

Tanshi Lumian

Sheji Shigong

Jishu zhinan

弹石路面设计施工技术指南

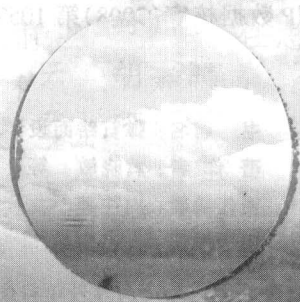
张长生 主 审
李继辉 副主审
黄晓敏 等 著

 人民交通出版社
China Communications Press



弹石路面设计施工技术指南

张长生 主 审
李继辉 副主审
黄晓敏 等 著



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书以弹石路面(块体路面)的设计、施工和养护方法为主要内容,以云南省的传统弹石路、整齐块体弹石路为基础,结合具体的工程项目实例,详细叙述了弹石路的设计方法和施工养护技术,以及弹石路的相关技术标准和检验评定指标。

本书可作为大中专院校道路与桥梁工程专业师生了解弹石路技术的参考教学用书,也可供从事道路工程的专业技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

弹石路面设计施工技术指南 / 黄晓敏等著. —北京:人民交通出版社,2008.9

ISBN 978-7-114-07284-0

I. 弹… II. 黄… III. ①石料路面—结构设计—指南
②石料路面—工程施工—指南 IV. U416.215-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 105700 号

书 名: 弹石路面设计施工技术指南

著 者: 黄晓敏 等

责任编辑: 周往莲

出版发行: 人民交通出版社

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)59757969,59757973

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京凯通印刷厂

开 本: 787×960 1/16

印 张: 7.5

字 数: 112 千

版 次: 2008 年 9 月第 1 版

印 次: 2008 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-07284-0

印 数: 0001~6000 册

定 价: 16.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

《弹石路面设计施工技术指南》

编写委员会

主 审：张长生

副主审：李继辉

主 编：黄晓敏

编 委：李 云

何福道

朱立新

王岭青

吴咏星

王红艳

郑鹏飞

杨 飞

李 东

刘永福

陈学刚

张永前

马国雄

任志保

孙广益

王占明

游 伟

刘俊杰

周 云

胡嘉鸿

阎信统

和承勇

和树军

次 登

段凤春

金 楚

和激泉



标准、路面多形式、类型“多样化”的建设原则，创造性地提出了混凝土块体路面等新的弹石路面建设思路。经过三年多的试验探索和推广应用，形成了较为完善的弹石路面设计、施工、养护管理和质量评定验收标准。

序

农村公路建设是新时期党中央、国务院和省委、省政府的一项重大战略部署,是建设社会主义新农村的重要组成部分,更是当前和今后一个时期交通工作的重中之重。

“十五”以来,交通部提出“修好农村路,服务城镇化,让农民兄弟走上沥青路 and 水泥路”,启动了建国以来规模最大的农村公路建设工程。云南省在交通部的大力支持和省委、省政府的领导下,加快了全省农村公路建设步伐,取得了较好成绩。仅2007年一年就改建农村公路2.02万公里,2008年还将要改建2.5万公里。目前,全省公路总里程已达20万公里,其中高等级公路7477km,高速公路2508km,高速公路居全国第七位,西部第一位;全省农村公路里程达17.38万公里,位居全国前列。但我们也要清醒地看到,我省农村公路快速发展的同时,也面临着巨大的挑战。全省17万多公里农村公路中,路面硬化里程仅有约1.5万公里,只占总里程的8.6%,要实现交通运输部提出的让农民兄弟走上沥青路、水泥路的目标,还有大量的农村公路需要改建,还面临着资金需求大、地质情况复杂、修路架桥极其困难、养护管理滞后等突出的矛盾。

建立城乡协调、结构合理功能完善的公路网络和运输服务体系,适应经济社会发展的需要,最终实现交通运输现代化是我们长期坚持、努力奋斗的目标,而实现这一目标的难点在农村。因此,建设社会主义新农村、加快农村公路建设,是新时期的一项艰巨的任务。近年来,为了克服农村公路建设资金不足、施工难度大等困难,我省结合国外经验和本省多年来弹石路面建设管理的经验,积极探索、开拓创新,本着“等级多标准、路面多形式、安保多样化”的建设原则,创造性地提出了混凝土块体路面等新的弹石路面建设思路,经过三年多的试验探索 and 实际推广,形成了较为完善的弹石路面设计、施工、养护管理和质量评定检验标准,

为全省农村公路建设路面硬化提供了较好的路面选择,既节约了建设资金,也为兄弟省区乃至全国、甚至东南亚等欠发达国家的农村公路建设提供了较好的建设模式。

省公路局在不断试验和总结的基础上,编写了《弹石路面设计施工技术指南》一书,为弹石路面在农村公路中的大量应用提供了技术参考和理论依据,这是一件好事,必将对我省农村公路建设产生有力的推动和促进作用。

2

“十一五”是我省加快小康社会建设、实现经济社会发展历史性跨越的关键时期,切实把农村公路建设作为交通发展的战略重点抓紧、抓好,对推进全省经济社会快速、健康、协调发展有着十分重要的意义。我们一定要充分依靠和发挥好地方政府、人民群众的积极性、创造性,认真周密筹划,精心组织实施,建设好农村公路,统筹城乡交通建设的协调发展,为全省经济社会发展做出更大的贡献。

云南省交通厅厅长

杨玖成

二〇〇八年五月

弹石路面

快速推进云南省农村公路“通畅工程”的最佳选择

建设社会主义新农村赋予了公路建设新的历史使命,党的十六大第一次提出要“统筹城乡经济社会发展,建设现代农业,发展农村经济,增加农民收入。”从中我们看到农村公路发展势在必行。本文将用实践来证明几年来云南省公路局职工对建设农村公路所采取的有力措施以及如何达到公路的通畅。

一、全国农村公路建设形势

2003年,原交通部党组提出了“修好农村路,服务城镇化,让农民兄弟走上沥青路 and 水泥路”,启动了建国以来规模最大的农村公路建设工程。2006年,交通部党组提出做好“三个服务”,即服务国民经济和社会发展全局、服务社会主义新农村建设、服务人民群众安全便捷出行。经国务院批准,2006年,农村公路建设“十一五”“五年千亿元工程”开始启动。

原交通部要求到“十五”末,全国乡镇通公路率达到99.8%,高级、次高级路面铺装率达到80%以上;行政村通公路率达到96%,高级、次高级路面铺装率达到50%以上。并要求在今后3年内,计划建设县际和农村公路17.6万公里,在全国实施“通达工程”和“通畅工程”,分别解决东中西部地区乡到村、县到乡以及县际通沥青路或水泥路问题。这些政策和措施,受到了全社会的关注和农民群众的热烈响应。

二、云南省农村公路建设目标

根据原交通部的规划要求,云南省确立了到“十五”末农村公路建设目标,即总体目标为,力争经过3~5年的努力,使全省农村公路在路面等级和技术标准上有一个历史性的飞跃,在路网整体水平上有较大提

高,路面硬化率上有较大突破;基本达到全省农村公路网络化、多数乡镇公路硬路化、养护管理规范化,为全省各族人民向全面建设小康社会目标前进提供良好的公路交通条件。

具体目标为:

(1)在“通达工程”方面。主要是在经济条件差的山区仍以增做桥涵等构造物、提高晴雨通车率为主,尽量维护乡村公路的通行。到“十一五”末,我省要实现98%的建制村通公路,新建农村公路里程7.9万公里,进一步提高通达深度,实现通村公路晴雨通行,使农民兄弟出行有路可走,基本实现交通部提出的行政村通公路的要求。

(2)在“通畅工程”方面。“十一五”末要实现具备条件的乡镇通硬化路面,新建通乡公路2.4万公里,其中90%的乡镇通油路、水泥路。农村公路的服务水平进一步提高;逐步改造等外路为等级公路,首先解决县道特别是县到乡镇政府所在地的等外路,在提高技术等级的同时,适当地增加防护和排水工程,提高抗灾能力;逐步加强桥梁建设和维修,加固或重修因水毁或年久失修的大、中桥,增做通村公路中缺乏的桥梁。同时继续加强乡镇到行政村的公路建设,在实现县到乡的公路路面硬化的地方,经济条件好的进行乡村公路路面硬化。

三、铺筑弹石路面是现阶段云南省农村公路“通畅工程”的最佳选择

我国块石路面最早源于上海,主要用于广场和城市街道。为了解决路面晴天扬尘松散、雨天泥泞路滑等问题,云南省于1939年由上海引进弹石路面铺筑技术,在昆畹线大理境内铺筑了20多公里的弹石路面;解放后,弹石路面在云南省公路建设中得到更广泛地应用,特别是1970年前后4年间,全省掀起了弹石路面修建高潮,并在会泽—黄梨树43km弹石路施工现场召开了全省弹石路面修建现场会,该段弹石路面在2001年改建为沥青路面前已使用了20多年;进入20世纪80年代后,云南公路建设速度逐渐加快,特别是县乡公路的建设在国家以工代赈等扶贫政策的支持下得到了飞速发展,但由于建设资金有限,加之云南省无沥青资源,一些非主干线国道、省道都难以铺筑沥青路面,而土路面和泥结碎石路面已难以适应日益增长的交通量和人们对乘车的舒适性、安全性等方面的需求,因此人们又把目光转向能就

弹石路面——快速推进云南省农村公路“通畅工程”的最佳选择

地取材、造价低廉、坚固耐用的弹石路面(图1)。近10多年来,农村公路中的弹石路以每年1 000多公里的速度增长,既缓解了资金紧张的矛盾,又改善了路况,提高了路面服务质量。即使在高等级路面高速发展的今天,到2007年底,云南省仍有近900km弹石路面在国、省道干线中应用,全省弹石路面里程已经超过14 792km(图2)。



图1 云南省德宏州境内的省道芒(市)西(山)线弹石路面

至2007年底,云南省农村公路中,弹石路面里程达14 000多公里,弹石路面之所以在云南省公路建设特别是农村公路建设中具有较强的生命力,主要是由云南省农村公路建设的基本状况、建设能力与规模和弹石路面的优点决定的。

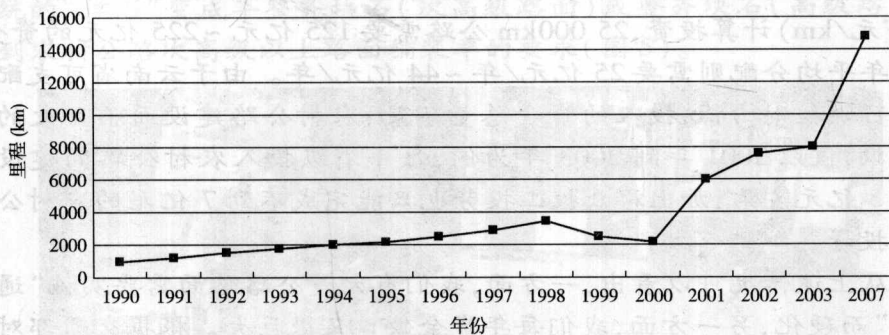


图2 云南省弹石路面里程统计

1. 云南省农村公路的基本状况

至2007年底,云南省纳入交通部统计的公路总里程为200 333.23km,其中农村公路拥有量高达177 844.754km。按技术等级分,二级以上公路里程1 761.627km,仅占农村公路总里程的0.99%;四级公路里程达78 881.192km,占农村公路总里程的44.35%;等外路里程93 113.497km,占农村公路总里程的52.36%。按路面类型分,硬化路面(弹石、沥青和水泥路面)里程25 815.573km,占农村公路总里程的14.52%,弹石路面13 811.659km,占53.5%;沥青路面7 608.92km,占29.47%;水泥路面4 394.994km,占17.03%(图3、图4)。

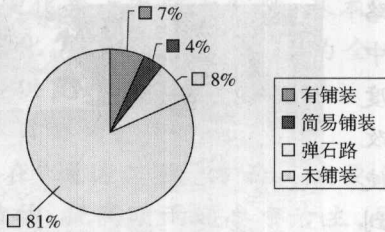


图3 2007年云南省农村公路路面构成

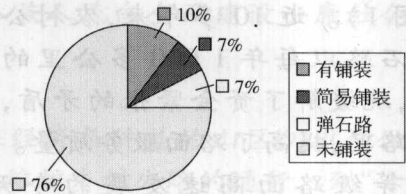


图4 2007年云南省公路路面构成

4

2. 建设能力与规模

云南省是一个边疆少数民族省份,经济欠发达,地形地貌复杂,山高谷深、江河纵横,高原与山地、丘陵占94%,山间盆地(坝子或河谷)仅占6%。2008年年底前将要建设的25 000km弹石、沥青和水泥路面工程,大多地处高原山区,路基工程量大,配套工程多,建设成本高,将面临巨大的资金需求。按四级公路标准全部铺筑沥青路面(50万元/km~90万元/km)计算投资,25 000km公路需要125亿元~225亿元的资金,按5年平均分配则需要25亿元/年~44亿元/年。由于云南省可支配财政和可调控财力低,投入的资金总量不足,农村公路建设面临巨大的资金缺口,仅以2001年到2003年为例,每年省级投入农村公路的建设资金仅3亿元左右,加上群众投工投劳也只能完成不到7亿元的农村公路建设投资。

从上述情况可以看出,一方面,我们有大量公路路面需要实施“通畅工程”而硬化,另一方面,我们每年资金缺口又很巨大。根据交通部对下一步农村公路建设提出的“处理好农村公路建设六个重大关系”的要求,处理好“建设能力与规模”的关系在云南省显得极为重要;而选择适合的路面类型,就成为处理好农村公路建设能力与规模关系、建设与养护关系的关键,不同的路面类型决定了不同的工程投资规模、养护投资和日常养护费用。我们假设25 000km路面硬化工程中,20 000km铺筑弹石路面,则可以节约60亿元~140亿元的建设投资。

因此,我们认为坚持沥青(水泥)路与弹石路并举方针,大力推广能满足行车要求和通行能力、投资省、养护成本低、施工工艺简单的弹石路面,对加快云南省农村公路建设具有重要的现实意义,既可明显提高通过能力和好路率,保持路况稳定,又可使有限的资金在农村公路建设中产生较好的经济、生态和社会效益。

3. 符合交通部的要求和云南农村公路的实际情况

1) 符合交通部的要求

原交通部制定的《农村公路建设标准指导意见》中,对路基路面的规定为:

(1) 因受自然、经济和其他条件限制不能一次到位的路面工程,应
按照总体设计、分期实施的原则先通后畅,使前期工程在后期能充分
利用;

(2) 路面类型应根据交通量、自然和社会环境、地产材料和建设资
金状况等因素合理选用。

弹石路面就是充分结合云南省农村公路大多地处山区、道路等级低
(四级或等外公路)、交通量较小、乘车的舒适性要求不高、自然环境较
差、沿线石料丰富和建设资金筹集困难的实际,发展起来的一种具有云
南特色的路面类型。此外,可以通过使用专用设备对石料进行加工,使
传统的“弹石”变成半整齐块石(次高级路面)或整齐块石(高级路面),
达到农村公路次高级以上路面铺装率的要求(图5)。

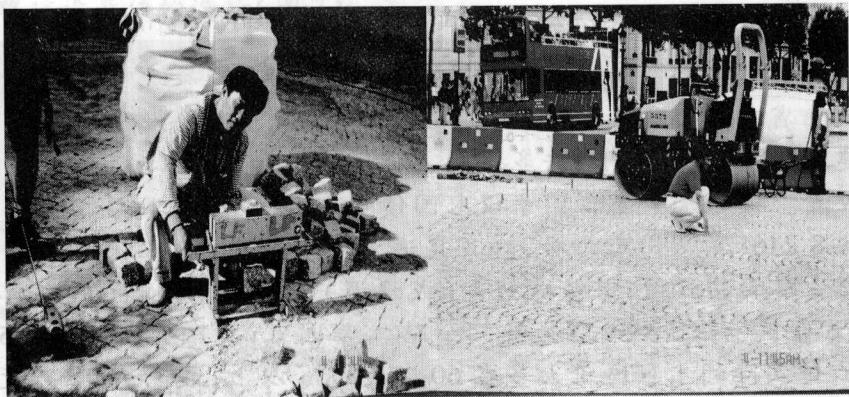


图5 本文作者在德国“弹石”机械加工和施工现场亲自操作机械

2) 能满足农村公路行车和通行能力的要求

云南省农村公路大多地处山区,主要为乡镇连接县城的低等级道路
(四级或等外公路),主要承担运输农副产品、农用物资及农民出行,交
通量较小。每昼夜大多数只有几十辆到百辆汽车及农用车、畜力车通
行,对乘车的舒适性要求不高。而从目前营运的8 000多公里弹石路面
情况看,砂石路面上铺筑弹石路面后,行车速度可从20km/h提高到

40km/h 以上,行车条件好的路段最高速度可达 80km/h,好路率大幅度提高,路况稳定,能满足非国道主干线交通量的需要,足以满足现阶段农村公路交通量发展的需要。同时,农村公路大多道路线形差,急弯、陡坡较多,正好可以发挥弹石路面前期良好的防滑性能(图 6)。



a)



b)

图 6

a) 云南省昌宁县澂水公路弹石路面; b) 云南省施甸县姚旧公路弹石路面

3) 可就地取材,施工简单,造价低廉

云南省农村公路技术等级低,抗灾能力弱。这些公路在修建时多为民工建勤,资金投入有限,许多桥梁、涵洞、排水和防护工程未实施,路线线形较差。特别是全省在国家投入国债资金,实施通县油路和县际公路工程共 8 246km 沥青路面后,许多交通量相对较大、路基状况较好的已完成沥青路面的改造;若修建沥青(或水泥)路面,将面临巨大的资金压力:一方面,实施通县油路和县际公路工程国家的补助虽然已达 50 万元/km,但实际的工程造价大多在 60 万元/km 以上,最高达 90 万元/km 以上。表 1 为不同路面类型建设费用比较。另外,必须对路线进行较大的完善和提高,完善路线的排水设施和防护工程,确保路基的强度和稳定。路基工程量较大。虽然农村公路建设标准会低于县际公路,但其工程造价也将接近县际公路,而国家对农村公路的建设补助是极其有限的。目前国家对“通达工程”的补助标准仅为 10 万元/km,还需要地方配套 10 万元/km,而多数地区为国家或省级贫困县,地方财政配套困难,配套资金不能按时、足额到位,大多地州市欠工程款已达几千万元以上,资金缺口较大。

弹石路面——快速推进云南省农村公路“通畅工程”的最佳选择

不同路面类型建设费用比较表

表 1

路面类型	建设费用(万元/km)		
	一般造价	最低造价	最高造价
沥青路面	55 ~ 75	50	90
弹石路面	10 ~ 15	9	20

注:本表依据通县油路和县际公路工程及云南省弹石路面(四级公路)施工造价得出(包括路基工程的改造费用)。

云南省石料资源丰富,可充分利用沿线丰富的石料资源和廉价的劳动力,基本不受施工机械设备的制约,大大降低工程造价,克服云南省路用沥青全靠从省外和国外进口,运距远、价格高的缺点,还可通过农民工采备石料,增加农民收入。从表 1 可以看出,弹石路面的造价仅为沥青路面的 1/5 左右,假设近期计划实施的 6 600km 公路全部按铺筑弹石路面计算,可节省 26 亿元~47 亿元,真正实现了用较少的费用就能达到改善、提高路面等级和服务质量的目的,因而,弹石路面是现阶段云南农村公路建设最佳的选择(图 7)。



a)



b)

图 7

a) 云南省元江县洼垭公路弹石路面施工现场;b) 德国柏林城市道路弹石路面施工现场

4) 养护投入少,日常养护费用低

沥青路面的养护需要组建养护站(所),须投入较大的资金购置专用的养护机械和设备,必须对养护工人进行专门的养护技术培训,这对养护资金紧缺,技术工人严重缺乏的地方道路建设和养护单位来说是一个沉重的负担;云南省农村公路养护按省上给补助,省道和县道由县级养护,乡道由乡级养护的原则,许多地方公路管养经费仍未纳入地方财

政(图8),仅靠拖拉机管理费返还和拨付极少的经费(甚至不拨付)养护道路,致使农村公路养路费缺口巨大。

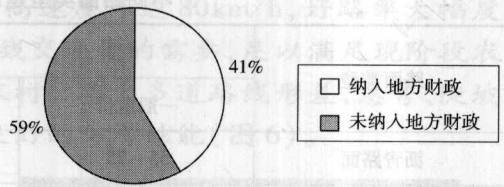


图8 地方公路管养经费来源

弹石路面的养护、维修工艺简单,主要是路面缝隙填料和坑塘的修补及排水设施的保养。

耗用材料少、用工省,养护工人进行简单的培训就可上岗,日常养护费用低,一般不用购置专用的养护机械和设备,养护站(所)建设所需资金少。从图9可以看到,弹石路面的养护费用仅为沥青路面的40%,比砂石路面还低30%~40%,可节约大量的养护费用,缓解养路资金紧张的矛盾;同时,云南省复杂的地形和频繁的自然灾害损失严重,每年国、省道路上的水毁修复资金都难以拨付到位(图10),农村公路的水毁修复资金更难以落实,而弹石路面具有投入较少的资金就可及时修复水毁工程的优点,可大大降低水毁损失和节约修复资金。

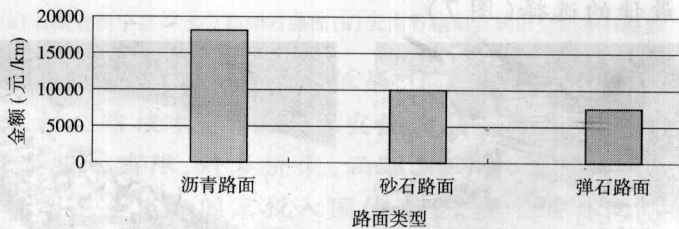


图9 不同路面养护费用比较

注:本图依据2003年省管公路拨付费用统计资料绘制。

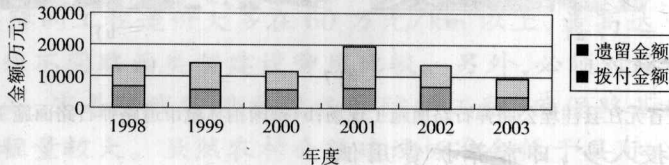


图10 每年水毁资金拨付情况

5) 路面坚固耐用、使用周期长,清洁少尘

云南省二级以下公路沥青路面大修周期一般为5~8年,而弹石路面的大修一般都在10年以上,有的可长达20多年,使用年限可比沥青

弹石路面——快速推进云南省农村公路“通畅工程”的最佳选择

路面延长1倍以上,可节约大量的路面大修费用,道路的年均使用费大大降低,同时,弹石路面营运过程中清洁少尘、不污染周围环境。

6) 前期工程在后期能充分利用

随着社会经济的发展,人民生活水平不断提高,交通量不断增长,人们对道路的舒适性必将提出更高的要求,修建沥青(或水泥)路面也势在必行。这时,弹石路面就可以作为沥青(或水泥)路面的底基层,在上面铺筑基层后,即可铺筑沥青(或水泥)路面,前期的弹石路面工程能为后期的沥青(或水泥)路面充分利用。

7) 具有相应的管理措施和办法,可确保工程质量

云南省公路局制定下发了《云南省县乡公路建设和养护管理办法》、《云南省县乡公路弹石路面修建、养护技术标准规定》和《云南省弹石路面技术标准》,使农村公路弹石路建、管、养工作制度化,规范化,标准化,能够确保建设工程的质量。

通过以上分析可以看到,弹石路面具有满足行车要求,工程造价和养护成本低,施工和养护技术简单,使用周期长、路况稳定等优点;投入较少的资金就能达到改善提高路面硬化率和道路服务质量的目,可快速地推进云南省农村公路“通畅工程”建设步伐,同时也可极大地缓解云南省农村公路建设和养护资金紧张的矛盾。因此,除在路网规划中道路等级高,承担重要运输任务、交通量大、地理位置特殊、旅游公路和当地经济状况好的农村公路,应一次建设沥青(或水泥)路面外,其余农村公路建设应铺筑经济、适用的弹石路面。

农村公路建设是一项长期而又繁重的任务,要解决的问题很多,我们要坚持农村公路建设“关键在发动、重点是管理、成败在质量、提高靠科技、长效在养护、核心是政策”的工作原则,因地制宜、实事求是,真抓实干,就一定能按时完成云南省农村公路建设任务。

云南省公路局局长

张长奎

二〇〇八年六月



前 言

弹石路面是云南省农村公路广泛使用的一种建养成本低、施工便利的路面类型。从20世纪60年代开始,云南省开始大量建设弹石路面,该路面类型成为云南省公路特别是农村公路的主要硬化类型之一,为农村社会经济发展提供了较为便利的交通运输条件。

2004年开始,云南省公路局根据传统弹石路的建设经验,对弹石路面进行了创新,发展了整齐块体弹石路面,特别是水泥混凝土预制块体弹石路面,这一路面结构得到了交通部的肯定,作为“通畅工程”适宜路面类型可广泛用于通乡、通村公路路面建设。核心研究课题“混凝土预制整齐块体弹石路面技术与开发”(编号:TST(2006)477113A)研究成果经过交通部和国内著名高校专家鉴定为国际先进。为指导弹石路面的建设养护管理工作,确保工程质量,根据已印发的《云南省弹石路面技术标准》(试行),《弹石路面设计技术指南》,云南省公路局组织相关工程技术人员编写了本书,供从事道路工程的管理技术人员参考使用。

本书在内容体系安排上,以弹石路面的设计、施工和养护方法为主要内容,以云南省的传统弹石路、整齐块体弹石路为基础,结合具体的工程项目实例,详细叙述了弹石路的设计方法和施工养护技术,以及弹石路的相关技术标准和检验评定指标,以期能够对道路工程专业学生的学习和从事弹石路设计、施工、管理和养护的技术、管理人员有所裨益。

本书由云南省公路局张长生局长主审,云南省公路局总工程师李继辉副主审,黄晓敏等著。本书在编写过程中得到了云南省交通厅、云南省公路局领导的关心和大力支持。在课题研究和材料数据收集过程中,云南省玉溪市交通局、昆明市交通局等各州市交通局给予了很大的配合,谨在此一并表示诚挚的感谢!书中参考了许多块体路面方面的文献,在此一并对这些专家学者表示由衷的感谢和敬意。

弹石路面技术是云南几代公路人不断探索总结的结晶,整齐块体弹



弹石路面设计施工技术指南



石路面的研究也是在张长生局长、李继辉总工程师提出思路并悉心指导下完成的,课题研究过程中云南省公路局农村公路处的全体同仁付出了很多心血,最后由笔者统一整理成此书,并不是笔者一个人的成绩,在此对所有领导和同仁表示深深的谢意!

由于编写时间紧,作者水平有限,同时弹石路面技术还需进一步完善,书中难免有不妥和疏漏之处,敬请读者批评指正。来函请寄:云南省昆明市环城南路 262 号 云南省公路局农村公路处黄晓敏(邮编:650041; E-mail:h. zijing@hotmail. com)

2

作者

二〇〇八年二月于昆明