

课程
性质

专业基础课，限选
学时：40学时

授课
方式

多媒体教学+课堂讨论

考核
方式

闭卷考试

总评
成绩

- 1) 平时成绩（课堂讨论、作业等）
- 2) 考试成绩

教材

系统理解

最新技术应用

专业
网站

规范

熟悉工程概念

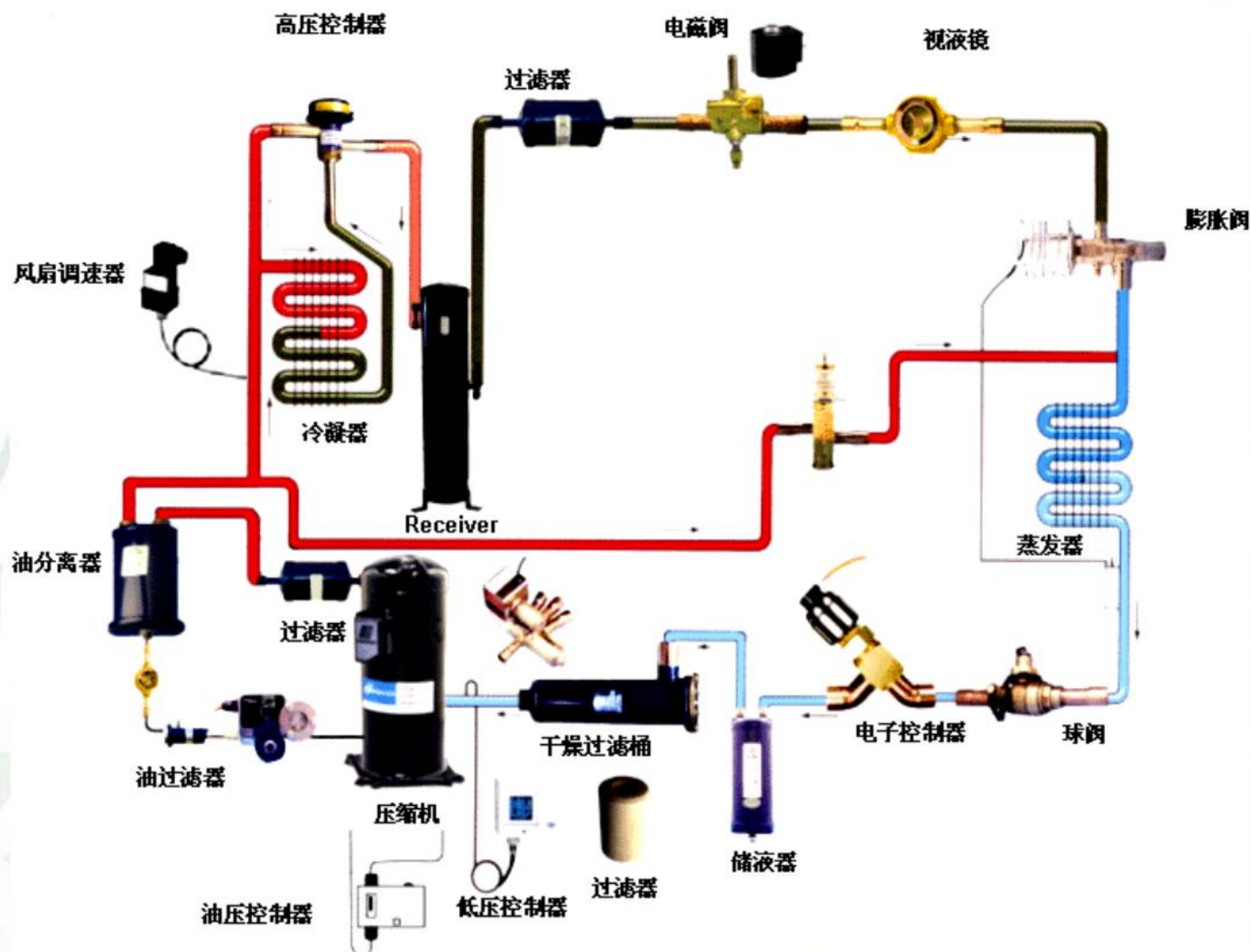
工程师习惯的培养

图纸

随着科学技术与社会文明的进步，制冷技术的应用几乎渗透到各个领域



原理圖



本课程主要解决的问题

- 1、什么是制冷（制冷的定义）？
- 2、制冷的方法有哪些？
- 3、制冷系统基本部件的功能是什么？
- 4、制冷系统与空调系统如何衔接？
- 5、制冷系统工作效率如何评价？
- 6、制冷系统如何运行调节？
- 7、制冷剂、载冷剂、冷冻水、冷却水都是什么含义？它们之间有什么关系？
- 8、如何设计制冷机房（或冷冻站）？

绪论

- 什么是制冷?
- 制冷技术的研究内容
- 制冷技术的分类与应用²
- 制冷技术的发展历史
- 制冷基本热力学原理
- 各种制冷方法

制冷的定义

用人工的方法，在一定时间和一定空间内将某物体或流体冷却，使其温度低于环境温度，并且维持这一温度。

制冷与自然冷却不同

制冷的实质

制冷就是从物体或流体中取出热量，并将热量排放到环境介质中去，以产生低于环境温度的过程。

区分：自然冷却与制冷的区别

制冷技术的研究内容

- 一．制冷循环的热力学原理、分析和计算
- 二．制冷剂（制冷工作介质）的物理性质
- 三．制冷循环所必需的各种机械和技术设备，
 - 包括它们的工作原理、性能分析、运行调节、制冷系统流程设计、自动控制等。

制冷技术的分类与应用

| 低温范围 | | 分类 |
|--------|--------------|-------|
| K | °C | |
| 120以上 | -153 以上 | 普通制冷 |
| 120~20 | -153~ -253 | 深度制冷 |
| 20~0.3 | -253~ -272.7 | 低温制冷 |
| 0.3以下 | -272.7以下 | 超低温制冷 |

大部分是普冷

制冷技术的应用

| 温度范围 | | 应用举例 |
|--------------|---------------|---------------------------------|
| K | °C | |
| 300~273 | 27~0 | 热泵、冷却装置、空调装置 |
| 273~263 | 0~ -10 | 苛性钾结晶、冷藏运输、运动场滑冰装置 |
| 263~240 | -10~ -33 | 冷冻运输、食品长期保鲜、燃气液化装置 |
| 240~223 | -33~ -50 | 矿井工作面冻结、滚筒装置的光滑冻结 |
| 223~200 | -50~ -73 | 低温环境实验室、制取固体 CO_2 （干冰） |
| 200~150 | -73~ -123 | 乙烷、乙烯液化、低温医学和低温生物学 |
| 150~100 | -123~ -173 | 天然气液化 |
| 100~50 | -173~ -223 | 空气液化、分离，稀有气体分离等 |
| 50~20 | -223~ -253 | 宇航舱空间环境模拟 |
| 20~4 | -253~ -269 | 超导、氦液化 |
| 4~ 10^{-6} | -269~ -273.15 | 物理研究、测量技术等 |



四、制冷技术的发展历史

绪论

- 自然冷源制冷：冰的利用
- 人工制冷：至今只有100多年历史。
 - 1834年英国人波尔金斯制成用乙醚为制冷剂的第一台制冷机
 - 1844年美国人高斯发明了空气压缩式制冷机
 - 1862年法国人卡尔里制成吸收式制冷机
 - 1874年德国人林德发明了世界上第一台氨压缩机
 - 随后，又出现了蒸汽喷射式制冷、半导体制冷等制冷方法

四、制冷技术的发展历史

- 社会需要是制冷技术发展的推动力，制冷技术的发展促进了社会需要的增长
- 物理、化学规律的发现和应用是制冷技术发展的主要科学基础
- “对环境保护的认识和微电子技术的发展在近代制冷技术发展中的巨大作用”促使我们要尽快走向科学技术的前沿，跟上时代发展的前沿

点击此处添加正文，文字是您思想的提炼，为了最终呈现发布的良好效果，请尽量言简意赅的阐述观点；
根据需要可酌情增减文字，以便观者可以准确理解您所传达的信息。

思政1

弘扬传统 科技创新
报效祖国 大国担当

- 我国人民对制冷技术的应用有着悠久的历史，但在近代落后了，必须奋起直追。
- 1.《诗经》中曾有“**凿冰冲冲，纳于凌阴**”
- 2.2022冬奥会国家速滑馆介绍(视频) [视频\2022北京冬季奥运会可能成为绝版 国际奥委会拟取消冬季奥运会\[超清版\].ifox](#)
- 3.民族品牌的崛起（格力）视频介绍[视频\20180630 中以展-创新改变世界 最终版.mp4](#)
- 4.以下为课后自行上网观看
- <https://v.qq.com/x/page/i3229sapa6i.html>
- https://play.tudou.com/v_show/id_XMzM4NTI4MzgXNg==.html

五、制冷机的性能系数 COP (*Coefficiency of Performance*)

制冷系数 $\varepsilon = Q_0/W$ (1)

热力系数 (2)

$$\varepsilon = Q_0/Q_g$$

式中

Q_0 ----- 制冷机的制冷量;

W ----- 冷机的输入功;

Q_g ----- 驱动热源向制冷机输入的热量。



六、各种制冷方法

本课程重点介绍1

- 一．物质相变制冷
- 二．气体膨胀制冷
- 三．气体涡流制冷
- 四．绝热放气制冷
- 五．电、磁、声制冷

相变制冷的原理及特点

- 相变是指物质集聚态的变化。
- 物质在发生相变时，由于分子重新排列和分子热运动速度改变，必然伴随着吸收或放出一定的热量，这种热量称为相变潜热。
- 相变制冷就是利用物质由质密态到质稀态的相变（融化、蒸发、升华）时的吸热效应，达到制冷的目的。

相变制冷的分类



固体融化制冷

天然
冰制
冷

最早使用的降温方法。

现代制冷技术中大量应用的纯水冰都是制冷机制备的。

冰盐

工业上应用最广的是冰块与工业食盐 NaCl 的混合物。

冰盐冷却过程包括冰融化吸热和盐溶解吸热。
0°C 以下制冷

资料

- 近年来，固体相变蓄冷技术在制冷空调中的研究和应用日益广泛，其目的在于缓解能量供求双方在时间、强度和地点上的不匹配，合理利用能源和减少环境污染。例如，采用传统的冰蓄冷，在冷量富足时通过制冰将冷量储存到固态冰中，到冷量需求很大的时刻再以冰融化的方式将冷量释放出来，从而解决制冷设备定常制冷量与用冷负荷起伏的不平衡矛盾。采用动态制冰技术制取冰水混合物（Ice slurry），便于输送，在食品冷藏方面更是具有得天独厚的优势。

资料

- 在蓄冷空调系统的应用中，由于冷源温度的需求不是很低，若采用冰蓄冷，系统中还需要增加中间换热装置，而且制冰过程中制冷机的效率要比正常空调工况下的低。因此，目前很多研究者都致力于研究开发融点在 $4\sim 10^{\circ}\text{C}$ 的相变材料作为空调蓄能用。这类材料通常叫做“高温相变材料”，简称PCM。

资料

- 目前这类材料的研究集中在两方面：一是共晶盐或复合盐水合物，代表性的成果是由美国TRANSPHASE公司与哈佛大学生化研究所在1981年开发成功的T-47型(熔点为 8.3°C)和1988年调配成功的T-41(熔点为 5°C)型两种产品；另一是氟利昂气体水合物，其熔点可通过调节气体压力达到，目前仍处于实验室研究阶段，美国橡树岭国家实验研究室和我国中科院广州能源研究所都在这方面开展了研究

固体升华常用制冷剂



固体升华制冷



资料

- 近代科学研究中，为冷却红外探测器， γ 射线探测器，机载红外设备等，采用固体制冷剂向高真空空间升华的制冷系统。它具有升华潜热高、贮存密度大、固体制冷剂具有较低温度，可提高红外探测器的灵敏度的优点。

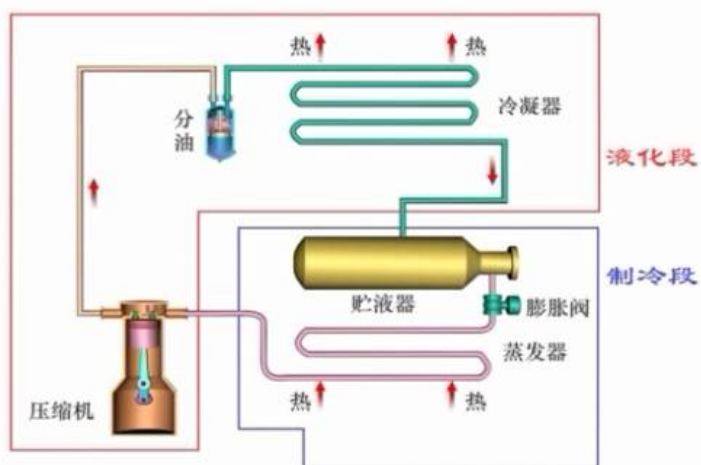
液体汽化制冷

液体汽化制冷

利用液体汽化过程的吸热效应来制冷的的方法叫做液体汽化制冷。

与固体相变制冷不同的是，液体汽化制冷采用流体（液态和气态物质）作为制冷剂，通过一定的设备构成制冷循环，可以实现连续制冷，因此它的应用更加广泛。

液体汽化制冷是目前最主要的制冷方法之一。



液体汽化制冷原理

东方仿真COPYRIGHT

蒸气压缩式制冷

蒸气压缩式制冷

在普通制冷温度范围内，蒸气压缩式制冷是占主导地位制冷方式。

属于液体汽化制冷，依靠消耗一定的电能或机械能，实现从低温热源吸热，向高温热源放热。