

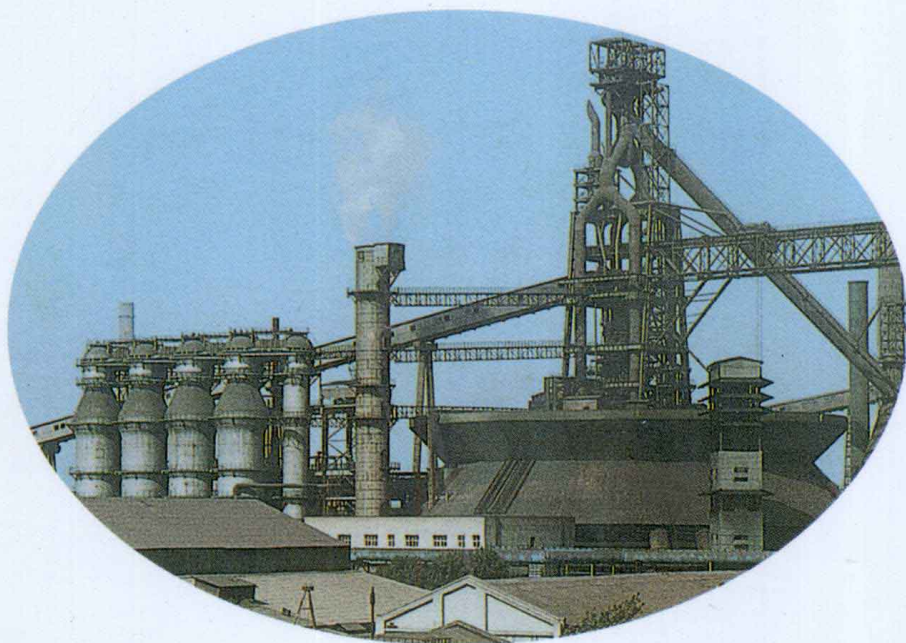


普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU "12·5" GUIHUA JIAOCAI

高炉炼铁设计与设备

郝素菊 张玉柱 蒋武锋 编著



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



普通高等教育“十二五”规划教材

高炉炼铁设计与设备

郝素菊 张玉柱 蒋武锋 编著

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2011

内 容 提 要

全书分为10章,系统地介绍了高炉炼铁车间设计、高炉本体设计、高炉装料系统、送风系统、喷吹煤粉系统、煤气除尘系统、渣铁处理系统以及能源回收利用中设备的工作原理、设备选型、工艺流程。对近年来国内外高炉炼铁设计技术发展中应用的新工艺、新方法进行了阐述,反映了目前高炉炼铁设备发展的成果。

本书可作为高等学校冶金工程专业本科、专科和高职高专冶金工程专业教材,也可作为高炉炼铁设计人员和生产技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

高炉炼铁设计与设备/郝素菊,张玉柱,蒋武锋编著. —北京:冶金工业出版社,2011.7

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-5674-0

I. ①高… II. ①郝… ②张… ③蒋… III. ①高炉炼铁—设计—高等学校—教材 ②高炉炼铁—炼铁设备—高等学校—教材 IV. ①TF53 ②TF57

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第184731号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷39号,邮编100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcs@cnmip.com.cn

责任编辑 王之光 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 石 静 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-5674-0

北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2011年7月第1版,2011年7月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;15印张;364千字;230页

32.00元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

我国钢铁产量已连续多年位居世界第一。要全面贯彻“高效、优质、低耗、长寿、环保”的炼铁方针，高炉炼铁设计必须积极推行可持续发展和循环经济理念，提高环保和资源综合利用水平。尽管现代高炉炼铁理论已经十分完善，但对炼铁技术的革新从未停止。近年来，随着钢铁技术的发展和产能结构的调整，新技术、新设备不断涌现，一些高能耗、高污染的设备在逐渐被淘汰。本书力求以我国目前所采用的先进生产工艺为主，精练了传统的经典工艺方法，涵盖了近年在吸收国外先进技术基础上，通过自主创新，在高炉长寿技术、高风温热风炉技术、炉渣处理技术以及有关节能减排方面的新工艺、新设备。

炼铁设计是冶金工程专业重要的专业课之一，具有紧密结合生产实际、应用性强的特点，为了满足工程应用型人才培养的需求，我们在编写过程中广泛征求了有关生产厂家、设计院所、高等院校师生的意见，对炼铁设计存在的问题进行了反复的研讨，在参考有关著作、教材、相关文献的基础上，结合笔者多年在教学、生产实践中的应用体会，最后审查定稿。

本书全面涵盖了高炉炼铁的主体设备及附属系统，共分10章，主要内容有：高炉炼铁车间平面布置设计、高炉本体设计、原料供应系统、炉顶装料设备、送风系统、喷煤系统、煤气除尘系统、渣铁处理系统以及能源回收利用。详细阐述了高炉本体、热风炉、高炉炉顶设备、煤气除尘设备和渣铁处理设备的工作原理、特点及应用。

本书可以作为高等院校冶金工程专业的教材，也可作为冶金行业职业培训教材，同时也可以作为高炉炼铁工作人员的参考书。

由于作者的水平所限，书中难免存在不足之处，敬请读者批评指正。

作 者
2011年5月

目 录

1 高炉炼铁设计概述	1
1.1 高炉炼铁生产工艺流程	1
1.2 高炉生产主要技术经济指标	2
1.3 高炉炼铁设计的基本原则	4
1.3.1 高炉炼铁设计应遵循的基本原则	4
1.3.2 钢铁厂的组成	4
1.4 高炉炼铁设计程序和内容	5
1.5 高炉炼铁厂的厂址选择	5
2 高炉炼铁车间设计	6
2.1 高炉座数及容积的确定	6
2.1.1 生铁产量的确定	6
2.1.2 高炉炼铁车间总容积的确定	6
2.1.3 高炉座数的确定	7
2.2 高炉炼铁车间平面布置	7
2.2.1 高炉炼铁车间平面布置应遵循的原则	7
2.2.2 高炉炼铁车间平面布置形式	7
3 高炉本体设计	11
3.1 高炉内型	11
3.1.1 高炉内型的发展过程	11
3.1.2 高炉内型	13
3.1.3 高炉内型设计与计算	17
3.2 高炉炉衬	22
3.2.1 高炉炉衬破损机理	22
3.2.2 高炉用耐火材料	24
3.2.3 高炉用砖型与砖数	32
3.2.4 炉底、炉缸结构与砌筑	33
3.2.5 炉腹、炉腰和炉身下部结构与砌筑	41
3.2.6 炉身上部和炉喉	42
3.3 高炉冷却	43
3.3.1 冷却设备的作用	43

3.3.2	冷却介质	43
3.3.3	高炉冷却方式	43
3.3.4	高炉冷却设备的材质及改进	44
3.3.5	高炉冷却设备结构形式	45
3.3.6	冷却设备的工作制度	54
3.3.7	高炉给排水系统	55
3.3.8	高炉冷却系统	56
3.4	高炉送风管路	59
3.4.1	热风围管	59
3.4.2	送风支管	59
3.4.3	直吹管	60
3.4.4	风口装置	61
3.5	高炉钢结构	63
3.5.1	高炉本体钢结构	63
3.5.2	炉壳	64
3.5.3	炉体框架	65
3.5.4	炉缸支柱、炉身支柱、炉腰支圈和支柱座圈	66
3.6	高炉基础	66
3.6.1	高炉基础的负荷	67
3.6.2	对高炉基础的要求	67
4	高炉车间原料供应系统	68
4.1	车间的运输	68
4.2	贮矿槽、贮焦槽及槽下运输称量	69
4.2.1	贮矿槽与贮焦槽	69
4.2.2	槽下运输称量	69
4.3	料车坑	72
4.4	上料设备	73
4.4.1	斜桥料车式上料机	73
4.4.2	胶带运输机上料系统	76
5	炉顶装料设备	80
5.1	钟式炉顶装料设备	81
5.1.1	马基式布料器双钟炉顶	81
5.1.2	变径炉喉	84
5.2	无钟炉顶装料装置	85
5.2.1	并罐式无钟炉顶结构	85
5.2.2	串罐式无钟炉顶	87
5.2.3	无钟炉顶的布料方式	88

5.2.4 无钟炉顶装料制度设置与控制	88
5.3 探料装置	89
5.3.1 探料尺	89
5.3.2 微波料面计	90
5.3.3 激光料面计	91
5.3.4 放射性同位素探测料线	91
5.3.5 高炉雷达探尺	92
6 送风系统	93
6.1 高炉鼓风机	93
6.1.1 高炉冶炼对鼓风机的要求	93
6.1.2 高炉鼓风机工作原理及特性	95
6.1.3 高炉鼓风机的选择	97
6.1.4 高炉风机的串联与并联	99
6.2 热风炉结构形式	99
6.2.1 内燃式热风炉	101
6.2.2 外燃式热风炉	114
6.2.3 顶燃式热风炉	118
6.2.4 球式热风炉	119
6.2.5 卡鲁金顶燃式热风炉	119
6.3 热风炉用耐火材料及特性	120
6.3.1 热风炉砌体破损机理	120
6.3.2 热风炉用耐火材料的主要特性	121
6.3.3 热风炉用耐火材料	122
6.4 热风炉阀门	129
6.4.1 热风阀	131
6.4.2 切断阀	131
6.4.3 调节阀	133
6.4.4 充风阀和废风阀	133
6.4.5 放风阀和消音器	134
6.4.6 冷风阀	134
6.5 热风炉计算	135
6.6 悬链线拱顶计算	137
6.7 提高风温的途径	138
6.8 热风炉操作制度	139
6.8.1 热风炉燃烧操作制度	139
6.8.2 热风炉送风操作制度	140
6.8.3 热风炉换炉操作制度	141
6.8.4 高炉休风及送风操作	141

6.8.5 热风炉的自动控制	142
7 高炉喷吹煤粉系统	143
7.1 煤粉的制备	143
7.1.1 球磨机制粉工艺	144
7.1.2 中速磨制粉工艺	144
7.1.3 煤粉制备主要设备	145
7.2 煤粉喷吹工艺的分类	152
7.2.1 直接喷吹和间接喷吹	152
7.2.2 串罐喷吹和并罐喷吹	153
7.2.3 单管路喷吹和多管路喷吹	154
7.2.4 上出料和下出料	155
7.2.5 浓相输送和稀相输送	156
7.3 煤粉喷吹的主要设备	157
7.3.1 混合器	157
7.3.2 分配器	158
7.3.3 喷煤枪	160
7.3.4 氧煤枪	160
7.3.5 仓式泵	161
7.4 热烟气系统	162
7.4.1 热烟气系统工艺流程	162
7.4.2 主要设备	162
7.5 喷煤技术的发展	163
7.5.1 喷煤技术进步	163
7.5.2 浓相输送技术	164
7.6 烟煤喷吹的安全措施	165
7.6.1 煤粉爆炸的条件	165
7.6.2 高炉喷吹烟煤的安全措施	166
8 高炉煤气处理系统	168
8.1 煤气除尘设备及原理	170
8.1.1 粗除尘设备	170
8.1.2 半精细除尘设备	171
8.1.3 精细除尘设备	173
8.2 脱水器	177
8.2.1 重力式脱水器	177
8.2.2 挡板式脱水器	178
8.2.3 填料式脱水器	178
8.3 煤气除尘系统附属设备	178

8.3.1	煤气管道	178
8.3.2	煤气遮断阀	179
8.3.3	煤气放散阀	180
8.3.4	煤气切断阀	180
8.3.5	调压阀组	180
9	渣铁处理系统	183
9.1	风口平台及出铁场设计	183
9.1.1	风口平台及出铁场	183
9.1.2	渣铁沟和渣铁分离器	187
9.1.3	摆动溜嘴	189
9.1.4	炉前渣铁沟内衬材料	189
9.1.5	炉前渣铁沟浇注施工用设备	192
9.1.6	炉前渣铁沟烘烤设备	195
9.1.7	炉前事故用氧气设备	196
9.2	炉前主要设备	196
9.2.1	开铁口机	196
9.2.2	堵铁口泥炮	197
9.2.3	堵渣口机	200
9.2.4	换风口机	200
9.2.5	炉前吊车	202
9.3	铁水处理设备	202
9.3.1	铁水罐车	202
9.3.2	铸铁机	203
9.4	炉前通风除尘设施	205
9.4.1	出铁场烟尘的特点	205
9.4.2	出铁场烟尘的治理	206
9.4.3	炉前通风除尘罩	207
9.4.4	炉前各吸尘点风量参数	210
9.5	炉渣处理设备	211
9.5.1	沉淀池法水淬渣	212
9.5.2	底滤法水淬渣	212
9.5.3	拉萨法水淬渣	213
9.5.4	轮法水淬渣	214
9.5.5	明特法水渣处理	215
9.5.6	冲渣水的处理	217
9.5.7	干渣生产	218
9.5.8	渣棉生产	219
9.5.9	膨渣生产	219

9.5.10 高炉渣的综合利用	219
10 能源回收利用	221
10.1 高炉炉顶煤气余压发电	221
10.1.1 炉顶煤气余压透平机的结构	221
10.1.2 炉顶煤气余压透平能力的确定	223
10.1.3 宝钢炉顶煤气余压透平的选择	225
10.2 热风炉烟道废气余热回收	226
10.2.1 热管式换热器	226
10.2.2 热媒式换热器	228
参考文献	230

1 高炉炼铁设计概述

1.1 高炉炼铁生产工艺流程

高炉炼铁是用还原剂（焦炭、煤等）在高温下将铁矿石或含铁原料还原成液态生铁的过程。其生产工艺流程如图 1-1 所示。

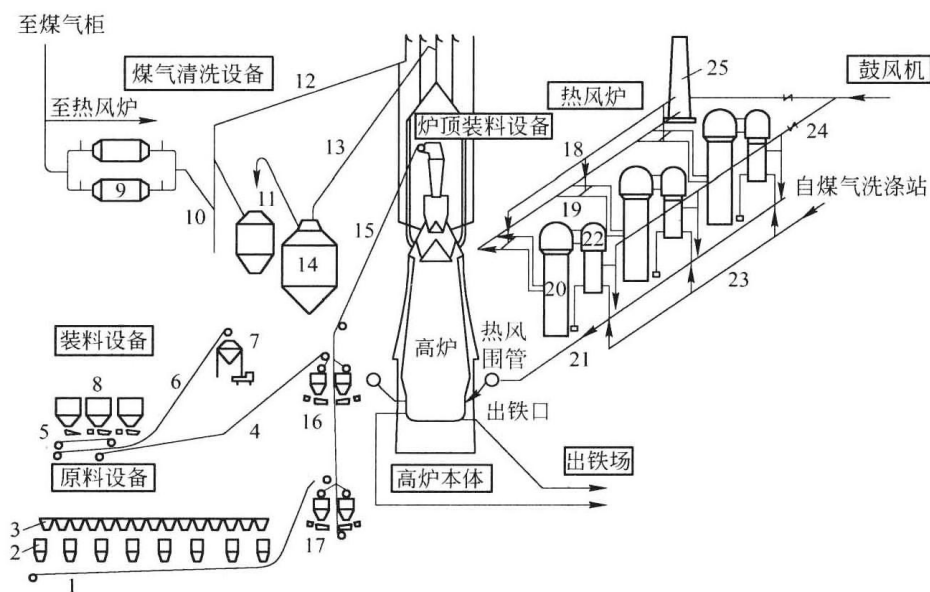


图 1-1 高炉生产工艺流程

- 1—矿石输送皮带机；2—称量漏斗；3—贮矿槽；4—焦炭输送皮带机；5—给料机；6—粉焦输送皮带机；7—粉焦仓；
8—贮焦槽；9—电除尘器；10—调节阀；11—文氏管除尘器；12—净煤气放散管；13—下降管；14—重力除尘器；
15—上料皮带机；16—焦炭称量漏斗；17—废铁称量漏斗；18—冷风管；19—烟道；20—蓄热室；
21—热风主管；22—燃烧室；23—煤气主管；24—混风管；25—烟囱

高炉本体是冶炼生铁的主体设备，是由耐火材料砌筑的竖立式圆筒形炉体，最外层是由钢板制成的炉壳，在炉壳和耐火材料之间有冷却设备。

要完成高炉生产，除高炉本体外，还必须有其他附属系统的配合，分别是：

（1）供料系统：供料系统的主要任务是及时、准确、稳定地将合格原料送入高炉。包括贮矿槽、贮焦槽、称量与筛分等一系列设备。

（2）送风系统：送风系统主要任务是连续可靠地供给高炉冶炼所需热风。包括鼓风机、热风炉及一系列管道和阀门等。

（3）煤气除尘系统：煤气除尘系统的主要任务是回收高炉煤气，使其含尘量降至 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，以满足用户对煤气质量的要求。包括煤气管道、重力除尘器、洗涤塔、文

氏管、脱水器等。

(4) 渣铁处理系统：渣铁处理系统的主要任务是及时处理高炉排放出的渣、铁，保证高炉生产正常进行。包括出铁场、开铁口机、堵铁口泥炮、炉前吊车、铁水罐车及炉渣处理设备。

(5) 喷吹燃料系统：喷吹燃料系统主要任务是均匀稳定地向高炉喷吹大量煤粉，以煤代焦，降低焦炭消耗。包括原煤的储存、运输，煤粉的制备、收集及煤粉喷吹等设备。

1.2 高炉生产主要技术经济指标

生产生铁是建设高炉的目的。高炉的高效化，提高利用系数是重要的方面之一，但不片理解高效化即为了提高利用系数，而应从高炉的经济效益和社会效益上，全面认识高炉的高效化。高炉的高效化还应包括资源和能源的高效利用、延长高炉寿命、提高设备利用率等。

高炉在高效利用资源和能源方面，应将降低燃料比和焦比放在突出的位置。降低燃料比和焦比是强化高炉冶炼的有力措施，是提高利用系数的有效途径，是全面降低炼铁能源消耗的手段。

强化高炉冶炼包括两个方面：一是提高冶炼强度；二是降低燃料比，缺一不可。两者必须统一。延长高炉寿命，使高炉在一代炉役中单位炉容生产更多的生铁，以充分利用高炉设备资源。

高炉生产技术水平和经济效果以其技术经济指标来衡量，主要技术经济指标有：

(1) 高炉利用系数 (η_v)。高炉利用系数是指高炉日产量与高炉有效容积之比，即每昼夜、每 1m^3 高炉有效容积的合格生铁产量。计算式如下：

$$\text{高炉利用系数 } (\text{t}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})) = \text{高炉日合格产量}(\text{t}/\text{d}) / \text{高炉有效容积}(\text{m}^3) \quad (1-1)$$

高炉利用系数与高炉炉容有关，是高炉冶炼的一个重要指标，高炉利用系数愈大，高炉生产率愈高。目前，一般大型高炉的高炉利用系数为 $2.2 \sim 2.5\text{t}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 。小型高炉利用系数更高，如 450m^3 高炉的利用系数达到 $4.0 \sim 5.0\text{t}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 。

(2) 焦比。焦比是指高炉冶炼每吨合格生铁所消耗的干焦炭量，也称为入炉焦比。即每昼夜干焦炭消耗量与每昼夜生铁产量之比。

$$\text{焦比 } (\text{kg}/\text{t}) = \text{入炉干焦炭耗用量}(\text{kg}) / \text{生铁产量}(\text{t}) \quad (1-2)$$

焦炭消耗量约占生铁成本的 $30\% \sim 40\%$ ，欲降低生铁成本必须力求降低焦比。焦比大小与冶炼条件密切相关，喷吹煤粉可以有效地降低焦比。

(3) 煤比。高炉冶炼每吨合格生铁消耗的煤粉量称为煤比。计算式如下：

$$\text{煤比 } (\text{kg}/\text{t}) = \text{煤粉耗用量}(\text{kg}) / \text{生铁产量}(\text{t}) \quad (1-3)$$

喷吹其他辅助燃料时的计算方法类同，但气体燃料应以体积 (m^3) 计量。

单位质量的煤粉所代替的焦炭的质量称为煤焦置换比，表示煤粉利用率的高低。一般煤粉的置换比为 $0.7 \sim 0.9$ 。

(4) 小块焦比。高炉冶炼每吨合格生铁所消耗的干小块焦炭量。计算式如下：

$$\text{小块焦比 } (\text{kg}/\text{t}) = \text{入炉干小块焦炭耗用量}(\text{kg}) / \text{生铁产量}(\text{t}) \quad (1-4)$$

(5) 燃料比。高炉冶炼每吨合格生铁所消耗的焦炭、煤粉、小块焦炭等燃料的总和。

根据钢铁工业节能设计规范,不同炉容高炉的设计利用系数、焦比和燃料比应符合表 1-1。

表 1-1 不同炉容高炉的设计利用系数、焦比和燃料比

炉容级别/ m^3	1000	2000	3000	4000	5000
设计年平均利用系数/ $\text{t} \cdot (\text{m}^3 \cdot \text{d})^{-1}$	2.0~2.4	2.0~2.35	2.0~2.3	2.0~2.3	2.0~2.25
设计年平均燃料比/ $\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$	≤ 520	≤ 515	≤ 510	≤ 505	≤ 500
设计年平均焦比/ $\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$	≤ 360	≤ 340	≤ 330	≤ 310	≤ 310

注:不包括特殊矿石炼铁的设计指标。

(6) 冶炼强度。冶炼强度是每昼夜、每 1m^3 高炉有效容积燃烧的干焦炭量,即高炉一昼夜焦炭消耗量与有效容积的比值,计算式如下:

$$\text{冶炼强度} (\text{t}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})) = \text{入炉干焦炭耗用量} (\text{t}/\text{d}) / \text{高炉有效容积} (\text{m}^3) \quad (1-5)$$

冶炼强度表示高炉的作业强度,与鼓入高炉的风量成正比,在焦比不变的情况下,冶炼强度越高,高炉产量越大。

(7) 生铁合格率。化学成分符合国家标准的生铁称为合格生铁,合格生铁占总产生铁量的百分数为生铁合格率。是衡量产品质量的指标。

(8) 炼铁工序单位能耗。高炉冶炼每吨合格生铁所消耗的各种能源总量。炼铁工序单位能耗包括工序耗用的燃料和动力等能源总量。计算时应扣除回收二次能源外供量、利用余热外供量和利用余能外供量。工序能耗可根据热能平衡表取得。炼铁工序单位能耗等于炼铁工序净耗能量除以生铁产量。

炼铁工序能耗用标准煤来计算时,计算式如下:

$$\text{炼铁工序单位能耗(标准煤)} (\text{kg}/\text{t}) = \text{炼铁工序净耗能量(标准煤)} (\text{kg}) / \text{生铁产量} (\text{t}) \quad (1-6)$$

根据钢铁工业节能设计规范,不同炉容高炉的炼铁工序单位能耗应符合表 1-2。

表 1-2 炼铁工序单位能耗

炉容级别/ m^3		1000	2000	3000	4000	5000
工序单位能耗(标准煤) [电按 $0.404\text{kg}/(\text{kW} \cdot \text{h})$]	kg/t	≤ 430	≤ 425	≤ 420	≤ 415	≤ 405
	MJ/t	≤ 12588	≤ 12441	≤ 12295	≤ 12148	≤ 11855
工序单位能耗(标准煤) [电按 $0.1229\text{kg}/(\text{kW} \cdot \text{h})$]	kg/t	≤ 400	≤ 395	≤ 390	≤ 385	
	MJ/t	≤ 11709	≤ 11563	≤ 11417	≤ 11270	

注:1. 不包括特殊矿石炼铁的设计指标。

2. 本表综合了《钢铁工业节能设计规范》的规定。

(9) 作业率。作业率是指高炉实际作业时间占日历时间的百分数。作业率反映高炉设备维护的水平。

(10) 高炉一代寿命。高炉一代寿命是指高炉从点火开炉到停炉大修之间的冶炼时间,或是指高炉相邻两次大修之间的冶炼时间。大型高炉一代寿命为 10~15 年。

判断高炉一代寿命结束的准则主要是高炉生产的经济性和安全性。如果高炉的破损程度已使生产陷入效率低、质量差、成本高、故障多、安全差的境地,就应考虑停炉大修或改建。衡量高炉炉龄的指标有两条,一是高炉的炉龄,二是一代炉龄内单位容积的合格生铁产量。

1.3 高炉炼铁设计的基本原则

1.3.1 高炉炼铁设计应遵循的基本原则

高炉炼铁设计应该保证新建的高炉车间工艺布置合理、技术经济指标先进、设备有较高的机械化、自动化水平,有安全和尽可能舒适的劳动条件,有可靠而稳定的环境保护措施。高炉炼铁设计应遵循的基本原则有:

- (1) 合法性。设计原则和设计方案的确定,应当符合国家工业建设的方针和政策。
- (2) 客观性。设计所选用的指标和技术方案应以客观的数据为依据,做出的设计经得起全面的客观的评审,保证所采用的方案有坚实的基础,并且能成功地付诸实践。
- (3) 先进性。设计应反映出最近在该领域里成就,并应考虑到发展趋势。
- (4) 经济性。在厂址、产品、工艺流程等多方案的比较中,选择最经济的方案,使得单位产品投资最低、成本最低、经济效益最佳。
- (5) 综合性。在设计过程中,各部分的设计方案要互相联系,局部方案应与总体方案相一致,各专业的的设计应服从工艺部分。
- (6) 发展远景。要考虑车间将来发展的可能性,适当保留车间发展所需的土地、交通线路和服务设施。
- (7) 安全和环保。保证各领域和工作岗位都能安全生产,不受污染,力争做到“场外看不到烟,场内听不到声”,排出的废水、废气应达到国家环保法的要求。
- (8) 标准化。在设计中尽可能采用各种标准设计,这样可减小设计工作量和缩短建设周期。
- (9) 美学原则。使车间和工作环境有良好的布局 and 较好的心理学、生理学劳动条件。在厂内应具有排列美观、色彩明快、安全宜人的环境,以减少疲乏和提高劳动生产率。

1.3.2 钢铁厂的组成

钢铁厂一般包括炼铁、炼钢、轧钢三个车间,如果再加上矿石准备车间和焦化车间,这个工厂就称为钢铁联合企业,只有炼钢和轧钢车间组成的工厂称为钢铁加工厂。

钢铁联合企业是一个完整生产过程的组合体,在经济上是最合理的,可以保证较低的产品成本,在技术上可以合理利用资源、能源及本企业的各种副产品,因此,一般大型企业都建成钢铁联合企业。它与不完整的钢铁厂和钢铁加工厂比较,具有以下优点:

- (1) 运输费用低廉。如炼钢或轧钢所需要的原材料均由本厂直接供应,这样可节省大量运输费用。
- (2) 在生产中可以采用热装,因而可以节约燃料、提高产量。
- (3) 能充分利用本企业的副产品。如将高炉煤气、焦炉煤气或焦油供给本企业其他熔炼炉或加热炉作为燃料。
- (4) 联合企业设有许多辅助设施,如发电站、水站及各种加工厂等,这样可以充分保证本企业生产的正常进行,不致受外界因素的影响。

1.4 高炉炼铁设计程序和内容

高炉炼铁设计的基本程序是有强约束作用的法定程序。一般要经过以下几个阶段：提出项目建议书及设计任务书；进行项目可行性研究；审批可行性研究报告；进行初步设计；审批初步设计；进行施工图设计；施工建设；竣工验收；交付使用。

建设项目一经决策，并确定建设地点后，即由建设单位委托有资格的设计部门进行设计。设计的根据是经过批准的设计任务书。

设计工作分三个阶段进行，依次为可行性研究、初步设计和施工图设计。设计的不同阶段有不同的要求。

可行性研究的主要内容应包括：设计的指导思想；建设规模；产品方案；总体布置；项目构成；工艺流程；占地面积和土地利用情况；工程投资概算等。

初步设计的内容要比可行性研究报告的内容更详细，更具体，除包含可行性研究的内容外，还应包括主要设备选型和设备数量，公用设施和辅助设施，占地面积和土地利用情况，生产组织和劳动定员，工艺布置图，主要建筑材料用量，环境保护措施及消防设施，工程投资预算及设备回收期等。

初步设计批准后才能做施工图设计。施工图设计就是要绘制出建设施工所必需的一切图纸和文件，包括工艺布置、建筑物、设备制造、安装、试车等所必需的所有施工图纸和施工说明，各种钢材用量、原材料消耗等。

在施工过程中，发现设计错误应由设计单位及时修改，修改后给施工单位发变更通知单，然后按照变更内容进行施工。

1.5 高炉炼铁厂的厂址选择

确定厂址要多方案比较，选择最佳者。厂址选择的合理与否，不仅影响建设速度和投资，也影响到投产后的产品成本和经济效益，必须十分慎重。厂址选择应考虑以下因素：

- (1) 要考虑工业布局，有利于经济协作。
- (2) 合理利用地形设计工艺流程，简化工艺，减少运输量，节省投资。
- (3) 尽可能接近原料产地及消费地点，以减小原料及产品的运输费用。
- (4) 地质条件要好，地层下不能有有开采价值的矿物，也不能是已开采区。
- (5) 水电资源要丰富，高炉车间要求供水、供电不得间断，供电要双电源。
- (6) 尽量少占良田。
- (7) 厂址要位于居民区主导风向的下风向或侧风向。

2 高炉炼铁车间设计

在钢铁联合企业中，高炉炼铁车间占有重要地位。在总平面布置中，高炉炼铁车间位置应靠近原、燃料供应车间和成品生铁使用车间，务必使物料流程短捷合理。

2.1 高炉座数及容积的确定

高炉炼铁车间建设高炉的座数，既要考虑尽量增大高炉容积，又要考虑企业的煤气平衡和生铁量的均衡，所以一般根据车间规模，由两座或三座高炉组成为宜。

2.1.1 生铁产量的确定

设计任务书中规定的生铁年产量是确定高炉炼铁车间年产量的依据。

如果任务书给出多种品种生铁的年产量，如制钢铁与铸造铁，则应换算成同一品种的生铁。一般是将铸造铁乘以换算系数，换算为同一品种的制钢铁，求出总产量。折算系数与铸造铁的硅含量有关，详见表 2-1。

表 2-1 折算系数与铸造铁的硅含量关系

铸铁代号	Z15	Z20	Z25	Z30	Z35
Si/%	1.25 ~ 1.75	1.75 ~ 2.25	2.25 ~ 2.75	2.75 ~ 3.25	3.25 ~ 3.75
折算系数	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25

如果任务书给出钢材产量，则需要根据金属平衡，确定生铁年产量。首先算出钢液消耗量，这时要考虑浇注方法、喷溅损失等，一般单位钢锭的钢液消耗系数为 1.010 ~ 1.020。再由钢液消耗量确定生铁年产量。吨钢的铁水消耗取决于炼钢方法、炼钢炉容大小、废钢消耗等因素，一般为 1.050 ~ 1.10t，技术水平较高，炉容较大的选低值；反之，取高值。

2.1.2 高炉炼铁车间总容积的确定

计算得到的高炉炼铁车间生铁年产量，除以年工作日，即得出高炉炼铁车间日产量(t)，即：

$$\text{高炉炼铁车间日产量} = \frac{\text{年产量}}{\text{年工作日}} \quad (2-1)$$

高炉年工作日一般取日历时间的 96%。

根据高炉炼铁车间日产量和高炉利用系数可以计算出高炉炼铁车间总容积 (m³)：

$$\text{高炉炼铁车间总容积} = \frac{\text{日产量}}{\text{高炉利用系数}} \quad (2-2)$$

高炉利用系数一般直接选定。利用系数的选择应该既先进又留有余地，保证投产后短时间内达到设计产量。如果选择过高则达不到预定的生铁产量，选择过低则使生产能力得不到发挥。

2.1.3 高炉座数的确定

高炉炼铁车间的总容积确定之后就可以确定高炉座数和一座高炉的容积。设计时，一个车间的高炉容积最好相同，这样有利于生产管理和设备管理。

高炉座数要从两方面考虑：从投资、生产效率、管理等方面考虑，数目越少越好；另一方面从铁水供应、高炉煤气供应的角度考虑，则希望数目多些。确定高炉座数的原则应保证在一座高炉停产时，铁水和煤气的供应不致间断。过去钢铁联合企业中高炉数目较多，如鞍钢 10 座以上。近年来随着管理水平的提高，新建企业一般只有 2~3 座高炉，如宝钢现有 3 座高炉。

2.2 高炉炼铁车间平面布置

高炉炼铁车间平面布置的合理性，关系到相邻车间和公用设施是否合理，也关系到原料和产品的运输能否正常连续进行，设施的共用性及运输线、管网线的长短，对产品成本及单位产品投资有一定影响。因此，规划车间平面布置时一定要考虑周到。

2.2.1 高炉炼铁车间平面布置应遵循的原则

高炉炼铁车间平面布置应遵循下列原则：

- (1) 在工艺合理、操作安全、满足生产的条件下，应尽量紧凑，并合理地共用一些设备与建筑物，以求少占土地和缩短运输线、管网线的距离。
- (2) 有足够的运输能力，保证原料及时入厂和产品（副产品）及时运出。
- (3) 车间内部铁路、道路布置要畅通。
- (4) 要考虑扩建的可能性，在可能条件下留一座高炉的位置。在高炉大修、扩建时施工安装作业及材料设备堆放等不得影响其他高炉正常生产。

2.2.2 高炉炼铁车间平面布置形式

高炉炼铁车间平面布置形式根据铁路线的布置可分为以下四种。

2.2.2.1 一列式布置

一列式高炉平面布置如图 2-1 所示，其主要特点是：高炉与热风炉在同一列线，出铁场也布置在高炉列线上成为一列，并且与车间铁路线平行。这种布置可以共用出铁场和炉前起重机，共用热风炉值班室和烟囱，节省投资；热风炉距高炉近，热损失少。但是运输能力低，在高炉座数多、产量高时，运输不方便，特别是在一座高炉检修时车间调度复杂。