

8735
NGD

高等學校試用教材

道路建築技術及組織計劃

第三分冊 采料場及附屬企業

南京工學院 編

人民交通出版社

高等學校試用教材

道路建築技術及組織計劃

第三分冊 采料場及附屬企業

(公路與城市道路專業用)

南京工學院編

人民交通出版社

本書（第三分冊）主要闡述筑路材料采料場及附屬企業設置的基本原理和條件，分析其工藝過程的特點及經營方法，並對主要設備作必要的敘述。第三分冊共六章，其中第一、二、三、四章為采料場；第五章為瀝青材料基地及瀝青類混合料基地與工廠；第六章為水泥混凝土工廠。

本書由南京工學院主編，北京工業大學協助編寫。

本書作為高等學校“公路與城市道路”專業“道路建築技術及組織計劃”課程的試用教材，可兼作“公路橋梁與隧道”和“城市建設與經營”兩專業“道路工程”的教學用書，亦可供交通部門有關專業人員工作或業餘學習的參考。

希望使用本書的單位或個人多多提出改進意見，逕寄南京四牌樓南京工學院道路教研組，以便再版時修改。

目 录

第一章 采料場的勘查及其位置的选择	1
§ 1-1 采料場的基本概念	1
§ 1-2 料場的勘查	3
§ 1-3 蘊藏量的計算	7
§ 1-4 料場位置的选择	10
第二章 采料場的开采方案及准备工作	19
§ 2-1 露天料場的开采方法	19
§ 2-2 开采面的位置和尺寸	21
§ 2-3 露天开采的作业制度	28
§ 2-4 料場开采的准备工作	30
第三章 砂石材料的开采与加工	36
§ 3-1 石料的开采	36
§ 3-2 疏松材料的采掘	45
§ 3-3 砂石材料的加工	47
第四章 采料場的运输、輔助設置和总平面布置	58
§ 4-1 采料場的运输工作	58
§ 4-2 采料場的輔助設置	66
§ 4-3 采料場的平面布置	68
第五章 瀝青材料基地及瀝青混合料工厂	70
§ 5-1 基地与工厂类型	70
§ 5-2 瀝青类混合料工厂的主要产品及其生产过程	72
§ 5-3 基地与工厂位置的选择	76
§ 5-4 瀝青类混合料的制备裝置	81
§ 5-5 瀝青材料的儲存和加热及其車間(基地)裝置	85
§ 5-6 瀝青乳液基地及其裝置	96

§ 5-7 基地与工厂的辅助设置	98
§ 5-8 基地与工厂的总平面布置	102
第六章 水泥混凝土工厂	105
§ 6-1 水泥混凝土工厂的类型选择	105
§ 6-2 水泥混凝土工厂厂址与设备的选择	106

第一章 采料場的勘査 及其位置的选择

§ 1-1 采料場的基本概念

采料場是指露天开采非金属材料的一种有組織的矿山企业，其中有采石場和采砂(礫石)場等。采料場的基本任务，就是根据工程需要和因地制宜就地取材的原則选择适当的天然石料产地，以最經濟的办法用最小的劳动量和机械設備，将大片的整体的岩石，碎成各种規格和尺寸的建筑材料(如条石、块石、碎石、石屑等)。因此，采料場的生产过程，就包括开采和加工两个基本程序，同时也包括开采的准备工作 and 輔助工作，如剝除岩石表面的复盖层(又称表土层)，建立場內外的运输和装卸設備等。除此而外，要建立和經營一座采料場，还必须經過料場勘査、位置选择、場地布置、动力与机械安装和生产管理等一系列的工作。

除岩石外，自然界还存在着顆粒状的礫石和砂等，这就是所謂疏松材料。此类材料的采掘和加工，显然与采石工作不同，但也包括上述的基本生产过程和相应的准备与輔助工作，以及在經營方面的各項工作。

对于筑路材料來說，采料場可按材料的蘊藏量和用途，以及与兴建道路的相对位置等，可分为采石場和采砂(礫石)場两大类。每类又可区分为路側(沿綫)料場和工业料場两种。

路側(沿綫)料場是指为修建某一条道路而临时就地取材所开辟的料場。此种料場的位置，一般在路綫兩側10公里以內(砂)，或20~30公里以內(石料)，而且材料的蘊藏量要适中。路側料場的开采量通常根据料場砂石料的蘊藏量以及工程需要而定，变动較大，使用期間約1~3年，产品供应距离宜在20~30公里以內，如果采用人力或畜力运料，則其运距更宜縮短。

为了节约运输力量，应该详细核算，决定经济运距。生产用的机械设备要求装拆简易和移运轻便。此类料场亦可当作临时性的附属企业，其开采、经营、规模与数量均较小，一般属于筑路单位。

工业料场的位置比较固定，产品并不限于供应给某一项工程，而是按一定的经济供应距离（供应半径）对一定地区供应材料。其特点是蕴藏量大、生产量固定、使用期间长（一般在10年以上），开采与加工的设备，通常需要采用固定式或半固定式，并设有仓库和保证大量的迅速对外供应的固定运输路线和设备（如铁路，驳船等）。此种料场，除作为某些工厂（如水泥厂，石灰厂等等）内部的主要生产车间而外，普通都是属于独立经营的一种工矿企业。

就原材料产状的不同，采石场又有以下三种情况：

1. 当有用矿体（即岩石）位于较高的山坡上时，不管其底层是高于周围地带或是与周围地带大致相等，均称为丘陵矿床（或山坡矿床）。

2. 当有用矿床位于周围地带的水平线以下时，称为平原矿床。平原矿床又因地下水情况的不同，而分为干燥平原矿床和潮湿平原矿床。

3. 当有用矿床位于河流、湖沿或海滨的范围以内，且为水所淹没，则称为水下矿床。如果有用矿床埋在海岸或水滩下面，且低于水位，亦属于水下矿床。水下矿床一般没有复盖层。

采砂（礫石）场，由于产状不同，亦有以下三种情况：

1. 完全由砂层或礫石层所组成，不含有其他种类的矿体，则称为完整矿床。

2. 砂或礫石，存在于不同厚度的层次中，而又为其他种类的矿体所间隔，则称为层状矿床。

3. 砂或礫石单独位于其他矿体之中而形似球状，则称为袋形矿床。

掌握不同矿床的特性，对于采料场的准备工作、开采方法和

經營管理等各个方面，都有重要意义。

§1-2 料場的勘查^①

一、勘查的目的与步骤

筑路材料的有用矿体，多半为复盖层所遮盖，尤其是岩石构成的因素比较复杂，岩石的性质变化很大，因此，即便是地表面的岩石分布很广，对于具体开采地点而言，仍然首先要解决有无可取之矿体以及其蕴藏数量等问题，进而查明矿床的地质构造、生成原因和矿体性能（主要有矿物组成、机械强度等），从而便于判断材料的质量和开采的经济效益。

路侧料场的勘查，是道路勘测工作的一部分，应配合道路勘测工作进行。

勘查的目的，主要是查明路线的两侧有无筑路材料，及其主要性能和大致蕴藏数量，以供选择路线构造物（路面、桥涵等）的类型和确定料场开采方案及料场本身的设计和施工之用。

以下介绍勘查的内容、方法与成果的整理，但有关工作应根据任务性质，范围大小而适当选择安排，不能一一机械搬用。

二、勘查的内容

为了寻找有用矿体，确定其品质和开采效益，以及提供料场设计的依据，在勘查过程中必须查明下列主要资料：

1. 有用矿床的产状。包括岩层的长度、宽度和厚度；层面和层底的起伏；层次间的间隔和埋藏的深度；岩层的倾斜和走向等。
2. 有用矿体的性质。包括岩石分类，矿物组成和机械强度等。
3. 复盖层和夹层的情况，包括厚度和组成。
4. 开采的难易程度和蕴藏量。

① 有关本节的内容和方法，在《工程地质学》课程中已有详细阐明。勘查工作应结合“地质勘测”进行，具体内容详见主要参考书目[10]。

5. 有关地质和水文等各項資料。

6. 有用矿床附近的交通运输情况。包括各种綫路（铁路、公路和水道），原有的轉运站（車站、碼頭等），以及敷設专用或临时支綫的可能性等。

7. 全年生产的可能性。包括洪水泛濫、交通断絕等各方面。

8. 矿床开采的准备工作。包括平整場地和清除障碍物等的数量和难易程度，以及原有树木等資源利用的可能性等。

9. 附近有无儲存材料和堆积廢料的合适地点。

10. 有无可以利用的企业和动力設備。包括原有的鉄工厂、机械修配厂以及电能和热能等。

11. 附近居民点情况。包括房屋的租借，附近居民对劳动力支援数量及時間上的可能性。

12. 排水和供水情况。

三、勘查的方法及其成果的整理

在勘查过程中，除向有关方面及居民收集現有資料和調查訪問，以掌握一般概况外，并須进行現場測繪和采集样品；必要时应进行小型钻探工作。調查与分析現有資料，可以概略地掌握筑路材料的分布情况，有助于进一步确定現場勘查的要求和內容，亦能一般地掌握地质的总体概貌，特别是当該地区曾进行过地质普查的情况下，往往能获得很多的現成資料，从而可以簡化現場勘查工作。但在必要的情况下，需要进行現場測繪和采集样品与小型钻探，才能够較精确地划定有用矿床的周界，評定材料的品质，以及进行采料場的設計工作。

料場的勘查工作，主要是观察露头 and 开挖探槽。探槽深度应等于复盖层的厚度，按照一般規定，当复盖层厚度小于 0.25 米时，可以采用清除表土的办法，如大于 0.25 米，則采用探槽。如探槽不能查明情况，則需要設置钻孔和少量探井。探井的深度，一般規定为 0.5~1.0 米，并依此采集样品。

钻孔的数目及其平面位置，应依岩石性质和勘查要求而定。

例如花崗岩大都是整体存在，普通只須查明复盖层厚度等一般状况即可。为此，可每隔 250~300 米設置一个圓形钻孔，其深度最大可达計劃开采的底面为止。如需更詳細地掌握复盖层的变化，可在钻孔之間約每隔 100 米挖凿一个探井。如果岩石露头較多，可适当清除附近表土，使露头更显明和扩大，此时則相应减少钻孔或探井的数目。其他种类的岩石和各种疏松材料，在探井和钻机布置要求上有所不同，可以按照工程地质調查所規定的办法和要求进行。

为了便于探井和钻孔的布置，一般是将地区划分为长约 250~300 米正方形的勘探网，并对网进行地形测量，求出地面标高。图 1-1 是两种岩石（花崗岩和石灰岩）之勘探网的示例。图中标明探井、钻孔、探槽和清除复盖层的相对位置，如果地区比較复杂，其間距还应縮小。

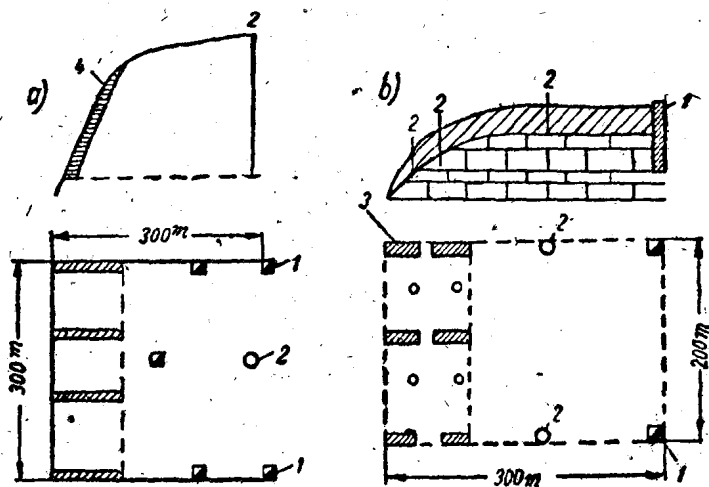


图 1-1 岩石勘探网的示意图

a—花崗岩；b—石灰岩

1—探井；2—鑽孔；3—探槽；4—清除层

经过室外的实地測繪和勘探，一方面进行室內試驗和鉴定①，

① 岩石的試驗要求和方法在《道路建筑材料》課程中敘述。可參閱主要参考书目[9]。

另一方面須要将各項資料加以整理，并填繪下列有关图形。

1. 探井草图——此图以个别探井为单位，将井的四壁展开并以不同图例标明岩石的种类，以数字标明岩层的厚度(见图1-2)。

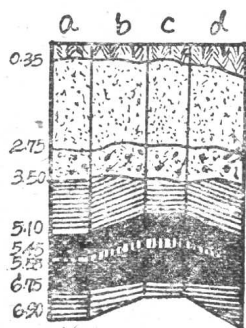


图 1-2 探井草图

2. 地质断面图——将同一条直线上的各个探井或钻孔，按其高程和间距依次排列，并将同类岩石连接起来，就得出地质断面图(图1-3)。地质断面图除表明某一

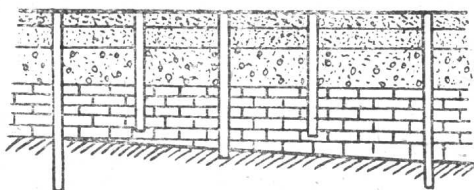


图1-3 地质断面图

个断面上的岩层起伏、层次、厚度和蕴藏深度而外，有时还可以将地下水位等情况以不同线条表示出来。

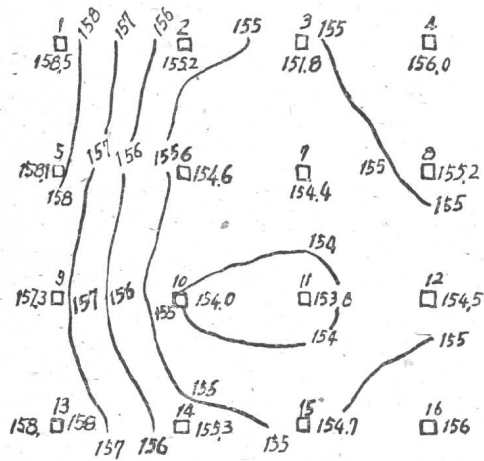


图 1-4 层面高程图。

3. 层面或层底高程图——将所有探井(或钻孔)的位置，按比例繪在平面图上，并分别注明有用矿床层面或底面的高程。连接相邻两探井，按其间距和高差，用相同比例尺描出等高线，即成为层面(或层底)高程图(图1-4)。由此图可

以显明看出有用矿层的起伏情况，从而作为料場設計时的参考。

上面列举的三种图，只是勘查成果的一部分。除此而外，一

一般还附有 1:5000~1:100000 的地形图，地形图上标明料场的相对位置和交通线路等（可利用路线测设的总平面图）。此外，料场还应附有 1:1000~1:2000 的料场平面图。在平面图上标明勘探网的轮廓、勘探点的布置、地质剖面线、主要地物和计算蕴藏量的面积等，亦应附有产地的剥土量、蕴藏量和剥离系数等主要指标的表格，以及有关自然情况、样品试验结果等各种表格。将上述资料整理完毕后，再附以说明书，即可提出料场的勘查报告。如果属于路侧料场，此类报告就是路线勘测设计的原始文件之一。

§ 1-3 蕴藏量的计算

有用矿体的蕴藏量，是料场设计的重要依据。在取得现场勘探资料之后，即可按要求选择适当的方法来进行计算。

蕴藏量的计算，主要是按几何图形求出有用矿体的体积（等于面积乘厚度），表示如下：

$$V = Sh \quad (1-1)$$

式中：V——有用矿体的蕴藏量，用立方米实体积为单位。如果求松体积，则再乘以材料的松方系数。

S——有用矿体的水平投影面积（平方米）。

h——有用矿体的厚度（米）。

这种计算原理极为容易，但是由于有用矿体的层面变化很大，面积与厚度并无一定规律，为使计算结果基本上符合实际情况和达到不同精确度要求，故而有各种不同的计算方法。对于采料场，一般可采用以下几种方法：

1. 三角形法——在料场平面图上，将勘探点连成三角网（图 1-5a），取出每个三角网，并标明层面和层底的高程，则得到许多稜柱体（图 1-5b）。每一个

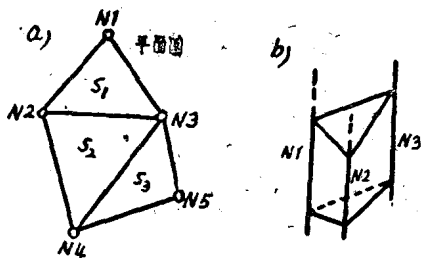


图 1-5 三角形法的蕴藏量计算示意图。

三角稜柱体的体积(V),就等于三角形面积(S)乘以三点的平均厚度(h)^①。总体积就等于所有三角稜柱体体积之和。这种計算方法的精确度与探井或钻孔等布置有关,布置愈密(間距愈小),則計算的結果愈精确。

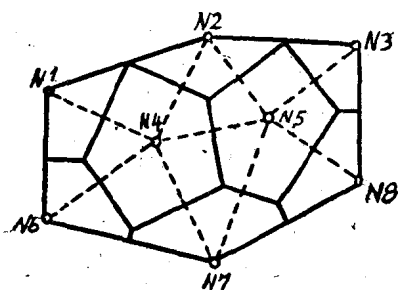


图 1-6 多边形法的蘊藏量計算示意图

的同样原理, 求出多边形体的体积, 最后計算总和而求出蘊藏量。

当探井或钻孔等点分布不均匀时, 适于采用此法, 但划分和計算工作比較复杂, 而且由于划分的不同, 会得出几个不同的計算結果。

3. 平行断面法——有时探井或钻孔等各点, 在平面图上按直綫成排布置, 有可能連成若干条平行或近似平行的直綫, 此时采用平行断面法最为簡便(图 1-7)。平行断面法实际上和土方計算时的平行截面法相同。計算时先求两个平行之垂直面的面积(S),

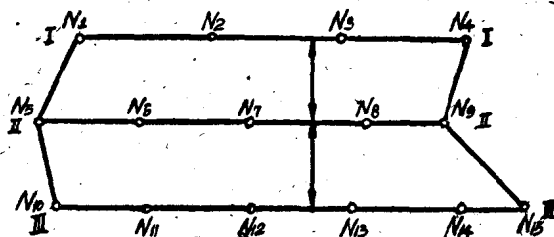


图 1-7 平行断面法的蘊藏量計算示意图。

① 平均厚度均按 $h = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_n}{n}$ 計算

取平均面积乘以間距(l)后再相加。

4. 等深綫法——以上三种計算方法,都是以縮小計算范围的原則,力求接近矿床的真实产状,因此当矿床厚度变化很大,而探井或钻孔又較少时,計算結果与实际情况会有很大的出入。为此,可以采用等深綫法(图1-8)。

等深綫法可以利用层面或层底高程图(图1-4)。在計算时,先分别求出每一等高綫范围内的水平投

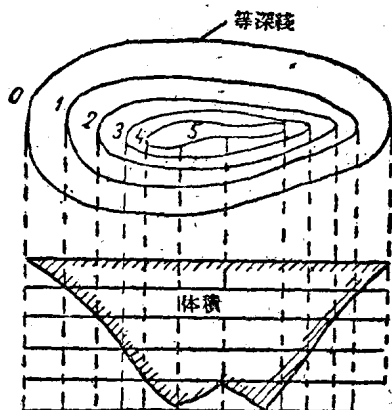


图 1—8 等深綫法的蘊藏量計算示意图

影面积(S)。取相邻两个面积的平均值,再乘以等高距(h),最后总和即可求出总蘊藏量(V_0)。計算公式如下:

$$V_0 = [0.5S_1 + S_2 + S_3 + \dots + 0.5S_n]h \pm \frac{1}{3} \sum S_k h \quad (1-2)$$

式1-2中最后一項,是指高出或低于等深綫頂端平面內圓錐

儲量分类簡表

表 1-1

勘查阶段	級別	研 究 程 度	用 途
詳細勘探	A ₁	儲量經過充分研究和勘测,并对加工作好准备	可作为开采和加工的依据
	A ₂	儲量經過充分研究和勘测	可作为設計及建筑加工車間(技术設計)的依据
初步勘探	B	儲量有地质上的依据,經過相当程度的勘测,根据采掘和钻孔获得关于儲量的大致輪廓	可作为設計采料場与加工車間(初步設計)的依据
勘 查	C ₁	根据天然露头与矿床的一般鉴定方面的地质研究所确定的儲量	可作編制采料場概略计划及作为布置勘探工作的依据
	C ₂	根据地质踏勘而判断的儲量	作为編制将来建筑计划的依据

体的体积。

上述各种计算方法，有着一系列的假定并取其平均值，因而都是近似的计算方法，为此对于计算的精确程度有加以规定的必要。此项规定与勘查阶段和目的有关，一般分为A、B、C等五级。并规定计算结果允许的偏差，A级小于10~15%，B级小于20~30%，C级小于50%（参见表1-1）。

§1-4 料场位置的选择

料场位置的选择，是整个采料工程中最重要问题之一，位置的适当与否，不仅关系到产品的数量和质量，而且在很大程度上影响到产品的经济价值和开采方法。为了合理地选择料场位置，首先必须按照要求进行勘查，取得各项必要的资料（详见上一节）。不难理解，即便是在充分的勘查条件下，由于各种因素很多，且往往各有利弊，并非一个方案所能代替。这就要求在选择时确定几个方案，再进行技术经济比较，选定最经济合理的方案。因此，选择料场位置是采料场综合规划与设计的一环。料场位置一经选定，在原则上就决定了今后的建场工程和生产条件。

有关建场和生产的具体问题，在以下各节中将分别阐述。本节中着重研究选择场址的几个共同要求。

一、地质条件①

在我国辽阔的土地上，蕴藏着大量的适用于道路建筑的各种砂、石材料。但其分布并不均匀，少数地区可能分布很少或埋藏很深，甚至于没有。即便是分布很广的地区，由于材料品质的不同，亦有必要加以选择。因此，必须首先从地质构造（岩石的成因）、岩石的种类等方面着手研究。

从采石工作来看，岩石性能的优劣和开采操作的难易之间存在着一定的矛盾。如岩石硬度大，抗钻性强，凿眼就困难；脆性

① 有关地质构造原理、各种岩石的矿物组成和物理性能以及鉴定岩石的方法等均在《工程地质》和《筑路材料》课程中阐述，本节仅作简要说明。

大时爆破就困难；而节理、层理、裂隙多的或脆性大时，开采较方便，但使用价值较低。又如岩石天然坡角大，表明岩石结构坚实，稳定性强，对开采深度和形成凿眼工作台阶很有利，但从开采成本方面来看，却耗费钻眼时间和增多炸药用量。必须指出，从地质构造上来说，掌握地下水动态、岩层倾斜、地震区发展情况以及廢岩（包括表皮土和夹层等）产状等都是十分必要的。由此可以说明，在选择料场开采位置、开采方向、开采方法、采用大爆破等的条件，应综合考虑，从工程对石料技术性能的要求出发，正确地掌握地质构造，判断岩石产地的变化规律和特点，不允许盲目从事，以免造成技术经济上不合理的后果。

从地质条件来看，疏松材料（礫石和砂）的产地，可以同样参考上述原则，但此类材料的挖掘通常不必施用爆破，而采用一般的土方机械或人工挖掘。疏松材料是属于沉积岩，其厚度较薄，故而表面复盖层厚度和运距大小是决定开采位置的主要条件。其他如层状堆积，产于地表面和自然倾角很小等特点，对于开采方法、梯阶深度和宽度都有不同要求。水下产源大都为沿河两岸（多半在河流的上游）或湖海边缘堆积，故采掘比较方便，但亦有洪水起伏、颗粒分层的特点，这些都是选择开采位置时值得比较的因素。

二、地形条件

1. 料场要尽可能选择较为陡峻而高度又不超过150米的地形。限制高度可以减少悬崖高空作业的劳动强度和危险性；而陡峻的地形有助于开采效率的提高。一般说来，坡度大的陡峻悬崖，容易出现较多临空的自由面，且部分自由面往往与爆破漏斗口成水平方向，此时炸药无须全部胜过岩石的重力，便可沿水平方向推动抛掷，再加上岩石因自重而下坠，很容易形成大量崩塌（图1-9b）。所以山形愈陡，爆破的范围愈大，消耗的炸药愈少，而石块产量也就愈高。反之，如果山形坡度大部分 $<30^\circ$ ，则产量将受到很大限制（图1-9a）。

2. 料場選擇在山坡上，可以減少剝除復蓋層（表土）的工作

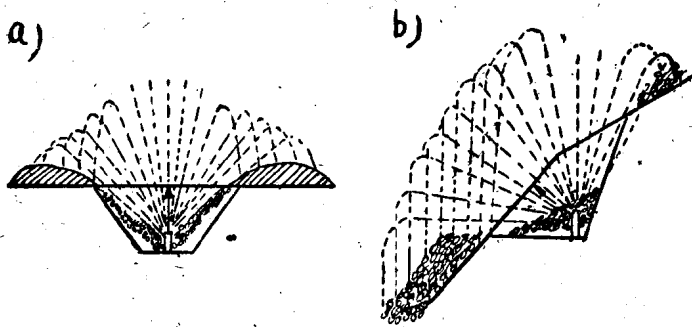


图 1—9 a—拋擲；b—揚弃
爆破示意图

量，而且山坡愈陡，剝土工作量愈小。某些緩坡上可能出現很厚的復蓋層，以致因剝土工作量大而失去開采價值。料場在山坡上的標高，應高於附近設置的建築物（如加工車間，貯料倉庫和廢土堆等），以利材料向下輸送，而減輕運輸工作的困難；反之如果料場選擇在地平綫以下或標高較低，勢必要將材料向上提升，這樣必將大大地增加運輸費用。

3. 開采的工作面尽可能选取面向南方。實踐證明，朝北的一面往往風化層較厚，這樣一方面增加剝土數量，而且初期產品的質量較劣；另一方面，冬季容易積雪，開掘斷面的冰雪不易融化，西北風又勁疾刺骨，開采條件極為不利，故應力求避免。

4. 開采面的場地平整與清除工作量力求最小，而且要有足夠地面可供平面布置之用。其中包括開采面、動力車間、加工基地、產品貯存和廢料堆置等用地。在地形方面，還應保證場內運輸方便（尤其是在垂直運輸上有利）和少受風雨等自然因素的不利影響。

三、運輸條件

1. 砂石料產源的綜合條件就決定了開采的經濟價值，而且經