

# Analysis of Main Equipment in Zhangang Steel Making Plant

Wenchao Zhang

Baosteel Engineering & Technology Co., Ltd., Shanghai  
Email: zhangwenchao@baosteel.com

Received: Sep. 3<sup>rd</sup>, 2016; accepted: Sep. 24<sup>th</sup>, 2016; published: Sep. 28<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by author and Hans Publishers Inc.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

The paper discusses the process characteristics and the main equipment type of Baosteel Zhangang 350 t converter steelmaking plant. The paper focuses on the positive and negative torque converter, the hydraulic tilting, full pneumatic lifting devices for lance and sublance, sublance system arranged on the same side of lance, sublance probe with neck and analyses the advantages and disadvantages of the design. It also introduces some other technical highlights. Through the production verification, the above design has played its characteristic advantage.

## Keywords

Main Equipment in Zhangang Steel Making Plant, Converter, Oxygen Lance, Sublance

---

# 湛钢炼钢主体设备简析

章文超

宝钢工程技术集团有限公司, 上海  
Email: zhangwenchao@baosteel.com

收稿日期: 2016年9月3日; 录用日期: 2016年9月24日; 发布日期: 2016年9月28日

---

## 摘要

本文阐述了宝钢湛钢350 t转炉炼钢工艺设置特色和主体设备型式,着重对转炉正负力矩、液压事故倾动、

氧副枪全气控事故提升、同侧布置的副枪系统、带颈探头的设计进行优缺点分析。另外也介绍了其他一些技术亮点。经生产验证，以上设计发挥了其特色优势。

## 关键词

湛江炼钢主体设备，转炉，氧枪，副枪

## 1. 前言

湛江钢厂是宝钢集团通过置换落后产能在广东湛江东海岛建设的新一代大型炼钢企业。炼钢是决定产品成分、洁净度及关键理化指标的环节，在钢产品生产流程中发挥重要功能，炼钢工艺装备和技术的发展虽日趋成熟，但针对绿色低碳循环和产品性能深广度拓展的持续创新依然是主方向。湛江炼钢在总体工艺布局、主体装备配置方面稳中求变融入最新工艺技术，本文将就简述其工艺方式特点，并着重从机械设备角度对主线设备(转炉本体、氧枪、副枪)的型式特点，优点等进行分析说明。

## 2. 工艺方式特点

湛江钢厂配置 3 套 350 t 搅拌脱硫装置，3 座 350 t 顶底复吹转炉、2 套 RH 真空脱气装置、2 套 LATS 和 1 套双工位 LF。3 座 320 t 转炉采用同跨分组布置，车间中间进铁水、两边进废钢的工艺布置形式(见图 1)。物流顺畅，紧凑合理。

为实现更高效环保的目标，采取了如下措施[1]。

废钢的处理方式：设置废钢加工中心，采用拖斗式废钢料槽在废钢中心装料，卡车短驳输送至加料跨。最大程度上避免了炉前主线物流干涉，有利于一体化管理。

渣处理方式：设置渣处理中心，将炼钢各类渣的处理回收及利用统一规划，减少传统钢厂中间倒运次数，场地杂乱，污染源多的弊端。

钢铁包的维修：实现集中化管理，钢包铁包维修单独设跨，避免物流交叉影响，减少扬尘等多点污染。

热包的周转：采用了钢包加盖技术，减少热包运输周转过程中的热损失，同时也为准确控制钢包温度和温降创造了条件。

## 3. 转炉

### 3.1. 炉型

湛江转炉公称容量 350 t，是目前国内最大吨位的转炉。其炉型(见图 2)及耐火砖厚度，是类比(见表 1)并结合宝钢自有技术及经验而设计形成，充分考虑到熔池合理深度，防喷溅，最佳经济炉龄等因素。炉体为整体式炉壳，采取上修方式。炉型主要技术参数如下表：

转炉炉壳内径：8500 mm。

转炉炉壳高度：12,100 mm。

转炉高径比(H/D)：1.424。

熔池直径：6700 mm。

熔池深度：2130 mm。

新砌转炉内容积(V)：314.4 m<sup>3</sup>。

炉容比(V/T)：0.90。

炉口直径：3600 mm。

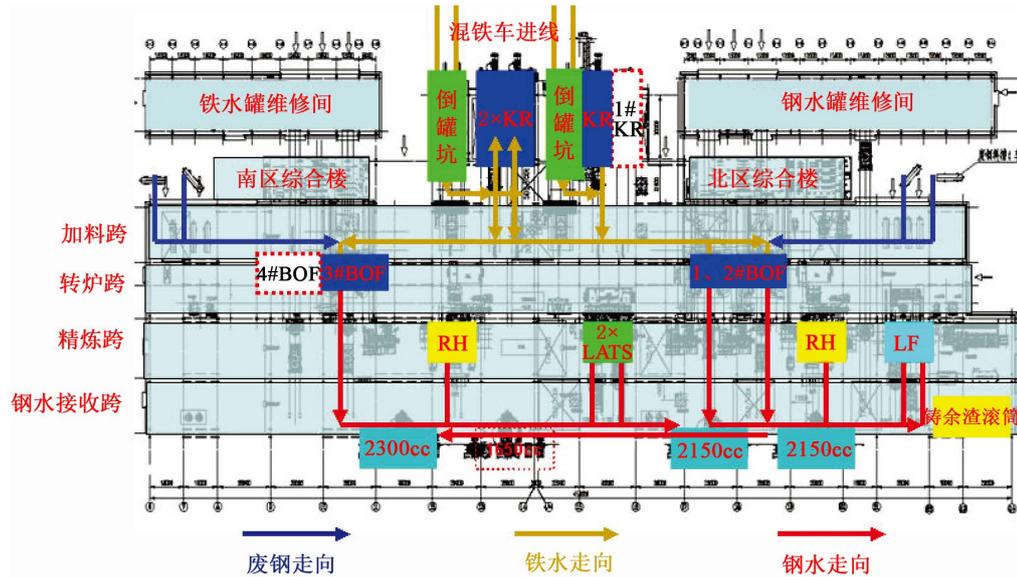


Figure 1. Layout of Zhanggang steelmaking plant  
图 1. 湛钢炼钢厂布置图

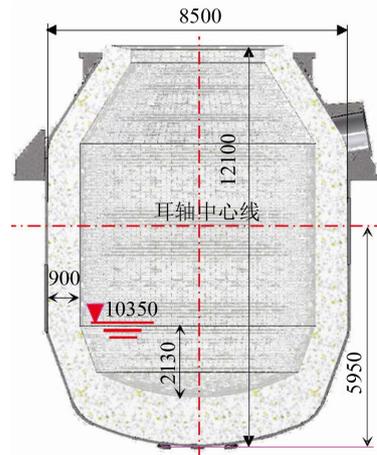


Figure 2. Furnace profile  
图 2. 炉型图

Table 1. Profile data of the similar convertors  
表 1. 类似炉型比较数据

公司	公称容量 t	炉壳内高 mm	壳体内径 mm	高宽比 H/d
大分	340	12,500	8200	1.52
福山三炼	300 (现 335)	12,000	8400	1.428
布鲁克豪森	350	10,935	8280	1.32
塔兰托	330	11,250	8600	1.308
京唐	300	11,700	8500	1.376
宝钢股份一炼钢	300	11,500	8500	1.353
湛江炼钢	350	12,100	8500	1.424

转炉底吹系统采用宝钢自主知识产权的 LD-BB 技术的 8 风口型式,其布置方式充分考虑了避免顶底复吹的钢液流动死角,同时也兼顾副枪检测与风口的位置关系,以及出钢时风口的防护因素。8 风口全部采取独路控制,以增大操作灵活性,及对于有堵塞趋势的风口进行强吹复通的可能性。设计最大流量可达到强搅拌效果的  $0.32 \text{ Nm}^3/\text{t}\cdot\text{min}$ ,为拓展钢种需求提供了必要条件。

### 3.2. 转炉配置及结构特点

湛钢 350 t 转炉采用成熟的四点啮合全悬挂倾动配置扭力杆装置,炉体采取两点支撑的型式,游动端轴承座采取球铰支座型式,托圈、炉口及炉帽采取水冷方式,炉腹采取风冷方式。总装图见图 3。

转炉冷却系统的配置为:炉口及炉帽分别采用 6 路独立控制的水冷,很好地控制了炉口变形量和炉帽部分炉体钢板的温度变化梯度。对炉口炉帽进行冷却后的循环水汇总进托圈内腔,对托圈进行冷却及均温的作用,以确保托圈材料的物理性能稳定。炉腹采用风冷,对空气流通性相对较差的炉壳圆筒段区域进行散热降温。炉壳表面采取不同的冷却方式,除了对炉壳降温使其尽量远离蠕变温度,并保持强度性能较小的损失之外,还有一个目的,即追求炉壳温度尽量均匀,温度梯度小,从而降低因温差造成的内应力。由于炉口炉帽设置了共 12 路独立冷却水进水、1 路总回水、以及底吹 8 路独路控制管线,以及滑板挡渣介质管线,两侧旋转接头已经相当复杂,因此,炉腹冷却的风管采取了旋转风箱盘的型式,避开两侧耳轴和旋转接头,独立自成一路通道,即满足了风量所需要的通径,又避免对耳轴强度造成影响。这种设计在国内仅宝钢有采用。

炉体与托圈之间的连接采用两点支撑结构型式。这种型式在国内也只有宝钢采用,其主要优点为:炉体刚性好,散热区域大,结构安全可靠,维护量小,炉体与托圈的关联点少,能很好满足了炉壳的热变形自由需求,减小内应力的发生概率。

转炉倾动装置采用成熟的四点啮合全悬挂减速机型式及扭力杆装置。本装置配备了国内首次设计的液压事故倾动装置,处理在钢厂意外断电的情况下,防止转炉内铁水或钢水对汽化烟道的长时间热辐射,或正在出钢停电时,失去对出钢的过程控制。该装置由带蓄能器组的液压系统,两个对角线布置的液压马达与电磁离合器组成。调试时效果良好,但因某些一次减速机的输入轴轴向窜动量超出满足电磁离合器的安装间隙要求( $0.4\sim 0.8 \text{ mm}$ ),导致出现离合器被动闭合的情况,现已对此改造以确保半离合器之间待机时的安全间隙。

转炉支撑方式:驱动端固定轴承座,非驱动端采用铰接式底座。为了提高轴承使用寿命,同时便于轴承的更换,驱动侧采用剖分式轴承。

转炉倾动采取典型正负力矩原则设计,350 t 出钢量最大倾动力矩仅 580 t.m (宝钢股份一炼钢 300 t 出钢量,最大倾动力矩为 660 t.m),允许炉口结渣的最大量为 70 t (此时负力矩绝对值达到最大倾动力矩值 580 t.m)。正负力矩设计的方式对倾动装置的负荷量的减小,对节能降耗的功效,均有益处。

转炉挡渣采取滑板挡渣方式,该方式是目前下渣量最小,挡渣成功率最高的。

## 4. 氧枪系统

氧枪系统采用成熟的两枪互为备用的布置方式(如图 4)。采取大流量高效氧枪技术,氧枪主要工艺参数如下:

外层管:  $\phi 402 \times 12 \text{ mm}$ 。

中间管:  $\phi 351 \times 8 \text{ mm}$ 。

内管:  $\phi 273 \times 8 \text{ mm}$ 。

氧枪长度:  $\sim 24,000 \text{ mm}$ 。

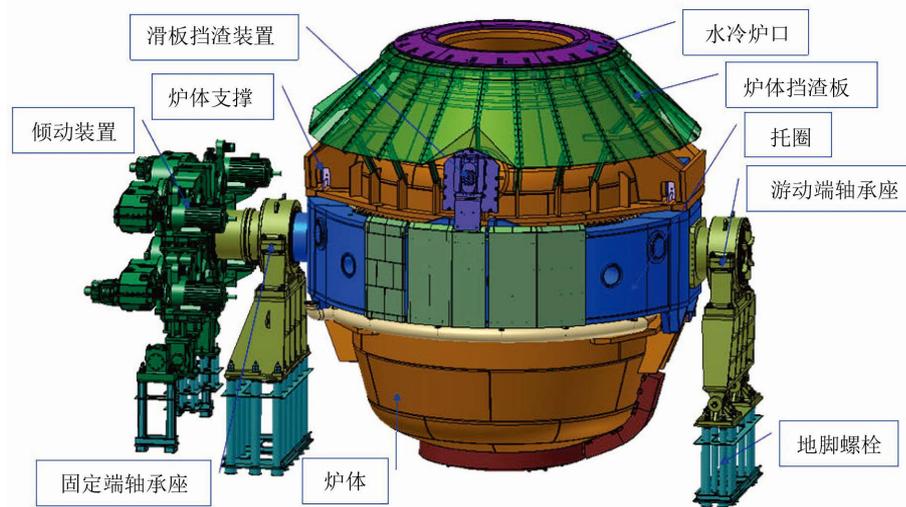


Figure 3. Assembly drawing of converter  
图 3. 转炉总装图

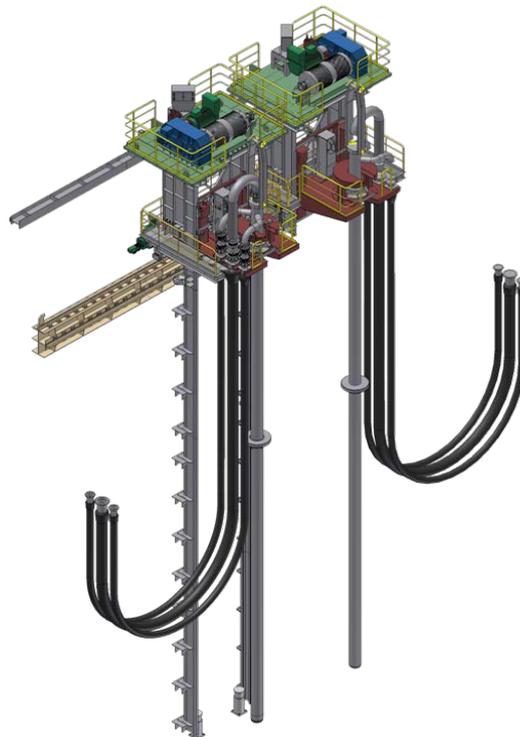


Figure 4. Assembly drawing of lance  
图 4. 氧枪总装图

喷嘴型式：5孔拉瓦尔。

吹炼氧气压力：0.9~1.2 MPa。

最大流量：72,000 Nm<sup>3</sup>/h。

以下几点作为有别于常见氧枪设备的特点予以介绍。

其一，满足双联冶炼工艺的阀站设计。阀站除了配置溅渣护炉用高压氮气控制阀组外，还单独设置

了小流量供氧阀组，专用于双联脱磷冶炼。

其二，设置全气动事故提升装置，用于失电状态下的氧枪安全事故提升。可在现场或主控室操作。启动时，气缸推动可轴向移动的齿轮离合器，使其啮合，气动马达得气憋住转矩，待控制制动器打开的气缸动作后，马达预带的扭矩开始作用于提升的设备上，对其进行提升。停止时，制动器最先执行制动动作，而后气马达和离合器失去气源供应而停止工作。气控系统有效解决启停时可能出现的溜枪的问题。

其三，氧枪氮封口上方配备了枪体喷涂装置(见图 5)。在枪头部易粘渣及冷钢的区段表面，喷涂以石墨为主要成分的混合粉剂，有效降低了粘渣和冷钢的概率，减小维护量并提高生产效率。

其四，氧枪软管与枪体之间除了设置膨胀软连接，还采用了卡箍式快换接头，该接头仅两个螺栓，更换枪体时只需松开接头及可将氧枪与软管脱开，即缩短运维时间，又减小工作强度。

其五，为了不占用在线生产时间，两个枪体的备用待机位设有枪头离线对中基准设备。枪体在离线位置更换时，即可实现枪头的对中。当然，效果也取决于氧枪设备的制造精度，以及轨道的安装精。

## 5. 副枪系统

副枪系统是现代转炉配套较普及的自动测温取样设备，同时配合冶炼模型实现自动炼钢。湛江钢厂副枪系统有以下特色有别于常规副枪的设置。

其一，与氧枪系统同侧布置。该布置方式国内只有宝钢股份一炼钢采用。其最大的优点即：转炉跨通廊始终通畅，这点对于氧枪的更换吊运、生产维护需要使用的吊运非常便利，使其与生产完全不产生相互影响和干扰。

其二，采用“带颈”探头。常规副枪探头的通长多为一个外径尺寸(一般为 80 mm)，探头的自动安装多采用枪体下降，依靠副枪设备重量插进探头内完成安装动作(采用机械手的除外)，固定探头用的的夹持器依靠气压或液压夹持在探头的外圆光面上。安装探头时，可能会出现不利情况，如气压过低，或者探头表面灰尘等影响摩擦系数的异物，或探头与接插件配合的内孔孔径过紧等，这时夹持器对探头外圆柱面上的摩擦力不一定能抗衡接插件对探头的往下的推力而导致安装不到位。常规探头安装的成功率会因此而下降。湛江用“带颈”探头，即探头在夹持器夹持段的外径变小，从而与原外径之间产生了有端面的台阶，夹持器的设计上与之相对应，将常规的依靠摩擦力克服探头下移改成了由端面的垂直支撑力来克服，避免了常规情况下的影响安装成功的不利影响。图 6 为带颈探头示意。

其三，设备布局上，探头安装/拆卸位与入炉位重合。一个工作循环中减去了“安装位至入炉位”以及“入炉位至安装位”两个环节，副枪工作周期在 100 秒以内。短的周期缩短了重复检测时的无谓等待时间，对于节能增效均有益处。

其四，与氧枪系统类似，同样配备了可靠性的全气控的气动事故提升装置。与氧枪不同的是，氧枪采用的内置在减速箱里的齿轮离合器，依靠外置气缸拨动离合器的离合，减速机本身多了一级齿轮传动，用于气动状态时，内置的离合器减小了氧枪驱动平台的宽度，适应于整体设计布局之需求。副枪系统采用的外置牙嵌式气动离合器。气动马达连接一个独立的小减速机用于气动状态下。见图 7 所示。

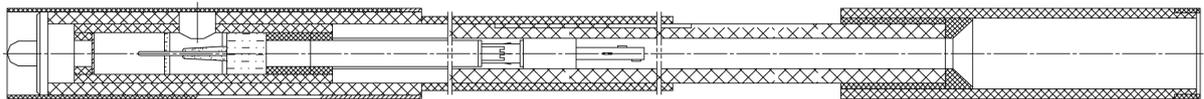
其五，设置了探头取样口对准装置。该装置布置在探头安装机构上，其功能是固定探头取样口的方向。副枪尤其是进行中间检测时，氧枪流量并未完全停止，炉内钢水仍处于翻腾状态，经验证明，取样口背离转炉中心时，样杯内取得的钢水成分相对纯净，渣夹杂量少。该装置即为了实现更好的取样效果而设。这个创新的设想源于业主的丰富经验。见图 8 所示。

## 6. 结束语

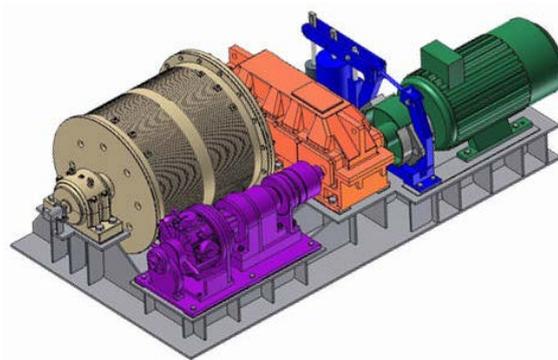
湛江钢厂炼钢主体装备的设计，是基于宝钢 30 余年的沉淀和积累，在确保可靠性的前提下，以节能、



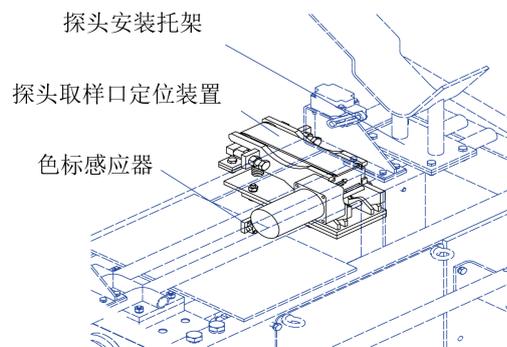
**Figure 5.** Spray device for oxygen lance  
**图 5.** 氧枪喷涂装置



**Figure 6.** Sublance probe with neck  
**图 6.** 副枪带颈探头



**Figure 7.** Lifting system with pneumatic emergency device  
**图 7.** 带气动事故装置的卷扬系统



**Figure 8.** Aligning device of probe sampling hole  
**图 8.** 探头取样口对准装置

高效、以人为本、绿色环保、循环经济等为理念，融合了现今钢铁行业最新前沿技术和合理创新，真正着手打造中国钢铁“梦工厂”，其设计堪称新一代超大型转炉炼钢厂的经典设计之一。

### 参考文献 (References)

- [1] 郁祖达, 叶林, 潘永飞. 试论宝钢湛江钢铁炼钢厂工艺布局的创新设计[J]. 中国冶金, 2014, 24(2): 44-49.

#### 期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [meng@hanspub.org](mailto:meng@hanspub.org)