

球墨铸铁整铸短顶管研发与生产应用

陈建华, 王 强

(芜湖新兴铸管有限责任公司, 安徽芜湖 241000)

摘要: 利用ANSYS静力学模拟分析整铸短顶管管身注浆孔、顶推法兰以及管身加强筋的受力情况, 通过模拟分析对比, 优化设计出符合产品要求的注浆孔位置、顶推法兰的尺寸、加强筋的数量、位置和尺寸, 保证产品的结构强度和性能。采用高炉、中频炉短流程熔化调质铁液, 利用成熟的消失模工艺及现有的模具和工装, 减少投入, 提高产品综合合格率和工艺出品率。整铸带法兰短顶管经过实际应用, 符合客户要求, 解决了其他管材接口易渗漏、管材强度低、韧性差等问题, 有效保障顶推作业安全和排水管网整体运行的安全性和长久性。

关键词: 顶管; 球墨铸铁; 整铸; 环境保护

顶管施工技术在国内外广泛用于城市地下管道、通讯电缆等非开挖铺设, 它能穿越公路、铁路、桥梁、高山、河流、海峡和地面任何建筑物。球墨铸铁整铸微顶管和短顶管研发, 实现了高质量全寿命周期管道系统的管控, 其强度高、耐腐蚀、防渗漏、使用寿命长、作业空间小等特点, 彻底解决了各种材质大中型顶管, 因损坏或腐蚀渗漏导致水环境二次污染问题, 避免因使用寿命短翻新改造导致地表环境重复破坏问题。本文主要开展球墨铸铁整铸短顶管研发, 以期为球墨铸铁整铸短顶管的应用提供技术支撑。

1 球墨铸铁整铸短顶管产品结构设计

1.1 整体结构设计

整铸短顶管设计结合现有管件模具, 并结合消失模工艺特点、加工设备能力、灌浆模具特性, 进行综合设计。将整铸短顶管设计为适合消失模工艺生产、满足管件生产加工设备能力要求和匹配灌浆模具的整体铸造产品, 产品长度为500~3 000 mm。

整体铸造短顶管, 包括顶管管体、顶推法兰及加强筋、注浆孔及加强筋、灌浆孔、承口及加强筋整体一次浇注成形(图1)。铸造整体强度高, 承载能力强, 结构安全可靠。

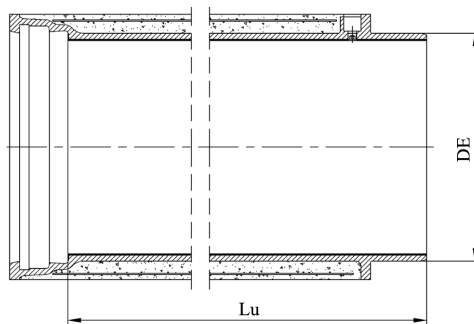


图1 整铸短顶管整体结构示意图

Fig. 1 Schematic diagram of integral structure of the integral cast short pipe jacking

作者简介:

陈建华(1976-), 男, 高级工程师, 主要从事管件和铸件产品研发和管理工
作。电话: 13603109502,
E-mail: 13603109502@163.
com

中图分类号: TG143.5

文献标识码: B

文章编号: 1001-4977(2021)
11-1339-06

收稿日期:

2021-03-29 收到初稿,
2021-06-22 收到修订稿。

1.2 结构设计及优化

1.2.1 注浆孔设计及优化

利用ANSYS静力学模拟软件分析整铸短顶管注浆孔结构尺寸及设计合理性(图2), 还有管身承口、中间、插口等部位注浆孔整体受力情况。通过模拟软件分析得出, 注浆孔设置在靠近整铸短顶管插口端的法兰背面壁厚最薄, 结构受力最小, 有利于生产与施工, 整体结构尺寸、位置设置更合理、更经济和安全的。

1.2.2 顶推法兰设计及优化

利用ANSYS静力学模拟分析受力情况, 设计合理的顶推法兰厚度及结构形式, 选择最优方案结果(图

3)。同时, 进行顶推型式试验, 验证整铸短顶管顶推法兰结构强度。

1.2.3 管身加强筋设计及优化

利用ANSYS静力学模拟分析受力情况, 设计合理的管身加强筋结构, 通过模拟分析, 不断进行结构优化, 将贯通管身加强筋, 设计优化为顶推法兰及承口部位局部加强筋。同时, 进行顶推型式试验验证整铸短顶管整体结构强度及性能(图4)。

2 球墨铸铁整铸短顶管制作过程

球墨铸铁整铸短顶管采用消失模铸造工艺整体铸

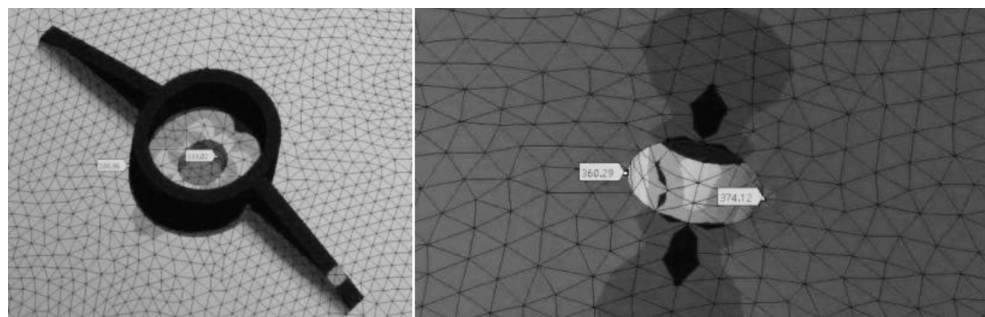


图2 整铸短顶管注浆孔结构设计示意图

Fig. 2 Structural design of grouting hole for the integral casting short pipe jacking

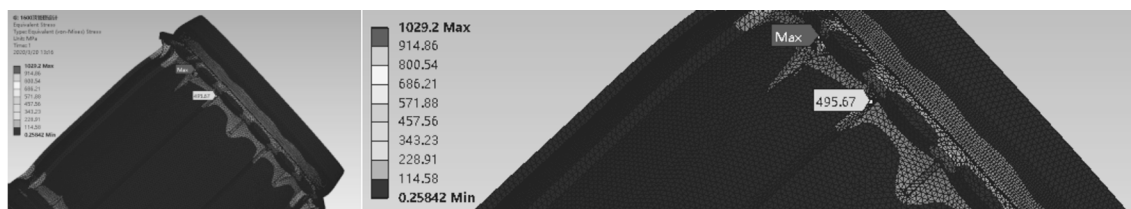


图3 整铸短顶管顶推法兰结构设计示意图

Fig. 3 Structural design diagram of the integral casting short pipe jacking flange

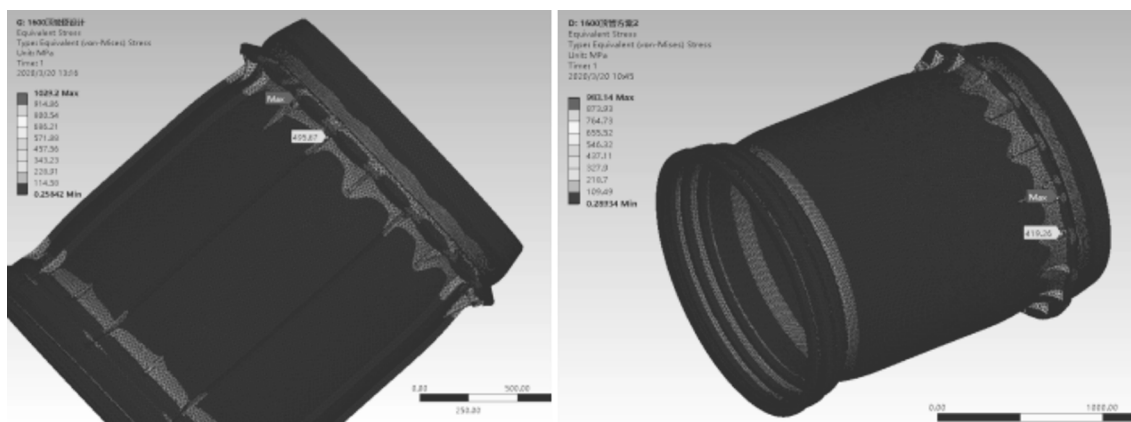


图4 整铸短顶管加强筋结构设计示意图

Fig. 4 Structural design diagram of the integral casting short pipe jacking rib

造成形,包括前期模片制备、模型拼接、模型浸涂、黄模浇注系统组接、入箱造型、浇注出件、机加内衬、砑作业、包装入库等作业工序(图5)。

2.1 模型制备

整铸短顶管模型采用管件现有模具制备的模片,进行模块化灵活拼接,增加局部加强筋和加设灌浆孔和注浆孔等工艺结构,见图6。

2.2 浸涂组箱

制作完备的整铸短顶管模型,利用消失模铸造专用的耐火涂料浸涂裹附在模型的内外表面,浸涂2~3遍将模型置于烤房内烘干,确保模型烘干后进行防失圆工装套装,浇道组接等作业,将组好箱的模型放置在

待生产区,进行后续的造型和浇注工序,见图7。

2.3 造型浇注

制备完好的短顶管黄模转运至砂箱内按照工艺操作规程进行造型作业,待造型完成后,选择合适的浇注温度和相应的铁液成分,浇注完成后,按照工艺要求的冷却时间进行铸件冷却,随后放砂出件。

2.3.1 浇注工艺设计

浇注系统:根据产品结构特点,采用底注加中注浇注系统。

温度参数:根据以往球铁件产品参数及咨询行业内技术人员,确定温度最佳范围1 510~1 530 ℃,具体范围根据试验结果判定。

真空度:在保证浇注过程中不涨箱的前提下,尽量减小。真空过大,砂紧实度大,铸件表面易粘砂。负压压力控制在-0.06~-0.04 MPa为宜。

覆膜保压:必须覆膜,保压时间区间为10~15 min,在保证不涨箱的前提下,越快越好,以免影响生产节奏。

2.3.2 铁液熔炼

铁液熔炼采用短流程方式,高炉铁液通过车辆运输到车间,倒运到中频炉,根据高炉铁液成分,在中频炉加入废钢、回炉料、硅铁等原料调质成分。采用喂丝球化工艺,合理控制喂丝速度,保证球化质量。经过多次试验,为保证产品球化等级、石墨大小以及硬度要求,最终确定元素含量控制区间范围,见表1。

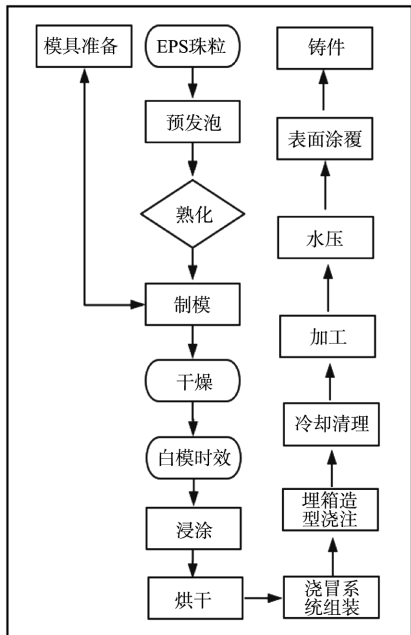


图5 整铸短顶管生产工艺流程图

Fig. 5 Production process flow chart of the integral casting short pipe jacking



图6 整铸短顶管模型制备

Fig. 6 Preparation of the integral casting short pipe jacking model

表1 铁液化学成分					
Table 1 Chemical composition of the iron melt					
牌号	C	Si	Mn	P	S
QT420-5	3.4~3.8	2.4~2.8	0.25~0.5	<0.08	<0.03



图7 整铸短模型浸涂及浇道组接

Fig. 7 Dip coating and runner assembly of the whole casting short mold

2.4 清理打磨

铸件在砂箱内冷却时间达标后,放砂出件,对铸件进行相应的后处理,包括浇道切除、内浇口打磨平整、粘砂件打磨处理、外饰富锌漆防腐、尺寸检验、承口失圆校圆等操作(图8)。确认合格后,流转至机加工工序。

2.5 加工及水压

对检验合格的整铸短顶管铸件产品按照加工尺寸标准,将留有加工余量的部位(如承插口及顶推法兰)进行加工作业,确保铸件加工合格后进行水压试验,并进行检漏(图9)。

2.6 型式试验

(1) 试验设备及材料:根据短顶管规格的不同选择不同液压油缸直径的水压机及配套平台,试压工装1件(盘承即可)、胶垫、防护网等安全设施。

(2) 试验流程。

a) 将工装放在试验平台上,工装底部使用胶垫防滑,防止短顶管受顶推力滑出平台。

b) 将短顶管插口段插入工装(盘承)内,检查工装与插口以及顶推法兰环周贴合情况,如贴合差再

进行调整。调整完毕后,将试验件推入压机中心位置(图10)。

c) 降低液压缸缸杆至试压工装平面。

d) 缓慢升压至标准允许顶推力的0.6~1.5倍。

其中0.6~1.0倍标准工作压力,用于验证产品升压过程中的受力情况;1.0~1.5倍标准工作压力,用于验证产品在不同安全系数下的受力情况。顶推型式试验前后均应进行水压试验检验。通过型式试验检验和验证产品的结构强度及性能(图11)。



图8 整铸短顶管浇注出件后处理

Fig. 8 Post treatment of casting part of the integral casting short pipe jacking



图9 整铸短顶管铸件机加工及水压检验

Fig. 9 Machining and water pressure inspection of the integral short pipe jacking casting

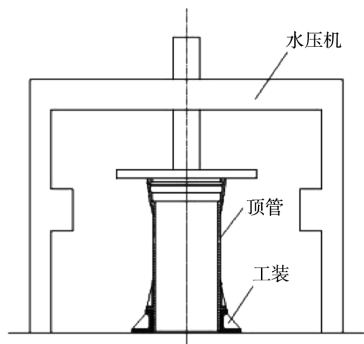


图10 整铸短顶管型式试验装配示意图

Fig. 10 Assembly diagram for type test of the integral cast short pipe jacking



图11 整铸短顶管工厂型式试验

Fig. 11 Factory type test of the integral casting short pipe jacking



图12 整铸短顶管砼作业

Fig. 12 Concrete operation of the integral casting short pipe jacking

2.7 砼作业

处理合格的整铸短顶管采用立式灌浆工艺，使用振动电机辅助砂浆紧实进行砼作业和成品处理（图12）。

2.8 包装入库

砼作业完成后的整铸短顶管铸件，经检验确认满足入库要求后，进行包装入库处理，依订单合同予以发货（图13）。



图13 整铸短顶管成品入库

Fig. 13 Warehousing of finished products of the integral casting short pipe jacking

3 市场应用

球墨铸铁整铸短顶管研发成果，已成功应用在江苏、上海、安徽、陕西等省份多个地区的非开挖管道铺设项目中（图14）。产品经国家建筑钢材质量监督检验中心权威检验认证，符合相关标准的技术要求。产品生产工艺完善、质量稳定，实现批量化生产销售，市场应用情况良好，体现了设计与使用相互印证和吻合，得到客户一致好评。

4 结论

（1）通过ANSYS静力学模拟软件优化整铸短顶管管身注浆孔位置，顶推法兰直径和厚度，以及管身加

强筋的数量、位置和尺寸，降低整铸短顶管的重量，减少客户的采购成本。

（2）采用高炉和电炉短流程双联熔炼，利用高炉铁液的红热效益，提高熔化效率和生产节奏，节约熔化费用。

（3）采用公司成熟的消失模铸造工艺方案，利用现有的工装和模具，减少投入，节约研发时间，提高产品综合成品率，降低生产成本。

（4）研发的球墨铸铁整铸短顶管已成功应用在江苏、上海、安徽、陕西等省份多个地区的非开挖管道铺设中，产品符合相关标准的技术要求，质量稳定。



图14 整铸短顶管市场应用

Fig. 14 Market application of the integral casting short pipe jacking

R&D and Production Application of Ductile Iron Whole Casting Short Pipe Jacking

CHEN Jian-hua, WANG Qiang

(Wuhu Xinxing Ductile Iron Pipes Co., Ltd., Wuhu 241000, Anhui, China)

Abstract:

ANSYS static simulation was used to analyze the stress of the grouting hole, the pushing flange and the stiffener of the whole cast short pipe jacking. Through simulation analysis and comparison, the position of the grouting hole, the size of the pushing flange, the number, position and size of the stiffener were optimally designed to meet the requirements of the product, so as to ensure the structural strength and performance of the product. Blast furnace and medium frequency furnace short process were used to melt quenched and tempered iron melt, and the mature lost foam casting process, existing mold and tooling were adopted to reduce investment, improve the comprehensive product qualification rate and process yield. According to the practical application, it indicates that the whole cast short pipe with flange meets the requirements of customers and solves the problems such as easy leakage of other pipe joints, low strength and poor toughness of pipe, and effectively ensures the safety and long-term operation of the jacking operation and the overall operation of drainage pipe network.

Key words:

pipe jacking; ductile iron; integral casting; environmental protection
