

考研新版
全国881所研招院校

硕士研究生入学招生考试 考研专业课精品资料

2026 年燕山大学考研精品资料

《827 工程热力学（能源）》

附赠：重点名校真题汇编

策划：考研辅导资料编写组

真题汇编 明确考点
考研笔记 梳理重点
核心题库 强化训练
模拟试题 查漏补缺

高分学长学姐推荐



【初试】2026 年 燕山大学 827 工程热力学(能源)考研精品资料

说明：本套资料由高分研究生潜心整理编写，高清电子版支持打印，考研推荐资料。

一、考研真题汇编及重点名校真题汇编及考研大纲

0. 燕山大学 827 工程热力学(能源)2014-2016 年考研真题，暂无答案。

说明：分析历年考研真题可以把握出题脉络，了解考题难度、风格，侧重点等，为考研复习指明方向。

1. 附赠重点名校：工程热力学 2015-2024 年考研真题汇编(暂无答案)

说明：赠送重点名校考研真题汇编，因不同院校真题相似性极高，甚至部分考题完全相同，建议考生备考过程中认真研究其他院校的考研真题。

2. 燕山大学 827 工程热力学(能源)考研大纲

①2018 年燕山大学 827 工程热力学(能源)考研大纲。

说明：考研大纲给出了考试范围及考试内容，是考研出题的重要依据，同时也是分清重难点进行针对性复习的推荐资料，本项为免费提供。

二、2026 年燕山大学 827 工程热力学(能源)考研资料

3. 《工程热力学》考研相关资料

(1) 《工程热力学》[笔记+课件+提纲]

①燕山大学 827 工程热力学(能源)之《工程热力学》考研复习笔记。

说明：本书重点复习笔记，条理清晰，重难点突出，提高复习效率，基础强化阶段推荐资料。

②燕山大学 827 工程热力学(能源)之《工程热力学》本科生课件。

说明：参考书配套授课 PPT 课件，条理清晰，内容详尽，版权归属制作教师，本项免费赠送。

③燕山大学 827 工程热力学(能源)之《工程热力学》复习提纲。

说明：该科目复习重难点提纲，提炼出重难点，有的放矢，提高复习针对性。

(2) 《工程热力学》考研核心题库(含答案)

①燕山大学 827 工程热力学(能源)考研核心题库之名词解释精编。

②燕山大学 827 工程热力学(能源)考研核心题库之简答题精编。

③燕山大学 827 工程热力学(能源)考研核心题库之综合分析题精编。

说明：本题库涵盖了该考研科目常考题型及重点题型，根据历年考研大纲要求，结合考研真题进行的分类汇编并给出了详细答案，针对性强，是考研复习推荐资料。

(3) 《工程热力学》考研模拟题[仿真+强化+冲刺]

①2026 年燕山大学 827 工程热力学(能源)考研专业课五套仿真模拟题。

说明：严格按照本科目最新专业课真题题型和难度出题，共五套全仿真模拟试题含答案解析。

②2026 年燕山大学 827 工程热力学(能源)考研强化五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课强化检测使用。共五套强化模拟题，均含有详细答案解析，考研强化复习推荐。

③2026 年燕山大学 827 工程热力学(能源)考研冲刺五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课冲刺检测使用。共五套冲刺预测试题，均有详细答案解析，最后冲刺推荐资料。

三、电子版资料全国统一零售价

本套考研资料包含以上部分(不含教材)，全国统一零售价：[¥]

四、2026 年研究生入学考试指定/推荐参考书目(资料不包括教材)

燕山大学 827 工程热力学(能源)考研初试参考书

《工程热力学》高等教育出版社，第五版，沈维道等

五、本套考研资料适用学院

车辆与能源学院

六、本专业一对一辅导(资料不包含，需另付费)

提供本专业高分学长一对一辅导及答疑服务，需另付费，具体辅导内容计划、课时、辅导方式、收费标准等详情请咨询机构或商家。

七、本专业报录数据分析报告(资料不包含，需另付费)

提供本专业近年报考录取数据及调剂分析报告，需另付费，报录数据包括：

- ①报录数据-本专业招生计划、院校分数线、录取情况分析 & 详细录取名单；
- ②调剂去向-报考本专业未被录取的考生调剂去向院校及详细名单。

版权声明

编写组依法对本书享有专有著作权，同时我们尊重知识产权，对本电子书部分内容参考和引用的市面上已出版或发行图书及来自互联网等资料的文字、图片、表格数据等资料，均要求注明作者和来源。但由于各种原因，如资料引用时未能联系上作者或者无法确认内容来源等，因而有部分未注明作者或来源，在此对原作者或权利人表示感谢。若使用过程中对本书有任何异议请直接联系我们，我们会在第一时间与您沟通处理。

因编撰此电子书属于首次，加之作者水平和时间所限，书中错漏之处在所难免，恳切希望广大考生读者批评指正。

目录

封面.....	1
目录.....	4
燕山大学 827 工程热力学（能源）历年真题汇编.....	8
燕山大学 827 工程热力学（能源）2016 年考研真题（暂无答案）.....	8
燕山大学 827 工程热力学（能源）2015 年考研真题（暂无答案）.....	10
燕山大学 827 工程热力学（能源）2014 年考研真题（暂无答案）.....	12
燕山大学 827 工程热力学（能源）考研大纲.....	15
2018 年燕山大学 827 工程热力学（能源）考研大纲.....	15
2026 年燕山大学 827 工程热力学（能源）考研核心笔记.....	17
《工程热力学》考研核心笔记.....	17
第 1 章 基本概念及定义.....	17
考研提纲及考试要求.....	17
考研核心笔记.....	17
第 2 章 热力学第一定律.....	19
考研提纲及考试要求.....	19
考研核心笔记.....	19
第 3 章 气体和蒸汽的性质.....	27
考研提纲及考试要求.....	27
考研核心笔记.....	27
第 4 章 气体和蒸汽的基本热力过程.....	32
考研提纲及考试要求.....	32
考研核心笔记.....	32
第 5 章 热力学第二定律.....	37
考研提纲及考试要求.....	37
考研核心笔记.....	37
第 6 章 实际气体的性质及热力学一般关系式.....	43
考研提纲及考试要求.....	43
考研核心笔记.....	43
第 7 章 气体与蒸汽的流动.....	47
考研提纲及考试要求.....	47
考研核心笔记.....	47
第 8 章 压气机的热力过程.....	52
考研提纲及考试要求.....	52
考研核心笔记.....	52
第 9 章 气体动力循环.....	55

考研提纲及考试要求	55
考研核心笔记	55
第 10 章 蒸汽动力装置循环	61
考研提纲及考试要求	61
考研核心笔记	61
第 11 章 制冷循环	64
考研提纲及考试要求	64
考研核心笔记	64
第 12 章 理想气体混合物及湿空气	66
考研提纲及考试要求	66
考研核心笔记	66
第 13 章 化学热力学基础	71
考研提纲及考试要求	71
考研核心笔记	71
2026 年燕山大学 827 工程热力学（能源）考研辅导课件	76
《工程热力学》考研辅导课件	76
2026 年燕山大学 827 工程热力学（能源）考研复习提纲	143
《工程热力学》考研复习提纲	143
2026 年燕山大学 827 工程热力学（能源）考研核心题库	146
《工程热力学》考研核心题库之名词解释精编	146
《工程热力学》考研核心题库之简答题精编	156
《工程热力学》考研核心题库之综合分析题精编	166
2026 年燕山大学 827 工程热力学（能源）考研题库[仿真+强化+冲刺]	178
燕山大学 827 工程热力学（能源）考研仿真五套模拟题	178
2026 年工程热力学五套仿真模拟题及详细答案解析（一）	178
2026 年工程热力学五套仿真模拟题及详细答案解析（二）	180
2026 年工程热力学五套仿真模拟题及详细答案解析（三）	182
2026 年工程热力学五套仿真模拟题及详细答案解析（四）	184
2026 年工程热力学五套仿真模拟题及详细答案解析（五）	186
燕山大学 827 工程热力学（能源）考研强化五套模拟题	188
2026 年工程热力学五套强化模拟题及详细答案解析（一）	188
2026 年工程热力学五套强化模拟题及详细答案解析（二）	190
2026 年工程热力学五套强化模拟题及详细答案解析（三）	192
2026 年工程热力学五套强化模拟题及详细答案解析（四）	193
2026 年工程热力学五套强化模拟题及详细答案解析（五）	195
燕山大学 827 工程热力学（能源）考研冲刺五套模拟题	197
2026 年工程热力学五套冲刺模拟题及详细答案解析（一）	197

2026 年工程热力学五套冲刺模拟题及详细答案解析（二）	199
2026 年工程热力学五套冲刺模拟题及详细答案解析（三）	200
2026 年工程热力学五套冲刺模拟题及详细答案解析（四）	202
2026 年工程热力学五套冲刺模拟题及详细答案解析（五）	204
附赠重点名校：工程热力学 2015-2024 年考研真题汇编（暂无答案）	205
第一篇、2024 年工程热力学考研真题汇编	205
2024 年天津商业大学 805 工程热力学考研专业课真题	205
2024 年石家庄铁道大学 805 工程热力学考研专业课真题	207
第二篇、2023 年工程热力学考研真题汇编	210
2023 年河北科技大学 828 工程热力学考研专业课真题	210
2023 年天津商业大学 805 工程热力学考研专业课真题	213
第三篇、2022 年工程热力学考研真题汇编	216
2022 年天津商业大学 805 工程热力学考研专业课真题	216
第四篇、2021 年工程热力学考研真题汇编	219
2021 年河北科技大学 828 工程热力学考研专业课真题	219
2021 年天津商业大学 805 工程热力学考研专业课真题	221
2021 年浙江工业大学 815 工程热力学考研专业课真题	224
2021 年浙江工业大学 911 工程热力学（II）考研专业课真题	226
第五篇、2020 年工程热力学考研真题汇编	228
2020 年天津商业大学 805 工程热力学考研专业课真题	228
2020 年浙江工业大学 815 工程热力学考研专业课真题	231
2020 年河北科技大学 828 工程热力学考研专业课真题	233
2020 年常州大学 852 工程热力学考研专业课真题	235
2020 年浙江工业大学 911 工程热力学考研专业课真题	237
第六篇、2019 年工程热力学考研真题汇编	239
2019 年广东工业大学 838 工程热力学考研专业课真题	239
2019 年昆明理工大学 876 工程热力学考研专业课真题	245
2019 年宁波大学 931 工程热力学考研专业课真题	249
2019 年天津商业大学 805 工程热力学考研专业课真题	252
2019 年长沙理工大学 828 工程热力学考研专业课真题	254
第七篇、2018 年工程热力学考研真题汇编	257
2018 年南京航空航天大学 817 工程热力学考研专业课真题	257
2018 年南京航空航天大学 917 工程热力学考研专业课真题	260
2018 年武汉科技大学 816 工程热力学考研专业课真题	263
2018 年华南理工大学 826 工程热力学考研专业课真题	266
2018 年天津商业大学 805 工程热力学考研专业课真题	269
第八篇、2017 年工程热力学考研真题汇编	273
2017 年南京航空航天大学 817 工程热力学考研专业课真题	273
2017 年南京航空航天大学 917 工程热力学考研专业课真题	275

2017 年青岛大学 899 工程热力学考研专业课真题	277
2017 年宁波大学 931 工程热力学考研专业课真题	281
2017 年昆明理工大学 876 工程热力学 A 考研专业课真题	283
第九篇、2016 年工程热力学考研真题汇编	287
2016 年南京航空航天大学 917 工程热力学(专业学位) 考研专业课真题	287
2016 年宁波大学 931 工程热力学(A) 考研专业课真题	291
2016 年华南理工大学 826 工程热力学考研专业课真题	297
2016 年天津商业大学 805 工程热力学考研专业课真题	299
2016 年天津商业大学 901 工程热力学考研专业课真题	302
第十篇、2015 年工程热力学考研真题汇编	304
2015 年江西理工大学 824 工程热力学考研专业课真题	304
2015 年浙江海洋学院 814 工程热力学 B 考研专业课真题	306
2015 年华南理工大学 826 工程热力学考研专业课真题	310
2015 年空军工程大学 837 工程热力学考研专业课真题	313
2015 年山东科技大学 850 工程热力学考研专业课真题	316

燕山大学 827 工程热力学（能源）历年真题汇编

燕山大学 827 工程热力学（能源）2016 年考研真题（暂无答案）

2016 年硕士研究生入学考试初试试题

科目代码：828 科目名称：工程热力学（热能）

注：（1）本试题共 2 页。

（2）请按题目顺序在标准答题纸上作答，答在题签或草稿纸上一律无效。

（3）允许使用计算器。

一、概念题（每题 3 分，共 30 分）

1、绝热系统；2、推动功；3、水的三相点；4、多变过程；5、卡诺循环；
6、范德瓦尔方程；7、扩压管；8、余隙比；9、奥托循环；10、回热循环。

二、简答题（每题 6 分，共 30 分）

- 1、写出焓的表达式，简述其物理意义；
- 2、写出 1kg 工质稳定流动过程的能量方程式，并简化为汽轮机中的情况；
- 3、简述卡诺定理的内容；
- 4、简述特性参数对混合加热理想循环热效率的影响规律；
- 5、简述运行参数对朗肯循环热效率的影响规律。

三、判断题（每题 2 分，共 20 分）

- 1、闭口绝热系中，可使用功量衡量系统状态的变化。
- 2、由于准平衡过程是无限缓慢的过程，因而不具实际意义。
- 3、水的临界压力随温度的提高而提高。
- 4、克劳修斯方法是对熵参数导出的唯一途径。
- 5、同一初态到同一终态的两个热力过程，他们的熵变必然相同。
- 6、压缩因子与气体的种类有关，而与工质所处状态无关。
- 7、背压在大于临界压力时，能影响渐缩喷管的出口压力。
- 8、凡是符合范德瓦尔方程的各类工质，方程式中的常数取同样的数值。
- 9、若采取措施能够实现定温压缩后，使用分级压缩就没有必要了。
- 10、采用再热，直接目的是提高蒸汽动力循环的热效率。

燕山大学 827 工程热力学（能源）考研大纲

2018 年燕山大学 827 工程热力学（能源）考研大纲

第一章基本概念及定义

热力系统的概念及分类；

工质热力状态及基本状态参数、平衡状态；

准静态过程、可逆过程、热力循环。

第二章热力学第一定律

热力学第一定律基本表达式——基本能量方程；

闭口系、开口系、稳定流动能量方程及其应用；

各能量方程的内在联系与共性。

第三章气体和蒸汽的性质

理想气体的概念、理想气体状态方程；

理想气体比热及其状态参数计算；

水蒸汽的定压发生过程、水蒸汽表和图、水的相图及三相点。

第四章气体和蒸汽的基本热力过程

分析热力过程的目的及一般方法；

气体的基本热力过程及多变过程，各过程在热力状态坐标图中的表示，热力状态坐标图的应用；

水蒸汽的基本过程。

第五章热力学第二定律

热力学第二定律实质及表述；

卡诺循环、卡诺定理；

熵与熵方程；

热力学第二定律的应用；

孤立系统熵增原理。

第六章实际气体的性质及热力学一般关系式

理想气体状态方程用于实际气体的偏差；

范德瓦尔方程。

第七章气体与蒸汽的流动

绝热稳定流动的基本关系式；

气体在喷管中的绝热流动、喷管中流速及流量计算；

喷管主要尺寸的确定（喷管设计计算）；

实际喷管中有摩擦的流动；

喷管的校核计算。

第八章压气机的热力过程

活塞式压气机工作原理，耗功量计算；

余隙容积对压气机性能的影响；

多级压缩与级间冷却；叶轮式压气机的工作原理；

气体压缩过程的计算。

第九章气体动力循环

分析动力循环的一般方法；

活塞式内燃机的理想循环；

活塞式内燃机各种理想循环的热力学比较。

第十章蒸汽动力循环

朗肯循环；

回热循环与再热循环的特性与计算。

参考资料：

- 1、沈维道等.《工程热力学》（第四版）.高等教育出版社.2007.
- 2、曾丹苓等.《工程热力学》（第三版）.高等教育出版社.2002.

2026 年燕山大学 827 工程热力学（能源）考研核心笔记

《工程热力学》考研核心笔记

第 1 章 基本概念及定义

考研提纲及考试要求

考点：掌握热力系统，热力系统的划分；
考点：掌握状态和状态参数，平衡状态，状态方程式，坐标图；
考点：掌握过程，可逆过程，过程功和热量，熵；
考点：掌握热力循环及经济性指标。

考研核心笔记

一、工程热力学的研究对象

工程热力学是研究热能与其他形式的能量（尤其是机械能）相互转换规律的一门学科工程热力学的主要研究课题归纳起来包括以下几个方面：

（1）研究能量转换的客观规律，即热力学第一定律与第二定律。这是工程热力学的理论基础。其中，热力学第一定律从数量上描述了热能和机械能相互转换时的关系；热力学第二定律从质量上说明了热能与机械能之间的差别，指出能量转换的方向性。

（2）研究工质的基本热力性质。

（3）研究各种热工设备中的工作过程。即应用热力学的基本定律分析计算工质在各种热工设备中所经历的状态变化过程和循环，并探讨和分析影响能量转换效果的因素，以及提高转换效果的途径。

（4）研究与热工设备工作过程直接有关的一些化学和物理化学问题。目前，热能的主要来源是依靠燃料的燃烧，而燃烧是剧烈的化学反应过程，因此需要讨论化学热力学的基础知识。

二、工程热力学的研究方法

热力学有两种不同的研究方法：一种是宏观研究方法；一种是微观研究方法。

宏观研究方法把物质看成连续的整体，并用宏观物理量来描述其状态，而不考虑物质的微观结构。

微观研究方法是从物质由大量分子和原子所构成这事实出发，利用表征分子、原子等运动规律的量子力学和统计方法，来研究热现象的规律。

三、热力系

（1）定义：根据研究问题的需要，人为地选取一定范围内的物质作为研究对象，称其为热力系（统），简称为系统。热力系以外的物质称为外界。热力系与外界的交界面称为边界。边界的选取可以是真实的，也可以是假想的；可以是固定的，也可以是运动的；还可以是这几种边界的组合。

（2）分类：按系统与外界的质量和能量交换情况的不同，热力系可分为：

闭口系：热力系与外界无物质交换的系统。由于系统所包含的物质质量保持不变，亦称之为控制质量系统。对于闭口系，常用控制质量法来研究。

开口系：热力系与外界有物质交换的系统。开口系通常总是取一相对固定的空间，又称为控制容积系统，对其常用控制容积法来研究。

绝热系：热力系与外界无热量交换的系统。

孤立系：热力系与外界无任何能量和物质交换的系统。

简单可压缩系：热力系由可压缩流体构成，与外界只有可逆体积变化功的交换的系统。

工程热力学讨论的大部分系统都是简单可压缩系。

四、工质

用来实现能量相互转换的媒介物称为工质，它是实现能量转换必不可少的内部条件。

五、平衡状态

(1) 定义：平衡态是指在没有外界作用（重力场除外）的情况下，系统的宏观性质不随时间变化的状态。

(2) 实现平衡的充要条件：系统内部及系统与外界之间各种不平衡势差（力差、温差、化学势差）的消失是系统实现热力平衡状态的充要条件。具体来说：力差消失而建立的平衡称为力平衡；温差消失而建立的平衡称为热平衡；化学势差消失而建立的平衡称为化学或物理化学平衡。

自然界的物质实际上都处于非平衡状态，平衡只是一种极限的理想状态。但是，忽略不平衡影响得出的结论通常能满足工程要求。

六、状态参数

描述系统工质状态的客观物理量称为状态参数。在热力学中，常用的状态参数有 6 个，即压力（ p ），温度（ T ）、比体积（ v ）、热力学能（ U ）、焓（ H ）和熵（ S ）。这些参数可分为强度参数（与系统内所含工质的数量无关的状态参数）和广延参数（与系统内所含工质的数量有关的状态参数）。如 p, T 等为强度参数， U, H, S, V 为广延参数。广延参数具有可加性，在系统中，它的总和等于系统内各部分同名参数值之和。单位质量的广延参数具有强度参数的性质，称为比参数。

七、热力过程，功量和热量

热力过程是指热力系从一个状态向另一个状态变化时所经历的全部状态的总和。经典热力学可以描述的是两种理想化的过程：准平衡过程与可逆处理。

功量和热量是在热力过程中系统与外界发生的能量交换量，即通过两种不同的方式交换的能量。

八、热力循环

工质由某一初态出发，经历一系列热力状态变化后，又回到原来初态的封闭热力过程称为热力循环，简称循环。系统实施热力循环的目的是为了实现预期连续的能量转换。

循环按照性质来分有可逆循环（全部由可逆过程组成的循环）和不可逆循环（含有不可逆过程的循环）。按照目的来分，有正向循环（即动力循环）和逆向循环（即制冷循环或热泵循环）。

循环的经济指标用工作系数来表示

$$\text{工作系数} = \frac{\text{得到的收益}}{\text{花费的代价}}$$

第 2 章 热力学第一定律

考研提纲及考试要求

考点：了解热力学第一定律表述；

考点：了解热力学能和总能，能量的传递和转化，体积变化功、轴功、技术功、焓；

考点：掌握闭口系统能量方程式，开口系统能量方程式及其应用。

考研核心笔记

一、热力学第一定律的实质

1. 能量守恒与转换定律

自然界中物质所具有的能量，既不能创造也不能消灭，而只能从一种能量形态转换为另一种能量形态，转换中能量的总量守恒。

热力学第一定律就是能量守恒及转换定律在热现象中的应用。

2. 热力学第一定律的表述

(1) 热是能的一种，机械能变热能，或热能变机械能的时候，他们之间的比值是一定的。

(2) 热可以变为功，功也可以变为热。一定量的热消失时必产生相应量的功；消耗一定量的功时，必出现与之对应的一定量的热。

(3) 热能作为一种能量形态，可以和其它能量形态相互转换，转换中能量的总量守恒。

(4) 第一类永动机是不可能制成的。

第一类永动机：企图不消耗能量而获取机械动力的所谓的永动机。

小鸟自动喝水，木牛流马。

第二类永动机：单一热源吸热并将之全部转化为功的所谓的永动机。

二、热力学能和总能

1. 热力学能 U (内能) u (比热力学能)

热力学能：系统内部各种形式能量的总和。

对于气体分子，热力学能的组成：

- (1) 平移运动；
- (2) 多原子分子的旋转运动和振动；
- (3) 分子的内位能；
- (4) 分子化学能；
- (5) 原子能；
- (6) 电磁能。

热力学能是一个状态参数，所以有：

$$u = f(p, T); \quad u = f(v, T); \quad u = f(p, v)$$

$$\oint du = 0。$$

2. 总能 E e (比总能)

总能量 E 包含内部储存能（即热力学能）和外部储存能（即系统宏观动能 E_k 及位能 E_p ）。

$$E = U + E_k + E_p \quad e = u + e_k + e_p$$

三、能量的传递和转化

1. 做功和传热

能量从一个物体传递到另一个物体有两种方式：做功、热传递。

做功→宏观位移（气球）

热传递→不需要宏观位移，本质为分子运动。

对于**热动装置**来说，热能变成机械能的过程由两个过程组成：

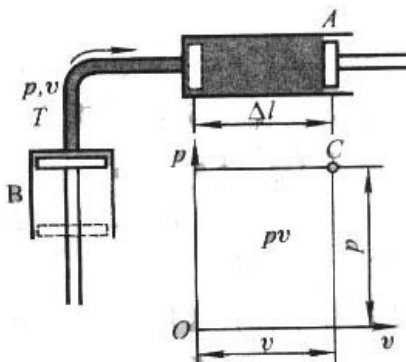
- （1）能量转化的**热力学过程**；
- （2）单纯的**机械过程**。

2. 推动功和流动功

功：（1）与界面移动有关的功（膨胀功、压缩功）；

（2）工质在开口系中流动而传递（推动功）。

推动功：在进出口界面上，为推动工质进、出系统所传递的功。



对于开口系统，入口出口均有推动功，**推动功之差** $\Delta(pv) = p_2v_2 - p_1v_1$ ，为**流动功**，是系统为维持工质流动所需要的功。

工质流入 A 缸，推动活塞移动 Δl ，做功 $p \cdot A \cdot \Delta l = pV = mpv$ ，推动功就为 mpv ，1kg 工质的推动功为 pv 。

开口系统与外界交换的功为膨胀功与推动功之差， $w - (p_2v_2 - p_1v_1)$ 。

四、焓

1. 焓

热工计算中经常用到 $U + pV$ ，在这里定义状态焓为

$$\boxed{H = U + pV} \quad \boxed{h = u + pv}$$

$$dh = du + d(pv)$$

单位 J，由于焓满足状态参数的定语，所以焓是一个状态参数，可以表示为其余任意两个独立状态参数的函数，如：

$$h = f(p, T), \quad h = f(v, T)$$

同样的有 $\oint dh = 0$

某一**确定的平衡状态**下**焓是定值**，与到达此状态的路径无关（状态参数的特征）。

2. 焓的意义

2026 年燕山大学 827 工程热力学（能源）考研辅导课件

《工程热力学》考研辅导课件

第一章 基本概念

Basic Concepts and Definition

1-1 热能和机械能相互转换过程

1-2 热力系统

1-3 工质的热力学状态及其基本状态参数

1-4 平衡状态

1-5 工质的状态变化过程

1-6 功和热量

1-7 热力循环

1-1 热能和机械能相互转换的过程

一、热能动力装置(Thermal power plant)

定义：从燃料燃烧中获得热能并利用热能得到动力的整套设备。

分类

- 气体动力装置(combustion gas power plant)
 - 内燃机(internal combustion gas engine)
 - 燃气轮机装置(gas turbine power plant)
 - 喷气发动机(jet power plant)
 -
- 蒸气动力装置(steam power plant)

共同本质：由媒介物通过吸热—膨胀做功—排热

二、工质(working substance; working medium)

定义：实现热能和机械能相互转化的媒介物质。

对工质的要求：

- 1) 膨胀性
- 2) 流动性
- 3) 热容量
- 4) 稳定性, 安全性
- 5) 对环境友善
- 6) 价廉, 易大量获取

物质三态中
气态最适宜。

三、热源(heat source; heat reservoir)

定义：工质从中吸取或向之排出热能的物质系统。

- 高温热源—热源 (heat source)
- 低温热源—冷源 (heat sink)
- 恒温热源(constant heat reservoir)
- 变温热源

1-2 热力系统（热力系、系统、体系）

外界和边界

一、定义

• 系统(thermodynamic system, system)

人为分割出来, 作为热力学研究对象的有限物质系统。

• 外界(surrounding):

与体系发生质、能交换的物系。

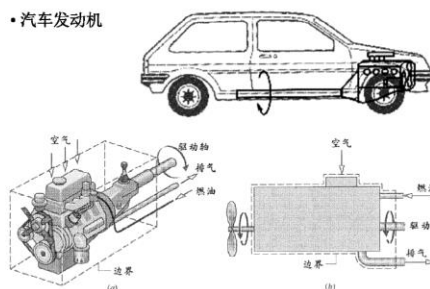
• 边界(boundary):

系统与外界的分界面(线)。

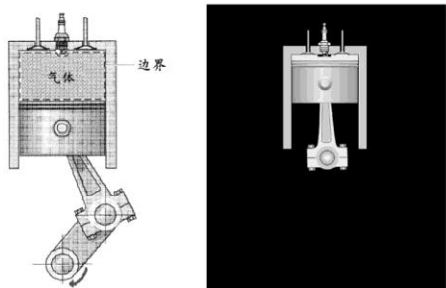


二、系统及边界示例

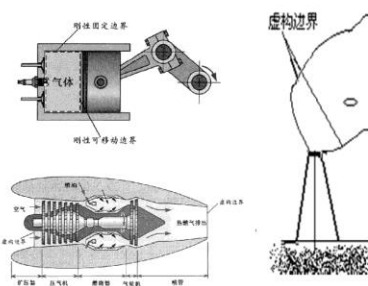
• 汽车发动机



• 汽缸-活塞装置（闭口系例）



• 移动和虚构边界



注意:

- 1) 系统与外界的人为性
- 2) 外界与环境介质
- 3) 边界可以是:
 - a) 刚性的或可变形的或有弹性的
 - b) 固定的或可移动的
 - c) 实际的或虚拟的

三、热力系分类

1. 按组元和相

按组元数

单元系(one component system; pure substance system)
多元系(multicomponent system)

按相数

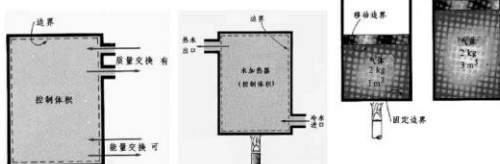
单相系(homogeneous system)
复相系(heterogeneous system)

- 注意: 1) 不计恒外力场影响;
2) 复相系未必不均匀——湿蒸汽;
单元系未必均匀——气液平衡分离状态。

2. 按系统与外界质量交换

闭口系 (closed system)
(控制质量CM)
——没有质量越过边界

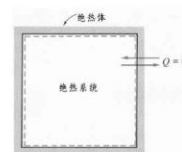
开口系 (open system)
(控制体积CV)
——通过边界与外界有质量交换



3. 按能量交换

绝热系 (adiabatic system) ——
与外界无热量交换;

孤立系 (isolated system) ——
与外界无任何形式的质能交换。



4. 简单可压缩系 (simple compressible system)

——由可压缩物质组成, 无化学反应、与外界有交换容积变化功的有限物质系统。

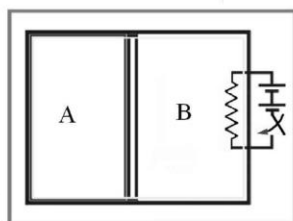
注意:

- 1) 闭口系与系统内质量不变的区别;
- 2) 开口系与绝热系的关系;
- 3) 孤立系与绝热系的关系。

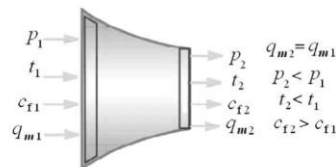
四、热力系示例

1. 刚性绝热气缸-活塞系统, B侧设有电热丝

红线内
——闭口绝热系
黄线内不包含电热丝
——闭口系
黄线内包含电热丝
——闭口绝热系
兰线内
——孤立系



2. 刚性绝热喷管



取红线为系统——闭口系

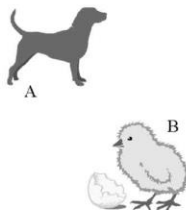
取喷管为系统——开口系绝热系?

3. A、B两部落“鸡、犬之声相闻，民至老死不相往来”

A部落为系统

——闭口系

A+B部落为系统——孤立系



1-3 工质的热力学状态和基本状态参数

一、热力学状态和状态参数

热力学状态 (state of thermodynamic system)

——系统宏观物理状况的综合

状态参数 (state properties)

——描述物系所处状态的宏观物理量

二、状态参数的特性和分类

1. 状态参数是宏观量, 是大量粒子的统计平均效应, 只有平衡态才有状参, 系统有多个状态参数, 如

$$p, V, T, U, H, S$$

2. 状态的单值函数。

物理上——与过程无关；

数学上——其微量是全微分。

$$\oint \mathrm{d}v = 0 \quad \int_{1,2} \mathrm{d}v = \int_{1,2} \mathrm{d}v$$

3. 状态参数分类

广延量 (extensive property)

强度量 (intensive property)

又：广延量的比性质具有强度量特性，如比体积

$$v = \frac{V}{m}$$

工程热力学约定用小写字母表示单位质量参数。

三、系统状态相同的充分必要条件

系统两个状态相同的充要条件：

所有状态参数——对应相等

简单可压缩系两状态相同的充要条件：

两个独立的状态参数对应相等

四、温度和温标 (temperature and temperature scale)

温度的定义：

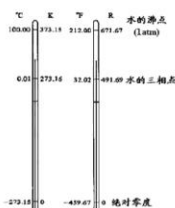
测温的基础——热力学零定律

(zeroth law of thermodynamics)

热力学温标和国际摄氏温标

(thermodynamics scale; Kelvin scale; absolute temperature scale and internal Celsius temperature scale)

$$\{t\}_C = \{T\}_K - 273.15$$



附：

华氏温标和朗肯温标

$$\{T\}_R = \{t\}_F + 459.67$$

华氏温标和摄氏温标

$$\{t\}_C = 5/9[\{t\}_F - 32]$$

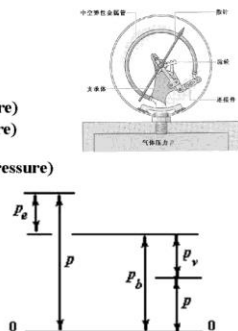
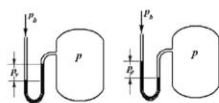
$$\{t\}_F = 9/5\{t\}_C + 32$$

五、压力 (pressure)

绝对压力 p (absolute pressure)表压力 p_e (p_g) (gauge pressure; manometer pressure)真空度 p_v (vacuum; vacuum pressure)当地大气压 p_b (local atmospheric pressure)

$$p = p_b + p_e \quad (p > p_b)$$

$$p = p_b - p_v \quad (p < p_b)$$



常用压力单位：

$$1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \Rightarrow 1 \text{ MPa} = 1 \times 10^6 \text{ Pa} \quad 1 \text{ kPa} = 1 \times 10^3 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ bar} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$$

$$1 \text{ mmHg} = 133.32 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ mmH}_2\text{O} = 9.80665 \text{ Pa}$$

例 A4001441

例 A4002771

六、比体积和密度

比体积 (specific volume)

$$v = \frac{V}{m} \quad \text{单位质量工质的体积} \quad \text{m}^3/\text{kg}$$

密度 (density)

单位体积工质的质量 kg/m^3

$$\rho = \frac{m}{V}$$

两者关系：

$$v = \frac{1}{\rho}$$

1-4 平衡状态

一、平衡状态 (thermodynamic equilibrium state)

1. 定义：无外界影响系统保持状态参数不随时间而改变的状态

• 热平衡 (thermal equilibrium)：

在无外界作用的条件下，系统内部、系统与外界 处处温度相等。

• 力平衡 (mechanical equilibrium)：

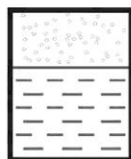
在无外界作用的条件下，系统内部、系统与外界 处处压力相等。

• 热力平衡的充要条件

——系统同时达到热平衡和力平衡。

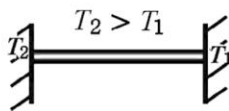
讨论:

1) 系统平衡与均匀



— 平衡可不均匀

2) 平衡与稳定



— 稳定未必平衡

* 二、状态公设 (state postulate)

$$n = f + 1$$

 n —系统独立的状态参数数; f —系统与外界交换功形式数。

简单可压缩系与外界仅有容积变化功一种形式

$$n = 1 + 1 = 2$$

三、纯物质的状态方程

(pure substance state equation)

状态方程 $f(p, v, T) = 0$

1. 理想气体状态方程

(ideal-gas equation; Clapeyron's equation)

$$p v = R_g T \quad \rho V = m R_g T \quad p V = n R T$$

$$p - \text{Pa} [\text{N/m}^2] \quad v - [\text{m}^3/\text{kg}] \quad T - \text{K}$$

 R_g —气体常数 (gas constant) $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ R —通用气体常数 $R = 8.3145 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ $R = M R_g$ (universal (molar) gas constant)

摩尔质量

2. 实际气体 (real gas; imperfect gas) 的状态方程

$$p = \frac{R_g T}{v - b} - \frac{a}{v^2}$$

(a, b 为物性常数)

$$p = \frac{R_g T}{v - b} - \frac{a}{T^{0.5} v(v + b)}$$

(a, b 为物性常数)

BWR 方程

$$p = \frac{R_g T}{v} + \left(B_0 R_g T - A_0 - \frac{C_0}{T^2} \right) \frac{1}{v^2} + \left(b R_g T - a \right) \frac{1}{v^3} + \frac{a \alpha}{v^6} + \frac{c(1 + \gamma/v^2)}{T^2} \frac{1}{v^3} e^{-\gamma/v^2}$$

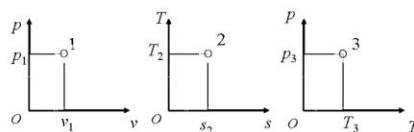
维里型方程

$$z = \frac{p v}{R_g T} = 1 + \frac{B}{v} + \frac{C}{v^2} + \frac{D}{v^3} + \dots$$

$$= 1 + B' p + C' p^2 + \dots$$

四、状态参数坐标图 (parametric coordinates)

一简单可压缩系只有两个独立参数, 所以可用平面坐标上一点确定其状态, 反之任一状态可在平面坐标上找到对应点, 如:



1-5 工质的状态变化过程

一、准静态过程 (quasi-static process;

quasi-equilibrium process)

定义: 偏离平衡态无穷小, 随时恢复平衡的状态变化过程。

进行条件:

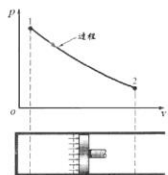
破坏平衡的势—

 $\Delta p, \Delta T$ 无穷小

过程进行无限缓慢

工质有恢复平衡的能力

准静态过程可在状态参数图上用连续实线表示

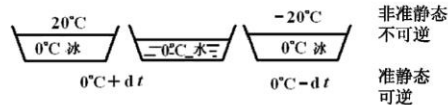


二、可逆过程 (reversible process)

定义: 系统可经原途径返回原来状态而在外界不留下任何变化的过程。

可逆过程与准静态过程的关系

● 单纯传热过程



非准静态

不可逆

准静态

可逆

2026 年燕山大学 827 工程热力学（能源）考研复习提纲

《工程热力学》考研复习提纲

《工程热力学》复习提纲

第 1 章 基本概念及定义

复习内容：掌握热力系统，热力系统的划分；

复习内容：掌握状态和状态参数，平衡状态，状态方程式，坐标图；

复习内容：掌握过程，可逆过程，过程功和热量，熵；

复习内容：掌握热力循环及经济性指标。

第 2 章 热力学第一定律

复习内容：了解热力学第一定律表述；

复习内容：了解热力学能和总能，能量的传递和转化，体积变化功、轴功、技术功、焓；

复习内容：掌握闭口系统能量方程式，开口系统能量方程式及其应用。

第 3 章 气体和蒸汽的性质

复习内容：了解理想气体与实际气体的概念；掌握理想气体状态方程式；

复习内容：掌握理想气体比热容，定容比热容和定压比热容，比热容的形式；

复习内容：掌握理想气体的热力学能、焓和熵；掌握水蒸气的定压发生过程。

第 4 章 气体和蒸汽的基本热力过程

复习内容：理解理想气体的基本热力过程，多变过程；

复习内容：熟练结合热力学第一定律，分析和导出各种基本热力过程及多变过程的相应计算式并进行计算，熟练利用 p - v 、 T - s 图综合分析热力过程；

复习内容：理解水蒸气与理想气体的区别，熟练应用水蒸气热力学性质的图、表进行各种热力过程的计算。

第 5 章 热力学第二定律

复习内容：了解热力学第二定律的表述，理解热力学第二定律的实质；

复习内容：掌握卡诺循环及卡诺定理的结论及热力学意义，熟悉动力循环及制冷循环的分析方法；

复习内容：理解熵是一个状态参数，并能应用热力学第二定律来说明熵这个参数的重要性；

复习内容：掌握热力学第二定律数学表达式及其应用；

复习内容：了解孤立系统熵增原理及过程不可逆性与熵增之间的关系，利用熵方程进行热力计算以及作功能力损失的计算。

第 6 章 实际气体的性质及热力学一般关系式

复习内容：理解实际气体与理想气体的区别

复习内容：理解压缩因子的物理意义

复习内容：了解热力学能、焓、熵、比热容的一般关系式。

第 7 章 气体与蒸汽的流动

复习内容：理解喷管内绝热稳定流动的基本方程及流动的基本特性；

复习内容：掌握喷管出口的截面、流速和流量的变化规律；

复习内容：掌握临界压力比、临界流速和临界流量的概念和计算，应用基本公式计算喷管出口的截面积、流速和流量；

复习内容：了解实际喷管中有摩擦的流动特点；

复习内容：掌握绝热节流过程的，了解扩压管的概念。

第 8 章 压气机的热力过程

复习内容：理解单级活塞压气机的工作原理，

复习内容：不同的级间冷却方法实现不同热力过程以及压气机耗功最小的级间压缩比；

复习内容：了解叶轮式压气机的特点。

第 9 章 气体动力循环

复习内容：理解活塞式内燃机实际循环的简化方法，掌握理想循环热力过程；

复习内容：能分析活塞式内燃机和燃气轮机各种理想循环的热力过程，掌握循环热效率的计算及提高热效率的方法和途径。

第 10 章 蒸汽动力装置循环

复习内容：理解实际蒸汽动力循环的基本循环方式是朗肯循环，理解再热循环与回热循环；

复习内容：了解热电联供循环，理解能量利用中，输出功的效率与利用热的效率是不同的。

复习内容：掌握蒸汽动力循环热效率的计算并能分析影响因素。

第 11 章 制冷循环

复习内容：掌握逆卡诺循环、空气压缩制冷循环、蒸汽压缩制冷循环的组成、制冷系数的计算及提高制冷系数的方法和途径。

复习内容：了解吸收式制冷、蒸汽喷射制冷及热泵。

第 12 章 理想气体混合物及湿空气

复习内容：理解混合气体的成分、平均摩尔质量和平均气体常数，理解理想气体混合物的比热容、热力学能、焓和熵；

复习内容：掌握湿空气状态参数、 h - d 图的使用，进行湿空气基本热力过程的计算。

第 13 章 化学热力学基础

复习内容：标准生成焓 热效应 反应热 燃烧热

复习内容：热值和理论燃烧温度 平衡常数 标准生成吉布斯函数

复习内容：化学反应系统的能量方程 盖斯定律 基尔霍夫定律 平衡移动原理

2026 年燕山大学 827 工程热力学（能源）考研核心题库

《工程热力学》考研核心题库之名词解释精编

1. 定温过程

【答案】定量工质温度保持不变时的热力过程称为定温过程。

2. 可用能与不可用能

【答案】可以转变为机械功的那部分热能称为可用能，不能转变为机械功的那部分热能称为不可用能。

3. 单相系

【答案】系统中工质的物理、化学性质都均匀一致的系统称为单相系。

4. 定熵滞止参数

【答案】将具有一定速度的流体在定熵条件下扩压，使其流速降低为零，这时气体的参数称为定熵滞止参数。

5. 活塞式压气机的余隙

【答案】为了安置进、排气阀以及避免活塞与汽缸端盖间的碰撞，在汽缸端盖与活塞行程终点间留有一定的余隙，称为余隙容积，简称余隙。

6. 临界流速

【答案】达到当地音速的流速称为临界流速。

7. 减缩喷管

【答案】比体积的增加率小于流速的增加率。

8. 定熵过程

【答案】系统与外界没有热量交换情况下所进行的可逆热力过程，称为定熵过程。

9. 吸收式制冷

【答案】利用制冷剂液体气化吸热实现制冷，它是直接利用热能驱动，以消耗热能为补偿将热量从低温物体转移到环境中去。吸收式制冷采用的工质是两种沸点相差较大的物质组成的二元溶液，其中沸点低的物质为制冷剂，沸点高的物质为吸收剂。

10. 强度性参数

【答案】系统中单元体的参数值与整个系统的参数值相同，与质量多少无关，没有可加性，如温度、压力等。在热力过程中，强度性参数起着推动力作用，称为广义力或势。

11. 准静态过程

【答案】如果造成系统状态改变的不平衡势差无限小，以致该系统在任意时刻均无限接近于某个平衡态，这样的过程称为准静态过程

12. 混合气体的分容积

【答案】维持混合气体的温度和压力不变时，各组成气体所具有的容积。

13. 热力学第一定律

【答案】当热能与其他形式的能量相互转换时，能的总量保持不变。或者，第一类永动机是不可能制成的。

14. 边界

【答案】分隔系统与外界的分界面，称为边界。

15. 干球温度

【答案】普通温度计测得的温度。

16. 热力平衡状态

【答案】热力系在没有外界作用的情况下其宏观性质不随时间变化的状态。

17. 开口系统

【答案】热力系与外界有物质交换的系统。

18. 饱和度

【答案】湿空气的含湿量 d 与同温下饱和空气的含湿量 d_s 的比值

19. 卡诺定理

【答案】工作再两个恒温热源 (T_1 和 T_2) 之间的循环，不管采用什么工质，如果是可逆的，其热效率均为 $1 - \frac{T_2}{T_1}$ ，如果不是可逆的，其热效率恒小于 $1 - \frac{T_2}{T_1}$ 。

20. 混合气体的摩尔成分

【答案】混合气体中某组元气体的摩尔数与混合气体总摩尔数的比值称为混合气体的摩尔成分。

21. 湿空气

【答案】干空气和水蒸气所组成的混合气体。

22. 混合气体的分压力

【答案】维持混合气体的温度和容积不变时，各组成气体所具有的压力。

23. 焓

【答案】可以理解为由于工质流动而携带的、并取决于热力状态参数的能量，即热力学能与推动功的总和。

24. 复相系

【答案】由两个相以上组成的系统称为复相系，如固、液、气组成的三相系统。

25. 系统储存能

【答案】是指热力学能、宏观动能、和重力位能的总和。

26. 阿密盖特分容积定律

【答案】混合气体的总容积 V 等于各组成气体分容积 V_i 之和。

27. 喷管效率

【答案】是指实际过程气体出口动能与定熵过程气体出口动能的比值。

28. 热力学第二定律

【答案】克劳修斯表述：不可能把热从低温物体转移到高温物体而不引起其他变化。

开尔文普朗克表述：不可能从单一热源吸热而使之全部转变为功。

29. 压气机的效率

【答案】在相同的初态及增压比条件下，可逆压缩过程中压气机所消耗的功与实际不可逆压缩过程中压气机所消耗的功之比，称为压气机的效率。

30. 孤立系统熵增原理

【答案】任何实际过程都是不可逆过程，只能沿着使孤立系统熵增加的方向进行。

31. 状态参数

【答案】描述工质状态特性的各种物理量称为工质的状态参数。如温度（ T ）、压力（ P ）、比容（ v ）或密度（ ρ ）、内能（ u ）、焓（ h ）、熵（ s ）、自由能（ f ）、自由焓（ g ）等。

32. 绝热系统

【答案】热力系与外界无热量交换的系统。

33. 工质火用

【答案】的对一定的环境而言，工质在某一状态下所具有的热力学能中理论上可以转化为可用能的部分。

34. 对比参数

【答案】各状态参数与临界状态的同名参数的比值。

35. 动力循环

【答案】热机的工作循环称为动力循环。根据热机所用工质的不同，动力循环可分为蒸汽动力循环和燃气动力循环两大类。

36. 热泵

【答案】是一种能源提升装置，以消耗一部分高位能（机械能、电能或高温热能等）为补偿，通过热力循环，把环境介质（水、空气、土壤）中贮存的不能直接利用的低位能量转换为可以利用的高位能。

37. 未饱和水

【答案】水温低于饱和温度的水称为未饱和水（也称过冷水）。

38. 可逆过程

【答案】系统经过一个过程后，如果使热力系沿原过程的路线反向进行并恢复到原状态，将不会给外界留下任何影响。

39. 外界

【答案】边界以外与系统相互作用的物体，称为外界或环境。

40. 实际气体的临界状态

【答案】纯物质的气、液两相平衡共存的极限热力状态。

41. 最佳增压比

【答案】使多级压缩中间冷却压气机耗功最小时，各级的增压比称为最佳增压比。

42. 非均匀系

【答案】成分和相在整个系统空间呈非均匀分布，称非均匀系。

43. 定容容积比热

【答案】在定容过程中，单位容积的物体，当其温度变化 1K (1°C) 时，物体和外界交换的热量，称为该物体的定容容积比热。

44. 热效应区

【答案】在转回曲线之外所有等焓线上的点，其 $\mu_j < 0$ ，发生在这个区域的微分绝热节流总是使流体温度升高，即压力降低 dp ，温度增高 dT ，称为热效应区。

45. 比热

【答案】单位物量的物体，温度升高或降低 1K (1°C) 所吸收或放出的热量，称为该物体的比热。

46. 活塞式压气机的容积效率

【答案】活塞式压气机的有效容积和活塞排量之比，称为容积效率。

47. 饱和绝对湿度

【答案】在一定温度下饱和空气的绝对湿度达到最大值，称为饱和绝对湿度

48. 定容比热

【答案】单位质量的物质，在比体积不变的条件下，作单位温度变化时相应的热力学能的变化。

49. 热量

【答案】通过热力系边界所传递的除功之外的能量。

50. 理想热机

【答案】热机内发生的一切热力过程都是可逆过程，则该热机称为理想热机。

51. 湿蒸汽

【答案】饱和蒸汽和饱和水的混合物称为饱和湿蒸汽，简称湿蒸汽

52. 渐放喷管

【答案】比体积的增加率大于流速的增加率。

53. 制冷机

【答案】从低温冷藏室吸取热量排向大气所用的机械称为制冷机。

54. 广延性参数

【答案】整个系统的某广延性参数值等于系统中各单元体该广延性参数值之和，如系统的容积、内能、焓、熵等。在热力过程中，广延性参数的变化起着类似力学中位移的作用，称为广义位移。

55. 稳态稳流工况

【答案】工质以恒定的流量连续不断地进出系统，系统内部及界面上各点工质的状态参数和宏观运动参数都保持一定，不随时间变化，称稳态稳流工况。