常温大胀形率车桥管的开发*

孙文秀,姜海龙,米永峰,姚晓乐,董 珍,刘玉荣,王 栋

(内蒙古包钢钢联股份有限公司钢管公司,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 针对国内某车桥制造企业采用无缝钢管生产大胀形率车桥时出现的胀形区域开裂问题,设计开发了适用于大胀形率车桥用钢,并进行了无缝钢管产品试制和使用评价。结果表明,采用设计开发钢种生产的车桥用无缝钢管,延伸率为28%~31%,-60 ℃的纵向冲击功达到80 J,产品具有良好的塑性和低温冲击韧性。经用户批量使用,采用设计钢种生产的无缝钢管在大胀形时未发生开裂现象。

关键词: 车桥管; 常温大胀形率; 产品性能

中图分类号: TG335.71 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2021)03-0023-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2021.03.007

Development of Axle Tube with Large Bulging Rate at Normal Temperature

Sun Wen-xiu, Jiang Hai-long, Mi Yong-feng, Yao Xiao-le, Dong Zhen, Liu Yu-rong, Wang Dong

(*Steel Tube Co. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: The axle steel with large bulging rate is designed and developed as well as the trial production and evaluation of seamless steel tube are carried out aiming at the problem of cracking in bulging area when produce axle with large bulging rate using seamless steel tube in a domestic axle manufacturing enterprise. The results showed that the elongation of seamless steel tube for axle produced with the designed and developed steel grade was 28%~31%, its longitudinal impact energy at -60 ℃ could reach 80 J as well as it was with good plasticity and low temperature impact toughness. With the batch use by users, there is not the cracking problem when it is bulging.

Key words: axle tube; large bulging rate at normal temperature; product property

车桥用无缝钢管是用于制造汽车零部件中的悬挂桥、承重桥、驱动桥、转向桥等部件的专用管材,是汽车行驶系统的主要构件之一[1]。目前,车桥管生产厂家主要集中在山东、广东、东北等地区,全国车桥管年需求量约15~18万t,预计未来3年我国车桥管市场需求基本保持平稳。

目前,国内车桥管无统一的标准,产品多为协议供货,因此,在钢种的设计开发过程中,主要以满足不同用户的实际使用需求为目标,并结合不同种类车桥的加工工艺及实际用途进行综合考虑。

传统车桥采用钢板通过剪切、冲压、弯曲等工序后焊接而成,工艺复杂且焊缝质量难以保证。经过

* 收稿日期:2021-05-06

作者简介:孙文秀(1989-),女,内蒙古包头市人,工程师,现从事无缝管产品研发工作。

中国知网 https://www.cnki.net

工艺改进，发展出使用无缝钢管生产整体式车桥的工艺，产品具有抗疲劳性能优越、自重低、生产成本低等优势，符合车辆节能轻量化的发展趋势，具有很大的市场潜力。使用无缝钢管生产整体式车桥的工艺受到各大车辆制造企业的认可，已逐步取代传统工艺成为主流，主要有承重车桥和驱动车桥两大类。随着整体式车桥及生产工艺的发展，车桥制造企业对车桥管的强度、低温韧性、大变形量性能、尺寸精度及表面质量提出了更高的要求，不同厂家生产整体车桥的工艺也不同，因此对钢管性能有不同的需求[2-8]。

1 钢种的成分设计

1.1 用户需求

国内某车桥制造企业采用无焊缝整体式汽车桥壳的新技术、新工艺，以汽车驱动桥的生产加工为主。其主要的加工工艺是定尺钢管经过4次缩径、高于700 ℃退火、一次涨形、一次定型，最终成型。中间过程中的变形采用液压涨形专利技术。胀形及缩径的变形量都较大，最大胀形率可达到87%，因此对无缝管的塑性提出了更高的要求。

1.2 开裂问题分析

前期用户采购包钢的车桥管产品进行胀形加工后，力学性能可满足使用需求，成型过程中，管材整体性能较好，但在胀形加工过程中，会出现胀形区开裂的情况，开裂管件照片见图1。

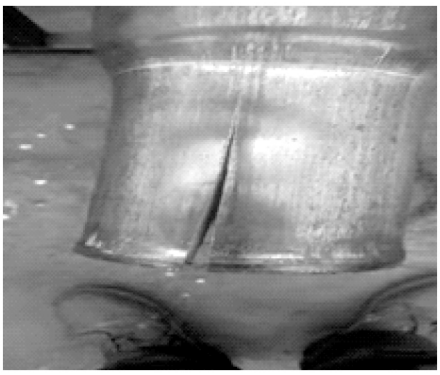


图1 胀形区开裂形貌

结合用户的生产工艺，认为胀形区出现开裂的主要原因为管材强度偏高，延伸率低，塑性较差，难以满足用户大变形量生产工艺的要求。为了提高管材的综合性能，保证成型过程的稳定性，进一步提高车桥的成材率，以进一步提高管材的塑性为主要目标，进行了钢种成分设计。

1.3 钢种设计

综合考虑用户的使用需求，为保证轧态车桥管的加工性能，同时为进一步提高产品的延伸率，利用V与C、N形成碳氮化物发挥细化晶粒和析出强化的作用，钢中加入适量的V元素，以提高钢的综合力学性能；为了控制加热时的晶粒粗化，钢种添加适量Ti，Ti在高温时可形成细小稳定的析出相，这种析出相能有效阻碍在加热时奥氏体晶粒的长大，使材料的晶粒细小均匀，从而提升钢管的综合性能，使材料具有良好的加工性能；其次，利用稀土在钢中净化钢液、夹杂物变性等有利作用，添加少量稀土，以改善该钢种的综合力学性能[9-10]。钢种化学成分设计如表1所示。

表1 化学成分(质量分数) %

C	Si	Mn	P	S	Ti	V
≤0.16	≤0.35	≤1.65	≤0.018	≤0.008	≤0.02	≤0.07

2 性能检验与分析

2.1 金相组织

按照开发后的钢种进行了工业试制，所开发钢种生产的无缝钢管的基体显微组织如图2所示。产品的基体显微组织为细小的珠光体+铁素体，晶粒度为8级，珠光体与铁素体均匀分布。均匀分布的珠光体+铁素体组织特征及细化的晶粒，可使产品具有稳定的综合力学性能，同时也为提高产品延伸率创造了条件。

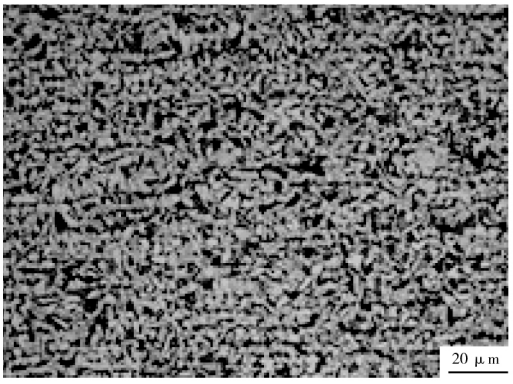


图2 试验钢的金相组织

中国知网 https://www.cnki.net

2.2　力学性能

钢种优化前后的各项力学性能对比见图 3—图 5，可以看出，屈服强度、抗拉强度变化并不明显，整体略有提高；但延伸率有较为明显的提高，并且更趋于稳定，均控制在 28% ~31%，较之前 25.5% ~29.0% 有了明显的改善；冲击韧性虽变化不大，但波动范围小。由此可见，此次设计的钢种提高了产品的延伸率，且各项力学性能更加稳定，达到了预期的目标和效果。该批钢管的整体使用情况良好，开裂情况较之前有明显改善，进一步提高了产品的成材率和稳定性。

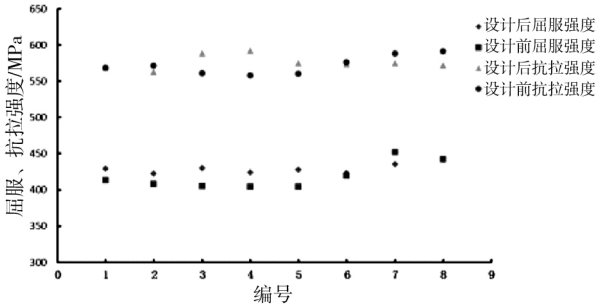


图 3　钢种设计前后的强度对比

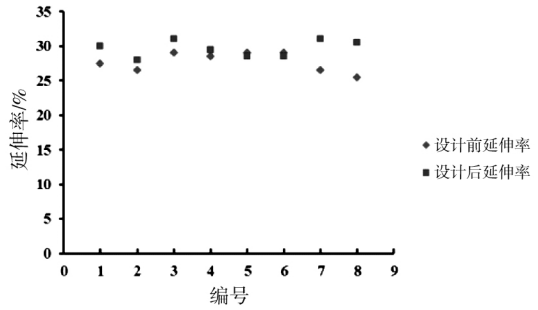


图 4　钢种设计前后的延伸率对比

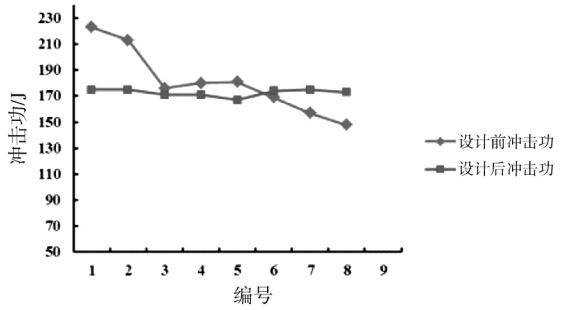


图 5　钢种设计前后的冲击对比

2.3　低温冲击韧性

对轧态钢管进行了 -60 ~20 ℃ 范围内不同温度下的冲击试验。试验所测得的平均冲击功与试验温度的关系见图 6。试验结果表明：该轧态钢管具有良好的低温冲击韧性，完全能够适用于冬季低温环境对材料冲击韧性的需求，-60 ℃ 的平均冲击功也可以达到 80 J，远优于用户对常温冲击功大于 34 J 的要求。

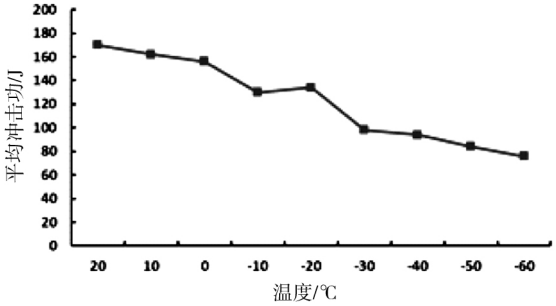


图 6　平均冲击功与温度的关系

3　结论

(1) 设计开发的适用于大胀形率车桥管用钢，热轧态时的延伸率为 28% ~31%，-60 ℃ 的纵向冲击功达到 80 J，产品具有良好的塑形和低温冲击韧性，满足大胀形率车桥管用材的使用要求。

(2) 采用所开发钢种生产的车桥用无缝钢管，在后续胀形率为 87% 的加工时未出现开裂现象，具有良好的综合力学性能，已批量化生产应用。

参　考　文　献

[1] 蒋雪军. 重型汽车桥壳用高强度钢板 ZQS345QK 的试制开发 [J]. 山东冶金，2020，42(3)：81 -82.

[2] 张义壮，冯川，孙瑞阳. 汽车驱动桥壳结构优化分析及轻量化设计 [J]. 机械研究与应用，2019，32(5)：62 -63.

[3] 王开松，许文超，王雨晨. 汽车驱动桥壳有限元分析与轻量化设计 [J]. 机械设计与制造，2016，25(7)：222 -225.

[4] 郭强，郑燕萍. 汽车驱动桥壳发展现状及其研究缺陷 [J]. 重庆科技学院学报(自然科学版)，2018，20(2)：87 -89.

[5] 马顺龙，刘海峰，王成刚，等. 中重型商用汽车驱动桥壳的发展现状及趋势 [J]. 铸造技术，

中国知网　https://www.cnki.net

2008,7(9):1169 – 1174.
[6] 李攀. 商用车整体驱动桥壳成形工艺及关键技术研究[D]. 北京: 机械科学研究总院,2017.
[7] 胡铁牛. 轻型汽车驱动建模与模态分析[J]. 河北工业大学学报,2013,42(4):73 – 75.
[8] 姚哲皓,刘金,项海涛,等. 驱动桥壳优化设计与分析[J]. 汽车科技,2017,(2):23 – 27.
[9] 孙琦琳. 浅析合金元素在钢中的作用[J]. 河北煤炭,2010,(1):59 – 70.
[10] 智建国. 包钢稀土钢的进展及技术方向分析[J]. 包钢科技,2019,45(6):1 – 4.

(上接第22页)

表2 接头力学性能和金相组织

接头力学性能					金相组织		
σ_b/MPa	σ_s/MPa	断裂部位	90°面弯	90°背弯	焊缝	热影响区	母材
536	388	母材	完好	完好	铁素体+回火索氏体	少量魏氏体+铁素体+回火索氏体	铁素体+珠光体

焊后按JB 4708—2000《钢制压力容器焊接工艺评定》[4]标准进行检验,结果表明焊缝全部合格,抗拉强度、弯曲试验合格,断口分析未见缺陷。

4 结论

(1) 12Cr1MoV珠光体耐热钢管焊接必须控制好焊前预热、焊接规范参数、焊后热处理等环节。

(2) 12Cr1MoV珠光体耐热钢顶杆采用手工电弧焊(SMAW)填充和盖面的焊接工艺是可行的,焊接接头能满足使用要求。

参 考 文 献

[1] 邹增大. 焊接材料、工艺及设备手册[M]. 北京: 化学工业出版社,2001.
[2] 陈祝年. 焊接设计简明手册[M]. 北京: 机械工业出版社,1997.
[3] 王云鹏. 焊接结构生产[M]. 北京: 机械工业出版社,2004.
[4] JB 4708—2000,钢制压力容器焊接工艺评定[S].

中国知网 https://www.cnki.net