

黄土高原沟壑区塬面苹果园土壤水分特征分析^①

张 义^{1,2}, 谢永生^{2*}, 郝明德²

(1 中国科学院地球环境研究所黄土与第四纪地质国家重点实验室, 西安 710075;

2 西北农林科技大学, 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西杨凌 712100)

摘 要: 为了解长期种植果树对黄土高原沟壑区土壤水分的影响, 对不同种植年限的塬面果园土壤水分特征进行了分析。结果表明: 黄土沟壑区塬面果园土壤水分含量普遍低于 80% 田间持水量, 水分较亏缺。0~10 m 果园土壤平均含水量与 3 m 以下各层含水量均呈极显著相关关系, 与 2~3 m 层含水量呈显著相关关系, 与 0~2 m 层次的土壤含水量相关性不显著。土壤水分含量随种植年限的增加呈现先降低后又略有恢复的趋势, 但水分恢复量不大。土壤水分波动性及其亏缺量随种植年限的增加呈现先增加后减小的抛物线型变化趋势。果树根系所吸收利用的土壤水分的深度, 随着种植年限的增加而加深。在果树的主要生命周期内, 其吸收利用的土壤水分最大深度可达 8 m 上下, 耗水量最大时期为盛果中期 (种植 15 年左右)。

关键词: 黄土高原; 苹果园; 土壤水分; 不同种植年限

中图分类号: S15

我国西北黄土高原沟壑区是世界著名的优质苹果适生区, 同时也是全国唯一符合优质苹果 (*Malus Pumila*) 生长 7 项气候指标要求的区域^[1-3]。自从 20 世纪 80 年代以来, 该地区苹果种植面积大幅提升, 已成为我国种植面积最大、产量最高的苹果产区。以渭北旱塬为代表的黄土高原苹果产业已成为促进地区经济发展、增加农民收入、改善区域生态环境的支柱产业^[4-5]。但由于该区处于我国半湿润半干旱地区, 降水稀少、蒸发强烈、地下水埋藏很深, 致使土壤水分经常处于亏缺状态, 因此, 土壤水分成为影响该区果树生长发育的主要生态因素之一^[6-8]。同时土壤水分是土壤-植物-大气连续体 (SPAC) 的一个关键因子, 是土壤系统养分循环和流动的载体, 它不但直接影响土壤的特性和植物的生长, 而且间接影响植物分布并在一定程度上影响小气候的变化^[9]。因此, 研究黄土高原沟壑区果园土壤水分状况对促进当地果业的健康发展、资源的合理利用及生态的良性循环具有重要意义。对黄土高原果园土壤水分状况前人已做过部分研究。朱德兰等^[10]研究了黄土高原旱地果园果树的耗水量与品质的关系, 得出当苹果树耗水量为 600 mm 时果实品质最优。樊军等^[11]通过对黄土旱塬不同农业生态系统土壤深层水分消耗与水分生态环境效应进行分析,

得出苹果树的大面积种植加快了土壤深层水分消耗, 最终可能影响这一区域的陆地水循环。Huang 等^[12]利用 SHAW 模型对黄土沟壑区果树砍伐后土壤水分的恢复状况进行分析, 模拟出种植 30 年苹果树后约需 7.3 年才能使 0~3 m 范围内果园土壤剖面的水分恢复成种植冬小麦的土壤水分状况。

以上研究对黄土高原地区果园土壤水分状况进行了有益的探索, 但多集中于土壤水分的调控管理, 或是不同生态系统土壤水分差异的比较, 而对同一典型区域大面积种植果树以来的土壤水分状况缺乏系统性研究, 对果树生长生存对土壤水分的影响缺乏必要的认识。本研究通过对位于中国科学院长武生态农业试验站区域内不同种植年限的果园土壤剖面水分特征进行分析, 探索种植果树对该地区土壤水分的影响, 以期从资源环境角度为黄土高原地区寻求果树的适宜种植年限提供依据和参考。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验在中国科学院长武生态农业试验站进行, 该站位于陕西省长武县的黄土高原南部高塬沟壑区。塬面平均海拔 1200 m, 属暖温带半湿润大陆性季风气候

①基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2011BAD31B01)、国家重点基础研究发展计划项目 (2009CB118604)、水利部公益性行业科研专项项目 (201001036)、水利部公益性行业科研专项项目 (200901051) 和中国科学院知识创新工程重大项目 (KSCX-YW-09-07) 资助。

* 通讯作者 (ysxie@ms.iswc.ac.cn)

作者简介: 张义 (1984—), 男, 河南郑州人, 硕士, 主要从事土壤环境与果园生态系统生产力调控研究。E-mail: zhangyi.zy@msn.com

区。年均气温 9.1℃, 无霜期 171 天, 多年平均降水量 584 mm, $\geq 10^\circ\text{C}$ 活动积温 3029℃, 年日照时数为 2230 h, 日照率 51%, 年辐射总量为 4 837 kJ/cm²。土壤为轻壤-中壤质黑垆土, 有机质含量为 13.44 ± 3.07 g/kg, 降水的入渗深度最大达 3 m, 剖面平均 pH 为 8.3, 总孔隙度 47.5%~56.0%, 0~1、1~2、2~3 和 3~10 m 剖面内平均体积质量分别为 1.34、1.28、1.31 和 1.30 g/cm³[13]。根据实测水分特征曲线得出的水分常数分别是: 田间持水量 230 g/kg (3×10^4 Pa 时的含水率), 初始

凋萎湿度 127 g/kg (6×10^5 Pa), 萎蔫系数 106 g/kg (1.5×10^6 Pa)[11]。塬面苹果园主要依靠天然降水, 无灌溉条件。

1.2 试验材料

研究果园选择的原则: ①选择塬面上土壤与成土母质类型相对一致的果园; ②各果园的营造和管理采用当地常规方法, 管理措施相对一致。根据以上原则, 所选择的有代表性的果园的基本情况见表 1。

表 1 研究果园的基本情况

Table 1 Characteristics of the studied orchard

编号	树龄 (年)	树种	面积 (hm ²)	株行距 (m)	棵数	树势	地形	海拔 (m)
I	6	富士	0.09	3.5 × 4	80	良好	塬面	1 220
II	8	嘎啦	0.17	2 × 4	200	良好	塬面	1 220
III	10	富士	0.13	2 × 3	200	良好	塬面	1 220
IV	12	富士	0.20	2.5 × 4	240	一般	塬面	1 220
V	15	富士	0.12	3 × 4	96	良好	塬面	1 220
VI	17	秦冠	0.07	2 × 4	100	良好	塬面	1 210
VII	20	秦冠	0.13	2 × 4	165	一般	塬面	1 220
VIII	26	秦冠	0.07	4 × 4	46	偏低	塬面	1 220
IX	37	国光	0.21	2 × 4	240	较差	塬面	1 210

1.3 样品采集

于 2006 年 9 月下旬果实采收后进行土壤样品采集。在每个研究果园内, 按照 S 形路线布设采样点。分层采样, 每 20 cm 采样一次, 采集深度 1 000 cm。土钻法取土, 经典烘干法[14]测值。

1.4 数据处理

土壤贮水量 (soil moisture storage) 计算公式 $D_W = \theta_m \cdot \rho \cdot h$ [15]。式中, D_W 为土壤贮水量 (mm), θ_m 为土壤质量含水量, ρ 为土壤体积质量 (g/cm³), h 为土壤厚度 (mm)。

土壤水分亏缺量 (soil moisture deficit) 计算公式 $W_D = W_F - D_W$ [16]。式中, W_D 为土壤水分亏缺量 (mm), W_F 为土壤田间持水量 (mm), D_W 为土壤贮水量 (mm)。

使用 Microsoft Office Excel 2007 软件进行数据处理及作图; 使用 SPSS 16.0 软件进行相关分析。

2 结果与分析

2.1 果园土壤水分分布统计学特征

土壤水分受降水强度、植物吸收利用及土壤蒸发差异的影响, 往往表现出显著的垂直异质性。对果

园土壤水分的实测样本进行经典统计分析, 可以宏观地解释果园土壤水分的空间总体特征。以土壤含水量为计算变量, 通过统计各个层次含水量极值、均值、标准差和变异系数来确定空间的变异性, 其结果见表 2。果园土壤水分以 0~100 cm 层次含量最高, 这主要是由于该层次土壤水分得到降水的补充量相对最大, 同时果树根系对该层次的水分吸利用量相对较少。100~200 cm 层次土壤平均含水量较之上层明显下降, 且变异系数为各层次中最大, 其原因是该层次为果树根系分布的密集层, 层内土壤水分受果树根系活力影响最大, 由于各调查果园种植年限及果树生长状况的差异性, 导致该层土壤水分变异系数最大。2 m 以下土层, 土壤平均含水量随土层深度的增加呈逐渐增大的趋势, 土壤水分变动较小, 其变异系数处于 0.90%~5.02%, 属于弱变异性。从 0~10 m 范围内土壤剖面水分状况看, 黄土沟壑区塬面果园土壤水分普遍低于 80% 田间持水量, 水分较亏缺; 除果树根层外, 剖面其他层次水分变化没有强变异性, 这与其他地区的变异情况基本相同[17-19]。

表2 土壤水分的统计特征值

Table 2 Statistical characteristics of soil moisture

项目	土层深度 (cm)									
	0 ~ 100	100 ~ 200	200 ~ 300	300 ~ 400	400 ~ 500	500 ~ 600	600 ~ 700	700 ~ 800	800 ~ 900	900 ~ 1 000
样本数	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
最大值 (g/kg)	193.7	166.3	139.2	141.0	146.0	147.1	155.7	161.1	155.1	167.4
最小值 (g/kg)	179.4	131.4	130.6	138.0	142.1	128.6	143.5	152.7	148.8	152.2
平均值 (g/kg)	186.6	141.7	134.5	138.8	144.6	140.2	150.2	155.8	151.7	158.1
标准差 S.D.	5.7	15.1	4.2	1.3	1.5	7.0	5.9	3.3	2.6	6.2
变异系数 CV(%)	3.05	10.65	3.10	0.90	1.05	5.02	3.96	2.09	1.73	3.90

2.2 果园土壤水分各层次间关系

为了了解果园土壤各层含水量间与平均含水量的关系,通过相关分析,对果园土壤各层含水量之间及其与整个测定剖面(0~1000 cm)土壤平均含水量的相关性进行分析,其 Pearson 相关系数见表3。从表中可以看出,塬面果园土壤含水量的相关性趋势为:①上层(0~400 cm)土壤含水量与中层(400~800 cm)土壤含水量及深层(800~1000 cm)土壤含水量相关性不显著。这说明土壤剖面上层含水量受降水、蒸发及植物吸收利用影响较大,破坏了土壤水分含量剖面分布的相关性,使得土壤水分存在剖面空间上的分异

性;②中层内部各层次两两间土壤水分含量均呈现极显著相关关系,中层整体土壤含水量与深层土壤含水量关系密切,与上层土壤含水量相关性不显著;③深层土壤水分含量与中层土壤水分含量相关性显著,与上层土壤水分含量无显著相关性;④0~10 m 果园土壤平均含水量与3 m 以下各层含水量均呈极显著相关关系,与2~3 m 层含水量呈显著相关关系,与0~2 m 层次的土壤含水量相关性不显著。这主要是由于0~2 m 范围内土壤含水量受外界自然条件及植物根系吸收利用的影响较为明显,而2 m 以下区域受外界影响较小造成的。

表3 塬面果园各层土壤含水量间及与平均含水量之间的 Pearson 相关系数

Table 3 Pearson correlation coefficients between soil moistures at different layers

土深 (cm)	0 ~ 100	100 ~ 200	200 ~ 300	300 ~ 400	400 ~ 500	500 ~ 600	600 ~ 700	700 ~ 800	800 ~ 900	900~1 000	0~1 000
0 ~ 100	1.000	0.613	0.361	0.008	-0.261	-0.109	-0.140	-0.118	-0.043	0.145	0.078
100 ~ 200	0.613	1.000	0.623	0.502	0.352	0.451	0.468	0.386	0.420	0.496	0.612
200 ~ 300	0.361	0.623	1.000	0.699*	0.523	0.378	0.580	0.620	0.775*	0.643	0.717*
300 ~ 400	0.008	0.502	0.699*	1.000	0.918**	0.770*	0.837**	0.716*	0.778*	0.501	0.881**
400 ~ 500	-0.261	0.352	0.523	0.918**	1.000	0.900**	0.946**	0.855**	0.842**	0.589	0.909**
500 ~ 600	-0.109	0.451	0.378	0.770*	0.900**	1.000	0.910**	0.876**	0.784*	0.720*	0.913**
600 ~ 700	-0.140	0.468	0.580	0.837**	0.946**	0.910**	1.000	0.934**	0.892**	0.714*	0.949**
700 ~ 800	-0.118	0.386	0.620	0.716*	0.855**	0.876**	0.934**	1.000	0.960**	0.875**	0.931**
800 ~ 900	-0.043	0.420	0.775*	0.778*	0.842**	0.784*	0.892**	0.960**	1.000	0.877**	0.931**
900 ~ 1 000	0.145	0.496	0.643	0.501	0.589	0.720*	0.714*	0.875**	0.877**	1.000	0.819**
0 ~ 1 000	0.078	0.612	0.717*	0.881**	0.909**	0.913**	0.949**	0.931**	0.931**	0.819**	1.000

注: ** 表示相关性达到 ($p < 0.01$) 显著水平, * 表示相关性达到 ($p < 0.05$) 显著水平。

2.3 不同种植年限间果园土壤水分差异

试验区所在的渭北长武黄土高原沟壑区属于典型的雨养农业区,土壤水分主要来自于大气降水;而且该区域的地下水位集中在50~80 m处^[20],对土壤水的补给作用十分有限。因此,大气降水是黄土高原沟壑

区塬面果园土壤水分的主要补给源。对黄土塬面不同种植年限的果园土壤水分的监测表明(图1),研究区不同种植年限间土壤水分含量差异较大。土壤含水量总体变化趋势为:挂果初期(10年生以下)土壤含水量大于挂果衰退期(20年生以上)和盛果期(10~20

年生)土壤含水量。这主要是由于挂果初期果树对土壤水分的消耗量较小,对深层水分的利用量较少;而盛果期果树由于蒸腾损耗量较大及果树生长所需吸收利用的水分较多而造成土壤水分含量减少;挂果衰退期果树虽然其生产能力降低,对水分的需求量也相应减少,但由于其前期的大量消耗,加之土壤水分补给量有限,造成土壤水分含量并没有显著恢复。

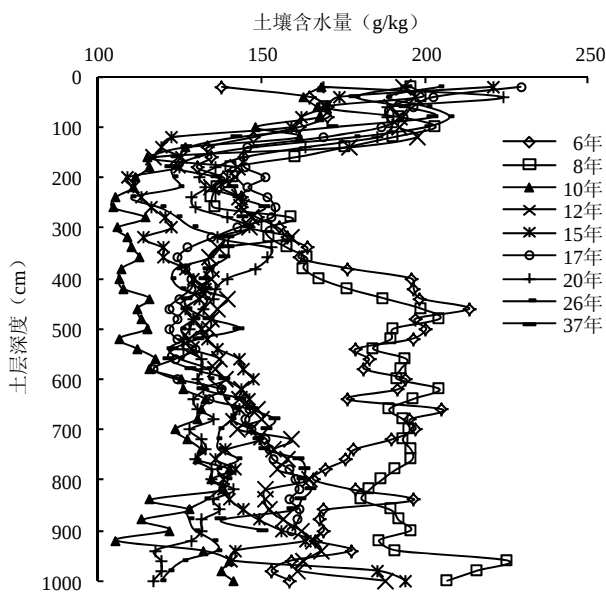


图 1 不同种植年限果园土壤水分剖面分布
Fig.1 Distribution of soil moisture in orchard soil profiles
different in planting-year

从单一的种植年限内土壤各个层次的水分来看,不同层次的土壤含水量变化幅度不大。同一种植年限内果园土壤剖面水分变异系数分别为:12.54% (6年生)、11.74% (8年生)、14.18% (10年生)、13.22% (12年生)、15.42% (15年生)、16.14% (17年生)、15.17% (20年生)、14.60% (26年生)、13.09% (37年生),说明随着种植年限的增加,土壤水分的波动呈现先增加后减小的抛物线型变化特点。这可能是由于受到不同年限果树生长状况的影响。

各种种植年限内,土壤水分变化总体趋势较为一致。土壤水分在 0~60 cm 范围内变化幅度较大,这主要是由于黄土沟壑区塬面果园表层 60 cm 以上土壤含水量易受外界降水、蒸发等环境因素的影响,含水率干湿变化明显。同时,在 60~100 cm 区间,各种种植年限的土壤水分含量都表现出一个峰值。100~200 cm 区间土壤水分迅速下降(图 1)。由于 1 m 以下土层受外界环境因素的影响相对较小,那么这个层面的水分盈亏量就应该是果树生长所消耗的水量。因此,土壤水分最低值出现的位置就应该是植物根系吸收水分用于植物生长与蒸腾的土壤水分最多的土壤层面^[21]。由图 1 可知,各种种植年限该土壤层面出现的位置皆位于 100~200 cm 层次内,说明 100~200 cm 层次是果树吸收利用土壤水分的主要区间。

不同种植年限间,土壤低湿层的范围差异明显(图 1)。挂果初期(10 年生以下)果园土壤低湿层主要位于 120~360 cm 范围,而盛果期(10~20 年生)和挂果衰退期(20 年生以上)果园土壤低湿层主要位于 120~600 cm 范围。这说明随着果树种植年限的增加,果树根系所消耗的用于果树生存与生长的土壤水分的深度在不断增加,而且随着果树的衰老,这种趋势并没有得到相应的缓解。600~800 cm 范围,不同种植年限间土壤水分差异开始出现缩小的趋势,到 800 cm 上下,差异已不明显。说明在黄土高原沟壑区果树的主要生命周期内,根系所消耗的用水最大深度可达到地下 8 m 左右。

由于表层 1 m 范围内土壤水分受外界环境影响作用较大,而 8 m 以下区域的土壤水分果树很少能够利用到,所有研究 1~8 m 范围内的土壤水文状况对了解果树主要生命周期内的耗水规律意义重大。由不同种植年限果园 1~8 m 土壤剖面范围内的水文效应(表 4)可知,随着果树种植年限的增加,土壤贮水量(D_w)呈现先减少后略有回升的变化趋势,土壤水分亏缺量(W_D)呈现先增加后略有降低的趋势,土壤水分最大亏缺量出现在 15 年左右。表明随着果树种植年限的增加,果树逐渐进入盛果期后,果树生长与生

表 4 不同种植年限果园 1~8 m 土层土壤水文效应

Table 4 Hydrological effects with 1-8 m depth of orchard soil profile different in planting-year

参数	6 年	8 年	10 年	12 年	15 年	17 年	20 年	26 年	37 年
θ_m (g/kg)	173.12	176.79	119.19	144.53	130.89	139.32	137.10	132.73	139.99
D_w (mm)	1 571.09	1 603.93	1 381.43	1 311.65	1 187.83	1 264.36	1 244.20	1 204.40	1 270.96
W_D (mm)	38.91	6.07	228.57	298.35	422.17	345.64	365.80	405.60	339.04

存的水分需求量增大,而后,伴随着果树进入挂果衰退期,果树生长与生存对水分的需求量相对减少,土壤水分状况略有好转,但由于该地区降水量偏少,地下水位较深,造成土壤水分的恢复并不显著。以果树的种植年限(t)为横坐标,以1~8 m范围内的土壤贮水量(D_W , mm)为纵坐标,拟合出二者的回归曲线方程为 $D_W = 1.055t^2 - 54.577t + 1866.3$, $R^2 = 0.8364$ 。

3 结论

(1) 在黄土沟壑区塬面果园土壤剖面上,0~100 cm 土层受外界环境影响最大,大气降水能够及时补充该层次土壤水分,同时果树根系吸收利用相对较少,因此该层次土壤水分含量最大(平均值为186.6 g/kg);100~200 cm 土层是苹果树根系吸收土壤水分的主要区域,该区域土壤水分含量迅速降低,变异系数为10.65%,在整个监测剖面上最大;200 cm 以下土层,土壤平均含水量随土层深度的增加呈逐渐增大的趋势,土壤水分变动较小含水量稳定性高。从0~10 m 范围内土壤剖面水分状况看,黄土沟壑区塬面果园土壤水分普遍低于80% 田间持水量,水分较亏缺。

(2) 土壤剖面各层次间关系为:上层(0~400 cm)土壤含水量与中层(400~800 cm)及深层(800~1 000 cm)土壤含水量相关性不显著;中层由于受外界环境影响较弱,其内部各个层次之间的含水量相关性达到极显著水平,同时中层与深层间的土壤水分含量相关性显著;0~10 m 果园土壤平均含水量与3 m 以下各层含水量均呈极显著相关关系,与2~3 m 层含水量呈显著相关关系,与0~2 m 层次的土壤含水量相关性不显著。

(3) 土壤水分含量随种植年限的增加呈现先降低后又略有恢复的趋势,但水分恢复量不大。土壤水分波动性随种植年限的增加呈现先增加后减小的抛物线型变化趋势。1~8 m 土壤贮水量,随着果树种植年限的增加呈现先减少后略有回升的变化趋势。1~8 m 土壤水分亏缺量,呈现先增加后略有降低的趋势。

各种植年限内土壤水分在0~60 cm 范围内变化幅度较大;在60~100 cm 范围间,各种植年限的土壤水分含量都表现出一个峰值;而后在100~200 cm 区间土壤水分迅速下降。

果树根系所吸收利用的土壤水分的深度,随着种植年限的增加而加深,在果树的主要生命周期内,其吸收利用的土壤水分最大深度可达8 m 上下,耗水量最大时期为盛果中期(种植15年左右)。

参考文献:

- [1] 白志礼,穆养民,赵政阳. 陕西苹果产业发展的新思考与新探索. 干旱地区农业研究, 2003, 21(4): 172-175
- [2] 李会科,郑秋玲,赵政阳,梁俊,李凯荣. 黄土高原果园种植牧草根系特征的研究. 草业学报, 2008, 17(2): 92-96
- [3] 吴发启,刘海斌,周正立. 农果复合系统营养物质的盈亏平衡特征. 应用生态学报, 2006, 17(3): 413-416.
- [4] Wu FQ, Liu HB, Wang J, Sun BS, Wang J, Gale WJ. Net primary production and nutrient cycling in an apple orchard-annual crop system in the Loess Plateau, China: A comparison of Qinguan apple, Fuji apple, corn and millet production subsystems. Nutr. Cycl. Agroecosyst., 2008, 81: 95-105
- [5] 吴发启,周正立,刘海斌. 黄土高原中南部农果复合型生态农业生产力特征. 应用生态学报, 2005, 16(2): 262-266
- [6] 李玉山. 黄土高原森林植被对陆地水循环影响的研究. 自然资源学报, 2001, 16(5): 427-432
- [7] 杨文治. 黄土高原土壤水资源与植树造林. 自然资源学报, 2001, 16(5): 433-438
- [8] Zhu XM, Li YS, Peng XA, Zhang SG. Soils of the loess region in China. Geoderma, 1983, 29(3): 237-255
- [9] 卜崇峰,蔡强国,崔琰. 黄土丘陵沟壑区狼牙刺灌木林地的土壤水分动态. 自然资源学报, 2004, 19(3): 379-385
- [10] 朱德兰,吴发启. 黄土高原旱地果园土壤水分管理研究. 水土保持研究, 2004, 11(1): 40-42
- [11] 樊军,郝明德,邵明安. 黄土旱塬农业生态系统土壤深层水分消耗与水分生态环境效应. 农业工程学报, 2004, 20(1): 61-64
- [12] Huang MB, Gallichand J. Use of the SHAW model to assess soil water recovery after apple trees in the gully region of the Loess Plateau, China. Agricultural Water Management, 2006, 85: 67-76
- [13] 王锐,刘文兆,李志. 黄土塬区10 m 深剖面土壤物理性质研究. 土壤学报, 2008, 45(3): 550-554
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析, 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 23-24
- [15] 黄昌勇. 土壤学. 北京: 中国农业出版社, 2002: 99-102
- [16] 原焕英,许喜明. 黄土高原半干旱丘陵沟壑区人工林土壤水分动态研究. 西北林学院学报, 2004, 19(2): 5-8
- [17] 王改改,魏朝富,吕家格,张卫华. 四川盆地丘陵区土壤水分空间变异及其时间稳定性分析. 山地学报, 2009, 27(2): 211-216
- [18] Pachep sky YA, Guber AK, Jacques D. Temporal persistence in vertical distributions of soil moisture contents. Soil Sci. Soc. Am., 2005, 61, 1576-1585
- [19] 蒋太明,刘海隆,刘洪斌,肖厚军,夏锦慧. 黄壤坡地土壤水分垂直变异特征分析. 农业工程学报, 2005, 21(3): 6-11
- [20] 国家生态系统观测研究网络. <http://159.226.111.43/web/index3.aspx?menuID=145>.
- [21] 王永东,徐新文,雷加强,李生宇,周智彬,常青,王鲁海,谷峰,邱永志,许波. 塔里木沙漠公路防护林带土壤水分动态研究. 科学通报, 2008, 53(S II): 89-95

Study on Characteristics of Apple Orchard Soil Moisture in Gully Region of Loess Plateau

ZHANG Yi^{1,2}, XIE Yong-sheng², HAO Ming-de²

(¹ State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710075, China;

² Northwest A & F University -Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry

of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: In order to understand how apple trees influence the orchard soil moisture, the characteristics of orchard soil moisture under different planting-year were investigated. The results showed that the orchard soil moisture in gully region of Loess Plateau was deficient for it was generally lower than the 80% of field capacity. The average soil water content at 0-10 m depth had extremely significant correlation with those of the layers below 3 m, had significant correlation with that of the 2-3 m layer, but had no correlation with that of 0-2 m depth. With the increase of planting-year, soil water content decreased firstly and then increased, soil water volatility and the quantity of water deficit increased firstly and then decreased, the water depth available to the roots deepened. The deepest water depth available to the roots could reach to 8m during the lifecycle of apple trees,

Key words: Loess Plateau, Apple orchard, Soil moisture, Different planting-life