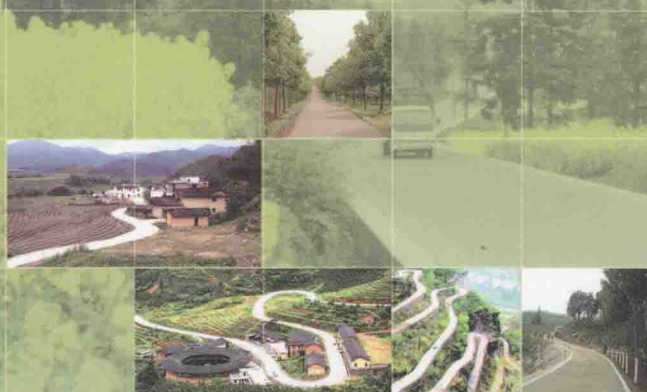


农村公路 主要病害防治技术指南

NONGCUN GONGLU ZHUYAO BINGHAI FANGZHI JISHU ZHINAN

程华龙 程友明
程东文 周小伍 编著

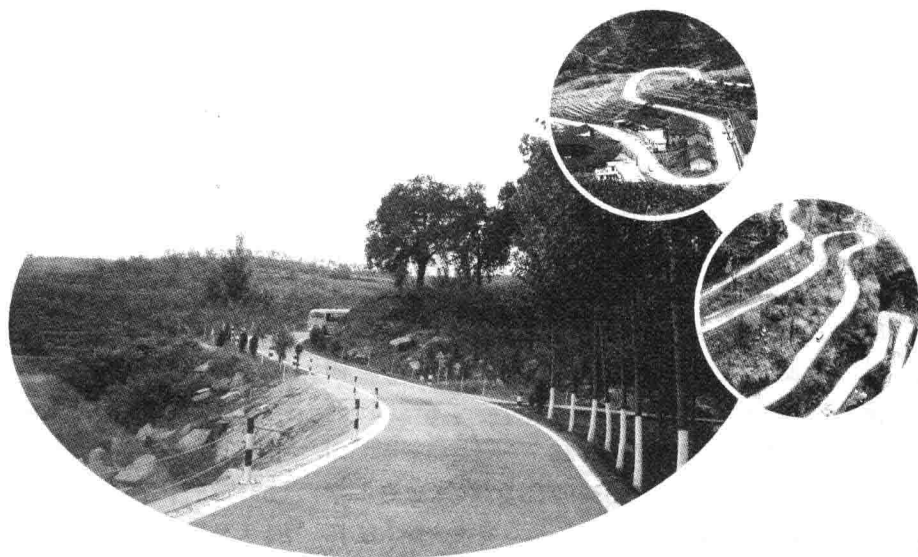


合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

农村公路 主要病害防治技术指南

NONGCUN GONGLU ZHUYAO
BINGHAI FANGZHI JISHU ZHINAN

程华龙 程发明
程东文 周小伍



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

内容简介

本书为安徽省交通科技进步计划项目(项目号:2005-05)研究和科技创新的主要成果。作者系统地总结了农村公路的路基、路面、桥梁所出现的主要病害、病因及其处治方法,并列举农村公路建设中的大量工程实例对其加以佐证。因此本书有很强的实用性和可操作性,为公路的建设和养护提供了丰富的理论基础和实践经验。另外,本书还将科研、工程设计与生产紧密结合,反映了农村公路主要病害防治技术最新的科研成果,在现有规范难以满足农村公路病害防治需求的情况下,本书还具有一定的规范作用和较强指导的作用。

本书可作为农村公路的设计、施工、监理、养护等部门的管理人员及工程技术人员的参考用书,还可作为道路、桥梁、工程检测、工程监理等相关专业的研究生、本科生的教材和在职工程技术人员培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

农村公路主要病害防治技术指南/程华龙,程东文,周小伍编著. —合肥:合肥工业大学出版社,2012.4

ISBN 978-7-5650-0703-3

I. ①农… II. ①程…②程…③周… III. ①农村道路—病害—防治 IV. ①U418

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 059134 号

农村公路主要病害防治技术指南

程华龙 程友明 程东文 周小伍 编著

责任编辑 马成勋

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2012 年 5 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2012 年 5 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16
电 话	总编室:0551-2903038 发行部:0551-2903198	印 张	31 彩插 1
网 址	www.hfutpress.com.cn	字 数	778 千字
E-mail	hfutpress@163.com	印 刷	合肥星光印务有限责任公司
		发 行	全国新华书店

ISBN 978-7-5650-0703-3

定价:90.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换。

《农村公路主要病害防治技术指南》

审读委员会

主任委员 常印佛(中国科学院院士、中国工程院院士、
中国科学技术大学教授、博士生导师)

副主任委员 朱大勇 张庆龙 秦 勤 钱让清(常务)

委 员 (以姓氏笔画为序)

王丰胜	王吉双	王传仁	王国体	王国强
王建国	王赐银	卞国炎	叶为民	包明汧
朱大勇	刘松玉	孙东根	杨树锋	杨晓勇
李益湘	余宜林	汪凡文	张庆龙	张建仁
秦 卫	秦 勤	钱让清	徐建东	殷永高
殷治宁	黄志福	曹光伦	章后忠	瞿尔仁

序

随着农村公路网的建成和不断完善，维护农村公路，使之长期保持良好状况，确保农村公路网的正常运营，是农村公路管理者的优选目标。与农村公路建设一样，农村公路养护有其特殊的规律，不断总结并深入研究农村公路养护技术，对农村公路养护工作取得良好效果至关重要。

农村公路路基、路面、桥梁的病害防治，是农村公路养护的重点和主要内容。如何有效地防治病害，涉及病害成因、处治方案、资源以及环境等诸多因素，需要进行多方面的研究。为此，编著者依托“安徽省农村公路主要病害防治技术研究”课题（安徽省交通科技进步计划项目，项目号为2005—05。该项目研究成果在安徽省沿江、江淮、淮北及大别山区的农村公路病害防治中得到了成功应用，可操作性强，具有较高的实用价值和广泛的应用前景，经济与社会效益显著）的成果，并经多方搜集资料，分析整理，撰写出这本《农村公路主要病害防治技术指南》。本书总结了农村公路的主要病害类型，对各类病害成因进行了分析，并提出相应的防治措施。另外，本书在很多方面都体现出创新性，主要有：

(1) 首次对农村公路路基、路面及桥梁的主要病害进行了较为系统的调查研究，积累了丰富的资料，为农村公路路基、路面、桥梁主要病害的防治提供了基本思路和解决方案。

(2) 对安徽省农村公路主要病害进行了成因分析，并提出了相应的防治技术和措施，对全国农村公路主要病害的防治具有一定的指导作用和示范作用。

(3) 针对农村公路特殊土（膨胀土、软土、液化土、钙质结核土）路基的特点，提出了合理的路基结构形式及填料的处治方法。

需要说明的是，农村公路主要病害防治技术问题涉及农村公路所处的自然条件、建设质量及当前的技术状况、道路运营状态等，路基、路面、桥梁病害处治方案除了与当地气候条件、地理条件、筑路材料、施工技术和经验等有关外，还与当时的交通特点有关，需要结合实际去选择。

本书具有较强的实用性和可操作性，相信从事公路工程建设、关心环境与工程问题及关注经济可持续发展的人们在读过本书后会有所收获。

总之，本书与科研、生产紧密结合，反映了农村公路病害防治学科最新的科技创新成果和发展动态。为此，我深信，本书对我国公路工程的教学、科研和生产也将会起到一定的推动作用。

南京大学教授、博士生导师

张庆如

2012年2月16日

前 言

随着全国农村公路基础设施建设的飞速发展,各地农村公路的里程和桥梁数量与日俱增,同时农村公路在施工和运营中也出现了大量的常见病害或多发病害,为了从根本上解决这些病害问题,除了采用传统防治技术外,还迫切需要引用新的施工工艺和新的防治技术。为更好地满足公路工程技术人员和相关管理人员的需要,编著者依托安徽省交通科技进步计划项目(项目号:2005-05)的科研成果,将项目研究中的关于路基、路面和桥梁病害防治技术的主要内容汇集起来,并作了必要地补充和调整,最后形成本书。

本书共分三篇。

第一篇为第一章至第三章,主要论述路基病害防治技术。其中第一章是关于农村公路路基主要病害与鉴别;第二章是关于农村公路路基主要病害成因及防治设计,主要内容包括软土路基主要病害类型成因及防治措施、膨胀土路基主要病害类型成因及防治措施、农村公路路基横向不均匀沉降病害类型成因及防治措施、路基纵向不均匀沉降病害类型成因及防治措施、农村公路路基边坡病害防治措施、农村公路高填方路堤病害成因及防治措施等;第三章是关于农村公路路基病害防治施工组织设计,内容包括农村公路路基病害工程监测与检测,农村公路路基病害防治施工组织设计、农村公路工程项目研究实例等。

第二篇为第四章至第八章,主要论述农村公路路面主要病害及防治技术。其中第四章概述农村公路典型路面结构的选择;第五章论述农村公路路面主要病害防治的重要意义,内容包括建设农村公路的重要意义、农村公路路面主要病害防治的重要意义等;第六章是分析农村公路路面主要病害产生的原因,内容包括基层主要病害产生的原因、面层主要病害产生的原因等;第七章是关于农村公路路面基层主要病害的防治,主要内容为填隙碎石及级配碎石结构主要病害的防治、天然砂砾石结构主要病害的防治、石灰稳定类(矿料)及石灰粉煤灰稳定类结构主要病害的防治、水泥稳定土(矿料)类结构主要病害的防治等;第八章是关于农村公路路面面层主要病害的防治,内容包括沥青路面类结构主要病害的防治、水泥混凝土路面类结构主要病害的防

治、加固土及粒料类结构主要病害的防治等。

第三篇为第九章至第十四章，主要简述农村公路桥梁主要病害防治技术。其中第九章概述了农村公路桥梁的基本现状、农村公路桥梁的病害防治及维修加固的目的与要求、农村公路桥梁的病害防治及维修加固的工作内容、农村公路桥梁的病害防治及维修加固的重要意义等；第十章主要论述农村公路桥梁的主要类型，内容包括农村公路桥梁的组成、分类、类型等；第十一章主要论述农村公路桥梁检查、检测与评定，内容包括桥梁检查、桥梁检测、桥梁评定方法及频率等；第十二章是关于农村公路桥梁的主要病害及成因分析，内容包括桥面系、钢筋混凝土和预应力混凝土梁桥桥跨承重结构、拱桥桥跨承重结构、桥梁支座、墩台与基础、翼（耳）墙与锥坡及调治构造物等内容；第十三章主要论述农村公路桥梁主要病害防治、维修加固，内容包括桥面铺装层、桥面伸缩缝、桥面排水及其附属设施、桥面标志与构成及照明设施、钢筋混凝土和预应力混凝土梁桥桥跨承重结构、拱桥桥跨承重结构、桥梁支座、墩台与基础、翼（耳）墙与锥坡及调治构造物等；第十四章主要针对农村公路桥梁常见病害，选用了双曲拱桥、石拱桥及梁桥三种类型的桥梁的加固实例予以说明，以供农村公路桥梁管理者参考。

本书采用了最新的公路工程标准和规范，并吸收了交通运输行业及其他有关行业近年来最新的科研成果和新成就。本书内容丰富，理论和实践紧密结合，实用性强，它的出版对农村公路工程质量提高和农村公路的正确养护均具有较大的作用。本书可供从事道路、公路和桥梁工程建设、设计、施工、监理、质量监督和管理人员使用，也可供大专院校有关师生参考。

本书由程华龙、程友明、程东文、周小伍编著。书中图表由汪昆、阮宏明、钱伟、钱王革、汪晗、钱国平、钱奕新等绘制。全书由程华龙统稿。南京大学博士生导师张庆龙教授、安徽省交通运输厅教授级高级工程师章后忠、安徽省公路局教授级高级工程师徐建东、安徽省交通职业技术学院钱让清教授、安徽省安庆市公路局工程师包明浒等专家对本书进行了认真审读，在此，对他们表示深深地感谢。

本书在撰写过程中参考了大量相关文献，并得到有关单位领导和专家的大力支持与帮助，在此一并表示衷心感谢。鉴于时间紧迫，加上编著者水平有限，因此缺点和错误在所难免，敬请广大读者批评指正。

编著者

2011年12月16日于宣城

目 录

第一篇 农村公路路基主要病害及其防治技术

第一章 农村公路路基主要病害·····	(3)
第一节 农村公路路基及其病害·····	(3)
第二节 农村公路主要路基病害鉴别·····	(10)
第二章 农村公路路基主要病害防治·····	(29)
第一节 农村公路软土路基主要病害类型成因及防治措施·····	(29)
第二节 农村公路膨胀土路基主要病害类型成因及防治措施·····	(77)
第三节 农村公路路基横向不均匀沉降病害类型成因及防治措施·····	(100)
第四节 农村公路路基纵向不均匀沉降病害类型成因及防治措施·····	(111)
第五节 农村公路路基边坡病害防治措施·····	(126)
第六节 农村公路高填方路堤病害成因及防治措施·····	(143)
第三章 农村公路路基主要病害防治·····	(163)
第一节 农村公路路基病害工程监测与检测·····	(163)
第二节 农村公路路基病害整治工程施工组织设计·····	(188)
第三节 农村公路软基最终沉降量推算方法和工程项目实例·····	(208)

第二篇 农村公路路面主要病害及其防治技术

第四章 农村公路路面主要病害及其防治技术概述·····	(213)
第一节 农村公路路面基本现状·····	(213)
第二节 农村公路典型路面结构的选择·····	(213)

第五章 农村公路路面主要病害防治的重要意义 ·····	(235)
第一节 建设农村公路的重要意义·····	(235)
第二节 农村公路路面主要病害防治的重要意义·····	(236)
第六章 农村公路路面主要病害产生的原因 ·····	(237)
第一节 基层主要病害产生的原因·····	(237)
第二节 面层主要病害产生的原因·····	(240)
第七章 农村公路路面基层主要病害的防治 ·····	(252)
第一节 填隙碎石及级配碎石结构主要病害的防治·····	(252)
第二节 天然砂砾石结构主要病害的防治·····	(255)
第三节 石灰稳定类(矿料)及石灰、粉煤灰稳定类结构主要病害的防治·····	(257)
第四节 水泥稳定土(矿料)类结构主要病害的防治·····	(262)
第八章 农村公路路面面层主要病害的防治 ·····	(264)
第一节 沥青路面类结构主要病害的防治·····	(264)
第二节 水泥混凝土路面类结构主要病害的防治·····	(268)
第三节 加固土及粒料类结构主要病害的防治·····	(281)
第四节 砌块类结构主要病害的防治·····	(285)

第三篇 农村公路桥梁主要病害及其防治技术

第九章 农村公路桥梁主要病害及其防治技术概述 ·····	(291)
第一节 农村公路桥梁的基本现状·····	(291)
第二节 农村公路桥梁的病害防治、维修加固的目的要求·····	(292)
第三节 农村公路桥梁的病害防治、维修加固的工作内容·····	(292)
第四节 农村公路桥梁的病害防治、维修加固的重要意义·····	(294)

第十章 农村公路桥梁的主要类型·····	(296)
第一节 桥梁的组成和分类·····	(296)
第二节 公路桥梁的常见类型·····	(299)
第三节 农村公路桥梁的主要类型·····	(312)
第十一章 农村公路桥梁的检查、检测与评定·····	(317)
第一节 概述·····	(317)
第二节 桥梁检查·····	(318)
第三节 桥梁检测·····	(324)
第四节 桥梁评定·····	(347)
第十二章 农村公路桥梁的主要病害及成因分析·····	(349)
第一节 概述·····	(349)
第二节 桥面系·····	(354)
第三节 钢筋混凝土和预应力混凝土梁桥桥跨承重结构·····	(360)
第四节 拱桥桥跨承重结构·····	(369)
第五节 桥梁支座·····	(375)
第六节 墩台与基础·····	(378)
第七节 翼(耳)墙、锥坡、调治构造物·····	(384)
第十三章 农村公路桥梁主要病害防治、维修加固·····	(388)
第一节 概述·····	(388)
第二节 桥面铺装层·····	(392)
第三节 桥面伸缩缝·····	(401)
第四节 桥面排水、附属设施和桥面交通标志、标线、照明设施·····	(405)
第五节 钢筋混凝土和预应力混凝土梁桥桥跨承重结构·····	(407)
第六节 拱桥桥跨承重结构·····	(441)
第七节 桥梁支座·····	(461)

第八节 墩台与基础·····	(465)
第九节 翼(耳)墙、锥坡、调治构造物·····	(486)
第十四章 农村公路桥梁加固实例·····	(488)
大河桥加固维修实例·····	(488)
幸福桥加固维修实例·····	(490)
朱树桥加固维修实例·····	(492)
大沙河桥加固维修实例·····	(494)
城江桥维修加固实例·····	(496)
参考文献·····	(498)

	第一篇 农村公路路基主要病害及其防治技术	
--	------------------------------------	--

第一章 农村公路路基主要病害

第一节 农村公路路基及其病害

路基以土石为建筑材料,裸露在自然环境中,因此经常受到自重、车辆荷载和各种自然因素的影响。由于水、温度和各种荷载的作用,土石的工程性质在不断变化,路基的各部分将产生可恢复或不可恢复的变形。那些不能恢复的变形将引起路基高程和边坡坡度、形状的改变,甚至造成土体位移和路基横断面几何形状的改变,危及路基及其各组成部分的完整和稳定,形成路基的病害。

路基主要病害包括软土、膨胀土、湿陷性黄土病害,高填方路堤病害,路基纵、横向不均匀沉降以及路基边坡崩塌,滑坡,泥石流,等等。

路基病害防治工作包括路基病害的识别、病害防治设计、施工管理和竣工验收等工作环节。路基病害防治主要是如何进行路基工程主要病害的识别、编制防治设计和施工组织设计(包括施工管理与质量检验等)。

一、路基工程

路基是由土、石材料按一定技术要求,填筑压实而成的结构物。它承受路面传递的行车荷载,是支撑路面的基础部分。路基三要素包括宽度、高度和边坡坡度。路基的基本断面形式有路堤、路堑和半填半挖路基,如图 1-1 至图 1-3 所示。

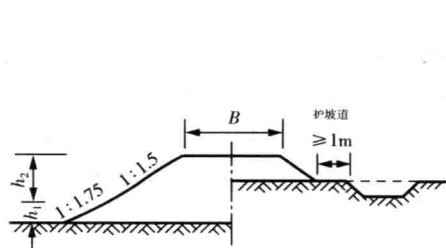


图 1-1 一般路堤

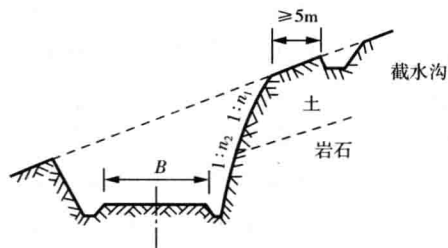


图 1-2 路堑

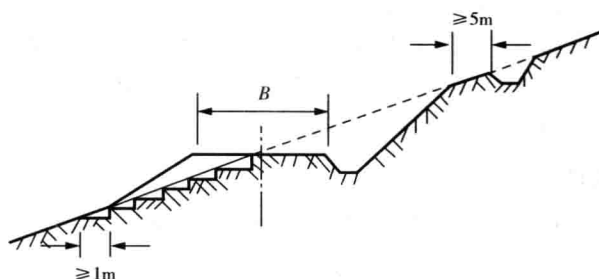


图 1-3 半填半挖路基

路基作为一项线形工程,有的公路延续数百里以上,沿线地形起伏,地质、地貌、气象特征多变,再加上沿线城镇经济发达程度及交通繁忙程度不一,决定了路基工程复杂多变的特点。路基施工改变了沿线原有的自然状态,挖填及借弃土石方涉及当地生态平衡、水土保持和农田水利。路基稳定与否对路面工程质量影响很大,并关系农村公路的正常使用。实践证明,没有坚固稳定的路基就没有稳固的路面。

农村公路路基工程施工工艺较简单,工程数量大,耗费劳力多,涉及面较广,耗资也很多。部分资料表明,一般农村公路的路基修建投资约占农村公路总投资的 25%~45%,个别山区农村公路可达 65%。因此,精心设计、精心施工,使路基能长时期具备良好的使用性能,对于节约投资、提高运输效益,均具有十分重要的意义。

保持农村公路运输通畅,不仅要求道路能全天候通行车辆,而且要求车辆能以一定的速度,安全、舒适、经济地在道路上运行。这就要求路基具有良好的使用性能,提供良好的行驶条件。

二、农村公路路基工程的特点

在线路纵断面上,路基必须保证线路需要的高程;在平面上,路基与桥梁、隧道联结组成完整贯通的线路。因此,路基工程具有其独特的特点。

1. 结构简单,土石方工程性质各不相同

路基是建筑在土石地基上并以土石为建筑材料的土工结构物。岩石和土都是不连续介质,各种岩石性质差异悬殊,并具有多种结构面;土的成因、成分、结构、构造也各不相同。在自然营力和人类活动的作用下,土石的工程性质在不断变化。因此,在以岩土力学为基础的路基工程设计中,取得正确反映土石工程性质的物理力学指标,并建立表达土石的应力-应变-时间关系的本构模型,是岩土工程的重要研究内容,也是路基设计和施工水平提高的基础。

2. 路基完全暴露在大自然中,受自然因素影响很大

在线路工程中,路基除可遇见的各种复杂的地形、地质条件外,还常受严寒、酷暑、水位涨落、狂风暴雨等气候、水文乃至地震等自然条件的影响,将会引起各种病害。如膨胀土路基干缩湿胀引起路基边坡坍塌,南方阴雨、北方冻胀、融沉引起路基隆起、下沉、翻浆冒泥等病害,西北风蚀沙埋路基等。因此,路基的设计、施工、养护均应根据具体的自然条件,在充分调查研究的基础上,认识和克服自然灾害。

3. 路基同时受静荷载和动荷载的作用

路基上的路面结构和附属构筑物产生静荷载,交通车辆运行产生动荷载。动荷载是造成路基病害的主要原因之一。研究土体在动力作用下的变形、稳定问题,必须了解土的动力性质,包括土的动强度和液化、动孔隙水压力增长及消散模式、土的震陷等。一些新的测试手段和计算模型的出现,为进一步深入研究路基土动力响应提供了更为完善的条件。在路基设计中,一般将动荷载视为静荷载进行计算。

三、路基工程的建筑要求

路基作为路面的基础,是在地表按公路线型(位置)和断面(几何尺寸)的要求开挖或堆填而成的岩土结构物。因其需承受路面及交通车辆的静、动荷载,并将荷载向地基深处传递扩散,所以路基应具有足够的强度和稳定性,并能抵抗自然因素的破坏而不致产生有害

变形。

为了保证农村公路最大限度地满足车辆运行的要求,提高车速,增强安全性和舒适性,降低运输成本和延长道路使用年限,要求路基具有下述基本性能:

1. 整体稳定

在地表上开挖或填筑路基,必然会改变原地地层(土层或岩层)结构的受力状态。原来处于稳定状态的地层结构,有可能由于填挖筑路而引起不平衡,导致路基失稳。路基结构能经受这种不稳定状态,而保持工程设计所要求的几何形态及物理、力学性质,称为路基结构的稳定性。如在软土地层上修筑高路堤或在岩质或土质山坡上开挖深路堑时,有可能由于软土层承载能力不足或者由于坡体失去支撑,而出现路堤沉陷或坡体坍塌破坏。在不稳定的地层上填筑或开挖路基会加剧滑坡或坍塌。因此,在勘测、设计、施工中应密切注意,并采取必要的工程措施,保证路基在不利的环境(地质、水文或气候)条件下具有足够的整体稳定性,以发挥路基在道路结构中的强力承载作用。

大气降水使得路基结构内部的湿度状态发生变化,低洼地带路基排水不良及长期积水,会使路堤软化,失去承载能力。山坡路基有时因排水不良,会引发滑坡或边坡滑坡。因此,防水、排水是确保路基稳定的重要措施。

大气温度周期性的变化对路基结构的稳定性有重要影响。在严重冰冻地区,低温引起路基的不稳定是多方面的,如低温会引起路基收缩裂缝;地下水源丰富的地区,低温会引起冻胀;春天融冻季节,在交通繁重的路段,低温有时会引发翻浆,对路基产生严重的破坏。

2. 抗变形能力

路基及其下承的地基,在自重和车辆荷载作用下会产生变形,如地基软弱填土过分疏松或潮湿时,或直接选用未经处理的不良土质,所产生的沉陷或固均、不均匀变形,会导致路面出现过量的变形和应力增大,促使路面过早破坏并影响汽车行驶舒适性。由此,必须尽量控制路基、地基的变形量,才能给路面以坚实的支撑。

3. 承载能力

行驶在路面上的车辆,通过车轮把荷载由路面传给路基,在路基路面结构内部产生应力、应变及位移。如果路基结构整体或某一组成部分的强度或抗变形能力不足以抵抗这些应力、应变及位移,则路面会出现断裂,路基结构会出现沉陷,路面表面会出现波浪或车辙,从而使路况恶化,服务水平下降。因此,要求路基结构整体及其各组成部分,都应具备与行车荷载相适应的承载能力。

结构承载能力包括强度与刚度两方面。强度和刚度是两个不同的力学特性,两者既有联系,又有区别。强度是指路基抵抗应力作用和避免破坏的能力;刚度是指路基抵抗变形的能力。路基是直接在天然地面上填筑或挖除部分地面而建成的。路基修建后改变了原地面的自然平衡状态。为了防止路基在行车荷载及各种自然因素作用下发生破坏与失稳,同时给路面提供一个坚实的基础,必须针对具体情况,采取一定的措施来保证路基具有足够的强度。同时,为保证路基在荷载作用下不致产生超过容许范围的变形,要求路基具有足够的刚度。

四、农村公路路基工程主要病害及其防治技术概述

农村公路路基的各种病害及破损都是由路基的变形量过大和整体稳定性不足引起的,