

冶金能源手册

ENERGY HANDBOOK

f o r

METALLURGICAL INDUSTRY



冶金工业部 节能技术服务中心 鞍山热能研究所 编

1 9 8 7

冶金能源手册

冶金工业部

节能技术服务中心
鞍山热能研究所

编

序 言

由鞍山热能研究所负责编辑出版的《冶金能源手册》，经过编辑人员及有关工作人员的努力，终于同广大读者见面了。这是献给我国冶金战线的又一朵小花，一朵翠绿的鲜花……。

能源，是人类赖以生活和生产的重要资源。它的开发与利用情况是衡量一个时代，一个国家科学技术和经济水平的重要标志。

钢铁工业是能源消耗大户，约占全国能源消耗的10%。三中全会以来，由于认真贯彻执行中央关于节约能源的方针政策，钢铁工业的能源消耗有了较大幅度的下降，吨钢综合能耗由七八年的2.52吨标准煤下降到八七年的1.67吨标准煤，九年来，累计节约能源达3000多万吨标准煤。

成绩的取得，是冶金系统广大职工共同努力的结果，更是与长期从事冶金热工与热能利用工作的同志们分不开的。我特别提的是在这一时期内，有相当一批从事能源经济与政策研究的同志，他们默默地做了大量工作，付出了辛劳的汗水。通过对国内外冶金能源结构和状况分析对比，他们提出了许多行之有效的好措施、好办法，对促进我们的冶金节能工作发挥了重要作用，其中包括收集在《手册》中的吨钢能耗与工序能耗计算方法、炉窑晋等升级考核方法、炉窑热平衡测试方法等。有些办法已在全行业推广应用，收到了明显的效益，为此曾得到了国家有关部门及领导同志的肯定与奖励。

4472/05

也应当清醒地看到，我国的能源消耗水平，同其它主要产钢国家相比，还有相当的差距，节能潜力很大，今后的冶金节能工作，任重而道远。我希望从事冶金热工与热能利用工作的同志要加倍努力，思路更宽些，办法更多些，工作更细些，成绩更大些。

愿《手册》这朵小花，能更加繁茂，绚丽多采；
愿她真正成为冶金战线工程技术人员的良师益友；
愿她早日在促进我国冶金节能工作中发挥作用。

冶金部科技司总工程师 陶 晋

编 者 的 话

《冶金能源》手册的读者对象是从事冶金、能源、管理、热能工程和节能工作的管理人员、科技工作者和大专院校师生。

《手册》的编纂宗旨是：为读者提供常用的数据资料、基本知识、测试与计算方法、节能措施、能源管理知识和标准等方面浓缩的检索工具书。兼顾理论和实际工作两方面的要求。希望《手册》能真正切合读者的需要。

《手册》在编写中从国内外许多相近的手册、书刊以及有关的“导则”、“规定”、“标准”中引用了大量资料，如果没有这些材料也就不可能写成这部手册，因此，向原作者表示谢意是理所应当的。

《手册》的编纂得到了冶金部节能服务中心付主任黄威等许多同志的关心和帮助，特别是冶金部科技司陶晋总工程师和鞍山热能研究所所长冯安祖、付所长周大刚二位高级工程师对本书的内容结构进行了审定。编者在此仅向所有给予帮助的同志致以深深的谢意。

编者：施润富

1987年12月于鞍山

检索目录

第一章 冶金能源

1. 中国钢铁工业的能源..... (1)
 - 1.1 中国钢铁工业能源消耗构成 (表1) ... (1)
 - 1.2 中国钢铁工业能源消耗总量占全国能源消耗总量的百分比 (表2) ... (1)
 - 1.3 中国钢铁工业的吨钢能耗 (表3) ... (2)
 - 1.4 中国重点钢铁企业及地方骨干钢铁企业的吨钢能耗 (表4) ... (2)
 - 1.5 中国重点钢铁企业的工序能耗 (表5) ... (3)
 - 1.6 中国地方骨干钢铁企业工序能耗 (表6) ... (4)
 - 1.7 中国重点钢铁企业燃料、电力单耗 (表7) ... (5)
 - 1.8 钢铁联合企业能流图 (图1) ... (5)
2. 煤炭..... (6)
 - 2.1 冶金用煤概况..... (6)
 - 2.2 中国煤炭分类..... (8)
 - 中国煤炭分类简表 G B5751—86 (表8) ... (8)
 - 中国煤分类图 " (图2) ... (10)
 - 2.3 中国煤炭产品质量规格..... (12)
 - 煤炭产品类别、品种、质量规格 (表9) ... (12)
 - 冶炼用炼焦精煤等级划分表 (表10) ... (13)
 - 其它用炼焦精煤等级划分表 (表11) ... (13)
 - 其它煤炭产品的等级划分表 (表12) ... (13)
 - 2.4 中国煤牌号与各国煤牌号的对照表 (表13) ... (14)

3、焦炭	(16)
3.1 概况	(16)
3.2 高炉炼铁用焦	(17)
高炉炉内料柱的状况	(图3) … (17)
中国冶金焦炭的国家标准 (表15 G B1996—80)	(18)
焦炭转鼓强度试验方法	(表16) … (20)
焦炭热强度检测方法	(32)
3.3 铸造用焦	(22)
中国铸造焦质量标准 (草案)	(表17) … (23)
日本铸造用焦质量举例	(表18) … (24)
3.4 铁合金用焦	(24)
4、煤气	(24)
4.1 煤气的种类	(25)
4.2 钢铁企业的工艺副产煤气	(25)
副产煤气的发生量、成分和热值	(表19) … (26)
几种常用煤气的特性	(表20) … (28)
5、重油与柴油	(30)
重油的规格标准	(表21~1) … (30)
重油比重与发热量的关系	(表21~2) … (31)
重油比重与合适的加热温度	(表22~1) … (32)
重油粘度与合适的加热温度	(表22~2) … (33)
我国几种燃料油的工业分析指标	(表23) … (34)
轻柴油的质量指标	(表24) … (35)
重柴油的质量指标	(表25) … (36)
6、电	(36)
6.1 概况	(36)

6.2 功率因数的改善和补偿.....	(37)
6.2.1 功率因数的标准值.....	(37)
6.2.2 改善功率因数的措施.....	(38)
提高电动机本身的功率因数 (图4) ...	(38)
6.2.3 补偿功率因数的移相电容量的确定(图5、6、7)	(38)
6.3 变压器的经济运行.....	(40)
升高电网电压降低损耗的效果 (表26) ...	(40)
按导线的经济电流密度合理运行 (表27) ...	(40)
适当提高运行电压与降低线损的关系(表28)	(41)
提高功率因数, 减少输送的无功电流, 降低线损 (表29) ...	(41)
合理调整负荷 提高负荷率 (图8) ...	(42)
变压器的效率与出力的关系曲线 (图9) ...	(43)
变压器的功率因数与效率的关系曲线(图10)...	(42)
6.4 电动机的合理用电.....	(43)
感应电动机的效率特性 (图11) ...	(43)
感应电动机的功率因数特性 (图12) ...	(43)
电压、频率变化对电动机参数的影响(表30)...	(43)
电压变化的影响 (图13) ...	(44)
感应电机满负载电流和空载电流的比(表31)...	(44)
电动机不同电压的最佳率输出范围 (图14) ...	(44)
6.5 功率计算.....	(45)
6.5.1 风机需要的功率计算.....	(45)
6.5.2 泵用电动机功率计算.....	(46)
6.5.3 其它主要机械所需要功率的计算.....	(48)

第二章 冶金能源管理

1. 管理的内容	(50)
1.1 供能管理	(50)
1.2 能源转换管理	(50)
1.3 燃烧管理	(50)
合理的燃烧状态	(图15) ... (51)
由于对过剩空气系数进行管理产生的节能效果	(图16) ... (51)
1.4 传热及加热, 冷却管理	(52)
钢铁生产过程中处理温度的变化	(图17) ... (52)
1.5 散热管理及热损失的控制	(53)
1.6 余热管理	(54)
1.7 动力管理	(55)
2. 管理依据及技术标准	(55)
2.1 节约能源管理暂行条例 (1986年1月 12日国务院发布)	(55)
2.2 冶金工业贯彻《条例》的实施细则 (1986年 9月1日冶金部颁发)	(66)
2.3 焦化工序节能要点及技术标准	(74)
2.3.1 焦化工序节能要点	(74)
2.3.2 焦化工序能耗等级标准及能耗计算	(77)
焦化工序能耗计算	(78)
焦炉炉令系数	(79)
2.4 烧结工序节能要点及技术标准	(84)
2.4.1 烧结工序10项节能技术措施	(84)

2.4.2 烧结工序能耗等级标准·····	(86)
2.5 炼铁工序节能要点及技术标准·····	(88)
2.5.1 炼铁工序节能要点·····	(88)
2.5.2 炼铁工序能耗等级的评定·····	(92)
(一) 炼铁工序能耗等级标准·····	(92)
(二) 炼铁工序能耗指标计算规定及计算范例	(92)
2.6 平炉炼钢工序节能要点及技术标准·····	(97)
2.6.1 平炉炼钢节能的主要内容和方向·····	(97)
2.6.2 平炉炼钢工序能耗及平炉燃耗等级标准··	(99)
(1) 平炉燃耗等级标准及计算·····	(99)
(2) 平炉工序能耗等级标准及计算·····	(100)
2.7 电炉炼钢工序节能要点及技术标准 ·····	(101)
2.7.1 电炉炼钢节能技术措施 ·····	(101)
2.7.2 电炉炼钢工序能耗计算范围和等级标准	(103)
2.8 转炉炼钢工序节能要点及技术标准·····	(106)
2.8.1 转炉炼钢节能的主要内容和方向·····	(106)
2.8.2 转炉炼钢工序能耗计算范围及等级标准	(109)
2.9 炼钢化铁炉节能要点及技术标准·····	(110)
2.9.1 化铁炉节能的主要内容和方向·····	(110)
2.9.2 化铁炉能耗等级评定指标·····	(111)
(一) 能耗指标计算·····	(111)
(二) 能耗等级评定标准·····	(112)
2.10 初轧工序节能要点及技术标准·····	(114)
2.10.1 初轧生产节能的重点·····	(114)
2.10.2 初轧节能的主要内容和方向·····	(114)
2.10.3 均热炉节能新技术·····	(116)

2.10.4 轧工序能耗及均热炉能耗等级评定标准	(116)
2.11 轧钢工序节能要点及技术标准	(121)
2.11.1 轧钢工序的节能重点	(121)
2.11.2 轧钢工序能耗等级评定标准和计算方法	(122)
轧钢工序可比单耗等级表	(124)
轧钢工序类型	(128)
2.12 轧钢加热炉节能要点及技术标准	(133)
2.12.1 轧钢加热炉节能技术要点	(133)
2.12.2 轧钢加热炉的热耗指标	(138)
加热炉可比单耗等级表	(138)
炉子单耗与炉子可比单耗的计算	(140)
2.13 金属制品炉(窑)节能要点及技术标准	(141)
2.13.1 金属制品炉(窑)节能技术要点	(141)
2.13.2 金属制品炉窑热耗等级评定标准	(143)
产品能耗计算公式表	(143)
能耗等级标准表	(144)
电热连续处理炉等级标准表	(145)
周期作业热处理炉等级标准表	(146)
钢丝热镀锌炉等级标准表	(147)
单耗折算系数	(148)
燃料低发热值的规定	(149)
能耗计算举例	(149)
2.14 耐火材料工序节能要点及技术标准	(154)
2.14.1 耐火材料生产节能方向和主要内容	(154)
2.14.2 耐火材料工序能耗计算范围 及等级评定标准	(155)

耐火制品工序能耗等级标准	(156)
耐火砖燃料单耗等级标准	(158)
2.15 铁合金产品节能要点及技术标准	(161)
2.15.1 铁合金产品节能重点	(161)
2.15.2 铁合金产品能耗等级标准	(163)
2.16 炭素制品工序节能要点及技术标准	(165)
2.16.1 炭素制品生产节能的方向和主要内容	(165)
2.16.2 炭素制品的能耗等级标准	(166)
2.17 铁矿采矿及选矿能耗技术标准及节能目标	(174)
2.17.1 铁矿采矿能耗指标及等级	(174)
2.17.2 选矿节能目标	(177)
2.17.3 选矿节能技术要点	(178)
2.17.4 铁矿选矿工序能耗等级标准	(182)
2.18 钢铁企业动力节约	(184)
一、水	(184)
(一) 用水指标	(185)
(1) 钢铁企业直流用水量及其综合用水指标	(185)
(2) 钢铁联合企业循环用水量 及其综合用新水指标	(186)
(3) 钢铁联合企业单位产品用水指标	(187)
(4) 铁合金生产产品用水指标	(202)
(5) 金属制品厂用水指标	(204)
(二) 水质标准	(205)
(三) 提高水的重复利用和循环使用率	(206)
(四) 节水新技术及措施	(207)
二、电	(208)

(一) 钢铁企业节电技术要点	(208)
(二) 主要产品电耗的等级标准	(213)
三、冷风	(213)
(一) 冷风节能要点	(213)
(二) 高炉鼓风机运行效率等级标准	(214)
四、蒸气(热水)	(214)
(一) 蒸气(热水)节能要点	(214)
(二) 锅炉分等考核标准	(216)
五、钢铁企业余热(能)回收利用	(217)
(一) 技术措施要点	(217)
(二) 工业热交换装置的使用特性	(220)
六、软水节能	(220)
七、压缩空气节能	(221)
空气压缩机站分等标准	(223)
八、煤气	(223)
(一) 避免煤气放散的主要途径	(223)
(二) 编制煤气平衡	(224)
(三) 煤气的合理利用	(224)
(四) 回收转炉煤气	(225)
(五) 煤气的质量要求	(226)
(六) 各种冶金炉使用煤气的热值	(227)
(七) 钢铁企业煤气放散率分等标准	(228)
九、氧气	(228)
(一) 氧气利充分用, 减少放散的措施	(228)
(二) 氧气放散率和氧气综合能耗等级标准	(231)
(三) 转炉炼钢吨钢耗氧定额	(232)

2.19 热能的合理利用	(233)
2.20 评价企业合理用热技术导则 GB 3486—83	(237)
2.21 评价企业合理用电技术导则 GB 3485—83	(251)
3. 节能工程的经济效益分析方法	(260)

第三章 热工基础

1、热力学	(278)
1.1 基本概念	(278)
1.1.1 体系	(278)
1.1.2 状态	(278)
1.1.3 过程与途径	(278)
1.1.4 热和功	(279)
1.1.5 比热	(279)
1.1.6 显热和潜热	(279)
1.2 热力学第一定律	(280)
1.2.1 体系的内能	(280)
1.2.2 热力学第一定律的数学表达式	(280)
1.2.3 热功当量	(280)
1.2.4 恒容热、等压热及焓	(280)
1.3 热力学第二定律	(281)
1.3.1 热力学第二定律的经典描述	
开尔文描述和克劳休斯描述	(281)
1.3.2 卡诺循环与卡诺定理 (图19)	(281)
1.3.3 热温商及熵	(282)
1.3.4 热力学第二定律的数学表达式	(283)
1.3.5 热力学第三定律	(283)

2. 传热及计算	(284)
2.1 热传导 (导热)	(284)
2.1.1 平壁的稳定导热	(284)
单层平壁导热 (图20)	(284)
多层平壁导热 (图21)	(284)
2.1.2 圆管壁的稳定导热	(286)
2.1.3 导热系数	(287)
常用材料的导热系数 (表32)	(287)
2.2 对流换热	(288)
2.2.1 对流换热的计算公式	(288)
2.2.2 对流换热系数 (放热系数)	(288)
对流换热系数的大致范围 (表33)	(291)
2.3 稳定传热	(291)
2.3.1 单层平壁传热计算	(291)
通过平壁的传热 (图23)	(292)
通过圆筒壁的传热 (图24)	(292)
2.3.2 多层平壁的传热计算	(292)
2.3.3 圆筒壁传热计算	(293)
2.3.4 平均温差	(294)
冷热流体温度变化示意图 (图25)	(294)
2.3.5 增强传热的途径	(296)
自由表面热水的散热量 (图26)	(298)
光管的散热损失 (图27)	(298)
2.4 热辐射	(299)
炉壁的散热量 (图28)	(299)
2.4.1 绝对黑体、绝对白体和透热体	(299)

2.4.2 辐射能力	(300)
2.5 传热计算	(300)
2.5.1 稳定导热计算式汇总 (表34)	(301)
一些常用材料在常温下的导热系数(表35) ...	(306)
几种金属的热性质 (表39)	(307)
2.5.2 对流传热计算	(307)
对沸腾水加热的传热系数 (图39)	(310)
2.5.3 热辐射计算	(311)
2.5.4 综合传热计算	(311)
黑体辐射传热系数 (图30)	(313)
常用材料的表面黑度 (表37)	(314)
2.5.5 散热损失计算	(317)
门孔系数计算图 (图31) ...	(318)
窑墙向周围空间的散热量 (表3)	(320)
炉壁的散热量 (图32)	(322)
间歇式窑炉的散热损失计算 (图33)	(323)
窑体传热系数冲击角的影响 (图34)	(325)
3、燃烧及计算	(325)
3.1 燃料燃烧分析计算法	(325)
3.1.1 固体、液体燃料的燃烧分析计算	(325)
3.1.2 气体燃料的燃烧分析计算	(328)
3.2 燃料燃烧经验计算法	(330)
3.2.1 各种燃料的经验计算公式	(330)
3.2.2 固、液体燃料燃烧的简捷计算公式	(332)
3.2.3 气体燃料燃烧的简捷计算公式	(334)
每公斤煤燃烧所产生的烟气量 (表39)	(336)

每公斤液体燃料燃烧所产生的烟气量(表40)	(337)
每标米 ³ 气体燃料燃烧所产生的烟气量(表41)	(338)
3.3 空气过剩系数的计算	(339)
3.3.1 固、液体燃料空气过剩系数的计算	(339)
3.3.2 气体燃料空气过剩系数的计算	(339)
3.3.3 漏入空气量的计算	(339)
3.4 燃烧温度计算	(339)
3.4.1 理论燃烧温度	(340)
3.4.2 实际燃烧温度	(340)
固体及液体燃料的理论燃烧温度(图35)	(341)
重油理论燃烧温度(图36)	(342)

第四章 测试

4.1 压力的测定方法	(343)
4.1.1 常用压力计的工作原理和性能(表42)	(343)
4.1.2 压力计的使用方法	
充液压力计常用液体的性能(表43)	(345)
4.1.3 测量压力时应注意的事项	(346)
4.2 流速和流量的测定方法	(347)
4.2.1 流速计和流量计	(347)
4.2.2 毕托管	(347)
常用流速计的工作原理和性能(表44)	(348)
常用流量计的工作原理和性能(表45)	(349)
4.2.3 节流装置	(352)
各种流体的膨胀校正关系(图37)	(353)
各种节流装置的流量系数(表46)	(354)