

SỬ DỤNG ỐNG NANO CACBON BIẾN TÍNH TRONG PIN DSC

Pin DSC sử dụng chất màu nhạy quang là thế hệ pin mặt trời mới thu hút sự quan tâm của nhiều nhà khoa học. Tuy nhiên, công suất thấp và chi phí sản xuất cao là những rào cản lớn để có thể đưa pin DSC ứng dụng vào thực tế cuộc sống. Vừa qua, các nhà khoa học thuộc Đại học Bách khoa Nanyang, Singapore đã tìm ra một phương pháp mới, biến tính các ống nano cacbon (CNT) nhằm thay thế cho oxide dẫn điện trong suốt phủ trên đế thủy tinh dẫn của pin DSC, giúp hạ giá thành sản xuất.

Khái quát về pin quang điện

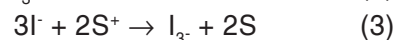
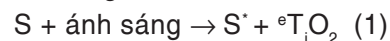
Trong rất nhiều vấn đề mà nhân loại đang phải đối mặt, dự trữ năng lượng và phân bố năng lượng là những vấn đề quan trọng nhất. Khi nguồn nhiên liệu hóa thạch dần cạn kiệt, người ta buộc phải chuyển hướng sang các nguồn năng lượng thay thế khác như năng lượng hạt nhân, năng lượng gió, năng lượng thủy triều, năng lượng mặt trời... Trong đó, năng lượng mặt trời là nguồn năng lượng cơ bản nhất, phong phú và đặc biệt là sạch, không gây ô nhiễm môi trường. Vì thế rất nhiều nghiên cứu đã được triển khai từ thế kỷ XIX cho đến nay nhằm có thể khai thác năng lượng mặt trời một cách hiệu quả và tiện lợi.

Năm 1839, nhà vật lý người Pháp A.E. Becquerel đã khám phá ra hiệu ứng quang điện, cho phép chuyển hóa một phần năng lượng mặt trời thành điện năng. Kể từ đó, các thế hệ pin quang điện (còn gọi là pin mặt trời) lần lượt được chế tạo và thử nghiệm trong suốt khoảng thời gian dài. Cho đến năm 1991, hai nhà khoa học Gratzel và O'Regan đã lần đầu tiên chế tạo thành công pin mặt trời tẩm chất màu nhạy quang (pin DSC), một thế hệ pin mặt trời mới hứa hẹn

tính ứng dụng cao và chi phí cạnh tranh với pin mặt trời dựa trên chất bán dẫn silic. Đây được xem là một phát minh đột phá về công nghệ năng lượng của thế giới ở thời điểm bấy giờ, đem lại cho GS Gratzel giải thưởng công nghệ thiên niên kỷ năm 2010 [1].

Cấu tạo của pin DSC bao gồm các thành phần sau (hình 1): (1) điện cực anode là màng nano oxide TiO_2 được thiêu kết và gắn trên một đế thủy tinh dẫn (được tạo thành từ thủy tinh có phủ một lớp mỏng các oxide dẫn trong suốt - TCO); màng anode oxide TiO_2 này được hấp phụ đơn lớp chất màu nhạy quang (dye); (2) điện cực cathode (điện cực đối) là lớp Pt được phủ trên một đế TCO khác; (3) giữa hai điện cực là dung dịch điện ly chứa cặp oxi hóa/khử I_3^-/I^- [1]. Như vậy khi được chiếu xạ, các phân tử thuốc nhuộm ở trạng thái cơ bản (kí hiệu

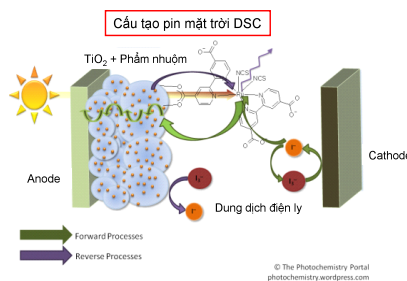
S) sẽ hấp thu photon và chuyển lên trạng thái kích thích (S^*). S^* ở trạng thái kích thích có mức năng lượng cao sẽ tiêm điện tử vào vùng dẫn (CB) của TiO_2 (1). Điện tử khi đó sẽ di chuyển sang màng xốp TiO_2 , đến đế thủy tinh dẫn TCO rồi chạy ra mạch ngoài để tải về điện cực đối cathode. Ở đó điện tử sẽ kết hợp với I_3^- tạo I^- (2). I^- được hoàn nguyên trở lại I_3^- nhờ khử dạng oxi hóa của chất màu nhạy quang S^+ (3). Cứ thế các quá trình sẽ được lặp lại như một vòng tuần hoàn và tạo ra dòng điện.



Chính nhờ cấu tạo đơn giản và những tính chất đặc biệt trên, pin DSC ngay lập tức đã thu hút sự chú ý rất lớn của cộng đồng khoa học. Nhiều nghiên cứu kế thừa đã liên tục được thực hiện nhằm nâng cao hiệu suất pin, hạ giá thành sản xuất, cũng như cải thiện các tính chất truyền dẫn của pin. Trong đó, cải thiện đế thủy tinh dẫn của pin DSC là một trong những hướng nghiên cứu khả thi và thu hút.

Cải thiện đế thủy tinh dẫn

Để thủy tinh dẫn vốn được cấu tạo bởi một tấm thủy tinh có bề mặt



Hình 1: cấu tạo và cơ chế hoạt động của pin DSC

được phủ một lớp mỏng oxide dẫn điện trong suốt (TCO). Để đáp ứng nhu cầu sử dụng cho DSC, TCO phải thỏa mãn các yêu cầu sau: có độ trong suốt cao để ánh sáng truyền qua, có điện trở thấp để dẫn điện tốt. Một trong những TCO đáp ứng tốt các yêu cầu trên là thiếc oxide pha tạp indium hoặc thiếc oxide pha tạp fluor. Tuy nhiên, các vật liệu này vẫn còn nhiều hạn chế [2, 3], trong đó giá thành cao là một trong những hạn chế nổi bật. Gần đây, sự thành công trong điều chế các lớp màng mỏng dẫn điện và trong suốt dựa trên nền tảng các ống nano cacbon (CNT) và graphene đã mở ra một khả năng nghiên cứu mới, thay thế các vật liệu TCO truyền thống [4, 5]. So với thiếc oxide pha tạp fluor, sử dụng vật liệu dựa trên CNT cho phép giảm đáng kể chi phí sản xuất nhờ vào nguồn cung cấp cacbon phong phú và khả năng sản xuất từ dung dịch [6]. Bên cạnh đó, CNT có độ bền hóa học cao, có độ cứng cơ học lớn [7]. Chúng còn gần như trong suốt trong vùng cận hồng ngoại, tính chất mà các TCO truyền thống không có [3]. Những yếu tố này khiến cho CNT và graphene trở thành một trong những ứng viên tiềm năng ứng dụng trong pin DSC.

Tuy nhiên, cho đến hiện tại, việc sử dụng CNT để làm điện cực anode trong pin DSC gần như là không thể do khả năng xúc tác cho các phản ứng oxi hóa khử của CNT. Chúng cho phép các electron thu thập được ở anode tái kết hợp với I_3^- tại bề mặt tiếp xúc giữa anode và dung dịch điện ly bằng phản ứng (4):



Do đó, CNT chỉ mới được sử dụng làm điện cực cathode để thay thế Pt đắt tiền [8], gần như không có một loại pin DSC nào sử dụng CNT

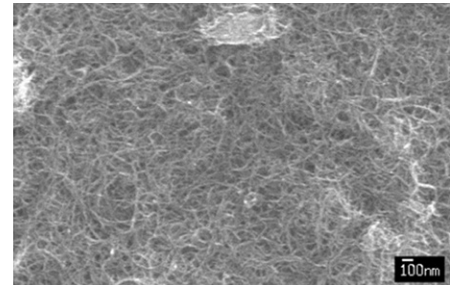
để chế tạo anode. Để giải quyết vấn đề này, nhóm nghiên cứu của giáo sư H.V. Demir và các cộng sự tại Viện Kỹ thuật Điện và Điện tử, Đại học Bách khoa Nanyang, Singapore đã đề nghị một phương pháp đơn giản, sử dụng CNT làm anode với bề mặt được biến tính bởi một lớp oxide mỏng, nhằm làm giảm quá trình tái kết hợp điện tử với I_3^- trong khi vẫn bảo toàn được những tính chất điện và quang của CNT. Mặc dù phương pháp này có thể giải quyết được vấn đề, nhưng việc tìm kiếm được một oxide lý tưởng để biến tính lại không đơn giản. Chẳng hạn, màng mỏng ZnO tổng hợp bằng phương pháp sol-gel đã được chứng minh có độ trong suốt rất cao, chuyển dịch điện tử tốt trong môi trường hữu cơ của pin mặt trời [9] nhưng ZnO lại không phù hợp với lớp hỗn hợp anatase chứa acid trong pin DSC và dung dịch phẩm nhuộm. Tương tự, một lớp TiO_2 dày đặc điều chế bởi phương pháp phun nhiệt phân có khả năng chống chịu acid nhưng lại có thể oxi hóa CNT ở nhiệt độ cao trong quá trình kết tinh màng [10].

Gần đây, nhóm nghiên cứu của giáo sư H.V. Demir [11] đã thực hiện biến tính bề mặt của màng mỏng CNT trên điện cực anode theo một phương pháp mới: tổng hợp lớp phim CNT với titan sub-oxide (TiO_x) được phủ lên ở nhiệt độ thấp ($150^\circ C$) bằng quá trình sol-gel. Phương pháp này đã đem lại những kết quả khả quan, cho phép giảm giá thành và nâng cao hiệu năng của pin DSC một cách rõ ràng.

Chế tạo pin DSC với điện cực phủ CNT và TiO_x

Quá trình chế tạo pin DSC của nhóm nghiên cứu đến từ Đại học Bách khoa Nanyang trải qua ba giai đoạn chính. Đầu tiên, nhóm tổng

hợp lớp màng mỏng CNT gắn trên đế thủy tinh bằng phương pháp sol-gel. Một dung dịch huyền phù CNT 2 mg/ml được khuấy trộn với dung dịch nước chứa chất hoạt động bề mặt sodium dodecylbenzene sulfonate với nồng độ 0,5%, sau đó hỗn hợp được đánh sóng siêu âm ở 120 W nhằm thu được một hỗn hợp đồng nhất [12]. Toàn bộ hỗn hợp này được cho vào súng phun và được phun phủ đều lên bề mặt kính thủy tinh vốn sẽ được sử dụng làm đế thủy tinh dẫn trong pin DSC. Tấm thủy tinh sau đó được nhúng ngập trong nước trong suốt 24 giờ để loại bỏ hoàn toàn chất hoạt động bề mặt và cuối cùng được làm khô tự nhiên ở không khí. Hình 2 thể hiện bề mặt của đế thủy tinh dẫn sau khi đã phủ CNT, cho thấy các CNT với bề dày khoảng 20-25



Hình 2: hình ảnh kính hiển vi điện tử của bề mặt đế thủy tinh dẫn sau khi phủ lớp CNT

nm được phủ trên bề mặt một cách đồng nhất với độ phủ cao, rất thích hợp để sử dụng trong pin DSC.

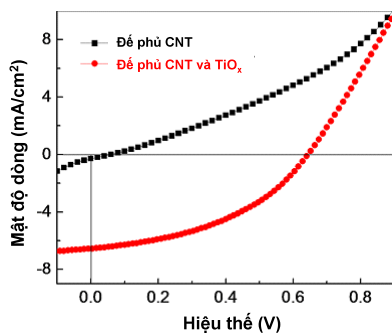
Giai đoạn thứ hai là tổng hợp lớp sub-oxide TiO_x phủ lên bề mặt của CNT. Dung dịch titanium (IV) isopropoxide được trộn lẫn lượt với 5 ml 2-methoxyethanol và 0,5 ml ethanolamine trong một bình cầu 3 cổ. Hỗn hợp dung dịch này được đun hoàn lưu ở $80^\circ C$ trong 2 giờ và $120^\circ C$ trong 1 giờ [13] để hình thành lớp gel TiO_x . Sau đó, lớp gel sẽ được phủ quay trên đế thủy tinh dẫn ở tốc độ 3.000 vòng/phút. Bề dày của lớp phim hình thành

được điều chỉnh bởi dung dịch 2-methoxyethanol. Sau cùng, toàn bộ để thủy tinh sẽ được nung ở 150°C suốt 1 giờ trong không khí để chuyển hóa hoàn toàn gel thành TiO_x .

Để thủy tinh được phủ CNT và TiO_x sẽ được sử dụng làm điện cực anode để chế tạo pin DSC trong giai đoạn cuối cùng. Nhóm nghiên cứu lần lượt phủ chất bán dẫn TiO_2 lên điện cực anode vừa tổng hợp, cho TiO_2 hấp phụ phẩm nhuộm cis-diisothiocyanato-bis(2,20-bipyridyl-40-dicarboxylato)ruthenium m(II) bis(tetrabutylammonium) rồi ghép với điện cực cathode là kim loại Pt. Ở giữa hai điện cực này, nhóm nghiên cứu tiến hành bơm vào dung dịch điện ly I_3^-/I^- để tạo thành pin DSC hoàn chỉnh.

Tính chất của pin DSC sau khi chế tạo

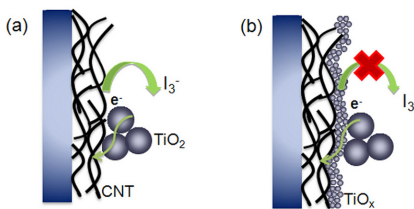
Pin DSC với anode phủ CNT và TiO_x sau khi được chế tạo được so sánh các tính chất quang điện với pin DSC chỉ sử dụng anode có phủ CNT. Các thông số như dòng ngắn mạch I_{sc} , thế mạch hở V_{OC} , thừa số lấp đầy ff (fill factor) và hiệu suất chuyển đổi quang năng của hai loại pin lần lượt được đo trong một hệ giả lập ánh sáng mặt trời với bức xạ AM1.5G (100 mW/cm²). Hình 3 trình bày các kết quả thu được sau



Hình 3: giản đồ thể hiện tính chất quang điện của pin DSC được chế tạo từ anode phủ CNT và anode phủ CNT và TiO_x

khi khảo sát tính chất quang điện của pin.

Pin DSC với anode chỉ phủ CNT có các giá trị I_{sc} , V_{OC} , ff và hiệu suất chuyển đổi quang năng lần lượt là 0,281 mA/cm², 0,057 V, 23% và gần 0%. Kết quả này cho thấy, pin gần như không hoạt động dưới ánh sáng mặt trời. Ngược lại, với pin DSC có anode phủ CNT và TiO_x , các giá trị I_{sc} , V_{OC} , ff lần lượt là 6,547 mA/cm², 0,644 V, 43% và hiệu suất chuyển đổi quang năng đạt 1,8%, chứng tỏ việc phủ TiO_x lên CNT đã khắc phục hoàn toàn nhược điểm của CNT khi sử dụng trong anode của pin DSC. Nhờ phủ một lớp TiO_x ngăn cản lớp CNT trên để thủy tinh tiếp xúc trực tiếp với dung dịch điện ly I_3^-/I^- , các electron sinh ra từ quá trình quang hóa sẽ được truyền đến CNT và không tham gia phản ứng khử I_3^- , số lượng electron di chuyển ra mạch ngoài vì thế không bị suy giảm, đảm bảo cho pin DSC hoạt động tốt (hình 4).



Hình 4: quá trình chuyển điện tử từ CNT đến dung dịch điện ly trên điện cực anode phủ CNT (a) và sự ngăn cản quá trình dịch chuyển điện tử này trên điện cực anode phủ CNT và TiO_x (b)

Những kết quả nghiên cứu của giáo sư H.V. Demir và nhóm của ông đã mở ra một tiềm năng rất lớn cho việc ứng dụng CNT vào pin DSC, giải quyết hoàn toàn vấn đề xúc tác của CNT đối với các phản ứng oxi hóa khử trong hệ dung dịch điện ly của pin. Các CNT không chỉ có giá thành thấp hơn TCO truyền thống mà còn có những tính chất ưu việt hơn. Chính vì vậy, trong

tương lai, nhóm còn hướng đến việc thay thế cả điện cực cathode Pt bằng điện cực có phủ CNT [14]. Nếu thành công, đây sẽ là một đột phá rất lớn trong cộng đồng khoa học nói chung và những người làm nghiên cứu về pin nói riêng, khi mà giá thành sản xuất pin DSC chưa bao giờ là thấp ■

LTK (tổng hợp)

Tài liệu tham khảo

- [1] K.E. Jasim, Dye sensitized solar cells - working principles, challenges and opportunities, www.intechopen.com/books/solar-cells-dye-sensitized-devices (2013).
- [2] S.R. Forrest, Nature 428, 911 (2004).
- [3] L. Hu, D.S. Hecht and G. Gruner, Appl. Phys. Lett. 94, 081103 (2009).
- [4] Z. Wu, Z. Chen, X. Du, J.M. Logan, J. Sippel, M. Nikolou, K. Kamaras, J.R. Reynolds, D.B. Tanner, A.F. Hebard and A.G. Rinzler, Science 305, 1273 (2004).
- [5] X. Li, Y. Zhu, W. Cai, M. Borysiak, B. Han, D. Chen, R.D. Piner, L. Colombo and R.S. Ruoff, Nano Lett. 9, 4359 (2009).
- [6] B. Dan, G.C. Irvin and M. Pasquali, ACS Nano 3, 835 (2009).
- [7] E. Frackowiak and F. Béguin, Carbon 39, 937 (2001).
- [8] H. Zhu, H. Zeng, V. Subramanian, C. Masarapu, K.H. Hung and B. Wei, Nanotechnology 19, 465204 (2008).
- [9] A.K.K. Kyaw, X.W. Sun, C.Y. Jiang, G.Q. Lo, D.W. Zhao and D.L. Kwong, Appl. Phys. Lett. 93, 221107 (2008).
- [10] U. Bach, D. Lupo, P. Comte, J.E. Moser, F. Weissortel, J. Salbeck, H. Spreitzer and M. Gratzel, Nature 395, 583 (1998).
- [11] A.K.K. Kyaw, H. Tintang, T. Wu, L. Ke, C. Peh, Z.H. Huang, X.T. Zeng, H.V. Demir, Q. Zhang and X.W. Sun, Appl. Phys. Lett. 99, 021107 (2011).
- [12] H.Z. Geng, K.K. Kim, K.P. So, Y.S. Lee, Y. Chang and Y.H. Lee, J. Am. Chem. Soc. 129, 7758 (2007).
- [13] K. Lee, J.Y. Kim, S.H. Park, S.H. Kim, S. Cho, and A.J. Heeger, Adv. Mater. 19, 2445 (2007).
- [14] <http://www.sciencedaily.com/releases/2012/03/120314095553.htm>

Đô thị tăng trưởng xanh: nhìn từ góc độ phát triển công nghệ

NGÔ THỊ TỔ NHIÊN

Đại học Hamburg, CHLB Đức

Là một thành phố công nghiệp lớn nhưng Hamburg lại được công nhận là thành phố xanh của châu Âu. Yếu tố nào đã làm nên điều đó? Câu trả lời là chính quyền thành phố này đã xây dựng và kiên trì thực hiện chiến lược tăng trưởng xanh, đặc biệt là trong lĩnh vực giao thông, năng lượng...

Hamburg là thành phố công nghiệp lớn của CHLB Đức, dân số khoảng 4,3 triệu người (trong đó có 1,8 triệu người sinh sống ở khu vực trung tâm thành phố). Với vị trí ngã tư giao thông vận tải biển, hệ thống kênh đào và giao thông đường thủy của thành phố Hamburg được mở rộng với gần 2.500 kênh đào (bằng tổng số kênh đào của ba thành phố Venice, London và Amsterdam). Hiện nay, thành phố Hamburg có trên 500 nhà máy công nghiệp, chưa kể đến các hoạt động giao thương ở cảng Hamburg... đóng vai trò quan trọng mang đến sự thịnh vượng cho thành phố.

Hamburg được biết đến là cảng biển lớn thứ 3 của châu Âu với các hoạt động giao thương sôi động đến từ khắp nơi trên thế giới. Thành phố này cũng nổi tiếng với lối kiến trúc đặc biệt cổ kính được tạo nên bởi các tòa nhà sử dụng gạch nung đỏ ốp ngoài ở khu *Speicherstadt* được xây dựng trong giai đoạn 1873-1927. Năm 2011, Hamburg được công nhận là thành phố xanh của châu Âu. Vậy làm thế nào để một thành phố công nghiệp trở thành thành

phố xanh? Không có gì ngạc nhiên nếu câu trả lời là thành phố Hamburg đã theo đuổi thành công chiến lược tăng trưởng xanh, đặc biệt chú trọng các lĩnh vực giao thông, năng lượng, xử lý chất thải. Vậy cụ thể Hamburg đã có những giải pháp gì?

Chiến lược tăng trưởng xanh

Chính quyền thành phố Hamburg quyết tâm theo đuổi chính sách bảo vệ khí hậu của Liên bang và cam kết liên tục tăng tỷ trọng sản xuất năng lượng tái tạo từ 17% hiện nay lên 35% vào năm 2020, và ít nhất 80% vào năm 2050. Hamburg lấy các mục tiêu cắt giảm khí thải CO₂ của Liên bang là nền tảng cơ bản. Thượng viện Hamburg đã tuyên bố cụ thể trong chương trình làm việc vào tháng 5.2011 rằng, thành phố sẽ tiếp tục góp phần cùng Liên bang thực hiện các mục tiêu hành động bảo vệ khí hậu cấp quốc gia giảm 40% khí thải CO₂ vào năm 2020 và ít nhất 80% vào năm 2050. Xem xét các chính sách phát triển của thành phố này, chúng ta có thể dễ dàng nhận thấy, chính quyền thành phố đã sử dụng các nguồn tài nguyên tự nhiên một cách khôn ngoan, kết hợp với chính

sách sáng tạo nhằm “tăng trưởng có trách nhiệm” đã góp phần làm cho Hamburg trở thành một ví dụ thực hành tốt nhất về tăng trưởng xanh.

Tư duy “xanh” trong lĩnh vực giao thông vận tải

Xe bus “xanh” thân thiện môi trường

Hamburg ‘HVV’ là hệ thống giao thông công cộng tích hợp lâu đời nhất trên thế giới, nó được phát triển từ năm 1911, cho đến nay mạng lưới giao thông công cộng đã bao phủ gần như toàn bộ khu vực đô thị. Với 11.657 km tuyến xe bus và 10.426 bến xe, trên 90% công dân thành phố đều có thể tiếp cận với giao thông công cộng trong phạm vi 300 m từ nhà của họ (tỷ lệ này cao hơn rất nhiều so với các thành phố châu Âu khác). Năm 2003, Hamburg bắt đầu thử nghiệm hệ thống xe bus chạy bằng pin nhiên liệu, đã có 535 triệu lượt xe buýt chở khách và đến nay con số này là 656 triệu lượt mỗi năm.

Hamburg có số lượng xe bus chạy bằng nhiên liệu hydrogen lớn nhất thế giới và hiện vẫn đang được tiếp tục mở rộng. Tương lai,



cảng Hamburg sẽ phát triển dự án “Ehabour” và trở thành trạm cung cấp hydrogen lớn của châu Âu (thành phố này hiện đang xây dựng dự án sản xuất hydrogen bằng năng lượng gió và mặt trời). Với số lượng 1/9 xe bus vận hành trong thành phố sử dụng công nghệ động cơ hybrid, loại công nghệ này sử dụng hỗn hợp hai động cơ cung cấp động lực cho xe bus hoạt động. Cơ cấu phổ biến nhất là 1 động cơ điện sử dụng pin nhiên liệu kết hợp với 1 động cơ đốt trong sử dụng hydrogen. Loại xe bus hybrid này được nhắc tới với những ưu điểm: tiết kiệm nhiên liệu, giảm khí thải động cơ, thân thiện hơn với môi trường và tiết kiệm chi phí vận hành. Như vậy, đằng sau chính sách phát triển mạng lưới xe bus “xanh” thân thiện môi trường, Hamburg đã và đang sử dụng các công nghệ, kỹ thuật hiện đại để đáp ứng các yêu cầu về cắt giảm khí thải CO₂ và tiết kiệm năng lượng. Cụ thể, trước tiên phải kể đến các giải pháp công nghệ xử lý thông tin tức thời nhằm điều khiển mạng lưới xe bus và lập ra kế hoạch chính xác đến từng phút. Ở thành phố này thời gian quả là quý báu, một công dân thành phố sẽ gọi điện đến trung tâm điều hành xe

bus để phân nản nếu xe bus đến muộn 2 phút, mặc dù điều này là rất hiếm khi xảy ra. Cắt giảm khí thải CO₂ là một yêu cầu quan trọng của thành phố, do vậy các nhà công nghệ bắt tay vào thiết kế và chế tạo một hệ thống xe bus thế hệ mới. Các nhân viên của HVV được đào tạo trên tinh thần tiết kiệm nhiên liệu, hạn chế phát thải CO₂ một cách tối đa. Đằng sau sự phát triển về mặt công nghệ phải kể đến quyết tâm của chính quyền thành phố Hamburg và ảnh hưởng của chính quyền đến các quyết định kinh doanh của Công ty xe bus HVV.

dịch vụ là 130.000 nghìn người. Thông thường mỗi chiếc sẽ được sử dụng ít nhất 2-3 lần/ngày, vào những ngày cao điểm xe đạp có thể được sử dụng 7 lần. Doanh thu từ hệ thống xe đạp của thành phố vào năm 2009 là 198.500 Euro, năm 2010 là 490.100 euro. Mọi công dân của thành phố hoặc là khách du lịch đều có quyền sử dụng xe đạp miễn phí, với điều kiện thời gian sử dụng mỗi lần dưới 30 phút (tuy nhiên có thể sử dụng nhiều lần trong ngày). Hệ thống xe đạp của thành phố được quản lý thông qua hệ thống GIS, mạng lưới trạm xe đạp trong thành phố



Xe đạp “xanh” trong thành phố

Hệ thống xe đạp công cộng của thành phố Hamburg được phát triển từ tháng 7.2009, với con số ban đầu là 1.000 xe, phân bố trên 71 trạm. Kết quả trong năm đầu tiên triển khai dịch vụ đã có 53.000 người đăng ký sử dụng và có khoảng 223.000 lượt sử dụng. Cho đến tháng 7.2012 hệ thống có 1.650 xe đạp và 128 trạm, số lượng khách đăng ký sử dụng

có khoảng cách đồng đều, cho dù có đi chậm thì vẫn có thể gặp một trạm xe đạp trong vòng 25 phút. Việc quyết định vị trí các trạm xe đạp được tính toán dựa trên việc thiết kế đường đi xe đạp, tốc độ di chuyển và vị trí các khu dân cư, các bến xe bus và bến tàu...

Các yếu tố cơ bản đưa đến thành công kể trên được bắt đầu từ việc tiến hành điều chỉnh thiết kế vỉa hè nhằm tạo thêm làn đường dành riêng cho người đi xe

đạp, đồng thời đảm bảo cho sự an toàn của người điều khiển xe đạp khi tham gia giao thông. Đến nay, Hamburg đã có trên 1.800 km đường nội đô dành cho xe đạp. Công nghệ thông tin đóng vai trò quan trọng trong việc xử lý tối ưu hóa phân luồng, tuyến giao thông công cộng hợp lý, đảm bảo tiết kiệm thời gian, tăng cường hiệu quả sử dụng năng lượng và dịch vụ hoàn hảo. Ngoài ra, công nghệ nhận dạng đối tượng bằng sóng vô tuyến (RFID) cũng được sử dụng triệt để nhằm theo dõi thời gian sử dụng và quá trình di chuyển của xe đạp. Bên cạnh đó, các công nghệ khác như thanh toán trực tuyến với các thao tác đơn giản, tự động hóa kiểm tra hồng học của xe đạp sau đó báo về trung tâm sửa chữa cũng là một thành tựu lớn. Có thể nói, nhu cầu cuộc sống tạo ra các yêu cầu và thách thức về mặt công nghệ, sự quyết tâm của con người đối mặt với các thách thức đã tạo ra các sản phẩm trí tuệ tuyệt vời.

Dịch vụ cảng “xanh”

Hàng năm, cảng Hamburg đón tiếp khoảng 11.000 tàu thuyền của 100 công ty vận chuyển quốc tế ra vào. Quá trình quản lý vận hành cảng Hamburg được thực hiện theo phương thức lợi nhuận kinh tế, đồng thời đảm bảo yêu cầu về bảo vệ môi trường. Toàn bộ cơ sở hạ tầng của cảng được thiết kế và quản lý theo phương thức này. Tháng 2.2010, các công ty vận chuyển container quốc tế đã bình chọn Hamburg là 1 trong 8 cảng tốt nhất Bắc Âu (Hamburg, Rotterdam, Antwerp, Bremerhaven, Zeebrugge, Amsterdam, Felixstowe và Wilhelmshaven). Điều này giải thích tại sao, bất chấp khủng hoảng kinh tế toàn cầu, trong



năm 2010, cảng Hamburg vẫn đạt được mức tăng trưởng 9,8%, xử lý 121 triệu tấn hàng hóa. Một trong những phương pháp để giảm lượng khí thải độc hại được áp dụng ở cảng Hamburg là sử dụng nhiên liệu không có lưu huỳnh. Từ năm 2009, cảng Hamburg đã áp dụng giải pháp này cho các đội tàu của mình. Thêm vào đó, cảng Hamburg tạo ra các không gian neo đậu cho các xà lan hoặc phà và chúng hoàn toàn được kết nối với điện lưới. Bên cạnh đó, cảng Hamburg còn thiết lập các tiêu chuẩn thân thiện với môi trường nhằm đánh giá tác động môi trường gây ra bởi tàu biển như chỉ số môi trường của tàu, lượng khí thải CO₂... Ngày nay, có rất nhiều cảng biển ở châu Âu đã sử dụng các chỉ số này để tính lệ phí cảng. Từ năm 2011, cảng Hamburg chính thức tính lệ phí cảng dựa trên tác động sinh thái của tàu biển. Để hạn chế tác động môi trường liên quan đến dịch vụ thương mại trên địa bàn thành phố, Hamburg đã cung cấp 7 trong số 10 tàu hỏa container chạy bằng điện chuyên vận chuyển đường dài bằng đường sắt, nhiều hơn so với hầu hết các cảng khác trên toàn thế giới. Hơn 30% số hàng hóa của CHLB Đức được bắt đầu hoặc kết thúc thông

qua vận chuyển bằng đường sắt từ Hamburg. Trong khu vực cảng, xà lan taxi được phát triển để vận chuyển hàng hóa và cũng được dùng để vận chuyển chất thải của thành phố.

Đã có nhiều quốc gia trên thế giới công bố chiến lược tăng trưởng xanh và cụ thể hóa các hành động thúc đẩy tăng trưởng xanh ở các đô thị. Thực tế chỉ ra rằng, chiến lược tăng trưởng xanh sẽ chỉ là một chiếc áo sơ mi đẹp mắt mặc vào mùa đông giá rét nếu không khắc phục được các rào cản về sự minh bạch trong điều tiết quản trị kinh tế - xã hội. Tổ chức hợp tác và phát triển kinh tế (OECD) chỉ ra rằng, để thực hiện chiến lược tăng trưởng xanh, các quốc gia cần có sự quan tâm hơn nữa đối với các chính sách công và cần thực hiện “xanh hóa trong chính sách công”. Hamburg là một ví dụ điển hình trong việc áp dụng “thúc đẩy tăng trưởng kinh tế và phát triển đồng thời đảm bảo các nguồn tài nguyên thiên nhiên được cung cấp và dịch vụ hệ sinh thái mà con người sống hạnh phúc dựa trên nó” (OECD, GG 2011) ■