

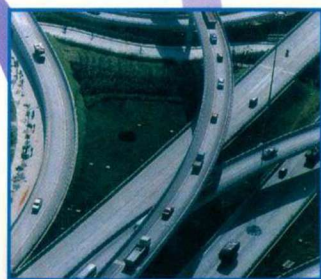
DAOLU JIANZHU CAILIAO



道路建筑材料

李立寒 张南鹭 编著

DAOLU
JIANZHU
CAILIAO



同济大学出版社

道 路 建 筑 材 料

李立寒 张南鹭 编著

同济大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

道路建筑材料/李立寒等编著 —上海 同济大学出版社,1999 7
高等学校教材
ISBN 7-5608-2069-7

I 道 II 李 III ① 道路工程-建筑材料-高等学校-教材 ② 桥梁工程-建筑材料-高等学校-教材
IV U414

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 45749 号

道路建筑材料

李立寒 张南鹭 编著

同济大学出版社出版

(上海四平路 1239 号 邮编 200092)

新华书店上海发行所发行

崇明裕安印刷厂印刷

开本 787/1092 1/16 印张 18 5 字数 473 千字

1999 年 7 月第 1 版 2006 年 2 月第 5 次印刷

印数 14 101 - 17 200 定价 24.00 元

ISBN 7-5608-2069-7/TU 333

前 言

在高等级道路、城市高架道路、立体交叉等交通运输基础设施建设规模迅速发展的今天,对道路、桥梁建筑工程技术质量的要求不断提高。道路建筑材料的合理选择、经济耐用,对于保证工程质量,降低工程造价至关重要。为此,从事相关专业的工程技术人员应该全面了解和掌握道路建筑材料的技术性能、质量要求和检测手段等方面的系统知识。

《道路建筑材料》涉及到砂石材料、水泥、沥青胶结料及其制品、工程高聚物材料、钢材和木材等常用道路建筑材料。教材重点论述这些材料的性能与组成、原料(生产)之间的内在联系及其在不同条件下的变化规律。并根据材料的特性及工程要求,确定其应用技术,包括:材料组成设计、检测手段、性能评价及技术标准等。教材内容以叙述分析为主,每章的末尾配有相应的思考题或计算习题。

本教材原则上保留了 1992 年张南鹭编写的《道路建筑材料》的构架,并在 1997 年《道路建筑材料教学大纲》的基础上进行调整、更新和充实。本教材增加了半刚性基层材料——用水泥、石灰(石灰粉煤灰)稳定材料的技术性能、配合比设计及其应用技术的内容。在编写过程中,笔者力求吸取近年来国内外在道路建筑材料性能研究与应用技术方面的成果,全面适应新颁技术规范和标准。

本教材第四、五章及相关的试验章节由张南鹭编写,其余由李立寒编写。

由于编者水平有限,书中可能存在缺点,诚请读者给予批评指正。

李立寒 张南鹭

1999 年元旦于同济园

目 录

教 材 篇

0 绪论	(1)
0 1 道路建筑材料课程的研究对象	(1)
0 1 1 原材料	(1)
0 1 2 混合料	(1)
0 2 道路建筑材料的研究内容	(2)
0 2 1 研究道路建筑材料的组成与结构	(2)
0 2 2 研究道路建筑材料的基本技术性质	(2)
0 2 3 道路建筑材料的性能检验	(3)
0 3 道路建筑材料的技术标准	(3)
1 砂石材料	(4)
内容提要和学习要求	(4)
1 1 砂石材料的组成与分类	(4)
1 1 1 天然砂石材料	(4)
1 1 2 冶金矿渣集料	(6)
1 2 砂石材料的技术性质	(7)
1 2 1 石料的技术性质	(7)
1 2 2 集料的技术性质	(11)
1 3 常用石料及其技术标准	(16)
1 3 1 常用石料及其技术特性	(16)
1 3 2 石料技术标准	(18)
1 4 矿质混合料的组成设计	(18)
1 4 1 矿质混合料的级配理论与级配曲线范围	(18)
1 4 2 矿质混合料的组成设计与级配曲线范围	(20)
1 5 砂石材料的工程应用	(26)
1 5 1 道路桥梁工程用石料制品的技术规格	(26)
1 5 2 用于道路结构层的碎(砾)石集料	(27)
小结	(29)
复习思考题	(30)
习题	(30)
2 水泥	(32)
内容提要和学习要求	(32)

2 1 水泥的矿物组成及其特性	(32)
2 1 1 硅酸盐水泥熟料	(32)
2 1 2 水泥混合材料及其特性	(34)
2 1 3 石膏	(35)
2 1 4 水泥中的有害成分	(35)
2 1 5 常用水泥的品种	(36)
2 2 水泥的技术性质	(37)
2 2 1 新拌水泥浆体的凝结硬化过程	(37)
2 2 2 硬化水泥石的腐蚀	(38)
2 2 3 水泥的技术指标	(39)
2 2 4 水泥的技术标准	(42)
2 3 常用硅酸盐水泥的基本特性及其工程应用	(43)
2 3 1 硅酸盐水泥与普通硅酸盐水泥	(43)
2 3 2 掺混合材的硅酸盐水泥	(43)
2 3 3 道路硅酸盐水泥	(44)
2 4 其它水泥	(45)
2 4 1 高铝水泥	(45)
2 4 2 快硬水泥	(46)
2 4 3 膨胀水泥与自应力水泥	(47)
2 4 4 白色及彩色硅酸盐水泥	(47)
小结	(48)
复习思考题	(48)
 3 水泥混凝土与砂浆	 (50)
内容提要和学习要求	(50)
3 1 普通水泥混凝土	(50)
3 1 1 普通水泥混凝土的技术性质	(50)
3 1 2 普通水泥混凝土组成材料的质量要求	(65)
3 1 3 普通水泥混凝土外加剂	(68)
3 1 4 普通水泥混凝土的组成设计	(73)
3 2 粉煤灰混凝土	(83)
3 2 1 用于混凝土中的粉煤灰	(83)
3 2 2 粉煤灰混凝土的技术特征	(84)
3 2 3 粉煤灰混凝土的组成设计	(86)
3 3 纤维混凝土	(89)
3 3 1 钢纤维混凝土的技术性质	(90)
3 3 2 钢纤维混凝土的组成材料	(92)
3 3 3 钢纤维混凝土的组成设计	(94)
3 4 碾压混凝土	(96)

3 4 1	碾压混凝土的技术性质	(97)
3 4 2	碾压混凝土组成材料的质量要求	(99)
3 4 3	碾压混凝土的配合比设计	(100)
3 5	砂浆	(105)
3 5 1	砂浆的组成材料	(105)
3 5 2	砌筑砂浆的技术性质	(106)
3 5 3	抹面砂浆	(107)
	小结	(108)
	复习题	(109)
	习题	(109)
4	沥青材料	(111)
	内容提要和学习要求	(111)
4 1	石油沥青	(111)
4 1 1	石油沥青的生产工艺简介	(111)
4 1 2	石油沥青的化学组成和结构	(114)
4 1 3	石油沥青的技术性质	(118)
4 1 4	石油沥青的技术标准	(134)
4 2	其它沥青	(134)
4 2 1	煤沥青	(134)
4 2 2	乳化沥青	(141)
4 2 3	再生沥青	(149)
4 2 4	石油沥青的改性	(150)
	小结	(152)
	复习题	(152)
	习题	(153)
5	沥青混合料	(154)
	内容提要和学习要求	(154)
5 1	热拌沥青混合料	(155)
5 1 1	热拌沥青混合料的组成结构和强度形成原理	(156)
5 1 2	热拌沥青混合料应具备的技术性质及其评价方法	(160)
5 1 3	热拌沥青混合料组成材料的技术性质	(163)
5 1 4	热拌沥青混合料配合比设计方法	(168)
5 1 5	SMA 混合料简介	(174)
5 2	其它沥青混合料	(178)
5 2 1	常温沥青混合料	(178)
5 2 2	沥青稀浆封层混合料	(179)

5 2 3 桥面铺装材料	(181)
5 2 4 水泥混凝土路面填缝料	(183)
小结	(185)
复习题	(185)
6. 无机结合料稳定类混合料	(188)
内容提要和学习要求	(188)
6 1 石灰稳定土	(189)
6 1 1 石灰	(189)
6 1 2 石灰稳定土的技术性质	(191)
6 1 3 石灰稳定类混合料组成材料的质量要求	(195)
6 1 4 石灰稳定类混合料的组成设计	(196)
6 2 石灰工业废渣稳定土	(198)
6 2 1 石灰粉煤灰稳定土的技术性质	(199)
6 2 2 石灰粉煤灰稳定土组成材料的质量要求	(200)
6 2 3 石灰粉煤灰稳定土的配合比设计	(200)
6 3 水泥稳定土	(204)
6 3 1 水泥稳定土的技术性质	(204)
6 3 2 水泥稳定类组成材料的技术要求	(206)
6 3 3 水泥稳定类混合料组成设计	(207)
小结	(208)
复习题	(209)
习题	(209)
7. 聚合物材料	(210)
内容提要和学习要求	(210)
7 1 聚合物材料概述	(210)
7 1 1 聚合物材料的基本概念	(210)
7 1 2 聚合物材料简介	(213)
7 2 聚合物材料在土木工程中的应用	(217)
7 2 1 聚合物混凝土	(217)
7 2 2 聚合物改性沥青	(218)
7 2 3 胶结剂	(219)
7 2 4 嵌缝材料	(219)
7 2 5 其它应用	(220)
小结	(220)
复习题	(221)

8 建筑钢材与木材	(222)
内容提要和学习要求	(222)
8 1 建筑钢材	(222)
8 1 1 钢的生产概述	(222)
8 1 2 建筑钢材的技术性质	(223)
8 1 3 影响钢材技术性质的主要因素	(226)
8 1 4 建筑钢材的应用	(228)
8 2 建筑木材	(232)
8 2 1 木材的构造	(233)
8 2 2 木材的技术性质	(233)
8 2 3 木材的腐朽与防腐	(235)
小结	(236)
复习思考题	(236)
试 验 篇	
试 1 砂石材料试验	(237)
试 1 1 石料的强度和磨耗试验	(237)
试 1 2 集料的密度、级配和压碎值试验	(239)
试 2 水泥试验	(247)
试 2 1 水泥细度试验(0.075mm 筛筛析法)	(247)
试 2 2 水泥标准稠度用水量、凝结时间和安定性测定	(248)
试 2 3 水泥胶砂强度试验	(251)
试 3 普通水泥混凝土试验	(254)
试 3 1 水泥混凝土试件的制作与养护	(254)
试 3 2 水泥混凝土拌合物的工作性试验	(256)
试 3 3 水泥混凝土的力学强度试验	(257)
试 4 石油沥青的针入度、延度和软化点试验	(260)
试 4 1 石油沥青的针入度试验	(260)
试 4 2 沥青延度试验	(262)
试 4 3 沥青软化点试验(环球法)	(264)
试 5 沥青混合料试验	(268)
试 5 1 沥青混合料的马歇尔试验	(268)
试 5 2 沥青混合料车辙试验	(275)
试 6 无机结合料稳定材料试验	(279)

试 6 1	无机结合料稳定材料的击实试验	(279)
试 6 2	无机结合料稳定土的无侧限抗压强度试验	(282)
参考文献		(285)

0. 绪 论

0.1 道路建筑材料的研究对象

道路建筑材料是道路桥梁工程结构建筑的物质基础,其性能对这些结构物的使用性能、耐用性能起着关键性的作用,也与工程造价密不可分,道路材料费用在道路工程总造价中约占40%~70%。合理地选择和使用材料,充分发挥材料的性能,延长其使用寿命,同时确保经济合理,具有一定的实用意义。

道路建筑材料课程的设置在于配合专业课程,为专业设计和施工管理提供合理选择和使用材料的基础知识。其主要研究对象是下述常用道路建筑材料。

0 1 1 原材料

0 1 1 1 砂石材料

砂石材料包括人工开采的岩石或轧制的碎石、天然砂砾石及各种性能稳定的工业冶金矿渣(如煤渣、高炉渣和钢渣等)。尺寸较大的块状石料经加工后,可用于砌筑道路、桥梁工程结构物或铺筑基础,松散集料可应用于生产水泥混凝土或沥青混合料,也可直接用于道路基层、垫层或低级路面面层。一些具有活性的矿质材料或工业废渣,如粒化高炉矿渣、粉煤灰等经加工后可作为水泥原料。

0 1.1 2 胶结料类

道路、桥梁结构物中的常用胶结料有水泥、沥青和石灰等,用于将松散的矿质集料胶结在一起,经捣实或压实后,成为具有一定强度的整体材料。

0.1 1.3 钢材和木材

钢材主要应用于桥梁结构及钢筋混凝土结构中,木材主要作为模板或拱架使用。

0 1 1 4 工程聚合物材料

用于路桥结构中的工程聚合物材料有塑料(合成树脂)、橡胶和纤维等。这些材料可以作为胶结料、填缝料、土工格栅,也可用于工程材料性能的改善,如聚合物水泥混凝土、改性沥青等。

0 1 2 混合料

0 1 2.1 水泥混凝土及砂浆

水泥混凝土是道路桥梁结构中使用较多的工程材料,主要由水泥与砂石材料组成。它

具有较高的强度和刚度,能承受较繁重的车辆荷载作用,故主要用于桥梁结构和高等级道路面层结构。水泥砂浆主要由水泥和细集料组成,用于砌筑和抹平结构物中。

0 1 2 2 沥青混合料

以砂石材料和沥青材料组成的各种沥青混合料,如沥青混凝土、沥青碎石等,具有较高的强度、柔韧性和耐久性,是高等级道路的面层结构及桥梁结构铺装层的重要材料。

0 1 2 3 无机结合料稳定材料

以少量水泥、石灰(粉煤灰)稳定土或稳定碎(砾)石组成的混合料,具有一定的强度和扩散应力的能力,但不耐磨,耐久性较差,是常用的高等级道路路面基层材料或低级路面面层材料。

0 1 2 4 碎(砾)石混合料

各种碎石或砾石混合料,具有一定的承载能力,但易松散、耐久性差。是用于道路垫层或低级路面的基层或面层的材料。

0.2 道路建筑材料的研究内容

0 2 1 研究道路建筑材料的组成与结构

材料的基本性质在很大程度上取决于材料的组成(化学组成、矿物成分)、结构等内部因素。由于近代测试手段的发展,对材料组成结构与性能之间的关系有了较深刻的认识。这对于合理使用材料、进一步改进和完善材料性质、发展新材料有重要意义。

0 2 2 研究道路建筑材料的基本技术性质

应用于道路和桥梁的建筑材料及其制品必须具有一定的技术性质,以适应结构物与施工条件的要求。只有充分了解和掌握材料的基本技术性质,诸如 物理性能、力学性能、耐久性等,才能合理有效的选择和使用材料,并保证工程结构物的综合力学强度和稳定性。

0 2 2 1 基本物理性质

常用的物理性能指标为 物理常数(密度、孔隙率、空隙率)和吸水率等。材料的物理常数可用于计算材料用量、配合比设计,且能反映其内部组成和构造,既与其吸水性有关,又与其力学性质及耐久性关系密切。

0 2 2 2 基本力学性质

在行车荷载作用下,道路材料将承受较大的竖向力、水平力和冲击力以及车轮的磨损作用。本课程将研究道路材料的强度、变形行为、抗磨性能等力学性能,以及这些性能的影响因素及评价方法和指标,并进一步考虑在不同的温度和时间条件下这些力学性能的变化规律。

0 2 2 3 耐久性

裸露与自然环境中的结构物,将受到各种自然因素的侵蚀作用,如温度变化、冻融循环、氧化、酸碱腐蚀等。本课程将根据道路材料所处的结构部位、环境条件,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,从而全面了解道路材料抵抗破坏的能力。

0 2 2.4 工艺性

工艺性是指材料适合于按一定工艺要求加工的性能。所选择的材料或混合料能否在现行的施工条件下,通过必要操作工序,技术性能达到预期的目标,并满足使用要求。这也是选择材料和确定设计参数时必须考虑的重要因素。

0 2 3 道路建筑材料的性能检验

上述道路建筑材料的基本技术性质是通过适当的测试方法来确定的。这些方法包括实验室原材料的性能测定、实验室模拟结构物的性能测定和现场足尺寸结构物的性能测定。本教材仅介绍实验室中对原材料的性能检测。

由材料试验得到的数据和技术参数能够表达材料的特性,决定材料的适用范围,并且可能是有关的结构设计参数。为此,材料性能检测应按照当前技术标准中规定的标准程序进行,以保证试验结果的科学性、公正性和权威性。

0.3 道路建筑材料的技术标准

道路建筑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、技术指标及相关的试验方法所作出的详尽而明确的规定。科研、设计和施工单位,应按照这些标准进行道路建筑材料的性能研究、生产、设计和施工。

目前我国的建筑材料标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准等四类。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。行业标准由国务院有关行政主管部门制定和颁布,也为全国性指导技术文件,在公布国家标准之后,该行业标准即行作废。企业标准适用于本企业,凡没有制定国家标准或行业标准材料或制品,均应制定企业标准,代号 QB。

国际上较有影响的技术标准有国际标准 ISO,美国材料试验学会标准 ASTM,日本工业标准 JIS 和英国标准 BS 等。

随着研究工作的深入,应用技术的成熟,各种技术标准中的具体条款和技术参数将会被不断地修订和补充。

1. 砂石材料

内容提要和学习要求

本章讲述道路桥梁工程结构中常用砂石材料的品种、应具备的技术性质及主要评价指标,介绍矿质混合料的级配理论和配合比设计方法、砂石材料在工程中的应用。

通过学习,学生应了解砂石材料的主要物理、力学性能和工程应用要点,掌握评价砂石材料技术性能的基本方法、矿质混合料的配合比计算方法。

本章所讲的砂石材料是指石料和集料(亦称骨料)的总称。它包括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石料制品,天然岩石经自然风化而成的卵石、砂砾石集料,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。无论经加工或未经加工的砂石材料都是道路与桥梁建筑工程中用量最大的一类材料。准确地认识、合理地选择和使用这类材料,对于保证工程建筑质量有着不可忽视的重要意义。

1.1 砂石材料的组成与分类

1.1.1 天然砂石材料

不同造岩矿物和成岩条件使各类岩石具有不同的结构和构造特征,它们对天然砂石材料的物理、化学和力学性质影响甚大。在工程实践中,为了更好地应用砂石材料,需要了解和掌握有关岩石的工程地质特性。

1.1.1.1 造岩矿物

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质,某些岩石由一种矿物组成,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、角闪石、方解石、白云石和黄铁矿等。

石英为结晶的二氧化硅,密度约为 2.65g/cm^3 ,硬度为 7,常见的颜色有白色、乳白色和浅灰色,是最坚硬稳定的矿物之一。长石为结晶的铝硅酸盐类,密度约为 $2.5\sim 2.7\text{g/cm}^3$,硬度为 6,颜色为白、浅灰、桃红、红、青和暗灰色,长石强度比石英低,稳定性不及石英,易风化成高岭土。云母为片状、结晶的含水铝硅酸盐,密度为 $2.7\sim 3.1\text{g/cm}^3$,硬度为 2~3,呈无色透明至黑色,极易分裂成薄片。当岩石中含有大量云母时,将降低岩石的耐久性和强度。

角闪石、辉石、橄榄石均为结晶的铁、镁硅酸盐,密度为 $3.0\sim 4.0\text{g/cm}^3$,硬度为 $5\sim 7$,颜色为暗绿、棕色或黑色,又称暗色矿物,这类造岩矿物强度高、坚固、耐久、韧性大。方解石是结晶的碳酸钙,密度为 $2.7\sim 3\text{g/cm}^3$,硬度为 3 ,呈白色,强度中等,易被酸类分解,微溶于水,易溶于含二氧化碳的水中。白云石是结晶的碳酸钙镁复盐,密度为 2.9g/cm^3 ,硬度为 4 ,呈白色或黑色,物理性质与方解石相近,强度稍高。黄铁矿是结晶的二硫化铁,密度为 5.0g/cm^3 ,硬度为 $6\sim 7$,呈金黄色,遇水及氧化作用后生成游离的硫酸,污染并破坏岩石,是有害杂质。除这些造岩矿物外,尚有石膏、菱镁矿、磁铁矿和赤铁矿等。

1.1.1.2 天然砂石材料的分类

砂石材料的性能除决定于岩石所含矿物成分外,地质形成条件有很大影响。按岩石的形成条件分为岩浆岩、沉积岩、变质岩三大类,它们具有显著不同的结构和构造。

1) 岩浆岩

岩浆岩由地壳内部熔融岩浆上升冷却而成,又称火成岩。

(1) 侵入岩

深成岩是岩浆在地表深处,受上部覆盖层的压力作用,缓慢冷却而成的岩石。深成岩大多形成粗颗粒的结晶和块状构造,构造致密。浅成岩是在近地表处成岩的,由于冷却较快,晶粒较细。深成岩和浅成岩统称侵入岩,其共同特性是密度大,抗压强度高,吸水性小,抗冻性好。工程上常用的深成岩有花岗岩、正长岩、辉长岩等。

(2) 喷出岩

喷出岩是岩浆喷出地表时,压力急剧降低和迅速冷却的条件下形成的,所以大部分未及结晶,多呈隐晶质或玻璃质结构。当喷出岩形成较厚的岩层时,其结构、构造接近深成岩。当形成较薄的岩层时,常呈多孔构造,近于火山岩。工程上常用的喷出岩有玄武岩、安山岩等。

当岩浆被喷到空中,急速冷却后形成的岩石又称为火山碎屑岩,为玻璃体结构且呈多孔构造。如火山灰、火山砂、浮石等。火山灰、火山砂可作为混合材料,浮石可作轻混凝土骨料。火山灰、火山砂经覆盖层压力作用胶结而成的岩石,称为火山凝灰岩。火山凝灰岩多孔、质轻、易于加工,可作保温建筑的墙体材料,如磨细后可作为水泥的混合材料。

2) 沉积岩

沉积岩是由出露地表的母岩经长期风化、搬运、沉积成岩作用,在地表或距地表不太深处形成的岩石,又称水成岩。沉积岩可分为机械沉积岩、化学沉积岩及生物沉积岩。与岩浆岩相比,沉积岩的成岩过程压力不大,温度不高,大都呈层状构造。各层的成分、结构、颜色、厚度都有差异,因此,岩性不均,垂直层理与平行层理方向的性能不同。与深成火成岩相比,沉积岩的特性是密度小,孔隙率和吸水率大,强度较低,耐久性较差。但沉积岩分布广,加工较容易,所以工程上应用甚为广泛。常见沉积岩有石灰岩、页岩、砂岩、砾岩、石膏、白垩、硅藻土等,散粒状的有粘土、砂、卵石等。

3) 变质岩

变质岩是岩浆岩或沉积岩经过地质上的变质作用而形成的岩石。所谓变质作用是在地壳内部高温、高压、炽热气体和渗入岩石中的水溶液作用下,矿物重新再结晶,有时还可能生成新矿物,使原来岩石的矿物成分和结构构造发生显著变化而生成新的岩石。

一般沉积岩由于在变质时受到高压和重结晶的作用,形成的变质岩更为紧密。例如石灰岩或白云岩变质而成的大理岩,砂岩变质而成的石英岩,均较原来的岩石坚固耐久。

原为深成岩的岩石,经过变质后,常因产生了片状构造,使性能恶化。例如由花岗岩变质而成的片麻岩,较原花岗岩易于分层剥落,耐久性差。

整个地表岩石分布情况为 沉积岩占 75%,岩浆岩和变质岩占 25%。

1 1 2 冶金矿渣集料

冶金矿渣一般指金属冶炼过程中排出的非金属熔渣,为一类具有独特性能的人造石料。高炉炼铁时形成的熔渣称为高炉矿渣,钢渣是在炼钢过程中得到的氧化物。高炉渣及钢渣经自然冷却或经一定工艺处理,可用于修筑道路基层,也可作为水泥混凝土或沥青混凝土路面用的集料。还可以用作水泥混合材料。

1 1 2 1 矿渣的化学成分

炉渣中的主要化学成分有 酸性氧化物 SiO_2 , Fe_2O_3 , P_2O_5 , TiO_2 , 碱性氧化物 CaO , MgO , MnO , BaO , 中性氧化物 Al_2O_3 , 硫化物 CaS , MnS , FeS 。

酸、碱氧化物含量比例对矿渣的性能影响较大。一般来说,当矿渣中的 CaO 和 Al_2O_3 含量高而 SiO_2 含量低时,矿渣活性较高。矿渣的活性是指其与水(或某些碱性溶液,或硫酸盐溶液)发生化学反应的性质。活性高的矿渣宜于作为水泥混合材料,而在混凝土结构或道路结构中应使用低活性的矿渣。

高炉渣和钢渣虽然都是冶金矿渣,但它们的化学成分及矿物组成有着明显的区别,所以一般利用不同的方式判断它们的活性。通常采用碱性系数 M_0 ,如式(1-1),或质量系数 K ,如式(1-2)来反映高炉渣的活性

$$M_0 = \frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3} \quad (1-1)$$

$$K = \frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2 + \text{MnO}} \quad (1-2)$$

碱性系数 M_0 或质量系数 K 的数值越大,矿渣的活性越高。

钢渣的活性可用碱度 M ,如式(1-3)反映。碱度大的钢渣活性大,宜作为水泥原料。

$$M = \frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5} \quad (1-3)$$

1 1 2 2 矿渣集料的技术特性

1) 物理力学特性

由于热熔矿渣的冷却加工方式的不同,矿渣集料的矿物成分和组织的致密程度可能有很大的差别,所以其物理力学性能变化范围和分散性较大。如高炉矿渣集料中密实体的抗压强度可达 120~250MPa,孔隙率为 16%~7%,而多孔体的抗压强度仅为 10~20MPa,孔隙率高达 50% 以上。矿渣集料的相对密度一般均高于石料。

2) 稳定性

矿渣集料作为混凝土骨料或道路路面基层材料使用时,必须具备良好的稳定性,否则就会由于产生分解、膨胀而破坏混凝土结构或路面结构。影响矿渣稳定性的原因如下

① 游离氧化钙($f\text{-CaO}$)消解 矿渣中的 $f\text{-CaO}$ 遇水后发生化学反应,生成氢氧化钙,体

积增大 1~2 倍,会在矿渣中产生内应力,导致矿渣的崩裂破坏。这种破坏现象在道路结构中较为多见。要使矿渣稳定,关键是 $f - \text{CaO}$ 含量要低。一般 $f - \text{CaO}$ 含量小于 3% 的矿渣集料方可用于路面结构中。对于 $f - \text{CaO}$ 含量较高的矿渣,一般应作陈化消解处理,可堆存于渣场自然消解,有条件的可采用浇水陈化、利用余热分解等方法使 $f - \text{CaO}$ 分解。

目前采用粉化率试验来检验矿渣的稳定性。取粒径 5~20mm 矿渣颗粒 500g,烘干称重后放入玻璃容器中,置于蒸养箱中在 95~100℃ 下蒸 3h。冷却后将蒸后的矿渣烘干,筛除 1mm 以下颗粒,称量 1mm 筛上剩余量。矿渣粉化率 $f(\%)$ 用式(1-4)计算

$$f = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100\% \tag{1-4}$$

式中 m_0 ——蒸前矿渣试样质量(g),
 m_1 ——蒸后粒径大于 1mm 的矿渣质量(g)。

铁和锰分解 矿渣中硫化亚铁 FeS 和硫化亚锰 MnS 可以与水生成氢氧化铁 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 和氢氧化锰 $\text{Mn}(\text{OH})_2$,体积分别增加 38% 和 24%,引起矿渣体积安定性不良,这种现象称为铁或锰分解。

铁、锰分解的检验方法是將矿渣在水中浸泡 14h,根据渣块上出现裂纹、碎裂等分解现象,评定矿渣是否有铁、锰分解的可能性。

1.2 砂石材料的技术性质

1 2 1 石料的技术性质

1 2 1 1 物理性质

1) 物理常数

石料最常用的物理常数是密度(包括表观密度、毛体积密度、堆积密度)和孔隙率。这些物理常数与石料的物理、力学性质有着密切的联系。在选用石料、进行水泥混凝土及沥青混合料配合比计算时,这些物理常数也是重要的参数。

石料的物理常数是反映材料矿物组成、结构状态和特征的参数。虽然天然石料中不同的矿物以不同排列的方式形成各种结构,但是从质量和体积的物理观点出发,其组成结构主要是由其自身矿质实体、孔隙(包括与外界连通的开口孔隙和内部的闭口孔隙)所组成。

这样,石料各组成部分质量和体积的关系可用图 1-1 来表示。

(1) 密度

真实密度 真实密度是指在规定条件下,石料单位真实体积(不包括开口、闭口孔隙及

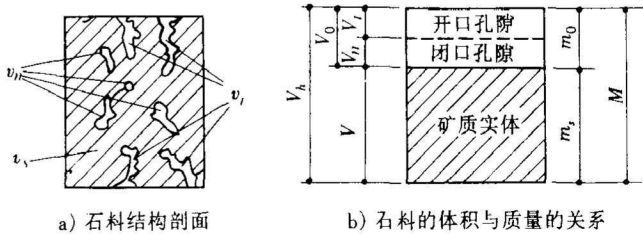


图 1-1 石料的体积与质量关系示意图