


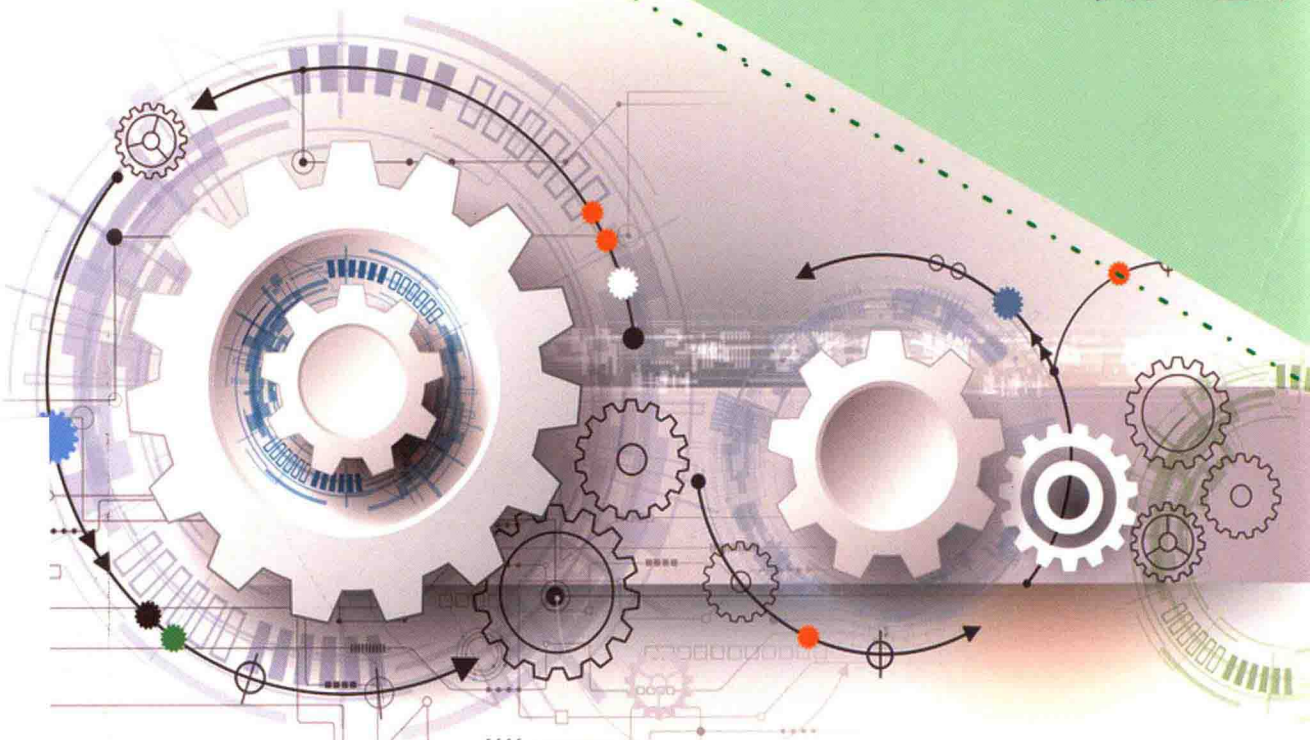
中天实训教程

 中国劳动社会保障出版社

三坐标测量技术

SANZUOBIAO CELIANG JISHU

缪亮 主编



中天实训教程

三坐标测量技术

编审委员会

(排名不分先后)

主任	于茂东					
副主任	李树岭	吴立国	李 钰	张 勇		
委员	刘玉亮	王 健	贺琼义	邴志刚	董焕和	
	郝 海	缪 亮	李丽霞	李全利	刘桂平	
	徐国胜	徐洪义	翟 津	张 娟		

本书编写人员

主 编	缪 亮					
编 者	缪 亮	赵 聪	王传龙	张 鹏	刘 佳	
	王 健	袁国强	路景春			
审 稿	刘玉亮					

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

三坐标测量技术/缪亮主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2017
中天实训教程

ISBN 978-7-5167-2971-7

I. ①三… II. ①缪… III. ①三坐标测量机-教材 IV. ①TH721

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 110021 号

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)

*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销
787 毫米×1092 毫米 16 开本 9.25 印张 171 千字
2017 年 6 月第 1 版 2017 年 6 月第 1 次印刷
定价: 22.00 元

读者服务部电话: (010) 64929211/64921644/84626437

营销部电话: (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) 50948191

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

为加快推进职业教育现代化与职业教育体系建设，全面提高职业教育质量，更好地满足中国（天津）职业技能公共实训中心的高端实训设备及新技能教学需要，天津海河教育园区管委会与中国（天津）职业技能公共实训中心共同组织，邀请多所职业院校教师和企业技术人员编写了“中天实训教程”丛书。

丛书编写遵循“以应用为本，以够用为度”的原则，以国家相关标准为指导，以企业需求为导向，以职业能力培养为核心，注重应用型人才的专业技能培养与实用技术培训。丛书具有以下一些特点：

以任务驱动为引领，贯彻项目教学。将理论知识与操作技能融合设计在教学任务中，充分体现“理实一体化”与“做中学”的教学理念。

以实例操作为主，突出应用技术。所有实例充分挖掘公共实训中心高端实训设备的特性、功能以及当前的新技术、新工艺与新方法，充分结合企业实际应用，并在教学实践中不断修改与完善。

以技能训练为重，适于实训教学。根据教学需要，每门课程均设置丰富的实训项目，在介绍必备理论知识基础上，突出技能操作，严格实训程序，有利于技能养成和固化。

丛书在编写过程中得到了天津市职业技能培训研究室的积极指导，同时也得到了河北工业大学、天津职业技术师范大学、天津中德应用技术大学、天津机电工艺学院、天津轻工职业学院以及海克斯康测量技术（青岛）有限公司、ABB（中国）有限公司、天津领智科技有限公司、天津市翰本科技有限公司的大力支持与热情帮助，在此一并致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限，经验不足，时间仓促，书中的疏漏在所难免，衷心希望广大读者与专家提出宝贵意见和建议。

编审委员会

内容简介

目前，三坐标测量机广泛应用于机械制造业、汽车工业、电子工业、航空航天工业和国防工业等各部门，成为现代制造工业检测和质量控制不可缺少的测量设备。本书可以帮助测量工作人员掌握操作三坐标测量机的技能。

本教材分两部分介绍使用三坐标测量机测量工件的方法。第一部分主要介绍三坐标测量机的基础操作，包括三坐标测量机的维护保养、三坐标测量机的操作、操纵盒的使用、三坐标测量机测量工件的流程、测头的校验、测量工件坐标系的建立等；第二部分主要介绍工件测量元素的方法，包括几何元素的测量方法、几何尺寸的测量方法、几何公差的测量、报告生成及综合测量实例等。

本书由天津职业技术师范大学教师、中天（天津）职业技能公共实训中心教师、海克斯康测量技术（青岛）有限公司售后专家、工程师合作编写。全书由缪亮主编，基础操作部分由缪亮、赵聪、王传龙、张鹏编写；工件测量部分由缪亮、刘佳、王健、袁国强、路景春编写。

全书由天津职业技术师范大学刘玉亮教授审阅，提出了许多宝贵意见和建议，在此表示感谢。

目 录

第一部分 基础操作

PAGE 1

项目一 三坐标测量机维护保养	3
任务 掌握三坐标测量机的连接	3
项目二 三坐标测量机的基本操作	7
任务一 三坐标测量机的操作	7
任务二 三坐标测量机操纵盒的使用	11
项目三 测量的基本操作	15
任务一 三坐标测量机测量工件的流程	15
任务二 测头校验	18
任务三 测量工件坐标系的建立	27

第二部分 工件测量

PAGE 35

项目四 测量工件	37
任务一 计量基础知识介绍	37
任务二 手动测量几何元素	42
任务三 自动测量几何元素	44
任务四 构造几何元素	54
任务五 尺寸测量	60
任务六 角度测量	68
任务七 形状误差测量	73
任务八 位置误差和方向误差测量	87
任务九 生成测量报告	105
任务十 工件自动测量的编程与调试(综合应用)	107



第一部分

基础操作

项目一 三坐标测量机维护保养

任务 掌握三坐标测量机的连接

【任务描述】

本任务旨在通过介绍坐标测量机的基本组成部分和测量机的几种结构形式，着重讲解活动桥式测量机的构成及功能，使读者能够对坐标测量机（CMM，Coordinate Measuring Machining）有一个科学的认识，以便很好地掌握测量机的维护及保养。

【任务分析】

三坐标测量机是高精密的测量仪器，其精度是一个很重要的性能指标，三坐标测量机的日常维护、保养与其精度有直接关系，它平常存储放置的环境也会对其精度造成影响。掌握三坐标测量机的维护保养是测量机操作的一项必要技能，正确进行维护保养需要先搞清楚测量机的组成和各个结构部件的功能等相关知识。

【相关知识】

1. 坐标测量机的基本组成

坐标测量机由测量机主机、控制系统、测头及测座系统、计算机（测量软件）几部分组成，如图 1—1 所示。

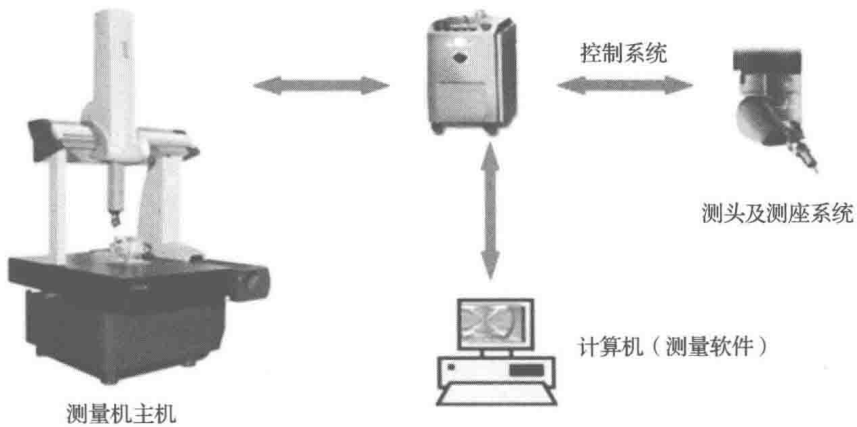


图 1—1 坐标测量机的基本组成

2. 测量机主机的几种结构形式

测量机主机的功能是根据操作员的操作或程序的命令，在工件的指定位置采集点的坐标值。坐标测量机的主机有多种结构形式，不同的结构形式适用于不同的被测工件。如图 1—2 所示为各种测量机的主机。

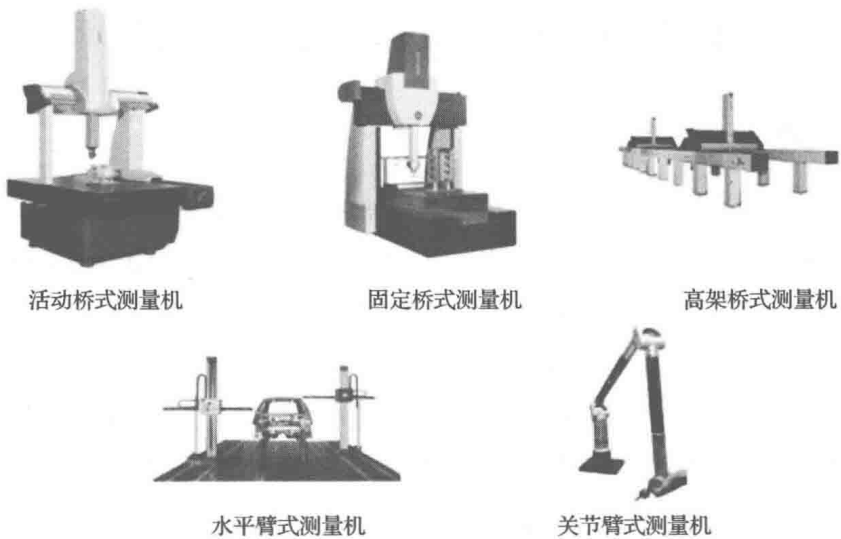


图 1—2 五种坐标测量机主机结构

活动桥式测量机是使用最为广泛的一种结构形式，其具有结构简单、开敞性好、装卸工件方便、运动速度快、精度较高的特点。

固定桥式测量机桥架固定，刚度好，动台中心驱动、中心光栅阿贝误差小，是高精度和超高精度测量机的首选结构。

高架桥式测量机适合于航空、航天、造船行业的大型工件或大型模具的测量。

水平臂式测量机开敞性好，测量范围大，可以由两台机器共同组成双臂测量机，尤其

适合汽车工业钣金件的测量。

关节臂式测量机具有非常好的灵活性，适合携带到现场进行测量，对环境条件要求比较低。

3. 坐标测量机的工作环境要求

工作温度： $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ （不同精度的坐标测量机有不同的温度要求，这里为工业级坐标测量机的工作要求）。

工作湿度：40% ~ 60%。

4. 测量机的日常维护保养

(1) 维护保养电路。测量机的整体系统须连接 UPS（Uninterruptible Power System，不间断电源）系统，保持稳定的电压及电流的正常供给，稳定电源的输出电压为 (220 ± 10) V。电源不稳定容易造成仪器设备的损坏。这就要求开机时，要先打开 UPS 系统，然后打开设备开关。

(2) 维护保养气路。每天使用测量机前应检查管道和过滤器，放出过滤器及空压机或储气罐内的水和油，以免气源里的液体进入 CMM 机内部损坏相关系统；每 3 个月左右要清洗随机过滤器和前置过滤器的滤芯，测量机工作时供给气源与 CMM 之间的干燥机须处于工作状态，以保证供气质量（干燥、清洁），当三联体存水杯中的油水混合物高度超过 5 mm 时，需及时处理。三联体处压力不能调到正常值而供气压力正常时，则须清洗或更换滤芯。

(3) 维护保养导轨。不要直接在导轨上放置工件和工具，工作结束后或装工件结束后要擦拭导轨。CMM 机的工作平台及导轨须用无尘布或无尘纸蘸高纯度酒精按要求清洁保养；在工作中必须保护导轨平面和外露的光栅尺，严禁用手触摸光栅尺和用无尘纸及无尘布顺着同一个方向清洁（需按规定进行清洁），不可用其他的低级辅料清洁，以免影响测量机的精度及使用寿命。

(4) 维护保养机身。CMM 机的外露油漆部分在日常维护中不可以用酒精清洁，可以用适量的肥皂水和湿毛巾擦拭，以免酒精腐蚀测量机表面油漆。

(5) 维护保养标准球。CMM 机的标准球需用高纯度的酒精及无尘布或无尘纸按要求清洁。

(6) 测量机机房温度控制。测量机机房的温度通常使用空调控制，最好保持空调 24 小时开机。如若满足不了，应该在使用测量机前 24 h 开启空调，使测量机温度与空气温度一致。

(7) 测量机机房湿度控制。根据测量机要求合理使用除湿机，注意测量机机房的实时湿度。如果湿度过低则会导致测针触碰工件时容易产生静电，影响测量精度；如果湿度过

高则会导致测量机内部重要部件腐蚀，后果严重。

(8) 测量机异常情况处理。在使用中发现测量机异常情况时，首先记录软件提示的错误信息，并及时告诉相关负责人或电话通知测量机厂家工程师，未经指导和允许不要擅自进行检查维修，以免造成不良后果。

(9) 测量机年检。三坐标测量机应每年做一次年度校验。

【任务实施】

1. 利用精密仪器擦拭布蘸酒精对测量机导轨进行灰尘清理。
2. 利用精密仪器擦拭布蘸酒精对测量机工作台进行灰尘清理。

【任务评价】

评分标准见表 1—1。

表 1—1

评分标准

班级：		姓名：		学号：	
序号	考核项目	考核内容及要求	配分	检测结果	得分
1	测量机导轨	正确使用精密仪器擦拭布	20		
2	清理	正确使用酒精擦拭导轨	25		
3	测量机工作台	正确使用精密仪器擦拭布	20		
4	清理	正确使用酒精擦拭工作台	25		
5	安全文明	安全操作	5		
6	生产	正确使用工具，保持场地清洁	5		
合计			100		

实训指导教师签字：

年 月 日

【习题】

1. 写出使用精密仪器擦拭布进行测量机清洁的注意事项。
2. 为什么精密测量室内的空调不能即开即用？

项目二 三坐标测量机的基本操作

任务一 三坐标测量机的操作

【任务描述】

本任务主要介绍测量机系统启动、关闭的步骤与注意事项，包括测量机启动前的准备、系统启动与关闭、PC - DMIS 软件（一款通用测量软件，DMIS 是 Dimensional Measuring Interface Specification 的缩写，意思为尺寸测量接口规范）介绍、进入 PC - DMIS 测量软件、软件界面的各部分功能等相关内容。

【任务分析】

正确启动、关闭测量机可以有效降低测量机故障的发生，是测量人员必须掌握的基础操作知识。

【相关知识】

1. 测量机启动前的准备

测量机启动前有以下几项准备工作：

- (1) 检查机器的外观及机器导轨是否有障碍物，电缆及气路是否连接正常。
- (2) 对导轨及工作台面进行清洁。

(3) 检查温度、气压、电压、地线等是否符合要求，对前置过滤器、储气罐、除湿机进行放水检查。

(4) 以上条件都具备后，接通 UPS，打开除湿机，打开气源开关。

2. 测量机系统启动

(1) 开气源（见图 2—1—1）。

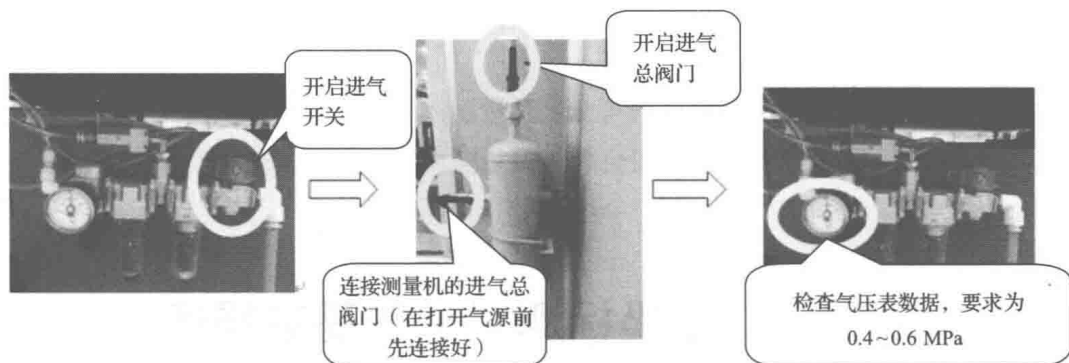


图 2—1—1 开气源过程

(2) 开电源（见图 2—1—2）。

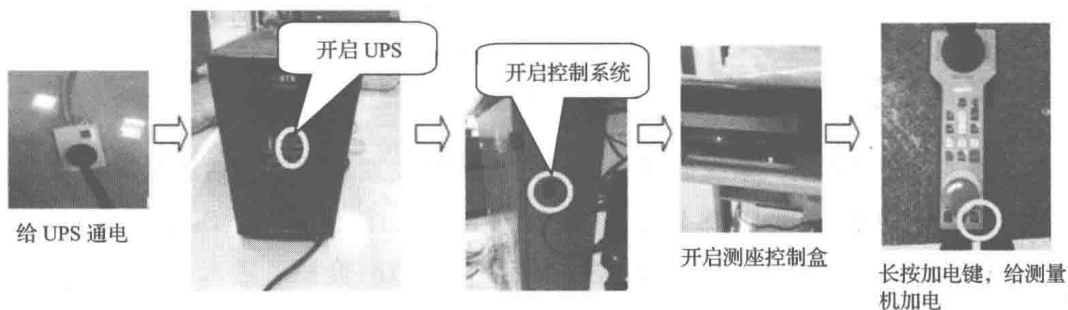


图 2—1—2 开电源过程

(3) 开软件、测量机回零点（见图 2—1—3）。



图 2—1—3 开软件、测量机回零点过程

3. 测量机系统关闭

关闭系统时的操作步骤与开启系统的操作步骤相反，具体如下：

- (1) 将 Z 轴运动到安全的位置和高度，避免造成意外碰撞。
- (2) 退出 PC - DMIS 软件，关闭控制器电源和测座控制器电源。
- (3) 关闭计算机电源，关闭气源开关、除湿机、UPS 系统。

4. 软件界面介绍

PC - DMIS 测量软件界面如图 2—1—4 所示。

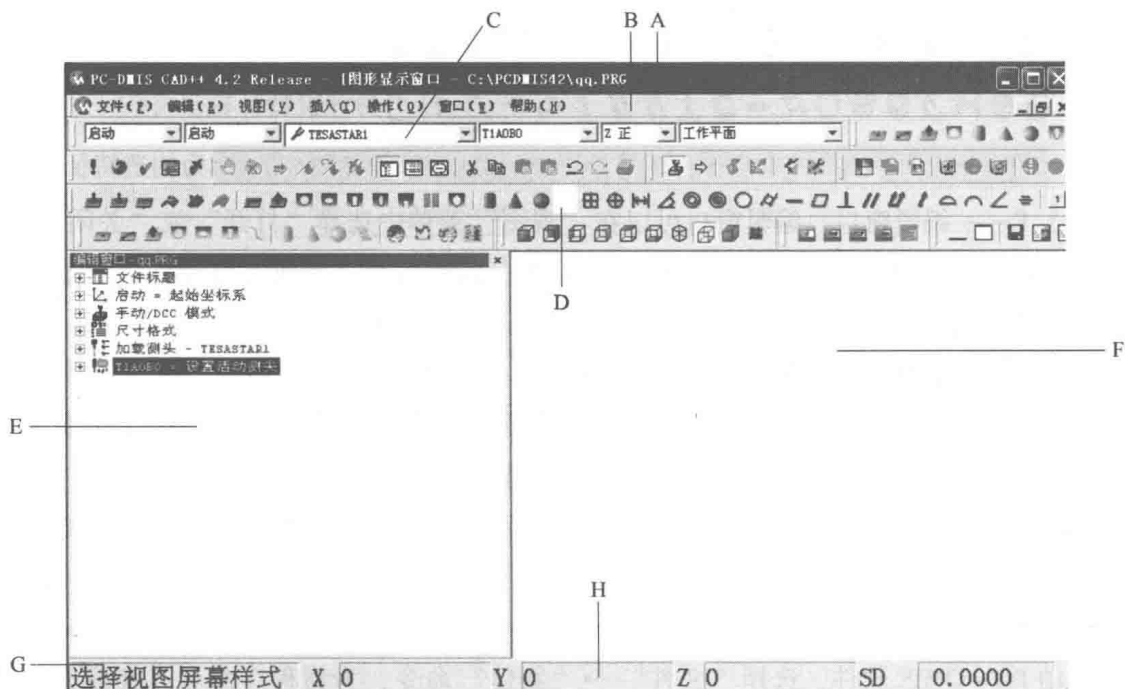



图 2—1—4 PC - DMIS 软件界面

图中划分了 A ~ H 共 8 个区域。

- (1) A——软件版本及当前测量程序路径显示区。
- (2) B——功能菜单区。
- (3) C——软件工作环境设置栏。从左至右分别为：
 - 1) 软件当前工作方式。
 - 2) 当前坐标系选择、显示区。
 - 3) 当前测头文件选择、显示区。
 - 4) 当前使用的测头位置选择、显示区。
 - 5) 当前坐标轴、坐标平面选择、显示区。

6)  当前工作平面选择、显示区。当使用非坐标平面为当前投影平面时，在该窗口选择相应平面。该窗口优先级高于坐标轴选项。

(4) D——快捷键集合区。使用快捷键可以提高效率。在该区域时按下鼠标右键，可以选择显示的快捷键，用鼠标拖动可改变位置。可以把自己习惯的快捷键布局设置好，单击“保存”按钮，输入文件名，即保存了快捷键布局。需要时只要按下相应布局选择键，即可恢复到自己熟悉的快捷键布局。

1)  为手动测量特征栏。

2)  为自动测量特征栏。

3)  为评价特征栏。

4)  为构造特征栏。

(5) E——编辑窗口。编辑窗口可以在“视图”菜单中选择“打开”或“关闭”。编辑窗口可以浮动，也可以停靠在窗口的任何位置。编辑窗口有两种工作模式，通过“视图”菜单中的选择“概要模式”或“命令模式”进行模式转换。

(6) F——图形或报告窗口。选择“视图”——“图形显示”窗口命令将显示导入的CAD图形或测量元素的图形轮廓，还有元素的标识、评价的各项误差和公差符号及数值。

(7) G——按钮功能提示窗口。将动态显示当前所单击图标的功能。

(8) H——测头位置显示区。在这个位置显示的是在当前坐标系下，测针中心的坐标。

5. 新建测量程序

启动 PC - DMIS 软件，选择“文件”→“新建”命令，为新程序命名（注意文件名不能含有特殊字符），正确填写修订号、序列号，准确选择测量单位后单击“确定”按钮，进入软件测量界面。

选择“文件”→“打开”命令可以开启之前建立的测量程序。

【任务实施】

1. 按照操作规程启动测量机，正确进行测量机回零点操作。
2. 正确建立程序，将程序保存到指定的路径下。
3. 按照操作规程关闭测量机。

【任务评价】

评分标准见表 2—1—1。

表 2—1—1

评分标准

班级:		姓名:		学号:	
序号	考核项目	考核内容及要求	配分	检测结果	得分
1	测量机开启	正确开启气源	10		
2		正确开启控制柜	10		
3		正确开启测头系统	10		
4		正确开启计算机	5		
5	测量机回零点	测量机加电	5		
6		正确打开测量软件	5		
7	新建测量程序	正确建立指定路径下的程序	10		
8	测量机关闭	正确关闭气源	10		
9		正确关闭控制柜	10		
10		正确关闭测头系统	10		
11		正确关闭计算机	5		
12	安全文明	安全操作	5		
13	生产	正确使用工具,保持场地清洁	5		
合计			100		

实训指导教师签字:

年 月 日

【习题】

1. 测量机启动、关闭的操作流程是什么?
2. UPS 的作用是什么?
3. 测量机回零点的意义是什么?

任务二 三坐标测量机操纵盒的使用

【任务描述】

正确掌握三坐标测量机操纵盒的使用方法,准确地说出操纵盒上每一个按钮的功能,