

1006- 2106(1998) 03- 0115- 21

铁路地质综合勘察决策专家系统

张 瀚*

(中国铁路工程总公司技术开发部 北京 100844)

提 要 在国外铁路重大工程中应用综合勘察是一项重要成果。本文结合国内实践,介绍在计算机上建立综合勘察数据库、知识库、模式库、实例库以及演绎推理机制,形成铁路地质综合勘察专家决策系统,以及系统的总体结构和结构设计等内容。

主题词 综合勘察 地质 专家决策系统

分类号 TP311.52文献标识码 A

1 问题的提出

在铁路工程建设中,为了避免在勘测设计阶段出现由于地质原因造成的方案性和决策性失误,切实提高如岩带、断带、水带、岩溶、洞穴、滑坡等对工程有重要影响的地质勘察的定性和定量精度,近些年来,铁路勘测部门逐渐摆脱了单一依靠钻探的传统勘探方法,进行了多种勘察手段的联合使用,进而发展成了包括地质调绘、遥感地质、工程物探、地质钻探、原位测试、土工试验等与铁路土木工程紧密相关的综合勘察技术。例如,西安安康线秦岭隧道,为了选好越岭隧道的位置,初、定测段均采用了遥感、地质调绘、综合物探和钻探的综合勘察方法,有效地解决了诸如围岩类别、围岩强度、富水条件、断裂构造的延伸方向、覆盖层厚度、风化层,以及破碎带位置和地下水等问题,为山区越岭隧道地质综合勘察树立了典型的样板。

所谓综合勘察技术,是指根据工程地形、地质复杂程度、工程类型、工程规模和勘测阶段的精度要求,应用遥感、物探、钻探、原位测试等勘探方法进行勘察工作。各种方法间采用最佳的组合,相互配合、相互补充、相互验证,并且对勘察资料进行认真地综合分析。其目的是要提高整体的勘察质量、降低勘察成本、缩短勘察周期。

在国外,西方国家的重大工程几乎都是综合勘察的成果,如英吉利海峡隧道和日本青函海底隧道都是应用综合勘察的典范工程。

国内外大量资料表明:紧密结合工程需要,开展综合勘察已成为必然。

铁道部建设司曾于 1992年立项,进行了《铁路地质综合勘察技术应用》的研究。而“铁路地

* 本文收稿日期: 1998-06-08 张 瀚 工程师 男, 1966年3月出生

质综合勘察推荐模式”以及“铁路地质综合勘察成功实例汇编”则是该项研究的重要成果

考虑到成果本身的特点以及工程实际的需要,如何把这些研究成果与先进的计算机技术结合起来,使之成为一种能够对工程综合勘察提供具有专家水平的指导、帮助、决策的智能化计算机系统,不仅关系到综合勘察技术自身的生命力以及推广和应用工作,而且还关系到铁路勘测工作的长期发展与整体勘察水平的提高。为此,铁道部科技司于1996立项进行本课题的研究

2 研究内容

决策专家系统课题的研究内容,是以《铁路地质综合勘察技术应用》的研究成果为基础,在计算机上建立综合勘察工程数据库、综合勘察知识库、综合勘察推荐模式库、综合勘察成功实例以及演绎推理机制,最终形成铁路地质勘察专家决策系统

研究内容中,综合勘察成功应用的实例和推荐模式的数据库结构设计以及推理机制的建立,将是课题研究的重点内容和关键技术所在

3 系统总体结构

首先,作为决策支持系统,应当是一种以计算机技术为基础和工具,应用决策科学及其有关的各种理论和方法,辅助决策者进行决策的计算机信息处理系统。它被主要用于支持半结构化和非结构化决策问题,它能够把模型或分析技术与传统的数据存取和检索功能结合起来,并通过人机交互接口为决策者提供辅助决策功能。

本决策系统属于半结构化决策支持系统,其中的多数据库集成的信息系统起着十分重要的作用,是系统开发的关键。

通过对研究内容深入、细致地分析,制定出系统整体方案与结构规划,以及实现系统功能的具体目标。系统功能示意图见图1。

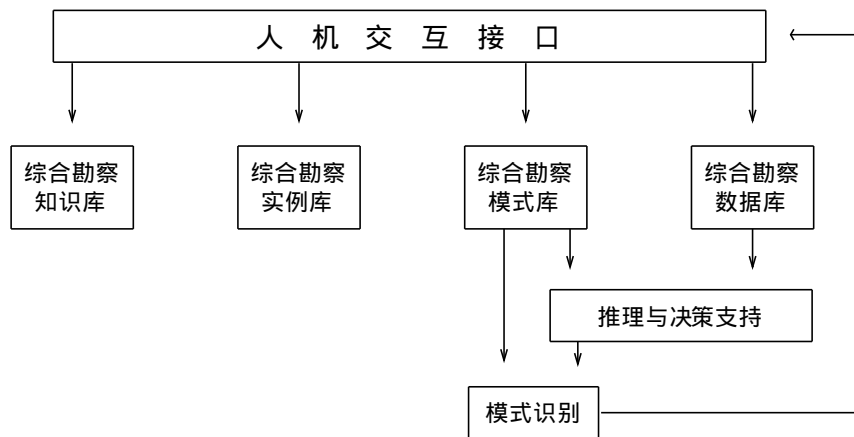


图1 系统功能示意图

从图中可见,本系统具有以下几项功能:

(1)综合勘察知识库,收录了与勘察方法有关的概念、原理等的说明,相当于一本简明的教科书,使用户在实际工作中可以查阅和了解。

(2)综合勘察实例库,收录了运用综合勘察技术取得成功的实例工程五十余例,其内容是勘测部门十余年实践经验的积累和总结,是运用综合勘察技术方法的成功典范,用户可以进行参考和借鉴。

(3)综合勘察数据库,是为了将现实工程的有关数据输入计算机,为计算机进行演绎推理提供基础数据。

(4)综合勘察模式库,汇集了在不同工程类型、不同勘测阶段、不同地形地质条件下的综合勘察模式,并据此形成推理机制。这些模式为今后在全路编制和颁发综合勘察技术规则奠定了坚实的基础。

(5)模式识别,将综合勘察模式库中的各种模式,按照计算机数据处理的要求和格式进行归纳、整理,从而规定其模式代码。

(6)机器推理与决策支持,提供一个从工程地质信息确定其所属模式,进行推荐合理的勘察方法的完整的推理和决策过程。它遵照模式库形成的推理机制,遵从本领域内专家们的综合勘察方法决策过程。

(7)人机交互接口,提供了用户与计算机之间的信息交流环境。

由此可见,根据用户的不同需要,本系统中四个数据库即可单独成章,又可发挥其整体综合性能。

4 综合勘察实例库

4.1 综合勘察实例库

工程实例库的设计是本系统开发的起点,对其它库的建立具有指导和规范作用。

通过对已取得的五十多个实例分别进行归纳、整理和提炼,并且根据计算机对数据结构的要求,制定了描述项目全貌的具体方案。它的设计,对于工程数据采集、信息检索查询、决策推理机制的建立等而言,不可缺少。具体如下:

(1)工程基本信息 由实例编号、工程类别(大、小类)、工点名称、勘测部门及单位、勘测阶段、起止日期、工程概况、工程照片、主要勘察模式等组成。

(2)地质基本信息 包括地形地貌描述、地层岩性描述、地质构造描述、水文地质条件描述、覆盖层描述等。

(3)构造、地下水 包括地形地貌类型(大、小类)、地质构造类型、地下水类型等信息。

(4)地层岩性 包括地层系、统、组(段)、岩石名称、岩石大类等内容。

(5)覆盖层情况 包括覆盖范围、最大(小)厚度、覆盖层岩性等说明。

(6)工程地质问题 由问题序号、问题名称、勘察精度、问题描述等组成。

(7)勘察方法 包括方法大、小类、勘察方法序号、应用情况说明等。

(8)勘察程序 包括流程说明、流程图等内容。

(9)勘察工作量 包括应用方法名称、度量单位、数量、设备说明待描述。

(10)勘察效益与评价 包括质量评定等级、获得奖励名称、缩短工期和节约经费数量、勘

察质量、综合社会效益、方法效果评价、专家综合评价等信息。

(11)工程地质问题勘察方法分析表 包括问题序号、勘察方法序号、结果评价、结果说明、所属模式号等说明。

通过以上设计,工程地质信息即可转化为计算机可以接收和处理的数据。

4.2 综合勘察模式库

勘察模式库是本系统的核心部分。它不仅要对各种地质条件下的综合勘察模式进行表述,而且对于推理与决策机制的形成具有决定性意义。这些模式已经被时间和实践证明是正确可行的。

勘察模式库的总则是:以工程项目类型为纲,勘测阶段和地形、地貌、地质条件为目的。考虑到综合勘察的重点是探测地质难点和疑点,为此,将不良地质和特殊地质提取出来,单独考虑,并且遵循以地质问题为纲,结合工程类型的原则。

由于各种模式的内涵及结构差别很大,表述方式也不尽相同,因此,为了完整地反映每一种勘察模式的所有信息,必须将各种勘察模式单独成库。因此,本综合勘察推荐模式库将由七个子数据库组成,参见图2。

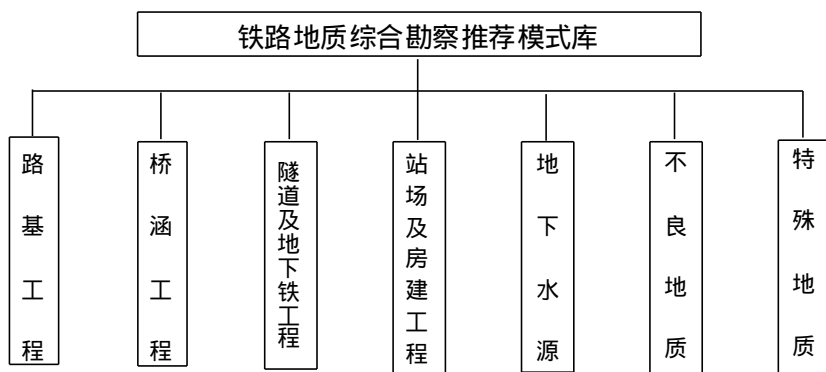


图2 综合勘察模式库组成图

其基本描述方式为:首先区分工程类型(路基、桥涵、隧道及地下铁、站场及房建、地下水源、不良地质、特殊地质),针对工程自身的特点以及需要解决的问题,如勘测阶段、工点类型、地质情况、岩层构造、地下水、岩性特征以及特征值(电性、弹性波速)等,推荐相应的应当采取的勘察方法。

(1)路基工程地质综合勘察模式子库 根据工点类型(高路堤、陡坡路基、深路堑、地下水路堑及其支挡工程),覆盖层与基岩电性差异的判断、弹性波速差异的判断、基岩埋深情况、土质类型(粘性土、砂性土、人工堆积土)、岩层特性、地下水发育情况等,提出了应采用的勘察方法、钻孔的布置以及相应的辅助手段。从以上的文字描述,整理出了如图3所示的流程示意图。

可见,该示意图也反映出从工程分类到勘察方法的推理全过程,即专家的思维过程:第一层根据工程分类提出应解决的工程问题;第二层反映出应搜集的有关地质特征和信息等数据;

第三层推荐了相应的合理的勘察方法或组合以及与钻探的配合方案等。

根据以上分析,将各层的表述设置成数据库的字段及其属性,并将各层的逻辑关系归纳为推理过程,从而形成的相应的推理机制。如此,路基工程模式库的建立基本完成。

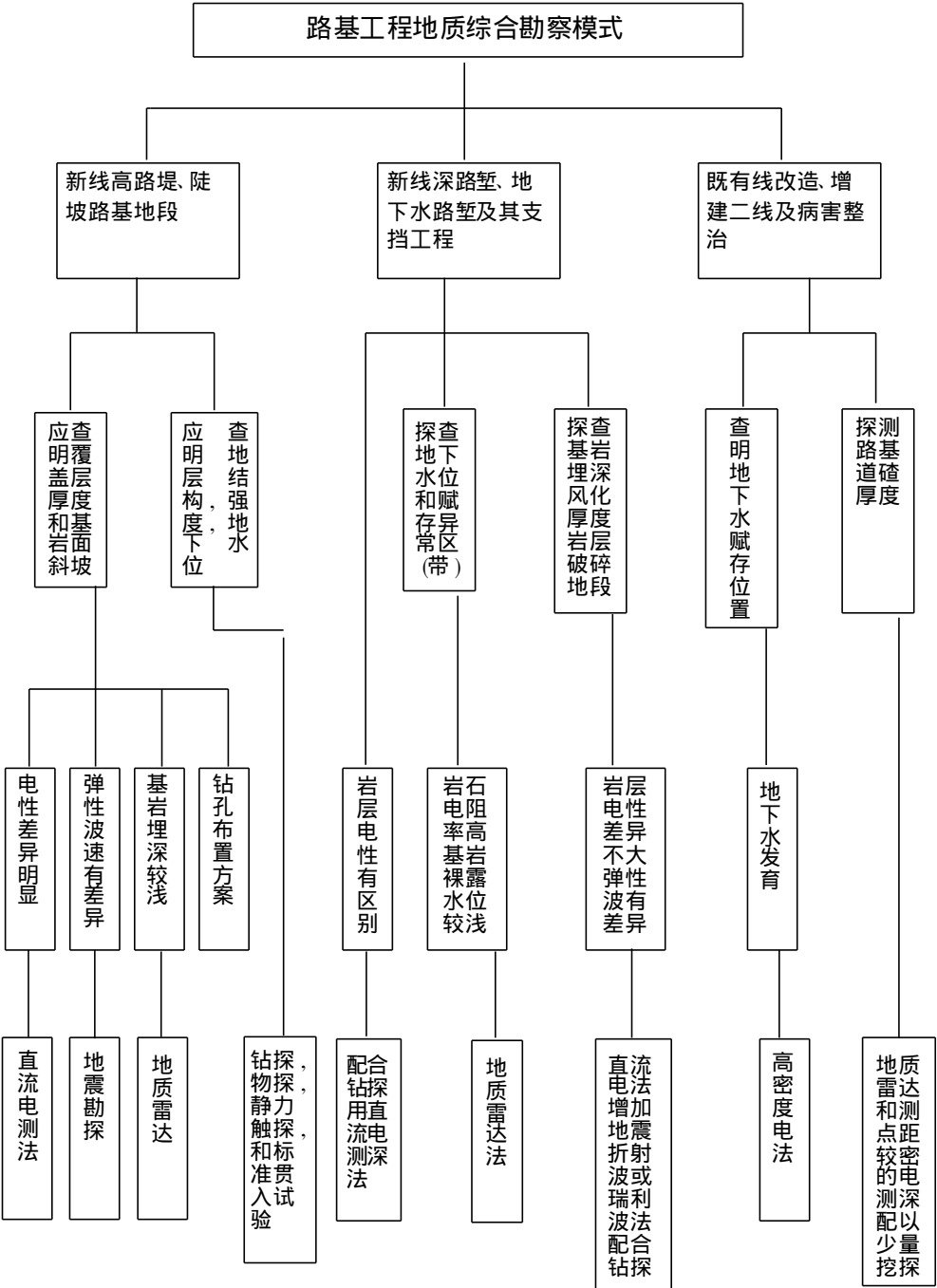


图 3 综合勘察流程示意图

同样,对其它六个模式子库的建立形成参照。

(2)桥涵工程地质综合勘察模式子库 提出了在初、定测阶段时,要查明有关基岩埋深变化、风化厚度及其岩性、水底地形起伏、涵洞轴向地质剖面等问题,在水域、城市等地区应采用的综合勘察方法。

(3)隧道及地下铁工程地质综合勘察模式子库 提出了长隧道、多线隧道、地表为松散地层覆盖的隧道、深埋隧道,特别是地质构造复杂隧道、岩浆岩及变质岩隧道、地下水发育的隧道、水下隧道等工程中应采用的综合勘察方法。

(4)站场及房建工程地质综合勘察模式子库 提出了大型区段站、枢纽、大型厂房等工程勘察中,为了查明地基工程地质条件、地下水变化规律以及抗震设防时应当采用的综合勘察方法。

(5)地下水源地质综合勘察模式子库 提出了为划分与地下水有关的地貌单元,探查第四系地层中可能存在的赋存地下水的粗颗粒地层、古冲、洪积扇以及干旱地区找水、深测基岩裂隙水、岩溶水等情况时应当采用的综合勘察方法。

(6)不良地质综合勘察模式子库 提出了在岩溶、人为坑洞、大型滑坡、泥石流、高烈度地震区、风沙地段等地质条件下应采用的综合勘察方法。

(7)特殊地质综合勘察模式子库 根据特殊地质的类型、工程地质条件的复杂程度、工程类别及重要性,结合勘测阶段综合考虑,提出了在软土、人工弃土、多年冻土、膨胀土、黄土、盐渍土、岩盐等地质条件下应当采用的综合勘察方法。

除了以上各模式子库的建立外,还须将各种模式进行编码,以方便计算机的识别、调用和执行。

4.3 勘探工程数据库

其结构与实例库基本相同。按照地质勘察的工作程序和用户的工作习惯,制作了一个友善的人机交互界面,将与地质勘察工作有关的不可或缺的数据项列出,使用户有针对性地、按部就班地进行勘察过程中的第一步工作,进而利用本系统进行推理。

4.4 建立铁路地质勘察方法的知识库

需要说明的是,本知识库的建立是为了让用户在本系统使用过程中对有关地质勘察的方法、原理、适用条件、规程规则、所用仪器设备等有一个全面的了解,仅此而已;而非供计算机本身学习的知识系统。

知识库分为地质调绘、遥感、物探、钻探、原位测试、岩土试验几个部分。方法的表述是按照方法名称、方法概述、方法原理、适用条件(包括关键词和适用条件描述)、测试参数效果、参数选择、应用范围效果(包括关键词和描述)、方法所需经费、相关规程规范、所用仪器设备及方法分类等内容和顺序进行的。

此外,在实例库、模式库、知识库和工程库建成后,还需建立各库间相互调用、交叉查询及索引等关系,使系统的功能更加完整丰富,操作方便、灵活。

5 补充说明

(1)本系统不仅仅是一个专家决策系统,更应该是一个开放的数据库系统。特别是对于知识库、模式库和实例库,随着时间的推移和实践的发展,加之新设备和新技术的不断涌现,必将产生许多新的内容和方法。要让用户自己能够更新数据库的内容,系统必须提供方便有效的系统维护功能。另一方面,对地质勘测人员也提出了如何更好地掌握计算机和数据库的操作问题。

(2)地质综合勘察是铁路地制裁工作中的一项系统工程,它不仅是技术问题,还涉及设计部门应根据具体情况制订相应的措施和办法,结合新的工程,不断引进和更新技术方法和机具设备。即使任务再重,时间再紧,仍要扎扎实实地做好地质勘察工作,以避免不必要的损失。

EXPERT SYSTEM FOR DECISION BASED ON RAILWAY GEOLOGICAL COMPREHENSIVE RECONNAISSANCE

ZHANG Han

China Railway Engineering General Corporation

Abstract The application of comprehensive reconnaissance applied in big and essentail engineering projects abroad was an important technical achievement. Combined with the practical experiences in home, the paper introduces the formation of the expert decision system by establishing in computer the data-base, knowledge store, model store, practice store and the deductive and reasoning mechanism. The contents of its general structure, the structural design, etc, are expounded also in this paper.

Keywords comprehensive reconnaissance; geology; expert decision system

宝桥厂 75 kg/m- 12号单 开道岔顺利通过验收评审

1998年 9月 5日铁道部工务局、电务局、北京铁路局对铁道部宝鸡桥梁厂制造的 75 kg/m 钢轨 12号单开道岔进行了验收评审。

75 kg/m- 12号单开道岔是为我国铁路适应货运重载要求而研制的。该产品是在认真总结我国既有道岔成功经验、克服存在问题、并充分吸取国际先进技术的基础上研制的,在总体设计、部件结构等方面都有比较大的突破。

与会专家一致认为:道岔制造工艺先进,各部尺寸符合图纸要求,工电部门验收合格。提速道岔分段合理,可适应工厂组装调试、分段运输及现场机械铺设的需要,同意通过技术审查及验收,供我国铁路繁忙干线铺设使用。

(李思供稿)