

安徽省中部地区膨胀土的胀缩特性研究

安徽省中部（是指合肥市区、肥西县、长丰县、肥东县、定远、全椒、滁州、居巢区的部分）的膨胀土主要分布长江与淮河的分水岭地带，属弱—中等膨胀潜势。膨胀土分布面积约占全区总面积的 65% 左右，其不仅对民用建筑产生危害，而且对一些重要工程也产生了较严重的危害。

1 膨胀土分布的地质环境条件

1.1 膨胀土分布的地形地貌条件

安徽省中部的膨胀土分布于江淮波状平原区，组成的微地貌形态为一、二级阶地及岗地，分布标高为 11~56m，相对高度为 3~10m。阶地面较平坦，从分水岭向南北两侧呈微倾斜，倾斜坡度为 1° ~ 5° 。

由于后期强烈的剥蚀作用，一、二级阶地及岗丘地形的形态已不十分完整，且多呈条带状及指状分布，局部呈弧丘状。

1.2 膨胀土的地层岩性条件

安徽省中部的膨胀土由第四系上更新统粘性土组成，成因为冲积及残坡积。岩性为：

上部为棕色亚粘土，硬塑，含铁、锰薄膜，并多含铁锰质结核层，该层柱状裂隙较发育，节理面光滑，裂隙在干燥条件下的下为开启状，并多见有擦痕，厚度 1~3m。

中部为棕黄及黄色粘土、粉质粘土，含铁、锰质结核，硬塑，柱状裂隙发育一般，裂隙多呈闭合状，裂隙面光滑，厚度 3~5m。

下部为棕红色粘土，含灰白色铝质条带，硬塑，柱状节理不发育，厚 5~25m。

膨胀土的颗粒组分，小于 $5\mu\text{m}$ 的含量为 40%~60%，小于 $2\mu\text{m}$ 的含量在 40%~53%，区内土的颗粒组分有阶地区较细、岗地区稍粗的特点。由于区内膨胀土颗粒较细，土的比表面积大，因此，塑性含水量变化范围较大，塑性也较强。

1.3 膨胀土分布的地质构造条件

膨胀土分布的东部区为浮槎山复向斜及南将军背斜（全椒、滁州、居巢区的部分），二者轴向均为 NE 向，前者核部为上太古界浮槎山组黑云斜长片麻岩，翼部为大横山组及双山组角闪斜长片麻岩；后者核部为中元古界北将军组千枚岩、变质粉砂岩，翼部为西冷组变流纹岩、变流纹质凝灰岩，这一地区膨胀土由于受母岩的影响，厚度相对较薄，一般为 3~6m，最大可达 10m。

西部区为合肥盆地（合肥市区、肥西县、长丰县、肥东县、定远），合肥盆地地处于江淮台隆和北淮阳地槽褶皱带之上，主要形成于燕山期，燕山晚期则逐步分化、解体而进入新的发展过程，盆地内堆积了一套陆相的泥质砂岩、粉砂岩、砂砾岩等，因而在盆地内分布的膨胀土厚度相对比较大，一般在 10~20，大者可达 30m。同时，由于该盆地内土体矿物组分及化学组份均继承了母岩的特点，因而石英的含量明显低于东部区；而蒙脱石、伊利石、长石、高岭石的组份略高于东部，因而，合肥盆地区膨胀土的强度比东部地区稍大。

1.4 水文地质条件

膨胀土分布区，水文地质条件简单。含水层岩性为粘土、粉质粘土，其富水性差，单水涌水量一般小于 $5\text{m}^3/\text{d}$ ，水位埋深东部区在 3~5m，西部稍深，在 7~10m。地下水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{—Ca}$ 型及 $\text{HCO}_3\text{—Ca.Na}$ 型，矿化度为 0.12~0.35g/l。地下水流向由分水岭向南北两侧。

1.5 大气影响深度

大气影响深度是指自然气候作用下，由降水、蒸发、地湿等因素引起土体变形的有效深度，也就是说膨胀土的胀缩变形主要产生在离地表一定深度内，根据计算结果 $[\psi_w = 1.152 - 0.726\alpha]$ （当地 9 月至次年 2 月的蒸发力之和与全年蒸发力之比） $-0.00107C$ （全年

中干燥度大于 1.0 的月份蒸发力与降水量差值之和 (mm)。合肥市区及其附近大气影响深度为 3.5m, 大气影响急剧深度为 1.6m。

2 膨胀土的工程地质特征

2.1 膨胀土的矿物组分及化学组分

2.1.1 膨胀土的矿物组分

区内膨胀土的矿物组分继承了母岩(石英为 15%, 长石 20%, 岩屑 50%, 胶结物 10%, 杂基 5%)的基本特征, 其在湿热气候条件下经过动水或静水的侵蚀、堆积, 形成了一套富含蒙脱石和伊利石矿物的粘性土。矿物含量石英为 30%~47%, 蒙脱石 15%~30%, 伊利石 10%~22%, 长石 3%~12%, 高岭石 2%~9%, 矿物组分的含量西部与东部区存在一定的差异性。土体结构复杂, 为骨架结构, 单体矿物无定向排列, 少数具基质结构, 镜下积聚体内部排列紧密。由于蒙脱石、伊利石的矿物结构和水力性质, 使得其含量大小直接影响到土体胀缩程度的大小, 根据研究成果表明: 区内有效蒙脱石的含量大于 12%、伊利石含量大于 10% 时, 随着二者含量的增加, 膨胀土的膨胀潜势呈现增大的态势。

2.1.2 膨胀土的化学组分

化学组分 SiO_2 含量为 58.0%~64.15%, Al_2O_3 为 9.68%~18.16%, Fe_2O_3 为 3.35%~8.10%, TiO_2 为 0.50%~0.77%, Mg_2O 为 0.35%~0.72%, K_2O 为 1.10%~1.60%, Na_2O 为 0.31%~0.49%, CaO 为 0.02%~0.20%, $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 2.90%~7.90%。化学组分也在一定程度上佐证了区内膨胀土的胀缩特性与矿物组分的含量变化关系具有一定的相关性。

2.2 膨胀土的物理力学特征

膨胀土的天然含水量(W)为 26.7%~39.0%, 容重 19.7~20.1kN/m³, 比重 2.74, 孔隙比 0.69~0.92, 液限 49.0%, 塑限 29.0%, 塑性指数 20.0, 液性指数 0.16, 残余内摩擦角(ϕ)为 15.9°~31.0°, 粘聚力(Cr)为 3.0~13.0kPa。

在垂向上: 深 1~5m, 膨胀土的天然含水量为 30.7~39.0%, 深部变低, 为 26.7%~30.0%, 远远小于塑限含水量。在水平方向上: 随着膨胀土分布的构造部位及地貌部位的不同, 膨胀土的天然含水量也存在一定的差异性(主要是指 1~5m), 即东部区膨胀土的天然含水量略偏高(34.0%~9.0%); 而同一构造部位区膨胀土分布的微地貌形态不同, 其天然含水量也有所差异, 如一、二级阶地区土体的天然含水量偏高(34.5%~39.0%), 岗地区土体的天然含水量偏低(30.7%~36.0%)。

有关实验结果表明, 土的含水量不同, 其膨胀率亦不同, 土的起始含水量愈低, 膨胀性愈强, 反之膨胀性愈低。土的含水量不同, 收缩率也明显不同, 土的天然含水量减少至缩限时, 收缩率程直线上升, 因此, 也就形成区域上膨胀土的强度存在一定的差异性。

2.3 膨胀土的胀缩特征

膨胀土的自由膨胀率Fs为 40.0%~69.1% ($\text{Fs} \geq 40\%$), 液限 45%~49% ($\text{WL} \geq 40\%$) (表 1)。

属弱—中等膨胀潜势, 地域分布上: 西部区的膨胀土为弱—中等膨胀潜势, 东部区的膨胀土为弱膨胀潜势。膨胀土的膨胀力为 $4.1 \times 10^4 \sim 8.5 \times 10^4 \text{Pa}$, 线缩率为 4%~9%, 体缩率为 10%~21%, 收缩系数为 0.85~1.20, 膨胀总率为 3%~5%。区内膨胀土的胀缩特性与土的物理性质(粘粒百分含量A, 液限含水量WL)呈线性相关: $\text{FS}=2.84\text{WL}-54.2$, $\text{FS}=1.53\text{A}-6.12$, 如图 1 所示。相关系数均大于 83%, 粘粒含量越高则自由膨胀率愈大, 反之, 就越低。另外, 在区域内的采样及研究过程中发现: 当土体中含有粉砂颗粒及铁锰结核时(东部区的残坡积层内), 膨胀土的性能减弱, 这也是区内膨胀土危害在浅表层较强的主要原因。

综上所述, 安徽省中部膨胀土的粘土矿物以蒙脱石、伊利石、高岭土为主, 这些矿物组分具有很强的亲水性, 即土体中矿物的相关矿物遇水膨胀, 因而, 当含水量发生变化时, 易

引起岩土 的体积变化，即膨胀或收缩，从而形成对工程构筑物的破坏，如对工业及民用建筑、公路的变形危害等，但其反映在东、西部存在一定的差异性。由而可知：膨胀土粘土矿物（蒙脱石、伊利石、高岭土）及其含量是影响和控制膨胀土不良工程地质性质的主导因素。

表 1 膨胀土胀缩性指标统计表

样号	地理位置	构造部位	地貌部位	体缩（%）	最大膨胀量（%）	收缩系数（%）	膨胀总率（%）	自由膨胀率 Fs（%）	膨胀潜势
01	肥西县农兴	合肥盆地	岗地	16.5				58.0	弱
02	长丰县吴三镇		阶地	20.2	6.26	1.20	5	65.0	中等
03	肥东县众兴		阶地	11.2			4.5	69.1	中等
04	合肥开发区		阶地	10.21	2.27	0.85	3.0	61.5	中等
05	合肥市火车站		阶地					40.0	弱
06	居巢区田家店	背斜及复向斜	阶地					59.5	弱
07	滁州市寺后村		阶地					45.0	弱
08	居巢区新兴庙		岗地					40.0	弱

膨胀土目前已对房屋（开裂变形）、公路（路基涨鼓及路面开裂）、公路及路堤（滑塌）、干渠（滑坡）四种工程设施产生危害。

3.1 膨胀土对民用及工业建筑的破坏

安徽省中部房屋开裂多处可见，且以西部区的合肥、肥西、长丰、肥东最为严重，产生开裂的建筑物主要是三层以下的低层建筑物，并且以平房最为严重，开裂房屋的时间也不相同，但开裂的形式相同，一般在窗台和门的上方出现裂缝。裂缝的宽度从上至下逐渐消失，主要沿砖缝开裂。裂缝的总体特征是，纵墙的水平裂缝多发生在窗台下及门框的拐角处；竖向裂缝多出现在墙体的中部，且上宽下窄；角端的斜向裂缝，多呈倒八字型，并伴有一定的水平位移，而且以角端的斜向裂缝最为发育。如肥东县石塘镇军黄村的一些民房（平房军黄 23、军黄 24、军黄 26）开裂较严重，裂缝多分布于房门及窗户两侧，裂缝呈倒‘八’字型，裂缝一般长 50~50cm，最长可达 150cm，裂缝宽 0.1~1cm。这些房屋建于 20 世纪 90 年代初期，房屋开裂以军黄 24 最为严重，而军黄 23、军黄 26 均产生 3 条裂缝，危害稍轻。合肥市区、巢湖市栏杆乡上洪村、全椒县小集乡、马庵乡等地也存在房屋开裂的情况，裂缝的特征基本类同。但其危害强弱不一，为了了解膨胀土的危害规律，选择了不同区段、不同地貌部位的民房进行调查（调查中为了对比分析，在不同地段选居住在一起的 10—15 户平房为研究对象）统计，结果表明：西部合肥市区、长丰、肥东、肥西的民房开裂较严重，其中以阶区的民房开裂最严重，岗地区稍轻；东部的居巢、全椒等地房屋开裂稍轻（表 2）。

另外，膨胀土对民房的破坏，主要为 1~3 层建筑物，这其中以 1、2 层房屋开裂变形最严重，3 层其次，而且开裂的房屋主要为农村区，而城镇区的房屋开裂相对不多。这主要是因为农村区低层建筑物的基础设置均较浅，基础位于上层滞水和裂隙水的变化范围之内，因

此，常造成小范围内的土层含水量及重力密度不均匀，并且受外界因素的影响较大，易产生膨胀、缩、为此说浅表往往是膨胀土变形破坏最严重的地段。

3.2 膨胀土对公路的破坏

膨胀土对公路的危害，区内也有所存在，如 312 国道（肥东段）及部分县级公路均存在不同程度的开裂及鼓起现象，而危害最严重的是合（肥）—宁（南京）高速公路（肥东段），长度约 10km。由于建设较早，加之，当时有关部门对此灾害的认识不足（对膨胀土没有进行处理），结果部分段的混凝土路面已出现开裂，破碎现象，致使高速公路的正常运行受到一定程度的影响。目前，不得不进行维修。

膨胀土对公路的另一种破坏，是对路堤基床的危害，因为 1~2m 的高度范围内，路堤基床表面的胀缩作用较为明显，在旱季常形成纵向裂缝，雨季降雨则沿裂缝入渗，浅表含水量的增加，易再成路堤滑塌的产生，而影响路堤的稳定。

表 2 建筑物开裂情况统计表

地理位置	建筑物	部 位		开裂户数（户） /调查户数（户）	比例 （%）	分 级 变 形 量 Se(mm)
		构 造	微 地 貌			
肥西县农兴	平房	合肥盆地	岗地	3/10	30.0	3~5
肥西县官亭	二 楼 房 屋、平房		岗地	4/10	40.0	3~8
肥西县上派			二级阶地	7/10	70.0	8~15
长丰县下塘	平房		二级阶地	8/12	66.7	5~12
肥东县下塘	平房		二级阶地	5/10	50.0	10~25
合肥市郊	二层楼房 及平房		一、二级阶 地	5/10	50.0	6~10
居巢区栏杆		背斜与复 向斜	岗地	4/10	40.0	3~8
全椒县奈王			二级阶地	6/10	60.0	5~10
滁州市黄圩			二级阶地	4/10	40.0	5~10

3.3 膨胀土对干渠的淤塞破坏

膨胀土灾害对边坡的危害，主要分布在一些人工开挖边坡处，如人工渠、取土坑等，由于土体胀缩的影响，加之柱状节理的发育，在降水等因素的诱发下，滑坡多见，往往再成渠道及道路的堵塞。这其中以渠道边坡危害最为严重。因此，安徽省中部地区水资源贫乏，所以不得不修渠从区外调水，如主要的干渠有瓦东干渠、淠史杭灌渠、驷马山灌渠等，这些灌渠存在较多的高切坡地段（10m 以上），渠道的开挖，在一定程度上改变了土体的原始受力状况，再加之渠道的季节性通水，结果使渠道始终处于浸湿于干燥的往复变化过程中，而土体则也随着含水量的变化发生无规则的膨胀或收缩作用，从而产生大量的裂隙，这些裂隙具有上大下小的楔形特征，当地表水（降水、渠水）进入土体后，会加剧边坡的不稳定程度，而引发滑坡，造成渠道的淤塞，这些作用的往复进行，则使边坡始终处于不稳定状态。

通过对区内干渠的调查结果表明，膨胀土危害最严重的区段为长丰，次为肥东及肥西，特征是切坡大于 5m 地段基本都存在变形问题，其中切坡段产生变形的比率为：长丰占切坡总数的 53%；肥东占 49%，肥西占 45%。规模均在 300~2000m³。此外，切坡大于 10m 的，由于受地下水的影响，更易于膨胀土的膨胀与收缩作用而产生滑坡，因为，膨胀土在复杂应力条件下浸水，可以产生不同的三向应变，有的经历某一方向上先胀后缩的过程，而有的只产生单调膨胀或收缩。这些地段，切坡产生变形的比率近 100%。

3.4 膨胀土对各类切坡的破坏

膨胀土是一种外部环境变化较不稳定的一种土体，由于该土体所具有的膨胀特性，在一些取土坑部位及工程建设的切坡部位，往往造成边坡不稳定而产生滑坡体，由于土体的开挖暴露，易于水分的入渗，使土体中的蒙脱石、伊利石吸收水分产生膨胀，土体抗剪强度降低，有利于边坡的变形和失稳。

而膨胀土的裂隙发育，更容易加剧对切坡的破坏强度，前已述及，区内裂隙发育深度一般为 1~3m，最深者达 5m（区内切坡一般均在 5m 左右，部分切坡大于 10m），当人工切坡存在时，使土体直接裸露，裂隙发生和发展的速度加快（收缩），在干燥的情况下，新切坡段因裂隙的发育使坡体较破碎；当地表水作用时（降雨），易于水分快速入渗，使土体产生急剧膨胀，坡体向不稳定方向发展而产生滑动。

由此可见，人工切坡段膨胀土的胀缩作用特性往往会有所增强，因而，易加剧边坡的不稳而产生滑坡，而区内 65%的切坡段均存在边坡不稳定现象，产生滑坡也多见，一些切坡段滑坡多次产生，特别是 3~8m 的切坡，滑坡产生的规模及危险性最大，滑坡的规模一般为 50~500m³，分布的区域主要为东部区，分布的地貌部位见表 3。

另外，由于膨胀土体的柱状节理发育，因此，在地表水高、低水位波动等因素的综合作用下，更易于边坡的不稳而诱发滑坡的产生，而这些滑坡的滑动面均较陡，滑坡面多呈台阶状。

而其它地段的一些人工切坡部位，边坡的不稳定情况也基本类同，只不过是受地表水的影响程度弱一些而已。因而，危害程度也相对弱一些。

表 3 滑坡特征统计表

滑坡编号	地理位置	滑 坡 特 征	滑坡规模（m ³ ）	产生的地貌部分
D07	肥东	切坡高度为 5m，滑坡多次产生，滑动面较陡，边坡仍不稳定，滑坡产生的危险性较大。	50~100	岗地
D10	居巢	切坡高度为 4.5m，滑动面较陡，产生 2 处滑坡，边坡目前仍未稳定，滑坡产生的危险性依然存在。	100~200	岗地
D11	全椒	切坡高度为 6.4m，产生多处滑坡，目前，边坡仍处于不稳定状态。	100~300	二级阶地
D12	全椒	切坡高度为 5.1m，滑动面较陡，边坡仍处于不稳定状态，滑坡产生的危险性较大。	150	二级阶地
D13	全椒	切坡高度为 6.0m，滑动面较陡，滑坡产生的危险性依然存在。	50~100	二级阶地
D15	滁州	切坡高度为 10.0m，滑坡三次产生，并有多次滑动的痕迹，目前，边坡仍处于不稳定状态。	300~500	二级阶地
D16	滁州	切坡高度为 8.1m，滑动面较陡，滑坡仍在活动，边坡仍处于不稳定状态。	50~100	二级阶地
D18	滁州	切坡高度为 3.75m，滑动面较陡，滑坡产生的危险性依然存在。	150	一级阶地

4. 控制膨胀土危害的外界因素

膨胀土具有吸水膨胀、失水收缩、再吸水再膨胀的变形特性，这种收缩与变形的往复过程，是膨胀土的重要属性，因此，土体中含水量的变化、裂隙的发育程度是膨胀土危害强弱差异性较大的两个重要条件，也就是说在裂隙较发育的地段，如果地下水位较浅、或易受

地表水的影响，其膨胀土的危害较大，反之，危害则较弱。

4.1 气候条件对工程构筑物的破坏程度分析

区内气候特征是年蒸发量大于年降水量，多年平均蒸发量为 1459.4mm,多年平均降水量为 989.3mm,降水量在全年分配极为不均，5~8 月降水量最大，约占全年的 55%~60%，8~10 月降水量较小，往往表现为秋季为秋旱的特征。为此，区内在秋季，多是降水由充沛转为干旱的急剧变化期，在这一期间房屋开裂及边坡失稳多发，这充分反映出在多雨期受水膨胀、干旱期失水收缩的季节性变化规律。而膨胀土这一规律的外在因素也是土体含水量的变化所致。

本区的气候条件，使土的天然含水量多在塑限上下波动，采用浅基础的房屋，随着气候的变化，地基基础产生变形变化（图 2），这一观测结果表明，4~8 月下降，其他时间上升，上升和下降的数量大致相等。而合肥在大旱年份，地基的变形值最大。^{(1)些}

膨胀土含水量变化带的深度，主要随气候条件而定，大旱之年的深度增大，一般年份和丰水年份深度减弱。

4.2 膨胀土变形破坏与地形地貌的关系分析

阶地、岗地的边坡及人工切坡部位，植被覆盖少，易使建筑物破坏或边坡失稳。因为，边坡部位无水时易于蒸发失水、干燥收缩；而降水时更易于接收水分快速膨胀，膨胀—收缩—膨胀，如此往复进行，从而对工程建筑物或边坡产生严重的破坏。如肥东、肥西、全椒等一些地段房屋的开裂要严重的多。

岗地及阶地的边缘部位，是土体的含水量易于侧向散失的特定地貌部位，天气干旱时，地基上由于地形平坦部位的膨胀土，虽有较强的膨胀潜势，但由于地基的含水量变化不大，因而，这些地段的民用建筑破坏强度较弱。这些均在一定程度上说明膨胀土变形破坏与地形地貌的关系较为密切。

4.3 地表水体对工程构筑物的破坏程度分析

近河床及水塘的边缘地段，由于膨胀土体直接与地表水体相连，高、低水位的变化使土体获得或失去水分，造成土体的快速膨胀或者收缩变化，从而，对建筑物及边坡的稳定性产生较强的破坏作用。如肥东县石塘镇水泥建材厂的一栋平房，位于水塘边，后墙距水塘仅 1.0m，水塘位距地表约 50cm，该房屋因膨胀土体的作用，对房屋产生较严重的破坏，房屋开裂部位位于紧靠水塘的一侧，裂缝从房顶一直贯通到房基，裂缝宽 2~4cm，开裂已使该栋房屋成为危房。

从区内目前的调查结果看，危害相对较重的房屋或边坡大部分位于水塘附近、或地表水易汇集的部位，所以说，当工程构筑物附近有水源存在时，往往会大膨胀土的胀缩变形程度。

4.4 人工回填的膨胀土对工程构筑物的破坏程度分析

人工回填的膨胀土地段，易造成相关的灾害，因为回填后的膨胀土原状结构遭到破坏后，孔隙度相应要大的多，结构也较疏松，土体易于接受水分而产生膨胀，同时也易快速失水收缩，因此，膨胀量将相应加大，危害也会大大加剧。

另外，工程构筑物位于边坡地段时，因天然基础与回填形成的人工基础差异性较大（土体的膨胀性差异），对构筑物的危害较大，这主要是因为重塑土的膨胀力大于原状土（图 3），收缩量也大于原状土，因而表现在构筑物变形的不均匀性，特别是对公路路基的危害更为明显。

5 安徽省中部膨胀土危害的预防措施

5.1 工程措施

(1) 前人经验，工程措施前人述及很多，如同一工程建筑物尽量避免跨越不同的地貌单元（微地貌）、不同的工程地质层之上；工程设计及建设过程中，应当适当增加基础深度（根

据本区裂隙发育深度及其危害，基础深度一般以设置在 3.0m 以下为宜)；膨胀土的改性处理措施；对于中等强度的膨胀土及重要的工程设施，应采用桩基础；对于地下水位较深的肥东、合肥市局部地区，可采取宽散水措施（宽散水宽度一般为 2~3m，宽散水沿纵向每隔 3m 留一道变形缝，变形缝和散水与外墙间隙内，用柔性防水材料填严）等。

(2) 根据区内大气影响深度(3.5m)，并结合城镇、农村的具体特点，平房的建设过程中，应对表层的土体进行掺砂或灰渣进行处理后、并夯实；2~4 层楼房的基础深度，应大于 3.5m 以减弱膨胀土的影响；4 层以上的民用建筑或工业厂房可采用桩基础。

(3) 应尽量避免过高的切坡段，切坡高度一般控制在 3~5m 为宜，如无法避免时，应按有关规定采取适宜的切坡坡度及边坡防护措施，这样可以防止因开挖过深，加剧膨胀土的危害强度（如地下水的作用；地表水的汇集等）。

(4) 做好工程建设区地表水工作，防止地表水漫流，而加剧膨胀土的危害强度。

5.2 避让措施

(1) 工程建设过程中，应尽量避免开大的地表水体；避开地表水易汇集的部位（地形对较低洼的地段），以避免水体的影响而加剧膨胀土的危害。

(2) 尽量避免回填膨胀土区的工程建设。

(3) 避免斜坡段工程设施的规划与建设（斜坡较陡段更应如此）。

5.3 生物工程措施

(1) 做好工程建设区的地质环境保护工作，特别是工程活动强烈的部位，应采取植树、植草方法，恢复良好的生态环境，达到保持水、土的目的。

(2) 对于切坡区及一些路地堤段，应在护坡、护堤的同时，实施绿色植被的覆盖措施，以期达到防护边坡及保护路堤、减弱膨胀土危害的目的。

(3) 对于坡度较陡的地段，可选择水保作用较好的草坡进行防护，同时，要做好地表水的疏、排工作。