



# 目 录

C O N T E N T S

- PART 1 发展过程
- PART 2 钢框架核心筒钢结构住宅
- PART 3 钢框架支撑结构钢结构住宅
- PART 4 工程实践
- PART 5 近期研究



PART 01

# 发展过程



PART 02

# 钢框架核心筒钢结构住宅



## 2.1 工程内容

2012年，以EPC模式承建门头沟铅丝厂公共租赁钢结构住宅1号楼，也是北京市首栋高层装配式钢结构住宅。

总建筑面积	地下面积	地上面积	地上层数
21283.2 m <sup>2</sup>	1909.2m <sup>2</sup>	19374m <sup>2</sup>	20层
地下层数	总户数	建筑高度	
2层	320户	54.98米	



### 试点工程采用的关键新技术

采用外套式梁柱节点钢构件连接技术

钢结构防腐及防火

核心筒内置型钢暗梁、暗柱及其与型钢框架的连接技术

楼板采用“钢筋桁架楼承板”施工技术

外墙板采用“发泡水泥钢筋桁架装配式保温墙板”技术

内墙采用“轻骨料隔墙条板”施工技术

太阳能系统技术

## 2.3 施工情况



## 2.4 存在问题

### 1、露梁露柱的问题

原因：外墙板外挂，宽梁窄板，包梁包柱，布局不合理等



## 2.4 存在问题

2、柱板、梁板等交接部位裂缝的问题

3、钢筋桁架楼承板底模拆除露筋问题



PART 03

# 钢框架支撑体系钢结构住宅



## 3.1 总体概述

### 3.1.1 解决问题

露梁露柱问题

墙板裂缝问题

钢结构防腐问题

楼承板问题

### 3.1.2 研究对象

#### 1. 住户的心里

(1) 满足住户心里需求

(2) 让住户住在钢结构住宅里和住在现浇剪力墙住宅里一样

### 3.1.2 研究对象

#### 2. 绿色、装配

围绕创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念

##### (1) 利用国内现有的产能体系

钢材、预制构件、ALC墙板

##### (2) 消耗固废

冶金固废：尾矿砂、脱硫石膏

##### (3) 工业化



## 3.1 总体概述

### 3.1.3 技术路线

**核心：技术集成创新**

样板引路：先研发设计、再做实验楼、后建示范楼



### 3.1.4 实现目标

#### 设计理念

- 引入SI设计理念
- 模块化
- 模数化

#### 主体结构

- 钢框架-钢支撑结构体系

#### 水平构件

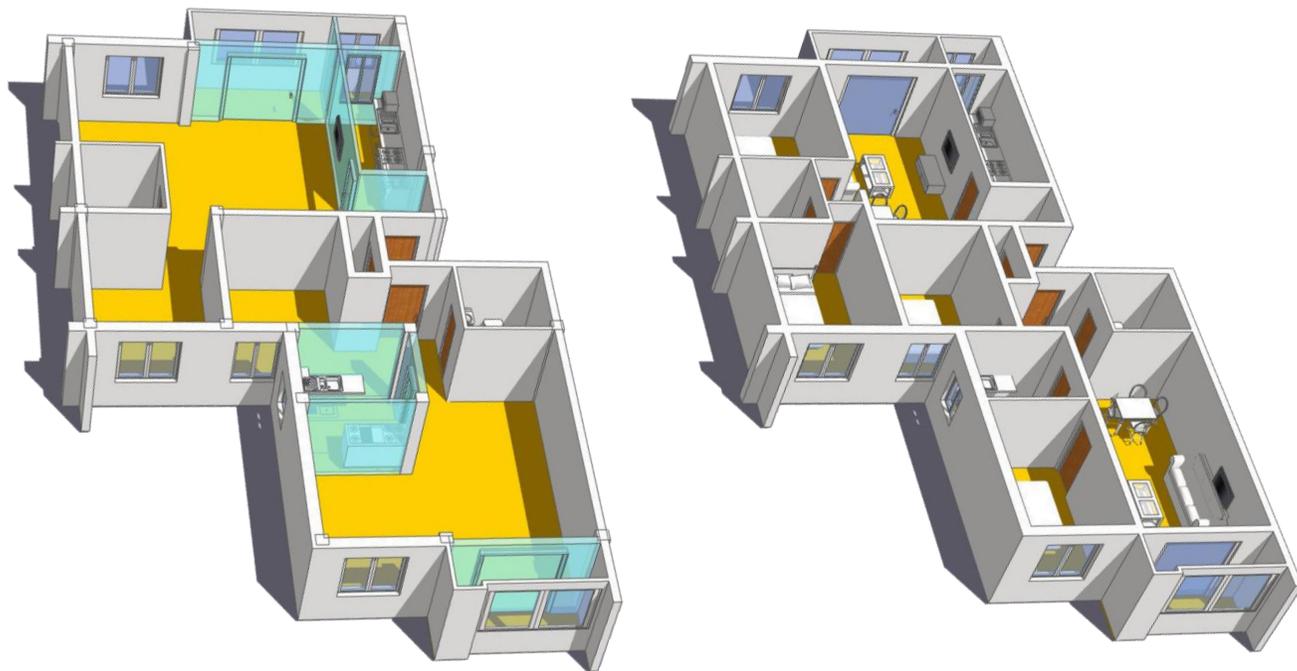
- 叠合楼板、钢筋桁架板
- 预制楼梯
- 预制阳台板
- 预制空调板

#### 围护结构

- ALC板+复合保温板
- ALC板+保温装饰一体板
- ALC板

#### 内装系统

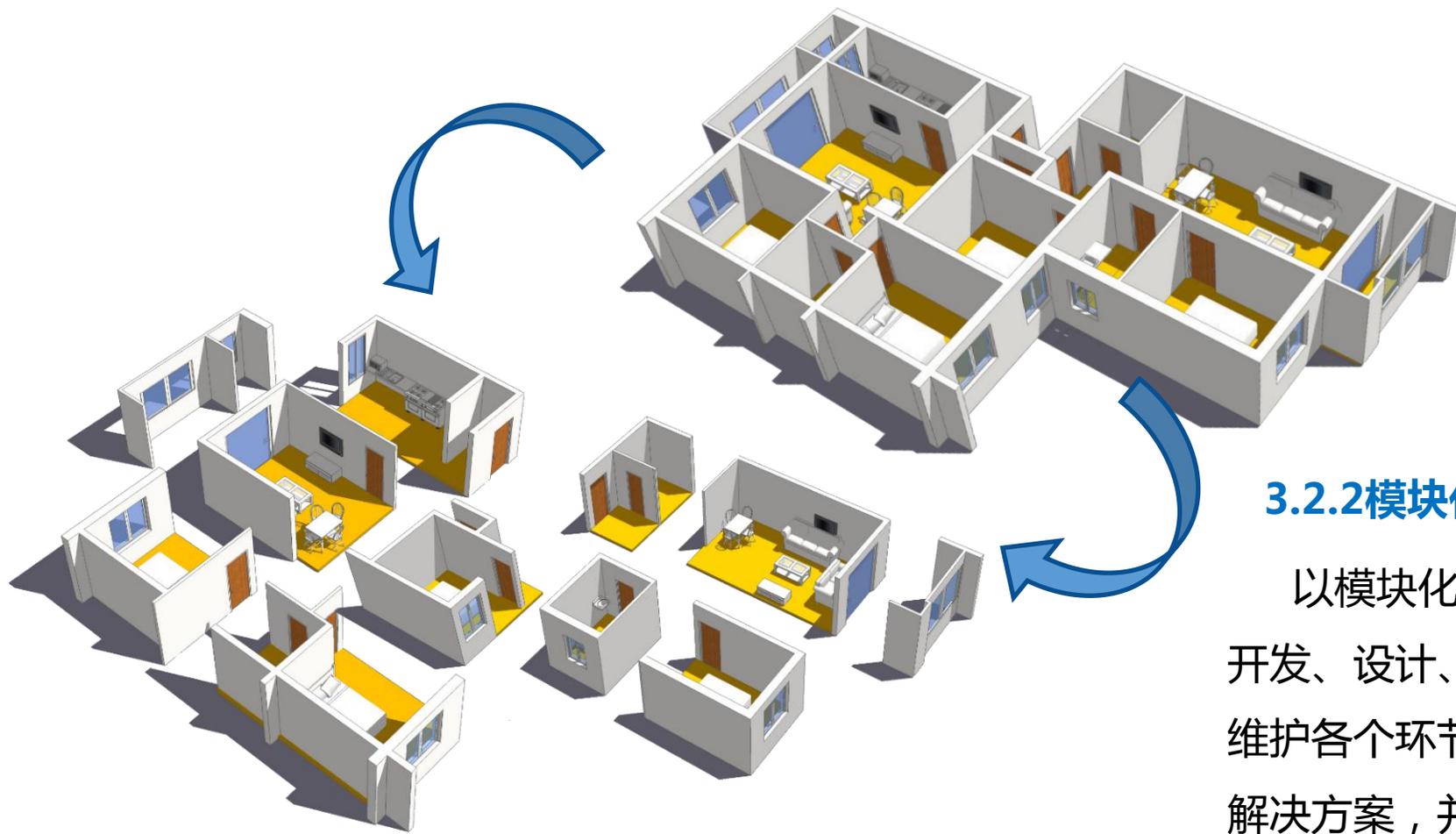
- 集成厨房
- 集成卫生间
- 架空地板
- 同层排水



### 3.2.1 SI理念

SI住宅通过“S（支撑体）”和“I”（填充体）的有效分离使住宅具备结构耐久性、室内空间灵活性以及填充体可更新性特质；

SI体系同时兼备低能耗、高品质、长寿命、适应使用者变化的特质。

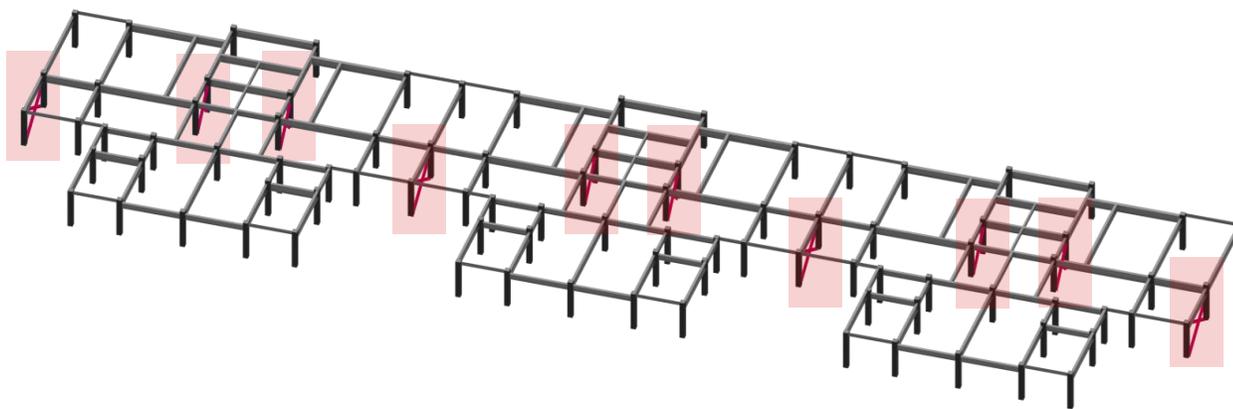


### 3.2.2 模块化、模数化理念

以模块化的设计理念，整合开发、设计、生产安装、后期维护各个环节并形成全产业链解决方案，并以300的模数尽可能实现标准化和系列化。

### 3.2.3 钢框架-钢支撑结构体系

- 1) 钢柱采用矩形钢管混凝土柱，尺寸为 $300\times 300$
- 2) 钢梁采用HN400 $\times$ 150，HN300 $\times$ 150轧制窄翼缘梁，解决了钢住宅露梁问题。
- 3) 支撑采用150 $\times$ 150焊接H型钢。
- 4) 钢材均为首钢自产、轧制H窄翼缘梁采用耐候钢，解决部分防腐问题。



## 3.2 集成技术

### 3.2.4 水平结构：PC构件与钢筋桁架楼承板结合



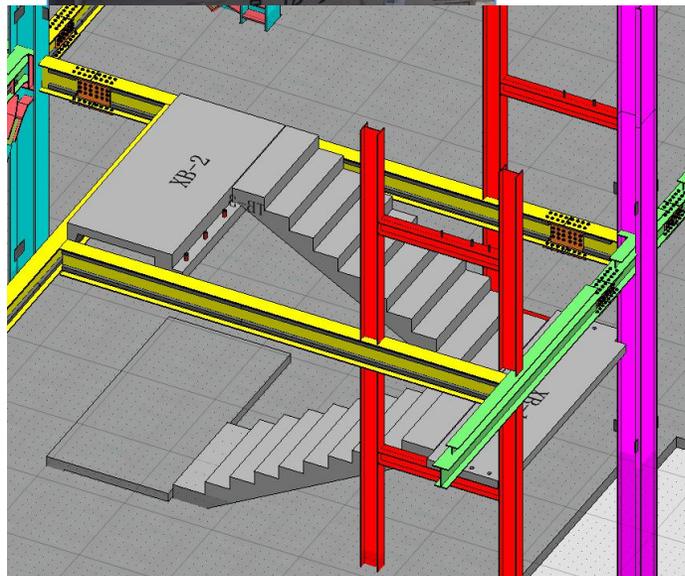
钢筋桁架板



预制阳台板



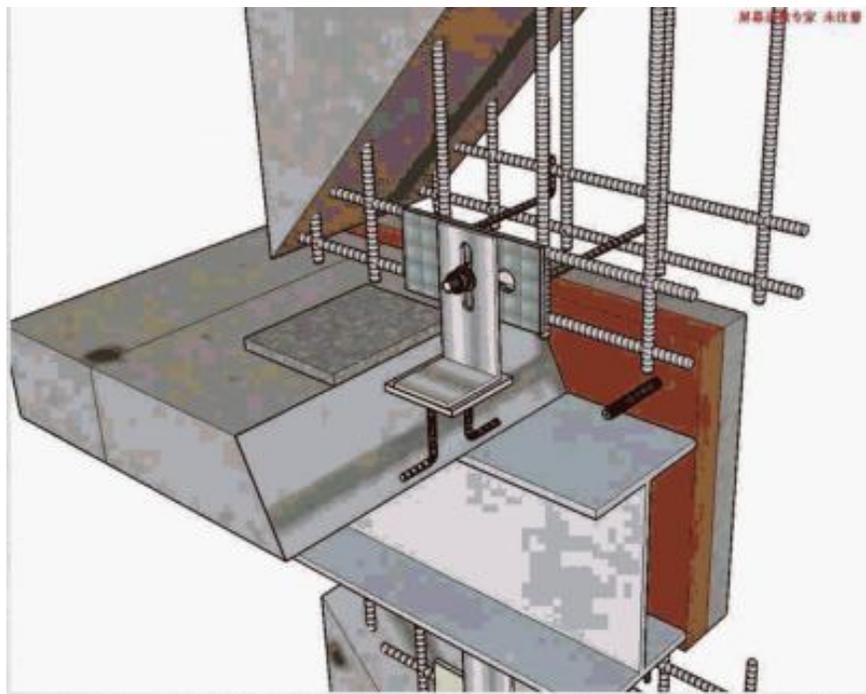
叠合楼板



预制空调板

### 3.2.5 外墙板

- ALC板+复合保温板
- ALC板+保温装饰一体板
- ALC板



**连接形式：**ALC板与主体结构采用柔性连接技术，外墙板内嵌于主体结构柱梁之间，采用可滑动易操作的柔性连接节点，保证高烈度地区高层建筑外墙板的安全性。

### 3.2.6内墙板

- 200mm或100mm厚ALC板
- 分户墙采用200mm加气混凝土条板，解决隔音问题



### 3.2.7 集成厨房

- 干法施工
- 效率提升
- 橱柜模块
- 荷载减轻
- 门板可换
- 易于维修



### 3.2.8 集成卫生间

➤ 洁净干爽,无异味

SMC顶面

➤ 滴水不漏

SMC墙板

➤ 环保安全

龙骨

➤ 干法施工

➤ 专业设计

➤ 终身服务

SMC整体底盘



## 3.3.1 钢结构防腐防火技术

### 防腐技术

- ✓ 钢构件采用耐候钢，
- ✓ 只涂底漆



曹妃甸岛脱酸蒸胺塔

### 耐候钢大气暴晒试验数据及50年腐蚀减薄量预测

#### 1、耐候钢大气暴晒试验条件

试验地点	北京
环境类别	温带半湿润季风型大陆性气候（年平均温度 13.0 ℃、平均湿度 51.1%、SO <sub>2</sub> 浓度 0.0008mg/cm <sup>3</sup> 、Cl <sup>-</sup> 浓度 0.0245mg/100cm <sup>2</sup> d、降水量 27.7 mm、日照时数 70.3h）
试验钢种	耐候钢Q450NQR1，化学成分C<0.12%、Si<0.40%、Mn:0.7-1.5%、P<0.02%、S<0.008%、Cr:0.40-0.90%、Ni:0.05-0.40%、Cu:0.25-0.45%、Al微量
试验周期	8年（2006年11月03日-2014年11月03日）

#### 2、耐候钢大气暴晒腐蚀速率

钢种	腐蚀速率（微米/年）			
	1年	2年	5年	8年
耐候钢Q450NQR1	37.0	24.0	11.0	8.0

#### 3、50年腐蚀减薄量预测

钢种	腐蚀减薄量（微米）
耐候钢Q450NQR1	98.7

腐蚀减薄量计算依据如下：腐蚀减薄量符合幂函数 $C=At^n$ ，其中C为腐蚀减薄量/微米，t为暴露时间/年，依据耐候钢减薄量数据拟合，分别求得A和n，即可预测50年的腐蚀减薄量。

国家材料环境腐蚀平台

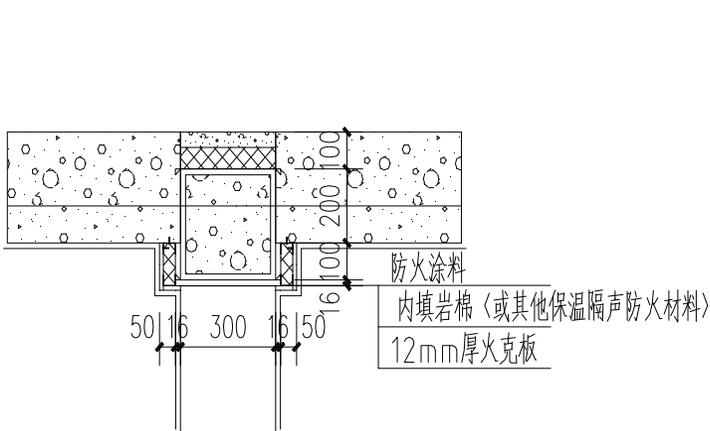
2018年1月29日



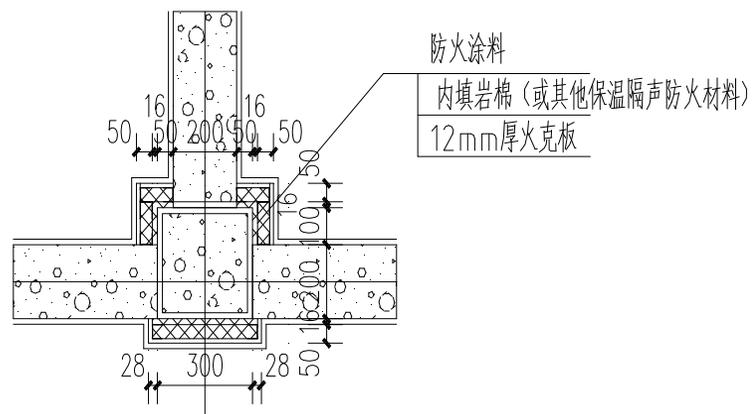
## 3.3.1 钢结构防腐防火技术

### 防火技术

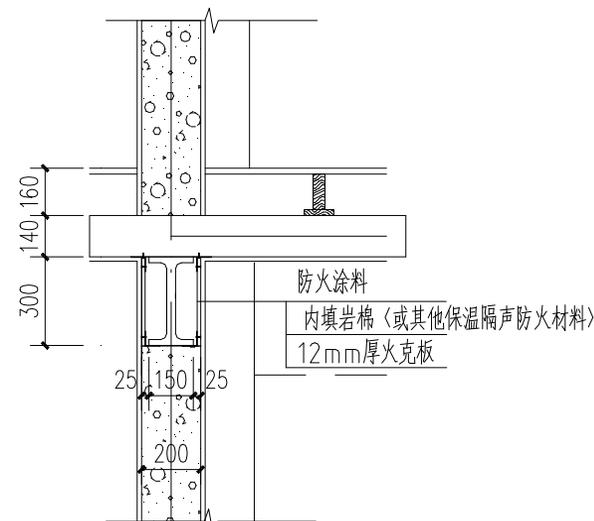
- ✓ 所有钢构件喷涂厚型防火涂料
- ✓ 钢构件外包裹防火板进行构造防火



边柱防火保护



中柱防火保护



钢梁防火保护

#### 耐候钢焊接应用技术

##### 焊材选择：

- 参考标准：《TBT 2374-2008 铁道车辆用耐大气腐蚀钢及不锈钢焊接材料》，
- 焊材选择与母材成分和性能匹配，焊材耐候指数 $I > 6.0$ ，

#### 建议预热温度和层间温度

板厚/mm	<20	20-40	40-60	60-80
预热温度	> 10°C，室温	室温	50	80
层间温度	室温-150°C	室温-150°C	50--150°C	50--150°C

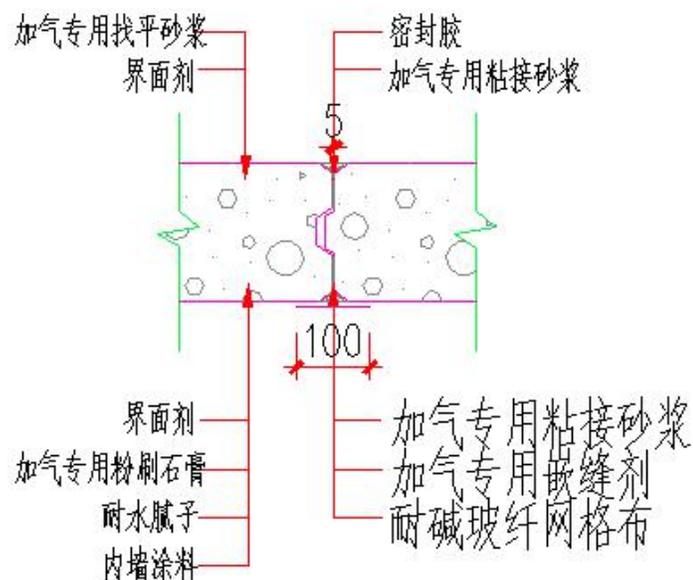
#### 建议焊接工艺参数

焊接方法	焊材规格	电流/A	电压/V	电流种类	焊接速度	热输入kJ/cm
气保焊	φ1.2mm	150~170	18~30	DCEP	4~9mm/s	8~12
		200~260	28~32	DCEP	4~8mm/s	15~20
埋弧焊	Φ4.0mm	450~550	28~32	DCEP	5~9mm/s	15~25
		550~600	28~32	DCEP	5~8mm/s	25~30

## 3.3 主要解决方案

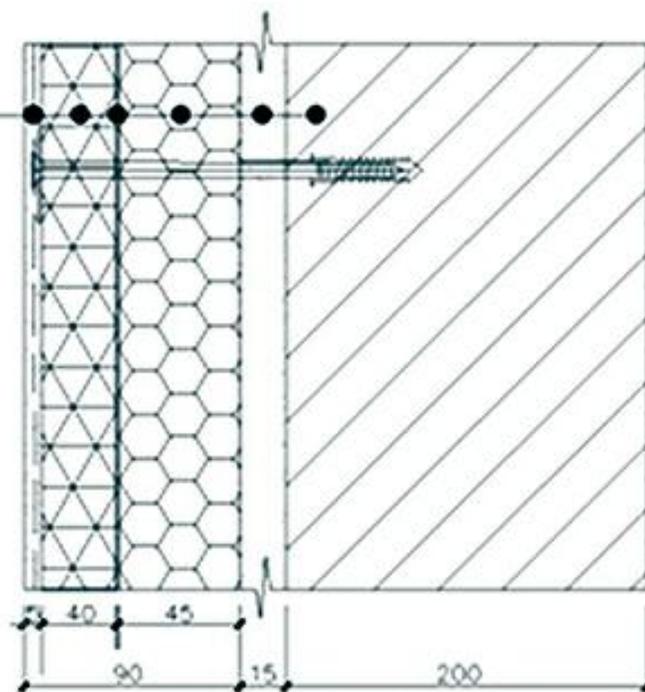
### 3.3.2 围护结构气密性、水密性、防开裂的解决办法

外墙板缝采用ALC墙板专用粘结砂浆、密封胶等处理措施  
通过灌浆法施工，使保温板与墙板实现无空腔、连续密闭的刚性粘结。



200厚外墙板缝处理

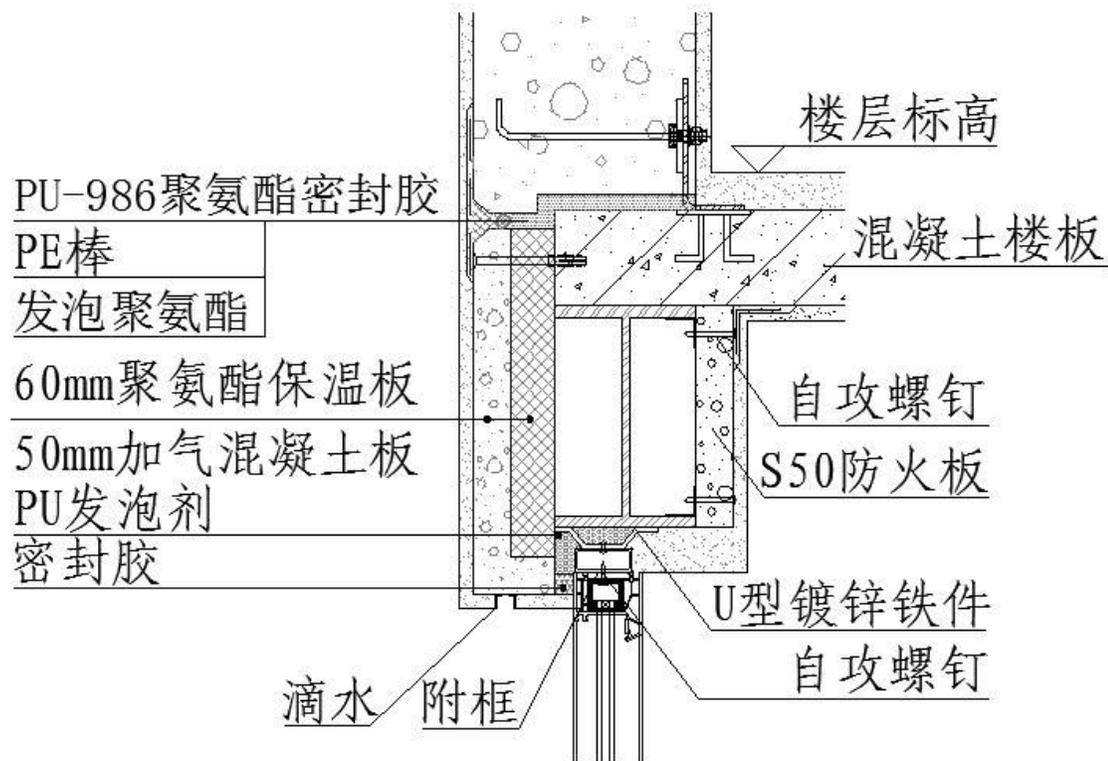
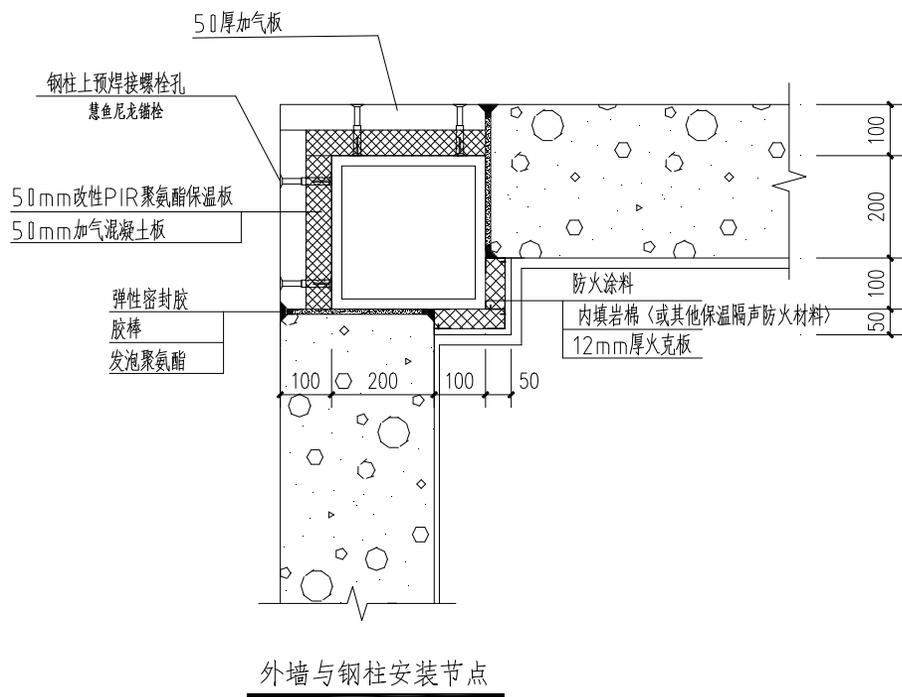
砂浆层压网格布  
保温钉  
岩棉板  
聚氨酯胶粘剂  
OKS石墨挤塑板  
灌浆层  
加气混凝土条板



## 3.3 主要解决方案

### 3.3.2 围护结构气密性、水密性、防开裂的解决办法

ALC条板之间缝隙为5mm，墙板侧边与钢柱、梁等主体结构连接处留10mm~20mm缝隙，采用条板专用嵌缝剂勾缝，解决水密性、气密性、墙体裂缝问题



## 3.3 主要解决方案

### 3.3.3 管线

墙体管线预埋在ALC墙板里  
水平管线在楼板与架空层



## 3.3 主要解决方案

### 3.3.3 管线

墙体管线预埋在ALC墙板里



不建议开槽

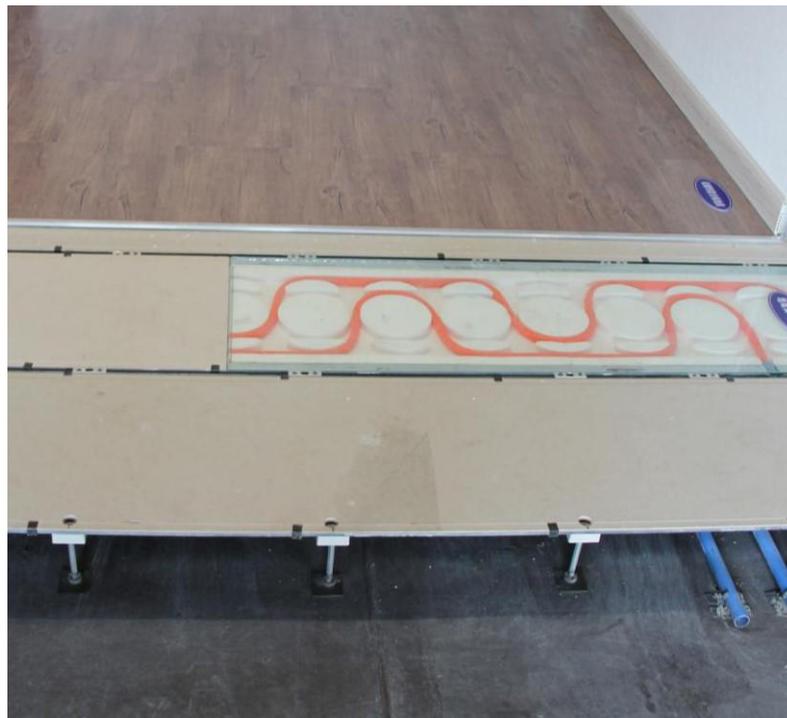


不建议轻钢龙骨装饰

## 3.3 主要解决方案

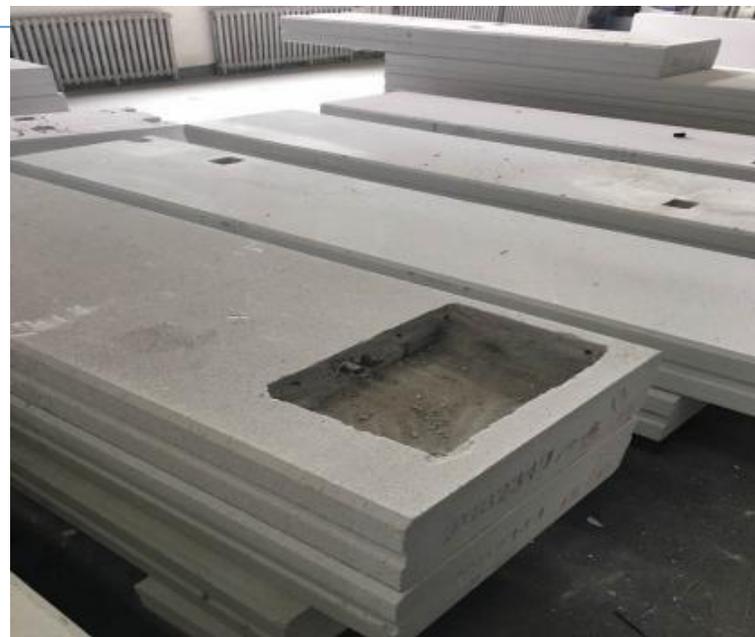
### 3.3.3 管线

墙体管线预埋在ALC墙板里  
水平管线在楼板与架空层



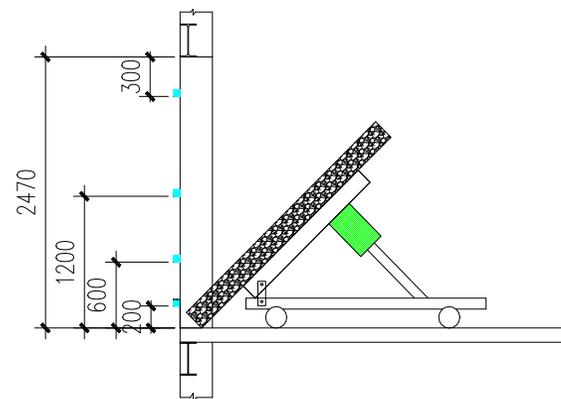
### 3.3.4 ALC墙板预埋线管线盒技术

- 墙面管线采用预埋的方式，板材在车间加工的过程中将管线直接预埋在构件里，减少现场开槽埋线管对环境的污染以及减少施工误差。



### 3.3.5 ALC外墙板安装工艺

墙板安装时为防止外墙板外倾掉落和保证安装垂直度，在钢柱上安装工具式钢结构工程外墙安装定位系统。待钢柱间墙板安装完后即可将护栏拆卸，倒运至其他楼层，可重复利用。



### 3.3.6 墙面防开裂技术措施

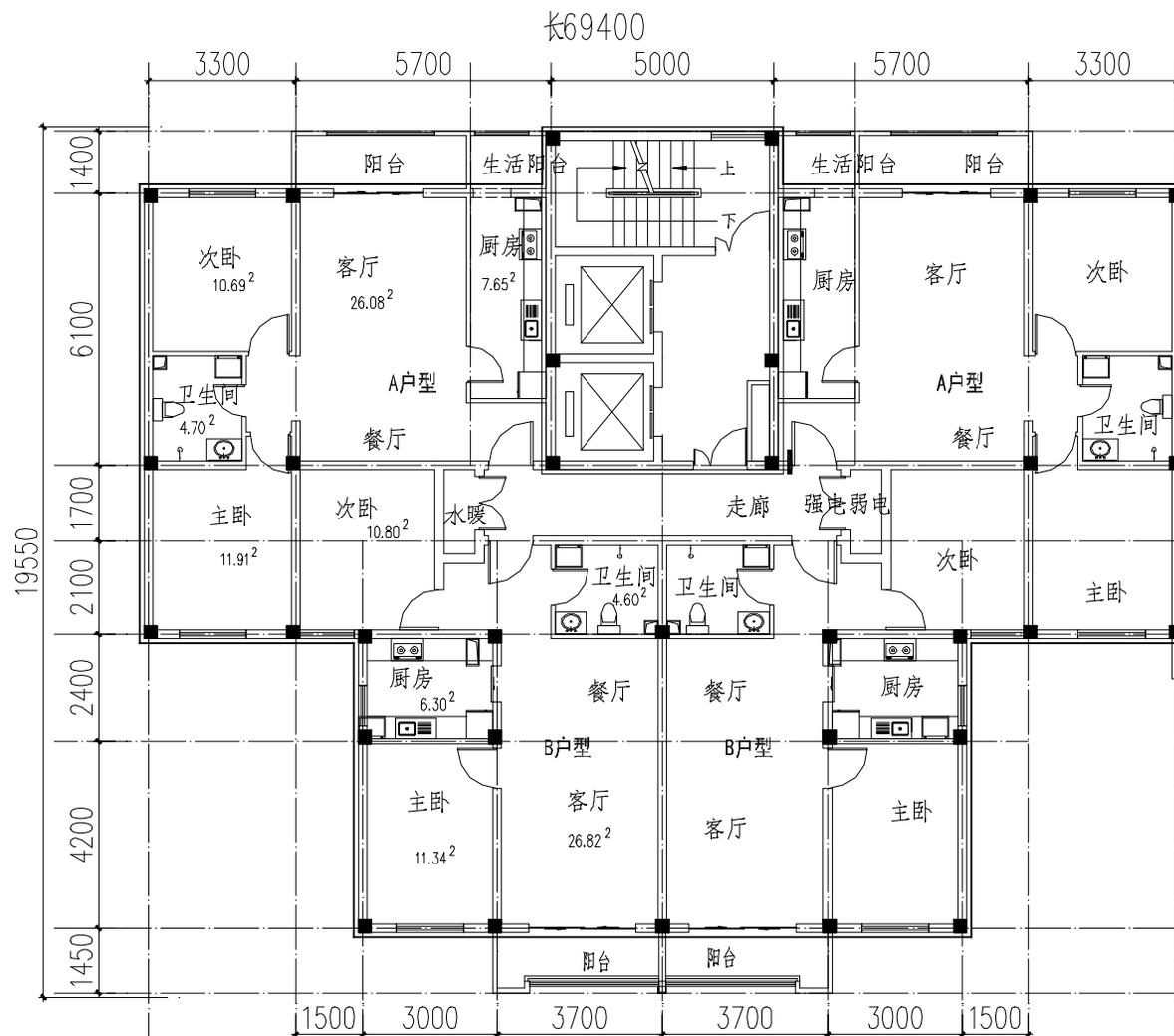
- ◆ 加气墙板接缝处采用专用粘接砂浆挤实，八字槽处采用专用嵌缝砂浆，压入耐碱玻纤网格布，防止板缝处开裂。
- ◆ 加气墙板安装完成后，在室内墙面表面增加一层防开裂石膏板，避免墙板产生的微裂缝传导至装饰面，保证使用效果。
- ◆ 品质高于传统工艺



## 3.3 主要解决方案

### 3.3.7 露梁、露柱问题解决方法

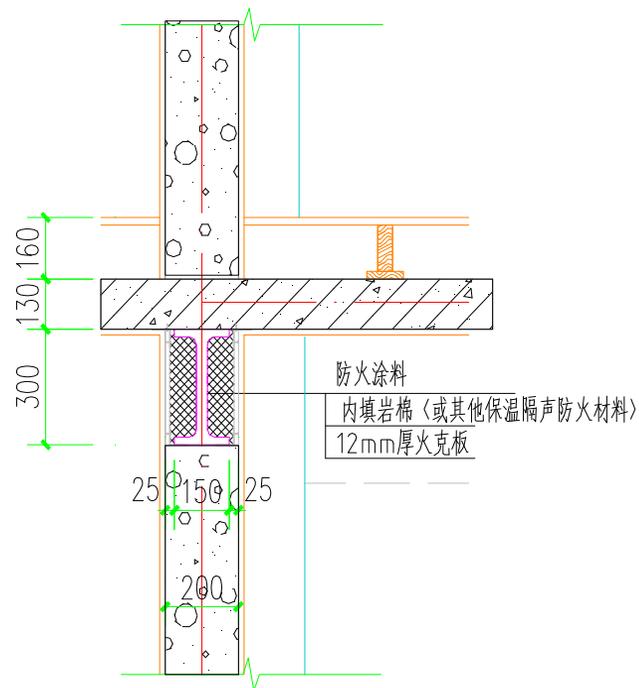
- ◆ 钢柱布置位置位于卫生间、厨房、管井的次要位置空间



## 3.3 主要解决方案

### 3.3.7 露梁、露柱问题解决方法

- ◆ 截面尺寸控制在300mm，通过装修装饰手法，设置窗帘盒等解决了主要空间的露柱问题，让主要空间没有突柱感。
- ◆ 采用轧制H形窄梁，梁截面150x300~400，控制梁截面宽度为150，分户墙厚为200mm，解决了钢结构住宅露梁问题



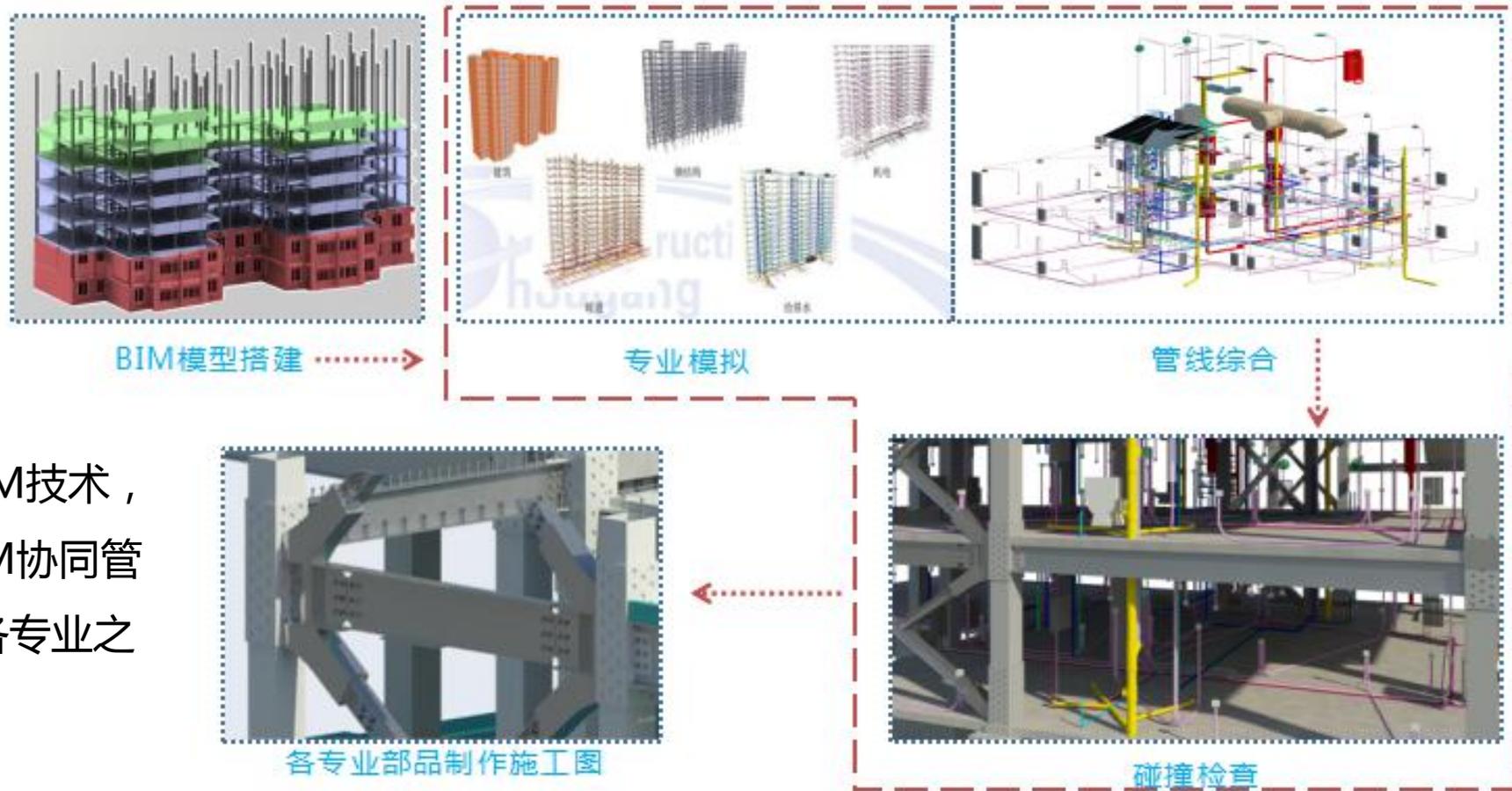
### 3.3.7 露梁、露柱问题解决方法

- ◆ 截面尺寸控制在300mm，通过装修装饰手法，设置窗帘盒等解决了主要空间的露柱问题，让主要空间没有突柱感。



## 3.3.8 BIM技术的运用

BIM技术来统领，实现建筑、结构、机电、装修一体化；设计、生产、施工集成一体化（**技术统领**）

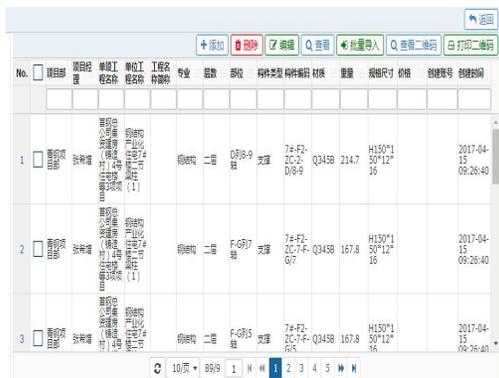


PKPM-BIM施工管理平台，通过专业模拟、管线综合、碰撞检查，实现各专业之间的协同工作。

全程采用BIM技术，搭建PKPM-BIM协同管理平台，实现各专业之间的协同工作

## 3.3.8 BIM技术的运用

**二维码实施：**实现各构件在全生命周期内的信息管理，实现了构件从材料采购、制作加工、打包运输、签收入库、安装验收等唯一可追溯性，所有状态一目了然。

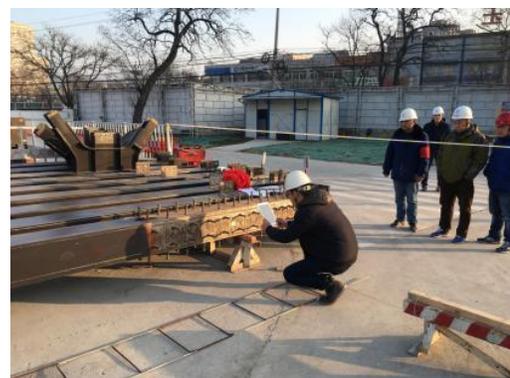


No.	项目	单位	工程名称	专业	规格	部位	构件名称	材料	重量	规格尺寸	价格	创建时间
1	...	...	...	...	...	...	7-F2-2C-9 Q345B	...	214.7	H150*150*12*16	...	2017-04-15 09:26:40
2	...	...	...	...	...	...	7-F2-2C-7 Q345B	...	167.8	H150*150*12*16	...	2017-04-15 09:26:40
3	...	...	...	...	...	...	7-F2-2C-7 Q345B	...	167.8	H150*150*12*16	...	2017-04-15 09:26:40

平台信息录入



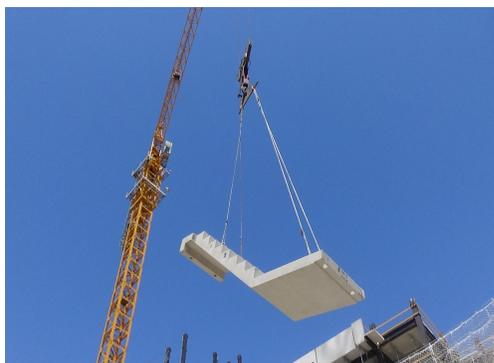
二维码打印



出厂验收



进场签收



构件安装



基础信息	状态信息	构件信息	施工验收信息	附件
材料采购:	2017-02-13 00:00			
下料:	2017-02-19 00:00			
组装:	2017-02-23 00:00			
焊接:	2017-02-28 00:00			
二次装配:	2017-03-04 00:00			
喷砂涂装:	2017-03-11 00:00			
出厂验收:	时间 2017-03-1 人员 孙长荣			
进场验收:	时间 2017-03-1 人员 张双健			

状态查询

### 3.3.9 管理

技术是产品 管理是效益

叶明总

技术（生产力）+管理（生产关系）= 生产方式

整个产业链的主体、并起核心作用的是一—**施工建造环节**。（总装车间）

能够使整个产业链上下游各环节实现联动是一—**技术体系**。（控制系统）

## 3.3 主要解决方案

### 3.3.9 管理

1. 以施工为龙头的EPC总承包的管理模式
2. 核心部品部件自己拥有或有合作伙伴。





PART 04

# 工程实践



## 4.1 典型项目：首钢铸造村4#、7#钢结构住宅



### 4.1 典型项目：首钢铸造村4#、7#钢结构住宅



## 4.2 典型项目：首钢二通钢结构住宅项目

项目位于北京市丰台区梅市口路，总建筑面积为83091m<sup>2</sup>。包含4栋钢结构住宅、配套幼儿园、配套公建、小学等，全部采用钢结构，是北京市最大的钢结构住宅试点项目。

- 1) 引入SI设计理念技术
- 2) 主体结构采用钢框架-防屈曲剪力墙和钢框架-组合钢板剪力墙结构体系
- 3) 水平构件采用钢筋桁架楼承板
- 4) 围护结构采用ALC板+保温装饰一体板
- 5) 整体厨卫、架空地板等内装一体化技术
- 6) 同层排水技术
- 7) BIM信息化技术



## 4.2 典型项目：首钢二通钢结构住宅项目



**钢框架-防屈曲剪力墙结构体系：**钢柱采用矩形钢管混凝土柱，内灌自密实混凝土，抗侧力构件采用防屈曲钢板剪力墙，防屈曲钢板剪力墙与主体结构采用两边约束形式，与钢梁上下连接。



**钢框架-组合钢板剪力墙结构体系：**钢柱采用矩形钢管混凝土柱，内灌自密实混凝土，抗侧力构件采用组合钢板剪力墙，钢梁与组合钢板剪力墙刚接。

## 4.2 典型项目：首钢二通钢结构住宅项目





PART 05

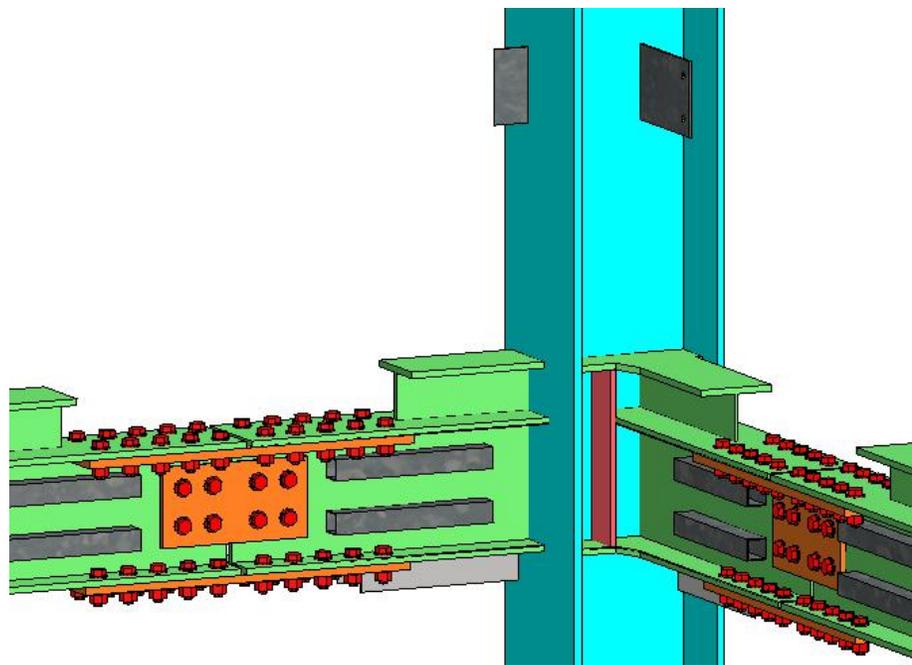
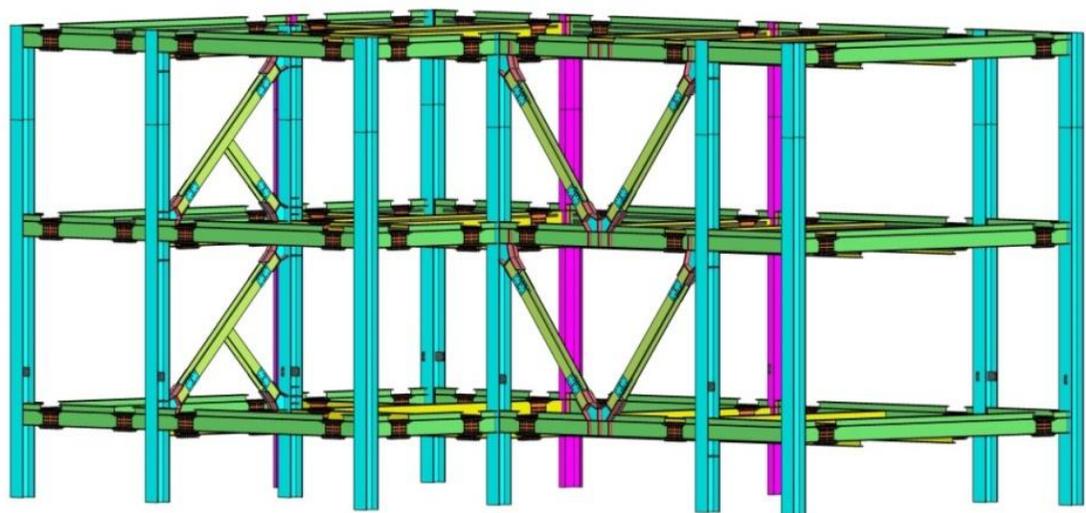
# 近期研究

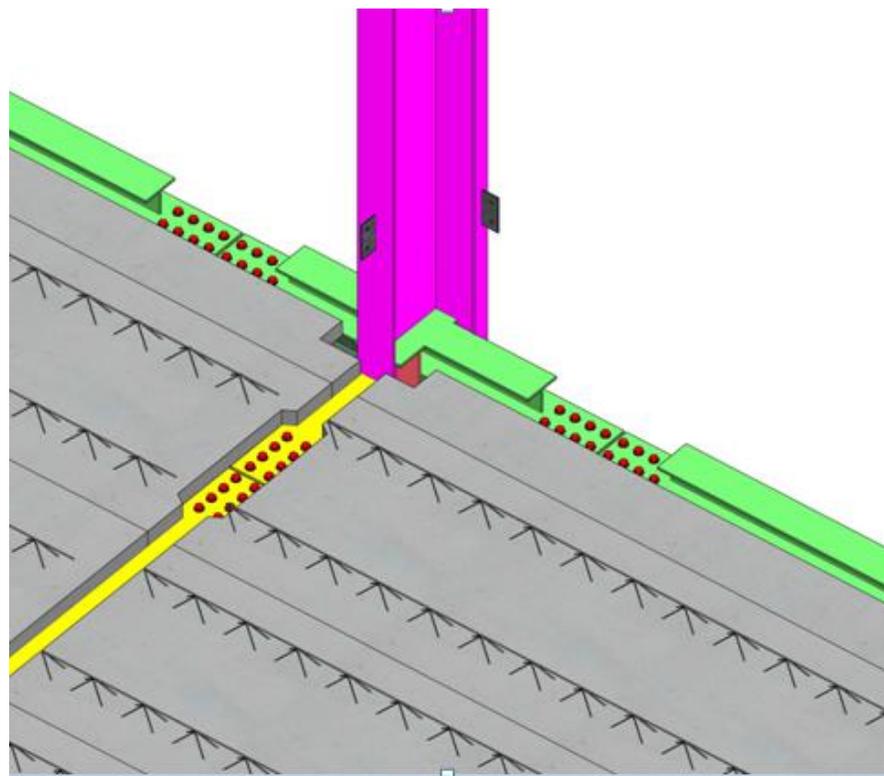
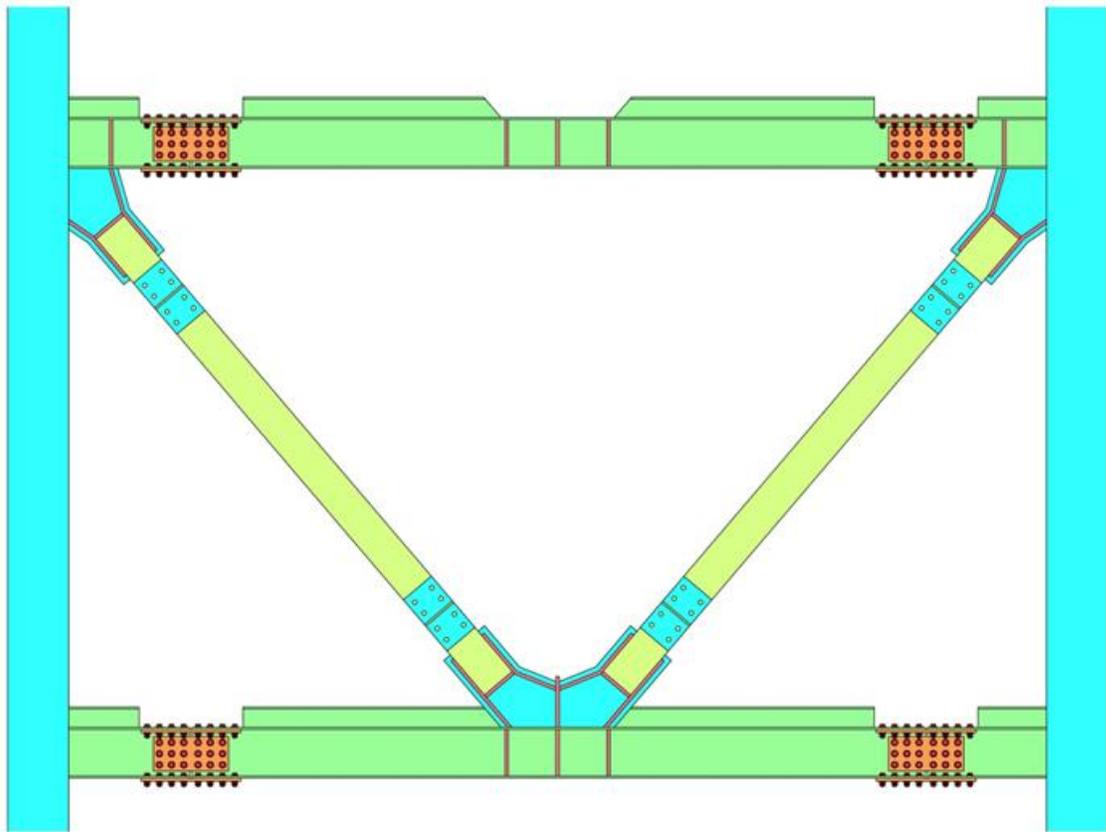
## 技术路线 JISHULUXIAN

百年住宅 结构耐久 空间灵活可变



为应对全球气候变化，实现节能减排目标，住宅产业需由大量消耗资源转变为低碳环保，实现可持续发展；低能耗、高品质和长寿命住宅成为住宅的发展方向。

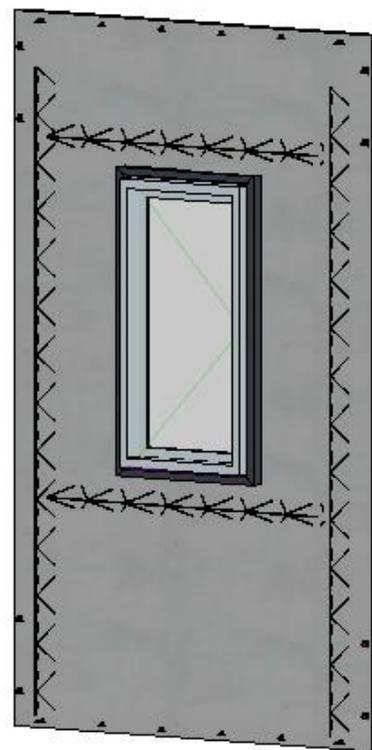






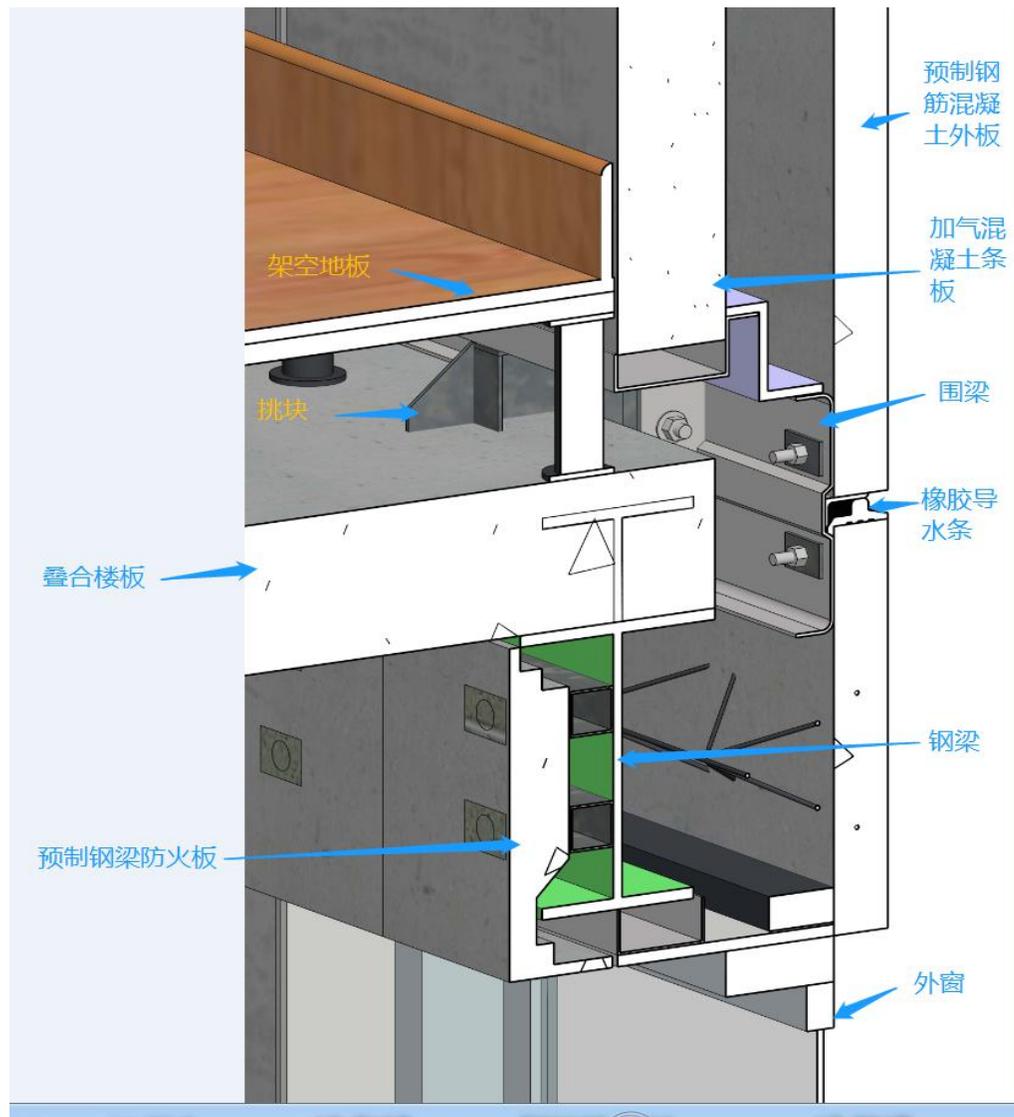
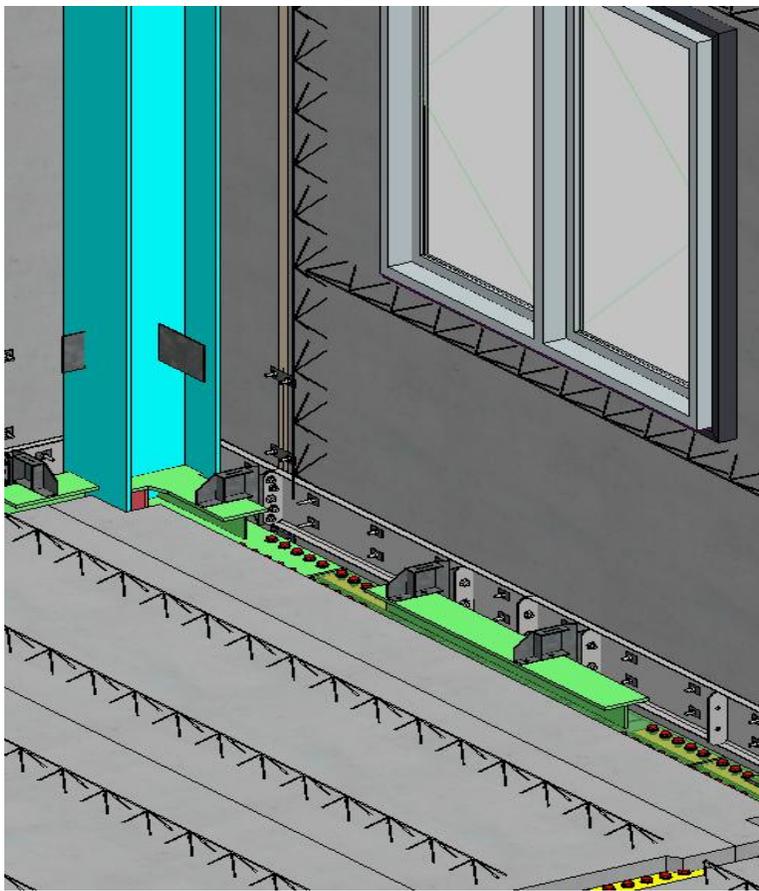
阳角板

安装螺栓



有窗板

## 组合式维护结构体系



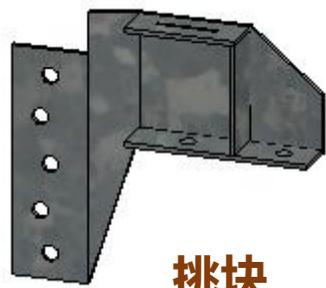
外板：钢筋桁架混凝土  
预制板 厚度50mm

保温：40~188mm厚  
发泡混凝土

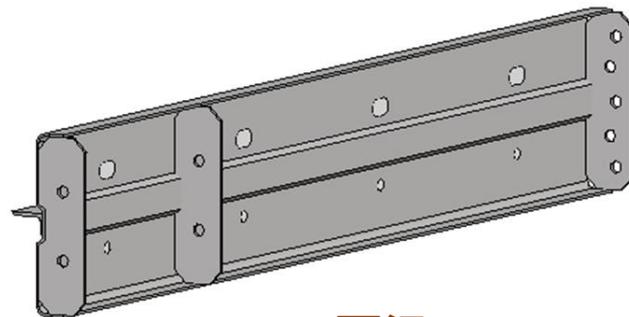
内板：加气混凝土  
条板 厚度100mm

围护结构总厚 250mm

外板 围梁 挑块 钢梁



挑块



围梁

外板密封标准模块



盖缝条



导水条