

2-16-07

湖北

水文地质工程地质

SHUIWENDIZHI GONGCHENGDI ZHI



1987

1987年

1988年

2-16-07

湖北水文地质工程地质

一九八七年 总第16期

内部刊物 注意保存

编辑者 湖北省地矿局水文地质专业科技情报分网
湖北省水文地质工程地质大队科技情报室

印刷者 荆州新华印刷厂

出版日期 1987年9月

湖北水文地质工程地质
(内部刊物, 注意保存)

一九八七年 (总第十六期)
湖北省地矿局水文地质专业科技情报分网
湖北省水文地质工程地质大队科技情报室 编

目 录

- 2000年湖北工程地质.....杨伟(1)
- 崩塌滑坡与川江滩险的关系及其对航道的影晌.....钟荫乾、程昌和(4)
- 区域工程地质图的编制.....黄彦华(9)
- 大别山地热地质.....丁锦惠(15)
- 腾龙洞穴系统及其开发价值.....董炳维(27)
- 江汉平原第四系.....康悦林、杨伟(38)
- 水井涌砂原因及预防措施.....黄云龙(47)
- 岩崩滑坡在彩红外黑白航片上的影象特征及各要素的解译.....方山耀(50)
- 鄂西北山区岩崩滑坡灾害地质问题.....徐绍宇(54)

2000年湖北工程地质

杨伟

湖北省位于长江中游、洞庭湖以北，处于祖国的腹心地区。素有“千湖之省”“九省通衢”之称，物产丰富，工农业文化教育发达。我国到2000年工农业总产值要翻两翻，湖北要力争走在全国“现代化”建设的前列。为了保证实现这个宏伟的战略目标，几个大工业，如钢铁工业、电力工业、煤炭工业、石油工业，交通运输等就要有一个较大的发展，这就给工程地质工作带来了艰巨而繁重的任务。

2000年湖北的工程建设要大规模的发展，将有一些巨型的技术复杂、难度更大的工程建筑物如三峡工程、城市地下铁路、穿过长江的隧洞、地下储气、储油工程、两沙运河工程、四湖改造工程及南水北调工程等复杂的工程地质问题等待我们去研究解决。2000年的湖北经济建设的宏伟规划向工程地质工作者提出了严峻的挑战！

在这些重大工程建设中将会遇到大量的工程地质问题，有的和复杂的地质条件有关，有的和工程建筑的复杂程度有关。我们要结合今后湖北工程建设的特点，预测可能出现的重大工程地质问题，进行总体规划，采取有力措施，就能达到事半功倍，使湖北的工程地质事业蓬勃的发展，为四化建设做出积极的贡献。

一、水电建设中的工程地质勘察研究

湖北省水力资源蕴藏量居全国第四位，可开发的水电资源，其装机容量为3300万千瓦。现电力工业的装机容量为400万千瓦。湖北水力发电资源有86%左右尚有待开发，潜力很大。到2000年将兴建150—180米的高坝，坝高库容大，将会遇到更为复杂的工程地质问题，如坝基的稳定问题，深挖边坡稳定问题，地下厂房的稳定问题，岸坡稳定和淤积，区域稳定性评价及环境生态变化预测等问题。此外还有：江汉平原地基渗透变形和地基压缩变形问题；碳酸盐岩岩溶发育区的水库渗漏问题；黄陵背斜和姊归、荆当盆地以及碎屑岩分布区的水库淤积问题；片状岩类岩体及软弱层和软弱结构面，块状岩体区的风化层，层状岩体区层面，软弱夹层等问题进行深入研究，研究这些问题要力争采用现代化科学技术，进行定量评价和原位测试，提高地质评价水平和预测的准确度。例如，能否在三峡水库，做一些局部的水压诱发地震试验，在罗汉寺进水闸做降低地下水位，解决地基渗透变形的重大工程地质问题的试验，以取得一些预测的科学依据。

二、岩崩、滑坡的调查研究

我省鄂西南、鄂西、鄂西北等地岩崩滑坡很发育，在鄂西和鄂西南8300平方公里范围内已查明的崩塌体139处，滑坡41处，合计180处，即为1个/46km²。自宜昌沿长江峡谷上行至省界全长130km见大型崩塌、滑坡体23处。这两种自然现象给人类带来灾害。1980年盐池河山崩，产生滑崩岩块约100余万方，死亡284人。1985年新滩又产生了岩石滑坡，将一个镇的建筑物全部摧毁，使长江停航了数日。所以对滑坡崩塌应列为重要的科研课题，今后崩塌、滑坡的主要研究任务为：

1、区域性研究

在鄂西、鄂西南调查研究的基础上，进行鄂西北地区的调查研究工作。尽可能采用航空、航天的技术，不仅可以加快速度，还可以提高水平，可以根据遥感技术，室内解释，现场验证，即迅速又准确。并能预测滑坡的动态变化趋势。

2、专门性和预测研究

在区域性研究的基础上，进行对那些大型的、分布在城镇附近的，对航道交通等影响较大的滑坡崩塌进行专门性研究。对其进行理论分析，如破坏机制的分析，时间效应的分析，滑坡预报分析等，在这些分析的基础上，进行有效的防治。特别要对那些有发生滑坡、崩塌迹象的更要加强预报工作。预报工作，主要是动态研究，只有掌握了滑坡动态，才能做到预报。为此必须做好位移观测资料的及时分析和预报。

三、矿山开采工程地质问题

湖北省矿产资源丰富，种类齐全。已建矿山200余处。到2000年矿产的开采量将大幅度的增长，开采的深度将由现在的200—300米增加到400—500米以上，边坡角的确定，对开采安全和经济效益带来很大的影响，所以工程地质的研究，将起到很大的作用。向深部开采，还将遇到如高地温，高地应力，矿坑突水、顶板稳定和泥石流溃入，地面形变、软岩、破碎岩并巷围岩变形问题。要加强和提高工程地质的科研水平，对一些特殊的工程地质问题要深入研究。

四、城市工程地质问题

我省现有城市十余座，到2000年将有较大发展。高层建筑拔地而起，城市地下铁路和过江铁路将兴建，工业建设迅速发展，地下水的过量开采等而造成不均匀沉降、边坡稳定、基坑涌水、地面沉降，深入研究总结这些问题的发生、发展的规律，探索它们形成的机理从而提出预测和防治的措施，使城市建设顺利开展。

五、环境工程地质问题

湖北主要的环境工程地质问题：水库诱发地震、水库滑坡、岸边再造、岸边塌陷、淤积和浸没等。此外还有，探矿引起的山崩，过量抽取地下水引起地面陷落；江汉平原堤防工程，江水于堤外，使外江不断淤高、堤内、外地形差越来越大，大水之年洪水威胁。鄂西地区规划修建铁路、公路，很多岩崩、滑坡将是主要的问题，城市地下铁路，高速公路的兴建都会带来一系列工程地质问题，这些问题都有待从环境角度、从工程建设和地质环境的相互作用出发来研究和预测。

展望2000年湖北的经济建设宏伟壮观，深感工程地质任务的艰巨光荣。我们工程地质工作者要更加发奋向上，要在工程地质领域里，把理论水平不断提高，在技术方法上努力创新，攀登工程地质的新高峰，赶超世界先进水平，为祖国的四化建设贡献力量。

崩塌滑坡与川江滩险的关系及 其对航道的影晌

钟荫乾 程昌和

川江滩险，早在旧中国就广为人知。解放前，宜昌至重庆660公里河段中有各种滩险150余处，约46段135公里狭窄航道只能容一船单行。尤其是以险著称的西陵峡，“滩如竹节稠，都是鬼见愁。”其中的泄滩、新滩（又名青滩）、崆岭滩乃三峡中三大险滩。由于川江河道狭窄，险滩丛生，礁石密布，水流湍急，因此航运条件较差，通航能力较低，在流速大于4米/秒，坡降超过3‰的急流滩上设有24处绞滩站，并有“自古川江不夜航”之说。即使这样，峡谷中船毁人亡的海损事件仍屡见不鲜，无不使人望而生畏，因此素有“巴山楚水凄凉地”之称。三十多年来，航道部门对川江滩险进行过长期的整治，收到了显著的效果。但以往航道整治的着眼点主要放在治滩上，对与滩险有着成生关系且潜在危险更大的崩塌和滑坡却注意和研究得不够。本文即根据近年来我队和有关兄弟单位的地质调查研究成果，分析崩塌、滑坡与川江险滩的关系及其对航道的影晌。

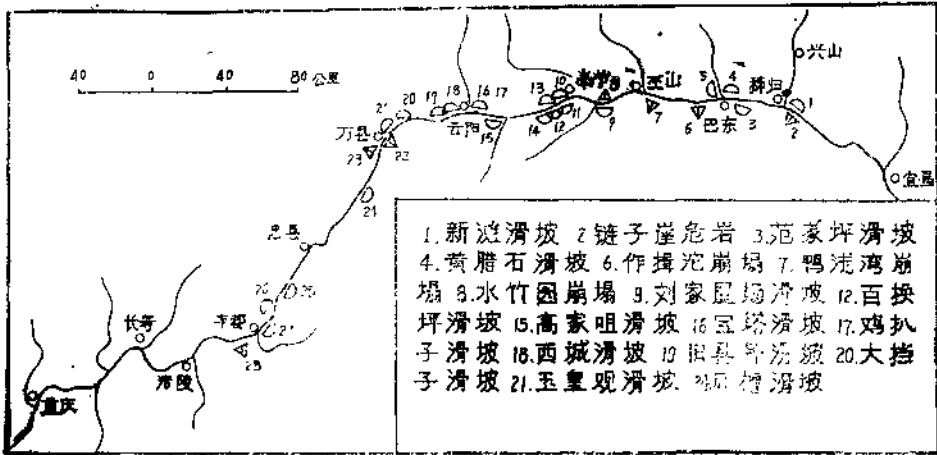
一、崩滑活动是成滩碍航的一个重要原因

川江滩险，有的是由于河床岩性不同、抗冲蚀力不均、硬岩突起而形成的基岩滩，如位于瞿塘峡口由三叠系嘉陵江组灰岩组成的滟滩堆礁石；有的属河流冲洪积扇，如姊归县泄滩即由长江北岸支流泄滩溪的冲洪积扇组成；姊归县新滩则属崩滑堆积滩。

川江两岸各时代地层发育较齐全，岩性软硬不均；受地质构造运动影响，褶皱构造发育，岩体遭受不同程度破坏；晚近期地壳的强烈隆起，使河谷深切，岸坡高陡，江面狭窄；加之区内降雨量大，降雨期长，大雨暴雨多，产生了众多的崩塌和滑坡，并常堵江成滩，影响航运。如果说过去人们对这种灾害认识不够的话，近年来四川省云阳县鸡扒子滑坡和湖北省姊归县新滩滑坡（位置见下图）相继发生后，崩塌、滑坡对航道的影晌已逐渐引起各界的重视。

鸡扒子滑坡位于云阳县城东侧1公里处的长江北岸，发生于1982年7月17日至18日，因滑体前缘坠入鸡扒子滩而得名。鸡扒子滩原来是一处不需助绞轮船即可上行的滩，在1982年鸡扒子滑坡发生后，一跃成为长600余米的急流险滩，客轮需用两只大功率的拖轮助拖才能上滩，货轮只得暂时停航。滑坡发生后不久，进行了一次全面的航道测量，发现河流断面

已大为缩小，实测河水最大流速达7.6米/秒，推算枯水最大流速可达10米/秒，若不及时整治，洪水期过后有全面断航的危险。经1982、1983年两度大规模的航道整治，共耗资8200万元。虽然滩情大为缓解，但未完全消除，货轮仍靠助绞上滩。



宜昌—重庆沿江主要崩塌滑坡分布图

秭归县新滩扼兵书宝剑峡入口，两岸绝壁对峙，江心礁石纵横，水流翻滚直泄，惊涛吼声入雷，历来是川江航道上最险恶的急流险滩之一。葛州坝水利枢纽兴建前，这里枯水季节航道宽度仅30—60米，水面最大流速7米/秒，经多次航道整治虽大有缓和，但轮船上行仍需绞链牵拉。葛州坝蓄水后，滩情才得以根除。1985年6月，约3000万立方米的新滩滑坡大规模活动，一举摧毁新滩镇，入江土石约200万立方米，激起30多米高的涌浪，翻沉木船64只，小型机动船13艘，并一度使航道受阻。

二、历史上有崩塌堵江成滩的记载

历史上也出现过因崩塌和滑坡而堵江成滩的灾害。

新滩原名豪三峡，“始平坦，无大滩。”公元前100年左右（汉和帝时），因两岸发生崩塌，招致航道恶化，船只往来非常困难，始称为新滩。据《归州志》、《水经注》、《江读南庙碑文》等史书记载，两千年来较大的崩滑活动至少有4次，其中清楚写明堵江碍航的有2次：一次是1030年（宋天圣七年）山崩，害舟不可胜计，堵江二十余年，直到1051年（皇佑三年）才打通南北两槽，船只多在南槽行驶；另一次为1542年（明嘉靖21年），发生了更大规模的崩塌，左岸谷坡月山、右岸谷坡瓦岗相继崩塌，冲压居民百余家，大批行船受难，堵江达82年，至1624年（天壁四年）才疏通。这次崩塌后滩险再度恶化，“商贾至此停船，另觅小船分物，曰，起拔。”“每当水涨，泡旋无定，舟行倾覆者十之七八。”

另据历史记载，云阳县大挡子滑坡形成于1896年7、8月连续暴雨之后，当时，由于黄官槽山崩裂，土石推移，壅塞江流成一险滩。

三、史前崩滑堵江成滩不乏其例

通观川江河谷，史前不少大型崩塌、滑坡都曾有过堵塞河道形成急流险滩的经历。

据四川省地矿局南江水文地质工程地质大队勘探资料，方量1915万立方米的鸡扒子滑坡，只不过是方量8492万立方米的古老的宝塔滑坡的部分复活而已。宝塔滑坡生成于史前不久的全新世时期，种种迹象表明，它当初发生时，曾以雷霆万钧之力将前缘直推过江，河道受阻形成险滩，后经河水的长期冲蚀，逐渐演变成为1982年前所看到的鸡扒子滩的面貌。虽然时过境迁，但宝塔老滑坡堵塞河道的遗迹在1979年出版的航道图上仍依稀可辨：在滑坡所在的1公里河段内，河槽宽度仅50—30米，最大水深仅18—23米，而其上、下游的河槽宽度达150—200米，最大水深分别为43米及66米。

陆归县范家坪滑坡现存方量9030万立方米，推测起初可能是方量上亿的特大滑坡，此滑坡发生时，前缘直抵对岸，严重堵塞河道而形成大险滩，后经河水长期冲刷，滩情逐渐减缓，滩口也随之上移，久而久之便成为今日所见相距2.6公里分布两个滩口（下游八斗滩和上游牛口滩）的稀有现象。滑坡堵塞河道的痕迹至今仍未完全消失，据航道测量资料，滑体中心地带1.2公里河段内，河槽宽度仅80—120米，最大水深22—28米；而其上、下游河槽增宽至200—250米，水深分别为57—60米和35—40米。

巫山县刘家屋场滑坡也是方量近亿的大型滑坡，在滑坡体所占据的约1公里河段内，河槽宽度为50—100米，水深仅8—14米；而滑坡以外河槽变宽达200米，水深30米以上。这里至今仍是设有绞滩船的压榨险滩，显然由滑坡堆积而成。

此外，大型崩塌、滑坡堵江成滩遗迹仍比较清楚者还有：巫山县水竹园岩崩处的宝子滩、奉节县铁滩崩塌处的铁滩、云阳县高家咀滑坡处的庙基子滩、西城滑坡处的二郎滩、旧县坪滑坡处的端公滩等。

四、崩塌滑坡仍然威胁着航道安全

以上事实足以说明，崩塌、滑坡使天然川江航道受阻成滩是川江河谷发育过程中的一种正常现象，伴随第四纪以来的地壳强烈上升和河谷的深切，川江两岸形成了星罗棋布的崩塌和滑坡，其方量大于1000万立方米的大型崩滑体就有30处，100万—1000万立方米的中型崩滑体有65处，小型者不计其数。不少崩滑体近期有活动迹象，如巫山县鲤鱼沱滑坡1979年产生滑动。水竹园崩塌体1969年发生局部下滑，破坏了沿江5根电线杆，1975年又发生滑动，使宝子滩一度恶化。鸭浅湾崩塌在1977年和1982年曾大崩，而且目前崩塌体中部已产生了弧形裂缝。巴东县作揖沱崩塌体1870年曾有过滑动，1963年在陡崖上方崩垮体积约1万立方米，崩石顺坡而下直冲江边，最大块石方量达2000立方米，1964年5月23日雨后，又在1870年形成的滑动体上产生了滑动，将一部份块石推入江中，后缘下滑了15—20余米。火焰石崩塌体上方的二迭系灰岩陡壁，1964年5月崩塌约4800余立方米，最大块石达100余立方米，1968年再次产生崩

塌。位于巴东县城对岸的黄腊石滑坡,据访问,在1900年、1930年、1940年、1941年和1975年,这里曾经多次发生规模不等的滑动,1983年7、8月以来,在滑体360—650米标高处先后出现多条长大张裂缝,长10—30米不等,宽0.1—0.5米,将农舍墙壁拉裂,道路损坏。紧靠黄腊石滑坡下游的大坪滑坡,在1979年5月22日秭归县龙会观发生5.1级地震后和1983年雨季产生过局部滑塌。范家坪滑坡前缘临江处近年曾多次发生崩塌,其中以1975年和1983年两次规模较大。新滩滑坡虽经过1985年的活动,目前还未完全稳定。与新滩滑坡隔江对峙的链子崖危岩体,发育30多条张裂缝,其中规模较大的有10余条,通过多年的监测,证实这些裂缝一直在发展,临江约250万立方米危岩体,在外力作用下有整体滑入江中的可能。

此外,位于秭归县城东兵书宝剑峡南岸的锁柱山,沿江由三迭系嘉陵江灰岩组成的陡壁高达300余米,由于平行岸边的裂隙切割,紧靠陡壁已形成走向北30—40度西,倾向北东,倾角80度的裂缝,将岩体劈为方柱,方量约26万立方米。岩柱耸立岸边,其险要不亚于链子崖,但由于未进行监测,裂缝近期变化情况不清楚。此处一旦崩落,崩塌体将全部倾入江中,危害航运。

总之,由于川江两岸岩性、构造和高陡边坡的有利组合,以及降雨、地震和人类活动等外动力的频繁作用,今后川江两岸的崩滑活动仍是不可避免的。一些规模较大的崩塌活动,仍会对航道造成严重的威胁。以黄腊石滑坡为例,滑坡下方枯水期江面标高约70米,江面宽仅300米左右,水深约40米,水下断面不足1万平方米,若黄腊石滑坡入江,将堵塞现有河床。

川江由三斗坪至重庆为未来的三峡水库区。三峡水库兴建回水后,库岸水位以下岩体长期或间断性处于饱水状态,将使滑面软化,滑体受浮托,当水库水位迅速消落时,水位变动带处岸坡岩体内尚会产生较大的动水压力,无疑会加剧现已不稳定的岩崩,滑坡的活动,还可能使一些目前处于稳定状态的崩滑体复活和产生一些新的崩滑体。蓄水后江面拓宽,水深增加,从而会显著减轻崩滑体对航道的影晌。一般规模的崩滑活动不致危害航道,但范家坪、刘家屋场、百换坪等方量近亿的大型滑坡所在处,由于库面狭窄,尚不能排除它们整体滑入水库时对航道的影晌。另外,库尾从洛碛至忠县为180公里的宽浅河段,包括19处滩险,正处在三峡水库回水变动区内,正常的泥沙淤积就可能出浅碍航,即成库后比现在的航运条件还差,该河段内部份段落崩滑体密布,岸坡欠稳定,一旦发生崩滑,也可出现碍航局面。

五、关键在于加强对崩塌滑坡的预报

川江历来是联结我国西南三省和中南、华东诸省的“黄金水道”,目前西南三省80%的进出口物资都必须利用重庆的水陆联运和港口设施。有关部门预测,到2000年时,西南三省经重庆出川的物资每年可达2000万吨左右,约为现运量的20倍。长江三峡又是我国著名的旅游胜地,观光者终年络绎不绝。可见保障川江航道的“百舸争流”、畅通无阻,对沿江的经济发展和繁荣有着重大的战略意义。

欲保证川江航道的畅通无阻,防患于未然,关键是要加强对崩塌和滑坡的预报及处理。

和地震有其自身活动规律并存在前兆一样，崩塌和滑坡也存在一定的活动规律，有地形变、地下水异常、动物异常和地声等前兆特征，因此是可以预报的。1985年新滩滑坡预报的及时性和准确性堪称滑坡预报的典范。自六十年代以来，有关部门对新滩两岸的危岩及滑坡进行了长期的勘察研究和监测，从而保证了临滑预报的成功。

根据新滩滑坡预报的经验和川江航道长、崩滑体多、活动频繁等特点，为了提高预报水平，应做好以下几方面的工作：

1、利用航卫片解译、现场调查和必要的坑槽探、物探工作，进一步查明具有一定规模的塌崩、滑坡的位置、数量、大小、类型及活动历史，对其稳定性作出定性评价。尤应注意滩险两岸的调查研究，分析崩滑体与滩险的关系，尽可能在短期内将滑坡、崩塌的分布情况调查清楚，为进一步的研究奠定好基础。

2、对规模大、稳定性差、有一定危险性的崩塌、滑坡，要采用综合手段作详细的勘察试验工作，研究其形成条件、发生机理和运动规律，对其稳定性做出定量评价。每个崩塌、滑坡的形成均有一个发展的过程，但处在不同类型的边坡和成因类型不同的崩滑体，其发生发展过程和运动规律不尽相同，前兆特征也不会完全一样。例如，从斜坡开始产生变形到发生剧烈破坏的间隔时间，每个崩塌、滑坡相差很大。大部分滑坡都与降雨有关，但究竟降雨量或降雨强度多大才产生滑动，即所谓临界降雨强度值，从已有资料分析，差别也较大，不能一概而论。因此，不能硬套新滩滑坡预报的经验，要对每一崩滑个体作具体的分析。为了正确评价滑坡的稳定性，最好能够在掌握变形破坏机理和运动规律的基础上，建立数学和物理模型，模拟滑动变形破坏的全过程。

3、在详细勘察工作的基础上，选择有活动可能或已有活动迹象的崩塌和滑坡，区别不同情况，进行宏观的或微观的位移监测。在有条件的地方，尚应对土压、孔隙水压进行监测。由于监测点多线长，工作量大，交通不便，仅依靠现有少数专业队伍是不适应的，建议像地震预报一样，采用专业队伍和群众预报相结合的办法，为此还应有计划地向群众普及崩塌和滑坡的预报知识。

4、对经过研究确认近期内将活动并危害航道安全的崩滑体，要果断采取处理措施。

5、鉴于川江两岸崩塌和滑坡的活动不仅威胁川江航道，还关系到未来三峡工程建筑和施工的安全、沿江居民的生命财产安全以及城镇迁建的选址等国计民生问题，也由于对崩塌和滑坡的监测、预报是一项长期的工作，建议尽快成立统一的崩滑研究机构和自下而上的预报网络，负责收集、分析、研究崩滑体的活动现状及发展趋势，及时向政府和有关部门提出防范和治理措施。

主要参考文献

- 1、湖北省地矿局、四川省地矿局 三峡水库库岸稳定性初步评价 1985年
- 2、水利水电科学研究院 长江西陵峡滑坡考察的几点认识 1985年
- 3、徐开祥等 鄂西自治州边坡变形破坏的短临前兆 1985年
- 4、吴玉华 长江三峡工程库岸稳定性初步评价 1985年

区域工程地质图的编制

黄彦华

工程地质图是工程地质工作者用来表达、反映勘察、研究地区工程地质条件、特征和规律的最直观的手段之一。按照工程地质工作的目的、任务的不同，可以编制不同类型（综合性、专门性或单一要素）不同比例尺的工程地质图。这里着重讨论的是大范围小比例尺（1：50万～1：100万）工程地质图的编制。

一、介绍两张工程地质图

（一）湖北省工程地质图（1：50万）

这张图是综合性工程地质图，完成于1981年，是我队郑明佳等同志编制的，编图原则得到了地矿局刘广润副总工程师的指导。编图中充分搜集利用了建国三十余年的工程地质资料，全面反映了省域内工程地质条件和各种主要工程地质问题，是一次全省性的工程地质总结。

1、图式：由主图、剖面图（三条）、镶图（地下水资源及水化学特征略图，1：400万）、表（两个）和图例组成。图面安排紧凑、得当、美观。

2、图面内容可概括为八个方面：

- ①工程地质岩类，分五大类，二十个亚类；
- ②地质构造，按地质力学观点，反映了各种性质的断裂与岩层产状；
- ③地震；
- ④自然地质现象，环境工程地质问题；
- ⑤水文地质，反映了代表性的泉点、钻孔、暗河、温泉、集水富水带等；
- ⑥主要工程建筑及其工程地质问题；
- ⑦天然建筑材料；
- ⑧其他。

3、表示方法方面的主要特点

①第一层面反映工程地质岩类。五大岩类给五个色，亚类用色的深浅表示，通过各种岩类的区域分布规律，清晰的反映出区域工程地质条件。

在普染的基础上，对不良岩土体用增加彩色符号（如煤系、膏盐、胀缩土），或埋深区间线（如淤泥类土），给以突出反映。

②反映了工程地质单元——岩组。

③对晚近期活动断裂、地震强度Ⅲ度区和重要工程地质问题，用粗色线或彩色符号给以较突出的反映。

④江汉平原土体区，利用剖面和小柱状图反映土体结构，用等值线反映落水埋深（绿色）和淤泥类土的埋深（棕色）。

（二）江汉平原土体类型图（1：50万）

它是一张单一要素的工程地质图，主要反映江汉平原不同类土的分布和地河以下30米以内土体结构特征。

江汉平原土体，依工程地质性质分为粘软土和松散土两大土类。粘软土又分为一般粘性土（粘土、亚粘土、亚砂土）和特殊土（胀缩土和淤泥类土）；松散土又分为砂砾土、中粗砂和粉细砂。

不同类土（指粘软土和松散土）的分布及其组合决定着土体的结构特征及其工程地质条件。江汉平原地区，各种成因和特征的土体交错展布，在水平和垂向上土体组合形式多变，在研究深度30米内，可归纳为三种结构类型。

1、均一结构类型：土体为单一的粘软土或松散土。其他土层的累计厚度不超过土体厚度的1%，单层厚度不大于1米。

2、双层结构类型：由粘软土和松散土各一层组成的土体。

3、多层结构类型：粘软土和松散土呈相间或互夹层组合。依组合形式可划分为若干亚类。

双层结构和多层结构土体，不同类土的厚度变化很大，当上层土厚度大（10米以上）时，下层土对一般建筑物已无大影响，因此，图面上反映结构类型的同时，还反映了上层土厚度的变化，分为小于10米，10~20米，大于20米三个区间。均一型土体亦按此区间分三级示其厚度。

不同类土和土体结构类型的表示方法：

1. 用普染表示不同类土：一般粘性土用黄色、松散土用绿色，淤泥类土用棕色，胀缩土用红色。

2. 用颜色深浅表示土的亚类或特殊土的特性分级。

3. 用彩色条带反映土体的结构类型，宽带示上部土层，窄条示下层，多层结构加空白条带，上层土层厚度区间用界线和代号表示。

4. 用小柱状图反映土层的组合特征及其有关数据。为减轻图面负担，将柱状图放在图外，比例尺1：1000。

5. 浅埋的淤泥类土和粉细砂，分别用棕色和绿色区间线及数字表示。

二、编制区域工程地质图中几个问题的探讨

据我所知1980年前着手编制省级工程地质图的省，有湖北、辽宁和浙江三省。1982年以后为编制省（区）级工程地质远景区划图，各省陆续开展了省级工程地质图的编制，到目前

为止，已有十九个省（市）完成了工程地质编图工作。从十九个省（市）的工程地质图来看，成绩很大，研究程度不齐，问题不少。我队在编完工程地质图后在地矿局刘副总工程师的指导下，对区域工程地质图进行了一些专门性研究，又有了一些新的认识，下面就当前编制省级或大区域工程地质图中的几个主要问题，谈谈我们的看法。

（一）必须有坚实可靠的编图基础

一份好的区域性工程地质图，必须有坚实可靠的基础，即对编图范围内的工程地质研究程度和存在问题、工程地质条件和特征及规律，由自然条件和人类经济活动（各类工程建设）所引起的工程地质问题和工程地质环境变化及其发展趋势，以及国民经济建设的需求等，有比较全面的、深入地研究和认识。因此，编图前应制定周密的计划（设计），编图过程一般分三个阶段进行：一是，资料搜集、整理分析阶段，编制工程地质研究程度图；二是，基础性和专题性附件或表的编制；三是，工程地质图的编制和说明书的编写。这里提到的基础性图指：水文地质要素图、岩土体工程地质类型图、地貌及动力地质现象图、构造与地震烈度分区图等；专题性图包括：砂土震动液化图、岩溶塌陷预测图、特殊类土的分布图、软基土分析图、××城市地面沉降分析图……。通过这些基础性附件和专题性图表的编制，综合分析工程地质条件规律，提高专题研究程度，为工程地质图提供区域性可靠的规律材料，保证工程地质图的高质量。

（二）工程地质单元问题

工程地质单元是工程地质图上不可缺少的基本内容。工程地质单元是工程地质图的填图单位或编图的基本单位。可以断言，没有或不首先建立起工程地质单元，野外工程地质测绘或室内工程地质编图都无从下手。这个问题，当前没有引起足够的重视，已见到的省（市）级工程地质图大都没有反映，我省工程地质图给予符号表示，但不够明显。其实编图者在编图前都进行过工程地质单元的划分，只是在图面上和报告中没有明确的记载。这说明，对工程地质单元在编图、在岩土体物理力学性质统计分析和在区域工程地质评价等研究中的主要作用，还没有引起编图者的应有重视。因此，就工程地质单元的划分与表示方法谈一下我们的看法。

我们把占有有一定连续层位的工程地质岩组，作为工程地质单元。工程地质岩组是在一定古地理和构造条件下形成，由一种或多种岩石（或土）组成，是工程地质特性相近的岩石（或土）或不同性质岩石（或土）有规律的组合而具有一定工程地质特征的自然共生综合体。岩组所含的岩石（或土）在形成时间上是不间断的或有间断而无明显的造山运动，即在空间分布上是连续的，其间不能有角度不整合面。一个工程地质岩组内的岩（土）性是复杂的各向异性的。

工程地质单元有其自身的划分体系，随着研究程度的提高，工程地质图比例尺的增大，岩组中进一步划分出工程地质岩段或更小的单元体，单元体愈小工程地质条件愈趋一致，最小的单元体是用岩（土）物理力学性质指标进行划分。在全国性更小比例尺工程地质图上，可将岩组归并为更大的单元——工程地质岩群。

工程地质岩组作为制图基本单元还需有数量方面的规定，划分过细时图上无法表示，扩

大表示会打乱图面自然规律。岩组量级的划分,应考虑岩体的厚度、出露的宽度和分布面积等,还要考虑各省的具体情况。在盆地的中部和地层产状平缓区应侧重考虑其出露宽度,在地层陡立地区侧重考虑厚度,土体区侧重考虑分布面积,最小的限度是由图面比例尺决定的,要求出露宽度不小于1毫米,面积不小于 2×2 平方毫米。

工程地质岩组的划分应以岩(土)体工程地质特征,受岩(土)体结构和岩石或土的性质控制,主要表现在岩(土)体强度、稳定性和透水性等方面的一致性为准,其界线可与地层界线一致,也可以不一致。前一种情况利用已有的地层界线;后一种情况,应进行专门填绘。一个岩组所含的地层单位可大可小,可多可少。在岩体地区,以大地构造单元控制的地层区为单位,在较大比例尺柱状图上进行划分;在土体区、以沉积单元(多为地貌单元)为单位,利用平面图、剖面图和综合柱状图进行划分。

工程地质岩组应有专门符号,可用所含地层代号(区间)加方括号表示,如: $[e_3^3 - O_1]$ 、 $[T_3 - J_1]$ ……,以示与普通地质单元之间既有区别,又有联系。

(二) 工程地质类型

在最近几年编制的区域工程地质图上,用普染色突出反映工程地质岩(土)类是一大特点,这样做能清晰地反映出区域工程地质条件特征。但在工程地质岩(土)类的划分原则方面争议较大,不少人主张以建造作为岩(土)类的划分依据。应该注意到,不少岩体成岩后又经过了第二次甚至第三次成岩过程,决定建造的最后一次成岩过程,不一定是岩体工程地质条件的决定因素,如变质砂岩,大理岩、板岩、属变质岩,他们保持着沉积岩的工程地质特性,层状喷出岩亦有沉积岩的特征等等。因此,这种分类方案不尽合理。

工程地质岩体类型有其自身的划分体系。工程地质岩类是适应小比例尺(1/50万~1/100万)工程地质图的工程地质岩体类型的名称,它以工程地质岩组为单位,按工程地质特性的类同性归纳组合而成。它不受时空约束,也不完全与岩石建造一致,可将不同时代,不同地理位置,甚至不同建造面工程地质特性类同的工程地质岩组称为一个工程地质岩类。

工程地质岩类的划分,应在充分研究各岩组岩(土)体成因的基础上,以基本岩(土)体结构(一般分块状结构、层状结构、层状岩溶洞隙结构、片状结构、碎裂结构、松散结构和粘软结构七种)为主,结合岩石(或土)类型分类进行。照此分类方法,区域工程地质图上一般应划分七大工程地质岩(土)类。以湖北省为例划分如下:

1. 以岩浆岩为主的块状工程地质岩类,包括各类岩浆岩及与岩浆成因有关的具有块状结构的片麻岩、混合岩等。

2. 以碎屑岩为主的层状工程地质岩类,指各种碎屑沉积岩,具有层面或似层面结构的火山岩以及原为碎屑岩仍保持明显层状结构的浅变质岩。

3. 以碳酸盐岩为主的层状岩溶洞隙工程地质岩类,包括各类石灰岩、白云岩和大理岩。

4. 以片岩为主的片状工程地质岩类,指片理发育的各类片岩和以片岩为主的岩体。

5. 以砂、砂砾石为主的松散工程地质土类。

6. 以粘性土为主的粘软工程地质土类, 包括一般粘性土和特殊土(如湖北境内的胀缩土, 淤泥类土)。

7. 以构造岩为主的碎裂工程地质岩类。据湖北的具体情况, 这一类图面上没有表示。

在工程地质岩类中, 以岩性组合和岩石强度特征为依据, 以岩组为单位划分亚类。这里不讨论了。

工程地质岩类在工程地质图上用普染色表示, 亚类用颜色深浅表示。

这里必须强调指出的是, 工程地质岩组和工程地质岩(土)类, 分别是区域工程地质图中工程地质单元和类型的名称, 不允许混淆。前者是后者的基础, 没有单元就划不出类型。两者各有其作用, 岩(土)类型能概括岩(土)体工程地质共性规律; 岩组便于对具体岩(土)体有针对性的研究。因此, 两者应结合使用, 但不能相互代替。单元和类型都有各自独立地划分体系。体系的建立还有待今后深入研究。

(四) 工程地质分区

工程地质分区是概括区域工程地质条件分布规律的一个重要手段和表达形式, 既有理论意义, 也有实际意义。不同工程地质区的工程地质条件(好或坏), 对国民经济建设的影响程度取决于条件的性质和所占范围的大小, 也就是说取决于其质与量两个方面情况, 所以, 工程地质分区也该有质量和数量两个方面的要求。质量要求一个区内工程地质条件应当是类同的或近似的, 数量要求每一级区有一定的面积量级, 这样才能同级区之间进行对比。这里不是要各区面积相等, 但不能在区中把某一特性地段或地带拿出来与区去相提并论。

我们研究了五十年代以来, 国内对工程地质分区方面的一些论述, 注意到不同学派在分区原则上的争议, 但有两点它们是共同的: 一是每个区级一律以同一地质因素作为划分标志; 二是每一个工程地质条件因素, 只能用于一个区级的划分, 不能作为不同等级区的划分标志。我们认为这两点有损于工程地质分区的目的, 是不妥的。

各种工程地质条件以及控制它们发育的地质作用, 其分布和表现强度都是很不均匀的, 哪个条件在哪个地区或哪个等级区成为主导性因素都应根据实地表现而定, 决不能人为地给它们定一个分工。划分工程地质区所依据的条件, 就应该是保证分出的工程地质区能满足前面提到的质与量两个方面的要求的主要条件, 不能强求一致。如: 漳汾断陷盆地不稳定工程地质区、陕北黄土高原工程地质区、浙西北平原软土工程地质区, 江汉冲、湖积平原工程地质区、大兴安岭多年冻土工程地质区, 贵州岩溶高原工程地质区等等, 这些区级名称是依据不同条件划分和命名的, 很能说明问题。

工程地质分区时, 应明确分区的宗旨, 从国民经济建设的要求出发, 综合分析工程地质条件。涉及每项工程地质条件的都有其各自的独立学科, 考虑工程地质条件时要抓住与工程地质建设密切相关的要素, 切忌机械搬用旁科的系统研究内容。如新构造运动首先考虑的应该是地震等地壳稳定性问题。因为地震的强烈程度决定着工程的安全与否和需否或如何设防保护。在地震强烈地区, 地壳稳定性自然成为分区的主要因素, 其他条件与地壳稳定性相比则属次要。新构造运动差异性不大, 地震烈度小于Ⅷ度的广大地区, 地壳稳定性降到次要地位, 在这些地区特殊岩(土)分布的区域, 如黄土区、软土区、岩溶区等的工程地质特性将

建立工程地质区的主要因素；在地壳稳定的非特殊岩（土）区域，从工程建设要求出发，应把与山体稳定和岩（土）体稳定有关的条件作为分区的依据，可以地貌形态类型为主结合岩（土）体组合特征（土体区可考虑成因类型）为分区依据。总结上面讨论，把区域工程地质图分区原则概括为三种组成形式：

1. 以地壳稳定性为主考虑地貌条件，命名形式为：地名+地貌+地壳稳定程度；

2. 以特殊岩（土）体为主考虑地貌条件，命名形式为：地名+地貌+特殊岩（土）名称；

3. 以地貌条件为主，考虑岩（土）性组合特征，命名形式为：地名+岩性组合（或土的成因类型）+地貌。

按此原则进行工程地质分区，图面上会出现一部分工程地质区的界线与构造单元或地貌单元界线一致，有的工程地质区的界线还可能利用地层界线等。也许有人说这样规律性不强，逻辑性不严密。我们认为工程地质分区应追求的只能是工程地质条件的区域性规律和工程地质成果的实用价值，而不是抽象的逻辑和旁科的规律。唯一宗旨是最明显地圈定工程地质条件的类同性区，一切旁科界线，合用则用，不合用则舍，突出工程地质意义。

工程地质区中可以进行亚区的划分，划分原则与区相同，只是量级的缩小。