

高强度钢板过渡坡口加工工艺

李云

徐工消防安全装备有限公司 江苏徐州 221000

摘要：介绍高强度钢板过渡坡口的多种加工方法，重点阐述了宏程序编程和NX软件自动编程两种方法并比较了其优缺点。

关键词：高强度钢板；过渡坡口；数控编程；宏程序；NX软件

1 序言

随着工程机械产品性能的日益完善，工程机械产品向着轻量化、智能化方向发展。轻量化的产品不仅能够降低工程机械的能耗，还能提升作业性能。为了减轻产品的结构件质量，在结构件的设计过程中，经常采用薄钢板与厚钢板对接焊的方法，这样不仅满足了结构件的强度要求，还降低了其整体质量。采用这种焊接方式需要在钢板上加工过渡坡口，本文就高强度钢板过渡坡口的加工工艺展开研究，通过使用多种方法加工该类型坡口，为加工其他同类型工件提供参考依据。

2 工件分析

图1为一种举高喷射类消防车臂架结构上的侧板，材质为Q890D高强度钢。工件边缘是一个由15°坡口及30°坡口组成的过渡坡口，该坡口无法直接使用等离子切割机气割成形，现场使用立式加工中心进行加工。

3 加工设备及刀具

加工设备为友嘉VB-715A三轴立式加工中心，工作台尺寸为1600mm×715mm，数控系统为FANUC 0i-MF，刀具为山特维克可乐满R390型φ40mm玉米铣刀（见图2）。

4 工件的装夹方式

工件在机床工作台上的装夹方式及工件坐标系的位置如图3所示，为保证过渡坡口的钝边与机床的

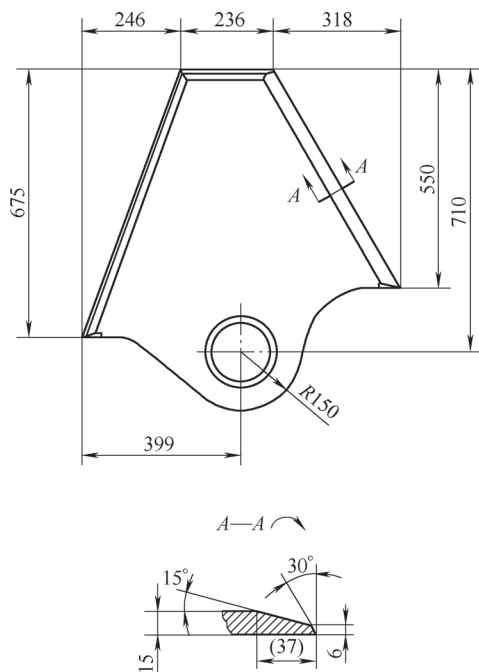


图1 举高喷射类消防车臂架结构上的侧板

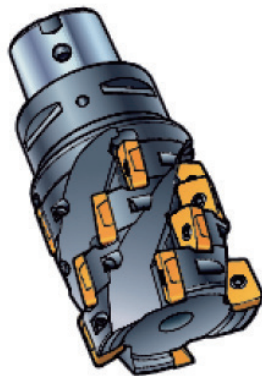


图2 山特维克可乐满R390型φ40mm玉米铣刀

X轴平行，使用压板将工件压紧。

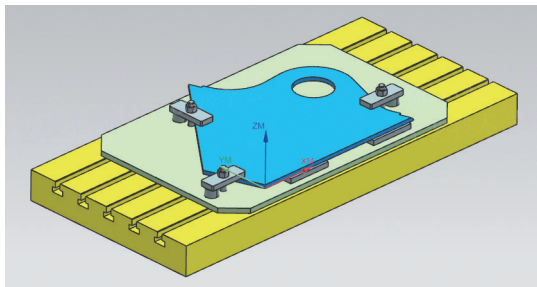


图3 工件的装夹方式及工件坐标系的位置

5 使用宏程序编程进行加工

根据图1中的A-A剖视图，将过渡坡口的角度、板厚和坡口长度等参数设置成变量（见图4），使用宏程序编程进行加工，这样就提高了程序的通用性，可以加工不同板厚及不同角度的过渡坡口。

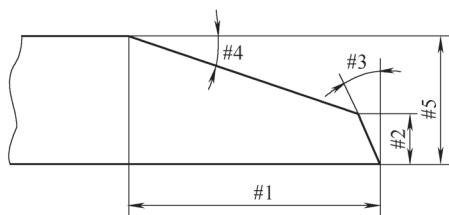


图4 宏程序中的变量示意

使用可编程参数输入几何补偿的技巧加工该过渡坡口。可编程参数输入几何补偿的指令代码为G10 L12 P_R_，其中P是刀号，R是刀具补偿值（使用G90绝对值编程模式，此处R为刀具半径值）。

程序代码如下：

```
T1M06
#1=37
#2=6
#3=30
#4=15
#5=15（钢板厚度）
#6=600（过渡坡口的长度）
#8=20（刀具半径）
#10=0.2（#4坡口的每层切削深度）
#11=20（刀具半径）
#12=#2*TAN[#3]
#13=0.1（#3坡口的每层切削深度）
G0G54X0Y0
G0Z100
```

```
M03S800
M08
N10G0G40X-60Y0
G0Z#5
G10L12P1R#8
G0G40X-60Y0
G0G42Y#1D1F500
G01X#6F500
G00G40Z100
#5=#5-#10
#9=#10/TAN[#4]
#8=#8+#9
IF[#5GE#2]GOTO10
N20G0G40X-100Y0
G0Z#2
G10L12P2R#11
G0G40X-60Y0
G0G42Y#12D2F500
G01X#6F500
G00G40Z100
#2=#2-#13
#14=#13*TAN[#3]
#11=#11+#14
IF[#2GE0]GOTO20
G0Z200
M05
M30
```

使用该程序，在刀具允许的范围内，可以加工不同板厚的任意角度组合的过渡坡口，操作工只需要根据图样，更改程序开头的变量即可。该程序将刀具半径设为一个变量，该变量的初始值为真实的刀具半径数值，加工过程中每往下切削一层，刀具半径数值就会相应发生变化，并使用G10L12的代码将刀具半径值写入机床的刀补寄存器。一般情况下，对于较平缓的坡口，每层的切削深度应尽量设置得小一些；对于较陡峭的坡口，每层的切削深度可以尽量设置得大一些，这样能够在提升工件表面质量的同时兼顾加工效率。使用VERICUT软件对程序进行校验（见图5），并检查工件最终加工完成的形状（见图6），说明程序准确无误。

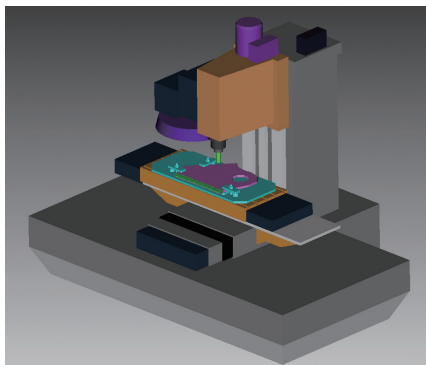


图5 使用VERICUT软件校验程序

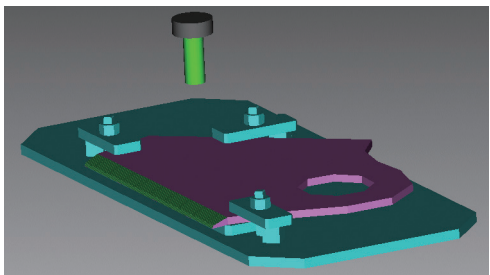


图6 使用VERICUT软件检查工件最终加工完成的形状

6 NX软件编程方法

除了使用上述宏程序编程的方法以外，该工件还可以使用NX软件进行自动编程。但是自动编程的缺点在于程序的行数较多，且不利于操作人员现场修改程序，程序的通用性较差，为此针对需要开过渡坡口的不同工件，需要编制多个程序。

该工件的过渡坡口水平方向最大长度为37mm，使用 $\phi 40\text{mm}$ 的玉米铣刀加工，可以选择NX软件的型腔铣或者等高线精加工的策略进行加工。由于经过验证，使用型腔铣加工策略生成的刀具路径略显凌乱，因此使用等高线精加工的策略进行加工。为了避免多次反复提刀，于是优化刀具路径，在“非切削移动”中设置区域内转移方式为“无”，并设置转移类型为“直接”；同时设置切削类型为“混合”。使用等高线精加工策略最终生成的刀具路径如图7所示。

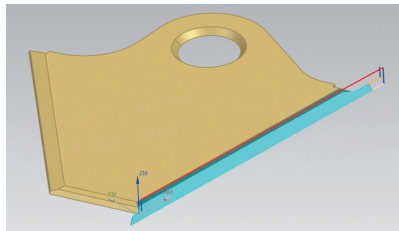


图7 使用等高线精加工策略最终生成的刀具路径

7 两种编程方法的比较

对两种编程方法进行比较如下：用宏程序编程的方法生成的程序可以针对不同的过渡坡口进行修改，通用性较强，且程序的行数较少，但需要计算变量间的三角函数关系，编程耗时略长；用NX软件生成的程序精度较高，编程速度快，但程序的通用性较差，需要针对不同尺寸的过渡坡口进行多次编程。

使用两种方法生成的程序都加工出了合格成品。除了这两种方法之外，该工件还可以使用五面体加工中心的BC轴万向铣头进行加工，也可以根据坡口的角度设计相应的夹具进行加工。

8 结束语

本文针对工程机械中常见的钢板对接过渡坡口，介绍了多种加工方法，并重点对宏程序编程和NX软件自动编程方法进行了介绍，比较了两种方法的优缺点。其中可编程参数输入几何补偿的技巧，以及NX等高线精加工策略中优化刀具路径的相关技巧，对其他同类型工件的加工具有一定的参考意义。

参考文献：

- [1] 陈宏均. 实用机械加工工艺手册[M]. 北京：机械工业出版社，2009.
- [2] 杨叔子. 机械加工工艺师手册[M]. 北京：机械工业出版社，2001.

MW 20210202

欢迎关注微信公众号：机工刀具世界

“机工刀具世界”定位于指导制造企业一线技术员工如何合理选择和使用数控刀具，介绍数控刀具使用技巧。关注刀具行业最新技术进展，为广大制造企业推荐先进、实用数控刀具产品。

扫描二维码即可关注！

