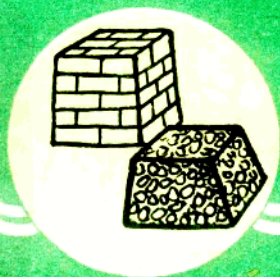


农田水利技术丛书

石工和砖工

安徽省水利电力厅编



安徽人民出版社

石工和磚工

安徽省水利电力厅編

*

安徽人民出版社出版

(合肥市金罍路)

安徽省書刊出版業營業許可證出字第2号

蚌埠人民印刷厂印刷 安徽省新华书店发行

*

书号：792·787×1092耗1/32· $\frac{3}{4}$ 印張

1958年12月第1版

1958年12月蚌埠第1次印刷

統一書号：T16102·175 印數：1—3,070

定价：(6)0.09元

目 錄

一、石料	(1)
石料的分类	(1)
石料的工程特性	(3)
石料的开采及加工	(4)
二、石方工程的施工	(8)
干砌块石的施工	(9)
胶結材料	(11)
浆砌块石的施工	(16)
三、磚工	(19)
磚的制造和尺寸	(19)
磚的分类	(20)
磚的砌法	(20)

一 石 料

石料在兴修小型农田水利工程中是最主要的建筑材料之一，如涵閘、陡門、护坡、谷坊等工程都可普遍采用。我省石料的产区分布很广，产量也很丰富，兴建小型水利工程，可以就地取材，降低工程造价。

石 料 的 分 类

一、工程一般常用的石料依性质分：

(一) 花崗石：属于火成岩，主要成份为石英、长石等，并含有云母。结构由細粒結晶至粗粒結晶，空隙較小，能抵抗侵蝕作用，是一种最坚强耐久的石料；其中灰色、深紅色的特別好，但云母較多的較差。

(二) 石灰石：属于水成岩，成份以石灰質为主，其組織大部为細粒状，破裂面較平。顏色随所含的杂质多少而不同，普通以暗灰色及藍灰色为最多。耐火性較好，一般在850°C以下无大影响。各种石灰石的强度相差很大，細密而不含杂质的較坚硬，多孔的較松軟。

(三) 砂石：属于水成岩，有灰、黄、褐及淡紅等顏色，主要成份为石英，顆粒經胶合而成。砂石的耐久性及强度随胶合物質而不同，其由洁淨砂粒經氧化矽胶結而成的，質最耐久，难为火毀，由粘土石灰質胶合的較差。

(四) 板石：属于变质岩，是頁岩或粘土受热力或压力后变成的。这种石，可沿一定的面分劈成薄的平板，吸水率低，

光澤美觀，韌性和強度都很大。

小型农田水利工程所用的石料，以石灰石、砂石为主，花崗石、板石为次。

二、依加工的程度分：

(一) 乱毛石：就是才开出来的沒有一定形状、每块重量大于30公斤的乱石，用在抛石、干砌护坡和护底、浆砌护坡和护底基础等工程。

(二) 整毛石：又叫块石，大致方正，稍加凿打，可以有兩個以上的平整面。每块重量不小于30公斤，厚度不小于20公分。一般用在干砌或浆砌的护底、护坡、桥基及墩墙等工程上。

(三) 粗方石：又叫毛条石，形状为长方形，上下面及兩側都应平行，結合面应略凿平，不能有凹有凸；外露面的外露棱角及四周接縫处，应細凿方正。尺寸应根据技术設計規定；一般粗方石的尺寸应符合（表一）規定。这种石可作桥梁和涵洞墩台、洞牆、翼墙等工程鑲面之用。

表 一

厚度 不 小 于 20 — 25 公 分
寬 度 不 小 于 25 — 30 公 分
长 度 不 小 于 厚 度 的 2 倍

(四) 細方石：形状与粗方石相同，惟每块石料的厚度須相等。其結合面及外露面应細凿平整，一般要求六面平整。它可用作涵閘的盖板、桥面及栏杆等。

(五) 凿切石：是按設計图样尺寸凿成規定形状的 細 方 石，一般多用作拱石及墩、牆的冠石等。

(六) 卵石：橢圓形，产于河流上游及山野地带，可就地

取材，直接采来作为抛石、护坡护底、隧洞衬砌等用。四川省曾用卵石砌拱涵洞，情况良好。

石料的工程特性

石料种类很多，其工程特性也各有不同，除附表 比較 外（表二），并说明如下：

表 二

种 类	强度(公斤/平方公分)			比 重	吸水 率%	耐用 年数
	抗 压	抗 撓	抗 剪			
花崗岩	1,100— 2,100	85—150	130—190	2.6—3.0	0.2— 1.7	75— 200
石灰石	280— 1,400	18—200	70—140	2.6—2.8	0.1— 6.0	20—40
砂 石	500— 1,400	35—140	85—180	2.5—2.7	0.7— 13.8	50— 200
板 石	——	490—780	——	2.7—2.9	0—1.8	——

（一）强度：石料的强度，不但随其种类产地而不同，就是同一石坑里的岩石，强弱也不尽同，甚至同样試品，順紋与逆紋的强度相差也很大。所以，在重要建筑上，应对 它的 抗压、抗撓及彈性系数等进行試驗，以决定取舍。一般說，石料的結晶顆粒越粗，抗压强度极限越低；抗拉强度約为抗压强度的1/40—1/50，抗撓强度約为抗压强度的1/5。

（二）比重：石料的比重对于工程建筑很为重要。同一种石料，强度和比重大致成比例。用石料作坝堰等建筑物时，比重愈高建筑物愈安定。

(三) 吸水率及空隙率：吸水率是吸收水份的重量与干岩石重量相比的百分率。一般砂岩吸水率較大，火成岩、变質岩較小，很少有超过12%的。石料的空隙大，吸水就多，遇冷冻结，容易碎散，因此空隙率越小越好。

(四) 耐久性：石料的耐久性与抵抗风化有关（包括冻融、冷热、雨水、气体等作用），其构造組織、成份是决定因素，細粒密实的較耐久，松散或构造不全的不能耐久。

石料的开采及加工

一、开采石料的程序及方法：

(一) 清除杂草、泥土及外层受风化的碎石或軟石，使完整較好的岩石露出来。

(二) 采取石样，檢驗是否适于所做工程之用。石料組織以顆粒紧密、量重体紧的为好。新裂斷口鮮明清潔、棱角銳利、无松落石屑、顏色不灰暗如土、質地均匀的，都是优良的象征。相反，顆粒疏松、量輕体軟、有未經胶固之脉絡的不可用。

(三) 測驗产石的存儲量、紋理裂縫、厚度及分布情形。

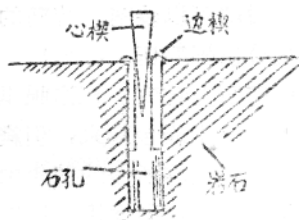
(四) 布置开采石場排水道、运送道，計算价值及其他設備。

(五) 开采时，一般質軟的岩石或方正的条石，可用采石工具开采；硬質岩石用炸药爆破。

1. 工具开采法：根据岩石的組織及需用石料的尺寸，先在岩石上划成分劈的綫路，次在綫上鉆孔一列，每孔插入边楔一对，边楔中插心楔（如图一），然后用鉄錘錘击心楔至石料破裂为止。料石从石坑取出后，用工具修琢，使表面平整，长短合度，即可应用。

2. 炸藥爆破法：分为四个步骤：

(1) 选定炮眼位置：要根据岩石組織节理及所需尺寸来决定最有效的炮眼位置，以便使用少数炸藥收得最大的爆破效果。在一般情形下，选择炮眼位置，应注意以下几点：



图一 边楔及心楔的裝置

第一，所选择的岩石最少要有两个临空面（即两面临空的），临空面越多爆破石料越多，越省药。一般由下向上开采，也就是先开抽根炮，愈到上面，爆破力愈强。

第二，炮眼位置不宜偏于边上，以免炸石不多和碎石飞起伤人。但也不能离边太远，太远容易成冲天炮，爆不开石块。

第三，炮眼位置应选在裂缝較少的岩层处，切不可选在岩石裂缝附近，以免减弱爆炸力。岩石有层次时，可按层开眼爆炸。

(2) 钻眼：钻眼有用人工的，有用机械的。人工钻眼有两人操作的，也有三人一组操作的。两人操作是，一人双手握鋼钎，一人双手抱鉄锤击钎，每击一次，执钎的应将鋼钎轉动一下并稍提起，以免鋼钎深入石中不易拔出并增加冲击力。鋼钎多为八角形的藍牌或黃牌，也有圓形的，对徑6英分至1英寸半不等，长短也不一样。鉄锤的重量多为8至10磅。三人一组操作的是，一人双手握鋼钎，两人各抱鉄锤，輪流击钎。

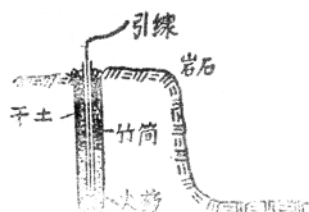
钻眼时，炮眼中需經常灌清水，以便使凿下的粉末浮于水中，不致阻碍鋼钎工作，同时，灌水还可以避免鋼钎发热軟化。

(3) 装炸藥：炮眼凿成后，清除孔內石粉及水浆，用布

抹干后就可以装药。装药的深度约为孔深的60—70%，装后用木棍分层轻轻压实，最后一层放入药线，然后再用干泥或黄砂填在药面上锤实。在炮眼里水搞不干的时候，需用不透水的纸将火药及引线包起来，引线插在最后放入的药包内。如用黄炸药，也是先将所需的药包依数放到炮眼里去，将雷管放到最后一包药包里，同样用木棍捣实（切不可用铁棍），再用干泥或黄砂将口堵塞。利用干土或黄砂堵塞炮眼上部，可使爆炸力量向下及四周发散，不致于向上口泄去。

另外，还有一种装药办法是，在炮眼底部放一些火药（见图二），然后放进一个小竹筒（竹筒的孔径以能穿过引线为原则），将引线穿过竹筒深入到眼底炸药内，最后再在竹筒四周填塞炸药，上半部填干土封口。

这种装药方法，因为可以从底部开始爆炸，所以效率很高；同时爆炸的可靠性也大，很少出瞎炮。



图二

（4）燃炮：土药炮眼所用引线多是自制的，用棉纸包土药

搓捻成线便成。引线应有相当长度露在外面，使在点火后较长时间才能爆炸，以便点火工人避入安全地点，避免发生危险。

黄炸药炮眼也可用普通纸引线，但最安全的办法还是用电引。因为电引是用电箱施放的，能接较长的电线，可以在距离较远的地方施放。普通一个放电箱，可同时燃放30至40个炮眼。

另外，还有大爆破施工方法。这种方法每炮需炸药（黄药或黑药）几十公斤，几百公斤，甚至上吨，一次爆破量可达数百方，几千方，甚至万余公方的土石方。大爆破施工，一般分松动爆破、抛掷爆破、定向爆破三种。其中定向爆破在农田水

利上，特別在山区丘陵区开挖渠道、溢洪道和深挖方等工程中，应用較广。

二、炸药：

(一) 炸药的种类：常用的炸药有土药与黄炸药两种。土药为硝、磺与木炭的混合物，成份为：硝占50%，磺占20%，木炭占30%。黄炸药中含有40—75%的甘油硝酸，比土药爆炸力强，价值也高。土药可以就地制造，价值低廉，使用方便，所以較小規模地开采石料，以用土药为宜。

(二) 怎样识别土药的好坏：

1. 颜色鉴定法：假如土药呈现灰色或石板色，并且色泽均匀，其爆炸力就强，可以使用。假如土药呈现深黑色或蓝色，就表示这种土药木炭成份过多或含了水份，爆炸力就較弱。如有白闪点或白征状，就表示土药中有一部分硝溶解于水，爆炸力就弱。

2. 质量检查的简单方法：

(1) 将混合后的火药取一部分，放在干燥而且沒有灰塵的石面或磚面上，用熄去火焰的火，如香火和紙烟头等点燃，經過驟然燃燒后，如发现存有紅星的殘余，則說明火药中的硫磺成份多了，应适当减少。

(2) 如用上法燃燒后，有黑色殘余，則說明木炭多了，也应适当减少。

(3) 如用上法燃燒后，沒有殘余物質存在，而且磚面上稍呈白色，則說明火药的配合成份适当，质量合格。

三、开采石料应注意事項：

(一) 打炮眼时，应先检查錘柄是否松动。使錘的人应站在掌钎人側面，并不可在工作时与他人談話，以免分散注意力，造成滑錘伤人的事故。

(二) 放炮前須鳴放警報或懸掛警戒信號，并在四周布置警戒綫，凡距离爆炸地区200公尺範圍內，所有人員都須撤出，暫時停止交通。

(三) 点火放炮人在点火前要选择好安全地点，放炮时应記清已爆炸的炮数是否与計劃爆炸的炮眼数相符，等全部爆炸后，才能解除警報，恢复常态。

(四) 各种引綫的燃燒速度，应在事先进行試驗，算定每炮所需引綫的长度，以便点火后工人有充分時間避到安全地区。潮湿引綫及断药引綫切不可用。

(五) 点火爆炸后，如有未能爆炸的炮眼，不可急于查看，以免发生危險，至少等全部炮眼爆炸20分钟后，才可接近处理。如炮眼內装的是土药，可用水澆湿，然后将封泥及火药掏出，另装新药重新点放。如用黄炸药装的炮眼，遇到瞎炮时，不能用上述方法处理，应在距离原炮眼60公分处重打炮眼。

(六) 各种炸药都不能儲藏在住宅、工棚、交通要道附近或人烟稠密的地方，以存放在山凹或山洞里为妥，并要求地方干燥，既能防火、防水，又能防光、防热。炸药或雷管仓库，应派专人负责管理，100公尺以內不得堆放易燃物品，并禁止燃放鞭炮、焚香、燒紙、燒山。雷管不能放入袋內，也不能同炸药、电池等混合在一起。

(七) 引綫与雷管結合时，須用鉗子輕輕夾紧，不能用牙齿咬紧或用力敲压。

二 石方工程的施工

施工掌握得好坏，直接关系到工程的标准质量。建筑物的标准质量能符合計劃要求，便能發揮应有的效能，否則就会为

国家造成人力、物力、财力等方面的损失。因此，掌握施工的人员必须具备一定的施工知识。

石方工程的砌法，有干砌与浆砌之分。干砌是单用石块砌筑，依靠接触面间的摩擦及石块本身的重量，维持稳定。浆砌是用灰浆砌筑，使其胶合成为整体。受力与冲刷较大的工程常用浆砌。

干砌块石的施工

干砌块石在水利工程中使用很广，护坡工程引用最多（也有浆砌的）。现以干砌护坡为例，将其施工方法介绍于后：

一、砌石前的准备工作：

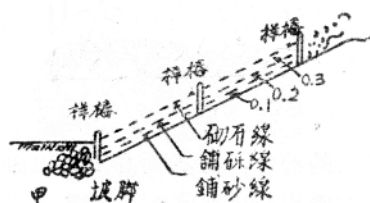
（一）砌石以前的主要工作是，先将土坡或地面铲至规定的标准，不使藏心回肚，并加以夯实。旧坡也应将坡面翻新夯实，防止发生不均匀或沉陷的现象。

（二）在夯打坚实的坡面上铺上一层砂，然后再铺一层碎石，夯打平实。铺砂厚度约10公分，碎石厚度约20公分。这样可以防止坡面泥土被水冲空及石坡坍塌，并能使堤坡内的渗水流出，减少土壤的压力，保证工程坚固。

（三）根据需要准备足够数量的石料，预先堆放在最近、最便于抬运的地方，以免因材料接济不上，发生停工待料的现象。

二、坡面砌石的放样方法：

土坡铲好夯实后，每隔5公尺订立坡脚、坡中、坡顶木桩一排（如图三甲），并在木桩上划出铺砂层、铺



图三(甲) 坡面砌石放样断面图

碎石层及块石层的控制点。然后顺着排桩方向，在排桩的控制



图三(乙) 坡面砌石放样平面图

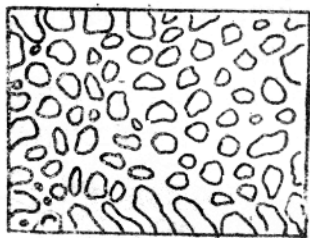
点上拴上豎向細麻綫一根。当鋪完一层砂或碎石时，即上升一次。在两个豎向麻繩之間，用活結拴上橫向麻綫一根，此綫随砌坡进度向上移动（如图三乙），鋪砂、砌石即依此綫为标准。

三、干砌块石的砌筑方法：

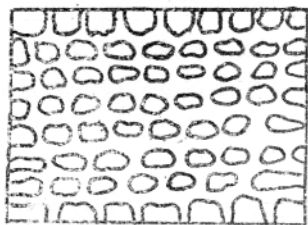
干砌块石有两种砌法，一种为花縫砌筑，一种为平縫砌筑。

实践証明，平砌的往往比花砌的为好。因花砌的工程常发生变形或塌陷，又会产生重縫、叠縫等缺点（见图四）；平砌的工程，能保持坡面平整、坚固。现将平砌法大略介紹如下：

在平砌以前，将块石的长边与坡面豎向垂直，并要与橫向平行（如图五）。同时須将砌石先行試放，以測驗应该錘击或



图四 花縫干砌石图



图五 平縫干砌石图

修整的部位；修凿的多少要以砌縫紧密、縫口不用石塞为好。但如遇拐角处有空隙，可用小石块填塞卡紧，不使松动。塞后如仍有空隙，应以碎石填塞，并用鉄錘捣实，要求做到稳定整

齐。底部有空隙也要用片石填塞紧密，一定要做到底实上紧，避免塌坡危险。在砌筑过程中，应注意表面与样线密接平整，不要砌成臃肚、凹心。垂直接缝应交错间隔（见图五），防止产生重缝与叠缝现象。

四、干砌块石的封边工作：

干砌块石所以能够坚固，全由于各石块间的互相挤紧力量来维持平衡的原故；但靠边的石块（开始与终了的部位），常是一个

最易损坏、折断的地点，因此应当特别重视封边工作。如在进行洪水以下的坡脚封边工作时，为了保护底部滤水层的砂砾不被洪水冲空，需要用较大的块石加砌封边，砌时沿着坡面底脚方向先铺粗砂，再铺粗石，各层缝口都须错开。砌石的外部可用粘土填实夯实。



图六 块石封坡面横剖面图

五、干砌块石中可能产生的缺点：

如砌石技术不良，会造成很多缺点，影响工程的坚固。现将砌石中可能产生缺点的原因、现象及其对工程坚固的影响，分别列表表明。（见后面附表三）

六、石工与抬石民工的配合：

石工与抬石民工的配合比例，应按砌石效率及材料运输远近来决定。一般材料运距在50公尺以内的，可按石工2人，民工1人配合；运距在50至80公尺的，按石工3人，民工2人配合；运距在80至110公尺的，按石工1人，民工1人配合。在施工过程中，如发现窝工现象，应随时根据实际情况，调整劳力组合。

膠 結 材 料

一、砂浆的作用：

砂浆是用水泥、石灰、砂等主要胶結材料配合而成。其作用如下：

(一) 使磚或石的砌体結成一个整体。

(二) 作为磚石的垫褥，使能均匀地傳布压力。

(三) 填塞磚石砌体的空隙，以减低其透气体性及透水性。

二、对砂浆的要求：

(一) 砂浆要柔軟而帶有粘性，垫褥层須有充分厚度，使上下石层密切胶結。

(二) 砂浆凝固后，要求仍不失其凝結性。

(三) 砂浆須稠密不透水。

三、砂浆的种类及其配合比：

通常所用的砂浆，按其配合材料不同，分为水泥砂浆、石灰砂浆及水泥石灰砂浆三种。

(一) 水泥砂浆：是用水泥与河砂加水拌合而成，凝結較快，抗压力和粘結性都較石灰砂浆为强。一般因配合成份的不同，所以有各种强度的砂浆标号，常用的有100号、80号、50号、25号。

(二) 石灰砂浆：是用石灰膏与砂加水拌合而成。石灰砂浆价值低廉，可以就地取材，在建筑工程上和地面水利建筑物都能广泛使用，但因凝結較慢，水下工程不宜使用。石灰砂浆常用的比例成份有1:2、1:2.5、1:3、1:4。

(三) 水泥石灰砂浆：是用水泥砂浆加适量的石灰膏拌合而成。使用的优点如下：

1. 提高工作效率。由于掺入石灰，可以增加砂浆的可塑性，改良砂浆的稠度，提高砌筑的工效。

2. 增强耐久性而不透水。使用水泥砂浆于灌浆作业中，往往砂子先下沉水泥浆上浮，这样就使砂子填塞隙縫，水泥浆不

能灌入，影响其胶結强度，加入了石灰，即可使砂浆均匀，避免上浮現象。

3. 节约水泥，降低成本。掺入石灰就可代替部分水泥，这样既减少国家的水泥用量，又能降低砂浆的成本。标号有100号、50号、25号、10号。

此外，还有一种用低标号水泥拌制的砂浆。这种砂浆，一般用于中小型建筑物或較大型的工程的次要部分。广泛应用低标号水泥砂浆，对就地制造、节约高标号水泥有重要意义。低标号水泥砂浆一般由100至150号水泥制成，砂浆标号可达30号。现在我省有的地方已经制成200号以上的低标号水泥，这样，砂浆标号更可提高。使用低标号水泥砂浆的建筑物，应特别注意管理养护，以防开裂及降低强度。

砂浆在水工建筑物中，使用于陡門、涵洞、便桥等，一般采用10号水泥石灰砂浆，滾水坝、放水管、消力塘以及地下基础等，常用25号或50号水泥石灰砂浆，勾缝常用80号水泥砂浆。

上述使用砂浆标号范围，只是一般采用数值，但不能作为硬性规定，选用时仍应根据工程的重要性、受水力冲刷、水压力大小等情况来决定。

砂浆标号愈高，其强度愈大，价格也愈高，因此小型水利工程除了重要的水下部分外，应当多采用石灰砂浆，以减少水泥用量，降低工程造价。

四、各种标号砂浆所需配合材料：

各种标号砂浆所需配合材料，列表以供参考。（见后面附表四、五、六）

水泥每立方公尺重量以 1,300 公斤計算。預算量包括損耗率在內（損耗率水泥按 1.4%、砂按 7%、石灰按 2% 計算）。每立方公尺上等塊灰（重 890 公斤）和水可制成石灰膏 2.5 公方。

砂漿拌和應在不漏水的拌盤上進行。拌時先將砂平鋪在盤上，加入水泥干拌至顏色均勻後，再加入石灰膏和水濕拌（注意水、灰的比例，不要過稀），拌至漿色一律，不見有純淨的砂粒或石灰即可。水泥砂漿經拌和後須在一小時內用完，以免砂粒硬化，降低膠結力。

拌和用的石灰膏，不能臨時發用塊灰，必須先將塊灰置於灰池（池中最好先放水）發透、拌勻再放入儲存灰池，等沉淀後去掉表面清水即成石灰膏，此膏至少存放一星期方可使用。灰膏表面無水時，可復蓋一層草蓆或砂，防止干固。

五、砂漿標號：

砂漿標號通常是指砂漿的耐壓強度。其計算方法是：以同樣稠度的砂漿制成每邊 7 公分的立方形試塊，放在 20°C 土中或者 5°C 空氣中養護 28 天後，它的抗壓極限強度就是砂漿的標號。例如：一個 7 × 7 × 7 CM 的砂漿試塊，養護 28 天以後，在壓力機上加壓到 2,600 公斤時試塊破裂，那末，這試塊的砂漿標號為 $2,600 \div (7 \times 7) = 53 \text{ Kg/CM}^2$ ，即是 53 號的標號。

六、決定砂漿標號配合比的方法：

在工程設計中，每以標號表示砂漿強度。要想根據砂漿標號來確定材料配合比，首先須通過計算，并實際拌和作出試塊試壓後，再行校正。

（一）先決定每立方公尺砂漿所需要的水泥量，計算公式為：

$$Q_u = \frac{R_p}{0.7 \times R_u} \times 1000$$