



全国高等职业教育技能型紧缺人才培养培训推荐教材

QUANGUO GAODENG ZHIYE JIAOYU JINENGXING JINQUE RENCAI PEIYANG PEIXUN TUIJIAN JIAOCAI

建筑设备工程技术专业

# 冷 热 源 系 统 安 装

LENGREYUAN XITONG ANZHUANG

本教材编审委员会组织编写

李国斌 主编

中国建筑工业出版社

全国高等职业教育技能型紧缺人才培养培训推荐教材

# 冷热源系统安装

(建筑设备工程技术专业)

本教材编审委员会组织编写

李国斌 主 编

崔 红 副主编

贺俊杰 主 审

中国建筑工业出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

冷热源系统安装/李国斌主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2006  
全国高等职业教育技能型紧缺人才培养培训推荐教材. 建筑设备工程  
技术专业

ISBN 7-112-07612-9

I. 冷... II. 李... III. ①制冷系统—建筑安装工程—高等学校:  
技术学校—教材②供热系统—建筑安装工程—高等学校: 技术学校—教材  
IV. TU833②TU831.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 027339-号

全国高等职业教育技能型紧缺人才培养培训推荐教材

**冷热源系统安装**

**(建筑设备工程技术专业)**

本教材编审委员会组织编写

李国斌 主 编

崔 红 副主编

贺俊杰 主 审

\*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京千辰公司制作

北京密东印刷有限公司印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 14½ 字数: 348 千字

2006 年 6 月第一版 2006 年 6 月第一次印刷

印数: 1—2500 册 定价: 20.00 元

ISBN 7-112-07612-9  
(13566)

**版权所有 翻印必究**

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书是按照“高等职业教育建设行业技能型紧缺人才培养培训指导方案”的指导思想编写的高职二年制建筑设备工程技术专业教材。

本书着重阐述了锅炉房系统和人工冷源系统的基本构造及原理，系统的基本组成和工作原理，设备及管道的布置，管道水力计算，制冷剂的性质和应用，系统安装、调试及试运转等。本书的编写以注重培养学生学习能力为目的，在书中编制了大量训练习题，方便学生训练和复习，以便于学生更好地掌握运用知识要点。

本书除了作为高职二年制教材使用外，还可以作为供热通风与空调专业函授教学教材和自学参考书，同时也供从事暖通空调专业的工程技术人员参考。

本书在使用过程中有何意见和建议，请与我社教材中心（jiacai@china-abp.com.cn）联系。

责任编辑：齐庆梅

责任设计：郑秋菊

责任校对：张树梅 王金珠

## 本教材编审委员会名单

**主任：**张其光

**副主任：**陈 付 刘春泽 沈元勤

**委员：**（按拼音排序）

陈宏振	丁维华	贺俊杰	黄 河	蒋志良	李国斌
李 越	刘复欣	刘 玲	裴 涛	邱海霞	苏德全
孙景芝	王根虎	王 丽	吴伯英	邢玉林	杨 超
余 宁	张毅敏	郑发泰			

## 序

改革开放以来，我国建筑业蓬勃发展，已成为国民经济的支柱产业。随着城市化进程的加快、建筑领域的科技进步、市场竞争的日趋激烈，急需大批建筑技术人才。人才紧缺已成为制约建筑业全面协调可持续发展的严重障碍。

面对我国建筑业发展的新形势，为深入贯彻落实《中共中央、国务院关于进一步加强人才工作的决定》精神，2004年10月，教育部、建设部联合印发了《关于实施职业院校建设行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》，确定在建筑施工、建筑装饰、建筑设备和建筑智能化等四个专业领域实施技能型紧缺人才培养培训工程，全国有71所高等职业技术学院、94所中等职业学校、702个主要合作企业被列为示范性培养培训基地，通过构建校企合作培养培训人才的机制，优化教学与实训过程，探索新的办学模式。这项培养培训工程的实施，充分体现了教育部、建设部大力推进职业教育改革和发展的办学理念，有利于职业院校从建设行业人才市场的实际需要出发，以素质为基础，以能力为本位，以就业为导向，加快培养建设行业一线迫切需要的高技能人才。

为配合技能型紧缺人才培养培训工程的实施，满足教学急需，中国建筑工业出版社在跟踪“高等职业教育建设行业技能型紧缺人才培养培训指导方案”编审过程中，广泛征求有关专家对配套教材建设的意见，组织了一大批具有丰富实践经验和教学经验的专家和骨干教师，编写了高等职业教育技能型紧缺人才培养培训“建筑工程技术”、“建筑装饰工程技术”、“建筑设备工程技术”、“楼宇智能化工程技术”4个专业的系列教材。我们希望这4个专业的系列教材对有关院校实施技能型紧缺人才的培养培训具有一定的指导作用。同时，也希望各院校在实施技能型紧缺人才培养培训工作中，有何意见及建议及时反馈给我们。

建设部人事教育司

2005年5月30日

## 前 言

本书是依据“高等职业教育建设行业技能型紧缺人才培养培训指导方案”的指导思想，按照《冷热源系统安装》课程教学基本要求编写的。

本书主要介绍了冷热源系统设备的基本构造和原理；冷热源系统的基本组成、工作原理；设备、管道的布置；制冷剂的性质和应用；冷热源系统安装、调试及试运转等。

冷热源系统安装是建筑设备工程技术专业的一门主要专业课。在编写过程中广泛听取了高职教学第一线教师和学生的意见，从实际出发，遵循理论与实践、教学与应用相结合的原则，力求深入浅出，通俗易懂，突出高职高专教学实用性、实践性的特点，既注重加强理论教学，又兼顾基本技能的训练，尽可能地取消了复杂的理论计算和公式推导。为了便于学生掌握课程内容，本教材每个单元均编制了思考题与习题。

本书的绪论、单元1、单元3、单元4、单元6、单元10由沈阳建筑大学职业技术学院李国斌编写；单元5、单元9、单元12、单元13、单元14由沈阳建筑大学职业技术学院崔红编写；单元2、单元8、单元11、单元15、单元16由南京高等职业技术学校沈瑾编写；单元7由辽阳市第一热电厂郭普晨和辽阳市团委李立编写。本书由李国斌担任主编，并进行了全书的统稿。

本书由内蒙古建筑职业技术学院贺俊杰教授主审。

由于编者水平有限，有不妥之处，敬请读者给予批评指正。

# 目 录

绪 论	1
-----	---

## 第 1 部分 热源系统

单元 1 基本知识	7
课题 1 锅炉的分类及主要性能指标	7
课题 2 工业锅炉的规格与型号	8
思考题与习题	10
单元 2 工业锅炉的炉型与燃烧设备	12
课题 1 工业锅炉的炉型	12
课题 2 工业锅炉的辅助受热面	19
课题 3 燃料及其燃烧过程	22
课题 4 人工操作层燃炉——手烧炉	26
课题 5 机械化层燃炉	29
课题 6 室燃炉	34
课题 7 沸腾炉	39
思考题与习题	41
单元 3 锅炉房的汽（热水）、水系统	42
课题 1 锅炉房的给水系统	42
课题 2 锅炉房的蒸汽系统	45
课题 3 锅炉的排污系统	47
课题 4 热水锅炉房的热力系统	48
思考题与习题	50
单元 4 锅炉的通风系统	51
课题 1 通风方式	51
课题 2 除尘设备	52
课题 3 风、烟管道	54
课题 4 烟囱	57
思考题与习题	59
单元 5 锅炉房的运煤、除灰渣系统	60
课题 1 锅炉房的运煤系统	60
课题 2 锅炉房的除灰渣系统	63
思考题与习题	66



单元6 锅炉房的仪表控制系统 .....	67
课题1 锅炉的附件与仪表 .....	67
课题2 锅炉的自动控制 .....	70
思考题与习题 .....	73
单元7 热力站 .....	74
课题1 热力站工作原理 .....	74
课题2 热水换热器 .....	74
思考题与习题 .....	83
单元8 锅炉房及附属设备安装 .....	84
课题1 锅炉的安装 .....	84
课题2 工艺设备安装 .....	87
课题3 水泵的安装 .....	89
课题4 辅助受热面及附件的安装 .....	92
思考题与习题 .....	96
单元9 烘炉、煮炉及试运行 .....	97
课题1 烘炉与煮炉 .....	97
课题2 锅炉系统的试运行 .....	98
思考题与习题 .....	100
单元10 锅炉房工艺设计 .....	101
课题1 锅炉的选择 .....	101
课题2 锅炉房的布置 .....	102
课题3 锅炉房工艺设计示例 .....	104
思考题与习题 .....	111

## 第2部分 冷源系统

单元11 蒸气压缩式制冷的热力学原理 .....	115
课题1 蒸气压缩式制冷的理论循环 .....	115
课题2 蒸气压缩式制冷理论循环的热力计算 .....	118
课题3 液体过冷、蒸气过热及回热循环 .....	120
思考题与习题 .....	123
单元12 制冷剂与载冷剂 .....	124
课题1 制冷剂 .....	124
课题2 载冷剂 .....	127
思考题与习题 .....	128
单元13 制冷设备 .....	130
课题1 制冷压缩机 .....	130
课题2 冷凝器 .....	137
课题3 蒸发器 .....	143

课题 4 节流机构 .....	147
课题 5 辅助设备 .....	152
课题 6 自控装置 .....	157
思考题与习题 .....	162
单元 14 蒸气压缩式制冷系统 .....	164
课题 1 制冷剂系统的典型流程 .....	164
课题 2 制冷剂管道的设计 .....	167
课题 3 制冷机组 .....	178
课题 4 制冷机房的设计 .....	180
思考题与习题 .....	186
单元 15 冷源系统的安装与调试 .....	187
课题 1 冷源系统的安装 .....	187
课题 2 冷源系统的验收与调试 .....	192
课题 3 冷源系统的运行与维护 .....	195
思考题与习题 .....	197
单元 16 溴化锂吸收式制冷 .....	199
课题 1 溴化锂吸收式制冷的工作原理 .....	199
课题 2 溴化锂吸收式制冷机的结构与流程 .....	202
课题 3 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组 .....	205
思考题与习题 .....	208
附录 常用制冷剂的热力性质表和图 .....	209
附表 1 R717 饱和液体及饱和蒸气热力性质表 .....	209
附表 2 R12 饱和液体及饱和蒸气热力性质表 .....	211
附表 3 R22 饱和液体及饱和蒸气热力性质表 .....	213
附表 4 R134a 饱和状态下的热力性质表 .....	215
附图 1 R717 (NH <sub>3</sub> ) 压—焓图 .....	216
附图 2 R12 (CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub> ) 压—焓图 .....	217
附图 3 R22 (CHClF <sub>2</sub> ) 压—焓图 .....	218
附图 4 R134a 压—焓图 .....	219
参考文献 .....	220

## 绪 论

**知识点：**锅炉房设备的组成；冷源系统基本构造及组成。

**教学目标：**(1) 了解锅炉房设备的组成及工作原理；(2) 了解冷源系统基本构造、组成及工作原理。

冷量和热量已经成为现代人类社会生产和生活不可缺少的能源形式，热量和冷量的制备系统作为国民经济的重要热工设备也已经备受人们瞩目。我们将能够制备并提供冷量或热量的系统称为冷源系统或热源系统。热源系统通常有锅炉房系统、热泵系统、核电系统、太阳能系统等等；而冷源系统一般包括天然冷源系统和人工冷源系统。目前广泛应用的热源系统和冷源系统主要是锅炉房系统和人工冷源系统。如工农业（化工、纺织、医药、食品加工）生产过程、建筑采暖、空调和城市集中热水供应等需用的大量蒸汽和热水以及食品和物资的贮存、空气调节和工业生产工艺等需要的低温环境都是由锅炉房系统和人工冷源系统提供的热量和冷量。因此，本教材主要阐述锅炉房系统和人工冷源系统。

### 0.1 锅炉房系统

锅炉房系统是锅炉本体及其辅助设备将燃料燃烧释放的热能加热给水或其他工质，从而产生规定参数的蒸汽或热水，而后通过热力管道将其输送至用户，以满足生产工艺或生活用热需要的热源系统。锅炉本体和它的辅助设备总称为锅炉房设备。图 0-1 所示为 SHL 型燃煤锅炉的锅炉房设备简图。

#### (1) 锅炉本体及构造

锅炉本体是由“锅”和“炉”两大部分组合在一起构成的。

“锅”就是将高温烟气的热量传递给工质的受热面系统，它是指容纳水和蒸汽的受压部件，包括锅筒（汽包）、水冷壁、对流管束、集箱（联箱）、汽水分离装置、蒸汽过热器、省煤器和管道等；“炉”是将燃料的化学能转化为热能的燃烧系统，主要指构成燃料燃烧场所的各组成部件，包括炉膛（燃烧室）、煤斗、炉排、除渣板、送风装置等组成的燃烧设备。

#### (2) 锅炉辅助设备

锅炉辅助设备是保证锅炉源源不断地连续运行，达到安全可靠、经济有效地供热所不可缺少的组成部分。

1) 燃料运送系统：其作用是连续供给锅炉燃烧所需的符合质量要求的燃料。主要由燃料的储存设备（煤场、贮煤斗、贮油罐、工作油箱等）、燃料的加工设备（破碎机、磨煤机粗粉分离器、型煤机等）、燃料的运输设备（带式输送机、埋刮板输送机、多斗提升机、单斗提升机、给煤机、油泵、过滤器、调压器等）组成。

2) 除灰渣系统：其作用是将锅炉中燃料燃尽后的灰渣连续不断地除去，并运送到灰渣场。小型锅炉房一般采用人工除灰。

3) 送、引风系统：其作用是供给锅炉燃料燃烧所需要的空气，排走燃料燃烧产生的烟气，从而保证锅炉正常燃烧。送、引风设备包括送风机、引风机、冷风道、热风道、烟道和烟囱等。

4) 水、汽系统：包括给水装置、水处理装置及送汽系统。给水装置由给水箱、水泵和给水管道组成。水处理装置由水的软化设备、除氧设备及管道组成。

5) 仪表控制系统：为监控锅炉设备安全经济运行，除锅炉本体上装有仪表附件外，还常设一系列的控制设备。有的工业锅炉房中还设有给水自动调节装置，烟、风闸门远距离操作控制装置等。

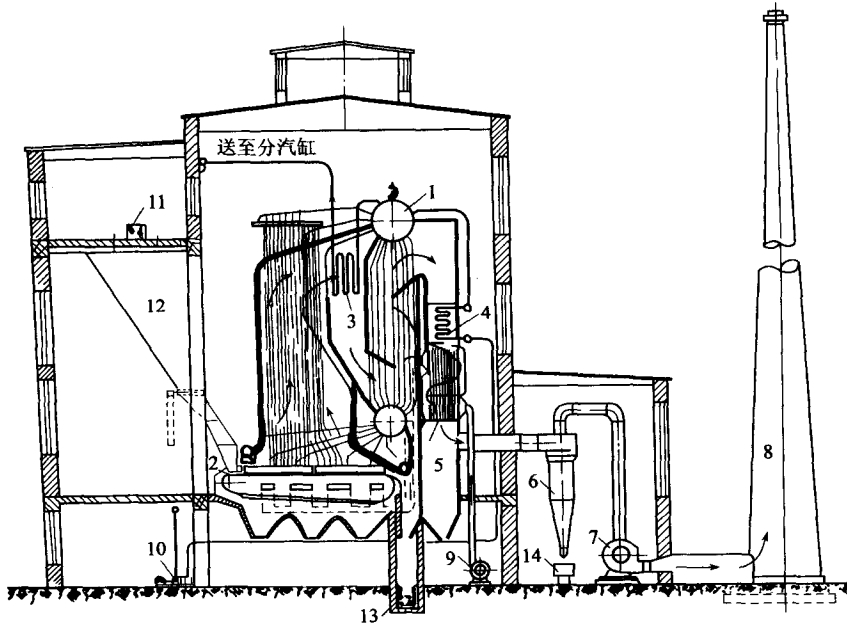


图 0-1 SHL 型燃煤锅炉的锅炉房设备简图

1—锅筒；2—炉排；3—蒸汽过热器；4—省煤器；5—空气预热器；6—除尘器；7—引风机；  
8—烟囱；9—送风机；10—给水泵；11—皮带输送机；12—煤仓；13—刮板除渣机；14—灰车

## 0.2 人工冷源系统

人工冷源系统主要有蒸气压缩式制冷系统、吸收式制冷系统和蒸气喷射式系统。

### (1) 蒸气压缩式制冷系统

图 0-2 所示为蒸气压缩式制冷系统的装置原理图。该装置主要由压缩机、冷凝器、节流阀（或称为膨胀阀）、蒸发器四大部件组成。制冷剂的饱和蒸气在压缩机中被绝热压缩，其压力、温度均升高而成为过热蒸气；过热蒸气进入冷凝器，在定压下被冷却，并凝结为饱和液体；饱和液体经过节流阀进行绝热节流，其压力、温度均降低而成为低温液体（含有少量蒸气）；低温低压的液体进入蒸发器，在定温定压下吸收热量而成为饱和蒸气，同时达到制冷的目的。饱和蒸气再进入压缩机，进行下一个循环。

### (2) 吸收式制冷系统

图 0-3 所示为氨水吸收式制冷循环的装置原理图。该装置主要由蒸发器、发生器、冷

凝器、溶液泵、膨胀阀等组成。吸收器中的浓氨水溶液经溶液泵加压后进入发生器，浓氨水溶液在发生器中吸热而温度升高，氨在其中的溶解度减小，使得氨蒸气在高温高压下挥发出来；发生器剩余的稀氨水溶液通过减压阀绝热节流后进入吸收器进行喷淋；由于节流使稀氨水溶液的压力和温度均降低，氨在其中的溶解度增大，使得稀氨水溶液吸收从蒸发器引来的低压氨蒸气而重新成为浓氨水溶液，吸收过程中放出的热量由冷却水带走；浓氨水溶液经溶液泵加压而进入发生器，完成溶液的循环。发生器中产生的高温高压的氨蒸气进入冷凝器，在定压下放热而凝结为氨液；氨液经膨胀阀绝热节流，压力、温度均降低；低温低压的氨液进入蒸发器，在定压下吸热汽化成为低压氨蒸气，同时实现制冷的目的。蒸发产生的低压氨蒸气被吸收器中的稀氨水所吸收，完成制冷剂的循环。

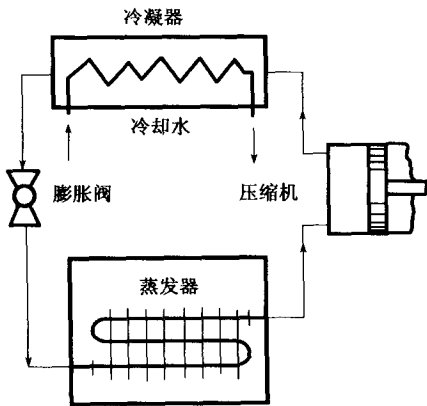


图 0-2 蒸气压缩式制冷系统的装置原理图

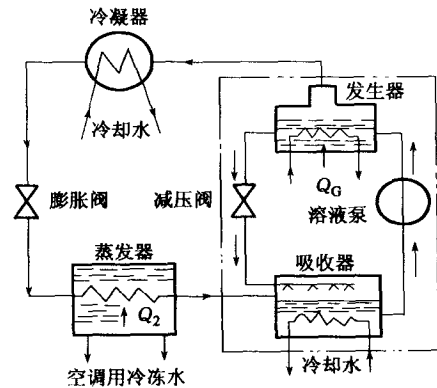


图 0-3 氨水吸收式制冷循环的装置原理图

### (3) 蒸气喷射式系统

图 0-4 所示为蒸气喷射式制冷循环的装置原理图。该装置主要由锅炉、引射器、冷凝器、膨胀阀、蒸发器、水泵等部件组成。锅炉产生的工作蒸汽进入引射器，在喷管中绝热膨胀，其速度提高而压力降低，使得喷管出口处形成低压，将蒸发器产生的低压制冷剂蒸气吸入；工作蒸汽与制冷剂蒸气在混合室混合后进入扩压管中绝热压缩，其速度降低而压力提高；高压的蒸汽进入冷凝器定压放热而凝结为饱和液体。液体分成两路。一路经水泵加压后进入锅炉，在定压下吸热汽化而成为工作蒸汽，工作蒸汽再进入喷管，完成工作蒸汽的循环；另一路作为制冷剂经膨胀阀绝热节流，其温度、压力均降低，低温低压的制冷剂液体进入蒸发器，在定压下吸热汽化，同时达到制冷的目的。低压的制冷剂蒸气被引射器吸入，完成制冷剂的循环。

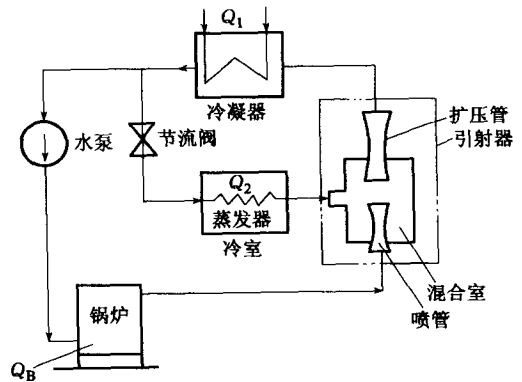


图 0-4 蒸气喷射式制冷循环的装置原理图

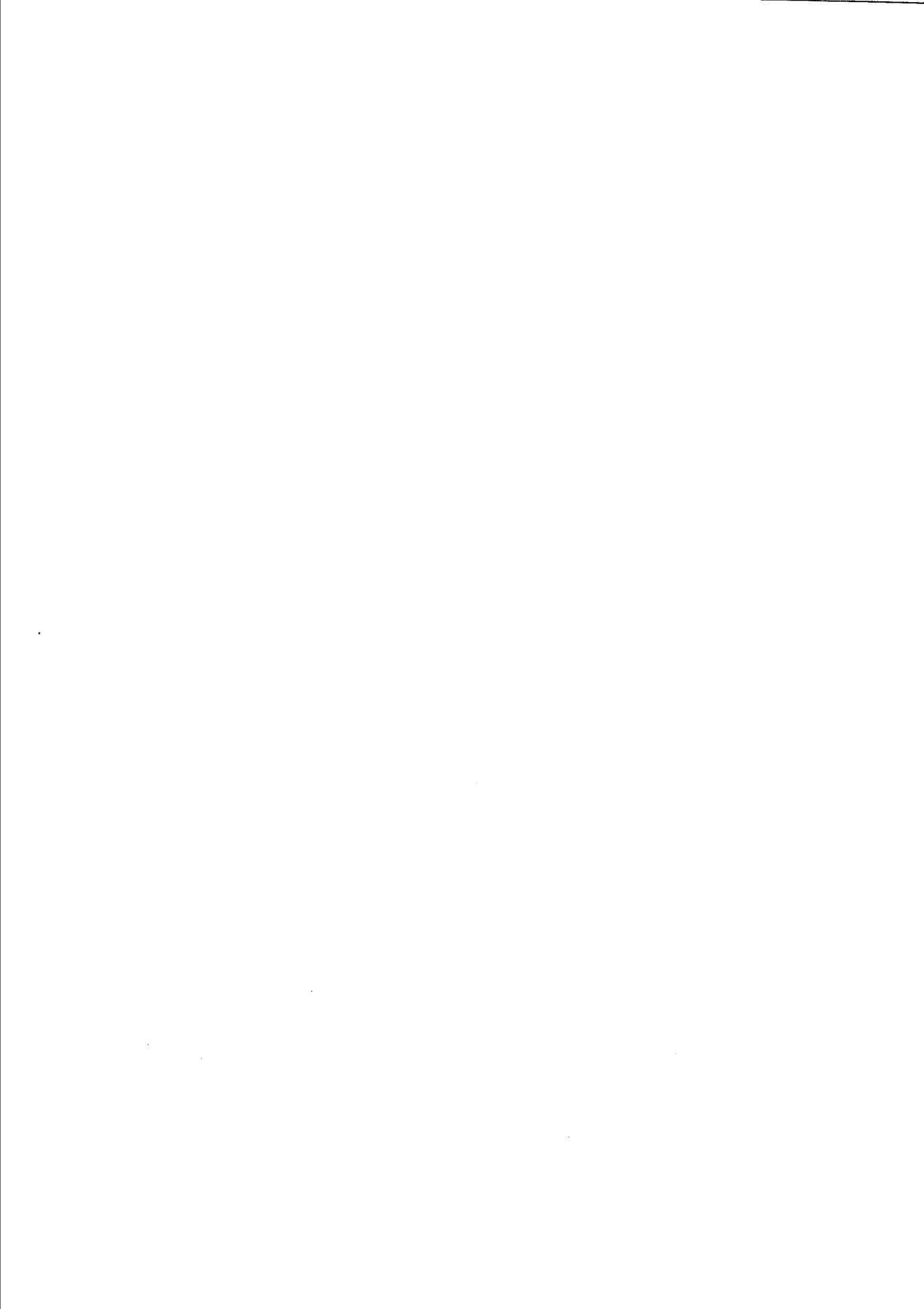
本教材重点讲述蒸气压缩式制冷系统，并对吸收式制冷系统做简要介绍。



## 第 1 部分

---

# 热源系统





## 单元 1 基本知识

**知识点:** 锅炉的分类及主要性能指标; 工业锅炉的规格与型号。

**教学目标:** (1) 了解锅炉的一般分类方法; (2) 掌握锅炉的基本特性指标; (3) 掌握工业锅炉规格、型号表示方法。

### 课题 1 锅炉的分类及主要性能指标

#### 1.1 锅炉分类

锅炉作为供热之源,按其用途不同可分为电站锅炉、工业锅炉、船用锅炉、机车锅炉等。船用锅炉和机车锅炉是专门用作船舶动力和机车动力的锅炉。电站锅炉是指专门用于火力发电厂的锅炉,其参数高、容量大。我国现行电站锅炉标准参数、容量系列中,最大容量锅炉的额定蒸发量为 2008 t/h,其发电功率为 600 MW。用于为生产和生活提供蒸汽或热水的锅炉称为工业锅炉,其工质出口压力一般不超过 2.5 MPa,蒸汽锅炉额定蒸发量在 0.1~65 t/h 的范围内,热水锅炉额定热功率在 0.1~116 MW 的范围内。从量大面广的角度看,工业锅炉在国民经济各部门的应用要更广泛一些。

除按用途对锅炉进行分类外,还可以按照其他方法进行分类,如按照锅炉出口工质压力不同锅炉可分为:常压锅炉(在任何情况下,锅筒水位线处的表压力为零)、低压锅炉(额定出口工质压力不大于 2.5 MPa)、中压锅炉(额定出口工质压力为 3.82 MPa)、高压锅炉(额定出口工质压力为 9.8 MPa)、超高压锅炉(额定出口工质压力为 13.7 MPa);按照输出工质不同锅炉可分为:蒸汽锅炉、热水锅炉、汽水两用锅炉;按照所用燃料不同锅炉分为:燃煤锅炉、燃油锅炉、燃气锅炉、废料锅炉、混合燃料锅炉、新能源锅炉等;燃煤炉按照燃烧方式不同还可分为:层燃炉、悬燃炉、沸腾炉、旋风炉;按照锅炉结构不同锅炉可分为:火管锅炉、水管锅炉和水、火管锅炉;按照锅筒布置形式不同可分为:锅筒纵置式锅炉、锅筒横置式锅炉;按照锅炉出厂形式锅炉又可分为:快装锅炉、组装锅炉、散装锅炉。

#### 1.2 锅炉的主要性能指标

为了表明各类锅炉的结构特征、燃烧方式、燃料品种、容量大小、参数高低及其经济等特点,常用下述指标来表达锅炉的基本特性:

##### (1) 蒸发量、热功率(供热量)

对于蒸汽锅炉,用额定蒸发量表征容量的大小。所谓额定蒸发量是指蒸汽锅炉在额定压力、温度和保证达到规定的热效率指标条件下,每小时连续最大的蒸汽产量。常用“D”表示,单位为“t/h”。锅炉铭牌上所标蒸汽产量即为该锅炉的额定蒸发量,因此,