



超声波清洗工艺

湖南大学衡阳分校 (421101) 刘先兰 TH161

机器或部件在装配之前,一般都要经过擦洗或清洗,特别是精度要求较高的零件如轴承、精密偶件(如柴油机射油泵中的柱塞与套筒偶件)、光学零件、精密传动件等,若不采取适当的清洗方法进行清洗,将影响到机械的装配质量,从而影响机器的使用寿命。

超声波清洗主要用于清洗要求较高的工件,尤其是经过精密加工的、几何形状复杂的工件,如工件上的小孔、深孔、盲孔、凹槽等,能获得很好的清洗效果。超声波清洗往往用于工件的最后清洗。

1. 超声波清洗机理(装置见图1)

在清洗液内引入超声波振动,使清洗液中出现大量空化气泡,并逐渐长大,然后突然闭合。闭合时会产生自中心向外的微激波,压力可达几百甚至几千大气压,促使工

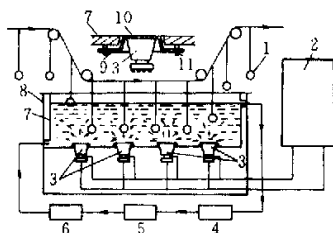


图 1

1. 工件 2. 超声波发生器 3. 换能器
4. 过滤器 5. 泵 6. 加热器
7. 清洗槽 8. 外缸 9. 密封圈
10. 辐射板 11. 紧固装置

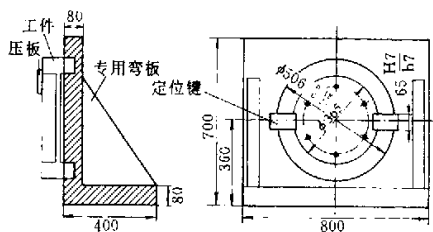


图 3

差要求严格,并且孔小而深(深140mm),用 $\phi 3\text{mm}$ 中心钻打18- $\phi 17\text{H6}$ 定位底孔,分别用 $\phi 8\text{mm}$ 、 $\phi 15\text{mm}$ 、 $\phi 16.8\text{mm}$ 钻头对称通钻各孔,用 $\phi 17\text{mm}$ 加长机用铰刀精铰各孔。

(5) 由图1可知,零件铣削加工前后去除材料较多,几乎成为薄壁零件,为了减少加工过程中零件的变形和切削应力,在进行上述各加工工序中必

件上所粘附的油垢剥落。同时空化气泡的强烈振荡,加强和加速了清洗液对油垢的乳化作用和增溶作用,提高了清洗能力。

日本カイシエ公司开发了一种C-6283型喇叭式径向声波洗净机。利用多元效应,是一种向喇叭四周360°方向发射超声波的新型洗净机。形成在液中扩散音场,能均匀地洗净工件。

2. 清洗液的选择

清洗液的选择要考虑工件材料(钢铁、有色金属等)、油垢(油脂、抛光膏等)和机械杂质(铁屑、氧化皮等)等因素,清洗液要求粘度小,以利空化。常用于超声波清洗的清洗液有石油溶剂清洗液、化学清洗液、三氯乙烯和水等。

(1) 石油溶剂清洗液 常用的石油溶剂清洗液主要有汽油、煤油和轻柴油。有特殊要求时还用性质相近的有机溶剂如乙醇、丙酮等。工业汽油主要用于清洗油脂、污垢和一般粘附的机械杂质,适用于钢铁和有色金属的工件。航空汽油用于清洗质量要求高的工件。灯用煤油和轻柴油清洗能力不及汽油。清洗后干得较慢,但比汽油安全。

为避免工件锈蚀,可在石油溶剂中加入少量(如1%~3%)置换型防锈油或防锈添加剂。防锈

须使用高质量的切削液,并且在精加工工序前将螺栓适当松动后再夹紧以释放切削应力。

(6) 清理后进行综合检查各尺寸公差、表面粗糙度及形位公差,满足设计要求后转入热处理工序。

4. 热处理工艺保证

热处理是机械制造行业中的关键工序之一,对提高零件的性能、挖掘材料的潜力、延长零件的寿命起着重要作用。为了减小零件的变形,达到设计要求,我们利用辉光离子氮化炉对零件18-36H7处进行0.3~0.4mm渗氮处理,渗氮10h,保证56~62HRC,其他部位涂防渗剂加以保护。

总之,对于精度较高的零件,工艺是极其关键之所在,运用好的工艺方法不但能保证精度,提高效率,而且能降低成本。(收稿日期:20020812)

汽油清洗能力强,对手汗、无机盐、油脂等均能清洗干净,且对钢铁、铜合金等工件具有中间防锈作用。

(2) 化学清洗液 化学清洗液含有表面活性剂,又称乳化剂清洗液,对油脂、水溶性污垢具有良好的清洗能力。其配制简便、稳定耐用、无毒、不易燃、使用安全、价格便宜。常用超声波清洗的化学清洗液见表1。

表1 超声波清洗的化学清洗液配方、工艺参数及适用性

	1	2	3
配方 (%)	6501 清洗剂 0.2 6503 清洗剂 0.2 油酸三乙醇胺 0.2 水 余量	6503 清洗剂 0.5 TX-10 清洗剂 0.3 聚乙二醇 (分子量 400) 0.2 邻丙二甲酸二丁酯 0.2 磷酸二钠 1.5~2.5 水 余量	6503 清洗剂 0.4 亚硝酸钠 0.4 灯用煤油 2~3 石油磺酸钡 0.1~0.2 水 余量
主要工艺参数	清洗温度 35~45℃ 工作频率 17~21kHz 清洗时间 4~8min	清洗时间 4min 其余同左。	同左。
适用性	精密加工的钢铁件。清洗矿物油和含氧化铬等物的研磨膏残留物。 油酸三乙醇胺有延缓腐蚀的作用。	精密加工的钢铁件。主要清洗油脂。聚乙二醇有延缓腐蚀的作用。邻丙二甲酸二丁酯可以减少泡沫,磷酸三钠有助溶等作用。	钢铁工件。去除粘附的铁屑或机械杂质、氧化皮等。亚硝酸钠和石油磺酸钡有延缓腐蚀的作用,灯用煤油可减少泡沫。

(3) 三氯乙烯清洗液 因氯乙烯是强溶剂,沸点较低,易于汽化及冷凝,蒸气密度大,且不易扩散,故适宜于气相清洗。亦可用于浸洗、喷洗或三种清洗形式联合使用。用于超声波清洗时,特别适用于清洗质量要求很高的仪表、光学、电子元件等。

三氯乙烯在光、热、氧和水作用下,易分解成光气和盐酸,对工件和设备易产生腐蚀,故必须添加稳定剂。使用赤芍也可获得较好稳定效果。为防止清洗槽内壁被腐蚀,对普通碳钢的清洗槽内壁,可涂敷无机富锌漆。

三氯乙烯清洗液具有除油效率高、清洗效果好且有不燃性等优点。加入稳定剂可清洗铝、镁合金等有色金属工件。但其清洗装置复杂,要求有良好的通风系统和清洗液回收系统,同时还应注意工件和清洗槽的防腐蚀问题。

3. 超声波清洗工艺参数的选择

工件的复杂程度、清洗液的种类、超声波的振动频率的高低和功率的大小以及清洗时间和温度都将影

响工件的清洗质量和效率。故采用超声波清洗时,清洗工艺合理,不但可以清洗工件上的油脂、污垢,还能清除工件表面上的氧化层、鳞皮、轻度锈蚀等,可以代替喷砂。超声波清洗工艺参数选择见表2。

表2 超声波清洗工艺参数

名称	参数	选择要求
振动频率	常用 $\approx 20\text{kHz}$ 高频 300~800kHz	1 件表面粗糙度要求较高或具有小孔、狭空深凹槽时,建议采用高频。但高频振动衰减较快,作用范围小,空化作用较弱,清洗效率低。
功率密度	0.5~2.0W/cm ²	工件形状复杂或具有深孔、盲孔,或污垢较多、清洗液粘度较大,或选用高频振动时,功率密度可较大。对铝及其合金或用乙醇、水为清洗液时,则可取小些。
清洗时间	1.5~5.0min	工件形状复杂时取上限,表面粗糙度要求较高则下限,还应根据污垢严重程度而变化。
清洗温度	化学清洗液 35~50℃ 三氯乙烯 40~60℃ 汽油或乙醚: 室温	根据实际情况确定合适的温度。

4. 超声波清洗时的注意事项

(1) 对于中、小型工件,粘附污垢严重时,应先浸洗或喷洗。为提高清洗质量、缩短清洗时间,常采用几种不同的清洗液,根据清洗液的清洗作用不同,分槽依次进行。

(2) 局部清洗尺寸和重量较大的工件时,将工件局部浸入超声波清洗槽中进行清洗;也可根据大型工件形状或局部清洗部位的要求,将换能器制成特殊结构(如密封型、变幅杆型),以实现局部清洗。注意不要将工件直接压在槽底超声波辐射面上。

(3) 工件形状过分复杂或具有大小不等的孔、凹槽时,可用不同振动频率的超声波清洗。

(4) 清洗小孔、盲孔时,应先在孔内充满清洗液,对准超声源,清洗下来的污物要便于排出。

(5) 采用清洗液循环装置。连续被充新液时,进液速度不宜太快,以免由于新液含气较多减弱空化作用。

(6) 要求空化作用很强时,须经常调节发生器的频率,使其输出频率与换能器的固有频率一致,以提高转换效率。

(收稿日期: 20021022)