

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第12期 Vol.31 No.12 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 12 期

2011 年 6 月 (半月刊)

目 次

基于植被遥感的西南喀斯特退耕还林工程效果评价——以贵州省毕节地区为例	李 昊, 蔡运龙, 陈睿山, 等 (3255)
扩散对破碎化景观上宿主-寄生种群动态的影响	苏 敏 (3265)
湿地功能评价的尺度效应——以盐城滨海湿地为例	欧维新, 叶丽芳, 孙小祥, 等 (3270)
模拟氮沉降对杉木幼苗养分平衡的影响	樊后保, 廖迎春, 刘文飞, 等 (3277)
中国东部森林样带典型森林水源涵养功能	贺淑霞, 李叙勇, 莫 菲, 等 (3285)
山西太岳山油松群落对采伐干扰的生态响应	郭东罡, 上官铁梁, 白中科, 等 (3296)
长期施用有机无机肥对潮土微生物群落的影响	张焕军, 郁红艳, 丁维新 (3308)
云南元江干热河谷五种优势植物的内生真菌多样性	何彩梅, 魏大巧, 李海燕, 等 (3315)
塔里木河中游洪水漫溢区荒漠河岸林实生苗更新	赵振勇, 张 科, 卢 磊, 等 (3322)
基于 8hm 样地的天山云杉林蒸腾耗水从单株到林分的转换	张毓涛, 梁凤超, 常顺利, 等 (3330)
古尔班通古特沙漠土壤酶活性和微生物量氮对模拟氮沉降的响应	周晓兵, 张元明, 陶 冶, 等 (3340)
Pb 污染对马蔺生长、体内重金属元素积累以及叶绿体超微结构的影响	原海燕, 郭 智, 黄苏珍 (3350)
春、秋季节树干温度和液流速度对东北 3 树种树干表面 CO ₂ 释放通量的影响	王秀伟, 毛子军, 孙 涛, 等 (3358)
云南南部和中部地区公路旁紫茎泽兰土壤种子库分布格局	唐樱殷, 沈有信 (3368)
利用半球图像法提取植被冠层结构特征参数	彭焕华, 赵传燕, 冯兆东, 等 (3376)
黑河上游蝗虫与植被关系的 CCA 分析	赵成章, 周 伟, 王科明, 等 (3384)
额尔古纳河流域秋季浮游植物群落结构特征	庞 科, 姚锦仙, 王 昊, 等 (3391)
九龙江河口浮游植物的时空变动及主要影响因素	王 雨, 林 茂, 陈兴群, 等 (3399)
东苕溪中下游河岸类型对鱼类多样性的影响	黄亮亮, 李建华, 邹丽敏, 等 (3415)
基于 RS/GIS 公路路域水土流失动态变化的研究——以榆靖高速公路为例	陈爱侠, 李 敏, 苏智先, 等 (3424)
流域景观结构的城市化影响与生态风险评价	胡和兵, 刘红玉, 郝敬锋, 等 (3432)
基于景观格局的锦州湾沿海经济开发区生态风险分析	高 宾, 李小玉, 李志刚, 等 (3441)
若尔盖高原土地利用变化对生态系统服务价值的影响	李晋昌, 王文丽, 胡光印, 等 (3451)
施用鸡粪对土壤与小白菜中 Cu 和 Zn 累积的影响	张 妍, 罗 维, 崔晓勇, 等 (3460)
基于 GIS 的宁夏灌区农田污染源结构特征解析	曹艳春, 冯永忠, 杨引禄, 等 (3468)
底墒和种植方式对夏大豆光合特性及产量的影响	刘 岩, 周勋波, 陈雨海, 等 (3478)
不同施肥模式调控沿湖农田无机氮流失的原位研究——以南四湖过水区粮田为例	谭德水, 江丽华, 张 骞, 等 (3488)
丛枝菌根真菌对低温下黄瓜幼苗光合生理和抗氧化酶活性的影响	刘爱荣, 陈双臣, 刘燕英, 等 (3497)
外源半胱氨酸对铜胁迫下小麦幼苗生长、铜积累量及抗氧化系统的影响	彭向永, 宋 敏 (3504)
专论与综述	
水平扫描技术及其在生态学中的应用前景	胡自民, 李晶晶, 李 伟, 等 (3512)
研究简报	
昆仑山北坡 4 种优势灌木的气体交换特征	朱军涛, 李向义, 张希明, 等 (3522)
不同比例尺 DEM 数据对森林生态类型划分精度的影响	唐立娜, 黄聚聪, 代力民 (3531)
苏南丘陵区毛竹林冠截留降雨分布格局	贾永正, 胡海波, 张家洋 (3537)
外来种湿地松凋落物对土壤微生物群落结构和功能的影响	陈法霖, 郑 华, 阳柏苏, 等 (3543)
深圳地铁碳排放量	谢鸿宇, 王习祥, 杨木壮, 等 (3551)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 304 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2011-06



封面图说: 自然奇观红海滩·辽宁省盘锦市——在辽河入海口生长着大片的潮间带植物碱蓬草, 举目望去, 如霞似火, 蔚为壮观, 人们习惯地称之为红海滩。粗壮的根系加快着海滩土壤的脱盐过程, 掉下的茎叶腐质后肥化了土壤, 它是大海的生态屏障。

彩图提供: 段文科先生 中国鸟网 <http://www.birdnet.cn> E-mail: dwk9911@126.com

深圳地铁碳排放量

谢鸿宇¹, 王习祥^{2,*}, 杨木壮¹, 金超群¹, 钟世锦¹, 汪 武¹

(1. 广州大学地理科学学院, 广州 510006; 2. 广州市城市规划局自动化中心, 广州 510023)

摘要:从列车牵引用电和地铁站场用电两方面分析了深圳地铁的碳排放量。计算出深圳地铁 2008 年牵引用电量为 2514 万度, 2009 年为 2635 万度; 地铁站场 2008 年的用电量为 1.08 亿度, 2009 年为 1.12 亿度。其次, 根据南方电网单位电力碳排放量计算出深圳地铁 2008 年的碳排放量为 28053.695t, 旅客人均耗电量为 0.984 度, 旅客人均碳排放量 207.025g; 2009 年为碳排放量 28572.561t, 旅客人均耗电量为 1.002 度, 旅客人均碳排放量 206.697g。然后, 与深圳公交、出租车和香港地铁进行了比较。2008 年, 由于运量客较少, 深圳地铁的旅客人均碳排放量, 约为出租车的 46%, 是深圳公交大巴的 1.99 倍、中巴的 1.26 倍。此外, 深圳地铁的旅客人均耗电量与香港地铁大致相当, 由于香港地铁所用电力碳排放较低, 使得深圳地铁旅客人均碳排放量是香港地铁的 1.24 倍。最后, 对 2012 年深圳地铁的碳排放进行了预测。结果显示, 2012 年, 深圳地铁的碳排放总量将可能增加 9.32 倍。客运量约为 11.78—5.89 亿人次, 相应地, 旅客人均碳排放量将增加 9.36%—118.71%。

关键词:碳排放; 深圳地铁; 香港铁路; 地铁能耗

The carbon emission analysis of Shenzhen Metro

XIE Hongyu¹, WANG Xixiang^{2,*}, YANG Muzhuang¹, JIN Chaoqun¹, ZHONG Shijin¹, WANG Wu¹

1 Geography School, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China

2 Guangzhou Urban Planning Automation Center, Guangzhou 510023, China

Abstract: Carbon emission of Shenzhen metro was analyzed on basis of the power consumption of train traction and metro station. First of all, power consumption of train traction was calculated according to the annual mileage and power consumption of train in 100km. In 2008, all trains of Shenzhen metro consumed 25.14GW·h power. In 2009, power consumption of train traction was 26.35GW·h. And then, power consumption of metro station was analyzed according to monthly average temperature and the quantity of metro station. In 2008, all metro stations of Shenzhen metro consumed 108.21GW·h power. In 2009, power consumption of metro station was 112.2GW·h. After this, carbon emission of Shenzhen metro was calculated according to 1kW·h power carbon emission of China southern power grid. In 2008, 1kW·h power of China southern power grid emitted 210.36g carbon. In 2009, carbon emission of 1kW·h power was 206.21g. Accordingly, in 2008, Shenzhen metro emitted 28052.695 tons carbon. Per-passenger consumed 0.984kW·h power and emitted 207.025g carbon. In 2009, carbon emission of Shenzhen metro was 28572.561 tons. Per-passenger consumed 1.002kW·h power and emitted 206.697g carbon. In the end, carbon emission of per-passenger of Shenzhen metro was compared with Shenzhen Bus, medium-bus, taxi and Hong Kong metro. In 2008, per-passenger of Shenzhen taxi emitted 450.125g carbon and was 2.174 times of Shenzhen metro. Carbon emission of per-passenger of Shenzhen bus and medium bus was 103.886g and 164.429g. Shenzhen metro was 1.99 times of bus and 1.26 times of medium-bus. Per-passenger of Hong Kong metro consumed 0.988kW·h power and emitted 166.752g carbon in 2008. Power consumption of per-passenger of Shenzhen metro was almost equal to Hong Kong metro. But carbon emission of per-passenger was 1.24 times of Hong Kong metro. The reason was the power used by Hong Kong metro emitted lesser carbon than China southern power grid. In 2008, 1kW·h

基金项目:国家自然科学基金资助项目(50679063); 广州市属高校科技计划项目(62037); 广州市科技计划项目(2007J1-C0491); 广东省教育科学规划课题(2009tjk119)

收稿日期:2010-05-17; **修订日期:**2010-08-19

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wxw2005_gz@126.com

power of China Light & Power Company and Hong Kong Electric Holdings Limited emitted 153.73g and 203.27g carbon. 75% power of Hong Kong metro was supplied by China Light & Power Company. Others power was supplied by Hong Kong Electric Holdings Limited. In additional, carbon emission and passenger rides of Shenzhen metro in 2012 were predicted according to the quantity of metro station and length of five new metro lines they would operate in 2010 and 2011. The results showed that, in 2012, Shenzhen metro would emit 266263.21 tons carbon and is 9.32times of emission in 2009. According to the growth rate of Shenzhen public traffic passenger rides in 2006 — 2009, passenger rides would increases from 22.74billions in 2009 to 29.45billions in 2012. If the share of Shenzhen metro passenger rides in Shenzhen public traffic is 40%, similar to the share of Hong Kong metro in public traffic, per-passenger would emit 226.04g carbon and increase 9.36% than emission in 2009. If the share is 30%, similar to the share of Shanghai metro, per-passenger would emit 301.39g carbon and increase 45.81% than emission in 2009. If the share is 20%, similar to the share of Guangzhou metro, per-passenger would emit 452.08g carbon and increase 118.71% than emission in 2009.

Key Words: carbon emission;Shenzhen metro; Hong Kong metro; power consumption of metro

碳排放作为衡量地铁可持续发展的一个重要指标,近年来已经得到了世界各大地铁运营商的重视,成为各运营商的社会环境年度报告中的重要内容,如东京地铁^[1]、伦敦地铁^[2]、纽约地铁^[3]和香港地铁^[4]等,而国内尚无类似的研究见诸报道。国外各地铁运营商主要从用电、用水、金属材料、燃油、燃气、废弃物等方面计算地铁产生的碳排放。报告显示,地铁的碳排放主要来自于电力(列车牵引用电和站场的机电设备系统用电)。其中,2008年东京地铁用电的碳排放占总排放的97.24%^[1]、伦敦地铁为97%^[2];香港地铁为96.68%^[4];纽约地铁的运营商大都会交通管理局除地铁外还经营全市的公共汽车,所以电力碳排放占总排放的比例较低,但也达到了59%^[3]。由于缺乏深圳地铁用水、金属材料、燃油、燃气、废弃物等方面的数据,而地铁绝大部分的碳排放是电力碳排放,所以,本文将结合深圳地铁的站点、车辆等特点,从分析深圳地铁的碳排放及对生态的影响。

1 深圳地铁车辆牵引用电量分析

目前,深圳开通的地铁线路有2条^[5],分别是地铁1号线罗湖-深大段,长20.777km,其中,罗湖-世界之窗站长17.387km,白石洲-深大段长3.39km,2009年9月29日开通。4号线福田口岸-少年宫,长4.479km。地铁车辆是引进加拿大庞巴迪公司地铁车辆的技术生产的国产化车辆;而1号线续建段则拟采用南车集团的车辆。据调查两种车辆的能耗相当,单位电耗指标为11.17 kW·h/km^[6]。

表1 深圳地铁的发车间隔和发车数量

Table 1 Departure interval and quantity of Shenzhen Metro's train

线路 Metro Line	1 号线高峰时段 Rush hour period of Metro Line 1	1 号线低峰时段 Non rush hour period of Metro Line 1	4 号线高峰时段 Rush hour period of Metro Line 4	4 号线低峰时段 Non rush hour period of Metro Line 4
工作日 Work day	7:30—9:00 16:30—19:30	6:30—7:30 9:00—16:30 19:30—23:00	6:30—23:00	
工作日发车数量 Train quantity of work day	108	206	104	
周末 Weekend	11:00—19:00	6:30—11:00 19:00—23:00	6:30—23:00	
周末发车数量 Train quantity of weekend	192	148	104	
节假日 Holiday	9:00—20:00	6:30—9:00 20:00—23:00	10:00—19:00	6:30—10:00 19:00—23:00
节假日发车数量 Train quantity of holiday	294(264)*	96	154	92

* 括号内为2008年9月29日前1号线节假日高峰期发车数量,计20d

深圳地铁的发车间隔如下,1 号线非高峰期发车间隔为 7min,工作日和周末高峰期是为 5min,节假日高峰期间隔为 4.5min(2008 年 9 月 29 日以前为 5min);4 号线平时发车间隔为 10m,节假日的高峰期为 7min,非高峰期为 10min。深圳地铁的发车间隔和日发车数量见表 1,2008—2009 年深圳地铁年发车数量和能耗见表 2。

表 2 2008—2009 年深圳地铁的发车数量和用电量
Table 2 Train quantity and power consumption of Shenzhen Metro in 2008—2009

线路 Metro line	1 号线(罗湖-世界之窗) Metro line 1 (Luo Hu- Window of the world)	1 号线 (罗湖-深大) Metro line 1 (Luo Hu- Shenzhen University)	4 号线 Metro line 4
年份 Year	2008	2009	2009
工作日 Workday/d	251	187	63
周末 Weekend/d	88	65	23
节假日 Holiday/d	27	19	8
工作日发车数量 Train quantity of work day	78814	58718	19782
周末发车数量 Train quantity of weekend	29920	22100	7820
节假日发车数量 Train quantity of holiday	9930	7410	3120
年发车数量 Train quantity of one year	118664	88228	30722
线路里程 Line length/km	17.387	17.387	20.777
总能耗 Total power consumption/(kW·h)	23045735	17134760	7129962

由表 2 可知,2008 年深圳地铁车辆牵引耗电量为 2514 万度,2009 年为 2636 万度,2009 年比 2008 年增长 4.83%。

2 深圳地铁站场用电量分析

地铁站场能耗主要包括环控系统、低压配电系统、扶梯及电梯系统、弱电控制系统、屏蔽门系统、给排水系统等等的能耗。它与站场空间大小和气温有很大关系。深圳站场均是按照 6 节车厢双向开行设计站台,2005 年开通时共有罗湖、国贸、老街、大剧院、科学馆、华强路、岗厦、会展中心、购物公园、香蜜湖、车公庙、竹子林、侨城东、华侨城、世界之窗、皇岗、福民、市民中心、少年宫等 19 个车站,2009 年又开通白石洲、高新园、深大等 3 个车站。除了会展中心是 1 号线和 4 号线中转站为 3 层设计外,其他站场均为双层设计如图 1 所示。

表 3 深圳地铁各月单个站场用电量
Table 3 Power consumption of single metro station in each month

月份 Month	平均气温 Mean temperature/℃	月发车数量 Train quantity of month	用电总量 /(kW·h) Power consumption	牵引用电量 /(kW·h) Power consumption of traction	站场用电量 /(kW·h) Power consumption of metro station	单个站场用电量 /(kW·h) Power consumption of single metro station
1	14.9	7306	7341840	1418919	5922921	382124
2	15.6	7254	7000620	1408820	5591800	360761
3	18.7	7320	7432260	1421638	6010622	387782
4	22.5	7181	8610030	1394642	7215388	465509
5	25.7	9538	9936300	1852402	8083898	521542
6	27.8	9171	9955440	1781125	8174315	527375
7	28.6	10910	10371000	2118862	8252138	532396
8	28.2	10862	10637000	2109539	8527461	550159
9	27.2	—	—	—	8174315	527375
10	24.7	—	—	—	7649643	493525
11	20.4	—	—	—	6613005	426645
12	16.4	—	—	—	5801211	374272

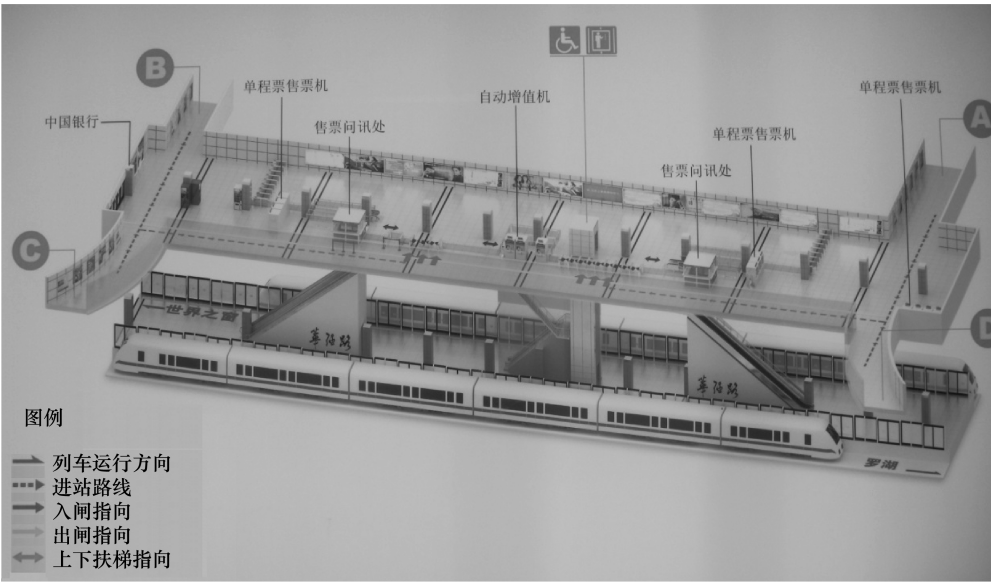


图 1 华强路车站内部结构图

Fig. 1 Internal structure image of Hua Qiang road metro station

由于数据有限,在此根据深圳地铁 1 号线(15.5 个站场,会展中心计为 1.5 个)2005 年 1—8 月总能耗分析深圳站场用电量。由于缺少 9—12 月数据,在此根据深圳市 1953—2008 年月平均气温^[7],选取 6 月的站场用电量作为 9 月的站场用电量;以 4 月和 5 月的平均站场用电量作为 10 月的站场用量;以 3 月和 4 月的平均站场用电量作为 11 月的站场用电量,以 2 月和 3 月的平均站场用电量作为 12 月的站场用电量。深圳地铁各月的单个站场用电量见表 3^[8],结合表 3 站场用电量和单个站场用电量数据,得出深圳地铁 1 号线和 4 号线 22.5 个站场(会展中心计为 1.5 个)的全年用电量见表 4。其中,2008 年站场数为 19.5 个,2009 年 1—8 月站场数为 19.5 个,10—12 月为 22.5 个,9 月 1 日—28 日为 19.5 个站场,29—30 日为 22.5 个站场。

表 4 深圳市地铁站场年用电量

Table 4 Power consumption of Shenzhen metro station in one year

年份 Year	2008			2009	
月份 Month	单个站场用电量/(kW·h) Power consumption of single metro station	站场个数 Quantity of metro station	用电量/(kW·h) Power consumption	站场个数 Quantity of metro station	用电量/(kW·h) Power consumption
1	382124	19.5	7451418	19.5	7451418
2	360761	19.5	7034840	19.5	7034840
3	387782	19.5	7561749	19.5	7561749
4	465509	19.5	9077426	19.5	9077426
5	521542	19.5	10170069	19.5	10170069
6	527375	19.5	10283813	19.5	10283813
7	532396	19.5	10381722	19.5	10381722
8	550159	19.5	10728101	19.5	10728101
9	527375	19.5	10283813	19.5/22.5	10389288
10	493525	19.5	9623738	22.5	11104313
11	426645	19.5	8319578	22.5	9599513
12	374272	19.5	7298304	22.5	8421120
合计 Total	—	—	108214568	—	112203369

由表 4 可知,2008 年深圳地铁站场能耗为 10821 万度电,2009 年为 11220 万度电,2009 年比 2008 年增长

了 3.69%。

3 深圳地铁碳排放分析

深圳市用电由南方电网供给,南方电网电力主要有火电、水电、核电和可循环电力^[9](风电、太阳能等)。其中,可循环电力碳排放很小,而且只占总发电量 0.2% 左右,故忽略其碳排放。1 度水电的碳排放为 66.3g^[10],1 度核电的碳排放为 3.74g^[10]。火电和供电的碳排放可根据发电和供电煤耗和原煤燃烧的碳排放量算出,1t 原煤燃烧的碳排放量为 0.568125t^[11]。在此,以各类电力在总发电量的比例为权^[9],求出 1 度电的加权平均碳排放量(表 5)。2008—2009 年深圳地铁的碳排放量,人均客运碳排放量和耗电量见表 6。

表 5 2008—2009 年南方电网 1kW·h 电碳排放
Table 5 Carbon emission of 1kW·h of China southern power grid in 2008—2009

年份 Year	项目 Item	火电 Fossil power	水电 Hydropower	核电 Nuclear power	供电 Supply power
2008	比例/%	69.10	24.92	5.85	—
	煤耗/g	446.6	—	—	32.2
	1kW·h 碳排放/g	253.725	66.3	3.74	18.294
	1kW·h 加权平均碳排放/g	210.36			
2009	比例	—	26.05%	5.85%	—
	煤耗/g	30.8	—	—	30.8
	1kW·h 碳排放/g	17.498	66.3	3.74	17.498
	1kW·h 加权平均碳排放/g	206.21			

表 6 2008—2009 年深圳地铁碳排放量、人均客运碳排放量和耗电量
Table 6 2008—2009 Carbon emission, carbon emission and power consumption of per passenger of Shenzhen Metro

年份 Year	2008	2009	变化 Variation/%
用电量 Power consumption/(10 ⁴ kW·h)	13336	13856	3.9
碳排放总量 Total Carbon Emission/t	28052.695	28572.561	1.82
站场碳排放量 Carbon emission of subway station/t	22763.88	23137.7	1.62
比例 Percentage/%	81.15	80.98	—
牵引碳排放量 Carbon emission of traction/tons	5288.816	5434.864	2.69
比例 Percentage	18.85	19.02	—
客运量 Passenger Rides/(×10 ⁴ 人)	13550.38	13823.43	1.98
旅客人均碳排放量 Carbon emission of per passenger/g	207.025	206.697	-0.16
旅客人均耗电量 Power consumption of per passenger/(kW·h)	0.984	1.002	1.80

由表 6 可知,深圳地铁 2009 年人均旅客用电量比 2008 年上升了 1.8%,但由于南方电网 1 度电的碳排放量下降了 4.15g,所以人均旅客碳排放量反而下降了 0.16%。

4 比较分析

深圳的公共交通体系由公共汽车(包括大巴和中巴两种)、出租车、地铁组成,以下将从碳排放总量和旅客人均碳排放量两方面对三者进行比较。此外,深圳毗邻香港,香港地铁与深圳地铁在福田口岸和罗湖均有接驳,二者气候相近,在碳排放方面具有可比性,因此也将一并比较。

2008 年年末,深圳市共有公交大巴 8396 辆、客运量 14.57 亿人次;公交中巴 2670 辆、客运量 2.06 亿人次;出租车 12991 辆,客运量 2.91 亿人次^[12]。根据实地调查,深圳公交大巴和中巴每日行车里程约为 200—300km,在此取 250km,大巴 100km 油耗为 27L 柴油,中巴 100km 油耗为 19L 柴油;出租车每日行车里程约为 500km,100km 油耗约为 9L。1t 柴油合 1196L,碳排放量为 0.87527t,1t 汽油合 1379L,碳排放量为 0.84672t^[11]。2008 年深圳地铁、深圳公交车、深圳出租车和香港地铁碳排放比较见表 7。

表 7 2008 年深圳地铁、深圳公交车、深圳出租车和香港地铁碳排放比较

Table 7 Carbon emission of comparison of Shenzhen metro, Bus, Taxi and Hong Kong metro

项目 Item	大巴 Bus	中巴 Medium bus	出租车 Taxi	深圳地铁 Shenzhen metro	香港地铁 Hong Kong metro
车辆数/Vehicle quantity	8396	2670	12991	—	—
能耗 Oil consumption/(L/100km)	27(柴油)	19(柴油)	9(汽油)	—	—
日出行里程/Travel distance per day/km	250	250	500	—	—
客运量 Passenger Rides/($\times 10^8$ 人)	14.57	2.06	2.91	1.355	13.538
碳排放总量 Total Carbon Emission/tons	151362.18	33872.41	130986.27	28052.695	225745
旅客人均碳排放量 Carbon emission of per passenger/g	103.886	164.429	450.125	207.025	166.752
旅客人均耗电量 Power consumption of per passenger/(kW·h)	—	—	—	0.984	0.988

由表 7 可知,在深圳公交体系内,深圳地铁的碳排放量总量最低。但是,在旅客人均碳排放量方面,深圳地铁仅低于出租车(约为出租车的 46%),是深圳公交大巴的 1.993 倍、中巴的 1.259 倍。这是由于深圳地铁线路较少,客运量较少造成。与香港地铁相比,深圳地铁的人均旅客碳排放量是香港地铁 1.24 倍。但是,旅客人均耗电量方面大致相当。这说明深圳地铁和香港地铁在能耗方面处于同一水平,之所以旅客人均碳排放高于香港地铁,主要由于香港地铁所用电力碳排放较低造成的。香港地铁电力主要由中华电力和香港电灯两家公司提供,2008 年中华电力公司每度电的碳排放为 153.73g^[13],香港电灯公司每度电碳排放为 203.27g^[14],均低于南方电网。

5 2012 年深圳地铁碳排放预测

根据深圳地铁规划,在 2011 年 7 月世界大学生运动会开幕前将达到 178km。在此根据 1 号线和 2 号线的发车数量,估算 2012 年深圳地铁牵引碳排放见表 8^[4-5]。

表 8 2012 年深圳地铁牵引碳排放

Table 8 Carbon emission of traction of Shenzhen in 2012

线路 Line	长度 Length/km	发车数量 Train quantity	用电量 Power consumption /(kW·h)
1 号线(罗湖-机场) Line 1(Luohu-Airport)	40.979	118950	54447629
2 号线(赤湾-新秀) Line 2(Chiwan-Xinxu)	35.78	118950	47539866
3 号线(益田-双龙) Line 3(Yitian-Shuanglong)	41.8	118950	55538469
4 号线(福田口岸-清湖) Line 4(Futian Checkpoint-Qinhu)	20.279	41898	9490585
5 号线(前海湾-黄贝) Line 5(Qianhaiwan-Huangbei)	40	118950	53146860
总用电量 Total power consumption			220163410
碳排放 Carbon emission/tons			45400.368

2012 年,深圳地铁共有站点 212 个,其中,换乘站 11 个,地面和高架站点 27 个(只有售票一层有空调),以换乘站 1.5 个计,地面和高架站 0.5 个计,则共有 193 个车站。在此,根据表 4 数据,估算 2012 年深圳地铁站场碳排放见表 9^[4-5]。

近几年,深圳市公共交通流量的增长率在 9% 左右,2009 年深圳市公共交通流量为 22.74 亿人次^[12],在此以年增长率 9% 计,则 2012 年公共交通流量为 29.45 亿人次,以占公共交通流量 40%,30%,20% 3 种情况估算 2012 年深圳地铁人均客运碳排放量和耗电量见表 10。

由表 9 可知,在 2012 年,深圳 5 条地铁线投入使用后,地铁旅客人均碳排放量和旅客人均耗电量都将大幅增加。以香港地铁在公共交通的比例(40% 左右)估计^[4],旅客人均碳排放量增加 9.36%;以上海地铁在公共交通的比例(30% 左右)^[15]估计,旅客人均碳排放量增加 45.81%;以广州地铁在公共交通的比例(20% 左

右)^[16]估计,旅客人均碳排放量增加 118.71%。考虑到南方电网近年来大力发展核电和可循环电力,降低火电比例以及发电和供电煤耗,1 度电的平均碳排放不断下降,如果深圳地铁的客流量在 2012 年可以占到公共交通的 40% 的话,有可能实现旅客人均碳排放量与 2009 年相比不增加。

表 9 2012 年深圳地铁站场碳排放
Table 9 Carbon emission of Metro station of Shenzhen in 2012

月份 Month	单个站场用电量/(kW·h) Power consumption of single metro station	站场个数 Quantity of metro station	用电量 Power consumption /(kW·h)
1	382124	193	73749932
2	360761	193	69626873
3	387782	193	74841926
4	465509	193	89843237
5	521542	193	100657606
6	527375	193	101783375
7	532396	193	102752428
8	550159	193	106180687
9	527375	193	101783375
10	493525	193	95250325
11	426645	193	82342485
12	374272	193	72234496
总用电量 Total power consumption			1071046745
碳排放 Carbon emission/t			220862.841

表 10 2009 和 2012 年人均客运碳排放量比较
Table 10 Comparison of carbon emission of per passenger between 2009 and 2012

年份 Year	2009	2012 ^①	变化/% Variation	2012 ^②	变化/% Variation	2012 ^③	变化/% Variation
碳排放总量 Total Carbon Emission/t	28572.56	266263.21	932	266263.21	932	266263.21	932
客运量 Passenger Rides/(×10 ⁸ 人)	1.38	11.78	754	8.83	540	5.89	327
旅客人均碳排放量 Carbon emission of per passenger/g	206.70	226.04	9.36	301.39	45.81	452.08	118.71

①,②,③分别指 2012 年地铁客运量占公共客运量的 40%、30% 和 20%

5 结论

(1)深圳地铁 2008 年碳排放量为 28052.695t,2009 年为 28572.561t,2009 年比 2008 年增长了 1.85%。其中,站场的碳排放占总的碳排放量 80% 以上,2008 年为 81.15%,2009 年为 80.98%。2008 年运送旅客人均碳排放量为 207.025g,2009 年为 206.697g。深圳地铁 2008 年运送旅客人均耗电量为 0.984 度,2009 年为 1.002 度。

(2)在深圳公交体系内,深圳地铁的碳排放量总量最低。在旅客人均碳排放量方面,深圳地铁仅低于出租车(约为出租车的 46%),是深圳公交大巴的 1.993 倍、中巴的 1.259 倍。这是由于深圳地铁线路较少,客运量较少造成。

(3)深圳地铁的旅客人均碳排放量是香港地铁 1.24 倍。但是,旅客人均耗电量方面大致相当。这说明深圳地铁和香港地铁在能耗方面处于同一水平,之所以旅客人均碳排放高于香港地铁,主要由于香港地铁所用电力的碳排放较低造成的。

(4)随着 5 条新线路的开通,2012 年,深圳地铁的碳排放总量将可能增加 9.32 倍,旅客人均碳排放量根

据客运量的预测将可能增加 9.36%—118.71%。

References :

- [1] Tokyo Metro. Social and Environmental Report. [2010-6-20]. http://www.tokyometro.jp/corporate/csr/environmental_report/index.html.
- [2] Transport of London. London Underground Environmental Report. [2010- 6- 20]. <http://www.tfl.gov.uk/corporate/modesoftransport/londonunderground/performance/1594.aspx>.
- [3] Metropolitan Transportation Authority. Sustainability Final Report. [2010-6-20]. <http://mta.info/sustainability/pdf/SustRptFinal.pdf>.
- [4] Hong Kong Metro. Sustainability Report. [2010-6-20]. <http://www.mtr.com.hk/eng/sustainability/2009rpt/MTRSusRpt2009.pdf>.
- [5] Shenzhen Metro. Operation Service. [2010-1-12]. <http://www.szmcc.net/03service/>.
- [6] Zhang Y. Simulation calculation of traction performance for Shenzhen Metro Line 1 extension project vehicles. *Electric Locomotives and Mass Transit Vehicles*, 2008, 31(5): 12-15.
- [7] Meteorological Bureau of Shenzhen Municipality. Shenzhen Climate General Situation. [2010- 3- 2]. <http://www.szmb.gov.cn/article/QiHouYeWu/qhgcyg/scqhkg/index.html>.
- [8] Song J W. A discussion on measures for energy saving in metro power system. *Urban Rapid Rail Transit*, 2006, 19(2): 76-80.
- [9] China Southern Power Grid. Statistics Information. [2010-6-20]. http://www.csg.cn/xi/xi.aspx?ItemCode=004001000000&catalog_type=0&id=182&name.
- [10] Ma Z H. The Comparison Research of Greenhouse Gas Emission Coefficient of China Main Fossil Energy. Beijing: China Institute of Atomic Energy, 2002.
- [11] Xie H Y, Chen X S, Lin K R, Hu A Y. The ecological footprint analysis of fossil energy and electricity. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(4): 1729-1735.
- [12] Shenzhen Urban Transport Planning Center Co Ltd. Shenzhen Transport Annual Report. Shenzhen: Shenzhen Urban Transport Planning Center Co Ltd, 2008.
- [13] China Light & Power Company. Sustainability Report. [2010-3-2]. <https://www.clpgroup.com/ourvalues/report/Pages/sustainabilityreport.aspx>.
- [14] Hong Kong Electric Holdings Limited. Social and Environmental Report. [2010-3-2]. http://sc.heh.com/utf8S/www.heh.com/hehWeb/EnvironmentQualityHealthAndSafety/EnvironmentQualityHealthSafetyReport/Index_zh.htm.
- [15] ShanghaiMunicipal Transport and Port Authority. Statistics Information. [2010-6-20]. <http://www.jt.sh.cn/hygl/setj/>.
- [16] GuangzhouTransport Planning Research Institute. Guangzhou Transport Development Annual Report 2008. [2010-3-2]. <http://www.gztpri.com/journal-menu.asp?>.

参考文献:

- [5] 深圳地铁公司. 运营服务. [2010-1-12]. <http://www.szmc.net/03service/>.
- [6] 张宇. 深圳地铁1号线(续建)车辆牵引仿真计算. 电力机车与城轨车辆, 2008, 31(5): 12-15.
- [7] 深圳市气象局. 深圳气候概况. [2010-3-2]. <http://www.szmb.gov.cn/article/QiHouYeWu/qhgcypg/scqhkgk/index.html>.
- [8] 宋剑伟. 地铁用电设备节能措施探讨. 都市轨道交通. 2006, 19(2): 76-80.
- [9] 中国南方电网. 统计信息. [2010-6-20]. http://www.csg.cn/xi/xi.aspx?ItemCode=004001000000&catalog_type=0&id=182&name=统计信息.
- [10] 马忠海. 中国几种主要能源温室气体排放系数的比较评价研究. 中国原子能科学研究院, 北京: 2002.
- [11] 谢鸿宇, 陈贤生, 林凯荣, 胡安焱. 基于碳循环的化石能源和电力生态足迹. 生态学报, 2008, 28(4): 24-30.
- [12] 深圳市城市交通规划设计研究中心有限公司. 深圳市交通发展年度报告. 深圳: 深圳市城市交通规划设计研究中心有限公司, 2008.
- [13] 香港中华电力公司. 可持续发展报告. [2010-3-2]. <https://www.clpgroup.com/ourvalues/report/Pages/sustainabilityreport.aspx>.
- [14] 香港电灯公司. 社会及环境报告. [2010-3-2]. http://sc.heh.com/ut8S/www.heh.com/hehWeb/EnvironmentQualityHealthAndSafety/EnvironmentQualityHealthSafetyReport/Index_zh.htm.
- [15] 上海市交通运输和港口管理局. 生产统计. [2010-6-20]. <http://www.jt.sh.cn/hygl/sctj/>.
- [16] 广州市交通规划研究所. 广州市交通发展年度报告 2008. [2010-3-2]. <http://www.gztpri.com/journal-menu.asp?journal=2008> 年交通年报.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 12 June, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Effect assessment of the project of grain for green in the karst region in Southwestern China: a case study of Bijie Prefecture	LI Hao, CAI Yunlong, CHEN Ruishan, et al (3255)
The effect of dispersal on the population dynamics of a host-parasite system in fragmented landscape	SU Min (3265)
The effect of spatial scales on wetland functions evaluation: a case study for coastal wetlands in Yancheng, Jiangsu Province	OU Weixin, YE Lifang, SUN Xiaoxiang, et al (3270)
Effects of simulated nitrogen deposition on nutrient balance of Chinese fir (<i>Cunninghamia lanceolata</i>) seedlings	FAN Houbao, LIAO Yingchun, LIU Wenfei, et al (3277)
The water conservation study of typical forest ecosystems in the forest transect of eastern China	HE Shuxia, LI Xuyong, MO Fei, et al (3285)
The ecological responses of <i>Pinus tabulaeformis</i> forests in Taiyue Mountains of Shanxi to artificial Harvesting	GUO Donggang, SHANGGUAN Tielang, BAI Zhongke, et al (3296)
The influence of the long-term application of organic manure and mineral fertilizer on microbial community in calcareous fluvo-aquic soil	ZHANG Huanjun, YU Hongyan, DING Weixin (3308)
Endophytic fungal diversity of five dominant plant species in the dry-hot valley of Yuanjiang, Yunnan Province, China	HE Caimei, WEI Daqiao, LI Haiyan, et al (3315)
Seedling recruitment in desert riparian forest following river flooding in the middle reaches of the Tarim River	ZHAO Zhenyong, ZHANG Ke, LU Lei, et al (3322)
Scaling up for transpiration of <i>Pinaceae schrenkiana</i> stands based on 8hm permanent plots in Tianshan Mountains	ZHANG Yutao, LIANG Fengchao, CHANG Shunli, et al (3330)
Responses of soil enzyme activities and microbial biomass N to simulated N deposition in Gurbantunggut Desert	ZHOU Xiaobing, ZHANG Yuanming, TAO Ye, et al (3340)
Effects of Pb on growth, heavy metals accumulation and chloroplast ultrastructure of <i>Iris lactea</i> var. <i>Chinensis</i>	YUAN Haiyan, GUO Zhi, HUANG Suzhen (3350)
Effects of temperature and sap flow velocity on CO ₂ efflux from stems of three tree species in spring and autumn in Northeast China	WANG Xiuwei, MAO Zijun, SUN Tao, et al (3358)
The soil seed bank of <i>Eupatorium adenophorum</i> along roadsides in the south and middle area of Yunnan, China	TANG Yingyin, SHEN Youxin (3368)
Extracting the canopy structure parameters using hemispherical photography method	PENG Huanhua, ZHAO Chuanyan, FENG Zhaodong, et al (3376)
The CCA analysis between grasshopper and plant community in upper reaches of Heihe River	ZHAO Chengzhang, ZHOU Wei, WANG Keming, et al (3384)
Community structure characteristics of phytoplankton in argun River Drainage Area in autumn	PANG Ke, YAO Jinxian, WANG Hao, et al (3391)
Spatial and temporal variation of phytoplankton and impacting factors in Jiulongjiang Estuary of Xiamen, China	WANG Yu, LIN Mao, CHEN Xingqun, et al (3399)
Effect of bank type on fish biodiversity in the middle-lower reaches of East Tiaoqi River, China	HUANG Liangliang, LI Jianhua, ZOU Limin, et al (3415)
Study on dynamic changes of soil and water loss along highway based on RS/GIS: an example of Yujing expressway	CHEN Aixia, LI Min, SU Zhixian, et al (3424)
The urbanization effects on watershed landscape structure and their ecological risk assessment	HU Hebing, LIU Hongyu, HAO Jingfeng, et al (3432)
Assessment of ecological risk of coastal economic developing zone in Jinzhou Bay based on landscape pattern	GAO Bin, LI Xiaoyu, LI Zhigang, et al (3441)
Impacts of land use and cover changes on ecosystem service value in Zoige Plateau	LI Jinchang, WANG Wenli, HU Guangyin, et al (3451)
Effect of chicken manure application on Cu and Zn accumulation in soil and <i>Brassica sinensis</i> L.	ZHANG Yan, LUO Wei, CUI Xiaoyong, et al (3460)
GIS analysis of structural characteristics of pollution sources in irrigable farmland in Ningxia China	CAO Yanchun, FENG Yongzhong, YANG Yinlu, et al (3468)
Effects of pre-sowing soil moisture and planting patterns on photosynthetic characteristics and yield of summer soybean	LIU Yan, ZHOU Xunbo, CHEN Yuhai, et al (3478)
<i>In situ</i> study on influences of different fertilization patterns on inorganic nitrogen losses through leaching and runoff: a case of field in Nansi Lake Basin	TAN Deshui, JIANG Lihua, ZHANG Qian, et al (3488)
Effects of AM fungi on leaf photosynthetic physiological parameters and antioxidant enzyme activities under low temperature	LIU Airong, CHEN Shuangchen, LIU Yanying, et al (3497)
Effects of exogenous cysteine on growth, copper accumulation and antioxidative systems in wheat seedlings under Cu stress	PENG Xiangyong, SONG Min (3504)
Review and Monograph	
The horizon scanning technology and its application prospect in Ecology	HU Zimin, LI Jingjing, LI Wei, et al (3512)
Scientific Note	
The gas exchange characteristics of four shrubs on the northern slope of Kunlun Mountain	ZHU Juntao, LI Xiangyi, ZHANG Ximing, et al (3522)
Effect of DEM data at different scales on the accuracy of forest Ecological Classification system	TANG Lina, HUANG Jucong, DAI Limin (3531)
Canopy interception of rainfall by Bamboo plantations growing in the Hill Areas of Southern Jiangsu Province	JIA Yongzheng, HU Haibo, ZHANG Jiayang (3537)
Effects of exotic species slash pine (<i>Pinus elliottii</i>) litter on the structure and function of the soil microbial community	CHEN Falin, ZHENG Hua, YANG Bosu, et al (3543)
The carbon emission analysis of Shenzhen Metro	XIE Hongyu, WANG Xixiang, YANG Muzhuang, et al (3551)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 12 期 (2011 年 6 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 12 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元