

基于NX的柱面导槽建模与加工

■ 广东省技师学院（惠州 516100） 翟勇波

摘要：通过对SIEMENS NX三维建模与多轴编程加工技术的研究，以柱面导槽为例，分析其造型方法与加工工艺，探讨了NX平台下导槽的建模过程与四轴编程加工方法，实现了导槽从造型设计到编程加工一体化。

SIEMENS NX软件是集成产品设计、工程与制造于一体的CAD/CAM软件系统，具有高性能的机械设计和制图功能，为制造设计提供了高性能和灵活性，可满足客户设计任何复杂产品的需要。同时，NX还具有强大的多轴编程加工功能，广泛应用于多轴加工领域。

在生产实践中，经常需要在轴类零件柱面上加工出螺旋槽或曲线导槽，多年来从事数控加工

和对NX软件使用研究与探索，在四轴机床上加工此类槽更为快捷、精准。同时，采用NX多轴模块进行编程，更加加工方便、简单，有效提高加工效率。

1. 导槽零件概述

如图1所示，在直径为38mm的圆柱表面上有两条导槽，导槽中心线由直线圆弧连接成形，槽宽14mm，槽深6.5mm，零件材料为2Cr13。显然，导槽在四轴数控铣床上加工更方便，精度更容易

保证。

2. 导槽三维造型

导槽的中心面垂直于圆柱表面，建模时，先绘制导槽的中心线，然后缠绕在圆柱表面上，再经过中心线起点绘制出导槽端面草图，利用“扫掠”功能创建出导槽中心面，最后采用加厚工具完成导槽建模，具体方法如下：

（1）根据图1要求，绘制导槽中心线的展开图，如图1展开图上所示，导槽中心线的高度标注

序。将程序导入机床系统，那么接下来加工零件就变得简单了。

5. 结语

对于管板类零件的加工，需要将辅助支撑（夹具）坐标系和零件坐标系进行统一，在机床工作台上设定参考点，确定支撑座位置，预钻工件上的装夹孔，才能使所钻的孔和支撑座位置吻合，再将各主轴的坐标系统一到这个坐标系中，保证各主轴所钻的孔对接后不错位，保证零件的几何精度，方法简单实用。用程序保证多主轴同步加工可以减少振动，提高孔壁质量。此外，本

文还叙述了从CAD图直接生成加工程序的一种编程思路，按区域分配法较为合理的将管板上的孔分配到各个主轴加工，避免各主轴靠近引起的机床报警，有效地提高了加工效率。

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，1996：8-129.
- [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（收稿日期：20161008）

专家点评

管板类零件在加工过程中存在效率低、操作工易疲劳等问题，使用多主轴数控机床加工管板类零件能够很好地解决这些问题。但是使用多主轴数控机床在加工管板零件时遇到了工件安装支撑找正、多主轴加工编程等问题，本文作者阐述了解决这些问题的方法和经验，供同行在遇到类似问题时借鉴参考。

为 90° ，画草图时，需将此角度转换成尺寸，转换公式为

$$L = \pi D (\alpha/360)$$

式中， L 为展开图中导槽中心线的高度尺寸； D 为圆柱直径； α 为缠绕在圆柱面上的导槽中心线投影到圆柱径向端面上，起点与终点间的夹角，如图2所示。

因此， $L = 3.14 \times 38 \times (90 \div 360) = 29.8$ 。草图结果如图3所示。

(2) 采用曲线“缠绕”工具，将草图中心线缠绕在圆柱面上，如图2所示。

(3) 在导槽中心线起点处绘制导槽端面草图直线，草图直线与中心线垂直，如图4所示。

(4) 使用“扫掠”工具，将草图直线沿导槽中心线扫掠成中

心曲面，并保证曲面与圆柱表面垂直，如图5所示。

(5) 使用“加厚”工具将曲面加厚到槽宽距离，并在两端倒完全圆角，如图6所示。

(6) 使用“布尔运算”工具将导槽从圆柱上切除，再使用“旋转复制”功能创建出另一条导槽，结果如图7所示。

3. 导槽编程加工

从图1看出，导槽的中心线由直线、圆弧、螺旋线连接成型缠绕在圆柱面上，导槽的中心面始终垂直于圆柱表面。因此，加工导槽，当刀具直径跟槽宽相等时，刀具中心与导槽中心重合并垂直于圆柱表面。当槽宽大于刀具直径时，刀具中心与导槽中心相互平行，如图8所示。

加工导槽，除了铣刀做移动切削外，工件还需绕着轴线旋转运动，导槽形状为刀具移动与工件旋转运动的合成轨迹形状。因此，此类导槽需采用四轴联动加工。NX除了有强大的三轴加工外，还具有非常成熟的多轴加工模块，广泛应用于四轴、五轴加工。针对此零件导槽，采用NX两种编程加工方法，一是当刀具直径等于槽宽14mm时，采用曲线投影方法加工，但是直径14mm的刀具需要定制；二是使用直径14mm以下的刀具加工时，采用曲面驱动方法加工，具体编程方法如下：

(1) 当刀具直径等于导槽宽度14mm时，选择“mill_multi-axis”环境下“可变轮廓铣”→“曲线/点”驱动方式加工，选取导槽中心线为驱动曲

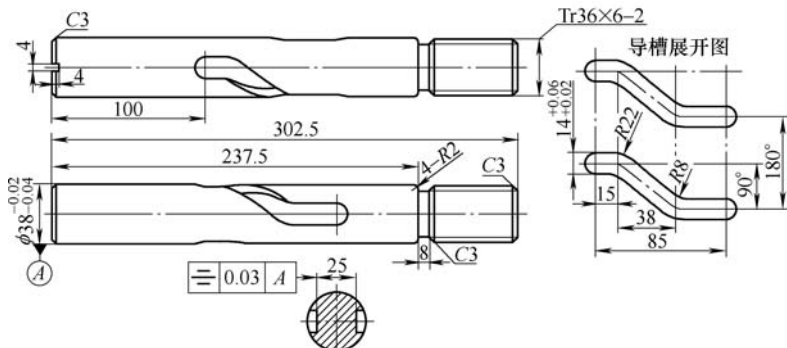


图1 导槽零件图

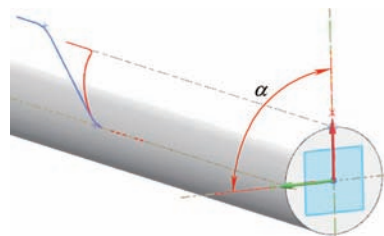


图2 α示意图

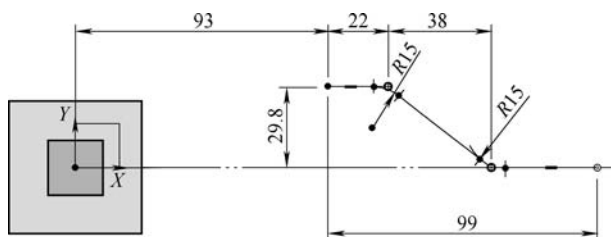


图3 导槽中心线草图

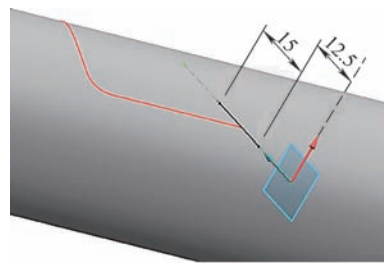


图4 导槽端面草图



图5 导槽中心面

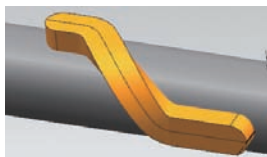


图6 中心面加厚

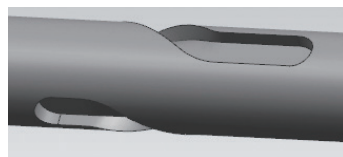


图7 导槽成型

线，槽底面为加工部件，如图9所示。投影矢量选择“刀轴”，刀轴方式选择“远离直线”，并指定X轴为刀轴矢量；根据材料加工性能，设置每层切削深度为0.5mm；为了简化刀路，提高加工效率，在刀路起点位置预加工下刀孔，采用直接插铣下刀；设置相关进给参数，生成刀路轨迹，如图10所示。此种加工方法，加工尺寸难于控制，导槽的宽度取决于刀具直径，需要根据槽宽要求定制刀具大小，刀具的精度也直接影响加工精度，因此，此加工方法，适用于加工精度要求不高，且槽宽较窄的零件。

(2) 采用小于槽宽的刀具加工时，选择“mill_multi-axis”环境下“可变轮廓铣”→“曲面”驱动方式加工。曲面驱动加工是根据曲面形状产生相应刀路轨迹投影到加工面上。由于导槽侧壁曲面高度不相等，会导致刀路轨迹起伏不平，发生“踩刀”现象，因此，编程时，要对驱动曲面进行优化处理，把驱动曲面复制出来并修剪成等高曲面，如图11所示。选取修剪后的侧壁面为驱动曲面，槽底面为加工部件，如图12所示。

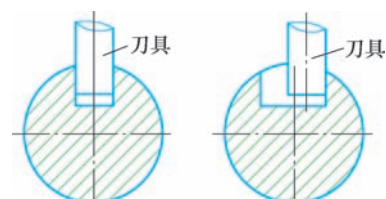


图8 刀具与导槽关系

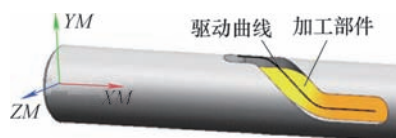


图9 驱动曲线与加工部件

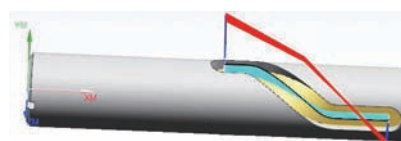


图10 曲线驱动刀路结果

象，因此，编程时，要对驱动曲面进行优化处理，把驱动曲面复制出来并修剪成等高曲面，如图11所示。选取修剪后的侧壁面为驱动曲面，槽底面为加工部件，如图12所示。

投影矢量选择“刀轴”，刀轴方式选择“4轴，相对于驱动体”，并指定X轴为旋转轴，设定侧倾角为90°，如图13所示。根据材料加工性能，设置每层切削深度为0.5mm。为了提高加工效率，保证加工表面质量，避免直接进刀碰伤工件，在刀路起点位置预加工下刀孔，采用“圆弧-垂直于刀轴”进刀；设置相关进给参数，生成刀路轨迹，如图14所示。此种加工方法，实际上是“刀补加工”，加工精度较

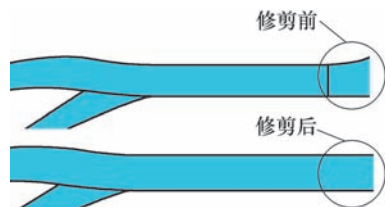


图11 优化驱动曲面

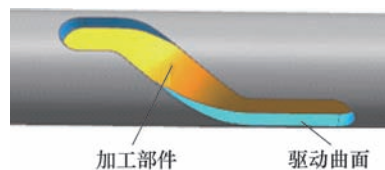


图12 驱动曲面与加工部件



图13 刀轴设置

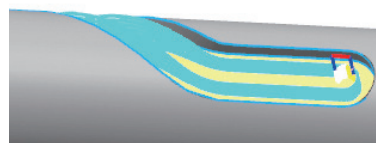


图14 刀路结果

高，适用于加工任何尺寸的导槽加工。

4. 结语

在圆柱面上加工导槽时，造型与编程是关键，NX软件技术的快速发展为产品造型设计与多轴加工提供了强有力的保证，通过生产实践证明，在NX平台下创建与加工导槽操作简便，效率高，而且尺寸精确可靠。

参考文献：

- [1] 张玉堂. UG NX4中文版自学手册：入门提高篇[M]. 北京：人民邮电出版社，2007.
- [2] 人力资源和社会保障部教材办公室组织编写. 数控加工工艺学[M]. 北京：中国劳动社会保障出版社，2012.

MW (收稿日期：20160930)

2016年9月中国制造业PMI为50.4%

国家统计局与中国物流与采购联合会公布的调查数据显示，2016年9月，中国制造业采购经理指数（PMI）为50.4%，与8月持平，继续高于临界点。

业内人士分析，9月制造业PMI与8月持平，继续保持扩张，

生产和需求增长平稳，有阶段性趋稳的迹象。一是生产保持平稳增长；二是市场需求小幅波动，但仍延续扩张态势；三是高技术制造业和装备制造业继续保持较快增长；四是进出口双双回升，重回扩张区间。