

87.113057
TJ5
1

~~199301~~

132058

132058

鐵路工程地質工作經驗

(1)

中国工程地質分区

鐵道部基本建設总局編



人民鐵道出版社

中國工程地震工作組編

（上）

中國工程地震分區

中國工程地震工作組編



人民教育出版社

鐵路工程地質工作經驗

序

旧中国的鐵路建設很少考虑工程地質条件。由于在勘测选綫及設計中缺少这一重要基础資料使鐵路建設不能建立在科学的可靠基础上。例如，宝天鐵路在1944年建成以后經常发生坍方、滑坡及其他路基病害，中断行車，影响正常运营。

解放以后我們学习了苏联先进經驗，認識到工程地質工作是鐵路建設的先行步驟，沒有正确的工程地質資料，就无法进行正确的設計，沒有正确的設計，就不能保証多快好省地全面完成鐵路的基本建設任务。

几年来，在党的正确领导下，苏联专家的热忱帮助下，鐵路工程地質工作有了很大的发展，取得了一定的成績。但是和国家的需要相比，还显得十分不足，應該說，在整个鐵路建設中，工程地質工作仍是一个薄弱环节。为了进一步提高工程地質人員的技术水平，鐵道部設計总局1958年初曾举办了一期工程地質进修班。为使实际經驗更好地与理論相結合，特将参加进修的人員划分成为小組，并根据我国第一个五年計劃中积累的丰富經驗和宝贵的工程地質資料，进行专题总结。内容包括：中国工程地質区划；泥石流，沼泽，崩坍，岩堆，堆积层，石河，滑坡，喀斯特，黄土陷穴，盐漬土，沙漠，多年冻土等物理地質現象；特殊地基的工程地質勘测与設計；地震，建筑材料及航空地質調查等篇。各专题内容着重論述：（1）現象、形成过程和特性；（2）分布和类型；（3）勘测过程和經驗；（4）处理方法和工程措施。

上述专题除較有系統地总结了近年来鐵路工程地質勘测經驗外，也包括了许多引为教訓的工程地質工作。如：肖穿綫的松软地基，沪宁綫龙潭-棲霞山改綫路塹滑坡及宝成綫崩坍与滑坡等。专题中的大多数物理地質現象（如：泥石流，岩堆，沙漠，盐漬土，軟土地基，喀斯特，多年冻土，滑坡及崩坍等）的工程地質勘测和处理措施近几年来业已获得較有系統的資料和經驗，可作为工作中的指导或参考。此外，在結晶盐湖及不同类型的深厚山麓堆积层地区修建鐵路，这些专题因为过去鐵路建筑中很少遇到，因此对这方面尚缺乏經驗，尚有待今后的繼續研究。为了推广这些已成熟的經驗到生产中去，特将以上专题汇集，借以提高鐵路工程地質勘测設計水平，增强鐵路基本建設全面跃进的力量。

由于編写時間匆促，内容如有欠完善之处，希讀者多提宝贵意見，供今后改进。

中国工程地质分区

一、前言

划分我国工程地质区域的目的，在于了解祖国工程地质条件的区域组合性及差异性，和它分布发展的规律性。以求在国民经济建设与人类工程活动中，事先预测各特定区域内工程地质现象的分布规律，从而寻求利用与改造这种或那种地质环境的措施。

近年来铁路工程地质工作，在党的领导下与苏联专家的热情帮助下获得了迅速的发展，提前完成了第一个五年计划，积累了许多宝贵的工程地质资料和經驗，尤其在以巨大人力物力与不良物理地质现象作斗争的同时，总结了不少工程地质方面的知識。

在其他部門的工程地质工作中，同样提示了我们很多宝贵的材料，我们把各方面来的不同資料，归納在一起，証实了工程地质条件的区域组合性与规律性，做为我們認識与划分工程地质区域的重要基础。

由于我們缺乏工程地质經驗，对每个工程地质区域各种各样的特性还疏于研究，致使工程建筑与地质环境之間相互作用認識不足。宝成綫滑坡，肖穿綫松軟土地基等工程地质现象的實踐証明：如果我們能事先取得即使是最粗略的了解，无疑会防止这种现象产生，或者影响輕微，并能降低工程造价为我們勤儉建国打开无限广闊之門。

因此，为了生产上的需要，我們初步进行区划中国工程地质区域，希望同志們热誠提出意見，以資改进。

二、工程地质区域划分原則

早在1898年，B·B·多庫恰耶夫于多年研究土壤和物理地质现象过程中創立了自然现象的緯度分带規則学說，对工程地质条件的分布具有重大意义。但由于我国特殊的自然地理环境，又具备了經度分带现象，使中国工程地质区域分布条件复杂化，形成特异的工程地质分带性的要素。

編制工程地质图的創始人之一，И·В·波波夫教授指出：进行工程地质区划时必须考虑由于区域地质历史所造成的分区性要素，了解工程地质分布的分区性与分带性的规律，才能区划出工程地质区界，并对建筑物的自然条件給予綜合性的评价。

基于以上論述，工程地质区域是根据地质构造单元的差异来划分的最概略的

区界，亦即第一级区，它是以近似的工程地质条件，从大地构造与地质历史发展上的差异性来划分的。这样，可以把中国划分为如下六大工程地质区域：

- ① 华北陆台工程地质区域；
- ② 华夏陆台工程地质区域；
- ③ 扬子陆台工程地质区域；
- ④ 东北海褶皱带工程地质区域；
- ⑤ 西北海西褶皱带工程地质区域；
- ⑥ 阿尔卑斯褶皱带工程地质区域。

关于大构造单元的术语，目前国内尚有不少议论，我们认为采用上述区划对工程地质要求来说，较为简易可行，俟以后术语确立时再参酌修订。

第二级区是根据各地地貌及气候条件的共同性为基础来说明的，称为工程地质地区，它是各该地区地貌、气候及新构造运动等因素对工程地质条件的综合反映。

根据以上原则，又可把中国划分为下列工程地质地区（图1）：

①冀热山地；②山东丘陵；③华北平原；④秦淮山地；⑤黄土高原；⑥东满丘陵*；⑦辽河平原；⑧鄂尔多斯高原；⑨长江中下游平原；⑩江南丘陵；⑪南岭中等山地；⑫东南沿海丘陵；⑬海南岛；⑭雪峰山地；⑮四川盆地；⑯川湘山地；⑰云贵高原；⑱内蒙高原；⑲兴安岭山地；⑳松江平原；㉑长白山地；㉒阿尔泰山地；㉓准噶尔盆地；㉔天山山地；㉕塔里木盆地；㉖崑崙山地；㉗祁連山地；㉘秦巴山地；㉙河西走廊；㉚柴达木盆地；㉛青南高原；㉜藏南山地；㉝藏北高原；㉞康滇峡谷；㉟台湾岛。

第三级区是根据不良物理地质现象的特征，以及岩石杂岩体的不同或水文地质条件不同而划分的，一般称为工程地质区。

例如：黄土高原工程地质地区中可划分为：①黄土第一带工程地质区；②黄土第二带工程地质区；③黄土第三带工程地质区。

秦巴山地工程地质地区也可划分为：①结晶岩风化工程地质区；②片岩坍滑工程地质区；③倒石锥发育工程地质区。

还可以根据工程建筑上的要求划分为更细的第四级区，即工程地质地段、亚区或更小的段，以满足工程建筑技术设计上的要求。

例如：秦巴山地中结晶岩风化工程地质区又可分为：①简易工程地质地段；②复杂工程地质地段；③困难工程地质地段。

工程地质图的编制依其性质、种类和比例尺的大小而有异，中国区域工程地质图的编制将按其性质而进行不同区划。

三、各工程地质区域的基本特征

1. 华北陆台工程地质区域：

华北陆台是中国陆台上最稳定的陆台，其中仅以燕山准地槽最活动，震旦纪时

* 沿用旧名，即辽吉东部。

有强烈沉降，白垩纪亦有沉积，有火山活动及褶皱运动。

岩石杂岩体以元古代岩层为主，古生代缺失志留泥盆纪等岩层，以假整合接触，中生代岩层及燕山火成岩出露亦多，本区西部呈大面积上升，东部相对沉降，在广大区域内黄土沉积普遍。

黄土地区的工程地质特性以冲蚀、湿陷、水库坍岸为主，火成岩中袋状风化及捕虏岩每易产生坑道坍塌，在褶皱山地亦因构造断裂形成崩坠及坍滑等现象。

根据地貌、气候及新构造运动等特征可分以下几区：

(1) 冀热山地工程地质地区：

本区为中等山地，介华北与内蒙之间，从北而南地面作阶梯形下降，有许多平行的山岭与盆地，山坡复盖薄层黄土，岩石杂岩体以片麻岩、火成岩及侏罗白垩纪岩层出露较多，山岳两侧多断层。

工程地质条件：因本区系燕山淮地槽，受构造断裂影响甚巨，河流切割厉害，常引起边坡崩坍和坑道顶部崩陷，且喀斯特亦有分布，常产生陷落和基底漏水，此外因黄土冲沟的发育对工程建筑导致复杂化。

(2) 山东丘陵工程地质地区：

本区为海拔500公尺丘陵，河谷宽广，岭脊低缓，岸线曲折，有一系列地堑地垒构造，多古老变质岩分布，第四纪残积冲积层广泛复盖，海岸属上升类型。

工程地质条件：因本区系山东地台区尚属稳定，海岸不断上升，岸线曲折，工程建筑应考虑防浪及基础淤泥沉陷的现象，岩层风化与构造断裂易产生崩坍，沿海多有盐鹼分布，地震活动性强，惟在喀斯特泉水区供水水源条件良好。

(3) 华北平原工程地质地区：

本区为沉降平原，高出当地河床20~40公尺，有三级阶地存在，孤丘漫散，奥陶纪及第三纪岩层出露较多，第四纪黄土类土壤及湖沼淤泥广泛分布，河床有时高出河岸。

工程地质条件：本区属渤海凹陷之一部，因黄土质土壤沉积甚广，易产生沉陷冲蚀，季节冻胀，沿海盐鹼土易引起翻浆，湖沼淤泥性质松软，对工程不利。河湖泛滥易导引建筑物淤塞及边坡冲蚀等。

(4) 秦淮山地工程地质地区：

本区为一狭长高峻山地，高约500~2000公尺上下，其余呈丘陵形态，北坡陡、南坡和缓，山地多由太古界岩层构造，山间盆地沉积第三纪及第四纪岩石杂岩体。

工程地质条件：本区为秦岭地质及淮阳地质区，甚为稳定，但受弧形构造断裂影响，易产生山崩岩堆之分布，火成岩中多袋状风化及捕虏岩，裂隙水之蓄积，引起工程建筑崩陷。

(5) 黄土高原工程地质地区：

本区为高1000~1500公尺之高原，褶皱宽广，断层显著，塬、梁、峁的地形分别发育，多古生代中生代杂岩，有广泛黄土复盖，近代地震亦较活跃。

工程地质条件：黄土喀斯特十分发育，冲沟交错、冲移陷穴、坍方累见不鲜，

对工程建筑十分不利，因潜水活动易引起崩坍翻浆及湿陷的不良物理地质现象。水土流失及水库边岸坍塌发展甚巨。

(6) 东满山地工程地质地区：

本区为一片丘陵，有东西向大背斜、大向斜，构造断裂成地堑地区，以太古界、古生界杂岩完整发育并有火成岩之侵入，第四纪多残积坡积土壤。

工程地质条件：因大小断裂存在，危石、坍塌现象较多，个别地区有零星岛状冻土分布，季节冻胀亦须注意，岸线曲折，良港甚多，滨海淤泥的物理力学性质甚差，工程建筑应选择良好基础。

(7) 辽河平原工程地质地区：

本区为分割轻微的平原，属长期沉降地区，低凹地常因地下水不深而形成沼泽，分布有冲积坡积黄土状土壤，个别地区有淤泥存在。

工程地质条件：一般黄土状土壤性质尚佳，惟凹地沼泽发育，对工程建筑不利，季节冻胀及翻浆现象较多，盐鹼土有零星的分布，建筑材料缺乏，滨海工程建筑应注意海浪冲刷。

(8) 鄂尔多斯高原工程地质地区：

本区为海拔1000公尺左右的高原，有草原及沙漠分布，河套为山麓堆积的山前倾斜平原，南部为内陆盆地，岩层多古生界、中生界杂岩第四纪地层，多风砂及广泛分布的冲积层。

工程地质条件：因草原分布多易产生零星沼泽盐鹼地，引起基础沉陷，砂丘多高15~20公尺，向东南移动，常掩盖工程建筑物，潜水贫乏，风蚀现象显著。

2. 华夏陆台工程地质区域：

本区为较活动区，以南岭淮地槽为最活动，长期古生代沉降有中生代褶皱与火成岩活动，由于不同构造单元，岩层发育也不一致，地质区多古老变质岩，火成岩广泛分布各地，岩石风化壳与虫状粘土占面积最广，有第四纪冰川沉积，东部西部为上升区，而北部则为沉降区。

风化带及虫状红土，干硬湿软易引起坍滑，多在河岸冲刷之处呈现。滨海淤泥深厚，如肖穿线最深达90公尺(图2)，物理力学性质极差，引起基础松软而破坏，西部喀斯特现象常有喀斯特泉冒出而冲移基础，或由陷穴、漏斗引起崩陷，杂岩体因构造断裂，引起坑道崩陷。

根据地貌气候及新构造运动等特徵，可分以下几区：

(1) 长江中下游平原工程地质地区：

本区为冲积平原，有显著沉降现象，冲积作用使大陆向海扩充，平原边缘湖泊丘陵交错，孤丘被浮土所掩，渠坝纵横，水道密集，地面低凹，十分平坦，广泛分布古生界海相杂岩体，构造一般为广阔向斜、背斜，受大正断层、逆断层之影响，挤压碎乱，第四纪湖积海积淤泥深厚，地下水浅。

工程地质条件：因湖海沉积淤泥深厚，物理力学性质甚差，基础松软，沉陷严重，危害工程建筑的进行。基岩因断裂及喀斯特存在漏水，基础不稳，建筑材料十

子
知

砂粘土

和斯

泥洪

34

明显的(砂类土壤)或半坚硬的(粘土类土壤)
潮湿的(砂类土壤)或可塑的(粘土类土壤)
饱和的(砂类土壤)或流动的(粘土类土壤)

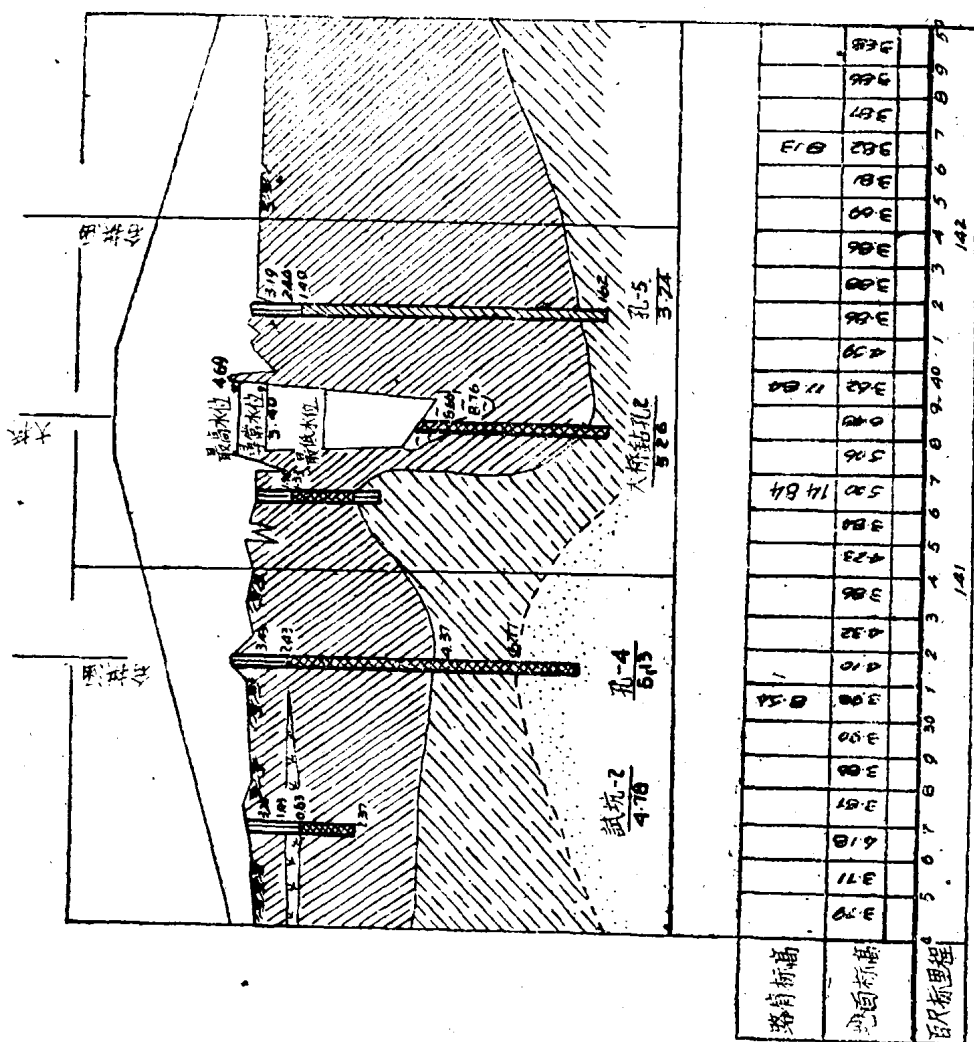


图2. 肖穿綫松軟地基剖面图

分缺乏。沼澤湖泊及洪峯引起冲蝕。

(2) 江南丘陵工程地質地区:

本区为广大丘陵，破碎散漫比高在10~400公尺間，有台地及小冲积平原分布。古生界变质岩、震旦紀水碛层，中生代火成岩較多，第四紀水碛层，虫状紅土，殘积坡积层。

工程地質条件：因水川沉积及构造性粘土存在，干硬軟湿易引起基础沉陷，风化殘积在河岸冲刷处或堆积深厚，潜水活动，易产生坍滑，丘陵中盆地多为湖泊沼澤地，易引起建筑物的湿陷。

(3) 南岭中等山地工程地質地区:

本区为山地，构造复杂，海拔1000公尺上下，有南北向貫通谷道，海拔200~400公尺，山間盆地成带状分布，岩石杂岩体多灰岩，花崗岩及紅色岩层分布，第四紀多殘积层及构造性土壤。

工程地質条件：由于风化岩层及构造性土壤存在，物理力学性質較差，坍滑、沉陷現象較多，对工程不利，西部喀斯特現象呈峰林地形，常因泉水上涌冲蝕基础或工程建筑物，并易生崩陷，但供水水源充足。

(4) 东南沿海丘陵工程地質地区:

本区为典型的丘陵，山岭多属华夏式排列，山坡大致为：西北坡陡而东南坡略为平緩。山岭海拔多不足1000公尺，两大山脈之間是較大的河谷和局部盆地，海拔多不足200公尺。由于山岭綿延，直到海岸，相对高度很大。地質上本区为华夏陆台，区内有广泛的燕山期花崗岩侵入；沿海一带有大量第三紀末玄武岩的噴出；第四紀紅壤化的殘余紅色粘土及少量的海相与河流相冲积层。

工程地質条件：由于地貌、地質及气候等的影响，山区中岩层风化破碎，崩塌、坍滑現象严重，沿河复受冲刷，使工程地質条件复杂（图3），沿海及較大河流下游，淤积层厚約8.15公尺，作为建筑物基础，需要注意处理。

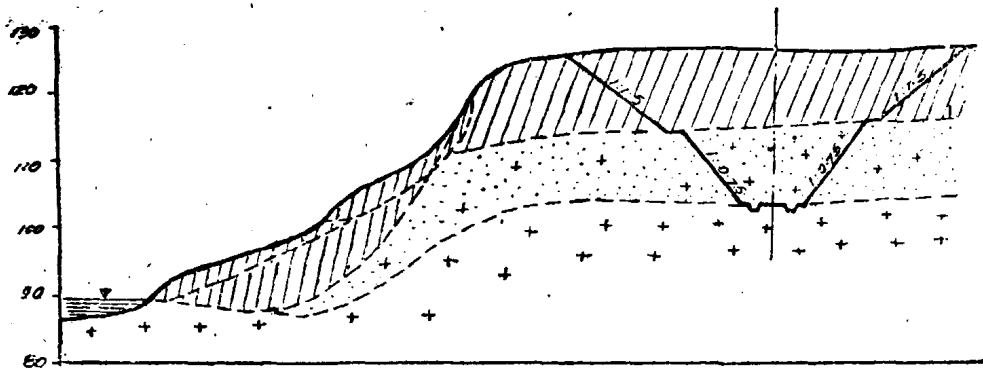


图3. 隱匿錢河岸冲刷坡面坍滑示意图

(5) 海南島工程地質地区:

本区为一海島，島中央有放射状山系，主峯高1879公尺，沿海平原环绕，岩层多为花崗岩及第三紀海相岩石，花崗岩成巨大穹隆，受侵蚀断裂。第四紀多冲积殘

积层分布。

工程地质条件：山坡陡峭，常有危石崩落，风化壳易坍滑，海岸应注意基础松软现象，并考虑台风及浪蚀现象，对建筑物不利。

(6) 雪峰山地工程地质地区：

本区为中等山地，有平行山脉与谷地存在，小型山间盆地零星分布，岩层为古生界岩层，有火成岩侵入，盆地多第三纪岩层，第四纪坡积层分布亦广，山坡多陡。第四纪冲积层分布不多。

工程地质条件：因本区地形影响，多发生山崩岩堆、坍滑现象，对工程建筑不利，喀斯特现象分布亦多，崩陷及泉水冲蚀基底亦屡见不鲜，供水及石料则甚丰富。

8. 扬子陆台工程地质区域：

本区稳定性略次，其中以昆明凹陷较活动，有古生代长期沉降，受燕山~海西两期岩浆活动，前震旦纪岩层分布不多，古生代海相地层发育，无变质现象；各系成假整合，有侏罗白垩纪组成山间盆地，有第四纪红色粘土及残积坡积层分布，南部为上升区，而北部成都平原相对沉降。

喀斯特现象发育成石林斗淋地形，地震强烈，个别地区烈度在9级以上。山崩、岩堆沿谷分布较广，红层易产生坍滑现象，成都粘土物理力学性质差，建筑物常发生沉陷。

根据地貌、气候及新构造运动条件，又可分以下各工程地质地区：

(1) 四川盆地工程地质地区：

本区为盆地，四周环山，海拔1000~2000公尺；盆地海拔300~600公尺。河流汇向盆地中，河谷深切，丘陵零乱，岩层多侏罗白垩纪红层，盆地内有东北走向隔槽的褶皱，岩层倾角不大。第四纪为红色粘土及冲积层。

工程地质条件：因红色粘土分布，引起基础沉陷，红层之广泛分布，頁岩常会发生边坡表土剥落及顺层坍滑，在潜水较浅处易有翻浆现象分布。

(2) 川湘山地工程地质地区：

本区为山地，以东北向褶皱所组成的山脉，河流纵横，切割地形复杂，千山万壑，有小平原盆地分布，褶皱成东北向平行山脉，背斜多为寒武纪岩层，向斜为三叠纪岩层，古生代杂岩多，无火成岩发现，有第四纪残积坡积存在。

工程地质条件：因为多构造断裂现象，对施工不利，山崩坍滑亦有分布，水源丰富，水力资源较多，建筑材料多，但喀斯特现象亦有呈现，常易漏水，地形分割，建筑工程较大，工程费用昂贵。

(3) 云贵高原工程地质地区：

为海拔1000~2000公尺高原，有宽厚穹形背斜及枣形向斜盆地，大体背斜为山，向斜为谷，山势崎岖，古生界中生界杂岩体分布多，褶皱西翼多断层第四纪多残积土，冲积土壤较少。岩石裸露。

工程地质条件：因灰岩分布甚多，石林、暗河、天然井密布成石林斗淋地区，工

程建筑设计困难，岩石断裂多，地形陡峻，交通不便，路线常须迂迴，建筑工程较大，坡脚多岩锥及崩坍分布（图4），喀斯特水量丰富，供水充足。

4. 东北海西褶皱带工程地质地区：

本区的地槽型沉积不显著，而上古生代表现相当大活动性，有典型地槽型岩浆活动，中生代后活动性小，有人归入中国陆台。因考虑火成岩分布广泛，对工程地质条件有利，故仍暂用此名。沉积岩少，第四纪黑土冲积层分布多，风沙堆积亦广，西部为上升区东部为沉降性平原。

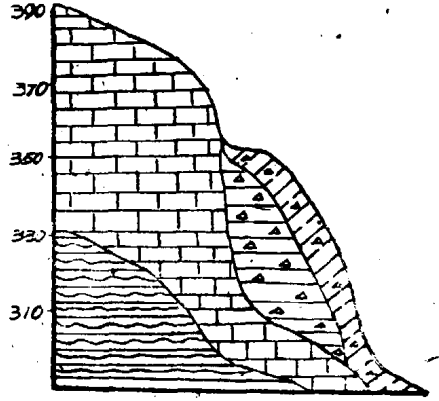


图4. 内昆綫岩堆構造示意图

在北緯 48° 以北多为島状冻土区，有冰丘、冰锥等现象分布，沼澤湿地及盐鹼地互相交錯，西部沙漠連綿，东部黑土沉积甚厚。

根据地貌、气候及新构造运动可以区划如下几区：

（1）内蒙高原工程地质地区：

为一平坦完整的上升高原，海拔1000公尺，数个褶皱形成洼地，高原上石床裸露或为石砾鋪盖之戈壁，亦有砂分布，南部草原沼澤多。本区有巨厚下古生代地槽型碎屑岩堆积，火成岩分散較散，第四纪风沙堆积及殘积亦多。

工程地质条件：因沙漠、石漠分布广泛对工程建筑有影响，小湖泊盐沼地亦甚发育，多集中在洼地附近，常造成翻浆现象；地下水浅，石料丰富，个别地段有风蚀盆地，现象严重。

（2）兴安岭山地工程地质地区：

本区为海拔1000公尺的山地，东翼为陡坡与阶梯形的断崖；西翼坡度和緩为不对称之复背斜。地面分割不烈，山势浑圆，有大片削平的平坦面。局部太古代岩层出露，古生代岩层甚薄，火成岩广泛分布，第四纪多殘积冲积土壤及泥炭层。

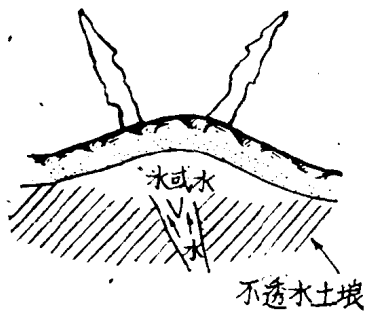


图5. 冰丘断面示意图

工程地质条件：在北緯 48° 以北为島状永久冻土区，西坡較发育，往北区域冻土逐渐增厚，冰丘、冰锥广泛分布于地下水活动之处（图5）。岩层多殘积风化易产生泥石流，塔头草沼澤区分布低凹之处，泥炭厚 2M 左右，易产生基地松软。

（3）松江平原工程地质地区：

本区为海拔 50~200 公尺的平坦平原，边缘有第三纪及第四纪阶地，分割輕微，夏季洪水泛滥成沼澤，西部有沙漠連貫，平原边缘有火成岩等岩层出露，第四纪黑土泥炭层甚多。

工程地质条件：因为黑土分布广泛，其天然含水量甚大，承载力弱，基础不良，

沼澤与盐漬土常伴随而生，常浸泡基底而造成翻漿或冻脹，河水泛濫应注意洪峯冲蝕之力避免危及工程建築物。

(4) 長白山地工程地質地区：

本区为海拔1000公尺的山地，山勢削切厉害，排水系統发达，大河少，有寬广河谷平原存在；山西側比东坡緩，亦有山間盆地，零散。多分布前震旦紀杂岩体、古生代海相岩层，火成岩亦有广泛分布，第三紀、第四紀多成阶地及山麓堆积。

工程地質条件：山坡陡峻处常易引起崩坍，凝灰岩的构造断裂处易产生滑坡；地下水較高約为1~1.5公尺，在季节冻结时有冻结或翻漿現象。山間盆地、河谷平原一般条件尚佳，在河床坡陡处水力資源亦甚丰富。

5. 西北海西褶皱带工程地質区域：

本区为一系列复杂的地槽发展体系，堆积以硬砂岩为主的典型地槽型。区域内多有卵形坚硬陆块，长軸方向多为东西方向，沉降性小，本区岩层多古生界、中生界杂岩出露，第四紀岩层多为殘积坡积所組成的土壤。以强烈高山与盆地相漸，活动性强，岩石破碎，构造断裂强烈。

近代地震活动亦甚頻繁，岩石碎裂多发生山崩坍石。在变质岩地区及岩錐坡积层分布区，因裂隙水活动，滑坡广泛分布；泥石流現象亦多（图6）；区内沙漠多分布在盆地中部，集水之处多盐碱沼澤，高山峡谷道路不便。

根据地貌、气候，新构造运动可区划如下几区：

(1) 阿尔泰山地工程地質地区：

本区为2000~4000公尺的高山地，北坡陡南坡緩，为阶梯形山地。褶皱为西北~东南向有块断山及垂直自然景观；岩层为太古代变质岩及海西火成岩，分布較广，第四紀冲积坡积层亦有分布。

工程地質条件：因断裂現象而岩石破碎，影响工程建築物；山麓堆积易产生坍滑，高山有雪峯、冰水沉积物，力学性質亦差。

(2) 准噶尔盆地工程地質地区：

本区为海拔200~800公尺左右的盆地，自东向西略傾，盆地两端有缺口，西部形成湖泊沼澤；而东部干燥，形成沙漠。岩层以侏儸白堊紀岩层及第四紀风积冲积土壤为最多。

工程地質条件：有蘆葦沼澤的分布，常对交通建筑不利。盐鹼地易造成翻漿，地基松软，东部砂丘多呈南北排列向东移动，高10~30公尺，对基础工程建筑不

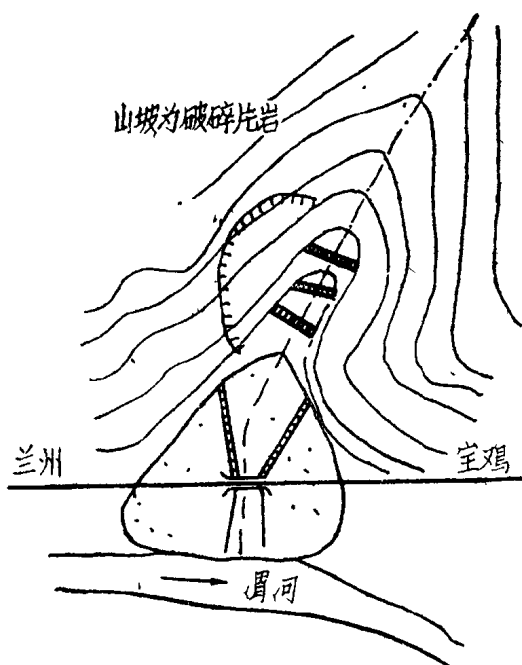


图6. 宝蘭綫泥石流示意图

利，供水水源丰富。

(3) 天山山地工程地质地区：

本区为4000~7000公尺的褶皱山地，西侧有丘陵或山间盆地，山系成一系列平行而分叉的形态，有南北向断裂；岩石杂岩体多为古生代、中生代的，第四纪以洪积冰积及冲积层为主。

工程地质条件：岩石断裂现象严重，由于大陆性气候显著，常易产生崩坍及泥石流等物理地质现象；地震甚强烈，风蚀地形亦有分布；山前有承压水，供水甚佳；盐渍土及冰川沉积物常易翻浆；砂丘分布对工程建筑不利；山坡雪水融化，暂时水流不稳定修筑工程建筑物时应予注意。

(4) 塔里木盆地工程地质地区：

为海拔1000公尺左右的广大内陆盆地，西高东低，山麓河流纵横。杂岩体以第三纪分布为广，第四纪风砂、湖河冲积层，石膏盐碱广泛分布。

工程地质条件：风砂、石漠广泛分布，修筑工程不易，且地下水深，水源不足；湖河多粉沙、淤泥，易产生松软地基；盐碱多分布于河之两岸及地下水汇集处，湿陷翻浆现象严重。

(5) 崑崙山地工程地质地区：

为一羣褶皱山地，有山间凹地分布，背斜为山，向斜为谷。块状山及高山深谷平行，北坡有大断层，南坡和缓，垂直景观显著，古生代杂岩广泛出露，第四纪多为冲积残积及冰川沉积物。

工程地质条件：有冰川分布，冰河水量变化多，工程建筑不易，冰川沉积力学性质须注意；山陡，崩坍现象多，地震烈度较高，存在构造断裂，坑道工程应了解研究，水力资源尚佳。

(6) 祁連山地工程地质地区：

为一羣4000公尺西北东南断块山地。东段分割较剧，北坡陡南坡缓，山高4000公尺，谷为2000~3000公尺。岩层分布多以太古代及中生代杂岩体，第四纪多坡积冲积土壤。

工程地质条件：因变质岩及坡积堆积关系，一般坍方滑坡十分严重，岩石破碎，常导致工程建筑漏水及崩陷，但水力资源、建筑材料尚好，新构造运动发达，地震烈度较高。

(7) 秦巴山地工程地质地区：

为海拔2000~4000公尺并列平行山地，有山间凹地存在。多并列的复向斜与复背斜，北坡陡南坡缓，岩层为古生界杂岩，岩石破碎有X形东西断裂带，向南为逆掩断层及倒转褶皱，第四纪岩层以重力堆积、坡积残积土壤为主。

工程地质条件：因为基岩变质破碎，堆积层深厚，滑坡(图7)、坍方、泥石流、山崩等现象广泛分布，修筑大型建筑不利、山谷连续、道路工程常须迂迴，盘绕工程浩大，有喀斯特现象发育引起漏水或小型崩陷。

(8) 河西走廊工程地质地区：

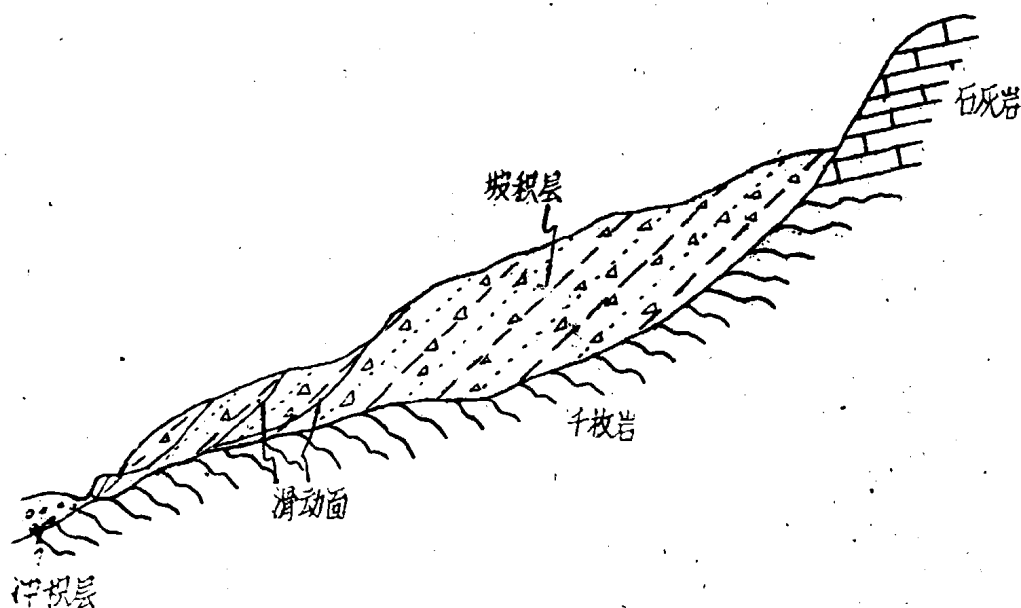


图7. 宝成綫白水江滑坡示意图

本区为一狭长的、海拔1500~2000公尺走廊。左右为不对称的地塹，北部有断續低矮山岭，以古生界及第三紀杂岩体分布較多，第四紀岩层多冲积洪积土壤。

工程地质条件：为强烈地震区，新构造运动显著，多断层呈现；盐渍土分布广泛，易造成翻浆冻胀现象；在洪水漫流区桥位选择不易，工程建筑困难，供水水源尚佳。

(9) 柴达木盆地工程地质地区：

本区为海拔2500~3000公尺未經褶皱山間盆地。边缘砂砾、中央多湖沼，内部断裂多，有穹隆及小丘。杂岩体多侏儒白垩紀，第三紀岩层、第四紀为风积、冲积等土壤。

工程地质条件：盐湖分布，地下水浅，工程基底松软、翻浆，砂丘向东南移动，沼澤丛生，工程修筑不易，供水水源不佳。

(10) 青南高原工程地质地区：

为海拔3000~4000公尺的高原。由西向东傾斜，切割較深，河流多呈峡谷型，多分布古生界太古界杂岩，岩层破碎而多断裂，有第四紀残积洪积土壤分布。

工程地质条件：在草原上因沼澤、泥炭分布，易引起基础松软现象，河谷边坡斜坡多坍塌现象，地震强烈，岩层破碎修筑大型工程不利，高山有雪峰，及东部南部有喀斯特零星分布，但不甚严重。

6. 阿尔卑斯褶皱带，工程地质区域：

本区域为一强烈褶皱区，复背斜、复向斜多，并有傾倒形态；断层发达，鳞片状断层多，有紧密复杂褶皱；岩层多古生代及侏儒白垩紀杂岩，第三紀海相灰岩，新构造运动强烈，地震烈度高。雪崩、冰河广泛分布，有山間盆地谷地；沼澤盐鹼

土因地下水堵塞而发育；构造断裂及地形起伏太大，修建工程困难，易引起山崩、坍滑等现象。

根据地貌、气候，新构造运动可区划以下区：

(1) 藏南山地工程地质地区：

本区为高山地，7000~8000公尺的高峯甚多，而谷地海拔只3000~4000公尺，有小平原分布；河床不陡，高峯笔立，冰川累累，古代冰川曾下降至1500~1800公尺处，现在则升至4000公尺高处。本区上褶皱剧烈、错断，有逆掩断层向南推移，岩层多侏罗白垩及第三纪杂岩，有大规模火成岩侵入，第四纪冰川及冲积层分布亦广。

工程地质条件：地震强烈、冰川分布广泛，雪崩、山崩等现象甚多，高山深谷也多，道路工程常须迂迴；由于逆掩断层存在，岩石破碎，致使大型建筑物易漏水崩陷，水利资源尚佳。

(2) 藏北高原工程地质地区：

为海拔5000公尺的高原。坡度和缓，盆地与山岭相差1000公尺左右，气候干燥，冰川不显，河流短，盆地低处多汇成盐湖，盆地内多石碛；岩层以侏罗白垩纪分布广泛，岩浆喷发，地槽型沉积典型多有扫状褶皱及大断裂发生。有第四纪冰积残积土。

工程地质条件：因有残积而成石碛荒漠，山坡堆积易坍陷；冰川沉积物力学性质不佳；盆地丘陵盐渍沼湖分布对工程基础不利。

(3) 康滇縱谷工程地质地区：

本区多为南北縱向山谷，山高4000公尺，谷底2000公尺，高差悬殊。高山有雪峰及残留小高原，河谷平原狭小，峡谷陡立，逆掩断层及褶皱强烈。岩层为古生代、太古代杂岩，第四纪为重力堆积及坡积土壤。

工程地质条件：因高山峡谷南北縱立，道路工程颇难通行，工程建筑浩大；崩塌、岩堆、喀斯特分布甚多，地震强烈，但水利资源优良。

(4) 台湾岛工程地质地区：

本区为一海岛，中央山地偏于东部，贯穿南北，海拔3000公尺；东坡为大断层俯临6000公尺深之深渊；西坡冲积平原宽阔，有海蚀台地，河流湍急，为一复背斜构造，断裂多，标准地槽型岩层为第三纪第四纪杂岩体。

工程地质条件：因山区岩石破碎，对大型工程建筑不利，易产生山崩坍滑现象；河中多有石河呈现，地震强烈，风化带剧烈，沿海港湾工程基础尚好，水利资源亦佳；北部有近代火山活动，应予注意。

四、工程地质地区的岩组

为了充分发挥工程地质图的使用效能，可根据工程地质地区内岩石杂岩体来划分工程地质岩组，以满足工程建筑的设计需要。因此岩组即是岩石的工程地质特征的分类。

在评定岩石的工程地质特征时，可以根据某一种力学模量将杂岩体合併或划分

为不同岩組，以提供工程建筑物类型、条件的概略评价。

根据目前铁路及其他有关部门的资料，沿用施工单位惯用术语，将各工程地质地区的岩石杂岩体划分为六个岩組，具体内容可见岩組表（表1）。

必须指出，岩組表虽然是综合而成的，但限于资料，对划分全国工程地质岩組仍属不足，同时土壤物理力学指标变化也大，因此在应用本表时只能作为一般地区岩石杂岩体的粗略力学数值，不能认为是设计中精确的依据，今后待进一步积累资料，逐步修订，以臻完善。

本册編者：郑象銳，陈維輝