

数控机床 装调维修入门

高庆云 吴晓苏 郗 刚 著

数控机床 装调维修入门

高庆云 吴晓苏 郦 刚 著

图书在版编目(CIP)数据

数控机床装调维修入门 / 高庆云, 吴晓苏, 酆刚著.
—杭州: 浙江科学技术出版社, 2016.9
ISBN 978-7-5341-7221-2

I. ①数… II. ①高… ②吴… ③酆… III. ①数
控机床—安装 ②数控机床—调试方法 ③数控机床—维
修 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 237135 号

书 名	数控机床装调维修入门
著 者	高庆云 吴晓苏 酆 刚

出 版 发 行	浙江科学技术出版社
	杭州市体育场路 347 号 邮政编码: 310006
	办公室电话: 0571-85176593
	销售部电话: 0571-85171220
	网址: www.zkpress.com

排 版	杭州兴邦电子印务有限公司
印 刷	浙江新华数码印务有限公司
经 销	全国各地新华书店

开 本	710×1000 1/16	印 张	14.75
字 数	249 000		
版 次	2016 年 9 月第 1 版		2016 年 9 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5341-7221-2	定 价	50.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现倒装、缺页等印装质量问题, 本社销售部负责调换)

责任编辑 罗 瑾
责任美编 孙 菁

责任校对 顾旻波
责任印务 崔文红

在产业转型升级的大背景下，数控机床受到了很多制造类企业的青睐，为数控机床的大批量生产提供了充分条件。经过几十年的发展，国内装备制造企业大量涌现，有与国际接轨、技术先进、生产规范、管理成熟的规模型企业，也有生产环境差、技术人员缺乏、管理不规范的作坊式生产工厂，因此流进市场的数控机床质量良莠不齐，有的数控机床可以在生产一线服役数十年之久，而有的数控机床仅使用两三年时间就因故障率攀升、机械精度大幅度下降变成了负累，而不得不进行整体的拆解大修。总体上说，国内制造的数控机床在质量、智能化程度方面都与国际先进水平有一定差距。

从某方面而言，数控机床的普及化程度代表了工业自动化水平。近年来，制造类企业在其生产线上大量投入数控机床，使得硬件水平得到了大幅改善。但是，在生产一线从事数控机床操作编程加工的技术工人，却很少是经过职业培训、懂得数控机床工作机理的专业人员，对机床的不规范操作，疏于维护保养，无异于加速了数控机床使用寿命的早日终结。所以，操作编程加工人员懂得如何对数控机床进行合理的装调维修、维护保养，能够排除小故障、诊断大故障，应是其职业能力发展的要求。此外，正如人吃五谷杂粮，焉有不病之理，数控机床长期工作在生产一线，现场环境差，连续运行时间长，机械零部件、电气元器件的正常老化、磨损，都会使数控机床逐步丧失正常的工作能力，而重新购置一台新机床的成本远高于对旧机床进行大修恢复其精度的成本，所以专门从事数控机床装调维修的技术技能型人才是现实的需求。

工科的教学如果脱离了生产实际便是无本之木、无源之水。正是意识到了这一点，从21世纪初起，国家便大力提倡校企合作，特别是对于职业院校

校的寄托更甚。杭州职业技术学院的校企合作走在了全国前列，一路摸石头过河，确也形成了自己的模式。本书作者就是既在学校从事一线教学工作，又与企业熟悉工程和生产现场的技术人员密切接触的参与工程作业的专业教师。作者将自己参与的数控机床大修工程作业进行了记录、整理，与拥有多年数控机床装调维修经验的现场技术人员一起，积累了数控机床常见故障点的排除与若干机型数控机床的大修案例，撰写了本书。

较为遗憾的是，由于作者的现场经验不足，本书多为陈述、转达别人的技术经验，未能在书中将数控机床维修过程中涉及的原理或复杂的技术问题进行深入阐述，且大修数控机床型号较少，在普适性方面有所欠缺，然而作为数控机床装调维修的入门之用亦足。这样评价本书，首先是为了忠实于本书的读者；其次，是对本书的再版提出建议；最后，也是对作者辛勤劳动的肯定。

中国机械工程学会高级会员
武汉市享受政府专项津贴专家
多项国家级、省部级数控机床科研攻关项目主持人
江汉大学教授

何超毅

2016年4月于江汉大学

自20世纪80年代后期以来,各机械加工企业逐步配置了数控设备,经过近30年的发展,机械加工企业已大量拥有数控机床。对于数控技术专业人才的要求也从初期的数控机床操作编程加工,逐步发展到既具有数控机床操作编程加工技能,又具有数控机床的装配调试、故障诊断和维修以及维护与保养的技能。

杭州职业技术学院自2008年起便与台湾友嘉实业集团(数控机床生产制造商)共建校企共同体(友嘉机电学院),培养“数控装调维修”技术技能型人才,构建了基于岗位实际需要的项目化课程体系,明晰专业定位、教什么、怎么教。本书作者历经数控机床制造企业、维修中心、装调维修研究所的多年实践,对技术文献资料、笔记及总结材料进行了整理,完成本专著。

第1章,对数控机床装调维修(精度恢复、故障排除)常用工(量)具的结构、作用、使用方法、维护保养事项等进行了详细说明,数控机床装调维修岗位技术人员应该学会使用这些常见工(量)具。由于篇幅有限,只做了例选,并未将所有工(量)具囊括在内。

第2章,对数控机床维修中心多年积累、调整后的装配调试管理流程进行了梳理、整合,以图示形式呈现给读者。把数控机床的装配调试作业分为机械和电气两部分,详细介绍了机械装调(精度恢复)若干典型工序的作业内容及注意事项,具有通用性;电气装调则以典型的FANUC系统(便于读者学习,选取市场份额最大的FANUC数控系统)为例,图文并茂地展示各环节作业内容及其注意事项,具有普适性,便于读者触类旁通,也可以作为其他系统装配调试之借鉴。

第3章,详述了友嘉实业集团自主研发生产的FVP系列精密立式加工中

心和FTC系列数控车床常见故障的诊断与排除案例，包括报警显示故障、无报警显示故障、操作警示、机械故障等，是现场维修技术人员的经验积累与总结。

第4章，汇编了日本安田生产的YBM-80N卧式加工中心、台湾精机生产的Vcenter-70立式加工中心、台湾友嘉生产的FVP-800(A)立式加工中心和FTC-30数控车床大修案例，展示每台机床大修时的流程与不同细节。

第5章，对数控机床的维护保养事项进行了细致描述，数控机床操作人员必须提升这些技术技能，从而减少数控机床故障率，延长使用年限。其中，前两节对于已经具备数控机床维修技术基础的人员可以略过。

本书可作为数控机床维修人员的入职培训教材，也可作为已经掌握数控机床原理，懂得操作编程的加工人员学习数控机床装调维修之用。各章节可以不按顺序阅读。在本书的撰写过程中得到友嘉实业集团杭州友佳精密机械有限公司维修中心一线技术人员的帮助，他们的热心支持与真诚合作促成了本书的完成，特别是徐红军经理和徐进工程师，更是利用工作之外的时间提供了多年来维修机床的经验与案例，在此表示真诚的感谢！

本书得到浙江省高等教育教学改革研究项目“基于岗位需求的数控专业学生能力培养”和“基于校企共同体的数控机床维修与升级改造课程改革与实践”、浙江省示范性实训基地“数控加工与维修实训基地”、杭州市重点实训基地“数控机床操作与维护实训基地”的资助。

由于作者水平有限，书中难免有误，请广大读者批评指正。

著者

2016年4月于杭州

第1章 装调维修常用工（量）具 / 1

- 第1节 针盘指示器 / 1
- 第2节 缸径规 / 2
- 第3节 杠杆式量表 / 3
- 第4节 中心寻找规 / 5
- 第5节 扭力扳手 / 6
- 第6节 水平仪 / 7
- 第7节 噪音计 / 7
- 第8节 转速计 / 9
- 第9节 红外线测温器 / 9
- 第10节 游标卡尺 / 10
- 第11节 深度千分尺 / 12
- 第12节 外径千分尺 / 14
- 第13节 万能角度尺 / 16

第2章 数控机床装调管理 / 19

- 第1节 装配调试流程 / 19
- 第2节 机械装配调试作业 / 29
- 第3节 电气装配调试作业 / 37

第3章 数控机床故障诊断与排除 / 77

- 第1节 数控机床故障诊断与维修概述 / 77
- 第2节 数控机床故障处理范式 / 85
- 第3节 FVP系列精密立式加工中心故障诊断与排除案例 / 86
- 第4节 FTC系列数控车床故障诊断与排除案例 / 111

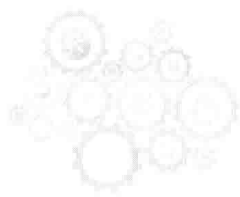
第4章 数控机床大修案例 / 121

- 第1节 YBM-80N卧式加工中心大修 / 121
- 第2节 Vcenter-70立式加工中心大修 / 129
- 第3节 FVP-800(A)立式加工中心大修 / 136
- 第4节 FTC-30数控车床大修 / 168

第5章 数控机床维护保养 / 194

- 第1节 数控车床的构成 / 194
- 第2节 数控加工中心的构成 / 206
- 第3节 数控机床安全使用规定 / 210
- 第4节 数控机床日常检查内容 / 212
- 第5节 数控机床维护保养 / 213

参考文献 / 225



第1章

装调维修常用工(量)具

第1节 针盘指示器

针盘指示器又称为指示量表(下面简称量表),主要用于各点、线、面的比较测量。它是由测定头与工件的接触获得微动,利用齿轮系的放大,再利用指针及指示刻度的再次放大而指示出测量结果的量具。其外形如图1-1所示,由测头(耐磨材料制成)、心轴、心轴套筒、刻度盘、指针、面盘固定钮、内盖等组成。

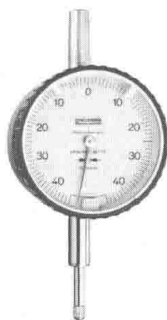


图1-1 针盘指示器外形图

1. 针盘指示器的原理及分类

利用测轴的轴向位移转变为回转运动,再经齿轮系(齿轮组)放大、指针放大、指示盘刻度放大三个放大步骤而将其结果显示出来。

一般的量表,其心轴(即测轴)在弹簧弹力作用下向外伸出,测头与心轴末端以螺纹结合,心轴在量表内部具有齿条,与小齿轮相啮合,通过小齿轮带动同轴大齿轮,再由大齿轮传至另一小齿轮,而使固定于小齿轮轴上的指针产生移动。

另外，以平衡杆保持全行程测量范围内的压力一致。在量表内部上右方，有一圆盘固定螺旋弹簧，用以消除因齿轮间隙所造成的误差，又为了使心轴能上下运动自如，乃将心轴套筒与量表外壳制成一体，以确保其精度。

依测量精度的大小，量表大致上可分为0.01mm和0.001mm两种。

2. 操作方法

(1) 针盘指示器的准确度（即其允许误差的极限）。任一量具其本身必有一定的误差值，一般为其最小测量值的1/10或1/5。

(2) 把量表固定于磁性座或其他附件上，使测量面适当压迫测头。

(3) 安装量表的基本原则就是确保测头与测量面垂直，或垂直工件的中心轴线，否则将产生误差。

(4) 将工作物前后或左右移动，尺寸及平行度即可读出（必须加以考虑移动的方法，以免产生误差）。

3. 注意事项

(1) 当心轴不能自如移动时，其原因不是心轴或心轴孔变形所致，大多数是因为心轴有脏物附着，须加以清洗（只许用酒精清洗）。

(2) 不得有冲击行为。

(3) 单独存放时，应放于柔软物体上，或置于盒子内，而不能随意放置。

(4) 随时检查量表的耳座固定螺丝，以免因松动而产生误差。

(5) 随时更换磨损的测头。

第2节 缸径规

1. 缸径规的构成

缸径规由针盘指示器、传动杆、测定头（也叫探头）、测定杆等部分组成，如图1-2所示。

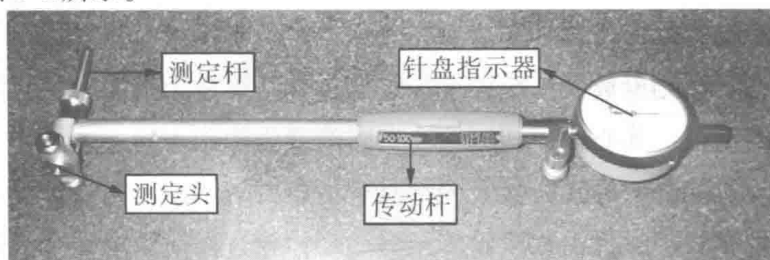


图1-2 缸径规外形图

2. 使用前的准备

(1) 按实际工作的测量需求状况, 选择适当的量具, 如确定种类、测量范围、测量精度等。

(2) 检查缸径规测定头伸缩是否顺畅, 传动杆传动是否稳定不摇晃。

(3) 将待测物的被测定面清洗干净。

3. 操作方法

(1) 将测定杆放入测定头内锁紧, 再将针盘指示器安装于传动杆内, 并锁紧。

(2) 利用同一规格的环规(或块规配合夹持器)对缸径规进行归零调整。

(3) 将缸径规的测定头伸入待测物, 轻轻转动传动杆, 观察表针所指的**最大值, 环规或块规的值减去缸径规针盘指示器的值即为所测工件的实际测量值。有时为了验证其测量的准确性, 可将测定头转动一定角度后再进行测量。

4. 注意事项

(1) 缸径规针盘指示器的刻度有千分和百分之分, 读值时须加以留意。

(2) 安装缸径规时, 针盘指示器应尽量朝人的正面, 以便观察与读值。

第3节 杠杆式量表

杠杆式量表利用杠杆原理来达到放大的目的, 其特点在于测杆与测头较为细小, 适用于狭窄部位或较深部位的测量。

杠杆式量表能进行工作物内外部垂直度、平行度及中心对准的测量, 尤其是内孔平行度或孔锥度的测量, 但是其测量范围较小。

1. 杠杆式量表的原理

杠杆式量表的外形如图1-3所示, 其测头接收微量动作的方向与测轴位移方向垂直。

当测头感受到微量的变化时, 透过支点经由杠杆原理传至扇形齿轮加以放大, 再传给第1小齿轮; 第1小齿轮带动冠状齿轮, 利用齿轮系放大再传给第2小齿轮; 再由第2小



图1-3 杠杆式量表的外形图

齿轮带动指针，指示出测量值。

理论上，杠杆式量表测得的为弧线长，而实际是要量轴上的弦长。因弧长大于弦长而导致误差，因此测头仅能作比较测量，而不能作直接测量。由上可知，杠杆式量表为何测量范围较小。

2. 杠杆式量表的种类

(1) 依测杆动作方向与表面位置可分为四类：①测杆动作方向与表面成直角，此类型式称为纵型杠杆量表，又叫T形量表；②测杆动作方向与表面平行，此类型式称为横型杠杆量表，又叫Y形量表；③表面在本体的顶部，测杆与表面成垂直方向，此类型称为垂直型杠杆量表，又叫S形量表；④表面与水平式、平行式相同，但附有可 360° 转动的旋转头，此类型称为万能式杠杆量表。

(2) 杠杆式量表也有为需与液体接触的测量环境而设计的型式，测杆部分用蛇形橡皮管套住，以防止液体渗入表内部。

3. 操作方法

(1) 杠杆式量表使用时，必须以磁性座夹持后，才能进行比较测量。

(2) 杠杆式量表的测杆支点为万向接头装置，测杆最大可作 240° 的角度调节。测杆角度的选择，完全决定于测定面的形状及位置，通常有三种定位角度。

(3) 在进行测量时，测头与测量面成平行，或尽量使夹角小（愈小愈好），将可获得更准确的测量结果。因夹角越大，将产生越大的误差。当测定方向为向上时，测杆角度变换钮要向上拨；当测定方向向下时，则测杆角度变换钮向下拨。

(4) 移动测量面，尺寸即可读出。

4. 注意事项

(1) 杠杆式量表的测头圆球直径较小，所以如果表面粗糙度越差，其测量的结果差异就越大。

(2) 使用时夹持量表力求稳固，以免造成误差。

(3) 避免摔落或碰撞，以免损及量表内部的小齿轮，造成测量上的误差。

(4) 注意测量方向。当工件为圆形时，旋转工件的方向要顺着测量的方向，以消除量表与工件间因摩擦而生成对测杆的一种阻力，影响其灵敏度，造成误差。

(5) 固定夹持量表时，注意测杆与测量面的夹角。

(6) 检验圆柱体时,应确保测头与工件在最高位置接触。

第4节 中心寻找规

中心寻找规作寻找测量圆形物体中心之用,其外形如图1-4所示。中心寻找规采用比测式测量方法,即比测两工件(其中一个工件必须为可旋转的)的中心是否在同一位置。

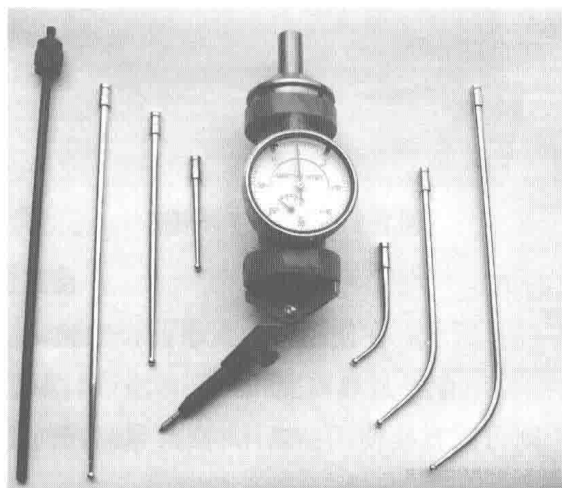


图1-4 中心寻找规外形图

1. 使用前准备

将待测物用擦拭纸擦拭干净。

2. 操作方法

(1) 将中心寻找规的固定杆固定于可旋转物体的中心。

(2) 把摇杆和测针装到中心寻找规上。

(3) 移动另一个被测物体,使中心寻找规的测头接触到该被测物的测量表面。

(4) 旋转固定中心寻找规的旋转物体(旋转至少1r以上),一手拿住摇杆使中心寻找规的表盘朝向人体,以便读数。

(5) 中心寻找规指针所示的最大值减去最小值再除以2,即为两测量物体的同心度误差。

3. 注意事项

测量完成后须把摇杆与测针放回原处。

第5节 扭力扳手

扭力扳手主要用于紧固螺丝并确保不同规格螺丝的锁紧力相符，常见扭力扳手的外形如图1-5所示。

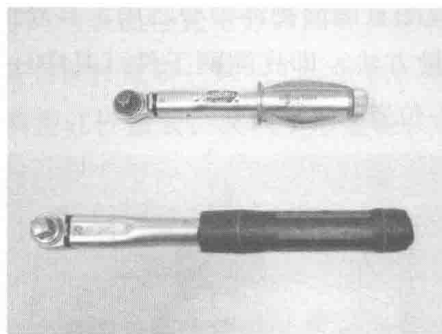


图1-5 扭力扳手外形图

1. 操作方法

(1) 如图1-6 (a) 所示，在使用扭力扳手前，先确认扭矩指示值是否符合所需。

(2) 若符合，则可以直接使用；若不符合，则打开扭力值调整锁定钮，如图1-6 (b) 所示。

(3) 一手握住把手，另一手握住扭杆，左右旋转，以选择适当的扭力值，如图1-6 (c) 所示。

(4) 设定好扭矩值之后，关闭扭力值调整锁定钮。

(5) 手握扭力扳手的把手，沿垂直于扭力扳手扭杆方向慢慢加力，听到“咔嗒”响声后立即停止，如图1-6 (d) 所示。

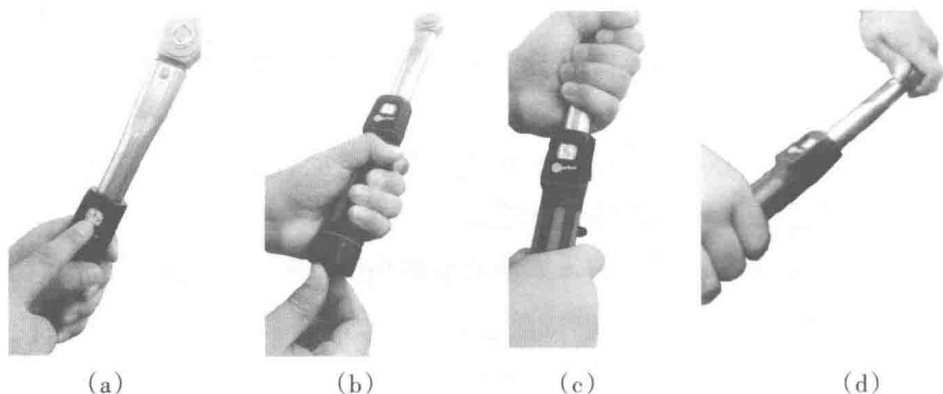


图1-6 扭力扳手操作示意图

2. 注意事项

- (1) 不可作为铁锤等的代用品。
- (2) 锁螺丝时应均匀受力,不可左右、上下晃动。

第6节 水平仪

水平仪常用于检测工件的动态、静态水平,其外形如图1-7所示。



图1-7 水平仪外形图

1. 使用前的准备

- (1) 使用前,先检查水平仪是否正常。
- (2) 用擦拭纸或抹布把水平仪的底面擦拭干净。
- (3) 把被测工件的测量面擦拭干净。

2. 操作方法

- (1) 把水平仪放置于已擦拭干净的被测工件上。
- (2) 读取水平仪气泡与两基准线中间的差值,即为被测工件的水平测量值(每一刻度为0.02mm/m)。

3. 注意事项

水平仪须轻拿轻放,不可过度振动。

第7节 噪音计

1. 噪音计用途及构成

噪音计主要用于测试30~130dB的环境噪音,其构成如图1-8所示。

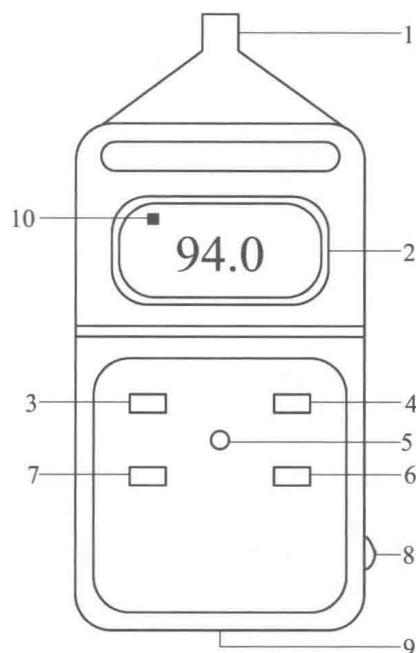


图 1-8 噪音计结构图

1-电容式麦克风；2-显示器；3-电源开关和输出信号选择开关；4-AIC WEIGHTING 和校正选择开关；5-校正孔；6-快速/慢速/最大值锁住选择开关；7-范围选择；8-信号输出端；9-电池盒/电池盖；10-测量值超出/低于显示符号

2. 电池的更换

(1) 噪音计采用9V 电池。当电池电压低于6.5~7.5V 时，显示器上将会出现“BAT” 符号，表示需要更换电池。

(2) 松开电池盖螺丝，打开电池盖并换上新电池。

(3) 要确认电池盖已经用螺丝锁好。

3. 操作方法

(1) 将“校正选择开关”切在“A” 或“C” 的位置去测量噪音。

(2) 选择适当的测量范围，由“范围选择” 开关选择到最小的上下限读值。

(3) 有不同的噪音来源时，用“快速/慢速/最大值锁住选择开关” 测“快速” 或“慢速” 的反应。

(4) 手握住仪器并且把麦克风的头对准噪音来源，噪音计即可显示分贝值。

(5) 最大值保持：噪音测量时，假如需要储存最大峰值在显示器上，请把“快速/慢速/最大值锁住选择开关” 切在“MAX HOLD” 的位置。