

輕軌系統與澳門的可持續發展

林瑞海*

一、前言

澳門是一個地小人稠、路窄車多、有超過400多年歷史的城市。由於近年來博彩旅遊業的急速發展，使澳門原來的生活環境帶來急劇的變化。

在2008年初，根據澳門統計暨普查局的資料¹，有超過530,000人居住在澳門。這數據並不包括2007年接近2仟7百萬的來訪的遊客數字。超過一半的居民（大約80%）居住在面積約8平方公里的澳門半島。每個家庭的人均數字是3.2。全澳的家庭總數大約為134,332個。而在澳門家庭當中，有48%家庭沒擁有汽車，他們如大部份旅客一樣，主要出行模式是步行和乘坐巴士（或的士）。

澳門只有29平方公里的陸地面積，卻是世界上人口密度最高的地方之一，平均人口密度達致18,900人。澳門的道路總長度大約是370公里，接近一半位於澳門半島。在2007年私人車輛數目達到了180,000輛。其中一半是電單車。圖1至圖4顯示了一些澳門在交通有關的統計數據如經濟、人口和遊客數量的增長。如圖5所示，上升的經濟活動和收入使私人車輛的數字急速增長。

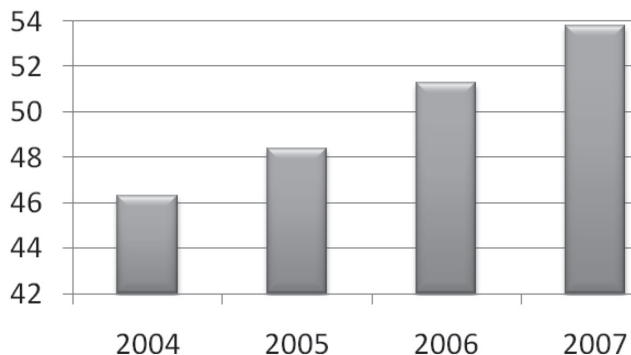


圖1 2004-2007年澳門人口數字（萬人）

* 運輸基建辦公室顧問

1. 澳門統計暨普查局<http://www.dsec.gov.mo>

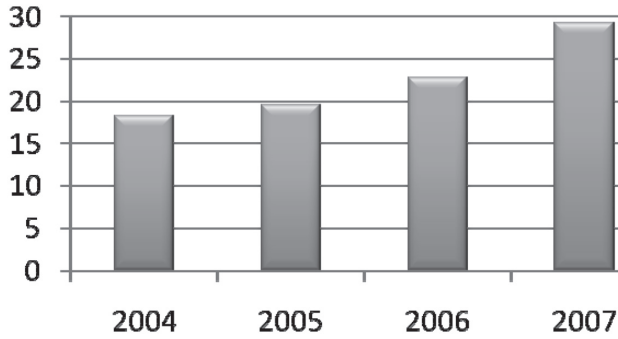


圖2 2004-2007年澳門平均個人GDP（萬澳門元）

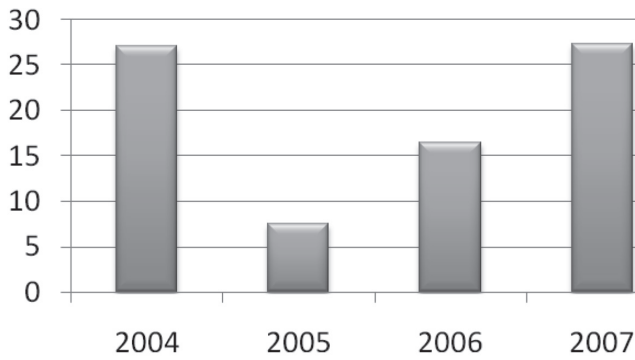


圖3 2004-2007年澳門經濟增長

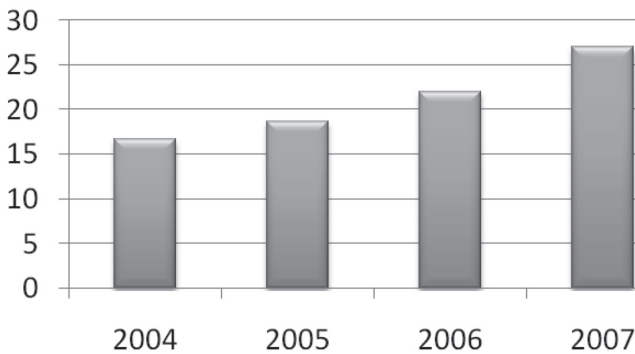


圖4 2004-2007年旅客入境數字

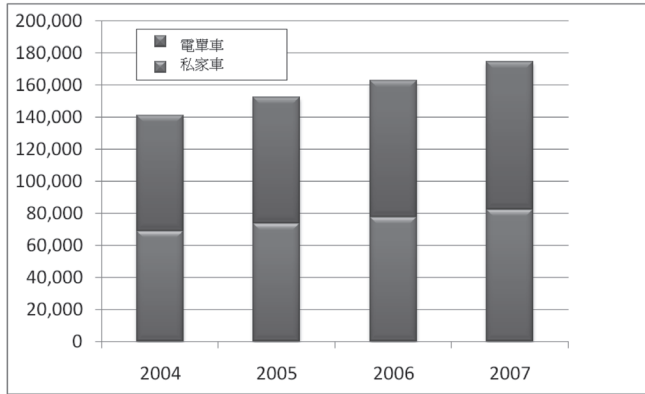


圖5 2004-2007年私人車輛增長

考慮到現時澳門這個細小而稠密的市區，高速經濟增長的情況下帶動私人車輛的數量增多，由於目前缺乏一個高效率的公共交通系統，更加劇了在私人交通的需求，如果趨勢持續，澳門的生活環境將難以配合其經濟方面的發展。在多個不同的研究報告中已顯示出這是一個主要的憂慮。例如，超過60%被訪者認為交通條件在往後三年中將會繼續惡化²。而人們主要關心由於交通堵塞而引致的空氣污染，更長的出行時間，生產力下降，延遲緊急事件的救援進度及環境破壞等³。

以上正顯示出交通和環境是很多澳門人十分關注的問題。為了能協調經濟增長和居民生活品質間的平衡，一項可持續運輸的政策和系統是必需的。在本文，我們研究及討論輕軌與澳門要成為一個可持續發展都市的關係。

二、澳門的可持續運輸系統策略

運輸規劃通常與一個地區的一套運輸政策息息相關，這對澳門來說，也是特別切合的。圖6顯示了澳門經濟發展與交通之間的動態關

2. 楊允中與蔡少君 (2007). 澳門引入軌道交通的可能性, 澳門大學澳門研究中心
 3. Chan, C.W. (2007). *Studies of Issues in Transportation in Macao*, Phase I Report, Polytechnics Institute of Macao.

務連接，它將會成為負責每日接載居民和旅客的核心運輸模式。輕軌系統會先在澳門及離島形成環線，按照規劃上常用的300公尺或500公尺的車站覆蓋面，此環線能服務大部分居民生活區及口岸。而後階段將探討貫穿接近舊城區的內部區域，但必需要克服一些重大的技術難題。從長遠看來，輕軌將會透過轉乘站與珠江三角的軌道網相通，但需注意的是兩地軌道採用了不同的制式，兩地的列車是不能直通至對方的軌道上的。為了兩地乘客的最大便利，這些轉乘站應考慮以“無縫”或“零距離”的原則去進行有關設施的設計。

其他公共交通服務需要配合使用的需求而改變。當輕軌投入服務後，公共汽車的主要功能應是與輕軌接駁並運送乘客到那些輕軌沒有直接服務的地方。的士也能透過輕軌車站設置上落客點，並繼續擔當提供點到點的優質服務的角色。

輕軌也有需要與有價值的歷史地方和有限的綠色空間和諧地開發和管理，例如細小的都市空間，狹窄的街道，密集和未受控制的發展等限制條件與保護良好的遺產景點共存。像這樣擁擠的地區，道路和私人車輛為主的發展很明顯地不僅曝露了地窄人稠的缺點，而且無法成為解決運輸的問題的長久解決辦法。相反，擁有適當的運輸規劃，這些限制條件能成為優勢，例如，一個精心設計的步行網絡，與輕軌車站有最靠近的步行可及的範圍連接，將是滿足大部分人需要，特別是居住在澳門舊城區的居民的一個理想的方式，因為這些區域大都是依托步行而逐漸發展的。這樣的一個以輕軌為主導，與步行及巴士互相配合的公交優先，以人為本的交通系統，將能夠大大改善交通及環境的問題。

在新填海發展地區，輕軌可與各種不同的運具配合以達到高效能的交通出行及土地運用。這個計劃策略是由輕軌和公共交通運輸連接主要的交通網絡，這樣將有效減少對私人車輛和停車場的需求。另外，透過與輕軌靠近的停車場，私人車輛使用者可透過轉乘的方法，更便利地到達大部分缺乏停車設施的地方。而對於電單車使用者而言，透過搭乘以輕軌為主導的公交系統，可大大改善其每天出行時要遇到的種種不便，如天氣、泊車等。

要達到這個政策的目標，特區政府在2007年11月建立“運輸基建辦公室（GIT）”。其主要職責是帶領道路基礎設施步入現代化的發

展，並且為解決澳門中長遠的內部運輸需要而將輕軌開發成為一個核心的運輸模式。其宗旨是為居民及旅客提供一個舒適、高效率 and 現代化服務的運輸系統⁶。

按照2006年的中期人口統計結果顯示，就上班出行而言，有相當高的比例（27.9%）的出行是透過步行的方式，以及大約33%的人使用公共汽車。換言之，在現時的出行中，使用私人車輛（包括電單車）的出行少於40%。在一些對輕軌的可行性問卷調查報告中，發覺民眾分別對輕軌系統有74%及76%的支持率，而空氣質量，接踵而來的交通擠塞問題等，成為支持他們的主要理由。如果定價合理，接近73%的私人車輛用戶將考慮轉乘輕軌。這表示，如果在建設及經營方面可以順利地達到上述政策的目標，輕軌將會得到廣泛的支持。當人們轉乘輕軌的情況發生時，我們可以期望空氣質量和交通擠塞的情況將得到改善。

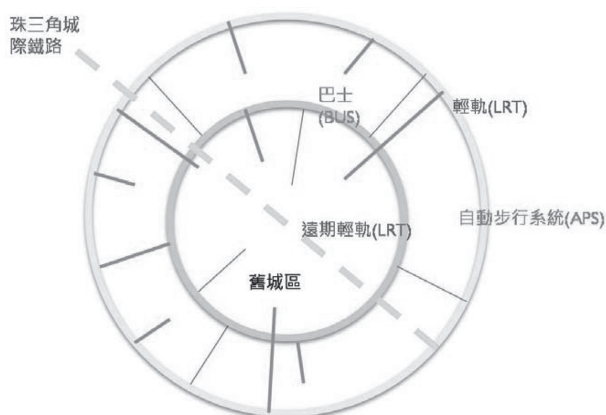


圖7 輕軌作為澳門的核心運輸模式

三、澳門的“綠色通道”——輕軌捷運系統

考慮到澳門這個面積雖小但人口密集的地方，擁有高水準的服務及可靠性的輕軌捷運系統可能會成為居民和訪客的主要運輸模式。澳門輕軌的服務區域可以通過與人行道和公共汽車網絡的配合而被擴

6. DESCE 289/2007. http://www.safp.gov.mo/legismac-orgtxt/2007/S1/2007_43/DESCE289XX07.htm, accessed at 25 April 2008.

大，而服務更多的民眾。並可透過設置於輕軌車站附近的停車場來吸引更多的人選擇輕軌而取代駕車。透過這種做法，輕軌可能會成為澳門的“綠色通道”，承擔澳門要持續發展時的出行需要，同時改善環境質量。

為了突破澳門土地資源不足的局限，輕軌首期路線選擇考慮到軌道捷運需連接澳門半島及氹仔離島各主要出入口口岸，並結合居民及就業人口的分布、旅客需求、客觀環境及工程可行性的考量因素。方案首期路線全長20公里，起點由關閘口岸至終點氹仔客運碼頭，途經人口密集的北區、外港碼頭、旅遊景區、市中心商業區、機場、路氹城等地點，是連接澳門與離島的重要交通走線。系統每天運作19小時，在繁忙時間可每三分鐘一班車，非繁忙時間平均三到六分鐘一班車。以雙組列車（即四節車廂）運作時，最高載客量每小時每方向約8800人次。這些運作參數可以根據實際旅客的需求而作出適當的變化⁷。



圖8 輕軌系統首期路線圖

7. 統計暨普查局，2006中期人口統計，總體結果報告。

建立輕軌系統將有助提升澳門旅遊接待能力，促進與珠三角地區更緊密的融合，以及回應社會和經濟的急速發展對公共交通運輸服務需求的日益增長。隨著城市軌道交通骨幹網絡逐步建立，將可促使其他個人交通工具轉變為輔助模式，從而提高城市公共交通乘客的總量，落實“公交優先”政策。考慮首階段選線中未能覆蓋的城區，乘客可透過在輕軌車站設置公交運輸轉乘接駁的設施，以及其他公共交通運輸工具到達他們的目的地。行車天橋柱位豎立在道路分隔帶，盡量不佔用路面。月台及柱位之間的分隔帶可作綠化用途。在主要車站會預留與公共運輸工具〔的士和巴士〕的轉乘接駁設施。沿線二十三個車站，其中十一個鄰近本澳公共停車場⁸。

（一）輕軌的內在特性和可持續發展

作為在澳門的可持續運輸系統的核心運輸模式，如圖9所示，輕軌在設計和建造時應充分考慮如何與生活空間、自然環境及歷史城區等協調整合。這是未來輕軌系統的重要設計考慮。輕軌是一個安全、可靠、準時且低污染的系統。考慮到乘客的需要，車廂及車站設計將會考慮以下特點：無障礙設計，照顧長者及殘障人士使用，例如：設扶手電梯及升降機及導盲磚等，將會是所有共同的元素。為增加乘客的舒適度，車廂設計會盡量寬敞、舒適。而高架路軌的天橋柱位盡量不佔用行車路面，在設計其基礎設施時也會特別地使它對周邊地區的景觀、風景的影響和噪音污染減到最小，特別在一些具歷史意義的地方（如聯合國教科文組織所指的歷史城區），其景觀設計與周邊環境協調，設置了方便快捷的人行道以減少使用其他不便的交通工具，而這些設施將避免與現存的風景及景觀有任何衝突的。車站採用自然透光，自然通風的環保設計，達到節能的效果。月台設安全幕門，為乘客提供最優質的安全設施。主要車站將預留與其他公共運輸工具的轉乘接駁設施及公共設備等。雖然輕軌與歷史景點之間，特別是聯合國教科文組織確認的世界遺產景點。

8. 運輸基建辦公室（2008）. <http://www.git.gov.mo>。

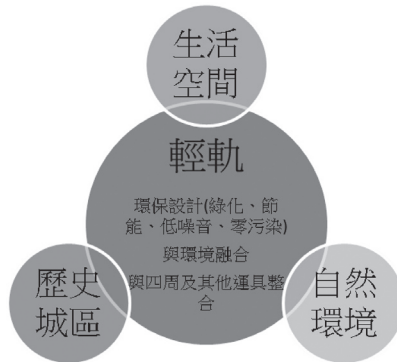


圖9 輕軌與環境的關係

(二) 輕軌外在影響與可持續發展

正如前述，當輕軌落成並提供一個高效率的運作模式時，一部分私人車輛使用者可能會被它吸引而轉乘輕軌。這項潛在轉變對環境有著積極的正面影響。這是由於人們將會減少使用私人車輛上班、上學或去其他目的地。而那些不改變其交通運輸模式的人，當他們駕駛時，道路會因較少其他車輛變得更加流暢，並且由於道路使用者的減少而降低了噪音的污染及排放量。對於步行者來說，增設人行道、以及使用私人車輛的數目減少有助提高空氣質量等，均會改善其使用道路的環境。

與現在相比，因為輕軌可提供一個安全、可靠、快捷的方式到達大部分的目的地，長期的運輸管理模式可能會令擁有汽車或電單車的需求減少。這將會舒緩道路基礎設施及停車場的壓力，從而將更多原來被用作道路或泊車的空間可被轉換成綠化區。新的大型發展計劃可以較直接的方式與輕軌連接，免除了提供專線巴士服務的需要。

要達到這個目標，就必需妥善設計輕軌的基礎設施及符合種種要求。例如，上述提及的內在特徵必需小心建造並成功運作。輕軌的經營模式必需是安全、可靠和高效率，從而成為大多數居民和訪客所挑選的模式。與其他模式及設施的一體化必須有良好的計劃以及同步提供予使用者最舒適和最便利的運輸模式。對於輕軌服務的需求，包括公共交通工具的使用者以及從其他交通模式轉乘輕軌的使用者，都應

該要更深入的研究。有了這些研究資料，調節合理的基礎設施和營運方式可以提供所需求的載客量。面對這些考慮因素，澳門未來的交通運輸的願景將會與現在大不相同。許多街道會因此而變得暢順，而巴士服務亦會變得更安全、舒適、快捷，即使如此，輕軌都會滿足遠程乘客的需要而提供服務。而這正是澳門可持續運輸的最顯著的表現。

（三）概念性例子 —— 輕軌和可持續發展

輕軌對於社會的可持續發展起了一個關鍵的作用。在舊城區，狹窄的街道和密集的区域發展隨處可見，輕軌可透過舊區重建與同步發展的方式而發揮它最大的潛力。當建設現代化設施和基礎設施時，通常需要保護現有的文化和鄰近地區的生活方式。在這種情況下，最理想的方式是把輕軌站設置在居民生活的中心地帶，以能提供該區市民最方便的服務為目標。如下圖所示，在輕軌站周邊一定範圍內形成一個行人專用區，而其他道路交通設施則在中心的環帶上。

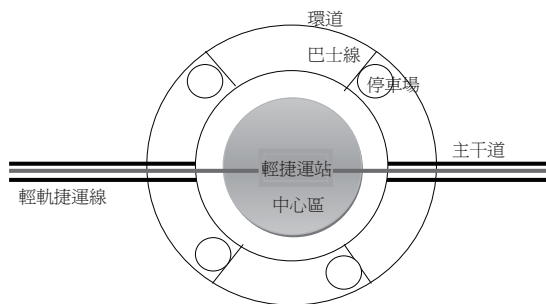


圖10 輕軌與交通規劃的概念圖

四、結論

當澳門的生活模式因近年的急速發展而顯著改變，它已很難應付對道路空間的增長的需求和環境的保護的迫切性。在這篇文章中指出，澳門輕軌捷運系統（或輕軌）將為居民和訪客提供一個更加方便和環保的運輸模式。相比起所有依賴澳門有限的道路空間的常規運輸方式，輕軌在更環保、低污染的情況下，以一個持續的運輸模式更有

效地運送更多的人。根據澳門中期人口調查的數據顯示，使用步行和使用公共汽車作上班出行的比例大約佔65%。在這基礎下，未來輕軌服務可繼續擴大這一份額，使澳門有條件在持續發展的大前提下，避免在交通上出現嚴重擠塞的情況，而對環境亦有正面的影響。

確立公交優先的可持續運輸政策及提升它成為主要交通運輸模式。更具體地，輕軌將變成核心的交通運輸模式，連接人行天橋，並且和公共運輸工具結合起來。這是按照澳門獨特的特性和它的限制而確立的政策。

要實行管理策略以對公共運輸有利為目的，澳門輕軌可吸納更多輕型汽車及電單車的使用者以便改善環境，從而削減在公路上行使的私人車輛，以及為行人和公共巴士提供更多廣闊的道路空間。透過連接在輕軌車站的行人通道，可幫助確保大部分地方特別是歷史性地區之間能徒步到達，能繼續為這一澳門特有的徒步文化而驕傲，此一要素更能保證澳門將有的一個保持在一定水平的運輸制度，以便配合持續的經濟發展。

