

# 基于抗重金属铅、镉污染的城市道路绿化植物配置研究

陈玉梅<sup>1</sup>, 王思麒<sup>2</sup>, 罗言云<sup>1</sup>

(1. 四川大学 生命科学学院, 四川 成都 610064; 2. 成都市睿华建设投资有限公司, 四川 成都 610081)

**摘要:**通过对铅、镉具有抵抗能力和耐受性园林植物进行统计, 根据其抗污能力大小在城市道路绿化中进行合理有效的配置, 能够在取得良好景观效果和生态效益的同时, 一定程度上控制和缓解重金属铅、镉的污染。

**关键词:** 重金属污染; 城市道路绿化; 植物配置

中图分类号: TU 985.19 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2010)08-0092-04

随着现代工业、农业以及交通运输的发展, 重金属污染变得日趋严重, 成为了环境污染的重要方面。重金属污染具有污染范围广、持续时间长、不易在生物物质循环和能量交换中分解的特点, 通过食物链的传递和富集, 最终危害人类的健康。经研究表明, 现代人体内的平均含铅量高达一千多年前古人的 500 倍以上<sup>[1]</sup>, 而 20 世纪中期日本富川县爆发的骨痛病是由于人们饮用了受镉污染的水、食用了受镉污染的大米。这些都说明以铅、镉为代表的重金属污染正危害着人类的健康。如何控制和减轻重金属对环境的污染和危害已成为了一个日益突出的问题。

在城市道路绿化景观中, 汽车尾气的排放、某些汽车轮胎和润滑油摩擦产生的大气颗粒物中, 含有较多的铅、镉等重金属污染物。因此, 在道路绿化景观中如果选用对此类重金属污染抗性和富集性强的植物, 对植物本身的生长和改善城市重金属污染都有益处。同时, 这些园林景观中的植物一般不进入人类食物链, 也减小了对人类造成生理危害的可能, 对重金属污染的治理和改善具有极大的价值。

## 1 重金属铅、镉对植物的影响

大量研究表明, 重金属在植物体内积累到一定数量时, 会影响植物对营养元素的吸收、蒸腾、光合及呼吸作用等正常生理活动, 改变植物细胞的超微结构, 轻则植物体的代谢过程发生紊乱, 生长发育受阻, 重则导致植物死亡<sup>[2]</sup>。铅、镉都是植物的非必需元素, 当它们被动

进入植物体内后, 会累积在植物体内, 影响其生长发育。研究表明, 铅毒害引起植物的主要毒害症状为根量稀少、根冠膨大、变黑、腐烂, 导致植物地上部分生物量下降, 叶片失绿明显, 严重时植物枯萎, 甚至死亡<sup>[3]</sup>。镉胁迫会破坏叶片的叶绿素结构, 降低叶绿素含量, 叶片发黄, 严重时几乎所有叶片都出现褪色现象<sup>[4]</sup>。

虽然铅、镉对植物有毒害作用, 但是仍有大量植物能生长在富含铅、镉的土壤中, 原因在于这些植物对铅、镉产生了特定的耐受性机制。

## 2 抗重金属铅、镉污染的植物

自然界中有许多抗重金属污染力强和富集性强的植物, 而其中有许多植物已经被栽培成为园林植物。将这些园林植物在受重金属污染的环境中进行合理有效的配置, 不仅能达到良好的绿化景观效果, 并且对重金属污染的治理和改善也具有极大的价值。但是, 当今的园林植物仍然主要以观赏性为主, 其抗重金属污染的用途仍未引起人们的广泛重视, 而自然界许多重金属抗性强和富集性强的植物也没有得到充分的开发, 对其进行统计, 不仅可以让园林设计人员在植物配置方面参考查阅, 做到充分利用, 同时也可以为园林植物的引种驯化提供一定的参考。表 1 裸子植物部分按郑万钧教授的系统(1978 年), 被子植物依照 1964 年修订的恩格勒系统编写, 统计到属。表内每个属里均有具抗铅、镉的植物, 其中大部分已作为园林植物栽培, 少部分具有很好的观赏价值暂时还未被充分利用。

表中植物都对铅、镉污染都具有一定的抗性。根据其抗性能力的高低, 划分出不同等级: 抗性强的植物: 在同等污染条件下, 生长不受影响, 均能正常生长, 并对铅、镉具有相对强的富集能力的植物; 中等抗性植物: 在同等污染条件下, 其植株勉强能正常生长, 或生物量相对一般环境低, 对铅、镉的吸收能力相对也较低; 抗性低的植物: 在同等污染条件下, 其植株基本不能正常生长, 表现为长势不好或出现伤害症状的植物。

第一作者简介: 陈玉梅(1984), 女, 四川峨眉山人, 硕士, 现主要从事园林设计和园林植物研究工作。

通讯作者: 罗言云(1969), 男, 四川大竹人, 硕士生导师, 副教授, 现主要从事风景园林专业的教学与科研工作。E-mail: luoyanyun3966@163.com。

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划资助项目(2008BAJ10B06)。

收稿日期: 2010-01-08

表 1

抗铅污染主要木本植物统计表<sup>[1,5-14]</sup>

科	属	属学名	代表种	抗性等级	在道路绿化中的配置应用
银杏科	银杏属	<i>Ginkgo</i> L.	银杏	低	行道树、主景树、背景树
松科	雪松属	<i>Cedrus</i> Trew.	雪松	高	主景树、背景树
杉科	杉木属	<i>Cunninghamia</i> R. Br.	杉木	高	主景树、背景树
柏科	侧柏属	<i>Platycladus</i> Spach	侧柏	中	背景树
柏科	圆柏属	<i>Sabina</i> Mill.	圆柏	中	背景树
杨柳科	杨属	<i>Populus</i> L.	毛白杨	中	行道树、背景林
杨柳科	柳属	<i>Salix</i> L.	旱柳	高	行道树、背景树
榆科	榆属	<i>Ulmus</i> L.	榆树	高	背景树
桑科	桑属	<i>Morus</i> L.	桑树	高	散植树、背景树
桑科	构属	<i>Broussonetia</i> L' Her. ex Vent.	构树	中	散植树、背景树
桑科	榕属	<i>Ficus</i> L.	黄葛树、榕树	高	行道树、主景树、背景树
木兰科	木兰属	<i>Magnolia</i> L.	广玉兰	低	行道树、主景树、背景树
木兰科	鹅掌楸属	<i>Liriodendron</i> L.	马褂木	中	行道树、散植树
樟科	樟属	<i>Cinnamomum</i> Trew.	樟树	低	行道树、
小檗科	小檗属	<i>Berberis</i> L.	紫叶小檗	中	色带
悬铃木科	悬铃木属	<i>Platanaceae</i> L.	二球悬铃木	中	行道树
海桐科	海桐属	<i>Pittosporum</i> Banks.	海桐	高	绿篱球、片植
蔷薇科	绣线菊属	<i>Spiraea</i> L.	柳叶绣线菊	低	散植、片植
蔷薇科	石楠属	<i>Photinia</i> Lindl.	红叶石楠	低	丛植、片植、色带
蔷薇科	蔷薇属	<i>Rosa</i> L.	玫瑰、黄刺玫	高	丛植、片植
蔷薇科	槭棠属	<i>Kerria</i> DC.	槭棠	中	散植、丛植
蔷薇科	梅属	<i>Prunus</i> L.	榆叶梅	低	散植、丛植
豆科	合欢属	<i>Albizzia</i> Durazz.	红叶合欢	中	行道树、主景树、丛植树
豆科	皂荚属	<i>Gleditsia sinensis</i> Lam.	皂荚	高	行道树、主景树、主景树
豆科	刺槐属	<i>Robinia</i> L.	刺槐	高	主景树、主景树
苦木科	臭椿属	<i>Ailanthus</i> Desf.	臭椿	中	行道树、主景树、背景树
无患子科	栾树属	<i>Koelrauteria</i> Iaxm.	栾树	中	行道树、主景树、背景树
七叶树科	七叶树属	<i>Aesculus</i> L.	七叶树	中	主景树
冬青科	冬青属	<i>Ilex</i> L.	枸骨	中	散植、丛植、绿篱
卫矛科	卫矛属	<i>Euonymus</i> L.	大叶黄杨、扶芳藤	中	丛植、绿篱
黄杨科	黄杨属	<i>Buxus</i> L.	黄杨、北海道黄杨	中	绿篱球、色带绿篱
葡萄科	地锦属	<i>Parthenocissus</i> Planch.	爬山虎、五叶地锦	中	边坡垂直绿化
锦葵科	木槿属	<i>Hibiscus</i> L.	木槿	高	散植
木犀科	连翘属	<i>Forsythia</i> Vahl	连翘	中	片植
木犀科	丁香属	<i>Syringa</i> L.	紫丁香	低	散植
木犀科	女贞属	<i>Ligustrum</i> L.	女贞	中	行道树、背景树
夹竹桃科	夹竹桃属	<i>Nerium</i> L.	夹竹桃	高	背景树
茄科	枸杞属	<i>Lycium</i> L.	枸杞	低	散植
紫葳科	梓树属	<i>Catalpa</i> L.	梓树、黄金树	高	主景树、背景树
忍冬科	忍冬属	<i>Lonicera</i> L.	金银花	中	悬垂植物

表 2

抗铅污染主要草本植物统计表<sup>[15-17]</sup>

科	属	属学名	代表种	抗性等级	在道路绿化中的配置应用
鳞始蕨科	乌蕨属	<i>Stenoloma</i> Fee.	乌蕨	高	地被
商陆科	商陆属	<i>Phytolacca</i> L.	商陆	高	富集植物 未在园林应用
紫茉莉科	紫茉莉属	<i>Mirabilis</i> L.	紫茉莉	中	地被、散植
景天科	景天属	<i>Sedum</i> L.	东南景天	高	地被
豆科	车轴草属	<i>Trifolium</i> L.	白车轴草	中	地被
凤仙花科	凤仙花属	<i>Impatiens</i> L.	凤仙花	中	地被、色带、花镜
锦葵科	蜀葵属	<i>Althaea</i> Linn.	蜀葵	高	地被、色带
菊科	秋英属	<i>Cosmos</i> Cav.	波斯菊	高	地被、花镜

表 3 抗镉污染主要木本植物统计表<sup>[1, 5-6, 9-10, 18-20]</sup>

科	属	属学名	代表种	抗性等级	在道路绿化中的配置应用
银杏科	银杏属	<i>Ginkgo</i> L.	银杏	低	行道树、主景树、背景树
杉科	杉木属	<i>Cunninghamia</i> R. Br.	杉木	高	主景树、背景树
柏科	侧柏属	<i>Platycladus</i> Spach.	侧柏	中	背景树
柏科	圆柏属	<i>Sabina</i> Mill.	圆柏	高	背景树
胡桃科	枫杨属	<i>Pterocarya</i> Kunth	枫杨	中	主景树、背景树
杨柳科	杨属	<i>Populus</i> L.	美青杨、杨树	高	行道树、背景林
杨柳科	柳属	<i>Salix</i> L.	旱柳	高	行道树、背景树
榆科	榆属	<i>Ulmus</i> L.	榆树	高	背景树
桑科	桑属	<i>Morus</i> L.	桑树	高	散植树、背景树
桑科	榕属	<i>Ficus</i> L.	黄葛树、榕树	高	行道树、主景树、背景树
木兰科	马褂木属	<i>Liriodendron</i> L.	马褂木	低	行道树、散植树
樟科	樟属	<i>Cinnamomum</i> Trew	香樟	低	行道树、背景树
悬铃木科	悬铃木属	<i>Platanaceae</i> L.	悬铃木	低	行道树
海桐科	海桐属	<i>Pittosporum</i> Banks	海桐	高	绿篱球、片植
蔷薇科	绣线菊属	<i>Spiraea</i> L.	柳叶绣线菊	中	散植、片植
蔷薇科	石楠属	<i>Photinia</i> Lindl.	红叶石楠	中	丛植、片植、色带
蔷薇科	蔷薇属	<i>Rosa</i> L.	藤蔓月季	低	丛植、片植
蔷薇科	棣棠属	<i>Kerria</i> DC.	棣棠	中	散植、丛植
豆科	合欢属	<i>Albizzia</i> Durazz.	红叶合欢	中	行道树、主景树、背景树
豆科	皂荚属	<i>Gleditsia</i> sinensis Lam.	皂荚	中	行道树、主景树、背景树
豆科	刺槐属	<i>Robinia</i> L.	刺槐	高	主景树、背景树
苦木科	臭椿属	<i>Ailanthus</i> Desf.	臭椿、红叶臭椿	中	行道树、主景树、背景树
七叶树科	七叶树属	<i>Aesculus</i> L.	七叶树	高	主景树
卫矛科	卫矛属	<i>Euonymus</i> L.	卫矛、扶芳藤	中	丛植、绿篱
黄杨科	黄杨属	<i>Buxus</i> L.	黄杨、北海道黄杨	高	绿篱球、色带绿篱
葡萄科	地锦属	<i>Parthenocissus</i> Planch.	爬山虎、五叶地锦	高	边坡垂直绿化
木犀科	丁香属	<i>Syringa</i> L.	紫丁香	中	散植
木犀科	女贞属	<i>Ligustrum</i> L.	女贞	低	行道树、散植、背景树
茄科	枸杞属	<i>Lycium</i> L.	枸杞	中	散植
紫葳科	梓树属	<i>Catalpa</i> L.	梓树、黄金树	高	主景树、背景树
忍冬科	忍冬属	<i>Lonicera</i> L.	金银花	中	悬垂植物

表 4 抗镉污染主要草本植物统计表<sup>[16, 21-24]</sup>

科	属	属学名	代表种	抗性等级	在道路绿化中的配置应用
商陆科	商陆属	<i>Phytolacca</i> L.	商陆	高	富集植物, 未在园林应用
景天科	景天属	<i>Sedum</i> L.	东南景天	高	地被
牻牛儿苗科	天竺葵属	<i>Pelargonium</i> L' Her.	天竺葵	高	地被、花镜
茄科	茄属	<i>Solanum</i> L.	龙葵	高	富集植物, 未在园林应用
百合科	山麦冬属	<i>Liriope</i> Lour.	麦冬	低	地被
鸢尾科	鸢尾属	<i>Iris</i> L.	马蔺	高	地被
鸢尾科	鸢尾属	<i>Iris</i> L.	喜盐鸢尾、黄菖蒲	中	水生湿生
鸢尾科	鸢尾属	<i>Iris</i> L.	鸢尾	低	地被
美人蕉科	美人蕉属	<i>Canna</i> L.	美人蕉	高	丛植、片植

表 1~4 中大部分植物在道路绿化中都可以应用。少部分草本植物为野生分布种。这些对铅、镉具有富集作用的植物, 具有极大的园林引种驯化价值。

3 抗重金属铅、镉污染城市道路植物的配置

3.1 根据污染情况, 合理选择抗污力植物

在城市道路绿化配置中, 选择对铅、镉抗污力与富集性均强的植物, 不仅不会影响植物本身的正常生长, 反而能减轻或缓减铅、镉对环境的污染。但是, 对于一个城市来讲, 在兼顾适地适树、多用乡土树种的前提下, 如果都选择抗污力强与富集性强的植物, 那么势必会在物种多样性及丰富度上受到一定程度的限制, 从而影响

整个城市的生态多样性和景观多样性, 对于越来越注重生态城市与景观城市的今天这种方法不可取。因此, 在城市的不同地区, 或者说在不同的污染条件下, 可以选择性、针对性的选择与污染条件抗性相适应的植物。

3.2 丰富植物群落, 增加污染源接触面

物种丰富、结构层次合理的植物群落集体所产生的抗污作用, 远远大于单种或少量种的抗污作用。其原因在于: 结构复杂的植物群落, 稳定性更强, 抗逆性高, 比仅有较少层次的植被(如灌木—草坪, 乔木—草坪等)具有更多的生物量, 能够代谢更多的重金属; 乔木—灌木—草本等多层次组合方式, 增大了植物与污染源的接触

面,从而能更好地阻滞以及吸收重金属。增加绿量的方法除了形成丰富的植物群落外,道路绿化由于其占地面积有限,可在合理保土的前提下,采用外弧形的种植方式取代传统的水平种植方式来增加绿地面积<sup>23</sup>。

3.3 指示植物的配置

分布于城市的各级道路上,产生的铅、镉等重金属污染是人类健康的潜在威胁。道路绿化的配置不仅要改善道路环境,其根本目的是改善城市人居环境。为更好地防控重金属污染,应在人类聚集区附近配置指示植物。尤其当交通流量大的城市干道穿越居住区时,可在较宽的道路绿地靠近居住区的一侧,以及居住区绿地配置指示植物,以动态检测重金属的污染情况。

4 结论

当今园林植物的配置已突破以往单纯的艺术性配置原则,生态设计越来越受到广泛关注。道路绿带作为城市生态系统的一个重要组成部分,具有污染面积大、污染程度深、绿化面积相对较少的特点。对道路的绿化应从生态设计的出发点,考虑利用植物本身具有的特点进行合理搭配,降低污染,减轻对人类健康的损害,以提高人居环境为目的。

参考文献

[1] 鲁敏,王胜永,杨秀平,等.园林植物对大气铅、镉污染物吸滞能力的比较[J].山东建筑工程学院学报,2003,18(2):39-41.  
[2] 杨世勇,王方,谢建春.重金属对植物的毒害及植物的耐性机制[J].安徽师范大学学报,2004,27(1):71-74.  
[3] 张红萍.铅对植物的毒害及植物对铅抗性机制[J].农业装备技术,2007,33(3):19-20.  
[4] 刘万玲.重金属污染及其对植物生长发育的影响[J].安徽农业科学,2006,34(16):4026-4027,4030.  
[5] 王翠香,房义福,吴晓星,等.21种园林植物对环境重金属污染物吸收能力的分析[J].防护林科技,2007.  
[6] 马跃良,贾桂梅,王云鹏,等.广州市区植物叶片重金属元素含量及其大气污染评价[J].城市环境与城市生态,2001,14(6):28-30.  
[7] 刘仁林,叶晓燕,朱艳,大青,夹竹桃抗铅污染以及污染区植物种类

的变化[J].江西科学,2006,24(4):175-178.  
[8] 梁淑英,夏尚光,胡海波.南京市15种树木叶片对铅锌的吸收吸附能力[J].城市环境与城市生态,2008,21(5):21-24.  
[9] 陈学泽,谢耀坚,彭重华.城市植物叶片金属元素含量与大气污染的关系[J].城市环境与城市生态,1997,10(1):45-47.  
[10] 杨学军,唐东芹,许东新,等.上海地区绿化树种重金属污染防治特性的研究[J].应用生态学报,2004,15(4):687-690.  
[11] 王连芳,徐学华,李玉灵,等.黄大庄铅胁迫对六种绿化树种叶片生理生化特性的影响[J].河北农业大学学报,2009,32(2):29-33.  
[12] 吴双桃,吴晓英,胡曰利,等.铅锌冶炼厂土壤污染及重金属富集植物的研究[J].生态环境,2004,13(2):156-157,160.  
[13] 黄晓华,周青,程宏英,等.五种常绿树木对铅污染胁迫的反应[J].城市环境与城市生态,2000,13(6):48-50.  
[14] 鲁敏,李英杰.绿化树种对大气金属污染物吸滞能力[J].城市环境与城市生态,2003,16(1):51-52.  
[15] 毕德,吴龙华,骆永明,等.浙江典型铅锌矿废弃地优势植物调查及其重金属含量研究[J].土壤,2006,38(5):591-597.  
[16] 刘家女,周启星,孙拯,Cd-Pb复合污染条件下3种花卉植物的生长反应及超积累特性研究[J].环境科学学报,2006,26(12):2039-2043.  
[17] 崔爽,周启星,李萍,等.几种观赏花卉对土壤铅的吸收特性和抗性能力研究[J].江西科学,2009,27(1):157-160.  
[18] 梁景森,尚鹤,李柏忠,等.北京市房山区绿化树种对Cd(镉)的吸收作用[J].林业科学研究,1997,11(2):142-146.  
[19] 周青,黄晓华,施国新,等.镉对5种常绿树木若干生理生化特性的影响[J].环境科学研究,2001,14(3):9-11.  
[20] 卢志强,罗红艳.五种木本园林植物叶片对镉污染胁迫的反应[J].广东林业科技,2008,24(4):56-59.  
[21] 贾玉华.三种植物对重金属Cd和Pb抗性及其修复潜力的研究[D].新疆:新疆农业大学,2008.  
[22] 聂发辉.镉超富集植物商陆及其富集效应[J].生态环境,2006,15(2):303-306.  
[23] 原海燕.鸢尾属(Iris L.)4种植物镉(Cd)积累、耐性机理及影响因子研究[D].南京:南京农业大学,2006.  
[24] 吴双桃.美人蕉在镉污染土壤中的植物修复研究[J].工业安全与环保,2005,31(9):13-15.  
[25] 马武昌,邹定保.“绿量”概念在公路绿化中的应用及实现途径[J].公路交通技术,2008(9):146-148,152.

The Study on Plant Configuration of Urban Road Greening Based on Anti-heavy Metal Contamination of Lead and Cadmium

CHEN Yu-mei<sup>1</sup>, WANG Si-qi<sup>2</sup>, LUO Yan-yun<sup>1</sup>

(1.College of Life Science of Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610064; 2. Chengdu Ruihua Construction Investment Limited Company, Chengdu, Sichuan 610081)

**Abstract:** In the study it analyses the landscape plants through their ability of resistance and tolerance to heavy metal Lead and cadmium then makes suitable plant configuration in the urban road greening according to the anti-contamination ability. It can obtains good external appearance, eco-efficiency and also can control and relieve heavy metal contamination of Lead and cadmium to some extent.

**Key words:** heavy metal contamination; urban road greening; plant configuration