

测量学教材的便携编程计算解决方案

覃辉

(广东省科技干部学院 建筑工程与艺术设计学院, 广东 珠海 519090)

摘要:测量学教材计算方法的内容滞后于测绘技术的发展已成为提高测量学教学质量的瓶颈。文章将自主研发的卡西欧系列编程计算器程序内容引入测量学教材,较好地解决了长期困扰测量学教学的计算问题。

关键词:测量便携计算;fx-4800P;fx-7400G;fx-5800P

中图分类号:P207-4

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2008)03-0137-06

众所周知,测量学的任务是测定与测设。测定的目的是为了获得空间点的三维坐标,而在绝大部分情况下,使用测量仪器测得的只是中间元素,需要通过计算才能得到空间点的三维坐标;由于测量数据存在误差,坐标计算时需要按规范要求配赋闭合差。采用极坐标法测设时,需要根据已知点与设计点的空间坐标计算放样元素。可见,无论测定或测设,都离不开测量数值计算。

测量学培养学生实际动手能力主要体现在测量、计算与绘图三个方面,简称测、算、绘。笔者近25年的测量教学经验表明,测量学最难学的内容就是测量计算。可见,培养学生的测量数值计算能力对提高测量学的教学质量具有重要的意义。

一、测量学教材解决测量计算问题的历史与现状

1998年以前,全国高校非测绘专业选用测量学教材最多的是1979年由中国建筑工业出版社出版的由合肥工业大学等4校合编的《测量学》教材,1995年出版的第4版为该书的最后一版。受当时硬件条件的限制,该书没有给出测量计算的解决方案,各校解决测量计算的方法基本是使用普通函数计算器、在规定的表格中手工计算完成,为此,测绘出版社出版了各类测量计算表格。

笔者在1995-2000年期间选用此教材进行教学,学生在完成闭附合水准路线、误差传播定律、视距测量、闭附合导线与路线曲线要素及中边桩坐标计算的作业时,普遍遇到采用什么计算工具来解决测量计算的问题。学生自己购买的计算工具可谓五花八门:有些学生使用20多元一台的简易函数计算器,有些学生使用手机上的简易计算器,有些学生使用电子词典上的计算器。由于测量计算涉及三角函数,显然只有函数计算器才能满足测量计算的最低要求。三角函数

收稿日期:2008-04-02

基金项目:广东省高等教育教学改革项目(2006036);“十一五”国家级规划教材建设项目(703)

作者简介:覃辉(1962-),男,壮族,广东省科技干部学院建筑工程与艺术设计学院教授,主要从事测量计

的自变量是角度,将计算器的角度单位设置为十进制度(DEG)时,要求输入的角度单位也应为十进制度,而经纬仪与全站仪测量获得的角度都是六十进制度,这就涉及到如何将六十进制度转换为十进制度的问题。反三角函数计算出的角度为十进制度,又涉及到如何将十进制度转换为六十进制度角度的问题。

在函数计算器市场,一直存在两种六十进制度与十进制度的相互转换方法。仿卡西欧公司的函数计算器是使用 [DMS] 与 [SHIFT] [DMS] 按键,而仿夏普公司的函数计算器是使用 [DEG] 与 [SHIFT] [DMS] 按键。

以将 $62^{\circ}11'08''$ 转换为十进制度为例,仿卡西欧公司的函数计算器输入方法为 $62 \text{ [DMS]} 11 \text{ [DMS]} 8 \text{ [DMS]}$,转换后的结果为 62.18555556 ,按 [SHIFT] [DMS] 键,又将其转换回六十进制度 $62^{\circ}11'08''$;仿夏普公司的函数计算器输入方法为 62.1108 [DEG] ,屏幕显示转换后的结果也为 62.18555556 ,按 [SHIFT] [DMS] 键,又将其转换回六十进制度 $62^{\circ}11'08''$ 。

上述操作方法,对了解计算器发展历史的教师来说,不同的计算器,使用不同的角度转换方法是一个很简单的问题,但到了学生那里却变成了一个复杂的问题,尤其是对哪些自己没有购买计算器,做作业与考试时需要借用其他学生计算器的学生,更是云里雾里,错误百出。甚至有些学生,毕业几年后还打电话问教师计算器六十进制度与十进制度角度的相互转换方法。

1999年,教育部颁布了高校新的本科专业目录,将全部土建类专业整合并为新的土木工程专业,本科高校掀起了重新编写土木工程专业测量学教材的热潮,这一时期的测量学教材名称普遍改为土木工程测量。2001年由武汉理工大学出版社出版的由过静君主编的《土木工程测量》教材为全国出版的第一本土木工程测量教材。2000年以后,为满足高校逐年扩招的要求,教育部陆续批准了大量中专学校与成人高校升格为高职院校,从教育部网站上查到的普通本科高校为700所,而高职高专院校却有1078所,每年1078所高职高专院校的招生数已超过700所普通本科高校的总招生数。规模庞大的高职高专院校与在校学生数,给过去需求量一直很小的专科测量学教材带来了巨大的市场需求,全国又掀起了编写专科测量学教材的高潮。根据笔者网上搜索的初步统计,至今为止,2000年以后新出版的50多部

本专科测量学教材,除笔者编写的系列教材[1-12]外,基本都没有给出测量计算的解决方法。虽然现在工程建设单位正在使用的计算工具与方法已非常丰富与先进,但这些新编教材有关测量计算的内容仍然滞留在1979年由合肥工业大学等4校合编的《测量学》教材的年代,测量学教材计算方法内容严重滞后于当前工程实际已成为提高测量学教学质量的瓶颈。

二、使用 fx-4800P 编程计算器程序解决测量学计算问题

1995年,卡西欧编程函数计算器 fx-4500PA 就进入了中国市场,但因为这个时期的国内计算器市场基本是日本夏普公司的天下,所以直到2003年,fx-4500PA 的市场销量一直都非常平淡,买得不温不火,工程建设行业普遍使用日本夏普公司的 PC-E500 袖珍计算机。2003年4月卡西欧(上海)贸易有限公司成立,而恰好在这一年,PC-E500 袖珍机在世界范围停产,工程建设行业对便携编程计算器的巨大需求,正好落在卡西欧公司新推工程机 fx-4800P 上,虽然 fx-4800P 的功能远不如 PE-E500,但其只有 PC-E500 机 1/4 的售价与易学的特点,使 fx-4800P 迅速进入中国工程建设行业并得到了广泛的应用,国内市场销量以每年 50% 以上的速度增长,2006 年的销量达到了 9 万台,在中国工程建设行业,达到了主要技术人员几乎人手一台的普及率。

在这样的市场背景下,2003年笔者将 fx-4800P 编程解决测量计算的内容写入了教材[1]中,在部分需要测量计算的章节,我们给出了相应的计算程序,并将 fx-4800P 的基本原理与使用方法简要编入教材附录中。当时,由于时间紧加上初次接触 fx-4800P,积累的编程经验不足,教材[1]提供的 fx-4800P 计算程序未能覆盖测量学需要计算的全部章节。例如,闭附合水准路线、闭附合导线与路线曲线要素及中边桩坐标计算等重要内容,由于没有研发出成熟的应用程序,而不得不在随书光盘上给出 Excel 计算文件解决。

虽然 Excel 计算文件对学生正确理解测量计算的原理与过程是有意义的,但它并不符合测量野外计算的实际情况。例如,在很多高速公路工地,施工周期长,现场条件很差,有些地方甚至连手机信号都没有,供电要依靠乙方发电机解决,工地上很少有

PC 机,这样,测量计算在很多情况下就只能依靠编程计算器解决。

在当年测量学教材多如牛毛的国内图书市场,教材[1]第一年的销售量就达到了 1.2 万册,应该说,与时俱进地给出了测量计算的初步解决方案是功不可没的。

教材[1]是国内第一部将工程建设单位普遍使用的工程机编入测量学解决测量计算问题的教材,也是第一部配有 630MB 容量 CD 光盘的多媒体教材。无论是解决测量计算问题,还是建设多媒体立体化教材,都是一种全新的探索。既然是探索,就一定存在很多的问题与不足,距离形成成熟而稳定的教学内容还有很长的路要走。其实,教材[1]在解决测量编程计算方面的不足,我们在编写的过程中就已强烈地意识到了。因为使用 fx-4800P 程序解决测量计算问题,是一个严肃的科学问题,容不得有一丝一毫的差错,但短时间内要想使教材[1]的程序没有一点问题是不容易做到的,软件巨人微软公司的 WinXP 至今还在通过公司官方网站发布补丁程序就是一个典型的案例。关键是读者发现教材中的程序问题时,应该有一个与作者交流的有效渠道。为此,我们在教材[2]的前言中给出了作者的 E-Mail 地址,并承诺在接到读者来信后的两天内一定给读者回复邮件。现在看来,这种做法虽然给笔者带来了巨大的回邮工作量,但同时也了解到了读者大量的真实需求与教材的缺陷,这为我们继续修订教材提供了宝贵与丰富的市场信息。

教材出版后,我们立即在广东省科技干部学院组织了一个 fx-4800P 程序开发小组,集中人力物力研究与开发 fx-4800P 解决土木工程计算的应用程序,经过半年的努力,出版了专著[3],其中的测量计算程序基本涵盖了测量学教材的所有内容并吸收了读者提出的有效建议。在此基础上,我们修订出版了第 2 版,即教材[2]。教材[2]实现了所有章节的测量计算全部使用 fx-4800P 程序解决,由于程序很长,为了不占用图书篇幅,降低图书售价,我们将教材使用的 12 个 fx-4800P 程序的 PDF 文件全部放置在随书光盘上,为了便于读者阅读程序,在每行程序的右边都给出了中文注释。教材[2]已累计印刷 4 次,销售了 2.4 万多册,至今没有再收到读者有关程序问题的意见,这表明,教材中的程序已基本成熟。

三、使用串行编程计算器 fx-7400G 程序解决测量学计算问题

教材[2]销量的增大也推动了 fx-4800P 在高校与工程单位的普及,在使用 fx-4800P 程序进行测量计算过程中也带来了一系列问题,主要有:(1)在 fx-4800P 上输入与调试程序太复杂,虽然光盘上 PDF 文件提供的程序是正确的,但读者很难一次正确输入,程序输入中的错误,需要应用教材中的案例反复调试才能发现与完善。(2)由于 fx-4800P 没有数据通讯功能,每个学生都要重复输入相同的程序才能得到属于自己的程序。(3)fx-4800P 使用备用电池保存内存中的程序与数据,读者在更换主电池时,如果不小心碰动了备用电池,将造成内存中全部程序与数据的永久丢失。显然,这些问题并不是教材[2]带给读者的,但作为一名有社会责任感的作者,应该利用自己的社会资源,给读者提供一个有效的解决方案。

为此,我们及时与卡西欧公司联系,公司为笔者推荐了一款在欧洲已销售了 5 年的成熟机型 fx-7400G。该机的售价与 fx-4800P 基本相同,但具有两机相互通讯(如图 1 所示)及与 PC 机数据通讯(如图 2 所示)的功能,其程序语言与 PC 机的 BASIC 语言基本相同。

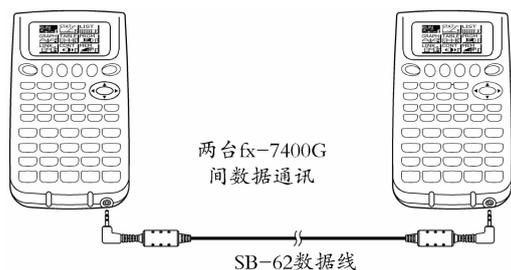


图 1 用 SB-62 数据线连接两台 fx-7400G

fx-4800P 是首先在国内工程建设市场基本普及的情况下,我们才将其引入测量学教材中的,笔者不需要承担市场风险。而将一款并不为国内工程建设市场所知的串行编程计算器 fx-7400G 引入国内市场,就需要承担巨大的市场风险。为了检验 fx-7400G 在工程建设市场的应用效果,同时也为了积累 fx-7400G 的编程经验,我们专门组织一个 fx-7400G 程序开发小组,花费了半年时间深入研究与开发 fx-7400G 测量程序,出版了专著[4]接受市场检验。

由于 fx-7400G 具有与 PC 机的数据通讯功能,所以,我们将专著[4]的全部测量程序及通讯软件

FA-123 的安装文件都放置在随书光盘中,读者只需要在用户 PC 机上安装好 FA-123,就可以通过数

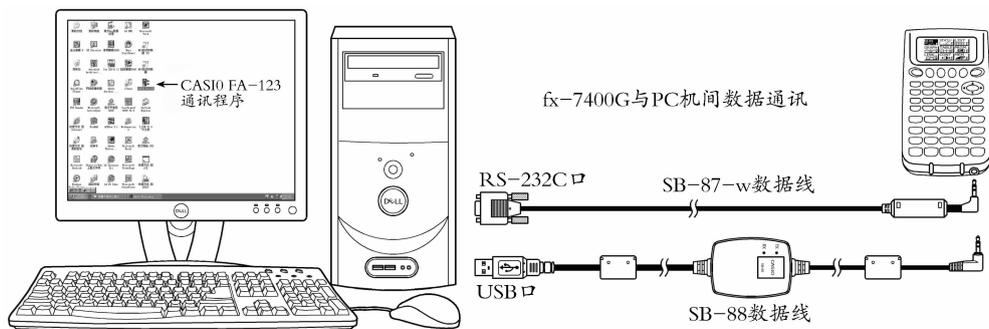


图2 用 SB-87-w 或 SB-88 数据线连接 fx-7400G 与 PC 机

程序的功能实际上等价于一个输入/输出数据处理器。例如,运行 fx-4800P 闭附合导线坐标计算程序的操作步骤是:根据屏幕提示输入已知数据与观测数据,程序计算出未知导线点的平面坐标。程序运行过程中,计算结果一般只显示一次,需要用户逐个抄录。

由于 fx-7400G 有 List 1 - List 6 共 6 个串行存储器,且串行存储器中的数据可以通过数据通讯上传到 PC 机,专著[4]提出并实现了基于串行输入/输出数据的便携编程数字化计算方法。以闭附合导线坐标计算程序 P9-5 为例,按 MENU (3) 键进入串行模式,在 List 1 输入已知点的平面坐标或方位角,在 List 2 输入导线观测的水平角,在 List 3 输入导线观测的水平距离;按 MENU (6) 键进入程序模式运行程序 P9-5,程序自动到串行 List 1 ~ List 3 中读取用户输入的已知与观测数据,计算结果自动存储到 List 4 ~ List 6,用户可以按 MENU (3) 键进入串行模式查看程序计算的结果。将串行 List 1 - List 6 的数据上传到 PC 机通讯软件 FA-123 中,将其存储为 List1. CSV - List6. CSV 共 6 个文件,运行专著[4]光盘提供的成果整理程序 G9-5.exe,输入 List1. CSV - List6. CSV 文件的路径,就可以在同路径下得到文本格式的成果文件 SU9-5.txt 与坐标展点文件 CS9-5.dat, SV9-5.dat,其中 CS9-5.dat 用于数字测图软件 CASS 展点或上传到全站仪内存,SV9-5.dat 用于数字测图软件 SV300 展点。专著[4]随书光盘提供的 14 个 fx-7400G 程序 P9-1 - P9-14 都是按基于串行输入/输出数据的便携编程数字化计算方法编制,并为每个程序开发了相应的成果整理程序 G9-1.exe - G9-14.exe。

据线将光盘程序传输到 fx-7400G 机内存中,再也不必像 fx-4800P 那样逐句输入程序了。

在专著[4]提供的 fx-7400G 程序基础上,编写出版了本科教材[5]与高职高专版教材[6],随书光盘提供了 16 对测量计算程序及相应的成果整理程序,这些程序都是在专著[4]发行期间,根据读者来信意见进行了全面修订,因此比较成熟。2007 年,我们根据读者来信的意见全面修订了专著[4]的 fx-7400G 程序,出版了专著[7];应用专著[7]的成果与读者对教材[5][6]的意见,再次修订出版了本科教材[8]与高职高专版教材[9],使其中 fx-7400G 程序更加成熟并贴近测绘生产实际。教材[8]已通过专家审查被教育部列入“十一五”国家级规划教材选目录(编号 703),作为一部大型多媒体立体化教材,其随书光盘已发展到单面双层 DVD,容量达到了 7.1GB。

四、使用矩阵编程计算器 fx-5800P 程序解决测量学计算问题

从出版社发行部了解到,在教材[5][6]热销期间,以 fx-4800P 解决测量计算的教材[2]仍然有一定的销售量,通过与读者的电子邮件交流发现其原因主要是:(1)许多学校的测量实验室购买了大量的 fx-4800P,在没有获得实验室建设资金购买 fx-7400G 前,仍然需要使用 fx-4800P 程序进行测量计算。(2)fx-4800P 在工程建设单位保有量很大,工程技术人员自己编写了很多实用程序,可以解决自己工作中的测量计算需求。(3)卡西欧公司仍然在继续生产与销售 fx-4800P,市场惯性促使 fx-4800P 每年仍然有比较大的销量。

2006 年 10 月,卡西欧公司在世界市场推出了 fx-4800P 的换代机型 fx-5800P,同时停止了 fx-4800P 芯片与机器的生产,到 2008 年市场上消化完

库存 fx-4800P 机型后,将只剩下 fx-5800P 一款工程机。

与 fx-4800P 比较,fx-5800P 改进的功能主要有:(1)使用一节普通 7 号电池供电,电池使用时间更长,成本更低;内存为闪存,不需要备用电池维护,不会丢失内存中的程序与数据。(2)新增数据通讯功能,使用 SB-62 数据线连接好两台机器的 3Pin 通讯口即可方便地传输程序与数据(如图 3 所示)。(3)新增 List X, List Y, List Freq3 个统计串列存储器。统计计算方法是先将统计数据输入统计串列存储器,再进行统计计算,用户可以根据需要随时修改统计串列中的数据。统计串列还可以用于存储程序计算结果或存储程序计算所需要的已知数据。(4)在程序中除可以使用 26 个字母变量 A-Z 存储数据外,还新增了独立于字母变量存储器的额外变量存储器 Z[1],Z[2],Z[3],Z[4]……也可以使用统计串列存储器 List X, List Y, List Freq。多种存储器类型解决了用户编写大型程序对数据存储的需求。(5)新增 Mat A-Mat F 共 6 个矩阵,能进行矩阵的 +、-、 \times 行列式、求逆等计算,最多可以计算 10 行 \times 10 列的矩阵,能解决小型控制网的严密平差计算问题及满足测量专业学生学习测量平差课程的需要。(6)编程语句改为图形计算器(如 fx-7400G)统一使用的类 BASIC 结构化程序语言,使编写的程序更易于阅读。

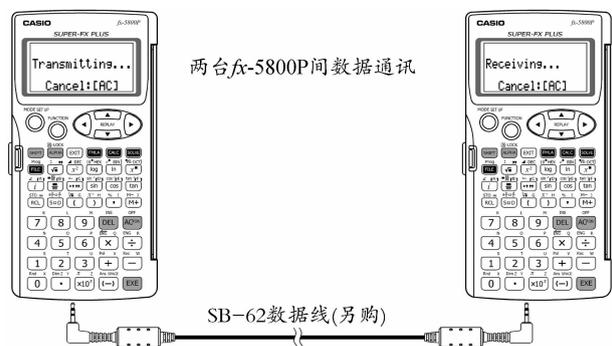


图 3 两台 fx-5800P 间相互传输程序

考虑到工程建设单位大量用惯了 fx-4800P 的用户会更加习惯于 fx-5800P 的操作方式,2006 年下半年,我们花费了半年时间研发 fx-5800P 测量程序,出版了专著[10],半年后,将专著[10]的 12 个 fx-5800P 程序移植到测量学教材[11][12]中,其中

业规划教材中。教材[11][12]仍然将 12 个 fx-5800P 源程序的 PDF 文件放置在随书光盘上,考虑到 fx-5800P 具有两机间相互传输程序功能,卡西欧公司将装有 12 个源程序的母机发送到各省会城市的代理商处,供读者免费传输母机程序。

五、结语

高校扩招给测量学教材市场带来了空前的繁荣,但是,这种表面繁荣的背后却无法掩盖测量学教材大量低水平重复的现状,因为相当一部分测量学教材的本质是 1979 年由合肥工业大学等 4 校合编的《测量学》教材的翻版,其后果是许多新编测量学教材内容严重滞后于工程建设单位的生产实际,学生学到的知识严重滞后于测量新技术的发展。作者从 2003 年开始走自主创新之路,打造测量学多媒体立体化教材,不断应用测量新技术知识改造传统教学内容^[13]。仅仅为了解决测量便携编程计算,就先后出版了 3 部专著分别深入研发 fx-4800P、fx-7400G 与 fx-5800P 三款计算器的测量应用程序与编程技巧,将市场验证成熟的测量程序引入到测量学教材中来。通过电子邮件,我们对使用这些教材的高校进行了抽样调查,结果表明,这些成熟的程序已逐渐成为测量学教学的基本工具,比较成功地解决了测量野外便携计算问题,使学生可以将更多的时间与精力投入测量基本原理与方法的学习,这对提高测量学的教学质量起到了积极的促进作用。

新技术进测量学教材并得到市场的认可有一个发展与逐渐成熟的过程。从 2003 年开始编写系列测量学教材的过程中,我们也曾收到过部分高校测量教师的来信,他们反对将测量学教材的计算内容商业化地与卡西欧系列编程计算器结合的做法,但市场的现实情况却是卡西欧系列编程计算器大量地涌入建设工程单位,成为事实上的标准计算工具。就像 20 世纪 80 年代 AutoCAD 刚刚进入中国建筑设计领域一样,市场的认可度最终导致了建设部下文在全国建筑设计单位开展普及 AutoCAD、摔开绘图板的行业技术促进活动。现在,可能已经没有人认为这是中国政府在为美国 Autodesk 公司做广告了。新技术是没有国界的,只要有利于促进生产力的提高,就一定会被市场接收,这是一个朴素的真理。从近期高校教师给笔者的来信中,我们已感觉到,这些持反对意见教师的观念正在发生变化,因为毕竟用

成熟程序解决测量计算问题的效率与质量是过去手工填表计算所无法比拟的。

参考文献:

- [1] 覃辉,唐平英,余代俊. 土木工程测量[M]. 上海:同济大学出版社,2004.
- [2] 覃辉,唐平英,余代俊. 土木工程测量(第2版)[M]. 上海:同济大学出版社,2005.
- [3] 覃辉. fx-4850P/4800P/3950P 编程计算器在土木工程中的应用[M]. 广州:华南理工大学出版社,2004.
- [4] 覃辉,徐卫东,任沂军. 测量程序与新型全站仪的应用[M]. 北京:机械工业出版社,2005.
- [5] 覃辉. 土木工程测量(第3版)[M]. 上海:同济大学出版社,2006.
- [6] 覃辉,叶海青. 工程测量[M]. 上海:同济大学出版社,

2008.

- [7] 覃辉,徐卫东,任沂军. 测量程序与新型全站仪的应用(第2版)[M]. 北京:机械工业出版社,2007.
- [8] 覃辉. 土木工程测量(第4版)[M]. 上海:同济大学出版社,2008.
- [9] 覃辉,叶海青. 工程测量(第2版)[M]. 上海:同济大学出版社,2008.
- [10] 覃辉,段长虹. fx-5800P 矩阵编程计算器原理与测量实用程序[J]. 上海:同济大学出版社,2007.
- [11] 覃辉. 建筑工程测量[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2007.
- [12] 覃辉,马德富,熊友谊. 测量学[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2007.
- [13] 覃辉. 测量学立体化教材建设的探索与实践[J]. 高等建筑教育,2007,16(4):143-148.

Applications of Programmable Calculation in Surveying Textbook

QIN Hui

(Construction Engineering and Art Design Department, Guangdong
Science and Technology Institute, Zhuhai 519090, China)

Abstract: It is an important factor in improving quality of the surveying course that the contents of surveying textbook trail one's technology. The measuring calculating programs which are written by author in a series of CA-SIO programmable calculators have been introduced in a series of surveying textbooks, the calculating problems in surveying teaching have been solved preferably.

Key words: digital surveying computing; fx-4800P programmable calculator; fx-7400G graphing and programmable calculator; fx-5800P programmable calculator

(编辑 欧阳雪梅)