

第 2 章 高速公路路面管理系统设计

2.1 业务需求调研

2.1.1 现行养护管理体制

2.1.1.1 国内养护管理结构

国内高速公路的运营管理一般采用三级管理模式。高速管理机构设置如图 2-1 所示。

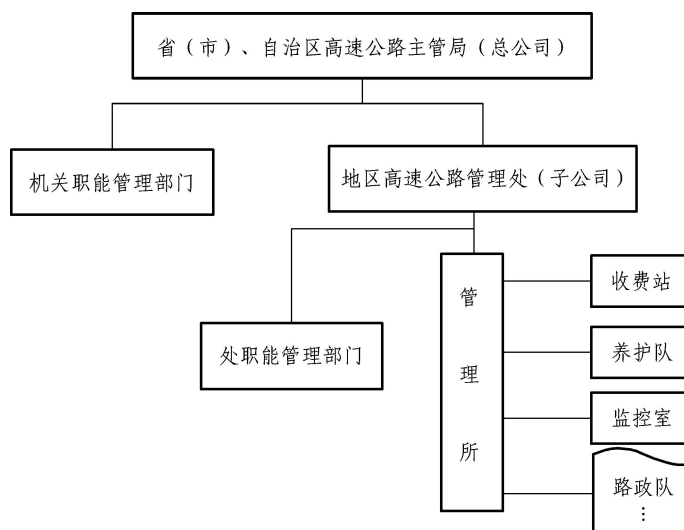


图 2-1 高速公路管理机构设置图

(1) 各省(市)、自治区高速公路主管局(总公司)为第一级,负责对高速公路规划建设、资金使用、规范标准等实行宏观管理。下设与管理内容有关的职能处室(部),主持各项工作。总公司负责全线工程养护工作的统一领导与管理,主要职能部门为工程技术处。

(2) 各地区高速公路管理处(子公司)为第二级,具体负责高速公路的各项运营管理工作。这一级管理机构一般针对某条具体路段设置。管理处除设有职能管理部门外,还有具体实施操作的管理单位。各管理处建立养护队,负责所辖路段的维修保养。

(3) 路段所辖各管理所为第三级,这一级管理是最基层的管理单元,一般有收费站、监控室、通信站、养护工程队、服务区等^[30]。

2.1.1.2 国外养护管理机制

国外发达国家的公路基本建设从 20 世纪 60 年代开始,各国公路从修建工作逐渐转向公路养护管理研究方面,公路养护所投入的资金已远远超过公路建设成本。由于早期养护管理做得好,有些发达国家的高速公路投入使用时间已经超过了 40~50 年。这些国家在公路养护管理方面已建成较为完善的体系,并且普遍采用公路养护管理系统,装备有先进的养护机械。国外养护还注重施工工艺和先进养护材料的研发工作,加强公路养护管理系统的更新。通过对路况实施动态检测,做到以预防性养护为主,延长了公路寿命。以下为各国的养护概况^[31-32]:

(1) 美国公路管理没有划分公路等级界限,采取由政府进行统一管理的方式,而具体路段养护工作则依托州或地方公路部门负责。地方公路管理机构将养护工程承包给私有养护公司,遵循 AASHTO 的《成员组织现场承包养护概况》和《典型承包养护工程工作和各种范围及单位成本》条例,公路管理机构作为业主负责承包养护工程的谈判,并负责监察养护施工合同的执行情况和验收工作。

(2) 英国的公路养护管理根据公路等级的区别,由国家运输部和地方政府共同负责。全国的干线公路网由运输部划分为 9 个区,并将干线公路按照

所经过县、郡、市分段，由当地政府作为养护代理，地方政府可以直接管理干线公路的养护工作。由于地方政府管理机构没有自己的施工队伍，养护工程的现场施工和路况检测，都是采取招标委托承包商或工程公司来完成。

(3) 法国政府将高等级公路特许经营权通过立法授予公共事业机构持股的公司，并由国家规划控制高等级公路的建设、运营和养护工作。另外，法国设有专门的公路养护机械公司，并配置各种养护施工机械，这与其他国家是不同的。公司按照法国《道路、机械、维修基本章程》进行管理，公路养护机械公司采取合同方式与养护管理部门建立联系。

(4) 德国公路养护基本采用机械化施工，每千米配置主要养护机械平均 0.15 台（辆）左右。公路养护部门一般都配有多功能检测车、桥梁检测车、路面清扫车、冬季综合养护车、涵洞清洗车、标志维修车等一些大型维修养护机械设备，养护机械化程度较高。

(5) 日本公路的建设、运营和养护管理工作，是由日本道路公团负责，并不是政府直接组织实施的。公团负责公路养护管理，具体养护工作由其下属部门管理事务所进行。根据《道路公团法》的规定制定具体养护资金计划，再经政府建设大臣审批通过后执行。

通过以上的分析和对比，可以看出国外高等级公路养护管理可以归纳为社会化、法制化、市场化、专业化以及养护机械化等。因此我国高速公路的养护管理应博采众长，创造性地吸收国外先进的管理理念和方法。

2.1.2 养护管理发展趋势

目前，我国在公路运营管理中已建立了相应的养护管理体制以及进行高速公路养护的机构和公司，构成了多种养护体制并存的养护管理模式。由于各省的高速公路管理体制的管理方式、政策制定、财务核算存在差异性，因此相应的养护管理、养护计划及养护决策的方式和内容等区别较大，主要存在以下问题^[33-34]：

(1) 管养不分、责任不清。我国现行管理体制下，高速公路管理机构既是公路养护的管理机构，又是公路养护工程的执行者。存在权责混乱的现象，养护方案经常会发生矛盾，养护质量一旦出现问题，很难追究管养

责任。管理机构由于职责交叉，面对具体问题经常出现互相推诿的情况。

(2) 管理部门汇总统计工作繁重，数据处理工作量大。目前养护单位每月需要上报多种类型的报表——好路率汇总表、绿化报表、桥梁（涵洞）调查表计划完成报表、养护工程月度报表、单位年度报表、路况报表、交通量调查报表等。区县一级管理单位每月需要花费大量的时间来对这些报表进行审核与统计，一旦养护单位报表数据发生变化，管理单位又需重新进行统计。

(3) 养护机构效益不高。随着养护工作的大幅增加，养护机构的人员需求不断增长，但养护人员的专业素质总体不高，养护队伍总体技术落后，特别是养护一线需求的技术管理人才匮乏。并且养护机构内部运行机制存在问题，导致养护工作成本高、效率低。

(4) 路况检测及养护机械利用率低。目前，大多数高速公路养护单位配置了路况检测及养护机械设备，但是由于各地区的高速公路养护工作不均衡，导致一些大型养护机械设备闲置或利用率较低，无疑又增加了养护成本。

(5) 养护维修工程缺乏系统的规划。一些管理机构是在高速公路已出现了病害或使用性能较差的情况下，才开始考虑制定养护维修计划。有些管理机构虽然不定期地进行路况检测与评价，但历史数量不足或数据可靠性差，另外道路使用性能评价预估系统不健全，无法制定寿命周期内养护费用最小的养护计划。科学的养护管理应该是建立在长期的性能检测和客观评价的基础上的，根据已有条件下优化决策，制定养护维修的计划和实施方案。

我国高速公路建设已经进入了飞速发展的黄金时期，随着时间的推移，投入运营的高速公路也将陆续进入全面养护期。伴随着高速公路交通量的日益增长，对高速公路养护管理的要求也将越来越高。面对当前高速公路养护管理现状，探索出一条高速公路养护管理持续发展的新思路已迫在眉睫，就目前而言，养护管理技术发展趋势如下：

(1) 改变观念。在高速公路投入运营过后，养护需求随之到来，养护工作对高速公路的使用性能、使用寿命和运营效益都有直接影响。因此，要从重视高速公路建设轻视高速公路养护的观念，到高速公路建、管、养

并重的思想转变，积极推进高速公路养护管理体制改革的。

(2) 利用 GIS-T 促进公路养护管理现代化。公路的各项性能与周围环境紧密联系，通过 GIS 平台将公路的各项要素与地理要素联系起来，既可以从电子地图上的路段查询到相应对象的数字、文档、图形、图像及视频信息，也可以由路段编号等标识信息查询得到其空间地理方面的信息。对于公路养护管理中的检测结果及调查得到的路面病害等动态信息，可运用可视化技术将数量庞大的数据拟合到地理要素上，得到直观的专题地图，可以直观的进行公路空间分析、缓冲区分析等，为公路养护管提供可视、准确的地理数据信息，为公路养护科学管理和决策提供依据。

(3) 采用现代化检测技术提高公路检测效率。利用超声波、高精度传感器、GPS、雷达技术等高科技手段，实现由破损类检测向无损检测技术发展，由人工检测向自动化检测发展，从而为公路性能的评价和病害分析提供可靠依据，提高养护管理的效率。

(4) 加强养护决策智能化。通过建立路面养护的评价、预测模型，以便更准确地掌握路面使用性能的变化，为养护工作提供客观的分析依据，从而作出更符合实际的公路养护决策；采用人工智能技术分析不同投资水平对路网状况的影响，为管理决策部门提供智能化的决策方法。

(5) 推广使用公路养护适用的新技术、新材料、新工艺。一方面可以节约能源，降低公路养护成本；另一方面可以提高公路桥梁等建筑的稳定性和耐久性，大大延长了公路使用寿命，从而实现公路交通可持续发展的目标。

2.2 业务流程分析

根据现行高速公路管理体制，国内大多数高速公路养护管理业务流程为：日常巡查→养护评价→养护决策→养护计划→日常养护，业务流程可详细表述如图 2-2 所示。

与业务流程紧密联系的是高速公路管理数据流图，数据流图表达了数据和处理之间的关系，并可以描绘系统的逻辑模型，图 2-3 给出了高速公

路管理从巡查数据采集到养护计划制定的数据处理流程。

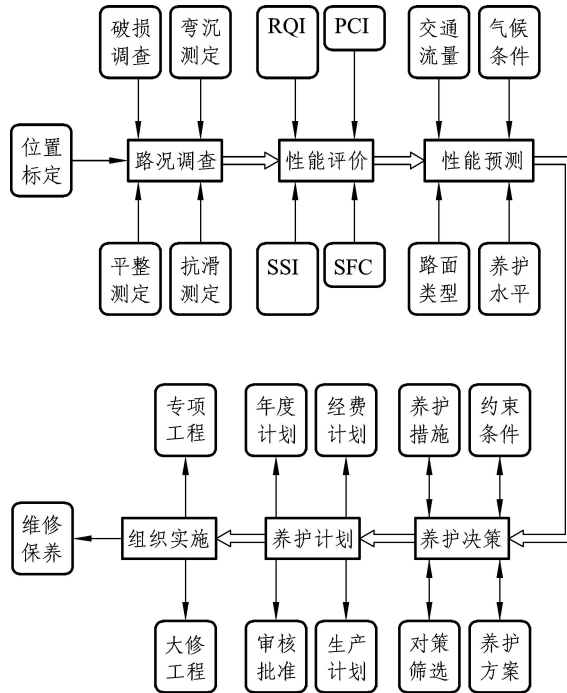


图 2-2 高速公路养护管理业务流程图

高速公路投入运营后，为保持高速公路及其附属设施的正常使用性能，须进行经常性、及时性和预防性的养护作业。

2.3 系统设计原则

通过对高速公路路面管理业务需求的分析，结合当今计算机技术的发展，系统设计应满足以下原则：

1) 实用性

最大限度地满足高速公路管理部门对高速公路养护过程中业务数据采

集、评价和科学决策管理的需求。具体要求：符合养护管理的工作流程、页面交互友好、操作起来比较方便、能够比较方便的进行维护、对数据的

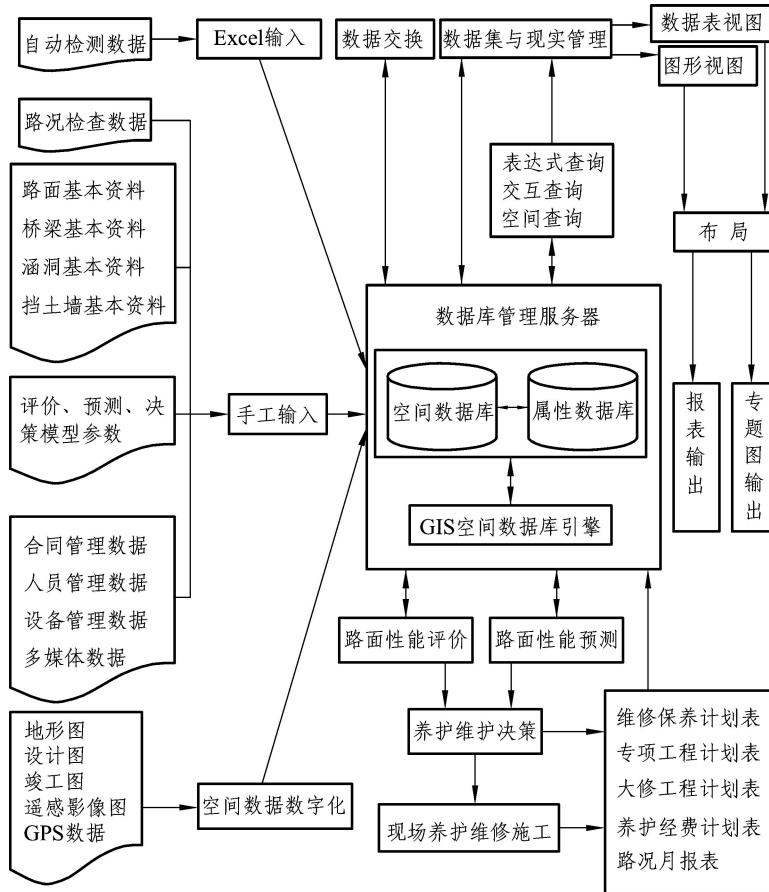


图 2-3 高速公路数据处理流程图

更新比较快捷以及较方便地进行系统升级，有着优化的系统结构以及完善的数据库系统，能够和其他的一些系统数据拥有共享的能力，对于日常管理中的报表，采用动态生成技术，使系统可以输出用户所需各种复杂形式的报表。

2) 先进性

各类高速公路检测数据是这个系统当中比较重要的一个基础，也是系

系统的生命力之源，数据内容的管理一般都是一个不断更新的相关过程，同时高速公路养护系统方面的研究和实践也还在不断深入，这就有必要要求这个系统的相关设计能够有一些超前性，以便更好地对系统的升级进行有效的处理。另外，信息技术与数据库技术发展非常快，系统设计应考虑软硬件技术发展的需要，使系统具有较强的扩展能力，确保系统能适应现代信息技术高速的发展。

3) 经济性

系统的建设有必要能够在实用的基础上达到经济化，用比较小的相对投入去取得比较大的产出。在进行硬件以及软件的相关配置过程中，要对系统进行有效的开发以及对数据库的设计进行一些相关的考虑，尽可能地去节约有关的经济成本。

4) 安全性

要能够保证系统始终具有比较充足的安全性控制，可以简单地说安全性一般都必须能够考虑到两个方面的问题。一方面，数据要能够保证不被那些非法的黑客访问以及破坏，整个系统的安全必须解决数据安全性的问题，系统要具有足够的权限设定。另一方面，系统操作必须安全可靠，要始终具备足够的容错能力，要能够保证合法的用户在进行操作时系统不会出错，影响操作进行，要能够保证系统数据的逻辑绝对准确。

5) 网络化

要想实现道路信息资源的共享和发布，首要的条件就是要实现网络化，经内部的一些局域网、城域网以及国际互联网紧密结合实现信息资源的共享，方便发布。系统提供与其他相关部门或系统的数据接口，可以接收和共享其他系统的数据，并逐步实现数据的互联网发布和共享。

6) 可视化

系统提供丰富的图形（包括图表、图形、地图、符号等）实现可视化功能，直观地表达数据在空间上的分布和变化，并可相应的进行图形查询以及生成专题地图，提高高速公路管理效率。

7) 决策智能化

系统提供对高速公路养护管理相关数据的统计、分析和可视化功能，

实现多方面的分析、评价和预测，通过运用现代数学和人工智能技术，帮助管理者找到在有约束条件下的多目标的最优解集，实现辅助决策智能化。

2.4 系统功能设计

根据对系统的需求分析，现基于 GIS 平台将系统划分为 5 个子系统：数据管理子系统、评价预测子系统、统计查询系统、养护决策子系统、GIS 应用子系统。各子系统以 GIS 中的数据库为基础，形成了功能独立但内容相关的有机整体。这五个子系统具体实现功能如图 2-4 所示。

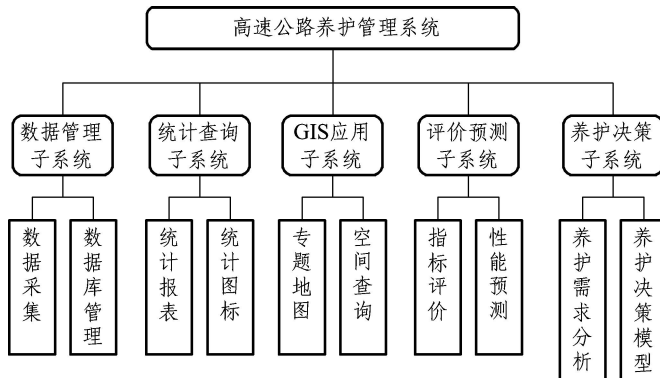


图 2-4 高速公路养护管理系统功能模块图

各子系统功能相对独立但内容有一定的相关性，现将子系统功能描述如下：

1. 数据管理子系统

数据管理子系统主要包括数据录入、删除、插入、更新、批量修改、查询修改、数据校验、数据备份和传输等功能。

(1) 数据采集。数据采集包括地理空间数据采集和道路状况数据采集。

空间数据通过地图数字化或测绘的手段采集完成；道路状况数据采用自动化设备采集和人工定期巡查相结合的方式采集完成。

(2) 数据库管理。数据库管理的对象包括地理空间数据库、基础资料数据库、检测资料数据库等。地理空间数据库的管理包括道路空间数据的编辑、图形属性的挂接等；基础资料数据库存储道路的基础资料；检测资料数据库存储巡查记录、路面性能数据。数据采用手工录入和批处理导入相结合的方法进入系统。系统提供数据编辑和修改、数据备份和恢复等常规功能。

2. 统计查询子系统

统计查询功能为日常管理中常用功能，实现报表分类处理、统计结果输出和高级查询输出，实现图表输出结果与 Excel 电子表格嵌套，用户可动态地直接对图表进行修改。

3. GIS 应用子系统

通过对 GIS 地图操作可直接查询路段或桥梁等对象的相关数据资料，能够将属性信息和空间信息可视化显示，可以完成公路、桥梁等对象的地理特征即空间数据及其属性的存储、显示、查询和分析。

4. 路面性能评价与预测子系统

路面使用性能评价是依据采集的路面状况数据，判断目前道路状况是否满足交通要求，对于通过采集到的路况资料可以进行单项指标和综合等级评级或评分，所得结果将作为是否采取养护和改建措施以及采取何种措施的依据。

单靠路况数据和评价并不能比较各种对策方案，或保证得到最佳对策，因为它们无法告知某项对策后的效果究竟怎样。为此，需建立使用性能预估模型，建立某种状态的路面在采取某项养护或改建措施后路况的有关属

性随时间或交通的变化关系。

5. 养护决策子系统

养护决策是路面养护管理系统的核心部分，路面养护决策以路面性能评价和预测为依据在路面性能达到某一标准时，考虑采用相应的养护资金预算和可行性方案。该系统可为高速公路管理决策部门有效地利用有限的养护资金提供建议，使高速公路路面处于最佳服务水平和产生最大经济效益。

2.5 系统结构设计

2.5.1 系统软件结构

系统设计是开发管理系统的关键环节，系统设计是在系统分析的基础上，根据所提出的逻辑模型，建立系统的物理模型。高速公路路面管理系统设计在全面考虑养护业务需求分析和功能模块设计的基础上，详细划分了系统的组成，并根据系统的逻辑结构，设计了系统软件结构，如图 2-5 所示。

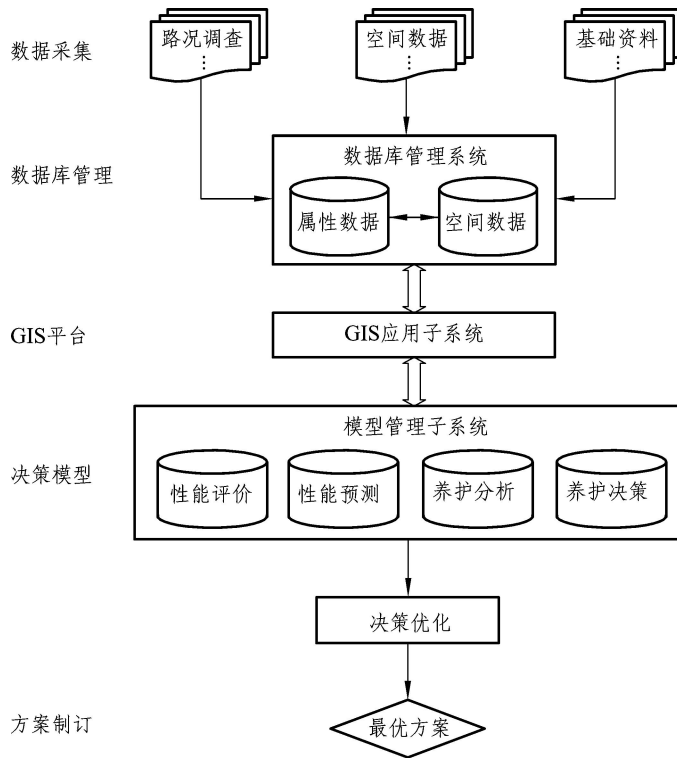


图 2-5 软件系统结构框架图

系统可以为用户提供交互的浏览界面，能够满足用户对地图查询操作的需要，系统管理人员具有特殊权限，可以进行远程控制或访问数据库等，能够保证信息的实时更新。管理人员通过系统可以进行相关路段的性能评价、路面性能预测和养护决策优化等，并通过 GIS 平台能够实现相关数据和养护决策的可视化操作，从而提高养护决策的工作效率。

根据目前不同的高速公路决策所需要的相关模型、定量指标、参数、标准和规范等数据，系统构建了公路养护模型库子系统。高速公路模型库由数据库（包含空间数据库和属性数据库）、路面性能评价模型库、路面性能预测模型库、决策优化模型库、模型库管理系统、模型字典等构成。模型库当中的一些模型将会从设计成为具有比较标准化的输入以及输出接口的库函数的形式，它基本包括了以下两个方面的主要内容：构建单一的通用模型的相关代码库，用来存储模型的执行代码；构建一个综合模型的模

型单元（模型元数据）的代码库，用于存储模型的源代码。属性库以及索引库大多数都是以关系方式来进行相关的组织的，所以各个基本模型的一些单元模型之间有链接关系，前者一般都是存储模型字典，后者存储索引关键字等信息。模型库之间具有通用接口，可以对任何一个基础模型库进行访问和操作。模型库组成结构图如图 2-6 所示。

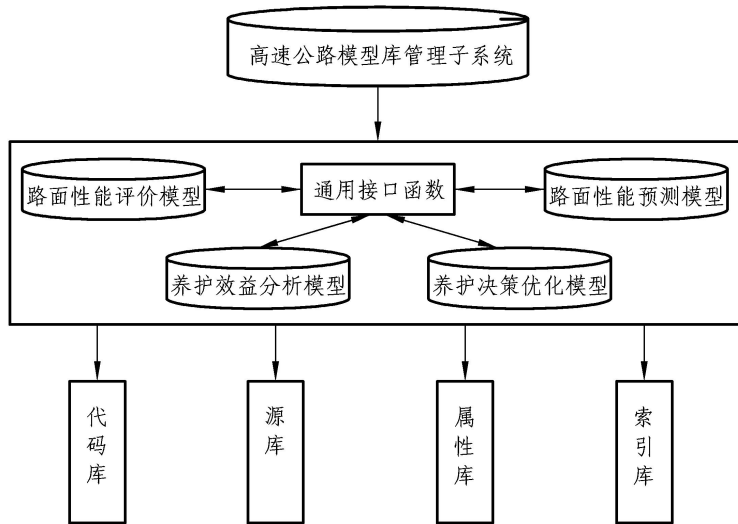


图 2-6 模型库组成结构图

从养护问题的长效解决角度来讲，大多数情况下都需要不同的互补模型的进行一种有效的集成，而不是采用一个相对单独的模型。所以在整个高速公路的养护模型库的所有子系统的研发过程当中，要能够及时地考虑以及详细的设计出那些模型库相关的模型的一些组合功能。其中含有以下几个内容：提供相关的模型库方面的维护操作，其中包括对于那些模型库进行相应的打开以及运行等功能；提供一些模型维护方面的操作，其中还含有模型的建立和更新等；提供与模型的操纵相关的一些功能，其中包括对模型的选择，以及模型运行和结果的相关显示、模型的集成等；提供与模型相关的分析与评价的相关功能。模型库管理功能结构如图 2-7 所示。

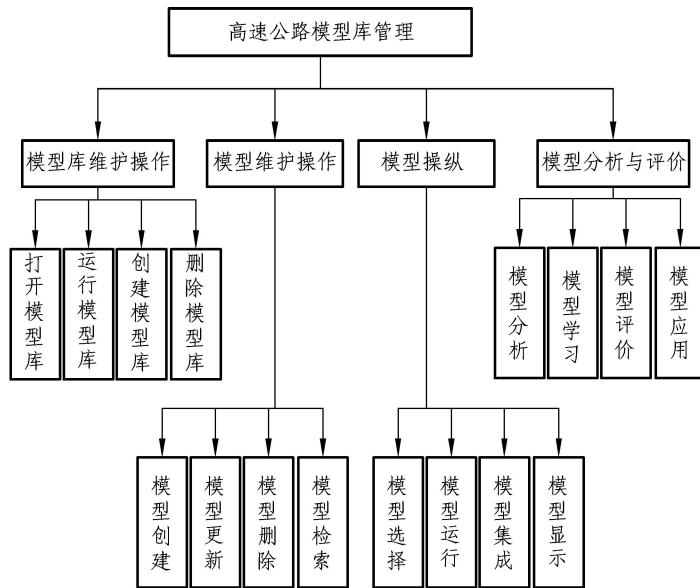


图 2-7 模型库功能结构

2.5.2 系统网络结构

地理信息系统 (Geographical Information System, GIS) 是一种采集、管理、分析、输出地理空间数据及其属性信息的计算机信息系统^[35]。GIS 从 20 世纪 60 年代以来, 迅速发展, 其应用十分广泛, 逐步成为信息产业研发的主要方向。将 GIS 技术应用于高速公路的建设和养护管理中, 是我国公路建设发展的一项首要的任务, 也是推进公路现代化管理重要内容之一。

随着计算机技术和网络技术的普及, 空间数据库的发展及其应用的不断拓广, 地理信息系统开始出现新的技术特点和趋势, 结合互联网技术的 WebGIS 就是其中之一。

WebGIS 是基于 Web 技术标准和通信协议的网络化 GIS, 是 Web 技术和 GIS 技术结合的产物, 是基于 Internet/Intranet 为用户提供分布式的空间信息和 GIS 服务功能的网络地理信息系统^[36]。

和传统的地理信息系统相比较, WebGIS 具有五个特点^[37]:

- (1) 比较广泛的访问范围内容。客户能够访问在 Internet 上的不同位置

的服务器上的一些最新的数据内容，这极大地方便了 GIS 的数据管理，使分布式的多数据源的数据管理和集成更易于实现，从而为用户和数据发布者提供了一个更广阔的空间。

(2) 平台独立性。不论客户端的软硬件如何，由于采用分布式系统，用户只要用 Web 浏览器访问 WebGIS 数据，就可以在本机或某个服务器上进行空间数据的动态组合、协同处理和实时分析，实现远程异构数据的共享。

(3) 更简单的操作。要广泛的推广 GIS，让普通用户们接受 GIS 系统，而不单单局限于那些少数受过相关的专业培训的一些专业人员，还要能够降低对于那些系统操作的一些较高的要求，所以通用运用 Web 浏览器无疑是降低操作复杂度的最好选择。

(4) 大规模降低系统成本。一般 GIS 在每个客户端都配备单机版的 GIS 专业软件，造成了较大的浪费。通常 WebGIS 在客户端只需使用 Web 浏览器，其系统成本与全套专业 GIS 软件相比要节省得多。

(5) 平衡高效的计算负载。普通的 GIS 使用文件服务器结构的处理方式，效率较低。WebGIS 结构能够充分合理地去寻求那些计算负荷以及网络流量的相关负载，在那些服务器端以及客户端设计合理的分配方案，从而提高效率。

目前基于 Internet/Intranet 的 WebGIS 应用开发模型主要有两种类型：一种是基于 C（客户机）/S（服务器）的结构体系，另一种是在此基础上发展起来的 B（浏览器）/S（服务器）结构，体系结构由最开始的二层结构已发展到多层结构。

2.5.2.1 C/S 体系结构

C/S 结构，即 Client/Server（客户机/服务器）网络结构，是一种分布式系统结构，C/S 模式基于简单请求/应答协议，即客户端向服务器发出处理信息的请求，服务器端将收到的请求编译，根据信息的要求执行相应的程序操作，再将处理结果传递回客户端。C/S 模式的客户端需要安装专用的客户端软件，服务器一般采用高性能的 PC、工作站等，并采用大型关系数据库，如 SQL Server、Oracle 等。C/S 结构可以将任务需求合理地分配到客户端和服务端，充分的利用两端硬件环境的优势。C/S 网络结构如图 2-8 所示。

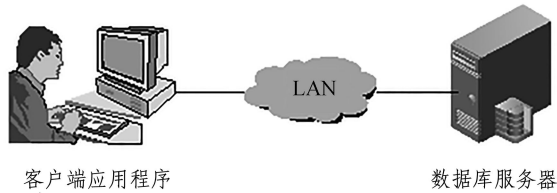


图 2-8 C/S 网络结构示意图

在 C/S 模式下，客户端有完整的应用程序，从而在出错提示和在线帮助方面都有较大的优势。C/S 模式的 GUI 界面是依赖于 Windows 的桌面应用程序，通过利用 Windows 的服务，在人机交互性方面快捷方便。另外，很多相关工作可以在客户端先进行处理，再提交给服务器执行。

在 C/S 模式下的 GIS，可用于局域网和安全性比较好的网络协议，是典型配对的点对点结构。它可以把整个系统的负担在 C/S 间进行适当的分配，在客户端运行应用程序符合实际应用多样性的需要，而对于整个系统的数据库则集中于服务器，便于数据库的维护。由于客户端能够与服务器直接的联接，响应速度就会加快，完全可以处理大量数据，例如图形数据的处理，C/S 结构既能保障数据的完整性和安全性，同时具有较强的数据处理和操纵能力。

根据高速公路管理体制和业务流程分析，高速公路路面管理涉及大量的检测数据以及模型计算，因此要求系统的交互能力较强，另外存在空间数据的大量分析以及空间图像的表现，结合高速公路路面管理的海量数据存储、计算和管理，还有诸多报表打印输出等的要求，使用 C/S 体系结构完全满足这些功能。省公路局与其各子部门联系通过 C/S 方式不断地与中心数据库交换信息，从而建成了系统主服务器和各个科室工作站联接而成的计算机局域网系统，有利于处理大量数据，提高了数据的存储和管理效率，可充分保证系统的安全性、可重组性和可扩展性。

2.5.2.2 B/S 体系结构

B/S (Browser/Server) 模式结构即浏览器和服务器结构。B/S 模式是在 C/S 模式的基础上发展起来的，此模式大大简化了客户端的应用软件，把浏览器当成客户端运行的一个最终平台，将那些应用程序相关的开发、维护及

更新都完全放在中间层的应用服务器的上面，另外把数据库的相关管理以及维护都在数据库服务器上面进行，从而能够形成了包括三个结构体系的结构，即客户层、中间层以及数据库服务器。B/S 模式结构如图 2-9 所示。

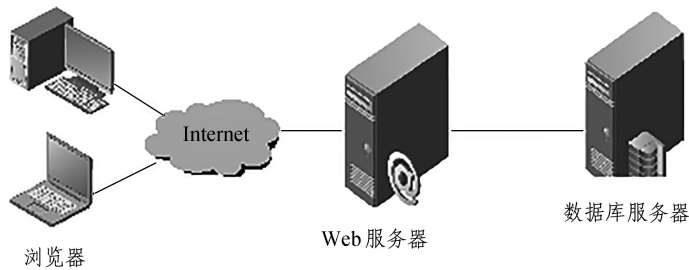


图 2-9 B/S 网络结构示意图

B/S 模式的优点首先在于减轻了客户端的开发，它不用像 C/S 模式在不同的客户机上安装客户应用程序，使用通用的浏览器软件即可，客户端维护成本大为降低。由于开发环境相对独立于用户的前台应用环境，设计开发人员只需将精力集中在 Web 服务器与数据库后台的应用，这样提高了系统应用的跨平台性，用户界面友好性和一致性比较好；另外便于用户群的扩展与变化，以及应用系统的管理和软件的安装和升级。B/S 模式适用于网上信息的及时发布。

高速公路管理部门除了主要面向公路管理部门应用，同时向广大公众提供信息共享功能。不仅提供高速公路信息服务，为用户提供查询、检索等服务，如发布全省公路路况信息、公路附属设施信息、有关的政策法规条例等，还可以为公路管理局专业人员提供移动办公的数据信息服务，采用 B/S 体系结构可以较好满足这些功能。B/S 体系结构是基于 Internet 技术，利用已有的网络基础设施，为用户提供局域网、广域网和无线网络等多种访问途径，并通过该平台提高现在高速公路的管理水平，提升综合服务能力，同时还为事故分析、灾害应急处理，路政服务等应用提供数据接口，为其他相关部门的决策提供强有力的支持。

2.5.2.3 基于混合模式的公路 WebGIS 结构

在分析了系统的功能及其业务需求之后，针对高速公路路面管理系统设计中，我们使用 Client/Server 与 Browser/Server 相结合的混合网络模式结构体系。C/S 和 B/S 的混合模式的网络将内网、外网以物理逻辑隔离，外部用户不能直接访问数据库服务器，保证了养护管理数据库的安全性（B/S 模式）；另外养护管理部门内部用户的交互性较强，可以进行数据查询和编辑速度快（C/S 模式）。养护管理系统模块功能根据其特点可用两种不同模式设计，系统共用一个管理数据库，两种不同模式的融合组成了具有很高使用价值的 WebGIS 应用系统。

高速公路路面管理系统混合模式网络结构如图 2-10 所示。针对人机交互界面复杂、保密性和安全性要求高、数据库操作和输入输出为主、含有

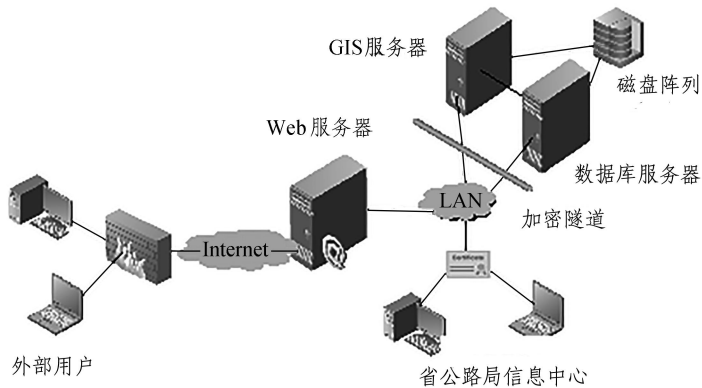


图 2-10 混合模式的公路 WebGIS 结构

复杂的表格输入和输出和利用复杂的决策模型计算的模块，采用传统的 C/S 网络结构，这样所有的数据都保存在服务器上，能够有效提高系统的利用率和使用效率；而对于那些通过浏览器提交和下载各种数据，以信息检索查询为主的部分，则采用 B/S 结构。两种网络结构的结合，一方面可以提高管理效率；另一方面还充分利用了 Intranet/Internet 的优势，可实现各种应用的需求。

2.6 本章小结

(1) 从国内外高速公路养护管理模式和机构设置调查与分析入手，总结了国内在高速公路管理中存在的问题，以及今后管理技术的发展趋势。

(2) 通过对高速公路养护工作流程进行调查，根据高速公路养护管理体制，详细描述了管理部门的操作业务流程和高速公路管理数据流程。

(3) 根据路面管理需求分析，提出了高速公路路面管理系统应具有相对独立功能，在此基础上，从系统整体开发的角度设计路面管理系统的总体框架结构和系统的网络架构方式，为路面管理系统的开发实现和系统部署方案奠定基础。

