



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104874712 B

(45) 授权公告日 2016. 08. 24

(21) 申请号 201510212762. 2

CN 103350175 A, 2013. 10. 16,

(22) 申请日 2015. 04. 29

CN 103817283 A, 2014. 05. 28,

(73) 专利权人 中国航空工业集团公司北京航空材料研究院

US 4771811 A, 1988. 09. 20,

地址 100095 北京市海淀区北京 81 信箱

郭淑娟等. 新型耐蠕变马氏体热强钢的试制工艺研究. 《热加工工艺》. 2010, 第 39 卷 (第 10 期),

(72) 发明人 李志 王海鹏 古立新 高谦 赵振业

审查员 吴绍群

(74) 专利代理机构 中国航空专利中心 11008

代理人 李建英

(51) Int. Cl.

B21J 1/04(2006. 01)

B21J 1/06(2006. 01)

B21J 5/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102641978 A, 2012. 08. 22,

CN 102463320 A, 2012. 05. 23,

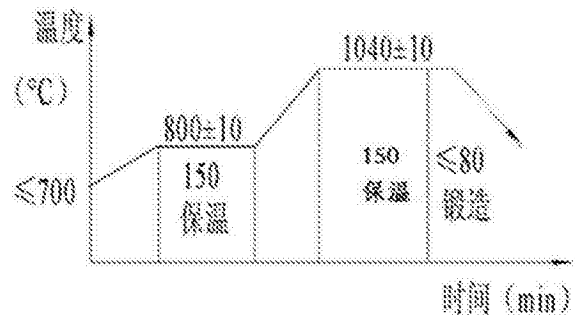
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种高合金超高强度钢大型模锻件细晶化高效锻造方法

(57) 摘要

本发明属于锻造技术领域, 涉及一种高合金超高强度钢大型模锻件细晶化高效锻造方法, 用于飞机起落架等大型模锻件的加工。锻造的步骤如下: 棒坯→加热→制坯→加热→模锻。本发明首次针对高合金超高强度钢大型模锻件细晶化高效的锻造方法进行了研究, 在锻件获得 8 级晶粒水平的同时, 锻件生产效率是常规锻件生产 5~8 倍, 同时在生产过程中降低噪声 30 分贝以上。本发明技术方案的主要特色是将高合金超高强度钢所具有的高热塑性与快锻机、大型液压机相结合, 合理分配制坯与模锻火次变形量, 形成了大型模锻件的细晶锻造方法。



1.一种高合金超高强度钢大型模锻件细晶化高效锻造方法,其特征在于:所述高合金超高强度钢是指合金元素含量在重量百分比20%以上的航空用合金结构钢,所述大型模锻件是指重量在200kg以上、1000kg以下的长杆型模锻件,棒坯采用直径 $\Phi 200\text{mm}\sim\Phi 300\text{mm}$ 的高合金超高强度钢棒材,该方法的步骤为:

(1)制坯

将棒坯在 600°C 以下入炉,随加热炉升温到 $800^{\circ}\text{C}\sim 900^{\circ}\text{C}$,并在此温度下保温 $150\text{min}\sim 200\text{min}$,之后随炉继续升温至 $1000^{\circ}\text{C}\sim 1050^{\circ}\text{C}$,保温 $110\text{min}\sim 150\text{min}$;

采用快锻机一火次制坯,锻压速度在 $20\sim 60\text{mm/s}$,将棒坯各部位变形 $30\%\sim 70\%$,停锻温度不低于 800°C ,锻后空冷,制坯时间不超过 18min ;

(2)模锻

将模锻件锻坯在 600°C 以下入炉,随加热炉升温到 $800^{\circ}\text{C}\sim 900^{\circ}\text{C}$,并在此温度下保温 $120\text{min}\sim 150\text{min}$,之后随炉继续升温至 $1000^{\circ}\text{C}\sim 1050^{\circ}\text{C}$,保温 $100\text{min}\sim 120\text{min}$;

采用液压机一火次模锻,锻压速度为 $5\sim 15\text{mm/s}$,变形 $30\%\sim 60\%$,终锻温度不低于 800°C ,使模锻件尺寸达到设计要求,锻后空冷,模锻时间不超过 2min 。

一种高合金超高强度钢大型模锻件细晶化高效锻造方法

技术领域

[0001] 本发明属于锻造技术领域,涉及一种高合金超高强度钢大型模锻件细晶化高效锻造方法,用于飞机起落架等大型模锻件的制造。

技术背景

[0002] 类似飞机起落架的大型模锻件的重量一般在200公斤以上、1吨以下,且形状复杂,目前已多采用高合金超高强度钢。一般地,超高强度钢大型模锻件的制造所采用的方法有以下两种:1)锤上制坯+锤上模锻。其特点是每次压下变形量较小,需要多火次才能够分别完成制坯和模锻,这样锻件的组织往往较为粗大,晶粒度在5-7级,锻造过程中噪音大,最高超过100分贝,因多火次制坯和多火次模锻,各火次间需要冷却、排伤,锻件的制备效率低;2)压力机制坯+压力机上模锻。其特点是坯料形状简单,制坯一火次完成,模锻采用预锻和终锻方式,需用两套模具完成模锻件制造,模锻过程往往采用多火次。该方法的优点是质量一致性好,缺点是终锻变形量较小,锻件晶粒度难以达到8级水平。目前,国内外尚无晶粒度达到8级水平的高合金超高强度钢大型模锻件。

发明内容

[0003] 本发明的目的正是针对上述现有技术状况而设计提供了一种高合金超高强度钢大型模锻件细晶化高效锻造方法,其目的是能够确保高合金超高强度钢大型模锻件获得8级以上晶粒度的同时,提高生产效率,降低锻造过程的噪声。

[0004] 本发明的目的是通过以下技术措施来实现的:

[0005] 所述高合金超高强度钢是指合金元素含量在20%(wt)以上的航空用合金结构钢,所述大型模锻件是指重量在200kg以上、1000kg以下的长杆型模锻件,棒坯采用直径 Φ 200mm~ Φ 300mm的高合金超高强度钢棒材,该方法的步骤为:

[0006] (1)制坯

[0007] 将棒坯在600℃以下入炉,随加热炉升温到800℃~900℃,并在此温度下保温150min~200min,之后随炉继续升温至1000℃~1050℃,保温110min~150min;

[0008] 采用快锻机一火次制坯,锻压速度在20~60mm/s,将棒坯各部位变形30%~70%,停锻温度不低于800℃,锻后空冷,制坯时间不超过18min;

[0009] (2)模锻

[0010] 将模锻件锻坯在600℃以下入炉,随加热炉升温到800℃~900℃,并在此温度下保温120min~150min,之后随炉继续升温至1000℃~1050℃,保温100min~120min;

[0011] 采用液压机一火次模锻,锻压速度为5~15mm/s,变形30%~60%,终锻温度不低于800℃,使模锻件尺寸达到设计要求,锻后空冷,模锻时间不超过2min。

[0012] 本发明技术方案的优点是能够确保高合金超高强度钢飞机起落架等大型模锻件的晶粒度达到8级水平,并满足力学性能和形状尺寸的设计要求,使产品的合格率提高到100%。同时,提高生产效率5~8倍。降低生产现场的噪声30分贝以上。变形方式和变形量是

本方法的两个主要因素,快锻机制坯可以使高合金超高强度钢坯料一火次产生近100%的变形量,大型液压机模锻一火次也具备产生50%以上的变形量,一火次较高速度下的大变形不会破坏锻坯的连续性,锻坯内部无缺陷产生。本发明技术方案的主要特色是将高合金超高强度钢所具有的高热塑性与快锻机、大型液压机相结合,合理分配制坯与模锻火次变形量,形成了大型模锻件的细晶化高效锻造方法。本发明具有很好的推广应用前景。

附图说明

- [0013] 图1是本发明制坯加热示意图;
 [0014] 图2是本发明模锻加热示意图;
 [0015] 图3是本发明长杆模锻件示意图。

具体实施方式

[0016] 以下结合实施例对本发明技术方案作进一步地详述:

[0017] 实施例1

[0018] (1)制坯

[0019] 原材料:直径 Φ 300mm的A-100钢棒材,化学成分见表1。实验以4件锻件为一个组批。

[0020] 表1 A-100钢棒材化学成分(%wt)

[0021]

元素	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	Al	Ti	Co
含量	0.23	< 0.10	0.029	0.0006	0.0051	3.02	11.51	1.25	< 0.015	< 0.01	13.78

[0022] 加工设备:加热炉采用箱式电阻炉,锻造设备采用3150吨快锻机;

[0023] 加热制度:1045℃,保温时间135min,具体制度示意如图1所示,在棒坯上设置一个温度传感器,并确保该传感器的温度显示不超过1050℃;

[0024] 变形制度:单火次中各个部位变形量30%以上,但不超过70%;变形速度控制在20~40mm/s;停锻温度:820℃~850℃;

[0025] 冷却方式:锻后空冷;

[0026] 单件制坯时间:14min~18min。

[0027] (2)模锻

[0028] 加工设备:加热炉采用箱式电阻炉,锻造设备采用400MN液压机;

[0029] 加热制度:1045℃,保温时间110min,具体制度示意如图2所示,在坯料上设置一个温度传感器,并确保该传感器的温度显示不超过1050℃;

[0030] 变形制度:单火次各个部位变形量30%以上,但不超过60%;锻压速度为5~10mm/s;终锻温度:830℃~880℃;

[0031] 冷却方式:锻后空冷;

[0032] 单件模锻时间:1.5min~2min。

[0033] 该长杆模锻件示意如图3所示。

[0034] (3)实验结果

[0035] 该批锻件经热处理后检测的典型部位的晶粒度结果见表2,每件锻件制坯和模锻所用时间见表3,生产现场噪声见表4。

[0036] 表2 实施例1锻件(共4件)的晶粒度结果

[0037]

锻件编号	晶粒度样品数量/件	平均晶粒度级别/G
1	2	8.2,8.0
2	3	8.0,7.8,8.4
3	2	8.5,8.1,
4	4	7.9,8.4,8.3,8.1

[0038] 注:晶粒度确定采用计算法。

[0039] 表3 实施例1锻件(共4件)的制坯和模锻过程所用时间

[0040]

锻件编号	制坯所用时间/min	模锻所用时间/min	锻造总时间/min
1	18	2	20
2	18	2	20
3	15	1.5	16.5
4	16	1.5	17.5

[0041] 表4 实施例1锻件(共4件)的制坯和模锻现场的噪声

[0042]

锻件编号	制坯时现场最大噪声/dB	模锻时现场最大噪声/dB
1	68	65
2	66	63
3	66	64
4	65	63

[0043] 由表2~表4可以看出,锻件实现细晶组织(晶粒度达到了8级水平),同时锻件生产实现了高效和低噪声。

[0044] 实施例2

[0045] (1)制坯

[0046] 原材料:直径 Φ 200mm的高合金超高强度钢棒材,化学成分见表5。实验以3件锻件为一个组批。

[0047] 表5 高合金超高强度钢棒材化学成分(wt%)

[0048]

元素	C	Mn	Si	S	P	W	Cr	V	Ni	Mo	Co
含量	0.25	< 0.10	< 0.10	< 0.005	< 0.008	1.44	1.16	< 0.10	10.08	2.00	7.25

[0049] 加工设备:加热炉采用箱式电阻炉,锻造设备采用3150吨快锻机;

[0050] 加热制度:1040℃,保温时间110min,具体制度示意如图1所示,在棒坯上设置一个

温度传感器,并确保该传感器的温度显示不超过1045℃;

[0051] 变形制度:单火次中各个部位变形量:30%以上,但不超过70%;变形速度控制在30~50mm/s;停锻温度:820℃~840℃;

[0052] 冷却方式:锻后空冷;

[0053] 单件制坯时间:14min~16min。

[0054] (2)模锻

[0055] 加工设备:加热炉采用箱式电阻炉,锻造设备采用400MN液压机;

[0056] 加热制度:1040℃,保温时间100min,具体制度示意如图2所示,在坯料上设置一个温度传感器,并确保该传感器的温度显示不超过1045℃;

[0057] 变形制度:单火次各个部位变形量 $\geq 30\%$,但不超过60%;锻压速度为6~10mm/s;终锻温度:830℃~860℃;

[0058] 冷却方式:锻后空冷;

[0059] 单件模锻时间:1.5min~2min。

[0060] (3)实验结果

[0061] 该批锻件经热处理后检测的典型部位的晶粒度结果见表6,每件锻件制坯和模锻所用时间见表7,生产现场噪声见表8。

[0062] 表6 实施例2锻件(共3件)的晶粒度结果

[0063]

锻件编号	晶粒度样品数量/件	平均晶粒度级别/G
5	2	8.1,8.0
6	3	8.3,7.8,8.4
7	2	8.2,8.1,

[0064] 注:晶粒度确定采用计算法。

[0065] 表7 实施例2锻件(共3件)的制坯和模锻过程所用时间

[0066]

锻件编号	制坯所用时间/min	模锻所用时间/min	锻造总时间/min
5	17	1.5	18.5
6	17	1.5	18.5
7	15	1.5	16.5

[0067] 表8 实施例2锻件(共3件)的制坯和模锻现场的噪声

[0068]

锻件编号	制坯时现场最大噪声/dB	模锻时现场最大噪声/dB
5	67	64
6	66	64
7	65	63

[0069] 由表6~表8可以看出,锻件实现细晶组织(晶粒度达到了8级水平),同时锻件生产实现了高效和低噪声。

[0070] 实施例3

[0071] (1)制坯

[0072] 原材料:直径 Φ 300mm的A-100钢棒材,化学成分见表9。实验以4件锻件为一个组批。

[0073] 表9 A-100钢棒材化学成分(%wt)

[0074]

元素	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	Al	Ti	Co
含量	0.24	< 0.10	0.010	0.001	0.003	3.00	11.31	1.22	< 0.015	< 0.01	13.65

[0075] 加工设备:加热炉采用箱式电阻炉,锻造设备采用1600吨快锻机;

[0076] 加热制度:1045℃,保温时间135min,具体制度示意如图1所示,在棒坯上设置一个温度传感器,并确保该传感器的温度显示不超过1050℃;

[0077] 变形制度:单火次中各个部位变形量:30%以上,但不超过70%;变形速度控制在15~50mm/s;停锻温度:820℃~840℃;

[0078] 冷却方式:锻后空冷;

[0079] 单件制坯时间:14min~18min。

[0080] (2)模锻

[0081] 加工设备:加热炉采用箱式电阻炉,锻造设备采用800MN液压机;

[0082] 加热制度:1045℃,保温时间110min,具体制度示意如图2所示,在坯料上设置一个温度传感器,并确保该传感器的温度显示不超过1050℃;

[0083] 变形制度:单火次各个部位变形量30%以上,但不超过60%;锻压速度为5~12mm/s;终锻温度:830℃~870℃;

[0084] 冷却方式:锻后空冷;

[0085] 单件模锻时间:1.5min~2min。

[0086] (3)实验结果

[0087] 该批锻件经热处理后检测的典型部位的晶粒度结果见表10,每件锻件制坯和模锻所用时间见表11,生产现场噪声见表12。

[0088] 表10 实施例3锻件(共4件)的晶粒度结果

[0089]

锻件编号	晶粒度样品数量/件	平均晶粒度级别/G
8	3	8.2,8.0,8.3
9	3	8.1,7.8,8.4
10	3	8.2,8.1,7.9
11	4	7.8,8.4,8.3,8.1

[0090] 注:晶粒度确定采用计算法。

[0091] 表11 实施例3锻件(共4件)的制坯和模锻过程所用时间

[0092]

锻件编号	制坯所用时间/min	模锻所用时间/min	锻造总时间/min
8	18	2	20
9	18	2	20

10	15	1.5	16.5
11	16	1.5	17.5

[0093] 表12 实施例3锻件(共4件)的制坯和模锻现场的噪声

[0094]

锻件编号	制坯时现场最大噪声/dB	模锻时现场最大噪声/dB
8	66	63
9	67	62
10	65	63
11	66	64

[0095] 由表10~表12可以看出,锻件实现细晶组织(晶粒度达到了8级水平),同时锻件生产实现了高效和低噪声。

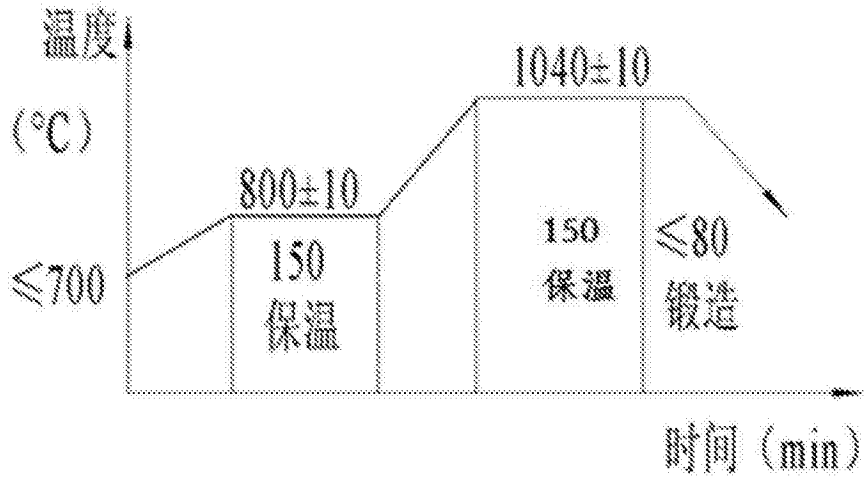


图1

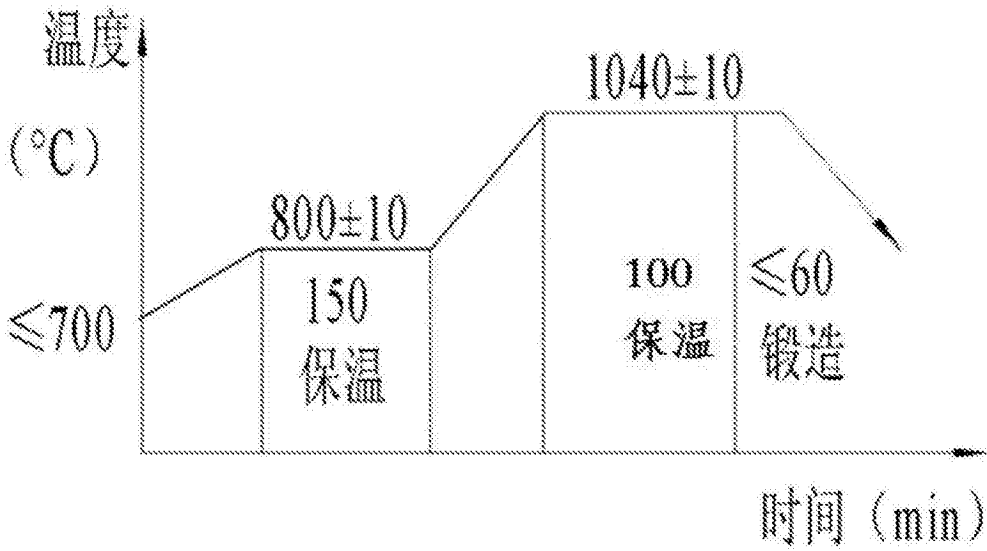


图2

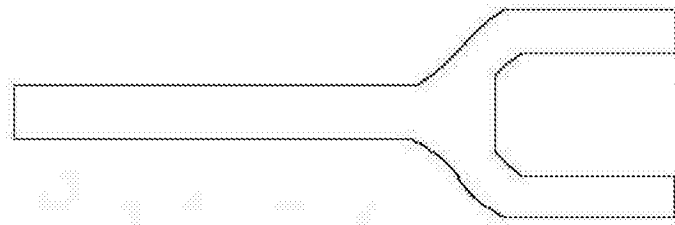


图3