

安钢1号高炉冷却壁整体浇筑 高炉运行情况汇报

—安钢1号2200m³高炉

安钢炼铁厂 郑旭



目录/Contents



安钢1号2200m³高炉情况简介



实施冷却壁整体浇筑背景



浇筑方案实施情况



高炉开炉后的运行情况



总结





01

安钢1号2200m³高炉情况简介

>>> 1、安钢1号2200m³高炉情况简介



安钢1号（2200m³）高炉第一代炉役始于2005年10月15日，是安钢首座2000m³以上的大型高炉。到2017年10月18日高炉降料面停炉，标志着第一代12年的高炉炉役结束。**2018年3月24日**大修结束点火开炉，开始第二代炉役。

自2016年冬季以来，由于地处“2+26”城市群，安钢1号高炉深受环保限产带来的影响，每年都要因环保限产焖炉停产或利用限产进行检修，高炉每年生产时间不足8个月，高炉的正常连续生产和各项经济技术指标受到严重影响。

>>> 1、安钢1号2200m³高炉情况简介



自2016年以来，安钢1号高炉停炉天数如下表：

停炉时间	停炉方式	时长	停炉原因
2016年11月03日—11月18日	焖炉	5天	环保限产
2016年12月13日—12月28日	焖炉	15天	环保限产
2017年01月07日—02月10日	焖炉	36天	环保限产
2017年02月15日—04月15日	降料面	59天	停炉检修（更换部分冷却壁等）
2017年05月10日—06月26日	焖炉	47天	环保限产
2017年10月18日—2018年03月24日	降料面	159天	高炉大修（换炉缸炭砖）+环保限产
2018年11月15日—2019年03月26日	焖炉	132天	环保限产
2019年09月24日—10月15日	焖炉	21天	环保限产
2019年11月03日—2020年04月15日	降料面	166天	环保限产+高炉抢修（更换部分冷却壁、冷却壁整体浇筑等）

受环保限产的影响，
1号高炉每年停炉时长

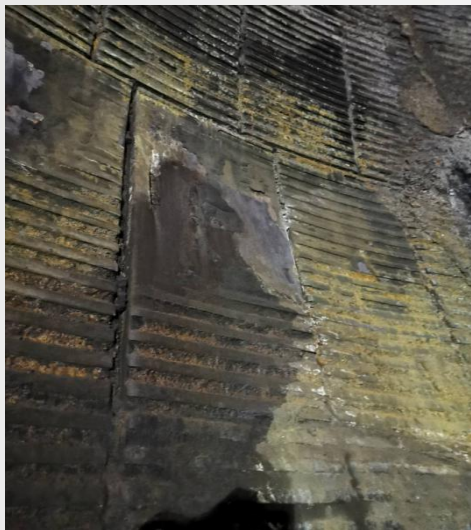
2016年20天

2017年218天

2018年130天

2019年165天

>>> 1、安钢1号2200m³高炉情况简介



安钢

1号高炉共设
14段冷却壁

炉底、炉缸（含风口带）

共4段铸铁冷却壁

炉腹、炉腰、炉身下部

共3段铜冷却壁

炉身中上部、炉喉

共7段铸铁冷却壁

在炉役后期出现了
炉缸侧壁温度升高、
冷却壁漏水严重等
现象。

02



实施冷却壁整体浇筑背景

>>> 2、实施冷却壁整体浇筑背景



2017年安钢1号高炉因部分冷却壁漏水严重和炉缸侧壁温度持续升高，威胁高炉安全生产，经讨论决定于10月18日对1号高炉进行停炉大修。

大修主要项目是：更换炉底最上一层炭砖及炉缸侧壁全部炭砖、更换漏水及损坏严重的137块冷却壁、炉内喷涂造衬、炉前设备升级改造等。

>>> 2、实施冷却壁整体浇筑背景



2.1冷却壁浇筑前高炉的运行情况

因2017年大修时冷却壁未进行全体更换，运行至2019年时，1号高炉再次出现冷却壁漏水情况，且漏水块数越来越多，漏水造成炉墙渣皮不稳，炉内气流出现频繁大幅波动，高炉顺行状态难以保持，漏水还造成铁口喷溅严重，渣铁无法及时排净，甚至影响高炉正常堵口，给高炉安全生产带来巨大威胁。

2018年3月24日1号高炉大修完毕，开炉生产，高炉运行状态良好。

01

02

03

2019年11月受环保限产影响，1号高炉进入环保管控期，经厂部研究决定在高炉环保管控期间对高炉进行抢修。

高炉
2019年11月3日
降料面
停炉

2、实施冷却壁整体浇筑背景



2.2冷却壁浇筑工艺的选择

高炉于2019年11月3日降料面停炉进入检修阶段。

检修主要内容：

- 更新炉前设备
- 更换漏水冷却壁及大修余下的236块冷却壁。

由于做出抢修决定的时间仓促，受到抢修工期以及冷却壁、镶砖等备件耐材制造周期较长等实际情况的影响，通过和相关设计院、高校、兄弟钢铁企业等单位进行技术交流和探讨，决定冷却壁不再采用镶砖的传统工艺，直接采用冷却壁整体浇筑技术。

>>> 2、实施冷却壁整体浇筑背景



2.3冷却壁浇筑施工方案的选择



冷却壁浇筑的 两个施工方案

方案一：按国内已有的案例，冷却壁运到高炉现场，在现场进行支模浇注，再安装到高炉内，优点是施工快、方便、自然干燥、烘炉时间短；缺点是缝隙太多，整体性不好。

方案二：冷却壁安装以后在炉内进行支模整体浇注，优点是整体强度高，缝隙少；缺点是支模施工复杂，烘炉时间长。

结论

综合考虑冷却壁备件到货周期、检修工期及浇筑施工要求后，决定实施冷却壁整体浇筑，**即方案二。**

03



浇筑方案实施情况

>>> 3、浇筑方案实施情况



此次冷却壁整体
浇筑可以分为
两个部分

炉缸浇筑

炉缸部分主要包括铁口区域和
风口带区域的浇筑修复。

风口带以上
整体浇筑

>>> 3、浇筑方案实施情况



3.1 炉缸浇筑

3.1.1 铁口区域损坏情况

铁口区域耐材由于在2017年高炉大修时刚整体更换过，本次主要是对三个铁口局部侵蚀严重的部位进行修复性浇筑，以恢复铁口区域的原始尺寸。从情况来看，1#铁口区域的炭砖侵蚀最严重。主要原因是1号高炉每年要进行环保限产停炉，高炉焖炉的时间和次数均是最多的。高炉复产时，由于焖炉时间长，为了炉况恢复顺利，要进行铁口埋氧枪作业。而1#铁口渣铁沟最短，是焖炉开炉时的主出铁口，插氧枪的次数和时间也最多，因此铁口区域侵蚀损害最严重。从损坏的形式来看，多是漏水以后产生的炭砖疏松层和插氧枪时氧气烧出的孔洞



>>> 3、浇筑方案实施情况



3.1.2 铁口区域浇筑方案

铁口支模



自流浇注



浇注完成



脱模效果



铁口区域的浇筑修复具体范围为：铁口纵向中心线左右各2米、铁口区域死铁层以上的范围内。该范围内要清理掉炭砖疏松层，露出炭砖的表面，由于没有放残铁，往下无法浇筑到炉底炭砖上面，为了保证铁口区域浇筑体的牢固，往上要浇筑到和风口带浇筑体连成一体。

>>> 3、浇筑方案实施情况



3.1.3 风口带区域损坏情况和浇筑施工

风口带在2017年大修时就是采用的整体浇筑，没有砌筑风口组合砖。从本次停炉抢修的情况来看，浇筑体基本保持完整，没有过多的侵蚀部位。为了保持铁口区域浇筑体、风口带浇筑体以及风口带以上冷却壁整体浇筑体的一体性和连贯性，本次抢修将风口带原浇注料打毛，也进行了支模浇筑。

支模浇筑



脱模效果



>>> 3、浇筑方案实施情况



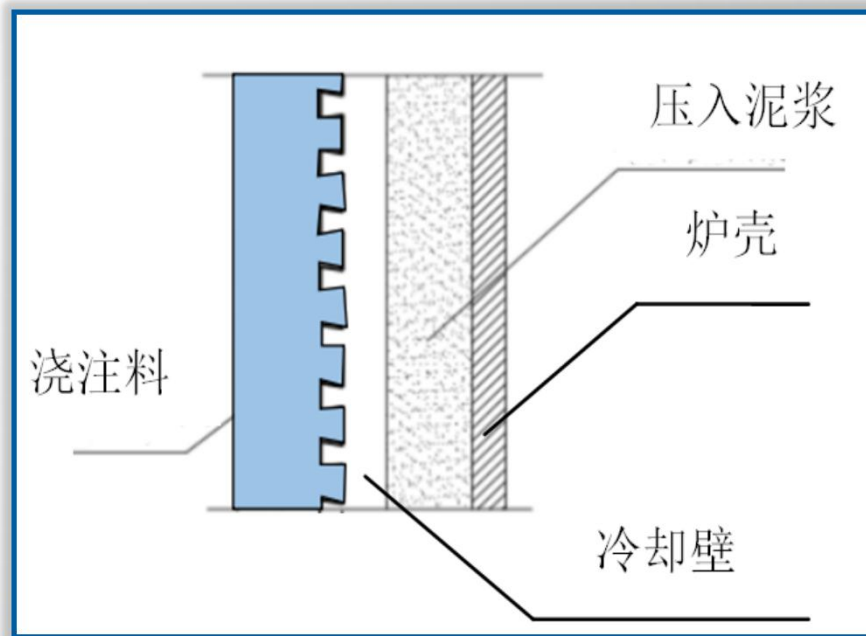
风口带整体浇注具有较好的完整性，可以有效防止炉腹以上部位及风口区水蒸汽、煤气以及碱金属等有害杂质沿着原来的组合砖、填料部位留下的空隙对下部炭砖及碳捣料的破坏，体现了良好的整体性和抗碱侵蚀性。2017年停炉大修后开炉生产，到2019年11月份停炉抢修，从风口带实际生产的情况来看，也证实了这一点。



>>> 3、浇筑方案实施情况



风口带以上冷却壁
整体浇筑是这次施
工的重点，也是技
术创新点。



>>> 3、浇筑方案实施情况



冷却壁整体浇筑的主要技术难点有以下几个方面：

一是支模的要求较高。为了保证模具的稳定性，在浇筑的过程中使浇注料能均匀的、按照图纸的尺寸浇筑出来，不发生“跑料”等现象，需要在炉内搭建大量的脚手架来固定模具。大型高炉炉膛空间大，炉膛内需要满搭脚手架，高度有26米多，对搭建脚手架、支模技术要求较高，并且为了保证内型尺寸的精准，还需要制作部分异形的模具。

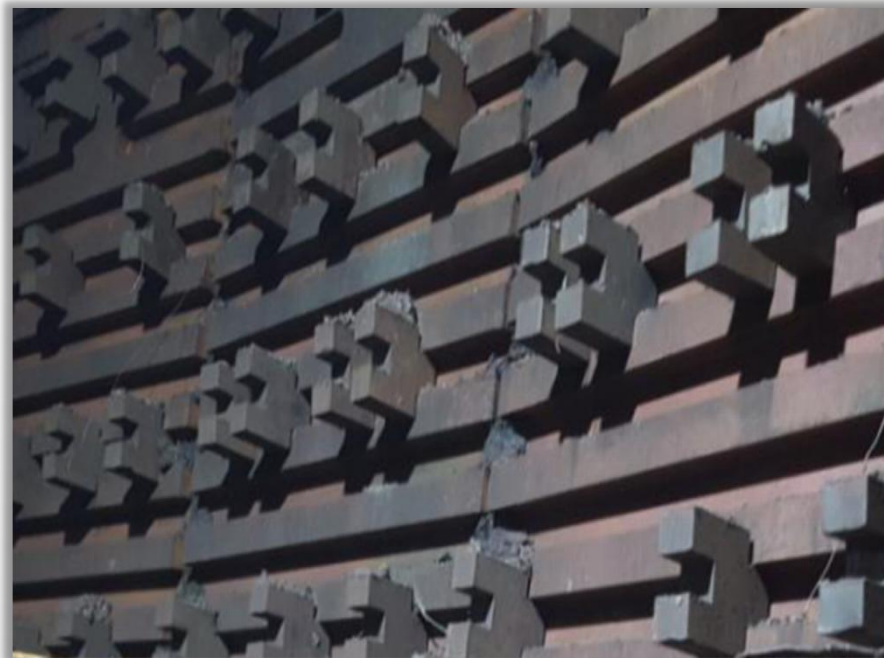


>>> 3、浇筑方案实施情况



冷却壁整体浇筑的主要技术难点有以下几个方面：

二是如何能做到让浇注料和冷却壁结合的更加牢固。本次冷却壁整体浇筑，浇筑的厚度基本是150mm（不含燕尾槽厚度），为了让浇筑体和冷却壁能够结合的更加牢固，在新更换的冷却壁燕尾槽中加装一定数量的锚固件。



>>> 3、浇筑方案实施情况



冷却壁整体浇筑的主要技术难点有以下几个方面：

三是材料的选择。此次施工根据各浇筑部位的工况条件，采用了四种不同的浇注料。



铁口区域采用具有抗冲刷、抗渣铁侵蚀性能较好的炉缸浇注料；
风口区域采用具有耐高温、耐热震、抗碱性、抗侵蚀性能的风口带专用浇注料。



风口带以上炉体部位根据工况条件不同使用两种浇注料，**炉腹、炉腰以及炉身下部**高温区采用以碳化硅为主，添加钢纤维及刚玉，导热性好、韧性大、强度高、耐渣铁侵蚀、抗碱性侵蚀的浇注料；**炉身中上部**采用以刚玉为主，添加金属钢纤维，耐磨、强度高，韧性好，耐机械磨损、抗热震的浇注料。

04



高炉开炉后的运行情况



4.1 开炉简介

经过设备联合试车，高炉充分烘炉后，1号高炉于2020年4月15日点火开炉，炉况恢复过程比较顺利，压量关系平稳，下料顺畅，22日高炉顺利达产。24日高炉负荷加到4.51，5月5日高炉负荷加到4.7，高炉日产达到5000吨以上。

4.1 开炉简介

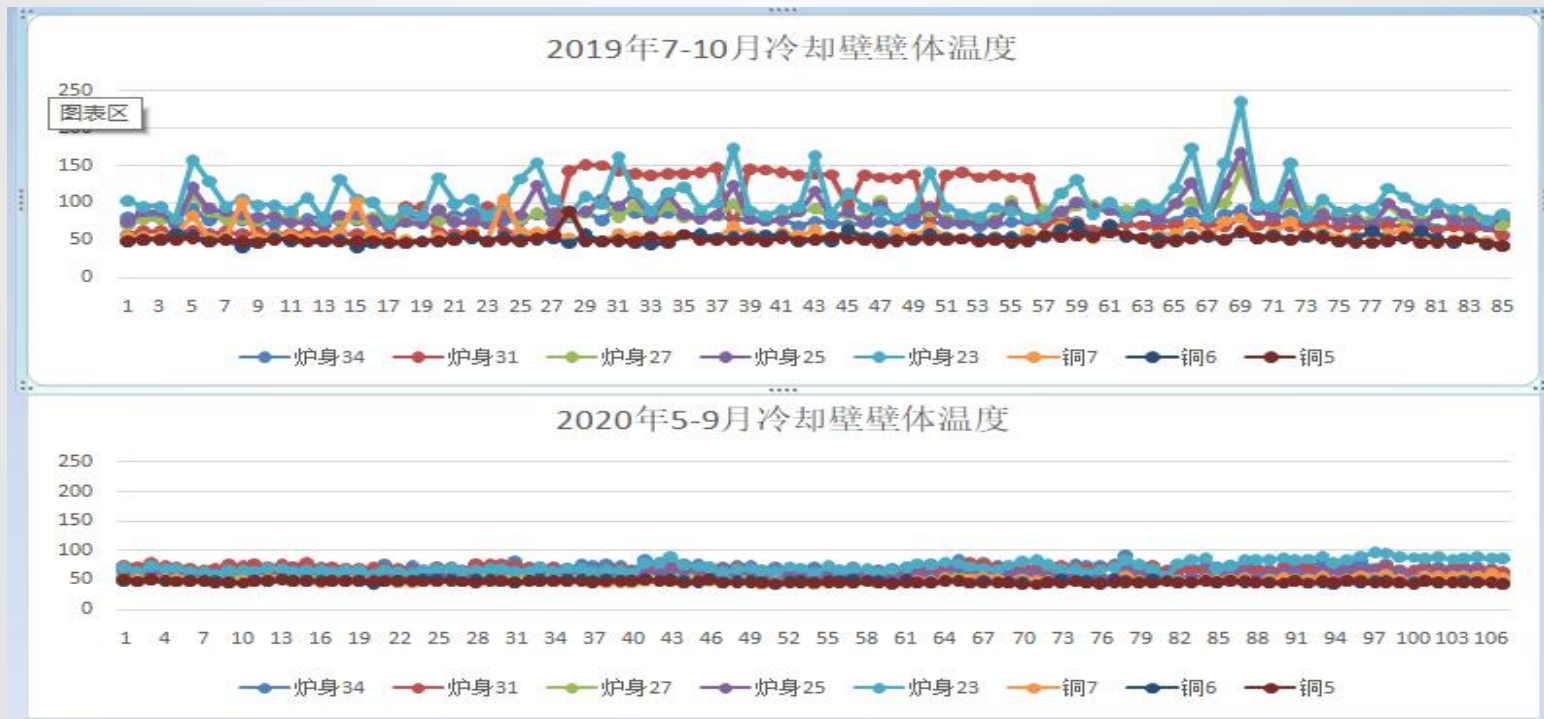
5月份起，高炉进入强化生产阶段，风氧量的使用大幅提高，冶强也随之提高。在高炉强化生产下冷却壁壁体温度变化不大，炉身下部壁体温度略微有所升高。较未浇筑前对比，壁体温度整体处于较低温度区间，波动幅度小，炉型规则均匀，操作炉型稳定可控。

>>> 4、高炉开炉后的运行情况



4.2 浇筑前后冷却壁壁体温度对比

高炉投产后，从冷却壁壁体温度来看，壁体温度稳定，运行区间窄，波动幅度小，圆周方向差别不大，高炉操作炉型规则可控，有助于高炉煤气流分布的合理稳定。



>>> 4、高炉开炉后的运行情况



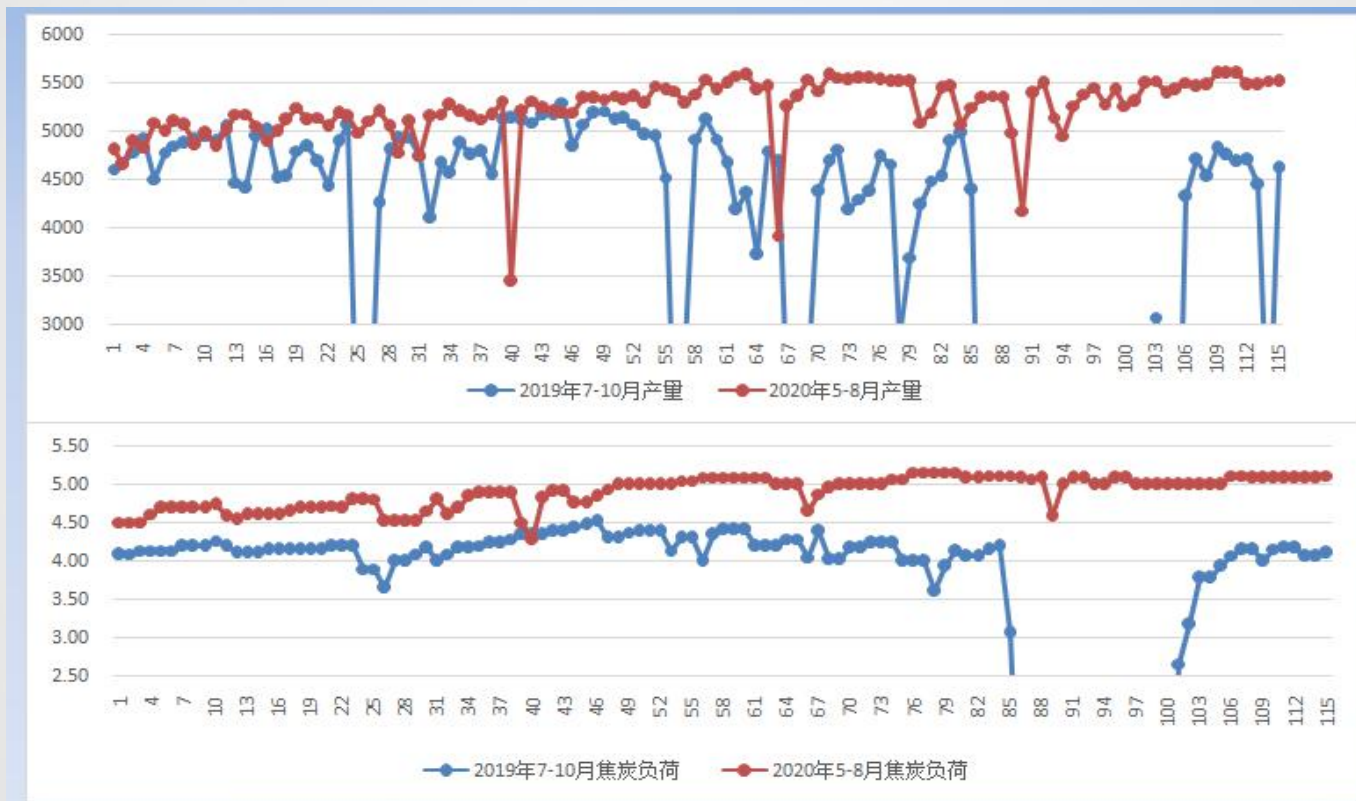
	2019年7-10月平均温度 (℃)	2020年5-9月平均温度 (℃)	温度差 (℃)
炉身34	78	71	7
炉身31	90	69	21
炉身27	85	55	30
炉身25	87	61	26
炉身23	106	70	36
铜7	59	47	12
铜6	53	47	6
铜5	51	46	5

对比2019年正常生产时的冷却壁壁体温度，可以看出，2020年4月份开炉以来冷却壁壁体温度整体处在较低温度区。在开炉生产5个月后，各段壁体温度较浇筑前整体偏低且稳定，波动平缓且均匀，尤其是炉身中下部，平均温度较浇筑前降低30℃左右。

>>> 4、高炉开炉后的运行情况



4.3 浇筑前后生产技术指标对比



>>> 4、高炉开炉后的运行情况



4.3 浇筑前后生产技术指标对比

	月份	日产 (t)	焦炭负荷 (t/t)
2019年	7月	4546	4.11
	8月	4739	4.31
	9月	4024	4.12
	10月	4329	4.11
2020年	5月	5017	4.65
	6月	5243	4.91
	7月	5327	5.03
	8月	5420	5.05

可以看出，2020年高炉产量较2019年升高了15%-25%，焦炭负荷较去年提高了25%，且高炉炉况4月开炉至今顺行状态始终较好，冷却壁壁体温度稳定均匀，炉内气流顺畅，炉型规则可控，各项指标较去年均有明显提高。**年末最高日产达到6200吨以上，利用系数突破2.8t/(m³·d)，最高干焦负荷达到5.3以上**，高炉利用系数及焦炭负荷等指标创造历史新高，取得较好的生产效果。

05



总 结

>>> 5、总结



01

冷却壁整体浇筑施工相对简单，进行支模浇筑即可，较好的解决了砌砖对耐火砖外形尺寸的要求以及砖缝缝隙尺寸的要求；但为了达到精准的设计炉型尺寸，在施工时对支模的要求较高。

02

高炉冷却壁整体浇筑技术做为一种新的工艺技术和新材料的运用，在不同部位耐材的选择上以及对耐材的材质也提出了较高的要求。整体浇筑炉衬和传统的砌砖炉衬的优劣性，值得进一步关注和研究。

03

冷却壁整体浇筑结构整体性好，消除了砖衬结构存在大量砖缝的弊端，仅留存少量的膨胀缝，高炉操作炉型较为规则，稳定性好，能够形成稳定的渣皮，有利于高炉炉况顺行。

04

由于消除了绝大部分砖缝，整体浇筑炉衬抗碱金属等有害元素侵蚀能力增强，能够延长炉衬寿命。

05

安钢1号高炉是首座冷却壁整体浇筑的2000 m³级高炉，开炉至今运行状态良好，主要经济技术指标得到突破，在后续的生产中需要不断总结积累经验，为冷却壁整体浇筑高炉的生产运行情况做好技术积累。

汇报完毕 感谢聆听

