

实用节能手册

机械工业能源研究会

重型机械行业能源研究会

主编 刘义洁

编

国防工业出版社

内 容 简 介

本手册除收录了与能源有关的国家标准和常用数值外,还提供了与节能有关的热工、电工理论知识和实用数据。其中有燃料与燃烧、传热与保温、耐火材料与保温材料、流体输送与气体消耗、蒸汽蓄热器与锅炉水处理、冷凝水回收与疏水阀、余热利用、炉用计测仪表、设备热平衡计算、功率因数的改善与电负荷计算、电缆管理、电动机节能管理、变压器节能管理、照明节能管理和机电节能设备等。本手册还介绍了国内外节能实践经验。内容充实丰富,具有实用性、综合性等特点。

本手册可供各级能源管理人员和从事节能与动力工作的工程技术人员使用;也可供科研、设计人员以及有关专业院校师生参考。

机械工业能源研究会
重型机械行业能源研究会
主编 刘义洁

国防工业出版社出版

(北京市车公庄西路老虎庙七号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/32 印张16³/₄ 361千字

1988年7月第一版 1988年7月第一次印刷 印数: 00,001—14,000册

ISBN 7-118-00309-3/TK9 定价: 4.50元

序 言

能源是社会发展的物质基础。国民经济的发展，能源消费要有相适应的增长，才能满足人们物质与精神文明不断增长的需要。现代社会是建立在大量消费能源基础之上的高质高效社会，稳定地保持能源供需的相对平衡，才能为它的继续发展开辟广阔道路。能源短缺、供求关系严重失调，就会显著地影响生产发展的节奏，扰乱正常的社会生活秩序。1973年西方发生石油危机，使主要依靠中东石油的国家在政治和经济上遭到了沉重打击，不得不采取控制石油消费，实行全面节能，放慢了经济发展速度，成了1974~1975年资本主义世界经济危机的起爆剂，引起了世界各国对能源问题的极大关注。同样，能源问题也是影响我国现代化建设的一个重要因素。1980年党中央和国务院制定了“能源开发与节约并重，近期要把节能放在优先的地位”的现代化能源建设的总方针，显著地缓和了我国能源供求的紧张局面，为生产的发展创造了有利条件。因此，保持能源供需关系的协调发展，使人们享有更高的物质与精神文明，是加快现代化建设的重要大事。

我国本世纪经济发展的战略目标是“在不断提高经济效益的前提下，力争使全国工农业总产值翻两番”，使我国人民从温饱状态提高到小康生活水平。这一宏伟目标能否实现，在很大程度上取决于能源开发和利用方面所能做出的贡献。

根据我国经济发展，以及能源生产和消费增长的测算，要享有现代社会文明生活低限水平，人均能源消费量至少要一吨多标准煤，而供求缺口在2亿吨标准煤以上。可以看到，

从现在起到本世纪末，能源供需之间的紧张状态不会有根本的缓解。所以，坚持“开发与节约并重”，努力缩小能源供需缺口，是当前就要着手解决的问题。解决能源短缺的途径有两条：一是开发；二是节约。开发与节约有如车之两轮，鸟之两翼，相辅相成，缺一不可。

节能作为我国能源战略的重要组成部分，担负着十分艰巨的任务，对节能的必要性和紧迫性要有充分的认识。节能是在国民经济各个部门，在生产和生活各个领域，合理有效地利用能源，以最少的能源消费，生产出更多适合社会需要的产品，创造更多的收入，尽量减少经济增长对能源的依赖程度，从而达到发展生产和改善生活的目的。节能并不意味着降低生产活力和生活水平。它的根本出发点是技术上可行，经济上合理，采取环境和社会可以接受的措施，提高能源利用率和能源利用的经济效果。企业能源消费量占全国能源消费量的三分之二以上，是能源消费的重点，把节能扎扎实实地落实到40多万个企业中去，是一项迫切的任务。

基于上述背景，机械工业能源研究会和重型机械行业能源研究会组织有关专家，在日本的有关资料的基础上，充实了一些有实用价值的内容，编写成这本《实用节能手册》，它既是节能时代的要求，也是为节能时代增添活力。它考虑了企业用能的共性，内容的绝大部分与各类企业节能密切相关，是工矿企业一本较系统的节能读本和节能辞典。

在《实用节能手册》问世的时候，希望它能对读者增长节能才干，对企业促进节能两个方面起到积极作用，我想这也是编著者的最大期望。

中国能源研究会常务理事 杨志荣

1987年6月

编者的话

在“四化”建设中，能源工作至关重要，除了开发新能源而外，还要大力提倡节能。为了满足广大能源工作者的需要，根据实际工作的经验，并参照日本出版的《'81省エネルギー一手帳》，组织有关人员编写了该手册。

本手册共分十七章，以节能有关的热工、电工理论知识和实用数据为主要内容，还收录了与能源有关的国家标准和常用数值。在编写中，精选了与机械工业节能密切相关的有实用价值的资料，充实和丰富了手册的内容；立意节能知识系统化，着重讲究手册的实用性，以期达到为广大节能工作者服务的宗旨。

本手册是机械工业各级能源管理领导部门的干部、机械工业企业三级能源管理网的管理人员、与节能有关的科研、设计、情报、服务中心以及企业中从事节能和动力工作的工程技术人员必备的工具书。也可供各类能源研究班(学习班)、大专院校和中等专科学校的能源专业师生参考。

为了贯彻执行国务院关于推行法定计量单位的指示，又考虑长期工作的习惯，本手册的各种表格和插图均采用工程单位与法定计量单位并用的方式。图表中如有工程单位的数值均标注换算成法定单位的计算式，读者可对照使用，这对推行法定计量单位能起一定的促进作用。

在编写过程中，国家机械工业委员会生产司能源材料节约处，第一重型机器厂，无锡工业炉总装厂，北京钢铁学院等机关、厂校有关专家给予了亲切关怀和指导；中国能源研究会常务理事、国家经济委员会暨中国科学院能源研究所高

级研究员杨志荣同志为本手册写了序言。在此一并致以衷心感谢。

由于我们编写水平不高,手册中定有疏漏乃至错误之处,恳请有关专家及广大读者给予指正。

《实用节能手册》编辑组

1987年6月

编审人员名单

(以姓氏笔划为序)

编辑组

王学知 白荣春 刘义洁 曲安斌 张羽 李良瑛
李植连 李运鼎 陈金顺 周文骏 周昌祥 唐先棣
姚秉高 黄学昌

主 编

刘义洁

撰稿人

王学知 毕云江 刘义洁 刘立群 周昌祥 徐悦歌

审稿人

王云章 王德录 白荣春 史茂舫 陈国华 陈永华
张云庆 张国亮 张英杰 胡士俊

目 录

一、常用数值	1
1.1 国际原子量表	1
1.2 法定计量单位与有关单位换算	3
1.2.1 长度	3
1.2.2 面积	3
1.2.3 体积	3
1.2.4 质量	3
1.2.5 力	4
1.2.6 压力	4
1.2.7 功、能、热量	4
1.2.8 功率	4
1.2.9 温度	4
1.2.10 热导率(导热系数)	5
1.2.11 传热系数	5
1.2.12 比热容	5
1.2.13 密度	5
1.2.14 动力粘度	6
1.2.15 运动粘度	6
1.2.16 各种粘度单位	6
1.3 电磁学单位	7
1.4 蒸汽主要物理性质	8
1.4.1 饱和蒸汽表(按温度排列)	8
1.4.2 饱和蒸汽表(按压力排列)	12
1.4.3 过热蒸汽表	15
1.5 湿空气的物理性质	18
1.6 部分气体的主要物理性质	20
1.6.1 气体常用参数名称	20
1.6.2 部分气体的主要物理性质	21
1.6.3 混合气体物理参数的计算公式	23
1.6.4 部分气体定压质量比热容	24
1.6.5 部分气体的平均定压容积比热容	25

1.7 液体的物理性质	26
1.7.1 一些液体的物理参数	26
1.7.2 部分饱和液体的主要物理性能	27
1.8 常用金属的主要物理性质	29
1.9 熔融金属及合金的物理参数	31
1.10 熔盐的主要物理参数	34
1.11 固体表面法线方向的辐射率	35
1.12 一些金属在不同温度下的热导率	36
1.13 发热量、当量值、等价值	36
1.13.1 一次能源平均低位发热量	36
1.13.2 二次能源平均当量值和等价值	37
1.13.3 耗能工质平均能源等价值	38
1.14 工业炉常用不锈钢耐热钢的性能与用途	38
1.15 工业炉常用耐热钢最高使用温度	42
1.16 耐热铸铁件	43
二、燃料与燃烧	44
2.1 燃料的分类	44
2.2 固体燃料	44
2.2.1 煤的分类	44
2.2.2 煤炭产品分类和质量规格	45
2.2.3 我国部分煤矿煤质比较	46
2.2.4 我国部分产焦厂焦质比较	50
2.3 液体燃料	51
2.3.1 我国重油规格标准	51
2.3.2 我国部分炼油厂燃料油规格	52
2.3.3 我国部分炼油厂渣油规格	53
2.3.4 重油粘度与合适的加热温度	54
2.3.5 灯用煤油标准	54
2.3.6 轻柴油规格标准(GB252-77)	55
2.3.7 重柴油规格标准(GB445-77)	56
2.3.8 汽油规格标准(GB484-77)	57
2.4 气体燃料	58

2.4.1 我国几种常用煤气的特性	58
2.4.2 各种煤气的一般组成	59
2.4.3 部分城市煤气的组成	60
2.4.4 部分地区天然气的组成	61
2.4.5 部分地区液化石油气组成	62
2.4.6 各种气体(纯粹)的理化参数	63
2.5 燃烧计算公式	65
2.5.1 固体、液体燃料的燃烧计算公式	65
2.5.2 气体燃料的燃烧计算公式	67
2.5.3 有关燃烧反应方程式	68
2.6 烟气组成与空气过剩系数的关系(重油、煤油、丁烷)	71
2.7 燃料发热量的计算	71
2.8 低位发热量 Q_d 与 V_{sy}^0 、 V^0 的关系(罗辛公式)	72
2.9 低位发热量 Q_d 与 V_{sy}^0 、 V^0 的关系(保伊公式)	72
2.10 液体燃料燃烧用空气量	73
2.11 气体燃料的理论空气量	74
2.12 理论空气消耗量和烟气量计算经验公式	75
2.13 各种工业炉的空气过剩系数	76
2.14 各种燃料的燃烧计算结果	76
2.15 气体燃料烧嘴的特性和用途	77
2.15.1 高速烧嘴	77
2.15.2 自身预热烧嘴	78
2.15.3 平焰烧嘴	79
2.16 油烧嘴的特性及用途	80
2.16.1 B型烧嘴的燃烧能力	82
2.16.2 RC、RK型低压烧嘴的燃烧能力	83
2.16.3 高压外混涡流式烧嘴的燃烧能力	83
2.16.4 高压外混直流式烧嘴的燃烧能力	84
2.17 重油燃烧中常见故障和防止措施	84
2.18 气体燃料烧嘴常见故障和防止措施	88
2.19 烧嘴前重油应达到的粘度范围	89
2.20 重油在不同温度下的粘度值	90

2.21	气体或蒸汽与空气混合物在大气压力下的爆炸界限	90
2.22	某些可燃气体的爆炸极限和空气中允许浓度	91
2.23	有代表性的工业燃烧装置的燃烧室负荷	91
2.24	燃烧负荷率	92
2.25	空气过剩系数与排烟热损失	92
2.26	烟囱高度与通风引力的关系	93
2.27	烟道中的通风阻力举例	94
2.28	不同海拔高度下的大气压和空气密度	94
三、	传热与保温	95
3.1	传热的计算	95
3.1.1	热传导	95
3.1.2	对流传热	99
3.1.3	辐射传热	100
3.2	黑体温度与辐射热量	101
3.3	某些材料的黑度 ϵ 和辐射系数 c	102
3.4	总传热系数数值范围	103
3.4.1	冷却流体	103
3.4.2	加热器	104
3.4.3	热交换器	104
3.4.4	总传热系数常用数据	105
3.4.5	锅炉散热损失	106
3.4.6	温水表面的散热量	106
3.5	管道保温	107
3.5.1	保温管道的散热量计算	107
3.5.2	裸管散热量的计算	107
3.5.3	蒸汽管道的保温厚度与散热损失、保温效率的关系	108
3.5.4	管道保温厚度的计算	111
3.5.5	管件应保温部份表面积相当裸管长度	112
3.5.6	经济保温厚度的计算	112
3.5.7	岩棉缝板室内最优保温厚度	114
3.5.8	岩棉缝板室外最优保温厚度	114
3.6	炉体保温	115
3.6.1	炉体散热计算	115

XII

3.6.2 炉壁表面的散热量	115
3.6.3 工业炉炉体厚度的选择	118
3.6.4 日本加热炉炉墙保温情况	118
3.6.5 我国加热炉炉体保温情况	119
3.6.6 国外几种保温炉墙、炉底、炉顶的组成和温度分布情况	119
3.6.7 国外五种保温炉墙的组成及其技术经济指标	120
3.7 开孔的辐射热损失	123
3.8 炉子孔洞的吸冷风和溢热流	124
3.8.1 炉子吸冷风与炉内负压的关系	124
3.8.2 炉子孔洞造成的燃料损失	125
四、流体输送与气体消耗量	126
4.1 各种流量计算公式	126
4.2 压力损失计算公式	127
4.3 气体流动阻力计算	129
4.4 输送管内流体温度下降的计算	135
4.5 管径与流速、流量的关系	137
4.6 管内饱和蒸汽流量	138
4.7 气体管内流速标准	139
4.8 液体的管内流速标准	140
4.9 水管管径、压力与流量的估算	140
4.10 蒸汽、水和压缩空气在管内的流速	141
4.11 输送管道	142
4.11.1 管道材料及其种类	142
4.11.2 常用管道规格和材料特性	142
4.11.3 煤气管、空气管规格	143
4.11.4 管道的热伸长	144
4.12 压缩空气消耗量	146
4.12.1 压缩空气的喷流量	146
4.12.2 用气设备压缩空气消耗量	147
4.12.3 喷砂及清理用喷嘴额定空气消耗量	149
4.12.4 喷漆额定空气消耗量	150
4.12.5 气动夹具额定空气消耗量	150

4.12.6	搅拌液体用压缩空气消耗量	150
4.12.7	气动压床及起重机空气消耗量	151
4.12.8	压缩空气节能途径	152
4.13	蒸汽消耗量	157
4.13.1	喷嘴直径与蒸汽喷出量的关系	157
4.13.2	各种压力的蒸汽输送损失	157
4.13.3	加热用蒸汽各种压力比较	159
4.13.4	锻锤及小型水压机蒸汽消耗量	159
4.13.5	各种镀槽蒸汽消耗量	160
4.13.6	清洗机及清洗槽蒸汽消耗量	162
4.13.7	木材干燥蒸汽消耗量	163
4.13.8	烘干金属喷漆时蒸汽消耗量	164
4.13.9	生活用蒸汽消耗量	164
4.13.10	蒸汽节能要点	164
4.14	氧气和乙炔消耗量	170
4.14.1	气焊用氧气乙炔消耗量	170
4.14.2	气割用氧气乙炔消耗量	171
4.15	煤气消耗量	171
五	蒸汽蓄热器、锅炉水质处理	173
5.1	蒸汽蓄热器	173
5.1.1	蒸汽蓄热器的基本工作原理和工作过程	173
5.1.2	锅炉单独运行供汽量与锅炉、蓄热器配合运行供汽量的比较	174
5.1.3	蓄热器发生蒸汽量的概算举例	174
5.1.4	蓄热器的容积计算	176
5.1.5	蓄热器水面极限蒸发率	176
5.1.6	蓄热器的效用	177
5.2	锅炉用水中不纯物及其危害	178
5.2.1	水中主要杂质种类及危害	178
5.2.2	天然水质的分等	179
5.2.3	常见的锅炉水垢成分	180
5.2.4	各种不同水垢的平均导热系数	181
5.2.5	水垢厚度与燃料损失率的关系	181
5.3	锅炉水质标准 (摘自GB1576-85)	182

5.3.1 立式水管锅炉、立式火管锅炉、 卧式内燃等燃煤锅炉水质标准	182
5.3.2 热水锅炉水质标准	182
5.3.3 水管锅炉、水火管组合锅炉及燃 油锅炉、燃气锅炉水质标准	183
5.3.4 生活饮用水水质标准(TJ20-76)	184
5.3.5 蒸汽、给水、炉水、冷凝水标准	185
5.3.6 疏水、生产回水标准	186
5.3.7 蒸发器和蒸汽发生器的水、汽质量标准	186
5.4 给水和炉水的处理	187
5.4.1 给水和炉水的水处理方法	187
5.4.2 水中所含固体杂质的去除	188
5.4.3 水中气体杂质去除法	189
5.4.4 水中溶解固形成分的去除法	191
六、冷凝水回收和疏水阀	200
6.1 冷凝水回收方法	200
6.2 冷凝水回收效益	201
6.3 二次蒸汽发生量	201
6.4 蒸汽疏水阀的选型、安装和使用维护	202
6.4.1 蒸汽疏水阀主要技术性能	202
6.4.2 疏水阀按动作原理分类、主要特点及一般适用范围	203
6.4.3 疏水阀选型要点	207
七、余热利用	214
7.1 高温烟气的余热计算	214
7.1.1 烟气余热的计算公式	214
7.1.2 煤炭燃烧产生的烟气体积	214
7.1.3 气体燃料燃烧所产生的烟气体积	215
7.1.4 液体燃料燃烧所产生的烟气体积	215
7.1.5 烟气平均比热容的近似值	216
7.1.6 可回收利用的烟气余热计算公式	216
7.2 冷却介质的余热计算	216
7.3 废汽废水余热量的计算	217
7.4 高温产品和高温炉渣余热量的计算	218

7.5	金属平均比热容	219
7.6	化学反应余热量的计算	219
7.7	可燃废气、废液和废料余热量的计算	220
7.8	余热锅炉蒸发量计算	221
7.8.1	高温烟气余热利用所采用余热锅炉的实例	222
7.8.2	余热锅炉节能实例	223
7.9	热电合供节煤量计算	223
7.10	预热空气形成的燃料节约量	224
7.10.1	使用重油的场合	225
7.10.2	使用液化石油气的场合	225
7.11	空气换热器	226
7.12	换热器的几种主要型式	228
7.12.1	钢管换热器	228
7.12.2	弹性换热器	229
7.12.3	辐射换热器	230
7.12.4	片状换热器	230
7.12.5	铁屑换热器	231
7.12.6	喷流式空气换热器	232
7.12.7	热管换热器	235
7.13	换热器常用金属材料及其最高使用温度	238
八、	耐火材料与保温材料	239
8.1	耐火制品	239
8.1.1	常用耐火制品的主要性能	239
8.1.2	主要耐火砖的特性	240
8.2	保温材料及制品	242
8.2.1	常用保温材料性能	242
8.2.2	日本产保温材料 (JISA9501-1979)	246
8.3	耐火纤维	253
8.3.1	硅酸铝耐火纤维节能效果	253
8.3.2	高纯含铬硅酸铝和高铝耐火纤维节能效果	253
8.3.3	国外常见耐火纤维的主要化学成分和性能	254
8.3.4	各国高铝耐火纤维的理化性能对比	254
8.3.5	日本耐火纤维的物理性质实例	255

8.3.6 日本耐火纤维的热导率	255
8.3.7 日本耐火纤维的组成及其特性	256
8.3.8 国内某些厂生产的耐火纤维的主要化学成分	257
8.3.9 硅酸铝耐火纤维的密度与热导率的关系	258
8.3.10 硅酸铝耐火纤维与其他保温材料热导率的比较	258
8.3.11 硅酸铝耐火纤维的耐酸、耐碱性	258
8.3.12 各种材料的密封性	259
8.3.13 硅酸铝耐火纤维压缩回弹性与温度的关系	259
8.3.14 硅酸铝耐火纤维的透气阻力	260
8.3.15 硅酸铝耐火纤维的电气性能	260
8.3.16 硅酸铝耐火纤维的吸音性能	261
8.3.17 不能使用耐火纤维的部位	261
8.4 耐火混凝土	262
8.4.1 常用耐火混凝土的特性和适用范围	262
8.4.2 耐火混凝土的主要原材料及技术要求	263
8.4.3 耐火混凝土的养护制度	263
8.4.4 砌筑耐火混凝土预制块的泥浆	264
8.4.5 耐火混凝土的配制方法	265
8.4.6 其他品种耐火混凝土的配制及性能	266
8.5 涂料	268
8.5.1 密封涂料的推荐成分	268
8.5.2 保护涂料的推荐成分	269
8.6 耐火可塑料	270
8.6.1 耐火可塑料的选料	270
8.6.2 耐火可塑料的性能	271
8.7 几种国产耐火纤维制品的技术指标	272
九、炉用计测仪表	273
9.1 炉用计测仪表的种类	273
9.2 温度计的种类和特性	274
9.3 压力计的种类和用途	275
9.4 流量计的种类和原理	276
9.5 温度测量	278
9.5.1 玻璃温度计	278
9.5.2 压力式温度计	278

9.5.3	电阻温度计	278
9.5.4	热电高温计	279
9.5.5	常用热电偶的基本参数	280
9.5.6	光学高温计	280
9.5.7	全辐射高温计	280
9.6	压力测量	281
9.6.1	液柱式压力计	281
9.6.2	弹性式压力计	283
9.7	流量测量	286
9.7.1	涡轮流量计	287
9.7.2	转子流量计	288
9.7.3	差压式流量计	290
9.7.4	椭圆齿轮流量计	293
9.7.5	靶式流量计	294
9.7.6	涡街流量计	297
9.8	气体成分的测试	299
9.8.1	红外线气体分析仪	300
9.8.2	热磁式氧量分析仪	302
9.8.3	氧化锆氧量计	303
9.8.4	气相色谱仪	304
9.8.5	奥氏分析仪	306
十、	设备热平衡计算	307
10.1	水管锅炉热平衡	307
10.1.1	测试基准	307
10.1.2	某锅炉测定数据	307
10.1.3	热平衡计算	308
10.2	连续式钢材加热炉热平衡	309
10.3	汽轮发电机热平衡	315
10.4	炼钢电弧炉热平衡测算	318
10.4.1	说明	318
10.4.2	热平衡模型及方程式	318
10.4.3	电弧炉热平衡测算表	319
10.4.4	热平衡表	324