DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.10.003

热处理工艺对 ZG65Mn 深松铲组织和性能影响

牛翰卿[1,2],王晓莉[2,3],王玉刚[1,2],高　超[1,2],李正东[2,3]

(1.兰州兰石集团有限公司 铸锻分公司,甘肃 兰州 730314;2.甘肃省高端铸锻件工程技术研究中心,甘肃 兰州 730314;3.兰州兰石能源装备工程研究院有限公司,甘肃 兰州 730314)

摘　要:对深松铲材料 ZG 65Mn 进行了不同参数的热处理,对比了不同退火温度和不同回火温度 ZG 65Mn 的硬度和冲击韧性,研究了热处理参数对显微组织和力学性能的影响。结果表明,ZG65Mn 经 900 ℃退火、840 ℃淬火并 200 ℃回火处理的显微组织主要为回火马氏体,综合性能最优,不仅具有高的硬度,还具有较好的冲击韧度。

关键词:ZG65Mn;热处理;深松铲

中图分类号:TG162.9; TG156　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2020)10-0910-03

Effect of Heat Treatment Process on Microstructure and Mechanical Properties of ZG65Mn Subsoiling Shovel

NIU Hanqing[1,2], WANG Yugang[1,2], WANG Xiaoli[2,3], GAO Chao[1,2], LI Zhengdong[2,3]

(1. Lanzhou LS Group Co., Ltd., Casting and Forging Branch, Lanzhou 730314, China; 2. Gansu Province High-end Castings and Forgings Engineering Technology Research Center, Lanzhou 730314, China; 3. Lanzhou LS Energy Equipment Engineering Institute Co., Ltd., Lanzhou 730314, China)

Abstract: The hardness and impact toughness of ZG65Mn for subsoiler at different annealing temperature and tempering temperature were compared, and the effects of heat treatment parameters on microstructure and mechanical properties were studied. The results show that the microstructure of ZG65Mn after annealing at 900 ℃, quenching at 840 ℃ and tempering at 200 ℃ is mainly tempered martensite, which has the best comprehensive performance, not only high hardness, but also good impact toughness.

Key words: ZG65Mn; heat treatment; subsoiler

农机深松铲是深松耕机械上的核心部件,也是易损件[1]。深松铲需要较高的硬度、冲击韧度和耐磨性[2]。JB/T 9788-1999 深松铲和深松铲铲柄中规定深松铲采用 GB/T 711 规定的 65Mn 钢制造。65Mn 钢淬透性高、强韧性好、硬度高及耐磨性好,被广泛地应用于弹性元件、农业机械、矿山机械、石油机械等与土壤或岩石接触的耐磨部件上。这些产品在使用过程中由于承受较大的冲击载荷,不仅需要表面耐磨,而且对整体的抗冲击性能要求也高[3,4]。

因此,本文通过研究热处理工艺对 65Mn 组织和力学性能的影响,以确定适宜的热处理工艺,使 65Mn 具有较高硬度的情况下,同时具有较好的冲击韧性,使其应用于农机深松铲,提高使用寿命。

1　试验材料及方法

以 16Mn 废钢、高碳锰铁、高碳铬铁为原材料,用 1 t 中频感应炉进行熔炼,采用砂型铸造方法浇注一定数量的铸件和 200 mm×60 mm×80 mm 的试块。对试块进行热处理工艺研究,采用 QSN-750 真空直读光谱仪进行化学成份检测,结果如表 1 所示。采用 JSM-IT300 扫描电子显微镜对显微组织进行观察。用 PTM2000 金属摆锤式冲击试验机进行冲击韧度试验,试样使用 V 型缺口,尺寸为 55 mm×10 mm×10 mm。采用 TH300 HR150 型洛氏硬度计进行硬度检测。

表1 ZG65Mn化学成分 w(%)
Tab.1 The chemical composition of ZG65Mn steel

合金牌号	C	S	P	Si	Mn	Cr
ZG65Mn	0.62～0.70	≤0.035	≤0.035	0.17～0.37	0.90～1.20	≤0.20

2　试验结果及分析

2.1　预备热处理的影响

机械零件的一般加工工艺为:毛坯-预备热处理-机加工-最终热处理。退火具有使成分均匀化、细化组织、消除内应力、降低硬度、提高塑性的作用,可以为进一步淬火作组织准备。本文以退火作为预备热处理方式,分别在 950 ℃和 900 ℃退火对

收稿日期:2020-05-09

作者简介:牛翰卿(1985-),甘肃天水人,本科,工程师.主要从事材料成型制造及研究方面的工作.
电话 13893465620,E-mail:1132214946@qq.com

ZG65Mn 组织和性能的影响进行了研究，以优选出合理退火温度，热处理工艺如图 1 所示。

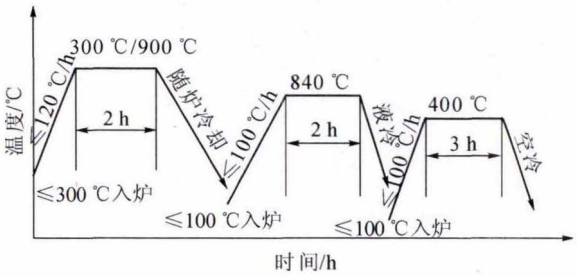


图 1 首次试验热处理曲线

Fig.1 Heat treatment curve of first experiment

试块分别在 950 ℃和 900 ℃保温 2 h，然后随炉冷却至 300 ℃出炉空冷。经淬火并回火后，其组织如图 2 和图 3 所示，力学性能如表 2 所示。

表2 不同退火温度下ZG65Mn的力学性能

Tab.2 Mechanical properties of ZG65Mn at different annealing temperatures

退火条件	硬度(HRC)	冲击功/J
950 ℃×2 h	29	10
900 ℃×2 h	32	13

由图 2 和图 3 可见，ZG65Mn 组织中马氏体基本已脱碳分解，白色基体上弥散分布着碳化物，纯白色区域较为明显，为先共析铁素体或马氏体分解后的铁素体，即组织为回火屈氏体和铁素体。

图 2(b)中出现明显的裂纹，其裂纹可能为凝固引起的缩松或热处理过烧引起的微裂纹，过烧的表面呈现鸡爪状和树皮状裂纹，使材料完全报废，无法挽救。由图(b)分析可见基本为过烧组织，由此判断 950 ℃退火温度过高。

从表 2 中看出，ZG65Mn 在 950 ℃退火 2 h 的硬度和冲击韧度均低于 900 ℃退火后，但硬度仍低于标准值。对比显微组织可知，若得到高硬度，必须得到马氏体组织。本实验得到的是屈氏体和铁素体，说明回火温度过高。综上分析，900 ℃退火预备热处理较好。

2.2 回火温度的影响

优化实验以 900 ℃退火，调整回火温度，研究回火温度对组织和性能的影响。具体热处理方案如表 3 所示。

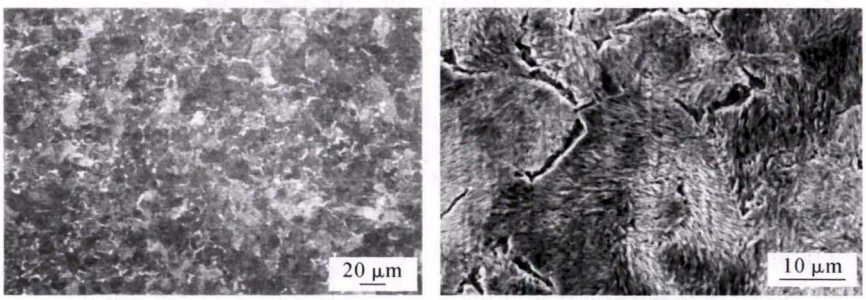
表3 优化实验热处理工艺方案

Tab.3 Optimization of experimental heat treatment process

退火		淬火		回火	
加热温度/℃	冷却方式	加热温度/℃	冷却方式	加热温度/℃	冷却方式
900	随炉冷却	840	液冷	未处理	未处理
				200	空冷
				250	空冷
				300	空冷

试样经 900 ℃退火预备热理后，进行淬火，分别以未处理、200、250 和 300 ℃回火，组织如图 4 所示。

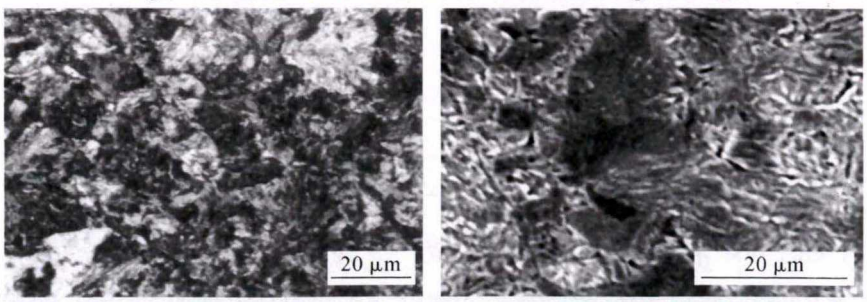
经过淬火后，ZG65Mn 的组织为板条马氏体和残余奥氏体，组织不均匀，需要进行后续的回火处理使组织均匀，以降低内应力，如图 4(a)所示。回火后，



(a)光镜形貌　　(b)SEM形貌

图 2 950 ℃退火后的 ZG65Mn 显微组织

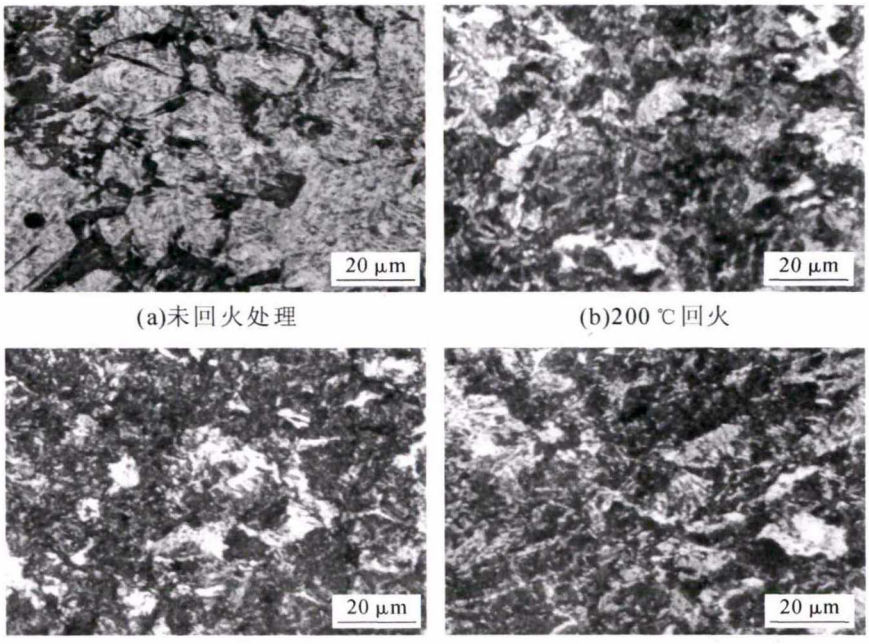
Fig.2 Microstructure of ZG65Mn at 950 ℃ annealing treatment



(a)光镜形貌　　(b)SEM形貌

图 3 900 ℃退火后的 ZG65Mn 显微组织

Fig.3 Microstructure of ZG65Mn at 900 ℃annealing treatment



(a)未回火处理　(b)200 ℃回火

(c)250 ℃回火　(d)300 ℃回火

图 4 840 ℃淬火不同温度回火后的 ZG65Mn 显微组织

Fig.4 Microstructure of ZG65Mn under different annealing treatment after 840 ℃quenching

组织是主要为板条状回火马氏体和少量的残余奥氏体，如图 4(b)、(c)、(d)所示。

表 4 为不同温度回火后的硬度和冲击韧度值。

表4 不同回火温度下ZG65Mn的力学性能

Tab.4 Mechanical properties of ZG65Mn with different annealing temperatures

回火温度 /℃	硬度(HRC)	冲击功 /J
未回火处理	33	4
200	37	13
250	36	11
300	35	10

ZG65Mn 经 200℃回火后，硬度和冲击韧度达到最高，随回火温度的升高，硬度和冲击韧性均下降。因为在 200 ℃较低温度回火时，淬火马氏体内的 C 原子处于过饱和状态，回火时向位错或晶界附近迁移聚集并形成碳化物[5]，碳化物的固溶强化增高其硬度，随回火温度的升高，马氏体会逐渐分解，硬度降低，冲击韧度提高。当回火温度高于 250 ℃，冲击韧度明显降低，这是由于杂质元素在晶界偏聚以及渗碳体在晶界的析出，冲击韧度反而降低。当回火温度再升高，硬度会降低，冲击韧度也会降低。因此，经 200 ℃回火后，综合性能最好。

3 结论

(1)ZG65Mn 预备热处理退火温度过高将会引起微裂纹，在 900 ℃退火综合性能较好。

(2)ZG65Mn 840 ℃淬火经 200 ℃回火后，硬度及冲击韧度最佳，随着回火温度的升高，硬度和冲击韧度都下降。

参考文献：

[1] 邢振国，常连波，邓文臣，等. 深松铲的材质选择[C]// 第五届中国耐磨材料与铸件年会，2015.

[2] 陈坤，胡晓丽，赵新子，等. 国内外深松铲研究现状与展望[J]. 农业与技术，2010，30(5):30-33.

[3] 王宏宇，赵玉凤，许晓静，等. 热处理对 65Mn 钢表面渗硼层组织和性能的影响[J]. 材料热处理学报，2012，33(12)：142-146.

[4] LI A M，Hu M J. Microstruture and properties of 65Mn steel after austenite inverse phase transformation by sub-temperature quenching[J]. Advanced Materials Research，2011，194-196:89-95.

[5] 杜永英. 旋耕灭茬刀片 65Mn 材料的热处理参数的优化[J]. 中国农机化学报，2016，37(3)：23-26.

欢迎到当地邮政局(所)订阅 2021 年《铸造技术》杂志

国内邮发代号：52-64　国外发行号：M855　国内定价：25 元/本　海外定价：25 美元/本