

薄壁零件深层渗碳淬火防变形方法

米琇娟, 朱科, 景千周

西安煤矿机械有限公司 陕西西安 710200

摘要: 为克服深层渗碳薄壁零件因渗碳、淬火而导致的变形, 通过工件结构设计和专用防变形装置设计, 实现厚度方向两端面均能渗碳、淬火, 使变形可控, 确保硬化层均匀一致, 提高零件的耐磨性, 确保产品质量稳定可靠。

关键词: 薄壁零件; 深层渗碳; 淬火

Anti-deformation method of thin-wall parts by deep carburizing and quenching

MI Xiujuan, ZHU Ke, JING Qianzhou

Xi'an Coal Mining Machinery Co., Ltd., Xi'an 710200, Shaanxi, China

Abstract: In order to overcome the deformation caused by carburizing and quenching of thin-wall parts with deep carburizing, through the design of work-piece structure and special anti-deformation device, both ends of the thickness direction can be carburized and quenched, and the deformation can be controlled, ensure uniform hardening layer, improve the wear resistance of parts, make product quality stable and reliable.

Keywords: thin-walled parts; deep carburizing; quenching

1 序言

采煤机传动机构中采用行星减速结构传递扭矩并实现减速目的, 其结构分为两级行星减速结构, 而两级行星减速结构有一定的轴向位移, 存在很大冲击。为解决此问题, 设计出耐磨减缓冲击薄壁零件。零件材质选择优质渗碳钢进行深层渗碳淬火处理, 用以满足表面高耐磨和心部良好强韧性的技术要求。但由于其属于薄壁易变形结构, 在渗碳、淬火过程中, 因组织应力、热应力叠加而产生很大变形, 导致产品成品率较低。因此, 在实际生产中, 通过改进加工工艺并设计专用淬火防变形工装, 来解决工件所需双面渗碳及减少淬火变形问题。

2 技术方案

2.1 专业加工工艺设计

零件结构属于薄壁结构, 壁厚为15mm, 且直径很大, 外径为400mm、内径为370mm (见图1), 其结构存在车削、磨削加工应力变形。零件设计基础是要有足够的表面耐磨性能、心部强韧性及抗冲击性能, 因此零件选用18Cr2Ni4WA优质渗碳钢进行表面渗碳、整体淬火热处理方式。

该零件要求渗碳有效硬化层深度2.5~3.2mm,

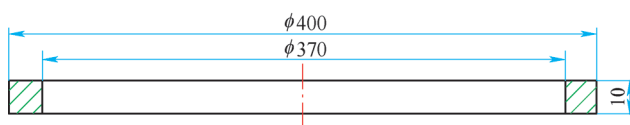


图1 零件结构

硬度58~62HRC。由于结构原因,需给机械加工留有足够的余量,在渗碳淬火相关规定中,磨削余量为1.6~1.8mm(径向),即单边为0.8~0.9mm,因此渗碳层深进一步增加至3.4~4.1mm。在渗碳过程中,为满足渗碳层深要求,需长时间(50h)在高温(920~930℃)状态下进行表面渗碳化学热处理^[1],因高温蠕变和零件自重影响会产生很大热应力变形^[2],且薄壁零件厚度方向两端面均需渗碳,常规的叠放渗碳装炉方式无法满足厚度方向两端面同时渗碳要求,因此针对零件渗碳结构进行专业加工工艺设计。

1) 锻造:将圆柱形钢原料加热后依次进行模锻和冲孔,得到筒形零件锻坯,并对锻件毛坯进行正火和高温回火处理^[3]。

2) 粗加工:将毛坯进行粗加工,并在毛坯的外表面以垂直于毛坯高度方向均匀开设多个5mm环形槽(见图2)来确保双面渗碳质量。

3) 深层渗碳:将粗加工得到的坯体进行渗碳、高温回火。

4) 半精加工:深层渗碳的坯体进行车削加工,分割成多个薄壁零件。

5) 淬火:将半精加工的薄壁零件进行淬火。

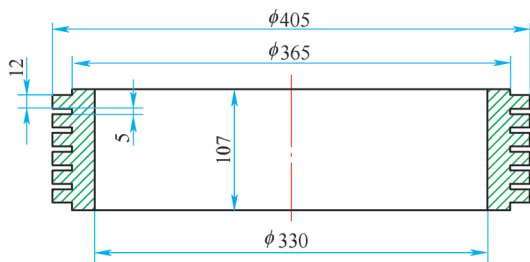


图2 零件毛坯体

2.2 淬火工装设计

为满足零件的使用性能要求,零件渗碳结束后要进行整体淬火处理,使表面硬度达到58~62HRC^[4],提高表面耐磨性,且心部具有良好韧性和抗冲击性,但在淬火过程存在很大淬火组织应力,零件的变形可控性很差,因此针对淬火变形设计出专用防变形装置(见图3),以控制变形。

设计原理依据加压控制方法,将需进行淬火的薄壁零件通过上锁紧压板、下锁紧压板及内壁支撑加持固定,通过锁紧螺柱和锁紧螺母将上压板、下压板、内壁支撑及淬火零件加持锁紧,控制薄壁

零件淬火变形;上压板、下压板及内壁支撑选用同种低淬透性钢材,主要目的为减少加持固定部件淬火变形;内壁支撑与薄壁零件尺寸配合为间隙配合(50μm),一方面可实现零件淬火变形可控,另一方面便于薄壁零件拆卸;上、下锁紧与薄壁零件尺寸配合为过盈配合(20μm),通过外加力矩锁紧,可有效地控制零件变形;锁紧螺柱和锁紧螺母均选用低淬透性钢材,以减少淬火变形。为更好地提高加压锁紧作用,锁紧螺柱和锁紧螺母螺纹为粗牙形结构,进一步保证加压锁紧力矩,确保减小薄壁零件淬火变形。底座支撑设计主要目的为便于薄壁零件装炉,因热处理装炉设备为网格状结构,易造成装置重心不稳的问题;底座支撑材质也选用低淬透性钢材,以减少淬火变形。

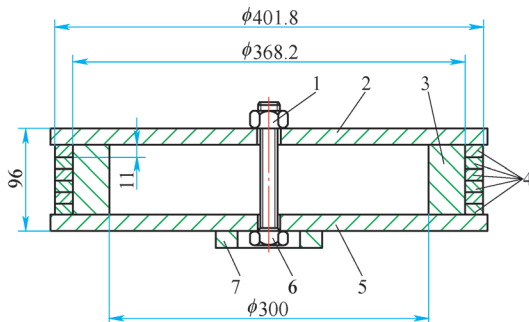


图3 防变形装置

1—锁紧螺母 2—上压板 3—内壁支撑 4—薄壁零件
5—下压板 6—锁紧螺柱 7—底座支撑

2.3 应用实例

应用上述专用淬火防变形工装,进行了耐磨减缓冲击薄壁零件4批次实际生产验证,检测结果见表1,毛坯实物如图4所示,采用淬火防变形淬火后实物如图5所示,变形状态如图6所示。

表1 检测结果

批次	数量/件	表面硬度 HRC	有效硬化层 深度/mm	淬火后厚度方向变 形量/mm
1	12	58~59	2.6	0.6
2	25	59~60	2.8	0.7
3	15	59~61	3.0	0.6
4	16	60~61	3.1	0.8

由表1可知,实际验证4批次共计68件,表面硬度为58~61HRC,有效硬化层深度2.6~3.1mm,淬火后厚度方向变形量0.6~0.8mm,各项指标均符合

技术要求,耐磨减缓冲击薄壁零件合格率由原来的5%~10%,提高到100%,有效解决了薄壁零件变形问题,改善了产品质量,降低了生产成本。

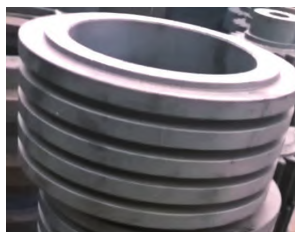


图4 环形零件渗碳
毛坯实物



图5 防变形淬火后环形
零件实物



图6 淬火后零件变形状态

3 结束语

1) 通过加工工艺设计,更高效地实现了薄壁零

件厚度方向两端面渗碳,薄壁零件渗碳过程中的变形可控。

2) 通过设计薄壁零件淬火防变形装置,可减少淬火过程中热应力变形,防止因零件变形过大而产生翘曲,使零件变形具有同一性,保证零件硬化层均匀一致,表面硬度均匀。

3) 通过加工工艺设计及淬火防变形装置的加持,提高了产品质量,使用寿命增加,可进一步减少渗碳淬火磨削余量,降低生产成本,节能环保。

参考文献:

- [1] 刘永刚,李显. 18Cr2Ni4WA渗碳淬火工艺的改进[J]. 机械工程师, 2009 (10): 134-135.
- [2] 张玉忠,刘保. 齿轮渗碳淬火变形分析与控制[J]. 热加工工艺, 2019, 48 (8): 206-208.
- [3] 黄春峰. 18Cr2Ni4WA钢的热处理工艺研究[J]. 制造材料, 2000 (3): 32-33.
- [4] 乐平,黄海峰,郁凉峰. 18Cr2Ni4WA钢渗碳后淬火工艺对组织和性能的影响[J]. 热处理, 2008, 23 (5): 28-33.

MW 20240611

(上接第102页)

弥散的细小颗粒状碳化物对基体产生钉扎效应,阻碍位错运动,提升了基体的硬度和强度。

3) 3#油淬后回火试件内外组织均匀,对结构中缺口或其他应力集中不敏感,抵抗冲击断裂能力较好。

4) 建议优先考虑ISOMAX 169淬火油作为40CrNiMo钢矿用链轮轴调质时的淬火冷却介质,以保证链轮轴良好的性能。

参考文献:

- [1] 陈国强. 俄霍布拉克煤矿下1煤1404工作面采煤机行走链轮频繁损坏原因分析及改进对策[J]. 科技视界, 2014 (28): 229.
- [2] 张全新,朱斌,徐鸿昊,等. 40CrNiMo钢轴开裂原因分析[J]. 物理测试, 2020, 38 (2): 32-35.
- [3] 王敬忠,李科元,刘阿娇,等. 40CrNiMo钢国内外研究现状[J]. 钢铁, 2018, 53 (5): 1-10.
- [4] 刘琼,芦志华,赵文清. 40CrNiMo钢低温冲击性能研究[J]. 金属加工(热加工), 2009 (23): 35-36.
- [5] 周鹏飞,王东涛,张海. 铸造Al-Si-Mg-Cu合金综合性能调控研究现状[J]. 特种铸造及有色合金, 2023

(12): 1607-1612.

- [6] 董成瑞. 微合金非调质钢[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2000.
- [7] 孙兴德. 40CrNiMo钢退火热处理工艺与性能的研究[J]. 金属制品, 2014, 40 (3): 19-22.
- [8] 李亚斐,范艳艳,刘经宇,等. 不同淬火介质对45钢淬火性能的影响[J]. 热加工工艺, 2017 (10): 213-215.
- [9] 张可,魏宏宇,魏伟,等. 热处理工艺对40CrNiMo钢组织及力学性能的影响[J]. 金属功能材料, 2024, 31 (1): 63-70.
- [10] SAEIDI N, EKRAMI A. Comparison of mechanical properties of martensite/ferrite and bainite/ferritedual phase 4340 steels[J]. Materials Science & Engineering, A. Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing, 2009, 523 (1/2): 125-129.
- [11] 魏天,国新春,陶盈龙,等. 车轮冲击韧性关键影响因素研究[J]. 山西冶金, 2023 (10): 64-65.

MW 20240306