

# 氧气顶吹转炉炼钢

· 首都钢铁公司 编

一九七〇

氧气頂吹轉炉鋼的品种和質量

首都鋼鐵公司

一九七〇年五月

# 最 高 指 示

打破洋框框，走自己工业发展道路。

我們不能走世界各国技术发展的老路，跟在別人后面一步一步地爬行。

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。

坚持政治挂帅，加强党的领导，大搞群众运动，实行两参一改三結合，大搞技术革命。

# 目 录

前 言	1
一、高举《鞍钢宪法》，用毛泽东思想统帅品种质量阵地	1
(一) 突出无产阶级政治，狠抓根本	1
(二) 狠抓两条路线斗争，树雄心立壮志	2
(三) 大搞群众运动，实行两参一改三结合	4
二、氧气顶吹转炉钢的品种和质量	6
(一) 钢的品种	6
(二) 钢的质量	7
(1) 钢中的气体和夹杂	7
(2) 钢的低倍和高倍	13
(3) 钢的力学性能	15
(4) 钢的时效性能	16
(5) 冲击韧性	16
(6) 焊接性能	17
(7) 钢坯、钢材的表面质量	17
(8) 深冲性能	18
(9) 冷、热顶锻性能	18
(10) 可加工性能	18
三、典型钢种介绍	20
(一) 普通低合金钢	20
钢筋钢，含V普通低合金钢；含Nb普通低合金钢；化肥用耐腐蚀钢	20
(二) 深冲用钢	26
(三) 易切削钢	27
(四) 矽钢和工业纯铁	30
热轧电机矽钢；冷轧变压器矽钢；铝镇静工业纯铁	(30,31,32)
(五) 重轨钢	33
(六) 合金结构钢	34
(七) 滚珠轴承钢	36
(八) 超低碳不锈钢	44
结 语	45

# 前 言

伟大的七十年代第一年，我国工业生产正出现一个蓬勃发展的新高潮，形势一派大好。

伟大领袖毛主席关于“提高警惕，保卫祖国”。“备战、备荒、为人民”的伟大思想，深入人心。无产阶级文化大革命的斗、批、改运动，继续深入。社会主义革命竞赛，搞得热火朝天。

首钢工人阶级，在毛主席的无产阶级革命路线指引下，沿着毛主席亲自制订的“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线，胸怀“为伟大领袖毛主席争光，为伟大的社会主义祖国争光”的雄心壮志，阔步前进。

几年来，首钢广大革命职工，以两个阶级、两条道路、两条路线斗争为纲，狠批叛徒、内奸、工贼刘少奇的反革命修正主义路线。认真落实《鞍钢宪法》，突出无产阶级政治，坚决走毛主席指引的“独立自主，自力更生”的道路，为扩大氧气顶吹转炉钢的品种，提高氧气顶吹转炉钢质量，进行了一定的工作。自1965年以来，在基本掌握了氧气顶吹转炉炼钢操作，摸索了一系列工艺规律的基础上，共试制钢种116个。其中，除冶炼了平炉生产的典型钢种和电炉生产的部分钢种以外，还冶炼了立足于我国富有资源，走我国自己工业发展道路的新钢种和钢种系列。

## 一、高举《鞍钢宪法》，用毛泽东思想 统帅品种质量阵地

伟大领袖毛主席亲自制订的《鞍钢宪法》，确定了办好社会主义企业的五项基本原则：坚持政治挂帅，加强党的领导，大搞群众运动，实行两参一改三结合，大搞技术革新，大搞技术革命。《鞍钢宪法》象光芒四射的灯塔，照亮了社会主义企业前进的道路。

### （一）突出无产阶级政治，狠抓根本。

毛主席教导我们：“政治工作是一切经济工作的生命线”。广大工人和革命技术人员，革命干部，充分地认识到，必须突出无产阶级政治，狠抓根本，才能做好品种质量工作。活学活用毛泽东思想已经成为广大革命职工的自觉行动。除去班前天天读，班后讲评，还建立了班中办学习班的好办法。他们把自己的工作紧密地和国内外的阶级斗争联系起来。他们说：“我们工人阶级最听毛主席的话，我们的工作必须按照毛主席的指示去做”。“我们炼好一个钢种，就是对帝修反的一个沉重打击！”在每炼一个新钢种之

前，根据工作的不同特点和意义，在班前，认真地选学毛主席的有关教导，并把语录写成大字报贴到炉前，浇注平台等工作场地，用毛泽东思想的光芒普照整个炼钢车间。在冶炼过程中，遇到问题，或出现新的情况，工人同志就在炉前，浇注平台等操作场地，办起了小型学习班。针对新问题新情况，选学主席一段语录或一句教导，用毛主席的这一段教导，指挥同志们研究新问题，讨论新情况。伟大的毛泽东思想在各个生产阵地，指挥着我们进行战斗，解决了一个又一个新问题，攻克了一个又一个技术难关。从而，使得在冶炼新钢种工作中，出现了很多活学活用毛泽东思想的动人事例。工人同志说：“千根本，万根本，狠抓毛著学习最根本”。由于狠抓了根本，毛泽东思想的精神力量转化成巨大的物质力量。

在冶炼难度很高的超低碳不锈钢时，由于合金元素含量高，钢液温度要求提高到1900~2000°C，而冶炼其他钢种，一般只要求钢液温度达到1600多度。设备还是原有侧吹转炉改建的转炉，又缺乏必要的计器仪表，冶炼难度又这样高，一下提出来冶炼这个钢种，确实存在着很大困难。结果，第一炉失败了。问题出现了。然而，在困难面前，工人和革命技术人员，革命干部不是知难而退，而是越是艰险越向前，他们总结了经验教训，教训的第一条就是认真学习毛主席著作不够。于是，大家组织在一起，学习毛主席著作。遵照毛主席的教导：“什么叫工作，工作就是斗争。那些地方有困难、有问题，需要我们去解决。我们是为着解决困难去工作、去斗争的。越是困难的地方越是要去，这才是好同志。”以及毛主席的光辉著作《实践论》《矛盾论》抓住了主要矛盾，充分发动群众，在兄弟单位热情支持下，采用了高钙镁砂无碳炉衬，并且，进而解决了冶炼工艺的一个又一个的难关。在毛泽东思想的指挥下，攀登了氧气顶吹转炉冶炼超低碳不锈钢的科学技术高峰，成功的冶炼了我国急需的超低碳不锈钢。结果表明，钢材性能良好，赶上了世界先进水平。

遵照“我们的钢都要顶用，要样样有，品种全，普通钢之外，要有各种特殊钢”的光辉思想，首钢工人阶级，高举毛泽东思想伟大红旗，活学活用毛主席著作，决心按照毛主席的指示，在扩大氧气顶吹转炉钢品种和提高质量工作方面，发扬在无产阶级专政条件下继续革命的精神，为伟大领袖毛主席争光，为伟大的社会主义祖国争光！

## （二） 狠抓两条路线斗争，树雄心立壮志。

伟大领袖毛主席教导我们：“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”。首钢广大革命职工在毛主席英明指示的鼓舞下，提出：“我们氧气顶吹转炉钢的品种质量，一定要立足于战备，立足于我国富有资源，立足于超”的豪言壮语。工人同志们根据学习毛主席著作和阶级斗争，两条路线斗争实践中吸取的历史经验证明，工人同志的雄心壮志，必然要通过激烈的斗争才能实现。生产斗争中，工人阶级按照毛泽东思想提出的新生事物，必然遭到资产阶级修正主义路线和旧有习惯势力的抵制和阻挠，而反映为激烈的阶级斗争和两条路线斗争。最终，毛主席的无产阶级革命路线取得胜利，新生事物得以发展，成长，从而促进社会生产力的发展。这便是阶级斗争、生产斗争，科学实验三大斗争的客观规律。经济领域里的阶级斗争的中心是政

权問題。毛主席教导我们：“革命的根本問題是政权問題。有了政权就有了一切，沒有政权就丧失一切。”广大工人深刻領会毛主席这一精辟教导，从衷感到无“权”的痛苦。因此，就必须把“权”牢牢地掌握在工人阶级手中。在无产阶级文化大革命中，大叛徒刘少奇及其在各单位的代理人，资产阶级反动技术权威被夺了权。但是，他们人还在，心不死。同时，形形色色的资产阶级反动思想，还会通过各种渠道对我们进行侵袭。因此，我们必须高举革命大批判的旗帜，在品种质量陣地上大摆路綫斗争战场，狠批叛徒、内奸、工賊刘少奇所推行的“洋奴哲学”、“爬行主义”、“专家治厂”、“技术第一”等一整套反革命修正主义路綫。从而，进一步提高我们的路綫斗争觉悟，把雄心壮志变为具体行动，产生巨大的物质力量。

在一次編排試驗计划的會議上，根据战备需要，把三綫的××公司有关試驗，要求安排在試驗计划中。然而，走資派和资产阶级技术权威却出于其阶级本性，极力抵制，甚至制造借口进行阻撓，说什么：“安排这些任务很困难”，而在行动上却推行其“純技术”的“为試驗而試驗”脱离政治的修正主义黑貨。工人同志和革命技术人员、革命干部对这种别有用心行径給予了坚决还击，他们认为必须立足于战备，为××公司試驗做工作是战备的需要，应当放在首位，他们意识到××公司試驗是关乎党对我国工业的战备布署，直接影响对帝修反的斗争，必须进行安排。通过斗争，××公司試驗在試驗计划中得到了落实。又如，党根据战备需要，要在氧气頂吹转炉安排生产軍工用钢。可是，走資派和一些中“刘毒”很深的干部，却不愿安排和接受訂貨。他们胡说什么“戴軍帽的不好惹”，“軍工訂貨能不接就不接，能少接就少接”借以破坏和阻撓軍工钢的生产。首钢工人阶级在这种破坏行径面前，肺都气炸了，工人同志认识到这是两条路綫斗争的具体反映，是大叛徒刘少奇的修正主义建厂路綫对我们的猖狂进攻，要迎上前去，必须給予迎头痛击，毛主席的伟大教导“备战、备荒、为人民”鼓舞着工人和革命技术人员，革命干部，他们奋起对走資派造了反。他们说：“我们搞不搞軍工钢是对毛主席的伟大战略部署执行不执行的大問題，是站在毛主席的无产阶级革命路綫还是站在反革命修正主义路綫上的大問題”，“不管存在多少困难和阻撓，我们要有明知山有虎，偏向虎山行的气概去战胜它”。同志们用大字报和面对面的斗争，狠狠的痛击了走資派，并把憤恨化为力量，用氧气頂吹转炉成功地冶炼了近20种軍工用钢。在钢种試制工作中，始終貫穿着激烈的阶级斗争和路綫斗争，革命大批判在品种质量陣地上如火如荼的进行着。

由于我国工农业的迅速发展，迫切的大量需要轴承钢，过去主要靠从资本主义国家进口，帝修反乘我国还在开始工业发展的阶段，大卡我们的脖子。美帝封鎖，苏修禁运，西德、日本则妄想乘机敲詐勒索，他们随意抬高售价，以废钢冒充好钢，并无理要求提供钢材用途。是可忍，孰不可忍！资本主义国家如此的欺侮我们是需要认真对付的。英雄的炼钢工人和革命技术人员发揚了敢想、敢干的革命精神，提出来要在氧气頂吹转炉中冶炼电炉生产的轴承钢。当时，負責試驗的资产阶级技术权威却跳出来坚决反对，胡说什么：“外国沒有转炉冶炼轴承钢的成功经验，根据国外报导，转炉只适于冶



炼低碳钢和普通低合金钢”。广大工人和革命技术人员在这个“拦路虎”面前表现了革命人民的英雄本色，他们上挂刘少奇的“洋奴哲学”、“爬行主义”，狠批了这个臭不可闻的“洋奴才，人人动手，口诛笔伐，在炉前大摆两条路线斗争的战场。工人同志说：“外国有的，我们要有的，外国没有的，我们也要有的”。我们自己要创出一条路来，决不受洋框框的束缚”。就这样，同志们参考电炉资料，没资料就坐下来，大学毛主席著作，开诸葛亮会，人人动脑筋，想办法，通过艰苦奋斗，克服重重技术难关，就在原有设备和只炼过普通合金钢的技术条件下，非常成功地冶炼出赶超世界先进水平的高质量轴承钢，和立足于我国富有资源的“无铬轴承钢”。生动的事实，沉重的打击了这个洋奴才，有力的批判了修正主义“洋奴哲学”。

无产阶级文化大革命的洪流滚滚向前，红色政权成立了，毛主席教导我们：“有了政权就有了一切”。红色政权坚定不移地贯彻执行了“独立自主，自力更生”的伟大方针，坚决支持广大工人和革命技术人员在文化大革命中所焕发出来的革命干劲和积极性。毛主席教导我们：“无产阶级文化大革命是使我国社会生产力发展的一个强大的推动力”。在几年来所冶炼的116个钢种中，其中近100个钢种是在文化大革命中试制成功的。截至1965年，冶炼了13个钢种，1966年冶炼11个，1967年冶炼了32个，1968年冶炼17个，1969年至今冶炼43个。这说明广大工人和革命技术人员，在文化大革命中，由于摧垮了以大叛徒刘少奇为首的资产阶级司令部，把他们的“洋奴哲学”、“爬行主义”、“专家治厂”、“物质刺激”等破烂货统统扔进了历史垃圾堆，大学毛主席思想，狠抓路线斗争，开展革命大批判，认真贯彻“独立自主，自力更生”的伟大方针，从而提高了路线斗争觉悟，激发了冲天的革命干劲，在品种质量工作中取得了丰硕成果。

### （三）大搞群众运动，实行两参一改三结合。

伟大领袖毛主席教导我们：“发展钢铁工业一定要搞群众运动，什么工作都要搞群众运动，没有群众运动是不行的”。“共产党基本的一条，就是直接依靠广大革命人民群众”。

放手发动群众，大搞群众运动，这是一切工作取得胜利的保证。也是我们氧气顶吹转炉品种质量工作取得成效的保证。

对于我国发展氧气顶吹转炉，并用此种炼钢方法冶炼平炉生产的和电炉生产的部分钢种，以及冶炼立足于我国富有资源的新钢种，是一场与帝修反争时间，比速度的政治仗，必须立足于“备战，备荒，为人民”的伟大战略方针，打一场人民战争。为此，首钢工人阶级在阶级斗争，生产斗争，科学实验三大斗争中，狠抓根本，狠抓人的思想革命化，把活学活用毛主席著作放在首位，结合品种质量工作，以“老三篇”为座右铭，破私立公，认真学用毛主席的《实践论》《矛盾论》等光辉著作，大破洋框框、洋教条，不迷信洋本本。认真贯彻“工人阶级必须领导一切”的伟大教导，充分发挥工人群众在品种质量工作中是主力军的作用。毛主席教导我们：“必须充分依靠工人阶级”。工人群众在几年来的品种质量工作中，对毛主席心怀一个忠字，他们不靠天，不靠地，



用伟大的毛泽东思想战胜一个又一个难关。在遇到困难时，他们认真学习“任何新生事物的成长都是要经过艰难曲折的。在社会主义事业中，要想不经过艰难曲折，不付出极大努力，总是一帆风顺，容易得到成功，这种想法，只是幻想”的伟大教导，并用“下定决心，不怕牺牲，排除万难，去争取胜利”鼓舞着自己进行战斗。他们饭可以不吃，水可以不喝，为了试制品种连续战斗几个班不下火钱，衣服烧着了，手烫伤了，这些都是曲曲小事，根本不在话下，他们心中只有一个念头：“为了打击帝修反，要炼争气钢”。多少立足于我国富有资源，性能赶超了世界先进水平的钢种，就在这种“威力无穷的原子弹——伟大的毛泽东思想”的鼓舞下创造出来。

矿用园环链条钢，过去靠进口或生产洋人所规定的含铬钢来维持我们的矿用机械。但是，广大工人认识到：我们“不能跟在别人后面一步一步的爬行”，不能使用我国稀缺的铬铁，要创出一条我们自己的道路。工人群众就在这种大无畏的精神状态下，闯难关，破难关。并且组成了以工人为主体的，有革命技术人员革命干部参加，和以生产厂、科研单位，使用单位参加的内外三结合小组。大家同心同德，大搞协作，主动挑重担子。终于用氧气顶吹转炉生产出我国独特的矿用链条和金属顶梁钢20MnV和20Mn<sub>2</sub>V，性能良好，且其主要指标破断强度，远远超过世界最先进的西德20CrMnSi和30CrMnSi的标准。

“人民群众有无限的创造力”，充分发动群众，大搞群众运动是伟大领袖毛主席亲自制订的《鞍钢宪法》的基本原则之一。

在冶炼冷轧砂钢时，由于要求周期短，和满足兄弟厂的设备条件，当时，我公司850开坯车间尚未投产，需要冶炼280公斤小钢锭。而炼钢厂过去最小的钢锭是2.1吨的，每炉14根。现在一炉要浇96根280公斤的小钢锭，这不仅在技术上存在着严重的问题，而且在生产调度也是一个“老大难”。广大工人、革命技术人员和革命干部，深知攻克这一难关的重要意义。要争时间，要进行社会主义大协作，一定要在氧气顶吹转炉中生产出我国国防工业急需的冷轧砂钢。遵照毛主席放手发动群众，群策群力的教导，召开了不同工种的大小诸葛亮会，克服了重重困难。问题逐个的得到解决，成功的生产出冷轧砂钢片。

在品种质量工作中，要提高钢的质量，因此，钢包、锭模、底盘修砌必须干燥清洁，在这些岗位上的工人师傅，都是以主人翁的态度，严格要求自己的工作质量。有的师傅为了钢包的清洁，冒着高温清理钢包，衣服烤着了也予不顾。砌底盘的师傅更是满脸大汗，他们说：“我们宁肯多流汗，也要把新钢种炼好”。天车师傅说：“虽然在駕駛室内烟熏火燎，我们也要一定对准钢包位置，浇好新钢种”。各个工作岗位的工人都是为了一个共同的革命目标，劲往一处使。

在品种试制工作中，这种动人的事例，举不胜举。工人同志说：“过去我们有话没地说，有劲没处使，现在我们是钢种试制的主人，我们的劲永远也使不完”。

钢种试制过程中，由于充分发动了群众，广大工人和革命技术人员，革命干部的积极性得到充分发挥，群众智慧，在毛泽东思想鼓舞下，凝结成胜利的结晶。工人真正成

为钢种試制的主人。在各专业三結合小组中，真正体现了工人是主力軍。他们不仅参加具体的試制工作，而且主持计划、方案的制訂，以及各項工艺規程的决定。除此，工人同志同样参加軋制、使用各个环节的工作。充分的体现了“要充分依靠工人阶级”的伟大教导。

革命技术人員通过钢种試制，克服了过去三脫离閉門造车的恶习，坚决走毛主席指引的光輝“五七”大道，直接参加生产劳动，在劳动中学习工人阶级的优秀品质。带着科研任务参加生产劳动，也为技术人員接受工人阶级再教育創出一条崭新的途径。技术人員深有体会的说：“现在真正尝到甜头了，参加钢种試制，不仅改造了客观世界，也改造了主观世界”。因此，他们在三結合小组中，深受工人同志欢迎，能够充分发挥他们的智慧，把自己的技术工作和伟大的社会主义革命和社会主义建设紧密地联系起来了。

革命干部深入基层，亲自参加劳动，参加組織，按照伟大的毛泽东思想，指揮着各个环节的工作。在冶炼沸騰純铁和軍工钢5025时，軍代表和革委会負責人，亲自动員和組織，安排落实到班组，带头跟班劳动和参加各項試驗，遇到問題，他们总是和群众在一起，学主席著作，解决問題。工人同志们都说：“这些革命干部真是我们的好带头人，工人身上有多少汗，他们身上就有多少汗”。三結合的好办法，使得工人群众，技术人員和革命干部，在毛泽东思想統一指揮下，同心同德，拧成了一股繩。

在党的领导下，大搞群众运动，实行两参一改三結合，使得氧气頂吹轉爐的品种质量工作，在伟大的毛泽东思想指揮下，夺得一个又一个胜利。我国氧气頂吹轉爐钢必将以其磅礴之势，矗立于世界炼钢行列前茅，为伟大領袖毛主席爭光，为伟大的社会主义祖国爭光！

## 二、氧气頂吹轉爐鋼的品种和质量

遵照伟大領袖毛主席“一切产品，不但求数量多，而且求质量好”的伟大教导。几年来，我们高举《鞍钢宪法》，突出无产阶级政治。坚持“独立自主，自力更生”，伟大方針，大搞群众运动，大力开展厂内外三結合，树雄心，立壮志，赶超世界先进水平，在短短的几年时间里，采用低磷铁水(0.08~0.150%P)，先后共冶炼110多个品种。推翻了针对“側吹”和“底吹”而言的轉爐钢质量差的陈旧概念，钢质量可以和平爐钢相比美，有些性能还超过了平爐或电爐。

### (一) 钢的品种：

氧气頂吹轉爐操作方便，有较大的热量富余，有灵活調节温度的条件；有一定的去磷硫能力和低的气体夹杂含量的特点，这是氧气頂吹轉爐优越的特殊本质，从而决定了它能够冶炼很多钢种。

但是你“不懂得那件事的情形，它的性质，它和它以外的事情的关系，……就不能作好那件事”。为了更好的解决冶炼品种的方法問題，我们对氧气頂吹轉爐的造渣制

度，供氧制度，冷却制度，温度控制；以及碳氧变化规律，磷硫去除规律，由出钢到浇注的钢液温度变化等，进行了一定的调查和试验研究工作，为冶炼品种提供了有利的条件。

从我公司所炼钢种的情况看来；使用的主要合金元素有硅，锰，铝，钒，磷，硫，铌，钛，钼，硼，锶，铈，铜，铬，镍，钨，稀土，铅，锡等20个；钢的含碳量，有微碳( $<0.015\%$ )，低碳，中碳和含碳 $1.30\sim 1.50\%$ 的高碳钢；钢的合金元素含量，由元素微量的工业纯铁，到低合金，中合金和镍铬含量高达 $30\%$ 的超低碳不锈钢；按用途和特性划分，有广泛应用于社会主义建设，过去一般采取平炉或电炉冶炼的炭素结构钢，合金结构钢，炭素工具钢，合金工具钢，滚珠轴承钢，弹簧钢，电机硅钢，冷轧变压器硅钢，工业纯铁，深冲钢，易切削钢，重轨钢，钢丝绳钢，以及超低碳不锈钢和超高强度合金钢。

有按照“独立自主，自力更生”“打破洋框框，走自己工业发展道路”的伟大方针，立足于备战，充分利用我国富有资源的普通低合金钢，无铬轴承钢及其他代用钢。普通低合金钢有30多个钢号，主要用于桥梁，压力容器，耐大气腐蚀，耐海水腐蚀，耐化工介质腐蚀，建筑钢筋，低温用钢，以及采掘工业用钢等方面。

还有遵照毛主席“备战、备荒、为人民”，“提高警惕，保卫祖国”，“要准备打仗”的伟大教导，冶炼的近20种用于国防建设，支援世界各国革命人民，进行反帝反修斗争的常规武器用钢，经过用户鉴定，质量满足要求，并于其他冶炼方法质量相当，有些已经大规模生产。

兄弟厂和我们的实践表明：氧气顶吹转炉，不但可以生产平炉的全部钢种，而且还可以生产电炉的部分钢种。

毛主席教导我们说：“尤其重要的，成为我们认识事物的基础的东西，则是必须注意它的特殊点……。”碳在结构钢，工具钢等钢种中，是作为廉价的有益元素看待；而在电机硅钢、变压器硅钢、工业纯铁、深冲钢、低温用钢、不锈钢、耐热不起皮钢等钢种中，碳则是极为有害的元素，它有恶化钢的电磁性能，降低钢的塑性，可焊性，促使晶界腐蚀等不良影响。同时对于一个工业发达的国家来说，应当是低碳的板、管、丝、带，占钢材总量的 $30\%$ 。因此采用什么炼钢方法“多快好省”的冶炼各种低碳钢种，则是极为重要的问题。氧气顶吹转炉由于采用纯氧冶炼，从而使它具有任何冶炼方法不可比拟的降碳速度，它可以轻而易举的把碳降低到低碳和微碳范围内，这一点平炉和电炉与之是不能相比的。

## (二) 钢的质量：

### 1. 钢中的气体和夹杂；

气体和夹杂是影响钢质量的主要矛盾，也是质量中最普遍，最基本，最本质的东西。它是衡量一种冶炼方法是否符合“多快好省”精神的重要方面，是决定一种冶炼方法所炼钢种的范围和质量优劣的基本条件。

(1) 钢中氧、钢液含氧量和钢质量好坏有着密切的关系。它增加钢的时效硬化作用，增加钢的低温脆性和热脆性，以及增加钢中的夹杂物。试验结果表明：在吹炼过程和不同钢种的终点钢液含氧量都较低，并接近碳氧平衡曲线。与平炉相比，在高碳范围内含氧量相当，而在低碳范围内比平炉为低。当碳在1.0~0.04%时渣中氧化铁活度和碳对钢液含氧量的定量关系式为：

$$\frac{\alpha_{\text{FeO}}}{[\text{O}]} = 35.36[\text{C}]^{7.08} \quad \text{相关系数为0.81}$$

各钢种钢材中的实际含氧量与终点钢液含氧量，脱氧操作，铸锭工艺，以及钢种本身特点等都都有着密切的关系，从表1中看出，20钢和滚珠钢的氧含量，分别低于平炉和电炉，这对于生产高质量钢和扩大品种是极为有利的条件。

表1 氧气顶吹转炉钢含氧量及比较

钢种	冶炼方法和单位	终点氧%	包内氧%	模内或成品样氧%	钢材中氧%
20 钢	首钢转炉	0.0230	0.0130	0.0023	0.0050
	上钢转炉	0.0212~0.0494	—	—	0.0032~0.0055
	鞍钢平炉	—	—	—	0.0074
	苏联平炉	—	—	—	0.0066
滚珠轴承钢 (GCr15)	首钢转炉	0.0062	0.0064	0.0057	0.0027
	国内电炉	—	—	—	0.0061
	瑞典 SKF	—	—	—	0.0026
	瑞典 SKT3	—	—	—	0.0037
	美国	—	—	—	0.0023—0.0026
	英国	—	—	—	0.0024
	日本 SVT2	—	—	—	0.0064
	苏联真空电炉重熔	—	—	—	0.0021
	苏联感应电炉	—	—	—	0.0022
	苏联真空感应重熔	—	—	—	0.0014
P71 (重轨)	首钢转炉	0.0077~0.0095	—	0.0041	0.0076
	鞍钢平炉	0.0156	—	—	—
20Mn2V	首钢转炉	0.0277	—	0.0050	0.0020
20MnV	''	0.0206	—	0.0036	0.0022
45*	''	—	—	—	0.0020
П11	''	0.0420	0.0090	0.0090	0.0055

續表 1

鋼 種	冶煉方法和單位	終點氧 %	包內氧 %	模內或成 品樣氧 %	鋼材中氧 %
Г15А	首 鋼 轉 爐	0.0300	0.0080	0.0080	0.0075
D 22	"	—	—	—	0.0008~0.0020
BD3F	"	0.024	0.0130	—	0.0164(成品)
D310	"	—	—	—	0.0019~0.0043
16Mn	"	0.0296	—	—	—
	上 鋼 轉 爐	0.0288	—	—	0.0065

## (2) 鋼中氮:

鋼中氮高, 增加鋼的時效, 降低鋼的塑性, 焊接性, 對冷軋硅鋼和工業純鐵的電磁性能很不利, 對於含鈳無鉻軸承鋼和一些含鈦的鋼種, 易形成夾雜物, (有個別的鋼種把它作為提高強度, 硬度的有益元素) 電爐由於鋼液含氮量高 (0.005~0.009%, 在冶煉含硼的鋼時, 要進行爐內加鈦去氮的操作, 而在氧氣頂吹轉爐中則不一定必要。

氧氣頂吹轉爐鋼液含氮量與氧氣純度有很大關係, 對於低碳鋼其關係如表 2。

表 2 氧氣頂吹轉爐鋼液含氮量與氧氣純度關係

氧氣純度 %	98.4	98.6	98.8	99.2	99.4	99.6
鋼液氮 %	0.0049	0.0045	0.0040	0.0033	0.0031	0.0022

鋼材中的含氮量, 除氧氣純度有影響外; 不同的鋼種, 如易與氮形成化合物的, 含量較多的鋁, 錳, 鉻, 鈳等元素的鋼種, 提高了氮在鋼中的溶解度, 而增加了鋼的含氮量。另外純鐵一類的低碳鋼由於吹煉後期熔池攪拌力弱, 而減少了熔池的排氣能力, 使氮稍高一些。同時由吹煉終點, 出鋼、澆注到鋼材, 鋼的含氮量也在不斷變化, 其數據如表 3。

表 3 鋼中含氮量的變化規律

鋼 種	終點氮 %	包內氮 %	模內或成 品樣氮 %	鋼材中氮 %
含 鋁 靜 鋼	0.0026	0.0042	0.0064	0.0055
重 軌 鋼	0.0024	0.0040	0.0037	0.0039
工 業 純 鐵	—	—	0.0080	0.0058
冷 軋 硅 鋼	—	—	—	0.0063

[注] 氧氣純度為 99.6%

出钢和浇注过程中，钢液与空气接触，由于大气中氮的分压为 $0.79\text{Kg/厘米}^2$ ，（当温度为 $1600^\circ\text{C}$ 氮在纯铁中的溶解度为 $[\text{N}] = 0.04\sqrt{0.79} = 0.035\%$ 这个数值比钢液终点实际含氮量大10倍左右）因此钢液吸氮是很自然的。

总的来看氧气顶吹转炉钢的含氮量，比平炉和电炉要低一些（参看表4）

表4 氧气顶吹转炉钢氮含量及比较表

钢种	冶炼方法及单位	终点氮%	包内氮%	模内或成品样氮%	钢材中氮%
20钢	首钢转炉	0.0030	0.0040	0.0031	—
	苏联平炉	—	—	—	0.0046
滚珠轴承钢 (GCr15)	首钢转炉	0.0014	0.0050	0.0092	0.0030
	国内电炉	—	—	—	0.0034
	瑞典 SKT3	—	—	—	0.0015
	日本 SVT2	—	—	—	0.0056
	苏联电炉	—	—	—	0.0095
	苏联真空电炉重熔	—	—	—	0.0066
	苏联感应炉	—	—	—	0.0086
苏联真空感应重熔	—	—	—	0.0053	
重轨 (P71)	首钢转炉	0.0024	$\frac{0.0029-0.0038}{}$	0.0037	0.0039~0.0045
	鞍钢平炉	0.0053	—	0.0052	—
08A1	首钢转炉	0.0026	0.0041	0.0063	0.0055
	上钢转炉	—	—	—	0.0055
	鞍钢平炉	—	—	—	0.0045~0.0070
45*	首钢转炉	—	—	—	0.0059
	电炉 35*~45*	—	—	0.0080~0.0090	—
16Mn	首钢转炉	0.0033	0.0054	0.0061	0.0068
	鞍钢平炉	—	—	—	0.0060~0.0070
BD3F	首钢转炉	0.0014	0.0017	—	0.0022
	平炉	—	—	—	0.0037

續表 4

鋼 種	冶煉方法及單位	終點氮%	包內氮%	模內或成品樣%	鋼材中氮%
20Mn2V	首 鋼 轉 爐	0.0034	—	0.0058	0.0053
20MnV	"	0.0041	—	0.0066	0.0041
П11	"	0.0036	0.0052	0.0061	0.0056
Г15А	"	0.0025	0.0038	0.0052	0.0043
工業純鐵	"	—	—	—	0.0074(板坯) 0.0058(薄板)
D22	"	—	—	—	0.0040~0.0050
D310	"	—	—	—	0.0063

(3) 鋼中氮，它使鋼產生脆性，易形成白點缺陷。對於白點敏感性較強的中碳鋼，合金結構鋼和嚴格要求低倍的鋼來說，氮是它們的勁敵。

在氧氣頂吹轉爐的吹煉過程中，由於熔池攪拌良好，鋼液有較大的排氣能力，因此終點和成品鋼的含氮量低於平爐和電爐（參看表 5）。以重軌為例；氧氣頂吹轉爐終點鋼液平均含氮量為 3.3 毫升/100 克，成品鋼平均為 3.6 毫升/100 克，比平爐出鋼前的平均值 4.56 毫升/100 克為低，而且遠低於產生白點的含氮臨界值 4.5 毫升/100 克。實踐表明，氧氣頂吹轉爐生產的 160 多噸重軌，熱鑄白點檢查，均無發現白點；而平爐生產的 43Kg/M 軌和中錳軌則分別有 7.69% 和 17.83% 的試樣有白點缺陷。氧氣頂吹轉爐冶煉的 D30（即 C60）同樣沒有發現白點缺陷。電爐生產的大規格 45# 鋼材，鋼坯要經過緩冷才能確保沒有白點；而氧氣頂吹轉爐生產的 45# 鋼坯不經緩冷也同樣沒有白點。在 30 噸氧氣頂吹轉爐中，所煉的電機硅鋼，冷軋變壓器硅鋼，合金結構鋼等，所用的合金及補助材料從不烘烤，也未發現異常。因此氧氣頂吹轉爐所生產的一些鋼種，由於鋼坯鋼材不緩冷和合金及補助材料不烘烤，而大大減少基建投資和煩重的體力勞動。

表 5 氧氣頂吹轉爐鋼的含氮量及比較表(毫升/100克)

鋼 種	冶煉方法或單位	終 點 氮	包 內 氮	模 內 或 成 品 樣 氮	鋼 材 氮
滾 珠 軸 承 鋼 (GCr15)	首 鋼 轉 爐	2.4~4.4	—	3.4~5.4	—
	蘇 聯 電 爐	—	—	—	3.45
	蘇聯真空電爐重熔	—	—	—	2.12
	蘇聯感應電爐	—	—	—	2.34
	蘇聯真空感應重熔	—	—	—	1.67



續表 5

钢 种	冶炼方法或单位	終 点 氢	包 内 氢	模 内 或 成 品 样 氢	钢 材 氢
重 軌 (P71)	首 钢 转 炉	3.11	—	2.39~3.65	0.24
	鞍 钢 平 炉	4.56	—	4.59	2.48
16Mn	首 钢 转 炉	—	—	—	3.08
	鞍 钢 平 炉	—	—	—	5.7
20鋼	苏 联 平 炉	—	—	—	2.46
20MnV	首 钢 转 炉	—	—	—	0.59~1.90

(4) 钢中夹杂物，它使钢連續性破坏，大大降低钢的质量，几乎所有钢种都希望有较低的夹杂物含量。如采用真空处理，渣洗、电渣重熔、真空电炉重熔，真空感应重熔等措施，其目的主要是降低钢的夹杂含量，来进一步提高钢的质量。因此降低钢中夹杂物是提高钢质量的主要斗争对象之一。

钢材中夹杂物含量的多少，与钢中气体，脱氧操作、浇注工艺、钢种特点以至轧制后的净化处理等都有着密切的关系。

从各钢种电解夹杂总量和高倍(表 6，表 9)表中看出，氧气顶吹转炉钢的夹杂物含量，大多数低于平炉，有些相当于电炉，个别的(如滚珠钢的点状，碳化物液析等)是电炉所不及。

表 6 氧气顶吹转炉钢的电解夹杂物总量及比较表

钢 种	冶炼方法 及 单 位	钢材电 解 夹 杂 %	备 注	钢 种	冶炼方法 及 单 位	钢材电 解 夹 杂 %	备 注	
20鋼	首钢转炉	0.0036	①0.025% ②0.0210% ③0.0110%	滚 珠 轴 承 钢  (GCr15)	首钢转炉	0.0121		
	上钢转炉	0.0082			首钢转 炉—电渣	0.0088		
	鞍钢平炉	0.0044			大冶电炉	0.0145		
	苏联平炉	0.0154			102厂电炉	0.0112		
00Cr18Ni10	首钢转炉	0.0161			102厂电渣	0.0067		
	102厂电炉	0.0164			瑞 典	0.0048		
	日本样品	0.0149			日本电炉	0.0142		

續表 6

钢种	冶炼方法及单位	钢材电解夹杂%	备注	钢种	冶炼方法及单位	钢材电解夹杂%	备注
滚珠轴承钢 (GCr15)	苏联电炉	0.0048~0.0120		П11	平炉	0.0125	①0.0370% ②0.0120
	苏联真空电炉重熔	0.0039		重軌 (P71)	首钢转炉	0.0059~0.0089	②0.0204%
	苏联真空感应重熔	0.0027			鞍钢平炉	0.0129	③0.0126%
45*	首钢转炉	0.0029		08A1	首钢转炉	0.0056	②0.0464%
	平炉60*	0.0031			鞍钢平炉	0.0126	③0.0185%
16Mn	首钢转炉	0.0089	①0.0045%		英 国	0.0088	
	上钢转炉	0.0141	②0.0250%		苏 联	0.0216	
	鞍钢平炉	0.0079	③0.0110%	日 本	0.0197		
	日本NSH55	0.0116		Г15A	首钢转炉	0.0033	②0.0320% ③0.0090%
	西德St52	0.0126		工业纯铁	"	0.0041 0.0080	薄板 14MM板坯
П11	首钢转炉	0.0039	②0.0370% ③0.0120	D 22	"	0.0083 0.0045	钢坯 退火质材

(注) 备注中①、②、③, 分别表示首钢氧气顶吹转炉终点、包内、模内或成品样钢的电解夹杂物总量值。

## 2. 钢的低倍和高倍:

毛主席教导我们: “真理的标准只能是社会的实践”。众所周知气体是导致钢的低倍组织产生疏松, 偏析以及增加钢中夹杂物。氧气顶吹转炉即然有低的气体含量, 那么它的低倍组织和高倍夹杂物应属优良。

(1) 以低碳 10#、20# 结构钢和高碳滚珠钢为例, 分析比较钢的低倍组织。

表 7 10\*20\* 钢初轧坯 155×190MM 的低倍及比较表

钢号	冶炼方法	样数	一般疏松级别		中心疏松级别		方形偏析级别	
			<1.0级	>1.5级	<1.0级	>1.5级	<1.0级	>1.5级
10*	首钢转炉	24	74.5%	25.5%	92.0%	8.0%	100%	0
	太钢平炉	84	33.0%	67.0%	94.1%	5.9%	89.5%	10.5%
20*	首钢转炉	56	47.5%	52.5%	97.5%	2.5%	100%	0
	太钢平炉	49	27.1%	72.9%	87.6%	12.4%	91.6%	8.4%