

莱钢 LGP20CH 预硬型模具钢的开发生产实践

吴会亮,衣忠文,霍孝新,黄少文
(莱芜钢铁集团有限公司 技术中心,山东 莱芜 271104)

摘要:通过合理的化学成分设计,采用转炉、LF、RH、连铸、控制轧制与预硬化热处理工艺,成功开发出 LGP20CH 模具用钢并批量生产。实物质量检验表明,钢板钢质纯净度高,主要为 B 类夹杂物,级别在 1.5 级以下,钢板组织为回火索氏体,晶粒度达到 9 级以上,100% 超声波检验合格,无气孔、针眼缺陷;整张钢板硬度波动值不超过 4 HRC,完全满足用户使用要求。

关键词:模具钢;LGP20CH;预硬化;热处理;硬度

中图分类号: TG142.45

文献标识码: B

文章编号: 1004-4620(2013)06-0017-02

1 前言

随着汽车的轻型化和电器产品的大型化,对模具钢使用性能的要求越来越高,要求模具钢具有优良的可加工性、热处理变形小、尺寸稳定性好和淬透性高等特点^[1]。为了满足以上使用要求,预硬型模具钢的使用日益受到广泛关注,此类钢种经真空熔炼生产,纯净度高,性能稳定,硬度分布均匀,具有良好的加工性和表面光洁度;同时预硬化的供货状态可以避免后续热处理所导致的模具变形^[2]。

莱钢自 2011 年 11 月开发 LGP20CH 预硬型模具用钢,目前已累计生产 6 000 余 t,包含了(25~75) mm × (2 000~2 200) mm 多种规格。产品成功销往珠三角和长三角等地区终端模具制造企业中,综合使用情况良好,标志着莱钢已成熟掌握该类钢板的生产技术,提高了产品的市场知名度和影响力。

2 主要技术要求

为满足 LGP20CH 模具钢性能要求,在国标的基础上,综合考虑用户的实际使用需求,采用协议供货。钢的化学成分(熔炼分析)应符合表 1 的规定,钢板表面硬度 28~36 HRC,非金属夹杂物各系最高级别均不得超过 2.0 级,晶粒度级别应优于 6 级;同时,钢材应逐张进行超声波探伤,探伤标准执行 GB/T 2970《厚钢板超声波检验方法》。

表 1 LGP20CH 模具钢熔炼成分(质量分数) %

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
0.32~0.40	0.17~0.37	0.40~0.70	≤0.035	≤0.035	1.00~1.60	0.15~0.40

3 生产工艺

莱钢 LGP20CH 预硬型模具用钢的开发生产采

用如下工艺流程:120 t 顶底复吹转炉—LF—RH—板坯连铸—加热—高压水除鳞—轧制—探伤—精整—抛丸处理—淬火—回火—入库。

3.1 炼钢工艺

1) 转炉生产控制。入炉铁水不进行预脱硫处理,铁水 S 控制在 0.020% 以上。将钼铁随废钢一起加入转炉,以尽量减少后期钢水温降。终渣碱度控制在 3.0~4.0,终点温度 1 640~1 660 ℃。采用铬铁、硅锰、高碳锰铁进行合金化。滑动出钢口挡渣出钢,钢包下渣厚度 > 80 mm,出钢后期加入适量的预熔合成渣进行渣洗。

2) 精炼生产控制。钢包到精炼后立即进行测温、定氧、吹氩,采用铝粒、碳化钙或碳化硅进行调渣,造白渣或黄白渣。根据钢水成分适当配加合金,使各元素达到目标值。RH 精炼采用本处理操作模式,使非金属夹杂物上浮,净化钢质,利用真空脱气,进一步去除钢中 [O]、[N]、[H] 等有害气体元素。RH 处理后,喂钙铁线进行钙处理,软吹 12 min 以上。

3) 连铸生产控制。铸坯规格为 300 mm × 1 800 mm,全程保护浇注,中间包使用覆盖剂结合碳化稻壳覆盖,结晶器保护渣使用高碳钢保护渣,大包氩封流量 90 L/min,自动开浇。结晶器振动采用非正弦振动 Table 4 模式,二冷水控制、动态轻压下按照高碳合金钢定义。水口浸入深度 140~170 mm。中间包过热度控制在 25 ℃ 以内。拉速稳定控制在 0.80~0.90 m/min。

3.2 轧制工艺

模具钢轧制过程主要为获得良好的板形、均匀的组织 and 晶粒度。前期生产采用 AR 轧制工艺,后续钢板性能分析发现,整板性能均匀性不理想,此后生产全部改为 TCR1 控轧模式,精轧开轧温度 880~950 ℃。因钢板厚度跨度大,根据不同成品规格控制不同的中间坯厚度和道次压下率。

收稿日期:2013-01-06;修回日期:2013-11-25

作者简介:吴会亮,男,1984 年生,2007 年毕业于安徽工业大学冶金工程专业。现为莱钢技术中心工程师,从事宽厚板新产品研发工作。

3.3 预硬化工艺

为保证钢板淬透性效果,适当提高淬火加热温度。采用900~920℃淬火,并按截面尺寸来控制升温速度,确保心部达到淬火加热温度并有足够的时间,让心部的合金元素充分固溶于奥氏体;淬火保温10~20 min。采用550~580℃回火。回火处理的目的是最终达到所需要的硬度和消除大部分淬火应力,同时使其尺寸稳定性提高。为保证产品实物质量的稳定性,在实际生产实践过程中,相关热

处理参数根据环境温度变化予以适当调整。

4 实物质量

取样做化学成分、硬度、金相(组织及相对含量、晶粒度、夹杂、带状组织)检验。

4.1 化学成分

生产的LGP20CH预硬型模具用钢化学成分见表2。钢水化学成分稳定,P、S含量控制严格,合金收得率较稳定,全部符合内控要求。

表2 钢水熔炼成分(质量分数)%

项目	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
内控要求	0.35~0.40	0.20~0.35	0.55~0.70	≤0.015	≤0.010	1.00~1.30	0.25~0.40
样品1	0.38	0.25	0.61	0.015	0.007	1.10	0.30
样品2	0.34	0.27	0.59	0.012	0.010	1.12	0.28
样品3	0.35	0.3	0.6	0.013	0.008	1.20	0.26
样品4	0.33	0.26	0.59	0.015	0.011	1.20	0.27

4.2 金相检验结果

金相检验表明,产品的带状组织均在2级以下,非金属夹杂物及晶粒度检验结果见表3。

表3 产品非金属夹杂物及晶粒度检验结果

样品	非金属夹杂物/级				铁素体晶粒度/级	
					表面	1/2处
样品1	A0.5	B1.0	C0	D0	10.5	9
样品2	A0.5	B1.0	C0	D0	11.0	10
样品3	A0	B0.5	C0.5	D0.5	10.5	9
样品4	A0.5	B1.0	C0	D0	10.5	9

由表3可见,钢中非金属夹杂物数量较少,等级较低,主要为B类夹杂物,级别均在1.5级以下。晶粒均匀细小。

在成品厚度为60 mm的钢板上分别切取淬火试样和回火试样,在金相显微镜下观察其近表面和1/2处的组织,其中钢板厚度1/2处的金相照片见图1。可以看出,淬火态组织主要为马氏体,马氏体呈现不规则板条状;回火后马氏体板条的尺寸逐渐增加,板条晶界已不太明显,析出了弥散分布的小颗粒碳化物,形成了回火索氏体组织^[3]。

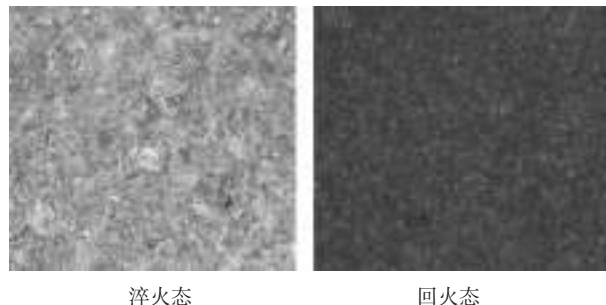


图1 LGP20CH钢板不同状态的金相组织 500×

4.3 硬度

选取厚度为30、40和70 mm 3个规格的钢板,每个规格检验20张钢板的硬度,检验结果见图2。

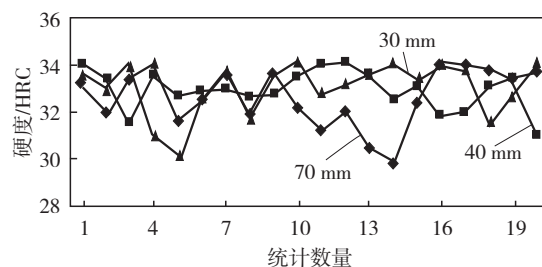


图2 LGP20CH钢板硬度变化情况

从检验情况来看,钢板硬度比较均匀,硬度波动值最大不超过4 HRC,且硬度值离散度比较小,基本在33 HRC,远优于协议要求。

4.4 探伤

采用多通道超声波探伤仪对钢板逐张进行在线检测,按照整板均匀分散5点进行检验,报告5点平均值。未发现钢板存在超出GB/T 2970标准Ⅱ级要求的缺陷,全部符合GB/T 2970标准Ⅱ级要求。

5 结论

莱钢开发的LGP20CH预硬型模具用钢的生产工艺成熟、稳定、可行,产品完全满足标准和用户使用要求,并实现了批量生产供货。在此工艺下生产的钢板,钢质纯净度高,组织致密,100%超声波检验合格,无气孔、针眼缺陷;硬度分布均匀,具有良好的加工性。

参考文献:

- [1] 何燕霖,李麟.预硬型塑料模具钢718的切削性能和夹杂物研究[J].金属热处理,2003(1):51-54.
- [2] 高玉芳.3Cr2Mo塑料模具钢预硬化热处理工艺参数的研究[J].热加工工艺,2000(5):26-27.
- [3] 刘宗昌,宋义全.P20钢的预硬化组织及工艺[J].包头钢铁学院学报,2002(4):332-335.

(下转第20页)

节加工出扁形通槽,中芯下节的上下两端也加工成扁形,上端与通槽紧配合后焊接牢固;下端插入底座扁形槽中紧配合,底座对称设计上插板,实现产品底部凹槽的预成型。自上而下侧芯、中芯上节、中芯下节、斜套与底座组装起来,可以实现4侧孔与底部凹槽在径向上的精确定位。

3)侧芯模具结构的确定。由于中芯上节直径仅有30 mm,为了解决4侧芯与中芯上节的配合问题,设计了“钩头槽”式的联接方法(见图3),让侧芯钩住中芯上节。

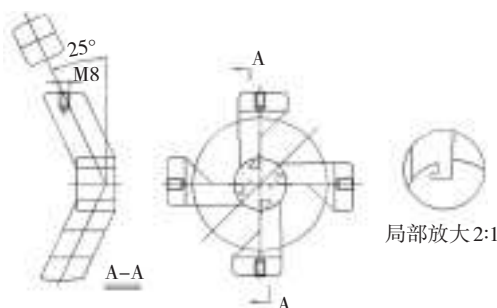


图3 侧芯“钩头槽”联接结构

在有限的中芯上节横断面上设计了4个“钩头槽”,其弯钩处的设计既要满足强度要求又要便于出模。通常设计钩槽各配合面的尺寸为2~5 mm,鉴于其横截面积较小,取下限2 mm,并倒0.5 mm的圆角,便于出模。侧芯加工完成后与对应的侧孔槽分别做好标记,以便在组装模具时一一对应,提高模具的配合精度。为了确保成型后侧芯从侧孔出模方便,每个侧芯都加工有拔模斜度,并把4个侧芯外端分别加工出M8的内孔,以方便出模时工具将其拉出。

2.3 密封模具的设计

由于等静压成型的压力介质是水,若产品在成型过程中密封不严进水就会造成废品。因此,密封模具的设计尺寸根据与之配合的胶模尺寸确定。

1)胶盖尺寸的确定。胶盖大径等于胶套模上口外径尺寸;胶盖小径等于胶套模上口内径尺寸;胶盖与胶套模配合高度45 mm;胶盖总高等于胶盖与胶套模配合高度+15 mm。

2)底座尺寸的确定。底座配合直径等于胶套模下口内径尺寸;底座防水线直径等于胶套模下口直径尺寸+2 mm;底座大径等胶套模下口外径尺寸+8~10 mm;底座与胶套模配合高度50 mm;底座总高等于底座与胶套模配合高度+15 mm。

3 模具的应用

“钩头槽”式4侧芯组合模具设计解决了不对称侧芯难定位、易偏心、生产效率低、不利于大规模生产的弊端,提高了产品精度,降低了废品率和成本,保证了产品的质量和使用效果。成型后的产品侧孔符合图纸尺寸要求,侧芯轴向尺寸精度达到 ± 1 mm,不对称4侧芯组合模具配合紧密、脱模顺利、可重复使用,为小型浸入式水口不对称4孔预成型的大规模生产奠定了基础。现平均每月订货约20 t,年生产总值400多万元。

参考文献:

- [1] 王勇,王全礼,陈明跃.帘线钢质量影响因素及控制措施[J].天津冶金,2005(6):36-39.
- [2] 郭海珠,余森.实用耐火原料手册[M].北京:中国建材出版社,2000.

Die Design of Submerged Nozzle with Asymmetric Four Holes for Tire Cord Steel

QIAO Linlin, HU Qingqing, DING Lili

(Shandong Refractory Group Qingdong Zhongqi Co., Ltd., Qingdao 266043, China)

Abstract: According to the production requirements and characteristics of tire cord steel, the submerged nozzle and assembled die with asymmetric four side cores for tire cord steel were designed. The die is made of shape die, inner-hole die and sealing die. A hook-groove structure is designed for the asymmetric four side cores, achieving the precise positioning of the dies. The assembled die joints closely, strips smoothly and can be reused, increasing the production efficiency.

Key words: submerged nozzle mold; asymmetric four holes; die design; assembled die; hook-groove structure

(上接第18页)

Development and Production Practice of LGP20CH Pre-hardened Die Steel in Laiwu Steel

WU Huiliang, YI Zhongwen, HUO Xiaoxin, HUANG Shaowen

(The Technology Center of Laiwu Iron and Steel Group Corporation, Laiwu 271104, China)

Abstract: Through the reasonable chemical composition design and adopting the converter-LF-RH-continuous casting-controlled rolling-pre-hardening process, LGP20CH die steel was successfully developed and was entered batch production now. The product quality inspection showed that the plates have a high purity with B type inclusions below 1.5 level, the microstructure of plates is tempered sorbite, the grain size of plates is above 9 grade, and all of plates have passed the ultrasonic testing, without blowhole, pinhole defects; Moreover, the hardness fluctuation of whole plate is within 4 HRC, completely meeting user's requirements.

Key words: die steel; LGP20CH; pre-hardening; heat treatment; hardness