炉安全阀的安装	544
10.3.3 水位计的安装	545
10.3.4 仪表安装的规定	550
10.4 锅炉辅助设备安装	553
10.4.1 给水设备	553
10.4.2 水处理设备	555
10.4.3 分汽缸、分水器、集水器	560
10.4.4 辅助设备及管道安装的质量要求	562
10.5 试压、烘炉、煮炉及定压	565
10.5.1 试压	565
10.5.2 烘炉与煮炉	567
10.5.3 定压	570

第 11 章 供热管网工程	571
11.1 概述	571
11.1.1 供热介质选择	571
11.1.2 供热介质参数和水质	572
11.1.3 热负荷	573
11.1.4 供热调节	577
11.2 供热管网	578
11.2.1 管网形式	578
11.2.2 管网布置	581
11.2.3 管网敷设	582
11.2.4 直埋管道的布置和敷设	594
11.2.5 城镇供热直埋蒸汽管道布置与敷设	596
11.3 管道安装及检验	600
11.3.1 管道材料及连接的一般规定	600
11.3.2 管道加工和现场预制管件制作	601
11.3.3 管道支、吊架安装	606
11.3.4 管沟和地上敷设管道安装	607
11.3.5 直埋保温管道安装	609
11.3.6 专用构筑物	617
11.4 焊接及检验	620
11.4.1 一般规定	620
11.4.2 焊接准备	621
11.4.3 焊接	626
11.4.4 焊接质量检验	627
11.5 防腐和保温工程	633
11.5.1 防腐工程	633
11.5.2 直埋蒸汽管道外护管及防腐	636
11.5.3 保温工程	638
11.5.4 直埋供热管道保温及保护壳	642
11.5.5 直埋蒸汽管道保温层	643
11.6 试验、清洗、试运行	645

11.6.1 试验	645
11.6.2 清洗	647
11.6.3 试运行	650
第 12 章 热力站与换热器	653
12.1 热力站	653
12.1.1 概述	653
12.1.2 热力站选择	656
12.1.3 热力站的监测仪表	671
12.2 换热器概述	673
12.2.1 换热器的分类	673
12.2.2 选用要点	676
12.3 管壳式换热器 (GB 151—1999)	677
12.3.1 管壳式换热器一般规定 (摘自 GB 151—1999)	677
12.3.2 固定管板式换热器	683
12.3.3 U 形管式换热器	687
12.3.4 浮头式换热器	691
12.4 板式换热器	695
12.4.1 工作原理	695
12.4.2 板式换热器的材料与产品	696
12.5 螺旋板式换热器	702
12.6 容积式和半容积式换热器	706
12.7 换热器的安装	710
12.7.1 施工准备	710
12.7.2 换热器的安装	712
12.7.3 压力试验	721
参考文献	727

上篇 热工检测仪表工程

第 1 章 热工仪表分类及测量常识

热工测量仪表是测量热工参数的工业仪表，是为热力设备试验和运行而设计的，用以测试与监测热能利用中的各种参数，这些参数有温度、湿度、压力、流速、流量、液位与热流量等；热工自动控制是对锅炉、热力、燃气、石油、化工与管道工程等生产过程进行监测与控制，用以代替操作、管理及科研人员的直接劳动，使热力工程、热能利用、过程控制等生产运行过程在不同程度上自动进行。

热工测量仪表与热工自动控制是密不可分的，测量是控制的依据，控制则是测量的目的之一。控制需要测量数据，获得数据的基本手段是测量，比较是最基本的测量方法，测量与控制的有关概念也需用数据、单位（比较量）及其误差来描述与统一。

为了测量与感受、观察这些数据，还应了解获取、传输（递）、变换、显示数据的方法，为此，本手册主要介绍热工测量仪表的原理、特性、基本结构、安装方面的知识。

1.1 热工仪表的发展概况

从简单的物理仪器到专为热工测试与自动控制使用的专用仪表，从实验室到现场使用的仪器仪表，从初期的将测量与在线监测指示、记录、控制组装在一起的基地式单参数控制的自动化仪表，到 20 世纪 60 年代随着大型工矿企业使用的综合自动化和集中控制的单元组合仪表、组装仪表以及计算机在热工自动化中的应用，大体经历了三个阶段。

首先，人工与仪表结合控制阶段，用一些测量仪表，来监测过程的主要环节与重要参数，通过显示读出数据。据此，工艺和控制要求相结