

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

DB 61

陕西省地方标准

DB XX/T XXXX—XXXX

黄土地区切坡工程地质灾害防治技术规范

Technical Specifications for Landslide Mitigation Induced by Slope-Cutting Engineering in Loess Regions

(征求意见稿)

(本草案完成时间: 2025 年 4 月)

- XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

陕西省市场监督管理局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 2

 4.1 目标和原则 2

 4.2 边坡设计规定 2

 4.3 切坡建房工程要求 2

5 黄土切坡基本规定 3

 5.1 切坡场地选址要求 3

 5.2 切坡分类 3

 5.3 切坡安全等级 3

6 黄土切坡设计与要求 4

 6.1 一般规定 4

 6.2 黄土切坡设计 5

 6.3 切坡构造设计 5

 6.4 切坡场地和房屋基本要求 5

7 黄土切坡稳定性分析与评价 6

 7.1 一般规定 6

 7.2 黄土切坡稳定性分析方法 6

 7.3 黄土切坡稳定性评价 6

8 黄土切坡工程治理 7

 8.1 一般规定 7

 8.2 黄土切坡工程治理 7

 8.3 黄土切坡坡面生态防护 7

 8.4 黄土切坡防排水 8

9 黄土切坡监测预警与维护整治 8

附录 A（资料性） 陕北黄土地区黄土切坡建议坡率表 11

附录 B（资料性） 黄土切坡坡型与坡比设计参考图 13

附录 C（资料性） 黄土切坡稳定计算定量分析方法 15

附录 D（资料性） 陕北黄土地区建房切坡边坡加固设计参数 16

附录 E（资料性） 黄土边坡支挡结构形式 18

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由陕西省自然资源厅提出、组织实施和监督检查。

陕西省市场监督管理局对文件的组织实施情况进行监督检查。

本文件由陕西省自然资源标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：西安交通大学、中国地质调查局西安地质调查中心、长安大学、自然资源陕西省卫星应用技术中心、自然资源部第一地理信息制图院、自然资源部第二地形测量队。

本文件主要起草人：孙萍萍，张茂省，贾俊，董英，李同录，冯立，张文龙，王海恒，薛强，杨帅，郭小鹏，王爽，刘港。

黄土地区切坡工程地质灾害防治技术规范

1 范围

本文件规定了黄土地区切坡工程设计、边坡工程稳定性分析与评价、工程治理、监测与维护的技术程序以及主要环节的技术要求。

本文件适用于陕西省黄土地区在稳定边坡上经局部切坡形成的永久性边坡工程，切坡宽度不大于30米，切坡高度不大于15米；对于切坡建房的切坡工程，切坡坡脚与房屋结构主体距离不小于1米，所建建筑层数不超过三层，应为砌体结构或钢筋混凝土框架结构，总高不宜超过9米；超过上述规定切坡高度、宽度或其他规模性集中建房的边坡工程，应按相关建设程序和地质灾害防治标准执行。

在未经国家法定工程建设程序的前提下，陕北黄土地区农村居民切坡建房等切坡工程，本文件仅作参考指导，执行本文件不是切坡后的边坡及建筑在预期期限内安全的唯一准则。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 50007 建筑地基基础设计规范
- GB 50330 建筑边坡工程技术规范
- GB 50497 建筑基坑工程监测技术标准
- GB 50843 建筑边坡工程鉴定与加固技术规程
- DBJ 61/T 湿陷性黄土地区边坡工程勘察规范
- JGJ/T 87 建筑工程地质勘探与取样技术规程
- JGJ/T 472 山地建筑结构设计标准
- JTGD 30 公路路基设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

切坡工程

由于场地、地形限制，为形成道路、房屋建筑等工程建设用平整场地，在自然斜坡坡面上，通过挖方施工，形成比自然斜坡坡度更大的人工边坡的行为，本文件中简称切坡。

3.2

切坡建房

指在通过采取切削山坡方式平整出的土地上，建设的有潜在边坡安全风险的农村房屋设施的行为。

3.3

黄土边坡

地层由黄土或黄土与其他岩土层组成的，由于工程开挖或填方施工，所形成的人工边坡，或对建（构）筑物安全或稳定有不利影响的自然斜坡，本文件中简称边坡。

3.4

边坡支护

为保证边坡稳定及其环境的安全，对边坡采取的结构性支挡、加固和防护行为。

3.5

永久性边坡

设计使用年限超过2年，或与周围场地建筑使用年限相同达到50年的边坡。

3.6

边坡环境

边坡影响范围内或影响边坡安全等岩土体、水系、地形地貌、建（构）筑物、道路及管网等的统称。

3.7

坡率法

通过调整、控制边坡坡率，维持边坡稳定和采取构造措施保证边坡及坡面稳定的边坡治理方法。

3.8

切坡坡率

坡高与坡宽的比值，用高度为1，同比例坡宽值之比表示。

3.9

边坡监测

在边坡施工和使用期间，采用仪器量测、现场巡视等手段和方法，对边坡及周边环境的安全状况、变化特征及发展趋势实施的定期或连续巡查、量测、监视及数据采集、分析、反馈等活动。

3.10

监测预警

针对边坡和周边环境的保护要求，当监测指标出现超过监测所设定的预警值时，发出警告、提醒的行为。

4 总则

4.1 目标和原则

为规范黄土地区切坡工程及其区域范围内的地质灾害防治工作，确保黄土切坡工程技术可靠、经济合理、安全适用、确保质量和保护环境，特制定本文件。

4.2 边坡设计规定

- a) 边坡设计应保护和整治边坡环境，边坡水系应因势利导，设置地表排水系统，边坡工程应设内部排水系统。对于稳定的边坡，应采取保护及营造植被的防护措施。
- b) 建筑物的布局应依山就势，防止大挖大填。对于平整场地而出现的新边坡，坡顶不能有堆土等其他附加堆载，新边坡应及时进行支挡或构造防护。

4.3 切坡建房工程要求

- a) 农村居民在稳定边坡上切坡挖（填）方自建住房，应根据水文地质、地形条件及工程要求，因地制宜设置切坡，避免形成深挖高填的边坡工程。边坡工程平面布置、竖向及立面设计，应考虑对周边环境的影响，做到规模适当，美化环境，体现生态保护要求。
- b) 农村居民在切坡选址前，应咨询当地自然资源部门，避开已知的地质灾害治理区、隐患区，以及其他不适宜建房的地质灾害易发区段。

5 黄土切坡基本规定

5.1 切坡场地选址要求

5.1.1 选址基本要求

切坡选址应与当地的城镇及村庄规划、各类保护地规划相衔接，并符合相关法律、法规、技术标准的规定。禁止占用基本农田、饮用水水源保护区，避让自然保护区、风景名胜区和历史文化保护区核心区域。选择稳定基岩、坚硬土、场地开阔平坦、密实、硬度均匀稳定的有利地段。

5.1.2 禁建区域界定

- a) 属于自然资源部门认定的地质灾害治理区、隐患区的边坡；
- b) 有滑坡、泥石流、岩溶塌陷等地质隐患的地段；
- c) 有不良地质条件场地（如软弱土层、软硬不均的土层和容易发生砂土液化的场地、河岸边缘易滑坡地段）、地下水发育区、软塑及流塑状土的边坡；
- d) 近五十年出现过洪水、暴雨冲刷的山洪区和冲沟汇水区、山坡凹陷区、河滩冲淤区；有明显滑坡、泥石流、危岩的变形迹象的边坡；可能发生滑坡、山崩、地陷、非岩质的陡坡，突出的山嘴，孤立的山丘、高陡自然山坡、陡坎等地段；
- e) 边坡滑塌区和坡顶、坡脚有重要建（构）筑物、乡道以上干道的边坡；
- f) 难以处理的滑坡、危岩、泥石流地区。

5.1.3 地质环境准入条件

- a) 场地地质和环境条件简单，原有边坡稳定性较好；
- b) 近五十年场地边坡未出现雨水冲刷、汇流和滑坡，切坡后场地排水条件较好；

5.2 切坡分类

根据黄土斜坡坡面形态、物质组成和结构面倾向等，黄土边坡类型可按表1进行划分。

表1 黄土边坡分类

分类标准	分类条件	分类名称
坡面形态	边坡坡面形态呈陡立状且坡度 $\geq 70^\circ$	直立边坡
	边坡坡面形态呈斜坡状且坡度 $< 70^\circ$	倾斜边坡
	边坡坡面形态呈多级台阶状	台阶式边坡
	边坡坡面由多种坡面形态组成	复合式边坡
物质组成	边坡由土体组成	土质边坡
	边坡上部由土体组成，下部为基岩	土岩边坡
结构面倾向	边坡中结构面倾向与边坡坡向一致	顺向边坡
	边坡中结构面倾向与边坡坡向相反	反向边坡

5.3 切坡安全等级

5.3.1 黄土边坡失稳后的破坏后果应按表 2 划分。

表2 黄土边坡失稳破坏后果

受威胁或死亡人数		可能的直接经济损失 万元	社会影响	破坏后果 死亡人数/人
死亡人数/人	受威胁人数/人			
210	250	≥ 1000	特大	210

受威胁或死亡人数		可能的直接经济损失 万元	社会影响	破坏后果 死亡人数/人
死亡人数/人	受威胁人数/人			
3~9	10~49	≥500~<1000	大	3~9
1~2	1~9	≥100~<500	中等	1~2
0	0	<100	小	0

5.3.2 黄土边坡安全等级应按照表 3 划分。

表3 黄土边坡安全等级划分

边坡类型	边坡高度(m)	破坏后果	边坡工程安全等级
超高边坡	H>100	特别严重	一级
高边坡	50<H≤100	很严重～特别严重	一级
中边坡	30<H≤50	很严重～特别严重	一级
		严重	二级
	15<H≤30	很严重～特别严重	一级
		严重	二级
		不严重	三级
低边坡	10<H≤15	很严重～特别严重	一级
		严重	二级
		不严重	三级
	H≤10	特别严重	一级
		严重～很严重	二级
		不严重	三级
注：一个边坡工程的不同地段，可根据实际情况分段采用不同的安全等级。			

6 黄土切坡设计与要求

6.1 一般规定

- 6.1.1 当切坡场地有放坡条件，且无不良地质作用时宜优先采用坡率法切坡。
- 6.1.2 黄土地区通过切坡挖（填）方，形成平整场地，新建独立式自建性住房或建筑时，应根据水文地质、地形条件及工程要求，因地制宜设置切坡，避免形成深挖高填的边坡工程。
- 6.1.3 切坡建房应避免高挖深填，独栋建房切坡高度一般不应超过 15 米；切坡宽不宜超过 30 米，前院地面填土，厚不宜超过 5 米。
- 有下列情况之一的边坡不应单独采用坡率法，应与其他边坡支护方法联合使用：
- a) 放坡开挖对相邻建（构）筑物有不利影响的边坡；
 - b) 地下水发育的边坡；
 - c) 软弱土层等稳定性差的边坡；
 - d) 坡体内有外倾软弱结构面或深层滑动面的边坡；
 - e) 单独采用坡率法不能有效改善整体稳定性的边坡。
- 6.1.4 填方坡采用坡率法时可与加筋材料联合应用。
- 6.1.5 采用坡率法时应进行边坡环境整治、坡面绿化和排水处理。
- 6.1.6 分级放坡时应验算边坡整体的和各级的稳定性。

6.2 黄土切坡设计

6.2.1 黄土斜坡切坡的坡率允许值应根据经验，按工程类比的原则并结合已有稳定边坡的坡率值分析确定。当无经验，且土质均匀良好、地下水贫乏、无不良地质现象和地质环境条件简单时，宜按附录 A 确定。

6.2.2 黄土切坡坡型可分为直线型坡、折线形坡（上陡下缓型、上缓下陡型）和平台型，切坡坡型宜按附录 B 确定。

6.2.3 黄土切坡坡高超过 5m 应采用分级放坡，分级放坡可采用同一坡率或不同坡率，分级放坡按照坡高每 2~5 米分级，级间设置台阶，台阶宽度宜大于 2 米。

6.2.4 下列边坡的坡率允许值应通过稳定性分析计算确定：

- a) 有外倾软弱结构面的黄土边坡；
- b) 土质疏松、冲蚀破坏明显的黄土边坡；
- c) 坡顶边缘附近有较大荷载的边坡；
- d) 坡高超过本文件要求范围的边坡。

6.2.5 黄土切坡稳定性计算应考虑拟建建（构）筑物和边坡整治对地下水运动等水文地质条件的影响，以及由此而引起的对边坡稳定性的影响。

6.2.6 黄土切坡稳定性计算应符合本文件第 8 部分的有关规定。

6.3 切坡构造设计

6.3.1 黄土边坡的整个高度可按同一坡率进行放坡，也可根据边坡岩土的变化情况按不同的坡率放坡。

6.3.2 设置在斜坡上的人工压实填土边坡应验算稳定性。分层填筑前应将斜坡的坡面修成若干台阶，使压实填土与斜坡面紧密接触。

6.3.3 边坡坡顶、坡面、坡脚和水平台阶应设排水系统，在坡顶外围应设截水沟。

6.3.4 当边坡表层有积水湿地、地下水渗出或地下水露头时，应根据实际情况设置外倾排水孔、盲沟排水、钻孔排水，以及在上游沿垂直地下水流向设置地下排水廊道以拦截地下水等导排措施。

6.3.5 对局部不稳定块体应清除，也可用锚杆或其他有效措施加固。

6.3.6 永久性边坡宜采用锚喷、浆砌片石或格构等构造措施护面。在条件许可时，宜尽量采用格构或其他有利于生态环境保护和美化的护面措施。临时性边坡可采用水泥砂浆护面。

6.3.7 黄土切坡坡率法施工开挖应自上而下有序进行，并保持两侧边坡的稳定，保证弃土、弃渣不导致边坡附加变形或破坏现象发生。

6.3.8 边坡工程在雨季施工时应做好水的排导和防护工作。

6.4 切坡场地和房屋基本要求

6.4.1 黄土地区切坡后挖方露出的原状土场地，从其台阶远端与原天然坡面的边线，到切坡坡脚的场地深度，不宜超过房屋最大进深+4.5 米。前院地面，以回填土分层夯实填平而成。

6.4.2 通过切坡挖（填）方，形成平整场地，场地、新建房屋构造，必须满足以下要求：

- a) 切坡形成的平整场地，其切坡坡脚与房屋外墙基础外边线最近距离，不小于 1 米。
- b) 房屋结构形式建议为钢筋混凝土框架或砌体结构，砌体结构必须合理设置构造柱和基础圈梁，每层设置圈梁及构造柱。建筑层数不超过三层，总高不宜超过 9 米。
- c) 切坡形成的平整场地，其台阶远端与原天然坡面的边线，距房屋条形基础水平距离，满足规范 GB50007 第 5.4.2 条要求，且不小于 2.5 米。
- d) 基础不在同一标高时，地基应按距离高差比为 2:1 放级。

6.4.3 房屋周边排水设施：房屋周边，以散水、明沟构成有组织排水系统，向切坡、填方形成的平台

外排放。散水外环绕房屋设置明沟排水，砖砌或挖土成沟。沟深 30 厘米、宽 20 厘米，沟底、侧面 20 厚 1:2 水泥砂浆抹面压光，沟底按排水坡向留 1%坡。环绕房屋的排水沟分左右两侧汇集后向切坡挖（填）方形成的平台外排放。房屋散水到切坡坡脚排水沟间，以及挖（填）方形成的场地，不应有裸露地面，应植草保护或混凝土硬化。

6.4.4 切坡排水设施：切坡形成的坡面，以坡顶截水沟+坡面泻水管+坡脚排水沟，形成坡面完整的排水系统。坡顶距坡顶线 0.5 米外设截水沟，主要是截流坡顶来水，有组织地引导到坡外。截水沟深 30 厘米、宽 30 厘米，沟底向切坡左右留 2%坡度，沿切坡左右面环抱向下，引流到切坡填方后形成的平台，汇集后向平面外排放。截水沟外的坡顶，宜硬化宽 1 米地面，外向 2%坡，减少雨水冲刷。

6.4.5 切坡形成的土坡面，宜采用选择固化剂、植被绿化等手段进行生态护坡，不同护面措施的选用，可以参考本文件 8.3 黄土切坡坡面生态防护。

7 黄土切坡稳定性分析与评价

7.1 一般规定

7.1.1 黄土切坡稳定性分析前应收集与设计有关的场地条件、地基条件、环境条件，调查边坡影响范围内既有建筑物的基础埋深、基础类型、地基处理方法、荷载大小及其分布形式，调查基坑周边地下管线及地下设施的分布情况，有无渗漏等，并判断其对边坡的影响。

7.1.2 黄土斜坡稳定性分析影响因素应包括：地形地貌、地层及组合关系、黄土节理及构造、黄土强度特性、水的作用、风化作用、气候作用、地震作用、人类活动等。

7.1.3 黄土切坡稳定性分析应根据边坡场地工程地质条件及周边环境条件，选择岩土参数和计算模型，采用定性分析与定量分析相结合的方法进行。

7.1.4 黄土切坡稳定性分析应对地层进行概化并建立地质模型，模型应能正确反映边坡现状的地质规律与特性。

7.1.5 黄土切坡稳定性分析应选择与边坡地质模型相应的计算模型，并选取与其相匹配的参数和指标，计算参数除应考虑室内土工试验与原位试验数据外，尚应结合有关工程经验数据通过反演分析确定。

7.1.6 黄土切坡稳定性分析应对不同工况及其组合条件下的边坡稳定性做出评价。

7.2 黄土切坡稳定性分析方法

7.2.1 定性分析可采用自然历史分析、赤平投影分析、工程类比和定量计算等方法中的一种或多种。自然历史分析中应对边坡的成因、发育的地质环境、历史中各种变形破坏迹象等进行描述，并在此基础上对边坡的稳定性做出定性评价。

7.2.2 上部为黄土体下部为岩体的边坡或土体发育软弱结构面或软弱夹层的边坡，宜采用赤平投影分析法分析边坡面与结构面的空间关系和滑动方向，定性评价边坡的稳定性。

7.2.3 黄土切坡稳定性分析应收集类似边坡工程的设计、施工及监测资料，类比分析拟评价边坡与既有边坡的异同，根据既有边坡的稳定状态来推断拟评价边坡的稳定状态。

7.2.4 定量分析方法可根据边坡可能的破坏形态，选用圆弧滑动、折线滑动和平面滑动等形式，采用极限平衡法计算边坡稳定系数。黄土边坡稳定性定量分析方法宜按附录 C 选用。

7.2.5 对于高边坡、超高边坡工程除采用极限平衡法外，尚应采用数值分析法对边坡的应力、应变及位移场的分布规律进行分析。

7.3 黄土切坡稳定性评价

7.3.1 黄土切坡稳定状态指标宜选用极限平衡分析法边坡稳定系数(F_s)进行评价。边坡稳定系数(F_s)

被定义为抗力与荷载（抗滑力与下滑力）的比值。除校核工况外，当 $F_s < 1.00$ 时为不稳定；当 $F_s = 1.00$ 时为基本稳定状态； $F_s > F_{st}$ 时，为稳定。其中， F_{st} 为不同等级边坡工程所必须满足的最小边坡稳定安全系数。

7.3.2 最小坡稳定安全系数（ F_{st} ）应按表 4 确定，当边坡稳定系数小于 F_{st} 时应对边坡进行加固处理。

表4 最小边坡稳定安全系数

边坡类型	工况	边坡工程安全等级				
		一级			二级	三级
		$100m \geq H > 50m$	$50m \geq H > 30m$	$H \leq 30m$		
永久边坡	一般工况	1.50	1.40	1.35	1.30	1.25
	降雨工况	1.35	1.30	1.25	1.20	1.15
	地震工况	1.25	1.20	1.15	1.10	1.05
临时边坡		/	/	1.30	1.25	1.20
注1：地震工况时，安全系数仅适用于滑塌区内无重要建构筑物的边坡。 注2：条件复杂或破坏后果极严重的边坡工程，其稳定安全系数应适当提高。 注3：降条进行验算。考虑饱水层的深度宜大于垂直裂隙深度末端不小于3m，且饱水层总厚度不宜小于5m。对边坡坡面饱水层厚度不宜小于3m。 注4：地震工况的水平地震系数取值应符合国家现行标准《建筑边坡技术规范》GB50330的有关规定。						

7.3.3 对于超高边坡，最小边坡安全系数应专门研究。

8 黄土切坡工程治理

8.1 一般规定

- 8.1.1 边坡治理应根据工程总体规划要求及工程地质、水文地质条件，结合周边环境确定治理方案。
- 8.1.2 建构筑物基础外边缘距边坡支挡结构顶边缘的最小安全距离，应满足建构筑物抗倾覆、基础嵌固和传递水平荷载的要求。
- 8.1.3 黄土边坡的防排水系统包括坡顶截水，坡面防、排水，坡脚排水设施。
- 8.1.4 对黄土地区土岩结合边坡的坡面防护，应按 GB50330 执行。

8.2 黄土切坡工程治理

- 8.2.1 边坡支挡结构形式应根据场地地质和环境条件、边坡高度、边坡侧压力、边坡变形要求及边坡安全等级等，结合当地工程治理经验综合分析确定。
- 8.2.2 湿陷性黄土地区边坡治理工程的支挡结构可按照附录 E 选用。
- 8.2.3 黄土边坡的坡率宜按范附录 A 的规定选用。其他型式的黄土边坡加固设计参数宜按附录 D 选用。
- 8.2.4 下列边坡工程治理措施宜进行专门设计研究：
 - a) 高边坡、超高边坡治理工程；
 - b) 地质环境条件复杂、稳定性极差的一级边坡治理工程；
 - c) 边坡滑塌区有重要建构筑物、稳定性较差的边坡治理工程；
 - d) 采用新技术的边坡治理工程。

8.3 黄土切坡坡面生态防护

8.3.1 坡面防护形式应根据气象水文、工程地质条件、环境保护、防排水条件等因素，结合当地经验综合确定，无地区经验时，宜按照表 5 选用。

表5 黄土边坡常用坡面防护类型及适用条件

防护类型	亚类	适用条件
工程防护	挂网喷护	坡率不陡于 1:0.5的边坡
	浆砌片石护坡	坡率不陡于 1:1.0的边坡
	干砌片石护坡	坡率不陡于 1:1.25的边坡
植物防护	植草或喷播植草	坡率不陡于1:1的土质边坡
	铺草皮	坡率不陡于1:1的土质边坡或全风化、强风化的岩石边坡
	种植灌木	坡率不陡于1:1.5的边坡
	喷混植生	坡率不陡于1:0.75的砂性土、碎石土、粗粒土、巨粒土及风化岩石边坡
工程与植物防护相结合	骨架植物防护	坡率不陡于1:0.75的土质和全风化、强风化的岩石边坡
	混凝土空心块植物防护	坡率不陡于1:0.75的土质、软质岩和全风化岩石边坡防护
	锚杆格构植物防护	土质边坡和坡体中无不良结构面、风化破碎的岩石挖方边坡
注1：坡面工程防护的单级坡高一般不超过10m。		
注2：条件复杂或破坏后果极严重的边坡工程，其稳定安全系数应适当提高。		

- 8.3.2 黄土边坡护脚墙高度宜为 0.5m~2.0m。
- 8.3.3 坡面绿化作为植物防护措施，宜与坡面工程防护结合使用。
- 8.3.4 坡面绿化设计应选择适合当地生长的植物类型，并分析植物根系对坡体稳定性的影响。
- 8.3.5 植物防护类型应根据气候条件、土壤类型、边坡特征、水文地质条件、环境保护等因素，结合当地经验综合确定；无地区经验时，宜按表 5 选用。

8.4 黄土切坡防排水

- 8.4.1 边坡防排水应包括坡面防水、地表截排水和地下水排水等措施，各类防排水措施应形成统一体系，并应采取防止渗漏措施。
- 8.4.2 边坡防排水设计前，应当收集当地气象水文资料、场地地形地貌、汇水面积、径流方向、类似工程经验等。
- 8.4.3 坡面防水可采用抹面、捶面、浆砌片石护坡、喷浆等，坡面防水应与坡面防护及绿化结合使用。
- 8.4.4 坡顶坡脚截排水设施包括截水沟、排水沟、跌水、急流槽和消能池等，边坡影响区内外的截排水系统宜分开布置，自成体系。
- 8.4.5 地下排水设施包括隔离层、排水垫层、暗沟、渗沟、仰斜排水孔、渗井、排水隧洞等，应根据水文地质条件并结合坡顶、坡面、坡脚防排水设施确定。
- 8.4.6 边坡支挡结构、封闭式坡面应进行排水设计，支挡结构后方填土、坡脚反压填土应选择透水性强的填料。

9 黄土切坡监测预警与维护整治

9.1 黄土切坡监测预警与维护整治的周期和时间

9.1.1 边坡监测应从切坡施工开始，延伸至房屋整个使用年限内。监测和维护修缮应每年至少进行一次，如有必要，可增加次数。暴雨前、后应及时巡视检查排水沟渠，清理淤塞物。

9.1.2 建议每年十到十二月进行一次完整的监测和维护修缮，并在次年四月雨季前完工。

9.1.3 如有必要，房主也可委托有相应资质的监测单位，对边坡和房屋进行专业监测，有重大安全隐患的边坡宜采用智能监测。或向自然资源部门申请，在有疑问的边坡和房屋，设置自动监测报警系统，与自然资源部门的自动监测系统联网运行，确保安全。

9.1.4 如房主发现持续的损毁情况，如地面或坡面裂缝扩大发展、地面明显沉陷、房屋开裂、倾斜，或出现滑坡和泥石流迹象、暴雨、山洪导致土壤含水率急剧变化，应及时向当地自然资源、住房城乡建设部门反映，申请专业指导，合理避灾。

9.2 黄土切坡检查与监测预警

9.2.1 农村切坡后自建住房，在建筑正常使用期间，房主应以直尺、皮尺等简单仪器和简易监测桩监测，结合人工日常巡视检查，对边坡、房屋进行监测。监测工作中的日常巡视检查记录主要内容为：

- a) 边坡排水是否顺畅，坡顶截水沟、坡脚排水沟、边坡邻近道路、排水沟渠有无积水、堵塞，排水坡向是否正常；
- b) 土体有无沉陷、滑移、裂缝出现，护面墙有无开裂；
- c) 周边道路、地面有无沉陷、裂缝；
- d) 邻近水体水位变化，土壤含水率变化；
- e) 房屋周边散水是否开裂、与墙脱离；
- f) 暴雨前后检查排水沟渠，清理淤塞；
- g) 坡顶、坡脚房屋变形、裂缝发展。

9.2.2 边坡监测中的仪器监测：房主应以直尺、皮尺等简单仪器，对边坡和房屋进行仪器监测并记录，主要内容为：边坡坡顶水平位移及垂直位移，周边地表裂缝及沉陷、坡顶及坡脚建（构）筑物变形、护面墙变形及开裂、邻近水体水位、降雨和地下水变化等六项。

9.2.3 切坡后形成的边坡工程，在房主的日常巡视检查和仪器监测活动中，一旦发现监测项目出现超过以下预警值的情况，应及时向当地人民政府或自然资源、住房城乡建设等部门反映，发出预警，做好防灾准备：

- a) 坡顶水平、垂直位移累计值 20 毫米（或坡高的 1 / 500），或变化速率连续三天大于 2 毫米 / 天；
- b) 坡面裂缝宽大于 20 毫米且扩大发展、地面沉陷累计值大于 50 毫米或变化速率连续三天大于 10 毫米 / 天；
- c) 暴雨导致邻近水体或地下水的水位变化超过 0.5 米 / 天，或坡面、坡顶、坡脚土壤含水率急剧增加，地面土变软；
- d) 出现滑坡前兆且有加速变化趋势：坡脚土体突然外凸、上隆、冒水，坡面出现横向及纵向放射状裂缝；坡面高处土体崩塌、松弛，坡顶房屋墙体明显拉裂，房屋出现肉眼可辨的明显歪斜，地面多处开裂；坡面树木大片歪斜，坡脚泉水突然涌出。
- e) 出现泥石流前兆：大量降雨、坡面土壤水分饱和而变形、溪沟出现异常洪水且非常混浊、大量碎屑砂石滑落、山间或山前突现沟谷地形。

9.3 黄土切坡维护与整治

9.3.1 房主应对边坡进行例行维护、修缮，主要内容为：

- a) ①清理边坡和排水沟渠杂物、落叶和淤泥，清理淤塞的斜水孔、出水管，保持其畅通；
- b) ②清理边坡护面和排水沟上导致开裂的植物，清除已枯萎植物，裸露土面重新种草，坡面裂缝应及时回填、夯实；

- c) ③清理坡顶、坡面孤石，修整坡面，修补护面墙裂缝、砖缝、剥落面层，修理、更换外污水管。修补开裂的排水沟渠，恢复排水坡向；
 - d) ④修补房屋散水裂缝，油膏填补散水与外墙交接处。
- 9.3.2 切坡后形成的边坡工程，当整体稳定性不满足要求时，应及时加固、整治，具体应根据边坡的破坏模式、原因、施工安全及可行性、经济合理性、现场条件等，使用一种或多种加固方法。边坡整治，应委托有地灾整治资质的单位进行。
- 9.3.3 既有边坡整体稳定性不满足要求时，加固整治方法主要有：削方减载法、堆载反压法、锚固加固法、抗滑桩加固法、挡墙加固法、注浆加固法、加大截面加固法、截排水法等。也可采用当地成熟、可靠、有效的其他加固方法。
- 9.3.4 采用坡率法切坡形成的边坡，局部稳定不满足要求时，可以采用以下方法：
- a) ①有锚固条件时，采用混凝土格构式锚杆加固法；
 - b) ②坡面倾角过大、表层土体滑移时，可采用锚杆格构、片石护坡、植被护坡等加固方案。植被护坡不得种植高大树木或茂密竹林。
- 9.3.5 边坡加固应对损坏的支护结构、构件进行加固处理，并采取必要的排水、防渗、植被绿化等措施。
- 9.3.6 边坡变形引发邻近建（构）筑物开裂或变形时，还应对建（构）筑物实施监测和加固。

附 录 A
(资料性)

陕北黄土地区黄土切坡建议坡率表

A.1 黄土边坡的坡率允许值应根据工程经验，按照工程类比的原则，并结合已有稳定边坡的坡率值分析确定。当无工程经验时，在土质均匀、无地下水、无不良地质作用的情况下，黄土低边坡坡率允许值可按表 A.1 确定。

表A.1 黄土低边坡坡率允许值

地质年代		坡高		
		H≤5m	5m<H≤10m	10m<H≤15m
黄土状土 Q4		1:0.50~1:0.75	1:0.75~1:1.00	1:1.00~1:1.25
新黄土 Q3		1:0.30~1:0.50	1:0.50~1:0.75	1:0.75~1:1.00
老黄土	Q2	1:0.20~1:0.30	1:0.30~1:0.50	1:0.50~1:0.75
	Q1	1:0.10~1:0.20	1:0.20~1:0.30	1:0.30~1:0.50
注1：表中坡率允许值指边坡高度与宽度的比值。				
注2：本表不适用新近堆积黄土。				

A.2 下列边坡不应单独采用坡率法，应与其它边坡支护方法联合使用：

- a) 边坡开挖对相邻建(构)筑物有不利影响的边坡；
- b) 地下水发育的边坡；
- c) 软弱土层等稳定性差的边坡；
- d) 坡体内有外倾软弱结构面或滑动面深度小于坡脚剪出口的边坡；
- e) 单独采用坡率法不能满足整体稳定性要求的边坡。

黄土是第四纪的一种特殊堆积物。主要特征是颜色以黄色为主，有灰黄、褐黄等色，含有大量粉粒，一般在55%以上，孔隙比在1左右，垂直节理发育，具有湿陷性、溶蚀性、易冲刷和各向异性等工程特性。广泛分布于我国北纬34°~45°之间的干旱和半干旱地区。目前黄土边坡的设计主要以工程地质比拟法为主，力学分析验算为辅。表 A.2为各类黄土边坡设计参考值。

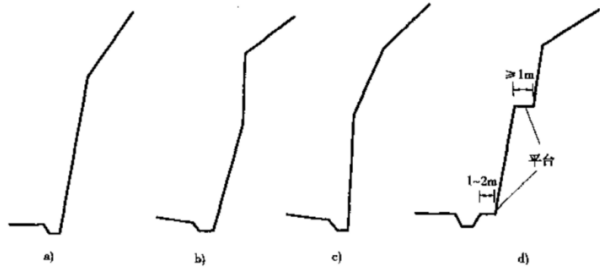
表A.2 黄土边坡设计参考值

地区	工程分类		边坡坡度				
			边坡高度				
			≤6m	6~12m	12~20m	20~30m	30~40m
中部地区	新黄土 (马兰黄土)	坡积	1:0.5~ 1:0.75	1:0.75~ 1:1.0			
		洪积、冲积	1:0.3~1:0.5	1:0.5~ 1:0.75	1:0.75~ 1:1.0		
	新黄土(马兰黄土)		1:0.3~1:0.4	1:0.4~1:0.5	1:0.5~ 1:0.75	1:0.75~ 1:1.0	1:1.0~ 1:1.25
	老黄土(离石黄土)		1:0.1~1:0.3	1:0.2~1:0.4	1:0.3~1:0.5	1:0.5~ 1:0.75	1:0.75~ 1:1.0

地区	工程分类		边坡坡度				
			边坡高度				
			≤6m	6~12m	12~20m	20~30m	30~40m
	红色黄土（午城黄土）		1:0.1~1:0.2	1:0.2~1:0.3	1:0.3~1:0.4	1:0.4~1:0.6	1:0.6~1:0.75
西部地区	新黄土 （马兰黄土）	坡积	1:0.5~ 1:0.75	1:0.75~ 1:1.0	1:1.0~ 1:1.25		
		洪积、冲积	1:0.2~1:0.4	1:0.4~1:0.6	1:0.6~ 1:0.75	1:0.75~ 1:1.0	
	新黄土（马兰黄土）		1:0.4~1:0.5	1:0.4~1:0.5	1:0.5~ 1:0.75	1:0.75~ 1:1.0	1:1.25
	老黄土（离石黄土）		1:0.1~1:0.3	1:0.2~1:0.4	1:0.3~1:0.5	1:0.5~ 1:0.75	1:0.75~ 1:1.0
北部地区	新黄土 （马兰黄土）	1:0.5~1:0.75	1:0.5~ 1:0.75	1:0.75~ 1:1.0	1:1.0~ 1:1.25		
		1:0.2~1:0.4	1:0.2~1:0.4	1:0.4~1:0.6	1:0.6~ 1:0.75	1:0.75~ 1:1.0	
	新黄土（马兰黄土）		1:0.3~1:0.5	1:0.5~1:0.6	1:0.6~ 1:0.75	1:0.75~ 1:1.0	1:1.0~ 1:1.25
	老黄土（离石黄土上部）		1:0.1~1:0.3	1:0.2~1:0.4	1:0.3~1:0.5	1:0.5~ 1:0.75	1:0.75~ 1:1.0
	老黄土（离石黄土下部）		1:0.1~1:0.2	1:0.2~1:0.3	1:0.3~1:0.4	1:0.4~1:0.6	1:0.6~ 1:0.75
注1：当边坡高度>20m时，宜考虑进行力学验算。							
注2：本表所替供的参考值，系指一般均质土，并无不良水文地质及工程地质现象时的坡值。							

附录 B
(资料性)

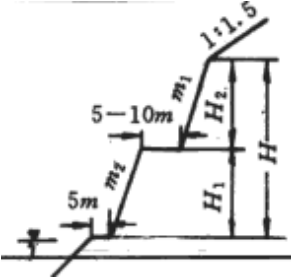
黄土切坡坡型与坡比设计参考图



图B.1 边坡形式

表B.1 黄土边坡坡型表

坡顶名称		坡型简图	适用条件	优缺点	说明
直线型 (一坡到顶)			1. 适用于时代成因较为简单的均质黄土 2. 坡高一般在20公尺以下。	1. 设计计算和施工方便； 2. 当$H>10\text{m}$时，坡度缓，坡面汇水大，易于引起坡面冲刷； 3. 不能完全适应多层结构的黄土坡比。	1. 总平均坡比m和单坡坡比m_1与m_2可根据土性指标，坡高按图5确定； 2. 平台宽度，小平台宽度，一般为2~3米，大平台根据总坡比要求确定； 3. 排水沟尺度，根据集水面积具体拟定； 4. 坡顶自然坡比，一般为1:1.5，如为平台时，总坡比可以适当减小； 5. 每级平台高度(H_1, H_2)。可按公式(9)和土层的自然分层情况具体确定。
折线型	上陡下缓		1. 上部土层密实，下部土层疏松。 2. 上部水文条件良好，下部土层含水量大或有壤中水出现； 3. 多层土结构，可以分层采用坡比。	这种边坡型式与填方稳定情况相似，符合理论边坡型式，但与黄土的实际情况不符，再者采用这种型式，土方量大，坡面为凹形，水流不畅，坡面容易冲刷。故黄土边坡很少采用。	
	上缓下陡		1. 上部土层较疏松，成岩性差，下部土层密实； 2. 多层土结构，可以分层采用坡比。	这种坡型符合完整黄土塬边土层土性的自然规律，因为黄土地层一般总是上面生成时代晚(Q_3)下面生成时代早(Q_2)，土质密实，强度大。	

坡顶名称	坡型简图	适用条件	优缺点	说明
平台型		1. 总坡高(H)在30米以上，为了减轻坡脚压力，提高坡体的稳定性，可以采用较陡单坡比，中间设大平台； 2. 在高烈度的震区，可以减小地震的影响	这种型式不仅可以减少土的挖方量，而且可以增加坡体的稳定性，对边坡的防护和减少坡面水流的冲刷，均有较大的优越性。	

附录 C

(资料性)

黄土切坡稳定计算定量分析方法

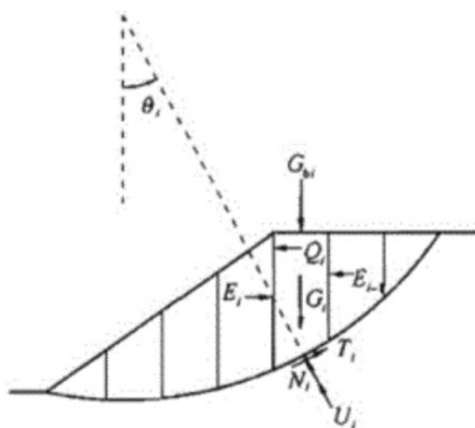
C.1 圆弧形滑面的边坡稳定性系数可按下列公式计算 (图 B.0.1)

$$F_s = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{1}{m_{\theta i}} [c_i l_i \cos \theta_i + (G_i + G_{bi} - U_i \cos \theta_i) \tan \varphi_i]}{\sum_{i=0}^n [(G_i + G_{bi}) \sin \theta_i + Q_i \cos \theta_i]} \quad (\text{C.1})$$

$$m_{\theta i} = \cos \theta_i + \frac{\tan \varphi_i \sin \theta_i}{F_s} \quad (\text{C.2})$$

$$U_i = \frac{1}{2} \gamma_w (h_{wi} + h_{w,i-1}) l_i \quad (\text{C.3})$$

式中:

 F_s ——边坡稳定性系数; c_i ——第*i*计算条块滑面黏聚力 (kPa); φ_i ——第*i*计算条块滑面内摩擦角 ($^{\circ}$); l_i ——第*i*计算条块滑面长度 (m); θ_i ——第*i*计算条块滑面倾角 ($^{\circ}$), 滑面倾向于滑动方向相同时取正值, 滑面倾向与滑动方向相反时取负值; U_i ——第*i*计算条块滑面单位宽度总水压力 (kN/m); G_i ——第*i*计算条块单位宽度自重 (kN/m); G_{bi} ——第*i*计算条块单位宽度竖向附加荷载 (kN/m); 方向指向下方时取正值, 指向上方时取负值; Q_i ——第*i*计算条块单位宽度水平荷载 (kN/m); 方向指向坡外时取正值, 指向坡内时取负值; $h_{wi}, h_{w,i-1}$ ——第*i*及*i-1*计算条块滑面前端水头高度 (m); γ_w ——水重度, 取 10kN/m^3 ;*i*——计算条块号, 从后方起编;*n*——条块数量。

图C.1 圆弧滑面计算示意图

附 录 D
(资料性)

陕北黄土地区建房切坡边坡加固设计参数

D.1 土质地基系数的比例系数可按表 D.1 取值。

表D.1 土质地基系数的比例系数

土的类别与状态		水平方向 m (kN/m ⁴)	竖直方向 m_0 (kN/m ⁴)
软塑黄土		500~1400	1000~2000
可塑黄土	$0.5 < I_L \leq 0.75$	1000~2800	2000~4000
	$0.25 < I_L \leq 0.5$	1500~3500	3000~5000
硬塑黄土、细砂和中砂		2000~4200	4000~6000
坚硬黄土、粗砂		3000~7000	6000~10000
砾砂、碎石土、卵石土		5000~14000	10000~20000
注1: I_L 为土的液性指数。 注2: 表中的 m_0 和 m 的值, 相应于桩顶位移6mm~10mm。 注3: 有实测资料和经验, 可不受本表的限制。			

D.2 采用重力式挡土墙加固措施所需的土对挡土墙基底摩擦系数, 可按表 D.2 选用。

表D.2 土对挡墙基底的摩擦系数

土的类别与状态		摩擦系数 μ
黄土 (黏性土)	可塑	0.20~0.25
	硬塑	0.25~0.30
	坚硬	0.30~0.40
黄土 (粉土)		0.25~0.35
中砂、粗砂、砾砂		0.35~0.40
碎石土		0.40~0.50

表D.3 土层与锚固体极限黏结强度标准值 (kPa)

类别	状态	极限黏结强度标准值 f_{rbk}
黄土 (黏性土)	软塑	20~40
	可塑	40~50
	硬塑	50~65
	坚硬	65~100
黄土 (粉土)	稍密	50~60
	中密	60~80
	密实	80~100
砂土	稍密	100~140
	中密	140~200
	密实	200~280

类别	状态	极限黏结强度标准值 f_{rbk}
碎石土	稍密	120~180
	中密	160~220
	密实	220~300

附 录 E
(资料性)
黄土边坡支挡结构形式

表E. 1 黄土边坡支挡结构形式表

支挡结构	边坡环境条件	边坡高度 (m)	备注
重力式挡墙	场地允许，坡顶影响范围内 无重要建构筑	$H \leq 10$	不利于控制边坡变形。土方 开挖后边坡稳定较差或地基 不满足要求时不应采用
悬臂式挡墙扶壁式挡墙	有填方空间	悬臂式挡墙， $H \leq 6$ 扶壁式挡墙， $H \leq 10$	对挡墙变形控制要求较高 时，宜优先选用扶壁式挡墙
桩板式挡墙	无放坡条件	悬臂式， $H \leq 15$ 锚拉式， $H \leq 25$	桩嵌固段土质较差时不宜采 用，当对挡墙变形要求较高 时宜采用锚拉式桩板挡墙
板肋式挡墙格构锚杆	有限放坡条件	$H_0 \leq 15$	边坡高度较大或稳定性较差 时宜采用逆作法施工。对挡 墙变形有较高要求的边坡， 宜采用预应力锚杆或锚索
锚拉棒桩	场地狭窄或坡顶建构筑物需 要保护	$H_0 \leq 15$	有利于边坡变形控制，适用 于各类土层
土钉墙	有限放坡条件	$H \leq 12$	适用于挖方边坡，且对变形 控制较低
加筋土挡墙	填方地段	$H_0 \leq 8$	适合于填方边坡
坡率法	场地有放坡条件	$H_0 \leq 10$	场地开阔、具备放坡条件 时，宜优先采
锚喷支护	各种环境	/	适用于边坡表面或局部加 固，也可与其他支护型式配 合使用