

高等学校试用教材

道路建筑材料

(道路与桥隧专业用)

同济大学道路工程教研室 编

人民交通出版社

高等学校试用教材

道路建筑材料

(道路与桥隧专业用)

同济大学道路工程教研室编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书介绍道路和桥隧工程常用的各种建筑材料（砂石材料、无机结合料、有机结合料、金属和木材等）的技术性能、制造工艺或配制方法以及材料选用等问题。

本书作为高等学校道路和桥隧专业试用教材，也可供交通和城市部门有关专业人员工作或业余学习参考。

高等学校试用教材

道路建筑材料

（道路与桥隧专业用）

同济大学道路工程教研室 编

人民交通出版社出版

（北京市安定门外和平里）

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

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：787×1092_{1/16} 印张：14.75 插页：1 字数：363 千

1979年8月 第1版

1979年8月 第1版 第1次印刷

印数：0001—10,400册 定价：1.55元

前 言

本教材是根据交通部一九七八年三月在西安召开的道路工程和桥梁工程专业教材会议拟定的教材大纲编写的。参加教材编写大纲讨论的有西安公路学院、哈尔滨建筑工程学院和同济大学等院校。在教材大纲的编写过程中参考了南京工学院、河北工学院、东北林学院、西安公路学院、哈尔滨建筑工程学院以及同济大学等院校的教学大纲与教材，后又承湖南大学、北京建筑工程学院和福州大学等院校对大纲提供了宝贵意见。

按编写大纲的要求，本教材是供道路工程专业《道路建筑材料》课程和桥梁工程专业《建筑材料》课程教学所用。由于考虑到各专业要求和重点有所不同，故教材内容稍多，在使用时希望根据各专业教学大纲内容和时数的要求选用，并建议与《道路建筑材料试验》教材共同使用，以便相互补充。

本教材由同济大学严家伋主编，张南鹭、王素勤等参加编写，其中第一、四、五、六、七章及绪论由严家伋编写，第二章由张南鹭编写，第三章由王素勤编写。全书最后由哈尔滨建筑工程学院蔡乃森审校。

在编写过程中，编者力图反映近十多年来国内国外有关本课程的生产经验和成就，特别是我国沥青及水泥路面材料科学方面的进展状况，以利读者更好地为祖国交通建设的现代化服务。鉴于编者政治和业务水平有限，更兼编写时间仓促，缺点与错误在所难免，欢迎读者随时给予批评指正。

在使用中，对本书的意见请寄上海同济大学路桥工程系道路工程教研室，以便再版时改正。

编 者

一九七八年十二月

目 录

绪论	1
一、本课程的研究内容、任务及其与有关课程的关系	1
二、道路建筑材料在道路与桥梁结构物中的作用及其应具备的性质	1
三、道路与桥梁用材料技术性能检验的一般方法	2
四、道路建筑材料质量的标准化和国家标准与技术规范	3
五、试验结果数据整理与国际单位制	4
第一章 砂石材料	7
第一节 路用岩石的技术特征及其在道路工程中的适用性	7
一、路用主要岩石的造岩矿物技术特征	7
二、路用岩石技术特征及适用性	8
第二节 石料的技术性质与技术要求	12
一、石料的技术性质	12
二、路用石料的技术要求	25
三、道路与桥梁用石料制品	27
第三节 集料的技术性质	29
一、集料的品种	29
二、粗、细集料的技术性质	29
三、冶金矿渣集料	37
第四节 矿质混合料的组成设计方法	38
一、理论级配曲线及其计算	39
二、级配曲线范围的绘制	43
三、矿质混合料的组成设计方法	46
第二章 无机结合料	55
第一节 气硬性结合料——石灰	55
一、石灰的制造	55
二、石灰的熟化和硬化	55
三、石灰的技术性质和技术标准	56
四、磨细生石灰	57
第二节 水硬性结合料——水泥	58
一、硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥	58
二、掺混合材的硅酸盐水泥	67
三、其它品种水泥	70
四、作为胶结材用的活性工业废渣	72
第三章 水泥混凝土和砂浆	74
第一节 水泥混凝土	74

一、概述	74
二、普通水泥混凝土组成材料的技术要求	74
三、普通水泥混凝土的主要技术性质	81
四、水泥混凝土组成配合设计	97
第二节 其它水泥混凝土	105
一、其它各类水泥混凝土的品种、特性和应用范围	105
二、混凝土外加剂的作用原理和应用	107
第三节 建筑砂浆	112
一、砌筑砂浆	112
二、抹面砂浆	114
第四章 有机结合料	116
第一节 石油沥青	117
一、石油沥青的化学组成和胶体结构	117
二、石油沥青的技术性质	122
三、石油沥青的化学组成结构与物理力学性质之间的关系	130
四、石油沥青的技术要求	133
五、石油的基属和石油沥青的生产工艺	134
六、改善石油沥青技术性能的添加剂	143
第二节 其它各类沥青	143
一、天然沥青	144
二、煤沥青	144
三、乳化沥青	147
第五章 沥青混合料	153
第一节 地沥青混合料	154
一、沥青混合料的组成结构和强度理论	154
二、沥青混合料的组成材料的技术要求	160
三、沥青混合料的技术性质和技术要求	162
四、沥青混合料的组成设计方法	164
五、沥青混合料的质量控制和检验	180
六、沥青混合料的制备	188
第二节 其它各类沥青混合料	189
一、煤沥青混合料	189
二、冷铺沥青混合料	190
第三节 沥青胶粘剂	193
一、水泥混凝土路面填缝料用沥青胶粘剂	193
二、桥面铺装用沥青胶粘剂	194
第六章 建筑金属材料	196
第一节 建筑钢材的分类	196
一、钢按化学成分分类	196
二、钢按用途分类	197

第二节 钢的基本技术性能和化学成分对技术性能的影响.....	198
一、钢的基本技术性能.....	198
二、化学成分对碳素钢技术性能的影响.....	200
第三节 桥梁建筑用钢及其制品.....	201
一、桥梁建筑用普通碳素结构钢.....	202
二、桥梁建筑用普通低合金钢.....	206
三、桥梁建筑用钢筋及其它制品.....	209
第七章 建筑木材.....	214
一、木材的基本构造和主要材种.....	214
二、木材的物理力学性质.....	217
三、木材的缺陷和材质标准.....	222
四、木材的腐朽与防腐.....	226

绪 论

一、本课程的研究内容、任务及其与有关课程的关系

《道路建筑材料》是研究道路与桥梁建筑用材料性能的一门科学。

随着道路与桥梁建筑技术的发展，用于道路与桥梁建筑的材料不仅在品种上日益增多，而且在质量上不断提出新的要求。现就本教材将讲述到的一些常用建筑材料分述如下：

1. 砂石材料。砂石材料是地壳上层的岩石自然风化得到天然砂砾材料，以及经过人工加工而成的各种块状材料，或不同大小尺寸的碎石。这类材料可以直接用于铺筑路面，或砌筑各种桥梁结构物。同时也是配制水泥混凝土或沥青混合料的矿质骨料。砂石材料在道路与桥梁建筑中，它的用量占有很大的比例。

现代冶金工业的发展，各种冶金重矿渣也是很好的集料。

2. 无机结合料及其制品。在道路与桥梁建筑中最常用到的无机结合料，主要是石灰和水泥。特别是水泥，在桥梁建筑中它与集料配制的水泥混凝土是钢筋混凝土和预应力混凝土结构的主要材料。

此外，水泥砂浆是各种桥梁圬工结构物砌筑的重要结合料。

随着高级路面的发展，近年水泥混凝土路面的里程亦日益增多。石灰近年用作石灰土基层，取得了很好的效果。

3. 有机结合料及其混合料。有机结合料主要是指沥青类材料，例如石油沥青、煤沥青等。这些材料与不同粒径和组配的集料可以修筑成各种类型的沥青路面。现代高速公路和干线公路的路面，绝大部分是用沥青混凝土修筑的，所以沥青混合料是现代道路建筑中一种极为重要的材料。

4. 金属材料。在道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。

5. 木材。由于木材资源的宝贵，目前在桥梁建筑上木材只用作拱架或混凝土模板，除林区外，较少直接用作修筑桥涵。

现代材料科学的发展，这些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。

本课程的任务在使初学者了解上述一些道路与桥梁建筑常用材料的技术性能以及检验方法；各种材料的内部组成结构对其技术性能之间的关系；产源（天然材料）或加工工艺（人造材料）对其性能的影响；各种材料以及在技术性能方面存在的问题和改善途径；此外，也要注意合理选用和保管、运输等问题。

本课程是一门基础技术课，它与物理、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，同时它是学习路面工程、桥梁工程专业课的基础。

二、道路建筑材料在道路与桥梁结构物中的作用及其应具备的性质

材料是工程结构物的物质基础。材料质量的优劣以及配制是否合理，选用是否适当等等，均直接影响结构物的质量。

在道路与桥梁结构物的修建费用中，用于材料的费用约达30~50%，某些重要工程甚至可达70~80%。所以节约工程投资，降低工程造价，认真合理地选配和应用材料具有很大的潜力。

道路与桥梁工程实现新设计、新技术、新工艺，而新材料亦为其中重要一环。许多新型先进设计，由于材料一关未能突破，因而长期未能实现。某些新材料的出现，又推动新技术的发展。所以道路建筑材料的研究，是道路与桥梁技术发展的重要基础。

道路与桥梁工程都是一种承受频繁交通瞬时动荷载的反复作用的结构物，同时又是一种无遮盖而裸露于大自然界的结构物。它不仅受到交通车辆施加的极其复杂的力系的作用，同时又受到各种复杂的自然因素的恶劣影响。所以用于修筑道路与桥梁结构物的材料，不仅需要具有抵抗复杂应力复合作用下的综合力学强度性能，同时还要保证在各种自然因素的长时期恶劣影响下综合力学强度不发生明显的衰减，这就是所谓持久稳定性。

为保证道路与桥梁建筑用建筑材料的综合力学强度和稳定性，还常要求建筑材料具备下列四个方面的性质：

1. 力学性质。力学性质就是材料抵抗车辆荷载复杂力系综合作用的性能。目前主要是测定材料各种静态强度，如抗压、拉、弯、剪等强度，或者某些特殊设计的经验指标，如磨损、冲击等。或者假定各种材料强度之间存在一定关系，以抗压强度作为基准，在材料试验时仅测定其抗压强度（标号），然后折算为其他强度。

2. 物理性质。材料的力学强度随其环境条件而改变，影响材料力学性质的物理因素主要是温度和湿度。

道路材料在温度升高或含水率增加时强度即显著降低。通常用热稳性与水稳性等来表征其强度变化的程度。优良的材料应该随着环境条件的变化强度变化较小。

此外，通常还要测定一些物理常数，如比重、容重、孔隙率等。这些物理常数是材料内部组成结构的反映，同时亦和力学性质存在一定的关系，可以用以推断力学性质。

3. 化学性质。化学性质就是材料抵抗各种周围环境对其化学作用的能力。道路与桥梁用材料除了由于周围介质（如桥墩在工业污水中）或者其他侵蚀作用外，通常受到大气因素，日光中紫外线，空气中的氧及水的综合作用，引起“陈化”。特别是沥青或各种有机材料更为显著。

4. 工艺性质。工艺性质就是材料适于按照一定工艺流程加工的性能。例如水泥混凝土在成型以前要求有一定的流动性，以便制作成一定形状的梁，但是加工工艺不同，要求的流动性亦不同。

建筑材料这四方面性能是互相联系，互相制约的。在研究材料性能时，往往要把这几个方面联系在一起统一考虑。

三、道路与桥梁用材料技术性能检验的一般方法

道路与桥梁建筑用材料应具备的性能已如前述，对于这些性能的检验，必须通过适当的测试手段来进行。检定供作道路与桥梁用材料在实际结构物中的性质，通常可采用实验室内检定、实验室内作成试验路面检定以及现场修筑试验路面检定等方法。而本课程主要着重于试验室内对原材料性能的检定。

室内材料试验包括下列内容：

1. 物理性质试验。测定道路桥梁用材料的物理常数，除了是为提供材料组成设计时用的

一些原始资料外，同时因为物理常数是材料内部组成结构的反映，所以通过物理常数测定往往可以间接推断材料的力学性能。

目前测定物理常数的方法除了一般常规的方法外，随着基础科学的发展，各测量新技术在道路材料检验上的应用已渐趋普遍。例如采用放射性同位素或超声波方法测定各种材料的密度、容重、孔隙率等。

2. 力学性质试验。目前建筑材料的力学性质，主要是采用各种试验机测定其静态力学性能，如压、拉、弯、剪等等。

随着基础科学的发展，使得测定材料真实性能，考虑到道路建筑材料在不同温度与不同荷载作用时间条件下动态的弹-粘-塑性能。这样用以描述材料的真实性能。例如沥青混合料在不同温度与不同作用时间条件下的动态劲度；以及采用特殊设备或动态三轴仪来测定在复杂应力作用下考虑不同频率和间歇时间的沥青混合料疲劳强度；使材料的力学性质与其在路上的实际状态较为接近，也对现代考虑粘性的路面设计方法提供一定的数据。

3. 化学性质试验。对于材料化学性质的试验，通常只作材料元素的分析。但是由于材料（特别是有机材料）同分异构的特征，遂而进一步发展为“化学组分”的分析，这样可以了解到组成材料的化学结构单元的性质以及它们在材料中的含量。

随着《物理-化学》和《化学-物理》科学的出现，以及近代观测仪器发展，例如 X 光衍射技术、电子显微镜在材料科学研究中的应用，这就深入到材料微观结构的研究，使得人们能够应用微观组织结构来解释材料的物理性质以及力学性质。特别是《理化-力学》这一崭新科学的出现，又将材料的微观组织结构与力学性质直接联系起来。

4. 工艺性质试验。现行工艺试验主要是应用一些经验的指标与工艺要求联系起来，尚缺乏科学理论的分析。随着流变学等的发展，许多材料工艺性质的试验按照流变学理论来进行分析提出不同的方法，例如沥青混合料的摊铺性质采用流动性系数等指标来控制。对于这方面的发展可说是日新月异。

四、道路建筑材料质量的标准化和国家标准与技术规范

应用于道路与桥梁建筑的材料及其制品都必须具备一定的技术性质，以适应道路结构物不同建筑结构与施工条件的要求。这些要求由国家标准和有关的技术规范提出一定技术指标加以规定，在道路设计与建筑过程中我们即按这些指标来评断道路材料的质量。

为着保证建筑材料的质量，我国对各种材料制定了专门的技术标准。目前我国建筑材料技术标准有：国家标准和有关部标准两种。国家标准用汉语拼音“国标”两字的第一个字母表示为“GB”。国标由有关科学研究机关起草、由有关主管部提出，最后由国家计量局发布，并确定实施日期。在国标代号中，除注明国标外，并写明编号和批准年份。例如“硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥国家标准”（GB175-77），由建筑材料科学研究院起草，国家建筑材料工业总局提出，由国家计量局发布，1979年7月1日起实施。

其次各种建筑材料，各有关部还有部颁标准，例如道路建筑用筑路石料有交通部批准的标准为“交通”（JT）；金属材料有冶金工业部批准的“冶标”（YB）；木材的标准有林业部批准的“林标”（LB）；沥青材料有石油工业部批准的标准“石油”（SY）等等。

为方便研究国外材料科学发展情况，现将国外与材料科学有关的工业技术标准列于表 0-1，仅供参考。

国外国家标准略号

表0-1

标准名称	标准略号	制定单位
国际标准	ISO	国际标准化组织
美国材料试验协会标准	ASTM	美国材料试验协会
全苏国家标准	ГОСТ	苏联国家标准制定部
日本工业标准	JIS	日本工业标准协会
德意志工业标准	DIN	德意志工业标准协会
英国标准	BS	英国标准协会
法国标准	NF	法国标准协会

五、试验结果数据整理与国际单位制

(一) 试验结果整理

1. 试验精度表示方法

由于仪器精度或观测者感觉器官而引起的忽然误差，可以采用一定方式来表示其精确程度最常用精确度表示方法有：

1) 平均误差

$$\theta = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n} \quad (1)$$

式中： x_i ——平行试验观测值；

\bar{x} ——算术平均值，由下式求得：

算术平均值

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (1')$$

其中： x_1, x_2, \dots, x_n ——平行试验观测值；

n ——试验次数。

2) 均方差

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (2)$$

式中： x_i, \bar{x}, n ——意义同前。

3) 变异系数

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100, \% \quad (3)$$

〔例〕 有水泥混凝土试件一组，经规定龄期养生后抗压试验结果如下：

抗压强度：21.70、21.40、19.90、20.40、18.36、17.86兆帕，求其最大值与最小值的差，平均误差，均方差以及变异系数。

〔解〕 平均值 $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{1}{6} (21.70 + 21.40 + 19.90 + 20.40 + 18.36 + 17.86)$

= 19.94兆帕

最大值与最小值之差 $d = 3.84$ 兆帕

$$\text{平均偏差 } \theta = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n} = \frac{1}{6} (|21.70 - 19.94| + |21.40 - 19.94| + |19.90 - 19.94| + |20.40 - 19.94| + |18.36 - 19.94| + |17.86 - 19.94|) = 1.23$$

$$\begin{aligned} \text{均方差 } \sigma &= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n} - \bar{x}^2} \\ &= \sqrt{\frac{1}{6} (21.70^2 + 21.40^2 + 19.90^2 + 20.40^2 + 18.36^2 + 17.86^2) - 19.94^2} \\ &= 2.28 \end{aligned}$$

$$\text{变异系数 } C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 = \frac{2.28}{19.94} \times 100 = 11.43\%$$

2. 试验数字修约

试验结果数字修约，应根据国家计量局的有关“数字修约规定”。对于建筑材料试验数据，在精度范围之外的数字，应按下列规定取舍：

1) 所拟舍去的数字中，其左面的第一个数小于5时，则舍去；大于5时，则进1；等于5而后面的数字并非全部为0时，则进1；等于5而后面的数字全部为0时，所保留的数字末位如为奇数，则进1；如为偶数则不进（“0”以偶数论）。例如，下数精确至小数点后一位：

道路建筑材料有关的国际单位制(SI)基本单位和导出单位

表0-2

量	国际制单位				附注
	名称	代号			
		中文	国际		
基本单位	长度	米	米	m	1米为氪-86原子的 $2P_{1/2}$ 和 $5d_5$ 能级之间跃迁所对应的幅射在真空中波长的 $1,650,763.73$ 倍
	质量	千克(公斤)	千克(公斤)	kg	1千克为国际计量局保存的铂铱合金“国际千克原器”的质量
	时间	秒	秒	s	1秒是铯-133原子基态的两个超精细能级之间跃迁所对应的幅射周期的 $9,192,631,770$ 个周期的持续时间
导出单位	面积	平方米	米 ²	m ²	
	体积	立方米	米 ³	m ³	
	密度	千克每立方米	千克/米 ³	kg/m ³	
	速度	米每秒	米/秒	m/s	
	加速度	米每秒平方	米/秒 ²	m/s ²	
专门名称的导出单位	力	牛顿	牛	N	即米·千克·秒 ⁻² (m·kg·s ⁻²)
	应力	帕斯卡	帕	Pa	即牛/米 ² (N/m ²)或米 ⁻¹ ·千克·秒 ⁻² (m ⁻¹ ·kg·s ⁻²)
	功	焦耳	焦	J	即牛·米(N·m)或米 ² ·千克·秒 ⁻² (m ² ·kg·s ⁻²)
	粘度	帕斯卡秒	帕·米	Pa·s	即米 ⁻¹ ·千克·秒 ⁻¹ (m ⁻¹ ·kg·s ⁻¹)
	表面张力	牛顿每米	牛/米	N/m	即千克·秒 ⁻² (kg·s ⁻²)

0.05修约为0.0; 0.15修约为0.2; 0.25修约为0.2; 0.45修约为0.4。

2)不得进行连续修约,例如:将15.4546修约为整数,15.4546→15.455→15.46→15.5→16(不对的做法);15.4546→15(对的做法)。

3.凡标准中规定有界限数值时,不允许采用数字修约的方法。

例如:比重试验值与其测定值(两次试验结果的算术平均值)之差不应大于0.01;即最大差数只能是0.01,而不能为0.011。

(二)国际单位制

国际单位制,是1960年第十一届国际计量大会通过的,其国际代号为SI,我国简称为国际制。

现将与本教材内容有关的国际制的基本单位和导出单位的符号、意义列于表0-2。

本教材中有关量的单位,采用国际制与米制并行的方式,米制注于括号内以供与现行规范参照。

我国现行采用米制单位,在道路材料试验中,力的单位为公斤(kg)或千克力(kgf),是使1千克(kg)质量产生9.80665米/秒²加速度的力;在国际单位制中,力的单位采用牛顿(Newton简称N),是使1千克(kg)质量产生1米/秒²加速度的力。按SI制应力单位为牛顿/平方米(N/m²),其常用导出单位有千牛/平方米(kN/m²)和兆牛/平方米(MN/m²)等,其余类推。国际制与米制换算单位参见表0-3。

本教材有关的国际制与米制的换算表

表0-3

量	国 际 制		米 制	
力	N (牛)		kgf	
	1 9.80665		0.101972 1	
应 力	Pa (帕)	MPa (兆帕)	kgf/mm ² (千克力/毫米 ²)	kgf/cm ² (千克力/厘米 ²)
	1	1 × 10 ⁻⁶	1.01972 × 10 ⁻⁷	1.01972 × 10 ⁻⁶
	1 × 10 ⁶	1	1.01972 × 10 ⁻¹	1.01972 × 10
	9.80665 × 10 ⁶ 9.80665 × 10 ⁴	9.80665 9.80665 × 10 ⁻²	1 1 × 10 ⁻²	1 × 10 ² 1
功	J (焦耳)		kgf·m	
	1 9.80665		0.10197 1	
粘 度	Pa·s (帕·秒)		cP (厘泊)	P (泊)
	1		1 × 10 ³	1 × 10
	1 × 10 ⁻³ 1 × 10 ⁻¹		1 1 × 10 ³	1 × 10 ⁻² 1
动 粘 度	m ² /s (米 ² /秒)		ost (厘沲)	st (沲)
	1		1 × 10 ²	1 × 10 ⁴
	1 × 10 ⁻⁶ 1 × 10 ⁻⁴		1 1 × 10 ²	1 × 10 ⁻² 1

注: 1P = 1dyn·s/cm² = 1g/cm·s

1Pa·s = 1N·s/m²

1st = 1cm²/s

第一章 砂石材料

第一节 路用岩石的技术特征及其在道路工程中的适用性

天然石料是地壳上的岩石经自然风化而成不同粗度的松散状态的粒料（如砂、砾、漂石），或从大块岩石经加工而成不同尺寸与形状的块状石料（如碎石、块石、条石等）。

道路建筑用天然石料的岩石按其成因可分为：

岩浆岩	大块岩	深成的：花岗岩、正长岩、闪长岩、辉长岩
		喷出的：斑岩、辉绿岩、玄武岩、安山岩、粗面岩
岩浆岩	碎片岩	散粒的：火山灰、浮石
		胶结的：火山凝灰岩
沉积岩	化学沉积	石膏、白云岩、菱铁矿
	有机组成	石灰岩、白垩、贝壳岩、硅藻土
	机械沉积	散粒的：粘土、砂、砾石 胶结的：砂岩、砾岩、角砾岩
变质岩	岩浆岩变质岩	片麻岩
	沉积岩变质岩	石英岩、大理岩、页岩

岩石是由一种或数种矿物所组成的集合体，而造岩矿物又是由各种元素的化合物所组成。道路建筑用的各种天然石料的物理力学性质，很大程度上决定于岩石的矿物成分，以及它们在岩石中的结构和构造。造岩矿物的性质决定了石料的质量、技术性质、工艺性质以及在道路建筑上的适用性。

一、路用主要岩石的造岩矿物技术特征

(一) 岩浆岩组

1. 石英。石英的化学成分为二氧化硅（ SiO_2 ），它分为晶质与非晶质两种结构。颜色由白色至烟灰色，有时少数呈红色。石英在自然界中分布很广，含有石英的岩石有：砂岩、石英岩、花岗岩及其他岩浆岩与变质岩。石英比重为 2.8，硬度很高（摩氏硬度为 7）并具有高的抗压强度（ $R_{\text{压}}$ 可达 10,000 公斤/厘米²）和抗风化能力，所以含有石英颗粒的岩石往往具有高的力学强度和耐磨硬度，同时对大气稳定性好。但是岩石中石英含量过多时，会使石料韧度降低（即脆性增加），这样在汽车动荷载的作用下易产生裂缝。

2. 长石。长石的化学成分是铝硅酸盐与钾、钠或钙的化合物。故分为：正长石（ $\text{K}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{SiO}_2$ ）、斜长石（ $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{SiO}_2$ 或 $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{SiO}_2$ ）。含有正长石的岩石有：花岗岩、正、长石石英斑岩、粗面岩等。含有斜长石的岩石有：闪长岩、玢岩、辉绿岩、安山岩、玄武岩等。长石比重为 2.55~2.60，硬度等级为 6，抗压强度为 1200~1700 公斤/厘米²，因此含有长石的岩石亦具有高的力学强度与耐磨硬度。但其大气稳定性较差，易风化为高岭土（ $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ），故岩石中含斜长石较多时耐久性较差。

3. 云母。云母的化学成分是铝硅酸盐，它分为钾云母（白云母）与镁铁云母（黑云母）。

白云母透明几乎无色，化学稳定性好；黑云母色黑易风化。云母系由有光泽的叶片或鳞片组成的薄片状构造，均具有完全解理。云母的比重为2.8、硬度为2.5。在许多岩浆岩和变质岩中都含有云母。云母是花岗岩的主要成分。某些沉积岩也含有云母。石料中含有大量云母时，使石料具有层理，且降低其力学性质与大气稳定性。加工时表面不易磨光。

4.角闪石、辉石、橄榄石。它们的化学成分为铁、镁硅酸盐类，颜色一般呈暗绿色至黑色，比重3~4、硬度6~7、许多岩浆岩均含有角闪石与辉石。含有这类矿物成分的岩石具有较大的容重和高的力学强度，特别是高的韧度，同时气候稳定性亦很好，但加工困难性亦随之增加。

(二)沉积岩组

1.方解石。方解石是晶状的碳酸钙(CaCO_3)。纯方解石为无色，当含有粘土或其它物质时则具有淡黄色、灰色或其他颜色。这种矿物的特点是完全解理的，强度中等，硬度不大(硬度等级为3)，比重2.6，遇稀盐酸产生泡沫，是沉积岩中相当普遍的造岩矿物，也是石灰岩的主要成分，亦能将石英颗粒胶结成石灰质砂岩。

2.白云石。白云石是镁和钙的碳酸盐($\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$)，其颜色、特性与方解石有许多相似之处，但硬度与比重较大，硬度等级为3.5~4.5，比重为2.8。白云石只有在加热的盐酸中或在粉末状态时才会产生泡沫。白云石矿物是白云石的主要成分。

二、路用岩石技术特征及适用性

(一)岩浆岩组

1.花岗岩。花岗岩是由石英(20~40%)、长石(40~60%)及云母或普通角闪石(5~20%)所组成。花岗岩一般含有白云母或黑云母，有时既含有白云母亦含有黑云母。花岗岩可分为：白云母花岗岩、黑云母花岗岩、二云母花岗岩与角闪花岗岩。不含云母或角闪石的花岗岩称为白岗岩。

花岗岩的颜色由长石及有色矿物(云母、角闪石)的颜色而定，有灰色、深灰色、淡红色、粉红色的。花岗岩为块状构造、粒状结构。平行六面体结构或块状节理；产状为岩基或其他形状。

按矿物颗粒粗度分为：细粒花岗岩(颗粒尺寸小于2毫米)；中粒花岗岩(2~5毫米)；粗粒花岗岩(大于5毫米)。此外，斑状结构的粗粒花岗岩称为伟晶花岗岩。产状一般为岩脉。当有色矿物在花岗岩中成层状分布时称为花岗片麻岩。

花岗岩组织均匀密致，故比重较大(平均值约2.61~2.75)、孔隙率(0.4~1.0%)和饱水率(0.15~0.5%)均小，力学强度随着石英颗粒含量及其在岩石中相互排列和结晶程度而变化。石英颗粒直接互相排列愈紧密时强度与抗风化能力愈高。一般抗压强度较高，在118~245兆帕(1200~2500公斤/厘米²)，耐磨性好(双筒式试验机磨耗率2~5%)。花岗岩力学强度与颗粒结构有关，细粒花岗岩较之中粒与粗粒或斑状结构者为高。此外，花岗岩中云母含量增加或含有黄铁矿均会降低其力学强度。

花岗岩由于具有较高的技术性质(力学强度高，耐冻性与抗风化能力都很强)，所以在道路工程中广泛地运用。在桥梁工程中常用作砌筑墩台或作水泥混凝土骨料；在路面工程中可直接作铺砌块料或轧制成碎石铺筑。但作为黑色路面的材料时，与石油沥青粘附力较差(而与焦油沥青粘着力较佳)。

花岗岩分布地区极广，几乎全国各地都有。最著名的有：山东、陕西、浙江、安徽、吉

林等省。上海地区所用花岗石俗称苏石，产于苏州。

2. 正长岩、闪长岩、辉长岩。正长岩是由长石、云母或普通角石所组成，它与花岗岩的区别，在于不含石英。正长岩的颜色多呈微红色与灰色。

正长岩一般比重为2.8，容重为2.7克/厘米³，极限抗压强度达98~196兆帕（1000~2000公斤/厘米²），双筒式磨耗机磨耗率不超过5%，它与花岗岩同样具有良好的物理力学性质，在道路工程中得到广泛的应用。正长岩由于不含石英，故其韧性较花岗岩好，同时也较易加工、研磨。

闪长岩是由酸性斜长石及普通角闪石，辉石组成的。它与花岗岩不同之处，在于含石英很少，与正长岩不同之处在于含长石较少，而含暗色矿物较多。

闪长岩是暗绿色、粒状结晶结构，密致的块状构造，有很高的力学强度与抵抗风化的能力。闪长岩比重为2.85~3.20，容重为2.8~3.0克/厘米³，孔隙率为0.25~1.25%，而吸水率为0.1~0.5%，其极限抗压强度为147~274兆帕（1500~2800公斤/厘米²），双筒式磨耗机的磨耗率2~3%。闪长岩可以轧制为碎石或各种块石与镶面石等，由于闪长岩的力学强度高，故很难开采与加工。

辉长岩是由基性长石（50%以上）、普通辉石组成，呈暗绿色、褐绿色与橄榄色。

辉长岩具有很大的力学强度与抗风化能力，其中所含长石越少，其细粒构造愈多，则抗风化能力愈强。辉长岩比重为2.8~3.2，吸水率为0.5%，极限抗压强度98~247兆帕（1000~2800公斤/厘米²）。

辉长岩和闪长岩一样，广泛应用于道路工程中，闪长岩轧制的碎石具有粗糙面，在碾压时能很好地被压实。

正长岩、闪长岩、辉长岩在我国分布都很广，如河南、山东、江苏、湖北、四川等地均有出产。

3. 辉绿岩。辉绿岩由基性斜长石与普通辉石组成，有时含有橄欖石，普通辉石和其他矿物。辉绿岩呈深灰色而有时呈浅褐色，具有针状结构，不平整的断面。

辉绿岩的比重为2.9~3.1，容重为2.85~3.05克/厘米³，孔隙率为0.5~0.8%，吸水率为0.1~0.4%。力学强度很高，其极限抗压强度为196~294兆帕（2000~3000公斤/厘米²），磨耗率不超过3%。

由于辉绿岩的技术性质很高，所以它适用于各种道路工程中，可以制成拳石、条石、各种石板及不同粒径的碎石。但是，由于它具有相当高的力学强度，所以开采轧制较困难，在轧制成碎石时，不易轧碎，同时在碾压时的压实性不好。辉绿岩具有良好的细磨加工性，所以是很好的装饰材料。如作为路面铺砌材料，车辆磨耗后产生光滑性，这就限制了它的适用性。

辉绿岩在我国浙江、山东等处均有出产。

4. 玄武岩。玄武岩是一种基性喷出岩，它是由斜长石与普通辉石组成的，有时由橄欖岩与火山玻璃组成。它的特点是暗灰色，多半是黑色，隐晶结构，密致构造，柱状或球状节理。

玄武岩物理力学性质与辉绿岩相似，比重为3.3，容重为3.0克/厘米³，吸水率0.5%以下，极限抗压强度为294~392兆帕（3000~4000公斤/厘米²）以上，并具有耐冻性与足够的抗风化能力。

玄武岩具有高力学强度，在道路工程中常采用作块石、拳石、条石等铺砌块料，它与有

机结合料（沥青）具有良好的粘结力，所以将其轧制碎石作为黑色路面亦很合适。但其作为道路建筑材料的主要缺点在于开采与轧制困难，又较易磨光。由于它较易磨光，所以用玄武岩制成的条石与拳石铺砌路面会变得光滑。

玄武岩在我国分布极广，各地区均有出产。

5. 安山岩。安山岩亦为喷出岩，其成分和性质与玄武岩相近。所不同之处在于它呈浅灰色与深灰色，其中长石一般为斑状。

安山岩比重为2.65~2.75，极限抗压强度为118~294兆帕（1200~2000公斤/厘米²），虽较玄武岩为低，但可用作修筑路面面层及基层。

安山岩在我国河北、山西、河南及西北诸省均有出产。

6. 流纹岩、粗面岩及斑岩。这些岩石的特点是具有隐晶质斑状结构和玻璃状结构，所以具有很大的脆性。与粒晶深成岩比较起来，它具有某些不良的技术特性，因此，在道路工程中，采用不如粒晶深成岩那么广泛。可将它们用作交通密度不大的地方性道路路面，或作为其他道路的路面基层及加固工程等。玻晶岩碎石的主要缺点是碾压性能很好和易受磨损。

粗面岩和某些玄武岩与安山岩相似，具有多孔性构造，因此易碾压和很少被磨光（磨损虽较大，但磨后仍为粗糙表面）。

（二）沉积岩组

1. 石灰岩。纯石灰岩绝大部分是由碳酸钙所组成，呈白色，而在自然界中所得者往往呈深灰色与灰色。因含有氧化硅、氧化镁与氧化铁、粘土、有机质贝壳碎片等，因其成分与含量不同，故成不同颜色。如含有粘土与氧化铁的石灰石呈灰色、淡红色与玫红色，而含有有机碳物的石灰岩则呈暗灰色或黑色。

按化合物的成分和数量分为：硅质的、铁质的、泥质的、介壳的石灰岩等。按照结构可分为粒晶的、密致隐晶的、介壳的石灰岩。其构造多成层状、多孔状、土状或白垩状。

石灰岩的物理力学性质随其结构、构造及混合物成分与含量变化范围很大，比重1.6~2.8，容重1.5~2.6克/厘米³。孔隙率2~40%。由于以上特点，力学性质变化范围亦很大。例如，鲕状石灰岩强度4.9~29.4兆帕（50~300公斤/厘米²），但泥质石灰岩可达24~49兆帕（250~500公斤/厘米²），致密的板状石灰岩则可达78兆帕（800公斤/厘米²）以上，硅质石灰岩与大理岩状的结晶石灰岩甚至可达98~196兆帕（1000~2000公斤/厘米²）。所以，密实硅质的与大理岩状的石灰岩具有最高力学强度与耐冻性，而泥状，白垩状，鲕状，介壳状与薄板状石灰岩强度与耐冻性均差。

硅质石灰岩虽有高的力学性质与抗风化能力，但脆性较大，且易平滑劈开，这样也限制了它在道路工程中的应用范围。硅质石灰岩的碎石用来修筑碎石路面的基层，以及改善土路均适合，但是在硅质石灰岩制成的碎石中如不掺入结合料，则在路面中不易压实。硅质石灰岩制成的石料用于加固工程与其他附属工程是很合适的。

密实厚板状石灰岩制成的碎石，可用来修筑各式基层及面层。这种石灰岩制成的块石，可以用来修筑路缘与用于各种加固工程。

泥状石灰岩与泥灰石灰岩，因其为土状结构，吸水率高，耐冻性差，当用结合料处治时可用作为路面基层，而在干旱地区可以用其修筑地方性道路的路面。

鲕状石灰岩由于碳酸钙成球形颗粒结构，孔隙率大，所以力学强度与抗风化的能力均很差。在道路工程中，特别是交通密度较大的道路中使用应加以限制。这种岩石可用来修筑路面基层，而用结合料处治后则可用于交通量不大的地方道路路面。介壳石灰岩及其他软质石