

锅炉压力容器 入门解读

GUOLU YALI RONGQI
RUMEN JIEDU

● 主编 徐柏民 颜飞龙



杭州出版社



内容提要

锅炉、压力容器是发电行业的主要设备,也是轻、纺、化、建材等行业的重要动力装备。了解和掌握这方面的基本知识,是上述行业员工应有的基本技术素质。

本书从锅炉、压力容器的基本结构、工作原理、生产制造、运行操作控制和相应的规程、规范及管理制度等方面着手,力求采用通俗易懂的语言进行逐一解读。为了满足初涉电力、锅炉、容器等企事业单位中的非锅炉、压力容器专业科技人员、员工和对机械、发电知识有需求的社会大众的阅读需求,在解读时尽量避免理论性的数学推演,而是采取定性的分析和解读。

本书以科普性面向读者,可作为电力、锅炉、容器等企事业单位中非本专业的员工的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

锅炉压力容器入门解读/徐柏民,颜飞龙主编. —杭州:
杭州出版社, 2009.11

ISBN 978-7-80758-290-8

I. 锅… II. ①徐…②颜… III. ①锅炉—基本知识
②压力容器—基本知识 IV. TK22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 191040 号

锅炉压力容器入门解读

主编 徐柏民 颜飞龙

责任编辑:金丽群 陈晴天 张 蕾

出版发行:杭州出版社

(杭州市曙光路 133 号 邮编:310007 电话 0571-87997719)

经销:新华书店

制版:杭州浙大同济教育彩印有限公司

印刷:杭州浙大同济教育彩印有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:15

字数:300 千

版次:2009 年 11 月第 1 版 2009 年 11 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-80758-290-8

定价:50.00 元

如发现印装质量问题,请与本社发行部联系调换。

(版权所有 侵权必究)

编写人员名单

主 编 徐柏民 颜飞龙

主要编写人员 周中也 杨再成 杨一农 傅先成

汪津旋 李宝法 俞灿明

前 言

宣传科学发展观、倡导和普及创新意识和实践能力、提高社会大众对基础科普知识和相关产业基本科学原理的认知能力，是实施国家《全民科学素质行动计划纲要（2006—2010—2020）》的一项具体内容，也是我国社会经济发展的实际需要。

随着各国对能源战略的日益重视，可持续发展已成国际社会的共识，在社会大众和相关企业中普及能源领域内的科学知识，已成为提高全民科学素质和开展科普工作的自然需求。同时在我国城市人口科学素质提高速度不断加快的形势下，人们对身边科普知识的需求日益提高。为了满足人们对火力发电系统中的锅炉和压力容器基本知识的学习需要，给初涉电力、锅炉、容器等行业企事业单位的员工和对机械、发电知识有兴趣的读者提供引路、入门的指导资料，特编写本书。

锅炉、压力容器的基础原理，为日新月异的产业革命提供了取之不尽的理论源泉。在余热利用、低碳经济的发展、新型余热锅炉的开发和能源领域相关的产业中所取得的各种成果，无不一一印证了这个论断。

本书是以介绍基础知识为主的普及性读物，由徐柏民、颜飞龙主编，全书由9章组成。第一章“绪论”由周中也编写，第二章“工业锅炉与热水锅炉”由颜飞龙编写，第三章“电站锅炉”由杨再成、颜飞龙编写，第四章“余热锅炉”由杨一农、徐柏民编写，第五章“电站主要辅机”由傅先成编写，第六章“压力容器基本知识”由汪津旋编写，第七章“锅炉、压力容器的制造工艺”由李宝法编写，第八章“焊接与设备”由俞灿明、徐柏民编写，第九章“热工仪表与自动调节”和锅炉压力容器有关规程、规范由徐柏民编写。全书第一至第八章中有关内容的充实、修改、编辑和校对由徐柏民、颜飞龙完成。

在本书编写过程中，得到了杭州市科协、杭州锅炉集团股份有限公司科协和不少同行科技工作者的大力支持，他们提供了很多的参考文献和资料，在此谨表谢忱。

由于编者水平有限，本书中难免会有一些谬误和不足之处，敬请广大读者指正。

编者

2009年11月

目 录

第一章 绪 论

1 锅炉的功用	1
1.1 用于发电	1
1.2 用于工业生产	1
1.3 提供动力驱动	1
1.4 用于日常生活和医疗器械消毒	1
2 锅炉的分类	1
2.1 按用途分类	1
2.2 按固定情况分类	2
2.3 按锅炉内水循环的方式分类	2
2.4 按产生的蒸汽压力分类	2
2.5 按燃料种类分类	2
2.6 按燃烧方式分类	3
2.7 按产品（蒸汽）的状态分类	3
2.8 按工质分类	3
2.9 按结构分类	3
2.10 按通风方式分类	4
3 锅炉热工基础	5
3.1 热量单位	5
3.2 燃料	5
3.3 水	7
3.4 传热	8
4 锅炉的效率	9
5 锅炉规范	11
6 锅炉设备简介	11

7 锅炉本体·····	11
7.1 燃烧设备·····	11
7.2 炉膛·····	14
7.3 锅炉受热面·····	14
7.4 锅筒与集箱·····	20
7.5 钢架与平台、扶梯·····	21
7.6 炉墙·····	21
7.7 锅炉本体管路及热风道·····	21

第二章 工业锅炉与热水锅炉

1 工业锅炉的型号表示方法·····	22
2 DZL4-1.27-A 型锅炉·····	23
3 WNS 型燃油锅炉 ·····	24
4 SHL20-2.45/400-A II 型锅炉 ·····	25
5 DZL14-1.27/130/80-A II 型热水锅炉 ·····	28
6 DHL29-1.27/150/90-A 型锅炉 ·····	29

第三章 电站锅炉

1 电站锅炉的工作可靠性和经济性·····	30
2 电站锅炉的类型·····	30
3 NG-75/5.3/485-M 型锅炉 ·····	31
4 NG-410/9.8-M 型锅炉 ·····	32
4.1 炉膛及水冷壁·····	32
4.2 锅筒·····	34
4.3 过热器·····	34
4.4 省煤器和空气预热器·····	34
4.5 钢架·····	35
5 NG-220/9.8 型高炉煤气锅炉 ·····	35
6 NG-75/5.3-M6 型循环流化床锅炉 ·····	37

第四章 余热锅炉

1 余热资源的利用·····	41
2 烟道式余热锅炉的型号表示规定·····	42
3 余热气体（烟气）的回收·····	43
3.1 焚烧炉用余热锅炉·····	44
3.2 海绵铁余热锅炉·····	44
3.3 加热炉用余热锅炉·····	45
3.4 焙烧炉用余热锅炉·····	46
3.5 玻璃窑余热锅炉·····	48
3.6 燃气轮机余热锅炉·····	49
3.7 转炉余热锅炉·····	50
4 回收固体余热的锅炉·····	53
4.1 烧结机余热锅炉·····	53
4.2 水泥窑余热锅炉·····	54
4.3 干熄焦余热锅炉·····	55
5 垃圾焚烧锅炉·····	55
5.1 生活垃圾焚烧原理·····	56
5.2 我国垃圾处理现状·····	57
5.3 垃圾焚烧锅炉炉型的选择·····	58
5.4 机械炉排焚烧锅炉·····	58
5.5 循环流化床焚烧锅炉·····	60
6 余热锅炉的发展前景·····	63

第五章 电站主要辅机

1 给水回热设备的必要性·····	65
2 给水回热系统的分级及设备分类·····	66
3 高压加热器·····	67
3.1 高加的用途和特点·····	67
3.2 高加的换热特征·····	67

3.3	高加结构形式及工作原理	67
3.4	高加主要性能指标	69
4	低压加热器	69
5	除氧器	71
5.1	除氧器的用途	71
5.2	除氧器的结构	71
5.3	除氧器的传热与传质过程	72
5.4	除氧器的分类	72
5.5	除氧器的工作原理	72
5.6	除氧器的主要性能指标	73
6	凝汽器	73
6.1	凝汽器的用途和特点	73
6.2	凝汽器的类型和要求	73
6.3	凝汽器的结构	73
6.4	凝汽器制造及运行难点	74
6.5	凝汽器主要性能指标	74

第六章 压力容器基本知识

1	压力容器主要特性参数	75
1.1	压力	75
1.2	温度	75
1.3	介质	76
1.4	容积	76
2	压力容器的分类	76
3	典型三类压力容器产品简介	76
4	对压力容器的基本要求	78
4.1	强度	78
4.2	刚度	78
4.3	结构	78
4.4	耐久性	78

4.5 密封性·····	78
4.6 其他工艺要求·····	78
5 压力容器制造和制造缺陷对安全的影响·····	79
5.1 压力容器制造常规要求·····	79
5.2 制造缺陷对容器安全的影响·····	79
6 压力容器的破坏形式·····	80
6.1 塑性破坏·····	80
6.2 脆性破坏·····	80
6.3 疲劳破坏·····	81
6.4 腐蚀破坏·····	81

第七章 锅炉、压力容器的制造工艺

1 冷作加工工艺·····	82
1.1 放样与划线·····	82
1.2 切割·····	82
1.3 冲裁·····	84
1.4 边缘加工·····	84
1.5 折边与型钢弯曲·····	84
1.6 压制·····	85
1.7 卷板·····	86
1.8 胀接·····	86
1.9 碳弧气刨·····	88
1.10 矫正·····	88
1.11 弯管·····	89
2 热处理工艺·····	90
2.1 热处理的4种基本方法·····	91
2.2 消除应力退火·····	91
2.3 正火·····	92
2.4 高强度低合金钢筒体的调质热处理·····	92
3 典型部件工艺流程·····	92

3.1 封头制造工艺流程·····	92
3.2 筒体制造工艺流程·····	92
3.3 大小接管取料工艺流程·····	92
3.4 组装工艺流程·····	93
3.5 大板梁制造工艺流程·····	93
3.6 膜式水冷壁制造工艺流程·····	93
4 锅炉产品检验·····	94
4.1 原材料质量检验·····	94
4.2 几何尺寸检验·····	94
4.3 无损探伤·····	95
4.4 压力试验·····	96
4.5 致密性试验·····	96

第八章 焊接与设备

1 熔焊方法·····	97
1.1 手工电弧焊·····	97
1.2 埋弧焊·····	98
1.3 手工钨极氩弧焊·····	99
1.4 熔化极惰性气体保护焊·····	100
1.5 电渣焊·····	100
2 焊接与设备·····	101
2.1 锅筒、压力容器的焊接与设备·····	101
2.2 高压加热器的焊接与设备·····	102
2.3 锅炉集箱的焊接与设备·····	102
2.4 蛇形管部件焊接与设备·····	103
2.5 膜式壁管屏焊接与设备·····	104
2.6 钢结构焊接与设备·····	104
2.7 螺旋鳍片管焊接与设备·····	105
3 焊接机器人·····	105
3.1 焊接机器人的发展及应用·····	105

3.2 焊接机器人的主要优点	106
3.3 焊接机器人的基本知识	106

第九章 热工仪表与自动调节

1 温度仪表	111
1.1 液体膨胀式温度计	111
1.2 压力式温度计	112
1.3 热电偶温度计	112
1.4 热电阻温度计	114
2 压力表	115
2.1 膜盒式压力计	115
2.2 弹簧管式压力表	116
2.3 真空表	117
2.4 压力开关	117
2.5 压力变送器	118
3 流量表	119
3.1 差压式流量计	119
3.2 转子流量计	120
3.3 流速式流量计	122
3.4 漩涡流量计	124
4 烟气氧量表	126
4.1 热磁式氧分析器	126
4.2 氧化锆氧分析仪	126
5 自动控制基础理论	127
5.1 自动控制系统的常用术语	128
5.2 系统的静态、动态和干扰作用	129
5.3 调节系统的质量指标	129
5.4 调节对象的负荷与自衡	130
6 给水自动调节	131
6.1 单冲量给水自动调节系统	131

6.2 双冲量给水自动调节系统	132
6.3 三冲量给水自动调节系统	133
7 燃煤锅炉燃烧自动调节	134
7.1 燃料（气压）调节系统	134
7.2 送风调节系统	135
7.3 引风调节系统	136
7.4 燃烧调节系统使用时的注意事项	137
8 程序控制系统	137
8.1 程序控制装置及分类	137
8.2 系统功能	138
8.3 系统组成	138
9 计算机集散控制系统	138
9.1 概述	138
9.2 集散控制系统的构成	140
9.3 集散控制系统的基本功能	143
 附录	
锅炉压力容器安全监察暂行条例.....	145
蒸汽锅炉安全技术监察规程.....	149
压力容器安全技术监察规程.....	187

第一章 绪 论

1 锅炉的功用

将通过燃烧加热使水变成蒸汽的设备称为蒸汽锅炉；将冷水加热，使其变成高温热水并用于采暖的设备称为热水锅炉。

总体来讲，锅炉所产生的蒸汽可以有以下几种用途。

1.1 用于发电

在火力发电厂中，锅炉所产生的高温、高压蒸汽通过管道进入蒸汽轮机，在蒸汽轮机中蒸汽在转子的叶片中膨胀做功，使转子高速旋转（转速为 3000r/min）。转子的一端与发电机的转子相连接，发电机转子旋转切割磁力线，产生强大的电流，经过输、配电系统输入电网，供工业生产和人民生活之用。可见，锅炉、蒸汽轮机和发电机组成了火力发电厂的三大主机。

1.2 用于工业生产

纺织、印染、造纸、橡胶、制糖、制药、石油、化工、化肥和机械等行业都需要水蒸气来进行生产，主要是利用水蒸气的热能来加热或使物料保持干燥。

1.3 提供动力驱动

轮船、蒸汽机车等需要锅炉提供动力驱动外，在钢铁厂用蒸汽带动工业汽轮机，工业汽轮机再带动高压鼓风机旋转，达到向高炉送风炼铁的目的。

1.4 用于日常生活和医疗器械消毒

民居楼房的取暖系统、宾馆旅舍的生活用热水、食物蒸煮以及医院的器械消毒等都需要蒸汽。

2 锅炉的分类

因为锅炉的功用多种多样，所以锅炉类型也是多种多样。下面按照锅炉的某一特点进行分类。

2.1 按用途分类

(1) 电站锅炉 用于火电厂，为火力发电厂的三大主机之一。

(2) 工业锅炉 用于工矿企业，为企业的生产服务，一般其蒸汽压力较低。

(3) 采暖锅炉。

(4) 动力驱动用锅炉。

2.2 按固定情况分类

(1) 固定式锅炉 用地脚螺栓将锅炉固定在基础上，使其不能移动。绝大多数锅炉为固定式锅炉。

(2) 移动式锅炉 相对于地面可作移动，例如机车锅炉、船舶锅炉等。

2.3 按锅炉内水循环的方式分类

(1) 自然循环锅炉 锅炉受热面管子内的水依靠与下降管内水的重位压差而进行循环，从而避免管道被烧毁。

(2) 强制循环锅炉 用循环水泵使水在受热面管子内流动的锅炉。硫铁矿制酸余热锅炉（以下简称：硫酸余热锅炉）即为强制循环锅炉。

(3) 直流锅炉 水从锅炉的入口进入锅炉后就受热蒸发，变成蒸汽后再加热成为过热蒸汽，最后离开锅炉。这些过程都是在管道内连贯进行，因此直流锅炉没有设置锅筒。

2.4 按产生的蒸汽压力分类

按锅炉产生的蒸汽压力分类，有超高压锅炉、高压锅炉等。锅炉产生的蒸汽压力分类见表 1-1。

表 1-1 锅炉产生的蒸汽压力分类表

锅炉压力等级	超临界压力	亚临界压力	超高压	高压	次高压	中压	次中压	低压
蒸汽压力 /MPa	>22.1	<18	14	9.8	3.82~9.8	3.82	2.45	≤1.6

2.5 按燃料种类分类

(1) 气体燃料锅炉 用煤气（焦炉煤气、高炉煤气等）、天然气等可燃气体做燃料的锅炉。

(2) 液体燃料锅炉 用轻柴油、渣油或重油等液体做燃料的锅炉。

(3) 固体燃料锅炉 用煤做燃料的锅炉，绝大多数锅炉属于此类。某些固体可燃物也可以作为锅炉的燃料，例如稻糠、甘蔗渣、木屑、木片、椰子壳等，甚至城市垃圾也可以作为锅炉燃料。

(4) 无燃料锅炉 没有燃烧室，不需任何燃料的锅炉。一般的余热锅炉即属于此类，例如玻璃窑余热锅炉、燃气轮机余热锅炉、干法熄焦余热锅炉和硫酸余热锅炉等。

2.6 按燃烧方式分类

(1) 层燃锅炉 在锅炉的炉膛内将固体燃料以层状铺在炉排上进行燃烧。链条炉排锅炉即属于此类，其蒸汽量通常小于 100t/h。

(2) 室燃锅炉 燃料在炉膛空间内一边“飞行”一边燃烧，待“飞”至炉膛出口处时，可燃物已燃烧殆尽。气体燃料及液体燃料锅炉均属于室燃锅炉。把煤磨成粉后，用空气将煤粉吹入炉膛，使煤粉在悬浮状态下燃烧的煤粉锅炉也属于室燃锅炉。

(3) 沸腾燃烧锅炉 固体燃料在炉膛里的燃烧方式既不同于链条炉排锅炉（煤与炉排之间无相对运动），又不同于煤粉锅炉（煤粉在一次“飞行”过程中燃烧完毕），是介于上述两种方式之间的一种燃烧方式（称为沸腾燃烧，也称为流态化燃烧）。属于这种燃烧方式的锅炉有两种形式：鼓泡床沸腾燃烧锅炉（鼓泡状流化床锅炉）和循环流化床锅炉。

2.7 按产品（蒸汽）的状态分类

(1) 饱和蒸汽锅炉 向外供应饱和蒸汽的锅炉。

(2) 过热蒸汽锅炉 向外供应过热蒸汽的锅炉。

(3) 热水锅炉 生产冬季取暖用热水的锅炉。

2.8 按工质分类

绝大多数锅炉的工质是水，因为水具有一系列其他物质所不具备的性质，例如：①地球上水的储存量极其巨大；②水无毒、无色、无味，对其他物质造成的腐蚀很轻；③在大气状态下，水的沸点不高。因而，绝大多数锅炉是“水锅炉”。

但在某些场合下，也采用一些在标准状态下沸点比水更低的物质作为锅炉的工质，这种工质就是导热油，使用这种工质的锅炉就称作导热油锅炉。我国使用的导热油为 YD 系列有机油。由于导热油的沸点比水低，因而较低压力的导热油，其温度可与较高压力的水蒸气相同，因此，锅炉的工作压力就较低，这在某些情况下会带来一系列好处。

2.9 按结构分类

2.9.1 水管锅炉

水在锅炉的管道内（受热面）流动，吸收管道外火焰或热烟气产生的热量而汽化，这种锅炉称作水管锅炉。电站锅炉都是水管锅炉，大部分工业锅炉也是水管锅炉。

2.9.2 烟管锅炉

热烟气在管道内部流动，管道外面是水，由管道内热烟气加热管道外的水，这种锅炉称作烟管锅炉。烟管锅炉需要有一个直径较大的筒体，两端由两块平板（封头）封住，再在平板上钻孔，装入烟管，并在筒体内盛水。这种锅炉也称作锅壳式锅炉。蒸发量小于 6t/h 的燃油锅炉常采用这种结构。

2.10 按通风方式分类

燃料在炉膛里燃烧时放出热量，同时产生烟气及灰渣。在燃烧过程中，需要连续不断地加入燃料以维持燃烧，同时需要不断地排净烟气及灰渣，并不断地向炉膛送入空气。空气和烟气在炉内的流动方式就是锅炉的通风方式，有 3 种不同的通风方式，相对应的有 3 种类型的锅炉。

2.10.1 负压通风锅炉

负压通风锅炉的通风方式有 2 种，即自然通风和引风机通风。

(1) 自然通风锅炉必须有一座具有一定高度的烟囱，从锅炉尾部出来的废烟气直接进入烟囱，由烟囱排入大气。由于烟囱内的烟气温度高于外面的空气温度，而烟气密度小于空气密度，因而烟囱产生一个抽力，该抽力使炉排上面煤层内的气体压力小于炉排下面的空气压力（即炉膛内为负压，其压力小于外面的大气压力），空气就源源不断地通过炉排进入煤层，促使煤燃烧。这种自然通风系统适用于蒸发量小于 1t/h 的人工手烧锅炉。当锅炉的蒸发量较大时，烟气流过锅炉本体各受热面部件时所产生的阻力较大，如仅用烟囱的抽力来克服这些阻力，则要求烟囱的高度必须很高，这在经济上不合算，所以必须采用引风机来增强通风力，即增加引风机通风系统。

(2) 引风机通风锅炉是在锅炉本体出口烟道上、烟囱之前安装引风机。引风机由电机带动，工作时由于引风机叶片高速旋转，在烟道内产生很大的负压，相当于几百米高的烟囱所产生的抽力，空气就通过煤层被吸入炉膛，最后烟气经过引风机的叶轮进入烟囱，排向大气。这种系统可以应用于蒸发量较大的锅炉。

2.10.2 微正压通风锅炉

微正压通风锅炉燃烧时所需的空气由风压较高的送风机压入炉膛，炉膛内烟气压力大于炉膛外面的大气压力，因此烟道内的烟气是在烟气压力下流向烟囱，并从烟囱排向大气。这种系统多用于燃油锅炉，尤其是小型燃油锅炉。在这一系统环境下，由于炉膛内是正压，所以燃料燃烧和传热条件得到了改善，但它对炉墙质量的要求大大提高，炉墙存在缝隙就会使烟气向外喷出，造成人员伤亡和环境污染。

2.10.3 平衡通风锅炉

负压通风系统只适用于小型锅炉，对于容量较大的锅炉，因为其受热面积增大，烟气流速增大，且锅炉的排烟温度较低，仅采用负压通风系统无法达到通风的目的。此时应采用平衡通风系统，即同时使用送风机、引风机和烟囱：用送风机来克服燃烧设备及通风管道的通风阻力，用引风机和烟囱来克服烟气流动时产生的阻力，并且最后将烟气排入大气。这样，既可以控制烟囱高度，从辐射降低造价，节约成本；又可以使烟道内的负压不至于太大，从而减少漏风，提高锅炉的学率。所以，目前绝大多数锅炉都采用平衡通风系统。

3 锅炉热工基础

3.1 热量单位

以前常用的热量单位为卡 (cal), 将 1g 20℃ 的水加热到 21℃ 时所需的热量 (能量) 为 1cal, 1 卡 (cal) 的 1000 倍为千卡 (kcal), 也称大卡。目前国际上热量的法定计量单位为焦耳, 简称焦 (J), 1 焦 (J) 的 1000 倍为千焦 (kJ)。千焦与千卡的换算关系为 $1\text{kJ} = 0.2388\text{kcal}$ 。

3.2 燃 料

燃料是一种通过燃烧能将其化学能释放出来转变成热能, 并能被利用的物质。燃料之所以能够燃烧, 散发热量, 是因为燃料中含有可以燃烧的物质, 其主要成分是碳、氢和硫。对燃料进行化学分析, 可以测得其化学元素成分为: 碳、氢、氧、氮和硫以及硅、铁、铝、锰等, 其中前 5 种元素为主要元素, 后几种为微量元素。

燃料可以分成 3 类: 固体燃料、液体燃料和气体燃料。其中, 固体燃料以煤为代表, 应用最为广泛。

3.2.1 煤

3.2.1.1 煤的元素分析

将送入锅炉前的煤 (称作收到基) 按照其化学元素成分进行分析, 以煤样的质量作为 100% 计, 则各主要元素的质量百分数以及煤的水分与灰分的质量百分数之和应为 100%, 用公式表示:

$$C + H + O + N + S + A + M = 100\%$$

式中: C 、 H 、 O 、 N 、 S ——煤中碳、氢、氧、氮、硫的质量百分数, %;

A ——煤中灰分的质量百分数, %;

M ——煤中水分的质量百分数, %。

不同煤的成分不同, 甚至同一煤矿的煤, 其成分也可能有差异。煤还含有其他元素, 如钾、钙、铝、铁和硅等, 但含量极小, 都计入灰分中。

3.2.1.2 煤的发热量

煤的燃烧即通过其可燃物质与空气中的氧发生快速化合反应, 并释放大量热量。煤的可燃物质为碳、氢和硫。不同的煤燃烧时释放的热量不同, 将 1kg 煤完全燃烧释放的热量称作煤的发热量, 单位为 kJ/kg。发热量可在专用的氧弹测热器中测得。煤的发热量大致为 5400 ~ 31000 kJ/kg (1300 ~ 7500 kcal/kg), 其值因煤种而异。

3.2.1.3 煤的挥发分

煤在加热时达到一定温度后就开始分解, 析出气体状的碳氢化合物——挥发分, 这是一