

051
中国科学院青海甘肃综合考察队

引洮上山的工程地质问题

第一輯

(内部资料.注意保存)

科学出版社

86,8479
140

引洮上山的工程地質問題

第一輯

中国科学院青海甘肃綜合考察队編

(內部資料·注意保存)

科学出版社

1959

00948

内 容 简 介

引洮上山工程是去年我国水利工程建设宏伟工程之一，在施工过程中向水文、工程地质工作者提出了一系列的水文、工程地质问题。中国科学院青甘综合考察队接受了这个任务，并进行了考察工作。本书即系该队几年来在甘肃省洮河流域进行考察研究的工作报告(第一辑)，全书内容主要论述了对考察区黄土的物理化学性质和研究方法，红色岩系中的滑坡类型及防止滑坡的工程措施，从而确定了当地黄土对引洮上山工程的作用。

这些问题的研究不仅对解决引洮上山工程的实际问题具有指导的作用，同时对工程、水文地质的理论问题也有重大的意义。

引洮上山的工程地质问题

第一辑

编 者 中国科学院青海甘肃综合考察队

出版者 科 学 出 版 社

北京朝阳门大街 117 号

北京市书刊出版业营业登记证出字第 061 号

印刷者 中 国 科 学 院 印 刷 厂

发行者 科 学 出 版 社

1960年1月第一版

1960年1月第一次印刷

(京) 0001-2,300

书号: 1991 字数: 116,000

开本: 787×1092 1/18

印数: 5 册页: 1

定价: 0.76 元

目 录

引洮上山水利工程中的几个工程地质问题(代序)	孙广忠 (1)
甘肃省岷县古城黄土工程性质的一些资料	孙广忠 解魁芳 (4)
预先浸水法处理黄土壩基湿陷问题的研究	陈以健 (25)
黄土单位沉降量及湿陷量简易估算方法	孙广忠 (35)
黄土中易溶盐含量分析土样处理方法问题	孙广忠 韩月珍 (40)
红色岩层中滑坡的形成及初步的防护措施	孙玉科 徐义芳 (44)
滑坡调查的一些资料	解魁芳 山懋正 郭紹礼 (47)
甘肃西部小型渠道考察报告	孙广忠等 (52)
引洮渠道工程地质调查应注意的几个问题	孙玉科 (82)
引洮上山工程地质工作的体会	孙玉科 叶珍久 徐义芳 (85)

引洮上山水利工程中的几个工程地质问题

(代序)

孙广忠

甘肃人民为了改变西北干旱面貌,决定从岷县古城开始,把洮河引上山,修建一条引洮上山的总干渠——山上大运河,来灌溉黄土高原上的低产贫收的大片土地,得以增产丰收,加速社会主义建设。

引洮上山总干渠渠线长达1,500公里,从海拔高2,250米的古城开始,盘山而行,登上高达海拔2,300米的华家岭,穿过六盘山,到达海拔1,400米的董志塬。流经23个县市,将灌溉1,500—2,000万亩土地。

总干渠道水面宽40米,水深6米,底宽16米,引水150米³/秒。它不仅可以灌溉1,500—2,000万亩土地,还可以利用渠道落差发电,通航小型船只。为了调节渠道的所需流量,在岷县古城及野狐桥分别修建2座水库,联合利用。

渠道沿线经过一系列高山及深沟和河谷挡住引水去路,根据省委的指示决定,遇山就劈,深劈方,有的深达170米以上,逢沟则绕或修建跨沟引水建筑物,跨沟建筑物高达20—30米者甚多。

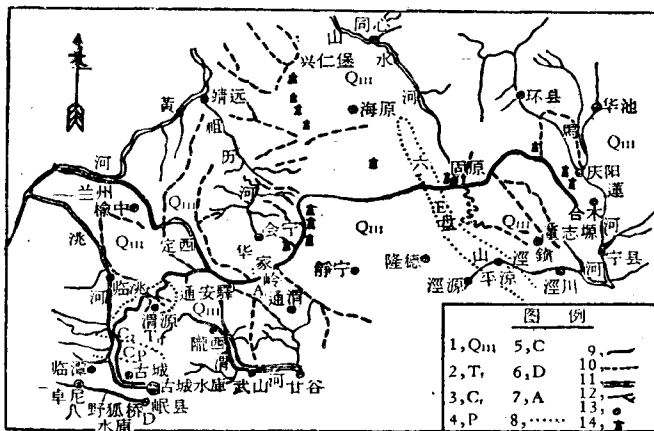
此外尚需修一系列的分水、跌水及洩水闸、船闸、电站等以便保证渠水安全,达到经济合理的利用。

上述建筑物所经过地区工程地质条件极为复杂。

渠道水库及壩址位于秦嶺海西褶皱带中,地层褶皱极剧烈,断裂构造极发育,部分渠道就通过此类地质环境中(见图)。

绝大部分深劈方及部分渠道位于白垩纪及第三纪红色岩系中,红色岩系属半岩质岩石,极易风化。

70—80%渠道线路经过于上更新统黄土中,此类黄土有的极松。遇水作用后,易发生湿陷。



引洮上山工程平面布置及地质结构略图

1. 上更新统黄土 2. 第三纪红色岩系 3. 白垩纪岩系 4. 二迭纪沉积岩系 5. 石炭纪浅变质岩系 6. 泥盆纪变质岩系 7. 前震旦系 8. 地质界限 9. 总干渠 10. 干渠 11. 铁路 12. 河流 13. 城镇 14. 设计电站所在地。

分水、跌水及洩水閘,船閘、电站地基則分布在与上述有关地区的地質环境中。为了保証这些建筑物的稳定性,在工程地質工作者面前則提出了一系列艰巨的任务。

根据以上簡單的分析,在引洮上山水利工程的修建及將來利用中,仍存在着一系列工程地質問題:

1. 褶皱帶中筑壩工程地質条件;
2. 褶皱帶基岩中渠道边坡稳定条件及防治措施;
3. 紅色岩系中深劈方工程地質条件及防治风化措施問題;
4. 山麓堆积物及碎屑沉积物中渠道边坡稳定性及防治措施問題;
5. 黃土中渠道稳定性及防治措施問題;
6. 黃土作为填方(建壩及过溝填方)建筑物的建筑材料問題;
7. 各种附屬建筑物及电站地基稳定性問題等。

上面提出的七个問題并没有包括引洮上山水利工程中的全部工程地質問題,这只是一些主要的,通过上述一些問題也透視出在引洮上山水利工程中存在着一些重要的工程地質理論問題,这些問題如果获得解决,不仅有助于解决上述引洮上山水利工程中的工程地質問題,而且对解决今后修建相似工程中的工程地質問題具有重大的指导意义,这类問題有:

1. 在褶皱帶中筑壩,影响壩基强度及滲漏性的基本因素及評价方法;
2. 控制基岩的挖方(深的及淺的)边坡稳定性工程地質因素及評价基岩中挖方边坡稳定性方法;
3. 基岩中潛水运动規律及評价渠道滲漏性的方法問題等;
4. 黃土强度及稳定性本質及其形成条件;
5. 渠道防滲措施理論及方法問題;
6. 渠道(包括基岩与黃土)工程地質工作方法問題等。

这些問題必須通过各方面有关的工作人員,以共产主义大协作的精神共同劳动才能获得解决。

* * *

引洮上山水利工程开工已經半年多了。

在施工中民工們充分地显示了甘肃省人民英雄的气魄,以冲天的干劲和大自然搏斗着。

在劳动中洋溢着干劲十足,信心百倍,高度的乐观情緒,他們描写自己劳动生活的詩歌深深的激动着人心,記得有这样一首:

头頂天,脚踩云,手提洮河上山峯。

洮河山头浪花翻,彩云中間馳飞船。

詩中描述了英雄人民的气吞山河的形象和对远景抱着无限乐观响往的心情。就是这些人們將來通过自己的双手,挖好一条山上运河。

劳动創造一切。民工同志們一定会給解决引洮上山工程地質問題創造出极丰富的經驗。

要想解决引洮上山水利工程中的工程地质问题,科学技术工作者必须密切的和民工同志们协作。

我们相信:引洮上山水利工程中的工程地质问题一定会得到解决。

* * *

在这里还应该说:引洮上山水利工程是共产主义的工程,这个工程特点之一是参加引洮上山水利工程的工作人员系来自四面八方,无代价的为这一工程献出自己的精力。

在引洮上山水利工程的工程地质工作方面亦是同样,在这里参加引洮工程地质工作的人员是由十个机关抽调的,人员虽然来自四面八方,心确是为着同一个目标——从工程地质工作方面来保证引洮上山水利工程胜利完成,在工作中彼此密切的协作。使引洮上山水利工程中的工程地质问题得到合理的解决。

中国科学院甘青综合考察队的引洮地质分队(主要由中国科学院地质研究所水文地质工程地质研究室成员组成的)在谷德振先生指导下和中国科学院兰州地质研究室,甘肃省水利厅及中国科学院土建研究所,共同协作对引洮总干渠的隴西部分的工程地质问题进行了研究工作。

在工作中得到了引洮工程局大力的支持与帮助。

这里所介绍的一些资料,系我们工作初期获得的一些成果。

在引洮上山水利工程的勘测及施工中必定会收集到许多宝贵科学资料及生产经验。这些资料不仅对今后解决引洮上山水利工程中的工程地质问题找出线索,它亦将为其他工程中解决相似的问题提出参考意见,因此我们决定把这些资料总结出来及时地介绍给读者,这是决定出版(引洮上山工程地质专辑)的缘故。

由于我们水平所限,这里可能有一些不正确的地方,希望读者多给予指正。

甘肅省岷縣古城黃土工程性質的一些資料

孫廣忠 解魁芳

這篇文章是根據引洮總干渠古城渠首工程地質條件研究中所取得的資料編寫的。

一、自然地理環境

古城位於甘肅省岷縣北 25 公里之洮河畔，自然地理屬於隴南山地西秦嶺之北坡，河床標高為 2,240 米，附近山脊標高為 2,800 米。

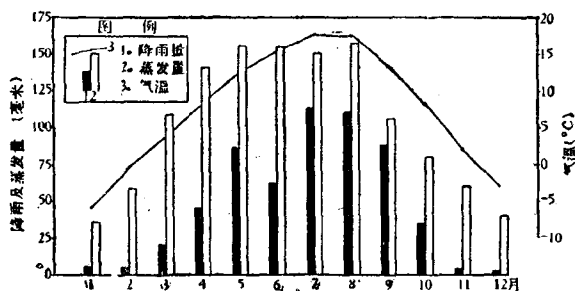


圖 1 月平均氣溫、降雨及蒸發量運程綫

區域氣候屬於山區半干旱型。氣溫變差大，降雨量較豐富，蒸發量大於降雨量 2 倍以上。多年月平均氣溫，降雨及蒸發量示於圖 1。

區域年最高氣溫為 30.8°C ，最低為 -23.5°C ，多年月平均氣溫為 16°C ，最低為 -7°C ，一年中 12 及 1, 2 三個月平均氣溫在零度以下。

年總降水量為 584 毫米，降水量 80% 集中在 5—9 五個月中。

年蒸發量為 1,256 毫米，4—8 五個月最高，佔全年 60% 以上。

風向多為 NE 及 SE。最大風速為 9 米/秒，一般平均為 5.5 米/秒。

研究區域即位於上述自然地理環境中。

二、地質結構

古城區域的黃土多分佈於河谷兩岸台地及基岩斜坡上，其分佈的最高標高為 2,800 米左右。高於 2,800 米的山脊上則少見。

根據區域黃土的物質成分與本區及鄰區基岩成分對比，構成本區黃土的物質系來自遠方地區，概為風的吹襲作用結果。

根據黃土地理分佈位置，產狀，及岩層結構特點分析，區域內分佈的黃土系由風積、沖積及坡積作用而形成，少量是由洪積形成的。

高級台地表面及其以上的基岩斜坡上堆積的黃土系風積物。此種黃土土層厚度一般為 3—10 米。色淡黃，無層理，結構極疏松。含有塔狀的大蝸牛，產狀大致與底部地形相適應（見圖 2）。

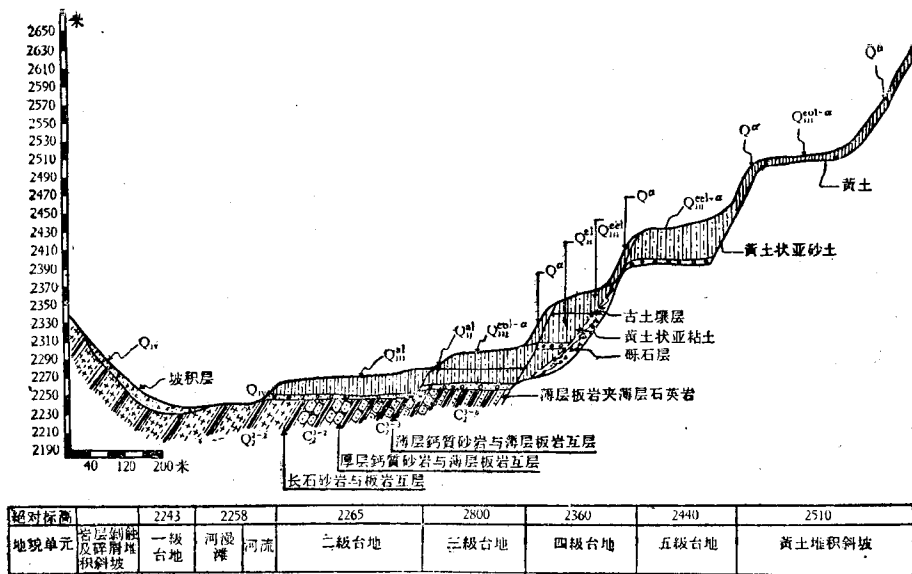


图2 古城黄土堆积与地貌单元关系

各级台地的底部卵石层上厚度不等的分布有冲积黄土。在古城三级台地及下七巴的二级台地剖面上明显地见有冲积层理，层理系由颗粒成分粗细相间构成。单层厚度常为1—5厘米。此类黄土中含有扁平状小蜗牛及小螺蛳。各级台地上堆积的黄土特点见表1。

表1 古城黄土与地貌单元特点

地貌单元		地面	高出	地貌	基座			表层沉积物			时代	备注
名称	代号	标高	河水面 高程	结构	成分	时代 代号	表面 标高	成分	成因 类型	厚度	代号	
河漫滩	M	2240	0.3—0.5	单一型	中石炭系	C ₂	2232	砂卵石	冲积	7—9	Q _{IV}	1.河水面 标高为 2240米
一级台地	T _I	2245	2—3	单一型	中石炭系 变质岩	C ₂	2305	黄土 砂卵石	冲积 冲积	2—3 7—8	Q _{IV}	
二级台地	T _{II}	2270	17—20	基座 复合型	中石炭系 变质岩	C ₂	2247	黄土 砂卵石	冲积 冲积	15—25 2—3	Q _{III}	2.中更新 世黄土 厚度为 70米系 冲积物
三级台地	T _{III}	2300	60	基座 复合型	中石炭系 变质岩	C ₂	2257	黄土 砂卵石	冲积 冲积	25—30 3—5	Q _{III}	
四级台地	T _{IV}	2320	80	基座 复合型	红色黄土 中石炭系 变质岩	Q _{II} C ₂	2305	黄土 砂卵石	风积 坡积 冲积	13—15 3—5 1—2	Q _{III}	
五级台地	T _V	2420	180	基座 复合型	中石炭系 变质岩	C ₂	2397	黄土 砂卵石	风积 坡积 冲积	5—10 10—15 1—2	Q _{II}	
黄土堆积斜坡	CK	>2420	>180	—	中石炭系 变质岩	C ₂		黄土	风积	10—15	Q _{III}	

根据本区黄土的颜色, 结构, 古土壤层及生物化石分布特点, 我们对古城黄土地层划分结果示于图 3。

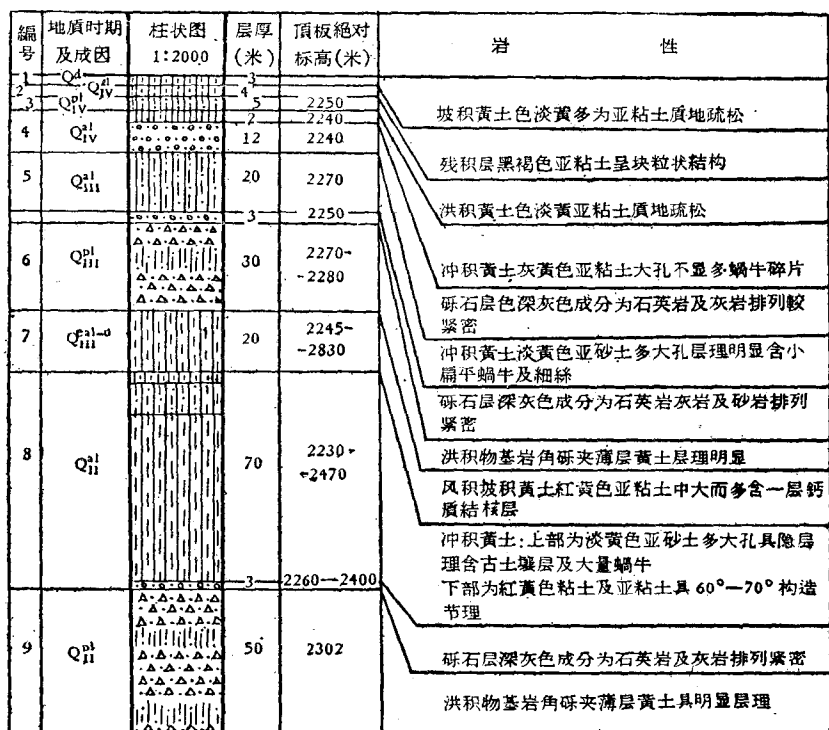


图 3 古城黄土地层柱状图

中更新统黄土色微红, 致密, 大孔少而小。含有小蜗牛, 形状扁平, 个别的已被挤压而破碎。具有交叉构造节理, 交角 60—70°。可见厚度为 70 米。层理不显。其上部分布有二套古土壤层。古土壤层色黑褐。植物根残留的大洞极多, 洞壁常附有白色灰菌薄膜(?), 其厚度为 3—5 厘米。

上更新统黄土色淡黄, 质地疏松, 此种黄土按成因类型可分为三类: 1) 冲积黄土; 2) 风积-坡积黄土; 3) 风积黄土。

冲积黄土分布在 2, 3, 4, 5 级台地卵石层上。结构疏松, 多大孔。大孔随深度增加逐渐变小而少。自地表深至 4 米其孔最多而大。大孔直径有的约 0.5 厘米。马步台三级台地剖面可见于 1.5—2 米一带出现有大孔带, 孔中残留有植物根皮。其下 5—6 米常有鼠洞及地瞎瞎(土名)洞, 洞径大至 10 厘米, 甚至 15 厘米。剖面上黄土干燥后收缩形成有垂直裂缝。此类黄土中含有扁平状蜗牛及小螺蛳。蜗牛尺寸有二种, 一种为 2—3 毫米, 一种为 5—7 毫米, 其余尺寸少见。螺蛳有二种, 最常见者为蚕状, 尺寸为: 直径 0.1—0.2 厘米, 长 0.2—0.3 厘米。另一种为锥状, 长 2—3 毫米。有的剖面上肉眼可见有层理。黄土表层分布有一层土壤层。二级台地土壤层最厚, 厚达 4 米。三级台地上厚仅 0.8—1 米。四、五级台地底部常发现有沙姜, 上复以风

积-坡积黄土。

风积-坡积黄土,主要分布在四、五級台地頂部。剖面上时而可見有岩石碎屑,时而出現有較厚层的无层理的疏松黄土。此类黄土极疏松,剖面上具有垂直节理,多大孔。黄土中大小蝸牛掺杂。上部土壤层厚 0.7—0.9 米。

风积黄土色淡黄,結構疏松,多大孔,孔徑为 0.2—0.5 厘米。孔壁附有可溶鹽白色薄膜,有的大孔中殘留有树根皮。具垂直节理,底部有大砂姜,形狀如鹿角,有的大至 20—30 厘米。含有大蝸牛。形狀如宝塔,直徑为 0.7—1 厘米。无层理。上部土壤层厚度一般为 0.8 米。土壤中大孔壁上常附以白色灰菌(?)。此类黄土分布于高級台地的基岩斜坡上。

上更新統冲积黄土厚度为 10—25 米,风积-坡积黄土厚 2—3 米。洪积黄土厚度为 5—10 米。

全新統黄土分布于一级台地表层。色深黄,較致密,大孔少,含有蝸牛碎壳。黄土层厚度为 1—3 米。土壤层厚 0.5—0.7 米。

各冲溝口分布的黄土为洪积物,淡黄色。疏松。厚度各地不一,最厚达 5 米。

三、黄土的工程性質特点

I. 总 述

为了弄清古城黄土之工程性質,我們在一、二、三、四級台地上共开挖了 40 余个試坑。进行了 230 余个原狀土扰动土样室內試驗(野外条件)。試驗說明了相同时代,不同成因类型的黄土的工程性質大致相同。不同时代黄土的工程性質相差极大。

不同时代代表性試坑黄土的工程性質特点示于图 4, 5, 6, 7。

根据图 4, 5, 6, 7 資料比較,大致可以看出,不同时代的黄土不論其物質成分或物理性質皆有区别,而其物理性質之間的差異最为显著。

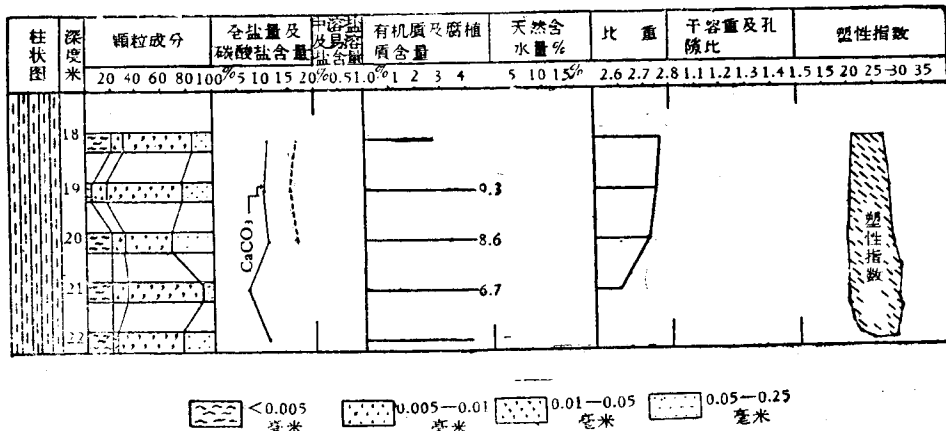
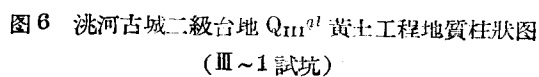
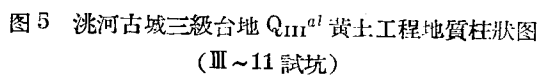


图 4 洮河古城四級台地 Q_n^{al} 黄土工程地質柱状图
(IV~4 試坑)



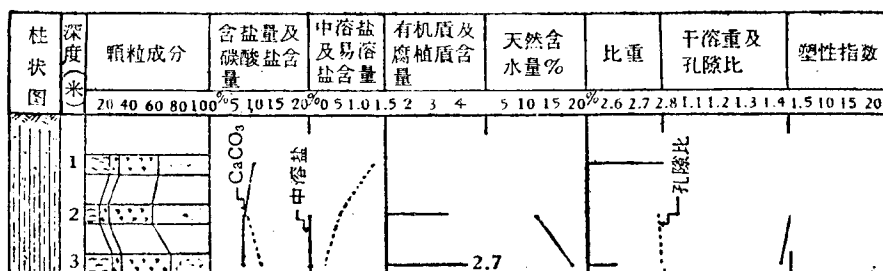


图7 洮河古城一級台地 Q_{IV}^{al} 黃土工程地質柱狀圖
(II~1 試坑)

II 物質成分

在工作中我們用比重計法對黃土顆粒成分進行了研究。

中更新統紅色黃土屬於亞粘土。其顆粒組成特點示于圖8。

圖8資料指出：顆粒成分中粘土粒組（<0.005毫米）成分含量一般為18—20%，中值為18.5%。細粉土粒組（0.005—0.01毫米）成分含量一般為5—12%。中值為10%。粗粉土粒組（0.01—0.05毫米）成分含量一般為28—48%。中值為36%。細砂粒組（0.05—0.1毫米）成分含量一般為20—25%，中值為23%。大于0.1毫米粒組含量極少。

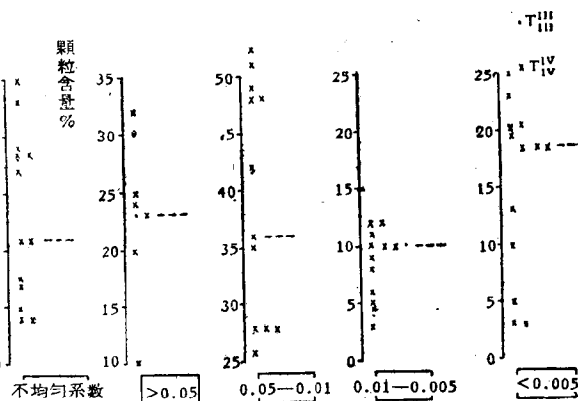


圖8 Q_{II}^{al} 紅色黃土顆粒成分特點

上述黃土顆粒組成特點以粒組含量比例關係表示，示于表2，表中資料系以細粉土粒組含量為1而編制的。

表2 中更新統紅色黃土顆粒成分含量比例

粒 組	<0.005 毫米	0.005—0.01 毫米	0.01—0.05 毫米	0.05—0.1 毫米
比 例	1.85	1	3.6	2.3

表2資料指出：中更新統紅色黃土中粗粉土與細砂粒組比例係數為1.6。

上述黃土顆粒成分特性以不均勻係數表示示于圖8。圖8資料指出：中更新統黃土顆粒級配不均勻係數為5—20，中值為11。

上更新統三、四級台地頂部風積—坡積黃土屬於亞粘土，其顆粒組成特點示于圖

9。图9資料指出：顆粒成分中粘土粒組（<0.005毫米）成分含量一般为7—17%，中值为12%；細粉土粒組（0.005—0.01毫米）成分含量一般为3—12%，中值为7%；粗粉土粒組（0.01—0.05毫米）成分含量一般为36—60%，中值为47%；細砂粒組（0.05—0.1毫米）成分含量一般为20—45%，中值为39%。

上述黃土顆粒組成特点以粒組含量比例关系表示于表3。

表3 Q_{III}^{col-d} 黃土顆粒成分含量比例

粒 組	<0.005 毫米	0.005—0.01 毫米	0.01—0.05 毫米	0.05—0.1 毫米
比 例	1.7	1	6.7	5.6

表3資料指出：上更新統风积-坡积黃土粒粉土粒組与細砂土粒組比例系数为1.2。

上述黃土顆粒成分特性以不均匀系数表示于图9，此系黃土顆粒級配不均匀系数为2—26，中值为9。

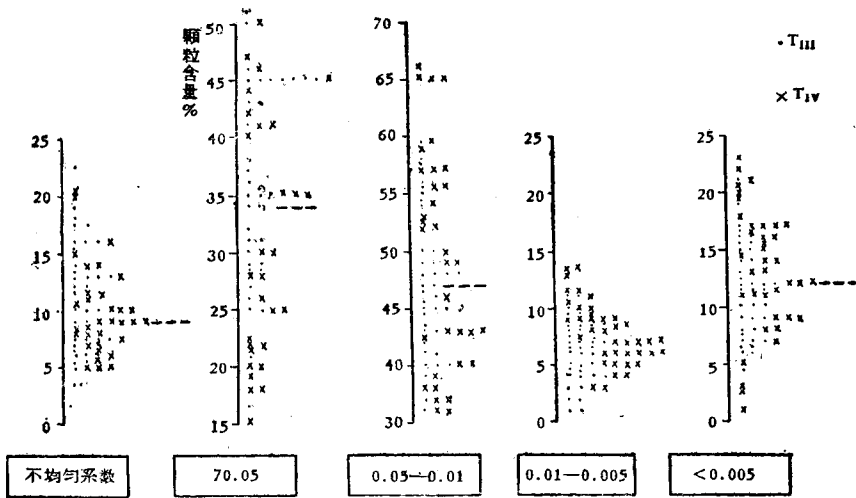


图9 Q_{III}^{col-d} 黃土顆粒成分特点

上更新統二級台地之黃土屬亞砂土。其顆粒組成特点示于图10。

图10資料指出：顆粒成分中粘土粒組成成分含量一般为3—17%，中值为7%；細粉土粒組含量为4—9%，中值为6%；粗粉土粒組含量为36—55% 中值为45%；細砂粒組成成分含量一般为20—45%，中值为40%。

上述黃土顆粒組成特点以粒組含量比例关系表示于表4。

表4 Q_{III}^{al} 黃土顆粒成分特点

粒 組	<0.005	0.005—0.01	0.01—0.05	0.05—0.1
比 例	1.1	1	7.5	6.6

表4資料指出上更新統冲积黄土粗粉土与細砂粒組比例系数为1.13。

上述黄土顆粒成分特性以不均匀系数表示于图10。图10資料指出此系黄土顆粒級配不均匀系数为3—17、中值为7。

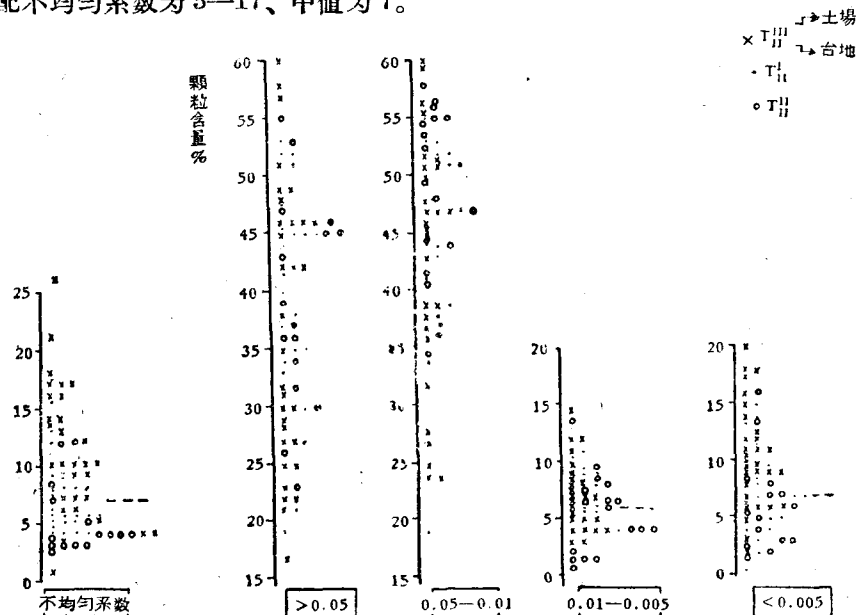


图10 Q_{III}^{al} 黄土顆粒成分特点

全新統一級台地之黃土屬亞粘土。其顆粒成分中，粘土粒組成分含量一般为11—20%。細粉土粒組成分含量为5—10%。粗粉土粒組成分含量为30—40%，細砂粒組含量为30—40%。

上述黃土顆粒級配不均匀系数为30—45。

III 化学成分

黃土特点之一，可溶鹽含量高。中更新統黃土用鹽酸及蒸餾水处理求得的全鹽量一般为12—18%，中值为15%，可溶鹽中碳酸鹽含量以容积法測定一般为10—12%，中值为10.5%。鹽酸提取求得硫酸鹽含量一般为0.2—0.4%，中值为0.25%。水提取法求得易溶鹽含量一般为0.3—0.9%，中值为0.55% (見图11)。

上更新統风积-坡积黃土之全鹽量一般为13—18%，中值为15.4%，可溶鹽中碳酸鹽含量一般为9—13%，中值

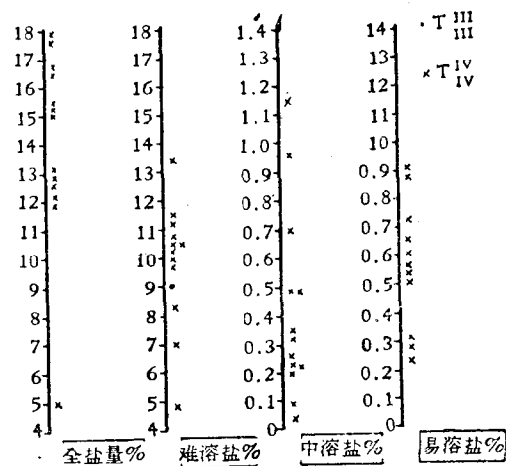


图11 Q_{II}^{al} 紅色黃土可溶鹽含量分散图

为11%。硫酸鹽含量一般为0.2—0.5%，中值为0.33%。易溶鹽含量一般为0.2—0.6%，中值为0.33%（见图12）。

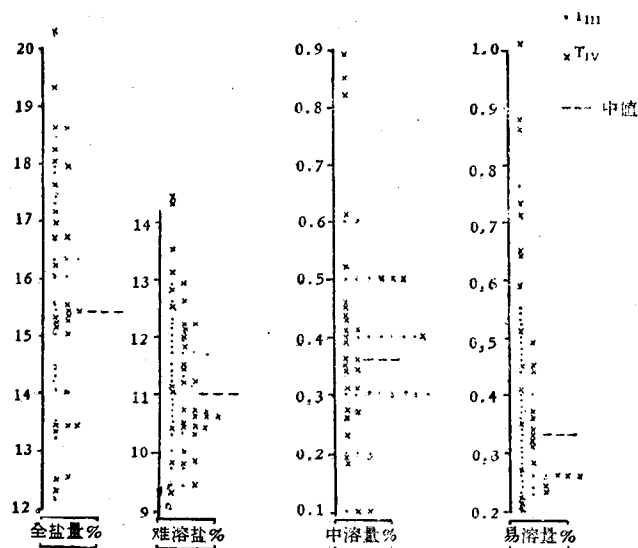


图12 Q_{IV}^{eol-d} 黄土可溶鹽含量分散图

上更新統冲积黄土之全鹽量一般为13—17%，中值为14.9%；其中碳酸鹽含量一般为8—12%，中值为10.5%；硫酸鹽含量一般为0.2—0.9%，中值为0.3%；易溶鹽含量一般为0.2—0.4%，中值为0.33%（见图13）。

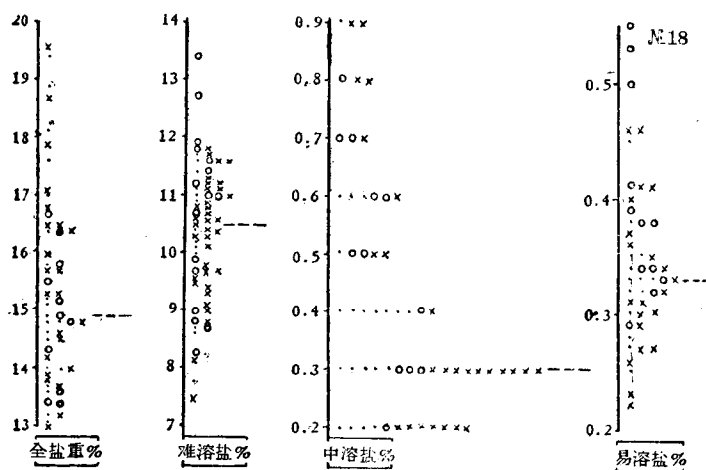


图13 Q_{III}^{al} 黄土可溶鹽含量分散图

全新統冲积黄土之全鹽量一般为7—10%，其中碳酸鹽含量为6—9%，硫酸鹽含量为0.1%，易溶鹽含量为0.3—0.6%。

在野外的条件下,我們曾对古城黄土的有机質成分进行了分析,其結果示于图 14, 15, 16。

图 14 系由对中更新統紅色黃土中含有的有机質分析結果編制的, 图 14 的資料指出: 中更新統紅色黃土之氧化法求得的有机質含量一般为 1—5%, 中值为 3%, 以氫氧化鈉溶解, 鹽酸中和沉淀求得的紅色黃土腐植質含量一般为 20—25%, 中值为 22%; 此种黃土含的有机質分解程度一般为 80—90%, 中值为 88%。

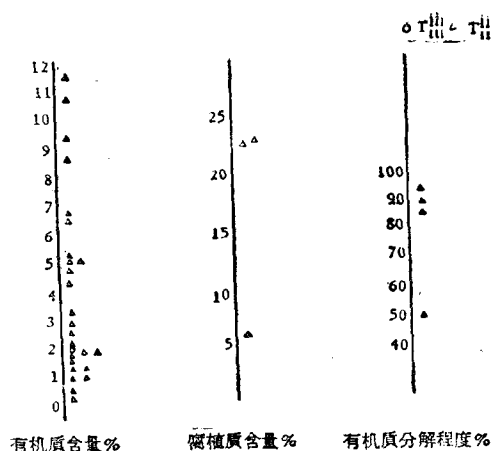


图 14 Q_{II}^{al} 紅色黃土有机質含量分散图

上更新統風積-坡積黃土之有机質含量一般为 1—6%, 腐植質含量一般为 2.5—6%, 有机質分解程度一般为 50—90% (图 15)。

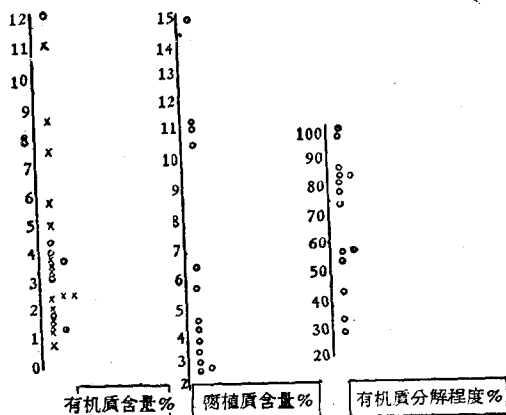


图 15 Q_{III}^{al} 黃土有机質含量分散图

上更新統有机質含量一般为 0.4—7%, 腐植質含量一般为 3—4%, 有机質分解程度一般为 60—80% (图 16)。

全新統冲积黃土之有机質含量一般为 3—10%。

根据以上所述的資料, 我們可以得出如下几点概念:

1. 所有古城黃土不分时代及成因, 皆具有相似的特性, 細粉土粒組

含量缺少, 粗粉土及細砂粒組含量相近。>0.1 之砂土粒組含量极少, 一般不超过 1%。顆粒級配特点相似, 不均匀系数多为 7—9, 粒組含量比例系数, 即粘土粒組; 細粉土粒組; 粗粉土粒組; 細砂粒土含量为 (1—2) A:A:B:B。

2. 各个时代不同成因形成的黃土可溶鹽含量大致相近, 其全鹽量一般为 15%, 其中难溶的碳酸鹽含量佔 70% 左右。易溶鹽中溶鹽含量一般不超过 1%。

3. 古城黃土有机質含量一般

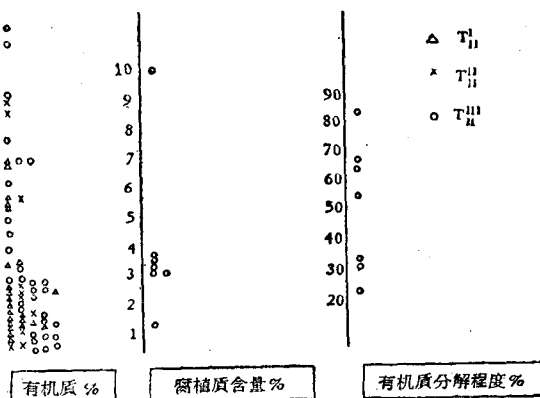


图 16 Q_{III}^{al} 黃土有机質含量分散图