



高等职业教育特色精品课程规划教材
高等职业教育课程改革项目研究成果

公路养护 技术

Gonglu Yanghu
Jishu

◇主编 沈艳东 崔 岩 陈立春
◇主审 赵大军

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪高等职业教育特色精品课程规划教材
高等职业教育课程改革项目研究成果

公路养护技术

主编 沈艳东 崔 岩 陈立春
主审 赵大军
参编 王东杰 刘仲波 冯 雪 李元新

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书是根据高职高专院校公路与桥梁专业公路养护与管理教学大纲编写的规划教材,既可作为教学教材,亦可作为交通养护工作人员的培训用书。

全书包括5个项目14个教学任务41个教学情境,包括影响公路技术状况的因素;路基路面的养护与维修工作;桥涵、隧道构造物的养护与维修;公路自然灾害的预防;公路沿线设施的养护;公路绿化及其管理。每个项目都列出了教学要求、小结和复习思考题。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

公路养护技术/沈艳东,崔岩,陈立春主编. —北京:北京理工大学出版社,2009.8

ISBN 978-7-5640-2599-1

I. 公… II. ①沈…②崔…③陈… III. 公路养护-高等学校:技术学校-教材 IV. U418

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第139460号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/9.75

字 数/218千字

版 次/2009年8月第1版 2009年8月第1次印刷

印 数/1~4000册

定 价/19.00元

责任校对/陈玉梅

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

导 读

公路在使用过程中,其路基、路面及桥梁设施,交通工程设施和服务设施等,会因行车荷载及环境因素的作用而逐渐损坏,这将造成公路服务水平的逐步下降。因此,在公路交付使用后,仍需继续投入大量的资金对各条公路进行维护,使各条公路保持较高服务水平。当前,社会公路事业正进入发展的关键时期和重大转型期,既面临加快基础设施建设的重大机遇,又凸显筹融资困难、养护资金短缺、公路等级不高与结构性矛盾突出等问题与挑战。同时还面临体制、机制重大变革带来的各种影响。在新的形势、新的任务、新的情况下,破解养护发展难题,如何去做好公路的全面养护工作,这对于增强公路的服务功能,延长公路使用周期,降低养护成本,缓解养护投入压力,确保公路安全畅通等方面将起到积极的作用。

工程描述:本工程为吉林省长春市某连接线公路,路线长度为12.5 km,设计标准为二级公路,路基宽10 m,设计行车速度60 km/h,建成后通车时间为3年,由于交通量激增,并受到各种自然因素的作用,公路目前使用状况不佳,各部分结构相应出现破损,目前需要针对该状况进行相应的养护维修,使之达到设计要求,保证车辆运行过程中能够安全、经济、舒适和高速运行。为达到目标,需完成以下几项工作。

(1) 加强公路预防养护,延长公路使用周期。

当公路状况良好,尚未出现明显病害或轻微损坏时,在合理的时间内采取相应的预防养护措施,将病害处理在萌芽状态,延缓公路使用功能的恶化速度,延长其使用寿命和节约养护成本,从而达到控制公路病原的目的。从这一意义出发,加强公路预防性养护,具有非常重要的现实意义。因此,在具体的养护工作中,要贯彻早预防、早施治的方针,经常跟踪检查沥青路与混凝土路的损坏状况,检查其是否有轻微的龟裂、不规则裂缝、松散、车辙、错台、接缝料损坏、边坡不太稳定、坡面冲刷等轻微的现象。如出现轻微损坏,应及时采取相应的固坡植被、灌缝、碎石封层、油砂封层、接缝重灌缝、压浆等预防性措施,把病害消灭在萌芽状态,确保预防性养护的实际效果。

(2) 保持公路路基完整、路面整洁,及时修补路面坑槽。

保证路基的坚实和稳定,保证排水性能良好,使各部分尺寸和坡度符合规定,及时消除不稳定的因素,并尽可能地提高路基的技术状况。

保持路面经常平整、坚实、干净是实现公路安全畅通的最基本条件。要使之经常处于完好状态,在日常养护工作中,要及时修补路面坑槽,严格按照有关规范的要求进行操作,注意修补工艺和流程,做到修补的坑槽线条顺畅、材料与原路一致,接头平顺,不错过有利时机,保证路面无积水现象。同时,要经常清扫路面,保持路面干净整洁,做到路面无散落物、无污染、无堆积物、无路障等。

(3) 加强公路桥涵养护,确保桥涵安稳运行。

在日常养护工作中,要保持桥面干净、泄水孔灌通、无堵塞、排水良好。特别是要治理桥头跳车现象,做到日常检查与维修并举,及时修复损坏的桥梁栏杆与伸缩缝、清除锥坡杂

草、漂流物,清理涵洞进、出水口垃圾和堆积物,以防止连锁性破坏反应,确保桥涵灌通,安稳地运行。对其他构造物设施,要做到合理埋置、整齐、维修及时。

(4) 保持公路设施完好,确保公路顺畅。

公路怕水,许多路面病害都是由水造成的,特别是在雨季期间尤为如此。因此,必须做好公路排水工作,保持公路纵向、横向排水系统经常处于完好畅通的状态。做到石砌边沟无堵塞、沟底干净无杂草。对于土质边沟清理要及时、符合要求,使排水顺通。对于公路两侧明显的高路肩,要进行铲除,使之横坡适度,有利于排水,保证路面无积水现象。其次,特别要注意防冰、防雪设施的完好状况,尤其在季节性冰冻地区,要预防冰雪对公路造成的危害,影响行车安全。再次,要对沙区公路进行良好的工程防护措施和生物工程防护措施,以保证公路工程的可见性,避免风蚀和沙埋对公路造成的危害。

(5) 加强公路绿化工作,打造生态绿色通道。

公路绿化起着稳定路基、固坡植被,防流失、防冲刷的作用。也是确保公路路况完好的主要养护措施。更是公路一道亮丽的风景,融自然于一体的景观绿色通道。对于路树的养护,在春季,主要进行路树补植、扶正压实,植后管护。对影响行车视线、个别不规则的树枝,要进行修剪整枝,有一定的造型。对于边坡上的藤类植物,要注意养护,用人工引向上边坡,防止割草损坏,确保成活率。在冬季,要定期进行路树刷白,预防病虫害的侵蚀,确保路树保暖过冬。

本书根据以上公路养护建设的实际情况,以公路养护实际工作为例阐述上述5个部分,以工作过程为线,借助有效媒体,按照实际工作过程和内容进行学习,体现职业性、开放性、实践性和综合性。使理论和实践有机结合在一起,保证学生学习的可持续发展。

前言

公路养护与管理是交通高职高专院校公路与桥梁专业必修的专业课。本书是以公路养护工程实际项目的操作进行编写的。结合高职教育的特点,注重实践教学,教材的内容充分反映目前我国公路养护与管理的发展水平,采用了交通部最新修订的《公路桥梁养护规范》和《公路隧道养护技术规范》,《公路沥青路面养护技术规范》和《公路水泥混凝土路面养护技术规范》等有关规范,使学生通过学习能系统地掌握公路养护的维修技术以及冰害的防治措施。教材具有较强的综合性、实践性和职业性。因此在教学过程中应突出重点,以掌握基本概念、应用为主。根据具体情况,积极创造条件,应用录像投影等电化教学手段,结合现场参观等方式,以提高教学效果。

本书由吉林交通职业技术学院沈艳东、崔岩、陈立春主编。全书由吉林大学赵大军教授主审。具体编写情况如下:项目一、项目二由吉林交通职业技术学院沈艳东编写;项目三中任务一、任务二由吉林交通职业技术学院崔岩编写;项目三中任务三由吉林交通职业技术学院王东杰编写;项目三中任务四由吉林交通建设集团冯雪编写;项目四中任务一由吉林交通职业技术学院刘仲波编写;项目四任务二由吉林省东亚交通勘察设计有限责任公司李元新编写;项目五由吉林交通职业技术学院陈立春编写。

本书在编写过程中,得到很多职业学院、公路部门的大力支持和帮助,并提出不少宝贵意见,同时还引用了前辈们已经取得的众多成果,使本教材内容更丰富、充实,在此特致诚挚的谢意。

由于编写时间仓促,探索认知偏颇,发展预见不足,加之编者水平有限,不足之处在所难免,希望读者批评指正。

编者

目 录

项目一 概述	1
任务一 影响公路技术状况的因素	2
学习情境一 车辆荷载对公路技术状况的影响	2
学习情境二 自然因素影响分析	5
任务二 公路养护工作的任务及其工程分类	6
学习情境一 公路养护的任务	6
学习情境二 公路养护的分类	7
学习情境三 我国公路养护的技术政策和措施	10
小结	11
复习思考题	11
项目二 路基路面的养护与维修工作	12
任务一 公路路基的养护与维修	13
学习情境一 概述	13
学习情境二 路基的日常养护与维修	14
学习情境三 路基翻浆的防治	19
学习情境四 滑塌的防治	24
学习情境五 特殊地区路基养护	27
任务二 沥青路面的养护与维修	32
学习情境一 沥青路面养护标准与质量评定	32
学习情境二 沥青类路面的养护与维修	41
学习情境三 沥青路面罩面、再利用维修技术	46
任务三 水泥混凝土路面的养护与维修	50
学习情境一 混凝土路面养护标准和质量评定	50
学习情境二 日常养护	54
学习情境三 水泥混凝土常见破损及其原因分析	56
任务四 路面基层的改善	63
学习情境一 基层的加宽与补强	63
学习情境二 基层的翻修与重铺	65
小结	65
复习思考题	65

项目三 桥涵、隧道构造物的养护与维修	67
任务一 桥梁养护与维修	68
学习情境一 桥梁检查与检验	68
学习情境二 桥梁上部构造的养护、维修与加固	76
学习情境三 桥跨结构的养护、维修与加固	78
学习情境四 墩台基础的养护、维修与加固	84
任务二 涵洞的养护、维修与加固	91
学习情境一 涵洞养护的要求与检查内容	91
学习情境二 涵洞的养护与维修	91
学习情境三 涵洞的加固	92
任务三 调治构造物的养护、维修与加固	93
学习情境一 调治构造物的日常养护	93
学习情境二 调治构造物的维修与加固	93
任务四 隧道的养护、维修与加固	95
学习情境一 土建结构的养护	95
学习情境二 隧道主要病害处理	100
学习情境三 机电设施的养护	105
小结	109
复习思考题	110
项目四 公路自然灾害的预防	111
任务一 水毁的预防、抢修与治理	112
学习情境一 水毁的预防	112
学习情境二 水毁主要成因及治理对策	115
学习情境三 公路、桥涵抗洪能力的评定及修复	116
任务二 其他公路自然灾害的防治	118
学习情境一 公路冰害的防治	118
学习情境二 公路雪害的防治	121
学习情境三 公路沙害的防治	125
小结	128
复习思考题	129
项目五 公路其他养护内容	130
任务一 公路沿线设施的养护	131
学习情境一 交通安全设施的养护	131
学习情境二 公路交通标志、标线的养护	132
任务二 公路绿化及其管理	134
学习情境一 公路绿化及其规划	134
学习情境二 公路树木的栽植与管护	137

学习情境三 草皮的种植及管护..... 139

小结..... 142

复习思考题..... 142

参考文献..... 143

项目一

概 述

项目一： 概述	第二学年 基准学时：4 其中，理论：4，校内实训：0， 企业实训：0	项目综述：以公路工程应用过程中出现的各种破坏的预防和治理项目为载体，提高学生的基础知识和基本技能，提高学生的理论基础、质量控制意识和工程质量分析能力，培养学生吃苦耐劳的职业品质和敬业精神
总体目标：考虑合理的工作过程、工作保护和环境保护的条件，学生完成公路使用过程中出现问题的基本原理知识的学习。由于公路在工程使用过程中要满足车辆荷载的使用要求，具有多样性、易变性，因此学生应该灵活运用基础知识解决工程实际问题 知识目标：公路破坏的原因分析、养护工程的分类、确认各公路组成部分的养护工作 能力目标：根据理论分析确定公路出现各种病害的基本原因，能够根据公路病害的现象情况确定是由于何种原因造成的，并对公路的各种病害进行工程分类 素质目标：工作认真负责，有协作精神，有良好的劳动纪律，养成按规范标准进行质量控制的职业素养，以及认真做事的工作态度		
专业内容： 公路病害形成的原因分析，确定各种不同原因对公路工程造成的破坏。对公路各组成部分进行养护工程分类，为今后确定工程种类进行施工组织奠定基础		宏观教学方法：项目教学法结合案例教学、多媒体展示、现场教学和顶岗实践 微观教学方法： 讲授法——基本理论的讲解建议采用多媒体或常规教学的讲授法 案例教学法——公路破坏的原因分析 六步教学法——适用于每个教学情境 基于施工过程的现场教学法——整个项目建议以具体工程的养护维修为基础 边讲边练教学法——有实践的教学环节建议使用此种方法 教学组织： 校内——理论知识集中授课；技能训练分组教学，总工负责技术，组长负责组织 企业顶岗——在现场工程师的指导下参与病害原因的基本分析
媒介：以教科书、黑板、课件、模型、视频教学、照片和投影等为基本媒体；案例教学以工作页、表格、计算器、视频教学为媒体；项目实训以试验仪器设备、行业规范、行业标准、实训场地为媒体进行现场教学	参与者需要的知识： 建筑材料基础知识，公路设计知识，土工基础知识，力学基本知识，公路施工基础知识，工程识图基本知识 参与者需要的技能： 计算技能；绘图技能；施工过程管理；组织设计；团队协作，职业道德	教师需要的能力： 具有扎实的专业理论基础和丰富的实践经验；恰当运用各种教学方法，具备熟练应用行动导向的教学方法的能力，实现理论实践一体化的组织教学能力；掌握实际工程项目资料，教案、活页教材、实训场地和仪器设备准备充分；带领学生学习公路施工基础知识和基本技能，调动学生的积极性，能够引导、启发、咨询、评价表扬学生，激发学生的专业兴趣

任务一 影响公路技术状况的因素

学习情境一 车辆荷载对公路技术状况的影响

公路是国家经济发展和现代化建设的重要基础设施,是为汽车运输服务的线形工程结构物。公路竣工并交付使用后,在反复的行车荷载作用和自然因素的影响下,特别是交通量和轴载的不断增加,以及部分筑路材料的性质衰变,加上在设计、施工中留下的某些缺陷,公路的使用功能逐渐下降。

作用于公路上的车辆荷载主要有以下几种。

(1) 垂直荷载——行驶的车辆通过车轮传递给路面的垂直压力,其大小主要取决于车辆的类型和轴载。

(2) 水平荷载——由于车辆的启动、制动、变速、转向以及克服各种行车阻力作用于路面的水平力。其大小除与车辆的行驶状况和轮胎性质有关外,还与路面的类型及路面的干湿状况有关,最大时可达车轮垂直荷载的 0.7~0.8 倍。

(3) 冲击荷载——汽车行驶时自身产生的振动以及路面不平整使车辆产生颠簸,这些作用都对路面产生动压力,其值与车速、路面平整度和车辆的减振性能有关。车速越高、路面的平整度越差,对路面产生的动压力就越大。车辆垂主动压力与其静压力的比值,称作动荷系数。在较平整的路面上,车速不超过 50 km/h,动荷系数一般不超过 1.30;在车速高、平整度差的路面上,动荷系数可能接近甚至超过 2.0。

(4) 真空荷载——车辆行驶时在车轮的后方与路面之间暂时形成真空,于是产生了对路面结构具有破坏作用的真空吸力,对于中、低级砂石路面,这种吸力往往会导致路面骨料松动,致使路面结构逐步发生破坏。

上述作用在路面上的动荷载,其作用力大小与车轮着地长度、车速、交通量大小、路面的平整度和结构类型密切相关。

自然因素对路面的影响主要有温度、湿度变化、风力和雨雪、空气污染、地震作用等,此外,阳光对沥青路面技术性质的变化也有着重要的影响。

暴露于大气中的路面,直接经受着大气温度的影响。路面温度随气温一年四季和昼夜的周期性变化而变化,并沿路面厚度方向产生温度梯度。通常,路面的最高温度和最低温度分别出现于每年的 7 月份和 1 月份。根据观测资料可知,由于路面对太阳辐射热的吸收作用,沥青路面的最高温度可比气温高出 23℃,水泥混凝土路面比气温高出 14℃左右。上海地区根据气温变化,对上述两类路面最高温度进行了实测回归,并得出公式

$$\text{水泥混凝土路面} \quad T_{\max} = 8.67 + 0.728T_{14}^a + 0.027Q,$$

$$\text{沥青混凝土路面} \quad T_{\max} = 8.67 + 0.847T_{14}^a + 0.124Q,$$

式中: $T_{\max}$ ——路面最高温度,℃;

T_{14}^a ——14:00 时的气温,℃;

Q ——太阳每日单位面积上的辐射热 ($\text{J}/\text{cm}^2 \cdot \text{d}$)。

美国战略公路研究计划 (SHRP) 规定,对于沥青路面,采用路表下 20 mm 处一年中连

续 7 d 最高温度的平均值 T_{20} 作为路面的高温设计温度,并以纬度 (1 at) 为参数,建立了 T_{20} 与气温 T_{air} 的关系式

$$T_{20} = (T_{\text{air}} - 0.061\ 8/\text{at}^2 + 0.009\ 8/\text{at} + 42.2) \times 0.954\ 5 - 17.78$$

冬季的最低温度发生在路表,并等于最低气温。

水对路基路面的作用主要来自大气的降水和蒸发、地面水的渗透以及地下水的影响。当路基内出现温度差时,在温差作用下水还会以液态或气态的方式从热处向冷处移动和积聚,从而改变路基的湿度状态。

下面对车辆荷载作用进行分析。

在车轮垂直荷载的作用下,路基将产生压缩和弯曲。柔性路面因其材料的黏弹性质不仅产生弹性变形,还将伴随加载时间产生滞后弹性变形和不可恢复的塑性变形。在多次加载和卸载的过程中,如果压力不超过一定的限度,不可恢复的变形逐渐变小,而弹性变形增加,使路面密实度得到增加而强化。但当压力超过一定限度时,就会发生很大的不可恢复的塑性变形。在多次重复荷载作用下,路面可因竖向塑性变形的累积而逐渐产生沉降。对于采用黏土做结合料的碎石、砾石路面在雨季潮湿状态下,以及沥青路面在夏季高温时表现尤为明显。高等级公路的沥青路面,由于渠化交通的作用,可导致产生车辙。

对于水泥混凝土、沥青混凝土以及半刚性等整体材料的路面,在车轮垂直荷载作用下将产生弯拉变形。当荷载应力超过材料的疲劳强度时,路面将产生疲劳而开裂破坏。重复作用的荷载次数越多,材料可以随疲劳作用的强度则越小,两者成双对数的线性反比关系,用公式表示为

$$N = K(1/\sigma)^n,$$

式中: N ——荷载重复作用次数;

σ ——材料疲劳强度, MPa;

K 、 n ——取决于试验条件和材料特性的试验常数。

行车产生的水平力主要作用在路面的上层,引起路表面变形而影响其平整度。

水平力对路面的影响,首先表现在对路面的磨损上。路面的磨损主要是由车辆在行驶过程中车轮产生滑移造成的。强烈的路面磨损发生在车辆的制动路段上,如公路的下坡段、小半径平曲线和交叉口进口段以及通过居民点和交通稠密的路段上;在曲线上,因车辆同向滑移也可使路面产生磨损。在不平整的公路上,由于行驶的车轮轮胎表面通过的距离比车轮中心通过的距离要“加长”,以及因振动在车辆向上颠簸时使车辆的压力减小,都将引起车轮滑移对路面产生磨损。

路面的磨损除了受行车的作用外,大气因素(诸如雨水冲刷和风蚀)也是重要的因素,同时在很大程度上还与路面的类型及材料的性质有关。石料越耐磨,路面磨损越小。在相同的条件下,碎石、砾石等中、低级路面的磨损量最大,水泥混凝土路面较小,沥青路面则最小,而采用石油沥青可比煤沥青减小磨损约达 2/3。

路面磨损不仅使路面材料受到损失并使厚度减薄,而且由于外露石料表面被磨光,使路面的摩擦系数衰减,从而影响行车安全。

车轮的水平力还可使路面的表面粒料产生拉脱,这种情况多产生于粘结力较弱的碎石、砾石和沥青碎石路面中,如图 1-1 所示。

路面在受到水平力的作用后,碎石被迫绕着支点 O 转动;在动力的重复作用下,逐渐

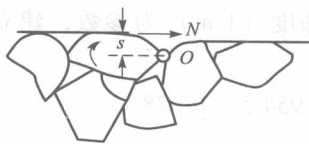


图 1-1 行驶车轮的水平力使路面表面碎石产生拉脱

松动而被拉脱，进而逐渐扩大以至形成坑槽。在雨天泥泞时，沾带黏土的车轮行驶在碎石、砾石路面上，也可使其表面粒料产生拉脱。

在车轮垂直力与水平力的综合作用下，在路面中将产生较大的剪应力。当剪应力超过面层与基层间接触的抗剪强度，或面层材料的抗剪强度时，路面面层将向基层顶面产生滑移，或面层材料本身产生剪切变形，使路面表面形成壅包或波浪变形。前者多产生于沥青面层厚度较薄、层间结合不良的路段，后者多产生于面层厚度较厚，或厚度虽薄但层间结合良好的以级配砾石铺筑的路面或沥青路面上。这类路面材料的强度除由粒料颗粒间的摩擦力提供外，在很大程度上还依赖于结合料的粘结力。由于粘结力易受水温条件变化的影响，使材料的抗剪强度下降，从而导致路面的失稳变形。在我国干旱的西北、内蒙等地区或南方多雨地区的级配砾石路面上出现的搓板，以及一些沥青混凝土路面，特别是当细料和沥青含量偏多或沥青稠度过低时，在夏季高温季节常产生壅包、波浪变形，其原因就在这里。

按碎石嵌挤原则铺筑的碎石路面和沥青碎石路面，由于其强度主要由碎石之间的嵌挤力和内摩阻力构成，受水温条件的影响较小，因而通常很少出现壅包或波浪变形。

路面之所以会出现有规律的波浪变形，即通常所称的搓板现象，是与汽车系统重复地产生一定频率的振动和冲击有关。在汽车的这种动力作用下，轮胎对路面的水平推移、磨耗及真空吸力等作用也具有相应的规律性，从而使路面产生有规律的波浪变形而形成搓板。特别是不平整的路面，将使汽车的振动与冲击作用加剧，水平推移与真空吸力作用也随之增大，从而加速了路面搓板的形成与发展。路面搓板在中、低级的砂石路面上较为普遍，波长多在 0.75 m 左右，它与公路上行驶的汽车的速率和发动机的工作状况有关。

汽车产生冲击、振动的能量，大部分消耗在轮胎和弹簧的变形上，部分作用于路面，使路面产生周期性振动，并在路面中产生周期性的快速变向应力。动力作用对路面的影响与路面的刚度有关，路面的刚性越强，对路面的破坏性就越大。由于路面的振动，可能产生对路面强度有危险的应力，使水泥混凝土路面出现发纹，碎石路面降低其密实度，潮湿的路基土在受到振动后引起湿度的重分布而可能危害路面，并使路基土挤入粒料垫层而影响其性能。沥青路面由于具有较大的吸振能力，因而振动对它的影响较小，实际上它起到了车轮冲击、振动的减振器的作用。

当汽车产生周期性动力作用的频率与路面的固有振动频率相近时，路面将与汽车产生振幅和加速度很大的共振，对路面会产生较大的破坏作用。产生共振时汽车的临界速率为

$$V_c = \frac{\lambda}{2\pi} \sqrt{\frac{kg}{p}},$$

式中：\$V_c\$——临界速率，m/s；

\$\lambda\$——路面变形的波浪长度，m；

\$k\$——轮胎刚性模量，kN/m；

\$g\$——重力加速度，取 9.81 m/s²；

\$p\$——轮胎荷载，kN。

学习情境二 自然因素影响分析

公路路基和路面的物理、力学性能随着水温的变化而变化。当路基受到严重的水浸湿时,其强度和稳定性会迅速下降,并导致路基失稳,引起坍方、滑坡等病害,对于土基承受荷载较大的柔性路面,常因承载能力不足,在车轮荷载作用下使路面产生沉陷,有时在沉陷两侧还伴有隆起现象。严重时,在沉陷底部及两侧受拉区产生裂纹,逐步形成纵裂,并逐渐发展成网裂。

对于水泥混凝土路面,则可能因土基出现较大的变形,特别是不均匀的变形时,使混凝土板产生过大的荷载应力,从而导致断裂。

在北方冰冻地区,在有地下水作用的情况下,冬季将使路基产生不均匀冻胀,路面被抬高,以致产生冻胀裂缝,严重时拱起可达几十厘米;在春融季节则产生翻浆,在行车作用下路面发软,出现裂缝和冒泥现象,以致路面结构遭到破坏,使交通中断。

在非冰冻地区,中、低级粒料路面在雨季、潮湿季节,强度和稳定性最低;路面容易遭到破坏,而在干燥季节,路面尘土飞扬,磨损严重,影响行车视线并污染周围环境。

沥青路面虽可防止雨水渗透,但亦阻止了路基中水分的蒸发,在昼夜温差的作用下,路基中的水分以气态水形式凝聚于紧挨面层下的基层上部,改变了基层原来的湿度状况。当基层采用水稳性不良的材料时,会导致路面的早期破坏。

沥青路面在浸水的情况下,可使其体积松胀,并削弱沥青与集料之间的粘附性,从而降低沥青混合料的物理、力学性能。水对粘附性的影响,主要取决于沥青的性质和集料的粘附性能,同时与集料的吸水性能也有关。通常,煤沥青比石油沥青,碱性矿料比酸性矿料有较好的粘附性。根据试验,对于国产的石油沥青,其粘附性大小,按产地不同,一般顺序如下:克拉玛依沥青、单家沥青、辽河沥青>欢喜岭沥青>茂名沥青>兰炼沥青>胜利沥青;各种岩性矿料的粘附性顺序为:石灰岩>安山岩>玄武岩>片麻岩>砂岩>花岗石>石英岩。当水中含有溶盐时,会使沥青产生乳化作用,从而加剧沥青的熔蚀作用。

水泥混凝土路面接缝渗入雨水后,使基础软化,在频繁的轮载作用下,路面出现错台或脱空、唧泥等现象,并导致板边产生横向裂缝。

沥青路面在冬季低温时,强度虽然很高,但变形能力则因粘附性增大而显著下降。当气温下降、路面收缩时受基层约束,从而产生累积温度应力;当其超过沥青混合料的抗拉强度时,将使路面产生一定间距的横向裂缝。水分浸入裂缝后,基层和土基承载力下降,遂使裂缝边角产生折断碎裂。影响低温缩裂缝的主要因素有以下两个:一是沥青混合料的性质,包括沥青性质和用量、集料的级配;二是当地的气候条件,包括降温速率、延续时间、最低气温和每次降温的间隔时间等。

此外,路面的老化程度、结构条件与路基土的种类也有一定的关系。

采用无机结合料的半刚性基层,其干缩和温缩产生的裂缝,可引起沥青面层出现反射裂缝。出现路面反射裂缝现象,除与半刚性基层材料的收缩性能有关外,还与面层的厚度和采用的沥青性能有关。通常,半刚性基层采用水泥和石灰、粉煤灰等稳定的材料比采用石灰材料收缩性小;稳定粒料、粒料土比细粒土的收缩性要小;同时,含水量、密实度和稳定剂用量对收缩也有较大影响。

温度的变化同样会引起水泥混凝土路面板的胀缩变形。当变形受阻时,使板内产生胀缩应力和翘曲应力。由于水泥混凝土是一种拉伸能力很小的脆性材料,为了减小其温度应力,避免路面板自然开裂,所以需把板体划成一定尺寸的板块,并修筑各种接缝。当板块尺寸设置不当或接缝构筑质量不合要求时,也会使板体产生断裂,并引起各种接缝的损坏。

拌制的水泥混凝土混合料的水分过大,或在施工养生期水分散失过快,也会引起混凝土板的过大收缩和翘曲,使板的表面产生发状裂纹,以致发生早期断裂情况。

在阳光、温度、空气等大气因素的作用下,会引起沥青路面老化,使沥青丧失粘附性,路面变得脆硬、干涩、暗淡而无光泽,抗磨性能降低。在行车荷载作用下相继出现松散、裂缝以致大片龟裂。日照越强烈、气温越高、空气越是干燥和流通,则路面老化的速度越快;沥青中不饱和烃及芳香烃越多,混合料空隙越大,以及矿料中含有钼、铁等盐类时,则路面越易老化。

由上述可知,公路在使用过程中,所受的行车和自然因素的作用十分复杂,往往并非单一因素的作用,而是多种因素的综合作用。在这些因素的作用下,导致公路各种病害和发生损坏现象。因此,在进行公路养护维修时,首先应运用这些基本知识,分析损坏的原因,并区别是属于功能性的损坏还是结构性的损坏,以及损坏是发展性的还是非发展性的,只有这样才能制订有效可行的养护措施。

任务二 公路养护工作的任务及其工程分类

学习情境一 公路养护的任务

公路是国家现代化建设的重要基础设施。根据我国经济和社会对交通运输的要求建立起适合中国国情的现代化综合运输体系,缓解我国交通运输紧张的新局面,公路交通建设最关键的有两方面:一是加快高等级公路的建设,提高路网技术水平;二是切实加强对建成公路的养护管理,改善路网结构,保障交通畅通。显而易见,一手抓建设,一手抓养护,建养并重、协调发展,是确保公路事业稳步发展的重要措施。公路越发展,越需要加强养护;随着技术的进步,应当采用先进的技术,加快公路养护现代化的步伐。

公路养护与管理的目的,就是运用先进的技术和科学的管理方法,合理地分配和使用养护资金,通过养护维修使公路在设计使用年限内经常保持完好状态,并有计划地改善公路的技术指标,以提高公路的服务质量,最大限度地发挥公路的运输经济效益。

从上述目的出发,公路养护管理主要有以下几项任务。

(1) 进行路况及管理设施调查,通过管理数据库,建立公路及设施的综合评价体系。

(2) 根据公路及设施的运营状况,制订可行的养护计划和规划,实施有针对性的及时养护,保证公路健全的服务功能。

(3) 不断探索新的养护技术与管理措施,积极采用新技术、新材料、新工艺、新设备,以最经济的方式达到最佳的养护效果。

(4) 努力推行并建立合理、高效的机械化养护方式,不断提高机械配备率的机械作业占有率,保证公路养护的速度与质量。

(5) 建设一支能适应公路现代化养护的管理队伍，变被动养护为主动养护，变静态养护为动态养护，达到高标准、高质量、高效率、高机动性的养护。

学习情境二 公路养护的分类

公路养护工程按其工程性质、规模大小、复杂程度不同，各国有不同的分类方法。我国对公路养护的工程分为小修保养、中修、大修和改善4类，有以下几条划分原则。

1. 小修保养工程

对管养范围内的公路及其沿线设施经常进行维护保养和修补其微损坏部分，使之经常保持完好状态。通常由养路道（渡）班（站）在年度小修保养定额经费内，按月（旬）安排计划经常进行小修保养。

2. 中修工程

对公路及其公路设施局部损坏进行定期的修理加固，以恢复原状的小型工程项目。它通常是由基层公路管理机构按年（季）安排计划并组织实施的工作。

3. 大修工程

对公路及其工程设施的较大损坏部分进行周期性的综合修复，以全面恢复到原设计标准，或在原技术等级范围内进行局部改善，或个别增建设施以逐步提高公路通行能力的工程项目。它通常是由基层公路管理机构或在其上级机构的帮助下根据批准的年度计划和工程预算来组织实施的工程项目。

4. 改善工程

对于不适应交通量和轴重需要的公路及其工程设施，分期逐段提高技术等级，或通过改善显著提高其通行能力的较大工程项目。它通常是由省级公路管理机构，或地（市）级公路管理机构根据批准的计划和设计预算，组织实施或招标完成的工程项目。

具体的公路养护工程分类见表1-1。对于当年发生的较大水毁等自然灾害的抢修和修复工程，可另列为公路水毁工程专项办理。对当年不能修复的项目，则转入下一年度的中修、大修或改善工程计划。

表1-1 公路养护工程分类

工程项目	小修保养	中修工程	大修工程	改建工程
路基	保养： 1. 整理路肩、边坡，修剪路肩，分隔带草木，清除杂物，保持路容整洁 2. 疏通边沟，保持排水系统畅通 3. 清除挡土墙、护坡滋生的有碍设施功能发挥的杂草，修理伸缩缝，疏通泄水孔及松动石块 4. 路缘带的修理	1. 局部加宽，加高路基，或改善个别急弯、陡坡、视距 2. 全面修理、接长或个别添建挡土墙、护坡、护坡道、泄水槽、护栏及铺砌边沟	1. 在原路技术等级内整段改善线形	整段加宽路基，改善公路线形，提高技术等级

续表

工程项目	小修保养	中修工程	大修工程	改建工程
路基	小修: 1. 小段开挖边沟、截水沟或分期铺砌边沟 2. 清除零星塌方, 填补路基缺口, 轻微沉陷翻浆的处理 3. 桥头接线或桥头、涵顶跳车的处理 4. 修理挡土墙、护坡、护坡道、泄水槽、护栏和防冰雪设施等的局部损坏 5. 局部加固路肩	3. 清除较大塌方, 大面积翻浆、沉陷的处理 4. 整段开挖边沟、截水沟或铺砌边沟 5. 边水路面的处理 6. 平交道口的改善 7. 整段加固路肩	2. 拆除、重建或增建较大的挡土墙、护坡等防护工程 3. 大塌方的清除及善后处理	整段加宽路基, 改善公路线形, 提高技术等级
路面	保养: 1. 清除路面泥土、杂物, 保持路面清洁 2. 排除路面积水、积雪、积冰、积砂, 铺防滑料、灭尘剂或压实积雪维持交通 3. 砂土路面刮平, 修理车辙 4. 碎石路面匀扫面砂, 添加面砂, 洒水润湿, 刮平波浪, 修补磨耗层 5. 处理沥青路面的泛油、壅包、裂缝、松散等病害 6. 水泥混凝土路面的日常清缝、灌缝及堵塞裂缝 7. 路缘石的修理和刷白 小修: 1. 局部处理砂石路的翻浆变形、添加稳定剂 2. 碎石石路面修补坑槽、沉降, 整段修理磨耗层或扫浆铺砂 3. 桥头、涵顶跳车的处理 4. 沥青路面修补坑槽、沉陷, 处理波浪、局部龟裂、啃边等病害 5. 水泥混凝土路面板块的局部修理	1. 砂土路面处理翻浆, 调整横坡 2. 碎石石路面局部路段加厚、加宽, 调整路拱加铺磨耗层, 处理严重病害 3. 沥青路面整段封层罩面 4. 沥青路面严重病害的处理 5. 水泥混凝土路面严重病害的处理 6. 水泥混凝土路面接缝材料的整段更换 7. 整段安装、更换路缘石 8. 桥头搭板或过渡路面的整修	1. 整段用稳定材料改善土路 2. 整段加宽、加厚或翻修重铺碎石路面 3. 翻修或补强重铺高级、次高级路面 4. 补强、重铺或加宽高级、次高级路面	1. 整线整段提高公路技术等级, 铺筑高级、次高级路面 2. 新铺碎石路面 3. 水泥混凝土路面病害处理后, 补强或改造为沥青混凝土路面