

高等学校教学用书



专业炼钢学

下 册

东北工学院 北京钢铁学院 等编

中国工业出版社

本书是按1956年高等学校钢铁冶金专业教育计划及专业炼钢学教学大纲的要求编写的,可以为钢铁冶金专业炼钢专门化的教材使用。

全书分上下两册出版。上册主要内容有:炼钢原理,转炉炼钢法,炼钢电炉化铁法,平炉炼钢法。下册主要内容有:平炉热工,平炉构造,转炉和电炉等。

在转炉炼钢方面着重叙述了侧吹转炉炼钢法;在平炉构造及炼钢车间部分着重分析主要尺寸的设计及布置原则。

专业炼钢学下册

东北工学院 北京钢铁学院 等编

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ 印张 $15^{3/8}$ ·插页4·字数333,000

1961年9月北京第一版·1961年9月北京第一次印刷

印数0001—2,637·定价(10—6)1.95元

统一书号:15165.441(冶金-128)

目 录

第四篇 平炉热工构造

第二十五章 平炉熔炼室中气体力学及热工理论	7
§ 1 平炉熔炼室中的气体力学	7
§ 2 平炉熔炼室中的传热	13
§ 3 平炉熔炼室中的定向传热	17
第二十六章 平炉热工制度	24
§ 1 平炉的热平衡	24
§ 2 平炉热制度	27
§ 3 平炉的热工参变数	30
第二十七章 平炉炼钢用氧问题	34
§ 1 采用氧气强化燃料的燃烧过程	35
§ 2 用氧气流切割废钢	38
§ 3 向熔池吹氧(直接氧化)	38
第二十八章 平炉熔炼室	38
§ 1 熔池	39
§ 2 炉底	41
§ 3 炉顶	43
§ 4 前墙后墙	49
第二十九章 平炉炉头	50
§ 1 平炉炉头的任务及其工作条件	50
§ 2 单层式、双层式炉头	50
§ 3 温突里式炉头	52
§ 4 麦尔茨式炉头	56
§ 5 莫尔式炉头	58
§ 6 罗斯式炉头	59
§ 7 摩根式炉头	60
§ 8 重油平炉炉头	60
§ 9 烧高发热量冷煤气的炉头	60
第三十章 平炉的下部结构	62
§ 1 沉渣室	62
§ 2 蓄热室	65
第三十一章 平炉钢结构, 平炉冷却设备	73
§ 1 平炉钢结构材料	73
§ 2 钢结构的合理位置	74
§ 3 平炉上部炉体的钢结构	74
§ 4 平炉下部炉体的钢结构	77

§ 5 平炉水冷却.....	77
§ 6 平炉气化冷却.....	82
第三十二章 换向设备、烟道、抽引设备及废热锅炉.....	84
§ 1 换向设备.....	84
§ 2 烟道.....	90
§ 3 鼓风设备.....	91
§ 4 抽引设备.....	91
§ 5 废热锅炉.....	91
第三十三章 平炉热工的自动调节.....	92
§ 1 燃料燃烧过程的调节.....	93
§ 2 平炉热制度的调节.....	96
§ 3 熔炼室压力的调节.....	96
§ 4 换向设备的自动转换.....	97
§ 5 换向系统.....	97
参考文献.....	98

第五篇 鑄 錠

第三十四章 鋼錠結晶過程及結構.....	100
§ 1 鑄靜鋼鋼錠結構及其結晶過程.....	100
§ 2 影響鑄靜鋼鋼錠結晶結構的因素.....	103
§ 3 沸騰鋼的鋼錠結構.....	105
§ 4 影響沸騰鋼鋼錠結構的因素.....	108
§ 5 半鑄靜鋼鋼錠結構.....	110
第三十五章 鋼錠中的偏析.....	111
§ 1 鋼錠中的偏析現象.....	111
§ 2 鑄靜鋼鋼錠中的偏析.....	113
§ 3 沸騰鋼鋼錠中的偏析.....	117
§ 4 半鑄靜鋼鋼錠中的偏析.....	121
第三十六章 鋼錠中非金屬夾雜和氣體.....	122
§ 1 鋼中非金屬夾雜存在的形式及其對鋼質量的影響.....	122
§ 2 鋼錠中非金屬夾雜.....	123
§ 3 非金屬夾雜的去除.....	127
§ 4 氣體在鋼中存在的形式及其對鋼性能的影響.....	127
§ 5 鋼錠中氣體的分布.....	128
第三十七章 鋼錠的缺陷.....	131
§ 1 鋼錠的裂紋.....	132
§ 2 結疤和表面夾雜.....	138
§ 3 翻皮和截痕.....	138
§ 4 皮下氣泡和表面氣孔.....	139

§ 5 偏析	141
第三十八章 鑄錠設備	142
§ 1 出鋼槽	142
§ 2 盛鋼桶	143
§ 3 底板	147
§ 4 鋼錠模	148
§ 5 保溫帽	151
§ 6 澆注設備的維護	152
第三十九章 鑄錠工藝	152
§ 1 鑄錠前的准备工作	152
§ 2 上鑄法與下鑄法的比較	153
§ 3 澆鑄工藝	154
第四十章 小鋼錠的澆鑄	160
§ 1 小鋼錠澆鑄設備的特點	160
§ 2 小鋼錠的結構及其缺陷	161
§ 3 小鋼錠的澆鑄工藝	165
§ 4 小鋼錠的技術經濟指標的分析	167
第四十一章 連續鑄錠	168
§ 1 連續鑄錠設備	168
§ 2 連續澆鑄過程中鋼液的結晶	170
§ 3 連續澆鑄的工藝	171
§ 4 鑄坯的質量	171
§ 5 連續鑄錠的技術經濟指標及今後研究的方向	172
第四十二章 真空處理	173
§ 1 真空處理的方法及裝置	174
§ 2 真空泵的選擇	176
§ 3 真空處理的效果	177
第四十三章 鋼錠質量的檢查和鋼的性能的鑑定	181
參考文獻	184

第六篇 煉鋼車間

第四十四章 煉鋼車間設計原理	186
§ 1 煉鋼車間在鋼鐵聯合企業中的地位及作用	186
§ 2 煉鋼車間規模的確定及廢鋼平衡	186
§ 3 煉鋼車間與其他主要車間的布置及運輸	189
§ 4 煉鋼方法的選擇	192
§ 5 煉鋼車間的類型及其組成	193
第四十五章 大型平爐車間的原料場與混鐵爐間	196
§ 1 原料場的料倉和廠房結構	197

§ 2 原料场在总备中的布置.....	199
§ 3 原料场的厂房和料仓尺寸及主要设备的确定.....	200
§ 4 混铁炉的类型和容量计算.....	201
§ 5 混铁炉间的布置.....	203
§ 6 混铁炉间厂房尺寸及主要设备的确定.....	203
第四十六章 大型平炉车间主厂房.....	204
§ 1 配料间.....	204
§ 2 炉子工段.....	204
§ 3 铸锭工段.....	209
§ 4 平炉的机械化修理.....	215
§ 5 大型平炉车间设计的进一步改善.....	216
第四十七章 大型平炉车间脱模场及整模场.....	217
§ 1 脱模场.....	218
§ 2 锭模水淋冷却站.....	219
§ 3 锭模的清理和涂油.....	219
§ 4 整模场.....	221
第四十八章 中小型平炉车间.....	224
§ 1 小型平炉车间.....	224
§ 2 中型平炉车间.....	235
第四十九章 转炉炼钢车间.....	235
§ 1 侧吹转炉车间的基本类型.....	235
§ 2 侧吹转炉车间厂房尺寸的确定和设备的计算.....	236
§ 3 底吹碱性转炉车间.....	241
§ 4 纯氧顶吹转炉 (L—D) 炼钢车间.....	242
参考文献.....	246

高等学校教学用书



专业炼钢学

下 册

东北工学院 北京钢铁学院 等编

中国工业出版社

本书是按1956年高等学校钢铁冶金专业教育计划及专业炼钢学教学大纲的要求编写的,可以为钢铁冶金专业炼钢专门化的教材使用。

全书分上下两册出版。上册主要内容有:炼钢原理,转炉炼钢法,炼钢中间化铁炉,平炉炼钢法。下册主要内容有:平炉热工,平炉构造,转炉和炼钢车间等。

在转炉炼钢方面着重叙述了侧吹转炉炼钢法;在平炉构造及炼钢车间部分着重分析主要尺寸的设计及布置原则。

专业炼钢学下册

东北工学院 北京钢铁学院 等编

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ 印张 $15^{3/8}$ ·插页4·字数333,000

1961年9月北京第一版·1961年9月北京第一次印刷

印数0001—2,637·定价(10—6) 1.95元

统一书号:15165.441(冶金-128)

目 录

第四篇 平炉热工构造

第二十五章 平炉熔炼室中气体力学及热工理论	7
§ 1 平炉熔炼室中的气体力学	7
§ 2 平炉熔炼室中的传热	13
§ 3 平炉熔炼室中的定向传热	17
第二十六章 平炉热工制度	24
§ 1 平炉的热平衡	24
§ 2 平炉热制度	27
§ 3 平炉的热工参变数	30
第二十七章 平炉炼钢用氧问题	34
§ 1 采用氧气强化燃料的燃烧过程	35
§ 2 用氧气流切割废钢	38
§ 3 向熔池吹氧(直接氧化)	38
第二十八章 平炉熔炼室	38
§ 1 熔池	39
§ 2 炉底	41
§ 3 炉顶	43
§ 4 前墙后墙	49
第二十九章 平炉炉头	50
§ 1 平炉炉头的任务及其工作条件	50
§ 2 单层式、双层式炉头	50
§ 3 温突里式炉头	52
§ 4 麦尔茨式炉头	56
§ 5 莫尔式炉头	58
§ 6 罗斯式炉头	59
§ 7 摩根式炉头	60
§ 8 重油平炉炉头	60
§ 9 烧高发热量冷煤气的炉头	60
第三十章 平炉的下部结构	62
§ 1 沉渣室	62
§ 2 蓄热室	65
第三十一章 平炉钢结构, 平炉冷却设备	73
§ 1 平炉钢结构材料	73
§ 2 钢结构的合理位置	74
§ 3 平炉上部炉体的钢结构	74
§ 4 平炉下部炉体的钢结构	77

§ 5 平炉水冷却.....	77
§ 6 平炉气化冷却.....	82
第三十二章 换向设备、烟道、抽引设备及废热锅炉.....	84
§ 1 换向设备.....	84
§ 2 烟道.....	90
§ 3 鼓风设备.....	91
§ 4 抽引设备.....	91
§ 5 废热锅炉.....	91
第三十三章 平炉热工的自动调节.....	92
§ 1 燃料燃烧过程的调节.....	93
§ 2 平炉热制度的调节.....	96
§ 3 熔炼室压力的调节.....	96
§ 4 换向设备的自动转换.....	97
§ 5 换向系统.....	97
参考文献.....	98

第五篇 鑄 錠

第三十四章 鋼錠結晶過程及結構.....	100
§ 1 鑄靜鋼鋼錠結構及其結晶過程.....	100
§ 2 影響鑄靜鋼鋼錠結晶結構的因素.....	103
§ 3 沸騰鋼的鋼錠結構.....	105
§ 4 影響沸騰鋼鋼錠結構的因素.....	108
§ 5 半鑄靜鋼鋼錠結構.....	110
第三十五章 鋼錠中的偏析.....	111
§ 1 鋼錠中的偏析現象.....	111
§ 2 鑄靜鋼鋼錠中的偏析.....	113
§ 3 沸騰鋼鋼錠中的偏析.....	117
§ 4 半鑄靜鋼鋼錠中的偏析.....	121
第三十六章 鋼錠中非金屬夾雜和氣體.....	122
§ 1 鋼中非金屬夾雜存在的形式及其對鋼質量的影響.....	122
§ 2 鋼錠中非金屬夾雜.....	123
§ 3 非金屬夾雜的去除.....	127
§ 4 氣體在鋼中存在的形式及其對鋼性能的影響.....	127
§ 5 鋼錠中氣體的分布.....	128
第三十七章 鋼錠的缺陷.....	131
§ 1 鋼錠的裂紋.....	132
§ 2 結疤和表面夾雜.....	138
§ 3 翻皮和截痕.....	138
§ 4 皮下氣泡和表面氣孔.....	139

§ 5 偏析	141
第三十八章 鑄錠設備	142
§ 1 出鋼槽	142
§ 2 盛鋼桶	143
§ 3 底板	147
§ 4 鋼錠模	148
§ 5 保溫帽	151
§ 6 澆注設備的維護	152
第三十九章 鑄錠工藝	152
§ 1 鑄錠前的准备工作	152
§ 2 上鑄法與下鑄法的比較	153
§ 3 澆鑄工藝	154
第四十章 小鋼錠的澆鑄	160
§ 1 小鋼錠澆鑄設備的特點	160
§ 2 小鋼錠的結構及其缺陷	161
§ 3 小鋼錠的澆鑄工藝	165
§ 4 小鋼錠的技術經濟指標的分析	167
第四十一章 連續鑄錠	168
§ 1 連續鑄錠設備	168
§ 2 連續澆鑄過程中鋼液的結晶	170
§ 3 連續澆鑄的工藝	171
§ 4 鑄坯的質量	171
§ 5 連續鑄錠的技術經濟指標及今後研究的方向	172
第四十二章 真空處理	173
§ 1 真空處理的方法及裝置	174
§ 2 真空泵的選擇	176
§ 3 真空處理的效果	177
第四十三章 鋼錠質量的檢查和鋼的性能的鑑定	181
參考文獻	184

第六篇 煉鋼車間

第四十四章 煉鋼車間設計原理	186
§ 1 煉鋼車間在鋼鐵聯合企業中的地位及作用	186
§ 2 煉鋼車間規模的確定及廢鋼平衡	186
§ 3 煉鋼車間與其他主要車間的布置及運輸	189
§ 4 煉鋼方法的選擇	192
§ 5 煉鋼車間的類型及其組成	193
第四十五章 大型平爐車間的原料場與混鐵爐間	196
§ 1 原料場的料倉和廠房結構	197

§ 2 原料场在总备中的布置.....	199
§ 3 原料场的厂房和料仓尺寸及主要设备的确定.....	200
§ 4 混铁炉的类型和容量计算.....	201
§ 5 混铁炉间的布置.....	203
§ 6 混铁炉间厂房尺寸及主要设备的确定.....	203
第四十六章 大型平炉车间主厂房.....	204
§ 1 配料间.....	204
§ 2 炉子工段.....	204
§ 3 铸锭工段.....	209
§ 4 平炉的机械化修理.....	215
§ 5 大型平炉车间设计的进一步改善.....	216
第四十七章 大型平炉车间脱模场及整模场.....	217
§ 1 脱模场.....	218
§ 2 锭模水淋冷却站.....	219
§ 3 锭模的清理和涂油.....	219
§ 4 整模场.....	221
第四十八章 中小型平炉车间.....	224
§ 1 小型平炉车间.....	224
§ 2 中型平炉车间.....	235
第四十九章 转炉炼钢车间.....	235
§ 1 侧吹转炉车间的基本类型.....	235
§ 2 侧吹转炉车间厂房尺寸的确定和设备的计算.....	236
§ 3 底吹碱性转炉车间.....	241
§ 4 纯氧顶吹转炉 (L—D) 炼钢车间.....	242
参考文献.....	246

第四篇 平炉热工构造

第二十五章 平炉熔炼室中气体力学及热工理论

§1 平炉熔炼室中的气体力学

平炉炼钢的热源主要依靠燃料在熔炼室内燃烧，同时炉气又供给炉料大量的气以氧化金属中的杂质。为了保证燃料在熔炼室内完全燃烧并迅速把热传给炉料（或熔池），并使氧的传递速度也符合要求，必须很好地组织炉内气体的流动。此外，气体在炉子系统中的流动情况对炉子各部耐火材料的寿命也有重要影响。

可以认为气体力学是研究平炉热工和平炉各部构造的重要理论基础。但是，由于影响平炉内气体流动的因素多而复杂，而且炉内气体力学条件对热交换过程的影响也十分复杂，故至今为止，还未研究清楚。

一、平炉熔炼室内气体的流动

通常平炉熔炼室中，有如下几种不同的气流流动着：由炉头喷出的煤气和空气；熔池中排出的CO气体；由炉门等孔隙吸入的冷空气和溢出的热气体表25—1所列是平炉炉内流股的动能。当采用喷压缩空气或氧气强化熔炼操作时，还有附加流股的流动，下面首先讨论没有附加流股时的气体流动情况。

表 25—1 150 吨平炉炉内流股的动能

烧煤气的炉子，公斤米/秒						烧重油的平炉，公斤米/秒					
煤	气	空	燃	熔	炉	重	空	燃	熔	炉	吸
$Q_n=2000$	气	气	烧	池	子	油	气	烧	池	子	入
			产	放	外			产	放	溢	的
			物	出	溢			物	出	出	气
				的	入				的	的	体
				气	气				气	气	空
				体	体				体	体	气
157	32.5	51.5	0.005	4.5	0.7	2300	35	130	0.005	4.5	0.7

由于我国平炉都采用煤气作燃料，故本书着重讨论熔炼室中煤气和空气流股的流动特征及其影响下的气体力学过程。

喷入平炉中的煤气和空气流股，由于周围都被炉气所包围，而且其空间也有限，故为限制流股。在流股的作用下，炉内气体的流动一般有两种不同情况同时存在着：（1）流股本身；（2）流股以外的涡流（包括循环流和旋涡区）。

下面分别对熔炼室的纵向和横向气体的流动情况进行讨论：

1. 气体沿熔炼室纵向的流动

当煤气和空气从炉头喷出口喷出时，流股的流速很大（以标准状态计一般为6—9米/秒），炉气到熔炼室的末端时为1米/秒左右），气体的动量沿着流动方向逐渐降低。而压力则逐渐增加，这样在有限空间内，流股末端的压力高于流股前端的压力，因

此流股经过一段距离以后,一部分气体将从流股中分离出来,并向回流动(如图25-1所示)。此种回流气体又在流股的前段被流股吸入,这样就在主流股和炉衬之间形成循环区,在流股和炉顶之间的这种回流的速度、大小及其位置与流股的动头、流股和炉顶间的距离、流股的倾斜角等因素有关。

研究证明,流股动能越大,则回流进行得越强烈,因为流股的动能越大,则沿流股长度上压力的增加也愈大。由表25-2可见,重油平炉中回流将进行得很激烈,高发热量气体燃料平炉次之,预热煤气平炉最弱。

表 25-2 各种燃料流股的动能 (150 吨平炉)

燃 料	发 热 值	流股喷出口的速度 米/秒	动 能 公 斤 米/秒		
			燃 料 流 股	空 气 流 股	总 量
热 煤 气	2000仟卡/米 ³	35	157	33	190
冷 煤 气	4500仟卡/米 ³	100	465	30	495
重 油	9700仟卡/公斤	200	2300	35	2335

在其他条件相同的情况下,流股倾角愈大,则流股与熔池碰撞愈早,从而使反向回流提早产生。

当炉顶高度增加,即增加流股与炉顶之间的距离时,反向回流生成得也较早,但实际上因炉顶高度变化不大,故这一因素影响很小。

此外,炉顶曲节的下垂高度和倾斜角对反向回流的生成也有影响,炉顶曲节的下垂高度和倾斜角愈大,则愈有助于反向回流的生成。

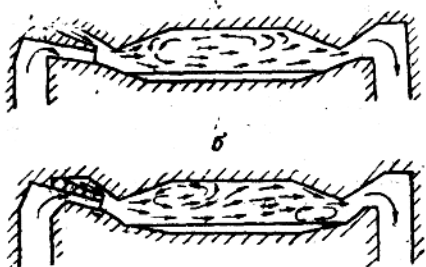


图 25-1 平炉熔炼室横断面上,反向回流的情况

a—好的流动情况; b—不好的流动情况

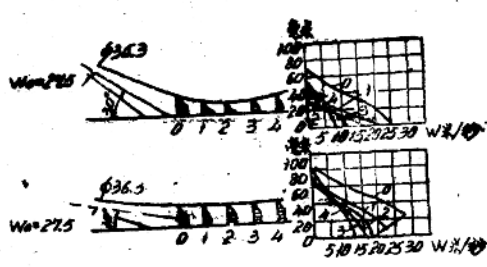


图 25-2 流股与平面相遇后的速度分布

如果反向回流产生较晚(如图25-1 a所示),由于回流气体温度较低,可以减轻高温火焰对炉顶的作用,在一定程度上有保护炉顶的作用。

如果反向回流产生较早(如图25-1 b),则因回流气体的温度较高,有可能造成炉顶过热,降低炉顶寿命。

在平炉熔炼室的有限空间内,回流的产生是很难免的(在水平断面上也同样存在),问题是在设计平炉时,应当考虑到在其他条件许可的情况下,尽可能减轻回流的生成条件,并创造条件保证回流产生的位置适当。

由于流股动能较小、斜度过大或其他原因造成火焰上扬过早时(如图25-1 b所示),

容易烧坏炉顶同时在排气端流股与熔池面之間，也会产生迴流，同样它对传热也是不利的。

为了加速火焰向炉料的传热，应当使温度最高的气体靠近炉料的表面，并且在它把热量传给炉料以后，迅速离开而代之以高温气体。但是由于在平炉中炉料处于火焰的下方，因此较冷气体由于重量较大，常常趋向于靠近炉料表面，这种情况对传热极为不利。为了使高温火焰紧贴炉料表面，平炉中煤气和空气流股都设计成与熔池面成一定角度相交。

当流股以任意角度与熔池面相遇时，流股便发生变形，流股内部速度也将重新分布，方向也发生改变。

如图25—2所示，流股在冲击时发生变形，流股的下面部分，沿平面铺散开来，流股上面边界先被压缩，后再逐渐扩张。冲击角度愈大，其铺展和反射情况就愈厉害，而射程也愈短。

变形后流股各断面上速度场发生了变化，速度最大部分向接触平面移近。当角度在 10° — 40° 之間时，冲击角愈大，则最大速度愈靠近平面。

火焰在熔池表面上的良好铺展和最大速度靠近熔池表面，对炼钢是十分有利的。因此，设计炉头时应十分注意流股的倾斜角。这里必须着重指出，流股的几何压头，对其上扬的影响很大。由于平炉熔炼室中，火焰的温度甚高，而且高于其上部迴流区气体的温度，因此产生的浮力对炉内气体流动的影响甚大。

如图25—3所示，在流股受浮力而变形（弯曲）的同时，其中速度分布也发生变化，流速最大的区域不在流股的中心，而偏到向下突出的界面附近。这是惯性力和浮力同时作用的结果。

显然，流股动头越大，其惯性力越大。因此流股的动能越大，则流股上扬越弱，因为抛物线的轨迹应沿着惯性力和浮力的合力方向变化。由此可见，火焰的刚性随流股的动能的增加而增强。

2. 气体沿平炉熔炼室的横向流动

从煤气喷出口进入熔炼室的煤气流股，在它未与熔池表面相遇之前，其断面图上保持着由煤气上升道转弯而形成的二次环流，如图25—4中a—a断面所示。

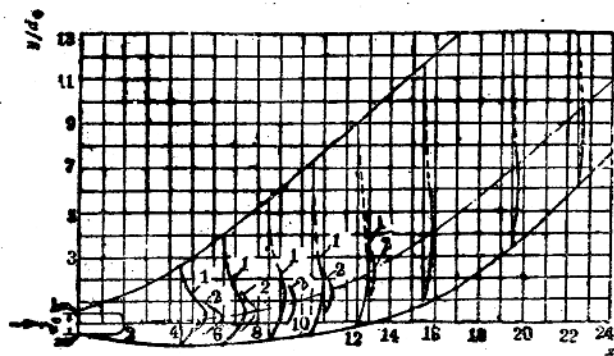


图 25—3 流股受浮力时的变化

二次环流的存在，有助于煤气与空气的混合。但是，由于流股的旋转和流股冲击熔池面使二次环流改变方向的过程中，必然造成流股中的混乱，影响火焰的刚性。

在流股两侧的边界上，一部分气体将沿前后墙向炉顶流动（见图25—4 b—b断面和图25—5），这部分高温气体对前后墙和炉顶有冲刷作用，降低了它们的寿命。

火焰（流股）与熔池面相遇以后，向两侧铺展并向前流动。火焰在熔池面上的铺展

情况，对火焰向熔池的传热和炉衬寿命有很大的影响。

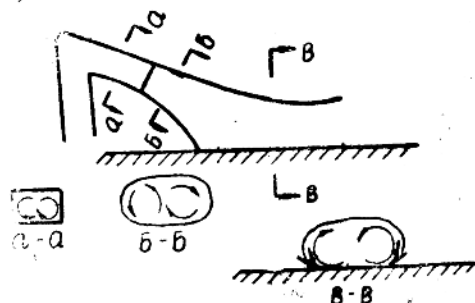


图 24-4 由弯管喷出的流股与平面相遇的情形

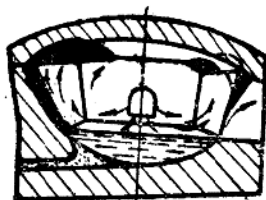


图 25-5 平炉熔炼室中横断面上气体的流动和砖衬的损坏情况

平炉中火焰的铺展性与煤气和空气流股的倾角，煤气喷出口和火焰口的尺寸有重要关系。

这里引用 E. A. 卡普斯金 (Капустин) 的研究结果来说明流股倾斜角对火焰铺展性的影响。他用含 84% CH_4 的冷天然气作了一系列的实验，结果如图 25-6 所示。为了获得良好的火焰铺展性，必须有一个合适的流股倾斜角。

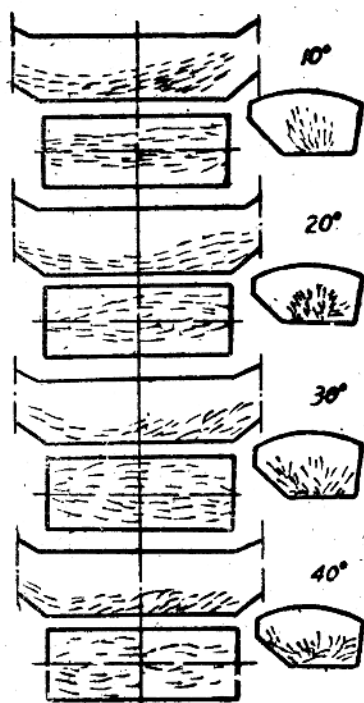


图 26-6 流股的倾角对火焰铺展性的影响

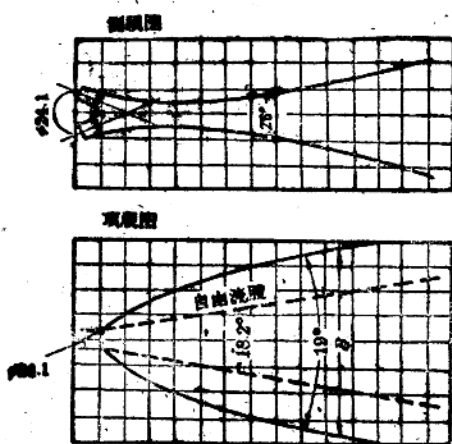


图 25-7 两流股差 30° 交角相遇的情况

煤气喷出口和火焰口的高宽比对火焰的铺展性有影响。当增加它们的高度而减小其高度时，火焰将变扁而向前、后墙铺散，反之，则向炉子中央集中。因此煤气喷出口和

火焰口的高宽比过大或过小都是不合理的，它们的形状应保证火焰在熔池面上有最大程度的铺展，但不冲刷前后墙。

火焰流股应当位于熔炼室的正中央，并向前后墙均匀铺展，为此在安置炉头水套时，应注意炉头水套中心线不得偏斜。

上面的讨论是把煤气流股和空气流股作为统一的一个流股来叙述的。因此，上述熔炼室纵横断面上的气体流动特征，实际上是煤气流股和空气流股综合作用的结果。为了了解平炉中煤气流股和空气相遇后气流的流动情况，下面引述一些用实验方法进行的研究结果。

实验结果指出：两个流股相交以后形成了另外一个新的流股（如图25—7）其形状在水平方向上铺展得非常厉害，而在垂直方向上先被压扁后又扩张。流股仅在初段的界面保持直斜面。空气和煤气的交角愈大，两流股的混合愈好，火焰愈短，而且上抬也较严重。这就说明了平炉由自然通风改为强制鼓风时，由于流速增加，煤气流股的交角应减小的原因。

流股汇合以后的流动方向，决定于两流股原有方向和它们的动量。汇合以后流股的方向以二流股动量的向量之和代表。必须指出，平行四边形原理只能用于喷出口相同的两个流股。如果它们的大小不等，那么考虑到在顶视图上两个喷出口宽度的差别，其中一个流股的一部分气体并不会遇到另一个流股的冲击。温突里式和双层式炉头就是这种情况。

在实际中，不仅空气和煤气以一定交角相遇，而且它们在相遇后，还以一定角度与熔池面发生碰撞。因此，流股的变形规律就更为复杂了。

3. 平炉熔炼室内煤气和空气的混合

保证足够数量的燃料在熔炼室内完全燃烧，是保证火焰高温和加速传热以缩短熔炼时间的极其重要的条件。煤气和空气的混合速度决定着燃料的燃烧速度及其完全程度亦即火焰的长度。进入熔炼室内的煤气和空气的混合按下列两种方式进行，即分子扩散和机械混合。

由于扩散过程进行的速度极慢，因此在平炉中，对煤气和空气的混合起决定性作用的是机械混合过程。

当使用气体燃料时，火焰的长度可以通过计算得出。但由于它没有考虑在实际平炉中空气和煤气流股以交角相遇和流股与平面碰撞等复杂因素，因此其计算长度常常超过实际的火焰长度。在平炉中火焰的长度与下列因素有关：

1. 燃料和空气流股的动能

流股的湍流性和它与周围介质的混合随着流股动能的增加而加剧。因此，流股的动能越大，火焰长度越短。

在流股的流量不变时，其动能随着它的速度平方和比重而增加，因此提高煤气和空气的出口速度，可以大大提高煤气和空气的混合速度。减小煤气和空气的出口面积，能使它们的速度增大，但是为了废气的顺利排除，它们的出口面积又不能过小。

2. 空气和煤气流股的交角

空气流股和煤气流股的交角对机械混合过程也有很大的作用，两个流股由于碰撞而被压扁，使接触面积增加，煤气和空气的混合大大加速。