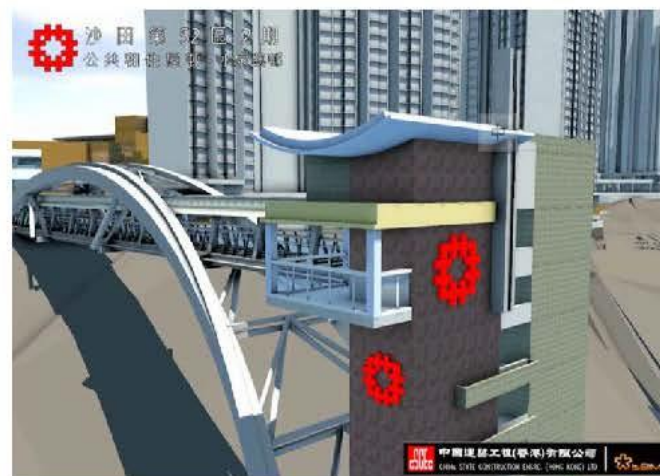
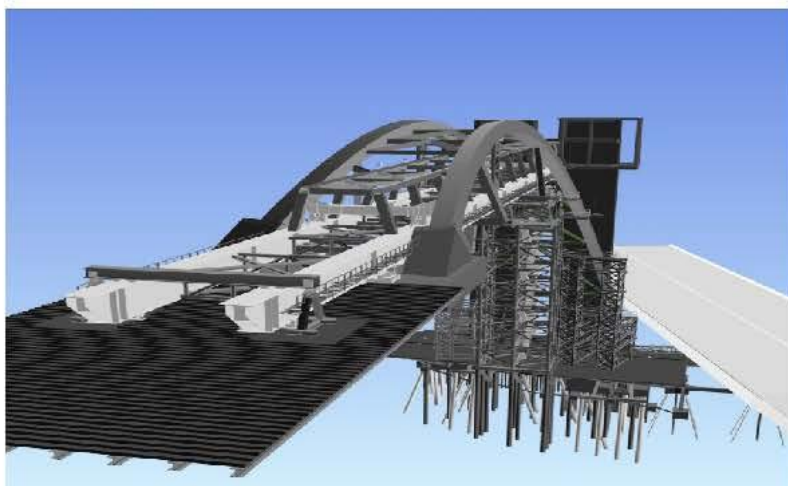


應用建築信息模擬(BIM) 於水泉澳興建大跨度行人天橋的風險管理



何志偉博士
安全環保部副總經理
2020年11月2日



內容大綱

01

工程概況

02

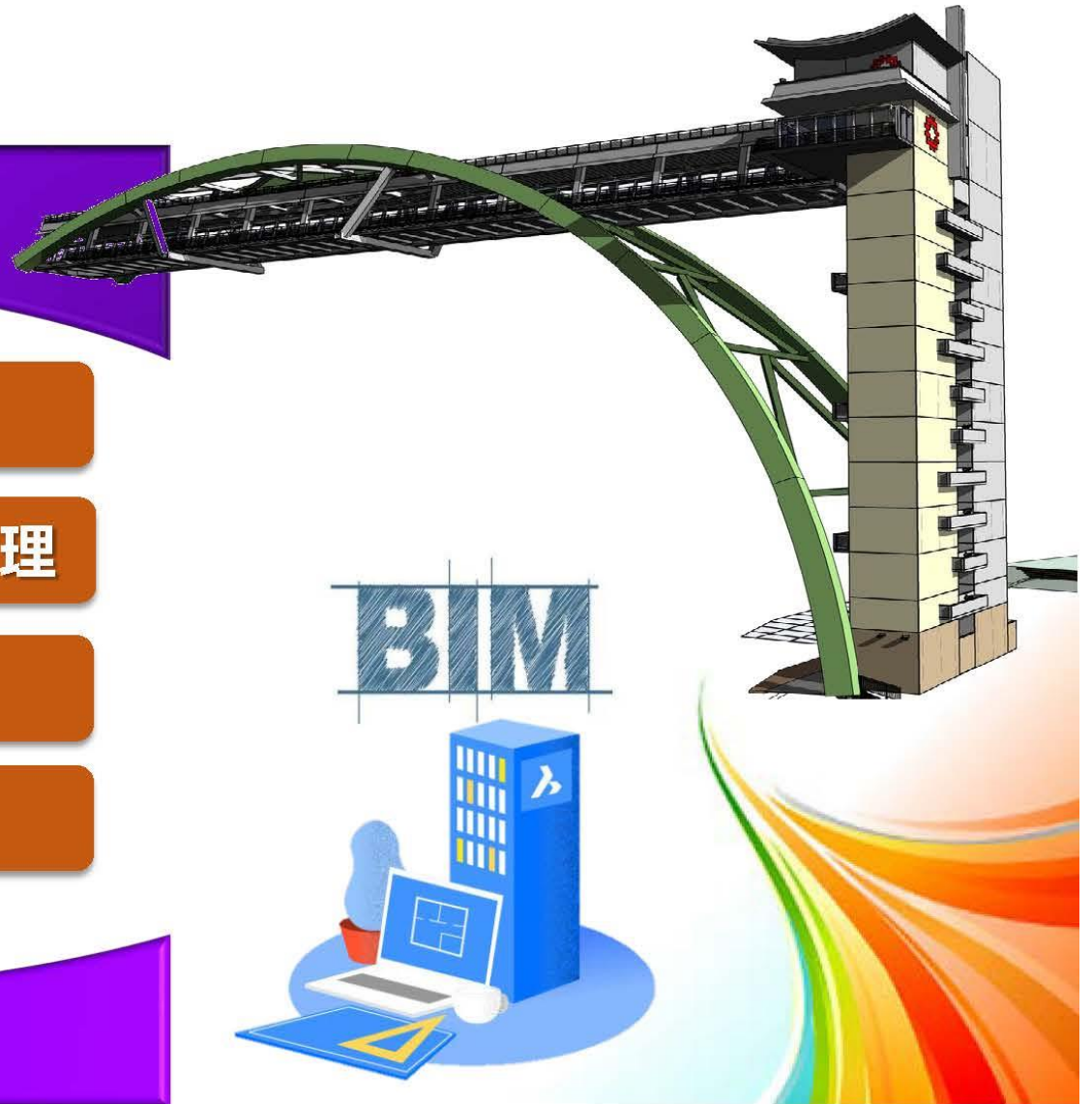
應用BIM如何優化安全管理

03

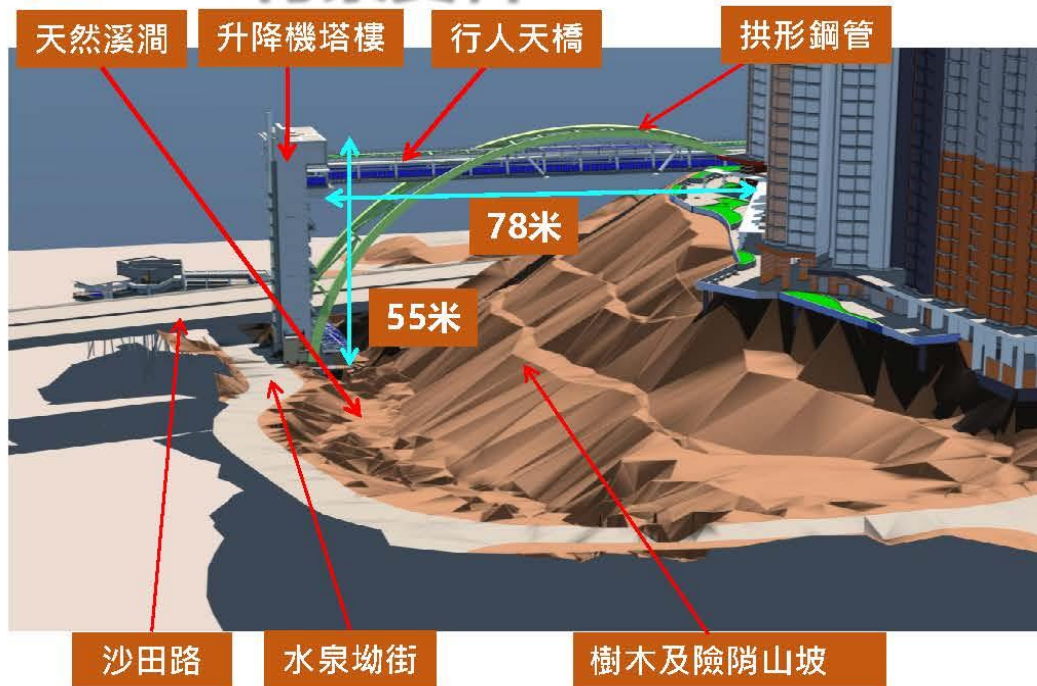
例子分享

04

成效



1.1 背景資料



項目小檔案

工程項目名稱：水泉澳邨二期工程

業主：房屋署

工程內容：興建共5幢住宅大樓，樓高26至30層，合共3459個單位，其中包括興建一條大跨度行人天橋連接水泉澳商場及水泉坳街(毗鄰沙田圍港鐵站)

行人天橋施工內容

工程內容：

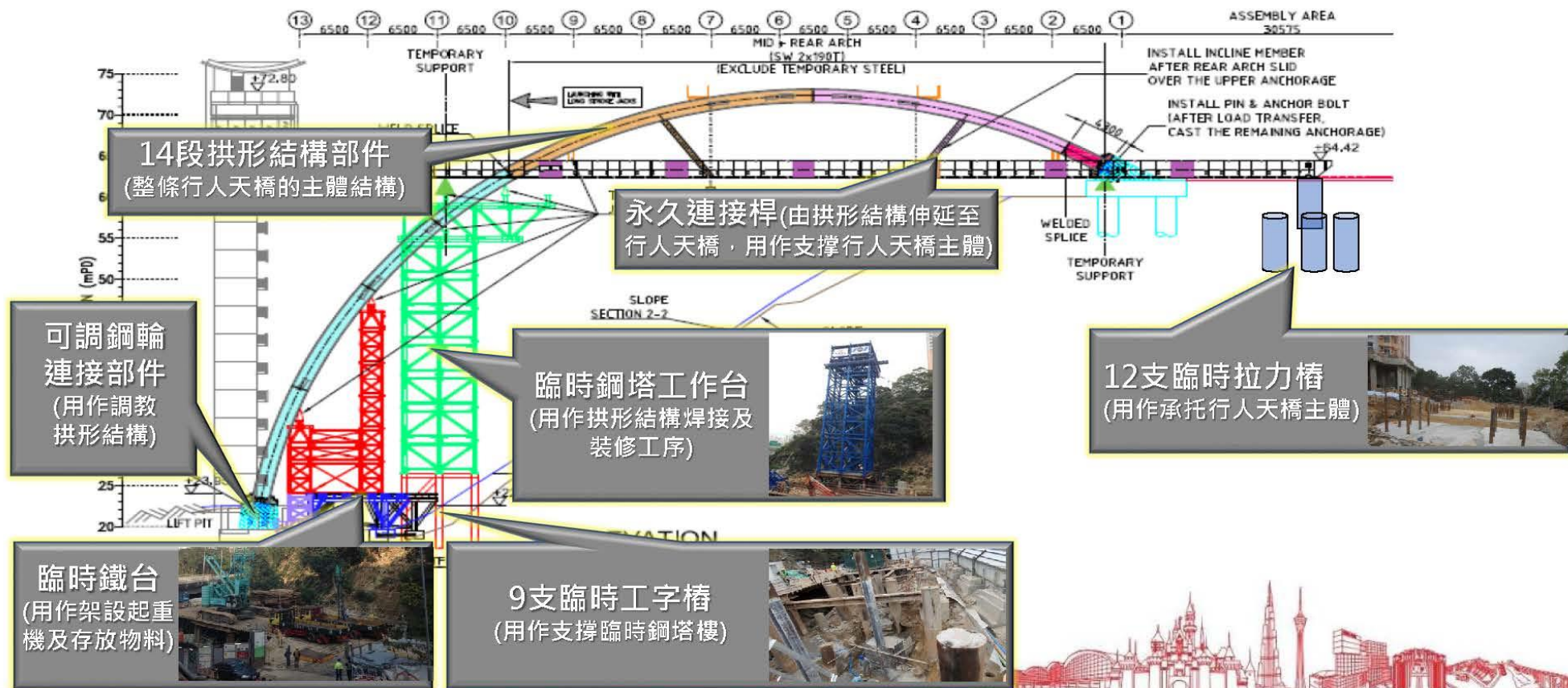
1. 天橋的主體結構是由兩條對稱傾斜的拱形鋼管承托一條從山頂通往升降機塔樓的鋼結構組成
2. 升降機塔樓共15層高(約55米高)，由53支工字樁承托
3. 共需耗用2400公噸鋼材(永久及臨時結構各佔50%)
4. 工期約24個月，並於2017年第二季順利竣工

施工難點：

1. 該天橋的升降機塔樓是興建在狹窄的雙線雙程車路與一條受保護的天然溪澗之間
2. 行人天橋跨越天然溪澗及險峭山坡，令工程建造複雜



1.2 工程概況 – 結構簡述





1.3 施工過程中涉及的安全風險



吊運 - 運送臨時及永久結構材料



高空工作 - 安裝、裝修及檢查工序



物料下墜 - 臨時/永久構件/物料、工具



觸電

- 電力焊接
- 手電工具使用

火警

- 焊接工作
- 易燃物品儲存(油漆/隔熱物料/木板)

體力處理

- 搬運鐵器/物料
- 搭建大型棚架

撞倒、絆倒

- 突出物保護
- 物料擺放

其他

- 交通運輸
- 施工對公眾的影響





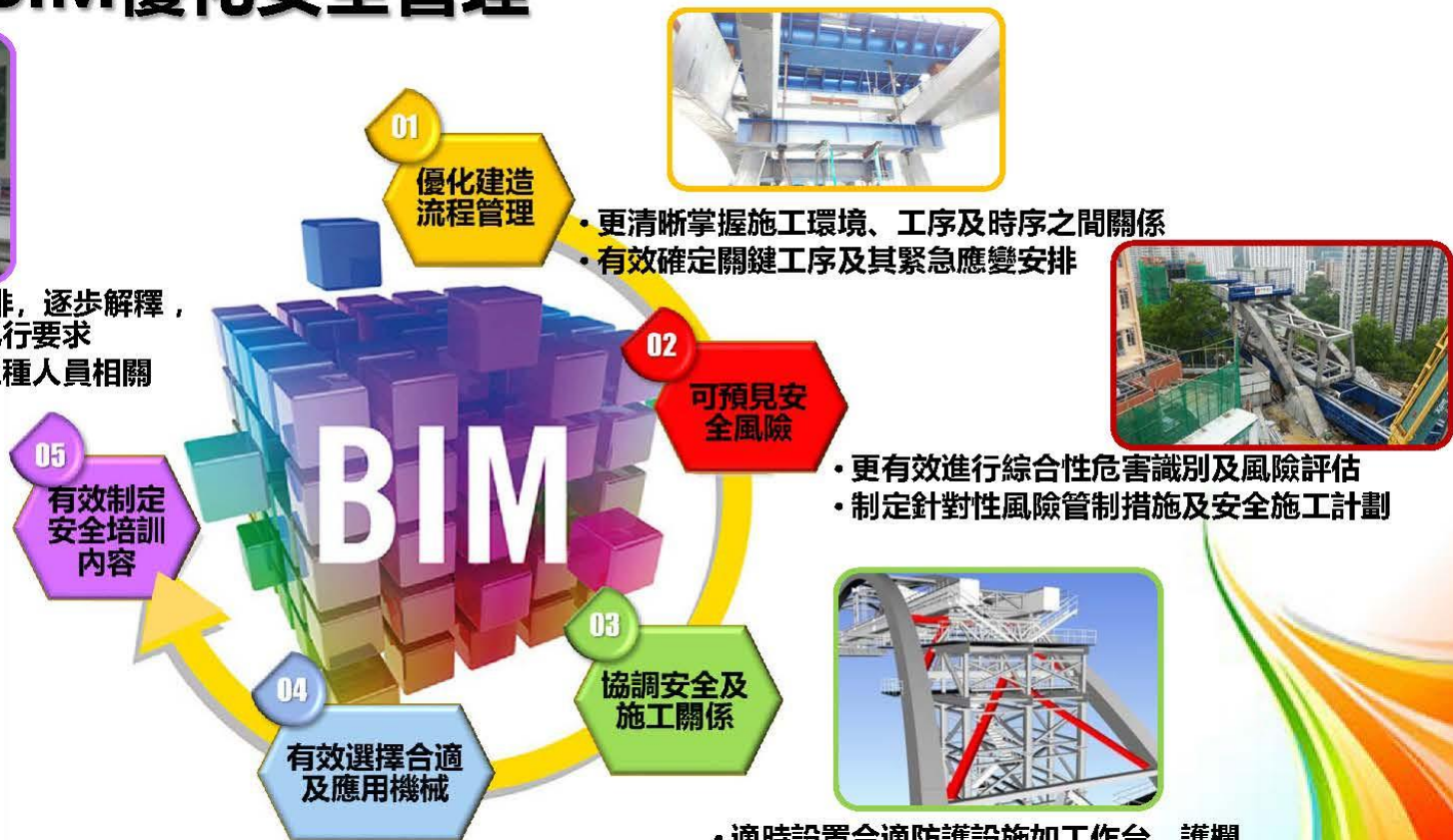
2.1 應用BIM優化安全管理



- 利用3D動畫模擬施工流程及安排，逐步解釋，令施工人員易於明白安全措施執行要求
- 階段性、針對性培訓不同專業工種人員相關的安全要求



- 選取合適的機械
- 模擬實際操作 (如制定機械操作位置、吊運路徑、物料運送的安排等)

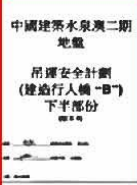


2.2 安全管理工作亮點



吊運安全計劃

- 制定吊運安全計劃書，內容包括吊運管理制度、機械選用、吊運流程、團隊分工及監管要求等



吊運人員安全培訓

- 吊運訊號員/吊運監督員/起重機操作員書面委任，進行定期培訓及現場表現評估
- BIM動畫用作安全培訓材料
- 使用‘吊運應用表’，優化吊運操作安全

地盤起重裝置安全管理指引

吊鏈 Chain	高古 Shaolin	鋼索 Wire Rope
Grade 8 / 80 以下 安全操作負荷 SWL 須每年定期及抽檢 吊鉤定期抽檢	安全操作負荷 SWL 須每年定期及抽檢	安全操作負荷 SWL 須每年定期及抽檢
2年	1年	1年
1年	1年	1年
定期 10%	定期 10%	定期 10%
吊帶 Nylon Webbing	吊帶 Nylon Webbing	吊帶 Nylon Webbing
吊帶安全負荷 SWL 須每年定期及抽檢	吊帶安全負荷 SWL 須每年定期及抽檢	吊帶安全負荷 SWL 須每年定期及抽檢

常用吊索安全負荷系數參考

吊索方法 (繩打圈)	繩打圈	繩打圈	繩打圈
夾角	系數	系數	系數
$10^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	100%	50%	100%
$60^\circ < \alpha \leq 90^\circ$	80%	40%	80%
$90^\circ < \alpha \leq 120^\circ$	50%	25%	50%

安全操作負荷 SWL = 實際 SWL × 系數
吊運前，根據吊索安全負荷表，核算 SWL 確保吊運安全



安全管理工作實施

- 施工方案培訓、風險評估培訓、吊具檢查表及工作安排記錄

現場施工前安全培訓

日期	地點	內容
2023-08-01	1. 現場	1. 現場
2023-08-02	2. 現場	2. 現場
2023-08-03	3. 現場	3. 現場
2023-08-04	4. 現場	4. 現場
2023-08-05	5. 現場	5. 現場
2023-08-06	6. 現場	6. 現場
2023-08-07	7. 現場	7. 現場
2023-08-08	8. 現場	8. 現場
2023-08-09	9. 現場	9. 現場
2023-08-10	10. 現場	10. 現場

吊具檢查表

項目	檢查標準	檢查結果
1. 吊具外觀	無損壞、無變形	合格
2. 吊具編號	清晰可辨	合格
3. 吊具重量	符合規定	合格
4. 吊具試驗	合格	合格
5. 吊具存放	整齊有序	合格
6. 吊具使用	符合規定	合格
7. 吊具維護	定期維護	合格
8. 吊具記錄	完整齊全	合格
9. 吊具培訓	合格	合格
10. 吊具總結	合格	合格



現場監督檢查



現場施工前安全培訓



起重機械每月由公司機械部檢查



吊運監督員站崗



緊急應變計劃

- 制定緊急應變措施
- 報告9天天氣預告
- 風速監察 23Km/h
- 每次吊運前實地進行天氣狀況評估



緊急應變演習



颱風前後安全檢查



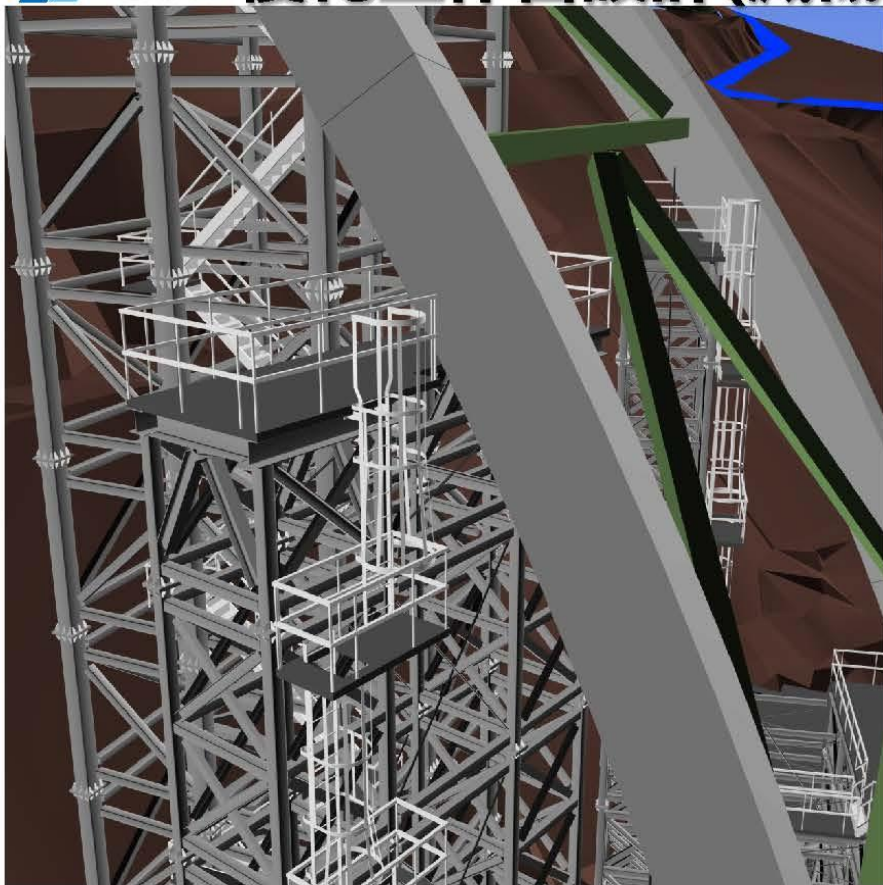


中國建築

CHINA STATE CONSTRUCTION

3. 例子分享

3.1 優化工作台設計(減低高空工作的風險)



工作台的設計

- BIM模擬斜拱橋接駁需要焊接的位置細節，有效設計合適工作台及安全進出通道





中國建築

CHINA STATE CONSTRUCTION



3.2 天橋拱型結構安裝(提升吊運及高空工作安全管理)



沙田第52區2期

公共租住屋邨 - 水泉澳邨

3月

2015年

10月

2015年

電梯塔同時施工

安裝導梁



中國建築工程(香港)有限公司

CHINA STATE CONSTRUCTION ENGRG. (HONG KONG) LTD



3. 例子分享

當導樑架設完成後

- ◆ 在導樑上搭建臨時工作台
- ◆ 利用250噸大型起重機逐步分段組裝拱橋結構部分
- ◆ 完成第一分段後，將整個分段推出
- ◆ 重覆架設臨時工作台
- ◆ 組裝第二分段拱橋後再次推出
- ◆ 完成接駁



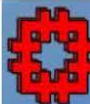


中國建築

CHINA STATE CONSTRUCTION



3.3 安裝天橋主體結構(提升吊運及高空工作安全管理)



沙田第52區2期

公共租住屋邨 - 水泉澳邨

3月

2015年

10月

2015年

- ◆ 利用250噸大型起重機吊運第一段橋身組件於導樑上進行組裝
- ◆ 推出第一段橋身組件，吊運第二段橋身組件於導樑上
- ◆ 組裝第一及第二段橋身組件
- ◆ 推出已連接的橋身組件，吊運第三段橋身組件於導樑上
- ◆ 重覆上述工序直至所有橋身組件安裝完成
- ◆ 所有駁口均為以半自動焊方法進行



中國建築工程(香港)有限公司

CHINA STATE CONSTRUCTION ENGRG. (HONG KONG) LTD



Render time: 0h 0m 48.8s





中國建築

CHINA STATE CONSTRUCTION



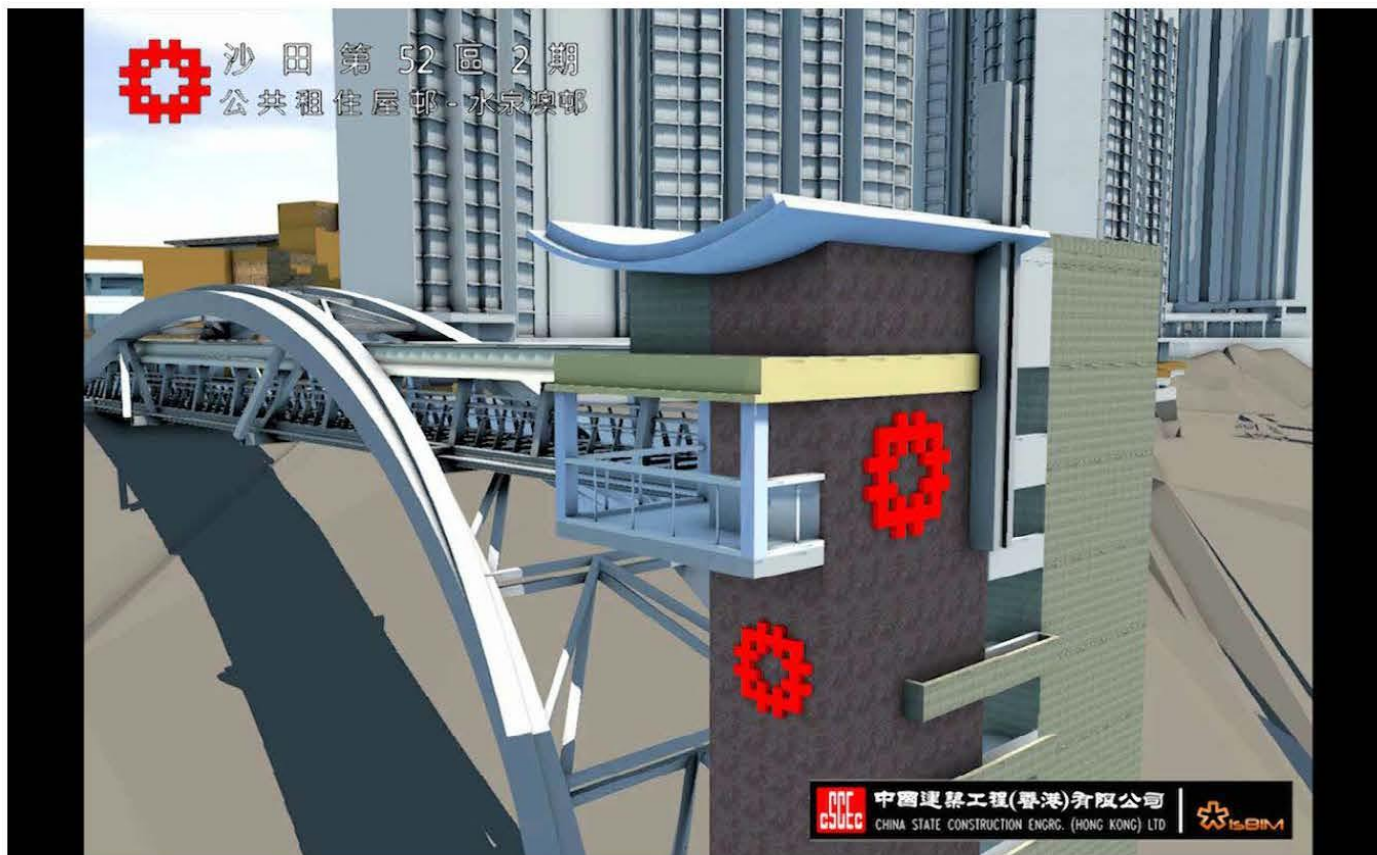
3.4 橋身裝修工序 (防止高空工作及墮物風險)

3. 例子分享



- ◆ 在橋身底部搭建混合吊棚，以密網墊底再以厚木板妥善覆蓋
- ◆ 主結構及所有工作位置以竹棚架和雙層棚網妥善覆蓋
- ◆ 全職棚架合資格人士，每週對棚架進行法定檢查





- 在整個建造工程實現**零**事故、**零**檢控
- 上下拱橋接駁位置**誤差少**於合約要求的**20毫米**
- 施工期間對公眾影響**減至最少**



中國建築
CHINA STATE CONSTRUCTION



~完~

謝謝



片名：工程和物業管理安全研討會

熒幕蓋字 工程和物業管理安全研討會 2020
2020 年 11 月 2 日

旁白： 現在放映的是 2020 年 11 月 2 日
「2020 年工程和物業管理安全研討會」的片段

熒幕蓋字 中國建築(香港)有限公司
安全環境部副總經理何志偉博士
講題：「應用建築信息模擬(BIM)
於水泉澳興建大跨度行人天橋的風險管理」

旁白： 台上的講者是
中國建築(香港)有限公司
安全環保部副總經理何志偉博士
他的講題是
「應用建築信息模擬(BIM)
於水泉澳興建大跨度行人天橋的風險管理」

何博士： 各位來賓
各位網上參與這個研討會的同業，大家好
今日由我代表公司跟大家分享
我們在幾年前完工的一個工程
這工程是在水泉澳興建一個大跨度的行人天橋
我們在施工策劃階段用了 BIM 來做安全管理
今天我跟大家分享最主要有幾個部分
簡介這工程的一些基本資料
以及我們在施工策劃階段
怎樣處理這個工程的一些高危項目
怎樣做好安全施工的策劃
由於時間關係
這條橋在興建過程中的一個 BIM 動畫
我節錄了一些跟大家分享
這個工程已在幾年前順利完工
跟大家分享這 BIM 的成效
這個水泉澳邨二期是房屋署的工程項目
有五棟住宅大樓興建
樓高分別由 26 至 30 層，合共 3459 個單位

包括興建一條大跨度的行人天橋
連接水泉澳商場與水泉坳街
就是現在沙田圍港鐵站隔壁的地方
而這條行人天橋的施工內容，大家可以看到
這條天橋的主體結構是由兩條對稱傾斜的
拱形鋼管承托着一條山頂通往升降機塔樓的
一個鋼結構組成
升降機塔樓總共有 15 層高，大約 55 米
是由 53 支工字樁承托住
這個工程是總共耗用了 2400 公噸的鋼材
而永久的及臨時的結構是各佔大約 50%左右
這個工程的工期是大約兩年
在三年多前 2017 年的第二季順利竣工
大家看到左邊的圖可以見到
天橋的升降機塔樓是在哪裡興建的？
其實是在一個很狹窄的雙線雙程的行車路
及在一條受保護的天然溪澗之間的
而這條行人天橋的主體是跨越了
一條天然溪澗及一個很斜的山坡
所以種種的環境因素
令這個工程的施工複雜性大大提高了
這張圖讓大家看到這橋的基本結構的簡述
有 14 段拱形結構的部件
整條行人天橋是一個主體結構
而這些永久的連接杆，是由拱形結構伸延
用來支撐著整條橋的主體
當中也有一些樁柱及一些臨時工程
包括在山頂那邊有 12 支臨時拉力樁柱
是用作承托行人天橋的主體
而在塔樓底也有 9 支臨時的工字樁
用來支撐這個臨時的鋼塔樓
這裡大家看到有個臨時的鐵台最主要是用來
設置起重機及擺放物料
而大家可以看到綠色這裡有臨時的鋼塔工作台

這個工作台最主要是用來做拱形結構的焊接
及後階段做一些裝修工序
另外，在這個位有一個可以調較的鋼輪
連接部件是用來做微調時使用的

整條行人天橋的建造工程項目
總括來說，所涉及到的安全風險
也正切合我們這個研討會的主題
有吊運的安全風險
有運送臨時及永久結構材料的工序
有高空工作，有安裝、裝修及一些檢查的工序

有物料下墮的風險
下面是一條行車路
而當中會涉及一些臨時或永久的構件或物料
工人的工具亦會有下墮的風險
而其他的風險，涵蓋在整個施工的過程之中
有觸電的風險、火警的風險、體力處理的風險
由於施工環境狹窄，工人有撞倒、絆倒的風險
也有其他的一些風險
運輸材料進出工地有機會影響到周邊的公眾
以上是風險的概述
而在這個工程的施工策劃階段
當時的施工團隊利用了 BIM 來優化安全管理工作
包括有幾點
第一，就是在工程策劃階段
引入了 BIM 讓施工團隊在策劃時清晰掌握到
興建這條橋的過程中對周邊的環境
一些工序及一些時序的關係
以及可以在施工策劃流程中，有效地確定
關鍵工序的重點，制定相關的緊急應變安排

另外，引用 BIM 可以更加有效
進行綜合性危害識別及風險評估
也有助制定一些針對性的風險管制措施
及安全施工計劃
另外最大用途
就是在施工前可以協調到安全和施工的關係
讓項目團隊知道在哪個合適的時間
設置一些防護措施如工作台、
護欄、安全進出通道、防墮措施等
也有助項目團隊知道哪些是施工重點環節
要做好檢查工作，從而提升監管成效
BIM 也讓工地看到整個施工形勢將會是怎樣

從而揀選一些合適的機械
可以透過 BIM，讓工地揀選合適的起重機械
也可以模擬這個機械將來在施工運作中
坐機的位置或吊運的路徑會是怎樣安排
及可以看到物料的運送
在培訓方面，可以讓項目團隊利用 3D 動畫
模擬出整個工序流程及相關工作安排
逐步解釋給工人知道
讓工人更加明白當中一些安全措施的執行要求
利用 3D 動畫的模擬
可以讓工地的團隊在不同的階段
針對性的培訓安排給不同的專業人員
讓同一工種的人員獲得一個最合適的安全培訓
這裡也跟大家簡述一下
這個工程在安全管理方面也有一些亮點
這個工地有制定及推行一個吊運安全計劃
也委任一些吊運人員
包括吊運訊號員、吊運監督員、起重機操作員
被委任吊運訊號員的資格要符合我們公司在培訓上的要求
工地的安全部及吊運監督員
也會每個月在實地跟這些被委任的吊運訊號員
做一個實地評估，看看他們有否一些不好的習慣
一個吊運訊號員在現場的操作
是否真的可以滿足我們公司的要求
我們會做這個工作的，剛才都有提到
我們會用 BIM 的動畫來做一個培訓
另外，我們也會用到例如圖中這個吊運卡
讓吊運訊號員、吊運監督員清楚知道
某一個負重用某一個吊具，當中的夾角是多少
又可以讓他們知道安全負重實際是多少
從而可以改善或提升他們監管的便利
另外，工地一些基本工作
有做施工方案的培訓，風險評估的培訓
一些吊具的檢查表，工作安排記錄
務求我們整個工程的施工做到責任到人到
在現場的監管檢查方面
我們的項目團隊每一日都有在開工前
對工友做好安全的培訓
另外，我們公司的機械部

每個月會為工地使用的起重機做一個安全檢查
另外，我們都會在一些關鍵的吊運位置
安排一個吊運監督員去站崗
他是負責去監督吊運訊號員的操作
另外在緊急應變計劃方面，我們有制定一些緊急應變措施
其中包括安排管工每日看看天氣及風速
從而決定當日是否會開展吊運工序
這裡有些例子讓大家看看
我們工地當時按著一些工作台的設計
引入 BIM，模擬斜拱橋需要焊接位置的細節
更加可以讓工地有效地設計這些合適的工作台
及安全的進出通道
另外，這個例子也可以讓大家看到
一個拱形結構天橋的安裝
工地也做了一個安排
是可以提升吊運及高空工作的安全管理
這個動畫就是說當導樑架設完成之後
在導樑上面搭建一個臨時工作台
接著，利用這個 250 噸的大型起重機
逐步分段組裝這個拱橋結構的部份
完成第一部份之後就整個分段推出去
接著就是重複架接一個臨時工作台
再組裝第二段再推出去，這樣來完成接駁
這個例子是讓大家看到安裝天橋主體的結構
工地利用了一部 250 噸大型起重機來吊運一段橋身組件
在導樑那裡進行組裝，推出第一個橋身組件
吊運第二段的橋身組件在導樑上
再接著組裝第一及第二段的橋身組件
再推出去，再吊第三段埋位再裝，如此類推
而在這個橋身主體結構的焊接
所有接口是用半自動焊方法進行的
這裡也看到在橋身裝修工序方面
在橋身的底部搭了一個混合的吊棚
考慮到承重的因素，也鋪了一個密網墊底
再用一個厚木板來妥善覆蓋著
而這個主結構及所有工作位置
這個竹棚架和雙棚架是用雙棚網妥善覆蓋的
另外現場會安排一個竹棚架的合資格人士
全職在工地去搭建整個竹棚架

而我們要求這個合資格人士
每一周會對竹棚做一個檢查及簽表格 5
好了，時間關係這裡做少少總結
在整個大約兩年的施工期
整個建造工程項目，實現零事故、零檢控
在質量方面，也可以做到上下拱橋的無縫接駁
這是很高難度的
而誤差可以少於合約要求的 20 毫米
整個施工期間在工地的努力下對公眾的影響減到最少

我簡單的分享就是這些，謝謝

旁白： 謝謝觀看