

数控编程之数控机床坐标系

傅兴刚

(济南职业学院 山东 济南 250002)

[摘要] 编制程序是加工准备阶段的主要内容之一, 通常包括分析零件图样, 确定加工工艺过程; 计算走刀轨迹, 得出刀具位置数据后, 编写数控加工程序。编制程序首先确定编程坐标系, 也称工件坐标系。工件坐标系是在机床坐标系的基础上人为设置的, 就是在机床坐标系中建立新的坐标系。是编程时根据零件设计基准及加工工艺设置的临时坐标系。

[关键词] 坐标系; 编程; 刀位点; 对刀; 刀具

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.07.673

机床是指制造机器的机器, 亦称工作母机或工具机, 习惯上简称机床。数控机床是数字控制机床 (Computer numerical control machine tools) 的简称, 是一种装有程序控制系统的自动化机床。该控制系统能够逻辑地处理具有控制编码或其他符号指令规定的程序, 通过信息载体输入数控装置。经运算处理由数控装置发出各种控制信号, 控制机床的动作, 自动地将零件加工出来。

编制程序是加工准备阶段的主要内容之一, 通常包括分析零件图样, 确定加工工艺过程; 计算走刀轨迹, 得出刀具位置数据后, 编写数控加工程序。编制程序首先确定编程坐标系, 也称工件坐标系。加工零件前要在已装夹完成的零件毛坯上建立工件坐标系, 并与编程时确定的坐标系完全一致。

本文将讨论机床坐标系、机床参考点与工件坐标系相互关系问题及建立工件坐标系过程。

坐标系

在数控编程时为了描述机床的运动, 简化程序编制的方法及保证记录数据的互换性。数控机床的坐标系和运动方向均已标准化。我国也于1982年颁布了JB3051-82《数控机床的坐标和运动方向的命名》标准。标准规定:

(1) 刀具相对静止工件而运动的原则

不论机床的具体结构是刀具移动, 工件静止, 还是工件移动, 刀具静止, 一般都假定工件相对静止不动, 而刀具在移动。

(2) 机床坐标的确定

直线运动的坐标轴采用右手直角笛卡尔坐标系, 如图一所示。大拇指指向为X轴的正方向, 食指指向为Y轴的正方

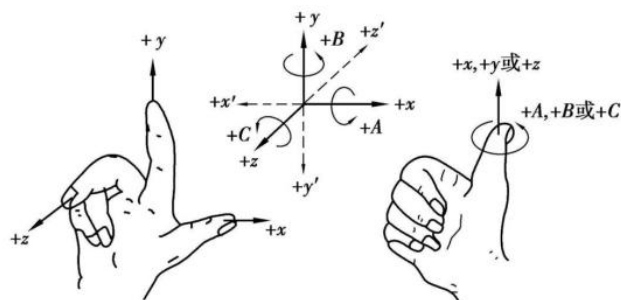
向, 中指指向为Z轴的正方向。三个坐标轴互相垂直。此外, 当数控机床直线运动多于三个坐标轴时, 则用U、V、W轴分别表示平行于X、Y、Z轴的第二组直线运动坐标轴, 用P、Q、R分别表示平行于X、Y、Z轴的第三组直线运动坐标轴。旋转运动的坐标轴用右手螺旋定则确定, 用A、B、C分别表示绕X、Y、Z轴的旋转运动, 转动的正方向为四指的方向, A、B、C以外的转动轴用D、E表示。

(3) 运动方向的规定

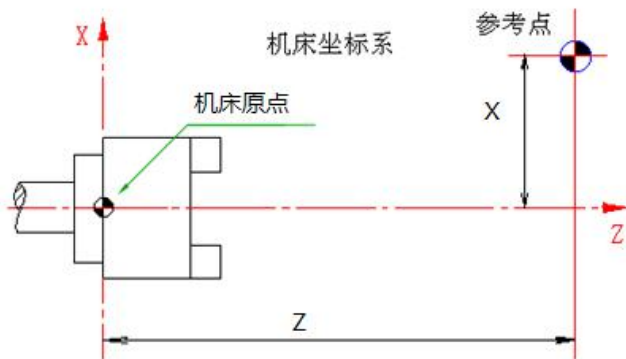
规定刀具远离工件的方向作为坐标轴的正方向。

1 机床坐标系

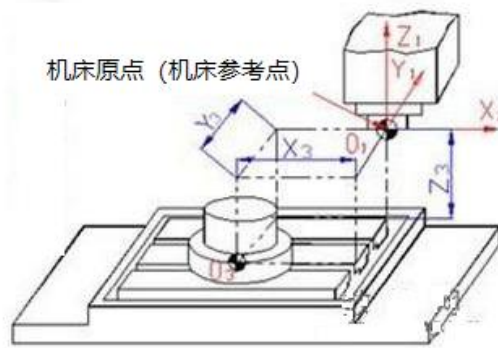
机床坐标系 (Machine Coordinate System) 是以机床原点O为坐标系原点并遵循右手笛卡尔直角坐标系 (如图一) 建立的由X、Y、Z轴组成的直角坐标系。机床原点是在机床设计制造、装配调试时候就已经设置下来的固定点, 是数控装置控制机床运动的基准点, 也是数控机床进行位置测量、控制、显示的统一基准。机床原点是一个定义点不能直接测量, 需要有一个参考点构建坐标系。用户也无权去修改。



图一 右手笛卡尔直角坐标系

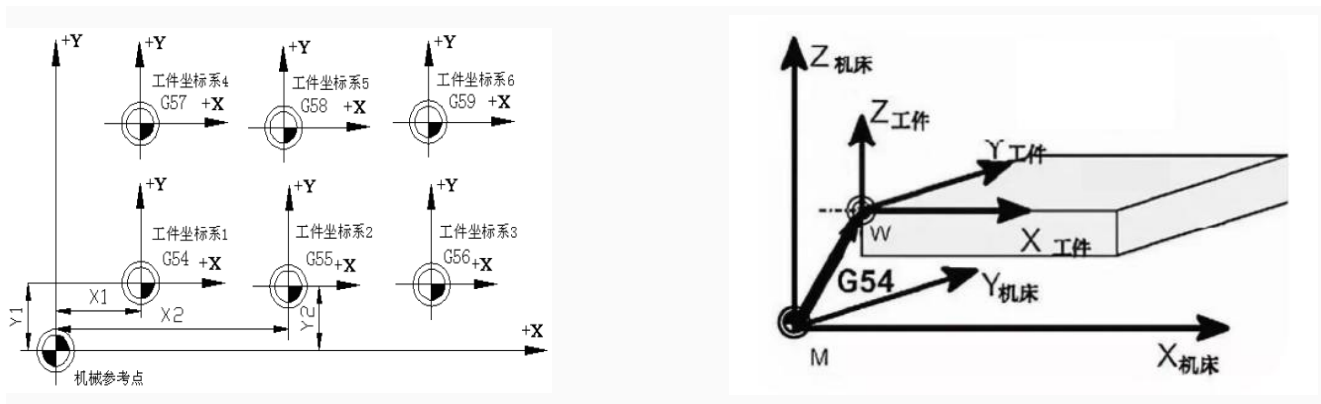


数控车床



数控铣床

图二



图三

2 机床参考点

机床参考点是用于对机床运动进行检测和控制的固定位置点。机床坐标是原点的坐标，在经过一系列的数据确定以及调整之后，这个原点就会被确定下来，其位置是由机床生产厂家在每个进给轴上用限位开关精确调整好的，坐标值已输入数控系统中。因此参考点对机床原点的坐标是一个已知数。在数控系统接上电之后，是不能够进行独立构建机床坐标系的，需要自动或者手动的方式回归到参考点，这样才能建立机床坐标系。

在参考点选择的时候，通常数控铣床上机床原点与机床参考点是重合的。数控车床上参考点是离机床原点最远的极限位置。如下图：

3 工件坐标系

为了确定数控机床各轴的运动方向，移动距离，就要在数控机床上建立一个坐标系，称为机械坐标系或机床坐标系。在编制程序时，以机械坐标系来作为工件确定运动方向和距离的坐标系，从而使工件与数控机床建立了坐标关系。供编程使用的坐标系，称为工件坐标系或编程坐标系，工件坐标系是在机床坐标系的基础上人为设置的，就是在机床坐标系中建立新的坐标系。是编程时根据零件设计基准及加工工艺设置的临时坐标系。为使编程人员在不知道是“刀具移近工件”，还是“工件移近刀具”的情况下，就可以根据图纸确定机床加工过程，所以在编程中，为使编程方便，一律假定工件固定不动，刀具运动的坐标系来进行编程。工件坐标系以机床坐标系的关系图，如图三

4 建立工件坐标系

(1) 建立工件坐标系是数控机床加工前必不可少的一步，是为了确定工件在坐标系中的准确位置。不同的系统，其方法各不相同，但原理是相同的。对于数控编程和数控加工来说，有一个重要的原点是程序原点，是编程员在进行数控编程时定义的几何基准点，并以此点作为加工坐标系的原点，即工件原点。工件坐标系的原点位置为工件零点。理论上工件零点设置是任意的，但实际上，它是编程人员根据零件特点为了编程方便以及尺寸的直观性而设定的。选择工件坐标系时应将工件零点应选在零件的尺寸基准上，这样便于

坐标值的计算，并减少错误。对于对称零件，工件零点设在对称中心上；对于一般零件，工件零点设在工件轮廓某一角上。

(2) 刀具的刀位点是刀具上的一个基准点，刀位点相对运动的轨迹即加工路线，也称编程轨迹。刀位点位置和刀位矢量确定依赖于加工坐标系的位置，所以，为了在数控设备上加工零件，首先需要确定工件在机床上的位置，即刀具的刀位点在工件坐标系中的位置，刀具与工件之间的相对关系。通过对刀可以准确定位刀具的刀位点的坐标位置。对刀的目的是确定程序原点在机床坐标系中的位置，将编程坐标系原点转换成机床坐标系的已知点并成为工件坐标系的原点。

(3) 对刀和对刀点

对刀点是用来确定刀具与工件相对位置关系的点，是确定工件坐标系与机床坐标系的关系的点。对刀过程是指操作人员在启动数控程序之前，通过一定的测量手段，使刀位点与对刀点重合，以建立工件坐标系。

对刀是数控加工中的主要操作，在加工程序执行前，调整每把刀的刀位点，使其尽量重合于某一理想基准点，这一过程称为对刀。

①一般对刀（手动对刀）。手动对刀是基本对刀方法，是指在机床上使用相对位置检测手动对刀。对刀过程是：试切—测量—调整。

(2) 机外对刀仪对刀。机外对刀的本质是测量出刀具假想刀尖点到刀具台基准之间X、Y及Z方向的距离。

(3) 自动对刀。自动对刀是通过刀尖检测系统实现的，刀尖以设定的速度向接触式传感器接近，当刀尖与传感器接触并发出信号，数控系统立即记下该瞬间的坐标值，并自动修正刀具补偿值。

参考文献

[1]董建国；数控编程与加工技术；北京；北京理工大学出版社；2019；8-11。

[2]FANUC数控编程手册。

作者简介：

傅兴刚，1972.08-，男，汉，山东济南市人，大学，济南职业学院讲师，研究方向：数控技术。