

长江中游环境地质调查重要进展

(2003—2005 年)

长江中游环境地质调查计划项目由宜昌地质矿产研究所组织实施，工作年限为 2003—2006 年。计划项目相继开展了汉江中下游环境地质调查、香溪河流域岸坡稳定性调查评价、大宁河流域环境工程地质调查评价和长江中游环境地质调查综合研究等四个工作项目，承担单位为宜昌地质矿产研究所和湖北省地质调查院。

项目的总体目标：基本查明长江中游地区主要环境地质问题并对其发展趋势进行评价，对区内重大工程建设与运行相关的主要环境地质问题进行重点评价并提出防治对策。项目的主要任务：一是紧密围绕国家重点工程建设，特别是随着国家重点工程三峡水库的蓄水和南水北调中线工程的实施，对新出现的环境地质问题及产生的地质背景进行调查；二是调查南水北调中线调水工程引水线路的环境工程地质条件及存在的环境地质问题，为三峡引水线路提供地质依据。

2003—2005 年，项目取得的主要成果与认识：

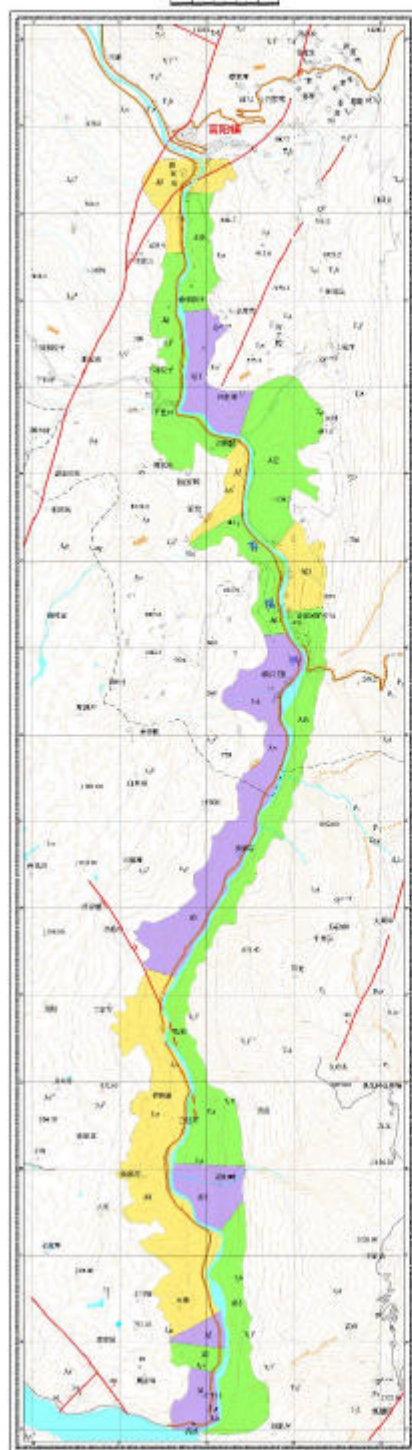
一、基本查明了香溪河河口—高阳段的工程地质条件及存在的主要环境工程地质问题，查清了三峡水库蓄水以及人类工程—经济活动对香溪河库岸稳定性的影响

1、通过香溪河河口—高阳段 1:5 万专门环境工程地质调查，基本查明了区内的工程地质条件及存在的关键工程地质问题，对 130 处滑坡和不稳定斜坡的基本特征及其危害情况进行了调查。

2、基本查明了香溪河岸坡的结构特征，系统总结了不同岸坡结构类型的基本特征，对岸坡稳定性进行了分区评价，利用信息量法对香溪河流域地质灾害区域稳定性进行了定性分级及预测评价。

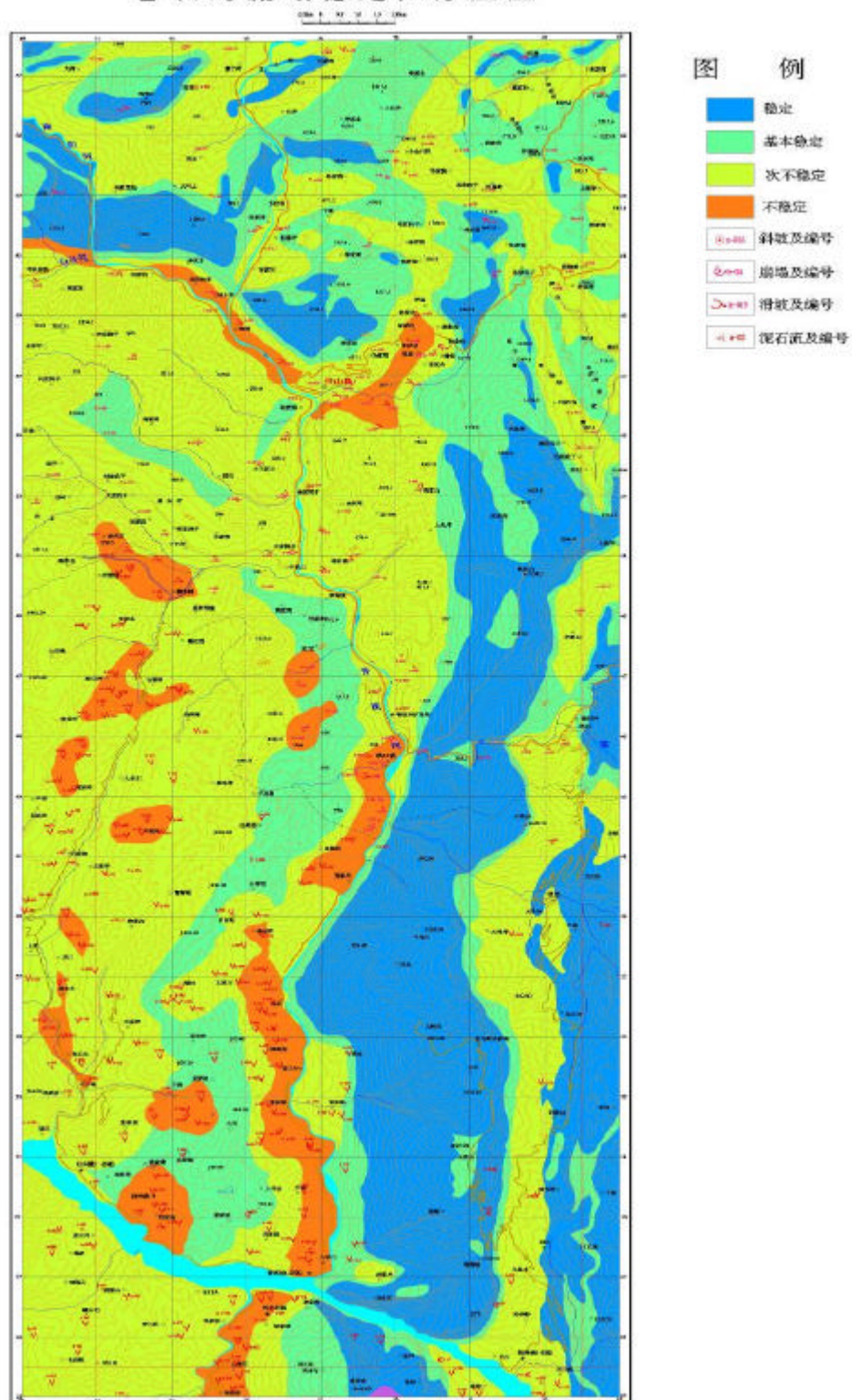
3、对三峡水库 135 米蓄水后秭归县的 56 个滑坡开展了应急调查，圈定了重大险情点 20 个，提交了应急调查报告，调查成果已作为指导地

0.000	0	83	18	13	0
-------	---	----	----	----	---

[illegible][illegible]

4、分析研究了香溪河流域地质灾害的主要控制因素。滑坡主要分布在坡度 20—30°斜坡中；侏罗系香溪组、聂家山组、蓬莱镇组碎屑岩与滑

香溪河流域稳定性分区图

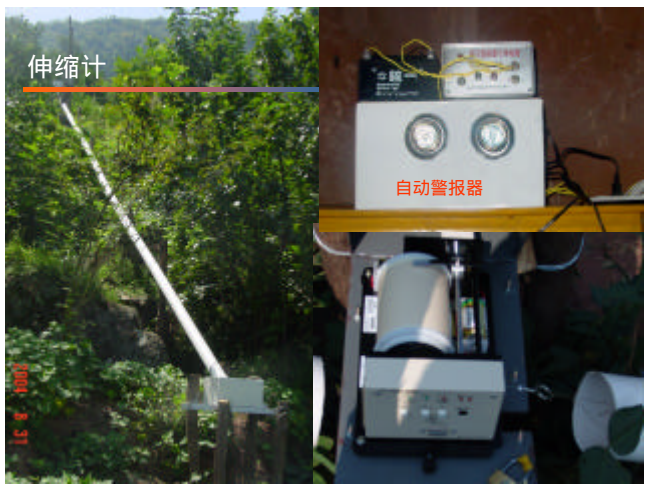


坡关系最为密切；滑坡发育多终止于平缓的高阳、级阶地面上，相当于整个香溪河流域的、级阶地；滑坡后缘的高程多分布在 190—

250m 及 400—500m，说明多数滑坡的启动面都在这两个层位上，与流域的级阶地和 500m 系列溶洞相当；滑坡在汛期时的运动量明显大于非汛期的滑动量，滑坡的变形与降雨存在滞后关系。

二、基本把握了三峡水库蓄水后重要滑坡的变形演变趋势，为香溪河流域以及长江干流滑坡预警提供了科学依据

1、利用伸缩计、全站仪、倾斜仪对在三峡水库蓄水后开始出现严重变形的几个重要滑坡，进行了地表和深部位移监测，采集了 135m 蓄水期间重要滑坡的变形数据，对香溪河岸坡稳定性进行了危险性评价。

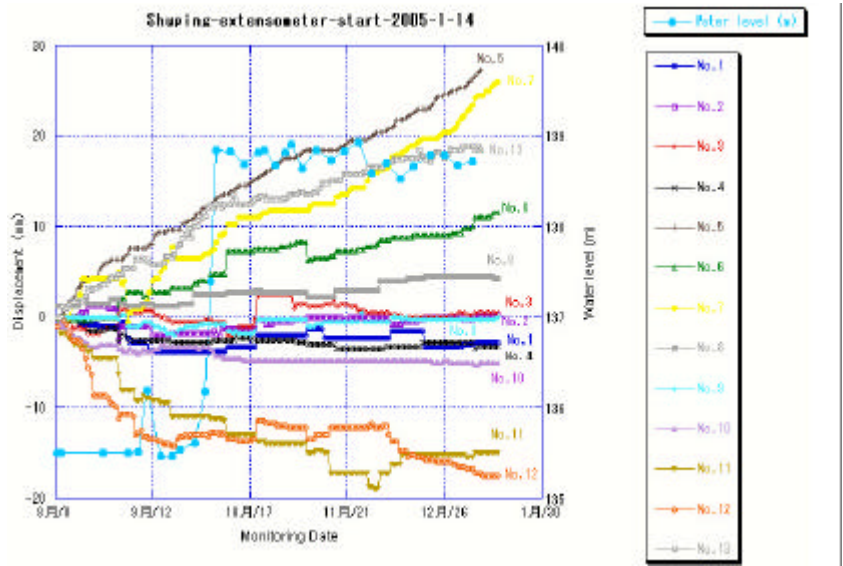


伸缩计监测

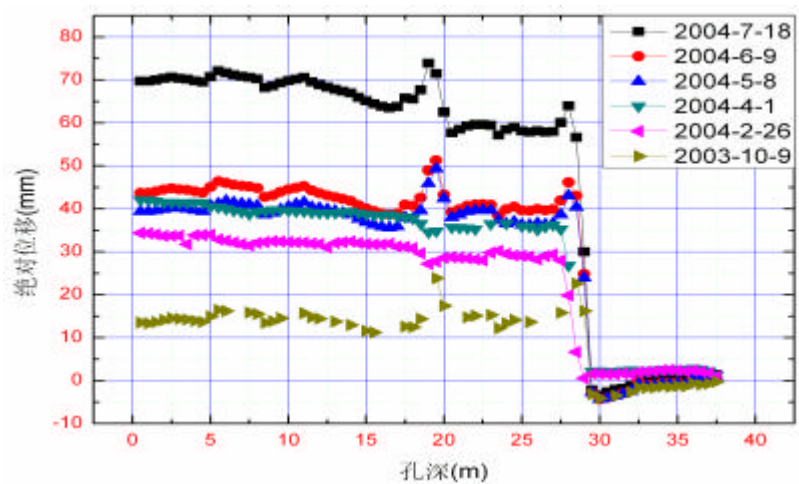


GPS 监测

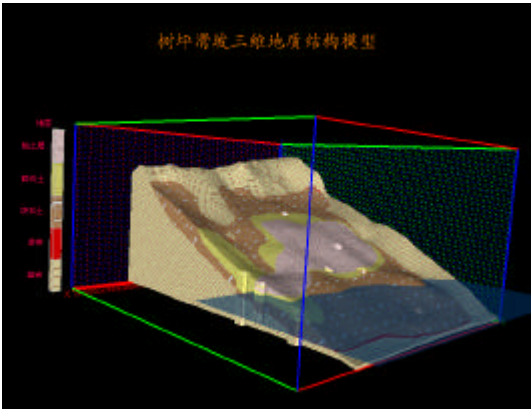
2、利用先进的 3D 激光扫描技术，建立白家包、黄阳畔、树坪和



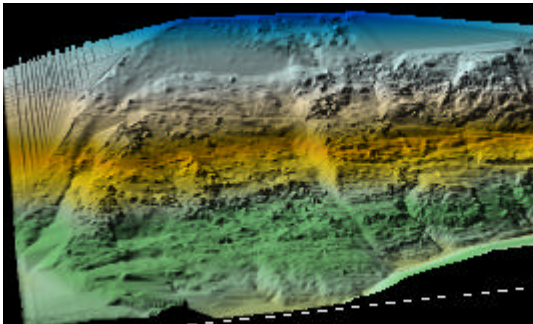
干将坪滑坡三维地形模型。利用最先进的三维地质模型建模 MVS 软件，对香溪河流域重点地段及滑坡体建立三维地质模型。



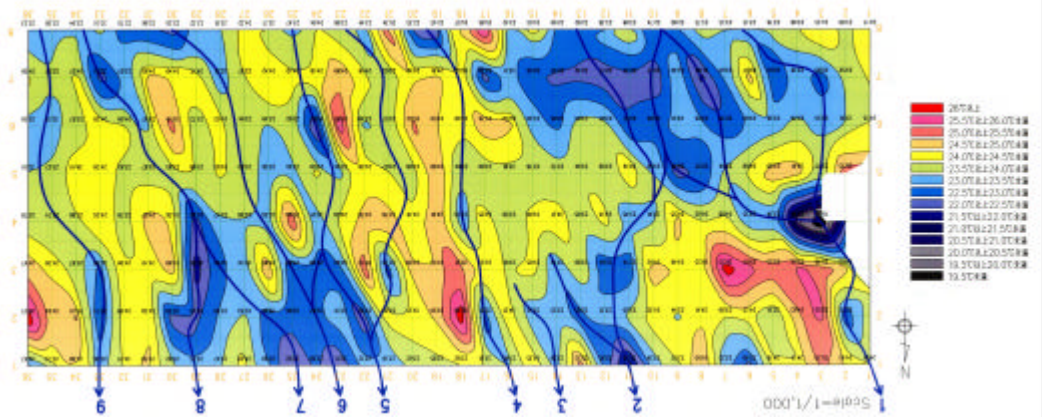
白家包滑坡位移曲线图



树坪滑坡三维地质结构模型



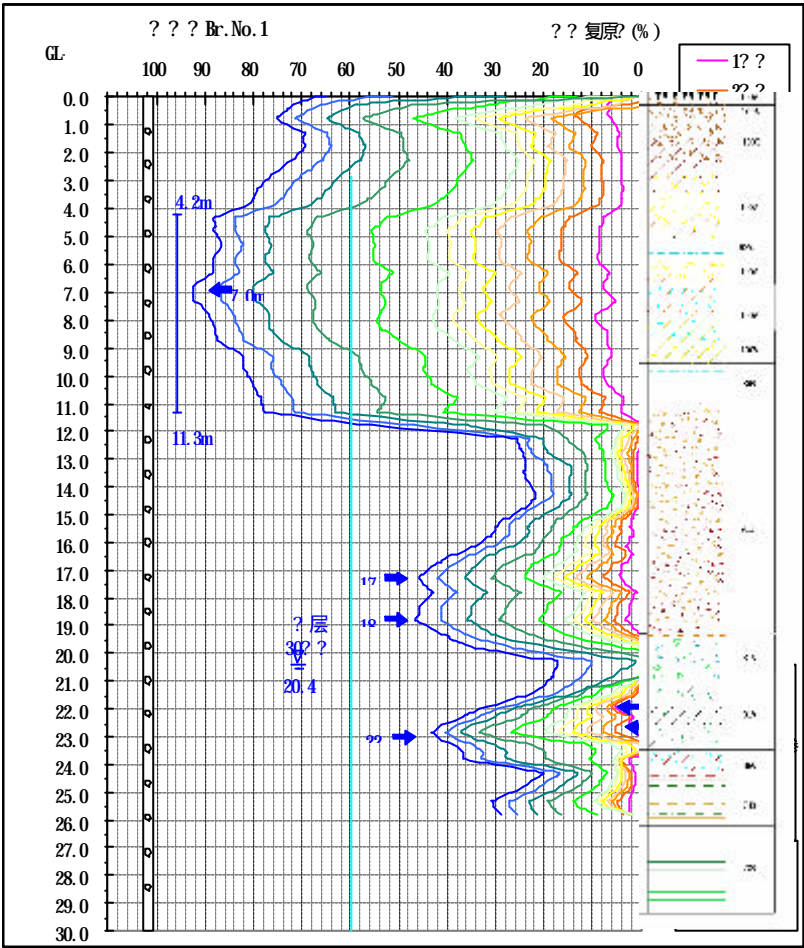
干将坪滑坡 3D 激光扫描地形模型



树坪滑坡地温场分布图

3、获取了树坪滑坡地下 1 米界面的温度数据，由此推测了该滑坡

地下水的活动状况，并认为测区范围存在 9 条地下水通道。根据地下水分层测定结果，白家包滑坡在深度 GL-4.2m—11.3m 处存在较显著的地



白家包滑坡地下水分层试验结果

下水渗出现象；在深度 GL-17.3m 和 GL-18.8m 处可能存在较少的地下水渗出；在深度 GL-22.8m 附近可能存在弱的地下水流动层。

三、全面调查了汉江中下游地区的地质环境条件，研究了存在的主要环境地质问题，评价预测了南水北调中线工程运行后环境地质条件变化及可能引发的主要环境地质问题，提出了地质环境综合整治区划与对策建议

1、重新认识了鄂北岗地的水文地质条件，在地下水资源和开采潜力评价的基础上，进行了鄂北岗地的地下水资源开发利用的可行性论证，提出了开发利用区划。调查证实鄂北岗地的 Qp2 粘土层具有供水意义，并提出了合理开发的措施建议，对解决缺水居民点生活用水及其可持续

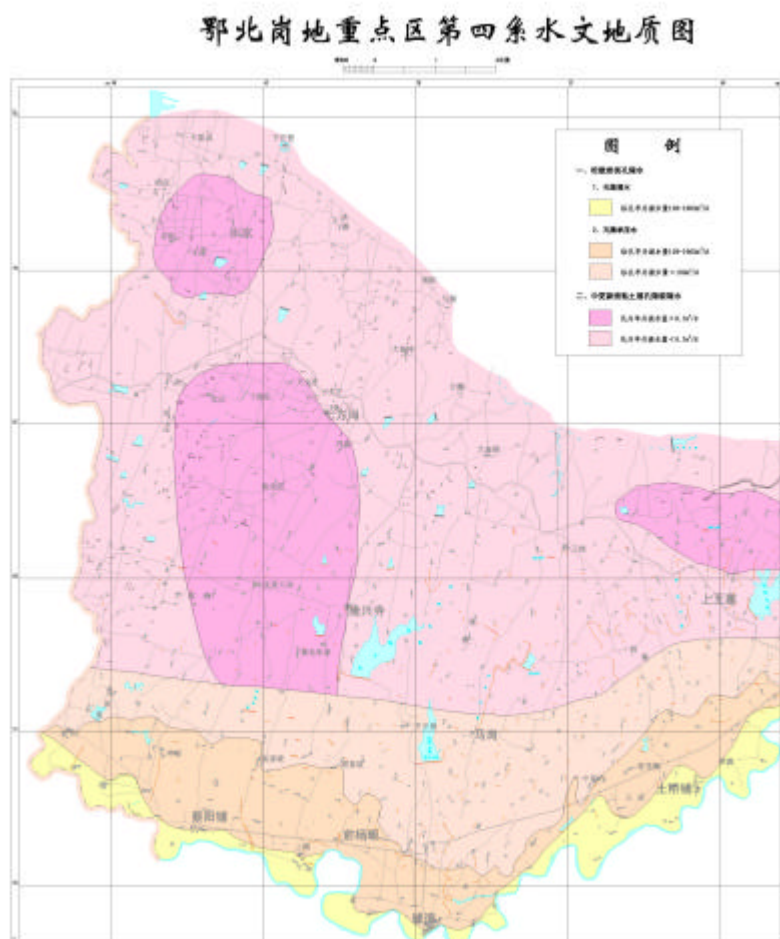
利用有重要的现实意义。在鄂北岗地施工了 2 口探采结合深孔和 4 口浅



鄂北岗地地下水资源开发利用区划图

井，无偿交与地方使用，解决了 310 人生活用水和 150 亩农田灌溉问题，取得了良好的社会效益。

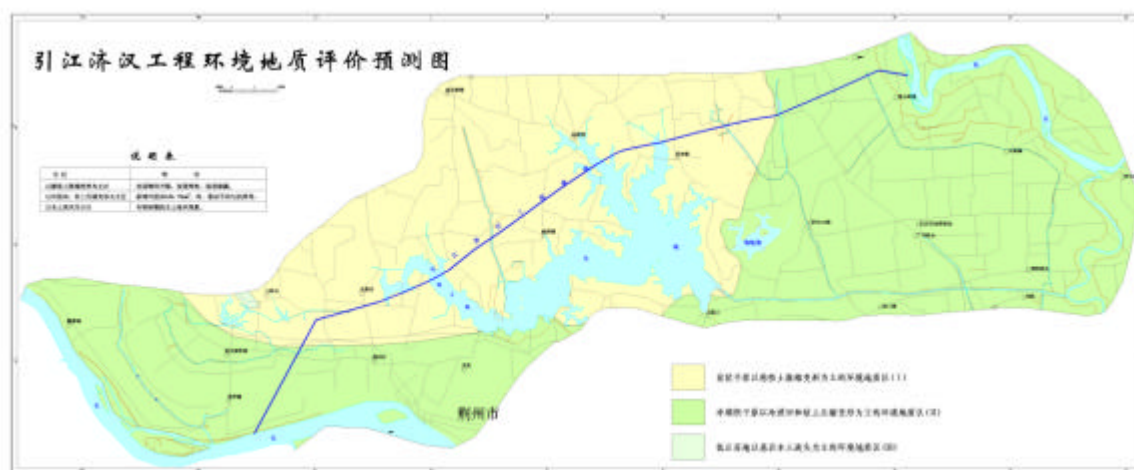
2、查明了引江济汉工程区目前存在的环境地质问题主要是膨胀土胀缩变形，预测了该工程可能引起的环境地质问题主要是渠道边坡变形破坏和冷浸田，并提出了切实可行的防治建议，对工程的实施有较大的参考作用。





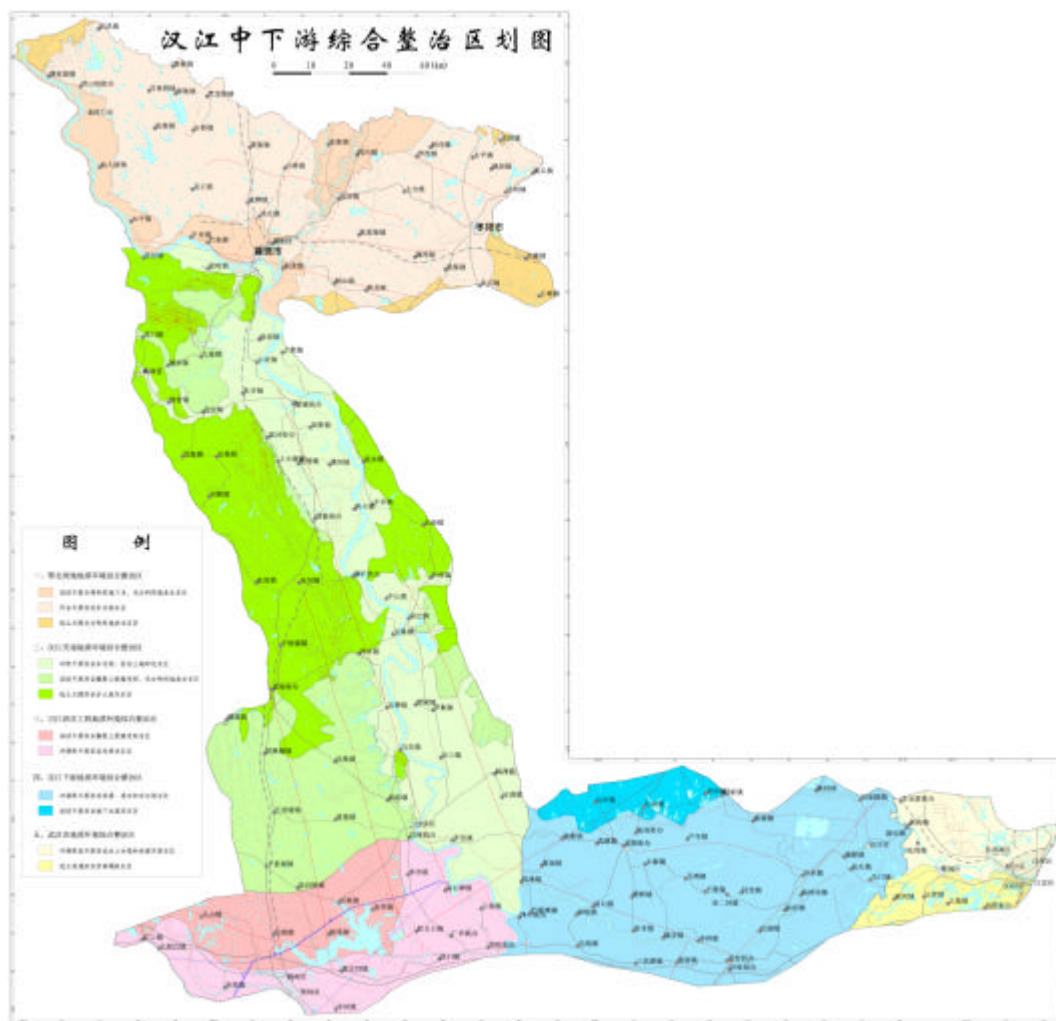
探采结合井 CK18 孔（井深 160m，水量 1054m³/d），解决了当地村民饮水和农业灌溉问题。

3、采用地下水数值模型分别对引江济汉工程实施后和中线工程调水后钟祥—泽口段沿岸区域的地下水流场进行了模拟、预测。



引江济汉环境地质评价预测图

4、对业已存在和可能产生的环境地质问题提出了具体的整治与保护区划，为当地政府进行地质环境管理提供了科学依据。

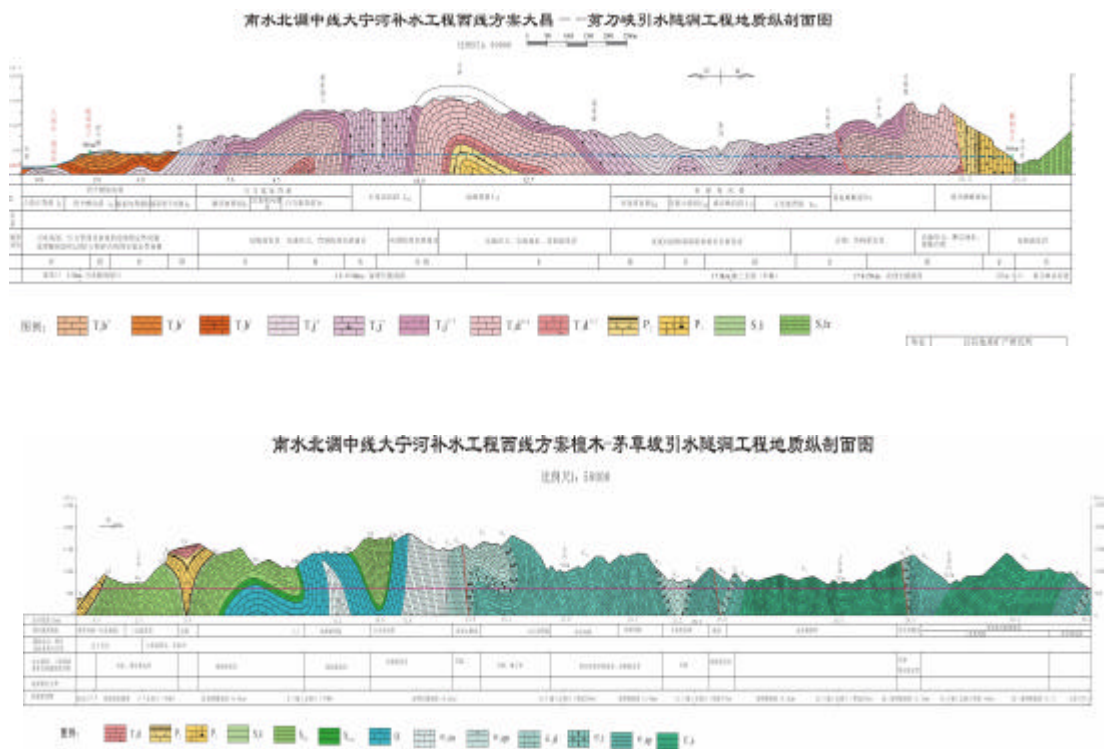


汉江中下游综合整治区划图

四、基本查明了引水线路区的工程地质条件及存在的工程地质问题

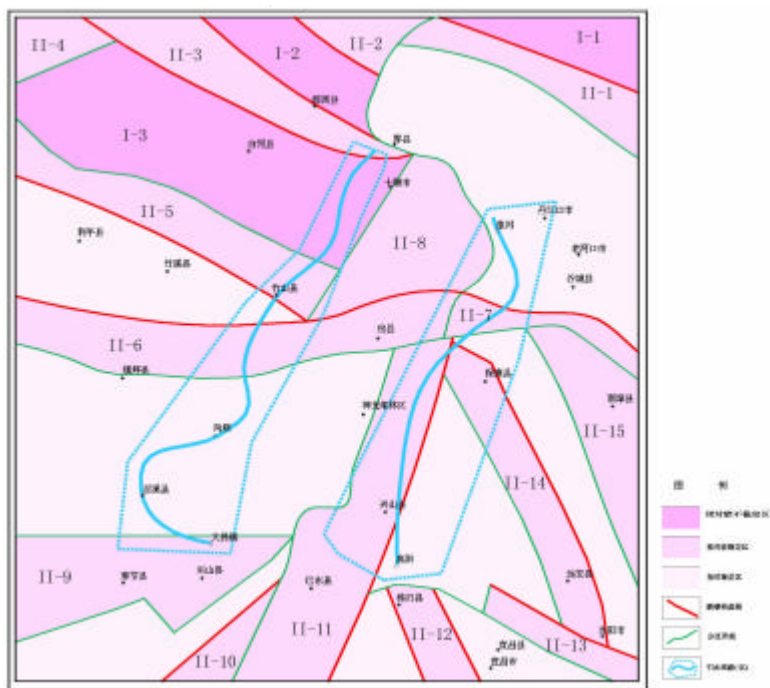
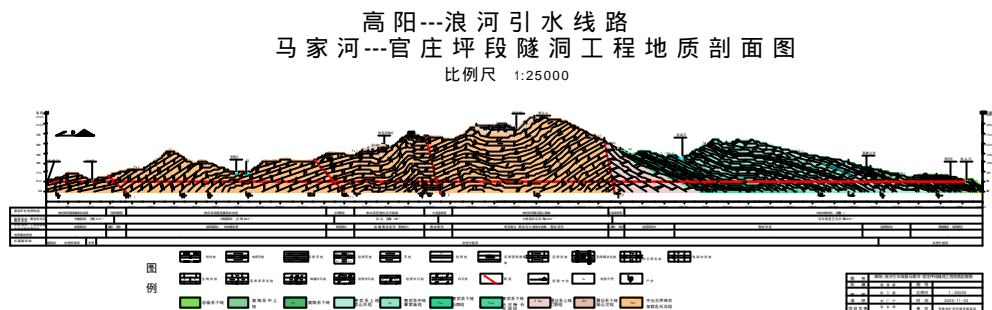
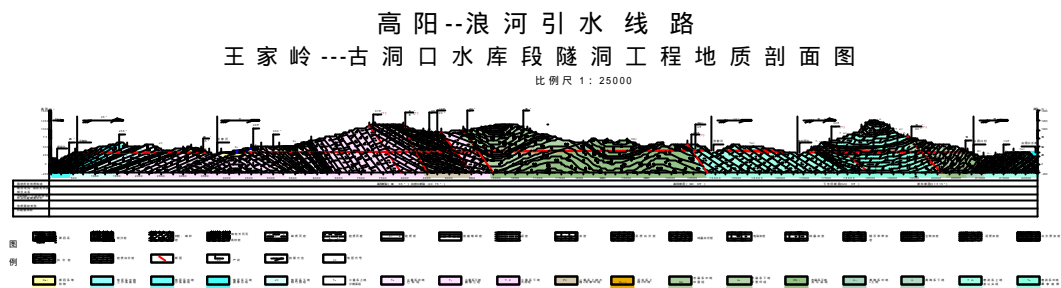
1、大宁河引水线路。基本查明了引水线路区区域地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件及岩溶发育的基本特征，完成了引水线路区 1:5 万环境工程地质图和线路工程地质剖面图；研究了区域地质构造、新构造运动和活动断裂对引水路线工程地质条件的影响；基本查明了大宁河引水线路区环境工程地质条件及崩滑流等地质灾害的发育状况和基本特征，发现了白鹿泥石流沟和老屋场高速楔形岩质滑坡；查明了大昌取水口宏观工程地质条件，对比研究了位于大昌镇的七里桥、八角丘、关门崖三个一级提水泵站场址的环境工程地质条件，综合比较认为八角丘场址存在显著优势；基本查明了引水隧洞区区域工程地质背景及存在的主要工程地质问题，认为存在岩溶及岩溶水问题、断裂带涌水、高地

应力软岩变形及流变失稳等工程地质问题；对大宁河引水线路东线方案和西线方案工程地质条件进行了综合对比研究，并推荐西线剪刀峡（檀木—茅草坡）方案。



2、香溪河引水线路。基本查明了引水线路区区域地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件及岩溶发育的基本特征，完成了引水线路区 1:5 万环境工程地质图和线路工程地质剖面图；对区域地壳稳定性进行了分析和评价；基本查明了香溪河引水线路区环境工程地质条件及崩滑流等地质灾害的发育状况和基本特征；从地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件、工程地质条件、外力地质作用、地质灾害发育状况等方面，分别对杜家岭、高阳取水口，杜家岭、平水一、二级泵站，寒溪口、寺坪、观音堂三个渡槽，平水、肖河 1、2 级以及已建成的马桥、三里坪、寺坪等库坝电站等重点建筑物场址进行了调查与研究，并分别进行了工程地质条件评价；将引水线路区分为三大区段 23 小段，基本查明了各工程区段的工程地质特征，并分别进行了工程地质条件适宜性评价；认为引水线路区存在的主要工程地质问题是深大断裂带、岩溶、深

埋隧洞的高地应力。对香溪河引水线路高水、中水和低水方案工程地质条件进行了综合比较研究，认为高水方案更优。



三峡—丹江口及邻区区域地壳稳定性综合评价分区图

五、对三峡—丹江口段区域地壳稳定性进行了研究

采用模糊综合评判法,以构造稳定性评价为主,对三峡—丹江口引水线路区进行了区域地壳稳定性评价。评价结果表明,研究区内共划分出相对较不稳定区(I级)3个、相对较稳定区(II

级) 15 个、相对稳定区 8 个, 未出现不稳定区。从大宁河和香溪河两条引水线路空间展布的位置来看, 大宁河线路处于较稳定—稳定区, 香溪河线路处于稳定区, 两条线路的整体地壳稳定性条件均相对较好, 没有制约引水工程施工的重大区域地壳稳定性问题。

六、对大宁河和香溪河引水线路进行了初步比选研究

1、三峡—丹江口引水线路工程地质条件比较复杂, 但只要对引水线路进行系统的工程地质勘查、研究和预测, 以现有的施工技术条件, 不存在不能解决的重大线路和隧道稳定性工程地质问题。

大宁河与香溪河引水线路综合比选一览表

比选项目	大宁河剪刀峡—龙背湾方案	香溪河高水方案
取水口地质条件	一级大昌取水口, 地质条件好, 易于施工; 二级檀木取水口地形较开阔, 岩石坚硬, 构造简单, 适宜。	一级王家岭取水口段为侏罗系砂岩, 岩体较完整, 工程地质条件好于高阳取水口, 但取水口附近存在不稳定斜坡, 地质条件稍差; 二级平水取水口为白云岩, 工程地质条件适宜。
隧洞主要地质问题	岩溶水、断裂带涌水问题。	断裂带涌水、岩溶水问题, 局部地段需避开活动断裂。
提水	二级共提水 410m。	提水 366m。
隧洞总长度	59km。	81.5km。
隧洞施工难易	单隧洞长达 30km, 埋深大, 施工需解决涌水问题, 难度大。	单隧洞最长 21km, 埋深大, 需解决涌水问题, 难度较大。
河道开挖、渡槽	无。	从平邑口王家岭河道需开挖几米, 边坡问题多; 渡槽 3 个, 工程布置复杂, 难度较大。
自流段梯级已有、在建或规划水库调节能力	自流段经过五级电站、四个大中型水库, 总库容为 45.355 亿 m^3 , 其中调节库容为 32 亿 m^3 。电能平衡较优。	自流段经过三级电站、三个大中型水库, 总库容为 7.83 亿 m^3 , 其中调节库容仅为 3.41 亿 m^3 , 电能缺口大, 运营成本高。
移民	移民主要在剪刀峡库区, 约 1 万人。	沿线有少量移民。
资金估算 (不含水库)	约 100 亿。	约 80 亿。
水质	取水口上游无污染源, 水质优。	取水口上游有磷化工污染源, 对水质有影响。
总体评述	最大的工程地质问题是隧洞岩溶水、断裂带涌水问题。隧洞施工难度大, 有部分移民, 工程线路短, 电能平衡较优, 运营成本低, 水质好。	最大的工程地质问题是隧洞断裂带、岩溶水涌水问题, 局部地段需避开活动断裂。隧洞施工难度较大, 有少量移民, 工程线路长, 电能缺口大, 运营成本高, 水质存在污染源。

2、对大宁河、香溪河引水线路环境工程地质问题进行了初步比较。两条引水线路隧洞区主要存在有高地应力、大断裂带、岩溶、碎屑流等工程地质问题，水库段存在水库淤积、库岸稳定、水库渗漏等问题，明渠和天然河道（梯级水库）段存在边坡稳定问题，取水口及提水泵站也存在具体的工程地质问题。研究认为，大宁河和香溪河两条线路的主要工程地质问题是岩溶水和断裂带，香溪河高线较大宁河线路岩溶发育弱，但活动断裂影响稍大，二者主要工程地质问题基本相近，各有特点。

3、从环境工程地质条件并结合其它因素，定性地对南水北调中线大宁河、香溪河两条引水线路进行了初步比选研究。综合比选初步认为，大宁河剪刀峡—龙背湾方案优于香溪河高水方案。提出大宁河剪刀峡—龙背湾引水线路为推荐方案，香溪河高水线路为备选方案，为南水北调中线三峡引水线路远景规划提供了地质依据。