

孙立军 等著

道路与机场设施 管理学

Transportation Infrastructure
Management System:
Theory and Practice



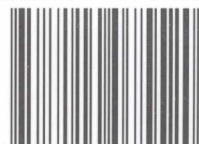
人民交通出版社
China Communications Press

责任编辑：沈鸿雁
丁润铎

文字编辑：刘倩
王文华
丁润铎

封面设计：飞亚景观设计
TEL: 010-84605023

ISBN 978-7-114-07552-0



9 787114 075520 >

定价：85.00元

Transportation Infrastructure Management System: Theory and Practice

道路与机场设施管理学

孙立军 等著

人民交通出版社

内 容 提 要

道路与机场设施的管理是一个年轻的研究领域。本书汇集了作者 20 多年来的研究成果,阐述了道路与机场设施性能的描述方法、评价指标、预测方法和模型、决策分析方法和模型以及系统集成方法的研究背景、建立过程和研究结果,并给出了应用实例。

本书可供从事陆路工程(公路、城市道路、铁路、机场、广场等)的技术和管理人员使用,也可供高等院校的教师和研究生等参考。

图书在版编目(CIP)数据

道路与机场设施管理学 / 孙立军等著. —北京: 人民交通出版社, 2009. 2

ISBN 978-7-114- 07552- 0

I. 道… II. 孙… III. ①道路—设备管理②机场设备: 设备管理 IV. U41 V351

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 005526 号

书 名: 道路与机场设施管理学

著 作 者: 孙立军 等

责任编辑: 沈鸿雁 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) 59757969, 59757973

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: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 39

字 数: 1000 千

版 次: 2009 年 2 月 第 1 版

印 次: 2009 年 2 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114- 07552- 0

定 价: 85.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

1986年春,本人研究生毕业后留在同济大学任教,有幸继续跟随我国著名道路工程专家姚祖康教授研习,方向从研究生阶段的联锁块路面转向了路面管理系统。虽说道路的养护管理对公路部门而言不是一项新工作,但将其作为一门完整学问开展研究,尤其是采用信息技术建立科学的道路管理系统,不管是对公路部门还是研究者,在当时都是一桩新事物,国内尚未起步,国际上也只有十几年的历史。当时的道路等级低,路面管理主要凭经验进行,计算机在许多领域的应用都是刚刚开始,与国外相比差距很大。在这样的背景下,要研究和建立一个涉及道路工程、计算机应用和管理科学的路面管理系统相当困难。

为了掌握我国道路性能的特点,1986~1989年间,我们在北京、广东等地开展了大量的路况调查,实地调研了5000多公里的沥青路面,归纳了路面的损坏类型,分析了路面损坏的原因,提出了路面损坏的定义,制订了路面性能数据采集方法,积累了大量的技术资料 and 感性认识,这对我们日后的研究产生了深远影响。至1989年夏,我们提出了路面管理的初步模型和框架,完成了起步阶段的工作,与北京的合作者共同建立了第一个路面管理系统,供路面管理试用;1989年底,在姚教授的指导下,本人完成了关于道路管理的博士论文;1991年,我们参加的国家“七五”科技攻关项目也顺利完成。

在导师的鼓励下,本人从1991年开始独立开展科研和教学工作,并遵照导师的建议继续开展路面管理系统的研究。至1993年,完成了北京系统的改进、完善和升级,并于1996~1997年引进了地理信息系统概念,对北京系统进行了软件的升级。该系统成功地使用至今。与此同时,本人也开展了城市道路、桥梁和机场设施管理技术的研究,2000年在上海建成了完整的市政基础设施管理系统,并进行了全面的推广应用,起到了有效的示范作用。在建立这些系统的同时,根据所积累的资料和经验,通过自主研究和国际交流,我们对道路设施管理的方法、模型、标准和系统进行了大量的研究、验证、新建、改进和提高,逐步形成了适合我国道路设施管理的、比较完整的理论体系。

我国道路设施管理的技术基础较差,加上长期以来“重建轻养”思维以及系统使用对传统管理理念、流程、方式的冲击,使得推动、开展该领域研究和应用的工作事倍功半,步履维艰。漫长的研究过程多次难以为继,之所以能够延续至今,主要得益于上海市市政工程管理处、北京市路政局、广州市中心区项目办公室、广东省公路局、浦东机场、香港路劲基建有限公司以及霍英东教育基金会等部门的大力支持,得益于众多前辈专家的热情鼓励以及我们对未来发展的坚定信念。在这里,向他们以及其他所有给予我们大力支持和帮助的单位和个人表示衷心感谢!

多年的探索使本人在学术上积累了一定的心得,这些心得在实践中的有效应用使我们深受鼓舞,促使我们不断改进研究成果、拓展研究领域。我国的道路设施在设计和管理的理念以及技术体系上、在管理体制上都与国外很不相同。根据我国的技术和实践,形成适合我国的方法、模型、标准和系统,对于推动我国道路设施管理的现代化应该具有重要意义。所以,我们将多年的研究心得汇总整理,形成体系,取名《道路与机场设施管理学》,并结集出版,以方便同行参考,也便于我们倾听广大同行的指教和建议。

本研究的时间跨度较长,参与的研究人员众多,合作单位的同行在研究中也做出了突出的贡献,从他们身上,我们获益良多,所以本书是集体智慧的结晶。部分直接参与者的研究贡献和撰写的书稿章节见附表,其余部分以及全书的修改、定稿则由本人完成。

孙立军

2008年8月

部分直接参与者及其完成的研究、撰写的书稿

姓 名	完成的研究	撰写的章节
陈长(99级硕士、02级博士)	负责综合评价方法、BCI预测模型、资产管理、数据采集方法、信息系统,高架道路和立交管理系统研发;参与桥梁评价方法研究、预防性养护研究	第2章, §4.6, §6.5, §8.4, §8.7, §10.5, 第9章
周晓青(03级博士)	平整度指标及其相互关系	§3.1~§3.6, §3.8~§3.10
王国英(04级硕士)	综合评价方法,高架道路评价方法与管理系统	§3.7, §5.5
王春晖(05级硕士)	探地雷达应用	§4.2.2
胡圣(95级硕士、01级博士)	多块板水泥路面结构反演分析方法,WEB-GIS应用,BMS软件	§4.3.4, §10.6.3~§10.6.6
张小宁(97级硕士)	沥青路面结构反演方法,BMS软件	§4.3.5, 第7章
周文献(02级博士)	水泥路面预测方法研究,参加水泥路面评价、维修方法研究	§6.4, §8.3
刘黎平(97级硕士、2000级博士)	加铺层使用性能预测,全寿命分析	§6.1~§6.3.8, §8.8.1~§8.8.3
杨强(06级硕士)	预防性养护	§8.8.4
彭华(02级硕士、07级博士)	优化技术	§8.10
马京涛(98级硕士)	系统的集成方法,元数据、原系统,PMS软件	§8.9, §10.3.2, §10.6.1, §10.6.2
刘可(89级硕士)	PMS软件	
刘喜平,许志军,陈子健,罗芳艳(90、93、94、96级硕士)	沥青路面预测方法	
申红平(91级硕士、94级博士)	路面管理软件,路面损坏图像识别	
周富杰(93级硕士、95级博士)	路面管理软件,水泥路面评价	
鄢宏庆(93级硕士)	项目管理	
李奎岭(94级硕士、97级博士)	水泥路面评价,平整度指标	
杨阳	桥梁损坏状况评价,数据采集表	
杜豫川(98级硕士、01级博士)	CIMS系统软件	
黄进堂(99级硕士)	高速公路项目管理系统	
涂辉招(00级硕士)	桥梁损坏状况评价,BMS软件	
沈祺(00级硕士)	WEB-GIS应用	
刘瀚飏(00级硕士)	水泥路面养护维修策略	参与§8.5.3撰写
邵敦华(01级硕士、03级博士)	动态分段技术	§10.3.3
阚胜男(01级硕士、03级博士)	水泥路面板边弯沉计算和脱空判别方法研究,机场道面管理系统	
暨育雄(01级硕士、03级博士)	机场道面管理系统	
徐天东(02级硕士、07级博士)	道路管理系统软件	§11.7
曾胜男(03级硕士)	资产管理系统	
周丹(05级硕士)	资产管理优化	

目 录

第1章 导论	1
1.1 基础设施的属性	1
1.2 设施管理的定义	1
1.3 设施管理的过程与等级	10
1.4 设施管理的核心要素	17
1.5 管理系统的建立流程	19
1.6 历史沿革与技术现状	21
1.7 本书的结构	31
参考文献	32
第2章 损坏状况的检测与评价方法	34
2.1 概述	34
2.2 路面损坏特征的定量描述	34
2.3 路面损坏状况检测方法	60
2.4 路面损坏状况评价方法	71
2.5 桥梁损坏状况检测与评价概述	83
2.6 桥梁损坏特征的定量描述	84
2.7 桥梁损坏状况检测方法	103
2.8 桥梁损坏状况评价方法	106
参考文献	118
第3章 平整度指标与行驶质量评价方法	120
3.1 概述	120
3.2 路面平整度的定义与检测方法	121
3.3 路面平整度与行驶质量指标	124
3.4 国际平整度指数与路面功率谱密度之间的关系	130
3.5 路面波长对平整度指数的影响	134
3.6 实际路面的等效波长	137
3.7 路面行驶质量的评价方法	139
3.8 飞机一道面振动模型理论分析	147
3.9 机场道面平整度与行驶质量的常规评价指标	169
3.10 机场道面平整度仿真分析及评价标准	173
参考文献	192
第4章 结构状况检测与评价方法	196
4.1 概述	196
4.2 路面结构检测	196

4.3	路面结构的反演分析和评价	209
4.4	路面结构强度评价	253
4.5	水泥路面脱空判别方法	261
4.6	桥梁结构检测与评价	266
	参考文献	267
第5章	道路性能综合评价方法	269
5.1	抗滑性能检测与评价	269
5.2	道路几何状况和交通状况的检测	275
5.3	路面性能综合评价	281
5.4	路面评价的不确定性方法	283
5.5	道路综合评价	293
	参考文献	303
第6章	使用性能的预测模型	305
6.1	概述	305
6.2	确定型预测方程的形式	307
6.3	沥青路面使用性能预测模型	319
6.4	水泥路面使用性能预测模型	360
6.5	桥梁使用性能预测模型	367
6.6	设施管理系统中预测模型建立方法的讨论	373
	参考文献	380
第7章	经济分析模型	383
7.1	概述	383
7.2	费用的组成	383
7.3	车辆运行费用模型	385
7.4	工程经济分析基本原理	407
	参考文献	410
第8章	设施管理决策技术	411
8.1	概述	411
8.2	沥青路面养护维修技术	412
8.3	水泥路面养护维修技术	417
8.4	桥梁养护维修技术	420
8.5	路面对策选择	440
8.6	专家系统	453
8.7	桥梁养护对策选择	460
8.8	全寿命费用分析法	463
8.9	项目优先排序	482
8.10	优化技术	492
	参考文献	515
第9章	资产管理系统	518
9.1	概述	518

9.2 资产管理的一般概念	523
9.3 资产价值评估方法	525
9.4 多设施协同管理	537
9.5 多设施综合优化	544
9.6 资产管理技术框架	546
参考文献.....	548
第 10 章 系统的集成与建立	550
10.1 概述.....	550
10.2 系统需求分析.....	550
10.3 数据与数据库.....	553
10.4 系统建立的步骤.....	568
10.5 新一代系统的技术结构.....	570
10.6 GIS-T 及其应用	574
10.7 系统的实施及其策略.....	589
参考文献.....	590
第 11 章 网级设施管理系统实践	592
11.1 北京公路路面管理系统简介.....	592
11.2 上海城市桥梁管理系统简介.....	599
11.3 上海城市道路路面管理系统简介.....	602
11.4 上海城市基础设施管理系统简介.....	604
11.5 广州路面、桥梁、排水设施管理系统简介.....	607
11.6 浦东机场场道管理系统简介.....	609
11.7 企业级(路劲)路面管理系统简介	611
参考文献.....	613

第1章 导论

道路、桥梁、机场等交通设施,从其投入使用的第一天起,就进入了养护管理的阶段。随着交通荷载的日益重型化,设施的损坏也愈加迅速,为了确保和延长设施的使用寿命,养护管理工作也变得越发重要。科学地评价既有设施的技术状态并预估未来的变化,合理地制定养护策略,确定预算、制订计划并合理地配置资源,决定哪些项目、什么时间、采用什么措施进行养护维修,是设施管理人员时刻需要回答的重大问题。显然,这些问题已经超出了传统的工程设计范畴,也不同于传统的养护管理工作。本书将这种描述荷载、环境作用下陆路工程(道路机场等设施)的技术状态变化、经济分析和资源配置以及协调实施的过程称作道路和机场设施管理,或称作道路与机场设施管理系统,相应的技术内容和技术体系则称为道路与机场设施管理学。

1.1 基础设施的属性

基础设施是一种社会公共产品,与一般工业产品相比,其具有一些特殊的属性,如带状性、网状性和整体性,产品的单件性,产品的固定性等。作为一种固定的设施,它具有公用物品特性(社会公益性),在消费和使用上具有非独占性和非排他性(不像私用物品那样可以个人所有和排他性消费),在投资上主要依靠税收和规费,在消费上存在利益的溢出性(即公路的使用次数与交费比例不完全相当)。它是一种为全社会服务的公益设施,是不能直接用来交换的建筑产品。交通基础设施的这一特点使得它很难通过市场来供给,无法通过市场来形成价格,并由此形成了与一般工业产品不同的定价方式。同时,基础设施的使用具有显著的外部经济特性,甚至设施建设的主要目的通常不是去追求其内部效益,而是因为其外部经济特性。

交通基础设施的外部经济特性表现为能够促进当地工农业生产的发展和国民经济的增长,减少其他相关道路的交通拥挤和交通事故等,当然也带来了诸如环境污染、交通噪声等负面影响。这种经济特点使得设施在使用过程中出现社会边际效益大于个人边际效益、社会边际成本大于个人边际成本的现象。资金密集性是基础设施的另一个属性,据统计,美国仅道路桥梁设施的价值就超过1万亿美元;20世纪80年代,日本仅公路设施投资就占其国民生产总值的2.4%,澳大利亚占2.2%。我国目前每公里高速公路的平均造价已超过1000万元,南方沿海省份少数路段每公里造价接近1亿元,所以是一种典型的资金密集型产业,是一种使用价值远远大于其价值的产品。对于这样一种投资巨大的设施,进行科学的管理是十分必要的。

1.2 设施管理的定义

1.2.1 管理

管理是一个常用但难以确切定义的术语。一般认为,管理是指一种有目的的、有目标的、主动的协调和控制行为。随着管理的发展,“管理”的定义也存在着多样性,例如:管理是一门怎样建立目标、然后用最好的方法通过他人的努力来达到的艺术(泰勒);管理就是计划、组

织、指挥、协调和控制(法约尔);管理就是决策(西蒙);管理就是协调活动(马克斯·韦伯);管理就是通过他人的努力来达到目标(美国管理协会)。归纳起来,管理就是通过计划、组织、领导和控制,协调以人为中心的组织资源与职能活动,以有效实现目标的社会活动。管理的目的,就是有效实现目标,所有的管理行为,都是为实现目标服务的;实现目标的手段,包括计划、组织、领导和控制;管理的本质是协调;管理的对象是以人为中心的组织资源与职能活动(http://www.bhu.edu.cn/news/jingpin/kecheng/guanli/netteach/m01/s01_1.htm)。

这些定义全面描述了管理的内涵,清晰地描述了管理者的任务,注重了管理者的能动性。尽管如此,本书经过对实践过程中管理特征的总结,还是想提出一个比较简单的定义,即:“管理=管+理”,“管”指行政职能,“理”指事物的客观规律,管理就是按照事物的客观规律去行使行政职能,(以有效实现资源的最优配置)实现系统的最优。

按照这个定义,管理就是行政职能与科学规律的结合,不可偏废。管理既包含了协调,更包括协调的依据,而后者决定了协调的效果。显然,协调的依据就是“理”,即事物的客观规律,这是客观存在的,是不因人的意志而转移的。只有在了解客观规律、尊重客观规律的前提下,通过行政的手段去组织、协调或调配资源,才能提高效率,平稳和谐、顺利地实现目标。如果过于注重、甚至迷信行政职能而忽视了客观规律,就容易“瞎指挥”,因蛮干、冒进、南辕北辙而受到客观规律的惩罚;如果过分纠缠、甚至沉溺于技术细节,优柔寡断,则议而不决,容易贻误良机,也难以达到最佳的效果。过于技术化的管理和过于官僚化的管理都不是一种高的境界,只有善于将两者完美地结合起来,恰到好处地加以调度的人,才是一个好的管理者,才能达到理想的管理境界。所以,管理与其说是一种技术,不如说是一种艺术,实际上,它可看作是技术与艺术的结合。

随着相关科技水平的发展,管理技术以及获取客观规律的技术手段也在不断进步。根据管理决策中所采用的技术手段不同,可以将管理技术划分为三类,即经验性管理、科学化管理和信息化管理。

(1)经验性管理

经验性管理是一种比较原始的、使用比较多的管理方式,也是一种不会被淘汰的管理方式。对于比较简单的管理对象,人们一般根据既往的经验而无须进行专门的专业分析即可进行决策,这种方式的决策效率一般比较高。随着科技的进步,越来越多的对象可以采用科学分析的方法去揭示其发展规律和管理需求,并以此为基础进行科学决策。但也不容讳言,随着管理对象的日趋复杂,总有相当多的对象,尤其是不断涌现的复杂的新事物,因为种种原因而无法进行深入细致的、明确的分析,不得不根据管理者或专家的经验判断进行决策。所以,经验性的决策方法既是一种比较原始的决策方法,也是一种进行复杂事务管理时不得不采用的方法,常常也是一种有效的方法。

根据经验来源的不同,经验性的管理方法又可以分成两类,一是根据管理者个人的经验进行决策,称之为个体经验管理法;另一种是集思广益,召开专家会、咨询会,进行广泛的问卷调查,根据群体的经验进行管理决策,称为群体经验管理法。在大型复杂事物的管理决策过程中,群体经验管理法是一种比较有效的方法,在实践中的使用也越来越多。当然,管理者或提供经验的群体的技术素养是决定最终决策质量的关键。

(2)科学化管理

科学化管理的主要特征是“用数据说话”,是随着工业化大生产而发展起来的一种管理技术。采用生产过程中主动积累起来的大量数据,及时进行科学地、深入地分析,并将分析结果

作为管理决策的主要依据,以减少决策的失误,保证或改善产品的质量,缩短调整的时间,并提高效率。

这种管理决策方法能否成功的关键是所积累起来的数据的质量和深度。实际上,大量乃至海量数据、尤其是来自生产过程而不是实验室的数据的分析是一件技术要求很高的工作,也是管理工作最核心的技术所在。数据分析对分析人员的素质具有全面的要求,不仅包括一般的专业水准、数学基础、力学知识、计算机技能和专业悟性、对未来趋势的整体把握,而且包括实事求是的精神和不先入为主的态度。专业分析的质量决定了决策的质量,所以分析人员十分关键。

(3) 信息化管理

信息化管理强调的是效率。在现代管理的基础上,随着所积累的数据越来越多,分析的深度和广度越来越大,所需要的时间越来越长,传统的分析方法难以满足要求,必须提高分析和决策的效率,现代信息技术的大量使用就成为一种必然。信息化管理的主要特征是:充分的信息,深入的分析,高强的效率,直观的表达。与科学化管理相同的是,信息化管理成败的关键依然取决于分析的正确性和准确性;与科学化管理不同的是,在信息化管理阶段,分析手段使用得更深入、更广泛。

现代管理往往是同时使用上述多种方法,以达相互取长补短之效。对于复杂的管理对象,人们往往是在收集大量数据、进行充分分析的基础上,结合管理者的洞察力和政策需求,根据经验进行最终的决策。

在现代管理的过程中,收集大量数据、进行深入快速的分析无疑是必要的,但也应注意到,对于一些大型、综合、复杂的问题,科学的理论和方法可能是滞后的,没有现成的成果可供使用,从而使纯粹的定量分析具有较大的局限性。在这种场合,管理者除了群策群力、依靠高级专业人员的经验之外,充分发挥“管理”过程中“管”的职能是非常重要的,有时甚至是必不可少的。“管”的作用是尽可能回避“理”方面的不足,而不是去彰显这种不足。许多管理者没有意识到这一点,过分相信投资或技术的能力,采取的许多决策(如随意缩短工期等)不仅未能回避或弥补技术上的不足,而恰恰使这种不足暴露得更加明显,这是十分不明智的。人们对于管理者的指责,比如不尊重科学规律、瞎指挥等,许多就是指的这种情况。

管理不是一蹴而就的,而是一个永续的过程,制定目标,寻求(授权)执行,监督检查,反馈调整并制定新的目标就是管理过程的主要内容。

目标的制定是一个政策性很强的综合性工作,涉及经济基础、技术、可用的资源以及上级的要求等多方面的因素。目标确定之后,将会形成相应的技术标准。寻求执行则是决定如何实现这个目标,可以通过授权或寻求授权,也可以通过委托,涉及体制、技术、资金来源等多方面的因素。监督检查则是对实施过程进行监督和检查,对实施的效果进行评估,看其是否运行在设想的轨道上,能否达到预期的目标。根据监督检查中所获得的信息,对管理的目标进行确认或调整,抑或据以制定新的目标,作为下一循环的工作基础,从而形成一个闭式的过程。

管理工作难免和人打交道,协调以人为中心的组织资源,涉及多方利益,这就不是本书所讨论的内容了。

1.2.2 系统、系统分析与系统工程

(1) 系统

随着人类科学技术活动规模的迅速扩大和复杂程度的不断提高,科学技术内部以及和社

会科学之间的整体性联系日益突出,人们迫切需要一种全新的、能够从整体角度去观察、思索、分析和解决问题的方法,这便是系统或系统分析。早在1911年,泰勒提出科学管理概念的同时,就萌发了系统的概念。美国贝尔电话公司很早就开始使用“系统思考”(system thinking)或“系统方法”(system approach)这类术语。1940年,贝尔实验室正式使用“系统工程”这个名词。1945年,美国空军成立了兰德(RAND)公司,创造了许多数学方法来分析复杂大系统,并借助于计算机取得了许多显著的成果,也为现代系统工程学奠定了基础。此后,系统工程方法开始在电力、通信、交通等部门被广泛地采用。1957年,美国密执安大学的H. H. Goode和R. E. Machol教授出版了《系统工程学》,标志着系统工程学的诞生。1958年,美国在北极星导弹的研究中,首先采用了计划评审技术(PERT),有效地进行了导弹研究系统的计划管理,从而把系统工程学推进到了管理领域。20世纪60年代初,美国电气工程师学会在科学与电子部门设立了系统科学委员会。20世纪70年代以来,系统工程进入到解决各种复杂的技术、社会、经济系统的最优控制、最优管理阶段,应用范围包括国家系统、社会系统、生产系统、工业系统、运输系统、流通服务系统等。美国Appollo计划(贝塔朗菲,1987年;钱学森等,1982年)的成功,更推动了系统和系统分析的应用,其热潮甚至至今不减。

迄今为止,人们都能在比较正确的意义上使用“系统”这个术语,但要给出一个确切的定义似乎并不容易。本书给出的“系统”的定义为:由复杂要素有机组合而成的、具有特定目标的整体,其内部要素和谐,外部功能明确。系统分析则是对系统的组成要素、目标、内外部关系以及系统功能进行分析的过程。

系统的主要特征是其目的性、整体性、要素间的相互依存性、动态性以及格式塔现象(克朗R. M.,1985年)。目的性是指对于一个有效的系统而言,其目的性是十分明确的,且一般而言目的(或追求的目标)是有限的;目的性是确定整体性外延的基础。整体性是就其目的而言,系统所涉及的要素属于一个完整的整体,并组成了这个整体,外延清晰。依存性表明了要素之间的关系应是和谐的、有序的、有机的,而不是孤立事件的无序堆积,具有纵向的依存性、继承性和横向的内在联系。动态性则表明了系统的活力和开放性,能够随时更新自己,与时俱进,保持其适用性。格式塔现象则是指系统的功能大于各组成部分(子系统)自身功能的简单累加,即“整体大于部分之和”,这是判别是否形成了一个有机系统的重要标志之一。例如,仓库中的水泥、石料、木材、钢材和水等只是建筑材料,如果按照特定的目标进行组合,建成道路、修成机场、架起桥梁、盖成房子,则其有了明确的新功能,可以说形成了有效的系统。

(2) 系统分析

系统分析也存在着多种略有不同的定义。日本《运筹学词典》上的定义为:系统分析是对相关目的以及为达到该目的将采取的战略方针进行系统的探讨和再探讨的工作,在可能的情况下,对替代方案的费用、效益以及风险进行对比,以期决策者有可能对未来发展选择有益的对策。台湾版《企业管理百科全书》认为,系统分析是为了发挥系统的功能以及达到系统的目标,就费用与效益两种观点,运用逻辑的方法对系统加以周详的分析、比较、考察和试验,而制订一套经济有效的处理步骤或程序,或对原有的系统提出改进方案的过程。E. S. 奎德则认为,系统分析同这样一类问题有关,即不是在决定如何做上存在问题,就是在决定应当做什么上存在问题;系统分析就是通过一定的步骤,帮助制订决策方案的一种系统方法。

从上述关于系统分析的种种定义可以看出,系统分析可被视为一种由定性的、定量的或两者相结合的方法去分析系统内部或外部相互联系的过程,它既是一种解释性的方法论,又是一种确定性的方法论;既是一种思想,也是一种手段。所以,采用系统分析的方法有助于克服那

种孤立地分析事物的局限性(克朗 R. M., 1985 年)。对于系统分析而言,一点一滴地积累数据并采用各种理论工具进行分析是十分重要的,这也是系统分析所十分强调的;但仅此是不够的,还必须采用系统的概念和合适的手段,用极大的努力去弄清系统内部以及作为一个完整系统的整体行为特点,还原事物的本质性描述。

系统分析中,人们十分注重各种理论工具,包括科学的、工程学的、经济学的和社会学的理论工具的使用,更注重信息技术的应用,这无疑是十分正确和必要的。但我们强烈地认为,系统分析并不排除专业经验的使用,成熟的专业经验可以弥补理论分析的不足,起到简化问题、相得益彰的作用。善于使用成熟的经验,可以大大提高系统分析的效率,这在系统分析中往往是被忽略、甚至被排斥的系统方法。

系统分析所关注的重点,一般并不是(至少不全是)解决问题的具体技术细节,而是有关如何集成既有应用知识以有效达到目标,是那些能够在复杂系统中作出明智权衡和最佳选择的知识和过程。所以,简单地说,系统分析的目的就是去揭示事物各组成部分之间的内在联系。

系统分析的另一个重要特征是“人”在系统以及系统分析中的作用。自然系统在其演变发展过程中自然形成了其内在的和谐和一致,只要进行唯物的分析,就能得出唯一的、符合其原本规律的系统。但目前的许多应用系统是人工系统,在系统的设计、构建和使用过程中,人的因素都起到了重要的作用。比如人的能动性、价值观在系统的构建过程中起了重要的作用,反映了构建者的工程哲学,决定了系统的范围、目标、组成和功能;而使用者的技术素养、价值观以及责任心等因素又决定了系统的使用效果。忽视了这一点,系统要有效发挥作用是十分困难的。

所以,系统分析所得到的答案既可能是技术性的,也可能是政策性的、原则性的。从这个意义上说,系统分析既可看作是一门科学,也可看作是一门艺术。视为科学,是因为系统分析的过程(包括对各组成部分和整个系统的分析)所使用的理论、模型、技巧和所得到的答案是可以检验的;看作艺术,是因为分析过程中要作出创造性的选择,需要把各种定性和定量的工具巧妙地组合使用并作出人为的判断(克朗 R. M., 1985 年)。同时,在系统分析中,如果忽视了系统内部的协调一致性,或者进行分析的部分并不是系统中最重要的一部分,又或者试图单纯依靠模型推理等,都可能导致错误的分析结果。

(3) 系统工程

系统工程则是运用系统分析的方法,按照系统目标组织实现该系统的规划、设计、实施、使用和维护的整个过程。

不过,站在不同的角度,从不同的专业背景出发,可以给出有关系统工程的不同定义。1967 年,美国学者 H. Chestnut 在其所著的《系统工程学的方法》一书中指出:“系统工程学是为了研究由多个子系统构成的整体系统所具有的多种不同目标的相互协调,以期达到系统功能的最优化,最大限度地发挥系统组成部分的能力而发展起来的一门科学”。同是 1967 年,日本在《Japanese Industrial Standards—28121》中的定义为:“系统工程学是为了更好地达到系统目标,对系统的构成要素、组织结构、信息流程和控制机构等进行分析 and 设计的一种技术”。1971 年,东京工业大学寺野寿郎教授在其所著的《系统工程学》一书中的定义为:“系统工程学是为了合理地开发、设计和运用系统而采用的思想、程序、组织和手法等的总称”。美国在 1975 年出版的《科学技术词典》中给出的定义是:“系统工程是研究彼此密切联系的许多要素所构成的复杂系统的设计的科学。在设计这种复杂系统时,应有明确的预定功能及目标,而在

组成它的各要素之间及各要素与整体之间又必须能够有机地联系、配合协调,以使系统总体达到最优目标。在设计时还要考虑到参与系统中人的因素和作用。”1978年,我国著名学者钱学森教授在《组织管理的技术——系统工程》一书中的定义是:“系统工程是组织和管理系统的规划、研究、设计、制造、试验和使用的科学方法”。

系统工程具有如下的特点:研究思路的整体化——表现在既把研究对象当作一个整体看待,又把研究过程当作一个整体看待,从整体出发,全面地考虑系统的过程,以实现整体的最优化;应用方法的综合化——表现在对各个学科和各个技术领域的成就和方法互相融合、互相渗透和综合运用;组织管理的科学化——这是实现研究思路整体化和应用方法综合化的保证;管理工具的现代化——使用最现代的应用数学技术、工程技术、信息技术和计算机技术,使得大型复杂系统的优化成为可能,同时也反过来推动了系统工程的发展。

1.2.3 设施管理的内容与设施管理系统

设施管理是一项涉及面很广的工作,有时甚至显得琐碎。但这些平凡的工作对保证乃至延长道路和机场设施的使用寿命而言是十分重要的,甚至是不可或缺的。传统上认为,设施的管理工作包括规划、设计、施工、养护、技术监测、评价和研究等内容(姚祖康,1993年),此外,还应该包括养护管理目标与策略的制定。姚祖康教授在1993年的著作《路面管理系统》中给出了路面管理具体内容的图示;本书在增加了管理目标与策略的制定内容后,该图被用于设施管理,如图1.2-1所示。

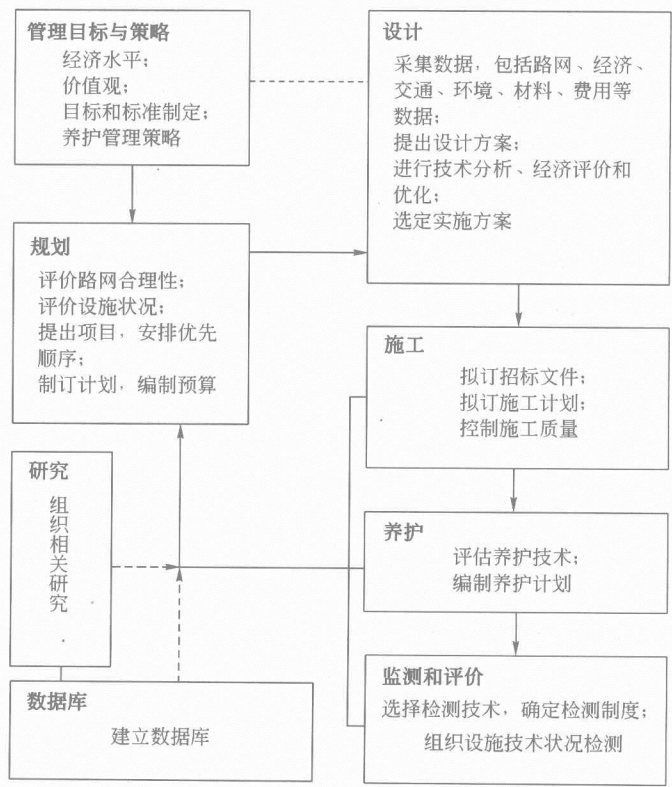


图 1.2-1 设施管理的内容和流程

(1) 管理目标与策略

制定合理的目标和适当的策略是管理者的主要任务之一,也是一项政策性强、涉及面广的综合性工作,是其他各项工作的基础。管理目标取决于管理者的价值观、公众的价值观、当地的经济基础和管理者所掌握的资源,而策略则是实现这个目标的总体技术路线。

实际上,管理者和公众的价值观与当地的经济基础,尤其是与长期的经济状况具有密切的关系。不同的价值观将导致不同的管理目标,而不同的管理目标追求又决定了不同的实践、设施服务水平和资源需求。所以,目标的制定是一个值得反复权衡、深入分析和适当取舍的过程,也需要比较长期的酝酿和比较,并且应该根据形势的变化而不断调整,做到与时俱进。这需要相当透彻的技术分析、经济论证和决策艺术。

养护策略的制定则需要在管理目标的基础上综合考虑技术和经济两方面的因素。技术方面是指对不同措施的技术效果的权衡,经济因素则与资金来源、资源的多少有关,与资金的利率、贴现政策等有关,即需要考虑资金的时间价值。

养护措施包括预防性养护和维修性养护两类。所谓养护策略就是如何协调这两类养护措施之间的组合关系,以达到最优的技术—经济效果。仅就维修性养护而言,也有两种典型的做法,一是每次采用较少的投资但采用较频繁的维修;二是每次采用较大的维修投资而采用较少的维修频度。由于养护维修是一个永不停止的过程,所以合理的策略不管从技术上还是从经济上都是十分必要的。

(2) 规划

这里所说的规划是指对那些目前及在今后若干年中不能适应交通需求或不能提供特定服务水平的设施制订改建、扩建或维修、维护计划,包括对路网的合理性、路网密度和质量的综合改造,根据技术需求、政策和资金落实情况,制订最优化的分阶段改造方案。这里所说的对路网合理性和路网密度的改造,通常是指改线、提高等级或道路拓宽等内容,一般不包括整个交通网络的规划。

规划时所涉及的分析期限通常比较长,一般包括几个大中修周期。除了下年度所要实施的项目外,其余年份的规划项目都不是一成不变的,可以根据需求的变化逐年作出调整,尚有一个再评估、再规划的过程。之所以进行再评估、再规划,一方面可能因为需求发生了变化,另一方面也可能是因为投资政策、养护维修策略和养护维修技术发生了变化,还可能是管理者的价值观发生了变化。

根据规划结果,提出中长期的项目规划和预算规划,有时还需要据以提出年度的项目计划和资金计划。

(3) 设计

这里主要指设计管理。按照所确定的项目,组织进行详细的技术、经济和环境数据采集,委托进行技术方案设计,通过经济比较,确定实施方案。

(4) 施工

与设计一样,这里的施工是指施工组织工作,可以采用指定、择优委托或公开招标等多种方式进行工程项目的施工。对于一些特殊的工程,可能需要满足一些特殊的技术指标或要求,这都需要管理者根据规划和设计的方案提出。

(5) 养护

养护工作是一种例行的、长期的工作,每年都要进行。管理者一方面需要制订养护计划,另一方面需要对一些不断出现的新材料、新技术进行评估,以确定其效果和可用性。