

CASIO *fx-5800P* 编程计算器

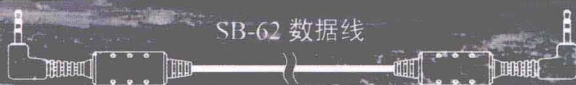
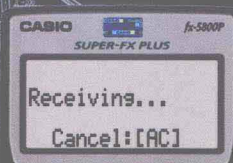
公路与铁路施工测量程序

(第2版)

覃蔚 段长虹 编著



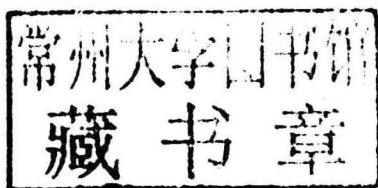
fx-5800P 相互传输程序



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
(第2版)

覃 辉 段长虹 编著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

第2版是一本全新的图书。书中的QH2-7T与QH2-8T程序都具有三维中边桩坐标正、反算,路基超高及边桩设计高程计算,边坡坡口与坡脚计算,桥墩桩基坐标计算,隧道超欠挖计算等功能。QH2-7T为交点法程序,QH2-8T为线元法程序,两个程序均使用数据库子程序输入平竖曲线的全部设计数据。测试程序各项功能所用的案例均取自真实的工程项目,计算数据由项目的施工企业提供。

本书对缓和曲线切线支距坐标计算与坐标反算原理进行了重大改进,使得用QH2-7T与QH2-8T程序计算缓和曲线坐标反算的速度比第1版的相应程序缩短了1/3,且适用于计算任意偏角的缓和曲线。

本书适合于从事公路与铁路施工、监理、勘察设计的工程技术人员使用,也可供高等院校土建类专业师生参考。

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,段长虹编著.--2版.--上海:同济大学出版社,2011.8

ISBN 978-7-5608-4631-6

I. ①C… II. ①覃…②段… 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. ①U412.2-39②U212.2-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第162143号

CASIO fx-5800P 编程计算器公路与铁路施工测量程序 (第2版)

编 著 覃 辉 段长虹

责任编辑 杨宁霞

责任校对 徐春莲

装帧设计 陈益平

封面设计 覃 楠

插图 覃 辉

出版发行 同济大学出版社 www.tongjiipress.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 18.75

字 数 375 000

版 次 2011年8月第2版 2011年8月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-4631-6

定 价 40.00 元

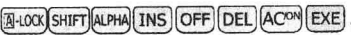
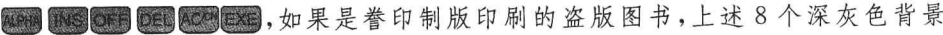
本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换

版权所有

侵权必究

第 2 版前言

本书 2009 年 8 月出版后,市场上出现了大量的盗版书。盗版书是将一本正版书拆分后,采用逐页誉印制版的方式印刷的,所以,书中灰底色按键就变得比较黑,较难看清按键内的文字内容。

为了便于读者识别盗版图书,在第 2 版图书中,我们将 8 个浅灰色背景按键——,全部替换为深灰色背景按键——,如果是誉印制版印刷的盗版图书,上述 8 个深灰色背景按键将全部变成了黑键,基本看不清按键内的文字内容。购书时,如果读者发现图书存在上述问题,说明您购买的是盗版图书,请您向同济大学出版社发行部举报(021-65981186),并要求经销商为您调换正版图书。因为您花费了正版图书的价钱,购买了一本盗版图书,经销商侵害了您的权利。

本书的 8 个主程序与 33 个子程序(含 2 个案例数据库子程序)全部存储在 T 母机内,请读者到卡西欧(上海)贸易有限公司分布在全国各地的代理商与测绘店就近传输母机程序,卡西欧各地代理商与测绘店名录请登录网站 <http://www.casio.com.cn/support/sale/cal> 查询。

读者对本书的意见及使用程序时遇到问题,请发电子邮件到 qh-506@163.com 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 机器事宜请咨询卡西欧(上海)贸易有限公司客服热线(021-62820809),或发电子邮件到 cai.jiayi@casio.com.cn 邮箱咨询。

T 母机程序清单列于下表,共需要占用 27 082 字节内存。一台 fx-5800P 计算器的总内存为 28 500 字节,用户传输完 T 母机程序后的剩余内存为 $28\,500 - 27\,082 = 1\,418$ 字节,已不足以执行 QH2-7T 与 QH2-8T 程序的超高与边桩设计高程计算、桥墩桩基坐标计算或隧道超欠挖计算等功能。

建议用户最好购买 2 台 fx-5800P 计算器,将 QH2-7T 与 QH2-8T 程序分别存储在 2 台机器内存,分开使用。

T 母机主程序与子程序文件名列表

序	主程序	子程序	总字节数	功能说明
1	QH1-4N		194	坐标反算边长与方位角程序
2	QH1-5		272	基于串列输入数据坐标反算边长与方位角程序
3	QH1-6N		374	高斯平面坐标线性变换程序
4	QH1-7		378	建筑坐标与测量坐标相互变换程序

续表

序	主程序	子程序	总字节数	功能说明
5	QH1—8T		1 640	复数形式任意单一导线近似平差程序 具有闭附合导线、单边无定向导线、双 边无定向导线、支导线计算功能
6	QH2—7T	SUB2-71,SUB2-72,SUB2-73 SUB2-74,SUB2-75,SUB2-76 SUB2-77,SUB2-78,SUB2-79 SUB2-7A,SUB2-7B,SUB2-7C SUB2-7D,SUB2-7E,SUB2-7F SUB2-7G	12 392 (含 16 个 子程序)	含断链、基于数据库子程序输入设计 数据的交点法任意基本型曲线三维坐 标计算程序,具有三维坐标正反算、超 高及边桩设计高程计算、边坡开口位 置计算、桥墩桩基坐标计算、隧道超欠 挖计算等功能
		数据库子程序案例 JD63	160	图 2-13 案例数据库子程序
7	QH2—8T	SUB2-81,SUB2-82,SUB2-83 SUB2-84,SUB2-85,SUB2-86 SUB2-87,SUB2-88,SUB2-89 SUB2-8A,SUB2-8B,SUB2-8C SUB2-8D,SUB2-8E,SUB2-8F	11 438 (含 15 个 子程序)	含断链、基于数据库子程序输入设计 数据的线元法任意路线或匝道曲线三 维坐标计算程序,具有三维坐标正反 算、超高及边桩设计高程计算、边坡开 口位置计算、桥墩桩基坐标计算、隧道 超欠挖计算等功能
		数据库子程序案例 JD63-8	234	图 3-1 案例数据库子程序
T 母机程序合计总字节数			27 082	

第 2 版删除了竖曲线计算程序 QH2—10,将其功能分别合并到 QH2—7T 与 QH2—8T 程序中,并将 QH2—7T 与 QH2—8T 程序升级为三维坐标计算程序,其中的 QH2—7T 为交点法计算程序,QH2—8T 为线元法计算程序。

QH2—7T 与 QH2—8T 程序都是通过数据库子程序输入设计数据。在数据库子程序中,要求将路线或匝道的平竖曲线设计数据输入到指定的字母变量与额外变量存储器中,断链桩数据输入到指定的统计串列存储器中,路基标准横断面设计数据输入到 Mat A 矩阵,路基超高横坡设计数据输入到 Mat B 矩阵,桥墩桩基的墩台中心坐标数据输入到 Mat D 矩阵,桥墩墩台中心设计数据输入到 Mat E 矩阵(或将隧道二衬轮廓线主点数据输入到 Mat D 矩阵,围岩洞身支护参数输入到 Mat E 矩阵)。

使用 QH2—7T 与 QH2—8T 程序进行路线施工放样时,需要频繁使用路线附近的已知导线点坐标作为测站点,程序允许用户将最多 10 个导线点的平面坐标输入到 Mat F 矩阵。执行程序时,用户只需要输入测站点号,即可快速选择一个导线点作为测站点。

第 1 版提出并实现了用缓和曲线拟合圆弧计算缓曲线元垂点的初始桩号,对初始桩号加线长改正数计算缓曲线元垂点桩号的精确值,使缓曲线元坐标反算的平均时间缩短至 7 s 以内。但当边桩点非常接近路线或匝道中线时,将会出现线长改正数 dl 公式(2-120)的分母接近于 0 的情形。为此,第 2 版进一步改进了缓曲线元坐标反算的算法。

众所周知,平曲线主点的桩号、中桩坐标及其走向方位角是坐标正反、算的基础数据,但实际上,平曲线坐标反算时,还需要频繁使用圆曲线元与缓曲线元的起讫弦长、圆心坐标、缓曲线元拟合圆弧半径,执行 QH2-7T 与 QH2-8T 程序计算平曲线主点数据的同时,也将圆曲线元与缓曲线元的起讫弦长、圆心坐标、缓曲线元拟合圆弧半径等数据作为主点数据的组成部分存储在额外变量存储器中,这样做可以加快坐标反算的速度。

级数形式的缓和曲线切线支距坐标公式(2-14)取项到底与什么因素有关?应该取多少项才能同时满足精度与计算速度的要求?这一直是工程界争论不休的问题。第1版是取切线支距坐标公式(2-14)的前5项计算,虽然保证了计算精度,但切线支距坐标的计算时间显然偏长。

本书在第2.1节详细证明了缓和曲线切线支距坐标公式(2-14)的取项仅仅与加桩的计算偏角 β 有关,两者的关系如下:

① 计算误差小于1mm时,式(2-14)第一式的切线坐标 x' 取项规则

- a. $\beta \leq 7^\circ$ 时,取式(2-14)第一式的级数展开前2项;
- b. $7^\circ < \beta \leq 25^\circ$ 时,取式(2-14)第一式的级数展开前3项;
- c. $25^\circ < \beta \leq 50^\circ$ 时,取式(2-14)第一式的级数展开前4项;
- d. $\beta > 50^\circ$ 时,使用积分公式(2-12)的第一式计算。

② 式(2-14)第二式的支距坐标 y' 取项规则

- a. $\beta \leq 14^\circ$ 时,取式(2-14)第二式的级数展开前2项;
- b. $14^\circ < \beta \leq 37^\circ$ 时,取式(2-14)第二式的级数展开前3项;
- c. $37^\circ < \beta \leq 65^\circ$ 时,取式(2-14)第二式的级数展开前4项;
- d. $\beta > 65^\circ$ 时,使用积分公式(2-12)的第二式计算。

在匝道平曲线(图2-53)或城市道路改造路线平曲线(图2-54)中,某些非完整缓和曲线可能会出现计算偏角 $\beta > 65^\circ$ 的情形,根据上述原则,应使用本书的积分公式(2-12)计算切线支距坐标。

QH2-7T程序的切线支距坐标计算子程序为 SUB2-72, QH2-8T程序的切线支距坐标计算子程序为 SUB2-81,这两个子程序都是按照上述计算偏角取项原则编写的,从而使 QH2-7T 程序与 QH2-8T 程序具有任意非完整缓和曲线的计算功能,并且实现了计算精度与速度的最优化。

第1版的单交点基本型平曲线计算程序 QH2-7 要求交点内的第一缓和曲线与第二缓和曲线均应为完整缓和曲线,而第2版的 QH2-7T 程序允许交点内的第一缓和曲线与第二缓和曲线可以是任意的非完整缓和曲线,还可以是交点转角 $\Delta > 180^\circ$ 的回头曲线。

希望广大读者继续将使用程序时遇到的问题及工程案例数据发送到 qh-506@163.com 信箱,以改进我们的工作,更好地为广大用户服务。

目 录

第2版前言

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	(5)
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)	(8)
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)	(15)
1.8 复数形式任意单一导线近似平差原理与程序(QH1-8T)	(17)
1.9 程序语句与常用提示字符的输入方法	(33)

2 含断链的交点法任意路线或匝道曲线三维坐标 计算程序

2.1 单交点非对称基本型平曲线坐标正算原理	(37)
2.2 单交点基本型平曲线坐标正算案例	(50)
2.3 单交点基本型回头曲线计算原理及其案例	(60)
2.4 含非完整缓和曲线的单交点基本型平曲线计算	(63)
2.5 任意非完整缓和曲线坐标正、反算原理	(70)
2.6 圆曲线与直线的坐标正、反算原理	(83)
2.7 坐标反算工程案例	(86)
2.8 断链计算	(94)
2.9 竖曲线计算	(100)
2.10 路基超高横坡与边桩设计高程计算	(105)
2.11 桥墩桩基坐标计算	(116)
2.12 隧道超欠挖、开挖轮廓线放样与净空测量计算	(122)
2.13 平面坐标为负数的坐标正、反算案例	(149)
2.14 含大偏角缓和曲线的交点平曲线坐标正、反算案例	(152)
2.15 含断链的交点法任意路线或匝道曲线三维坐标计算源程序(QH2-7T)	(157)

3 含断链的线元法任意路线或匝道曲线三维坐标
计算程序

3.1 线元法任意路线或匝道曲线数据库子程序的输入方法 (183)

3.2 含断链的三维坐标正、反算案例 (192)

3.3 回头曲线坐标正、反算案例 (198)

3.4 单向匝道三维坐标正、反算案例 (204)

3.5 高速铁路路线三维坐标正、反算案例 (209)

3.6 含多个断链的改建铁路路线三维坐标正、反算案例 (213)

3.7 含直转点的城市道路改造路线坐标正、反算案例 (217)

3.8 桥墩桩基坐标计算案例 (220)

3.9 隧道超欠挖、开挖轮廓线放样与净空测量计算 (223)

3.10 从匝道设计图纸获取缓曲线元起讫点半径的方法 (243)

3.11 线元法程序 QH2-8T 计算平曲线主点数据的精度分析 (253)

3.12 含大偏角非完整缓和曲线的线元法平面线坐标正、反算案例 (254)

3.13 含断链的线元法任意路线或匝道曲线三维坐标计算源程序(QH2-8T) (258)

3.14 中文彩色图形编程计算器 fx-CG20 及其程序简介 (280)

参考文献 (290)

1 复数及基于统计串行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没有意义,引进复数概念后,方程就可以解了,后来几乎应用于所有需要数学的领域。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 的复数计算可以在 **COMP** 模式或程序中进行,使用复数编程进行坐标方位角反算与坐标计算,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 fx-5800P 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样复杂。

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。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;用复数的直角坐标格式 $x+yi$ 显示坐标计算成果时,还可以少按一次 **EXE** 键,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、极坐标与指数三种表示方法,其中前两种也称复数的几何表示法,fx-5800P 只能对直角坐标格式与极坐标格式的复数进行计算。

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

1) 直角坐标表示法

复数的直角坐标格式为 $z = a + bi$, 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** 键为调出复数函数菜单, 结果见图 1-1(b) 所示。

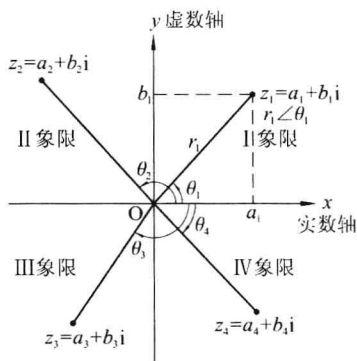
1:MATH	2:COMPLX	1:Abs	2:Arg
3:PROG	4:CONST	3:Conjg	4:ReP
5:ANGLE	6:CLR	5:ImP	6:r∠θ
7:STAT	8:MATRIX	7:→a+bi	

(a)

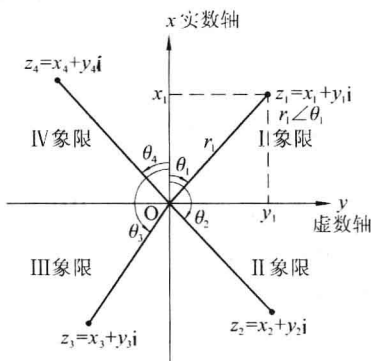
(b)

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)所示的笛卡尔坐标系中,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。



(a) 数学笛卡尔坐标系复平面



(b) 测量高斯平面直角坐标系复平面

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 SHIFT SETUP 8 1 键,设置 Norm 1 格式显示数值。按 $(\text{)}$ 1.5 $+$ 2.5 i $(\text{)}$ x^2 EXE 键,结果见图 1-3(a)所示;按 ACON $\sqrt{}$ 1.5 $+$ 2.5 i $(\text{)}$ EXE 键,结果见图 1-3(b)所示。

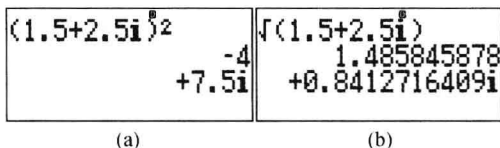


图 1-3 在 COMP 模式输入直角坐标复数计算案例

* 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

复数的极坐标格式为 $z = r\angle\theta$, r 为复数 z 的模 (absolute value), θ 为复数 z 的辐角 (argument),按 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 Abs(B) 为计算复数变量 B 的模, Arg(B) 为计算复数变量 B 的辐角,按 FUNCTION 2 1 或按 FUNCTION 1 v 1 键输入 Abs (,按 FUNCTION 2 2 键输入 Arg (,按 FUNCTION 2 键为调出复数函数菜单,结果见图 1-1(b)所示。

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

复数 $z = a + bi$ 的辐角 θ 定义为以实数轴为 0 方向, 取值范围为 $0^\circ \sim \pm 180^\circ$ 的水平角。

在图 1-2(a) 所示的笛卡尔坐标系中, 当 z 点位于 I、II 象限时, 辐角 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, 辐角 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, 辐角 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, 辐角 θ 为逆时针角, 取值范围为 $0^\circ \sim -180^\circ$ 。

使用辐角函数 **Arg** 算出的辐角 θ 与极坐标函数 **Pol** 算出的辐角定义是相同的, 使用 **Arg** 函数计算边长复数的测量坐标方位角 α 时, 算出的辐角 $\theta > 0$, 则 $\alpha = \theta$; 算出的辐角 $\theta < 0$ 时, 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。

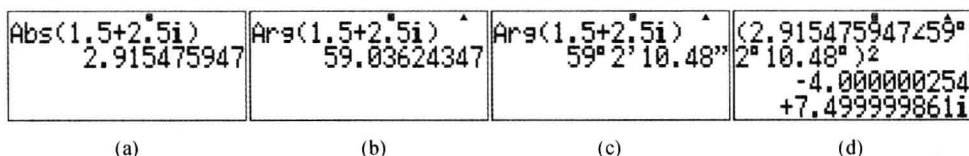


图 1-4 计算复数的模与辐角和极坐标格式复数计算案例

[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** **→** **)** **x²** **EXE** 键, 结果见图 1-4(d) 所示。它们与图 1-2(a) 所示的直角坐标格式复数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。

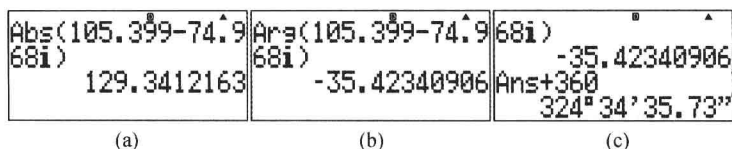


图 1-5 使用复数的模与辐角函数反算边长与方位角

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** **▼** 键调出图 1-6(a) 所示的设置二页菜单，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** (**r∠θ**) 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** **▼** **4** **2** (**r∠θ**) 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** **▼** **4** **1** (**a+bi**) 键设置复数为直角坐标格式显示，按 **ACON** **129.3412163** **SHIFT** **∠** **324** **°** **34** **′** **35.73** **″** **EXE** 键，结果见图 1-6(d) 所示。

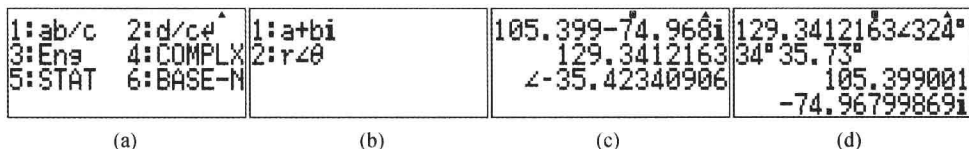


图 1-6 设置复数显示格式设置菜单与应用案例

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 **►a+bi** 为将其前面的复数转换为直角坐标格式显示，**►r∠θ** 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。

执行与图 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。执行与图 1-6(d) 相同操作的方法是：按 **ACON** **129.3412163** **SHIFT** **∠** **324** **°** **34** **′** **35.73** **″** **FUNCTION** **2** **7** **EXE** 键，结果见图 1-7(b) 所示。

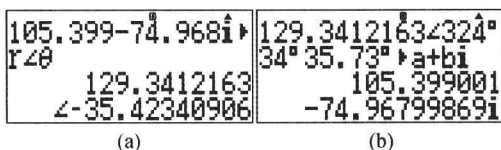


图 1-7 应用功能键的复数显示命令转换复数显示案例

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。

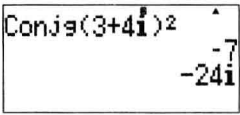


图 1-8 计算复数函数的共轭复数案例

【例 1-5】 试计算 $(3+4i)^2$ 的共轭复数。

【解】 按 FUNCTION 2 3 3 $+$ 4 i $)$ x^2 EXE 键,结果见图 1-8 所示。

1.4 复数形式坐标反算程序(QH1-4)

1) 原理

fx-5800P 的 A~Z 字母变量存储器不占用机器 28 500 字节的内存空间,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。

QH1-4 程序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 166 字节

"XY→HD,α QH1-4"↓

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(start)坐标

Lbl 0: "X+YiE(m),0↔END="?B ↓

输入复数形式端点(end)坐标

ReP(B)=0↔Goto E ↓

判断是否结束程序

Arg(B-A)→J ↓

计算辐角

J<0↔J+360→J ↓

转换负数辐角为方位角

"HD(m)=":Abs(B-A)↓

显示边长

"α=":J↓DMS ↓

显示方位角

Goto 0 ↓

继续输入下一个端点的坐标

Lbl E: "QH1-4↔END"

SHIFT SETUP 3 键输入 Deg,按 SHIFT SETUP 6 键输入 Fix,按 FUNCTION 4

2 键输入 α ,按 FUNCTION 1 2 2 2 1 键输入 m,按 FUNCTION 2 1 键输入 Abs(,或

按 FUNCTION 1 2 1 键输入 Abs(,按 FUNCTION 2 2 键输入 Arg(,按 FUNCTION 2 4 键输入 ReP

(,按 **FUNCTION** **5** **4** 键输入▶DMS。

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→2	621.108	50°22′35.06″
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操作过程如下:

屏幕提示	按 键	说 明
X,Y→HD,α QH1-4		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
HD(m)=621.108	EXE	显示 1→2 的水平距离
α=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
HD(m)=610.616	EXE	显示 1→3 的水平距离
α=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
HD(m)=891.201	EXE	显示 1→4 的水平距离
α=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
HD(m)=136.460	EXE	显示 1→5 的水平距离
α=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

在生产实践中,工程用户可能不太习惯以复数形式输入坐标,可以将 QH1-4 程序修改为下面的 QH1-4N 程序。

程序名:QH1-4N,占用内存 194 字节

"XY→HD,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↵	转换负数辐角为方位角
"HD(m)=":Abs(F-E)▲	显示边长
"α=":J▶DMS▲	显示方位角
Goto 0↵	继续输入下一个端点的坐标
Lbl E:"QH1-4N⇨END"	

执行 QH1-4N 程序,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操作过程如下:

屏幕提示	按 键	说 明
XY→HD,α QH1-4N		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
HD(m)=621.108	EXE	显示 1→2 的平距
α=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
HD(m)=610.616	EXE	显示 1→3 的平距
α=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
HD(m)=891.201	EXE	显示 1→4 的平距
α=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
HD(m)=136.460	EXE	显示 1→5 的平距
α=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

QH1-4 程序只有 166 字节,而 QH1-4N 程序却为 194 字节,QH1-4 程序的字节数只有 QH1-4N 程序字节数的 83%。这说明,使用复数输入坐标还可以节省内存。

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

QH1-4 程序与 QH1-4N 程序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,可以在执行程序之前,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,执行程序时,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方法。

如图 1-9 所示, 1 号, 2 号点为已知点, 3~6 号点为设计建筑物的轴线交点, 在 1 号点安置全站仪, 设置 2 号点为后视方向, 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 及坐标方位角 α_i 。

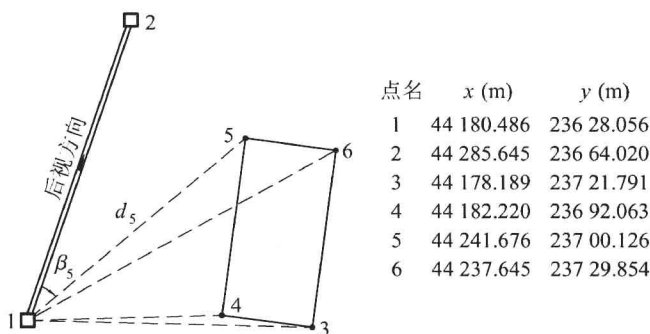


图 1-9 使用复数的模与辐角函数计算边长与方位角

2) 程序

程序名:QH1-5,占用内存 272 字节

"STA→S, O HD, α QH1-5"4

显示程序标题

Deg: Fix 3 : FreqOn 4

设置角度单位,数值显示格式,打开频率串列

n→N: "TOTAL Pn=" :N▲

提取与显示统计串列存储的总点数

Lbl 0: "Sn=" ? A

输入测站点号(station)

A < 1 Or A > N Or Frac(A) ≠ 0 ⇒ Goto E 4

测站点号非法时结束程序

$$\text{List } X[A] + \text{List } Y[A] \rightarrow B \nmid$$

生成测站点坐标复数

Lbl 1 : "S. On=" ?C

输入放样点号(set-out point)

C < 1 Or C > N Or Frac(C) ≠ 0 → Goto E 4

放样点号非法时结束程序

If C=A: Then "S. On=S_n, REPEAT!": Goto 1: IfEnd 

List X[C] + List Y[C] $\rightarrow$ D $\neq$

生成放样点坐标复数

$$\text{Arg}(D-B) \rightarrow J \notin$$

测站→放样点辐角

$$J < 0 \Rightarrow J + 360 \rightarrow J \notin$$

辐角转换为方位角

"α=" :J ▶ DMS ◀

显示测站→放样点方位角

"HD(m)=":Abs(D-B)▲

显示测站→放样点平距

Goto 1 ↵

重复输入下一个放样点号

Lbl E: "QH1-5 ÷ END"

输入程序时,按 **SHIFT** **SET UP** **▼** **5** **1** 键输入 **FreqOn**,按 **FUNCTION** **7** **2** **1** 键输入 **n**,按 **FUNCTION** **1** **▼** **3** 键输入 **Frac**(,按 **FUNCTION** **1** **▼** **▼** **1** 键输入 **m**,按 **FUNCTION** **7** **1** **1** 键输入 **List**,按 **FUNCTION** **2** **1** 键输入 **Abs**(,按 **FUNCTION** **2** **2** 键输入 **Arg**(。

程序中的 **Frac** 为小数函数,**Frac(A)**的结果为变量 **A** 的小数,显然,用户输入的点号数值只能是整数,不能含有小数。

3) 案例

执行 **QH1-5** 程序之前,应先按 **MODE** **1** 键进入 **COMP** 模式,按 **FUNCTION** **6** **1** **EXE** 键清除统计存储器,再按 **MODE** **4** 键进入 **REG** 模式,在 **List X** 串列依次输入图 1-9 中 1~6 点的 x 坐标,在 **List Y** 串列依次输入 1~6 点的 y 坐标,此时,**List Freq** 串列的值自动变成 1,结果见图 1-10 所示。

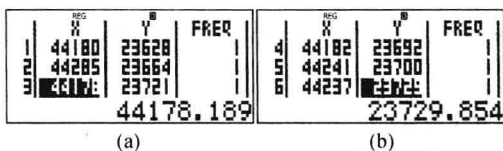


图1-10 将图1-9中六个点的坐标输入统计串列的结果

请不要修改 **List Freq** 串列中的数值 1,否则,程序自动统计的点号数变量 **n** 将出错。

执行 **QH1-5** 程序,计算图 1-9 的 1 号点分别至 3~6 号点的边长与水平角的屏幕提示与用户操作过程如下:

屏幕提示	按键	说 明
STA→S. O HD, α QH1-5		显示程序标题
TOTAL Pn=6	EXE	显示统计串列存储的坐标总点数
Sn=?	1 EXE	输入测站点号
S. On=?	3 EXE	输入放样点号 3
α=91°24'13.56"	EXE	显示 1→3 点方位角
HD(m)=93.763	EXE	显示 1→3 点平距
S. On=?	4 EXE	输入放样点号 4
α=88°26'53.49"	EXE	显示 1→4 点方位角
HD(m)=64.030	EXE	显示 1→4 点平距
S. On=?	5 EXE	输入放样点号 5
α=49°40'3.2"	EXE	显示 1→5 点方位角
HD(m)=94.543	EXE	显示 1→5 点平距
S. On=?	6 EXE	输入放样点号 6
α=60°41'9.73"	EXE	显示 1→6 点方位角
HD(m)=116.748	EXE	显示 1→6 点平距
S. On=?	1.2 EXE	输入任意非法点号结束程序
QH1-5 ÷ END		程序结束显示