



技能型人才培养用书
国家职业资格培训教材

数控机床维修工 (高级、技师)

国家职业资格培训教材编审委员会 编
夏燕兰 主编



依据 **劳动和社会保障部**

制定的《国家职业标准》要求编写



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

技能型人才培养用书
国家职业资格培训教材

数控机床维修工 (高级、技师)

国家职业资格培训教材编审委员会 编
夏燕兰 主编



机械工业出版社

本书是依据《国家职业标准 数控机床装调维修工》对高级工、技师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。本书的主要内容包括:数控机床的安装、调试与检验,数控机床机械故障的处理,数控系统的故障诊断与维修,数控机床 PLC 的应用与故障诊断,主轴驱动系统的故障诊断与维修,进给伺服系统的故障诊断与维修。书末附有与之配套的试题库和答案,以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。

本书主要用作企业培训部门、职业技能鉴定培训机构培训教材,可作为高等职业技术学院数控技术类、机械制造、机电一体化及其他相关专业的教材,也可作为高等工科院校相关专业的教材,还可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床维修工(高级、技师)/夏燕兰主编. —北京:机械工业出版社, 2009.7

国家职业资格培训教材

ISBN 978-7-111-27460-5

I. 数… II. 夏… III. 数控机床—维修—技术培训—教材
IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 105620 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:荆宏智 王英杰 责任编辑:王华庆

版式设计:霍永明 责任校对:闫玥红

封面设计:饶薇 责任印制:洪汉军

三河市宏达印刷有限公司印刷

2009 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

148mm×210mm·9.625 印张·272 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-27460-5

定价:24.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379083

封面无防伪标均为盗版

国家职业资格培训教材

编审委员会

主 任	于 珍		
副 主 任	郝广发	李 奇	洪子英
委 员	(按姓氏笔画排序)		
	王 蕾	王兆晶	王英杰 王昌庚
	田力飞	刘云龙	刘书芳 刘亚琴 (常务)
	朱 华	沈卫平	汤化胜 李春明
	李家柱	李晓明	李超群 (常务)
	李培根	李援瑛	吴茂林 何月秋 (常务)
	张安宁	张吉国	张凯良 陈业彪
	周新模	郑 骏	杨仁江 杨君伟
	杨柳青	卓 炜	周立雪 周庆轩
	施 斌	荆宏智 (常务)	柳吉荣
	徐 彤	(常务)	黄志良 潘 茵
	潘宝权	戴 勇	
顾 问	吴关昌		
策 划	李超群	荆宏智	何月秋
本 书 主 编	夏燕兰		
本 书 副 主 编	滕宏春	甄久军	
本 书 参 编	张婉青	夏建成	金 川
本 书 主 审	毕承恩		

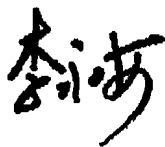
序 一

当前和今后一个时期，是我国全面建设小康社会、开创中国特色社会主义事业新局面的重要战略机遇期。建设小康社会需要科技创新，离不开技能人才。“全国人才工作会议”、“全国职教工作会议”都强调要把“提高技术工人素质、培养高技能人才”作为重要任务来抓。当今世界，谁掌握了先进的科学技术并拥有大量技术娴熟、手艺高超的技能人才，谁就能生产出高质量的产品，创出自己的名牌；谁就能在激烈的市场竞争中立于不败之地。我国有近一亿技术工人，他们是社会物质财富的直接创造者。技术工人的劳动，是科技成果转化成为生产力的关键环节，是经济发展的重要基础。

科学技术是财富，操作技能也是财富，而且是重要的财富。中华全国总工会始终把提高劳动者素质，作为一项重要任务，在职工中开展的“当好主力军，建功‘十一五’，和谐奔小康”竞赛中，全国各级工会特别是各级工会职工技协组织注重加强职工技能开发，实施群众性经济技术创新工程，坚持从行业和企业实际出发，广泛开展岗位练兵、技术比赛、技术革新、技术协作等活动，不断提高职工的技术技能和操作水平，涌现出一大批掌握高超技能的能工巧匠。他们以自己的勤劳和智慧，在推动企业技术进步，促进产品更新换代和升级中发挥了积极的作用。

欣闻机械工业出版社配合新的《国家职业标准》，为技术工人编写了这套涵盖41个职业的172种“国家职业资格培训教材”。这套教材由全国各地技能培训和考评专家编写，具有权威性和代表性；将理论与技能有机结合，并紧紧围绕《国家职业标准》的知识点和技能鉴定点编写，实用性、针对性强；既有必备的理论和技能知识，又有考核鉴定的理论和技能题库及答案，编排科学、便于培训和检测。

这套教材的出版非常及时，为培养技能型人才做了一件大好事，我相信这套教材一定会为我们培养更多更好的高技能人才做出贡献！



（李永安 中国职工技术协会常务副会长）

序 二

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，落实国家人才发展战略目标，促进农村劳动力转移培训，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了这套与劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》配套的“国家职业资格培训教材”。

进入 21 世纪，我国制造业在世界上所占的比重越来越大，随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，制造业的主力军——技能人才，尤其是高级技能人才的严重缺乏已成为制约我国制造业快速发展的瓶颈，高级蓝领出现断层的消息屡屡见诸报端。据统计，我国技术工人中高级以上技工只占 3.5%，与发达国家 40% 的比例相去甚远。为此，国务院先后召开了“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”，提出了“三年 50 万新技师的培养计划”，强调各地、各行业、各企业、各职业院校等要大力开展职业技术培训，以培训促就业，全面提高技术工人的素质。那么，开展职业培训的重要基础是什么呢？

众所周知，“教材是人们终身教育和职业生涯的重要学习工具”。顾名思义，作为职业培训的重要基础，职业培训教材当之无愧！编写出版优秀的职业培训教材，就等于为技能培训提供了一把开启就业之门的金钥匙，搭建了一座高技能人才培养的阶梯。

加快发展我国制造业，作为制造业龙头的机械行业责无旁贷。技术工人密集的机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训工工作，尤其是技术工人培训教材的基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的教材建设经验。作为机械行业的专业出版社，机械工业出版社在“七五”、“八五”、“九五”期间，先后组织编写出版了“机械工人技术理论培训教材”149 种，“机械工人操作技能培训教材”85 种，“机械工人职业技能培训教材”66 种，“机械工业技

师考评培训教材”22种,以及配套的习题集、试题库和各种辅导性教材约800种,基本满足了机械行业技术工人培训的需要。这些教材以其针对性、实用性强,覆盖面广,层次齐备,成龙配套等特点,受到全国各级培训、鉴定和考工部门和技术工人的欢迎。

2000年以来,我国相继颁布了《中华人民共和国职业分类大典》和新的《国家职业标准》,其中对我国职业技术工人的工种、等级、职业的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平等根据实际需要进行了重新界定,将国家职业资格分为5个等级:初级(5级)、中级(4级)、高级(3级)、技师(2级)、高级技师(1级)。为与新的《国家职业标准》配套,更好地满足当前各级职业培训和技术工人考工取证的需要,我们精心策划编写了这套“国家职业资格培训教材”。

这套教材是依据劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》编写的,为满足各级培训考工部门和广大读者的需要,这次共编写了41个职业172种教材。在职业选择上,除机电行业通用职业外,还选择了建筑、汽车、家电等其他相近行业的热门职业。每个职业按《国家职业标准》规定的工作内容和技能要求编写初级、中级、高级、技师(含高级技师)四本教材,各等级合理衔接、步步提升,为高技能人才培养搭建了科学的阶梯型培训架构。为满足实际培训的需要,对多工种共同需求的基础知识我们还分别编写了《机械制图》、《机械基础》、《电工常识》、《电工基础》、《建筑装饰识图》等近20种公共基础教材。

在编写原则上,依据《国家职业标准》又不拘泥于《国家职业标准》是我们这套教材的创新。为满足沿海制造业发达地区对技能人才细分市场的需要,我们对模具、制冷、电梯等社会需求量大又已单独培训和考核的职业,从相应的职业标准中剥离出来单独编写了针对性较强的培训教材。

为满足培训、鉴定、考工和读者自学的需要,在编写时我们考虑了教材的配套性。教材的章首有培训要点、章末配复习思考题,书末有与之配套的试题库和答案,以及便于自检自测的理论和技能模拟试卷,同时还根据需求为20多种教材配制了VCD光盘。

增加教材的可读性、提升教材的品质是我们策划这套教材的又一亮点。为便于培训、鉴定、考工部门在有限的时间内把最需要的知识和技能传授给学员，同时也便于学员抓住重点，提高学习效率，对需要掌握的重点、难点、考点和知识鉴定点加有旁白提示并采用双色印刷。

为扩大教材的覆盖面和体现教材的权威性，我们组织了上海、江苏、广东、广西、北京、山东、吉林、河北、四川、内蒙古等地相关行业从事技能培训和考工的 200 多名专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师参加编写。

这套教材在编写过程中力求突出“新”字，做到“知识新、工艺新、技术新、设备新、标准新”；增强实用性，重在教会读者掌握必需的专业知识和技能，是企业培训部门、各级职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的理想教材，也可作为技工学校、职业高中、各种短训班的专业课教材。

在这套教材的调研、策划、编写过程中，曾经得到广东省职业技能鉴定中心、上海市职业技能鉴定中心、江苏省机械工业联合会、中国第一汽车集团公司以及北京、上海、广东、广西、江苏、山东、河北、内蒙古等地许多企业和技工学校的有关领导、专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师的大力支持和帮助，在此谨向为本套教材的策划、编写和出版付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢！

教材中难免存在不足之处，诚恳希望从事职业教育的专家和广大读者不吝赐教，提出批评指正。我们真诚希望与您携手，共同打造职业培训教材的精品。

国家职业资格培训教材编审委员会

前 言

随着社会的进步和科技的发展，机械加工工业大量采用数控机床取代传统的普通机床进行机械加工，使企业生产向智能化、集成化、网络化方向发展，这已经成为企业技术进步和技术改造的一种重要趋势。目前，不仅需要大批的数控机床操作工，而且数控机床维修工供不应求，因此，对数控机床维修的工人进行岗位培训，提高他们的技术素质和管理水平，是当前数控技术领域一项十分迫切的任务。

本书是依据《国家职业标准 数控机床装调维修工》对高级工、技师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。本书主要以 FANUC 数控系统为主介绍了数控机床的安装、调试与检验，数控机床机械故障的处理，数控系统的故障诊断与维修，数控机床 PLC 的应用与故障诊断，主轴驱动系统的故障诊断与维修，进给伺服系统的故障诊断与维修等内容。

本书在内容选取上，力求反映当前数控机床维修技术发展的方向。以“重实践，重技能，以能力为本位”为宗旨，以提高实际动手能力为目的，提供了许多典型实际应用型例子，重点强调数控机床维修技术应用的能力培养。本书精练实用，通俗易懂，通用性强，便于理解。书末附有与之配套的试题库和答案，以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。

本书由南京工业职业技术学院夏燕兰主编，并编写了第三章的第三节、第四章，滕宏春教授、甄久军任副主编，滕宏春编写了第二章，甄久军编写了第一章，张婉青编写了第三章的第一、二、四、五、六、七节，夏建成编写了第五章，金川编写了第六章。由国家数控专家毕承恩教授担任主审，在此表示衷心感谢。

本书主要用作企业培训部门、职业技能鉴定培训机构的培训教材，可作为高等职业技术学院数控技术类、机械制造、机电一体化

及其他相关专业的教材，也可作为高等工科院校相关专业的教材，还可供有关工程技术人员参考。

限于编者的水平，书中难免有错漏之处，恳请读者提出批评意见。

编 者

目 录

M U L U

序一

序二

前言

第一章 数控机床的安装、调试与检验	1
第一节 数控机床的安装、调试	1
一、对安装环境的要求	1
二、整机装配、调试、检验所用的工具	2
三、数控机床的安装步骤	6
四、机床导轨调平的方法	9
五、数控机床几何精度的调整	10
六、数控机床的机电联调	11
第二节 数控机床就位	13
一、数控机床就位概述	13
二、数控机床就位注意事项	13
第三节 数控机床的检验、验收	14
一、数控机床检验的目的	14
二、数控机床检验、验收的要求	15
三、数控机床检验的方法	17
第四节 数控机床的维护	28
一、预防性维护	28
二、日常保养	30
复习思考题	37
第二章 数控机床机械故障的处理	38
第一节 机械零件的测绘方法	38

第二节 工艺装配的注意事项	45
第三节 机械故障的形式	51
第四节 传动系统的故障处理	52
一、主传动系统的常见机械故障与排除方法	52
二、滚珠丝杠副的常见故障及排除方法	53
三、导轨副的常见故障及排除方法	54
第五节 液压系统的故障处理	55
一、液压元件常见故障的原因与排除方法	55
二、液压系统常见故障的原因与排除方法	57
三、典型液压回路分析	57
第六节 气压系统的故障处理	58
第七节 机械故障的诊断实例	60
复习思考题	62
 第三章 数控系统的故障诊断与维修	 64
第一节 数控系统的组成	64
一、数控系统组成简介	64
二、系统构成画面	66
第二节 FANUC 系统维修用屏幕界面	67
一、电源接通时的界面	67
二、报警功能界面	67
三、自诊断界面	70
四、CNC 状态显示界面	71
第三节 数控系统的参数设置	74
一、常用的参数	74
二、参数设置实例分析	75
第四节 FANUC 系统数据输入/输出	86
一、输入/输出所需参数的设定方法	86
二、输入/输出数据	89
三、在 ALL IO 界面输入/输出数据	92
第五节 数控系统硬件更换的方法	97

一、更换单元模块的注意事项	97
二、更换电路板、模块的方法	98
三、更换各种单元的熔断器	99
四、电池的更换方法	99
五、更换风扇单元	103
六、液晶显示器的调整	104
第六节 数控系统的抗干扰	105
第七节 数控系统的故障诊断与报警处理	110
复习思考题	115
第四章 数控机床 PLC 的应用与故障诊断	116
第一节 PLC 的组成与工作原理	116
一、PLC 的基本组成	116
二、PLC 的工作原理	119
三、PLC 的等效电路	122
四、PLC 的编程语言	123
五、PLC 与继电器控制系统的比较	125
第二节 数控机床的 PLC	126
一、数控机床 PLC 的形式	126
二、PLC 与外部信息交换	129
三、PLC 的功能	130
第三节 FANUC Oi 系统 PMC 性能简介	131
一、FANUC Oi 系统 PMC 的性能及规格	131
二、FANUC Oi 系统 PMC 器件地址	133
第四节 FANUC 系统 PMC 的主要信号功能	136
一、运行准备信号	136
二、手动操作信号	138
三、建立参考点信号	140
四、自动运行信号	140
五、进给速度控制信号	142
六、辅助功能信号	143

七、主轴串行输出/主轴模拟输出信号	143
八、刀具功能信号	145
九、显示/设定信号	145
第五节 FANUC 系统 PMC 的指令系统	147
一、基本指令	147
二、功能指令	148
三、编程实例	167
第六节 利用 PMC 诊断故障的方法与实例	173
一、PMC 画面及具体操作	173
二、诊断方法	179
三、诊断实例	181
复习思考题	184
第五章 主轴驱动系统的故障诊断与维修	185
第一节 主轴驱动系统的故障形式及诊断方法	186
第二节 模拟量控制的主轴驱动装置与维修	188
一、模拟量控制的主轴驱动装置控制原理	188
二、变频器功能参数的设定及操作	191
三、变频器的报警代码及维修	197
第三节 串行数字控制的主轴驱动装置与维修	200
一、串行交流主轴装置的连接	201
二、串行数字控制的主轴驱动装置参数设定及操作	202
三、串行数字控制的主轴驱动装置报警代码及维修	208
第四节 数控机床主轴的位置和速度检测装置 故障分析	213
一、串行数字控制的主轴速度检测装置故障分析	214
二、串行数字控制的主轴位置检测装置故障分析	215
第五节 主轴驱动系统故障诊断综合实例	216
复习思考题	219
第六章 进给伺服系统的故障诊断与维修	221

第一节 进给伺服驱动装置的控制原理与连接	222
一、数字伺服控制的基本原理	222
二、进给伺服系统的位置控制形式	224
三、进给伺服系统的分类	225
四、进给伺服系统的接口形式与连接	225
第二节 进给伺服参数的设定与调整	228
一、数字伺服的初始化	228
二、数字伺服的参数调整	230
第三节 进给伺服驱动装置的故障分析与处理	236
一、 β i 系列伺服单元的报警分析与处理	236
二、 α i 系列伺服单元的报警分析与处理	239
第四节 进给伺服系统位置检测装置的故障 分析与处理	245
一、位置检测的故障形式	246
二、编码器的报警分析与处理	246
三、绝对编码器的报警分析与处理	248
第五节 进给伺服驱动系统故障诊断综合实例	249
复习思考题	254
试题库	256
知识要求试题	256
一、判断题 试题 (256) 答案 (288)	
二、选择题 试题 (263) 答案 (288)	
技能要求试题	276
一、数控机床精度检验	276
二、数控系统故障的诊断与排除	277
三、PLC 故障的诊断与排除	278
四、模拟量控制的主轴驱动系统故障的诊断与排除	279
五、伺服系统故障的诊断与排除	280
模拟试卷样例	282
参考文献	290

第一章

数控机床的安装、调试与检验



培训学习目标 数控机床的安装、调试与验收能否达到预期效果，直接关系到数控机床投入使用后所能实现的技术性能指标和使用功能水准。其中，机床数控系统的调试比较复杂。

本章主要介绍数控机床的安装、调试、验收、日常保养与维护等方面的基础知识。通过本章内容的学习，了解数控机床安装、调试与验收的主要内容；熟悉数控机床的就位与联调；掌握数控机床的检验与误差分析方法；熟悉数控机床预防性维护与日常维护保养的常识。

第一节 数控机床的安装、调试

一、对安装环境的要求

1. 对安装位置的要求

机床的安装位置应远离振源，避免潮湿和气流的影响，避免阳光直接照射和热辐射的影响。如机床附近有振源，则机床四周应设置防振沟，否则将直接影响机床的加工精度及稳定性，还将使电子元器件接触不良、发生故障，影响数控机床的可靠性。

2. 对温度的要求

数控机床的环境温度应低于 30°C ，相对湿度应不超过 80%。一



般来说，数控电控箱内部应设有排风扇或冷风机，以保持电子元器件特别是中央处理器的工作温度恒定或温度变化小。

过高的温度和湿度将使控制系统元器件寿命降低，导致故障增多，还会使灰尘增多，导致电路板短路。

3. 对机床电源的要求

如将数控机床安装在一般的机加工车间，由于环境温度变化大，使用条件差，而且各种机电设备多，致使电网波动大。因此安装数控机床的场所，需要对电源电压有严格控制。电源电压波动必须在允许范围内，并且保持相对稳定，否则会直接影响数控系统的正常工作。如果车间有机床网络管理系统，还要考虑网络接口。

二、整机装配、调试、检验所用的工具

在数控机床的安装、调试等工作中，需要使用各种工具、量具。这就要对各种类型的工具、量具的性能、使用方法等有所了解。这也是保证设备安装、调整、检测等工作的质量，提高其效率必须掌握好的技能。

机床装配、调试检验可分为机床的就位与组装、数控系统的连接与调试、精度检验等。

1. 机床就位与组装的工具

对机床的起吊和就位，应使用机床厂提供的专用工具，如无专用起吊工具，则采用其他方法按照说明书的规定进行起吊和就位。下面介绍一些常用工具。

(1) 简单起重机械

1) 撬杠和滚筒（见图 1-1）。在设备的短距离搬运过程中，经常是在设备的底座下面放置垫板，在垫板下面放置滚筒，用撬杠来撬动设备向确定的方向和位置运动。撬杠的常用材料为钢棍或木杠。滚筒的常用材料为厚壁钢管。滚筒的作用就是将滑动摩擦变成滚动摩擦。

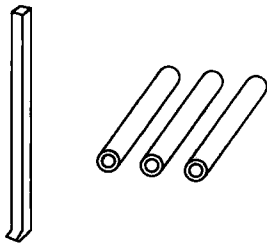


图 1-1 撬杠和滚筒