第一章　我国铁路选线设计的发展

第一节　铁路选线设计的回顾

一、旧中国铁路选线设计的历程

衣、食、住、行是人类的四大基本需求，行就是交通运输，人作为自然界中最具智慧的生物，他除具有自然属性外，还具有社会属性，人际之间要交往，生产的物资产品要交流，这些都离不开交通运输的发展，而人又是陆上的生物，故陆地交通在所有交通方式中占有主导地位。

陆上交通是社会经济生活的动脉，在国家的政治、经济、国防等等中从古至今都具有举足轻重的作用。秦始皇统一中国，提出“车同轨”以维护统一的局面；诸葛亮为了军事的需要，制造木牛流马以保证军事运输；唐代以来著名的“丝绸之路”更是联系西域各国的纽带。

到了 19 世纪初，随着世界产业革命和生产发展的需要，以及科学技术的进步，1825 年英国在大林顿到斯托克顿之间修建了长 21 km 的世界第一条铁路，此后，比较发达的欧美资本主义国家竞相效尤，掀起了世界铁路建设的高潮，至 20 世纪初，世界铁路通车里程已达 110 万 km 以上，成为陆上交通的重要支柱。

我国铁道工程的知识是伴随着帝国主义列强对我国的侵略自 19 世纪中叶由西方传教士逐渐介绍过来的，1879 年李鸿章为了将唐山开平的煤运往天津，奏请修建唐山至北塘铁路，遭到顽固王公大臣反对，他们认为‘火车烟伤禾稼”震动寝陵”，铁路‘为祖宗所未创，应当予以停止”，1881 年，决定将铁路缩短，仅修建唐山至胥各庄

需要全本请访问 www.ertongbook.com

一段 10 km，并用骡马牵引。一般认为这是我国第一条正式投入运输的铁路,称为唐胥铁路,采用 4 英尺 8.5 英寸(1 435 mm)轨距,以后相沿成为我国的标准轨距。

此后帝国主义列强为了掠夺中国资源的需要，竞相在中国争夺筑路权，在多种不平等条约中，占有在中国某些特定地区的筑路权成为条约的重要内容，一时主权沦丧，路权尽失，所有铁路几乎全为外国人把持，国人自强图存收回路权的呼声日益高涨，最著名的是四川省的保路运动，这一运动触发了辛亥革命，推翻了清王朝，结束了我国两千多年的封建统治。

谈到中国人自己修筑铁路的历史，首先应提到中国的第一位铁路选线设计工程师詹天佑先生， 1905 年清政府要修建京张铁路，英、俄两国争修此铁路而相持不下，清政府为了两不得罪，决定自修此路并委派詹天佑负责（詹天佑字眷诚，广东海南县人，幼年就学于美国，毕业于美国耶鲁大学土木工程系铁路工程科）。他临危受命，在当时既无技术人员，又缺乏技术工人、机具的条件下毅然承担重任。当时英国报纸讥讽“中国修建京张铁路之工程师尚未诞生”，而詹天佑认为：“窃谓我国之大，而于一路之工，必需借重外人，引以为耻，更不得不力任其难，勉负众望”。詹天佑率两个助手，全队 12 人以 3 个月时间完成了京张线（图 1－1）的勘测任务。在设计中他坚持采用标准轨距，采用 33 ‰的陡坡和 2－8－8－2 活节大马力机车跨越关沟段的八达岭。在青龙桥车站采用人字形展线，将原来约 2 000 m 的八达岭隧道缩短为 1 090 m，并开凿竖井，增加工作面以缩短工期。在修建中分段施工，并尽早分段运营，以通车运营收入弥补施工款项之不足。在当时的历史条件下，这些决策是难能可贵的创举，至今仍值得我们借鉴。 1909 年 11 月京张铁路比计划提前两年建成通车，节余工款白银近 29 万两，节省工程费的 4 %。这一辉煌业绩，维护了民族尊严，振奋了民族精神，增强了中国人自己修建铁路和发展近代科学技术的信心，为以后自建铁路开辟了道路。

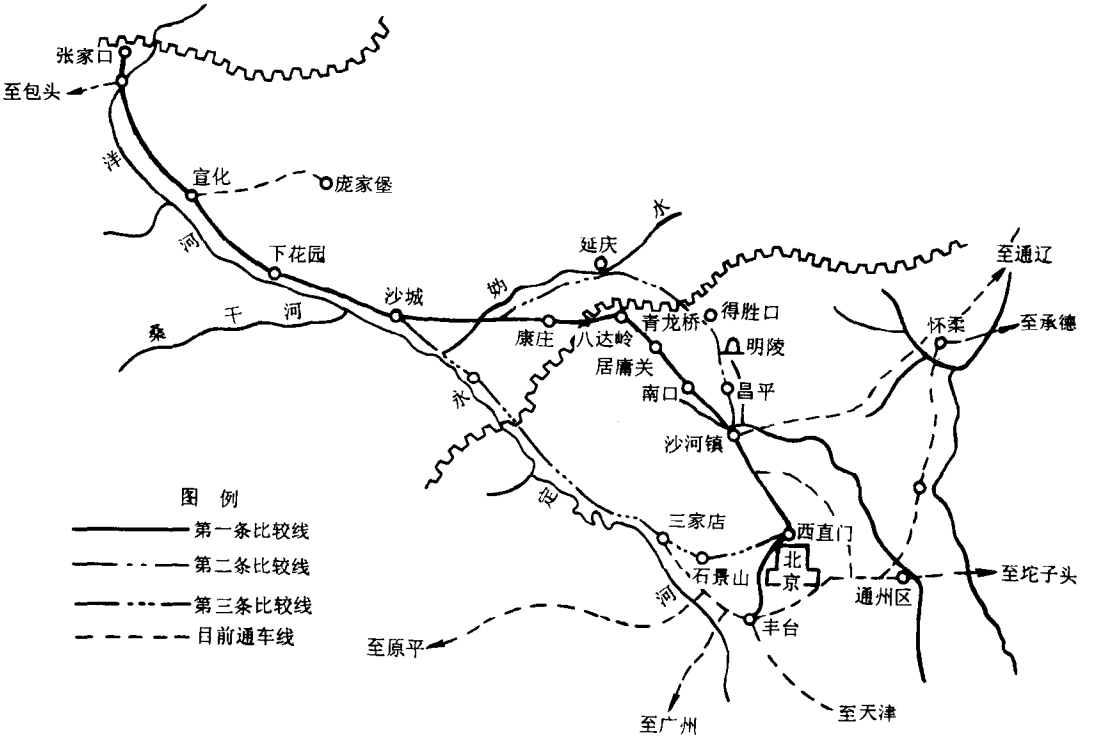


图 1－1　京张铁路设计方案

旧中国的铁路建设多数为外人把持，少数为国人自建，其中也产生了若干优秀的选线设计范例。如粤汉线跨南岭地段，纠正了由外人选定的越岭垭口，使越岭高程降低了 40 余米，提高了选线质量。但在战乱频仍、民不聊生的旧中国，中国选线设计人员的聪明才智终难充分发挥。至 1949 年解放前夕，如将通过车的铁路都计算在内，全国铁路营业里程为 21 810 km （不包括台湾省铁路在内），实际当时能勉强维持通车的铁路仅 11 000 km。

二、新中国铁路选线设计的发展

新中国的成立，百废俱兴，也带来了铁路建设事业的发展。新中国成立后的第一项大型基本建设就是成渝线的建成通车，使四川人民 40 年的梦想在两年内得以实现。此后我国铁路勘测设计事业走向了规范化、标准化、蓬勃发展的道路。

1. 成立了专业的勘测设计队伍

铁道部内设立了 铁路设计总局，下辖西北、西南、华北、中南、东北 5 个设计分局，后改为基建总局和第一、二、三、四共四个勘测设计院及一个专业设计院，为铁路的勘测设计建立了一支稳定的专业配套齐全、技术装备精良的队伍。

2. 建立了选线设计研究室

在铁道科学研究院内建立了选线设计研究室，专门从事铁路选线设计理论的研究；在若干铁路院校设立了相应的专业，为铁路勘测设计队伍输送了大批合格人才。

3. 统一了全国的铁路勘测设计标准

制定了属于国家标准的“铁路线路设计规范”，并制定了“铁路勘测设计文件组成与内容”，现在称为“铁路基本建设项目预可行性研究、可行性研究和设计文件编制办法”，规定了铁路勘测设计的阶段和各阶段勘测设计工作应达到的深度与广度。此外，还编制了大量的标准图、通用图和参考图，为加快设计进度、提高设计质量创造了条件。

这些组织上、人才上、技术上的有力保证，使得我国铁路勘测设计工作的面貌发生了根本的转变。至1999年底全国铁路营业里程已近7万km；牵引动力和载运工具迈上了现代化新台阶；蒸汽机车已被淘汰，重载运输有了长足进展，客运提速全面推进，高速铁路建设正在进行。所有这些进步都凝聚着广大铁路勘测设计人员的心血和汗水。在这7万km的铁路中，有一万多公里的电力牵引铁路；有在复杂地质险峻山区修建的宝成线（图1－2）、成昆线（图1－3）、襄渝线、侯月线、南昆线等；有通过腾格里沙漠地区

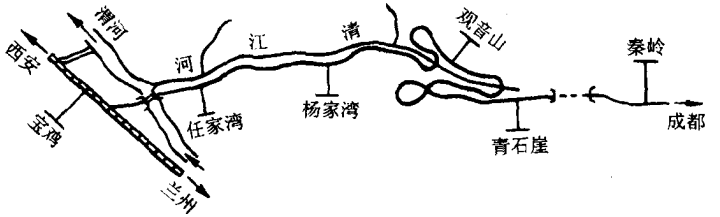


图1－2　宝成线秦岭展线

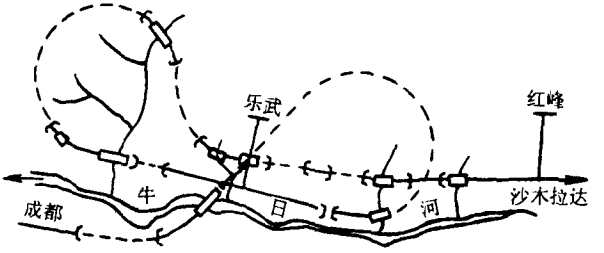


图1－3　成昆线沙木拉打北口展线

的包兰线和穿过察尔汗盐湖地区的青藏线西格段等。。我国是一个多山的国家，国土面积的70％为山区和丘陵，在修路过程中遭遇到了崩塌、滑坡、泥石流、软土、膨胀土、高地应力、高瓦斯等一系列复杂的地质问题。这些问题都在实践中一一解决，并积累了许多宝贵的经验。同时也开发、研究、引进了一大批行之有效的铁路勘测设计的新技术、新工艺和新设备。这些新技术的采用，使铁路

需要全本请访问 www.ertongbook.com

勘测设计手段发生了质的飞跃，和建国初期外业测绘靠人工跑尺，内业设计靠手工计算（算盘、计算尺、对数表）、人工绘图的时代已不可同日而语了。

第二节　铁路勘测设计的新技术及其发展

一、勘测设计的新技术

测绘技术、勘探技术和信息技术等的迅速发展，使我国铁路勘测设计的面貌焕然一新，目前已经采用并正逐步完善的新技术有：

(一)铁路勘测新技术

1. 航测与遥感技术

航空摄影测量、航空勘察遥感技术是铁路勘测中编制各种地形图，建立测区数字地面模型以及工程地质判释、水文调查的有力手段。目前我国铁路设计所需的各种比例尺地形图已可大部分由航测来完成，并与地理信息系统（GIS）相结合，建立了适用于道路设计的数字化测图系统。遥感（RS）技术在铁路勘察中也取得了长足的进步。它是一门综合性探测技术，从高空接受物体辐射的电磁波信息，揭示物体的性质、形状和变化动态。遥感图像是显示地面信息最充分的信息源。在铁路勘测设计中通过对航片、卫片的判释来进行水文调查、工程地质调查、地亩调查等工作，可以提高效率，节约开支。我国铁路设计部门在京九铁路勘测中应用“铁路工程地质遥感图像判释技术”对沿线的地层岩性、地质构造、水文地质、河网水系等进行判释，为线路选线、隧道、桥梁等设计提供了直观的资料。为优化川汉铁路枝城至万县线路方案，应用陆地 TM 图像结合国测 1∶50 000 全色航片的判释，对鄂西北、川东近 4 万 km^2 范围内的地层岩性、地质构造及不良地质进行了判释，优化了设计。现正向由人工判释向计算机自动判释方向发展，建立遥感图像自动判释专家系统。

2．卫星定位技术

全球卫星定位系统（简称 GPS）是准确定出所建工程地理坐标的先进技术。它接收卫星发送的信号，经过便携机或微机处理后，得到地面点坐标；它采用相位差分方法，可以在几分钟内得到厘米级精度的位置坐标，测量快而精确，具有全天候、连续性、精度高的特点；它在铁路勘测中具有广泛的用途，如线路、大型桥梁、特长大隧道的定位等。我国铁路设计部门引进并开发了海拉瓦全数字摄影工作站，应用全球卫星定位技术，先后完成了京沪高速铁路、温福线（沿海）铁路、焦晋高速公路、京珠高速公路等项目的测量；完成了商丘、娄底等 10 座城市 1 200 km^2 的 1∶100 和 1∶500图的航测外控测量任务，精度超过常规测量 10倍以上。此外在特大桥和特长隧道施工控制网的测量中采用全球卫星定位技术，提高工效 10～20倍以上。

GPS 和前述的 GIS、RS 合称为“ 3S”技术，是我国测绘领域当前最前沿、最实用的技术。它构成了集测绘、编辑图形及其它文件输出为一体的数字化测图系统，为铁路选线设计提供了铁路自动化设计所必需的、翔实的数字化地形图、地质图等资料。

3．全测站测绘技术

铁路勘测经历了经纬仪测角、钢尺量距到电磁波测距的广泛应用之后，已到了全面推广全站测绘仪的时期。本类型的仪器都配有专用的电子手簿或嵌于主机中的记录模块（REC），自动记录观测数据；数据可通过阅读器读出，也可直接传输到计算机中。仪器中还固化了坐标输入、设置测站坐标、方向定位、自由设站、高程传递、放样和距离联测等专用测量程序。操作人员只需通过主机板键，经菜单方式直接调用。仪器通过双轴补偿系统和预置参数，可对主要的测角误差、视准误差和指标差予以消除。仪器测量速度快、操纵方便，能提高精度；突出的特点是避免了人工测、记、传输数据中产生的错误，实现了数据的自动记录和传输，为后续设计工作创造了自动化设计和优化设计的基础。

4. 先进的地质勘探方法

我国是一个工程地质复杂、地层结构多变的国家。工程地质问题往往决定设计方案的取舍，故我国在多年的铁路选线工作中，特别重视地质选线的作用。除了采用常规的钻探方法外，还从区域地质调查入手，采用多种地质勘探方法，探明线路行经地区的地质情况，以确定出哪些地段要绕避，哪些地段应采取防治措施，这些勘探方法有：

(1) 采用航天遥感、航测遥感与地面调绘方法相结合的方法，进行大面积区域地质调查，为线路方案决策提供地质条件依据。如内昆线天星场至仙水段的越岭方案选择，西安南京线秦岭越岭垭口和越岭隧道位置方案选择，宝成铁路增建二线罗妙真至二郎庙越岭地段及新会龙场隧道选线等，都是利用遥感技术进行地质选线的范例。

(2) 采用物探方法进行较大、较深范围的地质勘探，这些方法包括：

①直流电法：包括电测深法、电剖面法、高密度电法、激法极化法、电场法等；

②电磁法：包括频率电磁测探法、瞬变电磁法、甚低频电磁法、地质雷达法、磁充电法、音频大地电磁法、可控流音频大地电磁法等；

③弹性波测试：包括地震折射波法、地震反射波法、瑞雷波法、水声勘探、块体基础震动测试等；

④测井：包括地震测井、电测井、声波测井、放射性测井、水文地质测井等；

⑤放射性勘探：包括 γ 测量、氡及氡离子体测量、 γ 射线法等；

⑥磁法勘探；

⑦重力勘探；

⑧CT 技术：包括电磁波 CT、地震波 CT、声波 CT 等。

(3) 采用原位测试技术，直接从工点上采集地质数据，包括：动力触探试验、标准贯入试验、静力触探试验、平板载荷试验、螺旋板载荷试验、十字板剪切试验、岩石现场直剪试验、旁压试验、水压致裂法、地应力解除法（套心法）等。

(4) 制定了各种土、石室内试验的标准、规范和规程，这些土、石包括砂类土、黏性土、黄土类土、软土、盐渍土、膨胀土、多年冻土、硬质岩、软质岩等。

为了因地制宜、有的放矢地综合运用地质勘探方法，铁路工程总公司开发了“铁路地质综合勘探方法专家决策支持系统(RGDSS)”，将 40 多年来在铁路地质勘探中成功的多种案例进行分析提炼，形成了一套铁路地质勘探规范化、标准化的作业模式。使各种新技术方法得到充分合理的应用。极大地提高了解决一些复杂疑难地质问题和困难条件下选择合理勘探方法的能力，提高了工程地质勘察的整体水平。

(二)铁路选线设计新技术

信息技术的发展带来了又一次工业革命的高潮。电子计算机的迅速发展，以及计算方法、优化理论、模糊数学、灰色系统和神经网络理论等许多新理论新方法的推陈出新，多种新兴学科的交叉渗透，给铁路选线设计这一传统学科注入了新的活力，展示了新的面貌。改革开放以来，经过铁路设计部门与铁路科研机构、高等院校的通力合作，在用计算机辅助人们进行选线设计方面取得了一系列突破性的实质进展，大多数成果均在生产实践中得到了运用。这些成果包括：

(1) 利用航测和其它测绘手段采集数据，建立数字化测图系统，建立适用于道路设计的带状数字地面模型；

(2) 应用优化理论进行铁路线路纵断面优化和平面、纵断面整体优化；

(3) 新建单、双线铁路线路的计算机辅助设计；

(4) 线路大修及改建的计算机辅助设计；

(5) 铁路线路的三维可视化设计及多媒体动画；

(6) 铁路路基及支挡建筑物的计算机辅助设计；

(7) 铁路工程概预算编制的软件包。

二、铁路设计新技术的发展前景

电子计算机的发展是 20 世纪人类的一大创造，它给各行各业带来了并将继续带来深远而不可估量的影响。采用计算机辅助设计（简称 CAD）技术是铁路设计工作上的一项重大革新。 70 年代人们只是利用计算机的数值计算功能来解决一些繁复的计算。随着计算机图形卡和图形显示终端的出现，以及如 AutoCAD 等大型绘图软件包的不断完善，使计算机的功能渗透到了设计工作的全过程，CAD 技术产生了质的飞跃。人们除了利用计算机进行数值计算外，还利用它来输出设计图表，大大减轻了设计人员的劳动，提高了设计质量。目前 CAD 技术还在继续发展，其方向是：

(1) 利用网络技术和工程数据库，将各专业的 CAD 工作站联网，做到信息互换，资源共享。

(2) 向智能化方向发展，让计算机参与设计方案的比选与评估。

(3) 计算机图形由二维向三维发展，再配合采用多媒体技术，使设计人员在计算机屏幕上能预见到设计成果的逼真图像。

本节着重介绍前两项技术发展的动向。

(一) 铁路勘测设计一体化

到了 20 世纪 90 年代，随着数据库和网络技术的发展，人们已不再满足设计工作中各个专业的分散设计、计算、绘图工作，希望全部实现信息化。外业与内业之间以及专业与专业之间的信息不再通过纸介质来传送，而是通过一个专用的工程数据库来实现。计算机不仅参与勘测设计计算绘图工作，而且还参与设计工作的管理、协调和质量控制等工作。国外的交通设计部门已基本上实现了这种设计工作的全盘计算机化。我国交通设计部门目前正积极向这一方

向努力中，这就是所谓的“勘测设计一体化”。

要实现勘测设计一体化，必须解决以下几个问题：

1．建立工程数据库

建立高效、快捷的工程数据库是实现勘测设计一体化的关键，是勘测设计一体化的核心。这个数据库（包括数值数据、文档数据、图形数据）应能接纳、保存并为勘测设计各工序提供所需的各项设计原始数据；转变勘测设计中各专业以纸介质为载体的资料传统交换方式，改变为各专业只与数据库进行以磁介质为载体的信息交换。

2．网络技术在设计工作中的应用

网络技术的发展是计算机技术发展的又一个里程碑。由于网络技术的发展，使成千上万台独立的计算机联成一体，使人们足不出户就可以获取和发布各种信息，故网络技术是实现勘测设计一体化的又一关键。在计算机网络上具有以各种方式发布信息的能力。这些信息包括图片、声音、录像剪辑、动画以及普通的文本方式。在网络上这种多媒体能力是通过被称为超媒体的形式提供的。它通过使用超文本连接来访问。超文本连接是一个特定的软件指针，它指向超媒体所在计算机上的位置和超媒体本身。一台计算机上的超文本连接可以指向连接在网络上任何计算机上的超媒体。

铁路设计可以利用网络技术更好地实现各专业之间或各专业与工程数据库之间的信息互换；可以远程地进行设计方案的审查和修改。网络技术应用的前景是十分广阔的。

3　开发勘测设计一体化管理信息系统

勘测设计是一项多工种、多专业联合完成的工作。为了对这项工作实施有效的管理和质量进度的监控，必须开发勘测设计一体化管理系统，它将设计进度、设计中的往复修改与数据库中的版本更新、备份等工作有机的结合起来；设计中各专业的设计进度、设计质量以及出现问题时的返工修改，都通过这套系统加以管理。它必须具有一套严密的电子文档签署权限的功能，以明确设计中各级审

需要全本请访问 www.ertongbook.com

定部门的责任。

4　外业勘测资料的信息化

要实现勘测设计一体化，必须实现外业勘测资料信息化。外业勘测交回来的资料不再是纸介质的产品，而应是以磁盘或光盘为载体的产品。铁道工程的外业勘测资料主要是地形测绘资料和地质勘探资料。就地形测绘资料来说，目前由于全站仪、航测等先进测绘手段的采用，这部分资料的信息化比较容易实现；就地质勘探资料而言，由于工种多，使用的手段也千差万别，有的还停留在手工描述的阶段，这部分勘测资料的信息化尚待大力推进。

5. 各专业设计软件的集成化

勘测设计一体化的特征是：各专业之间通过工程数据库实现信息互换和资源共享。原来各专业设计软件多以文件方式实现信息的输入与输出，这就不能适应以工程数据库为核心的勘测设计一体化的作业模式。为此，凡是需要与其它专业进行信息交换的各专业设计软件，必须进行集成化改造，开发与工程数据库相连接的接口软件。而要做到这一点，还必须预先解决以下两个问题：

（1）必须统一各专业之间的技术术语，这才能为信息交换提供前提条件。首先各种技术用语必须统一在国家正式颁布的标准上，其它用语也必须统一在各部门行业（如铁道部、交通部等）的标准上。

（2）建立统一的数据格式标准。只要各专业的应用软件是以此格式开发的，就可以与工程数据库顺利连接，而与工程数据库的类型无关。

如果顺利地解决了以上 5 个主要问题，则勘测设计一体化的实现就指日可待了。现在这一工作正在我国铁路设计部门积极开展中。

图 1－4 为勘测设计一体化系统的总体逻辑结构图。

（二）铁路勘测设计智能

由于现实世界中许多人类智能活动的详细步骤无法用数学公式表示，很多问题的解决要靠经验和智能。计算机虽然能把人类从大

量繁重的脑力劳动中解放出来，但从根本上说计算机的智能水平还很低，计算机只能按照程序员制订好的路线去解决问题，它基本上

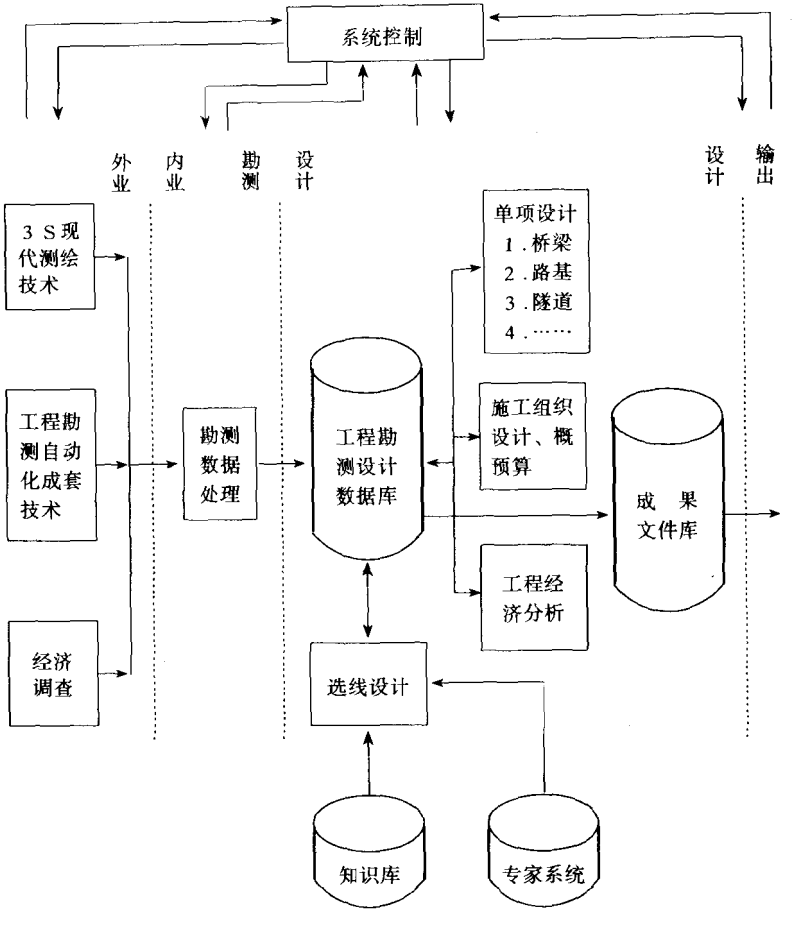


图 1－4 勘测设计一体化系统的总体逻辑结构图

没有什么主动性。为了使计算机更好地发挥作用，1965 年夏，由 10 多名从事数学、心理学、信息科学等方面研究的年青科学工作者，在美国新罕布什尔州的 Darmouth 大学共同探讨了用机器模拟人类智

能行为的各种问题，并在会上正式使用了“ Artificial Intelligence ”这一术语。这次会议标志着一个新兴学科——人工智能的产生。

人工智能的问世，是人类进行机器智能研究的一个重要转折，标志着计算机科学发展到了知识处理阶段。

许多研究人员在分析各行各业的专家们解决问题的过程中，发现专家们在解决其领域之内的问题时，除了要运用一些通用的推理规则和一般的逻辑思维之外，更重要的是要灵活应用专家们各自的领域知识。于是，人工智能研究人员开始着手编制一些模仿专家解题且适应于某专门领域的程序系统，即专家系统。研究者们对专家系统有一种比较一致的、粗略的定义，这就是：专家系统是一个具有足够知识和推理方法的、对于给定某一特定领域的问题能够自动地利用自身的知识进行分析、解释、理解并做出合乎逻辑的推理，给出达到专家水平解答的计算机程序系统。

由以上定义可知，如果计算机能存储关于某一领域的大量专门知识，并能有效地利用这些知识去解决问题，那么计算机就能很好地解决实际领域的复杂问题。对于一个专家系统来说，如果存储的知识越多，质量越高，它解决问题的能力也越强。因此，专家系统实际是通过在系统中存储大量与应用领域有关的专门知识来取得高水平的问题求解能力。

目前专家系统的应用领域已渗透到数学、物理、化学、生物、地质、农业、工业、交通、经济、军事、法律等几乎所有领域。在铁道工程界，自 20 世纪 90 年代以来，专家系统的研制也取得了进展，目前在桥梁、隧道、轨道、路基、地质、选线等各专业有关预测、规划、评估、决策等各个领域中正逐步展开。

专家系统的核心是：

（1）专家知识库的建立。这一工作是将各领域专家知识收集、整理、存储起来。

（2）专家知识的表示：专家知识表示方法的选取关系到知识的有效存储，也影响系统的推理效率和对新知识的获取能力。在工程

领域中，如何更有效、更方便地表达专家知识，是当前正待研究的课题。

(3) 专家系统的推理机制。专家系统中有一推理机制，它能运用知识库中的知识从问题的已知事实中不断发现新的事实，直到得出问题的结论。系统的推理机制设计应满足以下三方面的要求：

①能够模拟人类专家解决实际问题的过程；

②能够实现定量与定性综合分析问题；

③能够处理原始事实和规则的不确定性。

研究适用于解决工程决策问题的推理机制也是当前正待解决的问题。

三、编写本书的目的及主要内容

我国幅员辽阔，人口众多，铁路营业里程不足 7万 km。按每 100 km^2 计有铁路为 0.57 km，约居世界第 60 位；按 1 万人计约有铁路为0.5 km，约居世界第 100 位。铁路密度远远滞后于国民经济的发展。孙中山先生“实业计划”的设想，提出了修建 10 万英里（约 16 万 km）铁路的计划。即便按近期我国铁路规划的总体布局，中国铁路至少也要达到 12 万 km 才能满足国民经济发展的要求。因此，中国铁路建设的任务还远未完成，铁路勘测设计的任务还十分艰巨；在勘测设计中推广新技术，继续开发新成果将是一项长期任务。中南大学（原长沙铁道学院）土建学院，20 年来在铁道部领导下，与铁道部一、二、三、四勘测设计院、铁道部专业设计院、西南交通大学、北方交通大学等单位的工程技术人员和有关专业教师友好合作，在铁路选线设计新技术上进行了多方面的开发研究，取得了一批成果。这些成果包括：“铁路线路纵断面优化设计”；“人机交互铁路线路平、纵面整体优化设计系统”；“微机数模及地形图成图系统”；“新建单、双线铁路线路机助设计系统”；“铁路线路三维可视化设计系统”等。这些成果均已通过铁道部部级鉴定，且均在实际生产中得到推广应用，经受了实际设计工作的考验。

编写本书的目的，就是将我们在开发这些成果中所用到的理论和方法加以总结，汇编成册，以此与国内外同行交流，以期达到进一步的提高。本书除第七章的部分内容外，其余部分均是我们自己科研成果的归纳与总结，有些内容是第一次公开发表。特别要提到的是：在“铁路线路平、纵面整体优化设计”这项科研工作中，有一部分工作是铁道部第二勘测设计院有关专家完成的。

本书共七章。第一章阐述我国铁路勘测设计的发展、采用新技术的情况及勘测设计新技术的发展动向。第二章介绍数字地面模型的基本原理，并着重介绍由中南大学交通工程研究所开发的离散点三角网数字地面模型的构建方法；这一数模技术已在铁路和公路部门广泛采用，累计建立的带状数模已不下 3 000 km。第三章介绍铁路线路计算机辅助设计的一般原理，并着重介绍开发“新建单、双线铁路线路机助设计系统”的建模原理；这一系统已在铁道部门广泛采用；铁一院利用这一系统完成了西安至南京线的西安—南阳段初步设计 869 km，出平面图 34 册，纵断面图 35 册，完成该段施工设计 400 km 以上；另外还应用在包西线、天兰复线、南疆线等。第四、五两章全面介绍铁路线路纵断面优化和平、纵面整体优化的数学模型和优化方法；其中，计算目标函数负梯度的数值微分方法及约束条件线性化的处理方法是我们的独创，对于处理复杂工程的优化问题具有普遍意义。第六章介绍三维可视化设计的一般原理，着重介绍我们建立铁路线路三维整体模型的独特方法；这一方法稍加修改即可用于公路路线的三维可视化设计。第七章介绍铁路建设项目经济评价办法和多目标决策分析在线路方案决策中的应用；其中，前者是铁道部确定目前应采用的办法，后者是向读者阐释多目标决策模糊综合评价的理论，并以一些实例来说明计算的原理与方法。

21 世纪已经来临，人类将步入知识经济时代。铁路勘测设计必须更广泛地采用高新技术而求得大发展。我们将一如既往和同行一道，为将我国铁路勘测设计技术水平提高一个新台阶而奋斗。

第二章　数字地面模型

第一节　概述

一、引言

任何形体的表面都可以用数字的形式予以精确或近似地表示，并为计算机识别和处理。数字地面模型就是基于以上想法而产生的。所谓数字地面模型（Digital Terrain Model 简称 DTM）就是用一系列的点来表示空间地形特征，因而在建立了数字地面模型后，已知任意点的大地坐标就可以根据周围的点来内插得出其高程，从而使计算机识别、处理地形资料成为现实。

1955 年至 1960 年间，美国麻省理工学院的 Miller.C.L 及其同事在为该院公共事物系及美国共用道路局所进行的科研工作中，第一个明确提出了数字地面模型的概念。国外自 20 世纪 60 年代以来，数字地面模型技术有了重要发展，表现为数模类型的多样化，多种行之有效的建模方法相继产生及数字地面模型在多个不同的领域得到了广泛的应用。目前数字地面模型已被广泛应用于数字测图，铁路、公路选线，机场、矿山、水坝等工程勘测设计中，产生了巨大的经济和社会效益。

在对实际地面进行描述与分析时总是首先以单点的形式获取地形数据，并从点到线、从线到片、再从面片镶嵌而表达整个地形表面。数据点在（X，Y）坐标平面内的分布不外乎两种基本形式：规则的正方形栅格形式和随机形式。规则分布的数据一般来自自动或半自动摄影测量与遥感方式或者用随机分布的数据内插。而实际测绘生产中的绝大部分原始数据都是随机分布的，如地面测量数

需要全本请访问 www.ertongbook.com