

公路工程
基本知识

筑路材料

人民交通出版社

5314
86492

5314
86492

公路工程基本知识

筑 路 材 料

《筑路材料》编写小组

人 民 交 通 出 版 社

1974年 北京

内 容 提 要

本书主要介绍最常用的砂石、沥青、石灰、混凝土、砂浆、工业废料、金属、木材以及爆破材料的基本技术性能，并对使用中应注意的问题做了简要的说明，可供具有初中或高小文化水平的筑路工人和干部学习、掌握筑路材料的技术知识时参考。

公路工程基本知识 筑 路 材 料

《筑路材料》编写小组

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二厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张：3.25 字数：68 千

1974年11月第1版

1974年11月第1版第1次印刷

印数：0001—34,000册 定价（科二）：0.24元

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

路线是个纲，纲举目张。

100-39-7

出 版 说 明

为了适应公路建设事业蓬勃发展的需要，我们计划在出版《公路养护工人丛书》、《公路施工工人丛书》、《公路桥涵工人丛书》的同时，也陆续出版一套《公路工程基本知识》类图书，供具有初中或高小文化程度的公路工程工人、干部学习技术知识时参考。

这套技术图书计划分为：《公路路线》、《公路路基》、《公路路面》、《公路桥梁》、《双曲拱桥》、《筑路材料》、《公路土壤》、《公路工程地质》、《公路钻探》等若干分册出版。

这本《筑路材料》基本知识，主要介绍最常用的砂石、沥青、石灰、水泥、混凝土、砂浆、工业废料、金属、木材以及爆破材料的基本技术性能，并对使用中应注意的问题作了简要的说明。

由于我们水平所限，工作经验不多，实际情况了解不够，对这套图书的选题等工作还会存在不少缺点，希望广大革命读者提出宝贵意见，迳寄北京和平里人民交通出版社，以便调整充实，逐步提高。

前 言

在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国社会主义建设事业蒸蒸日上，形势一派大好。从事公路建设的广大工人同志们，为了在“抓革命，促生产，促工作，促战备”中做出更大贡献，迫切要求尽快掌握本专业的技术知识。我们本着向工农兵学习，为工农兵服务的精神，听取了工人与有实践经验同志们的意见，在上海城市建设局、浙江省交通局等单位的大力支持下，编写了这本小册子，供具有初中或高小文化程度的工人和干部学习、掌握筑路材料基本知识时参考。由于我们水平所限，调查研究和征求意见还不够广泛，书中一定会有不少缺点和错误，热诚地希望读者提出宝贵意见。

《筑路材料》编写小组

1973年8月

目 录

第一章 砂、石材料	1
第一节 石料的技术性质	1
第二节 砂、砾的技术性质	5
第三节 路面和桥梁所用石料的制品和规格	7
第二章 石灰和水泥	9
第一节 石灰	10
第二节 水泥	12
第三章 混凝土和砂浆	19
第一节 混凝土	19
第二节 砂浆	42
第四章 工业废料	45
第一节 高炉矿渣、钢渣、煤渣等在公路 工程中的应用	46
第二节 电石渣、漂白粉渣、红粉、水淬渣、 粉煤灰等具有活性的材料	47
第三节 二渣和三渣、湿碾矿渣混凝土的结 硬和应用	49
第五章 沥青材料	50
第一节 石油沥青	51
第二节 道路渣油	58
第三节 煤沥青	65
第六章 建筑木材	67
第一节 建筑木材的技术性质	67

第二节 木材制品和材积计算.....	74
第七章 金属材料.....	76
第一节 钢的技术性能和技术分类.....	76
第二节 桥梁建筑用钢材的主要制品.....	80
第八章 爆破材料.....	84
第一节 爆破材料的分类、性能与使用.....	84
第二节 爆破材料的运输与保管.....	87
术语解释.....	90
本书所用名称代号表.....	93

第一章 砂、石材料

在公路工程中，砂、石是应用最广泛的材料。我国土地辽阔，各地都盛产砂、石材料。因此，为了充分利用这一丰富自然资源，多、快、好、省地建设公路、桥梁，大力发展社会主义交通运输事业，这就需要了解、掌握它们的技术性能，以达到合理选用的目的。

第一节 石料的技术性质

石料究竟有多少种，岩石学根据岩石的成因把它们分为三大类：

岩浆岩——地球深处的岩浆流到地面冷却凝结而成的，又叫做火成岩，如花岗岩、玄武岩等；

沉积岩——岩石经风化作用破坏后再经沉积而成的岩石，又叫做水成岩，如石灰岩、砂岩等都属于此类；

变质岩——火成岩或沉积岩受到地壳变动或熔融岩浆的高温高压作用变质而成的。我国变质岩主要有大理石、石英岩、片麻岩等。

应用于公路与桥梁上的天然石料，必须具有一定的技术性质，以满足结构和施工的要求。

一、天然石料性质的鉴定

鉴定天然石料的技术性质的目的，在于评价其质量以确定适用范围。通常对天然石料的鉴定有下列一些指标：

1. 比重

干燥、密实（不包括孔隙）的石料的单位体积重量，为简便起见，通常用希腊文 γ 表示。各种石料的比重都很相

近，大多数在 2.65~2.75 之间。

石料比重试验方法

将石料试样用碎石机轧碎，用研钵研成可以通过 0.25 毫米筛孔的细粉，然后在 105~110°C 烘箱中烘干，称其重量（用英文字母 G 表示）。试样的体积（用英文字母 V 表示）可用测定石料专用的比重瓶测定。

石料比重 γ 按下式计算：

$$\gamma = \frac{G}{V} \text{—克/立方厘米}$$

式中： γ ——石料的比重，克/立方厘米；

G ——干燥石粉的重量，克；

V ——干燥石粉的实体积，立方厘米。

2. 容重

包括孔隙在内的干燥石料的单位体积重量，简称为单位重，通常用希文 γ_0 表示。石料的主要技术性质常取决于其容重的大小、强度与耐久性一般与容重成正比。

石料容重 γ_0 按下式计算：

$$\gamma_0 = \frac{G}{V_0} \text{—克/立方厘米}$$

式中： γ_0 ——石料的容重，克/立方厘米，在实际应用中容重单位常以公斤/立方米计。

3. 孔隙率

石料体积内的孔隙占总体积的百分率，称为孔隙率。孔隙率也是石料的重要的技术指标，石料孔隙率愈高，则容重愈小，抗压强度一般也较低。

4. 吸水率

石料吸水的重量与石料干燥重量的百分率，称为吸水率，通常用英文字母 W 表示。石料吸水率的大小，决定于石料的

孔隙的数量、大小和分布情况。一般说来 孔隙率愈大吸水率愈大，但也要看孔隙是封闭的还是粗大开口的或细小开口的，如为粗大开口的，水分不易存留，若为细小开口则水分易存留。石料吸水率可按下式计算：

$$W = \frac{G_{\text{湿}} - G_{\text{干}}}{G_{\text{干}}} \times 100\%$$

式中：W——石料的吸水率，%；

$G_{\text{湿}}$ ——石料吸水以后的重量，克；

$G_{\text{干}}$ ——石料干燥时的重量，克。

5. 抗压强度

将石料制做成标准的试件，经吸水饱和后，在单向受压的状态下，在单位面积上抵抗破坏的极限抗力称为石料抗压强度。

抗压强度表示的方法：

$$R = \frac{P_{\text{破坏}}}{F} \text{ 公斤/平方厘米}$$

式中：R——石料的抗压强度，公斤/平方厘米；

P——石料试件破坏时所加的极限荷重，公斤；

F——石料试件的受压面积，平方厘米。

二、几种常用天然石料的特性

1. 花岗岩

这种岩石分布很广，几乎各地都有。花岗岩的颜色一般为淡灰、淡红或微黄色。由于它的结构致密，所以比重大，约为2.7；容重也大，约为2.6克/立方厘米；抗压强度大致在1,000~1,800公斤/平方厘米之间；孔隙率和吸水率都小，因而抗风化，耐冻性也好。所以花岗岩是一种良好的建筑材料。

2. 玄武岩

颜色较深，玻璃状结构；脆性大、硬度高，容重大，耐风化；抗压强度变化范围较大，大致在1,000~5,000公斤/平方厘米之间。

3. 石灰岩

在沉积岩中，石灰岩是最常见的一种岩石。纯石灰岩绝大部分是由碳酸钙组成，在自然界呈深灰色或灰色，如果用盐酸滴在上面就会起泡，这是鉴定石灰岩的一个方法。

石灰岩的技术性质也随着它的成分、结构不同而有很大的变化。比重变化在1.6~2.8之间，容重为1.5~2.6克/立方厘米，孔隙率变化范围也很大，因此石灰岩的抗压强度低的仅有50公斤/平方厘米左右，高的可达1,000~1,500公斤/平方厘米，其抗风化能力及耐冻性也随之而不同，在选用石料时应该注意。

4. 砂岩

砂岩大多数是各种天然胶结物将石英颗粒胶结而成。砂岩的物理、力学性质取决于其矿物成分和石英颗粒的大小。其抗压强度为400~1,400公斤/平方厘米之间。

5. 片麻岩

片麻岩是由花岗岩变质而成，其矿物成分与花岗岩相近，不同之处在于片麻岩是板状结构或条状结构。因此，垂直于片理的抗压强度比较高，大致在1,500公斤/平方厘米左右，而平行于片理的抗压强度却很低，沿片理易于开采和加工，但在冻融交替作用下易成层剥落。

6. 石英岩

石英岩是由石英砂岩变质而成。变质后成为坚密均匀的结晶体，石英岩的强度很高，可达3,000公斤/平方厘米以上，硬度也大，耐冻性与抗风化能力强，但难于加工。

上面所讲的只是几种常用的天然石料，我们在实际工程

中会遇到各种各样的石料，应本着就地取材的原则，尽量采用沿线的石料，但在修筑桥梁或等级高的路面时，应对石料的技术性质进行测定。砌筑桥梁墩台或拱桥时常采用强度高耐风化的花岗岩或品质较好的砂岩及石灰岩等，各种石料可根据其强度等指标做为路面碎石或混凝土骨料，在修筑黑色路面时，花岗岩与石油沥青粘附性不好，石灰石与石油沥青粘附性好，是黑色路面理想的骨料。

第二节 砂、砾的技术性质

砂、砾石（卵石）都是岩石风化而成，不过只是颗粒粒径大小不同。凡是粒径在 0.15~5 毫米的，称为砂。粒径为 5~150 毫米的称为砾石（卵石）。它们都依其产源分为山砂（砾）、河砂（砾）及海砂（砾）。砂、砾都是在公路工程中广泛使用的材料，砂可以做为混凝土的细骨料，或做成砂浆砌筑桥台、挡土墙等建筑物。

砂的主要技术性质主要有以下几项：

1. 容重

砂和砾石是岩石经天然风化而成的松散材料，除材料颗粒本身有孔隙外，各颗粒之间还存在空隙。所以砂、砾的（包括孔隙和空隙在内）容重是干燥、松散的砂砾材料的单位体积重量，也称为松容重。如果砂中石英颗粒含量多，级配又好，容重就大。砂的容重一般在 1,400~1,500 公斤/立方米左右。

2. 视比重

只包括砂砾颗粒本身的孔隙，不包括颗粒之间空隙的单位体积重量称为视比重。测定方法与石料相同，但不需将砂砾磨成细粉。

3. 级配

级配是各种不同粒径的砂的搭配情况，级配越好则砂的

空隙率越小。

砂的级配可用筛分的方法测定。方法是取约一公斤的砂样，放在一套标准筛来进行筛分（砂的标准筛的孔径尺寸是 5，2.5，1.2，0.6，0.3 及 0.15 毫米），然后称出各筛上的存留量，占总砂样的百分率，称为“分计筛余”%，把某筛的“分计筛余”%，加上比本筛大的“分计筛余”%，就叫做该筛的“累计筛余”%。现举一例：取 1000 克砂样经筛分结果，见表 1-1。

表 1-1

筛子孔径 (毫米)	各筛上存留数量 (克)	分计筛余 (%)	累计筛余 (%)
5.0	0	0	0
2.5	100	10	10
1.2	200	20	30
0.6	200	20	50
0.3	300	30	80
0.15	100	10	90
小于 0.15	100	10	—

砂的颗粒粗细，目前多用细度模数来表示。细度模数是把各筛的累计筛余加起来除以 100 的值。这个值越大说明砂子越粗。关于细度模数与砂子粗细的对应数值，各地各单位的规定不大一致，一般规定细度模数在 2.5 以上的为粗砂；在 1.8~2.5 的为中砂；1.8 以下为细砂。太粗的砂配制混凝土，混合料容易离析，和易性不易控制，成型时由于混合料的内摩擦力大，不易插捣密实。砂太细则增加水泥用量，而且混凝土强度较低。

4. 砂的有害杂质

泥土、云母、硫化物和有机杂质都是砂中的有害杂质。泥土附在砂粒表面，阻碍砂粒与水泥结合；泥土混杂在水泥砂

浆中就会降低混凝土的强度和耐久性。云母是片状的矿物，强度低，表面光滑和水泥的粘结力差，所以也必须加以限制。砂中含有硫化物及硫酸盐，就会降低水泥混凝土的强度，并使钢筋易于腐蚀。砂中含有有机杂质对水泥有腐蚀作用，影响混凝土的强度和耐久性。

在水泥混凝土中，所用砂中的有害杂质含量，都不能超过有关规范中规定的数值。

砾石的技术性质也要测定比重、单位重、孔隙率、级配等指标，这些指标在前面已有叙述。只是砾石所用的筛孔尺寸为 80, 40, 20, 10, 5 毫米的圆孔筛。砾石的强度用软弱颗粒含量来表示，是以 15、25、34 公斤的压力分别压个别颗粒，被压碎者即为软弱颗粒。

第三节 路面和桥梁所用石料的制品和规格

在开采石料时，应慎重选择料场，使所开采之石料能够符合公路工程的要求。在公路工程中常用的石料制品的类型有以下几种：

1. 片石，也叫毛石

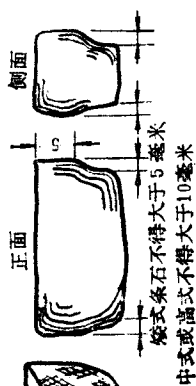
由爆破直接得到的形状不规则的石块称为片石。它的最长边的尺寸可达 30~40 厘米，重量约在 20~30 公斤左右，可用来砌筑挡土墙。在大体积混凝土中，经常还掺加一定数量的片石，以达到节约水泥的目的。掺加了片石的混凝土，又称为片石混凝土。

2. 路面铺砌块石

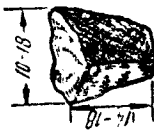
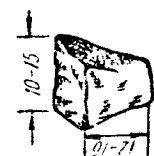
爆破出的片石，经粗略加工或不加工而得到的制品，根据工程的要求而可加工成以下几种：

(1) 锥形块石

锥形块石的高度约在 14~18 厘米，锥底是一个平面，



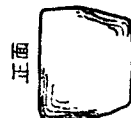
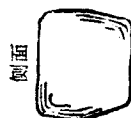
甲



乙



丁



丙



戊

尺寸单位：厘米

图1-1 石料的制品示意图

甲、锥形块石；乙、铺砌块石；丙、方块石；丁、条石；戊、碎石。

底部面积不要太小，一般不小于100平方厘米，顶部为尖形，可用于路面基层。

(2) 铺砌拳石

与锥形块石相似，但要求顶面不尖而有平面，顶面与底面平行。一般用来铺砌路面或砌筑涵洞。

(3) 方块石

形状近似正立方体，顶面和底面是正方形或长方形并且相互平行的石块，大块的可砌筑桥涵基础，小块的可用做路面面层铺砌。

(4) 条石

劈凿并经粗琢加工而成的长方形石块，其主要用于铺砌高级路面面层，这种路面宜于重车或履带车通行。

(5) 碎石

岩石爆破后再经轧碎而成的制品称为碎石，在公路工程应用中极为广泛。按颗粒尺寸大小，碎石一般分为以下几级：① 0~5(6)；② 5(6)~15；③ 15~25；④ 25~40(38)；⑤ 40(38)~70(以上尺寸皆为毫米)。

第二章 石灰和水泥

石灰和水泥都是胶结材料。这类胶结材料和水拌和以后，在常温下，经过一定的物理化学变化过程，能由膏浆状逐渐变稠，凝结成硬块，并具有一定的强度。由于石灰和水泥具有这种性质，可以把松散的材料土、砂、石料等粘结成为一个整体，因而在公路工程中广泛地用来修筑桥梁、涵洞与路面或基层。