

# 公路平面中心线 CAD 软件的设计

阳仕武 何晓蓉

(广东省肇庆市公路勘察规划设计所 肇庆 526040)

**摘要** 为适应公路平面中心线野外测设对 CAD 计算速度、线形多样化、设计标准化的需求,本文提出了运用 Microsoft Visual Basic 5.0 作为工具,开发适合现场使用,具有技术标准自动校验、动态跟踪计算与在线帮助功能的公路平面中心线设计软件的基本方法,论述了建立集中统一管理的路线设计数据库的要点。

**关键词** 公路 CAD 软件设计

## Design of Highway Horizontal Alignment CAD Software

Yang Shiwu

(Zhaoqing Highway Survey and Planning Design Institute, Zhaoqing)

**Abstract** In this paper, the basic method was put forward which can be used for design highway horizontal alignment CAD software suitable for site application, with standard automatic checking, dynamic track calculation, and online help in order to meet the needs of site survey and design which requires the speed of calculation, alignment variety, and design standardization. Meanwhile, it introduces the major steps to create concentrated management database of highway routes with Microsoft Visual Basic 5.0 as development tool.

**Key words** Highway CAD Software design

## 0 前言

公路平面中心线设计是公路线形设计中最重要的一部分,无论是公路设计、城市道路设计还是立体交叉设计都是以中心线设计为核心而展开设计的。平面中心线设计的优劣直接对整体设计、公路景观、工程造价、后期营运与维护费用、交通事故发生率等都起着至关重要的作用。长期以来,我国工程技术和科研人员一直致力于线形的研究与实践,积累了丰富的经验,取得了丰硕的成果。

目前,各种公路 CAD 软件在国内公路和城市道路设计部门逐步得到推广应用,设计质量和设计效率都有显著提高。但这些软件都要以全面准确的航测图或野外测设资料作为计算机辅助设计的前提,客观上决定了它们只能在室内被动地处理外来的数据,既不能足够精确也不可能实时有效地对线形予以调控,以

满足各种约束和限制条件,其应用自然受到一定的影响。能否开发集数据采集、现场设计、项目管理、在线帮助于一体,既能在高档微机上又能在便携式计算机上运行,通过人机交互设计来完成第一阶段任务的公路平面中心线 CAD 软件?答案是肯定的。随着现代计算机信息产业的发展和高档便携式计算机的不断涌现,加之图形操作系统中文 Windows 95、Windows 98 的广泛使用,为开发和应用具有实时高效、性能优越的公路平面中心线 CAD 软件,提供了良好的平台和环境。

## 1 系统设计

微软公司推出的 Visual C++、Visual Basic 5.0 (简称 VB5.0) 和 Visual FoxPro 5.0 等对象编程语言都是开发图形界面应用软件的良好工具。相对而言,采用 VB5.0 开发公路 CAD 软件,周期短、效率高。

VB5.0 有丰富的数据库管理功能, 利用 Access 可建立集中管理的多表数据库, 凭借 SQL 查询和 Engine-Jet 高速引擎, 又可对工程数据快速搜寻与分组重构; VB5.0 内建各类控件, 其中的数据控件和数据绑定控件, 为操纵数据库与显示数据库内容起到了桥梁与窗口的作用; 自定义用户数据类型可描述公路线形几何参数和工程项目的各种数据结构, 概念清晰, 存储简便。在中文 Windows 95/98 的 32 位文件管理和多任务多线程管理下, 应用软件可共享资源, 运行界面一致, 稳定流畅, 数据交换与打印绘图亦简单易行。

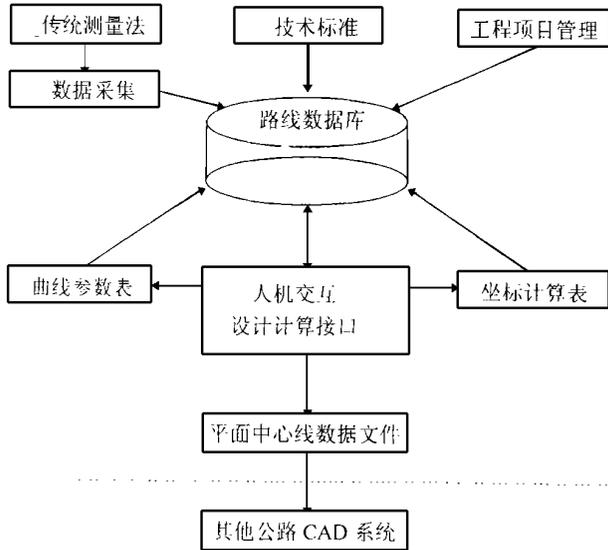


图 1 公路 CAD 平面中心线模块化程序系统示意图

公路平面中心线 CAD 软件系统总体设计如图 1 所示, 主要模块部分功能和数据库设计如下。

### 1.1 工程项目管理

- (1) 新建 建立新的公路项目。
- (2) 打开 打开选定的线路, 进入人机交互设计界面。
- (3) 复制 可将本系统内的路线项目设计文件复制到软盘中保存或供设计组共同使用, 还可将原备份在软盘中的路线项目设计文件复制到本系统中, 作进一步处理。
- (4) 打印 打印输出直线、曲线及转角表; 坐标计算表; 曲线要素表。
- (5) 删除 删除不再需要的项目, 以节省存储空间。
- (6) 退出 退出本系统。

### 1.2 人机交互弯道参数计算

本软件采用“导线法”, 即“交点法”, 围绕导线构造平面中心线。由于野外测设所使用仪器的不同以

及个人操作习惯的差异, 造成采集数据的多样性, 为此, 软件应考虑 4 种基本的定位导线的方式, 如图 4 所示。

在实际的自然条件下, 每处平面曲线一般都需 1~2 个交点控制, 特殊情况下要 3 个以上。按照现行的《公路工程技术标准》<sup>[4]</sup> 和《公路路线设计规范》<sup>[3]</sup> 要求, 考虑 7 种主要的方式计算与构造平面线形。至于 3 个以上的多交点情况, 则经转化, 仍可按单交点或双交点处理, 这里不再列举。

(1) 单交点曲线 在不受条件约束的情况下, 构造单圆曲线、缓和曲线+圆曲线+缓和曲线、缓和曲线+圆曲线、圆曲线+缓和曲线、缓和曲线+缓和曲线等对称与不对称平面线形。

(2) 双交点任意曲线 在不受条件约束的情况下构造单圆曲线、缓和曲线+圆曲线+缓和曲线、缓和曲线+圆曲线、圆曲线+缓和曲线、缓和曲线+缓和曲线等对称与不对称平面线形。

(3) 双交点内切对称曲线 在双交点连线内侧构造缓和曲线+圆曲线+缓和曲线对称线形。

(4) 双交点内切不对称曲线 与双交点连线相切在内侧构造缓和曲线+圆曲线+缓和曲线不对称线形。

(5) 双交点复曲线 在双交点连线内侧构造缓和曲线+圆曲线+圆曲线+缓和曲线和圆曲线+圆曲线等不对称线形。

(6) 双交点卵形线 在双交点连线内侧构造缓和曲线+圆曲线+缓和曲线+圆曲线+缓和曲线的组合线形。

(7) 反向曲线 在两个反向的交角处设置径向连接的缓和曲线+圆曲线+缓和曲线+缓和曲线+圆曲线+缓和曲线的组合线形。

### 1.3 人机交互中心线坐标计算

根据 4 种导线定位方法之一测算的交点坐标、交点连线(或导线)方位角、交点里程, 采用 7 种基本平面曲线类型, 现场确定曲线的主控参数半径  $R$ 、缓和曲线长  $L_s$  或回旋参数  $A$  确定后, 进而计算曲线主点坐标, 并且可随时进行全线的单独与等距连续加桩计算, 推算坐标和切线方位角。

### 1.4 曲线参数动态跟踪计算

程序同时接受鼠标和键盘两种方式输入数据, 每当键盘输入关键性的控制参数或用鼠标点按或拉动滚动条辅助改变参数值时, 系统捕获 Text Box 控件的 KeyPress、Change 事件和 HScrollBar 控件的 Change、Scroll 事件, 自动进行动态跟踪判别与计算, 通过连

续或跳跃式地改变曲线控制参数的数值, 来获取曲线要素与目标值的变化规律, 同时, 借助 PictureBox 控件, 动态跟踪显示设计的平面图形, 以此达到快速寻求目标值的目的。

### 1.5 公路工程技术标准校验

特定的公路等级与沿线地形所对应的技术标准值, 需通过 SQL 查询来获取。

在输入曲线控制参数时, 系统应现场给出指导性的提示; 在目标值的搜索过程中, 自动校核各项技术指标, 分别在状态栏和记录簿中, 实时给出提示和帮助信息。除非计算结果完全符合技术标准和规范要求, 否则, 系统都会将计算时遇到的问题记录下来, 供操作者参考。

### 1.6 工程数据库设计

利用 VB5.0 内涵的数据库管理程序, 创建 Access 类型的 4 个基本表: 工程项目表、技术标准表、弯道曲线参数表、坐标计算表, 共同组成工程数据库, 见图 2 所示。

工程项目表: 要按照路线设计的一般习惯确定, 其中的关键字段“路线编号”必须具有唯一性。

技术标准表: 技术标准的数据引自现行的《公路工程技术标准》<sup>[2]</sup> 和《公路路线设计规范》<sup>[3]</sup>。应采用独特的表定义技术和计算算法, 来描述标准值的逻辑关系, 并为将来新标准出台以后重建此表奠定基础。

弯道曲线参数表: 应根据曲线设计的方法, 结合软件输入输出的界面需要来建立。

坐标计算表: 除保留以往习惯上采用的桩号和坐标两个字段外, 另外增加便于设计控制和实际应用的弯道编号及切线方位角两个字段。

路线项目表中的“公路等级”和曲线参数表中的“沿线地形”字段分别与公路工程技术标准表中的相同字段对应, 以便进行曲线设计时, 实现技术标准值的实时查询与获取, 为校验和在线帮助创造条件。

各表中的字段类型及大小在此不再列出, 各表的字段名与表间关联见图 2。



图 2 数据库各表字段名与表间关联图

## 2 软件界面设计

### 2.1 工程项目管理窗体

首先采用 Data 控件与数据库建立联系, 再将 Data 控件与 DBGrid 控件绑定, 以实现数据的自动存取与显示。于窗体上设置“新建”命令按钮, 通过其 Click 事件调动 InputBox 函数, 以输入在整个数据库操作中起关键性作用的、具有唯一性的路线编号。至于公路等级名称的载入, 则通过预设 ListBox 列表框, 在工程项目主窗体加载时一并放进 List Box。这样就将公路等级的列表框与能接收鼠标点按事件的 DBGrid 控件紧密组合成一体, 实现类似下拉组合框的功能。项目的删除、复制和“直线、曲线及转角表”、“坐标计算表”、“曲线要素表”的打印输出以及其他公路 CAD 软件所需的平面中心线数据的转储, 均在此直接完成或设置通道。与此同时, 并行设计菜单命令与快捷键启动功能, 增强软件的易用性与灵活性, 完成的项目管理界面类似图 3。

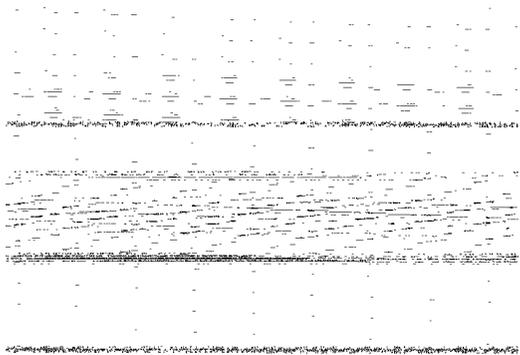


图 3 工程项目管理窗体

### 2.2 弯道计算窗体

路线平面中心线形组合只有 6 种<sup>[1]</sup>, 实际上根据测量与敷设曲线的具体情况, 为方便计算一般可概括为具有代表性的 7 种类型加以分析计算。所以, 采用 Tabbed Dialog 控件比较直观, 快捷灵活。在 7 个不同的卡片上, 分别布置输入输出界面, 完成各自的计算任务; 另一个公用卡片, 如图 4 所示, 则用来输入每种曲线类型都必需的导线转角处的基本数据。卡片上的所有控件均是窗体级的对象, 对其访问与存取可直接进行, 而无须冠以容器名。选择不同的导线定位依据将出现不同的输入界面, 将界面中的输入控件与数据库的曲线参数表相绑定, 实现联机存取。

卡片上接收用户输入的控件一般选用 TextBox 文本框, 显示曲线要素的控件一般选用 Label 标签控件较为合适, 其获取的数据与计算所显示的值, 都可以

直接影射到数据库中。至于用来表示沿线地形和弯道转向的不具备数据绑定功能的下拉组合框, 则用 Label 标签控件于后台在用户与数据库之间充当桥梁的角色, 传输信息。利用水平滚动条 HScrollBar 控件对用户点按和拖动动作响应而能产生单步与大幅度变值的特性, 将之置于曲线主控参数半径  $R$ 、缓和曲线长  $L_s$  的输入控件 TextBox 的旁边, 辅助输入数据, 使连续动态跟踪计算成为可能。由于启用了控件的绑定功能, 准备阶段和设计阶段所有输入的数据与计算的成果, 都将一一载入可长期使用的 Access 数据库中。在窗体中安放一个下拉组合框 ComboBox 作为弯道转换器, 利用 SQL 查询命令, 便可以在已经录入的不同弯道间来回切换, 再现原先设计时的场面。

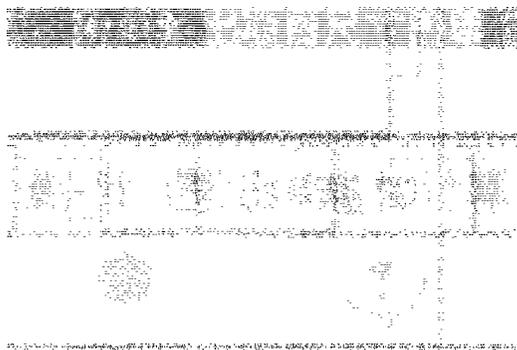


图 4 弯道计算公共输入界面

在卡片中设置 PictureBox 控件来自动绘制平面曲线, 设置坐标显示窗口与图形缩放比例组合框, 利用 PictureBox 控件的 MouseDown 和 MouseMove 事件, 通过点按并拖动鼠标按比例可全方位浏览总体平面图。至此, 便可设计出具有图 5 所示风格的计算窗体。



图 5 弯道计算窗体

### 2.3 坐标浏览与加桩计算窗体

平面中心线坐标是设计计算成果的最终表现, 也是敷设曲线的主要依据。所以, 坐标浏览窗体应做到直观易懂, 浏览快捷。可采用 MSFlexGrid 控件, 通过 Data 控件间接与数据库中的坐标计算表相绑定,

作为坐标浏览表。在 MSFlexGrid 控件的显示格式定义时, 启动其滚动跟踪功能, 显示上要求“弯道编号”字段按行合并, “桩号”字段按从小到大排序。按此法可设计出类似如图 6 所示的坐标输出界面。



图 6 坐标浏览窗体

加桩计算窗体提供了单独加桩和等距连续加桩的输入界面。为了计算的需要, 必须以无模式显示窗体。使用 SQL 嵌套查询, 自动定位加桩点所在的弯道, 按照相应的弯道参数计算给定桩号处平面中心线的坐标, 并立即反映在坐标浏览窗体的输出表中。对于个别不需要的坐标, 还可清除。

#### 2.4 项目文件复制窗体

设置两个 DBGrid 控件作为路线项目文件复制的源表格和目标表格, 再放入两个下拉式组合框指定文件复制的源路径和目标路径, 构成图 7 所示的窗体。事先在装载本窗体时, 新建一个与“工程数据库”中“路线项目表”、“曲线参数表”、“坐标计算表”同结构的、临时的数据库。通过点按“增加”按钮, 将源表格内选定的项目文件复制到临时数据库中, 并反映在目标表格上; 对于目标表格中不需要复制的项目, 选“删除”按钮删除。至此, 按“复制”按钮将目标

表格中的路线项目文件复制到指定的位置。当退出本窗体时, 删除临时数据库, 又回到工程项目管理窗体。

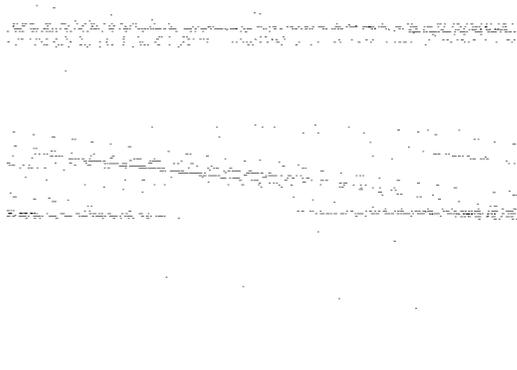


图 7 项目文件复制窗体

### 3 结束语

公路交通基础设施的加强, 对测设工具和 CAD 软件提出了更高的要求。中文 VB5.0 功能极为丰富, 既是开发 Windows 95、Windows 98 和 Windows NT 应用软件的通用语言, 也是开发公路工程管理和工程设计软件的理想工具, 应深入研究并加以开发利用。

公路平面中心线 CAD 软件必须突出实时性、易用性, 用本文论述的方法开发的 CAD 软件, 能满足路线现场设计的需要。

#### 参考文献

- 1 朱照宏, 陈雨人等. 道路路线 CAD. 上海: 同济大学出版社, 1998
- 2 交通部公路管理司, 中国公路学会. 公路工程技术标准 (JTJ001-97).
- 3 交通部第一公路勘察设计院. 公路路线设计规范 (JTJ011-94).
- 4 公路路线设计手册. 路线. 北京: 人民交通出版社, 1979