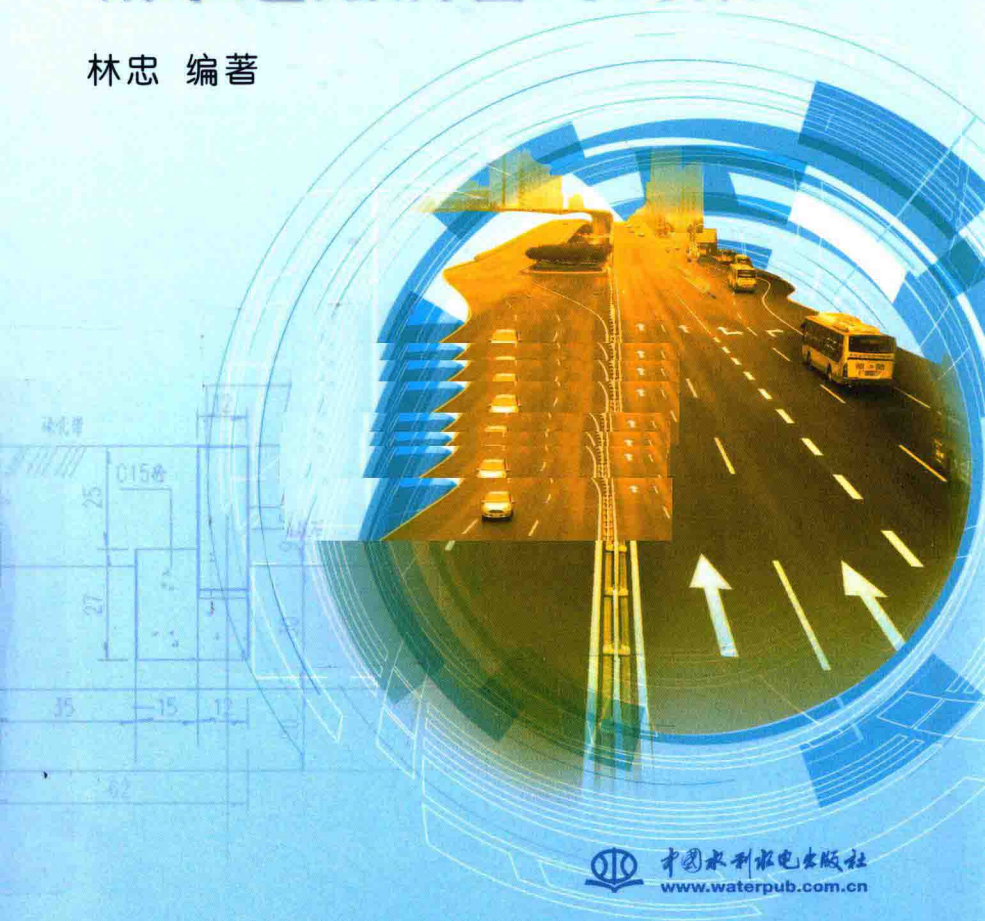


图说城市基础设施病害与对策丛书 丛书主编 宋波

图说 城市道路病害与对策

林忠 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

图说城市基础设施病害与对策丛书 丛书主编 宋波

图说城市道路病害与对策

林忠 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以图文并茂的形式,详细介绍了不同材料路面常见的病害特征表现、监测检查方式,并给出了针对性的处理建议。全书共分四章,分别是概述,沥青混凝土道路的病害与养护维修方法,水泥混凝土路面的病害与养护维修方法,特种路面的病害与养护维修方法。

本书可供从事道路养护工作的技术人员和管理人员学习使用,也可供从事道路工程相关专业的大中专院校学生或科研工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

图说城市道路病害与对策 / 林忠编著. — 北京 :
中国水利水电出版社, 2014.9

(图说城市基础设施病害与对策丛书)

ISBN 978-7-5170-2575-7

I. ①图… II. ①林… III. ①城市道路—病害—防治—图解 IV. ①U418-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第228575号

书 名	图说城市基础设施病害与对策丛书 图说城市道路病害与对策
作 者	林忠 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
经 售	
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京鑫丰华彩印有限公司
规 格	145mm×210mm 32开本 3.375印张 91千字
版 次	2014年9月第1版 2014年9月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	18.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究



丛书编委会

主 编 宋 波

副主编 李 亮

编 委 李永录 林 忠 王 达 苏经宇
陈奇辰

本书编委会

主 编 林 忠

参 编 徐开宇 卢佳伟 李 思 梁 茵
时晓晶

作者简介



林忠，工学博士，1987 年武汉理工大学毕业后赴日留学，就读于东京大学工学部资源工学科，1993 年日本早稻田大学理工学研究科土木工程专业硕士研究生毕业。博士课程受教于东京工业大学著名的圆川教授并获得工学博士学位。

在日期间，在地铁及地下隧道开挖工艺之盾构技术领域，在日本土木工学会及土质工学会（现资源素材学会）中发表了多篇学术论文。博士课程期间在日本经营工学会中发表的论文，结合土木建筑工程提出了独到的经营管理理论，并受到业界高度好评。

林忠博士长期从事土木建筑行业的技术开发以及产业化研究和管理工作，就职于世界 500 强、建筑行业世界著名企业日本大成建设株式会社。先后在日本、印度尼西亚、保加利亚、缅甸等国家从事土木工程技术及管理工作。2002 年任北京代表处首席代表，主管中国市场。期间，成功地领导大成公司进入中国市场并在北京创办了 3 家合资公司。在日本建筑行业巨头企业中工作多年，精通该领域的技术发展，并积极引进日本先进技术，为河北张河湾水库、山西西龙池水库的斜面沥青防渗层的竣工发挥了重要作用。近年来致力于研究开发新型道路材料以及新型路面铺装工艺，拥有道路材料及施工领域多项专利，曾获得中国市政工程行业协会技术进步奖、北京市政路桥建材集团技术一等奖等奖项。2006 年推出的半柔性路面施工专利技术，成功地解决了北京市大容量快速公交车道及交叉路口的路面车辙问题，为北京市的道路建设及奥运工程做出了贡献。

今年首次推向市场的音乐路面以及负离子路面技术在业界反响很大，受到了好评。(lin-z@bj-jg.com)



丛 书 序

随着我国城镇化的不断发展，城市人口越来越多，同时城市中各类基础设施正呈多样化、复杂化、密集化的发展趋势。城市居民对桥梁、道路、建构物等基础设施的依赖程度越来越高，当这些工程设施在使用中，由于长年累月的环境荷载作用会出现各类病害，尤其是当遭遇地震、飓风、暴雨、泥石流等自然灾害时，往往会导致工程结构的严重破坏，最终会引起巨大的人员财产损失，因此，需要定期对工程结构进行病害普查，对病害位置进行养护、加固。

由于不同工程结构产生病害与破坏的原因多种多样、机理复杂，导致一线养护技术人员难以直观地了解工程结构的病害与破坏，对提高技术人员的技术水平造成了阻碍。因此，我们编写了这套“图说城市基础设施病害与对策”丛书。

本系列丛书包括 5 个分册，分别为《图说城市道路病害与对策》、《图说城市园林景观病害与对策》、《图说城市基础设施病害与对策》、《图说城市建构物病害与对策》、《图说城市桥梁病害机理与对策》。该系列丛书以城市主要工程设施为对象，结合相关结构养护规程、规范要求，通过大量实际工程病害图片，从工程结构病害现象出发，直接给出相对应的养护、加固、维修措施。

各分册均配备了大量的图片，以图片取代繁复的文字描述，将多种结构病害形式图片化，化繁为简，简明实用，使读者能快速直观掌握各类工程结构病害的养护、加固方法。本系列丛书既可作为一线养护技术人员、工程结构管理人员的培训教材，也可作为大中专院校土木工程相关专业的教材参考书。

希望我们的这套丛书大家能够喜欢，也真诚希望广大读者提出宝贵意见和建议，以便今后进一步修订完善。

丛书主编：宋波

2013 年 11 月 13 日

前 言

截至 2012 年年底，我国公路总里程达 424 万 km。截至 2013 年年底，高速公路通车里程达 10.4 万 km，居世界第一位。可以说改革开放以来的三十多年是“道路大建设时代”。但是，由于道路使用年数及汽车拥有量的增加，带来的道路超负荷使用以及大型运输车辆时常超载等原因。目前，城市道路及高速公路路面已呈现诸如裂纹、坑槽、拥包、车辙等各种病害。可以说，从今往后将进入“道路养护修补时代”。

为了更加高效地进行道路的养护修补，通常先对路面进行调查，了解其病害并分析其原因，而后决定相应的解决方案。道路病害的分类，根据其病害的形状及成因很难明确划分，而且各种不同的病害还有可能交错发生。本书按车辙、裂纹、坑槽、路表剥落、高低不平、纵向凹凸、磨耗及其他的大分类法进行编制。

根据 2012 年颁布的《城市道路工程设计规范》（CJJ 37—2012），我国城市道路分为快速路、主干路、次干路和支路四类。本书所指城市道路包括上述四类道路。同时，从道路的断面构成要素而言，有车道、自行车道、人行道、停靠车空间等。这些构成要素中的病害图例也在本书中有所体现。为了论述方便，笔者在书中以沥青路面、水泥路面、特种路面的顺序分别对其病害进行分析。

作者在国内长期从事土木工程的工作中，搜集了一些图片和资料，借此机会总结成册并针对各种病害的处理及使用材料作了一些描述，希望为从事道路养护工程的相关技术人员提供一些参考，不足之处在所难免，敬请斧正。

大成道路技术株式会社北京代表处时晓晶、北京路新大成景

观建筑工程有限公司徐开宇、卢佳伟、李思、梁茵等参与了本书编写。

林 忠

北京路新大成景观建筑工程有限公司总经理

2014 年 5 月 25 日

目 录

丛书序

前言

第一章 概述	1
第一节 城市道路外观检查的意义	1
第二节 道路病害的调查方法	2
第三节 道路病害示例	3
第四节 常见病害防治措施	4
第二章 沥青混凝土道路的病害与养护维修方法	7
第一节 沥青道路的病害种类和维修工艺	7
第二节 养护维修工艺和材料	29
第三章 水泥混凝土路面的病害与养护维修方法	48
第一节 病害的分类	48
第二节 养护维修工艺和材料	61
第四章 特种路面的病害与养护维修方法	73
第一节 半柔性路面	73
第二节 排水降噪路面	79
第三节 彩色沥青路面	82
第四节 防滑路面	84
第五节 柔性沥青路面	91
参考文献	94
后记	95

第一章 概述

第一节 城市道路外观检查的意义

随着我国城市化进程的加快，各级政府都非常重视市政基础设施，特别是城市道路的建设，城市道路无论在数量和质量上都取得了突飞猛进的发展。但是，在快速发展的过程中，由于道路工程是庞大的土木工程，其使用耐久性受到材料类型、材料质量、施工质量和养护水平等多种因素的影响，同时受到使用环境、气候、车辆荷载等的严重影响，因此道路发生病害是不可避免的。当道路建成后经过多年的使用，路面逐渐出现劣化，路面性能和使用状况下降，这时通过日常养护和维修工作，路面性能和使用品质得到一定的恢复，还能满足交通通行的要求。当路面继续使用达到设计年限时，其物理和力学性能均达到极限状态，路面出现各种病害和劣化，这时，简单的日常养护和维修并不能满足道路的使用要求，必须进行必要的大修改造。上述过程是道路构造物正常的使用变化，如果能满足上述要求，则表明路面达到了设计要求。但是有些情况下，路面还未达到设计使用年限就出现大规模的病害，导致路面性能严重下降，不得不提前进行道路的大修和改造，从而造成巨大的经济损失。当前，道路的早期破坏是我国道路工程领域面临的重大问题，许多道路建成后只使用3~5年甚至更短的时间，就必须进行大修，不能发挥道路应有的社会 and 经济效益。

道路出现病害是不可阻挡的变化规律，关键是要了解病害产生的原因、病害发生的规律，并有针对性地采取相应的处治和预防措施，使病害的发生程度降低到最小限度，保证路面处于最佳

的使用品质。本章对道路工程病害的调查方法、常见病害类型和防治措施等进行介绍。

第二节 道路病害的调查方法

在对已建道路工程的病害进行具体研究分析时，需要针对出现的病害类型，综合分析引起病害的各种原因，采取排除法、验证法等多种手段，对出现的病害的发生原因进行探讨。为此，需要进行现场调查、取样，结合资料收集和必要的实验室试验，对取得的数据进行分析和研究，探求病害原因和机理。

一、地点选择

道路建设年代不相同、使用条件不同、自然环境条件不同，道路发生的类型原因也不相同，如果比较系统取样分析不仅数量多，而且对道路的破坏也大，对交通通行的影响也大。因此，应根据已有研究资料，在典型病害研究结果的基础上，结合目标道路多年监测和评定结果，筛选出具有典型特征的多处病害地点，进行现场调查。取样地点和数量可根据实际病害发生情况而定，重点应放在已经发生病害的路段。

二、现场调查

(1) 宏观调查：从宏观上对病害进行分析，包括病害类型、病害范围、病害严重程度、路段周围环境、病害所处位置（直线段、转弯处、引桥等）等，从而对病害产生的可能原因有一个初步判定。调查方法包括踏勘、拍照、录像、测量、记录等工作，应预先绘制各种调查表格备用。

(2) 取样调查：从微观和技术角度出发，详细调查病害发生原因。针对不同病害，预先制定调查内容、取样内容、取样方法、取样数量等方案。不同病害产生原因不同，调查内容也不相同，特别是取样方式和方法也不相同，必须根据实际情况决定。

三、资料调查

对被调查路段的详细资料进行收集，包括道路建设年代、道路结构、施工方法和工艺、维修历史、交通量数据、交通量组成、历年道路路面性能检测数据（平整度、摩擦系数、破损率等）、历年道路弯沉检测数据等，这些数据在判定病害发生原因时具有重要作用。

四、室内实验

结合现场调查，进行必要的室内实验验证，以判定病害发生原因。根据不同的路面类型，可能的室内实验包括：

（1）沥青混凝土类：沥青混凝土密度实验、沥青混凝土沥青含量实验、沥青混凝土骨料级配实验、老化程度实验、车辙实验、疲劳实验、抗低温性能实验、抗剥落实验、抗水性能实验等。

（2）水泥混凝土类：钻心取样的力学（抗压、抗折、劈裂）强度试验、抗冻融性能试验、碳化深度试验、氯离子含量试验、骨料矿物成分分析试验、微观构造分析试验等。

（3）基层类实验：密度实验、强度实验、力学性能实验、干缩性能实验等。

（4）力学分析：结合道路实际结构，当实际情况与先行设计方法有较大差别时，按不同的力学模型进行必要的力学分析。

五、病害发生原因分析

通过现场调查、资料调查，并结合室内实验验证，对道路病害地段产生病害的原因进行排除或确认，对产生病害的原因和机理进行分析，为采取科学合理的处治和养护维修措施提供科学依据。

第三节 道路病害示例

一、路基病害

道路的路基是承重的主体，长期裸露在外界环境中，经历着

风吹雨打与阳光暴晒，常年承受着路基自重、行车荷载以及各种外界刺激等，这些因素都造成路基破坏。道路的使用品质是由路基的强度与稳定性直接决定的。因此，要保持道路完整就必须保证路基处于良好状态。填方路堤沉降与挖方边坡破坏是较为常见的两种路基病害，其中填方路堤沉降包括全部或局部出现下沉，纵横向的开裂以及整体滑动或边坡滑坍等；而挖方边坡破坏主要包括坍塌、滑坡等。

二、路面不平

道路的路面经过长期的碾压，导致一些凹凸不平的现象发生，即为道路表面出现坑槽。由于道路的密实度差，凸起位置往往密实度偏高。凹陷位置密实度偏低，引发路面结构层分布不均匀。经过外部环境的影响，风吹雨打、阳光暴晒等，大量的水分进入软土基层中，造成了路面结构的不稳定，甚至无法支持路面结构，致使路面完全变形。

三、车辙

道路上出现车辙是非常严重的病害现象，导致路面的使用率低下。在行车荷载重复作用下，路面就会出现一些大小不等的永久的带状的凹沟，从而形成车辙。一般情况下，把车辙划分为3种类型：第一，由于交通的荷载量过重超过了路面的承受能力，从而产生的结构性车辙；第二，沥青混凝土侧向变形造成的流动性车辙；第三，由于沥青混合料的配合比不合理，掺入了过多的矿粉以及沥青稳定性偏差、施工因素等而产生的车辙。要完全保障道路无明显的车辙现象，保持路面的平整，从而减低交通事故的发生率。

第四节 常见病害防治措施

一、路基病害的防治

在道路设计过程中，要重点对道路进行仔细评估与勘察，对

于软土地段或地基承载力较低的位置，要提前做好换填与加固等措施，来弥补地段的不足之处，从而减少路基不均匀下沉的现象。在路基施工时，选取的填料必须质量好、强度高，在操作过程中，对每一层都要控制好压实度，避免出现路基的沉降与变形。

二、裂缝类病害的防治

一般在道路上出现裂缝的情况时有发生，在早期路面出现裂缝对路面的质量与外表影响较小，如果不及时处理，就会慢慢恶化，造成严重影响。若是遇到雨雪天气，恶化程度将会加速，当雨水渗入路基，就会引发路基浸水现象，由此造成的损害可想而知。因此，在道路设计时就需要注意：①选择并评估合理道路厚度；②了解半刚性材料的合理组成；③对于选取的面层材料务必要质量达标与合理，这样才能提升混凝土的均匀性；④在路面中央设分隔带，并做好排水设施的维护工作。若出现道路裂缝现象，要及时处理，避免恶化。对于道路裂缝类病害处理方法较为简单，比如采用柔性度较高的防水材料或者填灌热沥青以及注浆加固等措施，加固修补的措施，修补的路段不仅速度快，而且质量好。

三、胀缝处破损、拱胀、错台以及填缝料脱落防治

在道路中若出现了胀缝，可以立即设置传力杆，传力杆的选择的部位主要在板厚中央处；使用的填缝料要具备较强的抗热耐寒能力、黏结力要好，并且材料不容易脱落。填料最好不要完全填满缝隙全深，在浇灌填料前首先使用柔性材料填塞缝底，同时配合填料；若出现严重的挤压时，可以采用切割机把挤碎的位置切出整齐和直壁的槽形，再把槽内的杂物进行清洗并烘干，用沥青砂或密级配沥青混凝土夯实补平。

四、减少车辙的措施

沥青的混合料配比要科学合理。选择的沥青混合料通常要增大集料的最大颗粒尺寸以及碎石的含量，这样才能降低路面的变

形现象发生。实践表明，中粗粒式沥青混凝土车辙的深度只是细粒式沥青混凝土的 $1/3 \sim 1/2$ 。对于矿料配制来说，开级配沥青混凝土抵抗车辙的能力明显低于密级配的沥青混凝土。因此，选择合适的沥青混合配料有利于降低车辙的发生率。

对于沥青混合料要严格控制沥青的用量，沥青的用量不能过多，以适量为最佳。同时选择的沥青要质量好，这样才能提高沥青的高温稳定性。

沥青混合料抵抗变形还与压实度有关。压实度越小，沥青混合料抵抗车辙的能力越低。因此，在道路路面施工过程中，要最大限度地增加压实度，通常选择较重的压路机进行完全碾压，以求达到压实度标准甚至超过标准。

第二章 沥青混凝土道路的病害 与养护维修方法

众所周知，由于道路建设的总量年年在增加，以及随之而来的交通流量增加、车辆大型化等引起的路面损伤的增加，使路面维修总量随之也在不断地增加，可以说是目前正进入“道路养护维修时代”。

沥青路面因其施工后可立刻通车，路面平整度好行驶舒适、易于维修等优势，其占道路总长的比例逐年增加，至2010年全国沥青混凝土道路总长达54.25万km（2011年4月28日《中国交通报》）。

关于沥青路面的破损和维修的方法与标准的制定越来越重要。近年来，随着时代的进步，交通条件、环境条件等都发生了变化，施工条件也变得更加严格了。因此，不但要考虑道路的维修技术性，同时要考虑到包括成本等在内的寿命周期内的性价比最优的维修方法。

本章在上述观点的基础上，利用图片介绍了沥青路面中的破损种类和维修方法的概要，以及维修工艺和材料，包括一些维修工艺和材料的新技术等内容。

第一节 沥青道路的病害种类 和维修工艺

本节首先阐述病害的种类及其成因，其次阐述最为突出的病害车辙和裂缝问题，最后阐述这些道路病害的维修养护工艺的概要。