

葛洲坝镀铬操作油管磨削工艺

李鑫，咎竹青

哈尔滨电机厂有限责任公司 黑龙江哈尔滨 150040

摘要：基于操作油管的镀铬工艺和加工难点，以及常规磨床无法装夹的问题，详细论述了在卧式车床上磨削镀铬层外圆的工艺方法。

关键词：葛洲坝；操作油管；镀铬；磨削；卧式车床

1 序言

镀铬工艺是利用电解的原理将导电体铺上一层金属铬的方法。镀铬工艺种类较多，按其用途可分为：①防护、装饰性镀铬。②镀硬铬。③镀乳白铬。④镀松孔铬。⑤镀黑铬。

葛洲坝水电返修项目操作油管，为提高表面硬度及耐磨性能，采用镀硬铬方式，其镀层具有极高的硬度和耐磨性，可延长工件使用寿命，还可用来修复被磨损零件的尺寸公差；镀硬铬的厚度一般为 $10 \sim 50 \mu\text{m}$ ，也可根据需要而定，有的可达 $200 \sim 800 \mu\text{m}$ 。

硬铬又称耐磨铬，是机械零件中经常用到的一种镀铬工艺。根据其镀铬方式，又分为磨削镀铬和尺寸镀铬。磨削镀铬工艺过程较为简单，镀铬层厚度的尺寸要求相对宽松，镀铬后通过磨削加工的方式达到最终工件尺寸要求，但磨削加工较为困难；尺寸镀铬通过较为复杂的镀铬工艺要求，在保证镀铬层均匀的情况下，可以严格地控制镀层厚度，镀铬后可达到成品要求，无需再加工，在原材料利用、能源节约等方面较磨削镀铬有明显的优势，但镀铬成本较高。此次制造的葛洲坝操作油管使用的是磨削镀铬方式，在油管外圆设计了镀铬后再加工。

2 操作油管结构及镀铬要求

操作油管外圆为阶梯轴结构（见图1），两段轴上镀铬范围分别为 $\phi 290 \text{ mm} \times 1375 \text{ mm}$ 和 $\phi 480 \text{ mm} \times 640 \text{ mm}$ ，加工后镀层厚度要求为

$350 \mu\text{m}$ 。镀铬层加工后有 $R0.03 \text{ mm}$ 同轴度要求，表面粗糙度值 Ra 为 $0.8 \mu\text{m}$ ，直径尺寸公差仅为 0.05 mm 。由于镀硬铬的硬度较高，无法采用常规的车削加工，需采用磨削方式。而操作油管总长 2170 mm ，最大外圆 680 mm ，因为工件较大，常规磨床无法装夹，最终只能选择在卧式车床上采取磨削的方式加工油管镀铬层（见图2）。

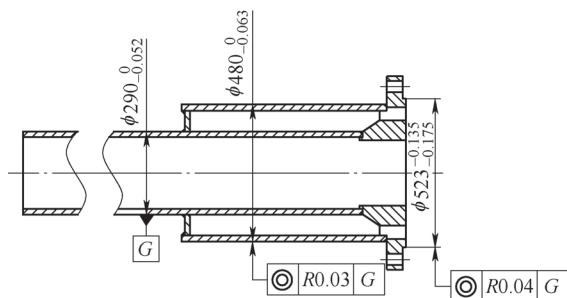


图1 操作油管外圆的阶梯轴结构



图2 在卧式车床上采取磨削的方式加工油管镀铬层

3 磨削工具的选用

操作油管在数控卧式车床上装夹加工。因卧式车床为非专业磨床，没有较好的冷却设计，加工精度不高，所以安装冷却设备及选择磨削工具非常重要。经过前期试验加工，总结出在磨削前需要准备的工具见表1。使用这些工具后，能达到较好的加工效果。

表1 磨削前需要准备的工具

工具	用途
砂轮机	磨削镀铬层的主要工具
砂带机	砂轮机打磨完成后，砂带机负责最后抛光，提高铬层表面质量
配车轴堵	在操作油管小轴端面装配，用于工件装夹
冷却管	局部冷却降低砂轮机磨削过的工件位置温度，防止工件受热膨胀而影响加工
百分表	找正工件，并测量两段镀铬层同轴度
测温计	监控磨削过程中的工件温度，如温度过高应及时停止，待温度下降后继续打磨
外径千分尺	磨削过程中测量镀铬层外径尺寸
测厚仪	磨削过程中测量镀铬层厚度，确定厚度是否均匀

4 操作油管的装夹、找正要求

(1) 装夹 因操纵油管大部分表面都为镀铬层，并且两段镀铬层有同轴度0.03mm要求，需在一个工位打磨完成，所以采用卧式车床卡盘装夹工件 $\phi 680$ mm法兰外圆，另一端用顶尖支撑轴堵端面，找正后装夹牢固。工件的装夹如图3所示。

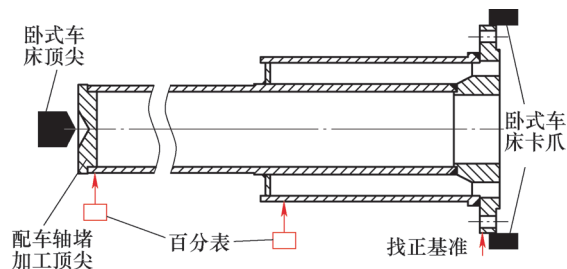


图3 工件的装夹

(2) 找正 因此次只是磨削油管外圆镀铬层，其余尺寸已精加工完成，根据图1所示同轴度要求，应按油管法兰端右侧端面 $\phi 523$ mm止口找正，但止口已被卡盘挡住，只能按 $\phi 680$ mm法兰外圆找正。因工件镀铬前加工时 $\phi 680$ mm法兰外圆与 $\phi 523$ mm止口在一个工位加工，同轴度较高，所以可以作为找正基准。机床架百分表在圆周方向测量两段镀铬层远端位置，检查同轴度，检测镀铬层余量是否满足最后打磨尺寸要求，合格后，进行后序加工。

5 冷却管的安装

因工件镀铬层材质较硬，使用砂轮机磨削时快速产生热量，如不迅速降温，会导致工件受热膨胀，以至于憋停砂轮机，影响加工及产品质量，所以在磨削时进行降温是非常必要的。

根据卧式车床的结构，可采取用机床切削液对工件局部冷却的方式进行降温。具体实施方法：将机床喷射切削液的软管通过铁丝固定在砂轮机上，将管口对准砂轮机磨削工件的位置，当砂轮机磨削工件时，冷却管随着砂轮机一起移动，对磨削位置进行降温。切削液同时带走脱落的砂轮颗粒和硬铬颗粒，保护机床导轨面不受磨损。注意冷却管需放置在砂轮机电动机的相反一侧，防止切削液飞溅而损坏电动机。

6 磨削工艺过程

准备工作完成后，开始进行磨削。

1) 粗磨两段镀铬层，进给速度控制在 $0.02 \sim 0.04$ mm/min，砂轮机进给量 3 mm/r。对于 $\phi 480$ mm外圆，机床转速为 50 r/min；对于 $\phi 290$ mm外圆，机床转速为 60 r/min。将镀铬层磨圆，去除高点，期间需用温度计实时监测镀铬层温度变化。

2) 测量磨圆后的镀铬层直径尺寸，并使用测厚仪测量镀铬层厚度。计算当镀铬层直径尺寸达到图样要求公差后，最浅镀铬层厚度是否满足图样要求的 0.35 mm，合格后可继续粗磨；如不合格，需根据实际测量情况查看是否能进行调整，若无法调整，则需考虑重新进行镀铬。

3) 使用百分表测量工件同轴度情况。合格后粗磨两段镀铬层，冷却、测温及尺寸测量继续配合进行。粗磨过程中因工件磨削部位尺寸较长，所以如果外圆磨削后出现斜度误差，则可采用分段磨削的方式来减少斜坡高、低点的差值，使外圆斜度小于最终的尺寸公差。

4) 在单边剩余 0.05 mm余量时，装夹砂带机进行精磨、抛光。砂带机进给量为 3 mm/r。对于 $\phi 480$ mm外圆，机床转速为 50 r/min；对于 $\phi 290$ mm外圆，机床转速为 60 r/min。

7 镀铬产生的后续问题处理

1) 操作油管 $\phi 480$ mm外圆镀铬后， 40 mm长倒

角位置与镀铬层相接处存在台阶； $\phi 480\text{mm}$ 外圆另一端 $\phi 500\text{mm}$ 止口平面存在多余的镀铬层（见图4两处圆圈标注的位置），影响外观质量，并且在使用时存在镀铬层损坏、脱落的风险隐患。

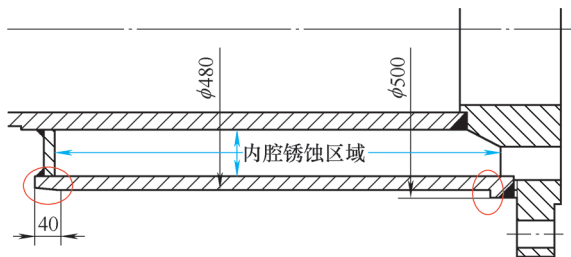


图4 加工缺陷所在的位置示意

处理方案：①手工使用砂轮机，将砂轮片紧贴 $\phi 500\text{mm}$ 止口平面，向 $\phi 480\text{mm}$ 外圆侧逐渐打磨，去除多余的镀铬层，卧式车床配合旋转工件。打磨时对周围镀铬层进行防护，避免损坏镀铬层。②卧式车床装夹砂轮机，换新砂轮片，贴紧 $\phi 500\text{mm}$ 止口平面，向 $\phi 480\text{mm}$ 外圆侧打磨手工剩余的多余镀铬层。在不打磨到 $\phi 480\text{mm}$ 外圆的情况下，尽可能去除多余镀铬层。最终止口平面根部位置允许存在较小接刀台。③按 $\phi 480\text{mm}$ 外圆40mm长倒角角度，顺磨 $\phi 480\text{mm}$ 外圆镀铬层，要求镀铬层与倒角平顺过渡。④卧式车床装夹砂带机，打磨抛光 $\phi 480\text{mm}$ 外圆镀铬层，提高外观质量。

2) 由于镀铬工艺会在镀铬前将工件进行浸酸活化，此时会将图4所示的操作油管内腔区域的防锈底漆溶解掉。在镀铬层磨削后，内腔表面产生了一层浮锈，由于内腔空间较小，因而无法通过砂轮机等设备打磨除锈。经过多种方案尝试，使用能溶解锈的溶液擦拭，去除浮锈，是较为可行的方案，具体如下：①用白布蘸取200号溶剂汽油，清理操作油管内腔油污及杂质。②用白布蘸取稀释后的磷酸液，擦拭清除内腔存在的锈蚀。③清理后用风管吹干内腔表面。④全面清理工件。⑤及时对工件内表面进行清理、涂防锈漆。

注意事项：①用磷酸液清除锈蚀前，管内的油污及杂质一定要清除干净，否则会影响除锈效果。②清理 $\phi 440\text{mm}$ 内圆锈迹时，由于位置较深，需使用长棍捆绑白布，蘸取磷酸液进行擦拭除锈。

预防措施：对于存在内腔结构的工件，镀铬前无需进行涂漆防锈。在镀铬后，应立即对内腔进行清理，并涂防锈漆，防止非加工面生锈。

8 结束语

采用该磨削工艺方法，有效解决了镀铬层硬度较高、尺寸公差较小的加工难题，对于轴类镀铬零件的加工具有一定的参考价值。

参考文献：

- [1] 钮荷生，姚竹定. 间断磨削[J]. 磨床与磨削，1984（4）：13，65-66.
- [2] A.A.米哈依罗夫，周力学. 镀铬零件外圆磨削时加工条件对表面光度的影响[J]. 机床与工具，1955（3）：44-46.
- [3] 王卫民，丁明，李云梅. 在普通车床上改装的砂带磨削装置[J]. 机械设计与制造，1995（4）：43.
- [4] 霍栓成. 镀铬技术与应用：第三届环渤海表面精饰发展论坛论文集[C]. 北京：中国表面工程协会，2014.
- [5] 王文忠. 常见金属材料镀铬[J]. 电镀与环保，2006（4）：37-38.

MW 20210323

专家点评



本例中的镀铬操作油管为大型阶梯轴零件，常规磨床无法装夹。作者就地取材、另辟蹊径，在卧式车床上安装合适的冷却设备和磨削工具，实现了外圆磨削功能，并解决了镀铬产生的后续问题。

文章对车床磨削的工艺方法做了详细的论述，通过设备改造与工艺优化相结合的方法，拓展了卧式车床的加工范围，具有很好的创新示范作用。