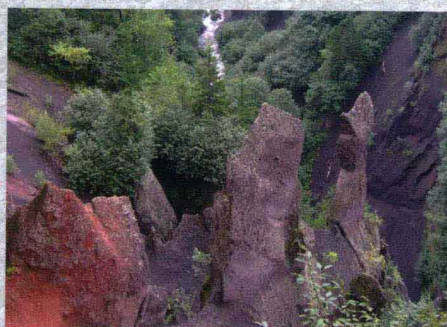


“十二五”国家重点图书出版规划项目
交通运输建设科技丛书·公路基础设施建设与养护

Application of Volcanic Ash
in Road Engineering

火山灰材料 在道路工程中的应用



陈志国 陈东丰 著



人民交通出版社
China Communications Press

“十二五”国家重点图书出版规划项目

交通运输建设科技丛书·公路基础设施建设与养护

交通运输建设科技项目经费支持

火山灰材料在道路工程中的应用

陈志国 陈东丰 著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书以作者几年来的研究成果和工程实践为基础,全面系统地介绍了火山灰的特性,火山灰用于填筑路基、修筑路面基层、水泥混凝土路面以及用于改善沥青混合料路用性能等相关技术,同时还阐述了火山灰材料用于道路工程中的相关作用机理和施工关键技术,为火山灰在道路工程中的应用提供了全方位的支持,有助于火山灰这种新型筑路材料的推广应用。

本书可供道路工程设计、施工以及研究人员参考使用,也可供相关院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

火山灰材料在道路工程中的应用/陈志国,陈东丰
著. —北京:人民交通出版社,2013.6

(“十二五”国家重点图书出版规划项目、交通运输
建设科技丛书·公路基础设施建设与养护)

ISBN 978-7-114-10671-2

I. ①火… II. ①陈… ②陈… III. ①火山灰—筑路
材料—应用—道路工程—研究 IV. ①U41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 118544 号

“十二五”国家重点图书出版规划项目

交通运输建设科技丛书·公路基础设施建设与养护

书 名: 火山灰材料在道路工程中的应用

著 作 者: 陈志国 陈东丰

责任编辑: 曲 乐 尤 伟

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)59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 9.5

字 数: 200 千

版 次: 2013 年 6 月 第 1 版

印 次: 2013 年 6 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-10671-2

定 价: 32.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



交通运输建设科技丛书编审委员会

主 任：赵冲久

副主任：李祖平 洪晓枫 罗 强

委 员：赵之忠 林 强 付光琼 石宝林 张劲泉 费维军
关昌余 张华庆 蒋树屏 沙爱民 郑健龙 唐伯明
孙立军 王 炜 张喜刚 吴 澎 韩 敏

总 序

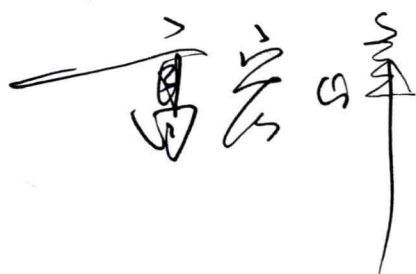
“十一五”以来，交通运输行业深入贯彻落实科学发展观，加快转变发展方式，大力推进交通运输事业又好又快发展。到2010年年底，全国公路通车总里程突破400万公里，从改革开放之初的世界第七位跃居第二位，其中高速公路通车里程达到7.4万公里，居世界第二位；公路货运量从世界第六位跃居第一位；内河通航里程、港口货物和集装箱吞吐量均居世界第一。交通运输事业的快速发展不仅在应对国际金融危机、保持经济平稳较快发展等方面发挥了重要作用，而且为改善民生、促进社会和谐作出了积极贡献。

长期以来，部党组始终把科技创新作为推进交通运输发展的重要动力，坚持科技工作面向交通运输发展主战场，加大科技投入，强化科技管理，推进产学研相结合，开展重大科技研发和创新能力建设，取得了显著成效。通过广大科技工作者的不懈努力，在多年冻土、沙漠等特殊地质地区公路建设技术，特大跨径桥梁建设技术，特长隧道建设技术和深水航道整治技术等方面取得重大突破和创新，获得了一系列具有国际领先水平的重大科技成果，显著提升了行业自主创新能力，有力支撑了重大工程建设，培养和造就了一批高素质的科技人才，为发展现代交通运输业奠定了坚实基础。同时，部积极探索科技成果推广的新途径，通过实施科技示范工程，开展材料节约与循环利用专项行动计划，发布科技成果推广目录等多种方式，推动了科技成果更多更快地向现实生产力转化，营造了交通运输发展主动依靠科技创新，科技创新更加贴近交通运输发展的良好氛围。

组织出版《交通运输建设科技丛书》，是深入实施科技强交战略，加大科技成果推广应用的又一重要举措。该丛书共分为公路基础设施建设与养护、水运基础设施建设与养护、安全与应急保障、运输服务和绿色交通等领域，将汇集交通运输建设科技项目研究形成的具有较高学术和应用价值的优秀专著。丛书的逐年出版和不断丰富，将有助于集中展示交通运输建设重大科技成果，传承科技创新文化，体现交通运输行业科技人员的智慧，促进高层次的技术交流、学术传播和专业人才培养，并逐渐成为科技成果转化的重要载体。

“十二五”期是加快转变发展方式、发展现代交通运输业的关键时期。深入

实施科技强交战略，是一项关系全局的基础性、引领性工程。希望广大交通运输科技工作者进一步增强做好交通运输科技工作的责任感和紧迫感，团结一致，协力攻坚，努力开创交通运输科技工作新局面，为交通运输全面、协调和可持续发展作出新的更大贡献！

A handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '高' (Gao), '宏' (Hong), and '峰' (Feng). The signature is stylized with fluid, connected strokes.

2011年12月6日

前言

从20世纪90年代开始,我国公路建设进入了快速发展时期,截至2012年底,全国公路通车总里程突破423.75万公里,其中高速公路通车里程达9.56万公里,等级公路里程360.96万公里,二级及以上公路里程50.19万公里,农村公路里程达367.84万公里,百平方公里公路密度达到44.1,初步形成快速、干线、通乡三位一体的公路网络体系,促进了区域经济发展,方便了人们出行。

伴随着公路建设的快速发展,资源占用、能源消耗以及对环境的影响等问题也凸显出来,公路建设需要消耗大量的砂石、沥青、水泥等原材料,而石料的开采,石灰和水泥等筑路材料的生产又会消耗大量的原材料和能源,对环境产生污染。尤其是高速公路建设更是高投入、高消耗的行业,对当前建设资源节约型、环境友好型社会具有一定的影响,因此,为使公路建设与能源、环境达到协调发展、和谐共生,需要以节约资源和提高资源利用效率为核心,以节地、节能、节材为重点,以科技进步为动力,以管理创新、理念创新、技术创新推动节约型公路建设。

由于我国一些省份和地区公路建设项目较多,使原材料市场供不应求,尤其是优质的石料、水泥、沥青等原材料缺乏,使得这些地区公路建设造价逐年提高;同时,交通运输的发展对路面结构和使用性能也提出了更高的要求。因此结合公路等级、交通荷载、所处环境,因地制宜开发利用地产筑路材料,实现就地取材,对节约工程造价、提高公路建设质量具有重要意义,并可以减少由于石料开采带来的环境破坏,减少水泥生产而带来的能源消耗和二氧化碳排放,为低碳生态型道路的建设提供重要的保障。

火山灰是火山喷发时随同熔岩一起喷发的大量熔岩碎屑和粉尘沉积在地表面或水中形成松散或轻度胶结的物质,我国火山灰资源十分丰富,尤其是东北及西部地区,火山灰材料分布比较广泛,且储量巨大,因地制宜开展火山灰材料在道路工程中的应用,对于解决火山灰资源丰富地区公路建筑材料缺乏、促进区域公路建设和发展意义重大。

本书依据2008年完成的交通运输部西部交通建设科技项目“火山灰材料在

道路工程中的应用研究”研究成果，同时参考“细火山灰改善沥青混合料路用性能的应用研究”的研究成果，经过作者系统的整理、总结和提炼撰写而成。以往火山灰材料在国内外主要用于化工、印刷和服装等行业，建筑行业里多用于制作空心砖，而用于道路工程的较少。利用火山灰的活性稳定路面基层及以火山灰作为沥青混合料的改性剂在国内外的研究中尚属于首创，填补了国内外空白。该项技术已成功在长白山区公路建设中进行了推广应用，应用里程近300公里，节约公路建设费用8000余万元。

本书第一、二章介绍了火山灰材料在国内外的分布、物理化学特性及在道路工程中的应用技术要求。第三章介绍了火山灰填筑路基的压实稳定性、抗冻性能及边坡稳定性等施工工艺。第四章论述了火山灰稳定基层的力学性能指标及抗收缩等特性，通过实体工程研究提出了火山灰稳定基层的施工工艺。第五章介绍了火山灰粒料和磨细火山灰在水泥混凝土路面中的应用；第六章探讨了火山灰填料型改性剂的改性机理、沥青胶浆的流变特性，以及火山灰复合改性沥青混合料的路用性能。全书较系统的介绍了火山灰材料在路基、路面中的应用技术，对火山灰材料的应用具有指导作用，对同类研究具有借鉴作用。

本书第一章由陈志国撰写；第二章由陈东丰、于丽梅撰写；第三章由王书娟撰写；第四章由陈志国、王书娟撰写；第五章由陈志国、陈东丰撰写；第六章由陈志国、于丽梅撰写，值此向原项目组其他参加研究人员表示感谢。

由于本书撰写人员水平有限，不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

陈志国
2013年5月

目 录

第1章 绪论	001
1.1 概述	001
1.2 火山灰的形成及分布	001
1.3 火山灰的应用情况	006
第2章 火山灰的性质	009
2.1 火山灰的物理性质	009
2.2 火山灰的表面特性	012
2.3 火山灰的孔结构特性	014
2.4 火山灰的化学组成	016
第3章 火山灰修筑路基稳定技术	018
3.1 火山灰填筑路基压实稳定技术	018
3.2 火山灰填筑路基抗冻性	020
3.3 火山灰填筑路基边坡稳定技术	030
第4章 火山灰稳定材料路面基层	040
4.1 火山灰稳定基层的力学性能	040
4.2 火山灰稳定基层的抗冻性能及弯拉疲劳性能	044
4.3 火山灰稳定基层的收缩性能	047
4.4 火山灰稳定基层的抗冲刷性能	051
4.5 火山灰稳定基层反应机理	052
4.6 火山灰稳定材料路面基层的推广应用	057
第5章 火山灰在水泥混凝土路面中的应用	076
5.1 火山渣替代水泥混凝土中部分集料	076
5.2 细火山灰用作水泥混凝土掺料	081
第6章 细火山灰改善沥青胶浆及沥青混合料技术	091
6.1 细火山灰沥青胶浆流变特性	091
6.2 细火山灰沥青混合料路用性能	102
6.3 细火山灰改性沥青机理	117
6.4 细火山灰改性沥青混合料实体工程	127
参考文献	134
索引	139

第1章 绪 论

1.1 概 述

近年来,随着我国经济的快速发展和城市化进程的加快,公路、铁路、机场、市政等基础设施的建设速度也在加快,从而导致公路建设成本逐年增加,并出现了环境污染和破坏的情况。我国《国民经济和社会发展规划“十二五”规划纲要》提出,坚持建设资源节约型、环境友好型社会,作为加快转变经济发展方式的重要着力点,树立绿色、低碳的发展理念。所以,研发节能、环保、经济的建筑材料,发展“低污染、低能耗、低排放”为特征的低碳生态建设方式,将增加经济发展的持久动力,并最终改善生态环境、造福民众。

我国公路工程建设能耗居基础设施前列,近年来,公路建设里程增长迅速,随之而来的是公路行业面临的资源、环境的压力逐渐增大。因此,结合区域特殊地理气候及交通状况的特点,因地制宜地研究和推广新材料的应用,便成了人们重视的焦点,引起了业界的普遍关注。开发地产材料在公路工程中的应用技术,可以实现就地取材、节省工程造价、确保工程质量、减少开挖传统筑路材料的能源消耗、保护自然环境的目的,同时,还可以促进公路建设发展,充分发挥地产材料对区域经济的带动作用,为低碳生态型道路的建设提供重要的保障。

低碳生态型道路是指道路的设计、建设遵循“低能耗、低污染、低排放”的可持续发展理念,在道路全寿命周期内综合运用各项技术措施,以降低能耗和减少碳排放,实现道路基础设施的社会效益、经济效益和环境效益。低碳生态型道路的建设是公路建设发展趋势,是践行“低碳生态”理念的关键,是在当前面对资源、环境的压力情况下的新举措。地产材料的应用,可以实现环保和节能减排的统一,为我国公路建设提供了新的思路,对于促进环保节约型绿色交通的发展具有积极、重要意义。

1.2 火山灰的形成及分布

火山灰是火山喷发时随同熔岩一起喷发的大量熔岩碎屑和粉尘沉积在地表面或水中形成松散或轻度胶结的物质。我国火山灰资源十分丰富,尤其是我国东北及西部地区,火山灰材料分布比较广泛,且储量巨大,为火山灰材料的应用奠定了基础。

1.2.1 火山灰成因

火山爆发是地热或地球内能释放的强烈显示。地球内部的地热积累到一定程度,灼热的岩浆在强大的内压力作用下,就会从地壳的薄弱地带喷出地表,形成景象壮观的火山爆发。火山喷出物质的化学成分是很复杂的,按其物理性质大致可分为液体、气体和固体



三种。

(1) 气体产物。火山喷出的气体最常见的是水蒸气,一般占 60% ~ 90%,此外还有 CO_2 、 CO 、 HCl 、 NH_3 、 NH_4Cl 、 NaCl 、 H_2S 、 Cl_2 、 S 、 N_2 等。火山喷出的气体物质有相当一部分直接由气体凝固成升华物堆积于火山口附近。

(2) 液体产物。火山喷出的液体物质称为熔岩。熔岩的类型可按 SiO_2 的含量百分比分为酸性熔岩(含 $\text{SiO}_2 > 65\%$)、中性熔岩(含 $\text{SiO}_2 65\% \sim 52\%$)和基性熔岩(含 $\text{SiO}_2 < 52\%$)。酸性熔岩的特征是温度较低、黏性较大、含气体较多、不易流动、冷凝较快,如流纹岩,是由酸性熔岩凝固而成的;基性熔岩的特征是温度比较高、黏性比较小、易于流动、含气体也较少、冷凝比较慢,如玄武岩,是由基性熔岩凝固而成的;中性熔岩的性质介于两者之间,凝固后多形成安山岩。

(3) 固体产物。火山喷出的固体物质叫火山碎屑物质,从百分之几毫米至几十厘米不等,因喷发的火山碎屑物质在回落地表时具有一定程度的分选性,一般较粗粒的碎屑离火山口较近,而细粒的较远。根据火山喷发碎屑的尺寸和形态又可分为多种类型,如火山灰、火山砂、火山渣等。把粒径 0.6mm 以下的火山喷发碎屑称为火山灰,0.6 ~ 4.75mm 的称为火山砂,4.75mm 以上的称为火山渣。

1.2.2 世界火山灰分布

世界上火山灰资源储量十分丰富,有火山的地方就有火山灰,火山分布于环太平洋火山带、大西洋火山带、地中海火山带和东非火山带四带,见图 1-1。亿万年以来,地球上火山不断喷发,喷发之后的火山周围积聚着大量的火山灰、火山岩等,在过去的 400 年里,爆发的活火山就有 500 多座,爆发后的火山周围聚集着数以亿计立方米的火山灰。



图 1-1 世界火山分布图

(1) 环太平洋火山带

从南北美洲、阿拉斯加、阿留申群岛、经勘察加半岛、日本群岛、菲律宾群岛直至新西兰,这一带的活火山共 300 余座,约占全球的 60%。环太平洋火山带的火山岩主要是中性岩浆喷发的产物,形成了钙碱性系列的岩石。最常见的火山岩类型是安山岩,在距海沟轴 150 ~ 300km

的陆地内,安山岩平行于海沟呈弧形分布,形成所谓的“安山岩线”。另一特点是,自海沟向陆地方向岩石有明显的水平分带性,一般随与海沟距离的增大,依次分布为拉斑系列岩石、钙碱性系列岩石、碱性系列岩石。

(2) 大陆裂谷火山地震带

主要指东非裂谷带,南起赞比西河下游,向北经东非高原、埃塞俄比亚高原、红海,直至死海和约旦河谷。东非裂谷火山带火山喷发类型有两种:一种是裂隙式喷发,主要发生在埃塞俄比亚裂谷系两侧,形成了玄武岩熔岩高原(台地),占埃塞俄比亚全国面积的三分之二;第二种是中心式喷发,多分布在裂谷带的边缘,主要的活火山有扎伊尔的尼拉贡戈山、尼亚马拉基拉山、肯尼亚的特列基火山、莫桑比克的兰埃山和埃塞俄比亚的埃特尔特火山等。

(3) 阿尔卑斯—喜马拉雅火山带

该火山带分布于横贯欧亚的纬向构造带内,西起比利牛斯岛,经阿尔卑斯山脉至喜马拉雅山,全长10余万公里。在该带火山的分布不均匀,纬向构造带的西段,由于南北挤压力的作用,在形成纬向构造隆起带的同时,形成了经向张裂和裂谷带,如其南侧的纵贯南北的东非裂谷系,顺两构造带过渡段,因断陷而形成了内陆海—地中海、红海和亚丁湾等,这里的火山岩性属于钙碱性系列,以安山岩和玄武岩为主。中段火山活动表现微弱,在东段喜马拉雅山北麓火山活动又加强,在隆起和地块的边缘分布着若干火山群,共有火山100多座,岩性为安山岩和玄武岩类。

(4) 大洋中脊火山带

大洋中脊也称大洋裂谷,在全球呈“W”形展布,从北极盆穿过冰岛,到南大西洋,这一段等分了大西洋壳,并和两岸海岸线平行。大洋中脊火山带火山的分布也是不均匀的,多集中于大西洋裂谷,北起格陵兰岛,经冰岛、亚速尔群岛至佛得角群岛,该段长达万余公里,海岭由玄武岩组成,是沿大洋裂谷火山喷发的产物,分布于大西洋(22座),太平洋(15座),印度洋(4座),冰岛及詹迈扬岛(15座)。有的火山在水下喷发,并逐渐露出水面,成为火山岛屿。

近千万年以来,由于火山的不断喷发,火山灰资源遍布世界各地。同一地区多种火山灰并存,是因为火山内部物质不同,喷出的火山灰成分也不同,形成的火山灰也不同。火山灰散落在地面形成面积广大的火山灰土,火山灰从喷口喷出,逐渐覆盖整个火山,形成火山灰山体。所以,火山灰资源在世界各地储量丰富,开展火山灰的应用研究意义重大。

1.2.3 中国火山灰分布

我国地处欧亚大陆,位于环太平洋火山带的边缘,是一个多火山的国家,根据资料记载现有火山660多座,北起黑龙江、南至海南岛的火山分布区都有火山灰存在,火山喷发形成的火山灰分布在火山口的周围几十公里至几百公里的范围内。以北方地区为多,质量较好,喷发年代较新。

(1) 吉林长白山火山群、龙岗火山群

长白山火山群是目前我国境内保存最为完整的新生代多成因复合火山,位于吉林省的东部边境,以长白山截顶圆锥火山为主,分布着100多座火山(图1-2)。最大的火山口海拔2600m左右,直径达4.5km,是漏斗形,深达800多米,也就是长白山天池。周围有广阔的熔岩台地,台地上又有众多的小火山分布。



龙岗火山群位于吉林省辉南县东部,有 170 余座火山,除 8 个火山口湖外,其余为火山渣锥。



图 1-2 长白山火山

伊通古火山群位于距吉林长春市 65km 处的古老市镇伊通,火山群由 16 座火山锥组成。

(2) 黑龙江五大连池火山群、镜泊湖火山

五大连池火山群是中国著名的第四纪火山群(图 1-3),位于黑龙江省德都县境内,有 14 座火山和 60 多平方公里的熔岩台地,火山岩分布面积达 800 多平方公里。



图 1-3 五大连池火山及火山灰样品

镜泊湖火山位于黑龙江镜泊湖西北约 50km,在张广才岭海拔 1 000m 的深山区,共有 13 个火山口,均为复式火山。

(3) 内蒙古阿尔山火山群

阿尔山火山群又称哈拉哈火山群,是大兴安岭地区重要的火山群之一(图 1-4)。火山群集中的区域面积达 3 500km²,其中有 50 余个火山锥,上百个火山丘,7 个高位火山口湖(天池),数十个熔岩堰塞湖。分布在大黑沟一带的熔岩丘是目前全国唯一的大规模玄武岩地貌,其中还有国内罕见的熔岩龟背构造。

(4) 大同火山群

大同火山群位于山西省大同市东面的聚乐堡以南,为中国第四纪火山区,属死火山,有东西北三群,共 32 个(图 1-5)。西群有火山 18 个,东群有火山 7 个,北群有火山 7 个。

(5) 云南腾冲火山群

著名的腾冲火山群位于滇西横断山系南段的高黎贡山西侧(图 1-6)。火山及熔岩流以腾冲县城为中心成一南北向延伸的长条形,面积 $(87 \times 33) \text{ km}^2$,共有火山锥 70 余座。



图 1-4 阿尔山火山



图 1-5 大同火山

图 1-6 云南腾冲火山

(6) 新疆阿什库勒火山

阿什库勒火山群位于新疆于田县以南约 120km 的青藏高原西北缘的西昆仑山,由 10 余座主火山和数十个子火山组成,包括西山、阿什山、大黑山、乌鲁克山、迷宫山、月牙山、牦牛山、黑龙山、马蹄山、东山和椅子山等(图 1-7)。这些火山几乎均为中心式喷发,形成圆锥状或截顶圆锥状火山锥,绝大多数火山是第四纪形成的。

(7) 台湾岛大屯火山群、龟山岛火山及基隆火山群

台湾岛地处环太平洋火山带内,北部大屯火山群为早期火山活动的产物,并有澎湖列岛等火山岛。大屯火山群(图 1-8)和龟山岛火山分别位于台湾岛西北部和东部海上,大屯火山群由 20 余座大小不等的火山组成。基隆火山群位于台湾岛北部基隆周围(图 1-9)。

(8) 海南琼北火山

火山岩面积达 7 300 平方公里,可辨认的火山口共计 177 座,海拔均低于 300 米。海南岛北部(琼北)第四纪火山区的石山、永兴一带大小三十几个火山口明显地呈北西方向排列,形成典型的中心式火山群,是琼北最新期火山(图 1-10)。



图 1-7 阿什库勒火山



图 1-8 台湾大屯火山



图 1-9 台湾基隆火山群



图 1-10 海南琼北火山

1.3 火山灰的应用情况

1.3.1 火山灰在国外的应用情况

火山灰材料以其性能优良、化学活性高、开采方便、成本低廉,且分布广泛、储量丰富等特点,使其在世界各国建筑业及工业中得到普遍应用。国外火山灰的主要用途见表 1-1。

火山灰应用一览表

表 1-1

应用 领 域	应用 行 业
建筑材料	砌块砖、建筑大板、承重构件,水工、热工、桥梁工程建筑构件,轻质混凝土
研磨工业	玻璃及眼镜研磨料,软金属及塑料抛光剂,显像管及荧光屏抛光剂,电镀前抛光金属(银、铜、家具、乐器),清洗和摩擦木质、金属表面、石料
填料化工	金属餐具洗涤剂,电路板清洗研磨料,肥皂、工作服洗涤用去污粉
日用化工	美容材料,牙膏、肥皂和化妆品填料
石油化工	分子筛、橡胶、造纸、油漆等的填料,过滤剂、杀虫剂载体,陶瓷彩釉、珐琅配料,代替轻质碳酸钙作塑料充填料
保温隔热材料	矿棉—用于天花板的隔音,建筑物外墙体—用于保温
治理排污	火山灰吸附含砷的烟尘、废水、废气等污染

古罗马人曾利用火山灰制成黏结材料,建起了高达十层楼的神庙,还用它建成了可容纳五万人的规模宏大的可里西剧场,在这些宏伟的建筑建造过程中火山灰发挥了巨大的作用。

此后,日本、瑞士、德国与法国都把火山灰当作建筑材料出售,直到二百年前,火山灰与石灰的混合物还被认为是世上最优良的胶黏建筑材料。近年来国外也对火山灰替代水泥的混凝土性能进行了相关试验研究。研究表明,在工业用途中,火山灰是很好的建材配料。在修建地下或水下工程时,特别是需要抗渗、抗淡水或抗硫酸盐侵蚀的工程时,如果在水泥中掺进适量火山灰,建筑材料则更具防水性。

1.3.2 火山灰在国内的应用情况

火山灰材料在我国的应用起步相对较晚,主要应用于研磨工业、建筑行业、化工产业等方面。例如:研磨工业利用火山灰坚硬耐磨的特性研磨陶瓷、玻璃、家具等;建筑行业利用火山灰的隔温隔热性能来制作建筑物外墙体的防火材料及隔温砖等。

应用时间最长、技术最成熟的方式是利用火山灰材料制作水泥。我国立窑水泥厂以火山灰质材料为主,经过一定的工艺处理过程制成火山灰质促凝、促硬材料。掺入少量该促凝、促硬材料可以有效地缩短水泥的凝结时间及提高水泥的强度,并能有效地提高水泥的安定性。在磨制水泥或使用水泥时加入这种材料,均能取得较好的效果。对于施工单位来说,如果购买了凝结时间过慢的水泥,只要掺入这种火山灰质促凝、促硬材料,便能加快施工进度,又可取代部分水泥,降低水泥混凝土的成本。云南省腾冲县以“火山热海”著称于世,火山灰资源丰富,腾冲县腾旭建材有限公司生产的复合硅酸盐 42.5 级水泥混合材料以火山灰为主,掺量一般为 20%,接近《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007)的掺量,该水泥具有抗溶出性侵蚀能力好,水化热较低,泌水性小,后期强度增长快,水中养护体积收缩小的特点,适用于地下、水中抗渗工程,已成功地应用于该县大河水库大坝水工高性能混凝土防渗墙工程。

公路交通部门从 20 世纪 90 年代初开始研究火山灰材料在道路工程中的应用。吉林省是率先开展火山灰在道路工程中应用的省份之一,吉林省交通科学研究所于 1990~1992 年承担了省交通厅项目“火山灰混合料在道路基层中的应用”,对吉林省东部山区辉南县、抚松县的火山灰进行了原材料各项物理、化学技术指标试验,对火山灰稳定碎石、砂砾等半刚性基层材料进行了强度、抗冻、温缩等试验,在室内试验结果的基础上修筑了试验路,论证了火山灰混合料在道路基层中应用的可行性,并于 1994 年在省道朝长公路上推广应用了 10km,该路段在运营过程中表现出良好的路用性能。但由于当时的研究手段和方法较为落后,对火山灰混合料的抗冲刷、抗收缩、耐久性等性能方面研究不够,且应用范围较窄(仅用于道路基层),所以当时火山灰材料并没有在道路工程中得到广泛的推广应用。

在国内,内蒙古的杨福珍等人分析了乌兰哈达火山渣的击实性能,并于 2000 年在国道 208 线二连浩特至白音察干段路基中进行了试验,提出了乌兰哈达火山渣路基的回弹模量及施工要点,对当地火山渣路基设计和施工具有参考价值。

关于火山灰在修筑路基、路面基层以及水泥混凝土路面和沥青改性方面的应用,作者自 2008 年以来不断开展了相关技术的探索研究,在大量室内试验结果的基础上进行了系统的分



析,并修筑了多处实体工程,取得了一定的成果。尤其是火山灰改性沥青技术领域,作者开展了火山灰单一改性沥青及复合改性沥青胶浆和沥青混合料相关技术的研究,为解决目前重载交通条件下沥青路面的病害提供了良好的途径。

作为一种新型的建筑材料,火山灰在道路工程中的应用属于新技术,本书结合作者近几年开展的火山灰在道路工程中的应用相关研究成果进行编写,对火山灰丰富地区火山灰材料在道路工程中的应用具有借鉴和指导意义。