



简易圆弧坡口铣削设备

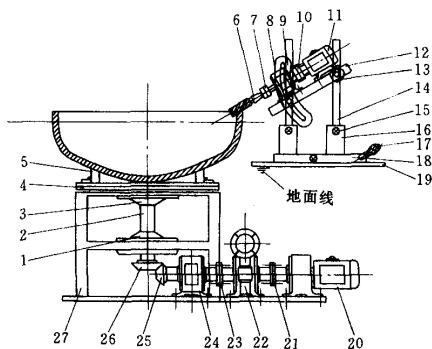
湖北农学院 (荆州 434025) 杨杰 刘守祥 陈义厚

荆州职业技术学院 (434025) 李其龙

对压力容器的焊接加工,为了保证焊接质量和达到安全技术标准要求,从工艺的角度必须对工件加工焊接坡口。由于大型刨边机价格昂贵,我们设计了一套简易且适合工厂自己制造的圆弧坡口铣削加工设备,并在沙市容器厂得到了较好地应用。

1. 机器结构

简易铣削设备分为工作台及其传动和铣头及其传动两大部分(见图)。



1. 轴承座 2. 立轴 3. 组合轴承座 4. 工作台
5. 定位夹紧装置 6. 铣刀 7. 铣刀夹头 8、24. 变速箱
9. 分度盘 10、21、23. 联轴器 11. 小电机 12. 支撑板
13. 定位螺栓组 14. 立柱 15. 锁紧螺钉 16. 支柱
17. 定位手柄 18. 刀架座 19. 导轨 20. 电机
22. 减速器 25. 小齿轮 26. 大齿轮 27. 机架

(1) 工作台及其传动部分 该部分结构包括传动和机架两部分,主要安装在地下坑道中,以减少占地面积,降低机器安装和工作高度,以便工人操作,并可降低噪声,机器安装后工作台与地面线平齐。主要由电机 20, 联轴器 21、23, 减速器 22, 变速箱 24, 小齿轮 25, 大齿轮 26, 机架 27, 轴承座 1, 立轴 2, 组合轴承 3, 工作台 4. 定位夹紧装置 5 等构成。电机选择四极三相异步交流电机,额定电压 380V。减速机选用蜗杆蜗轮减速机,以使传动平稳可靠并能实现大的传动比。

(2) 铣头及其传动部分 该部分主要由导轨 19、刀架座 18、定位手柄 17、支柱 16、锁紧螺钉 15、立柱 14、定位螺栓组 13、支撑板 12、小电机

11、联轴器 10、分离盘 9、变速箱 8、铣刀夹头 7、铣刀 6 等组成。铣刀通过一个独立的小型电机带动,电机的选择根据铣刀切削力和切削功率加以确定。结构特点:通过可伸缩立柱调整铣刀高度,以满足不同大小尺寸的罐体和封头的要求,同时,立柱可以根据刚度、强度和加工位置高度的不同进行更换;为满足加工精度要求和工艺上的合理性,铣刀架可以在导轨上滑行,通过定位手柄将铣刀架固定在导轨上的任意一个地方;小电机、联轴器及变速箱等装置均统一安装在支撑板上,通过分度盘上的弧形槽,可以根据需要在纵平面内进行 60° 的旋转,以满足加工不同坡度坡口的要求,同时通过改变支撑板两端的相对安装高度,可以改变铣刀相对待加工面的倾向(上倾或下倾),以满足加工内坡口(如封头)和外坡口(如罐体)的要求。

2. 主要技术参数及工艺参数的选择与计算

在铣削方式上,通过模拟实验,选用圆柱螺旋铣刀顺铣法加工。由于顺铣时切入的切削厚度最大,然后逐渐减小到零,避免了刀齿在已加工表面冷硬层上滑行,故刀具耐用度高,已加工表面加工质量较好,完全能满足圆弧坡口加工的技术要求。

(1) 铣削用量的选择与计算 选用原则:在保证铣削加工表面质量和工艺系统刚度允许的条件下,首先选用较大的铣削深度 a_p 和铣削宽度 a_e ;其次选用较大的每齿进给量 f_z ;最后根据铣刀的合理耐用度确定铣削速度。

由于加工坡口是为了满足焊接工艺的需要,其精度和表面粗糙度要求不高,当铣削层深度 $a_p \leq 8\text{mm}$ 时,尽量一次走刀去除加工余量;当铣削层深度 $a_p > 8\text{mm}$ 时,可分两次走刀完成。铣削宽度 a_e 应小于铣刀长度。铣削速度 v_c 的选择和计算主要是根据刀具材料和待加工工件材料的厚度来确定,具体选用可参考表 1。

由于铣削速度是铣刀外缘处的线速度,其与铣刀转速之间有如下关系:

$$v_c = \pi d_o n_o / 1000 \quad (\text{m/min}) \quad (1)$$



在机床刚度、刀具耐用度和刀齿强度允许的前提下,选用较大的每齿进给量 f_z 可以大幅度提高铣削效率,具体选用可参考表2。

表1 铣削速度选择参考表 (单位: m/min)

工件材料	硬度 (HB)	切削速度	
		硬质合金铣刀	高速钢铣刀
中低碳钢	≤ 220	60 ~ 150	20 ~ 40
	225 ~ 290	55 ~ 115	15 ~ 35
	300 ~ 425	37 ~ 75	10 ~ 15
高碳钢	≤ 220	60 ~ 130	20 ~ 35
	225 ~ 325	50 ~ 105	15 ~ 25
	325 ~ 375	35 ~ 50	10 ~ 12
	375 ~ 425	35 ~ 45	5 ~ 10
合金钢	≤ 220	55 ~ 120	15 ~ 35
	225 ~ 325	35 ~ 80	10 ~ 25
	325 ~ 425	30 ~ 60	5 ~ 10

每齿进给量选定之后,计算进给速度 v_f :

$$v_f = f_z z n_o \quad (\text{mm/min}) \quad (2)$$

工件转速与进给速度之间有如下关系:

$$n_{\text{工}} = v_f / k D_i \pi \quad (\text{r/min}) \quad (3)$$

表2 每齿进给量选择参考表

(单位: mm/z)

工件材料	工件硬度 (HB)	硬质合金铣刀		高速钢铣刀			
		端铣刀	三面刃铣刀	圆柱铣刀	立铣刀	端铣刀	三面刃铣刀
低碳钢	≈ 150	0.20 ~ 0.40	0.15 ~ 0.30	0.12 ~ 0.20	0.04 ~ 0.20	0.15 ~ 0.30	0.12 ~ 0.20
	150 ~ 200	0.20 ~ 0.30	0.12 ~ 0.25	0.12 ~ 0.20	0.03 ~ 0.18	0.15 ~ 0.30	0.10 ~ 0.15
中、高碳钢	120 ~ 180	0.15 ~ 0.50	0.15 ~ 0.30	0.12 ~ 0.20	0.05 ~ 0.20	0.15 ~ 0.30	0.12 ~ 0.20
	180 ~ 220	0.15 ~ 0.40	0.12 ~ 0.25	0.12 ~ 0.20	0.04 ~ 0.20	0.15 ~ 0.25	0.07 ~ 0.15
	220 ~ 300	0.12 ~ 0.25	0.07 ~ 0.20	0.07 ~ 0.15	0.03 ~ 0.15	0.10 ~ 0.20	0.05 ~ 0.12
含碳量 < 0.3% 的合金钢	125 ~ 170	0.15 ~ 0.50	0.12 ~ 0.30	0.12 ~ 0.20	0.05 ~ 0.20	0.15 ~ 0.30	0.12 ~ 0.20
	170 ~ 220	0.15 ~ 0.40	0.12 ~ 0.25	0.10 ~ 0.20	0.05 ~ 0.10	0.15 ~ 0.25	0.07 ~ 0.15
	220 ~ 280	0.10 ~ 0.30	0.08 ~ 0.20	0.07 ~ 0.12	0.03 ~ 0.08	0.12 ~ 0.20	0.07 ~ 0.12
	280 ~ 300	0.08 ~ 0.20	0.05 ~ 0.15	0.05 ~ 0.10	0.02 ~ 0.05	0.07 ~ 0.12	0.05 ~ 0.10
含碳量 $\geq 0.3\%$ 的合金钢	170 ~ 220	0.12 ~ 0.40	0.12 ~ 0.30	0.12 ~ 0.20	0.12 ~ 0.20	0.15 ~ 0.25	0.07 ~ 0.15
	220 ~ 280	0.10 ~ 0.30	0.08 ~ 0.20	0.07 ~ 0.15	0.07 ~ 0.15	0.12 ~ 0.20	0.07 ~ 0.20
	280 ~ 320	0.08 ~ 0.20	0.05 ~ 0.15	0.05 ~ 0.12	0.05 ~ 0.12	0.07 ~ 0.12	0.05 ~ 0.10
	320 ~ 380	0.06 ~ 0.15	0.05 ~ 0.12	0.05 ~ 0.10	0.05 ~ 0.10	0.05 ~ 0.10	0.05 ~ 0.10

(1) 铣削层深度 a_p 和铣削宽度 a_e 的计算 加工时,我们在接口处留2mm的焊接余量, $a_p = 10 \sin 30^\circ < 8 \text{ mm}$, $a_e = 10 / \cos 30^\circ$,可以一次走刀完成。

(2) 铣刀转速 n_o 的计算 由表1选取切削速度 v_c 为35m/min,则

(2) 铣削力、铣削功率和铣削电机功率的设计 计算 铣削力 F_c 是铣削时,总铣削力 $F_{\text{总}}$ 在主运动方向上的投影分力,即作用于铣刀切线方向上消耗机器主要功率的力,其大小与刀具材料、铣削时的工艺参数有关。铣削力通常根据实验获得的经验公式来计算。

对于高速钢铣刀铣削力可用以下公式计算:

$$F_c = 160 a_e f_z^{0.72} a_p^{0.86} d_o^{-0.86} z \quad (4)$$

铣削功率由下式计算:

$$P_c = F_c v_c / 1000 \quad (\text{kW}) \quad (5)$$

铣削电机功率 P_e 的计算式为:

$$P_e = P_c / \eta_m \quad (\text{kW}) \quad (6)$$

式中 η_m ——传动效率

3. 应用举例

有一标准椭圆形锅炉的封头,其内径 $D_i = 4\,000 \text{ mm}$,板厚 $\delta = 12 \text{ mm}$ (JB1154—1973封头, $D_g 4\,000 \times 12$),材料为低碳钢,在该机上加工倾角 α 为 30° 的焊接坡口。

我们选用高速钢圆柱螺旋铣刀加工, $d_o = 30 \text{ mm}$, $z = 10$ 。

$$n_o = 1\,000 v_c / \pi d_o \approx 380 \text{ r/min}$$

(3) 进给速度 v_f 的计算 由表2选取每齿进给量 f_z ,本例 f_z 取0.20mm,则

$$v_f = f_z z n_o \approx 760 \text{ mm/min}$$

(4) 工作转速 $n_{\text{工}}$ 的计算

$$n_{\text{工}} = v_f / k D_i \pi \approx 0.06 \text{ r/min}$$



数控机床回零开关故障分析

东风汽车传动轴有限公司 (湖北十堰 442054) 刘带强

现代数控机床的数控系统发展速度日新月异,系统工作越来越稳定可靠,系统本身的故障率越来越低,但是数控机床开机前必须建立坐标系即执行回机械零点的控制方式没有变化,而且机床检测回零开关(有触点和无触点)的工作原理和结构也没有变化,同时机床采用切削液的冷却方式也没有变化,这就导致了回零开关的工作环境恶劣(易腐蚀触点、进油污粘连触点、腐蚀连线)的情况没有变化,这一切都决定了回零动作和回零开关是数控机床的一个关键的故障高发点,据我们十几年的数控机床的维修维护经验表明,此部分的故障占数控机床故障的30%左右,因此熟悉这一部分的故障特点对快速、精确地维修好机床很有帮助。下面我就以近几年典型疑难故障为例,进行分析,以到达举一反三的维修目的。

1. 回零方式

现代数控机床的控制中,无论采用何种品牌的数控系统,其反馈元件一般都采用光栅尺或编码器,系统控制机床回机械零点的原理和时序基本相同。很多地方均有介绍,这里只是简单介绍一下。按照检测元件的不同分为绝对脉冲编码器方式回零和以增量脉冲编码器方式回零。使用绝对编码器的机床只要机床调试好后,机床正确执行过一次回零动作后,绝对编码器的后备电池有效,此后每次开机不必执行回零就可以执行循环动作。而使用增量编码器的系统每次开机均必须执行回零动作。

这里主要讲配置增量编码器机床的回零时序,列举了比较普遍使用的三种方式:

(1) 在JOG方式下回零点。轴先以设定的伺服参数快速向轴原点方向运动,当回零减速开关被

压下时(*DEC信号跳变)系统将轴的移动速度减至参数设定低速继续向前运动;当回零减速开关被放开时(*DEC信号再次跳变),轴移动速度和方向继续不变,系统检测到编码器的每一个栅点或零位脉冲时,轴停止运动,此位置即为轴零点。

(2) 轴先以设定的伺服参数快速向轴原点方向运动,当回零减速开关被压下时(*DEC信号跳变)轴制动到速度为零,然后系统将轴的移动速度减至参数设定的较低速度向反方向运动;当回零减速开关被放开时(*DEC信号再次跳变)系统检测到编码器的第一个栅点或零位脉冲时,轴停止运动,此位置即为轴零点。

(3) 轴先以伺服参数设定的较快的速度向轴原点方向运动,当回零减速开关被压下时(*DEC信号跳变)轴制动到速度为零,轴再向反方向微动;当回零减速开关被放开时(*DEC信号再次跳变),轴又反向沿原快速进给方向运动,当回零减速开关再次被压下时(*DEC信号跳变),轴以系统参数设定的较低的速度继续向前运动;当回零减速开关再次被放开后(*DEC信号再次跳变),轴移动速度和方向不变,系统检测到编码器的第一个栅点或零位脉冲时,轴停止运动,此位置即为轴零点。

2. 故障实例分析

(1) 台湾产TNC—200DST(SANUC—0TT系统)双轴数控车,晚班一切工作正常,第二天开机在JOG和HANDLE方式下移动各轴正常,但是在ZRN(回零方式)下执行回零动作时其余4轴回零动作正常,但是上刀架的X轴无任何反应,而且机床的CRT和伺服板上无任何报警信息。通

则该工件加工所需时间 t 为

$$t = 1/n_{\text{工}} \approx 17 \text{ min}$$

即采用本铣床加工该封头坡口约需17min。

4. 机器特点

(1) 本设备制造技术要求和制造成本低,标准零(部)件多,一般中小型厂家均可自制。

(2) 加工的圆弧坡口质量好,效率高,成本低。

(3) 适用性广,能满足各种封头及罐体内、外坡口加工的要求,能保证产品的焊接质量。

(4) 便于实现自动化控制和操作,可以大大地减轻工人的劳动强度。

(5) 设备结构简单,使用及维修方便。

(收稿日期:20030625)