

◆協興建築指，啟德體育園主場館上蓋的大型預製構件，重達數千噸，需要運用DfMA方式組裝，施工隊靠BIM的模擬片段了解實際裝嵌過程，片段亦會標示出不同工序需要用到的建築機械型號、機械的負重量、擺放位置、吊運的方向等等。



# 萬丈高樓

# 同步起

## 100%精準模擬樓盤誕生 物料運輸人手全預演

◆協興正與夥伴機構合作研發高性能的建築物料，如把不同的納米材料添加到建築物料上。



### 「高性能」混凝土輕兩成 起樓更靈活

目前不少企業着力發展ESG（環境、社會和管治），建造業使用環保建築物料也成為新趨勢，謝偉正透露，目前公司正與夥伴機構合作研發高性能的建築物料，例如把不同的納米材料添加到建築物料上，達至不同的效能。其中一個高性能建築物料是輕質混凝土（俗稱石屎），有別於坊間向混凝土透過注入空氣泡的做法，新技術是透過加添密度較低的固體顆粒，達至強度符合結構使用。兩者分別是，一般石屎每立方米約2.3噸重，而輕質石屎每立方米重約1.8噸左右，比一般石屎輕約兩成。

#### 為MiC組件「減磅」方便組裝

謝偉正進一步解釋，這兩成重量的差別，對於需要吊運的MiC組件安裝是非常重要的，可以是「吊得起」和「吊不起」的分別，意味這些重量差別可以左右起重機的選擇、MiC組件大小，甚至是施工的可行性等等，令起樓更靈活，能源消耗更低。他又舉例，另一種建築物料是在混凝土中加入一些納米顆粒，使混凝土的防滲水性能顯著提升（標準測試條件下的滲水深度減少四成），此類物料目前多數應用在建築的水缸。

#### 再造纖維加入混凝土填裂縫

此外，公司亦研發出一種能「自癒合」的石屎物料，透過加入特殊纖維到混凝土中，利用纖維把裂縫寬度控制到小至100微米，而水泥基體在吸收水分之後形成水化物，就能填補裂縫空隙。值得一提的是，這些纖維其實是來自回收的膠樽循環再造並經過特別處理而成。

對於政府提出的基建先行，協興建築同意及支持。謝偉正說，以啟德發展區作例子，該區是香港第一個先行建成區域供冷系統的地區，供日後啟德區內發展項目接駁使用，原理就如為建築物提供中央水冷氣系統，透過配水管將水運輸至單位，配合「熱交換器」（Heat Exchanger）作為空氣調節用途。此系統讓發展項目無須各自獨立安裝製冷機組及冷水塔，減少重複建設，節約能源及提高能源效益，而且「即駁即用」，省時快捷。

謝偉正認為，政府可以用區域性思維規劃大型基建發展，用中央統籌的形式規劃每一個區域的基建水電，提高效率之餘又能節省能源。此外，謝偉正也表示，公司正研究「機械人化」，建築工人最大的問題就是「老齡化」，而且在高危地方有機會出現意外。他舉例，公司正與本港及內地的大學合作研發機械人，機械人可代替人手在升降機槽內安裝路軌，在工地燒焊、工字鐵接駁、噴油漆等工序。

## 人工智能BIM建模 時間縮減七成

「智慧管理」是要先把工地數碼化。黃志斌舉例說，利用人工智能發展可協助一個大型項目鋪排複雜的機電配套及管線，亦能預先計算出牆身需要開洞的大小以及管線尺寸坐標，降低因人手鋪排管線出現錯誤或偏差。在竣工後可以在現場拿起平板電腦，透過鏡頭及擴充實境（AR）技術，將現實及虛擬結合，審視管線是否與原先設計相符，有點類似玩Pokémon GO一樣。

黃氏指利用數碼技術還包括自動化工具，如檢視建築物是否符合建築條例，傳統的做法就是拿起圖紙，由人手逐項檢視，例如樓底是否有足夠高度，「有時差少少都容易睇錯」。而BIM就能透過演算法，在竣工前找出是否符合建築條例，透過人工智能在數碼化建築模型裏找出不合規的地方，而人工智能一日能夠偵測到三萬個不同的位置，暫時已開發超過30條建築條例的演算法。

#### 偵測是否符合消防條例

黃志斌又指，建築物是否符合消防條例也可以透過人工智能偵測，連消防水灑的覆蓋範圍、消防喉的長度也能顯示出來，避免出現「死位」，亦令設計和施工更加精細。

另外，一個大型項目有相當多數量的房間，每間房都有燈掣及電掣，例如啟德體育園涉及超過5,000個房間，而這5,000個房間設計及功能又不一樣，此時就需要用人工智能加入邏輯的方式去設計不同房間的燈掣及電掣位置，所需時間由傳統倚靠人手的至少18個月，大大縮減至6個月，節省近七成時間。

## MiC技術縮短近半施工期

科學園創新斗室InnoCell是香港第一個永久性鋼結構組裝成建築。謝偉正指該公司在這個MiC項目中取得很寶貴的經驗，透過MiC技術成功縮短超過四成的工期時間，亦減少了工地現場超過一半人手，只需要200至300個人就能完成興建。由於MiC技術組裝件體積龐大，需要一個佔地廣闊的廠房，因此最好設在內地。機電組裝成MiMEP則組裝件體積較細小，為了運輸方便，生產MiMEP組件的廠房都是設在香港。

#### 設MiC組件中轉站可供供應

他也提到，在疫情大流行的背景下，把MiC組件

## 魔法系列之 BIM助「三提」

特首李家超提出建屋「三提」（提速、提效、提量），冀改善香港人亟須解決的住屋問題，也是業界一起努力的目標。協興建築工程合約科副主管謝偉正接受香港文匯報訪問時表示，建築數碼化以及建築工業化已勢在必行，期望透過BIM（建築信息模擬）和MiC（組裝成建築法）的互相配合使用，大大提升項目策劃可控性、成本預算準確性及提高施工步驟的準繩度，達至「提速」兼「提效」，實現「萬丈高樓『同步起』」。

◆文：香港文匯報記者 黎梓田  
圖：香港文匯報記者



◆協興建築工程合約科副主管謝偉正（左）表示，建築數碼化以及工業化勢在必行。右為總經理（建築信息模擬部）黃志斌。

有着超過60年歷史的協興建築，是香港的大型承建商，謝偉正提到，公司在香港總共完成了超過2,400項大大小小的工程，而公司亦正在思考如何優化建築工序，以達至「提速、提量、提效」。他指出，公司有一定歷史，但不代表會因循守舊，一直與時並進，因應「建造業2.0」以及優化建築技術的需要，公司的建築信息模擬部和創新及科技部持續創新，專注加強建築科技的研發和落實。

#### BIM有效控成本 免施工延誤

而公司近年發展的技術包括BIM（建築信息模擬）、MiC（組裝成建築法）、機械人、信息科技、人工智能及新型建材等。謝偉正說，BIM最初亦只有3D（三維），在科技發展下BIM已經推展到4D，新增了「時間」可以模擬整個項目由開始到完成的施工程序以及物流運輸，更甚還有5D（成本）、6D（可持續發展）。單靠BIM就可以估計人手、預算、物料，並能在前期就決定了所有MiC組件的設計以及施工圖，當施工圖傳送至廠房時就可以立即開工生產。BIM以及MiC互相配合，就能大大提升成本預算準確性，以及施工方案的細微度及準繩度，從而提高效率。

協興建築總經理（建築信息模擬部）黃志斌指，施工前會用BIM提早預演施工方案一次，確認無問題才正式施工，能減少大量工程上的灰色地帶或溝通出現問題的機會。黃志斌提到，雖然BIM在前期需要投入的資金及人手較傳統建築法多，但BIM可避免施工時發生錯誤以及因工程延誤出現超支。

#### 求精準 組件運輸過程也模擬

謝偉正又指，在建屋之前很多時都要造一間俗稱「Mock-up房」的設計樣板房供業主及顧問審視日後發展項目建成後的效果。傳統方式不但耗時耗錢，如果有設計改動要拆除改動部分重做，極不環保。而BIM的像真度已經足以比擬一間「Mock-up房」，連天花裏面的機電設施及喉管位置都能清楚看到，加強施工準繩度。再者，模擬出項目外觀以及內籠後，設計師或建築師亦可以因應需要，將顏色搭配或者物料即時作出修改，省時省錢。

謝偉正透露，近期正在運用BIM的例子有入境處新總部、新稅務中心、啟德體育園、啟德商業項目AIRSIDE等建設，而公司手頭上約有20多個項目，絕大部分都在用BIM運行。他舉例，啟德體育園主場館上蓋的大型預製構件，重達數千噸，需要運用DfMA（可供製造及裝配的設計）方式組裝，施工隊要了解實際裝嵌過程，就是靠BIM的模擬片段，片段亦會標示出不同工序需要用到的建築機械型號、機械的負重量、擺放位置、吊運的方向等等，讓施工隊清楚建造程序及施工次序，提高施工準繩度以及減少意外。

BIM連每一件組件的運輸過程也能夠模擬。黃志斌又提到，啟德體育園主場館上蓋的大型預製構件因體積及重量龐大，一旦出現些微偏差就要暫停施工進行現場修改，導致「幾百人企吃嘍嗰等開工」。因此需要BIM模擬該組件由出發點到啟德的航運路線，連海水潮漲潮退、由船隻移入工地的路線以及所有路徑闊度也有計算在內，可以準確預測出組件到達的時間以及運輸流程，「連運送車要點樣轉彎、轉幾多度都可以預先計到界你」。

謝氏形容「建築需要工業化」，工業已經到了4.0，而建築業只是去到2.0，認為已經落後了一大截，需要急起直追。如果建築能夠做到像生產汽車般有生產線，配合BIM提高設計及組裝效率，提早發現及減少錯漏，即變相節省金錢及時間，就能「提速又提效」。

#### 統一標準設計可降低成本

他又指，特區政府是全港最大業主，假設政府可以配合業界，採用同一標準的設計，就能夠「以量取勝」，大大降低MiC預製組件的平均成本，情況就像黃金電腦商場「自選組裝電腦」一樣。內地MiC廠房的客戶同時包括內房企業，但本港及內地的製造標準不一，若能統一製造標準，就能吸引內地廠房撥增資源為香港生產MiC組件。



◆建築項目團隊透過鏡頭及AR技術，將現實及虛擬結合，審視管線是否與原先設計相符。

黃志斌指出，「數碼化」再進一步就是「參數化」，例如用參數化去設計一件MiC組件，電腦透過逾萬次的運算，計算出如何最「慳料」，結構承托如何達到最強等等，比起單純人腦計算更能找出更好的設計。

謝偉正認為，項目規模愈大，愈能發揮BIM的效益，不單只可以應用在單一項目上，將來亦可以應用在巨無霸的項目上，即使規模大如一個太古城，亦無須分期興建，只要配合標準化設計以及建築機械化，就可以整個地區都同步興建。將來「北部都會區」等大規模的項目發展，也可以利用BIM擴展到一個區域的模擬發展，避免出現規劃上的不協調，將BIM的效益最大化。他形容建築界有句名言是「萬丈高樓從地起」，現在就是「萬丈高樓同步起」。

運到香港是一個相當困擾的問題。他建議，可以與內地有關部門商議，在內地與香港邊境、河套區附近劃出一個區域，預留作MiC或者MiMEP組裝成場地，有點類似中轉站的概念，免除過關手續時間，亦有助保障本地工人就業。現時不少工序集中在地盤裏，但MiC可盡量將生產及組裝工序搬去廠房，而地盤生產工序愈少，即代表地盤愈安全和整潔，亦能減少工地現場所需人手，即使工人成本上升，但透過MiC配合BIM，長遠來說能減低成本。

謝偉正說，運用MiC是行業的大方向，主要是可降低生產成本，奈何前期設計成本較高，每一次更改設計都要改動生產線，就算用機械人去生產，改