

现代公路设计与实例丛书

公路路线

计算机辅助设计与实例

□ 潘兵宏 张 驰 编著

- 依据现行设计规范
- 结合流行设计软件
- 提供翔实设计案例
- 体现全新设计理念



人民交通出版社

China Communications Press

现代公路设计与实例丛书

公路路线

计算机辅助设计与实例

□ 潘兵宏 张 驰 编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书在介绍公路路线设计的程序、基本方法的基础上,根据现行公路路线设计规范,结合 CARD/1 软件和纬地 (HintCAD) 公路路线计算机辅助设计软件,详细介绍了不同等级的公路路线设计方法和步骤。内容包括公路路线勘测设计程序、公路路线设计、互通式立体交叉设计及软件辅助设计的方法与技巧等。

本书可供从事公路、城市道路的设计、管理、研究人员参考,亦可作为道路桥梁与渡河工程专业、交通工程专业以及土木工程专业的本科、专科教学辅导用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

公路路线计算机辅助设计与实例 / 潘兵宏, 张驰编著.
北京: 人民交通出版社, 2007.4
ISBN 978-7-114-06467-8

I. 公 ... II. ①潘 ... ②张 ... III. 公路线形—计算机辅助设计 IV. U412.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 041206 号

现代公路设计与实例丛书

书 名: 公路路线计算机辅助设计与实例

著 作 者: 潘兵宏 张 驰

责任编辑: 丁润铎

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 15

字 数: 368 千

版 次: 2007 年 4 月 第 1 版

印 次: 2007 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-06467-8

印 数: 0001~3000 册

定 价: 29.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

序

计算机辅助设计 (CAD) 在工程设计领域的应用, 使工程设计的技术手段发生了根本性的变化。在公路测设中, 我国已经完全摆脱手工绘图的方式, 计算机辅助设计技术在公路勘察设计中得到了广泛的应用, 并且 CAD 技术也得到了长足的发展, 公路 CAD 软件及其支撑平台也基本成熟。公路 CAD 技术作为从事公路行业工作的必备知识, 是设计人员从事公路勘察设计工作的一项基本工具。掌握公路计算机辅助设计对于提高设计人员的工作能力和设计水平, 提高我国公路勘察设计质量和速度都具有重要的意义。

目前, 我国在公路路线 CAD 软件的研制和使用方面已经取得很大的成果, 并得到了推广应用, 如中交第一公路勘察设计院立德公司的纬地 (HintCAD) 软件、东南大学李方软件公司的 EICAD 软件、中交第二公路勘察设计院院的 BID-Road 软件等, 同时也引进了国外优秀的路线设计软件, 如德国的 CARD/1 软件。纬地 (HintCAD) 软件和 CARD/1 软件在国内公路路线和互通式立体交叉计算机辅助设计方面, 拥有比较多的用户。目前, 介绍计算机辅助设计理论研究的书籍比较多, 但缺乏结合设计软件和设计实例介绍路线设计方法和软件使用的书籍。《公路路线计算机辅助设计与实例》一书的作者, 多年来一直从事道路勘测设计和 CAD 技术教学和理论研究工作, 同时也完成了多个公路项目的勘察设计工作, 是纬地 (HintCAD) 软件和 CARD/1 软件的老用户, 熟知公路设计的方法、流程、公路 CAD 技术, 掌握纬地 (HintCAD) 软件和 CARD/1 软件的使用方法和技巧。该书是作者教学和研究成果、设计项目的经验总结。

该书系统地介绍了路线设计的基本方法和程序, 结合设计实例, 详细介绍了这两种路线设计软件的使用方法、流程和技巧, 注重设计方法和设计细节问题, 强调实用性和可操作性, 值得从事公路勘测设计人员学习和借鉴, 可作为在校学生学习公路 CAD 技术的辅导用书。

本书内容融汇了作者全新的公路路线设计理念, 我乐于应约写上序言来祝贺本书的出版。

杨少伟
2007 年 2 月

前 言

目前,我国公路路线 CAD 软件的研制和使用已经取得很大的成果,并得到了推广应用,如纬地 (HintCAD) 软件、EICAD、BID-Road 等。同时,国内也引进了国外优秀的路线设计软件,如德国的 CARD/1 软件。但目前介绍计算机辅助设计理论研究的书籍比较多,缺乏结合实例介绍路线设计方法和软件使用的书籍,因而,本书在总结公路的计算机辅助设计特点,以路线设计的基本方法和程序为基础,结合现行公路路线有关规范,详细介绍了国内广泛使用的两种路线设计软件进行路线辅助设计的方法和流程。

本书在编写过程中,力求将公路路线设计的基本方法和程序与路线设计软件的操作方法和步骤有机地结合在一起。因此,在选材安排上,主要介绍路线设计中的设计方法和设计细节问题,强调实用性和可操作性,突出全新的路线设计理念。由于 CARD/1 软件和纬地 (HintCAD) 软件两者的设计风格不同,各自代表不同的设计思维方式,所以结合路线设计方法分别介绍了这两种路线计算机辅助设计软件的使用方法、流程和技巧。另外,由于篇幅所限,本书只简要介绍了互通式立体交叉的设计理论和采用这两种软件进行互通式立体交叉设计的方法。

本书由长安大学潘兵宏、张驰编著。参加编写的有:潘兵宏 (第一、二、四章),张驰 (第三、六章),赵一飞 (第五章)。全书由潘兵宏、张驰负责统稿。

本书在编写过程中,参考了有关标准、规范、教材和论著,在此谨向有关编著者表示衷心的感谢!同时,在编写过程中得到了西安开道万软件有限公司和西安立德公路工程咨询有限公司在技术上的大力支持,在此向他们表示衷心的感谢!长安大学杨少伟教授为本书撰写了序言,并对全书内容进行了认真审阅,提出了许多宝贵的修改意见,在此特别表示衷心的感谢!

由于作者水平有限,书中难免有不妥之处,请读者批评指正。意见和建议可与人民交通出版社丁润铎编辑联系 (010-85285983) 或寄长安大学公路学院 (西安,710064)。

读者可以通过 <http://highway.chd.edu.cn/roadcad/examples.rar> 下载书中所用的全部实例。

编者

2007 年 2 月

目 录

第一章 概述	1
第一节 公路路线勘测设计程序	1
第二节 公路路线计算机辅助设计软件 CARD/1 简介	7
第三节 公路路线计算机辅助设计软件 HintCAD 简介	9
第四节 其他路线设计软件简介	12
第二章 公路路线设计	16
第一节 设计原始资料	16
第二节 设计标准及相关参数的确定	20
第三节 路线平面设计	31
第四节 路线纵断面设计	37
第五节 路线横断面设计	47
第三章 CARD/1 辅助公路路线设计	63
第一节 设计项目的相关设计资料	63
第二节 地形原始资料的格式及处理	64
第三节 CARD/1 路线平面设计	76
第四节 CARD/1 路线纵断面设计	90
第五节 CARD/1 路线横断面设计	100
第六节 其他成果的输出	114
第四章 HintCAD 辅助公路路线设计	119
第一节 设计项目的相关设计资料	119
第二节 地形原始资料的格式及处理	120
第三节 HintCAD 路线平面设计	125
第四节 设计向导及控制参数	139
第五节 HintCAD 路线纵断面设计	149
第六节 HintCAD 路线横断面设计	156
第七节 HintCAD 路线设计成果输出	168
第五章 互通式立体交叉设计	175
第一节 设计原始资料	175
第二节 互通式立体交叉设计依据与设计标准	177
第三节 匝道平面设计	185
第四节 匝道的纵断面设计	191
第五节 匝道横断面与端部设计	193

第六章 计算机辅助互通立体交叉设计	202
第一节 CARD/1 辅助互通立体交叉设计	202
第二节 HintCAD 辅助互通立体交叉设计	217
参考文献	229

1	第一章 绪论
1	第一节 公路立体交叉概述
7	第二节 公路立体交叉的分类
9	第三节 公路立体交叉的组成
12	第四节 公路立体交叉的平面线形
16	第五节 公路立体交叉的纵断面线形
16	第六节 公路立体交叉的横断面线形
18	第七节 公路立体交叉的照明
20	第八节 公路立体交叉的排水
31	第九节 公路立体交叉的绿化
37	第十节 公路立体交叉的安全设施
47	第十一节 公路立体交叉的附属设施
63	第十二章 计算机辅助互通立体交叉设计
63	第一节 计算机辅助互通立体交叉设计概述
64	第二节 计算机辅助互通立体交叉设计的发展
76	第三节 CARD/1 辅助互通立体交叉设计
90	第四节 CARD/1 辅助互通立体交叉设计的应用
100	第五节 CARD/1 辅助互通立体交叉设计的成果
114	第六节 其他成果的输出
119	第四章 HintCAD 辅助互通立体交叉设计
119	第一节 设计目的和相关设计资料
120	第二节 设计方案的编制
125	第三节 HintCAD 辅助互通立体交叉设计
139	第四节 设计方案的编制
149	第五节 HintCAD 辅助互通立体交叉设计
156	第六节 HintCAD 辅助互通立体交叉设计
168	第七节 HintCAD 辅助互通立体交叉设计的成果
175	第五章 互通立体交叉设计
175	第一节 互通立体交叉设计概述
177	第二节 互通立体交叉设计的发展
185	第三节 互通立体交叉设计
191	第四节 互通立体交叉设计
198	第五节 互通立体交叉设计

第一章 概 述

第一节 公路路线勘测设计程序

一、公路路线勘测设计概述

公路路线勘测设计包括经济调查和技术勘测设计两部分。经济调查工作主要在工程可行性研究和初步设计阶段进行。通过经济调查和分析,预测拟建公路目前和远景的使用要求,选定与之相适应的公路技术等级,确定路线的基本走向和主要控制点,为编制工程可行性研究报告和论证公路技术经济效益提供依据。

公路工程基本建设项目的路线勘测设计一般采用两阶段设计,即初步设计和施工图设计。对于技术简单、方案明确的小型建设项目可采用一阶段施工图设计;对于技术复杂而又缺乏经验的建设项目或建设项目中的个别路段、特大桥、互通式立体交叉、特殊隧道等,必要时采用三阶段设计,即初步设计、技术设计、施工图设计。

路线勘测设计按测设阶段的不同,一般分为踏勘、初测和定测。对于一阶段设计,一般直接进行定测;对于两阶段设计,一般先进行初测,然后进行定测。

踏勘测设是根据批准的工程可行性研究报告中确定的路线走向、主要控制点和路线等级、设计速度以及技术标准等进行的外业勘测调查工作。通过踏勘,对路线技术等级、基本走向和路线方案作进一步的论证分析,进一步查明路线所经地区在技术上的可能性和经济上的合理性。踏勘测设需要在现场进行路线的布设和比选,并组织相应的测量和调查,为编制初步设计、收集有关资料和拟定初步设计方案确定设计原则,提出具体的修建意见,并估算相应的工程量与概算费用等。

初测和定测是根据批准和审查的初步设计所确定的修建原则、路线走向和设计方案而进行的技术勘测工作,是踏勘测设工作的继续与深化。在初测和定测过程中,应结合沿线自然条件对踏勘测设后建议的路线方案进行认真的复查,根据路线使用要求与技术标准,综合考虑路线平面、纵断面、横断面的关系以及对相关构造物的处理设计。通过进一步的比选,将设计路线在实地上标定出来,为编制技术设计和施工图设计全面收集资料。

路线踏勘测设、初测和定测是一个由粗到细、由轮廓到具体的反复实践、逐步完善的过程。根据各个阶段设计要求的不同,路线初测和定测在勘测内容与深度上有所差异。

二、公路路线勘测设计程序

在不同的设计阶段,公路路线勘测设计程序有所不同。

(一)初步设计阶段

初步设计阶段的工作分为外业初测和内业设计两部分。初步设计阶段路线勘测的主要任务是根据计划任务书确定修建原则和路线基本走向,现场对各个有价值方案进行勘测,从中确定初步设计的要求,一般要求提供电子地图,比例为1:1 000或1:2 000。测图宽度和其他1

定采用的路线方案,然后对路线方案作进一步的核实,并进行导线、高程、地形、桥涵、路线交叉和其他资料的测量,收集编制初步设计文件的资料。初步设计阶段的工作程序如下。

1. 准备工作

(1) 收集资料

为了满足初测和初步设计的需要,应收集以下资料。

①工程可行性研究报告、工程可行性研究报告审批意见及有关文件。

②各种比例的地形图、航测图,路线走廊带附近国家级导线点、水准点等地形和测量资料。

③地质资料包括沿线的区域地质图、构造地质图、剖面图,沿线地质构造、土质分类和分段、土壤类型、岩性等资料,沿线特殊和不良地质地段的分布、范围、形成条件、发育程度、活动特点及其规律等;水文资料包括地表径流以及流向、洪水位,地下水的类型、分布情况、深度、补给条件、变化规律,岩石的透水性、水质分析等;气候资料主要包括沿线区域的年平均降水量、积雪冰冻情况等。

④路线经过地区以及周边地区的地震次数与时间、地震特征、地震区划和地震动峰值加速度系数等地震资料。

⑤交通流量、流向,交通的组成及其比例,交通量年增长率等交通资料。

⑥收集沿线农林、水利、铁路、公路、航道、城建、电力、环保、城市规划等部门的有关规定和规划资料,包括各种规定文件和规划图纸。

⑦收集与路线起终点相接的道路和与路线交叉的道路、铁路及管线资料等。

(2) 室内研究路线方案

根据工程可行性研究,拟定的路线方案。在地形图上(一般采用1:10 000的地形图)或航测图上对路线方案进行研究,经过对路线方案的初步比选,拟定现场勘测的方案(包括比较线)及需要现场重点落实的问题。

2. 现场踏勘

踏勘是正式初测前,在现场对路线方案进行全面的调查和核实工作。其主要包括现场核查、路线总体布设和方案取舍与修正等工作。

(1) 现场核查

①核查地形图与沿线地形地物有无变化,当对拟定路线方案有干扰时,应研究相应的路线调整方案。

②核查沿线各种地上及地下管线、文物古迹、自然保护区、风景名胜与路线的关系,注意研究路线布设后对环境和景观的影响。

③核查重点工程和大中桥梁、隧道、互通式立体交叉等的位置和设置条件。

④与当地政府和主管部门联系,对于重要的路线方案、与地方规划或重要设施相干扰的方案,均应该征求相关部门的意见。

(2) 路线总体布设

平原微丘区公路宜按照“安全、舒适、环保、经济、创新”的指导思想对路线方案进行总体布设;山区公路宜按照“安全、环保、和谐、经济、创新”的指导思想对路线方案进行总体设计。路线总体设计的要点如下。

①路线起、终点应符合路网规划要求。确定起讫点位置时,应为后续项目预留一定长度的接线方案,或拟定具体实施设计方案。

②根据公路功能、设计交通量、沿线地形与自然条件等,论证并确定公路等级、设计速度和

设计路段。恰当选择不同设计路段的衔接地点,处理好衔接处的过渡及其前后一定长度范围内的线形设计。

③高速公路、一级公路,应根据设计交通量论证并确定车道数;具集散功能的一级公路、二级公路,应根据混合交通量及其交通组成论证设置慢车道的条件,并确定其设置方式、横断面形式与宽度。

④高速公路、一级公路,一般情况下宜采用整体式路基;位于丘陵、山区时,应结合地形、地质条件以及桥梁、隧道的布设等论证采用分离式路基的可行性。

⑤路线设计应合理确定路堤高度,减小对沿线生态环境的影响,并做好防护、排水、取土、弃土等设计,防止水土流失,保护环境,使公路工程建设融入自然。当出现高填、深挖时,应同修建桥梁、隧道方案进行比选论证。

⑥由面到带(走廊带)、由带到线(沿路线),查明工程地质、水文情况,重大自然灾害、地质病害的分布、范围、状态,及其对工程的影响程度,论证并确定绕越、避让或整治病害的方案与对策。

⑦确定同作为控制点的城市、工矿企业、特大桥、特长隧道等的连接位置、连接方式。综合拟定互通式立体交叉、服务区、停车区、公共汽车停靠站等重要设施的位置、规模和间距,以符合功能、安全、服务所需的最小(或最大)距离。

⑧收费公路应在论证收费制式的基础上,确定收费方式、主线收费站位置及其同被交公路的交叉形式等。

⑨确定交通工程及沿线设施的建设规模与技术标准。

⑩拟分期修建的工程,必须在按远期规划的技术标准作出总体设计的基础上,制订分期修建方案,并作出相应的设计。

(3) 路线方案的取舍与修正

①踏勘过程中,应对可行性研究报告或室内拟定的各种比较方案进行研究比较,对优劣较为明显的方案,通过踏勘可直接确定其取舍;对难以确定优劣的方案,应作为初步设计时的比较方案。

②经过踏勘后,应根据实际情况对初拟的路线方案和比较方案进行调整或修正,确定路线走廊带后进行初测。

3. 路线控制测量

初测控制测量的主要工作是在路线附近布设导线点,按《公路勘测规范》(JTJ 061—99)的有关要求执行。

4. 路线地形图测量

路线地形图是以导线为依据的带状地形图,主要供纸上定线或路线设计用。根据计算机辅助设计的需要,一般要求提供电子地图,比例为1:1 000或1:2 000。测图宽度和其他具体要求按《公路勘测规范》(JTJ 061—99)的有关要求执行。

5. 路线测量

各级公路应在地形测量之后,进行纸上定线;受条件限制或地形、方案较简单时,可采用现场定线。路线定线应符合《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)(以下简称《标准》)、《公路路线设计规范》(JTG D20—2006)(以下简称《规范》)的规定,合理掌握和运用技术标准。定线工作应做好总体布局,根据各类地形特点,结合人工构造物的布设,进行路线平、纵、横面的协调布置,定出合理的线位。对地形、地质、水文条件复杂和工程艰巨的路段,应拟定出可能的比

较方案,进行反复推敲、比较,确定采用方案。

(1) 纸上定线

由于目前路线地形图测量后均提供电子地图(一般为 AutoCAD 的 DWG 格式),所以纸上定线可以利用路线设计软件和其他辅助工具在计算机上进行。在计算机上进行定线速度快,修改、调整路线方便。纸上定线的步骤如下:

①将有特殊要求或起控制作用的地点,必须避让的建筑物或地质不良地带,地下建筑或管线等,标注在地形图上;

②根据路线方案,采用交点法或曲线法在地形图上定出路线,拟定平曲线要素并计算路线里程;

③沿路线中线按一定桩距从地形图上(或用数字地面模型)内插逐桩地面高程,然后点绘纵断面图,河堤、铁路、立体交叉等需要重点控制的地段或地点,应实测高程点绘纵断面图,并据此进行纵坡设计;

④根据路线中线线位,在地形图上(或用数字地面模型)内插控制路段逐桩的横断面地面线,然后进行横断面设计;

⑤根据纵断面设计和横断面布置的情况来检查、调整路线;

⑥重复③④⑤直至路线设计合理;

⑦依据纸上定线的线位及实地调查资料,初步确定人工构造物的位置、交角、类型与尺寸;

⑧综合检查线形设计及有关构造物的配合情况与合理性;

⑨纸上定线后,对高填深挖地段、大型桥梁、隧道、立体交叉以及需要特殊控制的地段,应进行实地放线检验核对,并作为各专业工程勘测调查的依据;

⑩对需进行比较的方案,应按上述步骤方法定出线位、计算工程量,进行技术经济比较。

(2) 现场定线

①现场定线前,应在 1:5 000 地形图上对路线进行总体布局,根据路线的地形特点、各种地形条件及路线布置的原则,拟定主要技术措施,确定控制点、绕避点后,进行现场选线、定线。

②测量交点的相关数据,确定交点的曲线参数。现场进行中桩、水准、横断面和地形等测量,获取纵断面地面线资料和横断面地面线资料。

③通过内业设计工作,对路线进行平、纵、横面进行综合检查,确定线位。

6. 其他勘测与调查

其他勘测和调查主要包括路基路面及排水勘测、桥涵、隧道、交叉、沿线设施、环境保护、筑路材料、改移工程、临时工程、占地、拆迁等内容的勘测或调查。具体内容参照相关书籍。

7. 内业设计

初步设计阶段内业的主要工作内容有:

(1)对外业勘测资料进行复核、检查;

(2)在地形图上进行纸上定线或移线及局部方案的比选;

(3)初步拟定构造物设计方案;

(4)综合检查路线设计及相关构造物布置,并进行现场核对;

(5)编制初步设计文件。

(二) 技术设计阶段

三阶段设计中的技术设计应根据批准的初步设计和定测资料编制。技术设计阶段的目的是对重大、复杂的技术问题进一步落实设计方案。其主要内容包括通过科学试验、专题研究,

加深勘探调查及分析比较,解决初步设计中未解决的问题,落实技术方案,计算工程数量,提出修正的施工方案,修正设计概算。

(三)施工图设计阶段

施工图设计阶段是在初步设计的基础上进行的。根据对初步设计文件评审确定的修建原则和工程方案,结合自然条件与环境,通过优化设计后进行实地定桩放线,准确测定路线的线位和构造物位置形式,编制道路施工和工程概预算文件。施工图设计阶段的工作程序如下。

1. 准备工作

准备工作包括资料收集和现场核查。资料收集主要是收集工程可行性研究报告及有关文件、初步设计文件及审批意见、初步设计有关的设计资料等。现场核查是施工图设计前的重要环节,其目的是弄清初步设计的意图和沿线的变化情况,以便进一步优化线形及构造物的设计方案,需要现场核查沿线地形、地貌及地物的变化情况、初设路线的走向、控制点及桥隧、立体交叉等工程方案情况及其局部改移和调整方案的意见。

2. 路线放线

路线实地放线主要是将初步设计时纸上定线定出的线位敷设到实际地面上去。在实地放线过程中,若需要改动局部的线位,可以直接进行现场定线,不必重新在纸上定线后再放线,但复杂的局部线位或改动后与原纸上定线线位出入太大时,仍应先进行纸上定线后再进行实地放线。

3. 中桩测量

根据已经确定好的路线,按照一定的桩距和相关要求在地面上钉出中桩的位置,并测量每个中桩处地面高程。

4. 横断面测量

测量每个中桩处的路线横向地形起伏变化情况。

5. 地形测量

施工图设计阶段一般直接采用初步设计阶段的地形图。出现下列情况时,应该对初步设计阶段采用的地形图进行重测或补测。

(1)局部地形、地物变动不大时,可利用位置准确的地物点调绘修正;地形、地物变动较明显、变动范围大、情况复杂时,应进行补测。

(2)地形图存在较大错误或地形、地物变化很大时,应进行重测。

6. 内业设计

施工图设计阶段的内业工作包括外业期间的内业工作和非外业期间的内业工作。施工图阶段的内业工作主要包括以下内容。

(1)随外业工作进程,逐日复核、检查外业记录资料,如有遗漏或错误应及时纠正或弥补;应根据设计的需要,检查、分析所搜集的资料是否齐全、可靠、适用和正确。

(2)随外业工作进程及时进行路线设计和局部方案的研究、比选和取舍,并根据路线总体设计进行路基、路面、桥涵、立体交叉等工程的方案论证和比较,同时综合检验路线设计和各专业设计的配合与合理性。

(3)对地形复杂的路线、不良地质地段、大型桥隧、立体交叉等地段,必须进行现场核对。

(4)对施工图进行详细设计。

(5)编制施工图设计文件。

(四)道路勘测内业设计程序

内业设计是外业工作的延续。在实地定线和现场设计的基础上,通过综合分析和研究,进一步从技术上进行设计,使设计方案具体化,按照《公路基本建设工程设计文件编制办法》(简称《编制办法》)的规定,进行设计文件编制,提出详细设计说明和施工图表、施工组织计划和工程预算等。

初步设计阶段内业设计在设计内容和深度上和施工图设计阶段的内业略有不同,但基本的设计程序相同,这里只介绍施工图设计阶段的路线内业设计的程序。

1. 整理检查外业资料

需要整理检查的外业资料包括中线测量资料、中平测量资料、公路用地及青苗补偿调查资料、建筑物拆迁调查资料、电讯及电力设备拆迁调查资料、赔偿树木调查资料、道路地质调查资料、天然筑路材料料场调查资料、地质调查资料、桥涵调查资料、交叉调查资料、隧道调查资料等。

2. 路线内业设计

路线内业设计是其他内业设计的基础,为其他内业设计提供与路线相关的设计资料。同时,要完成路线部分的内业设计,也需要其他专业设计提供相关的设计资料。路线内业设计一般按照路线平面设计、纵断面设计、横断面设计的顺序进行,具体的路线内业设计流程,如图 1-1 所示。

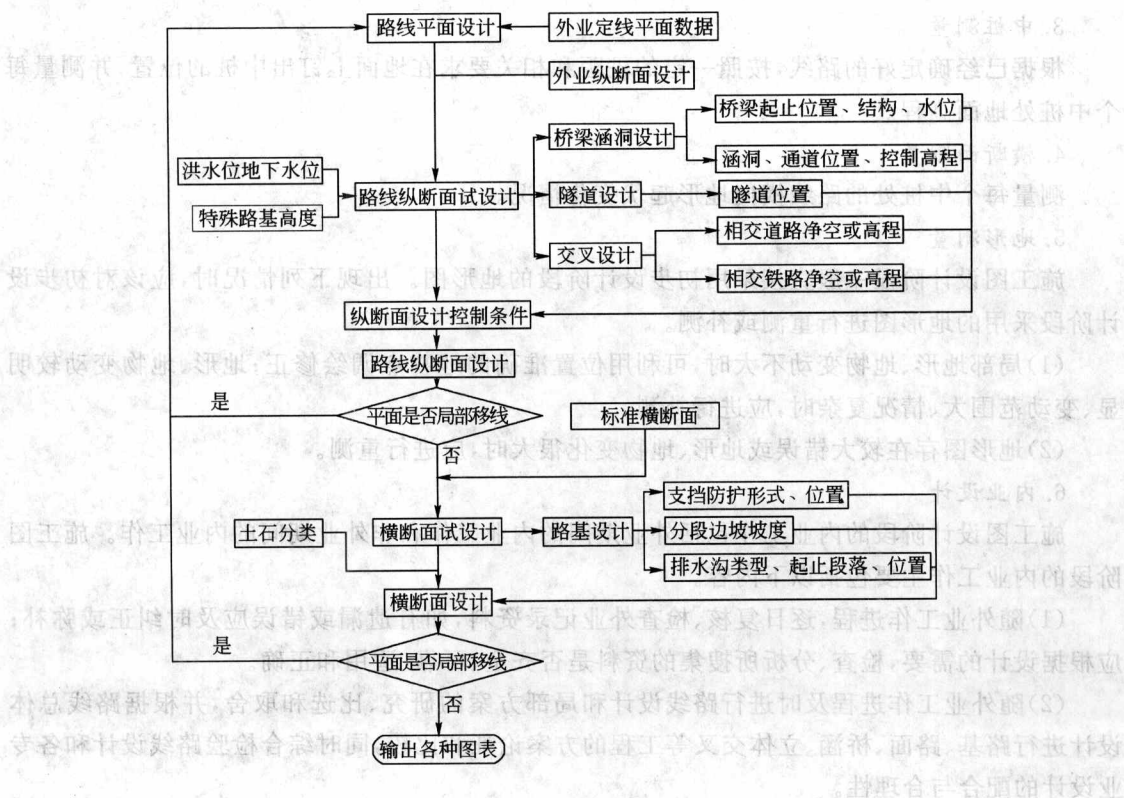


图 1-1 内业路线设计程序

3. 路基路面设计

包括一般路基与特殊路基、支挡防护工程、路基路面排水、路面结构等设计。

4. 结构物设计

包括桥梁涵洞、隧道以及其他各种结构物的设计。

5. 路线交叉设计

包括路线互通式立体交叉、分离式立体交叉、平面交叉、通道与天桥等设计。

6. 交通工程及沿线设施设计

包括交通安全设施、附属设施、环保绿化等设计。

7. 施工图表的编制

编制各项设计的施工详图和各种设计表格。

8. 施工组织计划的编制

编制施工方案、准备工作、场地布置、施工方法与计划进度的安排,工程技术措施的保障等。

9. 施工预算的编制

编制计算各项工程数量以及所需的劳动力、材料、机具数量与工程造价等。

第二节 公路路线计算机辅助设计软件 CARD/1 简介

一、CARD/1 软件的简介

德国 IB&T 有限公司出品的 CARD/1 软件系统是一款道路(公路和铁路)勘测设计一体化软件系统。CARD/1 软件系统广泛应用于测绘、道路、铁路(磁悬浮列车)和管道的规划、设计和施工。目前,CARD/1 系统已经发展到 8.0 版本,除德文版外,还被译成英文版、中文版、俄文版、波兰文版和匈牙利文版。

1. 高度集成

CARD/1 覆盖测绘、道路、铁路、管道设计及施工的全过程。CARD/1 是不依赖于其他软件(除操作系统外)就可完成基础数据采集、设计、绘图全过程的软件系统。使用该软件,数据可在应用系统内部高效传递,避免了不同软件之间数据转换的繁琐和出错可能性。

2. 全面开放

可接受不同来源的数据:已有的平、纵、横断面地面线及设计资料;全站仪数据;航测数据;GPS 数据;既有图扫描数据;激光测量仪数据和其他软件数据。软件提供有国内常用道路工程设计软件数据接口,使设计单位各专业间的协同工作方便、快捷。设计参数自由输入,不受国别或地区差异的限制。绘图控制文件和表格生成程序以源代码方式提供给用户,满足用户的个性化需求,并可进行国际招标文件的编制。

横断面设计是以开发文件的形式进行,可以完成任意形式的横断面设计。CARD/1 为用户提供常用的横断面设计源程序,可用于整体式、分离式和台阶式路基设计及截排水沟和挡墙的设计等。

3. 设计与绘图分开

CARD/1 的工作过程将设计与绘图分开,设计时只显示与设计相关的信息,设计完成后可通过控制文件产生所需的绘图,设计过程将永久保留。设计调整后,通过绘图控制文件可对绘图进行及时刷新,无需删除原来的图形。

4. 智能化与个性化

CARD/1 系统基于数字地面模型,融合了许多模拟、回归分析、自动设计等智能化功能,

可使设计者的方案更优、更合理。CARD/1 为工程师提供了充分发挥自己智慧和才能的强有力的工具,设计者可以按自己的想法设计和出图。

5. 功能精细可靠

经过多年的使用,CARD/1 已得到了广大用户的普遍认可。CARD/1 整个系统有大小功能 1000 多项,能满足公路、市政道路和铁路设计各阶段的各种要求,其中包括高速铁路和磁悬浮列车轨道设计。

6. 设计思想先进

CARD/1 采用了实用的全站仪野外数据采集、建立地面模型进行道路设计的思想和方法,它可使复杂条件下的多方案比选设计更加方便,使设计的合理性和效率显著提高。CARD/1 路线设计方面采用的是曲线法,其兼容传统的积木法和交点法设计思想,它可以使设计者合理、快速、灵活、方便地达到设计目的。

二、CARD/1 软件的功能

1. 测绘领域

完成测绘工作的三大模块为测量模块、地形图处理模块及数字地面模型处理模块。三个模块相互配合、集中处理测量数据,构成了一个完整的数字地图管理数据库,能够生成多种工程领域所需的地形图。

(1) 测量模块

以图形交互方式进行工程测量计算,负责传输处理野外勘测数据完成勘测中最基本的工作。它包含的主要处理程序有:

①放样程序——根据已有的点位及测站坐标计算放样参数;

②定向及高程传递程序——用一个或几个联测点的角度、距离计算出被联测点的三维坐标;

③基本元素计算程序——根据弧上两点计算弧的圆心、弧长等基本元素的垂直坐标,计算各多边形或圆的面积,计算两点之间的斜距和水平距离;

④后方交会程序——进行后方交会计算;

⑤前方交会程序——进行前方交会计算。

(2) 地形图处理模块

建立并管理 CARD/1 数字地图数据库,为 CARD/1 系统其他模块的基础。该模块与测量模块在内部交换数据,建立点、线数据库。模块中的点、线、文本等地形图数据编辑工具,可将全部测量点按其代表的地形地物及相互之间的连接关系分类,并进行高效管理。模块中含有丰富的线形库、符号库及宏定义符号线形库,同时也提供了构造线形库、符号库的工具,用户可定义各种特殊符号及线形。这些功能可满足各领域对地形图的特殊需求。地形图中等高线来源于数字地面模型(三角网),等高线间距密度可任意选定,并可进行光滑计算,等高线的标注也较为方便。模块还提供了既有地形图处理功能,它可接收各种比例的光栅扫描图,计算处理后自动跟踪线条,矢量化成为 CARD/1 数字地图,如果需要还可与数模交换数据,形成数字地面模型,计算出新的等高线。

(3) 数字地面模型模块

建立、处理三角网数字地面模型,进行工程量计算。该模块为地形图处理模块提供等高线计算基础,具有地面高程内插计算功能,能为设计模块提供路线的纵断面与横断面地面线。CARD/1 数字地面模型的处理是开放的,它能够接收设计数据,形成含有设计道路的数字地

面模型。

2. 道路设计领域

在该领域中,软件以三维数字地图数据库为基础,进行道路的三维设计。模块与基本测绘模块的有机结合,使得设计者能够利用 CARD/1 系统在数字化地图上进行道路设计。CARD/1 系统将道路设计所需的各种平面线形、纵断面坡度组合、横断面形式、超高方式等设计要素归纳为符合设计习惯和思维的“设计目标”概念,进行目标化设计,而不是单纯的绘制线、点等几何图素。设计者是在三维数据模型中进行平面、纵断面及横断面设计的,其中各种地形信息、轴线线位、超高控制、数模数据可相互传递、参考,辅助工程师设计出合理的平、纵、横断面组合。设计完成后,CARD/1 系统能够自动绘出所需任意比例的平面图、纵断面图、横断面图。再一次修改设计或增加路线方案时,不需手工修改绘图,CARD/1 系统能方便的重新自动生成新的设计图纸。

3. 铁路设计领域

铁路设计模块除包括道路设计模块的全部功能外,还针对铁路设计的具体情况,增加了更多适合铁路设计的功能,主要是铁路线形设计模块和道岔设计模块。

(1) 铁路线形设计模块

缓和曲线段的线形不但有常规的回旋线、三次抛物线、摆线和圆曲线,还增设了适合于高速铁路动力学特性的多种高次曲线线形,如双扭曲线、四次曲线、正弦曲线、余弦曲线等。

(2) 道岔设计模块

可方便、自动的在道岔数据库中选用各种类型道岔,也可建立本国化的道岔数据库,以适应各自国家的设计标准。该模块结合数字化地面模型模块及地形图处理模块可进行复杂的站场设计。此外,灵活的线形计算功能配合强大的横断面开发功能,可很好的进行铁路复线设计及既有线改造工程。

4. 给排水管网设计领域

CARD/1 系统可同时进行 20 余种不同类型的污水、雨水计算,并有能力处理多达 30 000 余个管线给水网络的水力平差计算,容许每个网络中具有 1 000 多个专门用水单位。软件可进行管网平面图设计,自动或交互式布置管线、检查井、雨水口等,并由程序自动连接,需要时可提取各种比例尺的节点大样图。管径、坡度及埋深既可自动计算,又可交互设计。管网纵断面设计与测绘模块自动交换地形数据,绘制纵断面图。管网平面图设计、管网纵断面设计与数字地面模型结合生成给水管网三维透视图。

CARD/1 系统的道路、铁路、管网设计功能,针对不同专业性质,充分归纳了各领域主要工程设计思路,与基本测绘功能结合,形成了一套实用、方便、设计灵活的勘测设计一体化软件系统。

第三节 公路路线计算机辅助设计软件 HintCAD 简介

一、HintCAD 设计软件的发展与应用

纬地道路 CAD 软件(HintCAD 软件)是中交第一公路勘察设计研究院于 1996 年研发成功的公路设计软件。软件以我国交通部第一公路勘察设计研究院 50 余年的测设实践经验为依托,采用新的设计方法,同时结合我国广大公路设计人员的设计习惯,由设计一线的工程技

术人员自主开发。HintCAD 软件开发完成以来,经过 V1.0~V5.8 版本的升级,不断改进和完善,逐渐稳定并趋于成熟。HintCAD 软件经过了十余年的发展和壮大,从单一的路线平、纵、横设计软件发展到涵盖路线、互通式立体交叉、隧道、挡土墙、涵洞、土石方调配、虚拟仿真、运行速度测算和分析、三维互动优化设计、纵断面优化设计等各公路工程专业方向高度集成的 CAD 系列软件。

HintCAD 路线设计软件不仅适用于高等级公路和低等级公路的设计,也能很好地完成城市道路设计与互通式立体交叉的辅助设计。软件可以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。其主要特点是采用“实时拖动技术”来确定路线的平面线形方案,修改方便、简单。该系统基于 DTM 与道路设计实体模型的结合,利用集成的道路三维漫游系统(HintVR)可以实现动态模拟驾驶行车和相关分析评价。HintCAD 软件在 DTM 的建立和运用、土方可视化调配、参数化横断面设计等方面都有所创新,是国内自主研发的公路设计软件。

HintCAD 软件以 VC++ 和 .net 作为主要开发语言,采用 AutoCAD 软件为图形平台,同时以 Office 软件的 Word 和 Excel 作为其表格输出的支撑平台。

二、HintCAD 的主要功能简介

1. 路线辅助设计

(1) 平面动态可视化设计与绘图

HintCAD 软件采用传统的导线法(交点法)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。支持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,可以实时显示、监控交点间距、偏角、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。V5.8 版中增加了平面智能布线功能,实现了和 CAD 图形核心的无缝集成,提高了设计的灵活性。

(2) 纵断面交互式动态拉坡与绘图

在自动绘制拉坡图的基础上,支持交互式纵坡与竖曲线设计。对于公路改建项目,系统可根据旧路实测纵断面地面线拟合纵坡(点)数据。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。该功能不仅适用于公路主线,也适用于互通式立体交叉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

软件可以处理各种加宽、超高方式及其过渡变化,进而完成路基设计与计算,输出路基设计表。通过“设计向导”功能自动为项目取用超高和加宽参数,并建立超高和加宽数据文件。用户根据需要可以修改这两个文件。

(4) 参数化横断面设计与绘图

软件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,支持任意多级填、挖方边坡和不同形式的边沟及排水沟,并提供了横断面修改和土方数据联动功能。横断面设计中,提供了支挡防护构造物处理模块,可在横断面设计图中绘出挡土墙、护坡等构造物。

软件可根据用户设定,自动分幅,输出多种比例的横断面设计图。

(5) 土石方计算与土石方计算表等成果的输出

软件利用在横断面设计输出的土石方数据,计算并输出土石方计算表到 Excel 或 Word