



赴德國參加歐洲塗料研討會(展覽) 及拜訪驗證機構出國報告

服務機關：經濟部標準檢驗局

姓名職稱：邱技士梅君

派赴國家：德國

出國期間：中華民國 112 年 3 月 25 日至 4 月 2 日

報告日期：112 年 6 月 19 日

摘 要

針對國際塗料發展趨勢歸納當前歐洲塗料專注在減少碳足跡、提高製程效率及著重功能性塗料的開發。會議中介紹 DECOAT 與 ENVISION 專案與循環經濟和節能有關。

2023 年歐洲塗料研討會最佳論文獎是萃取堅果殼中的腰果酚，苯酚的替代物，可減少使用石化原料。另外，配方添加新型中空塑膠微球，利用空心 and 氣體填充的結構增加系統的反射率，提升屋頂隔熱功能。我國高性能節能綠建材標章是採用 CNS 12381 將塗層塗在平板玻璃測反射率，而美國 ASTM C1549 或 E903 標準，試片材質不受限制，塗料可以塗在鋼板或水泥磚上，與我國屋頂塗料使用範圍一致，美國標準較符合實際使用情形。日本的規範可依顏色深淺，允許不同的反射效果，兼具美觀與效能。建議我國可參考美國日本標準建立更適合節能塗料的標準。

針對離岸風電、氫能議題，離岸風機塗料驗證現況，歸納目前全球有 75 % 採用挪威 NORSOK M501 標準，提供詳細塗裝條件與採用試驗方法名稱，國際規範則是 ISO 12944 系列標準，我國則有相對應之 CNS 16174 系列標準，國內通過 TAF 認證是 SGS 高雄實驗室，可執行循環老化試驗、海水浸漬試驗等，國內塗料製造商有 DNV 核發約 35 張型式認可證書。因應台灣周圍海域的限制，浮式風機是下一階段的發展方向，本文蒐集到的浮式風機驗證標準，可做為未來建立 CNS 參考。

歐洲國家除了加速風場建置外，也積極發展離岸風機搭配製氫，但仍在開發階段，我們持續關注氫能發展。氫能車所使用的氫氣的品質、製備與加氫儲存，關係到氫燃料電池車的耐用性，經過對標，CNS 標準將近與 ISO 標準調和完成，建議未來朝向優先建立這三大技術檢測驗證能力。因應氫能發展，建議結合法人與國營企業優先建立氫氣品質檢測與驗證能力。

目 錄

壹、 前言	5
一、 歐洲塗料研討會(展覽)介紹	5
二、 概述歐洲塗料市場的當前趨勢	6
三、 我國離岸風場專案驗證近況	7
四、 歐盟離岸風機連結氫能發展趨勢	10
五、 本計畫出國目的	11
貳、 行程表及參訪團員	15
一、 參訪行程簡述	15
二、 參訪團名單	15
參、 參訪紀要	16
一、 參加 2023 歐洲塗料研討會(EUROPEAN COATINGS CONFERENCE 2023).	16
二、 參加 2023 歐洲塗料展覽(EUROPEAN COATINGS SHOW 2023)	39
三、 參訪 DNV (國際知名離岸風電專案驗證機構)	41
肆、 心得與建議	50
伍、 中英文對照表	54

圖目錄

圖 1 歐洲塗料展標識，包含黏著劑、密封劑與建築化學材料.....	5
圖 2 標準局國內各階段專案驗證審查管理制度規劃.....	8
圖 3 產業關聯政策執行方案-水下基礎加分項目.....	12
圖 4 開幕主題演講照片.....	16
圖 5 阿克蘇諾貝爾公司碳足跡.....	17
圖 6 (左)2023 年歐洲塗料研討會最佳論文(右)從腰果殼萃取 CNSL。	19
圖 7 ENVISION 專案示意圖(左)、標識(右).....	20
圖 8 屋頂塗料接收太陽光能熱輻射、反射熱能，雨水沖刷後自清潔示 意圖。.....	21
圖 9 由丙烯酸黏合劑(無填料)、30 vol% CaCO_3 、1.5 wt% TiO_2 和 30 vol% HPMS 製備的塗層的光譜反射率。.....	26
圖 10 DECOAT 把塗層與塑料或紡織品分開，目標為紡織品和塑料材料 的回收。.....	27
圖 11 常用成分之結構圖.....	30
圖 12 太陽光與 UVA-340 輻射強度比較.....	31
圖 13 住宅型與商業型建築物均可發揮降溫及減噪音等功能.....	37
圖 14 (左)屋頂塗料，(右)建築材料計算不同係數。.....	38
圖 15 紐倫堡展覽館編號及位置.....	40
圖 16 DNV-SE-0190 專案驗證涵蓋範圍.....	43
圖 17 底部固定式發電廠的標準和推薦做法.....	44
圖 18 底部固定的相關 IEC 標準.....	44
圖 19 浮式風機驗證標準.....	45
圖 20 浮式風機與底部固定式離岸風機建造成本.....	46
圖 21 生產(預測裝機容量主要區域電解槽(GW)).....	47
圖 22 要求(預測消費).....	47
圖 23 電解槽放置的示意圖.....	48
圖 24 參訪照片：參訪團隊與 DNV 團隊合影.....	49
圖 25 我國高性能節能塗料與美國、日本標準規範差異.....	51
圖 26 (左)德國漢堡設置之加氫站儲氫區(右)加氫機.....	52
圖 27 加氫站之配置圖.....	52

壹、前言

一、歐洲塗料研討會(展覽)介紹

全球主要塗料展有歐洲塗料展(European Coatings Show)、美國塗料展(American Coatings Show)及中國塗料展(CHINACOAT)，而其中又以歐洲塗料展被認為是規模最廣、展覽產品最先進之塗料展。歐洲塗料展每兩年舉辦一次。2021年歐洲塗料展會議因疫情影響，以虛擬方式舉行特別版，在經過疫情考驗後，2023年終於可以實體在德國紐倫堡如期舉辦，油漆及塗料行業3月27日至28日進行面對面的討論。



圖 1 歐洲塗料展標識，包含黏著劑、密封劑與建築化學材料

塗料展包含學術研討會與展覽 2 大部分，研討會涵蓋塗料配製、測試和應用方面的所有新技術發展，國際專家展示最新的創新成果，傳播新技術和新理念。提供 24 場會議和 9 場會前輔導(需額外付費)，包括所有與塗料相關的重要主題，熱門話題從永續方案到聚氨酯或木器塗料等重要領域，直至當今的數字化和 DOE、HTS 和模組等話題。

平行會議提供參加者可選擇最感興趣的演講，知名塗料行業、研究機構和學術界在會議中相遇、探討最新趨勢，囊括當今和未來塗料世界的知名人士和相關參與者。探索：了解學術界和工業界的最新研究成果，掌握最新發展方向。學習：藉由講者提出想法和見解，提供最聰明和最好的塗料技術學習。分享：在眾多交流機會中就日常業務中推動或阻礙因素交換意見。擴展視野：參加 ECS 會議，擁抱新思想和新技術的世界。

其中，會議專門討論歐盟資助的一項主要國際研究合作 DECOAT 項目的發現，是 2021 年會議的續集，它的目標是實現紡織品和帶有(多層)塗層的塑料部件的循環使用，這些部件通常還不可回收。因此，該項目正在研究新型可觸發智能聚合物材料系統，並致力於開發相應的回收工藝。

另外，還有更多關於木器塗料、水性體系和聚氨酯等典型行業領域的精彩會議，以及生物基塗料、數字化轉型和實驗設計等熱點話題會議。

ECS 會議每年都會邀請業界知名人士進行開場，2023 年由阿克蘇諾貝爾永續發展總監 Wijnand Bruinsma 的主題演講「走向循環經濟」開場，

作為永續發展總監，他負責製定、實施和定位阿克蘇諾貝爾的戰略。談論循環經濟及其將如何影響塗料行業。永續在所有新開發項目中都起著至關重要的作用，在今年的主題演講中，Wijnand 介紹解決行業永續發展所需的條件-顯著減少整個價值鏈的碳排放量，在他的演講“油漆和塗料在永續發展中的角色”，他將啟動歐洲最大的塗料會議，給出準確的見解以及重要性的看法實現更加循環的經濟。Wijnand 強調 “我們已經確定了三個關鍵主題—氣候變化、循環性、健康和福祉—並向子孫後代承諾我們將竭盡所能解決這些問題”。

ECS 會議談論塗料製造商、客戶、供應商、學術界和其他利益相關者之間的合作。享有盛譽的歐洲塗料展會議獎將頒發給提交最具創新性論文的作者。

此外，研討會還會舉辦一個大型展覽，位於紐倫堡會展館，八個展廳為來自油漆和塗料行業的貿易參觀者提供有關塗料、印刷油墨、實驗室、生產、測試或測量技術、黏合劑和建築化學品的所有全球行業趨勢和創新的信息。該展會以永續、納米技術或綠色塗料為重點，向開發人員、工藝工程師、質量經理和採購人員介紹了涵蓋整個塗料市場的創新解決方案。

二、概述歐洲塗料市場的當前趨勢

Mäder 總經理 Julien Molina 表示¹，Mäder 經營的塗料和複合材料領域正在難以置信地發生變化，因此塗料公司需要加快自己的速度。意識到這些信號，但緊迫感迫使在 2 年內完成計劃在 5 年內完成的工作。三個危機主要與 2022 年 IPCC 報告確認的氣候緊急情況、地緣政治緊張局勢以及供應短缺和困難，加強“製造”、競爭和節約能源的需要，以及人口與工作的新關係造成勞動力短缺。

在這種背景下，市場一如既往地繼續需要安全、穩健和有競爭力的產品，但今天的需求也正在轉向其他趨勢：效率和能源消耗收益、廢物管理以及碳足跡和產品生命週期分析的微調是關鍵問題。此外，確保本地生產並支持客戶管理其流程是一項重要要求，必須同時並非常認真且迅速地處理所有這些問題。

(一)專注於減少碳足跡

首先，測量和減少碳足跡是一個重要關注點。經由直接排放以及上下游的間接排放三個範圍的碳足跡評估，顯示原材料占約 75% 排放量。因此，研究工作集中在替代污染最嚴重的原材料與那些對碳足跡和環境影響較小的原材料。生物基原材料可以代表改進的途徑，但必須詳細分析它們的排放因子。事實上，它們有時的碳足跡可能等於甚至高於石油原料。因

¹ EUROPEAN COATINGS SHOW2023 The Show and Conference preview— www.european-coatings-show.com — December 2022

此，塗料界也在研究其他途徑，例如循環經濟或使用再生原材料。減少產品對環境的影響也必須在客戶的場所通過開發其應用和乾燥方法消耗更少的能源並減少 VOC 排放。紫外線技術和高固含量塗料的使用是這方面的例子。因此，市場越來越多地轉向對環境更清潔而且對人類更清潔的產品，高排碳成分的替代仍然是一個優先事項。

(二)提高製程效率

在市場上看到的第二個趨勢是對提高客戶流程效率的需求，減少塗層的干燥時間、減少層數和縮短工藝時間。這種對效率的追求還包括完整塗料系統的建議，以及塗料和複合材料。

(三)要求塗料更多功能

最後，除了美學特性外，開發的塗層還必須通過功能越來越多來滿足特定的限制，例如：開發防塗鴉塗料、反光塗料以降低溫度、抗病毒和抗菌塗料，所有這些現象都會迫使以不同的方式工作。現在，不僅需要向市場提供產品，還需要提供全球塗料和複合材料解決方案，其中包括強烈的服務理念和支持，以實施更高效、更環保的工藝。同樣，制定產品的方式也在不斷發展，以整合生態設計和碳足跡方面。創新流程的數字化以及將增強智能集成到研究系統中將使加快制定行動並縮短上市時間。

今天，塗料業處於兩個世界之間。在昨天的世界，供應商的選擇當然基於產品質量，但也取決於價格，而在明天的世界，對產品環境影響的認識和對全球解決方案的需求正變得至關重要。生態轉型不會在沒有工業的情況下取得成功，但我們面臨著一個巨大的挑戰：改造成化學工業，使其永續發展，從而為子孫後代賦予更好的未來。

三、我國離岸風場專案驗證近況

行政院於 106 年指示本(經濟)部標準檢驗局(標準局)推動「再生能源投(融)資第三方檢測驗證中心計畫」，其中有「再生能源投(融)資制度研析與示範推動」及「離岸風場專案認驗證能量建置」兩大工作目標與離岸風電相關。標準局於 106 年依各法人專業能力籌組第三方驗證技術團隊，成員包含台經院、金屬中心、驗船中心、船舶中心、工研院、台灣商品檢測驗證中心(ETC)、大電力中心及財團法人全國認證基金會(TAF)等；並促成驗證團隊與國際驗證機構技術合作，經由訓練課程與實務操作移轉專案驗證技術，合作之國際驗證單位包括:挪威 DNVGL、德國 TUV SUD、DEWIOCC、JBO、日本 Class NK、英國 LOC 等國際知名驗證機構。

本部能源局於 110 年 8 月 2 日修訂「電業竣工查驗作業要點」，要求風力發電機組需取得標準局所核發之「抗颱風震相關專案驗證證明文件」辦理竣工查驗；標準局於 108 年 9 月 23 日公布「離岸風力發電案場專案驗證審查示範輔導作業要點」，要求風場開發商應依據我國 CNS 15176-1

及 CNS 15176-3 國家標準規定，符合抗颱風耐震相關要求，以確保我國離岸風電之開發與後續運維之安全與可靠性，該作業要點最新版為 110 年 5 月 14 日。

由驗證機構(取得認證機構專案驗證相關領域認證之第三者符合性評鑑機構，且該認證機構必須已簽署國際實驗室認證聯盟 (International Laboratory Accreditation Cooperation, ILAC) 或國際認證論壇 (International Accreditation Forum, IAF) 多邊相互承認協定)。標準局於國內各階段專案驗證審查管理制度規劃，配合風場開發時程及考量驗證審查制度之示範與試行，規劃以三階段逐步完善國內離岸風電專案驗證審查管理制度。

	示範輔導階段		制度施行階段
時程	110年(含)前併網風場	111-113年(含)併網風場	114年(含)後併網風場
審查機構	標準檢驗局	標準檢驗局	標準檢驗局認可之審查機構
驗證機構	取得認證機構(已簽署ILAC或IAF)專案驗證領域認證之第三者符合性評鑑機構	取得認證機構(已簽署ILAC或IAF)專案驗證領域認證之第三者符合性評鑑機構	標準檢驗局認可之驗證機構
驗證模組	設計基礎與設計階段須有 第三方 專案驗證	設計基礎、設計、製造、運輸安裝階段須有 第三方 專案驗證	全項須有 第三方 專案驗證(設計基礎、設計、製造、運輸安裝、試運轉、最終評估、運維)
審查規定	離岸風力發電案場專案驗證審查示範輔導作業要點	離岸風力發電案場專案驗證審查示範輔導作業要點	執行方案研訂中

圖 2 標準局國內各階段專案驗證審查管理制度規劃²

我國離岸風電裝置容量隨著 2019 年的海洋風場 128 MW 及 2021 年的台電一期風場 109 MW 併網發電，海能風場 376 MW 本年 3 月 21 日第 3 座離岸風場-47 座風機全數完工併聯³，加入綠能發電行列。標準局輔導 113 年前併網風場執行專案驗證，截至 112 年 3 月止累計受理 12 案風場專案驗證審查並完成 7 案，包含海洋風場、台電一期示範風場、允能風場(首批次)、彰芳一期風場(首批次)、大彰化西南風場、大彰化東南風場(首批次)、海能風場審查，允能、大彰化東南、彰芳一期及二期、西島、中能等風場持續審查中。

離岸風場風力機與支撐結構設計執行方式係由開發商依據海域、風況及鑽探調查成果，協商風力機廠商選定可能之風力機型式，先定義前期設計之載重組合表，另由支撐結構設計顧問公司建立轉接段、下部結構和基礎模型，並進行海域載重歷時分析，再轉換成超元素轉呈風力機廠商，執行風力機的氣彈力分析，分析結果連同風力機配置資訊回傳予設計顧問公

² 財團法人金屬工業中心，<https://www.namr.gov.tw/ebook/44/index.html>。

³ 能源局，離岸風電建設再傳捷報 我國第 3 座離岸風場-海能風場 全數完工併聯 投入綠能發電行列，https://www.moea.gov.tw/MNS/populace/news/News.aspx?kind=1&menu_id=40。

司，兩者反覆交換細部設計及載重分析結果，直至雙方收斂並達共識。相關設計細節均視為極機密要項，若無參與設計實務經驗，不易掌握關鍵技術。目前國內之水下基礎皆來自國外之設計經驗，國內顧問公司僅負責施工方面之覆核與技師簽證，對於國內之特殊環境(地震、颱風)考慮尚未周全，亟需制定適合台灣風場之基礎結構設計規範，以利相關業者檢核自身能量並提升國內競爭力。

考量我國離岸風電場址條件之特殊性(如極端天氣、腐蝕、地震等)，實與國外經驗不甚相同，可能影響其設計、製造施工至運轉維護階段之參數設定或工法選定，進而影響整體供電穩定性與可靠度，標準局配合國家能源發展政策於2020年8月起參考國內外相關離岸風電法規與標準，並考量台灣特殊場址條件及本土議題，如極端天氣、腐蝕、地震、軟弱土層等，著手制定離岸風場生命週期「場址調查及設計」、「製造及施工」及「運轉及維護」三大篇章之技術指引。該技術指引歷時兩年多，與交通部航港局、交通部中央氣象局、本部中央地質調查所、本部能源局、勞動部職業安全署等共14個單位進行跨部會溝通，編修過程由專門法人承辦並邀請產學研界專家擔任審查委員，並於頒布前與台灣離岸風電產業鏈各單位進行超過30餘場次的交流會議，本年2月13日公告「離岸風力發電場址調查及設計技術指引」、「離岸風力發電製造及施工技術指引」及「離岸風力發電運轉及維護技術指引」，俾作為國內外離岸風力發電廠之開發業者、工程設計顧問、技師、驗證機構、製造、施工、運轉及維護等業者執行相關業務之參考。

「場址調查及設計」指引之編訂架構係以原則性之本文併列其詳細解說，進行各章節之編寫，內容主要著重於離岸風力發電廠設計階段之場址調查與設計技術要求，整體架構包含離岸風力發電廠於其全生命週期內之安全需求、使用性能與服務水準等設計目標，以及離岸風力發電廠專案驗證與審查、場址環境條件調查要求與載重評估、離岸風力機支撐結構與電力系統設計等內容。場址環境條件主要集中於風、水位、波浪、海流、海床變動與淘刷、海嘯、地震、土壤液化、海洋附生物、腐蝕與雷擊等項目，而離岸風力機支撐結構則以設計原則、設計要求、大地工程設計、腐蝕防護系統等項目為主要考量。

「運轉及維護」指引內容提及歐洲風場設計參數與台灣場址存在一定程度之差異與不確定性，如高溫潮濕的台灣環境使得腐蝕防護系統設計與監測更為重要、台灣海域的海洋附生物於支撐結構上增長速度與厚度需透過更多運維經驗方能加以掌握、台灣風場集中的中部外海疏鬆海床土壤特性可能衍伸的支撐力不足及沙波移動等議題均與歐洲經驗差異甚大。內容主要著重於離岸風力發電運轉及維護階段離岸風電之供電安全及品質，並完善離岸風電系統與設備之管理，整體架構包含離岸風場運維管理、作業技術要求、延役或除役要求。

「製造及施工」指引內容主要著重於離岸風力發電製造及施工階段的品質與人員安全之管理，其章節架構係依照離岸風力發電製造施工之工程順序編排訂定，共分為四個章節，第一章屬於本指引之共通性事項說明以及專有名詞、參考文獻、繳交文件清單；第二章係以離岸風力發電支撐結構之製造與檢測為撰寫主軸，製造階段的銲接施作、非破壞檢測及防蝕保護系統之要求，皆依據相關國內外標準撰寫其對應之人員資格、施作工法及允收準則等規定；第三章係以離岸風力發電施工階段為撰寫主軸，著重於港口限制與船舶要求、環境條件設定、裝船與運輸操作及海事工程的主要安裝作業要求；第四章則提供離岸風力發電廠製造及施工階段應注意之風險評估、環安衛法規及緊急應變措施等內容。針對技術要求皆係參考國家標準或國際標準為擬訂原則，惟部分考量離岸結構複雜性及國內產業鏈現況，經業界專家討論後納入其他業界標準提供使用者參考，後續亦配合國內產業發展進行滾動式調整。

四、歐盟離岸風機連結氫能發展趨勢

僅在歐盟，預計到 2050 年海上風力發電廠容量將從目前的 12 GW 增加到 300 GW(2030 年將安裝 60 GW)。此一目標 85% 由北海能源合作組織 (North Seas Energy Cooperation, NSEC) 九個成員國 (比利時、丹麥、法國、德國、愛爾蘭、盧森堡、荷蘭、挪威、瑞典) 以及歐盟委員會 (European Commission) 共同合作，在 2050 年前共同達到至少 260 GW 的離岸風電裝置容量。包括北海周邊國家在內的國際財團正在計劃下一步建設和未來擴展此類海上能源中心。然而，大量海上風電的整合帶來了三個主要挑戰，首先，風電生產的高度可變性使供需電網平衡面臨風險。其次，計劃中的海上設施需要數十億歐元的電網加固。第三，電力在重型公路運輸、航空、航運和鋼鐵工業方面仍將面臨挑戰，這需要更多的能源密集型載體。

使用綠色電力電解水產生的氫氣是應對這些挑戰的潛在解決方案，與電力相比，氫氣可儲存更長時間且儲存量更大，可以支持電網的供需平衡，有助於避免增強電網，並可再製成綠色燃料 (例如甲烷、氨和甲醇)。歐盟成員國設定 2030 年在歐洲安裝總容量為 40 GW 的電解槽，並支持在歐盟鄰國安裝額外的 40 GW，以便將其進口到歐盟。

海上電解生產綠色氫的成本：儘管人們對製氫越來越感興趣，但關於利用海上風力發電進行海上電解的文獻卻非常有限，這是由於海上風力發電場生產的電力成本高於其他可再生資源。如今，成本下降和海上風力發電的大量可用性使這種能源成為大規模生產氫氣的有前途的選擇。另一方面，海上電解被視為一種有前途的解決方案，可以降低陸上輸送氫氣的成本，並最大限度地減少將海上風力發電廠連接到岸上的電網投資。

Meier⁴研究對挪威海上平台上的氫氣生產進行成本分析，通過由 100

⁴ K. Meier, Hydrogen production with sea water electrolysis using Norwegian offshore wind energy

MW 風電場供電的電解，生產成本為 5.2 歐元/公斤。Jepma 和 Van Schot⁵ 發現，考慮到荷蘭大陸架海上風能容量快速擴張的未來情景，現有石油和天然氣平台生產的氫氣的成本可能為 2.84 歐元/公斤，並且還內化由於避免的電網擴展而節省的資金。在接下來的研究中，Jepma 等人⁶使用現有平台和天然氣網絡以及總海上轉換，計算出將風電場 100 % 的電力轉換為氫氣的成本約為 2.50 - 3.50 歐元/公斤。如果通過避免擴展電網而獲得的節省被內化在氫氣成本中，將降至 1-1.75 歐元/公斤。

Crivellari 和 Cozzani⁷分析了用於將海上風能轉化為不同化學能載體的電轉氣和電轉液替代策略。該研究表明，海上生產並通過新管道傳輸的氣態氫是其他替代品中最昂貴的，成本為 212 歐元/MWh(相當於 6.4 歐元/公斤)，但它在 CO₂ 方面表現最佳當量排放。

調查用於船舶加油的平台設置海上液化綠色氫氣生產廠，該工廠包括一個用於可再生能源發電的風電場、一個用於製氫的電解槽堆、一個用於生產軟化水的水處理裝置，以及一個用於儲氫和分配給船舶的氫液化裝置。為求得工廠的最佳容量且以最大限度地減少投資回收時間，模型結果表明，電解槽容量應設置為風電場容量的 80 %至 90 %之間的值，以實現最短投資回收期。

五、本計畫出國目的

本部於 110 年 8 月 19 日以經能字第 11004604420 號函公告「離岸風力發電區塊開發場址容量分配作業要點」(下稱「容量分配要點」)，投標廠商除技術能力及財務能力需通過經濟部審查外，亦需提出產業關聯執行方案。據此，本部於 110 年 12 月 6 日，依容量分配要點第 8 點第 2 項規定，公布「離岸風力發電區塊開發產業關聯政策」(於 111 年 8 月 26 日公告修正)，訂定 25 項關鍵發展項目及 56 項加分項目作為審查項目，並一併公告「離岸風力發電區塊開發容量分配計畫書(產業關聯執行方案)撰寫說明」，作為產業關聯執行方案之撰寫參考依據。其中，塗料亦為加分項目承諾清單之一(圖 3)，單樁式或套筒式小計 4 分，浮動式水下基礎(浮式風機)再加 1 分。

potentials: techno-economic assessment for an offshore-based hydrogen production approach with state-of-the-art technology, *Int. J. Energy Environ. Eng.*, 5 (2014), pp. 1-12。

⁵ C. Jepma, M. Van Schot, On the economics of offshore energy conversion: smart combinations Converting offshore wind energy into green hydrogen on existing oil and gas platforms in the North Sea (2017)。

⁶ C. Jepma, G.J. Kok, M. Renz, M.K. van SchotWouters, North sea energy D3.6 towards sustainable energy production on the North Sea-Green hydrogen production and CO₂ storage: onshore or offshore? As part of topsector energy, TKI Offshore Wind & TKI New Gas (2018)。

⁷ A. Crivellari, V. Cozzani, Offshore renewable energy exploitation strategies in remote areas by power-to-gas and power-to-liquid conversion, *Int. J. Hydrog. Energy*, 45 (2020), pp. 2936-2953。

加分項目承諾清單：由開發商自選項目、自選數量及自述核心能量。依承諾數量比例、自述核心能量計分。
 (二)水下基礎(單槽式或套筒式小計4分；浮動式水下基礎小計5分)

大項	細項	配分	配分說明
單槽式	轉接段 主管件	1	<ul style="list-style-type: none"> ● 關鍵發展項目超額計分 ● 落實數量超過申設容量60%者方列入計分 ● 落實數量達申設容量100%者計分1分，未達者則依承諾數量比例、自述核心能量計分
套筒式	轉接段 主管件 基槽		
浮動式水下基礎		2	<ul style="list-style-type: none"> ● 依據落實數量占申設容量百分比計分 ● 落實數量達申設容量100%者計分2分，未達者則依承諾數量比例、自述核心能量計分
灌漿材料		1	<ul style="list-style-type: none"> ● 依據落實數量占申設容量百分比計分
塗料		1	<ul style="list-style-type: none"> ● 落實數量達申設容量100%者計分1分，未達者則依承諾數量比例、自述核心能量計分
防蝕系統：犧牲陽極或外加電流保護		1	

圖 3 產業關聯政策執行方案-水下基礎加分項目

標準局轄區正字標記廠商-永記造漆工業股份有限公司(永記)及柏林股份有限公司(柏林)，積極研發離岸風機用防蝕塗料，國內塗料廠商參與離岸風電建設的過程中被要求之產品驗證國際規範，主要有挪威標準協會發佈之 NORSOK M501 要求、國際標準組織針對鋼結構物防蝕塗料建立之 ISO 12944-9 及美國 NACE SP0108，標準局以國際標準為基礎 2022 年制定 CNS 16174 系列標準，協助建制符合我國環境之規範，期強化工程品質並促進國內塗料相關產業國際化。

國家標準 CNS 16174-9：2022 油漆與清漆－防護油漆及塗裝系統對鋼結構物之腐蝕防護－第 9 部：離岸及相關結構之防護油漆系統及實驗室性能試驗法，其相對應之國際標準 ISO 12944-9:2018，主要進行「循環老化試驗」、「耐陰極剝離」及「海水浸漬試驗」。

國內目前擁有相關檢驗設備(以腐蝕循環試驗為基礎)並通過 TAF ISO17025 認證實驗室計有 4 家，僅有台灣檢驗科技股份有限公司(材料暨工程實驗室-高雄)可進行全項檢驗，其餘進行部分檢驗。另外，台灣商品檢驗驗證中心獲得專案補助設立相關試驗室，尚在申請 TAF 認證中。

表 1 我國離岸風機塗料通過 TAF ISO17025 認證實驗室

機構名稱	實驗室名稱	試用產品/試驗項目
台灣檢驗科技股份有限公司(SGS)	材料暨工程實驗室-台北	塗料/腐蝕試驗、耐水性(海水浸漬試驗)
台灣檢驗科技股份有限公司(SGS)	材料暨工程實驗室-高雄	塗料、塗膜相關產品/腐蝕循環試驗、陰極剝離試驗、耐水性(海水浸漬試驗)
標準檢驗科技股份有限公司	台北實驗室	塗料, 塗膜, 塗裝及相關製品/腐蝕循環試驗
財團法人工業技術研究院	機能樹脂與塗料研究室	塗裝試片/塗層耐鹽霧耐候循環試驗

(查詢日期 112.4.25)

為配合標準局未來方向-離岸風電檢測驗證能力再升級，協助產業在地化，降低開發成本，完善關鍵零組件與運維標準檢測驗證能量，派員於本年3月25日至4月2日赴德國參加歐洲塗料研討會(展覽)及拜訪驗證機構，瞭解塗料整體發展趨勢及認驗證機制。藉由檢測儀器設備之參展導覽，搭配新知介紹，期能擴充塗料專業實驗室之檢測項目，輔導國內建立完整獲第三方驗證單位之認可實驗室。

另一方面，IEA 淨零路徑說明，節能是邁向淨零碳排的首要燃料。我國因應全球推動淨零碳排趨勢，當需持續推動節能以最快速、有效率方式獲得減排成效。建築能效需要擴大推動並且提升標準：我國建築能效制度雖已開始推動，但仍須持續透過推廣標章標示，讓民眾瞭解建築能效，並且促使建築設計擴大考量節能，導入創新技術，促進建築能效改善。其中，有關住宅節能戰略計畫路徑：推動新建/既有建築能效提升、家電設備效率提升、社會宣導與溝通。當室內空調上升 1 °C，可減少 6% 空調效能，若能藉由節能塗料減少室內溫度 3~5 °C，有機會減少 20~30 % 耗能。臺灣 2050 淨零轉型「節能」關鍵戰略行動計畫（草案）尚未納入節能塗料驗證機制，根據內政部建築研究所(建研所)報告指出，以節能塗料來降低空調負載，達到節電、減碳的效益是有效的，建研所亦建議參照美國冷屋頂協會，對於節能塗料之太陽反射率、放射率及太陽反射指標引用之標準，國內可研議納入國家標準發展或調合參考以協助產業發展，相關檢測能量亦需持續精進。

表 2 2020 內政部建築研究所 / 高性能節能綠建材評定基準

受理項目	評定基準	試驗法	備註
節能塗料	太陽輻射反射率 > 0.70 SRI > 80	CNS 12381 ISO 9050 ASTM E 1980	須符合耐候性需求

依 IEA 規劃，全球若要於 2050 年實現淨零碳排願景，氫能於發電、載具、工業及建築等部門之應用占全球整體能源供給比例將達 13 %，為實現淨零排放之重要能源選項。目前世界各國積極布局氫能發展，其中日、德、韓及澳等國家，均已公布氫能發展國家策略，並啟動多項大型示範驗證計畫。我國政府已於 2022 年 3 月公布淨零排放路徑，氫能列屬重點規劃項目之一，並應用於發電、產業應用及載具等面向。我國氫能發展正處萌芽階段，從國內產業鏈發展情況來看，多處於示範或研發層級，從氫氣供應、儲存、運輸、基礎設施的確保，電能、工業及交通的運用，尚有很大的挑戰，極需要拓展對應的標準及認證規劃。

第三方驗證是傳遞利益相關者信心的最值得信賴的途徑。通過根據公認標準驗證項目/設備，認證表明風險已被理解並最小化，本案經由駐德國代表處經濟組協助洽談行程，赴漢堡參訪立恩威國際驗證股份有限公司

Det Norske Veritas (DNV) 【包括可再生能源、石油和天然氣以及能源管理在內的能源價值鏈提供世界知名的測試、認證和技術諮詢服務】，將與 DNV 公司討論離岸風機塗料腐蝕保護系統與驗證機制， DNV 公司亦有氫能安全及品質保證項目計畫，進行經驗分享與交流。

貳、行程表及參訪團員

一、參訪行程簡述

日期	參訪地點與機構	參訪主題/交流議題
3/25-26	3/25 搭機啟程，3/26 抵達德國紐倫堡	
3/27	德國紐倫堡 2023 歐洲塗料研討會	瞭解塗料整體發展趨勢
3/28	德國紐倫堡 2023 歐洲塗料研討會	瞭解塗料整體發展趨勢
3/29	德國紐倫堡 2023 歐洲塗料展	介紹瞭解最新塗料檢測儀器設備及相關領域之產業與技術發展。
3/30	移動日暨小組討論 (與駐德國代表處經濟組何忠龍秘書進行會前討論)	
3/31	德國漢堡 立恩威國際驗證股份有限公司 (DNV)	在風力發電產業所發布之標準及氫能建置目標與相關法規等進行討論，離岸風機與風機用防鏽塗料標準，及國際氫能標準驗證之最新進展
4/1-2	4/1 搭機回程，4/2 返抵國門	

二、參訪團名單

單位	姓名	職稱	參訪單位
標準檢驗局	邱梅君	技士	2023 歐洲塗料研討會、展覽、DNV
駐德國代表處經濟組	何忠龍	秘書	DNV

參、參訪紀要

一、參加 2023 歐洲塗料研討會(EUROPEAN COATINGS CONFERENCE 2023)

在疫情引起的中斷之後，油漆和塗料業在紐倫堡展覽中心舉行的世界領先的 2023 年歐洲塗料展和會議上歡聚一堂。儘管公共交通工人舉行的全國性罷工幾乎使德國的公共生活陷入癱瘓，但紐倫堡的展廳仍擠滿熱情的參展商和參觀者。高水準的會議於 3 月 27 日開始，來自 40 多個國家/地區的傑出演講者就各種主題提供有趣的見解，參加人數 730 名代表總體反應是積極的，在 143 場演講中為開發人員和工程師提供廣泛的知識轉移空間。



圖 4 開幕主題演講照片

(一) 開幕主題演講

開幕主題演講來自阿克蘇諾貝爾(Akzonobel)永續發展總監 Wijnand Bruinsma “油漆和塗料在永續發展中的角色”，阿克蘇諾貝爾是以 Interpon 品牌在全球銷售高品質的粉體塗料，為全球最大的粉體塗料製造商。總部位於荷蘭阿姆斯特丹，在 21 個國家擁有 29 處生產基地，並在全球 70 多個國家設有辦事處和代表處。全球擁有 26 個解決方案實驗室，根據客戶需求進行產品優化。

阿克蘇諾貝爾在美國、亞洲和歐洲擁有三個專業的粉體塗料技術中心，專注於粉體塗料的創新與技術開發。為各種各樣的行業提供粉體塗料解決方案，包括汽車、建築、家電、農業機械/工程機械(ACE)、一般工業、功能性、傢俱和 IT 等行業。

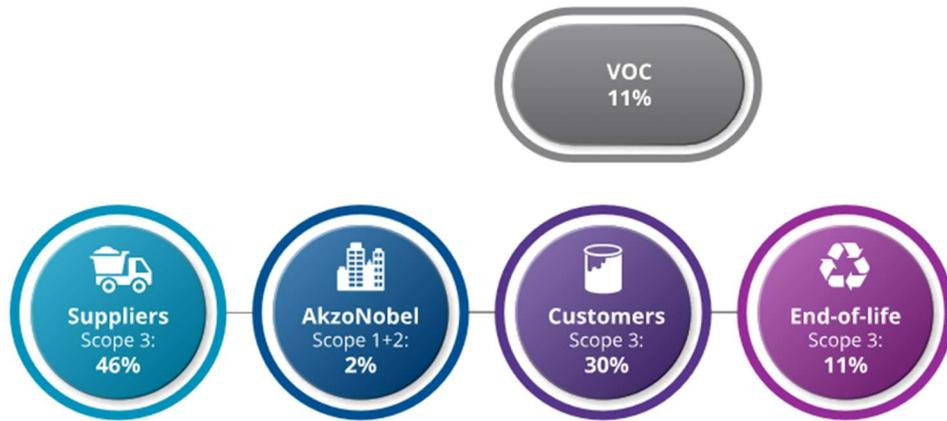


圖 5 阿克蘇諾貝爾公司碳足跡

該公司正在採取行動因應氣候暖化，目標是將碳排放量減半、開發解決方案，幫助客戶減少碳足跡。為符合《巴黎協定》——旨在限制氣候變化並確保全球溫度上升不超過工業化前水平 1.5°C——並得到科學減碳倡議 (SBTi) 的批准。在 2017 年，該公司承諾到 2050 年成為一家碳中和公司。在 2021 年，該公司宣布 2030 年將整個碳排放量減少 50 % (以 2018 年為基準)。

圖 5 說明阿克蘇諾貝爾公司碳足跡，包含原料、產品的生產、客戶端使用及報廢排放四個部分，敘述如下：

1. 原料(範圍 3)：生產原料流程占總足跡的 46%，供應商合作是減少這部分碳足跡的主要優先事項之一。
2. 產品的生產(範圍 1 和 2)：占總碳足跡的 2%，這在直接控制範圍內。
3. 客戶端使用(範圍 3)：塗料的應用和固化占總碳足跡的 30%，主要是由於塗料在高溫下固化。VOC 排放量：占 11%。此類別添加到該公司的 SBTi 承諾中，因為 VOC 是油漆和塗料行業的重要排放因素。
4. 報廢排放(範圍 3)：與產品在生命週期結束時釋放的碳有關，佔碳排放量的 11%。

透過能源轉型、工藝效率、溶劑排放和循環解決減少碳足跡的可持續解決方案，敘述如下：

1. 能源轉型：電力占總能源使用量的絕大部分(81%)。2022 年該公司可再生電力的總百分比為 50%，正朝著 2030 年 100% 的目標邁進，並且已經實現 2025 年 50% 的中期目標。2022 年繼續在多個地點安裝太陽能電池板，並購買具有原產地證書的可再生電力。在現場產生可再生電力可減輕電網壓力，並進一步減少碳足跡。總共有 53 個地點現在使用 100% 可再生電力，26 個地點使用太陽能電池板作為補充能源。位於土耳其伊茲密爾的粉末塗料工廠於 2022 年完成了一項大型太陽能項目，安裝 2,300 多塊面板，中國塗料工廠在 2022 年期間安裝 5,000 多塊太陽能電池板，另一方面投資與發展再生能源。

2. 工藝效率：農業、建築和設備市場領域的新型低固化粉末塗料幫助客戶降低能源消耗，粉末塗料解決方案可以減少材料，該解決方案僅在物體上塗一層或兩層，而液體塗料則需要塗三層。
3. 溶劑排放：溶劑型油漆和塗料的生產會導致 VOC 的排放，通過兩種截然不同的方式減少 VOC 排放，首先，實施減排技術，例如熱氧化器或活性炭過濾器。再來，將溶劑型塗料的生產集中在更高效或自動化的工廠來優化碳足跡，以完全消除排放。此外，我們還積極致力於在可能的情況下，從溶劑型產品轉換成水性產品，以及專注於溶劑的再利用和再加工，以避免產生廢物。目前該公司在歐洲、中東和非洲地區、北美和亞洲運營著 19 個溶劑回收裝置。
4. 循環解決：家具市場的木飾面中擴大生物基可再生原材料的使用，著重可再生材料，在 EMEA 地區的大部分大批量裝飾塗料中使用生物基黏合劑。2022 年實現 56 % 的過時材料和廢物流的材料循環利用。根據減少、再利用和回收材料的戰略，材料優化過程側重於將流動緩慢和過時的材料從焚燒轉移到內部再利用、第三方回收商或出口。

阿克蘇諾貝爾公司相信該公司將扮演一個重要的減少碳足跡腳色，影響塗料業界，進而改變整個世界。舉出幾個案例：Intersleek(降低船航行的阻力)、Cool chemistry(省能源與降低碳排放)與 ENVISION(從建築物表面獲得能量，結合太陽能板與節能塗料，以碳中和方式供暖)。

(二) 最佳論文獎

每屆的歐洲塗料展都會選出一位最佳論文獎，今年歐洲塗料展會議榮獲 ECS 會議獎是來自總部位於美國 Cardolite 公司的 Hong Xu 博士，題目是「追求更環保-新穎永續 CNSL 的稀釋劑，專為高性能、低 VOC 防護塗料而設計(Pursue greener – novel sustainable CNSL-based diluent designed for high-performance low VOC protective coatings)」，該論文涵蓋新穎 CNSL (天然和非食物鏈腰果殼油) 的多官能基環氧稀釋劑 (LITE 513DF)、CNSL 的單官能基稀釋劑和常用的基於石油的雙官能稀釋劑(1,6-己二醇二縮水甘油醚, 1,6-Hexanediol diglycidyl ether) 的性能比較。結果表明，LITE 513DF 能夠配製出滿足嚴格法規和永續目標的高性能塗料。該論文涵蓋的一些優勢包括 LITE 513DF 在降低環氧樹脂黏度方面的有效性；其優異的耐水性和耐化學性，尤其是對侵蝕性酸或鹼溶液；其良好的防腐性能；及其提高柔韌性和抗裂性的能力，同時即使在高用量下機械強度和 Tg 的降低也最小。圖 6 (左)2023 年歐洲塗料研討會最佳論文得主 Hong Xu 博士(女士)與 ECS 主辦方(男士)，(右)從腰果殼萃取出之多官能基環氧稀釋劑示意圖。

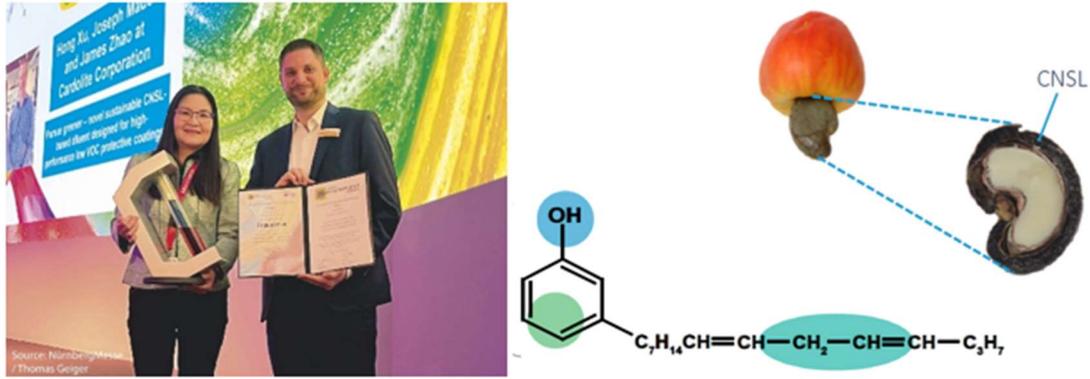


圖 6 (左)2023 年歐洲塗料研討會最佳論文(右)從腰果殼萃取 CNSL。

接下來可選擇重要且與業務相關的專題演講進行聆聽，以下將進行其他專題的介紹：

(三) 功能性塗料的永續發展(Functional coatings in a sustainable world, Andre van Kinden, 阿克蘇諾貝爾, 荷蘭)

傳統上，塗層的應用是為了美觀和耐用，現今趨勢多了功能要求。塗料的功能性使用已成為新產品開發的既定要求，依活動方式分為五類，水性阻燃木器漆-提高可再生建築材料的安全，具有最高的木材阻燃等級。自清潔木器漆-適用於北歐，有助於室外表面長時間免受空氣汙染。對於內牆，一種新的防磨損技術可以防止塑料、橡膠或木材顆粒層積在表面上，從而使牆壁不沾污。常見的還有自修復塗層，在相對較短的時間內(室溫下)發生修復，可使畫痕消失，恢復塗層的保護水平。

表 3 常見促銷用產品的功能

顏色和外貌	功能性表面	輻射控制	基質保護	其他效果
結構顏色	解除冰	雷達透明	自癒合	空氣淨化
防眩光和防反射	抗菌、抗病毒	雷達吸收	防火	氣味排除
工程不透明度	非生物性除汙	激光雷射反射/透明	阻燃	隔熱材料
手感柔軟	防指紋	EMI 屏蔽	散熱	吸音
電變色	防塗鴉	低太陽能吸收	抗腐蝕	導電
熱變色	自清潔	太陽/紅外線吸收		磁性
光變色	防霧	輻射冷卻		光伏
螢光	減阻力			
高反射				

熱的傳遞方式有對流、傳導與輻射 3 種，對流與房間內的空氣流動有關，油漆無法改變。傳導是透過基材(包括塗層)的直接傳輸。因此，具有低電導率的塗層會有很大的幫助。輻射是油漆在冷卻和加熱表面可著墨的地方，新的發展集中在紅外線光譜區塊，使用金屬顏料創造紅外線反射層具有積極的冷卻效果，其他特殊的主動或被動紅外線反射顏料更可以增強冷卻效果。

首先，介紹 Envision 項目，是在集熱器的面漆中使用紅外線吸收系統，通過吸收太陽中的熱量，可以在不使用天然氣的情況下為房屋及公共建築供暖，“ENVISION” (Energy harvesting by Invisible Solar IntegratiON in building skins)專案將展示一個全面的改造概念，首次從所有建築表面(透明和不透明)中收集能量。



圖 7 ENVISION 專案示意圖(左)、標識(右)⁸

ENVISION 專註於表面的能量收集，並通過吸收太陽輻射的不可見部分(近紅外(NIR)部分，約佔太陽能光譜的 50%)來工作，從而保留可見光。太陽能的「ENVISION」收集通過以下方式實現：

1. 通過收集近紅外太陽輻射來收集非透明美觀的立面元素。
2. 通過收集近紅外太陽輻射來收集通風玻璃的熱量。
3. 電力收集光伏玻璃解決方案。

ENVISION 專案正在開發四種技術，用於建築外面的不透明和透明部分。

1. 使用吸收近紅外線太陽能集熱器的彩色塗層。有蓋的彩色集熱立面元素的設計方式是實現最大能量和保留美學。
2. 使用彩色近紅外透明玻璃的太陽能集熱器。有色玻璃具有高透射特性，結合高儲能獲得良好的美學特性。
3. 智慧通風窗-設有通風玻璃解決方案，從太陽輻射的紅外部分收集熱量。

⁸ ENVISION ， <https://www.energy-envision.eu/>。

在夏季模式下，熱量通過熱交換器收集，以便在需要時使用。在冬季模式下，空氣被加熱並直接在內部使用。

4. BIPV 玻璃具有透明外觀，提高了從玻璃的 PV 部分收集電力的效率。

再來，自動駕駛和電池應用方面，雷達、激光雷達攝像頭和超聲波技術可為自動駕駛車輛創建合適的傳感技術，圖層系統在應用於傳感器時必須是透明的，但反射性足以使其他車輛被檢測到，影響圖層半透明性的主要因素是金屬薄片和某些填料的存在，以及塗層的層厚和導電性。其他像電動汽車非常安靜且有不同汽車加熱方式，通常需要特殊塗層，例如：消音(遠離剩餘的聲音)及避免感覺冷表面(內飾的柔軟手感和導熱塗層)。

功能性塗層在能量轉換中起著至關重要的作用，以風力渦輪機、水力渦輪機、太陽能板和太陽能集熱板為例，自清潔、自修復、抗刮傷、耐腐蝕、適當的透光性和除冰性能等功能，對其運行合長期使用有著不容忽視的重要性。塗料可以實現熱管理、使用壽命的延長、冰釋放、海洋應用中的能源消耗等永續解決方案，有必要與學術機構、供應商、初創公司和客戶合作，來自政府的監管與支持可以幫助鼓勵和加速進程。

(四) 基於彈性體自清潔防水(冷屋頂)塗料(Elastomeric self-cleaning PUD based water proofing (cool roof) coatings, Peter Greenwood 博士, Nouryon, 瑞典)

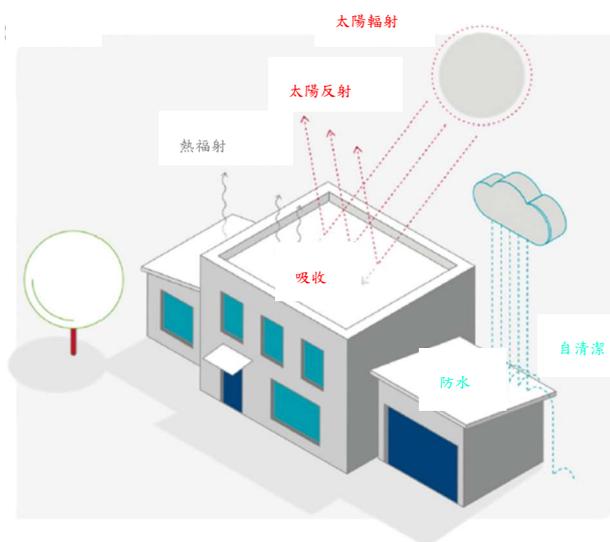


圖 8 屋頂塗料接收太陽光能熱輻射、反射熱能，雨水沖刷後自清潔示意圖。

彈性防水塗料被配置和設計為用於屋頂的超高性能、無縫永久彈性防水膜。憑藉優化的太陽反射特性，也被稱為彈性塗層涼爽的屋頂塗料，配方通常為丙烯酸或聚氨酯黏合劑，由於黏合劑的高單價，因此塗料配方需要將填料含量最大化，但是又會失去彈性。Nordin⁹等人發表，空心低密度

⁹ Nordin, J. Sandin, O., Greenwood, P., "Hollow thermoplastic microspheres in elastomeric cool roof

熱塑性微球可用作丙烯酸基彈性冷屋頂塗料中的填料，Nordin 發表將表面改性之二氧化矽奈米粒子添加到冷屋頂配方中，影響表面能和表面的黏性，並提高附著力。通過兩種技術（Expancel®微球和 Levasil®矽烷改性膠體二氧化矽），可以為彈性涼爽屋頂膜製作高效配方，具有良好的附著力和低開裂傾向、出色的水蒸氣透過率，並且耐腐蝕、抗玷汙。

塗料的配方屬於研發方面議題，本次出國任務著重於塗層性能的評價，根據此專題報告，藉由黏度、抗拉強度和伸長率、低溫撓曲性、撕裂強度、乾溼附著力、水蒸氣透過率、抗玷汙性及太陽反射率來評估，相關方法整理如下表 4。

暴露在太陽輻射下的不透明表面的溫度通常高於鄰近的空氣溫度。如果屋頂或牆壁封閉空調空間，則會增加向內的熱流。對於暴露在陽光下的設備或儲存容器，通常會導致工作溫度升高。太陽輻射影響表面溫度的程度取決於暴露表面的太陽反射率。太陽反射率為 1.0（100% 反射）意味著對錶面溫度沒有影響，而太陽反射率為 0（沒有反射，全部被吸收）會產生最大影響。具有特定太陽反射率的塗層用於改變暴露在陽光下的表面的溫度。塗層和表面處理通常根據太陽反射率來指定。

表 4 屋頂塗料性能評價項目與測試方法

項目	測試方法	測試目的
黏度 (Viscosity)	動態黏度根據 ASTM D2196 使用 TA Instruments DHR 2 流變儀 (CP25，剪切速度 1 s^{-1}) 測試新鮮狀態、室溫下一個月及後 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下一個月後。	一般情況下，所有樣品在 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 溫度下儲存 1 個月後黏度都會降低，這表明儲存穩定性良好（即無凝膠化）
抗拉強度和伸長率(Tensile strength and elongation)	根據 ISO 572-3 評估乾塗層的拉伸性能，測量斷裂伸長率和抗拉強度。根據 ISO 16474-2，在 Q-Sun Xe 3 HS 中過濾氬弧燈下，每種配方的 6 重複樣品中有一半經受加速老化條件，相當於 1000 小時。對未曝光和曝光的塗層進行了測量，測試樣本為游離薄膜形式並對應於類型 5(ISO 572-3)，每種組成/條件測量 3 個樣本。	塗料的拉伸性能受填料的選擇影響很大。抗拉強度為材料受拉力產生永久變形，可以承受最大強度，伸長率則描述受力後產生變形斷裂之前的變形比率。
低溫撓曲性 (Low temperature)	在鋁基板（鋁板，厚度 0.8mm）上評估低溫撓曲性。塗在鋁基板上的平均薄膜厚度為 232 ± 49	ASTM D6083 屋頂用液態丙烯酸塗料的標準規範：在鋁基板上都表現

flexibility)	<p>µm。然後對樣品進行加速老化 (ISO 16474-1)。在氙燈下老化 1000 小時後，將樣品在 50 °C 和 50 % 相對濕度下調節 120 小時，然後在 -26 °C 下調節一天。結果對應於根據 ISO 1519 進行的圓柱形彎曲測試中沒有可見裂紋的最小心軸直徑。</p>	<p>通過 3 mm 心軸直徑測試。加速老化 1000 小時的老化塗層滿足心軸直徑為 13 mm 要求。</p>
撕裂強度(Tear strength)	<p>根據 ASTM D624 進行測試。Adamel-Lhomargy DY 36 拉伸試驗機和 T 型或褲子(trouser)撕裂強度用於執行測試。夾具的分離速率為 500 mm/min。然後根據 ASTM D624 的方法 T 中指定的程序計算單個測試樣本的撕裂強度作為中值力。取得四到五個試樣的撕裂強度的平均值。</p>	<p>撕裂強度用來描述抗撕裂性，是橡膠製品的重要力學參數之一。該值是撕裂材料並保持裂紋持續直至破裂所需的力值。因此，它是根據厚度與力來計算的。</p>
乾溼附著力 (Wet and dry adhesion)	<p>根據 ISO 8510-2 對通過刷子施加到鋼基材上的塗層進行測試。根據 ASTM D903 評估塗層對水泥板的黏附性。</p> <p>該測試標準允許使用合適的不可延展材料支持可延展材料；在這種情況下，紡織飛機布 (Testex GmbH) 在頂部塗有第二層塗層。使塗層在 23 ± 2 °C 和 50 ± 5 % 相對濕度下乾燥兩週。將試樣浸入 23 ± 2 °C 自來水中 7 天后進行濕黏附。使用 Adamel-Lhomargy DY 36 拉伸試驗機進行剝離試驗。布條以 50 mm/min 的夾持分離速率以 180°角拉動。每種材料使用七個測試樣本。</p>	<p>附著力幾乎與塗層的彈性成反比，兩者應取得平衡值。</p>
水蒸氣透濕率 (Water vapor transmission)	<p>自支撐塗層的干盤法進行，塗層樣品根據 EN 23270 在 23 ± 2 °C 和 50 ± 5 % 的相對濕度下處理 36 天。游離塗層膜的重量通</p>	<p>水蒸氣透過量 (WVT) 是指在規定的溫度、相對濕度，一定的水蒸氣壓差和一定</p>

	<p>過稱重確定，塗層厚度根據 ISO 2808 方法 2B 確定。使用無水氯化鈣作為乾燥劑。將包衣膜密封在具有 60:40 石蠟和蜂蠟混合物的盤中，面朝上。樣品盤放在有空調的空間內，每個樣品 3 個盤子。測試的自由膜面積為 50.3 cm²。</p>	<p>厚度的條件下，1 m²的試樣在 24 h 內透過的水蒸氣量。</p> <p>用來表示水蒸氣透過某種材料的能力。水蒸氣透過量表示在一定的時間，一定的溫度和濕度條件下，水蒸氣透過材料的重量。</p>
<p>抗沾汙性(Dirt pick-up resistance)</p>	<p>塗料配方塗於鋁基板（樣品尺寸為 100 x 50 mm，鋁板厚度為 0.8 mm），製備的樣品在實驗室條件下調節約 40 天。針對疏水性（黑色）和親水性（紅色）污垢評估抗沾汙性。製備炭黑（Printex L6，Degussa，德國）和氧化鐵紅（Fepren，Precheza，Check Republic）顏料的水性糊狀物並將其放置在準備好的樣品表面上並使其乾燥 24 小時。帶有乾顏料的樣品在流水下用軟布沖洗以模擬雨水。用布擦拭弄髒的區域 20 次。然後用十二烷基苯磺酸鈉溶液 (SDBS 2.5 g/L) 重複該程序以模擬手動清潔。使用 X-rite 分光光度計 CI62 測量清潔樣品的總顏色變化 ΔE。採用三個測試樣本的平均數據。污垢選擇-根據 ISO 16474-1，在未暴露的塗層表面和經受 1000 小時加速風化的表面上測量向上阻力。</p>	<p>沾汙與塗層的彈性特性有關，因為彈性體塗層通常發黏，而黏性較大的塗層更容易沾上灰塵。</p>
<p>太陽反射率 (Solar reflectance)</p>	<p>按照 ASTM E903 方法，利用配備積分球的 Perkin-Elmer 分光光度計 Lambda-900 中（太陽能參考 ASTM G173），測量銅板上的 300 至 2500 nm 的波長範圍內總太陽反射率(TSR)。塗層乾</p>	<p>可藉由反射陽光輻射以減少屋頂及外牆吸收太陽光熱能，也減少進入屋內之熱量。</p>

	燥在室溫 (55 % RH) 下進行 30 分鐘，然後在 60 °C 下固化 30 分鐘。乾膜厚度為 300 μm。	
--	--	--

(五) 通過新型中空塑料微球製備高性能無二氧化鈦屋頂塗料(High-performance TiO₂-free roof coatings via novel hollow plastic microspheres, Eduardo De Luna, Coadtech, 美國)

反射隔熱塗料抑制太陽輻射熱吸收和屏蔽熱量傳導，要想達到高的太陽光反射率，則必須選用高折光係數的顏料，但顏料的顏色對反射率有很大影響，通常隨著亮度的降低，反射率越低，因此應用較多的反射型隔熱塗料以白色或淺色系居多，並以空心微珠和高折射率 TiO₂ 為主要功能填料，對太陽光的反射率比可達 80 % 以上。

空心塑料微球 (HPMS) 在塗料配方設計師的工具箱中越來越普遍，並為氣候適應性和可持續發展的產品提供了持久的創新源泉。在這項研究中，探討了 HPMS 在屋頂塗料配方中完全取代 TiO₂ 的能力。HPMS 使用“泡沫光學”機制，為塗料提供太陽反射率和濕遮蓋力，特別是在臨界顏料體積含量 (CPVC) 下配製的塗料。與傳統填料相比，這種增加的太陽光反射率在太陽光的近紅外光譜中要高，同時在紫外-可見光譜中的表現也一樣好。由於其閉孔球形，HPMS 具有較低的黏合劑需求和吸油量，為配方設計師提供更高的 CPVC 和出色的靈活性。

就像剛倒的一杯啤酒，在倒出的啤酒頂部形成的泡沫層反射出明亮的白色（可見光譜）以及紫外線和近紅外光譜中的光。這種反射率的原因是“泡沫光學”，其中堆疊、空心 and 氣體填充的結構增加系統的反射率，這種機制存在於許多其他自然現象中，例如雪和北極熊皮毛。

大約 52 % 的入射太陽輻射存在於近紅外光譜中，HPMS 技術的最新進展是由冷屋頂塗料的需求推動的，就太陽能反射塗料而言，成功的配方可有效反射整個太陽光譜。比較丙烯酸黏合劑（無填料）、30 vol% CaCO₃、1.5 wt% TiO₂ 和 30 vol% HPMS 製備的塗層的光譜反射率，3 者在可見光區的光譜反射都比丙烯酸黏合劑高出許多(圖 9)。

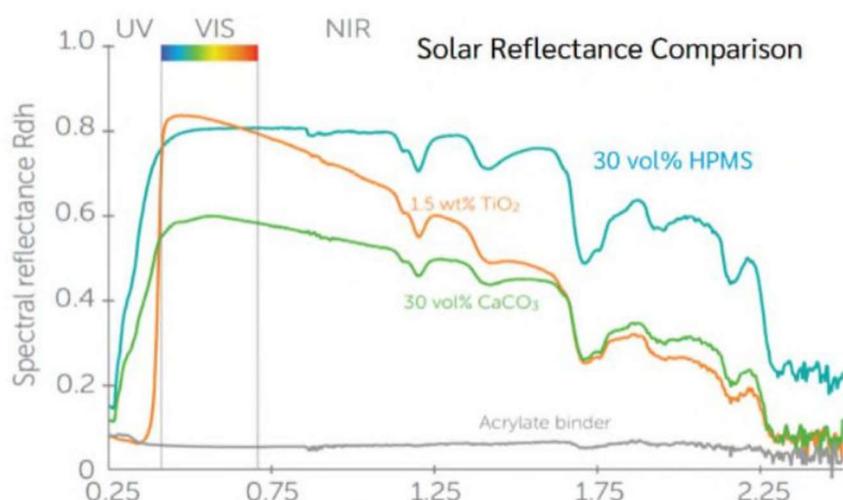


圖 9 由丙烯酸黏合劑（無填料）、30 vol% CaCO₃、1.5 wt% TiO₂和 30 vol% HPMS 製備的塗層的光譜反射率。

根據 ASTM D2805 測量不透明度。將配方以 20 密耳的濕潤度應用於 Leneta 卡片，並讓其乾燥 1 週。乾燥後，使用 Konica Minolta CM-3600A 分光光度計測試樣品。不透明度越高，表示堆疊密集度高，有太陽反射率高的趨勢。另外，根據 ASTM C1549-09 (2014)，使用 SSR 型太陽光譜反射計測量太陽反射率。

據了解，ASTM C1549-09 (2014)係使用便攜式太陽反射計測定接近環境溫度的太陽反射率的標準測試方法，涵蓋了在實驗室或現場使用商用便攜式太陽光反射計測定平面不透明材料的太陽光反射率的技術。該測試方法的目的是提供評估暴露於太陽輻射的表面的溫度和熱流所需的太陽反射率數據。

該測試方法不能取代使用積分球測量 250 至 2500 nm 波長範圍內太陽光反射率的測試方法 E903。便攜式太陽反射計使用已知太陽反射率的樣本進行校準，以根據太陽光譜中四個波長的測量值確定太陽反射率：380 nm、500 nm、650 nm 和 1220 nm。反射計測量值與使用測試方法 E903 獲得的測量值的比較支持該技術。該測試方法適用於具有鏡面和漫射光學特性的材料樣本，特別適用於測量不透明材料的太陽光反射率。

講者目前研究不含 TiO₂ 的配方無法提供足夠的遮蓋力來用作屋頂塗料，10 μm HPMS、不透明聚合物和高嶺土的組合使用導致 97.4 % 的不透明度和 0.84 SR。混合使用 HPMS 和少量 TiO₂ 的可能性顯示一種實用的選擇，可以減輕當前彈性體屋頂塗料配方中 TiO₂ 的成本、可用性和依賴性的影響。

(六) DECOAT 回收含有塗層、彩繪的紡織品和塑料(Decoat – recycling of coated and painted textile and plastic, Guy Buyle, Centexbel, 比利時)

DECOAT 的主要目標是實現紡織品和帶有（多層）“塗層”的塑料部件的循環使用，這些部件通常還不可回收。這些“塗層”包括功能和性能塗料和油漆以及黏合層。因此，將開發新型可觸發智能高分子材料系統和相應的回收過程。可觸發解決方案將基於用於“塗層”配方的智能添加劑（如微膠囊或微波觸發添加劑），這些配方將被特定觸發因素（熱、濕度、微波、化學物質）激活。

一個連續回收試驗工廠將展示新的 DECOAT 原理，該原理允許升級現有通過添加用於分類和激活觸發器的工具來進行機械回收。將評估 Creasolv®工藝回收塗層部件的最佳用途。材料本身的再利用也將得到解決。使用這些回收流程，將驗證戶外裝備、家用電子產品和汽車零件的演示案例的循環使用。

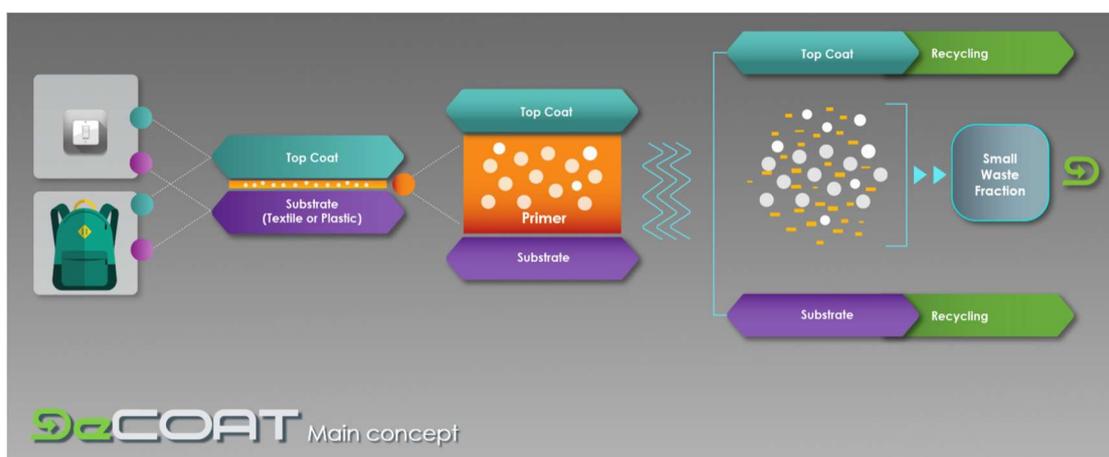


圖 10 DECOAT 把塗層與塑料或紡織品分開，目標為紡織品和塑料材料的回收。

DECOAT 的主要目標是通過開發新型智能聚合物材料系統及其相應的回收過程，實現塗層部件的循環使用，目前這是一個缺失的環節。通過戶外裝備、家用電子產品和汽車零部件的具體用例來展示項目成果，遵循一種在整個價值鏈上實現突破的系統方法。

為了實現這目標並最大限度地發揮我們的 DECOAT 項目對紡織和塑料行業的影響，提出八個具體的關鍵目標。

目標

1. 開發適用於紡織品和塑料的按需脫黏可觸發材料工具箱。
2. 開發和設計用於“拆卸”零件或物體以及從多層結構中“去除”塗層的可觸發剝離塗層解決方案。重點是丙烯酸酯、聚氨酯和 PVC 材料。
3. 根據所需觸發器自動排序。
4. 將剝離系統集成到塗層部件的連續中試工廠回收線中。
5. 通過範例（戶外裝備、家用電子產品和汽車零部件）使用試點回收工廠和製造過程中經過調整的塗層工藝進行演示。
6. 環境影響評估和安全設計實施(安全產品、安全生產、安全使用和回收)。

7. DECOAT 結果的開發和商業計劃，包括用於確保工業規模實施的範例製造指南。此外，對於更通用的結果（設計材料概念），將對紡織和塑料行業內的廣泛開發進行全面分析。
8. 相關歐洲社區之間的傳播和交流。主要目標是歐洲材料和回收社區，輔之以更廣泛的利益相關者團體，既是為了在項目實施期間獲得額外的反饋，也是為了推廣我們的成果。

目前可通過“可觸發塗層”脫黏塗料溶劑化，在底漆層中加入可觸發添加劑，基於加熱或微波的活化方法，用於塗層剝離，INDAR 技術熱觸發：在 180 °C 塗層去除後，FTIR 分析顯示沒有塗層殘留。另外，基於發泡劑的溶劑型底漆，塗層溶解後可通過沉澱回收。

DECOAT 項目將在 2023 年 6 月結束時，屆時通過 DECOAT 網站向各方公開將提供更整體結果。

(七) 瞭解和改進水性塗料的耐水性(Understanding and improving the water resistance of water-borne binders, Fatoumata Camara, Arkema, 法國)

水性丙烯酸乳膠是最受歡迎的技術之一，可以為多個市場提供低 VOC、更耐用和更可持續的解決方案，包括用於外牆和木材應用的建築塗料。與溶劑型塗料相比，這些體系對某些基材的附著力較低，機械和化學耐受性較差，並且對水的敏感性更高，接觸水會導致薄膜起泡、變色、泛白或軟化，因此，耐水性是塗料應用最重要的要求之一。由於黏合劑是大多數塗料的主要組成部分，目前的研究工作旨在通過減少親水物質的使用和增加聚合物的疏水性來設計具有良好阻隔性能的黏合劑。

提高水性丙烯酸乳液耐水性的更直觀的方法是設計疏水性基料。疏水性主要與黏合劑成分（單體、表面活性劑、親水性物質等）有關。接觸角和表面張力分析可用於估計黏合劑的潤濕性和疏水性。如果表面張力低且水接觸角值高，則黏合劑可以被認為是疏水的，這意味著當與水接觸時薄膜是微濕的。

建築外牆塗料外部應用所需的額外性能：易於應用、耐鹼性、機械性能、保色性耐沾污性、耐水性用於配製牆面或立面塗料的黏合劑的耐水性對於避免漆膜缺陷很重要，黏合劑的水敏感性可以通過多項測試進行評估：接觸角和表面張力、水斑測試、吸水率測試、浸水測試 及表面活性劑浸出試驗。

表 5 耐水性塗料評估測試項目

接觸角與表面張力	水斑測試	吸水率測試	浸水測試	表面活性劑浸漬試驗
Contact angle and surface	Water spot test	Water absorption test	Water Immersion test	Surfactant leaching test

tension				
				
評估黏合劑的濕潤性和疏水性	確定在變白或薄膜損壞之前與水滴的接觸時間	估計塗層吸收的水和浸泡過程中去除的水溶性物質	評價薄膜在浸泡一定時間後的增白情況	評估塗層暴露在潮濕和寒冷條件下時滲出的水溶性分子的數量

(八) 超越傳統防腐蝕顏料的性能(Beyond the performance of traditional corrosion protective pigments: A comparative study, Matthew Sharp 博士, Applied Graphene Materials, 英國)

用於防腐塗料的顏料可通過犧牲、抑製或屏障機制保護底層金屬。阻隔塗層通過延長穿過塗層的擴散路徑提供一種被動的金屬保護方式。防腐顏料可通過三種主要機制減少腐蝕的發展。鋅等電鍍顏料為金屬基材提供陰極保護。活性或安撫顏料通常與陽極或陰極反應產物反應，在塗層破裂處形成保護性鈍化層。最後，屏障顏料大多被認為是被動的，為環境提供物理屏障。儘管它們的主要功能是作為阻隔材料，但一些阻隔顏料（例如鋁片）也可以提供一定程度的陰極保護，因為它們對金屬基材呈陽極性，從而提供一定程度的雙重功能。

有幾種材料最常用作塗料中的阻隔顏料，以兼顧耐腐蝕性和耐化學性。這些包括鋁片、玻璃片和雲母氧化鐵。玻璃片顏料通常由硼矽酸鹽玻璃片組成，呈平面結構。這樣的顏料被認為在典型的塗料環境中是化學和電化學惰性的。雲母氧化鐵是一種鐵的氧化物，其結構與雲母非常相似，雲母是一種高度結構化的層狀礦物。至於作為腐蝕產物的氧化鐵，雲母氧化鐵也被認為是惰性的，使其適用於防腐塗料。鋁片也具有片狀結構。

這種阻隔顏料共有的顯著特徵，即片狀結構，通過增加系統的曲折度來提供腐蝕保護，從而增加腐蝕性物質的擴散路徑長度，延緩腐蝕的發生。

石墨烯有可能為塗層提供更高的曲折度，高於玻璃鱗片、雲母氧化鐵和鋁片等傳統顏料。在考慮將石墨烯作為替代阻隔顏料時，了解其相對於傳統顏料的性能優勢非常重要。講者通過在環氧底漆中添加石墨烯和傳統顏料來證明這些好處，並對每種塗層進行一系列測試，包括中性鹽霧與電化學交流阻抗譜 (EIS)、恆浸 EIS 和水蒸氣傳輸相結合。EIS 表明塗層中的石墨烯將電解液穿透至金屬/塗層界面的時間延長至 NSS 暴露後長達 1440 小時，顯著高於傳統顏料。這種塗層類型還表現出最低水平的腐蝕蠕變。

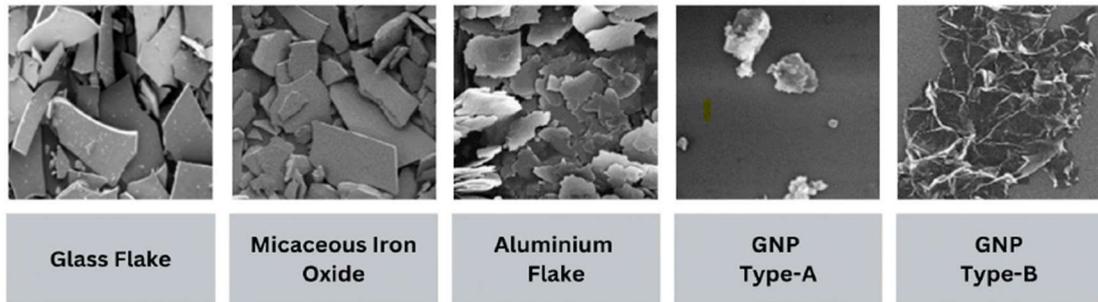


圖 11 常用成分之結構圖

從左到右依序為玻璃鱗片、雲母氧化鐵、鋁片、天然石墨的剝離及合成反應得到的石墨結構圖，均為片狀結構。

- (九) 開發生物有機矽添加劑(無石化原料)，由玉米或糖衍生的乙醇或植物基 α 烯烴合成(Bio-organic silicone additives: Non-petroleum based alternative raw materials, Robert Ruckle 博士, Siltech, 加拿大)

有機矽是倒數第二個衍生自金屬矽和氯甲烷的人造聚合物。矽是地殼中僅次於氧的第二大常見元素。在 1:2 的二氧化矽比例中，這兩種元素佔陸地元素的近 75 %。雖然地球上的大部分矽都以多種地質形態結合為二氧化矽，但矽的大量生產用於許多行業，包括太陽能電池、電子產品和有機矽。二氯甲烷目前來源於甲醇，而甲醇又來源於天然氣。可以在非石油綠色工藝中製造甲醇，用於油墨和塗料的有機矽添加劑實際上是有機矽和有機部分的雜化聚合物，它具有有機矽的表面特性和有機成分的溶解性。

人們強烈希望擺脫以石油為基礎的化學原料，轉向可持續發展。碳氫化合物，實際上是 α 烯烴，通常來自化石燃料；但其中許多材料都有生物來源。例如，丁香酚是一種從丁香中分離出來的精油，如今在商業上用於製造一些有機改性矽酮。Siltech 評估了一些傳統有機矽塗料添加劑的生物基碳氫化合物部分。這種替代供應鏈供應有機矽聚環氧乙烷改性有機矽，這是塗料添加劑中最常用的有機矽成分之一。

最近，源自植物乙醇的烯丙基官能聚環氧乙烷已進入供應鏈，講者用這種原材料製造幾種標準塗料添加劑，並將它們與石油來源的類似物進行比較，例如發泡、表面張力、潤濕、COF 和流平。

- (十) 高輻照度實驗室加速塗料老化試驗(High-irradiance laboratory weathering testing of coatings, Dr Andy Francis, Q-Lab, 美國)

加速實驗室老化試驗用於評估陽光、熱量和水分對暴露於室外環境的材料的影响。這些風化力在實驗室儀器中比在自然環境中以更高的速率傳遞，以便比在室外測試或服務環境中更快地產生降解。實際加速只能達到一定程度，之後實驗室現象可能與室外結果不符。然而，對於一些主要由光引起的退化模式，使用比實驗室測試中通常使用的輻照度水平更高的輻照度

水平可能會實現真實的加速。

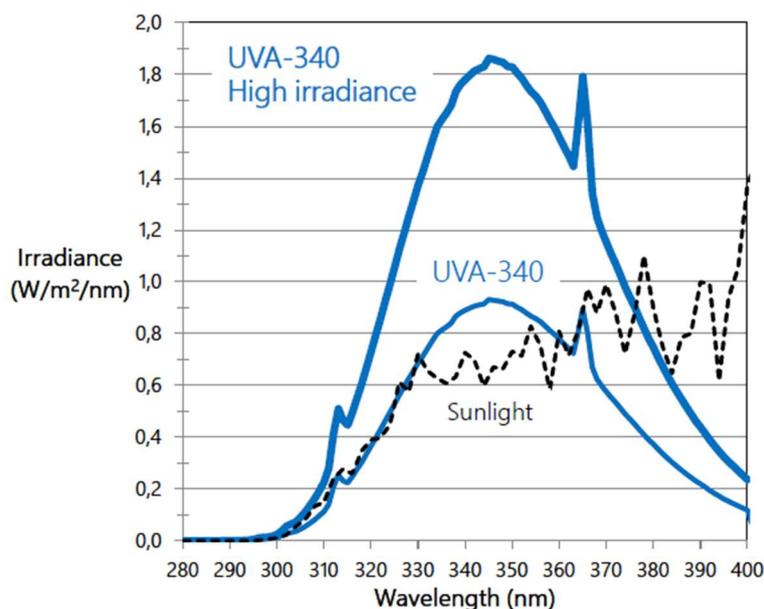


圖 12 太陽光與 UVA-340 輻射強度比較

比較幾種高輻照度加速測試協議（包括氙弧和螢光 UV 型老化儀器）在鋁上暴露塗層所獲得的結果：在非常高的“3-sun”型輻照度下進行 UV 螢光設備測試與在比普通測試標準高至少 50% 的輻照度值下進行氙弧測試。為了進行比較，還使用自然戶外暴露和更常見的氙氣和螢光紫外線輻照度水平進行測試。提供紅色、白色、藍色和灰色塗層鋁樣本的颜色變化和光澤損失的測試結果。結果表明，在高輻照度實驗室測試與典型實驗室測試和室外測試之間，某些塗層可以實現颜色變化和光澤損失的良好排序相關性。

材料的老化測試已經進行了很長時間，最早使用碳弧燈的加速老化測試方法可以追溯到 100 多年前。儘管用於進行測試的儀器的架構以及不同測試協議的目標存在顯著差異，但它們都將三種主要的“風化力”傳遞給測試樣本：光、熱和水。這樣做時，必須在測試的加速程度和模擬程度之間取得平衡。雖然增加老化測試的加速度可以縮短測試時間，但這通常是以犧牲與真實戶外老化結果的相關性為代價的。已經付出相當大的努力來開發實驗室風化測試，這些測試提供與室外結果可接受的相關性，同時還可以加速風化作用以足夠快地提供足夠快的結果。

獲得更快結果的兩種最直接的方法是增加輻照強度和增加測試溫度。這些通常是導致大多數風化退化的因素，因此增加它們對樣本的傳輸速率可能會增加材料特性變化的速率。水在許多風化退化中也起著重要作用，但加快水輸送到樣本的速度並不是那麼簡單。因此，大多數關於增加測試時間的工作都集中在輻照度上。

不切實際的加速，無論是通過過高的輻照度和溫度，還是通過不具代

表性的光譜輻照度，都可能導致被測材料經歷在現實條件下不會出現的退化。耐候老化測試中的一個常見概念是互惠性，例如，輻照度的百分比增加會導致測試時間按比例減少以達到測試結果，然而，這種關係在耐候老化測試中通常觀察不到。有可能增加一種或多種風化力的實驗傳遞並保持樣本的相同等級排序。換句話說，對於正確的材料和測試條件，高加速測試可能能夠按照與非加速或正常加速測試相同的方式，根據材料的性能對不同材料進行排名。這為定向決策提供一個非常快速、有用的工具。

講者選擇四種不同類型的塗層：丙烯酸纖維、聚偏二氟乙烯(PVDF)、氟乙烯以烯基迷(FEVE)、非含氟聚合物溶劑型(NFSB)，每種塗層都經過四種顏色測試(藍、灰、紅及白色)，採用 ASTM D7869、ASTM D7869(高輻照度)、ASTM G154 循環 6、ASTM G154 循環 6(高輻照度)、ASTM G7，5 種條件進行測試。顏色測量根據 ASTM E805，光澤度測量根據 ASTM D523，使用與表面垂直 60° 的入射光。提供的結果表明，當暴露於非常高的輻照度下的氙弧和螢光紫外線測試時，各種塗層材料在顏色變化和光澤損失方面表現出非常相似的變化，就像它們在其他更常見的協議中所做的那樣，表明這種測試可能是有利於塗料的快速開發和評價。

表 6 5 種不同條件的耐候測試方法

測試種類	輻射強度 (W/m ² @340 nm)	加熱	水
氙弧燈 (ASTM D7869)	0.80	70 °C BP/50 °C CAT 熱循環	長時間黑暗噴灑(4h,2.5h) 短時間黑暗噴灑(0.5h)
	1.20	80 °C BP/50 °C CAT 熱循環	長時間黑暗噴灑(2h,1.5h) 短時間黑暗噴灑(0.5h)
螢光紫外線 (ASTM G154)	1.55	60 °C(照光)	冷凝 4 小時
	2.04	50 °C(冷凝)	
南佛羅里達州 戶外(ASTM G7)			

實驗室加速老化試驗是一種非常有用的工具，可用於評估暴露在室外陽光、熱和水中的塗層的耐久性。雖然自然戶外老化測試是真正的性能基準，但實驗室測試以可控、可重複的方式進行，以快速測試和評估塗層性能。更高水平的輻照度和熱量提供更快速獲得測試結果的潛力，但在這種條件下進行的測試需要展示重現戶外結果的能力。

在這項研究中，四種不同的塗料系統根據兩個典型的實驗室循環、兩個高輻照度實驗室循環和南佛羅里達州的自然室外風化進行測試。顏色變化和光澤損失結果通常在高輻照度和標準實驗室曝光之間以及相同的高

輻照度實驗室測試和自然戶外測試之間具有良好的相關性。在大多數情況下實現了性能變化的良好排序，高輻照度測試證明區分高性能和低性能塗層的能力。

未來的工作將進一步擴展這項研究，將進行額外的高輻照度曝光，以查看結果與室外測試結果的匹配程度。其他材料也將進行測試，包括塑料，以查看此處的觀察結果是否僅適用特定塗層，或者它們是否也可以應用於其他材料系統。

(十一)塗料的耐候性測試：國際標準化的最新發展(Weathering testing of coatings:Recent developments in international standardization, Florian Feil 博士, Atlas MTS, 德國)

講者為 ISO/TC 35/SC 9 色漆和清漆的通用試驗方法小組主席(至 2025 年)，並參與 ISO/TC 61/SC 6 耐老化、耐化學性和耐環境性小組。

當前的標準化趨勢是更真實地模擬自然風化條件，這導致在溫暖和潮濕氣候區 (ASTM D7869) 中用於運輸塗料的風化測試方法的開發，以及 ISO/TC 61/SC 6 中更真實的塑料噴塗循環。重點還放在更好地控制測試參數上，包括：ISO 16474-2 和 ASTM G155 中氬弧儀器太陽過濾器的重新定義、重新計算 CIE 241 中參考太陽、ASTM G155 中推薦的室內空氣溫度設置，以及 ISO 23741 中的噴水量測量。

與現有方法相比，提供額外加速自然風化的測試方法也越來越受到關注。新標準為這些加速方法及其實施方式提供指導。將概述 ISO 和 ASTM 標準化的最新發展，以及這些發展如何影響塗料行業的耐候老化測試。可靠的耐光性和耐候性測試，測試應該是可重複（在一台儀器中）與可重現（從儀器到儀器）標準測試應該支持這個目標。在耐候性測試中仍有改進的空間，以提高可重複性和再現性。

表 7 塗料耐候性相關國內外標準

標準名稱	最新日期	參考標準	參考標準變動	建議
CNS 15200-7-5 K61152-7-5 塗料一般試驗法—第 7-5 部：塗膜之長期性能—室外暴露耐候性 Methods of test for paints – Part 7-5: Long-period performance of film – Natural weathering	102/01/30	ISO 2810:2014	2020 更新	更新至 2020 版本
CNS 15200-7-6 K61152-7-6 塗料一般試驗法—第 7-6 部：塗膜之長期性能—人工耐候性及人工輻射暴露（濾過的氬弧輻射暴露）	102/01/30	ISO 11341:2004	已被取代 ISO	重新參考 ISO

Methods of test for paints - Part 7-6: Long-period performance of film - Artificial weathering and exposure to artificial radiation(Exposure to filtered xenon-arc radiation)			16474-1:2013 ISO 16474-3:2013	16474系列標準制定
CNS 15200-7-7 K61152-7-7 塗料一般試驗法—第 7-7 部：塗膜之長期性能—加速耐候性(紫外線螢光燈及水) Methods of test for paints - Part 7-7: Long-term performance of film - Accelerated weathering (Exposure to fluorescent UV lamps and water)	102/01/30	ISO 11507:2007	已被取代 ISO 16474-1:2013 ISO 16474-3:2013	重新參考 ISO 16474系列標準
ISO 16474-1:2013 色漆和清漆 - 暴露於實驗室光源的方法 - 第 1 部分：一般指南 Paints and varnishes — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 1: General guidance			2019 審查，目前仍維持 2013 版本	
ISO 16474-2:2013 色漆和清漆——暴露於實驗室光源的方法——第 2 部分：氙弧燈 Paints and varnishes — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 2: Xenon-arc lamps			2022 修正案 1：太陽過濾器的分類	
ISO 16474-3:2021 色漆和清漆——暴露於實驗室光源的方法——第 3 部分：螢光紫外燈 Paints and varnishes — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 3: Fluorescent UV lamps				
ISO 23741:2021 塑料—使用氙弧老化試驗儀測定噴霧循環期間的噴霧水輸送量 Plastics — Determination of spray water delivery during spray cycles when using a xenon arc weathering test apparatus				
ISO 4892-2:2013 塑料——暴露於實驗室光源的方法——第 2 部分：氙弧燈 Plastics — Methods of exposure to			2021 修正案 1：太	

laboratory light sources — Part 2: Xenon-arc lamps			陽過濾器的分類	
--	--	--	---------	--

(十二)具有自愈特性的表面(Surfaces with self-healing properties, Juliana Oliveira 博士, CeNTI, 葡萄牙)

自修復材料近年來引起極大的興趣，因為它們具有自我修復的能力，無需人工干預或應用外部刺激（例如：溫度、紫外線照射）。這些材料的優勢集中在更長的使用壽命、更高的經濟效率和更少的廢物產生。

具有自修復特性的汽車應用塗料非常稀缺甚至不存在。在這項工作中，講者利用回收之 PET 寶特瓶，合成功能性 PU 塗料，正在研究可應用於汽車內飾的材料（PU 和 PVC）的功能化，以實現自我修復特性。自我修復功能通過強製手術刀切割後的表面顯微分析進行評估和表徵。初步結果顯示，在熱刺激下幾分鐘後，功能化聚合物表面的切口會再生，只留下幾乎察覺不到的疤痕。潤濕性測試還表明，潤濕性在切割後保持不變。

(十三)用於高溫塗料的新型 RT 可固化有機矽樹脂乳液——提高耐久性和 EHS 概況(Novel RT curable silicone resin emulsions for high temperature coatings – toward improved durability and EHS profile, Xavier Mollat du Jourdin 博士, Dow Silicones Belgium, 比利時)

耐高溫塗料在許多行業都有應用（爐灶、排氣管和工業管道的塗料）包括汽車行業（排氣管、發動機等）、石油和天然氣行業，尤其是家電行業（煙囪等……）。在這個以性能卓越的溶劑型系統為主導的市場中，鑑於日益嚴格的環境法規，顯然需要更環保的解決方案。因此，水性耐高溫塗料的開發受到越來越多的研究這條路線的挑戰在於確保與溶劑型塗料相比具有競爭力的性能。有機矽樹脂可用作成膜黏合劑，與有機黏合劑相比具有獨特的耐高溫性。但是，對於此類系統，在保持適當性能水平的同時從溶劑型配方轉向水性配方具有挑戰性。由於其性能，耐熱塗料市場顯然由溶劑型體系主導。然而，與環境、健康和安全的問題變得更加明顯，監管準則變得更加嚴格，導致實施成本高昂的合規措施，這也可能對公司的財務業績產生經濟影響。出於這個原因，有一種明顯的趨勢是使用更環保的溶劑型塗料替代品。在此基礎上，水性塗料的開發受到越來越多的研究這條路線的挑戰在於確保與溶劑型塗料相比具有競爭力的性能。耐高溫塗層需要使用硬黏合劑基質，其結構必須在高溫下保持穩定（在某些情況下高達 600 °C）。與主要含有碳氫化合物的丙烯酸酯黏合劑相比，

有機矽樹脂具有更堅固的骨架，因此更適合該應用。然而，有機矽樹脂必須經過固化機制，這不僅涉及使用有毒催化劑（在環境溫度下固化時），而且成本高昂（在烘箱中固化時），烘箱的使用需要投資並導致沉重的能

源成本。

出於這個原因，為了遵守環境法規並降低生產成本，開發能夠在環境溫度下固化而無需催化劑引起環境和健康相關問題的水性有機矽樹脂具有很高的興趣（例如作為錫催化劑），然而，有機矽樹脂乳液（正確配製時）不僅必須提供足夠的 EHS 特性，還必須提供此類應用所需的性能。使用此類基料配製的塗料必須具有良好的塗料性能（無氣味、適用期/保質期）、良好的應用性能（噴塗性、被塗物的可操作性）和具有競爭力的性能（耐高溫、前後對基材的附著力）暴露在高溫下，提高硬度和耐刮擦性）。

(十四)利用礦物和輕質填料/微球的組合達到節能的高反射塗料(Combination of mineral fillers and microspheres leading to energy savings in high reflective coatings, David Gonzalez, Omya International, 瑞士)

在大多數國家，建築部門的能源使用量幾乎佔總能源消耗量的三分之一。在許多發達國家，住宅建築部門佔電力消耗的一半以上。在世界上陽光充足和溫暖的地區，空調佔住宅能源使用量的 60%。

由於全球變暖現象，預計對住宅製冷的需求以及因此所需的能源將顯著增加。位於熱帶或亞熱帶氣候區的國家已經開始關注不斷增加的能源成本，而最重要的是，它正成為溫帶國家的一個突出問題。

在過去幾年中，高反射塗層受到越來越多的關注。它們有助於減少從外部到內部的整體熱傳輸，從而減少對空調的需求。特定配方可增強“舒適性”，從而減少熱傳導。高反射塗層（應用於屋頂或牆面）的工作原理使用 TiO_2 和具有高純度和光學特性的工程礦物填料（例如碳酸鈣）的高太陽反射率以及定制的 PS 是基於熱紅外區域的高太陽反射率和發射率。當前的標準配方包含嵌入特殊黏合劑成分中的高含量二氧化鈦，以實現高太陽能反射率。經過一定的使用時間後，這些塗層會沾上灰塵並失去反射性能。輕質填料通常用於許多建築材料應用中。輕質填料的要求可能會有很大差異，具體取決於最終產品的最終配方和性能要求。輕質填料的使用通常受到兩個挑戰的驅動：1) 輕量化（降低密度和提高產量）和 2) 增強功能特性（例如隔熱和隔音）。質量參數（例如，粒徑、球形度、顏色、壓碎強度）和功能將決定輕質填料對任何給定應用的適用性。

微球輕質填料，如果與適當的礦物填料以均衡的組合應用，可以增加最終配方的功能並導致增強的舒適特性（例如，導熱性、發射率、反射率）。最終，這會降低建築物的空調能源成本，因為太陽能反射塗料、彈性屋頂塗料和外牆塗料的性能得到改善。太陽能反射塗料和彈性屋頂塗料需要高伸長率。由於屋頂基材的性質會因天氣條件和地基沉降而膨脹和收縮，因此這些塗層的運動容限至關重要。最近，輕質填料/微球的使用正在增加，因為它對附加性能（例如導熱性、擴散率、發射率）的積極影響增強了塗層的絕緣性能並導致冷卻節能。

除了增強隔熱性能外，輕質填料/微球還可以滿足當前市場對減輕重量、提高延伸率、減少風化和延長使用壽命以及全面提高塗料可持續性的需求。

太陽能反射指數取決於塗層的反射率，最初主要受礦物填料的白度和顏料含量的影響。使用幾年後，塗層變髒，影響其反射性能。因此，導熱性（材料傳遞熱量的能力）起著關鍵作用。材料的導熱性是各種傳熱機制的結果，主要取決於固體含量的性質及其體積密度。它還取決於溫度、含水量和塗層厚度。通常，輕質填料會降低導熱性。

永續的理由：減輕最終產品的重量，使工作條件更健康、更安全增加卡車的裝載能力，減少運，增加產量，相同重量下更高的播撒率/覆蓋面積，易於應用（例如，抗流掛性、乾膜厚度）提高舒適度（太陽能反射率、熱導率、發射率、擴散率、聲學），從而節省能源。

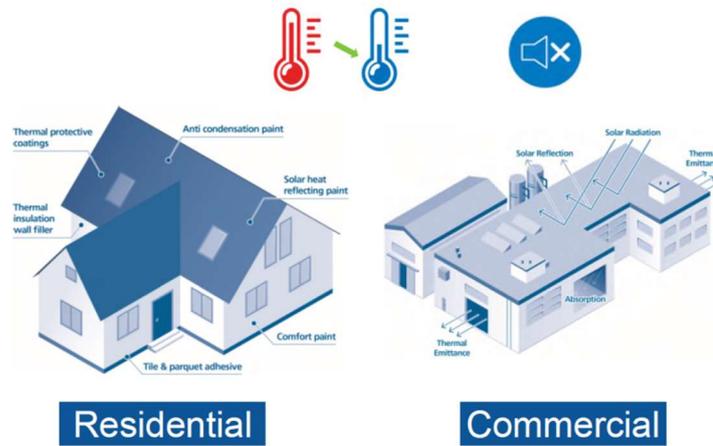


圖 13 住宅型與商業型建築物均可發揮降溫及減噪音等功能

根據 ASTM E903/E1980/E408 比較了發射率、反射率和太陽反射率指數 (SRI) 的計算值、根據 ASTM D2370/D624 測試方法伸長率。

根據 ISO 22007-2:2008 測試熱導率。圖 14 (左)屋頂塗料可進行太陽反射率(TSR)與發射率(ϵ)，(右)建築材料則計算熱傳導率(λ)與熱擴散率(α)。

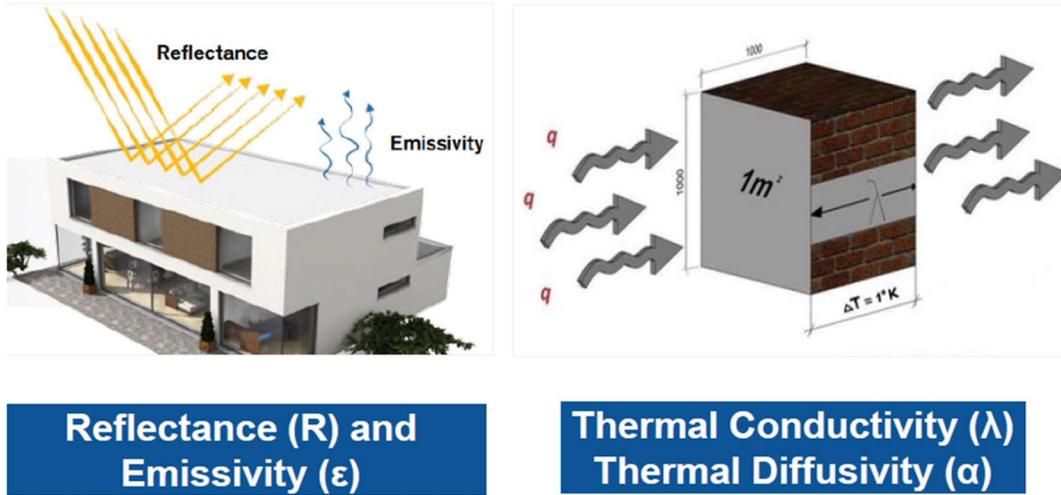


圖 14 (左)屋頂塗料，(右)建築材料計算不同係數。

(十五)可再分散粉末塗料(Investigation of multi-tasking redispersible powder coating, Mustafa Kuru, Kalekim Construction Chemicals, 土耳其)

永續、健康和環境影響是全球許多領域的科學家研究最多的課題。當考慮到油漆的兩個千年之久的城市化歷史演變時，健康問題從 20 世紀開始出現將是一個可靠的聲明。尤其是 60 年代開發的丙烯酸乳液，在當今對健康和安全的熱愛中仍然發揮著特別關鍵的作用。因此，水性塗料大多在裝飾塗料行業找到需求。

然而，今天的室內配方指南不僅僅建議解決健康問題。塗料配方的 VOC (揮發性有機化合物) 值、碳足跡和耗水量開始轉變為影響客戶選擇的更基本因素。

在 Kalekim Chemicals Co. Inc. 的研究中，一種濃縮粉末形式的塗料旨在配製為在應用前用水進行後稀釋，與運送到相同距離的傳統塗料相比，粉末塗料每千克產品需要的運輸更少。因此，濃縮粉末形式將通過不攜帶水來減少碳足跡，粉末狀塗料由於其粉末生產過程減少用水量。

粉末形式的產品將減少生產中儲罐清潔過程中的過量用水。此外，由於沒有分散過程，粉末形式生產對能量需求的需求將減少。當客戶用一定量的水搖動產品時，預計會實現充分的分散。最後，該產品旨在應對在同一塗層工藝的不同層中使用的所有產品。其目的是製備具有不同稀釋比例的相同粉末配方的膩子、底漆和油漆。

標準的水性裝飾塗料在生產中作為成品製備，這意味著它們的配方含量為 10~30 % 的水，庫存的聚丙烯桶會因堆積而導致體積損失。相比之下，粉末塗料在應用階段用水稀釋，因此可以存放在包裝袋中。當考慮最終產品時，參考 ISO 14064 標準的計算得出結論，當粉末塗料的運輸與傳統水性塗料相比時，碳排放量減少 39.3 %。目前的水性生產系統依賴

於水，水不僅作為一種成分，而且用作清潔劑，。這就是傳統塗料的總耗水量比塗料和稀釋液中的水含量更高的原因。粉末塗料從生產到最終使用的耗水量比標準水性裝飾塗料節省 35.68 %。

粉末塗料生產每個工藝袋的生產時間更短成為一個優勢，在評估整個過程時，與水性裝飾塗料相比，粉末生產可節省 33 % 的能源。當考慮兩種產品的能耗值比較時，1 平方公尺應用的粉末塗料的節能高達 59.3 %。

(十六)人工智能，CASE 制定的下一個前沿領域(AI, the next frontier for formulating in CASE, Sasha Novakovich, Alchemy Cloud, 塞爾維亞)

新市場新產品的失敗率 80~85 %，對市場和技術的熟悉程度提高了速度和成功率。大英百科全書~ “人工智能 (AI) 是電腦執行通常由人類完成任務的能力，因為這些任務需要人類的智慧和洞察力。IBM~在最簡單的形式中，人工智能是一個結合了電腦科學和強大數據集的領域能夠解決問題。人工智能是產品開發的遊戲規則改變者，可減少不必要的測試週期高達 80 – 90 %、通過因素加速產品開發、加快創收時間、確定誰在新的類別和市場中贏得新的勝利、降低新開發項目的風險。人工智能難以落地的因素：各個環節的數據都是分散的，難以整合，軟體越多，數據降級就越大，從而增加開發時間和成本。根據統計，到 2025 年，物聯網設備將達到 750 億台，比目前的 260 億台增長近 200 %，數據量相當龐大。

捕獲的所有數據是：已驗證、格式化、貼上標籤、本體強制執行及強制執行完整性。並符合 FAIR 標準：可尋、無障礙、可互操作及可重複使用。啟動並擴展 AI 計劃，在實驗室工作人員使用的軟體生成的整合數據集上運行 AI + DOE。強大的成分特性使配方設計師和 AI 都成為可能。設定你的項目目標，掃描並評分您的歷史作品，如果沒有匹配項，但已有足夠的數據，人工智能可以推薦配方。如果數據不足，用 DOE+AI 設計實驗，學得更多、更快。創建您的配方，對其進行測試，輸入結果，然後運行 AI。利用這些數據，獲得具有預測特性的 AI 推的密機薦配方。詳細的分析和圖表提供了對輸入和輸出的洞察力。

關鍵要點：每家公司都會運行人工智能，優先順序-清理數據捕獲、數據整合，合適的軟件可以生成 AI 就緒數據、大規模餵養 AI 模型，它們將使您的 AI 工作在整個組織中擴展，所有 AI 學習都是有價值的，因此要緊急行動。

下一屆歐洲塗料展會議將於 2025 年 3 月 24 日至 25 日舉行。

二、參加 2023 歐洲塗料展覽(EUROPEAN COATINGS SHOW 2023)

3 月 28 日至 30 日，來自 42 個國家的 1017 家參展商，24605 名塗料

專家了解油漆塗料的最新趨勢。八個展廳為來自油漆和塗料行業的貿易參觀者提供有關塗料、印刷油墨、實驗室、生產、測試或測量技術、黏合劑和建築化學品的所有全球行業趨勢和創新的信息。該展會以永續、奈米技術及綠色塗料為重點，向開發人員、工藝工程師、質量經理和採購人員介紹了涵蓋整個塗料市場的創新解決方案。

展區位置如圖 15，其中 1、2、3A、3、3C、4A、5 號館主要展示塗料原料、油墨原料、膠黏劑原料及建材中間體，4 及 4A 號館主要展示實驗室和生產設備、測試和測量設備、應用、環境保護和工作安全。蒐集世界知名儀器商廠牌，整理如表 8，可供購置新儀器設備參考。

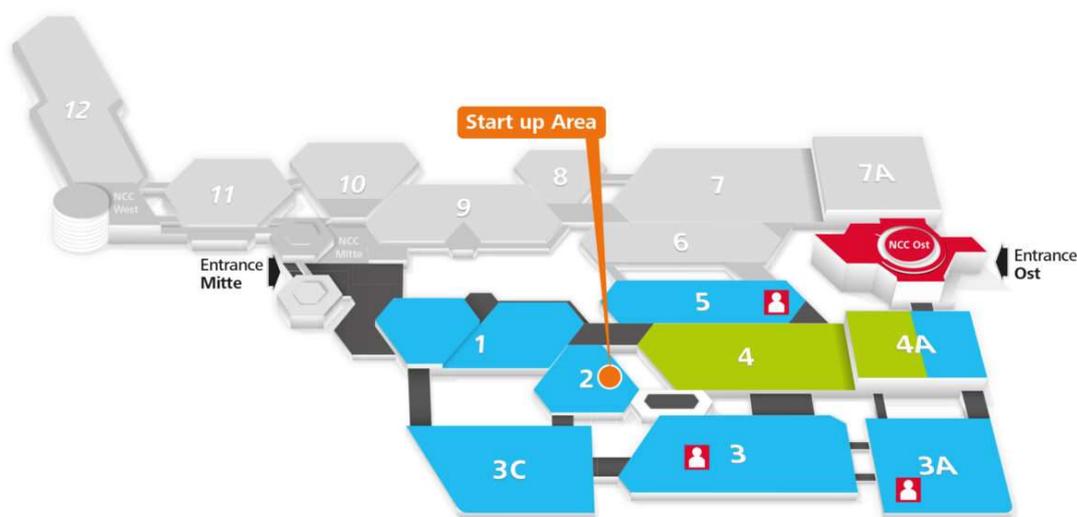


圖 15 紐倫堡展覽館編號及位置

表 8 世界知名儀器廠商及範圍

公司名稱	Logo	國家	主要儀器範圍
Elcometer Limited		英國	廣泛的實驗室和物理測試設備、塗層檢測、超聲波無損檢測、ElcoMaster 數據管理軟件，只需點擊一下按鈕即可創建檢測報告，以及噴砂設備和新的噴塗和泵設備。
ERICHSEN GmbH & Co. KG		德國	成立於 1910 年，是少數在德國獨家生產的公司之一。為以下應用領域研究、規劃、開發、設計和生產設備和機器：鈹金檢測、表面檢測、腐蝕檢測和材料檢測。

KRÜSS GmbH		德國	作為界面化學專家和世界領先的表面和界面張力測量儀器供應商，提供技術和科學諮詢的結合服務。其中包括研討會和技術服務，以及我們的應用和科學中心的培訓和專業測量服務。
Atlas Material Testing Technology GmbH		德國	測試產品耐久性。1951 年推出太陽能測定儀-模擬太陽對織物的褪色效果，近期全面的耐候老化測試儀器和服務網絡，Atlas 的公司總部和其國際公認的 Weather-Ometer®、Xenotest® 和 SUNTEST® 系列測試儀器的製造設施位於美國伊利諾斯州的普羅斯佩特山，其歐洲總部位於德國林森格里赫特。
BYK-Gardner GmbH		德國	BYK-Gardner 提供完整的系統解決方案顏色、外觀和物理性能方面的問題。BYK-Chemie 的直接子公司。提高塗料和塑料性能的添加劑、客觀測量塗料和塑料的顏色、外觀和物理性能的儀器
Q-Lab Europe Ltd.		英國	老化、紫外線、氫氣、腐蝕、塗層、測試基材、測試實驗室、戶外測試、加速老化、QUV、Q-SUN、Q-FOG、光穩定性、老化、降解、加速實驗室
Ascott Analytical Equipment Limited		英國	Ascott 是世界領先的鹽霧和腐蝕試驗箱製造商，在英國製造。我們的試驗箱可靠、可重複並且符合世界各地的許多測試標準。

三、參訪 DNV（國際知名離岸風電專案驗證機構）

立恩威國際驗證股份有限公司（Det Norske Veritas Germanischer Lloyd, DNV GL）為全球三大管理系統驗證機構之一，1864 年於挪威成立 Det Norske Veritas(DNV)並於 2013 年與德國 GL 正式合併，成為全球海事業最大的船舶和海工領域的船級社，石油天然氣行業領先的技術保障和風險管理服務機構，以及風能和輸配電領域的領先專家。DNV GL 為能源

產業鏈提供測試與諮詢服務，包括可再生能源和能源效率，其專業服務涵蓋陸上和海上風電、太陽能、常規發電、輸配電、智能電網和可持續能源的使用，以及能源市場和規範。

DNV GL 不僅與本部標準局領軍之臺灣本土離岸風電第三方驗證團隊簽署海上風電測試和認證合作備忘錄(MOU)，更於 2020 年在標準局促成下，正式與金屬工業研究發展中心、船舶暨海洋產業發展中心、中國驗船中心及台灣大電力研究試驗中心共同簽署驗證聯盟。由本土團隊與 DNV GL 合作，組成「臺灣離岸風場專案驗證聯盟」，希冀藉助國際驗證標準及經驗，強化臺灣在地專案驗證能力，並提供風場開發商全球化的驗證服務。2021 年初，DNV GL 公佈其公司名稱將於 2021 年 3 月 1 日起重新改為 DNV。

DNV 為全球知名的第三方驗證機構，提供驗證、評估和訓練服務，已於離岸風電領域發展多年，除具有完整之驗證系統與流程，並出版離岸風電相關驗證規範，且廣受全球離岸風電發展所運用，希冀透過本次拜訪交流，吸取成功經驗，協助國內離岸風電產業發展本土化，使臺灣綠能發展踏著穩健的步伐向前邁進。

本案經駐德國代表處經濟組洽排及指派何秘書忠龍陪同，於本年 3 月 31 日前往 DNV 漢堡辦公室交流拜會，DNV 由再生能源認證處處長 Fabio Pollicino、亞太區總經理 Per Enggaard Haahr、風力發電專家 Lars Lichtenstein 資深工程師及氫能專家 Alessandro Singlitico 資深工程師出面接待，並與我方舉行交流會議，同時邀請 DNV 駐臺亞太區經理 Ben Waldron、標準局第一組與第六組、金屬工業研究發展中心、船舶暨海洋產業發展中心及中國驗船中心等國內單位共 15 人，同步自臺灣線上參與。

表 9 會議議程

主題	發表人員
Welcome and introduction	DNV, Fabio Pollicino
Update from BSMI on the offshore wind regulation and possible changes	標準局, 邱梅君
Corrosion protection systems applied in offshore wind incl. the standardisation work	DNV, Lars Lichtenstein
Hydrogen and quality assurance activities	DNV, Alessandro Singlitico
Experience exchange discussion, Q&A	All
Next steps	All

會議首先由 Pollicino 處長簡報 DNV 及該公司在風力發電產業所發布

之標準，後由邱技士就標準局、臺灣風力發電及氫能建置目標、相關法規進行簡報。後續由 DNV 之 Lichtenstein 資深工程師及 Singlitico 資深工程師分別就風力發電與風電用防鏽塗料標準，及該公司氫能標準之最新進展作詳細說明。會議內容討論離岸風機塗料標準與驗證、浮式風機的驗證標準、全球與歐洲氫能發展與驗證近況等議題，討論內容摘要如下：

(一) 離岸風機驗證標準與驗證

DNV 整體方法之項目認證方案為 DNV-SE-0190，於 2023 年 3 月最新修正：定義認證能源島的相關方面、滿足波蘭國家海上風力發電廠特定的認證要求、對應美國 30 CFR 585 要求並更新到最新項目學習、重新編寫電能存儲系統認證範圍，符合 IECRE OD-501 的型號證書適用於項目認證推薦做法，DNV-RP-0585 風的抗震設計、發電廠和 DNV-RP-0618 添加單樁岩石沖刷保護、項目認證可交付成果描述和選項改善。DNV-SE-0190 包含發展、建立、運轉及維護各階段，也包含風力發電廠各組成：風機、變電站、電纜線及控制站驗證，如圖 16 所示。

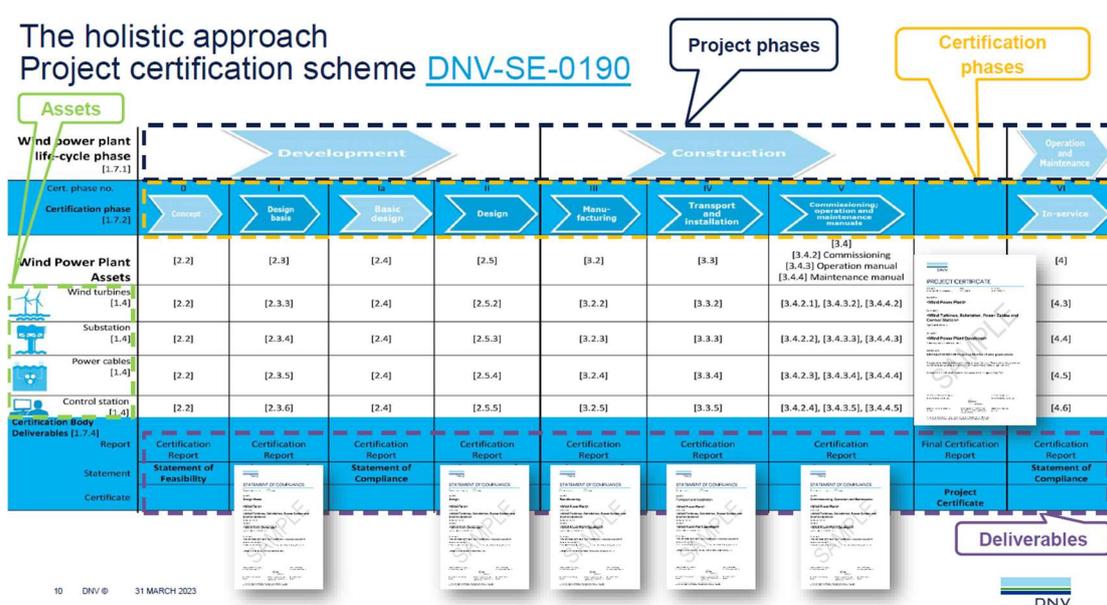
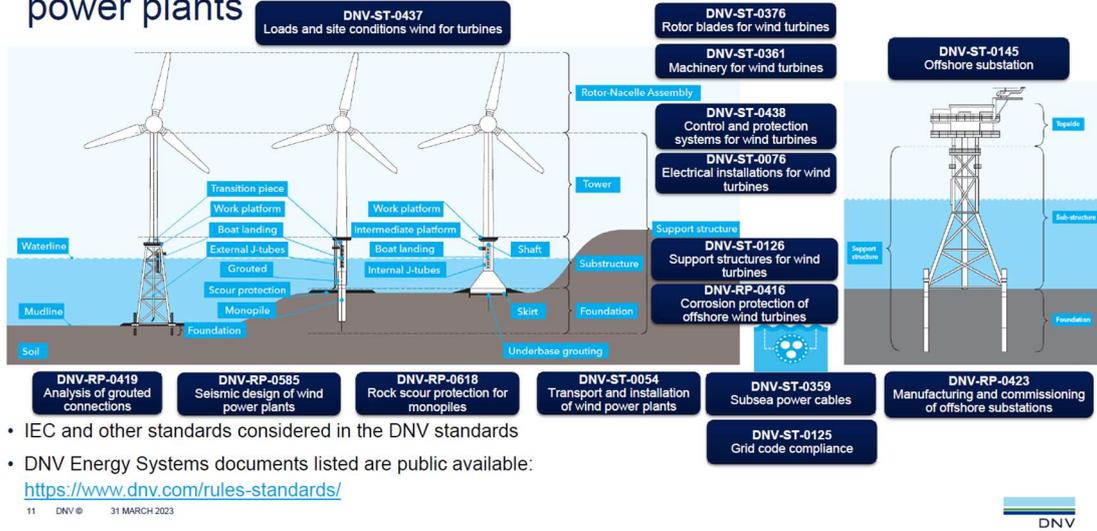


圖 16 DNV-SE-0190 專案驗證涵蓋範圍

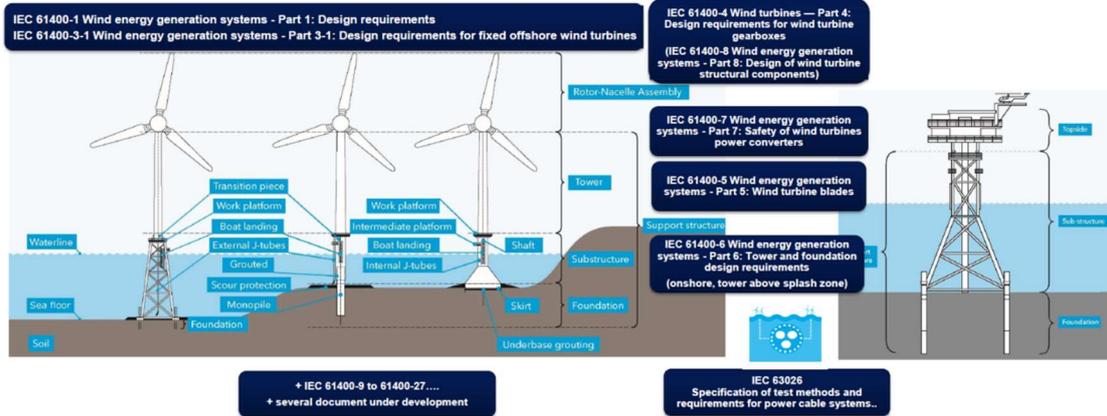
Standards and recommended practices for bottom fixed power plants



- IEC and other standards considered in the DNV standards
- DNV Energy Systems documents listed are public available: <https://www.dnv.com/rules-standards/>

圖 17 底部固定式發電廠的標準和推薦做法

Relevant IEC standards for bottom fixed – excerpt



IEC documents are public available: <https://www.iec.ch/homepage/>

圖 18 底部固定的相關 IEC 標準

如圖 17 所示，對應於 IEC 標準(圖 18)，DNV 在每個細節均有詳細規劃，Lars Lichtenstein 表示，DNV-RP-0416 風機腐蝕防護，為風機腐蝕保護系統的設計和建造以及在役檢查提供原則、技術建議和指南，重點放在海上風電場支撐結構的保護上。DNV-RP-0416 還可用於海上風電場中其他結構的腐蝕防護設計，例如海上變電站或氣象桅杆。相關標準還有 DNV-ST-0126 風機支撐結構，該標準規定風機支撐結構的結構設計的一般原則和指南。通過定義結構和結構部件的最低要求(結合參考標準、推薦做法、指南等)提供國際可接受的安全水平作為供需雙方有關設計、施工、安裝和在役檢驗的合同參考文件，作為設計師、供應商、採購商和監管機構的指南，指定受 DNV 認證的支撐結構的程序和要求，作為驗證風機支撐結

構的基礎，DNV 已簽約為其執行驗證和認證。Lars Lichtenstein 特別提到 DNV-RP-C203 海洋鋼結構疲勞設計，提出與基於疲勞試驗 (SN 數據) 和斷裂力學的疲勞分析相關的建議。腐蝕對疲勞設計的影響，也對應到 DNV-ST-0126。另一種防腐蝕技術：DNV-RP-B401 陰極保護設計，使用鋁或鋅犧牲陽極的概念性和詳細陰極保護 (CP) 設計的執行，以及此類陽極的製造和安裝規範。

DNV-RP-0416 提到離岸風機塗料之驗證方式，適用 Norsok M501 標準，該標準業於 2022 年 11 月發布第 7 版，新生產之塗料產品應符合新版標準取得認證。塗層材料的選擇、表面處理、應用程序和防護檢查的要求在海上和沿海設施的建造和安裝過程中應用的塗料，並為以後的維護工作提供指導。

(二) 浮式風機認證

繼全球多個成功的原型和示範項目之後，浮式風機正在邁出商業化的第一步。在任何重大的關鍵基礎設施項目中，利益相關者都希望確保已採取所有可能的步驟來最大限度地降低風險並最大限度地提高項目成功的機會。DNV 提供完整的服務，根據綜合標準或 IEC 技術規範對浮動海上風力渦輪機和設備進行認證(如圖 19)。浮式風機認證基於 DNV-ST-0119 標準和 DNV-SE-0422 服務規範。這些文件為這種浮式風機提供全面的技術參考套件，可應用於完整的風電場、單個風機及其組件。

組件認證方法涵蓋從早期概念到商業項目的所有開發級別，包括評估：設計依據、設計、製造、測試、運輸和安裝、調試。將特定的浮動元素考慮為：負載和耦合負載分析、水槽測試、穩定性、結構設計、繫泊和錨、動態電纜，拖出及操作和維護。

目前尚在示範階段，建造浮式風機成本約為離岸風機 5 倍，DNV 預測隨著技術的提昇，2 者將會趨於接近(圖 20)。

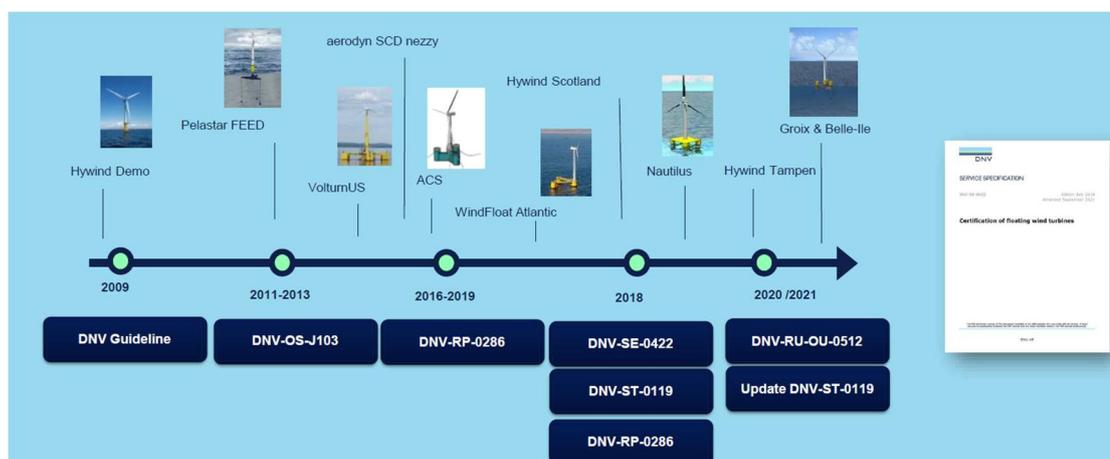


圖 19 浮式風機驗證標準

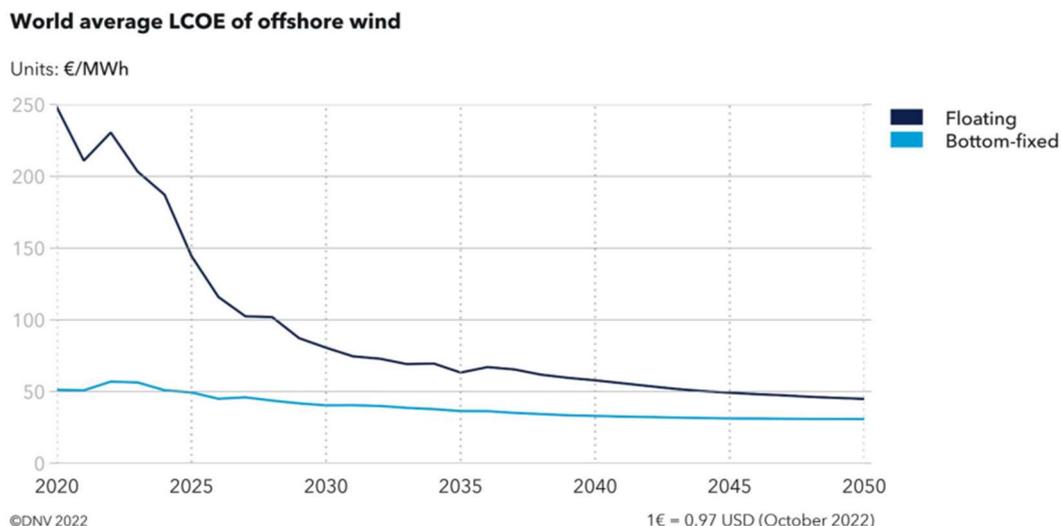


圖 20 浮式風機與底部固定式離岸風機建造成本

(三) 全球與歐洲氫能發展與驗證近況

氫氣對於到達巴黎協議至關重要，但全球氫氣產量低且慢，DNV 預估到 2050 年佔全球最終能源結構的 5%，僅為應有水平的三分之一，最初將由製造業主導直接使用氫氣，而氫衍生物將在重型運輸中發揮重要作用。來自專用可再生能源和電網的綠氫將主導生產以實現高減排，藍氫也有助於降低碳排，氫將在國家之間而不是在大陸之間運輸，而氫將在全球範圍內運輸。DNV 提供廣泛的技術和業務諮詢服務，並且憑藉在能源和海事行業的廣泛專業知識，在覆蓋整個氫價值鏈方面處於獨特的地位。

DNV 預測 2030、2040、2050 年主要區域電解槽，前三名主要是大中華區、歐盟、北美(圖 21¹⁰)，氫及其衍生物在區域最終能源需求的比率排名也相同(圖 22)，預測 2030、2040、2050 年主要區域氫及其衍生物需求 (PJ/年)，百分比表示氫及其衍生物在區域最終能源需求的比率。顯示這三個區域氫氣生產正快速發展，其中突破技術及標準的完備性，非常值得關注。

¹⁰ DNV, Hydrogen Forecast to 2050, 2022

Electrolyser capacity by region

Units: GW

		2030	2040	2050
NAM	North America	10	120	305
LAM	Latin America	4	27	83
EUR	Europe	111	351	574
SSA	Sub-Saharan Africa	4	16	66
MEA	Middle East & North Africa	8	35	147
NEE	North East Eurasia	3	13	22
CHN	Greater China	258	899	1248
IND	Indian Subcontinent	18	80	263
SEA	South East Asia	3	27	123
OPA	OECD Pacific	45	180	244
World		465	1748	3075

圖 21 生產(預測裝機容量主要區域電解槽(GW))

Regional comparison of hydrogen uptake

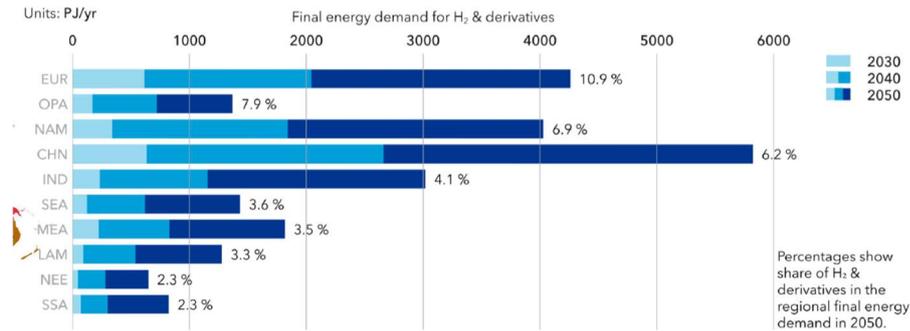


圖 22 要求(預測消費)

Alessandro Singlitico 說明 DNV 已與西門子能源 (Siemens Energy)、殼牌 (Shell)、道達爾能源 (Total Energy)、電解製氫大廠 ITM Linde Electrolysis 等 26 家公司合作，共同推動 JIP (Joint Industry Project) 計畫，蒐集現有製氫國際標準，並與目前生產技術情況進行比對，目標為電解製氫提出認證標準包含法規與設計、安全規範、品質與表現，預計於 5 月提出初步報告。

合作焦點：1.通過認證和測試加速授權程序 2.電解槽的品質與延長壽命 3.高品質的氫氣 4.安全的生產與儲存 5.電解槽參數的效率、性能與可比較性 6.控制/安全技術，包含轉換器與平衡管理。7.安全的結構與運輸系統 8.支援從規劃、建設和營運的安全可靠標準。

JIP 交付報告：評估和定義現有標準和指南、確定當前的認證差距、組件/系統的改進和應用的分類(陸上、海上、海上漂浮)以及將作為 DNV 服務文件(草案/標準、推薦做法、服務規範)基礎的報告。

Alessandro Singlitico 特別研究三種不同的電解槽佈置及其相關基礎設施，評估其均化氫氣成本(LCOH)，灰氫 0.8~2.7 歐元/公斤、藍氫 1.3~2.4 歐元/公斤及氫驅動搭配海上平台 2.4 歐元/公斤。氫驅動表示優先供電給電解槽，電力驅動表示只有多餘的電力被引導到電解槽。

1. 陸域(ONSHORE)：所有海上風力發電廠產生的電力都在 Hub 收集並傳輸岸上，在那裡由單個電解槽生產氫氣，然後壓縮至電網壓力。
2. 海上平台(OFFSHORE)：所有海上風力發電廠產生的電力都被傳

輸到 Hub，在那裡由單個電解槽使用淡化海水生產氫氣，然後壓縮並通過管道輸送到岸上。

3. 渦輪機內(IN-TURBINE): 電解槽與海水淡化裝置配對，位於每個風力渦輪機(WT)的塔內或附近。產生的氫氣通過連接 WT 組的管道輸送到 Hub。在 Hub 上，氫氣被收集、壓縮並通過管道輸送到岸上。

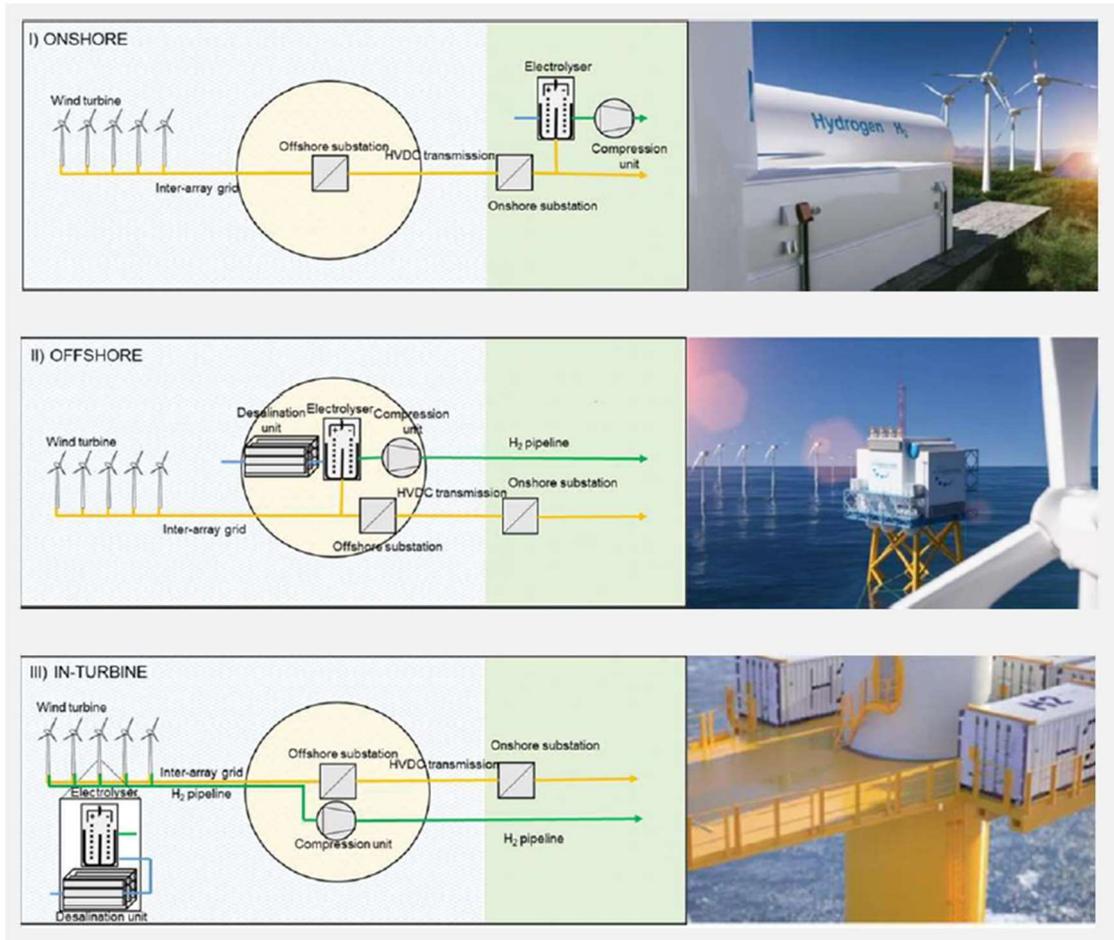


圖 23 電解槽放置的示意圖

上：陸域、中：海上平台、下：渦輪機內¹¹。

何秘書於會中表示，德國正修訂 2020 年公布的國家氫能戰略，由 Robert Habeck（綠黨）所領導的聯邦經濟部認為，目前綠氫產量仍少，尚屬稀缺商品，應優先將其使用限制在鋼鐵業等少數領域。Fabio Pollicino 回應稱，目前德國氫能發展尚在政治討論，釐清綠氫定義階段。綠氫定義尚未定案前，廠商不敢大舉投入資金生產氫氣，產業亦無法大規模轉用綠氫製程，氫能市場建立尚待高層政治協商。利用現存天然氣管道輸送氫氣之可行性評估仍在進行，亦是限制氫氣產能因素之一。

¹¹ A. Singlitico, J. Østergaard, S. Chatzivasileiadis. Onshore, offshore or in turbine electrolysis? Techno economic overview of alternative integration designs for green hydrogen production into Offshore Wind Power Hubs .Renewable and Sustainable Energy Transition, 2021.



圖 24 參訪照片：參訪團隊與 DNV 團隊合影

(左至右：Alessandro Singlitico/Hydrogen Expert、Lars Lichtenstein/Corrosion Protection Expert、Per Haahr/APAC manager、駐德國代表處經濟何忠龍秘書、邱梅君技士、Fabio Pollicino/ Director Service Area Renewables Certification)

肆、心得與建議

一、盤點離岸風機塗料驗證情形

依據「離岸風力發電場址調查及設計技術指引」及 DNV-RP-0416 防蝕策略有腐蝕容許量、塗裝系統及陰極保護，以塗裝系統作為腐蝕防護方法時，應提出經過國際規範認證之相關試驗成果(如腐蝕加速試驗等)或工程實績佐證其設計之可行性，並提出運轉及維護計畫。

經盤點後，目前國際標準可選擇 ISO 12944、CNS 16174、NORSOK M501 或 NACE SP 0108 等方法，TAF 認證實驗室係 SGS 高雄(目前我國通過 ISO 12944-9 實驗室)，國內離岸風機塗料開發商為永記、柏林。國內目前已有專用標準與 TAF 認可之試驗室，廠商不用再將樣品寄至國外、派員前往協助，目前暫無設立國內本土驗證機構執行第三方驗證需求。

浮式風機為臺灣離岸風機下一階段推行項目，目前能源局規劃示範風場 2028 年併網，專案驗證也需要先行瞭解標準，藉由學習 DNV 公司相關經驗，有助於後續工作執行。

二、節能塗料

國際上越來越多研究有關塗料運用於屋頂用來隔熱之產品，目前臺灣對於節能塗料相關驗證為綠建築標章，提出建議如下：

- (一) 我國高性能節能綠建材標章的節能塗料標準係採用 CNS 12381：平板玻璃透射率、反射率、放射率及日光輻射熱取得率係數試驗法來測試太陽輻射反射率，與我國實際使用塗料之範圍不同，如：鋼板或水泥磚，整理如圖 25。可參考歐洲塗料研討會及表 10 內政部建築研究所 104 年「隔熱漆耐久年限之檢測研究」報告中提出相關測試項目、標準與測試地點。
- (二) 參考日本標準(JIS K 5602 及 5675)，導入深色塗料規範，依顏色深淺訂定太陽輻射反射率，同時檢測其他項目(耐水性、乾溼附著力、抗玷汙性)。建議參考美國冷屋頂協會方法，採用 ASTM E903 或 C1549 進行太陽輻射反射率之測定。
- (三) 節能塗料產品開發門檻低、應用範圍廣，可協調內政部將節能塗料加入建築能效標示評分內容，可加大廠商申請驗證意願，建築能效標示可讓建築耗能資訊更佳透明化，讓民眾於租屋、購屋時易於辨識建築物的能源效率優劣，以引導民眾優先選用高建築能效表現的建築物。另外，建築能效標示制度是一種民眾有感的能效標示法，可誘發民間輿論以帶動整體建築產業的節能改造行動，如此良性循環，將有助於提昇國家整體之節能減碳效益，期能提升建築物能源效率，以利達成我國 2050 淨零排放目標。

標章	標準	差異說明
 美國冷屋頂協會	ASTM C1549 ASTM E903	我國標準採用玻璃試片測試，ASTM 標準試片材質不受限制。
 日本塗料工業會	JIS K5602 JIS K5675	我國標準太陽輻射反射率 ≥ 0.7 ，JIS K 5675依顏色深淺，允許不同反射效果。

圖 25 我國高性能節能塗料與美國、日本標準規範差異

表 10 節能塗料之建議檢測內容

項目	測試標準	儀器設備	測試地點
太陽輻射反射率	ASTM E 903	積分球與光譜儀	實驗室
太陽輻射反射率	ASTM C 1549	可攜式太陽反射率量測器	實驗室/現場
太陽輻射反射率	ASTM E 1918	日照強度計	現場
太陽輻射反射率	CRRC Test Method #1	可攜式太陽反射率量測器	實驗室/現場
熱輻射率	ASTM E 408-71	發射率/反射率量測儀	實驗室
熱輻射率	ASTM C1371	發射率量測儀	現場
太陽反射指標	ASTM E 1980	無(計算)	
人工耐候性及人工輻射暴露	CNS15200-7-6	氬弧燈	實驗室
人工耐候性及人工輻射暴露	ASTM D6695-08	氬弧燈	實驗室
人工耐候性及人工輻射暴露	ISO 11341	氬弧燈	實驗室
紫外線加速老化試驗	CNS1183	紫外線加速老化試驗機	實驗室

三、氫能驗證

本次訪問 DNV 公司，瞭解國際上對氫能的發展還在起步階段，國內目前尚在制定加氫站相關國家標準中，圖 26 為德國漢堡一處加氫站，雖然並無實際觀察到有車輛加氫的過程，惟由站內之圖示可得知，此加氫站可利用風力發電之電力傳送至現場電解製氫，或運輸氫氣至儲氫槽，此加氫站可儲存 750 kg 氫氣，供 20 輛巴士或數輛汽車使用(圖 27)。



圖 26 (左) 德國漢堡設置之加氫站儲氫區 (右)加氫機

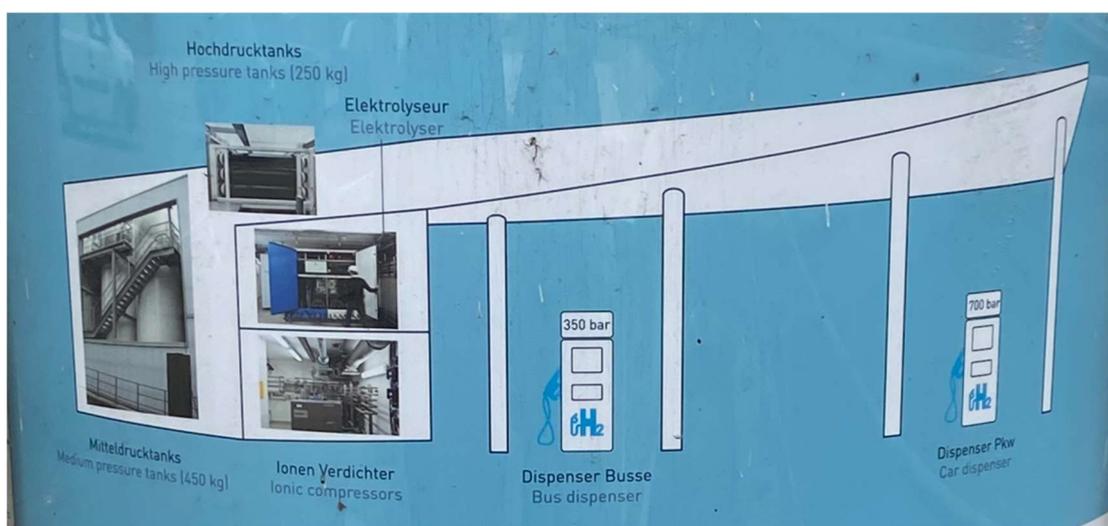


圖 27 加氫站之配置圖

內有 450 kg(中壓)及 250 kg(高壓)壓力槽，巴士使用 350 bar 加氫機，一般車輛使用 700 bar 加氫機。

據文獻報導¹²，德國的氫能早在 1999 年便設立歐洲首座商用氫氣卡車及汽車加氫站，截至 2021 年底，歐洲的 228 個加氫站中，有 101 個位於德國，雖與原本規畫到 2023 年預計 400 座加氫站目標有差距，目前德國的氫能發展還處於擴大產量與運輸量能的階段；例如，建造電解槽與氫能運輸管線，各國政府持續加大氫能投資力道，德國、英國均設定 2030 年電解量 10 GW 目標，日本則氫產量 300 萬噸。因此，對於氫能提出建議如下：

- (一) 持續蒐集國際氫能標準，提出相關查驗計畫：產業要發展，標準至關重要，目前 ISO/TC 197 Hydrogen technologies 委員會已發布 18 個與氫有關之標準，有 22 個標準尚在制定。我國之電機工程國家標準技術委員會(TC03/SC14 氫能與燃料電池分組委員會)正緊鑼密鼓進行國家標準制/修訂，基於氫氣產品

¹² <https://esg.gvm.com.tw/article/22247>

品質及安全性要求，可蒐集國內外標準後，考慮提出氫氣品質查驗計畫、加氫站安全查驗計畫。

- (二) 建立氫氣品質檢測方法：中油公司規劃在今年底於高雄引進國內首座可移動式加氫站，未來可配合政府氫能運具示範運行。氣體製造商聯華林德也宣布，今年將引進氫能源技術，於台南樹谷工業園區設立示範加氫站，提供政府及相關單位測試使用。氫氣的品質、製備與加氫儲存，關係到氫燃料電池車的耐用性，經過對標，CNS 標準將近與 ISO 標準調和完成，建議結合法人與國營企業優先建立氫氣品質檢測與驗證能力。

四、歐洲塗料展參觀心得

塗料面臨減碳趨勢朝向多功能發展，除了危害風險管理之外(降低 VOC)，更強調參與淨零排碳，此次參加歐洲塗料展後，建議如下：

- (一) 能源轉型：由政府單位優先購買再生能源憑證，擴大憑證與綠電交易規模，促進再生能源憑證的多元應用，協助產業接軌國際綠色供應鏈。若辦公室條件許可，鼓勵於頂樓加裝太陽能板，協助擴展再生能源憑證案場。
- (二) 檢驗技術提昇：有別於以往進行甲醛、重金屬、VOC 檢驗，關於物性方面的檢測技術也可再精進，特別是節能塗料檢測太陽輻射反射率及熱輻射率，還有其他塗料性能，如：抗拉強度和伸長率、水蒸氣透濕率。
- (三) 國際展覽拓展視野：定期參加國際塗料展，以瞭解最新國際趨勢，更貼近產業發展。聆聽演講後，發現國家標準應與時俱進修訂，如：CNS 15200-7-5 參考標準待修正，CNS 15200-7-6 與 CNS 15200-7-7 之參考標準已廢止，如表 11，標準公報 112 年第 8 期已進行相關標準公告徵求修訂或廢止意見，後續會進行修正。

表 11 塗料一般試驗法

國家標準	參考標準	建議
CNS 15200-7-1	ISO 9227:2006	依 ISO 9227:2017 修正
CNS 15200-7-2	ISO 6270-1:1998	依 ISO 6270-1:2017 修正
CNS 15200-7-3	ISO 11503:1995	無
CNS 15200-7-4	-	無
CNS 15200-7-5	ISO 2810:2014	依 ISO 2810:2020 修正
CNS 15200-7-6	ISO 11341:2004	ISO 11341 已被 ISO 16474 系列取代
CNS 15200-7-7	ISO 11507:2007	ISO 11507 已被 ISO 16474 系列取代
CNS 15200-7-8	ISO 11997-1:2005	依 ISO 11997-1:2017 修正

伍、中英文對照表

英文縮寫	英文全稱	中文翻譯
IEA	International Energy Agency	國際能源總署
VOC	Volatile Organic Compound	揮發性有機化合物
LCOH	Levelized Cost of Hydrogen	均化氫氣成本
EMI	Electromagnetic Interference	電磁干擾
DOE	Design of experiments	實驗設計
HTS	High-throughput screening	高通量篩選
ECS	European Coatings Show	歐洲塗料展
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	聯合國政府間氣候變遷 專門委員會
ISO	International Organization for Standardization	國際標準組織
SBTi	Science Based Targets initiative	科學基礎減量目標倡議
NSEC	North Seas Energy Cooperation	北海能源合作組織
JIP	Joint Industry Project	聯合產業專案