

氧枪 (第2版)

◎ 刘志昌 刘天壮 编著



 冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn

氧 枪

(第2版)

刘志昌 刘天壮 编著

北 京

冶金工业出版社

2017

内 容 提 要

本书共 10 部分。在简要介绍了氧气炼钢的优点、氧枪的种类以及我国氧枪的发展史之后, 详尽介绍了转炉氧枪、平炉氧枪、电炉氧枪、氧燃枪的基本结构特点、类型和使用方法, 并阐述了氧枪的设计和水冷、氧枪射流的试验测定、氧枪喷头的制造、氧枪操作和安全使用等内容。其中转炉氧枪是本书的重点, 这一部分详细介绍了钢厂最为关心的锥体氧枪的设计、制造、应用和技术经济效益。此外, 氧枪设计是本书的另一个重点, 读完本书之后, 读者可以尝试完成氧枪的设计和计算。

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以及大专院校的师生参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

氧枪/刘志昌, 刘天壮编著. —2 版. —北京: 冶金工业出版社, 2017. 1

ISBN 978-7-5024-7121-7

I. ①氧… II. ①刘… ②刘… III. ①吹氧管
IV. ①TF724. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015) 第 295775 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcs@cnmp.com.cn

责任编辑 杨盈园 陈慰萍 美术编辑 吕欣童 版式设计 孙跃红

责任校对 郑 娟 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-7121-7

冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销; 固安华明印业有限公司印刷

2008 年 3 月第 1 版, 2017 年 1 月第 2 版, 2017 年 1 月第 1 次印刷

169mm×239mm; 12.25 印张; 292 千字; 179 页

48.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题, 本社营销中心负责退换)

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°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 年代为强盛阶段。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。是年初，美国氧枪制造家白瑞金属公司人员到中国访问，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建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°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。黏枪是转炉炼钢不能避免的问题，清除黏结在枪身上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，使所黏炉渣自行脱落，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制喷头心。

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 年来通信各有百封以上，自美寄送刘君之工程图纸亦在百幅以上。今见此书即将付梓，诚为一大快事。

河北省，元氏县

张一中

于美国宾州匹兹堡

第2版前言

《氧枪》一书于2008年由冶金工业出版社出版之后，在氧枪设计计算、转炉炼钢工艺参数优化、氧气炼钢新技术等炼钢操作实践方面，为炼钢厂一线从事技术工作的科技人员提供了指导和帮助，受到了广大读者的欢迎。

《氧枪》出版7年来，作者在转炉大锥度锥体氧枪、转炉中心水冷氧枪、鱼雷罐化铁装置、铁水罐化铁装置等技术领域，做了创新设计和科学试验，取得了满意的效果。故在本书再版之际，补充了上述内容以及关于转炉氧枪中心氧管及进氧支管的材质的论述。

作者还将继续做氧枪技术工作，欢迎广大读者在氧气炼钢技术领域，进行广泛交流，为把我国建成钢铁强国而共同奋斗！

作 者

2015年5月

第1版前言

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 $\phi 159\text{mm}$ 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 $\phi 133\text{mm}$ 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 $\phi 114\text{mm}$ 、 $\phi 121\text{mm}$ 的平炉氧枪。

1985 年建成的上海宝钢, 其 300t 转炉 $\phi 406.4\text{mm}$ 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 $\phi 355.5\text{mm}$ 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与计算、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,以及大专院校的老师 and 同学,作为参考书籍。

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

0 绪论	1
0.1 氧气炼钢的优点	1
0.2 氧枪的种类	2
0.3 我国氧枪发展史	4
1 转炉氧枪	7
1.1 转炉氧枪的基本结构	7
1.1.1 喷头	7
1.1.2 枪体	7
1.1.3 枪尾	10
1.2 转炉氧枪的结构	12
1.2.1 老式氧枪	12
1.2.2 进氧、进水、回水一体式氧枪	13
1.2.3 枪尾部位大橡胶圈密封结构氧枪	14
1.2.4 喷头部位 O 形橡胶圈密封结构氧枪	15
1.2.5 枪尾部位内置 O 形橡胶圈密封结构氧枪	16
1.2.6 分体式转炉氧枪	17
1.2.7 插接式转炉氧枪	19
1.2.8 转炉大锥度锥体氧枪	20
1.2.9 转炉中心水冷氧枪	29
1.3 转炉氧枪喷头	33
1.3.1 单孔氧枪喷头	33
1.3.2 多孔氧枪喷头	34
1.4 转炉二次燃烧氧枪	38
1.4.1 普通分流氧枪	39
1.4.2 分流双层氧枪	48
1.4.3 普通双流氧枪	52
1.4.4 双流道双层氧枪	57
2 平炉氧枪	61
2.1 平炉氧枪的基本结构	61

2.2 平炉二次燃烧氧枪	62
2.2.1 普通分流氧枪	62
2.2.2 分流双层氧枪	62
2.2.3 双流道双层氧枪	63
2.3 平炉氧枪喷头	65
2.3.1 普通平炉氧枪喷头	65
2.3.2 分流氧枪喷头	67
3 电炉氧枪	69
3.1 电炉氧枪的基本结构	69
3.2 电炉碳氧枪	70
3.3 电炉氧枪喷头	72
4 氧燃枪	74
4.1 氧气-燃料燃烧的热工特点	74
4.1.1 火焰温度	74
4.1.2 燃烧强度	75
4.1.3 火焰形状与长度	75
4.1.4 传热及气体力学特点	75
4.2 氧燃枪的分类	75
4.3 平炉氧燃枪	76
4.3.1 平炉炉头氧油枪	77
4.3.2 平炉炉顶氧油枪	79
4.3.3 平炉炉顶天然气氧燃枪	81
4.4 转炉氧燃枪	81
4.5 电炉氧燃枪	82
4.5.1 电炉煤气氧燃枪	83
4.5.2 电炉氧油枪	85
4.5.3 集束射流氧枪	85
4.6 鱼雷罐化铁装置	87
4.6.1 化铁方案	87
4.6.2 氧燃枪的设计	88
4.6.3 机械系统的设计	90
4.6.4 阀门系统	90
4.6.5 炉内测温	90

4.6.6	仪表系统	90
4.6.7	自动控制系统	91
4.6.8	鱼雷罐化铁操作规程	91
4.7	铁水罐化铁装置	92
4.7.1	化铁方案	92
4.7.2	氧燃枪的设计	92
4.7.3	机械系统的设计	94
5	氧枪设计	95
5.1	氧枪喷头的的设计和计算	95
5.1.1	单孔拉瓦尔喷头的的设计和计算	96
5.1.2	多孔喷头的的设计和计算	104
5.2	氧枪枪体的的设计和计算	117
5.2.1	内管直径的计算	117
5.2.2	中层管和外管直径的计算	117
5.3	氧枪全长和行程的确定	119
5.4	我国转炉氧枪的标准化和系列化	120
6	氧枪的水冷	125
6.1	氧枪的损坏原因及其机理	125
6.1.1	氧枪枪体的损坏原因	125
6.1.2	氧枪喷头的损坏原因	125
6.1.3	喷头熔融烧损的损坏机理	126
6.2	氧枪枪体的水冷	131
6.2.1	转炉氧枪的水冷	131
6.2.2	氧枪水冷系统测定与传热分析	134
6.3	喷头的水冷	139
6.3.1	中心气冷喷头	139
6.3.2	中心水冷喷头	140
7	氧枪射流的试验测定	143
7.1	氧气射流检测系统	143
7.2	氧枪喷头射流特性检测实例	145
7.2.1	喷头的主要设计参数	146
7.2.2	喷头的射流特性	146

7.2.3 应用效果	149
8 氧枪喷头的制造	153
8.1 铸造喷头	153
8.1.1 型砂系统	153
8.1.2 熔铜	155
8.1.3 浇注	157
8.1.4 开箱	158
8.1.5 机加工与焊接	158
8.2 锻压组装式喷头	158
8.2.1 喷头头冠的锻压	158
8.2.2 组合部件的加工	159
8.2.3 喷头的装配	159
8.2.4 钎焊	160
8.2.5 焊接钢管	160
8.3 锻铸组合氧枪喷头	160
8.3.1 喷头头冠的锻压	161
8.3.2 喷头内体的铸造	161
8.3.3 加工与钎焊	161
8.4 氧枪喷头的质量和性能	162
9 氧枪操作和安全使用	163
9.1 氧枪操作	163
9.1.1 低枪位操作	163
9.1.2 高枪位操作	163
9.1.3 确定开吹枪位	164
9.1.4 控制过程枪位	164
9.1.5 控制后期枪位	164
9.2 氧枪使用安全	164
9.2.1 氧气的燃烧与爆炸	165
9.2.2 转炉内氧枪漏水引起的爆炸	166
9.2.3 氧气管道的设计与施工	167
9.2.4 氧气主管道通氧	168
9.2.5 氧枪的设计、制造与安全	168
9.2.6 氧枪使用原则	169

9.3 对氧枪氧管材质问题的探讨	170
9.3.1 氧气管道的燃烧机理	170
9.3.2 氧气管道燃烧的条件及产生火源的因素	171
9.3.3 氧气管道的流速	173
9.3.4 氧气管道材质的选择	174
9.3.5 对氧气管道材质选用的意见	174
9.4 水锤现象	175
参考文献	178
后记	179

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。

(1) 吹炼速度快，生产效率高。平炉废钢矿石法，是靠矿石中的 FeO 扩散至钢液中氧化杂质炼钢，速度慢、炼钢时间长。一座 300t 的平炉，每炉钢的熔炼时间为 8~12h，年产钢为 15 万~18 万吨。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。而一座 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 1~1.5h，生产率也可提高 1 倍以上。

在氧气顶吹转炉吹炼过程中，Si 的氧化速度为 $(0.16\% \sim 0.04\%) / \text{min}$ ，Mn 的氧化速度为 $0.13\% / \text{min}$ ，而 C 的氧化速度最高可达 $0.4\% \sim 0.6\% / \text{min}$ ，平炉的脱碳速度仅为 $(0.15\% \sim 0.40\%) / \text{h}$ 。

(2) 钢的质量好。氧气炼钢由于炉温高，炉渣造得好，脱 P、脱 S 的能力较强，氧气对于 P 又有直接燃烧气化功能，可以炼出 P、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。

(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。

(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，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纪录。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。

(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。

(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。

(7) 基建投资省、建设速度快。氧气顶吹转炉炉体结构简单，重量轻，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：

(1) 按冷却方式分。

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，因为碳氢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（我国特有）、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 32mm 管或 38mm 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铝工艺。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。

(2) 按炉子种类分。

1) 转炉氧枪。转炉氧枪应用于氧气顶吹转炉和顶底复合吹炼转炉，其特点是供氧量大、氧气流股向熔池高速喷射，搅拌能力强，吹氧时间短。

2) 平炉氧枪。平炉氧枪主要应用于氧气顶吹平炉和双床平炉，其特点是氧孔张角大、孔数多、供氧量小、枪位低、喷溅小、吹炼时间长。

转炉氧枪与平炉氧枪的区别见表 0-1。

表 0-1 转炉氧枪与平炉氧枪的区别

基本参数	转 炉 氧 枪	平 炉 氧 枪
氧枪结构	中心进氧，环缝进水、外围回水	中心进水，外围回水，环缝进氧
喷头孔型	拉瓦尔形	直筒形
氧气出口速度 Ma	超音速 $Ma = 1.6 \sim 2.3$	音速 $Ma = 1$
孔数	少，1~6 孔	多，6~8 孔
张角	小， $8^\circ \sim 18^\circ$	大， $20^\circ \sim 75^\circ$
枪位	高，0.8~1.8m	低，150~200mm 最好为钢渣界面
供氧量	大，150t 炉为 $30000\text{m}^3/\text{h}$	小，300t 炉双枪为 $6000\text{m}^3/\text{h}$
枪数	单枪	多枪，2~4 支

3) 电炉氧枪。电炉氧枪可以从炉顶、炉门或炉墙插入炉内吹氧，其特点是孔数多、张角大、供氧量小、吹炼时间长，与平炉氧枪相似。

(3) 按喷头孔数分。

1) 单孔氧枪。单孔氧枪通常为拉孔尔形喷孔，大多应用于小型转炉，在多孔氧枪未发明之前，中型转炉也应用单孔氧枪。

2) 多孔氧枪。多孔氧枪的孔数从 3 孔到 12 孔皆有应用，但最具代表性的是 3 孔氧枪。3 孔氧枪的喷头又可分为：

①单三式喷头。这是我国特有的一种喷头结构形式，它具有 1 个共同的喉口，3 个氧孔为直筒形，结构简单，加工方便。

②近三喉式喷头。喷头的 3 个氧孔具有各自的喉口和扩张段，便于加工，对氧枪的性能也没有太大的影响。

③三喉式喷头。喷头的每个氧孔都有收缩段、喉口和扩张段，是 3 孔氧枪中喷头的代表性结构。其加工较为复杂，性能较好。

(4) 按喷头孔型结构分。

1) 拉瓦尔形喷头。此喷头的特点是压力能可有效的转变为动能，氧气出口速度快，穿透能力强，形成稳定的超音速射流，氧枪性能好。

2) 直筒形喷头。此喷头的特点是结构简单，加工方便，适用于平炉氧枪和电炉氧枪，氧气出口速度慢，衰减快，射流不稳定。

3) 螺旋形喷头。此喷头的特点是氧气出口呈旋转气流，搅拌好，化渣快，喷溅小，但结构复杂，加工困难，寿命短。

(5) 按喷吹物质分。按喷吹物质分，氧枪有喷吹氧气、喷吹氧气-燃料和喷吹微粒三种。其中喷吹氧气-燃料的氧枪通常称为氧燃枪，也称“烧嘴”。其由于燃料不同，又可分为氧气-煤气烧嘴、氧气-天然气烧嘴、氧气-柴油烧嘴、氧