

克拉玛依某研究所地区工程 地质性质及房裂分析

范恩让

(新疆石油设计院, 克拉玛依, 834000)

文 摘 本文从实地调查(包括工程水文地质及房裂分析)入手, 结合大量的室内外试验, 对克拉玛依某地区下卧岩土工程特性进行了深入研究, 指出了房裂产生的主要原因, 提出了在该地区避免建筑物开裂的主要措施。

1. 前 言

克拉玛依某研究所自1982年建成以来, 已先后有1069m²的建筑产生了不同程度的裂缝, 占总建筑面积的50.9%。为查明该地区建筑物破坏的原因, 1989年起, 我院会同天津大学、石油管道设计院等单位对该地区进行了系统的工程地质、水文地质及房裂情况调查。在房裂区共布置了27个钻孔、86个探井, 总进尺718.9m; 取扰动样104件、岩芯样110件、水样4组、载荷试验5点次、试坑浸水1点次。研究表明, 房裂主要是由膨胀岩的胀缩和碎石土的湿陷引起的。以下介绍此项工作的部分成果。

2. 房裂破坏现状

建筑物破坏程度不一, 破坏的建筑物类型也多种多样, 既有3~4层的办公楼, 也有单层厂房, 还有相当一部分鸡舍、温室、菜窖等。建筑物破坏形式有正向挠曲, 也有反向挠曲。破坏部位有山墙、纵墙、内隔墙、门窗洞附近墙体、地坪、圈梁及门廊等。裂缝形态有斜向、垂直、X型、水平裂缝等数种, 裂缝大者达15mm, 呈现出上宽下窄状, 裂缝随季节改变而有规律地变化。

3. 岩土的易溶盐及矿物分析

该研究所位于准葛尔盆地西北边缘缓坡地带, 克拉玛依市区西郊西大沟(宽约150m)东侧隆起的土坡上, 地面排水条件良好, 地表无积水现象, 同时又处于西北风口, 该区域常年处于失

水、干燥情况, 属山前冲洪积倾斜地貌中部, 主要为中生界白垩系沉积的弱胶结泥岩, 厚度达数十米, 呈棕红色、灰绿色, 泥岩裂隙发育。泥岩上为湿陷性碎石土, 厚度一般在0.5~5.5m之间。碎石土和膨胀岩的含盐量大约在3%左右, 积水处可见较厚的白色盐霜。

3.1 岩土的可溶盐分析

角砾层不同深度可溶盐含量统计如表1, 膨胀岩的可溶盐含量也基本上与碎石土相同, 只是膨胀岩的分布沿深度递减得更快些, 说明在干燥的气候条件下盐分有向地表集聚的趋势。

表1 角砾层不同深度可溶盐含量统计

取样深度(m)	1~1.5	2~2.5	3~3.5	4~4.5	5~5.5
平均含盐量(%)	0.354	0.294	0.226	0.219	0.167

可溶盐的主要阳离子为Na⁺, 主要阴离子为Cl⁻和SO₄²⁻, 属氯-硫酸盐渍土, 基本上为弱盐渍土, 仅地表1.5m左右为中等盐渍土。

3.2 水质分析

水质分析结果如表2, 从中可以看出该区域的水质为弱碱性, 具有结晶侵蚀性。

表2 水质分析结果

井号	取样深度(m)	pH值	固形物(mg/L)	阴离子(mg)			阳离子(mg)			CO ₂ (mg/L)		硬度	
				Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	K ⁺ +Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	游离	固定	全硬度	暂时
27	7.10	7.3	4823.881	1579.050	1549.768	198.193	794.466	631.260	170.240	26.406	71.456	45.501	3.248
33	7.50	7.5	16161.310	6842.550	3291.656	307.541	5198.723	430.860	243.200	30.807	110.880	40.500	5.040
69	4.10	7.4	2414.585	526.350	1063.069	116.182	457.240	200.400	109.440	8.802	41.888	19.000	1.904
81	4.50	7.5	4174.930	1100.550	1388.012	608.247	875.610	360.720	145.920	59.414	219.296	30.000	9.968

3.3 岩土矿物分析

(1) 图1为小于2 μm粒组的x射线衍射分析谱, 分析结果表明, 样品的粘土矿物主要由

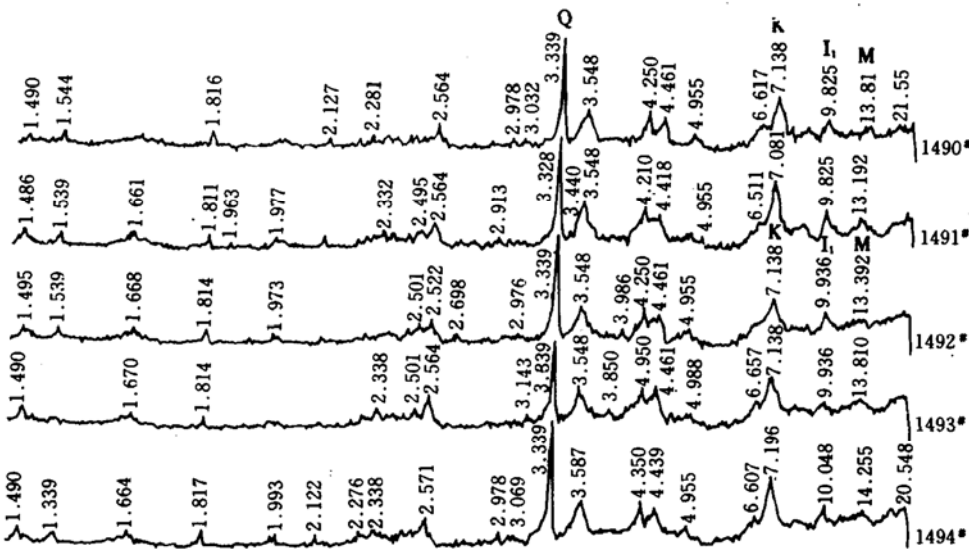


图 1 小于2 μm粒级的x射线衍射分析谱

高岭石(K)、伊利石(I)、蒙脱石(M)、石英(Q)所组成。表3为粘土矿物(x射线衍射)含量的统计结果。可以看出高岭石最多, 伊利石次之, 再次为蒙脱石。且具有伊利石-蒙脱石混合层矿物的特点。说明了泥岩在成岩过程中出现了蒙脱石向伊利石转化的现象。

表3

粘土矿物(x射线衍射)含量的统计数据

取样深度 (m)	伊利石-蒙脱石混层矿物 (%)	伊利石 (%)	高岭石 (%)	绿泥石 (%)
4.00~10.50	34.00	16.50	43.30	12.50
11.00~19.00	34.70	14.30	48.30	12.00

(2) 图2为小于 $2\mu\text{m}$ 粒组的差热分析曲线, 从发育的 $262^\circ\text{C}\sim 565^\circ\text{C}$ 不对称中温吸热后的分布可以看出, 其主要粘土矿物为高岭石。根据较发育的低温吸热后肩部较宽的特点, 亦可以看出此泥岩中尚分布有伊利石与蒙脱石的混层矿物。

(3) 从扫描电子显微镜观察所得照片来看, 其主要组成物质为等轴状的高岭石颗粒(其粒径为 $1\sim 2.5\mu\text{m}$), 其中也伴生有不少的伊利石-蒙脱石的不规则混层矿物(以伊利石为主), 其形态介于伊利石和蒙脱石的过渡类型。高岭石为游离 Fe_2O_3 胶结现象, 结构主要为面-面迭片结构、层状定向结构、蜂窝状结构和边面搭接的架空结构。

(4) 图3为红色泥岩的能谱分析结果。可以看出泥岩中含有较多的游离 Fe_2O_3 胶结物, 能谱中钾的分布是泥岩中含有伊利石的反映, Ca的分布是泥岩中 CaCO_3 的反映。

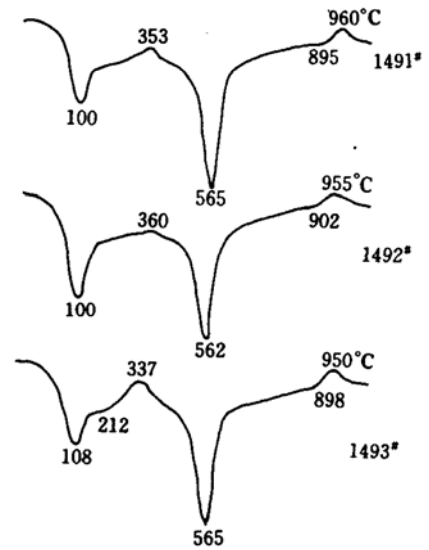
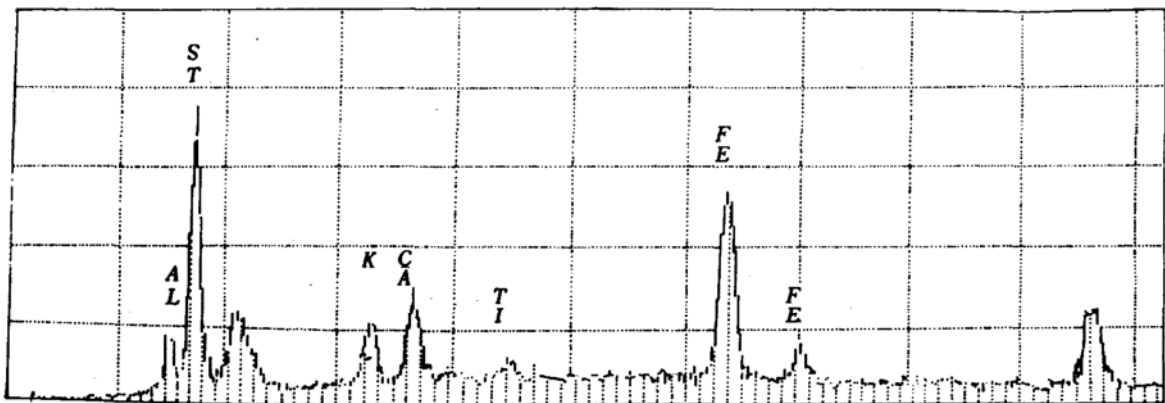
图2 小于 $2\mu\text{m}$ 的差热分析曲线

图3 红色泥岩能谱分析结果

4. 岩土胀缩性

4.1 胀缩性指标

为了定性定量评价该地区膨胀岩的胀缩性, 进行了室内胀缩性指标的试验分析。通过统计分析, 各层岩土的主要胀缩性指标如表4。

表4 各层岩土的主要膨胀性指标

岩土类别	自由膨胀率 δ_{ef} (%)	50kPa下膨 胀率 δ_{e50} (%)	膨胀力 p_e (kPa)	胶结系数	比表面积 (m^2/g)	交换量 ($mg-mol$)/ 100g	$e \cdot s \cdot p$ (%)	备注
强风化泥岩	46	0.80	127	1.21	100.99	14.29	23.23	1.5m处样品
中等风化泥岩	57	0.85	173	1.68	87.76	14.70	22.62	3.0m处样品
微风化泥岩	52	1.34	102	1.30	113.73	15.83	22.53	5.5m处样品

4.2 现场浸水载荷试验

图4、图5为点I和点II的二次现场浸水载荷试验成果, 可以看出: ①该地区泥岩虽然裂隙发育, 但浸水后地基的承载力较高, 为325~400kPa; ②该地区泥岩膨胀比较迅速, 在第一个观测周期内已完成全部膨胀量的70%~80%, 到第四个周期(即浸水12天)膨胀基本稳定。

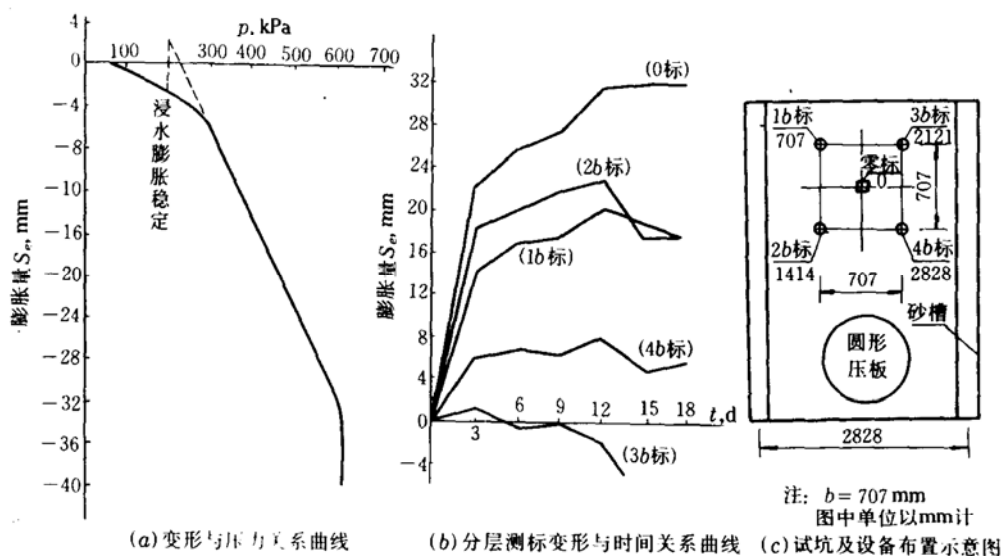


图4 现场浸水载荷试验成果(点I)

4.3 风化泥岩的物理性质指标

从表5可以看出, 在天然状态下地基含水量在12.5%~14.7%之间, 孔隙比较小, 说明此种泥岩较致密。尽管液限有一部分低于40%, 但膨胀岩与膨胀土在性质上有所不同。一般

认为当膨胀岩的液限大于30%时, 就应考虑其膨胀性^[1], 因此该地区的泥岩应属于膨胀岩的范畴。

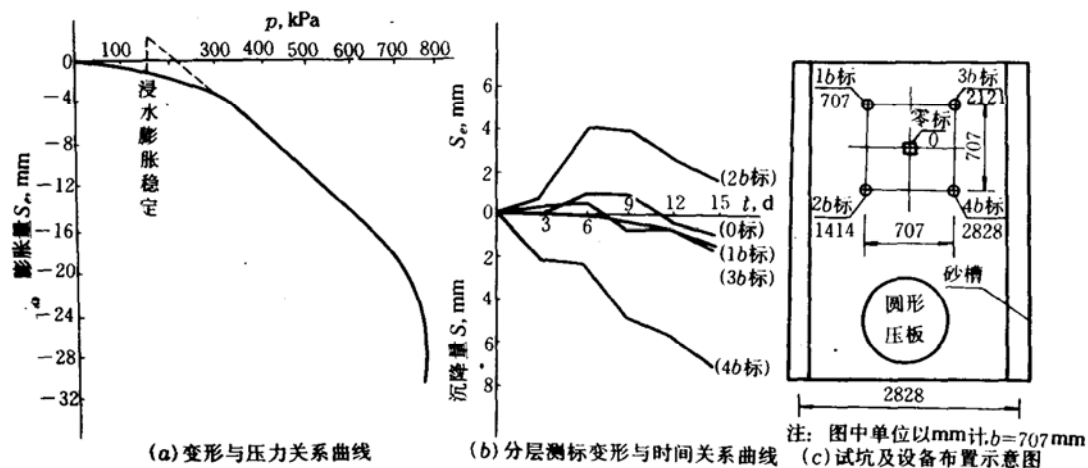


图5 现场浸水荷载试验成果(点II)

表5

风化泥岩的物理性质指标

岩土类别	比重 G	天然含水量 w (%)	容重		孔隙比 e	液限 w_L (%)	塑性指数 I_p
			γ (kN/m^3)	γ_s (kN/m^3)			
强风化泥岩	2.74	12.7	22.7	20.1	0.359	37.8	19.6
中等风化泥岩	2.76	12.5	22.9	20.4	0.355	41.4	21.6
微风化泥岩	2.75	14.7	22.8	19.9	0.384	42.9	21.9

4.4 岩土的可湿陷性

为了判定盐渍土的可湿陷性, 在该研究所北面进行了现场试坑浸水试验, 实测盐渍土的自重湿陷量, 观测标深度分别为0, 1, 2, 3, 4, 5m。图6、表6为试坑浸水试验结果。可以看出: ①中心标(0标)的湿陷量为16.268mm, 表明该场地的湿陷量较大, 对建筑物可造成危害, 属于非自重湿陷场地; ②无论土分析结果还是湿陷量的实测都表明: 该场地盐渍土地表1.5m内含盐量较大, 往下显著减小。

表6

各观测标湿陷量

时间 (d)	湿陷量(mm)						备 注
	0	1m	2m	3m	4m	5m	
3	6.904	1.117	-0.278	3.844	1.224	-0.367	负值表示膨胀变形
6	11.578	1.237	-0.288	3.651	0.804	-2.244	
9	16.211		0.016	6.024	1.467	-4.854	
15	16.268				1.091	-6.304	

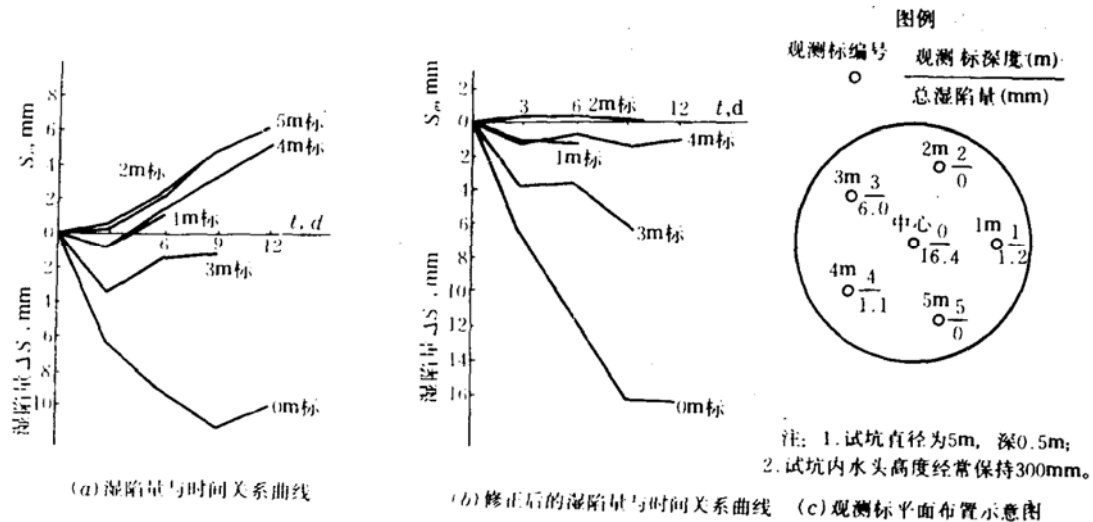


图6 试坑浸水试验成果

5. 房裂原因分析

5.1 工程地质及水文地质原因

(1) 泥岩中含有相当多的伊利石, 而伊利石矿物粒径小, 比表面积大, 有一定的阳离子交换能力, 此泥岩中又富含 Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} 。因此, 在矿物周围形成扩散的双电层, 双电层的厚度随介质的物理化学条件(pH值、电解质浓度、土的天然含水量等)而变, 从而赋予该泥岩胀缩性^[2]。另外, 该新鲜泥岩经暴晒后具有浸水后很快崩解泥化的性质, 这也反映了一般膨胀土的性质^[3]。

(2) 克拉玛依的膨胀岩与一般地区的膨胀岩土的最大区别在于其易溶盐含量高(一般大约3%左右), 地下水有结晶侵蚀性。易溶盐的大量存在, 一方面会影响膨胀岩的胀缩性, 另一方面盐渍土本身的失水、吸水也会伴随胀缩湿陷的发生。

(3) 该研究所地区膨胀岩岩面起伏不平, 有积水条件, 岩面上有含盐量很大的碎石土。建筑物基础一般如图7所示。这样, 当遇水时碎石土湿陷, 泥岩膨胀, 不均匀膨胀急剧增加, 引起房裂发生。

(4) 由于干旱与潮湿季节的交替, 温度的骤变引起膨胀岩土含水量的变化^[4], 导致季节性胀缩。观察表明: 每年气温变化大时(秋冬之交、冬春之交)和积雪溶化、雨水多时, 房屋的裂缝变化明显。

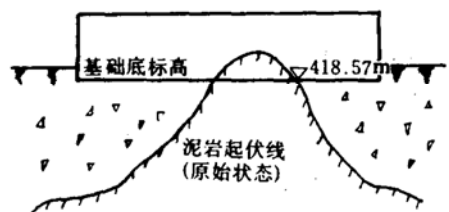


图7 建筑物基础位置图

5.2 建筑结构原因

该研究所的建筑物一般都是砖混结构, 建筑物的长高比一般大于2.4, 基础为片石基础, 建筑材料为一般的普通材料, 基础埋深通常在1.2~1.8m之间, 以1.5m深为多。由于工程上马急, 对该区域的工程地质未做勘察, 虽然部分建筑物在砌筑前作了回填戈壁土等措施, 但回填土质及夯实程度未做严格控制, 回填土的厚度依据不充分, 膨胀土上预留的戈壁土厚

薄不一及场地各处含水量不同等原因,造成了部分建筑物裂缝仍在发展变化。图8和表7为沉降观测结果。

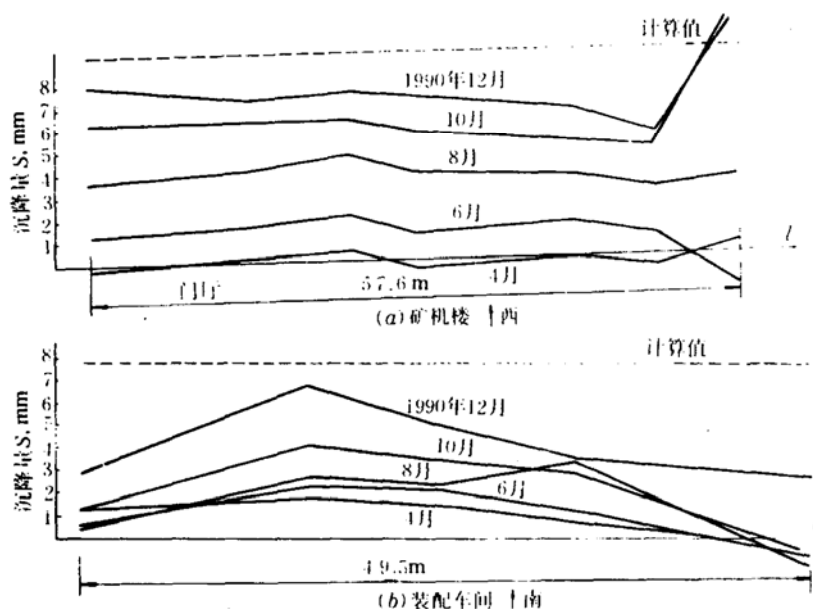


图8 矿机楼及装配车间沉降发展趋势(虚线为计算值)

表7

沉降观测统计表

建筑物		锅炉房	库房 (I)	库房 (II)	车间 (I)	车间 (II)	车库 (I)	车库 (II)	化验楼	泥浆楼	工艺楼	食堂
沉降量 (mm)	最大值	2.6	3.5	0.0	7.4	7.0	2.4	9.6	3.2	17.2	10.0	3.0
	最小值	-2.4	2.2	-0.5	2.6	2.3	-2.1	-1.1	-7.1	-0.2	-7.4	-0.3
	平均值	0.51	1.56	-0.15	4.63	5.06	0.10	4.12	-1.91	7.01	3.22	0.74
地表沉降趋势		最大值(mm)			最小值(mm)			总升降量(mm)				
		12.1			-10.5			0.28				

注:表中负值表示下沉,表中平均值、地表沉降趋势值是从整体资料中统计而来的。

5.3 人类活动

生活用水及绿化灌溉用水的大量渗入是地下水的来源,尤其是在极干旱的克拉玛依,生活用水及灌溉用水的大量渗入,并在建筑物下积聚形成局部胀缩或一边胀另一边缩的情况,这是造成建筑物破坏的又一原因。调查表明,用水较多的矿机楼周围,加工车间附近及鸡舍、温室、菜窖处,也正是房裂集中地带。

6. 几点建议

通过对场地房裂调查,结合岩土的工程性质,特提出以下几点建议。

(1) 建筑物基础不宜同时放在湿陷性碎石土和膨胀岩土上。

(2) 避免局部的水源或热源的改变, 不要将绿化用水、生活用水等大量排入(渗入)地基, 以确保岩土工程环境前后的一致性。

(3) 改变结构形式(包括体型), 基础型式(包括增加基础埋深), 使建筑物具有抵抗或适应地基不均匀变形的能力。

参 考 文 献

1. 彭达天. 我国膨胀土工程类型的探讨. 工程勘察, 1987, (1): 1.
2. 高国瑞. 膨胀土微结构特性的研究. 工程勘察, 1981, (5).
3. 施斌, 李生林. 击实膨胀土微结构与工程特性的关系. 岩土工程学报, 1988, 10(6): 80.
4. E A 索洛昌著. 膨胀土上建筑物的设计与施工. 徐祖森等译. 1982.

Engineering Geology Characteristics and Analysis of Structure Fracture in Kelamayi Region

Fan En-rang

(Xinjiang Oil-field Design Institute)

Abstract Investigation on engineering geology, hydrogeology and conditions of structure fracture; large amount of laboratory and field experiments, the engineering characteristics of the subsoil in Kelamayi region are studied. Main reason for structure fracture was explained, preventive measures for the fracture of buildings in this region are suggested.