



机电装配建造体系

MEP Assembly & Construction Solution

项目组织

DFMA设计

制造配送

装配施工

调试交付

评价体系

数字建造

BN.DMEP

DIGITAL CONSTRUCTION & VALUE INNOVATE

P 前言 REFACE

机电装配建造的现实意义

传统的施工方式在成本控制、施工效率、节能环保等方面存在无法回避的缺陷，在工业化、数字化的社会变革的大趋势下，装配建造模式将重新定义建筑产业，通过新型产业模式实现价值再造。

现阶段，装配式亟待解决的问题是：如何准确和高效落地、如何体现效益和价值、如何具备可持续发展空间。

DIGITAL CONSTRUCTION & VALUE INNOVATE



目录 CONTENTS

01

项目组织

02

DFMA设计

03

制造配送

04

装配施工

05

调试交付

06

评价体系

07

数字建造

PART 01

项目组织

Project Organization Systemt

组织要素

资源整合

核心职能





组织要素

Organization Element



方法思路： 工业化 & 数字化



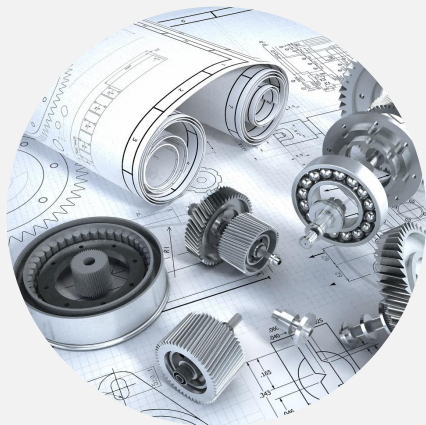
实施模式： 一体化 & 全过程



发展空间： 可持续 & 可复制

系统·特征

System feature



构件化

Component

装配的前提是将管路和支架拆分成可装配单元，形成系统构件，并在此基础上以工业化生产形式，最大限度体现质量和效率。

构件拆分的重点是有效的设计精度和完整工艺特征，是实现可预制、可落地的基础。



工业化

Industrialization

工业化是建造发展的方向，精细化、机械化、自动化等工业化思维是装配效率和效果呈现的前提。

目前，在装配施工中的应用重点应该体现在：1、精准的工序计划和管控；2、高效实施的装配工法和技术装备。

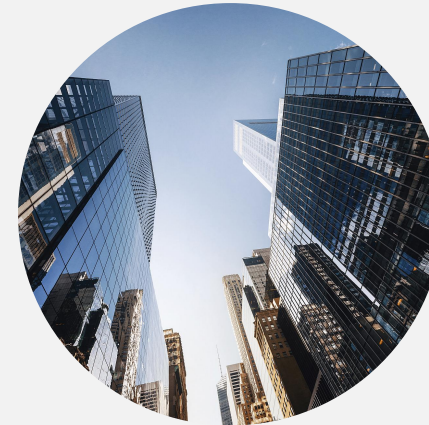


一体化

Interation

装配式的实现是一项系统工程，通过产业化、一体化形成的体系优势，也是装配式的价值体现。

产业化形成的难点是关键环节和技术的有效融合和有效协同，才能形成科学的执行路径和系统。

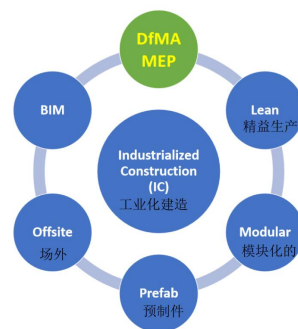
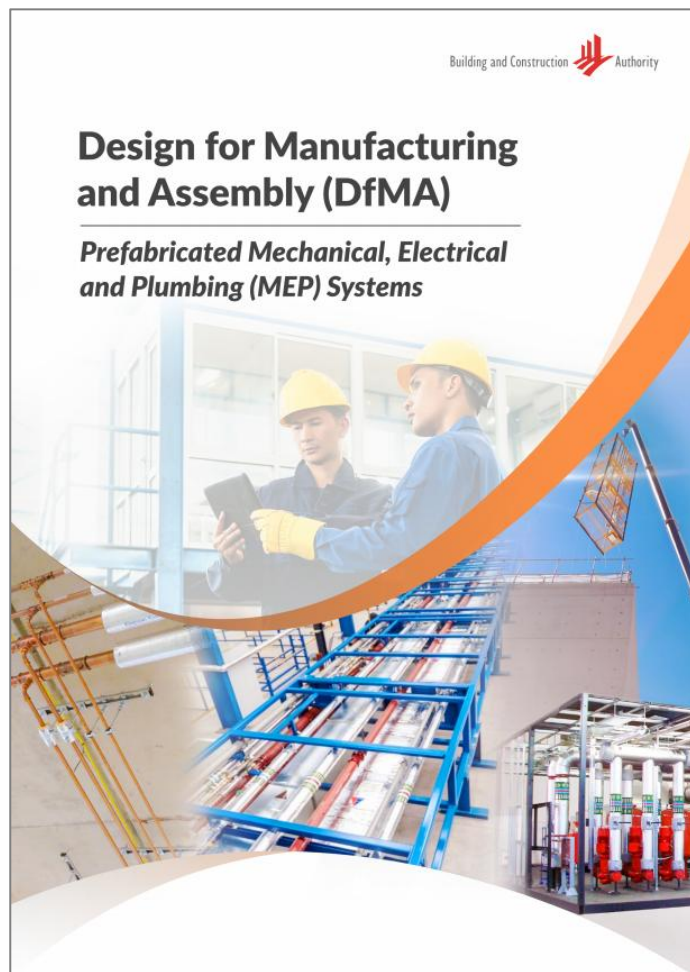


可持续

Sustainable

效率、效益是机电装配的应用和发展的价值所在，对比传统施工的价值再造是装配式现实意义。

同时，装配体系的数字化优势使数据分享和迭代为其提供了不断完善和创新的可行性。

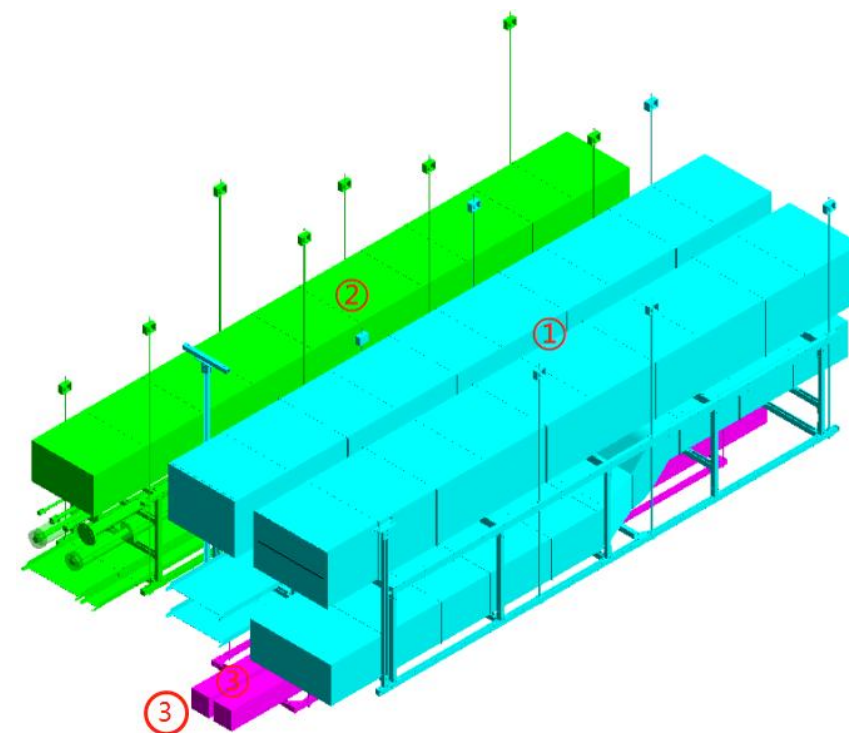


参考材料-MEP工程的采用DfMA

编写者: AECOM Asia Company Limited

www.cic.hk

September 2021



核心职能

Core Function

DMEP项目组织【核心职能】

职能内容	组织体系	DFMA设计	制造配送	装配安装	调试运维
计划管理	系统计划 /阶段计划	设计计划	生产计划 /配送计划 /供应链计划	工序计划	调试计划
技术管理	提资 /标准 /实施条件 /供应链协同	模型 /图纸方案 /计划 /清单	产品/构件/装备	质量/进度/安全	实体/功能/数据
评价体系	成本 /效能指标体系	项目成本	生产成本 /物流成本	工序成本 /管理成本	整改/维护
数字建造	数字平台 /产业生态	BIM /数字化工具	产品开发 /ERP /MES /二维码	现场管理 /技术装备	资产 /数据

PART 02

DFMA设计

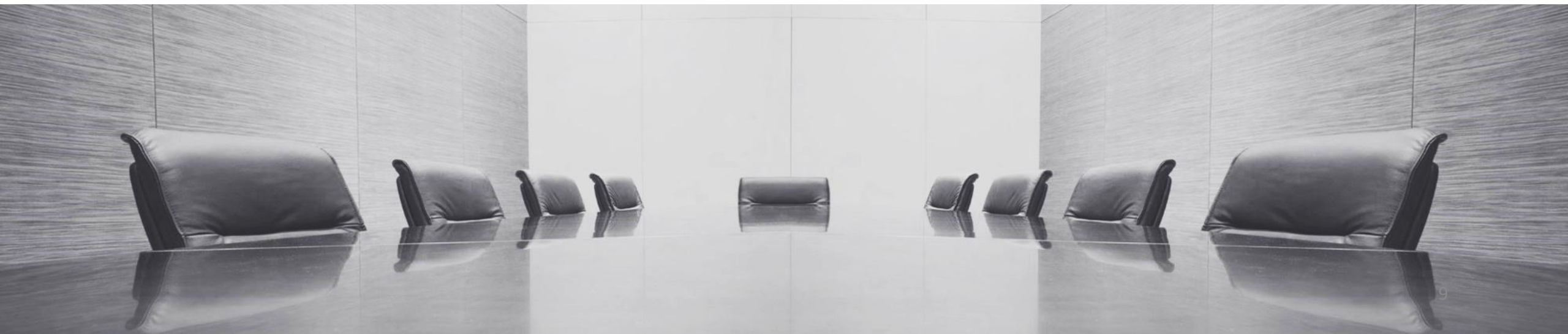
Design For Manufacture and Assembly

概述

装配设计

工艺设计

设计成果



概述【DFMA设计】

Overview / DFMA

面向制造和装配的设计

Design For Manufacture and Assembly

01

定义

- 面向制造和装配的设计方法和标准；
- 旨在提高产品的可制造性和可装配性
- 是一种工业化产品开发模式。

02

内涵

设计制造装配一体化设计
施工图设计+产品设计+施工组织设计

03

特点&优势

- 从方案到安装的全过程设计；
- 从产品到制造的可实施的落地方案；
- 提高效率、降低成本、保证质量。

概述【设计总览】

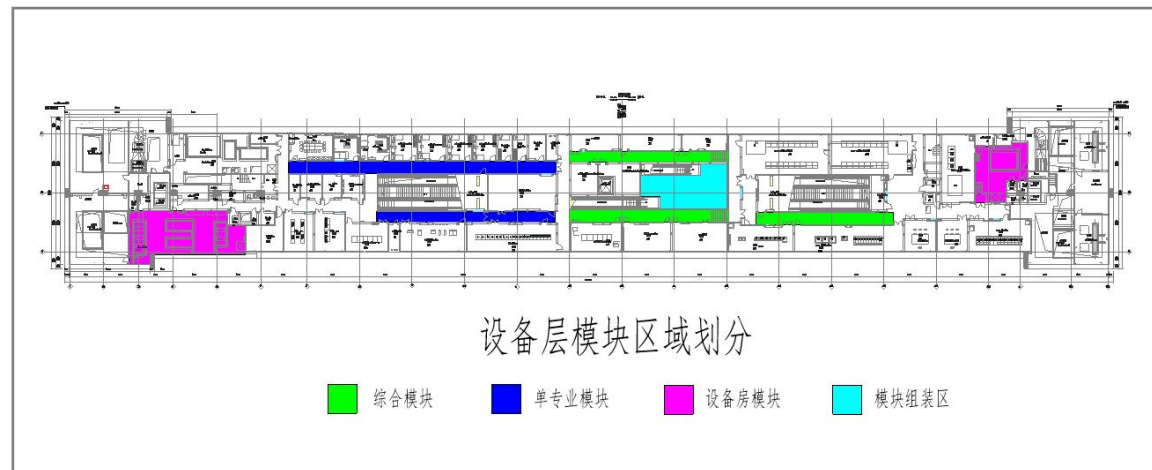
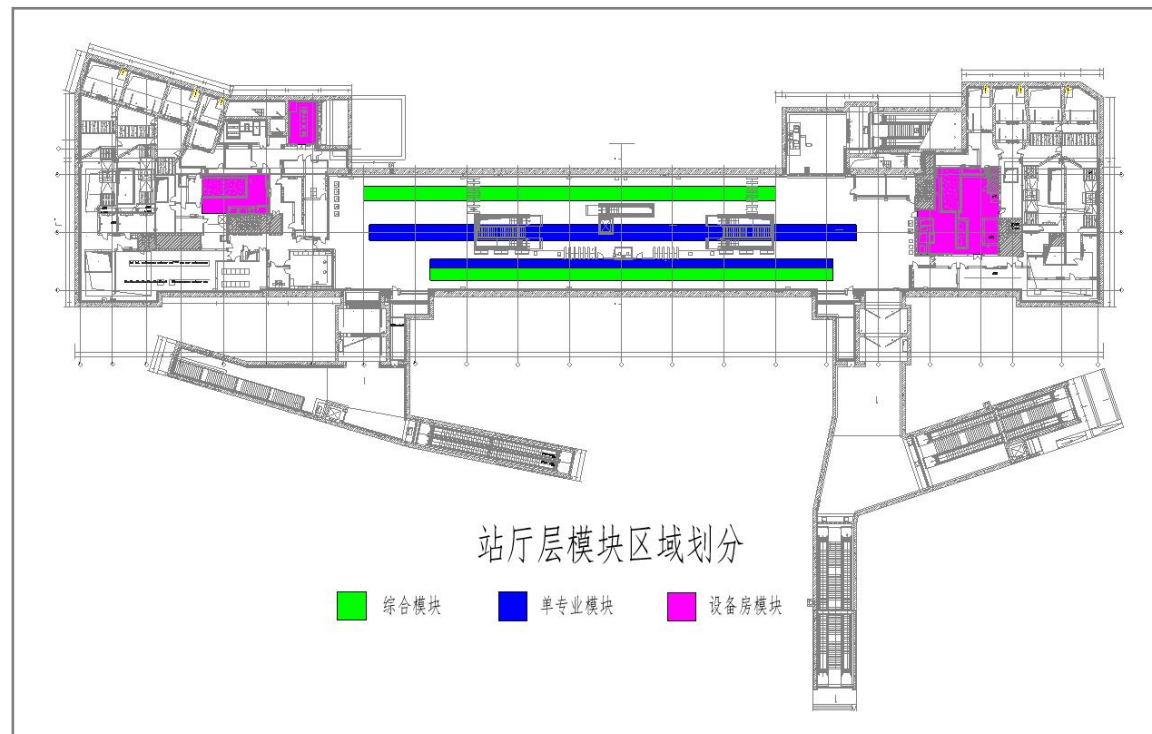
Overview / Design Content

DFMA设计		装配设计			工艺设计	
主要阶段		技术准备	施工模型	装配模型	制造工艺	装配工艺
主要工作内容		现场勘察	管综模型	装配部署	工艺设计	工艺路线
		设计模型	预留深化	管路拆分	配套设计	现场部署
		设计提资	支架设计	模块设计	预装试验	施工模拟
		供应链协同	图纸会审	支架深化	产能规划	方案评估
成果	模型	设计模型	施工模型	装配模型	构件模型	
	图纸	设计图纸		装配图纸、预留图	加工图纸、总装图纸	临设图纸、后施工图
	方案	装配设计任务书		装配交底	生产交底	施工方案、专项方案
	清单	概算清单	工程量清单	构件清单	BOM清单	临建清单
	计划	设计计划		进度计划	生产计划、配套计划	工序计划

装配设计【装配部署】

Assembly Design

编号	施工区域	部位	主要装配方式	支架形式
1	站厅公共区	换乘大厅	机电模块 (多专业/单专业)	成品支架
		出入口及换乘通道	管道构件	型钢预制
2	站台公共区		机电模块 (多专业/单专业)	成品支架
3	站厅设备房	设备房间	管道构件	型钢预制
		设备房通道	机电模块 (多专业/单专业)	成品支架
4	站台设备房	设备房间	管道构件	型钢预制
		设备房通道	机电模块 (多专业/单专业)	成品支架
5	专项机房泵房	环控、消防 风机、排水	机房模块 (子系统集成模块)	型钢预制
6	轨行区		管道构件	型钢预制



装配设计【模块设计】

Assembly Design / Modular Design (MD)

O1

专业模块

单专业在同一工序内进行构件集成

1. 单系统管段（管段+阀门等）
2. 设备装配支架（风机、电柜等）

O2

管综模块

多系统（子系统）同一空间内构件整体集成

1. 模块管段（综合管线+支架）

O3

空间模块

特定空间内多专业（单专业）
管路与设备集成

1. 模块机房（制冷、消防）
2. 压力排水模块（集水井）

O4

系统模块

机电系统管路与各专业系统的
构件集成

- 1.公共区综合支撑系统（机电/装修）
- 2.设备房通道预埋槽道（机电/装修）

工艺设计【制造工艺】

Technological Design /Manufacturing Process

O1

加工设计图

1. 各系统构件（模块）、支架加工设计；
2. 辅助设施工艺加工设计，例如胎架等；

O2

BOM清单

1. 基于构件清单及编码的子构件（模块）清单及编码；
2. 构件（模块）BOM清单及编码；

O3

工艺配置

1. 基于设计需求，对构件加工工艺及设备的配置需求，例如自动焊接、激光切割等；
2. 对工艺标准的制定；
3. 针对项目需求，开发新工艺及产品；

O4

技术装备

1. 针对构件，尤其是模块，针对其体积、重量提出运输和安装需配置的装备、装置，提出专项方案；
2. 开发专用技术装备；

工艺设计/制造工艺【BOM清单】

TD / Manufacturing Process



BOM清单的应用分类

BOM清单分类	编码级别	基础定义	应用描述	对应计划/成本	适用软件	管理需求
BOM一级	***100001	各专业系统（子系统）/区域（子区域）内的管段（模块）	同一个配送/安装批次	工期计划/清单成本	PROJECT	进度指标
BOM二级	***10000100001	组成管段（模块）内的构件清单	设计最小安装单元	工序计划/工序成本	ERP	送货单
BOM三级	***1000010000100001	构件加工配套零件、附件、半成本	生产、配送、仓储编码	生产计划/精准成本	MES	加工单/仓储单



BOM清单的编码规则

基本需求：

- BOM清单编码应包含系统（子系统）信息+区域（位置）信息+管段（模块内）信息；
- 同时配合成本核算、生产配送、安装工序及资产管理的需求。

工艺设计【装配工艺】

Technological Design / Assembly Process

O1

工艺路线

1. 各系统构件（模块）、支架加工设计；
2. 辅助设施工艺加工设计，例如胎架等；

O2

技术装备

1. 针对构件，尤其是模块，针对其体积、重量提出运输和安装需配置的装备、装置，提出专项方案；
2. 开发专用技术装备；

O3

工序计划

1. 基于设计需求，对构件加工工艺及设备的配置需求，例如自动焊接、激光切割等；
2. 对工艺标准的制定；
3. 针对项目需求，开发新工艺及产品；

O4

施工模拟

装配工艺【工艺路线】

TD / Assembly Process

工艺设计阶段 任务及成果	配合阶段		装配阶段			调试验收
	测量放线	预留预埋	支架/底座	管线/模块	设备/线缆	
DFMA施工图	装配施工平面图纸	预留孔洞图纸	支吊架装配施工图纸	装配施工图纸	装配施工平面图系统图	竣工图纸
	后砌墙/运输通道图纸	预埋管线图纸	设备支吊架/基础装配图纸	装配施工区域部署图纸		竣工模型
	临设布置图	样板段装配施工图纸	支架/吊点安装定位图纸	模块装配施工图纸		变更记录
DFMA工艺图	临设设施定制加工图	套管加工图	支吊架加工图	模块加工图		
		样板段构件加工图	设备基础/支架加工图	构件加工图		
DFMA方案	装配施工方案	配合阶段方案	支吊架装配施工方案	模块/构件装配施工方案	设备/线缆装配施工方案	调试/检测/验收方案
DFMA计划	装配施工计划	装修/预埋协同计划	支吊架/基础施工计划	模块/构件装配施工计划	设备/线缆装配施工计划	调试/检测/验收计划
DFMA清单	样板段BOM清单	配合阶段BOM清单	支吊架/基础BOM清单	分段模块/构件BOM清单	设备/线缆材料清单	调试用材料及设施清单
				(包含管线连接性设备)	(末端设备为主)	
制造配送	临设设施生产/配送计划	配合阶段生产/配送计划	支架/基础生产/配送计划	模块/构件生产计划	设备/线缆配送计划	调试用材料及设施供应
		样板段构件生产/配送计划		管线连接性设备供应计划		
				配送计划（模块/管段级）		
施工内容	基点/基线标识	预留预埋	支吊架（或底座）安装	分区域（段）管线施工	设备器具安装	单机调试/子系统调试
	轴线/净空标识	样板段装配安装	设备预制基础安装	防火封堵/成品保护	电缆/电线敷设	系统调试/联动调试
	临设施工					模拟测试
管理重点	结构预埋复核	装修配合与定位	定位复核	构件/连接件/辅材配套	与装修配合	

工艺设计/装配工艺【现场布置】

TD / Assembly Process

PMEP现场布置要点

01

模块装运区

解决模块快速转运至升降车，提升效率；



02

模块安装升降AGV

机械化安装叫大型模块，提升效率；



03

同层运输通道

通道平整、后砌墙配合运输机械化；



04

三级箱吊挂装置

施工操作的基础配置，尤其在公共区，可快速平移调整，提高效率安全；



05

站内垂直转运平台

尽量减少人工转运，实现电动化、机械化；



06

站内垂直转运AGV

自动机械运输，减少人力，替代叉车；



工艺设计/装配工艺【工序计划】

TD / Assembly Process



基于构件（模块）的安装定额工时、测算标准工序和合理节拍，制定工序WBS及工序定额（测算标准）。



结合施工部署的区域和部位、安装条件、编排各区域工序计划。



结合区域间的串并联关系，推演效率最优的整体工序计划，并制定人力计划和效率指标。

编号	工序名称	模块定额		标准节拍		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		单位	定额工时	工作量	工时	1				2				3				
1	底座	工时/组	1.399	8.40	6.00	3.0	3.0			3.0	3.0			3.0	3.0			
2	运输	工时/组	2.000	8.00	4.00	4.0				4.0				4.0				
3	吊装	工时/组	1.046	8.37	8.00		4.0	4.0			4.0	4.0			4.0	4.0		
4	连接	工时/组	1.214	8.50	7.00			3.0	4.0			3.0	4.0			3.0	4.0	
5	检测	工时/组	2.720	8.16	3.00				3.0				3.0				3.0	
6	小计				28.00	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	

说明：

- 1、 模块规格： 2430*2150*6000（5层）
- 2、 模块特点： 结构复杂，运输路线长，空间狭窄，检测要求高。
- 3、 标准节拍： 4天28工时，平均每日安装2个模块，每组工效7工时日/组。

DFMA设计成果

DFMA Outcome Documents

DFMA设计成果【BDBP】

施工图设计+产品工艺设计+施工组织设计

模型+图纸方案+清单+计划



DFMA设计成果

DFMA Outcome Documents

L1 模块转运胎架图

L1 模块吊架定位图

L1 模块相关预留规划图

L1 模块检修通道分布图

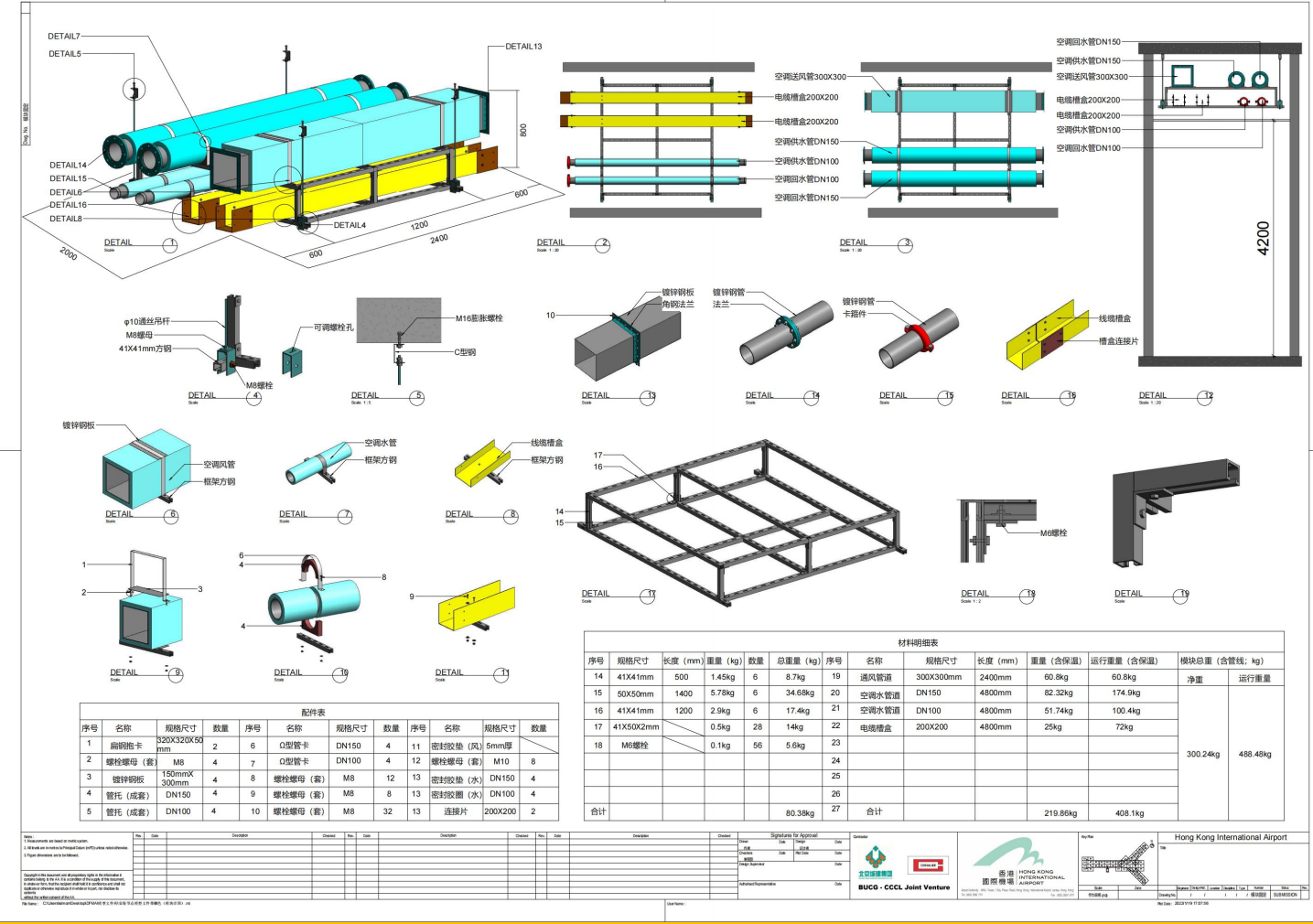
L1 模块区域工序图

L1 模块区域定位图

L1 模块区域布置图

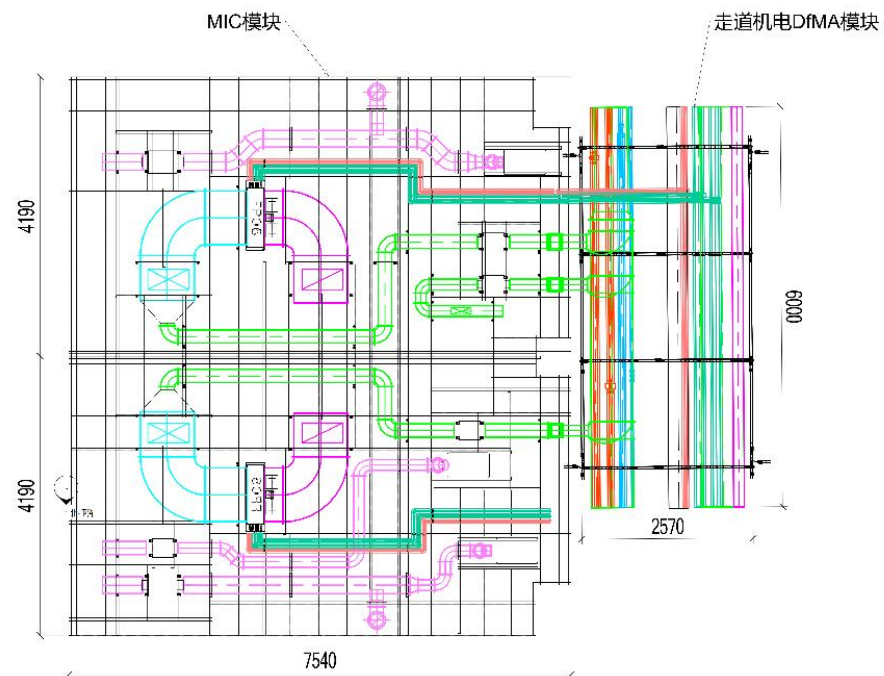
L1 模块分层平面图

L1 模块集成三维图

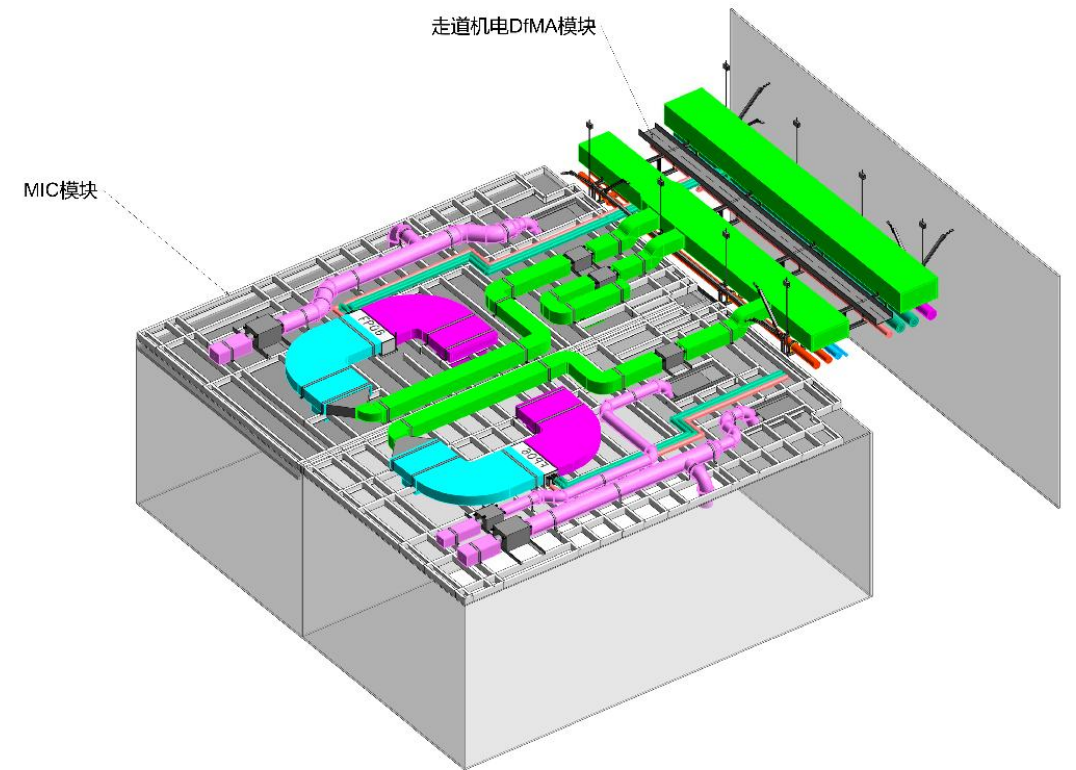


DFMA设计成果

DFMA Outcome Documents



平面图



三维图

PART 03

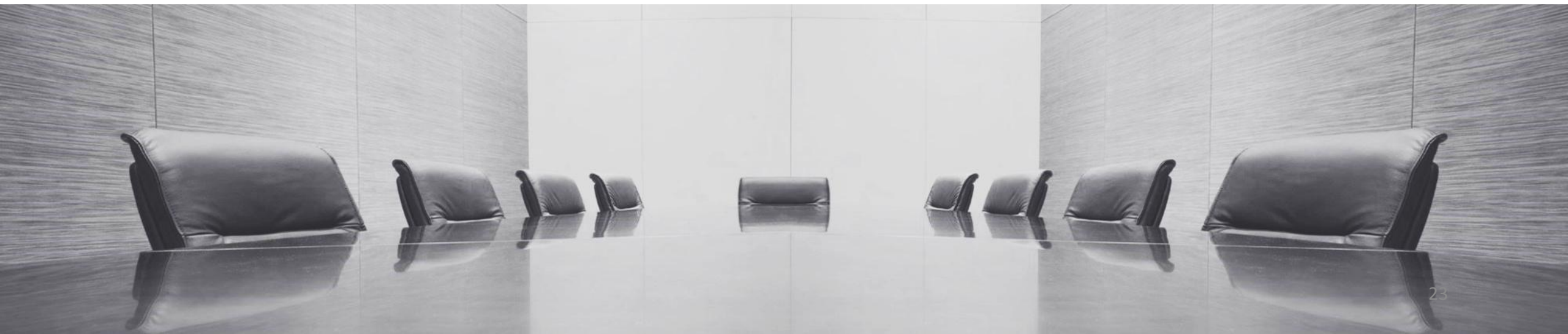
制造配送

Manufacturing & Distribution

生产制造

物流配送

供应链管理



生产制造【计划协同】

Manufacturing

项目策划

装配设计计划

制造设计计划

装配设计计划

供应链计划

制造计划

配送计划

施工配合计划

装配施工计划

线缆设备计划

调试验收

痛点:

- 1、材料、设备、附件供应周期不同;
- 2、材料设备供应时间与工序脱节不同;

措施:

- 1、冗余: 基地配送二次匹配与冗余;
- 2、匹配: 前置BOM清单精确匹配。

生产制造【质量检验】

Manufacturing



监管前置

工厂验收、测试，有效避免现场条件制约，管控置前。



集中检验

根据产品生产批次集中组织检验，提高效率和完整性。



设施完备

工厂检验设施完备，措施规范，提高质量控制水平。



精益管控

集中检测的反馈纠错效率提升，避免现场整改，为提高项目管理水平提供条件。

生产制造【预装配与培训】

Manufacturing

Pre-assembly & Training

【样品测试】

样品组装、加固、转运测试。



【定位模拟】

现场轴网、接口基线标定。



【装配模拟】

实景运输、吊装、装配模拟。



【工序测试】

工序流水模拟、工效测试。



【配送测试】

装车量、配套部件、配送批次测试。



通过样组装，对装配设计图、工艺设计图、BOM清单的符合性验证及质检。



根据现场复测、对坐标、跟踪基线等安装定位、操作空间等必备数据验证。



基于定位坐标，模拟装配运输、施工全过程，修正工艺流程及改进。



根据装配模拟，制定标准工序节奏，人力配置，测定工序指标。

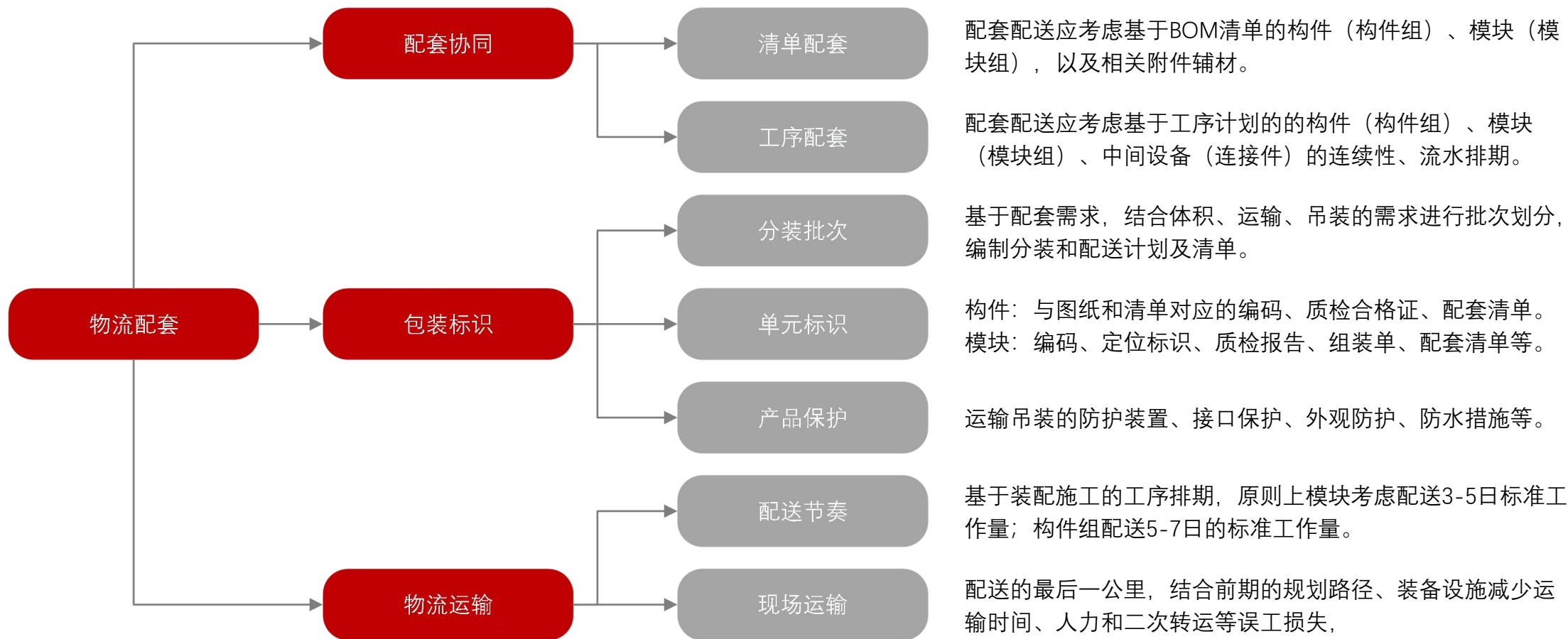


配送与施工的协同节奏匹配，运输及转运的批次、时间和成本。

物流配送

Logistics & Delivery

传统施工中，现场搬运/转运/吊装
占总人工量的30%+



PART 04

装配施工

Assembly Construction

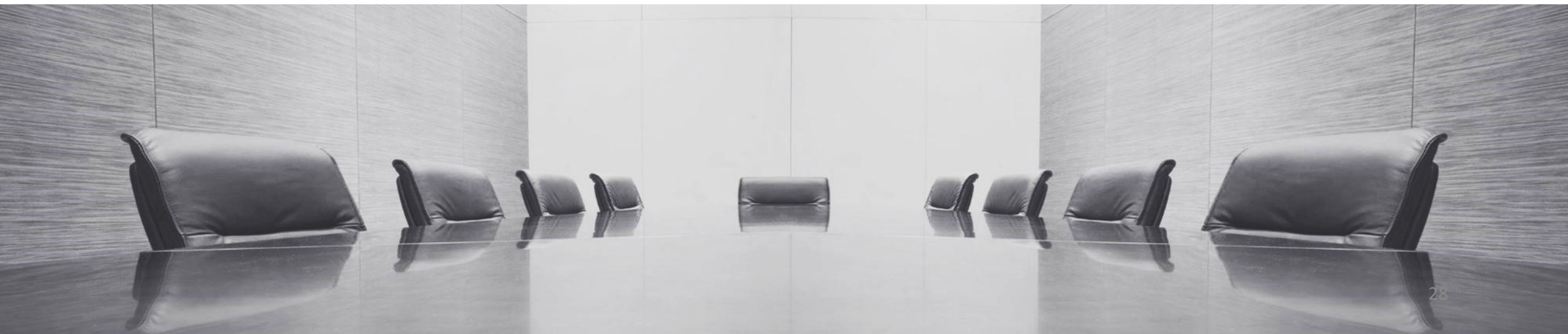
现场设施

工序组织

材料管理

施工技术

现场管理



装配施工

Assembly Construction

PMEP04 【装配施工】

现场布置

- 现场复核
- 定位标识
- 装配设施
- 临时设施

工序组织

- 阶段计划
- 区域部署
- 工序排期
- 人员组织

材料管理

- 构件配送
- 构件仓储

施工技术

- 技术交底
- 图纸变更
- 实施跟进
- 阶段成果

现场管理

- 质量检验
- 安全环保
- 5S 管理

编号

主要装配施工工作

主要依据&记录&表单

1

现场勘察、核查

现场移交报告

2

装配施工技术交底

装配图纸、组装图纸、施工方案、构件清单

3

装配施工计划交底

工序计划、人力计划、工时记录、派工单

4

构件进场配送

构件配送单

5

现场施工跟踪&纠偏

图纸、整改通知单、工作联系单

6

遗留问题跟进

工作联系单

7

设计变更

变更通知单

8

各类管理会议

会议纪要

9

其他项目管理工作

相应表单、记录

现场布置

Assembly Construction

移动工位

工位
工艺流水
移动便捷性

01

便捷通道

通畅、预留
机械化、便捷
阶段快速调整

02

独立配送

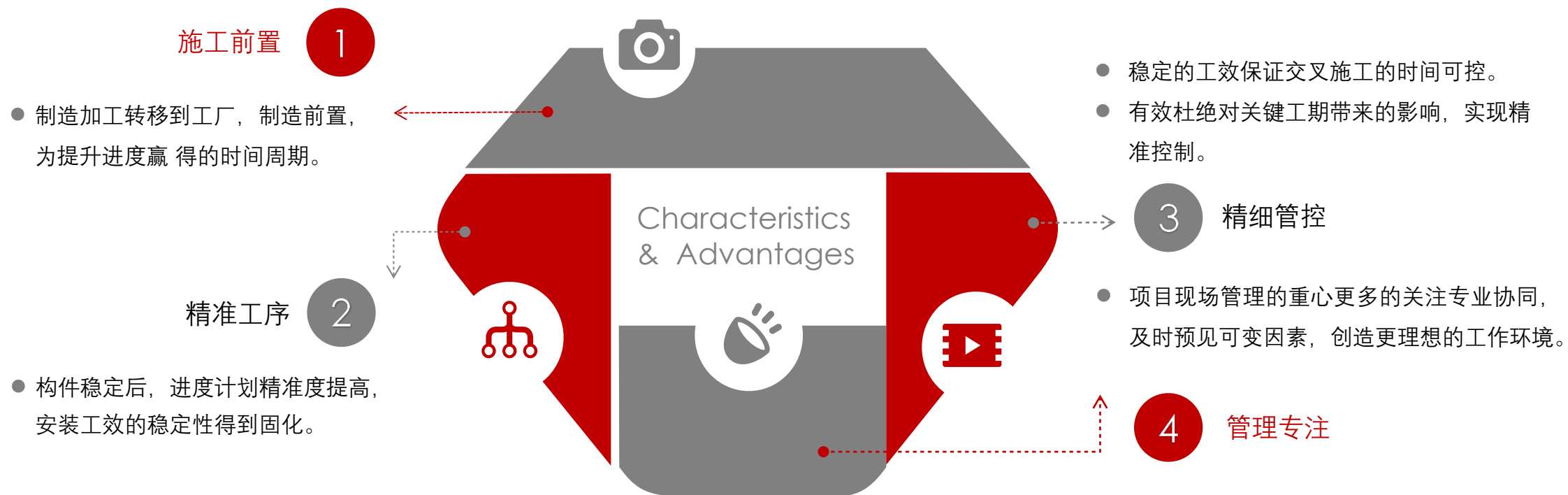
独立人员
物料到工位
集中转运

03



现场管理

Assembly Construction



PART 05

调试验收

Debugging & Acceptance

调试计划

调试实施

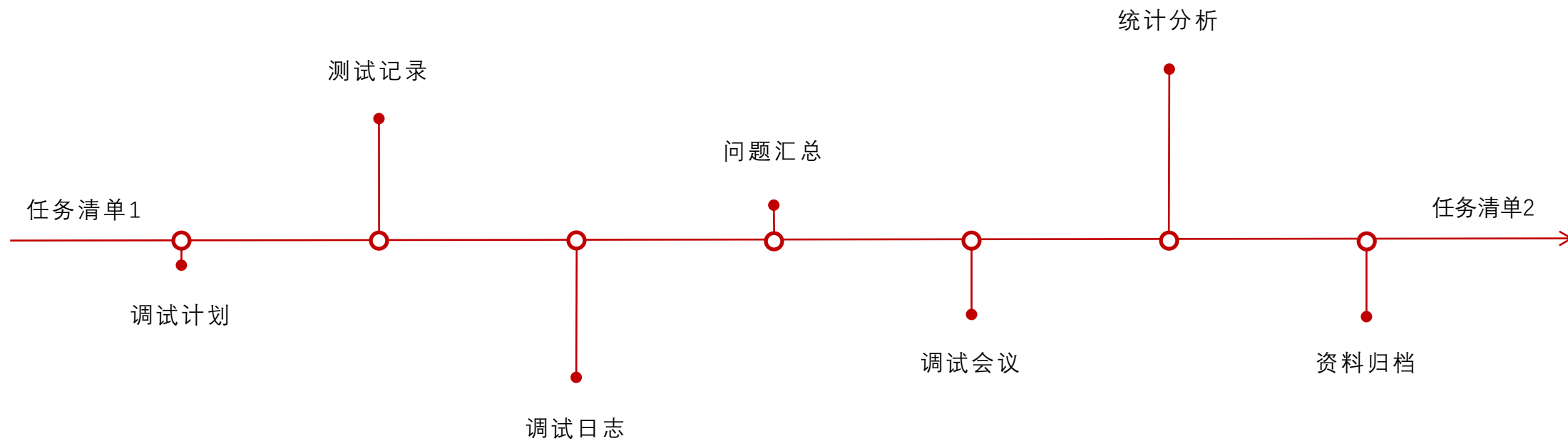
项目验收

项目交付



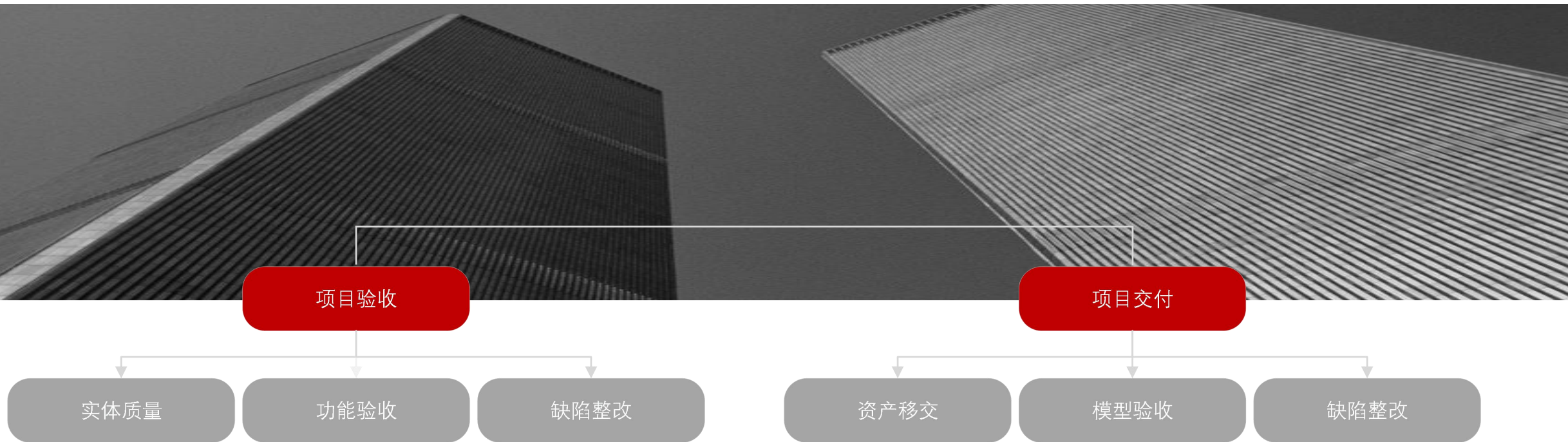
调试实施

Debugging



验收交付

Acceptances Delivery



PART 06

评价体系

Evaluation Syetem

预制指标

环保指标

效能指标

成本指标



评价指标

Evaluation Syetem

Prefabrication
unit ratio

○1

Modular
unit ratio

○2

Assemble
ratio

○3

评价指标	阶段	风管	水管	线管	桥架	支架	保温	合计
预制率	现状	80%	20%	10%	20%	30%	0%	27%
	目标	100%	100%	10%	60%	100%	20%	65%
集成率	现状	0%	15%	0%	0%	0%	0%	3%
	目标	50%	50%	10%	40%	100%	20%	45%
装配率	现状	40%	18%	5%	10%	15%	0%	15%
	目标	75%	75%	10%	50%	100%	20%	55%

评价指标

Evaluation Syetem

Harmful gas
emission

O4

评价指标	阶段	切割	焊接	油漆	废料	粉尘	合计
有害排放	现状	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	目标	5%	5%	5%	10%	60%	17%

Efficiency

O5

评价指标	阶段	工效	能耗	损耗
效能	现状	100%	100%	15%
	目标	120%	80%	8%

评价指标

Evaluation Syetem

Project cost

06

评价指标	阶段	管理费	劳务费	材设费	装配服务	利润	合计
成本	现状	16.50%	15.50%	63.50%	0.50%	4.00%	100.00%
	目标	14.00%	15.20%	63.00%	1.20%	6.60%	100.00%

工效

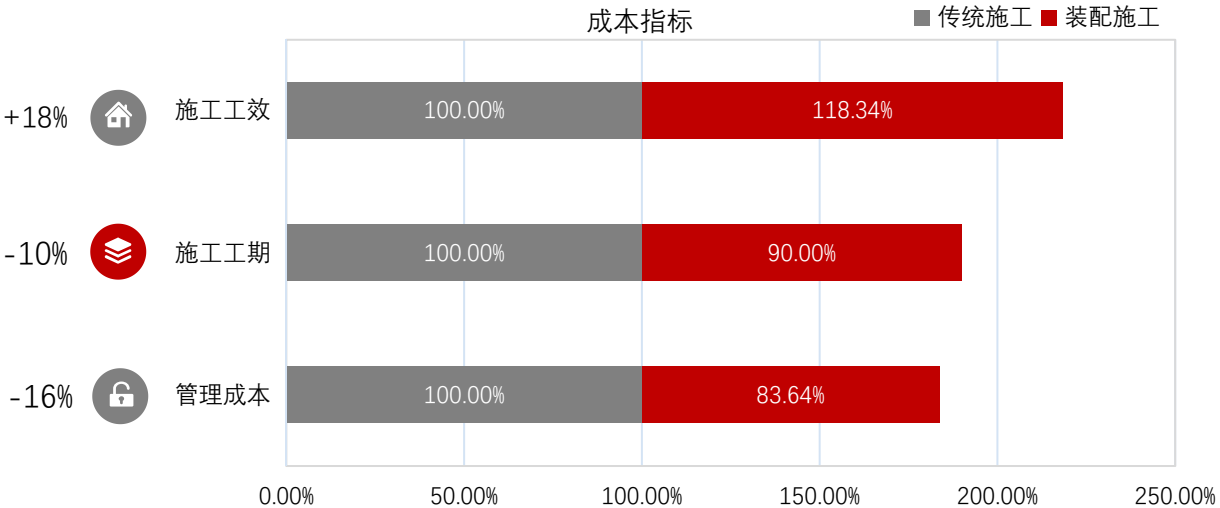
同等工作量下，通过工厂化、提升工效。

工期

通过技术前置、工效提升，缩短工期。

管理

通过数字化手段、高效协同，减少管理冗余。



PART 07

数字建造

Digital Construction

数字转型

数字工具

产品研发

技术装备

产业模式



数字化转型【行业进程】

Digital Construction/System process



施工安装

基于二维图纸、现场实测实量的施工形式



预制装配

基于BIM模型和工艺数据的工业化装配模式



数字建造

基于数字化、产业化、一体化形成数字建造体系



智慧营造

基于物联网的生态化营造体系

数字转型【层次&途径】

Digital Construction

装配建造
Prefabrication Construction



数字建造
Digital Construction

技术
DMFA一体化设计



工具
建造全场景的数字化设计与管理软件、工具

产品
装配式产品研发制造



平台
围绕建造和协同的数字系统平台

装备
装配式机械、设备、工具



模式
数字化+装配化的新型建造产业模式

体系
全过程一体化的高效组织体系



生态
基于数字化的企业转型和行业变革形态



技术装备

Digital Construction



自动钻孔机器人BOT



装配施工智能装备AGV



自动化生产线



智慧工厂

产业发展

Digital Construction



机电装配式构件品类、参数、标准繁杂，整合工作难度较大，预制基地在生产效率、技术响应、协同配合三个方面具备相应的能力；不断打造全场景服务能力。

01

预制基地

- 柔性定制构件预制能力；
- 具备一定工艺优化能力；

02

产业中心

- 全品类构件集成供应链；
- 产品设计开发、智能制造；

03

产业平台

- 完整的产品体系和标准；
- 数字化产业协同；



C 总结 CONCLUSION

关于机电装配建造的多个视角



四个特征

1. 构件化
2. 工业化
3. 一体化
4. 可持续

FOUR FEATURE

四种途径

1. 装配技术
2. 装配产品
3. 技术装备
4. 协同体系

FOUR WAY

四类信息

1. 工艺模型
2. 图纸方案
3. 构件清单
4. 工序计划

FOUR TYPE

机电装配式应该怎么做？

装配式、数字化、智能化之间的联系如何？

装配式对企业和项目在建设、管理、运维过程中的价值何在？

这些问题都促使我们从各个角度审视装配式，从中找出核心价值。

数字装配 价值创新

DIGITAL FABRICATION VALUE INNOVATIVE



感谢观看

THANKS FOR WATCHING

BN.DMEP

DIGITAL CONSTRUCTION & VALUE INNOVATE