

《黄土滑坡韧性防控技术规范》 编制说明

（征求意见稿）

编制单位：机械工业勘察设计研究院有限公司、长安大学、西北大学、中煤西安设计工程有限责任公司、中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司、西北综合勘察设计研究院、信电综合勘察设计研究院有限公司、陕西工程勘察研究院有限公司

二〇二五年五月

目 录

一、任务来源	1
二、编制目的及意义	1
三、承担单位及起草组成员	5
四、工作过程	7
五、标准制定原则	8
六、主要技术内容及要求	9
七、与有关的现行法律、法规和强制性规范的关系	11
八、重大分歧意见的处理经过和依据	11
九、规范作为强制性规范或推荐性规范的建议	11
十、废止现行有关规范的建议	11
十一、其他应予说明的事项	11

《黄土滑坡韧性防控技术规范》

地方标准编制说明

一、任务来源

2024 年 11 月，机械工业勘察设计研究院有限公司、长安大学、西北大学、中煤西安设计工程有限责任公司、中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司、西北综合勘察设计研究院、信电综合勘察设计研究院有限公司、陕西工程勘察研究院有限公司等单位向陕西省自然资源厅上报了《黄土滑坡韧性防控技术规范》。2024 年 12 月 19 日，陕西省市场监督管理局组织相关领域专家对推荐项目进行立项审查答辩。2024 年 12 月 31 日，下达《陕西省市场监督管理局关于下达 2024 年第三批陕西省地方标准制定计划的函》（陕市监函〔2024〕941 号），确定将《黄土滑坡韧性防控技术规范》纳入“2024 年第三批地方标准制修订计划”。行业主管部门为省自然资源厅，主导单位为机械工业勘察设计研究院有限公司，项目负责人为刘红卫，要求下达后 12 个月内完成送审稿报送工作。

二、编制目的及意义

黄土高原地区是我国重要的煤油气-水电能源基地。陕北能源化工基地有丰富的煤炭、石油、天然气等资源，已成为我国重要的煤油气生产基地、“西电东送”煤电基地和以甲醇为龙头的煤化工基地，是华东、华北能源安全供应重要保障，服务国家能源安全战略。但是，黄土高原也是我国生态环境脆弱、地质灾害最为严重的地区之一，暴雨驱动下的崩塌-滑坡-泥石流-溃坝等重大链生灾害较为突出，且具有隐蔽性深、影响范围广、破坏性强的特点，严重影响着黄土高原铁路、公路、机场、能源管道等大规模基础设施建设与运营（见图 1）。尤其是近年来，我国降雨带逐渐北移，暴雨事件频发，加剧了黄土高原极端降雨诱发重大链生灾害风险，而目前黄土高原基础设施密集区暴雨-崩滑-泥石流-溃坝重大链生灾害防控存在韧性技术体系升级的难题，直接影响着基础设施密集的黄土高原人居安全，直接威胁着黄土高原密集的能源基地运行及华北、华东能源供应安全保障，亟须开展黄土高原基础设施密集区重大链生灾害韧性防控技术体系研究，制定相应的规范、标准。

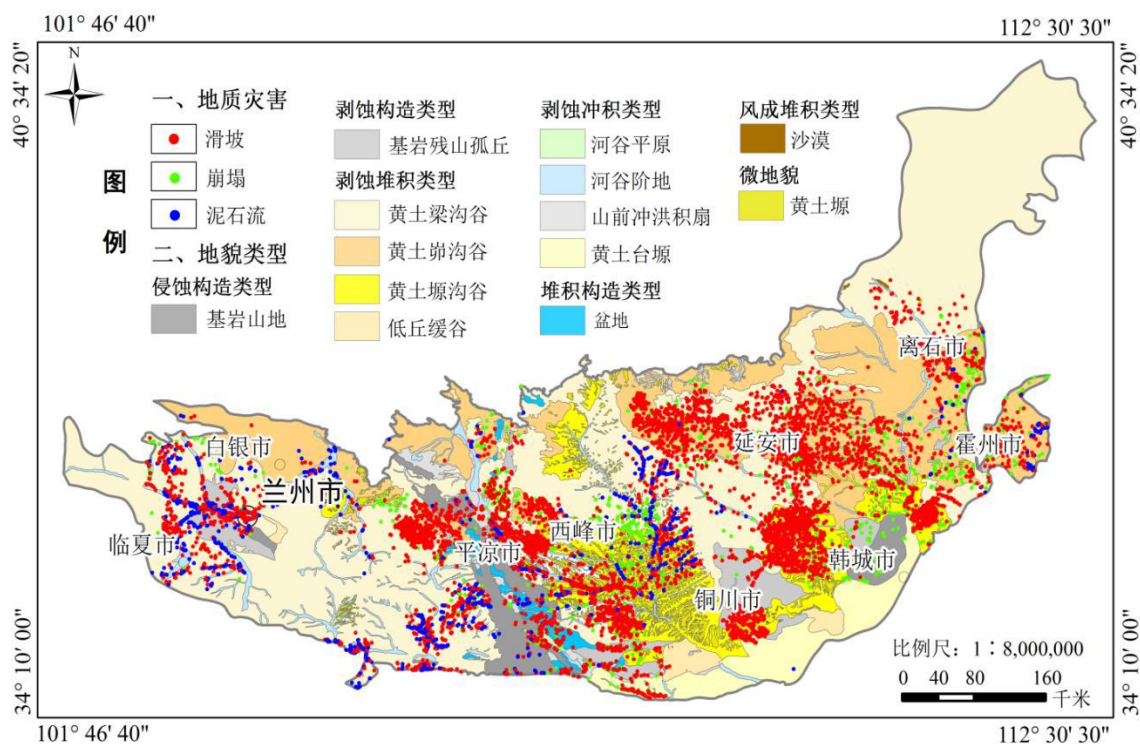


图 1 黄土高原地区地质灾害分布图（西安地质调查中心，2023 年绘编）

2023 年长安大学联合 8 家科研机构和企业事业单位申请了国家重点研发计划重点专项“黄土高原基础设施密集区重大链生灾害防控技术体系”，主要针对黄土高原基础设施密集区暴雨驱动下崩塌-滑坡-泥石流-溃坝等重大链生灾害防控难题进行研究，以削链、断链、消链为总体思路，研发坡面绿色防护新材料、土性改良与抗侵蚀技术以及淤地坝绿色生态修复削链技术，降低黄土地质灾害的规模甚至避免灾害的发生，从而减轻或避免生态环境的破坏（见图 2）。进一步，以“人-地-工程协调”为理念，结合工程防护与绿色生态防护，构建综合防灾减灾体系，探索黄土高原基础设施密集区高质量、可持续的防灾减灾模式，从而促进生态环境的高质量保护。



图2 黄土地区地质灾害

据不完全统计，陕西省内黄土地区崩滑流等地质灾害数量约占总数（14191处）的40%。典型案例如下：

（1）输电线路灾害（见图3）：定边县某 ± 800 kV 输电线路塔基斜坡滑塌，该斜坡位于定边县南部冯地坑乡，滑塌时间为2018年5月，斜坡平面上近似呈“马蹄形”，宽约138m，长约120m，坡高近8m，斜坡剖面近似呈直线形，坡度 $40^{\circ} \sim 43^{\circ}$ 。坡体西侧发育冲沟，沟中发育有落水洞，地形破碎，特别是靠近坡肩处，地面因被贯通裂缝切割而极其破碎。该斜坡坡体物质组成主要为Q2、Q3砂黄土。造成该斜坡滑塌的主要原因为强降雨及坡脚季节性地表径流量突增对坡脚的侵蚀及浸泡软化作用。

（2）能源基地灾害（图4）：天然气志丹首站，于2015年建成运营，站场位于黄土梁峁梁地形前缘，地势起伏大，为半挖半填场地，且与周边场地形成多处高陡边坡。根据现场踏勘以及监测资料显示，场地西北侧工艺配套区域及南侧综合楼区域产生的沉降最大，综合楼地基范围内不均匀沉降显著，地面及楼内结构多处开裂，综合楼下边坡出现渗水点且局部已发生垮塌。野外调查初步分析认为，志丹首站灾害形成的原因是受近几年降雨的影响，场地地下水截流效果有限，地基浸水导致地基及结构变形，边坡顶部出现裂缝。



图3 定边县某±800 kV 输电线路塔基斜坡发生滑塌



图4 志丹首站运行过程中引发地质灾害

(3) 道路沿线灾害 (图5)：2021 年 10 月，受持续强降雨的影响，晋城高速公路突发滑坡，威胁过路行人、车辆的安全。

(4) 志丹-南梁红色旅游公路 (图6)：2017 年建成运营，公路沿线存在多处滑坡、崩塌和不稳定斜坡，在施工过程中均进行治理，地层主要为黄土，均采用削坡放缓和坡脚支挡的措施，形成 20—70m 的黄土高边坡。2021 年，因强降雨引发局部滑坡，边坡坡顶出现落水洞，坡面冲刷严重。



图5 晋城高速公路滑坡



图6 志丹-南梁红色旅游公路局部发生滑坡

(5) 天然气管道灾害 (图7)：宜君线境内的靖西二线 4601-4602 桩段，2021 年 8～9 月的持续降雨，发生大规模的错断滑动。该处位于耕地斜坡内，呈缓坡和台阶状，滑坡呈扇形，后缘高程约为 1451m，前缘高程约为 1441m，高差约 10m，所在坡体边坡整体坡度约 10° 。滑坡前缘宽度约为 75m，顺主滑方向长约 60m，滑体厚度 1.0～4.0m，体积约 $0.9 \times 10^4 \text{m}^3$ ，为一小型土质滑坡，长时间的降水，导致坡体上耕地发生不同程度的垮塌、下错。

(6) 住宅区地质灾害 (图8)：2019 年 10 月 26 日 7 时许，榆林市佳县木头峪镇高李家沟村发生突发性黄土崩塌灾害，塌方量 500 立方米左右，崩塌致 4 间房屋倒塌、3 人死亡。



图7 天然气管道附近的滑坡



图8 佳县黄土崩塌

在国家相关规范或标准中，尚无专门针对黄土滑坡灾害韧性防控技术的凝练和应用的规范或标准，导致诸多工程在建设或者运营过程中因遭受地质灾害而遭受巨大的经济损失和人员伤亡。如何进行源头削链、过程断链、末端消链与韧性防控？从而降低黄土滑坡灾害的规模甚至将其消除，减轻或避免生态环境的破坏是亟待解决的问题。为此，针对陕西黄土地区地质灾害发育特征及重大工程分布特点，以“人-地-工程协调”为理念，结合工程+生态+智能化监测与诊断及修复防护技术，构建黄土地区崩滑流韧性防控体系，有序规范技术人员开展黄土地区防灾减灾工作，迫在眉睫。

三、承担单位及起草组成员

（1）主编单位和参编单位

主编单位：机械工业勘察设计研究院有限公司

参编单位：长安大学、西北大学、中煤西安设计工程有限责任公司、中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司、西北综合勘察设计研究院、信电综合勘察设计研究院有限公司、陕西工程勘察研究院有限公司

（2）主要起草人及其所做工作

本规范共有 18 人参加编制，其中教授 4 人，教授级高工 5 人，副教授 1 人，高级工程师 8 人。

主要起草人

单 位	姓 名	职 称
机械工业勘察设计研究院有限公司	张继文	教授级高工
	刘红卫	教授级高工
	钱春宇	教授级高工
	毕银强	高级工程师
长安大学	黄强兵	教 授
	康孝森	副教授
	朱 武	教 授
陕西工程勘察研究院有限公司	杜 明	高级工程师
	谭柳琴	高级工程师
西北大学	谷天峰	教 授
	王新刚	教 授
信电综合勘察设计研究院有限公司	刘 魁	教授级高工
	陈能远	高级工程师
西北综合勘察设计研究院	张海峰	教授级高工
	魏小勇	高级工程师
中煤西安设计工程有限责任公司	姜海波	高级工程师
	马 驰	高级工程师
中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司	高继章	高级工程师

规范编制分工

章号	节号	章节名称	负责人	编写人
		前言	张继文 黄强兵	刘红卫 钱春宇
1		范围		
2		规范性引用文件		
3		术语和定义		
4		基本规定	谷天峰	王新刚、刘魁、 马 驰
5		勘查与评价	高继章 张海峰	刘红卫、康孝森、姜海波、 杜 明、毕银强
6		韧性工程设计	黄强兵 刘红卫	康孝森、姜海波、 马 驰、魏小勇
7		监测与预警	杜 明 朱 武	谭柳琴、钱春宇
8		应急处置与社区参与	刘 魁	陈能远
9		韧性维护与调控	张海峰	魏小勇、康孝森、 谭柳琴

四、工作过程

本规范制定过程中，机械工业勘察设计研究院有限公司多次组织行业专家进行了研讨并开展了广泛的调研工作和论证工作，得到了相关单位的支持、协助与配合，最终取得了大量具有建设性的意见，保证了规范的制定质量。规范制定主要工作过程如下：

（1）2024 年 2 月，成立规范起草组，形成草案，按照陕西省市场监督管理局关于印发《2024 年省级地方标准申报指南的通知》（陕市监发〔2024〕39 号）文件精神申报立项，通过了陕西省自然资源厅的预审，由陕西省自然资源规范化技术委员会（SX/TC61036）归口。

（2）2024 年 12 月 31 日，根据《陕西省市场监督管理局关于下达 2024 年第三批陕西省地方标准制定计划的函》（陕市监函〔2024〕941 号），批准机械工业勘察设计研究院有限公司主编《黄土滑坡韧性防控技术规范》。

（3）2025 年 2 月 14 日，编制启动会暨第一次工作会议，在国机集团西部研发中心顺利召开（图 9）。主编单位对标准立项背景、编制组筹备进展情况及总体要求进行了详细汇报。编制组围绕标准草案的章节安排与具体内容展开了深入研讨，并最终修订了编制大纲，明确各单位编制分工，制定了详细的进度计划，为后续工作的有序推进奠定了坚实基础。

（4）2025 年 3 月 10 日前各章节负责人及编写人按分工要求及时提交了初稿；

（5）2025 年 3 月 10 日—20 日前主编单位对提交的初稿进行了汇总、通稿；

（6）2025 年 3 月 20 日—31 日前各参编单位对通稿后的规范初步审查，共收到意见 9 份 115 条修改建议；

（7）2025 年 4 月 1 日—12 日主编单位按意见进行了修改、完善。

（8）2025 年 4 月 19 日，编制组召开第二次工作会议（图 10），对前期两月的各家单位的编制内容形成通稿，并对通稿进行审核形成初审意见，按初审意见进行修改。会上就修改后的规范进行章节条文讨论，形成讨论意见进一步完善规范内容，提升规范质量。

（9）2025 年 4 月 20 日—5 月 10 日，根据第二次会议讨论结果，各章负责人对规范按章节进行修改。形成《黄土滑坡韧性防控技术规范》征求意见稿。



图 9 启动会暨第一次工作会议



图 10 编制组召开第二次工作会议

五、标准制定原则

本规范在编制过程中遵循了先进性、实用性、协调性和规范性等原则，并重点把握了以下几个方面：

（1）做好规范内容界定。经编制组多次研究讨论，本规范规定了黄土滑坡韧性防控技术规范的范围、规范性引用文件、术语和定义、基本规定、勘查与评价、韧性工程

设计、监测与预警、应急处置与社区参与、韧性运维与调控等内容。

(2) 突出黄土滑坡韧性防控的特色。规范编制组基于在陕西地区对黄土滑坡防控的多年工作经验积累,总结了黄土滑坡防控的工作方法,优化了评估方法和阶段,以满足政府和公众对建设工程运维阶段的地质灾害防治需求。

(3) 妥善处理与相关法律法规、国家规范、行业规范之间的关系,特别是与现有行业规范之间的关系。

(4) 内容力求简练,尽量避免与其他技术规范、规范内容上有较大的重叠。

六、主要技术内容及要求

《黄土滑坡韧性防控技术规范》的主要内容分为 9 个章节和 3 个附录,分别为范围、规范性引用文件、术语和定义、基本规定、勘查与评价、韧性工程设计、监测与预警、应急处置与社区参与、韧性运维与调控,具体如下:

1 范围

(1) 明确了制定本规范目的:为规范和指导黄土滑坡的韧性防控工作,提高灾害的勘查与设计、监测与预警、应急与运维能力,构建黄土滑坡灾害风险韧性防控技术体系,减少人员伤亡和经济损失。

(2) 明确了适用范围:黄土滑坡韧性防控的勘查、设计、监测、应急、运维及调控。

2 规范性引用文件

3 术语和定义

对黄土滑坡 loess landslide、滑坡韧性防控 resilience prevention and control of landslide、滑坡韧性评价 resilience evaluation of landslide、韧性运维 resilience operation and maintenance、韧性调控 resilience regulation 进行了定义。

4 基本规定

(1) 根据滑坡厚度、滑坡体积、成因特征、滑面位置、运动特征、滑动模式等因素对黄土滑坡进行分类。

(2) 黄土滑坡的稳定性划分为稳定、基本稳定、欠稳定和不稳定四级。

(3) 黄土滑坡的危害对象划分为城镇、交通、水利、矿山等,危害性等级划分为极高危害性、高危害性、中危害性、低危害性四级。

(4) 根据滑坡规模、威胁对象、潜在经济损失及社会影响,黄土滑坡风险等级划

分为高风险、高风险、中风险、低风险四个等级。

(5) 根据黄土滑坡的风险等级，韧性防控等级可划分为高韧性、中韧性、低韧性三级。

(6) 黄土滑坡韧性防控应根据韧性防控等级，制定对应的韧性防控措施。

5 勘查与评价

本章从一般规定、调查与测绘、勘探、测试、稳定性评价五个方面结合风险等级对黄土滑坡勘查与评价内容进行了规定。黄土滑坡勘查宜分阶段进行，可选用工程地质调绘及勘查手段初步确定滑坡特征和风险等级，按风险等级确定勘查工作方法和步骤。对于高风险及以上的黄土滑坡宜直接进行详细勘查，对滑坡规模小、地质条件简单或需要应急治理的滑坡可合并勘查阶段。

6 韧性工程设计

本章从一般规定、削方减载、坡脚反压、抗滑桩、锚固工程、挡墙工程、排水工程、生态工程等 8 个方面结合韧性分级进行了规定。黄土滑坡的韧性设计应遵循“多层次防御、水文调控优先、结构-材料韧性化、协同自然过程”的原则。极高风险滑坡宜采取“前缘刚性支挡+后缘减载+立体排水系统+实时监测预警”的高韧性工程治理措施；中、高风险滑坡宜采取“坡脚加固+水文调控+生态工程+定期巡查维护”的中韧性工程治理措施；低风险滑坡宜采取“地表水管理+自然恢复+人工巡查+风险管控”的中韧性工程治理措施。

7 监测与预警

监测与预警工作应贯穿黄土滑坡韧性防控的全过程，从勘查、设计、施工到运维阶段，实现全生命周期的动态管理，确保及时发现隐患、准确评估风险并有效应对。

8 应急处置与社区参与

应急处置应遵照以人为本、预防为主的原则，最大限度地减少滑坡造成的损失，把保障人民群众生命财产安全作为出发点和落脚点。

地方政府应制定具体政策，将社区参与纳入防灾规划。

9 韧性运维与调控

建立黄土滑坡防治设施的运维体系，明确责任主体，并接受当地自然资源部门的监督或指导。

七、与有关的现行法律法规和强制性规范的关系

本规范在修订过程中严格遵守现行相关法律法规，并且与涉及黄土滑坡勘查、设计、监测方面的强制性规范一致。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

本规范在修订过程中未出现重大分歧意见。

九、规范作为强制性规范或推荐性规范的建议

建议将《黄土滑坡韧性防控技术规范》作为推荐性规范发布实施。

十、废止现行有关规范的建议

无。

十一、其他应予说明的事项

无。