

固体矿床开采的 工程地质条件预测

A·M·盖金 等著

地质出版社

目 录

前 言	1
-----------	---

第一篇 矿床开采的工程地质条件及其 预测评价的理论原则

第一章 矿床开采的工程地质条件	7
第一节 工程地质条件的一般特征和矿床开采的方法	7
第二节 岩石的成分	8
第三节 岩石的结构构造	10
第四节 岩石性质	13
第五节 矿床地质结构	17
第六节 岩体状态	21
第七节 地质作用	24
第八节 工程地质作用及现象	27
第九节 成因不同矿床的工程地质特征	29
第十节 固体矿床工程地质分类	31
第十一节 矿山生产对周围环境的影响	34
第二章 工程地质预测在矿床勘探中的作用和意义	39
第一节 地质勘探各阶段工程地质条件的研究	39
第二节 矿床工程地质条件研究中预测的作用	41
第三章 工程地质预测的理论	43
第一节 工程地质预测的目的和任务	43
第二节 工程地质预测的实质及主要理论原则	44
第三节 工程地质预测的分类	52

第二篇 矿床勘探工程地质预测的方法原理

第一章 预测原则和方法概论	58
第一节 组织预测的基本原则	58

第二节	查明和评价主要因素的方法	60
第三节	提高岩体原始信息可靠程度的概率统计法	63
第四节	工程地质预测方法分类	65
第二章	预测方法	67
第一节	现场实验预测方法	67
第二节	模拟方法	71
第三节	判断方法	80
第四节	分类方法	86
第五节	类比方法	89
第六节	内插法和外推法	90
第七节	征兆估算法	93
第八节	专家评定法	94
第九节	预测质量的评价标准	95
第十节	预测方法的应用领域,一般的布置原则和预测结果的表示方法	97

第三篇 建立基础模型的地质因素评价方法

第一章	矿床地质结构的预测评价	99
第二章	岩石成分、结构和性质的预测评价	116
第三章	岩体状态的预测评价	126
第四章	地质现象的预测	134

第四篇 地质工程采矿方法的工程地质条件预测

第一章	地质工程采矿方法与过程的一般特征	138
第一节	地质工程方法的现状及发展前景	138
第二节	地质工程过程	143
第二章	与用地质工程方法采矿伴随的工程地质现象的预测	156
第一节	地质工程方法采矿对地质介质的影响的特点	156
第二节	液体对岩石应力状态影响的评价	158
第三节	选择性提取矿石组分后矿石性质的变化	162

第四节	矿石破坏的预测.....	165
第五节	上覆岩层变形的预测.....	167
第六节	用地下溶盐法和钻孔水采法矿柱和顶板稳定性的预测.....	171
第三章	工程地质条件的评价——选择施工方案的基础.....	175
第一节	地质工程方法的结构模型.....	175
第二节	工程地质因素对地下熔硫条件的影响.....	176
第三节	天然因素对地下金属淋滤的影响.....	183
第四节	工程地质因素对钻孔水力开采的影响.....	192
第四章	用地质工程采矿方法的资料保证方式.....	195
第一节	资料保证的一般方式.....	195
第二节	适用地下熔硫法的矿床工程地质勘探.....	197
第三节	适用地下淋滤目的的矿床工程地质勘探特点.....	202
第四节	适用钻孔水力开采法的矿床工程地质勘探特点.....	205

第五篇 用露天方法开采矿床工程地质条件的预测评价

第一章	露天采矿法的一般特性和工程地质条件对露天采矿工程施工和机械化的影响.....	207
第一节	露天开采的一般特性.....	207
第二节	用露天法开采矿床影响因素的分类.....	210
第二章	岩体变形的预测.....	217
第一节	露天采场岩石变形的概述.....	217
第二节	决定露天采场岩层变形因素的分析.....	221
第三节	用现场试验方法预测变形.....	225
第四节	用数学模拟法预测边坡稳定性.....	228
第五节	用物理模拟法预测变形.....	240
第六节	用地质比较法预测变形.....	248
第七节	露天采场变形作用区的制图经验.....	252
第三章	工程地质条件的评价——选择有效施工方案	

的基础·····	254
第一节 选择施工方案的工程地质论证·····	254
第二节 露天采矿方法资料保证示意图·····	256
第六篇 用地下方法开采矿床工程地质条件的预测评价	
第一章 地下采矿方法的一般特性及工程地质条件各组成要素对该方法的影响·····	258
第二章 与地下开采矿床伴随的工程地质现象·····	262
第三章 工程地质作用和现象的预测·····	275
第一节 顶板的塌陷和冒落·····	275
第二节 岩石的挤出、滑落和下沉·····	284
第三节 煤的突出·····	286
第四节 岩石的喷出·····	288
第五节 冲击地压·····	289
第六节 坑道涌水·····	291
第七节 流砂的溃决·····	291
第八节 地下巷道的瓦斯泄出·····	292
第九节 煤和岩石的自燃·····	293
第十节 地表的错动·····	293
第十一节 根据系统因素预测的修正·····	296
第四章 工程地质条件的评价——选择地下开采矿床最优施工过程的基础·····	299
第一节 采取施工方案的工程地质准则·····	299
第二节 矿床地下开采方法的资料保证框图·····	308
俄汉专业词汇对照·····	310

前 言

国民经济能顺利发展，在很大程度上与提高采掘工业的效率有很大关系。苏联的矿产资源极为丰富，其中煤矿占世界储量的一半以上，铁矿占40%，锰矿占80%，钾盐和其它矿产的储量也很丰富。在苏联，矿物原料基地和矿山采掘工业的发展趋势具有以下特点：

- 1) 由于矿物原料的富矿储量逐渐减少，转向了开采有用组分含量较贫的矿床；
- 2) 开拓矿床的工程地质条件越来越复杂；
- 3) 矿山生产对环境影响的范围和深度日益扩大。

显然，不进一步发展基础科学研究，不把科学技术的进步成就，包括工程地质领域的成就应用于实际，就不可能克服这些不利的趋势。

工程地质学中把地质研究的对象（岩石、岩层、地质作用和现象）看作是“地质-工程建筑物”统一系统中的诸要素加以研究。在地质介质中，同时也在工程施工和建筑物运营条件下，这些要素的相互作用常引起某些变化。这些变化在不少露天采场、矿山和矿井中常表现为岩石变形、瓦斯的突出（按规模及流动速度）等灾害性的危险，因而产生了研究这一问题的迫切性。对这些现象有科学根据的预测，以及在其基础上采取的预防性措施，是使采掘工程得到安全和效益的有力保证。

因此，预测矿床开采的工程地质条件是工程地质学科非常重要和复杂的任务。

不久前，伴随地面建筑物施工发生的工程地质现象和作用还是预测的重要对象，而近年来，预测岩石成分、结构、性质、状态以及预测在矿床开采过程中由岩体天然状态遭受破坏引起的自

然地质作用、工程地质作用和现象，更具重要意义。

在工程地质学中，Е.М.Сергеев院士把与采矿工程有密切联系的这一方向视为一项在科学与实践方面最迫切的任务。

这一学科的一些奠基者早已为工程地质预测的某些重要原则作过说明。例如，在Ф.М.Саваренский思想影响下，曾试图定量表示工程地质研究对象的预测特征。著名的苏联地质和土壤学家М.М.Филатов提出，必须从自然历史观点分析所研究的对象，在查明地质沉积层的物理力学（施工的）性质时必须研究其与形成历史之间关系的重要性。Г.Н.Каменский 特别重视研究由于人类工程活动而产生的工程地质作用和现象。

И.В.Попов, Г.К.Бондарик, Л.Б.Розовский 等人的著作，发表了关于工程地质作用的内涵，就是地质介质（环境）对人类活动的反应，也就是“地质体的运动”的观点；在这些著作中列举了工程地质的分类法；提出了长期观测的科学原则；还提出了有关建立全国性具有预测职能的研究工程地质条件的机构问题等。这些观点对研究上述问题都具有重要意义。

由于苏联国内的迫切需要，曾拟定过不少具体而富有成效的工程地质研究手段和方法，但多数与地面建设工程有关。系统论述滑动斜坡需重新护坡的预测方法指南是 30 年代由 Ф.П.Саваренский 组织编制的。在进一步完善斜坡工程地质评价方法的过程中，出现了被广泛承认的类比法。例如，Н.В.Колокеницкий 建议，当建筑场地的边坡稳定时，可选作“类氏的地质条件”，并把这个边坡角度用于新的研究地区。Г.С.Золомарев 建议，在使用地质比较法预测时，可应用类比的原则。Л.Б.Розовский 为解决这一问题作出了很大的贡献，他详细研究了适合于工程地质的相似理论。

工程地质预测的物理-数学方法越来越得到广泛的应用，该方法是在用弹塑性理论设计的计算装置上进行处理。近年来，由于П.Н.Панюков所创立的“矿业-地质岩体”理论著作的发表，预测理论和方法的地质基础得到了广泛的发展。Г.А.Голодов-

ский, Л.В.Шаумян和Л.М.Демидюк等人的著作也起到了同样的作用,他们用地质构造的观点,对深埋藏的金属矿床进行工程地质预测评价的科学原则提出了论据。

应该指出,许多具有发展远景的工程地质预测原则和方法,虽已达到很高的研究程度,但在工程地质任务中,应用的范围却非常狭窄。例如,历史地质法、征兆记录法、工程地质模拟法以及其它一些具体研究方法,目前主要用来预测滑坡和其它一些现象。

上面所论及的有关工程地质的预测问题,就广义概念来说,也适合于固体矿床开采的工程地质条件预测这样较狭窄的问题。

在这一任务中,可分出以下几个重要方面的问题:

1. 查明工程地质条件的形成及其空间变化规律,即查明直接或间接影响矿山建设和矿山开采工程效率、安全的地质环境要素,以及这些工程对周围自然环境的影响;

2. 确定哪些工程地质作用和现象对矿床开采效率最有影响,阐明它们的性质和规律;

3. 查明各类因素对岩体状态、工程地质作用和现象的影响特征和程度,这类作用和现象对有效而安全地进行矿床的工业性开采所起的阻碍或促进作用;

4. 根据地质勘探资料,拟定工程地质预测的一般原则、具体方法和技术手段。

研究工程地质条件在时空上的形成过程 and 变化规律第一方面的问题,主要依据自然历史的方法来分析地质对象,目前仅在较小的地质空间范围内,对形成岩石工程地质性质的最普遍的问题进行了研究。从事土质学问题研究的В. Д. Ломтадзе, И. М. Горьковская等人的著作为这方面的研究打下了理论基础。Г. К. Бондарик 的著作对岩土工程地质性质的变异性理论作出了重大贡献。

上述几方面的第二个问题是工程地质条件与矿山工程的衔接问题。在Г.Л.Фисенко, В.И.Барановский, Г.А.Голодовс-

кая, П. Н. Панюков等人的著作中所援引的露天采场、矿井和矿山中工程地质作用和现象的论述具有重要意义。很多有关这方面的新的重要资料,在各种论文和专题论述中已有所反映。与此同时,我们不得不指出,在矿床开采中还缺少统一而协调一致的方法,以使用来预测工程地质作用和现象的性质、特征、强度和实际作用。

工程地质作用发生和发展的性质和规律,在矿山企业中主要用矿山地质力学方法进行了深入研究。根据现有一系列理论所制定的各种模型,可以按不同精度描述和预测在矿山开采影响下岩石的变形、破裂和位移。但是,单纯用力学的方法来解决这类问题,往往得不到预想的效果。例如,决定煤层围岩崩落和鼓胀强度的主要因素,不仅认为是力学的相互作用,而且是地质剖面中各地层单元间地球化学的相互作用的结果。与地层的岩相和地球化学的特性有关的这一相互作用,在工程计算时未被考虑。因此这里值得提一下М. М. Филатов的一段名言。他认为,关于土壤学的老观点,把土壤看成是用内聚力粘结(或不粘结)的颗粒成分的力学体系,在任何自然地理条件下都是不变的,即具有与土壤中所发生的物理化学作用无关的力学常数。当今,在苏联土质学中已把这种观点视为论据不足而不用了。

目前许多科研和生产人员所研究的对象是查明天然因素和技术因素,它们决定着矿产采掘的效率,因而在矿床勘探中应首先加以研究(第三方面问题)。

在工程地质上述研究领域内,甚至在因果关系错综复杂时,能查明各种因素的现代评价方法暂时还很少应用。为预测、评价矿床开采条件,对原始资料的内容、数量和精度提出了必要的要求,但评价诸因素时还存在明显主观性和不确定性,主要是由于缺少适宜的科学方法。为合理进行工程地质调查,并有效地利用其成果,必须尽快消除上述这些不足。Е. М. Сергеев, Г. С. Золотарева等人为解决这类问题提出了很好的建议,他们认为,必须考虑形成地质环境及其状态和岩体物理性质变化的诸因素,必

须考虑形成岩石中天然应力值及其分配的诸因素。

工程地质预测的理论和实践，若能得到顺利发展，确切地说，其重要条件之一则是查明矿山运营过程中各类地质因素与岩体性状相互之间的固定关系。

探讨上述几方面的第四个问题时，即探讨矿床勘探过程中的预测方法时，首先应指出，方法本身的研究还不够透彻。

全苏水文地质工程地质科学研究所建议，可以采用类比法（地质比较法）、各种因素的统计和评价法、模拟法和数学计算法等，但应该指出，在实际应用这些方法时，严格区分它们之间的界线是不可能的。

但是，上面列举的方法还远没有概括出解决预测问题的全部可能的方法。为了既有效地对工程地质预测的基本原理和原则进行科学研究，又能对具体的预测方法进行论证，应用快速发展的最新学科，即预测学的成就，则是完成上述任务的前提。这一学科的研究范围，包括科学预见理论基础的制定和人类活动的各领域中预测经验的综合分析。Г. К. Бондарик, Л. Б. Розовский, И. Л. Черняк等研究者的著作，是应用一般科学原理解决工程地质预测问题的范例。由于依靠机器处理信息取得了成就，现在已经可以对工程地质预测提出向自动化过渡的问题，可以在部门自动化管理系统范围内，建立“地质”自动化管理预测分系统。

应提请读者注意的是，在国内外文献中，本书首次提出了以综合的方法解决固体矿床开采中预测工程地质条件的问题。

本书的构思和总的结构安排是由М. Е. Певзнер承担的，书中综合论述了应用露天、地下和地质工程等开采方法采矿预测的理论、方法和实际经验。

书中第四篇由А. М. Гайдин编写，第一篇（第一章第四、十一节，第二章）、第二篇（第一章第三节，第二章第一节）和第五篇由М. Е. Певзнер编写，第一篇（第一章第二、五、六、七、九节，第三章）、第二篇（第一章第一、二节，第二章第二至第十节）、第三篇（第四章）和第六篇由Б. В. Смирнов编写。此

外，М.Е.Певзнер和Б.В.Смирнов共同编写了前言、第一篇（第一章第一、三、八、十节）和第三篇（第一、二、三章）。

如果书中的理论、方法和实用性的建议，有助于提高矿山和地质勘探工程的效益和安全，有助于进一步扩展和深化工程地质领域的学识，作者将会引以自慰。对本书的一切评论和建议，均表示谢意。

第一篇 矿床开采的工程地质条件及其预测评价的理论原则

第一章 矿床开采的工程地质条件

第一节 工程地质条件的一般特征和矿床开采的方法

Е.М.Сергеев认为，工程地质条件的定义应是，地质结构、岩石、地形、水文地质条件、地质和工程地质作用的总称。

在完成矿山企业建设并开始运营的情况下，将工程地质条件这一概念加以发展是适宜的。所谓矿床开采工程地质条件（经常称之为矿山地质条件）应理解为是表述岩体成分、结构、性质和状态，自然作用和现象，以及在采掘工作中产生的工程地质作用等的定量和定性指标的总称。

按照国内外固体矿床矿山科学技术发展水平，现阶段主要用三种方法开采矿产：露天开采法、地下开采法和地质工程开采法。最有发展前途的是水下矿产采掘方法。

矿床的露天开采方法是指从地表露天开采矿产所施工的各项工程的总称。正如Н.В.Мельников所指出，苏联矿山采掘部门发展的总方向是保证优先发展先进的露天开采方法。在煤、金属和非金属原料采掘中，本方法应占75%。

矿床地下开采方法是指在地下矿山井巷内为采掘矿产所进行的各项作业的总称。在采掘炼焦煤和重要的动力用煤、铁、锰矿，

以及埋藏很深或呈脉状的有色金属矿，钾盐和部分磷矿原料时多用这种方法。

矿床的地质工程开采方法，是指把矿产从天然埋藏条件直接转化为流动状态，并通过专门钻进的和装备的钻孔接着进行开采工作的总称。在苏联和其他国家广泛应用这一方法，开采硫、岩盐、煤（地下气化）及其它矿产。

В.В.Ржевский指出，必须进行以下的工作：

1. 研究岩体的性质和状态，以便解决控制山岩压力、岩石破坏以及施工过程中的采矿技术定额等问题。

2. 查明岩体内各类包体和空洞的位置、岩石的破坏程度及其非均匀性，以满足开采性勘探和矿山机械和全套设备自动化的需要。

3. 检查发生在岩体内的各种作用，并研究控制这些作用的方法。

由此可见，在矿山采掘工业发展的现阶段，为了保证矿山作业的安全性及施工过程的有效性，查明工程地质条件是极为重要的。

下文将说明工程地质条件基本组成部分的简要特征。

第二节 岩石的成分

研究工程地质条件，必须确定岩石的矿物成分和化学成分。

矿床及其围岩的矿物成分，影响矿床开采所需的劳动投入量、能源消耗量等指标，因此它是工程地质条件的重要组成部分。岩石中占优势的某些矿物，对胶结的矿物集合体的力学强度具有显著影响，因而相应地也影响矿山井巷中岩层的稳定性，影响开采过程中岩体抗分离和抗机械破碎的能力。

按岩石物理性质手册（1975）列举的资料，分布最广的矿物至少分为三类。第一类为最坚固的矿物，极限抗压强度超过100兆帕，包括石英（255兆帕）、黄铁矿（120兆帕）、长石（118～

127兆帕)、菱铁矿(123兆帕)、白云石(118兆帕)等。

数值在30至100兆帕的中等强度矿物有:磁黄铁矿(98兆帕)、黄铜矿(96兆帕)、普通角闪石(93兆帕)、磷灰石(54兆帕)、菱镁矿(49兆帕)、蛇纹石(47兆帕)、绿泥石(40兆帕)、石盐(32兆帕)。强度最弱的矿物是硬石膏(27兆帕)滑石(25兆帕)方解石和石膏、(16兆帕)、粘土矿物。

含有大量铁、铅、汞,并因此具有高密度的矿物的存在,提高了岩石和矿体的密度和容重,这首先就加大了岩体中的静地压力,同时也给采剥的矿砂造成运输上的困难。

赋存在岩石中易于溶解、低温熔化和极易氧化的矿物具有重要意义。如果岩石和矿体中占优势的成分为白云石、方解石、石膏、岩盐或其它易溶矿物,则能导致喀斯特发育,从而有助于应用高效的地下淋溶法开采矿产。易熔矿物组分(硫矿等)的存在,有利于成功地采用地质工程开采方法。如果易于氧化的硫化物高度集中,能促使矿产和围岩的自燃。

岩石中粘土矿物的含量和数量的比值起着极为重要的作用。例如,富含蒙脱石的岩石会增大矿山坑道周围岩石的崩解性、膨胀性和塑性变形(蠕变)性。水云母含量多的粘土岩,遭受塑性变形蠕变的程度较弱,粘土组合物成分中高岭土居多,则变形程度更弱。当以蒙脱石为主的岩石向水云母岩石过渡,并逐渐转变为以高岭土为主的岩石,岩石的崩解性和膨胀性出现有规律减弱的现象,但在潮湿条件下承重能力增强,所有这些都非常影响矿山坑道和露天采矿场中粘土岩的性状。

粘土岩中含有黄铁矿和其他硫化物,影响其工程地质性质的原因在于黄铁矿容易被矿井空气中的氧所氧化,氧化物溶于水,使水具有侵蚀性能,可以弱化粘土颗粒间的结构联系,加大粘土集合体塑性变形的强度。

围岩和矿床中的有机物质,作为矿床开采工程地质条件的影响要素,具有重要意义。有机杂质和其堆积物,通常能降低矿山巷道周围岩石的力学强度及承重能力。有机物质能够吸附大量的

天然气和其它物质，促使采掘企业的矿山坑道内和废石场上的矿产和岩石自行燃烧。

与矿物成分紧密相关的岩石的化学成分，也影响岩石的性能。例如，吸收性粘土层饱含钾和钠组分，能够增强粘土的膨胀性能，在矿井水的作用下则能丧失强度；在出现矿山压力地带内，岩石的蠕变性能增强。围岩和矿床的化学成分也影响矿井水的成分，同时也影响到从矿井中抽出并部分或全部汇入地表水系的污染程度和毒性。

第三节 岩石的结构构造

岩石的结构和构造是构成岩石的最重要的组成要素。

按照E.M.Сегреєв的定义，从工程地质观点进行分析，岩石的结构应理解为构成岩石基本单元（各单个的颗粒、聚合集、胶结物）的大小、形状、表面特性、数量比以及这些单元间相互联系的特性等。

火成岩的结构，主要取决于火成岩中玻璃状物结晶作用的强度、玻璃状物与晶体的数量比、以及各单晶体相互之间的共生特征。在矿山井巷内，具有全晶质隐晶结构的岩石，其特点是力学强度最大，抗风化、稳定性最佳。随着玻璃状物含量的增加，具有半玻璃质和玻璃质结构的岩石，其强度、抗风化稳定性以及在矿山井巷中抗破裂和抗变形的能力，随之明显下降。

具有连晶结构（伟晶、嵌晶、蠕状结晶）的岩石，其特点往往高于正常的力学强度值。在变质岩中，那些具有花岗变晶状和角闪状结构的岩石其力学强度最强和机械负载最稳定。

由某种占优势粒级所组成的碎屑沉积物的结构，影响岩石在荷重下的强度和稳定性能，同时还影响岩石的其他一系列性质，而这些性质从工程地质预测的观点都是非常重要的。在这方面主要涉及的是粘土沉积物，它区别于其它粒度成分，因为直径小于1微米的颗粒堆积，近似于胶质系统的特性，具有明显的可塑性、

高吸附容量和强膨胀性；对水和气则具有弱渗透性和毛细上升高的特点，并且在干燥时具有强收缩性能等。按 И.В.Попов 的研究资料，直径为0.001~0.05毫米的粉质粒级土，已不具备似胶质系统所素有的性质。但与比较粗粒的砂土相比，粉质粒级土弱透水，其中所含水份较难排出，碎屑物质的孔隙度及渗透性能也降低了，但能促使毛细上升，甚至还呈现土的某种粘结性。

在粉质和砂质沉积物的界面上，还观察到碎屑沉积物工程地质性质的显著变化。例如，在顿涅茨盆地，当以0.05~0.005毫米粒级为主的粉砂岩过渡为砂岩时，出现了炭质和粘土物质的含量急剧下降，并因此显著提高了岩石的力学强度构造整齐性和物理各向异性则逐渐不甚显著。砂质沉积物具有较强的水、气渗透性能。进一步增大碎屑颗粒直至漂砾和岩块，从而也就决定了沉积岩的力学、水力学等性能，在矿山井巷内这些性能则影响着岩石的稳定性、可采性及其他工程地质特性。

细粒结构的碳酸盐岩，在荷重下具有力学强度较高和稳定性较好的特点。

岩石的构造可理解为组成岩石的各要素在空间配置上的综合特征。这些综合特征可视为控制工程地质特性的重要因素，应区别两大类构造：*a*) 各要素排列有序的构造；*b*) 各要素排列无序的构造。

属于第一类的有：岩浆岩的流纹构造、平行和近于平行的构造，变质岩层的片状和片麻状构造，沉积岩的厚大和微细层理构造。鳞片状、叶片状、针状、板状的矿物颗粒相互平行或近乎平行的排列，是本类构造的特征。如果各要素有序排列的构造，岩石则具有各向异性，这种情况在很大程度上制约岩石在矿床开采过程中的性状，并决定岩石在矿山压力作用下，岩体脱落并向巷道移动的性能和特点。构造的有序性比较完好时，岩石和矿床能顺着一定的方向风化，并易受机械破碎，在选择矿山作业最优技术流程时，必须考虑这一情况。在地下开采中，有序的构造可引起岩石分离和崩落成“泥饼”状，即呈大小不同强压扁的块面崩

落。在形成滑坡、崩塌或其他变形过程中，岩块沿粒间内聚力最弱的方向分离，较其它方向容易得多。

岩浆岩的块状构造、沉积岩层和变质岩层的杂乱无序的构造及其他各种构造，其特点是构造要素的无序排列。这类构造表明岩石的物理性质具各向同性的特点，同时也说明了它们在开采矿产过程中的性状。

从我们研究的问题来看，特别应该区分出那些岩石力学性质为非均一性的构造和机械应力分布为不均匀的构造。后一类构造能使荷重下的矿物集块破坏性最大。条纹、角砾斑杂状、多孔状（岩浆岩）、球状、皱纹（变质岩）等构造，决定了岩石的非均一性。

图1和图2 表示 Предкарпать地区Роздольский 硫 矿床粘土岩的构造对其强度的影响。正如实验室研究所表明的那样，具有块状构造的粘土，其强度各向同性，而粘土构造为层状时的抗剪强度，则取决于剪应力方向与衰弱面之间夹角 θ 值。

当 $30^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ 时，强度指标 $\varphi'_{\max}$ 、 $c'_{\max}$ 为最大常量，当 $0 \leq \theta \leq 10^\circ$ 时， $\varphi'_{\min}$ 、 $c_{\min}$ 值最小，而当 $10^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$ 时，则强度指标为变量。但只有在切面面积变化在20至2000cm² 范围内，才能保持上述的相互关系。

已经证明，砂岩的结构-构造特点是产生崩落危险的重要因素。例如，在顿涅茨盆地，崩落最危险的砂岩，是那些碎屑颗粒与最多数中等粒度之间具有较大接触比面（长度）的砂岩。

碎屑颗粒间的胶结类型，象结构和构造一样，同样影响着岩石的工程地质特性。一般地说，其他条件相同时，溶蚀胶结和再结晶胶结为抗风化和抗破坏最坚固和最稳定的岩石。具有接触胶结和间隙胶结的岩石，其坚固性相对较弱。在基底胶结类型中，矿物集合体的强度和其他工程地质特性主要取决于胶结物质的物理、物理-力学等性质。

在矿床开采中，还有一个影响岩石性状的岩石结构要素，那就是孔隙度。影响开采井巷稳定性的岩石容重、可压缩性、透水