

# 机床接触式刀具检测系统的开发与应用

马国艳

沈阳机床（集团）有限责任公司 辽宁沈阳 110142

**摘要：**结合数控机床的PLC与NC控制技术以及刀具管理HMI部分的设置，介绍刀具磨损检测在数控系统上的开发与应用技术。

**关键词：**非接触；磨损检测；刀具管理；数控系统

## 1 序言

刀具在切削工件的过程中，旋转的刀具与工件切削面的接触致使接触面的温度较高，导致刀具的磨损量较大，一旦刀具的磨损量超过允许值，就会严重影响切削工件的精度。随着机床行业的不断发展，用户对加工零件的精度要求越来越高，刀具磨损检测功能的应用也越来越普遍，越来越多的用户选择在机床上安装刀具磨损检测系统。

刀具磨损检测有接触式和非接触式两种，由于接触式的刀具磨损检测系统价格较非接触式的便宜很多，而且接触式刀具磨损检测系统往往安装在非加工区，检测精度受加工区环境影响较小，精度容易保证；另外，接触式刀具磨损检测可以根据刀库中每把刀具的特点，设置不同的磨损量，因此接触式刀具检测系统被广泛采用。

## 2 接触式刀具磨损检测系统

接触式刀具磨损检测系统（见图1）通过摆动读数探头来读取需要检测的刀具的探头摆动角度，通过比较刀具在加工前后摆动角度的差异，来判断刀具磨损量是否超差。

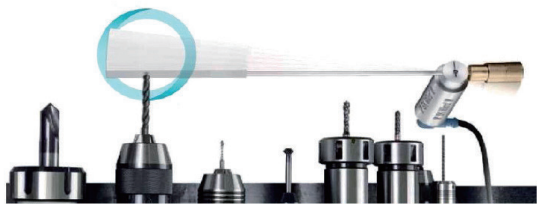


图1 接触式刀具磨损检测系统示意

接触式刀具检测系统的工作步骤：首先对拟使

用的刀具进行初始检测，记录初始状态，并将数据存储在刀具磨损检测系统中；其次对经过切削加工后的刀具进行检测，确定磨损量；最后比较刀具的初始值与切削后的监测值，如果差值超过允许的磨损量，则发送刀具超差报警，警告机床操作人员刀具不能再使用。

## 3 刀具磨损检测控制

### 3.1 刀具号的传输

刀库中拟使用的所有刀具都应该在切削前进行初始值的标定，初始值的标定动作是由数控系统的PLC程序控制的。以链式带双交换臂、刀具容量40把的刀库中的刀具标定为例如，为节省换刀时间，将刀具的初始值标定过程与换刀过程结合在一起。数控系统的PLC端需要告知刀具检测系统被检测的刀具号，而接触式刀具磨损检测系统的刀具计数形式采用的是二进制，编辑PLC程序如下。

A M 393.2; 刀检初始检测输出

= Q 2.4

A M 391.2; 刀具磨损检测输出

= Q 2.5

A M 391.3; 刀具检测停止

= Q 2.6

A M 392.0; 刀具计数，二进制1

= Q 2.7

A M 392.1; 刀具计数，二进制2

= Q 3.0

A M 392.2; 刀具计数，二进制4

= Q 3.1

A M 392.3; 刀具计数, 二进制8

= Q 3.2

A M 392.4; 刀具计数, 二进制16

= Q 3.3

A M 392.5; 刀具计数, 二进制32

= Q 3.4

A M 392.6; 刀具计数, 二进制64

= Q 3.5

A M 392.7; 刀具计数, 二进制128

= Q 3.6

### 3.2 刀具初始检测

初始检测分两种情况, 即刀库中未被检测的刀具和主轴上未被检测的刀具。刀库中需要初始检测的刀具需要在刀套翻转后、换上主轴前进行检测; 主轴上需要进行初始检测的刀具, 需要在主轴上的刀具到达翻转后的刀套后再进行检测。编辑PLC控制程序如下。(注意: 只有在初始检测完成后, 才能允许进行换刀动作。)

```
A(
  L DB72.DBD 8
  L 40
  >D
)
JC M007
A(
  L DB72.DBD 8 // $P_VDITCP[0]不为0, 且 < 40
  L 0
  >D
)
A(
  L DB111.DBB 1 // 换刀步骤
  L 3
  ==I
)
A DB100.DBX 41.3 // 倒刀到位
A DB100.DBX 41.4 // 机械手原点
A DB100.DBX 41.6 // 机械手刹车
A DB110.DBX 20.0 // 启动换刀程序
FP DB110.DBX 13.0
S DB101.DBX 31.2 // 刀具磨损初始检测输出
```

S DB101.DBX 31.3 // 刀具初始检测启动

A DB101.DBX 31.2 // 刀具磨损初始检测输出

A DB100.DBX1.0 // 检测成功

O DB100.DBX1.1 // 检测失败

L DB72.DBD8

T MW392 // 传递初始检测完成的刀具号

### 3.3 刀具磨损量检测

切削完成后, 在更换下一把刀具前, 需要对刀具进行磨损量检测。在主轴上的刀具到达刀套并且换刀门关闭后进行磨损检测, 把检测后的刀套号赋给MW392, 编辑PLC程序如下。

```
A(
  L DB72.DBD 12
  L 40
  >D
)
JC M008
A(
  L DB72.DBD 12 // $P_VDITCP[1]不为0, 且 < 40
  L 0
  <>D
)
A(
  L DB111.DBB 1 // 换刀步骤
  L 9
  ==I
)
A DB100.DBX 41.3 // 倒刀到位
A DB100.DBX 41.4 // 机械手原点
A DB100.DBX 41.6 // 机械手刹车
A DB110.DBX 20.0 // 启动换刀程序
FP DB110.DBX 13.1
S DB101.DBX 31.3 // 刀具磨损量检测启动
A DB101.DBX 31.3 // 刀具磨损量检测启动
A DB100.DBX1.0 // 检测成功
O DB100.DBX1.1 // 检测失败
L DB72.DBD8
T MW392 // 传递已检测的刀具号
O DB100.DBX1.1 // 检测失败
L DB72.DBD8
T MW36 // 将检测失败的刀具号传递到另一个存储器
```

中，方便检查

### 3.4 报警

如果刀具磨损检测系统检测出刀具磨损量超差，会发出报警信号给机床控制系统。系统接收到报警信号，要发出“拟使用的刀具磨损量超过允许值，禁止使用该刀具加工”的报警，该报警将禁止系统NC启动。程序编辑如下。

```
A DB100.DBX2.0
= DB2.DBX220.5 //刀具磨损量超差报警
```

## 4 NC控制

### 4.1 判断程序段

所有刀具在使用前都应进行初始检测，为避免数控系统重复工作，可采用NC程序来判断刀具是否已经初始检测完毕，并把刀具号发送给PLC。如果已检测完毕，则PLC跳过初始检测步骤；如果拟使用的刀具没有进行初始检测，则进行初始检测。编辑的NC程序如下。

```
GETSELT(_NWT); 拟使用的刀具号赋给_NWT
_SPT=$TC_MPP6[9998,1]; 主轴上的刀具号赋给_SPT
STOPRE
$P_VDITCP[0]=0; DB72.DBD8=0
$P_VDITCP[1]=0; DB72.DBD12=0
IF (_NWT<>0)
    if (($TC_TPC1[_NWT]==0) and ($tc_dp1[_NWT,1]>=200) and ($tc_dp1[_NWT,1]<=250))
        ;$TC_TPC1[_NWT] eq 0表示没有teach; TOOL OEM
PARAMETER1=0
        ;tool type: drill
        $P_VDITCP[0]=_NWT; 把没有teach的钻头发给PLC的
DB72.DBD8
    endif
ENDIF
IF (_SPT<>0)
    if (($TC_TPC1[_SPT]==1) and ($tc_dp1[_SPT,1]>=200)
and ($tc_dp1[_SPT,1]<=250))
        ;$TC_TPC1[_SPT] eq 1表示已经teach完毕; TOOL OEM
PARAMETER1=0
        ;tool type: drill
        $P_VDITCP[1]=_SPT; 把已经teach的钻头发给PLC变量
DB72.DBD12
```

endif

ENDIF

### 4.2 磨损检测标定

(1) NC控制的标定 通过NC程序区分刀具是否经过检测，编辑的PLC程序如下。

```
if ($P_VDITCP[1]<>0)
    $TC_TPC1[_SPT]=0; 清除teached标识
endif
if ($P_VDITCP[0]<>0)
    $TC_TPC1[_NWT]=1; 标识teached
endif
```

(2) 刀具管理界面标定 打开刀具详细信息，可以手动更改“Tool OEM parameter 1”和“Tool OEM parameter 2”的值，刀具磨损检测标定如图2所示。

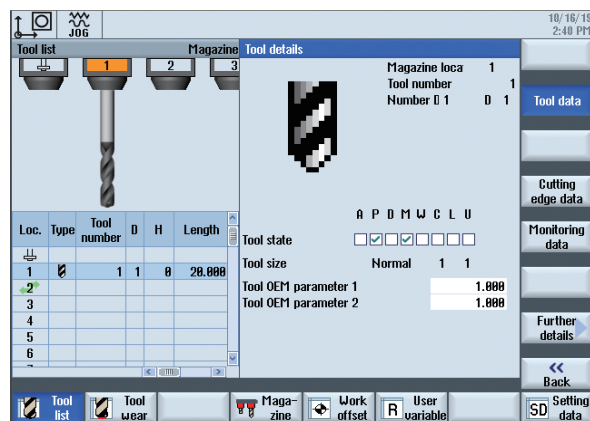


图2 刀具磨损检测标定

## 5 结束语

本文介绍了数控系统上刀具磨损检测的开发与应用，把刀具磨损检测动作与换刀动作结合在一起，刀具的初始检测通过NC控制刀具管理界面进行设定。该功能的开发方便了机床用户应用刀具磨损检测功能，提高了磨损检测的效率和刀具应用的灵活性。

### 参考文献：

- [1] Siemens AG Division Digital Factory. SINUMERIK 840D solution line[Z]. 2016.
- [2] Siemens AG Division Digital Factory. SINUMERIK 828D/828D BASIC[Z]. 2013.
- [3] Siemens AG Division Digital Factory. Machine data and parameters Parameter Manual[Z]. 2013.