

铁路勘测中对山坡、河谷阶地的工程地质研究

A. A. 鄭达耶夫

铁路勘测时研究鋪設綫路所經地形單元并給以地質評價是工程地質調查的主要任务之一。

这里要研究的問題是山坡、河谷階地的工程地質特征。

I 山 坡

由于铁路在相当長的距离內是修在斜坡上的，所以正确地評價山坡的工程地質特点是合理設計铁路建筑物的根据，在实际勘测工作中所發生的建筑物設計錯誤也大多是在斜坡上。

而產生这些錯誤的原因不是作出了不正确的工程地質調查評價，就是評價的不全面，或者不是由于不瞭解山坡形成和發展的主要問題，就是对这些問題研究的不够。

从宝成、宝天、天蘭各綫路实际設計工作中，可以举出許多的例子。在这几个綫路上，地質人員对山坡調查的不够，因此也就產生了对山坡不正确的評價。

按外形山坡可分为：垂直的，各种坡度的斜坡、凹坡凸坡、階梯狀山坡及地表形狀复雜的山坡。

上述各种山坡的特点如下：

1. 垂直山坡，（大于 70° 者）这种山坡的坡脚总是清楚地顯露出來的，这种山坡通常由岩石，半岩石或者是黃土質土組成。在这种山坡上修筑铁路，在修筑路基方面通常要進行一些巨大而复雜的工作，往往还必须修建明洞、隧道、禦土牆、护壁及其他一些工程建筑物。因此自然應該特別細心地研究上述山坡，而主要的研究方法就是做工程地質測繪。測繪的比例尺可采用1:2000—1:5000。

研究时应注意：

（1）山坡表面的構造。必須注意研究山坡表面的形狀并闡明其生因。这种垂直形狀的山坡可能有各种不同形狀的表面：平坦的、階梯狀的、帶危石和懸崖物，帶突出部分的。有杯狀凹处的，表面粗糙不平的。研究和闡明这些形狀產生的原因，对于正确評價山坡穩定性和为造成列車安全运行而采取的可能措施，有着非常重要的意义。

例如在天蘭铁路19公里外的隧道和明洞施工地段上，山坡全部由大貴岩脉分裂的變質岩組成，山坡表

面有杯狀凹陷处。这些杯狀凹陷处的深度通常达4公尺，而其直徑則达25公尺，研究这些杯狀凹陷时应查明崩落或崩坍后出現了些什么东西。况且山坡上这种杯狀凹陷处并不太多，按其表面判断，崩坍是在各种不同的時間發生的。特别是局部性的崩坍發生在一九五六年十一月二十五或二十六的明洞施工期間，按崩坍的杯狀凹陷看來，則达80立方公尺岩石。很明顯可能發生的岩石崩坍大約等于現有的杯狀凹陷容積，并且这种崩坍在將來铁路运营时期还有可能發生。因此在設計的措施和建筑物中还必須考慮到这一因素。

應該着重指出的是，可能發生之类似的凹坍現象的危險性不僅在于崩坍，而且更重要的是它还有使建筑物基礎發生移动的危險。

如果把建筑物設計在类似的山坡上时，則必須考慮到可能發生的岩石凹坍这一因素。

可能發生之崩坍的情形見下圖（圖1）。

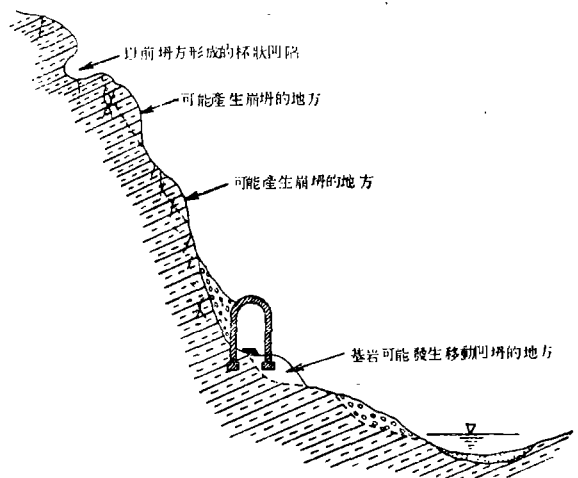


圖 1

由上圖（圖1）看來顯然在設計之明洞上可能發生基岩崩坍，而在明洞基礎下則可能發生基岩凹坍移动。同时还應該着重指出，在类似的情况下崩坍下的岩石本身不一定是風化的，它們可能是整體的和未風化的。这就是为什么只注意岩石風化程度是不够的，而同时还要研究岩石表面形狀的道理。因为只根据岩石

的風化程度和節理走向，常常是不够查明山坡穩定程度的真相的。

又如在同一条天蘭路上，13—15公里处的陡峻而垂直的山坡是由花崗岩和花崗片麻岩組成的。岩石及現有鉄路边坡表面，如圖2a.6那样，是粗糙不平的。并且有的地方还呈小台階狀。

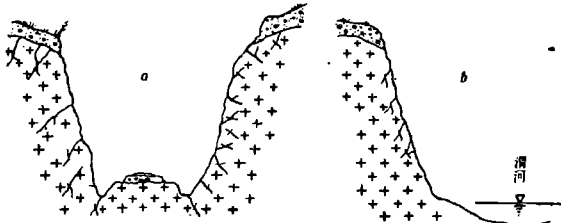


圖 2

在我們研究的山坡上沒有任何类似19公里处山坡上的那些巨大的杯形凹陷。因此，这里可能也沒有發生過大的崩坍。在类似的山坡上有墜石的現象，但非整体岩石墜落。因此，研究垂直狀山坡表面对于正确評價其穩定程度有着非常重大的意义。但根据上面所說的也不應該得出这样的一个結論，那就是只要研究山坡表面就足以知道山坡表面可能發生的变形了。完全不是这样的，研究山坡表面，这僅是許多为了能够配合其他資料正确解决评价垂直狀山坡穩定程度而作的許多重要工作中之一。

(2) 地質構造。地質構造就是要研究岩石埋藏条件，这一研究工作有着非常重大意义，研究工作做的要詳尽而仔細。問題在于山坡的穩定程度在很多方面是与岩石的埋藏条件有关的，确定山坡岩層傾向与傾角往往可作为評價山坡穩定程度中有決定作用的指示。

若岩層如圖3所示傾向山坡則毫無疑問，这种情况对山坡穩定性來說在具备其他有利条件下（節理程度，風化程度）較之于岩層順山坡傾斜，是最为有利的。



圖 3

如果岩層順山坡傾斜，則如上所說，这一因素可

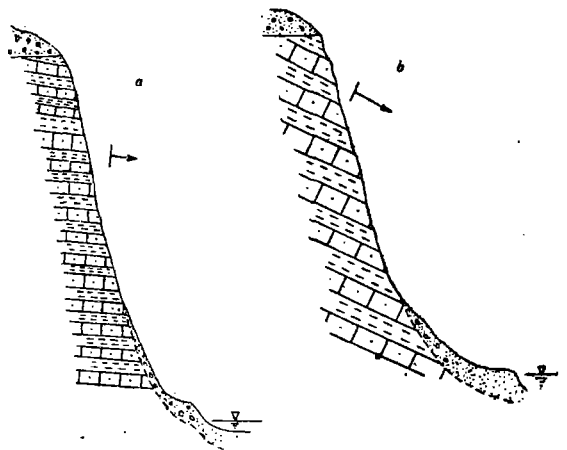


圖 4

能是非常不利的，而且其不利的程度多決定于其傾角及破碎程度的大小，可見圖4a,b。

評價山坡穩定程度或預先測定建築物（隧道，明洞，禦土牆）所受的山体压力时，如不注意岩石埋藏条件自然是不对的。如圖4a岩層傾斜較緩，这毫无疑问地要比（圖4b）山坡岩層傾斜陡，受到开挖，特别是山坡有可能随后被湿化和滲水。湿化頁岩可能减少这一岩層的內摩擦角而造成岩体在順頁岩上發生滑动。

如果岩層傾向山坡或是其傾角小于岩層在其上滑动的粘土層的內摩擦角，那么縱然存在其他一系列对于形成滑坡有利的因素也是不会發生滑坡的。

岩層多褶皺的（非單斜的）產狀对山坡的穩定性也有着非常复雜的影响。在岩石山坡上可能形成非常复雜的褶皺和小褶皺。大家知道并不是在褶皺上所有地方岩層受到和受着的应力都是一样的。因此其穩定的程度也会是不一样的。褶皺上各处岩石的山体压力也是不同的。

这就是为什么在研究山坡时一定要查明岩層構造条件并根据設計施工工点的条件，山坡处于何种自然状态及使用建築物的条件來評價產狀的影响。

除研究岩石產狀外还必須要研究在構成山坡的岩石中的那些構造破坏（正断層，逆掩断層及逆断層）和岩脉及其他类似的構成。一切構造破坏，特别是高等級地震地帶的構造破坏对山坡的穩定程度有着不良的影响。但应该注意的是構造破坏性質，它的大小，形状及其位置对穩定性的影响也各不相同。

因此不应片面确定構造破坏，例如僅确定其性質（正断層，逆掩断層），而是必須尽量确定構造破坏的大小（正断層，逆掩断層的断距及其長度），正断層或逆断層的形狀（直断層，折断層，單一的或連續的等），正断層面的傾向及其傾斜度等。

研究構造破坏时必须注意的是在綫路通过的狹窄地区內不是經常都能够弄清楚構造破坏的。往往为了解决問題应该做些研究地区范围以外的調查。岩層中有岩脉, 岩墙, 蚀离体及其他类似構造的存在, 对于山坡穩定程度有着重大的意义, 因此对这些構造同样应该加以研究。必須确定其形状, 多寡, 產狀性質, 大小, 与圍岩的相互关系及其接触面。

(3) 岩石性質。研究岩石性質可以判斷岩石本身的强度, 風化的程度, 抗風化和冲刷的能力及其滲水程度(節理程度及孔隙度)。上述各特征的意义就在于这些特征是評價山坡穩定程度所必需具备的条件, 还可以举出下面的几个例子。有两个具有垂直表面的相鄰山坡, 一个是由花崗岩組成, 而另一个則是由片麻岩和結晶片岩組成。甚至即使这两个山坡其他的一些特征相同的话: 具有同样的形状, 傾斜度, 向陽面, 風化程度, 岩石强度等, 評價山坡穩定程度时也不能等量齐观, 这因为它们岩石特征是互不相同的。

變質岩有層理, 沿着層理或其傾斜还有劈理。尽管从岩石表面看來給我們的印象是坚硬的, 但是这种现象都能使岩体大为弱化。

第二个例子: 有一个垂直山坡, 这山坡是由泥灰岩与砂岩的交互層組成的, 自然研究这一山坡的岩石性質对判断其穩定程度來說是一个决定性的条件, 对于泥灰岩來說, 永远都需要布置調查, 因为这种岩層具有一系列不利的特点: 易于迅速的被風化, 易溶于水。

(4) 岩石的節理程度。研究垂直山坡时, 对節理現象应給以特別的注意, 实际上在大多数情况下節理程度是决定山坡穩定性的主要因素。即或岩石本身可能是坚固的, 風化輕微的, 但其裂縫多亦会使山坡成为不穩固。

可以举这样一个例子: 宝略綫51.2公里的地方, 做了挖方以后在陡峭山坡上發生了大量花崗岩体的錯动(崩坍)。沿着錯动面的岩石本身并未受到嚴重的風化, 这些岩石是相当完整而坚固的。若僅就岩石性質而不考慮節理走向來判断山坡穩固程度的話, 那么对这个山坡是不会發生任何顧慮的, 事实上这个山坡被开挖成路堑后就發生了巨大的崩坍。崩坍的原因就是因为岩層中有略与山坡傾斜的裂縫。錯动是沿着当这些組節理为挖方切割以后, 大量岩体成为“懸空的”了, 而后就掉了下去。第二例子: 前面我們已經談到过天蘭綫19公里处山坡的例子。我們說过山坡上有岩石塌陷造成的杯狀凹陷或籃狀凹塌。同时, 凹塌处表面的岩石并没有受到嚴重風化和破坏的現象。

其表面有一層次生礦物——綠簾石类薄膜, 而岩石本身則是相当坚硬的。產生凹塌的原因乃是由于有裂縫及成球狀節理破裂的存在。

由此可見, 研究山坡表面可使我們确定有无凹塌, 而研究節理情况則可找出它們產生的原因。

(5) 气候条件。为了判断岩石破碎及受冲刷的强度。关于降雨时滲水的可能性还要搜集一些有关气候特征的資料: 气温的变化, 湿度, 降雨量及其性質和有关風的資料。

如果該工点所在地区无气象站可以獲取这些資料时, 則可向当地居民訪問。

气温的剧烈变化, 湿度大及暴雨都是可能大大加速岩石風化及破坏的因素。

例如: 欲評定黃土类土的山坡抗冲刷的能力, 了解降雨的性質及其强度則是完全必要的。

(6) 植物复盖層的組成和密度

垂直山坡上通常无植物复盖層, 即或有也非常少而且对于評價垂直山坡也沒有重大意义, 但是有植物的存在, 在某种程度上也使我們可以判断山坡自然表面穩固到何种程度。

例如宝略綫西坡車站对面是个非常高的岩石峭壁。山坡上有的地方長有灌木叢, 甚至長有个別樹木, 而岩石表面則長有青苔和地衣。樹木及灌木的存在就說明在長有植物的地方是没有發生过任何崩坍的, 至少在樹木、灌木生長的期間內, 沒有發生过崩坍, 而大致确定樹木的年齡也并不是困难的, 青苔和地衣的存在同样也可以說明在这个地区至少在有青苔和地衣的期間不會發生过崩坍。有几种植物是多年生的, 但也不难确定。如此看來根据植物的情况也可判断自然山坡可能產生的崩坍, 所以对这个因素也必須給以注意。

(7) 山坡向陽度。岩石風化的程度在很大的程度上取决于山坡所朝的方向和与主導風向的关系, 因此評價山坡穩定程度时也要考慮到其向陽的程度。

按照上述各主要問題來研究垂直山坡就可以正确評定其穩定程度。

應該着重指出的是研究工作應該綜合地同时進行, 因为僅就个别問題片面研究是不可能得到預期效果的。

2. 各种表面平順的山坡。

表面平順的山坡根据坡度可分为三組:

(1) 陡坡——与地面水平綫成 30° — 60° 傾斜。

(2) 略陡坡——与地面水平綫成 15° — 30° 傾斜。

(3) 緩坡——傾斜达 15° 者。

平順坡中的陡坡(30° — 60°)有着大概上平整的表

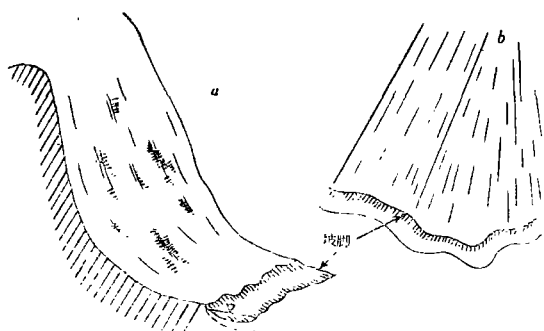


圖 5

面，且其坡脚如圖 5a、b 所示、清晰可見。

平順坡中的略陡坡（ $30^{\circ}-15^{\circ}$ ）也同样有着平坦的表面，但其坡脚却非經常清楚可見。

有时坡脚逐漸伸入河谷或与其他地形單元連在一起。如圖 6a、b。

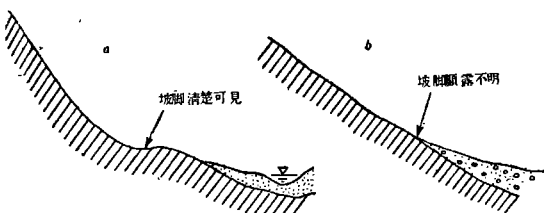


圖 6

平順坡中緩坡（ $<15^{\circ}$ ）的表面通常相当平，但如圖 7 所示坡角顯露不明。

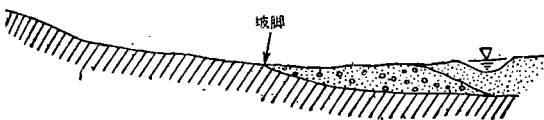


圖 7

進行綫路工程地質調查中，仔細研究山坡是絕對必要的，因为所有陡坡几乎都应看作是不良的。

陡坡可能具备一系列垂直坡本來沒有的不良地質現象、堆積層滑動、滑坡、岩堆及流石等。

这里我們不去研究这些現象，因为每个現象需要專門的研究，在这里我們要介紹的僅是有关作为一个地形單元的山坡本身的一些問題。同时对山坡穩定程度作一評價。

陡坡就其性質而言与垂直坡接近或相似。

因此，研究陡坡及評定性的方法也应与陡坡的相同。有关的研究方法已如前述。

我們要研究的是各种坡度的平順坡。陡坡几乎常常是为厚度不同的堆積層复盖，而略陡坡和緩坡的上部則永远是被厚度不同的堆積層复盖着的。

据我們看來，研究山坡应解决两个主要問題：

(1) 查明在山坡上可能發生的露出堆積層之基

岩的崩坍处。基岩在另一基岩上的可能滑动处及露出底面之基岩被風化后，而引起的岩堆及流石發生处的山坡穩定程度，这一問題主要与陡坡有关，与略陡坡关系不大。

(2) 为了制定堆積和殘積層加固措施，要闡明堆積和殘積層的穩定性，这两个任务要同时解决，因为它们互相間 密切联系着，研究陡坡时联系 尤为密切。在实际勘测工作中常常会碰到第二个問題，也就是在路堑边坡上堆積層和殘積層的穩定性問題和路堤基礎穩定性的問題。

因此我們認為把这个問題分开来研究是正确的。研究第二个問題的方法与研究垂直山坡的方法一样。区别僅在于，因为基岩隱藏在堆積層和殘積層下，所以在研究岩石風化程度、地質構造、裂隙方面会產生一些困难。因此不僅要做工程地質測繪，而且还要進行鑽探。此外，評價岩石破碎强度及其滲水程度时，必須考虑岩石埋藏在堆積層下这一因素。

堆積層很厚时，自然其下基岩的風化進行得要比厚度小的堆積層下的基岩及露出地面的基岩慢得多。在实际研究中得出很多解决堆積層山坡穩定性問題的方法。我們想把其中主要的方法提一下，使得地質人員知道在研究山坡时應該得到那些工程地質資料，用什么方法取得这些資料。

苏联广泛采用的方法有以下几种：

(1) 查对“标准資料”的方法

这个方法的實質就在于先确定構成山坡之岩石的成分及山坡所处的条件(干燥的，浸水的等)，而后再按現行的标准資料选择在类似条件下的坡角。标准資料是在多次观察各种岩石边坡狀況的結果上編制成的。

观察的結果編制成下列坡角表

岩 石 名 称	坡 角
坚硬而未風化的岩石	1:0—1:0.2
風化的岩石	0.2—1.5
碎石、粗砂礫、礫石、卵石，	0.5—1.5
巨粒和中粒砂、粘砂土、砂粘土、粘土	1.5
油性粘土、細砂	1.5—1.75
細粒岩、粉質岩(土壤)	1.75—2.0

确定坡角度数时常常需要运用这种方法，不过这个方法也有一些重大的缺点。

①岩石分类很不精确，因此表內数值出入很大，这就造成选择必需之边坡的困难。

②表內所列之岩石名称在某种情况下是不符合目前工程地質勘测中的分类的。这也造成使用该表的困难。

③这个标准考慮到了普通地質構造，而沒考慮到構造的不均質性，土湿度、密实度、膠結程度及其

他因素。

④这一方法用于组成不均质，密度不同，胶结情况不同等特点的坡积层更为粗略，不过虽然这一方法很不精确，但在实际设计中采用的仍然很广泛。

采用这种方法时，地质人员的任务就是要尽可能确定出岩石的类型及其不均质程度和特点。应该特别注意坡积层与基岩的接触带。因为接触带常常是具有坡积的山坡上最不稳固的地方。关于这点下面我们将要详细的谈。

(2) 工程地质对比法。这个方法同样是以试验资料为基础的。其实质就在于研究现有稳定边坡，并把这边坡运用到条件类似的设计铁路上去。

这是个最正确的方法，不过这种方法由于没有类似的条件往往得不到运用。当我们确信工点的自然条件和工程地质条件相当类似时，这方法就是好的。

考虑到坡积层是多种多样的，性质也各不相同。所以运用上述方法时要求详细研究影响山坡稳定程度的所有因素。

(3) 边坡稳定程度的力学数学计算法。

这种方法有好几个，但可将其归为两类：

一、检算法；

二、稳定边坡剖面图解法。

我们不在这里详细研究这些方法。只想作为一个例子谈谈其中的一种方法，即检算法。

这方法可归结为推动岩体的力量的数值和抗推力的数值，表示为：

ΣR ——推动岩体之力的数值；

ΣT ——支持岩体之力的数值；

K ——稳定系数；

比例 $\frac{\Sigma R}{\Sigma T} = K$ 是为稳定程度的指标。

当 $K=1$ 时，边坡处于平衡状态。

当 $K<1$ ，边坡则不稳定，因为 R 大于 T ，相反——如 $K>1$ 则边坡是稳定的，因为 R 小于 T 。

上述方法乃是最简单和最概略的。这一方法用来评定由均质塑性岩石组成之山坡的稳定性。

其实质如下：

(1) 由中心绘滑坡面于山坡剖面图上，滑坡面是圆筒状。中心 O 和 R 通过选择确定，通常绘一些可能的滑动面，然后再以计算求其中最不利者，如图 8。

(2) 曲率半径 R 及曲线长 l 由图求得。

(3) 按重物体力学法则可找出滑动岩体重心 B 。由中心 O 引一竖轴，然后由 B 点起始引一垂直线，得线 AB ，即重力 Q 的正力矩。

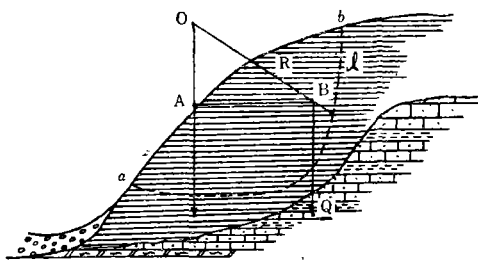


图 8

(4) 为了简化计算，滑坡体的宽度采用 1 公尺。滑坡体的重量 Q 可按公式求得之。

$$Q = V \cdot \Delta$$

式中 V ——宽 1 公尺的滑动体体积 (公尺³)；

Δ ——浸湿土容重 (吨/公尺³)。

宽 1 公尺的滑动体之体积等于在图上用求积仪测量出之面积。

(5) 用试验的方法求得该岩石的粘着力 C 的数值，列出与极限平衡条件符合的力矩方程式

$$Q \times AB = C \times R$$

该方程式中 Q 为重力，而 C ——则为支撑边坡处于静止状态的总粘着力。

如借增加山坡荷载的方法以增加重力 Q ，则这方法就会使方程式左方数值增加而破坏其稳定性，如以稀释砂粘土或粘土来减少其粘着力，则亦可能破坏其稳定性。

上述方法未考虑岩石摩擦力，并且假定所有岩体的 C 都是一样的。因此这一方法是不够精确的。

下面的方法考虑到了粘着力。

滑坡体为数条垂直线分成数个棱体如图 9。

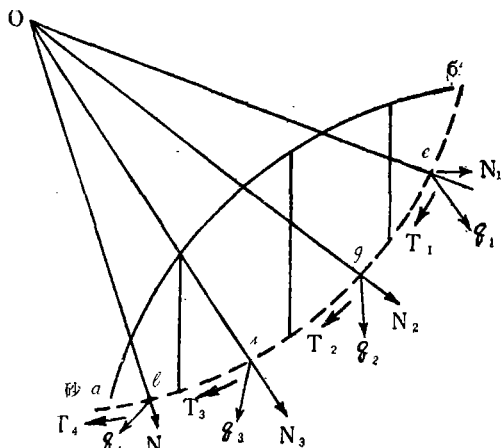


图 9

由 O 点向位于各棱体滑动曲线中部之 $в$ 点各点引半径。由这些点沿垂直线按比例作出各棱体之重力 q_i

q_2, q_3, q_4 , 其数值可按公式求得之:

$$q = V \cdot \Delta$$

式中 V ——稜体 (公尺³);

Δ ——岩石容重 (噸/公尺³)。

按力学平行四边形法則把重力分为 N_1, N_2, N_3, N_4 , 使垂直于滑动面 (即順半徑方向), 并使力 T_1, T_2, T_3, T_4 , 与滑动面相切 (与半徑成直角) 研究 $bcde$ 各点的平衡条件以后, 可列方程式为:

$$T = N \operatorname{tg} \varphi + C$$

式中 T ——推动岩体的力;

N ——垂直压力;

φ ——內摩擦角;

C ——岩石粘着力。

按圖將稜体基底长度 l_1, l_2, l_3, l_4 及垂直力 T_1, T_2, T_3, T_4 的数值量出并加在一起, 再通过化驗得出內摩擦角 φ 、粘着力 C 的数值以后, 就可照下式列出極限平衡方程式:

$$\Sigma T = \Sigma N \operatorname{tg} \varphi + \Sigma cl_2$$

边坡穩定程度决定于安全係数

$$K = \frac{\operatorname{tg} \varphi \Sigma N + \Sigma cl_2}{\Sigma T}$$

这个係数反映出一切支撑岩体的力与推动它的力之間的比例关系。

当 K 值为 1 时, 則边坡处于極限平衡状态。

上述計算穩定程度的方法用于各种程度的均質岩石。

除上述的方法外还有:

①瑪斯洛娃——別列拉的“水平力”法。利用这个方法可以評價在自然条件下常見的处于任何形狀之岩体滑动面的岩層穩定程度。利用这个方法既可用圖表法解決問題, 也可用分析計算法解決問題。

②“穩定边坡”法, 这方法既簡單同时又适用于不均質土的边坡。

③B. B. 索柯洛夫法。这个方法以塑性理論为基础, 而且从力学及材料力学的观点出發也是最完善的一种方法。不过这个方法很复雜, 需要花很多時間來進行檢算, 因篇幅所限不作介紹。

必須指出上述方法檢算山坡穩定性, 应永远記住的是, 这些方法中没有一个把自然条件下可能遇到的一切工程地質特点都考慮到的。这些方法用來檢算路堑边坡和路基基礎之堆積層的穩定程度时可能是最有效或最正确的, 但必須要对山坡進行詳細研究。研究时应该注意以下几个問題:

(1) 研究小区域内地形的全部特点: 山坡上的裂隙、小溝、地槽細谷、小丘、山谷、峡谷, 区别开

山坡所受切割程度, 描述植物复盖層。

(2) 研究物理地質現象: 湿化程度, 錯动, 崩坍、滑坡及坍方。

(3) 研究岩層產狀及其为構造作用破坏的程度, 岩層被岩脉及其他構成物破裂的程度。

(4) 研究岩層类型, 性質, 易变性, 含水量, 成分, 对于含粘土的及松散的土 (粘土, 砂粘土, 粘砂土、碎石等), 則要确定內摩擦角及粘着力。

对內摩擦角及粘着力要特別注意, 因为这些数值的大小直接关系着穩定程度的計算。

(5) 研究地下水露头。

(6) 研究岩石節理程度及風化程度;

(7) 查明山坡向陽度。

(8) 搜集該地区有关气候条件的資料: 气温、降雨量、風、湿度。

只有做完这种綜合研究以后才可以运用上述的計算方法确定山坡穩定程度。所以这种方法使我們有可能正确地拟定可能性最大的滑坡面及山坡錯动面。例如, 若确定了山坡裂隙, 那么滑动面的位置就沿着这些裂隙。

計算山坡穩定程度时, 要順着裂隙繪出滑动面, 若構成山坡的岩層中有不太坚固的岩石或含水的夾層或比較可塑的粘土和砂粘土, 則計算穩定程度时的滑动面必須沿着上述薄弱地方划上去。这种方法可以消除机械式地, 公式化地計算穩定程度。

有关垂直坡, 大于 60° 的陡坡及各种程度的平順坡 (陡于 30° — 60° 者, 略陡坡— 15° — 30° , 緩坡 $< 15^\circ$ 者) 的研究即如上述。其他形狀的山坡: 凹坡凸坡, 階梯狀山坡, 最后还有表面形状复雜的山坡。所有这些种山坡都是各种坡度的垂直坡和平順坡的結合体。

因此我們不准备在研究山坡时詳細說明这些特点, 原因是这些山坡与上面所描述的垂直坡及平順坡相似, 因而只簡短的叙述它們的地貌特征。

(1) 凹坡。山坡上部陡, 至下部坡度急速降低; 坡角如圖10所示, 顯露不明。

(2) 凸坡。山坡上部比較緩, 坡度繼而逐漸增加, 往往可达到垂直状态。坡角暴露明顯, 如圖11。

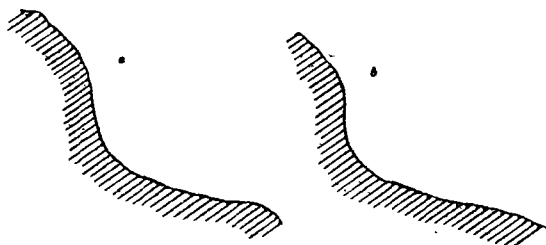


圖10

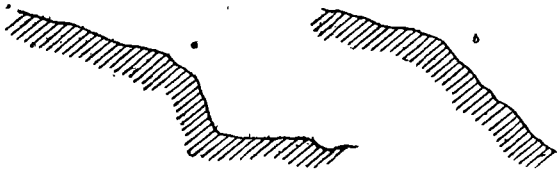


圖 11

(3) 階梯狀山坡, 如圖12所在橫斷面上有一個或數個變坡點。

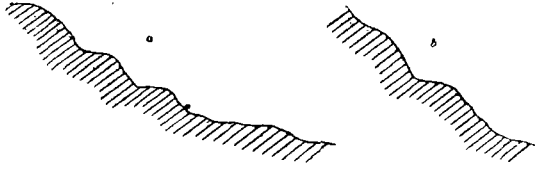


圖 12

(4) 表面形狀複雜的山坡。在橫斷面上這種山坡即是具有各種相互關係的切割外形之結合, 如圖13。

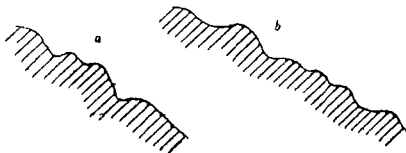


圖 13

河谷斜坡形態受下列各種因素的影響:

(1) 水系的下切

和橫蝕。

(2) 雨水冲刷。

(3) 机械、化学、有机、風化作用的过程。

(4) 地下水露出地面。

在由于構造作用、火山作用、与冰川有关作用的结果形成的原始河谷内, 其斜坡的形状取决于由于上面指出的作用形成的原始形状。形成斜坡的作用是很复杂的, 取决于许多因素。研究这些因素不仅限于线路通过的地区内, 而且也在邻近地区内。只有注意和广泛的观测才能够明察正确的情况。

II 河谷階地

如果在階地沒有不良的物理地質現象(沼澤、發展的山谷、鹽沼地等等), 对建筑綫路來說, 做为一个地形單元, 河谷階地是一个很良好的地方(河灘除外)。在勘测鉄路时研究階地主要应当把階地填在調查範圍的地帶內, 并研究地質建造、岩石成分, 水文地質条件。

应当指出: 河水普通水位的水綫的高度和階地邊緣的高度、寬度、長度、地面的特征、植物复盖的特征、階地構造的类型, 与其他階地連接或与基岩河岸接連的条件。

階地的編號一貫地是从新的到老的, 并且認為現代的河漫灘是一級階地。

根据建造將階地分为: 侵蝕的、堆積的、混合的階地。

1. 侵蝕刻蝕的或割切的階地是由河水割切于基岩而形成的。这些基岩形成河谷斜坡, 这些階地的表面从上面开始可能为殘積或者堆積沉積所复盖。在侵蝕階地上缺少冲積物, 有时僅僅遇到个別的分散開的礫石。由于在基岩內風化作用、平面侵蝕作用形成階地形式的台階, 侵蝕階地有許多特点:

(1) 侵蝕階地的表面可能和成層的岩層面不整合, 但階地形式的台階表面仍是經常地和成層的層面相吻合。

(2) 在侵蝕階地上可能看到侵蝕的痕跡, 而在階地上什么也沒有。

(3) 在河谷上侵蝕階地的高度有时固定或有規律的变化, 它不決定于組成斜坡的基岩的構造。階地形成台階的高度僅僅地取決于組成台階的岩石的埋藏条件。

2. 堆積階地位于冲積層上, 并为河流作用而形成。根据冲積層为河流侵蝕的深度可分为內疊階地及上疊階地, 見圖14。

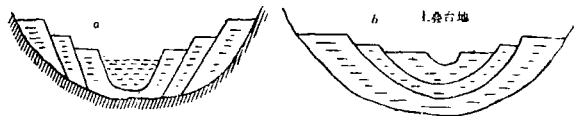


圖 14

(a—內疊階地)

3. 台階上部由冲積物而沉積形成的, 而下部由基岩而形成的階地称为混合或基底階地, 見圖15。

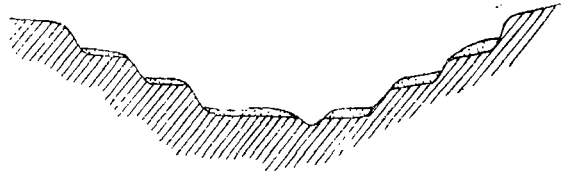


圖 15

根据上面所述本文摘要如下:

(1) 垂直与平陡的斜坡, 有时中等坡度的斜坡是設計鉄路的不良的地形單元, 可能發生崩塌岩堆、流石、坍方、滑坡、錯動、表土滑动, 以及其他需要設計复杂工程建筑物的地質現象。

(2) 在緩坡上可能發生滑坡和堆積層移动的現象。

(3) 为了在斜坡上正确的合理的设计鉄路建筑物, 在調查过程中必須考慮斜坡穩定性。为此必須進行工程地質調查。

(4) 在計算边坡穩定性时, 必須考慮在調查过程中查明所有工程地質的特点。公式地, 机械地脱离斜坡的地点計算斜坡穩定性是完全不正确的。而像这样事情却是常常發生的。

(5) 在对階地進行工程地質研究时, 主要任务是填制階地圖, 和确定岩石成分。