

# 新修梯田对土壤理化性质及作物产量的影响

刘绪军<sup>1</sup>, 刘丙友<sup>1</sup>, 景国臣<sup>1</sup>, 陈 棣<sup>2</sup>, 周艳明<sup>1</sup>

(1. 黑龙江省水土保持科学研究所克山实验站, 黑龙江 克山 161606;

2. 黑龙江省水土保持科学研究所克山实验站, 黑龙江 齐齐哈尔 161000)

**摘 要:**通过对新修梯田不同部位土壤理化性质研究, 发现切土和填土部位有显著差异, 对作物产量产生很大的影响。填土部位物理性质好, 养分含量高, 作物产量高, 但保墒能力差; 切土部位物理性质较差, 底土非常黏重, 养分贫乏, 造成作物的减产。建议在修筑水平梯田时针对两部位的差异采取措施, 以充分发挥梯田的效益。

**关键词:**土壤理化性质; 作物产量; 梯田

中图分类号: S153; S157.31

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)01-0276-02

## Effect of Newly Built Terrace on the Physicochemical Properties of Soil and the Crop Yield

LIU Xu-jun<sup>1</sup>, LIU Bing-you<sup>1</sup>, JING Guo-chen<sup>1</sup>, CHEN Di<sup>2</sup>, ZHOU Yan-ming<sup>1</sup>

(1. Keshan Experimental Station Attached to Heilongjiang Soil and Water Conservation Research Institute, Keshan, Heilongjiang 161606; 2. Keshan Experimental Station Attached to Heilongjiang Soil and Water Conservation Research Institute, Qiqihaer, Heilongjiang 161000, China)

**Abstract:** Through the study on the physicochemical properties of different points of newly built terrace, it is discovered that digging and filling points has remarkable difference, having tremendous influence on the crop yield. The filling points' physical properties is good, the soil nutrient is high, the crop yield is high, but preservation ability of soil moisture is bad; Digging points' physical properties is worse, the subsoil extremely sticks heavily, the nutrient is deficient, causing the reduction of crop. The suggestion is to take different measures at different points on terrace while constructing terrace so as to give its full play.

**Key words:** the physicochemical properties of soil; crop yield; terrace

修筑水平梯田需要挖土筑埂和整平田面(挖高填低), 在田面上就形成了两个不同的部位, 即切土部位(内侧)和填土部位(外侧), 使部分土层被打乱, 造成两部位的土壤理化性质差异很大, 影响着作物的产量, 特别是在新修的水平梯田中表现尤为突出, 这种差异需持续多年才会逐步减少, 严重影响了梯田增产效益的发挥。因此, 研究新修梯田不同部位土壤的理化性质及其作物产量的差异, 以便针对不同的位置及时采取措施, 对于迅速全面提高梯田的产量, 提早实现梯田增产增收的功能, 具有十分重要的作用。

### 1 试验区概况

试验区布设在黑龙江省克山县粮食沟小流域的试验场内, 该地属于典型丘陵漫岗黑土区。多年平均气温 1.1℃, 年均降雨量 479.4 mm, 年均径流深 50 mm, 多年平均日照时数为 2 703.3 h, 无霜期 122 d, 年均大于 8 级风天数约 22 d, 年均风速 3.1 m/s。土壤为发育在黄土状亚黏土上的黏底黑土, 土层平均厚度 20~30 cm, 土壤侵蚀模数为 6 000 t/(km<sup>2</sup>·a)。

### 2 研究内容及试验设计

#### 2.1 研究内容

新修梯田不同部位的土壤理化性质的差异。

新修梯田不同部位的作物产量的变化。

#### 2.2 试验设计

试验处理: 水平梯田为试验前一年秋季采用中间堆土法修筑(原地面坡度 4°), 面积 1 hm<sup>2</sup>, 田面宽 10.8 m, 田边埂高 0.3 m, 顶宽 0.3 m; 对照为 4°横坡垄作坡地, 面积 21 hm<sup>2</sup>; 前茬作物为小麦, 秋季平翻整地, 试验年种植作物品种为玉米。

测定部位及样点布设: 测定部位为切土部位、填土部位和坡地对照 3 处, 每个部位设 3 个取样点, 每个取样点设 3 次重复。

土壤通透性的测定: 测定日期为 6 月份 1 次; 容重和孔隙度的取样深度为 0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm 四层; 渗透速度测定 0~20 cm 土层的单位时间内的透水量。

土壤温度的测定: 测定深度分为 0~5 cm、5~10 cm 两个层次; 测定日期为 5 月和 7 月; 测定频度为每月 3 次, 每次测定时间分别为 5:00、13:00、19:00。

土壤含水率的测定: 取样深度分 0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm 四个层次; 测定日期为 6、7、8、9 月的中旬各测定 1 次。

土壤养分的测定: 测定项目为水解氮、速效磷、速效钾、有机质; 测定深度为 0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm 四层; 测定日期为 7 月份 1 次。

\* 收稿日期: 2006-03-21

基金项目: 黑龙江省科技厅攻关项目“黑龙江省山区丘陵区耕地综合整治措施体系研究”, 编号: GC05B304

作者简介: 刘绪军(1971-), 男, 山东邹县人, 高级工程师, 学士, 主要从事黑土区水土流失规律及生态环境建设研究。

作物生长发育观测: 作物收获时测定, 每个重复 10 株, 测定单株平均产量, 推算单位面积产量。

3 结果与分析

3.1 土壤通透性的变化

据测定, 坡耕地修梯田后, 0~ 40 cm 土壤平均容重减少了 8. 48%, 孔隙度增加了 4. 16%, 渗透速度增加了 332. 79%。这种变化在梯田的表层土壤中表现最为显著, 但随着土层的加深而减弱, 0~ 20 cm 土壤平均容重减少了 10. 58%, 孔隙度增加了 5. 49%, 而 20~ 40 cm 土壤平均容重减少了 6. 54%, 孔隙度只增加了 2. 73%。这说明修梯田使

土壤物理性质得到了改善, 通气透水能力增强。另外, 填土和切土两部位变化的大小有显著的差异, 填土部位 0~ 40 cm 土壤平均容重减少了 11. 58%, 孔隙度增加了 6. 96%, 0~ 20 cm 土壤渗透率增加了 7. 65 倍, 与对照比改变十分显著, 且不同土层之间差异不大; 而切土部位 0~ 40 cm 土壤平均容重减少了 5. 39%, 孔隙度只增加了 1. 36%, 0~ 20 cm 土壤的渗透率几乎没有增加, 这些与对照比改变不显著, 并且随着土层深度增加而变化减小直至无变化(表 1)。这正是由于表层土壤和填土部位的上下土层均扰动较大, 对土壤结构改变的大, 而切土部位的下层土壤扰动小甚至无扰动, 对土壤的物理结构改善作用小所致。

表 1 土壤物理性质测定表

试区	不同土层深/cm 的土壤容重/(g·cm <sup>-3</sup> )							不同土层深/cm 的土壤空隙度/%							0~ 20 cm 土层渗透速度/(mm·min <sup>-1</sup> )
	0~ 10	10~ 20	20~ 30	30~ 40	0~ 20	20~ 40	0~ 40	0~ 10	10~ 20	20~ 30	30~ 40	0~ 20	20~ 40	0~ 40	
切土部位	1. 01	1. 15	1. 26	1. 32	1. 08	1. 29	1. 19	60. 85	55. 43	51. 35	49. 03	58. 14	50. 19	54. 17	1. 84
水平梯田 填土部位	1. 04	1. 11	1. 11	1. 17	1. 08	1. 14	1. 11	59. 69	56. 97	57. 14	54. 83	58. 33	55. 99	57. 16	14. 00
平 均	1. 03	1. 13	1. 19	1. 25	1. 08	1. 22	1. 15	60. 27	56. 20	54. 25	51. 93	58. 24	53. 09	55. 66	7. 92
坡地(对照)	1. 17	1. 24	1. 28	1. 32	1. 21	1. 30	1. 25	56. 51	53. 9	52. 42	50. 93	55. 21	51. 68	53. 44	1. 83

3.2 土壤温度的差异

从 2 个月的观测结果看, 0~ 10 cm 土层的日均地温填土部位最高, 其次为坡地, 而切土部位最低。日均地温与对照的差值随着土层加深而加大, 尤其是切土部位 5~ 10 cm 地温与对照的差值最大, 这与各部位的土壤通透性是密切相关的, 说明切土部位比较冷凉。与对照的差异随着时间而变化, 5 月份作物处于出苗期, 地面覆盖度还很低, 各部位日均地温的差异大, 填土部位比对照高 1. 73℃, 而切土部位比对照低 1. 29℃。填土与切土两部位地温差达 3. 02℃; 随着作物覆盖的增加这种差异逐渐减小, 填土与切土部位地温差值仅为 0. 62℃(表 2)。

3.3 对土壤保水蓄水能力的影响

总的来说, 0~ 40 cm 土壤年均含水率比对照增加了 1. 95%, 其中 0~ 20 cm 土壤含水率增加了 2. 51%, 20~ 40 cm 土壤含水率增加了 1. 38%, 相当于每 hm<sup>2</sup> 多蓄水 97. 33 t。因此, 通过修筑水平梯田, 可以在改善土壤的容重、孔隙度、渗透性的基础上, 起到提高土壤的蓄水能力的作用。从随时间变化上看, 梯田 6 月份 0~ 40 cm 土壤平均含水率低于坡地, 而 7、8、9 月份均高于对照, 其原因主要是上一年秋季修梯田动土量大, 土壤水分散失的多, 而修筑后至 6 月份

降水量偏小, 土壤得到补充的水分少, 进入 7 月份汛期后, 降水增多, 梯田土壤水分才得到有效的补充。从梯田的不同部位讲, 6 月份填土部位土壤含水率最小, 说明这一部位保墒能力差, 而 7~ 9 月填土部位土壤含水率比对照分别提高 5. 2%, 切土部位仅提高 1. 36%, 并且填土部位不同土层含水率均高于切土部位(表 3)。由此可见, 蓄水能力的趋势是填土部位强, 切土部位较差。

表 2 不同部位土壤温度测定表

日期	试区	0~ 5 cm				5~ 10 cm			
		5:00	13:00	19:00	平均	5:00	13:00	19:00	平均
5 月份	切土部位	14. 87	22. 83	22. 93	20. 21	14. 83	17. 33	19. 87	17. 34
	填土部位	16. 57	26. 20	25. 40	22. 72	17. 83	21. 50	23. 27	20. 87
	平均	15. 72	24. 52	24. 17	21. 47	16. 33	19. 42	21. 57	19. 11
	坡地(对照)	15. 20	24. 70	22. 83	20. 91	15. 83	20. 67	21. 17	19. 22
7 月份	切土部位	18. 77	22. 63	21. 27	20. 89	18. 60	21. 57	21. 53	20. 57
	填土部位	19. 03	23. 20	21. 97	21. 40	19. 20	22. 73	21. 97	21. 30
	平均	18. 90	22. 92	21. 62	21. 14	18. 90	22. 15	21. 75	20. 93
	坡地(对照)	18. 37	23. 00	22. 00	21. 12	18. 63	22. 30	21. 50	20. 81

表 3 土壤含水率变化情况表

日期	试区	不同土层含水率/%						
		0~ 10 cm	10~ 20 cm	20~ 30 cm	30~ 40 cm	0~ 20 cm	20~ 40 cm	0~ 40 cm
6 月	切土部位	29. 98	30. 10	29. 18	29. 02	30. 04	29. 10	29. 57
	填土部位	29. 29	29. 36	29. 95	29. 28	29. 33	29. 62	29. 47
	平均	29. 64	29. 73	29. 57	29. 15	29. 68	29. 36	29. 52
	坡地(对照)	29. 49	30. 20	30. 37	30. 36	29. 85	30. 37	30. 11
7 月	切土部位	30. 08	28. 84	28. 94	29. 20	29. 46	29. 07	29. 27
	填土部位	31. 66	31. 76	30. 62	30. 21	31. 71	30. 42	31. 06
	平均	30. 87	30. 30	29. 78	29. 71	30. 59	29. 74	30. 16
	坡地(对照)	28. 08	28. 30	28. 55	29. 03	28. 19	28. 79	28. 49
8 月	切土部位	30. 49	30. 24	29. 37	28. 71	30. 37	29. 04	29. 70
	填土部位	31. 54	31. 29	30. 18	29. 50	31. 42	29. 84	30. 63
	平均	31. 02	30. 77	29. 78	29. 11	30. 89	29. 44	30. 17
	坡地(对照)	31. 45	29. 65	28. 92	28. 61	30. 55	28. 77	29. 66
9 月	切土部位	30. 74	30. 37	29. 59	29. 36	30. 56	29. 48	30. 02
	填土部位	31. 36	30. 33	30. 82	30. 11	30. 85	30. 47	30. 66
	平均	31. 05	30. 35	30. 21	29. 74	30. 70	29. 97	30. 34
	坡地(对照)	30. 66	29. 93	29. 21	28. 75	30. 30	28. 98	29. 64

3.4 土壤养分的变化

通过测定, 填土部位 0~ 40 cm 土层中平均水解氮、速效

磷、速效钾、有机质的含量高出对照 7. 84~ 46. 98%, 而切土

表 2 堆积体稳定性计算结果汇总			
计算工况	Ⅰ区	Ⅱ区	Ⅲ区
天然	1.671	1.110	1.483
天然+ 暴雨	1.550	1.050	1.413
天然+ 地震	1.182	0.759	1.004
665 m 蓄水位	1.631	1.063	1.434
665 m 蓄水位+ 暴雨	1.567	1.008	1.360
665 m 蓄水位+ 地震	1.072	0.706	0.955

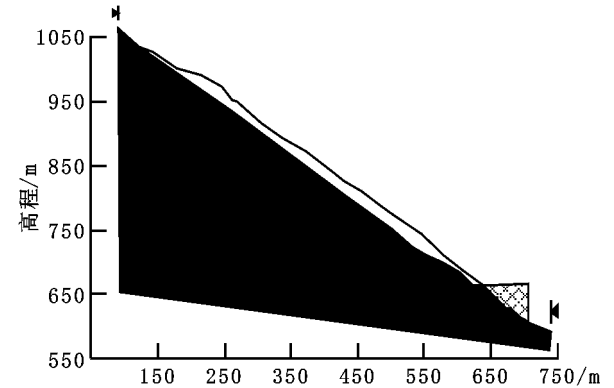


图 4 Ⅲ区计算剖面模型

计算结果表明:  
(1)天然状况下 Ⅲ区稳定性处于极限平衡状态,Ⅰ、Ⅱ区稳定性系数都大于 1.4,稳定性较好。  
(2)由于地表及坡体内排水通畅,暴雨对堆积体稳定性影响较小,稳定性系数降低幅度一般在 0.1 左右。

参考文献:

[1] 宋彦辉, 聂德新. 黄河上游某电站 I# 滑坡稳定性分析[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2002, 13(2): 25- 30.  
[2] 孔德坊. 工程岩土学[M]. 北京: 地质出版社, 1992.  
[3] 石豫川, 冯文凯, 单志钢. 某多期次巨型滑坡危害程度预测评价[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2004, (3): 226- 232.  
[4] 张倬元, 王士天, 王兰生. 工程地质分析原理(第二版)[M]. 北京: 地质出版社, 1994.

(上接第 277 页)

部位的含量低于对照 18.56~ 11.95%。填土部位各层的土壤养分含量均较高,而切土部位仅表层土养分含量较高,底土层的养分十分贫乏(表 4)。

表 4 土壤养分含量表

试区	土层厚 / cm	水解氮/ (mg·100 g <sup>-1</sup> )	速效磷/ (mg·100 g <sup>-1</sup> )	速效钾/ (mg·100 g <sup>-1</sup> )	有机质/%
切土部位	0~ 10	53.00	9.33	55.85	3.00
	10~ 20	39.63	6.60	47.41	3.23
	20~ 30	26.43	3.07	34.65	2.40
	30~ 40	21.35	1.52	25.16	1.75
	平均	35.10	5.13	40.77	2.60
填土部位	0~ 10	53.16	10.26	58.00	3.60
	10~ 20	49.52	9.00	49.90	3.70
	20~ 30	41.98	6.76	42.23	3.20
	30~ 40	48.65	8.66	52.37	3.25
	平均	48.32	8.67	50.62	3.44
对照	0~ 10	53.28	9.86	55.44	3.55
	10~ 20	43.58	6.79	50.37	3.40
	20~ 30	33.95	3.82	43.46	3.20
	30~ 40	28.65	3.12	37.56	2.60
	平均	39.86	5.90	46.70	3.19

参考文献:

[1] 刘运河, 唐德富. 水土保持[M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1988.

(3)水库蓄水至 665 m 时,堆积体坡脚 50~ 55 m 范围内的土体长期浸泡在水中,其力学强度有所降低。水库蓄水导致稳定性系数降低幅度在 0.05 左右,其影响小于暴雨。

(4)本区地震烈度高达Ⅵ度,地震对各堆积体的稳定性影响非常大,稳定性系数降低幅度达 0.3~ 0.4 以上。天然条件下考虑地震时,Ⅰ区稳定,Ⅱ区处于不稳定状态,Ⅲ区处于极限平衡状态。

(5)水库蓄水至 665 m 并考虑地震时,Ⅲ区处于极限平衡状态,Ⅰ、Ⅱ区均失稳。

4 结 论

通过上述堆积体发育状况描述及稳定性的定性分析和定量计算可以得出以下几点认识:

(1)堆积体是在构造应力、自重应力、地壳抬升及高强度地震等共同作用下形成。由于坡体物质岩性不一,存在松动层,在地震作用下形成了两条深切冲沟,冲沟在溯源侵蚀和自重力作用下不断垮塌,造成堆积体本身的内能消耗,对整体稳定性起到积极作用。

(2)由于地下水位比较低,且表面和坡体内部排水均通畅,因此地下水对堆积体的稳定性影响比较小。

(3)堆积体长期以来整体稳定性较好,表现在堆积体内部块碎石夹黏土固结较好,坡体表面及内部排水条件良好,除冲沟附近外地表没有明显变形迹象。

(4)计算分析表明,在不考虑烈度为Ⅵ度地震影响时,Ⅲ区处于极限平衡状态,Ⅰ、Ⅱ区均处于平衡状态,稳定性系数均大于 1.4。若考虑地震影响时,蓄水工况下,Ⅰ、Ⅱ区将处于极限平衡状态,Ⅲ区很不稳定,有必要对其采取工程处置措施。