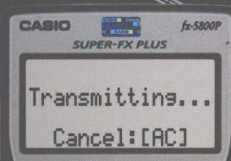




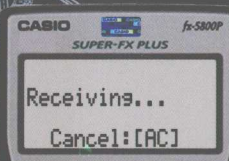
CASIO *fx-5800P* 编程计算器

公路与铁路施工测量程序

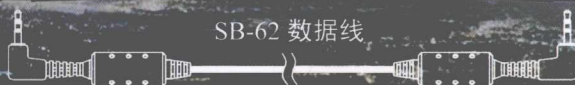
覃 辉 编 著



fx-5800P 相互传输程序



SB-62 数据线



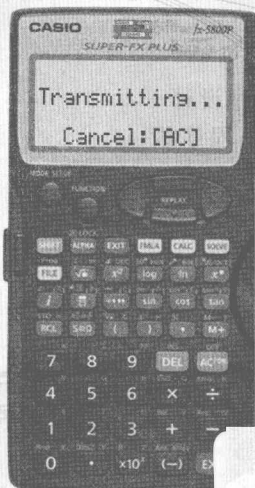
同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS



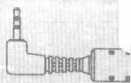
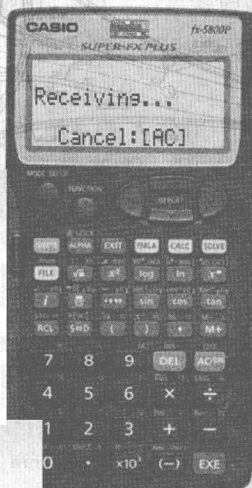
CASIO *fx-5800P* 编程计算器

公路与铁路施工测量程序

覃辉 编著



fx-5800P 相互传输程序



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书通过对 CASIO fx-5800P 编程计算器新增统计串列、复数及类 BASIC 功能的研究,解决了缓和曲线正、斜交快速计算问题;提出了利用缓和曲线拟合圆弧确定缓和正、斜交交点的初始桩号,利用角度方程精确计算初始桩号的残差,实现了一次计算就可以精确确定正、斜交交点的中桩坐标。

本书适合使用 CASIO fx-5800P 编程计算器从事公路与铁路工程施工的现场技术人员,以及从事土木工程设计、施工、监理等领域的广大 CASIO fx-5800P 编程计算器的用户,也可供高等院校的师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

CASIO fx-5800P 编程计算器:公路与铁路施工测量程序/覃辉著. —上海:同济大学出版社,2009.8

ISBN 978-7-5608-4047-5

I. C… II. 覃… III. ①可编程序计算器—程序设计—应用—道路工程—施工测量②可编程序计算器—程序设计—应用—铁路工程—施工测量 IV. U412.2-39
U212.2-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 115207 号

CASIO fx-5800P 编程计算器公路与铁路施工测量程序

覃 辉 编 著

责任编辑 杨宁霞 季 慧 责任校对 徐春莲 封面设计 覃 辉 插图 覃 辉

出版发行	同济大学出版社	www.tongjipress.com.cn
	(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)	
经 销	全国各地新华书店	
印 刷	同济大学印刷厂	
开 本	787mm×960mm 1/16	
印 张	15.25	
印 数	1—6 100	
字 数	305 000	
版 次	2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷	
书 号	ISBN 978-7-5608-4047-5	
定 价	25.00 元	

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

前 言

本书的 24 个主程序与 25 个子程序分别存储在 Q, H 两个母机内,请读者到卡西欧(上海)贸易有限公司分布在全国的测绘店就近传输母机程序。读者对本书的意见及运行程序的问题请发电子邮件到 qh-506@163.com 邮箱咨询,卡西欧(上海)贸易有限公司不对用户使用本书程序发生的任何问题负责。

有关 fx-5800P 机器及就近传输母机程序的测绘店事宜请咨询卡西欧(上海)贸易有限公司的蔡家义先生(021-32174898-417),邮箱:cai.jiayi@casio.com.cn。

24 个主程序与 25 个子程序的清单列于下表,共占用 30 184 字节内存,需要存入两台 fx-5800P 计算器才能保证有足够的剩余内存运行程序,程序分别存储在 Q 与 H 母机内,其中 Q 母机存储的 4 个主程序与 19 个子程序占用内存 13 476 字节,H 母机存储的 20 个主程序与 6 个子程序占用内存 16 708 字节。

母机程序列表

序	主程序	子程序	母机	功能说明
1	QH1-4		H	坐标反算边长与方位角程序
2	QH1-5		H	基于串列输入数据的坐标反算边长与方位角程序
3	QH1-6		H	高斯平面坐标线性变换程序
4	QH1-7		H	建筑坐标与测量坐标相互变换程序
5	QH1-8		H	复数形式单一闭、附合与无定向导线近似平差程序
6	QH1-9		H	复数形式支导线坐标计算程序
7	QH2-7	SUBQ2-71,SUBQ2-72,SUBQ2-73 SUBQ2-74,SUBQ2-75,SUBQ2-76 SUBQ2-77	Q	交点法非对称基本型曲线坐标正、反算程序,可输入测站与后视点坐标,计算极坐标放样参数
8	QH2-8	SUBQ2-81,SUBQ2-82,SUBQ2-83 SUBQ2-84,SUBQ2-85,SUBQ2-86 SUBQ2-87	Q	线元法任意路线与匝道曲线坐标正反、算程序,可输入测站与后视点坐标,计算极坐标放样参数
9	QH2-9	SUBQ2-91,SUBQ2-92,SUBQ2-93 SUBQ2-94,SUBQ2-82,SUBQ2-87	Q	线元法任意路线与匝道曲线直线斜交程序可输入测站与后视点坐标,计算极坐标放样参数
10	QH2-10	SUBQ2-10	Q	任意个变坡点连续竖曲线高程计算程序
11	QH3-1		H	圆曲线加宽值计算程序
12	QH3-2		H	缓和曲线加宽值计算程序

续表

序	主程序	子程序	母机	功能说明
13	QH3-3		H	路线纵断面中平测量记录计算程序
14	QH3-4		H	路线填、挖工程量计算程序
15	QH3-5		H	方格网法土方量计算程序
16	QH3-6		H	解析法带弓形多边形周长与面积计算程序
17	QH4-1	SUBQ4-11, SUBQ4-12, SUBQ4-13 SUBQ4-14	H	高斯投影正算、反算、换带计算程序
18	QH4-2		H	测角前方交会坐标计算程序
19	QH4-3	SUBQ4-3	H	测角后方交会坐标计算程序
20	QH4-4	SUBQ4-4	H	测边后方交会坐标计算程序
21	QH4-5		H	施工水准测量记录计算程序
22	QH4-6		H	四等水准测量计算程序
23	QH4-7		H	单一闭、附合图根水准测量近似平差程序
24	QH4-8		H	高斯平面坐标正形变换程序

文献[1]出版两年来,我们一直在思考一个问题:fx-5800P新增的统计串列、复数及类 BASIC 功能,到底能为工程编程带来多大的便利?两年来,通过与读者的广泛交流及对 fx-5800P 新增功能的研究不断深入,我们通过本书给出了一个圆满的回答。

本书新增了大量高仿真度的屏幕图像、尽可能多的真实路线与匝道工程案例,来验证程序的所有功能,使工程界用户能以尽可能少的时间,最快的速度掌握书中程序的操作方法,提高自学的质量与效率,降低学习成本。

公路与铁路施工测量中使用频率最高的是坐标正算、反算(也称正交)及直线与路线斜交(也称斜交)程序。正算的原理比较简单;正交与斜交,对直线与圆曲线线元,也容易直接求解,但对缓和曲线线元,则需要迭代计算,常用方法主要有二分法与牛顿迭代法等。文献[2]的程序 CAS58-5-1 采用二分法迭代计算。二分法的迭代次数 n 与计算时间和缓和曲线长 L_h 及迭代区间 ϵ 有关,当 $L_h > 30 \text{ m}$,取 $\epsilon = 0.001 \text{ m}$,则 $n > 15$,这就是执行程序 CAS58-5-1 进行坐标反算时,计算时间普遍大于 2 min 的主要原因。

为解决缓和曲线正、斜交快速计算问题,我们花费了两个月时间潜心研究直接计算缓和曲线正交、斜交的原理与方法,提出了利用缓和曲线拟合圆弧确定缓和曲线正、斜交交点的初始桩号,利用角度方程精确计算初始桩号的残差,实现了一次计算就可精确确定正、斜交交点的中桩坐标,并利用该方法编写了三个程序——QH2-7、QH2-8、QH2-9。其中,QH2-7 为任意单交点基本型曲线坐标正、反算程序,QH2-8 为任意路线或匝道坐标正、反算程序,QH2-9 为任意路线或匝道斜交程序,使三个程序计算缓和曲线正、斜交交点中桩坐标的时

间缩短至 7 s。

QH2-7、QH2-8 和 QH2-9 三个程序从研究计算原理到调试程序,花费了整整 3 个月的时间,在作为商品程序出售给国内某些施工企业后,又根据一线用户的要求增加了计算加桩点、垂足点与交点的极坐标法放样参数的功能。这些程序都充分使用了 fx-5800P 的统计串列与复数功能,如果不用这两种功能,就很难编写出功能如此强大的程序。

本书程序名全部使用字符“QH”开头,后面的数字为图书的章节号。例如,程序 QH2-8 为本书第 2 章第 8 节的程序,以区别文献[1]以“PM”字符开头及文献[2]以“CAS”字符开头的主程序;子程序名全部用字符“SUBQ”开头,例如,子程序 SUBQ2-81、SUBQ2-82、SUBQ2-83、SUBQ2-84、SUBQ2-85、SUBQ2-86 和 SUBQ2-87 为主程序 QH2-8 的 7 个子程序。

文献[1]与文献[2]发行时,采用由测绘文具店向一线用户直接传输程序的方式传播母机程序。但随着市场已出版的 fx-5800P 图书日益增多,每本书都向测绘文具店传输母机程序,就容易搞乱,因此,这种传输母机程序的方式也不是最有效的唯一方式。从文献[1]和文献[2]读者发来的 1 000 多封电子邮件看,绝大部分读者还是自己对照书中的程序手工输入的。为此,笔者接受本书读者通过快递公司邮寄 fx-5800P 的方式传输本书母机程序,详情可发送邮件到 qh-506@163.com 咨询。

由于 fx-5800P 只在用户公式模式下才能输入英文小写字母、希腊文大、小字母及数字字符下标,在程序模式下只能输入大写英文字母,故本书程序中某些用作提示字符的小写字母或特殊字符是用其他字符代替的。因此,很多用户反映不知道怎样输入程序中的这些字符。为此,本书在每个程序后都给出了特殊字符输入方法注记。例如,下列文字是任意路线与匝道曲线坐标正反、算程序 QH2-8 的特殊字符输入方法注记。

 输入程序时,按   [3] 键输入 Deg,按   [5] [1] 键输入 FreqOn,按   [6] 键输入 Fix,按  [4]  [2] 键输入 a,按  [7] [2] [1] 键输入 n,按  [1]    [1] 键输入 m,按 [1]  [3] [0] 键输入 1×10^{30} ,按  [7] [1] [1] 键输入 List,按  [7] [1] [2] 键输入 Freq,按  [2] [4] 键输入 ReP(,按  [2] [5] 键输入 ImP(,按  [2] [1] 键输入 Abs(,按  [2] [2] 键输入 Arg(,按 [i] 键输入 i,按   键输入 $\angle$,按  [1] [5] 键输入!,按  [5] [2] 键输入 r,按  [1]    [4] 键输入 p,按  [1]    [5] 键输入 f,按  [4]    [7] 键输入 e,按  [4] [6] 键输入 h,按  [4]    [6] 键输入 t,按  [4]    [3] 键输入 g。

2005 年我们在文献[5]中率先提出并实现了图形编程机 fx-7400G 基于串列编程的原理与方法,并于 2006 年移植到卡西欧高端图形编程机 fx-9860G 中

并发扬光大^[3],文献[5]与文献[3]的程序推动了我国野外便携数字化测量计算的进程。fx-7400G有6个串列,fx-9860G有26个串列,它们都设置有专门语句定义串列的维数,串列数据可以用通讯软件FA-124传输到PC机;而fx-5800P只有3个串列,没有专门语句定义串列的维数,只能从第一行开始逐行存储数据。如何将基于串列编程的原理与方法应用到fx-5800P上一直是我們持续深入研究的重要课题,实际上,这也是fx-5800P区别于fx-4800P/fx-4850P编程方法的重要内容。

从2006年7月收到卡西欧公司赠予的国内第一台fx-5800P样机至今,我们花费了3年时间研究,终于使fx-5800P基于串列编程的原理与方法日臻成熟。本书的绝大部分程序都是采用串列输入或输出数据的方法编写。公路与铁路施工单位的读者只要用过一次QH2-8程序,就会深刻体会到这种编程方法对精简程序、简化操作、增强功能与方便地查看计算结果带来的巨大好处,而这些都是在fx-4800P/fx-4850P上很难实现的。

真诚地希望广大读者继续将程序使用中遇到的问题及工程案例数据发送到我们的信箱,以促进我们的工作,更好地为广大用户服务。

编 者

2009年6月

目 录

前言

1 复数及基于统计串列存储数据的编程方法与程序

1.1 复数的几何表示方法	(1)
1.2 复数显示格式的应用	(4)
1.3 共轭复数	(4)
1.4 复数形式坐标反算程序(QH1-4)	(5)
1.5 基于统计串列输入数据的极坐标法放样程序(QH1-5)	(7)
1.6 复数形式高斯平面坐标线性变换参数计算及批量坐标变换程序(QH1-6)	(10)
1.7 复数形式建筑坐标与测量坐标的相互变换程序(QH1-7)	(14)
1.8 复数形式单一闭、附合与无定向导线近似平差原理与程序(QH1-8)	(17)
1.9 复数形式支导线坐标计算程序(QH1-9)	(29)

2 公路与铁路路线平纵曲线正、反算原理与程序

2.1 单交点基本型路线曲线坐标正算原理	(33)
2.2 缓和曲线线元坐标正算原理	(46)
2.3 缓和曲线线元坐标反算原理	(49)
2.4 圆曲线与直线线元坐标正、反算原理	(60)
2.5 直线与缓和曲线线元斜交的交点坐标计算原理	(62)
2.6 直线与圆曲线及直线线元斜交的交点坐标计算原理	(69)
2.7 单交点基本型路线曲线坐标正、反算程序(QH2-7)	(70)
2.8 线元法任意路线与匝道曲线坐标正、反算程序(QH2-8)	(96)
2.9 线元法任意路线与匝道曲线直线斜交程序(QH2-9)	(129)
2.10 任意个变坡点的连续竖曲线高程计算程序(QH2-10)	(147)

3 公路与铁路路线施工测量综合程序

3.1 圆曲线加宽值计算程序(QH3-1)	(156)
3.2 缓和曲线加宽值计算程序(QH3-2)	(162)
3.3 路线纵断面中平测量记录计算程序(QH3-3)	(165)
3.4 路线填、挖方工程量计算程序(QH3-4)	(172)

3.5	方格网法土方量计算程序(QH3-5)	(177)
3.6	解析法带弓形多边形周长与面积计算程序(QH3-6)	(182)
4 公路与铁路施工控制测量程序		
4.1	1954 北京坐标系与 1980 西安坐标系高斯投影正算、反算及换带程序(QH4-1)	(186)
4.2	测角前方交会坐标计算程序(QH4-2)	(198)
4.3	测角后方交会坐标计算程序(QH4-3)	(200)
4.4	测边后方交会点坐标计算程序(QH4-4)	(203)
4.5	施工水准测量记录计算程序(QH4-5)	(207)
4.6	四等水准测量计算程序(QH4-6)	(214)
4.7	单一闭附合图根水准路线近似平差程序(QH4-7)	(219)
4.8	高斯平面坐标系正形变换程序(QH4-8)	(221)
参考文献		(234)

1 复数及基于统计串列存储数据的编程方法与程序

复数(complex number)最早出现在解方程中,由于负数无法开根号,所以很多方程无法解,但这些方程确实不能说是没有意义,引进复数概念后,方程就可以解了。后来在几乎所有需要数学的领域都有应用,复数就像负数一样将数集进一步扩展,现在复数依然是最大的数集。

fx-5800P 的复数计算都可以在 **COMP** 模式或编程中进行,使用复数编程进行测量坐标计算。无论是变量输入还是计算公式都比使用实数计算要简便得多,尤其是进行坐标变换计算。

工程用户很少使用复数进行测量计算,一是因为他们不了解复数计算的原理与方法,二是现在的 PC 机程序语言基本没有复数计算函数及语句。其实,使用 fx-5800P 的复数功能进行平面坐标计算,只需要了解很少的复数基本定理,利用计算器强大的复数功能就可以轻松实现。复数计算远没有工程用户想象的那么复杂。

本书介绍的全部路线测量程序都是使用复数计算原理编写的。使用复数编程进行坐标计算,既可以节省变量,又可以简化程序,因此,笔者将复数编程的原理设置为第 1 章。

1.1 复数的几何表示方法

复数有式(1-1)所示的直角坐标、极坐标和指数共三种表示方法,其中前两种表示方程也称复数的几何表示法,fx-5800P 只能对直角坐标与极坐标表示的复数进行计算。

$$z = x + yi = r\angle\theta = re^{i\theta}, \quad \text{要求 } r > 0 \tag{1-1}$$

1) 直角坐标表示法

直角坐标表示法的格式为 $a + bi$, 称 a 为复数的实部(real part), b 为复数的虚部(imaginary part), $i^2 = -1$, 按 **[i]** 键输入 i 。

如果将一个复数存入字母变量 **B**, 则 **ReP(B)** 为提取复数变量 **B** 的实部, **ImP(B)** 为提取复数变量 **B** 的虚部, 按 **[FUNCTION]** **[2]** **[4]** 键输入 **ReP(**, 按 **[FUNCTION]** **[2]** **[5]** 键输入 **ImP(**, 按 **[FUNCTION]** **[2]** 键调出的复数函数菜单见图 1-1(b) 所示。



图 1-1 复数函数菜单

复数的几何意义是一个复数对应于一个复平面上的点。在图 1-2(a) 所示的笛卡儿坐标系中,是以横轴为实数轴,纵轴为虚数轴,象限为逆时针编号;而在图 1-2(b) 所示的测量高斯平面直角坐标系中,是以纵轴为实数轴,横轴为虚数轴,象限为顺时针编号。

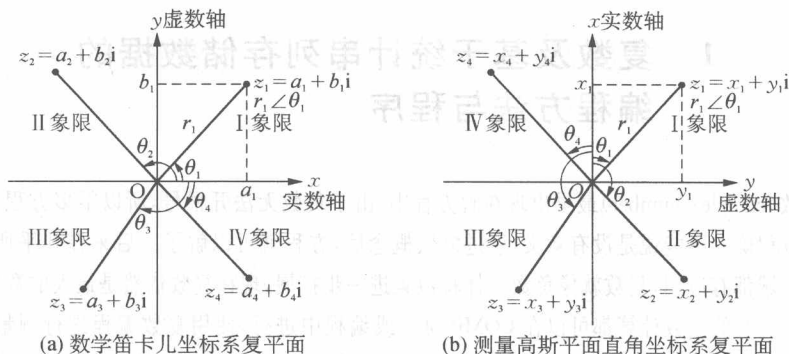


图 1-2 复数的直角坐标表示法与极坐标表示法的关系

[例 1-1] 试分别计算复数函数 $(1.5 + 2.5i)^2$ 与 $\sqrt{1.5 + 2.5i}$ 的值。

[解] 按 $(1.5 + 2.5i)^2$ 键, 结果见图 1-3(a) 所示; 按 $\sqrt{1.5 + 2.5i}$ 键, 结果见图 1-3(b) 所示。

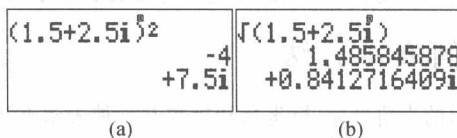


图 1-3 在 COMP 模式输入直角坐标复数计算案例

本书约定: 为了节省篇幅, 凡是键入用于计算的数字, 一律不用方框数字符号。

2) 极坐标表示法

复数的极坐标表示格式为 $r\angle\theta$, r 为复数 z 的模 (absolute value), θ 为复数 z 的辐角 (argument), 按 $\text{SHIFT} \angle$ 键输入 $\angle$ 。辐角的单位应与计算器的当前角度单位相同。

如果将一个复数存入字母变量 B, 则 $\text{Abs}(B)$ 为计算复数变量 B 的模, $\text{Arg}(B)$ 为计算复数变量 B 的辐角, 按 $\text{FUNCTION} 2 1$ 或按 $\text{FUNCTION} 1 \downarrow 1$ 键输入 Abs , 按 $\text{FUNCTION} 2 2$ 键输入 Arg , 按 $\text{FUNCTION} 2$ 键调出的复数函数菜单见图 1-1(b) 所示。

按极坐标格式 $r\angle\theta$ 输入复数时, 要求 $r > 0$, 如果 $r < 0$ 机器将出错。例如, 在 COMP 模式, 按键 $2 \text{SHIFT} \angle -45 \text{EXE}$, 结果为 $1.414213562 - 1.414213562i$; 如果按 $-2 \text{SHIFT} \angle -45 \text{EXE}$ 键, 屏幕显示错误信息 “Math ERROR”。

复数 $z = a + bi$ 的辐角 θ 是原点 $\rightarrow z$ 点的方向角, 以实数轴为 0 方向, 取值范围为 $0^\circ \sim \pm 180^\circ$ 。

在图 1-2(a) 所示的笛卡儿坐标系中, 当 z 点位于 I、II 象限时, 方向角 θ 为逆时针角, 取值范围为 $0^\circ \sim +180^\circ$; 当 z 点位于 III、IV 象限时, 方向角 θ 为顺时针角, 取值范围为 $0^\circ \sim -180^\circ$ 。

在图 1-2(b) 所示的测量高斯平面直角坐标系中, 当 z 点位于 I、II 象限时, 方向角 θ 为

顺时针角,取值范围为 $0^{\circ}\sim+180^{\circ}$;当 z 点位于Ⅲ、Ⅳ象限时,方向角 θ 为逆时针角,取值范围为 $0^{\circ}\sim-180^{\circ}$ 。

使用辐角函数 **Arg** 计算出的辐角 θ 与极坐标函数 **Pol** 计算出的方向角的定义是相同的。使用 **Arg** 函数计算边长复数的测量方位角 α 时,如果算出的辐角 $\theta > 0$,则 $\alpha = \theta$;如果算出的辐角 $\theta < 0$,则 $\alpha = \theta + 360^{\circ}$ 。

【例 1-2】 试计算复数 $1.5 + 2.5i$ 的模与辐角。

【解】 按 **SHIFT** **SETUP** **3** (**Deg**) 键设置角度单位为十进制度,按 **FUNCTION** **2** **1** **1.5** **+** **2.5** **i** **)** **EXE** 键,结果见图 1-4(a)所示;按 **ACON** **FUNCTION** **2** **2** **1.5** **+** **2.5** **i** **)** **EXE** 键,结果见图 1-4(b)所示;按 **↵** 或 **SHIFT** **←** 键可将其转换为六十进制角度显示,结果见图 1-4(c)所示。

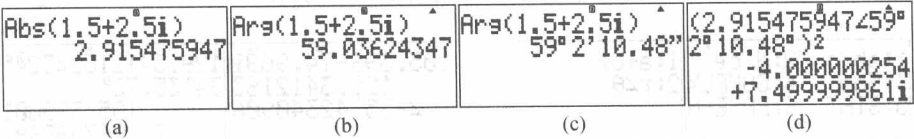


图 1-4 计算复数的模与辐角与极坐标格式复数计算案例

【例 1-3】 试计算复数 $2.915\,475\,947\angle 59^{\circ}2'10.48''$ 的平方。

【解】 按 **SHIFT** **SETUP** **3** (**Deg**) 键设置角度单位为十进制度,按 **ACON** **(** **2.915475947** **SHIFT** **∠** **59** **↵** **2** **↵** **10.48** **↵** **)** **x^2** **EXE** 键,结果见图 1-4(d)所示。它们与图 1-2(a)所示的直角坐标法计算的结果有少许差异,这是因为机器内部是使用 15 位数计算的,而本例的模 **2.915475947** 只取到 10 位数的缘故。

【例 1-4】 在高斯平面直角坐标系中,已知某边长的坐标增量分别为 $\Delta x = 105.399\text{ m}$ 、 $\Delta y = -74.968\text{ m}$,试用复数计算该边的平距 r 与方位角 α 。

【解】 设角度单位已设置为十进制度,按 **ACON** **FUNCTION** **2** **1** **105.399** **-** **74.968** **i** **)** **EXE** 键,结果见图 1-5(a)所示;按 **▶** 键调出最近执行的表达式,按 **DEL** 键删除模函数 **Abs**(,按 **FUNCTION** **2** **2** 键修改为辐角函数 **Arg**(,按 **EXE** 键,结果见图 1-5(b)所示。因辐角为负数,所以,还应加 360° 才能得到边长的方位角,按 **+** **360** **EXE** **↵** 键计算边长的方位角,结果见图 1-5(c)所示。

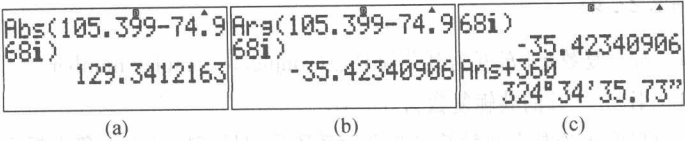


图 1-5 使用复数的模与辐角函数计算边长与方位角

1.2 复数显示格式的应用

1) 复数显示格式的设置

fx-5800P 出厂设置的复数显示格式为直角坐标格式,按 SHIFT SETUP V 键调出图 1-6(a)所示的设置两页菜单,按 4 (COMPLX) 键调出图 1-6(b)所示的复数显示格式设置菜单,按 1 (a+bi) 键为设置直角坐标格式复数显示,或按 2 ($\text{r}\angle\theta$) 键为设置极坐标格式复数显示。

通过转换复数显示格式计算[例 1-4]的方法为:按 SHIFT SETUP V 4 2 ($\text{r}\angle\theta$) 键设置复数为极坐标格式显示,按 ACON 105.399 $-$ 74.968 i EXE 键,结果见图 1-6(c)所示。

将极坐标格式复数 $129.3412163\angle 324^\circ 34' 35.73''$ 转换为直角坐标格式显示的方法为:按 SHIFT SETUP V 4 1 (a+bi) 键设置复数为直角坐标格式显示,按 ACON 129.3412163 SHIFT Z 324 34 35.73 EXE 键,结果见图 1-6(d)所示。

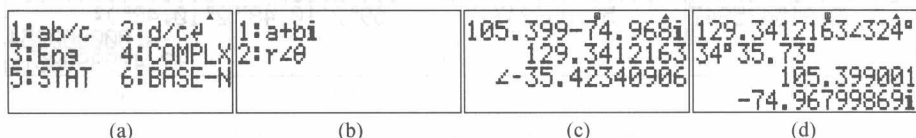


图 1-6 设置键的复数显示格式设置菜单与应用案例

2) 应用功能键的复数显示格式命令转换

按 FUNCTION 2 (COMPLX) 键调出图 1-1(b)所示的复数功能菜单,其中 $\blacktriangleright \text{a+bi}$ 为将其前面的复数转换为直角坐标格式显示, $\blacktriangleright \text{r}\angle\theta$ 为将其前面的复数转换为极坐标格式显示,忽略当前设置的复数显示格式。

执行图 1-6(c)相同操作的方法是:按 ACON 105.399 $-$ 74.968 i FUNCTION 2 6 EXE 键,结果见图 1-7(a)所示;执行图 1-6(d)相同操作的方法是:按 ACON 129.3412163 SHIFT Z 324 34 35.73 FUNCTION 2 7 EXE 键,结果见图 1-7(b)所示。

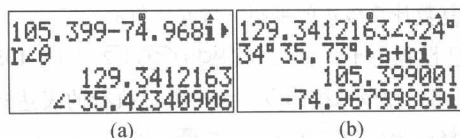


图 1-7 应用功能键的复数显示命令转换复数显示案例

1.3 共轭复数

称复数 $a-bi$ 与复数 $a+bi$ 互为共轭复数(conjugate complex number)。例如, $3+4i$ 的共轭复数为 $3-4i$, $3-4i$ 的共轭复数为 $3+4i$ 。

由图 1-2 可知,无论是在数学笛卡尔坐标系还是测量高斯平面直角坐标系,复数与其共轭复数的几何意义都是关于实数轴 x 对称。

[例 1-5] 试计算 $(3+4i)^2$ 的共轭复数。

[解] 按 FUNCTION $\boxed{2}$ $\boxed{3}$ $\boxed{+}$ $\boxed{4}$ $\boxed{i}$ $\boxed{)}$ $\boxed{x^2}$ EXE 键, 结

果见图 1-8 所示。

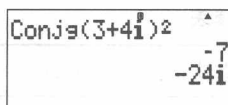


图 1-8 计算复数函数的共轭复数案例

1.4 复数形式坐标反算程序(QH1-4)

1) 原理

由本书第 1.3 节可知, fx-5800P 的 A~Z 字母变量存储器不占用机器内存空间, 且每个字母变量存储器都有 22 字节, 是按存储一个复数设计的。当字母变量存储器存储一个实数时, 只占用了 12 字节, 剩余的用于存储复数虚部的 10 字节并没有使用。因此, 在坐标反算编程中, 可以将一个点的坐标以复数形式存入一个字母变量中, 这样可以减少字母变量的使用数量。

程序 QH1-4 的功能是根据用户输入的两点复数形式坐标, 计算其边长与方位角。

2) 程序

程序名: QH1-4, 占用内存 174 字节

"XY $\rightarrow$ DIST, α QH1-4" $\blacktriangle$

显示程序标题

Deg: Fix 3 ∇

设置角度单位与显示格式

"X+YiS(m)" = ? A ∇

输入复数形式起点坐标

Lbl 0: "X+YiE(m), 0 $\rightarrow$ END" = ? B ∇

输入复数形式端点坐标

Abs(B)=0 $\rightarrow$ Goto E ∇

判断是否结束程序

Arg(B-A) $\rightarrow$ J ∇

计算辐角

J < 0 $\rightarrow$ J+360 $\rightarrow$ J ∇

将辐角转换为方位角

"DIST(m)" = : Abs(B-A) $\blacktriangle$

显示边长

" α (DMS)" = : J $\blacktriangleright$ DMS $\blacktriangle$

显示方位角, 按 FUNCTION $\boxed{4}$ $\boxed{\nabla}$ $\boxed{2}$ 键输入 α

Goto 0 ∇

重复输入下一个端点的坐标

Lbl E: "QH1-4 $\rightarrow$ END"

PROGRAM 输入程序时, 按 FUNCTION $\boxed{4}$ $\boxed{\nabla}$ $\boxed{2}$ 键输入 α , 按 FUNCTION $\boxed{1}$ $\boxed{\nabla}$ $\boxed{\nabla}$ $\boxed{\nabla}$ $\boxed{1}$ 键输入 m, 按 FUNCTION $\boxed{2}$ $\boxed{1}$ 键输入 Abs(, 或按 FUNCTION $\boxed{1}$ $\boxed{\nabla}$ $\boxed{1}$ 键输入 Abs(, 按 FUNCTION $\boxed{2}$ $\boxed{2}$ 键输入 Arg(。

3) 案例

表 1-1 列出了 5 个点的平面坐标。

表 1-1 计算边长与方位角案例

点号	x/m	y/m	起讫点号	D_{ij}/m	α_{ij}
1	3 885.634	3 114.471			
2	4 281.739	3 592.881	1 $\rightarrow$ 2	621.108	50°22'35.6"

续表

点号	x/m	y/m	起讫点号	D_{ij}/m	α_{ij}
3	3 356.668	3 419.507	1→3	610.616	150°01'46.09"
4	3 373.397	2 385.189	1→4	891.201	234°54'58.89"
5	3 968.103	3 005.750	1→5	136.460	307°10'54.11"

执行程序 QH1-4,计算表 1-1 的 1 号点分别至 2~5 号点的边长与方位角的屏幕提示与用户输入过程如下:

屏幕提示	按 键	说 明
X,Y → DIST,αQH1-4	EXE	显示程序标题
X+YiS(m)=?	3885.634 + 3114.471 i EXE	输入 1 点坐标复数
X+YiE(m),0 ⇨ END=?	4281.739 + 3592.881 i EXE	输入 2 点坐标复数
DIST(m)=621.108	EXE	显示 1→2 的水平距离
α(DMS)=50°22'35.6"	EXE	显示 1→2 的方位角
X+YiE(m),0 ⇨ END=?	3356.668 + 3419.507 i EXE	输入 3 点坐标复数
DIST(m)=610.616	EXE	显示 1→3 的水平距离
α(DMS)=150°1'46.09"	EXE	显示 1→3 的方位角
X+YiE(m),0 ⇨ END=?	3373.397 + 2385.189 i EXE	输入 4 点坐标复数
DIST(m)=891.201	EXE	显示 1→4 的水平距离
α(DMS)=234°54'58.89"	EXE	显示 1→4 的方位角
X+YiE(m),0 ⇨ END=?	3968.103 + 3005.75 i EXE	输入 5 点坐标复数
DIST(m)=136.460	EXE	显示 1→5 的水平距离
α(DMS)=307°10'54.11"	EXE	显示 1→5 的方位角
X+YiE(m),0 ⇨ END=?	0 EXE	输入 0 结束程序
QH1-4 ⇨ END		程序结束

在实际使用过程中,工程用户可能不太习惯以复数形式输入坐标,可以将程序 QH1-4 修改为下列程序 QH1-4N。

程序名 QH1-4N,占用内存 204 字节

"XY → DIST,α QH1-4N" ▲	显示程序标题
Deg:Fix 3 ◄	设置角度单位与数值显示格式
"XS(m)="? A:"YS(m)="? B ◄	输入起点 x, y 坐标
A+Bi → E ◄	将起点坐标存为复数形式
Lbl 0:"XE(m),0 ⇨ END="? C ◄	输入端点 x 坐标
C=0 ⇨ Goto E ◄	判断是否结束程序
"YE(m)="? D ◄	输入端点 y 坐标
C+Di → F ◄	将终点坐标存为复数形式
Arg(F-E) → J ◄	计算辐角

J<0 ⇨ J+360 → J ⇩

将辐角转换为方位角

"DIST(m) =":Abs(F-E) ▲

显示边长

"α(DMS) =":J ▶ DMS ▲

显示方位角

Goto 0 ⇩

重复输入下一个端点的坐标

Lbl E:"QH1-4N ⇨ END"

执行程序 QH1-4N, 计算表 1-1 的 1 号点分别至 2~5 号点的边长与方位角的屏幕提示与用户输入过程如下:

屏幕提示	按 键	说 明
XY → DIST, α QH1-4N	EXE	显示程序标题
XS(m) = ?	3885.634 EXE	输入 1 点的 x 坐标
YS(m) = ?	3114.471 EXE	输入 1 点的 y 坐标
XE(m), 0 ⇨ END = ?	4281.739 EXE	输入 2 点的 x 坐标
YE(m) = ?	3592.881 EXE	输入 2 点的 y 坐标
DIST(m) = 621.108	EXE	显示 1→2 的平距
α(DMS) = 50°22'35.6"	EXE	显示 1→2 的方位角
XE(m), 0 ⇨ END = ?	3356.668 EXE	输入 3 点的 x 坐标
YE(m) = ?	3419.507 EXE	输入 3 点的 y 坐标
DIST(m) = 610.616	EXE	显示 1→3 的平距
α(DMS) = 150°1'46.09"	EXE	显示 1→3 的方位角
XE(m), 0 ⇨ END = ?	3373.397 EXE	输入 4 点的 x 坐标
YE(m) = ?	2385.189 EXE	输入 4 点的 y 坐标
DIST(m) = 891.201	EXE	显示 1→4 的平距
α(DMS) = 234°54'58.89"	EXE	显示 1→4 的方位角
XE(m), 0 ⇨ END = ?	3968.103 EXE	输入 5 点的 x 坐标
YE(m) = ?	3005.75 EXE	输入 5 点的 y 坐标
DIST(m) = 136.460	EXE	显示 1→5 的平距
α(DMS) = 307°10'54.11"	EXE	显示 1→5 的方位角
XE(m), 0 ⇨ END = ?	0 EXE	输入 0 结束程序
QH1-4N ⇨ END		程序结束显示

程序 QH1-4 只有 174 字节, 而程序 QH1-4N 却为 204 字节, 程序 QH1-4 的字节数只有程序 QH1-4N 字节数的 83%。这说明, 使用复数输入坐标可以节省内存。

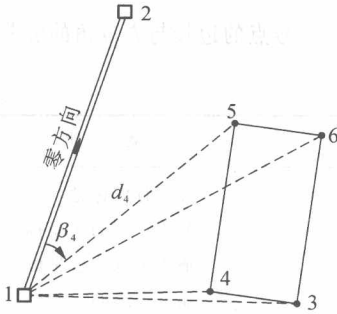
1.5 基于统计串列输入数据的极坐标法放样程序(QH1-5)

1) 原理

程序 QH1-4 与 QH1-4N 的是通过屏幕对话方式输入点的坐标, 计算两点之间的边长与方位角。由于 fx-5800P 具有 List X、List Y 与 List Freq 三个统计串列, 可以在运行程序之前, 按 (MODE) 4 键进入 REG 模式, 将点的坐标预先输入 List X 与 List Y 统计串列中, 运行程序时, 就只需要输入点号, 由程序从统计串列中按用户输入的点号调用其坐标计算边长与方位角, 称

这种编程方式为基于统计串列输入数据的编程法。

如图 1-9 所示,1,2 号点为已知点,3~6 号点为设计建筑物的轴线交点,在 1 号点设站,以 2 号点为水平度盘零方向,当使用极坐标法放样 3~6 号点时,需要计算出 1 号点分别至 3~6 号点的水平距离 d_i 及 3~6 号点方向与零方向的水平夹角 β_i 。



点名	x/m	y/m
1	44 180.486	23 628.056
2	44 285.645	23 664.020
3	44 178.189	23 721.791
4	44 182.220	23 692.063
5	44 241.676	23 700.126
6	44 237.645	23 729.854

图 1-9 使用复数的模与辐角函数计算边长与方位角

2) 程序

程序名:QH1-5,占用内存 470 字节

"STA → SET DIST,ANGLE QH1-5" ▲

显示程序标题

Deg:Fix 3:FreqOn ↵

设置角度单位,数值显示格式,打开频率串列

n → N:"TOTAL P NUM=":N ▲

显示串列的总点数

Lbl 0:"STATION n=" ? A ↵

输入测站点号

A < 1 Or A > N ⇨ Goto E ↵

非法则结束程序

Lbl 1:"0 n=" ? Z ↵

输入零方向点号

Z < 1 Or Z > N ⇨ Goto E ↵

零方向点号非法则结束程序

If Z=A:Then "STATION n=0 n,REPEAT!":Goto 1:IfEnd ↵

非法则重新输入零方向点号

List X[A]+List Y[A]i → C ↵

测站点坐标复数

List X[Z]+List Y[Z]i → D ↵

零方向点坐标复数

Arg(D-C) → J ↵

测站→零方向点辐角

J < 0 ⇨ J+360 → J:J → O ↵

辐角转换为方位角,存站点→零方向方位角

Lbl 2:"SET-OUT n=" ? S ↵

输入站点点号

If S < 1 Or S > N:Then Goto E ↵

站点点号非法则结束程序

Else If S=A:Then "SET-OUT n=STATION n,REPEAT!":Goto 2:IfEnd ↵

If S=Z:Then "SET-OUT n=0 n,REPEAT!":Goto 2:IfEnd:IfEnd ↵

List X[S]+List Y[S]i → E ↵

放样点坐标复数

Arg(E-C) → J ↵

测站→放样点辐角

J < 0 ⇨ J+360 → J:J → O ↵

辐角转换为方位角,存站点→放样点方位角

L < 0 ⇨ L+360 → L ↵

处理为负角的水平角

"DIST(m)=":Abs(E-C) ▲

显示放样点平距