

文章编号: 1002-0268 (2005) 01-0101-04

# 南京二桥综合管理系统

王晓晶<sup>1</sup>, 娄学全<sup>2</sup>

(1. 交通部公路科学研究所, 北京 100088; 2 南京二桥管理局, 江苏 南京 210038)

**摘要:** 特大桥的运营管理, 包含道路、桥梁等多专业的内容, 且有其独特的管理特点。本文从专业以及系统工程的角度介绍南京二桥综合管理系统。该系统包括南汉斜拉桥管理系统、北汉连续箱梁管理系统、常规桥梁管理系统、路面评价系统、路况信息系统和文档管理系统, 涵盖了二桥养护的全部内容。整个系统全面利用了网络技术、多媒体技术、数据库技术和 GIS 技术, 并利用 GIS、数据库技术完成了系统集成, 以此为基础, 结合安全、权限管理建立了特大桥综合管理系统。该系统技术先进、实用性强, 为其他特大桥的综合养护管理提供了新思路。

**关键词:** 特大桥; 管理系统; 数据库; GIS

中图分类号: U445.7

文献标识码: A

## Nanjing No. 2 Bridge Comprehensive Management System

WANG Xiao-jing<sup>1</sup>, LOU Xue-quan<sup>2</sup>

(1. Research Institute of Highway MOC, Beijing 100088, China;

2 Bureau of Nanjing Yangzi River No. 2 Bridges, Jiangsu Nanjing 210038, China)

**Abstract:** The Super bridge management system includes road, bridge and others. So the system have some specialty. The article introduces No. 2 bridge comprehensive management system in terms of profession and system engineering. This system includes Nancha Bridge management system and Beicha continuous beam Bridge management system, Pavement management system, road information system and documents management system. The comprehensive system covers all maintenance task of the bridge. The system uses network technical completely, multi-media technical, database technology and GIS technology in conformity with GIS and database technology combining the safety management and authorization management to establish super bridge comprehensive management system. This system is characteristic of advanced technology providing new idea for the other super bridge's comprehensive maintenance and management.

**Key words:** Super bridge; Management system; Database; GIS

## 0 引言

近些年随着我国交通建设的飞速发展, 在很多地方建成了一批特大型桥梁如江阴大桥, 虎门大桥, 南京二桥。这些特大桥投资巨大, 如何保证这些桥梁得到科学有效地养护, 并在使用过程中保持合理的服务水平, 正得到越来越多的桥梁管养单位的重视。同时, 在很多特大桥的建设过程中为了结合结构安全的需要, 预设了一些传感器, 如何有效地使用这些设备, 也是

迫切需要解决的问题。

南京长江第二大桥是国家批准的“九五”重点工程建设项目之一, 为实现建设一流、管理一流的目标, 由南京二桥管理局委托交通部公路科学研究所开发“南京二桥综合管理系统”, 对其所管辖的南汉斜拉特大桥、北汉特大桥、全线桥梁、公路、沿线设施以及竣工等文档进行有效地管理。整个系统均集成在 GIS 平台上, 而且把结构安全监测与管理系统结合起来对特大桥实施有效地管理, 同时针对管理需要设置

收稿日期: 2003-11-20

作者简介: 王晓晶 (1973-), 男, 宁夏吴忠人, 副研究员, 从事特大桥综合管理系统的研究。

不同的用户给予相应的权力，以达到定岗的需要。

### 1 系统介绍

南京二桥综合管理系统是通过科学规范的管理制度，结合特大桥及其相关结构物的特点，制定完善准确的养护检查，评定手册，并以此为基础结合各部门的工作需要，利用网络技术、计算机技术、多媒体技术、GIS 技术、系统工程理论等建立的综合管理系统。

#### 1.1 系统开发环境及运行平台

##### (1) 数据库开发环境

本系统基于目前流行的 Microsoft SQL Server 2000 网络数据库，该数据库提供数据网络管理功能。

##### (2) 软件开发环境

本系统的前台开发工具选用 Borland 公司的 C++ Builder 5.0，后台数据库选用 Microsoft 公司的 SQL Server 2000 中文标准版。

#### 1.2 南京二桥综合管理系统的组成 (见图 1)

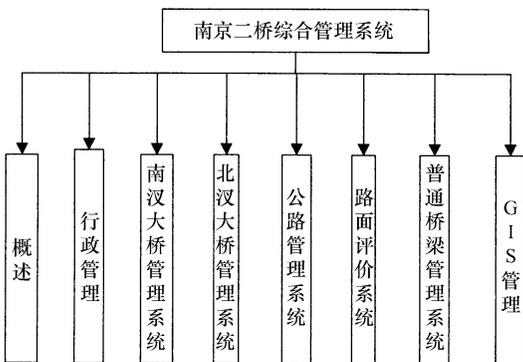


图 1 南京二桥综合管理系统组成

#### 1.3 组织功能分析 (见表 1)

表 1 组成功能分类表

序号	功能系统	组织 (人员) 联系程度							
		计划工程处					监控中心	局长	
		主桥管理人员	路面管理人员	辅桥管理人员	路况管理人员	文档管理人员			处长
1	特大桥管理系统	*	×	×	√	×	√	*	√
2	路面管理系统	×	*	×	√	×	√	√	√
3	辅桥管理系统	×	×	*	√	×	√	√	√
4	路况管理系统	×	√	√	*	×	√	√	√
5	文档管理系统	√	√	√	√	*	√	*	√
6	计划任务管理	√	×	*	*	×	*	√	*
7	GIS 管理	√	√	√	√	√	*	*	√
8	信息发布	√	√	√	√	√	√	*	√

\*表示该功能系统的负责组织；√表示与该功能系统相关的组织；×表示与该功能系统无关的组织。

### 1.4 数据库设计

#### (1) 数据库逻辑设计

根据用户的使用要求及数据库设计理论，确定整个数据逻辑结构，在 SQLServer 关系数据环境下，确定整个数据由哪些关系模式构成，每个关系模式又由哪些字段及关键字组成。通过对二桥管理现状的详细调研以及数据的需求分析、筛选、合并，最终确定系统为 10 个库 85 个库文件 566 项字段。子模式是根据不同用户的不同应用要求而构成的逻辑模式，模式是在各子模式的基础上，经过数据分类，合并而构成的数据存贮逻辑模型。

#### (2) 数据库物理设计

物理设计指对数据结构中有关数据的存贮要求、访问方法、存取物理关系 (索引、顺序文件等) 及保密处理方式的具体物理确定。桥梁数据库的一个基本特点是采用代码进行信息处理、存贮和传输。其中路况数据库数据存储空间为 40M，特大桥数据库为 20M，桥梁数据库为 20M，路面数据库 20M，文档数据库 20M，图片文档为 80G，共计 81.2G。

数据库设计与编码标准设计：结合桥梁综合管理系统管理需要，进行数据需求分析，主要包括：南、北汉特大桥、路况、普通桥梁、路面等数据库，引用的编码符合交通部标准。

#### (3) 数据库特性

①综合性：系统涵盖了特大桥基本数据。包括路况基本数据、路面基本数据、普通桥梁基本数据、病害检查数据、维修数据、技术指标、评价分析、竣工文档等多专业、多学科的综合信息数据，并通过不同的分析为管理工作提供决策支持。

②分段性：根据桥梁、路况、路面的特性，如：公路的技术等级、街道化治理、路面标线等一系列技术指标是以路段来描述，路段用路线编码和起、止点里程桩号表示，由于同一条路的不同路段其技术指标、各种属性不同，公路按拓扑关系离散为路段不等长，且随着属性数据的变化而随机变化，即非关键字属性数据项依赖于路段的起、止点桩号。

③动态性：桥梁及沿线公路设施在使用过程中受到自然侵蚀、灾害、人为破坏、工程施工等因素的影响，桥梁及沿线公路和设施状态在不断变化，因此数据也在随时间变化。

④复杂性：由于管理工作涉及面广，且相互间具有连动关系，在数据库建立时要考虑实体的一对多、多对多的关系。这就需要在建立数据库时予以考虑，以确保数据库设计时建立良好的数据模式，保证数据

的一致性。

#### (4) 建立数据库的主要技术

①编码技术: 编码是代表客观存在实体或属性的符号, 一套科学、合理的编码, 可以使计算机对数据的分类、校对、统计、查询等处理变得简单、快捷。编码设计的原则是: 编码要具有惟一性、可扩展性、标准化、方便稳定、结构尽量简单、长度尽可能短等特点。本系统所列编码已最大限度的与国家和交通部已公布的编码相统一, 而且易于成果的转换, 并可向全省、全国推广。

②网络数据库设计技术: 本系统选用 SQL SERVER 2000 数据库, 它具有较强的数据管理和处理能力。在客户/服务器结构中, 客户端的用户请求被传送到数据库服务器, 数据库服务器进行处理后, 只将结果返回给用户, 从而显著减少了网络上的数据传输量, 提高系统的性能、吞吐量和负载能力。

③接口技术: 数据的共享是提高数据资源使用率的关键, 因此数据库必须实现多种不同类型数据库的数据交换。本系统使用数据库 DTS (DATA TRANSFORMATION SERVICE) 功能实现同构和异构数据库 DBMS 之间的数据复制模式和数据共享模式, 进行数据库接口设计, 使综合管理系统中的各个子系统的数据库进行数据转换, 而且也可将本系统数据卸出到其他专业系统中使用。

### 1.5 系统结构化设计

系统结构化设计是在系统分析及系统内容初步确定后进行的。在系统程序设计之前, 首先绘制出系统的结构图, 确定系统的层次, 各层的内容, 上层与下层的关系, 并逐层细化。本系统划分时主要是按照特大桥梁综合管理工作的业务内容和处理顺序进行系统功能划分, 同时考虑以下几点原则。

#### (1) 子系统具有相对的独立性

子系统的划分须使得子系统内部功能、信息等方面的凝聚性较好, 尽量减少各种不必要的数据调用和控制联系, 并将联系比较密切、功能相近的模块相对集中, 这样对于以后的搜索、查询、调试、调用都比较方便, 使子系统之间的数据依赖尽量的小、接口要简单、明确。

#### (2) 子系统的划分应便于系统分阶段实现

信息系统的开发是一项较大的工程, 它的实现一般是分期分步进行, 所以子系统的划分应能适应这种分期分步的实施过程。另外, 子系统的划分还必须兼顾组织机构的要求, 以便系统实现后能够符合现有的情况, 更好地满足人们的使用习惯。

### 1.6 系统组成

南京二桥综合管理系统 (见图 1)。该系统涵盖了特大桥养护管理所涉及的内容包括:

(1) 南汉斜拉桥管理系统。南汉斜拉桥管理系统主要完成南汉斜拉特大桥的日常养护、维修计划、以及结构实时监测等管理工作。

南汉斜拉桥管理系统通过系统提供的斜拉桥养护手册指导用户对其进行检查养护, 并利用数据库技术和空间实体技术, 完成了对特大桥构造物、病害、维修工程等的管理; 通过网络技术, 数据库技术, 实现监控数据的传输储存, 对温度、交通量、风速进行分析, 建立预测模型, 将预测模型与空间实体模型结合, 实现预警功能, 并为养护决策提供科学的依据; 通过实体模型用户可以直观地了解每一根索的索力 (图 2)、箱梁的变形、应力状况等信息。

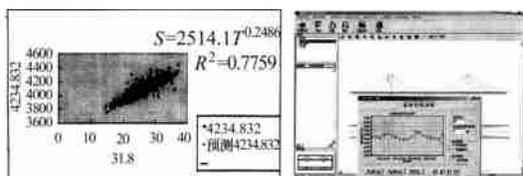


图 2 索力预测

(2) 北汉特大桥管理系统 (图 3) 完成对北汉钢筋混凝土预应力连续箱梁桥的养护管理。系统利用数据库技术和空间实体技术, 完成对北汉特大桥构造物、病害、维修工程等的管理。

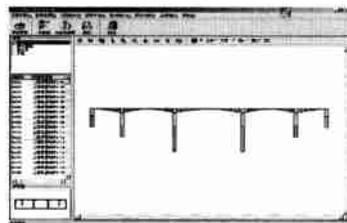


图 3 北汉大桥系统

(3) 路况管理系统 (图 4) 主要实现对二桥高速公路路况信息的管理。它包括 56 个数据表, 详细记录了路线概况、路基、路面、主要构造物、沿线环境、综

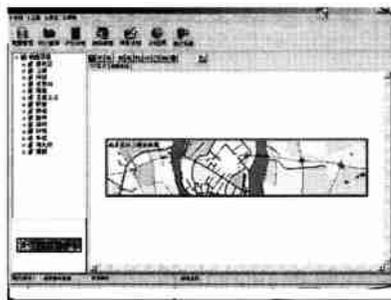


图 4 路况系统

合类等数据，利用动态分段技术将所有信息和 GIS 结合，使用户可以方便在电子地图上了解路况数据。

(4) 普通桥梁管理系统负责管理二桥全线中小桥的养护工作。它包括 22 个数据表，详细记录了桥梁的静、动态信息，并对桥梁的缺损状态进行评定，利用评定的结果指导桥梁的日常养护、大修、小修工程。

计算桥梁时把等级评分转化为层次分析法的分数形式表示，采用桥梁缺损状况指数  $BCI$  作为衡量桥梁及其分部结构缺损状况的综合性指标。

$BCI$  计算的理论模型：

分部结构的  $BCI$  计算式为

$$BCI_{ij} = 100 - \sum_{k=1}^{m_i} SDP_{ki} \times W_{ki}$$

式中， $I$  为 1, 2, 3, 分别表示桥面系构造，上部结构，下部结构； $j$  为桥梁跨序； $BCI_{ij}$  为桥梁  $I$  分部结构  $j$  桥跨的缺损状况指数； $SDP_{ki}$  为桥梁构件  $k$  缺损等级为  $l$  的扣分值； $W_{ki}$  为多个构件出现缺损现象时  $SDP_{ki}$  的修正权系数； $m$  为  $i$  分部的构件数。

桥梁总体缺损状况的  $BCI$  计算式为

$$BCI = 100 - \sum_{i=1}^3 DP_i \times W_i$$
$$DP_i = a_i \times \max (100 - BCI_j)^{b_i}$$

式中， $BCI$  为桥梁总体缺损状况指数； $DP_i$  为桥梁  $i$  分部对应于桥梁总体的缺损扣分值； $W_i$  为多个分部结构缺损时  $DP_i$  的修正权数； $a_i, b_i$  为回归系数。

(5) 路面评价管理系统完成对公路路面运行状况和交通量的监测，及时反映路面当前使用性能水平，对路面性能和状况进行评价，提出适当地维修养护对策。

(6) 文档管理子系统主要是对南京二桥的所有竣工文档进行有效管理，其主要功能包括文档维护、文档检索、文档浏览。

(7) 计划管理模块（图 5）对各系统的病害状况进行分析、决策，完成整个管理单位道路、桥梁等的年度、月度养护计划制定工作，模型流程见图 6，并跟踪计划的实施。在制定计划时引入先进的工程管理理论，对任务和资源进行计划、组织和管理，同时利用代码转换技术，明确了特大桥主桥、引桥、路面等的检查、养护、维修工作。

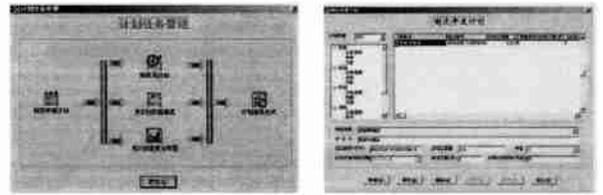


图 5 计划管理

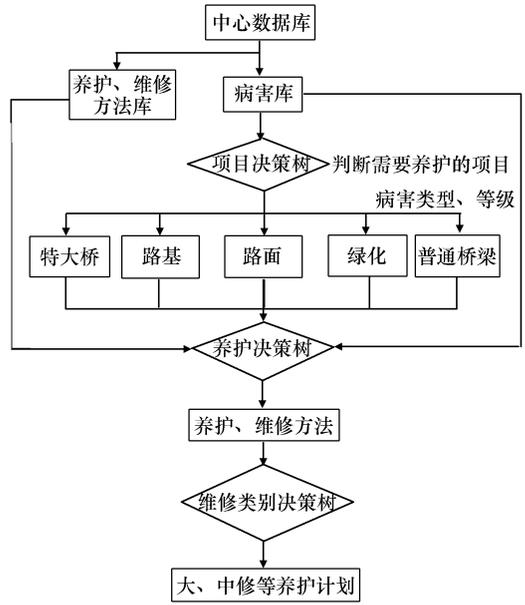


图 6 计划制定模型

### 1.7 系统安全设计

安全设计主要是考虑如何有效地管理用户对系统资源的使用，特别是控制对数据的存取。系统设计了系统员、录入员和使用人员 3 级用户管理，采用用户名、用户口令进行用户分级管理，以保证系统安全。

## 2 意义

系统以南京二桥建设为背景，对现有特大型桥梁的综合管理做了深入的研究。它的应用，优化了南京长江第二大桥的养护管理工作，提高了养护管理质量，有很大的社会、经济效益；该项目的预期研究成果对特大型桥梁综合养护管理具有广泛的适用性；对高等级公路、国家干线公路和地方道路也具有普遍性；对道路规划、工程建设及养护管理等部门和领域同样具有重大地推广和应用价值。