

氧气转炉烟气净化及回收 设计参考资料

冶金工业出版社

氧气转炉烟气净化及回收 设计参考资料

《氧气转炉烟气净化及回收设计参考资料》 编写组

冶金工业出版社

氧气转炉烟气净化及回收设计参考资料

《氧气转炉烟气净化及回收设计参考资料》 编写组

(只限国内发行)

冶金工业出版社出版
新华书店北京发行所发行
冶金工业出版社印刷厂印刷

850×1168 1/32 印张 18 3/8 插页 4 字数 469 千字

1975年12月第一版 1975年12月第一次印刷

印数00,001~6,100册

统一书号: 15062·3188 定价(科三) 2.60 元

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

人类认识的历史告诉我们，许多理论的真理性的不完全的，经过实践的检验而纠正了它们的不完全性。许多理论是错误的，经过实践的检验而纠正其错误。

前 言

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，冶金战线上的广大职工，认真贯彻“独立自主、自力更生”的方针，在一系列工业性试验的基础上，成功地实现了氧气转炉烟气净化及回收，为转炉烟气的综合利用开辟了广阔的前景，为进一步提高除尘效果，降低动力消耗积累了许多宝贵经验。

遵照毛主席“要认真总结经验”的教导，为了更好地贯彻党的社会主义建设总路线和各项方针政策，贯彻“综合利用，消除公害”的原则，以适应我国钢铁工业生产和建设的需要，由上海冶金设计院主编，北京、重庆、武汉、包头、马鞍山钢铁设计院等单位共同编写了这本《氧气转炉烟气净化及回收设计参考资料》，供冶金战线的设计、施工和生产单位有关专业同志参考。如本资料与国家有关规定和规程有不符之处，请按国家有关规定和规程执行。

在编写过程中，由于我们调查研究工作做得不够，对许多单位的实践经验总结不够，加上我们路线斗争觉悟不高，技术水平低，错误和问题在所难免，希望同志们批评指正。

《氧气转炉烟气净化及回收设计参考资料》 编写组

1974年12月

32143

目 录

第一篇 系统设计

第一章 原始数据	1
(一) 氧气顶吹转炉炼钢的炉气生成	1
(二) 炉气量的计算	3
(三) 有关设计技术参数	13
第二章 氧气转炉烟气的综合利用	22
(一) 氧气转炉煤气的利用	22
(二) 炉尘的利用	26
(三) 回收蒸汽	27
第三章 系统简介	28
(一) “燃烧法”与“未燃法”	28
(二) 国内流程简介	31
(三) 参考意见	44
第四章 系统设计	48
(一) 一般原则	48
(二) 烟罩、烟道和烟道连接管	52
(三) 风机房	57
(四) 煤气柜	105
第五章 管道设计	107
(一) 煤气管道布置原则	107
(二) 管道压力损失计算	108
(三) 管道强度及挠度计算	113
(四) 管道伸缩及膨胀器的计算	124
(五) 支架布置及推力计算	143
(六) 管道附属设备的布置及要求	148
第六章 自控、检测和讯号	150

(一) 自控、检测、讯号的项目和内容·····	150
(二) 自控、检测、讯号的装备水平的参考意见·····	161
第七章 防爆与防毒·····	164
(一) 防爆·····	164
(二) 防毒·····	176
第八章 设计施工说明·····	178
(一) 设计说明·····	178
(二) 施工说明·····	179
第二篇 设备设计和选择	
第一章 文氏管·····	183
(一) 基本设计参数·····	184
(二) 降温计算·····	185
(三) 阻力计算·····	187
(四) 除尘效率计算·····	196
(五) 结构型式与制作要求·····	202
(六) 调径文氏管设计·····	213
第二章 洗涤塔·····	220
(一) 洗涤塔的分类·····	221
(二) 空心洗涤塔的热工计算·····	222
(三) 空心洗涤塔的结构设计·····	228
第三章 平旋器·····	232
(一) 平旋器的结构·····	233
(二) 平旋器的技术参数·····	237
(三) 几个平旋器的外形图·····	239
第四章 复喷管·····	243
(一) 作用简介·····	243
(二) 设计计算步骤·····	244
(三) 设计要点·····	248
(四) 计算举例·····	251

(五) 应用情况·····	257
第五章 脱水器·····	261
(一) 重力脱水器·····	261
(二) 撞击式脱水器·····	263
(三) 离心脱水器·····	270
第六章 风机和液力偶合器·····	286
(一) 转炉除尘风机的选用原则·····	286
(二) 风机参数的换算·····	287
(三) 风机的性能规格·····	290
(四) 风机改进意见·····	323
(五) 液力偶合器·····	324
第七章 煤气柜·····	333
(一) 煤气柜的型式及结构·····	334
(二) 我国低压湿式煤气柜的型式及技术性能·····	339
(三) 煤气柜的附件·····	354
(四) 煤气柜的试验及验收·····	356
第八章 水封器·····	359
(一) 作用原理和尺寸计算·····	359
(二) 水封器的应用·····	362
第九章 阀门·····	373
(一) 蝶阀·····	373
(二) 三通切换阀·····	380
(三) 闸阀·····	389
(四) 水封切断阀·····	396
第十章 喷嘴·····	398
(一) 喷嘴的分类·····	398
(二) 烟气冷却净化工程的喷淋特点及常用喷嘴·····	400
(三) 装设喷嘴的注意事项·····	401
(四) 喷嘴的设计·····	403

(五) 几种喷嘴的选择资料·····	424
第十一章 放散烟囱·····	435
(一) 放散烟囱的设计原则·····	435
(二) 烟囱的点火与燃烧装置·····	439
(三) 放散烟管的防回火及防爆措施·····	444
第三篇 设计计算例题和常用数据	
第一章 有关专业设计资料·····	451
(一) 炼钢专业·····	451
(二) 热力专业·····	451
(三) 水道专业·····	452
(四) 土建专业·····	453
(五) 电力专业·····	457
(六) 计器专业·····	458
(七) 电讯专业·····	458
提交设计资料提纲·····	458
(八) 总图专业·····	458
需要共同研究决定的问题·····	458
(九) 通风专业·····	459
提交设计资料提纲·····	459
(十) 燃气专业·····	459
提交设计资料提纲·····	459
(十一) 机修及检验·····	460
第二章 计算例题·····	461
说明·····	461
例题一 12吨氧气顶吹转炉烟气净化干湿结合系统主要 设备的计算和选择·····	461
(一) 设计条件·····	461
(二) 参数计算·····	462
(三) 流程·····	464

(四) 主要设备的设计和选择·····	465
(五) 计算资料综合·····	479
例题二 120吨氧气顶吹转炉全湿法烟气净化回收系统	
主要设备的计算和选用·····	481
(一) 吹炼条件·····	481
(二) 参数计算·····	482
(三) 流程简介·····	483
(四) 主要设备的设计和选择·····	484
(五) 计算资料综合·····	509
第三章 系统的测定·····	509
(一) 概述·····	509
(二) 各项参数的测定·····	510
第四章 常用计算数据·····	541
(一) 气体的基本常数·····	541
(二) 气体的比热·····	545
(三) 气体的导热系数·····	549
(四) 气体的热值·····	552
(五) 气体燃烧特性数据·····	553
(六) 气体的粘度·····	553
(七) 气体的湿度·····	557
(八) 气体的状况换算·····	563
(九) 各种温度下气体的含湿量与热含量·····	565
(十) 干空气的性质·····	569
(十一) 湿空气的 $I-d$ 图·····	570
(十二) 饱和工业气体的 $I-d$ 图·····	570
(十三) 干气体绝热冷却后的饱和温度曲线图·····	570
(十四) 饱和水蒸气的性质·····	571
(十五) 水的物理性质·····	574

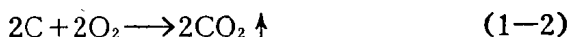
第一篇 系统设计

第一章 原始数据

(一) 氧气顶吹转炉炼钢的炉气生成

一、炉气的生成

氧气顶吹转炉炉气的生成主要来自铁水中碳的氧化，其产气量的大小也主要取决于吹氧量及铁水含碳量的大小，其化学反应式为



由于炉内温度较高，碳的主要氧化物是CO，故炉气的主要成分是CO，但也有少量碳与氧直接作用生成CO₂，或CO从液面逸出后再与氧作用生成CO₂。

单位时间产气量的大小和吹氧强度有关，吹氧强度愈大而时间愈短，则小时产生的炉气量就愈大，吹氧时间一般小型转炉为14~16分钟，大型转炉为22~24分钟。单位时间产气量还随氧枪孔数不同而有所变化。

铁水含碳量一般约为4.0%。

在吹炼前期，铁水的温度较低，铁水中易于氧化的元素硅、锰等首先氧化，其他是磷、硫等元素，同时也有少部份铁也随之氧化，此时吹入的氧主要被用于上述杂质的氧化，碳的氧化速度是比较低的，故炉气产生量比较少，此时炉气温度也较低，随着上述元素氧化反应大量放热，熔池温度相应提高，待铁水中的

硅、锰氧化得差不多之后，熔池温度已超过1400°C而出现碳和氧的剧烈反应，炉气中CO含量逐渐增加，炉气量也随之增加而达到最大值。在吹炼后期随着铁水中碳的减少，炉气量下降，炉气中的CO含量亦相应减少，炉气温度随着熔池温度的不断上升而增高，所以在吹炼过程中，炉气量是不断变化的，吹氧初期和吹氧终期小，最大炉气量一般产生于吹炼期的 $\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}$ 区间内，在一个吹炼周期内，炉气量、炉气温度、CO和CO₂含量的变化情况参见图1-1。

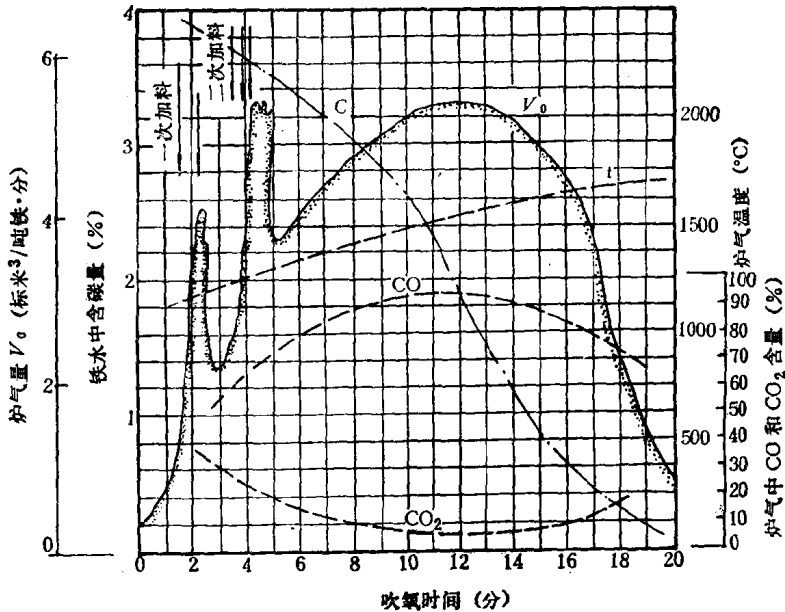


图 1-1 炉气量、温度、CO和CO₂含量与吹氧时间的关系

二、炉尘的生成

吹炼时，由于高温作用下铁的蒸发，气流的剧烈搅拌，CO气泡的爆裂以及喷溅等各种原因，产生大量炉尘，其总量可占金属炉料的1~2%。其主要成分是二价铁 (FeO)和三价铁(Fe₂O₃)，

其颗粒直径在炉气未经燃烧时，大部份为10~20微米，而燃烧后则大部份为1微米以下。

在冶炼过程中，还有散状炉料的粉状部份（如石灰粉等），易被炉气带出，进入烟气净化系统中，增加了除尘系统的负担，且使除尘污水的pH值及悬浮物含量有所提高，设计时应引起注意。

(二) 炉气量的计算

炉气量的计算方法主要有以下几种

一、按最大降碳速度计算

$$V_0 = GV_c \times \frac{22.4}{12} \times 60 \times \frac{1}{CO + CO_2} \quad (\text{标米}^3/\text{时}) \quad (1-4)$$

式中 V_0 ——最大降碳速度时产生的炉气量（标米³/时）；

G ——炉役后期最大铁水装入量（公斤）；

V_c ——最大降碳速度（%/分）；

22.4——一公斤分子的气体在标准状态下的体积（标米³/公斤分子）；

12——碳原子量；

CO, CO₂——炉气中CO和CO₂的体积百分数。

二、按经验公式计算

此公式系假定吹炼期平均炉气量为1，考虑了强化冶炼和加矿石时炉气量突然增大的因素，取其最大可能值为1.8。

其计算公式如下

$$V_0 = G(C_1 - C_2) \times \frac{22.4}{12} \times \frac{60}{t} \times 1.8 \quad (\text{标米}^3/\text{时}) \quad (1-5)$$

式中 V_0 ——按经验公式计算的炉气量（标米³/时）；

G ——铁水装入量（公斤）；

C_1 ——铁水中含碳量（%）；

C_2 ——钢水最终含碳量（%）；

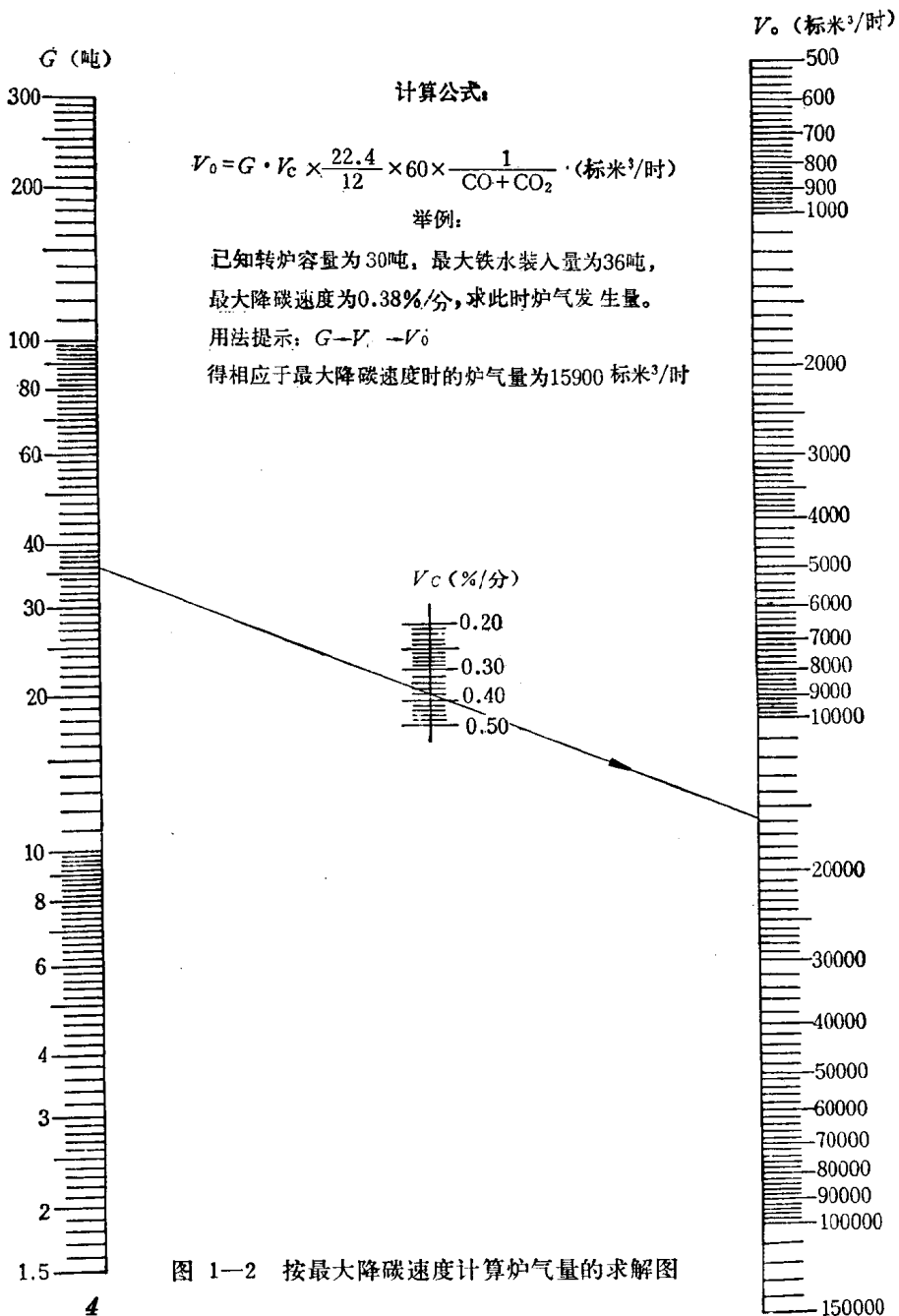


图 1—2 按最大降碳速度计算炉气量的求解图

计算公式：

$$V_0 = G (C_1 - C_2) \times \frac{22.4}{12} \times \frac{60}{t} \times 18 \text{ (标米}^3\text{/时)}$$

举例：

已知转炉容量为30吨，最大铁水装入量为36吨，铁水含碳量为4%，钢水中含碳量为0.1%，吹氧时间为18分钟，求此时炉气发生量？

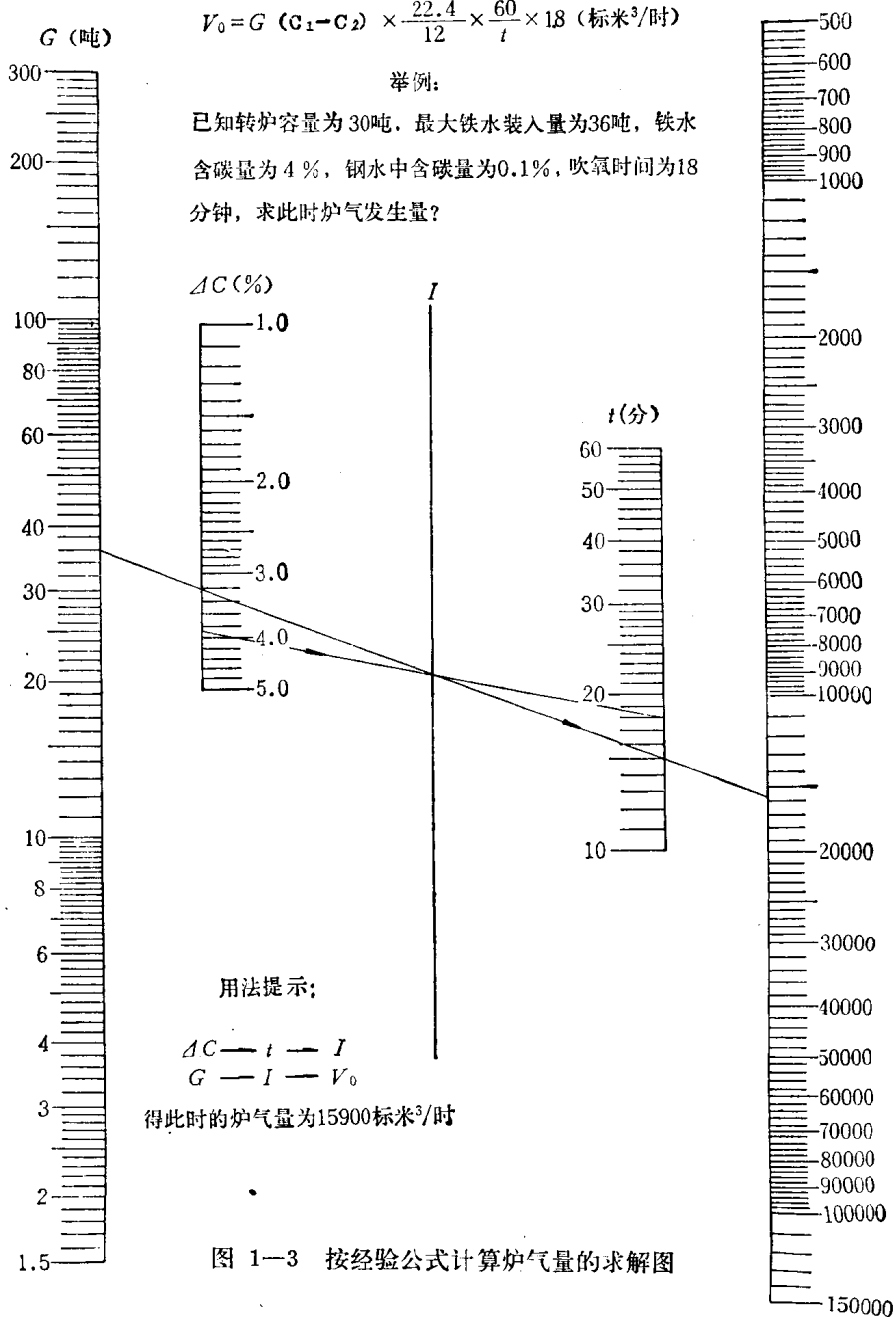


图 1-3 按经验公式计算炉气量的求解图

22.4——一公斤分子的气体在标准状态下的体积 (标米³/公斤分子);

12——碳原子量;

1.8——经验系数;

t ——吹氧时间 (分)。

三、按供氧强度计算

这种计算方法假设了两个条件

1. 炉气成份CO为100%。

2. 铁水中的碳只与吹入的氧反应, 与渣子不发生关系。

在这样的前提下, 根据反应式 $2C + O_2 \rightarrow 2CO$, 可以认为炉气量为吹入氧气量的两倍, 实际上这种假设对用废钢作冷却剂的吹炼情况是比较符合的, 对用矿石作冷却剂时, 碳所需之氧, 不仅来自吹入的氧, 还大量来自炉渣中还原氧化物的界面反应, 故采用上述概念来计算炉气量时, 是有偏差的。

对废钢法:

$$V_0 = 2GK \times 60 \text{ (标米}^3\text{/时)} \quad (1-6)$$

式中 V_0 ——炉气量 (标米³/时);

G ——装入铁水量 (吨);

K ——供氧强度 (标米³/分·吨);

60——时间 (分)。

对矿石法: 采用系数为2.56

$$V_0 = 2.56GK \times 60 \text{ (标米}^3\text{/时)} \quad (1-7)$$

在上述计算方法中, 一般多采用第一种, 当最大降碳速度难以确定时, 可采用第二种, 也有将各种计算结果列出后, 经分析比较, 取一个调整后的数值, 作为系统设计的计算值。

四、影响炉气量的因素

在整个冶炼过程中, 炉气量是变化的, 影响炉气量的因素很多, 主要有:

1. 与铁水装入量的关系

炉役前期装入量少，炉役后期随炉衬的侵蚀，炉容扩大，装入量增加；

冶炼方法的影响，例如双联吹炼，铁损失大，装入量就要大些；

设计中一般按炉役后期的最大装入量考虑。

2. 与最大降碳速度的关系

影响降碳速度的因素十分复杂，它取决于吹炼中热力学和动力学的全部过程；

实践反映：一般吹氧时间随炉容量增大而延长，供氧强度也随炉容量的增加而减少，因此降碳速度也应随炉容量的增大而有所减少，其值大小应由实验确定，影响最大降碳速度 V_c 的主要因素分析如下：

(1) 与供氧强度之间的关系

供氧强度提高，吹炼时间缩短，使吹炼的平均降碳速度 V_{c-CP} 增加，如下图所示。

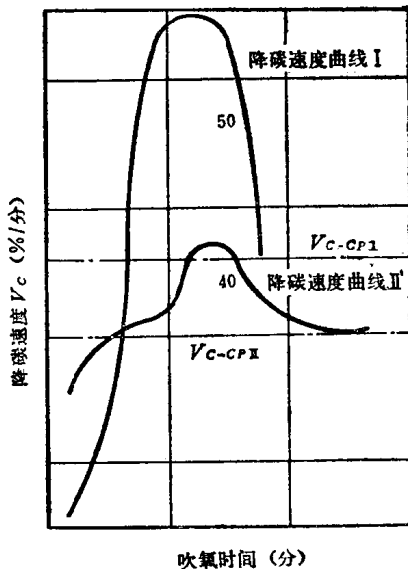


图 1—4 平均降碳速度与供氧强度的关系