

## 炼钢厂中间包使用寿命突破 120 小时实践

徐建伟

吉林鑫达钢铁有限公司, 吉林 辽源 136200

**[摘要]**文中主要介绍了某单位炼钢厂连铸中间包连续使用突破 120 小时创下最高使用寿命纪录的生产实践, 在提高中间包使用寿命攻关活动中, 各相关单位通过采取一系列技术措施, 于 2020 年 12 月 9 日 23:47 时, 1#连铸机 6#中间包创下了中间包使用寿命的历史新高纪录——123 小时 17 分钟。通过总结该中间包创纪录的成功经验, 分析当前影响中间包使用寿命的因素, 以采取有效措施, 具备了推广使用的条件, 为下一步普遍提高炼钢厂中间包的平均使用寿命奠定基础。

**[关键词]**中间包; 使用寿命; 攻关; 上水口砖; 纪录

DOI: 10.33142/ec.v5i2.5247

中图分类号: TF777

文献标识码: A

### Practice on the Service Life of Tundish Exceeding 120 Hours in Steelmaking Plant

XU Jianwei

Jilin Xinda Iron & Steel Co., Ltd., Liaoyuan, Jilin, 136200, China

**Abstract:** This paper mainly introduces the production practice of continuous casting tundish in a steelmaking plant, which has exceeded 120 hours and set a record of the highest service life. In the key research activities to improve the service life of tundish, all relevant units took a series of technical measures, and at 23:47 on December 9, 2020, 1# continuous caster 6# tundish has set a new record for the service life of tundish - 123 hours and 17 minutes. By summarizing the record successful experience of the tundish and analyzing the current factors affecting the service life of the tundish, effective measures are taken to meet the conditions for popularization and use, so as to lay a foundation for generally improving the average service life of the tundish in the steelmaking plant in the next step.

**Keywords:** tundish; service life; tackling key problems; upper water outlet brick; record

#### 引言

中间包是炼钢厂连铸用关键装置, 如果使用寿命低, 会导致吨钢消耗高、金属收得率低、能耗高<sup>[1]</sup>。2020 年 6 月, 针对炼钢厂中间包使用寿命总体上未达到预期目标的实际状况, 为了优化炼钢厂生产组织, 减少因换中间包次数多造成坯头、坯尾、铸余的损失, 提高钢水收得率, 降低吨钢成本, 进一步提升炼钢厂的产能, 公司特将提高炼钢厂连铸中间包使用寿命列为公司级攻关项目, 制定了分阶段实现中间包平均使用寿命 80 小时、90 小时、100 小时的攻关目标。在攻关过程中, 单中间包的使用寿命不断突破创造新纪录, 本次创造纪录是继炼钢厂 2020 年 10 月 25 日创造的 100 小时 43 分钟中间包使用寿命后的新纪录。这一纪录也一举打破了对标单位无锡新三洲特钢公司 120 小时 25 分钟的中间包使用寿命的行业最高记录, 标志着炼钢厂中间包寿命迈上了新的台阶, 为以后提高转炉及连铸机作业率、优化转炉生产组织奠定了基础。

#### 1 炼钢厂中间包使用寿命创纪录简介

炼钢厂的连铸机为 6 机 6 流弧形小方坯连铸机, 生产组织模式为三台转炉对三台连铸机。连铸中间包使用的是“T”形 6 流包, 1#、2#连铸中间包包容为 30t, 3#连铸中间包包容为 20t, 控流形式为比较普遍的定径水口中间包,

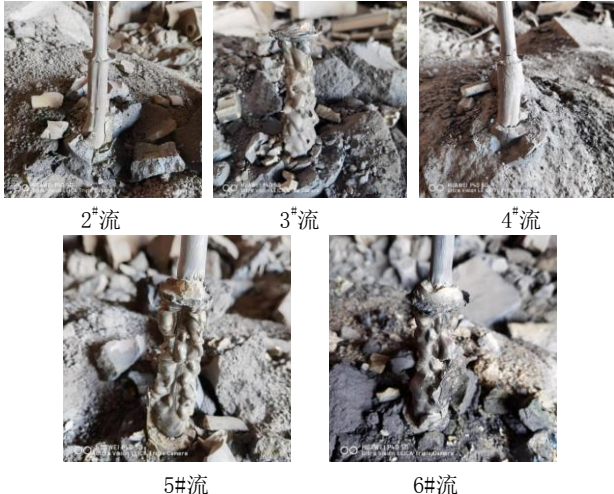
采用了快速更换下水口技术, 工作衬采用镁质干式振动料, 整套中间包系统所使用耐材以吨钢整体承包的形式外委, 含干式料, 永久层浇注料, 上水口座砖、上水口、下水口(又称为滑块)、冲击板、引流砂、撇钢槽等。

2020 年 12 月 9 日创下新纪录的中间包为 1#连铸机 6#中间包, 该中间包自 12 月 4 日 20:30 时开浇使用, 至 12 月 9 日 23:47 时, 共计 123 小时 17 分钟, 连续浇注了 261 炉, 生产 HRB400E 钢和协议钢 A 共计 16965 吨。



图 1 吉林鑫达炼钢厂中间包使用寿命创纪录情况图

包壁侵蚀及上水口损坏情况: 该中间包停浇下线翻包后, 我们对其进行了观察和测量, 从其状况来看, 包壁还有 50-80mm 厚, 冲击板还有 80mm 厚, 上水口砖 2#、5#、6#流扩径较严重。


**图2 下线后中间包包壁和包底情况**

**图3 下线后观察上水口扩径情况图(1#流丢失)**

## 2 目前影响中间包使用寿命提高的因素分析

### 2.1 中间包耐材质量

中间包耐材质量是保证使用寿命的基础,尤其是工作衬渣线料、包底冲击区、上水口的质量。在工艺条件及中间包耐火材料的材质和砌筑形式一定的情况下,中间包寿命主要取决于中间包工作层抵抗钢水的化学侵蚀、高温熔损和机械冲刷,镁质耐火材料吸附钢中夹杂物的作用很强,而且抗侵蚀、耐冲刷能力好,能满足高连浇炉数的要求,也改善了钢水质量。

从生产实际攻关过程中主要体现出来的耐材问题就是中间包渣线温度高、频繁等钢冲击区温度高的问题以及使用到中后期时上水口扩径严重或掉料的问题。

### 2.2 炼钢厂设备检修的影响

受公司总体计划检修、炼钢厂计划检修、设备故障检修、等铁被迫检修等影响,不可避免造成了包龄的浪费,这种现象目前普遍存在。

### 2.3 炼钢厂生产组织

(1) 中间包钢水液面在生产过程中应保持平稳或波动不大;生产组织要求转炉生产量与连铸生产量正常匹配,应避免钢水上连铸不及时造成的钢水液面波动过大对中间包内衬产生的危害。

(2) 钢水到连铸平台的温度应合理,避免钢水过热对中间包内衬冲刷;应避免因钢水温度过低向中间包透氧升温对中间包内衬造成的危害。

(3) 中间包结构:连铸中间包采用挡墙、挡坝及湍流

控制器等结构,不但使钢水在中间包流动合理,有利钢水中非金属夹杂上浮,提高了钢水质量,另一方面还提高了中间包使用寿命。

### 2.4 连铸人员操作水平

中间包开浇时的操作水平、快速更换滑块的操作水平、运行过程中的监测及判断水平都会影响中间包的个别流的使用寿命或总使用寿命。

## 3 采取措施

因为连铸机的启停影响转炉、连铸生产率,并且连铸机启停时产生的坏头坏尾影响钢水金属收得率和吨钢成本消耗,因此如何大幅度提高中间包寿命,保证连铸生产稳定顺行,提高钢坯质量和降低中包成本显得尤为重要<sup>[2]</sup>。

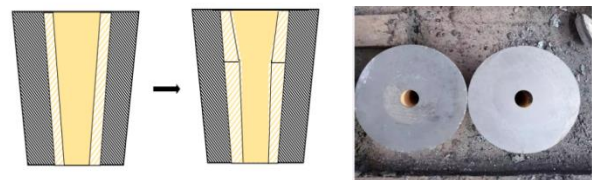
### 3.1 统一思想,多部门协同联动,提高中间包使用寿命攻关

为了落实公司攻关方案,技术部结合供应部和中间包耐材厂家,综合了以前中间包的具体使用情况,确定了优化上水口砖及座砖质量的措施;炼钢厂制定了厂级攻关方案,从生产组织、设备保障、员工操作、奖惩制度上采取一系列有效措施;中间包耐材厂家森德公司积极配合,不断优化中间包耐材质量以满足现场生产需求。

### 3.2 中间包用耐材优化

中间包耐材整体承包厂家积极配合不断优化中间包耐材质量以满足现场生产需求,先后解决了冲击区不抗冲刷、渣线区域温度高寿命短、上水口砖扩径严重和掉料等难题,并对中间包上水口镶嵌安装、滑动机构的安装、整体打制、脱模烘烤、在线烘烤提出了更新的解决方案。同时,加强滑动机构的安装、包底包衬的振动成型、烘烤质量的控制,尤其是对上水口砖质量的改进上,从锆质芯的材质优化、高度和厚度的变更、单体和上下合体的结构变化等方面进行了不断地探讨。

尤其是对其质量要求甚高的上水口砖,该中间包应用了耐材整体承包厂家自家生产的镶嵌锆质芯上水口砖产品,表明了其耐材产品已经能够满足高使用寿命的要求,通过质量的不断优化,取得了圆满成功,已能够满足长寿命的要求,可以在我公司炼钢厂中间包推广使用。


**改进前 50\*56\*130 改进后 50\*58\*160**
**图4 中间包用上水口改进图**

针对包底、包壁和渣线侵蚀速度的差异,选择不同材质的干式料进行砌筑;针对冲击区高温、高冲刷频次的薄弱环节采用高耐火度冲击板的组合配置,综合砌筑手段确保了冲击区和工作区寿命的同步。

该中间包冲击区采用了 170 冲击板+80 冲击板总计 5 块的组合方式，总厚度为 580mm，加强了抗钢水冲刷侵蚀的能力。



图 5 中间包冲击区用冲击板和加强板图

表 1 1#连铸机 6#中间包本次包役耐材主要配置表

项目	规格型号	数量	生产日期	材质
本体料	A5	7.4 吨	2020 年 11 月 18 日	镁质干式振动料
渣线料	B1	1.73 吨	2020 年 11 月 18 日	镁质干式振动料
涂抹料	C2	0.1 吨		刚玉碳质
上水口砖	Φ19	6		镶嵌式铝碳-锆质水口
冲击区包底冲击板	170 冲击板+80 冲击板	2+3=5		黑刚玉碳质
冲击区包壁加强板	820 板+900 板	2+4=6		黑刚玉碳质
下滑块	Φ15.5-Φ18.5	239 块		镶嵌式铝碳-锆质水口
浸入式水口	铝碳水口+石英水口	250 支		铝碳质、石英质

同时制定符合自身条件的烘烤工艺，适当延长中、小火烘烤时间，提升中间包烘烤质量，避免中包烘烤后工作层膨胀或垮料。

### 3.3 炼钢厂各部门和车间联动，保证 1#连铸机连续浇注

炼钢厂中间包单包使用寿命不断取得突破，创造新纪录，这与炼钢厂及公司不断追求行业最好指标是分不开的，对于中间包使用寿命攻关工作，内部加强了管理。

(1) 炼钢厂生产科积极组织生产，提高生产调度水平。控制铁水平衡，协调转炉、连铸生产节奏，减少因等钢原因造成的掐流；利用设备碰头会收集设备检修项目并安排计划检修。

(2) 设备科和维修车间落实设备点巡检，努力提高计划检修项目完成率，为连铸生产提供良好的设备保障。尤其是同期进行的结晶器使用寿命攻关取得效果，满足了长时间连续浇铸 3 个包次的使用要求。

(3) 转炉车间 1#转炉与连铸车间 1#机紧密配合，向 1#连铸机有序输送合格钢水，同期 1#转炉更换出钢口时由 2#转炉供应钢水为连铸生产创造良好条件。

(4) 连铸车间增强中间包使用寿命攻关意识，加强

管理，各岗位员工精心操作，克服困难连续生产，保证连浇时间。开浇时，拉钢工精准操作快速开浇；浇铸过程中，保证中间包钢水液面高度始终大于 700mm；更换滑块时，清理滑道到位，准备工作充分，快速更换，避免堵钢刺钢；改进溢渣操作，及时排渣，渣厚控制在 30mm 以下；大包工控制好钢包余钢的同时，避免大量渣子放到中间包内。

## 4 公司开展中间包使用寿命攻关实际效果

### 4.1 炼钢厂连铸中间包平均使用寿命得到提升

把提高炼钢厂中间包使用寿命列为公司攻关项目以来，公司领导高度重视，在公司各部门及耐材厂家的努力下，不断取得了单包使用寿命的突破，炼钢厂连铸中间包平均使用寿命也是连创新高，至 2020 年 11 月份，已经连续 4 个月超过 60 小时，较以前取得了很大的提升，最高为 64.83 小时，与 2020 年最低月平均使用寿命 47.02 小时提高了 17.81 小时。

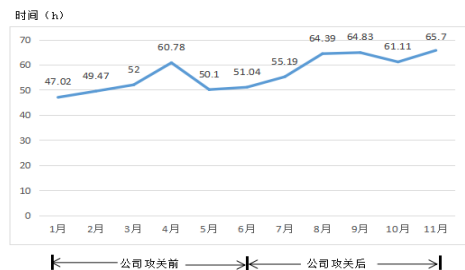


图 6 炼钢厂 3 个连铸中间包平均使用寿命

### 4.2 中间包使用个数减少明显

随着中间包使用寿命的提高，中间包月使用个数明显减少，2020 年 6 月攻关前 1-6 月份总计使用 230 个中间包，平均 39 个/月，攻关后 7-11 月份总计使用 166 个，平均 33 个/月，每月减少使用 6 个中间包。

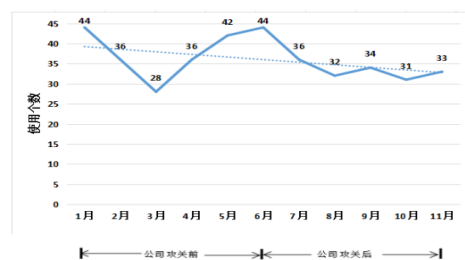


图 7 炼钢厂连铸月使用中间包个数变化图

### 4.3 近期提高中间包平均使用寿命产生的效益

中间包使用寿命的提高有利于提高钢水收得率，降低钢铁料消耗，有利于释放炼钢产能，有利于结晶器铜管使用寿命的提高，直接产生效益可分成两方面进行估算，可直接产生 7.06 万元/月。

(1) 减少铸余损失增效：每减少一次更换中间包，可减少切割坯尾、坯头和铸余损失约 15 吨，按 6 次计算月可

减少 90 吨, 按加工成本 400 元计算, 月可增效 3.6 万元。

(2) 增产效益: 每月减少换包 6 次, 每次换包时间按 10 分钟计算, 每月可增加约 60 分钟生产时间, 按连铸机每小时 173 吨计算, 每月可增产 173 吨, 按每吨钢毛利润 200 元计算, 月增效 3.46 万元。

### 5 对标无锡新三洲特钢公司中间包使用纪录<sup>[3]</sup>

据悉, 目前新三洲特钢公司的转炉、连铸技术和主要指标水平在同行业企业中位居前列, 其先进性吸引了一大批同行企业的关注和借鉴。2020 年 10 月 29 日新三洲炼钢厂按照厂部要求, 和江苏高鑫高温新材料科技有限公司进行合作, 使用江苏高鑫高温新材料科技有限公司全部自产的中间包耐火材料, 进行砌筑、安装施工。中包于 10 月 29 日 22:26 正式上线开浇生产, 至 11 月 03 日 22:51 中包停止浇铸, 连续生产 4 天 2<sup>#</sup>连铸机不停机 120 小时 25 分钟的生产, 完成了 346 炉钢生产的历史新高记录。这也是继新三洲 2020 年 5 月 21 日进行了 104 小时长寿命中间包使用后的行业新纪录。

这次和中间包耐材整体承包厂家合作, 采用其自产的上水口砖耐材及工作层干式料, 实现了长寿命的突破, 一举打破了对标单位无锡新三洲特钢公司长寿命中间包使用的记录。

### 6 结论

(1) 本次中间包使用寿命突破 120 小时, 达到 123

小时 17 分钟, 保证使用高质量耐材是基础。本次创新纪录表明了其中间包耐材配置已经能够满足高使用寿命的要求, 尤其是对其质量要求甚高的上水口砖, 通过质量的不断优化, 取得了圆满成功, 已能够满足高使用寿命的要求。下一步要巩固住上水口砖的质量优化成果, 普遍推广, 为实现总体平均使用寿命的攻关目标奠定基础。

(2) 炼钢厂科学合理组织生产和连铸工精心操作作为本次使用寿命实现新高奠定了基础, 表明了炼钢厂生产组织能力和岗位工的操作技能水平得以提升, 达到了较高的水平。

(3) 炼钢厂中间包的平均使用寿命, 通过不断努力, 由最初的平均 40 小时逐步提升到了平均 60 小时以上, 这次单包使用寿命突破 120 小时也只是阶段性的进步, 距离平均使用寿命的攻关目标差距还很大, 下一步继续致力于攻关工作。

### [参考文献]

[1] 姜兴辰, 李振, 施汉生, 等. 莱钢炼钢厂提高中间包单包寿命的措施[J]. 山东冶金, 2007(7): 29-30.

[2] 孟祥锋. 西钢提高连铸中间包寿命生产实践[J]. 黑龙江冶金, 2017(4): 46-47.

作者简介: 徐建伟(1977.8-)男, 汉族, 河北省易县, 钢铁冶金高级工程师, 本科, 研究方向: 钢铁企业耐火材料的研究与应用、钢铁企业能源管理。