

目 录

译者序

第一章 氧气转炉炼钢概述	1
第一节 炼铁炼钢简介	1
第二节 氧气转炉炼钢实践	12
第三节 氧气转炉炼钢的现状与展望	15
第二章 氧气炼钢的热化学	18
第一节 热力学原理的复习	18
第二节 液态铁基体系的物理化学	44
第三节 渣-金属平衡	52
第四节 平衡概念在顶吹转炉上的应用	61
附 关于本章中FORTRAN程序的简单解释	70
第三章 氧气转炉炼钢热平衡	73
第一节 引言	73
第二节 显热	73
第三节 反应热	74
第四节 热损失	76
第五节 炉料计算	76
第六节 冷却剂	80
第四章 过程控制	81
第一节 引言	81
第二节 仪表化	82
第三节 校正措施	85
第四节 静态控制	86
第五节 装料计算的计算机化	87
第六节 控制的限度和误差分析	106
第七节 动态控制	111

第五章 设计和应用	116
第一节 炉体设计	116
第二节 炉气冷却和净化系统	118
第三节 不锈钢和合金钢的生产	122
第四节 辅助燃料	131
第五节 附加燃料的应用	133
第六章 氧气喷射	135
第一节 可压缩流的热力学	135
第二节 氧气流动方程	148
第三节 喷管设计	158
第四节 射流的特性	162
第五节 射流与熔池的相互作用	173
第六节 氧枪冷却	179
附录 单位换算表	187
第七章 氧气转炉耐火材料	189
第一节 引言	189
第二节 耐火材料	190
第三节 镁质、白云石质耐火材料生产工艺	193
第四节 高温平衡	194
第五节 耐火材料使用中的化学侵蚀	198
第六节 耐火材料使用中的物理和机械蚀损	199
第七节 耐火材料的实际应用	201
第八节 耐火材料各相间的平衡和反应	201
第八章 钢锭中氧化物夹杂的来源	218
第一节 引言	218
第二节 金属-夹杂物的相互关系概述	218
第三节 脱氧夹杂物和二次氧化夹杂物	224
第四节 外来夹杂物	226
第五节 夹杂组成	226

第一章 氧气转炉炼钢概述

第一节 炼铁炼钢简介

一、炼铁

在大多数钢生产作业中，炼铁是第一个工序。炼铁工艺是冶金上最早的一个工艺。鼓风炉炼铁在中世纪就已出现，那时所用的炉子是用石头建筑。此后，炼铁炉发展成为塔形结构，它在钢铁厂中占有重要位置。

高炉炼铁过程包括从炉顶装入矿石、燃料和熔剂，从炉子底部鼓风或吹入热空气。这种方法生产出含有硅、锰的高碳生铁在炼钢炉中冶炼成钢。在高炉炼铁的情况下，加进炉内的物料与生铁产品之间的大致关系，大约是每生产1吨铁需要1.6吨铁矿石、0.5吨焦炭、0.2吨石灰石和白云石混合物以及1.7吨空气加入炉内。加入炉内的这些物料产出1吨生铁、0.3吨炉渣、0.2吨烟尘和2.5吨高炉煤气。上述有关生铁生产统计数据的简述，是指占美国生铁产量75%的美国北中部某些现代化高炉而言。

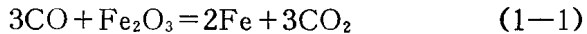
铁以赤铁矿(Fe_2O_3)或磁铁矿(Fe_3O_4)的氧化物矿石加入炉内。纯赤铁矿含70%铁，但从大湖区域采掘的矿石，由于有杂质，仅含50%铁，这些杂质主要是二氧化硅、三氧化二铝和约12%的水分。大多数高炉的配料都是采用自熔烧结矿或球团矿。高炉配料有时也加入氧化铁皮、烧结矿、转炉和平炉渣以及废钢。焦炭是提温的燃料也是还原剂。焦炭是煤经过裂化蒸馏的固体产品。加入石灰石和白云石以形成流动性炉渣，和限制过多硅和硫进入生铁中。鼓风用预热空气（有时用天然气、油或氧气富化）供给氧与焦炭中的碳燃烧生成一氧化碳气体还原剂。

高炉工厂由若干部分组成，其中主要部分之一是高炉结构本身。鼓风经由鼓风机压缩并经过热风炉预热到815~980°C。热风

炉系蓄热式的，燃料由经过除尘的高炉气体供给。此外，高炉作业需要有上料装备、出铁出渣、装运铁水和炉渣的设备。高炉工厂还有烧结车间，把各种炼钢作业中的氧化铁、高炉烟尘（从高炉除尘器中收集的）和铁矿粉烧结成块。为了把煤炼成焦炭需要有炼焦炉，和一个焦炉煤气副产品的回收系统。一个完整的钢铁联合企业，除上述各项设备和装备外，还包括全套炼钢和全部辅助设备。

（一）炼铁过程的化学反应 炼铁高炉中发生的化学反应和化合物的热力学数据前人已有叙述。

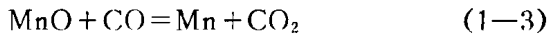
高炉中发生的主要化学反应是氧化铁被碳还原，实际是被气体一氧化碳还原，反应式为：



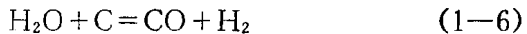
在高温下存在过剩碳，与 CO_2 立即还原成 CO



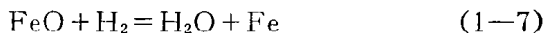
Fe_2O_3 被 CO 还原分三步进行， Fe_2O_3 相继还原成 Fe_3O_4 ， FeO ，最后还原成 Fe 。在还原氧化铁的同时，一氧化碳也还原锰、硅和磷的氧化物，反应式为：



鼓风中的水蒸气也参加反应，如



上述反应中放出的氢也可与氧化铁反应并还原氧化铁，如



生成的水再分解。应该指出，这些反应中仅有少数几个反应放出热供给炼铁过程的需要，如碳的氧化作用和某些放出一氧化碳的还原反应，放出的热去干燥原材料，分解石灰石，熔化铁和炉渣以及补偿热损失。

由于液体金属被碳所饱和，而且靠近风口处的气体成分主要取决于鼓风温度而变化不大，所以合金元素如锰、硅和硫的分配

主要取决于炉渣成分和炉缸温度。炉料中（主要是铁矿石）的锰有70~80%还原进入铁中。炉缸温度和炉渣碱度愈高，锰含量也就愈高。炉料中全部磷都被还原进入铁中。硫主要是焦炭带入炉中（铁矿石也常常带进硫），在高温铁水被碳饱和的情况下，大部分硫可能进入碱性炉渣中。生铁中硅含量决定于温度和炉渣中二氧化硅的活度。温度高和酸性炉渣，使铁水有高的硅含量。高炉炼铁过程中，炉渣成分变化具有极为重要的作用。高炉炉渣的研究，前人做了不少工作。奇普曼（Chipman）对高炉炉渣的热力学性质曾作过详细论述。

除炉渣成分所起作用外，铁水中溶解的化学元素间相互作用，对高炉生铁成分也有重要影响。铁水的化学成分相互作用主要是碳和硅之间发生。如图1-1所示，硅的存在显著降低铁水中碳的溶解度。由于高炉铁水实际上为碳所饱和，在炉缸温度下与纯碳处于平衡状态，所以铁水中硅含量取决于二氧化硅的活度（活度为二氧化硅含量的函数）、炉渣成分和温度。假定有利的动力学条件，碳含量受硅含量控制。对Fe-Si合金中碳溶解度的影响如图1-1所示。

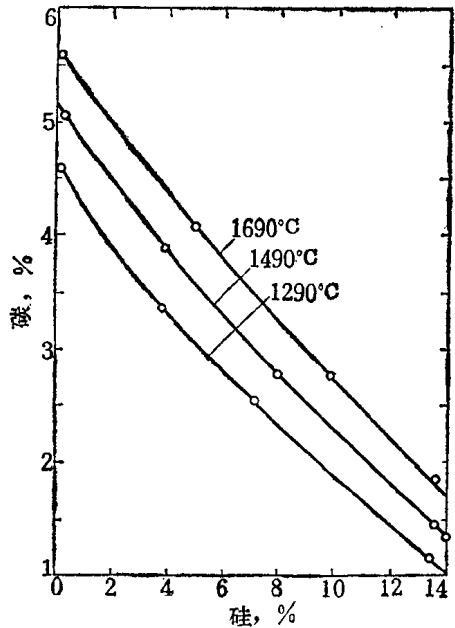


图 1-1 Fe-Si合金中碳的溶解度

炼铁和炼钢过程中发生的各项反应，主要是调节氧位，首先是铁矿还原成生铁，而后在炼钢过程中提高氧位，氧化生铁中杂质。高炉炼铁过程中炉缸区域内氧位极低，随着还原性气体向上运行，按照方程式(1-1)和(1-2)与氧化铁和焦炭反应，氧位逐渐提高。高

炉内温度分布是，从位于风口上方炉腹区域约1650°C逐渐降低到炉顶处200°C。

(二) 高炉作业的改进 除高炉设计改进外，过去20年来高炉作业技术的主要进展是控制鼓风湿度、富氧鼓风、天然气或其他原料喷吹、高压作业和增加矿石精料的使用量。

进入高炉原料几乎有一半是空气。因此，鼓风中湿度相当小的变化，就显著影响带进炉内的水份量。水蒸气在靠近风口的高温区域发生吸热分解作用，能够吸收相当可观的热量。炉缸内这类额外热量被吸收，焦炭需要量就要增加。利用冷凝法或使空气经过适当的干燥塔使鼓风干燥，这样可以节省焦炭。这种情况说明了鼓风湿度对高炉操作的影响甚为显著。控制鼓风湿度是调节高炉运行情况的一个措施。

若干时候以来，人们已提出富氧鼓风作为提高高炉产量的一个方法。制氧方法的发展，大量利用价廉的氧气，使富氧鼓风方法更加切实可行。6%的富氧鼓风，生产率可提高20~25%。富氧鼓风降低鼓风中氮含量，其结果减少炉顶气体带走的热量，降低反应气体速度与减少反应气体体积，烟尘也相应减少，同时也提高焦炭的燃烧效率和炉缸温度。

若高炉在高压下运行，在一定气体流速下经过炉内的氧气量就有所增加。二次世界大战期间，对已有的高炉做了修改，使产量提高15%，焦炭消耗量减少12.5%，烟尘减少约33%。尽管高炉在高压下运行经常带来机械上困难，但还是达到了接近一个大气压（表压）的炉顶压力。

天然气喷吹也有降低焦比的效果。

炉料采用球团精料可以显著提高高炉生产率。1960年夏季美国俄亥俄州阿姆柯（Armco）钢铁公司在高炉上首次进行铁燧石球团工业生产试验，在30天试验中炉子由日产1500吨提高到日产2700~2800吨生铁的记录。

高炉精料不仅由于富集和浓缩而改善了配料，而且也可能同时改进炉料的物理状态。炉料的洗涤和筛分是使高炉得到顺行的

一个极为重要的因素。若在矿山附近把铁矿石进行精选和烧结，那末在原料运输上也可以得到一定的经济效果。此外，炉料筛分可以防止由于气体形成沟道上升而使炉身内传质和传热效率降低，同时也可促使炉料下降更加均匀。

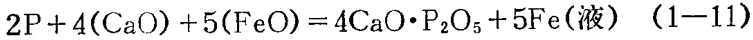
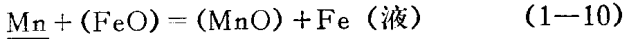
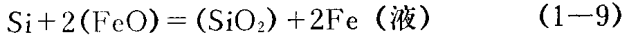
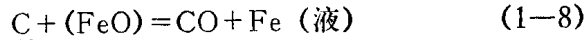
二、炼钢

人们知道钢并使用钢已有五千年以上的历史，但大约直到两百年前还不能在液体状态下生产钢。在古代，人们用炭质燃料还原铁矿石直接变成一种钢。坩埚法发明之前，人们对液体炼钢法还是无知的。坩埚法是用铁、煤和熔剂在坩埚内熔化生产少量液体钢。现代的炼钢法由1856年贝氏麦发明的空气鼓风转炉开始。1878年出现了托马斯炼钢法，这种炼钢法为了处理高磷生铁而发展的，它是贝氏麦炼钢法的一个变种。西门子—马丁炼钢法，通常称为平炉炼钢法，约在托马斯炼钢法同时代发展。平炉炼钢法利用蓄热室预热空气在燃烧器内燃烧，在反射炉中能够产生足够热量精炼固体废钢和生铁。二次大战后，价廉的大量氧气的利用，导致了各种氧气炼钢法的发展，如氧气顶吹炼钢、卡尔多(Kaldo)和回转炉(Rotor)炼钢法。

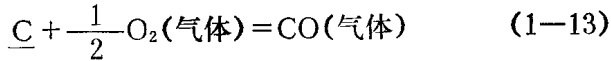
炼钢是一个精炼过程，在此过程中装入炉内的废钢和生铁中杂质元素被氧化。各种炼钢法可分为酸性和碱性，酸性或碱性决定于炉渣中含高二氧化硅(酸性)还是含高氧化钙(碱性)。因炉衬接触炉渣，所以炉衬材料应与炉渣相适应。酸性炼钢法采用二氧化硅和硅质耐火材料炉衬，碱性炼钢法采用焙烧白云石或镁砂耐火材料。生铁中主要杂质元素如碳、硅和锰容易氧化生成氧化物，锰和硅的氧化物进入炉渣，碳氧化为一氧化碳和二氧化碳而除去。磷也被氧化，但除非炉渣是碱性，否则磷就不能从金属中除去。碱性炉渣有一定程度的脱硫作用。碱性炼钢法能够采用的原料较为广泛，所以碱性炼钢法成为优越的炼钢法。

典型的炼钢生铁成分约含4% C、1% Mn和1% Si。生铁中磷和硫含量高低视炼钢方法而定，碱性贝氏麦(即托马斯)炼钢生铁的磷含量为1.5~2.0%，但其他炼钢法要求生铁磷含量尽可能

低。出钢时钢液化学成分范围为 0.04~0.80% C、0.06~0.30% Mn、0.01~0.05% P、0.01~0.05% S 和微量 Si。炼钢过程的反应式如下：



上述方程式中氧化铁系指液体炉渣中氧化铁。气体氧的直接氧化也有可能，例如：



或者气体氧可能溶解于液体铁中并按下述反应：



从熔池中脱磷，需要有碱性氧化性炉渣，如方程式(1-11)所示。虽然磷在炉渣中的情况还不完全清楚，但其实际形式可看成三钙或四钙磷酸盐。虽然硫不一定按方程式(1-12)那样形成 CaS，但硫是可以被碱性炉渣吸收的。这些方程式的热力学在下章加以论述。

(一) 贝氏麦转炉炼钢法 最初的贝氏麦转炉使用酸性炉衬。目前酸性炉衬炼钢法已经不大使用。因为酸性炉衬炼钢法不能除硫和磷，所以酸性法需要硫和磷含量很低的生铁。贝氏麦转炉剖面如图1-2所示。空气通过炉底风箱吹入使铁水氧化。铁水中杂质元素按其氧化物稳定性大小先后氧化被除去，即硅和锰先被除去，最后碳被除去。贝氏麦炉吹炼过程中熔池的化学成分变化如图1-3所示。贝氏麦炉炼钢法是自身发热，不要另外供给热量。杂质的氧化，特别是硅氧化，放出的热足以使铁水保持熔融状态并在精炼过程中提高温度，这样生产出的低碳钢的吹炼终点温度约1640°C。可以加入少量冷废钢。

在欧洲广泛采用碱性炉衬托马斯或碱性贝氏麦炼钢法，这种

炼钢法使用石灰或石灰石作为加入料以形成碱性炉渣。装入的铁水含磷达 2%，在大部分碳氧化后，熔池中磷在所谓“后吹”期被氧化。磷的氧化是放热反应，因此给熔池带来相当的热量。

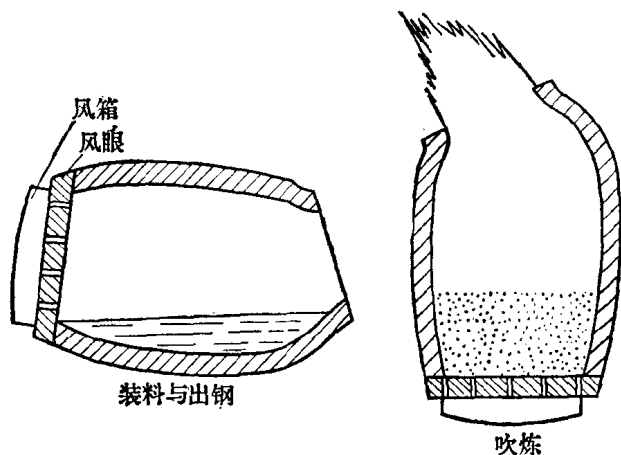


图 1—2 贝氏麦炉的操作位置

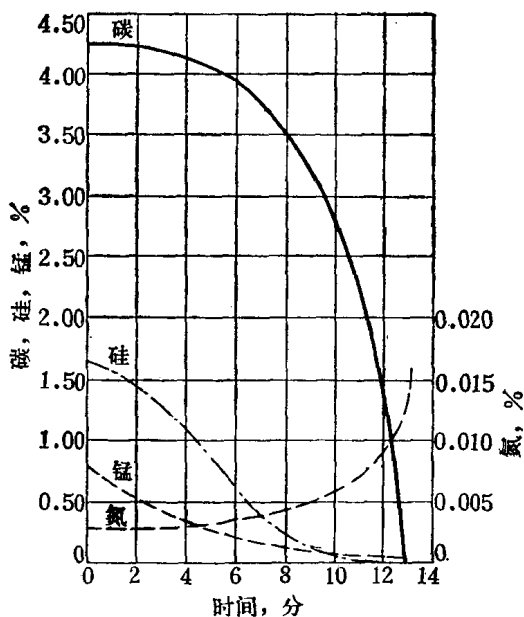


图 1—3 25 吨贝氏麦转炉吹炼期间熔池化学成分变化

贝氏麦炼钢法的缺点之一，是钢中含有较高的磷和氮含量。尽管严格控制温度和向熔池中加入铁矿石进行最后氧化，可以得到较低的氮含量，但贝氏麦钢中氮含量仍在0.015%左右。

因为转炉炼钢迅速达到终点，以及自身生热的操作需要严格的热平衡，所以操作控制是转炉炼钢重要的一环。利用光电管观察接近终吹时炉口火焰与放射的特征，会有助于控制终点。

(二) 平炉炼钢法 从本世纪开始直到1950年，碱性平炉炼钢法是美国工业的支柱，1955年美国平炉钢产量约占美国钢产量85%。因为平炉有很大的熔化能力能够使用大范围的生铁和废钢比，合适的炉料配比是40~60%生铁，其余为废钢。

为了得到高的火焰温度和良好的热效率，平炉都具有蓄热室系统，利用炉内火焰方向的改变，热的炉气从炉内流经一组格子砖，格子砖从废气中回收热。在炉子另一侧空气经过蓄热室热的格子砖，而后进入燃烧器与燃料反应。这种用蓄热室预热空气的方法可以节省燃料。

在碱性平炉炼钢作业中能够使用的原料范围很宽，而成品硫和磷含量可以适当控制。平炉钢氮含量一般为0.005%，这是平炉比贝氏麦炉具有的一个优点。平炉钢氮含量低，对深冲薄板钢提供良好的性能。

固体炉料组成——废钢、石灰石和铁矿石加入炉内，点燃燃烧器。燃烧器在炉子两头，火焰方向定时改变，待炉料开始熔化就加入铁水，氧化铁与铁水反应，在通常称为“矿石沸腾”中产生一氧化碳。当温度提高时，炉底石灰石发生分解，“石灰沸腾”开始，以相当快速度放出 CO_2 。当石灰石分解所产生的 CaO 经过液体金属上浮，磷以及部分硫就被除去。平炉生产率受装料时间和熔化期、精炼期的限制，仅熔化期和精炼期一般需要6~8小时。廉价氧气允许平炉装置氧枪吹氧，冶炼时间从12~14小时显著缩短到6小时左右。平炉吹氧举例见图1—4。但是吹氧产生烟尘，从而要有废气除尘装置。由于平炉生产率的限制以及在旧式平炉上添加废气除尘装置又增加额外费用，所以导致了平炉相当快地

被氧气顶吹转炉所取代。

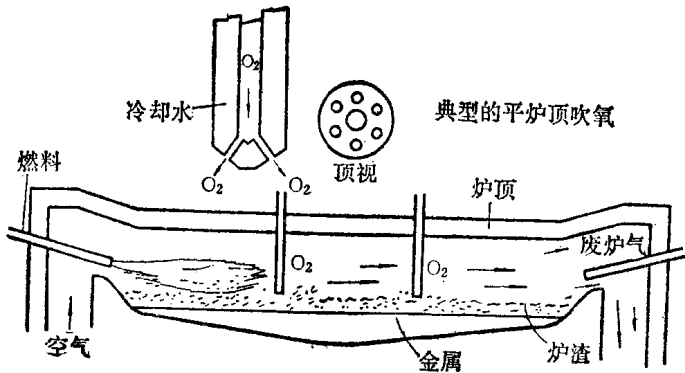


图 1—4 平炉吹氧

(三) 氧气转炉炼钢 空气转炉钢氮含量高，这就限制了它的用途，因此有必要寻找无氮的气体吹炼。底吹转炉使用纯氧吹炼，引起炉底和喷嘴区域严重侵蚀。一个替代法是转炉用氧和水蒸气吹炼生产低氮钢。这种方法在欧洲曾引起很大重视。

五十年代初期，在奥地利林茨地方，氧气转炉炼钢法的工业规模发展取得了成就。奥地利铁矿磷含量低因而发热量少，不可能采用托马斯炼钢法。二次世界大战后奥地利废钢缺乏，这就排除了平炉生产的经济性。所有这些因素再加上廉价氧气条件具备，导致在瑞士格拉芬金 (Gerlafingen) 小转炉经验的基础上发展了氧气顶吹转炉炼钢法。最早的大容量氧气顶吹转炉为30吨。进一步发展，特别在美国，转炉容量增大，大多数氧气炼钢车间都采用250吨转炉，大到300吨的转炉也在使用。

氧气顶吹转炉是自身发热的，使用20~30%废钢，其余加入含硫较低的碱性生铁。用焙烧的石灰作熔剂并加入足够量，使最终炉渣中石灰和二氧化硅之比约为3:1。氧气经过一个产生超音速流量拉瓦尔喷嘴沿垂直方向向下吹入熔池。较大容量的转炉使用三孔喷枪改善了操作。氧气单位时间流量(标准米³/分)如下式所示：

$$Q(\text{标准米}^3/\text{分}) = 0.494 P_d A \quad (1-15)$$

P_d 为喷嘴氧流压力(公斤/毫米²), A 为喷嘴喉口面积(毫米²)。这个关系式假定喷嘴前的氧气温度为15.6°C。根据上式计算的流量可以按供氧温度由下式校正:

$$Q(\text{真正的}) = Q(\text{方程式 1-15}) \left[\frac{(15.6 + 273)}{[T_{O_2}(\text{°C}) + 273]} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1-16)$$

吹氧时放出微小颗粒氧化铁烟尘。这些烟尘损失占金属炉料2~3%。氧气转炉工厂投资的一大部分消耗在废气除尘设备上。氧气顶吹转炉的重要操作参数包括氧枪高度和氧气流量。每炉吹炼时间,包括那些250吨的转炉约为25分钟。氧枪高度适当调整,可使一些铁在吹炼早期就能被氧化以溶解石灰,生成早期的碱性氧化性炉渣促进脱磷。吹炼后期,降低氧枪高度或提高氧气流量进行深吹以加强金属和炉渣的搅动,减少炉渣中铁的损失。在氧气流中加入石灰粉,氧气顶吹转炉可以吹炼高磷生铁。这种炼钢工艺称为LD-AC炼钢法。此法在欧洲吹炼含磷大于0.5%的生铁。

(四) 氧气转炉废气回收 很多氧气转炉都安装开口烟罩,进入烟罩的空气燃烧转炉放出的气体。在大部分吹炼期间内转炉炉气约含90%一氧化碳。回收转炉炉气——其中一氧化碳含量平均大于80%用作炼钢厂燃料,特别是日本在这方面进行过相当的努力。采用封闭式烟罩和一氧化碳的防爆措施,发展了回收一氧化碳热能的一种经济方法。大多数转炉烟罩里都安装了废热锅炉,回收炉气显热。热效率的显著改进是由收集一氧化碳作为钢厂补助燃料来达到的。此外,由于封闭式烟罩里的气体体积相当于开口式烟罩里的 $\frac{1}{6}$ (因开口烟罩吸入大量空气),所以气体除尘问题更加容易解决。

(五) 卡尔多和回转炉炼钢法 曾经发展了采用旋转式转炉的其他吹氧炼钢法。炉体的旋转使炉渣和金属混合,同时使热炉

衬向炉料传热。两种旋转炉的剖面图见图1—5和1—6。调节氧枪使氧气有限深度穿透熔池，使铁水中碳氧化形成的一氧化碳在炉内燃烧成二氧化碳。放出的热可以熔化较多的废钢，这样也有一定的优点。

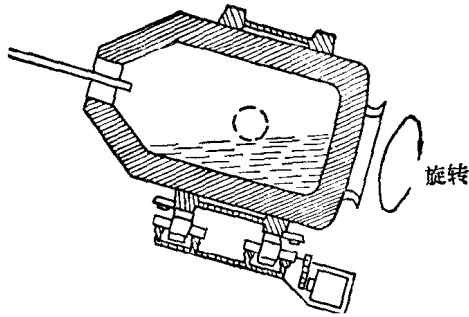


图 1—5 卡尔多炼钢炉

氧气（95%纯度）在小角度位置以相当低的压力吹到熔池表面，同时对倾斜的炉子里的熔融金属不能过于冲击

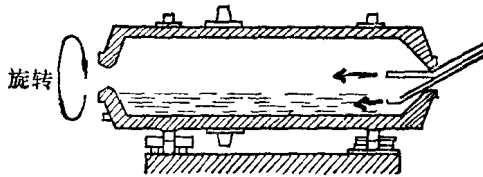


图 1—6 回转炉

高纯度氧经由一个氧枪喷入熔池表面下金属，低纯度氧由另一个氧枪吹到熔池上面空间，吹炼时炉子围绕它的水平轴作低速旋转

Kaldo转炉是一个衬有耐火材料的圆柱形炉体，在一个倾斜轴上以不大于30转/分的速度旋转。单枪向熔池表面吹氧。氧气消耗量约为 $56.6\text{米}^3/\text{吨钢}$ ，而氧气顶吹转炉的氧气消耗量取决于铁水的成分，约为 $48.0\sim 51.0\text{米}^3/\text{吨钢}$ 。

Rotor炉是圆柱形，在一个水平面上旋转，转速为1~5转/分。

氧气经由两个喷枪吹进炉内，一个喷枪低于熔池表面，一个喷枪高于熔池表面。这种吹氧方法，可以使一氧化碳燃烧，因而有较高的热效率。英国采用Rotor炉以双渣法吹炼高磷生铁。

(六) 电炉炼钢法 目前使用的直接电弧炉容量达120吨。电炉可以采用酸性或碱性炉衬。由于电炉能够产生很高的温度，所以电炉比平炉和氧气转炉具有某些优点。电炉炼钢的优越性在于具有高的温度和使用炉料的伸缩性（100%固体炉料或用高达60%的铁水作炉料）。高温对生产合金钢特别有利。若把大量合金元素加到平炉或氧气转炉钢水包中，钢水温度常常降低以致不能浇注成良好的钢锭，若把合金元素加到转炉或平炉炉内，合金元素就有可能氧化进入炉渣。这种情况对于某些元素特别严重，例如铌、钒和铬。此外，某些牌号不锈钢要求碳含量极低，这就使碳脱除而不致使铬过多损失。这种情况在电弧炉达到的高温下是可能的。

第二节 氧气转炉炼钢实践

在过去二十年中，出现了若干比较标准氧气转炉炼钢厂的布局。在钢锭生产总能力增加的同时，炉子尺寸增大，吹氧率也加大，但每炉吹炼时间几乎不变。因此，氧气转炉车间炉子座数虽没有变化，但生产能力则有提高。

1958年1月，世界上共有26座碱性氧气顶吹转炉，钢锭年生产能力为700万吨。其中8座在北美，生产能力为500万吨。最大的炉子每炉出65吨。仅仅过了两年，1960年1月，世界各国建成了或正在建造的氧气转炉达90座，钢锭年生产能力为2800万吨。这90座炉中，23座在北美，容量为1200万吨。除去英国计划建造3座110吨转炉外，世界各国的炉子平均容量为45吨。在北美连同设计中的250~300吨转炉，炉子平均容量约100吨。氧气炼钢前十年，美国氧气顶吹转炉容量从50吨发展到300吨，每分钟供氧量从84.9标准米³到56.6标准米³。

氧气炼钢车间总的布置由三个跨间组成：装料、炉子和浇注

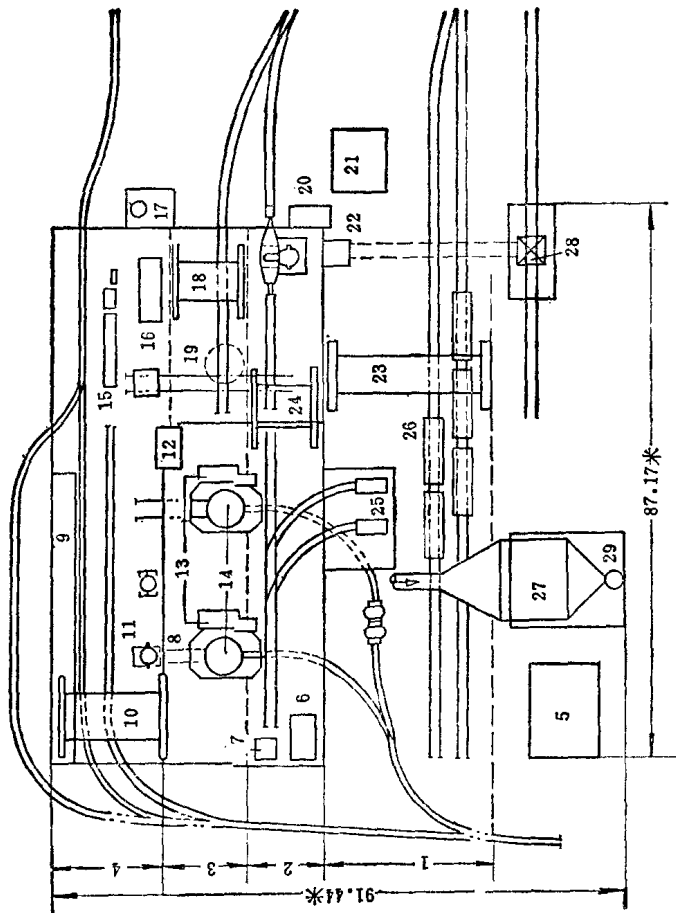


图 1—7 琼斯-劳林公司阿里奎帕氧气顶吹转炉车间在操作平台高度的平面图

- 1—废钢场；2—转炉跨；3—铸锭跨；4—更衣室；5—办公室；6—仪器修理；7—升降机；8—操作平台；9—浇注平台；
 10—125/25吨铸锭吊车；11—钢包车；12—办公室；13—控制操纵台；14—65吨转炉；15—塞棒烘烤炉；16—钢包修理坑；
 17—碳泥机；18—125/25吨维修吊车；19—后备炉位置；20—泵房；21—磅房；22—上料卷扬机；23—20吨废钢吊车；
 24—125/25吨铁水吊车；25—废钢车秤；26—废钢车；27—电除尘器；28—物料进料漏斗；29—烟囪

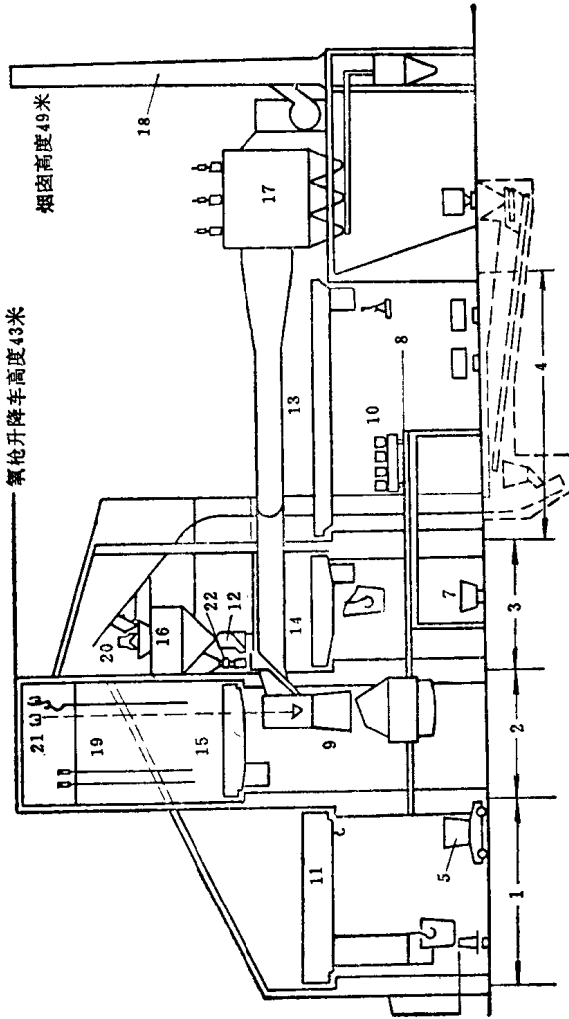


图 1—8 三个主要操作区——原料跨、转炉跨和铸锭跨

1—铸锭跨；2—转炉跨；3—原料跨；4—废钢场；5—钢包车；6—65吨转炉；7—渣罐；8—操作平台；9—水冷烟罩；10—废钢料车；11—125/25吨铸锭吊车；12—称量装置；13—20吨废钢吊车；14—125/25吨加料吊车；15—125/25吨维修吊车；16—料仓；17—电除尘器；18—烟囱；19—备用枪；20—上料皮带挡板；21—氧枪升降车；22—批料称量漏斗

跨间。炉渣的一般运送方法是用运输车上的渣罐，在装料跨间由天车吊至火车上，在某些情况下也有使用特殊的炉渣装卸设备。琼斯-劳林（Jones-Laughlin）钢铁公司较早的一个氧气转炉炼钢厂的布置，如图1—7和图1—8。这种平面布置也是美国氧气炼钢厂流行的建造型式。

铁水通常用混铁车输送，在炉子跨间倒包，再用天车吊起装入炉内。废钢的装卸设备各厂都有所不同。采用自卸车和特殊装料车都很有效。加入剂的运送有很多方法。在地面上设置料仓，建造成本可以降到最低。关于迄今所采用的气动系统尚有争议。皮带运输系统优于翻斗卷扬机。

欧洲的炼钢厂通常采用平行排列的若干浇注跨，美国炼钢厂则通常采用相当于车间长度的单线浇注平台。

气体除尘系统分为高压差湿法洗涤器和干法电除尘器两类。干法电除尘器有爆炸问题，所以仅能和过剩空气系统连用。每个炉子使用一个除尘系统还是所有炉子共用一个除尘系统，这问题还没有一致看法。气体处理的烟罩设计随除尘系统不同而不同。在一些情况下，使用开口烟罩的过剩空气系统，阿里奎帕（Aliguippa）钢厂开口烟罩有一个燃烧室，以确保没有燃烧的一氧化碳进入除尘器。但也使用过带封闭式烟罩的其他一些除尘系统，以减少空气渗入。与此相反，欧洲常使用炉气废热锅炉和完全封闭的气体系统。

第三节 氧气转炉炼钢的现状与展望

美国现行氧气转炉生产能力估计约超过5000万吨。1970年氧气炼钢生产能力计划增加到6500万吨。世界各国的氧气炼钢生产能力也同样增加很快。1967年初，世界各国氧气炼钢设备年生产能力接近14000万吨，预计1970年初可接近25000万吨。美国1971年氧气炼钢生产能力已超过平炉的生产能力，如图1—9所示的1967年计划产量。

目前氧气转炉厂迅速增长，在相当程度上将取代现代平炉。