

Rural Highway:
Cement Concrete Pavement Design
Construction and Maintenance

农村公路

水泥混凝土路面设计 施工与养护

魏 亚 梁思明 封基良◇编著



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

农村公路水泥混凝土路面 设计施工与养护

魏 亚 梁思明 封基良 编著

人民交通出版社股份有限公司

北 京

内 容 提 要

本书针对我国地域广阔、气候差异大、农村公路交通量低的特点,提出农村公路水泥混凝土路面的设计、施工及养护维修方法。全书分6章,依次介绍我国农村公路水泥混凝土路面的发展现状和建设难题、路面应用现状及病害、路面结构设计、路面原材料要求与配合比设计、路面施工以及路面养护维修。

本书可作为高等院校相关专业的教材及辅助资料,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

农村公路水泥混凝土路面设计施工与养护 / 魏亚, 梁思明, 封基良编著. — 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2019. 12

ISBN 978-7-114-16075-2

I. ①农… II. ①魏… ②梁… ③封… III. ①农村道路—水泥混凝土路面—路面设计②农村道路—水泥混凝土路面—道路施工 IV. ①U416.216

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 277672 号

Nongcun Gonglu Shuini Hunningtu Lumian Sheji Shigong yu Yanghu

书 名: 农村公路水泥混凝土路面设计施工与养护

著 者: 魏 亚 梁思明 封基良

责任编辑: 刘永芬

责任校对: 孙国靖 魏佳宁

责任印制: 张 凯

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.ccpres.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: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 10.25

字 数: 245 千

版 次: 2019 年 12 月 第 1 版

印 次: 2019 年 12 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-16075-2

定 价: 38.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)



前言

农村公路是农村经济社会发展的重要基础设施,是交通事业协调可持续发展的关键环节,但受资金及自然条件的限制,农村公路的建设过程面临重重困难。为贯彻落实“四好”农村公路要求,“又好又快”地建设农村公路,推动农村公路协调发展,在云南省交通运输厅,云南省科技厅的领导和支持下,先后立项开展云南省交通运输厅科技项目《云南省农村公路新型典型路面结构研究》(云交科2009-(A)1-13)、《云南农村公路低造价长寿命混凝土路面关键技术研究》(云交科技2013(A)06)及云南省科技厅惠民项目《云南农村公路低造价长寿命路面建设关键技术研究与应用示范》(2015RA067)项目研究,取得了农村公路路面建设的一系列成果,并逐步在云南全省农村公路建设中推广应用,使农村公路的质量水平上升到了新台阶。

本书在云南农村公路研究成果的基础上,总结、吸纳水泥混凝土路面尤其是农村公路水泥混凝土路面的实践经验编制而成。全书共分6章:第1章系统介绍农村公路概念、发展状况及农村公路路面的类型;第2章介绍普通水泥混凝土路面的现状,探讨和分析病害产生的主要原因;第3章介绍农村公路水泥混凝土路面的设计方法,并考虑路基强度、温度梯度及荷载作用的影响,提出对板块尺寸进行优化的思路;第4章从原材料控制及配合比设计等方面介绍农村公路水泥混凝土路面施工源头控制的重点,并给出相应的示例;第5章从施工准备、管理及整个施工过程介绍农村公路水泥混凝土路面的施工及质量控制关键和注意事项;第6章介绍水泥混凝土路面的养护及维修,针对性提出混凝土路面板养护及维修的对策。本书可为农村公路水泥混凝土路面的建设者、管理者及相关技术人员提供借鉴及指导。

本书的工作得到云南省交通运输厅和云南省科技厅的大力支持,课题组的研

究生高翔、张倩倩、郭为强等人在本书的结构构思、图表绘制、内容撰写等方面也做出了大量的工作,在此一并感谢!

虽然编者对本书内容进行多次检查校核,但由于时间仓促,水平有限,书中欠妥之处在所难免,还请读者及时指正。

魏 亚

2019年9月



第1章 绪论	1
1.1 农村公路概念及重要意义	1
1.2 我国农村公路发展概况及技术状况	1
1.2.1 我国农村公路发展概况	1
1.2.2 我国农村公路技术状况	2
1.3 国外低交通量公路发展	2
1.4 农村公路路面类型及特点	5
1.4.1 一般路面结构	5
1.4.2 农村公路的路面形式	6
1.4.3 农村公路的路面特点	7
1.5 农村公路水泥混凝土路面的优点与不足	9
1.5.1 优点	9
1.5.2 不足	10
第2章 水泥混凝土路面应用现状及病害分析	11
2.1 水泥混凝土路面的现状	11
2.2 水泥混凝土路面病害类型	12
2.2.1 裂缝类病害	13
2.2.2 变形类病害	14
2.2.3 接缝类病害	14
2.2.4 表层类病害	15
第3章 农村公路新建水泥混凝土路面板结构设计	17
3.1 水泥混凝土路面设计理论与方法	17
3.1.1 水泥混凝土路面设计理论	17
3.1.2 水泥混凝土路面设计方法	23

3.2	国外水泥混凝土路面设计方法简介	33
3.2.1	AASHTO 水泥混凝土路面设计方法	33
3.2.2	美国波特兰水泥协会(PCA)设计方法	36
3.2.3	美国混凝土协会(ACI)设计方法	40
3.2.4	力学经验(MEPDG)设计方法	45
3.2.5	薄层罩面	49
3.3	混凝土路面板内部温度监测及分析	50
3.3.1	温度梯度对路面板行为影响	50
3.3.2	温度梯度测试设备及方法	52
3.3.3	新建路面板的固化温差和有效温差	55
3.3.4	等效温度梯度的三种计算方法比较	61
3.4	板内应变的分布特点	66
3.4.1	板深方向的应变非线性分布特征	66
3.4.2	板角和板中应变的分布特点	66
3.4.3	干燥收缩的影响	67
3.5	农村公路水泥混凝土路面设计流程及参数选取	70
3.5.1	资料的收集和整理	70
3.5.2	交通量调查	72
3.5.3	材料要求	76
3.5.4	路面板结构分析	77
3.5.5	板块尺寸优化	85
第4章	农村公路水泥混凝土路面原材料与配合比设计	87
4.1	路面混凝土技术要求	87
4.1.1	工作性	87
4.1.2	强度	87
4.1.3	耐久性	88
4.2	混凝土原材料技术指标	89
4.2.1	水泥品种与强度要求	89
4.2.2	矿物掺合料	90
4.2.3	粗集料	92
4.2.4	细集料	94
4.2.5	外加剂	97
4.2.6	拌和水	98
4.3	普通路用混凝土配合比设计	98

4.3.1	配合比设计要求	98
4.3.2	配合比设计步骤	100
4.3.3	普通路面混凝土目标配合比设计方法	100
4.3.4	施工配合比检验和调整	103
4.3.5	工程示例	103
4.4	路用碾压混凝土配合比设计	107
4.4.1	技术性能	107
4.4.2	碾压混凝土配合比设计原则与要求	107
4.4.3	碾压混凝土材料组成及性能要求	108
4.4.4	碾压混凝土配合比设计指标	109
4.4.5	碾压混凝土配合比设计步骤	110
第5章	农村公路水泥混凝土路面面层施工	114
5.1	施工准备	114
5.1.1	设备配置	114
5.1.2	施工组织设计	115
5.1.3	基层准备	116
5.1.4	施工放样	116
5.1.5	模板安装	117
5.1.6	雨季施工	117
5.1.7	夏季施工	118
5.2	混凝土搅拌与运输	118
5.2.1	混凝土的搅拌	118
5.2.2	混凝土的运输	120
5.3	面层摊铺整平	121
5.3.1	摊铺	121
5.3.2	振捣	123
5.3.3	三辊轴整平	124
5.3.4	精平饰面	125
5.4	抗滑构造施工	125
5.4.1	刻槽法	125
5.4.2	制毛法	126
5.4.3	槽毛结合法	127
5.4.4	表面除浆(露石)法	127
5.4.5	集料嵌入法	128

5.4.6	表面提浆法	128
5.5	接缝施工	129
5.5.1	新板切缝	129
5.5.2	接缝	130
5.5.3	填缝	131
5.6	面层养生	131
5.7	质量检验与服役期评价	133
5.7.1	施工后的质量检验	133
5.7.2	服役期间的质量评价	133
第6章 水泥混凝土路面的养护及维修		136
6.1	水泥混凝土路面养护	136
6.1.1	路面的清扫保洁	136
6.1.2	接缝养护及填缝料更换	137
6.1.3	路面冬季养护	138
6.1.4	病害的临时处理	139
6.2	水泥混凝土路面维修	140
6.2.1	水泥混凝土路面破损维修	140
6.2.2	水泥混凝土路面板块修复与表面功能修复	143
参考文献		149

第1章 绪 论

1.1 农村公路概念及重要意义

我国是一个传统的农业大国,聚族而居、随遇而安构成了农耕文明的特色。根据第六次全国人口普查数据,居住在乡村的人口为6.7亿人,占全国总人口的50.32%。然而,农村的经济发展水平远远落后于城镇。农村的闭塞不改变,农业的落后不改变,农民的贫困不改变,中国的小康社会就不会来临。改变这一切的必然要求、重要前提和基础条件,就是发展农村公路。

2003年,国家发展计划委员会和交通部联合印发的文件中首次将“农村公路”定义为“一般是指通乡(镇)、通行政村的公路”。2005年,国务院办公厅在相关文件中重新表述为:“农村公路(包括县道、乡道和村道),是全国公路网的有机组成部分,是农村重要的公益性基础设施”。农村公路作为公益性最强的公共基础设施,属于典型的公共物品,是农民生产生活、农村经济社会发展的基础。过去几十年时间里,我国农村地区的发展经验表明,农村公路系统只有不断建设完善,才能为农村地区经济社会的稳步发展、广大农民生活质量的快速提升奠定扎实的基础。

1.2 我国农村公路发展概况及技术状况

1.2.1 我国农村公路发展概况

我国的农村公路经历了三个发展阶段,经历了“通达”向“通畅”的转变,实现量变到质变的转变。第一个阶段是农村公路的普及阶段,主要发生在新中国成立到改革开放初期,农村公路建设从无到有。由于建设资金和经验积累仍不足,发展较为缓慢。此阶段农村公路建设的首要目标在于解决农村地区的通行问题,已建公路的等级普遍较低,远远满足不了农村地区的发展需求。截至1978年,全国农村公路总里程仅为58.6万km,且很多乡镇和村庄仍未通公路。第二个阶段是农村公路的提高阶段,主要介于1979年至2002年。该阶段我国农村公路得到一定的发展提高。截至2002年底,全国农村公路建设总里程达133.7万km,且等级公路的发展取得较大的突破,约占总里程的74.4%。第三阶段是农村公路的大投入与大发展阶段,主要发生在2003年以后。为了响应国家建设社会主义新农村的发展要求,交通运输部制定了“修好农村路,服务城镇化,让农民兄弟走上油路 and 水泥路”的工作目标,对农村公路的投资结构进行重大调整,实施了“东部地区通村、中部地区通乡、西部地区通县”工程,启动“农村渡口改造”和“农村客运站点”建设。各级政府都加大了农村公路资金投入,全国农村公路建

设步入了一个快速发展的新时期。2005年,国务院颁布的《全国农村公路建设规划》对我国农村公路中长期发展提出明确的要求,为促进我国农村公路建设的快速化、有序化与规范化提供了重要的保障。据统计,2016年底我国农村公路(含县道、乡道、村道)总里程达395.98万km。全国乡(镇)、建制村基本全部实现通公路。其中,通硬化路面的乡(镇)高达99.0%以上,通硬化路面的建制村也达到96.7%左右。在该阶段,全国的农村交通环境得到改善,农村物流逐渐发展,且城乡互动日趋频繁。

1.2.2 我国农村公路技术状况

为了更好地指导农村公路的建设,保证农村公路设计与施工的进一步规范化,2004年交通部公路司颁布的《农村公路建设标准指导意见》明确指出农村公路建设应坚持“规划先导、因地制宜、量力而行、分步实施”的基本原则,内容包括总则、控制要素、路线、路基路面、桥涵、隧道、交通工程及沿线设施、村镇道路等,为农村公路建设提供了重要的依据。

近年来我国部分省区市对农村公路路面建设开展了大量的研究工作,并出台相关的文件,为当地农村公路的建设提供技术指导。例如:甘肃省出台了《甘肃省农村公路工程技术标准》,对适用范围、农村公路等级、环境保护作出明确的解释,规定了交通车辆、行车速度、公路用地以及路线、路基路面、沿线设施等的设计要求;黑龙江省制定了《黑龙江省通县乡公路建设主要技术政策》,分别从筑路材料、路面结构、路面改造以及公路排水等方面给出比较明确的要求;重庆市出台了《重庆市农村公路施工简易手册》,明确了道路的等级划分、路面结构形式、排水设计、筑路材料、施工工艺以及质量评定等方面的建设要求;吉林省出台了《吉林省乡村道路工程技术标准》,对农村公路的定义、行车速度的确定、路面结构层最小厚度等问题进行了详细的解释;四川省制定了《低交通量公路路面典型结构设计指南》,定义了低交通量公路为折合为小客车(≤ 19 座的客车和载质量 $\leq 2t$ 的货车),单车道平均日交通量小于400辆,或双向车道年平均交通量小于2000辆的四级公路,为当地低交通量公路路面的新建和改建设计提供指导。此外,西藏、内蒙古、辽宁、广东等省区市也根据当地农村地区的实际情况制定了相应的农村公路设计与施工指南。

总结而言,由于各个地区的交通状况及自然地理条件等方面存在差异,不同地区的农村公路所采用的路面结构形式不尽相同。因此,在农村公路关键技术研究的过程不能照搬其他地区的工程经验,必须结合当地的实际情况加以考虑。

1.3 国外低交通量公路发展

国外对低交通量公路的研究起步较早,研究成果较多。国际第一届低交通量道路会议于1975年召开,之后每隔四年召开一次。世界各地研究者依托该会议平台得以交流学习不同地区低交通量道路路面材料、结构与施工建设等方面的最新研究成果,极大地促进了低交通量公路的发展。其中,英国、美国、意大利、加拿大、澳大利亚、新西兰、南非等国家对低交通量公路研究起步较早,基于本国的实际情况开展了很多研究,且取得较好的研究成果。

英国的公路网系统非常先进,目前已经实现了户户通公路的目标。低交通量公路建设任务主要致力于提高路面的耐久性。为了实现该目标,英国低交通量公路建设所采用的路面材

料与高等级公路基本一致。

美国对修建低交通量公路的混凝土材料进行过专门的研究,发现材料特性、环境条件以及公路的服务水平这三个因素对低交通量公路性能的影响非常大。美国的低交通量公路设计标准将低交通量公路分成了不同的等级。不同交通量等级公路的结构组合差异较大,具体如表 1-1 所示。美国对交通量很小的公路建议采用集料基层,且面层采用沥青表处的次高级路面形式。

美国低交通量公路设计标准

表 1-1

日交通量(ADT)	路面类型及厚度	基层厚度(cm)		
		集料基层	水泥稳定基层	沥青基层
<1000	双层沥青表处	20	—	—
	双层沥青表处	—	15	—
1000~2000	双层沥青表处	28	—	—
	双层沥青表处	—	20	—
2000~3000	双层沥青表处	—	20	—
	8cm 沥青混凝土	—	20	—
	6cm 沥青混凝土	—	—	14
3000~4000	10cm 沥青混凝土	—	20	—
	7.6cm 沥青混凝土	—	—	15
>4000	12.7cm 沥青混凝土	—	20	—
	10cm 沥青混凝土	—	—	15
	20cm 普通混凝土或连续配筋	—	15 或 10	
州际公路	10cm 沥青混凝土	—	—	21.6
	23cm 普通加强混凝土路面	—	15 或 10	
	20cm 连续加强混凝土路面	—	15 或 10	

西班牙的低交通量公路里程占该国公路总里程的比例高达 84%,因此西班牙也十分重视低交通量公路的建设。西班牙对筑路材料开展了许多研究,在低交通量公路上的研究主要是通过采用粉煤灰、矿渣等代替部分水泥,以降低公路的造价。在研究初期,西班牙采用的是对粒状材料进行多次罩面处理的方法,但是该方法后期养护费用非常昂贵。后期西班牙对低交通量公路采用碾压混凝土路面形式,且研究表明碾压混凝土路面使用寿命长、养护少,工程成本在公路服务年限内大大减少。由于西班牙车辆的轴载相对较大,因此其混凝土路面的厚度也相对较大。对于轻荷载交通类型的公路,根据路基设计加州承载比(CBR)的不同,西班牙低交通量路面典型结构如表 1-2 所示。

意大利有相当大比重的低交通量公路采用混凝土块路面和碾压混凝土路面结构形式。相比于水泥混凝土路面,这两种路面结构形式均能节约修筑成本,且养护维修简单方便,取得了很好的工程效益。图 1-1 为意大利混凝土块路面的铺筑程序。

西班牙低交通量路面典型结构

表 1-2

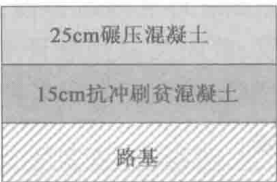
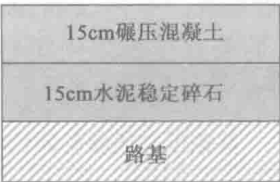

设计 CBR		10 以下	10 ~ 20	20 以上
轻级 交通量				

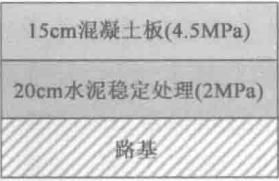
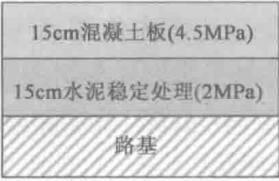
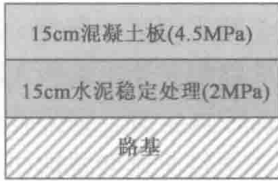


图 1-1 意大利路基砂垫层和混凝土块路面铺筑

日本在低交通量公路研究过程中重视理论计算与实际试验的结合,以重型交通量和土基的承载力为基础进行设计,根据土基承载能力的不同,可以采用水泥稳定处理或粒状材料处理基层结构。对于轻荷载交通类型的道路,混凝土路面板的标准弯拉强度应为 4.5MPa。根据路基设计 CBR 的差异,日本低交通量路面典型结构如表 1-3 所示。

日本低交通量路面典型结构

表 1-3

设计 CBR		4	6	8 以上
低交通量等级	水泥稳定处理			

续上表

设计 CBR		4	6	8 以上
低 交 通 量 等 级	粒 状 材 料 + 沥 青 中 间 层			
	粒 状 材 料			

加拿大由于地广人稀,为了控制建设成本,在其低交通量公路建设中广泛采用砂砾(碎石)类路面结构形式。此类路面结构形式被广大发展中国家所采纳。此外,加拿大还根据本地环境条件研究低造价低交通量公路的修建技术,并强调因地制宜的原则,充分利用当地的材料来修建低交通量公路。

澳大利亚和新西兰的低交通量公路多采用直接在路面基层铺筑碎石封层的技术。工程经验表明,采用该技术的低交通量公路其平均寿命可达 10~15 年。南非在低交通量公路建设中则采用级配碎石封层、稀浆封层、石屑封层等技术。此外,沙特阿拉伯等国家也对低交通量公路开展了一定的研究,且取得较好的效果。

1.4 农村公路路面类型及特点

路面需要承受车辆荷载、抵抗车轮磨损、保持表面平整。因此,路面的具体要求为:

- (1) 具备足够的强度,路面在车辆行驶过程中不会发生过大的变形或者破坏;
- (2) 具备足够的稳定性,在受水文、温度等自然因素影响时,强度不会发生显著的变化;
- (3) 适宜的平整度,保证车辆行驶安全舒适;
- (4) 适当的抗滑能力,保证车辆没有滑溜危险;
- (5) 无扬尘现象,以确保车辆行驶中具有良好的视距,创造良好的行车环境。

1.4.1 一般路面结构

路面结构主要由面层、基层、功能层和路基构成。路面各结构层的功能与设置条件如下:

1) 面层

面层是路面结构直接承受车辆荷载作用的结构层,直接影响行车的安全性、经济性和舒适性。对于水泥混凝土路面,面层应具备足够的强度、良好的耐久和抗滑等性能。常用的水泥混凝土面层包括素混凝土面层、钢筋混凝土面层、连续配筋混凝土面层和预应力混凝土面层。对于沥青路面,直接暴露于环境的面层受大气降水和温度变化的影响较大,需具备足够的结构强度和稳定性。沥青路面的面层通常由2~3层构成,其表面层也称磨耗层,主要用于抵抗交通车辆荷载作用引起沥青混合料的磨耗和松散,应具备抗滑、耐磨、平整、密实、抗裂和耐久性能,通常采用沥青玛蹄脂碎石混合料或沥青混凝土铺筑;中面层和下面层为沥青路面的主面层,中面层应具备耐高温、抗车辙、抗剪切、密实等性能,下面层应具备耐疲劳、抗开裂等性能。中面层和下面层通常采用沥青混凝土铺筑。

2) 基层

基层是位于面层之下的路面结构层。对于水泥混凝土路面,基层能够消除或者减轻路面板板底脱空或错台等病害,同时减小路基变形对混凝土面层的不利影响,为面层正常服役提供良好的工作条件,并改善水泥混凝土路面接缝的荷载传递功能。水泥混凝土路面的基层材料应具备较大的刚度以及良好的抗冲刷能力,常用的水泥混凝土路面基层材料包括贫水泥混凝土、碾压水泥混凝土、沥青混凝土、水泥稳定粒料、沥青稳定碎石、石灰粉煤灰稳定粒料,需根据交通荷载状况选择合适的基层材料。对于沥青路面,基层与面层一起将交通车辆荷载传递至垫层和路基,主要起到承重的作用,因此沥青路面的基层需要具备足够的强度和水稳定性。当基层厚度大时,沥青路面的基层可分设为上基层和下基层,并用不同强度和质量要求的材料修筑。常用的沥青路面基层可分为半刚性基层、柔性基层、混合式基层和刚性基层。

3) 功能层

功能层是在土基与基层之间的结构层,主要起到应力扩散、排水、防污、防冻等功能,通常在路基土质不良、水稳状况较差或路面结构层厚度较小时才设计采用功能层。

4) 路基

作为路面的支撑结构物,为了保证路面不产生过大的变形而发生破坏,路基应具备满足承载要求的稳定性。路床是指位于路面结构以下一定深度范围内的路基部分,其强度和水稳定性直接影响整个公路结构的受力状况。对于高等级公路的建设,为了保证公路的长期使用性能,还需设置路面排水系统和路肩。

1.4.2 农村公路的路面形式

我国农村公路的路面形式主要采用未硬化路面和硬化路面。

(1) 未硬化路面又称低级路面,其特点是:强度和刚度极低,平整度差,水稳定性差,雨天泥泞难行,晴天扬尘。虽然未硬化路面在一定程度上解决了农村地区的通达问题,但受气候影响较大,雨季有时不能通车,不能有效解决公路沿线居民的出行问题。

(2) 硬化路面可分中级路面、次高级路面以及高级路面三种类型。不同等级的路面具有不同特点,具体如下:

① 中级路面通常采用泥结碎石、水结碎石、级配碎(砾)石、不整齐石块等作为面层,适应较小的交通量;缺点在于强度和刚度低,稳定性差,使用期限短,平整度差,易扬尘,行车速度低

且舒适性差,虽然初期建设成本很低,但易受雨水冲刷,后期运营维护成本也较高。

②次高级路面通常采用沥青贯入碎(砾)石、冷拌沥青碎(砾)石、沥青表面处治、半整齐石块等作为面层,行车舒适性得到明显的改善;缺点在于强度和刚度较低,使用寿命较短,行车速度低,建设投资虽比高级路面低,但需定期维修和养护。

③高级路面通常采用沥青混凝土、热拌沥青碎石、水泥混凝土或整齐石块作为面层,特点在于强度高、刚度大、稳定性好、使用年限长、可适应交通量大、无尘埃、路面平整、车速高、运输成本低、养护费用少;缺点在于初期建设投资大,对修筑材料的质量要求较高。

1.4.3 农村公路的路面特点

当前我国农村公路硬化路面主要包括弹石路面、沥青路面、水泥混凝土路面等类型。各种路面的特点分别如下。

1) 弹石路面

弹石路面的一般结构为弹石面层+砂垫层+基层+路基,视情况可设底基层或路基调平层,如图1-2所示。弹石块体一般由石料或混凝土制备而成。在外力作用下,由于路拱的存在和边缘的约束作用,弹石面层的受力状态类似于拱结构。在车辆荷载的作用下,弹石块体处于受压状态,可以充分发挥石料和混凝土抗压强度高的优点。但是弹石路面的防水性能差,雨水容易从接缝渗入结构层内部,降低路面强度。

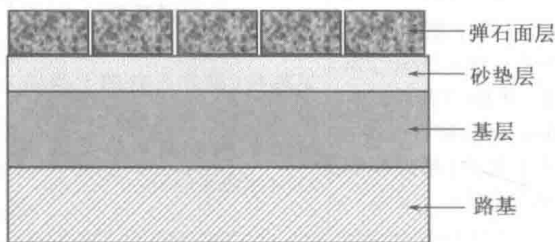


图1-2 弹石路面结构示意图

2) 沥青路面

沥青路面是指在矿质材料中掺入路用沥青材料铺筑而成的各类路面。沥青路面结构主要由面层、基层、底基层、垫层组成,属于柔性路面范畴,但沥青路面的基层除了可以采用柔性材料外,也可采用刚性的水泥混凝土,或半刚性的水硬性材料。沥青路面的优点在于路面平整、少扬尘、行车舒适性好、噪声小、对路基和地基变形等不均匀沉降的适应性强。但其缺点在于沥青混凝土路面易产生车辙等早期破坏现象,此外,沥青混合料的孔隙率大,耐水性差,容易发生水损坏。我国农村公路常见的沥青路面结构如表1-4所示。

3) 水泥混凝土路面

水泥混凝土路面具有优良的高温稳定性和水稳定性,经浇筑并养生至规定的龄期后,基本上不会随温度的变化发生明显的老化或物理性能退化;水泥混凝土还有较强的抗水损坏性能,不易产生疲劳变形。平整度的保持期长,服役使用年限较长。但水泥混凝土路面的缺点是行车舒适性差,在地基沉降条件下易形成脱空,容易发生断板破坏。此外,破损水泥混凝土路面板的清除和修复工作难度较大。我国农村公路常见的水泥混凝土路面结构如表1-5所示。

我国农村公路常见沥青路面结构

表 1-4

交通量		大	中等	小
县道	面层	3~4cm 中粒式沥青混凝土 + 4~7cm 细粒式沥青混凝土	4~5cm 沥青贯入式 + 5cm 沥青混凝土	0.5~1.0cm 下封层 + 3~4cm 沥青碎石; 4~8cm 贯入式 + 1.5~2.0cm 沥青拌和层
	基层	18~25cm 二灰土/水泥土 + 18~25cm 二灰(水泥)稳定集料 (干燥路段)		20~30cm 石灰土 + 18~25cm 水泥石灰土(石料缺乏的干燥 路段)
		20~30cm 级配碎石/砂砾 + 18~25cm 二灰(水泥)稳定集料 (石料丰富地区)		20~30cm 未筛分碎石/手摆 片石 + 18~25cm 水泥稳定集料 或级配碎石(交通量小的山区)
乡道	面层	3~8cm 沥青混凝土	3~8cm 沥青混凝土; 3~5cm 沥青碎石	4.5~8cm 沥青上拌下贯; 2~ 3.5cm 沥青表面处治
	基层	20~30cm 砂砾/级配碎石 + 18~25cm 二灰(水泥)稳定 集料; 10~15cm 调平层 + 20~ 30cm 石灰土 + 18~25cm 二灰 (水泥)稳定集料(干燥路段); 15~20cm 砂砾/碎石 + 18~ 25cm 二灰(水泥)稳定集料 (受水影响的路段)	18~25cm 二灰(水泥)稳定 集料/水泥土/二灰土; 10~15cm 调平层 + 18~ 25cm 石灰土/水泥土/石灰稳 定集料(缺乏石料的干燥路 段); 10~15cm 调平层 + 18~ 25cm 水泥土	10~15cm 调平层 + 10~20cm 泥结碎石(干燥路段); 10~20cm 级配碎石/填隙 碎石
村道	经济 发达 地区	10~15cm 调平层 + 20~25cm 砂砾/碎石 + 18~20cm 二灰(水泥)稳定砂砾 + 1cm 下封层 + 3~ 5cm 沥青混凝土		
	中部地区	10~15cm 调平层 + 15~20cm 石灰稳定集料 + 1cm 下封层 + 3~5cm 沥青碎石		
	经济 欠发 达地 区	10~15cm 调平层 + 18~25cm 泥结碎石 + 4.5~8cm 沥青上拌下贯		

我国农村公路常见水泥混凝土路面结构

表 1-5

交通量		大	中等	小
县道	面层	面层厚度一般不小于 22cm, 交通量小的地方可以减薄至 21~24cm		
	基层	20~30cm 二灰土/石灰土 + 18~25cm 二灰(水泥)稳定 集料; 20~30cm 级配碎石/砂砾 + 18~25cm 二灰(水泥)稳定 集料	20~30cm 级配碎石/砂砾 + 18 ~25cm 二灰(水泥)稳定集料	20~30cm 石灰土 + 15~25cm 水泥石灰土(缺乏石料的干燥 路段); 20~30cm 未筛分碎石/手摆 片石 + 18~25cm 水泥稳定集料 (经济欠发达地区)