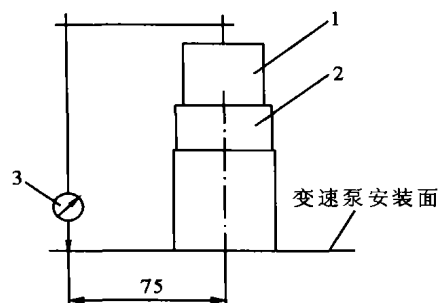




1. 表座 2. 变速泵驱动轴 3. 百分表

图3 装配垂直度测量

从计算看出,使用短花键配合对装配垂直度的要求较松。

3 变速泵驱动轴与变速泵安装面的装配垂直度的测量与控制方法

对装配垂直度的测量见图3所示。将百分表的表座固定在变速泵驱动轴的端面上,将百分表的表头打在变速泵安装面上,转动变速泵驱动轴,百分表在直径为 $\Phi 150$ 的圆周上转动一周,百分表读数的最大差值即为变速泵驱动轴与变速泵安装面的装配垂直度。

因存在上述影响装配垂直度的三个因素,所以,控制变速泵驱动轴与变速泵安装面的装配垂直度,应采用以下方法:

(1) 确定变速器壳体和变矩器壳体上各对应孔的孔距应符合要求。可采用在加工中心上加工变速器壳体和变矩器壳体的办法,也可以使用合镗的镗模板在普通镗床上镗变速器壳体和变矩器壳体上对应的各孔。

(2) 确保变速泵安装面与变速器壳体上轴承孔的垂直度。可采用在加工中心上加工来保证,也可以在普通机床上加工,但应增加抽检频次确保轴承孔对变速泵安装面的垂直度达到要求。

(3) 确保变速泵安装面与变速器和变矩器结合面的平行度。可采用加工中心上加工的办法,也可以在普通机床上加工而增加抽检频次,确保变速泵安装面对变速器和变矩器结合面的平行度达到要求。

在以上三种方法得到保证的情况下,如果装配后的垂直度超过了允许值,根据经验,可以松动变速器和变矩器的紧固螺栓,根据变速泵驱动轴的倾斜方向轻敲变矩器壳体,使倾斜的变速泵驱动轴对变速泵安装面垂直度达到规定的范围之内。

两年来,我厂采用上述办法有效地控制变速泵驱动轴对变速泵安装面的垂直度,变速泵大齿轮与泵盖受力偏磨的故障率大大降低,提高了产品质量。

通信地址:山东临沂市金雀山路18号 山东临沂工程机械股份有限公司 (收稿日期:2003-04-28)

QPQ 盐浴复合处理技术及其在凿岩机上的应用

湖南工程学院 周梓荣 曾曙林 胡争先 陈志刚

摘 要:QPQ 盐浴复合处理技术是一种新的金属盐浴表面改性强化技术,可以同时大幅度提高金属表面的耐磨性和抗蚀性,而工件几乎不变形,处理过程无公害。文章介绍了 QPQ 盐浴复合处理技术的工艺方法、特点、渗层性能及在凿岩机上的应用情况。

关键词:盐浴复合处理 凿岩机 材料强化

QPQ 技术是一种氮、碳、氧盐浴复合处理技术,是近年来发展起来的新的金属零件表面强化改性技术之一。它是一种热化学处理过程,通过氮碳盐浴共渗使氮在黑色金属表面富集,形成氮占主要成分的 ϵ 相铁氮化合物层和氮扩散层;后氧化处理中渗层晶界中氧的存在,显著改善了渗层的均匀致密性,提

高了扩散层深度;经机械抛光和再氧化后使机件获得均匀、光滑的黑色表面,表面硬度显著提高,使机件耐磨、耐蚀、抗疲劳。这种低氰盐浴氮碳共渗(含氧化)—抛光—再氧化复合处理工艺称之为 QPQ 技术。我国从 80 年代引进 Degussa 公司技术和法国相关技术,成都工具研究所在其基础上进行新的研究

与发展,开发了成分独特的盐浴配方,使其盐浴中氰根(CN⁻)含量大幅降低,由 Degussa 公司的 1%~3% 降低到 0.2%。该项技术已应用于生产实践,解决了生产中的技术难题,取得了良好的经济和社会效益。

1 QPQ 盐浴复合处理技术的工艺过程

QPQ 盐浴复合处理技术的基本工艺如图 1 所示。它是在进行无公害盐浴复合处理后增加一道抛光工序,然后再作一次氧化处理。具体工艺过程如下:

① 去油:去除零件表面油污;

② 炉料及零件的预热:温度 350~400℃,时间 4~20 min,目的是去除水份,防止盐浴喷溅;

③ 盐浴氮化:温度 520~580℃,时间 10~180 min,目的是形成氮化层和扩散层;

④ 盐浴氧化:温度 400℃左右,时间 15~20 min。目的是形成氧化层并使工件缓冷,使渗层均匀致密并增加扩散层深度;同时分解粘附在工件上的 CN⁻;

⑤ 清洗抛光:去除表层较软的多孔性疏松层并使其表面光滑;

盐浴复合处理技术与氰盐(浴)渗氮法、气体软氮法等方法一样不可避免地会在工件表面形成一层疏松层。正常情况下,这种不太致密的疏松层厚度不超过化合层总深度的 1/3。抛光工序即是去掉该疏松层。

⑥ 再氧化:在与④完全相同的条件下进行再氧化处理,使工件表层补充含氧量;

⑦ 浸油:目的是密封渗层孔隙,以获得更佳的抗蚀能力。

QPQ 盐浴复合处理全工艺过程约需 3 h,大批量连续生产约需 2 h。

2 QPQ 盐浴复合处理渗层的力学性能特点

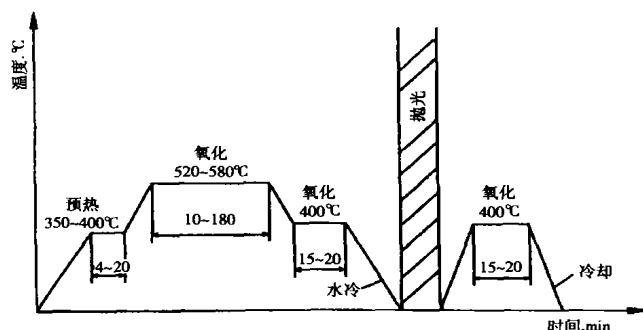


图1 QPQ 盐浴复合处理的工艺曲线图

QPQ 盐浴复合处理技术是渗氮（氮碳共渗）和氧化工序的复合；在渗层组织上它是氮化物层与氧化物层的复合；在性能上它是高耐磨性与高抗蚀性的复合；在工艺上它是热处理技术与防腐技术的结合。

(1) 耐磨性得到大幅度提高

QPQ 盐浴复合处理后,金属表面硬度比基体材料硬度大幅度提高,达到并超过镀铬层硬度,同时,它的表层组织富含氮化物,因而可大大提高表面耐磨性和抗咬合性能。

经 QPQ 盐浴复合处理的 45 号钢,其表面硬度虽然仅有 650HV (57HRC),但它的耐磨性却比 20 号钢经渗碳淬火处理后(63.5HRC)的耐磨性高 9 倍以上^[1]。这是由于碳钢渗碳淬火以后得到的表面渗层组织为淬火回火态的含碳马氏体,而碳氮共渗的表层化合层组织为具有高硬度的 ϵ 相 Fe_{2-3}N 化合物层,所以碳氮共渗件的耐磨性比单纯的渗碳件高。表 1 为 45Cr 在不同的表面处理后经 2 h 滑动磨机试验后的磨损量比较^[2]。

(2) 抗腐蚀性能极好

工件经 QPQ 盐浴复合处理后在金属表面形成一层铁氮化合物和致密的铁氧化膜,经抛光并再次氧化后,使化合层更致密,氧渗入到化合物厚度的一半以上,并且延伸到更深的孔隙处,吸氧的化合物层进一步钝化,从而使金属表面有更高的耐蚀性。碳素钢经 QPQ 处理后,其抗蚀性为镀硬铬的 15 倍,为装饰铬的 8 倍,为镀镍层的 3.4 倍,与铜-镍-铬三层复合镀的相同^[1,2]。

(3) 疲劳强度提高

耐疲劳性能的提高主要依靠化合物层以下的扩散层作用。金属零件经盐浴复合处理后扩散层中氮化物沉淀阻碍位错移动,提高了耐磨性。QPQ 盐浴复合处理可以使钢、铸铁、烧结材料的疲劳强度提高 20%~200%^[1]。例如 QPQ 处理后使 45 号钢疲劳强度

表 1 45Cr 滑动磨损实验耐磨性比较

项目	处理方法	硬度	磨损量 (mg)	相对比较
2h 滑动磨机试验	QPQ	HN700	0.22	1.0
	镀硬铬	HV813	0.46	2.1
	离子氮化	HV700	0.62	2.8
	高频淬火	HRC61	6.18	23.7
	常规淬火	HRC58	6.46	29.4

由 405 MPa 提高到 570 MPa, 提高 40%^[3]。

(4) 表面处理后机械变形小

QPQ 盐浴复合处理的工艺温度在相变点以下, 处理前后尺寸变形较小。在最佳工艺状态下, 一般轴、孔尺寸胀缩量只有 0.005 mm 左右^[1], 工件形状的变化极小, 解决了常规热处理变形问题。

(5) 加工成本降低

据文献^[1,3]介绍, QPQ 工艺比常规淬火节能 50% 以上, 且不需留烧蚀加工余量; 由于处理后综合机械性能大幅度提高, 可减少零件材料设计用量, 提高了材料利用率, 据介绍相对于镀铬可降低成本 37%^[3]。

3 QPQ 工艺的适用范围

各种结构钢、工具钢、不锈钢、纯铁、铸铁及密度在 7 g/cm³ 以上的铁基粉末冶金机件或工具, 为提高抗磨、抗蚀、抗疲劳及表面硬度等需要渗碳淬火、高频淬火、调质及表面需发黑、镀硬铬, 且外观设计允许是黑色的, 均可用 QPQ 工艺代替。目前汽车、摩托车行业已经大量采用了该项技术。除此之外, 在机车、轻化工机械、仪器仪表、农机、军工、工模具及工程机械等行业也得到了应用。

4 在凿岩机零件上的应用

QPQ 盐浴复合处理技术具有如此良好的特点, 特别是在改善零件表面耐磨性和抗疲劳性能方面具有突出的优势, 又有着优良的技术经济性能, 因此完全可以在凿岩机械行业得到推广应用。作者在水压凿岩机械的研制过程中, 为解决水介质中零件防锈与耐磨的关键问题, 选择冲击机构应用 QPQ 盐浴复合处理技术进行了试验。

4.1 试验零件分析

冲击活塞、缸体是凿岩机械的主要零件, 其摩擦副的摩擦磨损决定了凿岩机的使用寿命, 因此要求有较高的表面硬度以保证耐磨性, 同时要求良好的防蚀性能。冲击活塞承受小能量高频冲击载荷, 其破坏形式一般为疲劳破坏, 目前一般采用 20CrMnMo 或 20CrNiMo 材料渗碳淬火。缸体不直接承受冲击载荷, 虽然冲击活塞会将一部分冲击能量传递给缸体, 但通过油(气)垫及密封圈的衰减, 影响程度已经大大降低, 因而对缸体强度要求比冲击活塞低, 只要求与冲击活塞、控制阀组成的摩擦副有良好的摩擦磨损性能, 具备较高的耐磨性和耐蚀性。本试验选择

缸体作为 QPQ 盐浴复合处理的试验零件。

4.2 零件材质及加工工艺

根据零件性能要求可以选择 40Cr 作为缸体材料, 也可采用球墨铸铁^[4], 本试验采用 40Cr。缸体原工艺为毛坯(精铸)20CrMnMo→粗加工→半精加工→渗碳淬火→精加工→检验→入库, 现改为毛坯→粗加工→调质→精加工→QPQ 盐浴复合处理→检验→入库。

4.3 试验效果

(1) 表面硬度

缸体零件采用的是整体 QPQ 盐浴复合处理, 理论上零件各个表面硬度相差不大, 由于内孔孔径不大($<\Phi 40$ mm), 硬度计不能检测其内孔表面硬度, 抽取四个外表面共 8 点, 检测其硬度。检测仪器为维氏硬度计 HR-150B, 检测数据如表 2。

缸体采用原工艺的表面硬度为 HRC58~63。

表 2 缸体表面硬度

检测点	1	2	3	4	5	6	7	8	平均
硬度 HV	640	650	630	620	620	620	630	630	630

(2) 抗腐蚀性

本试验缸体置于水介质中工作, 直接与不含任何添加剂的具有较强腐蚀性的过滤自来水接触。2001 年 9 月试件装配于试验机器上工作, 至 2001 年底试验结束, 未发现任何锈蚀, 此后该试件一直存放在较为潮湿的房间, 至今经处理的表面未出现明显锈蚀。而采用原工艺制作的缸体零件虽表面涂防锈油, 存放三个月就开始生锈。

(3) 装机试验

本试验之前, 湘潭凿岩机械研究所曾于 1994 年用 40Cr 材料制作缸体, 进行 QPQ 盐浴复合处理后装配于水压凿岩机上, 并在湖南涟邵矿务局斗笠山煤矿两个工区试用。两次试用钻进近 300 m, 缸体内孔未见明显磨损痕迹, 该机至今仍正常运转, 经 QPQ 盐浴复合处理的表面只有较轻微的锈蚀^[5]。但由于该试验时间不长, 无法检测磨损量与运转时间之间的关系。最近, 我们正在模拟试验台架上进行运转试验, 从已运转的 100 多个小时来看, 未见明显磨损, 但尚未进行失重量检测, 而同时进行的以 20CrMnMo 为材料制作的缸体可见到较为明显的磨损痕迹。

5 结论

(1)将 QPQ 盐浴复合处理技术应用于凿岩机缸体的表面处理是可行的,初步试验表明完全可以满足凿岩机的防腐蚀要求;从其表面硬度分析,其耐磨性和使用寿命将远高于 20CrMnMo 渗碳淬火的零件。

(2)缸体内孔经 QPQ 盐浴复合处理后存在 0.005 mm 的微小尺寸缩小量。气动凿岩机、液(油)压凿岩机缸体的与活塞摩擦副配合间隙一般有 0.03~0.05 mm,故 0.005 mm 的变形量对其影响甚微,但对配合间隙很小的水压凿岩冲击机构来说,则必须考虑其影响,并在精加工最终尺寸上加以调整。

(3)通过进一步的试验,该技术可作为凿岩机、破碎锤及其他冲击机构上有较高耐磨性和抗蚀性要求的零件的表面处理工艺,并将大幅度提高凿岩机及其他冲击机构的使用寿命和可靠性。

参考文献

- 1 杨凌平. QPQ 盐浴复合处理. 中国机械工程文摘, 2003(2)
- 2 李惠友. QPQ 盐浴复合处理技术. 北京:机械工业出版社, 1996
- 3 陈守庆. QPQ 技术及其在减振器零件上的应用. 摩托车技术, 1996(10)
- 4 周卫宁. QPQ 盐浴复合处理技术在球铁曲轴零件上的应用. 金属热处理, 1998(10)
- 5 赖邦钧. 支腿式水压凿岩机的研究与设计. 凿岩机械气动工具, 2002(2)

通信地址: 湖南湘潭 湖南工程学院机械电子工程系 (411104)
(收稿日期: 2003-06-26)

(上接第 39 页)

度 $L=550$ mm, 通道宽度 50 mm, 翅片内距 $x=3.8$ mm, 翅片内高 $y=2.8$ mm。

计算当量直径 $D=2xy/(x+y)=3.22 \times 10^{-3}$ m, 通流面积为 0.003192 m², 流量为 0.0013 m³/s, 流速为 0.407 m/s。

(1)夏季(环境温度 40℃)、正常工作平均油温 85℃的工况

由平均温度 $T=85$ ℃, 查得 $\gamma=7.58$ mm²/s 计算 $R_e=172.89$ 。查摩擦因子曲线得 $f=0.3\sim 0.45$, 最后得出 $\Delta p=12\sim 18$ kPa。若考虑油冷器进出口的影响, 加大(0.5~1)%, 即使这样, Δp 的值也不超过 20 kPa。

(2)冬季(环境温度 -20℃)、无保护回路、无温控阀的工况

在机器启动的初期, 油冷器就工作在环境温度, 查得 $\gamma=2\ 350$ mm²/s, 相当于 $T=85$ ℃时的 310 倍, 所以 Δp 的值将是相当大的。如果经常出现瞬间的系统总压力超出油冷器的耐压, 破坏就会发生。

(3)平均油温 65℃(有保护回路, 温控阀开启温度)工况

由平均温度 $T=65$ ℃, 查得 $\gamma=13.1$ mm²/s, 计算 $R_e=100.1$ 。最后得出: $\Delta p=30\sim 60$ kPa。这是在初始阶段, 油阻较大, 工作一段时间后还会降低。此流阻远小于我们设计时的预留耐压, 在这种工况下工作,

无论对液压系统还是对油冷器都是比较理想的。

4 结论

在了解了环境温度对油冷器产生的影响之后, 就懂得了在油冷器回路中加旁通回路的必要性。为了在比较寒冷的冬季避免在启动时造成油冷器损坏, 一个较为完善的油冷回路应是如图 2 所示。

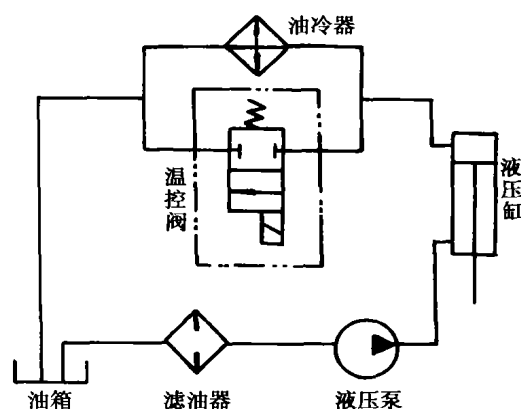


图 2 完善的油冷回路图

通信地址: 烟台市西郊 烟台冰轮换热器有限公司 (264002)
(收稿日期: 2003-05-12)