DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2019.01.014

60 kg/m 钢轨 41 号高速单开道岔高锰钢整铸翼轨研制

董彦录
(中铁宝桥集团有限公司,陕西 宝鸡 721006)

摘　要:以 350 km/h 客运专线道岔研制为依托,分析介绍了 60 kg/m 钢轨 41 号高速单开道岔用高锰钢整铸翼轨的浇注、造型、冶炼等铸造工艺及机加工工艺设计,提出了工艺措施,并对各工艺实施后的效果进行了优化改进。研究结果表明:按照改进后的高锰钢整铸翼轨铸造工艺生产的铸件能够达到技术标准要求,机加工工艺能够保证整铸翼轨的质量要求。

关键词:高速道岔;高锰钢翼轨;铸造工艺

中图分类号:TG269　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2019)01-0060-04

Development on the Wing Rail for Cast Manganese Steel of No.41 Single Turnout of 60 kg/m Rail on the High-speed Railways

DONG Yanlu
(China Railway Baoji Bridge Group Co., Ltd., Baoji 721006, China)

Abstract: Based on the research and development of turnout of 350 km/h passenger high-speed rail line, the casting process and machining process design of high manganese steel integral cast wing rail for no. 41 high speed single opening turnout of 60 kg/m rail were analyzed and introduced, the process measures were put forward and the effect of each process was optimized and improved. The results show that the castings produced in accordance with the improved casting process can meet the requirements of technical standards, and the machining process can ensure the quality requirements of the whole casting wing rail.

Key words: high-speed turnout; wing rail for cast manganese steel; casting process

引进法国技术设计研制的 60 kg/m 钢轨 41 号客运专线道岔，成功应用于国内时速 350 km 高速铁路,完全满足了安全、舒适、快速的设计要求,得到了用户的高度认可,其中高锰钢整铸翼轨(俗称摇篮,以下简称整铸翼轨)作为该型道岔的核心部件发挥了举足轻重的作用。其结构如图 1，两端头 50 mm 长范围内按 60 kg/m 钢轨断面成型，通过闪光焊接工艺与 60 kg/m 钢轨焊接成型，实现与道岔轨件的无缝连接。整铸翼轨内侧底部设有整铸滑床台,满足心轨的滑移要求,相比普通滑床台板,高锰钢材质的耐磨性能更优。整铸翼轨中部的 VPM 箱体结构用于安装转辙机,实现可动心轨与翼轨的转换及锁闭。

整铸翼轨两端与钢轨采用焊接工艺连接,两端头 50 mm 长度范围内不允许有任何影响力学性能

图 1　高锰钢整铸翼轨结构
Fig.1　High manganese steel integral cast wing rail structure

和使用性能的铸造缺陷[1]。铸件毛坯重 1 900 kg,材质为 ZGMn13。化学成分 w (%) 为：0.95～1.3 C，11.5～14.0 Mn,Mn/C ≥10 且 C<(Mn-2)/10；Si ≤0.65、P≤0.050、S≤0.030。整铸翼轨内部质量采用 X 射线拍片检验,焊接端表面质量采用渗透检验[2]。

1　铸造工艺

1.1　铸造工艺设计

60 kg/m 钢轨 41 号整铸翼轨作为高速道岔的重要部件,其结构复杂、热节多、主要壁厚(45～70 mm)是普通整铸高锰钢辙叉的 2.5～3.0 倍，轮廓尺寸为 5 520 mm×770 mm×198 mm，较 60 kg/m 钢轨 18 号整铸翼轨长度增加 75.8%,件重增加 52.6%,铸孔增

收稿日期:2018-05-04

作者简介:董彦录(1963-),陕西武功人,教授级高级工程师.主要从事铁路道岔研制.电话:13892727576,
E-mail:31573212@qq.com

加 4.25 倍(达到 40 个)，对整铸翼轨铸造增加了更高的难度[3]。

60kg/m 钢轨 41 号整铸翼轨铸造工艺方案如图2。

1.1.1 浇注系统

(1)采用顶注式浇注系统和倾斜浇注工艺

顶注式浇注系统可有效改善远端钢液的成型条件，防止冷隔缺陷。倾斜浇注工艺可提高钢液液面上升速度，有利于型腔内钢液中气孔和夹杂物的上浮，有利于减少铸件内部的气孔和夹杂缺陷[4]。

(2)浇注系统采用粘土质耐火材料制品　粘土质耐火材料制品流钢砖可有效防止由钢液冲蚀砂型浇注系统造成的夹砂和砂眼缺陷。

1.1.2 造型工艺

(1)采用 VRH 水玻璃 -CO_2 酯硬化造型工艺，原砂采用镁橄榄石砂。

(2)焊接端轨头两侧边和所有轨顶面均采用专用明冷铁，增大了铸型内钢液结晶和凝固的温度梯度，有利于铸件的顺序凝固，能够使整铸翼轨行车表面形成一定厚度的细晶粒层组织，可有效提高整铸翼轨的使用寿命。

(3)轨底和轨墙壁厚肥大的关键部位应用高效发热冒口，消除热节影响。根据各部位热节大小分别采用了 M1 型、M2 型、M3 型 3 种保温冒口，冒口详细布置方案见图 2。

(4)铸型表面全部喷涂镁砂快干涂料，确保铸件非加工表面具有较低的粗糙度。

图 3 为整铸翼轨 VPM 箱区铸造工艺设计方案示意图，图 4 为整铸翼轨中部典型断面铸造工艺设计方案示意图。

1.2 冶炼工艺

(1)严格控制钢液温度于最佳范围内。

(2)出钢温度为 1 495～1 510 ℃，起包温度为 1 475～1 485 ℃。

1.3 浇注工艺

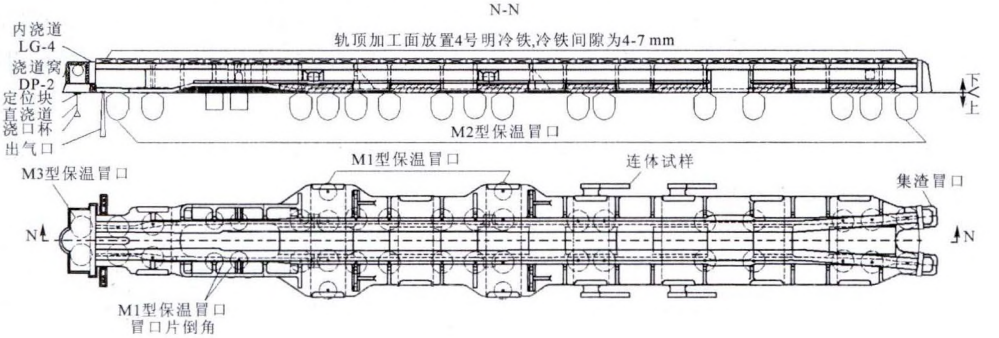

图 2 整铸翼轨铸造工艺示意图

Fig.2 Schematic diagram of casting technology of integral casting wing rail

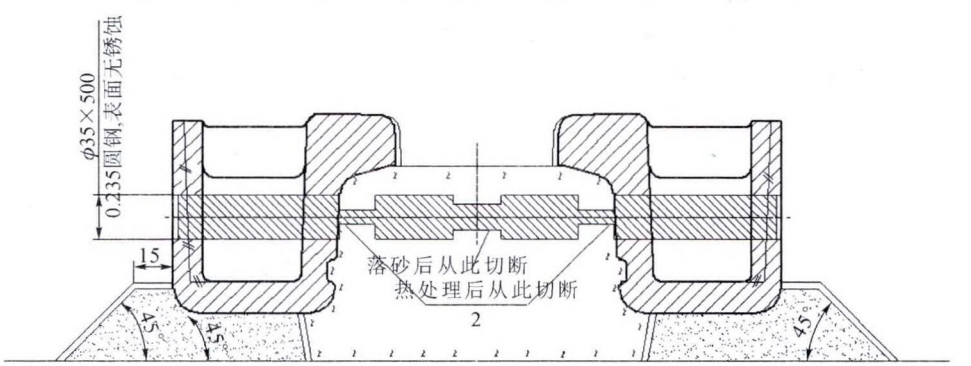

图 3 VPM 箱区铸造工艺示意图

Fig.3 Schematic diagram of casting process of VPM box

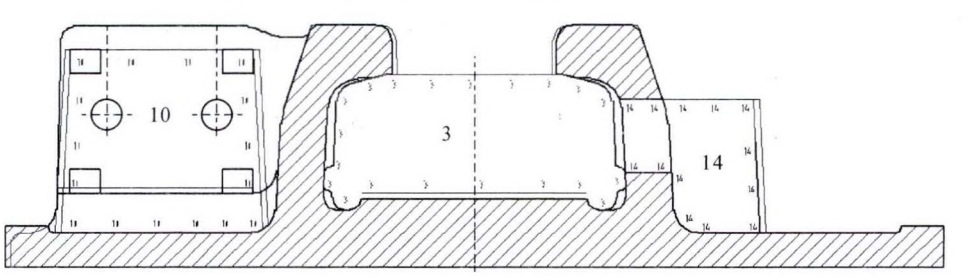

图 4 整铸翼轨中部典型断面结构铸造工艺示意图

Fig.4 Schematic diagram of casting process of typical section structure in the middle of cast wing rail

1.3.1 倾斜高度

铸型合箱后使用锁箱卡锁紧砂箱，防止错型和浇注过程中产生涨箱缺陷，杜绝因此而造成的铸件几何尺寸超差问题。浇注前将砂箱浇口端抬起550～600 mm。

1.3.2 浇注次序

将整铸翼轨安排在第3～第5位置进行浇注，此时浇注钢液成分较均匀，钢液温度适宜，有利于铸件获得高致密细晶粒组织，且不易产生冷隔等缺陷。

1.3.3 温度控制

采用热电偶和红外温度测试仪加强钢包内测温的准确性，出钢后镇静时间≥5 min方可进行浇注[2]。

1.3.4 浇注原则

大流开浇、快速浇注、及时收流、充分补浇。

1.4 铸件清理

为了避免联体试件遭受损伤，吊走上箱后直接将铸件从下箱中吊出，所有的铸件清理工作都必须坚持保护联体试件的安全。

铸件本体的冒口采用机械冲击方法去除，浇注系统在水韧处理前采用氧割方式切除。铸件顶面粘连的冷铁采用锤击方法清除。

1.5 热处理工艺

结合高锰钢辙叉热处理炉窑装备和工艺实际[6]，根据铸件最大壁厚尺寸，按适度降低低温升温速度，并延长650 ℃保温和高温保温过程进行水韧处理，工艺曲线见图5。出窑温度不低于1 070 ℃，开启炉门至入水之间应控制在60 s以内，防止碳化物和磷共晶等有害组织的析出。

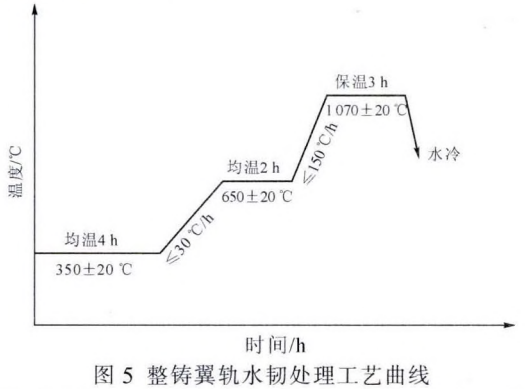

图5 整铸翼轨水韧处理工艺曲线

Fig.5 Water toughening process curve of cast wing rail

2 机加工工艺

一次调直划线→粗铣端头→粗铣轨底面→粗铣顶面及内腔底面→精铣轨底面→精铣顶面及内腔底面→精铣耳板上部→三次铣底→二次划线→铣趾端工作边及圆弧→铣趾端50 mm段折弯→铣跟端工作边及圆弧→铣趾端和跟端鱼尾空间→铣Z断面工作边→三次划线→刨圆弧→铣削1:40斜面→铣削两端头轨底侧边→粗铣R35圆弧→铣削立筋面→铣耳板侧边→钻孔→精铣端头→成品调直→组装打磨。

3 铸件质量检验

经过数次试制和工艺优化改进，除了焊接端头拍片结果未达标之外，其余指标均满足了高锰钢整铸翼轨标准要求[2]。缺陷主要表现为两端轨腰收缩缺陷超标，主要集中于距两端面5～50 mm。

4 原因分析

两端焊接成型段轨腰补贴斜度过小，补缩通道不畅，使设在轨底的保温冒口无法对轨头热节区域进行有效补缩，进而导致该区域内部收缩质量超标。

经现场对模型进行复验确认，两端焊接成型段轨腰冒口补贴斜度小于原设计1:20，且非浇口端冒口距离端面过大(达到130 mm)，进一步增大了该冒口对轨腰的补缩。

5 工艺改进

基于以上原因分析，我们有针对性的对工艺进行了调整，将冒口中心位置调整至距端面80 mm处，增大轨腰补贴斜度至1:10～1:8，增大冒口的补缩角度，打通轨腰的补缩通道，实现从轨头–轨腰–轨底–冒口的顺序凝固[7]，如图6。

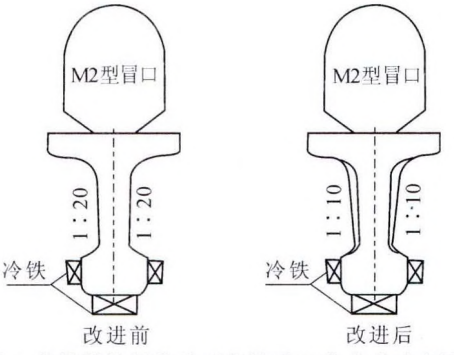

图6 整铸翼轨焊接成型段铸造工艺改进示意图

Fig.6 Improvement of casting process of welding section of cast wing rail

根据首次试制中存在的不足，同时对以下几方面也进行了优化和改进。

(1)ϕ35圆钢在热处理后一次性从根部切除，热处理前不做切割处理[8]。

(2)本次试制采用500 mm长度的ϕ35圆钢，VPM箱区圆钢端面两端各增加1 mm工艺补正量，

见图 7。

(3)VPM 箱区底部采用 ϕ100 福士科冒口放置在圆钢和轨墙相交处调整为将 VPM 箱区底部的冒口全部改为 ϕ120 福士科冒口，见图 8。

(4)针对翼轨工作边加工量不足问题，工作边工艺补正量由原来的 2 mm 调整为 5 mm。

6　结束语

(1)60 kg/m 钢轨 41 号高速单开道岔高锰钢整铸翼轨制造难度主要在铸造，尤其是两端 50 mm 范围内的内部和表面质量控制是该型整铸翼轨铸造的关键技术。

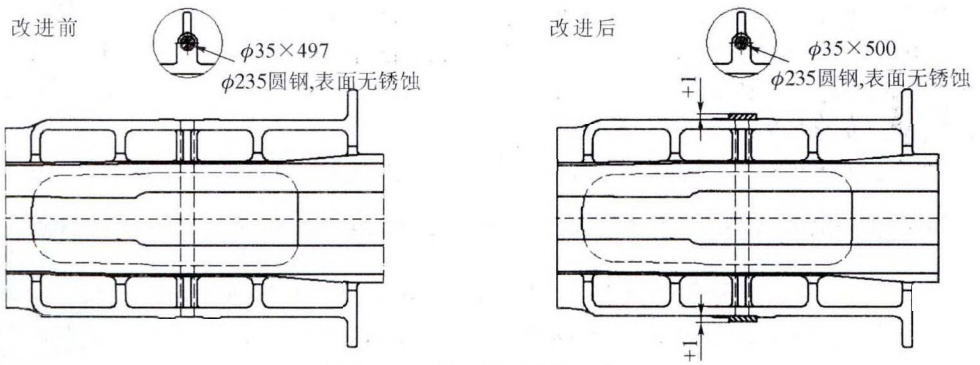

图 7 VPM 箱区圆钢改进示意图

Fig.7 Improvement of steel rod in VPM box

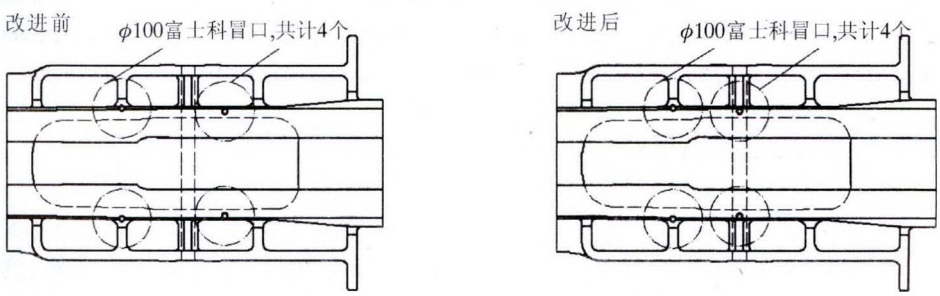

图 8 VPM 箱区保温冒口工艺调整示意图

Fig.8 Process adjustment of insulated riser in VPM box

(2)在实际操作中必须要严格控制造型材料、铸型强度及其型腔清理、涂料工艺、钢液化学成分、浇注温度及其操作手法，以确保高锰钢整铸翼轨品质要求。

(3)改进后的 60-41 号高锰钢整铸翼轨铸造工艺生产的铸件能够达到技术标准要求。

(4)机加工工艺能够保证整铸翼轨的质量要求。

参考文献：

[1] 陈国桢，肖柯则，姜不居. 铸件缺陷和对策手册[M]. 北京：机械工业出版社，1996.

[2] 张敏. 高锰钢铁路辙叉内部铸造缺陷对使用性能的影响 [J]. 铸造技术，2005，26(3):174-179.

[3] 姜希尚，杨恩长，安阁英，等. 铸造手册：第 5 卷铸造工艺[M]. 北京：机械工业出版社，1994.

[4] 张福成. 辙叉钢及其热加工技术 [M]. 北京：机械工业出版社，2011.

《铸件均衡凝固技术及应用实例》

《铸件均衡凝固技术及应用实例》由西安理工大学魏兵教授编著。共 8 章：1、铸铁件均衡凝固与有限补缩；2、铸铁件冒口补缩设计及应用；3、压边浇冒口系统；4、浇注系统大孔出流理论与设计；5、铸件均衡凝固工艺；6、铸钢、白口铸铁、铝、铜合金铸件的均衡凝固工艺；7、浇注系统当冒口补缩设计方法；8、铸件填充与补缩工艺定量设计实例。全书 320 页，特快专递邮购价 226 元。

邮购咨询：李巧凤 029-83222071，技术咨询：13609155628