

# 装配式机电低碳技术思考

满孝新

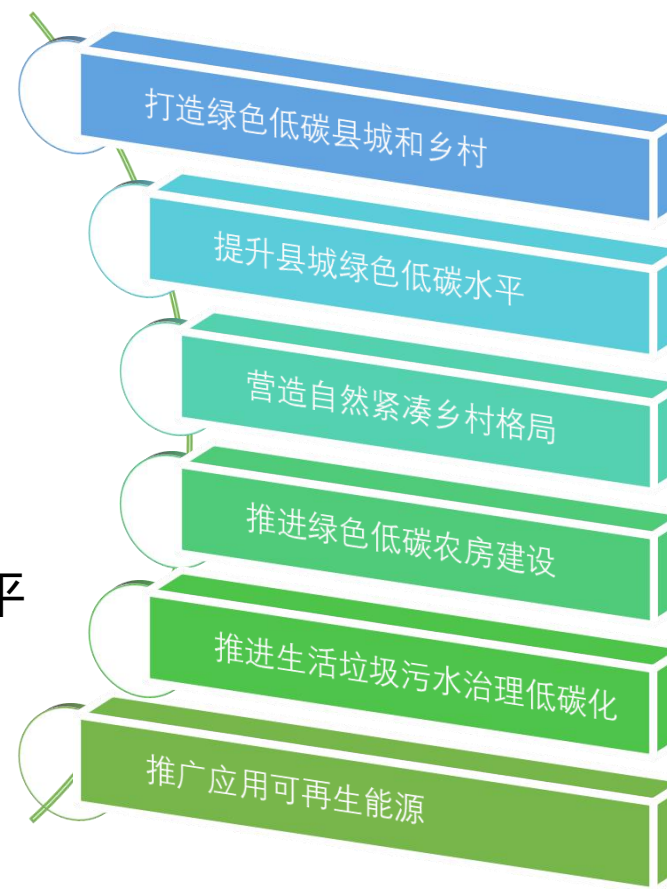
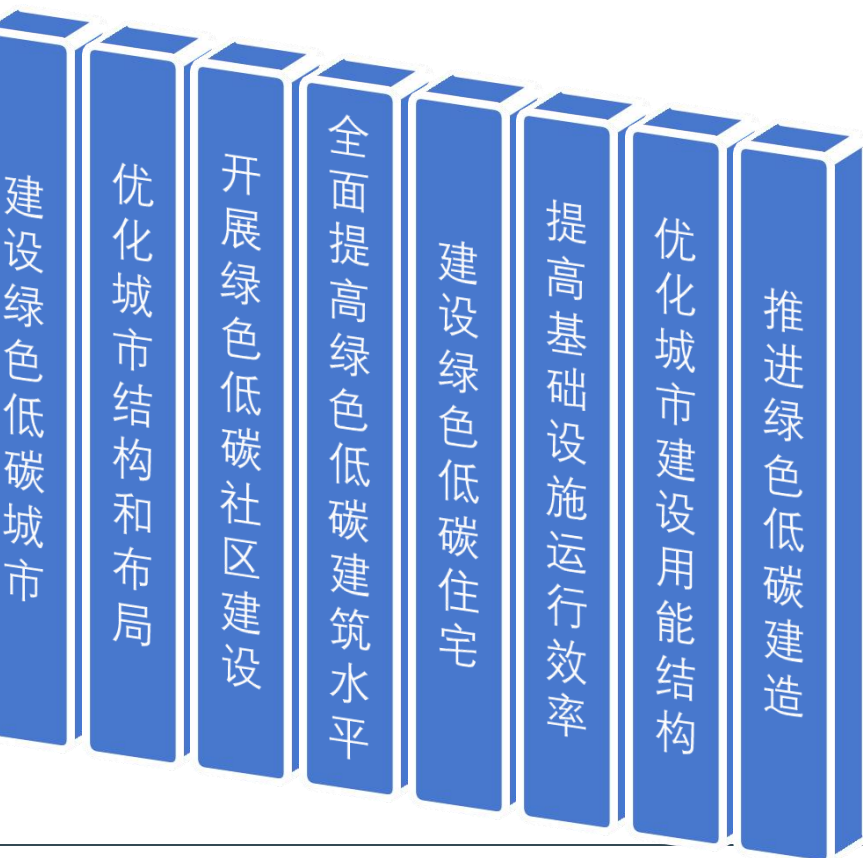
2023.3.22 武汉

## 《城乡建设领域碳达峰实施方案》

2030年前城乡建设领域碳排放达到峰值。力争到2060年前，城乡建设方式全面实现绿色低碳转型，系统性变革全面实现，美好人居环境全面建成，城乡建设领域碳排放治理现代化全面实现，人民生活更加幸福。

### 到2030年

- 装配式建筑占当年城镇新建建筑的比例达到40%
- 培育100个智能建造产业基地
- 施工现场建筑垃圾排放量不高于300吨/万平方米
- 施工现场建筑材料损耗率下降20%
- 严寒、寒冷地区新建居住建筑本体达到83%节能
- 新建公共建筑本体达到78%节能要求
- 实现公共建筑机电系统的总体能效在现有水平上提升10%
- 能源资源利用效率达到国际先进水平
- 资源化利用率达到65%
- 新建公共建筑电气化比例达到20%
- 建筑用电占建筑能耗比例超过65%。



2月6日中共中央、国务院印发了《质量强国建设纲要》。大力发展绿色建筑，深入推进可再生能源、资源建筑应用，实现工程建设全过程低碳环保、节能减排。

## 中共中央 国务院印发 《质量强国建设纲要》

### 一图读懂

建设质量强国是推动高质量发展、促进我国经济由大向强转变的重要举措，是满足人民美好生活需要的重要途径

### ★ 主要目标 ★

#### » 到2025年

质量整体水平进一步全面提高，中国品牌影响力稳步提升，人民群众质量获得感、满意度明显增强，质量推动经济社会发展的作用更加突出，质量强国建设取得阶段性成效

#### » 到2035年

质量强国建设基础更加牢固，先进质量文化蔚然成风，质量和品牌综合实力达到更高水平

### 重点任务

#### 推动经济质量 效益型发展

增强质量发展创新动能  
树立质量发展绿色导向  
强化质量发展利民惠民

#### 增强产业质量 竞争力

强化产业基础质量支撑  
提高产业质量竞争水平  
提升产业集群质量引领力  
打造区域质量发展新优势

#### 加快产品质量 提档升级

提高农产品食品药品质量安全水平  
优化消费品供给品类  
推动工业品质量迈向中高端

#### 提升建设 工程品质

强化工程质量保障  
提高建筑材料质量水平  
打造中国建造升级版

### 重点任务

#### 增加优质 服务供给

提高生产服务专业化水平  
促进生活服务品质升级  
提升公共服务质量效率

#### 增强企业 质量和品牌 发展能力

加快质量技术创新应用  
提升全面质量管理水平  
争创国内国际知名品牌

#### 构建高水平 质量基础设施

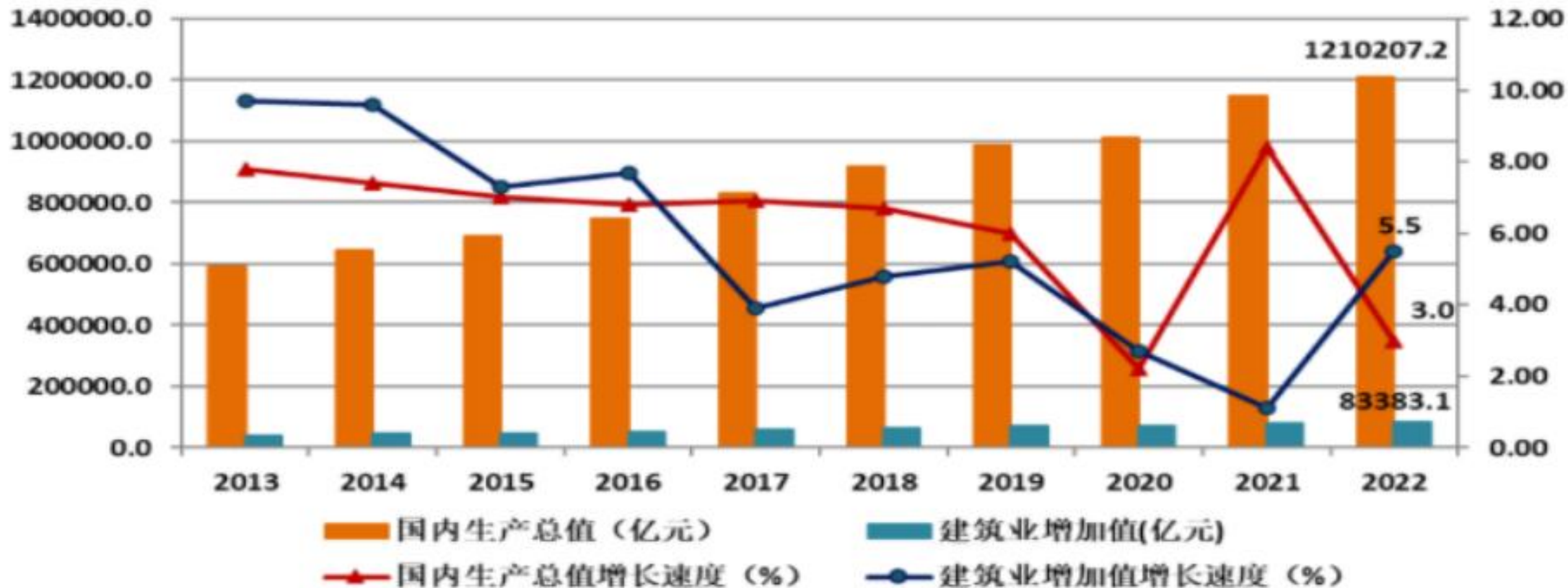
优化质量基础设施管理  
加强质量基础设施能力建设  
提升质量基础设施服务效能

#### 推进质量治理 现代化

加强质量法治建设  
健全质量政策制度  
优化质量监管效能  
推动质量社会共治  
加强质量国际合作

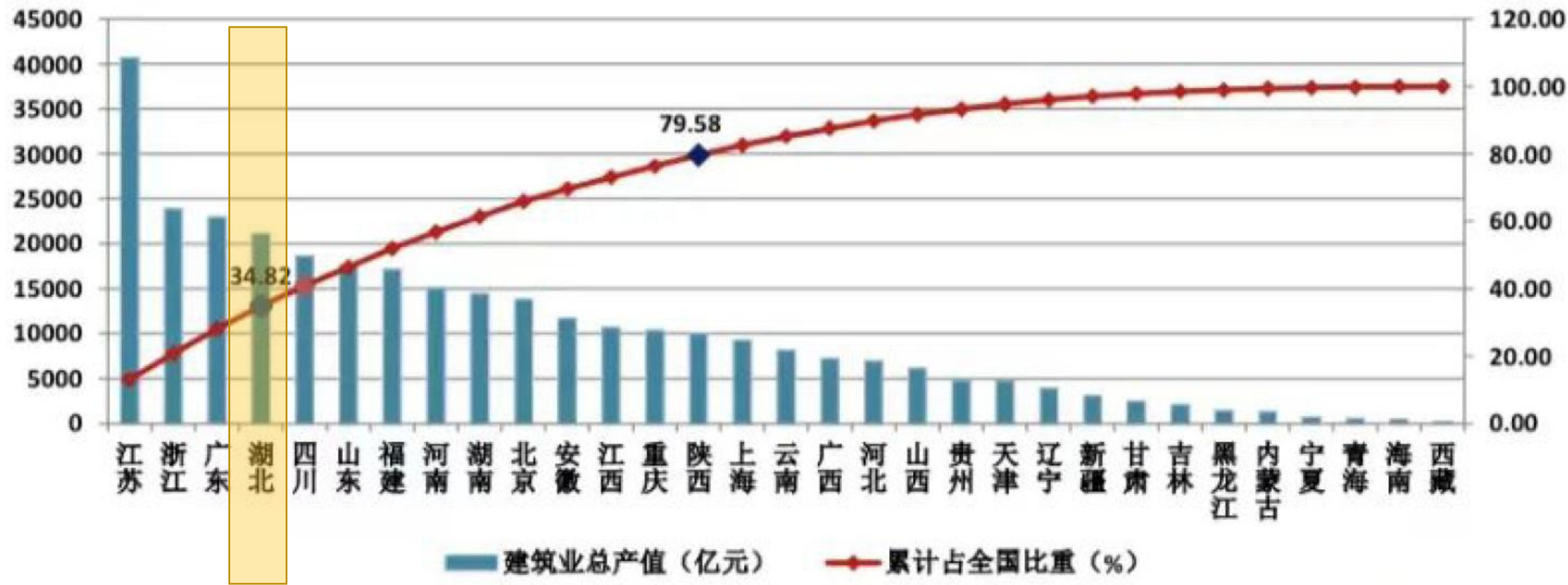


经初步核算，2022 年全年国内生产总值 1210207.2亿元，比上年增长3.0%(按不变价格计算)。全年全社会建筑业实现增加值83383.1亿元比上年增长 5.5%(按不变价格计算)



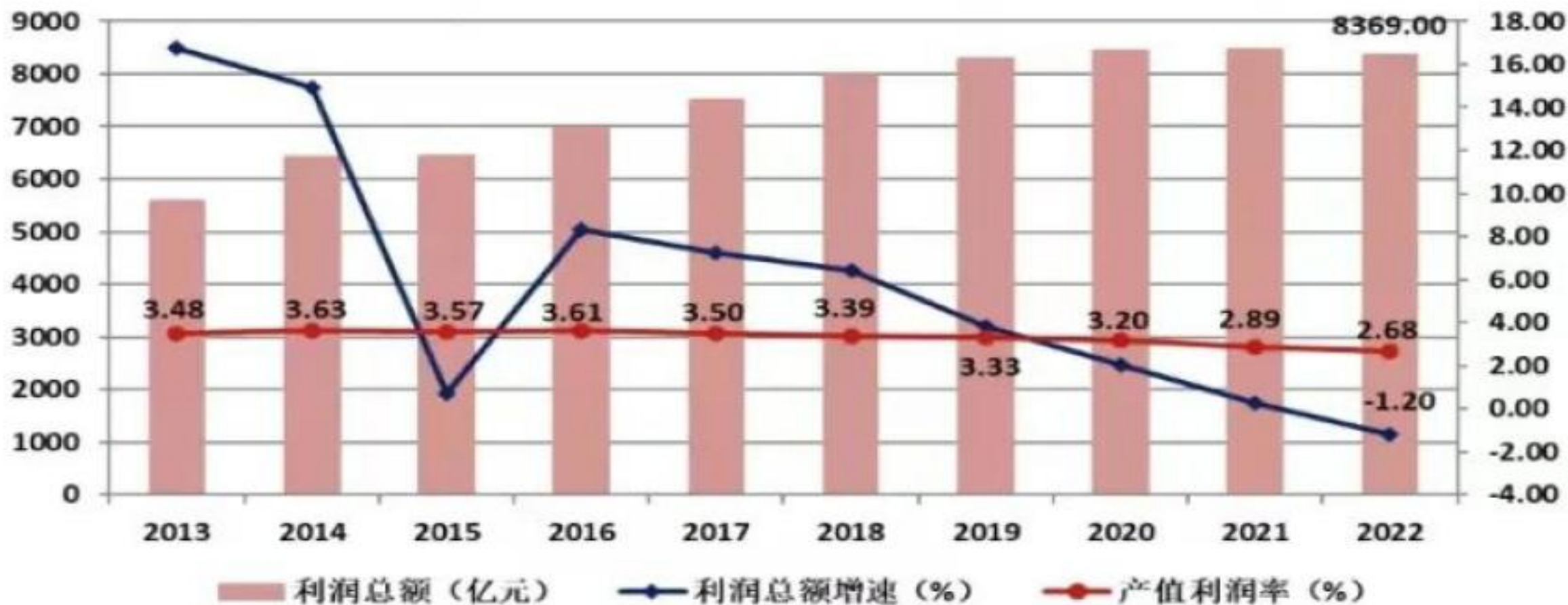
2013-2022年国内生产总值、建筑业增加值及增速

2022年,江苏建筑业总产值首次超过4万亿元, 浙江、广东、湖北三省的建筑业总产值也都超过了2万亿元



2022 年上半年各地区建筑业总产值及其增长情况

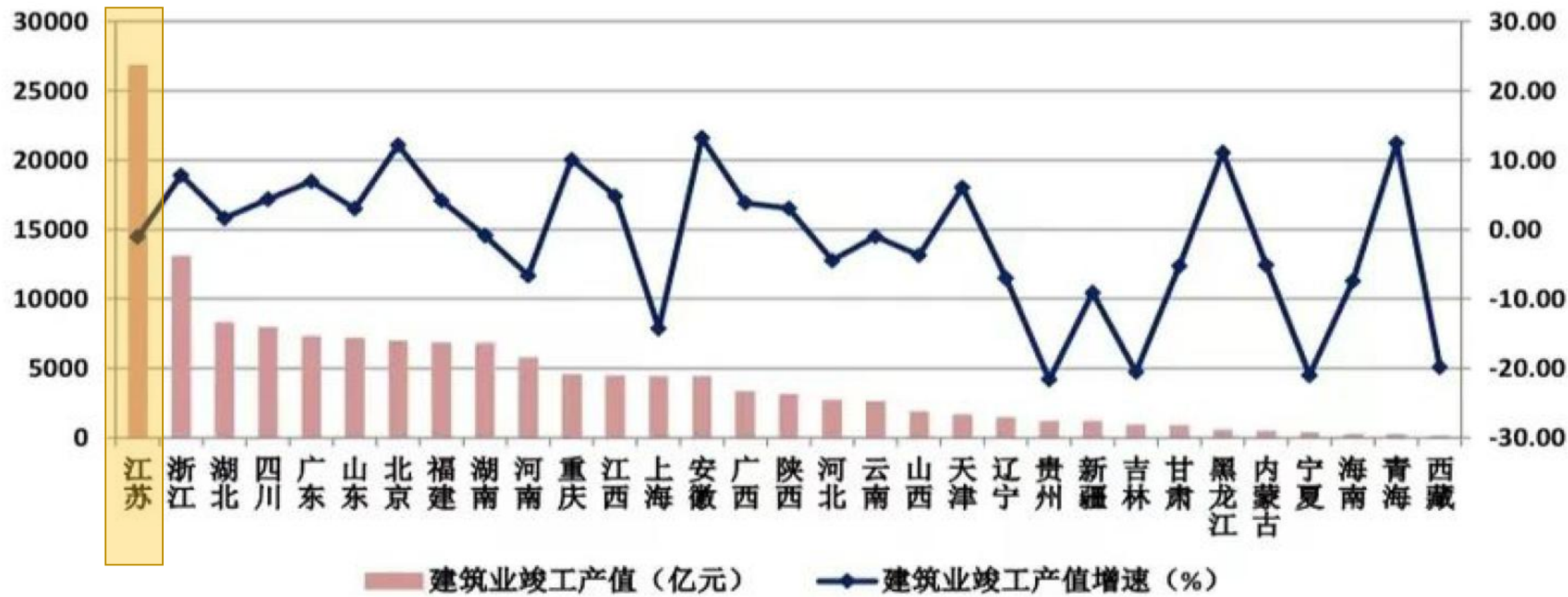
建筑业企业利润总额出现下滑，产值利润率连续六年下降。2022年，全国建筑业企业实现利润8369亿元，比上年减少101.81亿元，下降1.20%;增速比上年降低 1.47个百分点。



2013-2022年全国建筑业企业利润总额及产值利润率

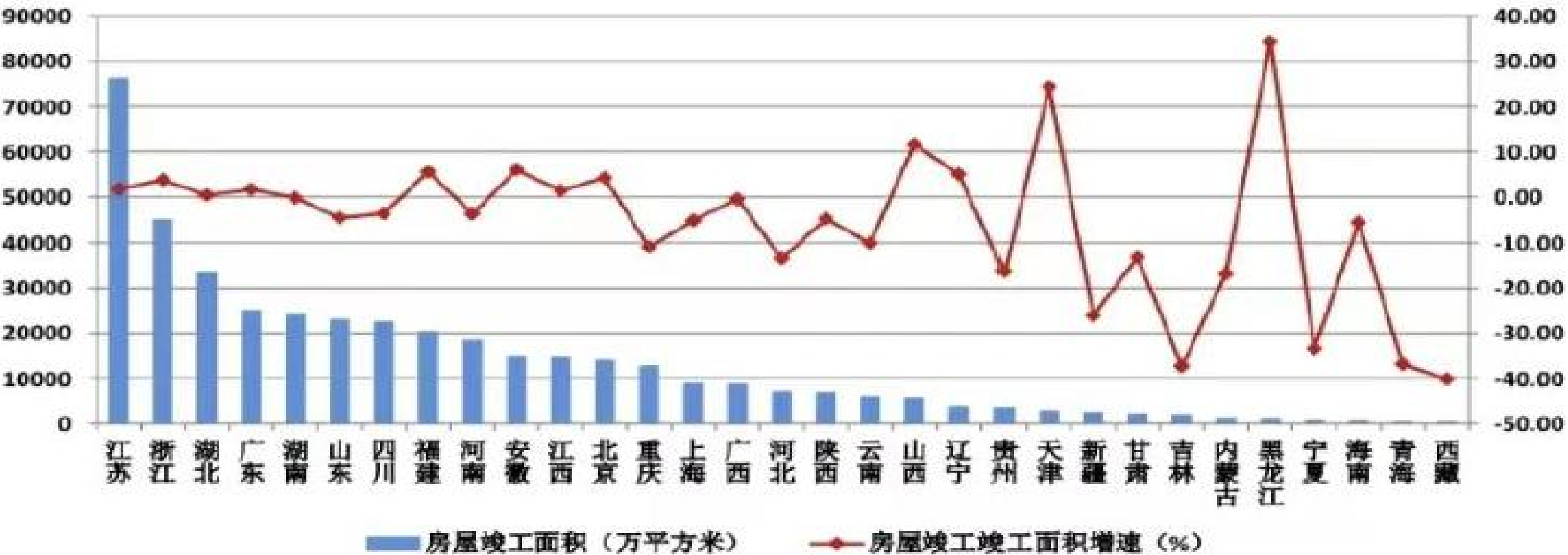


江苏建筑业竣工产值继续保持较大优势，16个地区建筑业工产值出现负增长



2022年各地区建筑业竣工产值及增速

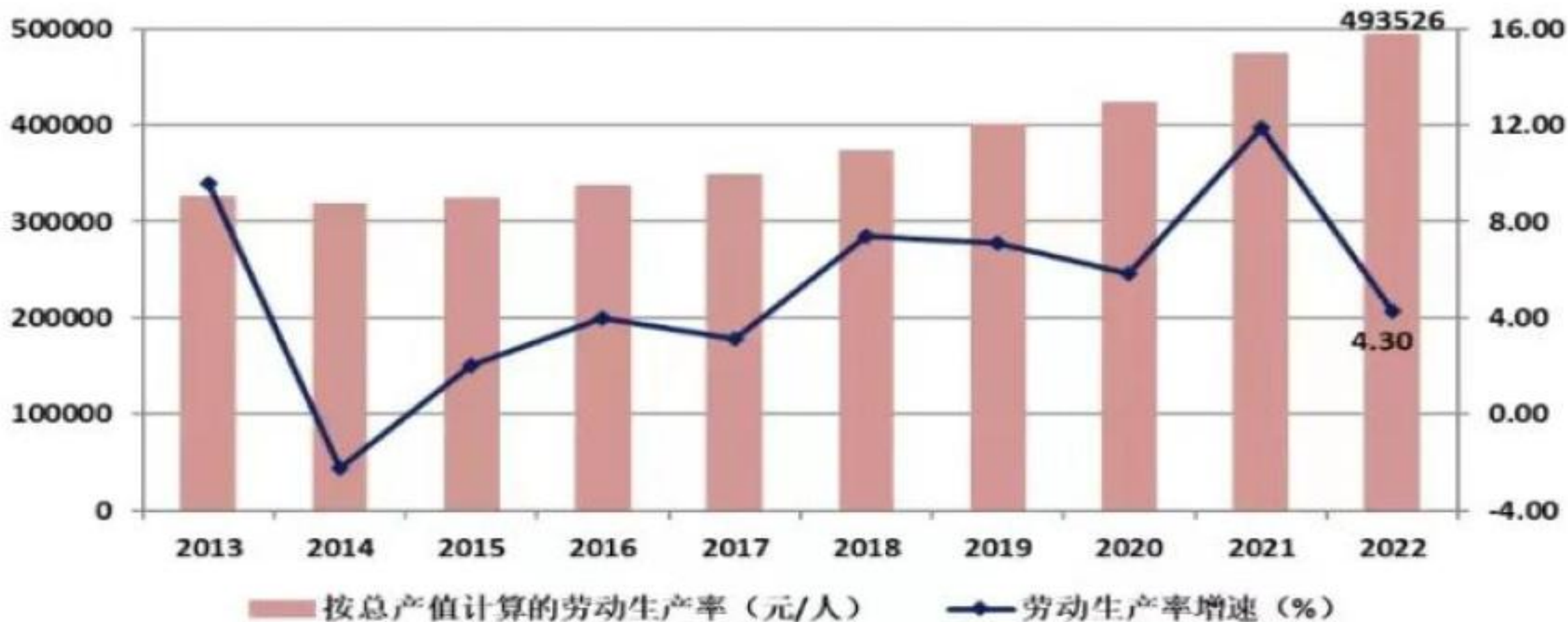
2022年，江苏、浙江、湖北建筑业企业分别以 7.63 亿平方米、4.49亿平方米和 3.33 亿平方米位居房屋建筑竣工面积前三位，分别比上年提高 1.77%、3.72%和 0.45%。19 个地区的房屋建筑竣工面积比上年减少，其中西藏、吉林、青海、宁夏均出现了超过30%的降幅



2022年各地区建筑业企业房屋建筑竣工面积及增长情况

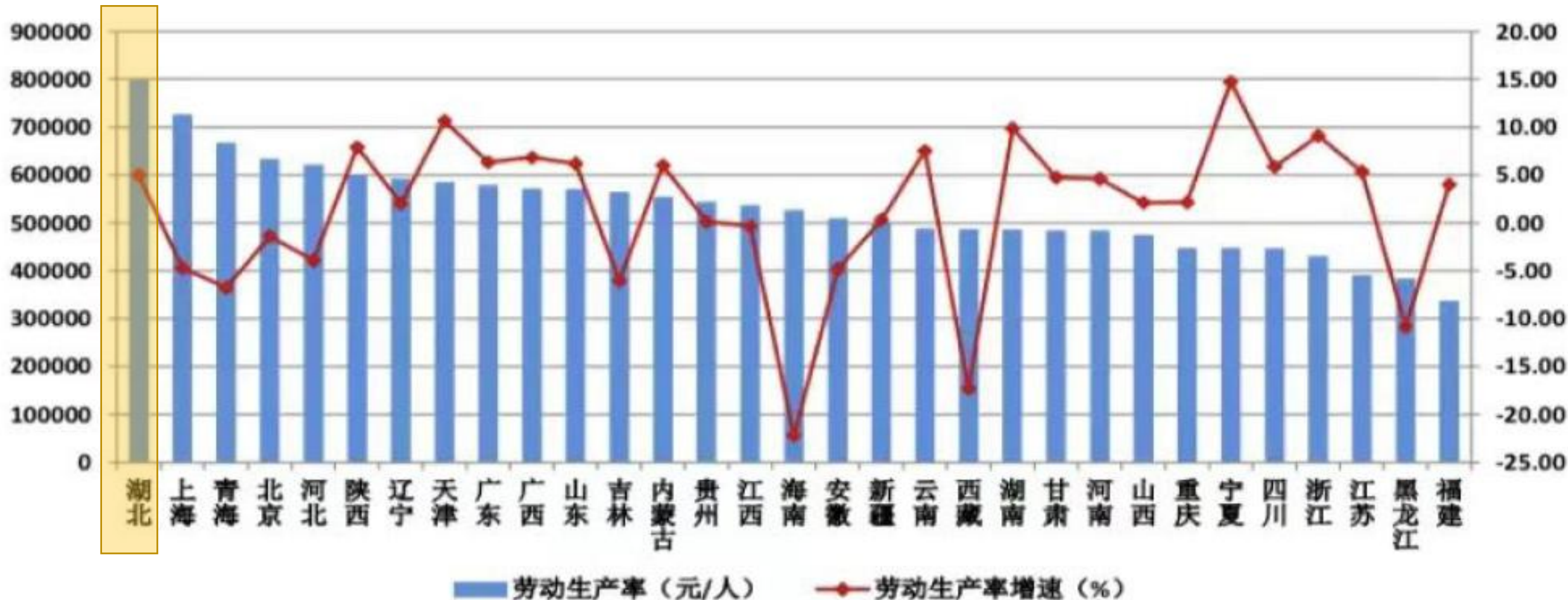


2022年，按建筑业总产值计算的劳动生产率再创新高，达到493526元/人，比上年增长4.30%，增速比上年降低7.60个百分点



2013-2022按建筑业总产值计算的建筑业劳动生产率及增速

21个地区劳动生产率有所提高，按建筑业总产值计算的劳动生产率排序前三位的地区仍然是湖北、上海和青海。湖北为 799201 元/人，比上年增长4.97%



2022年各地区建筑业劳动生产率及增长情况

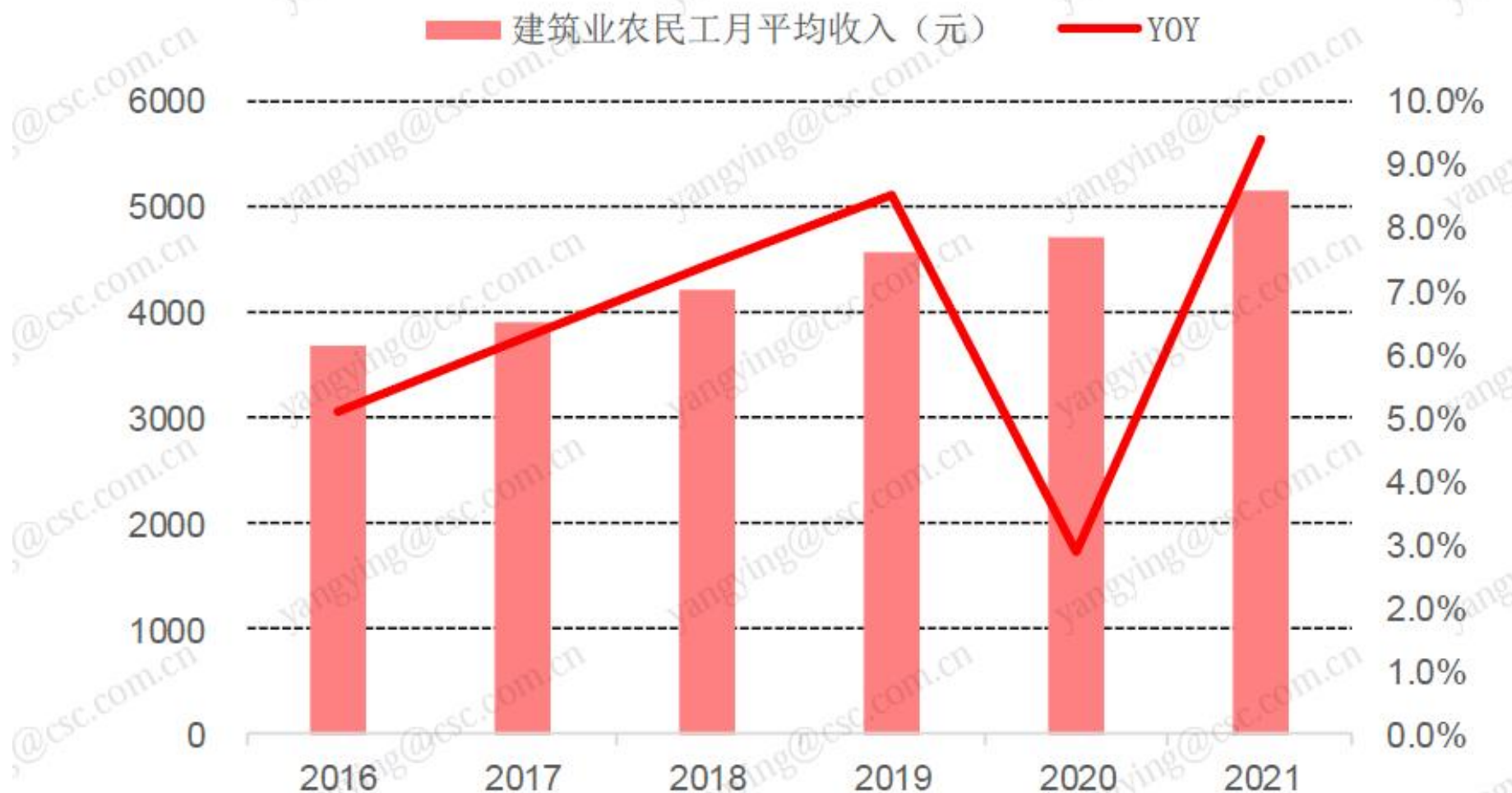
23个地区从业人数减少，全国建筑业从业人数超过百万的地区15个。江苏从业人数位居首位，达到 877.23 万人。浙江、福建、四川、广东、河南、山东、湖南、湖北、安徽等9个地区从业人数均超过 200 万人



2022年各地区建筑业从业人数及其增长情况



## 建筑业人工成本不断上行



wind, 中信建投

## 价值占比分散在整个价值链中且盈利水平很低

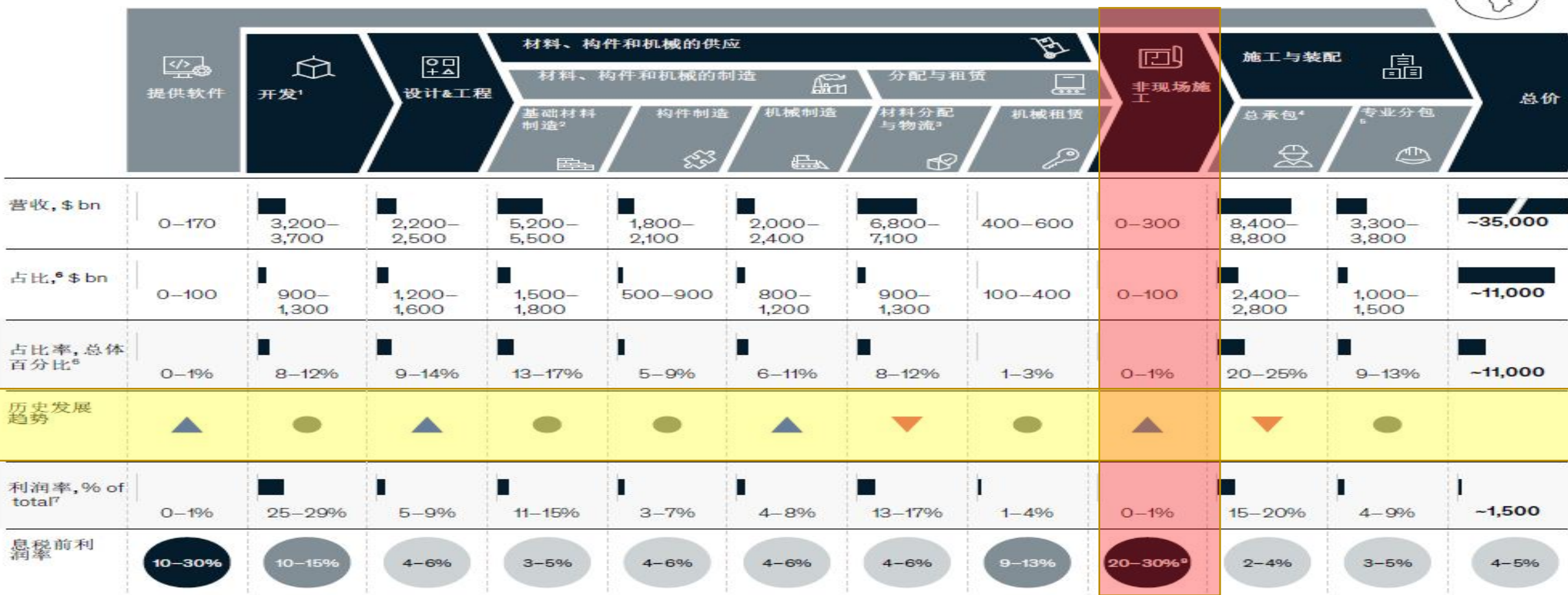
生态系统中每个参与者的占比和利润率 (新建和升级); 平均值, 2015-17

● 2017年的总市场占比与2008年一致

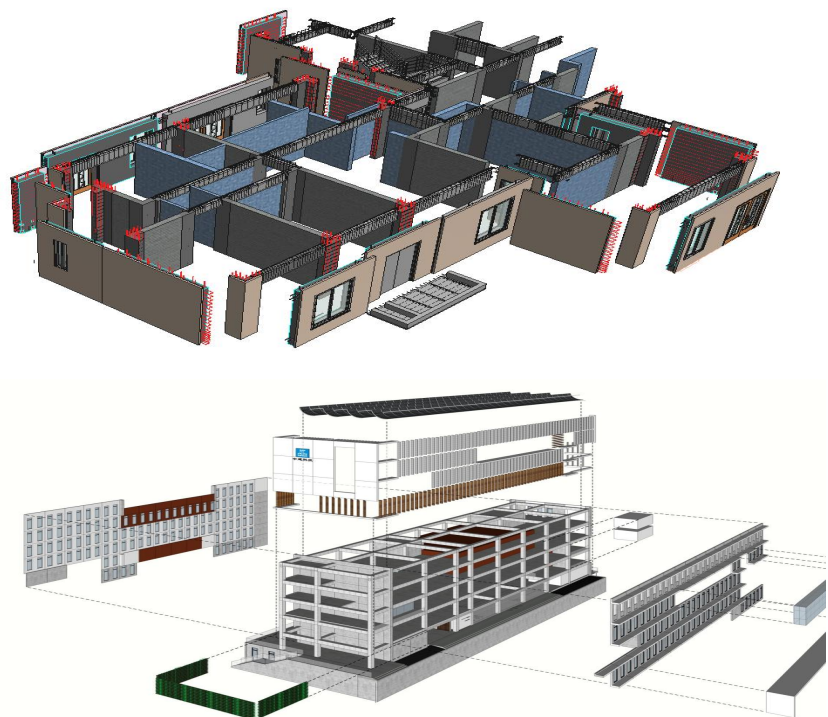
▲ 2017年的总市场占比高于2008年 (+1-2 百分点)

▼ 2017年的总市场占比低于2008年 (-2- -1百分点)

息税前利润率:

● 低利润 (<6%)  
● 中利润 (6 to 15%)  
● 高利润 (>15%)





序号	课题名称	课题来源
1	《研究主体结构与围护结构、建筑设备、装饰装修一体化、标准化集成设计技术》	十三五国家重点研发计划
2	《预制装配式建筑设计、设备及全装修集成技术与示范》	十二五国家科技支撑计划
3	《装配式建筑设计关键技术研究》	住建部科技司
4	《绿色保障性住房产业化发展现状、问题及对策研究》	住建部科技司
5	《装配整体式混凝土结构的若干问题研究》	中建股份有限公司
6	《高层装配式劲性剪力墙结构体系研究》	中建股份有限公司
7	《劲性剪力墙结构居住建筑工业化建筑设计研究》	中建股份有限公司
8	《劲性剪力墙结构居住建筑工业化技术机电设计研究》	中建股份有限公司
9	《预制装配剪力墙住宅三维协同设计技术研究》	中建股份有限公司
10	《高效能装饰混凝土一体化外墙板研究》	中建股份有限公司
11	《基于装配式技术的拆装式建筑标准化技术研究》	中建股份有限公司





# 标准

《装配式混凝土结构建筑技术标准》（GB/T 51231-2016，2017年6月1日实施）  
《装配式钢结构建筑技术标准》（GB/T 51232-2016，2017年6月1日实施）  
《装配式木结构建筑技术标准》（GB/T 51233-2016，2017年6月1日实施）  
《装配式建筑评价标准》（GB/T 51129-2017）  
《工业化住宅尺寸协调标准》（JGJ/T 445-2018）  
《装配式建筑工程投资估算指标》  
《装配式混凝土结构建筑工程施工图设计文件技术审查要点》  
《全国民用建筑工程设计技术措施装配式建筑专篇》  
《装配式建筑装修技术标准》  
《装配式砼建筑技术体系发展指南》



# 评价标准

## 《装配式建筑评价标准》 ( GB/T51129-2017 )

管线分离的概念：将设备与管线设置在结构系统（包括湿作业垫层）之外的方式，主要目的是要做到易检修、可更换。

评价项		评价要求	评价分值	最低分值
主体结构 (50分)	柱、支撑、承重墙、延性墙板等 竖向构件	35%≤比例≤80%	20~30*	20
	梁、板、楼梯、阳台、空调板等 构件	70%≤比例≤80%	10~20*	
围护墙和 内隔墙 (20分)	非承重围护墙非砌筑	比例≥80%	5	10
	围护墙与保温、隔热、装饰一体化	50%≤比例≤80%	2~5*	
	内隔墙非砌筑	比例≥50%	5	
	内隔墙与管线、装修一体化	50%≤比例≤80%	2~5*	
装修和设 备管线 (30分)	全装修	—	6	—
	干式工法的楼面、地面	比例≥70%	6	
	集成厨房	70%≤比例≤90%	3~6*	
	集成卫生间	70%≤比例≤90%	3~6*	
	管线分离	50%≤比例≤70%	4~6*	

注：表中带“\*”项的分值采用“内插法”计算，计算结果取小数1位。

4.0.13 管线分离比例应按下列公式计算：

$$q_{3d} = (L_{3d}/L) \times 100\% \quad (4.0.13)$$

式中： $q_{3d}$ ——管线分离比例；

$L_{3d}$ ——各楼层管线分离的长度，包括裸露于室内空间以及敷设在地面架空层、非承重墙体空腔和吊顶内的电气、给水、排水和采暖管线长度之和；

$L$ ——各楼层电气、给水、排水和采暖管线的总长度。

评价内容		评价要求	评价分值
外围护墙 (22)	非砌筑★	应用比例≥80%	11
	墙体与保温、装饰一体化	50%≤应用比例<80%	5~10*
		应用比例≥80%	11
内隔墙 (22)	非砌筑★	应用比例≥50%	11
	墙体与管线、饰面一体化	50%≤应用比例<80%	5~10*
		应用比例≥80%	11
全装修(10)★		—	10
公共区域装 配化装修 (10)	干式工法地面	60%≤应用比例<80%	1~5*
		应用比例≥80%	6
	集成管线和吊顶	60%≤应用比例<80%	1~3*
		应用比例≥80%	4
卫生间 (10)	干式工法地面	70%≤应用比例<90%	1~5*
		应用比例≥90%	6
	集成管线和吊顶	70%≤应用比例<90%	1~3*
		应用比例≥90%	4
厨房 (10)	干式工法地面	70%≤应用比例<90%	1~5*
		应用比例≥90%	6
	集成管线和吊顶	70%≤应用比例<90%	1~3*
		应用比例≥90%	4
管线与支撑 体分离 (12)	电气管、线、盒与支撑体分离	50%≤应用比例<80%	1~3*
		应用比例≥80%	4
	给(排)水管与支撑体分离	50%≤应用比例<80%	1~3*
		应用比例≥80%	4
采暖管线与支撑体分离	70%≤应用比例≤100%	1~4*	
	BIM应用 (4)	设计阶段	设计阶段



建议装配式建筑评价标准下一版修订时，加强装配式机电内容：①评价范围建议为整体建筑，对结构体部分的装配可以只评±0以上，其他专业可以包含地下；②增加装配式机房内容；③增加装配式集成管线内容。

表 4.0.1 装配式建筑评分表

评价项			评价要求	评价分值	最低分值
主体结构 Q <sub>1</sub> (45 分)	柱、支撑、承重墙、延性墙板等竖向构件		35%≤比例≤80%	20~30*	15
	梁、楼板、屋面板、楼梯、阳台、空调板等构件		70%≤比例≤80%	10~15*	
围护墙和 内隔墙 Q <sub>2</sub> (20 分)	围护墙非砌筑非现浇		比例≥60%	5	10
	围护墙与保温、装饰一体化		50%≤比例≤80%	2~5*	
	内隔墙非砌筑		比例≥60%	5	
	内隔墙与管线、装修一体化		50%≤比例≤80%	2~5*	
装修和 设备管线 Q <sub>3</sub> (35 分)	全装修		—	5	6
	公共区域装修 采用干式工法	公共建筑	比例≥70%	3	
		居住建筑	比例≥60%		
	干式工法楼面、地面		70%≤比例≤90%	3~6*	
	集成厨房		70%≤比例≤90%	3~6*	
	集成卫生间		70%≤比例≤90%	3~6*	
	管线分离	电气管线	60%≤比例≤80%	2~5*	
		给(排)水管线	60%≤比例≤80%	1~2*	
		供暖管线	70%≤比例≤100%	1~2*	
加分项 Q <sub>5</sub> (6 分)	信息化技术应用		设计、生产、施工 全过程应用	3	—
	绿色建筑评价星级等级		二星级	2	
			三星级	3	

注：表中带“\*”项的分值采用“内插法”计算，计算结果取小数点后 1 位。



北京市装配式政策

国家装配式建筑产业基地		
设计	施工	生产
中国建筑设计研究院有限公司	北京住总集团有限责任公司	北京榆构有限公司
中国建筑标准设计研究院有限公司	北京建工集团有限责任公司	北京珠穆朗玛绿色建筑科技有限公司
北京市住宅产业化集团股份有限公司	北京城乡建设集团有限公司	北新集团建材股份有限公司
北京市建筑设计研究院有限公司	北京首钢建设集团有限公司	北新房屋有限公司
中国中建设计集团有限公司	北京建谊投资发展（集团）有限公司	北京恒通创新赛木科技股份有限公司
中冶建筑研究总院有限公司	中建科工有限公司	多维联合集团有限公司
清华大学建筑设计研究院有限公司	迈瑞司（北京）抗震住宅技术有限公司	
华通设计顾问工程有限公司		
建设单位	中铁六局集团有限公司	东易日盛家居装饰集团
北京市保障性住房建设投资中心	中铁建设集团有限公司	一天（北京）集成卫厨设备有限公司

十四五期间新一批  
产业化基地的认证

易日盛家居装饰集团			标准文件	标准编号	实施时间
京)集成卫厨设备有限公司			施工		
			《装配式建筑工程施工与质量验收规程》	DB11/T 1030-2013/修订	2014. 02. 01
2	2		《预制混凝土构件质量检验标准》	DB11/T 968-2013/修订	2013. 07. 01
3	3		《预制混凝土构件质量控制标准》	DB11/T 1312-2015	2016. 04. 01
4	4		《清水混凝土预制构件生产与质量验收标准》	DB11/T 698-2009	2010. 04. 01
5	5		《钢筋套筒灌浆连接技术规程》	DB11/T 1470-2017	2018. 01. 01
6	6		《建筑预制构件接缝密封防水施工技术规程》	DB11/T 1447-2017	2017. 10. 01
7	7		《居住建筑室内装配式装修工程技术规程》	DB11/T 1553-2018	2018. 10. 01
8	8		《装配式建筑设备与电气工程施工质量及验收规程》	DB11/T 1709-2019	2020. 04. 01
9	9		《北京市建设工程计价依据—消耗量定额（装配式房屋建筑工程）》（京建发〔2017〕90号）	2017. 03. 17印发	2017. 06. 01

## 相关调研

- 1、设计师：建筑结构的概念多，机电信息少，缺少相关标准、图集等，无约束细节，缺少体系，在遇到实际工程师有些茫然，并不知道到怎么处理。很多时候还是用的原来现场施工的传统建筑形式做设计。
- 2、施工：装配式建筑结构的构配件比较明确，但机电目前还是按照常规进行，标准化程度太低。
- 3、装配式工厂：对装配式结构构配件比较熟悉，基本可以优化，缺少机电内容标准化，对机电配合感觉内容复杂、规则不统一，没有标准。
- 4、厂家：干式技术产品已经比较多，但缺少规范和标准，推广和客户接受还缺少普及。
- 5、政府：大力推广，国家及地方政策很多，装配式建筑理念在逐步认识，装配式结构体系、装配式建筑设计研究内容较多，装配式装修目前很火爆。

### 受传统建筑影响和束缚

缺少“装配式建筑”思维模式、专业化的机电队伍少、规范限制、机电标准和图集少、缺少集约化的机电部品、缺少验收标准

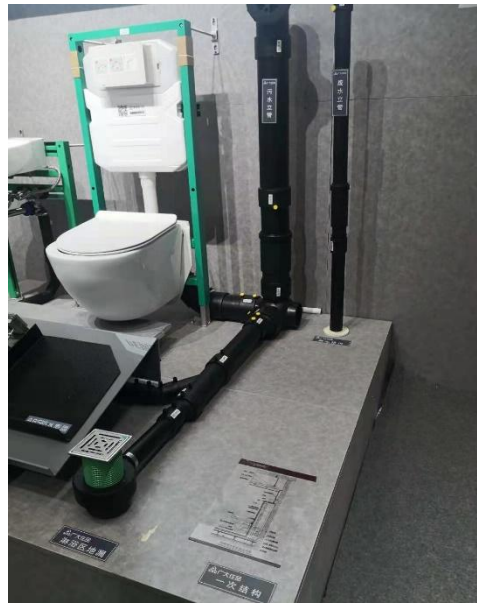
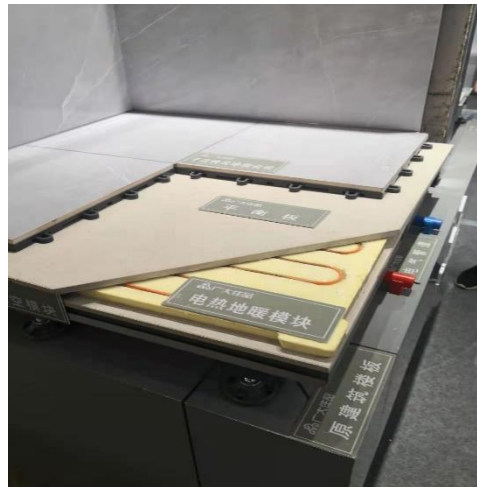
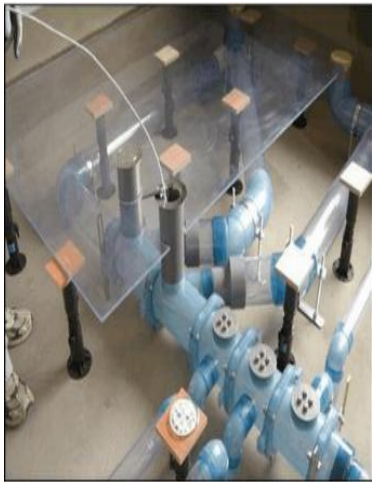
## 装配式现状

机电如何配合装配式建筑有了很大普及，机电管线分离做法、同层排水等思想在逐步深入到设计中，集成设计在高档装修中体现。装配式机房、集成式机电安装技术在一些大型工程中开始应用。BIM技术在装配式设计中逐步推广。

我认为**机电在装配式技术发展才刚刚起步**：

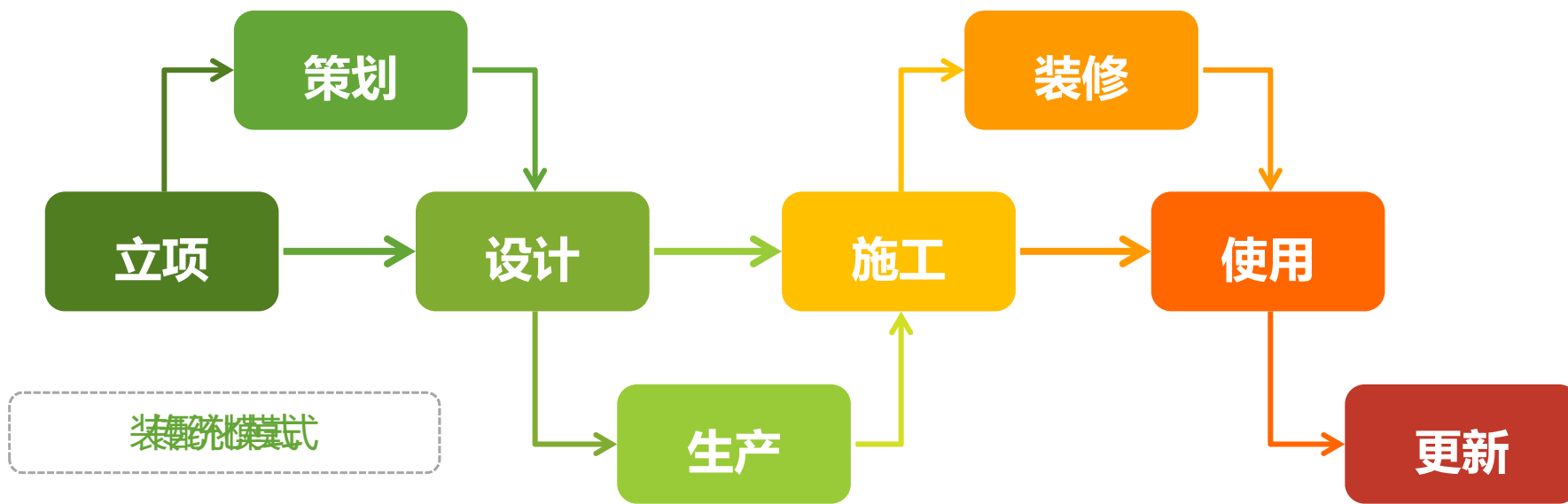
- 1、由适应装配式结构技术的机电技术，向装配化、集成化机电技术应用转变，真正实现高质量、高效、节省现场资源的装配式核心理念，形成装配式机电体系的装配标准化设计、工厂集成式预制、现场快速安装的工作方式。
- 2、推动装配式机电产业链发展，需要更多适合装配化的产品出现，也集成化产品生产线。
- 3、提高装配式机电的智慧化程度。从时代需要、产品智慧提高、设计方法智慧化、生产运输安装运维智慧化，提高信息化管理手段和管理水平。
- 4、高质量思想的转变，需要整个体系的转变，需要统一思想、政策引领、资金到位、标准协调以及贯彻宣传等各个方面。





干式工法





传统机电：



大量工作提前在进场前完成，增加并行工作，大大缩减工期

装配机电：



# 技术特征



节材

20%

规模化生产，质量、精度可控，最大限度减少材料损耗。



节能

70%

集中化生产，能耗低；建造过程节能；墙体高效保温；门窗密闭节能；使用新能源及节能型产品。



节地

20%

更小面积实现同等功能，提升土地利用率。



节时

70%

工业化大幅提高劳动生产率，进度可控，与传统建筑比，只需其1/3周期。



节水

80%

工厂制造，现场干法装配，是区别于传统泥瓦匠施工模式的“干法造房”，大量节约施工用水。

缩短工期

PCa	0	3	6	9	12(月)
基础工程					
混凝土工程					
饰面工程					
设备工程					

RC	0	3	6	9	12(月)
基础工程					
混凝土工程					
饰面工程					
设备工程					

- 精准控制进度
- 有效缩短工期

方便施工



- 工业生产优势
- 减少现场作业

提高质量



- 构件尺寸精确
- 建筑品质精良

保护环境



- 减少施工垃圾
- 降低噪音影响

控制成本



- 降低人工成本
- 减少材料浪费

“两提两减”

提高建筑质量、提高生产效率、减少现场人工、减少资源浪费

“两个一体化”

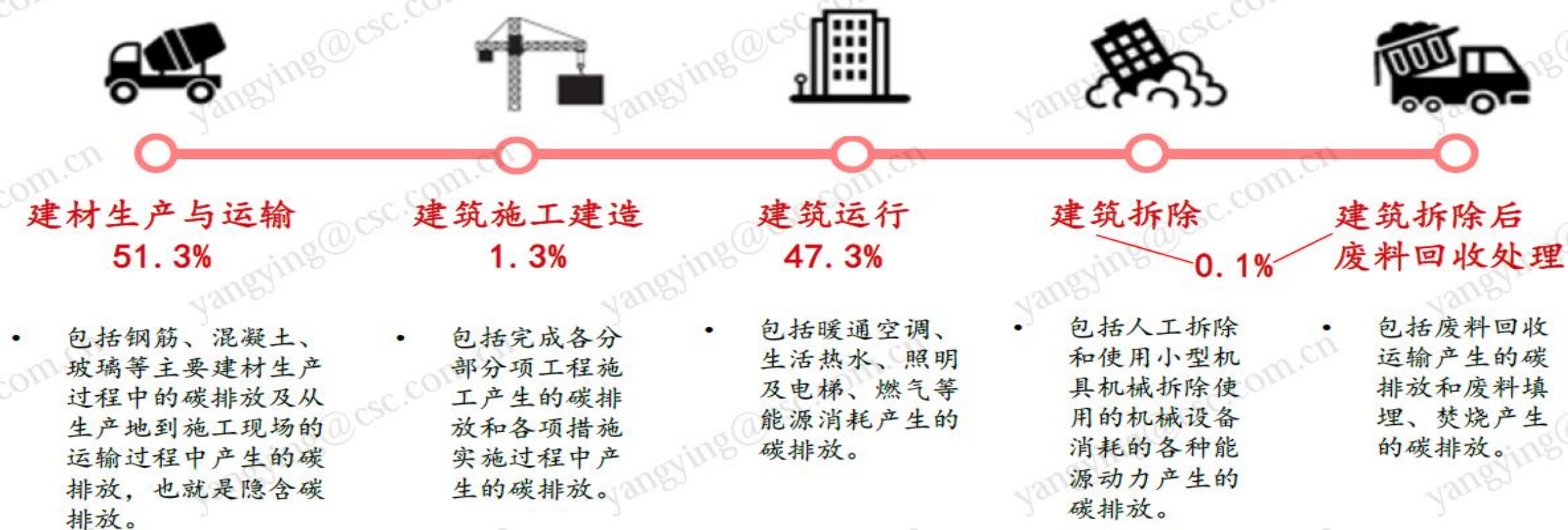
全专业一体化、全过程一体化



中国中建设计研究院有限公司  
CHINA CONSTRUCTION ENGINEERING DESIGN & RESEARCH INSTITUTE CO., LTD

大力推广装配式建筑，是建筑建造环节减碳的重要抓手之一。装配式建造方式相比于传统方式，既在减少建筑垃圾、粉尘排放和噪音污染等环境方面利于保护生态环境，又能整体减少碳排放量。根据相关研究测算，预制装配式建造方式相比传统现浇方式在建造阶段每立方米可减少碳排放 24.31 千克。

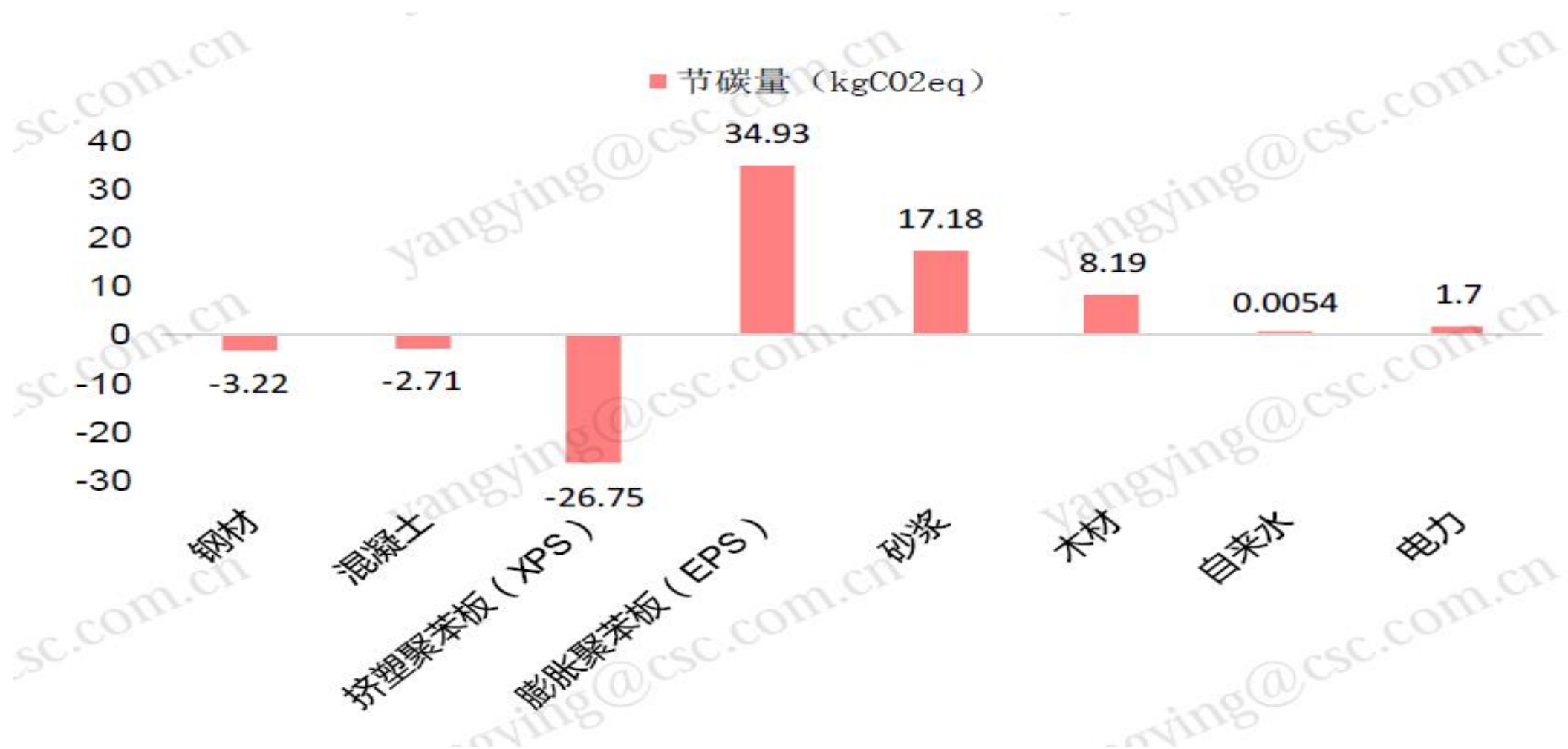
建筑行业多环节产生碳排，建材生产运输、建筑运行是碳排最大的两个环节



《建筑全生命周期碳减排：中国的标准框架与领先实践》，《近零能耗建筑碳排放及影响因素分析》，中信建投



根据相关研究测算，预制装配式建造方式相比传统现浇方式在建造阶段每立方米可减少碳排放 24.31 千克。



预制装配式建造相对传统现浇的各环节碳量

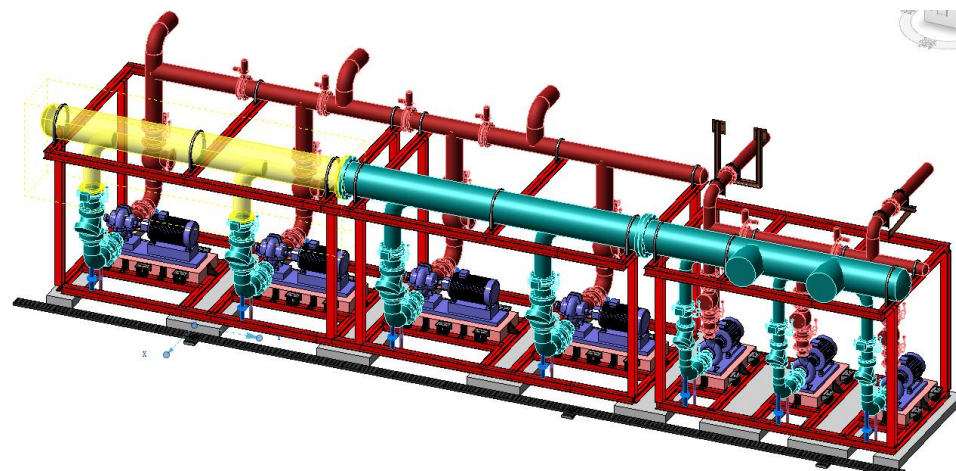
## 碳足迹

装配式机电  
原材料采购  
划

工厂化加工

构件运输

现场装配



## 支撑条件:

材料多样  
先进设备  
制造加工  
发达物流  
信息技术



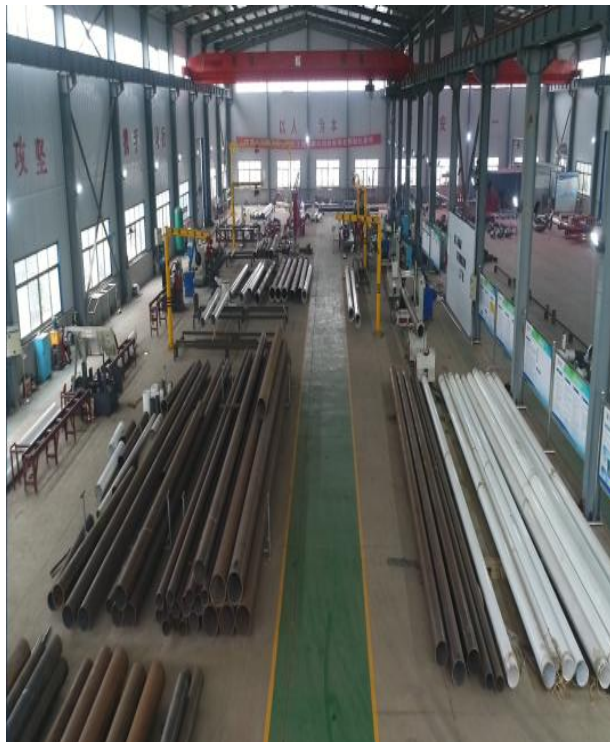


减少资源浪费：节材、节电、节水



减碳 节钱

利润



工厂

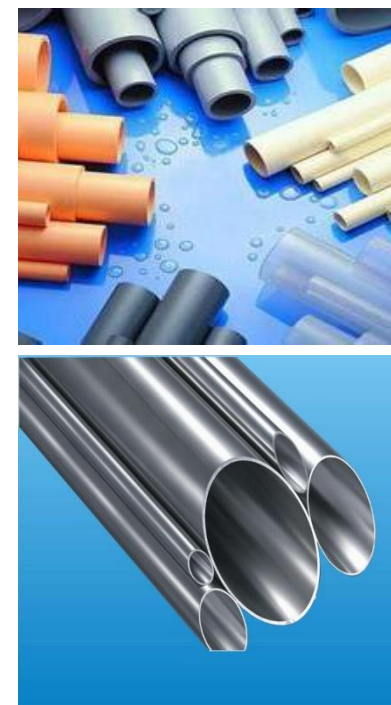
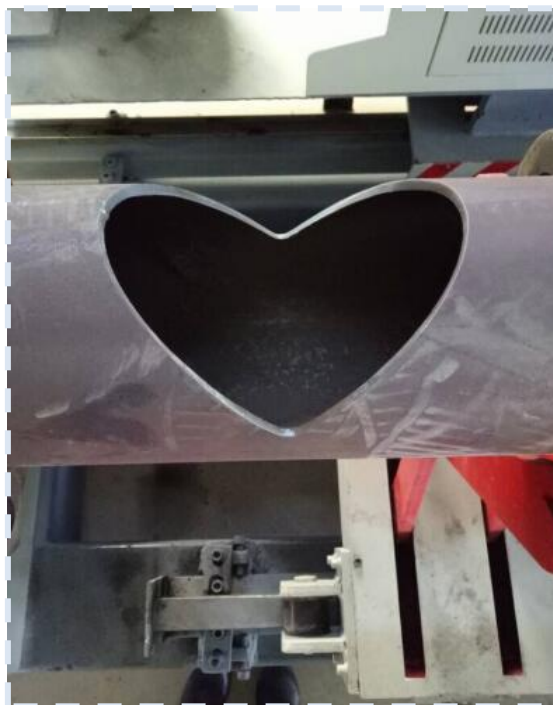
现场



生产效率提高  
节省项目工期  
减少现场人工

→ 减碳 节钱

利润



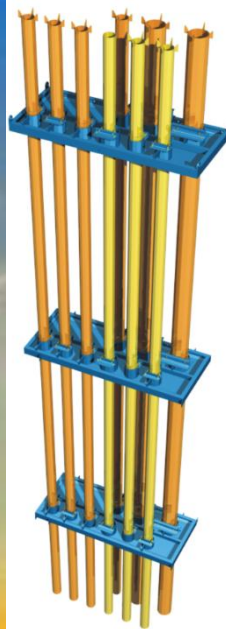
运输 存储 安装

高效 省时



碳 增？ 减？

成本 增？ 减？





高质量、高精度

长寿命、高效稳定、少维护运行的保障

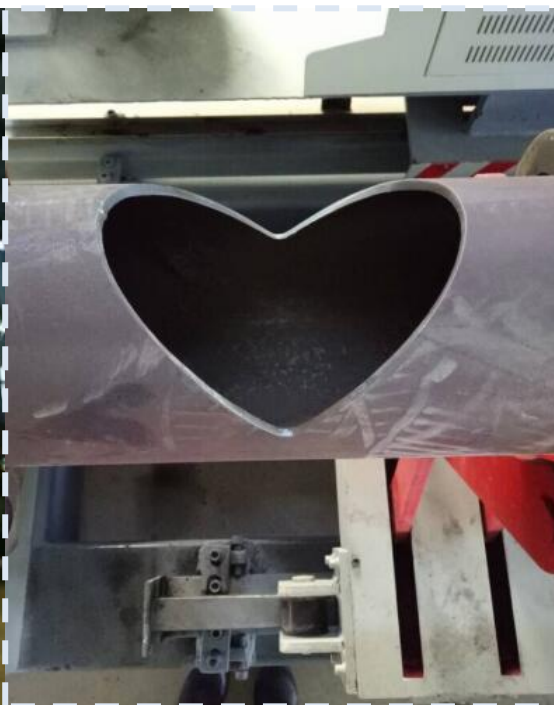


减碳

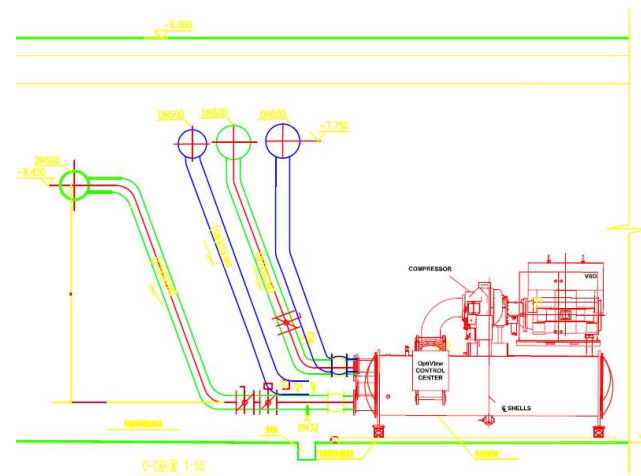
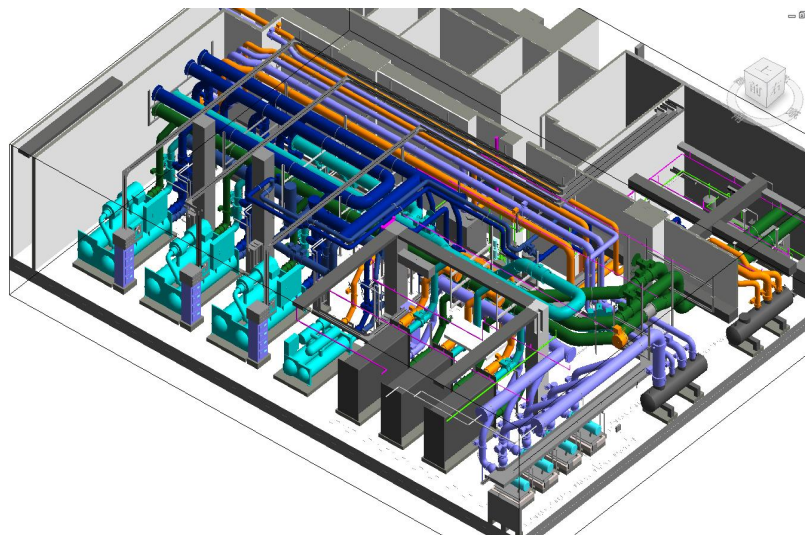
初期成本可能增

远期运营节钱

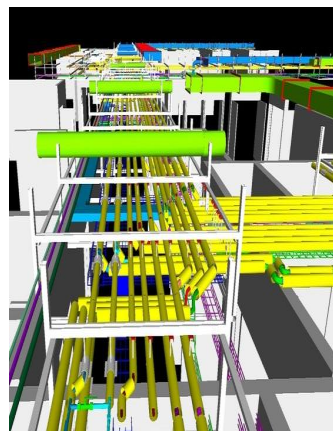
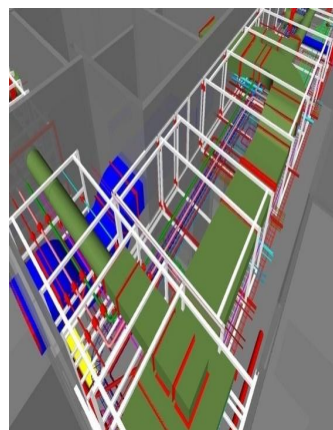
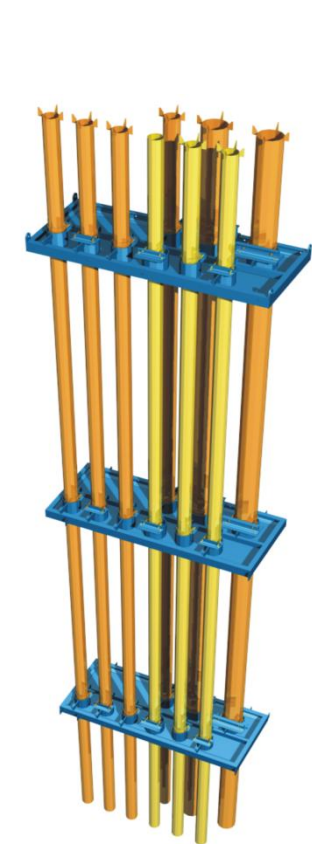
利润









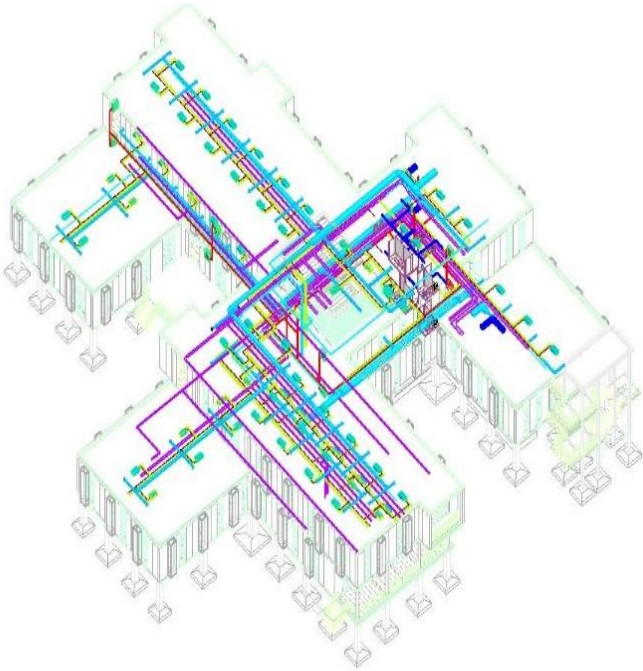




智能化 数字化 标准化



减碳 成本增加  
长期运行费降

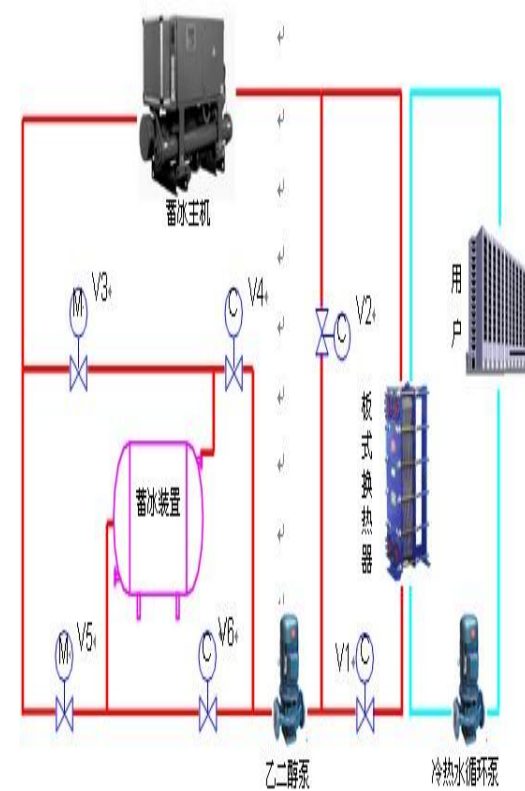
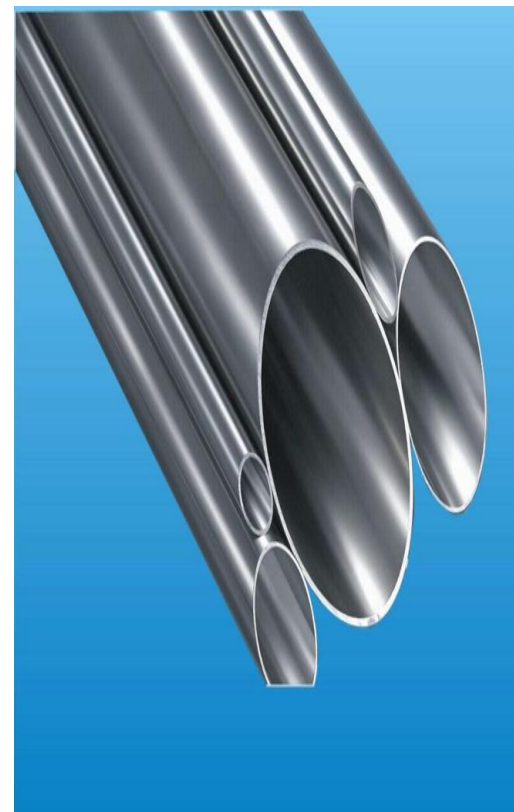




新能源 新材料 新技术



减碳 成本增？ 减？  
品质提升



- 高质量
- 标准化
- 集成化
- 工厂化
- 智能化
- 节能化

标准化设计

工厂化生产

装配化施工

一体化装修

智能化管理

模数化

构件集成

干式工法

全装修

BIM设计

界面定位

产品集成

管线分离

装修集成

二维码

接口标准化

数控机器人

维护更新

全过程管理

预留预埋

精确定位

提高建筑质量

提高生产效率

减少现场人工

减少资源浪费

产业化思维

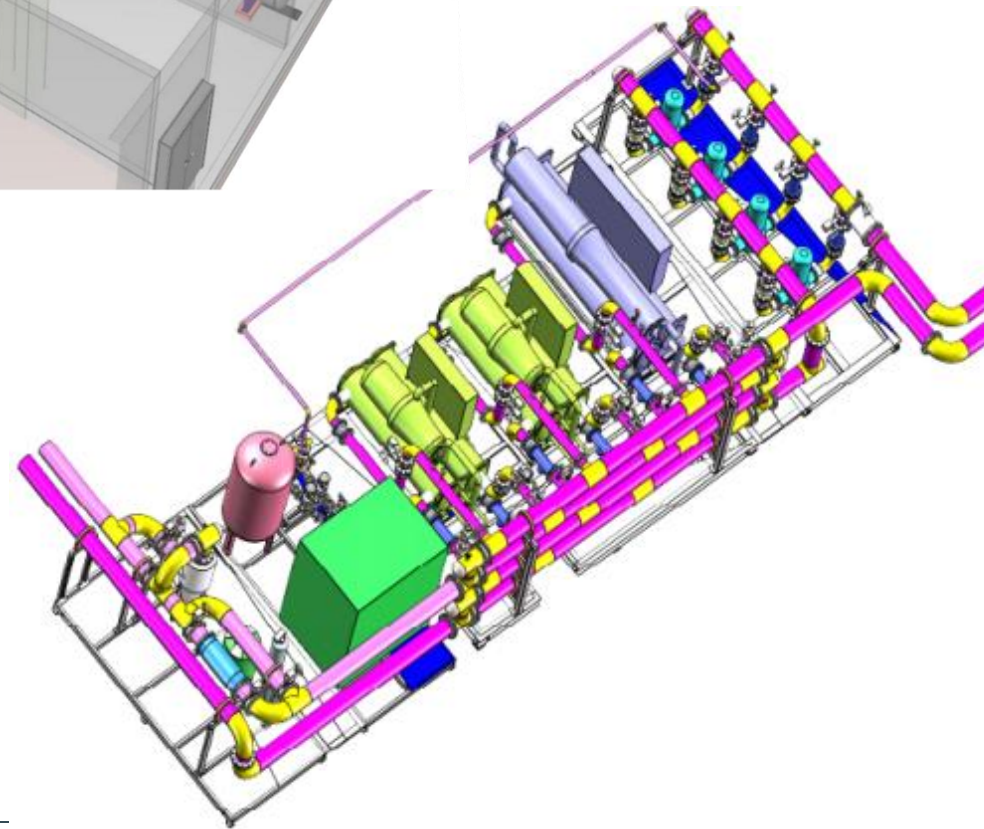
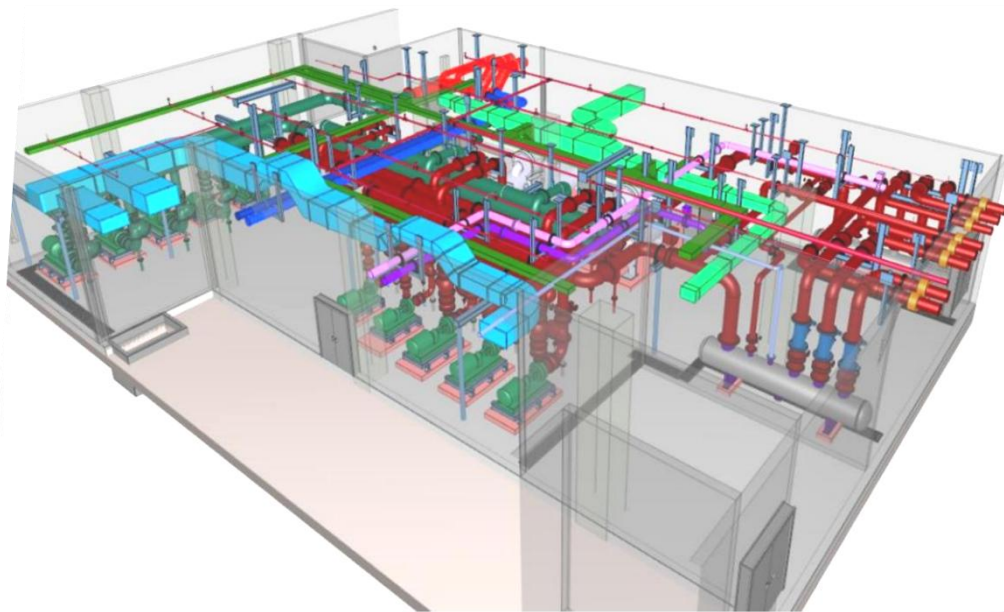
专业化协同

“三个集成”，即设备与管线系统与建筑总体的集成；设备与管线系统与内装系统的集成；给排水、暖通空调、电力及智能化各专业内部系统间的集成；机电各专业间的集成，机电系统空间占用的标准化，机电系统标准化的接口等。





1. 综合篇
2. 政策篇
3. 标准篇
4. 技术篇
5. 工程应用篇
6. 实践篇
7. 附录篇



低碳技术研究专篇-----期待企业联合研究



装配式  
+

专业集成

产业化

低碳建筑

EPC、PPP模式

全过程

智慧化

BIM手段

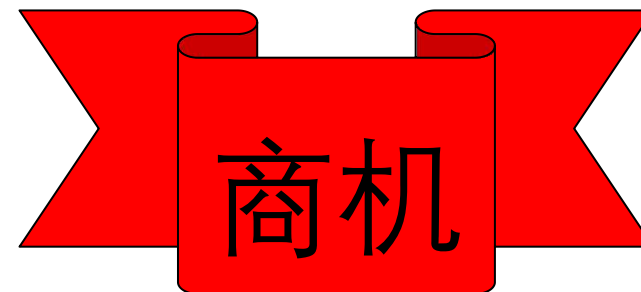
制造+创造+建造

建造方式变革  
设计 + 实施



# 总结

- 工匠精神 守住高质量目标
- 守正创新 价值装配式机电
- 携手前进 共享平台生态链



# THANKS

**满孝新**

中国中建设计研究院有限公司

**TEL:010-88083577    FAX: 010-88083588**

**Mobile: 13651380452**

**Email: [man.xiaoxin@cscec.com](mailto:man.xiaoxin@cscec.com); [manxx@126.com](mailto:manxx@126.com)**

**Add:北京市海淀区三里河路15号中建大厦B座6层(邮编100037)**