



中南大学教育基金会
熊辉女士

资助出版

TIELU XIANLU KESHIHUA SHEJI

铁路线路可视化设计

TIELU XIANLU KESHIHUA SHEJI

蒋红斐 著



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

铁路线路可视化设计

蒋红斐 著



中南大学出版社

www.csupress.com.cn

· 长 沙 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

铁路线路可视化设计 / 蒋红斐著. --长沙: 中南
大学出版社, 2017. 11

ISBN 978 - 7 - 5487 - 3094 - 1

I. ①铁… II. ①蒋… III. ①铁路线路—设计 IV.
①U212.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 302953 号

铁路线路可视化设计

蒋红斐 著

☐责任编辑 韩 雪

☐责任印制 易红卫

☐出版发行 中南大学出版社

社址: 长沙市麓山南路

邮编: 410083

发行科电话: 0731 - 88876770

传真: 0731 - 88710482

☐印 装 长沙印通印刷有限公司

☐开 本 720 × 1000 1/16 ☐印张 13.25 ☐字数 263 千字

☐版 次 2017 年 11 月第 1 版 ☐2017 年 11 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978 - 7 - 5487 - 3094 - 1

☐定 价 68.00 元

图书出现印装问题, 请与经销商调换

内容提要

本书内容包括铁路线路设计原理与方法，建立设计线行经地区的三维空间的地形模型，利用平面、纵断面、横断面及桥、隧、路基等设计数据建立线路三维模型，以及将这两个模型拼合在一起形成铁路线路三维景观模型的方法。

本书可供从事铁路线路计算机辅助设计人员参考。

前言

铁路线路三维可视化设计对于方便铁路设计方案的审查、提高设计质量有重要作用，而建立铁路线路三维景观模型是实现铁路线路三维可视化设计的关键。因此，研究铁路线路三维景观模型的建立方法有重要的理论意义和实用价值。

铁路选线设计是铁路线路仿真的基础，本书首先介绍了铁路选线设计原理与方法，包括铁路能力、铁路平面及纵断面设计以及铁路定线。然后本书研究了利用航测或外业勘测地形数据，在微机上建立设计线行经地区的三维空间的地形模型；利用平面、纵断面、横断面及桥、隧、路基等设计数据建立线路三维模型，以及将这两个模型拼合在一起形成铁路线路三维景观模型的方法。

针对 DTM 算法的现状及铁路线路三维可视化设计的需要，本书介绍了一种构建三角网 DTM 的分治算法。该算法引入方格网管理离散点数据，在方格中构建三角网，然后再将这些三角网合并形成 DTM，极大地减少了构网前对所有参加构网的离散点进行排序的工作量；该算法对凸包顶点数据进行分区管理，在搜寻凸包支撑线时，能预先确定出支撑点的范围，不仅减少了搜索工作量，还提高了三角网的合并速度。在此基础上本书介绍了在三角网 DTM 中强行嵌入约束边的算法，该算法首先在影响域中搜索与约束边不相交的对角线，然后用这些对角线去剖分影响域，具有原理简单和运算速度快的特点。

利用平面、纵断面、横断面数据以及数字地面模型，建立铁路线路上各种主要建筑物及地面三维模型是铁路线路三维可视化设计的重要环节。本书探讨了如何将不规则的实体表面分割为一系列规则的曲面块来进行描述。其优点是能简化并加速物体的表面绘制和显示，该方法不仅适用于单线铁路，也可用于双线铁路。

将地形三维模型与线路三维模型拼合形成铁路线路三维景观模型是实现三维可视化的核心所在,拼合的关键在于屏蔽线路区域内的地面。本书介绍了一种屏蔽地面的分治算法。该算法首先利用 DEM 数据生成一个规则的四边形网格,找出路基所在的区域,将该区域离散到网格中。如果离散出的边界正好覆盖某一格,则删除该格;否则利用该网格的四个顶点生成两个规则的三角形,找出该网格中边界与三角形的交点并将这些点与边界顶点投入到既有三角网中构建新的三角网,删除位于边界内的三角形就达到了屏蔽地面的目的。此外本书还采用分体求交的方法,解决了双线铁路单绕段两路基分离处,两段路基三维模型和地形三维模型共三段模型的拼合问题,并探讨了该模型的实用性及适应性。

作者撰写本书时参考了大量的相关文献,在此对相关作者致以衷心的感谢。书中不妥之处,恳请读者和专家们批评指正。

编 者

目 录

第1章 绪 论	(1)
1.1 科学计算可视化	(1)
1.1.1 科学计算可视化的含义	(1)
1.1.2 实现科学计算可视化的重要意义	(2)
1.2 铁路线路的三维可视化设计	(2)
1.3 路线 CAD 的发展概况	(4)
1.3.1 国外研究情况	(4)
1.3.2 国内研究情况	(5)
第2章 铁路运量与能力	(7)
2.1 客货运量的调查和预测	(7)
2.2 作用在列车上的力	(9)
2.2.1 机车牵引力	(9)
2.2.2 列车运行阻力	(13)
2.2.3 列车制动力	(17)
2.3 列车运动方程式	(21)
2.3.1 列车运动状态	(21)
2.3.2 列车运动方程式的推导及解算	(22)
2.4 牵引质量及其限制条件	(23)
2.4.1 牵引质量计算	(23)
2.4.2 牵引质量检算	(26)
2.5 运行速度与运行时分	(28)
2.5.1 单位合力曲线	(28)
2.5.2 单位合力曲线的应用	(29)

2.6	运行速度与运行时分计算	(30)
2.6.1	数值解法	(30)
2.6.2	线路纵断面坡度简化	(30)
2.6.3	均衡速度法	(31)
2.7	铁路通过能力与输送能力	(32)
2.7.1	通过能力	(32)
2.7.2	客货共线列车对数计算	(35)
2.7.3	客货共线线路输送能力	(35)
2.7.4	客运专线铁路的输送能力	(36)
第3章	线路平面和纵断面设计	(37)
3.1	区间线路平面设计	(37)
3.1.1	平面组成和曲线要素	(37)
3.1.2	直线	(39)
3.1.3	圆曲线	(41)
3.2	区间线路纵断面设计	(48)
3.2.1	线路的最大坡度	(48)
3.2.2	坡段长度	(53)
3.2.3	坡段连接	(55)
3.2.4	最大坡度的折减	(57)
3.2.5	坡段设计对行车费用的影响	(63)
3.3	桥涵、隧道、路基地段的平纵断面设计	(65)
3.3.1	桥涵地段的平纵面设计	(65)
3.3.2	隧道路段的平纵面设计	(66)
3.3.3	路基对线路纵断面的要求	(67)
3.4	站坪的平面和纵断面设计	(67)
3.4.1	站坪长度	(67)
3.4.2	站坪的线路平面	(69)
3.4.3	站坪的线路纵断面	(69)
3.4.4	站坪两端的线路平面和纵断面	(71)
第4章	铁路定线	(73)
4.1	线路基本走向的拟定	(73)
4.2	车站分布	(74)
4.2.1	区段站的分布	(74)

4.2.2	会让站、越行站、中间站的分布	(75)
4.2.3	规划纵断面	(76)
4.2.4	车站分布与工程运营的关系	(77)
4.3	定线的基本方法	(78)
4.3.1	紧坡地段定线	(78)
4.3.2	缓坡地段定线	(82)
4.3.3	横断面定线	(83)
4.3.4	线路平纵断面的改善	(84)
4.4	主要自然条件下的定线原则	(86)
4.4.1	河谷地段	(86)
4.4.2	越岭地区	(91)
4.4.3	平原丘陵地区	(93)
4.4.4	不良地质地区	(93)
4.4.5	水库地区	(94)
4.5	桥梁、隧道的定线问题	(95)
4.5.1	桥梁地段	(95)
4.5.2	涵洞地段	(96)
4.5.3	隧道地段	(96)
第5章	第二线设计	(99)
5.1	第二线纵断面设计	(99)
5.1.1	第二线限制坡度的选择	(99)
5.1.2	第二线纵断面设计方法	(99)
5.2	第二线平面设计	(101)
5.2.1	并行与绕行地段的选择	(101)
5.2.2	第二线边侧的选择	(101)
5.2.3	第二线的换边	(104)
5.2.4	第二线与既有线线间距离	(105)
5.3	第二线平面计算	(105)
第6章	数字地面模型	(112)
6.1	引言	(112)
6.2	Delaunay 三角网的构建	(113)
6.2.1	Delaunay 三角网的定义及其特性	(113)
6.2.2	D-三角网生成算法回顾	(115)

6.2.3	基于网格的DTM分治算法	(118)
6.2.4	约束DTM的构建	(129)
6.2.5	三角网的修正	(136)
6.2.6	内插算法	(138)
6.2.7	数据结构	(138)
6.2.8	算法效率分析	(139)
第7章	铁路线路设计基础算法	(141)
7.1	线路平面设计算法	(141)
7.2	线路纵断面设计算法	(160)
7.3	线路横断面设计算法	(165)
第8章	地形及线路构造物的三维模型的建立	(169)
8.1	引言	(169)
8.2	三维物体的表示方法	(170)
8.2.1	多边形表面表示方法	(170)
8.2.2	样条表示方法	(170)
8.2.3	扫描表示方法	(171)
8.2.4	结构实体几何表示方法	(171)
8.2.5	分形几何方法	(171)
8.3	铁路线路三维景观实体的划分及构建特点	(172)
8.4	用于构建复杂实体的基本几何元素	(172)
8.5	用于构建复杂景观实体的空间数据模型的建立	(173)
8.6	景观实体的表达方法	(174)
8.6.1	景观实体的特征分析	(174)
8.6.2	实体表面的网格化	(175)
8.7	地形三维模型的建立	(176)
8.7.1	基于分形技术的地形表达	(176)
8.7.2	基于数据拟合的地形表达	(177)
8.8	单线铁路三维模型的建立	(178)
8.9	双线铁路三维模型的建立	(180)
第9章	铁路线路三维景观模型的建立	(183)
9.1	引言	(183)
9.2	DEM剪裁算法	(183)

9.3 分治算法的实现	(186)
9.4 图形环境	(189)
9.5 三维动画的制作	(190)
9.5.1 动画路径	(190)
9.5.2 三维模型的绘制	(190)
9.5.3 动画文件的制作	(190)
9.6 应用实例	(191)
参考文献	(193)

第1章 绪论

1.1 科学计算可视化

1.1.1 科学计算可视化的含义

科学计算可视化就是对人脑印象构造过程的一种仿真,以支持用户的判断和理解。具体地说,它是利用计算机图形技术与方法,将科学计算过程中及计算结果所产生的数据转换成图形或图像信息,并可进行交互分析,使可视化技术成为人类分析和驾驭信息的有力工具。它涉及计算机图形学、图像处理、计算机视觉、计算机辅助设计及图形用户界面等多个研究领域,已成为当前计算机图形学研究的重要方向。

可视化技术的研究内容是伴随着计算机技术的发展而发展的,到20世纪80年代末,逐渐形成了一个独立的研究方向。此后短短数年,可视化技术取得了突飞猛进的发展,其应用领域迅速扩大,已逐步深入到工程设计、产品设计等领域。目前刚刚兴起的虚拟现实技术是当今国际上的研究热点之一,是可视化技术应用的一个重要方向。

在计算机环境下,可视化的中心问题是能够在计算机屏幕上快速生成一系列相同或相关的信息图像,这种影像有助于信息处理,从而提高对空间关系和空间问题的理解。

用计算机在图形设备上生成连续色调的真实感三维图形必须完成以下四项基本工作:

①用数学方法建立所需三维场景的几何描述,并将它们输入计算机。

这部分工作要由专门的三维立体造型或曲面造型系统来完成。表面绘制是三维可视化技术中发展较早的一类方法,近年来,随着体绘制算法的提出,关于表面绘制的研究逐渐减少。但由于体绘制算法的运算量太大,即便是采用特殊的多CPU并行结构计算机,仍然无法满足实际应用中交互操作的需要。因此,表面绘

制仍然是目前的主流算法,尤其在能够有效表征三维复杂物体结构的模型提出之前,表面绘制更加适合于仿真和交互操作等实际应用。场景的几何描述方法直接影响图形的准确性和图形绘制的计算耗费,选择合理有效的数据表示和输入手段极其重要。

②将三维几何描述转换为二维透视图,这可通过对场景的透视变换来完成。

③确定场景中的所有可见面,这需要使用隐藏面消除算法将视域之外或被其他物体遮挡的不可见面消去。

④计算场景中可见面的颜色,严格地说,就是根据基于光学物理的光照明模型,计算可见面投射到观察者眼中的光亮度大小和色彩组成,并将它转换成适合图形设备的颜色值,从而确定投影画面上每一像素的颜色。接着通过明暗处理模型确定画面上每一个面的颜色,最终生成图形。对于三维动态可视化还需要增加一个处理步骤,即三维动画的生成。

1.1.2 实现科学计算可视化的重要意义

科学计算的计算结果为一系列的数据。如结果数据量巨大,人工处理十分冗繁,所花费的时间往往是计算时间的十几倍甚至几十倍,不仅不能及时地得到有关计算结果的直观、形象的整体概念,而且有可能丢失大量信息。因而,科学计算结果的后处理已经成为提高科学计算质量和效率的主要问题之一。科学计算数据的可视化日益成为迫切需要解决的问题。

近年来计算机的计算能力迅速提高,所配置的内存容量和磁盘空间不断扩大,网络功能增强,许多重要的图形生成及图像处理算法均可用硬件实现,速度大大加快。因而,运用计算机图形学及图像处理技术,形象、直观地显示科学计算的中间结果及最终结果已成为可能。

实现科学计算的可视化可加快数据的处理速度,在人与数据之间实现通信,从而可使人们观察到传统的科学计算中发生了什么。目前它已成为发现和理解科学计算过程中各种现象的有力工具,可极大地提高科学计算的速度和质量,实现科学计算工具和环境的进一步现代化,使科学研究工作的面貌发生根本性的变化。

1.2 铁路线路的三维可视化设计

计算机辅助设计是近40年发展起来的一门技术,随着计算机软硬件的巨大进步,CAD技术已经成为工程设计及科学研究中不可缺少的部分。CAD技术充分利用了计算机高速运算、数据处理和绘图等能力,不仅可以缩短工程设计的周期,减少设计人员的繁杂劳动,而且能够提高工程设计质量、降低成本。

铁路线路是由诸多大型构造物组成的,长达数百甚至上千公里。它占地面积大、施工复杂、造价高、不易改建。因此,线路的修建除了应根据规划,经过技术、经济及环境效益的比较和分析确定外,在设计的过程中应尽可能地考虑到施工及投入运行过程中可能出现的问题。

选线设计是一项复杂的系统工程,涉及了许多方面的因素,包含了多学科的专业知识,设计中需要各专业的相互协调与配合。一个线路方案的确定,往往需要从多个方案中比选得出,这无疑大大增加了路线设计的工作量。随着计算机技术的发展,研究采用计算机技术来改变选线设计方式和手段,辅助和减轻路线设计工作,已取得了众多成果,并已得到了广泛应用。

目前,线路计算机辅助设计软件基本上还是沿袭着传统的设计方法,以面向二维的思路来开发的。从设计角度看,这些软件仅模仿了现有的人工设计方法,未能充分发挥计算机的功能,湮没了采用现代计算机技术的巨大潜力。由于平、纵、横分开设计,一些约束关系不能一目了然,需要在几张图纸上对照检查,因而对于设计工作来说,存在着下列不便:

①不能生成三维图,单单有纵断面图、平面图和一些高程信息,使用户难于对线路有直观认识和全面的感受。

②一些复杂和特殊的关系难于识别。

基于上述原因,作为二维设计的补充,对铁路线路进行三维可视化表达,以进一步研究三维问题是不可避免的。

研究铁路线路的三维可视化设计具有如下几方面的意义。

(1)为设计者提供一种便捷直观的设计工具

可视化技术的基本思想是“用图形图像来表征数据”。随着计算机技术的快速发展,由种类繁多的信息源产生大量的数据,远远超出人脑分析、解释这些数据的能力。作为解释大规模数据最有效手段的可视化技术应用于线路设计,将设计结果用图形或图像形象直观地显示出来,这必将从根本上改变重复单调的设计工作方式,使设计工作变得趣味盎然。此外,在铁路设计中采用可视化技术可以使铁路设计人员以非常直观的形式看到自己的各种设计方案,从而可以用人们习惯了的方法,对这个生成的虚拟环境进行观察分析、操作和控制等,让人进入这个环境来验证方案的优劣,从而提高设计速度 and 设计质量。

(2)成为设计者与高层决策者和其他专业设计人员的交流纽带

可视化技术有助于专业鸿沟的跨越。选线设计是一项涉及面很广、政策性很强的综合性工作,是认识自然和改造自然的创造性劳动,选线设计工作要贯彻群众路线,搞好各专业的配合协作。线路可视化技术将为人们(包括非专业人员)参与到实际线路设计中来创造条件,使他们凭借直观的三维图形来提出各自的见解,为各个专业的配合协作提供了方便的工具;同时也可作为方案审查人员和高层

决策者提供更加直观的决策依据。

1.3 路线 CAD 的发展概况

1.3.1 国外研究情况

20 世纪 60 年代初期,道路设计中开始引入计算机进行辅助设计,这一时期线路 CAD 的主要任务是将线路设计人员从繁冗重复的计算工作中解脱出来,解决了诸如平面和纵断面几何线形的计算、横断面设计及土石方计算等问题。在此基础上,为寻求合理的线路位置,开展了利用计算机进行纵断面优化的工作,经过一段时间的探索,完成了纵断面优化系统的开发工作,其中较成熟的软件有英国的 HOPS 程序,法国的 Aholon 程序及德国的 EPOS 程序等。纵断面优化程序的使用,在一定程度上提高了设计质量并相应降低了工程费用。联合国经济合作与开发组织在意大利西西里岛的某高速公路上进行的联合试验表明:使用纵断面优化程序可以节省土石方工程量 8% ~ 17%,平均约为 10%,这使得整个道路的建设费用大大降低。

20 世纪 70 年代,数字地面模型开始应用,计算机绘图技术可直接提供设计方案和施工图。许多国家在纵断面优化设计的基础上,将线路优化技术拓宽到线路平面。这一时期较有名的软件有英国的 NOAN,美国的 GCARS、OPTLOG 及德国的 EPOS-1 等。

20 世纪 80 年代中期以来,国外的最新研究方向主要集中在线路勘测设计中智能 CAD 技术的应用、地理信息系统(geographical information system, GIS)的应用,以及道路设计中的三维 CAD 技术的应用与可视化技术。

目前国外在线路 CAD 上推出了多种商业化软件。应用较多的有美国 Intergraph 公司推出的 InRails 和 InRoads 软件、英国 Infra 公司推出的道路辅助设计软件 MX(原 MOSS 系统)以及基于微机的德国 Basedow&Tornow 公司推出的 CARD/1 系统,这些软件代表了当今国际线路 CAD 的潮流与方向。

InRails 和 InRoads 系统将整个设计过程统一在数据库的基础之上,可以建立数字地面模型并支持三维的交通基础设施的设计。数字地面模型可以用三角网或等高线显示。

MX 系统的特点是废弃了传统的纵、横断面测量方法,直接依靠航测或地面测量建立数字地面模型作为设计依据,除建立地表面三维模型外,还对构造物建立设计面模型,因此该软件具有完善的三维图形显示功能,对几何体的图形显示与表达有充分的灵活性。

与前两个系统相比, CARD/1 系统是在微机上开发的,易于推广,但三维功

能较差,目前的版本只提供了制作透视图的功能,不能作三维造型渲染。

由上述可知,国外的软件主要是集中在工作站上的开发,基于微机的软件其三维功能还不能适应三维可视化的要求,且这些软件都没有双线铁路的三维建模功能。

1.3.2 国内研究情况

我国线路 CAD 的研究工作始于 20 世纪 70 年代末。1974 年,同济大学在全国率先收集和翻译国外关于道路路线优化技术和计算机辅助设计方面的资料,自 20 世纪 80 年代中期起,同济大学、重庆交通学院、重庆公路研究所、交通部第二公路勘察设计院、西安公路学院等单位对公路纵断面优化技术及平面线形优化技术等进行了研究。随着 CAD 技术的迅速发展,国内各高等院校和公路设计部门开发和引进了一些公路路线 CAD 系统,已有多项成果在生产中得到应用,且取得了明显的经济效益。如交通部第二公路勘察设计院开发了基于航测的计算机辅助设计软件;同济大学及西安公路学院各自开发了公路计算机辅助设计系统等。交通部公路规划设计院引进了美国伯杰(Louis Bereger)公司的 ESPADD 软件,配备了 Apollo 超级微机,根据我国的有关标准和规范,从事道路 CAD 软件的二次开发。

铁路方面,1979 年铁道部科技司组织铁道部各设计院与铁路高校联合攻关,进行了铁路线路纵断面优化和数字地面模型两大课题的前期研究,并于 1984 年由长沙铁道学院主持,铁道部专业设计院、第三勘测设计院、西南交通大学参加,共同开发了数字地面模型——梯度投影法铁路线路纵断面优化设计系统,该项成果在国内第一次成功地将数模技术引入到线路 CAD 中,引起了各方的重视,获得 1987 年铁道部科技进步二等奖。1989 年由长沙铁道学院主持,铁道部第二、三勘测设计院参加,开展了铁路线路平、纵面整体优化设计的研究。该成果在国内首次将铁路线路作为一条空间曲线进行优化,专家鉴定意见为“该项目具有跨学科综合性的难度,在数学模型的建立方面具有独创性”,该项目获 1993 年铁道部科技进步二等奖。

进入 20 世纪 90 年代,随着计算机硬件的快速更新和降价、微机功能日益强大,使得 CAD 软件开发平台从小型机转到了微机上,同时 80 年代以来发展起来的图形用户界面(GUI)技术已广泛普及,使得计算机辅助线路设计实现了从一维(文本)人机交互形式向二维(图形)人机交互形式过渡。国内在航测技术的研究与应用、计算机辅助勘测设计及计算机辅助绘图等方面做了大量的研究与开发工作,出现了一批实用性较强的软件包。应用较广的软件有交通部第一、二公路勘察设计院,东南大学各自开发的公路线路辅助设计软件;由长沙铁道学院开发的“新建单、双线铁路线路机助设计系统”,该项目首次将 CAD 技术引入双线铁路

(含预留Ⅱ线)的设计中,并在全路推广使用,获全国工程设计计算机优秀软件一等奖。此时,国内也开始在路线三维可视化方面进行研究,主要是侧重于某一特定范围的研究(如地形的三维表达)。对线路及其线路上的各种建筑物的三维建模,尤其是将线路三维模型和地形三维模型拼合在一起形成的一个实用的线路三维景观模型等方面研究得还不够,而这恰恰是实现三维可视化设计的关键所在,需要进行深入的研究。

当前,关于路线的三维可视化研究主要集中在数字地面模型(digital terrain model, DTM)、数字高程模型(digital elevation model, DEM)及景观可视化的研究上。

由于公路部门一直采用透视图作为评价线形优劣的工具,因此公路部门对透视图的制作已有较成熟的算法,这为进一步开展三维可视化设计奠定了良好的基础。目前在三维可视化研究方面也取得了很大的进展。

文献[68]研究了道路、机场CAD系统中三维工程设计模型,阐述了地表曲面模型和设计曲面模型,但尚未论及线路带状区域与地表面之间的拼合计算问题。

文献[69]研究了在进行横断面详细设计之前的公路三维模型的建立方法,其原理是对地表面和公路设计表面建立三角网数模,然后通过直线段与三角形平面、三角形平面与三角形平面、三角形平面与封闭多边形之间的相交计算来达到二者拼合的目的。其缺点是该横断面设计不能确定边坡高度且没有考虑设置支挡建筑物,还不能进行真正意义上的横断面设计;此外,在拼合地表面和公路设计表面时需要进行大量的面与面的求交计算,且计算较为复杂。

在目前的商品化软件中,由交通部第一公路勘察设计院推出的纬地(HintCAD)系统可直接利用设计原始数据生成公路及其构造物的三维精确模型;东南大学李方(孙)广华软件开发有限公司推出了公路路线三维设计系统(3DROAD)。

铁路部门在三维可视化方面也开展了卓有成效的研究。如铁道部第三勘测设计院利用InRails系统的三维建模功能建立铁路线路的三维模型,然后再在三维动画软件中进行渲染,成功地制作了铁路线路的三维动画;但该方法依赖于InterGraph工作站,难于推广应用。铁路部门集中各设计院及其相关高等院校等单位的力量,开展了“铁路线路勘测设计一体化”的研究,其中就包括“铁路线路三维可视化设计系统”的研制工作,而铁路线路仿真技术是铁路线路三维可视化设计的核心技术之一,因此开展铁路线路仿真技术研究具有重要的理论意义与实用价值。