



高等学校规划教材

GAODENG XUEXIAO GUIHUA JIAOCAI

道路建筑材料

姚昱晨 主编



中国建筑工业出版社

014035424

U414
11

高等学校规划教材

道路建筑材料

姚昱晨 主编
周 庄 主审



中国建筑工业出版社



北航

C1715341

U414
11

图书在版编目 (CIP) 数据

道路建筑材料/姚昱晨主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2013. 10

高等学校规划教材

ISBN 978-7-112-15944-4

I. ①道… II. ①姚… III. ①道路工程-建筑材料-高等学校-教材 IV. ①U414

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 233578 号

本书依据新规范及试验规程编写了道路与桥梁采用材料的基本原理与试验方法。全书分为两篇, 其中第一篇为道路建筑材料, 系统讲述了砂石材料、无机胶凝材料、水泥混凝土和砂浆、沥青材料、沥青混合料、工程高分子聚合物材料、建筑钢材共七部分内容。第二篇为道路建筑材料试验, 运用新试验规程讲述了砂石材料试验、石灰与水泥试验、水泥混凝土试验、沥青材料试验、沥青混合料试验共五部分内容。

书中附有大量图片、例题、施工案例, 理论联系实际、通俗易懂, 实用性强。本书还附有配套教学光盘, 包含了教材主要内容: 工程施工图片、建筑材料图片、试验过程配套图片、施工案例, 以及习题集和试卷, 便于学生自学和教师教学。本书作为市政工程、交通工程、城市道路与公路专业及其相关专业教材, 同时也可作为从事城市道路和公路交通的成人教育、道路与桥梁设计、道路施工、工程材料试验和质检、工程监理、试验检测、道路养护及道路工程技术和管理人员的工具书。

* * *

责任编辑: 王美玲 张莉英

责任设计: 张 虹

责任校对: 张 颖 刘 钰

高等学校规划教材

道路建筑材料

姚昱晨 主编

周 庄 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市安泰印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 22½ 字数: 545 千字

2014 年 2 月第一版 2014 年 2 月第一次印刷

定价: 55.00 元 (含光盘)

ISBN 978-7-112-15944-4

(24744)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

本次出版的《道路建筑材料》教材,全面采用最新的国家标准、行业规范进行编写。教材编写团队聘请国内担任本门课程教学的资深教师,经工程实际考查、探讨,编写历经三年多时间。本教材广泛适用于高职类市政工程专业、交通工程专业的专业基础教材,也可作为施工员、工程材料试验及质量检测、交通土建类设计单位的工具书。

《道路建筑材料》全面地阐述材料基本原理及材料主要的试验规程,与其他同类教材相比,做了如下补充和改进:

1. 本教材参考我国现行的最新规范和试验规程达 50 多本,在编写过程中,详细注明规范、试验规程的编号,有利于学生、教师、工程技术人员查阅和评定。

2. 本教材注重与工程实际结合,增加了专业插图和施工图片,在重点和难点处,增加了例题、习题及施工案例(如:水泥强度等级评定、水泥混凝土配合比计算、强度等级评定实例、沥青混合料工程实例等例题)。通过例题的学习与评定,能进一步理解材料基础知识。整本教材和电子教程光盘配套讲解,通俗易懂,能提高学生们的学习兴趣,适于学生自学。

3. 本教材注意新材料、新规范、新试验规程的运用,注重节能、减排、环保材料的讲述。新的材料有:高性能混凝土、低合金高强度结构钢、市政排水管材中钢材的应用、泡沫沥青、SHRP 沥青分级标准 PG76-22 简介等;新规范的运用如:《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8007—2012、《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010、《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20—2011、《重交通道路石油沥青技术要求》GB/T 15180—2010;新的试验方法有:水泥净浆流动度试验、采用“跳桌法”测定水泥胶砂流动度及水泥胶砂减水率试验、用“坍落筒”试验方法测定细集料的饱和面干含水率量的试验等。不但满足教学要求,还满足施工单位、质检单位对材料检测和评定的需求。

4. 本教材附有多媒体教学电子教程光盘 1 张,电子教程内容与教材相配套。电子教程光盘有四部分内容:①电子教程第一部分共七章,放映总篇幅达到 1015 张,图片及施工的照片 875 张。②电子教程第二部分有与教材配套五个试验课件,总篇幅达 110 幅,试验图片 215 张。③第三部分有试卷(期中、期末)两套、大型作业任务书、与教材配套的习题集。④电子教程中第四部分有:桥梁检测四项、高速公路路面养护、沥青混合料施工案例、改性沥青和乳化沥青的施工工艺等内容,总篇幅达 94 幅,图片 205 张。本教程内容适当、讲解清晰、专业图片精美,与工程结合紧密、系统性好,既有利于教师教学,又利于学生自学。根据本门课程的特点,电子教程理论性、实践性强,更重要的是建筑材料与整个施工工艺过程结合紧密,能提高学生对本门课程和路桥专业的学习兴趣。本教程广泛适用于高职类市政工程专业、交通工程专业基础教学,也可作为施工员、工程材料试验及质量检测、交通土建类设计、施工单位的指导教程。

本教材由浙江建设职业技术学院姚昱晨副教授主编,由浙江省建设投资集团有限公司

高级讲师周庄主审。参加编写人员还有：浙江建设职业技术学院朱海东高级工程师、浙江建设职业技术学院方俊生高级讲师、河北交通职业技术学院张郃生副教授、吉林高等级专科学校刘存柱教授、河北交通职业技术学院孙琳讲师、浙江省交通投资集团有限公司杭金衢分公司施福勇高级工程师。其中第一篇绪论、第一章、第四章、第七章由姚昱晨老师编写；第二章第一节、第二节由方俊生老师编写；第二章第三节由张郃生老师编写；第三章由朱海东老师和方俊生老师编写；第五章由刘存柱老师编写；第六章由孙琳老师编写；第二篇第八章、第十二章由施福勇老师编写；第九章、第十一章由姚昱晨老师编写；第十章由朱海东老师编写。电子教程由姚昱晨老师、刘存柱老师、孙琳老师共同编写。

在编写教材的调研过程中，得到安徽省公路工程检测中心、江苏省高速公路工程养护公司、浙江省交通投资集团有限公司杭州金衢分公司、浙江嘉悦石化集团有限公司、浙江交工高等级公路养护有限公司、宁波交通工程建设集团有限公司、中国第三建筑工程公司的大力支持和帮助，编者在此表示衷心的感谢！

编者水平有限，对于书中的疏漏和欠妥之处，敬请读者批评、指正。如有意见和建议请与中国建筑工业出版社联系，编者在此深表谢意！

2013年11月

目 录

第一篇 道路建筑材料	1
绪论	1
思考题	8
第一章 砂石材料	9
第一节 岩石的形成与分类	9
第二节 岩石(块状石料)的技术性质	11
第三节 集料的技术性质	21
第四节 矿质组成材料级配	37
思考与计算题	40
第二章 无机胶凝材料	42
第一节 气硬性无机胶凝材料——石灰	42
第二节 水硬性无机胶凝材料——水泥	47
第三节 稳定土材料	68
思考与计算题	79
第三章 水泥混凝土和砂浆	80
第一节 水泥混凝土	80
第二节 普通混凝土	81
第三节 普通水泥混凝土强度的检验和评定	128
第四节 建筑砂浆	134
思考与计算题	146
第四章 沥青材料	148
第一节 概述	148
第二节 石油沥青	149
第三节 改性沥青	175
第四节 乳化沥青	181
第五节 其他沥青简介	187
思考与计算题	189
第五章 沥青混合料	191
第一节 概述	191
第二节 热拌沥青混合料	194
第三节 沥青混合料的技术性质	197
第四节 沥青混合料的组成设计	210

第五节 其他沥青混合料	223
思考与计算题	225
第六章 工程高分子聚合物材料	227
第一节 概述	227
第二节 土工合成材料	229
第三节 高分子聚合物改性水泥混凝土	236
第四节 高分子聚合物改性沥青混合料	238
第五节 环氧沥青混凝土	240
思考题	242
第七章 建筑钢材	243
第一节 钢的分类	243
第二节 建筑钢材的技术性能	246
第三节 路桥结构工程常用钢材及其制品	258
第四节 钢材腐蚀与防治	273
思考与计算题	274
第二篇 道路建筑材料试验	275
第八章 砂石材料试验	275
第一节 岩石单轴抗压强度试验 (JTG E41 T0221—2005)	275
第二节 粗集料及集料混合料的筛分试验 (JTG E42 T0302—2005)	276
第三节 粗集料密度及吸水率试验 (网篮法) (JTG E42 T0304—2005)	279
第四节 粗集料堆积密度及空隙率试验 (JTG E42 T0309—2005)	282
第五节 水泥混凝土用粗集料针片状颗粒含量试验 (规准仪法) (JTG E42 T0311—2005)	284
第六节 粗集料针片状颗粒含量试验 (游标卡尺法) (JTG E42 T0312—2005) ..	285
第七节 粗集料压碎值试验 (JTG E42 T0316—2005)	286
第八节 细集料筛分试验 (JTG E42 T0327—2005)	288
第九节 细集料表观密度试验 (容量瓶法) (JTG E42 T0328—2005)	291
第十节 细集料密度及吸水率试验 (JTG E42 T0330—2005)	292
第十一节 细集料堆积密度及紧密密度试验 (JTG E42 T0331—1994)	294
第九章 石灰与水泥试验	297
第一节 有效氧化钙和氧化镁的测定	297
第二节 水泥比表面积测定方法 (勃氏法) (JTG E30 T0505—2005)	300
第三节 水泥细度检验方法 (80 μ m 筛筛析法) (JTG E30 T0502—2005)	303
第四节 水泥标准稠度用水量、凝结时间试验 (GB/T 1346—2011)	304
第五节 水泥安定性试验 (GB/T 1346—2011)	307
第六节 水泥胶砂强度检验方法 (ISO) (JTG E30 T0506—2005)	310
第七节 水泥净浆流动度试验 (GB/T 8077—2012)	313
第八节 水泥胶砂减水率试验 (GB/T 8077—2012)	314

第十章 水泥混凝土试验	317
第一节 水泥混凝土拌合物的拌合与现场取样方法 (JTG E30 T0521—2005)	317
第二节 水泥混凝土拌合物稠度实施细则 (坍落度仪法) (JTG E30 T0522—2005)	319
第三节 水泥混凝土拌合物稠度实施细则 (维勃仪法) (JTG E30 T0523—2005)	321
第四节 水泥混凝土立方体抗压强度试验 (JTG E30 T0553—2005)	322
第五节 水泥混凝土抗弯拉强度试验 (JTG E30 T0558—2005)	324
第十一章 沥青材料试验	326
第一节 沥青针入度试验 (JTG E20 T0604—2011)	326
第二节 沥青延度试验 (JTG E20 T0605—2011)	328
第三节 沥青软化点试验 (环球法) (JTG E20 T0606—2011)	330
第四节 沥青与粗集料的黏附性试验 (JTG E20 T0616—1993)	332
第十二章 沥青混合料试验	335
第一节 沥青混合料试件制作方法 (击实法) (JTG E20 T0702—2011)	335
第二节 压实沥青混合料密度试验 (表干法) (JTG E20 T0705—2011)	338
第三节 沥青混合料马歇尔稳定度试验 (JTG E20 T0709—2011)	344
第四节 沥青混合料车辙试验 (JTG E20 T0719—2011)	347
参考文献	350

第一篇 道路建筑材料

绪 论

《道路建筑材料》是研究道路与桥梁建筑物所用的各种材料的组成、性能和应用的一门专业技术课程，是道路与桥梁专业的基础课程。道路建筑材料是道路与桥梁建筑所用材料的总称，它是道路与桥梁工程基础设施建设和养护的物质基础。它不仅包括构成建筑物的材料本身，而且还包括在建筑工程施工中所需的设备器材及施工过程中暂设工程的一些辅助性材料。

本课程与土木工程结合紧密，土木工程是建造各类工程设施的科学技术的统称，它所包含的工程有道路与桥梁工程、城市道路工程、排水工程、隧道工程、铁路工程、工业与民用建筑的房屋建筑工程，以及与建筑结构工程构造形式类似的人工构筑物等。在各类工程中，科学合理的选择材料、充分发挥各材料的使用性能，是保证和提高道路与桥梁工程质量的前提条件，也是工程养护的关键。

一、道路建筑材料学习内容及应用

道路建筑材料种类很多，各有不同的使用特点。在实际工程应用中，应掌握各组成材料的使用性能和特性，合理的进行综合应用。例如道路建筑材料按道路工程、排水工程、隧道工程等领域的构筑物所采用的基本材料进行分类，如图 0-1 所示。

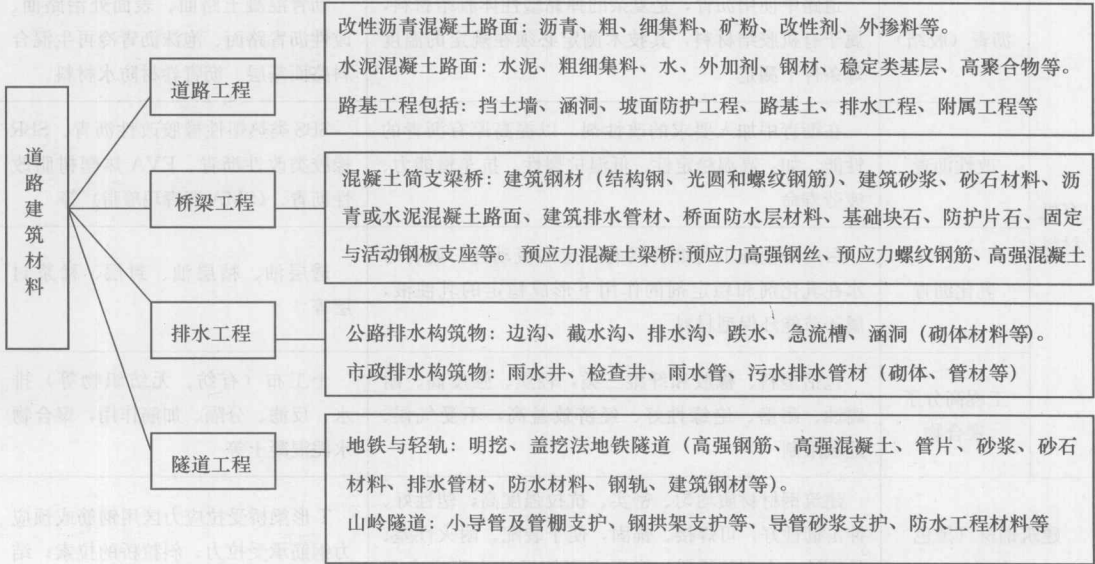


图 0-1 道路建筑材料在工程领域构筑物组成材料分析

例如：建筑物的钢筋混凝土大梁，一般在梁跨中的下方及梁支座的上方具有受拉力特性；而在梁跨中的上方及梁支座的下方又呈现为受压力特性。在实际应用中，主要是通过利用各种材料本身的特性，获得复合材料良好的整体使用性能。例如压应力主要是由水泥混凝土承担；弯拉应力、剪应力则由钢筋承担，诸如此类，建筑工程大多是由一种以上材料构成的复合人工构筑物。因此，随着工程结构特点、使用环境、组合方式的不同，同种材料的技术性质和要求也不相同。

道路建筑材料按化学成分分类，可分为无机材料、有机材料和复合材料三大类。无机材料又可分为金属材料和非金属材料及金属-非金属复合材料。复合材料是由两种或两种以上不同性质的材料，通过物理或化学方法，在宏观上组成具有新性能的材料。本课程所学建筑材料、道路建筑材料特点、作用及应用领域见表 0-1。

道路建筑材料特点、作用及应用领域

表 0-1

材料种类	特点及作用	应用领域
无机材料	砂石材料	石料自身抗压强度高，在复合材料中要充分利用其特点；集料（粗集料、细集料）可成为各种混凝土的骨架
	水泥（胶结）	整齐的石料砌筑桥墩及基础、不整齐的石料砌筑防护工程、水泥及沥青混凝土
	石灰（胶结）	人造石，一般适用于各种环境（干燥或潮湿），能将松散材料胶结成整体，使之达到要求的较高强度
	稳定土	一般只适用于干燥环境，将松散材料胶结成整体，强度不高，正火石灰消解达到规定时间性能好
有机材料	沥青（胶结）	在松散的粗、中、细粒土中，掺入足够量的石灰、水泥、工业废渣及其他材料后经拌合、压实、养护而成
	改性沥青	道路中使用沥青，是复杂的弹黏塑性体胶结材料，属于有机胶结材料，其技术测定必须在规定的温度等条件下测定
	乳化沥青	在沥青中加入要求的改性剂，以提高原有沥青的性能，如：高温稳定性、低温抗裂性、抗车辙能力、疲劳寿命
	工程高分子聚合物	目的是使施工时沥青具有一定的流动性。沥青与水在乳化剂和稳定剂的作用下形成稳定的乳浊液，属于节能环保型材料
建筑钢材（黑色金属）		土工布（有纺、无纺布物等）排水、反滤、分隔、加筋作用，聚合物水泥混凝土等
		包括塑料、橡胶和纤维三类，轻质、强度高、耐腐蚀、耐磨、绝缘性好、经济效益高，不受气候、地域限制
		T 形梁桥受拉应力区用钢筋或预应力钢筋承受拉力；斜拉桥的拉索；结构钢、受力钢筋、箍筋等

续表

材料种类	特点及作用	应用领域
复合材料	水泥、砂、石、水、外加剂组成材料，按比例配合拌制而成的混合料，经振动压实而成称之为水泥混凝土	水泥混凝土灌注桩、水泥混凝土路面、钢筋混凝土桥梁等
	将各种块状材料粘结成整体，使荷载从上部均匀地传递至结构物的基础	砌筑砂浆、抹面砂浆、装饰砂浆、防水砂浆等
	沥青结合料与矿料（粗集料、细集料、矿粉）组成材料，按比例拌合而成的混合料总称，高级路面材料	沥青混凝土、沥青碎石、SMA 改性沥青混合料（加入木质纤维素）等

二、道路建筑材料的重要性

建筑材料是各种工程构筑物的基础，其材料质量的优劣，对构筑物质量有直接的影响。对于道桥工程而言，由各种材料构筑而成，同一工程部位、相同的工程要求、材料不同，或材料相同，使用方法和条件不同，产生的最终效果、资源消耗及工程成本差异很大。在道桥工程中，材料费往往占土木工程投资的大部分。一般材料费用，包括与材料有关的费用，约占整个工程造价的 60%，多者占 70%~80%。如何正确掌握材料性能，如何在满足工程的条件下，合理地选用和使用材料，充分发挥材料的功能和作用，降低材料消耗，降低成本，提高工程的经济效益和社会效益，是工程设计人员、施工技术人员和工程管理人员的重要职责。

三、应具备的技术性质和技术标准

(一) 道路建材材料的技术性质

所谓技术性质是指在一定条件下材料本身的特性。道路与桥梁工程结构物裸露于大自然中，承受瞬时、反复的汽车动荷载作用，并且在自然环境中承受着各种恶劣气候条件的影响；材料的性能和质量对结构物的正常使用产生直接的影响。为保证材料在各种自然条件的长期影响下，力学性能、耐久性和稳定性不产生明显的衰减，道路建筑材料应具备四方面性质：力学性质、物理性质、化学性质和工艺性质。并通过标准规定的试验方法，检测各项技术指标，评定其技术性质及使用性能的优劣，这样才能保证道路与桥梁工程在设计使用年限内，车辆具有良好的营运状态，并保证车辆安全、舒适、养护费用少，而且经济、美观、耐久性好。

1. 力学性质

在车辆荷载的作用下，道路与桥梁工程构筑物，受到较大的竖向力、水平力、冲击力以及车轮摩擦力的作用，所以建筑材料应具有足够的强度、刚度、变形能力和韧性。

由于构筑物处于不同的地域、不同的位置，受力的特点也不同，因此要全面了解材料抵抗破坏的能力。目前建筑材料所需检测的力学性能主要是：抗压、抗拉、抗剪和抗弯强度。但对于有机材料，如沥青材料是弹黏塑性体，松散的集料、沥青混合料配合的强度评定又有其他的测定方法。

2. 物理性质

材料在使用过程中其力学性质随着温度与湿度因素影响而变化的性质称为物理性质。一般材料随着温度升高、湿度增大，强度会降低。建筑材料的温度稳定性、水稳定性与材料自身的力学性质、物理性质有直接的关系。

道桥测定所常用材料的物理常数，能为工程中各结构物和混合物组成设计时提供原始资料（如：真密度、孔隙率、空隙率试验等），同时物理常数也能反映材料的内部结构，所以通过物理常数测定可以间接推断材料的力学性能，如石料微小连通的孔隙率大，吸水率大，则强度低。

3. 化学性质

道路与桥梁构筑物所处地域，腐蚀性介质的侵蚀，使材料劣化，直接影响构筑物的使用寿命。化学性质指工程材料在使用过程中，自身的化学成分发生了变化，也将影响构筑物组成材料力学性质和使用品质的性质。

沥青类材料在自然界的老化、加热老化，会使其化学性质发生变化，从而改变其良好的使用性能。

4. 工艺性质

工艺性质是指材料适合于按一定工艺过程要求加工的性能。工艺过程是土建施工中非常重要、不可缺少的技术环节，工艺过程的操作、控制的好坏，直接影响材料及构件的使用性能。

在混凝土构筑物施工现场或实验室，需要测定水泥混合料的和易性（工作性）。例如：倘若水泥混凝土混合料配合比设计符合要求，而施工操作（搅拌、运输、浇灌、捣实）不当，成型不均匀、不密实，那么和易性（综合技术性质）就达不到要求，成型后的构件会出现蜂窝、麻面、分层离析现象，其强度、耐久性就不可能满足要求，不能用于混凝土构筑物。因此评定沥青混合料的和易性等工艺性质试验非常重要。

（二）道路建材质量标准化和技术标准

标准是对一定范围内的重复性事物和概念所做的统一规定，正确和合理地引用标准可最大限度减少不必要的重复劳动。为了保证道路建筑材料质量，我国对于各种建筑材料质量实行标准化管理，制订了专门的技术标准。目前我国的标准级别依据《中华人民共和国标准化法》，分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准等四个等级（四个层次）。各层次之间有一定的依从关系联系，形成一个既覆盖全国又层次分明的标准体系。其标准代码，见表 0-2。

各行业均有统一使用的标准和行业标准代号，如“GB”代号是强制性国家标准。在这四个等级标准中，我国标准分为“强制性标准”和“推荐性标准”两类，如表 0-2 所示。建筑材料的标准规范来自许多行业。凡是在强制性行业标准代号后面加“/T”的，为推荐性标准代号，例如国家能源局（石化）推荐标准代号是 NB/SH/T。各行业标准不加“/T”，都是强制性标准。强制性标准是由法律规定必须遵照执行的标准，也就是必须严格执行做到全国统一的标准。推荐性标准是国家鼓励企业自愿采用的标准。在标准代号后面加“J”的表示“基本建设方面”，如住建部基本建设方面行业的标准代号为“CJJ”。

当无国家标准和行业标准时，由某地区制订标准，只限于某地区使用。企业标准只限于企业内部使用。

标准代号及名称

表 0-2

标准级别	标准代号(汉语拼音)	代号、编号及名称
国家标准	国标 GB(Guo Biao)	GB 5016—2011《混凝土质量控制标准》 GB/T 15180—2010《重交通道路石油沥青技术要求》 GB/T 8007—2012《混凝土外加剂均匀性试验方法》
交通运输部行业标准	交通 JT(Jiao Tong)	JTG E30T0523—2005《水泥混凝土拌合物稠度试验》 JTG E20—2011《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》
住房和城乡建设部行业标准	城建 CJ(Cheng jian)	CJJ 37—2012《城市道路工程设计规范》 CJJ 1—2008《城镇道路工程施工与质量验收规范》
国家能源局(石化)行业标准	石化 NB/SH(Shi Hua)	NB/SH/T 0522—2010《道路石油沥青标准》

在我国不同的专业领域中,标准代号含义和应用范围有所不同。以公路工程类代号《公路工程标准体系》JTGA01—2002 为例,公路工程标准体系结构层次分为两层,一层是门类,包括综合、基础、勘测、设计、检测、施工、监理、养护管理等规范共八大门类;另一层次是专项内容,即每一门类再分专项,如:D(字母排序)为设计类,《公路水泥混凝土路面设计规范》专项规范是D类其中之一。交通部标准体系编号说明,如图0-2所示。

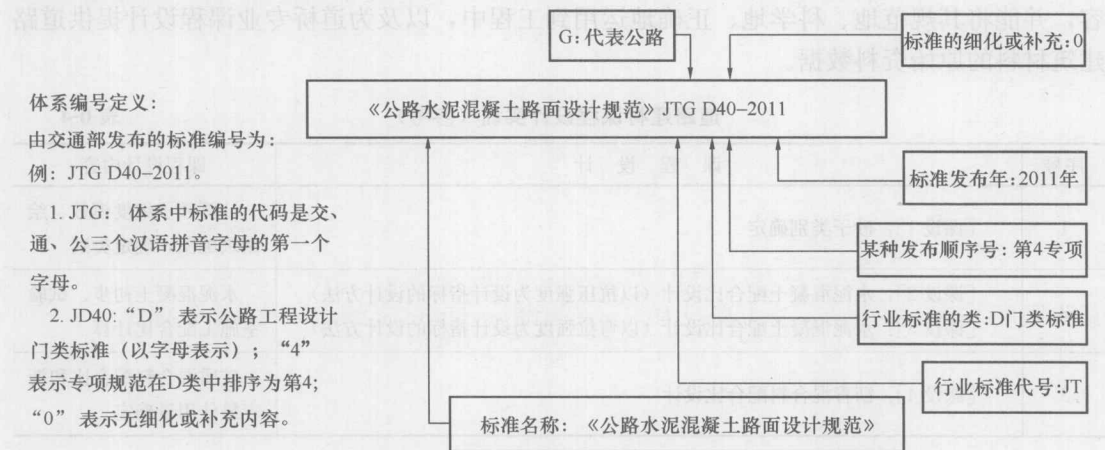


图 0-2 交通部发布标准(JT)的公路工程标准体系编号说明

四、道路建材实训内容及课程要求

1. 道路建筑材料的试验实训

道路建筑材料的技术性质,通过适当的手段,应进行标准化检测试验,并运用规范的技术标准,判定其合格性,能充分发挥材料在实际工程的功能和作用。一般地,建材检验包括试验室内原材料性能检测、试验室内模拟结构检验检测和现场修筑试验性结构物检定三种方法。建材试验课是本课程教学的重要环节,主要是在试验室内测定原材料性能。校内道路建筑材料常规试验见表0-3。

道路建筑材料试验实训内容安排（参考）

表 0-3

序号	试 验 计 划	试 验 内 容	课时
1	[试验 1]: 石灰材料试验	活性氧化钙($\text{CaO}_2 + \text{MgO}$)含量测定	2
2	[试验 2]: 砂石材料试验	砂子松装密度、砂子、碎石视密度、砂子筛分、细集料饱和面干含水率、细集料棱角性试验、压碎性指标试验	4
3	[试验 3]: 水泥材料试验(一)	水泥细度、稠度、安定性、水泥胶砂稠度测定(跳桌法)、成型试验(采用标准养护)	2
4	[试验 4]: 水泥材料试验(二)	水泥胶砂强度破型(抗折、抗压强度测定)	2
5	[试验 5]: 水泥混凝土试验(一)	水泥混凝土拌合、坍落度(维勃稠度)、成型试验	2
6	[试验 6]: 水泥混凝土试验(二)	水泥混凝土破型(抗压强度测定)	2
7	[试验 7]: 沥青材料试验	沥青三大技术指标: 针入度、延度、软化点试验	2
8	[试验 8]: 沥青混合料试验(一)	沥青混合料击实、成型试验	2
9	[试验 9]: 沥青混合料试验(二)	沥青马歇尔稳定度与流值测定	2
10	[试验 10]: 建筑钢材试验	钢筋冷弯、拉伸、冲击韧性试验	2

2. 道路建材课程设计实训

道路建筑材料是理论、试验、基本设计联系紧密的一门课程。在学校应掌握各项试验的操作过程、计算与分析评定,通常在学习期间,应完成表 0-4 中所列道路建材基本内容,并能将其规范地、科学地、正确地运用到工程中,以及为道桥专业课程设计提供道路建筑材料的原始资料数据。

道路建材课程设计实训（参考）

表 0-4

序号	课 程 设 计	课程设计内容
1	[课设 1]: 砂子类别人确定	计算砂子细度模数、绘制级配图,确定类别
2	[课设 2]: 水泥混凝土配合比设计 (以抗压强度为设计指标的设计方法) [课设 3]: 水泥混凝土配合比设计 (以弯拉强度为设计指标的设计方法)	水泥混凝土初步、试验室施工配合比计算
3	[课设 4]: 沥青混合料配合比设计	矿质混合料配合比和沥青最佳用量确定

3. 本课程学习要求

本课程是道路设计与施工、桥梁设计与施工、道路(市政)排水、施工组织、工程检测、工程造价等课程的基础。本门课程的学习要求具有一定的数学、物理、化学、材料力学、工程地质等基础知识。

本课程的学习过程包括三个环节,理论课程学习、材料试验与结果评定、计算资料的查询及课程设计,这三个环节不可脱节。本课程学习要求如下:

掌握道路建筑材料学习的重点:掌握基础知识、技术性质、技术标准、检测方法 & 复合材料配合比设计;了解材料的性能与组成结构的关系,以及改善途径;能正确运用规范中各项技术指标及能对建筑材料质量、等级进行合格性评定;了解材料产源和工艺性对其性能的影响,了解材料在各环节易出现的问题,及改善途径方法,了解材料保管和运输过

程中的注意事项,以及掌握对新规范、新材料、新工艺的运用方法。

五、道路建筑材料发展前景

一方面,随着人们物质生活水平的日益提升,人们出行对公路的功能完善和道路舒适程度有更高的要求。另一方面,由于科学技术的发展和节能、减排、环保的要求,以及新型道路建筑材料、新型的路面结构、新规范、新型工艺技术、新型施工设备的不断出现,对道路建筑材料也提出越来越高的要求,材料既要达到节能减排、环保,又要避免路面早期出现损坏现象。

在建筑工程设计和施工过程中,工程结构设计、生产工艺的更新换代,往往依赖于新材料的发展;同时新材料的出现和使用,必然导致工程结构设计、生产工艺的突破。以如下实例进行说明。

新材料的实例:原沥青材料易老化,设计使用寿命较短,是沥青材料使用缺点之一,而且沥青原材料的高温敏感性和低温抗裂性也达不到较高的规定要求。当沥青中加入聚合物改性剂,或外添料(木纤维素、聚酯纤维素)后,形成了聚合物改性沥青和 SMA 沥青混合料路面(称为沥青玛蹄脂碎石混合料)。采用了这种改性沥青路面,充分保持和提高了沥青类路面良好使用性能,如:提高了沥青类路面高温稳定性、低温抗裂性等性能,并延长了沥青路面使用寿命。同时对这类型路面的施工工艺也有了新的更高的要求。

新工艺方法产生的新材料实例:道路石油沥青材料通过采用加泡工艺使其变成了泡沫沥青。泡沫沥青形成后,充分发挥和提高原沥青粘结性好的使用品质。泡沫沥青可用于道路冷再生工程,改善施工环境;由于形成泡沫沥青,提高了粘结性,可节约沥青用量 10% 左右。因此,泡沫沥青的使用,既节约能源、减少污染,又充分利用旧有材料。这是目前国际上沥青类道路路面维修改造的主要方法之一。

节能减排、环保方面实例:硅酸盐水泥工业已被认为是高耗能和严重污染环境的工业之一。建筑工程中提倡使用绿色高性能混凝土,减少硅酸盐水泥熟料使用量,掺入外掺料可改变和提升水泥的性质,减少污染,节约能源。

高性能混凝土结构选用钢材实例:在高性能混凝土中采用低合金高强度钢筋的构筑物,带来的不仅仅是钢筋混凝土强度的提高,更重要的是降低钢材、水泥、砂、石的消耗量,节约了资源,提高了结构物的耐久性,宏观经济效益将是十分明显。如在高性能混凝土中,采用微合金化低合金高强度钢,由于是在普通低合金钢的基础上添加少量合金元素(铌、钒、钛),采用新工艺控孔、控冷技术制成的,通过沉淀析出硬化、细化晶粒,提高钢的强度和韧性,并获得良好的成型性及焊接性,因此可在保证其良好综合性能的同时,进一步降低生产成本。新规范淘汰了一些低强度钢筋。

普通钢筋混凝土结构选用钢材实例:可采用细晶粒热轧钢筋类,它是我国冶金行业研发的新型热轧钢筋,这种钢筋生产过程中不需要添加或只需添加很少钒、钛等合金元素,而是在热轧过程中,通过控轧和控冷工艺制成带肋钢筋,结晶粒度不超过 9 级。细晶粒热轧钢筋带肋钢筋外形与普通低合金热轧带肋钢筋相同,其强度和延性完全满足混凝土结构对钢筋性能的要求。用细晶粒热轧钢筋可节约国家宝贵的钒、钛合金元素资源,降低碳当量和钢筋的价格,社会效益和经济效益均十分显著,提倡混凝土中采用细晶粒热轧钢筋。

可见,工程上任何结构的形式变化、设计方法的变革、施工工艺的要求及新材料的应

用都必须以适当和充分发挥建筑材料的性能为前提。所以采用新规范、新工艺、新材料、合理选材、正确使用、节约投资、降低成本、减少工程造价十分重要。新型道路建筑材料的出现，超越原有材料使用性能，也推动着结构设计理论和施工技术水平不断向前发展，在我国道路工程中展现了广阔的应用前景。

思 考 题

- 1. 分别说明水泥混凝土路面与沥青混凝土路面的五种组成材料。
- 2. 解释规范《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20—2011 的意义。
- 3. 试说明水泥与沥青都是胶结材料有什么不同？举例说明它们的应用。
- 4. 我国的标准分为四个等级，在这个基础上又分哪两类？分别有何规定？
- 5. 浅谈道路、桥梁类建筑行业的建筑材料的发展方向。

第一章 砂 石 材 料

【本章学习要点】 了解岩石与粗集料、细集料的产源、分类、掌握其技术性质与技术要求及细集料的级配计算、测定方法、技术要求及应用，理解矿质混合料的级配理论。

第一节 岩石的形成与分类

砂石材料是由岩石风化或加工而成的材料，主要包括岩石和集料（骨料）。

岩石是指天然岩石经机械加工制成的或直接开采的、具有一定形状和尺寸的岩石（石料）制品；集料是指天然岩石经自然风化而成的卵石、砾石集料，以及经开采或轧制得到的粒状碎石集料，也包括工业冶金矿渣集料。无论是加工还是未加工的岩石与集料都是道路与桥梁工程中用量最大的一种建筑材料，也是土木工程的主要材料之一。

天然石材具有抗压强度高、耐久性和耐磨性良好、资源分布广，便于就地取材的优点。

但缺点是岩石性质较脆、抗拉强度低，表面密度大、硬度高，开采和加工比较困难。砌筑桥涵基础、挡土墙、隧道衬砌等常用重质致密的块体石材；而水泥混凝土和沥青混合料的集料、道渣等常用散粒材料（如碎石、砾石、砂等）。

一、岩石分类

1. 按造岩矿物分类

组成岩石的矿物称为造岩矿物，矿物是具有一定化学成分和结构特征的天然化合物或单体，某些矿物由一种矿物组成，大部分岩石由多种矿物组成。主要造岩矿物有：石英、长石、云母、闪长石、方解石、白云石和黄铁矿等。

2. 按岩石成因分类

岩石是自然界的产物，是在各种地质作用下，按一定方式结合而成的矿物集合体，它是构成地壳及地幔的主要物质。岩石的物理力学性质除在很大程度上取决于天然岩石所含矿物成分，及矿物在岩石中的结构与构造外，还取决于成岩条件。

1) 按岩石的成因分类

自然界有各种各样的岩石，最常用的分类方法是根据岩石成因进行分类。岩石按成因的分类分为三种：岩浆岩、沉积岩、变质岩。

①火成岩（岩浆岩）——直接由岩浆形成的岩石，指由地球深处的岩浆侵入地壳内或喷出地表后冷凝而形成的岩石。又可分为侵入岩和喷出岩（火山岩）。

②沉积岩——由沉积作用形成的岩石，指暴露在地壳表层的岩石在地球发展过程中遭受各种外力的破坏（经过风化、水蚀等形成小颗粒），破坏产物在原地或者经过搬运沉积下来，再经过一系列复杂的成岩作用而形成的岩石。沉积岩的分类，一般可按沉积物质分