



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109023104 B

(45) 授权公告日 2021.01.26

(21) 申请号 201811115193.X

G22C 38/04 (2006.01)

(22) 申请日 2018.09.25

G22C 38/44 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G22C 38/06 (2006.01)

申请公布号 CN 109023104 A

G21D 1/26 (2006.01)

G21D 1/18 (2006.01)

(43) 申请公布日 2018.12.18

(56) 对比文件

(73) 专利权人 成都先进金属材料产业技术研究院有限公司

CN 107130186 A, 2017.09.05

CN 108559925 A, 2018.09.21

地址 610306 四川省成都市青白江区城厢镇香岛大道1509号(铁路港大厦A区13楼A1301-1311、1319室)

CN 107955923 A, 2018.04.24

CN 107937827 A, 2018.04.20

CN 107177774 A, 2017.09.19

CN 101270451 A, 2008.09.24

(72) 发明人 王洪利 杜思敏

冯淑玲. 塑料模具钢4Cr13调质炸裂分析及改进措施.《模具制造》.2018,第85-87页.

(74) 专利代理机构 成都虹桥专利事务所(普通合伙) 51124

审查员 王冬妮

代理人 梁鑫 黄鑫

(51) Int. Cl.

G22C 38/02 (2006.01)

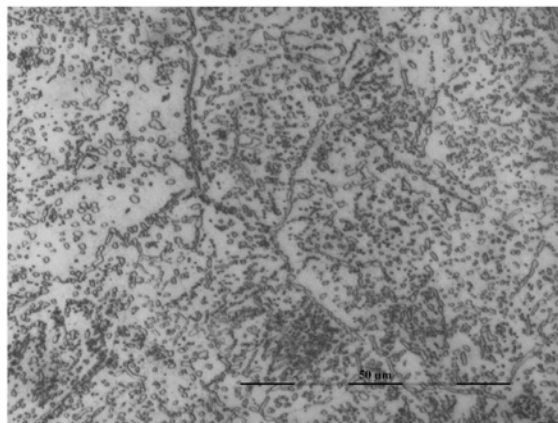
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

4Cr13塑料模具钢及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及4Cr13塑料模具钢及其制备方法,属于塑料模具钢技术领域。本发明所要解决的是现有4Cr13塑料模具钢预硬化前硬度较高,导致后续切削加工难度大的问题,技术方案是提供了4Cr13塑料模具钢,其含有质量分数为0.01%~0.10%的Mo,且Cr含量/C含量≥33.5。本发明通过Mo微合金化+Cr/C控制生产的预硬化塑料模具钢内部质量良好,且明显改善了退火态的切削加工性能。硬度检测结果表明,本发明塑料模具钢退火态的硬度≤200HBW,较现有4Cr13钢退火态的硬度显著降低,预硬化后的硬度为30~36HRC,与现有4Cr13钢预硬化后的硬度差异不大。



1. 4Cr13塑料模具钢的制备方法,其特征是:包括如下步骤:冶炼得到化学成分如下的钢水:按质量百分数计,C:0.36%~0.40%、Si:0.20%~0.40%、Mn:0.20%~0.50%、Cr:12.10%~13.20%、Mo:0.01%~0.10%、Ni \leq 0.50%、P \leq 0.030%、S \leq 0.030%、Al:0.010%~0.040%,余量为铁,Cr含量/C含量 \geq 33.5;铸造,锻造,退火热处理,预硬化处理,即得;其中,所述退火热处理的工艺条件为:首先于780℃~820℃保温8~12小时,然后以 \leq 30℃/h的速度降温至400℃以下,冷却至室温,即可;所述预硬化处理的工艺条件为:首先于840~880℃保温5~10小时,然后冷却至350~450℃,再加热至700~740℃回火处理20~25小时,然后以 \leq 40℃/h的冷却速度冷却至400℃以下,冷却至室温,即可。

2. 如权利要求1所述的制备方法,其特征是:所述塑料模具钢的厚度为80mm~200mm,宽度 \geq 500mm。

3. 如权利要求1所述的制备方法,其特征是:于850℃~1200℃锻造。

4. 如权利要求1所述的制备方法,其特征是:所述退火热处理首先于800℃保温10~12小时,然后以25℃/h的速度降温至350℃。

5. 如权利要求1所述的制备方法,其特征是:所述退火热处理中出炉自然冷却至室温。

6. 如权利要求1所述的制备方法,其特征是:所述预硬化处理首先于850℃保温8~10小时,然后冷却至400℃,再加热至720℃回火处理22~24小时,然后以25℃/h的冷却速度冷却至400℃。

7. 如权利要求1所述的制备方法,其特征是:所述预硬化处理中出炉自然冷却至室温。

8. 如权利要求1所述的制备方法,其特征是:所述冶炼依次包括电弧炉冶炼和VD真空脱气步骤,或者,依次包括电弧炉冶炼和电渣重熔步骤。

4Cr13塑料模具钢及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及4Cr13塑料模具钢及其制备方法,属于塑料模具钢技术领域。

背景技术

[0002] 塑料模具根据其主要失效形式(磨损、断裂和变形)和工作条件,对性能的主要要求可归纳为:必要的耐磨性;易切削;抛光性和刻蚀性好;导热好和热膨胀小;耐腐蚀等。塑料模具用钢锻轧成扁材后,一般经过退火工艺可以降低钢的硬度,以改善后续切削加工性能。

[0003] 4Cr13塑料模具钢属于预硬化塑料模具钢中的中碳高铬型耐蚀钢,GB/T 1299—2014工模具钢标准对其化学成分做了规定:碳0.36%~0.45%、硅 \leq 0.60%、锰 \leq 0.80%、铬12.00%~14.00%、镍 \leq 0.60%。由于钢中铬含量高,硬度高,即使经过球化退火工艺,后续切削加工难度也很大,对后续加工刀具耗损大,且容易造成塑料模具表面裂纹。因此,降低4Cr13塑料模具钢切削加工前的硬度,同时又要保证其预硬化后的硬度,显得非常重要。

[0004] 目前,通过优化合金成分设计,特别是控制钢中Cr含量/C含量来降低4Cr13塑料模具钢预硬化前的硬度,提高后续切削加工性能的方法还未见报道。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供4Cr13塑料模具钢及其制备方法,以解决现有4Cr13塑料模具钢预硬化前硬度较高,导致后续切削加工难度大的问题。

[0006] 本发明提供了4Cr13塑料模具钢,其含有质量分数为0.01%~0.10%的Mo,且Cr含量/C含量 \geq 33.5。

[0007] 进一步地,所述的4Cr13塑料模具钢的化学成分按质量百分数计为:C:0.36%~0.40%、Si:0.20%~0.40%、Mn:0.20%~0.50%、Cr:12.10%~13.20%、Mo:0.01%~0.10%、Ni \leq 0.50%、P \leq 0.030%、S \leq 0.030%,Al:0.010%~0.040%,余量为铁。

[0008] 进一步地,所述塑料模具钢的厚度为80mm~200mm,宽度 \geq 500mm。

[0009] 本发明提供了所述4Cr13塑料模具钢的制备方法,包括如下步骤:冶炼得到所述化学成分的钢水,铸造,锻造,退火热处理,预硬化处理,即得。

[0010] 进一步地,于850℃~1200℃锻造。

[0011] 进一步地,所述退火热处理的工艺条件为:首先于780℃~820℃保温8~12小时,然后以 \leq 30℃/h的速度降温至400℃以下,冷却至室温,即可。

[0012] 优选地,首先于800℃保温10~12小时,然后以25℃/h的速度降温至350℃。

[0013] 优选地,出炉自然冷却至室温。

[0014] 进一步地,所述预硬化处理的工艺条件为:首先于840~880℃保温5~10小时,然后冷却至350~450℃,再加热至700~740℃回火处理20~25小时,然后以 \leq 40℃/h的冷却速度冷却至400℃以下,冷却至室温,即可。

[0015] 优选地,首先于850℃保温8~10小时,然后冷却至400℃,再加热至720℃回火处理

22~24小时,然后以25℃/h的冷却速度冷却至400℃。

[0016] 优选地,出炉然冷却至室温。

[0017] 进一步地,所述冶炼依次包括电弧炉冶炼和VD真空脱气步骤,或者,依次包括电弧炉冶炼和电渣重熔步骤。

[0018] 本发明提供了4Cr13塑料模具钢,通过Mo微合金化+Cr/C控制生产的预硬化塑料模具钢内部质量良好,其退火态金相组织中不存在硬度过高的长条状碳化物,不仅使得钢在热加工过程中不会因 M_7C_3 而产生局部应力集中,造成内部缺陷,同时也可以明显改善退火态的切削加工性能。硬度检测结果表明,本发明塑料模具钢退火态的硬度 $\leq 200\text{HBW}$,较现有4Cr13钢退火态的硬度显著降低,预硬化后的硬度为30~36HRC,与现有4Cr13钢预硬化后的硬度差异不大。

附图说明

[0019] 图1为实施例1中的塑料模具钢退火态金相组织图;

[0020] 图2为实施例2中的塑料模具钢退火态金相组织图;

[0021] 图3为对比例中的塑料模具钢退火态金相组织图。

具体实施方式

[0022] 本发明具体实施方式中使用的原料、设备均为已知产品,通过购买市售产品获得。

[0023] 本发明提供了4Cr13塑料模具钢,其含有质量分数为0.01%~0.10%的Mo,且Cr含量/C含量 ≥ 33.5 。

[0024] 本发明针对GB/T 1299—2014工模具钢标准中牌号为4Cr13的塑料模具钢进行了化学成分的优化设计,主要采用Mo微合金化+Cr/C控制的方法提高了塑料模具钢的可切削性。一方面,通过添加微量Mo元素降低了硬度过高的条带状 M_7C_3 型碳化物的稳定性,细化 $M_{23}C_6$ 型碳化物,在提高塑料模具钢的可切削加工性的同时,也不会降低塑料模具钢的硬度。另一方面,控制Cr含量/C含量 ≥ 33.5 ,能够使塑料模具钢的金相组织中不析出硬度过高的条带状 M_7C_3 型碳化物,改善其热锻性及后续制模过程中的可切削加工性。

[0025] 进一步地,本发明还提供了所述4Cr13塑料模具钢的制备方法,包括如下步骤:冶炼得到所述化学成分的钢水,铸造,锻造,退火热处理,预硬化处理,即得。

[0026] 所述退火热处理步骤优选的工艺条件为:首先于780℃~820℃保温8~12小时,然后以 $\leq 30^\circ\text{C}/\text{h}$ 的冷速冷却至400℃以下。

[0027] 于780℃~820℃保温8~12小时,能够使碳化物充分球化或颗粒化。经考察表明,温度过低或保温时间过短会导致碳化物球化不充分,温度过高或保温时间过长会导致碳化物聚集长大。

[0028] 以 $\leq 30^\circ\text{C}/\text{h}$ 的冷速冷却至400℃以下,能够避免存在残余奥氏体而降低强度和韧性。

[0029] 所述预硬化处理步骤优选的工艺条件为:首先于840~880℃保温5~10小时,然后冷却至350~450℃,再加热至700~740℃回火处理20~25小时,然后以 $\leq 40^\circ\text{C}/\text{h}$ 的冷却速度冷却至400℃以下。

[0030] 首先于840~880℃保温5~10小时,在此温度区间内奥氏体均匀程度充分,温度过

高或过低会导致奥氏体晶粒长大或不能充分均匀。

[0031] 再加热至700~740℃回火处理20~25小时,在此温度范围内可以使奥氏体充分转变为回火索氏体,提高模具钢强度和韧性。温度过高会造成晶界强化和位错强化作用下降,导致硬度和强度下降;温度过低会导致不能得到完全的回火索氏体组织。

[0032] 然后以 $\leq 40^\circ\text{C}/\text{h}$ 的冷却速度冷却至400℃以下,使回火索氏体组织充分保留下来。

[0033] 实施例1本发明4Cr13塑料模具钢的制备

[0034] 采用LF电弧炉冶炼+电渣重熔成 $\Phi 880\text{mm}$ 电渣锭,其化学成分如表1所示,经850℃~1200℃锻造成厚度100mm,宽度610mm的塑料模具钢板材,再进行退火热处理+预硬化热处理。

[0035] 其中,退火热处理工艺为:首先在800℃保温10小时;然后以 $25^\circ\text{C}/\text{h}$ 的冷速炉冷至350℃出炉,然后自然冷却至室温。

[0036] 预硬化处理工艺为:首先在850℃保温8小时,然后冷却至400℃;再加热至720℃回火处理22小时,然后以 $25^\circ\text{C}/\text{h}$ 的冷却速度冷却至400℃,最后出炉空冷。

[0037] 采用该方法生产的4Cr13塑料模具钢,退火后的金相组织均为马氏体+小尺寸球状或颗粒状碳化物,未发现长条状碳化物,如图1所示。

[0038] 采用该方法生产的4Cr13塑料模具钢退火态及预硬化后的硬度如表2所示。可以看出,采用实施例1方法生产的4Cr13塑料模具钢退火态硬度明显较对比例生产的4Cr13塑料模具钢硬度低,且实施例1生产的4Cr13塑料模具钢预硬化后硬度与对比例生产的4Cr13塑料模具钢硬度差异不大。

[0039] 实施例2本发明4Cr13塑料模具钢的制备

[0040] 采用LF电弧炉冶炼+VD真空脱气,然后浇注成3.2吨扁锭,其化学成分如表1所示,经850℃~1200℃锻造成厚度150mm,宽度610mm的塑料模具钢板材,再进行退火热处理+预硬化热处理。

[0041] 其中,退火热处理工艺为:首先在800℃保温12小时;然后以 $25^\circ\text{C}/\text{h}$ 的冷速炉冷至350℃出炉,然后自然冷却至室温。

[0042] 预硬化处理工艺为:首先在850℃保温10小时,然后冷却至400℃;再加热至720℃回火处理24小时,然后以 $25^\circ\text{C}/\text{h}$ 的冷却速度冷却至400℃,最后出炉空冷。

[0043] 采用该方法生产的4Cr13塑料模具钢,退火后的金相组织均为马氏体+小尺寸球状或颗粒状碳化物,未发现长条状碳化物,如图2所示。

[0044] 采用该方法生产的4Cr13塑料模具钢退火态及预硬化后的硬度如表2所示。可以看出,采用实施例2方法生产的4Cr13塑料模具钢退火态硬度明显较对比例生产的4Cr13塑料模具钢硬度低,且实施例2生产的4Cr13塑料模具钢预硬化后硬度与对比例生产的4Cr13塑料模具钢硬度差异不大。

[0045] 对比例

[0046] 采用LF电弧炉冶炼+电渣重熔成 $\Phi 880\text{mm}$ 电渣锭,其化学成分如表1所示,经850℃~1200℃锻造成厚度100mm,宽度610mm的板材,再进行退火热处理+预硬化热处理。

[0047] 其中,退火热处理工艺为:首先在800℃保温10小时;然后以 $25^\circ\text{C}/\text{h}$ 的冷速炉冷至350℃出炉,然后自然冷却至室温。

[0048] 预硬化处理工艺为:首先在850℃保温8小时,然后冷却至400℃;再加热至720℃回

火处理22小时,然后以25℃/h的冷却速度冷却至400℃,最后出炉空冷。

[0049] 采用该方法生产的4Cr13塑料模具钢,退火后的金相组织均为马氏体+小尺寸球状或颗粒状碳化物,及少量长条状碳化物,如图3所示。

[0050] 采用该方法生产的4Cr13塑料模具钢退火态及预硬化后的硬度如表2所示。

[0051] 表1实施例1、2及对比例中塑料模具钢的化学成分(重量百分比%)

化学成分	Al	C	Cr	Mn	Mo	Ni	Si	P	S	Cr/C
[0052] 实施例 1	0.006	0.385	13.15	0.446	0.068	0.182	0.251	0.023	0.003	34.16
实施例 2	0.007	0.387	13.28	0.456	0.068	0.184	0.267	0.02	0.006	34.32
对比例	0.005	0.397	12.86	0.395	0.025	0.123	0.473	0.019	0.002	32.39

[0053] 表2实施例1、2及对比例中塑料模具钢退火态及预硬化后的硬度

	退火态, HBW	预硬化后, HRC
[0054] 实施例 1	193	32.2
实施例 2	185	32
对比例	212	33.3

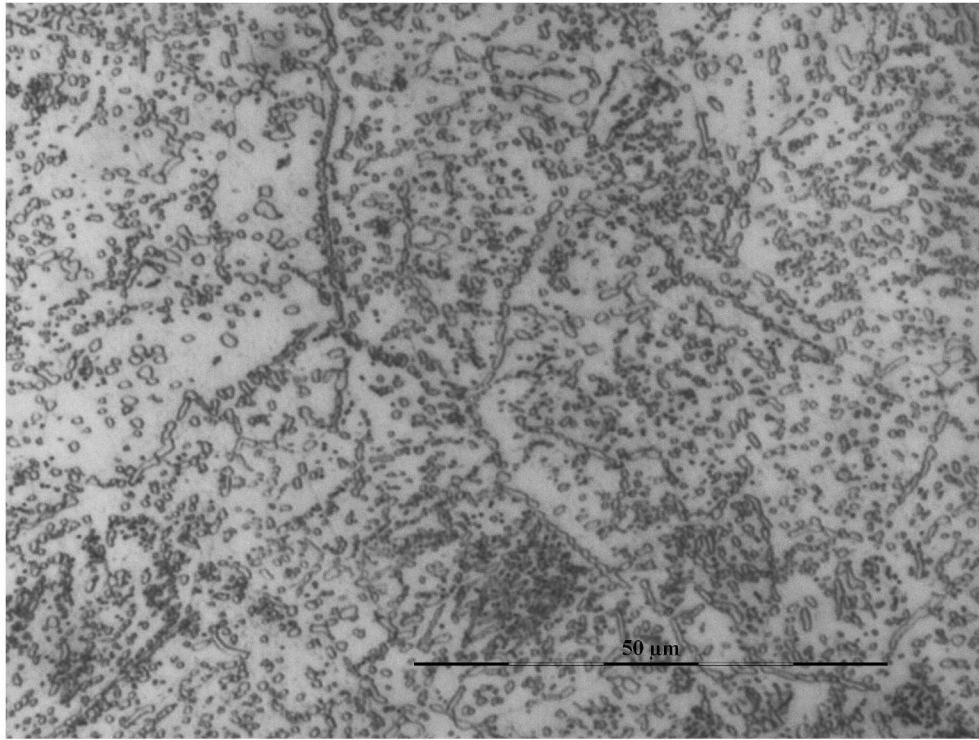


图1

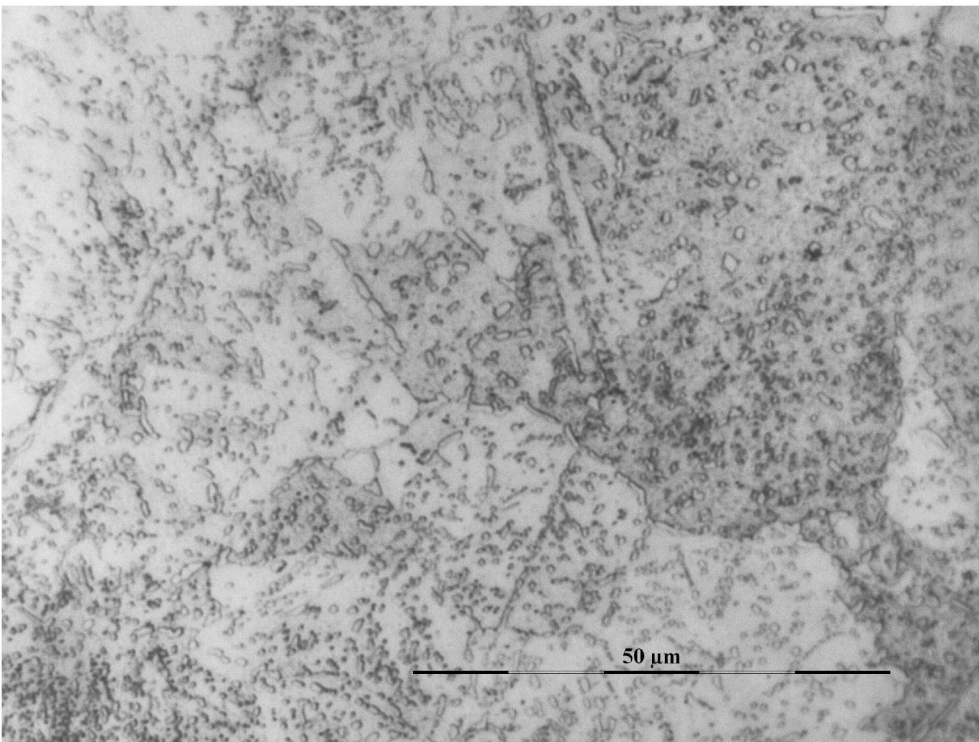


图2

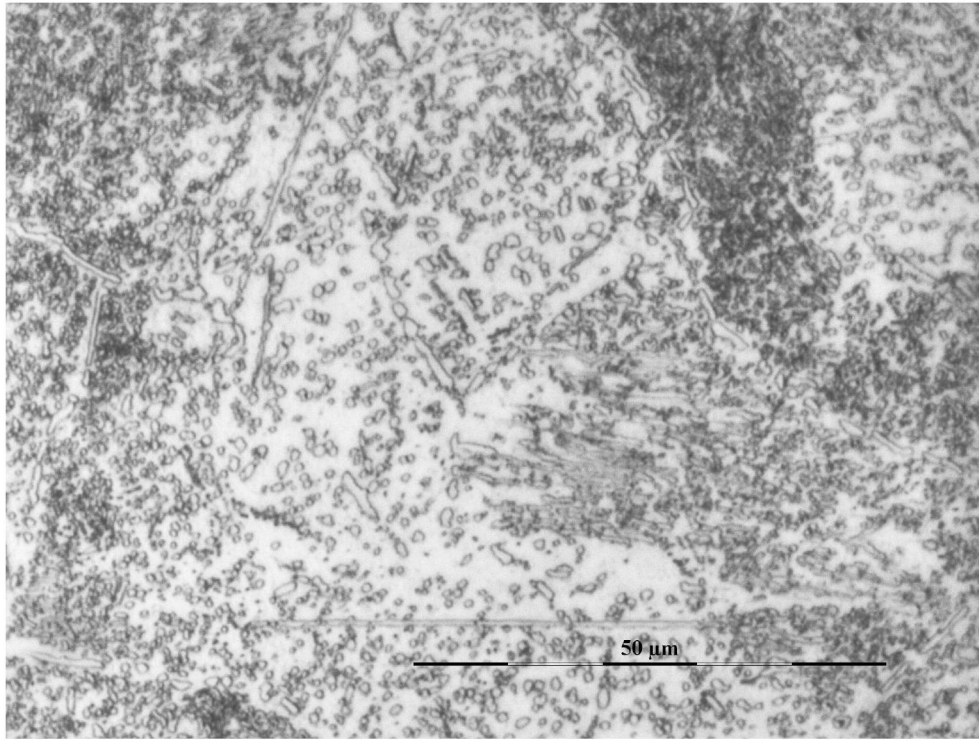


图3