

试验研究

## 浙江农村雨水利用技术研究

王晓敏<sup>1</sup> 梅荣武<sup>1</sup> 张龙<sup>2</sup>

(1.浙江省环境保护科学设计研究院,浙江杭州 310007;

2.煤科集团杭州环保研究院,浙江杭州 311201)

**摘要:**浙江农村雨水排放现状基本没有收集系统,随地势、沟渠排放,排放到附近自然水体中。随着浙江五水共治及农村城镇化进程的加快,按现在的农村雨水排放形式,一方面会造成雨污合流,在暴雨期增加污水处理站的负担;另一方面随着农村道路硬化越来越普遍,农村抗涝能力也势必下降。雨水排放设计中采用国内外比较成熟的雨水利用技术,既治理了涝水,也美化农村环境,可谓一举多得。

**关键词:**农村雨水 排放 利用

中图分类号:X52 文献标识码:A 文章编号:1006-8759(2015)04-0024-03

### STUDY ON THE TECHNOLOGY OF RAINWATER UTILIZATION IN ZHEJIANG RURAL AREAS

WANG Xiao-min<sup>1</sup> MEI Rong-wu<sup>1</sup> ZHANG Long<sup>2</sup>

(1.Environmental Science Research and Design Institute of Zhejiang Province, Hangzhou 310007, China 2.CCTEG Hangzhou Environmental Research Institute, Hangzhou 311201, China)

**Abstract:** There is no collection system for rainwater in the rural drainage of Zhejiang province, rainwater discharges into the natural water bodies nearly with terrain or ditch. As the process of "Five Water Work" and rural urbanization of Zhejiang are speeding up, current rural rainwater drainage systems would cause rainwater mixed with sewage, and increase the load of wastewater treatment station when there is heavy rain; on the other hand, with the hardened rural roads becoming more common, the rural flood-resistant ability will be bound to decrease. During the period of carrying out the "Five Water Work" and constructing the beautiful countryside, it has many advantages to design rainwater drainage by combining the advanced technology at home and abroad, for example, using the permeable pavement to discharge, plant fence, building the roof gardens and the rain gardens. These rainwater drainage systems not only govern the flood water, but also beautify the rural environment.

**Key words:** rural rainwater; discharge; utilize

#### 1 浙江农村雨水排放现状及存在问题

##### 1.1 浙江农村雨水排放现状

收稿日期:2015-02-16

第一作者简介:王晓敏(1981-),女,硕士,工程师,主要从事工业及市政污水工程设计与工程设计技术推广工作。

通过调查走访可知,浙江农村雨水大都没有收集系统,以随地势路面、自然沟渠排放为主。旧式的房屋,屋面雨水未经收集直接散落排放;有部分新建中心村集中排屋和新建居民住房有屋顶雨水

管,排放仍然是靠路面、沟渠排至附近水体中去。

### 1.2 农村雨水排放存在问题

由于浙江农村美丽乡村建设和“五水共治”建设大力展开,很多乡村已经有污水收集及处理系统。对于一些通过沟渠排放生活污水的地区,仍然是雨污合流的排放形式。在暴雨期,由于雨污合流的排放形式而进入污水处理设施的水量会远远超过处理设施的设计容量,这样对处理设施内部造成冲击,会引起污水处理设施运行不正常。

另一方面,随着城镇化进程的加快,农村道路越来越多被硬化道路所取代,从而使得径流系数明显增大,汇流时间明显缩短,加之雨水没有相应的收集系统,乡村对暴雨的抗涝能力势必下降。

同样面对这些问题,农村与城市不同,农村由于地形起伏、路面狭窄,投入人力物力建设农村雨水收集系统尚难实施,这就需要采用适合农村实际情况的技术,发掘雨水在生态、环境、经济方面的价值,来解决这一问题。

## 2 雨水排放与利用的技术

低影响开发(Low Impact Development, LID)就是基于解决暴雨带来的洪涝灾害而提出的一种新的雨水管理理念,最早于20世纪90年代初由美国马里兰州的王子乔治郡以雨水花园为基础提出的<sup>[1]</sup>,目前在一些发达国家如美国、加拿大、澳大利亚和英国等国家都得到很广泛的实际工程应用。LID理念在实际应用有如下几点:

### 2.1 可渗透路面排放

雨水渗透主要是用来补充、涵养和回补地下水,使地下水资源得到进一步恢复<sup>[2]</sup>。雨水渗透主要是通过土地渗透或者渗透性材料铺路实现的。可渗透路面有水泥孔砖或网格砖、塑料网格砖、透水沥青、透水混凝土等。像现在城市很多停车场、人行道、自行车道就是使用的可渗透性路面。渗透路面对径流的平均削减率在50%~93%之间<sup>[3]</sup>。试验证实,透水路面不仅可以减少径流,也可以消除径流的产生,Dreelin等在降雨量和降雨强度都较小的情况下,比较了透水路面停车场和沥青路面停车场的径流量,发现前者产生的径流比后者少93%。

### 2.2 植被浅沟排放

植被浅沟是将植物种在地表沟渠中,雨水中的污染物流经浅沟时在渗透、过滤、沉淀等作用下

被去除,而雨水通过重力作用被收集<sup>[4]</sup>。植被浅沟可以达到雨水收集和降低雨水中污染物的目的。

### 2.3 屋面雨水的利用

屋面雨水很多国家通过屋顶花园的形式,进行利用。据加拿大“多伦多屋顶绿化研究团体”的一项研究表明:如果多伦多市屋顶面积有6%(650万m<sup>2</sup>)被绿化,其直接效益相当每年通过屋顶截留雨水360万t。据调查,德国的屋顶绿化可以截留70%的雨水<sup>[5]</sup>。

### 2.4 路面雨水的利用

雨水花园是指在低洼区域种有灌木、花草乃至树木等植物的工程设施,它主要通过土壤和植物的过滤作用净化雨水,同时通过将雨水暂时滞留而后慢慢渗入土壤来减少径流量。近年来在许多发达国家被广泛地用于雨洪控制与径流污染控制系统,也可作为一种生态型的雨水间接利用设施<sup>[6]</sup>。

## 3 建议与结论

### 3.1 建议

由于雨水渗透性路面花费很大,对于交通有一定的影响,而且耐用性低,不适合在农村道路使用,可以在农村的居民院落、健身广场等地方使用。

植被浅沟排放在一定程度上可以替代现在的沟渠排放,在有污水收集系统的农村,可以将原有排水沟渠改建成雨水植被浅沟,雨水在植被浅沟中通过植物根系得到了净化,既省去了雨水收集系统建设的费用,又更近贴近自然排放的规律,更起到了景观点缀的作用。

屋顶花园正在逐渐被很多国家城市所采用,对于景观建设与环境改善都起到了一定作用。但由于对防水、施工要求比较高,在普通农村不适用,可以在相对富裕的生态旅游乡村进行应用。

雨水花园可以有景观效果,并且雨水可以利用土壤和植物根系的过滤有效去除径流中的悬浮固体颗粒、有机污染物以及重金属离子、油类物质及病原体等。雨水花园营造的小生态环境可以为一些鸟类以及蝴蝶、蜻蜓等昆虫提供食物及栖息地,雨水花园具有很好的景观和生态效果,可以使用在向生态旅游发展的乡村。

### 3.2 结论

雨水的排放与综合利用可以有很多种,浙江结合

“五水共治”开展和美丽乡村建设可以将上述一些技术引入农村雨水的利用上。利用可渗透路面排放、植物浅沟排放等完善雨水排放系统,修缮屋顶花园及雨水花园来利用雨水美化农村环境。

参考文献

1 USEPA.Low Impact Development(LID):A Literature Renew.United States Environmental Protection Agency[R].EPA - 841 - B - 00-005,Washington DC:United States Environmental Bioretention Agency,2000.

2 王耀阳,孙自亮,张琦智,阚宝顺.渗透排放一体生态雨水系统的

工程应用.中国给水排水,2010.8,Vol. 26,No. 16:58-59

3 DEBUSK K M,WYNN T M.Storm -water bioretention for runoff quality andquantity mitigation[J].Journal Of Environmental Engineering,2011,137(9):800-808.

4 张炜,车伍,李俊奇,等.植被浅沟在城市雨水利用系统中的应用[J].给水排水,2008,32(8):33-37.

5 张天宇,李杨.屋顶绿化--构建生态城市的新途径.2009,Vol.39, No.9:58-61

6 车伍,李俊奇.城市雨水利用技术与管理[M].北京:中国建筑工业出版社,2006.

(上接第34页)

点 pH=8.3 和 pH=9.0 时,沉淀中均出现大量属于磷酸铵镁晶体特有的长方体块状。同时,除了该晶型晶体外,还掺杂着大量散落的、团块状无定形晶体。可见在磷酸铵镁晶体的成核、生长和沉淀过程的同时,也伴随着其他杂质晶体的沉淀析出。

利用 XRD 方法对生成磷酸铵镁沉淀进行分析,结果如图 6 所示:

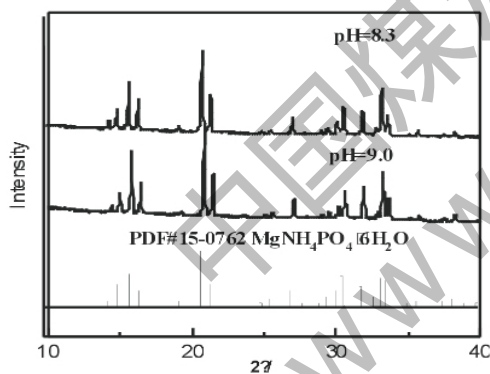


图 6 生成沉淀的 XRD 图

图 6 表明,pH=8.3 和 pH=9.0 时的结晶沉淀衍射峰图谱对照粉末衍射卡片 (PDF 标准卡片),其图谱形状与 MgNH<sub>4</sub>PO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O (PDF 卡片 #15-0762) 的十分吻合,各主峰在对应的 2θ 角,如 15.81°、20.85°和 30.60°位置上均有体现。观察沉淀物中整段波峰图谱,几乎在标准卡片每个出峰角度上均有对应的波峰。同时可以看出,各峰段强度与标准卡片对比可发现其强度均有不同的变化,说明在其生成的过程中,该结晶沉淀物主要成分为 MgNH<sub>4</sub>PO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O,同时也掺杂了部分其他物质,这与上述化学分析法得出的结论十分一致。

3 结论

- 3.1 镁磷摩尔比为 1.2 时,污泥上清液中磷元素的去除率达到 84 %左右,继续加大镁源投加量对磷的去除率无明显提高。实际生产中控制镁磷摩尔比为 1.2 左右较为合适。
- 3.2 反应最佳条件为终点 pH=8.3~9.0 时,此时溶液中磷元素的去除率维持在 80 %~90 %,继续提高终点 pH,对磷的去除率提高不大。
- 3.3 终点 pH=8.3 和 pH=9.0 条件下,生成沉淀物中鸟粪石含量分别为 50.98 %和 46.58 %,磷含量(以 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 计算)分别为 25.56 %和 24.72 %。

参考文献

[1] 常苏娟,朱杰勇,等.世界磷矿资源形势分析[J].化工矿物与加工,2010,9:1-5.

[2] Pijuan M, Guisasola A, Baeza J A, et al. Aerobic phosphorus release linked to acetate uptake: Influence of PAO intracellular storage compounds [J]. Biochemical Engineering Journal,2005,26(2/3):184-190.

[3] 张杰,王印忠,等.污泥脱水滤液水质对以鸟粪石形式回收磷的影响[J].北京工业大学学报,2008,10:1084-1088.

[4] 程振敏,魏源送,刘俊新.磷酸钙法回收污泥中磷的主要影响因素[J].中国给水排水.2009,25(7):22-25.

[5] 郝晓地,衣兰凯,王崇臣,等.磷回收技术的研究现状及发展趋势[J].环境科学学报,2010,5:897-907.

[6] 姚涛,蔡伟民,李龙海.磷酸铵镁法处理含氮磷废水研究进展[J].中国给水排水.2005,21(2):31-33.

[7] 汤琪,季铁军,罗固源.SBR 与 MAP 法联合处理磷酸盐工业废水的效能[J].中国给水排水.2010,26(23):6-9.

[8] 郝晓地,甘一萍.排水研究新热点-从污水处理中回收磷[J].给水排水,2003,1:20-24.

[9] 黄颖,林金清,等.鸟粪石法回收废水中磷的沉淀物的组成和晶型[J].环境科学学报,2009,2:353-359.