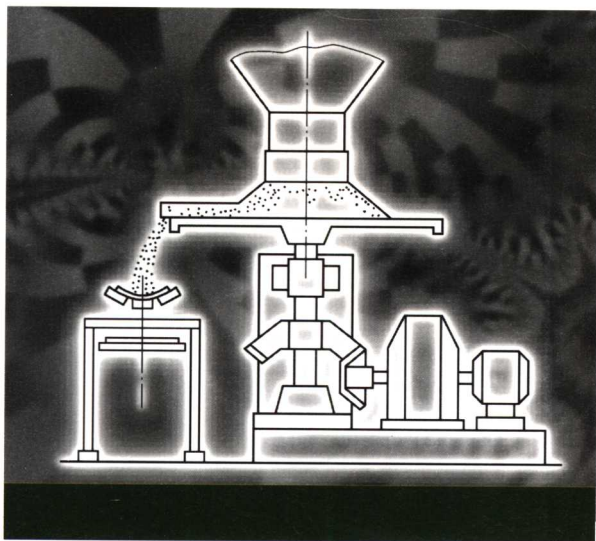


工人岗位培训读本

炼焦工艺与设备

马鞍山钢铁股份有限公司煤焦化公司 组织编写

杨建华 阚兴东 石熊保 编



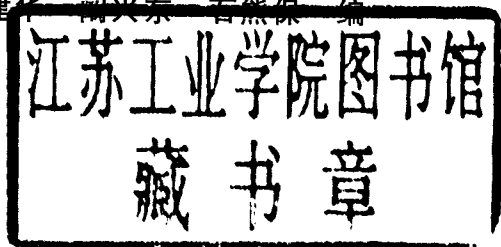
化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

工人岗位培训读本

炼焦工艺与设备

马鞍山钢铁股份有限公司煤焦化公司 组织编写

杨建华 阙兴东 石熊保 编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

炼焦工艺与设备/杨建华, 阚兴东, 石熊保编. —北京: 化学工业出版社, 2006. 3

(工人岗位培训读本)

ISBN 7-5025-8344-0

I. 炼… II. ①杨…②阚…③石… III. ①炼焦-工艺-技术培训-教材②炼焦-化工设备-技术培训-教材 IV. TQ520

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 014211 号

工人岗位培训读本

炼焦工艺与设备

马鞍山钢铁股份有限公司煤焦化公司 组织编写

杨建华 阚兴东 石熊保 编

责任编辑: 辛 田

责任校对: 宋 玮

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷有限责任公司印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 10 字数 270 千字

2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8344-0

定 价: 22.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序

随着国家经济建设的飞速发展，近几年来焦化工业亦呈快速增长的势头，中国的焦炭产量已多年居世界第一，目前已达世界总产量的50%以上。在此情况下，许多新建的焦化厂岗位熟练操作工人缺乏的问题凸显，为满足焦化行业职工培训的需要，化学工业出版社组织安徽马鞍山钢铁股份有限公司煤焦化公司编写了《工人岗位培训读本》丛书。

本丛书目前编写了《备煤工艺与设备》、《炼焦工艺与设备》、《焦炉煤气净化》三个分册。《备煤工艺与设备》分册，对备煤的主要工艺及技术要求，配煤原理，主要设备的操作、维护、保养等都做了详细的描述，对电厂的动力配煤也做了一定介绍；《炼焦工艺与设备》分册介绍了国内主要应用的焦炉炉型和设备，对于焦炉热工调节和四大机车等生产操作及护炉铁件管理、炉体的维护维修做了详细的论述，针对干熄焦技术在冶金行业的推广应用及焦炉大型化的趋势，介绍了干熄焦的主要操作方法及技术；《焦炉煤气净化》分册对国内采用的各种工艺流程都做了介绍，针对国内广泛应用的工艺，就操作层面的主要工艺原理、工艺控制参数、正常操作和特殊操作方法、开工和停产的工艺处理等都做了详尽叙述，为了便于岗位工人理解操作方法并能处理一些异常情况，还深入浅出地介绍了主要化工单元操作的基本原理。

本丛书由马鞍山钢铁股份有限公司煤焦化公司编写。马钢煤焦化公司是有近50年历史的老厂，技术力量雄厚，经验淀积丰富，并不断涉猎、应用当代的各种新技术，推进企业的技术进步。主要编写人员都是有多年实践经验的技术人员。与以往的同类图书不同之处是本丛书更侧重于实际操作和指导，更适用于生产一线的技术人员、操作工人阅读参考。

由于焦炭产能的高速增长及国家对资源消耗型行业宏观政策的调控，各焦化企业将在更深层次展开激烈的竞争，优化工艺、稳定运行、节能降耗、改善质量、降低成本将是各企业提高竞争力、增强生存能力的根本，而这些都在很大程度上取决于高素质的职工队伍。因此，技术工人操作水平的提高将对企业有着重要的影响。

杨建华

2005年9月

前 言

本书作为工人岗位培训读本，其主要读者群为生产一线的技术工人，因此，本书在编写过程中对各种不同的焦炉炉型及相应的设备配置都做了详尽的阐述，使其具有较强的通用性。作为工人岗位培训读本，本书更为注重的是实践性和操作性，对于焦炉生产操作、焦炉热工调节、焦炉机械和炉体维护及维修，从基本的管理、技术要求到具体的操作调节、控制方式等都做了详细的介绍。本书对于一些近年来在焦化行业得到推广和应用的新技术，如干熄焦、捣固炼焦、炭化室高7.63m的焦炉等也做了简要介绍。

本书供焦化厂炼焦车间工人岗位培训使用，也可以作为焦化厂技术人员、管理人员日常工作及编写技术规程、方案的参考书。

在本书编写过程中，王水明、钱伏虎、薛彦俊等同志做了很多工作，在此表示感谢。

由于编者的学识、经验有限及编写时间较为仓促，本书中存在的不妥之处，敬请同仁和读者批评指正。

编 者
2005年9月

目 录

第 1 章 焦炉的构造	1
1.1 炼焦技术的发展	1
1.1.1 炼焦技术的发展阶段	1
1.1.2 现代炼焦技术继续发展阶段	2
1.1.3 现代焦炉的基本要求	4
1.2 焦炉炉体各部位概述	4
1.2.1 炭化室	6
1.2.2 燃烧室	8
1.2.3 斜道区	14
1.2.4 蓄热室	15
1.2.5 炉顶区	19
1.2.6 焦炉基础平台、烟道与烟囱	20
1.3 我国现有炉型及其特点	23
1.3.1 国外引进焦炉	24
1.3.2 国内自行设计焦炉	33
第 2 章 炼焦炉的机械与设备	47
2.1 护炉铁件	47
2.1.1 护炉铁件的作用	47
2.1.2 保护板和炉门框	48
2.1.3 炉柱、拉条和弹簧	50
2.1.4 炉门	55
2.2 焦炉加热设备	59
2.2.1 加热煤气设备	60
2.2.2 废气设备	65
2.2.3 交换设备	68
2.3 荒煤气导出设备	75
2.3.1 上升管和桥管	75

2.3.2	集气管与吸气管	77
2.3.3	高压氨水及水封上升管盖装置	79
2.4	焦炉机械	82
2.4.1	JZ-6-5 型装煤车	83
2.4.2	JT-6-1 型推焦车	84
2.4.3	JL-6-5 右型拦焦车	87
2.4.4	KD-11 型电机车和 JX-6-2 型熄焦车	88
2.5	焦炉机械的联锁与定位	89
2.5.1	焦炉机械联锁要求	89
2.5.2	四大车联锁控制	90
2.5.3	四大车自动定位系统	90
2.6	熄焦和筛焦设备	93
2.6.1	湿法熄焦装置	93
2.6.2	干法熄焦装置	95
2.6.3	筛焦与储焦设施	98
2.7	附属设备和修理装置	100
2.7.1	余煤提升机	100
2.7.2	悬臂式起重机	100
2.7.3	炉门修理站	100
2.7.4	推焦杆更换站	101
第3章	焦炉热工调节	102
3.1	焦炉加热温度制度	102
3.1.1	直行温度测量	102
3.1.2	横排温度测量	106
3.1.3	边火道温度测量	107
3.1.4	蓄热室顶部温度测量	108
3.1.5	炉顶空间温度测量	109
3.1.6	小烟道温度测量	110
3.1.7	焦饼中心温度和炭化室墙面温度测量	110
3.1.8	冷却温度的测量	112
3.2	焦炉加热压力制度	113
3.2.1	压力制度确定的基本原则	113
3.2.2	各项压力测量	114

3.2.3	空气系数测量	121
3.3	焦炉煤气加热时的热工调节	124
3.3.1	总煤气量和两侧空气量的调节	124
3.3.2	直行煤气、空气分配的调节	130
3.3.3	直行温度均匀性与稳定性调节	134
3.3.4	横排温度的调节	141
3.3.5	炉头温度的调节	145
3.3.6	蓄热室高温的处理	148
3.3.7	高向加热的调节	149
3.4	高炉煤气加热时的热工调节	149
3.4.1	高炉煤气加热时的特点	149
3.4.2	高炉煤气加热时的加热制度	151
3.4.3	煤气、空气蓄热室顶部压差的意义与影响因素	153
3.4.4	吸力测量方法的分析	155
3.4.5	吸力的调节方法	156
3.5	各项巡回检查	157
3.5.1	温度巡回检查	157
3.5.2	压力巡回检查	158
3.5.3	炉体巡回检查	158
3.6	加热设备的维护与清扫	158
3.6.1	维护保养	158
3.6.2	加热设备清扫	159
第4章	炼焦炉的生产操作	163
4.1	装煤与推焦操作	163
4.1.1	推焦计划	163
4.1.2	装煤与推焦操作步骤	169
4.1.3	装煤、推焦操作	172
4.1.4	特殊操作	183
4.2	三班煤气与交换机操作	186
4.2.1	三班煤气	186
4.2.2	交换机	189
4.2.3	焦炉加热停送煤气操作步骤	193
4.3	熄焦操作	197

4.3.1	熄焦车操作要求	197
4.3.2	熄焦车操作	199
4.3.3	特殊操作	200
4.4	荒煤气导出设备的操作	200
4.4.1	荒煤气操作制度	200
4.4.2	上升管操作	201
4.4.3	集气管清扫	203
4.4.4	设备维护	203
4.5	干熄焦	204
4.5.1	工艺说明	204
4.5.2	技术规定	204
4.5.3	操作方法	206
4.5.4	年修停工、开工操作方法	220
第5章	焦炉砌体的日常维护	235
5.1	对焦炉生产的要求	235
5.1.1	生产能力要求	235
5.1.2	煤质要求	235
5.1.3	生产操作要求	235
5.1.4	护炉铁件要求	236
5.1.5	调温与调压要求	236
5.1.6	炭化室墙面要求	237
5.2	焦炉砌体的日常维修	238
5.2.1	维修组织	239
5.2.2	库房与设备	239
5.2.3	炉体档案	240
5.2.4	处理砌体裂缝、凹面的一般方法	241
5.2.5	炉顶部位的维修	249
5.2.6	炉台部位的维修	257
5.2.7	蓄热室部位的维修	267
5.3	护炉设备的维护与管理	274
5.3.1	技术要求	274
5.3.2	操作方法	275
5.3.3	护炉铁件的管理	276

第 6 章 焦炉环保	278
6.1 主要污染源及主要污染物	278
6.1.1 烟尘	278
6.1.2 污水	279
6.2 装煤和出焦过程的烟尘控制	280
6.2.1 装煤过程的烟尘控制	280
6.2.2 出焦过程的烟尘控制	283
6.3 改善焦炉操作环境的措施	287
6.4 筛储焦除尘	290
第 7 章 焦炭性质及焦炭质量	291
7.1 焦炭的一般性质	291
7.1.1 焦炭的宏观结构及其研究方法	291
7.1.2 焦炭的化学组成	292
7.2 高炉焦	295
7.3 非高炉用焦	300
7.3.1 铸造焦的质量要求	300
7.3.2 铁合金焦的质量要求	302
7.3.3 气化焦和电石用焦	303
7.4 焦炭的力学性质	304
7.4.1 焦炭破碎机理	304
7.4.2 块焦机械强度	305
7.4.3 焦炭筛分组成	306
7.5 焦炭的热性质	307
7.5.1 焦炭受热过程的变化	307
7.5.2 焦炭热应力与热强度	308
7.5.3 焦炭的高温反应性	308
参考文献	310

第 1 章 焦炉的构造

1.1 炼焦技术的发展

炼焦化学工业，是随钢铁工业发展而发展起来的。初期炼铁是用木炭，由于木材缺乏和煤的开发利用，才开始从煤获得焦炭。直到 1735 年，焦炭炼铁获得成功，从此，炼焦化学工业逐渐发展起来。

炼焦炉是将煤料炼制成焦炭的大型工业炉组，由于炼焦生产能力和劳动生产率的不断提高和化学产品的回收利用，使炼焦炉的炉型得到逐步改进。

现代炼焦炉——以室式炼焦为主，焦炉炉体由耐火材料砌筑而成。

1.1.1 炼焦技术的发展阶段

炼焦炉的发展，大体可分四个阶段，即成堆炼焦与窑式、倒焰炉、废热式焦炉及现代的蓄热式焦炉。

最初的炼焦方法是煤成堆炼焦，此后又出现了窑式炼焦。这种炼焦方法的特点是结焦和加热在一起进行，靠干馏出的煤气和一部分煤进行燃烧而将煤料直接加热炼成焦炭，所以焦炭产率低，灰分高，成熟度不均匀。

经过发展，出现了结焦的炭化室与加热的燃烧室完全分开的窑炉，干馏煤气可直接进入燃烧室自上而下边流动边燃烧，加热炭化室，这种炼焦窑炉称为倒焰炉。由于煤未被烧掉使焦炭产率得到提高，灰分下降。

后来由于有机化学工业的发展，找到了焦油的用途，开始出现了废热式焦炉。这种焦炉的特点是：煤气用抽气机吸出，经回收设备分离出化学产品后，再压送到燃烧室燃烧。为保证发生一定的煤

气量和稳定煤气成分，要求炭化室必须有一定数量，各炭化室按一定顺序依次装煤、出焦，因此，出现了焦炉炉组，实现了连续稳定的生产。废热式焦炉在燃烧室产生的高温废气直接进入烟囱排出，浪费了这部分热量，所产生的煤气几乎全部用于自身加热。

由于在结构上有了许多改进，由废热式焦炉发展到现代的蓄热式焦炉。蓄热式焦炉将燃烧室产生的高温废气，通过蓄热室换热去加热燃烧用的煤气和空气，由于废热得到回收，所以大大提高了焦炉的热工效率。蓄热式焦炉所产生煤气，用于自身加热只需一半左右，另外还可以使用贫煤气加热，这不仅可以降低成本，还使资源利用更加合理。

蓄热式焦炉的蓄热室，分为纵蓄热室式和横蓄热室式两种。纵蓄热室其长的方向是与炉组平行的，一座焦炉共有两个蓄热室。横蓄热室其长的方向是与炉组垂直的，而与燃烧室平行。由于横蓄热室焦炉具有便于气流调节、便于维护检修、废热回收率高等优点，所以，现代焦炉绝大部分都采取横蓄热室。

1.1.2 现代炼焦技术继续发展阶段

现代炼焦技术到 20 世纪 20 年代已经基本定型，但各项工艺仍在不断改进和完善，尤其是近几十年来，又有重要发展。主要成就有焦炉容积大型化、干法熄焦及其大型化、装炉煤预处理、焦化厂环境保护和生产自动化等。

(1) 焦炉容积大型化

砌炉材料改用硅砖，使焦炉容积的大型化成为可能。20 世纪 20 年代焦炉炭化室高度达到 4~4.5m；60 年代，焦炉向大型化发展。由于焦炉砌体强度和高向温度分布问题的解决，以及推焦机械、炉门封闭技术的进步，一些技术发达国家大量建设了炭化室高 6m 以上的大容积焦炉，至 2003 年德国士威尔根焦化厂 8.43m 焦炉投产。目前，我国马钢、太钢等正在建设从德国引进技术的 7.63m 焦炉，鞍山焦耐院正在开发设计 7m 焦炉。

(2) 干法熄焦

20 世纪 60 年代，前苏联用干熄槽在惰性气体强制通风下冷却焦炭，热气体则进入余热锅炉生产蒸汽。这一工艺在焦化厂迅速推广。日本、德国和中国等也相继采用这一工艺。干式熄焦除可回收大量余热外，还有提高焦炭质量、改善环境的效果。

(3) 装炉煤预处理

由于强黏结性煤资源在世界范围内的日益紧缺和高炉炼铁对焦炭质量的严格要求，炼焦生产常常要在强黏结性煤用量受到一定限制的情况下，设法炼出符合质量要求的焦炭。因此，不少国家在早期煤处理技术的基础上，开发了现代的炼焦用煤选配和处理技术。1930~1960 年，利用各种指标研究最合理的配合煤组成的做法有了很大发展，特别是煤岩学的应用，使配煤技术更具有科学性。同期，采用捣固装煤技术以提高焦炭质量的做法，在炼焦煤资源较少的国家很为盛行。20 世纪 70 年代以来又实现了一些有较深远影响的煤处理技术，如配型煤工艺、大型焦炉的煤捣固工艺和煤预热工艺等。

(4) 炼焦环境保护

环境保护技术的发展是现代炼焦技术完善的重要标志。20 世纪 60 年代以来，各国都对焦化工业污染问题进行了积极的研究，开发了各种防治措施。在炼焦过程的烟尘治理方面有装煤、推焦、熄焦粉尘和焦炉炉顶、炉门等焦炉逸散物控制技术；对烟尘的控制，特别是对装煤和推焦、熄焦逸散物的控制措施仍需大力改进。

(5) 炼焦自动化技术

20 世纪 70 年代以来炼焦工业越来越广泛地应用计算机，在一些重要环节上实行自动控制，如炼焦系统的温度测定、炭化室炉墙温度和焦饼温度的记录、对有关热工的变化因素进行计算和控制使焦炉达到最佳加热状态、焦炉机械的连锁和无人操作。炼焦自动化技术的应用大大提高了工作效率和减少了生产人员，例如一座焦炉每班操作人员可少到 5 人。自动化程度较好、年产焦 200 万吨左右的炼焦厂，其备煤、炼焦、煤气净化每班生产操作人员总计 30 人左右。

近几十年来，随着高炉炼铁技术的发展，为满足焦炭产量的要求，炼焦炉在筑炉材料、炉体构造、有效体积、装备技术等方面都

有显著发展。焦炉发展的主要标志是大容积、致密硅砖、减薄炭化室炉墙和改善加热均匀性等。

1.1.3 现代焦炉的基本要求

现代焦炉有多种炉型，炉体结构不断改进，但焦炉的发展应满足下列共同的基本要求。

① 焦饼均匀成熟，焦炭质量好，块度均匀而适当；化学产品二次裂解损失少。

② 生产能力与相关工业要求相适应，劳动生产率和设备利用率高。

③ 加热系统阻力小。

④ 热工效率高，能耗低。

⑤ 炉体坚固、严密，炉龄长。

⑥ 生产操作可靠，热工调节简便，劳动环境好，便于维护与检修。

1.2 焦炉炉体各部位概述

现代焦炉主要由炭化室、燃烧室、斜道区、蓄热室和炉顶区组成，蓄热室以下为烟道与基础。炭化室与燃烧室相间布置，蓄热室位于其下方，内放格子砖以回收废热，斜道区位于蓄热室顶和燃烧室底之间，通过斜道使蓄热室与燃烧室相通，炭化室与燃烧室之上为炉顶，整座焦炉砌在坚固平整的钢筋混凝土基础上，烟道一端通过废气开闭器与蓄热室连接，另一端与烟囱连接。根据炉型不同，烟道设在基础内或基础两侧。以下分别加以介绍（见图 1-1）。

炭化室是煤隔绝空气干馏的地方，是由两侧炉墙、炉顶、炉底和两侧炉门合围起来的。炭化室的有效容积是装煤炼焦的有效空间部分；它等于炭化室有效长度、平均宽度及有效高度的乘积。炭化室的容积、宽度与孔数对焦炉生产能力、单位产品的投资及机械设备的利用率等均有重大影响。大型焦炉一般为 $21\sim 24\text{m}^3$ ，大容积焦炉为 $35\sim 50\text{m}^3$ ，超大容积焦炉已超过 90m^3 。

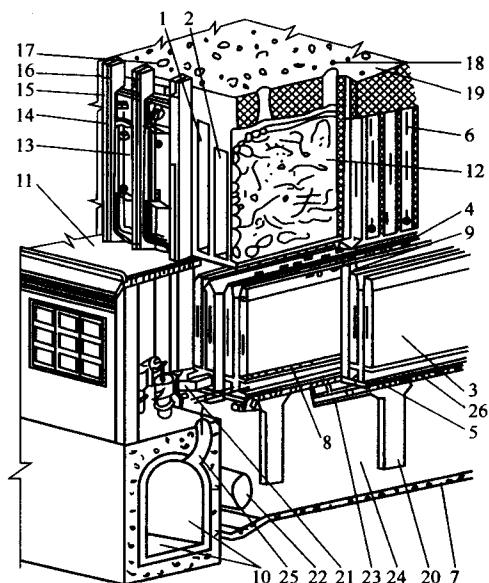


图 1-1 现代焦炉模型

- 1—炭化室；2—燃烧室；3—蓄热室；4—斜道；5—小烟道；6—立火道；7—焦炉底板；8—算子砖；9—砖煤气道；10—烟道；11—操作台；12—焦炭；13—炉门；14—炉门框；15—炉柱；16—保护板；17—上升管孔；18—装煤孔；19—看火孔；20—混凝土柱；21—废气开闭器、两叉部；22—高炉煤气管道；23—焦炉煤气管道；24—地下室；25—烟道弯管；26—焦炉顶板

炭化室顶部设有 2~5 个装煤口。捣固式焦炉的炭化室顶部的装煤口是作为备用的。它的装煤操作是在炉外用专门设备捣成煤饼后从炉门推入来完成的。

炭化室顶部还设有 1~2 个上升管口，通过上升管、桥管与集气管相连。具有两个上升管口的，一般每侧各配置一个；具有一个上升管口的，则多配在机侧，这样有利于逸出荒煤气。凡有两个上升管口的焦炉，都配置有两套上升管、桥管与集气管等附属设备。这样虽然一次投资较多，但有利于荒煤气导出，这不仅对装煤操作有利，而且可以减少煤气、化学产品向大气逸出和防止护炉铁件烧毁。

在上升管口和装煤口的下方各有一排或两排烘炉孔，每排为2~3孔，它是烘炉时连接燃烧室与炭化室的通道，在烘炉后于投产前用砖堵死。

两侧炉门均为铸铁槽，内嵌入黏土砖。机侧炉门上部设置一方孔，供平煤杆平煤时用。平完煤，此口利用小炉门关严。

在每个炭化室的两侧各有一个燃烧室，并与这两个燃烧室共用一个墙面。墙厚一般为100~105mm，61型、70型为90~95mm。大型焦炉的炭化室墙均用硅砖砌筑，小型焦炉多用黏土砖砌筑。硅砖荷重软化点与热导率比黏土砖高得多，有利于提高产量。由于高密度硅砖的热导率比一般硅砖还大些，故高密度硅砖广泛用于炭化室墙的砌筑。

大型焦炉的炭化室底有的用硅砖砌筑，有的用黏土砖砌筑，而小型焦炉则全用黏土砖砌筑。

大型焦炉的炭化室盖顶砖多为硅砖（小型焦炉全为黏土砖），为防止炉头、装煤口部位的盖顶砖因温度急变而损坏，在这些地方用黏土砖比较适宜。

1.2.1 炭化室

(1) 炭化室长度

大型焦炉的炭化室长度为14m左右，大容积焦炉为16m以上。增加炭化室长度，焦炉生产能力相应地提高，经济效益也随着提高，降低了基建投资和生产费用；但过长易受长向加热均匀和推焦杆热态强度的限制，因此目前国外长度超过17m的为数不多。

炭化室全长减去两侧炉门衬砖伸入炭化室的长度称为炭化室有效长度。

(2) 炭化室全高

炭化室全高减去平煤后顶部空间的高度部分，称为炭化室的有效高度。炭化室上部在装煤后应留出200~300mm的空间，供荒煤气顺利排出。

大型焦炉的炭化室高度一般为4~5m，大容积焦炉的炭化室高度可提高到6~7.5m。增加炭化室高度，可增大炭化室容积，提高