

# 路堤和路堑边坡土壤水分变化研究 ——以陕蒙沙漠高速公路为例

卜耀军<sup>1</sup>, 赵聂生<sup>2</sup>, 尚爱军<sup>1</sup>, 张雄<sup>1</sup>

(1. 榆林学院, 陕西 榆林 719000; 2. 榆阳区小纪汗林场, 陕西 榆林 719000)

**摘要:** 研究高速路边坡土壤水分含量及其动态对选择适宜的植物种类, 提高边坡稳定性具有重要意义。采用定位取样法研究了陕蒙沙漠高速公路路堤和路堑边坡土壤水分的季节变化。结果表明, 路堤和路堑边坡土壤水分具有明显的季节变化规律, 其中 5—6 月土壤含水量较高, 7—9 月较低, 10—12 月期间土壤水分逐渐恢复; 路堤和路堑边坡土壤含水量的垂直分布表现为表层土壤含水量最低, 随着土层深度增加, 土壤含水量逐渐增加, 路堤边坡各层土壤含水量高于路堑边坡。

**关键词:** 沙漠高速公路; 路堤; 路堑边坡; 土壤水分

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)04-0098-03

中图分类号: S152.7, U418

## Soil Moisture Dynamics of Road Embankment and Cutting Slope

—A Case Study of Shaanxi—Inner Mongolia Desert Expressway

BU Yao-jun<sup>1</sup>, ZHAO Nie-sheng<sup>2</sup>, SHANG Ai-jun<sup>1</sup>, ZHANG Xiong<sup>1</sup>

(1. Yulin University, Yulin, Shaanxi 719000, China; 2. Xiaojihan Forest Farm of Yuyang County, Yulin, Shaanxi 719000, China)

**Abstract:** Study of soil moisture content and its dynamics on road slope is important to choose appropriate plant species for bio-engineering re-vegetation and improve slope stability. Soil moisture content and its dynamics on road embankment and cutting slope at fixed points were investigated on Shaanxi—Inner Mongolia desert expressway. Results showed that soil moisture content on embankment and cutting slope had the typical seasonal dynamics. Soil moisture was higher during May and June, while it was lower during July and September and resumed gradually during October and December. Vertical distribution pattern of soil moisture content was the lowest in surface soil layer. Soil moisture content increased with increased soil depth and it was higher on road embankment than cutting slope.

**Keywords:** desert expressway; road embankment; cutting slope; soil moisture

随着西部大开发战略的实施, 沙漠地区高速公路建设得到长足发展。沙漠高速公路路段大多处在气候条件恶劣, 生态系统脆弱的沙漠中, 年均降水量不足 400 mm 的地区占有相当比例<sup>[1]</sup>, 这些地区植被绿化技术难度高, 绿化效果难以显现。近年来沙漠高速公路边坡绿化树种的选择、绿化模式等方面的研究较多<sup>[2-3]</sup>, 但干旱缺水依旧是制约沙漠绿化成败的关键。沙漠高速公路绿化中的水资源匮乏问题已引起公路部门和专家学者的高度重视。开展路堤和路堑边坡土壤水分变化的研究对指导边坡绿化, 有效实施适地适栽等工作具有重要的意义。

## 1 研究区概况与研究方法

### 1.1 研究区概况

陕蒙高速公路位于毛乌素沙地东部的风沙草滩

区和风积沙丘区, 生态环境脆弱, 是我国荒漠化扩展十分严重的地区之一。属中温带半干旱季风性气候, 风向以西北风为主, 5 m/s 以上的风速每年达 230~370 d, 风沙日集中在冬春两季, 每年达 60~90 d; 降水量少而集中, 年降水量 350~426 mm, 其中 75% 集中在 6—9 月份, 年蒸发量 1 200~1 500 mm, 是降水量的 2.8~4.3 倍。该区年平均气温 8℃~9℃, 温度变化强烈, 年温差一般在 30℃左右, 极端最高气温 40℃, 极端最低气温 -32.7℃; 年日照时数 1 200 h 以上, 无霜期 150~180 d<sup>[4-5]</sup>。

### 1.2 研究方法

本研究采用野外调查法与室内分析法相结合的研究方法, 在陕蒙高速公路选取具有代表性的样地, 进行取土采样, 并对有代表性的路堤和路堑边坡进行调查(表 1)。

收稿日期: 2008-07-14

修回日期: 2009-02-02

资助项目: 香港何崇釜教育基金项目(06HX01); 陕西省自然科学基金研究项目(2007C126); 榆林市科技局科研计划项目(07YK13); 榆林学院高学历人才科研项目(06GK011)

作者简介: 卜耀军(1978—), 男(汉族), 陕西省绥德县人, 硕士, 讲师, 主要从事植被恢复及生态环境方面的教学和科研工作。E-mail: byj212@126.com。

土壤水分采用土钻法取样, 从2007年5月至12月, 即树木萌芽到休眠, 每月的中旬、下旬各一次进行土壤含水量测定, 以20 cm为基本单元, 测定0—200 cm土壤剖面水分, 每个样地重复3次, 土壤含水量用

烘干称重法测定。采用典型取样法, 乔木样方为10 m × 10 m, 灌木样方为4 m × 4 m, 重复7次, 测定植物的盖度、生长年限、地径、新梢长度、冠幅、种类、物种数、坡向、坡位、土壤类型等。

表1 路堤、路堑边坡基本情况

类型	树种名称	年限/a	坡度/(°)	坡向	盖度/%	冠幅/cm	株高/cm	新梢长/cm	地径/cm	物种数
路堤1	紫穗槐( <i>Amorpha fruticosa</i> )	4	20	阳坡	86	82.1 × 83.2	80.9	68.1	0.89	7
路堤2	柠条( <i>Caragana korshinskii</i> )	4	21	阴坡	89	89.1 × 99.2	90.2	76.8	0.98	7
路堤3	花棒( <i>Hedysarum scoparium</i> )	4	19	半阴	80	92.1 × 89.2	126.2	79.8	0.91	6
路堑1	紫穗槐( <i>Amorpha fruticosa</i> )	4	28	阳坡	69	71.1 × 73.2	75.1	63.1	0.85	5
路堑2	紫穗槐( <i>Amorpha fruticosa</i> )	4	24	阴坡	57	65.2 × 63.5	68.0	42.6	0.59	4
路堑3	沙蒿( <i>Artemisa arenaria</i> DC.)	5	27	半阴	78	80.1 × 78.9	79.5	47.4	0.82	5

## 2 结果与分析

### 2.1 植被生长状况分析

高速公路边坡类型有路堤边坡和路堑边坡, 高速公路在路基施工时, 在地形起伏较大的地段, 高出路基标高的地方要挖方, 低于路基标高的地方要填方, 因此, 挖方形成的边坡叫路堑边坡(也叫挖方边坡或上坡坡); 填方形成的边坡叫路堤边坡(也叫填方边坡或下坡坡)<sup>[6]</sup>。

由表1可知, 路堤边坡物种的盖度、物种数、冠幅、株高、地径、新梢长度等均高于路堑边坡; 路堑边坡的坡度高于路堤边坡; 而土壤类型和生长年限基本一致。

### 2.2 路堤和路堑边坡不同季度土壤水分变化分析

由图1—2可知, 陕蒙高速公路路堤和路堑边坡土壤含水量具有较为明显的季节变化规律, 各边坡土壤含水量在5—6月较高, 10—12月土壤含水量有所回升, 7—9月含水量降低。土壤含水量顺序为5—6月 > 10—12月 > 7—9月。

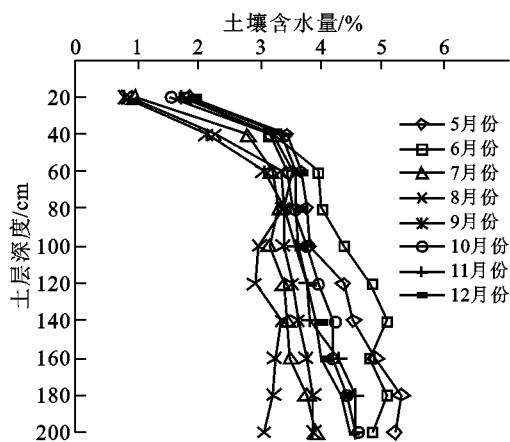


图1 路堤土壤含水量的季节变化

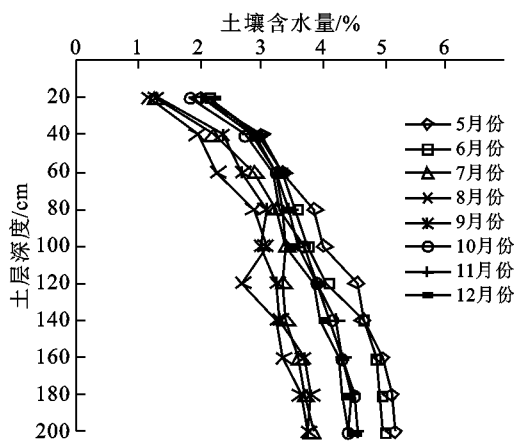


图2 路堑土壤含水量的季节变化

5—6月是当地积雪融化期, 该时期土壤水分得到了有效补给, 加之此时的气温、地温适中, 植物开始萌发或生长, 植物耗水量小, 蒸散和土壤蒸发相对较弱, 土壤含水量受积雪融化、积水融化等侧向运移的影响, 含水量有所增加, 表现出一定的增加过程, 因此, 土壤含水量相对较高。

在7—9月中, 除了降水量和土壤性质是影响土壤水分的主要因素外, 影响土壤水分的还有植物吸收、蒸腾、蒸发和气温等因素。在7—8月, 植物进入了生长盛期, 蒸散量大, 虽有一定的降雨, 但由于植冠

截留与地表结皮的阻碍, 沙地中水分向下润湿的深度一般比较浅, 通常在降雨后土表立即蒸发, 因此土壤含水量出现大幅度下降。9月气温开始下降, 植物生长衰退, 消耗减少, 降水显著减少, 但土壤蒸发仍然十分活跃, 降雨量小于蒸散量, 所以土壤含水量还呈下降趋势。

10—12月由于气温降低, 沙表面水分蒸发减小, 土壤含水量相对5—6月有所下降。但整个沙层仍是比较湿润的。10月以后, 大多植物生长趋缓, 甚至停止生长或处于休眠状态, 随气温逐渐降低, 地温也

缓慢下降,蒸发速率减缓,植物生长趋缓,消耗减少,土壤含水量有所回升,略低于5—6月。由2007年陕蒙高速公路土壤含水量的季节动态变化可知,该年度土壤含水量按季节变化可分为3个阶段,5—6月的土壤水分弱失水阶段,7—9月的土壤水分消耗阶段,10—12月的土壤水分缓慢恢复阶段,10月下旬以后,该区土壤开始冻结,土壤蒸发减弱,含水量进入稳定期。

### 2.3 路堤和路堑边坡土壤水分含量垂直分布比较

图3为陕蒙高速公路路堤和路堑边坡土壤水分含量的垂直分布格局。从图中可以看出,陕蒙高速公路边坡土壤含水量随深度的变化而变化,表现出明显的层次性变化。总的特点是表层土壤含水量最低,随着土壤深度的增加,土壤含水量呈增加趋势。

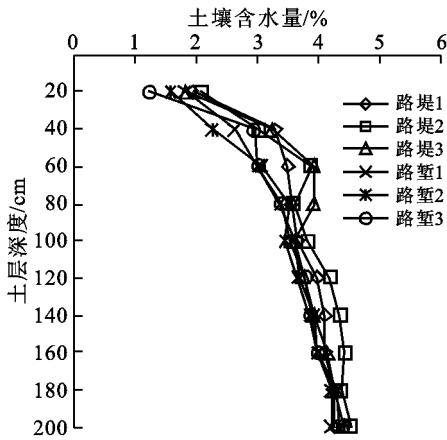


图3 路堤、路堑土壤含水量垂直分布格局

随着土层深度的增加,在0—200 cm深度内,各植物种土壤含水量变化呈增大趋势,路堤边坡>路堑边坡。这可能与植物群落的盖度、生长年限、冠幅、株高、地径、新梢长度等因素不同有关。由于路堤和路堑边坡植被的冠幅、株高、地径、新梢长度、覆盖度等不同,从而导致土壤的蒸发和植被的蒸腾量不同,由此引起的土壤干燥化程度和土壤的水分分布也不相同。从表1可以看出,路堤边坡的坡度小于路堑边坡,而盖度、冠幅等大于路堑边坡,坡度较小,降雨就地入渗率增加,径流量减少,在相同的蒸发和蒸腾潜力下,土壤含水量增加;按照高速公路建设施工要求,路堤式边坡需覆厚约10 cm左右的黏土层,受此工程措施的影响,土壤的蒸发量相对路堑式边坡小一些,同时,黏土层的存在可有效阻碍深层水分的大量散失和下层土壤水分向上迁移,土壤含水量相对高。因此,路堤边坡土壤含水量>路堑边坡。

## 3 结论与讨论

(1) 陕蒙高速公路路堤和路堑边坡土壤含水量的

季节动态规律为:不同边坡土壤含水量具有明显的季节变化规律,土壤含水量按季节变化可分为3个阶段,5—6月的土壤水分弱失水阶段,7—9月的土壤水分消耗阶段,10—12月的土壤水分缓慢恢复阶段。

(2) 陕蒙高速公路路堤和路堑边坡土壤含水量的垂直分布格局为:路堤边坡土壤含水量>路堑土边坡,表层土壤含水量最低,随着土壤深度的增加,土壤含水量呈增加趋势。

(3) 土壤水分是降水等气候因素与土壤特性的综合反映,在土壤、植被、地貌等因素一致的情况下,土壤水分反映了大气降水与水分蒸发的相关关系。土壤水分受降雨、植被、地貌等多方面的因素影响,单一考虑其中的一个或几个因素都不能完全表达出土壤水分的变异性。降雨和植被作为主要的影响因素,对道路边坡的稳定性以及道路边坡土壤的水分差异有着重要的作用<sup>[7-8]</sup>。降雨是土壤侵蚀的动力因素,水土流失量随降雨量的变异而发生变化。植被具有拦蓄降雨、减少径流、固持土壤、防止侵蚀、改良土壤、改善生态环境等作用,植被作为水土保持当中的有效因子,不同植被会造成土壤水分利用以及土壤水分空间分布的差异性。

(4) 由于不同空间分布上土壤水分所受的主导影响因素不同,土壤水分空间分布差异很大,不同时间段土壤水分的空间变异规律也是不同的,因此土壤水分的变异具有空间分布性。本研究只对道路边坡土壤水分时间变异性的一些规律进行了探讨,缺乏其不同空间段的动态变化结果,要全面了解道路边坡土壤水分的时间变异规律,还需要对道路边坡土壤水分空间分布随时间的变化及在不同尺度上的规律性做更进一步的研究。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 李建龙. 干旱农业生态工程学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [2] 王云, 龙春林, 刘怡涛, 等. 植物在高速公路边坡防护中的应用[J]. 水土保持研究, 2005, 12(6): 199-202.
- [3] 程维江. 公路绿化常用的抗旱措施[J]. 公路, 2000(3): 120-124.
- [4] 赵成义, 王玉朝. 荒漠—绿洲边缘区土壤水分时空动态研究[J]. 水土保持学报, 2005, 19(1): 124-127.
- [5] 苏世平, 赵晓彬, 贾艳梅, 等. 榆林毛乌素沙地针叶树造林技术研究[J]. 西北林学院学报, 2000, 15(S): 14-18.
- [6] 李宇伟, 王新民, 魏志华, 等. 郑少高速公路边坡绿化技术初探[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(5): 1848-1849.
- [7] 徐学选, 刘文兆. 黄土丘陵区土壤水分空间分布差异性探讨[J]. 生态环境, 2003, 12(1): 52-55.
- [8] Scholz F G, Bucci S J, Goldstein G, et al. Hydraulic redistribution of soil water by neotropical savanna trees [J]. Tree Physiology, 2002, 22: 603-612.