

# 道路 三维动态可视化 几何设计

—— 纬地三维道路CAD系统教程

郭腾峰 王蒙 编著

业立交实用软件之精粹 覆盖公路路线勘测设计之全程

# HintCAD



中国电力出版社

[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

# 道路 三维动态可视化 几何设计

—— 纬地三维道路CAD系统教程

- 纬地道路辅助设计系统 (HintCAD V4.0~5.0)
- 纬地土石方可视化调配系统 (TsfDp V1.x)
- 纬地外业手簿

---

郭腾峰 王 蒙 编著



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

## 内 容 提 要

本书是纬地三维道路 CAD 系统 (HintCAD V4.6) 的入门必备, 内容主要介绍纬地三维道路 CAD 系统的主要功能和如何应用该系统软件以动态可视化的方法进行公路与城市道路的直接三维化设计, 纬地土石方可视化调配系统 (TsfDp V1.0) 的安装和土石方调配过程, 纬地掌上外业放线手簿软件的应用教程等。并且附有已刊登过的学术论文和系统应用软件的试用版 (光盘) 以供学习、研究, 具有实践性、理论性和一定的权威性。

本书可供应用软件专门从事公路与城市道路设计、施工的工程技术人员学习掌握使用, 也可供道路计算机辅助设计入门人员和道路、桥梁工程专业的学生学习参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

道路三维动态可视化几何设计/郭腾峰, 王蒙编著.  
—北京: 中国电力出版社, 2002  
ISBN 7-5083-1247-3

I. 道... II. ①郭...②王... III. 道路工程-计算机辅助设计-应用软件, 纬地 CAD IV. U412.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 077183 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.infopower.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2002 年 10 月第一版 2002 年 10 月北京第一次印刷  
787 毫米×1092 毫米 16 开本 12 印张 221 千字  
印数 0001—5000 册 定价: 30.00 元

版 权 所 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

# 序

道路计算机辅助设计软件的引进、开发和推广使用，在国内已有 20 余年的历史，在我国公路和城市道路建设中获得了很大的经济效益。

纬地道路 CAD 系统软件以我国交通部第一公路勘察设计研究院 50 余年测试实践经验为依托，追求新的设计方法，并在吸取国内外同类软件精华的基础上，推陈出新，在更高的层面上由设计一线的工程师自主开发。它适用于高等级公路设计与城市道路设计，包括互通式立体交叉的设计，也能满足一般等级道路的设计要求。经过国内多家设计单位的使用，效果显著。

纬地道路 CAD 系统软件可以完善建立和运用三维数字地面模型 (DTM)，在计算机屏幕上实现道路几何设计的动态可视化，其主要特点在于将道路线元结构以“实时拖动技术”轻松确定最佳线形方案，便于实时修改，对互通式立体交叉的线形进行互动设计特别有效。该系统基于 DTM 与道路设计实体模型的接合，借助 3DMAX 可以实现动态全景透视图，备作道路设计的安全和景观评价。纬地道路 CAD 系统软件在 DTM 的建立和运用、平交口立面设计、土方可视化调配、参数化横断面设计等方面都有所创新，是国内自主开发的优秀软件。

纬地道路 CAD 系统软件开发完成以来，经 V1.0~V4.6 版本，并不断吸取用户的反馈意见，改进完善，日臻稳定成熟。仍望该软件 and 教程的用户和读者，提供宝贵意见，以便加强软件维护，清除缺点，继续前进。

在本书复印之时，我乐于应约写上序言来祝贺本教程的出版。

朱照宏

2002 年 8 月于同济大学

# 前 言

传统的道路设计是以传统的测设方法为基础，以简单降维的平、纵、横设计和抽象的经验性组合设计为框架的数字计算与几何制图，其中包含着大量繁琐且重复性的人工计算、制图。计算机辅助设计（CAD）应用于道路设计，最初即是以此为出发点，主要以减少人工计算与制图和提高生产效率为目标。

随着计算机图形处理功能的发展和动态可视化技术的日渐成熟，以及 GPS、航测、遥感等现代测量技术的应用和普及，道路 CAD 已逐步发展成为集数据采集与处理、设计、分析、优化于一体的集成化系统，主要表现为基于三维数字地面模型（DTM，以下简称数模）的自动化数据采集过程、实时动态可视化的高效辅助设计过程、三维路线（或全景）透视图检验，以及快速规范的成果文件输出过程。运用现代测量技术采集原始数据并预处理，实际上是道路 CAD 概念的外延扩展。应该说，今天的道路 CAD 基本实现了手段先进和过程高效及外业测设内业化的预期。

纬地道路辅助设计系统着眼于 DTM 的应用，在注重设计全过程动态可视化的基础上，强调以动态三维全景透视图仿真来进行道路三维实体设计和动态景观设计，系统地提出了“三维动态可视化”的道路 CAD 软件设计理念，即开放式多种数据格式接口的 DTM 应用，基于 DTM 的实时动态可视化道路平、纵、横设计与土石方调配、基于 DTM 与道路设计实体模型无缝接合的仿真三维道路实体与景观设计。这一理念在继承发扬国内外同类软件优点的基础上，突破了多数软件专注于减少人工工作量，提高成图效率，使图纸规范而美观等对设计成果而言仅仅是手段性、过程性，甚至是表面性的目标局限。在实现了手段先进与过程高效的同时，可以支持以高速移动的汽车为载体，以人、车、路、环境自然一体为理念的道路交通环境设计、道路建筑美学设计和道路人性化设计，从而大大地提升道路的设计水平，并丰富道路设计的内涵。

基于上述理念，纬地软件致力于道路 CAD 软件中几何设计的三维化、动态化与可视化。

第一，采用 Delaunay 三角化法的三角网数模和多接口、开放式的纬地 3D 引擎（三维数模核心驱动模块），不仅其接口已包括目前专业测绘单位采用的 DWG（或 DXF）、DGN 或其他多种三维地形数据格式，而且其“纬地 3D 引擎”采用灵活、严密和具有扩展性的三角网数据结构，并以专门开发的内存优化利用模块，自行使用、释放和管理内存，大大提高了数模处理速度，突破了国内外同类软件

对数据量的限制，实现了海量数据处理；而与一般软件利用地形散点构网不同的是，该引擎引进构网时的“约束线”概念，着重考虑处理各种地形特征线信息（如断裂线、山脊线等），使三角网更为细致、准确，真正表达地形变化。如同没有DTM支持的软件不是真正意义上的道路CAD系统一样，没有考虑地形特征线信息的三角构网也不是真正意义上的DTM。同时，“纬地3D引擎”还对平面位置相同点、高程粗差点、废点、断裂线相交、网格边界等数模“瓶颈”问题专门做了处理，确保了引擎工作的快速、高效、稳定。另外系统还充分兼顾目前国内各设计单位的不同情况，全面兼容各种数据采集方式的接入要求。因而纬地三维数模处理功能在速度、精度、容量、稳定性、灵活性等多方面均较同类软件具有较大突破和整体优势。

第二，路线平面设计采用独创的三线元捆绑式结构和可组合交点曲线计算模型，而立交线位布设在采用单元法的同时，辅以匝道起终点智能化自动接线计算；基于线型的可移动的“刚体”特性（即线型在移动过程中保持相对稳定的“刚体”形状）和事先指定的条件变化（即以“刚体”的局部一定的自由度为基本条件），以“实时拖动技术”实现道路几何的可视化、动态化，使得用户在瞬息万变的动态线形变化中轻松确定最佳线形方案。在立交的连接部设计中，系统可自动搜索确定连接部位置及宽度变化，批量标注路面高程数据，所以纬地系统是完全融路线与立交设计于一体的。

第三，基于各项设计的初步设计成果，绘制指定视点的路线线型透视图，可用于简单的路线线型组合设计检验。以全三维真实道路模型（3DROAD）与DTM的无缝结合为基础，可从任意视点和角度浏览道路的全景透视效果，以便局部的道路三维评价和静态景观设计。在全景透视图基础上经3DMAX等动画制作软件渲染，以系统指定的动画路径模拟驾驶员实际驾车状态下的道路全景三维动画，即动态全景透视图，亦可进一步结合实景数字拍照和数字摄像制作更为逼真的多媒体电视片，从而进行高速移动中的道路与景观设计评价。

第四，基于传统的平交口立面设计理论和方法，创建FACE板块模型，可在宏观控制各设计参数的条件下，对普通三路、四路及五路，加铺转角式平面交叉口和环形交叉口自动布置FACE板块实现批量处理，也可单独编辑FACE板块以适应环形及设置路缘带、安全岛等特殊平交口的设计。

第五，电脑游戏风格的土石方可视化调配系统，以图形化显示各断面土石方数量为界面，用户可在游戏般的鼠标拖放操作中轻松完成土石方纵横向调配，系统则根据用户指定的各种调配计算原则和基本调配方向，自动完成土方分析、精密计算、运量统计和图表输出，用户更可根据工程实际，随意调整经济运距、施工机械组合、松方系统等参数。

第六，系统在国内最早结合现行标准和规范建立起路线与立交设计标准数据

库，进而开发出方便实用的“设计向导”功能，用户在简单回答软件的一些提问和选择后，系统自动为该项目取用超高、加宽以及填挖方边坡、排水沟等设计控制参数。这一功能不仅从根本上解放了设计人员，而且可以自动根据规范检查一些设计指标。与设计向导功能相比较，系统中其它许多，如：长短链自动处理、桩位坐标表计算、放样计算、估算土方及实时填挖检查等只是纬地软件人性化设计的一些细节体现而已。

第七，横断面设计一直是道路几何设计中最为复杂和繁琐的部分之一，也是以往 CAD 软件发展较为滞后和薄弱的环节。纬地系统采用参数化定制的方法自动判断填挖方情况完成横断面设计、断面计算与绘图，不仅支持常规模式的横断面设计，而且完全适用于高等级公路沟底纵坡设计模式下的横断面“戴帽子”设计。在每一断面的自动设计中，系统均可根据用户指定考虑路槽、左右侧以及顶部超填、清除表土、支挡防护及挖台阶等诸多土方影响因素。特别是系统提供的“横断面修改”功能，可在用户对部分断面进行非常规的修改编辑之后，自动重新搜索计算断面面积并有条件的联动修改土方数据文件（表格）。

纬地三维道路 CAD 系统由中交第一公路勘察设计研究院纬地项目开发组自主研发，系统秉承一公院五十余年公路测设实践的雄厚技术积淀和浑然大器的技术风范，追求全新的道路设计方法和人性化的软件设计理念，同时融入了设计一线工程师求真务实的工程风格，不仅三维、动态、可视化地实现了道路设计从外业测量到土石方计算的“直通”，更为道路人文化移动景观的设计提供了技术平台。作为纯正的国产三维道路软件，纬地软件是在学习、吸取国内外同类软件精华的基础上，以充分适应我国道路设计标准、规范、图表惯例，和我国道路工程师的一般工作方规为前提条件，完全由设计一线工程师自主开发的，因而软件在每一个细节无不流露出经典的设计院氛围和浓厚的工程师气质。

正是基于三维动态可视化的设计理念和对路线与互通立交设计、DTM 应用、平交口设计以及土石方可视化调配等的集成，纬地软件不仅支持利用数字地形图直接定线并自动采集纵、横断面数据，进而进行道路移动景观设计高端需求的高等级公路与城市道路设计，更完全满足现场实测定线的低等级道路设计需要。所以，纬地软件自推出在短短的两年时间内，就很快被国内 20 多家省部级勘察设计单位所认可，并成为其路线与互通立交设计的专用软件；同时他们在被广泛使用的基础上，为软件的改进与完善提出了许多宝贵的意见，使得纬地软件日臻稳定成熟，在此深表谢意。

本书仅仅是纬地系统的入门手册，显然难以涵盖其全部的卓越性能，但以此为基础，读者（用户）可在长期的熟练应用过程中，逐渐感受到系统更为丰富的技术内涵和充分发挥的自由空间。本书同时也可作为道路三维动态可视化设计的向导，协助道路工程师进入全新的道路动态景观设计领域。

目前纬地软件的主版本是 V4.0 版，但我们并未就此满足，近期基于数据库核心的纬地挡土墙综合设计系统即将推出，它不仅利用数据库解决了设计中快速绘图并计算圬工数量的需求，更为重要的是，它直接利用路线的平、纵、横基础数据，真正意义上实现了挡土墙的动态布设、计算与出图。

由于编者知识和能力有限，本书中难免有错误和不妥之处，请用户和读者指正。

编 者

2002 年 6 月 20 日



# 目 录

## 序 前言

### 第一部分 纬地道路辅助设计系统教程 ( HintCAD V4.0~5.0 )

<b>第一章 系统主要功能及常规应用步骤</b> .....	3
1.1 系统主要功能 .....	3
1.2 系统应用常规步骤 .....	8
1.3 HintCAD V4.6 版系统安装说明 .....	11
<b>第二章 纬地设计向导与项目管理</b> .....	16
2.1 纬地设计向导 .....	16
2.2 项目管理 .....	20
<b>第三章 路线及立交平面线形设计</b> .....	23
3.1 前言 .....	23
3.2 平面线形设计方法之一“曲线设计法” .....	23
3.3 立交平面线位设计 .....	25
3.4 四种起点接线方式 .....	27
3.5 中间曲线段数据输入与搭接 .....	29
3.6 七种终点接线方式 .....	30
3.7 曲线拖动 .....	34
3.8 接线计算和拖动接线计算 .....	35
3.9 自动接线计算 .....	35
3.10 平曲线的设计方法之二“交点设计法” .....	36
3.11 十一种交点法曲线设计计算方式 .....	38
3.12 平面曲线导入/导出 .....	40
3.13 平曲交点导入 .....	42
3.14 平面自动分图 .....	43
3.15 平面移线 .....	46

<b>第四章 纵、横断面数据准备与纵断面设计绘图</b> .....	47
4.1 纵断面地面线数据输入 .....	47
4.2 横断面地面线数据输入 .....	48
4.3 纵断面动态拉坡设计 .....	49
4.4 路线纵断面图绘制 .....	51
4.5 边沟、排水沟沟底标高设计 .....	52
<b>第五章 连接部图和路面标高图绘制</b> .....	54
5.1 连接部图（端部设计详图）的绘制 .....	54
5.2 路面标高图绘制 .....	55
5.3 端部平分线绘制——连接部双向路拱时路脊线绘制 .....	56
<b>第六章 路基设计计算</b> .....	57
6.1 路基设计计算 .....	57
<b>第七章 参数化横断面设计绘图</b> .....	59
7.1 横断面设计与绘图 .....	59
7.2 横断面修改 .....	64
7.3 挖台阶处理 .....	66
7.4 边坡相交计算 .....	67
<b>第八章 支挡防护构造物录入</b> .....	68
8.1 支挡防护构造物录入 .....	68
8.2 标准构造物录入（标准挡土墙录入） .....	68
8.3 当前工程项目的挡墙设置 .....	69
8.4 注意事项 .....	70
8.5 继续开发 .....	70
<b>第九章 路线总体设计图及公路用地图绘制</b> .....	71
9.1 路线总体设计图绘制 .....	71
9.2 公路用地图绘制 .....	72
9.3 路线透视图绘制 .....	72
9.3 构造物标注 .....	74

<b>第十章 设计表格输出</b> .....	75
10.1 设计表格输出方式 .....	75
10.2 计算输出“直、曲线转角表” .....	75
10.3 计算输出立交“匝道曲线表” .....	75
10.4 计算输出立交匝道“主点坐标表” .....	76
10.5 计算输出“逐桩坐标表” .....	76
10.6 计算输出纵坡与竖曲线表 .....	76
10.7 计算输出路基设计表 .....	77
10.8 计算输出土石方计算表 .....	77
10.9 计算输出逐桩用地与坐标表 .....	79
10.10 计算输出超高加宽表 .....	79
10.11 计算输出路面加宽表 .....	80
10.12 计算输出边沟、排水沟设计表 .....	80
10.13 计算输出总里程及断链桩号表 .....	80
10.14 计算输出主要技术指标表 .....	81
<b>第十一章 电缆管线图绘制</b> .....	82
<b>第十二章 其它辅助功能</b> .....	83
12.1 生成桩号文件 .....	83
12.2 平面数据转换之 Jd→Pm .....	83
12.3 平面数据转换之 Pm→Jd .....	83
12.4 搜索确定连接部位置 .....	83
12.5 计算已知桩号的 X、Y 坐标 .....	84
12.6 搜索路线中心线上任意点桩号 .....	85
12.7 计算两点方位角 .....	86
12.8 计算任意桩号的设计标高 .....	86
12.9 计算路线外一点到中心线距离与桩号 .....	86
12.10 绘制已知桩号的法线 .....	86
12.11 标注坐标点 .....	86
12.12 智能标注坐标 .....	87
12.13 示坡线绘制 .....	87
12.14 计算桥梁等桩位坐标 .....	87
12.15 外业放线计算 .....	88
12.16 土石方数量估算与计算平均填土高度 .....	88

12.17	坐标换带 .....	90
12.18	单桩填挖 .....	91
12.19	线形显示 .....	91
<b>第十三章</b>	<b>数据文件介绍 .....</b>	<b>92</b>
13.1	平面线形数据文件 (*.pm) .....	93
13.2	交点设计法平面数据文件 (*.jd) .....	94
13.3	纵断面设计数据文件 (*.zdm) .....	94
13.4	路幅宽度数据文件 (*.wid) .....	95
13.5	超高过渡数据文件 (*.sup) .....	96
13.6	路基设计中间数据文件 (*.lj) .....	97
13.7	纵断面地面线数据文件 (*.dmx) .....	97
13.8	横断面地面线数据文件 (*.hdm) .....	98
13.9	土方数据文件 (*.tf) .....	99
13.10	设计参数控制数据文件 (*.ctr) 暨“控制参数录入” .....	99
13.11	沟底纵坡变坡点数据文件 (*.zbg 和 *.ybg) .....	104
13.12	平面数据导入文件 (*.jdx) .....	104
13.13	平面交点数据导入文件 (*.*) .....	105
13.14	三维数模组文件 (*.GTM) .....	105
13.15	横断面三维数据文件 (*.3DR) .....	105
<b>第十四章</b>	<b>关于路线测量断链 .....</b>	<b>106</b>
14.1	关于断链处理 .....	106
14.2	纬地系统关于断链的处理方法 .....	106
<b>第十五章</b>	<b>数字地面模型建立与应用 .....</b>	<b>109</b>
15.1	主要功能说明 .....	109
15.2	数模建立与应用 .....	111
<b>第十六章</b>	<b>平交口设计 .....</b>	<b>126</b>
16.1	平交口设计命令详细说明 .....	126
16.2	常见平交口模型建立过程 .....	130
16.3	深入了解纬地平交口基本模型单元 .....	134

<b>第十七章 附录</b> .....	137
附录 A 附图 .....	137
附录 B 论文 .....	138
公路路线的交点曲线计算法 .....	138
互通式立交动态可视化设计研究 .....	142

**第二部分 纬地土石方可视化调配系统教程  
(TsfDp V1.x)**

<b>第十八章 土石方可视化调配系统 (TsfDp V1.0)</b> .....	153
18.1 系统简介 .....	153
18.2 系统版本及安装 .....	153
18.3 调配过程 .....	154

**第三部分 纬地外业手簿教程**

<b>第十九章 纬地掌上放线系统使用说明 (V1.0)</b> .....	167
19.1 前言 .....	167
19.2 安装与使用 .....	167
19.3 纬地掌上放线手簿软件使用说明 .....	167
19.4 纬地掌上路线平面设计程序使用说明 .....	170
19.5 纬地横断手簿使用说明 .....	173

**结束语**

# 第一部分

## 纬地道路辅助设计系统教程

( HintCAD V4.0~5.0 )



# 第一章 系统主要功能及常规应用步骤

## 1.1 系统主要功能

### 1.1.1 路线辅助设计

#### (1) 平面动态可视化设计与绘图

系统沿用传统的导线法（交点法）经典理论，可进行任意组合形式的公路平面线形设计计算和多种模式的反算。用户可在计算机屏幕上交互进行定线及修改设计，在动态拖动修改交点位置、曲线半径、切线长度缓和曲线参数的同时，可以实时监控其交点间距、转角、半径、外距以及曲线间直线段长度等技术参数。在平面设计完成的同时，系统自动完成全线桩号的连续计算和平面绘图。

系统支持基于数字化地形图（图像）上的上述功能，同时也可方便地将低等级公路外业期间已经完成的平面线形导入本系统。

#### (2) 断面交互式动态拉坡与绘图

系统在自动绘制拉坡图的基础上，支持动态交互式完成拉坡与竖曲线设计。用户可实时修改变坡点的位置、标高、竖曲线半径、切线长、外距等参数；对大、中型桥梁等主要纵坡，受控处系统可自动提示控制情况。对于公路改建项目，系统可根据用户需要自行回归纵坡（点）数据。

系统支持以“桩号区间”和“批量自动绘图”两种方式绘制任意纵、横比例和精度的纵断面设计图及纵面缩图，自动标注沿线桥、涵等构造物，绘图栏目也可根据用户需要自由取舍定制。

以上功能不仅适用于公路主线，同样适用于互通式立交匝道的纵断面设计与绘图。

#### (3) 超高、加宽过渡处理及路基设计计算

系统支持处理各种加宽、超高方式及其过渡变化，进而完成路基设计与计算、方便、准确地输出路基设计表，可以自动完成该表中平、竖曲线要素栏目的标注。系统在随盘安装的“纬地路线与立交标准设计数据库”的基础上，通过“设计向导”功能自动为项目取用超高和加宽参数，并建立控制数据文件。

另外，系统最新版中路基的断面型式（包括城市道路的多板块断面）可由用户随意指定。



#### (4) 参数化横断面设计与绘图

系统支持常规模式和高等级公路沟底纵坡设计模式下的横断面戴帽设计，同时准确计算并输出断面填挖方面积以及坡口、坡脚距离等数据。用户可任意定制多级填挖方边坡和不同形式的边沟排水沟。新版中提供了横断面修改和土方数据联动功能。

系统直接根据用户设定自动分幅输出多种比例的横断面设计图，并可自动在图中标注断面信息和断面各控制点设计高程。

V4.0 版新增横断面设计中的支挡防护构造物处理模块，可自动在横断面设计图中绘出挡土墙、护坡等构造物，并在断面中自动扣除其土方数量。

#### (5) 土石方计算与土石方计算表等成果的输出

系统利用在横断面设计输出的土石方数据，直接计算并输出土石方计算表到 Excel 中，方便用户打印输出和进行调配、累加计算等工作。系统可在计算中扣除大、中桥，隧道以及路槽的土石方数量，并考虑到松方系数等影响因素。

特别是系统直接为最新开发完成的纬地系列软件“纬地土石方可视化调配系统”提供原始数据，用户在方便、直观的鼠标拖曳操作中完成土石方纵向调配，系统自动后台记录用户的每一次操作（可无限制返回），并据此直接绘制完成全线的土石方纵向调配图表。

#### (6) 公路用地图（表）与总体布置图绘制输出

基于横断面设计成果，系统批量自动分幅绘制公路用地边线，标注桩号与距离或直接标注用地边线上控制点的平面坐标，同时可输出公路逐桩用地表（仅供参考）和公路用地坐标表。

同样，系统还可基于路线平面图，直接绘制路基边缘线、坡口坡脚线、示坡线以及边沟排水沟边线等，自动分幅绘制路线总体布置图。

系统新版中可区别跨径与角度自动标注所有大、中型桥梁、隧道、涵洞等构造物。

#### (7) 路线概略透视图绘制（以及全景透视图）

系统可直接利用路线的平、纵、横原始数据，绘制出任意指定桩号位置和视点高度、方向的公路概略透视图（线条图）。

另外，在系统的数模版中，系统可直接生成全线的地面模型和公路全三维模型，方便地渲染制作成三维全景透视图和动态全景透视图（三维动画），并模拟行车状态。

#### (8) 路基沟底标高数据输出沟底纵坡设计

系统的横断面设计模块中可直接输出路基两侧排水沟及边沟的标高数据，新