

重庆丘陵山区旱地改水田工程关键技术探讨¹

孙 静^{1,2}

(1. 重庆矿山土壤环境监测与整治工程技术研究中心重庆地质矿产研究院, 重庆 40042;

2. 外生成矿与矿山环境重庆市重点实验室重庆地质矿产研究院, 重庆 400042)

【摘要】在人地矛盾日益激化和农用地整治潜力日益匮乏的双重压力下,旱地改水田无疑是贯彻“十分珍惜土地,合理利用每一寸土地和切实保护耕地”基本国策和全面落实“占优补优、占水田补水田”制度的有力保障。这一举措对耕地数量、质量、生态“三位一体”保护发挥了积极作用。如何实施好旱地改水田工程,提高新增水田质量已经成为耕地保护者们关注的重点。从重庆丘陵山区旱地现状和特点出发,开展了旱地改水田土地整治的工程类型、适宜性指标及工程涉及的土地平整技术、灌溉排水工程技术、田间道路工程技术和土壤改良技术探讨,为重庆丘陵山区旱地改水田土地整治工程提供技术支持。

【关键词】丘陵山区;旱地改水田;整治技术

【中图分类号】F301 **【文献标识码】**A

1 引言

“十分珍惜和合理利用每一寸土地,切实保护耕地”是我国的基本国策,党的十八大以来,中央高度重视耕地保护工作,提出要像保护大熊猫一样保护耕地。要切实加强耕地数量、质量、生态“三位一体”保护,要全面落实“占优补优、占水田补水田”制度。重庆属西南丘陵山区,耕地后备资源匮乏,地块较为破碎,质量总体不高,旱地比重较大,在社会经济跨越式发展的今天,如何做实做好耕地保护工作,按照国家要求实现耕地占补平衡,保证耕地质量,开展旱地改水田适宜条件及工程关键技术研究意义重大。

旱地改水田(简称“旱改水”)是一项利国利民的工程,可以充分挖掘土地的资源价值,将瘠薄的旱地改造成优质水田,提高农作物产量,增加农民收入;同时旱地改水田可使分散的耕地集中成规模化水田,改善农田耕作条件,提高耕作效率。目前,国内外已有一批学者对旱地改水田进行了研究,如:张从凤等对高纬寒地的旱改水种植方式转换技术进行了探索和实践,从田间工程建设、农药残留处理、品种选择,栽培方法等四方面提出相关技术措施;王君对湖南省旱地改水田项目中新增水田的适宜性评价方法进行了研究,构建了适宜性评价指标体系。杭州市富阳区引进“生态海绵水田”新技术试点旱地改水田项目,取得了良好成效。闫加力等采用土壤盆栽试验和室内淹水培养相结合的方法,研究了江汉平原棉花田旱改水活动对水稻幼苗生长的影响及秸秆的改良作用。以上研究表明,旱改水在实践上是可行的,可以取得较好的经济和生态效益。

研究组对重庆市旱地的土体结构和土壤质地进行了典型区块调查,结合水田的基本土体构型,确定了适宜整治的条件,划分了旱地改水田土地整治三种工程模式,并进行了工程技术探讨。

2 重庆市旱改水适宜条件分析

¹ 收稿日期 2018-05-20

作者简介 孙静(1984—),女,湖北鄂州人,工程师,硕士,研究方向:土地整治与土地利用规划。

2.1 重庆市旱地特征分析

重庆位于青藏高原与长江中下游平原过渡地带，2015 年，现有旱地面积 146.19 万 hm^2 ，约占总耕地面积的 60.15%。从纬度范围来看，地带性土壤是在亚热带湿润季风气候条件下形成的黄壤、红壤，土类有九种，分别为红壤、黄壤、黄棕壤、棕壤、山地草甸土、紫色土、石灰（岩）土、新积土和水稻土，其中黄壤是第一大类土壤，也是地带性土壤，紫色土是第二大类土壤，是主要耕作土壤之一。

从土壤发生层次看，旱地的土壤发生层次多为耕作层（A）、心土层（B）、底土层（C）和基岩层（D），其中心土层（B）又细分为粘粒淀积层（ B_c ）、砂姜层（ B_{ca} ）、铁锰淀积层（ B_{mn} ）、盐分淀积层（ B_{sa} ）。心土层是影响旱地改水田的重要因素之一，心土层的有无对水稻的干物质积累量、根系发育、产量等有较大差异。

研究组对重庆市 5 个区县 74 个旱地土壤剖面调查得到，重庆市的旱作土壤，大多为坡地，其土层浅薄，犁底层发育不明显，其土体结构特点为耕作层以下以心土层为主，厚度较小，其土壤重力水的渗漏较快。

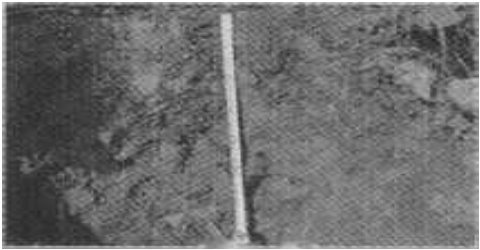


图 1 重庆旱地典型剖面结构图

2.2 旱改水适宜性指标确定

旱地改水田的适宜性，需综合考虑地块的区位因素，土壤条件、地形条件、水源条件、交通条件和农民意愿等，针对新增水田进行适宜性指标设计。在诸多的土地适宜性评价指标中，某些评价因子存在极限指标，这些极限指标对旱地改水田起着一票否决作用，主要包括坡度、有效土层厚度、质地、PH、含盐量和土壤侵蚀强度等。在选择指标时，参照《农用地质量分等规程》（GB/T28407-2012），土壤环境质量标准（GB15618-2008）等资料，结合重庆市旱地实际情况，选取影响旱地改水田适宜性评价因子 9 项，主要包括地形坡度、台面坡度、土壤质地、犁底层发育状况、有效土层厚度、土壤环境状况、水源条件、实施规模、群众支持度等。经过专家打分和实地调查，对指标进行了筛选，最终确定旱改水适宜影响度较大的指标因子 5 项（见表 1）。

表 1 旱地改水田适宜性指标

因子	指标
台面坡度	10°
有效土层厚度	>50cm
犁底层发育	是
土壤质地	壤土、粘土
水源条件	可利用的山坪塘、囤水田、引水堰、提灌设施等水源（或拦蓄汇水）条件。

3 关键技术

3.1 土地平整工程

按照旱地改水田的施工工艺要求，旱地改水田的土地平整工程较常规的土地平整工序复杂，对施工工艺也有较高的要求，从工序上看，一般包括耕作层土壤剥离、田块整形、田坎（埂）修筑、田间防渗、耕作层土壤回覆和细部平整等工艺，具体要求如下。3.1.1 耕作层土壤剥离技术。进行旱地改水田土地整治工程时，开展土壤剥离是关系到新增水田质量高低的重要环节，因此，对耕作层土壤剥离的施工工艺也有较严格的要求，研究组对重庆市 5 个区县 74 个旱地土壤剖面进行调查，其耕作层厚度一般 15~27cm，因此，其剥离的厚度一般以不超过 25cm 为宜，少数耕作层较厚地区可适当增加。剥离后的耕作层土壤，应对其进行妥善安置，防止水土流失。

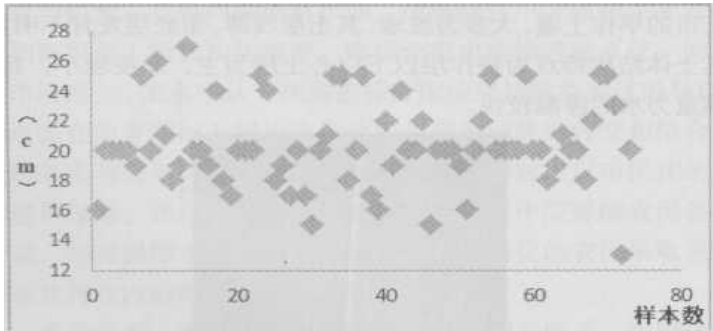


图 2 旱地典型样本耕作层厚度分析

3.1.2 田块整形技术。根据项目区地形地貌、种植方式和产业确定田块的形状，为了方便农田机械化作业，田块的长宽比一般宜控制在 4:1~10:1。在地形坡度小于 2° 的平坝区，宜修建格田。在丘陵山区地区，宜修建梯田。格田在布置时充分利用现有田块格局，以田间道路或沟渠为中轴布设成网格状。梯田田块布局应注意依据地形条件，充分考虑梯级灌溉、梯级排水的要求，合理调整田块布设，实现灌排通畅。

3.1.3 田坎（埂）修筑技术。田坎（埂）在水田保水功能上起到一定作用，旱地改水田在修筑田坎（埂）时对田坎的高度、距田面的高差、背坡坡比和工艺要求有严格的要求。田坎（埂）的材质可选用粘土坎，地质条件不稳定的区域可加用石坎进行稳固。田坎（埂）在设计时宜高出田面 15cm~20cm，埂顶宽 15cm~40cm；，埂宽 30cm~50cm；当田坎（埂）起到生产路通行功能时可讲宽度放大到 40cm~60cm。

表 2 田坎（埂）修筑

田坎 材质	适宜区域	坎高 (m)	背坡 坡比	工艺要求
田埂	格田	>0.15	≤1:	清除新旧 土接触层
土坎	粘土区	≤1.2	0.5	的杂草，
石坎	土质稳定性较差、上 下台高差较大区	≤1.5		分层夯实

3.1.4 田间防渗技术。田间防渗主要是土壤结构处理达不到水稻种植防渗要求的犁底层，其厚度不小于 10cm，当犁底层小于厚度要求时，采取客土补充，土壤质地以壤土或粘土为主，土质均匀，具有良好的保水性。

（1）防渗技术。田间持水量是土壤保持水分的一种基本特性，要确保新增水田的田间持水特性，需进行防渗工程，构筑犁底层。犁底层是耕作时在耕作层下所形成的硬土层，它对水的入渗产生阻碍作用，具有保水作用。犁底层一般厚约 5~7cm，最厚

可达到 20cm。因此，构筑犁底层工艺相对复杂而精细，需要将耕作层土壤剥离后，对心土层进行碾压、夯实、多次淹水犁耙（3 次或 3 次以上）后静置，将泥浆沉淀，最后进行绞田边、糊田（土）埂施工工艺，等综合防渗措施。在实际整治过程中，可根据旱地的土体结构情况，对其防渗工序因地制宜进行施工，直到达到新增水田防渗要求。

表 3 新增水田防渗要求

工程类型	田间防渗程度	
田间防渗	渗漏强度（mm/d）	犁底层土壤容重（g/cm³）
	5 ~ 10	≥1.5

（2） 防渗检验。检测旱地改水田防渗是否达标，测定田间的持水量可采取土壤容重测定或田间水田渗漏强度检测两种方式。土壤容重是反映土壤的紧实度的主要指标。土壤容重小，表明土质疏松，通透性佳，农田中土壤犁底层容重显著高，其土层的紧实度显著高于非层，容重一般为 1.5~1.7g/cm³。

环刀法测定土壤容重的方法是指用一定容积的环刀切割代表性的原状土，使土样充满其中，称量后计算单位容积的烘干土（105℃）重量。室内环刀测定田间持水量较其他方法简便易行，容易掌握，有利于广泛采用，其测定数值也较为可靠。

$$\rho_B = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

式中：

ρ B——土壤容量， g/cm³；

m₁——环刀的质量， g；

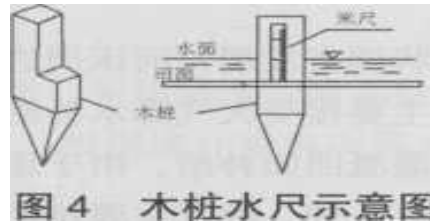
m₂——环刀+烘干土质量， g；

V——环刀容积， cm³。



图 3 环刀及土壤容重采样示意图

（3） 田间水田渗漏强度检测。水田土壤水分在单位时间内垂向渗漏和侧向渗漏的水量，以 mm/d 表示。如爽水型水稻土 10~20mm/d, 滞水型水稻土 5~10mm/d(未计算蒸腾量)。测定方法以田间标尺定时观察方法为主。具体可采用水头差法，在水田田面(迎水面)垂直插入木桩水尺，泡田 3 天后开始观测，每天定时观测一次，观测 3~5 次，实测 24h 内水头差值，取平均值为水田的渗漏强度。



3.1.5 耕作层土壤回覆及整地要求。耕作层土壤回覆及田面平整是新增水田土地平整的最后一道工序。防渗工程完成后，应将剥离的耕作层土壤即时回覆，并需对其进行铺摊均匀和适当镇压，并进行淹水泡田，采用机械或人工犁耙将田面进行细部平整，使田面平整。水稻是喜水作物，但是过量的水也能将其淹死，为保障水稻作物的正常生长，新增水田的田面高差宜控制在±3cm 以内，碓石含量应不高于 1%。

3.2 灌溉与排水工程

3.2.1 灌溉与水源工程。旱地改水田土地整治项目存在单片性、零散性等特点，新修大型的水源设施不利于项目的投资建设。在考虑灌溉工程时，可以充分利用整治区域的现有溪河、水库、山泉水、山坪塘、囤水田等可利用的水源设施，并结合必要拦蓄和输水设施的建设，保障项目区灌溉设计保证率。

表 4 水田灌溉设计保证率

区域类型	灌溉设计保证率%
浅丘带坝区/河谷平坝区	≥80
丘陵宽谷区/坪状高丘区/向斜平顶低山区	≥75
中低山槽谷区/中低山缓坡区	≥70

3.2.2 排水工程。排水沟的设置与灌溉渠道相适应，利用天然沟渠，合理布置排水渠道，做到减少“串排串灌”，少占耕地，不破田块要求。重庆丘陵山区的排水沟设计标准采用暴雨历时 1~3 天，3~5 天可排至作物耐淹水深，要满足农田防洪、排涝、降渍的要求。

3.3 田间道路工程

3.3.1 田间道。田间道路在设计时应结合建设区地形地貌条件及农田机械耕作与运输的要求进行布设。田面的宽度不大于 3.5cm, 高出田面 0.5cm, 从生态的角度，路面可以采用砂砾石、碎石等铺筑，厚度为 0.1cm~0.15cm, 采用素土夯实路基，并设置土路肩，宽度一般为 0.25cm。

3.3.2 生产路。生产路是为了满足生产人员田间生产、生产机械下田和收获农产品等活动的需要。生产路的适宜宽度一般为 1.2~2.0m。

表 5 生产路设计标准

区域类型	生产路	生产路路网密度(m/hm ²)
	宽度(m)	
浅丘带坝区/河谷平坝区	1.5 ~2.0	≥40
丘陵宽谷区/坪状高丘区/向斜 平顶低山区	1.2 ~2.0	≥35
中低山槽谷区/中低山缓坡区	1.5 ~2.0	≥30

3.4 其他工程

整治后的新增水田质量等别较低，需进行土壤改良，土壤质地的改良主要通过结构改造和地力提升的措施实现。结构改造采取掺沙、掺黏措施或利用建设用地剥离的耕作层土壤进行客土改良。地力提升措施有秸秆还田、种植绿肥还田和增施有机肥等方式，使得土壤中有机肥含量达到水稻土的基本要求。作物秸秆还田量，每年宜不小于 500kg/667m²；农家肥宜按 1500~2000kg/667m²标准施用；商品有机肥按 200~300kg/667m²标准施用。改良后的土壤宜达到三泥七沙或四泥七沙的壤土范围。

4 结语

旱地改水田是一项实现农地资源可持续利用的战略性工程，规划协调、科学设计、合理施工的旱地改水田项目可以有效增加水田面积，提高土地生产能力，改善农业生产条件，促进农地生态系统的良性循环。本文针对重庆丘陵山区旱地特点进行分析和设计，开展了旱地改水田土地整治的工程类型、适宜性指标及工程涉及的土地平整技术、灌溉排水工程技术、田间道路工程技术和土壤改良技术探讨，可以为“十三五”乃至以后的重庆市旱地改水田任务提供支持，是落实“占优补优、占水田补水田”制度下的旱地改水田整治模式实施的有力保障。

【参考文献】

- [1] 西南大学. 重庆农业土壤 [M]. 北京：中国大地出版社，2013.
- [2] 高盼，王秋菊，刘峰，等. 心土层对水稻生长及产量影响的研究 [J]. 中国土壤与肥料，2016(1):47-52.
- [3] 王君. 旱地改水田项目中新增水田的适宜性评价方法研究——以湖南省华容县梅田湖镇北剅口村金鸡村旱地改水田项目为例 [J]. 农业与技术，2015, 35(24):55-56.
- [4] 刘正国，游振波，黄俊. 江西省旱地改水田土地整治研究——以永丰县瑶田镇湖西村旱地改水田项目为例 [J]. 安徽农业大学，2015(36)：185-187+229.
- [5] 朱雪梅. 单季稻水田生态系统水量平衡及节水研究 [D]. 沈阳：中国科学院沈阳应用生态研究所，1999.
- [6] 王长海. “旱地改水田”工作的思考：以龙江县推进“旱地改水田”工作为例 [J]. 农民致富之友，2014(4):29.