

坡耕地径流拦截、集蓄与再利用技术规范

（征求意见稿）编制说明

**起草组

二〇二〇年六月

《坡耕地径流拦截、集蓄与再利用技术规范》

（征求意见稿）农业行业标准编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

农业行业标准《坡耕地径流集蓄与再利用技术规范》制定项目在2014年列入农业行业标准制定和修订（农产品质量安全）项目任务。本标准由中华人民共和国农业农村部科教司提出并归口，中国农业科学院农业资源与农业区划研究所负责起草。

（二）本标准拟解决的问题

规定了坡耕地径流的拦截措施、集蓄技术和再利用技术的基本原则、设计要求和管理要求，让坡耕地径流拦截、集蓄和再利用工作有据可依。

（三）标准制定的目的及意义

坡耕地是我国重要的土地资源，是广大山丘区群众赖以生存和发展的生产用地，面积达3.59亿亩，约占全国耕地总量的1/5。大量的坡耕地导致严重的水土流失，全国坡耕地水土流失面积占全国水土流失面积的6.7%，土壤流失量占全国水土流失总量的28.3%，是水土流失的重要策源地（陈磊，2014）。目前，水土流失是当前重大生态环境问题，坡耕地的土壤侵蚀和土壤养分流失已经成为农业生产和水环境保护的一个重要威胁，土壤肥力降低、土地退化严重、粮食产量削减等问题制约经济社会的可持续发展。如何高效收集坡面径流和进行有效节灌，是提升坡耕地综合产出力面临的首要难题。

坡耕地上通常采取保水保土耕作及修梯田进行水土保持治理，然而修梯田成本高，且对于土层薄的坡耕地不适宜修筑水平梯田。目前，我国坡耕地水土流失控制尚缺乏统一技术标准，各项措施难以准确到位，治理效果难以得到保障在各种水土流失防治技术的应用中，仍不可避免的存在营养元素随径流流失和污染。而坡耕地径流拦截、集蓄与再利用技术是当前坡耕地水土流失则可在水土流失治理最为有效地防治的基础上技术体系之一，通过实现对坡耕地径流及其所含流失营养元素的收集并返还回灌到农田之中，不仅大大减轻了雨季水土流失引起的面源污染，还可有效解决旱季灌溉缺水、种苗难以成活的难题，大幅从而提高水肥利用率，促进作物产量，降低破耕地水土流失的面源污染。《农业综合开发区域生态循环农业项目指引（2017-2020年）》中农业生产的标准化与清洁化，指出要实施坡耕地氮磷拦截再利用，建设坡耕地生物拦截带和径流集蓄再利用设施，降低农田排水的氮磷等污染物含量。《全国坡耕地水土流失综合治理“十三五”专项建设方案》指出实施因地制宜地建设蓄排引灌、田间生产道路、地埂利用等配套措施控制水土流失；《重点流域农业面源污染综合治理示范工程建设规划（2016—2020年）》中也提出坡耕地径流集蓄与再利用设施，主要是针对陡坡耕地氮、磷地表径流流失严重区域，以利用现有沟、塘、窖等为主，新建为辅，因地制宜建设坡耕地径流集蓄与再利用工程。

目前，关于尚缺乏坡耕地径流拦截、集蓄与再利用技术尚缺乏相应的行业标准规范，这极大限制了相关配套设施的建设和技术的推广

应用。因此，为科学指导各地区坡耕地径流的拦截措施、蓄积和再利用技术的实施，推动水土流失降低、径流的再利用、坡耕地耕地质量提升和降低水土流失对水环境的影响，制定本标准十分重要和必要。

（四）起草单位与分工

本标准起草单位及分工为：中国农业科学院农业资源与农业区划研究所负责标准总体编制；云南省农业科学院农业环境资源研究所负责农艺措施和工程技术的提供和编制。

（五）主要工作过程

按照标准制定的有关要求，牵头单位组织专家和相关单位成立了标准编制组。在总结我国坡耕地有利于径流拦截的农艺措施、径流蓄积和再利用的工程技术基础上，查阅国内外相关资料，多次召开标准研讨会，讨论并确定了标准编制工作的原则、程序、步骤和方法。主要工作过程如下：

1.前期基础与项目支撑

牵头单位中国农业科学院农业资源与农业区划研究所组织全国不同区域农业方面的专家进行讨论，在文献调研和多年相关研究基础上，梳理坡耕地水土保持治理的各类技术及其效果，总结出了进行坡耕地水土流失治理的三大主要措施，即生物措施、耕作措施和工程措施，它们构形成了坡耕地控制水土流失控制的完整技术体系，并形成了一系列以水土流失防治为基础的行业标准。

牵头单位中国农业科学院农业资源与农业区划研究所承担了第一次和第二次全国污染源普查种植业氮磷流失量核算项目，承担农业生态环境保护专项的技术支撑工作，特别是全国农田面源污染监测网

监测点的运行和数据分析工作，建设成了覆盖全国主要农区坡耕地径流监测点，形成了坡耕地径流流失和减排措施效果的数据集，为本标准的制订奠定了基础。

2.成立编制组并形成标准草案

2019 年 12 月，成立标准修订工作小组，制定修订工作方案。

2020 年 2-4 月，查阅文献资料，形成标准草案，并就修订章节和内容进行讨论，形成标准草案。

2020 年 5 月，制定编制说明，修改完善标准文本。

2020 年 6 月，形成标准征求意见稿和修订说明，广泛向行业、专家及生产企业等征求意见。

二、标准编制原则和确定标准主要内容的论据

（一）标准编制原则、思路和依据

1.编制原则

标准编制遵循“实用性、统一性、规范性”的原则，注重标准的通用性和适用性，严格按 GB/T 1.1—2020 的规定编写。

2.编制思路

（1）了解不同地区坡耕地具有代表性的水土保持措施，做到因地制宜，确保标准编制的科学性、合理性、经济性和可行性。

（2）征求地方和有关专家意见建议，力求标准具有较高的技术含量和较强的可操作性。

3.编制依据

（1）政策文件

中华人民共和国水土保持法

全国水土保持规划（2015-2030年）

全国坡耕地水土流失综合治理“十三五”专项建设方案》

重点流域农业面源污染综合治理示范工程建设规划（2016—2020年）

（2）国家标准和行业标准

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 16453.4 水土保持综合治理 技术规范 小型蓄排引水工程

GB/T 50596 雨水集蓄利用工程技术规范

GB 51018 水土保持工程设计规范

LY/T 1914 植物篱营造技术规程

SL 657 南方红壤丘陵区水土流失综合治理技术标准

（二）确定国家标准主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据

1. 范围

本标准立项的初衷是为农业领域坡耕地径流拦截、集蓄与再利用技术提供一个农业行业标准，提出缓坡地和陡坡地适宜的技术及要求，同时避免与现行其他国家标准、行业标准内容上的不一致。因此，本标准主要对坡耕地径流的拦截措施、集蓄技术和再利用技术的基本原则、设计要求和设计要求进行了规定，适用于全国各地坡度大于 6° 的耕地。

2. 规范性引用文件

本标准中明确引用了 6 个标准文件。坡耕地径流拦截、集蓄与再

利用技术与一些现行国家标准、行业标准有关。本标准将正文中直接引用的 4 部国家标准和 2 部应用广泛的行业标准作为规范性引用文件，其他一些标准则作为参考文献列出。

3. 术语与定义

本标准共涉及 6 个重要术语：坡耕地、横坡垄作、等高植物篱、集流沟、集水设施、坡耕地氮磷流失风险期。其中，坡耕地借鉴了国务院第二次全国土地调查关于坡度的划分，把全国的耕地划分为 2° 以下、 $2^{\circ} \sim 6^{\circ}$ 、 $6^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 、 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 、 25° 以上，综合第二次全国污染源普查将耕地划分为平地（坡度 $\leq 5^{\circ}$ 以下）、缓坡地（坡度 $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ）和陡坡地（坡度 $> 15^{\circ}$ ）。另外，《水土保持法》施行前已在禁止开垦的陡坡地（ 25° 以上）上开垦种植农作物的，应当在平地或者缓坡地建设基本农田，将已开垦的陡坡耕地逐步退耕。因此，本标准的坡耕地为主要分布在 $6^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 之间的耕地，其中缓坡地指坡度大于等于 6° 且小于等于 15° 的耕地，陡坡地指坡度大于 15° 的耕地。

集流沟包括截流沟、排水沟等，不仅可以排导坡面径流，避免本就不多的土壤受到更加严重的破坏，还可以将多余的雨水径流汇集到一起进入集水池。

考虑到从耕种到作物封垄前这一时段，因土壤扰动大、植被覆盖度尚低，此期间降水驱动产生的径流氮磷浓度高，这部分径流用于灌溉可再利用农田流失的养分，同时降低了对水体的污染风险，因此本标准定义了坡耕地氮磷流失风险期的概念。

4. 基本原则

4.1 本条阐述了坡耕地径流拦截与集蓄技术的适用性原则

工程措施、生物措施以及耕作措施是我国目前防治水土流失的三大主要措施。工程主要包括水平阶、截流沟、鱼鳞坑、水平沟以及梯田等，主要原理是通过改变微地形，就地储存雨水，增加土壤水分以供给作物或植被生长，防止坡面水土流失，同时，未完全被阻拦存蓄的地表径流可引入小型蓄水工程，从而被再利用。耕作和生物措施通过改变地面微地形和增加表面粗糙度，如等高种植、水平沟种植、沟垄种植、横坡种植，和增加地面覆盖、植被覆盖率和改善土壤，如秸秆还田、少耕免耕、深松耕法、间混套复种、植物篱和绿肥等增加降水入渗和阻截径流。

耕作和生物措施具有较好的截流效果，投入低，还能提高生态环境的稳定性，是当前最重要的防治水土流失的措施。而工程措施特别是梯田，投入成本高，且具有局限性，如土层薄的坡耕地不适宜修筑梯田。因此，需要依据坡耕地坡度、降水量、土壤特性等进行坡耕地径流拦截的植物和农艺措施、工程措施的优化配置。耕作措施主要受坡度影响大，研究表明，在 5%~20%坡度下，保护性耕作和等高草篱措施对水土及氮磷养分流失的防治效果与坡度呈负相关关系，即随坡度的增加其防治效果逐渐减弱（肖波等,2013）。参照 GB 51018，等高耕作可适用于坡度 25°以下坡地，最适宜于坡度不大于 10°的缓坡地；参照 SL657，植物篱和间作套种均宜应用于坡度小于 25°的坡耕地。而陡坡上坡改梯维护成本高，土地损失量大，梯田的稳定性和安全系数低。因此，拦截技术适用于缓坡地，主要为耕作和生物措施用于拦截水土流失；在陡坡地上拦截技术与集蓄技术配合使用，除拦

截措施外，配置集水设施，用于径流的蓄积和再利用。

4.2 本条规定了植物篱选择和集水池/窖建设和维护制定的因地制宜和经济性要求

植物篱种类繁多，要依据生态适应性、经济效益和环境效益三个方面合理选择植物篱种类（田潇等,2015）。我国幅员辽阔，各地区气候差异较大，在集流量不足或没有水源的区域不应采用径流集蓄技术。

4.3 本条规定了集水池/窖建设的安全性和稳定性要求

依据地形、土壤特性、岩性特点合理选择集水池/窖的建设位置，应避免填方或易滑坡等不利地质地段，且建筑材料、设计和施工应符合建设要求，并进行防渗处理，从而保证集水池/窖的安全、稳定及长期可利用性。依据降水和气温的区域差异，集水池/窖建设和维护措施要有所侧重

4.4 本条规定了坡耕地氮磷流失风险期径流收集和利用、其他时期以蓄为主的相关要求。

坡耕地氮磷流失风险期径流氮磷浓度较高，可以作为肥料会用农田，提高水肥利用效率，因此，在坡耕地氮磷流失风险期径流收集和利用过程中应尽可能全部收集，且用于坡耕地下部农田灌溉时需灌就灌，该时期应及时排空集水池/窖用于下次径流收集。作物生长后期应以蓄水为主，蓄满后用于干旱期或下年灌溉，保证集水池/窖蓄满即可。

5. 拦截技术

5.1 本条主要规定了横坡垄作的要求

5.1.1 本条规定了横坡垄作的总体要求。作物起垄种植，且种植方向应与地块坡度方向垂直，使径流在横垄土壤中横向移动，增加水分入渗，阻止径流向坡下流动。然而，随着雨强的增加，径流溢满后会沿横垄翻过，形成坡面径流，拦截效果减弱。因此，垄高是影响径流拦截的重要影响因子。研究表明，横坡垄作种植玉米，垄高 20 cm～25 cm，垄宽 40 cm；油菜垄高 20cm～25 cm，垄宽 30 cm（范成五等,2014）；花生垄高 10 cm，垄宽 50cm（王云等,2011）。鲁中南山地丘陵区的野外调研发现，作物垄高分布在 8 cm～16cm 之间，垄宽 60cm～80cm。可见，基于作物种类差异，作物垄高一般在 8cm～25 cm 之间，垄宽和垄间距差异较大。研究表明，在南方地区，横坡垄作分别降低重庆、云南、江西和贵州缓坡耕地 25.1%、64.2%、4.89% 和 6.11%的径流量，垄高分别为 10cm、30cm、15cm、和 20cm～25 cm（Guo et al., 2019）；横坡垄作降低了贵州陡坡地 59.72%的径流量（白怡婧等,2019）。GB51018 标准认为垄高宜取 20 cm～30 cm，在沟内或垄上种作物，但不同地区垄高有所差异，如黄土高原地区垄高宜为 10 cm，东北黑土区垄高宜取 12 cm～14 cm。因此，垄高在 10 cm～30 cm 为宜，垄高、垄宽和垄间距可根据作物类型、地形和截水能力进行调整。

5.1.2 本条规定了顺坡改为横坡垄作的耕作方法，应先深翻、耙平，然后再沿等高线起垄，参照 GB/T 16453.4。

5.1.3 本条规定了坡耕地排水沟布设的选用方法。强降水时，当汇集的雨水超过垄的蓄水容量时，径流会从垄顶发生漫流，漫流有较强的侵蚀力，对作物产量也有严重的影响。设置垄有一定的比降，雨

水沿垄汇集到低洼处，可通过排水沟引导坡面排水，降低坡面冲刷。因此，考虑坡面大小和降雨量，避免坡面集水冲刷垄和作物根系，应在面积较大的坡面布设排水沟，用于坡面排水，参见 GB/T 16453.4。

5.2 本条主要规定了等高种植的要求

5.2.1 本条规定了等高种植的总体要求。作物应沿等高线种植，作物根系能拦截部分坡耕地径流。参照 GB 51018，坡度小于 25° 的耕地可采用等高耕作技术，小于 10° 时效果最佳，随着坡度的增加，其蓄水作用降低。根据地形和作物种类合理确定作物种植的行间距。

5.2.2 本条规定了等高线的调整要求。对于南方多雨且土壤粘重地区，主要在淮河以南地区，耕作方向宜与等高线呈 $1\% \sim 2\%$ 的比降，适应排水防治冲刷，参见 GB/T 16453.1。

5.3 本条主要规定了作物覆盖的要求

5.3.1 本条规定了间作和套种的要求。农作物的根、茎、叶能抗雨水打击，从而缓解弱水对地面的直接打击，降低了对地面流水的冲刷。因此，合理选择种植作物能有效促进农作物的种植及预防水土流失。研究表明，间作和套种增大了地表作物的覆盖度，减小雨滴对土壤的打击压实作用力，使土壤能保持良好的渗透性。坡地玉米和豆科作物间作可减少 45% 的水土流失(李彩虹等,2005; 张丽等,2009)。

5.3.2 本条规定了秸秆覆盖的要求。秸秆覆盖能阻止雨滴直接打击土壤表面，减少了土壤结皮，增加地表粗糙和水分下渗，从而阻截部分地表径流。对于坡度为 10° 的玉米田，秸秆覆盖能减少紫色土区 73.9%~86.2% 的径流和 96.5%~98.1% 的泥沙，秸秆覆盖量为 3750 kg/m^2 (林超文等,2010)。对于坡度为 15° 的果园，秸秆覆盖降低了

约 26% 的径流量，径流系数为 16.7%-17.2% (Liu et al., 2012)。一般认为覆盖耕作要求地表被有机残渣覆盖 30% 以上 (Erenstein, 2003)。唐涛等 (2008) 研究表明，秸秆覆盖度小于 40% 时坡面水土流失控制效果不显著，秸秆覆盖度大于 40% 时可明显减少坡面水土流失，秸秆覆盖对土壤的保护作用随着秸秆覆盖量增加而增大。参照 GB51018，秸秆还田适用于燃料、饲料比较充足的地方，稻草、麦秸的用来宜为 4500 kg/hm²~7500 kg/hm²。另外，对于粗大秸秆，宜粉碎后使用，从而增加覆盖率。

5.3.3 本条规定了绿肥种植的要求。参照 GB/T 16453.1，作物未收获前 10~15 天，在作物行间，沿等高线方向播种绿肥，作物收获后，休闲田的绿肥迅速生长可增加农田覆盖程度。如不能在作物收获前套种绿肥，则应在作物收获后尽快播种。实施果园生草增加园地的覆盖程度。绿肥翻压土可作肥料，或收割作牧草。

5.4 本条主要规定了植物篱的要求

5.4.1 本条规定了植物篱的选择原则。依据植物篱在所种植地区的生态适应性、经济效益和生态效益等选择植物篱 (田潇等, 2015)。豆科植物篱培肥地力的效果显著 (林超文等, 2007)。不同的植物篱还可提供粮食、饲料、燃料、药材、油料等经济产品 (刘学军等, 1997)，如紫花苜蓿等可以为畜牧养殖提供饲料，为当地农户增加经济效益 (焦金鱼等, 2013)。在三峡库区，黄荆植物篱可减少 44% 的径流和 70% 的土壤流失，马桑植物篱可减少 58% 的径流和 68% 的土壤流失，新银合欢植物篱可减少 71% 的径流和 66% 的土壤流失 (卜崇峰等, 2006; 杨红薇等, 2008)。等高种植紫穗槐植物篱，能够有效减少坡

耕地上 31.3%的地表径流和 53.9%的土壤侵蚀量（张丽等,2009）。

5.4.2 本条规定了植物篱配置的要求。参照 SL657，不宜选用株高较高、影响主作物正常生长的品种，应选择灌木或草种，不宜选乔木。采用多年生草本、灌木或灌木化的乔木可满足带状密植的要求。因为适宜的空间结构（如株距、行距、带距）和进行科学的管理是决定植物篱拦截水土流失效果的重要因素（刘学军等,1997）。研究表明，草本类植物篱对养分的拦截效应相对最好，灌木类植物篱次之，乔木类植物篱相对最差，灌草配置植物篱具有较好的拦截效应（田潇等,2011,2015）。

5.4.3 本条规定了植物篱种植株行距、带间距的要求。植物篱的种植株距、行间距等参照 LY/T 1914 的要求。带间距可根据通用理论计算公式计算带间距理论值（刘学军等,1997）：

$$L=4H/\sin 2a$$

其中 L 为带间距（m）， H 为坡面土层平均厚度（m）， a 为坡度（°）。结合实际地形地势和农作物种类做出调整。参照 SL 657，植物篱的带间距为 3 m~7 m，沿等高线单行、双行或多行种植。研究表明，黄花菜植物篱，每 3 m 一带，每带两行，行宽 25 cm，株距 15 cm（范成五等,2014；白怡婧等,2019）。狼尾草草篱带，两草篱带间距为 5 m（肖波等,2013）。紫色土区不同植物篱带间距约为 6.2 m（蒲玉琳等,2014）。新银合欢间隔 6 m，每排 2 行，行距 0.4 m，株距 0.2 m（任雨之等,2019）。可见，一般植物篱带间距分布在 3 m~7 m 之间。研究也表明，植物篱带种植宽度越宽、行数越多、基盖度越大，径流越难以穿过植物篱带，更能有效进行机械拦截径流（田潇

等,2015)。因此,可根据不同坡度和降雨情况调整植物篱种植间距,在坡度大、雨量大的区域,间距可小些;坡度缓、雨量小的地方,间距可大些。参见 GB51018,坡度 $5^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 时,植物篱带间距分布在 9.5 m \sim 2.5 m 之间,即坡度越大,带间距越小。

6. 集蓄技术

6.1 本条主要规定了集蓄技术的系统构成。以集流面拦截技术为基础,合理布设排水沟,在坡面底部修建截流沟,拦截坡面上的径流,使其定向汇流至沉沙池、集水池等,形成完整的体系。

6.2 本条主要规定了集流面的确定方法。坡面集水可根据坡耕地的坡度大小来确定集流面的形状。集流面的大小与集水池的蓄水能力密切相关,要根据地形、坡面截水沟的布局及集流沟的长度、集水池容积等确定集流面,不易过大也不易过小。一个集流面可以集中布设一个集水池/窖,也可以分散布设若干集水池/窖。

6.3 本条主要规定了集流沟的设计要求。集流沟是集流面与集水设施的连接导水渠,作用就是汇集雨水径流输入集水池。在多雨区坡面,可设置集流沟,如截水沟、排水沟,以这种水平修建的小沟拦蓄雨水能达到较好的排导径流的作用,减少坡耕地受到侵蚀,并且通过沟联接实现将多余的雨水进行汇集于集水设施中,实现径流的收集备用,给旱季的农作物提供灌溉用水。坡面上的排水沟、截水沟和坡面底部的截水沟形成集流沟系统,坡面排水沟用于排除坡面不能容纳的径流,坡面底部的截水沟汇流进入沉沙池。尽量利用农田已有沟渠、天然沟道,因地制宜的修建沟,尽量少用水泥硬化沟。集流沟应作好防冲措施,沟的土埂可种植浅根系植物护埂,保证集流沟的汇水和导

流能力。沟的深度和宽度应符合 GB-T 16453.4 标准中引流沟和截水沟深度和宽度的要求。

6.4 本条主要规定了导流槽的设计要求。集流沟中的水通过导流槽进入沉沙池。导流槽的进水口和出水口，可参照集流沟出水口尺寸设计，防治径流的溢流，增强径流的收集能力。

6.5 本条主要规定了沉沙池位置选择和设计的要求

6.5.1 本条规定了沉沙池位置的设计要求。沉沙池一般布设在蓄水池进水口的上游附近，集流沟出来的水应进入沉沙池沉淀后再进入集水池，减少集水池中泥沙量。这些泥沙若直接进入集水池，不仅对集水池的安全和利用效益带来负面影响，而且严重影响水质。沉沙池的具体位置应根据当地地形和工程条件确定，可以紧靠集水池，也可与集水池保持一定距离。

6.5.2 本条规定了沉沙池设计的标准。沉沙池的进水口和出水口，应作好石料（或沙浆砌砖或混凝土板）衬砌。沉沙池的设计和施工应符合 GB-T 16453.4 的要求。在沉沙池的水流入口处可设置拦污栅，孔径一般不大于 10 mm×10 mm，以拦截水流中的杂物，如枯枝残叶、杂草等(马晓峰等,2017)。参见 GB-T 16453.4，沉沙池一般为矩形，其宽度应为集流沟宽度的 2 倍，长度为池体宽度的 2 倍，并有适当深度。

6.6 本条规定了集水池/窖的设计要求。

6.6.1 本条规定了集水池/窖位置的选择要求。集水池/窖一般布设在坡脚或坡面局部低凹处，与集流沟相连接，有利于径流随地面坡度流入集水池，便于坡耕地径流水的收集。上一级坡耕地作为下一级坡

耕地的主动集流区，调控坡地径流的集聚和再分配，使其在一定面积内富集、叠加，为下一级坡耕地提供灌溉水。应根据地形有利、便于利用、岩性良好（无裂缝暗穴、砂砾层等）的地方修建集水池/窖，考虑蓄水容量大、工程量小、施工方便等条件具体确定池/窖的形状、面积、深度。

6.6.2 本条规定了集水池/窖的设计标准。集水池分为矩形水池和圆形水池，其中圆形结构受力条件好，在相同蓄水量条件下投资最低。为保证径流水的收集，同时又不宜太大，会增大经济投入和劳动力成本，因此确定集水池的容积十分重要。参见GB 51018，集水池容积一般在 $10\text{ m}^3\sim 500\text{ m}^3$ 之间，集水窖和径流量较小时宜在 $30\text{ m}^3\sim 50\text{ m}^3$ 。如，喀斯特地区坡耕地集流面面积较小，来水量一般仅够单个 $30\text{ m}^3\sim 60\text{ m}^3$ 蓄水设施用（高渐飞等,2019）；南方红壤地区蓄水池的容量一般宜为 $20\text{ m}^3\sim 50\text{ m}^3$ （张利超等,2019）；黄土区蓄水设施容积为 $20\text{ m}^3\sim 60\text{ m}^3$ （程建惠,2008）。另外，相对于大容量水池，小容量的蓄水池可以最大限度地利用集流面集水，且对基础地质要求不高，防渗处理技术难度小。因此，在易山洪暴发、地基不稳的地区，集水池容积宜小。参见GB/T 50596和GB-T 16453.4标准的要求，集水池的进水口和溢洪口一般口宽 $40\text{ cm}\sim 60\text{ cm}$ ，深 $30\text{ cm}\sim 40\text{ cm}$ ；集水窖口直径 $60\text{ cm}\sim 70\text{ cm}$ ，高出地面 $30\text{ cm}\sim 50\text{ cm}$ ；土质蓄水池的进出水口应设衬砌；水池防渗衬砌、素混凝土块、砌砖或钢筋混凝土结构，表面宜采用水泥砂浆抹面。为减少集水池/窖中泥沙进入排水阀，保证集水池/窖中水分的高效利用，出水口位置应高于底部 30 cm ，参见GB/T

50596。采用浆砌石衬砌时，应该用强度不宜低于M10的水泥砂浆座浆砌筑，浆砌石底板厚度不宜小于25 cm；采用混凝土现浇结构时，素混凝土强度不宜低于C15；钢筋混凝土结构混凝土强度不宜低于C20，底板厚度不宜小于8 cm。集水池/窖的设计、建筑材料、施工、质量验收应符合GB/T 50596和GB-T 16453.4标准的要求。

6.6.3 本条规定了集水池/窖的容积设计要求。通过坡耕地降雨径流量计算集水池/窖容积，既满足容积需求，又能降低建造成本。径流坡耕地降雨径流量确定方法为： $V=A \times P \times \alpha \times 10^{-3}$ ，式中： V -蓄水的容积（ m^3 ）； A -集流坡面面积（ m^2 ）； P -设计暴雨强度（ mm ）； α -坡耕地径流系数。 P 宜采取10年一遇24 h最大降水量(翁伯琦等,2015)。

根据全国农业面源污染国控监测网坡耕地径流监测点监测结果，南方坡耕地的径流系数为5%~30%（平均值11%），北方坡耕地的径流系数为3%~15%（平均值6%）。研究表明，南方山地丘陵区缓坡耕地的径流系数为 $14.0 \pm 1.65\%$ （4.57%~30.8%）(Guo et al., 2019)，贵州黄壤坡耕地5年的径流系数分布在15.1%-20.1%（平均值18.1%）（范成五等,2014）。依据国家气象局超过50 mm降雨量为暴雨，集水池容积以能够拦截50 mm降雨量时的径流量为宜，可知， $30 m^3 \sim 50 m^3$ 的集水池/窖，一般南方坡耕地8~14亩建一个集水池/窖，北方坡耕地15~25亩建一个集水池/窖。本研究与雷祥（2014）研究结果一致，表明贵州省溪口河小流域坡耕地的蓄水池容积应为 $40 m^3/ha$ 。

7. 再利用技术

本条规定了坡耕地径流再利用技术的要求。大部分坡耕地旱地的

灌溉水源主要以拦截降雨径流为主。但由于降雨量年际、年内分布及其不均，农作物灌溉蓄水时间与降雨时间也不一致，导致作物季节性缺水。因此，坡耕地径流收集可改变雨水资源分布不均匀特点，实现降雨径流水资源的高效利用，解决或缓解坡耕地农田灌溉用水紧缺问题。目前主要是以软管引出直接灌溉到作物根部，这种方式节水性差，灌溉不了多少土地，水分利用效率较低。可通过排水阀通过连接管道和节水设施实现坡耕地自流式灌溉，还可通过泵站将蓄水输送至山坡坡面（马晓峰等,2017）。微喷灌和滴灌系统首部应设置筛网式过滤器，对树叶、杂草、泥沙进行拦截，防治节水灌溉设施堵塞。参见 GB/T 50596，径流集蓄水比较稀少，为实现其高效利用，可采用点灌、坐水种、滴灌、微喷灌等，不宜采用漫灌方式。

8. 维护管理

8.1 本条主要规定了植物篱的维护要求。应及时补植、修枝，增加植物篱的种植密度，地上密集部分对水土流失产生机械阻挡，减缓径流并拦截径流，地下发达的根系对土壤的；当株高影响主作物生长时，应定期修剪，降低植物篱对作物生长的影响。

8.2 本条主要规定了坡耕地氮磷流失风险期集水沟和集水设施的维护要求，保证高浓度径流的有效收集和再利用。

8.3 本条主要规定了集水池/窖的安全要求。需设置护栏和梯步，并配备标识牌，护栏高度不应小于 1.1 m（参照 GB/T 50596），徒步下宜为空洞，减少所占体积，防止人畜不慎跌入，或杂物掉入，保证安全。

8.4 本条主要规定了沉沙池和集水池/窖的检查与维修的要求。定

期进行检查维修，保证集水池/窖完好。

8.5 本条主要规定了沉沙池、集水池/窖和出水口的淤沙清除的要求。每次蓄水前及时清除沉沙池内淤积物，保证集水池容积。

8.6 本条主要规定了集水池/窖的防渗防裂的要求。集水池/窖底部应做好清基夯实，应用水泥砂浆抹面，进行防渗处理，特别注意边、角、接茬及其他具有漏水隐患部位的处理。参见 GB/T 50596，集水池/窖宜不少于 20 cm 的底水防裂；冬季封冻前排除池/窖内积水，避免冻害。

三、预期社会效益分析

1.社会效益

本标准将有助于规范我国坡耕地径流拦截、集蓄与再利用工作，扎实推进坡耕地水土流失综合治理工作，是控制水土流失、减少江河水患的关键举措，提高农业生产条件和生态环境，为促进当地粮食增产、农民增收和农村经济发展奠定了坚实的基础，是推进山区现代农业建设、实现全面小康的基础工程，是促进退耕还林还草、建设生态文明的重要举措。

2.经济效益

本标准的制定与实施，能有效地收集坡耕地径流，通过再利用技术实现坡耕地径流通过自流灌溉返还回到农田中，特别是在坡耕地氮磷流失风险期径流所含流失营养元素氮磷浓度高，这可有效解决旱季灌溉缺水、种苗难以成活的难题，从而大幅提高水肥利用效率，促进作物产量。另外，具有经济效益的植物篱也可增加一定的经济收入。

因此，坡耕地径流拦截、蓄积与再利用技术不仅会省去农户灌溉和施肥的很多费用，还可提高经济产量，增加经济收益。

3.生态效益

本标准的制定与实施，能增加植被覆盖率，改善田间小气候；增强土壤蓄水保墒能力，改善土壤物理化学特性，如有固氮能力的植物篱和绿肥还能提高土壤肥力；减少自然灾害，增强农业抗灾能力；促进农田生态系统向良性循环转化；增加植被覆盖度能有效地减轻雨水溅蚀，能有效拦截坡耕地径流，减缓坡耕地水土和养分流失，从而降低坡耕地氮磷流失对地表水体的污染风险。

四、采用国际标准的程度及对比情况

无。

五、与有关的现行法律、法规与强制性国家标准的关系

本标准与我国现行的法律、法规、行政规章等约束性文件保持一致。引用的标准提供了坡耕地蓄积工程技术中关于设计、施工、维护等技术方法与规定，及坡耕地保水保土等耕作措施要求，在结合全国面源污染国控监测网坡耕地径流系数的基础上，经过融合形成了本标准，有助于更好地指导坡耕地径流的拦截、集蓄与再利用。

六、重大分歧意见的处理经过与依据

无。

七、作为推荐性标准的建议

建议作为推荐性农业行业标准。

八、贯彻标准的要求和措施建议

建议标准发布后，及时组织开展宣传发动和典型示范，提高群众认识，赢得群众认可，要指导地方积极调整农田耕作措施，合理设置径流蓄积和再利用工程设施，让广大农民通过坡耕地径流拦截、蓄积与再利用技术得到收益，以更好促进标准应用实施，有序推动坡耕地径流拦截、集蓄与再利用工作。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、其他应予说明的事项

无。

参考文献:

1. Erenstein O. Smallholder conservation farming in the tropics and sub-tropics: a guide to the development and dissemination of mulching with crop residues and cover crops. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 2003,100: 17-37.
2. Guo S , Zhai L , Liu J , et al. Cross-ridge tillage decreases nitrogen and phosphorus losses from sloping farmlands in southern hilly regions of China[J]. *Soil & Tillage Research*, 2019, 191:48-56.
3. Liu Y , Tao Y , Wan K Y , et al. Runoff and nutrient losses in citrus orchards on sloping land subjected to different surface mulching practices in the Danjiangkou Reservoir area of China[J]. *Agricultural Water Management*, 2012, 110: 34-40.
4. 白怡婧, 李渝, 黄兴成, 等. 保护性耕作对黄壤坡耕地水土流失及作物产量的影响[J]. *水土保持通报*, 2019, 39(6):16-20.
5. 卜崇峰, 蔡强国, 袁再健. 三峡库区等高植物篱的控蚀效益及其机制[J]. *中国水土保持科学*, 2006, 4(4):14-18.
6. 陈磊. 薄土坡耕地水土流失防治工程措施效应研究[D]. 中国科学院大学, 2014.
7. 程建惠. 集流蓄水设施综合利用及其效益调查分析[J]. *山西水土保持科技*, 2008, (01): 35-36.
8. 范成五, 罗益, 王文华, 等. 不同管理措施对黄壤坡耕地径流氮输出的控制效果[J]. *农业环境科学学报*, 2014, 33(10): 1948-1955.
9. 高渐飞, 杨振华, 苏维词, 等. 喀斯特坡面径流集蓄利用研究现状

- 与展望[J]. 节水灌溉, 2019, (09): 97-99+104.
10. 焦金鱼, 贵立德, 贾占功. 紫花苜蓿在梯田埂坎生态空间开发中的应用研究[J]. 中国水土保持, 2013(2): 27-28.
 11. 李彩虹, 吴伯志. 玉米间套种植方式研究综述[J]. 玉米科学, 2005, 13(2): 85-89.
 12. 林超文, 罗春燕, 庞良玉, 等. 不同耕作和覆盖方式对紫色丘陵区坡耕地水土及养分流失的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(22) : 6091-6101.
 13. 林超文, 涂仕华, 黄晶晶, 等. 植物篱对紫色土区坡耕地水土流失及其土壤肥力的影响[J]. 生态学报, 2007, 27(6): 2192-2198.
 14. 刘学军, 李秀彬. 等高线植物篱提高坡地持续生产力研究进展[J]. 地理科学进展, 1997, 16(3): 69-79.
 15. 马晓峰, 季日臣, 李苏航. 丘陵沟壑区水土保持与雨水集蓄利用模式研究[J]. 黑龙江科技信息, 2017, (08): 189-190.
 16. 蒲玉琳, 谢德体, 林超文, 等. 紫色土区不同植物篱模式控制坡耕地氮素流失效应[J]. 农业工程学报, 2014, 30(23): 138-147.
 17. 任雨之, 郑江坤, 付滢, 等. 不同耕种模式下遂宁组紫色土坡耕地产流产沙特征[J]. 水土保持学报, 2019, 33(2): 32-40.
 18. 唐涛, 郝明德, 单凤霞. 人工降雨条件下秸秆覆盖减少水土流失的效应研究[J]. 水土保持研究, 2008, 15(1): 9-12.
 19. 田 潇, 周运超, 刘晓芸, 等. 物种配置植物篱对坡耕地营养元素拦截效应[J]. 水土保持研究, 2011, 18(6): 89-93
 20. 田潇, 周运超, 蔡先立, 等. 坡耕地不同物种植物篱对面源污染物

- 的拦截效率及影响因素[J].农业环境科学学报, 2015, 34(3): 494-500.
21. 王云, 徐昌旭, 汪怀建, 等. 施肥与耕作对红壤坡地养分流失的影响[J]. 农业环境科学学报, 2011, 030(003): 500-507.
22. 肖波, 喻定芳, 赵梅, 王庆海, 申小波. 保护性耕作与等高草篱防治坡耕地水土及氮磷流失研究[J]. 中国生态农业学报, 2013, 21(3): 315-323.
23. 杨红薇, 张建强, 唐家良, 等. 紫色土坡地不同种植模式下水土和养分流失动态特征[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(3): 615-619.
24. 张 丽, 刘玲花, 程东升, 等. 不同农艺措施对坡耕地水土及氮磷流失的控制[J]. 水土保持学报, 2009, 23(5): 21-25.
25. 张利超, 谢颂华, 喻荣岗, 等. 小流域治理中蓄水池工程设计探讨[J]. 人民长江, 2019, 50, (1): 148-152.
26. 雷祥. 溪口河小流域坡耕地整治中坡面水系工程设计[J]. 水利科技与经济, 2014, 20, (3): 79-81.
27. 翁伯琦, 应朝阳, 罗旭辉, 林国强, 应正河, 刘朋虎, 王煌平等. 南方水土流失防控与现代循环农业发展-运营·管理[M]. 福建科学技术出版社, 2015.