

非调质钢在履带链轨节锻造中的应用

■ 陈云龙, 黄军峰, 孙叶, 殷延明, 宋瑞宁, 王刚

非调质钢是一类不需要调质处理, 却能够达到或接近调质钢力学性能的优质或特殊质量结构钢。通过在中低碳钢中加入V、Nb、Ti等微合金元素, 加以控制轧制(锻制)和控制冷却等强韧化方法, 形成沉淀强化和细晶强化, 从而实现钢的性能强化。与调质钢相比, 非调质钢简化生产工艺流程, 提高材料利用率, 节约制造成本, 目前在汽车行业得到广泛应用。

在工程机械行业, 非调质钢仅在部分不需要锻造的轴类零件得到使用, 而在锻造类零件的应用研究极少。我公司经过不断探索研究, 目前已实现非调质钢在履带链轨节锻造中的成功试制, 掌握了锻造非调质钢的工艺规律。本文主要介绍非调质钢在链轨节锻造中的技术成果, 探讨工艺控制要点。

1. 非调质钢链轨节及锻造工艺

链轨节是工程机械履带关键部件, 用于挖掘机、推土机、履带起重机等工程机械行走机构的连接, 如图1所示。由于工况特点, 在使用中受到拉伸、冲击和弯曲应力及疲劳载荷作用, 对其

强度和韧性具有较高要求。

根据现用材料情况, 选择38MnVS作为锻造非调质试制材料, 具体成分要求见表1。

链轨节锻造生产工艺流程为: 下料→中频感应加热→锻造→切边→风冷→抛丸。

2. 锻造非调质钢试制结果

根据链轨节对强度和韧性的要求, 我们进行了两组试验, 得到两种不同组织状态, 结果见表2。

从结果来看, 锻后风冷冷速由1.5~2℃/s增大至8~9℃/s时, 工件金相组织由珠光体+铁素体(见图2a)转变为粒状贝氏体(见图2b), 相应基体硬度及强度特别是屈服强度得到明显提高。粒状贝氏体是在大块状或条

状铁素体内分布着一些颗粒状小岛, 这些小岛在高温原是富碳奥氏体区, 冷却过程中形成第二相组织, 起到复相强化作用, 该组织状态下工件各项性能均达到技术要求。

3. 非调质钢锻造过程的影响因素

(1) 原材料影响 不同厂家原材料的微合金元素控制水平不一, 控轧控冷后得到的组织配比出现差别, 造成后续锻件的质量差别, 所以选择钢厂必须慎重。另外, 还要求厂家严格控制



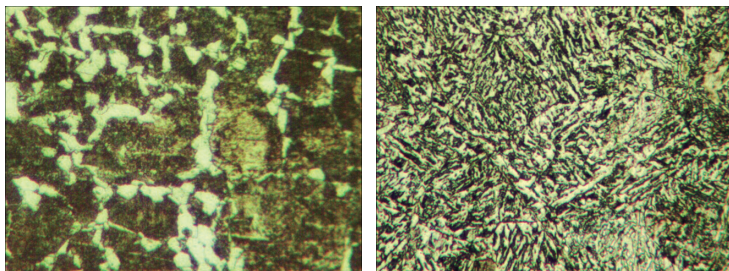
图1 链轨节

表1 38MnVS化学成分要求 (质量分数) (%)

元素	C	Si	Mn	S	P	V	Cr	B
技术要求	0.35~0.40	0.3~0.6	1.1~1.5	0.02~0.05	≤0.025	0.08~0.12	0.2~0.4	≤0.003

表2 非调质钢锻造试制结果

项目	风冷速度 /℃·s ⁻¹	金相组织	晶粒度 /级	硬度 HBW	屈服强度 /MPa	抗拉强度 /MPa	断后伸长 率 (%)	冲击初度 /J·cm ⁻²
a	1.5~2	珠光体+ 铁素体	6	240~251	580~610	870~900	18~19	35~63
b	7~8	粒状 贝氏体	6	288~297	750~821	910~950	12~14	42~50
38MnVS 原材料	—	珠光体+ 铁素体	7	240	572	845	12	56.3



(a) 400× (b) 400×

图2 38MnVS在不同冷速下的金相组织

微合金元素含量，在炼钢过程中严控每个流程，尽量减少每个炉号成分误差，确保原材料质量稳定。

(2) 锻造工艺影响 提高加热温度，可以促进V、Ti等合金元素析出，弥散析出物抑制奥氏体长大，提高非调质钢强度。但过高的加热温度会使晶粒粗化，韧性下降。试验链轨节所用棒料直径为50mm，容易加热均温，由于采用复合模具，锻造过程时间缩短，加热温度不需太高，故设置加热温度1200℃以下。另

外，模具改进后，形变速率较高，发生再结晶，晶粒细化，使工件性能提高。

(3) 锻后冷速影响 非调质钢锻后的冷却对其性能的改变起到决定性作用，直接决定了组织形态和结构等。冷却过程中，在奥氏体阶段，冷速增大使组织得到细化，增加析出物的形核率，促进细小弥散的碳、氮化物析出；而在相变温度范围内，冷速提高使珠光体含量增加，为VC、VN等析出物在铁素体中形核提供驱动力，促进其均匀析

出。试验中冷速达到7℃/s以上时，组织转变为了贝氏体状态。实际应用中，需要根据工件具体性能要求，选择合理的冷速和冷却方式。

4. 结语

我公司在链轨节锻造中成功应用非调质钢材料，掌握了锻造非调质钢的工艺特点和组织转变规律。通过对原材料选择、锻造工艺改进、冷速控制等措施，实现了工件性能的提升，目前首批试验件已经完成装机使用验证。锻造非调质钢的应用将简化生产工艺流程，节约制造成本，对于工程机械底盘件材料应用的研究具有开创性的意义。

作者简介：陈云龙、黄军峰、孙叶、殷延明、宋瑞宁、王刚，山推工程机械股份有限公司。

MW 20161213

《金属加工（冷加工）》2017年第3期要目

铁道车辆用球面下心盘内球面加工工艺解决方案
铰孔工艺过程中的质量控制
径向均布零件组合配车加工技术
衬焊平板闸阀阀体加工工艺
套筒内孔与内锥面交线到端面距离的测具设计
检测工具的制作与使用
铭牌打标机快速夹具优化设计
巧改车床两用安全扳手

分药器数控加工刀具应用技术研究
变厚蜗轮滚刀的设计特点和校验方法
基于Mastercam的成形刀具编程应用
数值仿真在标准椭圆形封头拉深成形中的应用
使用西门子828D界面二次开发功能实现筒易编程
溢流阀体钢球孔漏油的分析及改进
D_{25A}、D_{2A}型凹底平车换装轴承改造