

# 珠三角区域绿道(省立)一号线生态系统服务功能价值评估研究

Preliminary Assessment of Ecosystem Services Value of Pearl River Delta Greenway Line One

吴隽宇 / WU Jun-yu  
游亚昀 / YOU Ya-yun

**摘要:**以珠三角区域绿道(省立)一号线为例,估算了绿道生态系统所具有的调节气候、固碳释氧、保持土壤、涵养水源、净化环境和减弱噪声6项服务功能的经济价值,并对绿道一号线不同城市段的6项服务功能价值进行比较。结果表明,省立绿道一号线生态系统服务功能总经济价值约为17.8亿元/a,调节气候和固碳释氧2项价值在总经济价值中所占比例较大。在一号线途经的5个城市中,广州段的服务功能价值总量最大。现阶段各城市段绿道控制范围内的建筑密度与规划纲要中的要求还有一定差距。

**关键词:**风景园林;珠三角绿道;生态系统服务功能;经济价值评估

**文章编号:**1000-6664(2017)03-0098-05

**中图分类号:**TU 986

**文献标志码:**A

**收稿日期:**2015-09-30;

**修回日期:**2016-08-28

**基金项目:**国家自然科学基金(编号51208204)和华南理工大学2016年度“学生研究计划”(SRP)项目共同资助

**Abstract:** Taking the Pearl River Delta Greenway Line One as an example, the authors estimate its ecosystem services value, including climate regulation, carbon fixation, oxygen generation, soil maintenance, water conservation, environment purification and noise control. Also, the authors have compared different city segments' ecosystem services value. The result shows that the ecosystem services value of Pearl River Delta Greenway Line One is about 17.8 billion yuan per year, of which, value of climate regulation and carbon fixation have large proportion. Guangzhou segment has the largest value among all five city segments. There is still a gap between current building density of all five city segments and the building density standard required in PRD Greenway Planning Outline.

**Key words:** landscape architecture; Pearl River Delta Greenway; ecosystem service; economic value assessment

## 1 研究背景

生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用<sup>[1]</sup>。它不仅包括各类生态系统为人类所提供的食物、医药及其他工农业生产原料,更重要的是支撑与维持了地球的生命支持系统<sup>[2]</sup>。一般认为,生态系统服务功能主要包括生活与生产物质的提供、生命支持系统的维持,以及精神生活的享受等三大类型<sup>[3]</sup>,本文主要针对珠三角区域绿道生命支持系统的维持功能,即绿道生态系统的生态服务功能进行评估。

绿道作为区域生态廊道,具有较高的生态和环境价值。中国学者从2001年开始开展绿道生态服务功能相关研究,积累了丰富的研究成果。2001年李团胜等<sup>[4]</sup>指出绿道在调节景观结构、连接破碎生境和保护生物多样性方面具有重

要作用。2006年刘月琴等<sup>[5]</sup>指出滨水绿道植物生境的保护有助于促进滨水绿道生态环境的整体改善。2010年李开然<sup>[6]</sup>指出绿道对生物生存环境和发展城市内生物多样性的诸多益处。2011年夏媛等<sup>[7]</sup>介绍了绿道生态功能保护原理、绿道规划的4种主要策略及其在珠三角区域绿道规划中的应用。2013年高鹏等<sup>[8]</sup>通过层次分析法(AHP)与专家打分法相结合,尝试建立一套较为系统的生态型绿道评价指标体系,是生态型绿道评价的初次尝试。徐容容等<sup>[9]</sup>利用GIS技术和CITYgreen模型,计算了增城绿道每年的固碳量、净化空气量和产生的经济效益,结果显示绿道对城市的生态效益贡献巨大。

回顾近10年的研究成果可以发现,国内绿道生态服务功能研究逐渐由定性研究转变为定量研究,但定量研究仍然较为缺乏,同时区域尺度

研究较为缺乏。目前珠三角区域已基本建成了连接广佛肇、深莞惠、珠中江三大都市区的区域绿道网体系<sup>[10]</sup>,在国内绿道建设中处于领先地位(图1)。在这样的建设程度下,有必要从区域尺度对珠三角绿道的生态服务功能进行研究。

## 2 生态系统服务功能研究进展

生态系统服务功能是生态学、生态经济学研究的一个重要分支。近5年来,越来越多的专家学者开始将生态系统服务功能及其价值评估研究与区域规划和景观格局研究相结合。比如2011年李艳超等<sup>[11]</sup>、周嘉等<sup>[12]</sup>分别以湘乡市和黑龙江省大庆市为例,探讨了生态系统服务功能价值理论在土地利用总体规划环境影响评价中的应用。2012年李娟<sup>[13]</sup>研究了西安市城市化与生态系统服务功能耦合关系及其影响机制;

胡喜生<sup>[14]</sup>讨论了福州土地生态系统服务价值空间异质性及其与城市化耦合的关系。在景观格局层面,2011年索安宁等<sup>[15]</sup>讨论了辽河三角洲盘锦湿地景观格局变化的生态系统服务价值响应问题。2015年周亚东<sup>[16]</sup>从景观格局和生态系统服务功能角度出发,对森林生态安全进行了研究。越来越多的研究成果说明,生态系统服务功能价值评估方法在区域规划、景观格局领域中有着巨大的应用前景。

### 3 评估方法与评估对象选择

生态系统服务功能的经济价值评估方法有市场价值法、替代市场法、防护费用法、恢复费用法等多种,不同的评估方法对评估结果的影响较大。1999年欧阳志云等曾对中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值进行了初步研究<sup>[1]</sup>,该研究结合中国国情,综合运用生态学及经济学方法,对中国陆地生态系统水源涵养、CO<sub>2</sub>的固定等服务功能的间接价值进行了评估,是国内较为权威的研究之一。本文采用的评估方法以该研究中的方法为依据,并针对珠三角的实际情况对计算方法中的部分参数做了调整。

绿道具有多种生态服务功能,本文选择调节气候、固碳释氧、保持土壤、涵养水源、净化环境、减弱噪声6项功能进行研究,尝试通过计算这6项功能的经济价值对珠三角区域绿道建设现状进行评估。

本研究的主要对象是珠三角区域绿道(省立)一号线(图2),该线路主要沿珠江西岸布局,包含的生态系统种类丰富多样,是珠三角区域绿道中最早开始建设、最具代表性的绿道之一。本研究属于目前国内绿道研究中的初步尝试,针对的是现状效益计算,不涉及历史的比较和增值的计算。

## 4 操作过程

### 4.1 绿道线路、类型和控制范围的确定

本文中采用的绿道线路图源自绿道旅游在线网站([www.greenwaychina.com](http://www.greenwaychina.com))中公示的广东绿道旅游地图。采用的卫星图源于谷歌地图,拍摄时间为2014年,像素分辨率为0.55m。

本文以广东省住房和城乡建设厅2010年2月公布的珠江三角洲绿道网总体布局图为准确定绿道范围,因而肇庆市范围内仅涉及中心区域内的绿道线路,珠海市的绿道线路仅包括下栅检查站至观澳平台一段(图3~7)。本研究仅涉及省立绿道一号线主线路,暂未涉及支线、连接线。

具体操作时,将卫星图导入Auto CAD软件中,按各市绿道规划线路图在卫星图上描出绿道线路,卫星图上无法判断绿道具体走向的区域按规划图纸上的规划线路进行连接。

根据《珠三角区域绿道(省立)规划设计技术指引(试行)》(下文简称《技术指引》)的规定,珠三角省立绿道分为都市型、郊野型、生态型3种,不同的绿道类型对应不同的控制范围。《技术指引》规定:都市型绿道主要集中在城镇建成区,依托人文景区、公园广场和城

镇道路两侧的绿地设立,控制范围宽度一般不小于20m。郊野型绿道主要依托城镇建成区周边的开敞绿地、水体、海岸和田野设立,控制范围宽度一般不小于100m。生态型绿道主要沿城镇外围的自然河流、小溪、海岸及山脊线设立,控制范围宽度一般不小于200m。本研究中分别以20、100、200m作为都市型、郊野型、生态型绿道的控制范围宽度。

确定绿道线路后,在Auto CAD软件中按照图规定在卫星图上人工判断绿道类型,并赋予不同类型绿道以不同的控制范围宽度。

### 4.2 生态系统面积计算

确定绿道线路、类型和控制范围后,在卫星图上人工判断生态系统类型,并在Auto CAD软件中对绿道控制范围内各类型生态系统分层逐一描出,最后统计每个图层的面积即可得到各类型生态系统的面积(表1)。



图1 珠江三角洲绿道网总体布局图(作者根据广东省住房和城乡建设厅2010年2月公布的珠江三角洲绿道网总体布局图改绘)

图2 珠三角区域绿道(省立)一号线走向图

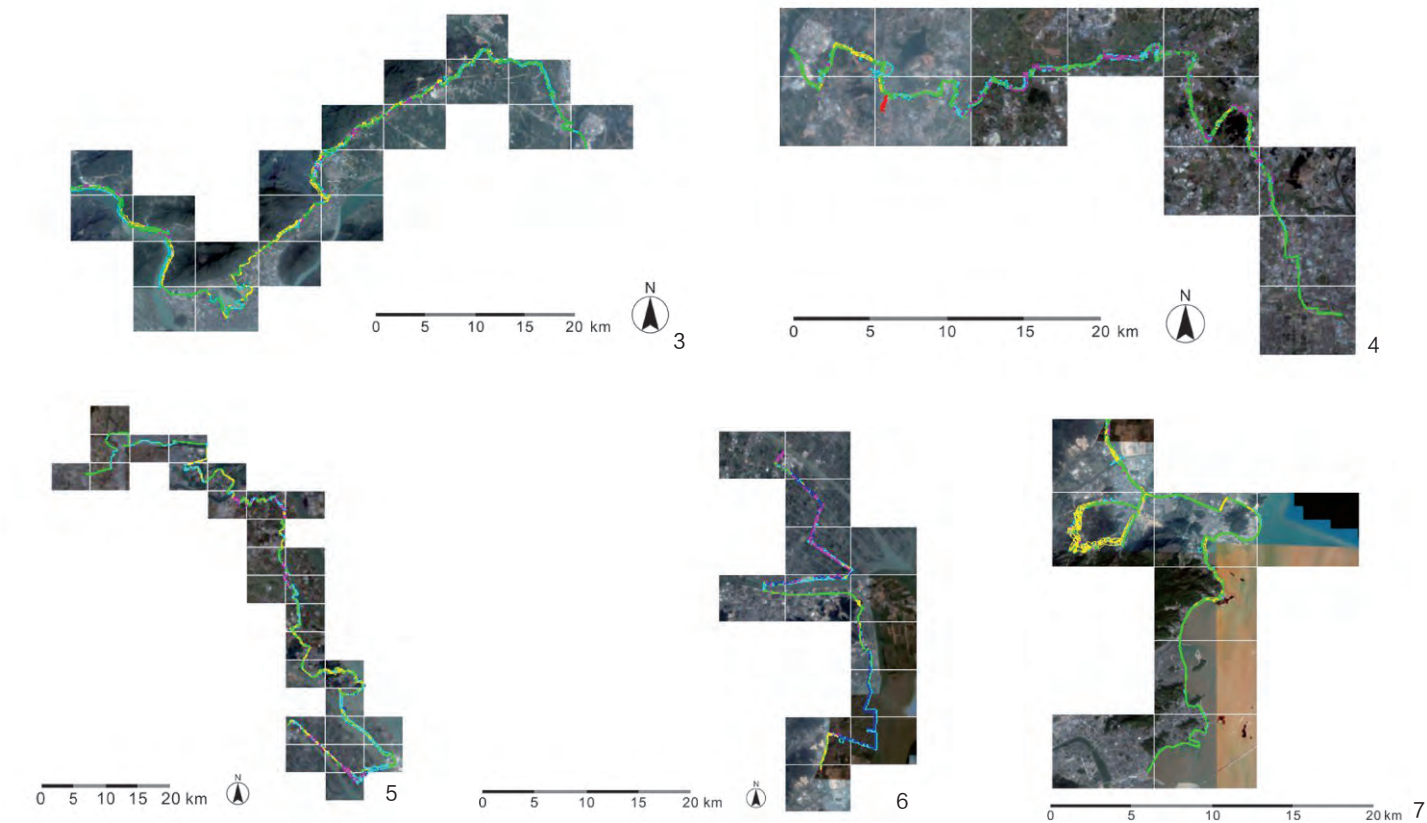


图3 肇庆段绿道线路图 图4 佛山段绿道线路图 图5 广州段绿道线路图 图6 中山段绿道线路图 图7 珠海段绿道线路图

省立绿道一号线控制范围内的自然生态系统包括林地、园地、耕地、草地、湿地/沼泽、水域6种类型。受卫星图精度所限，本研究中对林地和园地做出区分，本研究中的“林地”面积是指林地和园地面积的总和。在实际操作中，道路两侧的绿化、花坛归入“草地”生态系统。

参考彭建等<sup>[3]</sup>的经验，具体计算时，根据所发挥服务功能的实际效果，耕地、园地折算为有效林地面积参与计算，折算系数分别为0.2、0.6。因本研究中将林地和园地归为一类，故实际参与计算的有效林地面积=林地面积×0.8+耕地面积×0.2。

4.3 生态系统服务功能价值计算

根据表1提供的生态系统面积信息，计算一号线调节气候、固碳释氧、保持土壤、涵养水源、净化环境与减弱噪声6项服务功能价值，计算过程如下。

4.3.1 调节气候价值

一棵大树一昼夜调温效果等于1 046KJ，

其能耗相当于10台空调机工作20h。室内空调机耗电0.86度/(h·台)，电费按广州市电费收费标准0.61元/度计，林地树木按100株/hm<sup>2</sup>计，每年使用空调时间按60天计(表2)。

4.3.2 固碳释氧价值

1)固碳价值。

每公顷阔叶林每天能吸收CO<sub>2</sub>1 000kg，则林地吸收CO<sub>2</sub>效率为365t/(a·hm<sup>2</sup>)；每公顷草地每小时能吸收CO<sub>2</sub>0.015kg，则草地吸收CO<sub>2</sub>效率为131.4 t/(a·hm<sup>2</sup>)。

对生态系统单位CO<sub>2</sub>吸收功能经济价值的评估多采用碳税法和造林成本法<sup>[17]</sup>。碳税法借用瑞典政府提议的碳税为0.15美元/kg(碳)，并将此碳税率换算为固定CO<sub>2</sub>税率，则为40.94美元/t(CO<sub>2</sub>)，约合254.18元/t(CO<sub>2</sub>)；造林成本法以目前中国杉木、马尾松、泡桐3种树的平均造林成本240.03元/m<sup>3</sup>，折合260.9元/t碳<sup>[18]</sup>。此处取两者的平均值参与计算(表3)。

2)释氧价值

每公顷阔叶林每天能释放O<sub>2</sub>750kg，每公

顷草地每小时能释放O<sub>2</sub>0.01kg，每吨O<sub>2</sub>的价格按3 000元计算，则林地释氧价值为82.125万元/(hm<sup>2</sup>·a)，草地释氧价值为262.8元/(hm<sup>2</sup>·a)(表4、5)。

4.3.3 保持土壤价值

通过计算林地、草地每年减少土壤侵蚀的总量，并估计林地、草地减少土壤侵蚀的损失来体现林地、草地的保持土壤价值。

1)林地、草地每年减少土壤侵蚀的总量。

(1)潜在土壤侵蚀量。

潜在土壤侵蚀是指在无水土保持工程和耕作措施条件下的侵蚀行为，能反映在特定的降雨和植被覆盖下所能达到的最大侵蚀<sup>[19]</sup>。此处参考欧阳志云等<sup>[1]</sup>的测算标准，无林地的土壤中中等程度的侵蚀深度为15~35mm/a，侵蚀模数为150~350m<sup>3</sup>/(hm<sup>2</sup>·a)，分别以侵蚀模数的下限192t/(hm<sup>2</sup>·a)、高限447.7 t/(hm<sup>2</sup>·a)和平均值319.8 t/(hm<sup>2</sup>·a)来估计(表6)。

(2)林地、草地覆盖区年土壤侵蚀量。

不同植被覆盖下的土壤侵蚀量有所不同，林



地、草地平均侵蚀模数分别为0.5t/(hm<sup>2</sup>·a)、0.63t/(hm<sup>2</sup>·a)<sup>[1]</sup>，估算省立绿道一号林地、草地年土壤侵蚀量(表7)。

(3)林地、草地每年减少的土壤损失量。

根据上面的估算，林地、草地潜在土壤侵蚀量和实际土壤侵蚀量的差值就是每年林地、草地减少的土壤损失量(表8)。

2)林地、草地每年减少土壤侵蚀的损失估计。

土壤侵蚀的后果主要包括可耕地面积减少、土壤肥力(营养物质)损失、泥沙对江河湖泊的淤积等方面。此处通过估算林地、草地每年减少的土地损失面积，减少的土壤肥力损失和减少的泥沙淤积量来体现林地、草地的保持土壤价值。

(1)林地、草地每年减少的土地损失面积及其间接价值。

根据林地、草地每年减少的土壤损失量和土壤耕作层的平均厚度来推算减少的土地损失面积。我国耕作土壤的平均厚度为0.5m，以此作为林地、草地的土层厚度<sup>[1]</sup>，土壤密度以1.3g/cm<sup>3</sup>计，每年减少的土壤损失量按各市的平均值计(表9、10)。

(2)减少土壤肥力的间接价值。

土壤侵蚀带走了大量的土壤营养物质，主要是土壤有机质、氮、磷和钾。不同土壤中的有机质、全氮、全磷和全钾含量大不相同。此处以中国土壤数据库<sup>[21]</sup>中广州市赤红壤(麻赤砂泥)的有机质、全氮、全磷和全钾含量为标准，结合各市每年林地、草地分别减少的土壤损失量(以平均值计)，对各市林地、草地每年减少的有机质损失量以及氮、磷、钾元素的损失量进行估算(表11)。

根据广东省价格信息网的公示，2013年6月下旬广东省化肥市场价格的平均值为2 850元/t，据此可估计林地、草地每年减少的土壤氮磷钾损失的经济价值(表12)。

(3)减少泥沙淤积的经济价值。

我国主要流域的泥沙运动规律，一般土壤侵蚀流失的泥沙有24%淤积于水库、江河、湖泊，这部分泥沙直接造成了水库、江河、湖泊蓄水量的下降，一定程度上增加了干旱、洪涝灾害发生的机会，另有33%滞留，37%入海<sup>[32]</sup>，本文仅考虑淤积于水库、江河湖泊的24%。林地、草地每年减少的土壤损失量按平均值计。土

表1 一号线生态系统面积

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
林地/hm <sup>2</sup>	225.627 8	37.383 6	370.336 7	75.255 9	391.037 3
耕地/hm <sup>2</sup>	19.787 5	209.902 9	370.502 1	145.208 7	131.222 3
草地/hm <sup>2</sup>	195.912 4	60.501 7	374.979 9	265.713 4	462.087 1
湿地/沼泽/hm <sup>2</sup>	0.000 0	0.000 0	71.415 4	0.000 0	0.000 0
水域/hm <sup>2</sup>	51.102 0	539.636 3	1 108.764 6	262.670 4	544.812 0
生态系统总面积/hm <sup>2</sup>	492.429 7	847.424 5	2 295.998 7	748.848 4	1529.158 7

表2 调节气候功能价值

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
调节气候价值/(亿元/a)	1.161 2	0.452 5	2.331 6	0.561 8	2.134 5

表3 固碳功能价值

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
固碳价值/(万元/a)	2 396.942 7	880.499 5	4 750.514 0	1 738.129 7	4 751.107 3

表4 释氧功能价值

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
释氧价值/(万元/a)	15 153.904 7	5 905.347 7	30 426.472 7	7 336.348 4	27 858.620 5

表5 固碳释氧功能总价值

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
固碳释氧总价值/(亿元/a)	1.755 1	0.678 6	3.517 7	0.907 4	3.261 0

表6 每年潜在土壤侵蚀量

侵蚀模数/ (t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	城市	林地		草地		总潜在侵蚀量/ (10 <sup>4</sup> t·a <sup>-1</sup> )
		面积/hm <sup>-2</sup>	潜在侵蚀量/ (10 <sup>4</sup> t·a <sup>-1</sup> )	面积/hm <sup>-2</sup>	潜在侵蚀量/ (10 <sup>4</sup> t·a <sup>-1</sup> )	
192.0	珠海	184.459 7	3.54	195.912 4	3.76	7.30
447.7			8.26		8.77	17.03
319.8			5.90		6.27	12.17
192.0	中山	71.887 5	1.38	60.501 7	1.16	2.54
447.7			3.22		2.71	5.93
319.8			2.30		1.93	4.23
192.0	广州	370.369 8	7.11	374.979 9	7.20	14.31
447.7			16.58		16.79	33.37
319.8			11.84		11.99	23.83
192.0	佛山	89.246 5	1.71	265.713 4	5.10	6.81
447.7			4.00		11.90	15.9
319.8			2.85		8.50	11.35
192.0	肇庆	339.074 3	6.51	462.087 1	8.87	15.38
447.7			15.18		20.69	35.87
319.8			10.84		14.78	25.62

表7 每年土壤侵蚀量

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
林地/(t/a)	92.23	35.94	185.19	44.62	169.54
草地/(t/a)	123.42	38.12	236.24	167.40	291.11

壤侵蚀流失的泥沙淤积于水库、江河、湖泊，减少了地表有效水的蓄积，因此可根据蓄水成本计算损失的价值。1988—1991年全国水库建设投资测算每建设1m<sup>3</sup>库容需投入成本费为0.67元<sup>[3]</sup>(表13)。

综合以上分析，一号线林地、草地每年保持土壤的总经济价值见表14。

4.3.4 涵养水源价值

根据广东水文信息网的公示，广东省全省多年平均雨量为1 771mm，1988—1991年全国水库建设投资测算每建设1m<sup>3</sup>库容需要投入成本费为0.67元<sup>[3]</sup>(表15)。

4.3.5 净化环境价值

1)吸收SO<sub>2</sub>的价值。

阔叶林对SO<sub>2</sub>的吸收能力为88.65kg/(hm<sup>2</sup>·a)，针叶林对SO<sub>2</sub>的平均吸收能力值为215.60kg/(hm<sup>2</sup>·a)，两者对SO<sub>2</sub>的平均吸收能力为152.125 kg/(hm<sup>2</sup>·a)，SO<sub>2</sub>的治理代价为每吨3 000元<sup>[3]</sup>(表16)。

2)吸收NO<sub>x</sub>的价值。

目前汽车尾气脱氮治理的代价是每吨1.6万元。1hm<sup>2</sup>林地一年可以吸收氮氧化物380kg<sup>[3]</sup>(表17)。

3)滞留过滤降尘和飘尘的价值。

针叶林的滞尘能力为33.2t/hm<sup>2</sup>，阔叶林的滞尘能力为10.11t/hm<sup>2</sup>，平均值为21.655 t/hm<sup>2</sup>，削减粉尘成本为170元/t<sup>[3]</sup>(表18)。因此，一号线净化环境总价值见表19。

4.3.6 减弱噪声价值

目前对森林生态系统降低噪声价值的估算方法以造林成本的15%计，平均造林成本240.03元/m<sup>3</sup>，成熟林单位面积蓄积量80m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>计<sup>[3]</sup>(表20)。

5 结论与讨论

本研究估算了珠三角区域绿道(省立)一号线调节气候、固碳释氧、保持土壤、涵养水源、净化环境和减弱噪声6项服务功能的经济价值。结果表明，一号线生态系统服务功能的总经济价值约为17.8亿元/a(表21)，其中调节气候价值为6.64亿元/a，固碳释氧价值为10.12亿元/a，保持土壤价值为0.47亿元/a，涵养水源价值为0.42亿元/a，净化环境价值为0.11亿元/a，减弱

表8 每年减少的土壤损失量

林地		珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
	最低值/(10 <sup>4</sup> t/a)	3.53	1.38	7.09	1.71	6.49
	最高值/(10 <sup>4</sup> t/a)	8.25	3.22	16.56	4.00	15.16
	平均值/(10 <sup>4</sup> t/a)	5.89	2.30	11.82	2.85	10.82
草地	最低值/(10 <sup>4</sup> t/a)	3.75	1.16	7.18	5.08	8.84
	最高值/(10 <sup>4</sup> t/a)	8.76	2.71	16.77	11.88	20.66
	平均值/(10 <sup>4</sup> t/a)	6.26	1.93	11.97	8.48	14.75

表9 每年减少的土地损失面积

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
林地/(hm <sup>2</sup> /a)	9.06	3.54	18.18	4.38	16.65
草地/(hm <sup>2</sup> /a)	9.63	2.97	18.42	13.05	22.69

表10 每年减少土地损失面积经济价值

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
经济价值/(元/a)	4 752.2	1 662.21	9 313.99	4 358.26	9 959.01

表11 每年减少有机质、氮磷钾元素损失量

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
损失量/(t/a)	2 946.37	1 025.78	5 769.07	2 747.53	6 200.73

表12 每年减少土壤氮磷钾损失经济价值

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
损失经济价值/(万元/a)	839.72	292.35	164 4.18	783.05	176 7.21

表13 每年减少泥沙淤积的经济价值

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
经济价值/(万元/a)	1.88	0.65	3.69	1.76	3.96

表14 每年保持土壤的总经济价值

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
总经济价值/(万元/a)	842.08	293.17	164 8.80	785.25	117 1.90

表15 每年涵养水源价值

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
涵养水源价值/(万元/a)	279.51	725.62	175 5.09	417.58	104 8.79

表16 每年吸收SO<sub>2</sub>价值

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
吸收SO <sub>2</sub> 价值/(万元/a)	8.42	3.28	16.90	4.07	15.47

表17 每年吸收氮氧化物价值

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
吸收NO <sub>x</sub> 价值/(万元/a)	112.15	43.71	225.18	54.26	206.15

表18 每年滞尘价值

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
滞尘价值/(万元/a)	67.91	26.47	136.35	32.85	124.82

表19 净化环境的总经济价值

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
总价值/(万元/a)	188.48	73.46	378.43	91.18	346.44

表20 每年减弱噪声价值

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
减弱噪声价值/(万元/a)	53.13	20.71	106.68	25.70	97.66

表21 省立绿道一号线生态系统服务功能总价值

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段	总计
调节气候/(亿元/a)	1.161 2	0.452 5	2.331 6	0.561 8	2.134 5	6.641 6
固碳释氧/(亿元/a)	1.755 1	0.678 6	3.517 7	0.907 4	3.261 0	10.119 8
保持土壤/(亿元/a)	0.084 2	0.029 3	0.164 9	0.078 5	0.117 2	0.474 1
涵养水源/(亿元/a)	0.028 0	0.072 6	0.175 5	0.041 8	0.104 9	0.422 8
净化环境/(亿元/a)	0.018 8	0.007 3	0.037 8	0.009 1	0.034 6	0.107 6
减弱噪声/(亿元/a)	0.005 3	0.002 1	0.010 7	0.002 6	0.009 8	0.030 5
总计/(亿元/a)	3.052 6	1.242 4	6.238 2	1.601 2	5.662	17.796 4

表22 各城市段绿道平均建筑密度

	珠海段	中山段	广州段	佛山段	肇庆段
生态型绿道/%	30.67	17.24	8.33	—	23.67
郊野型绿道/%	16.09	23.93	23.35	47.97	17.53

噪声价值为0.03亿元/a。调节气候和固碳释氧2项价值占总价值的94.2%，其余4项价值一共占5.8%，说明目前一号线绿道建设中保持土壤、涵养水源、净化环境和减弱噪声的功能较弱。在一号线途经的5个城市段中，广州段的服务功能价值总量最大，为6.24亿元/a，而后依次为肇庆段(5.66亿元/a)、珠海段(3.05亿元/a)、佛山段(1.60亿元/a)和中山段(1.24亿元/a)。

《珠江三角洲绿道网总体规划纲要》中对绿道允许存在的设施的建筑密度做出了规定，生态型绿道应低于2%，郊野型应低于5%为宜，最高不得超过10%。现阶段各城市段绿道建筑密度与规划纲要中的要求还有一定差距(表22)。若能达到标准，整条一号线将能够增加1 203.494hm<sup>2</sup>绿地。假设增加的绿地面积均为有效林地面积，则一号线生态系统服务功能价值将能够增加19.14亿元/a，高于现阶段一号线生态系统服务功能价值总量，说明珠三角绿道建设还有很大提升空间。

注：文中图片除注明外，均由作者绘制。

致谢：华南理工大学2016年度“学生研究计划”(SRP)项目珠三角区域绿道(省立)生态系统服务功

能价值评估研究成员何慧灵、胡美芳、伍兆基、林思俊、刘雪冬、沈睿熙、郑涵颐等同学在本研究中参与卫星图像处理、计算面积等工作，感谢他们对本研究的贡献。

参考文献：

[1] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿.中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J].生态学报, 1999, 19(5): 607-613.

[2] Daily G C. Nature 's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems[M]. Island Press , Washington D.C.: 1997.

[3] 彭建, 王仰麟, 陈燕飞, 等.城市生态系统服务功能价值评估初探: 以深圳市为例[J].北京大学学报: 自然科学版, 2005(4): 594-604.

[4] 李团胜, 王萍.绿道及其生态意义[J].生态杂志, 2001(6): 59-61; 64.

[5] 刘月琴, 林迭泉.城市滨水带游憩规划设计: 以上海浦东张家浜为例[J].中国园林, 2006(2): 25-30.

[6] 李开然.绿道网络的生态廊道功能及其规划原则[J].中国园林, 2010(3): 24-27.

[7] 夏媛, 夏兵, 李辉, 等.基于生态功能保护原理的绿道规划策略探讨: 以珠三角绿道规划为例[J].规划师, 2011(9): 39-43.

[8] 高鹏, 徐文辉, 唐祖辉.生态型绿道评价指标体系构建[J].中国城市林业, 2013(2): 40-42; 48.

[9] 徐容容, 江璐明, 陈水森, 等.基于CITYgreen模型的绿道生态效益评价: 以增城市为例[J].广东农业科学, 2013(17): 173-176; 4.

[10] 广东省住房和城乡建设厅.珠三角绿道绿道网总体规划纲要[Z].2010.

[11] 李艳超, 邓楚雄, 曹秋平, 等.基于生态系统服务功能价值理论的土地利用总体规划环境影响评价探讨: 以湘乡市为例[J].内蒙古农业科技, 2011(5): 37-39; 74.

[12] 周嘉, 高丹, 常琳娜.生态系统服务功能评估在土地利用总体规划环境影响评价中的应用: 以黑龙江省大庆市为例[J].经济地理, 2011(6): 1014-1018.

[13] 李娟.西安市城市化与生态系统服务功能耦合关系与影响机制分析[D].西安: 陕西师范大学, 2012.

[14] 胡喜生.福州土地生态系统服务价值空间异质性及其与城市化耦合的关系[D].福州: 福建农林大学, 2012.

[15] 索安宁, 于永海, 韩富伟.辽河三角洲盘锦湿地景观格局变化的生态系统服务价值响应[J].生态经济, 2011(6): 147-151.

[16] 周亚东.基于景观格局与生态系统服务功能的森林生态安全研究[J].热带作物学报, 2015(4): 768-772.

[17] 鲁春霞, 谢高地, 肖玉, 等.青藏高原生态系统服务功能的价值评估[J].生态学报, 2004, 24(12): 2749-2755.

[18] 中国生物多样性国情研究报告编写组.中国生物多样性国情研究报告[M].北京: 中国环境科学出版社, 1998 .

[19] 谭诗, 刘建祥, 张科, 等.黄河中游河龙区间潜在土壤侵蚀研究[J].湖南师范大学自然科学学报, 2014(3): 1-6.

[20] 国家统计局.中国统计年鉴[M].北京: 中国统计出版社, 1992.

[21] 中国科学院.中国土壤数据库[EB/OL].[2015-08-10].http://www.soil.csdb.cn.

[22] 中国水利部.中国水利年鉴1992[M].北京: 中国水利出版社, 1992.

(编辑/李旻)

作者简介：

吴隽宇/1975年生/女/广东梅州人/博士/华南理工大学建筑学院、亚热带建筑科学国家重点实验室、广州市景观建筑重点实验室副教授/研究方向为绿色基础设施规划与评价研究(广州 510640)

游亚昀/1991年生/女/江苏苏州人/华南理工大学建筑学院风景园林专业在读硕士研究生/研究方向为绿色基础设施规划与评价研究(广州 510640)