210 t 转炉自产蒸汽充分利用实践探索*

王海兵，赵保民，李文辉

（内蒙古包钢钢联股份有限公司薄板坯连铸连轧厂，内蒙古 包头 014010）

摘 要： 文章介绍了包钢薄板厂 210 t 转炉自产饱和蒸汽用于 RH 抽真空、干法除尘 EC 喷枪、除氧水箱加热及氧枪口封火等的使用方案，采取相应措施降低了转炉蒸汽放散率，减少能源浪费和外部过热蒸汽的消耗，实现能源的梯级利用，节能降耗，经济效益明显。

关键词： 转炉自产蒸汽；饱和蒸汽；RH 真空精炼炉；蓄热器；调节阀

中图分类号： TK115 **文献标识码：** B **文章编号：** 1009－5438(2017)05－0011－03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.05.004

Practical Exploration on Full Utilization of Self－produced Steam From 210 t Converter

WANG Hai－bing, ZHAO Bao－min, LI Wen－hui

(*CSP Plant of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp., Baotou* 014010, *Nei Monggol, China*)

Abstract: In the paper, it is introduced the use scheme of self－produced saturated steam from 210 t converter in Sheet Plant of Baotou Steel and the steam is used for RH vacuum pumping, EC spray gun of dry dedusting, deaerator water tank heating and damp down of opening for oxygen core lance and so on, and the corresponding measures are adopted to reduce the steam release rate of converter, reduce the waste of energy and the consumption of external superheated steam, realize the gradient utilization of energy and save energy and reduce consumption, achieving obvious economic benefits.

Key words: self－produced steam from converter; saturated steam; RH vacuum refine furnace; thermal accumulator; regulating valve

包钢薄板厂转炉汽化系统自产蒸汽前期只能送外网低压蒸汽，由于转炉蒸汽的含水大、压力波动大等问题造成公司管网拒收后，转炉汽化系统产生的蒸汽大部分都进行放散处理，同时 RH 生产和干法 EC 喷枪还在使用外网中压蒸汽，造成能源的浪费。根据这一现象，薄板厂采取了一系列措施，保证转炉汽化系统自产蒸汽，供给 RH 抽真空，干法除尘 EC 喷枪，除氧水箱加热使用，氧枪口封火采用蒸汽代替氮气。富裕蒸汽供给冷轧生产和浴池，也可并入厂区低压蒸汽管网，实现能源的梯级利用。现转炉蒸汽得到了充分利用，解决了能源放散。

1 210 t 转炉蒸汽产生工艺

1.1 转炉饱和蒸汽产生原理

薄板厂 2 座 210 t 转炉蒸汽回收装置由汽包、汽化冷却装置、蓄热器、除氧器、热水循环泵、尾部烟道强制循环泵、汽包给水泵、循环管路及自用管路组成。其中汽化冷却烟道由横烟道、主烟道及尾部烟道组成，是一套强制循环和自然循环相结合的冷却系统。其原理是：汽化所用的除盐水由给水厂送至

* 收稿日期：2017－06－30

作者简介：王海兵(1986－)，男，内蒙古乌兰察布市人，助理工程师，现从事转炉汽化系统及水系统技术管理工作。

除氧器，经过除氧器除氧的除盐水由汽包给水泵供汽包及蓄热器补水。汽包内的水经下降管分三路分别至横烟道、主烟道及尾部烟道。汽化烟道通过与转炉烟气的热交换周期产生的汽水混合物，沿汽化烟道排管上升进入厂房顶部的汽包，汽水在此分离，蒸汽由汽包顶部管道送至蓄热器，通过蓄热器的存储将转炉间断产生的蒸汽变成可供用户点连续使用的蒸汽。

1.2 转炉饱和蒸汽的特点

(1) 转炉蒸汽为饱和蒸汽，该蒸汽含水量大，一般蒸汽含水率为3% ~9%，最高能达到13%，这种含水率较大的饱和蒸汽不适宜远距离输送[1]。

(2) 转炉蒸汽间断产生不稳定，造成回收蒸汽压力波动范围较大，为0.4 ~2.0 MPa，这就严重限制了饱和蒸汽的并网及使用范围。

(3) 薄板厂目前的情况是转炉汽化系统产生的蒸汽大部分都进行放散处理，而同时RH炉生产和干法除尘系统喷枪还在使用外网中压蒸汽，大大影响了企业的节能降耗指标及经济效益的提高。

根据上述原因薄板厂需采取措施加大蒸汽使用量达到国内钢厂转炉余热蒸汽平均实际回收率80 kg/t钢[1]。

2 转炉蒸汽的利用

2.1 转炉蒸汽用于RH抽真空

用转炉产生的蒸汽直接供RH精炼炉许多钢厂已经应用，转炉产生的蒸汽是间歇性的，且瞬时产用气量很大，蒸汽压力波动比较大。RH炉用汽也是间断的，在使用过程中对蒸汽压力的稳定性要求较高[2]。一座转炉生产产生的蒸汽量大约17 t/炉，而RH正常生产所需要的蒸汽量大约为14 t/炉左右，所以从理论上讲：当有一座转炉在生产时，基本上就可以满足RH生产的需要，但因原转炉汽化系统设计为2台80 m^3 蓄热器，蓄热能力满足不了RH生产节奏，根据这种情况新建了3台150 m^3 蓄热器，用来存储转炉蒸汽供RH抽真空连续使用和平稳往低压管网输送。

薄板厂根据RH真空抽气蒸汽供应系统实际情况，结合转炉生产和原有设备情况进一步优化了管道布局，合理设置参数。

(1) 原设计管路为转炉蒸汽通过三通，一路送RH抽气系统，一路送RH蓄热器，生产中发现转炉蒸汽含水量大，容易造成真空管路内积灰，影响真空泵抽气效果。根据这种情况，改变管路布置，去掉了转炉蒸汽管路上的三通，转炉蒸汽先送入RH蓄热器，从RH蓄热器重新铺设管路接到RH真空抽气系统。这样解决了转炉蒸汽含水量大的问题，利用RH蓄热器内除水器净化转炉蒸汽。

(2) 重新设置运行参数，汽包V_1阀压力设置到1.5 MPa，V_2阀压力设置为1.6 MPa，这样RH蓄热器的压力始终保持在1.5 ~1.6 MPa之间，使RH蓄热器供RH抽真空蒸汽压力稳定，在经过压力调节阀预先设定压力送入各级真空泵。

通过优化管道布局，合理设置参数，实现转炉蒸汽稳定供RH精炼炉使用，解决了RH蓄热器常使用外网中压蒸汽，而转炉蒸汽却在放散的问题。杜绝了转炉蒸汽能源浪费，同时也降低了能源费用[3]。

2.2 转炉蒸汽用于干法除尘EC喷枪

2006年薄板厂冶炼区域2×210 t转炉一次除尘设备由湿法除尘改为干法除尘，该套除尘设备中蒸发冷却器的双旋流喷枪所用的蒸汽为经减压后外网中压蒸汽。转炉汽化系统自产蒸汽平均35 t/h，RH正常生产所需要的蒸汽量大约为14 t/炉左右，连续生产16 t/h，EC喷枪每小时消耗蒸汽7 t/h。转炉正常节奏生产蒸汽量能够满足RH连续生产和EC喷枪。

(1) 管道接入：根据蒸发冷却器的蒸汽用量，从现有的两座80 m^3 蓄热器出口V_2阀(气动压力调节阀)前管道接DN150管道至蒸发冷却器的蒸汽压力切断阀前，作为该用户的蒸汽供应管道。

(2) 自动控制：在新铺设的蒸汽供应管道上布置气动压力调节阀一台、止回阀一台、电子压力表两块，将压力表信号、调节阀信号及控制程序接入PLC，通过压力连锁控制调节阀开度，保证供EC蒸汽压力稳定。

(3) 转炉送RH蓄热器总管和RH蓄热器送RH蒸汽总管间加装了DN80的止回阀和闸阀，用于两座转炉长时间不生产时，能够利用RH蓄热器返送回转炉蓄热器一部分蒸汽，保证转炉生产时EC喷枪的蒸汽压力。

通过改造转炉蒸汽供EC使用，避免了转炉蒸汽的放散，降低了转炉吨钢能源消耗，提高了转炉蒸汽利用价值，避免了转炉蒸汽降压送入低压管网，造成能源浪费。

2.3 转炉蒸汽用于大气式除氧器

转炉蒸汽通过调节阀往低压蒸汽管网送汽，在低压蒸汽总管上接支管供除氧水箱作为加热蒸汽。除氧水箱蒸汽总管上增加压力调节阀，控制除氧头内部压力在 0.02 ~ 0.05 MPa 之间，保证除氧蒸汽压力、除氧水箱压力和水温正常，并且保证冷轧生产和浴池使用。

2.4　转炉蒸汽用于氧枪口封火

夏季时，转炉蒸汽还存在蒸汽放散的情况，所以还要重新开发蒸汽用户点。氧枪口封火采用蒸汽代替氮气，这样充分利用了转炉蒸汽，避免放散造成能源浪费，又节省了中压氮气的使用费用。

通过查看转炉现场管路，氧枪口采用蒸汽封火方案可行。具体方案为从转炉蒸汽送 EC 调节阀后引一条 DN80 的蒸汽管，接到氮封切断阀后，蒸汽管上加装 DN80、PN25 的蒸汽切断阀。使蒸汽和中压氮气并联往氧枪氮封环供气，平时关闭中压氮气管路，利用 EC 蒸汽调节阀保证了蒸汽压力为 1.0 MPa。

3　经济效益分析

(1) RH 生产吨钢消耗蒸汽成本为 6.7 元，按年产 80 万 t，一年可节约蒸汽费用 500 多万元。

(2) 转炉蒸汽供 EC 喷枪使用，每年转炉产量为 320 万 t，210 t 转炉相当于生产 15 000 炉，每炉消耗蒸汽为 2.5 t，一年可节约蒸汽费用为 300 多万元。

(3) 保证除氧蒸汽压力稳定保证除氧水箱压力和水温正常。加热蒸汽为补水量的 10% 左右，转炉每小时补水量在 35 t 左右，一年节约蒸汽费用 140 多万元。

(4) 节省中压氮气量计算如下[4]：氧枪氮封总管直径 $D_N = 50$ mm，管道设计流速为 $\nu = 15$ m/s，大气压 $P_{标} = 0.101\ 325$ MPa，温度 $T_{标} = 273$ K，工况压力 $P = 1.0$ MPa，温度 $T = 290$ K。

$$Q = \pi D_N^2 \nu / 4 = 3.14 \times 0.05 \times 0.05 \times 15/4 = 0.029\ 4\ m^3/s$$

由 $QP/T = Q_{标} P_{标} / T_{标}$[4]

$$0.029\ 4 \times 1.0/290 = Q_{标}\ 0.101\ 325/273$$

氮封标准状态下氮气流量 $Q_{标} = 0.28\ m^3/s$

转炉年生产约 15 000 炉钢，每炉用氮封 20 min，每年消耗中压氮气量为 $Q_{标} = 0.28 \times 20 \times 60 \times 15\ 000 = 5\ 040\ 000\ m^3$，按 12 元/$m^3$，每年节省中压氮气费约 60 多万元。

故改造后每年可节约：500 + 300 + 140 + 60 = 1 000 万元。

4　结论

(1) 转炉蒸汽稳定供 RH 精炼炉使用，解决了 RH 蓄热器常使用外网中压蒸汽。

(2) 转炉蒸汽稳定供 EC 喷枪使用，避免了转炉蒸汽放散或降压送入低压管网，造成能源浪费。

(3) 氧枪口封火采用蒸汽代替氮气，这样充分利用了转炉蒸汽，又节省了中压氮气的使用费用。

(4) 转炉蒸汽通过调节阀往低压蒸汽管网输送蒸汽，用于大气式除氧器、冷轧生产和浴池使用，冬季采暖，解决了转炉蒸汽放散的问题。

(5) 通过此措施使转炉汽化系统稳定产生蒸汽并充分利用，每年能够节约能源费用共计 1 000 多万元。并且减少了因蒸汽放散对环境的噪声、热污染等影响，做到了转炉余热能源的就近利用、梯级利用、变废为宝、节能降耗，同时实现企业经济效益最大化。

参　考　文　献

[1] 周强，王国全. 邯钢三炼钢转炉余热蒸汽利用[J]. 冶金动力，2010，(07)：77 - 79.

[2] 刘浏. RH 真空精炼工艺与装备技术的发展[J]. 钢铁，2006，41(8)：1 - 11.

[3] 王维兴，张岩. 钢铁工业节能潜力探讨[J]. 冶金环境保护，2007，(6)：1 - 7.

[4] 张兆顺，崔桂香. 流体力学[M]. 北京：清华大学出版社，2015.