

文章编号:1005-8451(2005)03-0033-03

## 便携式铁路建筑限界测量机具的研制和应用

赵 辉

沈阳铁路局 科学技术研究所, 沈阳 110013

**摘 要:**针对铁路建筑限界测量难的问题,研制了用PC/104工业控制计算机技术,以激光测距为基本测量方法的便携式铁路建筑限界测量机具。该设备集测量、记录、计算、分析和制图表功能于一体,可广泛应用于铁路工务和房建部门,拥有广阔的应用空间。

**关键词:**工业控制计算机;限界测量;激光测距;步进电机

**中图分类号:**P204

**文献标识码:**A

### Research and application of portable survey equipment based on computer for railway architectural clearance

ZHAO Hui

(Technical Research Institute of Shenyang Railway Administration, Shenyang 110013, China)

**Abstract:** It was aimed at the problem of harder survey for railway clearance, developed a portable survey equipment based on PC/104 industrial controlling computer for railway architectural clearance. It had the function of survey, recording, accounting, analyzing and listing, could be used in railway engineering and house building. It also had a wide application field.

**Key words:** industrial controlling computer; clearance survey; laser telemeter; stepping electric machine

隧道及线路两侧建筑物的限界测量是关系到铁路运输安全的大问题,同时也是一个长期困扰工务、房建部门的大难题。因为到目前为止还没有很好的方法和设备来完成这项工作,尤其在主要干线实现电气化以后,以前一些传统的象“吊绳”、“触杆”等测量手段已经不再适用。现场迫切需要一种简便、准确和安全的测量设备以保证安全运输的需要。

收稿日期:2004-12-09

作者简介:赵 辉,工程师。

## 1 PC/104工业控制计算机和测量原理

### 1.1 PC/104工业控制计算机

作为新型仪器必须尽量减少人力的使用,不能动辄十几个人一起干一件事,而测量数据的记录、保存和计算也不能再象以前一样,由人工在纸上进行。基于这样的思路,使用计算机来完成这项工作成为自然而然的想法。而PC/104工业控制计算机以其本身的特点及在控制方面的优势成为我们设计的

时候也能领料并防止冒领,各车间班组分配一张32 k容量的非接触IC卡,在卡中写有该卡所属车间班组的名称、允许的领料范围和数量。当网络发生故障的时候能通过读取IC卡内的数据来手工发料,并把领料数据写到仓库管理计算机的临时数据库中。一旦网络恢复,用户领料的数据就可以写入到管理系统的数据服务器中。

## 3 结束语

通过机务段的Intranet网络开发具有安全性高、功能强大、用户界面友好等优点的机车检修成本管

理系统,可以大幅度提高仓储管理的效率,及时了解物料发放情况和消耗情况。通过严格的材料领用范围和数量的核准,把材料的消耗同机车、车间相联系,可以减少超领、冒领和随意领料的现象,控制检修的成本支出,为降低企业运营成本提供了可行的方案。

### 参考文献:

- [1] 宁保虎. 影响机车运用成本的原因分析及对策[J]. 铁道运输与经济, 2001, 23(1).
- [2] 李 维. Delphi 5.X分布式多层应用 电子商务篇[J]. 北京: 机械工业出版社, 2000.

首选。PC/104 工业控制计算机具有以下特点：

- (1) 体积小 (100\*100\*10 mm)、重量轻 (小于100 g)、功耗小 (小于7 W) 非常适合应用在便携式设备上；
- (2) 工业级设计，低温、抗震性能突出，能够适应现场的恶劣使用环境；
- (3) 各项功能与普通计算机一样，运行稳定性强于普通计算机；
- (4) 具有控制功能，本身具有DI/O接口。

## 1.2 激光测距原理

为了保障测量人员的安全，新的测量仪器必须采用非接触方式。我们选择可见激光测距作为基本测量方法，因其具有两个优点：

- (1) 激光测距技术发展很成熟，测量精度高，仪器精巧；
- (2) 采用可见激光便于测量人员对准待测目标。

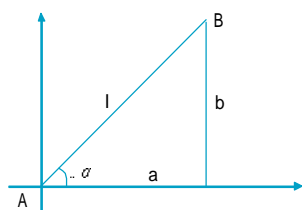


图1 测量原理图

测量原理如图1所示，A点为钢轨平面的中心点，把它设为激光测距的原点。B点作为目标待测点。线段AB与钢轨平面的夹角为 $\alpha$ 。用激光测距仪测得 $AB=l$ ，则B点相对于钢轨平面中心点A的位置：

宽为： $a=l \times \cos \alpha$ ；高为： $b=l \times \sin \alpha$

## 1.3 限界数据的确定

从上面公式可以看出，线段AB与钢轨平面的夹角 $\alpha$ 是另一个重要参数，怎样才能确定呢？我们采用步进电机拖动激光测距仪旋转的方法来确定夹角 $\alpha$ 。步进电机是纯粹的数字控制电动机，它将电脉冲信号转变成角位移，即给出一个脉冲信号，步进电机就转动一个角度，步进电机的角位移与输入脉冲数严格成正比。这样，我们用计算机控制步进电机旋转并统计运行步数，就可以计算出激光测距仪所处的角度。如果把步进电机的分步设置到足够大，就可以获得很高的角位移分辨率。

铁路线有很大一部分是曲线，曲线部分的限界需要加宽。限界加宽的公式是： $W=84500/R+H \times \tan \theta$

其中， $\theta$ 即钢轨平面与地平面的夹角是一个至关重要的参数。为了确定夹角 $\theta$ ，引入了倾角测量技术。使用倾角传感器测得夹角 $\theta$ 代入加宽公式修正曲线部分的限界数据。

## 2 系统结构和工作流程

因为铁路建筑限界的测量均是以钢轨平面的中心点为基准，把这种限界测量机具设计成轻便的带轮小车形式，其左右轮的轮距等于钢轨轨距，激光测距仪的原点位于小车的中央。这样做不仅方便工作人员携带和在线路上推行，更主要的是只要工作人员把测量车放置到钢轨上，激光测距仪的原点自然位于钢轨中心线上，省去了复杂的确定基准点的工作。

### 2.1 系统结构

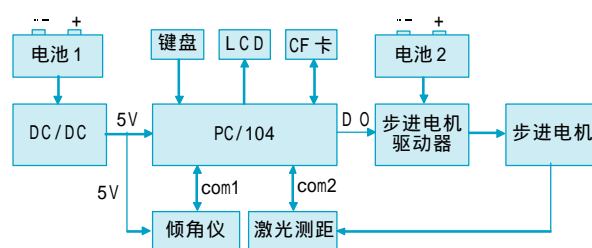


图2 系统结构图

(1) 系统的控制核心采用all in one结构386PC/104工业控制计算机。编程语言使用TURBO C++。其本身资源有：2个标准串口COM1、COM2；8位开关量输出D00-D07；键盘接口；LCD接口；CF存储器接口。

(2) 使用键盘和显示器作为人机交流工具。键盘是小型薄膜键盘，使用者通过它选择测量方式和设置参数。显示器选择可控背光单色LCD，显示内容为测量数据和操作界面。可控背光用来分别适应黑暗或光线充足环境的操作需要。

(3) 采用Leica Geosystems产品DISTO TM pro4激光测距仪，计算机可以通过RS-232串口控制它并读取测量数据。实际应用中把它连接到PC/104的COM2上，激光测距仪旋转到待测点时计算机读取一次数据。

读取速率为9 600 bps；测量距离为0.3 m~100 m；测量精度为typ:3 mm /max:5 mm。

实验证明，10 m范围内测量精度 $\leq 2$  mm，能

够满足限界测量要求。

(4) 采用计算机控制步进电机及驱动器。步进电机为VRDM364/LHA三相混合式步进电机;额定扭矩为0.45 NM;最高启动转速为6.3 r/s;驱动器为D921;工作电源为24 VDC;分步设定为200~10 000步/转。

当分步设定为10 000时,步距角为0.036度,这就是说每间隔0.036度就可以测量一个点,基本满足限界测量数据密度的需要。实际应用中,用PC/104工业控制计算机的开关量输出连接到步进电机驱动器上,D00控制步进电机的旋转方向(D00=1时,顺时针旋转;D00=0时,逆时针旋转);D01控制步进电机的旋转角度(D01每输出一个脉冲,步进电机旋转一步);D04~D07设置分步。

(5) 倾角传感器经常用于系统的水平测量,从工作原理上可分为固体摆式、液体摆式和气体摆式3种倾角传感器,其中液体摆倾角传感器因其系统稳定,在高精度系统中应用较为广泛。我们选择液体摆倾角传感器中的数字输出膜电位倾角传感器,测量数据通过RS-232口连接到计算机COM1上串行输出,其测量精度达到0.01度。

(6) 因为限界测量均在室外进行,没有普通220 VAC供应,所以系统采用蓄电池供电形式。供电系统包含两组蓄电池,一组为+12 V经过DC/DC变换为+5 V/+12 VDC供给计算机系统及倾角仪、激光测距仪使用。另一组为+24 V直接供应步进电机驱动器。

(7) 采用CF卡式固态硬盘,具有容量大、抗震动、可拔插和易于数据转移的特点。实际应用中使用128 M卡,可存储上千个数据文件。

(8) 测量后存储在CF卡中的数据文件通过USB接口的CF读写器读入到其他高级计算机中,然后使用专用的制图表软件进行处理并按照铁道部规定的格式输出限界图表。

## 2.2 工作流程

工作人员把测量小车推行至待测量处,打开电源,设备开始运行。当工作人员按照屏幕上的提示输入工作方式和参数并确认后,设备开始自动执行测量程序。首先,计算机通过COM1读取线路倾斜角,然后用D0控制步进电机带动激光测距仪旋转,计算机通过COM2发出指令控制激光测距仪测量并读取数据,最后,计算机把计算出的数据在屏幕上显示并储存在CF卡中。

## 3 实验数据及误差分析

下面是对实验室一个隧道模型进行对比测量。

如图3,以Z为测量原点,分别对A点、B点和C点进行测量。步进电机设置分步数10 000,A点、B点和C点分别为运行0步、1 000步、1 500步的测量点。

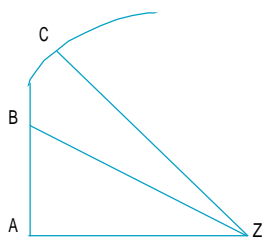


图3 隧道模型对比测量图

### 3.1 实验数据

实验数据见表1。

表1 实验数据

|    | A点    |       | B点    |       | C点    |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    | 高(mm) | 宽(mm) | 高(mm) | 宽(mm) | 高(mm) | 宽(mm) |
| 测量 | 0     | 2443  | 1776  | 2444  | 2582  | 1874  |
| 实际 | 0     | 2443  | 1775  | 2443  | 2580  | 1875  |

### 3.2 误差分析

经过对多次实验数据的分析,我们认为,误差产生的主要来源是倾角测量的偏差,尤其是对较高处测量点高度的测量影响较大,在实验室条件下,高度 $\leq 4$  m,最大误差 $\leq 3$  mm。

## 4 结束语

便携式铁路建筑限界计算机测量机具的研制和应用,在很大程度上解决了工务和房建部门在限界测量上的难题,是一种现场亟需的设备。

参考文献:

- [1] 余永权,李小青,陈林康. 单片机应用系统的功率接口技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1992:9.
- [2] 谭浩强. C程序设计[M]. 北京:清华大学出版社,1992:11.
- [3] 王福瑞. 单片机测控系统设计与应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1998:4.