

GONGLU GONGCHENG SHIGONG JISHU  
SHIYONG SHOUC

# 公路工程施工技术 实用手册

李继业 刘福胜 李树枫 周翠玲 / 编



中国建材工业出版社

# 公路工程施工技术 实用手册

李继业 刘福胜 编  
李树枫 周翠玲

中国建材工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

公路工程施工技术实用手册/李继业等编. —北京:  
中国建材工业出版社, 2006.6  
ISBN 7-80227-085-5

I. 公... II. 李... III. 道路工程—工程施工—技  
术手册 IV. U415.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 042786 号

## 内 容 简 介

本书是根据现行的国家和行业施工技术规范而编写的公路工程施工技术实用手册, 书中共分三大部分: 第一部分, 主要介绍了公路工程中常用的建筑材料和主要建筑材料的试验方法; 第二部分, 详细介绍了道路工程各种路基、路面基层的施工方法和沥青路面、水泥混凝土路面的施工工艺; 第三部分, 简单介绍了公路工程施工中路基、路面基层、路面、隧道和桥梁工程中的质量问题与预防措施等。

本手册可作为公路与城市道路工程设计、施工、管理和维修工程技术人员实用手册, 也可作为高等院校交通工程、道路与桥梁工程专业师生教学参考用书, 还可以作为道路工程施工人员的自学教材。

公路工程施工技术实用手册  
李继业 刘福胜 李树枫 周翠玲 编

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 67.25

字 数: 1665 千字

版 次: 2006 年 6 月第一版

印 次: 2006 年 6 月第一次

定 价: 125.00 元

---

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010)88386906

## 前 言

进入 21 世纪, 这是我国国民经济发展的关键时期, 也是全面推进交通新的跨越式发展的关键时期。根据我国的基本国情, 交通部门提出了交通发展的宏伟蓝图, 2010 年前全国公路通车里程将达到 230 万公里, 高速公路总里程达到 5 万公里, 基本建成西部 8 条省际通道, 东部地区基本形成高速公路网, 国省干线公路等级全面提高, 农村公路交通条件得到明显改善。再经过 15 年的努力, 全国公路总里程将达到 300 万公里, 高速公路总里程达到 7 万公里以上, 基本形成国家高速公路网。

在 2004 年全国交通工作会议上, 张春贤部长反复强调: “质量是工程建设的永恒主题。这关系到交通行业形象, 关系到交通行业是不是负责任的大问题。” “质量是工程的生命, 更是一个行业的生命。如果几年后我国建成的几万公里高速公路没到大修年限就大面积翻修, 我们今天为之奋斗的事业就可能被否定。”

为适应我国公路建设飞速发展的需要, 为提高公路建设的工程质量, 自 2000 年~2005 年, 国家和交通部对原来的设计规范、勘测规范、材料标准、施工规范等, 进行了一系列的调整和修改, 以便正确地进行公路工程设计和勘测, 合理地选用各种建筑材料, 科学地进行工程施工, 准确地判断工程质量问题, 分析产生原因, 更好地采取预防措施和处理方法。

我们根据在公路工程中常遇到结构设计、地质勘测、材料选用、施工方法和工程质量控制等问题, 按照国家和交通部最新颁布的规范和标准要求, 在学习其他专家学者经验的基础上, 编写了这本《公路工程施工技术实用手册》, 旨在帮助读者正确选用建筑材料和施工工艺, 准确判断工程中出现的质量问题、分析其产生的原因, 以新的标准和规范要求提出预防措施和处理方法, 避免或减少施工中的质量问题, 从而提高公路工程的施工质量。本书结合工程实际, 采用最新规范和最新标准, 因此具有实用性强、技术先进等特点, 是公路工程施工单位非常实用的技术书, 也是高等院校公路与桥梁工程专业的辅助教材。

本书由李继业、刘福胜、李树枫、周翠玲担任主编, 由李有安、史红、李一凡担任副主编, 郗忠梅、魏娟、苗蕾、李君参加了编写。李继业负责全书的规划和全书统稿, 刘福胜负责“上篇 道路工程建筑材料”的规划和统稿, 李树枫负责“中篇 道路工程施工工艺”的规划和统稿, 周翠玲负责“下篇 道路工程质量问题”的规划和统稿。

本书的具体分工为: 李继业撰写第一章、第十二章、第十九章; 刘福胜撰写第四章、第七章; 李树枫撰写第十五章、第十六章; 周翠玲撰写第二十章、第二十二章、第二十四章; 李一凡撰写第六章、第十一章; 郗忠梅撰写第三章、第十章; 李君撰写第八章; 张本昌撰写第九章; 李有安撰写第十四章、第十七章; 魏娟撰写第五章、第十八章; 史红撰写第二十一章、第二十三章; 苗蕾撰写第二章、第十三章。

在编写过程中, 我们参考了很多专家的成果, 在此我们表示衷心地感谢。由于编者水平有限, 错误之处在所难免, 敬请广大读者批评指正。

编 者

2006 年元月于泰山

## 引 言

中国是一个伟大而文明的古国，在五千多年的历史长河中，我国勤劳勇敢的各族人民，在道路、桥梁的结构设计、修建及交通管理等方面，都取得了令人瞩目的伟大成就，为我国和世界道路与桥梁建设谱写了光辉的一页。从古至今，无数工程实例充分证明，道路和桥梁对于繁荣国家经济，促进民族文化交流，维护民族团结和国家统一，都作出了巨大的贡献。中国古代道路和桥梁建筑，在世界上曾处于领先地位，在世界道路交通和桥梁史上留下了光辉的篇章。

根据《史记》记载，早在四千多年以前，中国已出现可行驶牛马车的道路。商代（约公元前16世纪～公元前1066年）开始有驿道传送。西周时期（公元前1066年～公元前771年）开创了以都市为中心的道路体系，同时还建立了比较完善的道路管理制度。秦代（公元前221年～公元前206年）修驰道、直道，强调“车同轨、书同文”，建立了规模宏大的交通网。西汉时期（公元前206年～公元前23年）全国共设驿亭达3万处，道路交通呈现出更加繁荣的景象。特别是公元前2世纪，我国通往中亚细亚和欧洲大陆的“丝绸之路”的开通，为世界东西方经济文化交流作出了巨大贡献。唐代（公元618年～公元907年）是中国古代经济文化和交通道路的鼎盛时期，在这个时期建立了以长安城（西安）为中心的驿道网，长达两万多公里。到了宋、元、明、清各代（公元960年～公元1911年）道路交通又有了较大发展，特别是在清末，将道路网系统分为三等，即“官马大路”、“大路”和“小路”。“官马大路”又可分为东北路、东路、西路和中路四大干线，总里程长达2000km。

尽管中国曾经创造了领先于世的古代道路交通文化，但由于长期的封建制度和近百年帝国主义列强的侵略和掠夺，严重束缚了生产力的发展，中国近代公路的兴建迟至二十世纪初才开始，并且在旧中国发展得比较缓慢。中国近代道路可分为以下四个发展时期：

一是清朝末期和北洋政府时期（1912年～1926年），是中国近代公路的萌芽阶段，我国第一条公路是1908年在广西南部边防兴建的龙州至那基公路，长30km。截至1927年，全国公路通车里程约为29000km。

二是国民党政府时期（1927年～1936年），是我国公路建设开始纳入国家建设规划阶段。1927年国民党政府的交通部和铁道部，草拟了全国道路规划及公路建设标准。截至1936年6月，全国通车里程达到117300km。

三是抗日战争时期（1937年～1945年），由于战争的影响和破坏，公路建设非常缓慢。截至1945年12月，全国通车里程只有130307km。八年间修建公路23007km，平均每年不足3000km。

四是解放战争时期（1946年～1949年），公路交通以军用为主，公路建设进展不大。特别是国民党军队溃退时，公路遭到严重破坏。截至新中国成立前夕，全国通车里程仅7500km。

回顾1912年～1949年，在这38年期间，全国共修建公路仅13万km，平均每年修筑的

里程仅 0.34 万 km。这些公路大多数不仅标准很低、设施简陋、路况很差，而且使用寿命很短。到 1949 年 9 月底，能够维持通车的仅有 8.07 万 km，全国有 1/3 以上的县不通公路，西藏地区根本没有一条公路。

自 1949 年新中国建立以来，我国进入了社会主义建设的伟大时期。由于工农业生产的迅速发展，人民的生活水平逐步提高，尤其是建立和发展了汽车工业和石油工业，使我国公路交通事业得到飞速发展。特别是自改革开放以来，我国实行以经济建设为中心的政策，开始了建设有中国特色社会主义的新时期，公路建设也开创了崭新的局面，进入现代公路建设的新时代。中国现代公路建设可分为以下五个发展时期：

一是国民经济恢复时期（1949 年~1952 年），这是新中国公路建设开始起步的时期。全国从上到下建立了公路管理机构，并建立了设计、施工和养护的专业队伍。国家还颁布了一系列有关公路建设的重要法规，进行了全国公路大普查工作。截至 1953 年年底，全国通车里程达 12.6 万 km，其中有路面的公路已达 5.5 万 km。

二是第一个五年计划期间（1953 年~1957 年），这是公路建设稳定发展的阶段。经过五年的艰苦奋斗，公路通车里程和有路面公路都增长 1 倍，分别达到 25.4 万 km 和 12.1 万 km，桥梁达 3.5 万座、55.1 万延米。

三是“大跃进”和国民经济整改时期（1958 年~1965 年），是公路建设突飞猛进的阶段。截至 1965 年年底，公路通车里程达 51.4 万 km，有路面里程达 30.5 万 km，桥梁达 10.4 万座、156.6 万延米，公路绿化里程达 18 万 km。

四是“十年动乱”时期（1966 年~1976 年），虽然国民经济受到严重破坏，但公路建设仍有所发展，尤其是渣油路面发展很快，十年间增长了 10 万 km。截至 1976 年年底，公路总里程达 82.3 万 km，有路面里程达 57.9 万 km，桥梁 11.7 万座、294 万延米，公路绿化里程达 25.4 万 km。

五是社会主义经济建设时期（1977 年以后），随着改革开放和市场经济的发展，我国公路交通事业在国民经济中的地位、作用和效益日益为各方面所认识、所接受，在公路建设方面主要表现在：公路建设飞速发展，公路等级大大提高，公路科学技术取得巨大进步，公路养护管理有了新的进展。

公路工程建设是交通运输事业的重要组成部分，是国民经济快速、健康发展的基础，是社会生产、流通、分配、消费各环节正常运转和协调发展的先决条件。我国在四个现代化建设中充分证明，公路工程建设对于保障国民经济持续健康快速发展、改善广大人民群众生活和促进国防现代化建设等具有极其重要的作用。

自 20 世纪 90 年代开始，我国进入了公路建设快速发展的时期，尤其是 1998 年中国实施积极的公路工程财政政策以来，中国公路建设投资数量之大、开工项目之多、建设速度之快举世瞩目。截至 2004 年年底，我国高速公路总里程已达 3.42 万 km，仅仅用了 17 年的时间，就完成了西方发达国家近 40 年的公路发展历程。我国高速公路发展比西方发达国家晚近半个世纪，从 20 世纪 80 年代末开始起步到高速公路通车 1 万 km，用了 12 年的时间；从 1 万 km 到突破 2 万 km，只用了三年的时间；从 2 万 km 到突破 3 万 km，只用了两年的时间。

至 2004 年，全世界已有 80 多个国家和地区拥有高速公路，通车总里程已超过了 23 万 km。美国是世界上拥有高速公路最多的国家，约有 9 万 km，连接了美国所有 5 万人以上的

城市；中国高速公路建设突飞猛进，已突破 3 万 km，跃居世界第二位；加拿大高速公路达 1.65 万 km，居世界第三位；德国是世界上最早修建高速公路的国家，于 1932 年修建了第一条从波恩至科隆的高速公路，高速公路达 1.1 万 km，居世界第四位；法国高速公路达 1.0 万 km，居世界第五位。

目前，我国高速公路的总体水平已实现了历史性的跨越，主要公路运输通道交通紧张状况得到明显缓解，长期存在的运输能力紧张状况得到明显改善，在社会主义四个现代化建设中，对促进国民经济发展和社会进步起到了重要作用。现在，高速公路的速度和便利已惠及百姓的生活，正在改善人们的时空观念和生活方式。

从 2004 年中国交通可持续发展论坛上获悉，今后 20 年要建成 8 万 km 高速公路，让高速公路“首都连接省会、省会彼此相连、连接主要地市、覆盖重要县市”，规划实现后的高速公路网，将形成由中心城市向外辐射以及横贯东西、纵贯南北的大通道，并实现“东部加密、中部成网、西部连通”的新局面。

为促进我国公路交通事业的快速发展，交通部制定了《公路、水路交通基础设施发展的三阶段战略目标》，新的《国家高速公路网规划》提出了中国公路网主要由 7 条首都放射线、9 条南北纵向线和 18 条东西横向线组成（简称“7918 网”）。以上充分说明我国的公路建设任务任重道远。

归纳起来，自 2005 年开始，我国公路建设三阶段战略奋斗目标是：

第一阶段到 2010 年（2005 年～2010 年），公路交通紧张和制约状况要实现全面改善。其主要标志是：主要运输通道的综合服务能力和有较大幅度提高，结构调整的主要任务基本完成。在量的方面，主要通道的能力基本满足需要，但基础设施的总体能力仍不能适应经济快速发展的需要。在质的方面，安全、快速、舒适和便捷的服务水平有较大幅度提高，但仍不能满足社会生产力和人民生活水平提高后的发展要求。在 2010 年前，全国公路通车里程将达到 210 万～230 万 km，高速公路总里程达到 5 万 km，高速公路连接 90% 目前人口在 20 万以上的城市，基本建成西部 8 条省际通道，东部地区基本形成高速公路网，各省干线公路等级全面提高，农村公路交通条件得到明显改善。

第二阶段到 2020 年（2011 年～2020 年），公路交通达到基本适应。其主要标志是：公路交通基础设施能够满足社会经济发展的需要，不会对社会经济的加快发展构成新的制约，储备能力和应变能力全面提高。在量的方面，运输供给总体上与经济社会需求基本保持平衡。在质的方面，服务水平得到很大提高，能够基本满足当时社会生产力和人民生活水平对质量方面的要求，实现“货畅其流、人便于行”。到 2020 年，全国公路总里程将达到 250 万～300 万 km，高速公路的总里程预计达到 7 万 km 以上，连接所有目前人口在 20 万以上的城市，基本形成国家高速路网。

第三阶段到 2040 年（2021 年～2040 年），公路交通基本实现现代化。其主要标志是：基础设施网络已全面建成，技术等级与构成已经充分满足运输发展的需要，量与质全部达到优化。公路交通基础设计网络层次分明、布局合理、结构优化、功能完善。通过近 40 年的艰苦奋斗，我国将建成国家骨架公路网，将成为世界高速公路最发达的国家之一。

在公路工程建设过程中，由于其建设是一个高度专业化、系统化的实践性很强的过程，从设计到施工的任何一道工序、任何一个环节的技术指标掌握、原材料选择、机械设备配套、施工工艺安排及管理系统上出现偏差、失误，都将形成工程质量隐患乃至质量事故；由



于各工程地形、地质、水文、气候、施工条件、技术水平、管理能力等千差万别，所以在具体的施工中会遇到各式各样的质量问题。因此，应当针对公路工程建设中出现的质量问题，尽可能因地制宜、因时而异地进行具体分析，采用科学的处理方法，解决所面临的工程质量问题。

公路工程的质量是工程建设的永恒主题，是工程的生命，更是一个行业的生命。公路工程的质量如何，不仅关系到公路的适用性、舒适性、耐久性和投资效益，而且关系到国民经济持续快速健康发展和人民群众的生命财产安全。自1998年中央实施积极的财政政策以来，公路建设投资规模达到历史最高水平。根据国务院领导关于加快公路建设的重要指示精神，确立了“提高认识，狠抓落实，以质量为本，加快公路建设”的指导思想，提出了“一年打基础，两年上台阶，三年上水平”的奋斗目标，为21世纪公路建设高速度、高质量打下了良好的思想基础。

交通部部长张春贤在2004年全国交通工作会议上指出：“一条条公路，一座座桥梁，一道道隧洞，看似冰冷的混凝土结构物，实则是人类克服艰险、发展进步的文明标志。一定要以对国家、对人民、对历史负责的精神，建优质工程，建精品工程。这是我们这代人，对人民、对历史、对后人，作出的庄严的承诺和郑重交代。”这是对近几年公路建设的充分肯定，也给今后公路建设指明了方向，提出了更高的要求。

公路和桥梁工程质量的优劣，与结构设计、建筑材料、施工方法、工程管理、维修保养和防治措施密切相关，以上各方面是一个相互联系、关系多方的系统工程。为适应公路建设快速发展，确保公路工程建设质量，我国自1999年曾开展了连续三年公路建设质量年活动。通过质量年活动的开展，提高了公路工程的质量意识，加强了质量管理体系建设，全面落实质量责任制。与此同时，在各公路工程建设中，按照交通部《公路建设质量年活动实施方案》的具体要求，广泛开展了公路工程质量通病的科研与治理工作，并取得明显的效果。

抓好公路工程质量是一项综合性的工作，除建立健全质量保证体系和规章制度外，加大对影响公路工程质量的主要质量缺陷进行研究与治理，也是从技术的角度确保公路工程质量的重要举措。1999年交通部发布的《公路建设质量年活动实施方案》中指出：“施工单位必须重视对公路工程质量通病的研究与治理，对高填路堤下沉、软土地基超限沉陷、沥青路面早期损坏、水泥路面断板开裂、路面不平整、桥梁伸缩缝与桥头跳车、隧道衬砌渗水、防护工程小型结构物表面粗糙、预应力管道压浆不实等质量通病必须制定预控措施。”1999年~2002年，各公路工程积极贯彻公路质量年活动的有关精神，深入细致地开展了针对公路工程质量通病的技术研究与工程实践，取得了一批令人欣喜的技术成果，为确保公路工程质量作出了巨大贡献。

随着《中华人民共和国公路法》、《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)、《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTG F30—2003)、《公路隧道养护技术规范》(JTG H12—2003)、《公路隧道设计规范》(JTG D70—2004)、《公路路基设计规范》(JTG D30—2004)、《公路桥涵设计通用规范》(JTG D62—2004)、《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80—2004)、《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)、《公路工程竣(交)工验收办法》(交通部令[2004]第3号)、《公路桥涵养护规范》(JTG H11—2004)和《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)等一系列行政法规、新标准、新规范的发布实施，对公路工程的质量提出了更新、更高的要求。我们应当根据公路桥梁现行的规范进行设计和施工，以创造出符合时代要求的公路工程。



# 目 录

## 上篇 道路工程建筑材料

<b>第一章 道路建筑材料概述</b> .....	3
第一节 道路建筑材料的分类、作用及应具备性质.....	3
第二节 道路材料的检验方法和技术标准.....	5
<b>第二章 建筑材料的基本性质</b> .....	8
第一节 材料的组成、结构和构造.....	8
第二节 材料的物理性质 .....	10
第三节 材料的力学性质 .....	16
第四节 材料的耐久性 .....	20
第五节 路面材料的力学强度特性 .....	21
<b>第三章 水泥胶凝材料</b> .....	29
第一节 硅酸盐水泥 .....	29
第二节 掺混合材料水泥和其他品种水泥 .....	40
<b>第四章 普通水泥混凝土</b> .....	51
第一节 普通水泥混凝土概述 .....	51
第二节 路面水泥混凝土的组成材料 .....	52
第三节 普通水泥混凝土的主要技术性质 .....	76
第四节 道路混凝土配合比设计 .....	91
第五节 其他功能混凝土.....	113
<b>第五章 石灰与石材</b> .....	122
第一节 石灰.....	122
第二节 石材.....	126
<b>第六章 建筑砂浆</b> .....	137
第一节 建筑砂浆的组成材料.....	137
第二节 建筑砂浆的主要技术性质.....	139
第三节 砌筑砂浆的配合比设计.....	142

第四节	抹面建筑砂浆	145
<b>第七章</b>	<b>沥青材料</b>	<b>148</b>
第一节	石油沥青	148
第二节	其他品种沥青	160
第三节	公路沥青路面其他材料	174
<b>第八章</b>	<b>建筑钢材</b>	<b>181</b>
第一节	钢材的冶炼与分类	181
第二节	建筑钢材的力学性能	183
第三节	建筑钢材的晶体组织和化学成分	187
第四节	钢材的冷加工及时效强化、热处理	190
第五节	桥梁建筑用钢材及其制品	192
第六节	钢材的腐蚀与防护	208
<b>第九章</b>	<b>木材</b>	<b>211</b>
第一节	木材的分类与构造	211
第二节	木材的性质	213
第三节	建筑木材的缺陷和材质标准	222
第四节	木材的防腐与综合利用	224
<b>第十章</b>	<b>工程高聚物材料</b>	<b>227</b>
第一节	工程高聚物材料基础	227
第二节	几种主要高聚物简介	234
第三节	高聚物材料在路桥工程中的应用	238
<b>第十一章</b>	<b>道路材料主要试验方法</b>	<b>247</b>
第一节	沥青路面相关材料试验方法	247
第二节	水泥混凝土路面相关材料试验方法	307
第三节	道路其他材料的相关试验	357

## 中篇 道路工程施工工艺

<b>第十二章</b>	<b>道路工程施工概论</b>	<b>369</b>
第一节	路基路面工程特点	369
第二节	影响路基路面稳定的因素	371
<b>第十三章</b>	<b>道路施工准备工作</b>	<b>375</b>
第一节	熟悉设计文件	375

第二节	制定施工组织设计	376
第三节	施工现场准备工作	378
<b>第十四章</b>	<b>路基工程的施工</b>	<b>382</b>
第一节	路基工程的施工概述	382
第二节	施工机械的选择与组合	385
第三节	路基机械化施工的主要程序	389
第四节	路基土石方工程的施工	395
第五节	路基工程的主要施工机械	408
第六节	路基压实机械施工	438
第七节	路基石方爆破施工	446
第八节	软土地基的处理	453
第九节	路基工程质量管理与检查验收	467
<b>第十五章</b>	<b>路面基层的施工</b>	<b>477</b>
第一节	公路路面基层施工概述	477
第二节	水泥稳定土基层的施工	479
第三节	石灰稳定土基层的施工	499
第四节	石灰工业废渣基层施工	512
第五节	级配型碎石基层的施工	522
第六节	级配型砾石基层的施工	533
第七节	填隙碎石基层的施工	536
第八节	质量管理及检查验收	540
<b>第十六章</b>	<b>沥青路面的施工</b>	<b>546</b>
第一节	沥青路面施工概述	546
第二节	热拌沥青混合料路面施工	549
第三节	沥青表面处治与封层施工	565
第四节	沥青贯入式路面的施工	569
第五节	冷拌沥青混合料路面施工	573
第六节	其他沥青铺装工程施工	575
第七节	沥青透层与粘层的施工	577
第八节	沥青路面质量管理与检查验收	579
<b>第十七章</b>	<b>水泥混凝土路面的施工</b>	<b>591</b>
第一节	水泥混凝土路面施工概述	591
第二节	水泥混凝土路面施工准备	598
第三节	混凝土拌合物搅拌和运输	609
第四节	水泥混凝土面层铺筑工艺	614

第五节	混凝土特殊条件下的施工	649
第六节	面层接缝、抗滑和养生	654
第七节	施工质量检查与验收	665
第八节	安全生产及施工环保	672
第九节	特殊混凝土路面的施工新技术	674
<b>第十八章</b>	<b>公路工程质量检查与验收</b>	<b>689</b>
第一节	公路工程质量检查与验收的依据	689
第二节	公路工程质量检查与验收的主体	693
第三节	公路工程质量检查与验收的范围	696
第四节	公路工程质量检查与验收的内容	698
第五节	公路工程质量检查与验收的程序	703
第六节	公路工程质量检查与验收的资料	705

## 下篇 道路工程质量问题

<b>第十九章</b>	<b>路基工程施工质量问题与防治措施</b>	<b>715</b>
第一节	填筑路基施工质量问题与防治措施	715
第二节	挖方路基施工质量问题与防治措施	737
第三节	特殊路基施工质量问题与防治措施	750
第四节	公路防护施工质量问题与防治措施	774
第五节	公路排水施工质量问题与防治措施	801
<b>第二十章</b>	<b>公路路面基层施工质量问题与防治措施</b>	<b>821</b>
第一节	公路路面基层概述	821
第二节	公路路面基层施工质量问题与防治措施	829
<b>第二十一章</b>	<b>水泥混凝土路面施工质量问题与防治措施</b>	<b>845</b>
第一节	水泥混凝土路面概述	845
第二节	水泥混凝土路面施工质量问题与防治措施	852
<b>第二十二章</b>	<b>沥青混凝土路面施工质量问题与防治措施</b>	<b>906</b>
第一节	沥青混凝土路面概述	906
第二节	沥青混凝土路面施工质量问题与防治措施	921
<b>第二十三章</b>	<b>公路隧道工程的质量问题与防治措施</b>	<b>967</b>
第一节	公路隧道工程概述	967
第二节	公路隧道工程质量问题与防治措施	971

<b>第二十四章 公路桥梁工程的质量问题与防治措施</b> .....	1001
<b>第一节 公路桥梁工程概述</b> .....	1001
<b>第二节 公路桥梁工程质量问题与防治措施</b> .....	1007
<b>参考文献</b> .....	1062

# 上篇 道路工程建筑材料





# 第一章 道路建筑材料概述

## 第一节 道路建筑材料的分类、作用及应具备性质

在人类赖以生存的环境中，凡是能建造构筑物或建筑物所用材料及制品统称为建筑材料，它是工程结构物的物质基础。本手册所讨论的建筑材料，主要是指用于道路与桥梁工程的所有材料。

### 一、道路建筑材料的分类

用于建造道路工程的建筑材料种类繁多，为了研究、使用和叙述的方便，常从不同的角度对建筑材料进行分类，最常用的是按材料的化学成分和使用功能分类。

#### (一) 按材料的化学成分分类

道路建筑材料按材料的化学成分分类，可分为无机建筑材料、有机建筑材料和复合建筑材料三大类。

##### (1) 无机建筑材料

无机建筑材料又可分为金属材料（如钢、铁、铜、铝、各类合金等）、非金属材料（如水泥、石灰、混凝土、砂浆、天然石材、玻璃、烧土制品等）和金属-非金属复合材料（如钢筋混凝土等）。

##### (2) 有机建筑材料

有机建筑材料种类也很多，如木材、竹材、塑料、涂料、胶粘剂、合成橡胶、石油沥青、煤沥青、沥青制品等。

##### (3) 复合建筑材料

复合建筑材料又可分为无机非金属与有机材料复合材料（如玻璃纤维增强塑料、水泥混凝土等）、金属与无机非金属复合材料（如钢纤维增强混凝土等）、金属与有机材料复合材料（如轻质金属夹芯板等）。

#### (二) 按材料的使用功能分类

按材料的使用功能不同，可分为结构材料和功能材料两大类。

##### (1) 结构材料

结构材料指在各种工程中用作承重构件的材料（如桥梁工程中的梁、板、柱所用的材料），这是道路与桥梁工程中最常用、最基本的材料。

##### (2) 功能材料

功能材料指用作各种工程中具有某些特殊功能的材料（如防水材料、隔热材料、隔声材料、装饰材料等）。

## 二、道路建筑材料的作用

人类发展史和国民经济发展充分证明：建筑材料是人类衣食住行不可缺少的物质，是一切建筑工程不可缺少的重要组成，建筑材料的发展不仅可以推动建筑业的发展，而且也是国民经济的重要基础工业之一。道路建筑材料是道路与桥梁工程结构物的重要物质基础，各种道路工程建筑物与构筑物都是在合理设计的基础上，由各种各样的建筑材料建造而成，所选材料规格及质量的优劣、配制是否合理、品种是否适宜等，均直接影响着结构物的适用性和耐久性，也直接关系到公路工程的造价。

据众多工程统计分析表明，在道路与桥梁工程的结构物中，不仅材料的用量巨大，而且其费用比例比较高，用于材料方面的费用约占总费用的 30% ~ 50%，有些重要工程甚至达到 70% ~ 80%。特别是高标准的高速公路与桥梁，材料费用所占的比例更大，所以，在建造过程中能科学合理地选择材料、合理地应用材料对于确保工程质量、提高投资效益、降低工程造价有着直接意义。

在道路与桥梁工程的建设中，要提高其工程质量和耐久性，道路与桥梁工程要实现新设计、新技术、新工艺，如何科学合理地选择和使用新材料，是非常重要的方面。许多新型的先进设计和施工工艺，往往是由于道路材料的质量未能达到要求，而无法实现设计方案和满足施工工艺要求。众多道路工程的实践充分证明，某些新型道路建筑材料的出现，不仅将大大提高道路工程质量，还将有力推动新技术的发展，所以，道路建筑材料的发展和研究，是道路与桥梁技术发展的重要基础。

各种各样的道路工程构成了人类不可缺少的交通网络，反映出每一个时代的科学技术的基本状况和特征，成为国民经济发展的重要物质基础，成为人类物质文明和精神文明的重要标志之一。进入 20 世纪以后，随着材料科学与工程学的形成和发展，使建筑材料不仅在性能和质量方面得到不断改善，而且建筑材料的品种也大大增加，一些具有特殊功能的新型道路建筑材料不断问世。

特别是进入 21 世纪后，随着人类环境保护意识不断增强，无毒、无公害的“绿色建材”将日益推广，人类将用更新、更好的道路建筑材料来建造“绿色道路”。

## 三、道路建筑材料应具备的性质

道路与桥梁工程与其他工程不同，不仅都是一种承受交通车辆动荷载反复作用的结构物，同时又是一种无遮盖而裸露于大自然空气之中的结构物。它不仅受到高速行驶车辆复杂的力系作用，同时又受到各种自然因素循环作用的恶劣影响。所以，用于修筑道路与桥梁结构物所用的建筑材料，不仅需要具有抵抗复杂应力作用下的综合力学性能，同时还要具有保证在各种自然因素的长期影响下，综合力学性能不产生明显降低的性能，即应具备所谓持久稳定性。

为了保证道路与桥梁工程所用建筑材料的综合力学强度和持久稳定性，要求用于建造道路工程的建筑材料，不仅应具备足够和适宜的力学性质、物理性质，而且还应具有良好的化学性质和工艺性质。

### 1. 力学性质

力学性质是材料抵抗车辆荷载复杂力系综合作用的性能，这是道路与桥梁工程建筑材料