



图解数控系统维修技巧丛书

图解NC数控系统 ——三菱M64系统 维修技巧

叶晖 梁福玖 编著



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



图解数控系统维修技巧丛书

图解 NC 数控系统

——三菱 M64 系统维修技巧

叶 晖 梁福玖 编著



机械工业出版社

本书围绕如何高效地利用三菱 M64 数控系统所提供的丰富功能，对数控机床进行高效快速的日常维修保养作业、故障的快速诊断与排除这一主题，以三菱 M64 数控系统为例，通过详细的图解实例对三菱 M64 数控系统与维修相关的丰富功能进行说明，让读者了解与保养和维修作业相关的每项操作的具体方法，并对三菱 M64 数控系统硬件的基本组成作了深入浅出的讲述，从而使读者对三菱 M64 数控系统软、硬件这两方面有一个全面的认识。

本书适合于从事数控机床，特别是刚刚接触三菱数控系统的维修技术人员阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

图解 NC 数控系统：三菱 M64 系统维修技巧 / 叶晖，梁福玖编著.

—北京：机械工业出版社，2005.5

（图解数控系统维修技巧丛书）

ISBN 7-111-16494-6

I. 图... II. ①叶...②梁... III. 数控机床—数控系统，三菱 M64—维修—图解 IV. TG659-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 040688 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：周国萍 责任编辑：白 刚 版式设计：霍永明

责任校对：樊钟英 封面设计：张 静 责任印制：陶 湛

煤炭工业出版社印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·8 印张·292 千字

0001—4000 册

定价：25.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

MITSUBISHI(三菱),当今工业自动控制业界的一个响当当的名牌。PLC、变频器、人机介面以及 NC 数控系统等产品,以其出色的性能,满足了广大用户的各种需要。而三菱 M64 数控系统提供了丰富而先进的功能,特别适用于加工中心、数控铣床和数控车床。在实际使用中,M64 系统以其可靠性好、体积小、功能强的特性得到了数控机床厂和最终用户的青睐。

本书就是围绕着如何高效地利用三菱 M64 数控系统所提供的丰富功能,对数控机床进行高效快速的日常维修保养作业,故障的快速诊断与排除这一主题,以三菱 M64 数控系统为例,通过详细的图解实例对三菱 M64 数控系统与维修相关的丰富功能进行说明,让读者了解与保养和维修作业相关的每项操作的具体方法,并对三菱 M64 数控系统硬件的基本组成作了深入浅出的讲述,从而使大家对三菱 M64 数控系统软、硬件这两方面有一个全面的认识。本书每章的开头都指定了学习目标,接着详细介绍完成目标所需要的操作,循序渐进地基本掌握三菱 M64 数控系统为我们提供的与维修相关的丰富功能,从而有效地提高数控机床保养维修作业人员的作业效率。

本书力求简明扼要、图文并茂、通俗易懂,适合于从事数控机床,特别是刚刚接触三菱数控系统的维修技术人员阅读参考。尽管我们主观上想努力使读者满意,但在书中肯定还会有不尽人意之处,我们热忱欢迎关心爱护它的读者提出宝贵的意见和建议。

编 者

目 录

前言

第 1 章 绪论 1

1.1 数控机床的产生和发展 2

1.1.1 数控机床的产生 2

1.1.2 数控机床的发展 2

1.2 数控机床的工作原理 4

1.2.1 加工程序编制 4

1.2.2 输入装置 5

1.2.3 主控制单元 5

1.2.4 伺服驱动系统 7

1.2.5 机床的机械部件 7

1.3 怎样用好数控机床 7

第 2 章 三菱 M64 数控系统的

基本操作 10

2.1 教你看懂屏幕画面内容 11

2.2 基本操作 15

2.2.1 点动连续进给的操作 15

2.2.2 手轮进给的操作 17

2.2.3 超程报警 20

2.3 MDI 运行的操作 22

2.3.1 主轴定位的操作 23

2.3.2 伺服轴移动的操作 24

2.3.3 MDI 运行小贴士 26

2.4 报警信息的查看 27

2.5 本章小结 30

第 3 章 基本掌握报警排除思路 31

3.1 外围报警——空气压力低

报警的排除 32

3.2 系统报警——X 轴 2F# 报警的 排除 37

3.3 修好数控机床的“五要” 38

3.4 本章小结 41

第 4 章 硬件连接 43

4.1 硬件概要 44

4.1.1 控制单元 44

4.1.2 电源模块 45

4.1.3 伺服模块 46

4.1.4 主轴模块 48

4.2 综合连接图 49

4.2.1 控制单元与基本 I/O 单元的连接 49

4.2.2 基本 I/O 单元与伺服 模块的连接 49

4.2.3 控制单元与显示单元的 连接 50

4.2.4 基本 I/O 单元与手轮通 信端口设备的连接 51

4.2.5 基本 I/O 单元与 PLC 扩 展 I/O 单元的连接 51

4.3 数控系统模块的 LED 状态 显示 52

4.3.1 控制单元的 LED 状态 显示 52

4.3.2 基本 I/O 单元的 LED 状态 显示 53

4.3.3 电源模块的 LED 状态 显示	53	元件的强制	130
4.3.4 伺服/主轴模块的 LED 状态显示	55	6.8.5 巧用 PLC 软元件 R69 诊断数控系统急停状态	135
4.4 电池的更换	57	6.9 实战——三菱 M64 数控系统 PLC 屏幕画面的具体操作	138
4.4.1 控制单元电池的更换	58	6.9.1 PLC 梯形图实时监控 画面的调出	138
4.4.2 外置电池单元电池的 更换	59	6.9.2 梯形图实时监控软元 件的调出	141
4.5 本章小结	60	6.9.3 梯形图软元件 (T、Q、D、 R) 数值的实时监控	145
第 5 章 参数详解	61	6.9.4 用信号触发器监控 梯形图	147
5.1 参数画面的显示和调出	62	6.10 弄清 PLC 开关画面的 来龙去脉	150
5.2 参数的分类	70	6.11 本章小结	154
5.2.1 机床参数	71		
5.2.2 I/O 参数	74		
5.2.3 系统基本参数	76		
5.3 参数的设定	109		
5.4 本章小结	113		
第 6 章 PLC 功能	114	第 7 章 三菱 M64 数控系统的 诊断功能	156
6.1 PLC 的接口——PLC 与 NC 系 统控制器和机床侧的连接	115	7.1 伺服监控画面的调出方法与 构成	157
6.2 梯形图概要	116	7.2 伺服诊断画面的调出方法与 构成	160
6.3 PLC 程序的分级	117	7.3 电源模块诊断画面的调出 方法与构成	162
6.4 PLC 的地址	117	7.4 同步误差监控画面的调出方 法与构成	164
6.5 梯形图的符号	119	7.5 主轴监控画面的调出方法与 构成	165
6.6 PLC 基本指令	119	7.6 绝对坐标伺服监控画面的 调出与构成	167
6.7 PLC 功能指令	120	7.7 本章小结	169
6.8 实战——三菱 M64 数控系统 PLC 接口诊断功能画面	125		
6.8.1 PLC 接口诊断画面的 调出	125	第 8 章 数控加工程序	171
6.8.2 软元件的指定	127	8.1 编制加工程序的代码	172
6.8.3 如何读懂软元件	128		
6.8.4 高手进阶——PLC 软			

8.1.1 准备功能 G 指令	172		到计算机的操作	206
8.1.2 进给功能 F 指令	178	9.2.4 公共变量从 NC 数控系统	备份到计算机的操作	209
8.1.3 主轴速度功能 S 指令	179	9.2.5 宏程序从 NC 数控系统	备份到计算机的操作	212
8.1.4 刀具功能 T 指令	179	9.2.6 辅助轴参数从 NC 数控	系统备份到计算机的	
8.1.5 辅助功能指令	179		操作	215
8.2 加程序的编写格式	180	9.2.7 PLC 梯形图从 NC 数控	系统备份到计算机的	
8.3 机床坐标系	181		操作	218
8.4 工件坐标系	185	9.2.8 加程序从计算机恢复	到 NC 数控系统的操作	224
8.5 加程序执行监控画面	187	9.2.9 刀具补偿数据从计算机	恢复到 NC 数控系统的	
8.6 本章小结	188		操作	228
第 9 章 数据备份	190	9.2.10 参数从计算机恢复到	NC 数控系统的操作	231
9.1 进行数据备份与恢复的		9.2.11 公共变量从计算机恢复	到 NC 数控系统的操作	234
前期准备工作	191	9.2.12 宏程序从计算机恢复	到 NC 数控系统的操作	237
9.1.1 计算机硬件方面的要求	191	9.2.13 辅助轴参数从计算机	恢复到 NC 数控系统的	
9.1.2 数控系统通信协议的			操作	240
设定	191	9.2.14 PLC 梯形图从计算机恢复	到 NC 数控系统的操作	243
9.1.3 计算机侧 CIMCO 程序的		9.3 本章小结		249
设定	194			
9.1.4 串行通信电缆 (RS232C)				
的连接	197			
9.2 使用计算机对数控系统数据				
进行备份与恢复的操作	198			
9.2.1 加程序从 NC 数控系统				
备份到计算机的操作	198			
9.2.2 刀具补偿数据从 NC 数控				
系统备份到计算机的				
操作	203			
9.2.3 参数从 NC 数控系统备份				

第1章 绪 论



1. 数控机床的产生和发展
2. 数控机床的工作原理
3. 怎样用好数控机床

1.1 数控机床的产生和发展

1.1.1 数控机床的产生

随着科学技术的发展,机械产品的结构越来越合理。其性能、精度和效率日趋提高,因此对加工机械产品零部件的生产设备——机床也相应地提出了高性能、高精度与高自动化的要求。在这样的背景下,出现了数控机床,而 CNC 数控系统就是数控机床的核心。

1952 年美国 PARSONS 公司与麻省理工学院 (MIT) 合作研制了第一台三坐标数控铣床,它综合应用了电子计算机、自动控制、伺服驱动、精密检测与新型机械结构等多方面的技术成果,可用于加工复杂曲面零件。该铣床的研制成功是机械制造行业中的一次技术革命,使机械制造业的发展进入了一个新的阶段。从第一台数控机床问世到现在的 50 多年中,数控技术的发展非常迅速,几乎所有品种的机床都实现了数控化。数控机床的应用领域也从航空工业部门逐步扩大到汽车、造船、机床、建筑等民用机械制造行业。特别是相继出现的自动换刀数控机床(即加工中心 MACHING CENTER)、直接数字控制系统 (AC ADAPTIVE CONTROL)、柔性制造系统 (FMS FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEM)、计算机集成(综合)制造系统 (CIMS COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING SYSTEM) 等,进一步说明,数控机床已经成为组成现代机械制造生产系统实现设计 (CAD)、制造 (CAM)、检验 (CAT) 与生产管理等全部生产过程自动化的基本设备。

1.1.2 数控机床的发展

超高速切削、超精密加工等技术的应用,以及柔性制造系统的迅速发展和计算机集成系统的不断成熟,对数控加工技术提出了更高的要求。当今数控机床正在朝着以下几个方向发展:

(1) 高速度、高精度化。速度和精度是数控机床的两个重要指标,在高速度下实现高精度,直接关系到加工效率和产品质量。数控系统正朝着高位数、高频率处理器的方向发展,光纤通信技术的大量运用,可提高系统的基本运算速度。同时,采用超大规模的集成电路和多微处理器结构,以提高系统的数据处理能力,即提高插补运算的速度和精度。采用直线电动机直接驱动机床工作台的直线伺服进给方式,其高速度和动态响应特性相当优越。采用前馈控制技术,使追踪滞后误差大大减小,从而改善拐角切削的加工精度。

为适应超高速加工的要求，数控机床采用主轴电动机与机床主轴合二为一的结构形式（电主轴），实现了变频电动机与机床主轴一体化，主轴电动机的轴承采用磁浮轴承、液体动静压轴承或陶瓷滚动轴承等形式。目前，陶瓷刀具和金刚石涂层刀具已开始得到应用。

（2）多功能化。配有自动换刀机构（刀库容量可达 100 把以上）的各类加工中心，能在同一台机床上同时实现铣削、镗削、钻削、车削、铰孔、扩孔、攻螺纹等多种工序加工，从而实现最大的柔性加工。现代数控机床还采用了多主轴、多面体切削，即同时对一个零件的不同部位进行不同方式的切削加工。数控系统由于采用了多 CPU 结构和分级中断控制方式，即可在一台机床上同时进行零件加工和程序编制，实现所谓的“前台加工，后台编辑”。为了适应柔性制造系统和计算机集成系统的要求，数控系统具有远距离串行接口，甚至可以联网，实现数控机床之间的数据通信，也可以直接对多台数控机床进行控制。

（3）智能化。现代数控机床将引进自适应控制技术，根据切削条件的变化，自动调整有关工作参数，使加工过程能保持最佳工作状态，从而得到较高的加工精度和较小的表面粗糙度，同时也能提高刀具的使用寿命和设备的生产效率。具有自诊断、自修复功能，在整个工作状态中，系统随时对 CNC 数控系统本身以及与其相连的各种设备进行自诊断、检查。一旦出现故障，立即采用停机等措施，并进行故障报警，提示发生故障的部位、原因等。还可以自动使故障模块脱机，接备用模块，以确保无人化工作环境的要求。为实现更高的故障诊断要求，其发展趋势是采用人工智能专家诊断系统。

（4）数控编程自动化。随着计算机应用技术的发展，目前 CAD / CAM 图形交互式自动编程已得到较多的应用，是数控技术发展的新趋势。它是利用 CAD 绘制的零件加工图样，再经计算机内的刀具轨迹数据进行计算和后置处理，从而自动生成 NC 零件加工程序，以实现 CAD 与 CAM 的集成。随着 CIMS 技术的发展，当前又出现了 CAD / CAPP / CAM 集成的全自动编程方式，它与 CAD / CAM 系统编程的最大区别是其编程所需的加工工艺参数不必由人工给出，而直接从系统内的 CAPP 数据库获得。

（5）可靠性最大化。数控机床的可靠性一直是用户最关心的主要指标。数控系统将采用更高集成度的电路芯片，利用大规模或超大规模的专用及混合式集成电路，以减少元器件的数量，提高可靠性。通过硬件功能软件化，以适应各种控制功能的要求，同时采用硬件结构机床本体的模块化、标准化和通用化及系列化，使得既提高硬件生产批量，又便于组织生产和质量把关。还通过自动运行启动诊断、在线诊断、离线诊断等多种诊断程序，实现对系

统内硬件、软件和各种外部设备进行故障诊断和报警。利用报警提示,及时排除故障;利用容错技术,对重要部件采用“冗余”设计,以实现故障自恢复;利用各种测试、监控技术,当发生超程、刀损、干扰、断电等各种意外时,自动进行相应的保护。

(6) 控制系统小型化。数控系统小型化便于将机、电装置结合为一体。目前主要采用超大规模集成元件、多层印制电路板,采用三维安装方法,使电子元器件得以高密度安装,较大规模缩小系统的占有空间。而利用新型的彩色液晶薄型显示器替代传统的阴极射线管,发热量大大减少,体积减小了三分之二,为使数控操作系统向进一步小型化、高度集成模块化的发展提供了现实可能。这样可以方便地将它安装在机床设备上,更便于对数控机床的操作使用,并且大大降低了故障率,为数控机床的长时间,高强度的运行打下了坚实的基础。

1.2 数控机床的工作原理

数控机床加工零件时,首先根据所需要加工零件的形状特征和所要求的尺寸来编制零件的数控程序,这是数控机床的工作指令。通过使用 MDI 键盘、个人计算机、PC 卡和手持文件盒等外部 I/O 设备,将数控程序输入到数控装置,再由数控装置进行相应的运算和逻辑信号处理后,控制机床运动的变速、启停、进给运动的方向、速度和位移大小,以及其他诸如刀具选择交换、工件夹紧松开和冷却润滑的启、停等辅助动作,使刀具与工件及其他辅助装置严格地按照数控程序规定的顺序路程和参数进行精确的动作,从而加工出形状、尺寸与精度符合要求的零件。

1.2.1 加工程序编制

数控加工程序就是数控机床自动加工零件的工作指令。在对所需加工的零件进行工艺分析的基础上,确定零件坐标系在机床坐标系上的相对位置关系,也就是待加工零件在机床上的安装位置;刀具对零件进行切削运动中的尺寸参数;零件加工的工艺路线或加工顺序;主轴的启动、停止、换向、定位、变速;伺服电动机进给运动的速度、位移大小、方向等工艺参数,以及相关的辅助装置的动作。对以上的加工条件进行运算,从而得到零件的所有运动、尺寸、工艺参数等加工信息,然后用标准的,由文字、数字和符号组成的数控代码,按规定的方法和格式,编制零件加工的数控加工程序。图 1-1 所示就是三菱 M64 数控系统的一个加工程序。

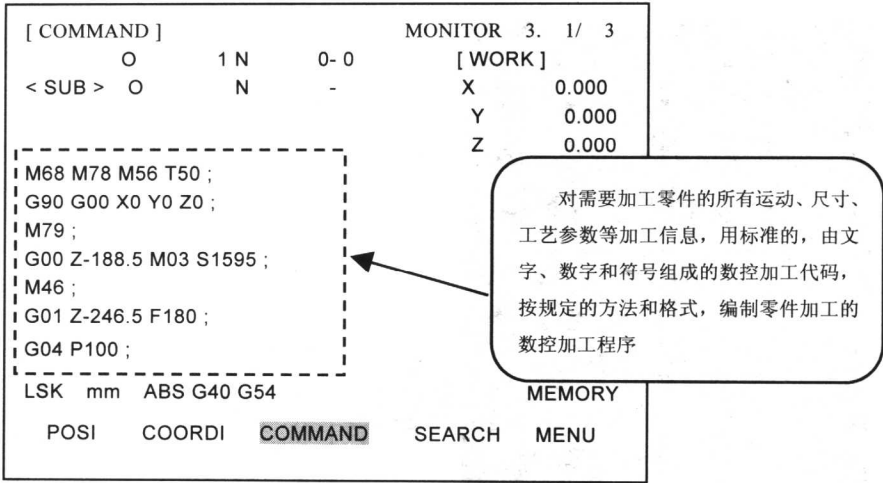


图 1-1 三菱 M64 数控系统的一个加工程序



关于数控加工代码

不同品牌的数控系统，其数控加工代码以及格式会有所不同。三菱 M64 数控系统中使用的指令到了 SIEMENS 数控系统中就不一定是同一个定义或可用了，在 SIEMENS 系统中使用三菱 M64 数控系统的代码，严重的可能会引起机床的损坏，这一点是必须注意的。

1.2.2 输入装置

编写好的数控加工程序可通过使用 M D I 键盘或个人计算机、P C 卡和手持文件盒等外部 I/O 设备输入到数控装置，再由数控装置采用相应的方式输入到 NC 系统中，其中最常用的是图 1-2 和图 1-3 所示的两种方式。

1.2.3 主控制单元

主控制单元是整个数控系统的核心部分，它接收输入装置（MDI）、加工程序、NC 侧信号和机床侧的信号，并对接收到的数据进行编译、运算和逻辑处理后，控制主轴、伺服进给进行精确的、规定的、有序的动作，对零件进行加工，如图 1-4 所示。



方式一：通过 MDI 键盘直接输入，适合较短加工程序的输入和加工程序小部分的调整和修改

图 1-2 输入方式一



方式二：在电脑里，将加工程序以纯文本 (*.txt) 的形式保存，使用通信软件通过机床的 RS232C 接口传送到 NC 系统中去。这是加工程序备份和恢复时，最为常用的一种方法。关于这方面的操作，在第 9 章数据备份中会有详细的介绍

图 1-3 输入方式二

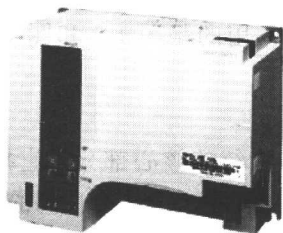


图 1-4 主控制单元

1.2.4 伺服驱动系统

伺服驱动系统由伺服驱动模块（图 1-5 所示）、伺服驱动电动机（图 1-6 所示）和位置检测装置（图 1-7 所示）组成，并与机床上的执行部件和机械传动部件组成数控机床的进给系统。它根据主控制单元所发出的速度和位移指令控制机械执行部件的进给速度、方向和位移。每个作进给运动的机械执行部件都配有一套伺服驱动系统。

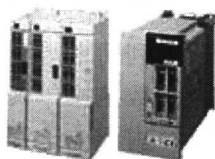


图 1-5 伺服驱动模块

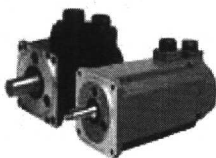


图 1-6 伺服驱动电动机

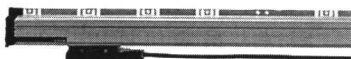
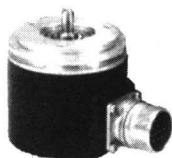


图 1-7 位置检测装置（左为编码器 右为光栅尺）

1.2.5 机床的机械部件

数控机床的机械部件包括：主运动部件（主轴）、进给运动执行部件（工作台、拖板、丝杆）和支承部件（床身立柱），对于加工中心类的数控机床还有刀库、机械手的机械部件。此外，还有排屑链、液压站、冷却喷淋等辅助装置。数控机床机械部件的组成与普通机床相似，但机械结构要求更为简单，在精度、刚性、共振性等方面要求更高，而且其自动化程度更高。

1.3 怎样用好数控机床

数控机床是综合应用计算机、自动控制、自动检测及精密机械等高新技术的产物，是技术密集度及自动化程度很高的典型机电一体化加工设备。与普通机床相比，其优越性是显而易见的，不仅零件加工精度高，产品质量稳定，且自动化程度极高，可减轻工人的劳动强度，大大提高生产效率。特别值得一提的是数控机床可完成普通机床难以完成或根本不能进行的复杂曲面的零件加工，因而数控机床在机械制造业中的地位愈来愈显得重要。但我们

要清醒地认识到,能否达到数控机床以上所述的优点,还要看操作者在生产中能不能恰当、正确地使用。下面从操作者的角度来谈一下数控机床使用中应注意的事项,以保证数控机床的优越性得以充分发挥,减少数控机床因不当操作而引起的损坏。

1. 提高操作人员的综合素质

数控机床的使用比使用普通机床的难度要大,因为数控机床是典型的机电一体化产品,它牵涉的知识面较宽,即操作者应具有机、电、液、气等更宽广的专业知识,因此对操作人员提出的素质要求是很高的。目前,一个不可忽视的现象是数控机床的用户越来越多,但机床的利用率却不高,当然有时是生产任务不饱和,但还有一个更为关键的因素是数控操作人员素质不够高,碰到一些问题不知如何处理。特别是新购机床,由于电子元器件的质量问题,以及运输中受到的振动等因素影响,在正式投产3~6个月内数控系统出现的一些故障现象,往往在维修手册中是查不到的,也可能以前从未遇到过,这就要求使用者具有较高的素质,能冷静对待问题,头脑清醒,现场判断能力强,当然还应具有较扎实的数控基础等。一般情况下,新购机床时机床厂家会为用户提供技术培训的机会,时间虽然不长,但他们的针对性很强,用户应予以重视,所送人员应包括以后的机床操作者以及维修人员。操作人员综合素质的提高不是一两天的事,而要抓长久,在日后的使用中应不断积累。还有一个值得一试的办法是走访一些同类机床的老用户,他们有很强的实践经验,最有发言权,可请求他们的帮助,让他们为操作者以及维修人员进行一定的培训,这是短时间内提高操作人员综合素质最有效的办法。

2. 遵循正确的操作规程

不管什么机床,它都有一套自己的操作规程。它既是保证操作人员安全的重要措施之一,也是保证设备安全、产品质量等的重要措施。使用者在初次进行操作数控机床时,必须认真地阅读机床厂家提供的使用说明书,按照操作规程正确操作。如果机床在第一次使用或长期没有使用时,先使其空转几分钟,也就是让机床做一下热身运动。使用中注意开机、关机的顺序和注意事项(如开机后首先要用手动或用程序指令自动回参考点),这些对初学者尤其应引起足够重视,因为他们缺乏相应的操作培训,往往在这方面容易犯错。

3. 创造一个良好的使用环境

随着科学技术的进步,一般来说,数控机床的使用环境没有什么苛刻要求,可放置于普通机床一样的生产车间。话虽然这么说,但由于数控机床中含有大量的电子元器件,它们最怕阳光直接照射,也怕潮湿和粉尘、振动等,这些均可使电子元器件受到腐蚀变坏或造成元器件间的短路,引起机床运行

不正常。这些情况一般在安装机床时就已经注意了。控制电柜使用密封空调制冷的形式，这是一个有效保护数控系统并已大量采用的方法。对于使用者而言，主要是注意周围环境的保护，比如说下雨天，就要注意不要将雨伞带到生产现场，更换鞋子等。

4. 尽可能提高机床的开动率

数控机床购进后，如果它的开动率不高，这不但使用户投入的资金不能起到再生产的作用，还有一个令人担忧的问题是很可能因过保修期，设备发生故障需支付额外的维修费用。因为新购进的设备都有一定时间的保修期限，从以往的经验来看，CNC 数控机床在使用初期故障率相对来说往往大一些，用户就应在这期间充分利用机床，使其薄弱环节尽早暴露出来，在保修期内得以解决。平常缺少生产任务时，也不能空闲不用，这不是对设备的爱护，反而由于长期不用，可能会由于受潮等原因加快电子元器件的变质或损坏，并出现机械部件的锈蚀问题。使用者要定期通电，每次空运行 1h 左右，利用机床运行时的发热量来去除或降低机内的湿度。正所谓生命在于运动，机器也是适用这一道理的。

第2章 三菱 M64 数控系统的基本操作



1. 教你看懂屏幕画面内容
2. 点动连续进给的操作
3. 手轮进给的操作
4. 超程报警
5. MDI 运行的操作
6. 报警信息的查看