

国家级高技能人才培训基地建设项目成果教材

# 加工中心 实训指导

JIAGONG ZHONGXIN

SHIXUN ZHIDAO

杭州市公共实训指导中心 组织编写

 中国劳动社会保障出版社

# 前言

国家级高技能人才培训基地建设项目成果教材

## 加工中心实训指导

主 编 康晓航 周智敏  
副 主 编 张素颖 叶刘伟 管奇峰  
参编人员 翁利喆 张坤彭

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

加工中心实训指导/康晓航主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2014  
国家级高技能人才培训基地建设项目成果教材  
ISBN 978-7-5167-1116-3

I. ①加… II. ①康… III. ①加工中心-操作-技术培训-教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 094437 号

康晓航 主编  
康晓航 康晓航 康晓航  
康晓航 康晓航 康晓航

中国劳动社会保障出版社出版发行  
(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

\*

三河市华骏印务包装有限公司印刷装订 新华书店经销  
787毫米×1092毫米 16开本 7.25印张 162千字  
2014年5月第1版 2014年5月第1次印刷  
定价:17.00元

读者服务部电话:(010) 64929211/64921644/84643933  
发行部电话:(010) 64961894  
出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错,请与本社联系调换:(010) 80497374  
我社将与版权执法机关配合,大力打击盗印、销售和使用盗版  
图书活动,敬请广大读者协助举报,经查实将给予举报者奖励。  
举报电话:(010) 64954652

# 前 言

人力资源是第一资源，人才优势是第一优势。技能人才是人才队伍的重要组成部分，是推动经济发展和社会进步的重要力量。在全面建成小康社会、加快推进现代化建设的关键时期，无论是经济转型升级，还是创新社会管理，都更加需要技能人才的支撑。因此，加快培养一支具有良好职业素养、专业知识和技能水平的高素质技能人才队伍，已成为我们肩负的一项历史责任。

近年来，在国家一系列促进就业政策的推动下，各地积极畅通就业渠道、强化技能培训，把人口压力转化为人力资源优势，保持了就业形势的基本稳定。但是，伴随产业结构调整、经济转型升级和社会管理创新的进程，就业趋向的变化会进一步显现，就业结构的调整会进一步加快，就业技能更新和提升的要求会进一步突出。要解决这些发展中的矛盾和问题，就必须牢固树立素质就业和终身培训的理念，努力构建面向全体劳动者的职业技能培训制度。这是我们的必由之路，同时也是当今世界各发达国家在人才队伍建设上的一条共同经验。

为探索建立具有自身特点的高技能人才培训体系，杭州市公共实训基地按照国家级高技能人才培训基地项目建设的要求，整合社会资源，创新体制机制，着手开展高技能人才培训师资队伍建设和教材体系开发等工作。在杭州职业技术学院的大力支持下，基地组织相关专家编写了先进机械制造、电工电子与自动化、食品与药品分析检测等专业（职业）高级工技能实训指导教材，该系列教材既注重了高级工应掌握的基本理论和“四新”要求，又强化了岗位实际操作技能训练的特点，具有较强的指导性和实用性，是一套适应高技能人才岗位技能培训与鉴定的好教材。希望这套实训教材的出版，能为培养更多技能人才提供有针对性的指导，帮助广大职工和青年学习职业技能、立足岗位成才。同时，也希望以此为契机，进一步促进政府部门、职业院校和行业企业加强协作，强化国家级高技能人才培训基地各项基础工程建设，真正把它建设成高技能人才的“孵化器”，使之成为推广运用新技术和新工艺的“方向标”，努力营造全社会“崇尚一技之长、不唯学历凭能力”的浓厚氛围。

杭州市人力资源和社会保障局副局长

方海洋

2014年4月

# 目 录

实训安全须知	1
第一章 实训装置简介	3
第二章 加工中心基本操作	23
第三章 数据传输方法	33
第四章 加工中心阶段训练	44
第一节 G 代码和 M 代码	44
第二节 外形轮廓加工	48
第三节 内轮廓零件加工	53
第四节 十字槽加工	58
第五节 孔系加工	63
第六节 双面加工技术	69
第七节 综合零件训练加工	80
第五章 加工中心强化训练	89
第一节 加工中心中级工强化训练	89
第二节 加工中心高级工强化训练	95
第三节 加工中心技师强化训练	104

## 二、加工中心安全操作规程

1. 操作人员必须经过数控加工知识培训和操作安全教育, 且需在指导教师指导下进行操作; 新机床操作人员必须熟悉所使用机床的操作和编程方法, 同时应具备相关安全知识及加工知识和机械加工工艺知识。

2. 开机前, 检查各润滑点状况, 待稳压桶电压稳定后, 打开主电源开关。

3. 检查电压、气压、油压是否正常。

# 实训安全须知

## 一、实训室安全须知

为了保证实训质量，确保实训人员的安全和防止实训设备的损坏，学生在进入实训室时必须严格遵守本守则的各项规定。

1. 实训室必须确保人员、设备的安全，牢固树立“安全第一”的观点。
2. 学生进入实训室必须穿工作服，长发者应戴工作帽，要将头发盘到帽子里，不准穿高跟鞋和凉鞋进入实训室。
3. 自觉保持实训室环境安静，设备整洁，不得将食品、饮料等物品带入实训室。
4. 进入实训室后，必须遵守该室各项管理制度，听从本室管理员指挥。对违反管理制度不听从指挥者，管理员有责任将其请出实训室，并报相关管理部门处理。
5. 必须服从指导教师安排，未经许可不得擅自用任何设备，以免造成安全事故。
6. 使用实训室设备时必须服从管理员安排，定人定机，规范操作，爱护设备、设施。不得串岗，不得动与当堂实训内容无关的设施，不得损坏设备、工具、量具、夹具，违者除进行赔偿、罚款处理外，还将报请有关部门视情节轻重给予处理。
7. 仪器、设备发生不正常现象时，应及时报告指导教师。发生人身安全事故时，应立即切断相应的电源、气源等，并听从指导教师的指挥，要沉着冷静，不要惊慌失措。
8. 工具箱钥匙应妥善保管，不得复制，不得转借。
9. 每次使用设备后，应将设备清理还原，将实训后的废料、废件放到指定地点，规范填写《实训室（场）使用记录》和《设备使用记录》，并按照《机械实训室卫生管理制度》做好实训室清洁工作，管理员验收签字后，指导教师和学生方可离开。

## 二、加工中心安全操作规程

1. 操作人员必须经过数控加工知识培训和操作安全教育，且需在指导老师指导下进行操作；数控机床操作人员必须熟悉所使用机床的操作和编程方法，同时应具备相应金属切削加工知识和机械加工工艺知识。
2. 开机前，检查各润滑点状况，待稳压器电压稳定后，打开主电源开关。
3. 检查电压、气压、油压是否正常。



4. 机床通电后, 检查各开关、按键是否正常、灵活, 机床有无异常现象。

5. 在确认主轴处于安全区域后, 执行回零操作。各坐标轴手动回零时, 如果回零前某轴已在零点或接近零点, 必须先将该轴移至离零点一段距离后, 再进行手动回零操作。

6. 手动进给和手动连续进给时, 必须检查各种开关所选择的位置是否正确, 认准操作正负方向, 然后再进行操作。

7. 输入程序后应认真核对, 保证无误。其中包括对代码、指令、地址、数值、正负号、小数点及语法的检查。

8. 正确测量和计算工作坐标系, 将工件坐标值输入偏置页面, 并对坐标轴、坐标值、正负号和小数点进行认真核对。

9. 将刀具补偿值(刀长和刀具半径)输入偏置页面后要要对刀补号、补偿值、正负号、小数点进行认真核对。

10. 操作者自编程序应进行模拟调试; 计算机编程应进行切削仿真, 并掌握编程设置。在必要情况下应进行空运行试切, 密切关注刀具切入和切出过程, 及时做出判断和调整。

11. 在不装工件的情况下空运行一次程序, 看程序能否顺利执行, 刀具长度选取和夹具安装是否合理, 有无超程现象。

12. 检查各刀杆前后部位的形状和尺寸是否符合加工工艺要求, 是否碰撞工件和夹具。

13. 不管是首件试切, 还是多工件重复加工, 第一件都必须对照图样、工艺和刀具参数进行逐把刀、逐段程序的试切。

14. 逐段试切时, 快速倍率开关必须调到最低挡, 并密切注意移动量的坐标值是否与程序相符。

15. 试切进刀时, 在刀具运行至距工件表面 30~50 mm 处, 必须在进给保持下验证 Z 轴剩余坐标值及 X、Y 轴坐标值与编程要求是否一致。

16. 机床运行过程中操作者须密切注意系统状况, 不得擅自离开控制台。

17. 关机前, 将机床各轴移到中间位置或安全区域, 按下急停按钮, 关上主电源开关。

## 加工中心安全守则

1. 操作人员必须经过专业培训, 熟悉机床性能和操作规程, 未经培训合格者不得操作机床。  
2. 操作前必须穿戴好防护用品, 如工作服、手套、护目镜等, 严禁戴手套操作机床。  
3. 机床通电后, 必须检查各开关、按钮是否正常, 机床有无异常现象。  
4. 在确认主轴处于安全区域后, 方可进行回零操作。  
5. 手动进给和手动连续进给时, 必须检查各种开关所选择的位置是否正确, 认准操作正负方向, 然后再进行操作。  
6. 输入程序后应认真核对, 保证无误。其中包括对代码、指令、地址、数值、正负号、小数点及语法的检查。  
7. 正确测量和计算工作坐标系, 将工件坐标值输入偏置页面, 并对坐标轴、坐标值、正负号和小数点进行认真核对。  
8. 将刀具补偿值(刀长和刀具半径)输入偏置页面后要要对刀补号、补偿值、正负号、小数点进行认真核对。  
9. 操作者自编程序应进行模拟调试; 计算机编程应进行切削仿真, 并掌握编程设置。在必要情况下应进行空运行试切, 密切关注刀具切入和切出过程, 及时做出判断和调整。  
10. 在不装工件的情况下空运行一次程序, 看程序能否顺利执行, 刀具长度选取和夹具安装是否合理, 有无超程现象。  
11. 检查各刀杆前后部位的形状和尺寸是否符合加工工艺要求, 是否碰撞工件和夹具。  
12. 不管是首件试切, 还是多工件重复加工, 第一件都必须对照图样、工艺和刀具参数进行逐把刀、逐段程序的试切。  
13. 逐段试切时, 快速倍率开关必须调到最低挡, 并密切注意移动量的坐标值是否与程序相符。  
14. 试切进刀时, 在刀具运行至距工件表面 30~50 mm 处, 必须在进给保持下验证 Z 轴剩余坐标值及 X、Y 轴坐标值与编程要求是否一致。  
15. 机床运行过程中操作者须密切注意系统状况, 不得擅自离开控制台。  
16. 关机前, 将机床各轴移到中间位置或安全区域, 按下急停按钮, 关上主电源开关。



# 第一章 实训装置简介

本实训采用的实训设备为杭州友嘉精密机械有限公司生产的 Vm32 - sa 加工中心, 该机床属立式加工中心, 如图 1—1 所示。加工中心具有自动交换加工刀具的能力, 通过在刀库上安装不同用途的刀具, 可在一次装夹中通过自动换刀装置改变主轴上的加工刀具, 实现多种加工功能。



图 1—1 Vm32 - sa 加工中心

## 一、机床参数

### 1. 行程

X 轴行程: 820 mm

Y 轴行程: 520 mm

Z 轴行程: 505 mm

### 2. 主轴

主轴转速: 50 ~ 10 000 r/min

主轴孔锥度 7:24; 锥度 No. 40

主轴鼻端至工作台距离: 100 ~ 605 mm

主轴中心至立柱轨面距离: 560 mm

工作台中心至立柱轨面距离: 300 ~ 820 mm

### 3. 进给

X 轴快速位移: 40 m/min



Y轴快速位移: 40 m/min

Z轴快速位移: 30 m/min

#### 4. 工作台

工作台面积: 950 mm × 520 mm

工作台载重量: 800 kg

T形槽宽: 18 mm × 5 mm × 100 mm

#### 5. 数控系统

FANUC (标配), MITSUBISHI (选配)

#### 6. 刀库

刀库容量: 22 (24) 把刀

最大刀具直径: 80 mm

最大刀具直径 (无相邻刀): 150 mm

最大刀具长度: 300 mm

最大刀具质量: 8 kg

换刀时间 (刀对刀): 7.1 (2.2) s

#### 7. 驱动电动机

主轴电动机: 7.5 kW/11 kW

X轴 AC 伺服电动机: 1.6 kW

Y轴 AC 伺服电动机: 3.0 kW

Z轴 AC 伺服电动机: 3.0 kW

## 二、机床系统面板说明

Vm32 - sa 加工中心标配 FANUC Oi - MD 系统, 其 MDI 面板布局如图 1—2 所示。MDI 键盘布局如图 1—3 所示。

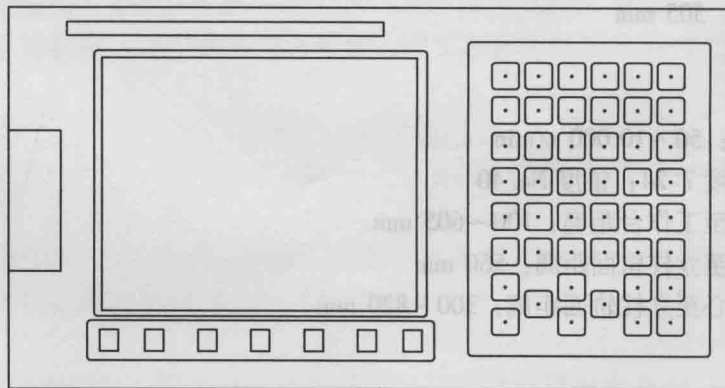


图 1—2 FANUC Oi - MD 系统的 MDI 面板布局

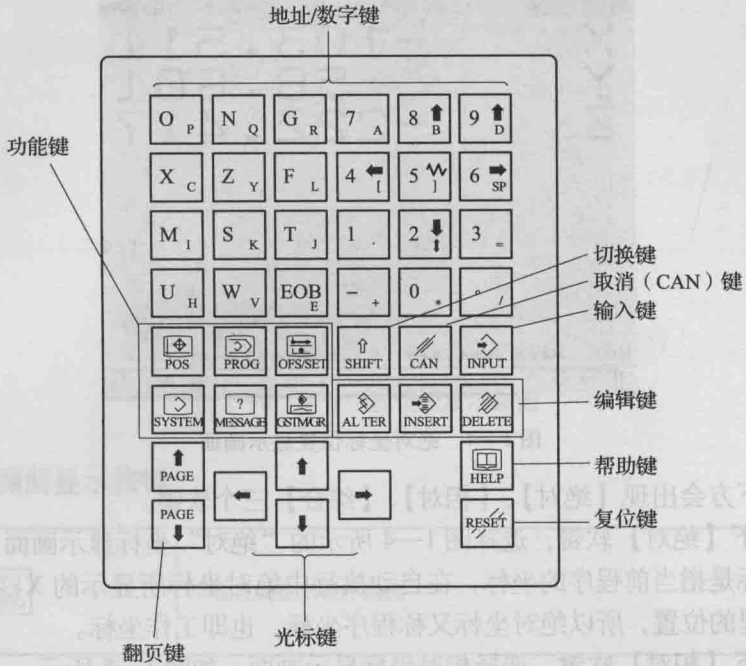


图 1—3 FANUC Oi—MD 系统的 MDI 键盘布局

键盘上各按键功能及相关操作如下：

### 1. 地址/数字键



按这些键可以输入英文字母、数字及其他文字

### 2. 位置显示画面按键



按此键显示机床坐标

开机后，屏幕首先会显示“绝对坐标”显示画面，如图 1—4 所示。

绝对坐标		O0000 N00000	
X	-103.511		
Y	58.601		
Z	-222.417		
DRN F	2000	加工零件数	129
运行时间	9H 9M	循环时间	0H 0M 0S
实速度	0MM/MIN	SACT	0/分
		S	0L 0%
MDI	**** **	16:00:38	
绝对		相对	综合   手轮   (操作)

图 1—4 绝对坐标位置显示画面

在屏幕下方会出现【绝对】、【相对】、【综合】三个软键。

(1) 按下【绝对】软键，选择图 1—4 所示的“绝对”坐标显示画面。

绝对坐标是指当前程序的坐标，在自动执行中绝对坐标所显示的 X、Y、Z 值即刀尖位在程序里的位置，所以绝对坐标又称程序坐标，也即工作坐标。

(2) 按下【相对】软键，选择相对坐标显示画面，如图 1—5 所示。

相对坐标是指增量的坐标，可显示任意两点间的距离，此坐标可随时归零，并未固定在某一位置。

相对坐标		O0001 N00000	
X	-21.333		
Y	-14.401		
Z	24.801		
JOG F	2000	加工零件数	129
运行时间	9H 9M	循环时间	0H 0M 0S
实速度	0MM/MIN	SACT	0/分
		S	0L 0%
HND	**** **	16:01:17	
绝对		相对	综合   手轮   (操作)

图 1—5 相对坐标位置显示画面

归零方法：选择相对坐标画面，按面板上的 X 键后，屏幕上的 X 即会闪烁，再按【归零】软键，X 即会自动归零，若按 X 键闪烁后，又不想归零，则再按一次 X 键，即停止闪烁。

(3) 按下【综合】软键，选择综合坐标显示画面，如图 1—6 所示。

机械坐标是指机械本身位置的坐标，此坐标的原点（机械原点）一般位于机床的左下方（X、Y 轴）。每次开机后进行原点复归时，最好先按下【综合】软键看机械坐标值，参考现在机械本身的位置，以免进行原点复归时会“过行程”。


剩余移动量是指程序运行时，从一点移到另一点时还需移动的距离。



综合显示		00001 N00000	
相对坐标	机械坐标	剩余移动量	
X	-21.333	-450.894	
Y	-14.401	-236.599	
Z	24.801	-177.617	
JOG F	2000	加工零件数	129
运行时间	0H 0M	循环时间	0H 0M 0S
实速度	0MM/MIN	SACT	0/分
		S	0L 0%
HND	**** **	16:01:41	
绝对	相对	综合	手轮 (操作)

图 1—6 综合坐标位置显示画面

### 3. 程序画面显示按键

	按此键显示程序画面
---	-----------

(1) 选择“编辑”模式，并按下“PROG”键，屏幕下方会出现以下两个功能键：

1) 【程序】：在此画面可显示程序，如图 1—7 所示，若想对程序进行更改、插入、删除等操作，都需按下此键。

程序		00001 N00000	
O0001 (ZHIJIA) ;		(FG: 编辑)	
G40 G80 ;			
N1 (ZXZ) ;			
T7 M6 ;			
G0 G90 G54 X13.8 Y46.5 ;			
G43 Z20. H7 ;			
M3 S2500 ;			
M7 ;			
G81 Z-2. R2. F50 ;			
X-13.8 ;			
X-18. Y38. Z-6. R-2. ;			
		S 0L 0%	
编辑	**** **	16:02:18	
程序	列表	对话框	手轮 (操作)

图 1—7 程序内容显示画面

2) 【列表】：在此画面可以看到程序的目录，如图 1—8 所示。目录内容包括已使用的程序号码、数目及记忆长度容量等信息。

(2) 选择“自动执行”模式，屏幕下方会出现图 1—9 所示的四个功能键。

1) 【程序】：显示当前的程序。

2) 【检测】：可显示四行程序、绝对坐标（或相对坐标）及剩余移动量，一般在程序预演及实际加工时一定要按下【检测】键，这样才能同时观察四行程序及剩余移动量。



程序目录		O0001 N00000	
已用:	程序数	内存 (KBYTE)	
空区:	79	131	
	321	391	
设备: CNC MEM			
○号	容量 (KBYTE)	更新时间	
@00001	1	2012/04/18 11:14	
00002	23	2012/04/18 13:30	
00003	23	2012/04/16 10:46	
00004	1	2012/04/18 11:22	
00005	1	2012/04/16 10:56	
00008	1	2012/04/04 10:37	
00007	1	2012/04/04 14:19	
S 0L 0%			
编辑 **** ** *		16:02:45	
程序	列表	对话框	(操作)

图 1—8 程序列表显示画面

程序		O0001 N00000	
RC:000000037			
O0001 (ZHIJIA) ;			
G40 G80 ;			
N1 (ZXZ) ;			
T7 M6 ;			
G0 G90 G54 X13.8 Y46.5 ;			
G43 Z20. H7 ;			
M3 S2500 ;			
M7 ;			
G81 Z-2. R2. F50 ;			
X-13.8 ;			
X-18. Y38. Z-6. R-2. ;			
S 0L 0%			
MEM **** ** *		16:03:52	
程序	检测	当前段	下一段 (操作)

图 1—9 程序执行显示画面

- 3) 【当前段】: 显示现在正在执行的单节 (不常用)。
- 4) 【下一段】: 显示下一个将要执行的单节 (不常用)。

### (3) 程序输入的方法

1) 选择“编辑”模式, 程序保护钥匙转到“关”, 程序屏幕下方会出现【程序】及【列表】软键, 不论现在是“程序”画面还是“列表”画面, 都可以直接输入程序号码。

【例 1】按 O0001 再按“INSERT”键后, 程序号码会自动输入并显示在空白屏幕的左上角, 然后按“EOB”键 (即程序中的分号), 再按“INSERT”键, 屏幕会出现“O0001;”。

注意: O0001 与 EOB 要分开输入。

○正确: 按“O0001”后按“INSERT”键, 再按“EOB”键, 最后按“INSERT”键。

×错误: 按“O0001;”后按“INSERT”键则会报警, 提示操作错误。

2) “O0001;”输入完成后, 继续输入其他程序内容, 此时, 整个单节打完后即可连同 EOB 一起输入。

3) 若在屏幕下方暂存区内打错文字, 可按“CAN”键消除, 每按一次“CAN”键



能消除一个字。

#### 4. 偏置/设定画面显示按键



按此键显示偏置/设定画面，图 1—10 所示为刀具偏置显示画面

刀偏		O0001 N00000		
号	形状 (H)	磨损 (H)	形状 (D)	磨损 (D)
001	-100.000	0.000	5.000	0.000
002	-200.000	0.000	5.000	0.000
003	0.000	0.000	0.000	0.000
004	0.000	0.000	0.000	0.000
005	-303.561	0.000	0.000	0.000
006	0.000	0.000	0.000	0.000
007	0.000	0.000	0.000	0.000
008	-303.211	0.000	0.000	0.000
相对坐标 X		-21.333	Y	-14.401
Z		24.801		
A) °				S 01.0%
MEM	**** ** *	16:04:51		
刀偏	设定	坐标系	(操作)	

图 1—10 刀具偏置显示画面

#### 5. 转换键



面板上同一按键有大、小两个字母（如 **O<sub>p</sub>** 等），要使用小字时，先按一次转换键后再按小字即可。此键无连续性，每次要用到小字时，都要先按一次“转换键”

#### 6. 取消键



用于删除已键入缓冲区的数据。例如，当键入缓冲区的数据为“N001 X100Z”时，按此键，则字符 Z 被取消，并显示“N001 X100”

#### 7. 输入键



此键不可用作程序输入键，仅作为校刀、刀补以及参数输入



## 8. 系统画面显示按键



按此键显示系统画面，为显示系统参数及自我诊断用。图 1—11 所示为系统参数显示画面

如果需要修改参数，需选择 MDI 模式

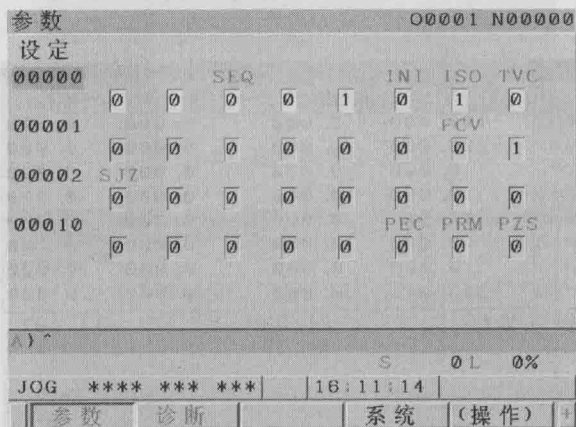


图 1—11 系统参数显示画面

## 9. 信息画面显示按键



按此键显示信息画面。当故障发生时按下此键，则会显示故障信息，如图 1—12 所示

通常发生故障时不用按此键，屏幕会自动显示故障信息

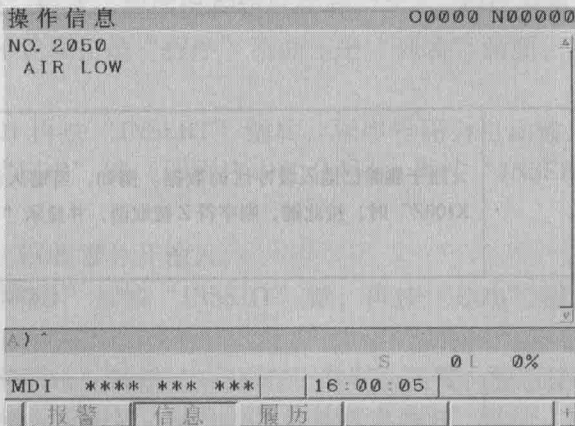


图 1—12 系统故障信息显示画面





## 10. 图形画面显示按键



按此键显示图形画面，在程序执行前，用于检查程序刀具路径是否有误，如图 1—13 和图 1—14 所示

图形参数		O0001 N00000	
绘图坐标 (XY=0, YZ=1, ZV=2, XZ=3, XYZ=4, ZXY=5)			0
绘图范围 (最大)	X	150.000	
	Y	150.000	
	Z	0.000	
绘图范围 (最小)	X	0.000	
	Y	0.000	
	Z	0.000	
比例		0.12	
图形中心	X	75.000	
	Y	75.000	
	Z	0.000	
		S	0 L 0%
JOG **** * * * *		16:16:11	
参数	图形	扩大	(操作)

图 1—13 图形参数显示画面

刀具路径图		O0001 N00000	
	X	-35.244	
	Y	44.201	
	Z	-197.617	
	F	0	
	S	0	
	T	0	
180.0MM 比例 0.12			
		S	0 L 0%
JOG **** * * * *		16:16:32	
参数	图形	扩大	(操作)

图 1—14 刀具路径显示画面

## 11. 替换键



程序更改键，可用于更改程序名或程序内的文字

【例 2】将“G90”改为“G91”。

将光标移到“G90”处→输入“G91”→按“ALTER”键即可。



注：此种方法一次只能修改一处，且必须在“编辑”模式下进行。

**【例3】**将程序 O0001 改为 O0002。

将光标移到程序号“O0001”处（可按 RESET 键）→输入“O0002”→按“ALTER”键即可。

注：NC 存储器中需无 O0002 程序存在，否则将产生报警。

## 12. 插入键



程序插入键，可新建程序或在程序内输入文字

**【例4】**程序名的建立。

选择“编辑”模式→选择“PROG”功能键→“[列表]”软键→显示已有程序名→输入 O×××（程序名不能重复）→按“INSERT”键→输入“;”（EOB 键）→按“INSERT”键即可。

**【例5】**程序的输入。

按已编好的程序输入即可。

注：可连续输入，输完一行后需以“;”结尾；输入完毕需按“INSERT”键才能存入；每输完一行后按“INSERT”键或输入几行后再按“INSERT”键均可。

**【例6】**字和程序段的插入。

如在“G90 G54 X0 Y0;”的 G90 和 G54 之间插入“G00”，将光标移到“G90”处，输入“G00”，然后按“INSERT”键即可。

如在“G90 G54 X0 Y0;”和“G01 X10 Y10;”两段之间加入“G01 X5 Y5;”，按“INSERT”键即可。

## 13. 程序删除键



程序删除键，可用于删除程序内的文字、单节及整条程序

**【例7】**单个字的删除。

如删除“S1000”，将光标移至“S1000”处，按下“DELETE”功能键即可。

**【例8】**程序段的删除。

将光标移至预删除程序段最前端，输入“;”，再按下“DELETE”功能键。

**【例9】**整个程序的删除。

输入程序号“O×××”，按下“DELETE”功能键。

**【例10】**多个程序段的删除。

如将 N10—N120 程序段删除，将光标移至“N10”处，输入“N120”，再按下