

冶金燃气与钢铁新流程

杨若仪 等著

 上海科学技术文献出版社



冶金燃气与钢铁新流程

杨若仪等著

上海科学技术文献出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

冶金燃气与钢铁新流程 / 杨若仪等著. —上海: 上海科学技术文献出版社, 2013.6

ISBN 978-7-5439-5866-1

I . ① 冶… II . ① 杨… III . ① 冶金燃料—气体燃料 ② 钢铁冶金 IV . ① TF055 ② TF4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 124877 号

责任编辑: 忻静芬

封面设计: 周 婧

冶金燃气与钢铁新流程

杨若仪 等著

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市长乐路 746 号

邮政编码: 200040

经 销: 全国新华书店

印 刷: 常熟市人民印刷厂

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 22.25

插 页: 1

字 数: 368 000

版 次: 2013 年 6 月第 1 版 2013 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5439-5866-1

定 价: 120.00 元

<http://www.sstlp.com>



作者介绍：

杨若仪，浙江诸暨人，1939年9月生。中共党员。教授级高级工程师，享受国务院特殊津贴工程技术专家。1963年毕业于浙江大学化工系燃料化学工艺学专业。中冶赛迪集团（原重庆钢铁设计研究院）总设计师。1999年退休，留用到2012年离开工作岗位。

长期从事钢铁企业燃气设计和钢铁企业工程的设计组织和研究工作。1963年至1990年先后担任技术员、工程师、高级工程师、主任工程师、公司压力容器单位技术负责人等职务。从事钢铁企业燃气设施的工艺设计与设备设计，是我国转炉煤气回收、干式煤气柜、矿井气民用、低热值煤气燃气轮机联合循环发电等技术的前期开拓者之一，并是《中国冶金百科全书》冶金建设卷燃气部分的主编。从1991年至2011年转任工程总设计师，组织多项钢铁企业工程设计，是我国首座熔融还原炼铁COREX C3000工程的总设计师。对新型紧凑式钢铁企业做了长期的前期工作，并对我国发展直接还原铁做了大量研究与探索工作。其中宝钢COREX炼铁工程、中梁山矿井瓦斯民用工程、通化钢铁厂低热值煤气燃气轮机发电工程分别获得建设部优秀设计一等奖、二等奖和国家优秀咨询设计一等奖。

前言

冶金燃气设计包含了冶金企业煤气、氧气、燃油、压力容器、化学灭火等设计业务,从业人员主要是化工、暖通专业的人才。业务基础是以化工工艺和化工设备为主。煤气处理(含煤气平衡分配与管网、煤气清洗、煤气化、气体脱硫、高炉煤气余压发电、还原气加热、煤气脱二氧化碳、加压站、煤气柜等)、空气分离(氧气、氮气、氩气生产)、轧钢保护气体(氢气)、燃油设施是这个专业的主攻业务。随着企业承接非钢铁项目的设计,民用煤气、天然气充气站等也是重要业务内容。

冶金新流程是有别于中国钢铁常用生产流程(高炉、焦化、烧结炼铁、转炉或电炉炼钢、连铸或模铸初成形与轧钢)的流程,常指采用非高炉炼铁、薄板坯连铸连轧等技术的钢铁生产流程。非高炉炼铁的方法很多,目前在工程上有使用实践的指熔融还原 COREX、FINEX 生产铁水、气基竖炉或回转窑生产直接还原铁。非高炉炼铁常有缩短流程、改变原燃料结构、减少污染物排放的功效。薄板坯连铸连轧是近终形连铸与热轧紧密连在一起的成形工艺,缩短流程、节约能源。本人所涉及的主要领域是 COREX 炼铁和气基竖炉直接还原。

设计是一种用理论原理解决实际工程技术问题的职业,我长期在业务岗位上形成了习惯于理解工程原理和收集考证主要技术数据的工作方法。即使后来当了组织工程设计的总设计师,工作风格也多从对工程的技术层面加强理解,认为这样能把握事物的本质少出差错。从 1963 年到 2011 年我国钢产量从每年 1 000 多万吨发展到每年 7 亿多吨,时代给我很多机会,让我一直自处在“新”技术的学习与开发的位置上。

从 1965 年起我参加了我国氧气炼钢转炉煤气净化与回收技术开发,先后参加由上海冶金设计院设计的上海第一钢铁厂 5 t 氧气顶吹转炉煤气回收试验和 30 t 转炉煤气回收系统设计。试验和设计都取得了成功,开创了我国转炉煤气净化回收技术的先河。我作为主要设计师参与了攀枝花钢铁

公司 120 t 转炉煤气净化回收系统设计。该系统中 D1850 转炉煤气抽风机中采用了重庆钢铁设计院设计的液力耦合器,为我国转炉煤气净化采用调速风机并形成设备系列产品打下技术基础。该液力耦合器设计过程中设备设计师李德标做了大量工作,与我一起调查了多所大学和类似的电厂设备,第一套设备使用以后还做了一些完善与修改。

20 世纪 80 年代初,煤矿矿井瓦斯民用国内还处于开发期。抽取瓦斯是煤矿安全的需要,瓦斯民用又能部分解决城市煤气气源,是一项合理利用资源、利国利民的好事。重庆中梁山煤矿瓦斯工程我作为主要设计者,为这个工程概念的建立、工程立项、系统优化做了不少工作。工程的实施解决了重庆市中梁山地区 20 000 户居民的民用气源,也是国内城市煤气气源多元化的重要实践之一。该工程使用至今没有安全上的故障。

钢铁企业提高各种副产煤气回收利用率,减少煤气放散是一个永恒的目标。钢铁企业煤气供销系统的特点是煤气的产耗波动极大。为此,必须要有一个总用量大于产量的用户群,用户中要有足够量可吞吐煤气的缓冲用户应对较长时间的煤气余缺,并要设置一定容量的煤气柜以吸收短时波动与稳定管网压力,还要有灵活有效的调度机构。钢铁企业通常高热值煤气不足,降低煤气使用热值也是减少购入昂贵高热值燃料的重要手段。这些是笔者从长期工作中总结出来的合理利用煤气的基本原则,在本书中有所阐述。

湿式煤气柜在民用煤气与化工行业有较长久应用历史。20 世纪 30 年代在中国大连使用稀油密封的干式煤气柜,钢铁企业推广采用煤气柜是在宝钢引进曼型柜、可隆柜和威金斯 3 种干式煤气柜以后。中国的钢铁设计院(北京、重庆、马鞍山、武汉等)设计与建设了一批以曼型柜为基础的多边形稀油密封的煤气柜,用于储存焦炉煤气和高炉煤气,压力多在 10 kPa 以下。圆柱形的可隆柜因干油密封的结构较为复杂,漏气危险性大,没有得到单独发展。重庆钢铁设计研究院(中冶赛迪集团)吸收了曼型柜和可隆柜的优点开发了一种圆柱形稀油密封的新型煤气柜,储气压力可提高到 15 kPa,用于储存各种煤气。这种气柜开发时我是燃气室的主任工程师,联系在韶关钢铁厂进行首座 20 000 m³ 新型试验柜的工业试验。目前国内已经建设了一批 150 000~300 000 m³ 的新型气柜,是今后煤气柜的主要推广柜型。转炉煤气柜多用橡胶薄膜密封的圆筒形单钟罩气柜,从威金斯柜消化移植而成。国内首个自己设计制造的 30 000 m³ 转炉气柜在重庆钢铁厂建成,

我是总设计师,目前使用柜容多为 $80\,000\text{ m}^3$ 。

煤气处理技术也有较大发展。高炉煤气湿式清洗从洗涤塔文氏管,发展成可调喉口文氏管,环形(重铈形)可调喉口文氏管与塔式脱水器相结合的比肖夫洗涤器。 $1\,000\text{ m}^3$ 以上的高压高炉增加了炉顶压力回收透平发电装置(TRT)。干式煤气清洗在增加发电与减少用水方面取得实效,估计在今后得到优先发展。煤气精脱硫处理在冷轧煤气供应、燃气轮机联合循环发电上有所使用,目前多用干法脱硫,要注意防止废脱硫剂的二次污染。钢铁企业的氢气在有焦煤煤气资源时应优先考虑用焦炉煤气变压吸附制氢,再考虑水电解等方法获取。因环保上的原因,用卤代烷化学灭火的办法会消亡, CO_2 灭火和泡沫灭火会继续存在。

钢铁企业的富余煤气主要是低热值高炉煤气,原来多用于烧锅炉发电、供热或传动高炉风机,当粉煤与煤气混烧时用量受锅炉混烧比的限制。自宝钢引进 170 MW 高炉煤气燃气轮机联合循环发电装置(CCPP)之后煤气用量加大,发电效率大幅度提高。为把这种技术推广到中型钢铁企业并降低投资,通化钢铁厂热电厂改造项目首次采用了 GE 技术国内制造的 50 MW 的低热值 CCPP,并为此项目配置了自制的废热锅炉、煤气压缩机、煤气预净化设备。使我国的低热值煤气 CCPP 技术推进一步。通化钢铁厂的 CCPP 项目我是总设计师。

钢铁企业的补充燃料以前用常压固定床气化炉生产发生炉煤气、热煤气或水煤气,北满特钢、成都无缝钢管厂都建过大型煤气发生站。后来补充燃料被天然气、液化石油气或重油所取代,这些石化产品使用方便,但资源稀缺价格高。近半个世纪来煤气化技术有了飞速进步,高转化率低污染的第三代气化炉,特别是干煤粉纯氧气化技术得到应用与发展。这种技术用于生产冶金还原气附带解决补充燃料气是很有前途的,但若单独用于生产补充燃料气当前还不一定合适。从资源条件看,中国还会开发页岩气与可燃冰,随着能源供应条件的变化,今后钢铁企业可能使用页岩气;但目前对页岩气还知之甚少。

钢铁企业使用氧气、氮气和氩气等空分产品,用量不断扩大。氧气主要用于转炉或电炉炼钢、高炉富氧鼓风和切焊,纯度为 99.6% ,压力多为 3 MPa 的系统;氮气主要用于安全置换吹扫、保护气体与仪表用气等,纯度常用 99.999% ,压力多为 $0.8\sim 1.6\text{ MPa}$;氩气主要用于连铸保护、氩氧炼钢、焊接和保护气体,纯度常用 99.999% ,压力多为 $0.8\sim 1.6\text{ MPa}$ 。冶金

企业空分设备的规模是按用氧平衡决定的,常规流程联合企业用氧指标接近 $100 \text{ m}^3/\text{t}_{\text{钢}}$,采用 COREX 炼铁的钢铁企业用量可扩大到 $600 \text{ m}^3/\text{t}_{\text{钢}}$ 。一般氮气、氩气资源过剩,利用效率不高。目前钢铁企业空分装置主体装备是全低压板式换热器的大型空分设备,空气进入空分塔之前经过预冷或分子筛预吸附处理。供气系统常用压力球罐和调压系统并有液体贮存和气化系统以满足用户波动和外供产品的要求。以前氧气加压多用氧气压缩机,当用户压力变化时用内压缩流程也许更为合理,用液氧泵加压至用户压力并在空分塔内回收冷量的流程可提高供氧系统的安全性,能耗也可基本不增加。单独为钢铁企业服务的氧气厂有设备能力利用不足,氮气、氩气、稀有气体资源浪费等问题,应该向社会化区域性集中设置空分设施的方向发展。

我在钢铁新流程上的工作大致分 3 个阶段:成都 5 m^3 竖炉试验和当时钒钛磁铁矿冶炼二基地的能源选择;紧凑式钢铁联合企业的前期工作和 COREX C3000 的建设;竖炉生产直接还原铁的研究开发。

成都竖炉试验开始于 1978 年,当时在方毅副总理关心下,在成都青白江,由成都钢铁厂、攀枝花钢铁研究院、重庆钢铁设计院、东北大学、北京钢研院一起试验了钒钛磁铁矿竖炉还原课题,目的是开辟冶金新流程提高攀枝花矿的钒钛回收率,建设攀西钢铁二基地。试验炉的还原气制备系统由我为主设计,采用了天然气催化转化技术,因还原气温度要 1100°C 采用热风炉加热。转化用催化剂是中科院成都有机化学研究所试制的。试验应该说是成功的,造气系统生产还原气也达到预期要求,竖炉生产出了一批合格海绵铁。后来因天然气资源不足试验没有进行下去。当时也为钒钛磁铁矿二基地用煤造气法解决天然气资源不足的问题做过工作,也进行了寻找煤炭资源与气化方法的调查。对于这个流程目前有些单位在还在致力于转底炉法生产预还原铁的研究。

从 1991 年到 1998 年进行了宝钢投资的宁波北仑钢铁厂前期工作,计划建设一个没有焦化、没有烧结、用 COREX 与 Midrex 生产铁水和海绵铁、转炉炼钢、薄板坯连铸连轧组成的全新流程的紧凑型钢铁企业,这在当时也是紧跟世界前沿技术的项目。项目做了大量前期工作,与不少外商进行了技术交流并进行了国外考察,最终因国家没有批准而没有实施。我作为这个项目的总设计师反复论证建厂方案,做了好几版预可行性研究报告并经专家论证,学到了不少钢铁生产流程与工程评价方法的新知识。2004 年至 2008 年,上海因筹办世博会将上海第三钢铁厂搬迁到宝山罗泾,上海第三

钢铁厂原来的化铁炼钢也同时淘汰改成 COREX 炼铁。这个项目实施以后,2008 年 9 月一号 COREX C3000 炉投产,2010 年相同型号的 2 号炉也投产,形成了 300 万吨熔融还原的炼铁能力。COREX 的主要工艺技术的知识产权是奥钢联的,主工艺以外的辅助设施都是中方自己开发与配套的,其中有煤压块、炉顶煤气 TRT 发电、铁水脱硅、渣铁系统、煤气脱硫与煤气用于 CCGP 发电等。

竖炉生产直接还原铁(DRI)是冶金新流程的重点之一,是非高炉炼铁基本生产方式,成为我近年的关注重点。这方面按中国的燃料条件确定了煤气化生产直接还原铁的方向。笔者做了煤气化生产直接还原铁在节能减排与老流程的比较,做了煤造气的还原气以 CO 为主在还原、折碳、硫的走向的基础研究;对煤气化方法、煤气热量回收方法,煤气脱碳方法、还原气加热方法都做了调查和比较,并做了流程计算与优化的软件对流程进行优化;也曾经多次到伊朗考察竖炉直接还原技术进行主要设备研究与设计。在中国用煤气化制造的还原气的成本可以低于天然气重整制气,但有气化炉投资高的问题。COREX 煤气、FINEX 煤气、焦炉煤气都可以生产直接还原铁,其中用焦炉煤气最为经济的。

从 20 世纪 70 年代有用煤气化生产直接还原铁的想法算起,到 2012 年有近 40 年的时间跨度。煤气化技术在 20 世纪只能选用德士古炉或鲁奇炉,冷煤气效率只有 73%左右,要加工成还原气出炉煤气要经过脱碳脱水,煤气显热也无法利用;而现在的干燥粉纯氧气化冷煤气效率已经提高到 80%~82%,煤气成分可不脱碳脱水直接进入竖炉,煤气显热也可大部分回收。煤气化技术的发展有利于支撑实施煤气化竖炉生产直接还原铁技术。另外,在这段时间内原材料价格也有了很大变化,煤从几十元一吨变到几百元一吨,电从几分钱一度变成几角钱一度。本书中不同历史时期对这项技术的评价计算结果有些不同,都是当时可选技术与原料燃料不同价格的综合结果。冶金流程的评价还有环保因素。以前环保因素没有参与到经济评价中来;以后当碳排放要收税时,新流程的经济效益会大幅度提升,国人对新流程的看法也许会有变化。这要看今后的发展。

本书成稿后经杨静审校,深致谢意。

第一篇 冶金燃气

- 1.1 流体燃料平衡与输配设计 / 3
- 1.2 钢铁联合企业合理利用煤气的原则 / 10
- 1.3 高炉煤气净化设施设计 / 18
- 1.4 高炉炉顶煤气余压发电设计 / 23
- 1.5 高压高炉重力除尘器分析设计试探 / 28
- 1.6 焦炉煤气净化设施设计 / 33
- 1.7 转炉煤气回收设施设计 / 36
- 1.8 液力偶合器在转炉煤气抽风机上的应用 / 39
- 1.9 煤气混合加压设施设计 / 51
- 1.10 煤气发生站设计 / 55
- 1.11 德士古煤气化技术在冶金工业中使用的可能性 / 60
- 1.12 洁净煤气化技术和在钢铁企业的应用 / 76
- 1.13 天然气储配站设计 / 88
- 1.14 煤气柜设计 / 90
- 1.15 氧气站设计 / 95
- 1.16 氩气生产及精制设施设计 / 101
- 1.17 氮、氦、氩、氙气生产及精制设施设计 / 104
- 1.18 攀钢氧气厂供氮系统爆炸事故小结 / 107
- 1.19 COREX 炼铁与空分装置 / 115
- 1.20 氢气站设计 / 131
- 1.21 氮氢保护气体设施设计 / 135
- 1.22 燃料油站设计 / 139

- 1. 23 乙炔站设计 / 144
- 1. 24 卤代烷灭火站设计 / 148
- 1. 25 高倍泡沫灭火站设计 / 151
- 1. 26 低热值煤气燃气轮机联合循环发电技术在钢铁企业的应用 / 153
- 1. 27 矿井气民用工程的几个问题 / 163

第二篇 钢铁新流程

- 2. 1 钒钛磁铁矿冶金新流程的能源决策 / 177
- 2. 2 用当代先进的钢铁生产工艺和技术建设新型钢铁企业 / 187
- 2. 3 紧凑式钢铁联合企业的能源分析 / 197
- 2. 4 BL 钢铁厂工艺流程与经济效益研究 / 207
- 2. 5 两种钢铁生产新流程的比较 / 220
- 2. 6 COREX 与 FINEX 的流程比较 / 228
- 2. 7 COREX 煤干燥技术 / 236
- 2. 8 COREX 煤压块技术 / 244
- 2. 9 COREX 熔融还原炼铁煤气利用方向研究 / 258
- 2. 10 COREX 炼铁煤气生产海绵铁的研究 / 266
- 2. 11 用煤气化生产海绵铁的流程探讨 / 274
- 2. 12 煤气化竖炉生产直接还原铁在节能减排与低碳上的优势 / 285
- 2. 13 发展我国直接还原铁的几点看法 / 291
- 2. 14 煤气化竖炉生产直接还原铁的开发与展望 / 302
- 2. 15 焦炉煤气制直接还原铁的方法研究 / 319
- 2. 16 焦炉煤气制直接还原铁与制甲醇的分析比较 / 327
- 2. 17 煤气化竖炉生产直接还原铁煤气化压力问题的解读 / 337

第一篇 冶金燃气

1.1 流体燃料平衡与输配设计

流体燃料平衡与输配设计是对煤气的生产与消耗进行平衡及确定冶金企业煤气与补充燃料供应方案的设计。

钢铁厂的高炉、焦炉和转炉既是冶炼设备又是煤气发生设备。钢铁厂副产煤气有产量大、耗量大、波动大的特点。合理利用副产煤气可以减少工厂一次能源购入量,改善工厂燃料结构。

流体燃料平衡(亦称煤气平衡)是制订冶金企业流体燃料的基本计划和冶金企业设计的重要组成部分之一。冶金工厂煤气设施、补充燃料站均按流体燃料平衡表确定的数据进行设计计算。

流体燃料平衡输配设计的内容包括根据流体燃料特性与用户特性编制平衡表,以确定合理利用副产煤气的措施,确定煤气柜与煤气混合加压设施的项目与规模,进行煤气管道、煤气调度、防护急救等设施设计。

1.1.1 常用流体燃料

冶金过程副产高炉煤气(BFG)、焦炉煤气(COG)、转炉煤气(LDG),少数工厂也副产电炉煤气和(或)铁合金煤气。补充流体燃料常用燃料油、天然气(NG)、发生炉煤气、水煤气与液化石油气(LPG)等。常用煤气特性示于表 1.1。

表 1.1 常用煤气典型成分与热值(低发热量)

煤气种类	各组分体积/%									热值/ $\text{kJ} \cdot (\text{m}^3)^{-1}$
	CO_2	CO	H_2	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_mH_n	O_2	N_2	
高炉煤气	14.5	25.5	1.5	0.5					58	3 350
焦炉煤气	2.9	6	59	25.5			2.2	0.4	4	17 580
转炉煤气	18.5	59	1.5	1				0.4	20.6	7 620
天然气	0.31	0.01	0.09	97.09	0.48	0.06			1.96	35 170

(续表)

煤气种类	各组分体积/%									热值/ $\text{kJ} \cdot (\text{m}^3)^{-1}$
	CO_2	CO	H_2	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_mH_n	O_2	N_2	
烟煤发生炉煤气	5	27	14	3					51	5 980
无烟煤发生炉煤气	6	24	15	1					54	5 020
水煤气	8.2	34.4	52	1.2				0.2	4	10 250

常用的燃料有渣油、重油,需加热保温才有较好的流动性,热值为 41 800 kJ/kg 左右。液化石油气在压力状态下呈液体,减压时气化,热值约为 45 980 kJ/kg。

1.1.2 用户特性

高炉副产高炉煤气,高炉热风炉系统用高炉煤气加热,其消耗高炉煤气的热量约占高炉煤气总热量的 40%~45%。高炉煤气的产率与热值取决于高炉燃料比、鼓风含氧量与喷吹燃料。高炉煤气具有热值低、波动量大的特点,常作为热风炉、焦炉与电厂的燃料,也可与高热值煤气配置成混合煤气供其他用户使用。

炼焦炉副产焦炉煤气,同时又用煤气加热。复热式焦炉多用混合煤气加热,单热式焦炉只用焦炉煤气加热。焦炉加热消耗的煤气热量占焦炉煤气总热量的 45%~50%。焦炉煤气的产率与热值取决于炼焦用煤的挥发份产率与结焦周期。焦炉煤气具有热值高、毒性小,波动量小的特点,是冶金工厂的优质煤气。焦炉煤气常用于民用及烘烤钢水包、铁水包与要求燃烧温度高的用户,也可与高炉煤气配置混合煤气供各用户使用。

氧气转炉副产煤气的产率与热值取决于冶炼过程的碳平衡。转炉煤气的特点是一氧化碳含量高、毒性大、产量与成分波动大、含水量多、含硫量少,常用作锅炉或其他对成分要求不高的用户,也用作烧活性石灰的燃料。

烧结、轧钢、机修、耐火等用户常用热值 5 850~9 630 kJ/m³ 的混合煤气。这些用户以煤气为单一燃料,是煤气的固定用户。这些用户的年作业时间不同,用量波动大,需设置煤气混合加压设施。

电厂与供热锅炉通常是煤气缓冲用户,可采用多种燃料。其煤气需要

量(即煤气缓冲量)可随工厂煤气余缺情况进行调整。

1.1.3 流体燃料平衡表

按产量乘定额的办法编制。表 1.2 为某钢铁联合企业的流体燃料平衡表。

日历时间平衡表示工厂燃料收支的年平均情况,用于确定年补充燃料量;作业时间平衡表示各车间同时工作时的燃料供配情况。为分析燃料调配的难点,对拥有大容量高炉或高炉座数很少的工厂须做作业时间最大容量高炉休风时的平衡;当工厂拥有的轧钢车间煤气用量波动对全厂流体燃料平衡有严重影响时,须编制作业时间轧钢发挥最大能力时的平衡表。

平衡表中要考虑各类煤气及燃料油的损失,一般年损失率为2%~4%。

流体燃料平衡须留足煤气缓冲量才能实现煤气的调度周转。缓冲量与工厂规模、装备水平、用户数以及有无灵活的调度室有关。规模大、用户多、设有煤气柜、调度灵活的工厂可少留缓冲量。一般,钢铁联合企业日历时间平衡所需的缓冲量焦炉煤气有5%~8%,高炉煤气有10%以上就可以满足调度要求。当日历时间平衡出现负值时,工厂应引入补充燃料;当缓冲量预留不足无法满足煤气周转要求时,也应引入补充燃料。

补充燃料的种类可以按照当地燃料条件与工艺要求确定。为了节省基础建设投资与提高燃料使用效率,可按天然气、燃料油、液化石油气、煤气发生站的顺序考虑实施补充。将补充燃料应配给作业率低的车间使用,有利于节能。

工厂使用混合煤气的热值应力求统一,以简化工厂煤气管网,少建煤气混合加压设施。

特殊钢厂没有高炉煤气与焦炉煤气,其流体燃料主要为补充燃料。这些工厂通常有较大的燃料油站或煤气发生站。

1.1.4 合理利用煤气的措施

主要包括:

(1) 力求产需平衡,生产煤气的车间与使用煤气的车间均衡发展。对煤气不足的企业力求回收各种副产煤气,改革工业炉窑炉,减少煤气放散量,并充分利用高炉煤气以减少补充燃料量。对煤气富余的企业需开拓煤气用户,例如高炉煤气发电、焦炉煤气民用、焦炉煤气与转炉煤气作化工原

表 1.2 某钢铁联合企业业流体燃料平衡表

序	项 目	工艺产 品产量 /10 ⁴ t·a ⁻¹	产品的 煤气单 位产量 或耗量 /GJ·t ⁻¹	热值 /kJ·(m ³) ⁻¹	年工作 小时 /h	高炉 煤气 /GJ·h ⁻¹	日历年平衡			作业时间平衡			备 注	
							焦炉 煤气 /GJ·h ⁻¹	转炉 煤气 /GJ·h ⁻¹	补充 燃料 (重油) /GJ·h ⁻¹	高炉 煤气 /GJ·h ⁻¹	焦炉 煤气 /GJ·h ⁻¹	转炉 煤气 /GJ·h ⁻¹		补充 燃料 (重油) /GJ·h ⁻¹
1	高炉煤气	650	5.184 0	3 260	8 130	3 847				4 145				
2	焦炉煤气	456	6.207 3	18 810	1 760		3 230				3 230			按装入煤计
3	转炉煤气	671	0.501 6	8 360	7 180			384				468		
	收入总计					3 847	3 230	384		4 145	3 230	468		
	支出													
1	焦炉加热	456	2.633 4	4 180	8 760	1 008	363			1 008	363			
2	化产回收精制			18 810	8 760		162				162			
3	高炉	650	2.173 6	5 183	8 130	887	726		1 860	956	782		2 005	喷吹重油
4	烧结	1 042	0.188 1	18 810	8 130		224				241			
5	转炉炼钢	671	0.084 6	18 810	8 760		65				65			
6	连铸	304	0.150 5	18 810	7 000		52				65			
7	石灰	58.6	6.270 0	15 884	8 602		357	62			364	63		