

不同类型绿地对雨水径流中COD和氮的削减效应研究

研究生：潘忠成；导师：李敏 教授



研究背景

EPA的调查结果表明城市降雨径流等非点源污染已成为美国河流与湖泊等受纳水体的第三大污染源。同时有大量污染物的径流进入城市污水处理系统，增大了污水处理系统的负担，使得运行和维护费用增加。因此，降雨径流污染问题亟待解决。

研究内容

- 研究下凹式绿地对降雨径流中COD和氮的削减规律
- 研究草地对降雨径流中氮素和COD的削减规律

研究方案

(1) 下凹式绿地实验方案

实验参数：

影响因素	参数水平		
降雨强度 (mm/h)	22	32	36
进水负荷 (mg/L)	低: TN:7~15 NH ₄ ⁺ -N:3~5 NO ₃ ⁻ -N:3~5 COD: 150~180 高: TN:20~25 NH ₄ ⁺ -N:8~10 NO ₃ ⁻ -N:8~10 COD: 450~500		
雨水口高度 (cm)	4	6	8
土壤植物组合	北方土种高羊茅	南方土种植狗牙根	

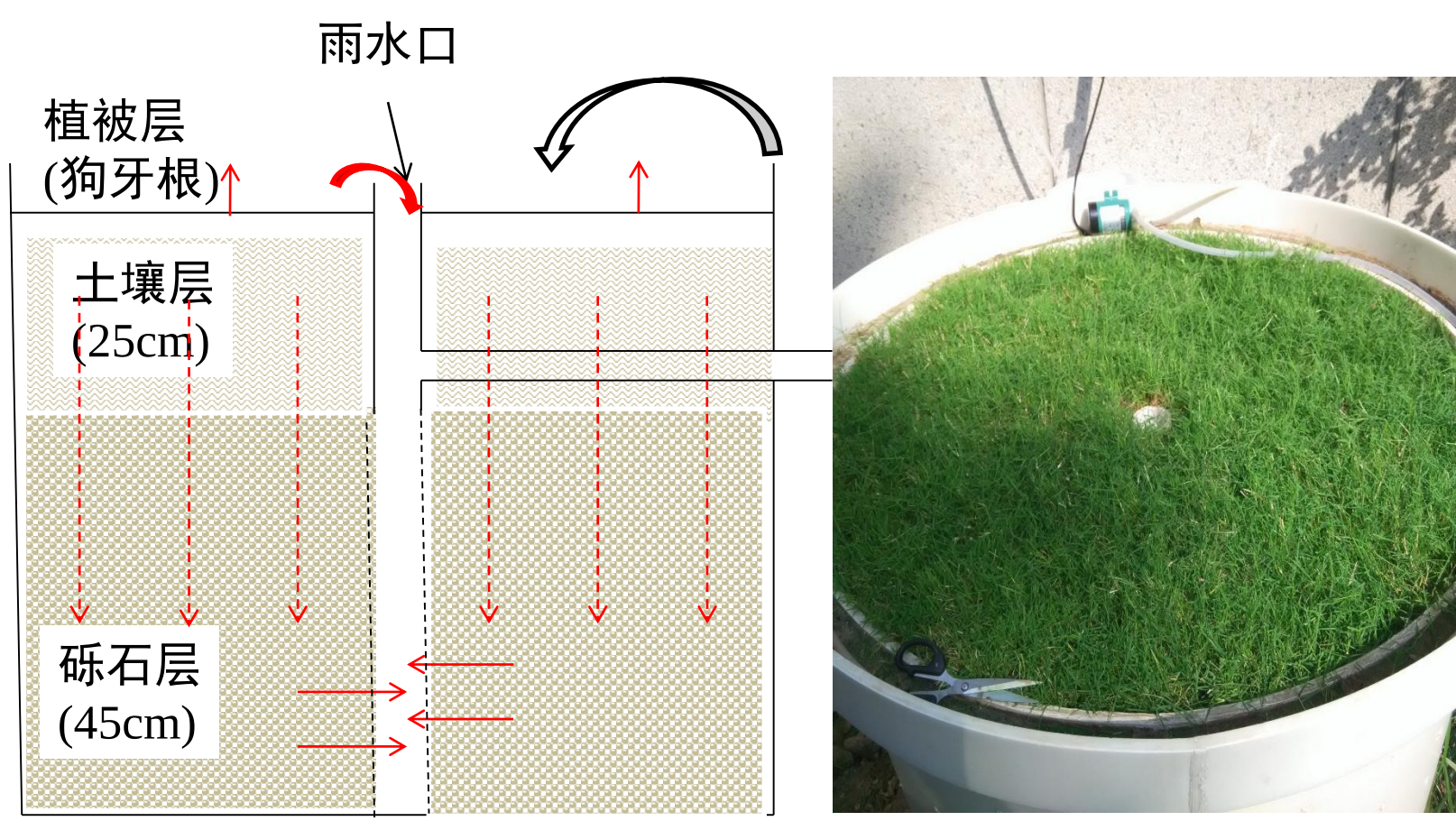


图1 下凹式绿地实验装置示意图



图2 下凹式绿地实验装置

(2) 草地实验方案

实验参数：

影响因素	参数水平			
降雨强度 (mm/h)	30	50	65	100
降雨历时 (h)	3	3	2	1
坡度	0°	5°	10°	
裸地	南方土裸地		北方土裸地	
草地	南方土狗牙根		北方土高羊茅	



(a) 高羊茅



(b) 狗牙根



(c) 降雨系统

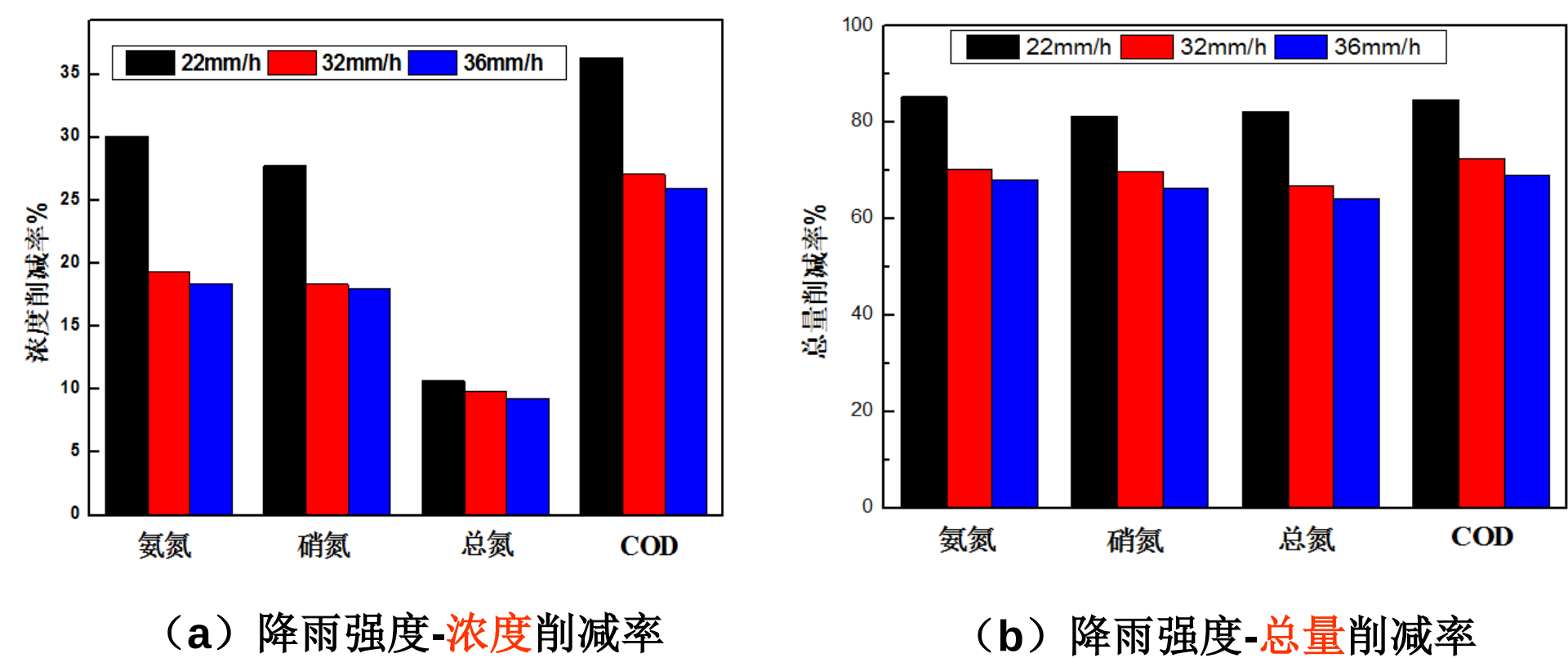


(d) 控制系统

结果分析

下凹式绿地对雨水径流中COD和氮的削减规律

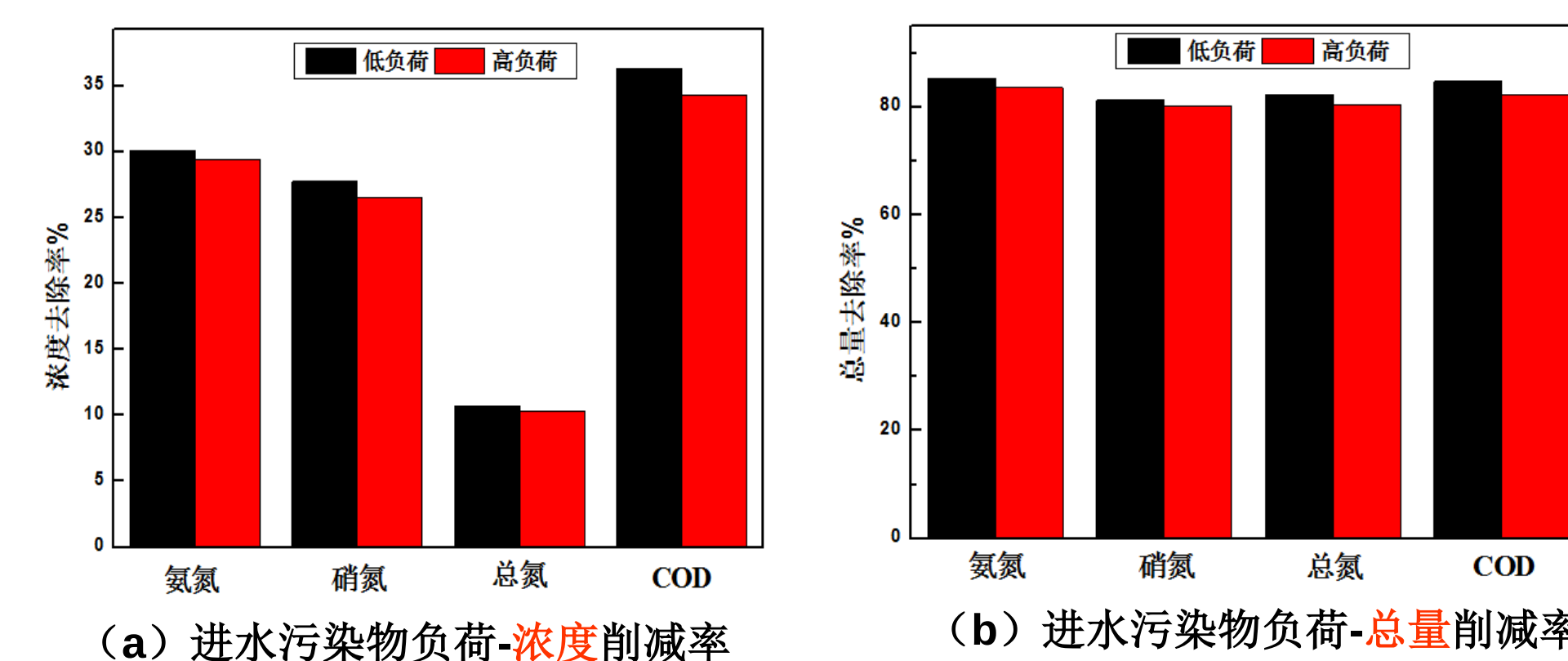
降雨强度对下凹式绿地COD和氮削减效果的影响



(a) 降雨强度-浓度削减率

(b) 降雨强度-总量削减率

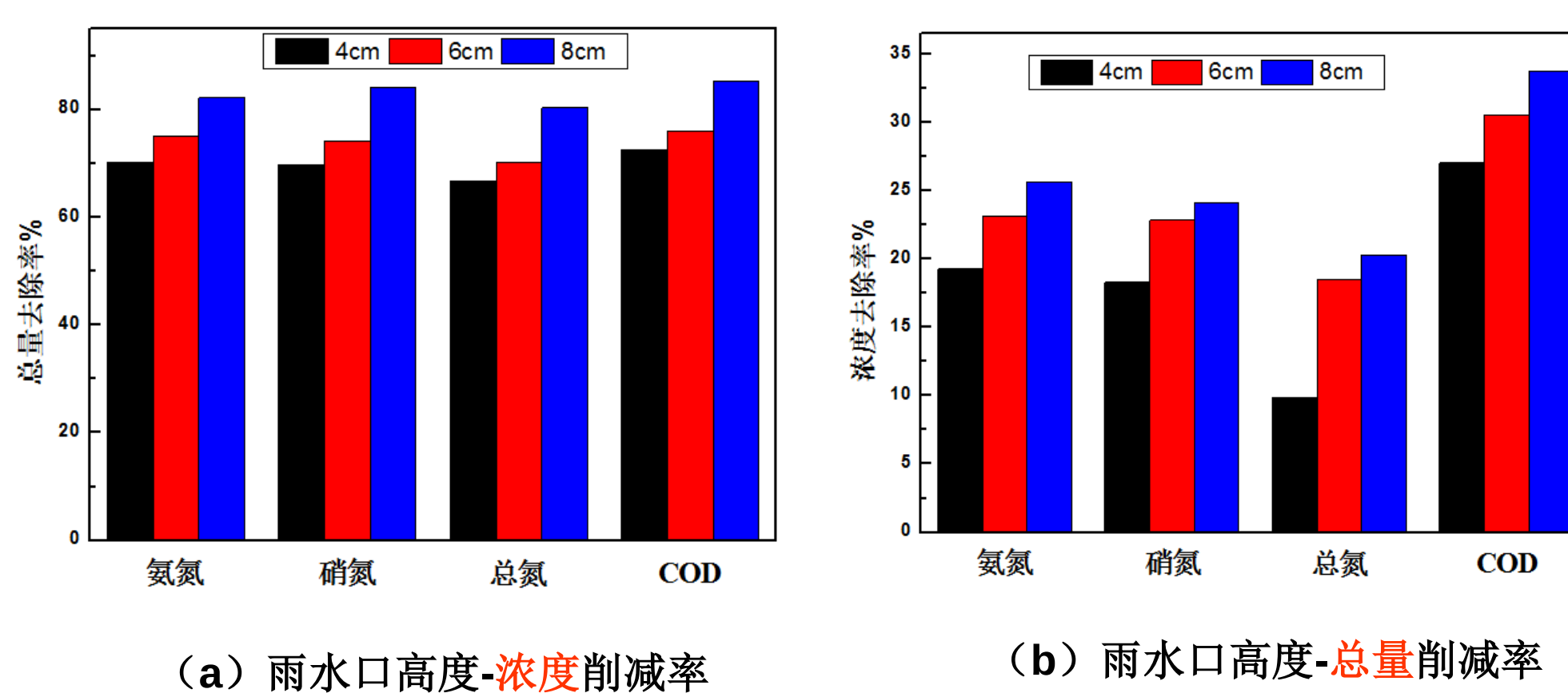
进水污染物负荷对下凹式绿地COD和氮削减效果的影响



(a) 进水污染物负荷-浓度削减率

(b) 进水污染物负荷-总量削减率

雨水口高度对下凹式绿地COD和氮削减效果的影响



(a) 雨水口高度-浓度削减率

(b) 雨水口高度-总量削减率

当降雨强度为32mm/h，进水污染物负荷为低负荷时，下凹式绿地对雨水径流中COD和氮的削减率随着雨水口高度的增大而增大。

草地对雨水径流中COD和氮的削减规律

裸地污染物输出规律

表1 坡度 (x_1) 和雨强 (x_2) 与单位面积南方土氮素流失量 (y) 的拟合方程

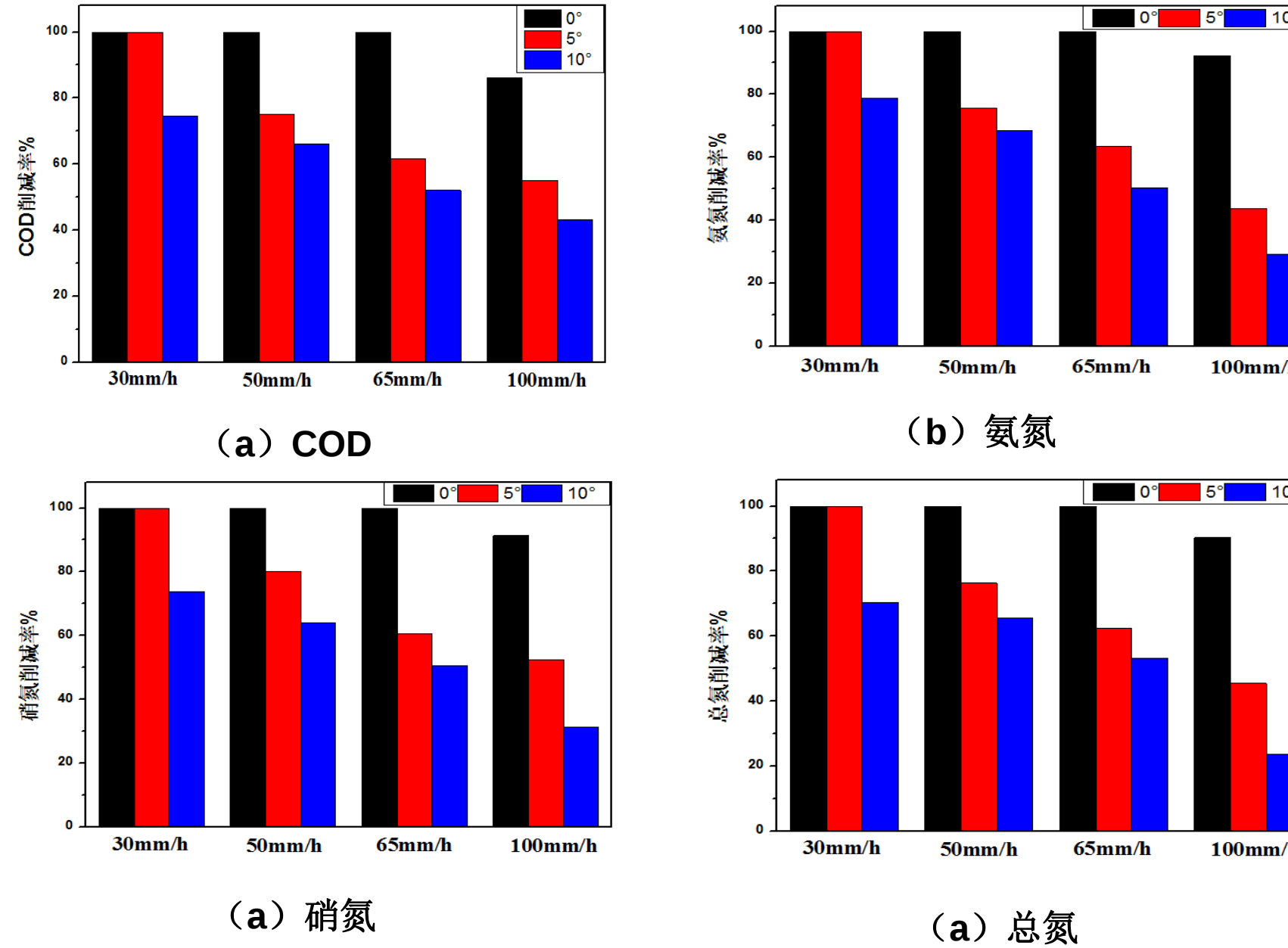
氮素类型	拟合方程	相关系数R ²
氨氮	$y = -91.997 + 3.483x_1 + 5.753x_2$	0.9819
硝氮	$y = -123.778 + 4.968x_1 + 6.353x_2$	0.9800
总氮	$y = -216.197 + 9.968x_1 + 11.637x_2$	0.9791
COD	$y = -1167.382 + 37.668x_1 + 178.276x_2$	0.7119

表2 坡度 (x_1) 和雨强 (x_2) 与单位面积北方土氮素流失量 (y) 的拟合方程

氮素类型	拟合方程	相关系数R ²
氨氮	$y = -80.191 + 2.862x_1 + 5.691x_2$	0.9671
硝氮	$y = -70.737 + 4.418x_1 + 5.439x_2$	0.9752
总氮	$y = -216.197 + 7.207x_1 + 11.097x_2$	0.9869
COD	$y = -1072.413 + 31.572x_1 + 100.261x_2$	0.7269

草地对雨水径流中COD和氮的削减效果

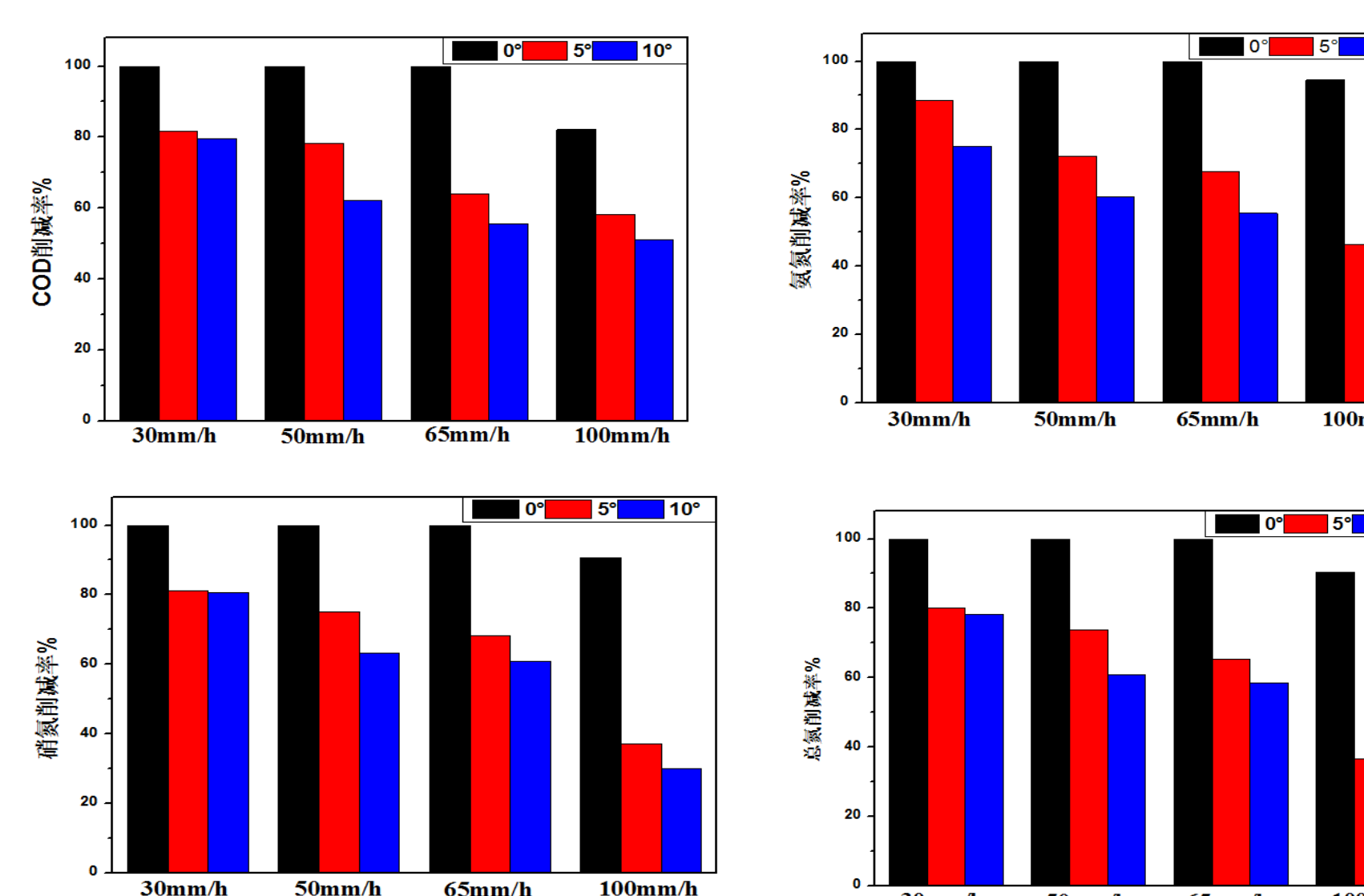
(1) 狗牙根草地对COD和氮的削减效果



(a) COD

(a) 总氮

(1) 高羊茅草地对COD和氮的削减效果



结论

- 当下凹式绿地的雨水口高度为4cm，降雨历时为2h，降雨强度为22~36mm/h，狗牙根下凹式绿地对径流中COD、氨氮、硝氮和总氮总量的削减率分别为68.92%~84.74%、68.12%~85.31%、66.27%~81.27%、64.17%~82.33%。
- 当坡度为0~10°，降雨强度为30~100mm/h，狗牙根草地对径流中COD、氨氮、硝氮和总氮的削减率分别为43.2%~100%、29.2%~100%、31.3%~100%、23.5%~100%。高羊茅草地对径流中COD、氨氮、硝氮和总氮的削减率分别为51.2%~100%、34.1%~100%、30.1%~100%、28.6%~100%。

课题来源：国家水专项“城市地表径流减控与面源污染削减技术研究”（2013ZX07304-001）。

研究成果

- 潘忠成,李敏. HJ636-2012测定总氮时影响空白值因素分析[J]. 环境工程,2016,01:126-129+167.
- 潘忠成,袁溪,李敏. 降雨强度和坡度对土壤氮素流失的影响[J]. 水土保持学报,2016,01:9-13.
- 潘忠成,袁溪,李敏,孙德智. 下凹式绿地在降雨径流控制中的应用研究[J]. 环境科学与管理,2015,10:59-62.
- 潘忠成,李敏. HJ636-2012测定总氮时空白值偏高原因分析2015年中国环境科学学会学术年会论文集（第一卷）[C].中国环境科学学会,2015:6.