

· 综 合 ·



## 海口市低碳交通运输体系研究

张庆<sup>1</sup>, 史健苗<sup>2</sup>, 许薇<sup>1</sup>, 郑营<sup>1</sup>, 李平安<sup>1</sup>

(1. 中交水运规划设计院有限公司, 智能交通所, 北京 100007;

2. 海口市交通运输和港航管理局, 海南海口 570135)

**摘要:** 针对海口市交通运输能源消耗及碳排放现状, 立足于海口市经济社会发展及海港城市特色, 从低碳视角提出海口市交通运输发展目标, 从综合交通运输体系、城市交通结构、科技水平、运输装备等方面进行战略研究, 着重推动港口绿色发展, 形成与海口市经济社会相适应的“绿色、畅达、智慧、慢游”的低碳交通运输体系。

**关键词:** 低碳交通; 节能减排; 碳排放; 能源消耗

中图分类号: TK 01\*8

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)09-0010-07

### On low-carbon transport of Haikou

ZHANG Qing<sup>1</sup>, SHI Jian-miao<sup>2</sup>, XU Wei<sup>1</sup>, ZHENG Ying<sup>1</sup>, LI Ping-an<sup>1</sup>

(1. ITS Institute, CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China;

2. Haikou Municipal Transport and Port Authority, Haikou 570135, China)

**Abstract:** Based on current status of transport energy consumption and carbon emissions in Haikou, considering the economic and social development and the features of harbor city, the transport development goals under low carbon perspective are analyzed. This paper researches the comprehensive transport system, traffic structure, traffic technology level, and transport equipment, focused on the green port development. The low-carbon transport is adapted with the economic and social development of Haikou, while with the characteristics of “green, accessible, wisdom, and slow travel”.

**Key words:** low-carbon transport; energy saving and emission reduction; carbon emissions; energy consumption

能源与环境问题是当今世界面临的两大问题。2009年12月中国在哥本哈根世界气候变化大会上承诺, 到2020年单位国内生产总值的二氧化碳排放量将比2005年下降40%~45%<sup>[1]</sup>, 低碳作为约束性指标纳入我国国民经济和社会发展中长期规划。党的十八大将生态文明建设纳入“五位一体”建设总布局, 并将其写入党章, 明确了生态文明建设的战略地位。交通运输是石油消费的重点行业和温室气体的主要排放源之一, 我国交通运输行业油品消耗占全社会油品消耗的33%, 交通能耗占全社会总能耗的20%<sup>[2]</sup>, 我国大城市交通

排放占国民经济总碳排放量的40%~50%, 而美国交通排放仅占国民经济总排放的29%, 日本交通排放占国民经济总排放的19%。改变传统的城市交通发展模式, 大力发展低碳交通, 实现城市交通的低碳转型, 是我国交通发展的首要选择<sup>[3-5]</sup>。

近年来, 我国交通运输主管部门高度重视低碳交通建设, 编制了《公路水路交通运输节能减排“十二五”规划》, 明确了“十二五”期交通运输能耗和碳排放目标, 出台了《建设低碳交通运输体系指导意见》和《建设低碳交通运输体系试点工作方案》, 同时, 在全国部分试点城市推

收稿日期: 2013-03-17

作者简介: 张庆(1959—), 女, 博士, 高级工程师, 从事智能交通工程规划设计。

进构建低碳交通运输体系建设,为我国低碳交通运输发展提出战略和政策依据。

### 1 海口市建设低碳交通发展需求

2009年12月国务院出台《关于推进海南国际旅游岛建设发展的若干意见》,将海南建设国际旅游岛上升为国家战略,确定海南省为全国旅游业改革创新实验区,世界一流的海岛度假旅游目的地,全国生态文明示范区,国际经济合作和文化交流的重要平台,海南省加快推进国际旅游岛建设,把建设生态文明、保护环境、节约资源放在经济社会发展的首要位置。海口市作为海南省首善之城,进一步把生态环保、低碳理念贯穿于经济社会发展和城市建设的各个领域,在全国省会城市和直辖市中,海口市空气质量连续五年居全国第一,先后获得“国家环境保护模范城市”、“中国优秀旅游城市”、“中国人居环境奖”等荣誉称号。

目前海口市正处于工业化、城镇化发展初级阶段,2012年全市完成地区生产总值820.58亿元,较上年增长9.4%,其中第三产业增加值561.17亿元,对地区生产总值增长的贡献率为67.9%<sup>[6]</sup>。随着经济社会快速发展,海口市能源消耗总量及碳排放总量随之快速增加,国民经济占比最大的第三产业结构粗犷,单位增加值能耗较全国平均水平高出70%,海口市交通能耗占全市能耗总量的50%以上,交通拥堵、交通污染和交通安全问题已日渐凸显<sup>[7]</sup>。海口港是我国沿海25个主要港口之一,环北部湾经济圈和泛珠三角经济圈的建设、中国与东盟自由贸易区的建设,将为海口市提供更大范围、更深层次参与区域合作与发展的平台,“十二五”期,海口市水路运输量将持续大幅增长,能源消耗及碳排放也将持续增加。为保护海口市生态环境,确保经济社会可持续顺利发展,提高交通运输能源消耗效率,构建与海口市经济社会发展相适应的低碳交通运输体系迫在眉睫。

### 2 海口交通运输消耗及碳排放现状分析

近年来,海口市的交通运输发展迅速,已

初步形成航空、铁路、公路、水路运输以及城市客运等多种运输方式为一体的综合交通运输体系,综合交通运输需求不断增加。“十一五”至“十二五”初期,海口市公路、水路、城市客运能源消耗增长迅速,从2006年的42.14万t标煤增加到2011年的76.18万t标煤,二氧化碳排放从2006年的96.81万t增加到2011年的176.02万t(表1)。经统计分析,海口市中心城区土地利用密度较大,居民出行频繁,其交通碳排放水平较高,城市郊区次之,市中心周边乡镇碳排放量水平最低(图1)。

表1 2006年与2011年海口市能源消耗及碳排放总量对比

交通方式	能源消耗总量/万t标煤		碳排放总量/万t CO <sub>2</sub>	
	2006年	2011年	2006年	2011年
公路货运	10.16	18.47	22.03	40.07
公路客运	6.19	10.74	13.43	23.30
港口	2.57	2.88	6.30	7.10
水运	15.90	34.20	39.10	84.10
公交车	4.31	5.71	9.36	12.32
出租车	3.01	4.18	6.59	9.13
能耗总量	42.14	76.18	96.81	176.02



图1 海口市碳排放水平分布情况

从单位运输周转量碳排放来看,2011年港口与水运能源消耗及碳排放强度较2006年升高,其他运输方式均较2006年降低(表2)。对统计得到的海口市客运交通方式的人均公里碳排放量进行分析(图2),小汽车单位里程碳排放量最高,约为公共汽车的10倍,公交出行是低碳环保的交通方式。

表2 2006年与2011年海口市能耗强度及碳排放强度对比

交通方式	能耗强度		碳排放强度	
	2006年	2011年	2006年	2011年
公路货运	8.90千克标煤/(百吨·公里)	5.79千克标煤/(百吨·公里)	19.30千克CO <sub>2</sub> /(百吨·公里)	12.56千克CO <sub>2</sub> /(百吨·公里)
公路客运	13.88千克标煤/(千人·公里)	13.67千克标煤/(千人·公里)	30.10千克CO <sub>2</sub> /(千人·公里)	29.65千克CO <sub>2</sub> /(千人·公里)
港口	4.70吨标煤/万吨	5.23吨标煤/万吨	11.50吨CO <sub>2</sub> /万吨	12.80吨CO <sub>2</sub> /万吨
水运	4.61千克标煤/(千吨·公里)	6.20千克标煤/(千吨·公里)	11.30千克CO <sub>2</sub> /(千吨·公里)	15.20千克CO <sub>2</sub> /(千吨·公里)
公交车	2.19吨标煤/万人次	1.86吨标煤/万人次	4.75吨CO <sub>2</sub> /万人次	4.02吨CO <sub>2</sub> /万人次
出租车	10.05吨标煤/万人次	9.16吨标煤/万人次	22.02吨CO <sub>2</sub> /万人次	20.01吨CO <sub>2</sub> /万人次

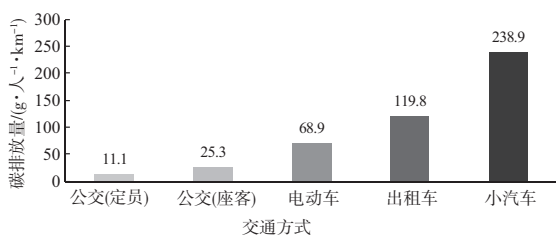


图2 海口市不同客运交通方式碳排放比较

### 3 海口构建低碳交通运输体系战略研究

为满足海南省国际旅游岛建设、“两型社会”及“低碳经济”的要求，海南省编制了《海南省交通行业节能减排中长期规划（公路水路部分）》<sup>[8]</sup>、《海南国际旅游岛建设发展规划纲要》、下发了《海南省节能减排综合性工作方案》等规范性文件，海口市编制了《海南国际旅游岛海口市建设发展规划纲要》<sup>[9]</sup>、《海口市低碳发展规划》等相关规划，并积极贯彻执行。到2015年末，海口市将基本建成“绿色、畅达、智慧、慢游”的低碳交通运输体系，与2011年相比，营运客车、货车单位运输周转量能耗分别下降4.4%、4.5%，营运船舶单位运输周转量能耗下降5.6%，港口生产单位吞吐量综合能耗下降5.9%，城市公交、出租车单位人次周转量能耗分别下降3.2%、5.0%。为全面实现低碳交通运输体系目标，海口市将积极采取相应对策，严格部署节能减排各项工作，推进海口市交通运输绿色发展、低碳发展、循环发展。

#### 3.1 推进港口绿色发展，促进水运产业低碳转型

“十一五”期，海口市加速实施“以港兴市”发展战略，已初步建成专业化和高效率的港口体系，2012年海口市水路货物运输量5 981万t，占货物运输总量的58%，水路货物运输周转量

622亿t·km，占货物运输总周转量的93%<sup>[6]</sup>，水路运输在海口市综合交通体系中占据重要地位。

“十二五”期，海口市水路运输业按照人本型、资源节约型、生态环保型、现代物流型、数字型发展的新要求，在港口、船闸经营和水运工程建设中采取积极措施，将节能减排工作贯穿于生产经营、项目建设全过程，倾力打造“低碳港口”、“低碳水路”。

海口市将进一步完善港区规划，优化港口布局，高效利用岸线水资源、土地资源，与全省航道和港口布局规划、泛珠三角区域公路水路交通规划及相邻省市水运规划相协调（图3），将海口港打造成环北部湾港口群中的内贸集装箱中心港和陆岛运输的中心港。同时，通过加快基础设施建设，强化航道养护管理，调整船舶运力结构，创新行业管理工作，形成布局合理、层次分明、功能完善、便捷高效、环境友好的现代化水路运输体系，实现海口市航运产业低碳转型<sup>[10]</sup>，逐年降低海口市水路运输碳排放强度（图4）。

优化水路货物运输组织管理。引导航运企业向规模化、集约化方向发展，鼓励通过重组、合资、股份制等方式进行集团化经营；发展大宗散货专业化运输等现代运输组织方式，提升船舶营运组织效率和节能水平；优化航运组织管理，合理组织货源，优化航线布局，保持货流平衡，提高船舶载重量利用率；强化船舶能效管理，合理降低航速，提升船舶营运管理水平；以集装箱码头为依托，着手开展海-铁、水-水等集装箱多式联运试点工程，优化运输系统，提升整体运输效率。

大力发展现代港口物流业。完善与现代物流业相匹配的基础设施；主动引导港航企业延伸服

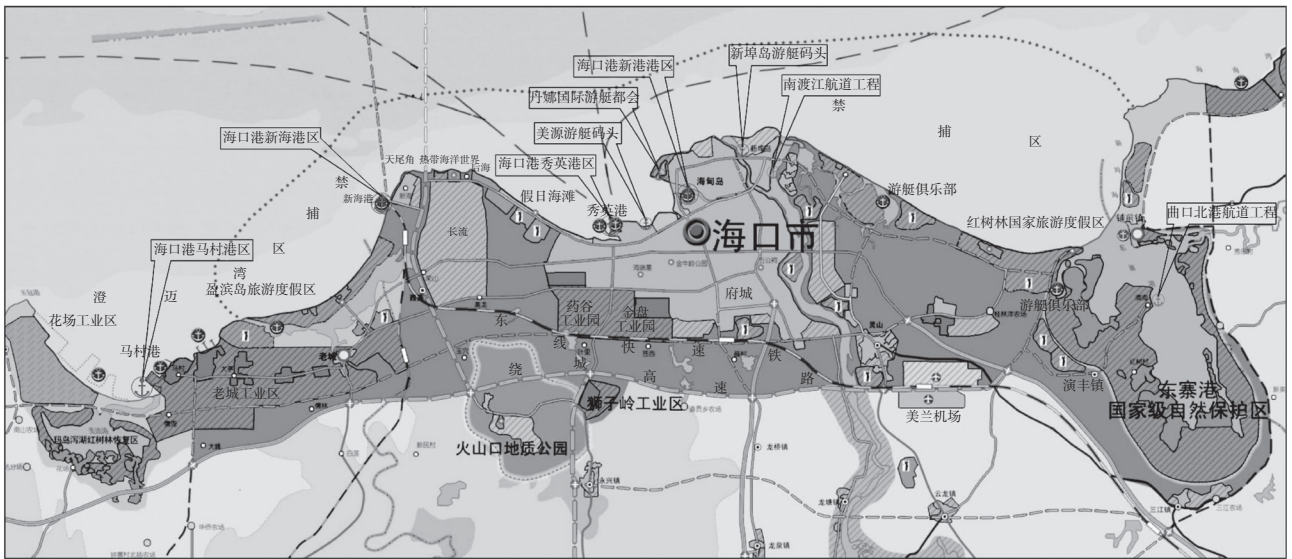


图3 海口市“十二五”水路发展规划项目位置

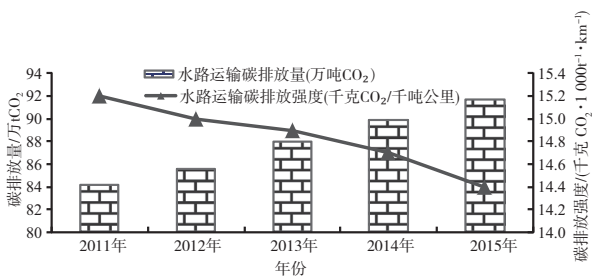


图4 “十二五”期海口市水路运输碳排放水平预测

务产业链, 加快由运输承运人向综合物流服务商和物流经营人转变; 加快推进港口与物流园区、保税港区、“内陆港”的对接和联动发展, 提升港口在物流链中的集聚效应; 以资本为纽带, 广结战略联盟, 广泛招揽货源, 开拓近、远洋航线, 拓展港口市场空间, 提升综合竞争力; 积极引导国际知名班轮公司增开国际航线, 提高航班密度; 引导和推动港口码头企业、驳船公司等相互合作, 延伸港口服务链, 加快现代化物流发展水平。

港口基础设施、装卸设备进行节能技术推广应用。在基础设施建设中充分利用地源海水源热泵、太阳能浴室等可再生能源利用技术; 在码头、堆场推广应用高杆灯照明节能改造、龙门吊投光灯电子启动器等技术; 应用靠港船舶使用岸电技术, 从岸上获得船舶水泵、通讯、通风、照明和其他设施所需的电力; 大力推进港口集装箱轮胎式起重机(RTG)“油改电”工作; 推行起重机高压预激磁节能改造和照明系统节电改造;

积极推进件杂货码头轮胎吊和汽车吊“油改电”以及港区水平运输车辆(集卡)的“油改气”技术改造; 加快淘汰高耗能、低效率的老旧设备, 引导轻型、高效、电能驱动和变频控制的港口装卸设备发展。

### 3.2 完善综合交通运输体系, 推进一体化运输服务

“十一五”期及“十二五”初期, 海口交通运输事业实现了跨越式发展, 综合交通网络骨架基本形成, 综合运输通道正在建设, 交通枢纽地位不断增强, 但综合交通运输体系发展仍不能完全满足交通运输发展需求, 基础设施布局不尽合理, 网络覆盖不足, 供给水平偏低, 运输能力有待进一步提升, 尤其各运输方式交通枢纽大部分散建设, 运输信息互不联通, 公水联运、公铁联运等尚未完全实现, 缺少多种交通方式之间的有效衔接。

“十二五”期, 海口市科学布局枢纽场站, 完善岛内外交通体系衔接, 提高综合交通运输体系运行效率, 新建4个综合客运枢纽: 新海港综合客运枢纽、海口火车站综合客运枢纽、海口客运总站综合客运枢纽、海口美兰机场综合客运枢纽, 完善客运枢纽内换乘设施, 减少等待时间、提高出行效率, 强化客运枢纽与主要旅游景区(点)之间快速连接; 建设4个对外货运枢纽场站: 马村港货运站、新海物流园货运站、火车南站货运站、美兰机场货运中心; 规划在10个中心

镇建设10个农村客运站。通过交通枢纽及客运站建设实现海口市交通运输无缝衔接，降低能源消耗，减少污染物排放。

### 3.3 调整城市交通结构，优先发展公共交通

“十一五”期，海口市出台了《中共海口市委、海口市人民政府关于优先发展城市公共交通的决定》，确立了公交优先发展战略。通过进一步落实各项政策法规，不断加大对城市公共交通的投入，加强公共交通行业管理，加强公共交通基础设施及信息化建设，目前海口市已拥有公交线路86条、总里程1 805km，公交经营企业6家，营运车辆1 624台，建成区万人拥有常规公交车辆13.8标台，日均客运量90万人次，为形成集约的、可持续发展的城市交通结构打下了坚实基础。

“十二五”期，海口市将继续优化公交线网布局，大力推动公共交通基础设施建设，启动轨道交通工程建设，同时开工建设BRT快速公交系统，打造以大容量快速公交为骨干、常规公交为主体、出租车为补充的一体化现代公交体系<sup>[11]</sup>，进一步倡导“公交和慢行”的绿色低碳出行模式，引导人们选择公共交通、自行车、步行等低碳出行方式，推进和谐、高品质的公共交通系统发展，逐年降低公共交通碳排放强度（图5）。到2015年，海口市将实现公交出行占机动化出行的40%，占居民总出行的25%，“公交和慢行”的绿色出行占居民总出行的40%以上的目标。

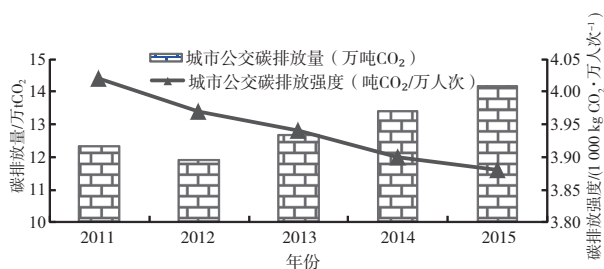


图5 “十二五”期海口市城市公交碳排放水平预测

在海口市规划建设的公共交通系统中，现代有轨电车是大容量快速客运系统的重要载体，其中1号线是连接海口东西向交通的重要通道，该线路分两期实施，一期工程为滨海段（火车站—新埠桥），途经粤海大道、滨海大道、长堤路，全长27.3 km，设站39座；二期工程为滨江段（新

埠桥—美兰机场）。经测算，一期工程建成后每天节能18 380 kW·h，年均节能2 294 t标煤，年均CO<sub>2</sub>减排为7 865 t。

为鼓励居民选择步行、自行车等低碳出行方式，海口市将加强自行车专用道、人行横道、过街天桥、自行车停车场的规划和建设，“十二五”期规划建设包含102个自行车租赁服务网点及6 000辆公共自行车的慢行交通系统。经测算，所投放6 000辆自行车每年平均可节省柴油46.0万L、汽油70.1万L，折合1 309 t标煤，年均CO<sub>2</sub>减排2 754 t。

### 3.4 发挥科技支撑作用，推进智慧交通系统建设

“十一五”期，海口市积极推进交通信息化、智能化建设，完成智能信息中心一级平台、公交IC卡系统、GPS定位系统、站场管理系统、公交智能调度示范运行系统、港口视频监控等交通系统建设。“十二五”期，海口市将进一步加强交通运输科技投入，推进港口数字化、智能化管理，加速建设集道路客运、水路运输、铁路、航空等多种运输方式为一体的客运联网售票系统，建设以高速公路为骨干的现代客货运信息系统及智能化道路和车辆运营管理系统<sup>[12]</sup>。

建设现代码头生产营运系统，提高码头生产作业效率。通过控制网络与信息网络技术，GPS、GIS技术，远程监视监测技术、实时数据库技术、变频技术、视频技术、智能安保技术等，建立起全面感知、广泛互联、深度融合、智能应用、安全可靠的现代港口物联网体系架构，实现码头生产管理与生产控制的无缝衔接。

建设港区物流公共信息平台，有效整合港区物流信息资源。以客户为中心，以货物为对象，以港口为结点，以运载工具为线索，以工作流的改造与设计为基础，引入现代物流管理、供应链管理、客户关系管理等先进的经营理念，在完成流程的设计、技术标准的制定等基础上建立一个跨系统、多元异构、实时联动的共享集成服务平台，提供无缝式全程物流信息一体化服务，并在此基础上，逐步实现港口物流电子商务功能，实现港口生产要素的最优配置，提升港口物流的整体发展水平。

建立客滚配载管理信息系统,实现港口配载业务的自动化运营。该系统可允许用户根据实际运营状况,自定义、预定义各种具有针对性的配载计划,调度员可以根据需要选择、配套到相应的船舶上,快速生成初步配载计划,配载计划可以根据实际情况现场调整;将现有的票务系统连接,获取并自动识别车辆数据,与待渡船舶进行资源配对,并实现验票和打印登船卡即时联动;构建船舶配载自动化系统,根据配载计划,自动进行配载,发放登船卡,无需人工干涉,同时允许授权非常规人工干涉;自动生成结算单和财务报表。

建立港口安全生产调度及监控中心,实现港口安全生产实时监控。通过整合改造各港航企业监控系统,建成统一的生产调度及监控中心平台,建立监控中心,建设中心大屏、数字液晶监视屏、中心控制管理设备及各码头分公司和监控中心的传输网络。利用电子海图和电子地图整合AIS船舶监控,建设GPS船舶动态实时跟踪监控系统,对码头生产作业以及船舶安全航行进行实时动态监控,打造一套集视频监控和AIS/GPS数字监控于一体的现代化港口安全生产实时监控系统。

建设出租行业信息管理与服务系统,实现政府与企业两级监管体系,一方面将实现对公共交通的优化管理,提高企业运营效率,另一方面将为出行公众提供高质量公交服务,提升公共交通服务水平,减少小汽车等机动化出行的资源消耗和环境污染;出租行业信息管理与服务系统利用GPS/GIS、视频终端、电子支付、综合管理软件等信息化手段,实现出租车综合管理、调度及信息采集、乘客电召服务以及服务质量监督等功能,减少出租车巡游,降低无效空驶里程,有效缓解城市道路拥堵,节约能源消耗,减轻环境污染。

### 3.5 推广新能源运输装备,促进交通清洁化发展

“十一五”期,海口市被列入国家科技部“863计划”LNG(液化天然气)汽车项目推广示范城市。2010年5月,海口市被批准为第二批节能与新能源汽车示范推广试点城市。通过试点推广、示范应用,目前海口市1 624辆公交车中80%为节能与新能源车辆,2 711辆出租车基本全部为

节能与新能源车辆。“十二五”期海口市在进一步推进节能与新能源车辆应用基础上,着力开展货运船舶“油改气”,新增电动、液化气船舶,有效降低车辆及船舶能源消耗和碳排放,提升海口市交通运输工具清洁化水平。

船舶方面,积极推进LNG等清洁能源船舶改造工作,配套建设加气码头;经测算,海口市柴油货运船舶进行LNG动力船舶改造后,单船年均替代燃料量3 113 t标煤,CO<sub>2</sub>减排量6 708t。同时海口市加快老旧船舶的更新换代工作,通过船舶技术升级、能源选型改善船舶用能结构,减少碳排放;鼓励船舶利用清洁燃料,鼓励使用热泵技术;推广船舶节能减排新技术、新产品,推广应用船体表面微气泡(气层)润滑减阻技术;推广应用主机废气余热回收利用技术,降低船舶辅助用能;推广应用CRP吊舱柴电混合推进系统;推广船体轻量化先进技术、船舶废气排放后处理技术、船舶无(少)压载技术等,实现船舶清洁化发展。

海口市投放的节能与新能源车辆主要为LNG车辆、混合动力车辆、纯电动车辆。经测算,海口市LNG公交车单车年均替代燃料量约42 t标油,减排CO<sub>2</sub>约22 t;混合动力公交车单车年均节能6 t标煤,减排CO<sub>2</sub> 12.3 t,混合动力出租车单车年均节能2.7 t标煤,减排CO<sub>2</sub> 5.7 t;纯电动公交车单车年均节能3.9 t标煤,减排CO<sub>2</sub> 60.9 t,纯电动出租车单车年均节能0.9 t标煤,单车年均CO<sub>2</sub>减排22.8 t。

## 4 结语

低碳交通运输体系作为一种可持续发展的交通模式,是实现交通运输行业可持续发展的必经之路,海口市通过不断完善综合交通体系,调整交通结构,强化绿色港口建设,加强科技投入,推广新能源运输装备,落实公交优先发展战略,促进航运产业低碳转型,完善智能交通体系,推进交通清洁化发展,以确保“十二五期间”海口市能耗及碳排放目标实现。

## 参考文献:

- [1] 交通运输部.公路水路交通运输节能减排“十二五”规

划[R]. 北京: 交通运输部, 2011.

[2] 王光荣. 城市低碳交通运输体系建设理论[J]. 前沿, 2011(13): 126-130.

[3] 刘丽亚. 走低碳交通之路, 促城市可持续发展[J]. 综合运输, 2010(1): 29-32.

[4] 马强. 走向“精明增长”: 从“小汽车城市”到“公共交通城市”[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007: 218-221.

[5] 陈秉钊. 城市, 紧凑而生态[J]. 城市规划学刊, 2008(3): 28.

[6] 海口市统计局. 2012年海口市经济和社会发展的统计公报. 海口市统计信息网. <http://www.hkstats.gov.cn/2012gb/477.htm>.

[7] 海口市发展和改革委员会. 海口市低碳发展规划(2011-2020)[R]. 海口: 海口市发展和改革委员会, 2011.

[8] 海南省交通运输厅. 海南省交通行业节能减排中长期规划(公路水路部分)[R]. 海南: 海南省交通运输厅, 2009.

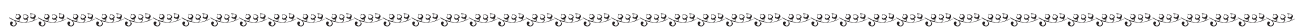
[9] 海南省交通运输厅. 海南国际旅游岛海口市建设发展规划纲要[R]. 海南: 海南省交通运输厅, 2010.

[10] 海口市交通运输和港航管理局. 海口市“十二五”水路发展规划(2011-2015年)[R]. 海口: 海口市交通运输和港航管理局, 2011.

[11] 海口市交通运输和港航管理局. 海口市城市公共交通专项规划(2011-2020)[R]. 海口: 海口市交通运输和港航管理局, 2011.

[12] 海口市人民政府. 海口市“十二五”期间综合交通运输发展规划(2011-2015)[R]. 海口: 海口市人民政府, 2011.

( 本文编辑 郭雪珍 )



(上接第9页)

1) 在进行拉伸试验前, 可不预先进行湿度调节, 在试验过程中也无需对环境湿度进行控制。

2) 在拉伸试验前应确保试样温度达到试验温度, 且在试验过程中应严格控制试验的环境温度。

3) 应使用样宽为200 mm的宽样法进行拉伸试验, 不宜采用样宽为50 mm的窄条法进行试验。

4) 拉伸试验时, 应严格控制拉伸速率, 避免拉伸速率过快。

参考文献:

[1] 谭伦武, 周海. 长江南京以下12.5 m深水航道一期工程初步设计报告[R]. 上海: 中交上海航道勘察设计研究院, 长江航道规划设计研究院, 2012.

[2] 陈学良. 土工织物在长江口深水航道治理工程中的应用[J]. 水运工程, 2000(12): 48-52.

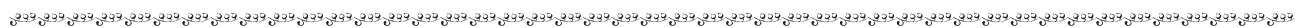
[3] 孙钧, 迟景魁, 曹正康, 等. 新型土工材料与工程整治[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1998: 29-30.

[4] 许静娟. 土工合成材料应用技术规范存在的问题[J]. 上海纺织科技, 2001(10): 57-58.

[5] 孙兰凤. 水利工程中土工合成材料的应用与质量控制[J]. 黑龙江水专学报, 2004(4): 80.

[6] 商欣萍. 土工织物拉伸力学性能的应用研究[D]. 上海: 东华大学, 2003: 17-19.

( 本文编辑 郭雪珍 )



· 消 息 ·

水规院“强夯施工自动记录仪”获国家实用新型发明专利

近日, 由水规院京华工程管理公司组织研发的“强夯施工自动记录仪”获国家知识产权局颁发的实用新型专利证书。

该专利发明的强夯自动记录仪包括测距仪、地面接收装置、PC机等, 实现了对每个夯击点的锤体落距、夯击次数的自动跟踪测定与自动存录。

该专利将信息化技术与监理技术相融合, 不仅保证了工程施工质量, 也有效节省了人力资源。

摘编自《中国交通建设网》