

干粉 PAM 溶解时间对土壤饱和导水率的动态影响^①

韩冬¹, 魏占民^{1*}, 于健², 宋日权²

(1 内蒙古农业大学水利与土木建筑工程学院, 呼和浩特 010018; 2 内蒙古水利科学研究院, 呼和浩特 010020)

摘要: 本试验选取两种质地土壤(黏壤土和砂壤土), 采用 3 种干粉 PAM 施用水平(0、22.5 kg/hm² 和 45 kg/hm²), 测定土样在 10.25 mm/h 入渗速度下的土壤饱和导水率(K_s), 然后根据土样团聚体含量和稳定性及团聚结构的微观图片, 分析干粉 PAM 影响下土壤结构的变化特征, 进而说明干粉 PAM 溶解时间对 K_s 的影响机理。结果表明: 施用 PAM 后, K_s 随干粉 PAM 在水中溶解时间的延长而逐渐减小, 最终趋于稳定; 干粉 PAM 溶解时间较短时, PAM 处理的 K_s 高于对照, 其中 PAM 施用水平 45 kg/hm² 时砂壤土 K_s 提高幅度最大, 较对照提高 26.87%, 但不同 PAM 施用量处理间的 K_s 差异不显著。干粉 PAM 溶解时间足够长时, PAM 处理的 K_s 均显著低于对照, 其中 PAM 施用水平 45 kg/hm² 时黏壤土 K_s 降低幅度最大, 较对照降低 10.86%, 但是不同施用量处理间 K_s 差异不显著。从影响机理上分析, PAM 主要是通过增加土壤团聚体含量及稳定性来提高 K_s ; 而干粉 PAM 溶解时间足够长时, 由于 PAM 易吸附土壤颗粒, 水解后的 PAM 分子链不断伸张延长, 堵塞了土壤孔隙, 加上 PAM 本身的黏滞特性, 从而降低了 K_s 。研究干粉 PAM 溶解时间对 K_s 的动态影响, 可以为 PAM 在改善土壤导水能力方面的应用提供理论依据。

关键词: PAM; 溶解时间; 土壤饱和导水率

中图分类号: S152.4+5

聚丙烯酰胺(Polyacrylamide, 简称 PAM)是一种高分子聚合物, 分子结构单元中含有酰胺基, 易形成氢键。源于分子结构的特性, PAM 具有良好的水溶性, 使得水解、降解、羟甲基化、磺甲基化、氨甲基化、交联等化学反应得以进行^[1-2]。在前人的研究成果中, PAM 在稳定土壤结构, 降低表土侵蚀等方面表现卓越^[3-6]。而对于 PAM 对土壤饱和导水率(K_s)的影响却一直存在争议, 一部分研究者认为 PAM 对 K_s 起促进作用: Trout 等^[7]通过试验得出 PAM 能够稳定土壤结构, 保持土壤通透性能, 提高土壤 K_s ; 潘英华等^[8]研究发现 PAM 可以提高 K_s , PAM 施用量由 0 增加至 2.5 g/m², K_s 提高 8.92%。另一些研究者则认为施用 PAM 反而降低 K_s , 其中刘东等^[9]研究得出 K_s 随 PAM 施用剂量的增加而减小, 呈显著负相关, 最多降低 95.3%; 彭冲等^[10]发现将 PAM 按照 0、1/5 000、1/2 000 和 1/1 000 的质量比与干土混合施用显著降低了 K_s ; 杨明金等^[11]研究表明施用 PAM 后 K_s 降低, 且 PAM 施用量越多, 降低程度越明显。造成这种现象的原因有些研究者分析跟 PAM 的施用量

有关, 认为一定浓度范围内的 PAM 溶液能够提高 K_s , 超过该浓度则 PAM 将显著降低 K_s , 如韩凤朋等^[12]通过试验得出在 0 ~ 2 g/m² 范围内添加 PAM 可以减小土壤体积质量增加 K_s , 但用量超过 2 g/m² 土壤体积质量开始增加; 还有一些学者把 PAM 对土壤中水流运动的影响归结为 PAM 不同的施用方式和不同分子量, 于健等^[13]研究表明, 喷洒溶胶和溶液 PAM 可分别提高土壤稳定入渗率 1.0 ~ 2.5、1.7 ~ 2.8 倍, 直接施用干粉 PAM 可提高 0.25 ~ 1.8 倍, 不同分子量的 PAM 均能显著提高土壤入渗, 与对照相比, 稳定入渗率分别增加了 58.9%、92.2% 和 83.3%^[14]。

本研究通过观测施用干粉 PAM 后土壤 K_s 的变化发现, 干粉 PAM 对 K_s 产生了动态影响, 原因可能与干粉 PAM 的溶解时间有关。本文以内蒙古中部地区两种典型耕作土壤为研究对象, 分析 PAM 不同溶解时间对 K_s 的动态影响, 并且结合宏观上土壤团聚体含量的变化和微观上土壤结构图像来解释影响的原因, 为 PAM 在土壤结构改良方面的推广提供科学依据。

基金项目: 国家自然科学基金项目(51469024)和国家国际科技合作专项项目(2014DFA71080)资助。

* 通讯作者(wei_zhanmin@aliyun.com)

作者简介: 韩冬(1987—), 女, 辽宁沈阳人, 博士研究生, 主要从事土壤结构改良方面的研究。E-mail: nuanxiasky@126.com

1 材料与方 法

1.1 试验材料

供试两种土壤：黏壤土和砂壤土，分别取自内蒙古准格尔旗和察哈尔右翼中旗，地理坐标分别为

41°6'N, 111°55' E 和 39°16'N, 110°5'E。土样均采自地表 0 ~ 20 cm 土层，两种土壤的基本理化性质见表 1。聚丙烯酰胺(PAM)采用由唐山博雅化工公司生产的阴离子型，分子量为 12×10^6 Da，水解度 7%。

表 1 供试土样基本理化性质
Table 1 The physical and chemical properties of tested soils

供试土壤	pH	体积质量 (g/cm ³)	有机质 (g/kg)	可交换钠百分比 (%)	颗粒组成(g/kg)		
					黏粒 ≤0.002 mm	粉砂 0.002 ~ 0.02 mm	砂粒 ≥0.02 mm
黏壤土	8.0	1.50	5.0	2.3	250	225	525
砂壤土	8.1	1.60	9.0	2.15	150	125	725

1.2 研究方法

1.2.1 饱和导水率(K_s)试验 K_s 根据马氏瓶原理采用定水头法，水头高度定为 40 cm。试验装置示意图如图 1 所示。

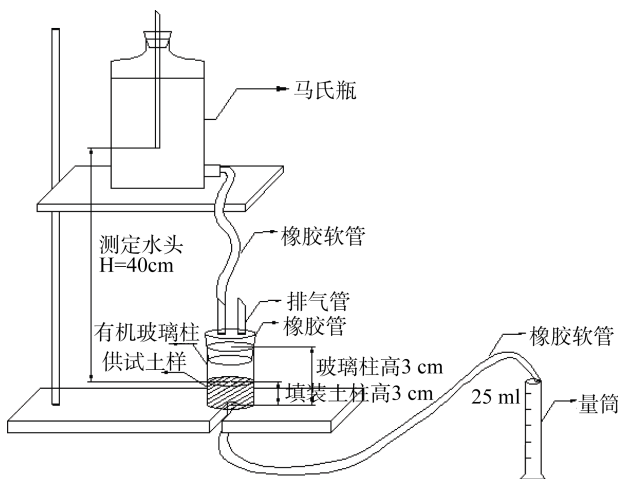


图 1 饱和导水率试验装置示意图

Fig. 1 Diagram of experimental installation of soil saturated hydraulic conductivity

试验分为填装土柱、湿润饱和、灌水测定 3 部分。其中湿润饱和阶段运用蠕动泵控制湿润速度，湿润速度根据当地水平畦田的普遍灌水定额选取 10.25 mm/h，蠕动泵湿润示意图如图 2 所示。

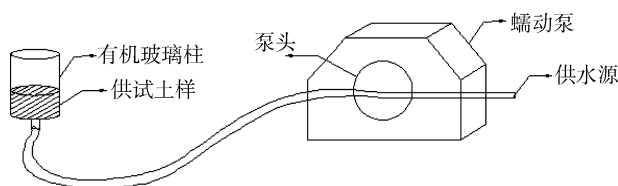


图 2 湿润土壤示意图

Fig. 2 Diagram of wetting soil

具体操作方法为：将风干土样(含水率<5%)分层

填装进有机玻璃土柱(高 9 cm，内径 5.7 cm)，每层均匀压实以保证与天然体积质量一致，PAM 处理的土样是将 PAM 颗粒与干土混合并搅拌均匀，PAM 施用量根据当地普遍采用的表层 0 ~ 20 cm 土壤混施设定两个水平 22.5 kg/hm²(PAM22.5)和 45 kg/hm²(PAM45)。湿润饱和阶段判定饱和以土柱上表面析出水珠并且形成 2 mm 厚水膜为准。灌水测定由马氏瓶供水并且维持恒定水头 40 cm，待水流透过土柱连续无气泡流出时开始记录，记录水流流出 25 ml 所需时间，连续观测 30 次。为消除试验误差，每种处理重复 3 次，数据结果均为 3 次试验平均值。

1.2.2 团聚体破碎试验 采用干筛法进行团聚体破碎程度分析，仪器选用土壤团聚体分析仪，型号 XL.02-TTF-100。

干筛法：将 50 g 质量的风干土样(含水率<5%)依次通过孔径为 5、2、1、0.5、0.25、0.106、0.053 mm 的套筛，计算 > 0.25 mm 团聚体含量 $R_{0.25}^{[15]}$ 、各级团聚体所占比例、平均重量直径^[16](mean weight diameter, MWD)。为消除试验误差，每种处理重复 3 次，数据结果均为 3 次试验平均值。

1.2.3 微观结构观测试验 采用日立 S-3400N 可变压力扫描电子显微镜观测团聚体破碎情况。将完成 K_s 测定的土样风干 15 天，土体表层及内部完全干燥后，取土柱内约 1 cm³ 的土样，利用双面胶将土样颗粒粘合在金属支座上，为了满足拍照时曝光的均匀度将土样进行喷金。结束后放入仪器进行观测，选取土样结构放大 3 000 倍时照片作为观测结果。

1.3 数据处理

K_s ：由于土壤的黏性作用，水在土壤中流动时会损失能量，能量损失的规律符合达西定律，即通过土壤的水流量与土壤水势梯度成正比，因此 K_s 根据

达西定律计算：

$$K_S = \frac{V \cdot L}{t \cdot A \cdot H} \quad (1)$$

式中： V 为出水量(cm^3)； t 为相应时间(s)； A 为横截面积(cm^2)； L 为土柱长度(cm)； H 为测定水头(cm)。

$$R_{0.25} = \frac{M_r}{M_T} \times 100\% \quad (2)$$

$$MWD = \sum(x_i w_i) \quad (3)$$

式中： M_r 为 $>0.25\text{mm}$ 团聚体重量(g)； M_T 为团聚体总重量(g)； MWD 为团聚体平均重量直径(mm)； x_i 为任一粒级范围内团聚体的平均直径(mm)； w_i 为对应于 x_i 的团聚体质量分数($\%$)。

采用 EXCEL2003、SPSS17.0 对数据结果进行差异性分析，用 Duncan 法进行多重比较，显著水平为 $P < 0.05$ 。

2 结果与讨论

2.1 PAM 对土壤饱和导水率时效性的影响

图 3、图 4 为 2 种不同质地土壤施用 PAM 后 K_S 动态变化过程曲线，横坐标为试验持续时间。随着 PAM 溶解时间的延长， K_S 并非为一个定值，而是逐渐降低最终趋于稳定。PAM 溶解时间即为混合在土壤中的 PAM 颗粒逐渐在水中溶解所经历的时间。其中对照组 K_S 略有降低，原因是入渗水流由上至下使得孔隙紧实土壤孔隙由大变小，经过一定时间后，土壤孔隙达到稳定。

从数据结果来看，施用 PAM 的土壤 K_S 在不同的测定时间出现明显差别，当 PAM 施用量为 22.5 kg/hm^2 时，黏壤土的 K_S 值在测定时间约 18 min 时开始低于对照，砂壤土约 10 min 时开始低于对照；而当 PAM 施用量为 45 kg/hm^2 时，黏壤土的 K_S 值约为 12 min 左右开始低于对照，砂壤土开始低于对照时间约为 7 min。这是由于 PAM 分子在土壤水中不断聚合，分子链逐渐延展伸长，长链逐渐堵塞土壤孔隙造成土壤密实导致土壤通透性能下降，测定时间持续 40 min 后， K_S 值开始趋于稳定，直到试验结束 1 h 为止 K_S 值不再发生变化。

此外，比较两种不同类型土壤：对于黏壤土，PAM 的施用剂量越大， K_S 值越小，说明 PAM 在水溶液中浓度越高，堵塞现象越明显，土壤越不通透；而对于砂壤土而言，PAM 不同施用量间的 K_S 值差异不显著。

2.2 PAM 溶解时间较短时土壤饱和导水率的变化

施用 PAM 后 K_S 的动态变化过程依据 PAM 不同的作用时间可以分为两个阶段，分别为 K_S 高于对照

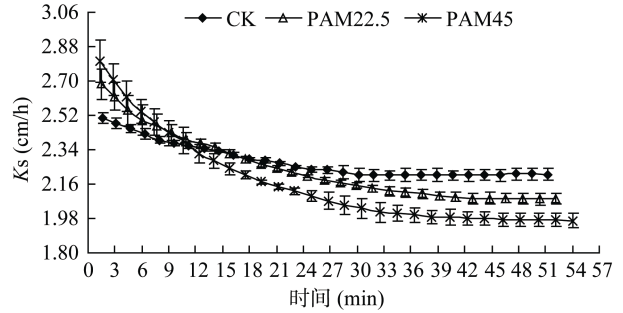


图 3 黏壤土 K_S 的动态变化
Fig. 3 The dynamic changes of K_S of clay loam soil

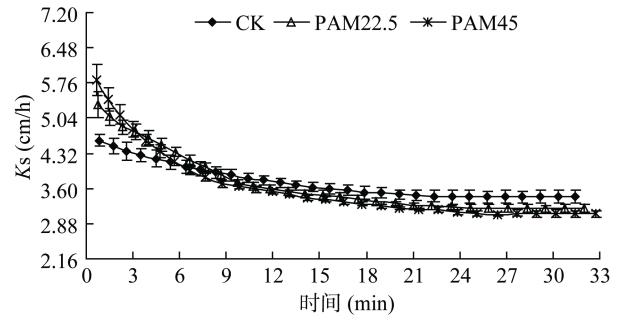


图 4 砂壤土 K_S 的动态变化
Fig. 4 The dynamic changes of K_S of sandy loam soil

阶段和 K_S 低于对照阶段。高于对照阶段选取测定时间为 2 min 时的 K_S 值，也是 PAM 处理后 K_S 的最高值，数据结果显示施用 PAM 处理的 K_S 值较对照均有所提高，且差异显著，但是无论对于黏壤土还是砂壤土，PAM 不同施用量间的 K_S 差异不显著，如图 5 所示。

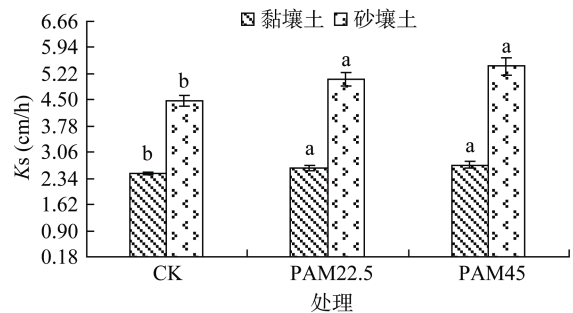


图 5 测定时间为 2 min 时的土壤 K_S
Fig. 5 K_S after two minutes

黏壤土 PAM 施用量为 22.5 kg/hm^2 作用 2 min 时的 K_S 值较对照提高 6.98%，而当 PAM 施用量增加至 45 kg/hm^2 时， K_S 值较对照提高 11.83%，但是 PAM 不同施用剂量间的 K_S 差异不显著；砂壤土 PAM 不同施用量的 K_S 值较对照提高 15.73% 和 26.87%，但 PAM 不同施用剂量间的 K_S 差异不显著。

PAM 施用增加 K_S 的原因可能是因为 PAM 稳定了土壤结构，增加了土壤团聚体含量及稳定性^[7-8, 17]，

如表 2 所示。首先，分析 PAM 对团聚体含量的影响发现，除黏壤土 PAM22.5 处理外，PAM 能有效增加 $R_{0.25}$ 的含量，且不同施用量之间差异显著。其次，就 MWD 而言，施用 PAM 和 PAM 不同施用量间的土壤

结构稳定程度均表现出显著差异。综上，对于黏壤土和砂壤土，PAM 都能够提高团聚体含量，增强团聚体稳定性，进而增强土壤结构的稳定性，保持土壤水流传导能力，在一定时间内提高了 K_s 。

表 2 土壤团聚体组成和稳定性
Table 2 Size distribution and stability parameters of soil aggregates

供试土壤	处理	各级团聚体含量(g/kg)					MWD (mm)	$R_{0.25}$ (mm)
		5 ~ 2 mm	2 ~ 1 mm	1 ~ 0.5 mm	0.5 ~ 0.25 mm	< 0.25 mm		
黏壤土	CK	49.78	71.92	64.45	387.35	426.50	0.44 c	57.35 b
	PAM22.5	37.43	63.58	94.88	477.43	326.67	0.48 b	59.31 b
	PAM45	60.15	68.98	57.37	496.45	317.05	0.54 a	68.30 a
砂壤土	CK	94.75	104.07	118.88	402.73	278.57	0.73 c	1.98 c
	PAM22.5	102.88	100.10	117.67	457.25	222.10	0.77 b	38.56 b
	PAM45	115.52	108.92	124.30	460.75	190.52	0.83 a	45.66 a

2.3 PAM 溶解时间足够长时土壤饱和和导水率的变化

图 6 反映了 PAM 分子在水中溶解时间足够长， K_s 值趋于稳定后的各处理 K_s 的变化。此时的 K_s 值显著低于对照，且 PAM 施用量越大，稳定 K_s 值降低程度越大。黏壤土 PAM 施用量为 22.5 kg/hm² 稳定的 K_s 值较对照降低 5.63%，PAM 施用量为 45 kg/hm² 稳定的 K_s 值较对照降低 10.86%；砂壤土 PAM 施用量为 22.5 kg/hm² 稳定的 K_s 值较对照降低 6.94%，PAM 施用量为 45 kg/hm² 稳定的 K_s 值较对照降低 10.24%。无论对于黏壤土和砂壤土，PAM 不同施用量之间的稳定 K_s 值差异不大，说明当土壤孔隙全部被 PAM 延展的链状结构填满后，导水性能将不再发生改变。

彻底风干后取土柱中心部位的土壤截面，利用电子显微镜放大 3 000 倍进行土壤微观结构观测。图片选取 3 个 PAM 施用水平(0、22.5、45 kg/hm²)进行观测，观测结果，见图 7。土壤微观结构图说明了团聚体的破碎崩解程度。当 PAM 施用量为 0 时(CK 处理)，

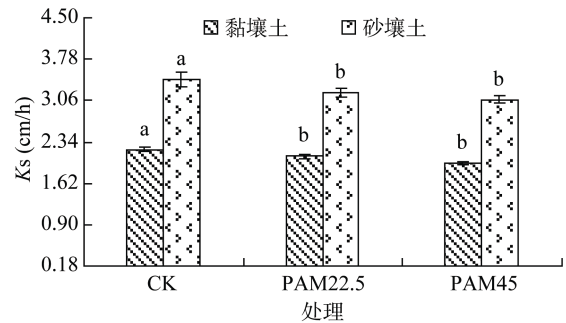


图 6 土壤稳定 K_s
Fig. 6 The soil stable K_s

在 K_s 测定完毕后，对试样进行风干处理，试样

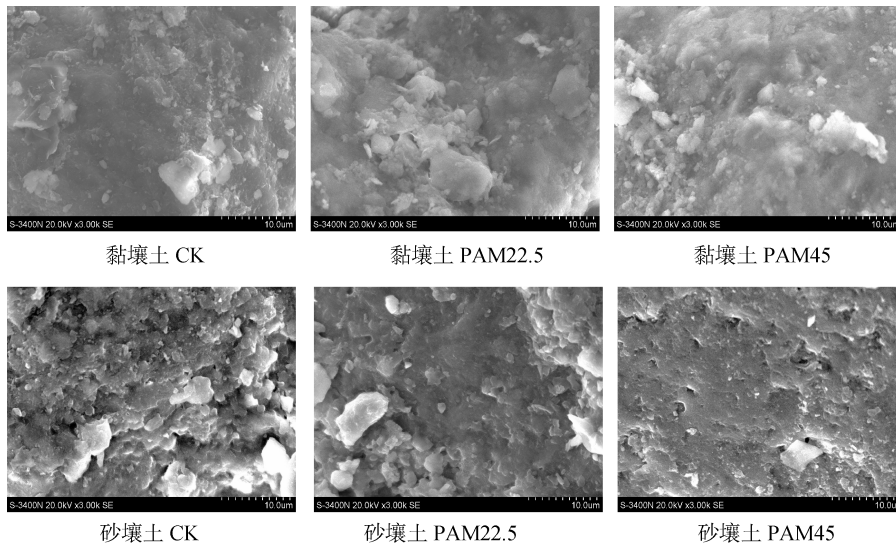


图 7 土壤微观结构图

Fig. 7 The soil's microscopic structure

土壤颗粒层次分明,团聚结构清晰可辨;当 PAM 施用量增加至较高水平(PAM45 处理),土壤团聚结构的孔隙几乎完全被 PAM 分子长链堵塞,土壤颗粒间孔隙寥寥无几。而 PAM 施用量较小时(PAM22.5 处理)土壤团聚结构堵塞情况介于两者之间。

造成土壤混施干粉 PAM 后 K_S 动态变化的原因一方面是由于 PAM 分子的水解特性,即 PAM 分子在水中酰胺基转化为羟基,成链状结构,进而填充土壤孔隙的过程^[18];另一方面是 PAM 在水中溶解后本身的黏滞性使水溶液的黏滞度增加,土壤水流动逐渐减慢^[19],细小的土颗粒吸附在 PAM 分子链上,形成结构密闭空间,导致土壤 K_S 的降低。由于干粉 PAM 在水中溶解需要一定的过程,所以当干粉 PAM 溶解时间较短时,PAM 主要起到了稳定土壤团聚体的作用,进而促进了土壤中水流的运动,增加了 K_S 值。而随着干粉 PAM 在水中溶解时间的延长,PAM 分子链在水中不断聚合伸长,直至完全水解,链状结构堵塞孔隙在土壤结构中起主导作用,稳定的 K_S 值显著低于对照^[20]。

本实验是在土壤达到饱和后立即测定 K_S 值,施用 PAM 后的 K_S 值均在 1 h 内观测完毕,并没有考虑土壤干湿循环后 PAM 对 K_S 的影响,而在实际生产中,土壤大部分处于非饱和状态,施用 PAM 的 K_S 如何变化还需做进一步的研究。此外,PAM 对 K_S 的影响复杂多变,与施用 PAM 后土壤本身的体积质量、孔隙率、ESP(可交换钠百分比)和有机质含量等物理化学性质都息息相关^[21-22],所以不能仅仅从一个方面分析 PAM 对 K_S 的影响机理。团聚体数据明确表明 PAM 能够稳定土壤结构,而土壤结构的稳定性是提高 K_S 的必要条件,但是 PAM 由于其特殊的分子结构和水解特性,使其单独施用对 K_S 的增加并没有起到积极的作用。在今后的研究中,应将重点选择合适的复配材料与 PAM 联合施用,既能发挥 PAM 稳定土壤结构的特点,又能提高土壤导水性能。

3 结论

1) 施用 PAM 后,土壤 K_S 随着 PAM 在水中溶解时间的延长而逐渐减小,最终趋于稳定。

2) PAM 分子水中溶解时间较短时,PAM 处理 K_S 高于对照,砂壤土中 PAM 施用量为 22.5 kg/hm² 和 45 kg/hm² 的处理对应的 K_S 分别较对照提高了 15.73% 和 26.87%;黏壤土中对应的 K_S 分别较对照提高了 6.98% 和 11.83%。但两种土壤中不同 PAM 施用量处理间的 K_S 差异均不显著。

3) 稳定阶段的 K_S ,施用 PAM 处理均显著低于对照,两种类型土壤中不同施用量处理间的 K_S 差异亦均不显著。砂壤土中 PAM 施用量为 22.5 kg/hm² 和 45 kg/hm² 的处理对应的 K_S 分别较对照降低 6.94% 和 10.24%,而黏壤土中对应的 K_S 分别较对照降低了 5.63% 和 10.86%。

4) PAM 能够提高 K_S 主要是通过稳定土壤团聚结构,其中 PAM 施用量越大, $R_{0.25}$ 也越大,黏壤土中 PAM 施用量 45 kg/hm² 处理的 $R_{0.25}$ 增加 10.95%,而砂壤土中增加 43.68%;PAM 施用使 K_S 显著低于对照,是由于 PAM 水解后的分子链不断伸张延长,堵塞土壤孔隙,从而封闭了土壤导水通道,由于 PAM 本身水解后水溶液黏稠,吸附土壤颗粒,使整个结构板结成块,降低了 K_S 。

参考文献:

- [1] 员学锋,吴普特,冯浩.聚丙烯酰胺(PAM)在土壤改良中的应用进展[J].水土保持研究,2002,9(1):141-145
- [2] 张学佳,纪巍,康志军,等.聚丙烯酰胺的特性及应用[J].化学工业与工程技术,2008,29(5):45-49
- [3] Cook D F, Nelson S D. Effect of polyacrylamide on seedlings emergence in crust forming soils[J]. Soil Science, 1986, 141(5): 328-333
- [4] Nadler A, Perfect E, Kay B D. Effect of two polyacrylamide application on the stability of dry and wet aggregates[J]. Soil Sci., 1996, 60(2): 555-561
- [5] 曹丽花,刘合满,赵世伟.不同改良剂对黄绵土水稳性团聚体的改良效果及其机制[J].中国水土保持学报,2011,9(5):37-41
- [6] 唐泽军,雷廷武,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 I. 入渗[J].土壤学报,2003,40(2):178-185
- [7] Trout T J, Sojka R E, Lentz R D. Polyacrylamide effect on furrow erosion and in filtration[J]. Transactions of the ASAE, 1995, 38(3): 761-765
- [8] 潘英华,雷廷武,张晴雯,等.土壤结构改良剂对土壤水动力学参数的影响[J].农业工程学报,2003,19(4):37-39
- [9] 刘东,任树梅,杨培岭,等.PAM 对土壤饱和导水率及降雨入渗的影响[C]//国际农业论谈—2005 北京都市农业工程科技创新与发展国际研讨会论文集.2005:193-1
- [10] 彭冲,李法虎,潘兴瑶.聚丙烯酰胺施用对碱土和非碱土水力传导度的影响[J].土壤学报,2006,43(5):835-842
- [11] 杨明金,张勃,王海军,等.聚丙烯酰胺和磷石膏对土壤导水性能的影响研究[J].土壤通报,2009,40(4):747-750
- [12] 韩凤朋,郑纪勇,李占斌,等.PAM 对土壤物理性状及水分分布的影响[J].农业工程学报,2010,26(4):70-74
- [13] 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

- [14] 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
- [15] 陈恩凤, 关连珠, 汪景宽, 等. 土壤特征微团聚体的组成比例与肥力评价[J]. 土壤学报, 2001, 38(1): 51–53
- [16] Van Bavel C H M. Mean weight-diameter of soil aggregates as a statistical index of aggregation[J]. Soil Science Society of America Journal, 1949, 14: 20–23
- [17] Lentz R D, Stieber T D, Sojka R E. Applying polyacrylamide(PAM) to reduce erosion and increase in filtration under furrow irrigation[C]// Robertson L D, Nolte P, Vodraska B, et al. Proc Winter Commodity Schools-1995. Moscow, Idaho: University of Idaho Cooperative Extension, 1995: 79–92
- [18] 李晶晶, 白岗柱. 聚丙烯酰胺的水土保持机制及研究进展[J]. 中国水土保持科学, 2011, 9(5): 115–120
- [19] Mpofu P, Addai M J, Ralston J. Flocculation and dewatering behaviour of smectite dispersions: effect of polymer structure type[J]. Minerals Engineering, 2004, 17: 411–423
- [20] 闫晓前, 张勋江. 聚丙烯酰胺的理化特征及在黄土区减流减蚀应用前景[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(3): 182–189
- [21] 吕殿青, 邵明安, 刘春平. 容重对土壤饱和水分运动参数的影响[J]. 水土保持学报, 2006(3): 154–157
- [22] 单秀芝, 魏由庆, 严慧峻, 等. 土壤有机质含量对土壤水动力学参数的影响[J]. 土壤学报, 1998, 35(1): 1–9

Dynamic Effect of the Dissolution Time of PAM on Soil Saturated Hydraulic Conductivity

HAN Dong¹, WEI Zhanmin^{1*}, YU Jian², SONG Riquan²

(1 Institute of Water Conservancy and Civil and Architectural Engineering, Inner Mongolia Agriculture University, Hohhot 010018, China; 2 Water Resources Research Institute of Inner Mongolia, Hohhot 010020, China)

Abstract: Two soils (clay loam and sandy loam) and three addition levels of PAM (0, 22.5, 45 kg/hm²) were used to measure the dynamic changes of soil saturated hydraulic conductivity (K_s) under constant water flow (10.25 mm/h), the content and stability of soil aggregates and thus to investigate the mechanisms for the effect of the dissolution time of PAM on K_s . Results showed that K_s decreased as the dissolving time of PAM increased, and finally researched a stable state. When the dissolving time of PAM was shorter, the K_s of the PAM treatment was higher than that of control. The sandy loam soil with PAM of 45 kg/hm² had the highest grow rate of K_s , and the K_s was increased by 26.87% compared with control. The K_s did not change with the amount of PAM added. PAM stabilized the aggregate structure of the soils, increased the amount of water-stable aggregate, and thus improved the K_s . The amount of the water-stable aggregate of > 0.25mm for the treatment with 45 kg/hm² of PAM added was 8.91% more than the control in sandy loam soil, while that for clay loam soil increased by 32.54%. When the dissolving time of PAM was long enough, the K_s of PAM treatment was significant lower than control, and the largest reduction was observed in the treatment with 45 kg/hm² of PAM in clay loam soil, and the K_s was decreased by 10.86% compared with control. However, the K_s did not change with the amount of PAM added significantly. For the related mechanisms, PAM increased contents and stability of soil aggregates and thus improved K_s . On the other hand, after PAM dissolving in water, the solution became glutinous. PAM also adsorbed soil particles and blocked soil pore and thus decreased the K_s . We found that PAM improved the structure of sandy loam soil better than that of clay loam soil. The study will provide a theoretical basis for improving soil transparent performance with PAM.

Key words: PAM; Dissolution time; Soil saturated hydraulic conductivity