

GUANGZHOU ENVIRONMENTAL SCIENCE

Vol.33 No.2

# 广州环境科学

第33卷 第2期 (总第124期)



广州市环境科学学会 编印

2

2018

2018年12月30日出版  
准印证(粤A)L0160192  
内部资料·免费交流

## 《广州环境科学》编委会

(按姓氏笔画排序)

主 编 罗家海

责任编辑 刘攸弘 陈 旻 辛东平

黄润潮 黄卓尔 琚 鸿

主管单位 广州市环境科学学会

编印单位 广州市环境科学学会

编辑出版 《广州环境科学》编辑部

地 址 广州市吉祥路 95 号

邮政编码 510030

电 话 (020) 83355374

E-mail: gzhjkx@126.com

印 刷 广州市丽彩印刷有限公司

厂准印证 (粤)新出印证字 4401003987 号

厂 址 广州市海珠区工业大道南

新业路 99 号之 10

电 话 (020) 62779811

刊 期 半年

发送对象 学会会员

印刷数量 700 份

准印证(粤A)L0160192

内部资料·免费交流

## 目 次

### 环境管理与监理

广州市健全企业环境信用管理体系探讨 ..... 李明光 (1)

论环境行政处罚自由裁量权的信息化建设 ..... 姚海历 (7)

### 环境评价

内蒙古西部某市饮用水源中铀含量测定及其不确定度评定 ..... 李业强 (9)

轨道交通环境噪声和环境振动评价的误区 ..... 吴崇山, 卢庆普 (14)

### 环境检测与分析

红树林植物促生菌研究及应用 ..... 李 玫 (20)

水泥固化淤泥用作路基填料的不利影响分析 ... 李木桂, 张培进 (23)

### 环境教育

建立多维教育平台 营造低碳环保氛围 ..... 徐凤烧 (28)

通过低碳教育, 创建农村特色学校 ..... 黄雀然, 罗惠惠 (32)

低碳教学在小学美术课堂中的实践与思考 ..... 曹翠霞 (35)

小学节能减排之教育策略研究 ..... 萧秋红 (38)

提升青少年低碳意识的实践与探索 ..... 黄洪带 (42)

### 动态信息与简讯

扎实深入开展省级环保督察 ..... (13)

“低碳校园”见行动 创绿精神收硕果——记广州市中小学开展“美丽  
广州 我是行动者”的“低碳校园”系列科教活动交流会 ..... (46)

《广州环境科学》2018 年总目录 ..... (48)

### 封面摄影

繁花似锦 ..... 戴晓虹



# 广州市健全企业环境信用管理体系探讨

李明光

(广州市环境保护科学研究院, 广州 510620)

**摘 要** 在分析广州市企业环境信用管理现状、存在问题、广州市社会信用体系建设现状及国内环境信用管理趋势基础上, 研究提出广州市健全环境信用管理体系的思路、目标和主要任务, 包括扩大评价对象范围、创新完善评价方法、建设信用管理系统、加强评价结果应用、健全信用管理法制及开发信用管理服务等。

**关键词** 企业环境信用评价 管理体系 广州

## 1 前言

信用是市场经济的基石, 是降低交易成本、优化资源配置的有效手段<sup>[1]</sup>。近年来, 国家积极推进社会信用体系建设, 环境信用是社会信用体系中的重要组成部分。2015 年 11 月, 原环境保护部、发展改革委以印发《关于加强企业环境信用体系建设的指导意见》, 要求加强企业环境信用体系建设。随着国家全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战和“放管服”改革的推进, 环境信用监管成为生态环境保护监管和新型市场化监管机制的重要手段, 迫切需要健全环境信用管理体系, 完善环境信用监管机制。

## 2 现状及存在的主要问题

### 2.1 现状

广州市从 2008 年开始开展企业环境信用评价工作。即环保部门根据企业环境行为信息, 按照规定的指标、方法和程序, 对企业遵守环保法律法规、履行环保社会责任等方面的实际表现, 进行环境信用评价, 确定其信用等级, 并向社会公开, 供

公众监督和有关部门、金融等机构应用。按要求国家重点监控企业由广东省进行评价, 其他企业则由广州市进行评价。广州市 2015 年在国家《企业环境信用评价办法(试行)》基础上, 制定了《广州市市管企业环境信用评价评分细则》, 开发了广州市市评企业环境信用评价系统。2015-2017 年广州市级实际评价企业分别为 233 家、118 家和 298 家, 参评企业数量呈现逐步增加趋势, 分别评出红黄牌企业 24、10 和 24 家, 评选结果向社会公布, 并抄送给市工商局、市文明办、广州海关等单位, 取得了较好的社会影响。总的来看, 广州市环境信用评价工作有较好基础, 但环境信用管理体系建设处于起步阶段。

### 2.2 存在主要问题

#### 2.2.1 信用评价方法不够科学合理, 评价结果不够准确

国家企业环境信用评价方法不够科学合理, 评价结果不够准确。目前我国企业守法情况不一, 普遍存在守法不佳行为, 信用评价的重点应着重针对环保违法违规情况, 兼顾履行承诺和社会责任等方面进行, 但目前国家企业环境信用评价方法为综合评价计分法, 其中的环境违法违规内容比重太小,

能够量化且权威性较强的“行政处罚与行政命令”一项权重仅为15%（不包括一票否决指标中的行政处罚），有些行为是否违法违规难以核实判断，有些即使违法违规仍然可以得分（如排污许可证、排污申报等指标）。因此，总的来看，笔者认为国家评价方法抓住和突出重点不够，起码未突出环境违法违规内容进行评价，导致评价结果难以准确反映企业环境信用行为。

### 2.2.2 评价工作量大，评价过程现代化水平不高

国家企业环境信用评价方法的评价指标共21项，指标较多，每一个指标分三档，每档得分范围很广（第一档80-100；第二档50-79；第三档0-49），而具体得分则需要根据企业相关数据或材料按照相应计算公式计算或由环保部门评价人员主观判断。由于指标体系中由环保部门主观评价的定性指标较多，有15个，占评价指标的70%，要将定性判断转变为定量的准确得分，主要依赖评价人员的自由裁量。同时存在参评企业上传材料多以及评价人员层层核实的工作量相当大。

### 2.2.3 评价结果在环境管理上应用非常有限

广州市企业环境信用评价结果还未在内部环境管理进行应用。行政审批、许可、执法及行政处罚等事项，还没有纳入企业信用审查环节，根据企业信用信息进行分类管理，在资金扶持、评优奖先等方面也还没有明确的规定。尚未建立环境信用跨部门联合奖惩机制，少数部门对市环境信用评价结果的应用还未形成机制，其他多数相关部门，特别是金融监管机构、公用事业单位还未实际采纳市环境信用评价结果实施应用。

## 3 广州市社会信用体系建设现状及国内环境信用管理趋势

### 3.1 广州市社会信用体系建设现状

随着社会信用体系建设的推进，信用管理在广

州市政府部门中已经得到普遍开展，其中开展违法失信黑名单信用信息归集及共享的行业主管部门较多，开展一般信用评价的行业主管部门较少，实施联合奖惩的较少。

广州市其他部门开展的信用评价可以分为强制参评和自愿参评（公示或认证，如广州海关认证企业、广州市工商局“守合同重信用”企业公示等）两种类型，强制参评又分为年度总评法（市交委道路交通运输企业诚信评价、市税务局纳税人信用评级等）、每日评价（如市住建委施工和监理企业诚信评价、市公共资源交易中心供应商信用评级）等类型。这些部门开展的信用评价都取得了较好的管理效果，管理对象的诚信水平有了一定提高。广州市各部门对环境信用比较重视，尽管对环境信用信息利用还不多，但都愿意在本部门业务中积极考虑纳入环境信用，支持联合奖惩，希望更便捷地进行信息共享。目前基于违法黑名单的联合惩戒的条件已经相对成熟。

### 3.2 国内环境信用管理发展趋势

国内近年来环境信用管理发展迅速。多数省市（如山东、吉林、重庆等）近来发布的环境信用评级方法已经由年度综合评分转变为年度实时记分（扣分制）为主，环境信用评级内容以环境违法违规行为为主，履行承诺和社会责任等方面为辅，大大提高了评价准确性和评价效率，提高了参评对象数量。环境信用评级结果在环境管理上已得到较广泛应用，内部主要用于分类监管，信用公示成为对企业惩戒的重要手段，跨部门的联合惩戒机制初步建立，成效初显。江苏、浙江、福建等先进地区近年来的运用重点在于公用事业差别价格（即差别收费，包括差别水价、电价及污水处理费等），我省中山等地也推行了差别水价机制，目前绿色金融与环境信用相结合也成为热点，包括信贷支持、贷款利率等。此外，结合环保业务、全流程的环境信用信息管理系统也开始出现，环境信用管理逐步走上法制化轨道。



## 4 广州市健全环境信用管理体系思路、目标与主要任务

### 4.1 思路与目标

广州市已成为广东省营商环境综合改革试点城市,也是国家绿色金融改革创新试验区,同时还是国家工程建设项目审批制度改革试点城市,为环境信用管理发展提供了战略机遇。广州应以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,深入贯彻全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战和市委十一届五中全会精神,在全市社会信用体系建设及营商环境改革总体利好环境下,推动广州市在环境信用管理体系建设上勇当“走在全国前列”排头兵。建议广州市向广东省申请成为全省环境信用管理(改革)试点城市(试点期可为2019–2022年)。

### 4.2 主要任务

#### 4.2.1 扩大评价对象范围,提高评价吸引力和影响力

(1) 规范并扩大强制环境信用评价对象。应纳入全部重点排污单位、环境违法违规企业及特殊类型企业(包括使用有毒、有害原料进行生产的企业,或者在生产中排放有毒、有害物质的企业;上一年度发生较大及以上突发环境事件的企业;工业固体废物处置的企业)。建立政府部门参评对象报送机制。其他部门掌握的应参评企业,包括市工信部门掌握的产能严重过剩企业和市发改、国规、住建、水务、农业、林业等部门掌握的从事能源、自然资源开发、交通基础设施建设,以及其他开发建设活动,可能对生态环境造成重大影响的企业应将其纳入环境信用评价报送企业范围。

(2) 通过自由参评及公示激励机制鼓励自愿参评。自愿参评企业自由参评,可以选择是否进行企业环境信用公示,评价期间的信息是否向社会公开,可以在中途退出公示或退出评价,评价结果是否向社会公开等形式鼓励自愿参评。环保部门对自

愿参评企业的自愿参评行为进行正面宣传,自愿参评行为在评价时可以加分,完成参评的企业可以给予适当表彰鼓励(如证书等),获得绿牌或符合其他激励条件的所得激励,将推送到其他部门进行联合激励。加强宣传支持。通过“信用广州”、市环保局网站、主流媒体以及新闻媒体广泛宣传自由自愿参评、联合激励的好处。还可以通过改进评价方法吸引农业、建筑业以及服务业企业参加环境信用评价。

#### 4.2.2 创新完善评价方法,提高评价准确度、威慑力和工作效率

鉴于目前我市采用的环境信用综合评价方法不够完善,笔者建议借鉴全国先进城市创新经验,亦应对我市环境信用评价进行创新改革,根据我市的实际情况,改革可分二步实施:

(1) 初期(过渡期)采用年度计分法。本办法参考机动车违章计分法进行评价。企业环境信用满分为12分或10分。企业参评期始即为满分,以年度分值或剩余分值为该年度环境信用等级依据。次年及以上年度分值为基准,在此基础上进行加分扣分。加分有上限,加分项严格审查。扣分项以违法违规受处罚信息为主,履行承诺或社会责任信在为辅,违法违规或违反承诺、拒不履行责任等受到处罚或发现确认后直接计分。年度总评,上年度剩余分值为满分或加上加分值得满分以上为绿牌,未扣分为蓝牌,被扣1–11分为黄牌,扣12分以上为红牌(或黑牌)。表1综合其他地区经验,结合广州情况,列出本市计分标准。

(2) 后期(稳定期)采用连续计分法。本办法参考金融信用连续计分法。与年度计分法类似,企业环境信用为满分12分,企业参评期始即为满分或次满分(如10分),但与年度计分法不同的是,即是以企业环境信用当前分值直接作为当前等级依据,不间断连续运行。当前得满加分项且未扣分为绿牌,未扣分为蓝牌,当前得分1–11分为黄牌,当前得分为0分或负分为红牌(或黑牌)。

计分法仅对少数违法违规、未履行公开承诺或

表 1 广州市企业环境信用行为记分标准建议 (满分 12 分)

## (1) 扣分类

| 序号 | 行 为                                    | 记分值             |
|----|----------------------------------------|-----------------|
| 1  | 受警告                                    | -1              |
| 2  | 未按要求投保环责险                              | -2              |
| 3  | 查实在媒体、社区等故意公开虚假环境信息, 对社会做出不实承诺或公开承诺未实现 | 次要信息或承诺 -3      |
|    |                                        | 重要信息或承诺 -6      |
|    |                                        | 关键信息或承诺 -12     |
| 4  | 责令改正或限期改正                              | -2              |
| 5  | 罚款                                     | 罚款 10 万以下 -2    |
|    |                                        | 罚款 10-50 万 -3   |
|    |                                        | 罚款 50-100 万 -4  |
|    |                                        | 罚款 100-200 万 -5 |
|    |                                        | 罚款 200 万以上 -6   |
| 6  | 责令停止建设                                 | 登记表类项目 -3       |
|    |                                        | 报告表类项目 -6       |
|    |                                        | 报告书类项目 -12      |
| 7  | 责令限制生产                                 | -6              |
| 8  | 实施按日计罚                                 | -6              |
| 9  | 实施查封扣押                                 | -6              |
| 10 | 没收违法所得、没收非法财物                          | -6              |
| 11 | 暂扣许可证或者其他具有许可性质的证件                     | -6              |
| 12 | 发生突发环境事件                               | 较 大 -6          |
|    |                                        | 重 大 -9          |
|    |                                        | 特 大 -12         |
| 13 | 责令停产整治                                 | -12             |
| 14 | 吊销许可证或者其他具有许可性质的证件                     | -12             |
| 15 | 移送适用行政拘留的环境违法案件                        | -12             |
| 16 | 移送涉嫌环境犯罪案件                             | -12             |
| 17 | 重点排污单位篡改伪造监测数据或干扰自动监测设施的               | -12             |
| 18 | 被国家或省挂牌督办, 整改逾期未完成的                    | -12             |

(2) 加分类

| 序号 | 行                                    | 为   | 记分值 |
|----|--------------------------------------|-----|-----|
| 1  | 自愿与环保部门签订进一步削减污染物排放环保协议，并取得协议约定减排效果的 |     | +1  |
| 2  | 自愿申请清洁生产审核并通过验收                      |     | +1  |
| 3  | 自愿编写年度环境报告书并向外全面、完整公布环境信息            |     | +1  |
| 4  | 自愿足额投保环责险                            |     | +1  |
| 5  | 自愿申请环境管理体系并通过认证的                     |     | +1  |
|    |                                      |     |     |
|    |                                      | 国家级 | +3  |
| 6  | 获得表彰或奖励                              | 省 级 | +2  |
|    |                                      | 市 级 | +1  |

社会责任的企业由事件触发进行评价，大量企业可能不需要评价，省去了年底集中大量评价的工作量，评价效率大大提升，适合于企业数量比较多的情形。

计分法能够将计分情况及时通知企业并实时向社会公开，透明度高，对企业产生的威慑力强，实现预警功能，企业可及时查询并修复，促进企业维护自身信用的作用较大。

4.2.3 建设信用管理系统，提高环境信用管理现代化水平

建设与现有环保业务紧密结合、全过程的信用管理系统，至少包括归集、评价、存贮、公示、共享等功能模块。

(1) 环境信用基础信息和不良信息的归集：包括环保部门内部自动化归集（紧密结合环保部门内部业务系统）、环保部门外部（其他政府部门或机构、媒体舆论、公众信访投诉举报）信息归集。

(2) 环境信用评价：包括实时评价（计分）-公示-修复-审核-年度总评等环节。

(3) 环境信用信息的存贮：为参评企业建立各自的环境信用档案，存贮历年环境信用信息及环境信用评价等级修复等情况，便于环保部门内部或其他信用服务机构调取

(4) 环境信用信息公示：在市环保部门公众网

站专题网页开展企业环境信用信息公示，便于企业、公众查询使用

(5) 环境信用信息共享：实时或定期推送至市公共信用信息管理系统、市政府信息共享平台，接收各相关部门反馈的评价信息及联合奖惩应用结果。

4.2.4 加强评价结果应用，提高环境信用评价效力

主要包括在环保部门内部运用环境信用评价结果（内部运用）和在环保部门外部运用环境信用评价结果（外部运用，又可以分为公共管理机构和社会运用两大类，其中公共管理机构包括党委机关、纪检监察机关、政府部门、审判机关、检察机关、具有公共管理职能的企事业单位、群团组织等，社会运用指一般企业及金融机构、公众、非政府组织等），对企事业单位实施分类管理。

(1) 内部运用。制定企业环境信用分类管理指引，对环保部门在为环境信用为绿牌、蓝牌、黄牌、红牌及黑牌（黑名单等）的企业办理业务时从程序及内容两方面的分类管理提出指引，可对应分为优先（从优）、一般（正常）、审慎（从紧）、严处（从严）等级别。在环保部门的环评许可、资金扶持、评优奖先、执法监管、行政处罚等环境管理业务逐步推广嵌入调取企业环境信用信息审核其环境信用环节，实施差别化分类管理，提高环境信用评价的权威性和效力。



(2) 外部运用。由环保部门向公共管理机构以及社会各界提供环境信用评价结果信息,并发布企业信用分类管理指引,促使公共管理机构或社会各界建立本领域的分类管理机制,广泛利用环境信用评价结果,提高环境信用评价威慑力。近期重点推进环境信用在绿色金融(如绿色贷款、绿色债券利率、绿色保险费率等)和公共服务价格上的分类管理运用,包括差别水价、差别气价、差别化污水处理费和未来可能的差别电价。环保部门与其他公共管理机构签署联合奖惩备忘录,实施联合奖惩,重点可以在项目审批服务、财政性资金使用、土地供应、税收管理、工商管理、金融服务、海关认证、表彰奖励等方面取得较大实效。

#### 4.2.5 健全信用管理法制,为环境信用管理提供法治保障

(1) 发布指导意见。如环保部门与发改、金融、工商等部门联合发布或以市政府(办公厅)等名义发布关于广州市环境信用管理发展(体系建设)的指导意见。

(2) 制定发展规划。如环保部门会同发改、金融、工商等部门制定并发布或以市政府(办公厅)等名义发布广州市环境信用管理体系建设规划,提出环境信用管理体系建设的指导思想、主要任务和保障措施,并落实到各部门。

(3) 制定政府规章。适时制定广州市环境信用管理办法等政府规章,明确政府部门责任,推广环

境信用信息的社会性、行业性运用,落实公共管理机构的分类管理措施及主要的奖惩措施,规定法律责任。

(4) 纳入地方性法规。在《广州市环境保护条例》修订时将环境信用管理的主要内容纳入进去,进一步提高信用的法律效力。

(5) 制定配套文件。制定环保部门内部及跨部门的配套规范性文件、实施细则。

此外还可以开发面向市场的环境信用管理服务,进一步发展为为主管部门服务的环境信用评价服务和为政府部门、企业及金融机构、公共管理机构等服务的环境信用评估服务。

## 5 结语

广州市环境信用管理体系建设处于起步阶段,与国内先进地区有较大差距,应该抓住营商环境综合改革试点城市及国家绿色金融改革创新试验区等战略机遇,大胆创新,不断健全环境信用管理体系建设,提高企业环保信用意识和环境信用管理水平,推进全市生态文明建设和经济社会高质量发展。

## 6 参考文献

- [1] 谢刚,史会剑,王玉涛.企业环境行为信用评价理论与实践研究[M].北京:中国环境出版社,2016.

# Discussion on Improving Enterprise Environmental Credit Management System in Guangzhou

Li Mingguang

**Abstract** Based on the analysis of the current situation and problems of Enterprise Environment Credit Management (EECM) in Guangzhou, the construction situation of social credit system in Guangzhou and the trend of the domestic EECM, the paper presented the guiding thought, goal and main tasks of developing EECM system in Guangzhou, including expanding evaluation scope, improving evaluation method, building management information system, strengthening evaluation result application, integrating management legality and developing market-based evaluation services and so on.

**Key words** enterprise environmental credit evaluation management system Guangzhou

# 论环境行政处罚自由裁量权的信息化建设

姚海历

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

**摘要** 环境行政执法权力过于宽泛, 就可能会被过度行使, 尤其体现在环境自由裁量权的扩张方面, 若不加以限制、完善, 将会导致权力滥用, 损害行政相对人的合法权益。如何科学有效的把握环境行政处罚自由裁量的“度”, 是当前依法行政面临的现实困境, 在新形势下, 寻求破解环境行政执法权力过于宽泛, 也是破题关键。在新形势下, 环境保护信息化建设是很好的切入点。

**关键词** 环境行政处罚 自由裁量 信息化建设

## 1 背景及现状

生态环境是人类赖以生存的基础, 也是社会关注的焦点。随着环境行政执法理论与实践的不断拓展, 其监管的对象、范围与内容也在不断丰富。当环境执法主体面对复杂、多元的环境违法行为时, 环境执法往往伴随着不确定性, 因为环境立法者不可能预见到所有类型的环境违法和损害现象, 也就必然导致环境立法的相对滞后, 在缺乏相应限权的情况下, 环境行政执法权力过于宽泛, 就可能会被过度行使, 尤其体现在环境行政自由裁量权扩张。

环境保护法在一些场合授权执法机关可以自由裁量<sup>[1]</sup>, 以确认危害后果的大小、行政处罚的形式、罚款幅度内数额的多寡等, 这种权力的行使必须符合公正、合理原则。若环境行政自由裁量权不加限制, 将会导致行政权力滥用, 也会损害行政相对人的合法权益<sup>[2]</sup>。为避免此情况出现, 就要求环境行政主体在环境执法时根据行政违法情节, 把握好行政处罚自由裁量的“度”。结合广州市环境执法实际, 本文仅针对环境行政处罚过程中涉及的自由裁量问题进行研究分析, 完善信息化建设。

## 2 现实困境

在环境执法实践过程中, 执法者需要应对各类环境违法行为的复杂性和动态性, 因此法律赋予了执法者自由裁量的权力, 但自由裁量权并不是一种完全没有根据的、没有限制肆意而为的行政权力<sup>[3]</sup>, 如何客观有效的行使环境行政处罚自由裁量权是面临的现实困境。

(1) 环境执法尺度宽泛制约自由裁量。行政法处于不很发达阶段, 涉及领域多, 调整对象广泛, 难以有统一的法典, 因此立法任务艰巨。环境保护作为一个分支, 近年来国家和省陆续修订了一批法律法规规章, 尽管已有法律条文对新出现的违法行为予以规范, 提高了惩处力度, 但涉及到环境行政处罚自由裁量的具体事项, 亦难以根据实际行政处罚情节规定至细枝末节, 现行环保法律法规赋予环境行政机关的职权, 管理上至大气粉尘, 下至河流土壤; 罚款金额少则百千元, 多则涉及上百万、按日计罚; 建设项目轻则警告补办手续, 重则停产关闭, 管理范围广, 裁量幅度宽, 权力越大, 责任越大, 为环境执法尺度带来前所未有的挑战。

(2) 与经济发展发生矛盾时趋于让步。《中华人民共和国环境保护法》第一条规定“推进生态文

明建设,促进经济社会可持续发展”,第四条第二款规定“使经济社会发展与环境保护相协调”,可见经济发展与环境保护的协调不仅是新时期我国生态文明建设的要求,也是我国地方环境保护工作在相当程度上受到经济发展制约的现实所决定的<sup>[2]</sup>。当地方政府面临经济发展压力时,作为地方政府部门的环境行政机关在处理环境违法案件时,往往不得不屈服于各种“不得已”,难以实现监管职权,环境行政处罚自由裁量权受到制约。

(3) 自由裁量标准的科学确定性不足。避免环境保护自由裁量权的滥用问题已引起环境行政机关重视,广东省、广州市对此勇于探索,进行了相关研究,先行先试出台了一系列细化标准,如《广州市规范环境行政处罚自由裁量权规定》及其标准,《广东省环境保护厅关于〈广东省环境保护条例〉的环境行政处罚自由裁量权裁量标准》,细致用心可圈可点。但对比省市的规定不难发现,同一条款基于不同的考量也会有不同裁量基准,如针对《广东省环境保护条例》第二十三条和第六十七条第五款,省环保厅对不同程度的违法事实与情节作出了五档裁量标准:未按照要求运营防治污染设施或者实施污染治理的;在运营中弄虚作假的;未按照要求运营两次以上的;在运营中弄虚作假两次以上的;造成较大社会影响或者有其他严重情节的五个等次,而市环保局则概括了三种裁量情节:情节严重,造成较大危害后果的;再犯的;初犯的。且省市两种裁量标准的处罚金额幅度也不相同。这种对危害情节的判断通常涉及专业知识,而运用专业知识的专家学者有可能或多或少会带有主观色彩,因此,裁量标准的科学确定性须建立客观有效的评价机制。

### 3 信息化建设的可行性研究

权力的扩大,不可避免的会产生权力滥用,面对以上困境,笔者认为单靠人为的选择难免有失偏颇,并且难以保证每一位执法者的选择是绝对公平和公正。《中华人民共和国环境保护法》第七条规定“促进环境保护信息化建设,提高环境保护科学

技术水平”,为有效规制环境行政处罚自由裁量权,借助新型技术是大势所趋。广州市已初步搭建了环境信息资源共享平台(以下简称平台),环境行政处罚系统作为平台的重要组成部分,应完善环境行政处罚系统的自由裁量板块,通过程序制约进行合理处罚,让信息化科技辅佐环保法治建设,正确把握和运用行政处罚情节,达到公平公正公开的目的。

笔者认为,自由裁量是行政处罚广泛运用的一种权力和手段,在信息化构建过程中,该板块应凸显其智能化的一面,并非只是被动的录入结果。自由裁量板块需要企业信息、标准裁量、案例分析、信用管理等大数据辅助。一是企业信息大数据,扫描录入所辖企业管理信息,包括企业名称(含曾用名)、组织机构代码、地址、企业规模、排污总量、固废、建设项目等,形成企业动态电子档案,并要求定期更新报备。二是标准裁量大数据,将已研究统一的环境行政处罚自由裁量标准及相关法律法规规章制度导入,设定电子裁量基准,并设置“其他情况”一栏,预留人工思维评定的空间,辅助计算机裁量。三是案例分析大数据,对于经典优质案例提取至该库保存,供执法者日常学习研讨、分析评价自由裁量权,为日后遇到同类型案件审理提供判例,亦可为日后环境案例自由裁量研究提供数据援引。四是信用管理大数据,对每一宗环境行政处罚记录在案,以往的违法次数、违法情节均会对新的处罚情节有影响,违法越多,处罚越重,信用越低,并按规定做好信息公开,将处罚数据按时对接至监察监督系统。各数据源要求相互牵连,相互制约,因此,平台应统筹整合已有的各类信息数据库,完善添加新增信息项目,避免各系统单一存在,通过资源共享互通,优化对接,实现精确裁量,共同为环境行政处罚自由裁量板块提供相对公平公正的参考。

当然,环境行政处罚自由裁量过于公式化、机械化也会抹杀执法人员的主观能动性,有违自由裁量的初衷,笔者更倡导“人机结合”的模式,所以在平台设置过程中也强调了执法者的判断与评价,以期用信息化技术实现人机结合,规避自由裁量的



# 内蒙古西部某市饮用水源中铀含量测定及其不确定度评定

李业强<sup>1,2</sup>

(<sup>1</sup>鄂尔多斯市辐射监测站, 内蒙古 鄂尔多斯 017010; <sup>2</sup>鄂尔多斯市机动车尾气监测管理中心, 内蒙古 鄂尔多斯 017010)

**摘要** 本文根据《环境样品中微量铀的分析方法》(HJ 840-2017)中的液体激光荧光法, 测定了内蒙古西部某市部分饮用水源中铀含量, 其范围: (1.0075~7.2830) ng/mL; 同时, 针对水中铀分析方法的测定过程, 通过建立数学模型, 分析了不确定度的主要来源, 量化了各不确定度分量, 计算得出了水中铀的扩展不确定度, 评定表明饮用水源中铀含量的结果表达式为  $(1.9711 \pm 0.0880)$  ng/mL,  $K=2$ ,  $P=95\%$ 。

**关键词** 饮用水源 铀 不确定度评定

天然铀广泛存在于地壳中, 在地壳中部分铀会溶解于地下水, 内蒙古西部某市饮用水以地下水为主, 因此, 饮用水中铀主要看来源于天然铀<sup>[1]</sup>。本次调查了内蒙古西部某市的部分水源地, 采集23个样品进行分析。根据《环境样品中微量铀的分析方法》(HJ 840-2017)<sup>[2]</sup>和《测量不确定度评定与表示》(JJF 1059.1-2012)<sup>[3]</sup>, 使用WGJ-III型激光测铀仪对样品测量, 分析不确定度来源, 量化不确定度, 根据测量结果计算出饮用水源中铀的扩展不确定度。

## 1 实验

### 1.1 实验原理<sup>[2]</sup>

激光测铀仪采用紫外荧光法测定液体样品中的微量铀。铀在液体中以铀酰离子( $UO_2^{2+}$ )的形式存在, 直接向水样中加入一种特制的铀荧光增强剂, 使水样中铀酰离子络合成荧光效率很高的单一络合物。该络合物受到紫外光脉冲(波长337 nm)激发产生500、522、546 nm波长的荧光。采用标准铀加入法定量地测定铀。水样中常见干扰离子的含量为: 锰(II)小于1.5  $\mu$ g/mL、铁(III)小于6  $\mu$ g/mL、

铬(VI)小于6  $\mu$ g/mL、腐植酸小于3  $\mu$ g/mL。

### 1.2 测量仪器

本实验使用的是杭州大吉光电仪器有限公司生产的WGJ-III型激光测铀仪, 该分析仪采用进口紫外新光源, 其性能稳定、寿命长; 电路设计采用新颖的单片机, 测试操作简单, 由单片机直接进行数据处理, 液晶屏显示及打印机打印能同时给出最终测试结果; 仪器设有RS232串行接口, 可把测试数据直接输入计算机; 可直接测量液体样品, 固定样品需处理转化为液体后也可快速测定。该仪器检测下限小于0.02 ng/mL, 测量量程为0~20 ng/mL, 对于更高浓度的样品需适当稀释, 测量精度小于5%。

### 1.3 测量方法

《环境样品中微量铀的分析方法》(HJ 840-2017)中给出了三种铀分析方法, 分别是固体荧光法、液体激光荧光法和分光光度法, 本文采用液体激光荧光法分析水中铀。依据该方法, 取5.00 mL pH值为3.0~11.0的被测水样(如铀含量较高, 可用水适当稀释)于石英比色皿内, 调节补偿器旋钮直至表头指示为零(不为零时, 可记录读数 $N_0$ ), 向样品内加入0.5 mL荧光增强剂, 充分混匀, 测定荧

光强度为  $N_1$ ，再向样品内加 0.050 mL 0.100  $\mu\text{g/mL}$  铀标准溶液（高档测量应加入 0.050 mL 0.500  $\mu\text{g/mL}$  铀标准溶液），充分混匀，测定荧光强度为  $N_2$ 。若加荧光增强剂后，发现有白色沉淀，应将样品稀释  $K$  倍后重新测量。

1.4 数学模型

依据《环境样品中微量铀的分析方法》（HJ 840-2017）中激光荧光法分析水中铀，其计算公式如下：

$$C = \frac{N_1 - N_0}{N_2 - N_1} \times \frac{V_1}{V_0} \times C_1 \times K \times 1000 \quad (1)$$

式中： $C$  为水样中铀分析结果， $\mu\text{g/L}$ ； $N_0$  为样品荧光读数（未加入荧光增强剂）； $N_1$  为样品荧光读数（加入荧光增强剂）； $N_2$  为样品荧光读数（加入铀标液）； $V_0$  为测量水样体积，一般为 5 mL； $V_1$  为加入铀标液体积，一般为 0.5  $\mu\text{L}$ ； $C_1$  为加入铀标液浓度，一般为 1  $\mu\text{g/mL}$ ； $K$  为稀释倍数。

2 水中铀测量结果

按照实验方法，使用 WGJ-III 型激光测铀仪对内蒙古西部某市部分饮用水源地水体进行测量，共采集 8 个旗区，12 处水源地，23 个水样，每个水样测量 5 次，计算铀含量和不确定度，其测量结果列于表 1。

3 不确定度评定

3.1 不确定度来源分析

根据液体激光荧光法测铀的实验方法，对整个实验过程中每一步的影响因素进行分析，确定各因子的不确定度来源，来源分析如图 1。不确定度来源主要有液体量取带来的不确定度（移液管、移液器、容量瓶和微量注射器）和仪器测量荧光读数的不确定度（样品读数、加增强剂读数和加铀标液读数）。

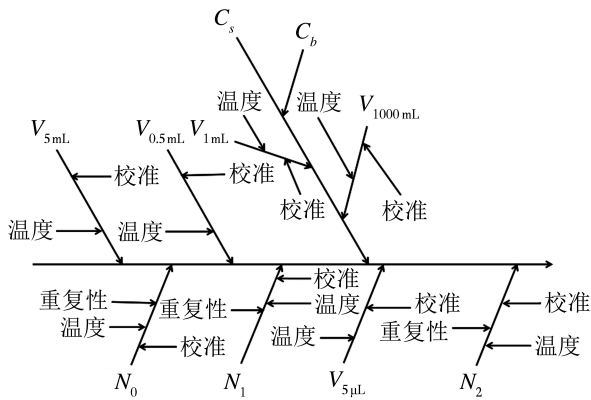
3.2 移取 5 mL 水样不确定度

表 1 内蒙古西部某市部分城镇和乡村饮用水源地水体中铀含量

| 采样水源地点位 |       | 采样数量 | 铀含量 (ng/mL)     |
|---------|-------|------|-----------------|
| DSQ     | A 水源地 | 2    | 5.0393 ± 0.0473 |
|         |       |      | 6.7098 ± 0.0973 |
|         | B 水源地 | 2    | 1.7578 ± 0.0417 |
|         |       |      | 7.2830 ± 0.0470 |
| DLTQ    | A 水源地 | 2    | 1.0091 ± 0.0442 |
|         |       |      | 1.3370 ± 0.1200 |
|         | B 水源地 | 2    | 1.5722 ± 0.0454 |
|         |       |      | 2.3233 ± 0.0459 |
| ETKQQ   |       | 1    | 7.1550 ± 0.0665 |
| WSQ     | A 水源地 | 2    | 4.8887 ± 0.0435 |
|         |       |      | 2.4769 ± 0.0523 |
|         | B 水源地 | 2    | 3.7094 ± 0.0397 |
|         |       |      | 1.7658 ± 0.0469 |
| HJQ     | A 水源地 | 2    | 3.4383 ± 0.0399 |
|         |       |      | 3.0615 ± 0.0410 |
| ETKQ    | A 水源地 | 4    | 2.9411 ± 0.0562 |
|         |       |      | 3.7084 ± 0.0387 |
|         |       |      | 2.6253 ± 0.0565 |
|         |       |      | 3.7238 ± 0.0435 |
| YJHLQ   | A 水源地 | 2    | 3.3386 ± 0.0880 |
|         |       |      | 1.0245 ± 0.0525 |
| ZGEQ    | A 水源地 | 1    | 1.0075 ± 0.0472 |
|         | B 水源地 | 1    | 1.9859 ± 0.0563 |

使用移液管移取 5 mL 体积的水样，带来的不确定度分量有：校准、温度和重复性，其中，重复性不确定度分量在测量时考虑<sup>[9]</sup>。

移液管校准的不确定度分量  $u_1(V_{5\text{ mL}})$ ：5 mL 移液管在 20℃时体积允许误差为 0.015 mL，按三



$V_{5\text{ mL}}$  为测量水样体积;  $N_0$  为样品荧光读数 (未加入荧光增强剂);  $V_{0.5\text{ mL}}$  为加入荧光增强剂体积 mL;  $N_1$  为样品荧光读数 (加入荧光增强剂);  $C_s$  为加入铀标液浓度  $\mu\text{g/mL}$ ;  $C_b$  为原始铀标液浓度  $\text{mg/mL}$ ;  $V_{1\text{ mL}}$  为铀标液移取体积 mL;  $V_{1000\text{ mL}}$  为铀标液稀释体积 mL;  $V_{5\text{ }\mu\text{L}}$  为加入铀标液体积  $\mu\text{L}$ ;  $N_2$  为样品荧光读数 (加入铀标液)

图 1 液体激光荧光法测铀因果

角分布进行估计, 则

$$u_1(V_{5\text{ mL}}) = \frac{0.015}{\sqrt{6}} = 0.0061237244 \quad (2)$$

移液管温度的不确定度分量  $u_2(V_{5\text{ mL}})$ : 温度变化范围假定为  $20 \pm 4^\circ\text{C}$ , 水的膨胀系数为  $2.1 \times 10^{-4} \text{ mL}/^\circ\text{C}$  [4], 按矩形分布进行估计, 则

$$u_2(V_{5\text{ mL}}) = \frac{5 \times 2.1 \times 10^{-4} \times 4}{\sqrt{3}} = 0.0024248711 \quad (3)$$

合成不确定度分量:

$$u_{12}(V_{5\text{ mL}}) = \sqrt{u_1^2(V_{5\text{ mL}}) + u_2^2(V_{5\text{ mL}})} = 0.0065863495 \quad (4)$$

相对不确定度:

$$u_{\text{rel}}(V_{5\text{ mL}}) = \frac{u_{12}(V_{5\text{ mL}})}{V_{5\text{ mL}}} = 0.0013172699 \quad (5)$$

### 3.3 未加增强剂水样激光读数不确定度

使用仪器测量时, 仪器测量的不确定度有: 校准不确定度、温度不确定度和重复性不确定度, 其中, 扣除空白校准不确定度可以不考虑, 控制恒温

温度不确定度可以不考虑 [4], 因此本文只讨论重复性带来的不确定。

对样品重复测量 6 次, 计算  $N_0$  平均值和平均值的标准偏差, 贝塞尔公式:

$$s(N_0) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (N_{0i} - \bar{N}_0)^2} = 1.471960144 \quad (6)$$

计算标准不确定度:

$$u_A(N_0) = \frac{s(N_0)}{\sqrt{n}} = 0.7510000737 \quad (7)$$

相对标准不确定度:

$$u_{\text{rel}}(N_0) = \frac{u_A(N_0)}{N_0} = 0.0141253932 \quad (8)$$

### 3.4 移取 0.5 mL 增强剂不确定度

使用可调式移液器移取 0.5 mL 体积的增强剂, 带来的不确定度分量有: 校准、温度和重复性, 其中, 重复性不确定度分量在测量时考虑 [4]。

可调式移液器校准的不确定度分量  $u_1(V_{0.5\text{ mL}})$ : 0.5 mL 移液管在  $20^\circ\text{C}$  时体积允许误差为 0.8%, 按三角分布进行估计, 则  $u_1(V_{0.5\text{ mL}}) = 0.0016329932$ 。

可调式移液管温度的不确定度分量  $u_2(V_{0.5\text{ mL}})$ : 温度变化范围假定为  $20 \pm 4^\circ\text{C}$ , 水的膨胀系数为  $2.1 \times 10^{-4} \text{ mL}/^\circ\text{C}$  [4], 按矩形分布进行估计, 则  $u_2(V_{0.5\text{ mL}}) = 0.0002424871$ 。

合成不确定度分量:  $u_{12}(V_{0.5\text{ mL}}) = 0.0016508987$ 。

相对不确定度:  $u_{\text{rel}}(V_{0.5\text{ mL}}) = 0.0033017975$ 。

### 3.5 加入增强剂水样激光读数不确定度

对加入增强剂样品重复测量 6 次, 计算  $N_1$  平均值和平均值的标准偏差, 贝塞尔公式:  $s(N_1) = 6.0249481326$ ; 计算标准不确定度:  $u_A(N_1) = 3.0739531289$ ; 相对标准不确定度:  $u_{\text{rel}}(N_1) = 0.0031970391$ 。

### 3.6 配制铀标液不确定度

根据溶液配比公式



$$C_s = \frac{C_b \times V_{1\text{ mL}}}{V_{1000\text{ mL}}} \quad (9)$$

式中： $C_s$  为实验加入的铀标液浓度，1  $\mu\text{g/mL}$ ； $C_b$  为有检定证书的铀标准溶液，1  $\text{mg/mL}$ ； $V_{1\text{ mL}}$  为 1 mL 移液器体积； $V_{1000\text{ mL}}$  为 1000 mL 容量瓶体积。

铀标液的检定证书上未给出标液浓度不确定度。

可调式移液器移取 1 mL 体积的铀标液，带来的不确定度分量有：校准、温度和重复性，其中，重复性不确定度分量在测量时考虑<sup>[4]</sup>。

可调式移液器校准的不确定度分量  $u_1(V_{1\text{ mL}})$ ：1 mL 移液管在 20℃ 时体积允许误差为 0.6%，按三角分布进行估计，则  $u_1(V_{1\text{ mL}}) = 0.0024494897$ 。

可调式移液管温度的不确定度分量  $u_2(V_{1\text{ mL}})$ ：温度变化范围假定为  $20 \pm 4^\circ\text{C}$ ，水的膨胀系数为  $2.1 \times 10^{-4} \text{ mL}/^\circ\text{C}$ <sup>[4]</sup>，按矩形分布进行估计，则  $u_2(V_{1\text{ mL}}) = 0.0004849742$ 。

合成不确定度分量： $u_{12}(V_{1\text{ mL}}) = 0.0024970382$ 。

相对不确定度： $u_{\text{rel}}(V_{1\text{ mL}}) = 0.0024970382$ 。

容量瓶配制 1000 mL 体积的实验铀标液，带来的不确定度分量有：校准、温度和重复性，其中，重复性不确定度分量在测量时考虑<sup>[4]</sup>。

容量瓶校准的不确定度分量  $u_1(V_{1000\text{ mL}})$ ：1 mL 移液管在 20℃ 时体积允许误差为 0.6%，按三角分布进行估计，则  $u_1(V_{1000\text{ mL}}) = 0.1632993162$ 。

容量瓶温度的不确定度分量  $u_2(V_{1\text{ mL}})$ ：温度变化范围假定为  $20 \pm 4^\circ\text{C}$ ，水的膨胀系数为  $2.1 \times 10^{-4} \text{ mL}/^\circ\text{C}$ <sup>[4]</sup>，按矩形分布进行估计，则  $u_2(V_{1000\text{ mL}}) = 0.4849742261$ 。

合成不确定度分量： $u_{12}(V_{1000\text{ mL}}) = 0.5117290950$ 。

相对不确定度： $u_{\text{rel}}(V_{1000\text{ mL}}) = 0.0005117291$ 。

$$u_{\text{rel}}(C) = \sqrt{u_{\text{rel}}(V_{5\text{ mL}})^2 + u_{\text{rel}}(N_0)^2 + u(V_{0.5\text{ mL}})^2 + u_{\text{rel}}(N_1)^2 + u_{\text{rel}}(C_s)^2 + u_{\text{rel}}(V_{5\text{ mL}})^2 + u_{\text{rel}}(N_2)^2} = 0.0223246848$$

$$u(C) = u_{\text{rel}}(C) \times \bar{C} = 0.04400041862 \text{ ng/mL}$$

## 4.2 扩展不确定度

取包含因子  $k = 2$ ，计算扩展不确定度：

$$u(C) = 2 \times u(C) = 0.0880083724 \text{ ng/mL} \quad (12)$$

配制的实验用标准溶液相对不确定度

$$u_{\text{rel}}(C_s) = \sqrt{u(V_{1\text{ mL}})^2 + u(V_{1000\text{ mL}})^2} = 0.0025489344 \quad (10)$$

## 3.7 移取 5 $\mu\text{L}$ 铀标液不确定度

微量注射器移取 5  $\mu\text{L}$  体积的铀标液，带来的不确定度分量有：校准、温度和重复性，其中，重复性不确定度分量在测量时考虑<sup>[4]</sup>。

微量注射器校准的不确定度分量  $u_1(V_{5\text{ } \mu\text{L}})$ ：1 mL 移液管在 20℃ 时体积允许误差为 0.6%，按三角分布进行估计，则  $u_1(V_{5\text{ } \mu\text{L}}) = 0.0000816497$ 。

微量注射器温度的不确定度分量  $u_2(V_{5\text{ } \mu\text{L}})$ ：温度变化范围假定为  $20 \pm 4^\circ\text{C}$ ，水的膨胀系数为  $2.1 \times 10^{-4} \text{ mL}/^\circ\text{C}$ <sup>[4]</sup>，按矩形分布进行估计，则  $u_2(V_{5\text{ } \mu\text{L}}) = 0.0000024249$ 。

合成不确定度分量： $u_{12}(V_{5\text{ } \mu\text{L}}) = 0.0000816857$ 。

相对不确定度： $u_{\text{rel}}(V_{5\text{ } \mu\text{L}}) = 0.0163371315$ 。

## 3.8 加入铀标液水样激光读数不确定度

对加入铀标液样品重复测量 6 次，计算  $N_2$  平均值和平均值的标准偏差，贝塞尔公式： $s(N_2) = 4.5018514710$ ；计算标准不确定度： $u_A(N_2) = 2.2968629954$ ；相对标准不确定度： $u_{\text{rel}}(N_2) = 0.0016148556$ 。

## 4 合成不确定度和扩展不确定度

### 4.1 合成标准不确定度

铀测量结果的合成不确定度为：

### 4.3 结果表示

由上述计算结果可知，铀含量测量结果表示为：

$$(1.9711 \pm 0.0880) \text{ ng/mL}$$

## 5 结论

通过测量分析, 内蒙古西部某市饮用水源中铀含量范围 1.0075~7.2830 ng/mL, 与美国、德国、加拿大和世界卫生组织给出的饮用水中铀含量限值相比, 本次测量饮用水中铀含量均低于各国标准。综合以上不确定度的计算, 合成相对标准不确定度为 0.0223246848, 扩展不确定度为 0.0880083724。铀含量测量结果表示为:  $(1.9711 \pm 0.0880)$  ng/mL。相对来说, 微量移液器引入的不确定度大于其他的移液管和容量瓶引入的不确定度; 测量过程引入的不确定度会略高于移液管和容量瓶引入的不确定度, 因此, 在测量过程中, 严格按照仪器和各种量器操作规范使用, 使用前应调节好仪器工作状态,

按时完成期间核查工作, 参加有资质的计量考核等, 特别要注意实验室环境, 保持实验室清洁卫生, 减少实验室温度波动等问题, 从各方面降低不确定度。

## 6 参考文献

- [1] 吉艳琴, 田青, 党磊, 等. 饮用水中铀的限值和 ICP-MS 分析[G]. 宁波: 中国质谱学会无机、同位素和仪器与教育委员会联合学术交流年会 (2009), 2011: 67-69.
- [2] 国家环境保护局. 环境样品中微量铀的分析方法: HJ 840-2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 1986.
- [3] 国家质量监督检验检疫总局. 测量不确定度评定与表示: JJF 1059.1-2012[S]. 北京: 中国质检出版社, 2012.
- [4] 罗湘云, 冯晶. MUA 型微量铀分析仪测定水中微量铀的不确定度评定[J]. 铀矿地质, 2009, 25 (3): 179-183.

# Determination of Uranium Content and Evaluation of Uncertainty for Drinking Water Source of a city in western Inner Mongolia

Li Yeqiang

**Abstract** In this paper, the uranium content in part of drinking water sources in a city in western Inner Mongolia was determined by liquid laser fluorescence method in "methods for the analysis of trace uranium in environmental samples" (HJ 840-2017), its range: (1.0075-7.2830) ng/mL. For the determination process of uranium analysis method in water, the main sources of uncertainty were analyzed through the establishment of mathematical model, the uncertainty components were quantified, and the expanded uncertainty of uranium in water was calculated in the meantime. The results of uranium content determination in drinking water was  $(1.9711 \pm 0.0880)$  ng/mL,  $K = 2$ ,  $P = 95\%$ .

**Key words** drinking water source uranium uncertainty evaluation

## 扎实深入开展省级环保督察

广州日报讯 昨日, 省环境保护督察动员会议在广州召开, 动员部署今年实现省级环境保护督察全覆盖工作, 明确第三批将于 9 月对韶关、惠州、东莞、江门、阳江、清远市开展督察。副省长、省环境保护督察工作领导小组组长许瑞生出席会议并讲话。

许瑞生强调, 环境保护督察是贯彻落实习近平生态文明思想的重要举措, 要切实提高政治站位, 紧紧围绕中央环境保护督察整改和打好污染防治攻坚战的要求, 按照省

委、省政府的决策部署, 实事求是、扎实深入开展省级环境保护督察, 以督察切实推动解决群众反映强烈问题和基层遇到的实际困难, 进一步提升全社会共同参与生态环境保护工作的思想自觉和行动自觉, 构建保障人与自然和谐共生和永续发展的长效机制。要聚焦重点, 精准督察水污染防治国家考核断面水质达标、饮用水水源地环境问题整治、固体废物污染防治、空气质量提升、“散乱污”工业企业(场所)综合整治等重点工作。

摘自《广州日报》2018-08-30

# 轨道交通环境噪声和环境振动评价的误区

吴崇山<sup>1</sup> 卢庆普<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>广州市环境保护投资发展公司, 广州 510030; <sup>2</sup>广州市环境监测中心站, 广州 510030)

**摘要** 随着城市轨道交通的建设与发展, 在带来了市民出行便利的同时, 也带来了越来越多的地铁结构传声扰民的问题。地铁结构传声扰民问题与其他噪声源结构传声扰民问题具有评价地点环境振动和环境噪声的单值评价量达标, 但频谱评价量相对背景状态却存在明显的异常的共同特征。本文通过典型地铁结构传声扰民案例的分析, 对城市轨道交通环境振动和结构传声的几个参考评价量进行比较。说明运用合适的评价量对了解城市轨道交通振动与结构传声的评价范围以及实现主客观一致评价的意义。

**关键词** 轨道交通 环境振动 结构传声 评价

2017年12月8日-12月10日在北京召开的《第十五届全国噪声与振动控制工程学术会议》上, 环境保护部环境工程评估中心传达了有关“城市轨道交通导则拟修订”的重要信息。其中振动环境评价范围将作修订: 地下线振动评价范围由60 m缩小到40 m; 高架线振动评价范围为10 m; 单轨、有轨电车、中低速磁浮轨道交通可不进行振动环境影响评价; 二次结构传声评价范围由10 m扩大到40 m; 地铁地下线平面圆曲半径 $\leq 500$  m的, 室内二次结构传声评价范围扩大到线路中心两侧50 m。

《环境影响评价技术导则城市轨道交通》(HJ 453-2008)中有关环境振动评价范围的规定“环境振动及文物振动影响评价范围为距地下线路外轨中心线两侧60 m; 室内二次结构噪声影响评价范围为隧道垂直上方至外轨中心线两侧10 m”, 给城市轨道交通建设带来的负面影响是巨大的。导致距离地铁隧道垂直上方至外轨中心线两侧10 m外的大量敏感建筑由于地铁运行产生的室内二次结构噪声得不到客观的评价, 其后果是没有采取应有的减振措施。一旦地铁运行导致产生敏感建筑室内二次结构噪声影响后, 没有有效的措施可以加以解决。

除了上述有关轨道交通环境振动评价范围的误区外, 有关轨道交通环境振动和室内二次结构噪声

评价量的误区也是显而易见的。

目前《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》(HJ 453-2008)规定的轨道交通环境振动和结构传声仅为单值的评价量Z振级 $V_L z_{10}$ 和A声级。在工作实践中我们发现, 地铁结构传声扰民问题与其他噪声源(如水泵、变压器、电梯等)结构传声扰民问题有着共同的特征: 评价地点环境振动的单值评价量达标, 甚至环境噪声的单值评价量也达标, 但频谱评价量相对背景状态却存在明显的异常。例如噪声倍频带频谱中存在一个或若干个中心频率对应声压级与背景值比较大于5 dB的差异。振动1/3倍频带频谱中也存在类似的情况。

目前可以参考的轨道交通环境振动和结构传声的参考评价量大体有单值评价量和频谱评价量两类。下面首先对这些评价量以及与之相关的标准逐一描述。

## 1 评价量和标准

### 1.1 环境振动参考标准

《城市区域环境振动标准》(GB 10070-88)、《城市区域环境振动测量方法》(GB 10071-88);



《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》(JGJT 170-2009);《住宅建筑室内振动限值及其测量方法标准》(GB 0355-2018)。

## 1.2 二次辐射噪声参考标准

《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》(JGJT 170-2009)。

## 1.3 环境振动参考评价量

### 1.3.1 单值评价量

VLzmax: 铅垂向 Z 振级 (最大值)。根据《城市区域环境振动测量方法》(GB10071-88), 计权因子: ISO 2631/1-1985 规定的全身振动 Z 计权因子。

### 1.3.2 频谱评价量

La: 频率 0.65 Hz~250 Hz 范围内, 1/3 倍频程每个中心频率的铅垂向振动加速度级。评价标准参考《住宅建筑室内振动限值及其测量方法标准》(GB 0355-2018)。

## 1.4 二次辐射噪声参考评价量

### 1.4.1 单值评价量

16Hz~200Hz 的窄频带连续等效 A 声级 (Leq1), 根据《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》(JGJT 170-2009)。

10Hz~20kHz 的宽频带连续等效 A 声级 (Leq2), 评价标准参考《社会生活环境噪声排放标准》(GB 22337-2008)。

### 1.4.2 频谱评价量

频率 16Hz~16kHz 范围内, 倍频带声压级 (Lp): 评价标准参考《社会生活环境噪声排放标准》(GB 22337-2008)。

下面通过三个广州地铁 5 号线结构传声扰民的案例, 说明运用合适的评价量是实现主客观一致评价的关键。

## 2 案例的基本情况

案例概况:

案例 1——地铁隧道下穿敏感点, 隧道埋深约 21 m;

案例 2——敏感点离地铁最近轨道约 20 m, 隧道埋深约 17 m;

案例 3——敏感点离地铁最近轨道约 30 m。隧道埋深约 23 m。

案例共同点: 所在区域均属广州市声功能区 2 类区; 地铁线路道床均为整体道床; 轨道交通线路均为广州地铁 5 号线。

### 2.1 地铁隧道下穿敏感点的案例 1

五羊新城的 J 酒店位于广州地铁 5 号线在杨箕 - 五羊邨区间。

线路扣件类型: VG 型扣件和 GJIII 型扣件

评价地点楼层结构: 6 层酒店

主观感觉调查: 酒店 1 到 6 楼的餐厅和客房室内声环境都不同程度受到地铁结构传声的影响, 客人感觉非常不舒服。

评价地点: 1 楼餐厅 L 房

### 2.2 敏感点离地铁最近轨道约 20 m 的案例 2

珠江新城 K 住宅小区处于广州地铁五号线猎德站至潭村站区间。

线路扣件类型: 单趾弹簧扣件

评价地点楼层结构: 负一层为停车场, 一楼为大堂, 二楼为架空休闲层, 三楼以上为住宅单元。

主观感觉调查: 负一层到三楼室内声环境都不同程度受到地铁结构传声的影响。

评价地点: T31 栋 301 单元主人房

### 2.3 敏感点离地铁最近轨道约 30 m 的案例 3

中山一路某住宅楼位于地铁五号线杨箕站至动物园区间。

线路扣件类型: GJIII 型扣件

评价地点楼层结构：八层住宅楼

主观感觉调查：一到三楼室内声环境都不同程度受到地铁结构传声的影响。

评价地点：201 单元主人房

3 个案的测量结果分析

3.1 单值评价量测量结果分析

3.1.1 环境振动单值评价量测量结果分析

表 1 为地铁 5 号线列车正常运行通过时，评价地点铅垂向振动最大加速度级测量结果与标准值的比较。

表 1 评价地点铅垂向振动最大加速度级测量结果  
单位：dB（以  $10^{-6} \text{ m/s}^2$  为参考 0 dB）

| 案例 | 评价量     | 测量结果 | 标准量 |    |
|----|---------|------|-----|----|
|    |         |      | 夜间  | 日间 |
| 1  | VLzmax1 | 64.7 | 75  | 72 |
|    | Vlzmax2 | 68.7 | 75  | 70 |
| 2  | VLzmax1 | 64.4 | 75  | 72 |
|    | Vlzmax2 | 68.4 | 75  | 70 |
| 3  | VLzmax1 | 54.9 | 75  | 72 |
|    | Vlzmax2 | 58.8 | 75  | 70 |

表 1 的铅垂向振动最大加速度级（VLzmax1）的参考标准为《城市区域环境振动测量方法》（GB 10071-88）中的混合区、商业中心区标准值；频率计权采用符合 IEC8041：1990 标准的 Z 计权。

表 1 的铅垂向振动最大加速度级（Vlzmax2）的参考标准为《振动环境质量标准》（送审稿）中 2 类环境振动功能区标准，暂未正式发布。频率计权采用符合 IEC8041：2005 标准的 Wk 计权。

从表 1 的结果我们可以了解到，3 个广州地铁 5 号线结构传声扰民的案例，其环境振动单值评价量测量结果均达标。

3.1.2 二次辐射噪声单值评价量测量结果分析

表 2 为地铁 5 号线列车正常运行通过时，评价地点连续等效 A 声级测量结果与标准值的比较。

表 2 评价地点连续等效 A 声级测量结果  
单位：dB（A）（以 20  $\mu\text{Pa}$  为参考 0 dB）

| 案例 | 评价量  | 测量结果 | 标准量 |    |
|----|------|------|-----|----|
|    |      |      | 夜间  | 日间 |
| 1  | Leq1 | 50.5 | 41  | 38 |
|    | Leq2 | 51.2 | 50  | 40 |
| 2  | Leq1 | 44.8 | 41  | 38 |
|    | Leq2 | 46.7 | 45  | 35 |
| 3  | Leq1 | 31.7 | 41  | 38 |
|    | Leq2 | 33.0 | 45  | 35 |

表 2 的 Leq1-16 Hz~200 Hz 的窄频带连续等效 A 声级的参考标准为《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》（JGJT 170-2009）中的 2 类区（居住、商业混合区、商业中心区）标准值。

表 2 的 Leq2-10 Hz~20 kHz 的宽频带连续等效 A 声级的参考标准为《社会生活环境噪声排放标准》（GB 22337-2008）中 2 类声功能区结构传播固定设备室内噪声排放限值（等效声级）。

从表 2 的结果我们可以了解到，前面两个案例的评价地点，其连续等效 A 声级单值评价量的测量结果均超标；但在案例 3 中，评价地点连续等效 A 声级单值评价量的测量结果却是达标的。

3.2 频谱评价量测量结果分析

3.2.1 环境振动频谱评价量测量结果分析

图 1 - 图 3 为广州地铁 5 号线列车正常运行通过时，三个案例评价地点 1/3 倍频程每个中心频率的铅垂向连续等效振动加速度级（VLzeq）与标准值的比较。

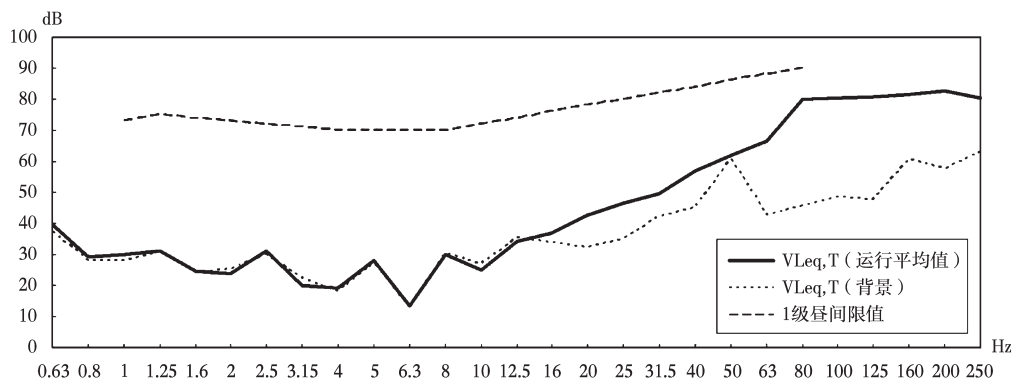


图 1 案例 1 环境振动频谱

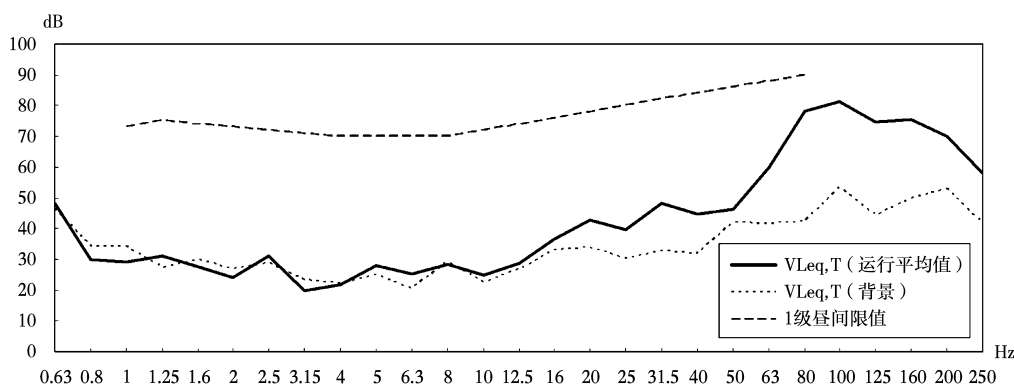


图 2 案例 2 环境振动频谱

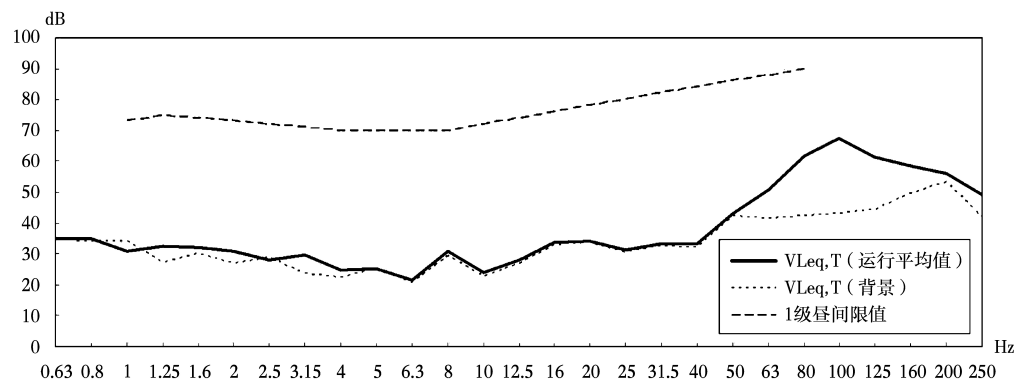


图 3 案例 3 环境振动频谱

图 1 - 图 3 中粗实线为频率 0.63 Hz~250 Hz 范围内, 1/3 倍频程每个中心频率的铅垂向连续等效振动加速度级 (VLzeq), 点虚线为背景值。长虚线为《住宅建筑室内振动限值及其测量方法标准》(GB 50355-2005) 中的 1 级夜间限值。

从图 1 - 图 3 我们可以直观地了解到, 三个案例评价地点 1/3 倍频程每个中心频率的铅向连续等效振动加速度级 (VLzeq) 都没有超出《住宅建筑

室内 (GB 50355-2005) 中的 1 级夜间限值。

但是三个案例评价地点的环境振动频谱图都非常清楚显示: 当广州地铁 5 号线列车正常运行通过时, 80 Hz~125 Hz 每个中心频率的铅垂向连续等效振动加速度级 (VLzeq) 与背景值比较的差值都出现 15 dB 以上的异常。异常的峰值均出现在 100 Hz 的中心频率。

### 3.2.2 二次辐射噪声频谱评价量测量结果分析

图4-图6为广州地铁5号线列车正常运行通过时,三个案例评价地点倍频带声压级( $L_p$ )与标准值的比较。

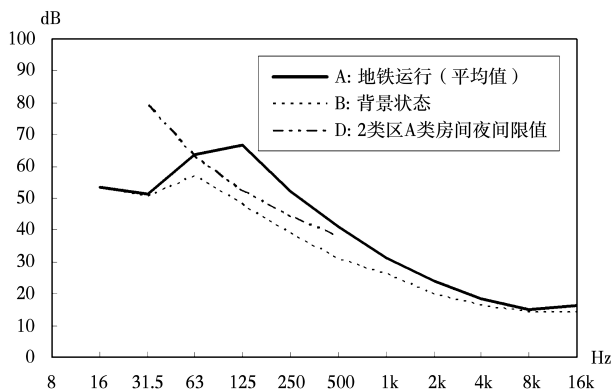


图4 案例1噪声二次辐射频谱

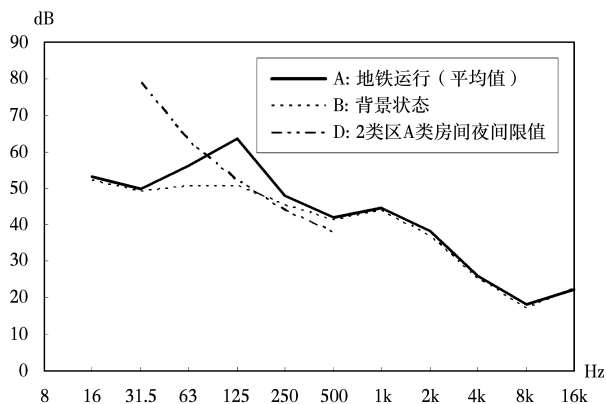


图5 案例2噪声二次辐射频谱

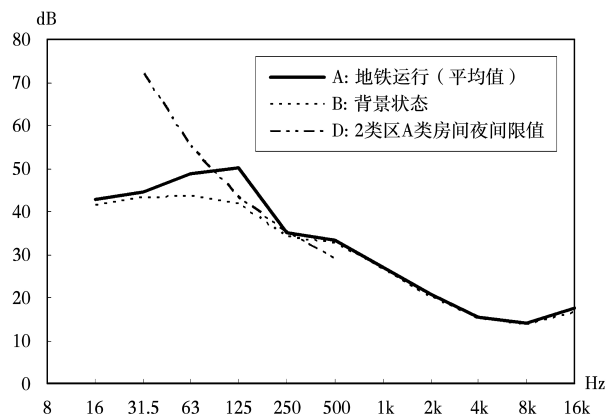


图6 案例3噪声二次辐射频谱

图4-图6中粗实线为频率16 Hz~16 kHz范围内的倍频带声压级( $L_p$ );点虚线为背景。长虚线为《社会生活环境噪声排放标准》(GB 22337-2008)中2类声功能区结构传播固定设备室内噪声排放限值(倍频带声压级)。

从图4-图6我们可以直观地了解到,当广州地铁5号线列车正常运行通过时,三个案例倍频带声压级( $L_p$ )都在100 Hz中心频率出现异常的峰值,与背景值比较的差值都出现在5 dB以上,而且均超出《社会生活环境噪声排放标准》(GB 22337-2008)中2类声功能区结构传播固定设备室内噪声排放限值(倍频带声压级)。

## 4 结语

(1)《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》(HJ 453-2008)中环境振动和室内二次结构噪声的评价工作仅用单值评价量是不够充分的,应引入合适的频谱评价量。

(2)《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》(HJ 453-2008)有关城市轨道交通建设过程通常可能涉及的环境保护目标并没有把宾馆酒店纳入其中,也是值得商榷的。

固定噪声源(如水泵、变压器、电梯等)产生结构传声扰民的问题完全可以实现主客观一致的治理。

但地铁一旦产生结构传声扰民的问题,是很难逆转的。目前广州市地铁有关部门通常的做法是对轮轨进行打磨,但实践证明这种做法只能起到短期的效果。例如五羊新城的J酒店对地铁公司提出投诉后,广州市地铁有关部门对轮轨进行了打磨,打磨后实际测量的结果表明结构传声对该酒店的影响有所减少,但半年后结构传声的干扰又回升了。

对地面交通噪声而言,不把宾馆酒店纳入环境保护目标是可以理解的。因为通常宾馆酒店的户外建筑隔声是较好的。但宾馆酒店的建设通常是不会进行隔振处理的,即对地铁运行的结构传声是不设防的。因此建议城市轨道交通建设过程中应把宾馆



酒店纳入环境保护目标。

## 5 参考文献

- [1] 国家环境保护局. 城市区域环境振动标准: GB 10070-1988[S]. 北京: 中国标准出版社, 1988.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准:

JGJT 170-2009[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.

- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 住宅建筑室内振动限值及其测量方法标准: GB 0355-2018[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.
- [4] 卢庆普, 罗钦平. 室内声环境质量测量评价方法探讨与实践[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2007: 16-19.
- [5] 卢庆普, 熊文波, 黄行. 市轨道交通环境振动与结构传声评价量的比较[G]. 杭州: 2012 年全国环境声学学术会议, 2012: 44-48.

# Evaluation Misunderstanding of Environmental Noise and Environmental Vibration of Rail Transit

Wu Chongshan Lu Qingpu

**Abstract** With the development of rail transit, it not only brought public travel convenience, but also brought more and more noise problem caused by the structural sound transmission from underground transportation. Noise nuisance problems caused by urban subway transportation in common with problems caused by the other noise sources: the single valued evaluation quantity of environment vibration and noise could meet the standard, while the several spectrum evaluation quantity was obvious abnormal relative to background state. by analyzing some typical acoustic nuisance cases caused by the structural sound transmission from subway, comparing with several reference evaluation criteria of environment vibration and structural sound transmission of urban subway transit, this article emphasized the importance of applying appropriate evaluation criteria to analyze the vibration and structural sound transmission of rail transit.

**Key words** urban subway transportation environment vibration structural sound transmission evaluation

+++++  
(上接第 8 页)

风险, 作出相对最合理最公正的行政处罚决定。

## 4 参考文献

- [1] 韩德培. 环境保护法教程 (第四版) [M]. 北京: 法律出

版社, 2006.

- [2] 刘一达. 预防原则视角下环境行政权的司法规制[J]. 河南财经政法大学学报, 2018 (3): 107-113.
- [3] 施瓦茨, 伯纳德. 行政法 (中译本) [M]. 徐炳, 译. 北京: 群众出版社, 1986: 568.

# Discussion on the Informatization Construction of Discretionary Power of Environmental Administrative Penalty

Yao Haili

**Abstract** If the power of environmental administrative law enforcement was too broad, it may be over-exercised, especially in the aspect of the expansion of environmental discretionary power. If it was not restricted and improved, it will lead to the abuse of power and damage the legitimate rights and interests of administrative counterparts. How to grasp the discretion of environmental administrative penalty scientifically and effectively was the realistic dilemma. In the new situation, seeking to crack to solve the problem that environmental administrative law enforcement power was too broad was the key and the construction of environmental protection information was a good starting point.

**Key words** environmental administrative penalty discretionary power informatization construction

# 红树林植物促生菌研究及应用\*

李 玫

(中国林业科学研究院热带林业研究所, 广州 510520)

**摘 要** 我国红树林呈现面积减少、种群衰退的趋势, 如何尽快保护及恢复依然是一项紧迫任务, 而造林成活率过低始终是红树林恢复中的瓶颈因子。以往研究表明, 红树林植物的根际存在植物促生菌 (PGPB), 而且接种后可明显促进红树林苗木的生长。本文从植物促生菌的菌株筛选、菌种优化组合、接种效应等各方面, 综述了我国在红树林固氮菌和溶磷菌这两大类植物促生菌方面的研究进展及其应用现状, 并对今后的研究方向予以了展望。

**关键词** 红树林 植物促生菌 固氮菌 溶磷菌 接种效应

红树林具有很高的生态、社会、经济价值, 尤其在固岸护堤、发展滩涂养殖与近海渔业、维持生物多样性、净化环境、提取海洋药物、发展生态旅游以及维持海岸带生态平衡等方面意义重大<sup>[1]</sup>。然而海岸带的不合理开发, 已导致我国红树林的面积急剧减少、种群衰退, 红树林造林、恢复、发展和保护已成为一项十分紧迫的任务<sup>[2]</sup>。2017 年 5 月, 《全国沿海防护林体系建设工程规划 (2016–2025 年)》公布了“至 2025 年我国红树林将恢复造林近 5 万公顷”, 红树林的保育和恢复工作迎来了新的转机。

以往的试验研究以及造林实践表明, 造林成活率过低 (<50%) 一直是红树林恢复中的瓶颈因子。自 20 世纪 90 年代, 墨西哥等国家已开展有关红树林生态系统中植物促生菌 (PGPB, plant growth promoting bacteria) 的分离筛选及促生特性研究, 并指出利用植物促生菌的接种可有效促进红树林幼苗和胚轴的生长<sup>[3–4]</sup>, 而我国在该研究领域起步较晚, 迄今主要开展了固氮菌和溶磷菌两大类主要红树林植物促生菌的研究及应用。本文对我国在红树林植物促生菌方面的主要研究进展进行了综述, 以期为我国红树林资源的保护及恢复提供依据和借鉴。

## 1 红树林固氮菌研究进展

红树林湿地中的生物固氮作用 (biological nitrogen fixation) 是常见现象, 而其高速率的固氮作用与枯死分解的叶片、出水通气根 (气生根)、根际土壤、树皮, 以及覆盖于底泥表面和底泥中的蓝细菌垫等各因素密切相关。Sengupta 等<sup>[5]</sup> 在印度恒河 (The Ganges) 河口的红树林群落中开展了离体根的乙炔还原试验, 研究表明 7 种常见的处于较早演替阶段的红树树种离体根的固氮酶活性高达  $64\text{--}130\text{ nmol}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}\text{ C}_2\text{H}_4\text{ dw}$ 。Toledo 等<sup>[6]</sup> 研究发现, 在人工条件下将重氮营养菌、丝状菌和原型微鞘藻 (*Microcoleus chthonoplastes*) 接种到黑红树 (*black mangrove*) 的幼苗上, 接种 6 d 后根系上即布满了具有粘液鞘的重氮营养菌, 已接种的幼苗其固氮作用和植株总氮含量明显高于未接种的。

墨西哥西北生物研究中心的 Bashan 博士研究团队已成功地从红树林植物根际中分离出 9 种固氮细菌即 *Vabrio campbellii*, *Listonella anguillarum*, *Microcoleus chthonoplaste* 等<sup>[3]</sup>。Bashan 博士研究团队还筛选并利用这些固氮细菌与陆生耐盐固氮细菌 *Azospirillum halopraeferens* 或 *A.brasilense* 混合而

\* 基金项目: 中央财政林业科技推广示范项目 [2015] GDTK-06

收稿日期: 2018-09-30, 修改稿收到日期: 2018-12-15

形成更高效的植物促生细菌,并接种于白骨壤(*Avicennia marina*)的苗木根际,显著增强了其根际固氮细菌和溶磷细菌的固氮、溶磷能力(最高达10倍以上),明显提高了半干旱环境下红树林恢复工程的造林成活率<sup>[3]</sup>。

在国内,李玫<sup>[7]</sup>从红树林植物根际分离筛选出了固氮菌20株,利用乙炔还原法(ARA法)测定各菌株的固氮酶活性在50.72~385.6 nmol C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>·h<sup>-1</sup> mL<sup>-1</sup>之间。李玫等<sup>[8]</sup>通过盆栽接种试验研究了红树林植物促生菌对木榄(*Bruguiera gymnorhiza*)幼苗的接种效应,结果表明供试的5种固氮菌(即Au4, Phy, 24S, JA4, cd)中,接种对木榄幼苗的苗高、地径、生物量均有明显的促进效果,且对叶片全N、全P量的增加也较明显,其中Au4和Phy 2个菌种对木榄幼苗的促生效果比其他菌更显著。凌娟等<sup>[9]</sup>从红树林根际土壤中分离出一株具有高效固氮活性的固氮菌,初步鉴定为短小芽孢杆菌(*Bacillus pumilus*)。

## 2 红树林溶磷菌研究进展

迄今为止,对红树林植物根际溶磷菌的研究较少。在红树林湿地沉积物中,磷酸盐通常与水中大量的阳离子形成植物难以利用的磷,而红树林溶磷菌则通过溶磷作用为红树植物提供生长所需的磷源。

在墨西哥半干旱红树林生态系统中,已分别从黑红树植物、白红树植物(*white mangrove*)的根系分离筛选鉴定出*Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus atrophaeus*, *Paenibacillus macerans*等12种溶磷菌<sup>[10]</sup>,其中黄色杆菌属(*Xanthobacter*),克吕沃尔菌属(*Khuyvera*)和金色单胞菌属(*Chryseomonas*)是首次红树林植物根际被发现<sup>[10]</sup>。

李玫<sup>[7]</sup>研究了红树林根际溶磷菌的溶磷能力及促生效应,采用SRSM1无机磷培养基,对海南、深圳、湛江红树林区的红树林植物根际溶磷菌进行分离筛选,共获得33种分离物。利用液体培养法测定了各菌株的溶磷能力,选出溶磷能力较强的菌

株10株,有效磷(PO<sub>4</sub>-P)在109.2~203.3 mg·L<sup>-1</sup>。尚军红等<sup>[11]</sup>对相思的根瘤菌和解磷菌进行了培养基优化及解磷能力的研究,这一解磷菌的研究为红树林的相关研究提供了借鉴。龚韡斌等<sup>[12]</sup>对我国乡土红树林植物促生菌进行了溶磷能力的测定和菌剂不同剂型的制作。陆俊琨等<sup>[13]</sup>开展了华南红树林溶磷菌16S rDNA PCR-RFLP分析及其溶磷能力的研究,结果表明所分离的各代表菌株均具有较强的溶磷能力,培养48 h后培养液中可溶性磷含量达21.68~86.89 μg·L<sup>-1</sup>,与其他学者研究结果相比,溶磷能力处于中等水平。陆俊琨等<sup>[13]</sup>从木榄、秋茄根际分离出4株溶磷细菌,并对这4株红树林促生菌进行了遗传分析鉴定和促生能力的研究,结果表明SZ7-1, HNO-11分别具有高固氮酶活性和强溶磷能力,提出今后发展趋势是将不同种类的溶磷微生物优化组合,筛选出更高效的溶磷菌株,使红树林植物促生菌在生产中得到广泛应用。

以往研究还发现,红树林溶磷菌和固氮菌混合接种存在协同增效作用。李玫等<sup>[14]</sup>研究了固氮菌和溶磷菌的单接种及双接种对红海榄(*Rhizophora stylosa*)幼苗生长的影响,表明固氮菌Phy、溶磷菌Vib单接种或Phy + Vib双接种均能改善红海榄的氮、磷素营养,明显促进植株的生长和生物量的增加,而Phy + Vib双接种的促生效果最显著。何雪香等<sup>[15]</sup>研究了红树林固氮菌和解磷菌(即溶磷菌)的分离及对秋茄(*Kandelia candel*)幼苗的促生效果,结果表明固氮菌和解磷菌的单接种对秋茄苗的高生长和生物量增长均有明显促进作用,固氮菌与解磷菌混合接种比固氮菌单菌株接种的促生效果更显著,两者之间存在协同增效作用。

## 3 植物促生菌在红树林湿地恢复中的应用

随着科学技术的进步,促生菌和抗病菌筛选和鉴定技术不断改善,人们对促生菌和抗病菌的认识逐步加深,促进了菌剂的开发和商品化<sup>[16]</sup>。在进行红树林恢复与重建时,可考虑利用植物促生菌接种以促进红树林幼苗的生长。在墨西哥拉巴斯(La Paz)

的红树林恢复工程中,已尝试用红树林固氮蓝藻 *Microcoleus chthonoplastes* 和陆生的固氮螺菌 (*Azospirillum* sp.) 给红树林苗木接种<sup>[17]</sup>,促进红树植物的生长、提高其造林存活率。袁辉林等<sup>[18]</sup>探讨了植物促生菌培养优化的作用机制,目的是提高菌种的有效数量,从而找到最优配方以增强其植物促生能力,更好地发挥其在红树林湿地恢复中的作用。李玫等<sup>[19]</sup>提出了利用海生和陆生耐盐性细菌促进红树林的恢复,即通过给红树林苗木接种植物促生菌来促进生长的可能性;而且研究表明,利用接种植物促生菌来促进植物生长时,混合菌剂比用单一菌剂更有效<sup>[12]</sup>。在接种了固氮菌 *Phyllobacterium* sp. 与溶磷菌 *B.licheniformis* 的混合菌剂后,固氮菌的固氮能力、溶磷菌的溶磷能力均得到增强,并加速了红树林幼苗的生长<sup>[4]</sup>。

王荣丽等<sup>[20]</sup>在湛江雷州附城镇红树林苗圃开展了 PGPB (即植物促生菌) 菌剂对 5 种红树小苗的野外接菌效应的试验研究。结果表明,固氮菌 (NGWB-y1) 和溶磷菌 (P7) 以 1:1 混合并按 1:10 兑水的比例,对苗床进行接菌后明显促进了 5 种红树林苗木的生长,PGPB 对桐花树 (*Aegiceras corniculatum*) 和秋茄的促生作用明显大于拉关木 (*Laguncularia racemosa*)、红海榄和白骨壤。张晓君<sup>[21]</sup>开展了红树林湿地 PGPB 在不同环境中的应用技术研究,为 PGPB 菌剂的推广应用以及不同环境中菌剂对植物生长的影响评价提供了依据。研究表明,不同土壤(基质)环境、不同 PGPB 菌株组合对木榄、秋茄等不同受试植物的促生效果存在差异,其中菌株组合 ZH5, ZH15 在不同基质中对受试植物的生长促进作用更明显,且有利于土壤 pH、盐分的降低,可考虑在推广过程中施用;不同剂型(即菌液、菌粉、微胶囊)接种后的促生效果存在差异,且同一菌种的混合剂型优于单一接种剂型,菌液、菌粉、微胶囊依次排序为菌液 > 微胶囊 > 菌粉,表现最好的菌剂为 ZH15 液、ZH15 胶、ZHS 胶。

## 4 展望

接种固氮菌、溶磷菌等植物促生菌可以有效促进红树林苗木的生长,增强苗木的抗逆性,无疑为提高红树林的造林成活率、保存率提供了一种新途径。而在实际大田应用中,可考虑植物促生菌的菌剂与普通肥料的结合施用。今后还应开展一些红树林植物促生菌的促生防病机制研究,以及高效复合菌剂的研制,为红树林植物促生菌菌剂的进一步推广应用提供科学依据。植物促生菌的接种不仅对红树林苗木有促生效应,而且接种后对土质的改良作用也较明显,有利于降低土壤盐分、增加土壤肥力,初步显示了红树林植物促生菌在我国南方沿海贫瘠沙质滩涂绿化造林上的应用潜力。

## 5 参考文献

- [1] 张乔民, 隋淑珍. 中国红树林湿地资源及其保护[J]. 自然资源学报, 2001, 16 (1): 28-36.
- [2] 王伯荪, 廖宝文, 王勇军, 等. 深圳湾红树林生态系统及其持续发展[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [3] Bashan Y, Holguin G. Plant growth-promoting bacteria: a potential tool for arid reforestation[J]. Trees, 2002, 16: 159-166.
- [4] Rojas A, Holguin GS, Glick B R, et al. Synergism between *Phyllobacterium* sp. (N<sub>2</sub>-fixer) and *Bacillus licheniformis* (P-solubilizer), both from a Semiarid Rhizosphere [J]. FEMS Microbiol Ecol, 2001, 35: 181-187.
- [5] Sengupta A, Chaudhuri S. Ecology of heterotrophic dinitrogen fixation in the rhizosphere of mangrove plant community at the Ganges river estuary in India[J]. Oecologia, 1991, 87: 560-564.
- [6] Toledo G, Bashan Y, Soeldner A. Cyanobacteria and Black Mangroves in Mexico: Colonization and Seasonal Nitrogen Fixation on Aerial Roots[J]. Can J Microbiol, 1995, 41: 999-1011.
- [7] 李玫. 我国红树林主要造林树种 PGPR 研究及应用[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2009.
- [8] 李玫, 廖宝文, 康丽华, 等. PGPB 对红树植物木榄幼苗的接种效应[J]. 林业科学研究, 2006, 19 (1): 109-113.
- [9] 凌娟, 董俊德, 张燕英, 等. 一株红树林根际固氮菌的分离、鉴定以及固氮活性测定[J]. 热带海洋学报, 2010, 29 (5): 149-153.
- [10] Vazquez P, Holguin G, Puente ME, et al. Phosphate-solubilizing microorganisms associated with the rhizosphere of



# 水泥固化淤泥用作路基填料的不利影响分析

李木桂<sup>1</sup> 张培进<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 珠江水利委员会珠江水利科学研究院, 广州 510500; <sup>2</sup> 广东省建筑科学研究院集团股份有限公司, 广州 510500)

**摘要** 城市河涌清淤工程所产生淤泥经固化后用作路基填料, 既能解决淤泥出路问题又能减少城市道路建设对工程土方的需求量, 前人的研究主要集中在如何提高淤泥固化土的力学性能。本文综合分析实验室试验及广州市河涌整治项目的实际工程数据, 研究水泥固化剂添加量对固化土力学性能及 pH 值的影响。得出在危险废物控制标准下水泥添加量应控制在 20% 以下的结论; 同时明确提出水泥固化土作为路基填料时, 在满足路基设计规范的基础上, 尚需满足《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》中第 II 类一般工业固体废物管理要求; 从保护环境及维护路基力学性能稳定的角度考虑, 应对水泥固化土路基采取严格的防排水措施。

**关键词** 固化淤泥 路基填料 pH 值

我国城市河涌及湖泊众多, 出于环境治理、行洪安全及景观美化等原因, 需定期对城市河涌及湖泊进行清淤, 随着环境执法力度的增加及淤泥堆放场地的减少, 清淤所产生淤泥的出路问题已经突现; 同时城市建设往往需大量外购土方, 但限于城市范围内土方来源少, 需长距离调入土方, 将增加工程投资。面对城市河涌及湖泊淤泥出路困境及城市化建设需大量土方的现状, 将河涌淤泥固化后用于城市建设, 特别是用作城市道路路基填料这一对策已经得到了学术界及工程界的普遍认可, 并已工程应用。

淤泥固化剂种类繁多, 主要为无机类、有机类、高分子类及生物酶类<sup>[1-2]</sup>。目前工程化应用主要以水泥和石灰为主材、同时添加少量高分子类材料的无机类固化剂为主。此类无机固化剂与淤泥颗粒搅拌后形成胶凝物质, 使土粒形成具备一定网状骨架和被填充空隙并具有一定强度的稳定土体, 并且其凝结硬化壳可有效降低土粒中重金属等污染物质的活性而起到一定的“减污”作用, 特别是利用煤渣、粉煤灰、高炉矿渣、粉砂、磷石膏等废弃物处理淤泥, 以废治废资源再利用的固化处理方法成为

研究热点, 并具有广阔的前景<sup>[2]</sup>。

由于影响固化淤泥资源化利用的因素非常多, 本文基于广州市亚运项目之一——峨眉沙岛、大蚝沙岛淤泥处置及生态旅游项目, 从其中一个因素 (pH) 进行研究, 以寻求满足力学性能及环保要求的水泥固化剂的添加量。

## 1 固化机理

水泥类固化剂作用原理: 主要有水化和凝结两个过程, 水泥添加量较大时可能还存在硬化过程。

(1) 水化: 在水泥与淤泥混合初期, 水泥熟料与水发生水化反应:  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + n\text{H}_2\text{O} = x\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + (3-x)\text{Ca}(\text{OH})_2$ , 水化产物主要为水化硅酸钙、水化硫铝 (铁) 酸钙、水化铝 (铁) 酸钙及氢氧化钙。

(2) 凝结: 所形成的水化硅酸钙、水化硫铝 (铁) 酸钙、水化铝 (铁) 酸钙与淤泥中的颗粒物相互交织凝结, 导致淤泥失去流动性, 从而具有一定的强度。固化土中将保留大量的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , 导致固化土呈碱性。

## 2 应用现状及存在的问题

淤泥固化土作为城市路基填料已得到了初步的工程化应用<sup>[3-7]</sup>,从目前工程化应用案例可得出:相关的设计或检测指标主要为淤泥固化土的物理组分(含水率、液限、塑限)及力学性能(承载式、无侧限抗压强度、三轴抗压强度、黏聚力、内摩擦角),指标的选取限于传统路基填料的检测指标,如《公路路基设计规范》要求路基填料的湿度状态、承载比(CBR)、回弹模量及竖向压应变需满足相关的要求。

根据无机类固化剂固化原理,淤泥固化土属于碱性土,强碱性有利于固化土力学性能增长、同时亦有利于淤泥中金属离子稳定化,但过高的碱度可能对周边地下水、土壤及路基内附属设施产生不利影响,如水泥使用过量,其浸出液 pH 值高达 12.5 以上时,所产出的固化土将纳入危险废物管理范畴,不但不能用作路基填料,还需按危险废物进行处置。故有必要对淤泥固化土的酸碱性进行分析,以寻找出既满足力学性能又满足环境指标的水泥添加比。

## 3 研究思路

### 3.1 实验室阶段

以广州市河涌整治项目所清淤泥作为研究对象,固化前淤泥含水率 53%,全部过 2 mm 筛,筛下物中 0.25~0.074 mm 颗粒占 58%,pH 值为 6.83。研究不同水泥添加量对淤泥固化土的力学性能(无侧限抗压强度及 CBR)和 pH 值的影响。

工程应用阶段针对广州市河涌整治项目的淤泥固化原状土进行研究,实际工程样品自然养护后取样检测无侧限抗压强度、承载比及浸出液 pH 值,并对淤泥固化原状土进行晾晒、压实、浸泡以模拟翻晾、压实及雨水浸泡对其力学性能的影响。

### 3.2 淤泥固化方法

实验室阶段以石井 42.5# 普通硅酸盐作为固化剂,按不同剂量与淤泥样品搅拌均匀后装入 150 mm × 150 mm × 150 mm 试模,放入标养室养护 24~48 h 后脱模,在养护 7 天及 28 天后按相关标准进行检测。实际工程样品则来自广州市河涌整治项目中管道搅拌固化土,固化剂(主要成分为水泥、粉煤灰及 GBR)添加量为 8%,自然养护 28 天后取样检测。

固化前、后相关指标检测方法见《城市污水处理厂污泥检验方法》及《公路土工试验规程》。其中由于固化后样品 pH 值在风干前及风干后差别较大<sup>[8]</sup>,基于工程上淤泥固化后用作路基填料时,不可能长时间堆放,翻晾时固化土基本保持固结状态,翻晾过程中固化土表面吸收空气中的酸性气体导致的其浸出液 pH 值降幅有限,故本研究固化土 pH 值检测方法采用《城市污水处理厂污泥检验方法》。

## 4 研究结果

### 4.1 水泥渗量对力学性能及 pH 值的影响

实验室阶段研究了水泥添加量为 0% (即空白样本)、3%、6%、10%、15% 和 20% 时固化土 pH 值、无侧限抗压强度及 CBR 的变化特征,其中空白样本未进行无侧限抗压强度检测,检测结果见图 1 所示。

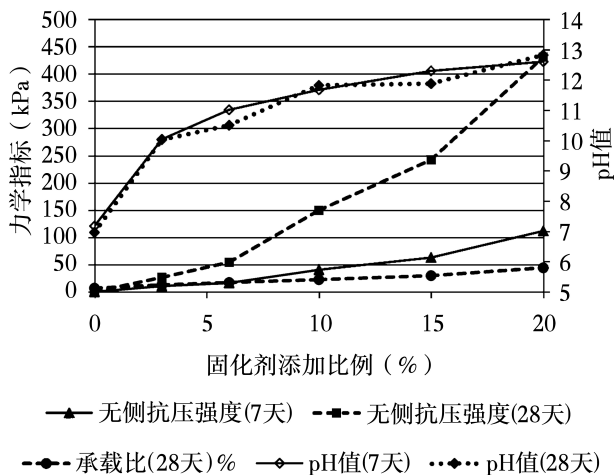


图 1 水泥添加量对力学性能和 pH 值的影响

#### 4.1.1 水泥添加量对 pH 值的影响

(1) 淤泥固化土呈碱性, 在水泥添加量为 0%~3% 时, 固化土碱度增长迅速, pH 值达 10 以后, 尽管 pH 值仍随水泥添加量的增加而增长, 但增长幅度逐渐平缓。

(2) 即使水泥添加量只有 3%, 固化土 pH 值均大于 9。根据《固体废物鉴别标准通则》及《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》, 淤泥固化土作为筑路材料时应纳入固体废物进行管理范畴, 且应作为第 II 类一般工业固体废物进行管理, 即其作为路基填料时应避开地下水主要补给区和饮用水水源含水层, 并应选在防渗性能好的地基上, 路基填料底层距地下水位距离不得小于 1.5 m。

(3) 当水泥添加量达 20% 时, 固化土浸出液 pH 值大于 12.5, 根据《危险废物鉴别标准腐蚀性鉴别》, 本研究对象在添加 20% 水泥固化后, 固化土属于危险废物, 需按国家相关标准处置, 不得用作路基填料。

#### 4.1.2 水泥添加量对无侧限抗压强度的影响

(1) 随着水泥添加量增加, 固化土无侧限抗压强度得到明显改善。

(2) 通过 7 天和 28 天无侧限抗压强度曲线的对比: 淤泥固化土 7 天无侧限抗压强度只占 28 天强度的 25%~30%, 此与一般水稳土前期强度增长迅速的特征明显不同, 水泥固化淤泥的力学性能增长主要源于后期, 后期养护对固化土抗压强度影响较大, 此点与现有的研究结论类同<sup>[9-10]</sup>, 故淤泥固化土用作路基填料时应延长养护时间, 避免养护过程中对路基扰动。

(3) 即使水泥添加量达 20%, 标养 28 天后的无侧限抗压强度均在 0.05 Mpa 以下, 远未达《公路路基施工技术规范》中二级及二级以下公路底基层所要求的最低 1.5 Mpa 抗压强度标准, 故淤泥固化土加只能用作路基填料, 不得作为道路基层材料使用。

#### 4.1.3 水泥添加量对承载比 (CBR) 的影响

(1) 空白样本 CBR 平均值为 6.78%, 而添加量为 3% 时 CBR 平均值即达 12.77%, 且水泥添加量增加将明显提高土体的承载比。

(2) 根据《公路路基设计规范》, 除用于高速公路及一级公路上路床外, 路基填料的 CBR 均小于 6%, 从力学角度分析, 淤泥可不经固化即用作路基填料 (高速公路及一级公路上路床除外), 但考虑不添加固化剂的条件下, 淤泥颗粒主要粘粒为主, 内部空隙被粘粒填充, 淤泥翻晒时只能在表层发生水份蒸发现象, 内部水份无法挥发, 通过翻晒将淤泥含水率降至最佳含水率用时过长, 工程应用不可行, 建议添加 3%~6% 水泥来促进颗粒间相互凝结以保证淤泥在高含水率条件下具有抗剪或抗压强度, 确保淤泥在翻晒过程中大颗粒间的空隙不被微小淤泥颗粒填充, 以利于颗粒间水分挥发以减小翻晒时间。

#### 4.2 实际工程抽查结果

随机抽取 13 组广州市河涌整治项目所产生的淤泥固化土样本进行相关指标检测, 其检测结果见图 2 所示。

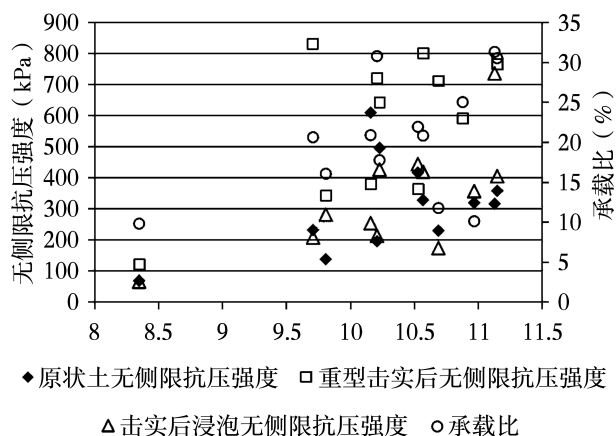


图 2 实际工程中淤泥固化土力学性能检测结果

考虑淤泥固化土用作路基填料时, 实际施工中需对固化土进行翻晒、压实, 同时考虑路基可能受雨水浸泡软化, 故在原状土无侧限抗压强度检测的

基础上,增加了重型击实及重型击实并浸泡(4天)样本的无侧限抗压强度检测,以评估压实及浸泡对固化土无侧限抗压强度的影响。

(1) 固化土浸出液 pH 值为 8.4~11.2, 其中 pH 值较低者力学性能较差, 初步判断为固化剂添加量不足或搅拌不均匀所致。

(2) 对比图 1 及图 2: 实验室阶段固化土力学性能随着 pH 值的升高而增长, 实际工程中亦有类似结论, 但后者的正相关性并不明显, 其可能原因在于实际工程中施工单位对固化土进行了翻晾, 在翻晾过程中, 水泥水化过程中所形成的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  吸收空气中二氧化碳及二氧化硫导致 pH 值下降<sup>[8]</sup>。

(3) 实际工程中即使对固化土进行了翻晾, 其浸出液 pH 值仍超过 9.0, 应视为第 II 类一般工业固体废物, 固化土作为路基填料时应同时满足《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》的要求, 避免污染环境。

实际工程中固化淤泥承载比普遍达 20% 以上, 远大于《公路路基设计规范》要求限值, 满足路基填料设计指标的力学性能要求。

通过原状土、重型击实及重型击实并浸泡样本的无侧限抗压强度对比, 见图 2。固化土经翻晾、压实后的无侧限抗压强度明显高于原状土, 但受水浸泡后, 其无侧限抗压强度将明显降低, 平均降幅达 42%, 可见固化土用作路基填料时应对原状土进行翻晾并压实以提高其力学性能, 同时应避免路基受雨水浸泡, 路基填料底层距地下水位的距离不得小于 1.5 m, 且路基底部及路堤施工应采取防排水措施, 防止雨水进入路基。

## 5 结论

由于河涌淤泥中粘粒含量过高, 含水率较高, 河涌整治所产生的淤泥用作路基填料时应谨慎地对待固化土的力学性能与 pH 值的对立关系。提高水

泥添加量有利于力学性能提高, 但同时将导致固化土浸出液 pH 值升高, 一般认为水泥添加量小于 10%~15% 时, 其浸出液 pH 值小于 12.5, 当添加量达 20% 以上时, 所产出的固化土已经达到危险废物标准, 不宜在路基工程中使用。

淤泥固化原状土不宜直接作为路基材料, 在实际工程中宜将固化土进行翻晾至接近最佳含水率后再进行路基施工, 并须经压实; 淤泥固化土后期的力学性能增长迅速, 固化土养护时间宜较一般水稳土长; 淤泥固化土作为路基填料使用时, 路基填料底层距地下水位的距离不得小于 1.5 m, 且必须在路基底部设置防渗层, 并对路堤边坡采取防排水措施, 防止雨水或地下水进入路基内部。

## 6 参考文献

- [1] 王琳, 彭倩云, 徐冬英. 淤泥固化剂发展历程研究[J]. 江西建材, 2017 (2): 9-10.
- [2] 程福周, 雷学文, 孟庆山, 等. 高含水率疏浚淤泥固化的力学性质试验研究[J]. 科学技术与工程, 2015, 15 (1): 295-299.
- [3] 林宗寿, 韩兵强. 消石灰脱水法制备高强石灰固化剂的研究[J]. 武汉工业大学学报, 2000, 22 (1): 4-5, 24.
- [4] 罗海兵, 周莉, 肖兵. 对城市道路中淤泥固化土处理软土地基的浅析[J]. 中国市政工程, 2012 (4): 11-13, 21-22.
- [5] 俞元洪, 余朝伟. 淤泥原位固化技术在淤泥软基处理中的研究与应用[J]. 浙江水利科技, 2015 (3): 72-73.
- [6] 李二虎. 淤泥固化技术在软土地基处理中的应用[J]. 山西建筑, 2012, 38 (35): 62-63.
- [7] 张丽娟, 刘仁钊. 南沙港淤泥固化前后物理力学性能和微观结构变化[J]. 水利水运工程学报, 2015 (3): 31-36.
- [8] 谢国华, 闫晓满, 张程. 疏浚淤泥的定性及其固化土 pH 值的检测[J]. 水利水电技术, 2011, 42 (6): 101-104.
- [9] 冯志超. 粘粒含量对淤泥固化效果的影响及其机理研究[D]. 南京: 河海大学, 2006: 29.
- [10] 唐天华, 王颖, 李行. 水泥对淤泥质土固化效果的试验[J]. 水利水电科技进展, 2013, 33 (1): 41-42.



## Analysis of Negative Effects of Cement Solidified Sludge used as Subgrade

*Li mugui Zhang peijin*

**Abstract** The method of using cement solidified sludge as a subgrade can solve the problem of sludge outlet and reduce the demand for engineering earthwork in urban road construction at the same time. Previous studies were mainly focused on improving mechanical properties of solidified sludge. The effects of the amount of cement solidifying agents on the mechanical properties and pH value of the solidified sludge have been studied by analyzing the laboratory test data and the actual engineering data of the river renovation project in Guangzhou City. It was concluded that cement content should be controlled below 20% under hazardous waste control standards. It also clearly proposed that when solidified sludge was used as subgrade filler, on the basis of satisfying the subgrade design specification, it was still necessary to meet the general industrial solid waste management requirements of class II in "general industrial solid waste storage and disposal field pollution control standard". Strict waterproofing and drainage measures should be taken in actual project from the perspective of protecting the environment and maintaining mechanical stability of subgrade.

**Key words** solidified sludge subgrade filling pH

(上接第 22 页)

- mangroves in a semiarid coastal lagoon[J]. *Biology and Fertility of Soils*, 2000, 30: 460-68.
- [11] 尚军红, 康丽华, 罗玉萍, 等. 相思根瘤菌和解磷菌培养基优化及解磷能力研究[J]. *林业科学研究*, 2005, 18 (2): 177-182.
- [12] 龚韡斌, 刘君昂, 何雪香, 等. 植物根际微生物剂型及其应用研究[J]. *防护林科技*, 2009, 90 (3): 57-60.
- [13] 陆俊琨, 陈俊, 康丽华. 四株红树林促生菌的遗传分析鉴定及其促生能力[J]. *微生物学报*, 2010, 50 (10): 1358-1365.
- [14] 李玫, 何雪香, 廖宝文. 固氮菌与溶磷菌接种对红海榄生长的影响[J]. *生态科学*, 2008, 27 (4): 222-226.
- [15] 何雪香, 李玫, 廖宝文. 红树林固氮菌和解磷菌的分离及对秋茄苗的促生效果[J]. *华南农业大学学报*, 2012, 33 (1): 64-68.
- [16] 黄晓东, 季尚宁, 卢林刚, 等. 植物促生菌及其促生理 (续) [J]. *现代化农业*, 2002 (7): 13-15.
- [17] Black ME, Holguin G, Glick BR, et al. Root-surface colonization of mangrove seedlings by *Azospirillum halopraeferens* and *Azospirillum brasilense* in seawater [J]. *FEMS Microbiol Ecol*, 1999, 29: 283-292.
- [18] 袁辉林. 植物促生菌培养优化及作用机理研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2011.
- [19] 李玫, 廖宝文, 章金鸿. 底泥微生物在红树林生态系统中的作用[J]. *广州环境科学*, 2006, 21 (4): 21-25.
- [20] 王荣丽, 廖宝文, 何雪香, 等. PGPB 菌剂对 5 种红树小苗的野外交菌效应[J]. *东北林业大学学报*, 2015, 43 (1): 103-106.
- [21] 张晓君. 红树林促生菌 PGPB 菌剂优化及应用技术研究[D]. 长沙: 中国林业科学研究院, 2014.

## Research and Application on Mangrove Plant Growth Promoting Bacteria

*Li Mei*

**Abstract** Mangrove forest in China showed a trend of decreasing area and population depression. How to protect and restore mangrove as soon as possible was an urgent task, however the low survival rate of afforestation has always been a bottleneck factor. Previous studies have shown that there were plant-growth-promoting bacteria in the rhizosphere of mangrove plants, and the growth of mangrove seedlings could be promoted obviously after inoculation. The research progress and application status of mangrove plant growth promoting bacteria (including nitrogen-fixing bacteria and phosphate-solubilizing bacteria) were reviewed from the aspects of strain screening, strain optimization and inoculation effect and the future research direction was also prospected in this paper.

**Key words** mangroves plant growth promoting bacteria nitrogen-fixing bacteria phosphate-solubilizing bacteria inoculation effect

## 建立多维教育平台 营造低碳环保氛围

徐凤烧

(广州市越秀区雅荷塘小学, 广州 510000)

**摘要** 本文结合学校特色和小学生自身特点,把环保行为习惯细化到学生日常学习生活中,通过建立多维教育平台传播、实践低碳环保,提高了师生和家长的低碳环保意识,并引导学生学以致用,辐射到家庭和社区。

**关键词** 低碳 环保 多维教育平台

在全社会牢固树立低碳环保观念,是中国低碳环保建设稳步、和谐推进的坚实保障。也是落实绿色发展理念的正确途径之一。树立低碳环保观,培养低碳环保意识,主要还是靠教育。

### 1 融入校园文化,增强低碳环保教育的渗透力

学校打造内涵丰富而又不拘一格、富有特色的校园文化和优美整洁的校园卫生环境,营造低碳环保氛围,以鲜明生动的语言感染人、熏陶人、教育人,以发挥校园文化对学生低碳环保教育的渗透力。

(1) 学校利用校园网、广播、校讯通、宣传栏等宣传阵地大力宣传城市低碳环保。学校要求每个学生做到学习中最大限度地减少污染、降低消耗。例如爱护纸张,不乱扔垃圾,不使用一次性快餐盒,节约用水、用电等。学校为学生开放学生阅览室,开展环境教育读书周活动,教育学生积极阅读、观看环境教育书籍和声光像资料,鼓励学生积极阅读,鼓励学生做摘抄、写心得,较好地激发了学生阅读兴趣,提高学生写作能力,增强了学生的环境意识。

(2) 学校建立环保角,开展节约能源、节约用水、节约用电、节约原材料及废旧物品回收工作,

推进资源综合利用。学校组织学生开展“环保创意灯笼”、“环保画”、“环保玩具创意”等比赛,让学生从身边的小事做起,运用自己的智慧使废旧物品物尽其用,使低碳环保的魅力散发在校园的每一个角落,学生在潜移默化中拥有了真知识。

(3) 班级通过班队活动,结合植树节、世界森林日、世界水日、世界地球日、爱鸟周、世界环境日、世界无烟日等节日开展班队活动,进一步增强学生的环保意识和环保责任感。如4月22日世界地球日开展“拯救地球妈妈”主题队会;5月31日世界无烟日开展“吸烟有害健康”征文竞赛等活动;6月5日世界环境日前后,组织学生开展“环保奉献日”社会实践活动。活动中,通过视频、图片、竞答、手抄报设计、设计垃圾分类宣传口号等环节让学生们了解垃圾分类的重要性,以及垃圾该如何进行分类,并向家庭成员宣传垃圾分类工作,做家中的小小监督员,让全家都参与到垃圾分类工作中。

### 2 融入课堂教学,提升低碳环保教育的有效性

学校在遵循教学大纲要求的基础上,把低碳环保教育融入到课堂教学中,让学生掌握端正的科学态度和正确的科学方法,为学生进行更有深度的环保实践活动打下良好的基础,提升低碳环保教育的

有效度。

## 2.1 把低碳环保的传播融入到课堂教学中<sup>[1]</sup>

整合各学科的资源,发挥学科的优势,在课堂教学中有机渗透环保教育,从中增强师生环保的使命感,还培养了学生的创新意识和科学素养。

(1) 品德与社会课上,老师通过组织学生收集有关资源的资料,调查交流、图片展示、介绍询问等,帮助学生从中了解低碳环保的重要作用,并以活动提升学生已有的经验,引导学生在日常生活以外,从工农业生产、城市建设、动植物生长等方面进一步了解低碳环保与我们生活的密切关系,让学生获得更真实的情感体验,使心灵受到震撼,从而产生保护生态的意识。

(2) 科学课上,学生在老师的引导下,开展了变废为宝的堆肥活动。学生把自己制作完成的堆肥收集起来带到学校中,在校园中找到有植物生长的地段,将自己制作的堆肥作为表面追肥铺置于植物表面的土壤。每隔固定的时间,老师都会带领学生在校园里收集落叶和厨余垃圾,放置到堆肥收集桶里,控制好堆肥的水分、温度和时间。等堆肥完全成熟了,便可给植物追肥。学生利用落叶、厨余等垃圾进行二次使用,发挥了垃圾的价值,形成了良好的环保循环。

(3) 语文课上,老师结合学生的习作练习:“未来的——”开展环保活动。课前让学生设计未来的环保家庭、环保学校、环保城市等。课堂上让学生分组交流自己设想和构图,并组织其他学生对设计进行评议,将同学们的构想在课外出版一期未来环保设计专刊,互相分享学习。

(4) 综合实践活动课上,老师指导学生开展环保创新活动。如举行“变废为宝大擂台”活动,有的学生用吸管、碎纸片、毛线、花生壳、树叶等拼贴成一幅幅色彩鲜明、立体感强的拼贴画,有的学生用易拉罐、玻璃瓶、挂历纸等做成有趣的笔筒,有的学生用塑料袋、回形针、报废的光盘等制作成环保作品时……学生从中了解不少废弃品经过巧手处理,能成为一件令人赏心悦目的作品,认识几乎

所有的物品都有再次利用的价值,从中锻炼学生的动手能力和创造能力,培养了学生的环保意识。

## 2.2 把个性化的低碳环保教育融入到校本课程

学校充分利用教师、家长志愿者和学生的资源、本土文化资源以及地方性知识,开发《科学真有用》与《家园》两套校本课程资源包,鼓励孩子们根据自己的兴趣、爱好和个人发展的潜能自主选择主题,开展研究性学习,个性化地进行低碳环保教育。《家园》以“家园”为主线,引导学生从生活中的身边现象入手,例如关注“白色污染”、“废水废气”、“玻璃幕墙”、“噪音”等话题,指导学生由此开展调查,搜集相关图文资料,整理成综合实践报告,在每一个主题活动后进行展示、交流。在每一个低碳环保主题活动后进行展示、交流。《科学真有用》课程设计为低、中、高三个年部,每个年部知识内容呈螺旋式上升,高一年部的课程不仅是对低一年部课程的回顾,同时也在原有的基础上引导学生做更进一步的探究,由此为更高的年部学习奠定基础。

这些课程融知识传授、能力培养、素质教育于一体,着力培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力以及创新精神。通过学生运用研究性学习方式,发现和提出问题、探究和解决问题,培养学生自主与创新精神、研究与实践能力、合作与发展意识,是全体学生在每周一次的社团活动选择修习的课程,从而把低碳环保的种子播撒到学生的心田,为环保意识的持续养成打好坚实的基础。

## 3 整合多方资源,打造有特色的环保实践活动

学校建立一种大课堂教育观——社会即课堂,突出“活动”与“渗透”,强调“实践”与“体验”。整合了区内各级教育基地和校外社会实践基地的多方资源,组织学生开展形式多样的环保实践活动,把所学知识广泛渗透和应用于现实的生活和社会实际之中,开阔了孩子的视野,启迪了他们创

新探究的智慧。

### 3.1 “校园环保大讲坛”是传播环保知识的重要平台

环保大讲坛是学校的传统活动项目。每学期,由学生、教师、家长、专家等组成主讲团队,从生活中的生态热点问题中选出主题,开展专题讲座,并进行现场互动。例如,开展《科技改变生活——天蓝蓝,水清清》的论坛,专家引领学生回顾广州市环境的大转变,让孩子们体会到环境的改善和保护使我们的生活更美好。在《开展绿色生活,减少白色污染》论坛中,家长讲师团的成员以惊心触目的图片和真实的数据资料震撼着师生,使学生明确正确的环保道德行为,争取做一个有社会公德和责任感的公民。这样的活动拉近了孩子们与环保的距离,大家深刻领悟到人人都有保护环境的责任。

### 3.2 拓宽优质教育途径,增设环保实践平台<sup>④</sup>

学校大力推进校外专题研究活动。除了利用春秋游组织学生参观科技馆、博物馆等,寒暑假教师、家长还带领学生参与社会大课堂的实践活动。例如孩子们探讨广州东濠涌水质问题,追寻流花湖肆虐的绿藻成因等。在家委会的策划和组织下,学校的小记者和老师、家长来到广州市李坑垃圾焚烧发电厂,共同体验绿色环保大意义。在操作室里,师生亲眼目睹了垃圾坑里大量的垃圾,如何经过工作人员现场的分类、焚烧的处理过程,还通过视频观看了垃圾处理的流程与垃圾资源的回收利用,以及采用“生物处理技术”变废为宝的高科技技术,这些都让孩子们大开眼界,赞叹不已。学习参观后,孩子们主动向亲戚朋友、老师同学们宣传垃圾的危害、分类的重要性,发动大家齐动手,对垃圾进行合理分类,减少垃圾的产生,多参与环保活动。

在社区工作人员的带领下,学生通过访问小区物业管理人员对小区环境问题的管理情况,访问社区居民,访问自己的父母对环境的认识,通过亲自调查小区和家庭的噪音状况,用水量状况,垃圾分类状况,一次性制品使用情况等等,多角度了解社会中存在的各种环境问题。

### 3.3 开展系列环保监测和研究活动,提高环保实践能力

学校积极组织环保小志愿者参加水质、气象、植物等一系列的生态环境监测公益实践活动。如开展的水质生态监测系列活动包括了珠江水质及生物多样性调查研究、对广州市东濠涌蜕变及植物生态治理的研究、白云湖与广州生态水城建设的研究。每个系列活动过程包括前期准备、问卷及实地调查、选择分析及实验研究、成果展示及推广应用四个步骤。学生根据各自感兴趣的问题,在教师的指导下设计研究课题,制定研究计划。首先进行动、植物在不同水质中生长的实验,筛选并确定可用于水质监测的生物,及下一步水质的净化实验使用的研究对象;然后创设一个生态环境,设计好各变量的数量,检测各种生物在改善水质方面的效果;还可以根据不同生物的特点,尝试组合运用,寻求处理效果好、造价低、耗能低、运行成本低的生物治理方法,形成生态修复系统。通过这些实验引伸,拓宽研究的范围,引导学生向更深层次思考。

小志愿者们通过学习、调查、实验,掌握一定的知识和技能以后,将调查结果整理成文字、图片材料,作为阶段性成果进行展示:例如开展专项科普知识竞赛(内容包括水环境及水资源的知识、保护生物多样性、关注生态环境、开展生物治理等内容);开展环保研究小论文、手抄报、黑板报设计评比等活动;有学生以《还羊城清流,现生态水乡》的主题,展示了监测环境质量的成果,提出了利用植物的多级净化及景观的修复功能来改善水质的策略,提高学生自觉参与社会公共事务的公民意识。

## 4 深入家庭、社区,提高低碳环保教育的辐射力

在小学生低碳环保意识的塑造和养成教育过程中,学生在生活中寻找研究方向,在寻找的过程中解放眼睛、手脚,学会观察,学会动手,培养了朴实厚重的品格、严谨科学的态度,也能将课本的知



识应用到生活实践中去。

#### 4.1 活学活用，进行环保生活改造

学生自觉将环保与生活结合，对家居生活进行了改造。如有学生发现用纸板箱装东西，有时候东西多了一些，上面的封口就会撑起，灰尘或蟑螂老鼠等很容易进去。如果想要封住纸板箱，就需要用到绳子绑或者胶纸贴。但要往里面放东西或取里面的东西时，用绳子就很麻烦，而用胶纸就很浪费。学生于是就突发奇想，用一些废置的物品，设计出既可以把纸板箱封紧又能简单取出东西，而且还可以长期使用的纸板箱封口器。又如有学生发现大量的洗发水、沐浴露、洗洁精、洗衣液等日常生活用品包装都是塑料瓶，瓶子里的液体用完就丢掉，十分浪费，于是就设计出可以灵活置换，方便卫生的替换装直连固定装置。

#### 4.2 小手拉大手，带动家庭走向环保

学校鼓励学生主动向家长宣传用水、用电、垃圾分类等环保理念，如：“垃圾分一分，环境分十分”、“少开一天车，可减排二氧化碳 8.17 千克”、“少买一件不必要的衣服，可减排二氧化碳 2.5 千克”、“1 天少抽 1 支烟，每人每年可节能约 0.14 千克标准煤，相应减排二氧化碳 0.37 千克。如果全国 3.5 亿烟民都这么做，那么每年可节能约 5 万吨标准煤，减排二氧化碳 13 万吨”等知识，并制定“家庭环保公约”，家庭成员共同遵守。

#### 4.3 学校带动社区，为低碳社会服务

学校与北京街社区联合开展垃圾分类宣传活动。学校利用双休日、寒暑假组织学生通过宣传板报、标语、发放宣传资料等各种渠道、方式积极向市民进行宣传，进行环保宣传，为改善社区环境出谋划策，贡献力量。学生更把研究成果辐射到社区，提升社区居民生活质量，通过广播、电视、网络等媒体开展环境宣传教育，提高公众环保意识，保护好我市水域的生态环境，共同保障人们的饮水安全和生命健康，稳定和谐发展。

### 5 结语

综上所述，阐明了通过学校开展多元的开放性低碳环保教育活动，把科学精神融入到校园活动中，把科学态度、科学方法渗透到课堂教学中，把环保行为习惯细化到学生日常学习生活中，建立了多维教育平台。同时积极创造条件让学生亲历探究活动，拓展了学生的生活和学习空间，拓宽了学生的视野，激发了学生的探究兴趣，既共同营造了低碳环保的氛围，在传播和实践低碳环保过程中，还有助于提高师生环境意识和社会公德。

### 6 参考文献

- [1] 王龙. 中小學生環保教育漫談[M]. 長春: 吉林教育出版社, 2012.
- [2] 李進, 許夢娟. 四點突破 實現小學科學實驗教學的綠色低碳[J]. 遼寧教育, 2011 (Z1): 81-82.

## Building a Multi-Dimensional Education Platform to Create a Low-Carbon School Environment

Xu Fengrao

**Abstract** In this paper, it discussed that the environmental behavior habits were refined into the daily study and life of students in primary schools according to the characteristics of school and primary school students. By establishing a multi-dimensional education platform to spread and practice low-carbon environmental protection, the awareness of low-carbon environmental protection of teachers, students and parents was improved, and students were guided to apply what they have learned to families and communities.

**Key words** low carbon environmental protection multidimensional education platform

# 通过低碳教育，创建农村特色学校

黄雀然<sup>1</sup> 罗惠惠<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>增城区派潭镇七境小学，广州 511385；<sup>2</sup>增城区增江街第二小学，广州 511385)

**摘要** 七境小学以低碳教育为理念，作者开创性地运用低碳教育“五结合”，提高了学生低碳意识，培养学生良好的行为习惯。低碳教育现已成为该农村小学的办学特色，大大促进了整体的办学水平。

**关键词** 教育理念 师资建设 低碳教育 五结合

## 1 以低碳教育为理念，引领特色学校建设

近年来，该校大胆开展新课程改革实验，积极探索素质教育的新思路。2013年9月，结合校情，该校将低碳教育列为学校特色教育，以低碳教育为抓手，把低碳教育作为实施素质教育的突破口和着力点，把校园低碳建设计划列入学期工作目标，制定活动计划和管理制度，引领师生践行低碳生活。通过低碳特色教育，打造特色品牌，以点带面，促进师生良好的行为习惯养成，形成良好的校风，提高学校的整体办学水平。

## 2 加强师资建设，提升特色学校建设

要提高低教育的质量，还要有一支业务精，素质好，勤于钻研，有开拓创新精神的教师队伍。该校特别重视低碳教育指导教师素质的提升。加强校本培训，经常组织教师进行理论学习和方法指导，把培训工作抓牢、抓实。

采用“走出去，请进来”的模式提高教师的能力，达到“借船出海、借梯登高、借力发展”的目的。每年都有计划地派出教师外出学习、参观、听讲座，学习外地经验，使他们掌握先进的低碳教育理论和实践能力；邀请外地名师、专家担任承担教

师培训工作和学生低碳活动辅导的任务。经过培训，学校教师能力得到明显的提高，目前，该校已拥有一支力量较强的师资队伍，两年来，有十多位教师所撰写的低碳论文在区、市获奖。

## 3 家校合力，共创双赢

在低碳教育中，学校教育是主渠道，家庭教育是学校教育的补充和延伸，二者是紧密相连的，家校合力共同教育是一种有效方式。家长是学生的启蒙老师，家长的低碳意识和行为都会影响孩子在生活中自觉低碳的习惯。提高家长的低碳意识，向家长宣传低碳的重要性，有利于学生低碳行为的培养。为此，每学期该校都会邀请区、市的有关环保专家，为家长们举办低碳生活专场讲座，积极向家长宣传低碳，倡议家庭践行低碳生活。家长学以致用，在日常生活中督导孩子的低碳行为，这种“大手拉小手”的做法，进一步升华和巩固了学生在校学到的知识和技能，使学校“低碳”教育取得实效。

## 4 低碳教育“五结合”，开展特色学校建设

该校将低碳教育与环境建设、教育科研、课堂教学、低碳活动、激励机制相结合，以“五结合”

模式开展低碳教育活动。

#### 4.1 与环境建设相结合

##### 4.1.1 文化环境建设

打造低碳走廊。充分发挥校园文化建设的隐性教育功能, 把校园文化建设与低碳教育相结合, 努力创设浓厚的低碳教育环境。按照“低碳知多点——七境小学低碳作品展”的思路把学校教学楼的走廊自上而下建设成低碳走廊, 让学生在潜移默化中受到熏陶。“低碳知多点”: 图文并茂介绍有关认识低碳、践行低碳的知识, 其中有《创造改变生活》、《人与自然》、《低碳环保百问百答》、《养成低碳生活好习惯》、《节能减排的低碳生活》、《低碳生活与环境保护》等书, 让学生走近低碳, 认识低碳, 萌发低碳环保意识。“七境小学低碳作品展”: 将七境小学师生践行低碳的作品, 如变废为宝小制作等, 挂于墙上, 让师生去欣赏, 增强师生成功的自豪感和创造信心。

##### 4.1.2 物质环境建设

(1) 要提高学生的低碳素养。除了让学生耳闻目睹外, 还要给学生提供一个实践平台, 今年4月份, 该校向当地农民租了两亩多地, 建起一个校外蔬菜种植基地, 供学生实践与研究。基地的建成, 为学生提供了实践的平台, 提高了学生的实践能力。

(2) 领导极其重视校园环境建设。两年来, 先后筹集资金20多万元, 以“建设生态型校园, 显现校园文化品位”为宗旨搞好校园绿化规划设计。经统计, 现在校园绿化率达到了35%, 盆栽与地栽互补, 树木与花卉并存, 绿化与小景布置结合, 校园四季常青、月月飘香, 处处都焕发出低碳的活力, 充盈着低碳的芳香。

#### 4.2 与科研相结合

“让课题引领课程改革”。在低碳教育中, 该校以“课题研究”拉动课改实验, 摸索出符合学校低

碳教育发展的捷径, 编成校本教材, 供学校开展低碳教育活动使用。2011年2月, 该校进行区级《农村小学低碳教育探索》课题研究, 通过“基于实践, 获得问题——基于问题, 解决问题——基于科研, 回归实践——基于反思, 开展活动”的模式, 探索出符合学校开展低碳教育活动的金点子。该校依据实践和成果, 自编校本教材《低碳行动总动员》, 作为学校地方课程教材使用, 全校同诵《低碳三字经》, 同唱《低碳贝贝》。《农村小学低碳教育探索》为学校低碳教育活动的开展提供了有力的实践依据。

#### 4.3 与课堂教学相结合

学校把星期五下午的兴趣小组活动课定为低碳活动教育课, 有计划地安排低碳教学内容和开展有关的低碳活动, 将低碳活动课列为课程教学保证了低碳教育的教学时间。另外, 该校还结合学生的实际, 定出各学段的发展目标: 低、中年段侧重于培养学生的动手能力和参与能力; 高年级侧重于培养学生的实践能力和低碳意识。教师围绕学段发展目标, 以校本教材《低碳行动总动员》为基础, 参考重庆市科协主编的《小学低碳活动指南》, 设计教学内容, 创设生动的低碳课堂。

依据学科特点和教材内容, 有意、有序、有机地渗透低碳教育。如, 综合实践课, 开展变废为宝活动, 用旧的报纸、挂历、饮料瓶制作装饰画、风筝、笔筒等; 语文学科中, 就有关的低碳问题写建议书、编故事、演讲等, 让学生成为“环保低碳生活”的倡导者和实践者; 科学学科中, 开展低碳考察、科学实验等活动, 养成节气、节电、节水的习惯……

#### 4.4 与低碳活动相结合

##### 4.4.1 举办低碳节

为了推动学校低碳活动的发展, 每年的12月, 该校都会举行为期两周的低碳节。低碳节内容丰富, 趣味性和知识性相结合, 有低碳知识竞赛、低

碳故事演讲、低碳征文、变废为宝制作等,全员参加,作品择优评选。优秀征文通过学校广播播出,优秀的作品在“低碳长廊”展出,供全体同学参观。低碳活动节为学生的才艺展示提供了一个平台,激发了同学们参与低碳活动的热情,极大地推动低碳教育在学校的蓬勃发展。

#### 4.4.2 以与低碳环保相关的纪念日或重大节日为契机,开展低碳活动

2016年3月12日植树节,开展了“爱绿护绿”活动,组织了“每班领养二棵树,护养一片草”活动;“低碳生活体验日”全体学生进行低碳活动宣誓,倡议停用洗衣机一晚,手洗衣服;倡议三年级以上的学生走路上学,节能减排体验低碳生活。

#### 4.4.3 开展低碳科普阅览

利用书香读书节为契机,开展低碳科普阅览,营造浓厚校园低碳书香氛围。录制低碳类电视节目,如中央电视台的《科技博览》、广州电视台的《生活计仔多》等让学生观看;开放学校图书室,充分利用学校图书室的低碳环保类书籍,让学生借阅;鼓励学生个人、班级购买低碳环保类书籍,建立班级图书角,共享资源。

#### 4.5 与激励机制相结合

(1) 以目标评价,给学生颁发“低碳之星”合格证书。学校制定低碳教育活动目标三大块(低碳意识、践行技能、活动成果)20项指标,达到其中12项的发给合格证书,并以此标准评选学校“低碳之星”。

(2) 在精神或物质上给在各级竞赛中获奖的学

生予以奖励。

(3) 建立科学而合理的评价机制,对教师在低碳教育中获得成绩(如辅导学生、个人作品获奖等)列入评先、岗位设定、绩效性工资中。

## 5 结束语

每一所学校要结合本校的实际情况,依据自身发展的特点和条件,总结和寻找适合自己学校低碳教育发展的特色之路,坚持把低碳与行为等多个方面相结合,从大处着手,从小事入手,开展形式多样的教育活动,让“低碳”融入学生的学习和生活中,这样就能提高学生的低碳意识,促进学生的养成教育。

作为一所农村小学,从该校运用低碳教育与环境建设、教育科研、课堂教学、低碳活动和激励机制等五结合的实践证明,低碳教育已成为该校办学的特色,收到很好的效果,还大大促进了学校整体的办学水平。

## 6 参考文献

- [1] 徐关前. 节约型校园建设的意义解析[J]. 高等建筑教育, 2009, 18 (2): 164-166.
- [2] 侯浩, 刘霞. 低碳校园建设的循环管理策略研究[J]. 太原城市职业技术学院学报, 2011 (8): 109-110.
- [3] 王宪杰, 孙桂娟, 吴庆磊, “三位一体”低碳校园的创建与实践[J]. 环境教育, 2010 (9): 63-64.
- [4] 彭森, 史云峰, 董园. 低碳校园建设的现状与对策初探[J]. 当代教育论坛: 管理版, 2010 (10): 23-24.
- [5] 毛学东. 低碳校园建设探讨[J]. 能源研究与管理, 2010 (3): 10-12.

## Building Special Rural Schools through Low-Carbon Education

Huang Queran Luo Huihui

**Abstract** Qijing primary school took low-carbon education as its concept and innovatively used the "five combinations" of low-carbon education to improve students' low-carbon awareness and cultivate students' good habits. Low-carbon education has now become the characteristics of the rural primary school, greatly promoting the overall level of education.

**Key words** educational idea construction of teachers' team low carbon five combination



# 低碳教学在小学美术课堂中的实践与思考

曹翠霞

(广州市白云区同和小学, 广州 510515)

**摘 要** 本文根据小学生是低碳教育的“易感”群体, 既能激发更深的低碳意识。非语言创作表达的美术活动, 也能更好地灌输低碳理念, 以推进不同类型孩子的身心低碳体验进程。

**关键词** 低碳教育 美术课堂 创意 融入 寓教于乐

## 1 国内外小学低碳教育比较

### 1.1 国内低碳教育现状

小学生是低碳教育的“易感”群体, 所以在小学课堂中融入环保观念是最容易产生理想的效果。中国在低碳教育方面尚在起步阶段, 虽然也采取了一些举措, 但还是不被重视。低碳教育在国内普遍来说, 只是一种任务式的, 表面式的口号。因为课堂的空洞, 行为规范效应不足, 及缺乏硬件上的支持, 低碳教育并没有落到实处。

### 1.2 发达国家的儿童低碳教育方式参考

国外以日本为首的发达国家, 还有美国、英国、德国等很早就在儿童中开始了低碳教育, 在环境教育方面积累了许多成功经验: 完善的环境教育保障制度、形式多样的社会教育实践活动、学校-社区相结合的环境教育模式等有力的支持着低碳活动开展<sup>[1]</sup>。低碳教育应该作为重点内容融入到基础教育的科目中去, 并切实开展活动, 潜移默化地影响学生。

对于低碳教育课堂来说, 美术课具有特定的优势。通过儿童对图像直觉式的观察感悟, 非语言创作表达的特质, 能够更好地灌输低碳理念, 推进不同类型孩子的身心低碳体验的进程。全球灾难性气

候变化屡屡出现, 已经严重危害到人类的生存环境和健康安全, 帮助儿童在艺术活动中提高环保意识, 宣传环保概念, 应该是美术教师的重要任务。

## 2 巧妙选取内容, 创意融入低碳理念

在美术课进行低碳教育, 应针对受教育者的特点设置有效的教学活动。首先, 要让学生了解环境保护教育的重要性和迫切性。然后根据小学生的年龄特点, 抛弃长篇大论收效甚微的空洞说教, 利用图像直观形象地给学生留下深刻的印象。其次, 在美术课堂上, 利用自身与周边教学资源进行课程开发, 巧妙的选取有趣的内容, 通过富有创意的图像或有趣的动画, 让学生认识什么是低碳行为, 如何低碳生活, 帮助学生树立低碳意识和低碳生活的理念, 让学生认识到保护环境的重要性。如《壮观的大世界》一课, 结合现在的灰霾天作切入口, 引入全球变暖的问题, 让学生知道环境恶化是会影响到每一个人, 增强学生的绿色生活意识。《寻找身边的民间美术》一课教师巧妙改为《寻找身边的低碳美》, 让孩子们自己收集低碳资料信息, 收集天然素材, 制作环保美术作品, 运用拍卖的形式进行渗透环保观念, 该课获广州市低碳 DV 一等奖(如图 1)。老师经常适当调整教学内容, 把环保教育的比重加大, 积极依托美术教学分层次、分阶段



图1 寻找身边的低碳美

循序渐进地对学生进行环保教育的有效渗透,引导学生关注并积极参与低碳生活实践。

### 3 通过儿童对美术图像直觉式的观察感悟,激发更深的低碳感悟

非语言创作表达的特质,能更好地灌输低碳理念,推进不同类型孩子的身心低碳体验的进程。环境保护的主题漫画及宣传画比较容易引起学生关注,因为它和我们的生活息息相关,教师利用绘画这种直观的影像很容易与学生产生共鸣。在上这些课程时,老师准备了大量的环境被破坏的图片和动画视频,学生也尝试收集图片资料。课堂上学生都被这些图片信息震撼着,从内心深处感受到了人类的可怕行为,纷纷拿起画笔画出自己心中的想法和对未来美好生活环境的期望。课间,每个学生结合各自的生活经验,小组设计低碳宣传画,全校评比表彰并张贴于重要的位置,学生的参与积极性极高。

### 4 养成良好的用材习惯,练就慧眼变废为宝

#### 4.1 通过自然选材,可以培养学生勤俭节约和巧取材料的优秀品质

在课堂上老师要求学生做到不浪费一张纸一支笔,节水节颜料,养成良好的使用画材习惯。教师可经常带领孩子们巧妙运用环保素材,如:树叶、稻草、废纸、泥巴、废弃木头、吸管、旧毛线、包

装盒、包装纸、瓜子壳、旧挂历以及饮料瓶子、瓶盖等等作素材进行设计制作,树立可持续发展的低碳观念。通过收集创作,告诉学生变废为宝本身就是一种低碳环保行为,它可以使物品发挥多种使用功能,做到物尽其用,能够加工成美丽的艺术品。

#### 4.2 使课堂教学成为废品处理的一种途径和方式

从美术课堂教学入手,针对各年级学生的认知特点进行创意的引导,使美术课堂不再是生产废品的课堂,而是对废品进行合理运用。老师把美术课堂搬到操场的树脚下,让二年级的学生在地上捡取落叶,进行贴画设计,在听着鸟语看着飘叶的情景中,学生更加会感受到自然的美,从而更热爱自然(如图2)。中秋节前,全校学生进行环保灯笼设计,用干净的废品制作的灯笼并展示,学生都惊讶的发现,原来废弃用品巧妙利用,创作出的作品更与众不同(如图3)。



图2 美丽的叶子



图3 环保灯笼设计比赛

### 5 寓教于乐,让学生感受低碳并主动参与,使低碳理念形成活动载体

#### 5.1 在美术活动的领域内激发学生,积极参与“低碳美”活动

通过变废为宝小创作、设计环保小海报、环保时装秀、低碳宣传画展等一系列具体活动,帮助学生树立低碳、绿色环保理念,积极倡导低消耗、低开支的生活方式,引导儿童共建绿色环境,共享绿

色生活<sup>[2]</sup>。让每一位学生亲自参与到环保活动中, 会让学生真正体会活动的意义, 并内化为自觉的行为, 那会比无数次说教更有说服力, 所以教师在低碳美术活动中不断运用把具有传统特色的剪纸、皮影、扎染等融入到低碳美术活动中去, 不断创新。

## 5.2 形成有自己特色的低碳美术活动

在剪纸课上, 教师让孩子们用剪纸的形式制作皮影, 并编成低碳故事上演 (如图 4)。由美术老师所编导, 由全班孩子表演的具有南粤特色的低碳皮影戏《还我花果山》获白云区环保节目一等奖, 广州市环保节目二等奖, 并到广州图书馆展演, 独具岭南特色而又有环保深度的表演获得无数好评。另外, 低碳美术队会课《我的低碳皮影戏》获市低碳 DV 三等奖。多次比赛表演均由全班学生上场, 一个都没有少, 让环保在每一个人心中发芽。



图 4 皮影戏《还我花果山》

美术课堂上每个学生运用废旧材料制作设计独特的环保服装, 并在学校艺术节上尽情展示自我同时, 也懂得了低碳行为可让生活更美好 (如图 5)。

## 6 构建低碳氛围的环境, 将低碳内容教学常态化趣味化, 催生升华效应

在任何课堂实践中渗透低碳意识, 是一个长期的过程, 并不是通过一两次活动就能取得成效的, 所以作为引导者, 教师应该坚持不懈。在适当的课堂环节上, 可以用图片为主, 结合故事, 创造一种



图 5 环保服装展演

氛围, 先普及低碳知识, 后通过活动进一步深化, 将低碳环保理念、低碳生活方式深入人心, 让每个学生心中种下环保的种子。低碳其实是一种节能生活方式和环保的意识, 教师也可以整合其他学科学习环境保护知识, 掌握一些环保技能, 从而围绕美术实践开展环保主题活动, 将低碳内容在轻松的说、看、做等活动中内化为自己的意识。从美术实践活动看, 从学生参与率及活动成效看是很显著地, 说明艺术具有很强的感染力, 最终能促进其人格和谐发展。

## 7 结语

帮助儿童在艺术活动中提高环保意识, 宣传环保概念, 是美术教师的重要任务。小学生是低碳教育的“易感”群体, 所以在小学课堂中融入环保理念最容易产生理想的效果。课堂上通过儿童对美术图像直觉式的观察感悟, 能激发更深的低碳感悟。非语言创作表达的特质的美术活动, 能更好地使美术课堂不再是生产废品的课堂, 而是对材料进行循环合理利用, 使课堂教学成为废品处理的一种特殊方式, 促使学生产生升华效应。

教师只是引导者, 应充分挖掘学生的主观能动性。任何活动都是在当时的情景和氛围下对学生有短暂的影响和触动, 如果想维持这种学生对低碳活动的热情和关注度, 必须将这种活动多样化开展, 意识常态化, 即让它成为校园生活的一部分。“低碳生活不是一种能力, 而是一种态度, 愿人人都能

(下转第 41 页)



# 小学节能减排之教育策略研究

萧秋红

(番禺区洛浦洛溪小学, 广州 511400)

**摘要** 本文认为低碳时代下, 学校理应承担起节能减排的教育责任, 成为社会的模范和先导。但是学校一定要注意教育的策略, 这就是做到节能减排教育与制度建设、与课堂教学、与综合实践活动课程以及在学校少先队活动等四个方面相结合。

**关键词** 节能减排 课堂教学 综合实践 少先队活动

“低碳”一词来源于《联合国气候变化框架公约》第十五次缔约方会议在丹麦首都哥本哈根召开的峰会上。12天的时间里, 192个国家和地区的代表将决定2012年之后人类如何应对气候变化。这个被冠以“有史以来最重要的会议”、“改变地球命运的会议”等头衔的全球大会, 把“低碳”一词传遍了全世界的每一个角落, 唤醒了人们对当前环境和气候的深刻反思。所谓低碳生活就是指生活作息时所耗用的能源要尽量减少, 从而减少二氧化碳的排放, 减少环境污染、生态系统退化、资源约束趋紧的严峻形势。因而在低碳时代下, 大力推进节能减排已成为承担环境保护责任、化解日益严峻气候问题的必然选择, 是推动经济进入创新驱动、内生增长发展轨道的重要途径<sup>[1]</sup>。校园肩负着教育、科研和社会服务的重任, 是推动社会进步的重要动力, 是人类文化遗产的源头。学校理应承担起节能减排的教育责任, 从而成为社会的模范和先导。但是学校节能减排的教育不是简单的说教。我们一定要注意包括小学教育的策略。

## 1 节能减排教育与制度建设相结合

“无规矩不成方圆”, 学校的各项规章制度, 对学生行为习惯有着规范的作用。而这些规章制度只有在切合学生的实际情况, 以及大部分学生认可的

前提下, 学生才能从被动的约束到自觉遵守<sup>[2]</sup>。要使学生形成节能减排、低碳生活的行为习惯, 不能仅仅依靠教师的督导, 还必须有制度的规约。因此学校应该围绕校园浪费现象比较突出的用水、用电、用纸等方面, 面向全体, 集思广益, 征集学生的建议, 制定《学校节能减排指引》, 健全节能减排、低碳生活的监控机制、评价机制和激励机制。

《学校节能减排指引》的制定上, 结合学生、老师的建议, 充分考虑具体情况, 笔者认为重点在以下几个方面:

### 1.1 节约用水方面: 做到“用防结合”

(1) 用好自来水、直饮用水。巡查学生饮用直饮水情况, 直饮水仅供解渴饮用, 不作清洁洗刷、玩耍等其他用处。

(2) 防止管道、水龙头漏水。经常检查厕所使用情况, 防止冲水设备失灵滥放水, 造成水资源浪费等。

### 1.2 节约用电方面: 坚持“分项管理”

(1) 照明用电: 区分阴晴天气, 杜绝长明灯, 做到人走灯灭, 切断所有不必要的电源开关。

(2) 网络用电: 提高用电效率, 适时使用, 不开空机, 教职工禁止用电脑从事于教学及学校工作无关的活动。



(3) 电器用电:合理使用电扇与空调,高温时段(室内气温高于 $30^{\circ}\text{C}$ ),当电扇解热有效时,仅使用电扇;必要使用空调时,也要防止空转造成浪费电资源。

### 1.3 节约用纸方面:践行“循环利用”

(1) 文印室打印、复印材料,各类学科、宣传等用纸,经学校相关领导批准后尽量进行双面印制,且作好记录。严格禁止将学校纸张用作私人用途。

(2) 做好垃圾的正确分类投放,可回收的包装纸箱以及废纸等及时回收利用,或者统一售给收购站,所得的资金用于学校购买各类用品。

资源的节约远不止上述几个方面。《节能减排指引》制定的关键在于结合实际,集思广益,便于执行,充分发挥学生的智慧,让学生成为制度的构建者,而不是被动的接受者。

学校还应该健全节能减排、低碳生活的监控机制、评价机制和激励机制。每一名学生应该成为规则的执行者和监督者,主动对老师和后勤人员进行监督。同时,鼓励学生积极互相监督,从细节做起,从小事做起,努力将低碳日常行为规范日渐转变为学生的低碳日常行为习惯<sup>[3]</sup>,这样就能营造“人人参与建设、人人参与管理、人人得到提高”的教育氛围。为保障《节能减排指引》的实施,使教育落到实处,提高学生遵守规范的自觉性,学校还可将节能减排、低碳行为与学生、班集体、班主任的评价挂钩,纳入“低碳达人”、“文明班”、“优秀班集体”、“低碳校园之星”、“优秀班主任”等评比中,并进行公示表扬,营造低碳激励氛围。

## 2 节能减排与课堂教学相结合

课堂是实施素质教育主阵地,更是进行环境教育的重要渠道。学校进行低碳生活、节能教育,教师就应该重视在各科课堂教学中找到低碳生活节能教育的渗透点和渗透方法和时机,努力开发课程资源,将课程与学生的生活环境结合起来,活用

教材,增强学生参与感,学生在课堂中了解环境保护的重要意义,掌握低碳节能知识和技能,对生态平衡、资源、污染、垃圾分类等概念有初步理解的同时,不断强化学生爱祖国、爱民族、爱大自然的思想品德教育,从而积极地参与低碳节能的行动。

(1) 在科学课中蕴藏着丰富的环保知识:太阳能的利用、矿产的合理开发、动植物与环境的关系等等,在教学中,学生初步理解生态平衡的基础上,让学生分析环境污染的原因,探究防治污染知识。

(2) 语文学科要求语文教师在备课中抓住教材中涉及环保主题的课文,充分挖掘、突出环保主题,如《一个小村庄的故事》、《美丽的小路》、《只有一个地球》等课文,都是对学生渗透环保理念的好教材。教师应该从情感细腻的文字中教会学生敬畏自然、爱护环境。

(3) 数学课堂上可以让学生计算每年消耗水资源、电力资源和森林资源的数量,让学生真切感受到地球资源的紧张以及环境保护、资源节约的紧迫性。

(4) 信息技术课上,信息技术教师指导学生在网络上查找阅览环保知识,让学生从更宽广的平台上获取更多课堂上没有学到过的环保知识。

(5) 美术课上,美术教师指导学生“变废为宝”,动手参与环保小制作,提高学生的动手能力,让学生将所学的环保知识充分应用到实践中。教师只要拥有环保的意识,学科处处都有节能减排环保教育的内容,教师在教学的过程中可以做到“自然结合、全面渗透”。

## 3 节能减排教育与综合实践活动课程相结合

(1) 综合实践活动课程是基于学生的直接经验、密切联系学生自身生活和社会生活、体现对知识的综合运用与实践性课程<sup>[4]</sup>,它具有鲜明的实践性、开放性、生成性和自主性,能够为学生个性充分发展创造空间,帮助学生体验生活并学以致用,能够推进学生谋求自我、社会与自然的发展<sup>[5]</sup>。

(2) 节能减排教育与综合实践活动有效整合,

最重要的是让学生遵循“发现—分析—治理—预防”的思路,了解自己周边的环境,让他们以节能减排与生活为主线,对所了解的各种环境情况进行分析和处理,并提出相关的治理意见。综合实践活动既培养学生的观察、探讨、归纳能力和动手能力,又能增强学生节能减排的环保意识。

(3) 以学校为例,学校就是学生最熟悉的环境,也是节能减排教育的最佳场所。学校可以围绕“节能减排、低碳生活”开展“我为校园节能出点力”等一系列内容丰富的综合实践活动。活动通过对校内水资源、校内电资源、校内办公用品及校内学习用品资源四个方面进行探究实践活动。

首先,引导学生关注校园浪费现象,激发他们对造成浪费原因的好奇心;然后,让学生围绕自己最感兴趣的有关校园浪费现象的小主题进行小组合作、自主探究活动,解开各种浪费现象的原因,对原因进行深入的分析。同时,教学人员应该针对不同小组提供相应的分析引导和帮助。接着,在教学人员的指导下,让学生根据所分析的原因,提出相应的解决办法,治理建议。同时,也让学生思考如何在今后的资源使用中避免浪费,做好资源浪费的预防措施。最后,让每个小组在教学人员的指导下把自己的探究成果形成调查报告、手抄报、节能科幻绘画、活动日记等方式,并纳入优秀实践小组的评选之中,给予相应的奖励。

综合实践活动不仅仅限于校园环境,小到家庭,大到社区,每一个环境都可以成为学生“节能减排、低碳生活”综合实践活动的好场所。

(4) 通过综合实践活动,不仅能提高学生对问题的发现、分析、处理能力,还能增强学生的节能减排意识,让学生充分了解节能减排对我们生存环境的重要性。同时,也能让学生积极为校园节能、家庭节能、社区节能出谋划策,学会在实际行动中为校园、家庭、社区节能出点力。

#### 4 节能减排教育与学校少先队活动相结合

(1) 在新的形势下,学校德育处的工作重心

就是要激活各类少先队特色活动,把抽象的德育寓含到看得见、摸得着的少年儿童喜闻乐见的少先队活动上来,让队员在丰富多彩的少先队主题教育活动中受到熏陶,健康成长<sup>[6]</sup>。学校号召大家低碳生活,节能减排,需要广大的少先队工作者挖掘素材,坚持创新活动形式,拓宽活动领域,开展丰富多彩的节能减排、低碳环保系列活动,为学生搭建广阔的实践平台,使节能减排知识与节能减排行为有机结合起来,寓节能减排教育于课外、校外活动。

(2) 学校在进行节能减排的教育过程中,强调在活动中升华情感,在活动中强化行为。为此,学校可以提倡以低碳为题材,抓住那些“与低碳有关的日子(3月9日保护母亲河日、3月12日植树节、3月21日世界气象日、3月21日世界森林日、3月22日世界节水日、3月23日世界地球日、5月22日国际生物多样性日、5月31日世界无烟日、6月5日世界环境日、9月16日国际保护臭氧层日、10月16日世界粮食日等)”开展一系列丰富多彩的趣味性节能减排教育活动。如节约用水征文活动,低碳环保主题班会,环保演讲,变废为宝爱心义卖活动。富有童真童趣的系列活动,让学生体验到节能减排,对低碳行为习惯产生深厚的喜爱之情,乐于加入到节能减排的队伍中,有效地促进节能减排行为习惯的养成。

(3) 通过少先队活动,不仅能为营造节能减排、低碳环保的生活提供帮助,更重要的是树立学生勤俭、节约的习惯,激发学生热爱环境、热爱自然的思想感情,树立集体主义精神,发挥主人翁作用,在学生品德教育方面发挥着重要作用<sup>[1]</sup>。

#### 5 结语

实行节能减排,倡导低碳生活是一种生活态度,它的目的不是为了省钱致富,它是本着对子孙后代负责的态度倡议所有的人都来爱护地球,保护我们的地球家园。学生作为未来社会建设的重要力量,对他们的环保教育显得尤为迫切和重要。而环

保教育与日常教学要做到自然结合、全面渗透,教师应该通过多种途径、多种方式,探究节能减排的教育策略。

笔者认为,将节能减排教育与制度建设相结合、与课堂教学相结合、与综合实践活动课程相结合、与学校少先队活动相结合,能有效引导学生践行低碳生活理念,养成节能减排、低碳生活习惯。“节能减排、低碳生活”的环保教育不仅能深刻影响着每一位将来成为社会中坚力量的学生,重塑他们的社会价值观,还能通过他们将低碳生活理念和节能减排的行为推广到单位、家庭、社区,辐射全社会,对传统生活理念产生影响和冲击,营造良好的低碳生活氛围<sup>[1]</sup>。

## 6 参考文献

- [1] 毛学东. 低碳校园建设探讨[J]. 能源研究与管理, 2010 (3): 10-12.
- [2] 杨娟. 论班级文化建设对学生行为习惯的影响[J]. 科学咨询, 2016 (2): 57.
- [3] 李宝斌, 杨霞. 参与校园文化构建 养成低碳行为习惯——基于湖南安乡城东小学低碳教育的实验研究[J]. 福建教育学院学报, 2014 (12): 1-4.
- [4] 黎耀威. 综合实践活动课程区域推进的研究[D]. 武汉: 华中师范大学.
- [5] 胡世明. 构筑多彩“活动”搭建“实践”舞台[J]. 读写算(教育教学研究), 2013 (12): 40.
- [6] 何双艳. 在活动中成长, 在实践中成功——浅谈少先队德育中的作用[J]. 现代企业教育, 2012 (9): 133.

# Research on Education Strategies for Energy Conservation and Emission Reduction in Primary Schools

Xiao Qiuhong

**Abstract** In the era of low carbon, schools should take responsibility for the education of energy conservation and emission reduction, and become the model and forerunner of the society. And the school must pay attention to the strategy of education, which was to combine energy conservation and emission reduction education with system construction, and classroom teaching, and integrated practice curriculum and young pioneers activities four aspects.

**Key words** energy conservation and emission reduction classroom teaching integrated practice curriculum young pioneers activities

(上接第 37 页)

有这种态度”<sup>[3]</sup>。

## 8 参考文献

- [1] 丁晓楠. 国内外低碳教育现状比较[J]. 合作经济与科技,

2013 (18): 98-100.

- [2] 高彦旻. 小学美术教学中“低碳教育”的实践探索[J]. 教育实践与研究, 2011 (3): 58.
- [3] 许俊. 给低碳教育一把钥匙[J]. 教育观察(中下旬刊), 2013, 2 (9): 89-94.

# Practice and Thought of Low Carbon Teaching in the Art Class in Primary School

Cao Cuixia

**Abstract** The students in primary school were the "susceptible" group of low-carbon education, which can stimulate a deeper awareness of low-carbon. The art activities of non-verbal creation and expression can better instill the concept of low carbon, so as to promote the process of physical and mental low carbon experience of different types of children.

**Key words** low carbon education art class originality integrateion delight and instruction

# 提升青少年低碳意识的实践与探索

黄洪带

(广州市番禺区市桥南新小学, 广州 511400)

**摘要** 传统节日和纪念日是学校开展低碳环保教育活动有效载体, 本文就借助传统节日、纪念日开展低碳教育活动, 促进青少年学生低碳行为习惯的形成提出独特的见解。由于使家庭、学校、社区形成了三位一体的教育合力, 有力地促进学生的低碳环保意识, 为孩子一生可持续发展奠定了坚实的基础。

**关键词** 传统节日 纪念日 持续影响 低碳 实践研究

## 1 在校学生低碳意识与行为的现状分析

为了了解小学生对低碳生活的认知程度和对低碳行为的实施情况, 进一步探究学校学生在低碳生活方面存在的问题, 学校通过少先队和社团小组进行了抽样调查学校学生其对低碳生活的认识与行为。通过抽样调查, 学校学生对低碳生活了解一般的占 39.94%, 非常了解的占 15.29%, 不了解的占 44.78%, 大多数学生知道低碳生活是好的, 但却不知道什么才是低碳生活, 低碳校园, 如何低碳。广州市已经是文明城市、卫生城市, 但我们更倡导的是低碳城市、低碳生活, 而学生是文化传播的生力军, 是城市未来的先锋群体, 因此, 学校的教育与引导显得尤为重要。

## 2 环保活动的影响与持续发展

为提高学生的环保意识, 从小培养低碳行为习惯, 学校都会想出很多的办法, 开展一系列的低碳环保教育活动。通过“低碳减排、绿色生活”等环保专题教育活动, 传播低碳绿色理念、倡导低碳生活, 动员全校师生参与低碳减排, 把环境教育融入到学生的人格教育之中, 对学生进行“绿色教育”

活动, 增强师生的环境意识, 促进爱护环境的自觉行为, 努力营造人人讲低碳、处处见低碳、事事都低碳的校园氛围, 切实拓宽低碳教育内涵<sup>[1]</sup>。

然而我们发现, 在热热闹闹的低碳环保活动中, 活动形式多样, 活动效果应该是良好的。但过后的一段时间, 学生的低碳意识、环保习惯又随着时间的流逝而慢慢变淡<sup>[1]</sup>。活动时, 学生热情高涨, 都知道要低碳生活与学习, 注意爱护地球母亲, 为我们广州市的文明城市、卫生城市出一分力; 但一段时间过后, 学生垃圾回收率逐渐减少, 原来在学校都知道低碳, 知道洗手时不要让水龙头哗哗地歌唱, 后来一大部分同学又随意的用水, 低碳意识也逐渐减弱。笔者发现, 单靠一两次浩浩荡荡、声势浩大的主题活动并不能完全收到持续的影响与效果。

## 3 以传统节日、纪念日为切入口提升青少年低碳意识

为学校提供常态化的、持续的影响教育。传统节日和纪念日本来就是文化的一种表现, 各种文化、各个地区都有自己不同的节日。节日不仅仅有着不同的表象活动, 而且有着更深层次的文化内涵。具有一定教育价值的节日、纪念日, 既发掘节



日文化内涵,也通过这些节日活动,如传统节日:春节、元宵节、六一节、端午节、中秋节、重阳节等,又如3月12日中国植树节、3月22日世界水日、4月22日世界地球日、6月5日世界环境日、10月16日世界粮食日等组织开展各种环保低碳实践行,达到教育发展的目的。

### 3.1 环保过春节,从我做起

春节期间,学校可以开展“环保过春节,从我做起”的活动。孩子们在除夕夜一定忙着贴对联、包饺子、大扫除,最喜欢的一定是放鞭炮了。但放鞭炮,空气中弥漫着浓浓的硝烟味,遍地都是炸开的纸屑,电视新闻报道:不少小朋友因放鞭炮住进了医院,火灾事件步步上升。为此,我们可以提倡放纸炮、电子鞭炮、打气球等。这类活动照样能发出热烈的声音,电子鞭炮还可以发出亮光。这样,不仅便宜还没有硝烟,来年还可继续使用。家长们包完的红包纸,也是大大的浪费,我们提倡“低碳红包也红火”活动。要求孩子与家长可以选择微信红包来贺年,也可以“精美红包大回收”活动,让一个个精美的红包可以继续使用。这样的春节既是一个红火的春节,也是一个低碳、有意义的春节。

### 3.2 你植树我护林我节约

3月12日中国植树节,学校都会开展“我为学校种下毕业林”、“小手拉大手,共同来植树”等活动,这时,学校不应该把植树节活动流于形式,挥挥锄头、拍拍照就完事,可以通过“你植树我护林”活动,把植树活动延续到护树行动,种了树还要做好养护,爱绿护绿之余更要有一颗低碳生活的心,用低碳环保的行动去回应植树节;可以通过“植树好,环保节约更重要”讲演活动、征文比赛等,不仅提醒孩子植树造林重要,更提醒孩子节约的重要,如“你平时会双面打印纸张吗?”、“你会使用一次性筷子吗?”等,一些日常细致的事情,跟植树一样重要。

### 3.3 节约用水,我在行动

3月22日世界水日,学校可以“节约用水,我在行动”宣传教育演讲活动;班级开展“节水标语”征集活动,把温情的节水用语张贴到洗手间等,会起来良好的效果;红领巾广播站进行“节约用水,从我做起”主题广播,介绍“世界水日”的来源,让同学们从小树立水忧患意识,爱护水资源,珍惜水资源,从自己做起,从身边做起,从现在做起,做一个节约用水的小公民。

### 3.4 世界地球日,绿色环保客

4月22日世界地球日,学校可以开展一系列的环保教育活动:

(1) 学校利用国旗下讲话、校讯通、宣传栏等形式介绍“世界地球日”的来历以及当前我们地球面临的严峻形势,直观地展示触目惊心的地球沙漠化、水资源污染、植被遭破坏等画面,让全体师生了解到保护地球的重要性。

(2) “我是地球小主人”宣传画、海报设计比赛。

(3) “世界地球日,我做绿色环保客”社会实践活动。如周一:多吃菜;周二:环保袋;周三:不开车;周四:自带筷;周五:不剩饭;周六:爱动物说出来;周日:走进社区开展垃圾分类义务宣讲员活动。在世界地球日,通过开展系列纪念活动、实践活动,唤起了孩子们爱护地球、保护家园的意识,培养了孩子从身边小事做起的良好环保意识。

### 3.5 唯一的家园,共同的未来

6月5日是世界环境日,学校可以从三方面开展系列教育活动。

(1) 共建美丽校园,从我做起。开展“弯弯腰,净校园,争做环保卫士”活动,旨在培养学生的主人翁认识、环保认识以及优良的卫生习惯,做到心中有自己,心中有他人,心中有学校,共建平安、和谐、洁净的校园。

(2) 共建美丽社区,你我携手。开展小手牵大手,家家齐参与活动,如“栽花护绿,共建美好社区”、“勤俭持家,低碳环保行”、“节能家庭达人秀”等活动,以孩子与家长,以学校与家长,家庭

与社区建立起低碳环保辐射圈,起到联动效应,加强环保教育效能。

(3) 共建美丽城市,你我他齐参与。通过“世界环境日”主题活动的开展,师生在活动中认识到保护环境的重要性,我们要爱护我们的城市,创建文明城市、卫生城市,开展“垃圾分类,家家支持,你我他齐参与”活动,增强了保护环境的责任感,培养了孩子们感恩地球、关爱家园、保护环境、美化校园的意识。

### 3.6 爱粮节粮,传承美德

10月16日世界粮食日,为深入贯彻落实中央关于厉行勤俭节约、反对铺张浪费的要求,弘扬中华民族勤俭节约的传统美德,学校可以开展“爱粮节粮,传承美德”的教育活动。

(1) 通过宣传栏、黑板报、校园广播等丰富多彩的形式广泛宣传爱粮节粮的重要性和必要性。

(2) 通过开展参观学习、劳动体验等教育形式让学生了解我国传统粮食作物,学会辨认五谷,了解我国主要粮食作物的种类,知道从田间到餐桌的艰苦历程;了解主要农作物产量背后所消耗的能源与资源;理解节约粮食与保护资源环境的相关性,以让学生加深理解现代五大类食物对健康成长的重要性,平衡膳食,形成健康生活理念,养成爱惜粮食,勤俭节约的好习惯。

(3) 通过开展“珍惜每颗粮食,继承传统美德”主题书画赛和手抄报比赛引导学生养成惜粮如金、节粮成习的好习惯。

(4) 通过深入开展光盘行动,教育学生从我做起,从小事做起,科学消费,积极践行爱粮节粮好风尚。

### 3.7 低碳读书,好书漂流

除了环保节日,一些有意义的纪念日也是学校开展低碳实践研究和教育的切入口。如:4月23日世界读书日,开展“低碳读书,好书漂流”活动。赠人玫瑰,手有余香;传递书本,知识共享!在4月23日世界读书日教育活动中,学校为了让同

学们多读书,读到更多的好书,让好书大家一起分享,丰富班级图书藏量,促进书香校园的气氛,可以在每年的世界读书日当月,举办“低碳读书,好书漂流”活动。活动中,同学们积极参与书籍共享,每月开展一次图书漂流,这样就大大丰富了班级的图书角,丰富了孩子们的读书生活,在环保低碳中读书,读好书,把自己认为最好的书籍与同学分享,乐也融融!这样的低碳读书行动,潜移默化地让同学们爱上读书,爱上环保!

## 4 让传统节日、纪念日的低碳教育活动渗透到社区中

低碳教育活动,我们不仅要开展专题的节日教育活动,还要课内与课外相结合,进行学科渗透,还要“小手牵大手”,让低碳教育活动走进家庭,走进社区。在低碳教育实施过程中,班级教师还可根据孩子的兴趣点,以及该年龄段应获得的传统文化的要求,把低碳教育渗透以家庭中、社区中。利用家庭人员的情感纽带,充分发挥节日教育的价值。小手拉大手,与家长一起在传统节日和纪念日中渗透低碳意识,开展低碳实践活动,在家长们的言传身教中创设家庭节日教育氛围,更创设了良好的低碳生活习惯,是环保教育、低碳意识成功的一个持续影响的重要保证<sup>[9]</sup>。

因此,我们通过传统节日活动、纪念日活动,通过“小手拉大手”引导家长、孩子养成“低碳生活”理念,主要从“适度吃、住、行、用,不浪费,多运动”,方面,对低碳生活方式做一探索:

### 4.1 低碳生活,从饮食做起

民以吃为先。春节、端午节、中秋节,生日等很多节日都有吃,但我们可以要求孩子要吃中低碳。如中秋节,可以就推行孩子购买月饼时,从简化包装和加工简化的食物入手。在节日中,比如直接购买新鲜的、无保鲜膜的蔬菜、没有多层包装的零食以及减少垃圾食品的摄入。远离塑料袋、一次性饭盒等,减少白色污染,杜绝使用一次性木筷,

保护森林资源。在制作食物过程中,要注意水、电、气的充分利用。煮鸡蛋早关 1 分钟煤气,煮饭先淘米并浸泡,如果煮饭时,提前淘米并浸泡 10 分钟,然后再煮,可大大缩短米熟的时间,能节电 10%。按每户每年计算,可节约用电 4.5 度,减少二氧化碳排放 4.3 千克。因此,学校可以开展“家庭节电小达人”活动,通过分享故事会,演讲比赛,评选“节电小达人”。若全国按照中国家庭总户数 3.48 亿户来计算,每年可省电 15.7 亿度,减排二氧化碳 150 万吨,这个数字不可估量。

#### 4.2 低碳时尚,做穿衣“低碳达人”

在“衣”的方面,首先,要做到少买不必要的衣服。服装在生产、加工和运输过程中,要消耗大量的能源,同时产生废气、废水等污染物。在保证生活需要的前提下,每人每年少买一件不必要的衣服可节能约 2.5 千克标准煤,相应减排二氧化碳 6.4 千克。如果全国每年有 2500 万人做到这一点,就可以节约 6.25 万吨标准煤,减排二氧化碳 16 万吨。其次,教育学生选择天然面料服装。低碳指的是服装的碳排放指数,用来衡量每件衣服的使用年限、生命周期内的碳排放总量及年均碳排放量。研究发现,一件纯棉衣物在其生命周期中排放的二氧化碳约为 7 千克,一件化纤衣物则高达 47 千克。因此,想要成为“低碳达人”,首先就要做到远离化纤类的服装,衣服多选棉质、亚麻和丝绸,不仅环保、时尚,而且优雅、耐穿。还有,我们可以教育孩子洗衣选择自然晾干,在不急需穿着的情况下,不用洗衣机甩干衣服,而是让其自然晾干,可减少 2.3 公斤的二氧化碳排放量。另外选购环保款式、减少洗涤次数、选择环保洗涤、手洗代替机洗、旧衣翻新、转赠他人、旧物利用、一衣多穿等,都是“低碳”做法<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 低碳出行,健康节能

怎样才是环保出行?学校可以在世界环保日开展班级中队会,让孩子认识到低碳出行的重要性,开展不开小车,座公共交通工具一天行的活动。因

为如今随着生活水平的提高,中国拥有私家车的家庭也越来越多,但是汽车排出的尾气会污染环境,对路边的行人造成伤害。如果大家都去乘坐公交车,那我们的天空会纯净多少?如果去 8 公里以外的地方,乘坐轨道交通可比乘汽车减少 1700 克的二氧化碳排放量。如果开车族能做到以下几点,那么也可让驾驶变得更为“绿色”:避免冷车启动、减少怠速时间、尽量避免突然加速、选择合适挡位、避免低挡跑高速、用黏度最低的润滑油、定期更换机油、高速驾驶时不要开窗、轮胎气压要适当。购买低价格、低油耗、低污染,同时安全系数不断提高的小排量车。多步行或骑自行车,乘坐轻轨或者地铁。

#### 4.4 低碳家居,科技先行

开展响应“地球一小时”低碳行动。学校可以教育孩子在日常家居生活方面,要注意省电,家电的选择尽量选择节能产品,用完电器拔插头,省电又安全。用节能灯替换 60 瓦的灯泡,可以将产生的温室气体减少 4 倍;购买使用节水型淋浴头,不但每分钟会节省 10 公升的水,而且也将洗 3 分钟热水澡造成的二氧化碳排放量大幅削减到一半。看完电视、充完手机要拔下电源。另外,我们在日常生活中注意收集省电的知识,并且养成省电的习惯,别看个体省电不多,但是总体大,时间长,节省的电力就不是一个小数目了,其环保意义巨大。同时,结合最近的电价上涨,这些省电习惯和措施就意味着省钱,对于家庭和个人经济也有着积极的意义<sup>[4]</sup>。

### 5 结束语

如何更好地节能减排,践行低碳生活?学校通过传统节日和纪念日为载体,通过丰富多彩的专题教育活动、节日活动,比空洞的说教,泛泛的宣讲口号要效果倍增。课内进行学科教育渗透,课外与课外相结合,学校与家庭联系,并走进社区,更形成了家庭、学校、社区三位一体的教育合力,让孩子们养成良好的低碳意识和习惯,是一个很好的教

育实践研究方向, 这样给孩子的影响是持续的、深远的。

## 6 参考文献

[1] 孔德龙. 低碳教育, 学生习惯养成的新路径[J]. 江苏教育

研究, 2013 (31): 12-16.

[2] 王美春, 郭晓东, 马贺新, 等. 传统习俗与低碳主题的对接[J]. 传承, 2014 (1): 134-135.

[3] 张茗胤. 低碳环保从我做起[J]. 环境教育, 2016 (5): 95.

[4] 孙莉娜. 浅谈低碳生活方式[J]. 科技风, 2010 (4): 254.

# The Exploration and Practice of Promoting Teenagers' Low Carbon Consciousness

Huang Hongdai

**Abstract** Traditional festivals and memorial days were effective carriers for schools to carry out low-carbon environmental protection education activities. This paper put forward unique opinions on carrying out low-carbon education activities in traditional festivals and memorial days to promote the formation of low-carbon behavior habits of young students. As a result of the family, school and community formed a trinity of education, students' awareness of low-carbon environmental protection had been greatly enhanced, laying a solid foundation for the sustainable development of children's life.

**Key words** traditional festivals memorial days continual influence low carbon practice research

## “低碳校园”见行动 创绿精神收硕果 ——记广州市中小学开展“美丽广州 我是行动者”的“低碳校园” 系列科教活动交流会

正当广东省生态环境厅大力推动绿色创建工作, 并指出具有“广东特色”的创建新格局逐步形成之际, 2018年12月3日由广州市教育局、广州市青少年科技教育协会主办, 环境教育专业委员会、广州市晓园中学、广州市第九十八中学、广州市环境科学学会承办的2018年广州市“低碳校园”系列科技教育活动成果展示交流会在广州市晓园中学隆重举行, 其主题为“美丽广州, 我是行动者”。市教育局、市环境科学学会有关领导、海珠区教育局和区青科协的有关领导、各参赛单位教师以及广州市青少年科技教育协会环境教育专业委员会全体成员近一百人出席了本次交流活动。

### 开展低碳校园活动 师生奋力成果丰硕

为落实党的十八大关于建设生态文明社会的精神以及《全民科学素质行动计划纲要实施方案(2016-2020年)》,

同时也为贯彻党的十九大关于绿色发展理念, 本次交流会通过专家讲座、低碳校园获奖教师代表经验分享、“我的环保节日”讲演大赛市赛优秀节目展示等环节, 回顾了2018年广州市“低碳校园”系列科技教育活动的成果。

“低碳校园”活动从2013年开始至今, 有赖于众多的热心志愿者的奉献与推动, 其影响越来越大, 学生受益面越来越广。今年的“低碳校园”系列科技教育活动已属连续第六届。这也是创绿行动的重要组成部分。通过前期宣传、学校参与, 2018年广州市低碳校园系列科技教育活动共收集到各学校集体项目低碳短课例DV作品16项, 教师项目垃圾分类实践活动案例73份, 学生项目电脑小报作品527份, 合计616份。经组织专家评审, 评出低碳短课例DV作品一等奖2项、二等奖2项、三等奖4项, 垃圾分类实践活动案例一等奖7项、二等奖11项、三等奖19项, 低碳电脑小报作品一等奖50项、二等奖82项、三等



奖 135 项。本届活动参赛面广, 参赛者来自十一个区、市以及市属学校。师生们以实际行动践行着“美丽广州, 我是行动者”的美好理念并创出成果, 使越来越多的师生意识到保护生态环境的重要性, 每个人都行动起来并更新观念, 倡导人们从改变自己的行为开始, 养成保护环境习惯, 践行绿色发展的理念。

本项活动在我市的影响力日渐凸显, 已经成为不少学校每年必参加的比赛项目。通过活动, 师生们进一步树立共建生态文明教育的理念。活动以科技为支撑, 提高节能减排、低碳环保、垃圾分类、废弃物循环利用等环保意识, 促进广州市学校师生保护生态环境、实施低碳环保生活实践活动向纵深发展。推广各校创建垃圾分类示范基地学校和低碳校园的经验, 表彰在低碳校园创建工作中的先进集体和先进个人, 有效地促进我市创建低碳校园的可持续发展。

### 倡导绿色发展理念 推动建设生态文明

在系列活动当中, “我的环保节日” 广州市中小学生环保讲演大赛, 是从 2008 年开始每年上半年环境教育专委会的主打项目, 举办至今已有八届, 多年来深受广大师生欢迎。今年的赛事以“美丽中国, 我是行动者”为主题, 得到了各区教育局和市属中小学校的积极支持, 在区赛的基础上推荐了 86 个优秀节目进入市决赛。经专家评审, 评出一等奖 8 项, 二等奖 15 项、三等奖 22 项。同时根据作品获奖情况、参赛规范方面, 评出优秀组织奖 4 个。获奖节目将环境意识、环保知识、环保行动等通过小品、相声、情境剧、讲故事等语言艺术手段生动演绎, 加之现代声光电科技的配合, 极富感染力, 获得师生和评委们的充分肯定。此次环保演讲比赛, 对于宣扬新时代环境保护、生态文明理念具有积极意义, 相信它能继续发挥“小手拉大手”的作用, 激起更大的积极的社会效应。

在交流会上, 中山大学生命科学学院、广东省环境教育促进会会长杨中艺教授作了专题为《环境教育课程体系构建》的讲座, 这给与会老师深化对环境教育课程体系构建的了解和认识。杨教授用翔实的例子, 从规范内容、强化体系、促进普及和指导配套四个方面为大家如何在幼儿园、小学、中学构建环境课程体系指明了方向, 有利于大家共同提高理论知识和增强实践操作技能, 为大家合力共建美丽广州提供了一场精彩讲座。

天河区员村小学蔡健周老师展示了她的低碳短课课例获奖作品《美丽广州是我家, 环保齐参加》。在这堂班会课中, 蔡老师引导学生们去寻找身边保护环境的事例, 让学

生们认识到: 原来保护环境是每个人随时随地都可以做到的事, 从自己开始, 行动起来, 让广州变得更美好。这个富有特色的课例鼓励老师们勇于在课堂中践行的探索精神。

广州市晓园中学侯慕华老师向与会者分享了她的低碳校园垃圾分类活动案例获奖作品《网络媒体平台实现垃圾分类综合实践活动》。侯老师通过公众号、网站发布垃圾分类文章和相关推文, 宣传垃圾分类回收知识, 通过实验和实验视频锻炼学生的动手能力和宣传变废为宝的理念, 还通过各种课内外科学探究活动, 鼓励学生从自己做起, 行动起来, 建设美丽广州。这个项目作品为新时代低碳校园活动树立了新标杆。

### 结合新时代新形势 期待优质与创新性

由环境教育专业委员会副主任、广州市晓园中学陈红燕校长对本年度低碳校园活动作了总结, 她还提出要求和希望, 在 2019 年的低碳校园活动除了数量上的突破, 更希望质量上的突破。陈主任强调大家要结合本区域本校园实际环境, 认真学习好、贯彻好党的十九大精神及适应所面临的新形势, 充分发挥积极主动性, 挖掘潜力。她寄望, 在来年里, 广州市各中小学校积极开展“低碳校园行动”, 师生积极践行“美丽中国, 我是行动者”的诺言, 从我做起, 从身边做起, 大手与小手拉起来, 共同建设我们的美丽中国, 实践我们的中国梦。总之, 期待着 2019 年的“低碳校园”活动更精彩, 让青少年学生持续地把生态文明理念传播到家庭、社区以至全社会, 不断提高公众环境意识。

最后, 由环境教育专业委员会陈红燕副主任宣布 2019 年“低碳校园”系列活动正式启动。

(谢艳梅、黄润潮、赵淑颖、胡志耀 摄影报道)



交流会由广州市青科教环境专业委员会副主任、广州市晓园中学校长兼书记陈红燕主持

## 《广州环境科学》2018 年总目录

| 题 目                                                               | 作者 (年. 期. 页) | 题 目                                                                         | 作者 (年. 期. 页) |
|-------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------|
| ·综述·                                                              |              | ·环境检测与分析·                                                                   |              |
| 广州开展第二次全国污染源普查工作的思考<br>..... 邵李文 (2018.01.01)                     |              | 广州市郊区农村土壤重金属含量监测与评价<br>..... 林燕珍 (2018.01.40)                               |              |
| ·大气环境及污染防治·                                                       |              | 钼酸铵分光光度法测定水质磷酸盐不确定度的评估<br>..... 陈婉敏 (2018.01.45)                            |              |
| 广州市空气重污染过程案例分析<br>..... 邱晓暖, 梁桂雄, 张金谱, 等 (2018.01.05)             |              | 红树林植物促生菌研究及应用 ..... 李 玫 (2018.02.20)                                        |              |
| 秋季广州郊区大气 VOCs 污染特征<br>..... 冯志诚, 周 炎 (2018.01.10)                 |              | 水泥固化淤泥用作路基填料的不利影响分析<br>..... 李木桂, 张培进 (2018.02.23)                          |              |
| 广州中心城区大气污染物“周末效应”分析<br>..... 邱晓暖, 梁桂雄, 张金谱 (2018.01.13)           |              | ·环境教育·                                                                      |              |
| 某电力公司脱硝系统氨气输送管道伴热改造实例<br>..... 张静雯 (2018.01.17)                   |              | 建立多维教育平台 营造低碳环保氛围<br>..... 徐凤娆 (2018.02.28)                                 |              |
| 广州市轻型汽油车排放状况分析<br>..... 李晓通, 何 杰 (2018.01.21)                     |              | 通过低碳教育, 创建农村特色学校<br>..... 黄雀然, 罗惠惠 (2018.02.32)                             |              |
| 广州市营运车辆排放状况分析<br>..... 甘广盛, 何明亮 (2018.01.27)                      |              | 低碳教学在小学美术课堂中的实践与思考<br>..... 曹翠霞 (2018.02.35)                                |              |
| ·环境管理与监理·                                                         |              | 小学节能减排之教育策略研究 ..... 萧秋红 (2018.02.38)                                        |              |
| 广州市非道路移动机械管理现状和对策研究<br>..... 叶子铭, 黄继章, 龚明睿, 等 (2018.01.33)        |              | 提升青少年低碳意识的实践与探索 ... 黄洪带 (2018.02.42)                                        |              |
| 广州市健全企业环境信用管理体系探讨<br>..... 李明光 (2018.02.01)                       |              | ·环境法规·                                                                      |              |
| 论环境行政处罚自由裁量权的信息化建设<br>..... 姚海历 (2018.02.07)                      |              | 环保部门参与和推进环境民事公益诉讼机制研究<br>..... 杨 今 (2018.01.56)                             |              |
| ·环境评价·                                                            |              | ·动态信息与简讯·                                                                   |              |
| 广州市“一江两岸三带”景观带建设中的环境保护和生态文明建设现状与对策 ... 叶子铭, 张宝春, 解晨曦 (2018.01.49) |              | 广州今年计划建成 5 座垃圾焚烧厂 ..... (2018.01.04)                                        |              |
| 内蒙古西部某市饮用水源中铀含量测定及其不确定度评定<br>..... 李业强 (2018.02.09)               |              | 14 项措施打赢污染防治攻坚战 ..... (2018.01.60)                                          |              |
| 轨道交通环境噪声和环境振动评价的误区<br>..... 吴崇山, 卢庆普 (2018.02.14)                 |              | 扎实开展省级环保督察 ..... (2018.02.13)                                               |              |
|                                                                   |              | “低碳校园”见行动 创绿精神收硕果——记广州市中小学开展“美丽广州 我是行动者”的“低碳校园”系列科教活动交流会 ..... (2018.02.46) |              |
|                                                                   |              | 《广州环境科学》2018 年总目录 ..... (2018.02.48)                                        |              |

## CONTENTS

|                                                                                                                                    |                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Discussion on Improving Enterprise Environmental Credit Management System in Guangzhou .....                                       |                                      |
| .....                                                                                                                              | <i>Li Mingguang</i> ( 1 )            |
| Discussion on the Informatization Construction of Discretionary Power of Environmental Administrative Penalty .....                |                                      |
| .....                                                                                                                              | <i>Yao Haili</i> ( 7 )               |
| Determination of Uranium Content and Evaluation of Uncertainty for Drinking Water Source of a city in western Inner Mongolia ..... |                                      |
| .....                                                                                                                              | <i>Li Yejiang</i> ( 9 )              |
| Evaluation Misunderstanding of Environmental Noise and Environmental Vibration of Rail Transit .....                               |                                      |
| .....                                                                                                                              | <i>Wu Chongshan, Lu Qingpu</i> (14)  |
| Research and Application on Mangrove Plant Growth Promoting Bacteria .....                                                         | <i>Li Mei</i> (20)                   |
| Analysis of Negative Effects of Cement Solidified Sludge used as Subgrade .....                                                    | <i>Li mugui, Zhang peijin</i> (23)   |
| Building a Multi-Dimensional Education Platform to Create a Low-Carbon School Environment .....                                    |                                      |
| .....                                                                                                                              | <i>Xu Fengrao</i> (28)               |
| Building Special Rural Schools through Low-Carbon Education .....                                                                  | <i>Huang Queran, Luo Huihui</i> (32) |
| Practice and Thought of Low Carbon Teaching in the Art Class in Primary School .....                                               | <i>Cao Cuixia</i> (35)               |
| Research on Education Strategies for Energy Conservation and Emission Reduction in Primary Schools .....                           |                                      |
| .....                                                                                                                              | <i>Xiao Qiuhong</i> (38)             |
| The Exploration and Practice of Promoting Teenagers' Low Carbon Consciousness .....                                                | <i>Huang Hongdai</i> (42)            |