

WS16

智能化多头测微仪 程序设计与应用

李徐来 编著



中国计量出版社

WS16 智能化多头测微仪 程序设计与应用

李徐来 编著

中国计量出版社

(京)新登字 024 号

图书在版编目 (CIP) 数据

WS16 智能化多头测微仪程序设计与应用 / 李徐来编著. —北京:
中国计量出版社, 1995. 11

ISBN7-5026-0742-0

I. W… II. 李… III. 检测仪表: 智能仪器—程序设计 IV. TP216

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 13346 号

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

北京怀柔燕文印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

★

开本 787 × 1092 / 16 印张 7.75 字数 193 千字

1995 年 11 月第 1 版 1995 年 11 月第 1 次印刷

★

印数 1 — 6500

定价: 9.80 元

前言

传统的电动测微仪是由微小量程传感器和量值显示箱组成的比较测量仪器。这类仪器过去应用并不普遍。自从微型计算机在各个领域大量普及应用以来,出现了与微型计算机结合成一体电动测微仪。微型计算机可以通过传感器和专用的接口电路把位移量转换成数字量采集到自己的内存贮器中,而后按照一定的测量程序自动对其进行处理和输出。事实上目前与计算机结合成一体测量仪器种类非常多,已经成为潮流。人们把与微型计算机结合成一体的仪器称为“微计算机化仪器”或“智能化仪器”(smart Instrumets)。

在机械零件的生产线上,除了需要快速检测被加工件的尺寸误差之外,还需要快速检测形位误差。使用传统的非电动(机械的或气动的)仪器根本无法实现形位误差的快速测量。三坐标测量机可以实现几乎任意零件的形位误差的测量。而且是用绝对方法测量,不需要使用样件,一般也不用设计制造专用的测量支架。但是,此类仪器价格昂贵,测量速度也很慢,不能满足成批大量的在线测量的要求。

对于成批生产机械零件的生产线来说,生产的最大特点就是大量制造同样形状和尺寸的物体。这些物体之间的差异相对于它们的尺寸来说是很微小的。这个特点正好适合于用测微仪比较测量。智能化的电动测微仪(以下简称为智能测微仪)的多测点应用就是用一台计算机带多个测头同时工作。仪器可以在一瞬间完成对测件上的几个或几十个测点的采样。并且立刻计算出各个测点的三维坐标值。过去用传统仪器根本无法实现的形位误差快速测量的问题,现在使用智能测微仪可以很容易实现。

相对于三坐标测量机来说,用智能测微仪测量形位误差,需要花费较多的成本设计制造专用或通用的测量支架,还需要少量程序设计工作。但是,对于大批量的生产来说,这如同其它工装夹具的准备工作一样,在成本上是必要的。目前在发达国家,智能测微仪的应用已经十分普及。在机械制造业的在线测量应用中,多头智能测微仪已经成为无可取代的“当家仪器”。在一条流水线上使用的测头数量少则几十支,多则几百支。装备了多头智能测微仪的流水线,可以实现自动预警或自动补调。从而可以确保流水线安全地全速运行。既提高产量和质量,又可少出或不出废品,降低成本。我国目前大多数的流水线都没有安装智能测微仪的在线检测系统。多年的实践表明,这样的流水线在生产效率、质量、废品率等方面所受到的损失,比在线检测系统的成本要大很多倍。这也是我国机械产品很难与发达国家竞争的关键问题之一。所以,智能测微仪应用的普及对我国经济建设具有重大意义。

量块比较检定的数据处理工作很繁重。迫切需要使用智能化仪器。但是,此项工作要求仪器有极高的测量精度。示值变动性的 3σ 值不能大于 $0.020\mu\text{m}$ 。传统的电动测微仪都达不到这一精度指标。所以过去此项工作都是用一种叫作接触干涉仪的光学测微仪完成的。如果直接把一种电动仪器智能化,一般不能提高测量精度,只能扩展功能。目前很多发达国家都直接把传统的电动测微仪智能化,制造成智能量块测量仪产品。结果这些产品的测量精度都不能满足

比较测量高等级量块的要求。本书介绍的 WS16 智能化多头测微仪是作者 1984 年发明的一种新型电脑测微仪(发明专利号:85101440.2)。其精度指标不但大大高于传统技术的电动测微仪,而且大大高于接触干涉仪。示值变动性的 3σ 值不大于 $0.006\mu\text{m}$ 。目前已经被国家有关部门用于高等量块比较测量检定。WS16 智能测微仪对比国内外其它的同类产品,其专利技术所带来的优势不仅仅在于提高了测量精度,还在于降低了制造成本。这使得 WS16 的应用范围可以扩展到生产车间的现场质量检测及流水线的在线测量。

本书一方面叙述了 WS16 的操作方法。另一方面,还叙述了智能测微仪测量形位误差的方案和程序设计。这一部分内容对所有的智能测微仪应用都有参考价值。书中全部示例程序经 Borland C++ 3.1 编译通过,而且在 DOS 3.3 或 Windows 3.1 环境运行正常。

本书的前半部分适合于 WS16 的操作人员。后半部分适合于有关的工程技术人员及有关专业院校的师生。

编 者

1995 年 11 月于北京

目 录

第一章 WS16 智能化多头测微仪介绍	(1)
1.1 WS16 机型识别	(1)
1.1.1 计算机箱机型识别	(2)
1.1.2 测头型号识别	(2)
1.2 WS16DP 型计算机配置和操作面板	(4)
1.2.1 键盘	(4)
1.2.2 数字显示窗	(4)
1.2.3 模拟显示窗	(4)
1.2.4 通道组连接器	(4)
1.2.5 光隔串行通讯连接器	(4)
1.2.6 打印机连接器	(4)
1.3 使用 WS16DP 的存储器	(5)
1.4 WS16PC 计算机操作面板和配置	(5)
1.5 主要功能	(6)
1.5.1 WS16DP 型智能测微仪	(6)
1.5.2 WS16PC 型智能测微仪	(6)
1.6 配套用品	(7)
1.6.1 光隔通讯电缆 GG232	(7)
1.6.2 采样通道扩展箱 KZ64	(7)
1.6.3 测量支架	(7)
1.7 技术指标	(7)
1.7.1 测头	(7)
1.7.2 计算机	(8)
1.8 位移传感器(测头)有关知识	(8)
1.8.1 机械结构	(8)
1.8.2 机械行程和有效行程	(9)
1.8.3 测点和测量坐标系	(9)
1.8.4 测子压缩读值和测点坐标读值	(9)
1.8.5 发讯过点	(10)
1.9 WS16 计算机与测头的连接	(10)
第二章 WS16DP 基本操作	(12)
2.1 设置测头发讯过点	(12)
2.2 选择操作菜单	(13)
2.3 用拨叉向计算机发出控制命令	(13)

2.4	显示一组信息	(13)
2.5	调整测头体在测量支架上的固定位置	(13)
2.6	用模显窗监控采样	(14)
2.7	从键盘输入数据	(15)
2.8	与 IBM/PC 兼容计算机通讯	(15)
2.8.1	在 PC 上安装通讯软件 WS16TX	(16)
2.8.2	在 PC 上启动 WS16TX	(16)
2.8.3	选菜单和设置	(16)
2.8.4	把数据从 PC 发送到 WS16DP	(17)
2.8.5	把数据从 WS16DP 发送到 PC	(17)
2.8.6	其它	(17)
2.9	预设置	(17)
2.9.1	切换当前的分辨力号码	(18)
2.9.2	指定当前工作通道组	(18)
2.9.3	设置人管数据区末页号码	(18)
2.9.4	设置人管数据区当前使用页	(18)
2.9.5	设置模显窗标尺比例	(18)
2.9.6	用公差带数据设置模显窗标尺比例	(18)
第三章	WS16DP 应用	(20)
3.1	通用测量	(20)
3.1.1	输入样件的测点坐标读值	(20)
3.1.2	对样件采样后动态显示测点坐标读值	(20)
3.1.3	动态显示测子压缩读值	(21)
3.1.4	取得采样最大最小值	(21)
3.1.5	动态显示双测点坐标读值的和	(21)
3.1.6	动态显示双测点坐标读值的差	(22)
3.2	检定量块	(23)
3.2.1	WS16DP 量块数据文件的格式和存储	(23)
3.2.2	WS16DP 量块数据文件的操作	(24)
第四章	WS16PC 基本操作	(28)
4.1	开启电源	(28)
4.2	WS16PC 测量程序及其运行的环境	(28)
4.3	安装软件	(29)
4.4	WS16PC 单测点测量程序的基本操作	(30)
4.4.1	启动和选菜单	(30)
4.4.2	管理量块数据文件	(30)
4.4.3	用拨叉向计算机发出控制命令	(33)

4.4.4	调整测头体在测量支架上的固定位置	(33)
4.4.5	动态显示测子位置变化方向	(33)
4.4.6	设置显示器	(33)
4.4.7	用模显窗监控采样	(33)
第五章	WS16PC 单测点测量应用	(34)
5.1	通用测量	(34)
5.2	检定成套量块	(34)
5.2.1	在立式工作台上检定成套量块	(34)
5.2.2	在测长机上检定成套量块	(35)
5.2.3	检定成批量块	(35)
第六章	多测点测量方案设计	(36)
6.1	测量项目编号和分类	(36)
6.2	用测点描述被测要素	(36)
6.3	测头布置方案图	(36)
6.4	测件的定位和测量支架	(37)
6.5	坐标系	(37)
6.6	测点和定位支点的三维坐标值	(38)
6.6.1	直向测头	(38)
6.6.2	斜向测头	(39)
6.6.3	统一处理测头方向的方法	(40)
6.6.4	定位支点	(40)
6.7	用一组数据描述测量任务	(40)
6.8	算法	(40)
6.8.1	约定符号和工艺假设	(40)
6.8.2	空间两点间的距离	(41)
6.8.3	圆柱面和轴心线	(41)
6.8.4	平面的法线矢量	(42)
6.8.5	空间点到平面的距离	(42)
6.8.6	空间点到直线的距离	(43)
6.8.7	两条空间直线之间的夹角	(43)
第七章	从 BASIC 到 C++	(44)
7.1	C++ 与 BASIC 外观的不同之处	(45)
7.2	数据类型	(46)
7.2.1	常量的数据类型	(46)
7.2.2	变量的数据类型	(46)
7.3	变量的存储类型	(50)

7.3.1	外部变量	(50)
7.3.2	自动变量	(50)
7.4	C++ 与 BASIC 书写格式的相同或相近之处	(51)
7.4.1	常用操作符和表达式	(51)
7.4.2	赋值语句	(51)
7.4.3	控制语句	(52)
7.5	C++ 的函数	(53)
7.5.1	子程序和函数	(53)
7.5.2	函数的书写格式	(54)
7.5.3	函数的输入输出	(55)
7.5.4	头文件和包含命令	(59)
7.6	C++ 输入输出流	(60)
7.6.1	输入流和输出流	(60)
7.6.2	向屏幕输出(限 DOS 环境使用)	(60)
7.6.3	从键盘输入(限 DOS 环境使用)	(61)
7.6.4	对磁盘文件输入输出	(62)
7.7	Windows 的图形设备接口函数(GDI)	(65)
7.7.1	上文信息	(65)
7.7.2	选择工具与设置工具	(66)
7.7.3	显示文本	(66)
7.7.4	显示图形	(66)
第八章	WS16PC 用户测量程序设计	(68)
8.1	准备工作	(68)
8.1.1	硬件准备	(68)
8.1.2	软件准备	(68)
8.2	使用 Borland C++3.1 的集成开发环境	(70)
8.2.1	Borland C++ 集成开发环境简要介绍	(70)
8.2.2	操作	(70)
8.3	WS16PC 测量程序的数据	(72)
8.3.1	表示空间点的数据结构	(72)
8.3.2	表示空间向量的数据结构	(72)
8.3.3	测量任务名及其保存文件	(73)
8.3.4	测量任务数据及其文件	(73)
8.3.5	测点的实测坐标数据及其文件	(75)
8.3.6	中间结果列表数据及文件	(75)
8.3.7	测量结果数据和报表文件	(76)
8.3.8	测头定标数据及其文件	(76)
8.4	WS16PC 多测点测量程序的基本操作	(77)

8.4.1	启动和选菜单	(77)
8.4.2	文件操作	(78)
8.4.3	建立新任务	(78)
8.4.4	全屏幕编辑数据文件	(79)
8.4.5	显示数据	(79)
8.4.6	一般测量任务的标准操作过程	(80)
8.5	在填空函数内填写程序	(80)
8.5.1	填空函数是怎样启动的	(80)
8.5.2	基本的填空方法	(82)
8.5.3	调用主模块中的函数	(82)
8.5.4	调用C++的数值计算函数	(87)
8.6	修改菜单表文字	(87)
第九章	多测点测量程序设计范例	(88)
9.1	一个最简单的例子发	(88)
9.1.1	建立测量任务文件	(88)
9.1.2	填写测量程序	(88)
9.1.3	测量	(89)
9.2	测量斜面零件	(89)
9.2.1	建立测量任务文件	(89)
9.2.2	填写测量程序	(90)
9.2.3	测量	(94)
9.3	测量箱体类零件	(94)
9.3.1	测量任务	(94)
9.3.2	布置定位支点和测点	(95)
9.3.3	测量支架的结构方案	(95)
9.4	测量轴类零件	(96)
第十章	维护操作	(98)
10.1	测头的定标	(98)
10.1.1	有关知识	(98)
10.1.2	WS16DP 定标操作	(101)
10.1.3	WS16PC 定标操作	(103)
10.2	测头精度的检测	(104)
10.2.1	时漂	(104)
10.2.2	示值变动性	(104)
10.2.3	示值误差	(105)
第十一章	误差分析	(107)

11.1	定标误差对示值误差的影响	(107)
11.2	测量支架对测量精度的影响	(109)
11.2.1	单测点高精度的支架	(109)
11.2.2	多测点的支架	(109)
参考文献		(113)

第一章 WS16 智能化多头测微仪介绍

1.1 WS16 机型识别

WS16 主要由专用计算机箱与测头两部分组成。这两个部分都有多种不同的型号。用户可以根据自己的需要确定组合使用的方案。

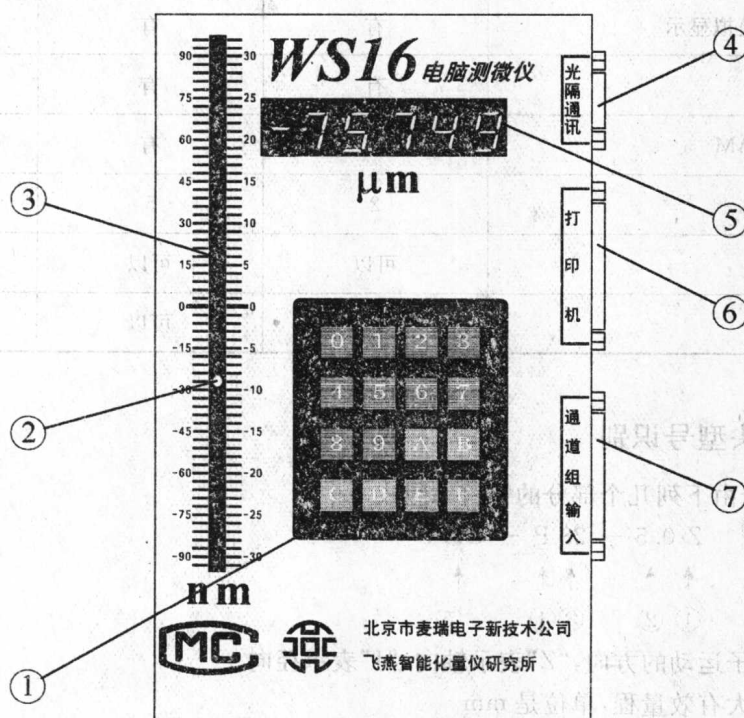


图 1-1 WS16DP 操作面板

- 1—键盘；2—光点；3—模显窗；4—通讯口；
5—数显窗；6—打印口；7—测头组插口

1.1.1 计算机箱机型识别

WS16 的计算机箱的机型可以分成两大类。一类与 IBM/PC 计算机兼容。型号为 WS16PC。另一类是基于单片计算机的。型号为 WS16DP。WS16PC 型按适应环境的不同分成“WS16PCA”和“WS16PCB”两个子机型。其中“A”型机外形与一般商用计算机相同,适合于在计量室等比较清洁的环境使用。“B”型机外形与一般工控计算机相同,适合于在生产车间之类的比较恶劣的环境使用。这两种机型的内部都配置有 8 通道 16 位采样的位移传感器接口电路。都具有 512 通道的扩充能力。在各方面都是互相兼容的。WS16DP 型分成 3 个子机型(见表 1-1)。三个子机型外形相同(参见图 1-1)。

表 1-1

	WS16-DP	WS16-DP5	WS16-DP8
LED 五位数显	有	有	有
64 点 LED 电柱模拟显示	有	有	有
16 键键盘	有	有	有
32K 电池后备 RAM	有	有	有
通道数	2	5	8
脱离 PC 机工作	可以	可以	可以
与 PC 机通讯	可以	可以	可以

1.1.2 测头型号识别

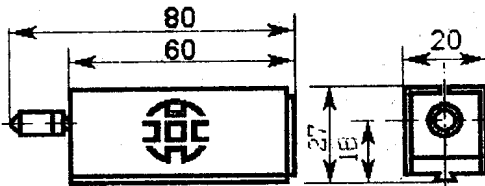
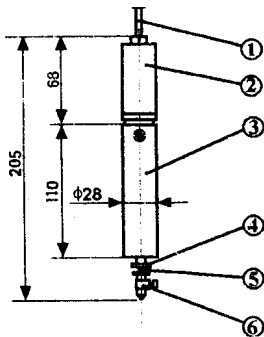
测头的型号由下列几个部分的字符串组成

[例] Z 0.5 - 28 P - UH

↑ ↑ ↑ ↑ ↑
① ② ③ ④ ⑤

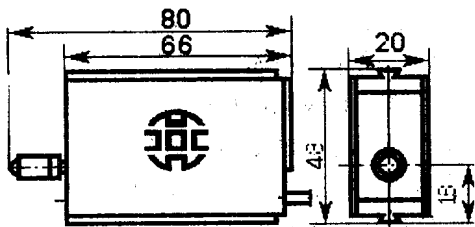
- ①:指明测子运动的方向,“Z”表示轴向,“J”表示径向
- ②:指明最大有效量程,单位是 mm
- ③:指明装卡部位尺寸或形状;数字——圆柱面直径;Y——燕尾;L——螺纹。
- ④:指明导轨类型: P——片簧;H——滑动;G——滚动
- ⑤:识别测头精度级别。

对于一般精度的测头,其型号字符串中设有此部分,对于高精度测头有“H”、“VH”、“UH”三种表示。

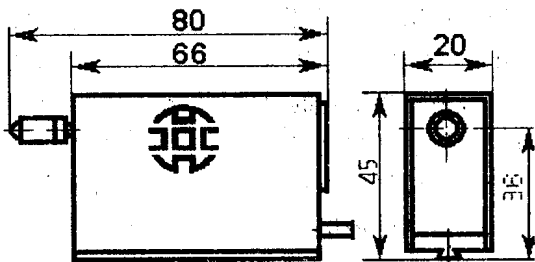


型号: Z1-YP (不含电路)

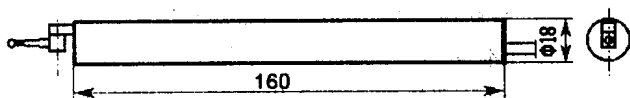
1—电缆;2—电气罩;
3—测头体装夹部位;4—限程螺母;5—测帽
型号: Z0.5-28P (内含电路)



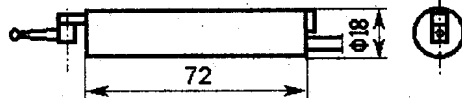
型号: Z0.5-YPA 或 Z1-YPA (内含电路)



型号: Z0.5-YPB 或 Z1-YPB (内含电路)



型号: J1-YPA (内含电路)



型号: J1-YP (不含电路)

图 1-2 测头型号识别

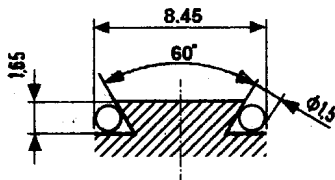


图 1-3 燕尾装夹部位

1.2 WS16DP 型计算机配置和操作面板

WS16DP 计算机的配置见表 1-1。下面结合图 1-1 详述操作面板的各个部分。

1.2.1 键盘

键盘上有 10 个蓝色的数字键,用于选择功能菜单。有 6 个红色的字母键。其中 A、B、C 三个键用于确认输入的数显窗的数据时是等效的,相当于一般计算机的“Enter”键,但是用于选菜单时是不等效的。D、E、F 三个键永远是等效的,用于复位计算机。也就是说,在任何时候按下这三个键中的任意一个键,计算机就回到了开启电源的状态。

1.2.2 数字显示窗

数字显示窗(简称数显窗)可以显示 5 位十进制的有符号整数和小数。小数点的位置可以预先设置。此窗用于输出测量值和辅助键盘输入数据。还用于选择功能菜单和显示人机对话中的各种信息。数显窗在显示测量值时,小数点前的数字位的单位是微米。在具体的测量程序中,您从键盘输入的数据在数显窗中显示时,数字的单位可以另外有定义。

1.2.3 模拟显示窗

模拟显示窗(简称模显窗)通过一个在标尺上游动的光点显示读值。模拟显示窗的显示范围很小。但是由于是用长度显示长度,所以非常直观。可以使操作员快速反应,提高工作速度。当读值是在动态变化的时候,数字显示的变化会使人读不清楚。而模拟显示可以使人一目了然读值变化的速度和趋势。在很多情况下操作员只需要读取很小的读值范围。比如读取量值在公差带中的位置。监视对同一个测点的多次采样的发散等等。模显窗标尺刻度的基本单位是纳米。但是刻度每格表示的长度比例是可以通过计算机软件任意设置的。

1.2.4 通道组连接器

此连接器用于计算机与多个测头之间的连接。连接器的计算机一侧是针,测头一侧是孔。测头一侧的焊线面的接线如图 1-4。所示对于各种不同型号的机器来说,通道组连接器的接线图是一样的。不足 8 个通道的机型高号通道信号线是空接的。测头供货时一般都已经与一个连接器孔侧焊接好了。而且是焊接在 0 号通道的信号线上。如果用户需要多测点使用,则可以自行把多个测头焊接在一个连接器的测头侧上。信号线要从 0 通道开始,依次排列。

1.2.5 光隔串行通讯连接器

此连接器用于与 IBM/PC 兼容计算机进行串行数据通讯。必须通过我们提供的光隔通讯电缆与 PC 计算机连接。电缆的 9 线连接器一端与 WS16 连接;25 线连接器一端与 PC 计算机连接。

1.2.6 打印机连接器

WS16DP 计算机通过专用的打印电缆能与各种圣特尼克接口的打印机连接。插接时一定要注意双边都要切断电源。否则会损坏机器。再一点,打印机电源与 WS16 的计算机的电源要

共同插在一个有开关的插座上。在使用中,使双边同时接通和切断电源。

1.3 使用 WS16DP 的存储器

WS16 的计算机内存有一部分专门留给用户使用,我们称之为“用户内存”。用户内存共有 108 页,每页 256 字节。为了便于管理,我们把所有的用户内存依次按页编号。页号从零号开始。如图 1-5 所示,用户内存被划分为三个区域。第一区是用户开发程序区,简称“用户程序区”。此区从零号页开始,到一个您任意指定的页止。对于没有自己开发测量程序的用户来说,可以认为这个区是不存在的。第二区是人工管理数据区,简称“人管数据区”。这个区从与程序区尾页相邻的页开始,到一个您用菜单功能设置的页止。设置人管数据区末页号码的菜单功能将在后面介绍。本区最大的特点是:区内所有的数据都是人员从键盘或从串行通讯口输入进来的。所以数据存放的页号(地址)可以由操作人员随意安排。第三区是用户开发程序用数据区,简称“程序数据区”。此区从人管数据区末页相邻页开始,一直到 107 号页止。除了能自己开发测量应用程序的用户外,其他的操作人员不必理会这个区。全部用户内存都是电池后备的。所以关机后数据不会丢失。

1.4 WS16PC 计算机操作面板和配置

WS16PC 型计算机与 IBM/PC 计算机完全兼容,WS16PCA 型机的外形与前操作面板与一般的商用计算机相同。WS16PCB 型机的主机箱、通道扩展箱、显示器、磁盘、键盘都是一体化和全密封的。但是其操作仍然与 IBM/PC 计算机相同。这里就不叙述了。需要说明的是,通道组的插口在 WS16PC 计算机的后面板,是一个或多个 25 线插座(针)。为了与 232 串行通讯插口区别,在通道组插口旁有文字标注。您插接时要注意不要插错。

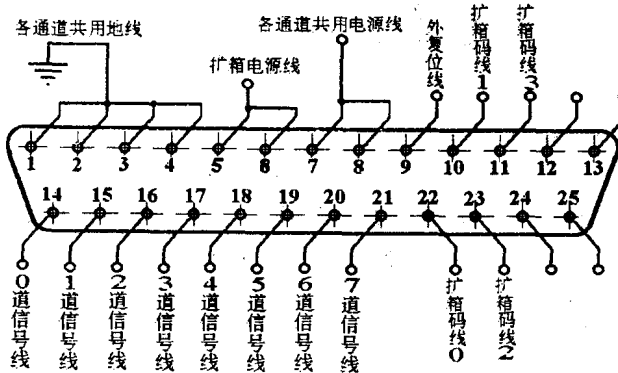


图 1-4 测头组电缆插头接线图(从焊线面看)

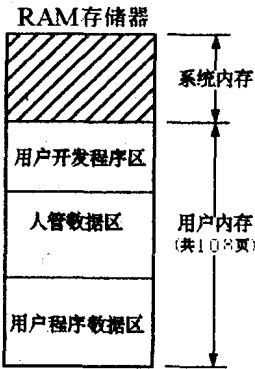


图 1-5

WS16PC 计算机的标准配置是：

- CPU: 80486
- 显示器: 彩色 TVGA 1024×768
- 硬驱: 40MB
- 软驱: 1.44MB
- 内存: 4MB

采样电路:8 通道 16bit(12bit 采样时间为 2ms,16bit 采样时间为 32ms;8 通道同时采样)

32 至 512 通道扩展板(8 通道一组扫描采样。仅 B 型机在主机箱内,A 型机在主机箱外单设扩展箱)

注:根据用户的要求可以在供货时增强配置。

1.5 主要功能

1.5.1 WS16DP 型智能测微仪

- (1) 当作超高精度数显测微仪使用。
- (2) 检定成套量块功能组。
- (3) 检定成批量块功能组。
- (4) 控制公差带功能组。
- (5) 多测点测量轴、孔类零件功能组。
- (6) 对位移量同时进行 2 至 8 通道(依机型不同)16bit 采样。即可以在有效行程中分辨出 65536 个点。分辨力可以切换 4 个不同的档位。
- (7) 通过扩充箱扩展采样通道。最多可达 64 通道(只限 WS16DP8 型)。
- (8) 通过对样件的采样,任意设置测点坐标读值的坐标原点。
- (9) 有符号全 5 位数字显示(小数点的位置可以预先随意设置)。
- (10) LED 线阵模拟显示(刻度尺上显示光点)。
- (11) 动态数模双显示测点坐标读值。
- (12) 动态数模双显示双通道测点坐标读值的和与差。
- (13) 自动按预定时间间隔采样,电池后备大量存贮采样读值。
- (14) 自动找出一段时间内采样的最大值和最小值。
- (15) 电池后备大量存贮样件数据或其他信息。
- (16) 与 IBM/PC 兼容计算机光隔串行通讯。波特率 2400。
- (17) 执行用户开发的测量程序。用户可以在 IBM/PC 及其兼容机上开发自己的测量程序。并传送到 WS16DP 电池后备 RAM 中执行。

1.5.2 WS16PC 型智能测微仪

- (1) 包括 WS16DP 的全部测量应用功能。
- (2) 对位移量同时进行 8 通道 16bit 采样。分辨力可以用软件切换多个不同的档位。
- (3) 通过扩充箱扩展采样通道,最多可达 512 通道。
- (4) CRT 监视器数字和模拟显示测量数据。
- (5) 可连接多种打印机输出数据。
- (6) 多通道测头定标,用磁盘文件保存管理定标数据表。
- (7) 用磁盘文件保存管理测量数据。
- (8) 用样件设置多测点测头的多维坐标系的原点。