**南 京 师 范 大 学**

**研究项目 文献综述**

**（ 2022 届）**



**研究项目： 梯田建设对土壤侵蚀的影响**

**——以黄土高原窑家湾地区为例**

**学 院： 地理科学学院**

**专 业： 地理信息科学**

**姓 名： 陈煜洲**

**学 号： 10180125**

**指导教师： 杨昕**

**南京师范大学教务处 制**

**目 录**

[**1 引言** - 1 -](#_Toc98406163)

[**2 国内外研究综述** - 2 -](#_Toc98406164)

[**3 结论与探索** - 3 -](#_Toc98406165)

[**4 参考文献** - 4 -](#_Toc98406166)

**1 引言**

土壤侵蚀是由于风力和水力等多种营力复合引发的土壤剥离与运移过程，地表及坡面土层遭受侵蚀将引发土壤肥力下降、湖泊淤塞甚至沿线河床抬高等生态问题[1]。人们常言的“地上河”便是由于黄土高原坡面水土保持能力差，导致泥沙流入河床抬高水位，河床悬于地表的生态问题。

在生态环境脆弱的黄土高原区域，坡地承担着农业、林业和牧业的生产任务，人类的过度农垦、过度樵采与过度放牧破坏了原始坡面的土层结构，加剧了坡面水土流失。

为了降低黄土高原水土流失的强度[2]，保护沟坡地生态，坡改梯（田）成为黄土高原坡面易侵蚀区常见的水土保持措施。通过将平滑坡面改造成连续坎区种植农作物，缓和坡度并缩短了坡长，减少了干旱半干旱区坡面的自主产流产沙，亦可阻截上方坎区受集中降雨冲刷的失水失沙。王识然等[3]研究自然降雨条件下各种水土保持措施对坡耕地土壤侵蚀的影响，发现水平梯田措施有良好的蓄水保土效益，可有效拦截地表径流，在坡度为10°的坡地上采用土坎水平梯田，年径流量小于10mm，保土率高达98%。

尽管上述研究从定量化的角度出发研究土坎梯田的水土保持效果，但研究者采用的小流域试验田和不超过10°的低缓坡与黄土高原沟壑纵横的环境不符。类似的研究不一而足，但这些研究均存在着地理尺度太小/太大或结果描述定性化的缺憾。因此，项目考虑采用修正的通用土壤流失方程RUSLE定量化计算黄土高原窑家湾地区坡面的年土壤流失量A，该模型被广泛运用于国内外各种气候区的土壤侵蚀模数评估，其在模拟土壤侵蚀模数时具有较强的适应性，即需要当地的环境观测资料获取对应单因子的区域适用参数。

RUSLE模型的估算结果受降雨、土壤可蚀性、植被覆盖、坡度坡长和水土保持措施五个因子的影响，而坡改梯的直接结果是坡度和坡长因子发生变化，即坡度趋缓，坡长缩短。项目使用RUSLE模型模拟土壤侵蚀模数，以控制变量的思维，探讨在降水、土质、植被覆盖和水土保持措施不变的情况下，将人工修筑梯田前后发生变化的地形特征（即坡度和坡长），分别输入模型，考察前后状态下土壤侵蚀强度的差异，以定量化的形式刻画人工造貌对土壤侵蚀的影响。

**2 国内外研究综述**

首先，讨论定量化评价土壤侵蚀强度的模型，常见的土壤侵蚀模型有USLE、RUSLE和CSLE。目前国内外学者对于土壤流失量的区域性研究或基于土壤流失进行的其他生态指标评估，大都利用修订的通用土壤流失方程（RUSLE）进行。国外研究者对模型原理机制的研究较为深入。他们利用USLE模型进行建设过程模拟，并基于现实环境描述要求对RUSLE进行改进和同其他现有模型产生关联。如Manuel López-Vicente等将RUSLE和SDR模型组合形成土壤侵蚀和沉积物输送的经验模型（SEDD）以模拟中型集水区的土壤流失量和沉积物输送比。同时考察了相异研究尺度下土壤侵蚀模数与沉积量的关联性；S.K. Jain等在水资源系统规划与管理一书中提及通用土壤流失方程的表达，并警告虽然RUSLE或USLE可以适用于大小不一的集水区，但应谨慎考虑模型参数适用的区域地理环境[4]。当然，国外学者也不乏对模型应用的研究。如Karishma Sarma，Parag Jyoti Dutta基于RUSLE模型进行印度东北部Palasbari地区的土壤侵蚀情况模拟[5]。

确定了模拟模型，便进入项目研究的核心问题，即坡面地形特征对土壤侵蚀影响深刻。从土壤侵蚀的驱动营力看，地形地势是支持土壤剥离和水土运移过程的关键环节。张光辉等[6]研究土壤侵蚀的坡面空间异质性，发现坡地的侵蚀受雨强、坡度和坡长因子影响较大，当坡度较陡且坡度变化在7°~12°时坡面的中部和下部将受到强烈的侵蚀，即使在缓坡中，多营力复合的缓长坡也成为表土侵蚀的独特环境。张新艳等[7]对新疆伊犁土壤侵蚀的研究结果中呈现的土壤侵蚀强度分布图与该地坡度分布图，二者存在明显的正相关性，且在坡度越大的地区相关性越显著。可见平缓的坡面有助于削弱降雨的冲击力，降低坡面剥离水土的沿坡面运移速度，但坡长的增加又将加剧坡面土壤受冲刷的运移时间。

因此，坡面梯田的建设，便是通过改变坡面的地形形态因子来降低降水或其他侵蚀类型对坡面水土的侵蚀作用[3]。目前坡地DEM数据中梯田的模拟方法存在两种技术路径。**其一，**是开发参数方法、格网模型结合GIS软件构造梯田DEM。祝士杰，汤国安等[8]通过提取梯田田坎及相应约束线实现梯田的快速构建，并提出依据《基本农田设计规范》得到梯田边坡及田面的系列参量，运用参数构建法构造梯田；赵卫东[9]提出能够表达梯田地形的混合网格模型GRID-TIN。**其二，**基于遥感影像等航摄真实地表对水平梯田进行特征提取与建模。王翊人等[10]获取航摄影像中真实田坎特征线，利用坡面梯田构建法对其特征进行模拟；杨蕾[11]通过对梯田区域的遥感影像进行目视解译，对田坎进行高程值赋值，实现水平梯田的三维建模。

如前文所述，梯田的构筑改变了原数据中坡地范围内的高程，结合RUSLE模型的基本参数可知，土壤侵蚀强度变化主要体现在坡度坡长因子LS的变化上，目前相关的研究主要分两种类型：

（1）获取研究区梯田建设的后环境特征演化数据，在多时间节点研究梯田带来的蓄水保土效益。

米琦等[12]以河北旱作石堰梯田为研究区，获取2000~2017年间共3期30m分辨率的DEM数据、逐日降雨数据和来源于Landsat5目视解译得到的土地利用情况变化（即水土保持因子P），研究域内梯田土地管理模式带来的水保效益变化；刘斌涛等[13]在西南土石山区重点研究水平梯田上水土保持因子的空间变动，对比研究不同区域不同作物类型的梯田土壤侵蚀模数的差异；杨子生[14]的研究也关注梯田建设带来的水土保持因子变化。上述梯田建设区土壤侵蚀的研究均是利用多年期遥感影像模拟来表征RUSLE模型中坡度坡长因子LS和水土保持因子P的时空变化，便于RUSLE对土壤侵蚀强度的计算。

（2）注重定量化研究梯田建设前、后的水土保持效益，对照评判水平梯田对于坡耕地蓄水保土能力的提升。

高海东等[15]建立了包含梯田、坡耕地等工程在内的黄土高原丘陵沟壑区流域演化模型，将流域的自然条件与工程措施变化分为先锋、过渡与顶级三个状态，发现随流域发育和梯田覆盖面积变化土壤侵蚀模数呈指数减少；陈朝良等[16]利用解译高分辨率影像构建梯田三维模型的方式，对黄河上游湟水流域2000年与2015年两个时期有无梯田措施下土壤侵蚀量进行模拟，对比得到土壤侵蚀强度整体降低，15°~20°坡度区间的侵蚀模数减幅最为明显的结论。

**3 结论与探索**

上述研究已经考虑了梯田的有无、梯田分布面积对于土壤侵蚀强度的直接影响，用数字方法从真实观测或模拟流域发育特征中获取梯田信息，带入RUSLE模型执行土壤侵蚀模数的运算，具备研究思路创新性。

但值得注意的是，研究都存在一个重要问题，即在DEM分辨率不足的情况下强行使用RUSLE模型计算有梯田分布的坡面的土壤侵蚀强度。换言之，对于已径存在人工梯田的坡面而言，即使是当地10m~5m分辨率的DEM数据也很难辨识出梯田的存在，若只选取DEM作为计算LS因子的基础数据，便需要亚米级（如厘米级）的精度才能够支持研究需要，类似30m左右的DEM数据实际上完全无法在DEM中勾勒出梯田的存在。再者，坡度等因子的计算中，DEM的分辨率与计算结果还会呈现衰减效应。

通过对文献的继续深入阅读，本人关注到西北大学王翊人等[17][18]关于梯田对于土壤侵蚀地形因子（坡地坡长因子LS）扰动机制的研究，以及关于梯田引发地形因子变化后土壤侵蚀的评价，这一系列论题能够为本人梯田构建前后土壤侵蚀的定量评价提供帮助，与本人的研究的目标相近，但实现过程相异。上述研究采用的DEM分辨率为5m，采用基于真实（遥感影像）田坎的方法，构建嵌入梯田信息的 DEM。因此，本项目考虑使用黄土高原窑家湾地区的倾斜摄影获取的坡面高精度激光点云数据内插生成梯田DEM数据，进而还原成原始地表，避免DEM分辨率影响梯田呈现。

**4 参考文献**

1. 杨雯娜,周亮,孙东琪.基于分区-集成的黄河流域生态脆弱性评价[J].自然资源遥感,2021,33(03):211-218.
2. 李国会. 晋西黄土区农田水土流失防治措施水土保持效应研究[D].中国林业科学研究院,2013.
3. 王识然,张琪,崔佳慧,刘健,王宇.自然降雨条件下不同水土保持措施对坡耕地土壤侵蚀的影响[J/OL].吉林农业大学学报:1-9[2022-03-16].http://kns.cnki.net/kcms/detail/22.1100.S.20200602.1340.016.html
4. Revised Universal Soil Loss Equation - an overview : ScienceDirect Topics
5. Sarma Karishma,Dutta Parag Jyoti. Soil Erosion Estimation of Palasbari in Northeast India by RUSLE Model[J]. Bulletin of Pure & Applied Sciences- Geology,2022,40f(2).
6. 张光辉,杨扬,刘瑛娜,王志强.东北黑土区土壤侵蚀研究进展与展望[J/OL].水土保持学报:1-12[2022-03-16].http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1362.TV.20220228.1542.002.html
7. 张新艳.新疆伊犁土壤侵蚀分布规律及侵蚀量研究[J].黑龙江水利科技,2021,49(08):8-12.DOI:10.14122/j.cnki.hskj.2021.08.003.
8. 祝士杰,汤国安,张维,赵卫东.梯田DEM快速构建方法研究[J].测绘通报,2011(04):68-70+82.
9. 赵卫东,徐媛,马雷,周春寅,钱家忠.顾及梯田地形的Grid-TIN混合格网数字高程模型研究[J].地理与地理信息科学,2013,29(02):11-16+127.
10. 张鹏,赵牡丹,王翊人.梯田DEM构建方法精度比较研究[J].水土保持研究,2018,25(05):282-286.DOI:10.13869/j.cnki.rswc.20180604.001.
11. 杨蕾,李天文,王伟星,刘军华.黄土高原微地貌之梯田三维建模方法探讨[J].西北大学学报(自然科学版),2006(02):321-324.
12. 米琦,詹天宇,何楷迪,孙建,罗璐.北方土石山区石堰梯田的水土保持作用[J].山地学报,2019,37(06):828-838.DOI:10.16089/j.cnki.1008-2786.000473.
13. 刘斌涛,宋春风,史展,陶和平.西南土石山区水平梯田的水土保持措施因子[J].中国水土保持,2015(04):36-39.DOI:10.14123/j.cnki.swcc.2015.0098.
14. 杨子生.滇东北山区坡耕地土壤侵蚀的水土保持措施因子[J].山地学报,1999(S1):23-25.
15. 高海东,李占斌,李鹏,贾莲莲,张翔.梯田建设和淤地坝淤积对土壤侵蚀影响的定量分析[J].地理学报,2012,67(05):599-608.
16. 陈朝良,赵广举,穆兴民,田鹏,刘利昆.基于RUSLE模型的湟水流域土壤侵蚀时空变化[J].水土保持学报,2021,35(04):73-79.DOI:10.13870/j.cnki.stbcxb.2021.04.011.
17. 王翊人,赵牡丹,冯园,张倩.梯田对土壤侵蚀地形因子扰动特征研究[J].山东农业大学学报(自然科学版),2017,48(01):46-51.
18. 王翊人,赵牡丹,张倩,张鹏.梯田作为地形因子和工程措施对土壤侵蚀定量评价影响的对比研究[J].水土保持通报,2017,37(02):148-152+157.DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.02.022.