

川威1750m³高炉钒钛矿冶炼顺行1800天 生产实践

钒钛科技 李钧

2021年4月16日

前言

今天，我们感怀祖国建党100周年的喜悦与自豪，见证新中国炼铁工业技术不断腾飞。

川 威 钢 钛 科 技





川威钢钼科技
Tranvic vanadium-titanium



四川冶金工业鼻祖

前身：威远钢铁厂 始建于1929年 生产历史达92年

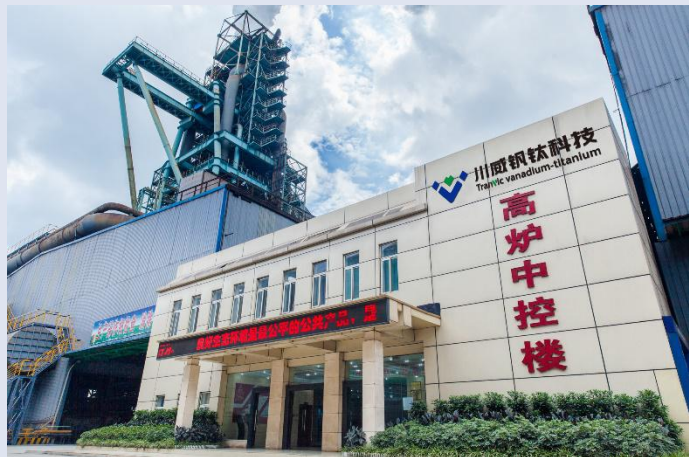
钒钛矿冶炼经验：16年

被誉为“中国钒钛矿冶炼第三基地”

目前产能：年产含钒铁水550万吨，年产片钒1.5万吨



川威钢钒科技
Tranvic vanadium-titanium



连续稳定顺行达1870天

- 高炉有效容积：1750m³ 座数：2座
- 投产时间：2012年底
- 长达五年未有失常，做到“一料未悬”的高级顺行



钒钛矿冶炼难点介绍

- 烧结难度大，烧结成品脆性大，摔碎率高
- 入炉品味低、炉渣粘稠、流动性差、渣铁分离效果差、铁损高
- 炉温控制区间窄，炉内操作难度大
- 难以维持高炉长周期稳定顺行
- 炉渣脱S能力远低于普通高炉渣，给下工序带来生产困难



曾几何时，川威钒钛矿冶炼陷入窘态

- 经历多次难行、悬料等工艺事故
- 2014年、2015年，出现3月以上长周期失常
- 团队思想高度不统一、人才流失严重
- 多次聘请外部专家“救火”
- 技术体系混乱，外围保障能力不足



痛定思痛，进行管理流程再造

- “以高炉顺行为中心，以方案为指导”
- 原料、设备管理
- 高炉操控管理
- 精益基础管理

(1) 厚料层钒钛烧结



260余项烧结杯及矿石性能研究实验

钒钛矿预混造堆、全活性石灰消化、圆筒雾化加水、合理偏析布料、微负压点火

烧结机料层厚度：**850mm** R2合格率：99.68%
FeO合格率：99.49% 转鼓指数：75.11%

(2) 球团保质提产



持续开展球团提产攻关

提升烘干窑废气温度、匀球焙烧、延长链篦机风箱、使用承德优质钒钛资源.....等措施

球团矿品位由53.5%提升至56.4%，实现全年产量超设计能力**20%**

(3) 焦化稳产保质



开展6m捣固焦炉的配煤结构攻关

稳定配煤结构、新建环保设施、抓干熄焦炉况与设备管理

焦炭干熄率 > 97.5% 热强度:65.5% M40 : 88.7%
M10:4.7% 灰分:13.5% 质量合格率 > 98%

(4) 槽下管理升级



强化仓位管理及筛分T/H值管理

烧结矿皮带下料口防摔改造、创新发明焦炭先筛后切新技术、分级过筛，实现矿丁全入炉

焦炭干熄率 > 97.5% 热强度: 65.5% M40 : 88.7%
M10: 4.7% 灰分: 13.5% 质量合格率 > 98%

(1) 1750m³高炉工艺操作路线



➤ 两 全 一 高 开 中 心
 ➤ 严 控 硅 碳 稳 炉 温
 ➤ 大 风 富 氧 提 强 度
 ➤ 五 不 原 则 抢 炉 前
 ➤ 精 细 操 作 促 顺 行

(2) 红线和数据化管理

扁鹊三兄弟

根据古籍 魏文王问名医扁鹊说：你们家兄弟三人，都精于医术，到底哪一位医术最好呢？
扁鹊回答说：大哥最好，二哥次之，我最差。
文王再问：那为什么你最出名呢？
扁鹊答说：我大哥治病，是治病于病情发作之前。由于一般人不知道他事先能铲除病因，所以他的名气无法传出去，只有我们家的人才知道。我二哥治病，是治病于病情刚刚发作之时。一般人以为他只能治轻微的小病，所以他的名气只在我们家。我小弟治病，是治病于病情严重之时。一般人看见的都是我在经脉上穿针管来放血，在皮肤上敷药等大手艺，所以他们认为我的医术最精明，因此名气传遍全国。文王连连点头称道：你说得极好。

上医治未病
中医治已病
下医治末病

7#高炉操作红线

1. 炉温: $Si \leq 1.10$ 15, $Cl \leq 0$ (低于此标准必须采取加煤或加焦或减风等措施)
2. 炉压: ≤ 180 kpa (>180 kpa 必须减风控制到规定范围)
3. 风温: $1200 \pm 20^\circ C$ (风温调节权, 生产副厂长)
4. 风量: ≤ 10000 m³/min $\pm 1\%$
5. 富氧: ≤ 80000 m³/min
6. 顶压: ≤ 202 kpa
7. 矿丁: 富氧使用 2.5 t/批
8. 炉口深度: ≥ 2.4 m (<2.4 m, 必须通知使用割嘴)
9. 放铁时间: 每批口 35 min 以内, 顶铁口 25 min 以内
10. 放铁时间: <200 min

刘浩 16.5.21

2016年5月21日

制定“红线”原则，杜绝剑走偏锋。
注重人才的培养和优化做到数据化比对和分析，避免“拍脑壳”决策，尽量做到“病未有形而除之”。

(3) 送风制度优化

送风制度

项目	风量	富氧量	风口面积
单位	m ³ /min	m ³ /h	m ²
基准期	3738	6500	0.265
攻关期间	3850	11000	0.282
对比	112	4500	0.017

- 扩大风口面积至0.282m²
- 增加入炉风量112m³/min
- 维持标准风速220~230m/s
- 加富氧至11000m³/h

(4) 优化上部料制

模式:

矿石: 矿石平台角度差6~8°

焦炭: 焦炭平台角度=矿石角度+0.5°

+空焦

举例:

α	0	35	33	31	29	27	21
	C	3	3	3	2	1	4

或

α	0	35	33	31	29	27	21
	C	3	3	3	2	2	4

定期倒罐、溜槽换向、大矿批
国内平台+漏斗和中心加焦两种模式



川威特有的平台+空焦布料矩阵模式

(5) 推行低碱度冶炼，改善渣系

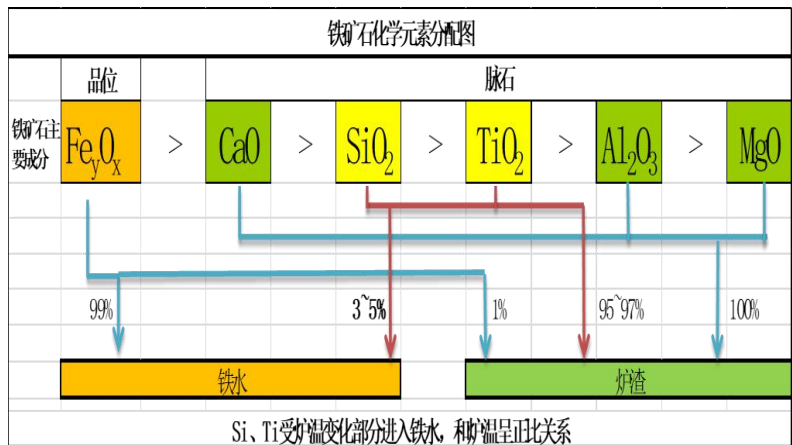


S负荷 : 6.3kg/t

4.8kg/t

炉渣R2 : 1.08-1.12

(6) 实现低Si、Ti冶炼



1750m³高炉：

- 【Si】 + 【Ti】 : 0.15~0.35%
- 合格率75%
- 平均【Si】 < 0.12%。

(1) 炉前标准化作业

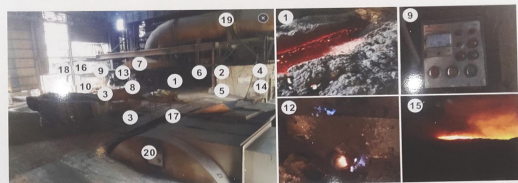
安全操作清单

高炉车间岗位安全操作清单

序号	5-1	岗位名称	炉前工
岗位职责	安全生产、准点出铁		
操作清单	维护标准化场所、正点出铁		
岗位主要危险源	铁水打炮、灼烫伤害、煤气中毒、物体打击、起重伤害、机械伤害、触电伤害		
	1、工装劳动防护用品穿戴规范 2、作业过程站位规范 3、严格遵守行车“十不吊”规程 4、该站作业时，必须站于		

标准化作业

大高炉车间炉前操作标准化



步骤	序号	主要工作	操作标准 (KAI)	铁口	渣口	渣沟工	渣沟工
铁口堵口后	1	主沟覆盖保温料	平铺均匀				
铁口点检	2	打水冷却液压泥炮	降低炮身温度				
退炮	3	点检关键设备：主沟、复沟、渣沟、炉前设备点检标准	沙坝、摆嘴、冲制箱、开口板	✓			
清理铁口	4	退炮	按规定时间20分钟	✓			
清理铁口	5	打水冷却液压泥炮	降低炮身温度	✓			
清理铁口	6	清理铁口区域的残渣	铁口周围无残渣	✓			
填充泥炮	7	将炮泥填入液压泥炮缸	炮泥用量30-35吨		✓		

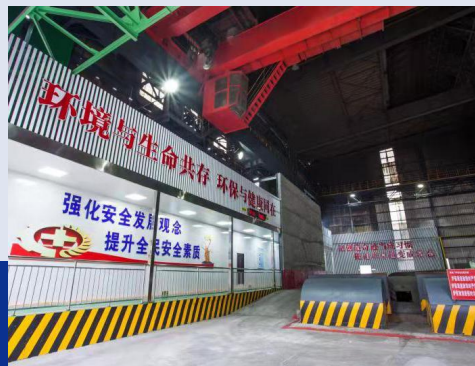
安全生产责任制

一般岗位员工安全生产责任制

- 1、对本位安全生产、环保、职业病防治工作负岗位职责；
- 2、自觉学习并认真遵守本单位的安全生产规章制度和《安全操作规程》，自觉接受安全教育培训。掌握岗位安全知识，具备相应安全技能。正确佩戴和使用劳动防护用品
- 3、牢固树立“安全第一”的思想，遵守劳动纪律，严格执行安全规程、制度，不违章违纪；
- 4、正确使用和维护本岗位、本工种的设备、工具、安全防护设施。按规定使用劳保用品；
- 5、积极参加安全教育和技术培训活动，不断提高自己的

规范炉前操作行为，促进炉前操作技术进步，杜绝了炉前事故发生。

(1) 炉前标准化作业



(2) 精益设备管理

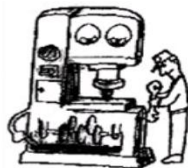
问为什么，直到你弄清问题的真相

1. 为什么机器停了？



过载保险丝烧断

2. 为什么过载保险丝烧断？



轴上没有足够的油

3. 为什么油不够？



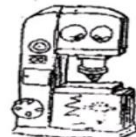
因为轴磨损，油泵没有泵出足够的油

4. 为什么油泵不能正常工作？



因为油滤网被金属屑堵塞

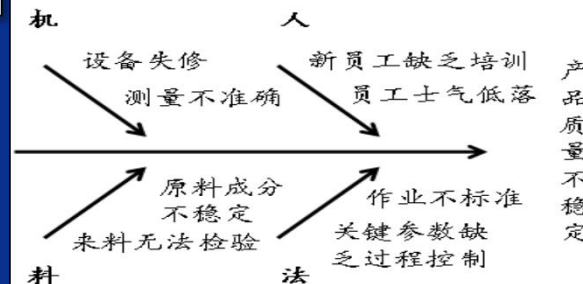
5. 为什么滤网堵塞？



没有进行预防性保养或每周清洗



产品质量鱼骨图



强化休复风工艺参数检查，实现设备最长检修周期**193天**，
总休风率控制在**0.25%**，达到全国同类型高炉较好水平。

(3) 生产预案管理



方案讨论



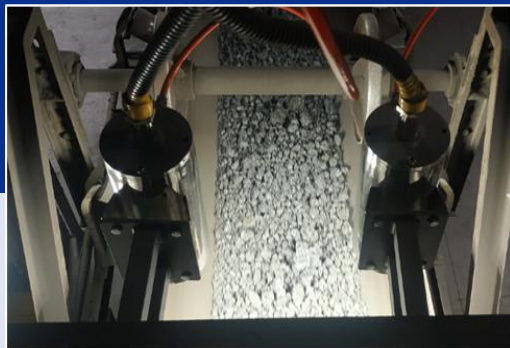
培训学习



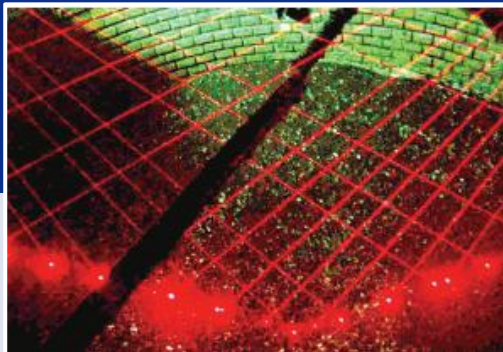
检查复盘

同时，建立进出水温差控制及后期炉役操作标准，保障了后期冶炼强度的稳定，为高炉稳定顺行奠定基础。

(4) 新装备升级



粒级在线监测系统

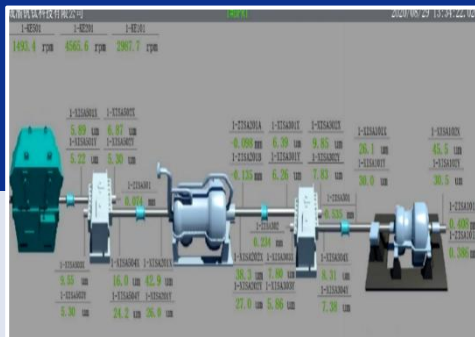


炉缸多维侵蚀检测智能分析



恒风压无扰换炉

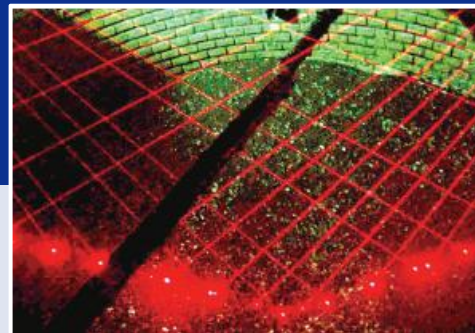
(4) 新装备升级



BPRT远程在线诊断



长寿智能主沟



激光料面扫描系统

(5) KPI到KAI转变

	含义	举例
KPI	Key Performance Indicator 关键 绩效 指标	产量
<hr/>		
KAI	Key Action Indicator 关键 行为 指标	炉温控制

- 以精益化生产推进方案为指导
- 以问题督导为操作指南
- 以精益指标为结果导向
- 实现KPI层层分解到KAI
- 实现高炉操作标准化

(6) 新形势下的低成本战略

下降管加固



系统设备能力校核



优化炉内操作管理



提高钒钛矿入炉比例，保障焦炭质量稳定，进行“精料”到“经济料”的转变；
提升顶压20~30KPa，富氧率由4%—6%以上，保证“降品不降产”。



产量



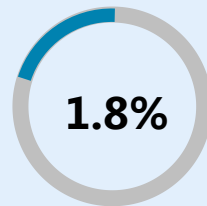
利用系数



燃料比



煤比



铁损

[illegible]

2019年川威钒钛科1750m³高炉
钒钛矿冶炼主要指标，在全国36
家共67座同类型高炉中位居前列。



评价意见

2019年4月3日，四川省金属学会组织专家在成都召开了由成渝钒钛科技有限公司研发的“1750m³高炉钒钛磁铁矿高效稳定冶炼技术研究”项目的科技成果评价会。评价委员会专家听取了项目组的技术研究报告等内容的汇报，审查了相关技术资料，经认真讨论后形成评价意见如下：

- 1、提供的资料齐全，符合技术评价要求。
 - 2、项目基于1750m³高炉钒钛磁铁矿冶炼长周期稳定顺行难题，结合自身工艺装备及原料条件，提出了适合高炉操作的工艺原则，进行了相关工艺制度优化，实现了高炉钒钛磁铁矿高效、长周期的稳定顺行生产和过程精细化控制。
 - 3、项目针对原料特性和高炉特点，基于炉料特征开展了炉渣性能、炉料冶金性能、装料制度等工艺研究，制定了包括炉料结构、空焦角度等关键工艺参数在内的合理的工艺制度，有效解决了高炉气流周期性变化、炉前流铁排放不均匀等制约高效冶炼的问题，形成了炉前操作标准化，实现了在波中TiO₂（17-19%）条件下冶炼钒钛磁铁矿高炉的长周期稳定顺行，高炉技术经济指标得到了充分改善，满足了高炉钒钛磁铁矿高效稳定顺行生产的要求。研究形成的1750m³高炉钒钛磁铁矿高效稳定冶炼技术处于国内领先水平。
 - 4、研发的技术已在生产中实现了应用，已实现1142天的连续稳定顺行生产，产生了显著的经济效益和社会效益。
- 评价委员会一致同意通过该项目的技术评价。
建议加大该成果的推广应用。

评价委员会主任：杨明 副主任：陈永

2019年4月3日

科技成果

《1750m³高炉钒钛磁铁矿高效稳定冶炼技术研究》项目已在四川省科技厅鉴定为科技成果，并且达到全国领先水平。



解决了2000m³级高炉钒钛矿冶炼无法达到**长周期稳定顺行**的难题；



解决了钒钛矿冶炼消耗高、铁损大的难题，钒钛矿冶炼能**达到普矿冶炼**的水平；



树立以 **“高炉顺行为中心”**，通过高炉的指标进步推动前后工序指标提升，系统降本。





当今高炉生产技术飞速发展，在钒钛矿冶炼技术上，我们还需要向国内一流企业对标学习，同时热忱欢迎各位领导和专家来厂交流指导。我们力争持续保持钒钛矿冶炼**高炉长周期稳定顺行**，各项技术经济指标迈上新台阶，为系统稳定、指标提升、成本降低而不懈努力！推动炼铁生产技术迈向“**碳达峰碳中和**”新时代！

要成功只有拼搏，有胜利才有欢乐！