

热能管理技术

煤炭工业出版社

72.5
141

热能管理技术

日本热能技术协会

吴永宽 苗艳秋 译

戴和武 审订

31610/07

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书较系统地介绍了现今日本的热能管理技术和各种计算、测量方法。主要内容包
括：燃料、供热设备、燃烧、供热、热利用和环境保护的管理技术。书中深入浅出地介绍各种测量方法的原理、仪器以及热平衡和热效率的计算方法。

书中还扼要地论述了各种窑炉（包括钢铁、铸造、水泥、砖、化工以及垃圾焚烧等窑炉）、各类锅炉和炉用保温（保冷）材料的性能，砌筑方法和操作，蒸馏、蒸发、干燥和干馏的装置和应用技术，原油、重油、煤炭和焦炭的分析测定，以及防止煤烟污染技术等。有关章节还附有计算实例。

本书可供热能管理、工厂供热、供热设备设计、制造、使用等专业人员阅读，也可作为培训教材。

责任编辑：李 钟 奇

日本熱エネルギー技術協会

熱 管 理 技 術 講 義

改訂 6 版

丸善株式会社

（東京都中央区日本橋二丁目 3 番 10 号）

昭和 53 年 3 月 20 日 第 5 刷発行

*

热 能 管 理 技 术

吴永宽 苗艳秋 译

戴和武 审订

*

煤炭工业出版社 出版

（北京安定门外和平北路 16 号）

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ 印张 $17^{1/8}$

字数 454 千字 印数 1—7,420

1984 年 4 月第 1 版 1984 年 4 月第 1 次印刷

书号 15035·2590 定价 3.50 元

译 者 的 话

本书译自日本热能技术协会编著，1978年第6次修订出版的《热能管理技术讲义》一书。

热能管理是以节能为目的的一门综合性专业技术，是日本制定和推行热能管理法的基础。第二次世界大战以后，日本以热能管理技术作为经济恢复的基础技术，它有效地促进了节能和防止公害工作的开展。

书中系统、全面地介绍了现今日本的热能管理技术和各种计算、测量方法。

在日本，这本书是作为热能管理人员准备参加全国考试的基本教科书。我们将它译成中文，是为了向我国从事热能管理、工厂供热、供热设备设计、制造、使用等专业人员提供一本学习参考书，希望能为我国热能管理技术的发展，为节能和环境保护工作尽一些微薄的力量。

本书在翻译过程中，承蒙前国家能源委员会的领导和同志们的大力支持与鼓励，在此表示感谢。

由于本书涉及专业面很广，加之我们水平有限，谬误不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

译 者

一九八二年十二月

目 录

1. 热能管理概论

1.1 热能管理的意义和重要性	1
1.1.1 热能管理的概念	1
1.1.2 热能管理系统	2
1.1.3 热能管理法	3
1.2 能源形势	4
1.2.1 世界的能源需求	4
1.2.2 日本的能源需求	5
1.2.3 环境保护与能源需求	6
1.3 热能管理的方法	10
1.3.1 热能管理组织及其工作	10
1.3.2 燃料的管理	11
1.3.3 燃烧管理与安全管理	11
1.3.4 计测管理	12
1.3.5 热流管理	12

2. 燃 料

2.1 燃料概论	14
2.1.1 燃料的意义	14
2.1.2 燃料的分类	14
2.2 气体燃料	16
2.2.1 概论	16
2.2.2 煤气（焦炉煤气）	18
2.2.3 高炉煤气	18
2.2.4 转炉煤气	19
2.2.5 水煤气	19
2.2.6 石油气	19

2.2.7	天然气	20
2.2.8	液化石油气	21
2.2.9	城市煤气	23
2.2.10	气体燃料的管理	24
2.3	液体燃料	27
2.3.1	概论	27
2.3.2	原油	28
2.3.3	燃料油	29
2.3.4	液体燃料的管理	37
2.4	固体燃料	39
2.4.1	概论	39
2.4.2	煤炭	40
2.4.3	焦炭	44
2.4.4	固体燃料的管理	45

3. 燃料检验方法

3.1	气体燃料检验方法	47
3.1.1	燃料气的检验方法	48
3.1.2	天然气的检验方法	52
3.1.3	液化石油气的检验方法	55
3.2	液体燃料的检验方法	57
3.2.1	采样方法(日本工业标准JIS K2251)	57
3.2.2	比重检验法(日本工业标准JIS K2249)	57
3.2.3	反应检验法(日本工业标准JIS K2252)	58
3.2.4	闪点检验方法	58
3.2.5	蒸馏检验方法	59
3.2.6	动粘度检验方法(日本工业标准JIS K2283)	59
3.2.7	流动点检验方法(日本工业标准JIS K2269)	60
3.2.8	残碳量检验方法(康拉逊残碳法)	
	(日本工业标准JIS K2270)	60
3.2.9	硫分检验方法	61
3.2.10	水分检验方法(蒸馏法)	
	(日本工业标准JIS K2275)	63

3.2.11	灰分检验方法(日本工业标准 JIS K2272)	63
3.2.12	发热量检验方法(日本工业标准 JIS K2279)	63
3.3	固体燃料的检验方法	63
3.3.1	采样与制样方法(日本工业标准 JIS M8811)	63
3.3.2	全水分和吸附水分测定方法 (日本工业标准 JIS M8811)	65
3.3.3	煤炭内在水分的测定方法 (日本工业标准 JIS M8803)	65
3.3.4	工业分析方法(日本工业标准 JIS M8812)	65
3.3.5	元素分析方法(日本工业标准 JIS M8813)	66
3.3.6	发热量测定方法(日本工业标准 JIS M8814)	68
3.3.7	粒度检验方法(日本工业标准 JIS M8801)	69
3.3.8	煤的破碎性检验方法(日本工业标准 JIS M8801)	69
3.3.9	煤的坍塌膨胀检验方法(日本工业标准 JIS M8801)	69
3.3.10	煤的流动性检验方法(基氏流动度检验方法) (日本工业标准 JIS M8801)	70
3.3.11	灰熔点检验方法(日本工业标准 JIS M8801)	70
3.3.12	着火点检验方法	70
3.3.13	焦炭强度检验方法(日本工业标准 JIS K2151)	70
3.3.14	测定值的表示方法和不同基准的换算方法 (日本工业标准 JIS M8810)	71

4. 热 和 蒸 汽

4.1	热	73
4.1.1	温度、质量、力、压力	74
4.1.2	气体的量	75
4.1.3	热容、比热、分子热	76
4.1.4	显热、潜热、反应热	76
4.1.5	气体的状态	77
4.1.6	热力学第一定律	79
4.1.7	内能	79
4.1.8	热焓	80
4.1.9	卡诺循环, 热力学温度刻度	81

4.1.10	热力学第二定律	82
4.1.11	熵	82
4.2	蒸汽	84
4.2.1	水的蒸发	84
4.2.2	蒸汽的热焓	85
4.2.3	饱和温度、临界温度、临界压力	86
4.2.4	蒸汽表	86
4.2.5	利用效率	100
4.2.6	$h-s$ 曲线图	101
4.2.7	热机循环	103
4.2.8	湿空气	104
4.3	传热	108
4.3.1	概论	108
4.3.2	平板传热	108
4.3.3	圆筒的传热	108
4.3.4	层板的传热	110
4.3.5	对流	111
4.3.6	热传导	114
4.3.7	热交换器	114
4.3.8	辐射	116
4.3.9	辐射的传热量	117
4.3.10	气体辐射和光焰辐射	118
4.3.11	综合传热	121

5. 燃烧方法和燃烧装置

5.1	燃烧的一般知识	124
5.1.1	燃烧的化学反应	124
5.1.2	着火过程	125
5.1.3	燃烧过程	127
5.1.4	燃烧温度	129
5.1.5	燃烧装置容量的表示方法	130
5.1.6	燃烧调节的基准	131

5.1.7	烟尘的生成与防止	132
5.1.8	燃烧时氮氧化物的生成和防止措施	136
5.2	气体燃烧	138
5.3	油的燃烧	150
5.3.1	油的燃烧	150
5.3.2	油燃烧器的种类	151
5.3.3	通风装置	157
5.3.4	油燃烧的附属装置	161
5.3.5	吹氧燃烧	164
5.3.6	低氧燃烧	164
5.4	固体燃烧	166
5.4.1	概要	166
5.4.2	粉煤燃烧法	166
5.5	流体输送	168
5.5.1	基础关系式	168
5.5.2	导管的压降	169
5.6	通风和鼓风机	173
5.6.1	通风的种类和特点	173
5.6.2	烟囱的通风能力	174
5.6.3	鼓风机	175

6. 计测方法和计测仪器

6.1	工业测定方法	178
6.1.1	计测仪器的选择、测定地点和计测仪器的维修	178
6.1.2	测定值	179
6.2	燃烧气体的分析方法和分析仪器	180
6.2.1	气体分析仪的种类和特点	180
6.2.2	烟道气的采样方法	182
6.2.3	化学法的气体分析装置	182
6.2.4	物理法的气体分析装置	183
6.2.5	未燃气体计 (CO + H ₂ 测量计)	186
6.2.6	过剩空气计 (O ₂ 测定仪)	187

6.3	温度的测定方法和仪器	190
6.3.1	温度计的种类和使用范围	190
6.3.2	封液式玻璃温度计	190
6.3.3	压力温度计	192
6.3.4	电阻温度计	192
6.3.5	热电偶温度计	195
6.3.6	辐射温度计	199
6.3.7	光学高温计	201
6.3.8	比色高温计	202
6.3.9	温度的其它测定方法	202
6.3.10	温度计的选择	203
6.4	流量的测定方法与仪器	205
6.4.1	流量计的种类	205
6.4.2	容积法	205
6.4.3	流速法	207
6.4.4	面积法	208
6.4.5	速度头的测定方法	208
6.4.6	阻尼机构法	209
6.4.7	热线式方法	211
6.4.8	电磁式方法	211
6.4.9	流体涡流法	212
6.4.10	流量计的选择	213
6.5	压力的测定方法与仪器	215
6.5.1	液柱式压力计	215
6.5.2	弹性变形式压力计	216
6.5.3	压力的其他测定方法	217
6.6	液面测定方法及仪器	218
6.6.1	液面计	218
6.6.2	管式液面计	218
6.6.3	液面的其他测定方法	218
6.7	重量测定方法及仪器	219
6.7.1	计重(重量和质量)	219
6.7.2	天平,台秤,吊秤和测力传感器	219

6.7.3	皮带秤	220
6.7.4	漏斗秤	220
6.8	湿度的测定方法及仪器	221
6.8.1	水分吸收法	221
6.8.2	干湿球湿度计	221
6.8.3	露点计	222
6.8.4	其他湿度计	222
6.9	其他的计测仪器	223
6.9.1	节流干度计	223
6.10	自动控制	223
6.10.1	自动控制回路的构成	223
6.10.2	自动控制的基础	226
6.10.3	自动控制的实际应用	228

7. 燃烧计算和热量计算

7.1	燃烧计算	239
7.1.1	有关燃烧的基础知识	239
7.1.2	固体和液体燃料燃烧时的空气需要量和燃烧气体的 生成量	245
7.1.3	气体燃料燃烧时需要的空气量和生成的 燃烧气体量	252
7.1.4	近似计算的方法	256
7.1.5	特殊情况下的计算方法	257
7.2	热平衡计算	257
7.2.1	热平衡计算	257
7.2.2	范围	258
7.2.3	基准和测定项目	259
7.3	热平衡计算的方法	259
7.3.1	主要项目的计算方法	259
7.3.2	热平衡计算示例	269
7.3.3	热平衡图	277
7.4	热效率及其研究	278

7.4.1	热效率	278
7.4.2	燃烧气体温度	279
7.4.3	热效率的研究	280

8. 窑 炉

8.1	窑炉的定义	282
8.1.1	窑炉的定义	282
8.1.2	分类	282
8.2	钢铁用炉	282
8.2.1	焙烧炉	282
8.2.2	球团化炉	283
8.2.3	鼓风炉	285
8.2.4	混铁炉	286
8.2.5	转炉	286
8.2.6	均热炉	287
8.2.7	连续加热炉	288
8.3	铸造熔化炉	289
8.3.1	化铁炉	289
8.3.2	反射炉	290
8.3.3	转炉	290
8.4	有色金属熔化炉	290
8.4.1	坩埚炉	290
8.4.2	炼铝用反射炉	291
8.5	机械工业用炉	292
8.5.1	锻造加热炉	292
8.5.2	热处理炉	293
8.6	电炉	294
8.7	窑业用炉	296
8.7.1	水泥烧成窑	296
8.7.2	石灰烧成窑	298
8.7.3	砖和陶瓷器窑炉	299
8.7.4	玻璃工业用窑炉	302

8.8	化学工业用炉	303
8.8.1	管式加热炉	303
8.9	垃圾焚烧炉	304
8.10	窑炉的热能管理	306
8.10.1	窑炉的热平衡计算	306
8.10.2	窑炉的热效率	306
8.10.3	废热回收	311

9. 炉用材料 (耐火材料)

9.1	耐火材料的一般知识	314
9.1.1	定义	314
9.1.2	应具备的条件	314
9.1.3	分类	314
9.2	耐火材料的性质及其试验方法	316
9.3	有关制造方法的一般知识	319
9.4	各种耐火材料	322
9.4.1	粘土砖	322
9.4.2	硅石砖	325
9.4.3	熔化硅石耐火材料	325
9.4.4	高氧化铝砖	326
9.4.5	铬砖	327
9.4.6	镁砖	327
9.4.7	铬镁砖	327
9.4.8	直接结合砖	329
9.4.9	白云石砖	329
9.4.10	镁橄榄石砖	330
9.4.11	碳化硅砖	330
9.4.12	氮化硅耐火材料	331
9.4.13	碳质砖	331
9.4.14	锆质砖	331
9.4.15	耐火灰泥	332
9.4.16	不定形耐火材料	334

9.4.17 耐火绝热砖	336
9.5 筑炉的一般知识	337
9.5.1 耐火砖和炉	337
9.5.2 炉的砌筑	337

10. 锅 炉

10.1 锅炉设备的一般知识	343
10.2 各型锅炉	344
10.2.1 筒形锅炉	344
10.2.2 水管锅炉	346
10.2.3 特殊锅炉	351
10.3 锅炉各部分的作用和结构	353
10.3.1 燃烧室	353
10.3.2 锅炉主体	354
10.3.3 过热器和再热器	356
10.3.4 废气预热器和空气预热器	358
10.3.5 附属装置	360
10.4 锅炉的运转与操作	362
10.4.1 锅炉的运转与控制	362
10.4.2 锅炉的操作	369
10.5 蒸汽管路	372
10.5.1 关于管路的基础知识	372
10.5.2 管件	372
10.5.3 凝气阀和冷凝水的回收	374
10.6 锅炉给水和锅炉水	377
10.6.1 给水和锅炉水的性质	377
10.6.2 给水和锅炉水的标准值	379
10.6.3 水质对锅炉的影响	379
10.6.4 水质处理	388
10.6.5 锅炉的清扫	394
10.6.6 停用锅炉的维护	394

11. 蒸 馏

11.1 蒸馏的一般知识	395
11.1.1 气液平衡	395
11.1.2 简单蒸馏	396
11.1.3 真空蒸馏和水蒸汽蒸馏	397
11.1.4 共沸混合物	398
11.1.5 共沸蒸馏和抽提蒸馏	399
11.1.6 精馏	399
11.2 蒸馏装置的热管理	402
11.2.1 热平衡	402
11.2.2 废热回收	403
11.2.3 操作时的注意事项	404

12. 蒸 发

12.1 蒸发的一般知识	407
12.1.1 蒸发能力	407
12.1.2 沸点升高	407
12.1.3 表观温差	409
12.1.4 雾沫夹带和起泡	409
12.1.5 水垢	410
12.1.6 急剧膨胀	411
12.2 蒸发装置	411
12.2.1 直接加热的气体稀释排除法	411
12.2.2 间接加热的气体稀释排除法	412
12.2.3 间接加热冷凝器法	413
12.2.4 间接加热源用水蒸汽	414
12.2.5 蒸发罐的真空操作	415
12.2.6 多效蒸发	415
12.2.7 自产蒸汽压缩法	417
12.2.8 闪蒸	417
12.2.9 蒸发装置的附属设备	418

12.3	蒸发装置的热能管理	418
12.3.1	热平衡计算示例	418
12.3.2	蒸发装置的选择和废热回收	420
12.3.3	操作注意事项	421

13. 干 燥

13.1	干燥的一般知识	423
13.1.1	水分的表示方法	423
13.1.2	干燥机理	423
13.1.3	干燥速度	425
13.1.4	干燥温度与收缩	429
13.2	干燥方法和装置	430
13.2.1	干燥方法	430
13.2.2	干燥装置的分类	431
13.2.3	间歇式干燥装置	432
13.2.4	连续式干燥装置	433
13.2.5	其他干燥装置	436
13.2.6	干燥装置的选型	437
13.3	干燥装置的热管理	438
13.3.1	干燥装置的热效率	438
13.3.2	干燥的计算和热平衡计算	439
13.3.3	操作时的注意事项	444

14. 干 馏

14.1	煤的干馏	445
14.1.1	定义	445
14.1.2	干馏温度和干馏产物	445
14.1.3	高温干馏和低温干馏	446
14.1.4	干馏用煤	447
14.2	焦炉	448
14.2.1	焦炉的类型	448
14.2.2	焦炉的结构	448

14.2.3	焦炉的形式	449
14.2.4	焦炉的大型化	453
14.2.5	焦炉的操作	454
14.3	干馏过程	455
14.3.1	干馏炉中干馏的进行状态	455
14.3.2	影响干馏速度和焦炉处理能力的因素	456
14.4	干馏炉的热管理	458
14.4.1	干馏需要的热量	458
14.4.2	热平衡计算	459
14.4.3	废热的回收与利用	459
14.4.4	操作注意事项	460
14.4.5	最新炼焦技术	461

15. 气 化

15.1	概述	464
15.1.1	气化	464
15.1.2	气化反应	464
15.1.3	气化装置的分类	466
15.1.4	气化结果的表示方法	467
15.2	石脑油的气化	468
15.2.1	石脑油的气化工艺	468
15.2.2	循环催化裂解法	468
15.2.3	常压部分燃烧法	470
15.2.4	加压催化式部分燃烧法	471
15.2.5	加压催化式水蒸汽重整法	471
15.2.6	加氢裂解法	476
15.3	原油和重油的气化	476
15.3.1	原油和重油的气化工艺	476
15.3.2	循环热解法	477
15.3.3	循环催化裂解法	478
15.3.4	常压部分燃烧法	480
15.3.5	加压部分燃烧法	481