

ENGEOCAD
GONGCHENG DIZHI KANCHA
HUITU FENXI XITONG
CHENGXU SHEJI JI YINGYONG

EngeoCAD

工程地质勘察绘图分析系统
程序设计及应用

沈来新 李惊春 主编

地质出版社

EngeoCAD 工程地质勘察 绘图分析系统程序设计及应用

主 编 沈来新 李惊春

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书系统地阐述了在 AutoCAD 平台上开发工程地质勘察图形编绘的程序设计原理及典型问题的解决方案、简述了不规则三角网建立及完善的算法及程序设计,并介绍了 EngeoCAD 工程地质勘察绘图分析系统的实际应用。

本书可供工程地质勘察及相关专业技术人员参考,也可供院校工程地质专业教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

EngeoCAD 工程地质勘察绘图分析系统程序设计及应用/
沈来新等主编.--北京:地质出版社,2014.12
ISBN 978-7-116-09128-3

I. ①E… II. ①沈… III. ①工程地质勘察-计算机
辅助设计-AutoCAD 软件 IV. ①P642-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 009552 号

EngeoCAD Gongcheng Dizhi Kancha Huitu Fenxi Xitong Chengxu Sheji ji Yingyong

责任编辑:李 莉 王 超

责任校对:李 玫

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京市海淀区学院路 31 号,100083

电 话:(010) 66554628 (邮购部);(010) 66554629 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cnc>

传 真:(010) 66554629

印 刷:北京地大天成印务有限公司

开 本:787 mm×1092mm 1 / 16

印 张:9.5

字 数:245 千字

版 次:2014 年 12 月北京第 1 版

印 次:2014 年 12 月北京第 1 次印刷

定 价:60.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-09128-3

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

《EngeoCAD 工程地质勘察绘图分析系统程序设计及应用》

编 委 会

主 编：沈来新 李惊春

副 主 编：石维新 付云升

编写人员：（按姓氏笔画排序）

王惠萍 刘 增 刘光华 刘爱友 杨良权

张琦伟 张如满 辛小春 汪德云 林万顺

姚旭初 郭铁柱 袁鸿鹄 栾明龙 黄卫红

曹春山 程凌鹏 魏 红

序

北京市水利规划设计研究院李惊春等编著的《EngeoCAD 工程地质勘察绘图分析系统程序设计及应用》，是该院多年来开发工程地质勘察绘图软件的经验总结。

北京市水利规划设计研究院从2004年开始组成研发团队，历经10载，研发了“EngeoCAD 工程地质勘察绘图分析系统”。该系统的主要特点是基本实现了工程地质勘察二维图件的编绘与集成，原始勘察数据及成果数据的录入与管理，二维工程地质勘察平面图、剖面图、柱状图、平切图等图件的编绘及修饰，岩土体参数常规统计分析等功能。特别是在长距离地质剖面分幅、旋转窗口的平面图分幅，地质剖面相关信息的自动获取等方面，均有所创新。应用该系统大大简化了专业人员的繁杂操作和重复劳动，从而提高了工程地质勘察的工作效率，提升了工程地质专业的计算机辅助设计水平。北京市水利规划设计研究院已成功地将这套工程地质勘察绘图分析系统用于他们承担的南水北调配套工程：南干渠、东干渠、密云调水等大部分项目的勘察内业整理工作，极大地提高了工作效率，深受地质勘察工作人员的好评。研发过程中紧扣“实用”和“高效”两大基点，使得系统操作方便、实用性强，具有较好的推广应用价值。

工程地质勘察图件是地质勘察成果的重要表达方式，编制相关的地质勘察图件是勘察工作的重要内容。由于地质条件的复杂性，地质现象的多变性和图件类型的多样性，实现工程地质图件的计算机辅助制图，历来是实现计算机辅助设计中难度最大的一项工作，也是多年来众多单位的地质科研人员不断追求攻克的目标。《EngeoCAD 工程地质勘察绘图分析系统程序设计及应用》一书的出版，将对促进这一领域的信息交流、资源共享和通用整合起到积极的推动作用。

中国工程勘察大师



2014年11月

前 言

众所周知，AutoCAD 作为计算机辅助设计的通用型软件，在各行各业发挥着巨大的作用。AutoCAD 不仅为普通用户提供了界面友好、灵活、简便的快速绘图工具，更为高级用户提供了功能强大、开放性好的二次开发工具，吸引各专业领域设计师在此基础上进行专业化的二次开发，为专业用户提供简便、高效的功能性设计模块，大大促进了社会生产效率的提高，提升了专业化设计水平。

北京市水利规划设计研究院是集水利工程规划、勘察、设计与科研为一体的专业化、科技服务型设计院，不仅拥有自主设计、研发计算机辅助设计系统的多专业综合型人才，更具有优越的系统应用、测试条件。EngeoCAD 是我院自 2004 年开始着手研发的科技产品之一，产品开发历经 10 年，经不断测试、反馈、修改完善，系统的数据录入、图形编绘和统计分析三大功能模块已基本成熟，特别适用于线路长、地貌单元复杂、勘察手段多样、设计方案经常调整的工程地质勘察项目。2013 年 9 月经专家鉴定认为：“EngeoCAD 软件特点鲜明、优点突出，可以满足工程勘察工作的需要，具有较高的推广应用价值”。2014 年 4 月我院取得软件著作权。

《EngeoCAD 工程地质勘察绘图分析系统程序设计及应用》一书一方面向读者介绍 EngeoCAD 系统开发中对于特殊专业对象的处理思路与方法，以便于同类开发人员或高级用户的借鉴；另一方面详述该系统的功能与应用，帮助用户快速入门和体验。全书分为两篇，共七章内容。第 1 篇（1~3 章）介绍 EngeoCAD 系统结构设计和程序开发的有关内容，并着重阐述工程地质类专业数据的图形化设计思路与处理方法；第 2 篇（4~7 章）为应用篇，介绍了 EngeoCAD 系统的安装，并对勘察数据库（EGD）、图形编绘（EngeoCAD）、统计分析（EGSA）三个模块的功能特点、使用方法、注意事项及应用效果做了详细叙述。限于编者水平及时间仓促，书中不足之处敬请读者批评指正！

在 EngeoCAD 系统开发过程中，承蒙北京市水利规划设计研究院领导的大力支持和同仁们的鼎力相助，他们是开发者不断前行的动力；同时有幸得到水利部规划设计总院司富安、北京水利水电勘察设计院徐春才和北京理正软件设计研究院有限公司王德柱等专家领导的悉心指导，为系统完善提出了良好建议，在此表示真挚感谢！

编 者

2014 年 11 月

目 录

第 1 篇 EngeoCAD 系统开发

1 系统总体结构设计	2
2 EngeoCAD 程序设计	4
2.1 图形数据库	4
2.2 切绘地质剖面	6
2.3 成果数据库	12
2.4 连线选择方式	14
2.5 自动填充	16
2.6 求曲线交点	20
2.7 选择性加载	23
2.8 列表框选项获得	23
2.9 系列控件值读写	26
2.10 特殊文本书写	27
2.11 多段线平滑	29
2.12 沿线定位对象	37
2.13 多段线重复点判断	39
2.14 转换	40
2.15 排序	43
2.16 Excel 读写	44
2.17 AutoCAD 命令重新定义	48
3 TIN 构建及优化	49
3.1 构建不规则三角网 (TIN)	49
3.2 局部优化 TIN	54
3.3 三维规格网数据获得	64

第 2 篇 EngeoCAD 应用

4	EngeoCAD 安装	68
4.1	安装	68
4.2	加密狗的驱动	68
4.3	字体安装	69
4.4	启动 EGD 勘察数据库	69
4.5	加载图形编绘应用程序	70
4.6	EngeoCAD 菜单加载	72
5	EGD 勘察数据库	73
5.1	勘察数据库	73
5.2	新建或打开工程	74
5.3	数据录入	75
5.4	导入 Excel 格式数据	79
5.5	工程地层岩性花纹的设置	81
5.6	数据检查	83
6	EngeoCAD 图形编绘	85
6.1	图形编绘简介	85
6.2	平面图编绘	85
6.3	剖面图编绘	100
6.4	柱状图编绘	115
6.5	平切结构面图编绘	117
6.6	压水试验图表的制作	117
6.7	图面整饰	119
7	EGSA 统计分析	126
7.1	EGSA 简介	126
7.2	信息提取	127
7.3	统计分析	129
	主要参考文献	135
	EngeoCAD 系统图件编绘成果系列图示	136

第1篇 EngeoCAD 系统开发

1 系统总体结构设计

EngeoCAD 工程地质勘察绘图分析系统是基于 VisualBasic6.0、AutoCAD——VisualLISP、Excel——VBA 编程语言开发的二维图形编绘及分析系统。该系统包含勘察数据库 (EGD)、图形编绘 (EngeoCAD) 和统计分析 (EGSA) 三个模块,其中勘察数据库模块 (EGD) 由原始数据库及成果数据库两部分构成,用于存放勘察原始数据和图形编绘成果数据,是整个系统工作的信息源;图形编绘模块 (EngeoCAD) 是系统的主要部分,主要功能是实现勘察数据的图形化,将勘察分析成果直观表达;统计分析模块 (EGSA) 主要是为实现勘察数据的分类统计分析而开发的,方便用户在图形界面下快速选择分类信息。

EngeoCAD 系统总体构架如图 1.1 所示。

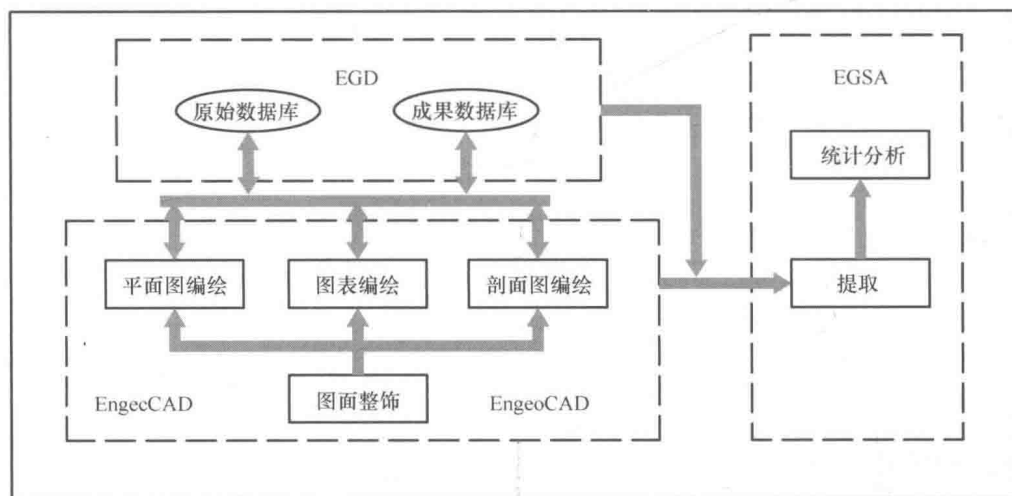


图 1.1 EngeoCAD 系统总体构架

EngeoCAD 软件包包含应用程序文件、各类支持文件及加密狗驱动程序文件:

EGD.EXE 文件: EGSA 勘察数据库应用程序;

EngeoCAD.FAS: EngeoCAD 图形编绘应用程序;

PERSONAL.XLS: EGD 统计分析 Excel 模板文件;

EGD 文件夹: 勘察数据库应用程序支持文件, 由图像及控件文件构成;

BSP 文件夹: 图形编绘支持文件, 由图像及图块文件构成;

EBMP 文件夹: 工具栏、面板支持文件, 由图像文件构成;

EPAT 文件夹：岩性花纹支持文件；
Fonts 文件夹：字体支持文件；
Help 文件夹：帮助文件；
EngeoCAD.DCL：对话框支持文件；
EngeoCAD.SHX：形文件；
EngeoCAD.LIN：线型支持文件；
EngeoCAD2004.MNS：AutoCAD2004 菜单支持文件；
EngeoCAD2007.CUI：AutoCAD2007 菜单支持文件；
EngeoCAD2010.CUIX：AutoCAD2010 菜单支持文件；
EngeoCAD2013.CUIX：AutoCAD2013 菜单支持文件；
密狗驱动 XP 文件夹：WindowsXP 系统加密狗驱动程序文件；
密狗驱动 W7 文件夹：Windows7 系统加密狗驱动程序文件。

2 EngeoCAD 程序设计

AutoCAD 提供了多种用户化应用程序二次开发工具，如 ADS (Advance Development System)、ARX (AutoCAD Runtime Extension)、Object ARX SDK 开发系统套件、VBA 和 VisualLISP 等。其中 ADS、ARX、Object ARX SDK 是基于 C/C++/VC 语言为基础的编程语言，功能强大，可以开发高自动化、高整合性和高性能的用户化 CAD 系统；VBA 是基于 VisualBasic 的编程语言，使用 ActiveX 技术，可以很容易使用 Windows 资源，方便与其他应用软件交互；VisualLISP 是基于 LISP 的编程语言，具有显著的人工智能特色。

LISP (List Processing Language) 是人工智能学科领域广泛采用的一种基于表处理的程序设计语言，它的数据结构灵活，在表达人的思维逻辑过程方面比较方便和准确。AutoLISP 语言是嵌入 AutoCAD 内部的 LISP 语言，是 LISP 语言与 AutoCAD 有机结合的产物，可以实现与 AutoCAD 的交互式操作和重新组合 AutoCAD 本身功能，它的语法规则简单、数据结构自由、图形功能强大。

Autodesk 对 LISP 系列语言的开发力度不断加强。自 AutoCAD R14 版本推出的 VisualLISP 继承了 AutoLISP 的优点，在各个方面都有了较大的增强，并且采用了 ActiveX 技术，实现了基于对象的操作方式。这种善于描述人机操作过程、模拟设计师思路，对开发者软件工程方面的知识要求不高等特点，非常适合非 IT 行业的工程设计人员进行二次专业性开发。

对于专业的软件开发者来说，全面了解行业用户的需求和习惯是相对困难的，这也是造成用户对产品不满意的主要原因。工程地质勘察行业专业性较强，通过各种勘察手段获得的地质信息分散且类型多样，对信息的综合分析和处理是复杂的智力劳动过程，勘察成果的图形化表述是勘察工程师的重要工作之一。模拟勘察工程师的智力分析过程，真实、完美地展现其分析成果，提高工作效率、减小劳动强度，是每一个勘察软件开发者追求的目标。

EngeoCAD 系统开发人员是从事 20 多年工程地质勘察工作的程序设计爱好者，具有丰富的勘察工作经验，熟悉专业规则和勘察工程师的工作习惯；AutoCAD 在工程设计中的日益流行及 VisualLISP 语言的简单易用、功能强大为他们提供了契机。EngeoCAD 系统即是以 VisualLISP 为主要开发语言、勘察工程师自己编制的专业 CAD 技术应用工具。

2.1 图形数据库

AutoCAD 是非常优秀的几何数据库软件，它的图元对象具有几何数据结构。用户与

AutoCAD 交互操作生成图元对象的过程，同时也是建立 DWG 几何数据库的过程。图形文档中的图元，在 DWG 几何数据库中是表结构形式的 DXF 组码，如直线的 DWG 几何数据结构为：

```
((-1 . <图元名: 7ffffb05830>)
(0 . "LINE")
(330 . <图元名: 7ffffb039f0>)
(5 . "1FB")
(100 . "AcDbEntity")
(67 . 0)
(410 . "Model")
(8 . "0")
(100 . "AcDbLine")
(10 1183.01 1251.48 0.0)
(11 2088.18 1450.23 0.0)
(210 0.0 0.0 1.0))
```

DXF 组码用表的形式表达了图元的位置、标高、宽度等几何属性及线型、图层、颜色等非几何属性，DWG 几何数据库的检索与编辑是通过 AutoLISP 对象操作函数及 VisualLISP 对象、方法、属性操作函数实现的。

EngeoCAD 所处理的专业类图形文件或图元一般具有多类型的非几何属性，如剖面图形文件的属性有“工程属性、剖面编号、比例、剖面高程上下限、剖面桩号、绘制选项”等，结构面出露轨迹线属性有“编号、出露点、产状、延伸、性质”等。EngeoCAD 程序设计中，利用 VisualLISP 的“图形（或图元）词典”功能将专业属性附着在相应的图形或图元对象上，扩展了对象的几何数据库，从而实现了通过对图形或图元对象的操作达到对其专业属性的检索、查询和使用等功能。

VisualLISP “图形（或图元）词典”功能简化了用户处理数据的过程，其主要特点是：

- 1) 概念容易理解，语法简单，效率高；
- 2) 专业属性的存储和提取方便，程序编写简单；
- 3) 数据类型丰富，支持绝大多数 AutoLISP 的数据类型；
- 4) 数据量可以达到“M”量级。

VisualLISP 图形词典函数包括：

- (vlax-ldata-put): 向 VLA 对象中加入用户数据；
- (vlax-ldata-get): 从 VLA 对象中提取用户数据；
- (vlax-ldata-delete): 从 VLA 对象中删除用户数据；
- (vlax-ldata-list): 从 VLA 对象中列出所有的用户数据；
- (vlax-ldata-test): 判断用户数据是否可以在 VLA 对象中存取。

通过“图形（或图元）”词典功能将对象的几何属性与专业属性结合在一起，这样的图形文件 EngeoCAD 称之为“图形数据库”。在图形数据库中很容易实现与几何特征相关数据的处理，EngeoCAD 图形编绘和统计分析模块的交互式工具均是以这种“图形数据

库”为对象而开发的。

2.2 切绘地质剖面

地质剖面是勘察成果的重要表现形式，既要展示一般勘探手段获得的地质信息，也要将勘察工程师的分析成果表现其中。对于计算机辅助绘图工具的程序开发者来说，将勘探手段直接获得的地质信息转化为图形是相对容易的，而要获得诸如剖面地形、地貌、地层空间出露范围、地质结构面与剖面空间关系、钻孔与剖面线关系等信息是相对复杂和具有挑战性的编程工作。

EngeoCAD 图形编绘程序设计中充分利用了“图形数据库”的设计理念，使得该项工作对用户来说变得相当容易。程序的具体设计思路如下：

(1) 剖切

在平面图中选择剖面线（多段线图元），如图 2.1 “Q-Q'” 多段线，并给定平面搜索范围，程序自动完成用户指定范围内相关图元对象的搜索，同时量测、分析、计算各类图元与剖面线的空间关系，建立剖面数据库。

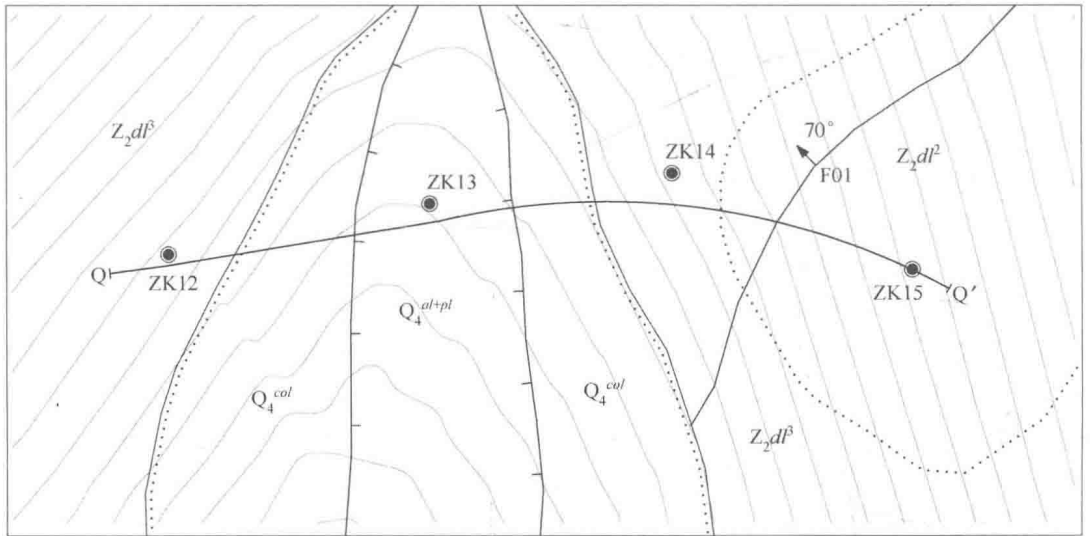


图 2.1 剖切地质剖面

(2) 展绘

在新建图形窗口中指定剖面名称，程序自动提取其数据库信息，将数据库信息展示为相应图元（剖面草图）（图 2.2），同时以“图形（图元）词典”形式赋予图形文件及图元相关专业属性。此时的剖面图可视为一个“图形数据库”。

(3) 编辑

使用 EngeoCAD 交互式工具对剖面草图进行编辑（图 2.3），其相应的图元词典也同时得到更新。用户编辑图元的过程，实质上是修改图形数据库的过程。

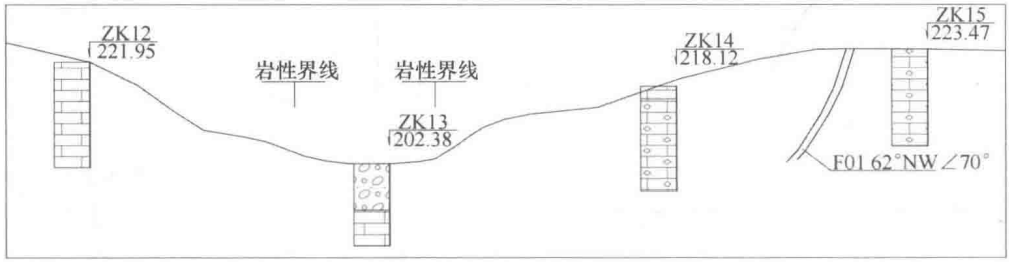


图 2.2 展绘地质剖面

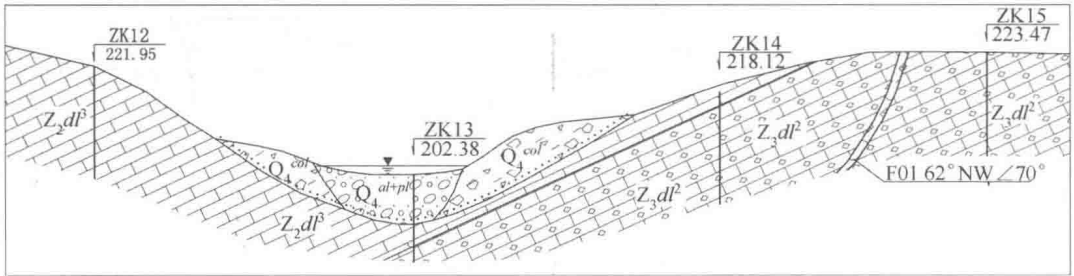


图 2.3 编辑地质剖面

剖切时程序搜索与指定剖面线相关的各类图元，一般包括地形、地貌、地层岩性、结构面和勘探点等，不同类的地质图元与剖面线的空间关系由不同的程序负责完成。如勘探点与剖面线的关系，需要程序判别勘探点在剖面线上的相对位置（桩号），计算勘探点在剖面线上的投影距离，并将识别、计算的结果存放在勘察数据库中，这个过程的设计如下：

```
(defun jie-zk ()
  (setq ss (ssget "x" '((-.4 . "or>")
    (8 . "05-钻孔")
    (8 . "05-探坑")
    (8 . "05-竖井")
    (8 . "05-物探")
    (-4 . "<or"))))
  (if ss () (setq ss (ssadd)))
  (setq i 0)
  (setq zk-name-inpo-L '())
  (repeat (sslengh ss)
    (setq zk-en (ssname ss i))
    (setq zk-ven (vlax-ename->vla-object zk-en))
    (setq zk-name (vlax-ldata-get zk-ven "zk-name"))
    (if zk-name
      (progn
```

```

(setq inpo (assoc 10 (entget zk-en)))
(setq inpo (list (cadr inpo) (caddr inpo)))
      (setq zk-name-inpo-L (cons (list zk-name inpo) zk-name-inpo-L))
    )
  )
  (setq i (+ i 1))
)
(setq i 0)
(setq pl-zk-L '())
(repeat (length zk-name-inpo-L)
  (setq zk-name (nth 0 (nth i zk-name-inpo-L)))
  (setq inpo (nth 1 (nth i zk-name-inpo-L)))
  (setq inpoX (nth 0 inpo))
  (setq inpoY (nth 1 inpo))
  (setq pin (vlax-curve-getclosestpointto pl-ven inpo))
  (setq pinX (nth 0 pin))
  (setq pinY (nth 1 pin))
  (setq pin (list pinX pinY))
  (setq pd-pin-dist (vlax-curve-getDistAtPoint pl-ven pin))
  (setq pin-param (vlax-curve-getparamatpoint pl-ven pin))
  (setq pin-deriv (vlax-curve-getfirstderiv pl-ven pin-param))
  (setq pin-ang (atan (nth 1 pin-deriv) (nth 0 pin-deriv)))
  (setq pin-inpo-ang (angle pin inpo))
  (setq pin-inpo-dist (distance pin inpo))
  (if (>= qiezhifanwei pin-inpo-dist)
    (progn
      (if (equal (+ pin-ang (/ pi 2)) pin-inpo-ang 0.1)
        ()
        (setq pin-inpo-dist (* -1 pin-inpo-dist))
      )
    )
  )
  (if (<= (abs pin-inpo-dist) 2)
    (setq pin-inpo-dist 0)
  )
)
(setq pl-zk-L (cons (list zk-name pd-pin-dist pin-inpo-dist inpoX inpoY pinX pinY)
  pl-zk-L))
)
)
  (setq i (+ i 1))

```



```
)
(setq pl-zk-L (vl-sort pl-zk-L
  (function (lambda (a b)
    (< (nth 1 a) (nth 1 b))))))
)
```

展绘剖面图的过程实质是建立图形数据库的过程，将图元的几何属性与专业属性结合在一起。该部分程序设计中，对于钻孔揭露的“地层”信息和相应图元的处理是相对复杂而且十分重要的，EngeoCAD 中地层连线、花纹填充及勘探数据的分类分层统计等交互式工具的设计与操作均与其相关。具体处理方法为：将钻孔揭露的地层以多段线的形式分段绘制于专属图层（辅助地层图层）中，以“图元词典”的形式把地层信息记录在对应多段线中，这样形成的辅助地层线段及其“地层数据”是交互式编辑剖面图的基础信息。程序设计为：

```
(defun hui-fzdc ()
  (setq m 0)
  (repeat (length dc-L)
    (setq Lsp (nth m dc-L))
    (setq zkpmcsLsp (nth 0 Lsp))
    (setq dcLsp (cdr Lsp))
    (setq zkname (nth 0 zkpmcsLsp))
    (setq kongkougaocheng (nth 3 zkpmcsLsp))
    (setq kongshen (nth 4 zkpmcsLsp))
    (setq pmzkzhuanghao (nth 1 zkpmcsLsp))
    (setq touyingjuli (nth 2 zkpmcsLsp))
    (setq zkweizhiX (* sca-x (atof pmzkzhuanghao)))
    (setq n 0)
    (setq shendu-f 0)
    (repeat (length dcLsp)
      (setq LLsp (nth n dcLsp))
      (setq shendu-e (nth 0 LLsp))
      (setq yxname (nth 1 LLsp))
      (setq huawen (nth 2 LLsp))
      (setq cxstr (nth 3 LLsp))
      (setq huawen-len (vl-string-search "-" huawen))
      (setq cxstr-len (vl-string-search "-" cxstr))
      (setq zkweizhiY-f (* sca-y (- (atof kongkougaocheng) (atof shendu-f))))
      (setq zkweizhiY-e (* sca-y (- (atof kongkougaocheng) (atof shendu-e))))
      (if cxstr-len
        (progn
```