

聚丙烯酰胺的水土保持机制及研究进展

李晶晶¹, 白岗栓^{1,2†}

(1. 中国科学院 水利部 水土保持研究所; 2. 西北农林科技大学水土保持研究所: 712100 陕西杨凌)

摘要 水土流失是我国主要环境问题之一。聚丙烯酰胺(PAM)作为一种高分子聚合物,具有絮凝作用和水合作用,可提高土壤水分入渗,减少地表径流。PAM对土壤无毒害作用,可保肥、增产、集雨,在农业生产中具有广泛的应用前景。针对PAM的水土保持功能,介绍PAM水土保持机制、施用过程中涉及的关键因素、应用前景及存在的问题。PAM的类型较多,水土保持效果随施用类型、施用方法、施用量变化而不同。PAM在水土流失治理过程中应与当地的土壤、气候、地貌、植被等密切结合,才能发挥其最大功能。今后研究中应注重PAM施用后土壤侵蚀通用模型的建立及新型PAM产品的开发,为PAM在水土保持中的推广提供理论依据。

关键词 聚丙烯酰胺; 水土流失; 防治机制; 应用前景; 应用问题

Mechanism of PAM on soil and water conservation and its development

Li Jingjing¹, Bai Gangshuan^{1,2}

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Science and Ministry of Water Resources;

2. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A&F University: 712100, Yangling, Shaanxi, China)

Abstract Soil and water loss is one of the major environmental problems in China. As a high molecular polymer, PAM possesses flocculation and hydration effects, and thus could improve soil water infiltration and reduce surface runoff. PAM has no toxic effects on soil, and it could preserve fertilizer, increase yields, harvest rainfall, and has a broad application prospect in agriculture production. According to the function of PAM on soil and water conservation, this paper mainly introduces the soil and water conservation mechanisms of PAM, the key factors in application processes, application prospects, and existing problems. PAM owns various types, the soil and water conservation efficacy varies primarily with PAM types, application methods, and application quantity. In order to make full use of it, PAM should be inoculated closely with the local soil, climate, landscape, and vegetation in soil erosion control. Future researches should emphasize on building a universal soil loss equation model after the PAM application as well as developing new PAM products, so as to provide a theory basis for promoting the application of PAM in soil and water conservation.

Key words polyacrylamide (PAM); soil erosion; preventive mechanism; application prospects; application problems

我国是世界水土流失及沙漠化最为严重的国家之一。第3次全国土壤侵蚀遥感普查资料表明,我国现有土壤侵蚀面积356.92万km²,与印度、美国、

澳大利亚等国家相比,水土流失及沙漠化非常严重^[1]。水土流失及沙漠化已经对我国生态环境及经济发展造成了严重的威胁,尤其在西北地区,沙漠

收稿日期: 2011-05-16 修回日期: 2011-08-01

项目名称: 国家“十二五”科技支撑计划项目“黄土丘陵沟壑区水土保持与高效农业关键技术集成与示范”(2011BAD31B05); 水利部科技推广项目“保水剂技术的推广应用”(TG1144)

第一作者简介: 李晶晶(1987—),女,硕士研究生。主要研究方向: 水土保持。E-mail: Lijingjing110@mails.gucas.ac.cn

† 责任作者简介: 白岗栓(1965—),男,研究员。主要研究方向: 果树栽培及保水剂应用。E-mail: gshb@nwsuaf.edu.cn

化致使大部分耕地遭到破坏,严重制约了当地的经济的发展,加剧了贫困程度。近年来,在工程措施、生物措施、农业措施等水土保持措施的基础上新兴了一种化学措施,即在土壤中添加土壤调理剂聚丙烯酰胺(PAM)以调节土壤结构,增加土壤渗透率,防止土壤结皮形成,减少径流量,达到防治水土流失,减少土壤侵蚀的目的。目前,美国西部已将PAM作为一项农田水土保持新技术广泛应用。我国于20世纪80年代开始对PAM进行了研究,目前PAM的实际应用问题还处在探索阶段;但大量的研究表明,PAM应用于水土保持,防治土壤侵蚀的前景广阔。笔者综合前人的研究结果,探讨PAM防治水土流失的机制、应用中的关键因素以及应用前景,以期为PAM在水土保持中的应用与推广提供指导。

1 PAM 的水土保持机制

土壤入渗和地表径流是水土保持过程中2个关键的因素,增加土壤水分入渗,减少地表径流,无疑将减少土壤侵蚀;同时,减少土壤侵蚀,也就维护了土壤的良好结构,必能增加土壤水分入渗,减少地表径流。

PAM分子式为 $[C_3H_5ON]_n$,具有极强的絮凝作用。PAM有阳离子、阴离子、非离子、两性离子和超高分子质量等类型,是一种良好的土壤结构改良剂,能提高土壤水分入渗和减少地表径流,且具有极好的持水能力^[2]。

PAM提高土壤水分入渗,减少地表径流的主要原理是,PAM在水中溶解后,具有极强的絮凝能力,其分子同土壤颗粒相互作用,由于絮凝作用和对土壤分散颗粒的团聚作用,土壤微团聚体组成发生变化,土壤的沉降系数、结构系数和各级水稳性团聚体总量明显提高,形成大的团聚体以抵抗雨滴的破坏作用,增强土壤的抗蚀性能,使土壤表面结构和土壤水分高入渗得以维持,增加土壤含水量,阻碍结皮的形成,减少地表径流量和土壤侵蚀量。

PAM具有水合作用^[2]。PAM作为一种高分子聚合物,当与水接触时,疏水基可因疏水作用而转向内侧,形成不溶于水的粒状结构,亲水基团通过氢键与水分子结合形成水合水,在分子的表面形成厚度为0.5~0.6nm的2~3个水分子层。水合作用使高分子的网束展开,由于网内结构中含有一定数量的亲水离子,使三维空间网内外出现离子浓度差,从而造成网状结构内外产生渗透压,水分子便在渗透压的作用下向网内渗透形成网孔水。网内的网孔水都是被高分子网空间束缚的自由水,但被束缚的水分子仍然具有普通水的理化性质,只是水分子的运动受到限制。施用PAM后,土壤因PAM特殊的化学结构,持水能力大大增强,在土壤中形成很多的“小水库”,当土壤干旱时,土壤水分因渗透压的作用而缓慢释放供作物吸收利用,从而有效防止土壤水分流失和无效蒸发,达到抗旱保墒作用,为作物增产提供条件。PAM在治理水土流失的同时,增加了一定的农业效益,为旱作农业区PAM的应用提供了可行性。

2 PAM 应用中涉及的关键因素

2.1 选用类型

PAM是一种水溶性线性高分子物质,是由多个单体经聚合而形成的,其分子质量为10万~1500万u。夏海江等^[3]利用PAM防治坡地土壤侵蚀的室内模拟试验结果表明,阴离子型是水土保持的最优剂型。目前,阴离子型PAM常被用作土壤结构调理剂。由于不同的PAM种类对土壤入渗和土壤侵蚀有很大的影响^[3-4],于健等^[5]认为,PAM对沙壤土入渗及土壤侵蚀的影响主要与其分子质量和水解度密切相关(表1)。

表1表明:PAM可显著提高土壤水分入渗率和减小侵蚀量,1500万和1800万u的PAM入渗效果明显大于1200万u的PAM,但1500万和1800万u之间的差异不显著;不同分子质量PAM可显著降低土壤侵蚀量,其中1500万u的效果强于1800万

表1 不同PAM对土壤水分入渗及土壤侵蚀的影响

Tab.1 Effect of variation PAM on soil infiltration and soil erosion

指 标	PAM 分子质量			PAM 水解度		
	1 200 万 u	1 500 万 u	1 800 万 u	7%	20%	35%
增加入渗率/%	58.9	92.2	83.3	90	140	130
减小侵蚀率/%	26.3	52.6	26.3	没有明显影响		

和1200万u的效果;20%水解度的PAM入渗效果高于7%与35%水解度的PAM,PAM的水解度对土壤侵蚀量无显著影响;低分子质量的PAM分子链较短,不能在相邻黏粒之间形成“搭接桥”,使黏结作用减弱,而高分子质量的PAM分子链过长,难穿透进入土壤团聚体之间的空隙,中等分子质量的PAM分子链长度处于中间尺度,较易穿透土壤空隙,也可在土壤颗粒之间搭接,产生较好的黏结效果,因而其防蚀效果较好;水解度为7%的PAM,电荷密度小,吸附作用弱,但水解度为35%的PAM,电荷密度大,造成分子链之间互斥作用增强,反而导致PAM黏结作用减弱,因而水解度为20%的PAM增加入渗效果较好。夏海江等^[3]用辽北中壤土比较阴离子型分子质量为400万~500万u、300万~400万u和非离子型分子质量为300万~400万u的PAM的防蚀效果,发现阴离子型分子质量为300万~400万u的效果最好,因此,在选用PAM剂型时,应比较不同PAM的应用效果,选择最优剂型。

石膏、硅铝酸盐矿物、废弃物(如木屑、动物粪便、废弃油等)等具有一定的水土保持作用且价格低廉,尤其适用水土流失严重区、沙漠化地、沙质土壤。PAM与石膏结合、PAM与黄绵土混合以及PAM-atta复合保水剂对水土流失的防治效果等表明,新型PAM具有更好的发展前景^[6-9]。

2.2 施用量

PAM用量不同,减小土壤侵蚀的效果也不同。尽管用量增大,土壤侵蚀量也会大大减小,但其成本也会同时增加。研究表明,并非用量越大,PAM的水土保持效果越好。夏海江等^[3]研究结果表明,聚丙烯酰胺适宜用量为0.3~1.2g/m²,相当于3~12kg/hm²,坡度小时可采用下限值,坡度大时以上限值为宜。R. D. Lentz等^[10]的研究结果表明,采用3.5~8.0kg/hm²PAM可减少80%~99%的土壤侵蚀量,增加15%~50%的土壤水分入渗。A. J. Kristian等^[11]在20mm水深的灌溉试验中使用2kg/hm²PAM减少了75%的土壤侵蚀量,增加了70%的水分入渗。I. Shainberg等^[12]使用20kg/hm²PAM获得了很好的水分入渗效果。但也有研究表明,施用PAM后土壤密度降低,土壤总孔隙度增大。当施用浓度<10kg/hm²的PAM时,土壤密度随PAM施用浓度的增加呈下降趋势,土壤总孔隙度则呈上升趋势;当施用浓度>10kg/hm²的PAM时,土壤密度随PAM施用浓度的增加呈上升趋势,土壤总孔隙度则呈下降趋势^[2]。

PAM的用量对减小土壤水分入渗率、减少土壤侵蚀量存在一个阈值^[6]。应用中应通过对试验结果的分析,建立土壤表层施用PAM用量对径流、土壤侵蚀影响规律的数学模型,以更好地发挥PAM的水土保持效益。

2.3 应用范围

PAM是一种新型高效土壤结构改良剂,可抑制土壤表面结皮,保持良好的土壤结构,增加土壤水分入渗,减少水土流失;但这个结论并非对任何土壤都适用,对于不同类型的土壤,经过PAM处理后其入渗率可能增加也可能减小。中等结构或结构好的土壤,施用PAM后可提高入渗率,而结构差的土壤施用PAM后反而会降低入渗率^[13],因为结构差的土壤,砂粒含量高,缺少可分散的黏粒,经过PAM处理后会起土壤表面封闭,导致土壤入渗降低、径流量增加;因此,土壤结构是决定PAM施用效果的关键因素。雷廷武等^[14]用2种不同的土壤进行研究,发现对于不同的土壤,PAM对土壤入渗率的影响有着截然相反的效果,对于黄壤土,PAM不但没有提高其土壤水分的入渗速度,相反是降低了其入渗率,但在改善土壤结构及防止沟蚀方面都有着显著的效果。Yu J等^[7]通过室内实验研究了PAM(用量10和20kg/hm²)对2种土壤(粉壤土、沙黏土)的降雨入渗、产流、土壤侵蚀的影响,发现土壤表层撒施PAM降低了土壤入渗率,但显著减少了土壤侵蚀量。崔海英等^[15]的研究结果表明,粗砂土施用PAM后可增加径流量、减小产沙量,而壤土施用PAM后径流量和产沙量都减小,并且减少产沙量的效果要好于减少径流量的效果。

土壤类型对PAM的蓄水保土功能有重要影响。蓄水方面,在结构好的土壤中,施用PAM可以提高土壤的导水能力和孔隙度,提高土壤的持水能力,而在结构差的土壤中,施用PAM可减小入渗率,原因是结构差的土壤,砂粒的含量很高,缺少可分散的黏粒,降雨过程中溶解在水中的PAM起着絮凝剂的作用,其分子长链在絮凝泥沙的同时,长链尾部堵塞了土壤的传导空隙,在土壤表面形成“人工”结皮,降低了土壤入渗,增加了径流。保土方面,有些研究表明,在结构差的土壤中施用PAM会增加产沙量,有些研究结果则表明,PAM可增加径流量但土壤侵蚀量显著减小,可能原因是形成的“人工”结皮使土壤表面具有更大的密度、更高的抗剪切力,提高了土壤的抗蚀性,减少了径流所引起的土壤损失,但“人工”结皮在提高土壤抗蚀性的同时也会增加地

表径流量,提高径流对土壤的冲刷力。PAM 对结构差的土壤侵蚀强度的影响,主要取决于“人工”结皮提高土壤抗蚀性和径流冲刷力哪方面占主导地位,目前关于这方面的研究还比较少。

也有研究结果表明,PAM 对盐碱地或含盐土壤的作用效果会明显减弱^[16]。在实际应用时,应首先确定土壤结构及应用目的,否则达不到预期的效果。

2.4 应用方法

PAM 的应用方法不同,其产生的效果也有很大的不同,关于 PAM 应用方法的研究较多,常用的有以下 3 种方法。

PAM 溶解法:将干燥的 PAM 按一定浓度溶解于水中,然后将溶解的 PAM 加入灌溉水中,用来防止土壤侵蚀、增加灌溉水入渗率,这是 PAM 最常用的方法。这种方法也被广泛地应用于沟灌和喷灌^[17-20]。I. Shainberg 等^[21]将干燥的颗粒状 PAM 溶解在水中,按照 1 000 mg/L 的质量浓度制成 PAM 溶液,以 10 ~ 20 kg/hm² 的施用量喷施于土壤表面,结果提高稳定入渗率 1 个数量级以上,成倍地减少了地表径流。R. E. Sojka 等^[22] 2 年的沟灌试验结果表明,在灌溉水中施用 PAM,农田水中的泥沙能减少 94%,土壤入渗率能提高 15% ~ 50%。袁普金等^[23]在研究内蒙古河套地区沟灌水蚀因素的试验中发现,灌溉水中施加 PAM,水流基本为清水,能有效地改良灌溉水质和灌溉地块的土壤性能,防止灌溉沟中的水蚀并增加土壤水分入渗量。由于溶解法溶解 PAM 需要大量的水,费工费时,并且当 PAM 溶液的质量浓度大于 1 000 mg/L 时,非常粘稠而不便于使用。PAM 的溶解度 0 ~ 100% 不等,溶解度低的 PAM 溶解需要一定的时间。

PAM 撒施法:在旱作区,由于水资源紧缺并且天然降雨量少,没有大量的水来溶解 PAM,通常选择在雨季来临之前将 PAM 与石膏或与土壤混合,直接撒施到土壤表面,发挥其水土保持功效。研究结果表明,将 PAM 与石膏或土壤混合使用,在旱作农业区为较好的推广型。雷廷武等^[9]的研究结果表明,将 PAM 按一定比例与黄绵土混合后直接撒施在土壤表面,在降雨强度为 50 mm/h 左右、坡度小于 17.63% 的条件下,第 I 阶段降雨实验中 4.0 kg/hm² 的 PAM 用量可减少 95% 以上的土壤侵蚀量,增加 20% ~ 50% 的降水入渗。于健等^[24]的研究结果表明,在地表上直接撒施干粉 PAM 与石膏混合物或与土壤混合物,能够显著增加入渗量,减少土壤侵蚀量,而且使用方法简单,可行性较高。

PAM 喷洒法:将干燥的 PAM 按一定浓度溶解于水中,然后在一定的压力下将溶解的 PAM 喷洒到地面,可防治土壤侵蚀。在自然降雨的情况下,通常在雨季来临之前将 PAM 喷洒到土壤表面,这种方法多在降雨充沛的地区使用。由于 PAM 喷洒浓度或喷洒量不同,PAM 有时可增加地表径流,有时则减小地表径流及土壤侵蚀。由于溶解、喷洒 PAM 费工费时,PAM 喷洒法应用较少。

PAM 的使用方法和用量需根据当地的水文、气象、地貌等自然地理条件和农业生产状况来确定,以期达到预期目的。

3 应用前景

对于 PAM 的应用,人们比较关注残留物是否对环境造成极大的危害和其应用效益 2 个方面。

3.1 对环境的影响

PAM 是一种人工合成的水溶性高分子有机聚合物,多用在造纸、食品加工、水处理等方面。据 C. A. Seybold^[25]研究,PAM 抵抗微生物降解,在土壤中主要通过物理作用降解。PAM 对人体、动物、鱼类和植物并无毒害,但其残留单体(丙烯酰胺)有毒性。丙烯酰胺是一种致癌物,对人体神经有毒害作用,但丙烯酰胺可为生物降解,不在土壤中积累。B. Sojka 等^[26]指出,尽管会有少量 PAM 单体随 PAM 的使用而进入土壤,但 PAM 单体在温度较高的土壤中会很快降解。如果将 PAM 产品的丙烯酰胺含量限制到最小,PAM 本身对环境并无威胁,可有效地用作土壤结构调理剂^[25]。

PAM 在土壤表层仅入渗 1 ~ 2 cm,主要蒸发为水和含氮的物质,从而增加土壤的氮含量。对植物和径流或灌溉下渗的污染极小,属于环保型产品之一。

3.2 水土保持效益

PAM 能很好地改善土壤结构,减少土壤侵蚀。其作用主要有以下 5 个方面。

1) 减小径流量。PAM 在防治土壤侵蚀方面显著的 2 个效果是提高土壤水分入渗率和持水力,这 2 个作用在一定程度上都极大地减少了地表径流量。

2) 减少侵蚀量。施用 PAM 可减少径流量,从而可减少径流对地表的冲刷。PAM 促使土壤颗粒形成体积很大的絮团,可增加土壤颗粒的水稳性。土壤水稳性团粒的增加,提高了土壤表面的抗溅蚀能力和对地表径流的抵抗力,使土壤颗粒在径流中不

易分散悬浮而流失,从而减少土壤侵蚀量。

3) 保肥。PAM 在减少土壤侵蚀量的同时,也减少了土壤流失而引起的土壤养分流失。PAM 处理后土壤的有机质、碱解氮、速效磷和速效钾等含量会明显提高。

4) 增产。PAM 能改善土壤结构,降低地表径流,减少土壤侵蚀和养分流失,同时,PAM 具有极强的持水能力,在旱作农业区能显著促进作物生长发育并提高作物产量^[27]。陆军等^[28]在西北黄土地区种植玉米(*Zea mays* L.)时施用了 PAM,根据 2002 年玉米价格及 PAM 产品价格估算,仅玉米籽粒增加的产值就相当于 PAM 使用成本的 3.5~12.0 倍,再加上其减少土壤侵蚀、保肥等生态效应,其效益相当可观。

5) 集雨。中等分子质量的 PAM 可增加降水入渗,减小地表径流,但高分子质量的 PAM 在增加剂量的情况下因所形成的分子链比较长而堵塞土壤颗粒间的孔隙,可减少土壤水分入渗,增加地表径流,具有极好的集雨效果,且用量越大集雨效果越好,可作为干旱、半干旱地区很好的集雨材料^[29]。

由于施用 PAM 可减少地表径流量及土壤侵蚀量,减少土壤养分、杀虫剂、灭草剂等流入河流,从而可大量地降低河流水体中的 BOD(生物化学含氧量)。

4 应用中的问题

从理论上讲,PAM 具有良好的水土保持效应,但实际应用中,影响其实际效果的因素较多,如地形特征、土壤质地以及使用时机和方式。如黄土高原陇西西部大于 15°的土地面积达 70.9%,坡度达 35°的达 12.1%,沟谷密度为 2.03~3.38 km/km²,土壤有砂土、壤土等多种质地,土壤质地与坡度的差异给确定 PAM 的用量造成了很大的困难,即使 PAM 具有良好的水土保持效益,还需考虑其经济效益。另外,PAM 是一种较易挥发的颗粒,而黄土高原地区昼夜温差较大,降水预报范围较大,选用 PAM 的时机和方法是一个很难解决的问题^[30]。因此,在实际应用 PAM 前要在室内和田间针对本地区的具体自然状况进行多项试验,寻找到施用 PAM 后地表径流、土壤水分入渗和土壤侵蚀量等与土壤侵蚀有关的参数,建立土壤侵蚀通用模型,为施用 PAM 提供理论依据。在旱作农业区要建立不同降雨量、作物产值和 PAM 成本比条件下的经济效益函数关系,保证 PAM 的应用在经济上可行。同时也要加大新型

PAM 的研究,克服传统 PAM 在应用过程中的一些问题,提高 PAM 的耐盐碱强度,提高吸水倍数,降低成本。

PAM 在水土流失治理过程中问题较多,如由于施用量、施用方法和土壤质地等的不同,有时会提高土壤水分入渗率,有时则会降低土壤入渗率,许多方面有待进一步研究。

总体来说,PAM 作为一种新型材料,在水土流失防治过程中凸显了极大的优越性,但在应用中还有很多问题需要解决;因此,PAM 在我国水土流失治理过程中的应用应引起重视,使 PAM 发挥其最大的水土保持效应。

5 参考文献

- [1] 李智广,曹炜,刘秉正,等.我国水土流失现状与发展趋势研究[J].中国水土保持科学,2008,6(1):57-62
- [2] 员学锋,汪有科,吴普特,等.PAM 对土壤物理性状影响的试验研究及机理分析[J].水土保持学报,2005,19(2):37-40
- [3] 夏海江,杜尧东,孟维忠.聚丙烯酰胺防治坡地土壤侵蚀的室内模拟试验[J].水土保持学报,2000,14(3):14-17
- [4] 吴淑芳,吴普特,冯浩,等.高分子聚合物防治坡地土壤侵蚀模拟试验研究[J].农业工程学报,2004,20(2):19-22
- [5] 于健,雷廷武,Shainberg I,等.PAM 特性对砂壤土入渗及土壤侵蚀的影响[J].土壤学报,2011,48(1):21-27
- [6] 陈渠昌,雷廷武,李瑞平.PAM 对坡地降雨径流入渗和水力侵蚀的影响研究[J].水利学报,2006,37(11):1290-1296
- [7] Yu J,Lei T,Shainberg I,et al. Infiltration and erosion in soils treated with dry PAM and gypsum [J]. Soil Sci Soc Am J,2003,67(2):630-636
- [8] 刘瑞凤,张俊平,王爱勤.PAM-atta 复合保水剂的保水性能及影响因素研究[J].农业工程学报,2005,21(9):47-50
- [9] 雷廷武,唐泽军,张晴雯,等.聚丙烯酰胺增加土壤降雨入渗减少侵蚀的模拟试验研究 II:侵蚀[J].土壤学报,2003,40(3):401-406
- [10] Lentz R D,Sojka R E. Field results using polyacrylamide to manage furrow erosion and infiltration [J]. Soil Sci,1994,158(4):274-282
- [11] Kristian A J,Bjorneberg D L,Sojka R E. Sprinkler irrigation runoff and erosion control with polyacrylamide-laboratory tests [J]. Soil Sci Soc Am J,1998,62(6):1681-1687
- [12] Shainberg I,Warrington D,Rengasamy P. Water quality

- and PAM interactions in reducing surface sealing [J]. Soil Sci, 1990, 149(5): 301-307
- [13] Lentz R D. Inhibiting water infiltration with polyacrylamide and surfactants: Applications for irrigated agriculture [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2003, 58(5): 290-300
- [14] 雷廷武, 肖娟, 詹卫华, 等. 沟灌条件下不同灌溉水质对玉米产量和土壤盐分的影响 [J]. 水利学报, 2004, 35(9): 118-122
- [15] 崔海英, 任树梅, 刘东, 等. 聚丙烯酰胺对不同土壤坡地降雨产流产沙的影响研究 [J]. 中国水土保持, 2006(2): 20-22
- [16] Agassi M, Shainberg I, Morin J. Effect of electrolyte concentration and soil sodicity on infiltration rate and crust formation [J]. Soil Sci Soc Am J, 1981, 45(5): 848-851
- [17] Lentz R D, Shainberg I, Sojka R E, et al. Preventing irrigation furrow erosion with small application of polymers [J]. Soil Sci, 1992, 56(6): 1926-1932
- [18] Lentz R D, Sojka R E. Applying polymers to irrigation water: evaluating strategies for furrow erosion control [J]. Transactions of the ASAE, 2000, 43(6): 1561-1568
- [19] Sojka R E, Lentz R D. Reducing furrow irrigation erosion with polyacrylamide (PAM) [J]. Journal of Production Agriculture, 1997, 10(1): 47-52
- [20] Sojka R E, Lentz R D, Westermann D T. Water and erosion management with multiple applications of polyacrylamide in furrow irrigation [J]. Soil Sci Soc Am J, 1998, 62(6): 1672-1680
- [21] Shainberg I, Warrington D, Rengasamy P. Effect of soil conditioner and gypsum application on rain infiltration and erosion [J]. J Soil Sci, 1990, 41(5): 301-307
- [22] Sojka R E, Lentz R D. Time for yet another look at soil conditioners [J]. Soil Science, 1994, 158(4): 233-234
- [23] 袁普金, 黄兴法, 雷廷武, 等. 波涌灌溉和 PAM 作用下内蒙古河套灌区水蚀的试验研究 [J]. 中国农业大学学报, 2002, 7(2): 36-40
- [24] 于健, 雷廷武, Shainberg I, 等. 不同 PAM 施用方法对土壤入渗和侵蚀的影响 [J]. 农业工程学报, 2010, 26(7): 38-44
- [25] Seybold C A. Polyacrylamide review: soil conditioning and environmental fate [J]. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 1994, 25(11/12): 2171-2185
- [26] Sojka B, Lentz R. Polyacrylamide for furrow-irrigation erosion control [J]. Irrigation Journal, 1996, 46(1): 8-11
- [27] 黄占斌, 辛小桂, 宁荣昌, 等. 保水剂在农业生产中的应用与发展趋势 [J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(3): 11-14
- [28] 陆军, 黄兴法, 唐泽军, 等. PAM(聚丙烯酰胺)应用于西北黄土地区旱作农业的经济分析 [J]. 农业工程学报, 2004, 20(2): 97-100
- [29] 崔海英, 任树梅, 杨培岭, 等. PAM 和石膏对坡地水分入渗及土壤流失的影响 [J]. 水利水电科技进展, 2006, 26(4): 53-55
- [30] 夏卫生, 雷廷武, 刘纪根. PAM 防治水土流失的研究现状及评述 [J]. 土壤通报, 2002, 33(1): 78-80

(责任编辑: 宋如华)

中国水土保持学会举行新《中华人民共和国水土保持法》宣讲活动

2011年7月10日,中国水土保持学会在北京植物园举行了新《中华人民共和国水土保持法》(简称“新《水保法》”)宣讲活动。

自1991年6月29日《中华人民共和国水土保持法》颁布以来,我国水土保持工作逐步走上了法制化轨道。20年来,我国的政治、经济、社会和人民生活都发生了重大的变化,为此,自2005年开始,水利部正式启动《中华人民共和国水土保持法》修订工作。新《水保法》于2010年12月25日由第11届全国人大常委会第18次会议审议通过,由中华人民共和国主席令第39号公布,自2011年3月1日起正式施行。

为了将新《水保法》深入人心,让广大民众在了解水土保持科普知识的基础上,首先“知法”,然后“守法”,宣讲活动展出了水土保持60年成就以及与水土保持相关的科普知识展板,发放了新《水保法》宣传手册上万册,并通过咨询、讲解、游戏、答题、唱歌等多种与观众互动的形式,将水土保持以及水土保持法的科普知识融入了民心。

水土保持是一项利国惠民的公益事业,需要全民众的广泛参与,掌握水土保持知识,熟悉水土保持法,提高公众的水土保持意识,是这次活动的宗旨。

(宋如华)