

第 6 章 BIM研究和发展趋势

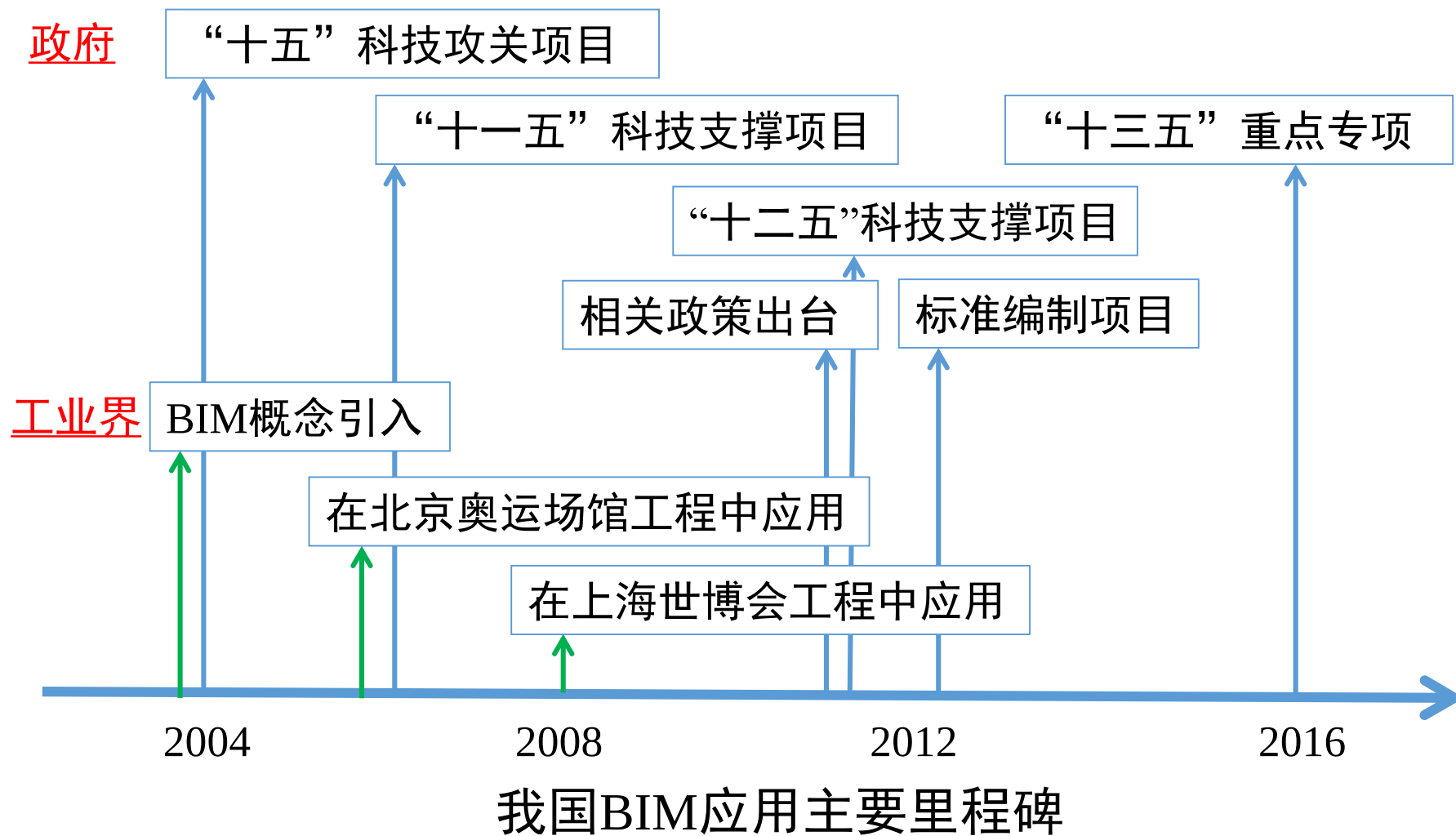
6.1 概述

6.2 BIM应用软件的发展

6.3 BIM相关标准的发展

6.4 BIM技术的创新性应用

6.1 概述



行业主管部门出台的相关政策



2011年5月

2011-2015年建筑业信息化发展纲要



2015年6月

推进建筑信息模型应用指导意见



2016年8月

2016-2020年建筑业信息化发展纲要

- 地方出台相关规定

2014.7 山东省

2014.9 广东省

2014.10 陕西省、上海市

2015.5 深圳市

2016.1 湖南省、广西壮族自治区

2016.3 黑龙江省

2016.4 浙江省

2016.5 云南省

关于BIM的组织



中国建设教育协会发文

建教协[2014]38号

中国建设教育协会关于成立BIM专家委员会的通知

各专家所在单位、协会会员单位：

为了更好的贯彻落实住房城乡建设部《2011-2015年建筑业信息化发展纲要》有关精神，推进建设领域信息化进程，推动BIM技术在国内的深化应用，加快BIM技术人才培养，中国建设教育协会开展了“BIM应用技能等级标准”的研究、BIM应用技能等级考评大纲编制、BIM技能培训教材编写、题库建设以及BIM应用技能培训考评与学习竞赛等相关工作。

为了更好地组织开展相关工作，中国建设教育协会决定成立BIM专家委员会。BIM专家委员会设名誉主任2名，主任1名，副主任若干名，专家委员会秘书处设在中国建设教育协会秘书处远教部。专家委员会专家实行动态管理，每年充实调整一次。

关于成立“建筑信息模型（BIM）专业委员会”和“医学图像与设备专业委员会”的决定

来源：中国图学学会 日期：2013-08-20

关于成立“建筑信息模型（BIM）专业委员会” 和“医学图像与设备专业委员会”的决定

转型发展，是我国当前经济发展中的核心问题，创新与转型的根本支撑，就

学会是一个科技团体，她的使命是服务于国家和社会，推动我国科学技术进步，
为我国医学领域的科技创新，经2013年8月9日召开的第六届常务理事会第七次

关于BIM的大赛



2009-2017

167, 229, 241,
270, 226, 324,
351, 700, 599

2013-2017

126, 200, 251,
434, 761



2013-2017

332, 212, 532,
568, 794

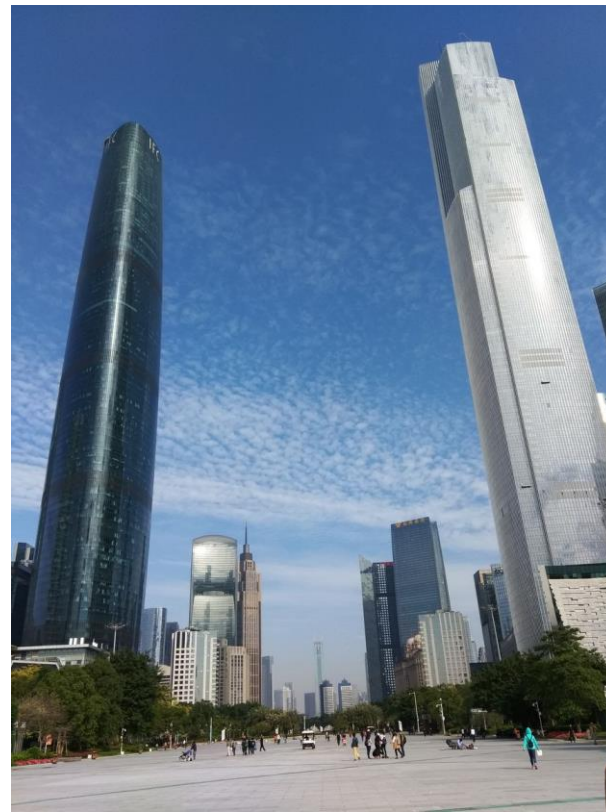
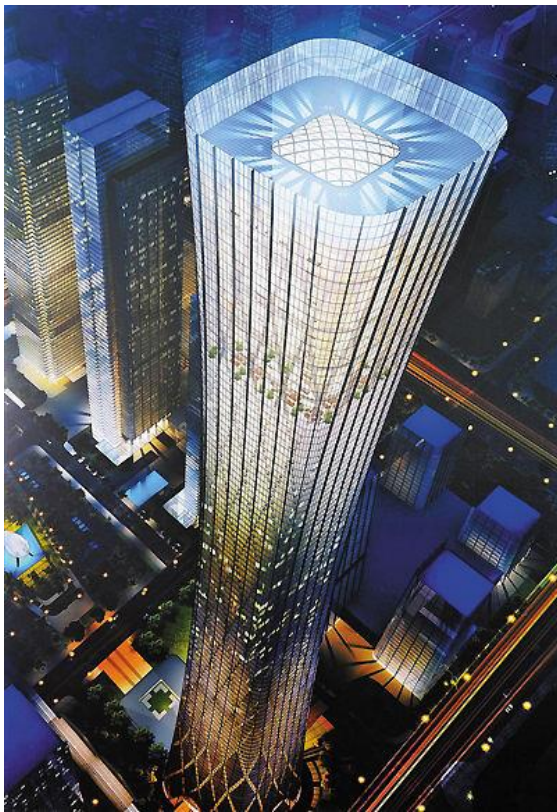
行业BIM应用现状

- 应用的广度

近年高大上项目实现全覆盖
也已开始渗透到一般项目
骨干企业已开展了很多应用
一般企业也已开始关注



应用BIM的典型项目



- 应用的深度

传统应用点已经覆盖
与其他技术的集成应用
也已经开始
开始应用BIM平台
e.g. Autodesk BIM 360,
广联云



- BIM应用的作用

使展示更加直观

e.g. 3D、4D、深化设计、技术交底

使计算更准、更快

e.g. 算量、5D、排砖

使共享更加高效

e.g. 性能化分析、数字化加工

技术性应用



- BIM技术还在发展过程中

CAD技术发展花了20年

考虑到BIM技术的复杂性

可以预计

BIM技术至少还有10年的发展期



6.2 BIM应用软件的发展

- 可考虑的扩展方向

新应用方向

e.g. 质量验收中的应用

新应用领域

e.g. 建筑工业化中的应用

新功能

e.g. 功能更强大的BIM环境

互联网+装配式建筑构件生产优化管理

马 智 亮

博士、教授、博士生导师

清华大学土木工程系

1 背景

- 装配式建筑具有减少环境污染，缩短工期，提高建造质量等优点



- 关键问题

工作效率低，不能有效利用产能，进度可控性差

- 解决思路

充分利用互联网+（BIM、物联网、移动终端等）
及优化算法，

通过研制预制构件生产过程优化管理系统，

支持实现

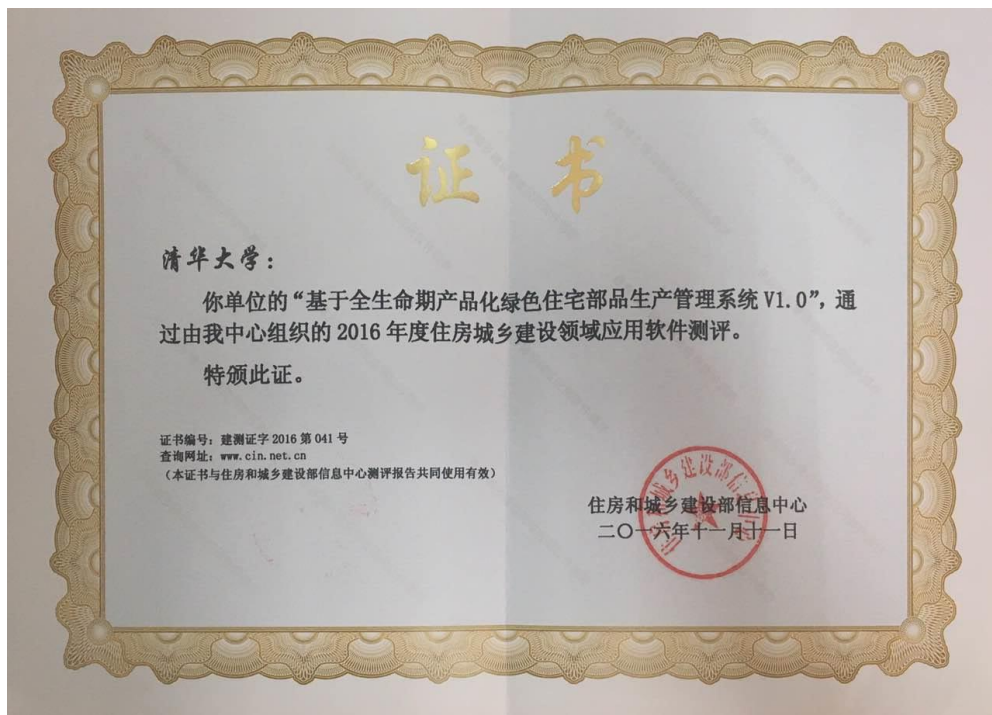
生产过程的最优化决策

对生产实时的跟踪和管理

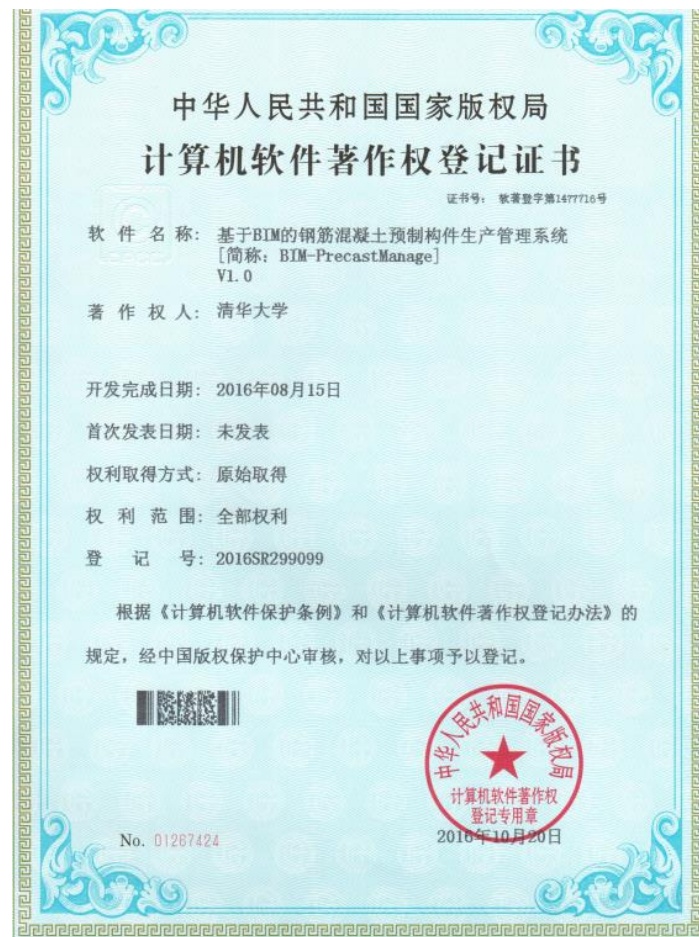
2 互联网+预制构件智慧生产管理系统



863计划项目研究成果：基于BIM的预制构件生产过程优化管理系统



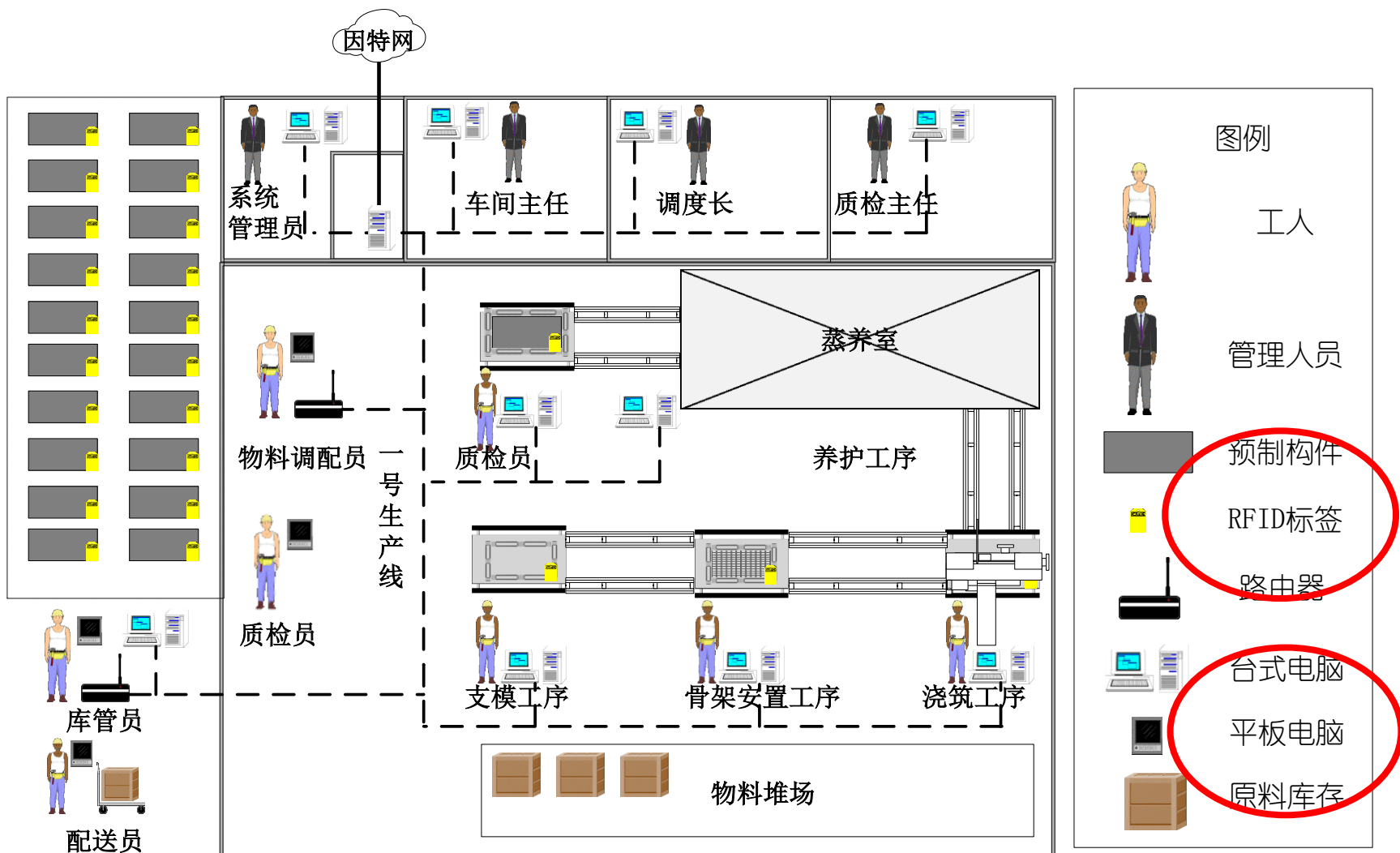
软件测试证书



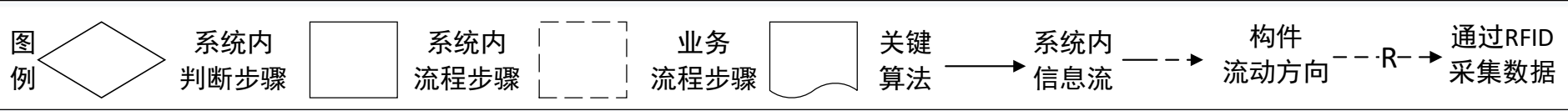
软件著作权证书



系统架构图



系统配置图



21

系统主要功能

功能大类	功能说明
组织权限设置	用户登入登出、组织机构及用户设置、用户权限管理等
车间信息设置	设备信息设置、模具信息设置、人员信息设置、模台信息设置、生产线信息设置和堆场信息设置等
生产订单管理	订单信息管理、订单跟踪管理、项目跟踪管理
作业计划管控	作业计划查看、工序耗时设置、作业计划制定、作业计划调整
物料调配管理	物料调配路径规划、物料调配任务获取、物料调配记录
生产工序管理	最新生产任务获取、管理预制部品各工序生产过程、生产突发情况上报等
成品堆场管理	成品存储管理、存储构件查看
成品配送管理	构件配送管理，构件配送查看等

系统试用

- 项目基本情况

五和万科长阳天地项目
房山区长阳镇01-09-09地块
装配整体式剪力墙结构体系

- 主要预制类型

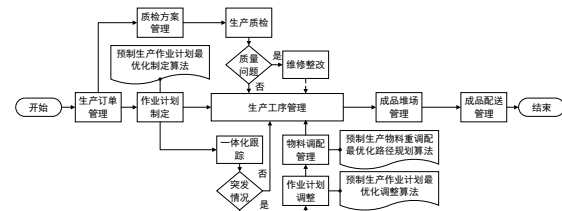
外墙板230件，7类
叠合板440件，5类

- 应用项目

利用该系统，对上述构件生产、存储及配送过程进行模拟管理



系统管理员



127.0.0.1:8080/x5/UI2/ x

127.0.0.1:8080/x5/UI2/v_/portal/pc/index.w?device=pc#!(\$model/UI2/PCPM/ProductionLines/process/ProductionLines/mainActivity.w)

127.0.0.1:8080/x5/UI2/ x

预制构件生产过程优化管理系统

已打开功能

待办任务 10

刷新

生产线配置

+ 新增生产线

+ 新增工序

- 删除

保存

刷新

▼ 工序所属关系

▼ 01生产线

GJ1

YH1

JZ1

ZM1

CM1

▶ 02生产线

工序编号

01YH1

工序名称

养护工序01

前置工序

JZ1

后置工序

CM1

最大处理批

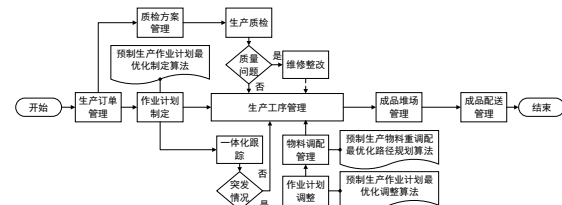
40

设备资源

自动蒸养机

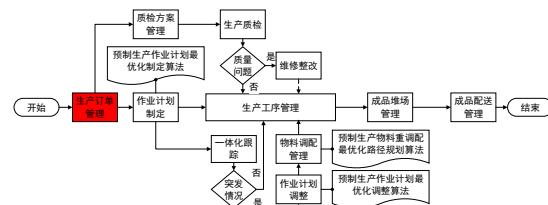
生产线信息设置界面

系统管理员



模具信息设置界面

调度长



127.0.0.1:8080/x5/UI2/v_/portal/pc/index.w?device=pc#!(\$model/UI2/MySystem/OrderManage/process/OrderManage/mainActivity.w)

预制构件生产过程优化管理系统

已打开功能 待办任务 10 刷新 刘海峰 系统管理员

王页

- 协同办公
- 车间信息设置
- 生产订单管理
 - 订单信息管理
 - 订单跟踪监控
 - 项目跟踪监控
- 作业计划管控
- 生产质量管理
- 生产工序管理
- 成品堆场管理
- 成品配送管理
- 组织权限设置

订单详细信息

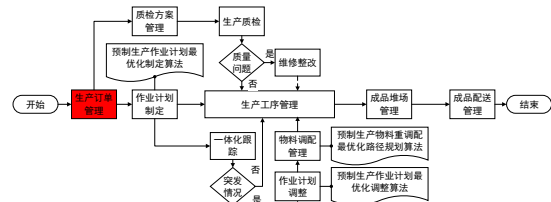
+ 新增 - 删除 保存 刷新 < 第一页 < 上页 > 下页 > 最后一页

构件型号	构件类型	构件数量	模板型号	构件模型
WQ36	外墙板	22	1	构件模型
YB27-A	叠合板	132	2	构件图纸
WQ34	外墙板	44	3	模具图纸
YB21	叠合板	22	4	
WQ45	外墙板	330	5	
YB05	叠合板	22	6	
WQ21	外墙板	44	7	
YB48-F	叠合板	220	8	
WQ34-F	外墙板	44	9	

2016-2026 © 清华大学

订单详细信息管理界面

调度长



交付批基本信息

+ 新增 - 删除 保存 刷新

< 第一页 < 上页 > 下页 > 最后一页

交付批编号 ◆ 交付时间

0201	2016-05-01 08:00:00
0202	2016-05-10 09:00:00
0203	2016-05-20 09:00:00
0204	2016-05-30 09:00:00
0205	2016-06-10 09:00:00
0206	2016-06-20 09:00:00
0207	2016-06-30 09:00:00
0208	2016-07-10 09:00:00

0203交付批交付批详细信息

+ 新增 - 删除 保存 刷新

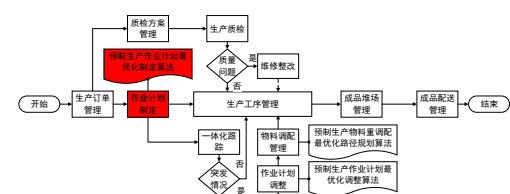
< 第一页 < 上页 > 下页 > 最后一页

► 生成当前交付批的构件信息

构件型号 ◆ 数量

YB48-F	10
YB27-A	6
YB21	1
YB05	1
WQ45	15
WQ36	1
WQ34-F	2

交付批基本信息管理界面

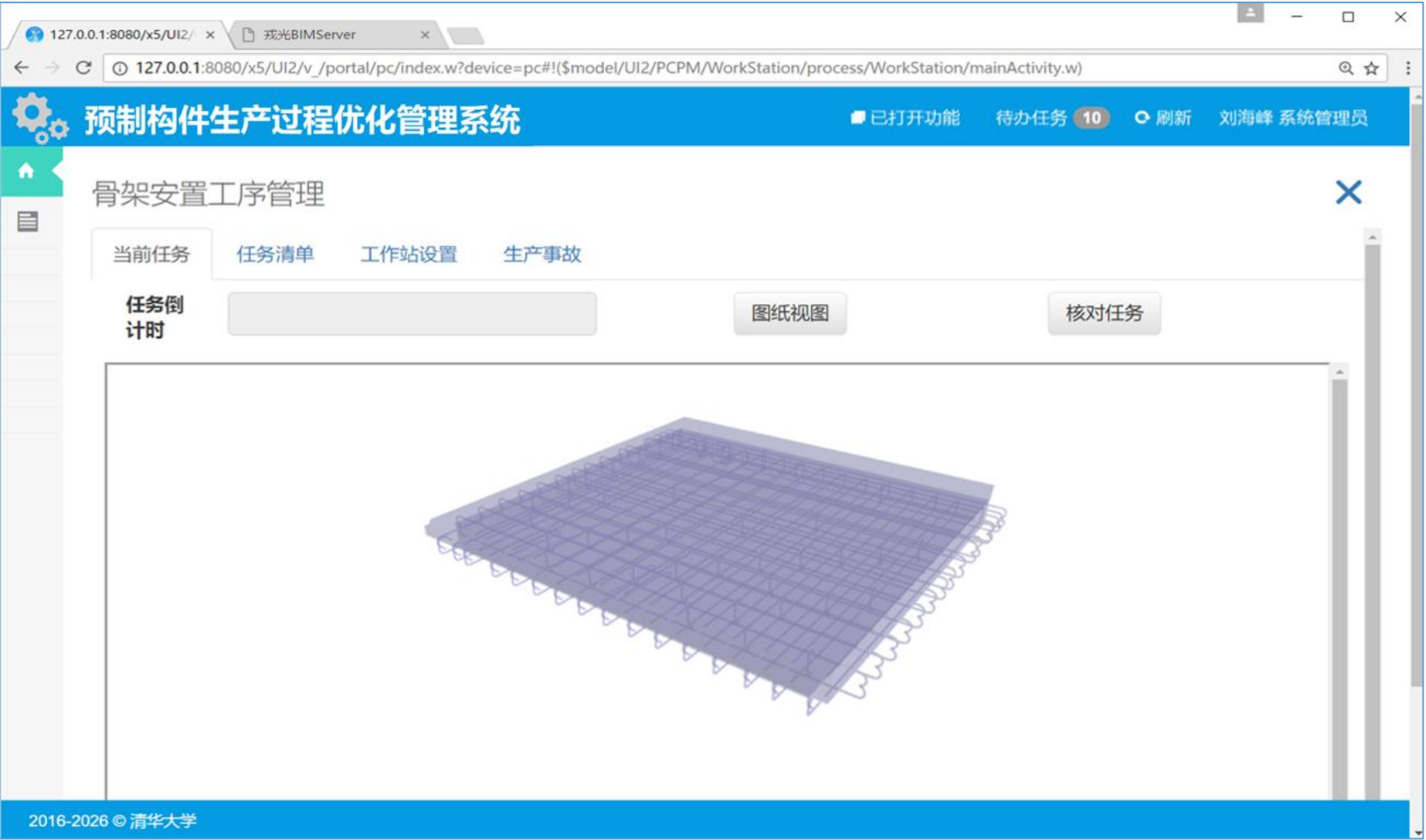
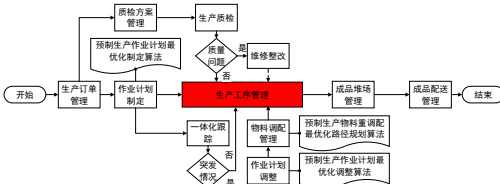


调度长



作业计划制定界面

工人



骨架安置工序管理界面

RFID设备选用

- 超高频（868至956MHz）RFID读写设备及芯片
 - U Grok It RFID Reader
 - Xerafy Bric RFID Tag;
Embeddable RFID Wire Tag



质检员

The image displays two tablets side-by-side, both running the '预制构件生产过程优化管理系统' (Prefabricated Component Production Process Optimization Management System). The left tablet shows a list of production tasks, and the right tablet shows a detailed inspection form.

Left Tablet: Task List

生产线	工序类型	构件编号	当前生产人员
2	拆模	DD1%JFP2%XH2%0	赵四
2	拆模	DD1%JFP2%XH2%1	赵四
1	骨架安置	DD1%JFP2%XH1%0	李伟
1	骨架安置	DD1%JFP2%XH1%1	李伟
1	骨架安置	DD1%JFP2%XH1%2	李伟

Right Tablet: Inspection Form

质检项

最小抽检数量: 3

实际抽检数量: 3

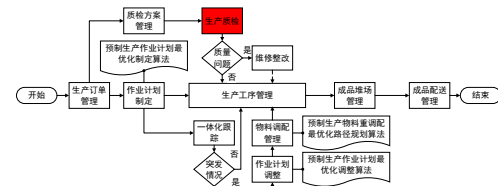
实际合格数量: 3

质检结果: 合格

检查人: 王少华

生产质量检查界面——平板电脑

质检员、车间主任、工人



127.0.0.1:8080/x5/UI2/ x

127.0.0.1:8080/x5/UI2/v_/portal/pc/index.w?device=pc#!(\$model/UI2/MySystem/ProductionQualityManage/process/QualityTestingResultsBrowse/mainActivity.w)

127.0.0.1:8080/x5/UI2/ x

预制构件生产过程优化管理系统

已打开功能 待办任务 10 刷新 刘海峰 系统管理员

王页

协同办公 <

车间信息设置 <

生产订单管理 <

作业计划管控 <

生产质量管理 <

质检方案设置

质检方案套用

质量信息查看

生产工序管理 <

成品堆场管理 <

成品配送管理 <

组织权限设置 <

质量信息查看

构件质检结果列表 构件质检结果明细

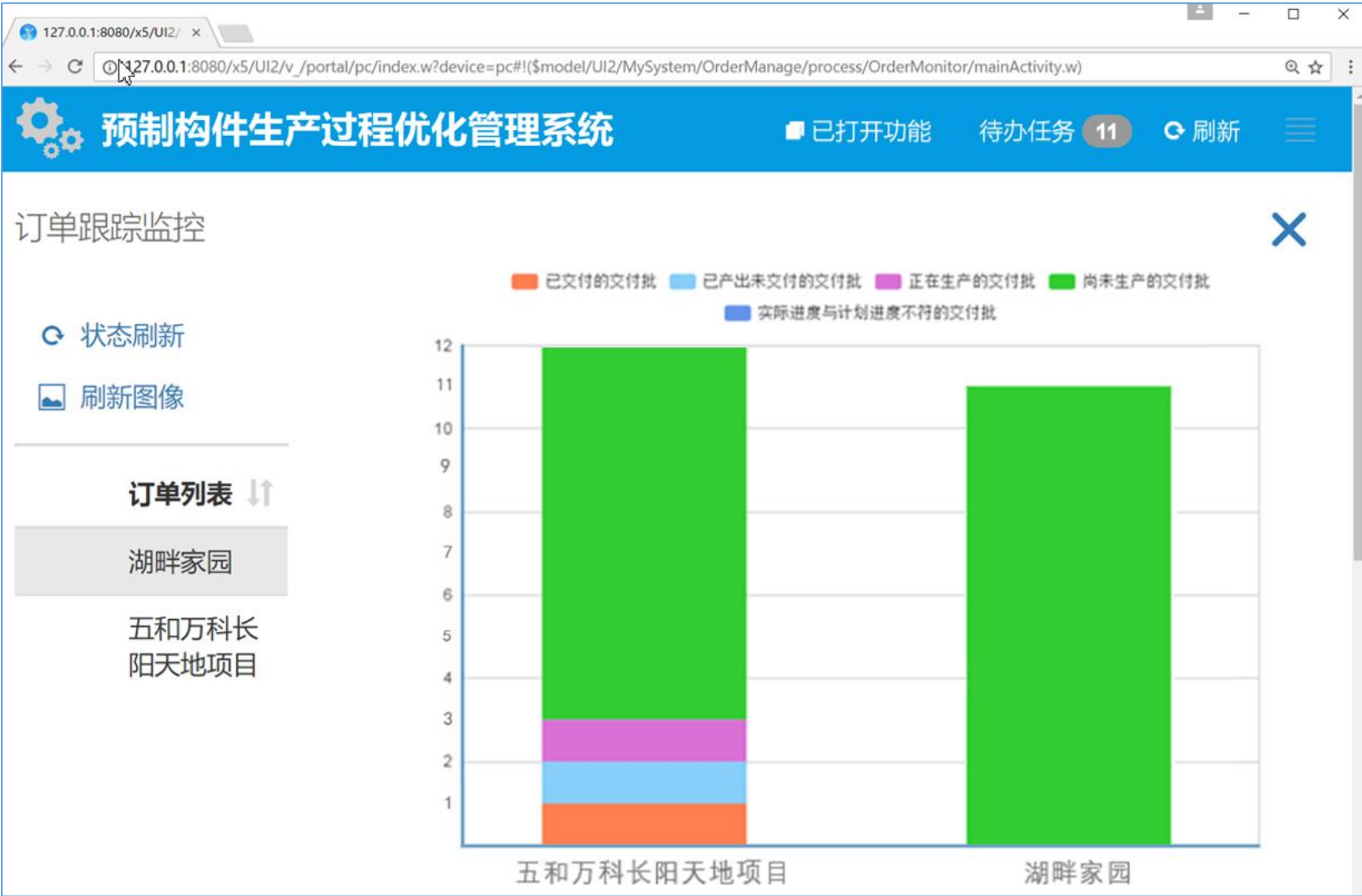
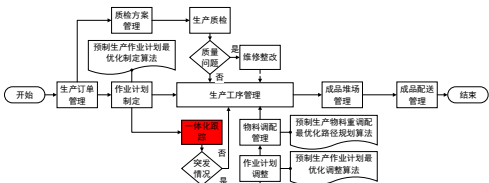
< 第一页 < 上页 > 下页 > 最后页

订单编号	交付批编号	构件类型	构件型号	构件编号	交货日期	模具尺寸质检结	隐蔽工程质检结
02	0201	外墙板	YB27-A	02%0201%YB27	2016-05-01 08:C	合格	合格
02	0201	外墙板	WQ34	02%0201%WQ34	2016-05-01 08:C	合格	合格
02	0201	外墙板	WQ34-F	02%0201%WQ34-F	2016-05-01 08:C	合格	合格
02	0201	外墙板	YB27-A	02%0201%YB27	2016-05-01 08:C	合格	合格
02	0201	外墙板	YB27-A	02%0201%YB27	2016-05-01 08:C	合格	合格
02	0201	外墙板	WQ45	02%0201%WQ45	2016-05-01 08:C	合格	合格
02	0201	外墙板	YB48-F	02%0201%YB48-F	2016-05-01 08:C	合格	合格
02	0201	外墙板	WQ26	02%0201%WQ26	2016-05-01 08:C	合格	合格

2016-2026 © 清华大学

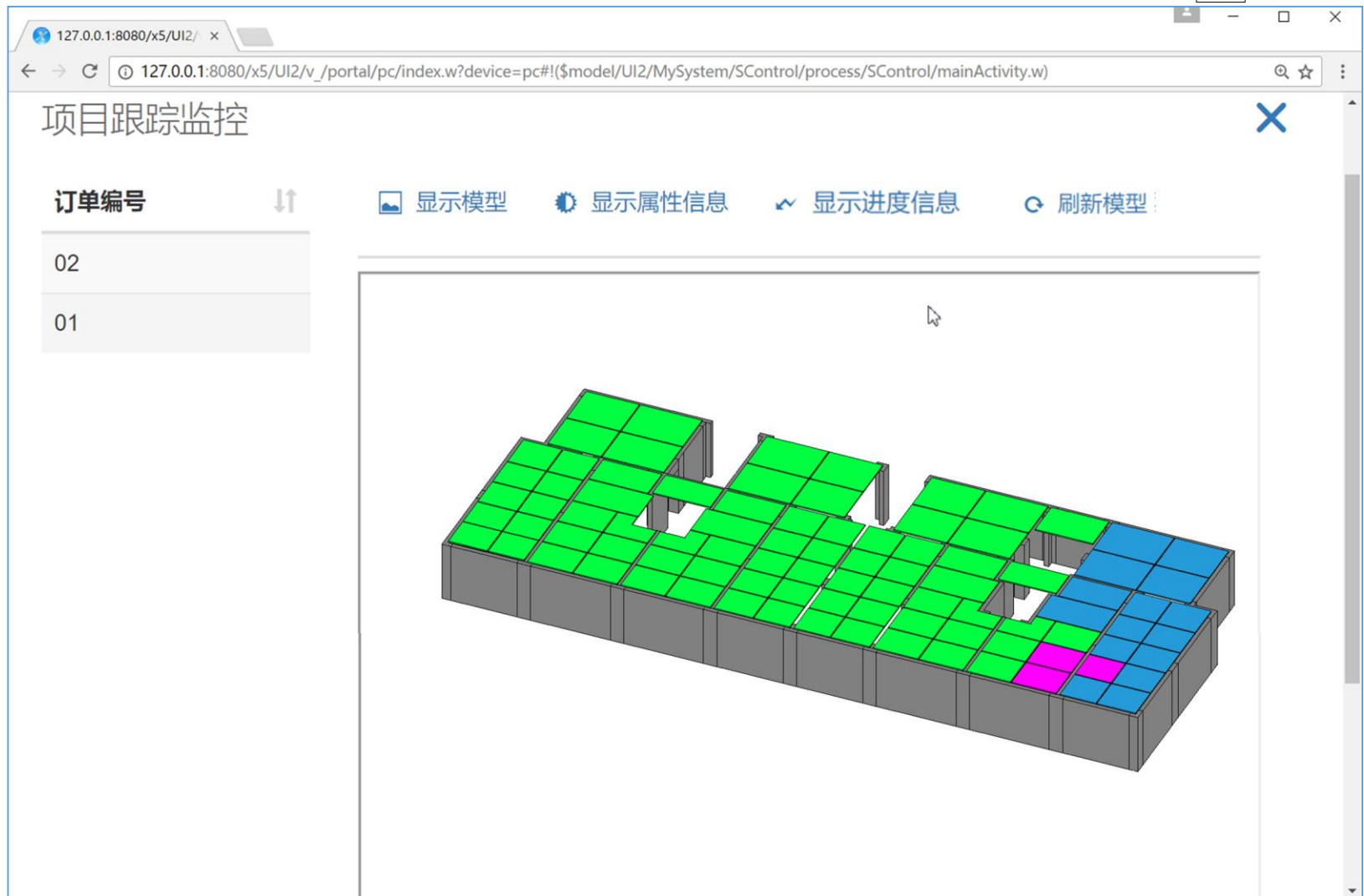
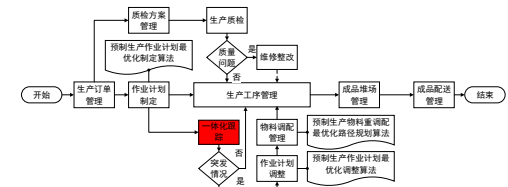
质量信息查看界面

调度长、车间主任

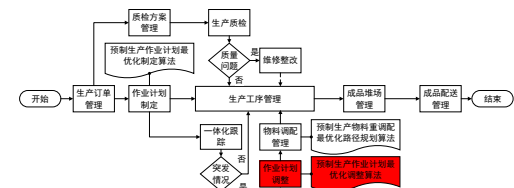


订单进度管理界面

调度长、车间主任



项目进度管理界面



调度长

127.0.0.1:8080/x5/UI2/

127.0.0.1:8080/x5/UI2/v_/portal/pc/index.w?device=pc#!(\$model/UI2/PCPM/Emergencyforreschedule/process/Emergencyforreschedule/mainActivity.w)

预制构件生产过程优化管理系统

已打开功能 待办任务 11

列表

详细

处理

刷新

< 上一条

> 下一条

突发情况类型

工序延误

突发情况时间

2016-5-27 10:00:00

突发情况上报位置

1车间

突发情况处理状态

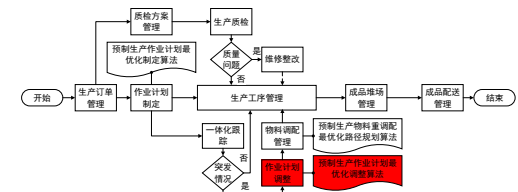
未处理

从列表

+ 添加 - 删除

工序位置	上报时间	上报人	需延长时间	所生产内容
钢筋及预埋件安置工	2016-5-27 10:00:00	张力龙	0.5h	YB41叠合板

计划重调部分参数界面

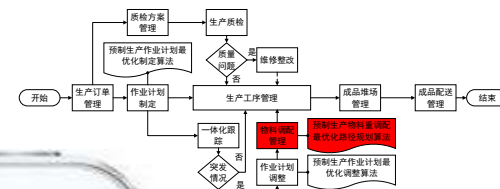


调度长、车间主任

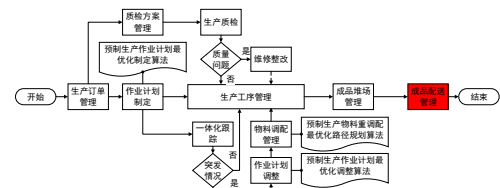


作业计划最优化调整界面

物料调配员、工人



物料调配路径最优化规划界面



库管员、配送员

127.0.0.1:8080/x5/UI2/ x

127.0.0.1:8080/x5/UI2/v_/portal/pc/index.w?device=pc#!(\$model/UI2/MySystem/InventoryManage/process/InventoryManage/mainActivity.w)

预制构件生产过程优化管理系统

已打开功能

待办任务 11

刷新

三

存储构件查看

保存

删除

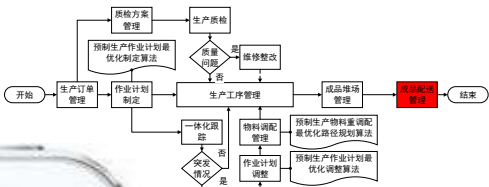
新增

刷新

构件编号	构件类型	构件型号	堆场	子库存	货位	客户地址	交付
02%0201%YB48-F%6	外墙板	YB48-F	01堆场	0102子库存	0102A货位	房山长阳镇	2016-05
02%0201%YB48-F%3	外墙板	YB48-F	01堆场	0102子库存	0102A货位	房山长阳镇	2016-05
02%0201%YB48-F%7	外墙板	YB48-F	01堆场	0102子库存	0102A货位	房山长阳镇	2016-05
02%0201%WQ45%4	外墙板	WQ45	01堆场	0102子库存	0102A货位	房山长阳镇	2016-05

构件存储管理界面

配送員

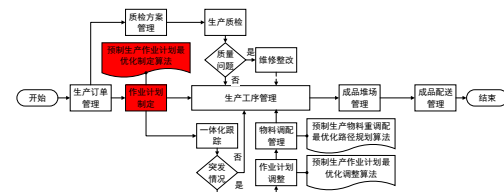


构件配送管理界面

该系统的“技术含量”

- 基于新愿景
 - 互联网+技术的应用
 - BIM、移动终端、物联网（RFID）、智能化
 - 优化技术的应用
 - 作业计划的制定
 - 作业计划的调整
 - 物料的重调配规划
- 适用范围：钢筋混凝土预制构件流水线生产

作业计划最优化模型



• 优化目标

- 工作站闲置时间最短
- 违约费与库存成本最少
- 生产总时长最短
- 减少工作站生产内容变动

• 优化目标公式

$$\text{Min } f_{WI} = \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^6 [C(J_{l,n_l}, M_{l,k}) - \sum_{i=1}^{n_l} P_{l,i,k}]$$

$$\text{Min } f_{DI} = \sum_{l=1}^L \{ \sum_{i=1}^{n_l} \tau_{l,i} * \text{Max}[0, C(J_{l,i}, M_{l,6}) - d_{l,i}] + \sum_{i=1}^{n_l} \varepsilon_{l,i} * \text{Max}[0, d_{l,i} - C(J_{l,i}, M_{l,6})] \}$$

$$\text{Min } f_{MS} = \text{Max}_{\forall l \in N^+ | l \leq L} C(J_{l,n_l}, M_{l,6})$$

$$\text{Min } f_{TC} = \sum_{s=1}^S \{ \text{ETN}_s + \alpha * \text{ECT}_s \}$$

• 限制条件

- 产能限制
- 蒸养室容量限制
- 工作制限制
- 工序间缓存空间限制
- 模板数量限制
- 模台数量限制

• 限制条件公式

$$S(J_{l,i}, M_{l,k}) \geq \begin{cases} \text{Max}[C(J_{l,(i-1)}, M_{l,k}), C(J_{l,i}, M_{l,(k-1)})], & \text{if } k \neq 4 \\ C(J_{l,i}, M_{l,(k-1)}), & \text{if } k = 4 \end{cases}$$

$$C(J_{l,i}, M_{l,k}) \geq S(J_{l,i}, M_{l,k}) + P_{l,i,k}$$

$$S(J_{l,i}, M_{l,4}) \geq \text{Max}_{\forall y \in N^+ | y < i} C(J_{l,y}, M_{l,4})$$

$$C(J_{l,i}, M_{l,3}) \geq \begin{cases} T, & \text{if } T \leq 24D + H_W + H_E \\ 24(D + 1) + P_{l,i,k}, & \text{if } T > 24D + H_W + H_E \end{cases}$$

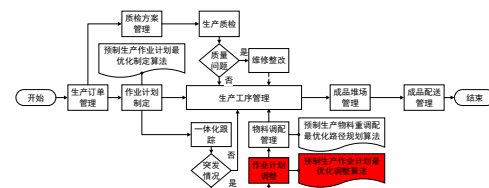
$$C(J_{l,i}, M_{l,4}) \geq \begin{cases} T, & \text{if } T < 24D + H_W \\ 24(D + 1), & \text{if } 24D + H_W \leq T \leq 24(D + 1) \\ T, & \text{if } T > 24(D + 1) \end{cases}$$

$$C(J_{l,i}, M_{l,k}) \geq \begin{cases} T, & \text{if } T < 24D + H_W \text{ and } k = 1, 2, 5, 6 \\ T + H_N, & \text{if } T \geq 24D + H_W \text{ and } k = 1, 2, 5, 6 \end{cases}$$

$$C(J_{l,i}, M_{l,k}) \geq S(J_{l,(i-B_{l,k})}, M_{l,(k+1)})$$

$$S(J_{l,i}^S, M_{l,1}) \geq \text{Min} \{ \text{Max}_{\forall l \in N^+ | l \leq L, \forall y \in N^+ | y \leq i, \forall x \in N^+ | x < j} [C(J_{l,y,x}, M_{l,6})] \}$$

$$S(J_{l,i}^j, M_{l,1}) \geq \text{Min} \{ \text{Max}_{\forall l \in N^+ | l \leq L, \forall y \in N^+ | y \leq i, \forall x \in N^+ | x < j} [C(J_{l,y,x}, M_{l,6})] \}$$



作业计划最优化调整模型

• 优化目标

- 违约费与库存成本最少
- 生产总时长最短
- 物料调配工作最少
- 所使用**产能余量**最少
-

• 限制条件

- 产能限制
- 工序间缓存空间限制
- 模板数量限制
- 模台数量限制
- 原料数量限制
-

• 优化目标公式

$$\begin{aligned} \text{Min } f_{WT} &= \sum_{i=1}^L \sum_{k=1}^6 [C(J_{l,i}, M_{l,k}) - S(J_{l,i}, M_{l,k}) - \sum_{i=1}^{n_l} P_{l,i,k}] \\ \text{Min } f_{CS} &= \sum_{i=1}^L \{ \sum_{i=1}^{n_l} \tau_{l,i} * \text{Max}[0, C(J_{l,i}, M_{l,6}) - d_{l,i}] + \sum_{i=1}^{n_l} \varepsilon_{l,i} * \text{Max}[0, d_{l,i} - C(J_{l,i}, M_{l,6})] \} \\ \text{Min } f_{MS} &= \text{Max}_{v \in N^+} |l| \leq L, C(J_{l,i}, M_{l,6}) \\ \text{Min } f_{TC} &= \sum_{s=1}^S \left\{ \sqrt{\sum_{i=1}^L T Q_{l,s}^2 / L_s} + \sqrt{\sum_{i=1}^L C Q_{l,s}^2 / L_s} \right\} \\ \text{Min } f_{MR1} &= L_r \\ \text{Min } f_{MR2} &= \sum_{i=1}^L \left[\sum_{s=\$1}^{\$MN} | \text{Sum}_{l,s}(t_0, t_0 + T_p) - \text{Sum}_{l,s}^O(t_0, t_0 + T_p) | \right], \$ \in (\$1, \dots, \$MN) \\ \text{Min } f_{RC} &= \varphi * T_r * L_r \end{aligned}$$

• 限制条件公式

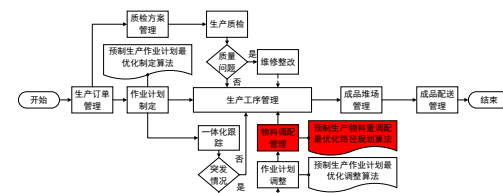
$$\begin{aligned} S(J_{l,i}, M_{l,4}) &\geq \text{Max}_{v \in N^+ | y < i} C(J_{l,y}, M_{l,4}) \\ C(J_{l,i}, M_{l,3}) &\geq \begin{cases} T, & \text{if } T \leq 24D + H_W + H_E \\ 24(D+1) + P_{l,i,k}, & \text{if } T > 24D + H_W + H_E \end{cases} \\ C(J_{l,i}, M_{l,4}) &\geq \begin{cases} T, & \text{if } T < 24D + H_W \\ 24(D+1), & \text{if } 24D + H_W \leq T \leq 24(D+1) \\ T, & \text{if } T > 24(D+1) \end{cases} \\ C(J_{l,i}, M_{l,k}) &\geq \begin{cases} T, & \text{if } T < 24D + H_W \text{ and } k = 1, 2, 5, 6 \\ T + H_N, & \text{if } T \geq 24D + H_W \text{ and } k = 1, 2, 5, 6 \end{cases} \\ C(J_{l,i}, M_{l,k}) &\geq S(J_{l,(i-B_{l,k})}, M_{l,(k+1)}) \\ S(J_{l,i}^{j,s}, M_{l,1}) &\geq \text{Min} \left\{ \text{Max}_{v \in N^+ | l' \leq L, \forall y \in N^+ | y \leq N, \forall x \in N^+ | x < j} [C(J_{l',y}^{x,s}, M_{l,6})] \right\} \\ &\dots \end{aligned}$$



各工序生产耗时放宽
10%~20%

物料提前布置

物料重调配路径最优化规划模型



• 优化目标

- 载具行进总路程最短
- 急需物料优先调配

• 优化目标公式

$$\text{Min } f_{TD} = \sum_{i=1}^I D_i$$

$$\text{Min } f_{RE} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} \frac{\max[j - \text{DemandSeq}(H_{i,j}), 0]}{\text{DemandSeq}(H_{i,j})}$$

• 限制条件

- 物料调配需求均满足
- 装载量限制
- 堆场容量限制

• 限制条件公式

$$H_{i,j} \neq H_{m,n}, \text{ if } m \neq i \text{ and } n \neq j$$

$$\sum_{i=1}^I J_i = \text{Totalquantity}$$

$$V_{i,j}^{Sk} = V_{i,j}^{Sk}|_0 + DM_{i,j}^{Sk}$$

$$V_{i,j}^{Sk} = \sum_{l=j+1}^{\min(C_i + J_i)} \max(0, -DM_{i,l}^{Sk})$$

$$V_{i,j}^{Sk} \geq 0$$

$$\sum_{k=1}^K V_{i,j}^{Sk} \leq C_i$$

$$P_{i,t} \leq P_i$$

利用遗传算法求解上述模型

$$\begin{aligned} \text{Min } f_{TD} &= \sum_{i=1}^I D_i \\ \text{Min } f_{RE} &= \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} \frac{\max\{[-\text{DemandSeq}(H_{ij}), 0]\}}{\text{DemandSeq}(H_{ij})} \\ H_{ij} &\neq H_{m,n}, \text{ if } m \neq i \text{ and } n \neq j \\ \sum_{i=1}^I J_i &= \text{TotalQuantity} \\ V_{ij}^{S_k} &= V_{ij}^{S_k}|_0 + DM_{ij}^{S_k} \\ V_{ij}^{S_k} &= \sum_{l=j+1}^{\min(C_i+J_i)} \max(0, -DM_{il}^{S_k}) \\ \sum_{k=1}^{S_k} V_{ij}^{S_k} &\leq 0 \\ P_{it} &\leq P \end{aligned}$$

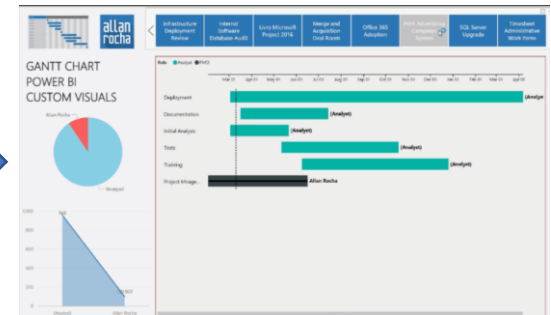
计划模型



计划目标



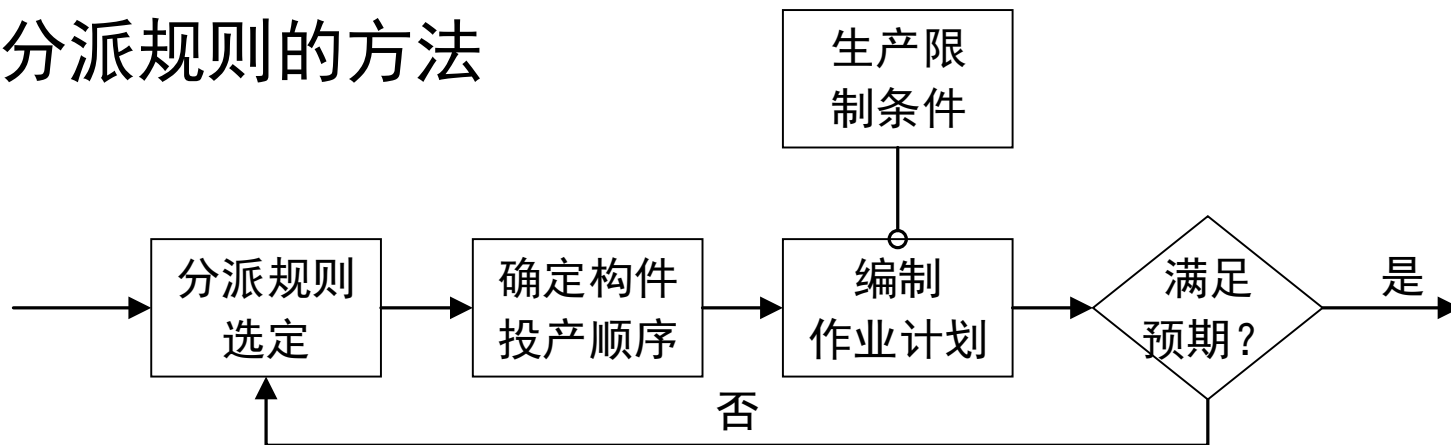
遗传算法



最优计划(规划)

目前预制生产作业计划制定方法

- 基于分派规则的方法



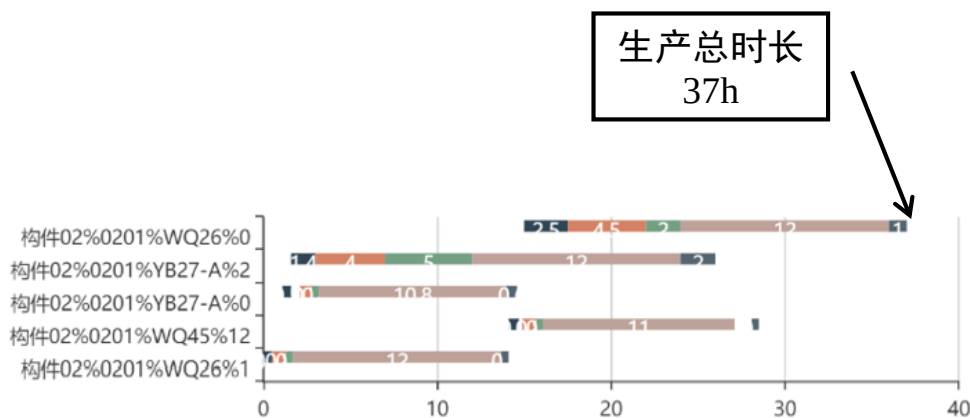
- 典型分派规则

- 最早交货期分派法
- 最短加工时间分派法
- 最短余裕时间分派法
- 关键工序分派法

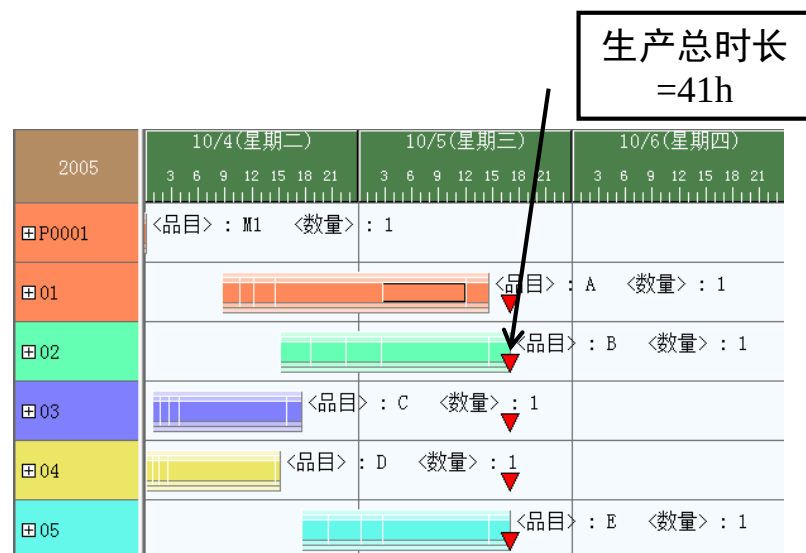
-
1. 需要人工反复比选，其效果依赖于用户经验；
2. 不保证所得结果最优

与商业软件Asprova对比作业计划效果

- 该项目中某日计划



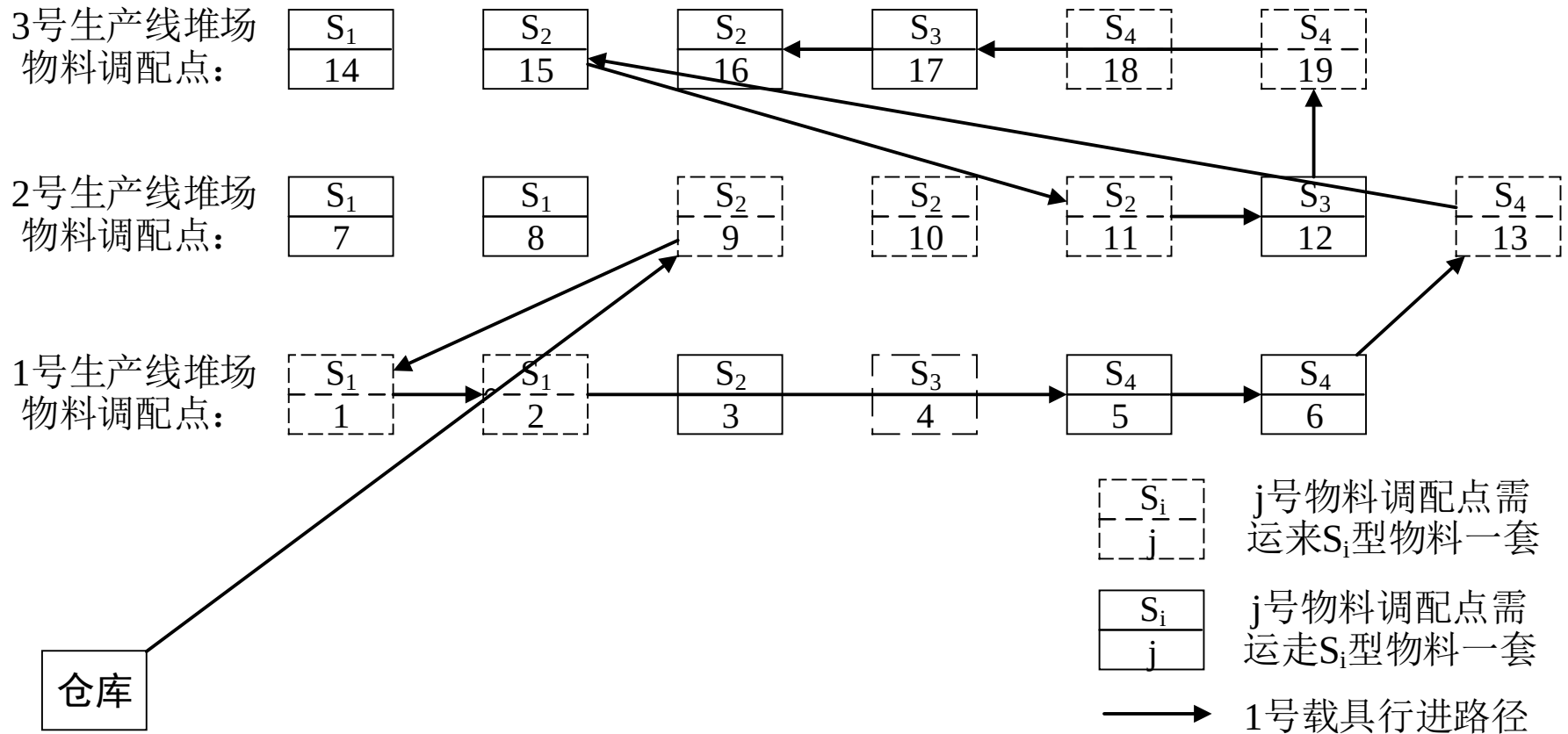
本系统生成的作业计划



Asprova APS软件生产的作业计划



物料重调配规划结果例



对应于载具1

6.3 BIM相关标准的发展

- BIM技术的应用需要多方面的标准
目前BIM相关标准还很不成熟
尤其是我国在这这方面的工作刚刚开展

BIM应用标准框架：buildingSMART

- 过程标准

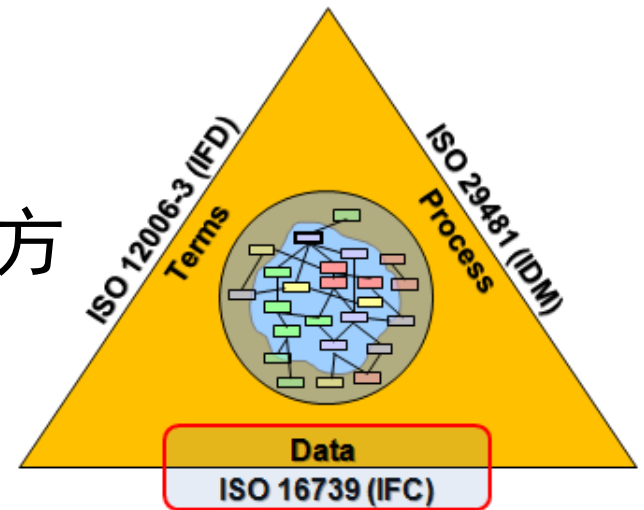
在建筑工程各阶段的有关过程中
参与方应该
将什么信息提供给相关方

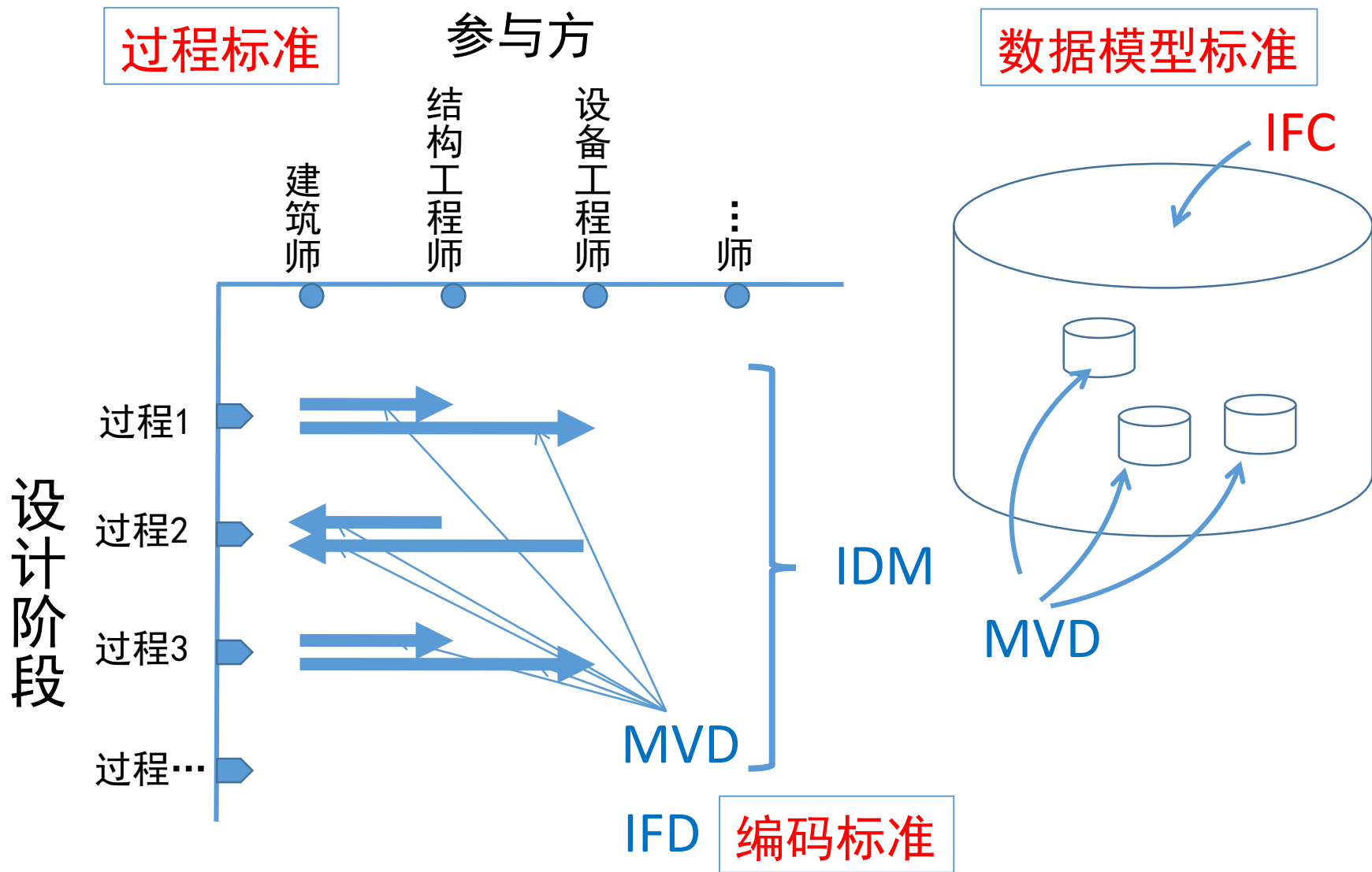
- 数据模型标准

以什么格式将信息提供给相关方

- 编码标准

信息遵循什么编码规则





BIM应用标准之间的关系

IFC (Industry Foundation Classes) 标准

定义

开放的建筑产品数据表达与交换的国际标准，是建筑工程软件交换和共享信息的基础

基本信息

IFC 4版本，包含766个实体，59个选择类型，206个枚举类型，126个定义类型，408个预定义属性

已成为ISO标准

体系架构



资源层

描述基础的信息资源

核心层

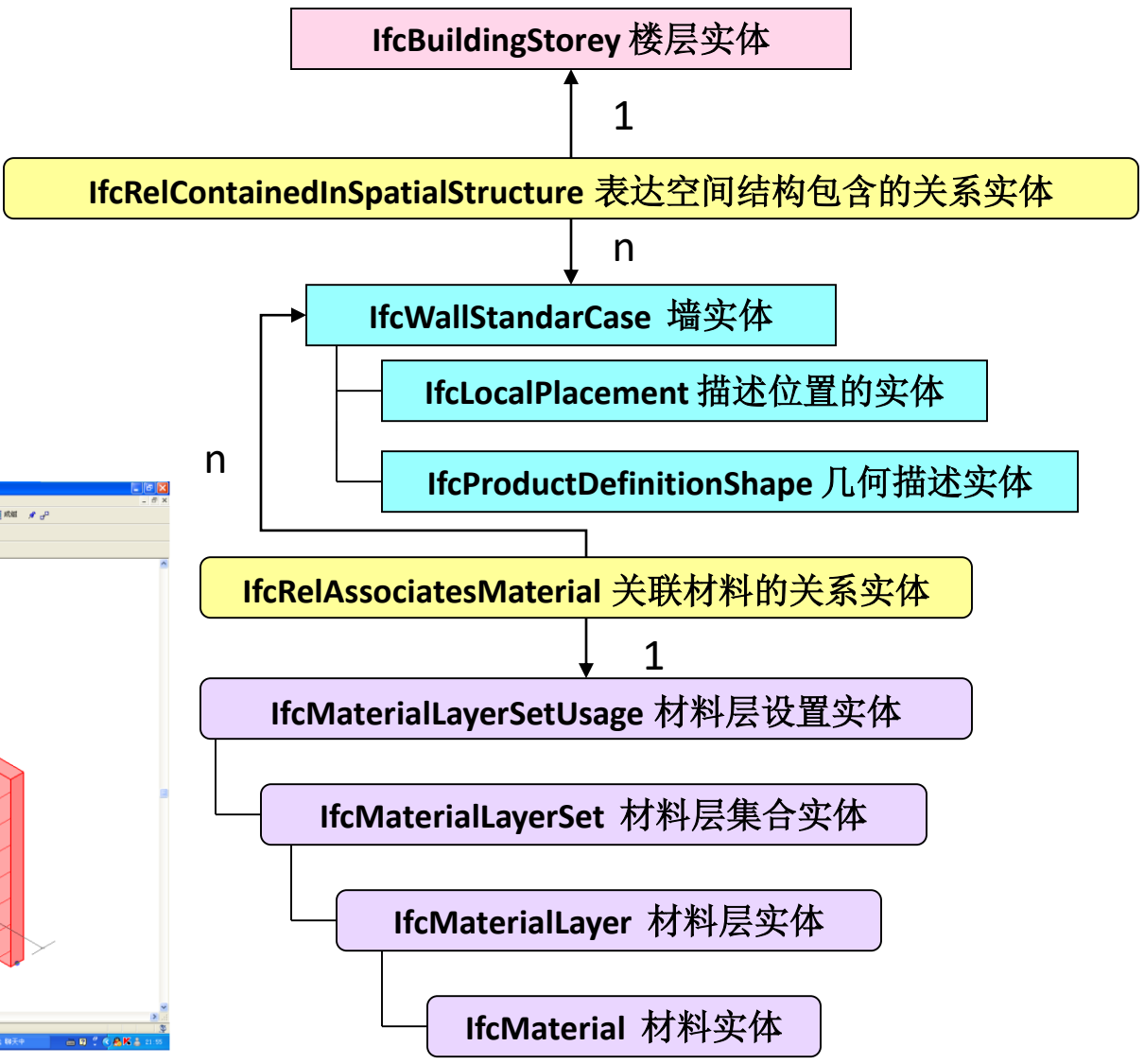
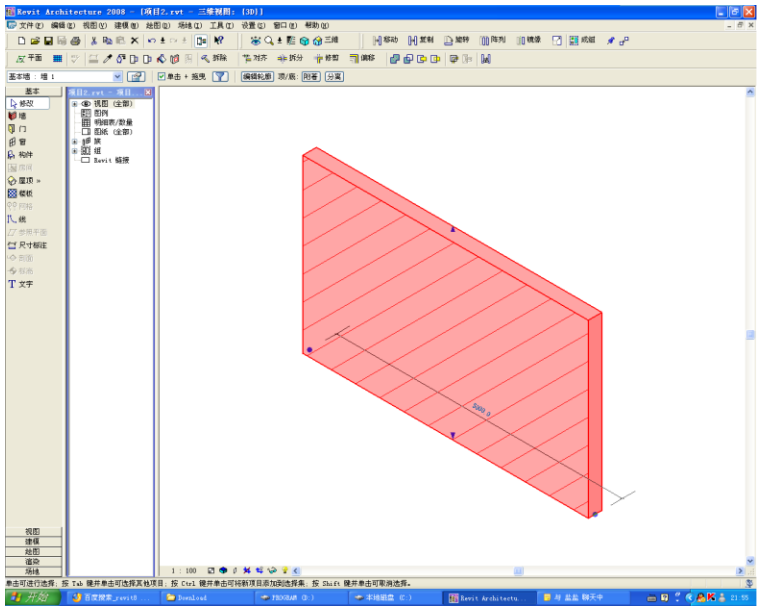
描述建筑项目信息的整体框架

共享层

解决领域之间的信息交互

领域层

描述各领域的信息



涉及到的IFC实体的例子

墙实体的IFC文件描述:

```
#57=IFCWALLSTANDARDCASE('0VQttvc_V104uO_RNLSzmPf',#33,'\X\BB\X\F9\X\B1\X\BE\X\C7\X\BD:\X\C7\X\BD1:1201',$,\X\BB\X\F9\X\B1\X\BE\X\C7\X\BD:\X\C7\X\BD1:952',#41,#56,'1201');
```

位置信息的描述:

```
#41=IFCLOCALPLACEMENT(#37,#40);
```

几何信息的描述:

```
#56=IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#44,#55));
```

关联材料的关系实体的描述:

```
#109=IFCRELCONTAINEDINSPATIALSTRUCTURE('1AzfPxLxD0ew8QT9laAeIK',#33,$,$,(#57),#38);
```

材料层设置实体的描述:

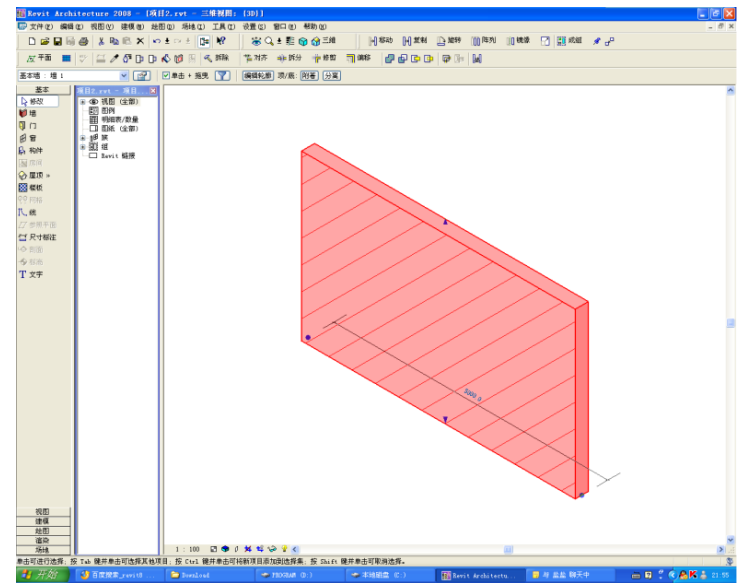
```
#107=IFCMATERIALLAYERSETUSAGE(#106,.AXIS2,.,NEGATIVE,.,120.);
```

材料层几何实体的描述:

```
#106=IFCMATERIALLAYERSET((#105),'\X\BB\X\F9\X\B1\X\BE\X\C7\X\BD:\X\C7\X\BD 1');
```

材料层实体的描述:

```
#105=IFCMATERIALLAYER(#97,240.,$);
```



材料实体的描述:

```
#97=IFCMATERIAL('\X\CD\X\C1\X\B2\X\E3');
```

表达空间结构包含关系实体的描述:

```
#109=IFCRELCONTAINEDINSPATIALSTRUCTURE('1AzfPxLxD0ew8QT9laAeIK',#33,$,$,(#57),#38);
```

楼层实体的描述:

```
#38=IFCBUILDINGSTOREY('0VQttvc_V104uO_RNLSzm5z',#33,'\X\B1\X\EA\X\B8\X\DF1',$,$,#37,$,$,ELEMENT,0.);
```

IFC数据文件的例子

- 美国国家BIM标准

2007年 NBIMS-US Version 1- Part 1

全生命期视图、工作范围、方法论、
应用案例

2012年 NBIMS-US™ Version 2

基于共识的标准

2015年 NBIMS-US™ Version 3

Version 2的扩展

NBIMS V3 Contents

1 Scope

1.1 The importance of NBIMS-US™ to the industry

1.2 Moving forward, together

2 Reference Standards

2.1 Introduction to Reference Standards

2.2 ISO 16739, Industry Foundation Class 2x3 –February 2006

2.3 World Wide Web Consortium Extensible Markup Language Specification and Validation 1.0 Fifth Edition –November 2008

2.4 OmniClass Tables

2.5 International Framework for Dictionaries (IFD) /buildingSMART Data Dictionary (BSDD) Revised May 2012

2.6 BIM Collaboration Format (BCF) – Version 1.0

2.7 LOD Specification – August 2013

2.8 United States National CAD Standard (NCS) – V5

3 Terms and Definitions

3.1 Scope of Terms and Definitions

3.2 Additional items

3.3 Terms and Definitions

3.4 Glossary

4 Information Exchange Standards

4.1 Introduction to Information Exchange Standards

4.2 Construction Operation Building information exchange (COBie) –Version 2.4

4.3 Early Design to Spatial Program Validation (SPV)

4.4 Design to Building Energy Analysis (BEA)

NBIMS V3 Contents (Continued)

4.5 Design to Quantity Takeoff for Cost Estimating (QTO)

4.6 Building Programming information exchange (BPie) – Version 1.0

4.7 Electrical information exchange (SPARKie) – Edition 2013

4.8 Heating, Ventilation and Air Conditioning information exchange (HVACie) – Edition 2013

4.9 Water Systems information exchange (WSie) –Edition 2-13

5 Practice Documents

5.1 Introduction to Practice Documents

5.2 Minimum BIM – Second Edition

5.3 BIM Project Execution Planning Guide – Version 2.1

5.4 BIM Project Execution Plan Content – Version 2.1

5.5 Mechanical, Electrical, Plumbing, And Fire Protection System (MEP) Spatial Coordination Requirements for Construction Installation Models and Deliverables – Revised May 2012

5.6 Planning, Executing and Managing Information Handover – Revised June 2011

5.7 BIM Planning Guide for Facility Owners

5.8 Practical BIM Contract Requirements US Army Corps of Engineers BIM Contracts Requirements for Design Build Projects

5.9 The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses Version 0.91 – October 2013

- 关于NBIMSTM V3的统计数字

包含 7 部参考标准

IFC、XML、OmniClass、
IFD、BCF、LOD、CAD

包含 8 部信息共享标准

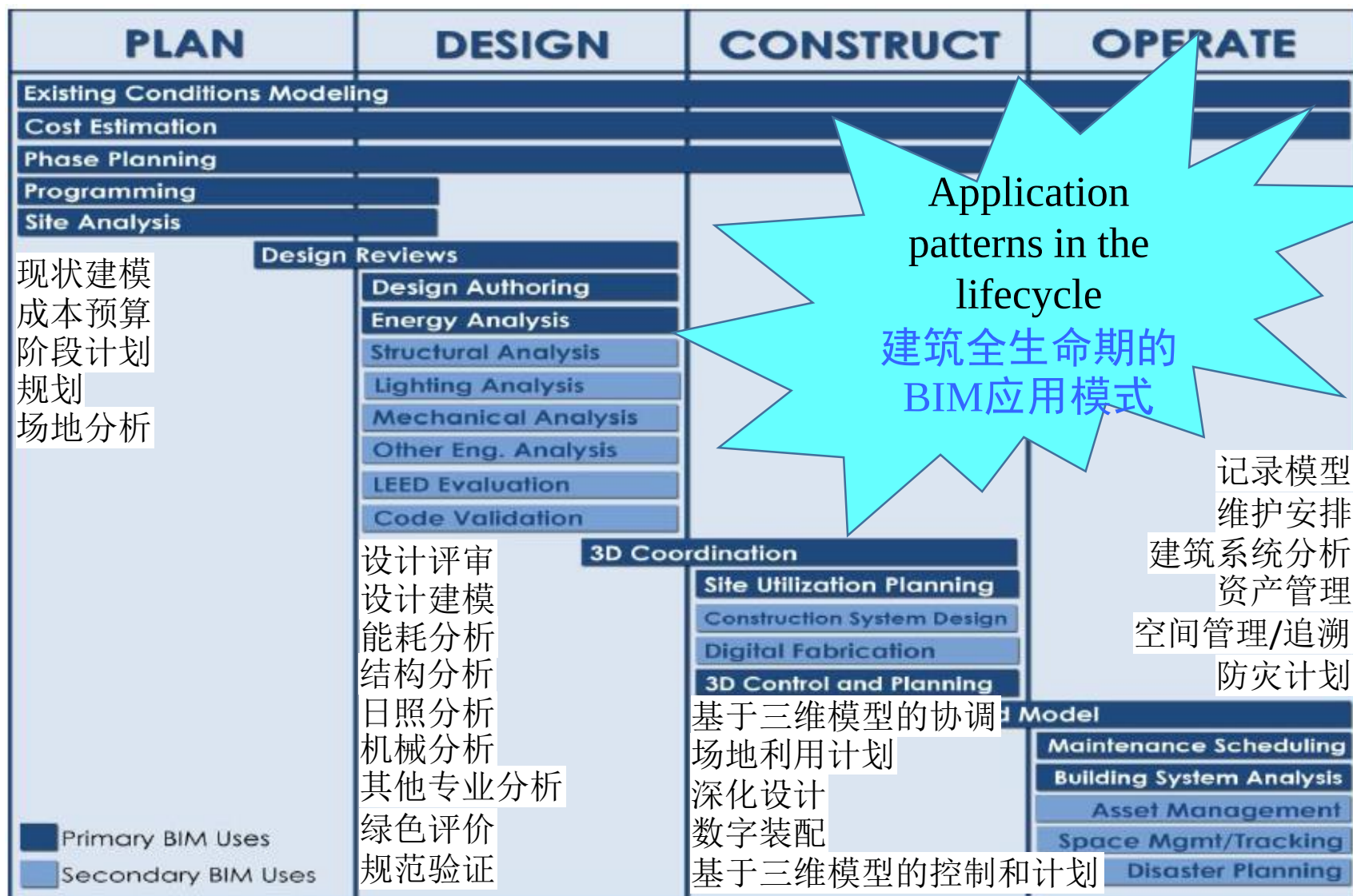
运营COBie、空间规划验证SPV、
耗能分析BEA、算量QTO、
规划交换BPie、电气交换SPRKie、
HVACie、水系统交换WSie

- 关于NBIMSTM V3的统计数字（续）

包含 8 部指南性文档

Min BIM、Execution Planning、
Plan Content、MEP Coordination、
Handover、Planning for Owner、
Contract Requirement、BIM Uses

BIM技术的基本应用模式（应用点）



Extracted from "BIM Project Execution Planning Guide v. 2.0", 2010



- 我国的BIM国家标准

建筑工程信息模型应用统一标准

建筑工程信息模型存储标准

建筑工程设计信息模型交付标准

建筑工程设计信息模型分类和编码标准

制造工业工程设计信息模型应用标准

建筑工程施工信息模型应用标准

6.4 BIM技术的创新性应用

- 可考虑的BIM技术的创新性应用

用于新的对象

与现有技术集成应用

促成新的应用模式

以下通过例子来说明

例1：用于生态小区全生命周期

- 生态小区：一个复杂的系统



建筑物



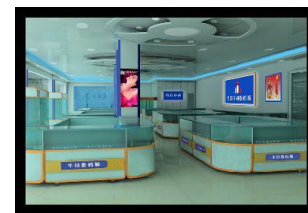
道路



绿地



管线



共用设施

更多的信息
更宽的BIM应用范围
而针对生态小区的调研还很少

应用情形？

BIM技术的潜在应用情形

规划阶段			
1	环境风速仿真	2	小区交通仿真
3	多方案全生命期成本比较		
设计阶段			
1	光污染分析	2	设计绿色能源系统
3	估算建筑共用面积全生命期成本	4	估算建筑全生命期成本 (LCA)
施工阶段			
1	基于4D的多栋单体建筑施工协调	2	危险情形的预判
3	制定施工机械现场布置方案	4	复杂施工前施工人员培训
5	施工现场土方工程的数字化施工	6	用于社区营销的虚拟展示
7	装修方案的展示和当场设计		
运营维护阶段			
1	公用设施的可视化中央监控	2	安保设施可视化中央监控
3	面向维护人员和住户的指南性动画	4	可视化的公寓租售管理
5	灾时情形模拟及撤退指南	6	维护计划优化
7	辅助设备更换计划的制定	8	高效检索类似威胁
9	追踪二氧化碳排放		

A.1 规划阶段

- 目标

提出可行的设计方案

- 参与方

业主、设计方、相关政府部门、潜在的终端用户



No.	潜在应用情形
1	环境风速仿真
2	小区交通仿真
3	多方案全生命期成本比较

应用情形 环境风速仿真

功能

帮助设计者优化建筑物的布置，以便减小建筑物之间风速大带来的不利影响。

BIM的作用

BIM提供社区数据，包括地形数据、建筑物外形数据、建筑物表面材料数据以及绿地轮廓数据等，供仿真软件直接利用。

参与方获益

可以降低冬天和夏天的能源成本，为住户提供一个更加安全和舒适的居住环境。

A.2 设计阶段

- 目标

工程细化设计

- 参与方

设计方



No.	潜在应用情形
1	光污染分析
2	设计绿色能源系统
3	估算建筑共用面积全生命期成本
4	估算建筑全生命期成本 (LCA)

应用情形 光污染分析



功能

方便设计者确保形成一个对住户适当的光环境，避免因材料或光源的不当使用造成光污染。

BIM的作用

提供准确的建筑物位置、几何信息、建筑物布局信息、建筑物表面的材料和几何信息、人工光源的布置信息，以及太阳光的信息，方便这些信息在分析中被直接利用。

参与方获益

将会给住户带来更加健康、安全及舒适的室内和室外环境。

A.3 施工阶段

- 目标

有序地管理施工方、设施和场地
按时按质完成项目

- 参与方

业主、总包、分包



施工阶段的潜在应用情形

No.	潜在应用情形
1	基于4D的多栋单体建筑施工协调
2	危险情形的预判
3	制定施工机械现场布置方案
4	复杂施工前施工人员培训
5	施工现场土方工程的数字化施工
6	用于社区营销的虚拟展示
7	装修方案的展示和当场设计

应用情形 危险情形的预判

功能

辅助总包和分包预判施工中可能出现在现场出现的危险情形。

BIM的作用

BIM提供施工仿真所需的信息，用3D模型展示施工进度、现场布置，建筑物的内部和外部环境，使得有关人员可以事先看到施工情景。

参与方获益

施工管理者能事先看到施工现场的情形，预判施工中可能出现在现场出现的危险情形，因此可以确保施工安全性和施工人员的健康。

A.4 运营维护阶段

- 目标

项目移交给业主，服务提供给住户

- 参与者

物业管理者、住户



运营维护阶段潜在应用情形

No.	潜在应用情形
1	公用设施的可视化中央监控
2	安保设施可视化中央监控
3	面向维护人员和住户的指南性动画
4	可视化的公寓租售管理
5	灾时情形模拟及撤退指南
6	维护计划优化
7	辅助设备更换计划的制定
8	高效检索类似威胁
9	追踪二氧化碳排放

应用情形 公用设施的可视化中央监控

功能

方便物业管理者在任何时候直观地了解和控制每个家庭水电的使用状态和用量。

BIM的作用

BIM提供社区可视化数据并可保存每个家庭的水、电表读数等数据便于检索和显示。

参与方获益

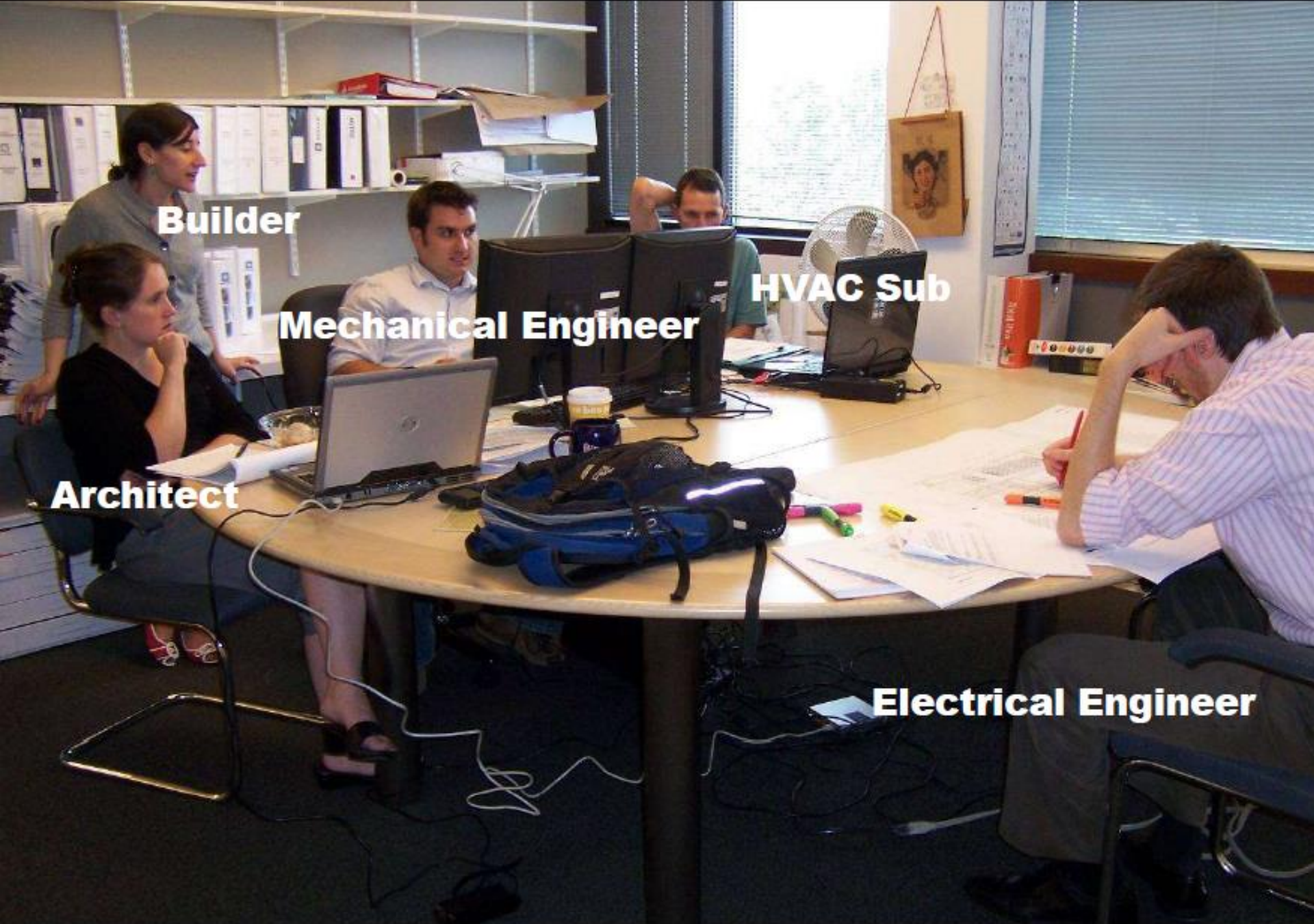
物业管理者可实时掌握和控制服务的状态，并预测整个小区水电用量。住户可省去报告水、电表读数或为预付卡充值并将其插入设备的麻烦。

例2：用于创新项目开发模式

IPD（Integrated Project Delivery）模式

集成项目交付模式

业主、设计、总包、分包等参与方在设计阶段就参与项目中，
通过应用BIM技术进行虚拟建造，
共同对设计进行改进，
并共同分享收益或风险。



Builder

HVAC Sub

Mechanical Engineer

Architect

Electrical Engineer

Decision Ready Information

Stair Option 1 - Single floor opening

103	inft	\$79	\$7,725
103	inft	\$12	\$1,236
139	mnhrs	\$225	\$31,286
24	cuyd	\$65	\$1,558
26	mnhrs	\$490	\$12,916
1	each	\$5,000	\$5,000
2.6	tons	\$8,900	\$23,376
-	sqft	\$0	\$0
23	rise	\$1,800	\$41,400
23	rise	\$2,000	\$46,000
103	inft	\$125	\$12,875
17	mnhrs	\$150	\$2,575
51	inft	\$970	\$49,470
102	inft	\$625	\$63,750
-	each		\$0
155	sqft	\$85	\$13,133
-	sqft	\$150	\$0
23	rise	\$285	\$6,555
-	sqft	\$0	\$0
13	each	\$400	\$5,100
647	sqft	\$15	\$9,705
647	sqft	\$20	\$12,940

\$200,629

\$422,851

\$33,828

\$456,679

\$20,003

Lobby Option 1

\$476,682

\$7.81

\$736.76

Stair Option 2 - Double Stacked

232	inft	\$79	\$17,400
232	inft	\$12	\$2,784
209	mnhrs	\$225	\$46,980
62	cuyd	\$65	\$4,011
68	mnhrs	\$490	\$33,258
1	each	\$5,000	\$5,000
6	tons	\$8,900	\$52,652
339	sqft	\$173	\$59,325
44	rise	\$650	\$28,600
44	rise	\$2,000	\$88,000
232	inft	\$125	\$29,000
39	mnhrs	\$150	\$5,800
103	inft	\$740	\$75,968
209	inft	\$625	\$130,625
116	inft	\$265	\$30,740
348	sqft	\$85	\$29,580
904	sqft	\$0	\$0
44	rise	\$225	\$9,900
0	sqft	\$0	\$0
26	each	\$300	\$7,838
1,868	sqft	\$10	\$16,660
1,868	sqft	\$15	\$24,990

\$382,518

\$852,916

\$68,233

\$921,149

\$40,346

Lobby Option 2

\$961,495

\$15.76

\$577.13



Metrics

- 8 months from 0% design to Certificate of Occupancy
- 0% Non-discretion change orders
- Cost: \$181/SF vs. \$220/SF
- 30% owner scope changes delivered in 6.7% less time (compared to baseline project schedule)
- Zero Claims
- Zero lost time accidents
- Zero disputes
- Zero backcharges
- 7.4% “IPD Magic” added design quality



国外关于IPD的标准和指南

