

# 干线公路 养护改造综合技术

王松根 弋晓明 编著



张外信



人民交通出版社股份有限公司  
China Communications Press Co., Ltd.

Ganxian Gonglu Yanghu Gaizao Zonghe Jishu

# 干线公路养护改造综合技术

王松根 弋晓明 编著



人民交通出版社股份有限公司

China Communications Press Co., Ltd.

## 内 容 提 要

本书在相关研究成果基础上,结合交通运输部组织的干线公路改造示范工程的实践应用,系统阐述了干线公路养护改造的相关理念、技术和方法。本书中所称的干线公路养护改造是指对普通国道和省道,采用日常养护、预防性养护、修复性养护(大、中修养护)和升级改造等手段,以全面提升和保障路况水平、安全水平和服务水平。本书集中阐述了我国干线公路养护管理中存在的问题以及改造的方法和要求,吸收了各地在改造示范工程中探索形成的经验和典型做法,总结形成了干线公路养护改造的综合技术指导体系。

本书可作为我国干线公路养护管理人员和专业技术人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

干线公路养护改造综合技术 / 王松根, 弋晓明编著

— 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2017. 9

ISBN 978-7-114-14203-1

I. ①干… II. ①王… ②弋… III. ①干线公路—公路养护—研究 IV. ①U418

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 232585 号

书 名: 干线公路养护改造综合技术

著 作 者: 王松根 弋晓明

责任编辑: 潘艳霞

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 720×960 1/16

印 张: 10.75

字 数: 165 千

版 次: 2017 年 9 月 第 1 版

印 次: 2017 年 9 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-14203-1

定 价: 50.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)

# 《干线公路养护改造综合技术》

## 编写人员名单

主    编：王松根  弋晓明

参编人员：赵延东  刘会学  刘振清  林  翔

刘伟亮  周玉波  朱定勤  张新海

叶恒鑫  吴  斌  于永刚  李爱军

黄胜军  徐建东  朱  钰  刘晓明

郅彦龙  李宏杰  张育斌  李  林

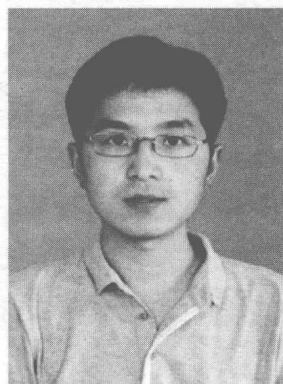
## 作者简介



王松根,男,生于1954年5月,浙江奉化人,现任职于公路养护技术国家工程研究中心/中公高科养护科技股份有限公司(副主任/总工程师),工程技术应用研究员,享受国务院政府特殊津贴专家;中国公路学会养护与管理分会专家委员会主任;国家安全生产专家组成员。

1978年1月毕业于南京工学院,长期从事公路工程施工、公路养护和技术管理工作。近四十年来,致力于结合生产需求开展科研工作,先后主持和参加了30余项科研项目,获省、部级以上科技进步奖22项,其中获国家科技进步二等奖2项,省部级科技进步特等奖、一等奖共10项,协助高校培养博士14名,在国内专业期刊上发表科技论文100余篇,编著专业书籍10部,主持参与编制国家行业标准共6部,获国家发明和实用新型专利9项。

弋晓明,男,生于1985年9月,博士,2014年毕业于山东大学,现于公路养护技术国家工程研究中心从事公路养护管理的相关工作,参与过工程施工、政策研究等工作,其中2010—2013年全程参与G108和G205国道改造示范工程创建工作,2015—2016年全面参与交通运输部“四好农村路”建设的策划组织工作,熟悉干线公路改造的内容,参与编写书籍4部,行业标准1部。



# 前 言

近年来,我国公路建设取得巨大成就,路网规模进一步扩大,以高速公路为主骨架的国家干线公路网初步形成,农村公路建设也实现了历史性突破,通行能力和通达水平大幅提高。然而,作为发挥和完善高速公路网辐射功能、承担区域交通运输主要通道、连接农村公路、具有承上启下重要作用的普通干线公路网的发展却明显滞后,存在通行能力不足、路面技术状况较差、安保设施不完善、地质灾害防治欠账多、交通标志标线设置不规范、穿越城镇路段管理不善、路域环境较差、服务设施数量明显不足等突出问题,已经不能满足社会公众日益增长的出行需求。

普通国省干线公路面临着如何改造、如何养护、如何提高管理水平、如何提高服务水平等必须思考、必须解决的重大问题。“十二五”期间,交通运输部决定对全国干线公路网实施大规模改造,重点对 15 条国道进行综合改造,即 G103、G104、G105、G107、G108 五条射线,G204、G205、G212、G213、G214、G219 六条纵线和 G317、G322、G323、G326 四条横线,并将 G205、G108 国道作为干线公路改造示范工程,总结干线公路改造的管理经验和技术成果,以指导干线公路改造工程建设和全国干线公路网的养护改造工作。

G108 和 G205 国道的改造取得了显著的效果,在此基础上,全国各省(区、市)纷纷组织开展境内干线公路的养护改造工作。改造示范工作完成后,编者根据两条国道的改造情况,编制了《G108 和 G205 国道改造示范工程图册》,采用图集的形式集中展示了创建成果,引起很大的反响。由于很多读者反映图册的效果很好,但缺少具体指导性和操作性,因此作者结合两条路线的改造情况,对改造过程中形成的一些新理念、新技术进行了总结,在本书中进行了系统的阐述,供广大从事公路养护的管理人员

和专业技术人员学习。

由于编写时间紧迫以及水平所限,错误之处在所难免,欢迎读者批评指正,以求改进。

作 者

2017年6月

# 目 录

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第一章 概述               | 1  |
| 第一节 公路网现状            | 1  |
| 第二节 普通干线公路养护改造       | 2  |
| 第三节 普通干线公路功能定位       | 4  |
| 第四节 普通干线公路养护管理发展理念   | 5  |
| 第二章 路线               | 7  |
| 第一节 存在的问题            | 7  |
| 第二节 技术标准选择           | 8  |
| 第三节 重点路段改造           | 10 |
| 第四节 综合措施             | 17 |
| 第三章 路基               | 20 |
| 第一节 存在的问题            | 20 |
| 第二节 路基技术状况评定         | 21 |
| 第三节 改造内容             | 25 |
| 第四章 路面               | 33 |
| 第一节 存在的问题            | 33 |
| 第二节 路面技术状况评定         | 34 |
| 第三节 养护工程分类           | 36 |
| 第四节 日常养护             | 43 |
| 第五节 预防性养护            | 51 |
| 第六节 大中修养护设计          | 63 |
| 第七节 新型大中修养护技术及典型路面结构 | 66 |
| 第八节 绿色养护             | 72 |
| 第五章 桥涵和隧道            | 78 |
| 第一节 存在的问题            | 78 |
| 第二节 桥隧技术状况检测与评定      | 79 |
| 第三节 养护改造内容           | 82 |

|             |                       |            |
|-------------|-----------------------|------------|
| 第四节         | 桥梁限载及标志设置 .....       | 85         |
| 第五节         | 桥涵加固新技术 .....         | 87         |
| 第六节         | 长大桥隧管理 .....          | 92         |
| <b>第六章</b>  | <b>交通安全设施 .....</b>   | <b>95</b>  |
| 第一节         | 存在的问题及改造要求 .....      | 95         |
| 第二节         | 基于服务理念的交通标志设置 .....   | 97         |
| 第三节         | 基于路权理念的平面交叉改造方法 ..... | 100        |
| 第四节         | 基于宽容理念的防护设施设置 .....   | 108        |
| 第五节         | 其他安全设施合理应用 .....      | 114        |
| <b>第七章</b>  | <b>管理服务设施 .....</b>   | <b>117</b> |
| 第一节         | 存在的问题 .....           | 117        |
| 第二节         | 管理设施 .....            | 118        |
| 第三节         | 服务设施 .....            | 122        |
| <b>第八章</b>  | <b>路域环境 .....</b>     | <b>128</b> |
| 第一节         | 存在的问题及改造要求 .....      | 128        |
| 第二节         | 穿村镇路段整治 .....         | 130        |
| 第三节         | 穿城区路段整治 .....         | 132        |
| 第四节         | 公路绿化美化 .....          | 133        |
| 第五节         | 公路文化建设 .....          | 137        |
| <b>第九章</b>  | <b>示范工程创建 .....</b>   | <b>140</b> |
| 第一节         | 工程概况 .....            | 140        |
| 第二节         | 改造的过程 .....           | 143        |
| 第三节         | 取得的成效 .....           | 143        |
| 第四节         | 主要经验与做法 .....         | 147        |
| 第五节         | 普通干线公路改造经济效益分析 .....  | 153        |
| 第六节         | 示范工程总结 .....          | 156        |
| <b>参考文献</b> | <b>.....</b>          | <b>159</b> |
| <b>后记</b>   | <b>.....</b>          | <b>161</b> |

# 第一章 概 述

## 第一节 公路网现状

我国公路可按行政等级和按技术等级两种方式划分。其中按行政等级分为国道、省道、县道、乡道和村道,还有一部分由工矿、农林、军队等部门投资修建,主要为该部门使用的公路,称为专用公路;按技术等级分为高速公路、一级公路、二级公路、三级公路和四级公路。

截至 2016 年年底,国省干线总里程 668173km,高速公路里程 130973km。国道里程 354849km,其中,普通国道 255084km,国家高速公路 99766km。省道里程 313324km,其中高速公路 31147km。

我国公路建设成绩显著,以高速公路为主骨架的国家干线公路网初步形成,农村公路建设实现了历史性突破,通行能力和通达水平大幅提高。然而,由于多种原因,作为发挥和完善高速公路网辐射功能、承担区域交通运输主要通道、连接农村公路、具有承上启下重要作用的普通干线公路网的发展却明显滞后。一是通行能力明显不足。近年来,公路交通流量保持快速增长的态势,特别是取消二级公路收费后,普通干线公路网的交通压力迅猛增长,许多路段的实际交通量已超过了设计能力,随着“收费高速公路网”和“不收费普通干线公路网”的建设,一级收费公路的取消势在必行,届时普通干线公路的交通压力将会更大。二是路面技术状况较差。2015 年年底,普通干线公路优良路率达到 76.26%,其中国道为 78.75%,省道为 75.24%,而高速公路优良路率为 99.23%,普通干线公路与高速公路的优良路率相差约 23%,养护改造任务艰巨。另外,普通干线公路还有安保设施不完善、地质灾害防治欠账较多、交通标志标线设置不规范、穿越城镇路段管理不善、路域环境较差、服务设施数量明显不足等突出问题也需尽快改善。

## 第二节 普通干线公路养护改造

### 一、国外改造措施

20 世纪 60 年代末 70 年代初,西方发达国家就已基本完成了主要公路网的建设任务,形成了较为发达的公路基础设施体系,公路交通工作重点逐步开始从建设转向养护,形成了较为完善的公路养护组织体系和技术保障体系。进入 21 世纪,发达国家一方面根据社会经济发展需求,以“人性化服务、可持续发展”为导向,不断优化提升公路养护管理的工作理念。同时,积极利用不断发展的新一代信息、材料、装备技术,改造原有的公路养护传统产业模式,持续提升管理信息化、施工机械化、交通组织智能化技术水平。为了保证上述理念得到切实贯彻,这些国家均从国家层面更新发布了公路发展战略。比如美国 and 英国,两个国家都以让公路使用者满意为核心,分别发布了《顾客至上:服务于美国民众》《交通新政:更好地为公众服务》白皮书,从服务经济、服务公民出行、可持续发展、绿色环保、科技创新等方面提出了具体行动计划。通过实施系统的公路养护技术研发和推广,改变了传统的公路养护模式,提升了公路养护技术能力,使公路交通行业逐步走上了可持续发展的道路。在养护技术与管理的相互促进和深度融合方面,国外已有大量的实例,例如美国、日本、印度等纷纷通过制定相关的技术法规、法案、养护工作手册等来进行技术政策的制定。先进的养护技术促进了养护管理工作的顺利开展,科学的养护管理保障了养护技术的有序实施。

#### 1. 美国

美国早在 20 世纪 80 年代就在管理与技术的融合方面做了大量突破性工作。与公路养护管理相关的方面,1991 年由美国国会通过指导交通运输施政的“冰茶法案”(ISTEA),是世界上相关行业中最为典型的技术政策,1997 年又推出了“继冰茶法案”,其中将现代交通运输技术与现代管理需求作了深度融合,成为指导美国跨世纪交通与经济发

展的纲领性文件。与公路建设相关的方面,“21 世纪公路安全与运输计划”是目前美国公路建设的技术政策,该计划的研究从 1996 年开始,历时 6 年,计划投资 2800 亿美元。美国公路设计主要依据公路设计标准(AASHTO 标准),此标准由美国公路与运输协会负责制定,该协会由每个州一名代表组成,各州也有这样一个协会。各州公路设计标准基本相同,但不是绝对的,如北部要解决冬季的问题。各州经常进行技术交流和研究,在联邦

标准的基础上做一定的修改。美国各州可以根据本州的地形条件,在联邦政府制定的设计标准基础上,制定适用本地区的设计标准。

## 2. 日本

为了解决公路建设对巨额资金的需求,日本在 1952 年制定了《道路建设特别措施法》。为了有效地实施这项法规,1956 年日本颁布了《道路公团法》,并成立了公益性组织,即日本道路公团。日本的公路经过 40 多年的发展历程,在建设规模、施工工艺、运营管理、科技含量等方面都达到了很高的水平。对于公路建设和养护技术具体提出“七个注重”的要求:一是注重生态与环保。如施工尽量减少对自然生态的破坏,公路沿线树木、河流、自然植被保持良好,施工废料 100% 进行再生利用等。二是大力推进立体交通。如日本《道路法》专门规定了立体交通原则,将其作为一项法律制度予以明确,以确保珍惜国土资源,减少对土地的占用。三是注重智能交通的开发利用。实行了全国联网;功能也比较完善,包括了通行费收缴结算、电视监控、信息收集、统计分析、提供信息服务等各个方面;各单位、部门在信息工作方面能够密切配合,如道路公团监控中心、警视厅交通监控管制系统、VICS 系统等联网进行数据的交换和处理,做到了资源共享。四是注重新技术、新材料、新工艺的应用推广。如铺筑高性能路面,对路面碾压施工采用 GPS 卫星监测,在施工中采用各种先进的设备、机具。五是注重提高公路的防灾抗灾能力。由于日本列岛位于太平洋地震带,因此,日本的桥梁建设中普遍采用免震构造,如第二东名高速公路建设也避开了六级以上地震带。此外,由于台风及雨、雾、雪等恶劣天气较多,因此日本公路的防灾设施及灾害对策比较完备。六是注重科学组织养护施工。养护工作实行集中作业,加快了养护节奏,缩短了养护工期,避免了长时间的养护作业。七是注重以人为本。如在高速公路的设计、建设、养护及配套设施方面坚持以安全、舒适、便利为出发点;在隧道中设置齐全的救援设备和救护通道,以确保过往车辆及人员的安全;针对日本社会的老龄化问题,专题研究公路建设如何适应这一社会现象等。

## 3. 印度

印度通过成立“国家技术中心”来确保公路建设和养护技术质量。“国家技术中心”为印度公路出台了大量的技术政策,如《农村公路施工统一规范》《公路数据分析标准手册》《优化设计和成本分析手册》《公路建设操作手册》《现场工程师培训计划》《招投标规范标准》《承包人质量控制手册》等相关技术标准和法规,为规范和引导印度公路发展起到重要作用。

## 二、国内改造措施

为规范公路工程的建设与养护管理,经过长期的实践总结,我国颁布了一系列的法律法规和标准规范,如《中华人民共和国公路法》《公路安全保护条例》《公路养护工程管理办法》《公路桥梁养护管理工作制度》等法律法规,《道路交通标志和标线》(GB 5678)、《公路工程技术标准》(JTG B01)、《公路养护技术规范》(JTG H10)、《公路桥涵养护规范》(JTG H11)、《公路隧道养护技术规范》(JTG H12)、《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG F80/1)、《公路护栏安全性能评价标准》(JTG B05-01)、《公路技术状况评定标准》(JTG H20)等标准规范,有效指导公路的建设与养护管理工作。

在此基础上,为提高干线公路的通行能力和整体技术水平,国家也开展了多项专门整治工程,如实施具有中国特色的公路标准化、美化建设工程,发布了《国省干线 GBM 工程实施标准》([91]交工字 15 号),其中对路基、路面、桥涵构造物、沿线设施、绿化、管理等方面按照标准化、美化的要求提出了实施标准;针对干线公路文明建设样板路工程,颁布了《国家干线公路文明建设样板路实施标准》(交公路发[1995]243 号),规定“路基、路面、桥涵构造物及其附属设施必须达到和保持部颁《国省干线 GBM 工程实施标准》([91]交工字 15 号)的规定和要求”,并补充了关于收费站建设与管理技术标准,各地在文明建设样板路工程中也都根据地方特点制定了地方实施标准。随着公路交通的不断发展和人民安全便捷出行要求的不断提高,原有的相关实施标准已不能完全适应需要。

## 第三节 普通干线公路功能定位

随着高速公路和农村公路的大量建设,整个公路网中不同行政等级公路的功能也在发生着变化,普通国省干线公路根据所处地理位置、区域特点、技术等级不同,在路网中发挥的功能也不尽相同,大致可分为以下几类:

(1)区间交通运输主通道。相当一部分普通国省干线公路作为交通主干线,承担着地方区域的过境交通及区间主要交通流量,这些路段一般交通流量大,货车比重高。

(2)应急抢险通道。有一部分普通干线公路,虽然主要交通量已分流至高速公路,平时交通量较小,但这部分路段往往与高速公路平行或相距不远,若高速公路因天气、灾害或事故等原因而临时封闭,这些路段就要承担起分流和应急

抢险的作用。

(3)城市道路。国内许多城市的建设或规划都依路而建,因此许多干线公路就成为城市道路的一部分,其中包括城市出入口或穿城路段以及城市环线。

(4)旅游线路。许多干线公路都邻近或穿越风景区、自然保护区等,这部分路段作为旅游线路的功能比较突出,对生态保护的要求也比较高。

(5)战备通道。部分干线公路还承担着战时交通运输通道的作用,是交通战备的重要组成部分。

对不同的路段,要根据不同的功能定位和实际情况对各方面的具体问题进行调研分析、设计改进,采用合理的技术方案实施改造,确保质量和效益。

## 第四节 普通干线公路养护管理发展理念

理念是行动的重要指导,随着公路养护事业的发展,我国公路养护的理念也在不断地变化和丰富。“十一五”期间,公路养护的理念主要有以下几个方面:

- (1)建设是发展,养护也是发展,而且是可持续发展。
- (2)以人为本、以车为本,不断提高公众服务能力。
- (3)尊重生命、尊重自然,减少灾害、努力提高安全保障能力。
- (4)积极推行全寿命周期费用最低的预防性养护。

上述这些先进的理念,对指导全国公路养护管理工作起到了非常重要的作用,“十一五”期间,公路养护管理工作所取得的优异成绩是和贯彻遵循这些理念分不开的。“十二五”期间,在长期实践的基础上,通过不断深化总结,使公路养护管理理念更加丰富,也更加切合实际,主要有:

(1)公路养护管理的主要职能是:保护公路资产、保障通行安全、展示行业文化、服务公众需求。

(2)公路养护管理的重要意义是:养护的是公路,服务的是用户,体现的是文明,影响的是社会。

(3)公路养护管理的工作方针是:建养并重,养护优先。

(4)公路养护管理的工作目标是:全力打造“畅安舒美”的公路交通环境。

(5)在遵循“以人为本、以车为本,不断提高公众服务能力”的同时,也要强调“以路为本”的资产保护理念。也就是树立公路养护三为本的理念,即:“以人为本、以车为本、以路为本”。

(6)公路养护管理的工作标准是:我们应该做得更好,我们能够做得更好。

(7)公路养护管理的工作要求是:把心用在路上,把路放在心中。

(8)公路养护管理工作可以归纳为以下四句话:公路养护只有开始,没有结束;公路养护提倡奉献,强调责任;公路养护讲究科学,体现效益;公路养护没有最好,只有更好。

G108 和 G205 国道养护改造强调以人为本、以车为本、以路为本、安全通畅、节约耐久、绿色环保等特征,突出以“畅安舒美”为主题的“一个中心、三个推进、五个提高”的养护改造目标,即:以构建“畅安舒美”的公路交通环境为中心,推进科学决策、技术进步和管理规范化,提高公路通行能力、路况水平、安全水平、服务水平和文明水平。围绕此目标,从路线、路基、路面、桥隧、交通安全设施、管理服务设施和路域环境七个方面开展深入的研究和实践。示范工程的成效明显,“畅安舒美”效果突出,展示普通干线公路的新面貌,让公路管理者有成就感,让从业者有自豪感,让出行者有愉悦感,并且得到了社会各界的广泛好评,显著提升了公路的行业形象。

G108 和 G205 国道养护改造遵循立足需求、科学决策;合理定位、因地制宜;存量挖潜、确保质量;综合整治、注重长效的原则,通过养护改造打造“畅安舒美”的公路通行环境,为全国干线公路养护改造工作提供实体示范工程,引领未来全国公路养护管理工作发展方向。

## 第二章 路 线

路线是公路最基本的特征,表现为平、纵、横三方面的指标,良好的线形指标对于保证汽车安全、迅速、经济和舒适的行驶具有重要的作用。公路路线改造的主要目的是,对交通拥堵路段、线形不良路段进行改造,通过合理设定路线技术指标、完善相关设施等,在全面提升公路通行能力的同时,保障行车安全性。

### 第一节 存在的问题

目前,我国普通干线公路在路线方面存在的主要问题如下:

(1)随着社会经济的发展,我国汽车保有量急剧增长,而且随着公路网的逐步完善,客货运输也蓬勃发展,但由于早期对公路交通量增长预计不足,导致修建的公路技术等级较低,运行至今已不能满足交通量需求。尤其是一些重点路线,考虑到运输成本等因素的影响,车辆集中通行导致的拥堵现象更是严重(图 2-1)。同时,由于受到客观条件限制,我国干线公路上存在较多的急弯、陡坡等线形不良路段,尤其是长大纵坡路段,缺少必要的避险车道、爬坡车道等,在影响通畅的同时,还存在一定的安全风险。

(2)普通干线公路上还存在较多的瓶颈路段:如城市出入口处,由于市政道路与公路的标准不一致、管理主体不一致、车流量集中等特点,往往容易成为拥堵的易发点;再如长大上坡路段,由于缺乏爬坡车道,爬坡过程中重载车辆的行驶速度往往低于平均速度,严重影响后方小型车的行驶(图 2-2);

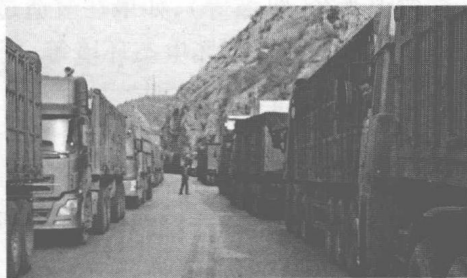


图 2-1 国道拥堵



又如道路横断面突变路段(图 2-3),由于缺乏过渡,车辆的突然变向会导致运行速度减小、交通拥堵,甚至造成交通事故。



图 2-2 重载车辆引起的拥堵



图 2-3 道路横断面突变

提高路网交通承载能力和安全水平的方法有两种,一是新建公路,二是改造老路。公路建设会占用大量的土地,消耗石料、沥青等不可再生资源,而土地、石油资源匮乏是我国的基本国情,在建设“资源节约型、环境友好型”两型行业的号召下依靠大规模新建公路提高通行能力和服务水平已不可能,相比之下,老路改造具有“投资最省、效益最快”的优势,只有充分利用原有资源,加大对现有公路网的改造力度,才能实现公路交通发展方式的根本转变。

## 第二节 技术标准选择

《公路工程技术标准》(JTG B01)对于公路的技术等级及其技术指标有明确的规定,但该标准经过多次修订,加之实际工程中受到地形条件的限制,在现有的普通干线公路中还存在部分路段的技术指标达不到相应技术等级要求的情况(如弯道半径、纵坡等),如果在改造过程中简单套用新的技术标准,易使公路投资规模变大,甚至破坏生态环境等,因此在进行技术标准选择时应因地制宜,合理选择技术标准。

### 一、公路工程技术标准

《公路工程技术标准》(JTG B01—2014)将我国的公路按照技术等级划分为高速公路、一级公路、二级公路、三级公路和四级公路,各等级公路的技术标准如下。