

# 氧枪

YANG QIANG

刘志昌 编著



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

# 氧 枪

刘志昌 编著

北 京  
冶 金 工 业 出 版 社  
2008

## 内 容 提 要

本书共 10 部分。首先,在绪论中简要介绍了氧气炼钢的优点、氧枪的种类以及中国氧枪的发展史;然后,在各章中详尽地叙述了转炉氧枪、平炉氧枪、电炉氧枪、氧燃枪(烧嘴)的基本结构特点和使用方法;最后,阐述了氧枪设计、氧枪的水冷、氧枪射流的实验测定、氧枪喷头的制造、氧枪操作和安全使用的情况。

本书适合从事钢铁冶金生产的工程技术人员、科研院所的科研人员参考阅读。

## 图书在版编目(CIP)数据

氧枪/刘志昌编著. —北京:冶金工业出版社,2008. 3

ISBN 978-7-5024-4487-7

I. 氧… II. 刘… III. 吹氧管 IV. TF724. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 025549 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 postmaster@cnmip. com. cn

责任编辑 杨盈园 美术编辑 李 心 版式设计 张 青

责任校对 石 静 责任印制 丁小晶

ISBN 978-7-5024-4487-7

北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2008 年 3 月第 1 版,2008 年 3 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32;6. 875 印张;182 千字;203 页;1-3000 册

23. 00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

## 序

氧枪是氧气炼钢至关重要的吹氧工具。无它即无吹氧炼钢工艺,有如人之呼吸管道,没有气管即无生命。

氧枪简言之虽不过是几根管子,但必须具有许多高难的特殊性能。必能使高压氧流变为高冲击氧流而穿入液体钢池,必能承受 $1649^{\circ}\text{C}$ 以上的热力生存不败,必须操作方便而安全。其性能优劣决定炼钢操作之难易及生产速度,直接关系到炼钢的经济效益。其在炼钢工业上之重要性,可想而知。

转炉吹氧炼钢萌芽于1948年,20世纪50年代为初步发展时期,60~70年代为成长阶段,至80~90年代而茁壮强大。氧枪则相伴而生,相依而长,转炉炼钢工艺之不断进步,多由氧枪之不断改良所致。

1980年以前,中国之炼钢工艺以平炉为主。转炉初从欧洲进口,所用氧枪多由使用钢厂自行设计以锻造加工制成,性能不高而枪龄短小。是年初,美国氧枪制造家白瑞金属公司到中国访问,在鞍钢等处作技术交流展示其以铸造法制成之多孔中心水冷喷头。刘君志昌高瞻远瞩认识到发展高级氧枪,非由专业人士研发不可。本人以协助祖国快速发展钢铁工业为怀,表示全力支持。

刘君于1981年在鞍山热能研究院设备研制厂创立氧枪研究及制造队伍,在中国初次以铸造法制造3孔中心水冷喷头。

氧枪基本结构,由喷头、枪身及枪尾三部分结合而成,以喷头为核心。喷头具有变氧流之高压为高冲击力之缩—张形(近拉瓦尔)孔道,并有复杂水冷渠道使喷头冠面受到大量高速水冷而能承受 $2760^{\circ}\text{C}$ 之高热。枪身由3根同心钢管组成。内管输氧,3管间之环形夹缝供冷却水出进之用。3管须能互相滑动,单独伸缩,应付枪身各部因温度变化所引起之长度变化。

枪尾装置氧气及冷水管道之进出接口,使用特制之快速连接法兰以缩短换枪时间。

刘君吸取世界各国氧枪工艺知识,不断研究揣摩。喷头设计制造由单孔到多孔,由两层分流到两层双流。适应中国之各种炉型及冶炼方法。20多年形成数十种喷头规格,使中国氧枪喷头系列化,使用者及制造者得以皆有所依据。

刘君在氧枪及喷头方面,不断创新其锥体枪身即为一例。粘枪是转炉炼钢不能避免的问题,清除粘结在枪身上的炉渣是十分困难而危险的工作,常常损坏枪身。刘君发明锥体枪身,使所粘炉渣自行脱落,是一大创新。

铸造喷头虽能解决中心水冷问题,但喷头面部晶体巨大、紧密度小,容易发生裂纹,不如锻制者晶体细小紧密耐用。因此有新工艺出现,采锻、铸二者之长,结合锻制喷头面与铸造喷头心。

一般的锻制喷头,面心仍为铜质。刘君之子刘天怡博士创造铜面钢心之结合喷头,锻制铜面,铸制钢心。此种喷头具有较大之“刚硬度”(rigidity),使喷头不因受热日久而变形,永葆设计之优良性能,又因不走样而不产生局部应力引起裂纹,役龄而得以增高。同时又节省高价铜料,降低喷头成本。此项创新影响深远。

现在刘君将30多年之经验及集存资料编辑成书,详尽说明氧枪之设计、制造、检验及应用各方面,并附难得之工程图解百幅,详解了氧枪,为钢铁工业的发展做出了重要贡献。

回忆1980年本人偕同白瑞公司经理来华访问,有幸结识刘君。20多年通信各有百封以上,自美寄送刘君之工程图纸亦在百幅以上。今见此书将付梓,诚为一大快事。

河北省,元氏县,张一中  
于美国宾州匹兹堡

## 前 言

本书主要介绍炼钢水冷氧枪。消耗式氧枪国内外应用得较少,本书未做介绍。

氧枪是氧气炼钢的喷氧设备,它是随着氧气炼钢的发展,而发明、发展起来的。

人类应用钢铁已有 5000 年以上的历史,在我国古代,劳动人民用碳质燃料还原铁矿石直接炼成一种海绵状态的钢,俗称“抄铁法”,也叫“搅拌法”。再将海绵铁在炉火中渗碳、加热、锻造成工具。世界其他国家应用钢铁也有较悠久的历史。但在坩埚内应用铁矿石、煤和熔剂在液体状态下生产钢的历史还不足 200 年。现代的炼钢法是由贝氏麦在 1856 年发明空气鼓风转炉开始的,采用的是酸性炉衬。为了处理高碳生铁,1878 年出现了碱性炉衬的托马斯炼钢法。西门子—马丁炼钢法,通常称为平炉炼钢法,大约在同时代发展起来。平炉炼钢法利用蓄热室预热空气在炉内燃烧,产生并反射足够的热量精炼固体废钢和铁水。

第二次世界大战后,由于化学工业的迅速发展,深冷技术有了突破,制氧机大型化,廉价的大量氧气的生产,导致了各种氧气炼钢法的发展。第一炉用一支氧枪从炉子上部吹入纯氧吹炼钢水于 1948 年 3 月在瑞士获得成功,1949 年 10 月在奥地利的林茨(Linz)成功地炼出了第一炉钢,并在 1952 年和 1953 年先后在林茨和多纳维茨(Donawitz)两钢厂投入工业生产。这就是氧气顶吹转炉炼钢法,又称“LD 炼钢法”,在美国叫“BOF 法”或“BOP 法”。氧气顶吹平炉炼钢法、氧气底吹转炉炼钢法、转炉顶底复合吹炼法(LD-OB)、卡尔多(Kaldo)炼钢法和回转炉(Rotor)炼钢法等众多的氧气炼钢法相继问世。与此

同时,电炉吹氧炼钢法也在世界各国得到普遍发展。不管是转炉、平炉、还是电炉,吹氧炼钢都离不开氧枪,因此,氧枪是氧气炼钢的关键设备。各种炼钢法的出现,都离不开氧枪的参与,而氧枪技术的不断进步,则促进了氧气炼钢技术的不断完善和发展。

我国的氧气炼钢始于1962年,当时的石景山钢铁厂建了一座3t的小型试验氧气顶吹转炉,采用单孔氧枪吹氧。在取得经验和相关数据后,于1964年末建成了3座30t氧气顶吹转炉炼钢车间,先采用单孔氧枪,后创造出中国特有的单三式3孔氧枪。1965年上海第一钢铁厂建成的3座30t转炉也采用了同样的氧枪。

1965年鞍钢第三炼钢厂改建成200t×2双床平炉,采用了张角为25°的6孔平炉氧枪。

1967年太钢第二炼钢厂从奥地利引进的50t转炉,首次从国外引进了φ159mm全套转炉氧枪设备。

1970年鞍钢第三炼钢厂150t转炉建成投产,这是我国第一座自行设计制造的大型氧气顶吹转炉,大转炉氧枪也由我国设计制造。其后攀钢和本钢的120t转炉也陆续建成投产。

1971年鞍钢第二炼钢厂改建成300t氧气顶吹平炉,采用φ133mm张角30°的6孔平炉氧枪。随后,我国的各大平炉钢厂陆续改建成氧气顶吹平炉,采用φ114mm、φ121mm的平炉氧枪。

1985年建成的上海宝钢,其300t转炉φ406.4mm的氧枪由日本引进,这是我国目前最大的转炉氧枪。

1987年首钢第二炼钢厂由比利时引进的210t转炉,采用φ355.5mm分体式氧枪,换枪很方便。

1981年由作者倡议并建立的我国第一条氧枪生产线,开始了我国氧枪的标准化、系列化的科研、设计和生产。

我国的转炉,多达16种炉型,是世界上转炉型号最多的国

家。因此,我国的转炉氧枪也是型号最多的,现有氧枪型号达22种之多。

本书全面地介绍了各种氧枪枪体和喷头的结构设计、计算、氧枪的水冷、喷头的各种制造方法。书中氧枪和喷头的结构图多达100余幅,是目前已问世的同类书籍中最多的,也是最全面的,多数是作者35年来从事氧枪设计工作的总结,以及目前世界上最先进的氧枪结构类型的介绍。

国内外已出版的氧枪专著,以及炼钢书籍中有关氧枪内容的章节,理论方面论述的内容居多,生产应用方面的内容较少。本书侧重于生产应用、结合现场实际的氧枪设计以及氧气炼钢的吹炼效果。

本书适用于炼钢厂从事炼钢工艺和生产技术的科技人员、科研设计单位从事氧枪研究和设计的工程技术人员,以及大专院校的师生,作为参考用书。

由于水平所限,书中的疏漏和不足之处,敬请炼钢界的朋友们予以指正。

作 者

2007年12月

# 目 录

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| <b>0 绪论</b>                     | 1  |
| 0.1 氧气炼钢的优点                     | 1  |
| 0.1.1 吹炼速度快,生产效率高               | 1  |
| 0.1.2 钢的质量好                     | 1  |
| 0.1.3 钢的品种多                     | 2  |
| 0.1.4 能耗少,成本低                   | 2  |
| 0.1.5 易于实现钢厂的全连铸                | 2  |
| 0.1.6 适合机械化、自动化生产,改善工人的劳动<br>条件 | 2  |
| 0.1.7 基建投资省、建设速度快               | 2  |
| 0.2 氧枪的种类                       | 3  |
| 0.2.1 按冷却方式分                    | 3  |
| 0.2.2 按炉子种类分                    | 3  |
| 0.2.3 按喷头孔数分                    | 4  |
| 0.2.4 按喷头孔型结构分                  | 5  |
| 0.2.5 按喷吹物质分                    | 5  |
| 0.2.6 按氧枪喷头的制造方法分               | 5  |
| 0.2.7 按氧枪性能分                    | 6  |
| 0.3 中国氧枪发展史                     | 6  |
| <b>1 转炉氧枪</b>                   | 10 |
| 1.1 转炉氧枪的基本结构                   | 10 |

|       |                                  |    |
|-------|----------------------------------|----|
| 1.1.1 | 喷头 .....                         | 10 |
| 1.1.2 | 枪体 .....                         | 10 |
| 1.1.3 | 枪尾 .....                         | 14 |
| 1.2   | 转炉氧枪的结构类型 .....                  | 16 |
| 1.2.1 | 老式氧枪结构 .....                     | 16 |
| 1.2.2 | 进氧、进水、回水一体式氧枪 .....              | 18 |
| 1.2.3 | 枪尾部位大橡胶圈密封结构氧枪 .....             | 19 |
| 1.2.4 | 喷头部位 O 形橡胶圈密封结构氧枪 .....          | 20 |
| 1.2.5 | 枪尾部位内置 O 形橡胶圈密封结构氧枪 .....        | 22 |
| 1.2.6 | 分体式转炉氧枪 .....                    | 23 |
| 1.2.7 | 转炉锥体氧枪 .....                     | 25 |
| 1.3   | 转炉氧枪喷头 .....                     | 32 |
| 1.3.1 | 单孔氧枪喷头 .....                     | 32 |
| 1.3.2 | 多孔氧枪喷头 .....                     | 34 |
| 1.4   | 转炉二次燃烧氧枪 .....                   | 40 |
| 1.4.1 | 普通分流氧枪 .....                     | 40 |
| 1.4.2 | 首都钢铁公司第一炼钢厂 30t 转炉分流<br>氧枪 ..... | 45 |
| 1.4.3 | 分流氧枪的应用 .....                    | 47 |
| 1.4.4 | 唐山钢铁公司 30t 转炉分流氧枪 .....          | 48 |
| 1.4.5 | 分流双层氧枪 .....                     | 53 |
| 1.4.6 | 普通双流氧枪 .....                     | 59 |
| 1.4.7 | 双流道双层氧枪 .....                    | 65 |
| 2     | 平炉氧枪 .....                       | 69 |
| 2.1   | 平炉氧枪的基本结构 .....                  | 69 |

|       |                     |    |
|-------|---------------------|----|
| 2.2   | 平炉二次燃烧氧枪 .....      | 70 |
| 2.2.1 | 普通分流氧枪 .....        | 71 |
| 2.2.2 | 分流双层氧枪 .....        | 71 |
| 2.2.3 | 双流道双层氧枪 .....       | 72 |
| 2.3   | 平炉氧枪喷头 .....        | 74 |
| 2.3.1 | 普通平炉氧枪喷头 .....      | 74 |
| 2.3.2 | 分流氧枪喷头 .....        | 77 |
| 3     | 电炉氧枪 .....          | 79 |
| 3.1   | 电炉氧枪的基本结构 .....     | 79 |
| 3.2   | 电炉碳氧枪 .....         | 80 |
| 3.3   | 电炉氧枪喷头 .....        | 83 |
| 4     | 氧燃枪(烧嘴) .....       | 86 |
| 4.1   | 氧气——燃料燃烧的热工特点 ..... | 86 |
| 4.1.1 | 火焰温度 .....          | 86 |
| 4.1.2 | 燃烧强度 .....          | 87 |
| 4.1.3 | 火焰形状与长度 .....       | 87 |
| 4.1.4 | 传热及气体力学特点 .....     | 88 |
| 4.2   | 氧燃枪(烧嘴)的分类 .....    | 88 |
| 4.2.1 | 按燃料种类分 .....        | 88 |
| 4.2.2 | 按氧气与燃料的混合方式分 .....  | 88 |
| 4.2.3 | 按火焰股数分 .....        | 89 |
| 4.2.4 | 按火焰形状分 .....        | 89 |
| 4.2.5 | 按氧气纯度分 .....        | 89 |
| 4.2.6 | 按使用目的分 .....        | 89 |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 4.2.7 按安装方式分 .....        | 90         |
| 4.3 平炉氧燃枪 .....           | 90         |
| 4.3.1 平炉炉头氧油枪 .....       | 90         |
| 4.3.2 平炉炉顶氧油枪 .....       | 93         |
| 4.3.3 平炉炉顶天然气氧燃枪 .....    | 96         |
| 4.4 转炉氧燃枪 .....           | 96         |
| 4.5 电炉氧燃枪 .....           | 97         |
| 4.5.1 电炉煤气氧燃枪 .....       | 98         |
| 4.5.2 电炉氧油枪 .....         | 102        |
| 4.5.3 集束射流氧枪 .....        | 103        |
| <b>5 氧枪设计 .....</b>       | <b>104</b> |
| 5.1 氧枪喷头的设计和计算 .....      | 104        |
| 5.1.1 单孔拉瓦尔喷头的设计和计算 ..... | 105        |
| 5.1.2 多孔喷头的设计和计算 .....    | 116        |
| 5.2 氧枪枪体的设计和计算 .....      | 129        |
| 5.2.1 内管直径的计算 .....       | 129        |
| 5.2.2 中层管和外管直径的计算 .....   | 130        |
| 5.3 氧枪全长和行程的确定 .....      | 132        |
| 5.4 我国转炉氧枪的标准化、系列化 .....  | 134        |
| <b>6 氧枪的水冷 .....</b>      | <b>140</b> |
| 6.1 氧枪的损坏及其机理 .....       | 140        |
| 6.1.1 氧枪枪体的损坏 .....       | 140        |
| 6.1.2 氧枪喷头损坏的主要原因 .....   | 140        |
| 6.1.3 喷头熔蚀烧损的损坏机理 .....   | 141        |

|       |                     |     |
|-------|---------------------|-----|
| 6.2   | 氧枪的水冷 .....         | 148 |
| 6.2.1 | 转炉氧枪的水冷 .....       | 148 |
| 6.2.2 | 氧枪水冷系统测定与传热分析 ..... | 151 |
| 6.3   | 喷头的水冷 .....         | 158 |
| 6.3.1 | 中心气冷喷头 .....        | 159 |
| 6.3.2 | 中心水冷喷头 .....        | 159 |
| 7     | 氧枪射流的试验测定 .....     | 163 |
| 7.1   | 氧气射流检测系统 .....      | 163 |
| 7.1.1 | 空气压缩机站及输气管路系统 ..... | 164 |
| 7.1.2 | 射流喷射装置 .....        | 165 |
| 7.1.3 | 射流测点定位装置 .....      | 166 |
| 7.1.4 | 射流信号采集和数据处理系统 ..... | 166 |
| 7.2   | 氧枪喷头射流特性检测实例 .....  | 167 |
| 7.2.1 | 喷头的主要设计参数 .....     | 167 |
| 7.2.2 | 喷头的射流特性 .....       | 168 |
| 7.2.3 | 应用效果 .....          | 171 |
| 8     | 氧枪喷头的制造 .....       | 177 |
| 8.1   | 铸造喷头 .....          | 177 |
| 8.1.1 | 型砂系统 .....          | 177 |
| 8.1.2 | 熔铜 .....            | 180 |
| 8.1.3 | 浇注 .....            | 183 |
| 8.1.4 | 开箱 .....            | 184 |
| 8.1.5 | 机加工与焊接 .....        | 184 |
| 8.2   | 锻压组装式喷头 .....       | 184 |

|       |                    |     |
|-------|--------------------|-----|
| 8.2.1 | 喷头头冠的锻压 .....      | 185 |
| 8.2.2 | 组合部件的加工 .....      | 186 |
| 8.2.3 | 喷头的装配 .....        | 186 |
| 8.2.4 | 钎焊 .....           | 186 |
| 8.2.5 | 焊接钢管 .....         | 187 |
| 8.3   | 锻铸组合氧枪喷头 .....     | 187 |
| 8.3.1 | 喷头头冠的锻压 .....      | 188 |
| 8.3.2 | 喷头内体的铸造 .....      | 188 |
| 8.3.3 | 加工与钎焊 .....        | 189 |
| 8.4   | 氧枪喷头的质量和性能 .....   | 189 |
| 9     | 氧枪操作和安全使用 .....    | 191 |
| 9.1   | 氧枪操作 .....         | 191 |
| 9.1.1 | 低枪位操作 .....        | 191 |
| 9.1.2 | 高枪位操作 .....        | 192 |
| 9.1.3 | 确定开吹枪位 .....       | 192 |
| 9.1.4 | 控制过程枪位 .....       | 192 |
| 9.1.5 | 控制后期枪位 .....       | 193 |
| 9.2   | 氧枪使用安全问题 .....     | 193 |
| 9.2.1 | 氧气的燃烧与爆炸 .....     | 193 |
| 9.2.2 | 转炉内氧枪漏水引起的爆炸 ..... | 195 |
| 9.2.3 | 氧气管道的设计与施工 .....   | 196 |
| 9.2.4 | 氧气主管道通氧 .....      | 197 |
| 9.2.5 | 氧枪的设计、制造与安全 .....  | 198 |
| 9.2.6 | 氧枪使用安全问题 .....     | 199 |
| 后记    | .....              | 201 |
| 参考文献  | .....              | 203 |

# 0 绪 论

## 0.1 氧气炼钢的优点

与其他炼钢方法相比,氧气炼钢法具有一系列的优越性,因此,在全世界得以迅速发展。氧气炼钢法的优点综述如下。

### 0.1.1 吹炼速度快,生产效率高

平炉废钢矿石法,是靠矿石中的  $\text{FeO}$  扩散至钢液中氧化杂质炼钢,速度慢、炼钢时间长。1座300t的平炉,每炉钢的熔炼时间为8~12h,年产钢为15万~18万t。改为氧气顶吹炼钢法,用氧枪直接将氧气吹入熔池,每炉钢的熔炼时间缩短为4~5h,年产钢达40多万吨,生产率提高了1倍多,而1座300t的氧气顶吹转炉,年产钢竟达200多万吨,创造了世界奇迹。电弧炉采用吹氧强化冶炼,可将熔炼时间由4h缩短到40~60min,生产率也可提高1倍以上。

在氧气顶吹转炉吹炼过程中, $\text{Si}$ 的氧化速度为 $(0.16 \sim 0.040) \text{Si}\%/\text{min}$ , $\text{Mn}$ 的氧化速度为 $0.13 \text{Mn}\%/\text{min}$ ,而 $\text{C}$ 的氧化速度最高可达 $(0.4 \sim 0.6) \text{C}\%/\text{min}$ ,平炉的脱碳速度仅为 $(0.15 \sim 0.40) \text{C}\%/\text{h}$ 。

### 0.1.2 钢的质量好

氧气炼钢由于炉温高,炉渣造得好,脱 $\text{P}$ 、脱 $\text{S}$ 的能力较强,氧气对于 $\text{P}$ 又有直接燃烧气化功能,可以炼出 $\text{P}$ 、 $\text{S}$ 较低的钢。氧气炼钢的钢中夹杂物要比矿石法熔炼的低。氧气顶吹转炉钢比空气转炉钢的气体夹杂含量低,氧含量为 $0.00015\% \sim 0.00065\%$ ,氮含量为 $0.002\% \sim 0.004\%$ ,钢的深冲性能、延展性能、抗失效性能、抗脆裂折断性能、焊接性能好。因此,采用氧枪吹炼出的钢质量好。

### **0.1.3 钢的品种多**

氧气炼钢除了能生产普通低碳钢外,还可以吹炼超低碳钢、工业软钢,也可以生产中、高碳钢,由于炉温高,还能生产各种合金钢,如不锈钢、轴承钢、弹簧钢、石油管和调质低合金钢等。由于钢质好,可以生产各种高级优质钢和特殊钢。

### **0.1.4 能耗少,成本低**

平炉吹氧后油耗大幅度降低,如鞍钢 300t 氧气顶吹平炉,油耗仅为 30kg/t 钢,虽然氧气消耗增加了,但综合能耗降低了。双床平炉甚至不用油炼钢。电炉吹氧后电耗大幅度降低。氧气顶吹转炉不用外加燃料炼钢,宝钢的 300t 转炉,利用转炉煤气发电,成为全国第一家负能炼钢厂。

转炉采用溅渣护炉技术后,转炉炉龄大幅度提高,国外创造了 36000 炉,甚至更高的转炉炉龄长寿记录。我国大中型转炉炉龄平均提高 3~4 倍,转炉利用系数提高 2%~3%,吨钢耐火材料降至 0.195~0.277kg,转炉耐火材料消耗相应降低 25%~50%,大大降低了炼钢成本。

### **0.1.5 易于实现钢厂的全连铸**

氧气顶吹转炉炼钢生产周期短,冶炼时间均衡,有利于与连铸相匹配,容易实现多炉连浇,提高连铸机的作业率,实现全厂的全连铸。

### **0.1.6 适合机械化、自动化生产,改善工人的劳动条件**

由于氧气炼钢时间短,生产效率高,钢水成分和出钢温度容易调整,设备又简单,因此,容易进行自动化控制和检测,实现生产过程的机械化和自动化,改善工人的劳动条件。

### **0.1.7 基建投资省、建设速度快**

氧气顶吹转炉炉体结构简单,质量轻,厂房占地面积小,因此

投资省、建设速度快。

## 0.2 氧枪的种类

氧枪的种类较多,分类如下。

### 0.2.1 按冷却方式分

按冷却方式可分为:

(1) 水冷氧枪。水冷氧枪是氧气顶吹炼钢法的主要设备,枪身内通高压水冷却,使用寿命长。氧气从中心或环缝通过喷头喷入熔池。通常所说的氧枪就是指水冷氧枪。

(2) 气冷氧枪。气冷氧枪一般由两层套管组成,中心管喷吹氧气,或富氧气体、氮气、氩气、氧气加石灰粉等。两层套管之间的环缝通以冷却介质,通常为碳氢化合物,因为  $C_xH_y$  化合物在高温的炼钢环境下发生裂解,吸收大量的热,冷却氧枪,使之不被烧坏。冷却介质也有使用  $CO_2$  或其他气体的。气冷氧枪通常用于底吹转炉、侧吹转炉(中国特有)、顶底复合吹炼转炉及侧吹平炉上。

(3) 非冷却的自耗式氧枪。自耗式氧枪结构简单,为管状。由管内向炉中喷吹氧气,由于不能冷却,在炼钢炉内的高温条件下逐渐氧化、烧损、变短,当烧短到一定长度时,不能继续使用而报废。为了减缓烧损速度,延长使用寿命,较好的自耗式氧枪是采用耐高温的氧化物(如氧化锆)制造。国内大量使用的自耗式氧枪是使用  $\phi 32\text{mm}$  管或  $\phi 38\text{mm}$  管吹氧,为了减缓烧损速度,有的钢厂在钢管外面包上一层耐火泥,也有的钢厂在钢管内外采用渗钎工艺。自耗式氧枪主要应用于电炉生产。

本书主要论述的是水冷氧枪。

### 0.2.2 按炉子种类分

按炉子种类可分为:

(1) 转炉氧枪。转炉氧枪应用于氧气顶吹转炉和顶底复合吹