



21世纪高职高专规划教材

实验实训系列

动力工程

实训教程

DONGLI GONGCHENG
SHIXUN JIAOCHENG

杨晓新 主编

航空工业出版社



21 世纪高职高专规划教材
实 验 实 训 系 列

动力工程实训教程

杨晓新 主编

航空工业出版社

北 京

内 容 提 要

本书从动力工程技能培训的内容出发,以适应工程实训的要求、培养高技能实用性人才为目的进行编写。重点讲述了动力设备运行维护、焊接操作、管道维修、制冷系统操作及建筑施工的基本操作技能与中级工考工要求,详细介绍了焊工、制冷工的操作技巧和实训要点,并通过考工实例、技能鉴定标准,对技能操作进行指导和评分,配合相应的思考题,使学生的动手能力与实践知识同步提高。

本书适用于大专院校动力工程、建筑环境专业的实训教学和考工培训,也可供相关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

动力工程实训教程/杨晓新主编. —北京:航空工业出版社, 2008. 7

ISBN 978 - 7 - 80243 - 163 - 8

I. 动… II. 杨… III. 动力工程—技术培训—教材
IV. TK

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 091532 号

动力工程实训教程

Dongli Gongcheng Shixun Jiaocheng

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

发行部电话: 010-64815615 010-64978486

北京地质印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

2008 年 7 月第 1 版

2008 年 7 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

印张: 17.50

字数: 400 千字

印数: 1—3000

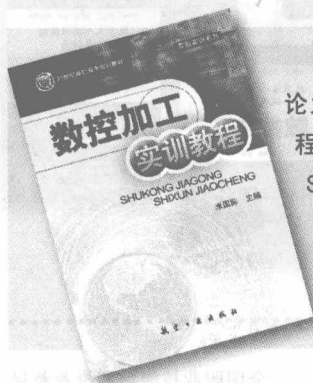
定价: 26.00 元

2008

21世纪高职高专规划教材

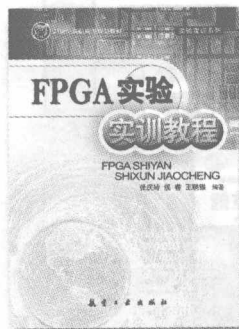
——实验实训系列

本套教材以国家教委的教学要求和高等职业教育教学大纲为指导思想,根据各专
业培养目标,结合目前国内现状,以理论为基础,以职业技能培训大纲为参考,结合学校
和实训基地的实际情况编写,是高职高专工学结合、零距离上岗培养的有效途径,体现
“浅理论,重实用”的职业教育特点。



●《数控加工实训教程》适合机械制造类各专业,以数控技术理
论为基础,包括数控加工国家职业技能鉴定标准、数控加工工艺基础与编
程、数控机床工艺装备、华中数控系统基本指令格式及操作技能实训、
SIEMENS数控系统基本指令格式及操作技能实训、FANUC数控系统基本
指令格式及操作技能实训、加工零件检验及加工误差分析、典型零件加
工工艺分析等内容。本书以零件加工为主线,贯穿始终,从理论到实践,
工、夹、量具的选择、使用,使学生各项技能得以全面提高。

●《动力工程实训教程》适用于空调制冷、建筑设备等动力工
程相关专业学生,可在设备认识实习、生产实习、考工培训中作为实训指
导教材,也可供工程技术人员参考。包括动力设备运行与维护、电气焊
及考工、管道安装实训、制冷维修与制冷工培训、建筑施工实训。实
训内容与对应工种技能鉴定并轨,在实训过程和内容要求上与制冷、焊
工、管道工等中级工考工标准相统一,在实训形式上与技能考核要求
相统一。注重正确使用工具和规范的操作过程培训,不但要培训学生
熟悉制冷空调、热能动力方面的系统设备和工艺过程,而且要掌握
维修、运行及自动控制方面的技术和操作规程。



●《FPGA实验实训教程》适合本专科应用电子技术专业、自动
检测与仪表专业、电子信息专业学生,可供计算机应用专业的电子设计类课
程的教学实验、课程设计及专业实习使用。包括Max+plusII和QuartusII软件介
绍、组合逻辑电路的设计、时序逻辑电路的设计、数字电路系统设计实验
(高级实验)——可作为课程设计内容。每个实验都附有提高性实验练习,既
有课前任务又有课后练习,便于教学。

2008

初级工、中级工、高级工、技师、高级技师

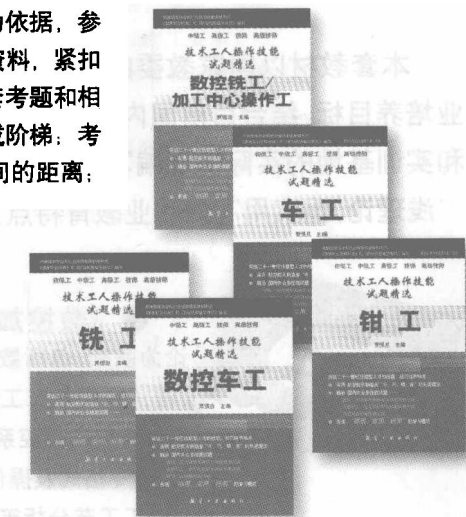
依据《国家职业标准》和《职业技能鉴定规范》编写
获职业技术教育成果专著二等奖

技术工人操作技能试题精选系列（习题集）

本套题集以《国家职业标准》和《职业技能鉴定规范》为依据，参照全国 50 多个行业重点单位的典型考题、资料以及国外有关资料，紧扣“标准”，按级定题，突出重点，以图为例。各级均配有若干套考题和相应的评分表以及工、量、刃具清单。考题编排由浅入深、形成阶梯；考试记分实行分部记分和双重记分，缩短了考工与实际生产之间的距离；考题用料少，低消耗、易准备、便于练。

突出 21 世纪技能型人才的技能、技巧培养特点

- 采用 航空航天制造业“小、巧、精、实”的先进理念
- 融合 国内外众多技能试题——
 - “国际、国内青年奥林匹克技能竞赛试题”
 - “全国职工、技工院校职业技能竞赛试题”
 - “航空行业技能竞赛试题”
- 形成“够用、实用、好用”的学习模式



中国航空工业第一集团公司
中国航空工业第二集团公司 组织编写

全国职业技能培训推荐教材
人力资源和社会保障部培训就业司认定

2008

初级工、中级工、高级工、技师、高级技师

《职业技能培训 MES 系列教材》（第 3 版）

《职业技能培训 MES 系列教材》（共 8 册）自 1991 年问世以来，深受广大读者的欢迎，十多年来，两次修订再版。本套教材以最新颁布的《国家职业标准》和《职业技能鉴定规范》为依据，采用航空航天制造业“小、巧、精、实”的先进理念，突出操作技能及模块式教学方式，增加了相应的新技术、新工艺、新材料、新设备（四新）知识，保持了内容的先进性和领先性，重视教学通用性，注重培养与国际技能水平接轨的高技能人才。

本书是初级工、中级工、高级工、技师、高级技师技能培训的实用教材，既可以供各级技术工人、技师、教师岗位培训使用，又可以作为转岗、农村劳动力转移培训，技工院校、职业院校、大专院校的实训和工程训练教材，还可供高技能人才培养、考试使用。

- 权威——经过市场用户的实际检验
- 模块——国际通用的教学方式
- 习题——全国、航空航天相关的比赛（竞赛）试题
- 注重——技术工人实际水平的提高



前 言

动力工程实训指导教材是适用于动力工程各专业的实训教材,本书立足于培养面向生产一线的高技能应用型人才。

随着人民生活水平的提高,生产技术的进步,建筑环境及设备在安装、维修、运行、自动控制等方面对专业人员的要求越来越高,不但要熟悉建筑设备方面的安装、调试等工艺过程,而且要掌握维修、运行及自动控制方面的综合技术。本书的实训内容与职业技能鉴定相并轨,探索实现在实训过程和内容要求上,与相关职业工种的中级工考工标准相统一,在实训形式上与技能鉴定考核要求相统一。本书在编写内容上,以技能鉴定标准为依据,以考工试题为范例,同时注重实际操作与理论知识相结合,以专业理论教学为基础,以加强实践能力为指导思想进行编写,旨在寻求一条有效途径,对学生的动手能力和实践知识同时得到提高。

本书本着浅理论、重实用的职业教育特点,注重正确使用工具和规范的操作过程培训。全书共分三篇,分别为:动力工程基本技能实训、制冷维修操作实训、建筑施工项目实训。适用于建筑环境、给排水工程、建筑工程及能源动力相关专业学生在生产实习、考工培训中,作为实训指导教材,也可供工程技术人员参考。

本书由杨晓新主编。杨晓新编写第1、第2、第3、第5章内容;赵久清编写第4、第6章内容。本书在编写过程中,得到任军效等老师的大力帮助,在此一并表示感谢。

限于作者水平,书中难免存在不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2008年5月

目 录

第1篇 动力工程基本技能实训	1
第1章 动力设备运行与维护	1
1.1 实训一 锅炉及供热设备运行	1
1.1.1 锅炉房设备运行	1
1.1.2 热质交换设备	4
1.1.3 风机与水系的检修与维护	7
1.2 实训二 冷库的运行与维护	11
1.2.1 冷源	11
1.2.2 氨制冷压缩机的开机操作	11
1.2.3 氨制冷压缩机的停机操作	12
1.3 实训三 集中式空调系统运行管理	13
1.3.1 集中式空调的组成与分类	13
1.3.2 中央空调系统的运行调节与管理	14
第2章 焊工操作实训	18
2.1 实训一 手工电弧焊基础	18
2.1.1 焊接材料认识	18
2.1.2 焊接工件准备	21
2.1.3 焊条电弧焊设备	23
2.1.4 焊接电弧的引燃、运条和收弧	27
2.2 实训二 手工电弧焊实训	29
2.2.1 低碳钢平焊位单面焊双面成形	30
2.2.2 低碳钢水平转动管的焊接	31
2.2.3 垂直固定管焊接	33
2.3 实训三 二氧化碳气体保护焊实训	35
2.3.1 二氧化碳气体保护焊工艺	35
2.3.2 二氧化碳气体保护焊工艺参数	36
2.3.3 二氧化碳气体保护焊操作	37
2.3.4 薄板对接单面焊双面成形操作实例	40

2.4 实训四 等离子弧切割	41
2.4.1 等离子弧的产生及特点	42
2.4.2 等离子弧切割	45
2.5 实训五 焊后检查	49
2.5.1 焊接检验方法分类	49
2.5.2 外观检验	49
2.5.3 内部缺陷	52
2.6 实训六 气焊	58
2.6.1 气焊的基本知识	59
2.6.2 气焊基本操作技术	63
2.6.3 各种位置焊接的操作要点	65
2.6.4 管道的气焊	68
2.7 实训七 气割	70
2.7.1 气割原理及应用范围	70
2.7.2 割炬	70
2.7.3 气割工艺参数	72
2.7.4 钢管气割	74
2.7.5 气焊、气割的安全技术	74
中级焊工实训练习	76
 第3章 管道工操作实训	 89
3.1 实训一 管道的分类与测量	89
3.1.1 管道的分类	89
3.1.2 管道的测量	89
3.2 实训二 管道的连接与安装	92
3.2.1 管段组合件的组装	92
3.2.2 管道的连接	93
3.2.3 管道的套丝	94
3.2.4 管道的安装	94
3.2.5 散热器的安装	100
3.2.6 管道起重吊装的基本操作	102
3.2.7 供暖管道用料计算举例	104
3.3 实训三 管件的展开放样与制作	105
3.3.1 马蹄弯的展开及制作	105
3.3.2 虾壳弯的展开及制作	107

第2篇 制冷维修操作实训	113
第4章 制冷设备认识	113
4.1 实训一 制冷用压缩机	113
4.1.1 实训目的与要求	113
4.1.2 实训设备	113
4.1.3 实训内容	113
4.2 实训二 冷凝器、蒸发器	124
4.2.1 实训目的与要求	124
4.2.2 实训设备	124
4.2.3 实训步骤	124
4.3 实训三 节流机构	127
4.3.1 实训目的与要求	127
4.3.2 实训设备	127
4.3.3 实训步骤	127
4.4 实训四 辅助机构	130
4.4.1 实训目的与要求	130
4.4.2 实训设备	130
4.4.3 实训步骤	131
第5章 制冷维修实训	137
5.1 实训一 压缩机拆装	137
5.1.1 实训目的与要求	137
5.1.2 实训工具与材料	137
5.1.3 操作步骤	137
5.2 实训二 中央空调系统信息化智能考核实训	141
5.2.1 实训目的与要求	141
5.2.2 实训工具与材料	142
5.2.3 设备简介	142
5.2.4 操作步骤	146
5.2.5 实训成果要求	148
5.3 实训三 中央空调的运行维护、故障检修及程序设计	154
5.3.1 实训目的与要求	154
5.3.2 实训工具与材料	155
5.3.3 操作步骤	155
5.4 实训四 铜管的胀口与焊接	161

5.4.1 实训目的与要求	161
5.4.2 实训工具与材料	161
5.4.3 操作步骤	161
5.5 实训五 压缩机的打压、试漏与抽真空、充氟	166
5.5.1 实训目的与要求	166
5.5.2 实训工具与材料	166
5.5.3 操作步骤	168
5.6 实训六 制冷装置的运行与故障分析	174
5.6.1 实训目的与要求	174
5.6.2 实训工具与材料	174
5.6.3 设备简介	174
5.6.4 操作步骤	174
5.7 实训七 家用空调系统故障诊断与排除	177
5.7.1 实训目的与要求	177
5.7.2 实训工具与材料	177
5.7.3 设备简介	177
5.7.4 操作步骤	181
5.8 实训八 冰箱系统故障诊断与排除	190
5.8.1 实训目的与要求	190
5.8.2 实训工具与材料	190
5.8.3 设备简介	190
5.8.4 操作步骤	193
5.9 实训九 焊接技术之软焊接	201
5.9.1 实训目的与要求	201
5.9.2 实训工具与材料	201
5.9.3 焊接原理	201
5.10 实训十 焊接技术之硬钎焊	203
5.10.1 实训目的与要求	203
5.10.2 实训工具与材料	203
5.10.3 焊接原理	203
5.10.4 钎焊焊接操作	203
中级制冷工实操考核模拟题	206
第3篇 建筑施工项目实训	219
第6章 建筑施工实训	219
6.1 实训一 钢筋工程实训	219

6.1.1 实训目的与要求	219
6.1.2 实训设备	219
6.1.3 实训内容	219
6.2 实训二 混凝土工程实训	235
6.2.1 实训目的与要求	235
6.2.2 实训设备	235
6.2.3 实训内容	235
6.3 实训三 模板工程实训	251
6.3.1 实训目的与要求	251
6.3.2 实训设备	252
6.3.3 实训内容	252
6.4 实训四 砌筑工程实训	260
6.4.1 实训目的与要求	260
6.4.2 实训设备	260
6.4.3 实训内容	260
参考文献	267

第 1 篇 动力工程基本技能实训

第 1 章 动力设备运行与维护

1.1 实训一 锅炉及供热设备运行

动力设备中常用热源通常为蒸汽或热水锅炉、热交换器、地热、太阳能等。实训中以蒸汽锅炉、热交换器以及其附属设备泵与风机为主要内容进行学习。

热源，即热力站，是由锅炉，循环水泵，软水系统，水箱，补水定压装置，除污装置，分水器和集水器等组成。锅炉作为热水（蒸汽）生产设备，为整个系统提供热量；循环水泵作为系统动力中心，为整个水系统提供动力；软水系统及除污装置保证系统水的质量符合要求；补水定压装置保证系统水量及压力稳定；水箱为软水存储设备，保证及时提供软水补充系统水量；分水器和集水器是分配及收集系统的水量，保证水量按要求分配给各用户，并将从各用户回来的水集中合流后送给循环水泵。这些装置的基本流程为：低温的用户回水→集水器→除污装置→水箱（连接软化及补水装置）→循环水泵（水泵吸入口接定压装置）→锅炉→分水器→高温水或高温蒸汽供用户使用。

1.1.1 锅炉房设备运行

锅炉既是一种能量转换设备，又是一种压力容器，所提供的热能形式为：工业采暖用蒸汽、采暖用热水、生活用热水等。锅炉房设备主要包括运煤除渣系统，汽、水系统和风烟阻力系统，其运行具有以下特点：

- (1) 通常以销定产，不便大量储存及保管。
- (2) 生产过程通常为 24h 连续运行，不能随意中断。
- (3) 锅炉设备通常在高温高压、易燃易爆条件下运行，具有极大危险性。
- (4) 锅炉燃烧过程是一个高耗能过程，能源消耗大。
- (5) 排放大量烟尘，对环境污染大。
- (6) 对锅炉房操作人员及管理人员素质要求高。

常见锅炉设备有燃煤、燃气、废热利用等多种耗能方式。

1.1.1.1 锅炉的点火

- (1) 点火前准备

锅炉点火前首先要进行检查。

①技术检查

检查包括锅炉图样、劳动部门的检验报告，以及对锅炉各种试验的验收单等。了解并核实锅炉的安装与大修情况，核对锅炉牌照等技术文件。

②内部检查

查看炉壳、集箱等位置，检查炉管的通球情况、是否有焊瘤、焊条残渣等堵塞物，封闭人孔、手孔。

③外部检查

检查汽、水管路系统的盲板、堵头是否全部拆除，检查阀门开关位置是否正确。从给煤设备开始到尾部烟道风闸板，检查燃烧设备是否完好，检查炉墙炉拱是否有裂纹、凸出，炉墙烟道的膨胀缝是否完好，检查炉门、望火孔、灰门、防爆门是否关闭严密，吹灰器及吹灰孔是否良好。

④安全附件检查

检查压力表铅封、检验牌，安全阀有无异物、是否灵活；水位表，汽、水连管及旋塞是否清洁畅通；安全附件处照明是否符合安全运行要求。

⑤附属设备检查

检查给水设备、鼓风及排烟除尘系统、上煤除渣系统以及热工仪表是否完好，所有电机转向是否正确。

(2) 锅炉上水

上水水质须经水质处理并化验合格。上水速度为 4m/s ，防止上升过快、温度冷热不均引起泄漏。水温不易过高，一般不超过筒壁温度 50°C ，注意观察是否有跑冒滴漏现象。

(3) 点火过程

打开挡煤板，自然通风 15min ，机械通风 5min ，调整煤闸板使煤层厚度保持在 $100 \sim 130\text{mm}$ ，启动炉排，用木材和油棉纱引燃。启动引风机，保持炉膛 $45 \sim 100\text{Pa}$ 负压 5min 之后升至 $10 \sim 30\text{Pa}$ 负压运行。

(4) 锅炉升压

当气压升到 $0.05 \sim 0.10\text{MPa}$ 时，应冲洗水位表。

当气压升到 $0.10 \sim 0.15\text{MPa}$ 时，应冲洗压力表的存水弯管，防止堵塞失灵。

当气压升到 $0.20 \sim 0.29\text{MPa}$ 时，应检查各连接孔处是否有渗漏，拧紧因热膨胀引起松动的螺栓。

当气压升到 $0.29 \sim 0.39\text{MPa}$ 时，应检查给水排污装置，排污前向锅炉给水，排污时注意水位表值。

(5) 蒸汽管道的暖管

当气压升到 $2/3$ 的工作压力时，应进行暖管工作，对蒸汽管道进行预热，防止升温过快引起部件损坏。

步骤：

①开启管道疏水阀，排除凝水。

②缓慢开启主气阀 $1/4$ 圈（有振动或水击则重新开），管道预热后，全开主气阀。

③缓慢开启蒸汽缸主气阀，使管道气压和分汽缸气压相等，同时排除凝结水。

④管道以每分钟 $2 \sim 3^{\circ}\text{C}$ 升温速度为宜。

(6) 并炉

几台锅炉共用一根蒸汽母管时，需要并炉。新运行的锅炉须在压力与母管压力相同时，再全开主气阀。

1.1.1.2 锅炉的正常运行及调节

(1) 锅炉负荷调节：锅炉气压变化主要取决于锅炉蒸发量（负荷）与用户用汽量之间的平衡关系。当蒸发量大于用汽量时，气压上升；反之，气压下降；用汽量为零时，应压火停炉。

(2) 水位调节：锅炉水位应保持在水位表 $1/2$ 处，其波动范围不应超过正常水位的 $\pm 40\text{mm}$ ，低负荷时水位略高于正常水位，高负荷时略低。上水采用少上勤上，保持水位平衡。

(3) 气压调节：气压调节实际上是对蒸发量的调整，其调节效果决定于对燃烧的操作调节。当负荷降低，压力升高，且水位高时，应先减少给煤和送风，减弱燃烧，再适当减少给水，使气压、水压稳定在额定范围内；在水位降低时，应先加水使水位恢复正常，再适当调整燃烧和给水量。当负荷增加、压力降低时，应先加大引风，再加大鼓风，最后适当增加给煤量，加强燃烧。

(4) 炉膛负压调节：正常应维持在 $20 \sim 40\text{Pa}$ 的炉膛负压。鼓、引风机的风量大小要随煤层厚度、燃烧工况随时调整。鼓风大于引风，炉膛为正压。在减少风压时，应先减少鼓风，后减少引风。风量适当时，火焰呈亮黄色，烟气呈灰白色；风量过小时，火焰呈暗黄色或暗红色，烟气呈淡黑色。

(5) 燃烧调节：通常需要同时调节煤量风量。当煤种改变时，需改变煤层厚度；当运行中锅炉负荷改变时，需改变炉排速度。

当增大用煤量时，先增大引风后增大送风，再提高炉排速度并加大煤量。如果改变炉排速度而不及调整风量，会发生火床过长或过短现象，导致机械未完全燃烧热损失和排烟热损失增加。

当风、煤比配合适当时，燃烧工况正常，火床一般距煤闸口 $150 \sim 200\text{mm}$ 处开始着火，距老鹰铁 500mm 处完全燃尽。火床平整，无喷火口，火焰均匀密布，燃尽段整齐一致，靠近老鹰铁前灰渣呈暗色，排烟呈淡灰色。

(6) 锅炉排污：包括定时排污和连续排污。

排污管要与系统隔绝，防止伤人。排污应在高水位、低负荷时进行，此时渣垢宜聚集在锅筒底部，排污效果好。定排须对锅炉各循环回路进行轮流排污，不得同时进行；排污时间不超过 0.5min 。连排在上锅筒表面，排污量由炉内水质化验数据决定。

(7) 吹灰：减少锅炉受热面集灰，保证热传导效率。有蒸汽吹灰、压缩空气吹灰和药物吹灰三种方式，针对锅炉管束、过热器、省煤器等位置吹灰。

(8) 水位表的冲洗：对水位表进行冲洗时，严防水位表玻璃骤冷骤热，正确操作顺序为：开启排水旋塞，放出水位表存水；关闭水旋塞，冲洗气通路；开启水旋塞，关闭气旋塞，冲洗水通路；开启气旋塞，缓慢关闭排水旋塞，水位上升至正常水位时，完成一个冲洗过程。

(9) 热水锅炉的运行：热水锅炉的启动前检查与蒸汽锅炉基本相同，所不同的是，它还需对连接的供热管网进行检查。

1.1.1.3 锅炉的停炉

锅炉停炉分为压火停炉（热备用停炉）、正常停炉（冷备用停炉）和紧急停炉（故障停炉）。

(1) 压火停炉：压火时间一般不超过 12h，保证在短时间内能很快带上负荷、投入运行。如果超过 48h，则每隔 24h 拉火一次（稍开动引风机及炉排，拉起火苗，并少量给水以保持水位正常）。

压火停炉前，应先减少进风量和给煤量，使负荷逐渐降低，同时向锅炉上水并排污，使水位略高于标准水位，停止供气，将给水调整为自动，然后开始压火。压火时要停止给煤，关闭鼓风机、引风机、炉排转动，开启过热器、疏水器和省煤器的旁通烟道，并关闭主烟道。

(2) 正常停炉：以自然通风方式燃尽炉排上余煤，用尽煤斗存煤，排尽灰渣，并空转炉排 1h 以上，使之完全冷却（或逐个间断关闭燃烧器，慢慢降低负荷，停止供油供气），关闭气、水、排污管道上的隔离阀门，与运行系统隔离，保持锅炉水位略高于正常值。停炉 4h 后进行下炉筒、集箱排污，8h 后再进行一次，每次 30s。当气压降至 0.1~0.2MPa 时，将排气门开启泄压。停炉 18~24h 后，炉水温度低于 70℃ 时，才能将炉水全部排出，排完后及时清理水垢泥渣。

(3) 紧急停炉：当锅炉出现严重故障或事故时，如严重缺水，严重满水，炉管爆裂，全部水位计、阀门失效，燃烧设备损坏，烟道气体爆炸或复燃，热水锅炉出水温度与饱和温度差小于 20℃，热水锅炉水温骤升，循环水泵或补水泵失效，须紧急停炉。

紧急停炉步骤：

- ①立即停止给煤、送风，并减少引风量；
- ②迅速放出炉膛燃煤，停止引风；
- ③断开锅炉与蒸汽母管连接，开启蒸汽管路上疏水阀，排放蒸汽，降低压力；
- ④锅炉熄火后，开启省煤器旁通烟道，关闭主烟道，开启灰门和炉门，加速冷却。

因缺水停炉时，应严禁上水排气；因满水停炉时，应停止上水、打开排污，同时减少燃烧，并开启主蒸汽管、分汽缸上疏水阀，防止水击发生。

1.1.2 热质交换设备

1.1.2.1 集中供热的水温要求

城市供热网络输送的高温高压蒸汽，需要经过热交换设备转换成热媒水，才能供用户的采暖系统使用。热水供热系统的供热水温为供水 90℃，回水 70℃，供回水温差 20℃；空调用热媒水的供水温度为 60~65℃，回水温度为 50~55℃，供回水温差为 10℃。来自城市热力网（或区域锅炉房）的高压蒸汽或高温水，须经换热器，热交换成采暖或空调用热媒水。工程上常用的换热器类型有：螺旋板式换热器、板式换热器、波纹板式换热器、浮动盘管式换热器。

另外，全自动燃油燃气中央热水机组可直接制备空调用热媒水。直燃式溴化锂吸收

式冷温水机组，冬季直接制备空调用热媒水。

1.1.2.2 热源设备的选择原则

热源设备的选择，须根据经济性、安全性的原则通过综合比较来确定，具体考虑以下因素：

- (1) 能源、环境保护和城市建设；
- (2) 建筑物的用途、规模和冷热负荷；
- (3) 初投资和运行费用；
- (4) 机房条件、消防安全和维护管理；
- (5) 设备特点和能效比。

1.1.2.3 热交换器的分类

空调用热媒水，除了直燃式溴化锂吸收式冷温水机组外，凡是采用压缩机制冷机组制备夏季空调用水，冬季利用城市热力网（区域锅炉房）提供的高压蒸汽或高温水，都必须通过各种类型的热交换器，制备空调用热媒水。

(1) 按照换热器所有的热媒类型不同，可分为汽-水换热器（以蒸汽为热媒）、水-水换热器（以高温水为热媒）。

(2) 按照换热方式的不同，可分为表面式换热器（被加热热水与热媒彼此不相接触，通过金属表面进行换热）和混合式热交换器（被加热水与热媒直接接触，如喷管式汽-水混合热交换器）。

(3) 根据表面式换热器的构造不同，可分为壳管式换热器、板式换热器、浮动盘管式换热器、波纹管式换热器和换热机组等。

1.1.2.4 壳管式热交换器

壳管式换热器属于容积式热交换器，可分为汽-水换热器、水-水换热器两类，按外形不同有卧式、立式两种类型。被加热水的流程有单管程、双管程和四管程。

(1) 固定板式的壳管式汽-水换热器

作为一次热媒的蒸汽在壳体内流动，而被加热的水在管束内流动。它具有结构简单、重量轻、造价低、制造方便等优点。缺点是单位体积下的传热面积有限，换热效率不高，金属消耗量大；管束与管板连在一起，不利于热膨胀，容易引起管束扭弯，甚至管束与管板之间开裂渗漏。同时，管束之间的污垢也难以清洗。因此这种换热器适用于温差小、压力不高及壳体管程结垢不严重的场合。

(2) U形管壳管式汽-水热交换器

这种换热器管束可以自由伸缩，不受热膨胀影响，结构简单，重量轻。缺点是管内无法用机械方法清洗，管束中心附近的管子不便拆换，管板上排列的管子数目较少，单位容积和单位重量的传热量低。这种换热器适用于温差大、管内流体比较干净的场合。

(3) 浮头式壳管式汽-水换热器

这种换热器，浮头不与外壳相连，可以自由伸缩适应热膨胀，清洗时可将管束从壳体中拔出方便清洗。浮头式壳管式汽-水换热器，作为一次热媒的高温水蒸气在管束中流动，而被加热水在壳体内流动，属于双管程、逆流式热交换。

1.1.2.5 套管式热交换器

这种换热器有快速汽-水换热器和水-水换热器两类。前者蒸汽在套管内流动，被加热水在管内流动；后者加热水在套管内流动，被加热水在管内流动。可做成双排四管程。

1.1.2.6 螺纹板式热交换器

这种换热器属于较高效的换热设备，所有部件及流道均采用钢板焊接而成。因此允许较高的工作压力。两种流体之间的传热是以全逆流方式进行，故传热系数高。与壳管式换热器相比，其重量轻、体积小，用途广泛，对于汽-水换热器和水-水换热器都较为适用。其缺点是：流道无法进行维护、清洗（全部焊接完成），因此对水质要求高（需要进行水质软化）。当使用效果不能满足要求时，只能更换新设备，一般它的使用寿命在5~8年左右（与水质有关）。该换热器用高压水或高压蒸汽作为一次热媒，制备供水95℃、回水70℃的热水，用于建筑物供暖。

1.1.2.7 板式热交换器

这种换热器是近年来大量使用的一种高效换热器。与其他形式的换热器相比，它具有以下优点：

（1）内部流道的合理设计，加强了流体的扰动，传热效率大幅度提高。

（2）结构紧凑，传热面积大，其占地面积远小于同等换热能力的其他类型换热器。

（3）传热效率高，用很小的传热温差即可传导很大的热量，特别适合于、二次热媒温度相差不大的场合。不仅适用于制备空调热媒水，也适用于空调冷媒水的热交换（如超高层建筑高区所用的冷媒水制备）。

（4）紊流状态使结垢速度减慢，维护管理简单，需要检修时可拆下清洗。

（5）组合灵活，如负荷发生变化，可通过增加或减少传热板的片数，来满足新工况要求，而占地面积不变。

（6）由于其结构形式较好，各流道之间形成许多支点，因而所承受的工作压力较高，对于高层民用建筑来说十分有利。

板式换热器对安装要求较高，特别是各板片组合时，密封垫片与板的配合要准确，否则容易发生漏水现象，拆开检修后更应注意这一点。

尽管板式换热器有汽-水换热器和水-水换热器两种形式，但从目前使用情况看，水-水换热器使用较多。因为汽-水换热器垫片寿命短，而且容易出现泄漏现象。

板式换热器的板片材质有不锈钢、钛及钛钎合金等，可用垫片有丁腈橡胶、三元乙丙橡胶和氟橡胶等。

板式换热器，即适用于供暖热媒水，也可用于制备空调热媒水或冷媒水。

1.1.2.8 波纹管容积式热交换器

波纹管容积式热交换器结构与壳管式换热器基本相同，只是其换热管束为波纹管。这种传热管是一种由高导热系数的紫铜制成的内外螺纹相结合的高效传热元件。它的优点是：增加了管内外流体的扰动，极大地提高了传热系数；增加了传热面积，在相同尺寸下加大传热量；由于波纹管具有热补偿性，即使长度较长，也无须考虑热胀冷缩的影响；波纹管在自身热胀冷缩的过程中，其表面的结垢会自行脱落，减少清洗维护的工作