小直径导向轴感应淬火工艺实例

张磊[1,2]，米佩[1,2]，卜侃侃[1,2]
1.宁夏天地奔牛实业集团有限公司　宁夏石嘴山　753001
2.宁夏天地重型装备科技有限公司　宁夏石嘴山　753001

摘要：主要研究小直径导向轴感应淬火工艺，通过控制加热时间，获得了所需的淬硬层深度和硬度，外圆淬火后硬度为55~60HRC，淬硬层深度3~4mm，变形＜0.1mm。

关键词：小直径导向轴；感应淬火；硬度；淬硬层深度；变形

1　序言

某矿用输送机中关键零部件导向轴在使用过程中，ϕ78mm及ϕ42mm外圆会频繁与轮架表面发生磨损，为提高导向轴的使用寿命，需要对接触磨损部位进行感应淬火处理。受轴结构及加工工艺限制，在使用过程中对轴外圆淬硬层深度要求进行精确控制，为确保淬硬层深度及硬度要求，需对轴进行感应淬火试验，以确定最终的淬火工艺参数。

2　试验材料及方法

2.1　试验材料及技术要求

导向轴材料为40Cr钢，结构如图1所示，要求ϕ78mm及ϕ42mm外圆感应淬火，硬度55~60HRC，淬硬层深度在3~4mm，变形＜0.1mm，因轴工艺顺序为感应淬火后加工槽部位，所以淬硬层深度必须保证在4mm以下，避免后序槽部位加工困难。

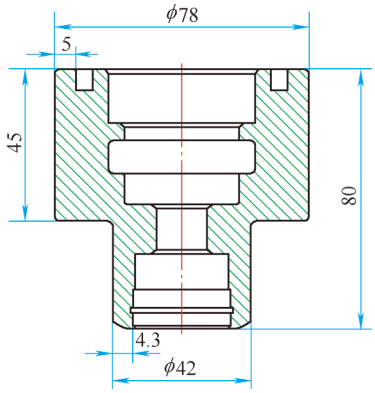


图1　淬火导向轴结构

2.2　试验过程及参数

使用感应器结构如图2所示，感应器与淬火表面单边间隙3~3.5mm。感应淬火工艺参数见表1。生产试验中，ϕ78mm外圆试验2件，ϕ42mm外圆试验1件，淬火冷却介质浓度7%，温度25℃，工件旋转速度40r/min。图3、图4为ϕ78mm外圆感应加热示意，图5为ϕ42mm外圆感应加热示意。

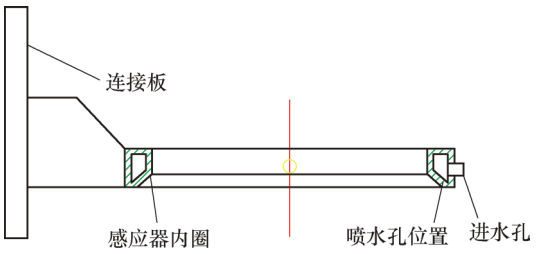


图2　感应器结构

表1　淬火工艺参数

方案	直径/mm	加热时间/s	加热功率/kW	频率/kHz	冷却时间/s	返热温度/℃
1	78	11	124	15.7	25	80
2	78	13	140	15.9	25	85
3	42	10	84	17.8	20	75

对试验加热过程进行观察，采用方案1工艺参数进行加热后，表面温度达到900℃左右，但加热深度不是很均匀，目测加热深度在2.5~3mm。采用方案

基金项目：中煤科工重点项目——金属矿山井工长壁综采工作面带式输送机中关键技术研究与应用。


图3　方案1

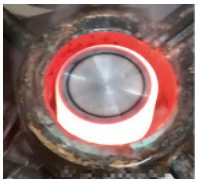

图4　方案2


图5　方案3

2工艺参数进行加热后，表面温度达到950℃左右，目测加热深度均匀，达到4mm左右。采用方案3工艺参数进行加热后，表面温度达到950℃左右，目测加热深度均匀，达到4.5~5mm。ϕ78mm外圆在加热11s后，每增加1s，淬硬层深度增加1mm，目测淬硬层深度是否可靠，需要后续进行切片解剖确认。

3　试验结果与分析

3.1　变形检测

对淬火后的导向轴进行变形检测，淬火前后尺寸见表2，轴变形规律为胀大0.02~0.05mm，满足变形＜0.1mm的技术要求。

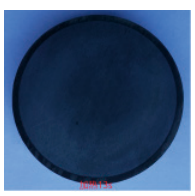
表2　变形情况　（mm）

方案	外圆直径淬火前尺寸	外圆直径淬火后尺寸	变形量
1	78.03	78.05	0.02
2	78.10	78.15	0.05
3	41.98	42.01	0.03

3.2　淬硬层深度检测

对淬火后导向轴进行淬硬层深度检测，采用线切割方式进行取样，图6所示为ϕ78mm外圆采用方案1工艺参数，淬火试样经4%硝酸酒精腐蚀后淬硬层深度宏观状态，试样尺寸为长45mm×深8mm。此种取样方法可检测淬硬层深度和淬火长度[1]。图7所示为ϕ78mm外圆采用方案2工艺参数，淬火后淬硬层深度宏观状态，仅可检测淬硬层深度。图8所示为ϕ42mm外圆采用方案3工艺参数淬火后，试样淬硬层深度宏观状态，硬度、淬硬层深度检测方法为从表面开始，每隔0.5mm检测一个硬度值，具体检测结果见表3。


图6　ϕ78mm外圆淬硬层


图7　ϕ78mm外圆淬硬层

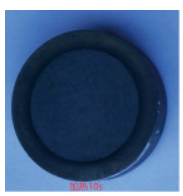

图8　ϕ42mm外圆淬硬层

表3　淬硬层深度及硬度结果

距表面距离/mm	0.50	1.00	1.50	2	2.5	3	3.5	4	4.5
ϕ78mm外圆（加热11s）硬度HV	610	630	631	621	356	—	—	—	—
ϕ78mm外圆（加热13s）硬度HV	615	638	645	651	633	613	456	330	—
ϕ42mm外圆（加热10s）硬度HV	648	648	656	655	649	634	628	601	356

对淬硬层深度、硬度结果进行分析，结合图6、图7及表3结果可以看出，虽然ϕ78mm外圆采用方案1工艺参数淬火后，淬硬层深度为2mm，淬火长度为整个截面，长度方向均淬火，但淬硬层深度仍不满足技术要求。ϕ78mm外圆采用方案2工艺参数淬火后，淬硬层深度为3.5mm，满足技术要求。结合图8及表3结果可以看出，ϕ42mm外圆采用方案3工艺参数淬火后，淬硬层深度为4mm。对比切片淬硬层深度检测结果与加热时目测淬硬层深度，基本规律为实际淬硬层深度小于目测深度0.5~1mm。

4　结束语

1）在频率为1.5~2kHz时，针对ϕ78mm、ϕ42mm的小直径轴，通过精准控制加热时间，能够获得所需要的淬硬层深度及硬度，且工件变形较小。

2）通过采用目测法观察淬硬层深度，在实际生产中有一定的参考性，且针对经验丰富的操作者，基本误差可控制在1mm以内。但要想得到较为精准的结果，还需采用实体切片破坏检测淬火区域及淬硬层深度。

参考文献：

[1] 米佩.小直径内花键感应淬火工艺实例[J].金属加工（热加工），2019（11）：71-72.

MW 20210716