

$$Q_2 = 2.73 \frac{K_2 M_2 S_2}{\lg \frac{R}{r}}$$

$$= 2.73 \frac{K_2 M_2 (S_0 + a_0 + S_1)}{\lg \frac{R}{r}} \dots\dots (3)$$

將(1)代入(3)

$$Q_2 = 2.73 \times \frac{K_1 M_1 a_0}{M_2 S_0} \times \frac{M_2 (S_0 + a_0 + S_1)}{\lg \frac{R}{r}}$$

$$= 2.73 \times \frac{a_0}{S_0} \times \frac{K_1 M_1 (S_0 + a_0 + S_1)}{\lg \frac{R}{r}} \dots\dots (4)$$

同时上部含水層的湧水量为

$$Q_1 = 2.73 \frac{K_1 M_1 S_1}{\lg \frac{R}{r}} \dots\dots\dots (5)$$

从公式(5)計算出 Q_1 ，代入公式(2)可以求得 Q_2 。然后将求得的 Q_2 数值代入公式(4)便可以計算出未知的下部含水層的地下水側压水位与混合水位之差值 S_0 。將 S_0 代入(1)式就可以求得下部含水層的滲透系数 K_2 。

相反，在反地形的条件下，下部含水層的地下水

側压水位低于上部含水層的地下水側压水位(圖3)。在这种情况下，也可以用同样的步驟推導出上述各項相应的方程式。在这些方程式中，唯独公式(4)有所不同。在反地形的条件下，公式(4)如下：

$$Q_2 = 2.73 \times \frac{a_0}{S_0} \times \frac{K_1 M_1 (S_1 - a_0 - S_0)}{\lg \frac{R}{r}}$$

由此可見，对上部含水層单独進行抽水試驗可以計算出 K_1 ，

然后混合抽水可以計算出 Q_2 。顯然，阿加比也夫方法如同分層抽水的办法一样，能够得到各个含水層的滲透系数。但是在實踐中，前者却比后者要优越得多。

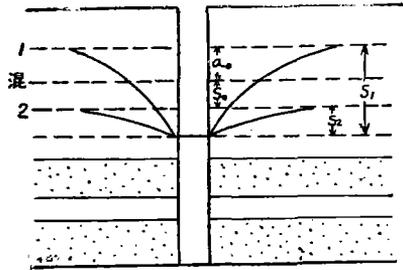


圖 3. 在反地形条件下，綜合抽水时的情况。

三

最后應該指出，当上部为潛水含水層而下部为承压含水層，垂直剖面上存在有更多的含水層，鑽孔为不完整井及其他情况下，都可以运用本文叙述的步驟推導出相应的計算公式。

壺口瀑布

姜达权

壺口是黃河中流干流上著名的瀑布，位于龍門上游 65 公里。瀑布所在，地名龍王壩。左岸屬山西省吉縣，东距吉縣 45 公里，自吉縣有公路通龍王壩上游 7 公里之克难坡或下游 5 公里之小船窩。右岸屬陝西省宜川縣，自小船窩渡黃河而西，有公路至宜川縣城，計 50 公里。

黃河自内蒙古自治区托克托縣至陝西省潼关之間，流向虽稍有轉折，但大致仍自北而南。壺口瀑布上游 2 公里馬糞灘附近，黃河流向約为南 20 度西，祇龍王壩又再变为自北向南流，切入三疊二疊紀石千峯系紅色砂岩、頁岩，成为河底平臺，兩岸下部陡峻，上部較緩的 U 形河谷。馬糞灘至龍王壩間，河谷上游寬，下游較窄。洪水期黃河水面寬 400—500 公尺，枯水期寬 270—300 公尺。龍王壩以下，黃河傾瀉而入一深窄之小河槽中，形成瀑布，狀如水壺注水，故名“壺口”。枯水期瀑布落差 17—20 公尺，洶湧澎湃，声如雷鳴，远聞數里。水沫飛濺，狀若烟霧，終日迷漫。

瀑布位置稍偏右岸，小河槽在瀑布注入处寬僅 30 公尺，黃河原有的平整谷底，露出水面形成了新生的岩石階地。船行至此，无法通行。上行或下行船隻，分別在下游之小船窩或上游之龍王壩，卸去所載客貨，以人力將船拖至岸上，經由左岸岩石階地，繞過瀑布激流。当地人士曾以“平地冒烟”形容瀑布水沫飛濺迷漫的奇观偉蹟，以“陸地行舟”說明船运断航繞行的情况。

黃河自瀑布以下的小河槽中流至小船窩附近的孟門，河道逐漸寬闊，小船窩附近，河寬 100—200 公尺。孟門河中稍偏右岸，有岩石孤島矗立，是为孟門島。小船窩至船窩約 40 公里之間仍可見一些不同高程的岩石階地，此等階地均系上游寬下游窄，宛如一連串的大口朝下游的“喇叭”。

壺口瀑布枯水期落差 17 公尺，又位于偉大的黃河干流上，实是少有先例的奇观偉蹟，关于壺口瀑布的生成原因，前人已指出为河流溯源侵蝕之故，茲就当地岩石性質与地質構造情况，稍予补充說明。

黃河自龍門上游約 25 公里的船窩直至龍王壩以上，均为三疊二疊紀石千峯系紅色岩層，在馬糞灘龍王壩一帶所見石千峯系岩層，自上至下，可分为三層：

上部为淡紅色，灰色及綠色，中粒至細粒的厚層長石砂
(下轉 27 頁)

擴大。

(3) 切实做好水土保持工作，嚴禁砍伐現有樹木，同時在張家村北坡地區應加強植樹工作。

(4) 重視區內所有大小沖溝和斜坡崩塌地段：現階段應禁止一切破壞土體穩定的挖土行為，必要時在古滑坡前緣崩塌地段應修築擋土牆設備，以免繼續發生崩塌現象。

(5) 在張家村北坡和古滑坡體滑坡所處的裂縫地段埋設觀測樁，以便進行長期觀測。

四、結語

根據渭河盆地的地質構成情況，結合上述二個滑坡現象的觀測研究，我們認為沿隴海鐵路綫以北斜坡和西北一帶類似的黃土地區，今後仍會發生大小不等的滑坡現象。為了引起有關國民經濟部門的重視和提供一些滑坡研究的初步看法，我們願意歸納下列幾點因素，以供參考。

(1) 地形條件方面——因當地斜坡地層主要為松散的第四紀沉積物（黃土質土層及砂卵石層）所組成，各級階地的台坡均達45度或更陡，而坡面大都微傾渭河，加之黃土中柱狀節理發育，且人工開挖了許多密洞和梯田等，致破壞了坡面的極限平衡而引起山坡的變形。

(2) 水文地質條件方面——階地中的潛水匯集在各含水層中，而階地底部的新第三紀紅粘土則為隔水層，地下水使土體長期處於浸潤狀態，土體重量增加下部，紅粘土也因飽和水而成可塑或流動狀態，有利於形成滑動面，加之暴雨的侵襲，大量雨水沿裂隙和柱狀節理下滲，加上原來含水層中的潛水，使土體中的靜水壓力和動水壓力大增，隨之土體容重亦大增，但阻止向下滑動的剪阻力則相對減低，故促成向下滑動的機會。

（上接第40頁）

岩，具交錯層，底部有厚1—2公尺的紫紅色頁岩，總厚約60公尺。厚層長石砂岩為鈣質膠結，水流沖淘後成溶洞等似喀斯特形態。

中部為灰綠色長石砂岩與紫紅色薄層頁岩互層，砂岩具交錯層，成層不規則，常成透鏡狀，鈣質膠結或泥質膠結。其下為稍含砂粒的泥質頁岩，層理不顯，風化後易成粉末狀或碎裂成碎塊。含有泥質結核，極易被水淘空凹進或成緩坡，頁岩之下為灰綠色細粒砂岩與紫紅色頁岩的互層，砂岩多為泥質膠結，常含有泥質漂塊或砂岩漂塊。厚約180公尺。

下部為灰綠色砂岩夾頁岩，頁岩與泥質砂岩互層，組成馬鬃灘至龍王池一帶的黃河谷底和瀑布以下的小河槽及其兩

(3) 在區域地質構造方面——本區正處於鄂爾多斯地台南緣的渭河地塹中，在它南邊的秦嶺和北側的六盤山，自第四紀以來是一正在隆起的山脈，而渭河地塹則相對下降，據最近資料記載；秦嶺區不但最新構造運動顯著，且渭河地塹帶內地震頻繁而強烈，說明秦嶺北坡的東西向斷裂仍在活動，因此，由於地殼的變動，促使土體易於產生不穩定狀態。

(4) 在地質條件方面——階地上部為厚層黃土復蓋（易於形成柱狀節理），其下為黃土質砂質粘土和砂卵石互層，最下為紅粘土。這些岩層中，有強透水性的砂卵石層及顆粒組織均一，弱透水或不透水的砂質粘土和紅粘土層，因而使地下水有良好的埋藏環境，同時給滑坡造成有利條件。

滑坡雖是自然界一種很普遍的物理地質現象，但對大規模的鐵路建設，礦山開采，水工建築和海港興建等方面，卻會發生許多巨大的影響。而滑坡現象不論在成因和形態方面都十分複雜，且以往國內對這方面的注意和研究不多，同時限於作者水平不高和勘探研究不夠，本文錯誤在所難免，希望讀者批評指正。

主要參考資料

1. 地質部水文工程地質局961隊：“臥龍寺滑坡調查報告”（1956年6月手稿）。
2. 地質部水文地質局962隊：“寶雞市十里舖新秦公司廠區古滑坡調查報告”（1957，1）。
3. 陳夢熊：“滑坡的基本原理與滑坡類型”（地質知識，1956年4期）。
4. A.M. 伏羅洛夫：“土體坍塌原因及其防治方法”（1956年，人民鐵道出版社）。
5. 常隆慶等著：“中國地質學”（1956，地質出版社）。

岸的新生岩石階地。

馬鬃灘至小船窩一帶地層走向北東，傾角4—5度，傾向北西或上游偏向右岸。節理以走向近於南北及東西二組較發育。

河流流過傾角平緩，傾向上游的軟硬相間的紅色岩層，頁岩易被沖蝕使得蓋於其上的砂岩突出而成地形上的裂點，造成瀑布。頁岩遭受瀑布高水頭的沖淘，更易使蓋於其上的砂岩加速崩塌，形成和加快了河流溯源侵蝕的作用。壺口瀑布即系這些作用所造成，走向南北的節理更便利了黃河下切造成深窄的小河槽或為谷中谷。小船窩以下一連串的喇叭狀的岩石階地不但是溯源侵蝕的有力証據，也証明壺口瀑布將會繼續蝕退，直至黃河這一段的樹根樁建成交。

（請參閱本刊第二期封二照片）。