

国家职业技能鉴定培训教材

技·能·型·人·才·培·训·用·书

韩鸿鸾 主编

数控机床装调维修工

（技师 / 高级技师）

SHUKONG JICHUANG
ZHUANGTIAO WEIXIUGONG

国家职业技能鉴定培训教材

技·能·型·人·才·培·训·用·书

韩鸿鸾 主编

数控机床装调维修工

(技师 / 高级技师)



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

数控机床装调维修工(技师/高级技师)/韩鸿鸾主编.
北京:化学工业出版社,2011.1
国家职业技能鉴定培训教材
ISBN 978-7-122-09233-5

I. 数… II. 韩… III. ①数控机床-安装-职业技能
鉴定-教材②数控机床-调试-职业技能鉴定-教材③数控
机床-维修-职业技能鉴定-教材. IV. TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第143698号

责任编辑:王 烨
责任校对:宋 夏

装帧设计:关 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:三河市延风印装厂
850mm×1168mm 1/32 印张17¼ 字数466千字
2011年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址:<http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:39.00元

版权所有 违者必究

前 言

伴随着数控产业在中国的发展，涌现了大量的数控机床装调维修人员，由此一个全新的职业——数控机床装调维修工应运而生。

数控机床装调维修工是运用机电一体化的相关知识完成对数控机床的装配、调整、维修等工作。要成为一名称职的数控机床装调维修工，首先要掌握机械和电气方面的基本知识；其次，要具有丰富的生产工艺实践经验；第三，要掌握一定的数控系统知识，并能为客户进行产品工艺设计。

《数控机床装调维修工（技师/高级技师）》是根据《国家职业标准 数控机床装调维修工》对技师、高级技师在维修方面的知识要求和技能要求，按照岗位培训需要的原则编写的。本书内容先进，体现以职业能力为本位，以应用为核心，以“必需、够用”为度的原则。本书在编写过程中没有按照传统的编排方法（机械故障、电气故障的诊断与维修等）进行编排，这是因为一个故障的出现有可能是机床故障引起的，也有可能是电气故障引起的，还有可能是参数、数控系统等故障引起的。因此，本书是按故障发生的部位（进给传动、主传动等）编排的。

本书主要介绍了数控机床维修基础、数控机床主传动系统、数控机床进给传动系统、自动换刀装置、数控机床辅助装置、数控机床精度检测、数控机床改造、生产管理的有关知识等。本书在每章的最后还有一定的思考与练习，以便于企业培训、考核、鉴定和读者自测自查。为了方便读者对国外系统、进口设备进行维修，本书在附录中还给出了数控机床英文报警信息。

本书为数控机床装调维修工（技师/高级技师）考评教材，故在本书的最后还给出了试题库。在实际应用时，当地可以根据实际情况全用或选用本书的部分内容。

本书由韩鸿鸾主编，刘辉峰、李峰、孙明旗、柳伯超副主编，

参加本书编写的还有陶建海、丛志鹏、董海平、宋玉刚、袁雪芬、马述秀、商景凤等。全书由韩鸿鸾统稿。

本书在编写过程中得到了烟台工程职业技术学院、烟台职业学院、东营职业学院、常州技师学院、威海精密机床附件厂、威海联桥仲精机械有限公司、华东数控有限公司的大力支持，朱晓华、祝强、李秀英、宋吉红、王凤娇、林清霞、邢晓卉、原宗飞、李书伟、宋修祥在本书编写中也给以很多帮助，在此一并深表谢意。

由于时间仓促，编者水平有限，书中不足之处恳请广大读者批评指正。

编者于山东威海

2010年10月

目 录

第一章 数控机床维修基础	1
第一节 数控机床故障维修的基础知识	1
一、可靠性	1
二、数控机床的维修管理	2
第二节 数控机床用 PLC 的编辑	7
一、PMC 的编辑功能	7
二、SIEMENS 数控系统用 PLC 的编辑	35
思考与练习	39
第二章 数控机床主传动系统	40
第一节 FANUC 交流主轴驱动	40
一、主轴控制	40
二、主轴连接	47
三、主轴信息画面	58
四、主轴设定调整	64
五、主轴监控	67
六、主轴常见故障的排除	69
第二节 SIEMENS 交流主轴驱动	72
一、650 系列主轴驱动	72
二、611A 系列主轴驱动	91
第三节 主轴准停装置	98
一、概述	98
二、主轴准停装置的分类	99
三、主轴定位的实现	108
四、主轴准停装置维护	112
五、主轴准停装置检修	112
第四节 重力轴控制	115
一、调整步骤	115

二、控制电路	121
三、检测与验收	122
思考与练习	124
第三章 数控机床进给传动系统	125
第一节 FANUC 交流进给驱动	125
一、数字伺服参数的初始设定	125
二、FSSB 数据的显示和设定画面	130
三、伺服调整画面	137
四、 α i 伺服信息画面	138
五、伺服驱动的连接与控制	140
六、FANUC 交流进给伺服系统的故障与排除	162
第二节 SIEMENS 交流进给驱动	178
一、有关参数的设定与调整	178
二、进给驱动器的总体结构与连接	196
三、SIEMENS 交流进给驱动系统的故障诊断与维修	241
第三节 数控机床回参考点	248
一、数控机床回参考点的原理	248
二、FANUC 系统数控机床回参考点的故障诊断与维修	249
三、SIEMENS 系统数控机床回参考点的故障诊断与维修	259
思考与练习	265
第四章 自动换刀装置	266
第一节 刀架换刀	266
一、刀架的机械结构	266
二、机内对刀仪	273
三、刀架的连接	275
四、刀架换刀过程的控制	281
五、刀架的维护	284
六、刀架的检修	285
第二节 刀库换刀	288
一、刀库的使用	288
二、刀库的连接	295

三、刀库的控制	295
思考与练习	315
第五章 数控机床辅助装置	316
第一节 数控机床的冷却与润滑系统的控制	316
一、FANUC 系统润滑系统	316
二、SIEMENS 系统数控机床中冷却与润滑系统	320
第二节 数控铣床用辅助装置	327
一、数控铣床用工作台的机械结构与特点	327
二、柔性制造单元 (FMC) 的工件交换装置	341
三、具有托板交换工作站的加工系统	342
四、分度头	344
五、万能铣头	347
六、数控铣床用辅助装置的连接	353
七、数控机床的参数设置	353
八、数控铣床辅助装置的维护与维修	356
第三节 数控车床用辅助装置	363
一、数控车床用辅助装置的机械结构	363
二、数控车床用辅助装置的连接	366
三、数控车床用辅助装置的控制	366
四、参数设置	370
五、数控车床用辅助装置的维护	371
六、数控车床用辅助装置的维修	373
思考与练习	377
第六章 数控机床精度检测	378
第一节 球杆仪的应用	378
一、选择测试平面	378
二、程序编制	379
三、检测结果	380
四、检测报告	384
第二节 数控机床精度检测	385
一、数控机床定位精度	385

二、数控机床加工精度（切削精度）	388
三、机床空运转试验	395
四、机床连续空运转试验	398
五、机床负荷试验	399
六、最小设定单位试验	399
七、原点返回试验	402
思考与练习	403
第七章 数控机床改造	404
第一节 数控车床的改造	404
一、改造的一般步骤	404
二、总体方案设计	405
三、机械结构改造	406
四、电气控制系统的改造	414
五、数控系统的安装	422
六、安装调整中应注意的问题	430
第二节 数控铣床的改造	431
一、机械系统的改造	431
二、电气控制系统的改造	434
三、数控系统的安装	440
思考与练习	448
第八章 生产管理的有关知识介绍	449
第一节 全面质量管理	449
一、质量的定义	449
二、质量管理（Quality Management）	449
三、全面质量管理	450
第二节 9000 系列标准简介	452
一、ISO 9000 系列标准简介	452
二、ISO 9000 系列标准的结构和内容	453
三、质量管理体系的认证作用	454
四、质量管理体系的认证程序	455
第三节 质量波动与控制	456

一、质量波动	456
二、质量控制	457
思考与练习	458
理论试题	459
参考答案	506
技能试题	509
附录	516
附录一 FANUC 0i/16/18/21 系统报警一览表	516
附录二 数控机床装调维修工技师（高级技师）论文写作与 答辩要点	529
附录三 数控机床装调维修工技师（高级技师）论文撰写 实例	532
参考文献	536

第一章 数控机床维修基础

第一节 数控机床故障维修的基础知识

一、可靠性

1. 可靠性的定义

可靠性是体现产品耐用和可靠程度的一种性能。它是在设计时赋予产品的。

可靠性的定义是：产品在规定的条件下和规定的时间内，完成规定功能的能力。

“规定的条件”是指设计时考虑的环境条件（如温度、压力、湿度、振动、大气腐蚀等）、负荷条件（载荷、电压、电流等）、工作方式（连续工作或断续工作）、运输条件、存储条件及使用维护条件等。数控机床处于不同条件下，其可靠性是不同的。数控机床对上述各种条件的适应性越强，则其可靠性越好。

可靠性还是一项时间性质量标准。人们都希望数控机床能够长时间地保持规定的功能，但是随着时间的推移，数控机床的可靠性将越来越低，数控机床只能在某一时限范围内是可靠的，不可能永远可靠。数控机床在设计时应规定其时间性指标。

数控机床的可靠性与“规定的功能”有着极密切的联系。“规定的功能”是指数控机床的性能指标，这里所说的“规定功能的完成”是指若干功能的全体，而不是其中一部分。

数控机床的可靠性又分为固有可靠性、使用可靠性和环境可靠性三个方面。固有可靠性是指数控机床在设计、制造之后所具有的可靠性。使用可靠性是数控机床在使用和维修过程中表现出来的可靠性。环境可靠性是数控机床在周围环境的影响下所具有的可靠

性。固有可靠性是数控机床所能达到的可靠性的最高水平。由于各种因素的影响，数控机床的使用可靠性与其固有可靠性之间会有很大的差距。

2. 衡量可靠性的几个指标

(1) 平均无故障工作时间 (MEAN TIME BETWEEN FAILUR, 简称 MTBF) 可修复产品在两次故障之间能正常工作的时间的平均值, 也就是产品在寿命范围内总工作时间与总故障次数的比, 越长越好。

$$MTBF = \frac{\text{总工作时间}}{\text{总故障次数}}$$

(2) 平均修复时间 (MEAN TIME TO RESTORE, 简称 MTTR) 数控机床在寿命范围内, 每次从出现故障开始维修, 直至能正常工作所用的平均时间, 越短越好。

$$MTTR = \frac{\text{累计修复时间}}{\text{修复次数}}$$

(3) 有效度 A 指一台可维修的数控机床在某一段时间内, 维持其性能的概率, A 小于 1, 越接近 1 越好。

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

二、数控机床的维修管理

修理是指为保证在用数控机床正常、安全地运行, 以相同的新的零部件取代旧的零部件或对旧的零部件进行加工、修配的操作, 这些操作不应改变数控机床的特性。

1. 数控机床的修理种类

数控机床中的各种零件, 到达磨损极限的经历各不相同, 无论从技术角度还是从经济角度考虑, 都不能只规定一种修理即更换全部磨损零件。但也不能规定过多, 影响数控机床有效使用时间, 通常将修理划分为三种, 即大修、中修、小修。

(1) 大修 数控机床大修主要是根据数控机床的基准零件已到磨损极限, 电子器件的性能亦已严重下降, 而且大多数易损零件也

已用到规定时间，数控机床的性能已全面下降而确定。大修时需将数控机床全部解体，一般需将数控机床拆离基础，在专用场所进行。大修包括修理基准件，修复或更换所有磨损或已到期的零件，校正坐标，恢复精度及各项技术性能，重新油漆。此外，结合大修可进行必要的改装。

(2) 中修 中修与大修不同，不涉及基准零件的修理，主要修复或更换已磨损或已到期的零件，校正坐标，恢复精度及各项技术性能，只需局部解体，并且仍然在现场就地进行。

(3) 小修 小修的主要内容在于更换易损零件，排除故障，调整精度，可能发生局部不太复杂的拆卸工作，在现场就地进行，以保证数控机床正常运转。上述三种修理的工作范围、内容及工作量各不相同，在组织数控机床修理工作时应予以明确区分。尤其是大修与中、小修，其工作目的与经济性质是完全不同的。中、小修的主要目的在于维持数控机床的现有性能，保持正常运转状态。通过中、小修之后，数控机床原有价值不发生增减变化，属于简单再生产性质。而大修的目的在于恢复原有一切性能。在更换重要部件时，并不都是等价更新，还可能有部分技术改造性质的工作，从而引起数控机床原有价值发生变化，属于扩大再生产性质。因此，大修与小修的款项来源应是不同的。

由上所述可知，在组织数控机床修理时，应将日常保养、检查、大修、中修、小修加以明确区分。

2. 数控机床修理的组织方法

数控机床修理的组织方法对于提高工作效率，保证修理质量，降低修理成本，有着重要的影响，常见的修理方法有以下几种。

(1) 换件修理法 即将需要修理的部件拆下来，换上事先准备好的储备部件，此法可降低修理停工时间，保证修理质量，但需要较多的周转部件，需占有较多的流动资金，适于大量同类型数控机床修理的情况。

(2) 分部修理法 即将数控机床的各个独立部分一次同时修

理，分为若干次，每次修其中某一部分，依次进行。此法可利用节假日修理，减少停工损失，适用于大型复杂的数控机床。

(3) 同步修理法 即将相互紧密联系的数台数控机床，一次同时修理，适于流水生产线及柔性制造系统（FMS）等。

3. 数控机床的修理制度

根据数控机床磨损的规律，“预防为主、养修结合”是数控机床检修工作的正确方针。但是，在实际工作中，由于修理期间除了发生各种维修费用以外，还引起一定的停工损失，尤其在生产繁忙的情况下，往往由于吝惜有限的停工损失而宁愿让数控机床带病工作，不到万不得已时决不进行修理，这是极其有害的做法。由于对磨损规律的了解不同，对预防为主的方针的认识不同，因而在实践中产生了不同的数控机床修理制度，主要有以下几种。

(1) 随坏随修 即坏了再修，也称事后修，事实上是等出了事故后再安排修理，还常常已经造成更大的损坏，有时已到无法修复的程度，即使可以修复将有更多的耗费，需要更长的时间，造成更大的损失，应当避免随坏随修的现象。

(2) 计划预修 这是一种有计划的、预防性修理制度，其特点是根据磨损规律，对数控机床进行有计划的维护、检查与修理，预防急剧磨损的出现，是一种正确的修理制度。根据执行的严格程度不同，又可分为三种：第一种是强制修理，即对数控机床的修理日期、修理类别制定合理的计划，到期严格执行计划规定的内容；第二种是定期修理，预定修理计划以后，结合实际检查结果，调整原定计划确定具体修理日期；第三种是检查后修理，即按检查计划，根据检查结果制定修理内容和日期。

(3) 分类维修 其特点是将数控机床分为 A、B、C 三类。A 为重点数控机床，B 为非重点数控机床，C 为一般数控机床，对 A、B 两类采用计划预修，而对 C 类采取随坏随修的办法。

选取何种修理制度，应根据生产特点、数控机床重要程度，经济得失的权衡，综合分析后确定。但应坚持预防为主的原则，减少

随坏随修的现象，也要防止过分修理带来的不必要的损失（过分修理：即对可以工作到下一次修理的零件予以强制更换，不必修却予以提前换修，称为过分修理）。

4. 计划预防修理制度

计划预防修理制度，简称计划预修制。实行计划预修制的主要特点是修理工作的计划性与预防性。在日常保养的基础上将检查与修理结合起来，根据磨损规律制定数控机床的修理周期结构，以周期结构为依据编制修理计划，在修理周期结构中了解各种修理的次数与间隔时间。每一次修理都为下一次修理提供数控机床情况并且应保证数控机床正常使用到下一次修理，同时结合保养和检查工作，起到预防的作用，因此计划预修制，是贯彻预防为主较好的的一种修理制度。

（1）修理周期与周期结构 修理周期，是指相邻两次大修之间的时间间隔。对一台机床的修理周期是根据重要零件的平均使用寿命来确定的，不同类型的数控机床，不同的工作班次、不同工作条件，周期也就不同，原则上应根据试验研究及实践经验得出的经验公式计算确定。一般规定，数控机床的修理周期为3~8年，个别为9~12年。

修理周期结构就是在一个修理周期内，所包括的各种修理的次数及排列的次序，是编制数控机床修理计划的主要依据。两次修理之间的间隔时间称为修理间隔期，这是修理计划中确定修理日期的根据，不同数控机床，不同的工作班次，以及生产类型、负荷程度、工作条件、日常维护状况等不同，数控机床的修理周期与周期结构也不同，应根据实际情况确定。

（2）修理复杂系数 数控机床的修理复杂系数，是用来表示不同数控机床的修理复杂程度的换算系数，作为计算修理工作量、消耗定额、费用以及各项技术经济指标的基本单位，用R表示。各种机床的复杂系数，是在机床分类的基础上，对每类设备选定一种代表设备，制订出代表设备的复杂系数，然后将其他设备与代表设备进行比较加以确定。

代表设备的复杂系数是根据其结构复杂情况、工艺复杂情况以及修理劳动量大小等方面，综合分析选定的。如规定数控机床：以 XK8140（FUNNC 0MA）数控铣床为代表产品，将它的复杂系数定为 33，记为 33R。电气设备：以 1kW 笼型感应电动机为代表产品，其复杂系数定为 1，即 1R。其他各项设备的复杂系数，见有关行业规定。

（3）数控机床修理计划的内容 数控机床修理计划包括如下内容。

① 确定计划期内的数控机床修理的类别、日期与停机时间，计划修理工作量及材料、配件消耗的品名及数量，编制费用预算等。

② 根据数控机床修理的类别，周期结构与下一次修理的种类，确定本次应为何种修理。

③ 由上一次修理时间确定本次修理的日期，根据数控机床修理复杂系数的劳动量定额、材料消耗定额及费用定额，计算出各项计划指标。

④ 将计划年度需要的各种数控机床的劳动量相加，即为全年修理总工作量。

⑤ 将总工作量除以全年工作日数与每人每天工作小时数，考虑出勤率的影响以后，即可求得完成计划任务所需工人数。

5. 对维修人员的素质要求

（1）专业知识面广 应用具有计算机原理、电子技术、电工原理、自动控制与电力拖动、检测技术、机械传动及机械加工方面的知识；掌握数字控制、伺服驱动及 PLC 的工作原理；掌握检测系统的工作原理；能编写简单的数控加工程序；能运用各种方法编写 PLC 的程序。

（2）具有专业外语的阅读能力 能读懂数控系统的操作面板、CRT 显示的外文信息；能读懂外文的随机手册；能读懂外文的技术资料；能熟练的运用外文的报警提示。

（3）有较强的动手能力和实验能力 对数控系统进行操作；

能查看报警信息；能检查、修改参数；能调用自诊断功能，进行 PLC 接口检查；会使用维修工具、仪器、仪表；会操作数控机床。

第二节 数控机床用 PLC 的编辑

一、PMC 的编辑功能

FANUC 公司将其主要用于机床控制的可编程逻辑控制器 (PLC) 称为可编程机床逻辑控制器 (Programmable Machine Controller)，简称 PMC。可采用如下几种方式对其进行编辑。

1. 梯形图编辑功能 (PMC-SB7)

(1) 梯形图的设置 梯形图编辑设置画面见图 1-1，包括表 1-1 所示设置项。

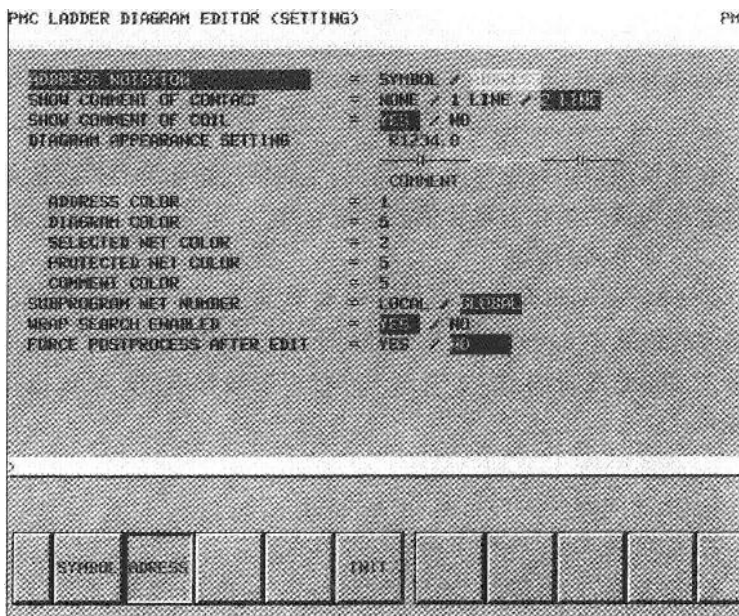


图 1-1 梯形图编辑设定画面