

黄金科技丛书

砂矿床开采

刘大为 刘洪斌 译
李耀光 廉建民 校
孙详久

国家黄金管理局长春黄金研究所

黄金科技丛书

砂矿床开采

刘大为	刘洪斌	译
李耀光	廉建民	
孙祥久		
		校

国家黄金管理局长春黄金研究院

一九九二年三月

内 容 简 介

《Разработка россыпных месторождений》一书是Лешков В.Г.著，苏联莫斯科《矿藏》出版社1985年经修改与补充后第二次出版的中等技术学校教科书。翻译后全书356页，表144个，图131幅，参考文献13种，由国家黄金管理局长春黄金研究所组织翻译。

本书论述砂矿的地质、找矿、勘探和经济评价的基本概念，及其工业开发的方法。分析研究解冻砂矿和多年冻结砂矿的露天、地下及采金船开采的设备与工艺。提出采矿工作制度与技术经济指标。鉴于采矿设备与工艺的发展，第二版（第一版——1977年）对一些篇章的内容进行了修改，并介绍了开采设计、环境保护，以及土岩解冻和防冻方法的有关资料。

本书可供采矿工业部门的各个矿山、科研和设计单位工程技术人员学习参考，也可作为高、中等院校采矿系教师和学生的教学参考资料。

编 译 者

1992年 3 月

前 言

在继续发展有色冶金工业最重要的任务中，确定扩大贵金属生产，巩固和超前发展原料基地、改善采掘与加工、提高矿物原料利用程度，以及推行并掌握有效工艺过程及大功率的设备为《苏联在1981—1985年和1990年前期间经济与社会发展的基本方向》。在地质勘探工作方面，着重指出制订与采用加速有用矿物矿床地质经济评价方法的必要性。

在苏维埃政权历史的全部时期内，发展和改进贵金属及金刚石开采工业始终是共产党和苏联政府特别关怀和重视的项目。用强化开采砂矿的方法可以增加一系列稀缺矿物的开采，因为砂矿是获得稀缺矿物的主要源泉。

目前，苏联在砂矿采出多种稀缺矿物原料（金、铂、锡石、钛铁矿、金红石、钽铁矿、白钨矿、独居石、锆石、压电石英、琥珀等）。

砂矿的埋藏条件允许采用相对简单的工艺进行有效开采。因此，砂矿与脉矿相比，其开发需要的材料费用和劳动消耗量都明显较低。

在苏联，多年以来，砂矿（特别是铂和含金砂矿）开采一直是在不同的气候带条件下进行。按其本身的潜力，砂矿在黄金和其他有用矿物方面将长期保持其主要的功用。

目前，日益广泛着手开采埋藏条件比较复杂，而且原则上要求使用新的采矿工艺的砂矿。未来，在砂矿开采中将广泛使用大型迈步式挖掘机、大功率推土机、机械松土机、重型自卸汽车，并建造新的采金船，同时要使现有的采金船、水力提升和砂泵洗选机组、大型机械化采选成套设备现代化。

砂矿不同的埋藏条件决定其开采必须采用不同的工艺流程和设备（挖掘机、轮式铲运机、推土机、采金船、水力和选矿设备、井下作业机械）。因此，矿山企业的工程技术人员应具有全面的技术知识和在具体的矿山地质及自然气候条件下合理运用这些知识的能力。

苏联在世界范围内，在砂矿开采理论和实践方面都占有主导地位，这是作者撰写本书的动因。苏联金-铂和金刚石工业企业的先进经验，以及苏联学者和工程师们所完成的研究成果是本教科书的基础。与各公共专业和教学计划规定科目基本上有关的一些个别问题在书中未加特别评述。若要更深一步研究这些问题，学生应利用书中所引用的一些补充文献。

前言和1—11章由技术科学博士乌·格·列什柯夫撰写，12—14章由技术科学博士、教授斯·乌·波捷姆基撰写。

作者对在审阅手稿时提出宝贵意见的勃拉戈维申斯克综合中等技术学校的布·弗·克雷宁老师和技术科学副博士乌·乌·斯博罗夫斯基致以诚恳的谢意。作者对提出批评意见和进一步完善本书内容建议的读者也将非常感激。

责任编辑:张淑兰 何雪妮

内部资料
东北师大印刷厂印刷

目 录

I 总论	(1)
1 砂矿概论	(1)
1.1 岩石和矿物概念, 砂矿形成, 疏松沉积类型	(1)
1.2 碎屑岩石简述	(6)
1.3 砂矿形成条件	(9)
1.4 砂矿类型	(10)
1.5 砂矿构造	(15)
1.6 有价矿物在砂矿中的分布	(17)
2 砂矿找矿、勘探、储量计算与核准简介	(19)
2.1 砂矿矿物鉴别和物理性质介绍	(19)
2.2 砂矿有价矿物的特性及其在国民经济中的应用	(20)
2.3 砂矿的找矿—评价工作	(26)
2.4 砂矿的粗查和详查	(29)
2.5 砂矿储量的标准、计算和确定	(33)
3 砂矿开采概论	(41)
3.1 砂矿有用矿物开采历史简介	(41)
3.2 砂矿岩石的物理性质	(44)
3.3 冻土简述	(51)
3.4 砂矿开采的一般概念及基本原理	(53)
3.5 砂矿开采方法	(58)
4 砂矿开采的环境保护与自然资源的再生产	(60)
4.1 环境保护总论	(60)
4.2 采矿破坏的农业用地的恢复	(63)
4.3 工业废水澄清	(72)
4.4 工业废水澄清与排放的水工计算	(76)
II 砂矿露天开采	(88)
5 推土机—铲运机开采方法	(88)
5.1 概述推土机和铲运机类型	(88)
5.2 推土机和铲运机采掘土岩的方法	(92)
5.3 土岩的预先松动	(98)
5.4 砂矿疏干工程	(107)
5.5 砂矿开拓工程	(110)

5.6	采准工程	(116)
5.7	采矿工程	(123)
5.8	工作制度与技术经济指标	(132)
6	挖掘机开采方法	(135)
6.1	概述	(135)
6.2	主要设备	(136)
6.3	挖掘机的工作参数和生产能力	(140)
6.4	挖掘机开采土岩的特点	(145)
6.5	砂矿疏干与开拓	(149)
6.6	采准工程	(152)
6.7	采矿工程	(157)
6.8	露天矿工作制度与技术经济指标	(163)
7	水力开采方法	(164)
7.1	概述	(164)
7.2	工艺设备	(167)
7.3	水枪射流冲采土岩	(170)
7.4	自流水力运输	(176)
7.5	加压水力运输	(180)
7.6	水力装置的供水	(187)
7.7	砂矿开拓工程	(193)
7.8	采准工程	(196)
7.9	采矿工程	(198)
7.10	安全技术	(205)
8	多年冻土解冻与融解土岩季节性冻结的预防	(207)
8.1	概述	(207)
8.2	多年冻土的自然解冻与表面热土壤改良	(208)
8.3	地表蓄水池水解冻冻土	(213)
8.4	热水、蒸汽和电热解冻冻土	(224)
8.5	砂矿地面季节性深冻预防与多年冻土解冻强化	(227)
II	含水砂矿采金船开采	(235)
9	采金船的分类、设备及应用条件	(235)
9.1	采金船制造和开采的发展概述	(235)
9.2	现代化采金船型号及其分类	(240)
9.3	多年采金船的使用条件	(242)
9.4	多斗采金船的制造	(243)
9.5	采金船结构尺寸与砂矿参数的符合验算	(251)
10	采金船开采供水、开拓和采准	(255)

10.1	采金船采场供水	(255)
10.2	砂矿开拓方法	(259)
10.3	采矿准备工程	(264)
10.4	拦水设施	(266)
11	采矿工程	(271)
11.1	土岩回采	(271)
11.2	砂矿采矿方法	(278)
11.3	桩柱式采金船的单工作面宽度	(285)
11.4	采金船生产能力对有用矿物成本的影响	(292)
11.5	排土	(295)
11.6	辅助作业	(298)
11.7	开采损失和砂矿贫化	(300)
11.8	采金船工作制度、操作人员及修理	(303)
11.9	安全规程的基本要求	(305)
IV	砂矿床地下开采	(308)
12	砂矿床地下开采概论	(308)
12.1	使用条件	(308)
12.2	术语	(310)
12.3	融砂和冻砂的开采特点	(311)
12.4	开拓方法和开拓巷道	(311)
12.5	开拓巷道位置选择	(314)
12.6	地压、顶板管理和支护种类概述	(315)
12.7	矿山巷道通风	(321)
13	融解砂矿床地下开采	(323)
13.1	砂矿床疏干	(323)
13.2	巷道掘进	(326)
13.3	井田的采准	(329)
13.4	回采	(329)
13.5	采矿方法	(330)
14	多年冻结砂矿床地下开采	(335)
14.1	岩石崩落	(335)
14.2	巷道掘进	(338)
14.3	井田的准备	(342)
14.4	回采	(343)
14.5	采矿方法	(347)
14.6	防尘	(352)
14.7	矿砂堆置	(353)

14.8	矿井作业制度和技术经济指标.....	(355)
14.9	冻结砂矿床地下开采的前景.....	(357)

I 总 论

1 砂 矿 概 论

1.1 岩石和矿物概念、砂矿形成、疏松沉积类型

地壳由多种岩石组成。由一种矿物（单纯岩）或几种不同矿物（复成岩）构成的同一结构的矿物体称作岩石。

矿物是由于地壳中天然物理—化学过程而形成的具有稳定的化学组成和物理结构的天然物质（化合物或天然元素）。

地壳中各种元素的含量（按质量）如下：氧49%，硅26%，铝7.5%，铁4.2%，钙3.3%，钾2.3%，氢约1%。在地壳组成中有百分之十之几，百分之百之几，百分之千之几，百分之百万分之几的对国民经济重要的其他元素（钛0.5%、锰0.1%、锆0.03%、钒0.02%、铬0.02%、镍0.02%、锂0.01%、铍0.01%、铜0.01%、锌0.005%、锡0.004%、钴0.003%、铅0.0016%）。作为原子能核燃料放射性元素的含量也不高，如钍和铀的含量分别为0.0008%和0.0004%。贵金属—银、金和铂的含量也同样，分别为0.00001%，0.0000005%和0.0000005%。

含有高量有价矿物的岩石称作矿石。含有一种矿物的单矿物岩石和含有几种矿物的多矿物岩石，当工业加工时，其数量和品位在技术上可行，经济上合理时列为工业矿石级别。

用于国民经济各种需要的具有有价性能和性质的矿物称作有用矿物。地壳里有矿物的天然集合体，当其数量在设备和工艺发展的现代水平条件下进行工业回收有利时称作矿床。

与有用矿物同时采出，但由于不需要，而不适用于国民经济的岩石称作废石。

一般分为固体有用矿物原生（原始的）矿床和砂（次生的）矿床。原生矿床通常认为是坚硬的岩层，而砂矿床则是由于原生矿床的破碎而形成。在对砂矿床的关系上，原生矿床是原始的或母本的。岩石边破坏，边碎裂，使其含有的某些个别矿物不断脱出，并进入废石和有价组份机械混合物的疏松沉积中。

含有工业富集的有用矿物颗粒或晶体的碎屑物质疏松沉积层或胶结沉积层的聚积体称作砂矿床（砂矿）。砂矿形成与风化过程密切相关。风化就是岩石和矿物在多种因素（降雨、风吹、温度、太阳辐射、动植物机体等）作用下所产生的各种不同的变化。上述因素的作用导致基岩的破坏（碎散），在其移动过程中，碎屑物质（按粒度、密度

和颗粒形状)进行分级,而微粒根据机械强度和化学稳定性的程度在磨损、滚圆和分层;岩石及矿物的化学组份和原始形状也同时发生变化。

风化分为物理风化和化学风化。整体岩石主要受气温变化的影响碎裂成大小不同的碎屑,这称作物理风化。岩石在夏季白天被晒热,因此其体积膨胀,而夜间变冷体积收缩。体积这样的多次变化使岩体产生裂纹而破碎。这种风化称作曝晒风化。曝晒风化是强烈的大陆性气候地区的特征。

在沙漠地区可能产生盐渍风化。地下水在这里严重盐渍化。水沿着毛细裂缝上升,在地面出口处蒸发,而含在其中的盐在裂缝壁上结晶。久而久之盐的晶体体积增大,于是使岩石碎散成粉尘状态。

在北方和高山地区,夏季夜间温度降到零度以下。白天水向岩石裂缝和孔隙渗透,而夜间冻结。水的多次冻结和融化导致整体岩石的碎裂。这样的风化称作冻结风化。

物理风化过程对岩石组成无太大影响,只是把岩石从整体变成碎散物质。例如,坚硬的花岗岩变为同一组份的碎石。然而,岩石的破碎性促成化学风化,因为在这种情况下,物质的表面增大,因而可能同水与空气产生相互作用。

由于化学风化的结果,岩石失去原来的形状和组份,并转变为其他岩石。本身具有化学惰性的氧、碳酸气和水属于化学风化剂。但,在水介质中,氧和碳酸气会变为最活性的。

在温暖潮湿气候的地区,风化过程非常剧烈,并且在这里普遍地扩展着以岩石的物理(如树根使岩石裂开)和化学变化形式表现的有机风化。

当矿体破碎时,从中脱出有用组份的颗粒。破碎得越细小,脱出的就越多。当矿体破碎成泥土微粒时,脱出的最多。

由于物理或化学风化而形成的岩石破碎疏松产物,在大多数情况下,不留在原地,而转移和沉积在其他地方。在流水、冰川、风力的作用下,以及由于重力作用而滑动的结果,破碎产物从高位地段移向低处,从大陆移向海洋。

风化产物一面进入河流,在底部沉积,同时有一部分被水流带入湖泊或海洋。部分风化产物留在原地,而还有一部分滞留在附近(在山坡或山麓),于是产生不同类型的沉积。有价矿物在河流个别区段或山脚下聚积,所以可能形成砂矿。

沉积分为下列类型:残积沉积、坡沉积、河流沉积、三角洲沉积、湖泊沉积、冰川沉积、风力沉积、海沉积(图1.1)。

停留在破碎原地的岩石风化产物堆积称作残积沉积层。由岩石破碎形成的疏松产物称作风化壳,而其上部叫土壤。在土壤形成中,动植物机体起着很大的作用。它提供了有机物质的基质。有机物质的腐败产物称作腐植质或肥土。专门科学——土壤学研究土壤的形成和结构。

坡沉积积存在山坡的下部(山脚下)或直接在山坡上。这些沉积又分为散落的、崩塌的、泥流的和坡积的。

在山脚下,由于重力作用的滚动,形成散落沉积。

在山区经常发生崩塌。崩塌时破碎产物在山坡下部聚集,有时堵塞了河流。这样的沉积叫做崩塌沉积。

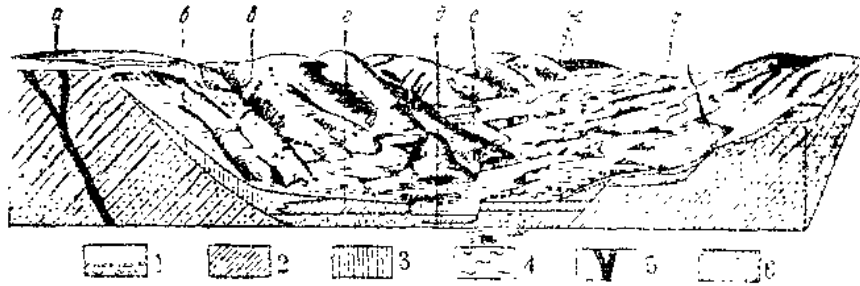


图1.1.不同成因砂矿位置图

α —残积砂矿； β —坡积砂矿； β —溪谷砂矿； t —河漫滩冲积砂矿； o —河床(冲积)砂矿； e —山麓砂矿(冲积锥)； x —沙洲砂矿； z —阶地砂矿；1—砾石；2—冲积层(亚沙土)；3—坡积层(亚沙土)；4—残积层(粘土)；5—原生矿床(矿脉)；6—整体基岩(底岩)

在多年冻结地区，泥石流沉积(泥流)广为发育。这些沉积产生的原因如下：由于处在较下层的多年冻层为不透水层，所以雪水和雨水使夏季融化到一定深度的地表层严重浸湿。在这里蒸发量不大，因而浸透水的土层来不及干燥。这样的过饱和层慢慢地沿斜坡向下滑动，于是在斜坡脚下开始泥石流沉积。因此，泥石流就是沿斜坡向下滑动的过份浸湿的土岩。泥石流沉积(如泥石流)在热带和高山地区也常发生。

雨水和雪水的水流在山坡上一般都要带走一些细小的颗粒，并在山坡的下部沉积。如此产生的沉积层叫做坡积层。坡积的冲刷使山坡变缓。应当指出，精心铺上草土块的山坡甚至倾盆大雨也不会冲毁，因为植被能抵制冲蚀。

由于河流和小溪的活动，产生河流沉积。河流沉积又分为冲积层和洪积层。

冲积层在河谷底形成。河谷是河流(小溪)沿着流淌或从前曾流淌过的在地面上延伸的低凹部分。河流以其水流作用于疏松的沉积层，从而使疏松沉积层形成冲积层。

在河谷的横截面上可分出由河床与河漫滩构成的底部和从侧边限定河底的斜坡。河床——河流经过的谷底最低的部分。河漫滩——被深水淹没的谷底部分(不包括河床)。随着时间的推移河流不断加深谷底(冲击谷底)，而其余不被冲刷的部分，则在河流水位之上形成不同高度的稍稍突起的梯阶。这种梯阶称作阶地(见图1.1)。处在高出河漫滩河谷斜坡上的阶地称作一级阶地。高于此阶地的称作二级阶地等等。

在冲积层的构造中，发现有一定的规律性，如在平原河流的河漫滩中总可见到两种岩层：下而的比较粗——砂或砾石；上面的比较细——亚沙土(由小于0.01mm的小砂粒组成)。砂砾沉积于河床，而亚粘土在涨水期沉积于河漫滩。此外，在河漫滩沉积层中，可常见一般为暗灰色的粘土沉积层，这种沉积层由于悬浮粒子在湖泊或旧河床中(旧河床——河流废弃的河床，通常呈弓形弯曲状)沉淀而生成。旧河床沉积常常处于明显显现的透镜形状。

由于湍流的山水而沉积的冲积层叫做山冲积层。山冲积层由大卵石和直径可达3m的巨砾构成。巨砾和卵石堆积得不密实，因而形成空洞。流入空洞的水即减缓流速，并将其带入的全部细粒(包括极细的)在此沉积。在这种情况下，粘土物质将卵石和巨砾胶结起来，于是形成坚固的胶结岩石(砾岩、角砾岩等)。实际上，在湍流山水的河漫滩是

不会有细粒沉积的，因为洪水的流速留不住细粒，所以细粒物质在河滩不能沉积，而是顺流而下（有时流出很远很远）。

洪积层——低于山谷口的具有圆锥形状的河流沉积层。此种沉积层一般在干旱气候山区形成。在那里当湍急的水流从峡谷流向平原时急剧减缓流速，于是把全部（或几乎全部）携带来的物料在此堆积成锥形。在洪积锥形的上部是巨砾和卵石，在其中部主要是砂和亚沙土，而沿其外周则为粘土物料。洪积层只在干旱地区发育良好，因为在干旱条件下，甚至就是经久不断的水流（全年流淌的水流）在从山中流向沙漠时，也会由于急剧蒸发而干涸，于是被其冲来的物料逐渐堆积成锥状。在潮湿气候地区，水流冲积物被河水冲走，即不形成洪积层。冲积层通常在此发育良好。

三角洲沉积在三角洲境界内形成。三角洲——在河口淤积河水冲积泥沙的地方。河口大致呈三角形。尼罗河口第一个获得这一名称。三角洲的形成与河流、涨潮、退潮、海的波涛等活动有关。

湖泊沉积产生于湖泊。形成其沉积的物料是由流入湖泊的河水带入的，也有的是由于波涛冲蚀两岸而生成。在湖泊中生物腐蚀生成腐泥，而植物腐蚀生成泥炭。

冰川沉积在伴有巨大破坏功的冰川移动（滑落）活动过程中产生。冰川将巨块岩石（长度和宽度有时达数百m，厚度达数十米）从岩体上撞掉，并移动到很远的距离，将其撞碎磨成较细小的碎屑，且将其与在途中相遇的疏松岩石加以混合。被粘土胶结的冰川沉积岩石碎屑集聚层叫做冰碛层。

在冰川融化时形成的冰水产生巨大的功。由于冰水的活动而产生的沉积叫做水成冰川沉积或冰水沉积。这些沉积一般形成于冰川下边，冰川表面及冰川边缘。这些沉积与在河谷中形成的冲积层的区别是，它们产生在河谷境界的外面。

由于融化冰川水的集聚，在冰面的凹处或在其中的地形洼地形成名为湖泊-冰川沉积物的沉积湖。

风成沉积由于风的活动面形成。这种沉积产生于没有植被保护的大面积的沙土地带。一般在沙漠、湖泊和海洋的两岸具备这样的条件。风卷砂粒，将其刮走，并在另外的地方沉积。在沙粒吹出的地方形成叫做风蚀的凹地，而在其沉积的地方形成丘陵，其砂粒堆（呈山岭和小丘状）称作风成沉积。

海沉积产生于海洋。根据其形成的深度不同，海沉积分为海岸（沿岸）沉积、浅海沉积、次深海沉积和深海沉积。

海岸沉积物沉积在深度不大于50m的地方（这些沉积物通常为粗块物料——巨砾、卵石）。退潮时，这里无水。在深达200m的地方为浅海沉积，再深的地方（近2000m）——次深海沉积。在深度大于2000m的地方——深海沉积。海沉积物主要是岩石物理、化学风化的产物。风化产物的基质由河水冲来。每年由河流入海约180亿吨冲积土和22.5亿吨溶质。

海沉积也靠水流和其他冲蚀海岸和海底而形成。冲蚀海岸的长度约为全海岸线的10%。每年在海中形成的冲蚀物料约比河水冲入的冲积物料少百分之九十九。风和冰川在海沉积的形成中起着一定的作用。风将最小的微粒吹入海中，而冰和冰山则将岩石磨圆的小粒和大块送入海里。

海底沉积物多半聚积在沿海地带，这里为海洋和大陆的积极相互作用带。聚积区和冲蚀区在这里互相更替，而波涛对海岸作用的性质也在不断地改变。由于各种各样的自然过程，逐渐发生了各种有价矿物的形成、聚集和重新分布。在这样的一些地方，一般常见有价矿物（铌铁矿、钛铁矿、锆石等）和重矿物（锡石、白钨矿、黑钨矿、金、铂等）。最细的沙粘土物质、动植物残骸、火山灰和陨石物质在全世界海洋的深水区段向海底沉淀。

沉积物在海洋中心区域的沉积速度比较缓慢。这一速度从一个水域向另一个水域，甚至在一个水域内部变化。沉积物的沉积速度，最快的是大西洋（1000 年约 2 cm）。太平洋沉积 1000 年，其沉积层厚度为 1—3 mm。

疏松沉积层通常认为是海岸线和海洋底部表层的不同构造。其厚度由于区域不同而不等（图 1.2）。在疏松沉积物的下面是致密质岩石，在其下层埋藏着大块的基岩（在沿岸地区——花岗岩，在海洋里——玄武岩）。在海蚀区、水下山峰、火山顶和深水凹地的断裂处经常发现基岩露头。

海洋底的表层地形可非常清晰地划分出三种类型：大陆浅滩（大陆架）、大陆坡、洋床（深水凹地），其特征载于表 1.1。

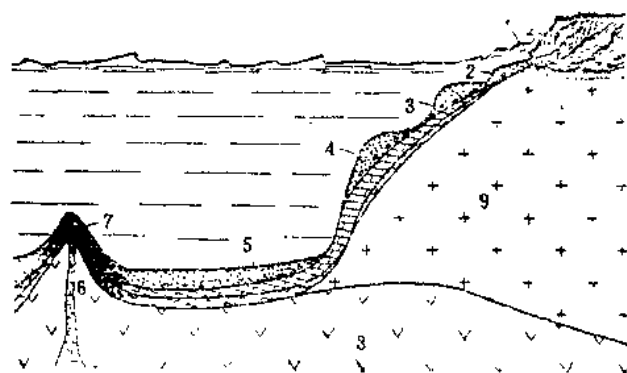


图 1.2 海岸沉积和深海沉积位置图

- 1—波涛作用带；2—海岸（潮汐带）沉积；3—陆架（浅海）沉积；4—阶地深
海岸沉积（次深海沉积）；5—海底深水沉积（深海沉积）；6—海底火山；
7—熔岩质沉积；8—基岩（花岗岩）；9—基岩、玄武岩

大陆浅滩是从向深处倾斜的海岸开始的。其等深线约 200m 的宽度在 2—1200 km 之间波动，平均为 65 km。与多山海岸连接的大陆架一般比较陡峭和狭窄，其深度深于缓倾斜海岸。位于水深 200—600m 的海底齐整的拗陷通常作为大陆架的界线。

大陆坡是海洋床和大陆之间的连接部分。大陆坡紧连大陆架边缘的海洋底拗陷。在这里深度逐渐加深，阶地下底可达 2500—3000m。这一阶地限制着大陆地块，并作为海洋洼地的边缘。大陆坡的倾斜角为 4—6°。

包括坡脚的大陆坡和大陆架构成大陆的水下边缘。

表1.1

海洋底表 层的地形类型	自水面的深度 (m)	面 积 (100万km ²)	占 面 积 的 百 分 数 (%)		
			地 球 的 (面积51,000万 km ²)	全世界海洋的 (面积36,100万 km ²)	陆 地 的 (面积14,900万 km ²)
大 陆 架	0—200	28	5.5	7.8	18.6
大 陆 坡	200—1000	15	2.9	4.2	10.1
	1000—3000	24	4.7	6.6	16.1
海 床	3000—5000	190	37.3	52.8	127.5
(深水凹地)	>5000	89	17.5	24.7	59.7

海床——是海洋最宽阔的部分。约有75%的海洋面积位于3000—5000m的深处，底坡小于1°。在小比例尺的地貌图上画有包括凹地（从6000m到11000m）的山脉、广阔的高原和露出水面的呈岛屿状起伏山岭的横截面。实际上，海床的整个表面都被松散的水成沉积物覆盖。

1.2 碎屑岩石简述

冲积层、海岸沉积层及与砂矿床有关的一些其他类型沉积层均为碎屑岩层（圆石块、砾石、碎石、砾岩、角砾岩、细砾、砂粉砂、粘土、亚沙土和亚粘土）。

各种有价矿物可认为是一些不同的碎屑岩石，例如，砂金矿多半与砾石相关，钛铁砂矿与砂有关，砾石或砂可能是粗粒的，也许是小颗粒的，其磨圆程度有的好些，有的差些，所以砂矿采矿技术人员应当学会善于判别岩石的这些变型，因为根据砾石或砂的特征，可以判断沉积层的类型，如扇形冲积层的砾石比冲积层的磨圆程度差。

碎屑沉积分为粗碎屑（碎屑粒度大于1mm），中碎屑（颗粒粒度1—0.1mm），小碎屑（0.1—0.01mm）和细碎屑的（小于0.01mm）。在碎屑沉积中可区别出由磨圆碎屑（细砾、砾石）构成的岩层和锐角碎屑（大粒沙、碎石）形成的岩层（表12）。

巨砾、漂砾岩、岩块集聚体、巨块角砾岩和砾石属于粗粒碎屑岩石或砾岩。

巨砾——彼此不胶结的磨圆大碎块岩石的集聚体（粒度大于100mm）。漂砾可能是细粒的、中粒的、粗粒的和巨粒的。粒度大于1m的漂砾属于巨粒的。

漂砾砾岩是彼此胶结的粒度大于100mm的磨圆岩石碎块构成的坚硬岩石。

岩块集聚体——彼此不胶结的大于100mm的角状岩石碎块体。在矿山把这种岩块集聚体有时叫做“矿堆”。

块角砾岩——由大于100mm的彼此胶结的锐角岩石碎屑构成的坚硬岩石。

砾石——由粒度10—100mm的岩石碎屑构成的疏松岩石。砾石分小的（10—25mm），中的（25—50mm）和大的（50—100mm）。在砾石的胶结物质中，一般含有一定数量的砂、细砾和粘土。

砾石按其磨圆度分为五种：完全磨圆的（多半由球形或接近球形的卵石构成的）、磨圆良好的、磨圆一般的、磨圆较差的和磨圆很差的（有磨伤角和棱角的）。卵石的磨

表1.2

岩石	碎屑粒度 mm	疏 松 岩 石		胶 结 岩 石	
		圆碎屑	锐角碎屑	圆碎屑	锐角碎屑
粗粒碎屑 的(砾岩)	1000	巨砾(特大的、大的、 中等的、小的)	岩块的集聚体(粒大的、 大的、中等的、小的)	漂石砾岩(特大的、大 的、中等的、小的)	块角砾岩(特大的、 大的、中等的、小的)
	1000—500				
	500—250				
	250—100				
	100—50	砾石(大的、中等的、 小的)	碎石(大的、中等的、 小的)	砾岩(大砾石的、中砾 石的、小砾石的)	角砾岩(大的、中等的、 小的)
	50—25				
	25—10				
	10—5				
5—2	细砾(粗粒的、中粒 的、小粒的或粗粒砂)	大粒砂(粗粒的、中粒 的、小粒的或粗粒砂)	砾石或砾石砾岩(大粒的、中粒的、小粒的 或粗粒砂)		
2—1					
中粒碎屑 的(砂质 碎屑岩)	1—0.5	砂(大粒的、中粒的、小粒的)		砂岩(粗粒的、中粒的、小粒的)	
	0.5—0.25				
	0.25—0.1				
小粒碎屑 的(粉砂)	0.1—0.05	粉砂粗粒(粗的或细粒的、中粒的、小粒的)		粉砂(粗粒的或细粒的砂岩、中粒的、小粒 的)	
	0.05—0.025				
	0.025—0.01				
细粒碎屑 的(泥质 岩)	0.01	粘土		泥质板岩	

光和磨圆应加以区别。在海滩常见磨得很光的扁平形卵石。卵石~~的形状~~是多种多样的。它取决于碎屑的原始形状。卵石分球形的(或近于球形的)、椭圆形的、不规则角形的、指状的等等。砾石常常称小砾石。大卵石称为中砾石。

砾岩——由粒度10—100mm的胶结磨圆碎屑构成的坚硬岩石。

碎石——由粒度10—100mm的锐角碎屑构成的疏松岩石。

角砾岩——由粒度10—100mm的胶结锐角碎屑构成的坚硬岩石。

砾岩、碎石和角砾岩分细粒级(10—25mm)、中粒级(25—50mm)和粗粒级(50—100mm)。

细砾——由粒度1—10mm的不同磨圆度的碎屑构成的疏松岩石。细砾也分细粒(1—2mm)、中粒(2—5mm)、粗粒(5—10mm)。通常、细砾颗粒中都包含一定数量的砂子。

细砾按其磨圆度分为五种：完全磨圆的、磨圆良好的、磨圆一般的、磨圆较差的和磨圆很差的。细砾颗粒的形状是多种多样的。

砾石砾岩——由粒度1—10mm的各种磨圆度的胶结颗粒(包括锐角的)构成的坚硬岩石。

大粒砂——由粒度1—10mm的锐角颗粒构成的疏松岩。

砂和砂岩列为中碎屑岩或砂质碎屑岩。

砂是由0.1—1mm的不同磨圆度的颗粒构成的疏松岩。

砂岩——0.1—1mm颗粒彼此胶结形成的坚硬岩石。

根据粒度，砂和砂岩分为细粒的（0.1—0.25mm）、中粒的（0.25—0.5mm）和粗粒的（0.5—1mm）。根据磨圆程度，砂和砂岩分为完全磨圆的、磨圆良好的、磨圆一般的、磨圆较差的和磨圆很差的（有棱角的）。如果砂含有细砾或卵石混合物，那么称作砾砂或卵石砂。

细碎屑岩包括粉砂和粉砂岩。

粉砂——由0.01—0.1mm颗粒构成的疏松岩。这种岩石也叫做矿泥。

粉砂岩——由0.01—0.1mm颗粒构成的坚硬岩石。

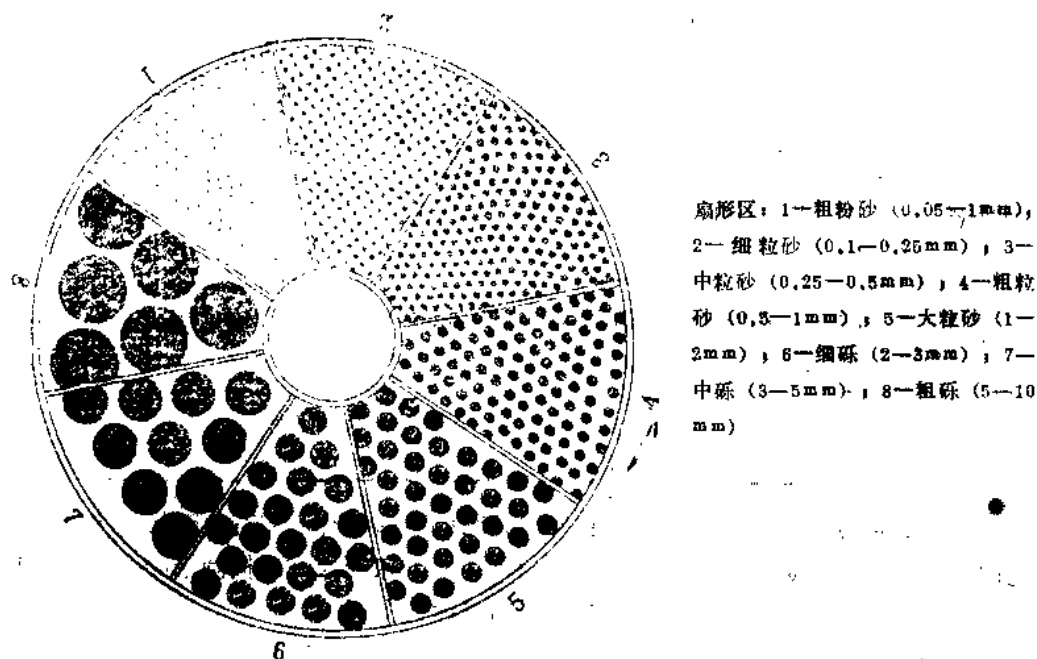


图1.3 莫·瓦西列夫斯基沉积土颗粒野外鉴定表。

粉砂和粉砂岩根据粒度分为细粒的（0.01—0.025mm）、中粒的（0.025—0.05mm）和粗粒的。

细碎屑岩——粘土或泥质板岩，干状时的特点是土状断口，并较容易研碎。当润湿时，成为粘性和可塑性的。其中有在水中不能泡胀的坚硬变体。这种变体称作泥质岩。含有砂混合物的粘土称作砂质粘土。

在沉积岩中普遍存在亚砂土和亚粘土。

亚砂土——主要由砂和10%—30%的粘土质颗粒构成的疏松或不大致密的岩石。

亚粘土——含30%—50%粘土质颗粒的不大致密的砂-泥土质岩。

为了保证优质设计和进一步的有效开采，详细了解含砂矿沉积层的组成和物理机械性质是非常必要的，所以在砂矿勘探阶段和以后在沉积层工艺研究时，要对其组成和性质进行详细的研究。在野外条件下，用莫·瓦西列夫斯基表（图1.3）鉴定颗粒的类别是很方便的。将岩石试样（砾石、砂）倒入圆心，用放大镜鉴定颗粒的大小。根据这样或那样粒度的优势来确定岩石的名称。原始（野外）鉴定数据，在试验室条件下，通过