GUANGZHOU ENVIRONMENTAL SCIENCE

Vol.31 No.2

广州环境科学

第三十一卷 第二期

广州市环境科学学会 主办

2

2016

2016 年 12 月 30 日出版
粤内登字 A 第 10070 号
内部资料 · 免费交流

广州环境科学（半年刊）
GUANGZHOU HUANJING KEXUE
第31卷 第2期（总第120期）· 2016年12月30日出版 · 1985年12月创刊

首届穗版内部资料优秀奖
《中文科技期刊数据库》入编期刊
《中国知识资源总库》入编期刊
《华艺线上图书馆》入编期刊

主管单位　广州市环境保护局

主办单位　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　　址　广州市海珠区工业大道南
　　新业路 99 号之 10

电　　话　（020）62779811

广东省连续性内部资料出版物
登记证粤内登字 A 第 10070 号

内部资料 · 免费交流

目　　次

土壤重金属形态有效性及对重金属污染土壤钝化修复的启迪

董 坚 石立臣 熊振章

摘 要 从传统单独提取法和连续提取法(经典法)对土壤重金属的形态划分入手,分析环境条件对重金属形态的影响;借鉴离子交换原理,尝试性提出与传统形态划分平行的土壤重金属离子形态划分;归纳了土壤传统重金属形态和离子形态与植物吸收有效性的对应关系;通过分析比较指出吸附钝化修复是最有希望的重金属污染耕地土壤钝化修复方法。

关键词 土壤重金属 形态 植物吸收有效性 吸附钝化修复

中华民族以农耕立国数千年，土地是民族赖以生存的最重要资源，工业化没有也不能完全改变这一点，然而严峻的现实却是耕地正在被重金属等严重污染,国务院《土十条》的发布说明了土壤污染的严峻性和修复治理的紧迫性。

1 土壤重金属形态与植物吸收有效性

土壤重金属形态有两层含义，一种是指化学和矿物学上的含义即土壤中化合物或矿物的类型,另一种是操作定义上的重金属形态，即按照某种要求对土壤重金属进行检验时所做的划分，是直接影响农作物对重金属吸收的重要因素。

1.1 传统方法土壤重金属形态划分

传统上通过检验过程划分重金属形态，分一次提取法和多次提取法两种。

(1)一次提取法划分土壤重金属形态，用一种规定的试剂浸出土壤样品，一次性将土壤重金属划分成两种形态,例如:① 水溶性与非水溶性,用蒸馏水能够浸出的,包括游离的离子和可溶性盐,在溶液中都以离子存在，植物吸收活性属于速效;② 有效性与非有效性，用规定浓度的柠檬酸试剂和规定的时间浸出土壤样品，游离态离子、交换态离子和弱酸盐都会溶入溶剂，作为可以吸收的重金属形态，相当于植物根系酸性分泌物可溶解吸收的枸溶性重金属。

(2)多次提取法(经典法)划分土壤重金属形态，采用不同试剂按照规定程序分次浸出,依序称为:

① 交换态金属是指交换吸附在土壤粘土矿物及其他组分的离子,较易为植物吸收利用,是对植物产生污染的主要形态;② 碳酸盐结合态是指金属离子与碳酸盐结合沉淀,当pH值降低时,离子态重金属可重新释放而被作物所吸收;③ 铁锰氧化物结合态是重金属与Fe、Mn氧化物结合，产生氢氧化物沉淀，其离子键结合态，较稳定，但土壤环境条件变化后，也可使部分离子重新释放，具有潜在危害性;④ 有机物及硫化物结合态是指以重金属离子为中心离子，以有机质活性基团为配位体发生螯合作用而形成螯合态，或硫离子与重金属生成难溶于水的化合物,因而有机结合态重金属较为稳定,不易被作物吸收利用,但当土壤氧化还原电位发生变化时,有机质因氧化作用而分解，可导致部分有机结合态重金属释放，重新被作物吸收;⑤ 残渣态是重金属最主要的结合形式，以结晶矿物形式存在于原生和次生矿物晶格中,主要为硅酸盐矿物,因而残渣态重金属一般被认为是惰性的,缺乏活性。

1.2 重金属形态与环境

与完全依据土样检验分析操作过程做出的形态划分不同,从认识土壤状态出发,兼顾钝化修复终点的确定,需要一些分析和补充。

1.2.1 土壤重金属的惰性形态

土壤重金属的惰性形态目前尚无明确的认定标准,但在确定钝化终点时却很有必要。作者以为,不

收稿日期：2016-10-02，修改稿收到日期：2016-12-12

仅五步提取法的残渣（土壤风化残余的矿物晶体），某些呈极性共价化合物的硫化物和被稳定的吸附剂强吸附的重金属离子，只要在耕作土壤中可能出现的最严酷条件下，能够持久保持惰性，而不会活化为植物吸收的形态，便可以作为惰性形态来判断，便可以作为钝化终点来争取。

1.2.2 土壤重金属结合态

土壤重金属结合态（分子态）的四种类型中，可分作两弱两强：

（1）两弱即重金属碳酸盐（包括硅酸盐等弱酸盐）结合态，与铁锰氧化物结合态（氢氧化物），特点是只能存在于弱酸性环境中，在中强酸性或强酸性环境中会发生复分解反应解离出离子：

$$CdCO_3+2H^+=CO_2\uparrow+H_2O+Cd^{+2} \quad (1)$$

$$CdSiO_3+2H^+=H_2SiO_3\downarrow+Cd^{+2} \quad (2)$$

$$Cu(OH)_2+2H^+=2H_2O+Cu^{+2} \quad (3)$$

两者都属于植物营养学中的枸溶性，不同处是弱酸盐的分解是不可逆的，金属离子与氢氧化物沉淀之间是可逆的。另外弱酸盐分解原因在酸根强弱，氢氧化物分解原因却在金属离子强弱，金属离子与氢氧化物沉淀转化与 pH 值的关系可见下表 1。

表 1 一些金属离子沉淀的 ph 值

金属离子名称	溶度积（Ksp）	金属离子浓度（mol/L）				
		10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
镉（Cd^{+2}）	13.6	7.7	8.2	8.7	9.2	9.7
铅（Pb^{+2}）	14.9	7.04	7.54	8.04	8.54	9.04
铁（Fe^{+2}）	15.1	7	7.5	8.0	8.5	9.0
铁（Fe^{+3}）	37.5	1.9	2.2	2.5	2.9	3.2
铝（Al^{+3}）	32.88	3.4	3.7	4.0	4.4	4.7
铬（Cr^{+3}）	30.2	4.3	4.6	4.9	5.3	5.6
铜（Cu^{+2}）	19.9	4.7	5.2	5.7	6.2	6.7
镍（Ni^{+2}）	14.7	7.2	7.7	8.2	8.7	9.2
锰（Mn^{+2}）	12.73	8.1	8.6	9.1	9.6	10.1
锌（Zn^{+2}）	16.7	6.04	6.54	7.04	7.54	8.04
汞（Hg^{+2}）	25.52	—	—	—	—	3.74

（2）重金属有机化合物和硫化物属于两种强结合态。重金属硫化物在强酸性甚至极强酸性的土壤溶液中十分稳定，很难因为酸碱度的变化而分解，工业上要用高温氧化焙烧或在常温下用强氧化剂分解硫化矿物，当土壤氧化性较强时会缓慢氧化成为相应的硫酸盐，进而电离成为离子，同时使土壤酸性增强；土壤重金属有机化合物除了氧化，还会因为土壤微生物的生长繁衍加速分解，将结合的重金属解离释放出来，土壤氮素营养状况即碳氮比对微生物有重要作用，是重金属有机化合物形态转化的重要条件。

1.2.3 土壤重金属的离子态

除非极度干旱，土壤中完全没有重力水和毛管水只有吸附水的时候，土壤中总有溶液和游离离子存在；除了土壤黏粒，含有中强酸功能离子的有机大分子吸附剂，在污染土壤钝化治理中还可能人为加入强酸型吸附剂；而自然土壤重金属大部分存在于尚未彻底风化的硅酸盐矿物颗粒中，重金属也应该以离子形态被禁锢于其中，是重金属离子的另一种赋存方式。即是说，土壤中存在着游离离子、土壤黏粒的弱吸附离子、过渡状态的中等强度束缚态离子以及完全惰性的禁锢态离子，形成一个与经典法划分相平行的离子形态划分，这对认识土壤重金属形态及钝化修复的开发有实际意义。

1.3 土壤重金属的植物吸收有效性

1.3.1 植物对矿质营养与重金属的吸收

植物矿质营养吸收有效性的基础是无机盐，无机盐溶解于水并发生电离，解离为阴阳离子被植物根系有选择地吸收，无机盐也是重金属等有害物质植物吸收有效性的物质基础。

吸收的动力是输导作用和蒸腾作用，土壤溶液被根系吸收，通过维管束中的导管进入植物器官、组织与细胞，溶解其中的营养物质和有害物质被吸收，水分由叶片气孔蒸发，蒸腾作用使导管中产生土壤溶液向上移动的力，溶质随之进入植物组织细胞内。溶解是矿质元素吸收的必要途径。

1.3.2 被植物吸收的无机盐

能够被植物吸收的无机盐有水溶性和枸溶性两类，后者能被根系分泌的枸橼酸（柠檬酸）溶解吸收因而得名。柠檬酸是中等强度酸，但是根系分泌物被根际土壤溶液稀释后成为弱酸，操作中常用 50%柠檬酸铵试剂检验枸溶性物质。枸溶性营养在植物营养中非常重要，能够吸收又不会淋溶流失，是土壤保肥的主要方式，也是重金属有效性的主要形态，交换

性离子和碳酸盐和更弱的硅酸盐结合态重金属中皆为枸溶性。

1.3.3　模仿植物营养学的重金属形态划分

模仿植物营养学对钾营养的有效性划分，五步提取法的重金属形态与植物吸收有效性的对应关系，表示如下图：

离子态、交换态 ←——→ 中间结合态1、2、3 ←——— 矿物态

（离子交换态）　（碳酸盐、铁锰氧化物、硫化及有机结合态）　（残渣）

有效态 ←————→ 过渡态 ←——— 相对无效态

2　土壤中重金属离子的形态

探讨重金属离子形态的目的是为了寻找钝化修复的有效、可靠与持久的途径。

2.1　污染土壤与自然土壤中重金属形态分布差异

2.1.1　自然土壤的重金属形态分布

在自然土壤中，重金属来源于矿物的风化，风化过程中复杂的、主要是非电解质的重金属矿物，变成相对简单的结合态无机盐，出现了硫酸盐、碳酸盐、氢氧化物和有机螯合物，同时也出现了离子——既有结合态无机盐分解电离中产生的，也有硅酸盐矿物晶体中禁锢的离子被释放出来的。自然土壤中最多的重金属存在于矿物中，其次在结合态分子中，最少的在离子中。矿物风化、无机盐分解都有离子产生，而吸附态的离子则是后来出现的。无机吸附剂如各种硅酸盐如沸石等风化出来，直接造就了离子吸附态重金属，土壤有机物产生后，大量具有吸附功能的有机物形成了新的有机吸附态重金属离子，由于吸附剂功能强度的差异，形成了强弱不等的离子形态，自由离子数量却是最少的。

2.1.2　污染土壤的重金属形态分布

污染土壤中的情形全然不同，自然界千百万年的风化过程在工业中几乎瞬间完成，提取重金属大多经过火法焙烧形成氧化物、湿法冶金提纯为可溶性盐、最后冶炼还原为为金属或合金的流程，所形成的污染就有了与自然过程几乎相反的方向和结果：

随污水进入土壤的重金属完全是离子态的；固体重金属盐类在土壤酸性溶液中可能少量保持结合态，大部分成为离子；气相污染物的气溶胶、盐类挥发物、氧化物多为性质活泼的电解质，进入土壤成盐继而成为离子的是多数；冶金废渣中有的含有高溶解度重金属盐类如铬渣，有的则以难溶性次生矿物存在，可以转化为离子的可溶盐仍占一定比例；电子垃圾中的重金属多为单质或合金，与土壤酸反应转化为重金属盐和离子的可能性也很大；以矿物态惰性物进入土壤的重金属工业废物，是尾矿里未选出的重金属残留，但与自然土壤相反，在污染土壤中惰性物所占的比例是最小的。

在矿区和冶炼厂附近，成土母质中的重金属和污染物重金属共存，成为复合型污染，形态分布比例应在自然土壤与污染土壤之间。

2.2　离子交换的几个原理性问题

虽然吸附与离子反应的化合都在阴阳离子之间发生，但有本质的区别。

参与离子反应的阴阳离子都是自由的，反应后结合为新的物质（分子），失去自由，有了完全不同的化学性质；吸附则只有一方是自由的，另一方是被固定在更大的分子（晶体或有机大分子）上面，固定了阴（阳）离子因而有了吸附功能的大分子叫做吸附剂或离子交换剂基体，被固定的带有阴（阳）电荷的离子叫做吸附功能基团，功能基团与相反电荷的离子相吸引便是吸附，被吸附的离子不是基体的固定组分，可能被带更强同种电荷的离子交换，叫做交换离子。

2.2.1　亲和力－吸附有效性

离子与功能基团之间的吸引力叫做亲和力，亲和力大的离子能够将吸附剂上原来的交换离子交换出来，而不会被亲和力小的离子所交换。

金属阳离子与阳离子交换剂的亲和力一般规律是，离子体积（元素周期数或电子层数）大的亲和力大，化合价大的亲和力大，同种元素离子高价的亲和力大。常见金属离子亲和力升值排序：

$$H^+ < Na^+ < K^+ < NH_4^+ < Mg^{2+} < Ca^{2+} < Al^{3+} < Fe^{3+}$$

几种重金属离子吸附亲和力升值排序：

$$Cu^{2+} < Cd^{2+} < Cr^{3+} < Hg^{2+} < Pb^{2+} < Pb^{4+} < Cr^{6+}$$

在耕作土壤环境中，没有亲和力能够超过重金属离子的阳离子，重金属离子能够交换取代阳离子交换剂上面的交换离子，却不会被土壤中的其他阳离子交换，这是吸附钝化修复有效性的保证，也是采

用吸附法钝化修复的理由。

2.2.2 吸附与解吸－吸附可靠性

溶液从阳离子交换剂(柱、池)中通过(接触),欲提取(清除)的目标阳离子交换掉原来的交换离子,叫做吸附。

用特定的液体（对目标离子的吸引力显著大于功能基团)可以将目标离子抢过来称为解吸液,阳离子吸附的解吸液一般为足够浓度的比阴性功能基团更强的酸。将吸附状态的阳离子从交换剂上解脱出来，由氢离子替补空缺电位，使吸附剂恢复初始状态,称为解吸或脱吸。

吸附是溶液自由离子与交换离子对功能基团亲和力的竞争，解吸是解吸液中的离子与吸附剂上的功能基团对交换离子亲和力的竞争，竞争作用力不同。虽然土壤中没有亲和力更强可以交换重金属离子的阳离子，但可能存在比阴性功能基团更强的阴离子,这一点考验或威胁吸附钝化的可靠性。

2.2.3 基体牢度－吸附的持久性

即使重金属离子有比其他全部土壤阳离子更为强大的亲和力，吸附剂上面可以有比耕作土壤所有的阴离子更强的酸性(电负性),这些都还不能保证吸附钝化修复的结果持久保持，还有一个重要的因素是吸附剂基体的稳定性——牢度。只有在全部耕作土壤可能的风化条件下,即物理的(冷、热、磁、电)、化学的(酸、碱、盐、氧化、还原)、生物的(植物、动物、微生物)侵蚀破坏下,吸附剂基体能够较长时间保持完整牢固,才能保证钝化修复的持久性。这与结合态重金属中的硫化物和有机化合物因为氧化分解而活化相似。

2.3 土壤重金属离子形态与植物吸收有效性

由于重金属污染土壤中自由离子和吸附离子占有很大比重，以及在植物吸收有效性方面有着重要的意义,对重金属离子的形态进行划分,形成与传统划分平行的体系，对污染土壤重金属性质的认识尤其对于钝化技术的开发十分必要。

2.3.1 离子形态的试划分

按照离子吸附的强弱程度，在不同酸性土壤溶液是否被吸附与解吸，尝试将土壤重金属离子划分为游离态、交换态、束缚态和禁锢态。

未被吸附的自由离子为游离态;弱吸附:在弱酸性土壤溶液中保持吸附状态，在酸性溶液中被解吸的为交换态(仍沿用传统名称);中等强度吸附:在酸性、强酸性土壤溶液中保持吸附,在极强酸性溶液中可能被解吸的为束缚态；在极强酸性溶液中仍能保持吸附状态的为禁锢态，视同传统形态划分中的矿物态或惰性态。

决定重金属阳离子吸附状态的内因是吸附剂的阴性功能基团，影响吸附状态的最重要外因是土壤pH值,不同吸附状态得以保持的pH值范围如表2。

表2 不同吸附状态能够保持的酸性范围

吸附状态	交换态	束缚态	禁锢态
土壤酸性	弱酸性	酸性－强酸性	极强酸性
pH值范围	>5.5	>3.5	<3.5

弱吸附态离子沿用传统称为交换态，实际上并不符合离子交换原理，弱吸附态重金属离子重新活化为游离态的原因,并非被亲和力更强的离子交换,而是被比功能离子电负性更强的土壤酸解吸。

2.3.2 与传统形态划分及有效性的对应关系

离子形态划分与五步提取法划分及植物吸收有效性的对应用表3说明。

表3 重金属形态与植物吸收有效性的对应关系

植物吸收有效性	有效态	过渡态	相对无效态
五步提取法划分	离子交换态	结合态:碳酸盐、铁锰氧化态、有机物、部分硫化物	矿物、残渣、惰性物和部分硫化物
离子形态划分	游离态、交换态 (弱吸附离子)	束缚态(1…2…3…) (各种中等吸附离子)	禁锢态:晶体内 (各种强吸附离子)

3 对土壤重金属钝化修复的启迪

目前重金属污染土壤修复的方法，可分作清除和钝化两大类。对于耕地土壤这种大面积、大比例的重金属污染,无论物理清除(客土)、化学清除(洗土)、电化学清除(电解),都受到工程、时间和成本的限制尚无法在污染修复实践中中应用。在必须尽快控制作物与粮食安全的严峻时刻，人为干预土壤重

金属形态转化，使之全部或绝大部分钝化为惰性状态，便成为土壤重金属污染治理中几乎唯一可选的途径与希望。

3.1　土壤重金属污染修复方法简析

3.1.1　土壤重金属污染修复方法简述

表 4 列举了现有各类土壤重金属污染修复方法。

表 4　土壤重金属污染修复修复方法简表

修复方法分类	简　　述		
清除法	物理清除		客土、深翻，电解清除重金属
	化学清除		用化学药剂溶解洗涤重金属
	生物清除		种植经济作物、超吸收植物逐渐减少重金属的含量
钝化法	结合钝化	弱酸盐钝化	施入可溶性碳酸盐、硅酸盐生成相应的难溶重金属弱酸盐类
		氢氧化物钝化	施入碱性物质提高土壤酸碱度将重金属离子转化为氢氧化物
		硫化物钝化	施入硫化剂、硫化细菌等生成难溶重金属硫化物
		有机物钝化	施入有机物生成重金属有机化合物或重金属螯合物
	吸附钝化	硅酸盐吸附剂	以硅酸盐为基体的如沸石、人造沸石、硅藻土、蛋白页岩等阳离子吸附剂对土壤重金属离子吸附重金属离子使之钝化
		有机物吸附剂	以有机胶体和有机大分子所带阴性基团吸附或通过反应以强酸性阴性功能基团取代来吸附重金属离子使之钝化

3.1.2　结合钝化修复的局限性

（1）弱酸盐结合钝化:离子形成弱酸盐的稳定范围很窄；① 碳酸盐在 pH 值 5.8 以下就会分解，析出二氧化碳气体，如果钝化之后土壤再度酸化，逆转到原来的离子状态；② 碳酸盐属枸溶性，在根际局部酸性土壤中仍会分解吸收；③ 硅酸盐钝化的情形相似，只是分解的临界 pH 值略高一些，硅酸根成为凝胶固化沉淀，重金属逆转离子态。

（2）氢氧化物钝化：① 一些重金属离子形成氢氧化物沉淀（开始沉淀 / 彻底沉淀）的 pH 值很高，镉（Cd^{+2}）7.7/9.7，铅（Pb^{+2}）7.04/9.04，镍（Ni^{+2}）7.2/9.2），因此在以这类污染耕地中，无法采用氢氧化物沉淀的方法实现钝化修复；② 提高酸碱度沉淀氢氧化物是可逆的，土壤再度酸化时会反复；③ 根际土壤酸性分泌物会引起局部活化。

（3）硫化物钝化：① 持久性不足，硫化物都是强还原性盐，容易缓慢氧化，生成相应的硫酸盐，电离和酸化，使钝化成果难以持久；② 旱作、碱性土壤、南方红土的氧化性较强，不适合硫化钝化；③ 硫化反应生成的硫化物为非晶或微晶体，不能生成类矿物的较大结晶，氧化反应更易发生。

（3）有机化合物钝化：① 有机物难能持久保持，重金属离子不论生成有机螯合物，还是被有机物吸附成束缚态，都会随着有机质的分解而释放；② 除了氧化，有机物分解还与气候、耕作、土壤微生物以及土壤碳氮比相关，几乎所有耕作措施都会促进有机质分解。

3.1.3　吸附钝化简述

吸附钝化修复方法依所用吸附剂可以归之为无机阳离子吸附剂钝化和有机阳离子吸附剂钝化。

无机阳离子吸附剂以沸石等硅酸盐为代表，包括沸石、人造沸石、硅藻土、蛋白页岩等硅铝岩，共同特点是晶体中嵌有偏铝酸根基团（AlO^{2-}），带有的一个负电荷，具有阳离子吸附功能。优点是硅铝岩基体化学性质十分稳定，缺点是铝基功能基团的电负性太弱，吸附的阳离子很容易被解吸，所以可靠性不强，在中等酸性甚至较强的弱酸（5.6）溶液中就可能解吸，常见的土壤黏粒也是硅铝酸岩（主要是高岭土），为典型弱吸附剂。如果能在硅酸盐中代入典型非金属元素的强酸性功能基团，必能大大提高吸附强度，但工业上能否实现，成本如何，尚不得而知。

天然有机阳离子吸附剂，包括腐殖酸和一些工

业有机废弃物,存在的问题,一是功能离子多为弱酸性少量中等酸性，在强酸性以下的土壤中可靠性不足,二是有机基体牢度不够难以持久。需要向湿法冶金、化工、环保等技术领域需求他山之石,以为借鉴。

工业上用于溶液净化的活性炭类吸附剂，基体牢度很强,但以物理吸附为主、化学吸附为辅,同时吸附阳离子和阴离子，缺少可以被强酸性阴性基团取代的苯环,无法实现重金属离子的强吸附。

褐煤、腐殖酸等天然有机吸附剂已经含有一些弱、中酸性基团,通过取代反应引入强酸性基团,可以使吸附强度和可靠性大大增强。如工业和环保上所用的磺化煤,其功能基团不仅有中等酸性的羟基、羧基,还有强酸性的磺酸基,吸附重金属离子成为束缚态和禁锢态,可靠性大大增加;磺化反应后的有机质基体抗氧化、耐酸碱和不被微生物分解，可以在pH值1~14的严酷条件下长期工作，牢度接近活性炭,远非寻常有机物可比。需要解决的,一是目前工业标准中磺化煤的吸附容量远远不足，需要大幅度提高;二是成本,目前磺化煤售价每吨3 600~4 500,非土壤修复工程所能承受。

3.2 耕地重金属污染治理的希望

（1）弱酸盐结合钝化在酸性土壤中不能实现,在弱酸性土壤中只有部分效果；氢氧化物钝化只对部分重金属有效,对最常见的铅镉污染无能为力;硫化物和有机物钝化持久性难保；土壤阳离子中重金属离子吸附亲和力最强，只要解决强酸性吸附功能基团和基体牢度,吸附钝化的有效性、可靠性和持久性皆可保证，吸附钝化修复是重金属污染土壤修复的希望所在。

（2）理想的重金属离子吸附剂，应该具有的几个特点：① 足够大的吸附容量，不仅能够容纳现有的离子态重金属，还要能够容纳在期望的时间内（5~10年及更久）内每年新解离出来的离子态重金属；② 以强酸性功能基团为主，辅以部分中强酸性功能基团，在欲修复的耕地土壤可能的酸度条件下可靠吸附、不被解吸；③ 基体有足够的牢度,在预期的时间内不会风化分解；④ 吸附剂的制造及工程成本，应能控制在当年种植业利润范围，至少不能显著超出。

吸附钝化修复技术必须解决的几个任务：① 完成对样品的盆栽试验、田间试验和工程示范,认识不同土壤类型的用量范围及对土壤和农产品的作用和影响规律；② 吸附剂的制造工艺技术，重点在于解决吸附容量、产品剂型、质量控制、成本控制；③ 耕地土壤修复的工程技术,包括用法用量、施用与混合的方法和相应的机械选型与改造。

在半工业试验中,作者已经成功制造出微颗粒磺化腐殖酸产品,吸附容量为工业磺化煤标准的3倍,盆栽试验中将土壤中有效态铅、镉95%以上吸附钝化为无效态，将溶液中的铅、镉离子减少到0,可以用改良的施肥机械施用，直接成本有望控制在500元/吨以下。

4 参考文献

[1] 袁园. 理化性质对土壤－农作物系统重金属生物有效性影响研究进展[J]. 地球科学前沿,2014,4(4):214-223.

[2] 张秋芳. 土壤重金属污染治理方法概述[J]. 福建农业学报(增刊),2000,15(S1):200-203.

[3] 陆景陵. 植物营养学[M]. 北京:中国农业大学出版社,2003.

Effectiveness of Soil Heavy Metal Forms and Enlightenment of Adsorption Passivation Restoration on Heavy Metal Polluted Soil

Dong Jian Shi Lichen Xiong Zhenzhang

Abstract Based on the traditional separate extraction method and continuous extraction method(classical method), analyses the influence of ambient condition on speciation of heavy metals in soil. Reference ion exchange principle, propose division of speciation of heavy metal ions in soil. Summarized the corresponding relation between the speciation of traditional heavy metals and ion morphology and the effectiveness of plant uptake. Through analysis and comparison, it is pointed out that adsorption passivation repair is the most promising method for passive remediation of heavy metal contaminated farmland soil.

Key words soil heavy metals forms plant uptake efficiency adsorption passivation restoration

纳米氧化锌颗粒对活性污泥生物量及其活性的抑制作用研究

李素萍 张虎山 郑佩娜
（广州军区环境监测站，广州 510507）

摘 要 为研究纳米颗粒对活性污泥生理生化功能的影响,本文建立模拟序批式活性污泥实验装置,研究了纳米氧化锌颗粒对活性污泥生物量和生物活性的影响,并分析了有机物降解和生物脱氮效率的变化。结果表明进水中含较高浓度纳米氧化锌颗粒时对活性污泥生物生长及污泥活性会产生明显抑制作用。

关键词 纳米氧化锌颗粒 活性污泥 生物量 污泥活性 抑制作用

纳米颗粒是指至少在一个维度上的尺寸小于100 nm的颗粒。由于纳米颗粒尺寸微小、比表面积巨大、与常规尺寸材料相比,具有更大的反应活性,因此其环境行为及毒性效应备受关注[1]。有研究发现，大量包含在日常生活用品及工业产品中的纳米颗粒随生活污水及工业废水的排放进入到污水处理厂，并最终停留在污泥中[1]。Limbach等[2]研究发现释放到污水处理厂中的纳米颗粒大部分被活性污泥吸附，污水处理厂污泥中已经检测出工业纳米材料及日常消费品中包含的纳米材料[3]。纳米颗粒进入污水处理厂后，可被活性污泥吸附而从污水中去除[4]，然而，被吸附的纳米颗粒可能对活性污泥的活性具有抑制作用[5-6]。Li等[7]研究发现纳米TiO_2颗粒可抑制脱氢酶(DHA)活性，且不同浓度对其抑制作用大小明显不同。因此随着纳米技术及纳米材料的研究应用的飞速发展[8]，进入到污水处理厂的纳米颗粒会不断增多，因此纳米颗粒对污泥活性的抑制研究对控制进水中纳米颗粒浓度具有一定指导作用。

1 实验思路与材料方法

1.1 实验思路

本文选取纳米氧化锌颗粒(纳米ZnO)为研究对象,建立模拟的序批式活性污泥法(SBR)实验装置进行相关实验，研究了进水中含不同浓度纳米ZnO时对活性污泥生物量、乳酸脱氢酶(LDH)释放、有机物降解、生物脱氮效率等的抑制作用。

1.2 材料

1.2.1 纳米ZnO悬浊液

纳米ZnO悬浊液(1.7 g/L,<100 nm,平均粒径小于35 nm)购买自Sigma-Aldrich(St.Louis,MO)。取2 mL上述悬浊液用去离子水稀释至1 L，作为储备液,使用前超声(250 W,40 Hz)分散20 min,防止其团聚。将纳米ZnO悬浊液震荡后，用动态光散射(DLS)分析其粒径分布,DLS粒径分析结果显示纳米ZnO悬浊液粒径集中分布在100 nm左右，满足后续实验要求。

1.2.2 污水水质

采用人工配制的模拟污水,配水组分如下,葡萄糖或蔗糖提供碳源，化学需氧量（COD）浓度为450~550 mg/L；氯化铵提供氮源，氨氮浓度为30~50 mg/L;其他营养元素浓度为:磷酸二氢钾30 mg/L,氯化钙10 mg/L,硫酸镁50 mg/L;进水pH值保持在7.5~8.5,由碳酸氢钠调节。

1.2.3 SBR实验装置

SBR实验装置有效反应容积为4.0 L。单个运行周期为8 h,各运行阶段时间为:进水0.15 h,搅拌曝气5.6 h,沉淀1.1 h,排水0.15 h,静置1 h。操作参数为:pH值7.5~8.5，温度25℃~28℃，污泥沉降比20%~30%。接种污泥取自污水厂二沉池污泥,用上述配水驯化培养。反应装置正常运行时,出水各项实验指标达到GB18918-2002一级B标准。

1.3 分析方法

1.3.1 纳米ZnO浓度的测定

收稿日期：2016-07-12，修改稿收到日期：2016-12-12

纳米 ZnO 浓度测定包括系统出水和污泥混合液中纳米 ZnO 浓度，均是通过 ICP-OES（GBT23942-2009）测定其中 Zn^{2+} 含量间接计算得到。

1.3.2 纳米 ZnO 与活性污泥毒性接触实验

启动 SBR 实验装置并使其稳定运行。在加入纳米 ZnO 之前，分别测定混合液悬浮固体浓度（MLSS）、混合液挥发性悬浮固体（MLVSS）、LDH、COD 去除率、氨氮去除率作为对照组；然后向上述模拟污水中加入纳米 ZnO 作为 SBR 反应器的进水，再测定上述各评价指标，作为实验组。进水纳米 ZnO 浓度分别为10，20，50，100 mg/L。每个评价指标两组，每组 3 个平行。

1.3.3 LDH 的分析方法

取搅拌曝气 2 h 后的污泥混合液 30 mL 于 50 mL 离心管中，在 12 000 g 下离心 5 min，吸取上清液用于测定 LDH。LDH 测定使用乳酸脱氢酶测试盒（南京建成生物工程有限公司），根据说明书所示步骤进行测定与分析。

1.3.4 其他常规指标分析方法

MLSS：105 ℃干燥减重法（GB 11901-1989）；MLVSS：600℃灼烧减重法（GB 9741-2008）；COD：重铬酸钾法（GB 11914-1989）；氨氮：纳氏试剂分光光度法（HJ 535-2009）。

2 结果与讨论

2.1 活性污泥中纳米 ZnO 的浓度分析

系统每天运行 3 个周期，每周期排水 2 L，每天排泥 200 mL，系统内纳米 ZnO 的含量处于动态积累过程[9]。每个周期进水中加入不同浓度纳米 ZnO，首个运行周期后，测定出水中 Zn^{2+} 浓度，通过计算得首个周期污泥中纳米 ZnO 浓度；连续运行 5 天后，取污泥混合液和系统出水，分别测定其中 Zn^{2+}，利用二者的差值可以间接计算得到污泥中积累的纳米 ZnO 浓度。表 1 所示为首个周期后和连续运行 5 天后活性污泥中纳米 ZnO 浓度。

由表 1 可知，保持每个周期进水纳米 ZnO 浓度分别为 10，20，50，100 mg/L 时，首个运行周期后，活性污泥中纳米 ZnO 的浓度分别为 7.59，15.53，37.60，72.09 mg/L，则可计算首次投加后污泥对纳米 ZnO 的吸附率分别为 75.9%，77.6%，75.2%，72.1%。连续运行 5 天后，活性污泥中积累的纳米 ZnO 的浓度分别为 53.12，105.14，255.17，470.87 mg/L。由此可知，纳米 ZnO 进入 SBR 后可能大部分被吸附在活性污泥中。

表 1 首个周期和连续运行 5 天后活性污泥中纳米 ZnO 浓度

进水纳米 ZnO 浓度（mg/L）	活性污泥中纳米 ZnO 浓度（mg/L）（首个周期后）	活性污泥中纳米 ZnO 浓度（mg/L）（连续运行 5 天后）
10	7.59	53.12
20	15.53	105.14
50	37.60	255.17
100	72.09	470.87

Kiser 等[10] 研究提出在活性污泥系统中，活性污泥对多种纳米氧化物都有吸附去除作用，且纳米氧化物被吸附量与其在水体中的浓度呈正相关。考虑到实验的可对比性及纳米 ZnO 浓度的易控制性，本文把进水中纳米 ZnO 浓度作为直接衡量标准。

2.2 纳米 ZnO 对活性污泥生物量的抑制

本文用 MLSS、MLVSS 来反映活性污泥处理系统生物量[11]，MLVSS/MLSS 表示活性污泥活性部分比例，正常运行情况下，其值一般在 0.75 左右。图 1 所示为进水纳米 ZnO 浓度分别为 10，20，50，100 mg/L 时，系统运行 5 天后，活性污泥生物量的变化情况。

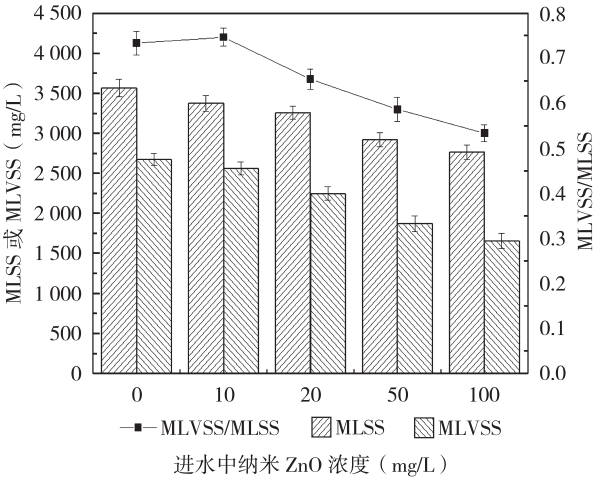


图 1 进水纳米 ZnO 浓度对活性污泥生物量的影响

从图 1 看出，当进水纳米 ZnO 浓度分别为 10，20，50，100 mg/L 时，运行 5 天后，MLSS 值从 3 564 mg/L 分

别降至 3 373,3 256,2 951,2 764 mg/L，降低趋势比较平缓,MLVSS 值从 2 673 mg/L 分别降至 2 563,2 247,1 869,1 658 mg/L,降低趋势比 MLSS 明显。进水纳米 ZnO 浓度为 10 mg/L 时,MLVSS/MLSS 从 0.75 升至 0.76,但 20,50,100 mg/L 时,MLVSS/MLSS 分别降低至 0.69,0.64,0.60。由此可知,纳米 ZnO 可能使活性污泥生物量降低,除 10 mg/L 浓度外,活性污泥中活性部分比例也降低。

出现这种结果的原因可能是低浓度纳米 ZnO 进入系统后,可溶解出的微量 Zn^{2+} 成为微生物可利用的微量元素,刺激微生物的生长,生物量增加[12-13],但 Zn^{2+} 浓度过高时,Zn^{2+} 与胞内大分子结合生成金属络合物或金属螯合物，生物大分子的正常生理功能被破坏或抑制,生物活性受到抑制,甚至死亡;另一方面,纳米 ZnO 可能被微生物吸附,覆盖在细胞膜表面,阻碍营养物质进入细胞内部,同时纳米 ZnO 与细胞膜接触过程中与细胞膜发生过氧化反应,破坏细胞膜结构,抑制细胞生长[14]。

2.3　纳米 ZnO 对 LDH 释放的影响

LDH 与乳酸、ATP 酶是能量代谢的三个重要指标。作为一种胞内酶,在细胞膜完整时,LDH 没有或者仅有少量分泌于细胞外，但是当细胞膜完整性受到破坏时,LDH 则会大量分泌于细胞外，因此目前 LDH 释放已被广泛用于评估毒性物质对细胞生长和生存的影响。图 2 所示为进水纳米 ZnO 浓度分别为 0,10,20,50,100 mg/L 时,系统运行 5 天后,细胞外可检测到的 LDH 活力单位。

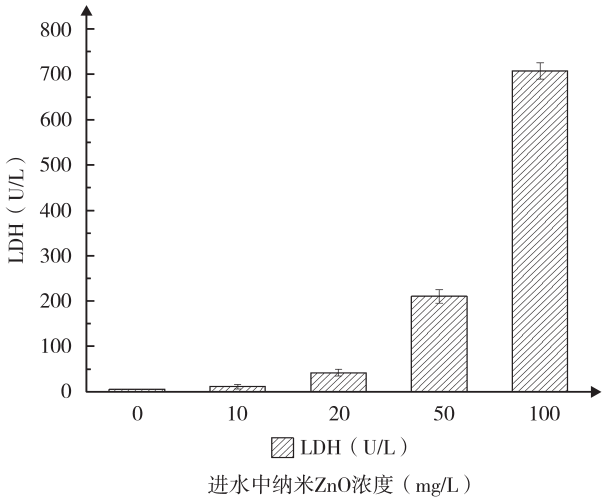


图 2　进水纳米 ZnO 浓度对 LDH 释放的影响

由图 2 可知,当进水纳米 ZnO 浓度分别为 0,10,20,50,100 mg/L 时，细胞外 LDH 活力单位分别为 5.74,11.47,42.07,210.33,707.46 U/L，由此可看出,与进水未含纳米 ZnO 相比，进水纳米 ZnO 浓度为 10 mg/L 时,LDH 释放变化不明显,但 20,50,100 mg/L 时,LDH 释放较明显,且浓度越高,LDH 释放越多。但是,Zheng 等[15] 和 Chen 等[16] 的研究发现,进水纳米 SiO_2 浓度为 50 mg/L 和进水纳米 Al_2O_3 浓度为 50 mg/L 时,LDH 均没有明显释放。存在这种差异的原因可能是不同纳米颗粒的毒性大小不同,而纳米 ZnO 颗粒可能具有比其他纳米颗粒更大的毒性[17]。

2.4　纳米 ZnO 对有机物降解的抑制

图 3 所示为进水纳米 ZnO 浓度分别为 0,10,20,50,100 mg/L 时,运行 5 天内,COD 去除率的变化。

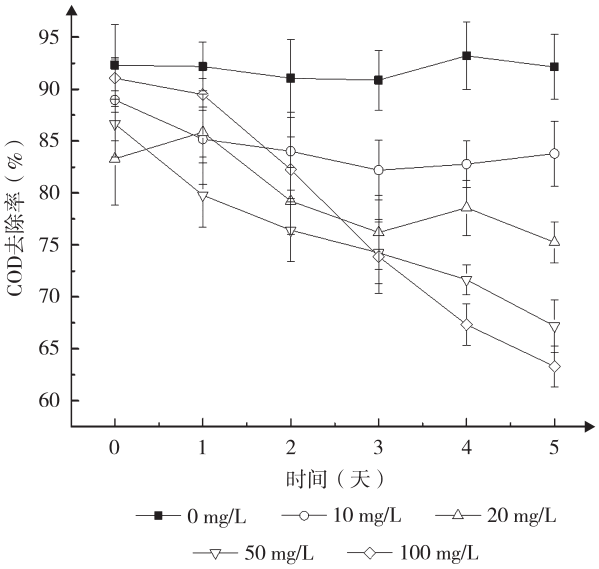


图 3　不同进水浓度纳米 ZnO 随暴露时间延长对 COD 去除率的影响

由图 3 可知,5 天内,进水未含纳米 ZnO 的 SBR 对 COD 的平均去除率为 92.00 ± 4.50%,表明实验期间,模拟 SBR 实验装置对有机物有良好的去除效果且运行稳定。进水中纳米 ZnO 浓度为 10 mg/L 时,运行 5 天后,去除率仅仅从 88.97%降到 83.79%;然而,当进水纳米 ZnO 浓度分别为 20,50,100 mg/L 时,运行 5 天后,COD 去除率则分别从 83.30%,86.65%,91.04%降到 75.25%,67.19%,63.30%，即分别下降了 8.05%,19.46%,27.74%。由此可知,进水纳米 ZnO 浓度为 10 mg/L 时对有机物降解抑制不明显,而

20,50,100 mg/L 时则可能会抑制有机物降解，且随浓度增大,抑制作用增强。类似地,Mei 等[18] 研究发现纳米 ZnO 会抑制膜生物反应器对醋酸钠的降解,浓度越大,抑制作用越强,加纳米 ZnO 之前基质 4 h 可完全降解，而进水中加入 13.6 mg/L 纳米 ZnO 后则需 6 h。

纳米 ZnO 导致有机物去除效率下降的原因可能是由于水中纳米 ZnO 及其释放出的 Zn^{2+} 的存在扰乱了原生动物的捕食作用,从而使基质的碳、氮、磷比例失衡,细菌群落分化,污泥系统恶化,对有机物去除造成影响[19]。另外也有研究认为,吸附在污泥中的纳米氧化物在与细胞接触过程中产生活性氧从而增加细胞膜的过氧化反应,脂、蛋白质、多糖、DNA 会因此过氧化损伤,进而抑制细胞代谢[20-21]。

2.5 纳米 ZnO 对生物脱氮效率的抑制

图 4 所示为进水纳米 ZnO 浓度分别为 0,10,20,50,100 mg/L 时,运行 5 天内,氨氮去除率的变化。

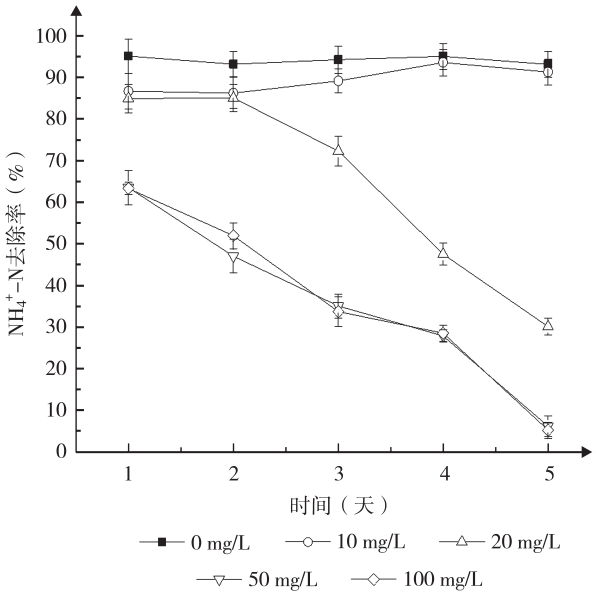


图 4 不同进水浓度纳米 ZnO 随暴露时间延长对氨氮去除率的影响

由图 4 可知,5 天内,进水未含纳米 ZnO 的 SBR 对氨氮的平均去除率为 94.20 ± 5.00%,表明实验期间,模拟 SBR 实验装置对氨氮有良好的去除效果且运行稳定。进水纳米 ZnO 浓度为 10 mg/L 时,运行 5 天内,氨氮去除率上下波动不大,5 天的平均氨氮去除率为 89.46%；然而，当进水纳米 ZnO 浓度分别为 20,50,100 mg/L 时,运行 5 天后,氨氮去除率分别从 92.11%,88.29%,82.39%降到 30.13%,5.21%,6.20%,即分别下降了 62.98%,83.08%,76.19%。由此可知,进水纳米 ZnO 浓度为 10 mg/L 时对氨氮去除率无明显影响,而 20,50,100 mg/L 时则可能会抑制氨氮去除率,且随浓度增大,抑制作用增强。类似地,Zheng 等[22] 研究发现进水纳米 ZnO 浓度为 10,50 mg/L 时,总氮(TN)去除率从 81.5%分别降至 75.6%和 70.8%。

Xiong 等[22] 的研究发现,纳米 ZnO 对活性污泥的抑制影响,主要是来自水体中纳米 ZnO 释放的 Zn^{2+} 以及吸附在活性污泥中纳米 ZnO 产生的活性氧,而 Liu 等[23] 在研究纳米 ZnO 颗粒,块体纳米 ZnO 及溶解态 Zn^{2+} 对活性污泥活性的抑制影响时发现,溶解态 Zn^{2+} 的抑制作用更明显。

3 结论

（1）进水纳米 ZnO 浓度为 10 mg/L 时,LDH 释放、氨氮去除率、有机物降解率没有发生明显变化,MLVSS/MLSS 则出现一定程度的增加。

（2）进水纳米 ZnO 浓度为 20,50,100 mg/L 时,生物量及活性部分比例降低,LDH 释放明显，有机物降解率和氨氮去除率明显降低。接触 5 天后,MLVSS/MLSS 值从 0.75 分别降低至 0.69,0.64,0.60,在细胞外检测到的 LDH 活力单位分别为 42.07,210.33,707.46 U/L,COD 去除率分别下降了 8.05%,19.46%,27.74%，氨氮去除率分别下降了 62.98%,83.08%,76.19%。

（3）进水中含较高浓度纳米 ZnO 颗粒会对活性污泥生物生长及污泥活性产生一定抑制作用，这一现象对污水厂进水中纳米 ZnO 浓度保持在非抑制作用范围内的控制技术研究具有一定指导作用,而对于这一抑制作用的产生原因，则需要进一步实验研究。

4 参考文献

[1] Brar S K,Verma M,Tyagi R D,et al. Engineered nanoparticles in wastewater and wastewater sludge-evidence and impacts[J]. Waste Management,2010,30:504-520.

[2] Limbach,L.K.,R.Bereiter,E.Muller,et al. Removal of oxide nanoparticles in a modle wastewater treatment plant:influence of agglomeration and surfactants on clearing efficiency[J]. Environment science & technology,2008,42(15):5828-5833.

[3] Westerhoff,P.,G.Song,K.Hristovski,et al. Occurrence and removal of titanium at full scale wastewater treatment plants: implications for TiO_2 nanomaterials[J]. Journal of Environmental Monitoring,2011,13(5):1195.

[4] Kiser M A,Ryu H,Jang,et al. Biosorption of nanoparticles to heterotrophic wastewater biomass[J]. Water Research,2010,44:4105-4114.

[5] Park S,Lee S,Kim B,et al. Toxic effects of titanium dioxide nanoparticles on microbial activity and metabolic flux[J]. Biotechnol. Bioprocess Eng,2012,17:276-282.

[6] Babakhani F A,Mehrabadi A R,Lens P N L,et al. Prevention of biofilm formation in water and wastewater installations by application of TiO_2 nanoparticles coating[J]. Desalination Water Treat,2011,28:83-87.

[7] Li,D.,F.Cui,Z.Zhao,et al. The impact of titanium dioxide nanoparticles on biological nitrogen removal from wastewater and bacterial community shifts in activated sludge[J]. Biodegradation,2013,25(2):167-177.

[8] 李申,彭超,蒋志平,等. 纳米技术及纳米材料的研究应用和发展趋势[J]. 河南建材,2016(1):127-130.

[9] Y.F.Wang,P.Westerhoff,K.D.Hristovski. Fate and Biological Effects of Silver,Titanium Dioxide,and C-60 (Fullerene) Nano materials During Simulated Waste water Treatment Proces es[J]. Journal of Hazardous Materials,2012,201:16-22.

[10] Westerhoff P,Song G,Hristovski K,et al. Occurrence and removal of titanium at full scale wastewater treatment plants: implications for TiO_2 nanomaterials[J]. Journal of Environmental Monitoring,2011,13(5):1195-1203.

[11] 龚辉. 活性污泥中生物量的测定[J]. 广州环境科学,1995(3):45-48.

[12] Vittori Antisari,L.S.Carbone,A.Gatti,et al. Toxicity of metal oxide(CeO_2,Fe_3O_4,SnO_2)engineered nanoparticles on soil microbial biomass and their distribution in soil[J]. Soil Biology and Biochemistry,2013,60:87-94.

[13] 曹相生,龙腾锐,孟雪征,等. Mn^{2+}、Mo^{6+} 和 Zn^{2+} 对活性污泥内胞外聚合物组分的影响[J]. 环境科学,2004(4):70-73.

[14] 孟雪征,赖震宏,龙腾. 金属离子对好氧活性污泥活性的影响[J]. 安全与环境学报,2004(6):43-45.

[15] Zheng,X.,Y.Su,Y.Chen. Acute and chronic responses of activated sludge viability and performance to silica nanoparticles[J]. Environ Sci Technol,2012,46(13):7182-7188.

[16] Chen,Y.,Y.Su,X.Zheng,et al. Alumina nanoparticles-induced effects on wastewater nitrogen and phosphorus removal after short-term and long-term exposure[J]. Water Res,2012,46(14):4379-4386.

[17] 张金洋,宋文华. 纳米氧化锌的健康危害与生态安全性研究进展[J]. 生态毒理学报,2010,5(4):457-468.

[18] Mei,X.,Z.Wang,X.Zheng,et al. Soluble microbial products in membrane bioreactors in the presence of ZnO nanoparticles[J]. Journal of Membrane Science,2014,451:169-176.

[19] 陈声贵,许木启,杨向平,等. 原生动物在活性污泥中的作用[J]. 生态学杂志,2002(3):47-51.

[20] KellyS.A,Havrilla C.M,Brady T.C,et al. Oxidative Stress in Toxicology Established Mamalian and Emerging Piscine Model Systems[J]. Environmental Health Perspectives,1998,7(106):375-384.

[21] A.Nel,T.Xia,L.Madler,et al. Toxic Potential of Materials at and Nanolevel[J]. Science,2006,311(5761):622-627.

[22] Xiong Zheng,Rui Wu,Yinguang Chen. Effects of ZnO Nanoparti cles on Wastewater Biological Nitrogen and Phosphorus Removal [J]. Environmental Science & Technology,2011,45(7):2826-2832.

[23] Liu,G.,D.Wang,J.Wang,et al. Effect of ZnO particles on activated sludge:Role of particle dissolution[J]. Science of the total environment,2011,409(14):2852-2857.

Study on Negative Effects of Zinc Oxide Nanoparticles on Biomass and Activity of the Activated Sludge

Li Suping　Zhang Hushan　Zheng Peina

Abstract To study the effects of nanoparticles on the physiological and biochemical function of activated sludge, the impact of zinc oxide on biomass and activity of activated sludge in Sequencing Batch Reactor Activated Sludge Process was investigated, respectively, the changes of COD removal and biological denitrification was analyzed. The results showed that higher concentration of nanoparticles of influent can inhibit organism growth and activity of activated sludge clearly.

Key words zinc oxide nanoparticles　activated sludge　biomass　sludge activity　inhibition

某橡胶轮胎公司中水回用技术与成本效益分析探讨

冯结娴
（广州经济技术开发区怡地工程有限公司，广州　510530）

摘　要　本文探讨某橡胶轮胎制造公司的中水回用系统工程，从处理工艺技术和经济性可行性两方面出发，对中水处理工艺、成本核算及效益进行了介绍，并对橡胶轮胎制造业的中水回用存在的问题和发展趋势进行了初步分析。

关键词　橡胶轮胎公司　中水处理　成本核算

中水回用是缓解我国水资源危机的重要途径之一，也是协调我国水资源与水环境问题的出路。所谓中水，主要是指工业污水或生活污水经处理后达到一定的水质标准，可在一定范围内重复使用的非饮用杂用水，其水质介于上水与下水之间，是水资源有效利用的一种形式。废水的再生与回用在水的社会循环中属于极为重要的环节，把实际产生的废水经过再生处理后回用，不仅能够有效缓解水资源紧缺的情况，充分利用有限的淡水资源，并且还降低了流入自然水体中的污染物总量，发挥着重要的功效。

1　某橡胶轮胎公司中水水源

某橡胶轮胎公司排放的废水主要来源于生活污水和软化水处理系统的中水。废水经厂区污水处理站处理后排放，总排放水量约为 1 000 m^3/d。该公司污水处理站主要采用好氧生物处理工艺，目前处理后污水优于设计的一级排放标准。

该公司污水处理厂进水水质达到《水污染物排放限值》（DB44/26–2001）第二时段一级标准。出水水质标准达到《城市杂用水水质》（GB/T 19923–2005）中的工业用水水质标准。

2　某橡胶轮胎有限公司中水处理工艺

2.1　中水回用处理工艺及其流程

根据某橡胶轮胎有限公司废水的水质特点和进出水要求，按《建筑中水设计规范》（GB50336–2002），结合目前的经验，其废水处理基本工艺流程见图 1。

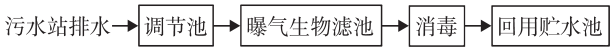


图 1　废水处理工艺流程

2.2　处理工艺的技术可行性

该公司中水处理采用混凝 – 生化处理 – 沉淀 – 过滤 – 消毒等 MBR 工艺处理，主要控制指标 COD、氨氮和总磷的平均去除率分别为 94.1%，99.6%和 96.6%，出水水质满足中水控制指标要求，且该工艺设备简单，占地少，运行方便。自 2012 年行以来，该公司其平均出水水质为 COD≤10 mg/L，BOD≤2 mg/L，SS≤8 mg/L，处理后的出水水质符合《城市杂用水水质》（GB/T 19923–2005）要求。实践证明，MBR 污水工艺是一种简单、高效的中水处理技术。

2.3　处理工艺的经济可行性和运行费用核算

2.3.1　电费

按 600 t/d 废水处理量计算电费，每日用电量为 245.8 度。电费按 0.8 元 / 度，则每日用电费用为 196.6 元。故吨污水处理用电费为 0.33 元。见表 1。

表 1　运行用电

设备名称	功率（KW）	数量（台）	运行数量（台）	运行时间（h/d）	运行电耗（KW.h）
污水提升泵	2.2	2	1	24	52.8
调节池提升泵	1.5	3	2	24	72
曝气风机	3	2	1	24	72

收稿日期：2016–10–11，修改稿收到日期：2016–12–12

续表 1

设备名称	功率（KW）	数量（台）	运行数量（台）	运行时间（h/d）	运行电耗（KW.h）
反洗风机	7.5	1	1	1	7.5
反洗水泵	5.5	1	1	1	5.5
消毒加药设备	0.5	1	1	24	12
其　它	1	1	1	24	24
总　计					245.8

2.3.2　药剂费

按 600 t/d 废水处理量计算药剂费，由工厂污水站运营人员兼顾，没有特殊的耗易件，暂不计人工费和特殊的耗易件成本。故吨污水处理用药剂为 0.03 元。见表 2。

表 2　药剂费

药品名称	投加浓度（mg/L）	用量（kg/d）	单价（元 /kg）	总价（元 /d）
ClO_2 发生费	8	4.8	3.7	17.8
总　计				17.8

2.3.3 运行费

以上中水处理费合计为 0.36 元 /m³。污水回用处理工程总投资为 226.4 万元，见表 3。

表 3　投资费用估算

编号	名称	规格	单位	数量	单价（万元）	合价（万元）
1	污水提升泵	Q=30 m³/h，H=10 m，N=2.2 kW	台	2	1.2	2.4
2	调节池	V=210 m³	m³	210	0.1	21
3	调节池提升泵	Q=15 m³/h，H=10 m，N=1.5 kW	台	3	0.9	2.7
4	曝气生物滤池	2.5 m × 5 m	座	2	6.5	13
5	曝气生物滤池填料	陶粒	m³	20	0.2	4
6	曝气风机	Q=1.16 m³/min，H=5 mAq，N=3 kW	台	2	1.8	3.6
7	反洗风机	Q=3.6 m³/min，H=5 mAq，N=7.5 kW	台	1	2.9	2.9
8	反洗水泵	Q=90 m³/h，H=15 m，N=5.5 kW	台	1	1.8	1.8
9	消毒池	6 m × 2 m × 2.5 m	座	1	4.5	4.5
10	ClO_2 发生器	200 g/h	套	1	3	3
11	回用贮水池	V=1 000 m³	m³	1 000	0.09	90
12	管道系统					15
13	电气					15
14	安装费					30
15	不可预见费					10
16	税收					7.5
17	总计					226.4

平均单位投资费用为 3 773 元 /（吨污水 /d）。按照广东自来水费 1.36 元 / 吨计，扣除本回用系统的运行费用 0.36 元 / 吨，实际效益为 1 元 / 吨。投资回收期为 226.4 × 10 000/（1 × 600）/365=11（年）。

通过以上的实际情况的分析可知，如果该橡胶轮胎制造业公司水回用工程运行管理得当，其在经济上是可行的，并且随着水资源供需矛盾的进一步激化，自来水价格势必会升高，而随着处理技术的发展，中水处理费用却会降低，这更增加了中水回用的经济可行性。

2.4　处理工艺的选择

水处理工艺的选择依据主要是根据进水水质和经济技术比较，选用在技术上可靠，经济上可行，且据有稳定出水水质的处理工艺，同时还要考虑其管

（下转第 47 页）

广州市规划环境影响评价审查技术要点探讨

张春菊[1]　万丽兵[1]　符浩翔[3]　周文聪[3]　张音波[2]
（广州市环境监测中心站，广州　510091；环境保护部华南环境科学研究所，广州　510655；
广州市环境保护科学研究院，广州　510620）

摘　要　本文在分析广州市规划环境影响评价文件类型的基础上，根据相关技术规范文件的要求，结合广州市实际情况，提出主要规划环境影响评价文件的审查技术要点，为编制规划环境影响评价文件的技术机构和审查环境影响评价文件的环境保护主管部门提供参考。

关键词　规划类型　规划环评　技术要点

规划环评自 2002 年正式写入《环境影响评价法》以来，管理体制和技术方法均得到不断的完善，但因规划类型很多、范畴极广，在当前的新形势下，规划环评在实际应用中仍存在许多问题[1-3]。广州市随着新一轮的发展战略和政策的实施，规划环评也面临着一些突出的问题亟待解决。一方面，部分规划已经超出《规划环境影响评价条例》（国务院令第 559 号）、《编制环境影响报告书的规划的具体范围》（试行）和《编制环境影响篇章或说明的规划的具体范围》（试行）界定的规划类别，较难准确判别其应当编制的环评文件的类型；另一方面，《规划环境影响评价条例》未对规划环评文件的编制单位是否应具有环评资质作出明确的规定，也未对规划环评文件承接单位的界限及水平作出明确要求，导致规划环评文件环境指导性弱、落地难，规划环评和项目环评联动管理未达到应有的效果。

本文针对广州市现有的规划类型，探讨不同类别的规划需编制的环评类型，同时在遵循《规划环境影响评价技术导则总纲》（HJ/T130-2014）等技术文件的基础上，提出广州市主要规划环评文件的审查技术要点，旨在为编制规划环评文件的技术机构和审查环评文件的环保部门提供参考。

1　广州市现阶段规划类型

根据《规划环境影响评价条例》有关规定，本研究梳理了广州市现阶段主要的规划类型，主要有土地利用规划、区域的建设开发利用规划、流域的建设开发利用规划、海域的建设开发利用规划、工业规划、林业规划、能源规划、水利规划、交通规划、城市建设规划、旅游规划和自然资源开发有关规划等十二大类，详见下表 1。

表 1　广州市现阶段规划类型汇总

序号	广州市规划类型	
1	土地利用有关规划	土地利用总体规划
2	区域的建设、开发利用规划	新城区、经济区总体规划
3	流域的建设、开发利用规划	流域综合规划
		防洪、治涝、灌溉规划
4	海域的建设、开发利用规划	
5	工业有关规划	工业园区
		工业各行业规划
6	林业有关规划	森林公园开发建设规划
7	能源有关规划	电网及变电站规划
		分布式能源站及热网规划
		燃气规划
8	水利有关规划	流域、区域涉及江河、湖泊、水库的水资源开发利用综合规划
		流域、区域水资源和水质保护专项规划
9	交通有关规划	综合公共交通系统规划
		轨道交通网建设规划

收稿日期：2016-12-01，修改稿收到日期：2016-12-12

续表 1

序号	广州市规划类型	
10	城市建设有关规划	各区地块规划管理单元控制性详细规划
		城市“三旧”改造区域控制性详细规划
		畜禽养殖或屠宰场(厂)选址规划
		供水、排水、垃圾、绿道、廊道等市政专项规划
		地下综合管廊专项规划
		城镇体系规划
		风景名胜区总体规划
11	旅游有关规划	旅游发展总体规划
12	自然资源开发有关规划	矿产资源规划
		土地整治规划

2　广州市规划环评文件的类型

根据《规划环境影响评价条例条例》、《编制环境影响报告书的规划的具体范围》(试行)和《编制环境影响篇章或说明的规划的具体范围》(试行),规划环评文件类型包括环境影响报告书、环境影响篇章或说明。结合广州市的行业发展、城市发展和区域开发利用的特点,以及广州市将来的规划发展趋势,建议从以下几种情况，界定广州市主要规划需要编制的环评文件类型,具体如下：

(1) 市人民政府及其有关部门组织编制的土地利用的有关规划,区域、流域、海域的建设、开发利用规划类的综合性规划,编写环境影响篇章或者说明。

(2) 市人民政府及其有关部门组织编制的工业(包括工业园区、工业各行业)、农业、畜牧业、林业、能源、水利、交通、城市建设、旅游、自然资源开发的有关专项规划,编制环境影响报告书;森林公园开发建设规划、城镇体系规划、风景名胜区总体规划等指导性专项规划(见表 1),编制环境影响篇章或说明。

(3) 市人民政府及其有关部门已经批准的规划在实施范围、适用期限、规模、结构和布局等方面进行重大调整或修编,重新或补充编制的规划,按照原规划环评文件的类型进行编制。

(4) 对环境有重大影响的专项规划实施后的规划跟踪环评，以及实施 5 年以上的各类产业园区规划跟踪环评,按照原规划环评文件的类型进行编制。

(5) “一地三域,十个专项”未将国民经济与社会发展规划列入评价范围，为了从决策源头控制环境污染的产生，建立环境与发展综合决策机制的有效途径,保证国民经济与社会发展规划的有效实施,本研究认为若将来将国民经济与社会发展规划纳入广州市规划环评编制范围，建议其环评文件类型为环境影响篇章或说明。

(6) 其他机构委托的同类型规划环境影响评价文件的技术审查和咨询,可以参照执行。

3　规划环评审查程序

规划环境影响报告书审查程序如下：① 申请；② 受理；③ 技术咨询；④ 组织审查；⑤ 出具审查意见。审查流程(见图 1)。

4　规划环评审查技术要点

根据《总纲》等技术规范文件的要求,结合广州市实际情况，列出以下所有规划环境影响报告书及主要规划的环境影响篇章或说明的审查技术要点。

4.1　各类规划环境影响报告书的审查技术要点

4.1.1　工业有关规划

包括产业发展方向、发展规模和能源结构等方面对资源环境承载力的评估,选址、定位和结构、布局、规模及环保基础设施环境合理性(与依法设立的自然保护区、世界文化和自然遗产地、饮用水源保护区、风景名胜区、森林公园和地质公园等环境敏感区域的空间关系和影响分析,特别要关注功能区混杂,规划人群数量的合理性),规划实施后环境风险评价和应急预案编制,总量控制和环境准入条件分析。

4.1.2　能源有关规划

包括规划选址、布局、结构的环境合理性分析,大气环境的影响评价(对于集中供热规划环境影响报告书,其实施集中供热替代现有锅炉情况、大气污染物减排情况),水环境影响的评价,环境风险评价。

4.1.3　水利有关规划

规划实施后对水文情势、水质、水温及泥沙淤积的环境影响预测与评价，规划实施对流域水生生态系统结构和功能、完整性的影响,对淹没区的陆生生态的影响，对重点保护水生生物重要生境的影响范围和程度的分析,规划实施的累积性环境影响评价,

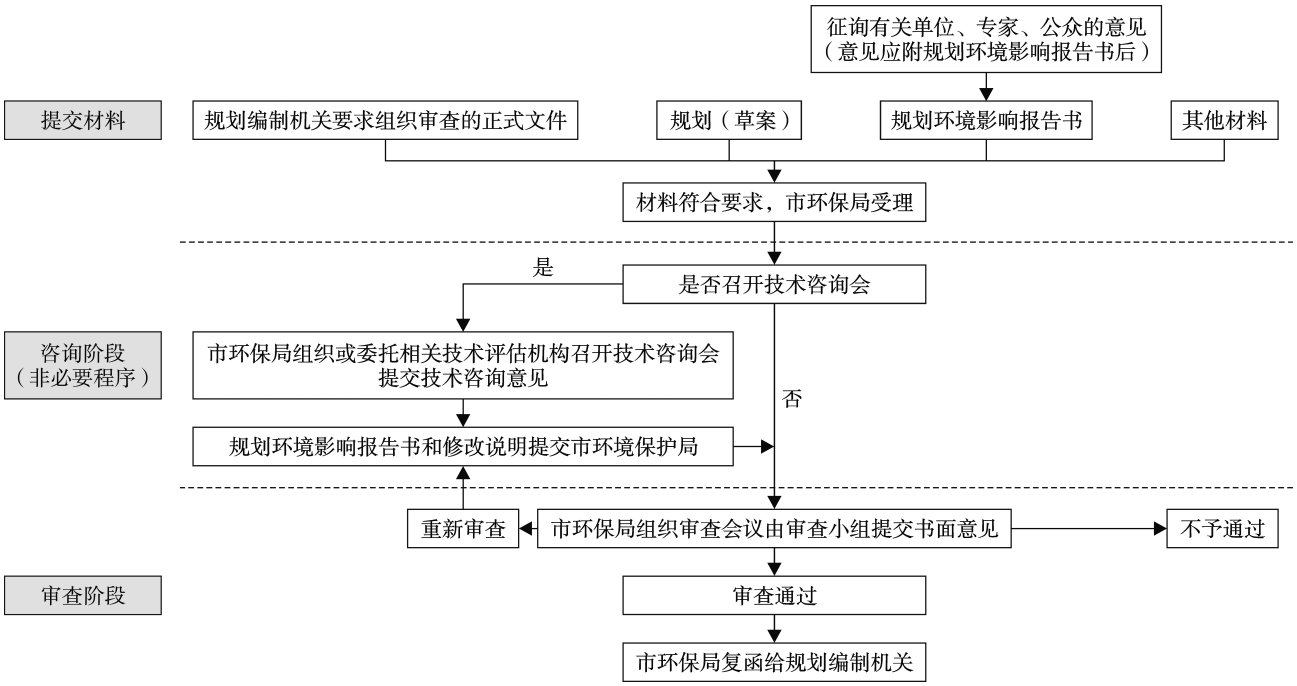


图 1 规划环境影响报告书审查流程

对于已开发的河流，还应重点审核报告书对现有流域生态环境问题和环境保护措施提出的解决和改进措施的全面性、针对性、有效性。

4.1.4 交通有关规划

重点关注报告书是否着眼于环境问题的全局性和根本性，是否具有主动性和前瞻性，是否解决了线网规模、线位优化、敷设方式、敏感目标避让及保护等规划层次上应处理和能处理的环境问题。报告书是否重点解决了以下问题：从规划目标出发论证环境合理性，线网布局和选线的合理性（包括线路规模、走向、站场布局等），明确回答规划线网的制约性因素和资源（主要包括城市土地、电力、水资源等）承载力问题，分析和评价交通规划与总体规划、土地利用规划、国民经济和社会发展及环境保护等规划的相互关系和协调性，替代方案分析包括零方案及其他交通方案，规划线网的生态影响控制与生物多样性保护。噪声和振动专题评价包括达标距离、受影响的区域面积或人口数量、敏感建筑分布及受影响程度等。地表水及地下水专题评价：规划线路及站场与水源保护区的关系、废水产生量及 COD 排放总量；工程埋深及地下水位关系、地下水流场的分割度等。

4.1.5 城市建设有关规划

包括资源环境承载力评估，生产、生活、生态空间管控、产业准入环境合性分析，产业定位、结构和布局的环境影响分析，市政基础设施（垃圾、污水、变电等）、综合交通系统对边界环境敏感区的影响分析，对于城市“三旧”改造专项规划和控制性详细规划环境影响报告书，还应重点审查原有环境遗留问题的识别、评价和回顾性影响分析、满足城市“三旧”改造专项规划环境质量要求保障措施的论证。

4.1.6 旅游有关规划

主要包括旅游区资源环境承载力评估，规划实施对生态环境和景观的环境影响评价，各规划要素空间分布、结构、规模的环境合理性论证，规划实施后累积性的影响评价。

4.1.7 自然资源开发有关规划

矿产资源规划包括开采：储量和开采程度分析，开采规划的生态安全及格局的合理性，开采规划的生态环境影响评价，开采方式的环境风险评价，开采规划的累积性环境影响评价，生态动态监测情况；运输：运输方式的环境影响评价（主要大气环境、水环境、土壤环境、生态环境和地下水环境），运输的环境风险评价；加工和利用：资源加工的主要污染物环境影响评价，资源供给平衡和清洁能源利用情况分析，资源利用对区域环境质量目标的影响评价。土地整治规划包括土地利用规模和布局调整后的环境影响

评价，工业用地转为其他功能用地前的场地风险评估分析，规划的工业用地类型在使用前后土壤、地下水等环境质量监测与影响评价，土地整治对生态环境的影响评价，如污染控制型土地整治（以工业用地、居住用地、商服用地为对象的土地整治活动）对生态环境的影响和生态建设型土地整治对生态环境的影响评价。

4.2　主要规划的环境影响篇章或说明的审查技术要点

4.2.1　土地利用规划

包括土地利用规模、结构和布局环境合理性分析（总体布局、中心城区规划布局、重大工程和建设项目布局等），生态影响评价（生态安全、空间格局和生态风险评价），土地资源承载力和可持续利用评估。

4.2.2　区域、流域和海域规划

区域的建设、开发利用规划环评：区域开发的环境合理性综合论证分析，包括总体布局、选址合理性、产业定位、开发规模等；生态环境影响评价，包括环境基础设施及生态建设方案，生态适应性分析等；资源环境承载力评估，区域环境污染物总量控制分析。流域的建设、开发利用规划环评：水文水资源和水环境的影响评价，流域水生生态系统和生态敏感区域的影响评价；累积性影响评价，包括规划方案总体布局、规模和开发时序对环境的累积性影响评价和对流域可持续发展能力的影响评价；环境合理性综合分析，包括流域规划目标和定位、布局、规模和开发时序的环境合理性综合论证。海域的建设、开发利用规划环评：海域开发强度和资源环境承载力评估；海洋生态环境影响评价，包括海域利用功能调整、海域利用格局对海洋生态环境的影响；海域的建设、开发利用规划的总体布局和平面布置的环境合理性分析。

4.2.3　林业有关规划

包括规划选址、布局、结构的环境合理性分析，对生态系统完整性、生物多样性和景观的影响评价，区域水资源平衡、地表水、地下水环境的影响评价，对区域土壤环境的影响评价。

4.2.4　国民经济与社会发展规划

包括区域发展目标和布局的影响评价：国民经济与社会发展规划确定的发展目标、空间布局等资源环境影响评价，与环境目标、环境因子的相容性和环境合理性分析；资源环境压力评估和区域可持续发展影响评价：国民经济与社会发展规划实施后对资源环境承载力和区域可持续发展能力的影响评估，提出改善、减轻相关生态环境压力的相关对策与措施等；重点产业发展结构、规模和布局等环境影响评价：国民经济与社会发展规划确定的重点产业、行业发展类型、结构、规模和空间布局对区域环境目标和环境质量改善等影响评价；区域生态空间和生态安全格局的环境合理性评价：国民经济与社会发展规划确定生产、生活、生态三大布局，与资源环境承载力相匹配的生态安全格局、新型城镇化格局和农业发展格局等环境合理性评价。

4.2.5　空间规划

主要是生态、生活和生产空间利用的环境合理性分析，资源环境承载力评估（包括总量控制分析），空间开发累积性环境影响评价，空间开发利用的环境管理和控制（包括产业准入和退出政策、生态补偿政策和跟踪评价等）。

5　建议

（1）建立多部门协调互动机制。规划编制机关、规划编制单位、规划环评技术机构与环保部门在规划环境影响报告书编制审查过程中，开展互动沟通平台，充分了解规划内容，识别规划的环保瓶颈，充分理解规划的优化调整建议等，以便充分发挥规划环评文件的环境指导性的作用。

（2）建立健全“规划环评与项目环评”的联动机制。进一步理顺规划环评与项目环评在评价范围、内容、评价深度等方面的衔接关系，引导规划环评从宏观战略层面评估规划方案的环境合理性，提出预防规划实施对生态系统产生整体性、综合性影响的政策建议；引导项目环评落实规划环评提出的环保要求，特别是关于建设项目的准入要求，细化针对污染源的达标排放措施和总量控制要求。

6　参考文献

[1] 徐宏亮，吕思浩，刘岳定，等. 刍议规划环境影响评价的现状与进展[J]. 低碳世界，2014（4X）：4–5.

[2] 牛丽春，肖燏杰，陈磊. 我国环境影响评价的研究进展及存在问题[J]. 四川有色金属，2011（1）：45–48.

[3] 夏远芬，叶忠香，杨光俊. 规划环境影响评价技术方法及影响因素的探讨[J]. 科技创新与应用，2013（35）：136–136.

Investigation on the Technical Points of the Planning Environmental Impact Assessments in GuangZhou City

Zhang Chunju Wan LiBing Fu HaoXiang Zhou WenCong Zhang Yinbo

Abstract In this paper, analyzed on the planning environmental impact assessments in GuangZhou, according to authority file of relating technology, combined with reality of GuangZhou city, the technical points of the planning environmental impact assessments were suggested, which provided for technical department of making planning environmental impact assessment document and environmental protection department of investigationing the environmental impact assessment document.

Key words planning type planning environmental impact assessment technical point

持续“低碳校园”活动 共建生态文明社会

——2016年广州市“低碳校园”系列科技教育活动成果展示交流会报道

为贯彻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)》,由市教育局、广州市青少年科技教育协会主办,市青科教协环境教育专业委员会与市环境科学学会、广州市第98中学、广州市晓园中学联合承办的“2016年广州市‘低碳校园’系列科技教育活动成果展示交流会”,于12月14日在广州市晓园中学举行。出席本次交流会的有市教育局科研处、市青少年科技教育协会、市青科教协环境教育专委会、广州大学环境科学与工程学学院、市环境科学学会的专家和领导,以及来自广州市中小学参赛获奖师生代表等近两百人。

广州市“低碳校园”系列科技教育活动是广州市青少年科技教育协会属下的环境教育专业委员会精心策划的具有自己特色的品牌活动,已经持续开展了四届,深受广大中小学师生的欢迎。本届活动从9月份开始宣传发动、各区组织初赛、市赛,再到成果展示交流会共历时4个月,征集到各校集体项目低碳短课课例DV作品32项,教师项目低碳校园建设经验论文165篇,垃圾分类实践活动案例107份,学生项目电脑小报作品553份,参赛项目合计857项,参赛师生超过2000人,评出获奖作品共515份。本次2016年广州市“低碳校园”系列科技教育活动成果展示交流会,旨在推广创建垃圾分类示范基地学校和低碳校园建设的经验,表彰在低碳校园创建工作中的先进集体和个人。

广州大学环境科学与工程学院常向阳院长在作《从地球—环境—家园谈环境教育》专题讲座

广州市教育局科研处谷忠鹏处长号召中小学教师努力成为生态文明理念的传播者、生态文明行为的养成者、生态文明建设的促进者

获奖代表广州市第九十八中学马燕老师在介绍低碳课例一等奖作品《绿色生活 你我同行》主题班队会

获奖代表广州市中学生劳动技术学校刘玉晗老师交流低碳论文《学农综合实践基地园地生产的低碳教育实践与探索》

(下转第43页)

低碳应该成为学生校园生活的一种态度

李雄辉
（增城区新塘镇白石小学，广州 511300）

摘 要 “低碳生活”对于人们来说,是一种态度。作者认为让低碳成为学生校园生活的一种态度,应该把握好下面三点:全面认识低碳,形成低碳意识;优化校园资源,构建低碳校园;节能环保进校园,助力打造“低碳生活”。它提倡学生们要从自己的校园生活习惯做起,从点滴做起,从身边做起。

关键词 低碳意识 学生 校园生活 态度

1 引言

低碳,英文为 low carbon。意指较低或更低的温室气体(主要是二氧化碳)的排放。全球气候变暖,自然灾害频繁爆发,气候问题引起了全人类的广泛关注。2008年世界环境日主题定为“转变传统观念,推行低碳经济”。在2012年的“全国两会”上,人大代表、政协委员们提交的与“低碳”有关的议案、提案占总量的10%左右。这表明,“低碳” 不再只是概念。“低碳生活”和“低碳经济”正在成为全社会的共识,成为人们所期待的最为主导的生存和发展方式。现在我们国家对全世界公开承诺减排指标,决定到2020年温室气体排放比2005年下降40%~45%。低碳时代已经如约而至,正在改变着我们的生活。那么,什么是低碳生活呢?所谓“低碳生活(low-carbon life)”。就是把生活作息时间所耗用的能量要尽量减少,从而减低二氧化碳的排放量,从而减少对大气的污染,减缓生态恶化。[1] 低碳生活,对于普通人来说,是一种生活态度。对于学生来说,也应该是一种校园生活态度,它是提倡学生从自己的校园生活习惯做起。学校应该积极提倡并去实践“低碳生活”,注意节电、节油、节气,从点滴做起,从身边做起,让低碳最终成为学生校园生活的一种态度。

2 全面认识低碳,形成低碳意识

“低碳”就在大家身边。让低碳成为学生校园生活的一种态度,让低碳自然走进校园,需要全体师生达成共识。首先,要充分利用校园广播、校园网络、墙报和宣传栏等宣传手段进行低碳理念的传播,强调建立低碳生活理念、建设低碳校园的必要性和紧迫性,形成关心资源节约,身体力行节约资源的良好氛围,让以低能耗、低污染、低排放为特征的低碳生活受到广大师生的推崇,使低碳生活不再只是一种理想,更是广大师生期待的生活态度。其次,学校通过课堂主渠道,把节能、节水、节电、节粮等知识纳入课堂教学。以图片和短片的形式,使学生们对什么是低碳生活、为何要选择低碳生活、怎样做到低碳生活等有更深入理解,从而培育其“低碳生活是每一个人应有的生活态度”的意识。第三,发放低碳生活倡议书,经常举办和学生生活学习紧密相关的低碳生活讲座。通过科学的计算方法让学生计算出自己每天的碳排放量,使学生对减碳有一个更为直观的认识,更加积极地践行低碳生活。[2]

3 优化校园资源,构建低碳校园

对学校进行节能减排的改造,不但有益于改善学习环境,而且在低碳行动中起到了模范带头作用。教室、办公大楼、寝室等建筑,在设计和建设上就要体现节能和可持续发展。

3.1 合理规划用地

合理规划校园用地,打造绿色校园。规划合理的容积率与绿化率。即在建设用地、功能区分等方面注意利用地形地势,以减少土方工程量,努力实现校园绿地的均衡布局与绿地景观的品质提升。校园景观

收稿日期：2016-07-10，修改稿收到日期：2016-12-12

规划中应注重生态平衡原则,合理选用树种,合理搭配乔木、灌木、草坪种植。另外,在校园内实施“节能增绿”活动,不断提高二氧化碳的中和率。还要努力提高园林绿化养护管理的水平,真正做到低碳绿色校园。

3.2 教辅用书循环利用

笔者经常看到一个现象,每逢开学初,在书店里的人群熙熙攘攘,学生们去采购各种书刊读物络绎不绝。经调查,基本上每个同学手头都会有一些闲置的书本,每个学期过后,大家都会发现教辅书还是很新的,还能够做第二次使用,但是同学们又不知道如何处理这些闲置的书本。有的同学会把所有的书本都收集起来,拿到收废书的地方卖掉;还有的同学就随便把书放在房间的一个角落,然后慢慢积上灰尘。其实,这也是一大可利用的资源。为了使有限的教育资源最大程度的发挥效益,可以推行教材循环使用。这对我们每一个学生、全社会都是个实实在在的节约开支的行为。教科书的循环使用就是对资源的有效节约。我们可以将同学们的旧书都收集起来,然后给下一届的新生使用。学校先由少先队部向同学们做好宣传,然后准备一个收集旧书的地方,让同学们把闲置的各类教辅用书以及课外读物收集起来,建立编号供学生借阅使用。学生还可以主动把自己带来的旧书本则推荐给下一年级的小同学。

4 节能环保进校园,助力打造“低碳生活”

低碳生活让大家身体更健康,环境更优美。用行动说话,切身投入到构建低碳校园的实际行动中,师生们各出其力,共建低碳校园。

4.1 以低碳理念培养学生低碳生活方式

在校园生活中有许多自己力所能及的小事可以帮助学校构建低碳校园。从现在做起,注意身边小节,勤动手动脑,也可以实现低碳。例如用废弃的盒子,如肥皂盒、牙膏盒、奶盒等,其实稍加裁剪,就可以轻松将它们废物利用,比如制作成储物盒,把废旧衣物毛巾改造成抹布等等;尽量买棉质的衣服;不频繁更换文具;勤俭节约,节约用水、用电;上学多步行或骑自行车;少用塑料袋,多用环保袋;积极回收废纸;杜绝一次性纸杯或木筷;用自动铅笔代替普通铅笔;学校所有的教室做到人走灯灭,人走扇停,空调开时门窗关闭;自备水壶,少喝瓶装水;参加植树造林活动,争做绿色文明使者;购买简单包装商品,选购绿色产品、绿色食物,倡导绿色消费;随手关掉电器,避免它处于待机状态……你看这些看似不经意的小事,却都是在为“减碳”做贡献。[3]

4.2 争做低碳达人

大力开展“低碳校园,低碳生活”的竞争评比活动。例如:积极开展“低碳知识竞赛”、“低碳班级创建评比”、“低碳图书室”、“低碳小中队”等活动。低碳期间,学校还可以通过开展书法、绘画、手抄报、征文展评和文艺演出等活动,使同学们对低碳生活的认识、收获和感受通过艺术形式表达出来。引导学生树立节能低碳环保意识,关注学习生活中的节能形式,学习和寻找节能低碳小窍门,培育珍惜能源、爱护环境的行为习惯。同时在合作和竞争中加深对低碳的认识,在实践中争做低碳达人。

4.3 低碳工作,言传身教

低碳生活方式就是在生活中的每个细节上注重节能减耗。随着社会生活水平的提高,电脑、打印机、打印纸、空调等现代化产品成为高效工作学习不可缺少的辅助工具,节约用电和耗材是建立低碳校园的有效途径之一。例如:在办公室工作时,关掉不用的程序和音箱、打印机等外围设备;少让硬盘、软盘、光盘同时工作;适当降低显示器的亮度;夜晚下载时选择“下载完成后关机”;避免无必要的电脑长时间运行,必要时可以选择“待机”,能耗可以下降到50%以下。在纸张使用上,A4纸的两面都要用完。造纸的主要原料为木材,每5 000张A4纸就等于1立方米木材,我们每造一吨纸就要砍伐大约14棵树,还要消耗300千克化工原料。节约纸张就是低碳环保、低碳校园生活;避免不必要的空调开放,开空调时尽量少开门窗,不开空调的最低和最高温度;学会提高学习效率,提倡多使用数字化图书馆、电子文档、少用纸质文件,推广“低碳阅读”。此外,多媒体教学在构建低碳校园中具有积极作用,通过多媒体教学可以更好地节约资源。教师的低碳行为也将带动学生践行低碳生活。古人云:“师者,所以传道、授业、解惑也。”教师的一言一行对学生的巨大影响,在倡导低碳理念的同时用自身示范作用去引导学生践行低碳生活,真正做到为人师表,言传身教。[4]

5 结语

“低碳生活”和“低碳经济”正在成为全社会的共

识,成为人们所期待的生存和发展方式。选择“低碳生活”更是每位小公民应尽的责任。低碳生活并不神秘,注意节电、节油、节气,它就在我们身边。让低碳成为学生校园生活的一种态度，学校应该把握好下面三点:全面认识低碳,形成低碳意识;优化校园资源,构建低碳校园;节能环保进校园,助力打造“低碳生活”。

让大家以校园为主要阵地，低碳从自己做起，从身边做起，使其成为学生校园生活的一种生活方式。成为低碳理念的传播者，成为“低碳生活”方式的实践者。

6　参考文献

[1] 什么是低碳经济[N/OL]. 中国新闻网,2010-07-08

[2] 刘慧莉. 低碳让我们过上与自然共息的日子[J]. 氧气生活,2008(6).

[3] 贺庆棠. 低碳经济是绿色生态经济[N]. 中国绿色时报,2009-08-04(A3).

[4] 余亦文. 高校节约型校园规划建设的研究与实践[D]. 长沙:中南大学,2007.

Low-carbon Should Become an Attitude of Students on Campus Life

Li Xionghui

Abstract　Low-carbon life for people, is an attitude. The author believes that low-carbon become an attitude of school life, should grasp the following three points: first is comprehensive understanding of low-carbon, second is optimize the campus resources, third is energy conservation measures taken on campus. ALL these will encourages students to change their own school life habits.

Key words　low-carbon consciousness　student　school life　attitude

广州市环境科学学会举办“登革热、寨卡病的防治——蚊媒控制与环境治理”讲座

在由蚊虫传播的疾病流行的季节,为帮助广大环保工作者做好相关的预防工作,7 月 5 日,广州市环境科学学会邀请南方医科大学公共卫生与热带医学学院副院长、广东省有害生物防制协会会长陈晓光先生在广东省军供大厦八楼会议室举办了“登革热、寨卡病的防治——蚊媒控制与环境治理”的科普讲座,约 60 名广州市环保系统工作人员参加了讲座。陈晓光教授以图文并茂的 PPT、生动活泼及显浅易懂的语句向与会者详细介绍了各种类蚊虫的生活习性及滋生地、蚊虫的防治策略、灭蚊的方法,重点讲述了寨卡病毒及登革热病毒的传播途径、寨卡病及登革热的预防控制措施等内容。与会者聚精会神地聆听,对讲座内容表示了极大的兴趣。

（广州市环境科学学会供稿）

南方医科大学公共卫生与热带医学学院副院长、广东省有害生物防制协会会长陈晓光会场主讲

讲座现场

小学科学课堂实施低碳教育的思考与实践

成艳萍
（广州市越秀区铁四小学，广州 510010）

摘 要 作者认为小学科学教学中有着很多与低碳相关的内容,当老师在学习过程能为孩子搭建活动、研讨、指导等三大支架,帮助学生建构低碳概念。这样,在达成教学目标的同时还能有效地促进学生低碳观念的形成。

关键词 小学 科学 低碳 课堂

1 引言

自从联合国环境规划署提出个人“低碳生活”的倡导以来，世界各国的人们都努力以自己行动参与其中,因为当前气候变化已经不仅是环保主义者、政府官员和专家学者关心的问题，而与每个人息息相关的。《中国低碳发展报告》指出:“十二五”期间,中国的城市人口首次超过农村人口。随着城镇化进程的深入，全国能源消耗特征正在从生产型能耗逐步转向消费型能耗，城市居民的能耗远远大于农村居民。[1] 在不降低生活质量的情况下,怎样减少二氧化碳排放，减缓全球气候变暖和环境恶化的速度是每位公民应尽的责任,也是每位公民应尽的义务。作为新一代的主人翁,教师要让学生明白为什么要低碳、怎样低碳,从而提高教育的有效性,这就需要教师搭建相应的支架,帮助他们逐步形成低碳生活的素质。

“素质”的形成离不开知识的建构。“一方水土养一方人”,学生“低碳”知识的萌芽需要校园环境和教材内容的沃土。在小学科学教材中,有许多内容涉及到低碳环保。课堂上,老师在让学生们通过活动自主探究，从而获得知识，提高能力的同时更要巧妙创立、积极搭建学习支架,然而根据学生认知规律和学习内容多角度地提供解决问题的资源、工具、方法，为学生学习过程提供有力的支撑，这样在达成教学目标的同时还能有效地促进学生低碳观念的形成。

2 对搭建若干支架的构想

2.1 搭建活动支架——精选低碳实验材料,设计促进学生环保认知的学习流程

有效的学习流程能让学生通过探究构建知识、领悟科学研究的方法，也有助于学生形成低碳观念，在教学中充分利用兰本达的“探究——研讨”教学法，就会让学习成为学生一个富有个性的生命历程。[2] 例如六年级科学有一课叫《抵抗弯曲》,这是一堂十分典型的科学探究课，它通过探究让学生明白材料的抗弯曲能力与宽度和厚度有关。其实在这一课中如果老师能设计符合学生环境认知的学习流程既让科学探究有了落脚点，也能让环境教育更好地渗透,从而发挥出更佳的效果。

整个学习先从生活导入激发学生探究的激情，严谨的材料选择是低碳教育成功的催化剂。材料对帮助学生观察周围的世界，发现事物间的关联有重要作用。课本上展示的实验主材料到底选什么?本着实事求是、科学严谨的态度,课堂上教师要让学生们反复思考、试验,在完成实验的同时分析不同材料对实验的影响,学生发现：

	优点	缺点
纸	• 品种多,可选择性大; • 实验过程中改变形状不易出现断裂,材料可反复使用,环保卫生。	• 纸太薄,不能承重,纸太厚,承重太大,不易变形,实验效果均不理想; • 纸的厚度的实验中2倍、4倍厚的纸要采用胶水全部粘住,不是真正意义上的2、4倍厚的纸。而如不粘贴的纸空隙较大,也不能算是2、4倍厚的纸。

收稿日期：2016-08-05，修改稿收到日期：2016-12-12

	优点	缺点
泡沫板	• 变形断裂时明显,模拟实验与实际现象接近; • 有可能找到同种材料制成的厚度不同的泡沫板,严格地保证了实验材料 2 倍、4 倍厚度,令对比实验减少了误差。	• 较难获得合适的尺寸; • 实验过程中改变形状极易发生断裂,材料消耗大,同时产生的泡沫颗粒极难清扫。 • 材料的大量浪费加剧了学校不可回收垃圾的产生。

学生们通过常见的几种纸张与泡沫板抗弯曲能力的实验，发现粘贴了胶水的纸张在增加厚度时的抗弯曲能力曲线与严格保证实验材料 2 倍、4 倍厚度的泡沫板抗弯曲能力曲线增幅基本相同，都能观察到良好的实验效果。这时教师在课堂上还要引导学生:在选择材料既要考虑实验的成效,也要考虑环境因素。这时有同学立即提出:泡沫板消耗大,不能循环应用,破碎产生的颗粒影响卫生,同时材料的大量浪费加剧了学校不可回收垃圾的产生。这次教学活动，虽然是让学生围绕科学概念选择有结构的材料，但更让学生明白了课堂和生活一样都应该有低碳的观念,低碳生活是在一点一滴中形成的,教师也借着课堂这个载体培养学生形成低碳观念。

2.2　搭建指导支架——让学生明白开展低碳活动探究的基本形式

在我们的教材中,有许多包含低碳教育的内容,例如六年级下册《环境和我们》这个单元,包括垃圾和水两个主题；通过探究家庭垃圾的来源、成分和处理方法；通过统计家庭一天的用水量，探究水污染的成因。可以了解人类对资源的巨大需求，培养节约生活的意识；可以了解污水处理的方法等，从科学的角度指导学生了解人类活动对环境的影响、环境保护的重要性等等。这些目标的达成都需要学生经历提出问题、猜想结果、制定计划、实验操作、搜集信息、整理交流等方面，所以课堂中的探究必须符合小学生的年龄特点，由扶到放，逐步培养：就如单元中《被埋下的材料》一课,通过将果蔬残渣、纸片、塑料片、金属片埋入土中,通过长时间的观察得出部分材料(塑料等)的分解时间长，我们要减少其使用的结论。本课中几个探究活动比较相似，因此第一次师生共同制定实验研究方案，包括变量与定量的界定、实验操作标准的讨论等。在实验过程中老师对各组进行细致的指导，及时纠正学生的错误等降低了探究的难度，有效地帮助学生开展活动。而在余下的实验中,我则放手让学生自己设计并完成探究过程,有了前期的基础,孩子们就能顺利地动手动脑、亲自实践,在感知、体验的基础上,内化形成新的能力。

设计实验对于学生形成低碳观念意义重大:学生如果能在实验中严格的变量控制要求，严谨周密的探究设计、严格细致的操作过程就能形成有效可比的数据,从而分析获得科学结论。因此,在学生做实验之前要注重思维先行，让学生对实验条件的控制进行充分讨论研究，详细确定了实验因素中的变量和定量,并在实验操作中严格执行。

不同垃圾分解时间实验方案：

实验设计	定　量	1. 同样大小、质地的花盆,花盆里放入等量(300 g)花泥,模仿自然环境 2. 放在相同的位置(学校后花园) 3. 每天淋下相同量(100 mL)的水 4. 实验时间共 8 周
	变　量	埋入不同的物品
实验结果	果蔬残渣	苹 果 核:3 个星期后基本腐烂 香 蕉 皮:5 个星期后基本腐烂 桔 子 皮:8 个星期后还可以看到清晰的形状
	纸　片	纸　　巾:4 个星期后基本腐烂 报　　纸:8 个星期后基本腐烂 牛 奶 盒:8 个星期后还可以看到清晰的形状
	塑料片	保 鲜 袋:8 个星期后还像新的一样 薯片包装:8 个星期后还像新的一样 饮 料 罐:8 个星期后还像新的一样
	金属片	铁　　钉:8 个星期后有一点生锈 易 拉 罐:8 个星期后还像新的一样 铜　　锁:8 个星期后还像新的一样

通过这样一个长时间严谨的实验,学生发现,当其他条件都相同时，影响垃圾分解的主要因素就是它本身的材料问题了。严谨的实验带给孩子们深深

的震撼:路边随手扔的纸杯、饮料罐、果皮、塑料瓶等等虽然会被环卫工清理干净，但它们可能依然纹丝未动存在很长的时间。生活垃圾中有30%~40%可以回收利用，进行垃圾分类收集可缓减少垃圾围城的时间,不让子孙后代生活在垃圾的世界里,也可以珍惜这些小本大利的资源。让每个人都要努力做到不乱扔垃圾,践行垃圾分类,环保环境也节约资源。就这样,科学的课堂既培养学生实事求是、科学求真的态度,也带出了于带出节能减排、循环经济等理念的低碳生态城市规划概念，强调以良性生态平衡和资源投入产出之角度去看待城市及区域发展,[3]渗透低碳环保教育的观念。

2.3 搭建研讨支架——从感性到理性,帮助学生建构低碳概念

科学探究中总会出现许多数据，实验中的数据就像一颗颗珍珠,只有整理有序并串成项链,才能发挥其应有的价值。小学生受年龄影响,往往重实验过程,轻数据分析,往往只关注事物的局部特点而非整体现象，关注的是个别的数字而非一组有内涵的数据,因此实验结论往往只能定性。在《我们家庭水电使用》一课中,我根据学生数学课中学习过的复式折线图图形分析及信息技术课中EXCEL表格应用情况，选择使用了电脑软件，将各组的数据都汇总在一起，同时出现同一版面上，在数据汇总的版面上同时出现折线统计图,这样通过折线变化,学生一下了发现相同人数家庭中水电使用量居然有这么大的差异！是什么造成的呢？学生通过回忆各家庭中的生活习惯，结合数字，很快可以从感性到理性，分析出主要是造成水电用量巨大差异的主要原因。这时,教师就适时地向学生宣传:任何事乘以13亿都会变得很大,任何事除以13亿都会变得很小。所以,为了实现这一目标，为了美丽的地球，让每个人都从自身做起:少用一次性的纸巾、塑料袋、筷子、牙刷、纸杯……,随手关灯、拔插头,节约用水,保护森林,植树造林……,通过自己的努力,尽力减少二氧化碳。从而帮助学生更快地建构出低碳生活的概念,同时有组织学生课后向家人、居民宣传低碳生活的活动时,孩子们有感而发,就更容易水到渠成,迎刃而解了。

3 结论

党 的 十八大以来,生态文明建设被赋予新的内涵,能源革命和绿色低碳发展成为生态文明建设的核心内容。[4]培养学生的低碳观念需要校园环境和教材内容的沃土。本文提出小学科学课堂通过课堂探究教学立意这个“圆心”,坚持以学科融合的多样化支架为半径,为着提高教育的有效性,需要教师搭建相应的活动、研讨、指导等三大支架,帮助他们行之有效地逐步提高低碳生活的素质。

在低碳生活教育的目标下不断推动新时代公民的自我完善与全面发展，培养具有低碳生活教育素质的学生,是我国学校德育目标的丰富与发展,是思想政治教育学科研究的与时俱进的长久追求。

4 参考文献

[1] 齐晔,张希良. 中国低碳发展报告(2015~2016)[M]. 北京:社会科学文献出版社, 2016.

[2] 兰本达,布莱克伍德,布兰德温. 小学科学教育的“探究—研讨”教学法[M]. 陈德彰,译. 北京:人民教育出版社,2010.

[3] 叶祖达. 低碳生态空间:跨纬度规划的再思考[M]. 大连:大连理工大学出版社,2014.

[4] 蔡林海. 低碳经济:绿色革命与全球创新竞争大格局[M]. 北京:经济科学出版社,2009.

Thinking and Practice of Low Carbon Education on Primary School Science Course

Cheng Yanping

Abstract There is a lot of low-carbon related content in primary school science course. When the teacher in the learning process for children, they can use activities, seminars, and guidance these three ways to help students build low-carbon concept.

Key words primary school science low-carbon class

高中学生渗透生态伦理观教育的若干思考
——高中生物必修课三的教学反思

陈红燕
（广州市第九十七中学，广州　510200）

摘　要　笔者结合高中生物必修课(三)相关内容的思考，从内涵难点、解决思路、反思提升几个环节，深入探讨在高中生中渗透生态伦理教育的突破难点、操作方法，以期把生态伦理观教育渗透到更广阔的教育领域。

关键词　生态伦理　生物多样性　教学　保护

高中生物新课标中明确要求学生“热爱自然、珍爱生命，理解人与自然和谐发展的意义，树立可持续发展的观念。”这就是生态伦理的内涵。如何在教学过程中合理渗透生态伦理观的教育是近年高中生物教育的热点话题。

1　本实例要解决什么问题，其难点何在？

在高中生物必修三的第六章第二节《保护我们共同的家园》当中，“概述生物多样性保护的意义和措施”是本节课的教学重点和难点，也是高中阶段生物必修课本的最后一章书，这一节课，旨在引导学生认识到：当今，全球生态环境日益恶化，对生物圈的稳态造成严重威胁，进而影响到人类的生存和发展。为了提高全民族的生态环保意识，适应可持续发展战略的需要，很有必要在中学生物学教学中进行生态伦理观的教育。但是，对于中学生来说，生态伦理学的理论是抽象的。“保护生物多样性”这一内容是渗透生态伦理观的良好素材。

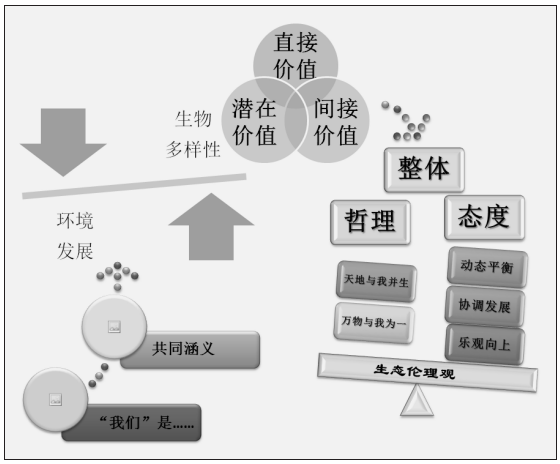
本实例要解决的问题就是：引导学生深切认识到生物多样性的美好。

其疑难点是：使学生深切认识到生物多样性的美好，从而提升到保护生物多样性的生态伦理观层面上去。

2　拟定解决的思路

解决思路是什么？画出思路示意图。

2.1　解决思路(如图所示)



2.2　思路的具体操作要点

本节的教学可以从破题“保护我们共同的家园”入手，启发学生思考：“我们”是指谁？如何理解“共同的”的涵义？——激发强烈的生命意识。

让学生感受到在茫茫太空之中，地球像是一艘遨游的飞船，地球上所有的生灵搭载在这艘飞船上，结伴而行，体验着同一生命旅程，没有可以停靠的港湾，没有可以迁居的绿洲。播放相关录像片，这样更能使学生产生共鸣。由此，引出我们的家园正面临着威胁的话题。要注意引导学生剖析一些错误的认识或观念。例如，“人定胜天”的观念。人类具有其他生物无法比拟的智力和能力，能使高峡变平湖，天堑变

收稿日期：2016-11-01，修改稿收到日期：2016-12-12

通途,大山低头,河水让路。全球性生态环境问题,大多数是与工业发展有直接关系的,因此,教师要启发学生辩证地分析发展与环境之间的关系。

在保护生物多样性的教学时,教师可先引入一些具体的实例,例如,据报载(1999年12月6日《文汇报》),素有"北大荒"之称的中国重要商品粮基地,1999年全面停止了持续半个世纪的垦荒,"北大荒"不再开荒。这是因为连年的垦荒虽然为中国人的吃饭问题做了贡献,却也使三江平原的湿地面积缩小了60%,丹顶鹤、东方白鹳等一些鸟类在该地区基本绝迹。于是,引出一个重要话题:粮食重要还是鸟类重要?

3 为什么要保护生物多样性

这是本节教学的重点。学生对生物多样性具有的直接价值容易接受和认同。生物物种一旦灭绝,人类就失去了宝贵的资源。例如,冬虫夏草是珍贵的中药,云南珍稀植物"红豆杉"中含有可治疗癌症的有效成分,如果冬虫夏草和红豆杉从地球上永远消失,对人类造成的损失显然是巨大的,而且是不可弥补的,从而引发人类面临更严重危机的思考。

(1)在教学中,应当更多地启发学生思考生物多样性的间接价值(生态功能)和潜在价值。例如,教师可以绘制一幅漫画:衰老的大树发愁地想:"鸟儿们都死了,谁来替我传播种子呢?"引导学生思考生态系统中的各种生物往往是相互联系的生物链,一个物种的灭绝很可能导致一连串物种的灭绝,也可能造成某些物种的数量失控。如猫头鹰、鼬和狐狸的灭绝可能造成田鼠成灾等。

(2)教师提示:保护生物多样性更主要的原因是为了保持生态系统的稳定性——可持续发展责任意识的强化。

3.1 物种多样性——是生物进化的结果

(1)结合生物分类知识,用图表展示物种的丰富度,形象直观。

(2)放映录像,尽可能真实地、形象地展示世界各地的物种多样性。

(3)实验教学,让学生亲自制作动植物标本,学习简单的生物分来知识。

(4)参观学习,让学生到共建的大学或者博物馆等相应机构的标本室参观。

3.2 遗传多样性——基因突变和染色体变异等是遗传多样性之源

(1)结合教材"生物的变异"一节的教学,介绍遗传多样性。

(2)为了让学生进一步认识种内遗传多样性,可让学生进行社会调查,以小组为单位,调查身边生物的不同品种不同的基因表现类型,并在班级里进行交流,让学生在活动中发现问题。

3.3 生态系统的多样性——保护生态系统是对生物多样性最有效的保护

(1)结合教材"生态系统"一节,介绍生态系统多样性。尤其是结合生态系统的结构与功能,强化了自然界"动太平衡"的稳态规律,从而形成尊重自然规律的"生态伦理"观念。

(2)通过录像、图片等形式进行介绍,并带领学生了解周围生态系统类型,巩固生态系统类型的划分知识。

(3)鼓励学生在游览祖国大好河山时,要多观察生态系统多样性。

4 反思与收获:要点式提炼观点,明确结论,反思成效,分析局限性与未来发展方向

4.1 让学生要在学习的过程中厘清生物多样性的层次关系

最后的巩固环境可以用以下的表格式进行归纳、提升。

主 题	每层次相关的内容
基 因	基因携带着遗传信息,基因控制性状,基因突变和染色体变异等是遗传多样性之源
物 种	种群是进化的单位,突变、基因重组和自然选择使种群的基因库在代代相传过程中保持和发展,物种多样性是生物进化的结果
生态系统	生态系统的结构、成分的多样性,由物种的多样性组成。保护生态系统是对生物多样性最有效的保护

4.2 揭示知识内涵,有利于激发情感共鸣

本节是高中生物必修本的最后一章内容,学生已经基本掌握相关生态学的知识,如果没有及时结

合时代性问题进行提升，学生对于知识的运用还是会停留在“知识→知识”的水平，但如果让学生体验到：尊重生命，追求多元共生、和谐发展的人与自然相处的生态伦理水平，学生会超越知识提升至“知识→情感→拓展知识”水平，师生的学科共鸣也自然形成了。

5　结语

生态伦理学就是研究人与自然协调发展的伦理学。生态伦理是高度自觉的生态道德层面，简而言之是的以：尊重生命，追求多元共生、和谐发展的人与自然相处的自律性。

让高中学生理解人与自然和谐发展的意义，形成上述的自律性，才是学科教学的使命。以“可持续发展——人类的必然选择”为题，进一步揭示“稳态与环境”的核心思想：整体、相互作用、动态平衡、协调发展，以乐观向上的态度和“天地与我并生，而万物与我为一”的哲理，描绘出人类未来美好的前景，在学生的憧憬之中结束本节的教学，生态伦理观的种子也就孕育于学生的心中。

6　参考文献

[1] 沙未来. 中学生物学教育中生态伦理观教育研究[D]. 曲阜市：曲阜师范大学，2004.

[2] 陆天婧. 中学生物课程中实施生态伦理教育的调查研究[D]. 长春市：东北师范大学，2008.

[3] 王君. 马克思、恩格斯关于人与自然关系的论述——兼论黑格尔的“人化环境”思想[J]. 法制与社会，2012(7)：7-7.

Thinking of Ecological Ethics Education in High School-High School Biology Course Three Teaching Reflection

Chen Hongyan

Abstract　The author combines high school biology compulsory course(three) related content, thinks about connotation difficulty, solution mentality, reflection promotion several point, deeply discusses the ecological ethics education in senior high school students in difficulty, methods of operation, in order to penetrate ecological ethics education into a wider field of education.

Key words　ecological ethics　biodiversity　teaching　protection

健康生活，从水开始——广州市环境科学学会举办“健康中国行”讲座

为了促进全民健康素养的提高，广泛宣传日常生活饮用水卫生与安全的健康知识，同时配合广州市开展“健康中国行”健康巡讲活动，2016 年 9 月 14 日上午，由广州市环境科学学会联合越秀区健康教育所、梅花街办事处在梅花街文化活动中心举办了一场以“饮用水卫生”为主题的专题讲座。本次讲座邀请了越秀区疾病预防控制中心副主任、环境卫生专家卢嘉明主任医师为居民授课。在课上，卢嘉明主任医师向居民详细介绍了饮用水的种类、如何选择适合的饮用水、运动饮料和果汁对健康的影响以及饮用水安全等焦点问题，同时也向居民解释了关于饮用水的常见误区，例如“长期喝纯净水会缺钙”、“喝弱碱性的水才健康”等无科学依据的说法，帮助居民科学正确得选择饮用水，掌握预防和控制水源性疾病的健康知识。本次讲座共有 85 名居民参加，大家对讲座内容兴趣十足，非常认真听讲，课后还踊跃地提问互动。讲座结束后，为居民派发了《饮用水卫生》、《平衡膳食指南》、《健康生活方式》、体质指数转盘等宣传册。

（广州市环境科学学会供稿）

卢嘉明主任医师会场主讲

讲座现场

试论化学教学对高中生环保意识的培养

王妮娜　史　娟
（陕西理工大学化学与环境科学学院，陕西 汉中　723000）

摘　要　化学是一门与环境密切相关的重要学科。本文从高中化学教学内容入手，重点分析环保知识在高中化学教材中的内容，从课程模块入手，浅论环保理念如何更好渗透到高中化学教学中，提出了三点建议来加强高中生的环保意识。

关键词　高中化学　环保意识　三废处理　培养

本文的重点是将高中化学教学同环境保护相结合。高中化学所涉及到的化学知识比初中的范围广，程度深，有利于环保价值观得到更好的体现；高中生在初中化学课学习的基础上，对新知识能够更好的吸收以及运用，因此在高中的化学教学中开展环保价值观教育是切实可行的。

1　新课标下的高中化学教育

良好的生态环境是人类赖以生存的物质基础和必要条件，是社会得以安定、经济得以发展的基本保证。保护环境是每一个人义不容辞的责任，必须把环境保护知识普及到每一个人，人人建立持久自觉的环境保护意识，作为教育者，我们必须肩负起普及环保教育的责任。

新课标改革之后，提出的化学课程理念是培养具有科学素养[1]的合格公民。基础教育化学新课程从“知识与技能”，“过程与方法”，“情感·态度·价值观”三个方面来阐释科学素养的含义。[2]初中课程教学中有两个必修和六个选修模块，分别为必修 2 册（化学 1、化学 2），选修 6 册（化学与生活、化学与技术、物质结构与性质、化学反应原理、有机化学基础、实验化学）。分析这八个模块的内容，挖掘环保教育内容，找出环保教育的结合点，让学生在学习化学知识的过程中，加强社会责任感，提高个人环保意识。

2　高中教材涉及的环保教育

2.1　在教材“化学 1”中与环保的结合点

化学是一门以实验为基础的学科，在教材“化学 1”中，以实验学化学，以及选修“实验化学”，教师可以将实验与环境保护联系起来进行实验教学。实验过程中产生的气体、液体和固体废弃物会对环境造成污染，因此在进行实验化学教学过程中，严格遵守实验室规定，将实验产生的三废妥善处理，从而还可以培养学生善始善终的好习惯。教师要以发展的眼光进行化学实验教学，不拘泥于实验现象，重点是将环保意识传递给学生。

2.2　在教材“化学 2”中与环保的结合点

化学反应与能量、有机化学、化学与可持续发展三大节课程，教师可以从物质能源入手，联系生活实际，进行化学知识教学，例如石油、天然气、煤炭是资源型不可再生能源，能够提供能量，同时也会带来环境污染。在化学教学课程中通过利用多媒体，让学生知道不可再生资源的使用会给地球带来哪些变化，以及产生污染时我们应该采取的应对策略。教师应站在绿色化学[3]的角度，讲授有机化学、人工合成，目的在于开阔学生思维空间，引导学生对如何开发清洁能源，减少环境污染进行思考。

2.3　在教材“选修 1”和“选修 2”与环保的结合点

化学来源于生活，而又服务于生活，在“选修 1”和“选修 2”教材中，知识内容贴近生活，教师在教学过程中应该传递化学让生活更美好的理念。在讲授营养平衡时，可以从资源浪费，以及低碳生活[4]的角度来阐释环保的重要性，让学生深刻理解环境对人身心健康的重要性；在生活材料、化学与材料发展、化学资源与开发利用这三节中，教师可以从资源的

收稿日期：2016-08-05，修改稿收到日期：2016-12-12

回收再利用，以及开发新的清洁材料来进行环保教育。在保护生存环境方面，教师可以我们所面临的环境问题，如大气污染，雾霾的危害等，以现实环境问题为例对学生进行大气污染防治教学，让学生切身感受到污染的存在。在水资源方面，教师可以举出水资源污染、过度开采地下水，以及海洋水体污染的案例，让学生意识到保护水资源的重要性；“化学技术与发展”、“走进化学工业”这两方面的知识教学，教师可以从土壤、水体污染的危害入手，运用污染物迁移与转化的知识来阐释工业污染的危害性，从而加强学生的环境保护意识。

2.4　在“选修 3”、“选修 4”、“选修 5”教材与环保的结合点

这些教材分别讲了物质的结构、化学反应原理以及有机化学基础。教师在讲授这三册化学知识后，要将污染物与讲授的知识联系起来，让学生认识污染物的结构和组成，让学生能够明白污染物的来源，以及掌握区分有机污染物与无机污染物的方法，教师可以从这三个方面讲授污染物，也可以选取这三方面中任意一个方面为突破点，来切断污染物的来源，进行环境保护教育。例如化学结构决定性质，从破坏结构来消除污染物对人类的危害。这三册内容相当丰富，将这三部分内容与环境保护相结合，对教师个人素质和能力要求较高，需要教师加强对知识的深刻理解，总之，教师在教学过程中应把传授化学知识和进行环境教育放到同等的地位。

3　培养学生环保意识的建议

3.1　提高教师环保意识

要加强学生环保意识，首先要确保化学教师具有良好的环保意识。化学教师在教学活动中起主导作用，因此教师自身的素质将影响到学生环保意识的建立，只有教师具备了绿色化学的意识才能在行为上对学生产生潜移默化的教育影响；教师若能联系实际，切合学生的认知顺序以及心理发展的特点来开展环保教育，让学生在学习初期就形成正确的环保价值观，就有利于社会环保事业的发展。因此，学校应组织化学教师进行环保培训，在假期提供条件让教师进行充电，加强环保概念的学习与应用。国家更要加强教师队伍的培养，才能把绿色化学的理念贯穿到整个化学教育之中，才有可能使化学教育广泛服务于社会，提高民族实力，并实现人与自然的和谐发展。

3.2　实验室环境教育

3.2.1　实验室管理

从实验室管理入手，认真做好实验室三废处理是环保教育的重要体现。

药品的取用（特别是能带来危险及污染的物品），应严格遵循追踪制和责任明确制。从取用到使用及处理应该严格按照相关规定，明确到人，由使用者负责，以保证物品的安全和环保。

3.2.2　实验室三废处理

学生学习化学知识离不开化学实验，少量实验课所产生的三废数量不多，但是全国范围内的所有实验室产生的有害物质的总量却是巨大的，所以必须让学生重视实验室三废的处理。只有在实验过程中，落实三废处理，才能在学生头脑中形成完整的环保概念，以及负责任的环保态度。

（1）废液处理。化学实验室产生的废液是化学实验室的主要污染来源之一，通常有废酸、废碱、有机废液。对废液的处理，在实验条件允许范围内能处理的应及时处理；因条件限制不能处理的应按照相关规定收集送往相关部门进行无害化处理，防止二次污染。

（2）废气处理。实验室产生的废气（通常有酸雾、硫化氢、二氧化硫等）应进行正确的分类处理。对大气可排放气体通过通风橱排出；对大气不可排放气体应进行尾气处理在进行排放。并在实验过程中应保证学生吸入安全的空气。

（3）固体废弃物处理。实验室产生的固体废弃物应根据有害、无害、可回收、不可回收进行分类处理。可回收的进行再利用；不可回收的以及有害物质要集中保存后才处理，严禁倒入垃圾堆，否则会造成污染的传播；无毒的固体废弃物，在不产生二次污染的情况下进行焚烧，不能焚烧的进行掩埋；有毒有害固体废弃物，进行无害化处理，或者是降低毒性，最后在远离居民区的指定地点进行深埋处理，并做好相关记录；不能处理的有毒固体废弃物，集中收取，送到相关处理站进行无害化处理。

3.3　组织相关环保活动

将化学教育与环境保护相结合，在化学课堂上进行环保教育是基本途径之一，通过组织学生参与

各种环保活动是加强学生环保意识另一种重要手段。学校可以开展环保调研活动，与相关环境部门建立合作关系，组织学生对学校周围的江、河、湖泊水体进行分段收集采样，或者对学校周围土壤分区域进行采样，在相关部门辅导下进行水质，土壤污染情况检测分析，加强学生对生存环境污染情况的了解。另外还可以组织学生参观污水处理厂、垃圾填埋厂、有烟尘废气处理的化工厂，传递环境保护的正能量，让学生直接看到到各类社会组织参与环境保护的实际行动，从而加强个人对环境保护的决心。最后组织学生进行环保活动总结，写出心得体会，如果有可能，要对学生进行科学研究方法的培训。通过环保实践活动，不仅可以开阔学生的视野，还可以强化学生的环境保护意识，重要的是让学生能够将环保知识联系到实际，来解决现实环境污染等问题。

4 结语

改变观念必须从教育做起，化学做为基础学科与环保和生活都密切相关，理所应当承担起培养学生环保意识的责任。只有将环保意识的培养渗透到基础化学教学过程中，才能全面提高学生的环保意识。为此，一是要加强教师的环保意识，让教师成为环境保护的先锋；二是在化学实验教学过程中，落实实验室三废处理，培养学生的环保价值观；三是积极组织学生参与社会环保活动，将环境保护付诸于实践，大力推进生态文明建设，全面提高学生的环保意识。相信在不久的将来，随着绿色共享等一下发展理念的深入人心，每个人都具有高度的环保意识，都能将环境保护融入到工作、学习和生活中，化学让生活更美好，人人都为环保作出贡献，我们的地球将恢复勃勃生机，为人类所共享！

5 参考文献

[1] 戢守志，金庆，梁静敏，等译. 美国国家研究理事会. 美国国家科学教育标准[S]. 北京：科学技术文献出版社，1999：30.

[2] 王后雄. 中学化学课程标准与教材分析[M]. 北京：科学出版社，2012：12-13.

[3] Paul T，Warner，John C. Green Chemistry Theory and Practice[M]. Oxford University Press：New York，1998.

[4] 张一鹏. 低碳经济与低碳生活，中外能源[J]. 2009(4)：12-15.

Try to Talk About the Cultivation of Chemistry Teaching for High School Students Environmental Awareness

Wang Nina Shi Juan

Abstract Chemistry is an important subject closely related to environment. This paper focuses on the analysis of the contents of environmental knowledge in high school chemistry course, discusses how to better infiltrate environmental protection into high school chemistry teaching by curriculum module design, and puts forward three suggestions to strengthen the environmental awareness of high school students.

Key words high school chemistry environmental awareness waste disposal training

广州市环境保护第十三个五年规划通过市政府常务会议审议

2016年11月11日，14届227次市政府常务会议审议通过《广州市环境保护第十三个五年规划》(以下简称《规划》)。

按照《规划》内容，“十三五”时期，广州将围绕建设绿色生态美丽广州的总体目标，在划定生态保护红线的基础上，构建全市生态安全格局；以环境承载力为基础，促进经济结构优化调整；坚持问题导向，深入推进大气、水、土壤污染防治；完善重点企业和重点区域的环境风险管控，强化环境风险防范；优化完善全市环境监测网络建设，严格执法；健全生态环境综合决策和协调机制，构建政府、企业、公众、社会组织共同参与的社会共治体系。

根据《规划》目标，到2020年，广州市空气质量达标天数占全年比例达到90%以上，$PM_{2.5}$年均浓度下降到30微克/立方米以下，划定地表水环境功能区划的水体断面消除劣Ⅴ类，城市建成区基本消除黑臭水体，土壤环境质量总体保持稳定，生态保护红线和空间管控体系确立，生态保护红线区面积比例不小于14.25%。环境治理体系和能力得到提升，环境风险得到有效管控，环保管理机制更加完善，形成与新形势相适应的环保监管体系。

(市环保局规财处 朱孟德)

浅谈建设低碳校园的策略

李诗盈
（广州市第九十八中学，广州 510200）

摘 要 本文认为创建低碳校园的策略,一是要学校和师生的共同努力开展低碳教育和宣传,二是要在学科教学应进行低碳意识渗透,三是要在综合实践活动和学生社团活动方面落实低碳理念,从多方面采取行动才能收到创建低碳校园的实效。

关键词 师生参与 学科渗透 低碳校园 建设策略

1 前言

在2010年,“绿色”、“低碳”已成为我国两会的热门议题之一。尤其是近来频繁的重大地质灾害、极端天气，对我国人民生命和财产造成了不可估量的损失。大家越来越感受到气象变化给人类带来的可怕灾难，因此让整个社会进入低碳生活状态已经刻不容缓。

低碳经济最早出现在2003年英国能源白皮书《我们能源的未来:创建低碳经济》中,它是低碳技术、低碳产业、低碳生活等一类经济形态的总称,节能减排是根本。在2010年上海世博会上,低碳同样成为了热门话题,如印度馆、日本馆无论是建筑用材还是表现主题,都与低碳环保密切相关。环境和气候问题不仅仅是政府的事情,要做到低碳经济,达到我国提出的低碳目标,需要我们每个人的努力。

2 低碳校园建设的发展概况

2.1 建设低碳校园提出的背景

低碳校园是在低碳经济理论、生态学理论、可持续发展理论、高等教育管理理论等基础上衍生出来的,具有深厚的理论依据和鲜明的时代特征,既是低碳经济等理论在高校的具体实践，也是高校践行低碳理念的具体行动。高校内部在资源的配置和管理使用上也未能做到物尽其用,依然存在着浪费现象。在备受全世界瞩目的实现低碳经济、低碳生活的课题下,建设高校的“低碳校园”是必然的选择。所以说最初提出低碳校园建设是在高校开展，但随着低碳教育的普及，如今在中小学校园里也能开展创建低碳校园等一系列活动。

2.2 低碳校园建设的发展概况

2.2.1 低碳校园建设在国外的发展概况

随着低碳经济的发展，国外学者对低碳校园建设所涉及领域的研究逐渐深入和全面。日本曾经对东京都的能源消费及碳排放量进行统计，在包含众多大型企业的事业体的能耗及碳排放量排序中,东京大学名列第一。而在美国,研究型高校的校园单位面积能耗比大多数建筑的能耗都要高，尤其是实验室和数据中心的全天候运作消耗了大量的能源。在美国,从总量上看,学校建筑的总能耗,仅次于各类办公类建筑的能耗总和。从我国来看,大学生的人均能耗指标明显高于全国居民的人均能耗指标。据初步统计,全国大学生人均能耗、水耗分别是全国居民人均能耗的4倍和2倍。这也说明,校园蕴藏着的巨大的节能潜力。

2.2.2 低碳校园建设在国内的发展概况

在我国的大学校园里,“碳排量”、“低碳生活”、“低碳经济”已经成为很流行的名词,各地区院校都积极响应国家可持续发展政策——北京大学依托中国大学生环境教育基地，联合首都高校大学生共同发起致力于可持续校园建设,集中回收校园废品,同时利用所得收入开展植树造林、大学生低碳科研、环境教育推广等活动的“林歌计划”,华南理工大学也在低碳校园建设中取得较好成效。其他院校也不同

收稿日期：2016-10-08，修改稿收到日期：2016-12-12

层次地利用各种平台,努力建设低碳绿色校园。而且有些大学生还在为其做宣传,安徽大学、合肥工业大学等6所高校的百余名大学生“环保志愿者”,通过行为艺术表演等方式，倡导广大市民参与“低碳生活”。有的大学,成立了关于可持续发展以及环境保护方面的沙龙,其间讨论了有关节能减排等问题,以及诸多与大学生生活息息相关的“环保生活”。

3 建设低碳校园的策略措施

从国内外学者的研究可以看出，在全面落实科学发展观,构建环境友好型社会的背景下,如何构建低碳校园已成为各学校义不容辞的使命和义务,而作为拥有科学文化知识，中小学校园更应该是低碳生活的倡导者、实践者和推动者。

3.1 学校和师生的共同参与

低碳校园的建设不是单单靠某一位教师，或者某一个班级的学生,低碳校园的建设,应该是普及全校师生共同参与的活动，全校师生应该一起解决好校园节水节能、垃圾处理、污水排放等问题。

例如组织学生参观学校“生活污水回收再用系统”,调查系统建造成本、回用水量,绿地覆盖面积,并做一份有关广州市九十八中建造“生活污水回收再用系统”工程后节约用水情况对比的调查报告。学校教师带领学生参观大坦沙污水处理厂，了解污水处理过程、学习污水处理和检验水质的方法。通过参观学习,从中得到启发,并在学校中开展有关净水方法的研究。学校邀请了有关环境方面专家作指导,进行生活污水经物理、化学和微生物处理后,将回用水用于冲厕所和浇灌植物的可行性实验。回用水也在学校进行水质检验,最后确定回用水的用途。通过对污水处理厂的参观,使学生能和实际联系,能进一步培养学生的观察和分析问题的能力，进一步提高学生的综合分析问题能力和树立低碳环保意识。

学校基础设施建设,也是该校全体师生参与,该校“和泽园”是一个微型的湿地公园,使学生能够在和泽园里学习、生活、写生画画,使用的水也是循环利用的二次回用水。

操场草地灌溉使用二次用水

校内“和泽园”

校园环境突出“低碳”文化氛围，使校园环境达到传统文化与现代文明相融合；我们在校园环境建设中,突出了绿色氛围的创设,如设立垃圾分类回收箱，经常展出环保宣传图片与作品，邀请校外辅导员每学期举行环保知识讲座，对所有绿化植物挂牌并由学生认养等。学校保证所有工作的资金投入，以实现环境教育和创建“绿色学校”工作的顺利进行。

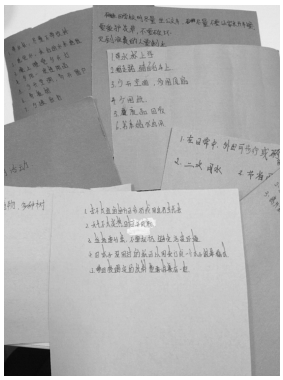
利用图书、报刊、网络收集低碳知识,汇集编写低碳知识校本教材或讲义，开展教师低碳知识学习培训,开展面向全体学生的低碳知识教育活动,保证低碳知识进课堂、进头脑,结合学科教学有机渗透低碳知识内容。规划设置低碳学校平面宣传阵地,做到公共区域有专栏,班级有黑板报、手抄报。开展以低碳为主题的主题班会课，向全校师生展开低碳意识的宣传。

总的来说,只要全校师生大家携起手来,从我做起,从现在做起,从身边的小事做起,在全校逐步形成节约能源光荣,浪费能源可耻的氛围,理解建设低碳校园的积极意义，引导师生从身边的每件小事做起,节约每度电、节约每滴水,就能提倡过简约、健康的低碳生活。

校园绿化建设（1）

校园绿化建设（2）

低碳主题班会



主题班会课后学生低碳行动建议

教师办公室放置的垃圾分类桶

3.2　学科教学时低碳意识渗透

中学教学有物理、地理、化学、生物等各个学科，在平常的教学中都应加强环境教育，树立低碳理念。将低碳教育引入课堂教学，并有意识地将节约教育、环境教育与低碳教育联系起来，向学生普及低碳常识。环境教育一词，在国际上是由托马斯·普瑞查于1948 年在巴黎召开的“国际自然和自然资源保护协会”（世界自然保护联盟 IUCN）会议上首次使用。环境教育是面向整个人类的、关于人与自然关系的价值观和世界观的教育活动，其目的是为了调整人与自然的关系，改变人类社会传统的发展模式，是为了实现社会的可持续发展而进行的专门教育活动。通过环境教育让师生们学习节能方法，掌握节能技术，养成良好的节能环保意识和行为习惯，进而形成低碳理念的价值观和世界观，为建设低碳校园提供更好的思想保障。在全校范围开展形式多样的低碳校园宣传活动，大力宣传低碳意识，倡导低碳生活，这都有利于学生环保意识的提高并使之落实到行动中，有利于低碳理念的树立。此外倡导良好的节约风气，形成建设低碳校园的舆论氛围，能让师生们感受到节能减排的紧迫性和艰巨性，进而启发他们对建设低碳校园的思索。

3.3　开展低碳教育和宣传

倡导低碳生活就是节约资源能源，减少碳排放，保护环境的行动，就是对国家发展与人类前景负责任的文明表现，就是建设低碳校园的真实行动。在校园开展宣传，确定宣传主题，校内校外两相结合，把低碳校园的建设辐射到社区，同时各个学校间可以进行有关低碳校园的交流联谊活动，相互取经，不仅达到相互借鉴和学习的目的，也有效地增强了宣传力度，扩大了宣传范围。宣传途径多样，如校园广播站、主题班会和级会、校园宣传栏、有关知识讲座、开

设低碳教育课程、低碳知识普及、海报宣传、传单发放等。通过各种途径的大力宣传使学生树立低碳观念,提高环保意识,从而使之落实到实际行动之中。

3.4 在活动中切实落实低碳理念

在开展中学生综合实践活动和学生社团活动,可以大力开展“低碳校园,低碳生活”的竞争评比活动。在合作和竞争中加深对低碳的认识,在实践中争做低碳达人。例如:积极开展“低碳知识竞赛”、“低碳班级创建评比”、“低碳教师办公室评比”等活动。使学生在活动中加深对低碳的认识,将低碳理念融入生活。同时,充分发挥学生环保社团在推广低碳生活活动中的作用。发挥社团优势:我校有各种社团,可利用这个特殊的社团组织,充分发挥各个社团的号召力和组织力,特别是带有环保性质的社团,以及志愿者社团,并应积极吸收更多的环保志愿者,定期举办与低碳校园生活相关的各种校内外的实践活动。

4 存在的问题

市第98中在建设低碳校园的实践做法已有优秀的成果,但存在的问题也较多,例如随着生活水平的日益提高,师生员工的节约意识、资源忧患意识也仍然存在;在日常生活工作中浪费各种资源的现象仍常出现,如人离开后没有关灯、水龙头没有拧紧漏水、午饭不合心意随意丢掉粮食、浪费纸张等行为屡见不鲜。

基础设施陈旧落后,年久失修,线路老化,该校特别是2号楼的供电电线,由于各种客观原因和相关部门的规定,至今仍未能更换电线,学校后勤队伍整体建设没有跟上时代步伐,缺少设备使用和维护的专业技术人员,这也是制约新设备的投入使用和节能技术的推广的一个原因。

5 总结

低碳校园的构建有助于在学生中培养低碳消费意识,有助于向社会传播低碳生活理念,有助于为低碳技术的开发和低碳理论的讨论营造良好的氛围。低碳校园的建设还具有战略意义,它将成为低碳专业人才培养的摇篮和低碳科技进步的孵化器,从而培育我国在低碳领域竞争的核心竞争力,有力地推动两型社会的建设。虽然低碳校园建设之路任重而道远,但有理由相信在科学发展观的正确指导下,不断探索低碳校园生活方式,一定能走出一条适合本单位实情的低碳校园之路,为建设节约型社会做好表率作用,为我国的低碳事业作出贡献。

6 参考文献

[1] 李阳春. 创建节约型高校与建筑节能问题思考[J]. 教育财会研究,2007(3):25-27.
[2] 彭淼,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(9):23-24.
[3] 马建清. 论节约型校园建设中的水电管理[J]. 太原城市职业技术学院学报,2009(9):82-83.
[4] 胡玉东,翟丹丹. 大学生低碳生活方式现状及对策调查报告[J]. 中国电力教育:下,2010(2):196-197.
[5] 邵向涛. 创建节约型高校现状分析与对策研究[J]. 今日科技,2009(8):47-48.
[6] 蒋夏宁,曹所江. 浅析低碳校园的建设与管理[J]. 扬州大学学报(高教研究版),2011(1):72-75.
[7] 赵晶. 国际低碳校园建设之于中国高校的经验[J]. 国际城市规划,2010(2):106-110.
[8] 赵彦龙. 关于低碳校园建设的若干问题研究[J]. 会计之友(中旬刊). 2010(9):42-43.

Discussion on the Construction of Low-carbon Campus Strategy

Li Shiying

Abstract This paper believes that creating a low-carbon campus strategy includes three aspects. First is to make joint efforts of schools, teachers and students to carry out low-carbon education and publicity. Second is to carry out low carbon consciousness infiltration in subject teaching. Third is to implement low carbon concept in comprehensive practice activities and student associations activities. Take action from various aspects can receive the effectiveness of creating a low-carbon campus.

Key words participation of teachers and students infiltrate scientifically low-carbon campus construction strategy

建设低碳校园 实现学校可持续发展

黎颖珺
（荔湾区立贤学校（中学部），广州 510140）

摘 要 荔湾区立贤学校是一所接收外来务工人员子女的学校，作者通过该校从校园设施的设置、教育管理工作的开展、组织学生活动等三方面的具体实践，总结低碳校园建设的经验与做法，以实现学校的可持续发展。

关键词 低碳 校园 建设 可持续发展

1 引言

当今，人口迅速增长，人类活动频繁，温室气体的排放量剧增，全球气候变暖，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。在此背景下，倡导低碳生活、发展低碳经济应运而生，建设低碳校园成为了一种必然的趋势。

广州市荔湾区立贤学校（中学部）是一所专为解决外来务工人员子女上学的民办学校。由于生源的特殊性，培养这些孩子的社会责任感，提高孩子的环境意识，对孩子的成长与成材有着十分重要的意义。学校立足校情，从多个维度开展低碳校园的建设，从而不断提高学校的办学水平。

2 在校园设施中体现低碳理念

节能减排，建设低碳校园，是立贤中学开展绿色环境教育的基础。学校在校园环境、基础设施进行了低碳改造。既为学校节约了日常的资源和能源消耗，符合低碳的经济效益，也为学生的环境教育提供了硬件材料。

2.1 安装智能感应节水装置

在学生用的洗手间里装设红外线智能化感应节水装置，可利用红外线感应，当有人使用洗手间时才产生流水量，在学生上课、无人使用洗手间的期间，该装置不产生流水量，减少水资源浪费，实现低碳的环境效益。

2.2 设置空调水收集器

装配空调水收集器，在教学楼的外墙把空调产生的水滴收集起来，并且把这些空调水用于校园绿化的灌溉，既环保又能美化环境。

2.3 改用LED节能光管

学校全部教学楼都改用LED节能光管，每支光管的功率是18W，比传统的荧光灯管36W节约了50%，光效更高、更为节能、使用寿命更长。

2.4 实行垃圾分类处理

学校积极响应国家号召，身体力行参与垃圾分类工作。在校园中设有分类垃圾桶，各班也设有可回收物和其他垃圾的分类垃圾桶。结合垃圾分类教育工作，实现在源头把垃圾分类处理，减少垃圾排放量，通过“减排”实现低碳的目的。

3 在教育管理中贯穿低碳思想

该校不少学生是刚从老家迁到广州读书的，对大城市的生活尚未适应，且还没有养成良好的行为习惯。随处丢弃垃圾、喧哗追逐、破坏校园环境整洁、

收稿日期：2016-11-01，修改稿收到日期：2016-12-12

浪费资源等现象时有发生。由于生源的特殊性,规范学生行为习惯的工作显得困难重重；转变学生的思想意识,显得尤为重要和迫切。

于是,学校决定以“环境教育”为德育工作的切入口,坚持以环境育人,通过多元化的方式和手段,向学生诠释保护环境、低碳生活的重要性,从而帮助学生形成良好行为习惯,全面提高学生的素质。细化文明行为规范,从“捡起一张纸”做起,培养学生对维护校园环境整洁的“奉献”意识;灌输“不要把自己的麻烦带给别人”的观念,让学生时刻提醒自己的行为对身边造成影响,从而自觉规范约束自己。从爱护校园环境到形成环保意识，从践行低碳生活的行为到树立低碳生活的观念，学生的行为习惯有了明显的改变,思想意识有了显著的提高。

3.1 设置具有教育功能的校园景观

马克思曾经说过:“人创造环境,同样,环境也创造人。”在学校中,环境也可以说是无声的教育者。整洁的校园环境、分布有致的宣传板报、每一面“会说话的墙壁”都是具有教育的功能,使学生受到潜移默化的影响，促使自己的言行与特定的校园环境相协调,从而达到规范言行、提高素质的目的。

3.2 通过科研提出生态型学校管理的新思路

科研为我校低碳校园的建设提供了思想指导。学校提出“探索生态型学校管理模式”的教育科研思路,广大教师开展了“生态管理”、“生态德育”、“生态课堂”的探索与实践,大胆创新,成果卓见。通过课题研究探索出学校的可持续发展方式，以生态学的理论进一步指导学校的低碳建设。

3.3 开发校本课程与教材,在学科教学中渗透低碳教育

要建设低碳校园,师生必须有较高的思想意识。在学科教学中渗透环境教育，使低碳的理念渗透在

生活的各个方面,从而养成良好的行为习惯。

深入持久地开展低碳环境教育是学校实现可持续发展的途径之一,它伴随着学生的健康成长,伴随着教师综合素质的发展，也伴随着学校的教育教学质量的提高。学校环境教育坚持全员参与,全过程渗透,全方位落实的原则。为提高全体教师开展环境教育的专业水平，学校举办了一系列环境教育校本培训,组织全体教职员工学习了教育部《全国环境宣传教育行动纲要》和《中小学环境教育实施指南》;制定了《学生环境保护行为规范》。编写了多本以环境教育为主题的校本教材:《环境教育校本课程Ⅰ》、《环境教育校本课程Ⅱ》、《环保总动员》、《低碳生活知多少》等,作为学校开展环境教育活动学习用书。学校还发动各学科教师根据教材内容,编写了《环境教育学科渗透》小册子,把环境保护的理念渗透在日常的教学活动中，润物细无声地对学生产生潜移默化的影响。

学校还针对环境保护的热点问题，如气候变化问题、资源再利用问题、节能减排等等问题,开设了大课堂讲座,对学生进行渗透教育。学校还聘请环境教育专家莅临学校作专题讲座，通过各种学习活动进一步增强学生的低碳环保意识，提高保护环境的自觉性和责任感。

3.4 组织教师学习低碳知识

师资力量是开展低碳教育的重要一环。该校系统地组织教师参加环境教育培训，掌握环境基础知识,了解最新的环境教育资讯,全面提高教师的环境素养,在低碳校园建设的过程中发挥重要的作用。

例如：学校生态委员会的老师参加荔湾 区委组织的“倡导低碳生活方式,节能减排你我同行”大型讲座，主讲人是环境保护部宣教司司长、北京大学、国家行政学院兼职教授贾峰教授。

再如：学校先后组织了骨干教师赴北京参加中国环境保护部宣传教育中心组织的“国际生态学校”项目培训等。



3.5　全面倡导低碳的工作方式和生活方式

从根本上转变人们的生活方式是低碳校园建设的核心。低碳校园的建设倡导人人参与，共同开展低碳的工作、生活方式，减少资源、能源消耗，达到可持续发展。例如：学校提倡节约用纸、双面用纸；垃圾分类处理；电脑答题卡循环再用、充分利用；不使用一次性用品；人走关灯等。各处室建立责任制，监督执行各项低碳管理规定。

4　在学生活动中践行低碳理念

学校与相关的环保部门合作，在每一年的大型环境纪念日来临之际，通过开展各种形式的“低碳教育”活动，使学生在每一次的活动中都能够受教育、有所得、有所悟。

4.1　开展形式多样的校园活动

结合环境教育主题，组织丰富多样的校园活动，能够鼓励学生积极参与到保护环境的行列中，通过亲身参与实践，学习低碳减排的知识，使之应用到自己的生活之中。


例如：2014 年世界环境日来临之际，学校联同荔湾区环保局共同主办了一场别开生面的“科技低碳我能行·循环再用零污染”活动。此次活动把科技与环保相互融合，设置科技小制作展示摊位，发动学生以环保、创意为原则，设计制作“店铺招牌”、创意环保袋、DIY 日历等变废为宝的环保用品，并进行“售卖”。其中用废纸等废品制作成的“花花世界”、再造纸艺术画、巧用地沟油制取手工皂等作品充分显示了学生们热爱科技、参与环保的创造力与积极性，学生在活动过程中对低碳生活进一步的认识，也得到了一次很好的学习锻炼机会。

4.2　参与社区活动，宣传低碳生活

作为一所以环境教育为特色的学校，应该承担其相应的社会责任，充分发挥绿色学校的社区功能，开展社区环保教育和宣传活动，提高社区居民的环境意识；倡导和组织社区居民向低碳生活方式转变。



5　结语

建设低碳校园是当今社会的一大趋势。广州市荔湾区立贤学校获颁“国际生态学校”绿旗荣誉，成为首批“全国环境教育示范学校”。该校通过开展低碳环境教育来规范学生的行为、培养学生良好的习惯和提高学生综合素质，以实现学校可持续发展的探究与实践，因而环境保护的教育理念和低碳校园建设的做法也得到了社会的充分肯定，让全校师生倍感自豪。该校将继续坚持建设低碳校园，实现资源节约、环境友好与和谐发展，从而既全面提高办学水平，又能实现可持续发展之目的。

6 参考文献

[1] 刘玲玉. 多层次、全方位创设低碳校园[J]. 广州环境科学，2014，29(4)：49-52.

[2] 郝秀芬，李秀梅，陈文敏，等. 建设低碳校园：国外高校的做法与启示[J]. 河北省社会主义学院学报，2012(1)：82-85.

[3] 梁艳. 在中学开展低碳教育的探讨[J]. 广州环境科学，2014，29(4)：39-42.

[4] 李肖玲，杜丽芳. 试探构建“低碳”校园的有效性策略[J]. 教育导刊(上半月)，2014(2)：90-91.

[5] 吴林富. 教育生态管理[M]. 天津：天津教育出版社，2006.

Constructing Low Carbon Campus to Realize the Sustainable Development of the School

Li Yingjun

Abstract Liwan District Li Xian school is a school to receive children of migrant workers. The author thinks about the school campus facilities design, education management, organize student activities these three aspects, summed up the experience and practice of low-carbon campus construction, to realize the sustainable development of the school.

Key words low-carbon campus construction sustainable development

广州市环境科学学会举办“健康中国行”环境与健康主题科普讲座

为了提高社区居民健康素养水平，让居民深入了解灰霾对健康的影响，远离各类空气污染源，做好自我防护。2016 年 8 月 24 日上午，广州市科学技术协会、广州市环境科学学会联合越秀区疾病预防控制中心在白云街红云大厦 12 楼会议室，举办了一场“如何远离雾霾影响 打造健康家居环境”的主题讲座。讲座中，卢嘉明主任医师用通俗易懂的语言，生动有趣的例子，从灰霾的危害、预防措施到家居空气污染、防治措施等几方面一一讲解，课程结束后的现场提问环节，卢主任就居民关心的问题，详细解答，现场街坊们踊跃提问，居民参与度较高。本次讲座派发了《如何远离“十面霾伏”》、《预防登革热》、《健康生活方式》等健康教育宣传资料 3 种共 306 份。

（广州市环境科学学会供稿）

签到现场

现场展版

卢嘉明主任医师会场主讲

讲座现场

浅谈如何在英语教学中渗透环保教育
——以美术类高中生为例

张岚岚
（广州市美术中学，广州 510030）

摘 要 笔者将结合自己的教学经验,从合理规划教材,开展校内活动和鼓励校外实践这三个方面谈谈如何在美术类高中生的英语教学中渗透环保教育。提出结合英语教学践行环保的若干看法。

关键词 英语教学 环保教育 美术类高中生

1 前言

改革开放以来,中国经济迅猛发展。伴随着国内生产总值的稳健增长，随之而来的是日益严重的环境问题。要实现社会主义核心价值观中的“和谐”,必须以人与自然的和谐为前提，才有家庭和社会的和谐。在日常教学中宣传环保理念,是教师义不容辞的责任。如何在英语教学中渗透环保教育,是当下英语教师要深入思考的议题。

广州市美术学校是广州市教育局直属的公办美术特色高中,学生对绘画有浓厚兴趣。在英语教学中渗透环保教育时,若能巧妙地与美术专业结合,不仅让学生体会英语和美术是学以致用的学科，还能使学生思考作为一名艺术人才应该为社会的环保事业做贡献。

2 环保教育的理论基础

环保教育是唤起受教育者的环境意识,使受教育者了解到在发展过程中,人类与环境所具有的千丝万缕的联系,培养人在面对所出现的环境问题,拥有解决问题的技能,能够有效执行环保能力的科学。中学生环保教育,意在让学生了解基本环境知识,以知识理论框架为支撑,增强学生的环境意识,从而培养学生的环境技能。更重要的是引导中学生树立正确对待环境的价值观和态度,使他们充分认识环境对人类社会的重要价值,从而积极主动地关注环境,促进经济社会的可持续发展。我国目前已有的研究成果中,在地理、化学、物理等学科渗透环保教育的比较多,而在英语教学中渗透环保教育的研究成果比较少。

3 合理规划教材,渗透环保理念

由于美术生一周的课程里面有一半时间都是上专业课,文化课的时间比普通类高中生少。所以我校只上必修一至选修六共六本教材，然后就进入高考备考阶段。笔者选出六个单元为例子,探讨如何在讲授教材时渗透环保理念。

1.	人教版必修一	Unit 3	Travel journal
2.	人教版必修二	Unit 4	Wildlife protection
3.	人教版必修二	Unit 5	Music
4.	人教版必修三	Unit 2	Healthy eating
5.	人教版必修四	Unit 2	Working the land
6.	人教版选修六	Unit 4	Global warming

3.1 切入主题,正面引导

这六本教材中,必修二 Unit 4 Wildlife protection、必修四 Unit 2 Working the land 的第二篇阅读课文 Chemical or organic farming、选修六 Unit 4 Global warming 是直接讲述环保主题的。

笔者利用必修二 Unit 4 Wildlife protection 的 Using language 里的听力材料 The story of the dodo 上了一节听说公开课,先用动画视频《渡渡鸟为何灭绝》作为引入，然后挖空听力原文让学生做听取信息练

收稿日期：2016-09-01，修改稿收到日期：2016-12-12

习。有了听力输入后，让学生两人小组完成以下口语 练习：

两人为一组，一个同学做采访者，一个同学做受访者，就《渡渡鸟的故事》组织一段采访对话。参考如下（省略号处可以自由发挥）：

A：I am a reporter from_____（Guangzhou Daily/English Weekly/…）_____ some questions about the dodo？（我可以问你一些问题吗？）

B：Of course.

A：_____？（渡渡鸟为什么灭绝了？）

B：Because men_____.

A：_____？（这种鸟生活在哪里？）

B：They lived on the island of Mauritius.

A：_____？（渡渡鸟愚蠢吗？）

B：Well，I don't think so. We human race were too selfish to kill all the dodos.

A：_____the_____wild animals？（你将会做什么来保护濒危的野生动物？）

B：I will_____（do a painting about wildlife protection/design a poster（海报）/… ）to ask people to stop_____（猎杀，猎取）wild animals. I will_____（拒绝吃野生动物的肉）

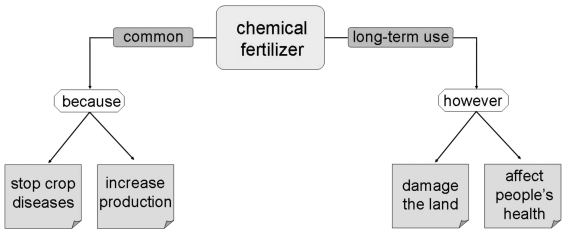
A：_____（致谢）

B：_____（回应）

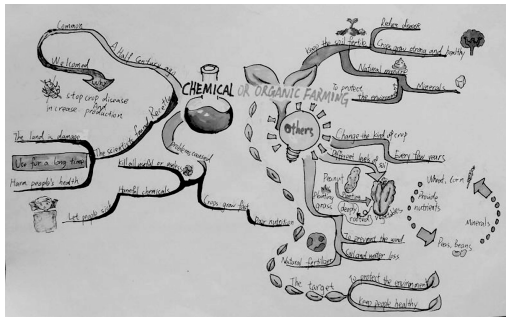
通过本课的学习，学生了解到人类的滥杀行为导致了渡渡鸟的灭绝。设置的问题“你将会做什么来保护濒危的野生动物”激发学生主动思考如何为保护野生动物做力所能及之事，而括号中的提示答案“do a painting about wildlife protection/design a poster”提醒学生如何结合自身美术优势，更好地宣传保护野生动物的理念。

必修四 Unit 2 Working the land 的第二篇阅读课文 Chemical or organic farming 的主要内容是比较有机化肥和无机化肥的利与弊。这是一篇严谨的科技说明文，对于英语基础较薄弱的高一美术生来说有相当的难度。笔者先做示范，用纯文字的思维导图梳理第一自然段的内容：

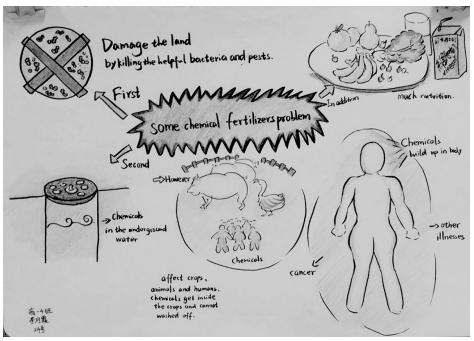
完整的思维导图画出来后，就分组让学生分别画第二、三、四自然段的思维导图。从课堂上的思维导图作品来看，学生能较好地把握各自然段的脉络。自己画思维导图是一种主动的学习，而常规的做阅读理解是一种被动的练习，前者能让学生自由掌握学习节奏，发挥主观能动性。课后布置学生在思维导图上添加绘画创作，制作成图文并茂的思维导图来更形象地演绎文章的思路。



以下是笔者与学生代表选出的两张优秀作品：



思维导图作品（1）



思维导图作品（2）

在下一个课时，教师用投影仪展示学生的优秀作品。如果希望效果更好些，就让优秀作品作者来讲解思维导图。这个任务的难度较大，教师应提前与学生沟通，鼓励学生做好充分的准备，帮助学生排除表达上的障碍。另外，由于美术生的英语底子薄，优秀思维导图也难免有错误的语法表达，比如思维导图作品 1 号左下角最后分支“let people sick”为中式英语表达，建议改为“make people sick”。教师在点评时应该首先大力肯定作品，然后再提点可以改进的地方。

讲授选修六 Unit 4 Global warming 这一单元时，向学生介绍近几年流行的“地球一小时”（Earth Hour）活动，每年 3 月的最后一个星期六 20:30~21:30 期间熄灯。展示世界各地著名建筑响应这一活动的图片，如巴黎铁塔、吉隆坡双子塔、广州塔等。提醒学生每年三月都能够在广州地铁站或者公交站牌看到这个活动的宣传，这是世界自然基金会（WWF）应对全球气候变化所提出的一项倡议，希望家庭及商界用户关上不必要的电灯及耗电产品一小时，以此来表明他们对应对气候变化行动的支持。按照常规教学规划，Global warming 的教学一般安排在高二学年的第一学期末（12 月份），教师布置学生在寒假期间创作海报宣传“地球一小时”活动，并配上简短英文标语或说明。然后在第二学期开学时（2 月份）收集作品，在 3 月选出优秀作品并在学校门口的展厅展览。需要注意的是，如果学生在“地球一小时”活动周趁机说：“我们支持这个活动，所以周六晚上不学习了。”建议教师适当减少作业以支持该活动，如果是毕业班则可以建议到不熄灯的图书馆进行学习，让学生感受到教师坚定的环保理念。否则，教师一边在课堂上宣传熄灯一小时活动，一边又在三月末这个活动周末布置了大量作业，环保教育的效果就大打折扣了。

3.2　巧妙拓展，润物无声

其余的三个单元虽然不是直接与环保主题相关，但也可以巧妙地渗透环保教育。

必修一 Unit3 Travel journal 的 warming up 是一个比较各种交通工具的利与弊的表格，教师首先在堂上调查学生当中有多少同学分别是步行、骑自行车、坐公交车、乘地铁、搭的士或者私家车上学的。然后顺势介绍由法国发起的 9 月 22 日“世界无车日”（World Car Free Day），其宗旨是增强人们的环保意识，了解汽车对城市环境造成的危害，鼓励人们在市区使用公共交通工具、骑车或步行。在教师的指导下，学生完成《交通工具调查报告》，以六人小组为单位，报告内容包括：① 各组员上学交通工具的类型；② 不同类型的交通工具对环境的影响；③ 其他国家或地区为低碳出行所做的努力；④ 我们可以做的改变。每项内容配一副主题图，用简单的英语作说明。教师应该适当调整教学进度，在高一上学期的 9 月 22 日这天之前讲授本单元内容，鼓励学生在这一天低碳出行，这样会给学生留下深刻的印象，并马上行动。

教授必修二 Unit 5 Music 时让学生欣赏公益歌曲 Heal the world 和 The earth song。这两首歌曲由 Michael Jackson 亲自作词、编曲、制作和演唱，意在利用自己的影响力来促进环保事业。无须苦口婆心的说教，教师只需要与学生一起翻译歌词、一起感受优美的韵律即可。然后让学生现场作画，用画笔来呈现歌曲表达的内容。

必修三 Unit 2 Healthy eating 笔者设计了一个课堂展示环节，让学生把事先在家制作的美食带回班上展示，用英语介绍制作过程，并与全班同学一起享用。这节课气氛热烈，学生对同学们亲手炮制的美食都很感兴趣。其中一位同学制作的马蹄糕口感、卖相与大酒楼的不相上下，特别受欢迎，大家都吃的津津有味。教师适时询问是否每个人都吃光了食物，继而追问平时在饭堂、在家里或外出就餐时，是否都吃光了自己的食物？是否知道中国 2007 年至 2008 年仅餐饮浪费的食物蛋白质就达 800 万吨，相当于 2.6 亿人一年的所需？你觉得我们该怎么做以缓解这个局面？然后介绍我国环保人士提出的“光盘行动”（Clear your plate），旨在倡导力行节约，反对铺张浪费，带动

大家珍惜粮食、吃光盘子中的食物。然后布置学生为学校饭堂画一张宣传“Clear your plate”的海报。

4 开展校内活动，营造环保氛围

4.1 利用社团活动课契机，赏析英语电影和新闻

每周五第九节是学校的社团活动课时间，笔者利用英语角给学生播放美国纪录片《海豚湾》(The Cove)、《第十一个小时》(The 11th Hour)、美国电影《永不妥协》(Erin Brockovich)、BBC与CCTV联手制作的纪录片《美丽中国》(Wild China)等环保主题的电影。观看完电影后，让学生就几个印象深刻的情节、画面撰写观后感。从观后感教师了解到，这些电影给他们带来的视觉冲击是巨大的，并且促使他们思考如何为保护地球贡献一份微薄之力。此外，应通过英语角定期举行阅读活动，鼓励学生锻炼英语阅读能力、关注全球环保活动。比如让学生搜集近期与环保相关的英文新闻、查找国外中学生为环保都做了什么努力(尤其关注与美术有关的活动)等资料，然后在英语角与其他同学分享。

4.2 定期举行英语海报、手抄报及环保标语设计比赛

让学生就“野生动物保护”、“世界无车日”、“地球一小时”及“光盘行动”等主题设计英语海报、手抄报等，选出优秀作品在展厅展出；布置学生设计图文并茂的环保英文标语，比如垃圾桶旁边：Keep our school clean、水龙头旁边：Water is life、饭堂里：Clear your plate、教室灯的开关旁：Turn off the light before you leave等等，让环保理念体现在校园的每一个角落。

4.3 举行“我给校长提环保建议”的英文建议信比赛

比赛内容为提出目前我校在环保方面有待提高的地方并给出切实可行的建议。本活动除了锻炼学生的英语写作能力，还充分发挥他们的主观能动性，去观察校园里还有哪些不够环保的地方，并思考怎么改进。由于美术生普遍英语写作能力较弱，为了提高学生的参赛热情，建议信形式为创作连环画并配上英语说明。

5 鼓励校外实践，延伸环保行动

5.1 地球日宣传活动

每年的4月22日是地球日（The World Earth Day)，活动宗旨在唤起人类爱护地球、保护家园的意识。教师在4月初布置学生回家与父母探讨在校外可以为环保做的小事情，制作成图文并茂的PPT或flash动画在班上展示。选取优秀作品在地球日展示在校园的大屏幕上；布置喜欢摄影的学生到校外拍摄环保主题的照片，并用英语为之命名，选取优秀作品在校内展厅、校园官网上展示。

5.2 手绘环保月历

月历上用英文标出环保主题日，如3月最后一个周六是Earth Hour、4月22日是The World Earth Day、9月22日是World Car Free Day等，并添加绘画创作。制作好的月历挂在家中，让长辈们也来关注全球环保活动。每个家庭都行动起来，整个社会才能与自然更和谐相处。

5.3 环保服饰大赛

教师鼓励喜欢服装设计的学生把家中的一些废弃的旧报纸、扑克牌、纸巾、草席、蚊帐等材料进行创意服饰设计。然后在艺术节的舞台上展示，用英文阐述自己的设计理念。比赛结束后，得奖作品在展厅上展出，延长本活动的影响。

6 结语

如何在英语教学中渗透环保教育，是当下英语教师要深入思考的议题。美术学生具有极强的发现美的能力，只要教师胸怀为中华环保事业奉献自己的信念、积极开动脑筋、利用好英语教学和实践活动的方方面面，润物无声、巧妙合理地渗透环保意识，就能潜移默化地影响学生，鼓励他们为环境“美”画上有力的一笔，激发他们为环保事业作出贡献的正能量。

7 参考文献

[1] 李小青. 浅谈在小学英语教学中环保意识的培养[J]. 环境，2006(Z1)：142-144.

[2] 陈宝珊. 把环保教育引入高中英语课堂[J]. 课程教育研究，2014(34)：80-80.

[3] 段银玲. 论如何在高中英语教学中渗透环保教育[J]. 高中生学习：师者，2012(11)：68-68.

[4] 祝怀新. 环境教育论[M]. 北京：中国环境科学出版社，2004.

[5] 毕毓璟. 甘肃省张掖市中学生环保教育研究[D]. 重庆：重庆师范大学，2015.

How to Infiltrate Environmental Protection Education in English Teaching –Taking the Art High School Students as an Example

Zhang Lanlan

Abstract　This paper discusses the rational planning of teaching materials, the development of intramural activities and the encouragement of off campus practice, and puts forward some views on how to permeate the environmental education into English teaching in art high school students.

Key words　english teaching　environmental education　art high school students

（上接第 18 页）

在成果展示交流会上，特邀嘉宾、国务院特殊津贴获得者、广州大学环境科学与工程学院常向阳院长，作了题为《从地球—环境—家园谈环境教育》讲座。他对环境教育的生动阐释和富有前瞻性的科学见解深入人心，听众情不自禁地报以热烈的掌声。

在获奖代表交流环节中，各项目获奖代表与到会的领导、专家和各校的辅导老师进行了热情交流分享。低碳短课课例一等奖获奖者越秀区东山培正小学的林茗老师跟大家分享的是班会佳作《垃圾巧分类 生活更美好》，把微课引进班会，突破传统教学开展环境教育；低碳短课课例 DV 赛一等奖获奖代表广州市第九十八中学马燕老师的班队会《绿色生活你我同行》，采用学生社团小品节目，指导学生建立绿色消费理念。教师低碳校园建设经验论文一等奖代表广州市中学生劳动技术学校的刘玉晗老师，介绍了自己的获奖论文《学农综合实践基地园地生产的低碳教育实践与探索》。教师垃圾分类案例一等奖获奖代表南沙区东涌第二小学的陈志文老师，跟大家介绍了自己带领学生根据周边社区环境开展调查实践活动，把案例《鱼窝头社区生活垃圾分类处理情况调查处理》中的成功经验跟大家进行了分享。

随后，广州市教育局科研处谷忠鹏处长作总结性发言并宣布下届活动启动。他高度评价了环境教育专业委员会开展“低碳校园”系列科技教育活动所取得的成果及意义，号召广大中小学教师努力成为生态文明理念的传播者、生态文明行为的养成者、生态文明建设的促进者。

环境教育专委会持续 4 年开展广州市“低碳校园”系列科技教育活动此项目，通过活动宣传发动、层层开展、成果展示交流等，进一步引导了广大师生树立共建生态文明教育理念，以科技为支撑，提高了节能减排、低碳生活、垃圾分类、废弃物循环利用等环保意识，有效地促进了创建低碳校园活动的可持续发展。

（广州市环境科学学会供稿）

获奖代表越秀区东山培正小学的林茗老师跟大家分享低碳课例《垃圾巧分类 生活更美好》

获奖代表南沙区东涌第二小学陈志文老师分享垃圾分类实践活动案例《鱼窝头社区生活垃圾分类处理情况调查处理》

市青科教协环境专委会副主任、广州市晓园中学陈红燕校长主持交流会议

会场的电子小报优秀作品展板获奖作品集

传承国学经典 践行低碳环保

黄美健
（广州市越秀区先烈中路小学，广州 510070）

摘 要 本文从小学环保教育的维度对国学启蒙典籍进行了分析、总结,梳理出了对环保教育有借鉴意义的内容和方法,列举了借助国学启蒙环保教育实践例子,以期丰富现在的小学生环保教育形式,提高小学生环保教育的质量。

关键词 国学 启蒙教育 小学生 环保教育

1 背景及意义

1.1 小学生环保教育是不可缺失的

“修其本而末自应”自古以来,先哲们就强调道德修养的重要性,提出“欲齐其家者先修其身”,强调“修身”是成为“君子”的第一步,也是使人达到最完善境界的必要手段。一直到今天，党的第十八次全国代表大会仍然明确提出“立德树人”是教育的根本任务，这意味着道德教育始终是各级各类学校的重要任务。

有调查表明,小学生有环保意识,都认为应该爱护自然,人类应该与环境和谐共生,但是在“你认为人类应该如何做才能既满足人类生存的需要又能实现与自然和谐共生”一题中,62.75%的学生写了“不知道”,说明小学生对于如何实现天与自然和谐共生还比较迷茫。因此,小学生的环保教育仍是初等教育的重要任务和必要部分。

1.2 国学经典蕴含着丰富的环保教育资源

国学凝聚着几千年中华文化的精髓，是传统文化精神与民族智慧的结晶，展现了中华民族文化的灵魂,是构筑民族精神的支柱。国学中蕴含着丰富的思想道德资源,特别是环保教育资源。借助国学经典渗透环保教育，有利于丰富当代小学生环保教育资源,拓展小学生环保教育渠道,夯实小学生环保教育的根基。小学生正处于人生的启蒙时期,其道德素质有很强的可塑性,让他们接受民族文化的熏陶,从优秀传统文化中汲取营养，有利于他们树立正确的世界观、人生观和价值观,有助于他们改变旧有的环保观念。

2 国学启蒙典籍中的环保教育资源

《小学德育纲要》要求小学德育要对小学生进行热爱祖国、热爱集体、热爱人民的爱国教育,教给学生必要的生活常识，培养和训练学生良好的道德品质和文明行为习惯。儒家倡导天人合一,自然和谐,认为自然万物和人是同一世界的两个互相依存的部分。人类应该善待自然,爱护自然,与自然和谐共处。在笔者给小学生讲保护环境、与自然和谐共处时发现,小学生认同爱护自然,也认可人类适度向自然索取来获得发展,但对于如何做到“适度”感到很迷茫。

《论语·述而篇》中记载:“子钓而不纲，弋不射宿。”孔子钓鱼时,只用有一个鱼钩的钓竿,而不用那种将一根粗绳子拉在河的两岸、绳子上挂着一个个小钩子的纲;用带绳的箭射鸟时,只射飞鸟而不射在窝里栖息的鸟。后人就是遵循孔子关爱生命的理念,反对“竭泽而渔”地向自然索取。“钓而不纲,弋不射宿”,这种做法不但有利于保护动物繁衍，更是仁爱的表现，和现在提倡的猎而不绝的环保观念是一致的,更能实现天人共生。所以,在对学生进行环保教育时,教师先出示孔子“钓而不纲”的理念,向学生解释意思,然后让学生观看用大眼网和小眼网网鱼的视频，让学生找到不同，让学生体会人们这么做的用意。

“钓而不纲,弋不射宿”为小学生提示了如何实现人与自然的和谐共处，强调人在利用自然获得生存的同时,要考虑到子孙后人,实现人与自然的可持

收稿日期：2016-09-10，修改稿收到日期：2016-12-12

续发展。这就要求我们要善待自然,树立环保意识,和自然万物和谐共处。同时,孔子的做法也为我们如何与自然万物和谐共处提供了启示,有利于解决小学生关于如何环保、如何依靠自然获得发展而又能与环境和谐共处的迷茫。

唐代诗人李商隐看到一些达官贵人饕餮终日,破坏环境,便写下了这样一首诗歌——“嫩箨香苞初出林,於陵论价重如金。皇都陆海应无数,忍剪凌云一寸心。”竹笋在当时的长安城是非常值钱的鲜味,吃腻了山珍海味的达官贵人们每到春天都想尝尝鲜,于是,鲜嫩的竹笋成了桌上餐。可是吃下肚的是竹笋,毁掉的却是一片竹林。对于这样近乎残忍的行为,采竹笋的人并不深思其中利害,故而诗人发出了这样无可奈何的叹息。这种叹息是一个人良心的自我发现,更是爱护环境之情感的自然流露。

白居易对动物的爱护尤为理性:“虾蟆得其志,快乐无以加。地既蕃其生,使之族类多。天又与其声,得以相喧哗。”他认为虾蟆之类的动物是天地生成,是大自然赐予人类的,人类不应该伤害它们。他还身体力行,常常把买到的野禽放生。每年春夏之交,鸟儿们正处于繁育时期,不少乡下孩子喜欢掏鸟窝、抓小鸟,甚至不少大人也在田间地头边干活边捕鸟,究其动机,仅仅是出于好玩。那一幅幅鸟儿或死去或挣扎的画面,让他心悸惊恐,心生悲凉。于是,他写下了这样的诗句,深情呼喊与号召——“谁道群生性命微,一样骨肉一样皮;劝君莫打三春鸟,子在巢中盼母归。”字里行间,流露出诗人盼望人与自然和谐相处的美好愿望。

《伐崇令》上说:“毋坏屋,毋填井,毋伐树木,毋动六畜,有不如令者,死无赦。”这是我国古代较早的保护水源、森林和动物的法令,而且极为严厉。先秦时期,著名的政治家管仲,也对环境的认识很有发展的眼光,他说:“春政不禁则百长不生,夏政不禁则五谷不成”,保护生物资源,并不是把山林川泽封禁起来,不让人们利用,而是按照规定的季节开放,有计划地利用。

通过这些语句中的真情流露,不难看出,远在古代,不少有识之士已经深谙环保之道,并且身体力行,以实际行动唤起人们的环保意识。

3　传承国学经典,践行低碳环保教育

3.1　故事法

故事对小学生有极强的吸引力,以故事为教学素材,能够吸引学生注意,引起学生听课的兴趣,调动学生学习的积极性和主动性。学生在听故事,演故事的过程中领悟蕴含的道理,审视自己的行为,提高环保理念。因此,故事法是一种寓教于乐,深入浅出的教学方法。小学教师应该充分利用这种方法对小学生进行环保教育。

国学经典呈现环保观念多以人物事例为载体,通过生动感人的故事向我们讲述环保知识,具有形象化的特点,不仅能够吸引学生注意,而且便于学生理解,激发学生的情感体验。因此,我们在利用国学经典对小学生进行环保教育时,要紧紧抓住国学经典的这一特点,采用故事法,向学生讲述环保知识。

例如,古时候,江南某地有一小吏。一天,他到京城去送文件。傍晚,歇宿在一个旅馆里。旅馆里有口水井,井水冬暖夏凉,还有一丝淡淡的甘甜。小吏喝着井水,感到旅途的辛劳减轻了不少。第二天早上离开时,他顺手把马吃剩下的残草倒在水井里。过了一个月,小吏从京城回来,又来到这里。这时,天已完全黑了,他又累又渴,便从水井里打水喝。由于看不清,小吏又如同牛饮一样,结果喝进去一根草秆。草秆卡在喉咙里,吞又吞不下,吐又吐不出,不一会儿,就一命呜呼了。而这草秆正是他倒在井里的。古人为了吸取小吏的教训,便告诫后人:“千年井,不反唾。”甘甜的井水,给多少旅途劳顿的人带来清凉和舒爽。可是由于这个小吏的无德,深深地伤害了这口井无私不求回报的心。自作孽,不可活,这就是这个无良小吏的下场。

3.2　榜样法

小学生具有很强的模仿力,树立榜样,给学生提供了学习模仿的对象,有利于提高学生的行动力。国学启蒙教育特别重视榜样的作用,榜样对儿童环保意识的养成具有良好的示范和引导作用。“择其善者而从之,其不善者而改之”,取长补短,虚心向他人学习。孔子就经常列举榜样的事例,表扬他们的“仁义”,使其成为其他学生学习的榜样。在小学生的环保教育中我们也可以给学生树立榜样,让学生通过学习模仿榜样的行为来矫正自己的行为。

比如,A 班开展了“环保小卫士”每月选出一名环保小卫士,让他成为学生们学习的榜样。同学们的热情都很高,不少小学生都说自己有了学习的榜样,

行为的目标。在访谈这位“小卫士”被选上的感受及变化时，他说:“我觉得自己很光荣，被选成小卫士后，我自己告诉自己，时刻要做到环保生活低碳出行,才能对得起这个称号。”另外,“亲师友,习礼仪”说明教师要以身作则，给学生树立一个良好的环保形象。“其身正,不令而行;其身不正,虽令不从”,教师要求学生做到的,自己要先做到,这样才有威信、有说服力。

3.3 诵读法

诵读法是我国传统教学中最普遍的方法，有助于儿童掌握和识记道德知识和道德行为准则。“操千曲而后晓声,观千剑而后识器”,“书读百遍,其义自见”,学生在诵读的过程中不仅记忆了道德知识和道德行为准则，随着年龄的增长还会进一步理解和内化为自己的思想。因此,在借助国学启蒙教育对学生进行环保教育时，先让学生诵读国学中的环保知识,让学生在诵读中体悟国学内容的涵义,知晓自己不懂的地方,引起学生求知的欲望。

3.4 环境法

小学生的意志力还不够坚定，环境在小学生环保教育中起着至关重要要的作用,染于苍则苍,染于黄则黄，小学生所处的环境会影响小学生的行为选择。《论语》中也指出“里仁为美”,强调了环境对个体道德形成的影响。“昔孟母,择邻处”孟母不惜代价,为孟子创设良好的教育环境,这也启示我们,作为教育者,应该为学生创设一个好的环保教育环境,让他们接受环境的熏染。因此，在开展小学生环保教育时,教师可以通过国学启蒙教育,创设一种积极向上的环保教育环境,潜移默化的培养儿童的环保行为。首先,物质环境层面,教师可以在走廊或墙壁上贴一些国学内容或环保素材,让学生每天接触这些内容,时间久了,就会内化成自己的知识情感。墙壁上这些资料潜移默化的影响了学生的思想，这种方式也不会给学生造成一定的负担。其次是精神层面,创设一种人人追求环保的氛围，让学生身临其中，接受感染,审视自己的行为。例如,在平时的教学中,对自觉爱护环境的学生进行表扬。日常生活中,时刻提醒学生注意自己的行为习惯。

3.5 综合实践活动法

小学生具有好动的特点，对老师创设的综合实践活动都比较感兴趣。面向小学生开展一些综合实践活动，能够激发学生学习的兴趣，为学生提供践行低碳环保的机会，有利于逐渐培养学生的环保行为习惯。

自然界本身就是一本神秘又生动的“活”教材、社会更是个大舞台,是一本取之不尽,用之不完的教科书，为环保教育提供了活生生的资源，只有让孩子走出课堂，更多地到广袤的大自然去开展活动，去学习科学知识，才能培养勇于探究、勇于创新的素质;只有把社会还给学生,让学生真正在社会中学习“社会”,才能使学生得到更多的锻炼,获得更丰富的知识。

比如,在进行《白色污染的危害》综合实践活动时,笔者组织学生开展调查活动,观察记录清洁工人每天清除的垃圾立方，使学生在感性上认识和了解每天产生的垃圾是多少；然后做了《它们哪个先腐烂》的自然实验,用不同的垃圾做实验——深埋,观察不同垃圾的腐烂时间，最后对观察记录的内容数据进行整理分析，在分析中了解白色污染的概念和危害,在这样的过程中,学生的道德情感和动手能力均获得发展。

在开展题为《我爱珠江》的水质调查综合实践活动时,笔者引导学生调查珠江支流的水质、珠江支流水污染状况、污染源等,通过测量、走访、查阅文献等方法,写出了珠江支流环境调查报告,提出了污染治理方案,并开展给环保局长的一封信,编写家庭节水方案,培养了研究能力和节水意识,并落实在节水行动中。只有在自然、社会中关注环保,学生的环保意识才能进一步得到巩固、发展、延伸。

环境教育的渗透,拓宽了综合实践活动的内容,在社会的实践中潜移默化地培养了学生的环保意识。综合实践活动与环保意识培养的有机结合,将间接知识和直接知识、课内与课外、校内与校外结合起来,学生头脑中的环保意识也逐步扎根、开花。

4 结语

国学凝聚着几千年中华文化的精髓，是传统文化精神与民族智慧的结晶，展现了中华民族文化的灵魂，国学启蒙教育中很多古人修身养性的做法可以成为我们今天开展环保教育的素材。其中蕴含着丰富的哲学、历史、德性、环保教育资源,是当今教育的重要资源。我们完全可以通过上述五种甚至更多

的方式方法来引导学生接受环保意识，培养良好的环保行为。随着时代发展，如今环保观念已深入人心，我们期待着人与自然和谐相处，践行低碳环保的绿色生活，共同迎来更美好的明天！

5 参考文献

[1] 论语·述而[M]. 北京：中华书局，2008.
[2] 何成银. 我国小学生思想道德教育中的国学教育研究[M]. 北京：北京大学出版社，2011.
[3] 罗国杰. 中国传统道德教育（普及本）[M]. 北京：中国人民大学出版社，2011.
[4] 钱文忠. 听钱文忠讲三字经[M]. 天津：新蕾出版社，2011.
[5] 钱文忠. 听钱文忠讲弟子规[M]. 天津：新蕾出版社，2011.

Heritage Classic, Practice Low-carbon Environmental Protection

Huang Meijian

Abstract From the angle of primary school environmental education, this article analyzes the Ancient Chinese Literature Search enlightenment classics, points out the content and method of reference, cites examples on using Sinology to educate environmental education, in order to enrich forms of Education and the quality of Education about primary school students environmental education.

Key words sinology elementary education pupil environmental education

（上接第 13 页）

理和维护及其对周围环境的影响等不可忽视的实际问题。

3 橡胶轮胎制造业中水回用存在的问题

橡胶轮胎制造业中水回用存在的问题较多，首先，中水系统往往不能正常运行，水质水量不够稳定，难以放心回用，造成这种现象的主要原因是有些工艺、设备不过关，达不到预期的效果，同时对中水回用系统的运行管理水平不高，出现问题不能及时解决，使水质水量常常发生较大的波动，甚至停产。对橡胶轮胎制造业中水设施进行调研，通过分析发现普遍存在设施能力不能充分利用、运行成本过高的现象，这主要是因为中水设施的设计规模得不到充分发挥。很多人对中水的卫生性、安全性等存有顾虑，在感情上无法接受中水，从而影响了其普及。当然当前的水价偏低也是造成中水回用成本较高从而难以推广的重要原因之一。

4 展望

橡胶轮胎制造业中水回用具有极高的社会效益和环境效益，它一方面可以减少环境排污量，减少环境污染；另一方面它又能减少对水资源的开采，对我国长远的国民经济发展具有深刻的意义。并且，根据水利部《21 世纪中国水供求》分析，2010 年后中等干旱年的缺水量将达 318 亿 m^3，到 2030 年我国将缺水 400~500 亿 m^3，开发和应用投资省、见效快、运行成本低的中水回用处理技术已经确保我国社会经济可持续发展的重大课题，所以我们有理由相信，在政策的正确引导下，工业生产中水回用技术将会有越来越广阔的应用前景，为我国工业生产节水作出贡献。

Study on Water Reuse Technology and Cost Benefit Analysis of a Rubber Tire Company

Feng Jiexian

Abstract This paper discusses the use of reclaimed water system engineering in a rubber tire manufacturing company, from two aspects of technology and economic feasibility, the water treatment process, cost accounting and benefit are introduced, and the manufacturing of rubber tire reclaimed water reuse the existing problems and development trend are analyzed.

Key words rubber tire manufacturing company the reclaimed water treatment cost accounting

《广州环境科学》2016 年总目录

GUANGZHOU ENVIRONMENTAL SCIENCE

Vol.31 No.2 Dec.2016

CONTENTS