

建立参考点

数控机床参考点的建立与实例故障分析

数控机床的参考点是建立机床坐标系的前提，是机床加工的先决条件。在维修实践中，一旦参考点丢失或无法完成回参考点指令，数控系统就会报警，机床无法正常工作。

文 | 张跃峰 谭立岗·中国北车集团大同电力机车有限责任公司

数控机床的参考点是建立机床坐标系的前提，是机床加工的先决条件。数控机床上电后，如果参考点没有建立，数控系统会发出报警或提示，必须在完成参考点的建立后，才能运行加工程序，完成零件的自动加工过程。在维修实践中，一旦参考点丢失或无法完成回参考点指令，数控系统就会报警，机床无法正常工作。有时虽然回参考点后指令就能够完成，但若建立的参考点位置不准确，将会影响零件加工的精度，甚至出现恶性机械碰撞事故。因此，总结梳理排除相关故障的经验和方法是必要的。

建立参考点的形式及原理

参考点又叫原点或零点，是依据数控机床的机械原点而设立的电气原点，是原点复归后的一个固定点。一台数控机床可以有一个参考点，也可以根据需要设立多个参考点，例如自动换刀点或自动交换工作台点等。参考点作为工件坐标系的原始参照系，参考点确立后，各工件坐标系随之建立。

参考点的建立形式一般有两种，一种是开机不需要回参考点

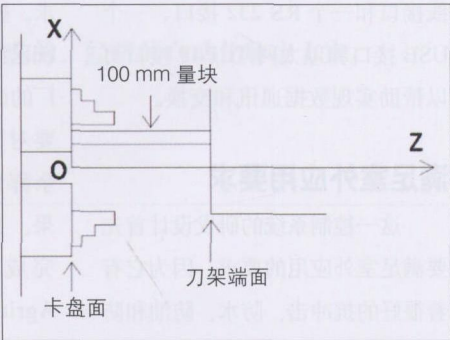


图 2 Z 轴参考点建立方法

操作，出厂时参考点已经建立，可直接运行加工程序；另一种是每次开机首先执行回参考点操作，指令完成后方可进行加工。

开机不执行回参考点操作的参考点建立的应用多为数控车床，是机床厂家在出厂前调试后设定好的，位置反馈元件采用的是绝对式编码器，由于系统断电后位置反馈元件靠电池来维持机床实际位置坐标读取和记忆，所以机床再次上电后，机床实际位置坐标能够实时传送给系统，不需要再次执行回参考点操作。此种形式的建立方式如下：

(1) 以零脉冲位置建立方式——建立参考点位置需借助挡

1002				XIK		SFD	DLZ	JAX
	0	0	0	0	0	0	0	1
1005	RMB	MCC	EDM	EDP			DLZ	ZRN
X	0	0	0	0	0	0	1	0
Z	0	0	0	0	0	0	1	0
1006			ZMI		DIA		ROS	ROT
X	0	0	0	0	1	0	0	0
Z	0	0	0	0	0	0	0	0
1815			APC	APZ			OPT	
X	0	0	1	1	0	0	1	0
Z	0	0	1	1	0	0	1	0

图 1 参考点相关参数设定

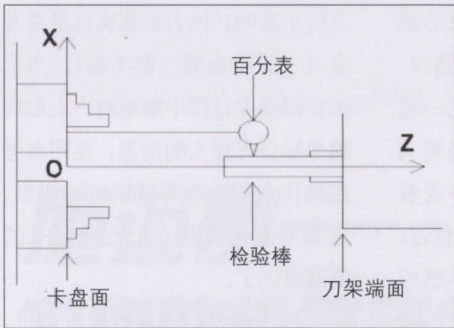


图3 x轴参考点建立方法

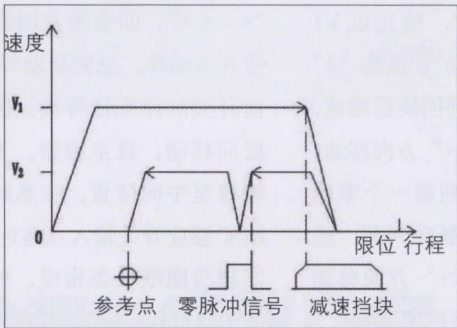


图5 回参考点的“+-”方式

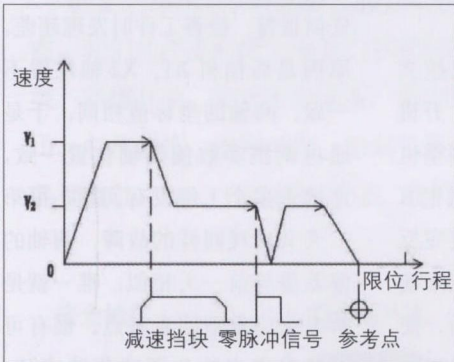


图4 回参考点的“+++”方式

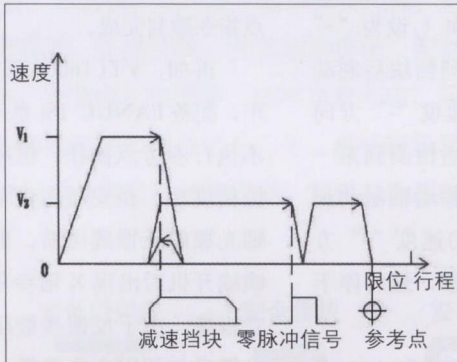


图6 回参考点的“++++”方式

块来寻找位置反馈元件的零脉冲信号，有了挡块和零脉冲的约束条件，参考点的位置就是一个固定点，即使在使用过程中参考点丢失，只要操作正确，重新建立正确参考点位置就不会改变坐标系位置，特别是对具有自动换刀或自动交换工作台等功能的数控机床尤为重要，参考点位置建立的与之前不一致，换刀点或交换工作台的点就会改变，会造成恶性机械碰撞事故。

以台湾油机的 VTL1600ATC 数控立车为例，配备 FANUC 18i 系统，此机床能实现刀库式自动换刀，位置反馈为全闭环控制，位置反馈元件采用的是绝对值光栅，开机不需要回参考点，相关参数设定如图 1 所示，1002#1=0 和 1005#1=1 (X 轴和 Z 轴回参考点的方式为无挡块参考位置设定)；1006#5=0 (参考点位置返

回为正方向)；1815#1=1 (使用分离式光栅尺)；1815#5=1 (位置反馈元件为绝对绝对值光栅)；1815#4=1 (参考点已经建立)。从参数上看机床是无挡块的，但实际上是有的，作用就是参考点的建立。参考点建立过程：当参考点丢失后，参数 1815#4=0 (参考点未建立)。首先需更改 1005#1=0 (X 轴和 Z 轴回参考点的方式为有挡块参考位置设定)，再执行回参考点操作。当完成回参考点过程后参数 1815#4 自动变为“1”，改回参数 1005#1=1，断电重启后参考点建立。

(2) 以机械零点或行程内任意位置建立方式——数控机床不但出厂后开机不需要回参考点操作，建立时也不需要回参考点操作，只需设定参数即可建立参考点。多应用于数控车床，位置反馈可以是半闭环，也可以是全闭

环控制，但反馈元件一定是绝对值的。

以沈阳机床厂的 HTC4596a 数控车床为例，配备 FANUC Oi 系统，位置反馈为全闭环控制，采用绝对值光栅。参考点建立过程：当参考点丢失后，参数 1815#4=0 (参考点未建立)。如果需要参考点位置与机械零点相对应 (可采用绝对坐标系编程)，Z 轴参考点建立如图 2，100 mm 量块一端与卡盘面完全接触，另一端与刀架端面接触，间隙应小于 0.04 mm，完成后将相对坐标 W 清零，取出量块，把机床向 +Z 方向移动 850 mm (依据 W 坐标值)，此时 Z 轴位置距卡盘面为 950 mm (Z 轴行程)，将参数 1240 中 Z 轴参数设定为 950000，再把 1815#4 设为“1”，断电重启后 Z 轴参考点建立；X 轴参考点建立如图 3，将标准圆检验棒插入刀架所选刀刀孔中，表座吸于卡盘上，转动主轴使百分表读数圆周方向变化在 0.04 mm 以内，完成后将相对坐标 U 清零，取出检验棒和百分表，把机床向 +X 方向移动 300 mm (X 轴行程)，将参数 1240 中 X 轴参数设定为 300000，再把 1815#4 设为“1”，断电重启后 X 轴参考点建立。如果不需要参考点位置与机械零点相对应 (采用相对坐标系编程)，可把 X 和 Z 轴移动到大致的行程后，直接把各轴 1815#4 设为“1”，断电重启后各轴参考点就会建立。

开机需执行回参考点操作多采用有挡块回参考点，位置反馈元件采用的是相对式编码器。回参考点过程中利用行程开关或接近开关等数字量开关感应挡块位置。具体回参考点的方式有 3 种：

(1) 回参考点的“+++”方

式——回参考点时，轴先以 V1 的速度向参考点方向（设为“+”方向）移动，感应到挡块后减速，以 V2 的速度继续“+”方向移动，当释放挡块后检测到第一个零脉冲信号时，移动轴制动到零，然后再以 V2 的速度“+”方向移动参考点偏移量，最终停于参考点。

(2) 回参考点的“+ - -”方式——回参考点时，轴先以 V1 的速度向参考点方向（设为“+”方向）移动，感应到挡块后制动到零，再以 V2 的速度“-”方向移动，当释放挡块后检测到第一个零脉冲信号时，移动轴制动到零，然后再以 V2 的速度“-”方向移动参考点偏移量，最终停于参考点。

(3) 回参考点的“+ - + +”方式——回参考点时，轴先以 V1 的速度向参考点方向（设为“+”方向）移动，感应到挡块后制动到零，再“-”方向微动直至释放挡块，然后“+”方向微动直至感应到挡块，后以 V2 的速度继续移动，当释放挡块后检测到第一个零脉冲信号时，移动轴制动到零，然后再以 V2 的速度“+”方向移动参考点偏移量，最终停于参考点。

实例故障分析

利用建立参考点的形式原理可以对机床的故障进行分析。例如，一台 TK6113 数控镗床，配置 Siemens 840D 系统，开机需执行回参考点操作。在执行回参考点指令时，Z 轴和 Y 轴都能正常回参考点，只有 X 轴以较慢的速度远离参考点方向移动，直至硬限位报警后停止。通过对回参考点的 3 种方式学习，分析有可能是回参考点的方式为“+ - -”或

“+ - + +”，回参考点时挡块的感应开关动作，反向移动释放挡块，而开关故障无法释放，因此一直反向移动，直至报警。于是将 X 轴移至中间位置，在系统中查看 PLC 感应开关输入点地址的状态，发现与图纸状态相反，拆开感应开关（行程开关），发现开关内部进冷却液，触点被腐蚀坏掉了，更换行程开关，开机执行回参考点指令顺利完成。

再如，VTL1600ATC 数控立车，配备 FANUC 18i 系统，开机不执行参考点操作。机床调整机械精度后，在安装防尘罩时把 X 轴光栅的反馈线压断，更换完反馈线开机后出现 X 轴参考点未建立报警。由于反馈线被压断，使光栅尺与伺服失去通讯，相当于电池失效，造成此轴的参考点丢失，再连接后需重新建立参考点。由于此机床有自动换刀功能，所以参考点的建立必须与原参考点一致，否则换刀位置变化会出现机械碰撞损坏机床。按上述方法建立参考点，并手动控制换刀动作，确认无误后运行自动加工程序。对于开机不需要回参考点的数控机床，在日常使用中要特别注意电池的电量 and 反馈线不能随意插拔，如果一旦丢失应先明确建立参考点的方式，再按相应的方法恢复。

还有，工厂突然停电，来电后多台数控机床开机后无法回参考点，都为软限位超程报警。经现场确认机床处于中间位置没有超程，于是更改相应报警轴的软限位参数（把数值放开），再执行回参考点，建立后再改回原来的值，正常开机后不会再出现报警。因此，机床大多是在换刀或回参考点过程中突然断电，来电后开机回参考

点时出现的，换刀点其实也是参考点（一般设为第二参考点）。当机床在回参考过程中断电时，上电后轴坐标会有较大的偏差，在回参考点操作之前应放开软限位的限制，当参考点再次建立后改回原来的值就可以了。

再比如说，一台数控折弯机，配置 Delem DA-69W 系统，各轴采用的是半闭环控制。机床没有任何报警，检查工件时发现超差，原因是后挡料 X1、X2 轴位置不一致。两轴的坐标值相同，于是通过调整参数使两轴位置一致，连续干多个工件没有问题，可第二天又出现同样的故障，两轴的偏差量与前一天相似，唯一就是断电重启重新回参考点，很有可能是参考点的位置变化造成的，通过多次断电重启回参考点，发现 X2 轴的参考点位置偶尔出现偏差，而且出现偏差的点是一个固定点，由回参考点的原理可知，很可能是检测伺服电机编码器的零脉冲时出现偏差，偏差一圈的量，原因是挡块位置与编码器零脉冲太接近，或者很快检测到，或者快一圈时检测到，于是参照偏差量，使挡块移动大概一半的量，固定好后再多次回参考点，参考点位置始终一致，故障排除。

通过对各类数控机床建立参考点的原理和相关故障的阐述，对维修人员能够提供一些借鉴，但故障现象与故障原因并无一一对应关系，往往是一种故障现象有多种产生原因，或一种原因引起多种故障。因此数控维修人员应熟知参考点建立的原理以及常用检查故障的方法，根据故障现象罗列成因，确定合理的诊断步骤，逐步排除，达到“快捷维修，满意服务”的标准。[MM]