

现代公路测量实用程序及其应用

CASIO fx-4850P / 4800P 计算器编程

王建忠 主编
刘培文 主审

$$X_p = X_a = D \cos \alpha \quad Y_p = Y_a + D \sin \alpha$$
$$H_p = H_a + D \tan \alpha v + (1 - K) D \div 2R + I - V$$



$$Y_a + D \sin \alpha$$
$$- K) D \div 2R + I - V$$



人民交通出版社

China Communications Press

现代公路测量实用程序及其应用

王建忠 主编
刘培文 主审

CASIO fx-4850P / 4800P 计算器编程

Xiandai Gonglu Celiang ShiyongChengxu Jiqi Yingyong

CASIO fx-4850P / 4800P Jishuanqi Biancheng



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

全书分上、下两篇,共7章。上篇为公路野外勘测与设计技术基础,阐述了公路常规勘测与设计、现代公路勘测与设计的基础知识、内容与方法。下篇为CASIO编程函数计算器与路线测量、施工放样的应用。本书是一本集有关技术资料和计算程序于一体的实用的公路测设工具书。

本书内容全面、系统,实用性强,可供公路、铁路、市政的施工测量人员使用,亦可供大专院校相关专业师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代公路测量实用程序及其应用: CASIO fx-4850p/4800p 计算器编程/王建忠主编. —北京:人民交通出版社,2006.1

ISBN 7-114-05915-9

I. 现... II. 王... III. 道路测量-可编程序计算器-应用程序 IV. U412-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 002971 号

书 名: 现代公路测量实用程序及其应用
——CASIO fx-4850p/4800p 计算器编程

著 作 者: 王建忠

责任编辑: 岑 瑜

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)85285656, 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京凯通印刷厂

开 本: 787×960 1/16

印 张: 27.5

字 数: 414 千

版 次: 2006 年 3 月 第 1 版

印 次: 2006 年 3 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-114-05915-9

印 数: 0001—3500 册

定 价: 45.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



王建忠

1986年毕业于福建省交通管理干部学院(中专),同年分配到福建省南平市公路局测量队工作,参加了国道316线及205线的500公里的测量工作,在各种地形、大小工程中参与测设工作的公路里程达到1000多公里,积累了丰富的测量经验。1998年至2002年在公路局从事大中修工程工作,2002年至2005年调入南平市公路工程公司担任高速公路及城市道路的项目经理。

前言

Preface

近年来,随着我国公路建设事业的飞速发展,各种先进的测量仪器和现代化的测设方法被广泛采用并得到普及。为了给广大公路工程施工测量人员提供一本较为系统、全面的施工测量参考书和施工测量放样的应用程序集,作者结合自己多年从事公路测设和使用、开发编程函数计算器的经验,依据国家现行的有关技术标准、规范,编写了一系列公路测设计算程序。

本书有以下两个特点:

(1)充分挖掘计算器的潜力,为了节省计算器内存,使用主、子程序模式,公共部分子程序共有化。编程技巧独特,使用方便,人性化的编程,测量放样做到一步到位。

(2)手工输入程序快捷,计算结果可靠,屏幕显示简单明了。

书中的计算程序,适用于 CASIO fx-4800P、CASIO fx-4850P 使用。

编写本书时,借鉴和参考了各类设计(施工)手册、有关院校的教材和文献资料等,在此,我谨向原作者、编译著者致敬和感谢。

由于编写水平有限,不妥和谬误之处,敬请读者批评指正。

作者

2005 年 11 月

上篇 公路野外勘测与设计技术基础

第一章 公路常规勘测与设计技术基础	3
第一节 基础知识	3
第二节 公路野外勘测与设计的主要内容	9
第三节 公路常规野外勘测的主要方法	29
第二章 现代公路勘测与设计技术基础	100
第一节 水准测量	100
第二节 全站仪三角高程测量	115
第三节 全球卫星定位系统	121
第四节 测量仪器的检查校正与保管	130

下篇 CASIO 编程函数计算器与路线测量、施工放样

第三章 CASIO fx-4800P/4850P 操作说明	165
第一节 部分键盘及功能清单符号介绍	165
第二节 储存器的使用方法	166
第三节 状态键及功能键使用图解	168
第四节 操作方法	171
第五节 编程命令摘要	174
第六节 几点注意事项	178
第四章 道路测量与放样公共部分子程序	180
第一节 基本符号	180
第二节 CASIO fx-4850P/fx-4800P 公共部分子程序	184
第五章 路线测量与道路施工放样计算程序	232
第一节 已知二点坐标求距离和方位角计算程序	232

第二节	已知一坐标、距离、方位角求另一坐标计算程序	233
第三节	任意测站建立的计算程序	234
第四节	单曲线中基本型、简单型测量程序	236
第五节	单曲线中凸型曲线测量程序	247
第六节	回头曲线测量程序	252
第七节	同向复曲线测量程序	256
第八节	反向复曲线 S 型测量程序	264
第九节	道路中边桩直线段放样程序	269
第十节	单曲线基本型、凸型及回头曲线放样程序	271
第六章	桥隧测量与施工放样计算程序	280
第一节	匝道放样程序	280
第二节	迂回式匝道放样程序	304
第三节	曲线桥放样程序	311
第四节	纵断高程计算程序	315
第五节	中轴旋转、超高计算程序	316
第六节	边轴旋转、超高计算程序	319
第七节	三维坐标附和、闭合导线近似平差计算程序	321
第八节	水准路线平差计算程序	327
第九节	桥梁三角网近似平差计算程序	330
第十节	隧道三角锁近似平差计算程序	337
第十一节	隧道测量坐标与施工坐标换算程序	345
第十二节	坐标换带计算程序	348
第十三节	地籍测量程序(折线围成的封闭图形面积)	355
第十四节	现场勘测与测量例题	357
第七章	公路动态控制系统	372
第一节	公路动态控制系统(三维坐标正算)程序	372
第二节	公路动态控制系统(三维坐标反算)程序	381
第三节	石狮市疏港公路 A 标段路线图表	388
附录		414
附录一	常用单位换算表	414
附录二	路线测设的有关规定	415
附录三	钢筋混凝土构件设计的有关规定	429
参考文献		431

上 篇

公路野外勘测

与设计技术基础

第一章 公路常规勘测与设计技术基础

第一节 基础知识

公路工程建设在地壳表面,是一种延伸很长的线形建筑物,通常要穿越许多自然地质条件不同的地区,它不仅受地质因素的影响,也受许多地理因素的影响。因此,为了正确处理公路工程与自然条件的关系,充分利用有利条件,避免或改造不利条件,必须进行公路现场勘察,为公路工程的方案研究、测设和施工提供依据和指导。

公路勘测设计是公路基本建设程序(图 1-1)的重要组成部分,其工作的主要项目通常所指的是建设程序中的踏勘测量、详细测量等内容。

道路是一种空间线性带状构筑物,设计中将其分解为如图 1-2 所示的平面、纵断面和横断面来研究。

道路勘测设计者的任务就是在调查研究、掌握大量资料的基础上,设计出有一定技术标准、满足行车要求、工程费用最省的道路。而取得资料的过程便是勘测工作者的首要任务。因此,公路勘测设计是一项系统工程,所涉及的学科较多,如工程测量、岩土工程、建筑材料、水力水文、路基路面、桥涵工程、结构设计、工程造价等学科。但就其工作内容而言,目前普遍公认地将其划分为野外勘测和内业设计两项内容。

勘测设计中是按点、线、面、体顺序研究,而其中线主要解决中心线的布设问题。

从勘测设计的角度,布置道路中线可有两种做法:其一是,先在航测或采用其他方法测定的高精度大比例尺地形图上作纸上定线,然后按图

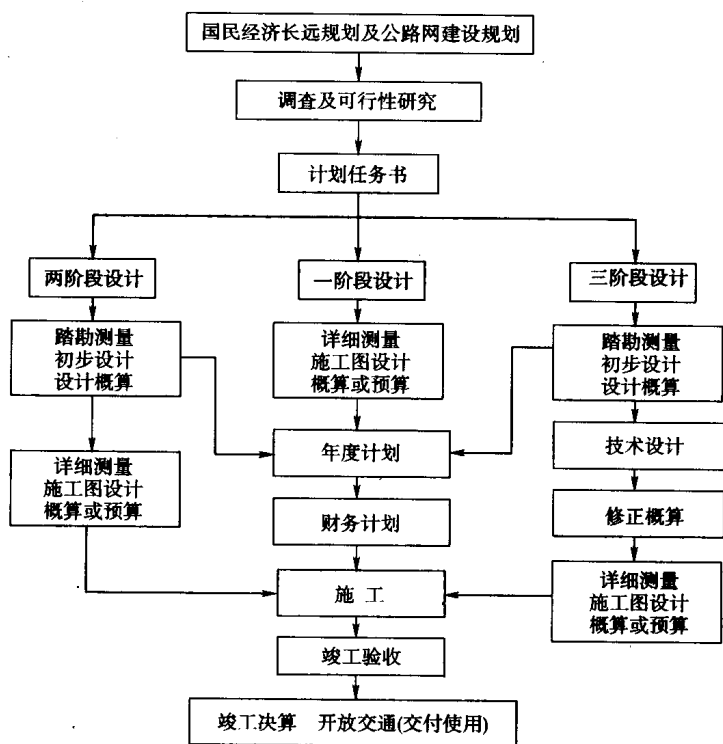


图 1-1 公路基本建设程序

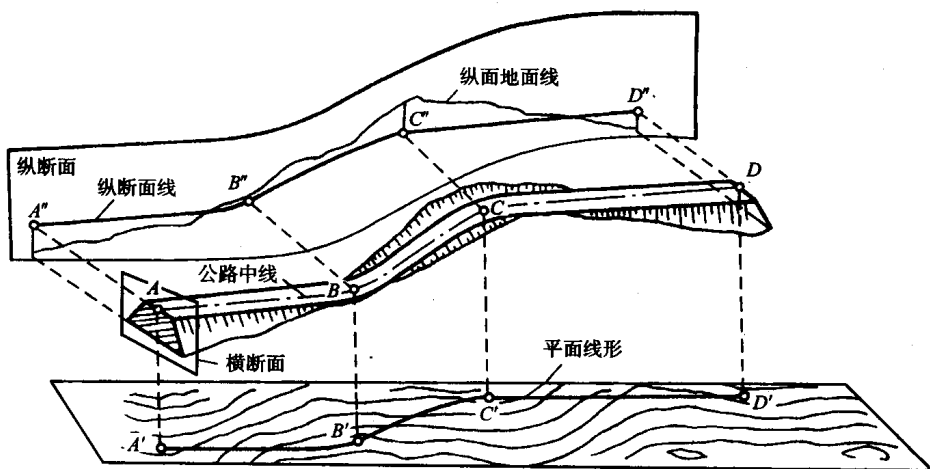


图 1-2 公路的平面、纵断面、横断面

上与实地路线的比例关系放到实地上,这种做法,一般用于高等级公路的勘测和设计;其二是,直接在实地布置导线(称选线),然后布置中线,进而完成整个路线的布置。对初学者而言,需要指出的是,道路中心线的布置不像画“运动场跑道”那样用白灰直接画出的,而是要用一个个间距相等或不等的木桩把它标定出来。这一个个木桩相当于实地的点,从始到终的各个木桩的连线就构成了道路中心线。这些桩的位置很重要,因为它不但要表示出道路中心线的实地位置,而且还要反映出线路纵和横的地形、占地、拆迁、道路交叉、地质不良地段的起终点等所在的位置,还要为土石方计算等设计提供依据。某个桩的桩号是指这个桩从路线起点沿路线前进方向到这个桩位(沿路线走向)的水平距离。它表明路线上某点在路线中的位置。

道路布线,是按“先控制后碎部”的原则进行。其方法上经历了三个发展阶段:第一阶段为最基本的方法,如图 1-3a)、b),是根据一系列技术和经济上的要求,先由选线组(在纸上或实地)选定控制道路大致走向的交点和转点,再由测角组将这些交点和转点准确地标定后再测定前后导线的夹角,随后由中线组经过计算后把道路中心线用木桩准确地标定到实地上。这是一种至今仍沿用的最基本的方法。这种方法可称为“沿导测设法”,其特点是测设所使用的仪器主要为经纬仪、水准仪、钢尺等简单仪器和工具。第二阶段是现在常用的方法,它是随着全站仪的采用应运而生的一种方法可俗称为“自由测站法”(如图 1-3c),它沿道路布置了两套导线,即由…… C_1 、 C_{n+1} ……组成的与高级控制点联测的高级控制导线,再由此导线位置测定沿公路中线导线位置进而完成整个公路中线的布置。第三阶段是随着现代测试技术的不断提高和国内外 GPS 技术的采用,由线控制改用网控制的测设方法,它是按由大到小逐级控制测量的步骤进行。GPS 测定点的原理类似于平面上的后方交汇法,但在空中,已知点应至少三个才能确定未知点的位置。用 GPS 仪可测得由卫星发出的“载波”码的转换可知任一时刻置仪点(待测点)至 GPS 卫星的距离,而此时天空中 GPS 星的位置可通过“卫星星历”得知。即这几颗卫星相当于天空中的已知点。

所谓公路常规勘测,是指用普通测量仪器(经纬仪、水准仪等)所从事的路线勘测,即现场选定路线交点和转点,然后布置中线,进而完成整个路线勘测工作。

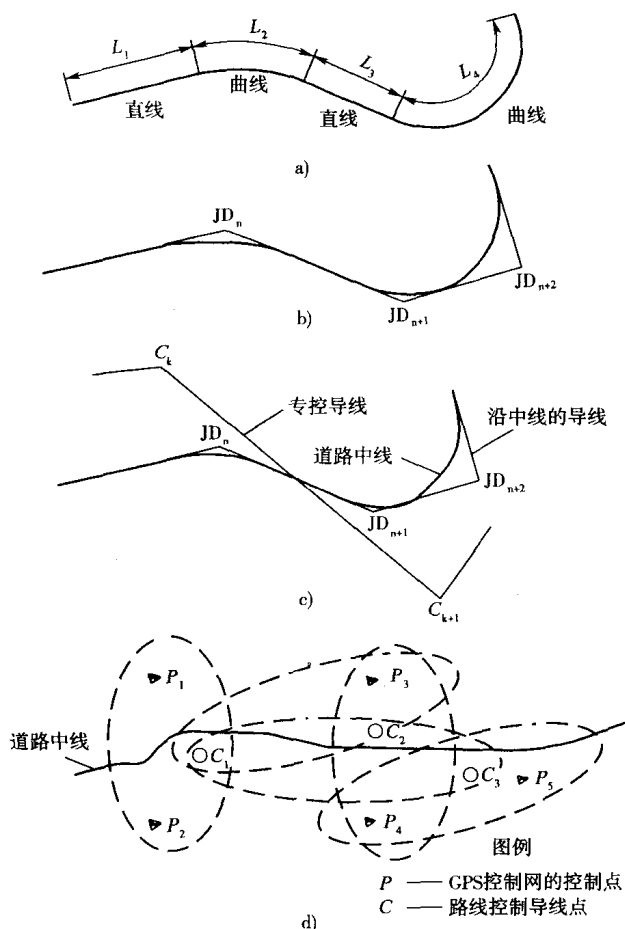


图 1-3 道路布设的控制导线、控制网与道路中线的关系

a)道路中心线;b)沿道路中线的控制导线与道路中线;c)与国家高级控制网连结的道路专控导线与道路中线;d)用 GPS 控制网测设的控制网及道路中线

现代公路勘测针对高等级公路而言,一般采用两阶段或三阶段勘测,而且用纸上定线法。即先在大比例尺航测地形图上定出路线,在图上量取各交点和路线起终点坐标,定出中线上直线和曲线段(包括曲线段半径、缓和曲线长度等),然后用全站仪置于实地布设导线点线上,利用中桩的坐标将其放样到实地上。现代公路勘测一般用于测区较大且考虑地球曲率影响时的公路测设。这种测量一般为两条导线,即沿路中线导线和

沿路线附近专设的控制导线,然后根据控制导线与中线的关系放出中线。控制导线大致与中线走向一致,个别处可横穿中线。导线点布置在相互通视、便于测区控制、易于保存之处,与中线间横向距离一般为 100 ~ 500m 间,纵向间距可达 1km 以上。导线点应进行严密的平差。

公路常规勘测程序和内容应先从公路形成过程分析。如前已述,道路是通过外业勘测与内业设计形成的。

外业勘测一般由选线、测角、中桩、水平、横断、地形、桥涵、调查、地质、综查(含随队内业)十个作业组别组成的勘测队,通过大量工作取得设计资料的过程。

上列前五个外业作业组工作完成后,确定了道路中心线的平面位置和沿中心线及两侧一定范围的原地面高低起伏状况,据此,设计人员可绘出路线纵断面图中的地面线(此地面线相当于沿道路中心线竖剖切面与原地面交线拉直后的图形)和沿中线每隔一定距离(每个桩位)左右一定范围的地面高低起伏状况图,称横断面地面线。然后考虑一系列技术和经济上的要求可画得(拉坡)设计纵坡线,在转坡点处设置竖曲线后得到将来路基顶面(准确地说为路肩边缘)位置。再以中心设计线高度按道路横向各处设计断面形状(即设计标准断面)向两侧拓宽(称戴帽子)形成路基。

公路是一个位于自然界中的结构物,在设计施工中涉及的因素甚多,故仅做以上工作还不能完成整条公路设计,尚应考虑路面、桥梁、隧道、涵洞、排水、防护、支挡等工程结构物的设计。另外,还得计算其工程造价(概、预算),为此而做的相应外业工作便是后面五个作业组的勘测与调查内容。

公路常规勘测与现代公路勘测的主要区别在于外业勘测中所采取的措施上,重点体现在中线测设中导线和曲线放线方法,由于道路是一个空间带状线形构筑物,故道路中心线由直线和曲线构成(而曲线不论其组合如何复杂,它均是由回旋线和圆曲线这两种基本线形所组成)。一般而言,曲线都是设在路线的转弯处,也就是说,在沿路线中线的导线的转折处(即 JD 处)设置曲线。曲线的形状和大小与地形条件、道路本身的技术标准、导线布置方式、特殊地段要求等有关。另外,要使曲线与导线有机地结合,则曲线应和沿路中线的导线有密切的关系。在公路常规勘测中,曲线的布设,不像我们用圆规在图纸上画圆那样,只要找到圆心就可

画出。因为路线所经地带往往不是一望无际的平川,常常是高山陡崖、沟壑深谷、各种障碍交相呼应,即使是地形很好,能够找到圆心也无法“绘”出。一般最原始的做法是设法将布置的曲线与导线发生联系,从导线上支出横距确定桩点位置。这样一来,在围绕导线左右摆动不大范围的情况下就能把曲线布设出来,从而克服了地形障碍。如通常所用的切线支距法、偏角法、延长弦线法、中央纵距法等等均基于这样的思路。这也是“顺路导线测设法”的由来。后来,随着测距仪、全站仪的问世和使用,从很远的地方就可布设中线桩点,从此这个坐标系统“升值”为采用以大地坐标系统为主的长测区坐标控制系统。

任何物体不外乎由点、线、面所构成,故测量的基本工作实质上是确定空间两点的相对位置(相对平面位置与相对高差)。可以概括地讲,普通测量学是解决确定点位所用仪器构造、测量原理及正确使用方法和确保点位最大限度地准确所涉及的测量误差分析及运用测量仪器进行工程测量的原理和方法。

8 由于测量时仪器、观测者、外界条件等影响,所以不可避免地造成测量误差,因而对某一施测对象进行测量而得出的数值并非是其真值。尽管如此,我们总希望取得最接近真值的值(即最或是值)。为减小或尽量消除某些误差,测量时应采取一定的措施。例如为消除仪器本身误差而引起的测量误差,经纬仪在测角时用正、倒镜测回法,这样做是为了消除横轴不垂直于竖轴及横轴不垂直于视准轴对水平角观测结果的影响。又如在使用微倾水准仪进行水准测量时,应尽量使前后视距离大致相等,这可以消除或大大减小由于仪器视准轴不平行于水准管轴对测量结果的影响。再如用钢尺量距就可用已用钢尺鉴定的尺长改正数经过计算加以消除。当用钢尺丈量基线(如矿井、隧道、大桥等),必要时还要进行尺长、拉力、垂曲、倾斜、温度五项改正。

因此,要学好并能灵活运用勘测知识,应首先掌握测量学,尤应注意和了解各种仪器的原理、构造、正确使用方法及注意事项。过去我们一直强调使用仪器时一定要检校完善,这里有它的道理。例如,使用微倾式水准仪时,使用前仪器必须满足四个几何条件,其中之一是水准管轴平行于视准轴,因为水准仪是利用水平视线求取两点间高差,而视线是否水平,肉眼是看不见的。也就是说,仪器上必须有判别视线水平的装置。水准

管就是这样的装置。使用时使水准管气泡居中即认为视线水平,它的前提条件是视准轴必须平行于水准管轴。否则尽管我们按操作要领完成,也是徒劳无益的。

要正确地使用测量仪器,以延长其使用寿命。对常用测量仪器,使用时应注意:

- (1) 钢尺——使用时严禁扭拉和生锈,用毕上油卷顺;
- (2) 皮尺——使用时严禁打结,使用前须分清端点尺和刻线尺;
- (3) 花杆——使用时严禁摔打和依托用作上坡工具;
- (4) 塔尺——使用时注意分节接口是否连续;
- (5) 经纬仪等精密仪器——使用时应特别注意微动螺旋的活动范围,以防拧得过头而损坏;
- (6) 水准仪——使用前检校,注意微动螺旋不可拧得过头;
- (7) 自动安平水准仪——不宜倒置,以防失灵。

第二节 公路野外勘测与设计的主要内容

一、路线一阶段定测外业工作

(一)选线组工作

1. 主要任务

选定控制路线大致走向的 JD 和 ZD,并初步选定曲线半径和控制要素。

2. 考虑因素

- (1) 视察报告;
- (2) 路线布局;
- (3) 选线原则;
- (4) 技术标准;
- (5) 实际地形;
- (6) 景观协调;
- (7) 纵面放坡;
- (8) 其他要求。

(二)测角组工作

1. 主要任务

- (1) 标定交点及转点,使交点间转点准确成为一条直线;

- (2) 测量导线右角计算转角;
- (3) 选定曲线半径计算元素;
- (4) 确定角分线方向,设分角桩;
- (5) 测定磁(或真)方位角,推算计算方位角;
- (6) 测定后视距离(校核链距);
- (7) 丈量或用视距仪测基线长度(在虚交或复曲线处);
- (8) 设置护桩。

2. 基本要求

(1) 用经纬仪标定 JD 和 ZD,延伸直线用“分中法”,两相邻直线穿交点用“骑马桩”法;

(2) 尽量避免用极限半径;

(3) 不要形成断背曲线;

(4) 带缓和曲线的曲线总长度应能容得下缓和曲线并留够净圆曲线长度,以符合中华人民共和国行业标准《公路路线设计规范》(JTJ 011—94)的规定;

(5) 曲线的最小长度应符合《公路路线设计规范》(JTJ 011—94)要求。

(三)中桩组工作

1. 主要任务

将道路中心线的平面位置用桩标定到实地上,并丈量其里程。

2. 基本要求

(1) 所设桩不但要表示路线平面位置,而且要满足后续组测设路线沿线两侧一定范围的地面高低起伏状况以及桥涵、占地、拆迁、交叉、不良地质等所在位置的要求。即在下列情况下除按规定设整桩外,还应加桩:

- ① 路线纵、横向地面变化特征点;
- ② 占地及拆迁起终点;
- ③ 桥涵及人工构造物处;
- ④ 地质不良地段的起终点;
- ⑤ 管道、道路、铁路、电线、水渠与中线交叉处;
- ⑥ 曲线主点。

(2) 一次定测中桩用钢尺以整尺段丈量,桩距在山岭重丘区、平原微