



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117123712 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 28

(21) 申请号 202310908881.6

B21K 29/00 (2006.01)

(22) 申请日 2023.07.24

B21K 1/76 (2006.01)

(71) 申请人 中国重汽集团济南动力有限公司

地址 250200 山东省济南市章丘区圣井唐
王山路北潘王路西

(72) 发明人 陈孝学 李良晨 鲁统轮 何科
张兵 苏宁宁 李凤飞

(74) 专利代理机构 济南诚智商标专利事务所有
限公司 37105

专利代理师 韩百翠

(51) Int.Cl.

B21J 5/02 (2006.01)

B21J 5/06 (2006.01)

B21J 1/06 (2006.01)

B21J 9/20 (2006.01)

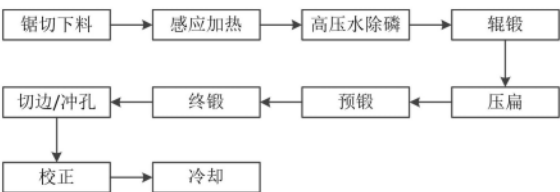
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

非调质钢制连杆毛坯性能及重量一致性的
锻造控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种非调质钢制连杆毛坯性能及重量一致性的锻造控制方法。本发明采用38MnVS6非调质钢圆棒料锻造生产连杆毛坯的工艺过程依次为：锯切下料、感应加热、高压水除磷、辊锻、压扁、预锻、终锻、切边/冲孔、校正和冷却，其中，感应加热的预热温度控制在 $1170\pm 20^{\circ}\text{C}$ ，预锻温度 $\geq 1100^{\circ}\text{C}$ ，终锻温度 $\geq 1050^{\circ}\text{C}$ 。通过精准控制锻造过程中的棒料温度，解决了非调质钢制连杆毛坯锻后力学性能偏低以及涨断后涨断面掉渣等问题，提高了连杆的横向塑性延伸率，降低了冲击功，满足重量偏差满足70g不分组的要求，极大地提高了连杆毛坯的机加工性能、涨断性能、重量一致性以及涨断后的涨断面质量。



1. 一种非调质钢制连杆毛坯性能及重量一致性的锻造控制方法,其特征是,采用38MnVS6非调质钢圆棒料锻造生产连杆毛坯的工艺过程依次为:锯切下料、感应加热、高压水除磷、辊锻、压扁、预锻、终锻、切边/冲孔、校正和冷却,其特征是,感应加热的预热温度控制在 $1170\pm 20^{\circ}\text{C}$,预锻温度 $\geq 1100^{\circ}\text{C}$,终锻温度 $\geq 1050^{\circ}\text{C}$ 。

2. 如权利要求1所述的锻造控制方法,其特征是,其工艺步骤及温度控制为:

S1: 锯切下料,料段端面角度应 $\leq 2^{\circ}$;

S2: 感应加热,料段出炉温度控制在 $1170\pm 20^{\circ}\text{C}$;

S3: 高压水除磷,使加热棒料表面的氧化皮去净率 $\geq 90\%$;

S4: 辊锻制坯,拔长杆部;

S5: 压扁;

S6: 预锻,预锻温度 $\geq 1100^{\circ}\text{C}$;

S7: 终锻,终锻温度 $\geq 1050^{\circ}\text{C}$;

S8: 切边/冲孔,切边温度 $\geq 1000^{\circ}\text{C}$;

S9: 校正,校正温度 $\geq 950^{\circ}\text{C}$,保证连杆的对称度、直线度和几何尺寸要求;然后冷却处理,获得成品。

3. 如权利要求2所述的锻造控制方法,其特征是,在整个锻造完成前不再对坯料进行二次加热。

4. 如权利要求2所述的锻造控制方法,其特征是,所述步骤S6预锻的模具型腔温度控制在 $120\sim 300^{\circ}\text{C}$ 。

5. 如权利要求2所述的锻造控制方法,其特征是,所述步骤S7终锻的模具型腔温度控制在 $120\sim 300^{\circ}\text{C}$ 。

6. 如权利要求2所述的锻造控制方法,其特征是,所述步骤S9冷却处理是在箱式炉内通过控制风量来实现速冷和缓冷处理。

7. 如权利要求6所述的锻造控制方法,其特征是,所述连杆毛坯冷却前温度 $\geq 830^{\circ}\text{C}$,依次经过箱式炉内速冷、箱式炉内缓冷、炉外空气慢冷和保温料框中堆放冷却。

8. 如权利要求7所述的锻造控制方法,其特征是,

所述箱式炉内速冷为:从 $\geq 830^{\circ}\text{C}$ 冷却至 $710\pm 20^{\circ}\text{C}$,冷却速度 $1.5\sim 2.5^{\circ}\text{C}/\text{S}$;

所述箱式炉内缓冷为:从 $710\pm 20^{\circ}\text{C}$ 冷却至 $580\pm 20^{\circ}\text{C}$,冷却速度为 $0.4\sim 1.3^{\circ}\text{C}/\text{S}$;

所述炉外空气慢冷为:从 $580\pm 20^{\circ}\text{C}$ 冷却至 $480\pm 20^{\circ}\text{C}$,冷却速度为 $0.13\sim 0.20^{\circ}\text{C}/\text{S}$;

所述保温料框中堆放冷却为:从 $480\pm 20^{\circ}\text{C}$ 冷却至室温。

非调质钢制连杆毛坯性能及重量一致性的锻造控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于汽车材料成型技术领域,具体涉及一种非调质钢制连杆毛坯性能及重量一致性的锻造控制方法。

背景技术

[0002] 发动机连杆作为发动机装配的重要零部件,其性能优劣直接影响发动机的使用性能。因此,对于连杆的力学性能也提出了较严格的要求。即要求连杆纵向抗拉强度不低于900MPa,又要求其纵向断后伸长率不低于12%,横向断后伸长率不低于5%。另一方面主机厂为提高生产效率、减少加工后重量的分组或不分组,对锻造供应商连杆重量公差提出了更高的要求,要求连杆毛坯重量满足70g不分组。而锻造工艺参数尤其是锻造温度是影响锻件质量和重量一致性的关键因素,锻造加热温度过高可能会造成过烧和过热现象的发生;锻造加热温度过低则会缩短锻造操作时间,缩小锻造温度范围,增加锻造的困难。而且,终锻温度过高,会使停止锻造后晶粒在高温下继续长大,使锻件晶粒粗大,降低锻件的力学性能;终锻温度过低时,锻件塑性不良,变形困难,内应力增大,甚至导致锻件产生裂纹。合理精确地控制加热温度范围,可以减少温度波动对连杆厚度的影响,从而减少连杆的重量偏差。因此,合理控制锻造过程中的工艺参数能够有效保证连杆质量。

[0003] 目前,国内虽然已经开展连杆涨断工艺的研究,但是主要设备和材料还依赖于国外进口,并且在技术上还很不成熟,在实际生产中存在着很多问题,如撕裂、涨不开、掉渣、断裂面变形等涨断缺陷,影响着产品质量的稳定性,并且目前各种因素对连杆涨断质量的影响机理还不明确,对涨断工艺参数的选择主要依赖于经验,尚无理论支持,因此对于连杆毛坯国产化以及连杆涨断技术的研究十分迫切。

发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明提供了一种非调质钢制连杆毛坯性能及重量一致性的锻造控制方法。在保证现有产线可实施的前提下,明确38MnVS6非调质钢锻造连杆毛坯的工艺过程及锻打温度范围,解决锻造温度过高或过低带来的材料缺陷、力学性能不足等问题,满足重量偏差70g不分组的要求。在保证锻造毛坯性能和重量一致性满足要求的前提下,解决连杆涨断后涨断面掉渣/尖锐台阶等问题。

[0005] 针对现有技术中非调质钢制连杆毛坯锻造工艺不明确、锻后毛坯性能和重量不稳定以及涨断过程中存在缺陷的问题,本发明提供了一种非调质钢制连杆毛坯性能及重量一致性的锻造控制方法,采用38MnVS6非调质钢圆棒料锻造生产连杆毛坯的工艺过程依次为(参见图1):锯切下料、感应加热、高压水除磷、辊锻、压扁、预锻、终锻、切边/冲孔、校正和冷却,最终获得合格的涨断连杆毛坯,其特征是,感应加热的预热温度控制在 $1170 \pm 20^{\circ}\text{C}$,预锻温度 $\geq 1100^{\circ}\text{C}$,终锻温度 $\geq 1050^{\circ}\text{C}$ 。通过精准控制锻造过程中材料的温度,解决了非调质钢制连杆毛坯锻后力学性能偏低、重量偏差大的问题,极大地提高了连杆毛坯的机加工性能、重量一致性以及涨断后的涨断面质量。

[0006] 所述的非调质钢制连杆毛坯性能及重量一致性的锻造控制方法,其各锻造工艺过程均设置了严格的温度控制范围(参见图2),其工艺步骤及温度控制为:

[0007] S1:锯切下料,料段端面角度应 $\leq 2^\circ$;

[0008] S2:感应加热,料段出炉温度控制在 $1170 \pm 20^\circ\text{C}$,且在整个锻造完成前不再对坯料进行二次加热;

[0009] S3:高压水除磷,使加热棒料表面的氧化皮去净率 $\geq 90\%$;

[0010] S4:辊锻制坯,拔长杆部;

[0011] S5:压扁;

[0012] S6:预锻,预锻温度 $\geq 1100^\circ\text{C}$,模具型腔温度控制在 $120 \sim 300^\circ\text{C}$;

[0013] S7:终锻,终锻温度 $\geq 1050^\circ\text{C}$,模具型腔温度控制在 $120 \sim 300^\circ\text{C}$;

[0014] S8:切边/冲孔,切边温度 $\geq 1000^\circ\text{C}$;

[0015] S9:校正,校正温度 $\geq 950^\circ\text{C}$,保证连杆的对称度、直线度和几何尺寸要求;然后冷却处理,获得成品。

[0016] 进一步的,本发明最后进行冷却处理工艺是在箱式炉内通过控制风量来实现速冷和缓冷处理;具体为:连杆毛坯冷却前温度 $\geq 830^\circ\text{C}$,依次经过箱式炉内速冷、箱式炉内缓冷、炉外空气慢冷和保温料框中堆放冷却。所述箱式炉内速冷为:从 $\geq 830^\circ\text{C}$ 冷却至 $710 \pm 20^\circ\text{C}$,冷却速度 $1.5 \sim 2.5^\circ\text{C}/\text{S}$;所述箱式炉内缓冷为:从 $710 \pm 20^\circ\text{C}$ 冷却至 $580 \pm 20^\circ\text{C}$,冷却速度为 $0.4 \sim 1.3^\circ\text{C}/\text{S}$;所述炉外空气慢冷为:从 $580 \pm 20^\circ\text{C}$ 冷却至 $480 \pm 20^\circ\text{C}$,冷却速度为 $0.13 \sim 0.20^\circ\text{C}/\text{S}$;所述保温料框中堆放冷却为:从 $480 \pm 20^\circ\text{C}$ 冷却至室温。

[0017] 本发明步骤S1中料段端面角度应 $\leq 2^\circ$;目的是:一是保证重量满足要求,减少重量偏差,确保最终毛坯重量的一致性;二是保证在后续辊锻过程中的精确定位,确保材料变形过程中金属流动满足要求,也是后续锻造过程中坯料在模具中准确定位的基础。

[0018] 本发明步骤S2的料段出炉温度控制在 $1170 \pm 20^\circ\text{C}$;此温度是申请人实验摸索的最佳温度,当料段出炉温度过高时,锻后的力学性能偏低。这是由于整个锻造过程中,坯料温度高会导致锻造过程中晶粒长大,锻后晶粒尺寸相对粗大,从而导致强度偏低、塑性也较差。除此之外,温度越高材料的体积膨胀越明显,而锻造模具型腔容积一定,这会导致锻造冷却后,毛坯的体积偏小,导致重量超差,影响产品的重量一致性。而温度过低会降低材料的塑性,影响金属流动,不利于锻造成型过程中模具型腔内金属填充,可能产生缺料或折叠等缺陷。

[0019] 本发明步骤S6的预锻,预锻温度 $\geq 1100^\circ\text{C}$,模具型腔温度控制在 $120 \sim 300^\circ\text{C}$;预锻温度不能过低,因为预锻温度过低会影响材料的塑性,影响整个锻造过程中的材料成型;通过该温度的控制也可以有效控制生产节拍,避免因生产节拍过长导致温度降低过多。模具型腔温度的控制:由于模具本身温度较低,在与坯料接触时,会显著降低坯料的温度,从而降低坯料的塑性,影响金属的成型性能,因此需要对模具型腔进行预热处理。采用天然气火焰烘烤的方式,该方式升温速度快,操作方便。但由于材料在锻造变形过程中本身会产热,所以模具预热温度也不需太高,综合考虑效率和对坯料温度的影响,确定模具型腔的预热温度控制在 $120 \sim 300^\circ\text{C}$ 。

[0020] 本发明步骤S7终锻温度的控制原理同步骤S6。终锻温度过低会影响材料的塑性,从而影响毛坯的性能,温度变化过大也会影响产品重量一致性。

[0021] 本发明步骤S8、S9的温度控制原理同步骤S6。为保证材料的持续性能所设定的,同时考虑生产节拍下坯料的自然冷却导致的温度下降。

[0022] 综上,锻造温度的精确控制,一可以保证材料的成型性能,避免锻造缺陷的产生;二是该温度下,晶粒变形后组织均匀,晶粒尺寸相对较小,保证了锻后毛坯的力学性能;三是通过约束温度范围,便约束了金属材料的膨胀率和流动性,可以确保锻后毛坯的重量一致性,避免因温度差异过大导致锻造冷却后外形尺寸差异过大。

[0023] 本发明的技术效果是:通过精准控制锻造过程中的棒料温度,解决了非调质钢制连杆毛坯锻后力学性能偏低以及涨断后涨断面掉渣等问题,提高了连杆的横向塑性延伸率($\geq 5\%$),降低了冲击功(满足6~14J的要求),满足重量偏差满足70g不分组的要求。极大地提高了连杆毛坯的机加工性能、涨断性能、重量一致性以及涨断后的涨断面质量。

附图说明

[0024] 参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0025] 图1为本发明非调质钢制连杆的锻造工艺流程图;

[0026] 图2为本发明非调质钢制连杆的锻造工艺各阶段的温度控制图;

[0027] 图3为本发明对比例1制备的连杆毛坯存在的涨断面缺陷断口形貌;

[0028] 图4为本发明实施例1制备的连杆毛坯的涨断面断口形貌。

具体实施方式

[0029] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0030] 本发明实施例的拉伸试验参照标准:金属材料拉伸试验第1部分:室温试验方法GB/T228.2-2015;冲击试验标准一般采用GB/T 229—2007《金属材料夏比摆锤冲击试验方法》。

[0031] 实施例1:

[0032] 本发明38MnVS6连杆毛坯锻造工艺过程控制,具体为:

[0033] S1:采用锯床锯切下料,料段端面角度应 $\leq 2^\circ$;

[0034] S2:感应加热:利用感应加热的方式,将棒料快速加热至设置温度(1170℃)并保温。料段出炉温度控制在1172℃,且在整个锻造完成前不再对坯料进行二次加热;

[0035] S3:高压水除磷,使加热棒料表面的氧化皮去净率 $\geq 90\%$;

[0036] S4:辊锻制坯,拔长杆部;

[0037] S5:压扁:将拔长杆部后的坯料进行拍扁变形;

[0038] S6:预锻:将压扁后的坯料抓取放置到预热后的预锻模具型腔中,此时坯料的预锻温度为1108℃,模具型腔温度控制在120~300℃,进行预锻变形;

[0039] S7:终锻:将预锻后的坯料抓取放置到预热后的终锻模具型腔中,此时坯料的终锻温度为1060℃,模具型腔温度控制在120~300℃,进行终锻变形;

[0040] S8:切边/冲孔,将终锻件放置到切边模具中,切除锻造飞边,切边温度1012℃;

[0041] S9:校正:校正温度962℃,保证连杆的对称度、直线度和几何尺寸要求;然后冷却处理(冷却前下线温度904℃),最终获得连杆毛坯。

[0042] 上述冷却处理工艺是在箱式炉内通过控制风量来实现速冷和缓冷处理;具体为:连杆毛坯依次经过箱式炉内速冷、箱式炉内缓冷、炉外空气慢冷和保温料框中堆放冷却。箱式炉内速冷为从 $\geq 830^{\circ}\text{C}$ 冷却至 $710 \pm 20^{\circ}\text{C}$,冷却速度 $1.5 \sim 2.5^{\circ}\text{C/S}$;箱式炉内缓冷从 $710 \pm 20^{\circ}\text{C}$ 冷却至 $580 \pm 20^{\circ}\text{C}$,冷却速度为 $0.4 \sim 1.3^{\circ}\text{C/S}$;炉外空气慢冷从 $580 \pm 20^{\circ}\text{C}$ 冷却至 $480 \pm 20^{\circ}\text{C}$,冷却速度为 $0.13 \sim 0.20^{\circ}\text{C/S}$;保温料框中堆放冷却从 $480 \pm 20^{\circ}\text{C}$ 冷却至室温。

[0043] 对连铸毛坯的性能进行检测,连杆毛坯重量满足70g不分组,其他检测指标见表3。

[0044] 对比例1(高温):

[0045] 38MnVS6连杆毛坯锻造工艺过程控制见表1,其余同实施例1。连杆毛坯重量存在部分不满足要求,波动范围超出70g,其他检测指标见表2。

[0046] 表1实施例1和对比例1的温度设置

[0047]	温度(℃)	感应加热	预锻	终锻	切边	校正	下线(冷却
							前)
[0048]	对比例 1	1201	1135	1084	1029	987	918
	实施例 1	1172	1108	1060	1012	962	904

[0049] 表2和表3分别给出了对比例和1实施例1的锻造温度下所获得毛坯的强度、延伸率和冲击功性能。对锻后连杆毛坯进行机加工和涨断处理(工艺流程主要包括:钻油孔—激光打标—粗镗大、小头孔,磨端面,钻孔攻丝—冷却、激光刻槽、涨断、拧螺栓、小头孔压衬套—精镗大、小头孔,磨端面—去毛刺—探伤—清洗—成品称重—涨断面检测),图3给出了对比例1锻造温度下所得连杆涨断后的涨断面缺陷断口形貌;图4给出了实施例1锻造温度下所得连杆涨断后的涨断面形貌。

[0050] 实施例1和对比例1中,其圆棒料感应加热温度不同,对比例1高于实施例1。相应的,对比例1的预锻、终锻、切边和校正的温度也均高于实施例1。比较对比例1和实施例1可以得知,温度过高时,连杆毛坯的横向和纵向的强度均相对较低,且横向延伸率未达到5%。本发明通过控制38MnVS6连杆毛坯锻造工艺过程中的温度,可以实现连杆毛坯性能的提升和有效控制。此外,如图3-4所示实施例1所获得连杆在加工涨断后,其涨断面质量相对对比例1更好,不存在掉渣或尖锐台阶现象。

[0051] 表2:本发明对比例1制备的连杆毛坯性能检测结果

[0052]	横向性能		纵向性能		冲击功 (J)
	抗拉强度 (MPa)	853	抗拉强度 (MPa)	917	7.17
	屈服强度 (MPa)	634	屈服强度 (MPa)	645	
	延伸率 (%)	4.4	延伸率 (%)	19.0	
	断后伸长率 (%)	8.9	断后伸长率 (%)	52.8	

[0053] 表3:本发明实施例1制备的连杆毛坯性能检测结果

[0054]	横向性能		纵向性能		冲击功 (J)
	抗拉强度 (MPa)	871	抗拉强度 (MPa)	961	8.39
	屈服强度 (MPa)	662	屈服强度 (MPa)	686	
	延伸率 (%)	5.3	延伸率 (%)	15.6	
	断后伸长率 (%)	7.6	断后伸长率 (%)	50.6	

[0055] 以上所述仅为本发明的实施例,并非限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书所做的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围之内。

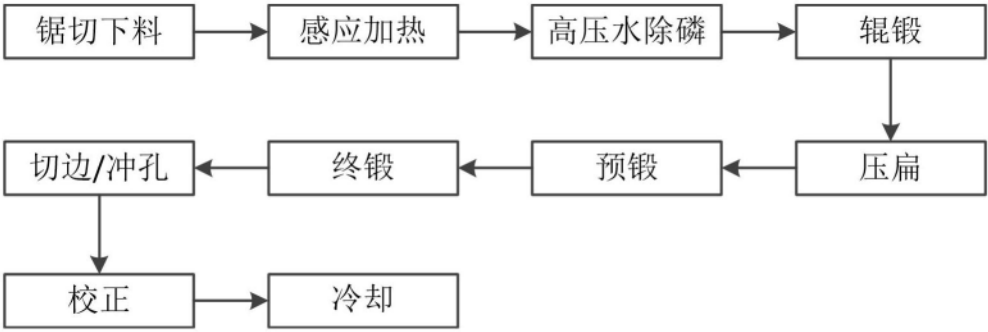


图1

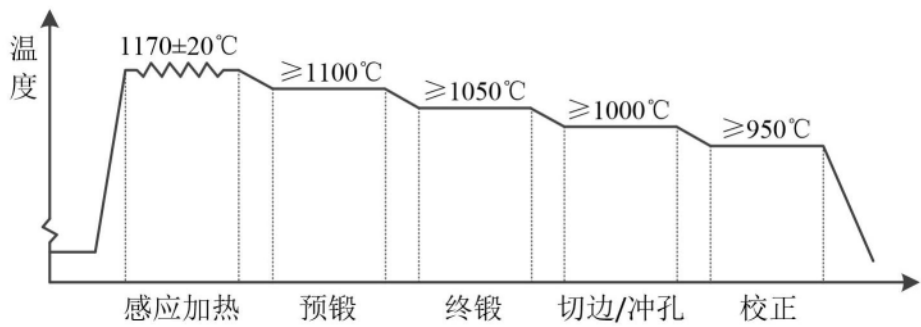


图2



图3

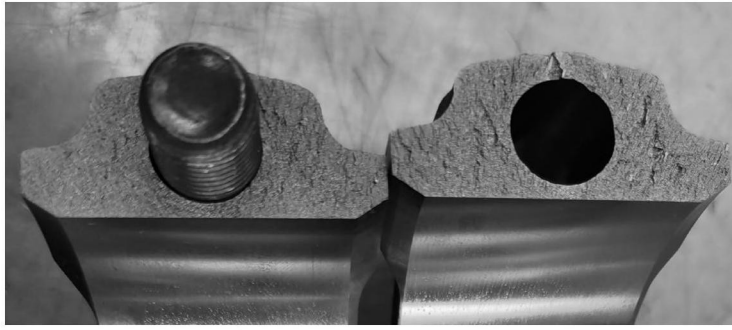


图4