

筑路石料基本知識

何立明 編著

人民交通出版社

書中首先闡述了岩石的基本概念、主要岩石的技術性質及其在道路工程中的應用和石料的物理力學性質、以及測定石料強度和性質的方法；並對石料的普查與勘探、開采與加工，以及石料的驗收等均作了扼要的說明。

此書適合筑路工作人員學習參考。

筑路石料基本知識

何立明 編著

*

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號

新華書店發行

人民交通出版社印刷廠印刷

*

1959年7月北京第一版 1959年7月北京第一次印刷

開本：787×1092毫米 印張：1張

全書：40,000字 印數：1—1,500冊

統一書號：15044·1339

定價(9)：0.20元

前 言

自从1958年中央提出“全党全民办交通”和“地群普”的方针以后，我国的公路建设事业有了一个飞跃的发展。仅1958年就新增了15万公里左右的公路（包括简易公路），相当于第一个五年计划期间新增公路里程总和的一倍以上。此外，还修建了许多县乡道路和矿区道路，使交通运输条件得到了适当改善，并完成了繁重的运输任务。

1959年是我国苦战三年中具有决定意义的一年，也是工农业生产在1958年大跃进的基础上更加跃进的一年。这就为交通运输提出了更光荣更繁重的任务。为了适应运输任务迅速增长的需要，还要大搞公路建设；而公路建设又需要大量价廉物美的筑路材料，其中首先是石料。因为石料具有优良的技术性质，而且在我国广大地区都能取得。利用当地石料修建公路，除降低工程造价外，还可提高道路质量、减轻运输部门笨重的和不合理的石料运输，腾出大量运输其它国民经济物资所必需的車輛。

为了正确的合理地利用当地石料，必须了解其成分、结构和物理力学等性质。由于岩石的矿物成分和形成过程不同而性质亦异，因此在选择石料修筑道路时，必须慎重选择。

编写本书的目的是帮助筑路工作人员认识石料在道路工程中的重要性，并讲述岩石的基本概念和石料在道路工程中的应用，以及测定石料的方法。此外，还对石料的普查与勘探及其开采与加工，以及如何验收石料等亦作了扼要的说明。同时要求筑路工作人员尽量注意就地取材，利用当地石料以修建道路。

目 录

第一章 岩石的基本概念	2
天然分类	2
工程分类	12
第二章 主要岩石的技术性質及其在道路工程 中的适用性	15
第三章 石料的物理力学性質	26
物理性質	26
力学性質	28
对石料的技术要求	29
第四章 怎样测定石料的强度和性質	31
工地测定石料强度的簡易方法	31
試驗石料性質的主要方法	35
第五章 石料的普查与勘探	41
第六章 石料的开采与加工	43
第七章 石料的驗收	46
附 录	48

第一章 岩石的基本概念

天然分类

在自然界中，我們可以看到各种各样的岩石，因为岩石是构成地球外壳最主要的物質。从地質观点來說，岩石按其成因的不同可分为三大类：火成岩（分为深成岩及噴出岩）、沉积岩（又称水成岩）和变質岩（图1）。

火成岩是原成岩，而沉积岩和变質岩是后成岩。在大多数情况下，后成岩是由原成岩发生变化或遭到破坏以后的产物。

火成岩

火成岩是由地壳里面噴出的岩浆^①凝結后形成的。根据岩浆冷凝地点的深浅，火成岩可分为“深成岩”（侵入岩）与“噴出岩”（溢岩），这是以火成岩的两种重要地質成因而分类的。

深成岩又叫做块状結晶岩，它是岩浆在离地面較深的地点



图1 岩石在地壳内的分布图

^① 岩浆就是地壳深处的物体变为像熔铁罐里的那样火热的液体。这种火热的液体，叫做岩浆。

緩慢地冷凝而形成的。深成岩的特点是具有粒晶結構。属于深成岩的有：花崗岩、閃长岩、輝长岩，等等。

噴出岩是因岩漿在地面迅速冷凝而形成的。它的特点是具有隱晶結構与斑状結構。属于噴出岩的有：安山岩、玄武岩、斑岩，等等。

噴出岩的快速冷凝，而使岩漿冷却时由于体積縮小而造成裂縫比深成岩要少一些。噴出岩中的裂縫一般是发状裂縫，肉眼是看不出来的。

現將較为重要的火成岩类列于表1。

火成岩分类

表1

深 成 岩	噴 出 岩
花崗岩	流紋岩，石英斑岩
花崗閃长岩	英安岩
正长岩	粗面岩，斑岩
閃长岩	安山岩，玢岩
輝长岩	玄武岩，輝长岩

按照化学成分說来，各种火成岩的特点首先是其矿物成分的含量不同。火成岩含有氧化矽、鉄、鉀、鈉、鈣和鎂。根据氧化矽的含量，各种火成岩又可分为：酸性岩、中性岩、基性岩和超基性岩，如表2所示。

表 2

按照氧化矽含量的岩石分类	氧化矽的含量 (以%計)	岩 石 名 称	
		深成岩(侵入岩)	噴出岩(喷出岩)
酸性岩	>65	花崗石	流紋岩 斑英斑岩
中性岩	65~52	长长岩 閃长岩	安山岩 粗面岩 玢岩
基性岩	52~42	輝长岩	玄武岩 輝紋岩
超基性岩	<42	橄輝岩 輝岩	

噴出岩一般是岩流与复盖层的产状，而深成岩往往是岩盖、岩基与岩脉的产状（图2）。

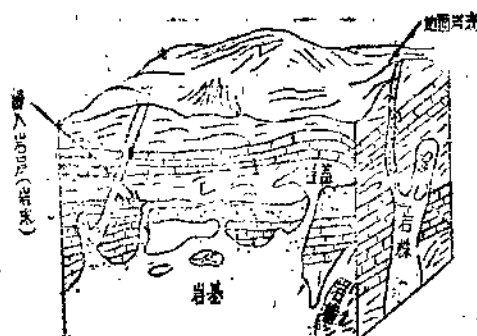


图2 岩浆带及火成岩体各种产状的相互关系的立体图

噴出岩的产状有岩流、(图3)复土、岩鐘(图4)等。

中性岩及基性岩多为岩流和复土的产状，酸性岩和粒性大的岩



图3 岩流



图4 岩體

浆则多为岩體产状。

深成岩的产状：1)岩基——位于地壳深处，它的特点是单一岩石的坚实大块埋藏体，并具有不平坦的表面，同时占有很大的面积（从几十平方公里到几百平方公里）；2)岩株(岩干)——与岩基不同的地方在于其面积较小；3)岩盖——形似透镜，位于层状沉积岩之间，常常可在地表附近看到；4)岩床——是向水平方向平铺伸展的岩体；5)岩脉与岩墙——是侵入于围岩裂隙中穿切围岩层面的扁平状岩体，其形状与大小均无一定。

岩浆是很复杂的矽酸盐的熔化物。岩浆起初是相当均匀的，但随着温度的降低，和由于分解及逐渐由其内部析出各种不同物质，便形成极其不同的岩石。此外，岩浆顺着运动的方向熔化了地壳岩石，这样相邻接触的地壳也对岩浆的成分发生影响。岩浆的不同而形成了各种各样的矿物成分的岩石。

火成岩的矿物成分绝大多数都是由矽酸盐类矿物组成的。它的矿物成分如表3所示。

在火成岩形成过程中，由于风化、地球物理作用和周围环境因素的影响下，火成岩常常布满了各种不同方向与大小的裂

表 3

礦 物	%
长石类	60
石英	12
角閃石及輝石类	17
云母类	2
其它的矽酸盐类	6
其它非矽酸盐类	1
总 計	100%

縫。在岩石的形成过程中所造成的裂縫称为原生裂縫，而由于风化或其它原因所造成的裂縫則叫做次生裂縫。火成岩的原生裂縫主要是由于岩浆冷凝和冷凝时岩石体积縮小而形成的。裂縫將岩石分成各种形状与大小不同的节理。按照裂縫分布的情况，火成岩的节理可分为如下几种主要的形式：

- 1) 块状节理；
- 2) 板状节理；
- 3) 平行六面体节理；
- 4) 多面节理；
- 5) 柱状节理；
- 6) 球状节理。

块状节理或枕状节理是在岩石上具有一些方向一定的裂縫系統时形成的（图 5）。板状（层状）节理是在具有較密和水平裂縫以及稀疏的垂直裂縫时形成的。这种裂縫造成了大尺寸的石板。当具有大量彼此間隔距离大約相同的水平裂縫与垂直裂縫时，就形成了平行六面体节理与立方节理。这两种裂縫有利于石块的开采（图 6）。多面体节理由不同方向的裂縫形



图5 花岗岩的塊狀節理

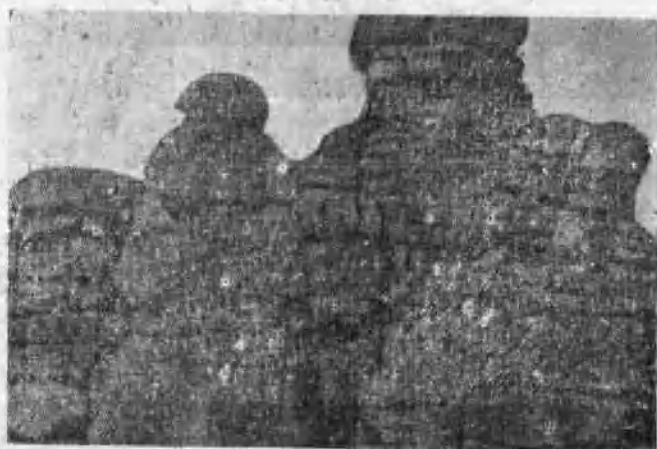


图6 花岗岩的平行六面體節理

或，这些不同方向的裂縫將岩石分割成不規則形狀的塊體。這種形式的節理有利於制成碎石、毛石和粗琢拳石。

柱狀節理具有多面體的柱狀，這種節理是由垂直裂縫所造成的。這種形式的節理是玄武岩的特徵。此外，柱狀節理便利

长块石和板石以及条石、拳石的制备工作。由球状裂隙所形成的球状节理，会增加岩石加工的困难而使岩石不适于制成块石。某些玄武岩和安山岩都有球状节理（图7）。



图7 玄武岩的球状节理

岩石的结构决定于结晶体（或颗粒）的大小和形状，以及它们本身互相的结合情况。结构的形式分为：结晶状的、玻璃状的、伟晶状的、斑状的、粒状的，等等。结构是岩浆晶化过程的结果或由于它们以后的变质作用，所以同样矿物成分的岩石可能有不同的结构，例如，花岗岩与石英斑岩具有同样的成分，而却有不同的结构；反之，不同成分的岩石可能具有同样的结构，如花岗岩、正长岩及闪长岩有着不同的矿物成分，但却有相同的粒状晶体的结构。

岩石的组织是指组成岩石的矿物的互相排列关系。常有个别的岩石难于分辨结构与组织间的界限。组织可能是：致密状的、层状的、片状的、多孔状的、蜂巢状的，等等。

按照组成岩石的矿物的粗度分为如下几种结构（表4）。

表 4

结 构 种 类	礦物粗度, 公厘
粗粒的	>10
大粒的	5~10
中粒的	3~5
細粒的	2~3

沉 积 岩

沉积岩是地壳表面上的固体物質受了风、雨、水的侵蝕作用而崩坏后变成的砂或粘土，被雨水或河流搬移到别的地方，沉积下来，成为砂层或粘土层。后来的盖住先来的，日子久了，砂层或粘土层便越积越厚。这样，经过千百万年，下层受到上层长时期的重压和变化，渐渐变成坚硬的岩石。由于形成沉积岩的砂或粘土，总是一层层地堆积起来的，因此，砂或粘土形成岩石后，还看得见各层間的界限——一条条的紋理，这就叫做层理。这也就是沉积岩的很显著的标志。属于沉积岩的有：石灰岩、砂岩、泥灰岩、頁岩，等等。

按照岩石的成因，沉积岩可分为三大类：

1) 机械沉积岩； 2) 化学沉积岩； 3) 生物沉积岩。

机械沉积岩主要是由于基岩（大多数是在气温变化和水的作作用下遭受破坏的火成岩）遭到破坏与风化而形成的。机械沉积岩主要由破坏了了的岩石碎屑組成，因此它們又称为碎屑岩。碎屑岩有疏松的和胶結的两种。属于疏松碎屑岩的有：砾石、漂石、卵石、砂、粘土，等等。属于胶結碎屑岩的有：砾岩、角砾岩、砂岩，等等。

化学沉积岩是由矿物質在水溶液中的沉积并随后密实与胶結而形成的。属于这种沉积岩的有石灰岩、凝灰岩，等等。

生物沉积岩主要是由海中有機物(有孔虫类、放射虫类等)的貝壳残余物組成的。这些有机物质死亡后沉到水底，其軟質部分发生分解，而其固体部分(骨骼与貝壳)就逐渐变成化岩，同时与矿物顆粒一起堆积起来，形成了坚硬的沉积岩——石灰岩、白垩，等等。

按照产状的性質，石灰岩、砂岩、白云岩以及生物沉积岩都称为板状岩或层状岩，因为它们們的产状是板状或层状的。这些岩石的板状岩层是相互重迭的，而且板状岩层的厚度是不一样的，有的厚几公尺，有的只有几公分厚。

沉积岩的顏色也是多种多样的，有浅色的，也有深色的。正因为如此，它的顏色常能反映出沉积岩的組成部分，从而能說明沉积岩的实用性質。

根据成因条件的不同，沉积岩的矿物成分分为如下两大类：

- 1) 碎屑矿物——这是来源于母岩中的不易风化的原生矿物，即岩浆岩矿物，如石英、长岩、云母、重矿物；
- 2) 沉积矿物——有如粘土矿物、砂質矿物、石炭酸盐矿物、鉄矿类和磷矿物沉积岩分类見表 5。

变 質 岩

变質岩是由火成岩或沉积岩在地壳里，或者离地壳表面不远的地方在高温与高压作用下使原来的岩石变質后而形成的一种岩石。就变質岩的性質和外形來說，它与原来所形成的岩石有显著的不同。属于变質岩的有：大理岩(由石灰岩变的)、片麻岩(由花崗岩变的)、致密頁岩(由粘土变的)，等等。

如众所知，变質作用，是指火成岩与沉积岩在与风化壳相

沉积岩分类表 表 5

碎屑尺寸, 公厘	碎屑岩 (碎屑结构)			化学沉积 (粒状、致密、蜂窝状结构, 多孔的或由微小 球粒胶结组成)	有原生团块 (系由 动物、植物的残余遗 体组成的)
	松散的	胶结的	碎屑状碎屑 棱角状碎屑 块状碎屑		
100以上	漂石 (砾石)			碳酸盐类——含碳的酸盐类 石灰盐 白云岩 菱铁矿 石英 碳酸钠	碳酸盐的化合物: 介壳石灰岩 砂质石灰岩 页岩 白垩
100~10	碎石	卵石	角砾岩	硫酸盐类——含硫的酸盐类 石膏 硬石膏 芒硝	砂的化合物: 砂质土 板状砂质土 泥质土
10~2	石屑	砾石	角砾岩	氯化物类——含氯的酸盐类 石盐 钾盐 光卤石	碳酸化合物: 泥质 泥质 泥质 无烟煤 石油 沥青 地蜡
2~0.1	砂	砂	砂岩	硅氧化物类——羟基及氧的 化合物 砂 粘土 泥炭 软泥 硬泥	
0.1以下	粘土	泥	粘土 (页岩)		

异的热力环境中发生的变化来说的。

变質作用可分为：热力变質（热变質）、动力变質（包括断层变質）、水成变質与气成变質（气成作用）。

在高温作用下，岩石常发生焙烧、再結晶或重融作用。

由于上部地层的重力，在很深的地方常有静水压力，从而使岩石变得更加致密。

在造山作用中岩层内产生的单向压力，常使矿物成为頁片状、板状和片状，等等。

新物質的侵入不仅能改变岩石的化学成分，而且也能改变岩石的物理性質。

按照发生变質作用的情况，通常可分为接触变質和区域变質。

接触变質发生于变質岩体与围岩的較狭长接触帶上。区域变質发生于較深的地方，变質岩分类見表6。

工 程 分 类

岩石按照用于构造物的用途可分为：硬質石料，軟質石料，骨材石料，裝飾用的石料。

1)硬質石料：花崗岩可作为硬質石料的代表。它是一种非常坚硬而美丽的建筑材料。由于它技术質量高（高强度、硬度和耐久），所以在道路工程上的各种修建都是适宜的，并可制成修建路面和路基用的碎石及鋪砌路面用的拳石。

2)軟質石料：如石灰岩，但在道路工程上只采用密实的石灰岩，它可用来砌筑基础、墩台，或制成碎石鋪筑行車密度不大的碎石路面。

3)骨材石料：如砂、砾石等。

4)裝飾用的石料：如火成岩中的斑岩、輝长岩、花崗閃长

变質岩的分类及其最主要的特性

表 6

岩石类型	典 型 代 表	在 工 程 地 質 方 面 有 重 要 意 义 的 特 性
接觸變質岩	角岩、鱗長岩化岩石、斑點泥板岩、球狀片岩等、石灰砂酸質岩、砂質岩類	產狀、礦物成分、結構、組織等極為複雜；常有使工程地質環境不--致的變岩（特別是在粘性使入体的接觸帶內）。
區域變質岩	1) 片狀與層狀岩石；片麻岩、片岩、千枚岩、粘土質片岩、碧玉綠質岩、石英岩砂質片岩、石灰質片岩大理岩。 2) 塊狀岩：輝綠岩、閃岩、蛇紋岩、灰質砂綠岩、雲母片岩、大理岩。	高岩石的接觸變質面愈遠，變質程度愈弱；變質帶的寬度可達10公里；角石最為堅固和穩定。 厚度與長度都很大，致使整個工程地質情況在相當大的地段上成為一致；岩石構造基礎；裂縫常常帶堅固的物質充填；片狀變質岩的性質極不均一，耐水性弱。
構造岩	糜棱岩、擠碎角礫岩	片理與變質為各地段的情況與滑動造成了有利條件，尤以滑石綠泥片岩和粘土質片岩為甚；抵抗化學、風化的強度取決於岩石中的礦物成分。
貫入岩	混合岩	此類岩石大都都處於斷裂線上；產狀不同；厚度通常不大；糜棱岩較為堅固。

岩，等等。

岩石的式样形形色色，种类繁多，现将苏联用于道路工程上的石料分类列于表7中，供作参攷。

表7

材料及路面型的名称	岩石 的类 别	各级道路用的石料的等级				
		I	II	III	IV	V
加固上路	I ~ VI	—	—	—	4~5	5
碎石路面：						
1) 面层		—	—	2~3	2~4	2~4
2) 底层及其它型式路面用的基层	VI-A	2~3	2~3	3~4	3~4	4~5
碎石路面（未处治的）：						
1) 面层	I ~ VI	—	—	1~2	2~3	2~4
2) 底层或其它型式路面用的基层	I ~ VI	1~3	1~3	2~4	3~4	4~5
表面处治	I ~ VI	1	1~2	1~2	2~3	2~3
贯入和半贯入	I ~ VI	—	1~2	2~3	2~3	2~3
厂拌	I ~ VI	—	2~3	2~3	2~4	3~4
路拌	I ~ VI	—	2~3	2~3	3~5	4~5
沥青混凝土路面：						
1) 面层	I ~ VI	1~2	1~2	2~3	2~4	—
2) 连接层	I ~ VI	1~2	2~3	2~3	2~3	+
水泥混凝土路面：						
1) 面层	I ~ VI	1	1~2	1~2	—	—
2) 底层	I ~ VI	2~3	2~3	2~3	—	—
圆石及片石路面：						
1) 路面	I ~ V	—	—	1~2	2~3	2~4
2) 基层	VI-B	1~2	1~2	2~3	2~3	3~4
混凝土用的碎石与砾石：						
1) 重要的人工构造物	I ~ VI	1	1~2	2~3	2~3	2~3
2) 其它建筑工程	I ~ VI	1~2	2~4	2~4	3~4	3~4
人工构造物铺面	I ~ III	1	1	1~2	1~2	2~3

附注：苏联岩石分类：火成岩类为I类，石灰岩类为II类，砂岩类为III类，片岩类为IV类，页岩类或其他多孔质材料为V类，非胶结的碎屑岩类为VI类，VI类中分A及B两类，A类为砾石，B类为砾卵石。