

黄土高原土壤入渗能力野外测试

蒋定生 黄国俊 谢永生

(中国科学院西北水土保持研究所)

一、前言

黄土高原属半干旱半湿润地区，地下水埋藏较深，包气带平均厚达50余米。本区降雨产流方式一般属于超渗产流，亦即当降雨强度超过土壤入渗能力时就产生地表径流。因此，认识黄土高原土壤入渗特性，对于洪水预报和土壤侵蚀预测预报，以及对制定水土保持措施，均有十分重要的意义。

本文根据新近在陕、甘、宁等省区的野外测试资料，对这些地区的土壤入渗能力作点介绍，关于黄土高原土壤入渗能力较为详细的研究，将另文讨论。

土壤渗透性的测试方法，用通常的双圈法进行。

二、土壤入渗能力的变化规律

(一) 土壤入渗能力的水平变化规律

土壤入渗能力与土壤类型、地形、土壤物理性质以及土地利用型式都有密切的关系。黄土高原土壤入渗能力存在明显的地带性。试验表明，在高原腹地的子午岭、乔山、黄龙山等稍林地区，由于森林茂密，地面上有深厚的枯枝落叶层，地表松软，表层土壤(0—10厘米)容重在0.8克/立方厘米左右， >0.25 毫米的水稳性团粒含量高达60%以上，土壤稳定入渗速率超过10毫米/分钟，是黄土高原土壤入渗能力的高值区。该区终年山青水秀，沟内清水长流，洪枯流量比较平稳，洪水流量过程线峰形比较平缓，不像其它地区那样尖瘦。

从陇东的通渭县经华家岭至定西县宁远公社，即沿西兰公路两侧的梁顶崩坡上，广泛分布着黑麻土，其结构良好，土壤稳定入渗速率在2.2毫米/分钟左右，是黄土高原土壤入渗能力的次高值区。

自子午岭、乔山、黄龙山等高值区向外，位于庆阳、固原、吴旗、安塞、子长、绥德、宜川、洛川、富县等范围内的绝大部分地区，土壤入渗能力较强，稳定入渗速率界于1—1.5毫米/分钟之间。

兰州、天水、陇县、耀县、蒲城一线南部地区，土壤稳定入渗速率小于0.8毫米/分钟。

永登、榆林等干旱、风沙草原地带，由于风蚀作用，植被稀疏，土壤结构很差，土壤稳定入渗速率不超过0.5毫米/分钟。

泥沙，均将有重大影响。应在事前进行详细的实地勘察，根据自然综合生态环境、生产要求提出周密的计划和有效措施。总之须以预防为主，不再增加入黄泥沙、妨害整个土地整治工作和恶化本区生态环境为宜，切忌出于局部利害，盲目蛮干。

限于水平，不当之处，在所难免，倘能对黄土高原土地整治开发和根治黄河起个抛砖引玉的作用，则就深为满意矣。

(二) 土壤入渗能力的垂直变化规律

随着土层深度的增加，土壤入渗能力急剧降低。根据在子午岭连家砭林区的测试结果表明（表1），随着土层深度的增加，土壤容重增大，非毛管孔隙减小，土壤变得紧实， >0.25 毫米水稳性团粒含量减少，土壤结构变坏，这些均导致土壤入渗能力衰减。

表 1 土壤入渗能力垂直变化规律 (分层采土测试)

土地利用型式	测试深度 (厘米)	首30分钟渗水总量 (毫米)	首30分钟平均渗透速率 (毫米/分钟)	恒定渗透速率 (毫米/分钟)	土壤容重 (克/立方厘米)	非毛管孔隙 (%)	>0.25 毫米团粒含量 (%)
40—50龄山杨林地	0—10	1,525.0	50.90	27.0	0.63	31.6	76.2
	20—30	257.5	8.60	3.8	1.12	8.1	48.2
	40—50	61.2	2.04	0.7	1.25	6.6	47.1
	80—90	40.8	1.36	0.3	1.25	7.9	
马牙草与铁杆	0—10	163.6	5.45	3.0	0.95	13.3	69.0
	20—30	86.0	2.87	1.2	1.25	9.6	53.2
蒿密丛草地	40—50	48.8	1.65	0.4	1.28	9.4	44.4
	80—90	44.0	1.47	0.3	1.27	6.0	
开垦第四年	0—10	285.0	9.50	4.7	0.98	13.0	44.8
	20—30	57.5	1.92	0.7	1.29	6.8	51.4
种植麻子	40—50	50.0	1.67	0.3	1.26	4.2	34.0
	80—90	55.0	1.68	0.4	1.27	5.5	

土壤入渗能力随土层深度增加而衰减的规律，在林地最为明显。譬如，以40—50龄山杨林为例，0—10厘米土层土壤恒定渗透速率是20—30厘米土层的7.1倍，是80—90厘米土层的81.8倍。由于林地表层入渗能力极强，加之林冠枝叶的层层拦截和凋落物对地表的保护，观测表明，即使在降水总量为53毫米、最大降雨强度达到2毫米/分钟的情况下，地面径流量极少，仅及0.5毫米。

各种利用型式，对土壤入渗能力影响的深度，一般及于50厘米左右，当深度超过80厘米时，土壤入渗能力并无明显差异。

(三) 土地利用型式对土壤入渗能力的影响

从表2资料可以看出，土壤在不同的利用型式之下，入渗能力有很大变化。林地在积累有大量枯枝落叶的情况下，由于凋落物的腐烂分解、灌丛草本植物的茂密生长、软体动物的栖息繁衍，土壤疏松，结构良好，恒定入渗速率最大。天然草地或者人工草地，随着植株的生长发育，根系在土中交织缠绕，土壤容重增大，非毛管孔隙减少，土壤入渗速率很小。9年生的沙打旺草地，大部分植株已衰败枯死，根系开始腐烂，加之底层土壤（30厘米以下）干燥（含水量小于5%），吸水能力极强，其土壤恒定入渗速率尚高于农耕地。

黄土高原不少地区，由于燃料极缺，新造林地的枯枝落叶常被搂扒干净，片叶不留，或者辟为冬季牧场，驱赶羊群觅食践踏，致使土壤变得密实，结构难以得到改良，不利于对降水的拦蓄。

表 2

土壤在不同利用型式之下入渗能力比较

测试地点	土壤类型	利用型式	首30分钟 渗水总量 (毫米)	首30分钟平 均渗透速率 (毫米/分钟)	恒定渗透速率 (毫米/分钟)	表层土壤容重 (克/立方厘米)
甘肃合水县	黑壮土	40—50龄山杨林地, 林下多绣线菊、胡秃子、胡枝子、四季青等灌丛草本植物	465.8	15.5	10.6	0.79
连家砭林场	黄绵土	马牙草与铁杆蒿群丛	41.3	1.4	0.9	0.95
甘肃西峰镇 董志塬	黑垆土	农地, 休闲 6年生苜蓿地	87.5 32.0	2.9 1.1	1.5 0.3	1.18 1.33
吴旗铁边城	绵砂土	农地, 种植黄芥 9年生沙打旺地, 已衰败	78.5 118.3	2.6 3.9	1.3 2.3	1.09 1.20
黄龙曹家塬	粘黑垆土	农地, 种植玉米 多放牧的黄刺玫、铁杆蒿灌丛草地	142.5 35.5	4.8 1.2	2.4 0.6	1.03 1.29

三、发挥黄土高原土壤入渗能力较高优势的浅见

黄土高原的高原沟壑区与丘陵沟壑区, 总的说来, 土壤入渗能力较强, 但也应注意到土壤入渗能力随深度锐减和与表层土壤容重关系密切的事实。因此, 在高原沟壑区应开展平整土地(如修条田、埝地等), 深耕, 兴修沟头防护、涝池、水窖等工程, 拦蓄降水, 就地入渗。

有关研究表明, 土壤入渗速率随地面坡度的增加而减小, 也随雨点粒径的减小而增大。因而在丘陵沟壑区, 一方面要大力种草植树, 增加地面被覆, 破碎雨滴, 防止大颗雨点对地面的直接冲击, 保护土壤结构, 增加入渗水量; 另一方面又要大力兴修梯田(特别是隔坡梯田), 推广水土保持耕作法, 如区田圳田、水平沟种植等, 以改变地面坡度, 增加入渗水量, 拦蓄径流。

在重新建造的林地草地上, 一要提倡整地造林(如鱼鳞坑、水平沟、水平阶等); 二要注意枯枝落叶等凋落物的积累, 切忌扫光(作燃料)吃光(羊只觅食)。试验表明, 林下枯枝落叶腐烂后, 不仅能增加土壤有机质, 改良土壤, 而且能大量存纳雨水。