



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
国家级精品课程建设核心教材
高等学校交通运输与工程类专业规划教材

Road Engineering Materials

道路工程材料

| 第二版 |

申爱琴 主编



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

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
国家级精品课程建设核心教材
高等学校交通运输与工程类专业规划教材

道路工程材料

(第二版)

申爱琴 主编



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

内 容 提 要

本书系统地论述道路工程材料的技术性质和技术要求,全面展示道路工程材料的性能评价指标及相应的测试方法,深入分析道路工程材料性能影响因素,并以新的视角进行知识结构分类,在保证道路工程材料基本知识充分体现的同时,尽可能引入国内外道路工程材料研究及应用领域的前沿性成果。

本书为高等学校道路桥梁与渡河工程、土木工程、交通工程等专业的本科生教学用书,还可作为土木工程专业及相关专业的科研、设计、施工、管理以及监理人员的技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

道路工程材料 / 申爱琴主编. — 2 版. — 北京 :
人民交通出版社股份有限公司, 2016. 12

ISBN 978-7-114-13368-8

I. ①道… II. ①申… III. ①道路工程—建筑材料
IV. ①U414

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 235596 号

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
国家级精品课程建设核心教材
高等学校交通运输与工程类专业规划教材

书 名: 道路工程材料(第二版)

著 者: 申爱琴

责任编辑: 孙 玺 李 瑞

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: 北京盈盛恒通印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 25.75

字 数: 606千

版 次: 2010年1月 第1版

2016年12月 第2版

印 次: 2016年12月 第2版 第1次印刷 总第5次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-13368-8

定 价: 48.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

高等学校交通运输与工程(道路、桥梁、隧道 与交通工程)教材建设委员会

主任委员:沙爱民 (长安大学)

副主任委员:梁乃兴 (重庆交通大学)

陈艾荣 (同济大学)

徐岳 (长安大学)

黄晓明 (东南大学)

韩敏 (人民交通出版社股份有限公司)

委员:(按姓氏笔画排序)

马松林 (哈尔滨工业大学)

石京 (清华大学)

朱合华 (同济大学)

向中富 (重庆交通大学)

刘朝晖 (长沙理工大学)

关宏志 (北京工业大学)

杨晓光 (同济大学)

吴瑞麟 (华中科技大学)

何东坡 (东北林业大学)

张金喜 (北京工业大学)

陈峻 (东南大学)

陈静云 (大连理工大学)

项贻强 (浙江大学)

黄侨 (东南大学)

黄亚新 (解放军理工大学)

葛耀君 (同济大学)

戴公连 (中南大学)

王云鹏 (北京航空航天大学)

申爱琴 (长安大学)

任伟新 (合肥工业大学)

刘扬 (长沙理工大学)

刘寒冰 (吉林大学)

李亚东 (西南交通大学)

吴卫国 (武汉理工大学)

何民 (昆明理工大学)

张顶立 (北京交通大学)

陈红 (长安大学)

陈宝春 (福州大学)

邵旭东 (湖南大学)

郭忠印 (同济大学)

黄立葵 (湖南大学)

符铎砂 (华南理工大学)

裴玉龙 (东北林业大学)

秘书长:孙玺 (人民交通出版社股份有限公司)

第二版前言

截至2015年末,全国公路总里程457.7万公里,其中高速公路里程12.35万公里,其规模、密度已接近,甚至超过世界第一经济体美国的水平。但是,目前我国公路基础设施仍然面临着使用品质及服务水平不高、复杂情况下的安全服役能力不足等问题,传统的应对技术在受到环境和资源的制约时难以为继,同时交织着公路功能由传统通行功能向环保、智慧与安全功能转变的新问题。因此,道路工作者必须转变观念、更新理念,不断推进道路材料技术进步,才是应对目前挑战的有效途径。

道路工程材料是道路、桥梁、隧道等工程结构物的物质基础,其性能优劣直接影响到结构物的使用性能及耐久性。因此,根据工程结构物的特点和地域条件,合理地选择及科学地使用道路工程材料,充分发挥道路工程材料的特点,对提高道路工程结构物质量,延长其使用寿命,降低工程造价起着至关重要的作用。

随着现代交通的迅猛发展,道路工程新结构、新技术、新材料及新工艺层出不穷,为了系统地论述道路工程材料的技术性质和技术要求,全面展示道路工程材料的性能评价指标及相应的测试方法,深入分析道路工程材料性能影响因素,本书按照本科生学习进程要求,以新的视角进行知识结构分类,在保证道路工程材料基本知识充分体现的同时,尽可能引入国内外道路工程材料研究及应用领域的前沿性成果,以此拓展同学们的视野,激发同学们的学习兴趣。同时,本书还可作为土木工程专业及相关专业的科研、设计、施工、管理以及监理人员的技术参考书。

本教材自2010年出版以来,已被许多大专院校选为公路工程相关专业的授课教材,也受到了广大公路工程技术人员的好评,出版社也进行了多次印刷。近几年,随着道路工程材料相关新规程及新规范的颁布,教材中与规范有关的内容也相应滞后,有必要进行一次全面更新。因此,本次修订是在保持教材的基本构架不变的基础上,主要依据截至2015年出版的相关新规范对各章相关内容进行了全面细致的修改及完善。全书共分五篇十七章。

第一篇为基础篇,共三章(一~三)。第一章为石料及集料;第二章为无机结合料;第三章为有机结合料。主要介绍道路工程常用的各类原材料,包括各类原材料的定义、分类、组成结构、技术性质及要求、性能评价指标及试验方法。

第二篇为无机混合物,共三章(四~六)。第四章为普通水泥混凝土,第五章为新型水泥混凝土,第六章为无机结合料稳定类材料。本篇中,重点介绍了普通水泥混凝土不同阶段的技

术性质,包括施工阶段的工作性、凝结硬化阶段的力学性质以及使用阶段的耐久性,同时还论述了普通水泥混凝土的材料要求以及配比组成设计,对于道路混凝土组成设计还引入了交通部西部项目“道路混凝土组成设计”的新成果。

第三篇为有机混合料,共二章(七~八)。第七章为沥青混合料,第八章为其他沥青混合料。本篇重点介绍了沥青混合料的分类及组成结构、强度形成原理及影响因素,包括高温低温水稳及耐久抗滑在内的各项路用性能及相应的评价指标、技术性质及技术标准、热拌沥青混合料原材料及不同阶段的组成设计方法。同时还介绍了 Superpave 及 GTM 沥青混合料组成设计方法。另外,第八章中介绍了沥青稳定碎石、沥青玛蹄脂碎石(SMA)、开级配抗滑磨耗层(OG-FC)、乳化沥青混合料以及稀浆封层与微表处的技术特征及性质、组成设计及使用场合。

第四篇为其他道路工程材料,共四章(九~十二)。第九章为建筑钢材,第十章为桥面防水材料,第十一章为土工合成材料,第十二章为高分子合成材料。本篇主要介绍了建筑钢材、桥面防水、土工合成以及高分子材料的分类及特点、技术性质及标准、各项路用性能及使用条件。

第五篇为试验篇,共五章(十三~十七)。为配合本科生理论教学需要,根据教学大纲要求,本篇包括了岩石与集料试验、水泥试验、沥青试验、沥青混合料试验以及水泥混凝土试验等内容。

全书的编写大纲、前言、绪论、第一篇的第二章、第二篇的第四、第五章由申爱琴编写;第一篇的第一章以及第四篇的第九、十、十一章由蒋应军编写;第一篇的第三章以及第三篇的第七章由汪海年编写;第二篇的第六章、第四篇的第四章由胡力群编写;第三篇的第八章由马峰编写;第五篇由孙忠义编写。全书由申爱琴统稿、修改、校正。在书稿的编写修改过程中,研究生肖葳、孟祥龙、李美华、梁东平等在资料收集、图形处理、各类规范及图表公式的校核等方面做了大量的工作,学校翠花打印部协助书稿排版及打印,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者的学识及水平有限,书中难免有疏漏和错误之处,恳请读者批评指正。

编者

2016.8

第一版前言

道路工程材料是道路、桥梁、隧道等工程结构物的物质基础,其性能优劣直接影响到结构物的使用性能及耐久性。据统计,道路工程材料的费用在道路工程总造价中占 50% ~ 60%,在实际工作中,材料的选择、使用及管理对工程造价的影响非常大。因此,如何根据工程结构物的特点和地域条件,合理地选择及科学地使用道路工程材料,充分发挥道路工程材料的优势,对提高道路工程结构物质量,延长其使用寿命,降低工程造价起着至关重要的作用。

随着现代交通的迅猛发展,道路工程新结构、新技术、新材料及新工艺层出不穷。为了系统地论述道路工程材料的技术性质和技术要求,全面展示道路工程材料的性能评价指标及相应的测试方法,深入分析道路工程材料性能影响因素,本书按照本科生学习进程要求,以新的视角进行知识结构分类,在保证道路工程材料基本知识的同时,尽可能介绍并引进国内外道路工程材料研究及应用领域的前沿性成果,以此拓展同学们的视野,激发同学们的学习兴趣;同时,本书还可作为土木工程专业及相关专业的科研、设计、施工、管理以及监理人员的技术参考书。

全书共分五篇,共计十七章。

第一篇为基础篇,共三章。第一章为石料及集料,第二章为无机结合料,第三章为有机结合料。本篇主要介绍了道路工程常用的各类原材料,包括各类原材料的定义、分类、组成结构、技术性质及要求、性能评价指标及试验方法。

第二篇为无机混合料,共三章。第四章为普通水泥混凝土,第五章为新型水泥混凝土,第六章为无机结合料稳定类材料。本篇中,重点介绍了普通水泥混凝土不同阶段的技术性质,包括施工阶段的工作性、凝结硬化阶段的力学性质以及使用阶段的耐久性,同时还论述了普通水泥混凝土的材料要求以及配比组成设计,对于道路混凝土组成设计还引入了交通部西部项目“道路混凝土组成设计”的新成果。

第三篇为有机混合料,共两章。第七章为普通沥青混合料,第八章为其他沥青混合料。本篇重点介绍了沥青混合料的分类及组成结构、强度形成原理及影响因素,包括高温、低温、水稳、耐久及抗滑在内的各项路用性能及相应的评价指标、技术性质及技术标准,热拌沥青混合料原材料及不同阶段的组成设计方法;同时,还介绍了 Superpave 及 GTM 沥青混合料组成设计

方法;另外,第八章中介绍了沥青稳定碎石、沥青玛蹄脂碎石(SMA)、开级配抗滑磨耗层(OG-FC)、乳化沥青混合料以及稀浆封层与微表处的技术特征及性质、组成设计及使用场合。

第四篇为其他道路工程材料,共四章。第九章为建筑钢材,第十章为桥面防水材料,第十一章为土工合成材料,第十二章为高分子合成材料。本篇主要介绍了建筑钢材、桥面防水、土工合成以及高分子材料的分类及特点、技术性质及标准、各项路用性能及使用条件。

第五篇为试验篇,共五章。为了配合本科生理论教学需要,根据教学大纲要求,本教材编写了岩石与集料试验、水泥试验、沥青试验、沥青混合料试验、水泥及水泥混凝土试验等内容。

本教材的编写得到了长安大学公路学院道路系的高度重视及有关老师大力支持。道路系召开专门会议对教材编写大纲征求意见,王秉纲、张登良、戴经梁等资深教授对编写大纲提出了宝贵的修改意见,使得教材章节安排更具逻辑性和科学性。在此,作者对几位前辈的指点表示深深的谢意。

全书的编写大纲,前言,绪论,第一篇的第二章,第二篇的第四章、第五章由申爱琴编写;第一篇的第一章以及第四篇的第九章、第十章、第十一章由蒋应军编写;第一篇的第三章以及第三篇的第七章由汪海年编写;第二篇的第六章、第四篇的第十二章由胡力群编写;第三篇的第八章由马峰编写;第五篇由孙忠义编写。全书由申爱琴统稿、修改、校正。在书稿的编写修改过程中,研究生肖葳、孟祥龙、李美华、郭寅川、梁东平等在资料收集、图形处理、各类规范及图表公式的校核等方面做了大量的工作,学校翠花打印部协助书稿排版及打印,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者的学识及水平有限,书中难免有疏漏和错误之处,恳请读者批评指正。

编者

2009年7月

目录

CONTENTS

| | |
|----|---|
| 绪论 | 1 |
|----|---|

第一篇 基础篇

| | |
|---------------|-----|
| 第一章 岩石与集料 | 9 |
| 第一节 岩石 | 9 |
| 第二节 集料 | 20 |
| 第三节 矿质混合料组成设计 | 32 |
| 复习题 | 42 |
| 第二章 无机结合料 | 43 |
| 第一节 石灰 | 44 |
| 第二节 水泥 | 51 |
| 第三节 粉煤灰 | 66 |
| 第四节 其他工业废渣 | 71 |
| 复习题 | 74 |
| 第三章 有机结合料 | 75 |
| 第一节 普通石油沥青 | 76 |
| 第二节 改性沥青 | 100 |
| 第三节 其他沥青 | 105 |
| 复习题 | 113 |

第二篇 无机混合料

| | |
|-----------------|-----|
| 第四章 普通水泥混凝土 | 117 |
| 第一节 水泥混凝土组成及特点 | 117 |
| 第二节 水泥混凝土的技术性质 | 118 |
| 第三节 普通水泥混凝土组成设计 | 133 |
| 第四节 道路混凝土组成设计 | 147 |
| 第五节 水泥混凝土外加剂 | 160 |

| | |
|-----------------------|-----|
| 复习题 | 164 |
| 第五章 新型水泥混凝土 | 166 |
| 第一节 聚合物改性水泥混凝土 | 166 |
| 第二节 纤维混凝土 | 171 |
| 第三节 透水性混凝土 | 175 |
| 第四节 露石混凝土 | 179 |
| 第五节 彩色混凝土 | 180 |
| 复习题 | 183 |
| 第六章 无机结合料稳定类材料 | 184 |
| 第一节 水泥稳定类混合料 | 185 |
| 第二节 石灰稳定类混合料 | 189 |
| 第三节 石灰粉煤灰稳定类混合料 | 192 |
| 复习题 | 195 |

第三篇 有机混合料

| | |
|---------------------------|-----|
| 第七章 普通沥青混合料 | 199 |
| 第一节 沥青混合料的分类及组成结构 | 200 |
| 第二节 沥青混合料强度及其影响因素 | 202 |
| 第三节 沥青混合料的路用性能 | 206 |
| 第四节 沥青混合料技术性质及标准 | 214 |
| 第五节 普通热拌沥青混合料原材料及组成设计 | 220 |
| 第六节 Superpave 沥青混合料组成设计方法 | 234 |
| 第七节 GTM 沥青混合料组成设计方法 | 239 |
| 复习题 | 241 |
| 第八章 其他沥青混合料 | 243 |
| 第一节 沥青稳定碎石混合料 | 243 |
| 第二节 沥青玛蹄脂碎石(SMA) | 247 |
| 第三节 开级配抗滑磨耗层(OGFC) | 253 |
| 第四节 乳化沥青混合料 | 256 |
| 第五节 稀浆封层与微表处 | 258 |
| 第六节 冷再生沥青混合料 | 263 |
| 复习题 | 265 |

第四篇 其他道路工程材料

| | |
|-----------------|-----|
| 第九章 建筑钢材 | 269 |
| 第一节 钢材的冶炼与分类 | 269 |

| | | |
|-------------|-----------------|-----|
| 第二节 | 钢材牌号表示方法 | 271 |
| 第三节 | 钢材的技术性质 | 272 |
| 第四节 | 化学元素对钢材性能的影响 | 277 |
| 第五节 | 道路建筑用钢的技术要求 | 278 |
| 第六节 | 新型建筑钢材 | 289 |
| | 复习题 | 290 |
| 第十章 | 桥面防水材料 | 291 |
| 第一节 | 防水材料的分类及其特点 | 291 |
| 第二节 | 防水材料的技术性质 | 293 |
| 第三节 | 防水材料的技术标准 | 296 |
| | 复习题 | 298 |
| 第十一章 | 土工合成材料 | 299 |
| 第一节 | 土工合成材料的分类及特点 | 299 |
| 第二节 | 土工合成材料的技术性质 | 302 |
| 第三节 | 土工合成材料的选择及技术要求 | 311 |
| | 复习题 | 315 |
| 第十二章 | 高分子聚合物 | 316 |
| 第一节 | 聚合物的概念 | 316 |
| 第二节 | 常用的工程聚合物 | 319 |
| 第三节 | 高分子聚合物在道路工程中的应用 | 324 |
| | 复习题 | 327 |

第五篇 试 验 篇

| | | |
|-------------|--------------------|-----|
| 第十三章 | 岩石与集料试验 | 331 |
| 第一节 | 岩石试验 | 331 |
| 第二节 | 粗集料试验 | 336 |
| 第三节 | 细集料试验 | 345 |
| 第十四章 | 水泥试验 | 349 |
| 第一节 | 细度试验 | 349 |
| 第二节 | 标准稠度用水量、凝结时间、安定性试验 | 353 |
| 第三节 | 水泥胶砂强度试验 | 356 |
| 第十五章 | 沥青试验 | 360 |
| 第一节 | 沥青三大指标试验 | 360 |
| 第二节 | 沥青老化试验 | 365 |
| 第三节 | 黏度试验 | 368 |
| 第十六章 | 沥青混合料试验 | 372 |
| 第一节 | 沥青混合料试件制作 | 372 |
| 第二节 | 沥青混合料密度试验 | 376 |

| | | |
|------|---------|-----|
| 第三节 | 高温稳定性试验 | 379 |
| 第十七章 | 水泥混凝土试验 | 383 |
| 第一节 | 和易性试验 | 383 |
| 第二节 | 表观密度试验 | 386 |
| 第三节 | 强度试验 | 387 |
| 参考文献 | | 392 |



绪 论

一、道路工程材料的发展历史及趋势

早在公元前 2000 ~ 3000 年,人类就开始使用石膏和石灰砂浆作为胶凝材料。在公元前 16 世纪至公元前 11 世纪的商朝殷墟中,考古学家发现有碎陶片和砾石铺筑的路面,并出现了大型的木桥。那时的人们已经懂得夯土筑路,并利用石灰稳定土。到公元初,古希腊人和罗马人开始在石灰中掺入火山灰以提高强度和抵抗水的侵蚀。1796 年,罗马水泥问世,这时人们开始用天然水泥岩(黏土含量为 20% ~ 25% 的石灰石)煅烧、磨细,制得天然水泥。由于天然水泥岩材料有限,人们开始人工配制水泥。1824 年,英国泥瓦工约瑟夫·阿斯普丁(Joseph Aspdin)首先取得了波特兰水泥生产的专利权。从这时起,人类社会进入了人工配制胶凝材料的新阶段。

据考古资料记载,世界上最早的沥青路面是距今约 3 000 年前的古巴比伦仪仗大道。它约有 20m 宽,道路中间是由残损不全的大块砖头和天然沥青铺成的沥青路面。印加帝国在 15 世纪采用天然沥青修筑沥青碎石路。英国于 1832—1838 年,用煤沥青在格洛斯特郡修筑了第一段煤沥青碎石路;法国于 1858 年在巴黎用天然岩沥青修筑了第一条地沥青碎石路;到 20 世纪,石油沥青成为使用量最大的铺路材料。我国上海在 20 世纪 20 年代开始铺设沥青路面。1949 年以后,随着我国自产路用沥青材料工业的发展,沥青材料被广泛应用于城市道路和公路干线的修建。

材料科学的不断发展为人类提供了优质的工程材料,推动了国民经济和道路交通事业的蓬勃发展。伴随着科学技术的不断进步和自然环境对人类提出的更高要求,在今后一段时期内,道路建筑材料将逐步向以下几个方向发展。

(1)高性能材料。研制轻质、高强、高耐久性、高耐火性、高抗震性、高保温性、高吸声性、优异装饰性及优异防水性的材料,对提高道路建筑物的安全性、适用性、艺术性、经济性及使用寿命等有着非常重要的作用。

(2)多功能复合型材料。利用复合技术生产的多功能材料、特殊性能材料及高性能材料,将对提高建筑物的使用功能、经济性、加快施工速度等有着十分重要的作用。

(3)工业废渣再利用材料。充分利用工业废渣生产建筑材料,以保护自然资源和生态环境。

(4)节能材料。研制和生产低能耗(包括材料生产能耗和建筑使用能耗)的新型节能建筑材料,可降低建筑材料和建筑物的成本以及建筑物的使用能耗,这对节约能源有明显作用。

二、道路材料在公路工程中的作用

道路工程材料是道路、桥梁、隧道等工程结构物的物质基础,材料的性质对结构物的使用性能、坚固性和耐久性起着决定性的作用,材料的使用与工程造价也有着密切的关系,材料的发展则可促进结构设计和施工工艺的发展。

道路工程结构物终年裸露于自然环境中,承受瞬时、反复荷载的作用,材料的性能和质量对结构物的使用性能和工程寿命有着极为重要的影响。在道路工程建设中,若材料的选择、生产、使用不合理,检验标准不合适,都可能会导致工程的质量缺陷,甚至造成重大的质量事故。近年来,由于交通量的迅速增长和车辆行驶的渠化,一些高等级沥青路面出现较严重的波浪、拥包、车辙现象,这都与材料的性质有关。

道路工程材料的费用在道路工程总造价中占 50% ~ 60%,在实际工作中,材料的选择、使用及管理对工程成本影响很大。同时,材料科学的不断发展及新型道路工程材料的不断涌现,势必会对工程结构物的设计方法和施工工艺提出更高的要求,从而推动结构设计与施工技术的发展。

三、本课程研究内容与任务

道路工程材料是研究道路与桥梁建筑用各种材料的组成、性能和应用的一门课程。它是道路与桥梁专业的一门技术基础课,与物理、化学等基础课以及材料力学、工程地质等基础技术课有着密切的联系。

本教材讲述到的一些常用的道路工程材料如下:

1. 岩石与集料

岩石与集料包括人工开采的岩石或轧制的碎石以及地壳表层岩石经风化而得到的天然砂砾。这类材料是道路、桥梁工程结构中使用量最大的一宗材料。其中尺寸较大的块状石料经加工后,可以直接用于砌筑道路、桥梁工程结构物或铺筑隧道基础,性能稳定的岩石集料可用于配制水泥混凝土和沥青混合料。

2. 无机结合料及其混合料

无机结合料包括石灰、水泥、性能稳定的粉煤灰及其他工业废渣。路桥工程中使用最多的无机结合料是石灰和水泥。用它们制成的无机结合料稳定类混合料,通常用于高等级道路路

面基层结构或低等级道路路面面层结构。由水泥与集料配制而成的普通水泥混凝土及各种新型水泥混凝土是混凝土结构的主要组成材料,广泛应用于桥涵构造物及水泥混凝土路面。水泥砂浆是各种桥梁、圬工结构物的砌筑材料。

3. 有机结合料及其混合料

有机结合料通常是指普通石油沥青、改性沥青及其他沥青如煤沥青、泡沫沥青、乳化沥青等。它们与集料结合可以配制沥青混合料,用来修筑不同类型的沥青路面。

4. 建筑钢材

钢材是钢桥、钢结构、钢筋混凝土及预应力混凝土结构的重要组成材料。此外,隧道衬砌、岩石高边坡加固等工程中也要使用钢材。

5. 桥面防水材料

桥面防水材料是保证桥梁结构物不受雨水侵蚀、渗透的重要材料。防水材料的优劣与桥面的使用功能和寿命密切相关,是道路工程中不可缺少的建筑材料。

6. 土工合成材料

土工合成材料是土木工程应用的合成材料的总称,主要包括土工织物、土工膜、土工复合材料、土工特种材料等。

7. 高分子合成材料

各种高聚物材料除可替代传统材料外,还可用于改善路桥工程材料的性能,加固土壤,改善沥青性能,增强水泥混凝土强度。

四、道路工程材料技术性质与技术标准

1. 道路工程材料的技术性质

道路工程结构物承受着复杂的荷载作用和恶劣自然环境的影响,因此,道路工程材料必须具有抵抗复杂外力作用的综合力学性能,同时还必须具有抵抗光照、温湿变化、冻融等自然因素作用的耐久性。此外,为保证上述性能及满足结构物的施工,道路工程材料还应具有良好的物理性质、力学性能、耐久性和工艺性。

(1) 物理性质

物理性质是道路工程材料的基本性质。在进行混合料配合比设计、材料体积与质量之间的换算时,必须全面掌握材料的基本物理性能指标。道路工程材料常用的物理性能指标包括物理常数(密度、孔隙率、空隙率)及吸水率等。这些参数取决于材料的基本组成及构造,既与材料的吸水性、抗冻性及抗渗性有关,也与材料的力学性质及耐久性有着显著的联系。

(2) 力学性质

力学性质是材料抵抗车辆荷载复杂力系综合作用的性能。目前除了通过静态的拉、压、弯、剪等试验来反映材料的力学性能外,还可根据道路工程材料的受力特点,采用磨光、磨耗、冲击等试验方法来反映其性能。随着科技的发展,将进一步考虑材料在不同温度和时间条件下的力学性能变化规律。在研究材料的黏性—弹性—塑性时,目前已采用一些动态试验方法来测定材料的动态模量、疲劳强度等。

(3) 耐久性

道路及桥梁等工程结构物常年裸露于自然环境中,将受到各种自然因素,如温度变化、冻融循环、氧化作用、酸碱腐蚀等的侵蚀作用。为保证材料的使用性能,必须根据材料所处的结构部位,综合考虑引起材料性质衰变的外界条件和材料自身的内在原因,以便全面了解材料抵抗侵蚀破坏的能力,为路桥工程结构物的设计提供技术参数。

(4) 工艺性

工艺性是材料适合于按一定工艺要求加工的性能。例如,道路水泥混凝土在成型为混凝土路面以前要求具有一定的流动性,但当施工机具不同时,要求的流动性也不相同。因此,为保证在现有施工条件下修筑的工程结构物能达到预期的使用性能,必须在材料选择及设计参数确定时考虑工艺性。

2. 道路工程材料的技术标准

材料的技术标准是有关部门根据材料自身固有特性,结合研究条件和工程特点,对材料的规格、质量标准、技术指标及相关试验方法所做出的详尽而明确的规定。科研、生产、设计与施工单位,均应以这些标准为依据进行道路材料的性能评价、生产、设计和施工。

目前,我国的建筑工程材料标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四类。国家标准是由国家标准局颁布的全国性指导技术文件,简称“国标”,代号 GB。行业标准是由国务院有关行政主管部门制定和颁布的全国性指导技术文件。行业标准种类繁多,遍及国内各种行业。

根据《中国标准文献分类法》,国家标准和行业标准表示方法如下。

(1) 国家标准表示方法

国家标准由国家标准代号、编号、制定(修订)年份、标准名称四个部分组成。例如:GB/T 1346—2001《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》,“GB”为国家标准代号,后加“T”表示该标准为推荐性标准,“1346”为标准编号,“2001”为制定或修订年代号,其后为标准名称。国家标准修订时标准代号和编号一般不变,只改变制定、修订年代号。

(2) 行业标准表示方法

行业标准由行业标准代号、一级类目代号、二级类目代号、二级类目顺序号、制定(修订)年代号、标准名称等部分组成。例如:JTG E42—2005《公路工程集料试验规程》,“JTG”为交通行业标准,“E42”为二级类目顺序号,“2005”为制定、修订年代号,“公路工程集料试验规程”为标准名称。

与道路工程材料有关的国家标准和行业标准代号见表 0-1。

国家标准和行业标准代号

表 0-1

| 标准名称 | 代号(汉语拼音) | 示 例 |
|----------|-------------------|--------------------------------|
| 国家标准 | 国标 GB(Guo Biao) | GB/T 14685—2011《建设用卵石、碎石》 |
| 交通行业标准 | 交通 JT(Jiao Tong) | JTG E20—2011《公路工程沥青与沥青混合料试验规程》 |
| 建筑工程行业标准 | 建工 JG(Jian Gong) | JGJ 55—2011《普通混凝土配合比设计规程》 |
| 建材行业标准 | 建材 JC(Jian Cai) | JC/T 681—2005《行星式水泥胶砂搅拌机》 |
| 石油化工行业标准 | 石化 SH(Shi Hua) | SH/T 0522—2000《道路石油沥青》 |
| 黑色冶金行业标准 | 冶标 YB(Ye Biao) | YB/T 030—2012《煤沥青筑路油》 |

与道路工程材料有关的国际标准和几个主要国家的标准代号见表 0-2。

国际标准和国外标准代号

表 0-2

| 标准名称 | 缩写(全名) |
|-------------|--|
| 国际标准 | ISO(International Standard Organization) |
| 美国国家标准 | ANS(American National Standard) |
| 美国材料与试验学会标准 | ASTM(American Society for Testing Materials) |
| 英国标准 | BS(British Standard) |
| 德国工业标准 | DIN(Deutsche Industric Normen) |
| 日本工业标准 | JIS(Japanese Industrial Standard) |
| 法国标准 | NF(Normes Francaises) |

五、道路工程材料性能检测与质量控制

1. 材料的性能检测

道路工程材料的基本技术性质需要通过适当的检测技术来获得。材料性能的检测方法应能够反映实际结构中材料的受力状态,所得试验数据和技术参数应能够表达材料的技术特性,并具有复现性与可比性。道路工程材料的性能检测,应按照相关技术标准中规定的标准程序进行,以保证试验结构的科学性、公正性和权威性。

道路工程材料的主要检测手段包括:

- (1) 试验室原材料与混合料的性能检测。
- (2) 试验室模拟结构物的性能检测。
- (3) 现场足尺寸结构物的性能检测。

随着科学技术的发展与检测技术的不断成熟,道路工程材料的性能检测方法出现了几大发展趋势:

- (1) 单项材料检测向结构物检测发展。
- (2) 手工检测向自动化检测发展。
- (3) 破坏性检测向非破坏性检测发展。
- (4) 静态检测向动态检测发展。
- (5) 宏观检测向微观检测发展。

2. 材料的质量控制

道路工程材料的质量是决定道路工程结构物质量优劣的关键,通常可以对材料进行试验检测,根据检测结果来判断材料的质量状态。

在实际施工过程中,为做好道路工程材料的质量控制,必须完成以下三个步骤:

(1) 材料进场前的质量控制

材料进场前,必须仔细阅读与工程材料有关的设计文件,熟悉文件对材料品种、规格、型号、强度等级、生产厂家与商标的规定和要求。

(2) 材料进场的质量控制

材料进场时,必须检查到场材料的实际情况与设计文件的相关要求是否相符,同时保证进