

交通系统中等专业学校教材

公路建筑材料

(公路与桥梁专业用)

陈昌焕 主编

梁志锐 主审

人民交通出版社

交通系统中等专业学校教材

公路建筑材料

Gonglu Jianzhu Cailiao

(公路与桥梁专业用)

陈	昌	焕	主	编
梁	志	锐	主	审

人民交通出版社

交通系统中等专业学校教材

公路建筑材料

(公路与桥梁专业用)

陈昌焕 主编

梁志锐 主审

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印张: 15 插页: 1 字数: 364 千

1986年6月 第1版

1986年6月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—9,100册 定价: 2.20元

几点说明

为贯彻法定单位，本书对原标准规范中一些技术名词和单位，以及标号作了适当变更现说明如下，如以后有新的标准规范当以新标准规范为准。

一、技术名词说明

名 称	代 号	含 意	单 位	原用名称
相对密度	d	在规定条件下，固体材料的真实密度与标准物质密度之比。 (标准物质为水时，相当于比重)	无 单 位	比 重
真实密度 (真密度)	ρ_i	在规定条件下，固体材料单位真实体积(材料实体体积，不包括孔隙和空隙体积)的质量，简称真密度。	kg/m^3	比 重
表观密度 (视密度)	ρ'_i	在规定条件下，固体材料单位表观体积(包括材料实体和闭口孔隙体积)的质量，简称视密度。	kg/m^3	视 比 重
密 度	ρ	在规定条件下，固体材料单位体积(包括材料实体和孔隙体积)的质量。	kg/m^3	容 重
紧装密度	ρ_c	在规定条件下，粒状材料在紧密装填状态下，单位体积(包括材料实体、孔隙和空隙体积)的质量，简称紧密度。	kg/m^3	紧密容重
松装密度	$\rho_{c'}$	在规定条件下，粒状材料在疏松装填状态下，单位体积(包括材料实体、孔隙和空隙体积)的质量，简称松密度。	kg/m^3	松散容重

二、水泥、混凝土、砂浆标号说明

原标准规定各种材料的强度单位为 kgf/cm^2 ，现改为 MPa 。

混凝土、砂浆的标号变动如下：

原水泥混凝土 200 号，现为 20 号；

原建筑砂浆 50 号，现为 5 号。

ABA87/08

前 言

本书是根据1981年交通部审定的交通系统中等专业学校公路与桥梁专业《公路建筑材料》教学大纲,以及1983年11月在呼和浩特召开的公路与桥梁专业第二轮教材编审会议拟定的《公路建筑材料》编写大纲编写的。

本书在总结第一轮教材经验的基础上,力求突出中等专业学校教材的特色,选材还体现了材料科学上的新成就。为了理论与实践相结合,本书将建筑材料理论列为第一篇,试验列为第二篇。

本书由辽宁交通工程学校陈昌焕主编;呼和浩特交通学校陈爱珠参加编写,其中第二、四、五、六章及绪言由陈昌焕编写;第一、三章由陈爱珠编写。广西交通学校梁志锐负责主审。

本书在编写过程中,承蒙同济大学严家伋副教授提供资料,并给予帮助和指导,在此表示衷心的感谢。另外甘肃省交通学校徐校英、四川省交通学校罗明厚、河南省交通学校袁东来及吉林省交通学校杨云芳也对书稿提出宝贵意见,在此谨深表谢意。

由于编审者业务水平有限,书中错误和不足之处在所难免,热忱地欢迎读者批评指正。

内 容 提 要

本书共两篇。第一篇系砂石材料、石灰与水泥、水泥混凝土及建筑砂浆、沥青材料、沥青混合料、钢材与木材等六章，主要介绍材料的性能、制造、选用、运输与储存；第二篇介绍材料试验目的、设备、步骤及资料整理，共五章45个试验。

本书为交通系统中等专业学校公路与桥梁专业教材，也可供有关专业干部、工人培训或自学参考。

目 录

绪 言

第一篇 公路建筑材料

第一章 砂石材料.....	5
第一节 天然石料的来源.....	5
第二节 石料的技术性质与技术要求.....	7
第三节 集料的技术要求.....	12
复习题.....	21
第二章 石灰与水泥.....	21
第一节 概述.....	21
第二节 石灰和石膏.....	21
第三节 水泥.....	25
复习题.....	47
第三章 水泥混凝土及建筑砂浆.....	47
第一节 水泥混凝土.....	47
第二节 建筑砂浆.....	77
复习题.....	80
第四章 沥青材料.....	80
第一节 石油沥青.....	81
第二节 煤沥青.....	100
第三节 乳化沥青.....	103
第四节 沥青材料的贮运.....	107
复习题.....	108
第五章 沥青混合料.....	108
第一节 概述.....	108
第二节 沥青混合料的组成结构与强度理论.....	110
第三节 沥青混合料的技术性质和技术要求.....	114
第四节 沥青混合料组成材料的技术要求.....	118
第五节 沥青混合料组成设计.....	119
第六节 沥青混合料的制备.....	126
复习题.....	127
第六章 钢材与木材.....	127
第一节 钢材.....	127

第二节 木材.....	136
复习题.....	143

第二篇 公路建筑材料试验

第一章 砂石材料试验.....	144
第一节 天然石料试验.....	144
试验1-1 真密度试验 (原比重试验).....	144
试验1-2 密度试验 (原容重试验).....	145
试验1-3 孔隙率计算	148
试验1-4 吸水率试验	148
试验1-5 饱水率试验 (真空法).....	149
试验1-6 冻融试验与耐冻系数	151
试验1-7 坚固性试验 (规则形状试件的试验).....	152
试验1-8 抗压强度试验	153
试验1-9 磨耗试验	155
第二节 细集料试验.....	157
试验1-10 砂的视密度试验 (原砂的视比重试验)	157
试验1-11 砂的密度试验 (原砂的容重试验)	159
试验1-12 砂的筛分析试验.....	160
第三节 粗集料试验.....	162
试验1-13 碎石或卵石的视密度试验 (原碎石或卵石视比重试验)	162
试验1-14 碎石或卵石的密度试验 (原碎石或卵石容重试验)	164
试验1-15 碎石或卵石的筛分析试验.....	165
试验1-16 碎石或卵石中针状和片状颗粒的总含量试验.....	167
试验1-17 碎石或卵石的压碎指标值试验.....	169
第二章 石灰与水泥试验.....	170
第一节 石灰试验.....	170
试验2-1 活性氧化钙与氧化镁含量测定	170
第二节 水泥试验.....	173
试验2-2 水泥细度试验	173
试验2-3 水泥标准稠度用水量与凝结时间试验	174
试验2-4 水泥安定性试验	177
试验2-5 水泥胶砂强度试验	178
第三章 水泥混凝土及建筑砂浆试验.....	182
第一节 水泥混凝土试验.....	182
试验3-1 水泥混凝土混合料拌制和稠度试验	182
试验3-2 水泥混凝土抗压强度试验	186
试验3-3 水泥混凝土轴心抗压强度试验	188
试验3-4 水泥混凝土抗折强度试验	189

试验3-5 水泥混凝土劈裂抗拉强度试验	190
试验3-6 用促凝压蒸技术即时推定混凝土强度试验	191
第二节 建筑砂浆试验	194
试验3-7 建筑砂浆稠度试验	194
试验3-8 建筑砂浆分层度试验	194
试验3-9 建筑砂浆抗压强度试验	195
第四章 沥青材料试验	197
第一节 沥青材料的取样	197
第二节 沥青材料试验	198
试验4-1 沥青相对密度试验 (原沥青比重试验)	198
试验4-2 沥青针入度试验	200
试验4-3 沥青延度试验	202
试验4-4 沥青软化点试验 (环球法)	204
试验4-5 沥青粘滞度 (粘度) 试验	206
试验4-6 沥青闪点和燃点试验 (开口杯法)	208
试验4-7 沥青含水量试验	210
试验4-8 液体沥青蒸馏试验	211
试验4-9 沥青含蜡量试验 (蒸馏法)	213
试验4-10 沥青脆点试验	215
试验4-11 沥青 (渣油) 组分试验 (溶解—吸附法)	216
第五章 沥青混合料试验	220
试验5-1 沥青混合料稳定度试验	220
试验5-2 沥青混合料中沥青含量试验	225
试验5-3 渣油路面组成分析 (工地快速试验)	226
参考书目	228

绪 言

《公路建筑材料》是公路与桥梁专业的一门技术基础课，是研究公路与桥梁建筑材料性能的一门科学。

一、本课程的重要性及学习方法

古代的道路与桥梁都是用天然的石材、木材和砂、粘土作建筑材料。随着社会生产力的发展和科学技术的进步，各种建筑的规模越来越大，结构越来越复杂，质量要求也越来越高，因而促进了建筑材料的迅速发展。自18世纪初期发明水泥后，相继出现了复合材料——水泥混凝土、钢筋混凝土；近年来一些具有特殊功能的高分子材料也应运而生。事实说明，工程建筑设计、工艺的更新换代，往往要依赖于新材料的研究和发展；反之，新材料的出现和使用，必然导致工程建筑设计、工艺的新突破。在公路与桥梁工程建设中，材料同样是促进公路与桥梁工程技术发展的重要基础。

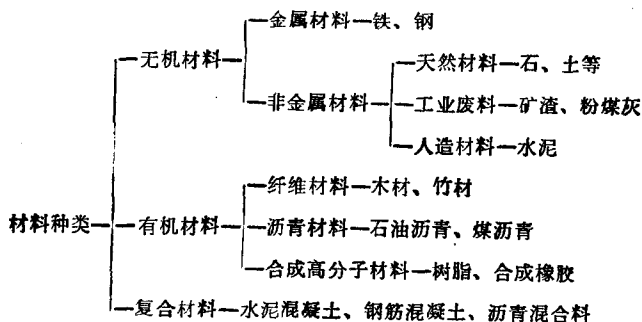
作为一位土木工程技术人员，如果缺乏建筑材料知识，要做到工程设计、施工的合理、迅速、安全、经济是不可能的。据统计，在一般的公路与桥梁中用于材料的费用往往可达到50%~70%。可见，要想节约工程投资，降低工程造价，保证工程的高质量，必需具备公路建筑材料的有关知识。

学习本课时，希望通过试验操作，丰富感性知识，以加深对理性知识的理解，在此基础上提高分析问题、解决问题的能力。

二、本课程学习内容

学习本课程不但要了解材料的定义、分类、来源、制造工艺及其技术性能，还应能根据工程结构物的要求，选择适当材料，进行合理地应用、保管、运输材料，另外还要掌握各种材料技术性能的主要检验方法。

随着公路与桥梁建筑技术的发展，用于公路与桥梁建筑的材料不仅在品种上日益增多，而且对其质量也不断提出新的要求。根据材料的组成物质通常分为三大类：



1.金属材料 在公路与桥梁上所用的金属材料主要是钢，它是桥梁钢结构及钢筋混凝土

或预应力钢筋混凝土结构的重要材料。

2. 砂石材料 它是地壳上岩石由自然风化而成不同粗度的松散粒料(如砂、砾、漂石),或大块岩石经加工而成不同尺寸和形状的块状石料(如碎石、块石、条石等)。这些材料可以直接铺筑路面,或砌筑各种桥梁结构物;同时,也是配制水泥混凝土与沥青混合料的主要材料。砂石材料是土木建筑物不可少的材料,它的质量好坏与建筑物的质量有密切关系。

3. 石灰与水泥 在公路与桥梁建筑中最常用的无机结合料是石灰和水泥,特别是水泥。利用水泥的胶结性,将松散材料制成水泥混凝土、钢筋混凝土等复合材料,已经广泛用于所有土木建筑物。

随着工业的发展,近几十年人们利用工业废料水淬矿渣、粉煤灰等掺入水泥中,不但降低成本,还改善水泥原有性质,取得良好效果。

4. 有机结合料 在本书中,有机结合料主要是指沥青材料,这种材料与不同粒径和级配的集料组成沥青混合料可以铺筑成各种类型的沥青路面,成为现代公路建筑中一种极为重要的筑路材料。

5. 木材 由于木材资源的短缺,目前在桥梁建筑上基本上不直接用木材建筑桥梁(除部分林区外),而逐渐被其他材料代替。

6. 合成高分子材料 分子量可达数千乃至数百万以上的分子,一般称为高分子。由高分子构成的物质称为高分子物质。一般建筑上所用的高分子材料均是由聚合反应而合成,因此称为合成高分子材料,如合成树脂、合成橡胶。高分子材料在建筑上使用的时间还较短,但随着我国石油化学工业的发展,将会有广阔前景。目前主要用于结构物的修补、加固、防水。采用树脂类高分子材料制作聚合物混凝土,已经引起许多国家的重视,并进行了大量的研究工作。

7. 复合材料 现代材料科学的发展,各种材料往往都不是单独使用,而是取长补短,组成“复合材料”。例如“结合料—集料—金属材料”组成钢筋混凝土或预应力钢筋混凝土。

三、公路建筑材料在公路与桥梁建筑物中应具有的性质

公路与桥梁建筑物,既受到车辆施加的复杂力系作用,又受到各种复杂的自然因素的恶劣影响。所以,用于修筑公路与桥梁的材料,不仅要具备有一定的力学性能;而且,还要有在恶劣的自然因素影响下,不产生明显强度下降的耐久性。根据公路建筑物的要求,材料应具备下列性能:

1. 材料的力学性质

材料的力学性质,是指材料在外力作用下的有关变形性质和抵抗破坏的能力。

(1) 材料变形性

材料在荷重作用下发生形状、体积变化的性质为变形性。变形的过程,实质上是由于外力的作用而改变或破坏了材料质点间的平衡位置,使其产生相对位移的结果。

材料在外力作用下产生变形,但当外力除去后可以完全消失者,称为弹性变形;而外力除去后,不能恢复到原有形状者,称为塑性变形。通常材料在规定的加荷速度及一定温度下进行试验,根据试验材料破坏前塑性变形的显著与否,将材料分为塑性与脆性两种材料。如沥青材料在破坏前有显著的塑性变形就称为塑性材料;反之,石料、水泥混凝土在破坏前无显著塑性变形则称为脆性材料。

材料的塑性与脆性，并不是固定不变的，可随着温度、含水率、加荷速度及受力状态等因素而改变。如沥青材料在迅速加荷或低温条件下是脆性；而在缓慢加荷或温度稍高的条件下则是塑性的。又如钢材在常温下，荷载作用时，产生的应力在某种限度以内，完全呈现弹性，当应力超过这一限度，则会逐渐呈现弹—塑性。

(2) 材料抵抗破坏的能力

材料在荷载或其它因素（如温度变化、变形等）所产生的内应力作用下，抵抗破坏的性能称为材料的强度。强度因受力情况的不同，分为抗压强度、抗拉强度、抗折强度、抗剪强度等。由于加荷方法的不同，分为静力强度、冲击强度。一般在脆性材料中，往往用冲击强度来反映其脆性或韧性。

2. 物理性质

材料的物理性质如真密度、密度、孔隙率、含水量等反映材料内部结构，并与力学性质存在一定的内在关系。

影响材料性质的主要因素是温度和湿度，一般材料随温度的升高、湿度的加大，则强度降低。因此，测定材料的温度稳定性、水稳定性是某些材料性能的主要指标之一。

3. 化学性质

化学性质是指材料的化学成分和矿物组成，在某种条件下产生的化学反应（如水泥遇水产生水化作用），以及抵抗周围环境对其化学作用的能力（如水泥遇酸产生化学反应遭到破坏；沥青在紫外线作用下产生“老化”等）。工程施工中，有时往往由于对化学性质考虑不周，可使建筑物遭到严重的破坏。

4. 工艺性质

材料按照一定的工艺流程加工制造的特性为工艺性质。如水泥混凝土的制造过程要求有一定的和易性。

四、公路建筑材料质量的标准化和技术规范

国家及有关部委根据材料本身固有的特性，结合工程结构物的要求，对各种材料提出相应地技术要求，以满足建筑物的设计、施工的需要，这些国家和部颁的技术要求称为技术标准、规范。在选用材料及施工中都应按技术标准规范执行。技术标准、规范不但是材料制造与使用的统一标准，同时也反映出本国建筑材料科学的发展概貌。随着材料科学的发展，工程质量要求的提高，技术标准规范也经常更新。由国家颁布的标准、规范称为国标，用汉语拼音“国标”两字的第一个字母表示为“GB”。由交通部颁布的标准为部标，用“交通”两字的第一个字母表示为“JT”。标准、规范除注明是国标或部标外，还应写明编号和批准年份。

五、建筑材料技术性能的检验方法

材料应具备有一定技术性能，并应符合规范要求。为此，必须通过检验的手段进行材料及其产品的质量检查，符合规范的材料及其制品才能应用于公路与桥梁建筑物上。

质量检验分为实验室室内检验和施工现场的实地检验。本课程主要研究在实验室内对原材料性能的检定。

本课程仅学习公路与桥梁建筑中常用的几种材料与常规试验方法。建筑材料科学近年来发展很快，材料的结构与形成理论不断地得到充实与完善；新的、快速的检验方法不断出

现。例如密度测定已开始采用放射性同位素或超声波方法；沥青的粘度测定也已逐渐由条件粘度试验法转入绝对粘度法；水泥混凝土的标号可用快速测定法在数小时内迅速得到结果；同时还可采用无损破坏法检验水泥混凝土的质量，这些都有待以后补充。本书仅介绍材料的基本知识，目的为探索材料科学的新理论与新检验方法打下基础。

第一篇 公路建筑材料

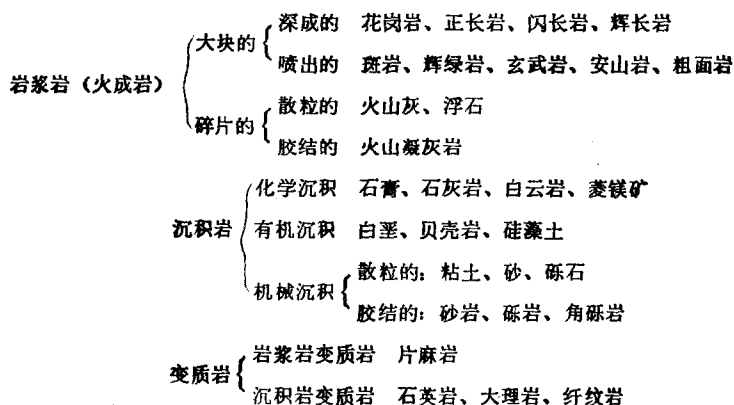
第一章 砂 石 材 料

在公路工程中，砂石材料是一种重要的建筑材料，应用极为广泛。在公路路面和桥涵建筑中，普遍采用各种规格的块状石料、砾石材料和砂等集料。

第一节 天然石料的来源

将地壳上层岩石用机械或人工方法加工，或不经加工而获得的各种块状或粒状石料，统称为天然石料。天然石料的主要特点是：有较高的抗压强度，有很好的耐久性，分布广泛，便于就地取材；但一般脆性较大，硬度较高，开采加工比较困难。

公路建筑用天然石料的岩石按其成因，可分为如下三大类：



上述岩石的技术特征和适用性见《地质与土质学》教材。下面介绍公路与桥梁用石料制品。

一、块 状 石 料

由大块岩石经机械或人工加工而成的不同尺寸和形状的石料，称为块状石料。

1. 片石

片石是由爆破直接得到形状不规则的石块。它的长边尺寸可达 300~400mm，重量约在 20~30kg 左右，通常最小边在 150mm 以上，体积不小于 0.01m³。用于主体圬工工程的片石强度不小于 30MPa (300kgf/cm²)；用于附属圬工工程的片石，强度不小于 20MPa。片石常用于砌筑挡土墙、桥梁护坡、基础片石混凝土工程等。

2. 块石

块石是层状岩石经打眼放炮或人工直接开采而得的块状石料。块石形状大致方正，无尖

角，有两个较大的平行面，边角可不加工。其厚度不小于 20cm，宽度为厚度的1.0~1.5倍，长度为厚度的1.5~3.0倍。常用于砌筑桥梁基础。

3.条石

条石是石料经粗琢加工而成近似六面体，外形呈长方形，上下面平行，表面平整。条石按高度分为矮、中、高三级，各级铺砌条石的技术规格见表1-1。

铺砌条石技术规格

表1-1

条石类别	高度 (cm)	长度 (cm)	宽度 (cm)
1.矮的	7~10	15~30	12~15
2.中的	11~13	15~30	12~15
3.高的	14~16	15~30	12~15

制作条石用的岩石极限抗压强度应不低于 100MPa，双圆筒式磨耗机磨耗率应不大于 1%。用于铺砌高级道路的路面面层或过水路面等。

4.锥形块石

锥形块石是利用爆炸或人工劈解的片石再进一步加工而得到的粗打石料，要求上小下大，接近截头锥形。其底面积不宜小于 100cm²，高与底面积之比不宜相差过大，同时不得呈立不稳的斜锥形。

锥形石块的高度，根据各地条件及要求而异。一般分 160±20mm、200±20mm、250±20mm 等。

用作加工锥形石块的岩石，应采用强度不低于 30MPa 的各种岩石。锥形块石用于铺砌公路路面基层。

5.铺砌拳石

铺砌拳石，形状近于棱柱体或截锥体（拳形）的粗打石料，正面应有四边形或多边形的轮廓。

铺砌拳石顶面与底面应平行，底面应成钝角形而不尖，底面投影应在顶面轮廓内，侧面不得有显著尖锐突出，以免妨碍铺砌时相互挤紧。主要用于公路路面铺砌、桥涵及其它加固工程的铺砌。

6.料石

料石是由人工或机械开采的较规则的六面体石块，再略加凿琢而成。依其表面加工的平整程度分为粗料石和细料石两种。粗料石表面凹凸相差不大于 10mm，厚度和宽度均不小于 200mm，长度不大于厚度的 3 倍。细料石经细加工，表面凹凸相差要求不大于 5mm。

料石形状尺寸及极限抗压强度应符合设计文件规定。主要用于砌筑拱桥的拱圈。

二、集 料

集料包括岩石经自然风化而成的砾石（卵石）、砂等；以及岩石经机械轧制而成的各种尺寸的碎石、石屑等。

在天然风化的砾石混合料中，粒径大于150mm 以上者称为漂石；粒径大于 5mm 者称为砾石（卵石）；粒径小于 5mm 者称为砂。

砾石按成因分类，可分为山砾石、河（湖）砾石和海砾石等。其中河砾石比较洁净适

用。天然砂可分为河砂、海砂和山砂。

碎石是由各种硬质岩石轧碎并筛分而得的颗粒状材料。

筑路用的碎石最大粒径一般不超过 40~70mm。要求具有棱角，并接近正方体。机轧碎石一般宜分 2~3 级逐步轧小，以减少扁片及长条的含量。

砾石、砂、碎石、石屑等材料在公路工程中应用很广泛，不但可用于修筑路面或基层，还可作为水泥混凝土和沥青混合料中的骨料。

第二节 石料的技术性质与技术要求

一、石料的技术性质

公路与桥梁用石料的技术性质，主要分为物理性质、力学性质和化学性质。本节主要叙述石料的物理性质和力学性质。

(一) 石料的物理性质

石料的物理性质包括的内容很多，但在公路与桥梁工程中最常用的是真密度（比重）、密度（容重）、孔隙率等。为了了解水对石料的作用，在工程上常用的与水有关的物理性质是吸水性、饱水性、吸湿性、抗冻性等。

1. 主要物理常数

石料的物理常数是石料矿物组成与结构状态的反映，它与石料的技术性质有密切联系。石料内部的组成与结构，主要由矿物实体、闭口孔隙（不与外界连通的）和开口孔隙（与外界连通的）三部分组成，如图1-1a)所示。各部分所占的质量和体积，如图1-1b)所示。

(1) 真密度 在规定条件下，石料矿质单位体积（不包括孔隙和空隙体积）的质量。由图1-1b)可知，石料真密度可用下式表示

$$\rho_t = \frac{m_s}{v_s} \quad (1-1)$$

式中： ρ_t ——石料真密度，g/cm³

m_s ——石料矿质实体质量，g；

v_s ——石料矿质实体体积，cm³。

而试验条件为在空气中称量，石料的质量因 $m_0 = 0$ ， $m_s = M$ ，故式(1-1)可改写为

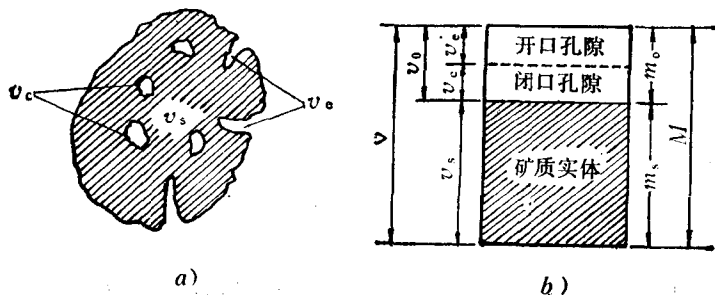


图1-1 石料结构示意图

a)外观示意图；b)质量与体积关系示意图

$$\rho_t = \frac{M}{v_s} \quad (1-1')$$

式中: ρ_t 、 v_s ——意义同前;

M ——石料试样质量, g。

所谓绝对密实的矿质实体体积, 是指不包括孔隙在内的体积(见图 1-1)。在测定石料真密度时, 应把石料样品磨成细粉, 在 105~110℃ 的烘箱中烘到恒量, 称得一定试样的准确质量后, 用比重瓶在规定的温度条件下, 用有机溶剂置换法测定矿质实体积。根据已知的质量和体积, 按式(1-1')计算真密度值。

(2) 密度 在规定条件下, 石料单位体积(包括材料实体和孔隙体积)的质量。

石料密度可按式计算

$$\rho = \frac{M}{v_s + v_c + v_o} \quad (1-2)$$

式中: ρ ——石料密度, g/cm³;

M 、 v_s ——意义同前;

v_o ——开口孔隙体积, cm³;

v_c ——闭口孔隙体积, cm³。

因 $v_s + v_o + v_c = V$, 故式(1-2)可写为

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (1-2')$$

式中: ρ 、 M ——意义同前;

V ——石料总体积, cm³。

确定石料密度, 关键在于测定其体积, 测定方法随石料的形状而异。如规则形状的石料试件, 可采用精密量具测量其体积; 不规则几何形状的石料, 则用蜡封法采用静水平置换法求得体积。

当石料含有水分时, 影响石料的密度值, 因此测定密度时, 须注明其含水量。通常说的石料密度, 是指石料在一定含水量下的密度; 一般在烘干状态下测得的密度, 称为干密度。

真密度与密度是石料的主要性质, 如计算孔隙率、石料用量、构件总质量、石料运输量、配料计算等经常用到真密度、密度数值。另外, 石料的密度还与强度有密切关系。一般情况下, 密度大, 则强度高。

(3) 孔隙率 石料的孔隙体积占石料总体积的百分率。由图 1-1 可知, 石料的孔隙率为

$$\begin{aligned} n &= \frac{v_o}{V} \times 100\% = \frac{V - v_s}{V} \times 100\% \\ &= \left(1 - \frac{v_s}{V}\right) \times 100\% \end{aligned} \quad (1-3)$$

式中: n ——孔隙率, %;

v_o ——石料的孔隙体积, 等于 $v_c + v_o$, cm³;

V 、 v_s ——意义同前。

孔隙率亦可通过真密度与密度的数值来计算, 因真密度 $\rho_t = M/v_s$ 、密度 $\rho = M/V$, 得 $v_s = M/\rho$ 、 $V = M/\rho$ 代入式(1-3), 即得

$$n = \left(1 - \frac{\rho}{\rho_t}\right) \times 100\% \quad (1-3')$$

式中: 符号意义同前。