

我国农村公路路面技术状况评定及养护方案研究

庄振宇

平顶山市公路交通勘察设计院, 河南 平顶山 467000

[摘要] 农村公路是服务广大农村地区经济社会发展的先导性、基础性、公益性设施, 是我国公路网的重要组成部分。党的二十大报告明确提出了全面乡村振兴战略, 报告指出, 全面建设社会主义现代化国家, 最艰巨最繁重的任务仍然在农村。农村公路作为融合城乡发展, 畅通城乡要素流动的重要载体, 是促进全面乡村振兴战略最基础、最本质所在。文中结合目前我国广大农村地区农村公路常见路面病害情况, 针对性地提出路面技术状况评定方法和养护改建方案, 同时结合具体项目实例进行分析, 以期通过相关研究探寻促进我国农村公路高质量发展之策, 不断完善农村地区基础设施建设, 助力乡村振兴。

[关键词] 农村公路; 病害; 技术评定; 养护

DOI: 10.33142/ect.v1i2.8714

中图分类号: U418

文献标识码: A

Research on the Evaluation and Maintenance Plan of the Technical Conditions of Rural Highway Pavements in China

ZHUANG Zhenyu

Pingdingshan Highway Transportation Institute of Survey and Design, Pingdingshan, He'nan, 467000, China

Abstract: Rural roads are leading, basic, and public welfare facilities that serve the economic and social development of rural areas, and are an important component of Chinese road network. The report of the 20th National Congress of the Communist Party of China clearly proposed the comprehensive rural revitalization strategy, which pointed out that the most arduous and arduous task of building a socialist modernized country in all respects still lies in rural areas. Rural roads, as an important carrier for integrating urban and rural development and facilitating the flow of urban and rural factors, are the most fundamental and essential part of promoting comprehensive rural revitalization strategies. The article combines the common road surface diseases of rural roads in the vast rural areas of China, proposes targeted evaluation methods for road surface technical conditions and maintenance and reconstruction plans, and analyzes specific project examples to explore strategies for promoting the high-quality development of rural roads in China through relevant research, continuously improving infrastructure construction in rural areas, and assisting rural revitalization.

Keywords: rural roads; disease; technical evaluation; curing

1 概述

截至 2021 年底, 我国农村公路总里程已达到 446.6 万公里, 占公路总里程的 84.3%, 是农村地区覆盖范围最广、服务人口最多、公益性最强的交通基础设施, 对保障和改善农村民生, 实施乡村振兴战略具有重要的先行引领和服务支撑作用。但由于我国农村地域广阔, 不同地区间经济社会发展的差异较大, 加之公路管理权限的下放, 大部分农村公路事权多集中于县级公路管理部门, 造成地区间公路建设及管养标准的多样化。

为实现科学管养、规范管养, 合理有序安排农村公路建设管养时序, 统筹建设资金, 首先要规范统一农村公路技术状况检测评定方法, 解决传统路况检测方式存在的检测效率不高、评定主观性强、数据可靠性和可追溯性不足等问题, 以适应农村公路高质量发展要求。

根据交通运输部发布的《低等级农村公路技术状况评定指南》, 农村公路技术状况评定采用农村公路技术状况指数 MQI 和相应分项指标, 包括路基技术状况指数 SCI、路面技术状况指数 PQI、桥隧构造物技术状况指数 BCI 和

沿线设施技术状况指数 TCI。路面技术状况指数 PQI 又包括路面损坏状况指数 PCI 和路面行驶质量指数 RQI 分项指标。

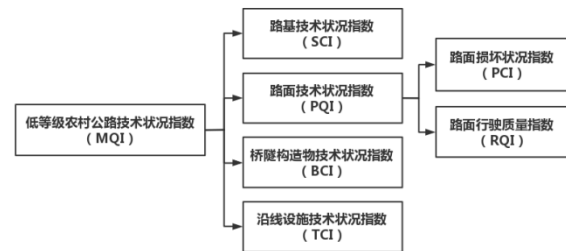


图 1 低等级农村公路技术状况指标体系

本文仅就农村公路路面技术状况评定及养护方案开展必要的研究工作。

2 公路路面常见病害类型

我国现状农村公路路面类型有简易铺装路面(如沥青表面处置路面、块体路面、砂石路面)、沥青路面、水泥混凝土路面等, 其中沥青路面和水泥混凝土路面占有较大比例。沥青路面最为常见的病害类型包括网裂、纵向裂缝、

横向裂缝、坑槽等；水泥混凝土路面最为常见的病害类型包括破碎板、裂缝、错台、拱起、坑洞等。通过对现状道路病害情况进行人工调查和自动化检测，针对性地提出设计方案，有序开展养护改建施工工作，确保农村公路网整体经济社会效益的最大化，更好地为农村各项产业服务。

3 路面技术状况调查与检测

我国农村公路大部分为三级及三级以下等级公路或等外公路。根据公路等级的不同，路面技术状况调查与检测方式也存在差异。以下就不同等级农村公路的调查与监测方法进行论述。

3.1 三级公路

三级公路路面技术状况调查与检测应采用自动化检测方式，调查与检测的内容包括路面损坏指标和路面平整度指标。进行自动化检测时，宜选择一条技术状况相对较差的车道作为代表性车道，应用自动化检测设备进行检测。

路面损坏检测的内容包括以上公路路面常见的病害类型，检测过程中应进行横向检测和纵向连续检测。其中横向检测宽度不应小于 2.4 米，纵向连续检测按照每 10 米一个检测点进行存储，由自动化检测设备自动识别处理。

路面平整度检测可采用反应类或断面类检测设备，每 10m 计算 1 个国际平整度指数 IRI 值。

3.2 四级公路或非等级路

由于四级公路或非等级路各项技术指标均较低，检测条件受限，调查与检测方法可采用人工调查的方式。路面损坏指标为必检指标，平整度指标为抽样检测指标，抽样比例不得低于列入养护管理里程的 30%。对路面损坏进行人工调查时以百米为单位，调查路幅范围内所有的行车道，按照不同的损坏类型进行损坏面积的统计。同一位置存在多类路面损坏时，计算面积最大的损坏。

4 路面技术状况评定

三级公路路面技术状况评定应包括路面损坏、路面平整度两项指标；四级及以下公路路面技术状况仅评定路面损坏一项指标。按照交通运输部发布的《低等级农村公路技术状况评定指南》，路面技术状况评定采用路面技术状况指数 PQI，计算如下：

$$PQI = W_{PCI} \times PCI + W_{RQI} \times RQI \quad (1)$$

式中， W_{PCI} 为 PCI 在 PQI 中的权重， W_{RQI} 为 RQI 在 PQI 中的权重，按照公路等级和路面结构类型的不同取值存在差异。两项指标取值见下表：

表 1 不同路面结构指标权重取值表

路面类型	指标值	三级公路	四级及以下公路
沥青路面	W_{PCI}	0.60	1.00
	W_{RQI}	0.40	0
水泥混凝土路面	W_{PCI}	0.65	1.00
	W_{RQI}	0.35	0

(1) 路面损坏状况指数计算。路面损坏状况指数 PCI

计算如下：

$$PCI = 100 - a_0 DR^{a_1} \quad (2)$$

$$DR = 100 \times \frac{\sum_{i=1}^{i_0} A_i}{A} \quad (3)$$

式中，DR 为路面破损率，A 为检测或调查路面的面积， A_i 为第 i 类路面损坏的累计面积。其中，相关系数根据路面类型的不同取值，详见下表：

表 2 路面损坏状况相关系数取值表

路面类型	a_0	a_1	i_0
沥青路面	14.03	0.37	4
水泥混凝土路面	10.91	0.392	5

(2) 路面平整度状况指数计算。路面平整度状况指数计算如下：

$$RQI = \frac{100}{1 + a_0 \cdot e^{a_1 \cdot IRI}} \quad (4)$$

式中，IRI 为国际平整度指数，由自动化检测设备测出。 a_0 、 a_1 的取值根据路面的不同取值。沥青混凝土路面 a_0 取 0.0167、 a_1 取 0.56；水泥混凝土路面 a_0 取 0.0146、 a_1 取 0.52。

(3) 路面技术状况等级划分。路面技术状况等级根据路面技术状况指数进行划分，具体标准如下：

表 3 路面平整度状况相关系数取值表

评定指标	优	良	中	次	差
路面技术状况指数 PQI	≥ 90	$\geq 80, < 90$	$\geq 70, < 80$	$\geq 60, < 70$	< 60

根据路面技术状况指数 PQI 计算结果，确定路面技术状况等级。同时结合地方财政资金情况，按照道路路面损坏程度，合理安排项目建设时序，实现项目资金使用的效益最大化。

5 常见路面病害及养护方案

5.1 水泥混凝土路面

水泥混凝土路面最为常见的病害类型包括破碎板、裂缝、错台、拱起、坑洞等。下面对各类病害养护方案分别进行阐述：

(1) 破碎板。破碎板按照单块混凝土板体被分隔成的块数，分为轻度破碎和重度破碎。破碎板的病害养护方案如下：①破碎、清除破碎部位的混凝土面板；②对基层进行处理。当基层完整且基层顶面回弹模量大于 100Mp 时，仅需整平基层；当基层松散须对基层进行处理，应全深度挖除基层，对于连续面板破碎路段，基层可采用水泥稳定碎石；对于局部路段，基层可采用 C25 水泥混凝土。重新铺设的基层高度应与旧路基层顶面高程相同。③重新水泥浇筑混凝土面板，并安装拉杆钢筋，确保新铺混凝土路面标号等级与原路面相同。

(2) 裂缝。裂缝指混凝土面板上只有一条裂缝，按

照裂缝宽度分别分为轻度、中度和重度裂缝。裂缝病害处理方案可根据裂缝宽度采用压注灌浆法、扩缝灌浆法、直接灌浆法和条带罩面法等。其中压注灌浆法、扩缝灌浆法适用于轻度裂缝；直接灌浆法和条带罩面法适用于重度裂缝。

(3) 错台。错台指相邻两块混凝土面板接缝两侧出现高差，按照接缝两侧高差的大小分为轻度和重度错台。对于轻微错台，可采用板底灌浆抬高法、机械磨平法、人工凿平法等进行处置；对于重度错台，则要对下沉一侧混凝土路面进行修补。修补时，将错台下沉板表面凿除20~30mm，并浇筑细石子混凝土。

(4) 拱起。拱起为横缝两侧板体高度大于10mm的抬高。水泥混凝土路面施工时气温低，水泥混凝土处于收缩状态，体积较小，在夏季高温时路面温度升高，水泥混凝土体积膨胀，出现混凝土路面拱起。处置的方案为应先将拱起板块两侧附近1-2条横缝切宽，待应力充分释放后切除拱起端（切缝宽不应大于50mm），逐渐将板块恢复原位，并对已切的缝灌填接缝材料。

(5) 坑洞。坑洞为板面出现直径大于30mm、深度大于10mm的坑槽。对个别坑洞，应先将坑洞凿成矩形的直槽壁，然后把槽内和混凝土碎块及尘土清除干净，用水泥砂浆等材料填补，达到平整密实；对较多坑洞且连成一片，应采取罩面方法修补；对面积较大，深度在3cm以内成片的坑洞，可用沥青混凝土进行修补。

若混凝土路面存在多种病害重叠，路面损坏状况指数达到一定数值时，则可采取直接加铺或者原路面再生利用后加铺的方案。

5.2 沥青混凝土路面

沥青混凝土路面最为常见的病害类型包括网裂、纵向裂缝、横向裂缝、坑槽等。下面对各类病害养护方案进行阐述：

(1) 裂缝。网状裂缝、纵向裂缝、横向裂缝为沥青混凝土路面裂缝的三种表现形式。

网状裂缝大多因早期路面裂缝经表层水渗透、冲刷、唧浆，从而产生以缝为中心的下陷形变，同时产生新裂缝甚至碎裂破坏。纵向裂缝主要由于地基和填土不均匀性，特别是在旧路基拓宽地段，因土质台阶处理不规范、分层填筑厚度及压实度控制不严造成的。横向裂缝往往由于温度应力的作用，路面发生疲劳裂缝。这种温度裂缝往往起始于温度变化率最大的表面并很快向下延伸，并随着时间增长造成沥青老化，沥青面层的抗裂缝能力逐年降低，温度裂缝也随之增加。

裂缝处置目的主要为封闭裂缝。处置时机应根据裂缝类型特点、严重程度及原因确定，可采用灌缝、贴缝、带状挖补等方式，或进行组合使用。灌缝材料宜采用密封胶；贴缝材料可采用热粘式贴缝胶和自粘式贴缝胶，其工艺可分为直接贴缝和灌缝后贴缝。

(2) 坑槽。沥青混凝土坑槽成因主要是由于路面厚度不够，沥青混合料黏结不佳，或者因摊铺时，下层表面泥灰、垃圾未彻底清除等引起的。

坑槽处置措施应根据坑槽病害类型、严重程度及原因，采取合理措施及时进行修补。坑槽可采用就地热修补、热料热补、冷料冷补等方式。若沥青混凝土路面存在多种病害重叠，路面损坏状况指数达到一定数值时，则可采取铣刨沥青面层后加铺或者直接加铺的方案。

6 案例分析

本文以平顶山市宝丰县 X022 商鲁线养护修复工程为例详细说明农村公路技术状况评定及养护方案具体步骤。

6.1 项目概况

宝丰县 X022 商鲁线养护修复工程，路线全长 1.92km。现状为双向两车道三级公路技术标准，路基宽 10 米，路面宽 7 米。其中 K0+000~K1+155 段为水泥混凝土路面，路面存在裂缝、破碎板、坑洞等病害；K1+155~K1+920 段为沥青混凝土路面，路面存在网状裂缝和部分坑槽等病害。为进一步提升项目沿线居民交通出行条件，促进农村经济可持续发展，现对该道路进行改建。

6.2 路面损坏状况调查

通过对项目全线路面病害进行调查统计，路面病害情况如表 4-5 所示：

6.3 路面技术状况评定

由自动化检测设备检测出水泥混凝土段路面国际平整度指数为 6.6，沥青混凝土路段国际高度指数为 6.3。

(1) K0+000~K1+155 水泥混凝土路面段

$$\sum_{i=1}^5 A_i = 137.7 + 233.3 + 69.0 + 175.0 + 114.2 = 729.2 \quad (5)$$

$$DR = 100 \times \frac{\sum_{i=1}^5 A_i}{A} = 100 \times \frac{729.2}{1155 \times 7} = 9.02 \quad (6)$$

$$PCI = 100 - a_0 DR^{a_1} = 100 - 10.91 \times 9.02^{0.392} = 74.16 \quad (7)$$

$$RQI = \frac{100}{1 + a_0 e^{a_1 \cdot IRI}} = \frac{100}{1 + 0.0146 \times e^{0.52 \times 6.6}} = 68.88 \quad (8)$$

则水泥混凝土路段路面技术状况指数：

$$PQI = W_{PCI} \times PCI + W_{RQI} \times RQI = 0.65 \times 74.16 + 0.35 \times 68.88 = 72.31 \quad (9)$$

(2) K1+155~K1+920 沥青混凝土路面段

$$\sum_{i=1}^4 A_i = 133.8 + 38.3 + 140.0 + 40.7 = 352.8 \quad (10)$$

$$DR = 100 \times \frac{\sum_{i=1}^4 A_i}{A} = 100 \times \frac{352.8}{765 \times 7} = 6.59 \quad (11)$$

$$PCI = 100 - a_0 DR^{a_1} = 100 - 14.03 \times 6.59^{0.37} = 71.81 \quad (12)$$

$$RQI = \frac{100}{1 + a_0 e^{a_1 \cdot IRI}} = \frac{100}{1 + 0.0167 \times e^{0.56 \times 6.3}} = 63.75 \quad (13)$$

则沥青混凝土路段路面技术状况指数：

$$PQI = W_{PCI} \times PCI + W_{RQI} \times RQI = 0.6 \times 71.81 + 0.4 \times 63.75 = 68.59 \quad (14)$$

表4 水泥混凝土路面技术状况统计表

路线名称: 宝丰县 X022 商鲁线养护修复工程												调查时间: XXX		调查人员: XXX	
调查内容	单位	起点桩号: K0+000 终点桩号: K1+155										累计损坏			
		路段长度: 1.155km 路面宽度: 7m													
		百米统计单元表													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
破碎板	m ²		32.6			29.2		39.0	36.9			137.7			
裂缝	m	22.5	7.7		22.3	26.3	30.2	16.6	25.1	21.7	18.9	191.3			
错台	m	16.0						25.0	28.0			69.0			
拱起	m ²		70.0			35.0			35.0		35.0	175.0			
坑洞	m ²	23.1			28.6	10.9	6.5	16.3	6.8	15.5		107.7			
调查内容	单位	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	累计损坏			
破碎板	m ²											137.7			
裂缝	m	26.2	15.8									233.3			
错台	m											69.0			
拱起	m ²											175.0			
坑洞	m ²	6.5										114.2			

表2 沥青混凝土路面技术状况统计表

路线名称: 宝丰县 X022 商鲁线养护修复工程												调查时间: XXX		调查人员: XXX	
调查内容	单位	起点桩号: K1+155 终点桩号: K1+920										累计损坏			
		路段长度: 0.765km 路面宽度: 7m													
		百米统计单元表													
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
沉陷	m ²		31.0	21.5		20.3		27.5	18.5	15.0		133.8			
波浪搓板	m ²		10.0				15.0	13.3				38.3			
车辙	m			70.0		35.0	35.0					140.0			
坑槽	m ²		5.2	6.6	3.2		2.2	16.9	3.6	3.0		40.7			

经过以上计算可知, 本项目 K0+000~K1+155 水泥混凝土路面段路面技术状况指数为 72.31, 处于 70~80 区间, 目前路面状况属于中级水平; K1+155~K1+920 沥青混凝土路面段路面技术状况指数为 68.59, 处于 60~70 区间, 目前路面状况属于次级水平。

7 结语

农村公路作为连接国省干线主动脉的毛细血管, 是直接服务于农村, 造福于广大农村居民的基础设施, 是公路经济社会效益得以实现的最终环节。为实现农村公路设施的效益最大化, 在公路规划建设的过程中, 政府部门应加强规划、科学评定、合理安排建设时序, 摒弃传统的无序建设, 将有限的项目建设资金进行统筹分配, 实现资金利用的效益最大化, 让农村公路真正成为促进我国乡村振兴的安全路、发展路、致富路。

【参考文献】

- [1]王骞. 齐齐哈尔市公路网使用状况评定及维修养护方案优化[D]. 黑龙江: 哈尔滨工业大学, 2022.
 - [2]张文贺, 陈思佳. 农村公路技术状况检测评定分析与研究[J]. 技术与市场, 2022, 29(12): 98-99.
 - [3]孙洁. 农村公路路面存在的问题与养护措施分析[J]. 科技资讯, 2023, 21(3): 73-76.
 - [4]林娟. 新经济背景下农村公路养护管理的问题研究[J]. 运输经理世界, 2022, 11(20): 137-138.
 - [5]王伟. 乡村振兴战略背景下的农村公路建设研究[J]. 运输经理世界, 2020, 13(15): 151-152.
- 作者简介: 庄振宇 (1989.1-), 毕业院校: 华北水利水电大学, 所学专业: 水利工程, 当前就职单位: 平顶山市公路交通勘察设计院, 职务: 无, 职称级别: 中级工程师。