

低空污排放港埠管里：政策观点

曾柏兴*

摘要：本研究采用专家深度访谈方式探讨低空污排放港埠实务与绿色港埠策略意涵，16位受访者(采扎根理论半结构式面对面访谈)来自台湾三大主要港口(高雄港、基隆港、台中港)，空污探讨议题(如氮氧化物、二氧化硫、二氧化碳、一氧化碳、悬浮微粒、挥发性有机物)包括船舶与卡车，研究发现指出利害关系人(如港埠管理当局、码头业者、码头周遭居民)应从更广泛的角度重视港埠规划与发展，空气污染减量策略(如岸电系统、低硫燃料、碳税、进港减速、港区空气质量标准、执行国际公约应具弹性设计与管理，并藉由绿色港埠策略以期达成资源合理利用与环境平衡。

关键词： 空气污染 船舶 港埠 政策

一、前言

每个港埠对于经济与环境皆会带来正面与负面的影响^{1,2}，随着全球化国际贸易的发展，导致许多货物在世界各个港埠进行转运，这个现象造成许多船舶停留在港埠与卡车往返港埠期间增加许多空气污染，间接地产生许多外部社会成本³。此外，港埠的建造、营运、扩建都会产生空气污染、温室气体改变、酸雨、优养化、健康、交通拥挤、噪音等问题。这些负面的外部影响是显著的，然而过去在港口发展的意涵上较少被重视。国际海事组织曾从技术面与市场机制方式探讨如何降低航运的温室气体效应。譬如，降低船速⁴或利用轨道式门式机来取代轮胎式起重机。再者，欧洲的永续生态港是让海运迈入友善与环保产业的重要步骤且可与其他伙伴增加更多贸易与合作的机会⁵。在今日，强化港埠发展的环境影响是应被重视的，

* 曾柏兴，台湾海洋大学航运管理系助理教授，此文章感谢科技部研究经费补助(编号: MOST 105-2410-H-035-030)，Email: phtseng@mail.ntou.edu.tw.

©THE AUTHOR AND MARINE LAW AND POLICY

¹ Diane Bailey and Gina Solomon, Pollution Prevention at Ports: Clearing the Air, *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 24, 2004, pp. 749~774.

² Po-Hsing Tseng and Pilcher Nick, Evaluating the Key Factors of Green Port Policies in Taiwan through Quantitative and Qualitative Approaches, *Transport Policy*, Vol. 82, 2019, pp.127~137.

³ Susana López-Aparicio, Dag Tønnesen and The Nguyen Thanh, Heidi Neilson, Shipping Emission in a Nordic port: Assessment of mitigation strategies, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 53, 2017, pp. 205~216.

⁴ Haakon Lindstad, Bjørn Asbjørnslett and Anders Strømman, Reductions in Greenhouse Gas Emissions and Cost by Shipping at Lower Speeds, *Energy Policy*, Vol. 39, 2011, pp. 3456~3464.

⁵ Gul Denktas-Sakar and Cimen Karatas-Cetin, Port Sustainability and Stakeholder Management in Supply Chains: A Framework on Resource Dependence Theory, *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, Vol. 28, No. 3, 2012, pp. 301~320.

因这些议题对于国家港埠规划与经济发展是有相关的¹。譬如,它将影响国家的整体碳排放量而影响空气污染的程度²;且对于港口的利害关系人也会带来严重影响,包括港区周遭居民。从健康与经济的观点而言,低空污排放可能会限制一些港区活动才可使这些负面影响能够显著降低。

目前而言,大部分研究采取量化角度探讨港埠低空污排放议题,较少从质化的观点来进行,然而质性的研究可探究更深层人性的观点(如涵盖利害关系人的政策建议)来强化量化研究的不足³,更重要的是若这些政策建议是有效且可持续推动,这将有助于未来实施成功的重要关键⁴,本研究将提供港埠利害关系人(如港口当局、航运业者等)的政策意涵,文章的架构如下,第二节为回顾与综整现行关于绿色与低空污排放港口的文献,第三节为提供本研究使用的质化研究方法,第四节为针对研究结果进行讨论,最后,第五节为总结本研究发现。

二、文献回顾

许多量化研究曾指出船舶引擎、锅炉燃烧过程排放出的废气是空气污染与温室气体的重要来源^{5,6},特别是其靠泊船席装卸货期间船舶引擎产生的空气污染。这些来自船舶的空气污染物包括二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、悬浮微粒、碳氢化合物、挥发性有机物等^{7,8},这些负面效应可能导致环境酸化与形成二次无机性气胶,并导致港口城市空气污染,随着船舶活动的成长,港口城市应尽早作好空气污染减量策略与兼顾港口与沿岸发展的永续平衡根据过去研究⁹,船舶在船席排放的废气是形成港区空气污染重要元素,其排放量是高于港区其他活动(如船舶操纵、巡航)空气污染量3~5倍,因此,目前而言,船舶在船席停靠期间所排放空污已

-
- 1 Po-Hsing Tseng, *Exploring Ship Emissions Mitigation Strategies for the Port of Shanghai, China* *Oceans Law Review*, Vol. 22, pp. 333-334.
 - 2 Mei Davies, *Emissions Trading for Ships- A European Perspective*, *Naval Engineers Journal*, Vol. 3, 2006, pp. 131-138.
 - 3 Norman Denzin and Yvonna Lincoln, *The Discipline and Practice of Qualitative Research*. In Denzin, N.K., Lincoln, Y.S. (eds.), *The SAGE Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks: Sage Publications, 2005.
 - 4 Niccolo Machiavelli, *The Prince*. Florence: Antonio Blado d'Asolo, 1532.
 - 5 Giovanni Lonati, Stefano Cernuschi and Shelina Sidi, *Air-quality Impact Assessment of at-berth Ship Emissions: Case-study for the Project of A New Freight Port*, *Science of the Total Environment*, Vol. 409, 2010, pp. 192-200.
 - 6 Gara Villalba and Eskinder Demisse Gemechu, *Estimating GHG Emissions of Marine ports-the Case of Barcelona*. *Energy Policy*, Vol. 39, No. 3, 2011, pp. 1363-1368.
 - 7 Warre Fitzgerald, Oliver Howitt and Inga Smith, *Greenhouse Gas Emissions from the International Maritime Transport of New Zealand's Imports and Exports*, *Energy Policy*, Vol. 39, No. 3, 2011, pp. 1521-1531.
 - 8 Emeston Tzannatos, *Ship Emissions and their Externalities for the Port of Piraeus-Greece*, *Atmospheric Environment*, Vol. 44, 2010, pp. 400-407.
 - 9 Cengiz Deniz, Alper Kilic and Gokhan Civkaroglu, *Estimation of Shipping Emissions in Candarli Gulf, Turkey*, *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 171, 2010, pp.219-228.

成为港口当局关切的重要议题^{1,2},因这些负面效应对港区从业人员与附近居民带来严重的健康问题,如气喘、心血管疾病、呼吸道疾病、肺癌、早产儿等。

当前气候变迁已成为全球环境的重要议题,若随着港口运量的成长,港口管理当局将面临如何有效处理货物的庞大压力,因此过去许多海运专家(含学术界与海运实务界)曾提出有效的策略来降低海运的空气污染³,譬如使用先进的货物处理系统、先进的码头设计、污染物减量科技等,以期减轻对土地与环境的压力⁴。为了改善港口环境,加州洛杉矶港曾实施一些空气污染减量策略,包括导入新型科技、货物处理流程、政策制定与规划机制等以期能在财务、设备更新、作业基础结构系统上能获得改善,故空气污染议题在港口规划阶段就应该加以重视。

在中国,有学者⁵使用归纳式研究步骤探讨低碳城市如何实行在港口,并提出一些改善政策,如建立港埠低碳排放的标准、采用干净能源、增加政策与财务的支持等⁶。

在瑞典,有学者曾预测 Gothenburg 港区在 2030 年的船舶空气污染排放,利用三个情境(替代能源、船舶设计、作业模式改良)进行分析,在 2030 年,假设目前的营运状况持续进行情况下,船舶在港区的温室气体排放将增加 40%,减量效果最好的情境为作业模式改良,其可使空气污染排放降低目前营运状况的 10%⁷,近几年来,科技的政策(如低硫燃料、选择性催化还原法)、作业政策(如船舶减速、岸电使用)与市场机制政策(如差异化的环境税、排污交易)已在许多先进港埠实施,因这些政策可有效降低港埠空气污染及其海运运输的外部成本^{8,9}。此外,利用天然气与甲醇也是提供低碳航运的潜在有效方法。在亚洲(如新加坡港与上海港)与欧洲(如安特卫普港、鹿特丹港)已开始采用不同管理工具(如定价策略、侦测与衡量、市场进入控制、环

¹ Joseph Berechman, Y. and Po-Hsing Tseng, Estimating the Environmental Costs of Port Related Emissions: the Case of Kaohsiung, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 17, 2012, pp. 35~38.

² Kevin Cullinane, Po-Hsing Tseng and Gordon Wilmsmeier, Estimation of Container Ship Emissions at Berth in Taiwan, *International Journal of Sustainable Transportation*, Vol. 15, No. 5, pp. 466~474.

³ Paul Gilbert and Alice Bows, Exploring the Scope for Complementary Sub-global Policy to Mitigate CO₂ from Shipping, *Energy Policy*, Vol. 50, 2012, pp.613-622.

⁴ Wei Yim Yap and Jasmine Siu Lee Lam, 80 Million-twenty-foot-equivalent-unit Container Port? Sustainability Issues in Port and Coastal Development, *Ocean & Coastal Management*, Vol. 71, 2013, pp. 13~25.

⁵ Peter Hall, Thmos O'Brien and Clarence Woudsma. Environmental Innovation and the Role of Stakeholder Collaboration in West Coast Port Gateways, *Research in Transportation Economics*, Vol. 42, No. 1, 2013, pp. 87~96.

⁶ Jian Li, Xiao Liu and Bao Jiang, An Exploratory Study on Low-carbon Ports Development Strategy in China, *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, Vol. 27, No. 1, 2011, pp. 91~111.

⁷ Hulda Winnes, Linda Styhre and Erik Fridell, Reducing GHG emissions from ships in port areas, *Research in Transportation Business & Management*, Vol. 17, 2015, pp. 73~82.

⁸ Haakon Lindstad, Bjørn Asbjørnslett and Anders Strømman, Reductions in Greenhouse Gas Emissions and Cost by Shipping at Lower Speeds, *Energy Policy*, Vol. 39, 2011, pp. 3456~3464.

⁹ Chul-Hwan Han, Strategies to Reduce Air Pollution in Shipping Industry, *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, Vol. 26, No. 1, 2010, pp. 7~30.

保标准管制等)强化绿色港埠绩效,有研究指出相较于亚洲两个港埠,安特卫普港与鹿特丹港实施较好的绿色港埠政策¹。最近,上海港已开始实施排放控制区政策以期有效达成船舶空气污染减量(如二氧化硫、悬浮微粒 2.5、二氧化氮),研究进一步指出排放控制区政策在洋山(Yangshan)与吴淞(Wusong)港区可带来显著的空污减量效果²。过去有学者针对立陶宛 Klaipeda 港进行个案研究,其指出船舶空气污染排放可透过不同的方式来达成,譬如环保友善的燃料、电动与混合式车辆、港埠作业改善、港区导航改善、运输作业组织的最佳化等³。

在一篇希腊港的量化研究指出根据使用者付费原则,押金制度(deposit - refund)机制被认为是有效鼓励船舶采用环保的措施与减少资源浪费⁴。此押金是可退还的,其目的鼓励正确的环保行为来取代对污染者的惩罚。在一些国际海运研究发现燃料税(每公吨150美元)的实施可降低20~30%的二氧化碳排放,同时船舶速度降低可达成20%二氧化碳排放与减少货柜船队成本(每公吨二氧化碳约30~200美金)⁵。在台湾高雄港,在港区20海浬范围内,研究发现实施船舶速度降低与岸电设施可分别降低71%与91%的空气污染排放⁶,并建议港口管理当局与船公司应投资岸电与电力传输相关设备以符合国际港口趋势。在发展绿色港埠方面,许多港埠已开始发展社会责任策略,譬如在瑞典,研究发现实施外部成本内部化的运输系统与不同利害关系人的策略可有效达成的绿色港埠⁷。在香港,有研究指出绿色管理实务可包括(1)供应链伙伴的合作(2)环境友善的作业模式(3)内部管理支持,该研究发现采用绿色管理实务对货柜码头公司绩效有正向影响关系⁸。而在荷兰的研究指出达成清洁航运的目标是困难的,原因其涉及不同伙伴合作关系的利益导致难以透过私人自治的机制来达成⁹,其有可能涉及到政治与法律的议题。例如,现行国际海事组织底下的

-
- 1 Jasmine Siu Lee Lam and Theo Notteboom, The Greening of Ports: A Comparison of Port Management Tools Used by Leading Ports in Asia and Europe, *Transport Reviews*, Vol. 34, No. 2, 2016, pp. 169~189.
 - 2 Ku Shi, Jinxian Weng and Guorong Li, Exploring the Effectiveness of ECA Policies in Reducing Pollutant Emissions from Merchant Ships in Shanghai Port Waters, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 155, 111164, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111164>
 - 3 Vytautas Paulauskas, Ludmila Filina-Dawidowicz and Donatas Paulauskas, The Method to Decrease Emissions from Ships in Port Areas, *Sustainability*, Vol. 12, No. 11, 2020, 4374. DOI: 10.3390/su12114374
 - 4 Dimitrios Georgakellos, The Use of the Deposit-refund Framework in Port Reception Facilities Charging Systems, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 54, 2007, pp. 508~520.
 - 5 James Corbett, Haifeng Wang and James Winebrake, The Effectiveness and Costs of Speed Reductions on Emissions from International Shipping, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 14, 2009, pp. 593~598.
 - 6 Ching-Chih Chang and Chih-Min Wang, Evaluating the Effects of Green Port Policy: Case Study of Kaohsiung Harbor in Taiwan, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 17, 2012, pp. 185~189.
 - 7 Rickard Bergqvist and Niklas Egels-Zanden, Green port dues- The case of hinterland transport, *Research in Transportation Business & Management*, Vol. 5, 2012, pp. 85~91.
 - 8 Lun Venus, Green Management Practices and Firm Performance: A Case of Container Terminal Operations, *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 55, 2011, pp. 559~566.
 - 9 Lindey Wuisan and Judith van Leeuwen, C.S.A. Kris Koppen, Greening international shipping through

海洋环境污染委员会负责防范船舶于海洋与大气的污染相关工作,海洋环境污染委员会于1988年起藉由MARPOL(73/78)公约开始查核船舶空气污染。在中国,有学者使用通用代数建模系统(general algebraic modeling system)并从经济与环境的观点进行绿色港埠排程,研究发现其可改善作业效率¹。

这些过去的研究主要采用量化的步骤来调查绿色港埠及其相关的成本议题,然而,仍有较少的实证研究从利害关系人的观点进行质性探讨,特别是亚洲地区国家。过去运输相关领域的质性研究领域常见于海运安全²、公交车运输³、景观与都市规划⁴。而港埠口议题(特别是低排放港埠)较少从通盘性的观点来研究,本研究目的为填补这个研究缺口并藉由实证访谈的方式来归纳研究发现。

三、研究方法

本研究采用质性步骤探讨产业专家与政府官员对于低空污排放港口政策的看法,藉由扎根理论,将复杂的现象转化成特定的议题来进行分析,为求深入了解低空污排放港埠管理策略,台湾三个主要港埠(高雄、基隆、台中)的专家则采扎根理论进行访谈分析。访谈前先了解受访者的背景以确认其为具资格的受访对象(如有10年以上相关工作经验或对研究议题有专业知识),这些潜在专家先由电话进行连络,并采目的抽样方式进行筛选,并根据他们的背景来进行研究问题访谈,在取得这些受访专家愿意参与本研究的意愿后,访谈的地点与日期则进一步与他们确认,访谈日期介于2020年7月1~2020年8月31日,这些受访者则会收到一封正式访谈邀请信并说明他们是自愿参与本研究与了解访谈研究资料如何使用,受访者的姓名则予以匿名保密。所有的受访者的访谈纪录则采数字化编码⁵,并在寄回给原受访者加以确认访谈内容,受访时所采用的语言为中文⁶,再翻译成英文以使访谈的内容能接近

private governance: a case study of the clean shipping project, *Marine Policy*, Vol. 36, 12012, pp. 65~173.

- ¹ Wei Wang, Li Huang, Gu Jian and Liupeng Jiang, Green port project scheduling with comprehensive efficiency consideration, *Maritime Policy & Management*, Vol. 46, No. 8, 2019, pp. 967~981.
- ² Arben Mullai and Ulf Paulsson, A Grounded Theory Model for Analysis of Marine Accidents, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 43, 2011, pp. 1590~1603. U. M. Ikeagwani and G.A. John, Safety in Maritime Oil Sector: Content Analysis of Machinery Space Fire Hazards, *Safety Science*, Vol. 51, 2013, pp. 347~353.
- ³ Rui Carreira, Lia Patricio, Renato Natal Jorge, Chris Mage and Qi Van Eikema Hommes, *Transport Policy*, Vol. 25, 2013, pp. 233~243.
- ⁴ Erin Heacock and Justin Hollander, A Grounded Theory Approach to Development Suitability Analysis, *Landscape and Urban Planning*, 100, 2011, pp. 109~116.
- ⁵ Joseph Alex Maxwell, Understanding and Validity in Qualitative Research, *Harvard Educational Review*, Vol. 62, No. 3, 1992, pp. 270~300. Christina Davidson, Transcription: Imperatives for Qualitative Research, *The International Journal of Qualitative Methods*, Vol. 8, No. 2, pp. 35~62. Blake D. Poland, Transcription Quality. In Jaber F. Gubrium and James A. Holstein, *Handbook of Interview Research*. Thousand Oaks, Calif: Sage Publications, 2001.
- ⁶ Martin Cortazzi, Nick Pilcher and Lixian Jin, Language Choices and 'blind shadows': Investigating Interviews with Chinese Participants. *Qualitative Research*, Vol. 11, No. 5, 2011, pp. 505-535.

真实的样貌¹，共计16位受访者参与研究，资料收集包括访谈时的观察与访谈内容，受访者的单位包括台湾港务股份有限公司(含高雄、基隆、台中)、航港局(含北部、中部、南部航务中心)。访谈内容采半结构与开放式内容进行²，上述的访谈方式可强化资料收集的内容与理论发展，16位受访者为管理阶层主管，职称包括局长/董事长(2位)、港埠营运经理(6位)、码头业者(6位)与4位利害关系人(2位)，以期能了解政策意涵，并根据量化文献中提到的关键名词(如空气污染、管制、国际公约、船舶污染国际公约、碳税、港埠、码头、航商、货主)来进行深入访谈，访谈资料则透过初始与焦点编码，编码则根据相关主题与概念并进一步形成理论性的命题，访谈的编码与范例详如附录。

四、发现与讨论

一般而言，许多控制与减少空气污染的政策行动可分为管制要求与市场导向(或诱因导向)两类³，本研究受访者的看法可归纳为下列四点减量策略。

4.1 以经济诱因来达成空气污染减量

从经济观点，受访者认为污染外部性为社会成本，这些是由船舶与卡车使用者来产生⁴。为内部化这些成本，可采行 Pigouvian 税⁵来管制这些污染活动以减少无谓的船舶与卡车活动，譬如采用边际社会成本超过社会边际利益时，就该课征该污染税。因船舶的空气污染排放量是根据船舶靠泊船席的时间而定，因此时间影响空气污染成本的关键因素，停靠船席时间越长，应课征越高的污染成本。

从福利经济学的观点来看，应思考这些所课征的污染税该用在哪里，一般而言，这些污染税的配置应从两个方向来思考，首先为用于空气质量改善目的，譬如港埠管理单局补助使用较具能源效率船舶引擎的船东或遵守排放控制区规定的船东(如给予船席费折扣)作为诱因，第二为补助港埠周遭受到空气污染健康问题的居民。不管在何种情况下，港埠当局应针对排放空气污染的船舶课征税费，并提供诱因给

¹ O. Werner and D. Campbell, *Translating, Working through Interpreters, and the Problem of Decentering*. In R. Naroll & R. Cohen (eds.), *A Handbook of Method in Cultural Anthropology*. New York: Natural History Press, 1970. Hans J. Vermeer, *Skopos and Commission in Translational Action*. In L. Venuti (ed) *The Translation Studies Reader* (2nd edition), London: Routledge, 2004.

² William Foddy, *Constructing Questions for Interviews and Questionnaires: Theory and Practice in Social Research*. Cambridge University Press, 1993.

³ Chengfeng Wang, C., James J. Corbett and James J. Winebrake, Cost-effectiveness of Reducing Sulfur Emissions from Ships, *Environmental Science & Technology*, Vol. 41, No. 24, 2007, pp. 8233-8239. Vytautas Paulauskas, The Method to Decrease Emissions from Ships in Port Areas, *Sustainability*, Vol. 12, No. 11, 2020, pp.11~15.

⁴ Alvar Mjelde, Øyvind Endresen, Einar Bjørshol, Caroline Wang Gierløff, Even Husby, Johanne Solheim, Narve Mjøs and Magnus S. Eide, *Differentiating on Port Fees to Accelerate the Green Maritime Transition*, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 149, 110561. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2019.110561

⁵ A. C. Pigou, *Economics of Welfare*. London, UK: Macmillan and Co., 1920.

船东让他们愿意采行措施来降低空气污染¹。

4.2 使用岸电系统来取代船舶辅助引擎

受访者建议可广泛大量使用岸电系统来取代传统船舶靠泊船席时燃烧的辅助引擎,藉此可降低空气污染,目前靠泊船席的船舶必须燃烧辅助柴油引擎以提供基本的电力给电灯、空调系统、泵、起重机及必要的设备²。因此可藉由岸上提供电力供应标准化插座设备来取代船舶辅助引擎³。过去在挪威、法国、美国曾经使用岸电仍能成功减少二氧化碳分别达到99.5%、85.0%、9.4%减量效果⁴。为鼓励使用岸电系统,港埠单位可采用港埠费折扣或差异化的吨税制度来提供诱因。然而,目前台湾尚无管制航商需使用岸电系统的法令,许多较老旧的船舶因装置成本考量而不愿使用岸电系统,这些老旧船舶就无法派遣到先进港口(如美国地区)。此外,使用岸电系统的规定有时会考虑船籍规定,相较其他先进港口(如香港、新加坡、洛杉矶、长堤),台湾使用岸电系统的步调是较慢的,在未来新船建造将配置岸电设备且使用率将会提升。

4.3 改善港埠作业效率

受访者指出可藉由改善港埠作业效率来降低空气污染,因船舶在船席的时间是影响空气污染重要因素,若能导入先进设施(如货柜桥式起重机、轨道式门式机、货柜堆积机)可改善船舶在船席的货物装卸效率,将可进一步降低空气污染的严重性与外部性⁵,目前,为达成有效率的装卸服务,目前在台湾的港埠仅有少数航商使用专用码头,其他未具有专用码头的航商并无靠泊优先权而必须在公用码头采等候的方式安排船席(由于成本考量),从绿色港埠管理观点,港埠当局应提供更多专用码头租赁方案给采用环保措施的航商(譬如在港区内采用低硫燃料来取代传统燃油)⁶。此外,可透过货柜场储存策略来改善土地利用与作业效率,以降低货柜吊挂与作业循环时间,进而降低货柜场的拥挤程度。

4 采用科技创新来降低空气污染

受访者认为科技创新可提供潜在的机会来降低船舶与卡车空气污染,譬如天然

¹ Celeste Ahi, Elaine Frey and Seiji Steimetz, The Effects of Financial Incentives on Vessel Speed Reduction: Evidence from the Port of Long Beach Green Flag Incentive Program, *Maritime Economics & Logistics*, Vol. 19, No. 4, 2017, pp. 601~618.

² Jihong Cheng, Tianxiao Zheng, Akhil Garg, Lang Xu, Sifan Li and Yijie Fei, Alternative Maritime Power application as a green port strategy: Barriers in China, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 213, 2019, pp. 825~837.

³ Markus Salomon, Recent European Initiatives in Marine Protection Policy: Toward Lasting Protection for Europe's Seas? *Environment Science & Policy*, Vol. 12, 2009, pp. 359~366.

⁴ Willaim Hall, Assessment of CO₂ and Priority Pollutant Reduction by Installation of Shoreside Power, *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 54, 2010, pp. 462~467.

⁵ Yi-Chih Yang, Operating Strategies of CO₂ Reduction for A Container Terminal based on Carbon Footprint Perspective, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 141, 2017, pp. 472~480.

⁶ Ching-Chin Chang and Chia-Wei Jhang, Reducing Speed and Fuel Transfer of the Green Flag Incentive Program in Kaohsiung Port Taiwan, *Transportation Research Part D*, 46, 2016, pp. 1~10.

气可作为小型船舶(如拖船、商用渔船)靠泊船席时的替代能源¹,此外,清洁能源(如燃料电池、低硫燃料、生物柴油、液化天然气)相较于现行海运柴油提供更多优点,譬如较低的空气污染排放(藉由柴油氧化触媒、柴油碳微粒滤清器)、改良热效率、电力化等(如自动车辆、混合(hybrid)码头设施)。然而,导入新科技(如物联网、大数据²)对航运业者而言是需要庞大成本,其可能在港埠当局与航运业者间形成议价力量,³此外,无人船也可能是未来的趋势,因其可显著降低空气污染。然而,无人船除了较高的建造成本外,国际海事组织(含内部利害关系人(如成员国、顾问、委员会)与外部利害关系人(如非政府组织))对于这项新科技尚未有完整的航运规范,因此,有必要将这些新科技整合于管制规范里。再者,航商可进一步与其他区域组织进行合作以提升创新能力。例如由于科技快速改变,航运当局可参与协助国际海事组织制订船舶能源效率的标准规范,此外,自动导引车与自动码头起重机在自动化码头系统的运用将会是未来发展趋势(特别是轴心港⁴),对于装卸作业应有清楚的作业规范以供利害关系人(如航商、码头业者、港埠代理业等)及早准备,且碳交易机制也可能是未来的解决方案。⁵

五、结论

为发展低空污排放港口,根据16位专家的意见,本研究采用质化步骤收集与分析不同港埠利害关系人的观点。此质化方式可采深度方式汇整四个减量策略,包括经济诱因、岸电系统、港埠作业效率(如货柜储存策略)与创新科技(如清洁燃料、自动作业系统)等。本研究建议港埠规划与发展应考虑三个重要利害关系人的想法包括港埠/码头业者、航商、货主等。任何的空气污染减量策略应从广泛的角度来设计具弹性的管理方式,譬如,港埠税(碳税)应由港埠当局来课征且由航商来支付。再者,应提高对于不同利害关系人的接受度与提供激励诱因(如采用节能方式来给予港埠税减免)以达到资源使用最佳化(或资源共享)与环境平衡。

Increasing stakeholder acceptance and providing initiatives (e.g. port tax reduction via adopting energy-saving methods) to achieve resource use rationalization (or resource sharing)

¹ Lei Yang, Yiji Cai, Yunlei Wei and Shou Huang, Choice of Technology for Emission Control in Port Areas: A Supply Chain Perspective, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 243, 2019, 118105. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118105>

² Xing Sun, Zhe Tian, Reza Malekian and Zhixiong Li, Estimation of Vessel Emission Inventory in Qingdao Port based on Big Data Analysis, *Symmetry*, Vol. 10, No. 10, 2018, pp. 452-1-452-11. 10.3390/sym10100452

³ Dong Bo, Dong Kangcheng, Chen Guang, Cao Huiyun and Ya Hongying, Carbon Emission Management System of Port Logistics based on Internet of Things Technology, *Agro Food Industry Hi-Tech*, Vol. 28, No. 1, 2017, pp. 1094-1098.

⁴ Kap Hwan Kim and Jong Wook Bae, A Look-Ahead Dispatching Method for Automated Guided Vehicles in Automated Port Container Terminals, *Transportation Science*, Vol. 38, No. 2, 2004, pp.224-234.

⁵ Yuxia Peng and Yanping Meng, Research on Carbon Emission Reduction Decisions of Ports with Low Carbon Preference under Carbon Trading Mechanism, *International Journal of Social Science and Education Research*, Vol. 3, No. 9, 2020, pp. 330-321.

and environment balance.

致谢

作者感谢台湾科技部经费补助(编号: MOST 105-2410-H-035-030)。

附录

非常感谢您参与此次研究。我将详实记录此访谈内容, 而非仅作摘录重点, 此访谈过程会是轻松自由的, 因此我不清楚会花多少时间, 不过估计是一个小时, 在访谈过程中请在任何时刻自由地提出任何问题, 我也有可能会是如此, 如此进行方式可以协助我从您的观点来了解访谈内容, 简要的编码内容如表 1 所示。

表 1 编码与范例

| 编码分类 | 描述 | 范例 |
|------|------------------------------------|--|
| 公约 | 当执行港口国管制时采用国际公约(如防止船舶污染国际公约)来检查 | “航商应自主性遵守国际公约”。产业专家 01. |
| 碳税 | 污染产生者付费 | “港埠污染产生者负担碳税是合理的, 其可有效降低港区附近的空气污染”。政府专家 01. “碳交易机制可能会是为来的趋势”。政府专家 02. |
| 管制 | 采用空污减量策略(如低硫油、岸电系统、进港减速)来达到绿色港埠目标. | “我们将遵守港埠当局所制定的污染管制规定, 即使会增加我们的营运成本”。产业专家 02. |

| Codified Category | Descriptions | Exemplar Quote |
|-------------------|---|---|
| Conventions | Adopt international conventions (e.g. MARPOL) when implementing Port State Control check | <i>“Shipping lines should autonomously follow international conventions”.</i> Industry Expert 01. |
| Carbon tax | Polluters pay the pollution fees | <i>“It is reasonable that port polluter pay the carbon tax in order to reduce emission around the port area”.</i> Government Expert 01. <i>“Carbon Trading Mechanism might be a future trend”.</i> Government Expert 02. |
| Regulations | Adopt emission mitigation strategies (e.g. low sulfur fuel, shore power, reduced speed) to achieve green port target. | <i>“Our company will follow pollution regulation rules of port authorities even it might add our operation costs.”</i> Industry Expert 02. |

