

莱钢特钢厂降低中间包耐材消耗的措施

李法兴, 孙永喜, 马传庆, 范斌, 刘金玲

(莱芜钢铁股份有限公司 特殊钢厂, 山东 莱芜 271105)

摘要: 为了提高中间包使用寿命和连拉炉数、降低耐材消耗, 莱钢特钢厂采取了改进中间包砌筑工艺、应用干法振动成型式中间包、应用导流隔墙、改进LF脱氧工艺、提高电炉生产率、改进结晶器密封结构、应用中间包重接技术等多项措施, 使吨钢耐材消耗降低7.57元, 单包连拉炉数达到35炉。

关键词: 中间包; 耐材消耗; 干式工作衬; 中包温度; 结晶器

中图分类号: TF065.1 文献标识码: B

Measures of Reducing Tundish Refractory Consumption

LI Fa-xing, SUN Yong-xi, MA Chuan-qing, FAN Bin, LIU Jin-ling

(The Special Steel Plant of Laiwu Iron and Steel Group Co.Ltd.,Laiwu 271105,China)

Abstract: In order to increase life of tundish and continuous heats, reduce refractory consumption, measures such as improving tundish lining work, using dry vibratory pressing tundish, setting up baffle wall, improving deoxidization process, increasing EAF productivity, redesigning seal structure of mould, adopting tundish rejoining technology etc. are carried out in the special steel plant of Laigang, then refractory consumption of one ton steel is reduced by 7.57 Yuan and the continuous heats of one tundish is increased to 35 heats.

Keywords: tundish; refractory consumption;; dry working lining; tundish temperature; mould

1 前言

莱芜钢铁股份有限公司特殊钢厂(简称莱钢特钢厂)一炼区域现有3座20tEBT电炉、1座20tLF、1台150mm×150mm三机三流弧形小方坯合金钢连铸机,中间包为矩形、容量12t。铸机于2002年4月建成投产,主要生产碳结钢、合结钢、齿轮钢和锚链钢,代表钢种为45、40Cr、20CrMnTiH、CM490a。试生产期间,由于中间包耐材抗侵蚀能力差、生产不稳定、工艺不完善、铸机的非计划停浇率高等原因,导致中间包单包连拉炉数低,连拉时间短,吨钢耐材消耗高,金属收得率和铸机利用率低,严重制约了生产成本降低和铸机各项指标的提高。为此必须采取技术措施提高中间包使用寿命和连拉炉数,降低耐材消耗。2002年7月份铸机生产情况统计见表1。

2 相关技术措施

中间包耐材消耗按其使用情况可分为两类:正常消耗和非正常损耗。正常消耗是指中间包在除开浇、换包、最后停浇的不稳态以外其余大部分时间内保持稳定的高液面浇注的状况下,使用后期由于易侵蚀部位如

渣线、冲击区、溢流口附近侵蚀严重不能继续使用而造成的消耗。非正常损耗是指由于钢水跟不上、连铸锈眼、结晶器漏水、中间包穿包、连铸操作或设备原因发生过程事故导致生产不稳定，中间包液面波动大，耐材受钢水冲刷加剧的同时因急冷急热而开裂或脱落，不能使用或直接非计划停浇造成的损耗。根据统计，2002年7月份铸机计划停浇率仅为15%，由于铸机非计划停浇所造成的中间包耐材损耗在中间包耐材消耗中占有相当比例。因此要想降低中包的耐材消耗就必须在提高中间包使用寿命的同时，优化工艺、稳定生产、加强协调、减少过程事故，提高铸机计划停浇率。

表1 2002年7月铸机生产情况统计

浇次/炉	浇注总炉数/炉	单包连拉时间/h	单包连拉炉数/炉	停浇原因/炉次									吨钢耐材成本/元
				低温	套眼	无钢水	漏钢	中间包穿包	结晶器漏	其它	计划	计划停浇率/%	
33	531	12.45	16.09	1	7	7	2	2	4	6	5	15	16.54

2.1 降低正常消耗的技术措施

2.1.1 改进中间包砌筑工艺，制定新的中间包烘烤制度，试用干法振动成型式中间包。试生产期间，中间包的保温层和永久层用轻质漂珠砖和高铝砖砌筑而成，工作层为镁质涂抹料。中间包使用寿命低，且在使用后期由于工作层侵蚀严重或开裂，导致钢水渗入砖缝，造成穿包事故，工作层与永久层不易脱离，永久层的重复使用率低，耐材浪费严重，单包连拉炉数仅在15炉左右，不能适应多炉连浇和降低耐材消耗的要求。

经研究，改用非工作层整体打结式中间包，保温层为绝热纤维，永久层使用高铝质浇注料，工作层为镁质涂抹料。在中间包永久层浇注成型后就地小火烘烤24h，将其中的水分排净后热抹工作层，在台下自然风干，使用前吊到连铸平台烘烤，小火2h，中火2h，大火1h，保证工作层温度达到1000℃以上。

整体打结式中间包由于包壁变薄，容量扩大，减轻了钢水对工作衬的冲刷，更有利于夹杂物的上浮排除，净化了钢液；工作层与永久层易脱离，使拆砌包更加方便；耐侵蚀，有良好的绝热性能，单包连拉炉数显著提高，平均在40炉左右，杜绝了中间包穿包事故的发生，在一定程度上降低了耐材的非正常损耗发生的几率。

为了进一步提高中间包连拉时间，降低耐材消耗，从2002年10月份开始莱钢特钢厂试用干法振动成型式中间包，其工作层由干打料振动成型制成，具有致密度高、抗侵蚀能力强等特点，可使单包连拉炉数达85炉左右。干式工作衬性能指标见表2。

表2 干式工作衬理化性能指标

项目		指标
化学成分	MgO/%	≥80.0
	SiO ₂ /%	≤8.0
200℃×8h处理	体积密度/g·cm ³	≥2.0
	抗折强度/MPa	≥5.0
1500℃×3h处理	体积密度/g·cm ³	≥2.1

2.1.2 中间包使用导流隔墙使冲击区的耐材厚度增加，在优化中间包流场的同时延长冲击区的使用寿命，使中间包各部侵蚀趋于同步最初设计中间包为矩型加单墙结构。在生产过程中发现由于冲击区注流距Ⅱ流水口太近，在使用相同滑块的情况下Ⅱ流拉速明显高于Ⅰ、Ⅲ流，中间包存在着短流和死区，且在浇注后期墙体由于受到冲刷而上浮导致流场更加恶化，夹杂物不能充分上浮。通过水模实验，在中间包冲击区加导流隔墙，在优化中间包流场的同时由于增加了冲击区耐材厚度，延长了冲击区的使用寿命，使中间包各部侵蚀趋于同步，提高了中间包单包连拉时间。

2.2 降低中间包耐材非正常损耗的技术措施

2.2.1 提高电炉生产率，改进LF脱氧工艺，在提高钢水产量的同时改进钢水的可浇性 通过采取改善炉料结构、热兑铁水、安装炉门氧枪、油氧助熔强化供氧、应用喷粉罐喷粉造泡沫渣等措施，电炉冶炼时间由120min缩至90min，提高了电炉生产率。

LF通过采取将喂A1脱氧时间提前、根据渣况适时适量加碳化硅或电石扩散脱氧、保持稳定白渣、出钢后喂Si-Ca线对夹杂物进行变性处理、适当延长吹氩时间等措施，改善了钢水的可浇性，大大降低了连铸锈眼的发生比率。2002年7~10月锈眼比率统计见表3。

表3 2002年7~10月份锈眼比率

月份	总炉数/炉	锈眼炉数 /炉	锈眼比率 /%
7月	531	315	59.32
8月	880	220	46.7
9月	941	54	5.7
10月	1094	32	2.9

2.2.2 提高职工的操作水平，减少过程事故的发生 试生产期间，由于职工操作不熟练，拉漏、拉脱、滑块打偏、浸入式水口掉入结晶器等事故时有发生，仅2002年7~8月份由于职工操作原因导致非计划停浇就达8次，中间包耐材非正常损耗严重，严重制约了耐材消耗的降低。通过加强职工教育培训，加强操作前的确认，加大对过程事故的考核力度，使过程事故大为降低，2002年9~10月由于职工操作原因导致非计划停浇仅为3次。

2.2.3 改进结晶器法兰密封，杜绝结晶器漏水，减少连铸非计划停浇率 在生产过程中发现结晶器漏水现象经常发生，因结晶器漏水所造成的非计划停浇率占20%左右。结晶器上法兰密封垫圈弹性差，高温时易碳化。采用弹性更好、耐高温的密封圈，并事先测量密封槽深度，确保密封圈高于槽平面20%；在台下安装结晶器试水打压机，密封好的结晶器在台下用1MPa的水试压，并保压20min，发现漏水及时处理，杜绝了结晶器漏水。2002年7~8月因结晶器上法兰漏水而导致连铸非计划停浇次数分别为4、1次，9、10月未出现此类现象。

2.2.4 加强钢水的协调，采取措施稳定并适当降低中包温度 根据钢水供应和连铸拉钢的实际情况，分钢种制定新的温度制度；加强钢水协调，实现定点出钢、准点浇注，加强对钢包、中间包的烘烤，加快钢包周转；大包加盖保温、长水口保护浇注、中间包保持高液面操作、加保护渣和碳化稻壳双层保温等措施，使中间包温度波动在10℃以内。

2.2.5 加强设备的点检和日常维护，降低设备的故障率。

2.2.6 应用中间包重接技术 鉴于在中间包使用的中前期，由于成分出格或设备等原因导致中间包无钢水，且在较短时间（45min以内）有钢水供应的情况时有发生，应用中间包重接技术。通过在中间包内留少量钢水（100~150mm），加强保温，适当提高下炉钢水出钢温度，等其上台后中间包重接重新开浇的方法，保证中间包工作层继续使用，减少耐材消耗。

应用中间包重接技术的关键在于保持中间包内剩余钢水尽量少，便于重接的同时保证中间包水口上方不产生旋涡，以防止下渣。旋涡产生的高度与钢水在中间包的静止时间，注入流的方向，出口直径即钢水的流量，出口偏心度，中间包内液面的上升或下降情况等几个因素有关。可以通过采取当上炉钢水在中间包内剩余300mm时换小滑块，降低拉速以减少出口流量，增大钢水在中间包的静止时间，降低钢水流动的非对称性和高频扰动，重接炉次钢水大包开浇后中间包液面必须上升到300mm以上且温度合适的情况下再开浇等措施，来降低中间包钢液面产生临界旋涡的高度，避免下渣。实践证明，采取上述措施后，中间包剩余钢液面在100mm左右时未产生旋涡，未发生中间包下渣事故。

2.2.7 使用定径水口快换技术 定径水口通常采用锆质材料制作，但因其苛刻的使用条件和严格的拉速控制，使定径水口的使用寿命受到极大限制。目前锆质定径水口的正常使用寿命为4~5h，并受钢种的影响较大，定径水口扩径制约了中间包寿命的进一步提高。使用快换技术，可完成钢水在不断流的情况下定径水口快速更换，确保连铸拉速的稳定，使连铸因定径水口扩径拉速过快而导致被迫停浇的问题得以解决。

2.2.8 加强结晶器铜管管理和二冷喷嘴的清理工作，确保生产的顺利进行 试生产时期，由于结晶器铜管在使用过程中受热变形和磨损严重，失去或倒锥度过小而导致铸坯漏钢、鼓肚，以及由于二冷喷嘴堵塞导致连铸非计划停浇的现象时有发生。为此，加强结晶器上台前的检查工作，对新结晶器铜管质量严格把关，对下台后的旧结晶器铜管严格检查，经测量确认后方可使用。并在每浇次结束后及时检查清理二冷喷嘴，有力地保证了生产顺行。

3 应用效果

采取以上技术措施后，中间包使用寿命显著提高，耐材消耗明显降低。具体统计见表4。

表4 中包使用及耐材消耗情况

月份	单包连拉炉数/炉	单包连拉时间/min	吨钢成本/元	计划停浇率/%
7月	16.09	12.45	16.54	15
8月	28.37	20.69	12.34	55
9月	31.37	20.02	9.20	77
10月	35.00	23.40	8.97	89

4 结语

4.1 中间包耐材消耗是连铸生产成本的重要组成部分，是衡量职工操作水平高低、工艺是否完善、生产是否稳定的重要指标。

4.2 中间包耐材消耗按其使用情况可分为两类：正常消耗和非正常损耗。降低中间包耐材消耗就必须在提高中间包使用寿命的同时，优化工艺、稳定生产、加强协调、减少过程事故，提高计划停浇率。

4.3 通过采取相关技术措施后，莱钢特钢厂1#合金钢连铸机中间包的使用寿命显著提高，吨钢耐材消耗降低7.57元，降低了生产成本，为企业创造了明显的经济效益。

[返回上页](#)