

005039

水文地质工程地质选辑



工程地质译文选

698

地质出版社

工程地质译文选

水文地质工程地质选辑第十辑

地质出版社

ZW 35/07

工程地质译文选

水文地质工程地质选辑第十辑

国家地质总局水文地质工程地质研究所科情组选编

*

国家地质总局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1978年7月北京第一版·1978年7月北京第一次印刷

统一书号：15038·新304·定价0.45元

目 录

城市规划中地质因素的评价.....	1
岩性对边坡稳定性影响的实例.....	9
以福耶斯水电设计为例论地球物理方法在工程地质中 的应用.....	17
城市环境的地震勘探.....	32
地球物理在建坝中的作用.....	42
地质构造、工程施工和热变化对岩体性状的影响.....	65
强度异常的片状片麻岩的岩组分析.....	80
粘性土的地质-工程地质研究成果在解决一般地质问 题中的应用.....	87
复杂地质构造区水库边岸变化的调整和预测.....	93
德意志联邦共和国的工程地质成果和展望.....	100

城市规划中地质因素的评价

[美国] J·D·罗克威

摘 要

为了有助于制订土地开发和城市增长最经济、有效和环境适宜的方案，确定和评价了密苏里州圣路易斯县影响土地利用的地质因素。绘制了两种比例尺的工程地质图：正方形中心区初步图（1:24000）和圣路易斯县区域图（1:63360），以评价地方和区域性规划。利用基岩建造和未固结表层物质的物理特性和工程特征、地表和地下水条件以及地貌特征来确定图件上表示特殊工程地质条件的单元。用三级分类系统——轻微、中等、严重——说明地质环境对土地利用发展的影响或控制程度，作为图件上指明土地利用或工程问题严重性的地质单元。从基础设计、边坡稳定性、开挖特点、废物处理、自然资源的保护以及其它特殊问题等方面对图件的每一地质单元作了评价。

最突出的问题产生在黄土覆盖一系列页岩、砂岩和灰岩的地方。这一层序造成了天然和开挖斜坡的不稳定条件。地区范围比较局限的其它问题是由灰岩溶蚀现象为黄土填埋而引起的。

引 言

地质环境对城市规划或土地利用规划的影响是不容忽视的。工程建筑物的成功规划、设计和施工直接与其地基材料的性质有关。因此，最有效、最经济、最适应环境的土地利用或城市发展方案必须考虑基岩和土壤的工程特性以及这些可变参数可能发生

的相互作用。

为工程提供地质资料 and 解释地质条件最成功的手段之一是专门绘制的工程地质图。附有说明的工程地质图最初是为房地产所有者、工程师、建筑师、庄园主和政府规划人员使用而设计的。这样的地质资料和工程解释只不过是一般介绍，不能代替任何土地利用工程开始前全面的现场调查研究。在这方面它们对于非地质人员是一种非常宝贵的工具，因为这些人开始任何形式的土地开发之前必须对地质环境有透彻的了解。

密苏里州地质调查所和水资源局应东西通路协调委员会的要求，承担了对密苏里州圣路易斯县地质环境与工程活动相互作用的研究任务。根据1954年房屋修建条例第 701 款城市规划补充说明书的规定，此项研究的部分资金由美国房屋修建和城市发展部提供。

研究工作分两步进行，以取得最充分的地质资料和工程解释。第一阶段的工作是对圣路易斯县有代表性的地区进行详细的工程地质勘测，并表示在 1:24000 比例尺的图上。克雷夫克尔正方形地区 (Rockaway and Lutzen, 1970) 被选为这种研究区。克雷夫克尔区是一个城市化发展迅速的区域，位于圣路易斯县的中心，包括了全县几个地质条件典型的地区。这次研究的目的是，鉴别和确定工程地质单元，提出地质单元边界的背景资料、基础材料的可变性、预示的工程问题以及在较大比例尺图上可以很好地确定和表示出来的其他地质或工程资料。第二阶段的工作是包括整个圣路易斯县的广泛的工程地质研究 (Lutzen and Rockaway, 1971)。这项工作是按 1:63360 的比例尺 (1 英寸相当 1 英里) 进行的，由于测绘比例尺太小，不能包括本来可以在较大比例尺图上表示的全部资料。然而，考虑到小比例尺图对于区域性规划更为有用，所以用小比例尺图示出圣路易斯县较重要的工程地质因素，作为全县规划和发展的依据。

两种比例尺的工程地质测绘对于不同程度的研究都可提供对使用者利益的评价，并有助于对提出的细节变化进行研究。预计

今后将在圣路易斯县进行大比例尺(1:24000)的勘测工作,重点是县或区域的规划工作人员需要详细资料的一些地区。

工程地质图

工程地质图是根据普通地质图和(或)土壤图绘制的,但它的独特之处在于强调了岩石建造和土壤的工程特性。具有相似工程特征的岩石建造和土壤类型划归一个单元,不论其地质或土壤分类如何,也不考虑物质的年代和成因。这样的结果是,工程地质图上的某些单元边界紧随地质建造和(或)土壤的边界;而有些单元却超越了这些常规边界。这种独特的测绘方法保证了为工程实际应用而对于影响土地利用的材料特性作出适当的解释。

地质条件之表现为相似工程特征者可以归为,工程地质图上的同一单元。这些工程地质图上的单元代表在土地利用规划意义上能够加以描述和评价的特殊地质参数。这样就可以解释这些单元用作开挖、地基、公路、公共设施、废物处理、矿产或水资源开采或其他特点的土地开发的场地其适合程度如何。

单元是在其工程性状的基础上确定的,工程性状在大多数条件下受基岩的物理性质控制。这些特性直接或间接地与工程研究所要求的所有强度和稳定性参数有关。此外,基岩的成分和结构一般影响其形成的土壤的物理特性。工程地质图上的主要的或单元的分类最好根据基岩特征的评价来划分。然而,在大面积的非固结沉积物质(例如冲积层或黄土)完全覆盖基岩的地方,这些物质的特性就成为工程设计的控制因素,从而用以作为图上的单元来说明其相对重要性。

从与基岩单元有关的覆土层的地形,排水和物理特性等的工程特征,并根据这些参数相互作用所发育的条件,对单元分类作了再划分。根据这些特性的影响确定具有独特工程特征的具体地质环境,这些独特的工程特征能变更其由之发展的基岩的基本工程特性。

分类系统包括按罗马数字顺序记述的一级单元以及按字母顺序记述的二级亚单元。按照这一系统，包含洪积平原和阶地沉积物的冲积物质为单元 I，再按照其主要物质的厚度和特性进行再划分。碳酸盐基岩地层划归单元 II—V，单元的划分区别在于其岩性特征和地表、地下溶液的活动范围。这些单元的再划分主要是以覆于基岩之上的外来或残余土的物理特性为依据的。页岩地层划为单元 VI—VIII。其成分和岩性特征，特别是涉及到边坡稳定性和体积变化方面的，是单元分类的基础。至于碳酸盐类岩层，亚单元是为了描述基岩、土和地文特征相互作用所形成的工程特征的。砂岩划为单元 IX，交替沉积的薄层砂岩、页岩和灰岩为单元 X。

这种命名法来自并应用于圣路易斯的研究。在全国审查工程地质图和符号并采用统一系统之前，密苏里州地质调查所用上述分类作为全州暂时性的分类系统。

地 质 背 景

圣路易斯县位于美国密苏里州的东部边区，处于密苏里河与密西西比河的汇流处。地形上除了邻近大河的洪积平原之外，其变化从缓和起伏直到崎岖不平，而县西地区和顺河谷悬崖出现了最大的起伏。

基岩地质基本上是水平的古生代沉积地层，具有北西-南东走向的轻微区域褶皱或挠曲。裸露地表的岩层主要是奥陶纪灰岩和密西西比灰岩以及夹有一些砂岩和灰岩层的宾夕法尼亚页岩。

圣路易斯县的基岩地层几乎全部被更新世时期来自密苏里河洪积平原的风成粉砂（黄土）的广阔沉积层所覆盖。沿密苏里河的悬崖发现了 50 多英尺厚的最深黄土层。但是，黄土层向南渐渐变薄，在县西南部山顶厚度很少超过 5—10 英尺。靠近山侧的黄土一般已被地表水带走或混杂了残积土物质。

黄土覆盖较薄的地方，由于基岩受到一定的风化，形成比较

发育的残积土。残积土主要是粘土，但含有风化基岩中抗蚀性较强的物质，主要是石英砂和燧石。

在密苏里河、密西西比河和梅腊梅克河的洪积平原上沉积了成层的砾石、砂、粉砂、粘土和有机物质。这类冲积沉积层面积很广，而且细砂和粉砂往往是海拔较高的老冲积沉积物的残余，呈阶地留在谷坡上。

对土地利用的说明

用以说明地质环境的参数以及这些参数的相互作用被评价为土地利用规划的主要部分。为了有助于计划工作者进行地质条件的评价，采用三级（轻微、中等、严重）的评价系统预示地质环境对土地利用可能产生的影响程度。

轻微级 表示地质材料对具体发展或工程产生的影响有限。不论在短期内例如施工期间，或对长期的工程寿命来说，工程问题都是最少的。**中等级** 表示不论对短期或长期来说都存在一些与地质环境有关的问题，但是这些问题一般通过适当的设计标准可以消除或有效地减少。**严重级** 意味潜伏着极大的危险条件，还表示具有同一地质背景的地区肯定会产生同一性质的普遍问题。在严重条件下进行开发，这种情况一般要求采取广泛的补救措施以防止破坏。

然而，某些一定的地质因素，例如矿产资源，排泄和地下水，最好用贫富分级系统描述。**贫级** 表示一个矿产资源或自流含水层的经济价值较小或无经济价值。**富级** 表示可开采的具有经济远景的矿产资源或可得到足够量的地下水。

对影响废物处理、建筑、湖泊开发和矿产资源开采等场地适合性的地质条件进行的评价是按照适当分级系统确定的。这些分级代表区域报告中的一般条件，即使在较大比例尺图上可以作出更准确的边界和详细分析，仍需进行地下条件的现场勘测，以为工程设计标准取得详细资料。

废物处理

对三种普通的废物处理方法——卫生填坑、污水湖和化粪池分别评价了地质环境对废物处理的影响。有利的废物处理场地（严重性轻微的）应位于废物可置于渗透性足够低的物质之上的地方，以防止污染质运移进入地表水或地下水。只要采取足够补救措施后废物处理设施就比较满意的地方可定为中等级。定为严重级的地区是水位接近地表的地方，或者尽管采取常用补救措施而坡地和地下的综合条件还是会使污染质运移进入地表水或地下水的地方。

卫生填坑 严重性轻微，可作卫生填坑的地质条件遍布整个圣路易斯县，沿河悬崖地形崎岖不平的地区实际上也可经过填平后变成更可利用的土地。该县有中等渗透性土盖层的大部分地区划为中等级。

大河谷中具有厚冲积沉积层的洪积平原区以及岩溶发育的灰岩基岩区，由于地表水与地下水系统的直接关系，完全划为不理想（严重）级。

污水湖 能成功设计和施工污水湖的有效地质因素基本上与卫生填坑的条件相同，虽然由于地形崎岖有利于填坑而限制了污水湖场地，必须单独考虑地形和地表排泄。然而，如果有适当厚度的不透水土层处于地下水水位以上，则洪积平原区适于作污水湖。假使计划的污水湖可能影响洪水剖面，则必须考虑河谷的水文条件。

该县再往西更崎岖的地区内残积土不足或不合适的单元以及岩溶区均划为严重级。

化粪池 在县西部三分之一地区内灰岩基岩以上的残积土较薄且高度透水的地区被定为严重级，岩溶地形地区也划为严重级，因为在这些地区化粪池对地下水污染的可能是极危险的。此外，在陡坡和层状土相结合的情况下，化粪池流出液进入天然水时可能引起边坡不稳定问题，即使土质合适、条件有利，一个给定地区对化粪池流出液的吸收量也是有限的。

建筑

评价地质材料对不同建筑活动的适合性涉及到对边坡稳定性、基础设计、开挖和修路的影响，分别定为轻微、中等和严重三级。

边坡稳定性 圣路易斯县边坡稳定性（严重），经鉴定最严重的问题是产生在页岩和页岩与灰岩的交替层中。页岩在风化条件下逐渐变得不稳定，在天然条件下趋于蠕动或滑动。如果在开挖或修整边坡过程中页岩被揭露，就要着重指出边坡的不稳定性。在岩溶区域内还确定了更多的边坡稳定问题，不稳定情况发生在落水洞的斜坡上。

地基 评价建筑条件的标准主要以表层土的承载强度和膨胀特征为基础。在山脊顶上来源于黄土的B层土中偶尔遇到膨胀粘土，这类地区被划为中等级。大型河谷冲积层中的有机沉积物被定为严重级。

开挖 开挖，或开挖的困难程度，是按照挖掘设备的类型和人力大小来评价的。能用推土机、掘土机、机组或拖拉线移动的土石被认为只能产生轻微问题。需要剥开、特殊设备或有限爆破的土石被划为中等级。在遇到基岩的大部分开挖工程中预计都需要爆破，这种开挖可定为严重级。

修路 修路是以预计的耐久性为基础进行考虑的。评价包括由于不理想的次级材料而形成因霜冻作用、抽水、膨胀或损坏所导致的恶化情况。用中等级表示由于一种或几种这类因素而必须采取专门预防措施。没有指出严重的条件。

矿产资源

圣路易斯地区大的天然资源是采石料用的灰岩，灰岩产品因城市扩建而造成的损失是一个突出的经济问题。不仅仅是一种主要的天然资源耗损的商业价值问题，而且随着边远地区的发展这种商品作为交流物资，较高的价格会转嫁到用户身上。在现有条件下很少有或没有经济远景的地区定为贫级，而富级是指有合适材料和市场的可能性。

湖址

影响湖或水库成功发展的地质特征包括不透水基岩、足够的覆土层，稳定的地基和合适的分水区。水漏失进入有洞穴的基岩或透水土层以及不稳定的坝基是划为严重级的主要因素。圣路易斯县西部面临的普遍问题是今后的发展，并可能引起严重的湖泊发展问题。

小 结

圣路易斯县的土地利用过去很少考虑到地质环境。这是由于有利的地质条件使工程活动很少产生问题。然而，随着城市发展逐渐进入县的西部地区，为了制订有条不紊的、有效的、环境稳妥的城市增长规划，计划人员、发展工作人员、工程师和公众必须考虑崎岖的地形、不稳定的边坡、地下水污染的可能以及重要矿产资源的损失等。

1:63360 比例尺的工程地质图给出了区域性或长期规划的地质条件的广阔图景，而 1:24000 比例尺的图提供了较详细的工程发展的解释说明。然而，两种图均不能用来代替现场的调查研究。

国家地质总局水文地质工程地质研究所科情组译

岩性对边坡稳定性影响的实例

[葡萄牙] R·奥利韦拉

摘 要

里斯本东北70公里斯塔伦附近塔古斯河右岸为一个2公里长、80米高的斜坡，倾斜度大部分为 30° — 40° 。地层接近水平，为具有港湾沉积特征的中新统砂土和粉砂质粘土互层。

由于地层内部粘结性的丧失，小的表层滑动和坍落每年都有发生。最近在倾斜仅 20° 的斜坡一端发生了约有200000立方米土方的大滑坡，此后未发生其它滑坡。

研究结果断定，发生滑坡的原因是由于在斜坡高程中部的粉砂质粘土杂岩中夹有一层塑性有机粘土层，这层土的蠕变很久以前就已开始，最后终于破裂。这一粘土层仅存在于滑动带。

引 言

1966年11月在里斯本东北70公里斯塔伦附近，奥特罗-达-福卡发生了一次约有200000立方米土方的大滑坡。滑动土体的前缘部分在葡萄牙最重要的铁路线旁（71.8—72.1公里处）停止了下來。

事情发生以前两星期已察觉到滑坡的初步迹象，裂缝和裂缝附近的小沉陷。实际滑坡持续了四个小时，土的位移约30米（Nascimento等，1967）。

滑坡顶缘的高程为85，舌端高程约为40。当地沿塔古斯河而

行的铁路标高接近12。

滑坡形成了一个约20—30米的陡壁，移动的土体顺天然地面滑下，直到标高40以下停留在铁路线路基的近旁。为了安全和完成一些紧急维修工作，交通暂时中断，对滑下的物体进行了仔细的监视。

奥特罗-达-福卡斜坡构成了一个长约2公里的斜坡的南端，朝着斯塔伦方向，到波塔斯-多-索尔地带为止。这个斜坡高80—90米，只在离滑坡发生带1.2公里处被一条深水线割切。斜坡大部分呈 30° — 40° 倾斜，但在奥特罗-达-福卡处的平均倾斜度在滑移之前仅有 20° ；因此，没有料到会发生滑坡。

经过研究得出的结论是，滑坡的主要原因是由于一层有机质含量相当高的塑性粘土层的存在，它仅见于滑动地带。

地 质 条 件

滑坡发生之后立即开始了地面地质调查，为制订地下勘探计划打下了基础。这项工作是与一些紧急措施同时进行的。研究工作包括打冲击钻孔，每隔2米作一次标准贯入试验（SPT test），以及开挖坑道（为勘探和排水）、探槽和竖井，以确定构成斜坡的地质体的特性和状态，滑坡体的几何形状，并为试验室分析采集试样。勘探工作的布置如图1所示。构成斜坡的是中新世的河海相地层（Carvalho, 1968），基本上是一套互层的粉砂质粘土和砂质土层。砂质土层表现出由细到粗的粒度变化，普遍受到粘土的轻微胶结。有一层泥灰岩层，系粘土和粉砂经碳酸钙胶结而成，碳酸盐是由一层软的凝灰质灰岩层淋滤出来的。这层泥灰岩覆盖在一套砂质和粉砂质粘土层之上。灰岩层则出现在大部分斜坡的顶部，在奥特罗-达-福卡地区已被剥蚀掉。岩层向东南缓倾，有些地方表现出沉积时港湾动态的典型扁豆状特征。图2示出了滑坡带的代表性地质剖面。图中表示出滑坡之前和之后的地面、根据勘探工作推断的滑动面（破裂面）以及不同土层的性

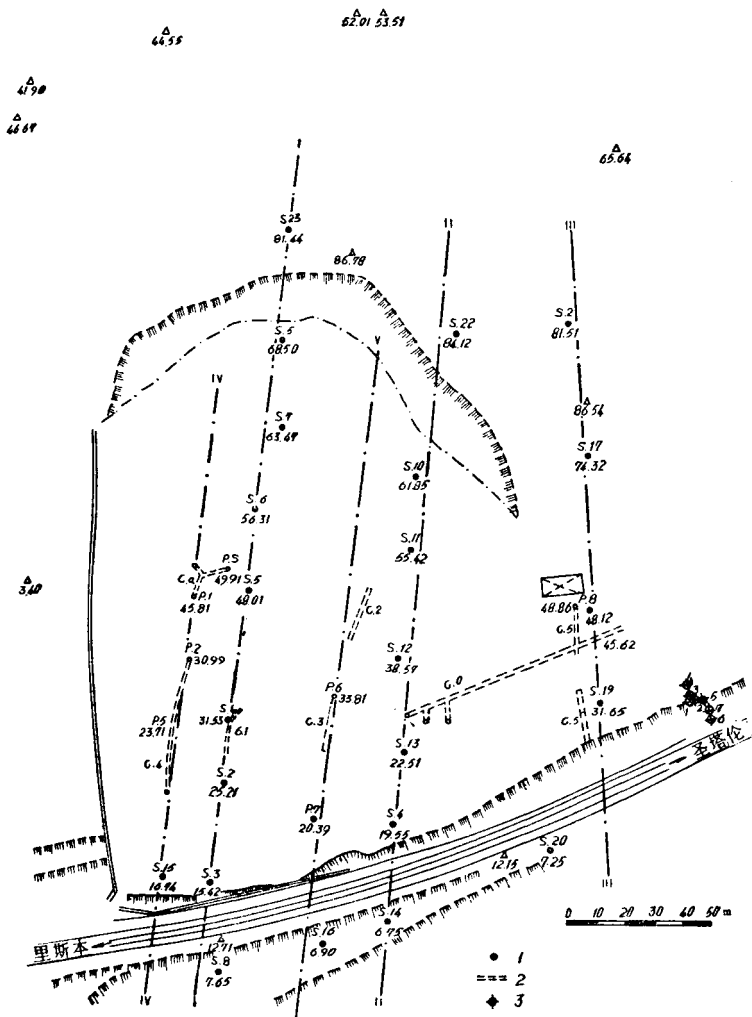


图 1 地下勘探工程位置图
 1—钻孔；2—坑道；3—贯入试验

质。除了标志为 C_1 — C_3 的“原地”土层(图2)之外,还表示出:砂质粘土或粉砂质粘土性质的非均质岩堆土层;为修建铁路路基的填方;粒度不同的近代沉积物(但主要是塔古斯河携带的砂)的冲积土层;以及因滑坡而移动了的岩层的复合物。

钻孔穿透粉砂质粘土层 C_5 ,揭露出一层最大厚度为2米的塑性有机质粘土层。粘土层呈暗褐色到黑色,有些地方是碳质的。根据滑坡发生后立即进行的初步勘察工作所得出的结论,破裂面位于这一层位;因为顺坡向下滑至高程40以下,覆盖在有机土之上的发生位移的土体的下部表面是由同一类型的粘土构成的,这种情况可由滑动形成的擦痕清楚地标明出来。

最重要的含水层是 C_4 和 C_6 土层。 C_6 含水层有几处集水为坡上一个农场提供用水。

在进行研究时(1966年末,1967年初),已经了解在斜坡另一端的波塔斯-多-索尔地带的地质特征。这一地带与奥特罗-达-福卡带极为相似(Nascimento等,1966),但未探测出如同在滑动带所发现的有机质含量那么高的粘土层。

铁路当局担心在奥特罗-达-福卡与波塔斯-多-索尔之间的斜坡有发生类似滑坡的可能性,因为倾斜度更大而且有时离铁路线更近。为此进行了包括整个中间斜坡在内的研究工作。除了对岩层进行地质、水文地质和土工的研究之外,还提出了边坡加固的建议。地质研究工作包括地面地质调查、开挖浅槽和打50个冲击钻孔,井孔间距约为100米,排列成剖面(Nascimento等,1970)。这一工作证明了出现在整个斜坡上的土层的连续性。图2所示的层序是具有代表性的,只有 C_5 那套土层中所夹的有机质粘土层在斜坡的其他地带均未发现。

中间斜坡其他地带的滑动和坍落已经了解,有些痕迹仍然清晰可见。通常是岩屑堆积或“原地”的风化土,而且滑动和坍落的体积比奥特罗-达-福卡小得多(几千立方米)。在倾斜度更明显,斜坡更靠近铁路的地带,有些地方的滑动土触及了铁路线,造成了交通的中断。第一次对整个斜坡的稳定性进行研究是在铁

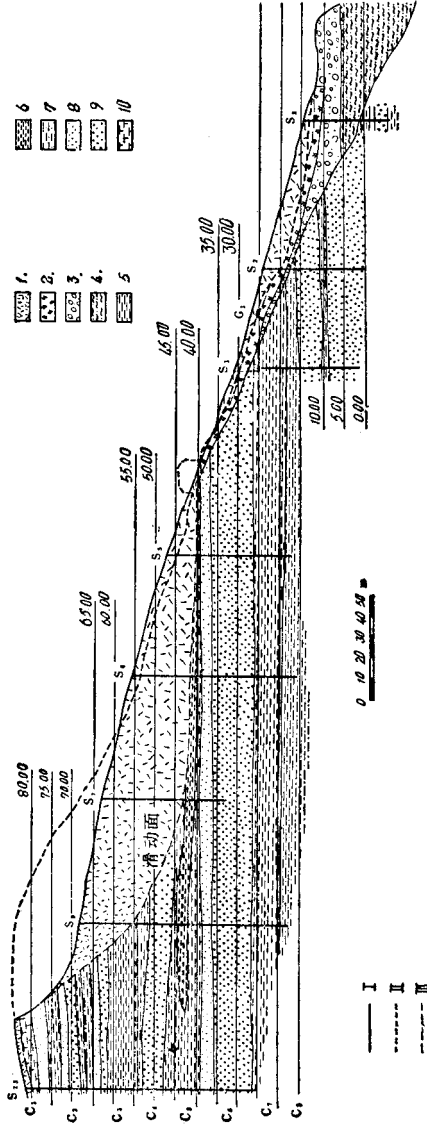


图 2 通过滑坡中心带的地质剖面

I—滑动后的地面；II—滑动前的地面；III—滑动面。1—有机土；2—有机土；3—岩屑堆积(及护堤)；4—冲积层；5—粉砂质粘土；6—有机粘土；7—粉砂质粘土；8—粗砂土；9—粗砂土；10—泥灰岩