ICS 13.020.99
CCS P 56

T/GXAS

团　　体　　标　　准

T/GXAS XXXX—XXXX

南方岩溶区坡耕地水土保持技术指南

Technical guidelines for soil and water conservation of slope farmland in Karst areas of southern China

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

广西标准化协会　　发 布

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。

本文件由桂林市环境保护产业协会提出、归口并宣贯。

本文件起草单位：恒晟水环境治理股份有限公司、同济大学、黄河水利委员会黄河水利科学研究院、广州珠江水资源保护科技发展有限公司。

本文件主要起草人：谢熊祥、蔡奕、李林杰、王平、侯萍、廖裔、宾荣壬、覃岚倩、唐朝玉、王慧、王荣华、周念清、刘良、赖瑞勋、杨志浩、潘明玮、黄敏、王梅、蒙振思、蒋枝祥、张晓丽、莫虎、袁伙艳。

南方岩溶区坡耕地水土保持技术指南

1 范围

本文件规定了南方岩溶区坡耕地水土保持的术语和定义、总体原则、现状调查、治理措施配置、监测与评价、维护管理等技术内容。

本文件适用于南方岩溶区坡耕地水土流失防治、耕地质量提升与生态保护协同管理。

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/T 15774 水土保持综合治理 效益计算方法
GB/T 16453.1 水土保持综合治理技术规范 坡耕地治理技术
GB/T 16453.2 水土保持综合治理技术规范 荒地治理技术
GB/T 16453.4 水土保持综合治理技术规范 小型蓄排引水工程
GB/T 20465 水土保持术语
GB/T 24675.6 保护性耕作机械 第6部分：秸秆粉碎还田机
GB/T 33469 耕地质量等级
GB/T 43937 岩溶区水土资源开发利用规范
GB 50288 灌溉与排水工程设计标准
GB/T 50600 渠道防渗衬砌工程技术标准
GB 51018 水土保持工程设计规范
GB/T 51240 生产建设项目水土保持监测与评价标准
GB/T 51297 水土保持工程调查与勘测标准
HJ 166 土壤环境监测技术规范
LY/T 1914 植物篱营建技术规程
LY/T 2994 石漠化治理监测与评价规范
NY/T 525 有机肥料
NY 884 生物有机肥
NY/T 1121.1 土壤检测 第1部分：土壤样品的采集、处理和贮存
NY/T 1121.2 土壤检测 第2部分：土壤pH的测定
NY/T 1121.3 土壤检测 第3部分：土壤机械组成的测定
NY/T 1121.6 土壤检测 第6部分：土壤有机质的测定
NY/T 1418 深松机械 质量评价技术规范
NY/T 2845 深松机作业质量
NY/T 3442 畜禽粪便堆肥技术规范
SL/T 277 水土保持监测技术规范
SL 461 岩溶地区水土流失综合治理技术标准
SL 734 水利工程质量检测技术规程

3 术语和定义

GB/T 20465、GB 51018界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

南方岩溶区 southern karst area

中国南方热带、亚热带湿润气候条件下，碳酸盐岩广泛分布、岩溶作用强烈发育的区域。

注：以云贵高原为中心，主要分布于贵州、云南、广西、湖南、湖北、重庆、四川、广东8省（区、市）。

3.2

坡耕地 sloping farmland

坡度在6°～25°之间的耕地。

[来源：NY/T 3827-2020]

3.3

裸坡耕地 bare sloping farmland

坡面基本无基岩出露、土体中砾石含量少、土层较厚且相对连续的坡耕地。

3.4

岩石出露型坡耕地 rock-exposed sloping farmland

坡面有基岩出露、土层较薄、土体中砾石含量少的坡耕地。

3.5

砾石覆盖型坡耕地 gravel-covered sloping farmland

坡面基本无基岩出露、土层较厚、地表砾石覆盖明显且土体中砾石含量高的坡耕地。

4 总体原则

4.1 保土为本，防石漠化

坡耕地水土保持与石漠化综合防治相结合，以抢救和保护土壤资源为首要目标。针对南方岩溶区成土速率低、土层浅薄、土壤资源稀缺的特点，优先保护现有耕作层。

4.2 地上地下，协同防控

统筹地表与地下双重流失，实行地表保土拦沙与地下漏失防控并重；在落水洞、岩溶天窗、裂隙发育区等地下漏失敏感地段，实施翻耕等扰动性农事活动前进行地下漏失风险评估。

4.3 因地制宜，分类施策

根据裸坡耕地、岩石出露型坡耕地、砾石覆盖型坡耕地三类坡耕地特征及石漠化强度分级，差异化配置防治措施；按“周边石山封育、坡腰植物篱与坡改梯、坡脚及沟道蓄排拦沙”进行地貌部位立体布置。

4.4 蓄排结合，高效用水

坡面水系按“高水、高蓄、高用”和“蓄、引、用、排”相结合的方式布设，充分利用降水资源和溪流、泉水等岩溶地表水源，缓解季节性干旱与洼地内涝的影响，提高抗旱保灌能力。

5 现状调查

5.1 收集治理区历年降雨特征资料，包括降雨量及其年内分配、时段（10 min、1 h、6 h、24 h）最大降雨量和最大 30 min 雨强等。

5.2 地形地貌、气象与降雨、水文与水文地质等基础资料调查与收集宜按 GB/T 51297 的规定执行。

5.3 坡耕地土壤侵蚀强度判别指标宜按 SL 461 的规定执行。

5.4 石漠化强度、岩溶泉域、地下河流域及泥沙、地表水资源、内涝情况调查宜按 SL 461 的规定执行。

6 治理措施配置

6.1 耕作措施

6.1.1 改变微地形

6.1.1.1 横坡耕作

6.1.1.1.1 在 10°～25°的较陡坡上耕作宜自上而下进行，避免上方耕作溜土埋压犁沟；在小于 10°

的缓坡上耕作宜自下而上进行。

6.1.1.1.2　年降雨量1 000 mm以上的湿润地区，沿等高线开犁沟宜留1%～2%的比降，宜结合草皮排水道排除多余径流。

6.1.1.1.3　有效土层厚度小于60 cm的地区，宜结合设置水平防冲沟，以防径流漫溢冲垮犁沟、加剧水土流失。

6.1.1.1.4　横坡耕作宜结合密植，采用加宽行距、缩小株距的方式种植耐密作物或品种。

6.1.1.1.5　横坡耕作的设计宜符合GB 51018和GB/T 16453.1的规定。

6.1.1.2　沟垄耕作

6.1.1.2.1　作物种植方向宜与坡向垂直，垄高宜为10 cm～30 cm；等高垄作适用于坡度20°以下的坡耕地，垄距宜为70 cm～90 cm，沟深宜为20 cm～25 cm。垄高、垄宽和垄距可根据作物类型、降雨量、地形和截水能力调整。

6.1.1.2.2　年降水量1 000 mm以上且土壤黏重的地区宜自上而下翻土起垄，垄向比降宜为1%～2%。

6.1.1.3　鱼鳞坑

6.1.1.3.1　不便实施水平沟、水平阶等带状整地的区域，在坡面稳定性较好时，可采用鱼鳞坑整地。

6.1.1.3.2　鱼鳞坑布置及规格宜根据区域降雨量、地形、土质及造林要求确定。

6.1.1.4　等高反坡阶

宜沿等高线布设等高反坡阶，阶面应向坡内反倾，用于拦蓄径流、削减坡面冲刷并控制氮磷面源污染。

6.1.2　少耕

宜以局部深松代替全面深耕，以耙茬、旋耕代替翻耕，在不同季节、年份间轮耕、间隔带状耕种，并减少耕作次数。

6.1.3　免耕

6.1.3.1　免耕或翻耕方式宜统筹地表保土与地下漏失双重效应，结合坡度、降雨强度及地下漏失风险综合确定；坡度大于10°的坡耕地在中到大雨强条件下，宜优先采用横坡翻耕并配合等高措施。

6.1.3.2　免耕条件下以地表径流为主，翻耕可能加剧地下孔隙流、增加土壤及养分地下漏失风险；在落水洞、岩溶天窗、裂隙发育区等地下漏失敏感地段周边实施翻耕前，进行地下漏失风险评估。

6.1.3.3　宜选用免耕覆盖播种、免耕坐水播种、带状免耕覆盖播种等技术模式，一次完成开沟、播种、施肥、覆土、镇压等作业。

6.1.4　深松耕

6.1.4.1　作业前开展地块预处理工作。地表秸秆过长宜先粉碎，覆膜种植地块宜先回收残膜。预处理完成后开展试作业，确认松土及碎土效果等作业指标符合要求后方可正式作业。作业路线宜根据地块大小、形态合理规划，避免漏松、重复作业。

6.1.4.2　深松机械、机具宜符合NY/T 1418的规定，深松深度、深松邻接行距等作业质量宜符合NY/T 2845的规定。

6.1.4.3　深松作业宜满足地块适用条件要求，黏质土、壤土及土壤容重＞1.4 g/cm³的地块宜开展深松，砂质土、土层厚度＜30 cm、土壤内石块树根等坚硬杂物占比≥40%的旱地不宜深松。

6.1.4.4　深松深度以打破犁底层、提升土壤入渗能力为原则，宜为25 cm～30 cm，可根据作物农艺要求调整；深松行距宜适配作物种植带，邻接行距宜为设计行距的0.8倍～1.2倍，深松深度合格率不小于85%，邻接行距合格率不小于80%，且无漏松。

6.1.5　土壤培肥

6.1.5.1　水土流失控制是南方岩溶区坡耕地培肥见效的前提，耕作措施宜与绿肥种植、秸秆还田等措施同步实施。横坡耕作秸秆还田量宜不低于400 kg/667m²；采用少耕覆盖模式的，秸秆覆盖量宜为750 kg/667m²～1000 kg/667m²。

6.1.5.2　绿肥种植宜结合当地气候与种植制度确定品种，可选用毛叶苕子、箭筈豌豆、三叶草、紫云英等豆科绿肥，或搭配油菜、萝卜等非豆科绿肥；采用轮作、间作、套作模式在初花期刈割翻压还田。

6.1.5.3　秸秆还田实施方式分为覆盖还田与碎混还田两种。秸秆粉碎质量宜符合 GB/T 24675.6 的规定，有条件的区域宜增施腐熟微生物菌剂。

——覆盖还田宜在作物收获后、下季播种前实施，可采用一体式整地机将秸秆集行至作物行间，同步完成根茬粉碎、耙平及镇压作业，使地块达到待播种状态；

——碎混还田宜在玉米、水稻等主粮作物收获后实施，可采用一体式耙茬旋耕机将秸秆及根茬打碎、旋耕、起矮垄，使地块达到待播种状态。实施时宜避开雨季强降雨时段。

6.1.5.4　有机肥施用以腐熟畜禽粪便堆肥、商品有机肥为主，辅以绿肥、秸秆还田等措施。畜禽粪便堆肥应充分腐熟，施用量宜大于 2000 kg/667 m³；质量应符合 NY/T 3442 的规定；商品有机肥施用量宜不小于 300 kg/667 m³；技术指标宜符合 NY/T 525 的规定；生物有机肥宜符合 NY 884 的规定。

6.1.5.5　有机肥宜与绿肥翻压、秸秆还田统筹施用。

6.1.6　增加覆盖度

6.1.6.1　等高带状间作

6.1.6.1.1　按间作的作物或林草种类，带状间作可分为作物与作物、作物与牧草、作物与灌木林、作物与经济林（或果树）等类型。各类条带宜定期互换以形成轮作体系，并可与沟垄种植、套种等技术组合应用。

6.1.6.1.2　条带宽度宜根据坡耕地坡度、土壤、降雨及种植类型确定；坡度越大、侵蚀风险越高的区域，条带宜相应缩窄。

6.1.6.1.3　作物配置宜优先选用豆科作物及豆科与禾本科、薯类作物的间套作模式（如玉米间作大豆、木薯间作花生等），宜建立豆科作物与禾本科、薯类作物定期互换的轮作体系。坡度大于 10° 的坡耕地水土流失风险相对较高，宜加强该坡度段的条带密植与覆盖管理。

6.1.6.2　地面覆盖

南方岩溶区季节性干旱突出的坡耕地（如滇东、桂西北等春旱易发区），早春作物播种宜开展地膜覆盖保墒，宜优先选用全生物降解膜或具有排水、固土、透气性能的土工布；雨季来临前宜完善膜面排水措施并及时回收残膜，防止膜下汇流冲刷与残膜污染。

6.1.6.3　秸秆覆盖

6.1.6.3.1　秸秆覆盖宜应用于南方岩溶区裸坡耕地与岩石出露型坡耕地，秸秆可就地取材（玉米秸秆、甘蔗叶梢等），宜切成长 20 cm 的段后均匀铺撒。

6.1.6.3.2　覆盖度宜根据坡耕地覆被类型确定：裸坡耕地覆盖度宜为 20%；岩石出露型坡耕地覆盖度宜为 50%；砾石覆盖型坡耕地不宜采用秸秆覆盖；各类坡耕地均不宜采用 80%以上的高覆盖度。

6.1.6.3.3　实施前宜查明坡面基岩出露与砾石覆盖状况；砾石覆盖型坡耕地实施秸秆覆盖可能增大地表径流并增加壤中流，确需实施时宜经现场试验验证。秸秆覆盖宜与横坡耕作、等高种植等农艺措施配合使用。

6.1.6.4　等高植物篱

6.1.6.4.1　宜沿等高线配置灌木、灌木化的乔木或灌草带；篱带宽度不宜大于 50 cm，栽植密度宜在 111 株/667 m²～333 株/667 m²，条带间距宜为 3 m～7 m，坡度陡、雨量大的地段宜取小值；株距和行距可根据植物种类和地形条件确定，营建宜按 LY/T 1914 的规定执行。宜与横坡耕作配合布设，选用喜钙、耐旱、具经济价值的乡土种（如火棘、花椒等）营造植物篱。

6.2　林草措施

6.2.1　林草措施主要包括坡地经果林、护坡林、地埂林、护坡种草，可因地制宜配置于坡面、地埂、边坡等位置，形成坡面防护体系。

6.2.2　经果林行间宜生草覆盖或种植豆科绿肥，宜割草覆盖树盘，不宜全坡面清耕；坡度大于 15° 的经果林地块，宜配合横坡耕作、等高植物篱等措施控制水土流失，并与坡面截排水工程相配套。

6.2.3 坡面护坡林宜采用乔灌草结合模式，依坡面地形差异化配置：凸形坡段宜营造乔灌混交林；凹形坡段上部宜营造灌木防护林、下部宜营造果灌混交林；直形坡段宜营造以乔木为主的乔灌混交林。可采用乔灌带状混交、带状种草等方式，实现坡面覆盖，削减坡面径流。
6.2.4 地埂林宜根据坡耕地坡度和地块规模配置：坡度在15°～25°的坡耕地地埂宜栽植1行～2行乔木或经济灌木；窄幅梯田外沿宜栽植桑树、枣树、花椒等经济林树种。
6.2.5 护坡种草宜布设于梯田边坡、土谷坊边坡及立地条件较差的退耕区域；可采用直播、植苗、埋植等种植方式，其设计可按GB/T 16453.2执行。
6.2.6 林草品种宜选用适应性强、耐贫瘠、抗逆性好的乡土树种与草种，如乔木：山合欢、任豆、槐树、化香树、无花果、鸦胆子、乌桕、枇杷等；灌木/藤本：金丝桃、山豆根、九里香、阔叶十大功劳、裸花紫珠、千里香、赪桐、扶芳藤、山银花、薜荔、络石、葛藤、地锦等；草本：类芦、五节芒、山麦冬、肾蕨、射干、凉粉草、假俭草、狗牙根、麦冬等。
6.2.7 坡耕地周边石山宜实施封山育林，采取封禁管护与人工促进（补植、点播）等措施恢复植被；新造林草地在幼林期实行封禁管护，宜推行舍饲圈养与人工草地划区轮牧。

6.3 工程措施

6.3.1 坡改梯工程

6.3.1.1 宜根据坡耕地坡度、石漠化强度和当地人均耕地、人均占有粮食、当地经济发展的需求等选择采取坡改梯措施。适用情形宜按SL 461的规定执行。
6.3.1.2 梯田宜顺等高线呈长条形布设，大弯就势、小弯取直，便于耕作和灌溉。
6.3.1.3 宜布设田间道路、坡面小型蓄排工程等设施，并根据拟定的梯田等级配置相应灌溉设施。
6.3.1.4 重度石漠化坡耕地采用牧草或饲料灌木建设坡式梯田，中度石漠化坡耕地改造成隔坡梯田，轻度石漠化坡耕地整理成水平梯田。
6.3.1.5 田坎类型宜因地制宜选择。土石山区或石质山区，石多土薄且降雨量多，坡耕地中夹杂大量石块、石砾时，宜就地取材修筑石坎梯田；人多地少区，陡坡地全面退耕困难时，可修筑窄条石坎梯田。
6.3.1.6 坡改梯工程的布局、设计及主要措施应符合GB/T 16453.1和GB/T 43937的规定。

6.3.2 坡面小型截蓄排工程

6.3.2.1 排水导流工程

6.3.2.1.1 排水导流工程优先利用已有沟渠，宜采用生态型护岸，沟埂可种植浅根系植物。
6.3.2.1.2 集流沟、截水沟、排水沟等排水导流工程规划、设计、施工宜符合GB/T 16453.4。

6.3.2.2 集流蓄水工程

6.3.2.2.1 利用岩溶洼地、漏斗等天然汇水地形，因地制宜地建设浅塘、蓄水池等分散式雨洪蓄滞设施。
6.3.2.2.2 蓄水池、沉沙池等集流蓄水工程的设计与施工宜符合GB/T 16453.4。
6.3.2.2.3 集流蓄水设施可与生态景观建设相结合，种植菖蒲、芦苇等水生植物，形成小微湿地，丰富区域的生物多样性。

6.3.2.3 生态拦截型沟渠

6.3.2.3.1 由工程设施和生物防护两部分构成；工程设施主要包括渠体及相关辅助设施，生物防护主要包括渠底、渠两侧配置的适生植物。
6.3.2.3.2 宜因地制宜，沿等高线开沟，保证水流平缓，延长径流滞留时间，提高污染物及泥沙拦截效果。
6.3.2.3.3 建设材料宜符合GB 50288和GB/T 50600的规定。

6.3.3 拦沙坝工程

6.3.3.1 适用于坡面坡度大、产流快、输沙量大，且单纯坡面治理难以解决沟道泥沙集聚与沟蚀扩张的问题，可作为配套沟道治理工程布置于连片坡耕地下游汇水主沟内，拦截上方坡耕地冲刷的泥沙，减缓山洪流速。

6.3.3.2　拦沙坝不宜兼做塘坝或水库的挡水坝使用。

6.3.4　落水洞治理工程

6.3.4.1　坡耕地集雨范围内存在的落水洞，宜修建落水洞坊并围筑洞壁高出地表 0.5 m，与坡面小型蓄排水工程统一规划、同步施工。
6.3.4.2　治理措施宜包括清淤、拦沙、防护与排洪，宜按 SL 461 的规定执行。

6.3.5　提水灌溉工程

6.3.6　宜根据治理区水源点位置、流量，结合种植结构、灌溉对象布置提水灌溉工程。
6.3.7　宜采用自流方式进行灌溉，水源点为河道的，应修建拦河取水坝；水源点高程低于灌区的，应修建提灌设施，提水至高位水池后引至灌区。
6.3.8　宜使用滴灌、喷灌、小管出流灌溉等节水灌溉技术，宜推广雨洪利用系统，节约水资源。
6.3.9　涉及岩溶地下河水、岩溶蓄水构造、富水块段水资源、表层岩溶水等水资源的开发利用，宜按 GB/T 43937 的规定执行。

7　监测与评价

7.1.1　梯田、坡面水系、蓄水池等水利工程措施的质量检验方法宜按 SL 734 的规定执行。
7.1.2　对工程实施后产生的蓄水、保土效益进行监测，蓄水保土效益计算宜按 GB/T 15774 执行；生态效益监测与评价宜符合 LY/T 2994、SL/T 277、GB/T 51240 的规定。
7.1.3　耕地质量评价的指标体系，宜符合 GB/T 33469 和《耕地质量调查监测与评价办法》（农业部令 2016 年第 2 号）的规定；土壤样品采集、处理、贮存宜符合 NY/T 1121.1、HJ 166 的规定，以及第三次全国土壤普查的相关技术要求；土壤质地、pH、有机质含量等测定宜分别符合 NY/T 1121.3、NY/T 1121.2、NY/T 1121.6 的规定，并同时符合自然资源主管部门的相关技术要求。

8　维护管理

8.1　工程竣工后，宜及时办理移交手续，将已建成并验收合格的工程移交至村集体、专业合作社或村民等产权所有者或管护主体，由其负责后期运行管理。产权所有者应定期组织技术人员培训，并定期对各项建设内容进行检查与维护，确保工程持续发挥经济效益和生态效益。
8.2　各项工程的维护管理宜按 GB/T 16453.1、GB/T 16453.2、GB/T 16453.4 的规定执行。

参 考 文 献

[1] 娄义宝,蒋光毅,韦杰,等.侵蚀性降雨年内分布与作物覆盖变化对三峡库区紫色土坡耕地侵蚀产沙的影响[J].生态学报,2026,46(9):4658-4669.

[2] 刘正扬,罗志玉,雷龙海.不同耕作模式对岩溶区坡耕地水土保持效果与土壤肥力的耦合影响机制[J].中国水土保持,2026(6):57-60,78.

[3] 蒋光毅,曾小英,史东梅,等.南方坡耕地水土保持措施分类及效应评价最小数据集[J].中国水土保持,2021(10):56-59.

[4] 黎梅婷,宋娅丽,马孝益,等.等高反坡阶措施对喀斯特地貌山区坡耕地氮、磷污染负荷的控制效应[J].福建农林大学学报（自然科学版）,2025,54(5):667-677.

[5] 方荣杰,朱晓锋,徐勤学,等.岩溶区免耕和翻耕措施对裸坡耕地产流产沙过程的影响[J].水土保持学报,2017,31(1):68-73.

[6] 翟婷,金鑫,郭攀,等.坡度及作物种类对红壤坡耕地水土流失的影响研究[J].节水灌溉,2024(7):119-124.

[7] 吴瑶琴,吴攀,徐勤学,等.秸秆覆盖对喀斯特不同类型坡耕地降雨产流的影响[J].节水灌溉,2023(6):27-33.

[8] 周怡雯,戴翠婷,刘窑军,等.耕作措施及雨强对南方红壤坡耕地侵蚀的影响[J].水土保持学报,2019,33(2):49-54.