

校园雨水酸度调查及简易中和方案研究

钟海霞, 李江洪, 耿敏

重庆资源与环境保护职业学院, 重庆 400000

DOI: 10.61369/VDE.2025290021

摘 要 : 酸雨是典型的区域性环境问题, 不仅会对土壤、植被和地下水等造成不可逆损害, 还会影响腐蚀校园建筑设施, 甚至通过呼吸、皮肤接触等途径危害师生身体健康。因此, 学校要重视校园酸雨治理, 加强校园雨水酸度调查, 根据调查结果制定中和治理方案, 从而降低酸雨对校园环境的破坏。本文以重庆资源与环境保护职业学院为例, 阐述了校园雨水酸度调查方法, 设计了雨水酸度简易中和方案, 探索校园雨水酸度治理路径, 从引领学生全程参与、加强校园环境治理、组织校园环保实践活动三个方面进行阐述, 旨在改善校园雨水酸度治理模式, 为师生营造健康安全的学习和生活环境。

关 键 词 : 酸雨; 校园雨水; 酸度调研; 酸度中和方案

Investigation on the Acidity of Campus Rainwater and Research on a Simple Neutralization Scheme

Zhong Haixia, Li Jianghong, Geng Min

Chongqing Vocational College of Resources and Environmental Protection, Chongqing 400000

Abstract : Acid rain is a typical regional environmental problem. It not only causes irreversible damage to soil, vegetation, groundwater and other aspects, but also corrodes campus buildings and facilities, and even endangers the physical health of teachers and students through respiration, skin contact and other pathways. Therefore, schools should attach importance to the control of acid rain on campus, strengthen the investigation of campus rainwater acidity, and formulate neutralization and treatment schemes based on the survey results, so as to reduce the damage of acid rain to the campus environment. Taking Chongqing Vocational College of Resources and Environmental Protection as an example, this paper expounds the investigation methods of campus rainwater acidity, designs a simple neutralization scheme for rainwater acidity, and explores the governance path of campus rainwater acidity. It elaborates from three aspects: guiding students to participate in the whole process, strengthening campus environmental governance, and organizing campus environmental protection practice activities. The research aims to improve the governance model of campus rainwater acidity and create a healthy and safe learning and living environment for teachers and students.

Keywords : acid rain; campus rainwater; acidity investigation; simple neutralization scheme

引言

重庆资源与环境保护职业学院作为环保类职业院校, 存在化学试剂使用频繁、实验室残渣处理不规范和实验室废气废水处理不及时等问题, 容易形成局部酸性污染源, 导致雨水酸度异常。为了中和校园雨水酸度, 该校建立了网格化雨水采样与检测体系, 对校园雨水酸度进行监测, 明确校园雨水酸度时空分布规律, 选用容易获取、中和效果好的校园碱性废弃物, 设计了模块化雨水中和装置, 为校园酸性雨水治理提供了参考。同时, 重庆资源与环境保护职业学院鼓励环境监测类、绿色低碳类专业学生参与校园雨水酸度治理工作, 加快构建“教学做一体化”教学模式, 提高学生实践能力, 师生携手解决校园雨水酸度治理难题, 促进职业教育高质量发展。

一、校园雨水酸度调查方法

(一) 校园雨水采样

重庆资源与环境保护职业学院立足本校建筑物分布特点、校园地形地貌设计了校园雨水网格化采样点, 共设置了18个采样

点, 分别分布在实验室、停车场、教学楼、绿化区和操场。每个采样点都安装了固定采样装置, 每个采样点采集500mL 雨水样品, 用采样勺将雨水缓慢注入聚乙烯塑料瓶, 避免产生气泡和混入杂质。例如在实验室废水预处理区域设置了采样点, 科学评估实验室废水对雨水酸度的影响; 在绿化区设置了采样区, 分析乔

木、灌木生长区域雨水酸度，从而科学监测校园内不同区域雨水酸度^[1]。

（二）雨水样品指标检测

技术人员在不同季节采集校园内的雨水样本，同步记录降雨量、降雨时长、风向和风速，便于对比不同季节、不同雨量下的雨水酸度数据^[2]。技术人员采用便携式 pH 计、电导率仪等对雨水样本进行监测，对比雨水样本的 pH 值、电导率及 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 等离子浓度，将部分样品密封冷藏，便于对校园雨水酸度进行实验室检测。

（三）雨水样品实验监测法

为了更加全面、准确地了解校园雨水酸度，技术人员对部分样品进行密封冷藏，便于进行实验室分析。技术人员利用离子色谱仪测定 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等主要离子浓度，建立校园雨水酸度监测数据库，并利用 pH 计法和 pH 试纸测定雨水样品的 pH 值^[3]。首先，技术人员先将酸度计预热 30min，再用 pH=4.008、6.856 的标准缓冲溶液校准，数据符合标准后将电极插入雨水样品中，继续搅拌 1min 左右，记录仪器上显示的 pH 值，每个样品重复测定 3 次，取 3 次测评的平均值作为最终结果。其次，技术人员取少量雨水样本滴在 pH 试纸上，静置 10s 后，将试纸与标准比色卡进行对比，读取 pH 值。最后，技术人员将 pH 计法和 pH 试纸测定的雨水样品 pH 值进行统计，通过 Excel 呈现数据变化，分析校园不同区域雨水酸度，如表一所示^[4]。通过数据分析，学校实验室周边、停车场附近雨水酸度超标，pH 均值均低于 4.8 且 100% 超标；绿化区雨水酸度为超标，说明绿化植被对雨水酸度具有明显缓冲作用。

表一：校园不同区域雨水 pH 值

区域类型	pH 最小值	pH 最大值	均值	超标占比 (pH<5.6)
实验室周边	4.25	5.32	4.58	100%
实训 / 停车场	4.38	5.25	4.71	100%
教学区	4.65	5.48	4.96	80%
生活区	4.76	5.56	5.08	60%
绿化区	4.82	5.85	5.23	40%
自然对照点	5.25	6.02	5.63	0%

二、校园雨水酸度简易中和方案设计

“双碳”背景下，重庆资源与环境保护职业学院秉持节能减排理念，加强校园雨水酸度治理，优先采用校园内的碱性废弃物作为雨水酸度中和治理原材料，既可以循环使用废弃材料，又可以控制雨水酸度治理成本、减少中和后的污染物，加快构建生态环保绿色校园。技术人员选用实验室中和反应残渣、校园基建产生的混凝土碎块、绿化修剪产生的草木灰、枯枝落叶腐熟物作为校园雨水酸度中和反应原料。这四类废弃物以 OH^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 等碱性成分为主，透水性比较强，可以快速与雨水发生反应。技术人员配制 pH 值在 4.0-5.6 的模拟酸雨溶液，开展静态中和实验，把四类废弃物按照一定的比例加入模拟酸雨溶液中，测

定不同反应时间段的 pH 值，通过 pH 值分析四类废弃物与模拟酸雨溶液的中和反应速率，从中筛选出中和效果好、成本低、易获取的碱性废弃物，便于大范围推广，为校园雨水酸度治理提供参考，如表二所示^[5]。根据数据可知，枯枝落叶腐熟物中和效果最差，复合材料（实验室中和残渣 + 草木灰 1:1）综合效果最优。

表二：不同碱性废弃物静态中和效果对比

中和材料	中和后 pH 值	SO_2 去除 率 (%)	反应平衡时间 (min)
实验室中和残渣	7.2	68.5	15
混凝土碎块	6.8	52.3	30
草木灰	7.0	65.8	10
枯枝落叶腐熟物	5.8	28.6	60
建筑砂浆残渣	7.1	62.5	20
复合材料（残渣 + 草木灰 1:1）	6.9	70.2	12

三、校园雨水酸度治理路径

（一）引领学生全程参与，增强学生环保意识

重庆资源与环境保护职业学院非常重视学生环保意识的培养，鼓励环境监测类、绿色低碳类专业学生参与校园雨水酸度治理，鼓励他们为校园雨水酸度治理建言献策，提高学生雨水酸度治理活动参与度，从而增强他们环保意识，让他们养成绿色环保生活习惯^[6]。第一，学校组织环境监测类、绿色低碳类专业学生对校园内雨水井、雨水排放管道等进行调研，让他们了解雨水排放系统、查询往年校园雨水酸度数据，促进不同专业学生之间的交流^[7]。环保类专业学生可以跟随技术人员对校园雨水进行采样，并寻找校园内的碱性废弃物，负责利用便携式 pH 计、电导率仪等仪器对雨水样本进行检测；环境监测类专业学生可以利用色谱分析仪对雨水样本进行分析，并讨论制定校园雨水酸度中和设计方案。第二，学校把校园雨水酸度中和处理纳入绿色低碳群专业实训教学中，组织学生参与雨水酸度采样、中和方案设计，鼓励他们自主设计酸度中和装置、治理方案，让学生利用专业知识解决实践过程中遇到的问题，提高他们解决复杂工程问题的能力^[8]。

（二）加强校园环境治理，减少校园雨水酸化

酸雨的形成原因是非常复杂的，这给校园雨水酸度治理带来了不小的挑战。因此，学校要构建“源头防控 + 末端处理”相结合的雨水酸化治理体系，从源头上减少污染物的排放。例如学校要增加校园绿化面积，种植乔木、灌木，以此来优化土壤结构，最大限度降低雨水酸度，避免土壤酸性；加强对实验楼周边雨水井的管理，精准监测实验室废水酸度，及时对废水进行无害化处理，避免实验室废水影响雨水酸度。与此同时，学校还要在停车场放置中和装置，及时对停车场排水系统内的雨水进行中和处理，避免被汽车尾气影响的停车场雨水酸化，更好地治理校园雨水酸化问题^[9]。此外，学校还要及时汇总教学楼、食堂、停车场和实验楼雨水酸度检测数据、中和装置运行效果，及时把相关数据分享给师生，呼吁他们监督校园雨水酸度治理工作，及时发现校

园雨水酸度中和治理过程中存在的问题，全面提高校园雨水酸度中和治理效果。

（三）组织校园环保实践活动，打造绿色环保校园

校园雨水酸度中和治理是一项长期工程，离不开学校、教师 and 学生的参与配合。因此，学校要积极组织校园环保实践活动，例如酸雨防治宣传、雨水酸度中和装置推广、校园垃圾分类与回收、环保生活小技能等宣传活动，营造良好的环保教育氛围，在无形中增强学生环保意识，帮助他们养成节约水电、绿色出行和循环使用资源的良好生活习惯。通过宣传活动，学生可以了解更多酸雨成因、危害与防治的相关知识，意识到雨水酸度中和治理的重要性，积极参与到校园雨水酸度中和治理中，为校园酸雨治理贡献一份力量^[10]。同时，学校还可以组织学生参与校园生态修复项目，让更多专业学生参与到校园雨水酸度中和装置设计与制作中，并让他们参与校园绿植浇灌与种植活动、垃圾分类活动，

让他们身体力行地参与环保活动，从而提高学生环保意识，为推进校园酸雨治理奠定良好基础。

四、结语

总之，校园雨水酸度检测与中和治理是职业院校环保治理工作的重中之重，对培养学生环保意识、社会责任感具有重要作用。因此，学校要重视校园雨水酸度检测与中和方案设计，引导相关专业学生参与雨水酸度检测、中和装置设计与安装工作，让他们在实践中感悟治理酸雨的重要性，从而增强他们环保意识。未来，职业院校要尝试借助人工智能、大数据等技术优化校园雨水酸度检测、中和处理模式，不断提高雨水酸度中和效果，加快打造绿色环保校园。

参考文献

[1] 何雨菁. 酸雨形成机制与阳离子组成特征的综合分析 [J]. 黑龙江环境通报, 2025, 38(01): 50-52.
[2] 娄鑫. "酸雨的形成和危害" 生物化学跨学科教学实践探索 [J]. 天津化工, 2024, 38(06): 130-133.
[3] 谷青. "探究模拟酸雨对苔藓植物的影响" 实验教学设计与实践 [J]. 生物学教学, 2024, 49(07): 51-55.
[4] 冯永霞, 陈睿斯, 倪秀雅, 等. 重庆酸雨区种植香樟有效改善土壤酸化和土壤养分状况 [J]. 生态学杂志, 2024, 43(03): 633-643.
[5] 孙凤梅. 利用校园生物资源探究酸雨危害的实验 [J]. 中国现代教育装备, 2023, (12): 39-40..
[6] 倪秀雅, 冯永霞, 李如华, 等. 重庆酸雨区不同林型对土壤酸化和真菌群落的影响 [J]. 生态学报, 2023, 43(17): 7203-7215.
[7] 冯永霞, 王明霞, 倪秀雅, 等. 重庆酸雨区马尾松纯林改造对土壤溶液性质的影响 [J]. 陆地生态系统与保护学报, 2023, 3(02): 11-19.
[8] 艾红晶, 艾立玲, 张荣明. 离子色谱-抑制电导检测法同时分析酸雨中的9种离子 [J]. 广东化工, 2020, 47(07): 196-198.
[9] 刘思, 胡轶群, 汪悦, 等. 初中生物学 STEM 项目教学实践——以 "探究酸雨对生物的影响" 为例 [J]. 生物学通报, 2022, 57(12): 26-33.
[10] 胡燕欣, 王雨婷, 侯杰, 等. 以 "酸雨的防治" 为主题的项目式教学设计 [J]. 云南化工, 2022, 49(10): 193-196.