

# 聚丙烯酰胺对土壤物理性质的影响

夏海江 肇普兴

(辽宁省水利水电科学研究院 沈阳 110003)

**摘要** 以不同剂型、不同浓度对土壤施入聚丙烯酰胺,探讨其对土壤物理性质的影响,试验结果表明:土壤经聚丙烯酰胺处理后一般沉降系数增大9%,分散系数减少7%~19%,结构系数增大3%~8%,水稳性团粒含量增加30%~50%,结构性能增强3%~8%,土壤渗透性能增大32%。这些指标证明该材料是较好的土壤结构改良剂之一,对防治土壤侵蚀起重要作用。

**关键词** 聚丙烯酰胺 土壤物理性质 改良效应

## Polyacrylamide Effect on Soil Physical Nature

Xia Haijiang Zhao Puxing

(Water and Electric Academy of Liaoning Province Shenyang 110003)

**Abstract** The effect on soil physical nature was probed by application of different dose and various polyacrylamide consistencies. The results should that the general sediment coefficient is increased more 9%, the structure coefficient more 3%~8%, the content of hydric stable dumpling more 30%~50%, the structure function more 3%~8%, the soil permeability more 32% and the disperse coefficient is less 7%~19% after by polyacrylamide treatments. These index have proved that polyacrylamide material be good improvemental matter to soil erosion control.

**Key words** polyacrylamide soil physical nature improvemental effect

## 1 试验目的和主要内容

目前治理水土流失传统上采用工程措施、生物措施、农业措施等,但使用化学措施尚属空白。随着石油化工材料的发展,高分子材料应运而生。然而,使用高分子材料来改良土壤,已是我国农业领域的前沿科学。土壤是水土流失的主要因素,探讨使用聚丙烯酰胺对土壤物理性质的影响,是为本项试验研究的目的。

供试土壤为辽西和辽北两种土型,分室内和野外试验处理,测定施用前后土壤物理性质的变化。试验的主要内容有:①土壤颗粒分析,②土壤比重,③土壤容重,④土壤孔隙度,⑤土壤酸碱性,⑥土壤沉降系数,⑦土壤微团聚体分析,⑧土壤团聚体组成,⑨土壤渗透系数。

## 2 试验结果

### 2.1 供试土壤的基本特性

对辽西、辽北两种土壤的物理性质指标进行了试前测定,结果列于表1和表2。

表1 辽西土壤物理性质指标表

编号	试验项目	试验结果				
		土壤质地为砂壤土				
1	土壤颗粒分析					
2	土壤比重 $d_s$	$d_s = 2.49\text{g/cm}^3$				
3	土壤容重 $r_s$	$r_s = 1.17\text{g/cm}^3$				
4	土壤孔隙度	$P_{\text{总}} = 53\%, P_{\text{毛}} = 41\%, P_{\text{非}} = 12\%$				
5	土壤酸碱性	pH=6.0				
6	土壤沉降系数	158.0%				
		粒径级 $d$ (mm)	小于某粒径微团 聚体百分含量(%)	分散系数 (%)	结构系数 (%)	
7	土壤微团聚体	<0.05	52.3	21	79	
		<0.01	14.8			
		<0.005	7.9			
		<0.001	1.8			
		各级水稳性团聚体含量百分数%				
8	土壤团聚体组成	5~3mm	3~2mm	2~1mm	1~0.5mm	0.5~0.25mm
		—	0.17	1.04	1.03	5.86

表2 辽北土壤物理性质指标表

编号	试验项目	试验结果				
		土壤质地为中壤土				
1	土壤颗粒分析					
2	土壤比重 $d_s$	$d_s = 2.15\text{g/cm}^3$				
3	土壤容重 $r_s$	$r_s = 1.11\text{g/cm}^3$				
4	土壤孔隙度	$P_{\text{c(总)}} = 44.4\%, P_{\text{n(非)}} = 11.4\%, P_{\text{t(总)}} = 55.5\%$				
5	土壤酸碱性	pH=6.0				
6	土壤沉降系数	144%				
		粒径级 $d$ (mm)	小于某粒径微 团聚体百分含量(%)	分散系数 (%)	结构系数(%)	
7	土壤微团聚体	<0.05	73.6	29	71	
		<0.01	48.8			
		<0.005	31.5			
		<0.001	2.61			

表3 不同剂型聚丙烯酰胺对土壤沉降系数的影响

土壤质地	处理	沉降系数(%)	增加幅度(%)
砂壤土	对照区	158	
	聚丙烯酰胺	169	+7
	聚丙烯酰胺	171	+8
	聚丙烯酰胺	170	+14
中壤土	对照区	144	
	聚丙烯酰胺	154	+7
	聚丙烯酰胺	155	+8
	聚丙烯酰胺	148	+3

## 2.2 聚丙烯酰胺对土壤物理性质的影响

### 2.2.1 室内试验结果

(1) 剂型试验土壤物理性质的变化, 剂型优选试验成果见表 3、表 4、表 5。

表 4 不同剂型聚丙烯酰胺对土壤微团聚体的影响

土壤 质地	处理	粒径级 $d$ (mm)	小于某粒径微团 聚体百分含量(%)	分散系数 (%)	结构系数 (%)	增加幅度(%)	
						分散系数	结构系数
砂 壤 土	对 照 区	<0.05	52.3				
		<0.01	14.8	21	79		
		<0.005	7.9				
		<0.001	1.8			-4.8	+1.3
	聚丙 烯酰 胺	<0.05	49.4				
		<0.01	16.9	20	80		
		<0.005	8.0				
		<0.001	1.7				
中 壤 土	对 照 区	<0.05	73.6				
		<0.01	48.8	29	71		
		<0.005	31.5				
		<0.001	2.61			34.5	+14.1
	聚丙 烯酰 胺	<0.05	53.0				
		<0.01	20.1	19	81		
		<0.005	9.3				
		<0.001	1.73				

表 5 不同剂型聚丙烯酰胺对土壤团聚体的影响

土壤 名称	处理	各级水稳性团粒含量(%) 单位: mm					水稳性团 粒总量(%)	增加幅 度(%)
		>3	3~2	2~1	1~0.5	0.5~0.25		
砂壤土	对照区		0.17	1.04	1.03	5.86	8.1	
	聚丙烯酰胺	0.47	1.43	1.92	2.04	6.53	12.39	+53

(2) 浓度试验土壤物理性质的变化, 浓度对比试验成果见表 6、表 7、表 8。

表 6 不同浓度聚丙烯酰胺对土壤沉降系数的影响

土壤 质地	处理	土壤沉降 系数(%)	增加幅度(%)	平均增加 幅度(%)	
砂 壤 土	对照区		158		
	聚 丙 烯 酰 胺	$1 \times 10^{-6}$	176	+11	
		$2 \times 10^{-6}$	171	+8	
	壤 土	$5 \times 10^{-6}$	168	+6	+8
		$8 \times 10^{-6}$	171	+8	
	土	$10 \times 10^{-6}$	169	+7	
		对照区		144	
	中 壤 土	聚 丙 烯 酰 胺	$1 \times 10^{-6}$	157	+9
$2 \times 10^{-6}$			153	+6	
壤 土		$5 \times 10^{-6}$	153	+6	+7
		$8 \times 10^{-6}$	153	+6	
土		$10 \times 10^{-6}$	154	+7	

表7 不同浓度聚丙烯酰胺对土壤微团聚体的影响

土壤质地	处理	粒径级 $d$ (mm)	小于某粒径微团 聚体百分含量(%)	分散系数 (%)	结构系数(%)
砂壤土	对照区	<0.05	52.3	21	79
		<0.01	14.8		
		<0.005	7.9		
	聚丙烯酰胺	<0.001	1.8		
		<0.05	53		
		<0.01	15		
中壤土	对照区	<0.05	73.6	29	71
		<0.01	48.8		
		<0.005	31.5		
	聚丙烯酰胺	<0.001	2.61		
		<0.05	57.1		
		<0.01	22		
聚丙烯酰胺	<0.005	10.2	22	78	
	<0.001	1.99			

表8 不同浓度聚丙烯酰胺对土壤团聚体的影响

处理	各级水稳性团粒含量(%)					水稳性团 粒总量(%)	增加幅 度(%)
	>3	3~2	2~1	1~0.5	0.5~0.25		
对照区	0	0.17	1.04	1.03	5.86	8.1	49.4
聚丙烯酰胺	0.64	1.38	1.65	2.49	5.93	12.1	

(3)经济用量试验对土壤物理性质的影响。经济用量试验成果见表9、表10、表11。

表9 聚丙烯酰胺对土壤沉降系数的影响

土壤质地	处理	土壤沉降 系数(%)	增加幅度 (%)
中壤土	对照区	144.0	3.0
	聚丙烯酰胺	163.0	

表10 聚丙烯酰胺对土壤微团体的影响

土壤质地	处理	粒径级 $d$ (mm)	小于某粒径微团 聚体百分含量(%)	分散系数 (%)	结构系数 (%)	增加幅度(%)	
						分散系数	结构系数
中壤土	对照区	<0.05	73.6	29	71	-6.9	+2.8
		<0.01	48.8				
		<0.005	31.5				
	聚丙烯酰胺	<0.001	2.61				
		<0.05	55.8				
		<0.01	20.9				
聚丙烯酰胺	<0.005	9.1	27	73			
	<0.001	2.4					

表 11 聚丙烯酰胺对土壤团聚体的影响 (中壤土)

处理	各级水稳性团粒含量(%)					水稳性团粒总量(%)	增加幅度(%)
	粒径(mm)	>3	3~2	2~1	1~0.5		
对照		1.57	2.9	7.32	4.07	16.97	32.83
聚丙烯酰胺		2.49	4.16	8.27	7.30	19.29	41.51

注:土层深度 10cm。

(4)持效性试验对土壤物理性质的影响,持效性试验成果见表 12、表 13、表 14。

表 12 聚丙烯酰胺对土壤沉降系数的影响

土壤	处理	土壤沉降系数(%)	增加幅度(%)
中壤土	对照区	144	10.0
	聚丙烯酰胺 (PHP300~400万)	159.0	

表 13 聚丙烯酰胺对土壤微团聚体的影响

土壤质地	处理	粒径级(mm)	小于某粒径微团聚体百分含量%	分散系数(%)	结构系数(%)
中壤土	对照区	<0.05	73.6	29	71
		<0.01	48.8		
		<0.005	31.5		
	聚丙烯酰胺	<0.001	2.61	26	74
		<0.05	57.5		
		<0.01	21.6		
		<0.005	9.3		
		<0.001	2.36		

表 14 聚丙烯酰胺对土壤团聚体的影响

处理	粒径(mm)	各级水稳性团粒含量(%) 单位:mm				水稳性团粒总量(%)	增加幅度(%)
		>3	3~2	2~1	1~0.5		
对照	0~10	1.57	2.9	7.32	4.07	16.97	32.83
聚丙烯酰胺	0~10	2.14	3.85	10.33	8.29	22.14	46.75

注:土层深度 10cm。

2.2.2 野外试验结果 试验前对试区土壤的物理性质指标进行了测定,见表 15。

表 15 辽北土壤物理性质指标表

编号	试验项目	试验结果			
1	土壤颗粒分析	土壤质地为轻壤土			
2	土壤比重 $d_s$	$d_s = 2.59g/cm^3$			
3	土壤容重 $r_s$	$r_s = 1.37g/cm^3$			
4	土壤孔隙度	$P_{c(毛)} = 40.6\%, P_{n(非)} = 6.4\%, P_{(总)} = 47\%$			
5	土壤酸碱性	pH = 6.0			
6	土壤沉降系数	143%			
编号	试验项目	试验结果			
7	土壤微团聚体	粒径级 mm	小于某粒径微团聚体百分含量(%)	分散系数(%)	结构系数(%)
		<0.05	37.9	23	77
		<0.01	7.9		
		<0.005	3.55		
<0.001	0.455				

施用聚丙烯酰胺后土壤物理性质的变化见表 16、表 17、表 18、表 19。

表 16 聚丙烯酰胺对土壤沉降系数的影响

处理	对照	PHP300 万	增加%
土壤沉降系数	144	155	8

表 17 聚丙烯酰胺对土壤微团聚体的影响

处理	粒径 (mm)	小于某粒径微团 聚体百分含量%	分散系数 (%)	结构系数 (%)	增加幅度%	
					分散系数	结构系数
对 照	<0.05	42.6	21	79	-28.6	+7.6
	<0.01	15.4				
	<0.005	6.83				
	<0.001	0.42				
聚 丙 烯 酰 胺	<0.05	49.0	15	85		
	<0.01	18.4				
	<0.005	7.76				
	<0.001	0.32				

表 18 聚丙烯酰胺对土壤团粒结构的影响

处理	各级水稳性团粒含量(%)					水稳性团 较粒总量%	增加幅度 %
	粒径(mm)	5~3	3~2	2~1	1~0.5		
对照		2.04	4.27	9.72	8.75	21.51	+4.5
聚丙烯酰胺		2.69	6.01	7.16	10.37	22.13	

注:土层深度 10cm。

表 19 聚丙烯酰胺对土壤渗透系数的影响

处理	土壤渗透系数(m/h)	增加(%)
对照区	0.022	32
聚丙烯酰胺	0.029	

### 3 试验结果分析与评价

#### 3.1 聚丙烯酰胺增大了土壤的沉降系数

由表 20 可见,处理后的辽西土壤沉降系数由原来 158%增大到 172%,增加了 9%;辽北中壤土的由 144%增大到 161%;辽北轻壤土的也增加了 8%。这些变化表明聚丙烯酰胺能够改善土壤的沉降系数,有利于增强土壤的水稳性,提高土壤的抗水蚀能力。

表 20 聚丙烯酰胺对土壤沉降系数的影响

处理	土壤沉降系数(%)	增加百分比
砂壤土	对照区	158
	聚丙烯酰胺	172
中壤土	对照区	144
	聚丙烯酰胺	161
轻壤土	对照区	144
	聚丙烯酰胺	156

### 3.2 聚丙烯酰胺具有改善土壤微团聚体的效果

由表 21 可看出,施用聚丙烯酰胺后,土壤的分散系数减小了 7%~19%,结构系数增大 3%~8%,这些说明土壤的微团聚体在浸水状况下结构性能增强,提高了土壤微结构的稳定性,从而有利于土壤的保水和保肥作用。

表 21 聚丙烯酰胺对土壤微团聚体影响

处理	土壤分散系数(%)	结构系数(%)	增加幅度(%)		
			分散系数	结构系数	
砂壤土	对照区	21	79		
	聚丙烯酰胺	19.5	81.5	-7.1	+3.2
中壤土	对照区	29	71		
	聚丙烯酰胺	23.5	76.5	-19	+7.7
轻壤土	对照区	21	79		
	聚丙烯酰胺	15	85	-28.6	+7.6

### 3.3 聚丙烯酰胺改良土壤团聚体的效果

不论是辽西土还是辽北土,施用聚丙烯酰胺 1~2d 后,即能观测到土壤团聚体增加,降雨以后,表层土壤团粒结构明显,土壤疏松不板结,而对照区经过干湿交替后,表层土板实僵硬。

表 22 土壤团聚体分析表明,施用聚丙烯酰胺后,土壤中水稳性团聚体含量明显增加,尤其是辽西土壤,水稳性团聚体含量增加了 51%,聚丙烯酰胺改良了土壤的团聚体,有利于形成良好的土壤结构。

表 22 聚丙烯酰胺对土壤团聚体的影响

处理	粒径(mm)	各级水稳性团粒含量(%)					水稳性团粒总量(%)	增加幅度(%)
		5~3	3~2	2~1	1~0.5	0.5~0.25		
砂壤土	对照区	0	0.17	1.04	1.03	5.86	8.1	
	聚丙烯酰胺	0.56	1.41	1.79	2.27	6.23	12.26	+51.4
中壤土	对照区	1.57	2.9	7.32	4.07	16.97	32.83	
	聚丙烯酰胺	2.32	4.01	9.30	7.80	20.72	44.15	+34.5
轻壤土	对照区	2.04	4.27	9.72	8.75	21.51	46.29	
	聚丙烯酰胺	2.69	6.01	7.16	10.37	22.13	48.36	+4.5

### 3.4 聚丙烯酰胺改善了土壤的渗透性

从表 19 看出,处理区土壤渗透系数比对照区增加了 32%,这有利于入渗,减少地表径流,降低水蚀程度,从而起到保水保土作用。

## 4 结论

通过聚丙烯酰胺对土壤物理性质影响的试验研究,可以得出以下结论:

(1)聚丙烯酰胺具有改善土壤水稳性的作用,土壤经过聚丙烯酰胺处理后,一般沉降系数增大 9%,分散系数减小 7%~19%,结构系数增大 3%~8%,这三项指标是反映土壤水稳性的重要指标,这三项指标的变化是趋向有利的变化,表明了土壤的结构性能增强,在浸水条件下,土壤不易分散,在径流冲刷时,土壤颗粒流失量减少,有利于保土。

(2)聚丙烯酰胺能够改良土壤的结构,处理后的土壤水稳性团粒含量增加 30%~50%,团聚体明显改善;土壤微团聚体的结构性能增强 3%~8%,微团聚体也得到改善,这些表明土壤结构得到改良,使土壤具有良好的物理性状,包括孔隙度、持水性和透水性等,为作物生长提供更好的水、肥、气、热等条件,对促进农业生产有着重要的意义。

(3)聚丙烯酰胺对土壤渗透性能有增大的趋势,试验表明,可使土壤渗透系数增大 32%。渗透系数是衡量土壤渗透性的最直接的指标,渗透系数的大小直接关系到降雨的产流量,渗透系数增大了,雨水可以较快地入渗到土壤底层蓄积起来,地表不产生径流或径流量减小,从而减少了地表径流冲刷。另外,土壤渗透系数增大了,对土壤的通气状况也有所改善,使土壤疏松,不板结,为作物增产打下基础。

(4)聚丙烯酰胺不改变土壤的酸碱性,聚丙烯酰胺是一种高分子聚合物,呈中性,当其溶解于水并与土壤颗粒发生作用时,不影响土壤溶液的酸碱平衡。

试验结果充分证明聚丙烯酰胺具有较显著的改良土壤结构,提高土壤的水稳性,增强土壤的渗透性,减少水土流失的效果,这也是具有保水、保土、保肥、改良土壤的作用,进而增加作物产量的原因。

(上接第 46 页)

表 3 辽宁不同土层厚度及岩性之坡耕地统计表 单位:km<sup>2</sup>

项目	合计	3~5°	5~15°	15~25°	>25°
坡耕地总数	12914.11	6481.96	5235.59	1081.08	115.48
土层					
>100	3561.93	2488.87	936.84	133.45	2.77
厚度					
60~100	4023.47	1871.75	1872.55	263.78	15.39
(cm)					
30~60	4264.03	1736.73	1999.40	473.92	53.98
<30	1064.68	384.61	426.80	209.93	43.34
岩性					
土质	5416.72	3373.65	1584.99	182.24	5.84
土石质	5931.98	2493.09	2767.97	619.59	51.33
石质	1565.41	615.22	612.63	279.25	58.31

## 4 结 语

辽宁坡耕地资源普查基本上查清了全省不同坡度、不同土层厚度和不同岩性之坡耕地的面积并揭示了其地理分布特点,在农业、水土保持、土壤侵蚀研究等方面将能解决以下问题:

(1)根据坡耕地的不同坡度和土层厚度大体上可以估计生产能力并以此来确定土地利用方向和合理地安排作物布局。

(2)根据坡耕地的坡度、土层厚度和岩性分析治理的可行性,以此为依据制定费省效宏的治理规划。

(3)坡耕地的不同坡度、不同土层厚度和岩性的地理分布特点是重要的土壤侵蚀因子参数之一,本次坡耕地普查提出的系列结果为全省的土壤侵蚀研究提供了重要的基础数据。