

降低1<sup>#</sup>350m<sup>3</sup>高炉生铁含硅量的生产实践

纪永杰, 王有福, 罗建峰, 纪明松, 张修海

(山东球墨铸铁管有限公司, 山东 济南250101)

**摘要:** 利用六西格玛管理提供的工具, 对铸管公司1<sup>#</sup>350m<sup>3</sup>高炉的生铁含硅量进行了系统分析, 找出了影响生铁含硅量的根本原因是煤比、料批、炉顶压力、焦炭灰分及料制。为此, 制定了相应的改进方案, 改进后生铁含硅量平均降到了0.39%以下。

**关键词:** 高炉; 低硅操作; 六西格玛管理; 生铁含硅量

中图分类号: TF538 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620 (2006) 06-0009-02

Production Practice of Decreasing Pig Iron Silica Content of No.1 350 m<sup>3</sup> Blast Furnace

JI Yong-jie, WANG You-fu, LUO Jian-feng, JI Ming-song, ZHANG Xiu-hai

(Shandong Ductile Iron Pipes Co., Ltd., Jinan 250101, China)

**Abstract:** The pig iron silica content of The Cast Tube Co.'s No.1 350 m<sup>3</sup> blast furnace is analyzed systemically by using six sigma management tools. The essential reasons of influencing pig iron silica content are found out. They are coal ratio, material charge, furnace top pressure, coke ash and charging system. Aiming at those essential reasons, corresponding improvement measurements are adopted. Then the average pig iron silica content is now below 0.39% after improvement.

**Key words:** blast furnace; low-Si operation; six sigma management; pig iron silica content

## 1 前言

铁水含硅量的高低是评价高炉冶炼技术水平的重要指标之一, 降低铁水含硅量不仅可以促进高炉增产节焦, 而且可以为炼钢提供更优质的铁水, 缩短炼钢冶炼周期, 降低原辅料及能源消耗, 但是降低铁水含硅量在操作上存在很大的技术难度。山东球墨铸铁管有限公司(简称铸管公司)受操作水平及传统操作观念的影响, 1<sup>#</sup>350m<sup>3</sup>高炉长期铁水含硅量偏高(见表1)。从2005年5-10月, 实施降低350m<sup>3</sup>高炉生铁含硅量的项目, 降硅效果非常明显, 高炉低硅冶炼取得了突破性进展, 月生铁含硅量平均降至0.39%以下。

表1 2004年9月-2006年2月生铁含硅量 %

时间	2004-09	2004-10	2004-11	2004-12	2005-01	2005-02	2005-03	2005-04	2005-05
生铁 [Si]	0.573	0.491	0.433	0.420	0.417	0.397	0.423	0.377	0.402
时间	2005-06	2005-07	2005-08	2005-09	2005-10	2005-11	2005-12	2006-01	2006-02
生铁 [Si]	0.380	0.442	0.456	0.428	0.378	0.385	0.380	0.389	0.387

## 2 降低含硅量的几个阶段及措施

## 2.1 测量系统分析

为了保证生铁含硅数据的可靠性, 利用六西格玛管理提供的工具软件进行分析。随机抽取样本数16个, 每个样本4个人每人测两次, 测量数据用Minitab软件进行分析。

分析结果表明, 测量系统的识别力是20, 可以接受; 贡献度是0.49%, 零件间的差异变动是99.51%, 重复性和再现性分别是0.49%和0, 精确度和过程波动比是6.98%, 精确度和容差比是0.78%, 小于10%, 可以

接受。因此，生铁含硅的测量系统是可靠的，说明测量的生铁含硅量数据可靠。

## 2.2 分析阶段

在分析阶段，运用头脑风暴法，绘制了因果图，找到131个潜在影响因素、又通过因果矩阵筛选出29个影响生铁含硅和生铁含硅稳定率的潜在原因，最后运用相关回归、方差分析等工具验证出5个根本原因，分别是煤比、料批、炉顶压力、焦炭灰分、料制。无法用数据验证的6个重要影响因素分别是焦炭强度、焦炭混匀程度、焦炭反应性、渣铁温度、原煤含水量、料仓混料；并把无法通过数据验证的6个潜在重要影响因素，带入改进阶段改进。

## 2.3 制定改进方案

针对分析阶段找到的根本原因，制定了相应的改进方案（见表2）。方案实施期间，炉渣碱度控制到使生铁含硫在0.035%~0.045%之间。

表2 改进方案

根本原因	改进前	改进后
料制	ppkk+pppkk+kppk	3pppkk+kppkk
料批/t	11.667	13.0~13.5
炉顶压力/MPa	0.078	≥0.080
煤比/kg. t <sup>-1</sup>	104	≥110

针对此方案，制定了应急预案：（1）烧结机检修，高炉使用落地料（粒度小，有时湿）时，矿批改为10~11.667t，料制改为：ppkk+pppkk+kppk，其余按原方案执行。（2）设备计划检修时，按休、复风方案执行。（3）设备故障、高炉需要慢风操作时，根据当时的慢风情况，缩小矿批至10~11.667t，同时酌情控制喷煤量，恢复全风后，据炉况执行设计方案。（4）炉前垫大沟，修补撇渣器，有可能造成出铁晚点时，为保证安全，可根据具体情况，慢风、缩小矿批至10~11.667t，同时酌情控制煤量，恢复全风后，据炉况执行设计方案。（5）若出现炉渣粘稠，经分析确属煤量太大引起，可适当减小喷煤量，保证炉况顺行。

（6）由于某些原因（比如设备检修、煤气发热值低等）造成风温偏低时（平均风温小于1050℃），为保证煤粉的充分燃烧，可酌情减小煤量。（7）雨天焦炭湿含粉多时，要及时调整焦炭负荷，同时可适当控制喷煤量。（8）烧结矿碱度出现异常，强度变差，粒度较碎，有威胁高炉顺行的可能时，可改料制为：ppkk+pppkk+kppk，矿批改为：10~11.667t，其余按原方案执行。

2.3.1 焦炭灰分管理的改进方案 严格依照原燃料进厂技术条件进行采购，确保焦炭的灰分不超过标准，满足350m<sup>3</sup>高炉的生产工艺技术要求为大的前提条件。为了保证焦炭的均质问题，铸管公司拟建设焦炭混匀项目，在焦炭混匀项目投用前，对进厂的焦炭采取分类存放。350m<sup>3</sup>高炉采用质量相对稳定的焦炭。为了更加利于焦炭进厂后的分类管理，要求原料部门在采购焦炭时，提前联系，要求供货单位提供焦炭灰分含量检测数据。

焦炭混匀项目投用后，焦炭灰分仍然提前预警，进厂后分区混焦，将焦炭混匀系统分三个区域，即机口东区、机口西中区、机口西区。三个区域循环配焦，采取平铺直取上料，确保焦炭灰分、硫含量稳定。当有高灰分焦进厂时，根据灰分高低严格控制混焦比例，确保灰分控制在在12.8%以下。

2.3.2 原煤含水量 从以下方面进行控制：（1）原煤采购时按采购技术条件，严格控制原煤的含水不超过采购技术标准，当含水太高时，要空水后进厂。（2）原煤场货场管理，采取料场成形堆放，有雨雪时加盖防雨篷布。（3）货场取煤时，尽量取表层含水较低的煤，运到喷煤贮煤棚。（4）保证喷煤现场贮煤棚的现场储量，保证备煤不少于1天的磨煤量。

2.3.3 渣铁温度改进方案 详细描述渣铁温度充足和不足的表现形式，补充进操作规程，帮助高炉值班工长进行识别，确保渣铁温度保持充沛。

2.3.4 料仓混料改进方案 制定了防止料仓混料的措施，纳入原燃料管理办法，交车间执行。

### 3 改进效果

2005年1月至2006年2月每月的平均生铁含硅量在改进前后的对比见图1。

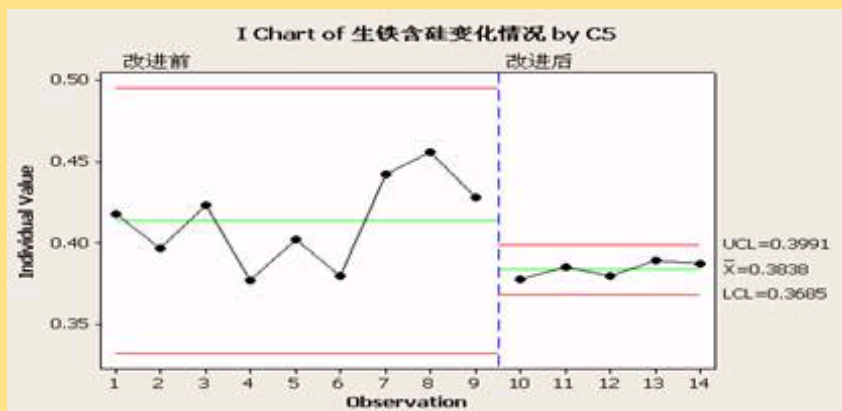
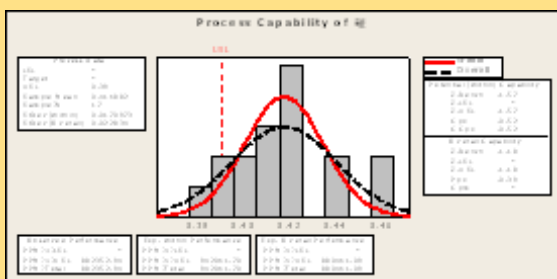
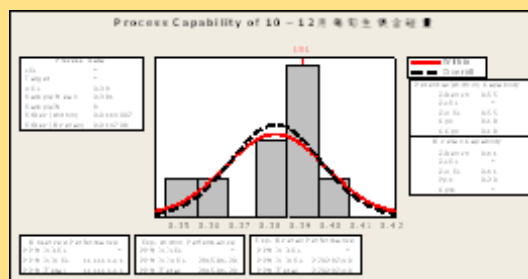


图1 生铁含硅量分层控制图

从图1看出，通过控制这些关键原因，生铁含硅量由基线0.441%，降低到目前的0.381%（2005年10-12月份3个月的平均值），标准偏差由0.143%降低到0.078%，生铁合格率保持了100%。生铁含硅过程能力的变化见图2。



(a) 改进前



(b) 改进后

图2 生铁含硅过程能力分析改进前后对比

从图2看出，生铁含硅的长期过程能力指数改进前是-0.39，改进后是0.2，改进后比改进前提高了0.59，长期西格玛水平改进前是-1.18，改进后是0.61，改进后比改进前提高了1.79。

根据项目最终产生的效果，通过财务部门认可的经济效益计算，节焦增益+增产增益-喷煤损益，这三项合计全年可为铸管公司创造效益1575万元。

按照已经形成的六西格玛控制文件及生铁含硅、煤比控制图等，下一步应坚持做好生铁含硅的控制，确保取得的成果能够长久发挥作用。

[返回上页](#)