

# 毛主席语录

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

学制要缩短。课程设置要精简。教材要彻底改革，有的首先删繁就简。

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。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

马克思主义的哲学认为十分重要的问题，不在于懂得客观世界的规律性，因而能够解释世界，而在于拿这种对于客观规律的认识去能动的改造世界。

# 说 明

“炼钢学”（氧气顶吹转炉工艺原理），是按我院炼钢专业教学计划和教学大纲的要求，在“炼钢概论”第一次下厂实践的基础上，供炼钢专业学员学习部分专业课的试用教材。这是在无产阶级文化大革命和批林批孔运动的推动下本专业革命师生，贯彻毛主席教育要革命，学制要缩短，课程要精简，教材要彻底改革的一系列英明指示，学习兄弟单位教育革命的经验，按照理论和实践相统一的原则，联系我国氧气顶吹转炉炼钢生产的实际，将炼钢工艺和炼钢原理结合起来，进行专业课教学的初次尝试。

在这本教材编写过程中，我们得到了首钢，上钢，鞍钢，唐钢，涟钢等厂的工人和革命技术人员以及北京钢铁学院，东北工学院，上海机械学院，鞍山钢大，重庆大学，北京钢铁，北京钢铁研究院的有关同志的大力支持和热情帮助。在这里向这些兄弟单位的同志表示衷心的感谢。

由于参加编写这本教材的工农兵学员和教师，大都是初次接触这项工作。尤其是我们的思想水平，业务水平 and 实践知识又差，因而里面肯定会有很多的缺点和错误，我们热诚欢迎广大工人、工农兵学员、工程技术人员和革命教师给我们提出批评指正。为搞好教材改革，适应教育革命发展的需要共同奋斗。团结起来，争取更大的胜利。

一九七四年十一月

# 目 录

## 第一章 绪论

§ 1 引言	1
一、氧气顶吹转炉炼钢的发展简介	1
二、氧气顶吹转炉炼钢的优点	4
§ 2 钢的分类、用途和表示方法	6
一、钢的分类	9
二、国家标准钢号表示方法	10
§ 3 钢的机械性能	14
一、强度	14
二、塑性	16
三、韧性	17
四、硬度	17
五、疲劳强度	19
§ 4 氧气顶吹转炉炼钢过程概述	20
一、钢和生铁的区别和炼钢的主要任务	20
二、氧气顶吹转炉炼钢过程的工艺特点	23

## 第二章 供氧和熔池元素氧化还原的规律

§ 1 氧气流股与金属熔池的相互作用	26
一、从喷咀喷出氧气流股的运动规律	26
二、在氧气流股作用下熔池运动的特征	31
三、在氧气流股作用下熔池传氧和氧化的过程	33
§ 2 金属熔池中元素氧化还原的规律	40
一、Si的氧化	40
二、Mn的氧化和MnO的还原	41

三、C的氧化 .....	44
四、熔池元素氧化还原的一般规律 .....	49
§ 3 供氧制度 .....	58
一、氧气喷嘴的结构类型及其工艺特点 .....	58
二、氧气流速和供氧强度的确定 .....	63
三、供氧压力和喷嘴高度的确定 .....	66
四、枪位调节和喷嘴的维护 .....	70

## 第三章 炉渣的作用及其控制

§ 1 炉渣的来源和组成 .....	77
一、炉渣的来源 .....	77
二、炉渣组成的分子理论 .....	79
三、炉渣组成的离子理论 .....	82
四、炉渣组成的分子-离子理论 .....	84
§ 2 炉渣的物理化学性质 .....	85
一、炉渣的酸碱性 .....	85
二、炉渣的氧化性 .....	89
三、炉渣的熔蚀性 .....	97
四、炉渣的流动性 .....	102
五、炉渣的表面张力 .....	105
§ 3 脱磷 .....	106
一、磷在钢中存在的形式及其对钢液流动的影响 .....	106
二、吹炼过程金属包磷量的变化情况 .....	107
三、脱磷的热力学和动力学条件 .....	108
四、磷在炉渣和金属中的平衡分配及其影响因素 .....	111
五、钢中含磷量的控制 .....	117
六、高磷生铁的处理 .....	121
§ 4 脱硫 .....	125

一、	硫在炼钢过程中的存在形式及其对钢质量的影响.....	125
二、	炉渣脱硫.....	127
三、	关于气相脱硫问题.....	137
四、	吹炼过程金属含硫量的变化及控制.....	139
五、	炉外脱硫.....	141
§ 5	成渣速度的控制.....	145
一、	吹炼过程炉渣组成的变化及分析.....	145
二、	石灰的溶解速度及其影响因素.....	148
三、	提高成渣速度的措施.....	149
§ 6	喷溅及其控制.....	155
一、	防止喷溅的意义.....	155
二、	喷溅产生的原因及其防止措施.....	156
§ 7	炉渣碱度和氧化性的控制.....	160
一、	选择终渣碱度和氧化性的原则.....	160
二、	炉渣氧化性的控制.....	161
三、	炉渣碱度的控制和石灰消耗量的计算.....	162
四、	炉渣系数的计算.....	165

## 第四章 温度控制和终点控制

§ 1	氧气顶吹转炉炼钢热化学.....	167
一、	热流和元素氧化反应的热效应.....	167
二、	冷却剂及冷却效应.....	171
§ 2	吹炼过程的温度控制和终点温度的确定.....	174
一、	吹炼过程温度的控制.....	174
二、	出钢温度的确定.....	175
三、	影响冷却剂用量的因素分析.....	177
四、	冷却剂用量的确定.....	179
§ 3	终点控制.....	180

一、 终点碳的控制	181
二、 终点温度的控制	187

## 第五章 钢液的脱氧及合金化

§ 1 钢液脱氧的必要性	190
一、 脱氧前钢液的氧化程度	190
二、 氧在钢中的危害	190
§ 2 沉淀脱氧原理	192
一、 沉淀脱氧	192
二、 沉淀脱氧的热力学分析	193
三、 脱氧产物的排除	199
四、 沉淀脱氧的效果	201
§ 3 脱氧及合金化操作	205
一、 脱氧剂的选择及加入次序	206
二、 脱氧剂加入地点	207
三、 脱氧剂的加入数量	207

## 第六章 物料平衡和热平衡

§ 1 物料平衡和热平衡计算的目的意义	213
§ 2 物料平衡和热平衡计算	214
一、 计算的基础数据	214
二、 物料平衡计算	216
三、 热平衡计算	220
§ 3 物料平衡和热平衡计算的实际应用举例	223
一、 铁水含硅量和渣中氧化铁含量对钢水收得率的影响	223
二、 铁水温度, 含硅量和加砂量对钢水温度的影响	225

# 第七章 氧气顶吹转炉炉衬

§ 1	炼钢用耐火材料概述	227
一、	炼钢对耐火材料的要求	228
二、	耐火材料的主要物理化学性能	228
三、	耐火材料的分类和用途	232
§ 2	炉衬损坏情况的分析	240
一、	炉衬各部位损坏情况及分析	240
二、	炉衬在使用过程中的变化	245
§ 3	炉衬材料的加工和砌砖	249
一、	焦油白云石砖的原材料	250
二、	砌砖工艺	254
三、	热处理焦油浸渍砖的试用	258
四、	砌炉	259
§ 4	开新炉	260
一、	焦碳烘炉及其缺点	260
二、	铁水—焦碳烘炉法	261
三、	开炉前的准备及开新炉操作	261
§ 5	冶炼因素对炉体寿命的影响	263
一、	铁水成分对炉衬寿命的影响	263
二、	加入剂的影响	265
三、	冶炼制度影响	265
四、	吹炼制度影响	266
五、	终点控制的影响	268
六、	其它因素的影响	269
§ 6	提高炉衬寿命的措施	271
一、	提高炉衬砖的质量	273
二、	提高砌砖质量，采用地槽炉体	274
三、	改进操作和冶炼工艺	275
四、	加强炉体维护	277

# 第一章 緒論

## §1 引言

### 一、氧气顶吹转炉炼钢的发展简介

氧气顶吹转炉炼钢是在二十年来才发展的一种新的炼钢方法。和其他科学技术一样，它经历了一个随着生产的发展而发展的过程。

大家知道，炼钢过程主要是一个氧化过程。向熔池供氧，乃是炼钢工作者十分关心的事情。早在十九世纪中期底吹空气转炉炼钢法出现时，有人就提出了用富氧鼓风或纯氧吹炼钢的思想。但在当时技术条件下，还不能解决大量工业纯氧的获得问题，一直未能实现。

第二次世界大战后，由于制氧技术的迅速发展，已能为工业生产大量廉价的氧气，世界上不少国家都先后进行了利用氧气炼钢的尝试。尤其是西欧一些国家，如瑞士、奥地利等国，由于废钢缺乏，燃料昂贵，石灰质流的限制，不仅不适合于发展平炉炼钢和电炉炼钢，也不适合发展空气底吹转炉炼钢。为了有效地利用本国资源，发展炼钢工业，对探索新的炼钢方法进行了实验研究。

瑞士人罗伯特·杜勒尔等人在瑞士格拉芬根厂建立了一个小型试验车间，车间内安装了一座 $3^T$ 的转炉，他们把工业纯氧通过一根水冷喷枪从熔池上方引入进行吹炼，终于在1948年5月获得成功。格拉芬根厂的成功试验，引起了奥地利的极大注意。他们在此基础上，先后在 $10^T$ 、 $15^T$ 、 $25^T$ 的炉子上进行了一系列半工业性试验。并于1952年11月在林茨城(Linz)正式建立了世界上第一个工业性生产的氧气顶吹转炉车间，次年3月又在多纳维茨城(Donawitz)建立了第二个同样类型的炼钢车间。因而这种炼钢方法又称LD炼钢法。

氧气顶吹转炉炼钢法，一出现就显示了它强大的生命力。引起了世界各国炼钢界的巨大反响，很快被公认为炼钢发展的方向，



得到了迅速的发展。到了六十年代初期，高效率的大型制氧设备的研制成功，更加推动了它的飞跃发展。例如，从1960年到1969年十年期间，氧气顶吹转炉炼钢，由2000万吨增加到20300万吨，它在世界钢的总产量中的比重由11.8%提高到36.5%。到1973年，全世界氧气顶吹转炉钢产量达36500万吨，佔总钢产量的50%以上。目前正在建设和计划建设的LD炼钢能力还有11400万吨，预计它在世界钢产量中的比重还有进一步增长的趋势。

表1—1表示了各种炼钢方法在世界钢产量中所佔比重的变化情况。

表1—1 各种炼钢方法佔世界钢产量比重的变化

时 间 比 重 (%)	1960年	1965年	1969年	1973年
托马斯炉	11.8	7.8	5.1	
LD炉	4.1	17.7	36.5	52.4
平炉	71.8	61.0	44.1	
电炉	11.0	12.7	13.9	
其它	1.3	0.8	0.4	

应当指出，氧气顶吹转炉炼钢在一些主要资本主义国家得到了迅速的发展，但是由于生产资料掌握在垄断资本家手里，他们采用这种新技术，一方面是为了获得高额利润，另一方面为他们的侵略政策和战争政策效劳，他们依仗于手中的钢铁，大搞扩军备战，侵略、控制、奴役第三世界发展中的国家。我国是一个社会主义国家，也是一个发展中的国家，我们必须对于帝国主义，尤其是社会帝国主义发动的新的世界大战，对我国进行突然袭击有所准备，因此我们必须坚决执行毛主席“发展工业，以钢为纲”的方针，在充分挖掘原有炼钢设备的增产潜力的同时，大力发展氧气顶吹转炉炼钢。

氧气顶吹转炉炼钢在我国的发展，经历了一块激烈两条路线的斗争。早在1954年，我国就信力更生地对这种炼钢方法进行

行了试验研究。并在1956年决定在首钢建设一座氧气顶吹转炉炼钢厂，1958年在党的建设社会主义总路线的光辉照耀下，破土动工。然而叛徒、内奸、工贼刘少奇及其在冶金部的代理人，为了破坏我国钢铁工业的发展，疯狂地反对毛主席的革命路线，大搞洋奴哲学，爬行主义，百般阻挠这项新技术在我国的试验和发展。他们利用三年自然灾害所造成的暂时困难，以种种理由迫使这座氧气顶吹转炉炼钢厂的建设停工。但是，我国工人阶级，在毛主席革命路线指引下，在以毛主席为首的党中央的亲切关怀和大力支持下，与刘少奇一伙的破坏行径进行了坚决斗争，冲破重重阻碍，坚持“自力更生，艰苦奋斗”的方针，因陋就简，于1962年11月把首钢3T侧吹转炉改造为氧气顶吹转炉，开始了工业性试验。在此基础上恢复了30T氧气顶吹转炉车间的建设，于1964年2月建成投产。这是我国自行设计、自己制造、自己施工、自己投产的第一座氧气顶吹转炉炼钢厂。接着又在唐山、杭州等地相继建成3.5~5T的小型氧气顶吹转炉。这些氧气顶吹转炉的建成和投产，为我国大力发展氧气顶吹转炉炼钢提供了宝贵的经验。

毛主席亲自发动和领导的无产阶级文化大革命，粉碎了以刘少奇、林彪为头子的两个资产阶级司令部，彻底批判了他们所推行的反革命修正主义路线，进一步调动了钢铁战线上广大革命职工建设社会主义的积极性和创造性。灿烂的政治之花，必然会结出丰硕的经济之果。钢铁战线上广大革命职工遵照伟大领袖毛主席：“备战、备荒、为人民”的伟大教导，大力发展氧气顶吹转炉炼钢生产。在很短的时间内，新建了许多氧气顶吹转炉炼钢车间的同时，还恢复和改造了被刘少奇一伙砍掉的一大批地方中小型炼钢企业。逐步把原有的侧吹转炉改变成氧气顶吹转炉。在文化大革命中，我国氧气顶吹转炉象雨后春笋般地出现。到目前为止，不仅拥有大批容量为1.5T~15T的小型氧气顶吹转炉炼钢车间，而且还拥有容量为25T~150T的大中型氧气顶吹转炉炼钢车间。这些车间为我国钢铁工业的迅速发展，改变钢铁工业“十年徘徊”的局面作出了巨大的贡献。1973年，全国钢产量的2510万吨钢中，氧气顶吹转炉钢就占相当大的比重。我国氧气顶吹转炉炼钢的飞跃发展，是无产阶级文化大革命的伟大成果。它有力的证明：“无产阶级文化大革命，是我国社会主义生产力发展的强大推

动力”，有力地驳斥了林彪一伙鼓吹的“今不如昔”，活费我国国民经济“停滞不前”的无耻谎言。

## 二、氧气顶吹转炉炼钢的优缺点

“有比较才有鉴别”。氧气顶吹转炉炼钢为什么能得到如此广泛的发展呢？这是因为，这种炼钢方法与平炉、电炉和其他炼钢方法比较有一系列优点。

### 1. 生产率高

除托马斯转炉外，氧气顶吹转炉炼钢法是所有炼钢方法中生产率最高的炼钢方法。与容量相同平炉比较，氧气顶吹转炉的生产能力大约为不用氧的平炉的10倍，相当于用氧平炉的5倍。

120T 氧气顶吹转炉的生产能力达 160~200T/小时，而同吨位的平炉生产能力仅为 15~20T/小时，用氧时也只有 30~35T/小时。一座年产 30 万吨的钢厂，需要建设三座 70~100T 的平炉。若采用氧气顶吹转炉，只需要建设三座 12~15T 的炉子就够了（经常三吹二）。随着炉子容量的扩大，生产率就更高。我国前钢和上钢的氧气顶吹转炉的生产率已达到和接近世界先进水平，如三座 30T 的车间经常吹两座，实际生产能力已达 100 万吨左右。

炉子生产能力的提高，带来了很多好处。可以提高劳动生产率，减少设备的投资费用和车间佔地面积，提高轧钢均热炉的效率等。

### 2. 原料料适应性能好

国内外的生产实践表明：氧气顶吹转炉炼钢不仅能够顺利地吹炼平炉生铁，而且能够吹炼中磷和高磷生铁，处理含有特殊成分的生铁（如 V、Ti 生铁）。这对于充分利用我国资源，大搞综合利用都是十分有利的。

此外，由于它的热效率高，除铁水外，还可以处理 20% 左右的废钢铁和相当数量的砂石，这就克服了以往转炉不能吃冷料的问题。

### 3. 消耗少、成本低

氧气顶吹转炉热效率高，无需外加热源，与平炉、电炉相比可以节省大量燃料和电力。钢铁料消耗一般为 1100 kg/T 钢，比平炉电炉稍高，但较侧吹转炉低得多。氧气顶吹转炉的耐火材料消耗一般为 4~9 kg/T 钢，只有平炉的 15~30%，而且转炉用钢

耐火材料都是资源丰富、价格便宜的白云石，便于就地取材。平炉、电炉都是消耗昂贵的硅质耐火材料，加上氧气顶吹转炉生产率高等因素，钢的成本也是比较低的。

#### 4. 品种多，质量好

“我们的钢都要顶用，要样儿有，品种全，要有各种特殊钢”。我国广大炼钢工人和工程技术人员，在发展氧气顶吹转炉钢的品种和质量方面作了大量的试验研究工作，并且获得了很大的成绩。生产实践表明，氧气顶吹转炉不仅能够冶炼平炉所炼的全部钢种，而且还能冶炼部分电炉钢种，钢中含碳量从低碳（ $<0.015\%$ ）低碳中碳直到含碳高达 $1.3\sim 1.5\%$ 的高碳钢，钢中含合金元素含量从微量的工业纯铁到合金中合金、高合金钢。根据首钢炼钢厂，上钢一厂等单位不完全统计，在氧气顶吹转炉中试验成功的钢种达150个。我国钢铁战线广大革命职工根据“独立自主，自力更生”的方针，从战备的观点出发，立足于国内资源，“打破洋框框，走自己工业发展的道路”，研究和试制成功了以硅、锰、铝、钒、铌、锆、硼、稀土等元素为主的新型合金钢体系，其中有的达到了国内外一些所谓传统名牌钢种。

在钢的质量方面，氧气顶吹转炉钢含气体（ $N, H, O$ ）比平炉、电炉钢低，非金属夹杂也比平炉和侧吹转炉低。因而，氧气顶吹转炉钢基本性能与平炉钢相当。而在冷加工变形性能，抗脆裂性能，抗时效性能和焊接性能方面优于平炉钢。氧气顶吹转炉钢的塑性、韧性好，便于压延和深冲，用作板、管、丝、带钢材更为优越，而这部分钢材约占一个国家需要的钢总量的 $50\sim 60\%$ 以上。

可见，大力发展氧气顶吹转炉炼钢，不仅能够迅速扩大我国炼钢的生产能力，而且还能够进一步改善钢的质量和扩大品种范围。

#### 5. 投资省、建设快，易于实现机械化和自动化

氧气顶吹转炉与平炉比较，结构简单，设备重量轻，同一生产能力的车间占地面积小，建设投资要比平炉低 $30\sim 40\%$ ，在所有炼钢方法中LD转炉的投资费用只略高于托马斯转炉和侧吹转炉。同时建设的速度也较平炉快得多。

氧气顶吹转炉生产的连续性和均衡性好，有利于实现机械化和自动化操作，改善劳动条件，有利于与连铸机和均热炉轧钢机

配合，提高连续铸机，均热炉和轧钢机的生产效率。

此外，氧气顶吹转炉的容量可大可小，从1.5T到300T都可以。相应车间的生产能力也可大可小，从几万吨到几十万吨。不仅大型钢铁企业可以採用，中小型钢铁企业均可广泛採用。适合于发展钢铁工业大中国同时并举的方针，成为我国新建大型炼钢厂或发展、改造地方中小型炼钢厂的重要方向。

“事物都是一分为二的”。氧气顶吹转炉炼钢法也还存在一些缺点和问题。如需要大容量减速机，目前制氧机的生产还满足不了氧气顶吹转炉炼钢迅速发展的需要。在品种和某些质量方面还赶不上电炉钢。特别是生产高合金钢还有一些困难。高碳钢的终点控制还较难掌握。虽然我国试制成功的钢种很多，但经常生产的品种还较少，钢铁料消耗比平炉、电炉高。另外，氧气顶吹转炉炼钢生产周期短，操作频繁，生产组织调度工作比较复杂。但是这些问题只要我们大胆实践，不断总结经验，是可以解决的。

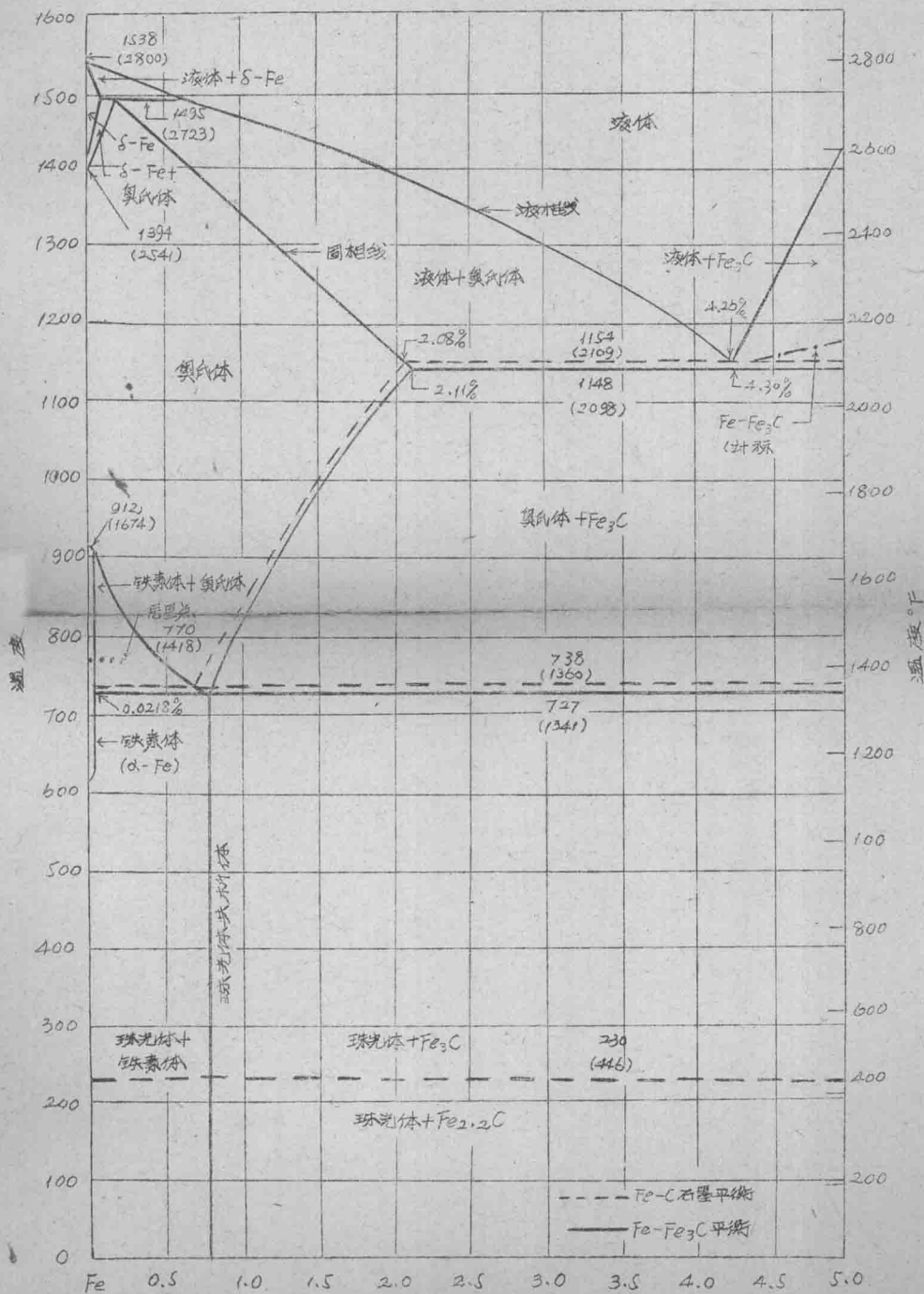
综上所述，氧气顶吹转炉炼钢，在现阶段是一种比较先进的炼钢方法。大力发展氧气顶吹转炉炼钢，是符合党的建设社会主义总路线精神的，是加速我国钢铁工业的发展步伐，赶超世界先进水平的一个重要方面。

## §2 钢的分类、用途和表示方法

钢和铁是Fe—C合金，从Fe—C平衡图（图1-1）可知，钢和铁主要区别在于Fe—C合金中的含碳量。一般把含碳量小于0.02%的称为纯铁（熟铁），含碳量为0.02~2.00%称为钢，含碳量大于2.00%的称为生铁。

纯铁含碳在 $\alpha$ -Fe中的固溶体，在工业上应用不多。生铁虽然有很高的硬度和良好的铸造性能，但它的塑性和韧性极差，几乎等于零，除作为一些机器零件的铸件外，用途也受到很大的限制。而钢因其具有良好的机械性能和加工性能，在工业上得到了非常广泛的应用。

# 鐵碳平衡圖





## 一、钢的分类

钢的用途广，品种多，分类方法也很多。通常按冶炼方法，化学成分，品质，用途和组织结构等方法进行分类。

### 1. 按冶炼和浇铸方法分类

按照冶炼方法和浇铸的不同，工业用钢可以分为转炉钢（顶吹、底吹、侧吹），平炉钢和电炉钢三类。每一类还可按照炉衬材料的不同，分为碱性 and 酸性两类。

按照脱氧程度不同，碳素钢又可分为镇静钢、半镇静钢和沸腾钢三类。

### 2. 按化学成分分类

按化学成分，可以把钢分为碳素钢和合金钢两大类。

(1) 碳素钢——根据含碳量不同，大致可分为：

低碳钢：含碳量小于 0.25% 的钢；

中碳钢：含碳量在 0.25 ~ 0.60% 的钢；

高碳钢：含碳量大于 0.60% 的钢。

此外含碳量小于 0.04% 的钢又称为工业纯铁。

(2) 合金钢——根据钢中合金元素总含量的不同，大致又可分为：

低合金钢：合金元素总量小于 5% 的钢；

中合金钢：合金元素总量为 5 ~ 10% 的钢；

高合金钢：合金元素总量大于 10% 的钢。

根据钢中所含合金元素的种类，又可分为二元合金钢、三元合金钢以及多元合金钢等类，或分为如锰钢，铬钢，硅锰钢，铬镍钢，铬镍钨钢……等很多类。

应当指出，不论是碳素钢或合金钢的分类都没有一个明确公认的界限，因此只是提供一个大致范围。

### 3. 按品质分类

根据钢中有害杂质的含量，工业上通常分为普通钢，优质钢和高级优质钢三大类。

(1) 普通钢：一般含  $P \leq 0.050\%$ ， $S \leq 0.055\%$ 。但酸性转炉钢的硫磷量允许适当放宽。属于这一类的如普通碳素钢。普通碳素钢按技术条件可分为：

甲类钢——只保证机械性能的钢；



乙类钢——保证化学成分但不保证机械性能的钢；

特类钢——即保证机械性能又保证化学成分的钢。

(2) 优质钢：在结构钢中  $P \leq 0.040\%$ ； $S \leq 0.045\%$ ，在工具钢中， $S \leq 0.030\%$ ， $P \leq 0.035\%$  其他非有意加入的残余元素（如 Cr、Ni、Cu 等）也有一定的限制。

(3) 高级优质钢：属于这一类的，一般都是合金钢。 $S \leq 0.020\%$ ， $P \leq 0.030\%$ ，其他混入的元素会另加限制得更加严格。

#### 4. 按金相组织分类

(1) 按退火后分：

亚共析钢——组织为游离铁素体 + 珠光体；

共析钢——组织全部为珠光体；

过共析钢——组织为游离碳化物 + 珠光体。

(2) 按正火后分：

珠光体钢——正火处理空冷后，组织为珠光体；

贝氏体钢——由于恒温转变曲线的珠光体转变区域右移，经空冷后组织为贝氏体；

马氏体钢——由于恒温转变曲线的珠光体和贝氏体转变区域均右移，经空冷后组织为马氏体；

奥氏体钢——由于马氏体转变点降至室温以下，经空冷后组织为奥氏体。

#### 5. 按用途分类

根据用途不同，工业用钢可分为结构钢，工具钢和特殊性能钢三大类。

结构钢——作工程结构和机械零件，此类大都是中低碳钢；

工具钢——作各种工具，凿具、刃具、模具等。要求有较高的硬度、强度和耐磨性，其碳含量在  $0.65 \sim 1.35\%$  范围内；

特殊性能钢——具有特殊的物理化学性能，如耐酸钢、电工用钢、低温用钢等，此类大都是合金钢。

## 二、国家标准钢号表示方法

由于钢的品种多，用途广，为了便于生产使用、设计、供货等工作 and 科学技术交流，必须有统一的表示方法，使人们对所确实的某一种钢有一个共同的概念。表示钢号必须简明，便于书写，识别和记忆，标出钢中元素的大致含量和用途。我国目前大