

全国勘察设计

注册公用设备工程师
动力专业执业资格考试教材

第③版

全国勘察设计注册工程师公用设备专业管理委员会秘书处 编

新版

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



全国勘察设计注册公用设备 工程师动力专业执业资格考试教材

第3版

全国勘察设计注册工程师公用设备专业管理委员会秘书处 编



机械工业出版社

本教材以《全国勘察设计注册公用设备工程师动力专业考试大纲》为依据,以注册工程师应掌握的专业基本知识为重点,紧密联系工程实践,运用设计规范、标准,融理论性、技术性、实用性为一体,不仅对本专业技术人员有指导意义,对高等院校师生也有帮助。

本教材可供参加全国勘察设计注册设备工程师动力专业执业资格考试考生参考和使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

全国勘察设计注册公用设备工程师动力专业执业资格考试教材/全国勘察设计注册工程师公用设备专业管理委员会秘书处编. —3 版. —北京:机械工业出版社, 2013. 12 (2014. 4 重印)

ISBN 978-7-111-45052-8

I. ①全… II. ①全… III. ①动力工程—工程技术人员—资格考试—教材 IV. ①TK

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 294003 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 张 晶 责任编辑: 张 晶

封面设计: 张 静 责任印制: 杨 曦

保定市 中画美凯印刷有限公司印刷

2014 年 4 月第 3 版第 2 次印刷

184mm×260mm·60.25 印张·1614 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-45052-8

定价: 178.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社 服 务 中 心: (010)88361066 教材网: <http://www.cmpedu.com>

销 售 一 部: (010)68326294 机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销 售 二 部: (010)88379649 机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010)88379203 封面无防伪标均为盗版

第3版前言

《全国勘察设计注册公用设备工程师动力专业执业资格考试教材》是根据原人事部、原建设部 2001 年发布的《勘察设计注册工程师制度总体框架及实施规划》(人发[2001]5 号)、2003 年发布的《注册公用设备工程师执业资格制度暂行规定》(人发[2003]24 号)等文件的统一部署和安排,由全国勘察设计注册工程师公用设备专业管理委员会秘书处组织动力专业部分资深专家、教授编写的复习辅导教材,供动力专业技术人员参加执业资格专业考试复习使用。自 2004 年 5 月发行第 1 版、2007 年 2 月发行第 2 版以来,基本满足了广大考生的需要。

近几年来,国家颁布、修订了一系列有关节能、安全等方面的标准规范,有关工程技术也有了新的发展。为适应今后专业考试的需要,特组织专家修编了原教材。第 3 版不仅增加了部分新内容,包括新型锅炉、燃气轮机、碎煤加压气化、液化天然气、高压气体压缩机等,还对原教材的内容进行了重新编写,对教材中的相关内容按新公布的规范标准作了诠释。《注册公用设备工程师动力专业执业资格考试教材》第 3 版仍分为三篇十二章,部分收编了前两版资料。在此,第 3 版全体编写人员向前两版参编各位专家致以诚挚的敬意。第 3 版各篇章名称、参与编写的编者姓名及编者所在单位名称分别是:

第一篇 热力

第一章 燃料与燃烧 王英刚、姜燮琦(中国中元国际工程有限公司) 史华光(中国联合工程公司)

第二章 锅炉原理 罗荣华、朱洪兴(中国中元国际工程有限公司) 李江波、汪本尧(河北省电力勘测设计研究院) 王大伟(东方永捷暖通设备有限公司)

第三章 汽轮机原理 汪本尧、李江波(河北省电力勘测设计研究院)

第四章 锅炉房工艺设计 李春林、邢云峰、熊维镛(中国中元国际工程有限公司)

第五章 汽轮机房工艺设计 彭方(北京国电华北电力工程公司) 熊维镛(中国中元国际工程有限公司)

第六章 热力网及热力站 冯继蓓(北京市煤气热力工程设计院)

第二篇 燃气

第七章 制气原料的特性和评价 张秋民、赵树昌、何德民(大连理工大学) 董卫红、郭国杰(中冶焦耐工程技术有限公司)

第八章 制气原理及工艺 文相浩、徐英姬、董卫红、郭国杰(中冶焦耐工程技术有限公司) 江绍辉、盛传红(中国中元国际工程有限公司) 沈余生(中国市政工程华北设计研究院) 李大尚、王曦(赛鼎工程有限公司)

第九章 煤气净化、副产品回收与加工 郝鹏、孙虹(中冶焦耐工程技术有限公司) 李大尚、王曦(赛鼎工程有限公司)

第十章 城镇燃气输配 邓文平、李丽、黄葵(中国市政工程华北设计研究总院)

第十一章 燃气燃烧与应用 徐鹏(北京建筑工程大学)

第十二章 工程设计 文相浩、徐英姬、郝鹏、孙虹(中冶焦耐工程技术有限公司) 江绍辉、盛传红(中国中元国际工程有限公司) 李大尚、王曦(赛鼎工程有限公司) 董卫红、

郭国杰(中冶焦耐工程技术有限公司) 黄葵、李丽、邓文平、王萍、张金环(中国市政工程华北设计研究总院) 柴凤飞、王世芹(中冶京诚工程技术有限公司)

第三篇 气体

第十三章 气体压缩机 陈霖新(中国电子工程设计院) 张洪雁(中国航天建设集团有限公司)

第十四章 制冷与低温 陈霖新(中国电子工程设计院) 邓文(中冶南方工程技术有限公司)

第十五章 供气制冷工程设计 陈霖新(中国电子工程设计院) 杨涌源(中冶南方工程技术有限公司) 王宇虹(中国建筑上海设计研究院有限公司)

教材审核:熊维镕、盛传红(中国中元国际工程有限公司) 李颜强(中国市政工程华北设计研究总院) 毛文中(机械工业勘察设计协会)

副主编:姜燮琦(中国中元国际工程有限公司) 王昌道(中国市政工程华北设计研究总院) 陈霖新(中国电子工程设计院)

主编:朱大钧、熊维镕(中国中元国际工程有限公司)

本复习教材以《全国勘察设计注册公用设备工程师动力专业考试大纲》为依据,以注册工程师应掌握的专业基本知识为重点,紧密联系工程实践运用设计规范、标准(如有变动,以现行规范、标准为准),融理论性、技术性、实用性为一体,力求准确体现考试大纲中“了解、熟悉、掌握”三个不同层次的要求,使考生能系统掌握专业知识,提高正确运用设计规范、标准处理工程实际问题的综合分析、应用能力,而且可以作为本专业技术人员从事工程咨询设计、工程建设项目管理、专业技术管理的辅导读本和高等学校师生教学、学习的参考用书。

本复习教材编写的主要参考书是我国现行的高等学校推荐教材、国家有关的工程建设标准以及动力专业的设计手册、参考资料等。参加本复习教材的编写专家,以其强烈的责任感、深厚的理论造诣、丰富的工程实践经验以及对规范、标准的准确理解,对教材字斟句酌、精心编撰,付出了辛勤劳动。我们对各位编者付出的辛勤劳动表示深切的谢意,编者所在单位对编写工作也给予了热忱的关心和帮助,我们对他们的全力支持表示衷心的感谢。

本教材编写变动较多,难免存在不足和错误之处,诚望广大读者提出宝贵意见。

**全国勘察设计注册工程师
公用设备专业管理委员会秘书处
2013年10月**

第2版前言

《全国勘察设计注册公用设备工程师动力专业考试复习教材》是根据人事部、建设部2001年发布的《勘察设计注册工程师制度总体框架及实施规划》(人发[2001]5号)、2003年发布的《注册公用设备工程师执业资格制度暂行规定》(人发[2003]24号)等文件的统一部署和安排,由全国勘察设计注册工程师公用设备专业管理委员会秘书处组织动力专业部分资深专家、教授编写的复习辅导教材,供动力专业技术人员参加执业资格专业考试复习使用。自2004年5月发行第一版以来,基本满足了广大考生的需要。

近两年来,国家颁布了一系列有关节能、安全方面的标准规范,为适应今后专业考试的要求,特组织专家修编原教材。第二版增加了部分内容包括动力专业考试大纲、专业考试参考样题等,教材中的相关内容按新公布的规范标准内容作了诠释,并对第1版中已勘误的内容作了订正。《注册公用设备工程师动力专业考试复习教材》第2版的内容分为三篇,各篇章名称、编者姓名及所在单位分别是:

第一篇 热力

第一章 燃料与燃烧 叶全乐(中机国际工程设计研究院) 史华光(中国联合工程公司)

第二章 锅炉原理 王瑞君(北京理工大学) 李定凯(清华大学) 马宪国(上海理工大学)

第三章 汽轮机原理 汪本尧(河北省电力勘测设计研究院)

第四章 锅炉房工艺设计 刘宗仁(中国天辰化学工程公司) 潘善明(中国航空工业规划设计研究院) 舒宗汉、吴正宽(北京钢铁设计研究总院) 李春林、邢云峰(中国中元国际工程有限公司)

第五章 汽轮机房工艺设计 彭方(北京国电华北电力工程公司)

第六章 热力网及热力站 孙振安(五洲工程设计研究院) 吴玉环(北京市煤气热力工程设计院)

第二篇 燃气

第七章 制气原料的特性和评价 张秋民(大连理工大学) 沈余生(中国市政工程华北设计研究院)

第八章 制气原理及工艺 陶益新、钱理业(鞍山焦化耐火材料设计研究院) 裴忠勋(中国中元国际工程有限公司) 沈余生(中国市政工程华北设计研究院)

第九章 煤气净化、副产品回收与加工 高克萱、高家生(鞍山焦化耐火材料设计研究院)

第十章 城镇燃气输配 邵玉祥、冯长海、张洪鹏(中国市政工程华北设计研究院) 黎光华(北京建筑工程学院)

第十一章 燃气燃烧与应用 付忠诚(北京建筑工程学院)

第十二章 工程设计 陶益新、钱理业、高克萱、高家生(鞍山焦化耐火材料设计研究院) 裴忠勋(中国中元国际工程有限公司) 沈余生、张洪鹏、邵玉祥、冯长海、高勇(中国市政工程华北设计研究院) 付鑫泉、曾建忠(中冶京诚工程技术有限公司)

第三篇 气体

第十三章 气体压缩机 张洪雁(中国航天建筑设计研究院)

第十四章 制冷与低温 陈光明(浙江大学制冷与低温研究所)

第十五章 供气制冷工程设计 杨涌源(武汉钢铁设计研究院)

教材审核:熊维镛、盛传红、姜夔琦(中国中元国际工程有限公司) 王昌道(中国市政工程华北设计研究院) 陈霖新(中国电子工程设计院)

本复习教材以《全国勘察设计注册公用设备工程师动力专业考试大纲》为依据,以注册工程师应掌握的专业基本知识为重点,紧密联系工程实践运用设计规范、标准(如有变动,以现行规范、标准为准),融理论性、技术性、实用性为一体,力求准确体现考试大纲中“了解、熟悉、掌握”三个不同层次的要求,使考生能系统掌握专业知识,提高正确运用设计规范、标准处理工程实际问题的综合分析、应用能力,而且可以作为本专业技术人员从事工程咨询设计、工程建设项目管理、专业技术管理的辅导读本和高等学校师生教学、学习的参考用书。

本复习教材编写的主要参考书是我国现行的高等学校推荐教材、国家有关的工程建设标准以及动力专业的设计手册、参考资料等。参加本复习教材的编写专家,以其强烈的责任感、深厚的理论造诣、丰富的工程实践经验以及对规范、标准的准确理解,对复习教材字斟句酌、精心编撰,付出了辛勤劳动。我们对各位编者付出的辛勤劳动表示深切的谢意,编者所在单位对编写工作也给予了热忱的关心和帮助,我们对他们的全力支持表示衷心的感谢。

本复习教材编写变动较多,难免存在不足和错误之处,诚望广大读者提出宝贵意见。

**全国勘察设计注册工程师
公用设备专业管理委员会秘书处
2007年2月**

第1版前言

《全国勘察设计注册公用设备工程师动力专业考试复习教材》是根据人事部、建设部 2001 年发布的《勘察设计注册工程师制度总体框架及实施规划》(人发[2001]5 号)、2003 年发布的《注册公用设备工程师执业资格制度暂行规定》(人发[2003]24 号)等文件的统一部署和安排,由全国勘察设计注册工程师公用设备专业管理委员会及其秘书处组织动力专业部分资深专家、教授编写的复习辅导教材,供动力专业技术人员参加执业资格专业考试复习使用。

本复习教材的内容分为三篇,篇章名称、编者姓名、编者所在单位分别是:

第一篇 热力

第一章 燃料与燃烧 叶全乐(中机国际工程设计研究院) 史华光(中国联合工程公司)

第二章 锅炉原理 王瑞君(北京理工大学) 李定凯(清华大学) 马宪国(上海理工大学)

第三章 汽轮机原理 汪本尧(河北省电力勘测设计研究院)

第四章 锅炉房工艺设计 刘宗仁(中国天辰化学工程公司) 潘善明(中国航空工业规划设计研究院) 舒宗汉、吴正宽(北京钢铁设计研究总院) 李春林(中元国际工程设计研究院)

第五章 汽机房工艺设计 彭方(北京国电华北电力工程公司)

第六章 热力网与热力站 孙振安(五洲工程设计研究院) 吴玉环(北京市煤气热力工程设计院)

第二篇 燃气

第七章 制气原料的特性和评价 张秋民(大连理工大学) 沈余生(中国市政工程华北设计研究院)

第八章 制气原理及工艺 陶益新、钱理业(鞍山焦化耐火材料设计研究院) 裴忠勋(中元国际工程设计研究院) 沈余生(中国市政工程华北设计研究院)

第九章 煤气净化、副产品回收与加工 高克萱、高家生(鞍山焦化耐火材料设计研究院)

第十章 城镇燃气输配 邵玉祥、冯长海、张洪鹏(中国市政工程华北设计研究院) 黎光华(北京建筑工程学院)

第十一章 燃气燃烧与应用 付忠诚(北京建筑工程学院)

第十二章 工程设计 陶益新、钱理业、高克萱、高家生(鞍山焦化耐火材料设计研究院) 裴忠勋(中元国际工程设计研究院) 沈余生、张洪鹏、邵玉祥、冯长海、高勇(中国市政工程华北设计研究院) 付鑫泉、曾建忠(北京钢铁设计研究总院)

第三篇 气体

第十三章 气体压缩机 张洪雁(中国航天建筑设计研究院)

第十四章 制冷和低温 陈光明(浙江大学制冷与低温研究所)

第十五章 供气制冷工程设计 杨涌源(武汉钢铁设计研究院)

教材审核:熊维镕、盛传红、姜夔琦(中元国际工程设计研究院) 王昌道(中国市政工程华北设计研究院) 陈霖新(中国电子工程设计院)

本复习教材以《全国勘察设计注册公用设备工程师动力专业考试大纲》为依据,以注册工程师应掌握的专业基本知识为重点,紧密联系工程实践,运用设计规范、标准,融理论性、技

术性、实用性为一体，力求准确体现考试大纲中“了解、熟悉、掌握”三个不同层次的要求，不仅对参加执业资格考试人员复习后能系统掌握专业知识和正确运用设计规范、标准处理工程实际问题的综合分析、应用能力有所助益，而且可以作为本专业技术人员从事工程咨询设计、工程建设项目管理、专业技术管理的辅导读本和高等学校师生教学、学习的参考用书。

本复习教材编写的主要参考书是我国现行的高等学校推荐教材和国家有关的工程建设标准，以及动力专业的设计手册、参考资料等。参加本复习教材的编写专家，以其强烈的责任感、深厚的理论造诣、丰富的工程实践经验以及对规范、标准的准确理解，对复习教材字斟句酌、精心编撰，付出了辛勤劳动。我们对各位作者付出的辛勤劳动表示深切的谢意，编者所在单位对编写工作也给予了热忱的关心和帮助，对他们的全力支持表示衷心的感谢。

由于本复习教材是首次编写，加之时间仓促，难免有不妥和错误之处，诚望广大读者提出宝贵意见，以便再版时修改完善。

**全国勘察设计注册工程师
公用设备专业管理委员会秘书处**

目 录

第3版前言

第2版前言

第1版前言

第一篇 热 力

第一章 燃料与燃烧	1	一、水动力学的基本概念	72
第一节 燃料	1	二、自然循环回路的设计原则	74
一、燃料分类及性质	1	三、热水锅炉的工作特性	76
二、燃料的成分和成分分析	6	第五节 锅炉的强度计算	77
三、发热量	9	一、元件强度的常规计算	77
四、我国常用燃料的特性	11	二、系统的强度	82
第二节 燃烧基本概念	19	第三章 汽轮机原理	84
一、燃烧的基本原理	19	第一节 汽轮机级的工作原理	84
二、气体燃料的燃烧	20	一、概述	84
三、液体燃料(燃油)的燃烧	24	二、蒸汽在喷嘴和动叶通道中的 流动过程	85
四、固体燃料(煤)的燃烧	25	三、冲动式与反动式汽轮机	86
五、燃烧污染物的生成机理	27	第二节 多级汽轮机	90
第三节 燃烧计算	29	一、多级汽轮机的技术特点	90
一、燃烧空气量计算	30	二、汽轮机及其装置的评价指标	94
二、燃烧产物烟气量的计算	32	三、汽轮机的分类及选用	97
三、烟气焓的计算	34	第三节 汽轮机的变工况特性	100
第二章 锅炉原理	39	一、汽轮机的负荷特性	100
第一节 概述	39	二、关于滑压运行	103
一、锅炉的类型和分类	39	三、供热汽轮机的工况图	103
二、锅炉的工作原理	42	第四节 汽轮机的凝汽设备	105
第二节 锅炉的热平衡	54	一、凝汽设备的工作原理	105
一、锅炉的热平衡组成及热效率	54	二、管束布置及真空除氧	108
二、带入锅炉的热量 Q_1	55	三、抽气设备	109
三、锅炉的有效利用热 Q_1	56	第五节 汽轮机辅助系统	110
四、锅炉的热损失	56	一、轴封系统	110
五、锅炉热平衡测试	62	二、油系统	111
第三节 锅炉受热面的结构布置	67	三、冷却供水系统	113
一、辐射受热面的结构及布置	67	第六节 燃气轮机	118
二、对流受热面的结构及布置	69	一、燃气轮机基本原理	118
第四节 锅炉水动力学	72		

二、燃气轮机分类、应用	118	二、热水系统的定压及补水	213
三、燃气轮机主要结构	119	第九节 锅炉烟气净化	219
四、燃气轮机与蒸汽轮机基本比较	121	一、有关锅炉烟气排放的标准和规定	219
五、燃气轮机热力循环	122	二、锅炉大气污染物排放量和排放浓度的计算	219
六、燃气-蒸汽联合循环	122	三、锅炉大气污染物防治原理、技术特点与设计要点	220
第四章 锅炉房工艺设计	124	第五章 汽轮机房工艺设计	225
第一节 锅炉房布置	124	第一节 发电厂热力系统	225
一、锅炉房位置的选择	124	一、发电厂原则性热力系统	225
二、多层或高层建筑内锅炉房布置	124	二、发电厂全面性热力系统	230
三、锅炉房布置的一般原则	125	三、凝汽式发电机组的总效率	242
四、锅炉间的设备布置	125	第二节 热力系统主要设备选择	243
第二节 锅炉选择	127	一、除氧器	243
一、供热介质和参数的选择	127	二、给水泵	244
二、锅炉设备选择原则	128	三、减压减温器	245
三、锅炉台数的确定	129	四、疏水扩容器	245
第三节 锅炉烟风系统	129	五、热网加热器	246
一、风机选择原则	129	第三节 供热机组的热经济性指标	246
二、风机选择计算	129	一、概述	246
三、风烟管道设计及计算	132	二、热电联产的总热效率	246
四、烟囱的计算	134	三、热电联产热电比	247
第四节 锅炉给水处理	136	四、热电成本分摊比	247
一、锅炉水质标准	136	五、热化发电率	247
二、锅外水处理	143	第四节 发电厂汽水管道设计	248
三、锅内水处理	164	一、概述	248
四、给水除氧系统	166	二、管子的选择	251
五、锅炉排污	171	三、管道附件的选择	254
第五节 锅炉给水设备	175	四、管道及附件的布置	257
一、锅炉给水泵和给水箱	175	五、水力计算	260
二、凝结水泵和凝结水箱	178	六、支吊架设计	263
第六节 锅炉房燃料贮运系统	178	第五节 发电厂主厂房布置	270
一、燃煤锅炉房的贮运煤系统	178	一、主厂房布置的原则和形式	270
二、煤粉制备	186	二、主厂房的设备布置	272
三、燃油燃气锅炉房的燃油贮运和燃烧设施	195	第六节 燃气轮机发电装置工艺设计和分布式能源系统	286
第七节 灰渣贮运系统	207	一、燃气轮机发电装置工艺设计	286
一、除灰渣系统的选择	207	二、分布式能源系统	293
二、灰渣贮运	208	第六章 热力网及热力站	296
三、除灰渣系统设计与主要计算	209	第一节 热力管道的布置及敷设	296
第八节 热水供热系统	212		
一、热水锅炉供热系统形式	212		

一、热力管道的布置原则	296	三、常用阀件	339
二、热力管网的布置形式	297	第六节 管道保温及防腐	342
三、架空敷设	297	一、概述	342
四、管沟敷设	299	二、保温材料	343
五、直埋敷设	299	三、管道保温结构	344
第二节 热力管道系统	301	四、保温计算	344
一、热力管道种类及参数	301	五、金属腐蚀、涂料及防腐	348
二、蒸汽管道系统	302	第七节 热力站	348
三、凝结水管道系统	302	一、热力站的规模	348
四、热水管道系统	303	二、热力站的连接方式的选择	349
第三节 热力管道水力计算	304	三、换热器的选择	349
一、概述	304	四、水泵选择	354
二、热负荷	305	五、间接连接供暖系统的定压和补水	354
三、常用数据	309	六、直接连接采暖系统采用的混水 装置	355
四、管径和压力损失计算	311	七、凝结水回收	355
五、蒸汽管网水力计算	311	八、阀门及仪表	356
六、热水管网水力计算	312	九、热力站的系统及布置	356
七、水压图	313	第八节 热力网的供热调节	357
第四节 管道热补偿及管道支架	320	一、运行调节的基本方程式	359
一、管道热伸长	320	二、质调节	359
二、管道热补偿	322	三、量调节	361
三、支架荷载	326	四、分阶段改变流量的质调节	362
四、固定支架推力	331	五、间歇调节	364
第五节 管子和管道附件	337	参考文献	365
一、管子和管道附件的标准化	337		
二、管子	338		

第二篇 燃 气

第七章 制气原料的特性和评价	367	一、煤的成焦过程及气体析出途径	393
第一节 煤炭	367	二、炼焦用煤的基本要求、配煤和 焦炭质量	394
一、中国煤炭的分类	367	三、现代焦炉的结构和主要设备	399
二、衡量、评价煤质的特性指标和 方法	370	四、焦炉的物料平衡和热平衡计算	409
三、炼焦制气用煤的工艺特性	381	五、焦炉流体力学基础	412
四、气化用煤的工艺特性	386	六、干法熄焦	416
第二节 轻油制气及改质制气原料	391	第二节 煤炭常压气化原理及工艺	418
一、轻油制气原料	391	一、连续与间歇煤制气气化原理及 基本过程	418
二、改质制气原料	392	二、气化用煤的选择原则和基本要求	419
第八章 制气原理及工艺	393	三、普通煤气发生炉、水煤气发生炉、	
第一节 炼焦制气原理及工艺	393		

两段煤气发生炉、两段水煤气发生炉等的特点和结构	423	二、煤气终冷	491
四、气化过程计算	427	三、洗苯	491
五、气化工艺流程	430	四、粗苯蒸馏简介	492
六、气化煤气站主要附属设备	436	第五节 苯精制和焦油加工的	
第三节 碎煤移动床加压气化原理		基本概念	493
及工艺	443	一、苯精制	493
一、碎煤移动床固态排渣加压气化过程	443	二、焦油加工	494
二、碎煤移动床固态排渣加压气化对煤质的要求	447	三、沥青冷却	495
三、各种条件对气化过程的影响	449	第六节 碎煤移动床加压气化	
四、气化工程主要指标及计算	451	煤气的净化及副产品回收	496
五、碎煤移动床固态排渣加压气化工艺流程	459	一、加压气化煤气的生产及净化流程	496
六、碎煤移动床液态排渣加压气化与固态排渣加压气化的比较	461	二、煤气冷凝水处理及副产品回收	496
第四节 轻油制气和天然气改质		第七节 碎煤移动床加压气化	
制气原理及工艺	463	煤气的调质	500
一、轻油间歇循环催化裂解制气原理及工艺	463	一、加压气化粗煤气的变换冷却	500
二、天然气间歇循环催化改制原理及工艺	467	二、碎煤加压气化煤气中酸性气体脱除	503
第九章 煤气净化(调质)、副产品回收与加工	471	三、加压气化煤气的甲烷化	506
第一节 焦炉煤气净化、冷却与排送	471	四、代用天然气的干燥	507
一、焦炉煤气概述	471	第十章 城镇燃气输配	509
二、焦炉煤气的净化	472	第一节 城镇燃气的质量要求	509
三、焦炉煤气的冷却与排送	474	一、城镇燃气的分类	509
第二节 焦炉煤气的脱硫、脱氰	476	二、城镇燃气的质量要求	510
一、干法脱硫	476	三、天然气、液化石油气、人工煤气国家标准	511
二、湿法脱硫、脱氰	477	第二节 燃气的基本性质	514
第三节 焦炉煤气的脱氨、剩余氨水蒸氨	484	一、混合物组分的表示方法和组分换算	514
一、硫酸吸收法生产硫铵	484	二、混合物物理、热力和燃烧性质的计算	517
二、剩余氨水蒸氨	485	第三节 城镇燃气用气量、用气指标和用气工况	536
三、磷铵吸收法生产无水氨	488	一、城镇燃气用气量	536
四、水洗氨、氨分解	489	二、燃气用户用气指标	536
第四节 煤气的脱苯及苯回收	490	三、年用气量	537
一、粗苯的组成和性质	490	四、用气工况	537
		第四节 燃气管道水力计算	539
		一、燃气管道水力计算公式	539
		二、燃气管道起点和终点压力的确定	542
		三、燃气管道计算	543
		第五节 燃气压力调节和计量原理	543

二、压缩机级的实际循环	789	第六节 制冷与低温循环的热力学	
三、多级压缩	792	第二定律分析	873
四、压缩机的热力性能	793	一、熵分析法	873
五、高压气体压缩机	797	二、焓分析法	875
六、压缩机的润滑	801	第十五章 供气制冷工程设计	880
七、压缩机的附属设备	803	第一节 常用气体用途及气体品质	880
第三节 螺杆式压缩机	803	一、气体用途	880
一、基本结构和工作原理	803	二、用气品质	883
二、螺杆式压缩机的特点、分类和应用	805	第二节 用量平衡与供气站、制冷站	
三、热力性能计算	807	的规模确定	885
四、螺杆式压缩机机组系统设计	811	一、氧气平衡与空分装置能力确定	885
第四节 离心式压缩机	813	二、氢气平衡与制氢装置的能力确定	887
一、离心式压缩机的工作原理	813	三、气体供应站能力的确定	888
二、离心式压缩机级内性能参数和		四、空气站供气能力的确定	889
轴功率	816	五、制冷站供冷能力的确定	890
三、性能曲线与调节	821	第三节 供气系统	890
第十四章 制冷与低温	825	一、氧、氮、氩供气系统	890
第一节 制冷与低温的热力学基础	825	二、氢气供气系统	892
一、相变制冷	825	三、保护气体供气系统	892
二、气体绝热膨胀制冷	826	四、加氢站的氢气系统	892
三、制冷循环热力学特性分析	827	五、压缩空气供气系统	893
第二节 制冷与低温工质性质	831	第四节 供气站、制冷站的平面	
一、概述	831	布置	893
二、流体物性计算的热力学基础	833	一、氧气站的平面布置	893
三、制冷与低温工质的物理化学性质	836	二、氢气站的平面布置	895
四、工质与润滑油	838	三、加氢站的平面布置	896
第三节 蒸气制冷循环	840	四、压缩空气站的布置	897
一、单级蒸气压缩制冷循环	840	五、制冷站的布置	898
二、两级蒸气压缩制冷循环	845	第五节 供气设备	899
三、蒸气吸收制冷循环	849	一、空气分离设备	899
第四节 气体的制冷和液化循环	853	二、制氢设备	902
一、一次节流循环	854	三、空压站设备	906
二、二次节流循环	856	第六节 气体贮存、灌装及运输	
三、等熵膨胀循环	857	设备	907
四、等焓膨胀和等熵膨胀的组合循环	859	一、气体贮罐	907
第五节 气体分离的原理与方法	861	二、灌装设备	910
一、气体的理想分离	861	三、运输设备	911
二、气体分离原理	862	第七节 供气站的管网设计	912
三、空气分离系统	867	一、气体管网的布置与敷设	912
四、气体分离的其他方法	872	二、管道的水力计算	914

三、管道的热补偿	915
四、管道支架的跨距及荷载	917
五、管道强度计算	919
六、管材及主要附件的选择	920
七、特殊管道系统	923

第八节 供气站的防火防爆和噪声 控制	927
一、防火防爆	927
二、噪声控制	928
参考文献	934

附 录

附录 A 有关执业资格动力专业考试 文件	935
-------------------------------	-----

附录 B 全国注册公用设备工程师 (动力)专业考试参考样题	943
--	-----

第一篇 热 力

第一章 燃料与燃烧

第一节 燃 料

化石燃料(煤、石油和天然气)作为一次能源,在整个国民经济的能源供应中占有重要的地位。了解其基本特性和燃烧的基本理论,对于每个动力工程师都是必要的。

一、燃料分类及性质

化石燃料按其存在形态可以分为固体、液体和气体燃料三类。在我国常用的固体燃料是煤,液体燃料有重油、渣油和柴油,气体燃料按其获取的方式分为天然气和人工煤气。

三类燃料所具有的物理、化学、工艺性质内容很广,本节仅对各类燃料对工程设计影响较大的性质作简要介绍。

(一) 固体燃料(煤)的性质

1. 密度 煤的密度有真(相对)密度、视(相对)密度和堆密度之分。堆密度是指单位容积所装载的散装煤炭的质量,即

$$\text{堆密度} = \frac{G}{V} \quad (1-1)$$

式中 G ——散煤质量(t);

V ——容积(m^3)。

各种煤和煤灰的堆密度和安息角见表 1-1。

表 1-1 煤和煤灰的堆密度和安息角

名 称	堆密度 /(t/m^3)	安息角($^\circ$)		名 称	堆密度 /(t/m^3)	安息角($^\circ$)	
		运 动	静 止			运 动	静 止
无烟煤(干)	0.7~1.0	27~30	27~45	木炭	0.2~0.4		
烟煤	0.8	30	35~45	无烟煤粉	0.84~0.89		37~45
褐煤	0.6~0.8	30	35~50	烟煤粉	0.4~0.7		37~45
泥煤	0.29~0.5	40	45	煤灰(干)	0.64~0.72		35~45
泥煤(湿)	0.55~0.65	40	45	煤灰	0.7		15~20
焦炭	0.36~0.53	35	50				

2. 煤的热稳定性 煤的热稳定性是指煤块在加热时保持原有粒度的性能。热稳定性好的煤在燃烧或气化过程中不破碎或破碎较少。锅炉或煤气发生炉如使用热稳定性差的煤,将导致