

文章编号: 1006—2106(2009)12—0044—03

三维环境下路基设计模式研究^{*}

柳忠杰^{**}

(铁道第三勘察设计院集团有限公司, 天津 300142)

摘要: 研究目的: 在道路工程三维设计系统中, 选择合适的路基工程设计模式对路基设计模块的构架、开发以及应用有重要意义。本文通过研究道路工程三维设计系统中的多种路基工程设计模式, 提出适宜的设计模式以及相应的系统开发总体解决方案。

研究结论: 从理论上将道路工程三维设计系统中的路基工程的设计模式分为真三维设计模式、准三维设计模式和伪三维设计模式。通过对生产需求、路基工程特点、设计理念转变、既有资源利用、项目综合投入等多方面分析, 采用准三维设计模式开发三维路基工程设计模块是适宜的。在一定条件下, 将准三维设计模式和伪三维设计模式统筹考虑、分步实施, 也是可行的。

关键词: 道路工程; 路基工程; 三维; 设计

中图分类号: U213.1 **文献标识码:** A

Study on the Subgrade Design Mode with 3D Design System

LIU Zhong-jie

(The Third Railway Survey and Design Institute Group Corporation, Tianjin 300142, China)

Abstract: Research purposes: With 3D system for the road engineering design, choosing the appropriate subgrade engineering design mode is essential to framing the subgrade design model and its development and application. By studying variable design modes for road subgrade engineering with 3D software system, this paper proposes the appropriate subgrade design mode and the corresponding overall solution to the system development.

Research conclusions: In 3D software system for the road engineering design, the design mode for road subgrade can be divided into three modes theoretically, namely pure-3D design mode, quasi-3D design mode and pseudo-3D design mode. Through a comprehensive analysis of the production requirements, subgrade engineering characteristics, change of design concept, usage of resource and synthetic investment, it shows using quasi-3D design mode to develop subgrade engineering design software is appropriate, and under certain conditions, using quasi-3D design mode along with pseudo-3D design mode step by step is also feasible.

Key words: road engineering; subgrade engineering; 3D (three-dimensional); design

随着计算机辅助设计技术特别是计算机三维图形处理技术的发展, 使三维工程设计技术在道路勘察设计领域逐步得到推广和应用, 使道路设计由传统的二维绘图、二维设计向三维设计、协同设计、动态优化等方向发展, 从而实现了道路工程设计与分析的三维可视化。在公路行业, 已有一些道路设计系统开发了三

维设计功能, 如国内海德 (HEAD) 系统、纬地 (Hint CAD) 等, 国外较著名的有德国的 CARD/1 系统、美国的 Autodesk Civil3D 等; 在铁路行业, 美国 Bentley 公司的 RailTrack 系统、澳大利亚的 Quantum 系统也实现了三维设计功能。按系统架构和开发途径, 这些软件系统可分为独立型和寄宿型两大类。独立型不依赖于

^{*} 收稿日期: 2009-09-24

^{**} 作者简介: 柳忠杰, 1968 年出生, 男, 高级工程师。

其它图形系统的支持, 各项功能自主开发, 自成一体, 独立运行; 寄宿型是对宿主图形平台如 AutoCAD 进行二次开发, 充分利用宿主图形平台的既有功能, 但必须在宿主图形环境下运行。从三维建模功能来看, 这些系统基本上都可以建立路基本体(基本的填方、挖方以及一些少量的附属工程)的三维模型, 以供可视化分析和评价, 但都没有涵盖路基工程中大多数结构物的三维建模, 或者没有提供足够高效的建模工具, 所以其三维建模功能只是局部的。利用这些系统进行路基工程设计, 尤其是施工图深度的路基工程设计时就显得力不从心, 不能满足设计生产的需要。

本文所指路基工程设计有 2 个层次的含义: 一是路基工程包括路基本体以及各种常见的路基构造物和结构物, 二是路基工程设计要达到施工图的深度和精度; 文中所述路基工程设计系统是指能够完成常见路基工程措施的施工图设计的专业设计软件。

1 路基工程设计对三维设计系统的要求

道路工程三维设计系统中的路基工程设计模块应满足下列条件才能在设计生产中推广:

(1) 在设计效率方面, 不应显著低于目前的作业方式, 至少不能因为路基工程设计而影响整个设计项目的工期;

(2) 在系统操作方面, 要充分考虑行业习惯和工程习惯, 使设计人员把主要精力集中于专业设计而不是对软件的学习和操作上;

(3) 在系统功能方面, 能提供足够多路基构造物及结构物的自适应参数化模型库, 同时提供便捷的自定义建模工具。

实际上, 这 3 个条件既是基本的, 也是难于满足的。正因为如此, 既有的三维设计系统很难在国内的大型铁路勘察设计企业推行。

2 三维设计系统下路基工程设计的特点

在道路工程三维设计系统中, 路基工程设计具有一定的代表性。从某种程度上讲, 路基工程三维设计功能的优劣会直接反映三维设计系统的实用性水平。三维设计系统下的路基工程设计具有以下特点:

(1) 在计算机辅助设计方面, 正像带状工程如道路工程不同于场地工程如房屋建筑一样, 路基工程也不同于桥梁、隧道等工程, 它面临更多不易抽象为规则数学模型的问题需要解决。

(2) 在三维建模方面, 路基工程涉及到点模型、线模型、曲面模型、实体模型等各种模型的建立, 涵盖模型建立的各种形式。

(3) 在建模方式方面, 路基工程设计需要标准模型库、参数化模型库以及自适应参数化建模技术的支持, 而自适应参数化建模技术是路基工程设计需要的典型动态建模手段。

(4) 路基工程对高效自定义建模技术的需求更为迫切。

3 三维设计环境下路基工程设计模式的选择

3.1 三维设计环境下路基工程的设计模式

在三维设计环境下, 从理论上讲, 在系统功能方面能够符合路基工程特点的设计模式可有以下几种:

3.1.1 真三维设计模式

设计人员在三维设计环境下工作, 面对的是三维可视化虚拟工程单元实体, 像搭积木一样完成设计工作。这种设计模式完全颠覆了传统的路基设计理念和方法, 需要三维设计系统充分吸纳工程技术人员的设计经验及设计规范、标准中的相关约束, 提供完善高效的三维建模手段, 提供根据三维设计成果生成二维施工图的实用工具。

3.1.2 准三维设计模式

设计人员在三维设计环境下工作, 主要采用面向横断面的路基工程设计方法, 设计人员仍在延续二维的设计理念和设计方法, 但可以得到直观的、三维可视化的设计效果。在软件开发方面可借鉴以往二维软件的开发经验; 在生成施工图方面, 可在设计人员完成专业设计时, 与三维设计成果同步形成。

3.1.3 伪三维设计模式

设计人员不仅需要在三维设计环境下工作(数据的前后处理), 还需要在另外的二维设计环境下工作(专业设计), 最终将二维设计环境下的设计成果在三维设计环境下展现的方式, 实现对设计成果的多专业可视化系统检查以及碰撞检查。这种设计模式可充分利用既有资源, 同时利用三维设计系统为道路设计工作提供系统碰撞检查等高附加值的服务, 但需要开发由二维设计成果实现三维展现的工具。

3.2 各种设计模式的可行性

3.2.1 真三维设计模式

作为纯三维理念的一种设计模式, 真三维设计模式的特点是显而易见的, 可以实现像搭积木一样的设计作业模式, 设计意图可以直观地得到体现。但其也面临着一些难于克服的问题, 比如: 不能利用现有的软件成果资源, 甚至不能利用现有的专业软件开发经验, 必须以全新的方法和视角进行系统开发, 投入巨大, 风险重重, 其中还包括用户的认可度问题。另外, 真三维

路基工程单元的交互式设计,利用真三维的路基工程设计成果形成二维的施工图,用户设计理念的转变,路基工程的设计效率等都是需要解决的问题。所以,目前真三维设计模式下的路基工程设计项目还不适宜立即启动。

3.2.2 准三维设计模式

准三维设计模式是在三维设计环境下,按照二维路基工程设计理念实现专业设计功能,也就是说,对于路基工程设计仍然主要沿用横断面设计的方法。从系统构架上说,按照二维理念进行设计系统开发,同步生成二维设计成果以及进行三维展现是可行的,也可以较好地解决交互设计问题,设计效率可以得到保证。但是在三维环境下进行二维图形编辑功能开发,远不如在传统二维环境下工作顺畅,包括平台提供的工具也不如传统的二维环境丰富和完善,这是准三维设计模式面临的主要问题,尽管如此,准三维设计模式仍将是比较理想的选择。

3.2.3 伪三维设计模式

伪三维设计模式只能是一个过渡模式,不能把它作为路基工程三维设计追求的终极目标。但是,伪三维设计模式是投入最少、见效最快并充分利用既有资源的一种实现模式,前提条件是既有的二维路基设计系统可以为道路三维设计系统提供三维数据服务。

3.3 三维设计环境下路基工程设计模式的比较

从某种意义上说,真三维设计模式和准三维设计模式都可以作为三维路基工程设计追求的终极目标,它们最终都是在三维环境下完成,只不过是实现的方式不一样。

基于以下原因,进行路基工程设计时,准三维设计模式比真三维设计模式具有更明显的优势:

(1)由于路基工程自身的特点,在工程建设中设计者已习惯使用二维方式来描述路基工程,像路基横断面、挡墙的截面、地基处理的平面范围等。由于路基工程构造物或结构物多且不规则,如重力式挡土墙,在描述其形状时只能沿着某个方向分段描述,而在另外2个方向上描述其截面特征,往往这3个方向并不是恒定不变的,甚至不是恒定的直角坐标关系。所以,在统一的三维直角坐标系中来完整描述一个挡土墙的形体是比较繁杂的。

(2)从系统开发来讲,准三维设计模式可以充分借鉴传统二维设计软件的开发经验和处理方式,而真三维设计模式下的交互设计处理方法则需要全新研究,风险比较大,投入的人力物力也较大。

(3)从应用方面来讲,准三维设计模式可以让用户在全新的设计环境下以自己熟悉的工程设计处理方

式来完成专业设计工作;而真三维设计模式需要用户完全放弃自己的工程设计处理经验,以全新的方式来完成设计任务,工作效率会低于准三维设计模式,潜在的推广阻力以及推广成本都很大,勘察设计企业采用后的风险也比较大。

另外,使用准三维设计模式开发路基工程设计系统时,如规划时尽量减小显示功能与设计功能的相关度,则完全可以兼容伪三维设计模式,可以根据实际情况统筹规划。当现有二维路基设计系统可以为道路三维设计系统提供三维数据服务时,可将准三维设计模式下路基工程设计系统的开发分2个阶段完成,把伪三维设计模式作为准三维设计模式的初级阶段来处理,然后启动第二阶段的工作,实现三维环境下路基工程的设计功能。这样能充分利用既有资源,积累开发经验,大大降低项目风险。

4 准三维设计模式下路基工程设计系统开发总体解决方案

4.1 一阶段准三维设计模式

在道路工程三维设计系统中,当采用一阶段准三维设计模式时,路基工程设计功能的开发包括以下内容:

(1)在道路工程三维设计系统中,获取路基设计需要的基础数据,包括地形信息、地层信息、路基专业勘察数据、路线(线路)纵断面信息等,开发相应功能模块将这些信息处理为相当于传统的填挖高度表数据以及原始横断面数据备用,或者在设计时根据里程位置实时计算这些数据。

(2)根据路基工程设计段落,按照多种规则灵活确定需要设计的路基横断面位置。

(3)进行路基横断面设计,需要提供自动设计与交互设计2种方式,以实现路基工程繁杂性与设计工作高效性的协调统一。

(4)根据横断面设计成果,在道路工程三维设计系统中进行三维再现。该三维再现功能可以与横断面设计同步进行,也可以异步实现。

(5)根据三维再现效果,进行横断面设计调整,最终完成路基工程设计,同时输出路基工程的二维施工图。

4.2 二阶段准三维设计模式

4.2.1 第一阶段伪三维设计模式

在道路工程三维设计系统中,在伪三维设计模式阶段,路基工程设计功能的开发包括以下内容:

(1)在道路工程三维设计系统中,获取路基设计

(下转第50页)

(3)在进行百米定尺钢轨焊轨基地平面布置设计时,应通过细致分析百米定尺长轨焊接的生产工艺流程,同时结合焊轨基地所处地理位置的具体条件等因素进行综合考虑。焊轨基地内各个区域的相对位置应根据焊轨生产线的工艺流程进行布置,需做到布置紧凑,股道间距合理,各种生产作业能平行进行而互不干扰。

由于对百米定尺钢轨焊轨基地设计国内尚没有成熟经验可供借鉴,因此对于基地总体工艺布局的合理性还应该通过生产实践进行验证,并不断总结,为今后国内同类型焊轨基地的设计积累经验,提供技术支持。

参考文献:

- [1] 铁道第四勘察设计院. 改建铁路京九铁路向塘工务焊轨厂[J]. 武汉: 铁道第四勘察设计院, 1996
- [2] 铁道第四勘察设计院. 南昌铁路局向塘长轨段改扩建工程[J]. 武汉: 铁道第四勘察设计院, 2003
- [3] 铁道第四勘察设计院. 上海局南京北焊轨厂新建工程[J]. 武汉: 铁道第四勘察设计院, 2006

- [4] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 南京(林场)500 m长轨焊接基地[J]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2007
- [5] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 南京(永宁)500 m长轨焊接基地[J]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2007
- [6] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 广州(红海)500 m长轨焊接基地[J]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2007
- [7] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 改建铁路郑州小李庄焊轨基地工程[J]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2007
- [8] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 武汉 500 m长轨焊接基地[J]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2007
- [9] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 南昌铁路局(向塘)长轨焊接基地改造工程[J]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2007

(编辑 梅志山)

(上接第 46页)

需要的基础数据,包括地形信息、地层信息、路基专业勘察数据、路线(线路)平纵断面信息等,按照既有路基工程设计系统的需求,转换为相应格式的数据文件。

(2)利用既有路基工程设计系统完成相应段落的路基工程设计,并完成为道路工程三维设计系统提供路基工程三维数据服务的任务。

(3)根据既有路基工程设计系统提供的数据,在道路工程三维设计系统中进行三维再现和系统碰撞检查。

(4)根据三维再现效果,必要时进行路基工程设计调整,最终完成路基工程设计,同时输出路基工程的二维施工图。

4 2 2 第二阶段准三维设计模式

在道路工程三维设计系统中,在准三维设计模式阶段,路基工程设计功能的开发包括以下内容:

(1)在道路工程三维设计系统中,将获得的基础数据处理为相当于传统的填挖高度表数据以及原始横断面数据备用,或者在设计时根据里程位置实时计算这些数据。

(2)开发路基横断面设计功能模块,包括二维施工图输出功能,取代既有路基工程设计系统。

(3)将在三维环境下开发的横断面设计功能与上阶段已完成的三维展现模块对接。

(4)将第二阶段的开发成果与第一阶段三维环境

下的开发成果融为一体,形成完整的准三维设计模式下的路基工程设计系统。

5 结论

在道路工程三维设计系统中,选择合适的路基工程设计模式对路基设计模块的构架、开发以及应用都有重要的意义,甚至可以决定开发项目的成败。经过从生产需求、路基工程特点、设计理念转变、既有资源利用、项目综合投入等多方面分析,采用准三维设计模式开发三维路基工程设计系统是适宜的。在一定条件下,将准三维设计模式和伪三维设计模式统筹考虑、分步实施,也是可行的。

参考文献:

- [1] 王福建, 吴国雄. 道路工程三维建模技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004
- [2] 杨宏志, 于娇, 许金良. 道路工程 CAD[M]. 北京: 人民交通出版社, 2009
- [3] 王明生, 张振平. 基于 GIS的铁路路基三维可视化技术研究[J]. 工程图学学报, 2009(1): 66—69
- [4] 王明生, 张振平. GIS环境下铁路路基三维建模方法研究[J]. 铁道运输与经济, 2008(1): 54—56
- [5] 吕希奎, 周小平. 实战 OpenGL三维可视化系统开发与源码精解[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009

(编辑 曹淑荣)