

2025 BLM春季論壇 技術創新-建築自動化的發展及AI/管理上的配套應用

建築自動化最新發展—— 建築機器人在工地的應用

楊泓斌 博士

蔚建科技有限公司 資深總監

蔚建™ WEIBUILD™

建築自動化最新發展

建築機器人在工地的應用

報告人：楊泓斌

2025 BLM春季論壇

目錄

1. 機器人
2. 營建自動化_建築機器人背景
3. 建築機器人發展與定義
4. 建築機器人技術邏輯
5. 建築機器人應用案例 _ 測量機器人、抹灰機器人、噴塗機器人、 智能化鋼筋加工
6. 營建自動化 _ 機器人應用的優勢與挑戰

機器人、AI、人工智慧研發中心



FTNN新聞網
2024年6月3日

黃仁勳點火！「這檔」機器人概念股天天漲停 13天飆117% 登強勢股王

[FTNN新聞網]記者高麗玲 / 台北報導

台股上週五（5/31）指數終場下跌190.26點，收在21,174.22點，跌幅0.89%。有7檔個股股價逆勢上漲，而輝達（NVIDIA）創辦人兼執行長黃仁勳來台「點火」，及台北國際電腦展（COMPUTEX）將於4日登場，近期機器人概念股、AI PC概念股發燒，其中羅昇（8374）已達8根漲停，連13天收紅，波段漲幅達117.55%，為強勢股王。

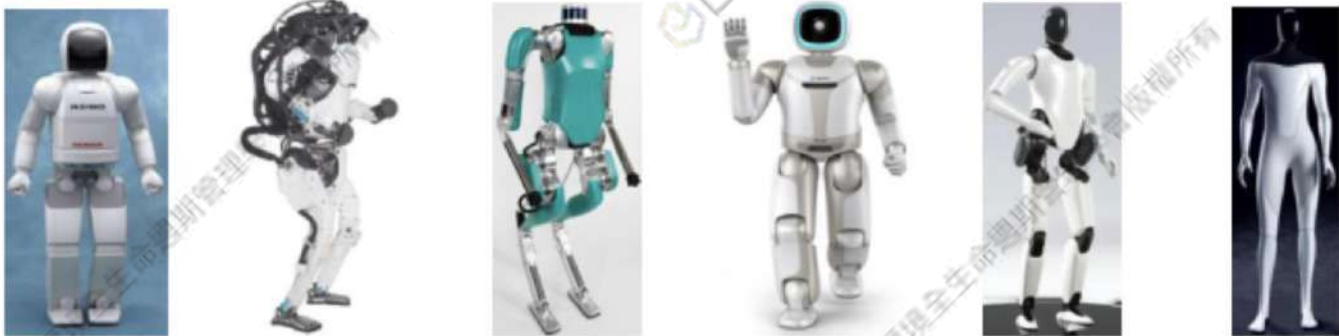


人形機器人

表 1：各大主流机器人公司产品对比

	本田 ASIMO	波士顿 Atlas	Agility Robot Digit	优必选 Walkers	小米 Cyber One	特斯拉 Optimus
国家	日本	美国	美国	中国	中国	美国
开发时间	2000 年	2013 年	2015 年	2018 年	2022 年 8 月	2022 年 10 月
价格	300-400 万美元	200 万美元+	几十万美元	几十万元到几百万元人民币不等	成本 60-70 万元人民币	量产价 2 万美元
身高	130cm	150cm	158cm	130cm	177cm	173cm
体重	48kg	75kg	45kg	63kg	52kg	56kg
应用场景	展览	搜索、救援、军事	物流、工业检测	教育、展览	暂无	家务、工业等
特点	动作灵活，可跑步、跳跃、上下楼梯	目前最先进机器人，灵活，刚性强，可跳舞、后空翻	整体设计简洁紧凑、轻量化，双臂操作能力较强	具有室外行走能力，量产能力	具有行走能力	拥有类灵活双手，AI 技术强
产业化水平	未产业化	实验室	2019 年 6 台，估计目前几十台	已商业化落地	未商业化	原型机公布，预计 3-5 年量产

示意图



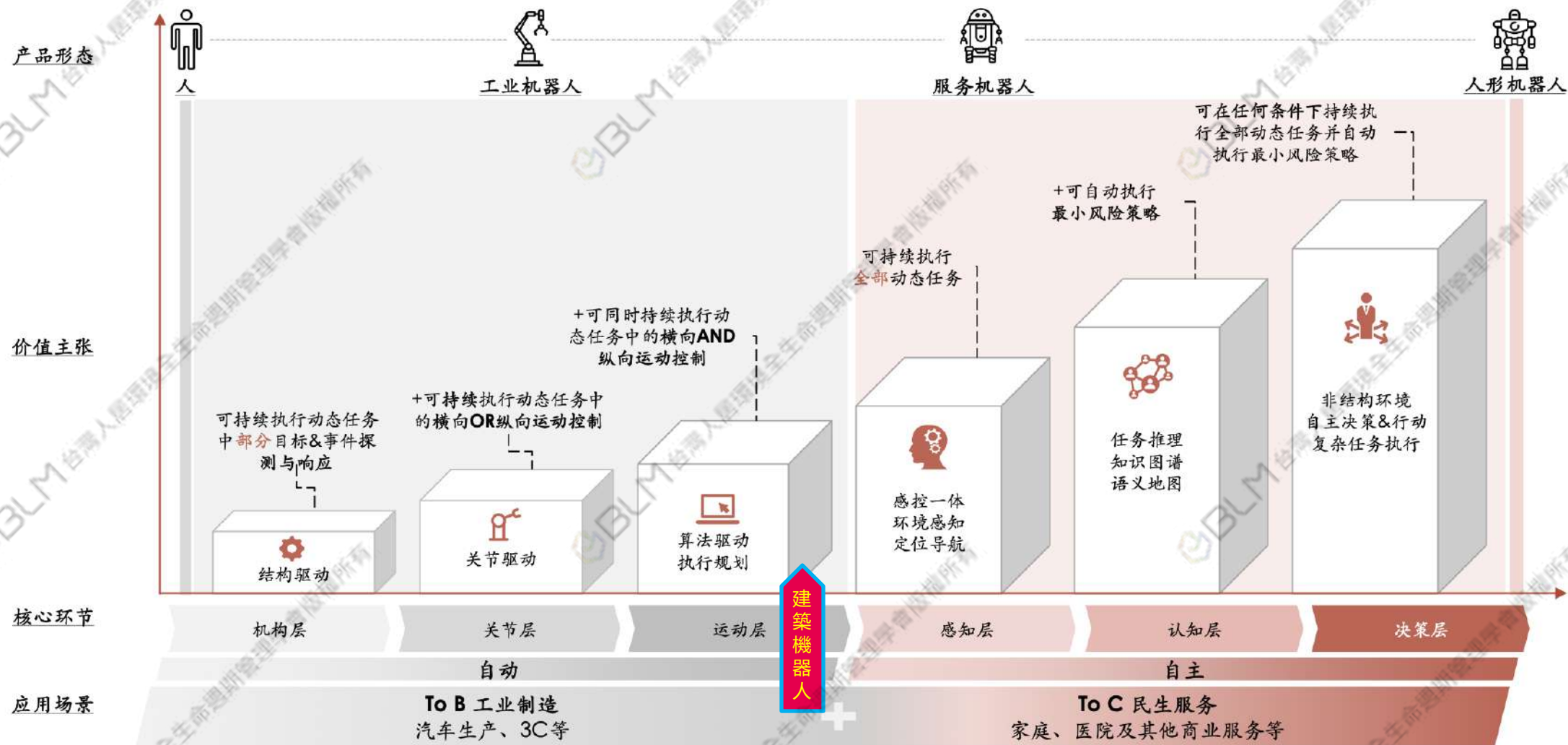
资料来源：各公司官网，中信证券研究部 注：Agility Robot Digit 、特斯拉 Optimus 预测信息来自于其官网或发布会

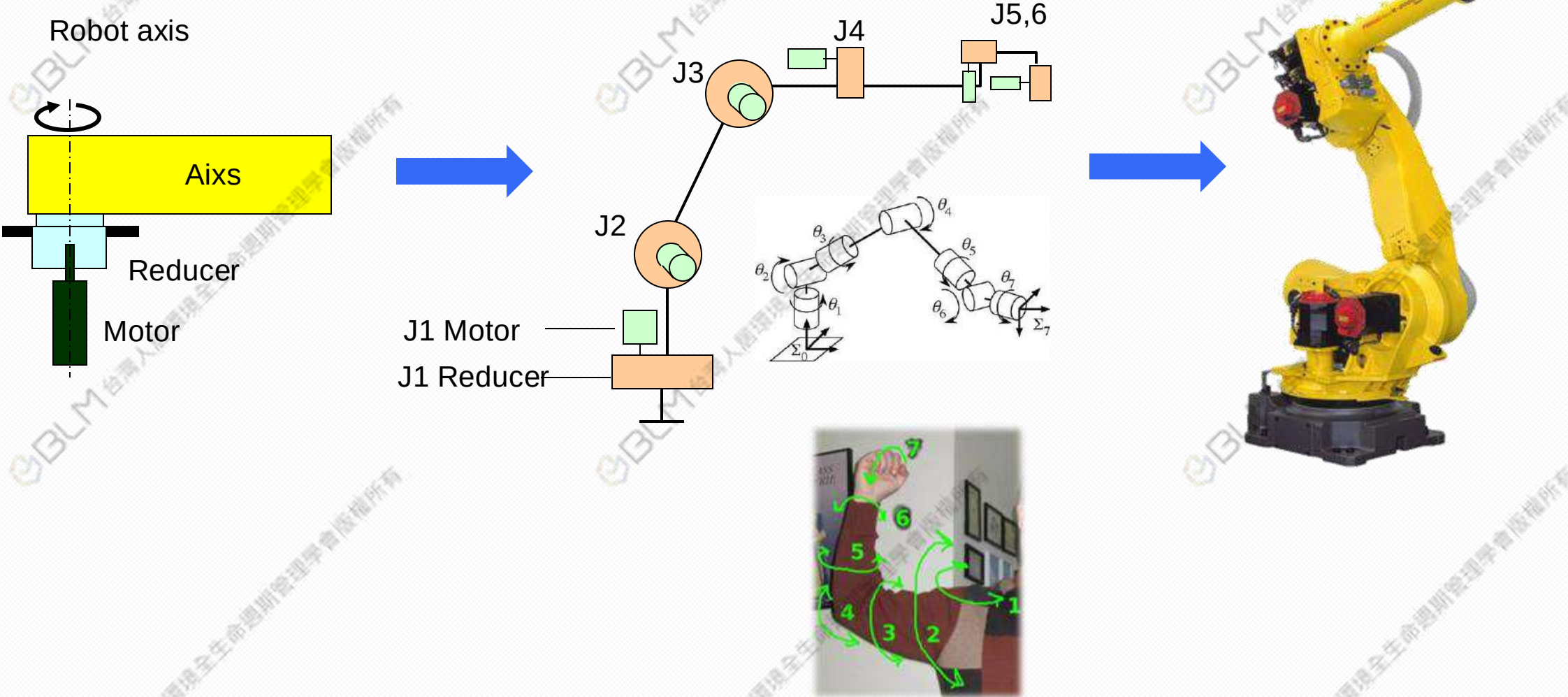
Unitree G1
量产版本
跳向未来，加速！





从迭代路径看，人形机器人是“自动”与“自主”高度耦合的产物，其发展路径将经历多个阶段，由“机构层”向“决策层”演进。





建築機器人技術

執行器本体技术	
安全	协作机械臂技术 紧急锁死技术
适用	离线仿真技术 轻量化技术 自适应技术 减震技术
经济	自研减速器 自研机械臂 结构优化
耐久	热设计与仿真 疲劳计算与仿真

供给技术	
安全	电池防漏液技术
适用	自动换料技术 自动充电/快换技术
经济	自研减速器 自研机械臂
耐久	热设计与仿真 防过充技术



传感器技术	
安全	安全风险感知与识别
适用	力传感技术 结构测量与放线技术 视觉环境光克服技术
经济	基于2D相机的智能算法

移动底盘技术	
安全	防撞技术 自主避障技术 紧急锁死技术
适用	尺寸控制 轻量化设计 变稳性设计 可调悬架技术 高越障爬坡性设计 BIM自动导入技术 智能建图技术 智能路径规划技术 离线仿真技术 建筑环境定位导航 爬壁技术 自适应技术
经济	自研底盘 结构优化 复合导航技术
耐久	热设计与仿真 疲劳计算与仿真

建筑体系配套	
规范	行业标准 操作人员资质认证
安全	安全培训制度 产品全周期风险管理
适用	工艺标准化 工艺数字化 友好性设计 施工现场管理
经济	新型材料 经济计算模型 建筑机器人施工规划

控制器与伺服驱动技术	
适用	动力学仿真 自适应技术 伺服控制算法 运动控制算法 底盘上装随动技术
经济	自研控制器
耐久	热设计与仿真 信号完整性技术

目錄

1. 機器人
2. 營建自動化_建築機器人背景
3. 建築機器人發展與定義
4. 建築機器人技術邏輯
5. 建築機器人應用案例 _ 測量機器人、抹灰機器人、噴塗機器人、 智能化鋼筋加工
6. 營建自動化 _ 機器人應用的優勢與挑戰

让机器帮人砌堵墙怎么那么难？这是人类的百年奋斗史

作者：机器之心编译 2021-08-20 15:53:40

新闻 人工智能

“ 砖块非常重，这意味着操纵它们的机器总是比操纵更轻的建筑系统的机器更昂贵。甚至大型街区也只占整个建筑的一小部分。

在研究建筑问题时，你会发现其实所有的「新」想法早就被尝试过不止一次了，甚至可以追溯到几十年前。让机器帮忙砌墙就是其中之一。

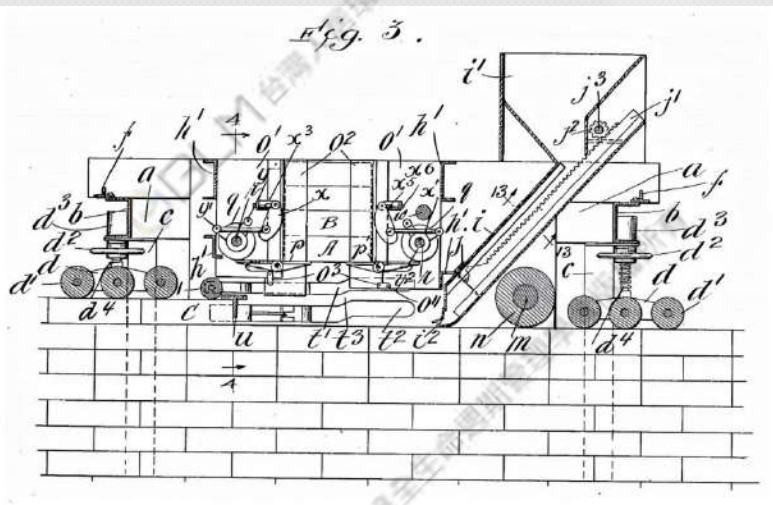
毋庸置疑，这个想法非常具有吸引力，因为砖石结构真的太适合机械化了。它是一项重复性劳动，建造一栋砖石建筑需要砌成千上万块砖，每块砖几乎都是一样的，砌在一起的方式也一样。这一过程似乎不需要多么复杂的身体动作：每块砖都涂上一层灰浆，然后放在另一块砖的旁边。由于每一块砖和灰浆的接缝都是相同的尺寸，砖块的放置也几乎是确定的。

最重要的是，砌墙是最繁重的建筑劳动之一，需要工人连续工作数个小时，不停地移动重物。

从这些角度来看，这个任务似乎天生就应该用机器来完成。而人们也已经为此努力了 100 多年。

早期尝试

用机器砌墙的首次尝试可以追溯到 19 世纪末、20 世纪初，1899、1904、1924 年都有相关专利可以查到，而且申请



John Thompson 1904 年砌磚機



1960 砌磚機 Motor Mason

建築機器人行業背景 | 全球建築業產值

全球建築業市值**持續上升**，預測2027年達到20.8萬億美元，年複合增長率為7.4%，**亞太地區**是全球建築市場最大的地區，2021年占市場的42%。建築市場的增長主要受新興市場建築活動增加的推動，**新興市場**包括**中國**、**巴西**等。

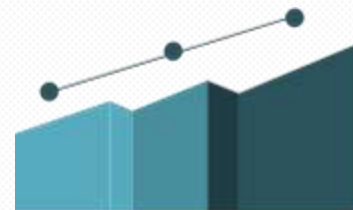
—《全球建築業2021報告》

全球建築業產值將持續增長



2021年

CAGR= 7.4%

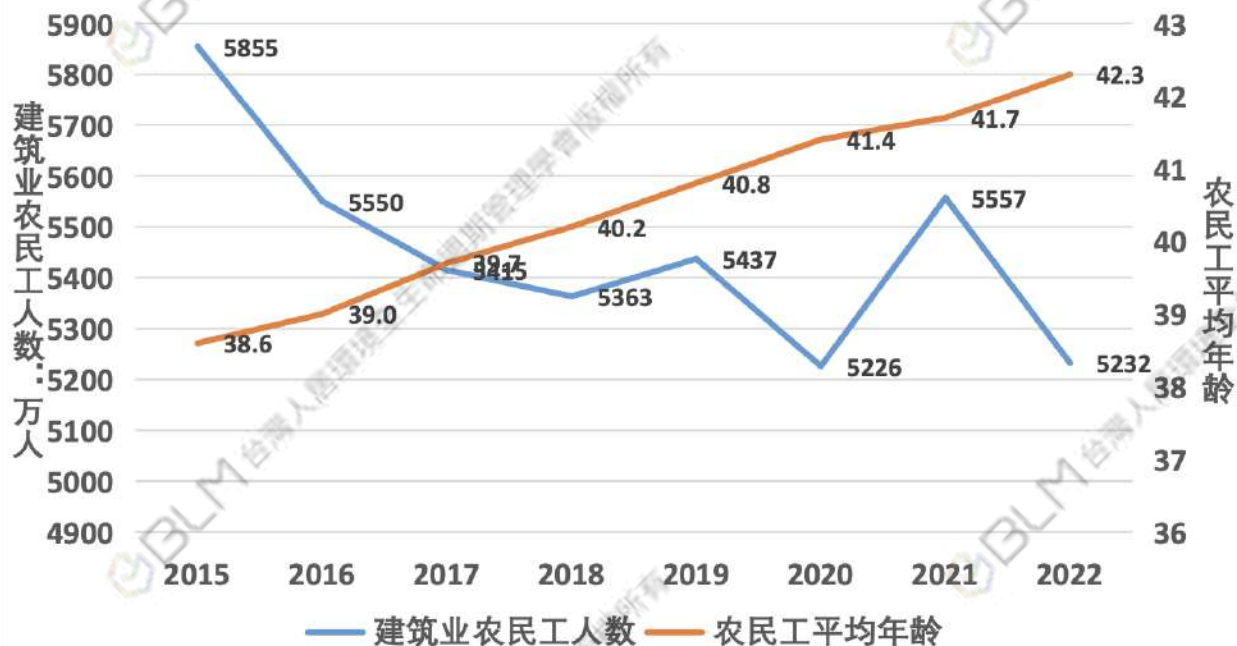


2027年

建築機器人行業背景 | 行業痛點

用工成本高已成難以逆轉的趨勢： 人口紅利逐步消失，建築業從業人員**數量整體下降**，平均**年齡持續上升**，**人工成本**對建造成本影響將不斷升高。(中國大陸)

2015-2022 农民工平均年龄及建筑业农民工数量

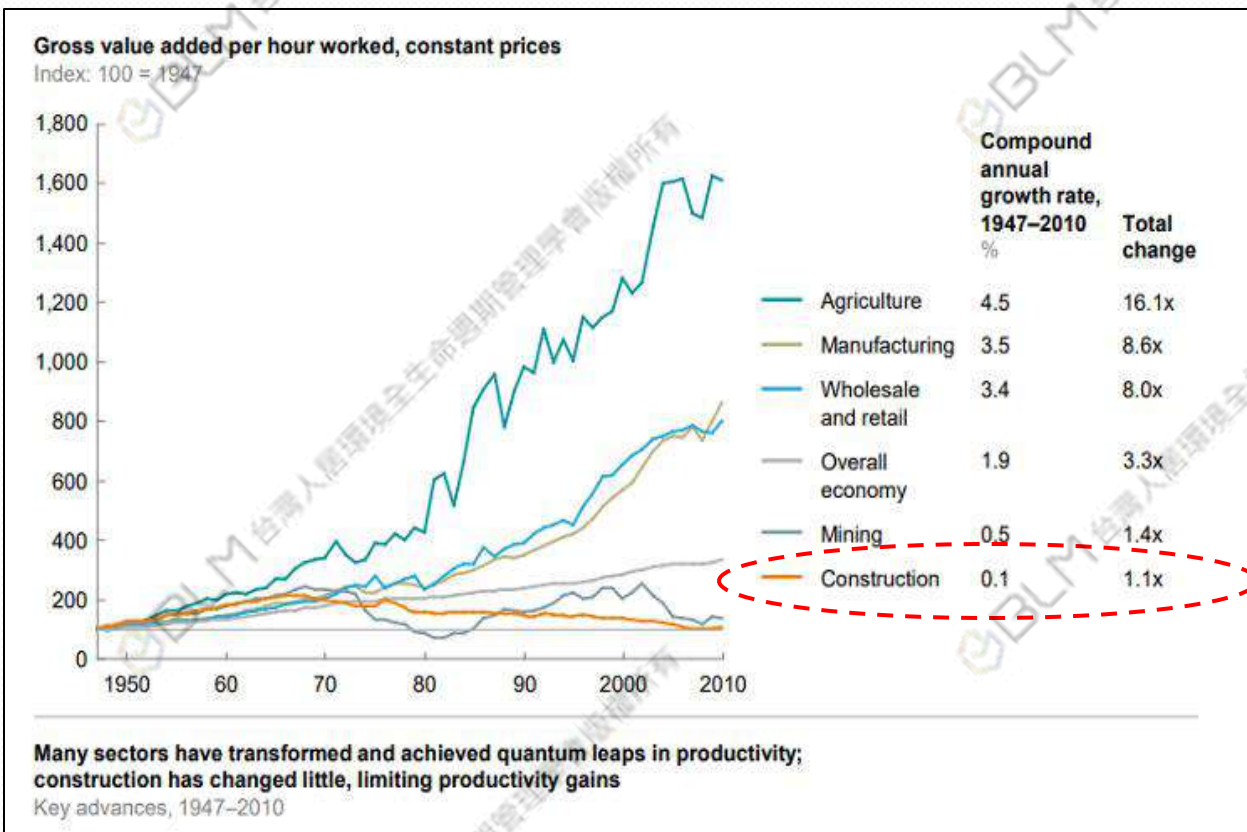


从事建筑业农民工月均收入情况

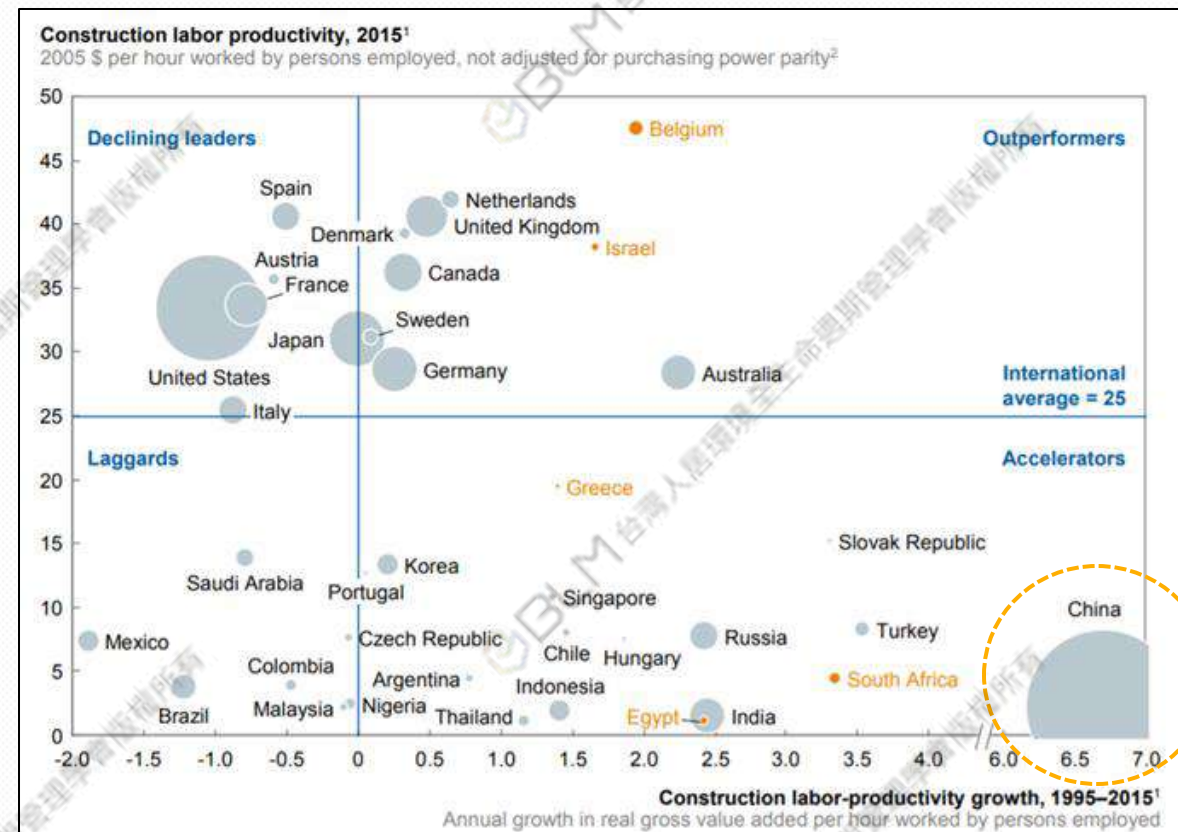


- 2015-2020年，建築業農民工數量總體呈下降趨勢，2021年略有上升；2022年全中國建築業農民工總量5232.47萬人。
- 2015-2022年，農民工平均年齡持續上升，2022年為42.3歲，老齡化趨勢明顯。
- 2015-2022年，建築業農民工月均收入持續增長，2022年月均收入達到5358元，增速達到4.2%。

全球建築行業調研報告 (McKinsey & Company, 2017)



建築業的附加值長期處於各個行業的最底層



中國建築規模最大，工資仍然處於低水準

建築機器人行業背景 | 內生動力 (髒、亂、危、重等)

建築業亟需轉型升級



生產力落後

1%

建築行業**全球勞動生產率**

(指勞動者在一定時期內創造的勞動成果與其相應

的勞動消耗量的比值) 年增不到1%,

遠低於全球2.8%水準

—《全球經合組織報告》

10%

建築建造業二氧化碳排放
占全球與能源相關的二氧
化碳排放總量10%，達到
有記錄以來最高水準

—《聯合國環境規劃署報告》

碳排放占比高



不安全

75%

全球所有**非致命工傷**中大
部分來自**建築行業**，歐洲
占比為75%

—《歐盟統計報告》

91%

針對全球1900家建築企業進行
的一項調查中，91%的企業表
示他們在未來10年內將面臨**產
業人員短缺**的危機，44%的
企業表示**目前招工十分困難**

—《ABB調研報告》

產業工人短缺



目錄

1. 機器人
2. 營建自動化_建築機器人背景
3. 建築機器人發展與定義
4. 建築機器人技術邏輯
5. 建築機器人應用案例 _ 測量機器人、抹灰機器人、噴塗機器人、 智能化鋼筋加工
6. 營建自動化 _ 機器人應用的優勢與挑戰

農耕時代 Agrarian age



結構形式: 茅茨土階、木構土牆、土木結構
Structural style

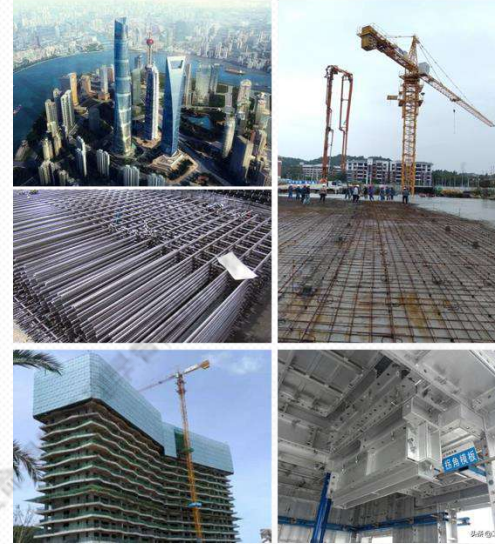
建築材料: 原生性、原木、夯土、土坯、茅草、磚、瓦
Building materials

建築工具: 鋸、斧、鋤、刨、墨斗
Construction tools

建造方式: 純手工、效率低、原生性、可分解
Building way



工業時代 Industrial age



結構形式: 框架、剪力牆、裝配式
Structural style

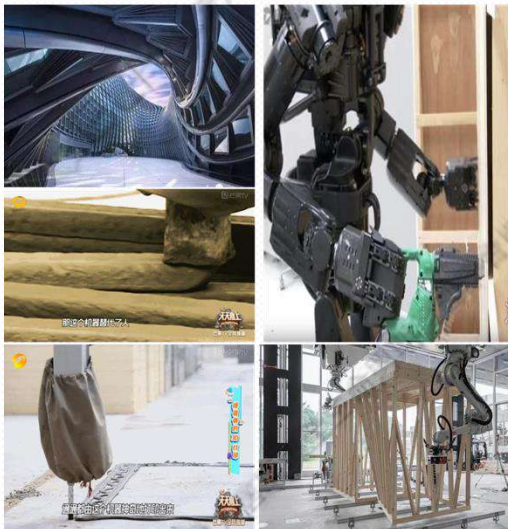
建築材料: 鋼筋、混凝土
Building materials

建築工具: 範本、鋼筋加工設備、混凝土泵送設備、塔吊、爬架
Construction tools

建造方式: 人+機械、濕作業、部分預製、勞力密集、效率提高
Building way



智能時代 Age of intelligence



結構形式: 非線性、仿生優化
Structural style

建築材料: 複合流塑體、預製固體 (PC構件)
Building materials

建築工具: AI + 建築機器人
Construction tools

建造方式: 智能裝配、3D列印
Building way



建造方式的變革

新的生產工具 + 新的建築材料 + 新的管理模式

On-site and Off-site robot solutions



On-site robot



Off-site robot



捷克KM Robotics
砌磚機器人



美國Construction Robotics
砌磚輔助提升裝置



印度Craftsmac Laboratories
砌磚機器人



英國Construction Automation
砌磚機器人



荷蘭Monumental
砌磚機器人



澳大利亞FBR
砌磚機器人

建築機器人定義

狹義定義

應用領域：應用於土木工程領域和建築行業，在施工現場作業的機器人。

自動程度：有的定義強調機器人的自主工作能力，即能夠全自動地完成某單項或者多項作業的被定義為建築機器人；而有些定義強調機器人的協作性，在這些語義裡，能夠輔助人工完成一些任務，半自動地完成任務，也可以稱之為建築機器人。

廣義定義

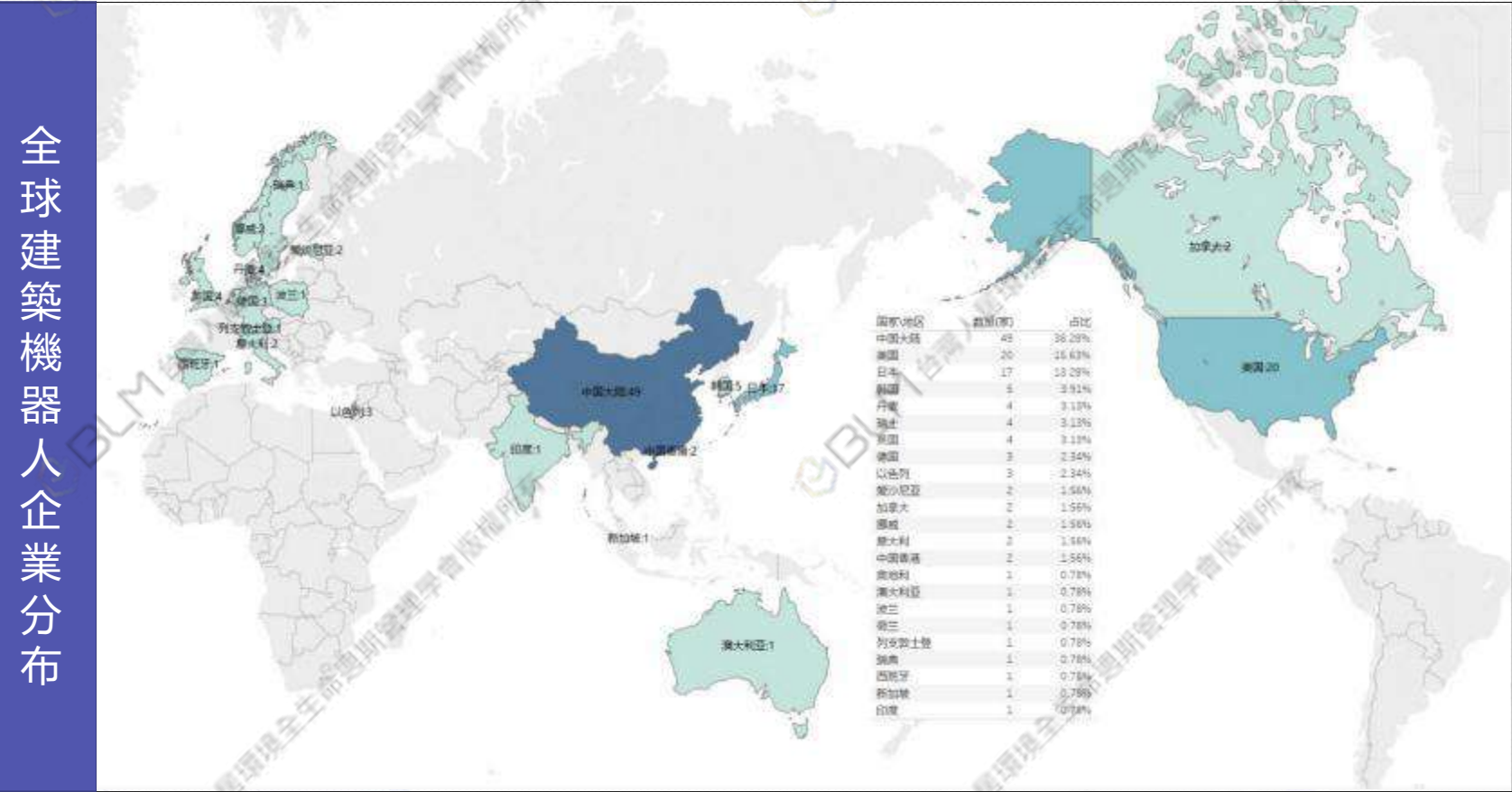
建築機器人是應用於建築全生命週期過程的，輔助或替代人力完成各種任務的智能系統，適用於包括但不限於設計、勘測、生產、營建、運維等各個階段過程中的部品生產、材料搬運、構件裝配、測繪放樣、維護清拆等工作。

建築機器人分類及功能特點

應用領域	類別	功能特點
設計	測繪機器人	代替人進行自動搜索、跟蹤、辨識和精確照準目標並獲取角度、距離、三維座標以及影像等資訊的智慧型全自動電子全站儀
建造	砌磚機器人	一般由控制、傳輸、動態穩定系統組成，可半自動化或全自動化完成砌牆工作
	裝修機器人	包括貼瓷磚、噴漆、牆紙鋪貼、刷牆等多種裝修類型機器人
	3D打印機器人	目前建築行業最先進的自動化應用之一，利用特殊的打印技術和移動機械臂，利用特殊的列印材料構建出結構安全且實用功能的建築
運營	無人機	通過在建築工地上方飛行，快速為建築商提供精準的建築工地鳥瞰圖或 3D 地圖，監控施工現場
	巡檢機器人	利用高清攝像頭和雷射雷達對施工現場進行掃描，通過電腦視覺軟體和AI演算法進行分析建築模組的完成度、成本投入及生產進度
	品質檢測機器人	利用自主導航與定位、感測器系統進行牆體檢測，如牆面、天花板地面的平整度、裂痕、清潔度等
破拆	拆除機器人	通過遙控，借助一種精確重現人們動作的遙控置全程遙控完成操作中的裝備和工具更換等複雜動作。適合進行現場探測，瓦礫清除室內拆除和廢物處理等作業

企業分佈及類型 | (過百家企業佈局，百花齊放)

建築機器人企業地域分佈：全球建築機器人企業約128家，中國、美國、日本、韓國、丹麥、瑞士、英國、德國及以色列的數量位列前九，且企業類型多樣，有小型建築機器人企業、施工總包企業及傳統建築機械/工具企業的跨界競爭。2021年，部分傳統工業機器人企業，例如ABB等也看到了建築行業自動化商機，宣佈進軍建築機器人領域。總的來看，中日韓建築機器人總包背景企業先行，歐美則依靠小型建築機器人企業推動建築領域自動化發展。(大部分企業產品處於研發/試用階段，商業化的產品主要以租賃/銷售為主)



國家	主要企業類型
中國	建築機器人企業數量多有總包背景企業進展快
美國	小型建築機器人企業
日本	施工總包企業為主少量建築機器人企業
韓國	施工總包企業為主少量建築機器人企業
丹麥	小型建築機器人企業
瑞士	小型建築機器人企業
英國	小型建築機器人企業
德國	小型建築機器人企業
以色列	小型建築機器人企業

目錄

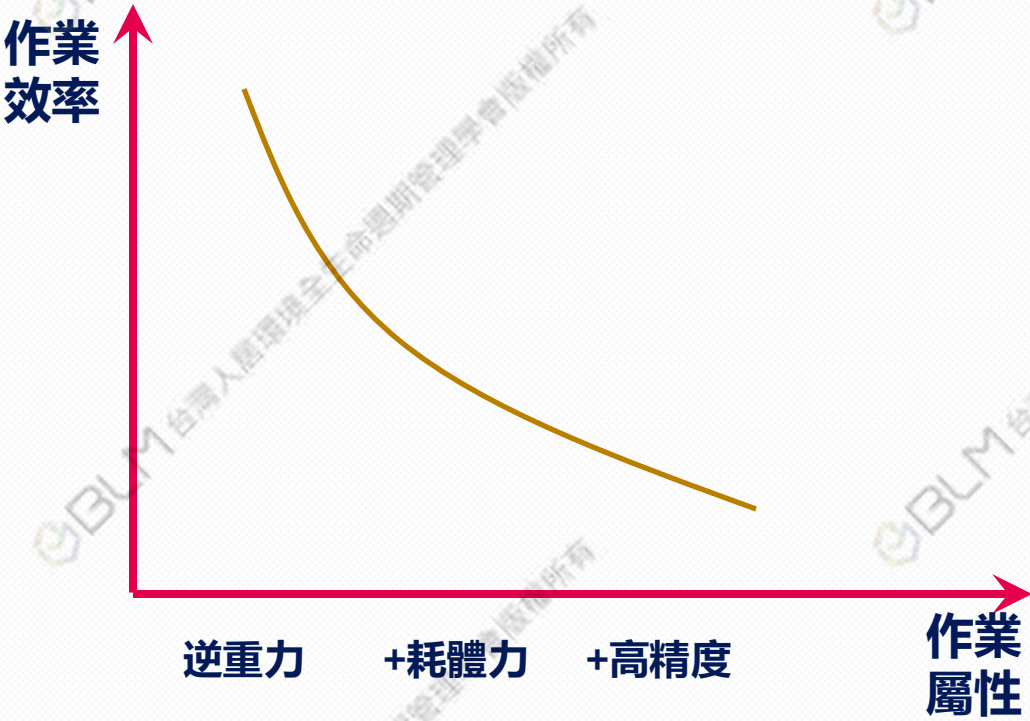
1. 機器人
2. 營建自動化_建築機器人背景
3. 建築機器人發展與定義
4. 建築機器人技術邏輯
5. 建築機器人應用案例 _ 測量機器人、抹灰機器人、噴塗機器人、 智能化鋼筋加工
6. 營建自動化 _ 機器人應用的優勢與挑戰

建築施工自動化

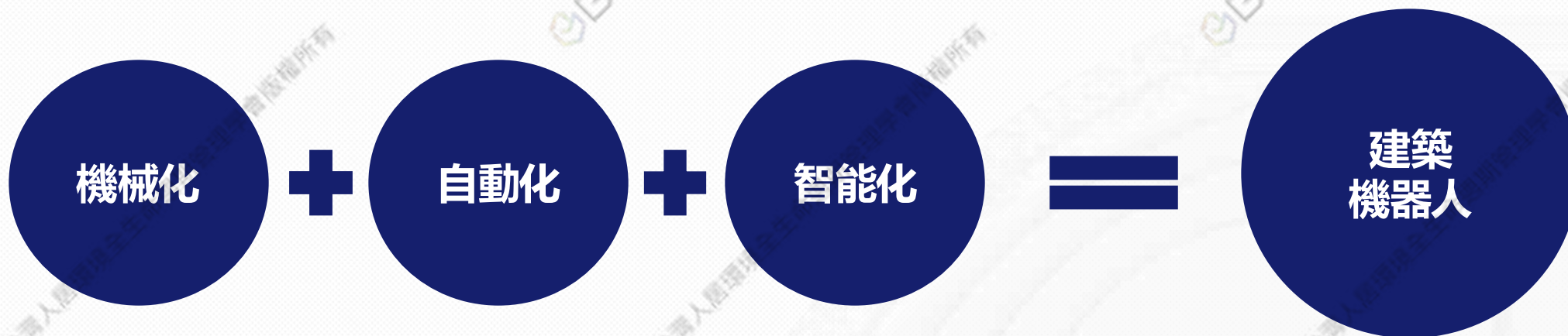


建築行業
機器換人

以工業化思維分析建築勞動的動作



建築機器人解決方案

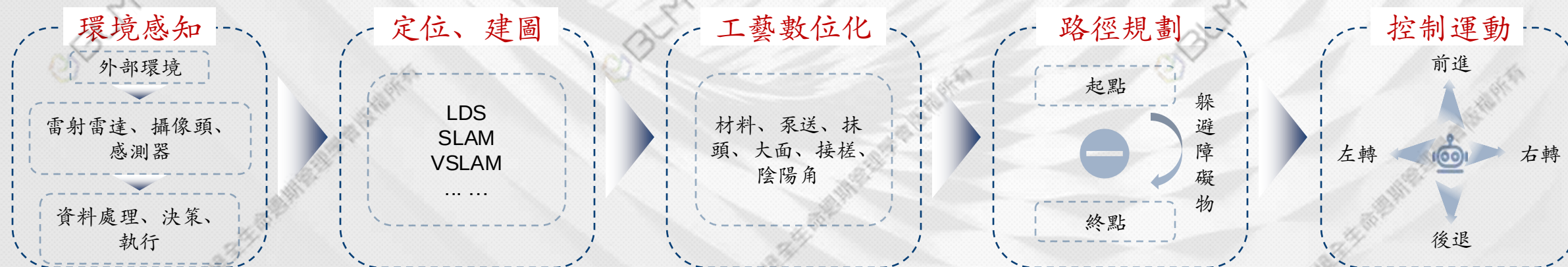


代替高附加值的重體力動作

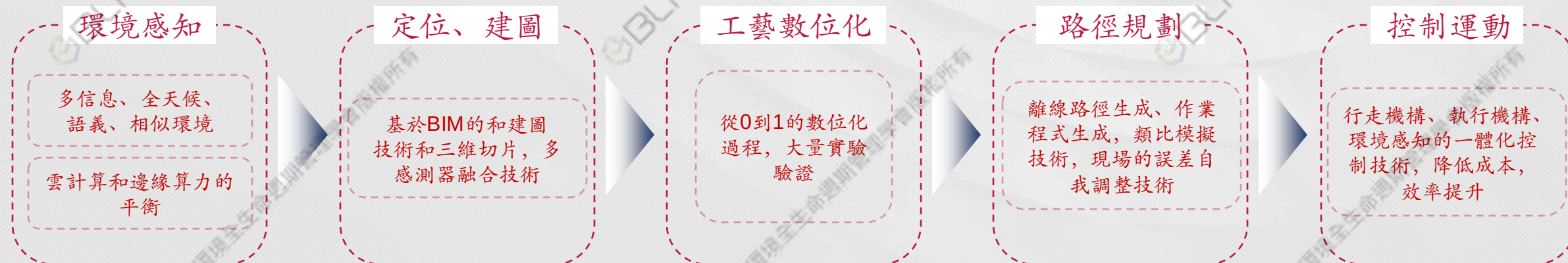
消除流程中的“非增值非必要”的活動

建築機器人的技術特徵

現場施工的建築機器人，實現複雜的工地上行走、避障、移動作業需要的步驟和核心技術如下：



各個步驟和核心技術有非常難攻克的要點



目錄

1. 機器人
2. 營建自動化_建築機器人背景
3. 建築機器人發展與定義
4. 建築機器人技術邏輯
5. 建築機器人應用案例 _ 測量機器人、抹灰機器人、噴塗機器人、 智能化鋼筋加工
6. 營建自動化 _ 機器人應用的優勢與挑戰





WEIBUILD

蔚建

蔚建内墙粉刷系列机器人

多工序下的牆面智能建造

通過多工序機器人施工聯動，打造牆面智慧平臺

从单一工序向墙面全系列工序升级，实现多机协作替代传统劳务班组

- 测量机器人全方位感知、逆向建模
- 抹灰、腻子、乳胶漆，墙面粉刷全工序机器人作业
- 体系化智能建造

测量机器人

环境感知、数据上传

抹灰机器人

自主导航、泵抹收
压全自动抹灰

腻子机器人

智能路径规划，墙面天花全覆盖作业

乳胶漆机器人

智能路径规划，墙面天花全覆盖作业



高精度測量 環境數位化

施工現場



- 高精度測量
- 基面狀態確認
- 完成面質量檢測

測量機器人



虛實轉換- 環境數據交互

建造機器人 – 智慧施工終端



- 逆向建模
- 機器人網站規劃
- 機器人離線模擬
- 機器施工基準放線

蔚建智能牆面施工系統



機器人班組
調度平臺



生產要素計畫
執行協同



基於BIM的設計
施工協同



現場品質安全即
時管理

人



產業工人管理

人才資源庫
數字技能包
遠程調度
健康監控
安全監控

料



材料管理

面向節材工藝
實際用量統計
來料計畫
庫存管理
物流管理

機



牆面機器人團隊

自主施工
資料終端
狀態監控
遠程調度
預防性維護

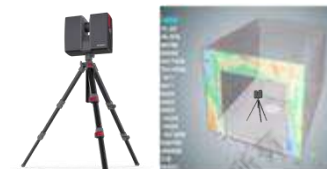
法



規範標準數位化

工藝標準
施工計畫
品質規範
調度方案

環



環境數位化

逆向建模
離線模擬
自主規劃
實測實量

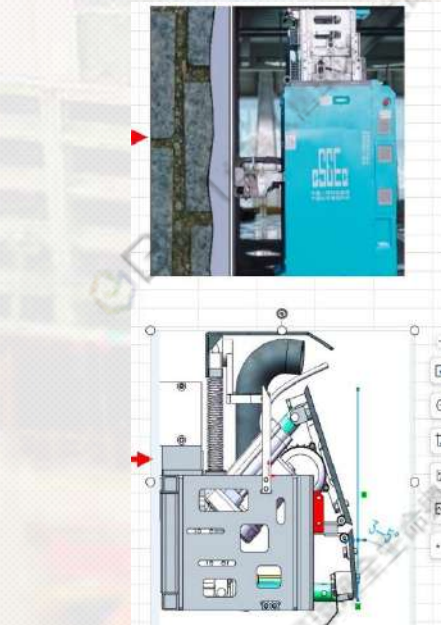
傳統人工抹灰



建築工藝數位化



建築機器人 = 建築工藝數位化+機器人

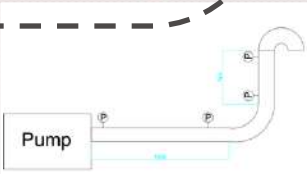
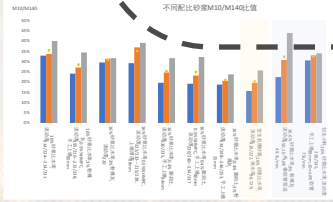


- 伺服電流限制值 (額定80%-150%) A
- 各級行程限制 (行程範圍-5mm) mm
- 點動速度限制 (<=30mm/s) mm/s
- 自動速度限制(額定轉速的80%-100%) mm/s
- 底部送料時間 ms
- 底部振動延時開時間 ms
- 泵機停止高度 mm
- 振動停止高度 mm
- 抹灰去底部後退距離 mm
- 抹灰後下降後退距離 mm
- 往復布料速度 mm/s
- 往復布料距離 mm
- 往復布料起點停止時
- 往復布料終點停止時
- 抹灰高度 mm
- 抹灰速度 mm/s
- 抹灰底點偏移值 mm

工藝參數化



工藝
數位化控制



智能牆
即時成型品質驗收

蔚建智能抹灰機器人





4倍速播放

施工工法



傳統人工抹灰流程

VS

機器人抹灰流程



機器人抹灰流程：人、機、料、法、環

1.場地清理

2.放置鐳射線

3.砂漿準備

4.機器自檢

5.自動抹灰

6.人工修補

7.轉場

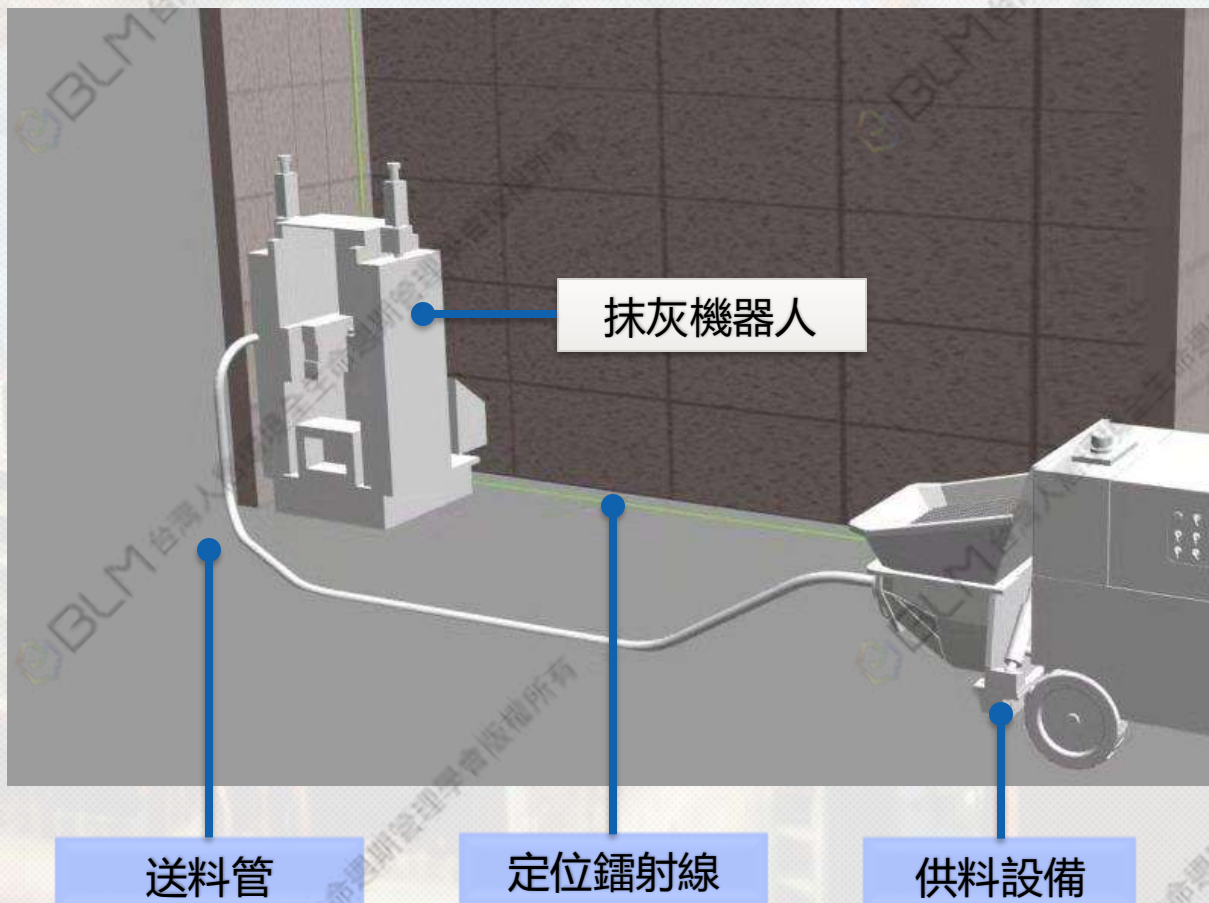


- 使用工地常用乾粉砂漿罐，以及蔚建自研攪拌系統，實現快速備料（5分鐘0.8噸）
- 需1名小工將料車移動到樓層內

- 自動抹灰前，由1名操作員，確保機器人移動到指定位置、底座調平以及抹灰頭移動到規定位置
- 抹灰工可以同時進行修面
- 機器人與傳統抹灰工藝流程較為一致，不同處為機器人作業無需灰餅、沖筋，僅需放設機器人作業線

智慧抹灰機器人系統構成與程式生成方式

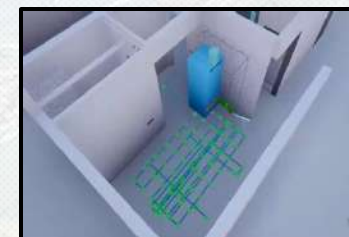
系統構成



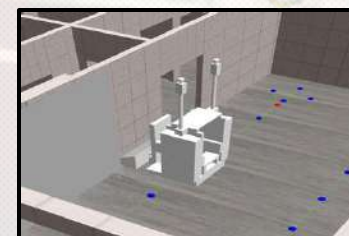
程式生成方式



BIM設計、
3D環境提取



機器人路徑規劃、
程式生成



現場調度/調整

施工品質對比：完成面



工人工作方式對比：



機器人抹灰：
工人僅需設置參數

**簡、易
標準化**



人工抹灰：
工人先取砂漿、再一點
點抹上去

**難、累
隨機性**

工程單價 (相比中國大陸地區)



中國香港

5-10x



新加坡

5-8x



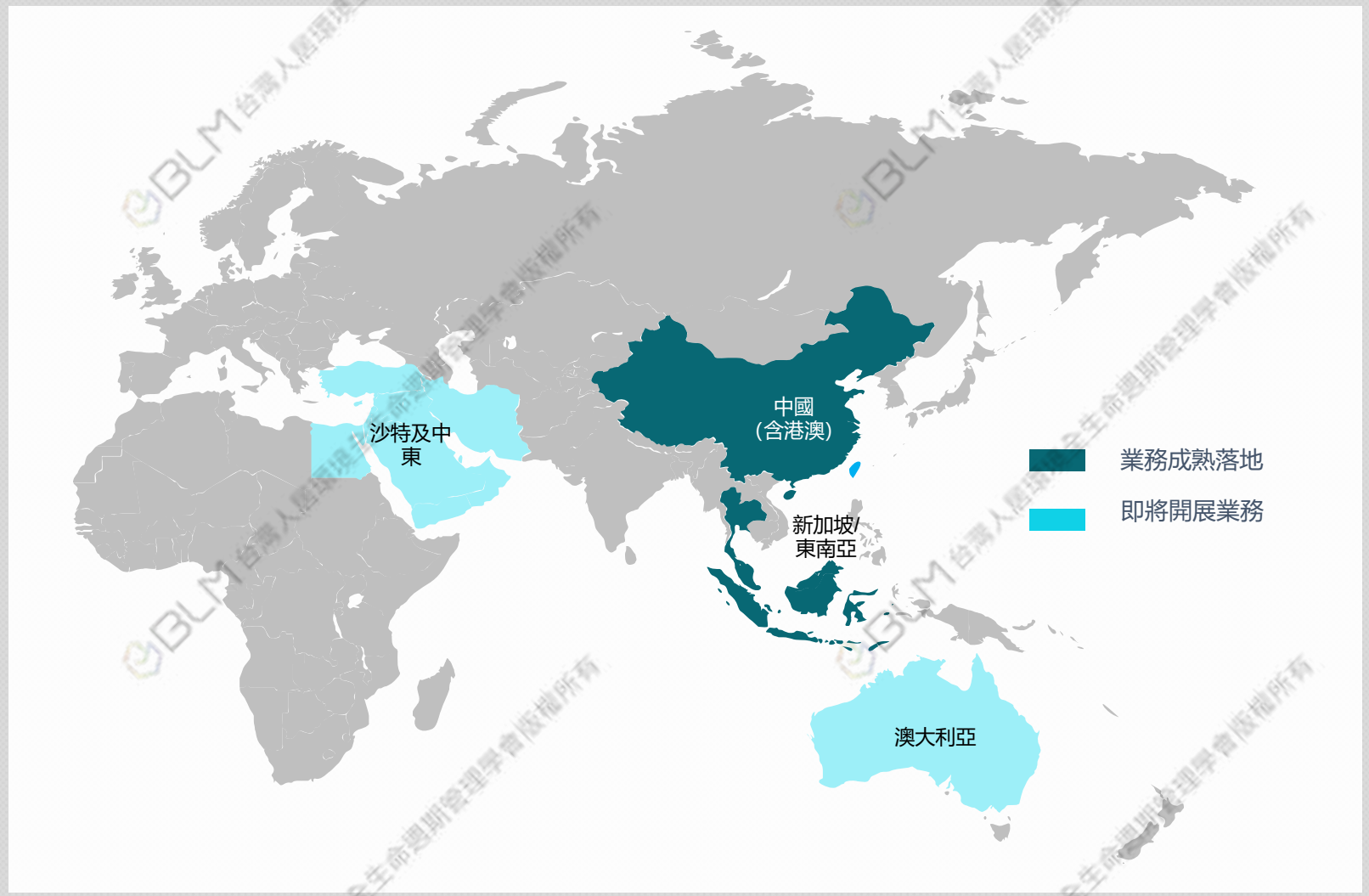
沙特 (中東)

2-3x



台灣

10x+



項目案例

2021年12月6日，第一個用抹灰機器人施工的商業項目在上海交通大學醫學院項目正式落地，該項目由我司獨立承包，用機器人完成抹灰作業，抹灰面積10萬平方米。



上海交大醫學院項目抹灰完成面



垂平度測試

浙江建工

中建八局

舜傑建設

表一、墙面垂直度、墙面平整度实测实量数据												
检查部位	位置	检查内容	评价标准	检测点	检测结果							
					首次检测 - 检测点							
抹灰工程	A5 层 A1-2	立面垂直度	(0,4)mm	8	2	2	3	1	1	2	3	2
	M	表面平整度	(0,4)mm	8	2	2	3.5	1.5	2	3	2	2.5
	A5 层 A2-3	立面垂直度	(0,4)mm	8	2	2	1	3	3	2	2	2
	M	表面平整度	(0,4)mm	8	2	3	2	2	1	2	2	3
	A5 层 A3-4	立面垂直度	(0,4)mm	8	4	2	2	3	1	2	3	2
	M	表面平整度	(0,4)mm	8	1	2	3	2	2	3	1	2
	A5 层 A-10	立面垂直度	(0,4)mm	8	2	3	2	3	1	2	1	2
	M	表面平整度	(0,4)mm	8	2	3	2	2	1	1.5	1.5	1
备注	实测实量时入场人员: 李鑫		实测实量时间: 2021.01.04		墙面垂直度合格率			97%		墙面平整度合格率		100%
施工项目单位签字												
2021年1月6日												

合格率：97%

表一 墙面垂直度、墙面平整度实测实量数据													
检查项目	位置	检查内容	允许偏差	检测点数	检测情况								
					检测原始数据 (单位: mm)								
抹灰工程	B-3 ~B-4B-D	立面垂直度 [0, 4]mm	10	2	1	2	1	1	2	3	3	2	2
		表面平整度 [0, 4]mm	10	1.5	2	1.5	1.5	1	2.5	3	2	2.5	1
备注	实测实量人员: 李鑫		实测实量时间: 2021年5月13日		墙面垂直度合格率: 100% ; 墙面平整度合格率: 100%								

项目施工单位签章:



2021年5月13日

合格率：100%

楼层	检测面积 m²	机器作业空鼓面积 m²	空鼓率 %	需修整面积 m²	修整率 %
机器作业层	150	0.01	0.007	0	0
注: 机器作业层人工修补缺区域空鼓面积为 0.08 m², 修整面积为 0 m²					
垂平度测试共 1 测试 60 尺, 58 尺合格, 合格率 96.7%					
实测人员: 罗锦涛、张忠强			旁站人员: 许如乔		

项目施工单位签章



合格率：96.7%

空鼓率測試

人工&機器 對比

表一 机器作业层墙面空鼓面积实测数据

楼层	检测面积 m²	空鼓面积 m²	空鼓率 %	需修整面积 m²	修整率 %
机器作业层	2998	1.82	0.06	0.67	0.02
2、3层抽检	182.6	2.18	1.19	0.74	0.41
实测人员：罗锦涛、周志琦			旁站人员：李鑫		

项目施工单位签章：



2021年7月23日

表一 机器作业层墙面空鼓面积实测数据

楼层	检测面积 m²	机器作业空鼓面积 m²	空鼓率 %	需修整面积 m²	修整率 %
机器作业层	1500	0.35	0.023	0.27	0.018
人工抽检	160	0.81	0.503	0.21	0.131
注：机器作业层人工修补区域空鼓面积为 1.02 m²，修整面积为 0.19 m²					
实测人员：余磊、张忠强			项目监理：范伟		

总包单位签章：



项目监理单位签章：



2021年08月04日

表 7.0.10 抹灰层拉伸粘结强度的规定值

抹灰砂浆品种	拉伸粘结强度 (MPa)
水泥抹灰砂浆	0.20
水泥粉煤灰抹灰砂浆、水泥石灰抹灰砂浆、掺塑化剂水泥抹灰砂浆	0.15
聚合物水泥抹灰砂浆	0.30
预拌抹灰砂浆	0.25

表一 机器作业层墙面空鼓面积实测数据

楼层	机器作业空鼓面积 m²	空鼓率 %	需修整面积 m²	修整率 %
机器作业层	0.0814	0.0313	0	0

注：机器作业层人工修补区域空鼓面积为 0.075 m²，修整面积为 0 m²
实测人员：罗锦涛、华诗晨 旁站人员：高峰

表二 机器作业层拉拔粘接强度实测数据

编号	1	2	3	4	5	6
粘结强度	0.194MPa	0.251MPa	0.213MPa	0.195MPa	0.334MPa	0.308MPa

注：平均值为 0.249 MPa>0.2Mpa；最小值 0.194 Mpa>0.15 MPa
实测人员：罗锦涛、华诗晨 旁站人员：高峰

项目施工单位签章：高峰

技术专用章

2021 年 10 月 29 日

表一 机器作业层墙面空鼓面积实测数据

楼层	检测面积 m²	机器作业空鼓面积 m²	空鼓率 %	需修整面积 m²	修整率 %
机器作业层	300	0.23	0.077	0.12	0.04

注：机器作业层人工修补区域空鼓面积为 0.55 m²，修整面积为 0.1 m²
实测人员：罗锦涛、周志琦 旁站人员：何吉祥

项目施工单位签章：何吉祥

楼层	检测面积 m²	机器作业空鼓面积 m²	空鼓率 %	需修整面积 m²	修整率 %
机器作业层	150	0.01	0.007	0	0

注：机器作业层人工修补区域空鼓面积为 0.08 m²，修整面积为 0 m²
垂平度测试共计测试 60 尺，58 尺合格，合格率 96.7%
实测人员：罗锦涛、张忠强 旁站人员：许如乔

项目施工单位签章：许如乔

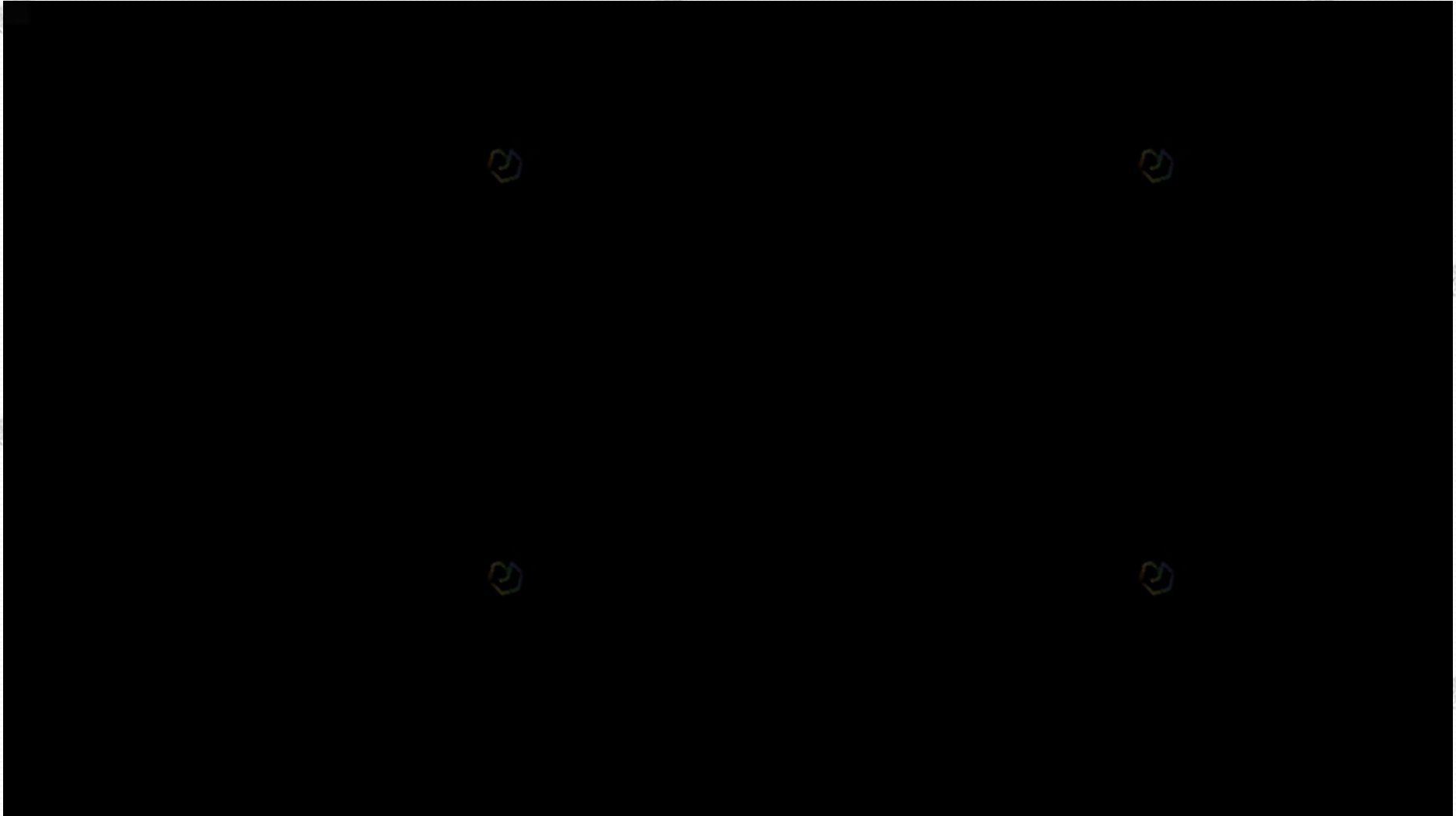
工程覆蓋



省份	城市	項目數量
上海	上海	17
北京	北京	3
浙江	金華、杭州	2
江蘇	蘇州、無錫、南京、常熟	6
廣東	廣州、深圳、汕頭、珠海	5
福建	廈門、漳州	2
河北	石家莊、保定、邯鄲	3
安徽	合肥	1
湖北	武漢	2

➤ 2023年完成抹灰面積**250.5萬平米**，2024年目前完成抹灰面積為**150萬平米**

批土/油漆一體機器人



機器人優勢

更好品質，更高覆蓋，更快效率

安全

■ 地圖定位誤差報警

超過閾值停機、安全觸邊停機

■ APP遠端操控

遠離機器人、遠離噴塗環境

品質

■ 最優工藝數位化

批土和乳膠漆天花、牆面等工藝

■ 精確工藝控制方法

噴塗距離和相位、移動速度等

■ 高精度軌跡規劃和自動補償技術

■ 自主研發多自由度機械臂控制技術

■ 智慧路徑規劃和全自動施工作業

覆蓋

■ 超高覆蓋率

玄關、走道全覆蓋，達90-100%

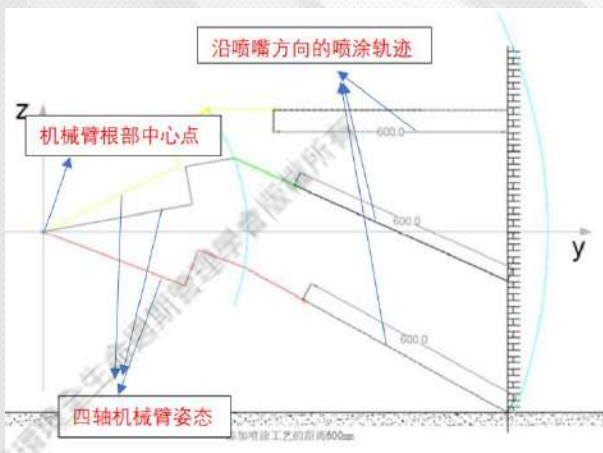
■ 適用小戶型環境

小書房、保障房、公屋均適用

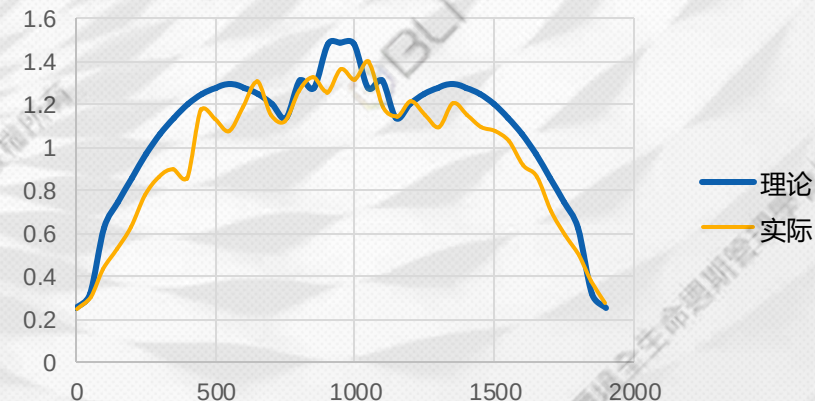


機器人質量優勢-塗層均勻一致

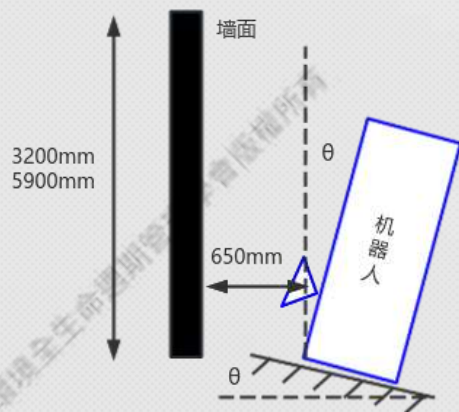
■ 多自由度機械臂高精度軌跡控制：位置、速度、加速度等



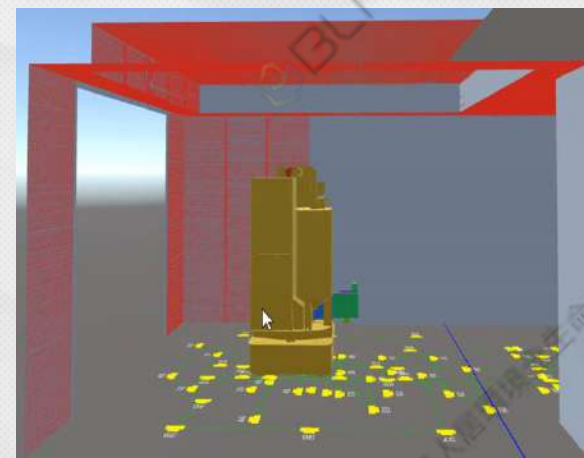
■ 最優工藝數位化：距離、偏差、相位、速度、壓力等



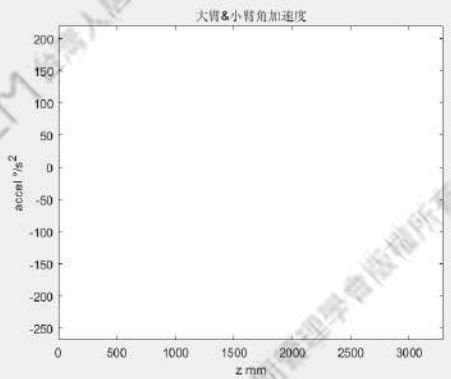
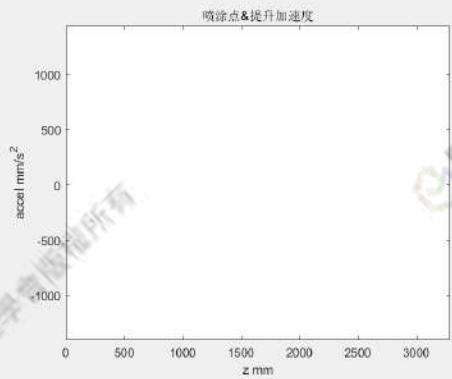
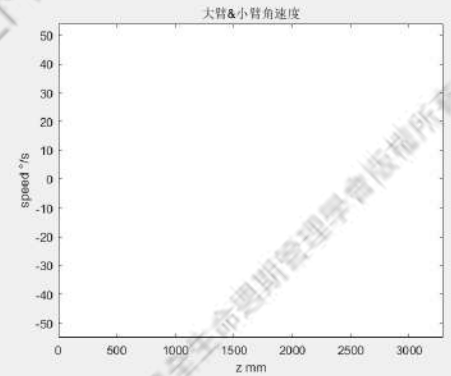
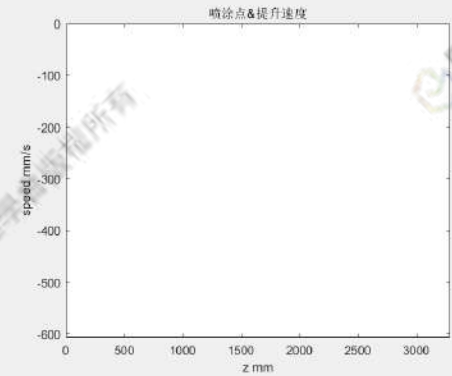
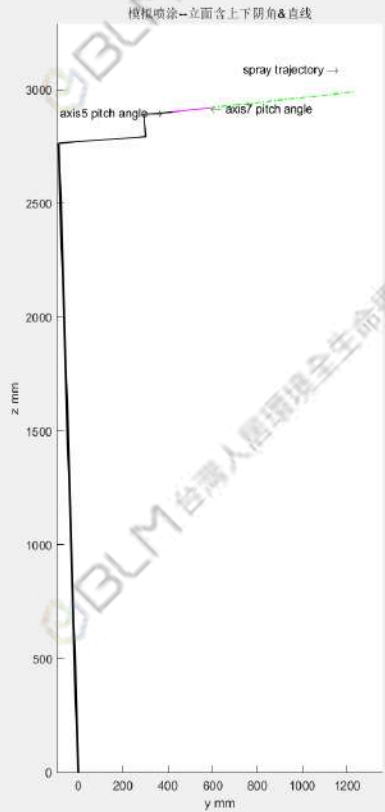
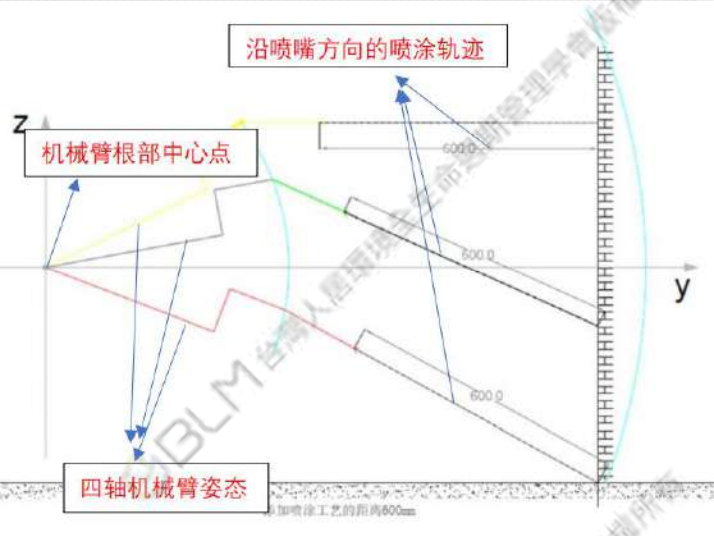
■ 地面傾斜自動補償：噴塗距離、搭接寬度等



■ 自動路徑規劃和自動施工作業：離線模擬、導航定位

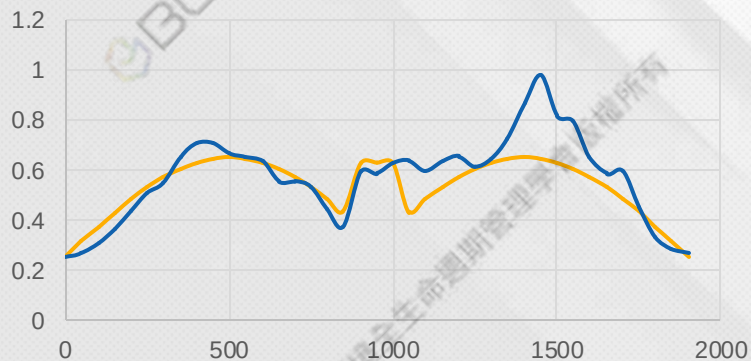


品質分析-噴塗距離精確控制模型

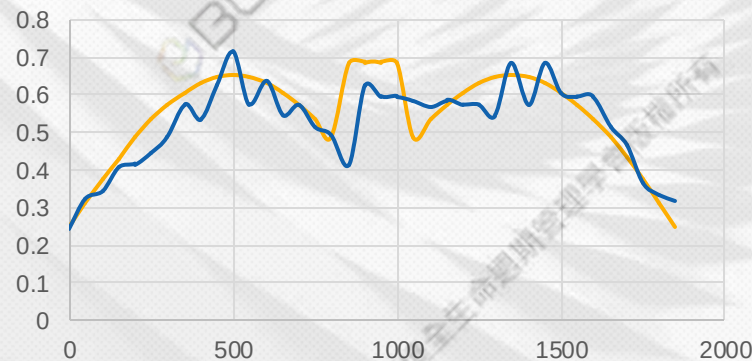


品質分析-批土偏差+相位偏差模型

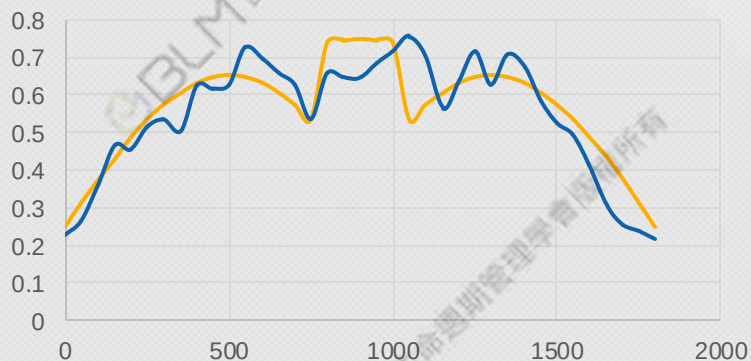
搭接100mm



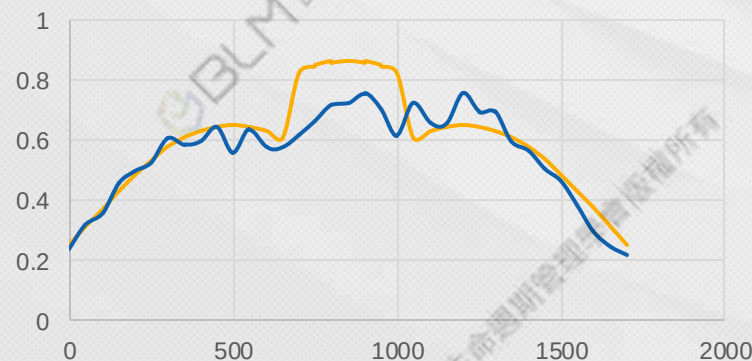
搭接150mm



搭接200mm



搭接300mm



$$t = 0.4 * \sin\left(\alpha * \frac{\pi}{1000}\right) + 0.25$$

$$t = 0.4 * \sin[(\alpha + \beta - 1000) * \frac{\pi}{1000}] + 0.25$$

其中β為搭接寬度。

- 各理論波形與實測波形基本吻合（除個別離散點）
- 接槎最佳寬度為100~200mm，厚度極差為0.2mm，其中100mm中疊加波峰與單噴塗波峰值最為接近

批土/油漆一體機器人



機器人膩子完成面



機器人油漆完成面

免分拣构件出料 无人化柔性生产

▶ 柔性化、无人化生产

- 规格上料，构件下料，免分拣，全程无人
- 智能排产，降低废料率
- 智能拾取，自动流转
- 剥肋滚丝刀具自动调整，弯曲智能模具库自动换模

▶ 智能加工系统，三重精减

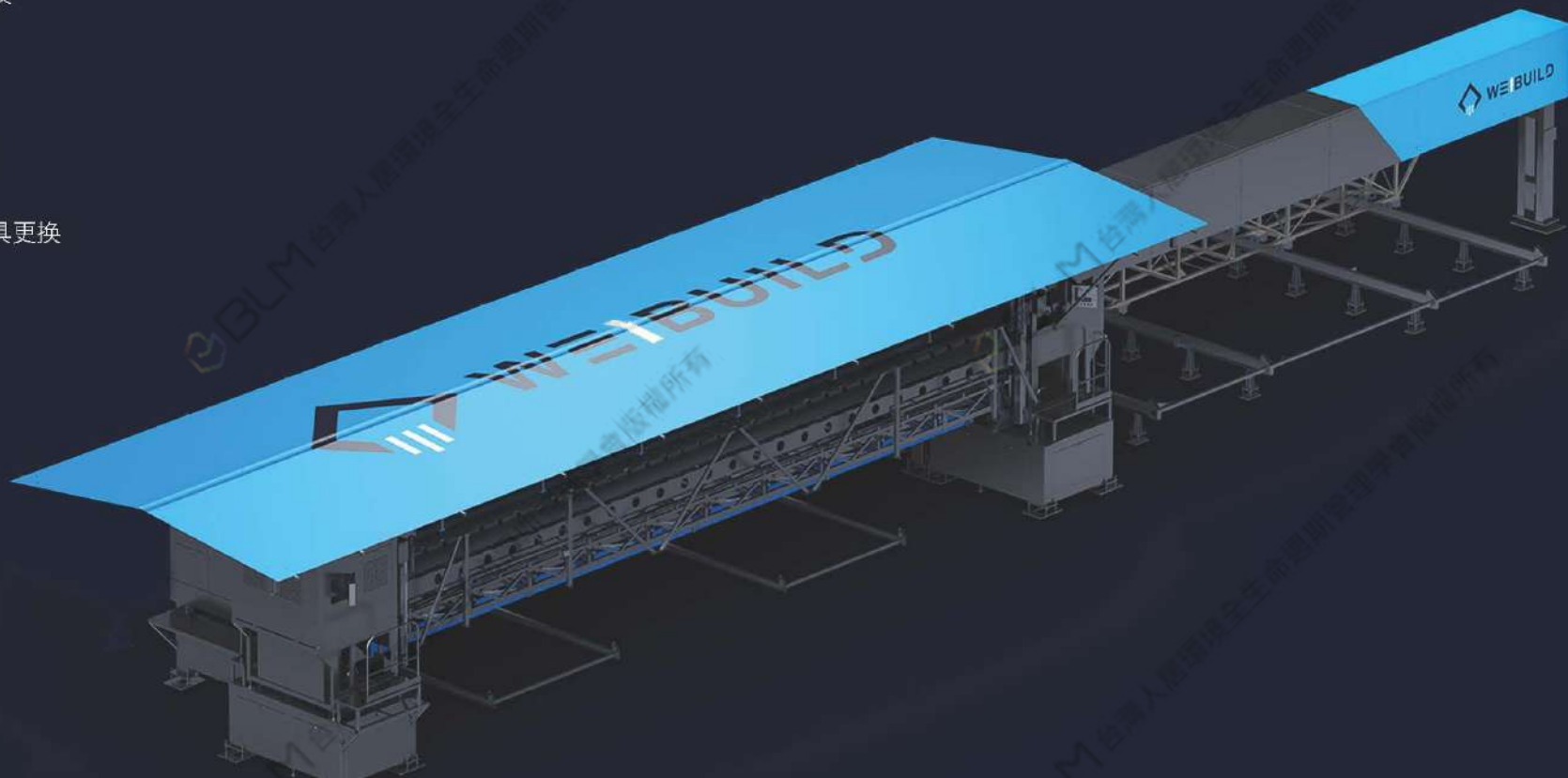
- 减流程，减少非必要搬运造成的时间和空间冗余
- 减用料，智能排产，降低材料损耗率
- 减人工，全程智能控制，自动完成材料运输和刀具更换

▶ 现场装配智能管理，提升效率

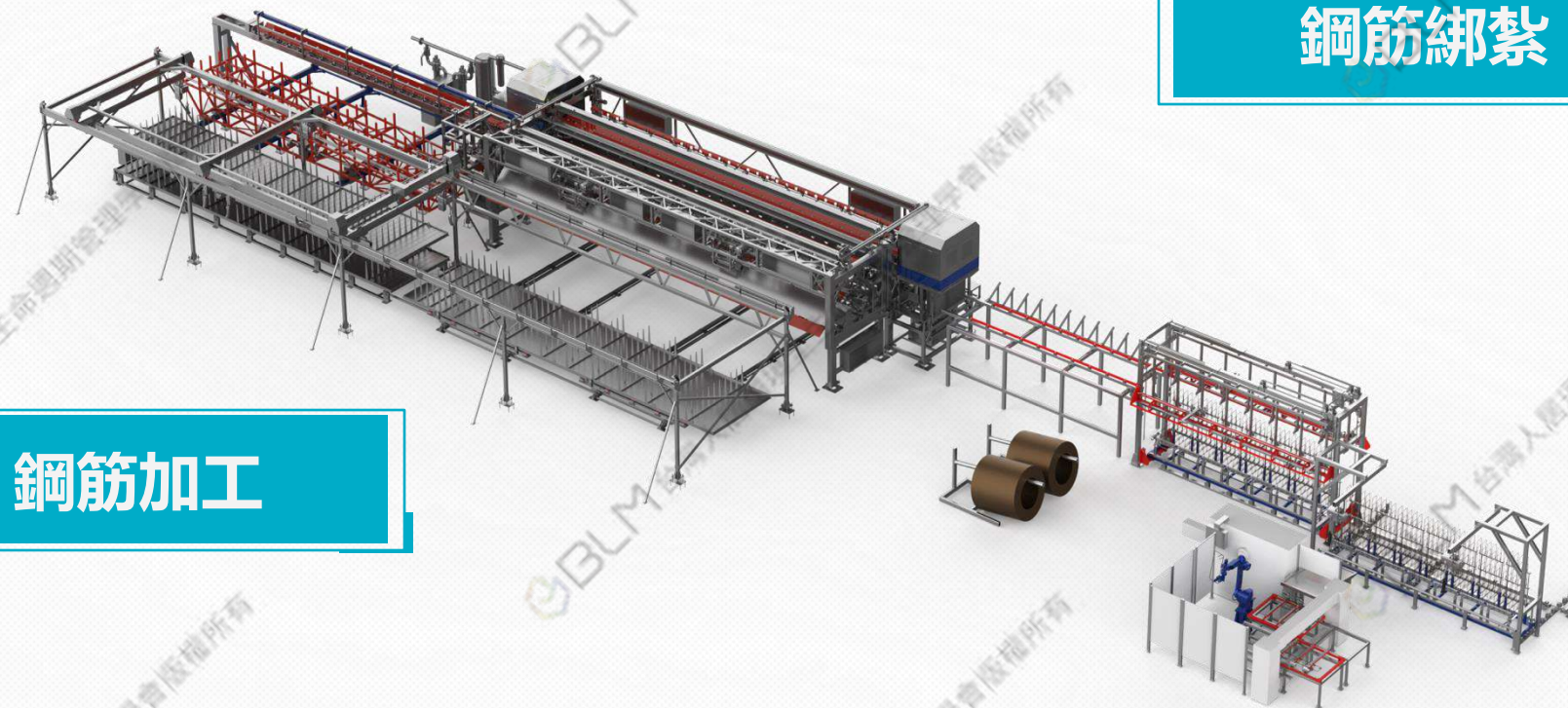
- 构件出料，可视化管理，效率提升

钢筋智能加工系统

一条加工线 五项全自动；切丝弯接扎 出料有分拣



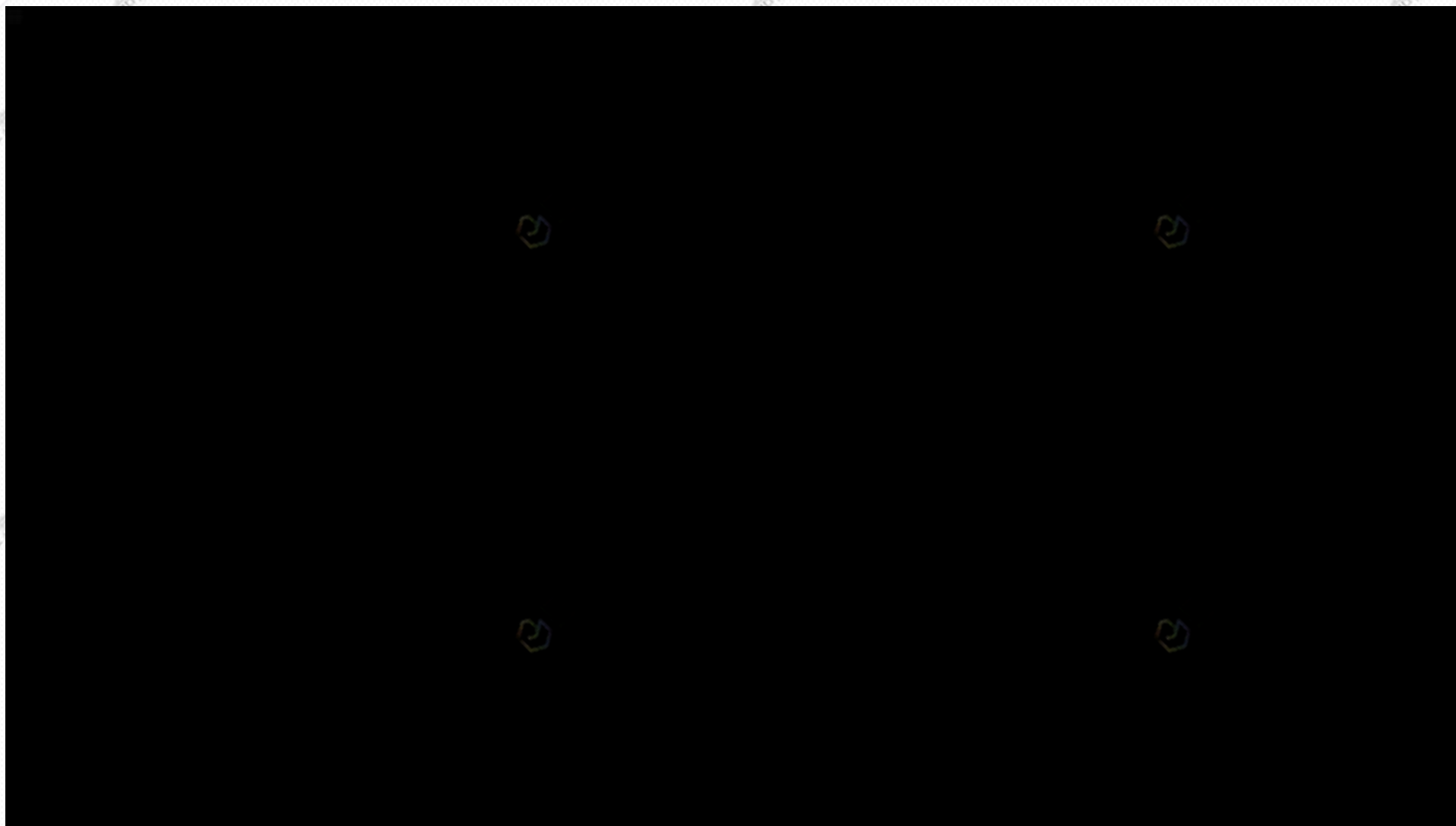
蔚建 3.0 不同加工模組設備組聯動



鋼筋綁紮

鋼筋加工

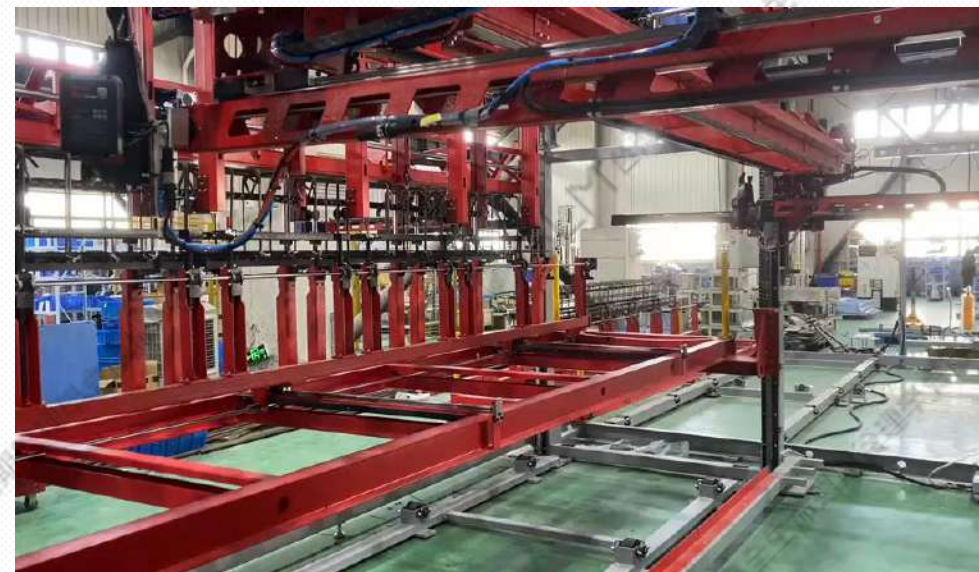
實現**成型鋼筋**數字化生產



規格上料，構件出料，加工過程無人，日產70噸



組合箍筋系統



柱鋼筋骨架安裝系統



柱鋼筋骨架連接安裝成品



柱鋼筋骨架連接安裝



柱鋼筋骨架連接快速安裝



目錄

1. 機器人
2. 營建自動化_建築機器人背景
3. 建築機器人發展與定義
4. 建築機器人技術邏輯
5. 建築機器人應用案例 _ 測量機器人、抹灰機器人、噴塗機器人、 智能化鋼筋加工
6. 營建自動化 _ 機器人應用的優勢與挑戰

結論與展望

新的技術可能，帶來產業新的可能。 智慧建造 “材料+智慧裝備+產業工人” 模式的未來發展，希望通過施工自動化和建築機器人技術研發，致力為建築行業提供高效、智慧的解決方案。

讓AI新技術、建築機器人賦能施工，成為連結材料與施工的新媒介，讓砂漿施工更綠色、更高效，助力砂漿數智化施工應用，合作共贏促發展讓，砂漿行業朝高品質發展不斷邁進。

感謝聆聽 期待合作



hongbin.yang@we-i-build.com