

核电接管孔绿色化分层加工技术

苏伟，程鹏

一重集团大连核电石化有限公司 辽宁大连 116113

摘要：以机械加工方法去除核电接管内孔堆焊层为例，进行工艺分析和技术创新，针对孔壁堆焊层的“马鞍形”空间曲面结构制定加工方案，将镗床直角铣头伸入到接管内孔，使用长刃铣刀分段径向走刀，实现内壁堆焊层的绿色化分层加工。

关键词：孔壁堆焊层；马鞍形；曲面；数控加工；分层去除

1 序言

我公司承制的核反应堆压力容器，其进/出口接管采用插接焊的方式与筒体接管段连接。根据工艺要求，在插接焊之前，筒体接管段不锈钢内壁堆焊层需要去除。具体要求如下：将坡口线外30mm范围内的内壁不锈钢堆焊层去除（见图1），堆焊层倒角40°，去除深度至原始母材表面。

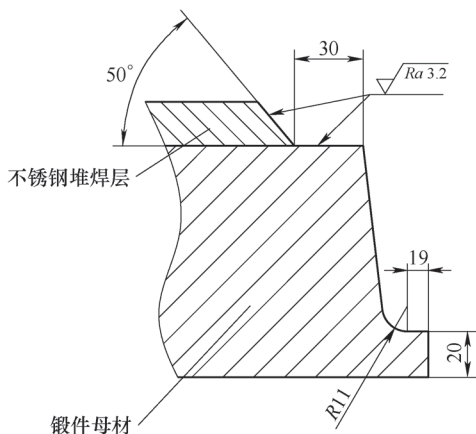


图1 去除堆焊层示意

以往此类产品的堆焊层去除，常规采用打磨或使用悬臂梁前夹磨挫机进行磨削去除。该方法在去除焊层余量时产生大量粉尘，对操作人员健康及车间环境都有较大影响。

为此开展马鞍曲面机械加工去除堆焊层的工艺研究。因为接管坡口为内“马鞍形”，接管孔距接管段两端面都超出机床行程范围，所以采用落地镗床加工时，只能将工件立放，使用三面刃铣刀从外

部进行背铣。同样的，堆焊层分层也只能待坡口加工完成后，从外部进行加工。但如果使用三面刃铣刀，铣刀直径最小也需400mm，这样便会在横向X轴方向两侧因刀具半径的干涉现象而形成较大范围的加工残余量。而且由于铣刀及主轴紧贴孔壁，加工过程中操作人员不便于跟踪观察，因此需要制定一套全新的加工方案来实现在落地镗床上进行接管孔堆焊层的分层加工。

2 工艺方案分析

由于筒体接管段直径尺寸接近5m，质量在100t左右，因此需要采用大型落地镗床完成加工。下面以 $\phi 200$ mm镗床加工接管孔为例进行分析^[1]。某核电型号进口接管孔如图2所示，孔口直径1410mm，接管段内径4312mm，外径4892mm。

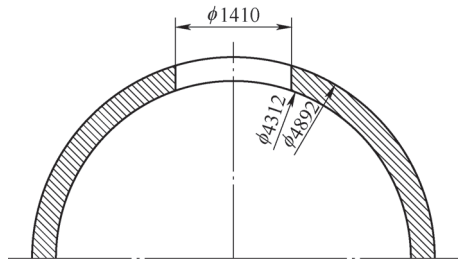


图2 接管孔尺寸

通过建立三维模型，可测量出堆焊层分层最大半径为1560mm，与接管孔孔口直径单边相差75mm。由于 $\phi 200$ mm镗床直角铣刀旋转半径约600mm，可完全伸入接管孔，因此采用直角铣头伸入到接管段内壁，长刃铣刀分段径向走刀的方案，进

行内壁堆焊层的分层加工。为减小铣刀半径方向的干涉,选用 $\phi 50\text{mm}$ 长刃铣刀,刀杆接长 100mm 即可。

3 工艺方案的制定

3.1 CAM建模

首先划分加工区域。考虑到空间曲面及刀具的干涉情况,将整圈堆焊层的加工分为10个区域、2种不同的加工角度范围,相应的直角铣头旋转10次对应加工(见图3)。1[#]、6[#]加工角度范围为 60° ,其余为 30° 。这样只需按统一工艺零点编制1[#]、2[#]和3[#]加工程序并利用镜像功能便可实现全部加工。

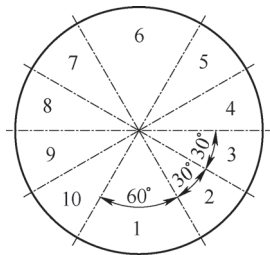
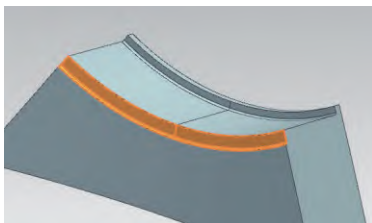
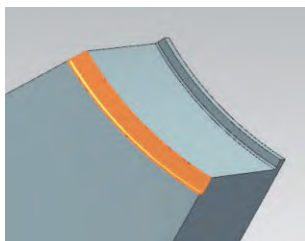


图3 角铣头旋转方位示意

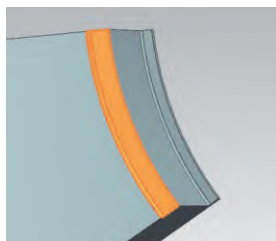
接着建立加工模型。按图样尺寸并留出适当安全阈值建立1[#]、2[#]和3[#]加工模型如图4所示,黄色部分为分层区域。



a) 1[#]加工模型



b) 2[#]加工模型



c) 3[#]加工模型

图4 加工模型

3.2 UG加工编程操作

以1[#]模型加工为例,设置工艺零点G54X0Y0于接管孔中心处,基本刀轨路径为:通过径向单向加工分层部位,深度方向通过偏置坐标系来控制,直至堆焊层完全去除。

选取毛坯及工件,指定切削区域,建立 $\phi 50\text{mm}$ 铣刀模型,切削方法为区域铣削,切削模式为径向单向向外顺铣^[2],步长 5mm 。为防止扎刀,保证切削过程平顺,设定斜面线性进退刀方式;为减少空走刀行程,每次切削后抬刀距离固定,首尾快速进给相接。完整加工刀路如图5所示。

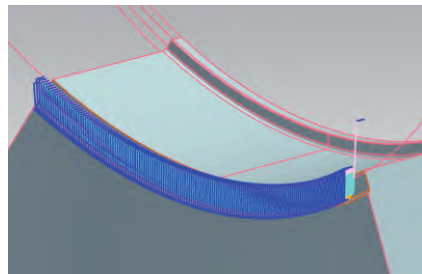


图5 加工刀路

按上述方法操作,经过实际加工验证,加工过程圆滑平顺,刀路整齐。此方法可以较完整地去除不锈钢堆焊层(包括熔合区),残留量少^[3],实际加工效果很好,为接管孔堆焊层的分层加工提供了可行方案。实际加工状态如图6所示。



图6 实际加工状态

4 结束语

该分层加工技术采用数控加工方法快速去除核电接管内壁堆焊层,减少打磨操作对环境及人员的影响,实现绿色化制造,同时可有效提高生产效率及加工质量。

参考文献:

- [1] 孟少农. 机械加工工艺手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1991.
- [2] 李正峰. 数控加工工艺[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2004.
- [3] 郝建忠. 机械测量技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2011.