

数控机床原点、参考点、工件零点的区别和联系

吕宝全

(格劳博机床(中国)有限公司, 辽宁 大连 116600)

摘要: 机床原点和参考点是定义数控机床运动的两个重要的概念, 二者既有区别又有联系。机床原点也就是机床坐标系的零点是数控机床进行位置测量、控制、显示的统一基准。本文从新的视角定义了数控机床参考点的概念, 概述了参考点在数控机床中的作用以及在什么条件下需要重新设定参考点。结合实际工作中设定数控机床 X、Y、Z 轴参考点的操作方法, 通过总结其内在原理进一步阐明了参考点的特性。通过设定或建立参考点之后机床的原点才有实际意义, 而机床的原点是在机床设计之初就确定的, 只有有了机床的原点才能设定参考点的位置, 这就是二者之间的区别和联系。工件零点是工件坐标系的原点, 它是在机床坐标系的基础上为方便数控编程而根据工件的特点设定的。

关键词: 数控机床; 机床原点; 机床坐标系; 参考点; 工件零点

中图分类号: TQ320.52

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2024)05-0027-04

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2024.05.007

数控机床在装备制造行业中的应用越来越普及, 与此同时随着数控设备使用年限的增长, 数控机床维修维护的任务也越来越重。数控机床中光栅尺和电机编码器是最重要的测量系统, 如果更换了光栅尺或编码器则需要对机床的参考点进行重新设定; 此外由于数控系统崩溃、系统数据丢失等也需要对机床的参考点重新设定。实际工作中由于参考点与机床原点有部分重合因此很容易把机床原点和机床参考点混淆在一起, 分不清二者之间的区别和联系, 有的甚至把它们称之为同一个点, 准确理解机床原点和参考点的概念, 把握二者之间的区别和联系有利于我们在实际工作中快速排查故障、高效解决此类问题。

1 机床原点及机床坐标系

机床原点也称之为机床零点, 它是机床坐标系的零点, 该点在机床设计之初就确立好了, 可以说它是机床各尺寸的设计基准, 它的位置是固定不变的也不能被移动。在机床控制面板上显示的机床各轴的坐标位置就是基于该机床坐标系通过光栅尺等测量系统测得的。因此, 机床原点具有绝对性和唯一性。基于此在安装调试和维修数控机床时都是采用机床坐标系下的坐标值而不采用工件坐标系下的坐标值。

如图 1, 机床坐标系是因设计基准而产生的, 因此, 它在实际机床上是既看不见也不容易测量到的。在安

调机床时又必须按照设计图纸准确的建立起机床坐标系, 为此而引入了参考点, 参考点是一个具体的固定位置点, 它可以是一个凸台, 也可以是一个孔, 它到机床零点的距离是明确的而且在实际中是可以测量到该点的。如图 2 所示, 无法直接找到 X 轴的零点, 为此可以先找到 X 轴的参考点, 有了参考点的位置就可以得到零点的位置了。在机床的各个轴都有了参考点后就可以找到各个轴的零点了, 而各个轴的零点又必然汇合在一起, 这就是机床的零点了。

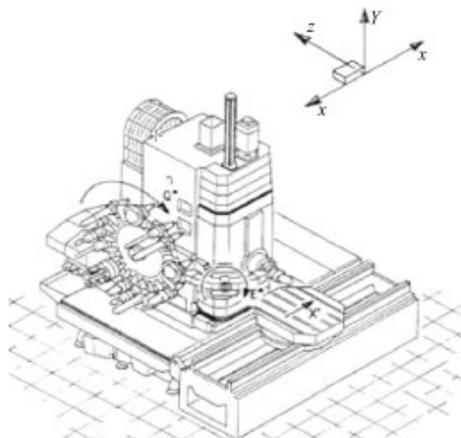


图 1 机床坐标系示例

作者简介: 吕宝全 (1978-), 男, 主要从事数控机床的客户培训工作、培训与认证部经理。2007 年获辽宁省科技进步二等奖, 2009 年获辽宁省百千万人才工程千人层级。

收稿日期: 2023-06-28

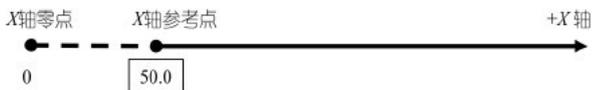


图2 轴零点与轴参考点关系示例

2 参考点的概念和参考点的作用

2.1 参考点的概念

数控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。机床参考点的位置是由机床制造厂家在每个进给轴上精确调整好的，该固定位置点的坐标值已录入数控系统参数中。机床参考点的位置必须是在可运行的有效行程范围内，原则上讲参考点可以有无数多个，因此某个轴的参考点可能会与机床原点重合，这也就是导致一部分人认为参考点和原点是同一个点的原因。

数控机床在接通电源后要做回零的操作，这是因为机床在断电后，就失去了对各坐标位置的记忆，所以在接通电源后，必须让各坐标轴回到机床一固定点上，这一固定点就是机床参考点。使机床回到这一固定点的操作称为回参考点或回零操作。

2.2 数控机床回参考点的作用

由上述可知参考点对于机床各轴的坐标位置具有重要的影响，参考点的作用主要体现在以下两个方面：

(1) 系统通过返参考点来确定机床的原点位置，从而正确建立机床坐标系。

(2) 螺距误差补偿及反向间隙补偿生效，软极限行程保护生效。

3 机床参考点重新设定的前提条件

通常而言机床安装调试合格后不需要再对参考点进行改动或校准，但是在以下情况下是必须的：

(1) 当某个轴的光栅尺或编码器进行更换后，需要对该轴的参考点进行重新设定。

(2) 当发生大的机械碰撞后，需要对相关轴的参考点进行检测和设定。

(3) 当数控系统崩溃或系统参数丢失后需要重新设定各轴的参考点。

3.1 X、Y、Z轴参考点的设定方法

下面结合格劳博机床的5轴卧式加工中心具体描述如何设定X、Y、Z轴的参考点。

3.2 X、Y轴参考点的设定

检测工具：刀柄座，百分表及短表杆 允差：0.02 mm

操作步骤及要点：

(1) 在手动模式下将A轴定位在0°。

(2) 记录下标牌上基准孔的坐标值，例如标牌上基准孔的坐标为：

X：104.963 Y：-81.024 Z：287.878，如图3所示。

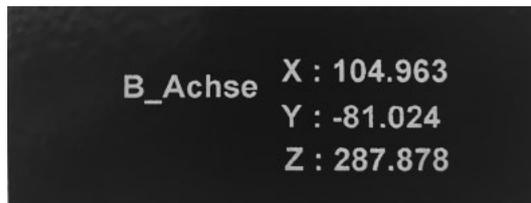


图3 基准孔坐标值

此处的基准孔就是一个固定的位置点，这里采用基准孔作为建立机床坐标系的参考点。X、Y的坐标是基准孔中心在机床坐标系下距离零点的尺寸；Z的坐标是基准孔端面在机床坐标系下距离Z轴零点的尺寸。

(3) 在手动模式下利用手轮移动X、Y轴至基准孔位置附近，伸出主轴，将刀柄座装到主轴上，然后将百分表及表杆吸到刀柄座上。移动Z轴并将表针打在基准孔的内壁上，预紧0.2 mm左右，将百分表置零，如图4所示的X₀位置。

(4) 将主轴旋转180°表针停在X₁位置，注意观察百分表表针的摆动方向，例如在X₁位置，百分表读数为+0.3，则增量移动X轴，使表针反向转动并停在+0.15处，然后旋转主轴，使表针停在X₀位置，查看表针是否仍为+0.15，如不是则再次移动X轴，直至百分表的示值在左右两个方向上均一致或为零。采用同样的方法移动Y轴，直至表针在上下两个方向上均一致或为零。此时主轴中心与基准孔中心在同一条直线上，那么也就意味着此时控制面板上X、Y的坐标值理论上应当与基准孔的坐标值一样。

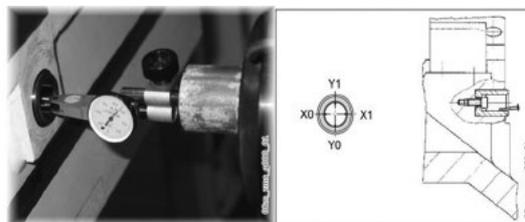


图4 利用百分表测基准孔中心

(5) 查看此时面板显示屏上X、Y轴的坐标值与标牌上的规定值相比是否超差。

(6) 如超差，例如X轴坐标为X108.029，Y轴坐标为-135.1，远超允差，必须对X、Y轴的参考点进行

行重新设定。在控制面板上依次按“主菜单→调试→机床数据→用户视图”，找到 X, Y 轴的电机编码器参数界面如图5，找到 X 轴下的MD34100参数，将基准孔中心 X 轴的规定坐标值104.963输入进去，然后将MD34210的参数由2改为1，之后按“机床数据有效”→“Reset”，然后将机床的倍率旋钮旋到0上，按“Machine → JOG → Ref point → +”就可看到 X 轴的坐标值由X108.029变为104.963了。返回到刚才的电机编码器参数界面，则MD34210的参数自动的由1变为2了，表明校准成功。



图5 轴参考点参数界面

3.3 Y轴的校准

对于 Y 轴的校准也是同样的操作，注意一定要将标牌上的 Y 轴坐标值输入到系统参数中而不是输入 Y 轴的当前坐标值。 X, Y 轴的当前坐标值只是起到判断超不超差的作用。

在找好基准孔中心后的校准过程中不可再移动 X, Y 轴，否则将引起严重的错误，整个操作需要重新进行。

3.4 Z轴零点的检测与校准

检测仪器：标准量块(100 mm) 允差:0.02

操作步骤及要点：

(1) 在手动模式下定位 A 轴为零度，记录标牌上的 Z 轴坐标，如图3 $Z: 287.878$ 。

(2) 将主轴停在基准孔中心 X, Y 坐标附近。

(3) 移动 Z 轴伸出主轴，在主轴端面接近基准孔端面时用量块测一下二者之间的间隙，直至100 mm的量块在主轴端面与基准孔端面之间的松紧度合适即可，即松手后量块不会掉落，同时又能够用将量块取出。如图6所示。

(4) 比较面板上 Z 轴的当前坐标值与标牌上的坐标值，判断结果是否超差。

(5) 如超差，则需对 Z 轴电机编码器参数进行修改，方法同上。

注意：在输入 Z 轴的参数时不是输入标牌上的值，而是在此值的基础上加上量块的尺寸100的值，即不是输入287.878，而是 $287.878+100=387.878$ 。同时 Z 轴的位置不可再移动，直至整个校准过程全部结束。

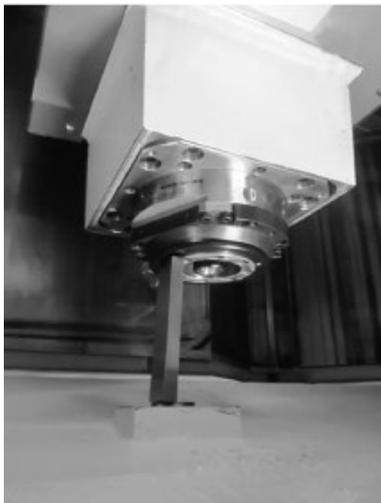


图6 Z轴参考点的设定

4 机床原点设定原理

由于不便于直接找 X_0 和 Y_0 的位置，为此就设定了一个容易找的参考位置（即基准孔的位置），将参考点的位置到零点的位置尺寸精确的测量好并做好记录以备后用（即 XYZ 轴的坐标值），那么在以后需要重新设定 X_0, Y_0 的位置时只需要先找到参考点的位置然后从此位置再移动上述测量尺寸的距离就到了 X_0, Y_0 的位置了。实际操作时不需要移动上述距离，只需要在系统参数中记录机床从零点到参考点的距离就可以了。

5 工件零点和工件坐标系

工件零点也称之为程序零点，它是由数控编程人员根据工件特点为方便编制刀路轨迹而定义的基准点。工件零点所在的坐标系称之为工件坐标系，工件坐标系依存于工件同时工件坐标系各轴的方向必须与机床坐标系各轴的方向一致。通常在一个工件上可以定义一个或多个工件坐标系，利用专门的G代码来代表不同的工件坐标系，如G54, G55, G56等。如图7。

工件坐标系的建立是由机床操作人员利用刀具、红宝石测头或寻边器等工具通过测定工件的面或孔等要素而建立的。

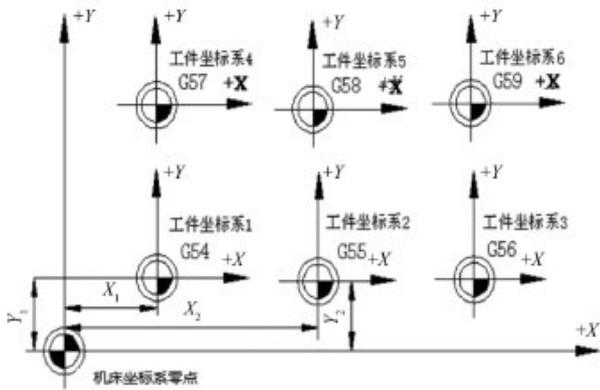


图7 机床坐标系与工件坐标系

6 机床坐标系和工件坐标系的区别和联系

机床坐标系和工件坐标系是实际工作中经常用到的两大坐标系，二者之间既有明显的区别又有紧密的联系。

6.1 主要区别

(1) 概念不同

如前所述，机床坐标系是机床的设计基准，它的位置是固定不变的也不能被移动。机床坐标系有且只有一个具有绝对性和唯一性。工件坐标系是由编程人员根据工件的特点依据编程需要而自由定义的，可以

有多个且可以被更改或取消。

(2) 作用不同

机床坐标系是为了机床的设计，机床的运动控制而产生的。工件坐标系是为了方便数控编程而产生的。

(3) 确立方法不同

机床坐标系是机床安调或维修人员通过设定各个轴的参考点而确立的。工件坐标系是机床操作人员通过刀具或其它工具探测工件而建立的。

6.2 联系

(1) 工件坐标系各轴的方向必须和机床坐标系各轴的方向保持一致。工件坐标系和机床坐标系都是根据右手定则建立的笛卡尔直角坐标系，因此各轴的名称和正负方向必须要保持一致。

(2) 机床坐标系是工件坐标系的基础，工件坐标系的零点位置是通过坐标偏移转换的原理在机床坐标系下的一个相对位置点。

综述，机床原点是机床坐标系的零点，机床坐标系是通过设定机床各个轴的参考点而建立的，它的作用是对机床的运动进行检测和控制，具有绝对性、稳定性和唯一性；工件零点是工件坐标系的零点，它是因为编程需要而建立的基准，它可以有多个并且可以被修改。

Difference and connection between the origin, reference point, and workpiece zero point of CNC machine tools

Lv Baolei

(Grob Machine Tool (China) Co. LTD., Dalian 116600, Liaoning, China)

Abstract: Machine tool origin and reference point are two important concepts that define the motion of CNC machine tools, and they have both differences and connections. The machine tool origin, also known as the zero point of the machine tool coordinate system, is the unified reference for position measurement, control, and display of CNC machine tools. This article defines the concept of reference points for CNC machine tools from a new perspective, outlines the role of reference points in CNC machine tools, and identifies the conditions under which reference points need to be reset. This article combines the operation method of setting reference points for the X, Y, and Z axes of CNC machine tools in practical work, and further clarifies the characteristics of reference points by summarizing their inherent principles. The origin of the machine tool only has practical significance after setting or establishing a reference point; The origin of the machine tool is determined at the beginning of the machine tool design; Only with the origin of the machine tool can the position of the reference point be set, which is the difference and connection between the two. The zero point of the workpiece is the origin of the workpiece coordinate system, which is set based on

the characteristics of the workpiece for the convenience of CNC programming on the basis of the machine coordinate system.

Key words: CNC machine tools; machine tool origin; machine coordinate system; reference point; workpiece zero

(R-03)

轮胎巨头展示新的月球车轮胎

Tire giant showcases new lunar rover tires

3月29日，普利司通公司宣布，开发了一种新型月球车轮胎，通过研发提高了性能。

该轮胎的新概念模型将于2024年4月8~11日在美国科罗拉多斯普林斯举行的第39届太空研讨会上展出，这是美国最大的太空相关研讨会。普利司通的展览将设在日本宇宙航空研究开发机构组织的日本航天工业展台。

通过这个项目，该公司的目标是通过应对探索月球表面极端条件的挑战，成为未来移动的重要组成部分，这将是人类的一个新前沿。

普利司通的月球车轮胎在其第一代中融入了独特的技术，其灵感来自穿越沙漠的骆驼的脚垫。普利司通在与月球表面接触的胎面区域放置了一种柔软的金属毡材料，胎面区域覆盖着一种名为风化层的细砂，从而增强了轮胎与风化层之间的摩擦力，获得卓越的牵引力。

随着这项技术的进步，其新的第二代轮胎采用了骨架结构，以满足该公司通过研发发现的月球表面对耐用性和牵引力的更苛刻要求。

对于新结构，该公司利用了下一代“Air Free[®]”轮胎开发过程中积累的技术，引入了薄金属辐条，并在旋转方向上划分了胎面部分，以承受极端的月球环境，其特征是岩石、沙子、真空条件、强烈的温度波动和辐射暴露。这种创新结构实现了高水平的耐用性和穿越能力。

此外，随着真实技术和数字技术的进步，该公司使用结构模拟优化了金属辐条的形状和厚度。这允许辐条弯曲，同时最大限度地减少金属辐条上的局部应变，从而通过增加接触面积和减少分割胎面段的下沉来增强轮胎的耐用性，并提高牵引力和横越能力。

月球车轮胎项目是将“无空气”从地球扩展到太空和月球表面的一项举措，该项目在普利司通的中期商业计划（2024~2026）中被定位为一项探索性业务。

未来，该公司的目标是在极端月球环境中提炼的技术应用于地球上使用的轮胎，从而为进一步创造价值做出贡献。

此外，通过该项目向合作伙伴展示公司的挑战和对卓越的追求，以扩大其在航天工业的网络，并与各种国际合作伙伴共同创造机会。

编自“中国轮胎商务网”

(R-03)

