

铁路工程施工技术学习丛书

采石与砌石

铁道部第四工程局

人民铁道出版社

铁路工程施工技术学习丛书

采 石 与 砌 石

铁道部第四工程局

人 民 铁 道 出 版 社

1975年·北京

铁路工程施工技术学习丛书

采石与砌石

铁道部第四工程局

人民铁道出版社出版

(北京市东单三条14号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张: 3.875 字数: 82 千

1975年7月 第1版

1975年7月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—20,000册 定价(科二): 0.28元

内 容 提 要

本书介绍采石及砌石工作的基本知识及操作技术，以及桥梁墩台、拱圈、护坡等的砌筑方法。

本书供铁路基建施工部门培养技术工人用。

毛 主 席 语 录

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

目 录

第一章 石料的种类规格及石料开采	1
第一节 石料的种类规格.....	1
第二节 山场的选择及石质鉴定.....	4
第三节 片石的开采.....	9
第四节 块石、粗料石的开采及清凿.....	10
第二章 浆砌石工	21
第一节 砂浆.....	21
第二节 砌石前的准备工作与基坑处理.....	27
第三节 浆砌片石.....	29
第四节 浆砌块石.....	39
第五节 浆砌粗料石.....	41
第六节 桥隧圬工施工的有关要求.....	50
第七节 浆砌河卵石.....	53
第八节 勾缝.....	54
第九节 浆砌石工中常犯的毛病和注意事项.....	55
第三章 石砌拱圈	58
第一节 砌筑前的准备.....	58
第二节 6米及6米以下拱圈的砌筑.....	64
第三节 6~10米拱圈的砌筑.....	68
第四节 10米以上拱圈的砌筑.....	71
第五节 拱上圬工的砌筑,容许偏差和拱圈养生.....	75
第六节 拱圈支架的拆除.....	77
第四章 冬季施工	79

第一节	冬季施工的特点和方法	79
第二节	保温法	81
第三节	暖棚法	83
第四节	抗冻砂浆	85
第五章	干砌石工	88
第一节	干砌片石	88
第二节	笼装石工	89
第三节	栽砌河卵石	90
第四节	反滤层	91
第五节	桥台锥体护坡砌筑要点	92
附录 1:	怎样放样	94
附录 2:	怎样配制氯盐水和掺用氯化钙	109

第一章 石料的种类规格及石料开采

第一节 石料的种类规格

一般常用石料有片石、块石、粗料石、半细料石及细料石。

一、片 石

一般为打眼放炮采得的石料，没有固定的形状、尺寸，但薄片不能用。除了填塞大石缝隙及搭配的小石和碎石外，一般石块中部厚度应不小于15厘米。

一般说来，片石尺寸越大就越能节省灰浆。因为块大每立方米砌体中石块的块数就少，灰缝也就少了，灰浆的用量也就少了。以前宝成线施工时有个统计数字（表1—1），从这个数字中就可以看出这个关系。但是石料的大小和开采、运输、装车方法都有直接关系。通常以每块重量70~150公斤比较合适。假如用人力装抬最好不超过100公斤，以免超体力劳动施工中不安全。如用机械或小型机具装运，根据机具的能力，尺寸和重量可以相应加大。

表 1—1

片 石 大 小	水 泥 用 量
砌石三层高一米	90公斤/立方米
砌石四层高一米	98公斤/立方米
砌石五层高一米	110公斤/立方米

片石块大能节省灰浆，但并不是使用的每块石块都是大的就能省灰浆，而在于大小搭配的合适。如将大块片石与大块片石间的大空隙用中号石块填塞，中号石与中号石间空隙用小号石块填塞，这样大中小互相搭配，使灰缝体积达到最小限度，即达到最小的空隙率，如此则使用灰浆量为最小。根据以往经验，大中小石块的比例，按表1—2中所列的数量搭配比较合适。

表 1—2

片 石 种 类	每 块 石 料 体 积 (立方米)	每 块 重 量 (公斤)	占 砌 体 %
大 号	0.02~0.06	50~150	65
中 号	0.007~0.02	18~50	25
小 号	0.001~0.007	3~18	10

用在主体工程上的片石，它的强度应不小于300公斤/平方厘米（也就是把岩石凿成边长 ≥ 5 厘米见方的立方体，放在压力机下压，平均每厘米见方的面积上能承受300公斤压力的）。用在附属工程上的片石（如用于排水沟及河床铺砌），其强度应不小于200公斤/平方厘米。

二、块 石

块石也叫大面片石，是用电引法或铁钎法开采的，形体大致方正，无固定尺寸，但厚度最薄不宜小于20厘米，长及宽不小于其厚度。石块的顶面和底面要较平整并要相互平行，其余四面需打去锋棱凸角。块石主要是用做镶面石，也有用做高的或受力大的桥墩台的填腹。用来做镶面石时，还要进行加工修凿。块石的强度一律不得低于300公斤/平方厘米。

三、粗料石

是用做鑲面的石料，形体方正，除了石料尾部外其余五个面都要凿平。最小厚度不小于20厘米，并不小于长度的 $\frac{1}{3}$ ，宽度不小于厚度，长度不得小于厚度的1.5倍。其清凿程度，在修凿处石面凹入深度不超过1.5厘米，由外露面四周向内修凿进深不小于10厘米，其修凿面应垂直于外露面，每10厘米钻路约4~5条，钻路不一定平行。用这种石料做鑲面的建筑物，在施工前要做出配料设计，根据配料设计的尺寸开采。

石料的修凿可以在山場开料时一次做成，也可在安砌前在工地上进行。哪样方便合适，这就要根据运输条件、运输工具、石工条件及工期来决定，原则上应尽量在山場一次加工成为好，这样可以避免一些人力、物力的浪费，提高运输效率和砌筑效率。但有时因山場狭窄，开采量大而石工少，而工地上又有加工地点和较多的石工，技术条件较高，使用量不多，也可以考虑在工地加工。

石料要求的强度看使用部位而定，一般应不低于400公斤/平方厘米，如用做破冰体的鑲面石应不低于600公斤/平方厘米。

四、半细料石及细料石

是用做鑲面的石料，形体方正并须按照设计尺寸开采，其规格尺寸和粗料石相同，修凿、加工程度比粗料石更细更严。其抗压极限强度要求较高，除了设计上有要求才使用以外，一般情况下不使用。

第二节 山场的选择及石质鉴定

一、山场的选择

山场一般从石质、产量、运输条件等几个方面进行选择、比较。石料在桥涵、隧道等工程上用量很大，所以石料开采、运输费用直接关系到整个工程的造价高低。在选择山场时就应当非常注意，要多看、多找、多访问。怎样选择山场呢？主要根据以下几个方面：

（一）盖山的厚薄：盖山就是复盖在坚实岩层上的风化层，包括土及松软的岩石。开石料前需将这层挖去。因此，盖山愈薄，开采成本也就愈低廉。

（二）石质的好坏：判定石质好坏的一个主要指标，是其强度高低。强度也就是抗受外力的结实程度。石质强度是用凿成方块的石料试件，每平方厘米能抗受多少压力来表示的，也叫做抗压强度。抗压强度愈大石质愈好。如片石要求强度是300公斤/平方厘米，但这是最低最起码的要求，所以在选择山场时，应尽量选强度高的，最低也得符合第一节中各种石料强度的规定。

此外，岩石抵抗风化的能力也是质量要求上的主要标准之一。岩石经过风吹日晒、雨淋和冰霜作用，表面就起变化，一层一层的化为粉末灰尘或一层一层剥落，这种现象叫风化。所有岩石都会风化，不过快慢上有很大差别。我们常见到古代很多石碑，虽然经过几百年甚至千年，到现在仍然完好没怎么变样，这就是不易风化的好岩石。也有的建筑物的墙基、台阶或桥墩台，靠地面或水涨落的地方表面凹进去很深一层，这就是风化了。我们应选择不易风化的岩石。

强度和风化不是一回事，也就是说不一定所有强度低的

石质都容易风化。但是，相互间也有很大关系，通常强度较高的岩石抵抗风化的能力也高些。一般结构细致紧密的岩石，破裂面光滑没有什么粉末或不易碎成粉末的岩石，吸水性很弱的岩石，都不容易风化。

另外，石质和石料也有一定关系。如石质硬而脆（韧性差），由于爆破效率高，容易改小，适宜于开片石。如用来开采料石就不够理想，因为不易开成规矩、方正的形状，又不易修凿，稍不注意就崩落一个小坑或打成缺角。所以开采料石以石质较硬而且比较绵（韧性较大）的较合适。

（三）石层的情况：各个山场情况都不一样，有的揭开盖山后，下面就是整体岩层；也有的虽然全是一种岩石，但分成很多层或夹杂很多很小的裂缝；也有在坚硬好岩层中，又夹着松软层。这样就必须根据松软层占的多少和分层厚薄来考虑。如松软层多就不合算，因为要开到好岩石就必须将松软层去掉，就提高了石料成本。薄层多也不经济，因为薄于20厘米的薄片在工程上是不能使用的。

在岩层分层的层与层间或裂缝中，在岩石表面上有时粘连着一层黄色壳，我们称为水锈。它是岩石风化的产物，或是岩石中可溶物质与水凝结形成的产物，不能和灰浆粘到一起，就起不到浆砌作用，所以这层水锈应该鏟除。假如水锈多，鏟除费工就多，也不合算。不过用做干砌时就没什么关系，可以不鏟除。

山皮常出在裸露没有盖山的岩层表面，因为岩石面上长了苔藓，给岩石表面粘上黑黑的一层。因为苔藓含有一些有机质，对砂浆质量有影响，所以也需要鏟除。

（四）运输条件：运输条件包括运输方法、路途远近以及修路的难易程度。这是影响石料单价的重要因素。如运输条件好，运输费用就低，石料单价也会相应降低；如果运输

条件不好，运输费用就高，或修路的工程很大，那么能否利用这山場就值得考虑。

当然，要找一个盖山既薄、石质又好、产量丰富、距离近又好修路的、十全十美的山場，常常是很难得的。我们只能把这几方面的因素加在一起，进行综合比较才能确定。除了上述几方面外，山場开阔不开阔，工作面大不大，有没有足够堆积和储存石料的地方，也需要考虑。另外，还得考虑山場离民房和农田的远近，采石放炮有没有影响。假如一个山場储存量很大，但不开阔，工作面小站不开人，这样对工期短而用料量大的工程就不合适，对工期较长的或用料量不大的工程就可以。所以必须根据工程的具体条件，进行具体的分析比较，才能得到一个合理的选择。

假如我们同时需要几种不同规格石料，应该先尽规格要求高的石料先开，或将山場中适合开高规格石料石場留下来，也可以在采石过程中将合乎高规格石料的毛荒料留下来，达到合理利用，提高工率。例如，一个桥需要粗料石和片石，就应该先开粗料石，这样开不成粗料石的废品，开粗料石的边脚部分，都可改成片石。假如，先开片石，再开粗料石，这样开粗料石的副产品就不能利用了。

二、石质的鉴定

(一) 试件鉴定法：科学的鉴定石质的方法，是从现场采取岩石样品，作成试件，通过试验来确定石质的好坏。样品应采取有代表性的。一般试件是将取来的岩石样品，凿成边长等于或大于5厘米见方的立方体送到试验室去做抗压试验。假如石质比较硬，每厘米见方耐压强度在500公斤以上，就得改为7厘米的立方体。超过1,000公斤/平方厘米就凿成5厘米见方的立方体。这因为压力机的力量是有一定限制

的，每厘米见方能耐压 1,000 公斤的打 10 厘米见方那么大，压力机就压不动了。不过在没经过压力试验以前，到底每厘米见方能受多少压力，我们是不知道的。所以打多大试件，只能凭经验来估计。必要时我们大的小的各打一组，以免压力试验做不出来，延误了山场的确定和石料开采。

送去试验的试件需要打同样大小的三个，叫做一组。在温暖地区（元月份平均温度高于摄氏零下五度）试件送一组就行了，寒冷地区（元月份平均温度低于摄氏零下 5 度，一般指天津、太原以北地区），就要送二组，一组做压力试验，一组做抗冻试验。抗冻试验的做法是：将试件吸饱水，放在冰箱里冻到零下 17 度，拿出来等融化了，然后再放进去冻。这样一冻一化的循环，在严寒地区进行 25 次，寒冷地区进行 15 次。经抗冻试验后试件上没有斑点、裂缝及其他破坏现象，才算合格。

各种石料的性质见表 1—3 和表 1—4。

优质建筑石料的性质

表 1—3

岩石种类	容重 (吨/米 ³)	抗压强度 (公斤/厘米 ²)	吸水率 (%)	耐用年限 (年)	膨胀系数 10 ⁻⁶ /°C	韧性 (平均厘米)	磨耗率 平均重量 (%)
花岗岩	2.5~2.7	1100~1800	<1	75~200	5.60~7.34	8	11
石灰岩	2.0~2.4	220~1400	2~5	20~40	6.75~6.77	7	8
砂岩	2.2~2.5	470~1400	<10	20~200	9.02~11.20	10	12
大理岩	2.6~2.7	700~1100	<1	40~100	6.50~10.12	—	—

(二) 简易的鉴定方法：

下述鉴定方法仅是以往的一些经验，只能做我们找山场时的参考，而不能代替科学方法。主要从以下三个方面来确定：

一般石料的抗压强度及容重

表 1-4

岩石种类	容 重 (吨/米 ³)	抗 压 强 度 (公斤/厘米 ²)
正长岩 (岩浆岩)	2.6~2.8	1200~2500
闪长岩 (岩浆岩)	2.8~3.0	1500~3000
辉长岩 (岩浆岩)	2.9~3.3	2500~5000
玄武岩 (岩浆岩)	2.9~3.3	2500~5000
火山凝灰岩 (岩浆岩)	2.3~2.5	—
白云岩 (沉积岩)	2.5	800
砾岩 (沉积岩)	2.4~2.8	400~1000
板岩 (沉积岩)	2.4~2.8	300
泥灰岩 (沉积岩)	2.4~2.6	300
片麻岩 (变质岩)	2.6~2.8	1500~2000
石英岩 (变质岩)	2.8~3.0	1500~2000
石英片岩 (变质岩)	2.3	500

1. 看：观察岩石被打开的破裂面，如果颜色均匀一致，没有明显层次，组织紧密细致均匀，石质较好；颜色不均匀，或有几种不同颜色夹杂，能看出明显层次，破裂面呈锯齿形的，石质较差。

2. 听：用小锤轻轻敲击石块，如发出咣咣清脆声的，石质较好；如发声暗哑，石质较差。

3. 吸水率：也就是吸水多少。一般石料吸水吸的多的，强度较低，耐久性也较差；吸水少的强度较高，耐久性也好。简单的试验方法是将石块经烘干后，用天平秤过记下重量，然后放在水中浸泡一昼夜，擦干表面，再称重量，所增加的重量与原来石块重量之比就是吸水率。吸水率和石料

强度关系可参考表 1—5。

表 1—5

岩石抗压强度 (公斤/平方厘米)	石料吸水率 (%)
700~700以上	2.5
350~700	5.4
200~300	10.6

第三节 片石的开采

片石的开采，大部采用打眼爆破法，和一般石方爆破相似，但因爆破的目的不同，所以在爆破方法上也有差别。其所用工具、炸药、雷管、引线的性能及使用方法，可参阅有关爆破基本知识的书，这里仅就与一般石方爆破不同之点说一说。

片石开采一般都使用小炮，装药量应尽量减小，以刚好将石炸开或炸裂为最合适，也就是我们常说的松动爆破。这样既节省了炸药，同时又能取得较大块的片石。如装药量偏大，岩石就被爆的较碎，或在爆出的石块中产生很多裂纹，得不到我们所需要的片石。所以，一般以较深的眼（眼深 1 米以上）的松动爆破最合适。打眼不能乱打，应有布置的安排炮位。最好，使爆破面呈一个一个的大台阶，每个台阶宽度、高度约 1.2~1.5 米。这样做的好处是增大了临空面（这样至少有两个临空面），爆破效果好，同时工作面也宽敞了，可以容纳更多的人工作。

开采片石一般不适宜采用大型或中型爆破，因为这样往往在药壶或药室附近的石头被震成很小的碎块而其余又是很大很大的石块（从零点几立方米到几立方米），大的还得再

打改炮，改成合乎片石规格大小的石料。这样就既不省工也不省炸药。但假如天然岩层中本身就有很多小裂缝时，也可采用大、中型爆破，使经过爆破的震动，基本上能合乎规格，或再用大锤改剖一下，就能得到合乎规格的片石。

开片石也有用铁楔劈石的，这种方法多用在开山坡上或河滩上的孤石（一块一块单独存在的大石）。用这种方法的好处是开成的片石比较方正，面平。但非常费工，所以一般很少采用。这种方法我们放在开块石、料石中讲，假如开片石需要用这种方法时，可参照下一节中的铁楔法开料。

第四节 块石、粗料石的开采及清凿

块石、粗料石的开采有铁楔及电引两种方法。事实上，这两种方法很少是单独使用的，而常常是配合使用。通常是用电引法先开出较大的荒料，再用铁楔劈成许多块毛料；然后根据石料规格进行不同的修凿加工。

一、电 引 法

电引法也就是电雷管排炮法。利用电雷管同时起爆，取得较大较方正的荒料。开采时，先用一般爆破方法开辟二到三个相互垂直的临空面，然后布置炮眼（如图1—1所示）。炮眼分抬炮（水平方向的炮眼，也叫抬帮）、插炮（垂直的炮眼，也叫宰槽）两种。炮眼的详细布置，如距离、深浅等不能做死板的规定。因为这和岩层组织、纹理、硬度、韧性（脆或绵）、有无干缝、裂纹等都有直接关系。根据经验，抬炮炮眼深度为准备开采石料宽度的45~60%。插炮分两种，顺长度方向的叫背插或顺插；顺宽度方向的叫挡插。插炮炮眼深度为准备开采石料厚度的60~110%。眼与眼间的距离，插炮为0.8~1.2米；抬炮较长，为1.0~1.5米，因为抬