DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2021.10.011

铝合金定位支座金属型重力铸造工艺优化设计

王爱铭
(中铁建电气化局集团 轨道交通器材有限公司,江苏 常州 213179)

摘　要:对定位支座的金属型重力铸造工艺进行设计及优化,通过公式计算,重新确定浇注系统的结构形式及横截面积,将内浇道的横截面积增加到 2 453 mm^2,直浇道高度延长至 120 mm。结果表明,通过优化浇注系统结构,保证铝液在充型的过程中,有足够的铝液对缺陷部位进行补缩,消除铸造缺陷,产品达到技术标准,降低生产制造过程中的费用成本,产品合格率达到 95%以上。

关键词:接触网;定位支座本体;铸造工艺;金属型铸造

中图分类号:TG292　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2021)10-0881-03

Optimum Design of Metal Mold Gravity Casting Process of Positioning Support

WANG Aiming
(China Railway Construction and Electrification Bureau Group Rail Transit Equipment Co., Ltd., Changzhou 213179, China)

Abstract: The casting process of the positioning support body was designed and optimized. The structure and cross-sectional area of the pouring system were determined by formula calculation. The cross-sectional area of the inner sprue was increased to 2 453 mm^2 and the height of the straight sprue was extended to 120 mm. The results show that the casting defects can be eliminated by optimizing the structure of the casting system to ensure that there is enough liquid aluminum to supplement the defective parts in the mold filling process. Products meet the technical standards, reduce the cost of production and manufacturing process, product qualification rate of more than 95%.

Key words: contactnet; positioning support body; casting process; metal mold casting

随着高铁技术的不断进步,也对接触网零部件的质量提出了更高的要求。本公司一直致力于高铁接触网零部件的生产与改进,定位支座本体是限位定位装置中最重要的接触网零部件之一,其性能的优劣,直接影响到定位器与受电弓匹配的合理性。因此对产品质量的要求非常高。定位支座本体通常采用重力铸造的方式进行制造,在浇注成型过程中极易出现缩松缩孔现象,导致产品达不到技术标准,同时也增加了生产制造过程中的费用成本。因此,亟需对现有的工艺进行改进,降低成本,提高产品品质。

1　定位支座本体材料与结构

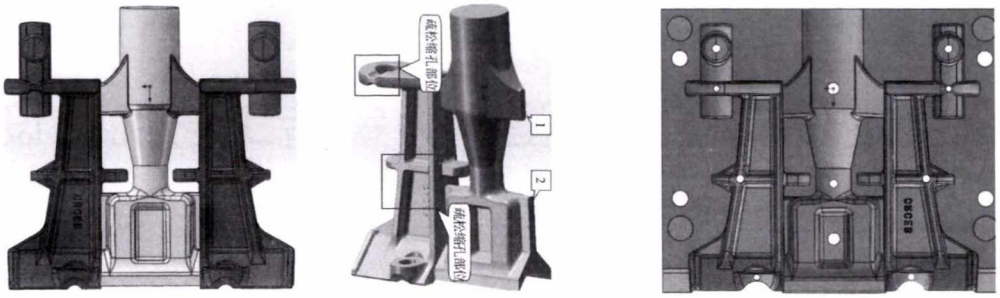
如图 1 所示,接触网常用定位支座为 L 型,铸件壁厚差大,最薄处为 8 mm,最厚处为 30 mm,材质为 AlSi7Mg0.6 铝合金,具有高强度、耐腐蚀性良好的特性,化学成分 w(%)为:6.50～7.50 Si,0.55～0.65 Mg,0.008～0.015 Sr,0.12～0.20 Ti,0～0.15 Fe,0～0.10 Mn,0～0.03 Cu,0～0.07 Zn,其余为 Al。该铸件按铁路标准 TB/T 2073-2020 规定为二类铸件,铸件受力部位 X 探伤检验等级为 B 级,并且铸件不允许有裂纹、冷隔、穿透性和对应性缺陷。

图 1　支座铸件三维形状
Fig.1　3D shape of the positioning support

2　缺陷原因分析

如图 2(a)所示,定位支座本体结构原因,浇注系统类型选择分层注入式中的阶梯式浇注系统,1 号内浇道的横断面积设计为 264 mm^2,2 号内浇道的横断面积设计为 1 292 mm^2,总合计为 1 556 mm^2。在浇注成型的过程中,产品耳朵部位和连接跳线部位极易出现疏松和缩孔问题,通过测量产品缺陷部

收稿日期:2021-08-12
作者简介:王爱铭(1992—),甘肃靖远人,学士,助理工程师.主要从事铝合金铸件工艺研究方面的工作.
电话:18919976012,Email:1978753537@qq.com



(a)定位支座本体浇注系统　　(b)浇注系统模型

图 2 定位支座本体浇注系统及修改方案

Fig.2 The pouring system and modification plan of the positioning support body

位的面积可知，耳朵部位的缺陷面积约为 500 mm²，连接跳线部位缺陷面积约为 1 500 mm²。产品平均壁厚为 15 mm，按照内浇道厚度一般应为与铸件相连接处的对应壁厚的 50%～80%，宽度一般为内浇道厚度 3 倍以上原则，内浇道的设计厚度应该为 15～18 mm，而现有的设计厚度为 8 mm，严重违反了上述原则；同时，根据凝固原理可知，在铝液凝固过程中，内浇道成为最先凝固的部位，堵塞了铝液流入产品的通道，致使产品得不到铝液补充，凝固结束后，就会出现疏松缩孔缺陷现象。

3 浇注系统结构优化设计

浇注系统是合金液进入铸型的通道，设计得合理与否对铸件质量影响很大，尤其是铝合金铸件的生产中，合理的浇注系统是提高铸件质量关键工艺之一。因设备规格和模具尺寸等因素的影响，此次工艺优化设计仅能从内浇道的截面和直浇道的高度进行优化。

3.1 确定内浇道截面积

如图 2(a)所示，该铸件铸造工艺设计为一模 2 件，铝液需求量大，并且该合金为易氧化合金金属，采用开放式浇注系统，因此内浇道成为浇道中最小截面，截面积按式(1)计算：

$$A_{\min}=(3.0\sim4.2)\times W/v_{浇平}\times\rho\times\delta\times h \qquad (1)$$

式中，$A_{\min}$ 为浇道的最小截面面积，mm²；W 为铸件的重量，W=2 000 g；$v_{浇平}$ 为浇道最小截面面积中金属液平均速度，按照生产经验，此次优化设计中 $v_{浇平}$ =3 cm/s；ρ 为铝液密度，ρ=2.7 g/cm³，δ 为铸件的平均壁厚，$\delta\approx15$ mm；h 为金属型型腔的高度，$h\approx22$ cm。计算得到最小截面面积应在 2 100 mm² 至1 940 mm²。

如图 3 所示，此铸件中间部位有一块凸出的凸台，将铸件分为上下两个部分，上部分尺寸约为 90 mm，与 1 号浇口相连接，下部分尺寸约为 110 mm，与 2 号内浇相连接，并且下半部分的结构较上半部分复杂，为保证产品质量，有充足的铝液对其进行充型和补缩，在此次优化设计过程中，将 1 号内浇道截面积从 264 mm² 增大到 900 mm²，2 号内浇道截面积从 1 292 mm² 增大到 1 553 mm²，总合计为 2 453 mm²，如图 4 所示，满足式(1)设计计算要求，保证铝液在凝固的过程中，满足顺序凝固的原则。

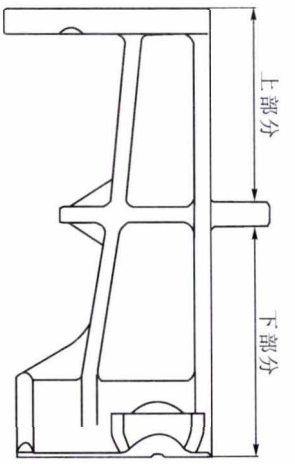


图 3 定位支座本体二维草图

Fig.3 Two-dimensional sketch of the positioning support body

图 4 浇注系统修改方案实物图

Fig.4 The physical diagram of the modification plan of the gating system

3.2 校核直浇道高度

为保证金属液能充满铸件上距直浇道最远、最高的部分，获得轮廓清晰、结构完整的铸件，铸件最高点到浇口杯内的液面的高度必须大于或等于最小值 h_M，即直浇道应有必要的高度。h_M 由式(2)计算：

$$h_M=L\tan\alpha \qquad (2)$$

式中,h_M为最小剩余压头,mm;L为金属液的流程,即铸件最高、最远点至直浇道中心线的水平距离,L=149 mm;α为压力角,α=9°,计算得到最小剩余压头h_M=67.39 mm,通过测量原直浇道高度只有55 mm,不满足设计要求,优化设计方案是将直浇道的高度从55 mm延长到120 mm,保证铝液在充型的过程中有足够的静压头,如图4所示。

4 生产验证

实际生产中,浇注温度为710～720 ℃,模具温度300～350 ℃,凝固时间为100 s。该铸件表面无缺陷。铸件探伤参照GB/T 11346-2018《铝合金铸件射线照相检测-缺陷分级》,合格率达到95%以上,如图5所示,在整个试制生产中无砂眼、缩松等铸造缺陷,铸件精度高,质量稳定,符合量产需求。

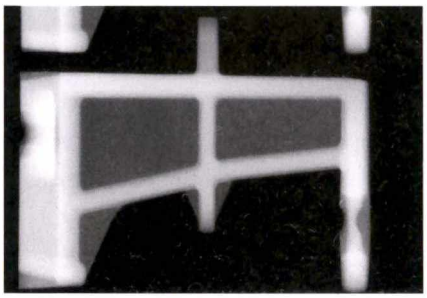


图5 L型定位支座本体铸件X探伤图

Fig.5 X flaw detection diagram of L-shaped positioning bearing body casting

5 结束语

(1)关于提高效率和产品安全方面,在工艺未改进前,出现大量的不合格品需要安排员工重新熔炼,加重了车间员工的劳动强度,在经过工艺改进后,产品的合格率和生产效率得到了有效提高,保证产品质量。

(2)通过技术改进与创新,解决了在实际生产中存在的问题,提高了产品的品质与精度以及工作效率,减少甚至避免了不必要的返工次数,缩短了零件整体生产工时,使材料的有效利用率和生产效率到得了提高,实现良好的经济效益。

参考文献:

[1] 王文清,李魁盛.铸造工艺学[M].北京:机械工业出版社,2002.

[2] 李晨希.铸造工艺及工装设计[M].北京:化学工业出版社,2014.

[3] 董选普,李继强.铸造工艺学[M].北京:化学工业出版社,2014.

[4] 黄志光.铸件内在缺陷分析与防止[M].北京:机械工业出版社,2011.

[5] 柏立敬,王振良.金属型重力铸造复杂铝合金壳体及模具设计[J].特种铸造及有色合金,2019,39(4):439-441.

[6] 冯超,茄菊红,唐帧.铝合金涡壳金属型重力铸造工艺设计及优化[J].铸造.2015,64(7):653-656.

[7] 苏仕方.中国机械工程学会铸造分会.铸造手册:第5卷铸造工艺[M].4版.北京:机械工业出版社,2021.

[8] 铝志刚.中国机械工程学会铸造分会.铸造手册:第6卷特种铸造[M].4版.北京:机械工业出版社,2021.

2022年《铸造技术》杂志征订启事

《铸造技术》杂志,月刊,1979年创刊,中国铸造协会会刊,被20余家数据库收录。中国标准连续出版物号:ISSN1000-8365/CN 61-1134/TG,国内外公开发行,国内邮发代号:52-64,国外发行号:M855。

报道范围:报道国内外铸造领域的先进科技成果、实用工艺技术、生产管理经验以及铸造行业发展动态。内容涵盖铸造成型工艺和铸造材料研究,并兼顾其他金属材料成型方法。

主要栏目:试验研究、工艺技术、生产技术、装备技术、特种铸造、实用成型技术、材料改性、应力控制与理化测试技术、今日铸造、企业精英人物专访等。

发行对象:国内外铸造企业,科研院所,高等学校,铸造原辅材料厂商,设备、仪器厂商,铸件采购商等。

广告范围:刊登铸造设备、熔炼设备、环保设备、铸造原辅材料、检测仪器以及铸件生产、热处理设备、科研成果转让等相关信息。

订阅方式及价格:请从当地邮局订阅,也可以直接从铸造技术杂志社订阅。全年12期,每期定价25元,平寄全年300元(含邮费),挂号全年336元,快递全年420元。

欢迎订阅、欢迎投稿、欢迎刊登广告

邮购地址:陕西省西安市碑林区友谊西路127号西北工业大学凝固楼三层

联系人:李巧凤　029-88491681/88491682　13991824906　**电话/传真:**029-88491681

网　址:www.zhuzaojishu.net　**E-mail:**zzjs@263.net.cn

银行汇款:户　名:陕西铸造技术杂志社有限责任公司

账　号:3700 0235 0920 0091 309

开户行:中国工商银行西安市互助路支行