

0 前言

0.1 任务来源

2005年4月20日受重庆市涪陵区移民局的委托,由四川省地质工程集团公司对三峡库区重庆市涪陵区未治理已启动高切坡防护项目(85处)按《三峡库区高切坡防护工程地质勘察与初步设计技术工作要求》整理编制勘察设计报告。

0.2 高切坡概况

涪陵区太极百货公司顺江职工住宅楼内侧高切坡(编号:FL0102)位于涪陵区主城区边缘地带的顺江移民小区D号路东侧,前缘坡脚高程 $H=340\text{m}$ 。该高切坡总体呈近南北走向,约 350° ,长约 95m ,西高东低,拟开挖切坡高约 $8-10\text{m}$,坡面面积 1230m^2 。与规划相比,面积减少 27m^2 ,原因是坡高有所降低。切坡顶部为两级台地,高差约 $3-5\text{m}$,涪陵区太极百货公司为移民搬迁建房开挖切坡,在切坡过程中产生了土层滑动,后缘出现了拉裂缝,被迫停止开挖建房,下部边坡在2004年9月发生沿填土与原始斜坡面间的滑移破坏,坡度变缓,为 $15^\circ-20^\circ$ (见照片1)。该高切坡南北侧均为移民小区,有近百户居民,人口约325人,后缘为涪陵市政主干道——顺江大道D号路段,前缘为移民小区路——白果路,切坡一旦失稳,其危害后果很严重。

0.3 勘察工作的目的、任务

为保护切坡周边居民的生命财产安全,保证D号路段及白果路的正常使用,本切坡勘察的重点旨在查明高切坡所在地域的地质背景,影响高切坡稳定的边界条件以及合理确定相关软弱结构面及岩(土)体的物理力学参数,提交满足设计要求的地质资料,并提出工程治理措施建议。



照片 1： FL0102 高切坡前缘崩滑堆积照片

根据业主要求，结合该高切坡实际情况，按勘察规程、规范要求，确定本切坡勘察任务如下：

- (1) 高切坡场地宏观地质条件及确定高切坡范围。
- (2) 高切坡地层、岩土类型、性状、覆盖层厚度、基岩面的形态和坡度、岩石风化和完整程度。
- (3) 高切坡地下水水位及变化范围与变化趋势。
- (4) 不良地质现象、主要工程地质问题。
- (5) 高切坡岩、土体主要物理力学参数及渗透系数。
- (6) 高切坡失稳破坏模式、规模和稳定性评价。
- (7) 高切坡失稳可能造成的社会经济危害程度。
- (8) 提出治理方案及建议。

0.4 勘察工作评述

0.4.1 勘察依据

根据委托单位的要求及国家有关规定，本次详细勘察工作主要的依据

及执行的相关技术标准如下：

《建设工程勘察合同及技术委托书》

《三峡库区高切坡防护工程勘察设计技术要求》(长委设计院, 2005.3)

以及《三峡库区高切坡防护工程勘察设计技术要求》规定的规程、规范。

0.4.2 勘察时间、范围、工作量

我公司于 2005 年 4 月 25 日接受任务后，根据勘察目的和任务，对场地进行了现场踏勘，并根据委托方提供的勘察要求和委托书编写了《勘察大纲》，勘察工作以工程测量、工程地质测绘为主，利用了重庆一三六地质队于 2003 年 8 月 25 日提交的钻探、坑探、槽探和试验等勘察成果资料。

根据技术要求，本次勘察在高切坡上布置了 3 条纵剖面，利用钻孔 6 个，浅井 3 个。

勘察工作开始于 2005 年 5 月 22 日，外业工作于 2005 年 5 月 26 日结束。完成及利用工作量见表 1。

表 1 完成及利用的工作量表

序号	勘察工作项目	单位	完成工作量	备注	
一、地形测量	1	1/500 地形图	km ²	0.012	
	2	定点测量	组日	1	
二、工程地质测绘	1	1/500 工程地质图	km ²	0.012	
	2	1/200 工程地质剖面图	km/条	0.43/3	
	3	1/200 工程地质立面图	m ²	1230	
三、勘探	1	钻探	m/个	92/6	利用
	2	井探	m/个	15.8/3	
	3	槽探	m ³ /个	9/3	
四、取样及试验	1	土样	组	12/6	利用
	2	岩样	组		
	3	水样	件		

0.4.3 勘察质量评述

本次勘察工作执行的主要技术规范为《三峡库区高切坡防护工程勘察设计技术要求》、《建筑边坡工程技术规范》(GB50330—2002)、《岩土工程勘察规范》(GB50021 - 2001),结合委托书要求进行。在勘察过程中,四川地矿局成立了以局领导亲自负责的质量监督小组,严把质量安全关。通过本次勘察工作,收集并取得了丰富的野外地质资料,查明了勘察范围的工程地质、水文地质条件,所获资料真实、全面、可靠,满足报告编制要求,达到了规范要求 and 任务委托要求,所提交的各类岩土参数可供施工图设计使用。

工程测量:采用全站仪进行勘探点及地质点定位测量,1:200 剖面及 1:500 地形图测量,采用北京坐标系、黄海高程。其精度符合规范要求。

工程地质测绘:采用 1:500 地形图实地勾绘,测绘范围包括边坡区及其邻近的地区,对重要点位采用经纬仪实测标注,其精度满足工程设计要求。

1 勘察区自然条件及地质概况

1.1 自然条件

1.1.1 自然地理

涪陵城区属于中、浅切割褶皱剥蚀中低山。涪陵区位于长江和乌江的汇合处、四川盆地东南边缘、重庆市东部及三峡库区中部。地理位置介于东经 $106^{\circ}56'$ - $107^{\circ}43'$ 、北纬 $29^{\circ}21'$ - $30^{\circ}01'$ 之间。水陆交通运输发达,水路上距重庆 120 公里,下距万州 207 公里,溯乌江而上 246 公里可达贵州省沿河各地。

1.1.2 气象水文

勘察区属北亚热带季风暖湿气候区,气候温和湿润、雨量充沛、四季分明。年平均气温 18.2°C ,一月平均气温 7.1°C ,八月平均气温 28.83°C ,极端最高气温 42.2°C (1987.8),极端最低气温 -2.2°C (1977.2),全年无霜期 315 天;多年平均降雨量 1074mm,年最大降雨量 1363mm 其中沿江

地区 1100mm 左右，其中 5 ~ 6 月降雨量最多，月平均雨量可达 160mm 以上，一次最大降雨量 113.1mm(1954 年 7 月 21 日)。

区内水系均属长江水系，长江是区内最大的河流，也是地表水的最低排泄基准面，河谷开阔，沿江残存有不对称的 ~ 级阶地堆积，由西向东横贯经境 77 公里，乌江由东南向西北于涪陵城汇入长江，境内长 31 公里。长、乌江二江流量变化大，洪水期主要集中在降水丰富的 5~8 月，枯水期则在 12 月到次年 2 月，水位变幅大，径流量丰沛。另外还有大小溪沟 36 条，其中集雨面积大于 100km² 的溪流有龙潭河，梨香溪，麻溪,清溪沟等七条。河谷多深切呈 "V" 字型，纵比降大，洪枯水位变幅大，受季节影响明显。据观测资料，长江最大流量 51300m³/s ，最小流量 2400 m³/s ，长江洪水期集中于 5 ~ 8 月，最高洪水位 176.6m(1870 年) ，最低水位 135.8m(1907 年) ，最大水位变幅达 40.8m。

场区无大的冲沟、河流等地表水体。

1.1.3 交通状况及周围建筑物

涪陵城区的交通网络现已经建好，运输较为便利，该高切坡点位于涪陵主城区边缘地带的顺江移民小区 D 号路东侧，切坡周围为库区移民小区，移民中部分为农民、部分为城市居民，经济较发达。勘察区有涪陵市政主要干道顺江大道及小区公路，交通方便（见图 1：交通位置图）。

高切坡的前缘为已建移民路——白果路，右前部为已建移民住宅楼（为 8 层砖混房）距切坡坡脚 0.5-1m，左边为三幢移民住宅楼（高 8 层的砖混结构），距切坡坡脚 1-3m，切坡后缘坡顶为顺江移民小区 D 号路，切坡正前缘坡脚拟建涪陵区太极百货公司顺江职工住宅楼，建筑面积 7000m²，常住人口约 325 人。



图 1 交通位置图

1.2 地质概况

1.2.1 地形地貌

涪陵区地处四川盆地和盆边山地过渡地带，为一系列呈带状延伸的平行岭谷分布区，境内地势起伏较大。总的呈东南高西北低，西北 - 东南断面呈向中部长江河谷倾斜的对称马鞍状。地貌格局形成条岭状背斜低山与宽缓地向斜谷地相间有序排列，而被长江、乌江河谷横断为江东、江北、江南三大片。向斜谷地一般海拔高 300m - 600m，其间，侏罗系紫色岩层广布，多被侵蚀、剥蚀为红层丘陵带坝（如龙潭坝）和台状低山（如堡子、五马等坪上）。背斜低山一般高 600m - 900m，山脊多出露三叠系灰岩，两翼多出露石英砂岩，形成山字型长江河谷，宽 1km - 10km，长 77km，内有多级阶地和丘陵；乌江河谷呈南北向，长 31km，宽 0.5 - 2km。根据地貌组合的地

域差异，全区大致可划为长江河谷为主的河谷丘陵，以堡子、龙潭为主的坪状低山，以礁石为主的岩溶低山三个地貌类型区。

涪陵区太极百货公司顺江职工住宅楼内侧高切坡位于 D 号路外侧斜坡上，该斜坡总体上呈西高东低，西侧为顺江大道 D 号路，最高高程约 373m，东侧为白果路，路面高程 340m，相对高差约 33 米，斜坡上部平缓，中部隆起，下部坡度稍陡，总体坡度小，约 $15^{\circ} - 20^{\circ}$ ，斜坡向南北两个方向高程逐渐变低。场区属剥蚀浅丘斜坡地貌。

1.2.2 地层岩性与岩土工程地质特征

境内出露地层主要第四系残坡积层 (Qel+dl4) 和侏罗系中统新田沟组 (J2x) 与侏罗系下一中统自流井组 (J1-2z) 底部地层及珍珠冲组 (J1z) 地层，岩性特征如下：

(1) 第四系残坡积层 (Qel+dl4)：岩性为褐黄、褐灰色粉质粘土夹碎块石，一般厚 1.5~5m，最厚近 11m。

(2) 侏罗系中统新田沟组 (J2x)：岩性主要为薄层泥岩、页岩夹中厚层石英砂岩、粉砂岩。

(3) 侏罗系下一中统自流井组 (J1-2z)：顶部为深灰色页岩，中下部为黑灰色页岩、介壳页岩夹薄—中厚层生物介壳灰岩，底部为一层厚约 1.3m 的介壳粉砂岩。

(4) 侏罗系下统珍珠冲组 (J1z)：岩性、厚度不稳定，易相变，按岩性分为三段：

第三段 (J1z3)：顶、底部各为一层黄灰色薄-中厚层岩屑砂岩夹粉砂岩、泥岩；中部为暗紫红色、灰黄色泥岩夹粉砂岩。

第二段 (J1z2)：岩性为暗紫红色泥岩夹粉砂岩及岩屑砂岩。

第一段 (J1z1)：灰黄-黄灰色泥岩、砂质泥岩夹粉细砂岩和岩屑石英砂岩，砂岩含量小于 20%，该层岩相厚度变化均较大。

本勘察区出露地层主要为第四系全新统人工填土、残坡积土及下伏基岩侏罗系下统二段珍珠冲组泥岩夹砂岩。

1.2.3 地质构造与地震效应评价

场地区域地貌系四川盆地东南部边缘与川东褶皱山地交接处，为一系

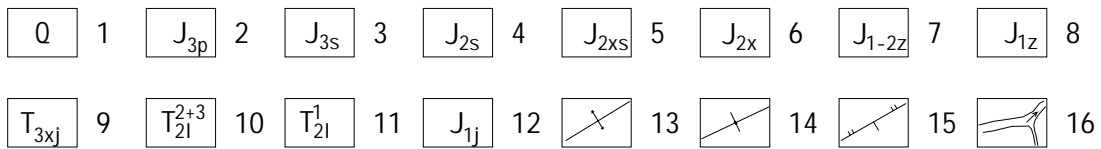
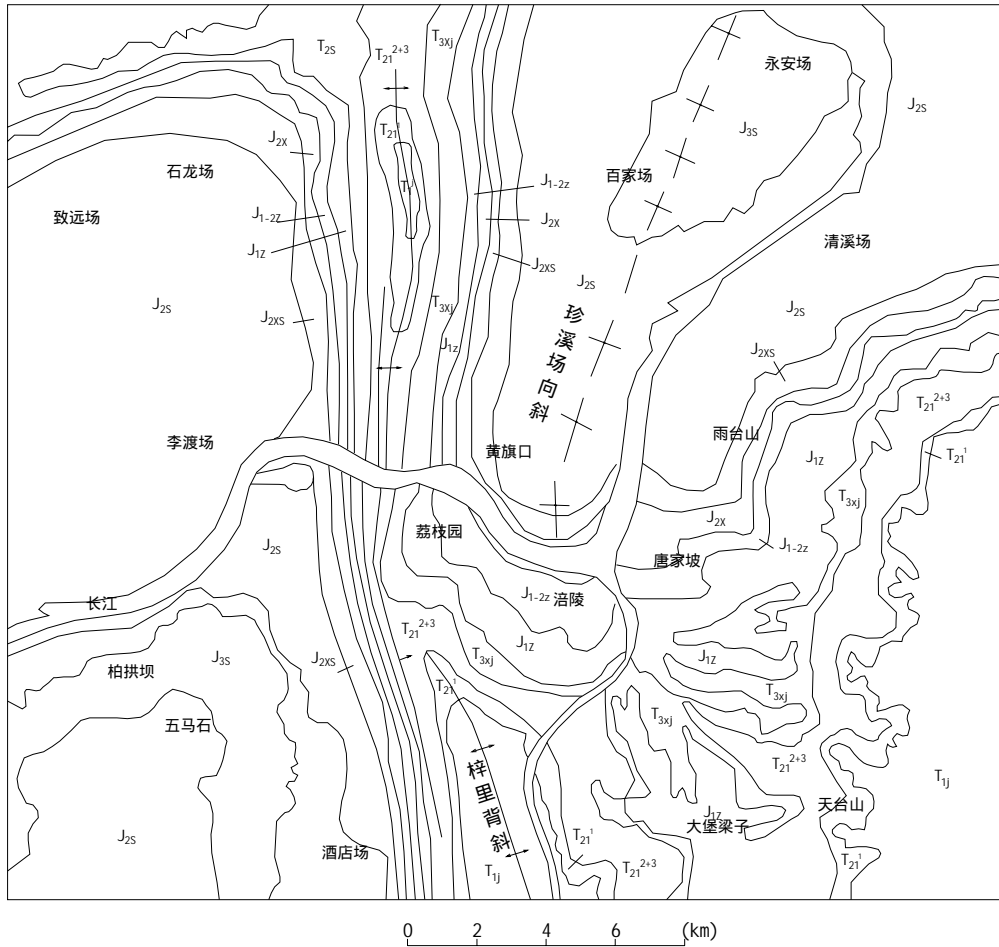
列呈带状延伸的平行岭谷分布区，属为构造剥蚀中-低山及深丘地貌，地貌上为狭长的条带山与宽阔槽谷相间，即一山一谷地貌。

区域构造上属扬子准地台四川台坳川东南褶皱束垫江坳褶带内，燕山运动晚期，地壳隆起，喜山运动早期形成的一系列背向斜，新构造运动以大面积间歇抬升为其特征，见多级夷平面、阶地，各级夷平面峰线齐一，阶地连续，未见构造解体迹象，无区域性活动断裂分布，区域稳定性较好。

切坡位于珍溪向斜的西南端，区内岩层产状平缓，一般 26° - 16° ，呈单斜产出，勘察区及其附近未见断层构造，基岩裂隙不发育，岩体完整性较好，地质构造简单。

根据四川省地震局资料，在涪陵 100km 范围内，自 1854 年至 1988 年共发生 3 级以上地震 11 次，其中大于 6 级地震仅一次。1856 年 6 月 12 日黔江咸丰发生一次 7 级地震，距涪陵直线距离约 120km，微震发生在距涪陵 50km 以外长寿 - 南川一带，涪陵范围仅为弱震区。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)、《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001)，该地区地震动峰值加速度为 $0.05g$ 。地震基本烈度度。



1第四系 2蓬莱镇组 3遂宁组 4上沙溪庙组 5下沙溪庙组 6新田沟组 7自流井组 8珍珠冲组
9须家河组 10雷口坡组上中段 11雷口坡组下段 12嘉陵江组 13背斜 14向斜 15断层 16河流

图2 区域地质图

1.2.4 水文地质条件

调查区内第四系地层零星分布，主要分布在沿江两岸、河谷阶地及斜坡中、下部，为冲洪积层及坡积、残坡积层；基岩地层中，侏罗系地层分布最广，占总土地面积的 66.1%，地层岩性以泥岩、砂岩、页岩为主，有少量生物灰岩出露。

勘察区属剥蚀浅丘斜坡地貌，总体上呈西高东低之势，地形上有利于地表水、地下水的排泄。

区内地下水按其赋存条件可分为：松散岩类孔隙水、碎屑岩类孔隙裂隙水两大类型。

松散岩类孔隙水，主要分布在第四系松散堆积物中。该类地下水赋水能力较差，渗透性好，多属季节性潜水，主要接受地表水、降水及邻近含水层的补给，并在地形低洼地带就近排泄，与下伏基岩地下水有较密切的水力联系。

碎屑岩类孔隙裂隙水，广泛分布于境内侏罗系地层中，侏罗系地层以泥岩为主，泥岩风化带状裂隙水含水层厚度小，且裂隙发育不均匀，富水性差。此外，三叠系须家河组砂岩裂隙水因其分布于背斜轴部附近，常具承压性质，水量一般大于 $100\text{m}^3/\text{d}$ 。该类地下水主要靠大气降水补给，在附近沟谷或低洼地带排泄。

该区地下水主要为 $\text{HCO}_3 \sim \text{Ca.Mg}$ 型水，PH 值为 $6.92 \sim 8.75$ ，为中性或碱性水，矿化度 $0.186 \sim 0.545\text{g/L}$ ，属于低矿化度水，总硬度 $7.21 \sim 18.76$ 德国度，无侵蚀性 CO_2 和结晶类侵蚀，对混凝土无侵蚀性。

1.2.5 人类工程活动及其它

由于长江三峡工程的建设，涪陵区全城整体往后移搬迁，在新城的建设过程中正在或即将形成大量的人工高切坡。涪陵区太极百货公司拟在顺江 D 号路修建职工住宅楼，在场地平整过程中，将形成长约 95 米，高约 8~10 米的土质高切坡。

2 高切坡特征及稳定性评价

2.1 概述

涪陵区太极百货公司顺江职工住宅楼内侧高切坡位于涪陵区主城区边缘地带的顺江移民小区 D 号路东侧，高切坡编号 FL0102。涪陵区太极百货公司为修建住宅楼于 2003 年采用机械开挖形成切坡，在坡体前缘形成临空面，于 2004 年 6 月~9 月期间，由于暴雨等诱发因素，发生沿填土与原始坡面接触界面的滑移破坏。为修建住宅楼，不得不再次切坡，拟开挖切坡线见平面图。

由于该高切坡上部填土层较厚，堆填过程中存在架空现象、受水浸泡淋滤，在填土与原斜坡接触面上形成软弱层面，强度低，在暴雨作用下易

产生沿该接触面的滑动破坏。

根据现场勘察，该高切坡主要由土石混合体组成，其类型属 类，为土质高切坡。现边坡南北侧均为移民小区住宅楼，后缘为涪陵市政主干道——顺江大道 D 号段，下部为太极百货公司拟建搬迁职工住宅楼规划用地。该职工住宅楼施工前，必须对后缘斜坡进行再次切坡，即形成后缘土质高切坡。切坡一旦发生险情，将影响顺江 D 号路的正常使用，并危及临近建筑居民的生命财产安全（具体情况见表 2：高切坡概况调查表）。失稳危害程度很严重，安全等级为一级。

表2 高切坡概况调查表

高切坡编号：FL0102

高切坡名称：涪陵区太极百货公司顺江职工住宅楼内侧高切坡

比较内容		规勘调查	详勘调查	备注
高切坡概况	坡高	16	8~10	
	长度	75	95	
	坡角	70	70	
	面积	1257	1230	
危害对象	人口	185	325	
	建筑面积(m ²)	7000	7000	
	道路(m)		150	
	其它			
	危害金额估计			
介质组合类型		土质	土质	
岩层与坡面组合特征				
高切坡分类				
稳定性评价		C	C	
边坡安全等级		三级	一级	

稳定性评价：A-稳定；B-基本稳定；C-稳定性较差；D-稳定性差。

2.2 高切坡地质特征

2.2.1 高切坡形态特征

该高切坡位于涪陵区主城区边缘地带的顺江移民小区 D 号路东侧斜坡地带，斜坡前缘高程约 373m，后缘高程约 403.0m。拟开挖切坡立面呈直线型，总体呈中间高两侧低的地形，切坡长约 95m，高约 8-10m，坡面面积约为 1230 m²，坡度 70° 左右。

2.2.2 高切坡的物质组成

该高切坡主要由第四系全新统人工填土、残坡积 (Q₄el+dl) 土组成，下伏基岩为侏罗系下统珍珠冲组 (J_{1z}) 泥岩夹泥质粉砂岩。各岩土层岩性特征分述如下(表 3)：

填土 (Q₄ml)：杂色，潮湿，松散~稍密状，含有约 50~70%的砂岩块碎石，块石呈强到中风化，直径 2~150cm 不等，岩质坚硬，另充填 40%左右的粉质粘土，浅黄夹灰绿色，呈软塑—可塑状。该填土系附近修建公路及移民房时随机抛填而成，堆填时间 3 年左右，存在架空现象，厚 3~7m。

残坡积土 (Q₄el+dl)：主要为粉质粘土，呈可塑 - 硬塑状，厚度变化大，2~9m 不等。

表 3 地层岩性情况一览表

地层		岩性	代号	厚度 (m)	分布范围	工程地质特征
系	统					
第四系	全新统	人工填土	Q ₄ ^{ml}	3~7	切坡表面	松散~稍密，由块碎石、粉质粘土组成。
		残坡积土	Q ₄ ^{edl}	2~9	切坡下部	含少量碎块石，稍湿，可塑 - 硬塑
侏罗系	下统	珍珠冲组	J _{1z} 2	>20	切坡底部	暗紫——紫红色中~厚层状泥岩夹泥质粉砂岩、粉砂岩。泥岩易风化。

侏罗系下统珍珠冲组第二段：泥岩为灰绿色夹暗紫色，薄到中厚层状构造，成分以粘土矿物为主，泥质胶结，岩质软，易风化崩解，锤击声哑，强风化层岩体破碎，厚度一般 1.5m 左右，中等风化岩体完整性较好，裂隙不发育。局部夹厚层状砂岩，岩体较完整，质硬。岩层产状为 26° 16°。

2.2.3 高切坡的结构特征

FL0102 高切坡位于珍溪向斜的西南端，岩层产状平缓，倾向 26° ，倾角 16° 。切坡地层岩性为：滑坡堆积形成的土石混合体和残坡积粉质粘土，总厚度 10m 左右。

滑坡堆积体中块碎石成分为强风化泥岩及砂岩，粒径多为 2 - 50cm 不等，局部直径达 1.5m 左右，含量约占 40-50%；粉质粘土，浅黄夹灰绿色，多呈软塑~可塑状态，稍湿，稍密。

残坡积粉质粘土，黄褐色，稍湿 - 湿，呈可塑至硬塑状。

下伏基岩为侏罗系下统珍珠冲组薄到中厚层状泥岩，质软，易风化崩裂。

据现场踏勘及工程地质测绘，切坡后缘发育大量拉张裂缝，裂缝宽度一般 30 - 50cm。边坡南侧发育有较多羽状剪切裂缝，呈阶梯状分布。

2.2.4 高切坡的水文地质特征

(1) 地表水

调查表明，切坡坡面地表水系不发育，其前缘出口附近有一小排水沟，主要用于排泄居民生活污水及地表水，水量主要受降水控制，除此之外未发现大的冲沟、水塘等地表水体。地表水属长江水系，主要是自然降雨补给，由于场地微地貌主单斜顺向坡地形，地表水排泄条件好，在坡体呈散流状，汇入切坡底部小排水沟，汇水面积约 3000m^2 。

(2) 地下水

场区地下水按其赋存形式分为第四系孔隙水及基岩裂隙水，第四系孔隙水赋存于第四系松散介质孔隙中，主要接受大气降水的补给，切坡上部为人工填土，成分为粉质粘土夹砂岩碎块石，厚度不大，当大气降水时，大部分地表水沿着地表面迅速向斜坡东部及南北侧排泄，少部分地表水浸入地下形成孔隙水。由于下伏基岩主要为泥岩，靠近坡顶后有砂岩，基岩顶部即为粉质粘土层，粉质粘土为相对隔水层，上部孔隙水经粉质粘土层补给给下伏基岩裂隙水量有限，加之基岩裂隙不发育，排泄基准面相对较低，不利于地下水富集，故场区地下水贫乏，水文地质条件简单。

(3) 腐蚀性

该区地下水主要为 $\text{HCO}_3 \sim \text{Ca.Mg}$ 型水，PH 值为 6.92 ~ 8.75，为中性或碱性水，矿化度 0.186 ~ 0.545g/L，属于低矿化度水，总硬度 7.21 ~ 18.76 德国度，无侵蚀性 CO_2 和结晶类侵蚀，对混凝土无侵蚀性。

2.2.5 高切坡岩、土体物理力学参数

(1) 土体的物理力学性质

根据勘探揭示，该边坡上部第四系由杂填土和残坡积土组成，残坡积土以粘性土夹碎石为主。据该区域钻孔取样试验资料分析，和综合邻近场地的经验数据，提出土体的物理力学参数建议值（见表 4）。

表 4 土体的物理力学参数建议值

土的名称	地层代号	孔隙比 (e)	容重 (KN/m ³)		抗剪强度				压缩指标	
			天然	饱和	天然		饱和		压缩系数 av1-2 MPa	压缩模量 Es1-2 MPa
					c (kpa)	(°)	c (kpa)	(°)		
土夹碎石 (残坡积)	Q ^{edl}	0.56	22.1	23.1	59.0 0	22. 82	36.3 7	19.5 7	0.21	6.32
人工填土	Q ^{ml}	0.66	20.2	20.8	13.5	18	5	12	0.29	6.53

(2) 岩体物理力学性质

该高切坡的岩石主要为：泥岩和泥质砂岩，据该区域钻孔取样试验资料分析，和综合邻近场地的经验数据，提出岩体的物理力学参数建议值（见表 5）。

表 5 岩体物理力学参数建议值表

岩石名称	风化程度	密度 g/cm	抗压强度 MPa	抗剪强度		抗拉强度 (MPa)	变形模量 Eo GPa	泊松比 μ
				c (MPa)	(度)			
泥质砂岩	强风化	2.45	5	0.08	35.4	0.25	3.88	0.21
	中风化	2.49	8.71	0.36	39.7	0.73	3.89	0.2
泥岩	强风化	2.46	0.65	0.09	23	0.15	0.78	0.38
	中风化	2.53	2	0.17	30	0.69	0.95	0.33
结构面	泥岩层面			0.05-0.09	18-23			
	砂岩层面			0.13-0.25	23-32			
	砂岩裂隙面			0.1-0.15	20-26			

2.3 高切坡稳定性分析

2.3.1 已经发生的变形破坏情况

在该高切坡区域内已经发生的变形破坏主要表现在切坡前缘局部土体滑塌现象，以及切坡顶部斜坡后缘的拉裂破坏。

切坡前缘土体滑塌：

土体滑塌现象发生在高切坡的前缘靠近白果路处，由于场地开挖切坡，形成高陡临空面，斜坡土体应力发生分异，坡脚出现应力集中现象，切坡中上部的松散岩土体逐渐在切向应力及重力作用下，局部沿填土与老土接触面发生滑塌。

在前缘堆积一大的滑塌体，滑塌体宽 50 米，厚 3-7 米，滑塌后形成斜坡坡度 15-20°，在斜坡后缘还有裂缝在继续发展，裂缝最大宽度达 50 厘米，延伸长度约 65 米。滑塌物散落于坡底，主要由砂泥岩块石和粉质粘土组成，块碎石粒径最大可达 1.5m，总体呈散体结构，扇状堆积。



照片 2 坡脚滑塌堆积体

坡体后缘拉裂破坏：

由于该高切坡前缘土体的滑塌，后缘发生以沉降和滑移共同形成的拉

张裂缝，裂缝连续性较好，走向与切坡坡面平行。宽度 2~70cm 不等，在后缘靠北一带由于沉降严重，形成的裂缝宽度大，一般 30~50cm，后缘南侧地表分布有较多的羽状剪裂缝，呈阶梯状分布。主要裂缝及特征见表 6。

表 6: 主要裂缝特征一览表

编号	延伸方向	延伸长度 (m)	宽度 (cm)	肉眼可见深度 (cm)	特征描述
L1	SW-NW	65	1~5	0.5~5	此裂缝起于切坡顶部西侧，向西延伸约 25m，然后转向北，连续性好，裂缝较清楚，其内侧具有明显的下沉现象。
L2	S-NE	30	20~70	40~60	此裂缝规模大，基本沿切坡顶部后缘顺江大道条石挡墙延伸，靠近切坡一侧明显下沉，下错距离 20~40cm，充填少量建筑垃圾。
L3	SW-NE	18	3~8	0.3~2	该裂缝延伸不远，下错距离 1~2cm，微张，无充填，大部分被耕植土覆盖。
L4	SW-NE	35	2~4	0.7~2	微张，部分被覆盖，连续性较好，下错 1~2cm。
L5	S-N	15	5~8	1~10	位于切坡中部隆起部位，两壁下错明显，靠东侧下错约 10cm，充填少量粘土夹碎石颗粒，属拉张裂缝。
L6	W-E	5~10	2~4	1~3	为裂缝群，分布在切坡顶部南侧，呈羽状阶梯，雁行排列，闭合，延伸不长，属剪切裂缝。

2.3.2 预测的变形破坏模式

该高切坡为土质切坡，下伏基岩为强到中风化泥岩，产状平缓，整体较稳定。根据本次地面调查，该切坡于 2002 年形成，2003 年左右发生滑塌，后缘斜坡顶部出现裂缝，2004 年 6 月~9 月，变形加剧，部分裂缝张开度达 30~50cm 左右，向下延伸达 20~30cm，且存在继续变形的趋势。监测表明，已有裂缝在旱季无雨情况下变化较小，在雨季（暴雨或连续降雨）情况下，裂缝变形加剧。据此判断，该切坡在雨季有沿填土与原始坡面接触面发生滑移破坏和局部崩滑破坏的可能。

另外，太极百货公司拟在坡下修建职工住宅楼，将重新切坡，使该切坡坡脚形成较高的临空面，如不提前（重新切坡前）治理，在降雨时必将继续沿填土面产生滑动。

2.3.3 稳定性分析计算与评价

根据现场调查和槽探揭露，切坡上覆填土与粘土夹碎石，填土空隙率大，大气降雨入渗易沿此界面径流，软化粘土，在前缘临空的情况下，易形成潜在滑动面，故以此面作为潜在变形破坏面进行稳定性计算。计算按现状条件(切坡前)和切坡后两种情况分别给予定量分析评价。

(1) 计算方法

由于原始坡面的不平整性，滑动面和破裂面均为折线形，整体呈折线滑动，按《建筑边坡工程技术规范》(GB50330—2002)中推荐的公式5.2.3-1~5.2.3-4进行稳定性计算，安全系数取1.35。

(2) 计算参数的选取及计算工况的确定

1) 计算参数的选取

计算参数的选取主要依据室内物理力学试验、并结合相邻边坡的稳定性评价经验参数值进行反算。该土质边坡的稳定性反算工况为饱和工况，反算稳定性系数为0.98。计算参数综合取值见表8。

表8 稳定性计算岩土参数表(粉质粘土)

取值方法	天然重度 (kN/m ³)		抗剪强度			
			凝聚力 c (kpa)		内摩擦角 (°)	
	天然	饱和	天然	饱和	天然	饱和
室内试验(利用)	20.2	20.8	13.5	5	19	13.2
现场大容重测试值	22.1	23.2(经验值)			/	/
综合反算值	/	/	12	7	18	12
综合取值	22.00	23.1	12	5	18	12

2)计算工况的确定

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001),涪陵区的地震基本烈度为 度,结合边坡的工程特性和《技术要求》的规定,本次为两种工况计算:

工况一:天然状态;

工况二:饱和工况(设计工况)。

3)计算剖面的选取

选择该边坡 2~2' 工程地质纵剖面图作为计算剖面。第四系人工填土为崩滑体,填土与老土接触面上的粉质粘土底面为潜在滑动面。滑带土厚约 30~50cm,主要由软塑到流塑状粉质粘土夹约 30%的强风化泥岩、砂岩碎石组成。稳定性计算采用基于极限平衡理论的传递系数法进行。

(3)稳定性计算评价

1) 现状条件(切坡前)的稳定性计算评价

计算剖面如图 3 所示,通过边坡的稳定性计算,其计算结果见表 9。

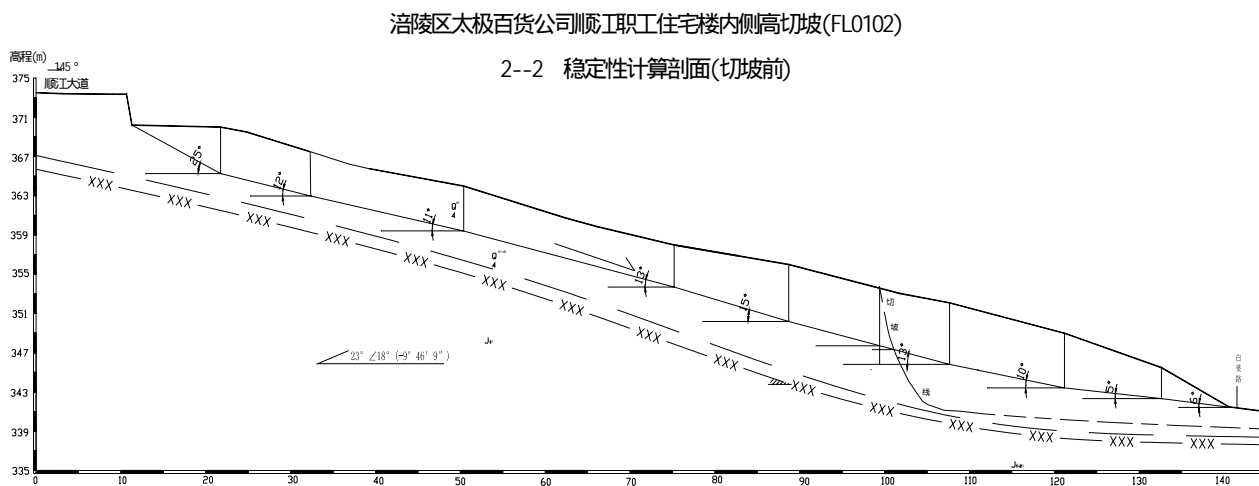


图 3 FL0102 切坡前稳定性计算条分割面图

表 9

土体稳定系数计算结果表

计算剖面	工况一	工况二
2-2'	1.95	1.13

从表 9 中可以看出,现状条件下(切坡前),在天然状态下(工况一)

稳定系数为 1.95，即天然条件下斜坡处于稳定状态；在饱和状态下（工况二）的稳定系数为 1.13，处于基本稳定状态，稳定性系数小于给定的安全系数 1.35，说明切坡前边坡在暴雨等灾害气候条件下将可能发生滑动变形破坏。

2) 切坡后的稳定性计算评价

切坡后稳定性计算剖面如图 4 所示，通过边坡的稳定性计算，其计算结果见表 10。

表 10 土体稳定系数计算结果表

计算剖面	工况一	工况二
2-2`	1.908	1.107

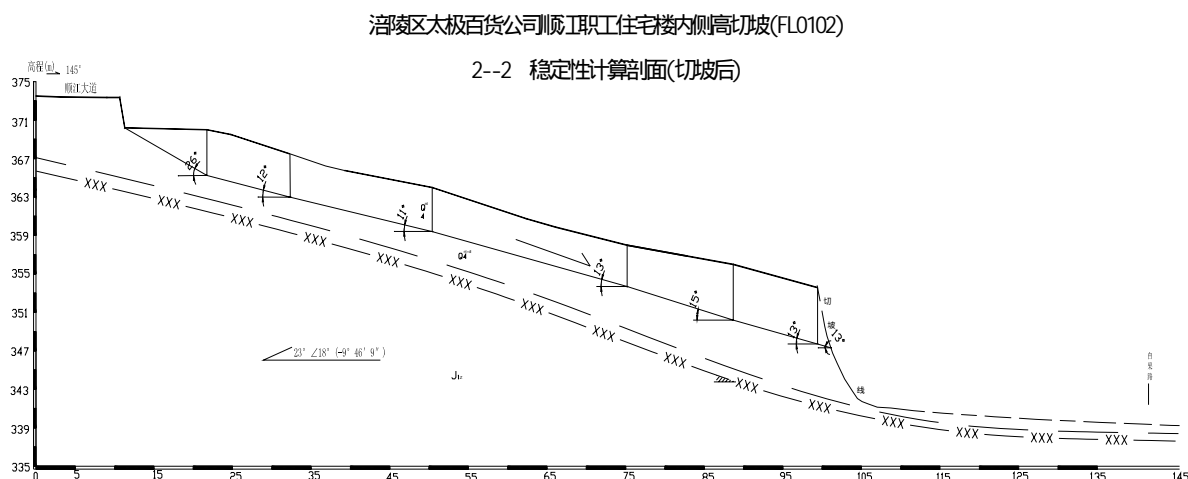


图 4 FL0102 切坡后稳定性计算条剖面图

从表 9 中可以看出，切坡后，在天然状态下（工况一）稳定系数为 1.908，即天然条件下斜坡处于稳定状态；在饱和状态下（工况二）的稳定系数为 1.107，处于基本稳定状态，稳定性系数小于给定的安全系数 1.35，说明该切坡形成后，由于前缘临空，其稳定性较切坡前降低，在暴雨等灾害气候条件下发生滑动破坏的可能性较大。因此，为了确保切坡下部公路及人民生命财产的安全，应对该边坡采取及时有效的治理措施。

(4) 推力计算

推力计算公式：

$$E_i = KW_i \sin \alpha_i + E_{i-1} - W_i \cos \alpha_i \tan \alpha_i - c_i l_i$$

根据上列公式进行土质边坡的推力计算，两种情况下的边坡推力计算结果见表 10、11。

表 10 切坡前边坡推力计算成果表

计算剖面	边坡下滑推力 (kN/m)	
	工况一	工况二
2-2'	0	590.8

表 11 切坡后边坡推力计算成果表

计算剖面	边坡下滑推力 (kN/m)	
	工况一	工况二
2-2'	0	520.3

由表 10、表 11 可以看出，在天然条件下，两种情况均处于稳定状态，边坡下滑推力为零；在暴雨条件下，两种状况均有发生滑动破坏的可能，边坡具有较大的下滑推力，且切坡前较切坡后推力更大。

2.3.4 高切坡发展变化趋势及危害性预测

(1) 高切坡发展变化趋势

该切坡为土质高切坡，由于上覆第四系填土堆填过程中，形成架空现象，结构松散，在填土与原始斜坡面间形成软弱结构面。裂缝发展和雨水下渗等诱发因素的影响，该段的第四系填土层将可能发生沿堆填前的斜坡坡面整体滑动。

(2) 高切坡危害预测

目前切坡已经出现了前缘局部崩滑现象，后缘顶部出现大量拉裂缝，且规模大。随着暴雨等诱因作用，已有崩滑的土质边坡可能发生进一步的滑移，进而使土质边坡内部应力重新调整，促使滑移区域增大，滑动将对临近住宅楼（2 幢 10 层砖混结构）及拟建建筑人员造成危害，破坏后果很严重。

2.4 高切坡防治方案建议

2.4.1 防治目标原则

- 1、对高切坡进行综合治理，做到一次治理，不留后患；
- 2、治理工程措施应充分吸取当地成功的治理经验，做到方案可行，技术可靠，经济合理；
- 3、防治工程结合城市建设规划，充分利用土地，避免重复工程，节省投资。

2.4.2 防治工程设计参数建议

边坡设计时，土体的物理力学性质指标参照表 11 选取。参照《建筑边坡工程技术规范》(GB50330~2002)的有关规定，结合本边坡的具体情况，岩土对挡墙基底摩擦系数见下表 12。

表 11 主要设计参数建议表

项目 岩土 名称	重度(kn/m ³)		抗剪强度				抗拉强度 (Kpa)		地基承载力特征值 (Kpa)	泊松比	备注
	天然	饱和	天然		饱和		天然	饱和			
			C (Kpa)	(°)	C (Kpa)	(°)					
人工填土 (块碎石土)	22.0	23.1	36.37	19.5 7	59.00	22. 82			250		粉质 粘土 抗剪 强度 为残 余剪
粉质粘土	19.5	19.9	12	18	5	12			170		
泥岩	25.5	25.6	169.2	23.2			62.0		600	0.33	
砂岩	24.9	25.2	361.8	28.6			146.0		1722	0.2	

注:表中岩体抗剪强度标准值 C 值由岩块 C 值×0.2 的折减系数×0.9 的时间效应系数确定， ϕ 值由岩块 C 值×0.8 的折减系数×0.9 的时间效应系数确定，抗拉强度由岩块，抗拉强度值×0.2 的折减系数确定。

表 12 岩石对挡墙基底摩擦系数、与锚杆的粘结强度建议值

层位	岩类	风化状态	摩擦系数
J1z2	泥质砂岩	强风化	0.45
		中风化	0.55

J1z2	泥 岩	强风化	0.40
		中风化	0.45

2.4.3 防治工程方案建议

FL0102 高切坡为土质切坡，由人工填土、残坡积碎石土组成。治理此切坡可采用二种方案。方案一，采用削坡处理；方案二，对滑坡体进行部分削坡处理后，采用桩板挡土墙进行支挡处理。

二种方案相比，方案一需要对边坡进行很大方量的开挖，开挖后的土体堆放是一个比较困难的问题，而且由于该处原为一滑坡堆积体，除非将滑坡体全部清除，否则这种无阻滑段的滑坡仍将继续产生向下的滑动，危及边坡前部建筑物及居民的安全；方案二投入的费用略高于方案一，但治理后边坡前后土地均可以利用。

综合比较之下，选定该高切坡工程防护方案为：采用桩板挡土墙进行支挡；同时作好边坡周围的截排水处理。

2.5 结论与建议

2.5.1 结论

通过本次勘察，查明了高切坡的工程地质条件及可能存在的工程地质问题。

(1) 该高切坡为土质切坡，高程自 340~375m 区间，切坡高 8-15m 左右，长约 95m，坡度 15-20° 左右。切坡面积为 1230m²，比规划减少 27m²。据勘查，该高切坡由填土和第四系残坡积土组成，其类型为 类；该边坡的拟切坡高度为 8 - 10m，失稳后危害后果很严重，安全等级为一级。

(2) 第四系填土及粉质粘土为该切坡的主要物质，分布在整个切坡区，厚度一般为 5~10 米，成分为粉质粘土夹碎块石，碎块石大小悬殊，最大者直径可达 2m。基岩为厚层的泥岩夹少量薄层泥质粉砂岩。

(3) 由于填土形成过程中具架空现象，雨水易下渗，在雨水的作用下在填土与残坡积土间构成软弱面，当切坡后，坡面临空，斜坡土体将产生滑动变形破坏，破坏后滑动带和滑体本身的一些性状要发生改变。

(4) 该切坡严重威胁着前缘移民住宅楼（约 7000 m²）市政道路（约

150m) 及 325 人的生命财产安全。

(5) 根据稳定性计算结果, 该高切坡(重新切坡后)在工况二(饱水状态)情况下稳定系数为 1.107, 边坡基本稳定, 但是达不到边坡技术规范的安全系数的要求, 因此需对切坡进行治理。

(6) 该边坡区地震基本烈度为 度, 地震加动峰值加速度为 0.05g。

2.5.2 建议

1、由于该高切坡已发生过变形破坏, 当再次切坡时, 不仅会危及施工人员生命, 而且有诱发更大规模崩滑的可能性, 给临近居民及财产带来危害, 建议治理后再进行切坡。

2、高切坡的治理应针对其变形破坏特征采取经济合理的治理方案, 对于该土质切坡, 由于切坡后将形成高陡临空面, 推力较大, 因此建议采用桩板挡土墙进行支挡, 结合排水设计方案进行治理。

3、治理工程的排水系统及支挡工程应与建筑体规划统一协调, 避免综合治理与规划建设发生矛盾, 达到建设布局合理, 整齐。

4、该切坡的治理施工前, 建议做一次专门的滑坡勘察, 进一步确定滑带的空间分布及其相应的参数, 确保施工的安全。

5、在切坡过程中及治理的运行期间宜设置必要的监测网点, 加强对高切坡的变形监测, 确保施工人员及临近居民的人民生命和财产安全。

6、在进行支挡工程设计施工时, 要加强动态管理, 发现问题及时解决。

目 录

0 前言	1
0.1 任务来源	1
0.2 高切坡概况	1
0.3 勘察工作的目的、任务	1
0.4 勘察工作评述	2
1 勘察区自然条件及地质概况	4
1.1 自然条件	4
1.2 地质概况	6
2 高切坡特征及稳定性评价	10
2.1 概述	10
2.2 高切坡地质特征	13
2.3 高切坡稳定性分析	16
2.4 高切坡防治方案建议	22
2.5 结论与建议	23
3 附图	28
3.1 工程地质图	1 张
3.2 工程地质立面图	1 张
3.3 工程地质剖面图	3 张
3.4 钻孔柱状图	6 张