

4-2-1 BIM在施工阶段的应用： 招投标成本预算

马智亮

博士、教授、博士生导师

清华大学土木工程系

目录

1. 概述
2. 现有的成本预算软件
3. 基于BIM的成本预算原理
4. 基于BIM的成本预算软件
5. 结语

1. 概述

• 建筑工程招投标

施工阶段：确定建筑工程承包者



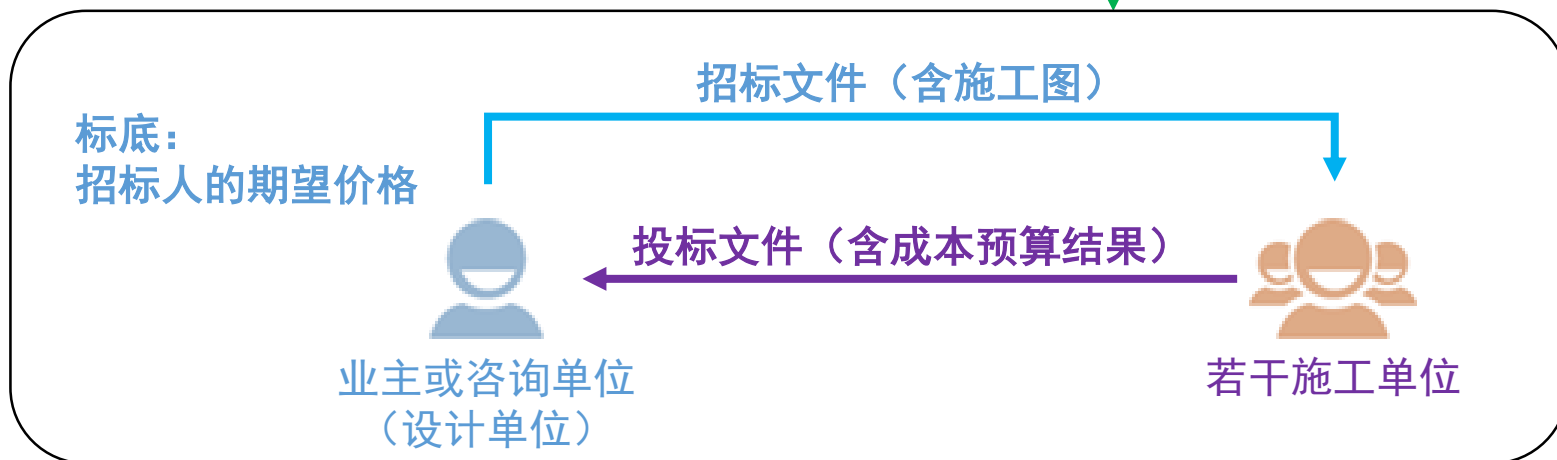
- 成本预算

基于施工图、按**相关规范**
对工程造价进行计算
用于招投标



政府监管部门

相关规范
确保公开、公平、公正



- 成本预算的种类

- 建筑工程（土建）

- 土石方、桩基础、地下室、上部结构、屋面及防水、防腐、隔热、保温等

- 装饰装修工程

- 楼地面、墙柱面、天棚、门窗、油漆、涂料、裱糊等

- 安装工程

- 机械设备、电气设备、热力设备、炉窑砌筑、工业管道等

- 其他成本预算专业工程

- 市政工程、园林绿色工程、矿山工程等

我国的成本预算规范

	国标	地标（以北京市为例）
清单	GB 50500-2013 • 建设工程工程量清单计价规范 GB 50854至50862-2013分别为： • 房屋建筑与装饰工程工程量计算规范 • 仿古建筑工程工程量计算规范 • 通用安装工程工程量计算规范 • 市政工程工程量计算规范 • 园林绿化工程工程量计算规范 • 矿山工程工程量计算规范 • 构筑物工程工程量计算规范 • 城市轨道交通工程工程量计算规范 • 爆破工程工程量计算规范	无
定额	GJD 101-95 • 全国统一建筑工程基础定额（土建上、下册） GJD 201至209-2006 • 全国统一安装工程基础定额（共9册） 其他特殊工程定额： • 07版《煤炭建设工程定额》（共13册，含概预算） • 13版《电力建设工程预算定额》（共7册）	2012年北京市工程计价依据 • 房屋建筑与装饰工程（共3册） • 仿古建筑工程预算定额 • 通用安装工程预算定额（共12大册、15小册） • 市政工程预算定额（共2大册、4小册） • 园林绿化工程预算定额（共2册） • 构筑物工程预算定额 • 城市轨道交通工程预算定额（共5册） • 预算定额基础价格（共6册）

- 成本预算方法

定额法：Quota Method

我国沿用的方法

近年来主要与工程量清单法结合使用

工程量清单法：Bill of Quantity Method

国际通用的方法

近年来被我国所采用

定额法原理

政府相关部门

统计分析
相似工程

定额规范					
工作内容				计量单位	
1. 混凝土水平运输 2. 混凝土搅拌、捣固、养护				10m3	
定额编号				5-406	
项目		单位	单价	单梁连续梁	
人工	综合工日	工日	74.30	15.51	...
材料	现浇混凝土C25	m3	375.00	10.15	...
	草袋子	m3	5.40	5.95	...
	水	m3	3.50	10.19	...
机械	混凝土搅拌机400L	台班	12.00	0.63	...
	混凝土振捣器(插入式)	台班	16.40	1.25	...

在社会平均生产力水平下，对单梁连续梁（**建筑产品**），进行混凝土水平运输、搅拌、捣固、养护（**施工工序**），每10m3**消耗量**为人工15.51工日、C25现浇混凝土10.15m3（考虑损耗等）、草袋子5.95m3、水10.19m3、搅拌机0.63台班、振捣器1.25台班；结合**参考单价**可估算建设成本

招标文件（含施工图）

套用

投标文件（含成本预算结果）
各施工单位计算的**工程量及总价**

业主
(设计单位)

若干施工单位

- 各施工单位分别计算工程量
- 套用相同定额，理论上应得到相同总价，但由于工程量计算误差较大，各方竞价不尽相同

工程量清单法原理

清单规范, GB50500-2013					
项目编码	项目名称	项目特征	计量单位	工程量计算规则	工作内容
010503002	矩形梁	1. 混凝土种类 2. 混凝土强度等级	m3	略	1. 模板及支架制作、安装、拆除、堆放、运输及清理 模板内杂物、刷隔离剂等 2. 混凝土制作、运输、浇筑、振捣、养护
...

编制及算量

分部分项工程和单价措施项目清单与计价表							
序号	项目编码	项目名称	项目特征描述	计量单位	工程量	金额/元	
						综合单价	合价
1	010503002001	矩形梁	1. 梁底标高: 详见图纸 2. 梁截面: 详见图纸 3. (混凝土种类: 一般混凝土) 4. 混凝土强度等级: C25 5. 混凝土拌和料要求: 根据图纸及 施工规范要求	m3	a		
...

参照

招标文件 (含施工图)
咨询公司计算的统一工程量

报价

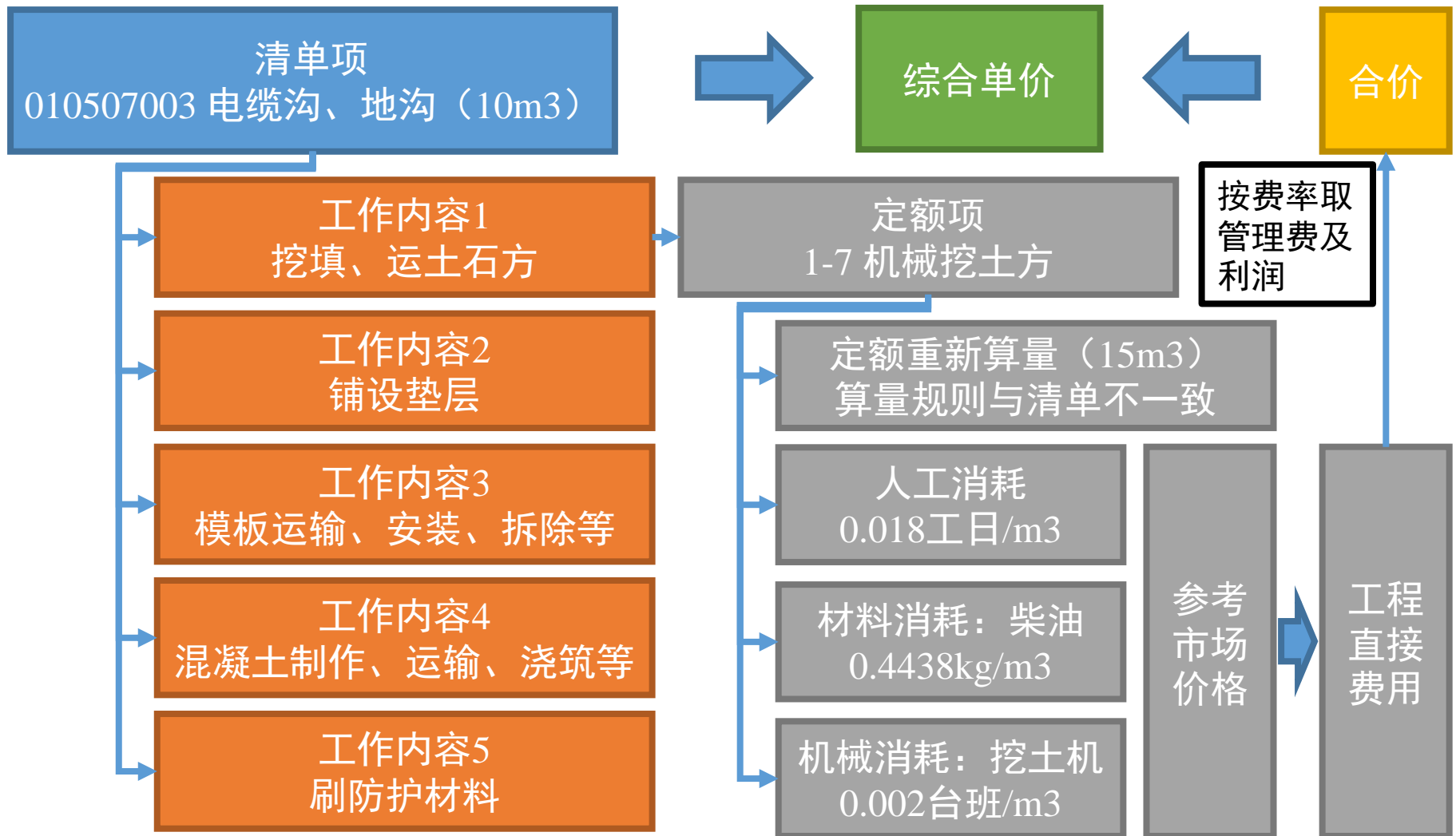
投标文件 (含成本预算结果)
各施工单位计算的总价

原则上参考施工单位自身的**企业定额**报价, 反映市场价格和企业技术管理实力; 但实际项目中, 施工单位往往都在**国家或地方定额**的基础上确定价格: 综合单价。

业主或咨询公司
(设计单位)

若干施工单位

清单综合单价的计算例示

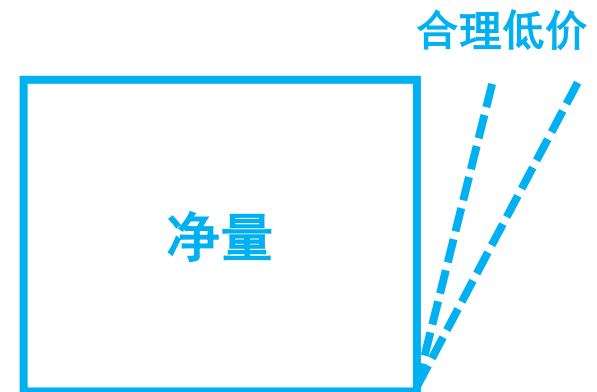


定额法与清单法对比

	定额法	清单法
基本原理	工程造价 = \sum 工程基本构造要素 工程量 x 相应单价	
计价依据	介于国家定价和国家指导价之间	市场计价
算量主体	招标人及投标人分别计算	招标人（业主或咨询单位）统一计算
算量规则	净用量基础上考虑损耗等	净用量
评标办法	标底与投标报价是按相同定额、相同工程量、相同计算流程进行计价，是造价计算准确度的比较	投标报价反映市场价格和企业技术管理实力；评标重点是分析各施工企业相同工程量下不同单价的合理性，合理低价中标

算量规则不同的例子：挖土方的工程量，清单法以垫层底面积乘挖土深度（净用量），定额法在此基础上需考虑工作面甚至是放坡等

- 施工技术好的企业放坡坡度小，挖土方的工程量也小，成本也随之下降
- 传统定额法量价均是规定好的，无法体现技术差异
- 清单法中净量是统一的，技术差异体现在（综合）单价中



2. 现有的成本预算软件

- 前提

 - 造价人员识图（二维图纸）

 - 按规范提取信息

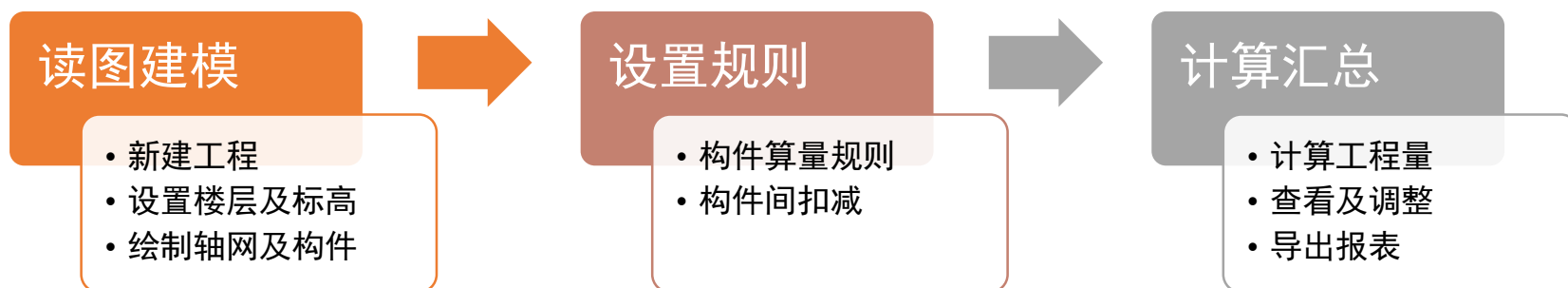
- 两类软件

 - 基于表计算的软件：计算模版（很少用）

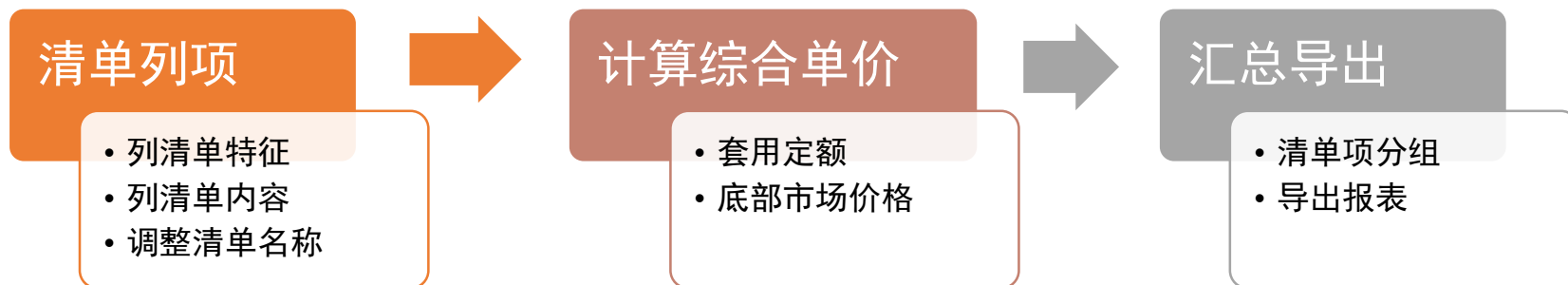
 - 基于图形建模的软件：根据模型进行计算

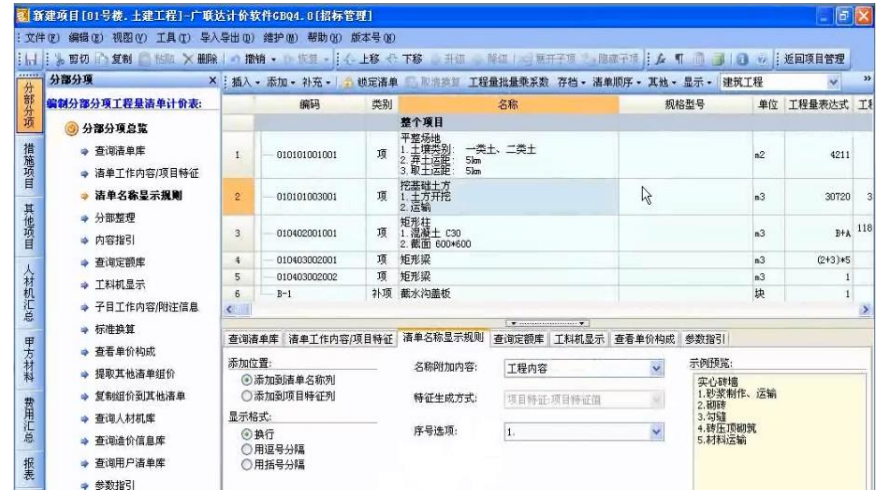
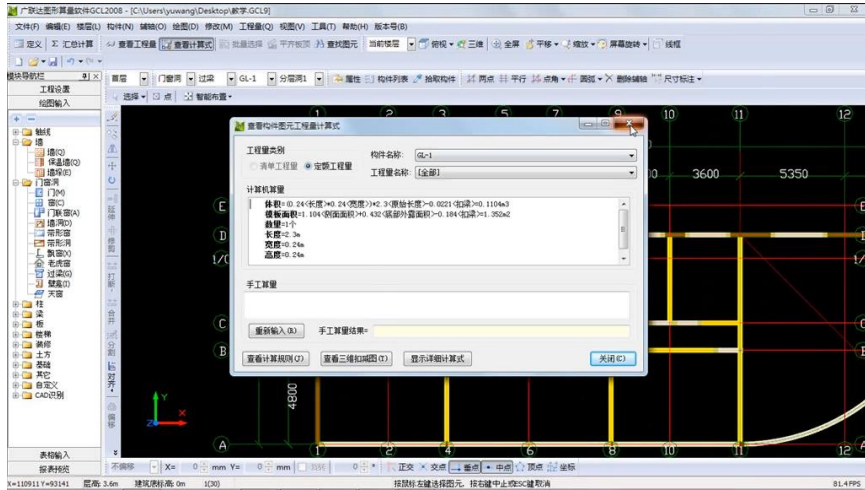
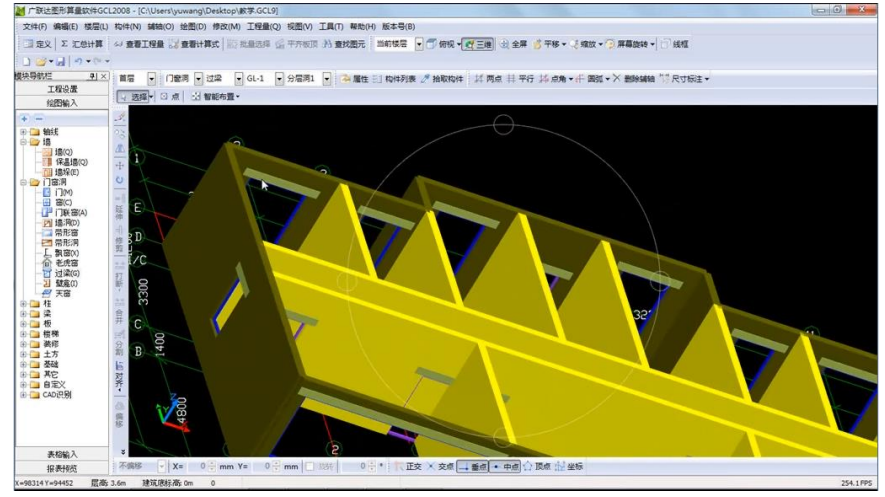
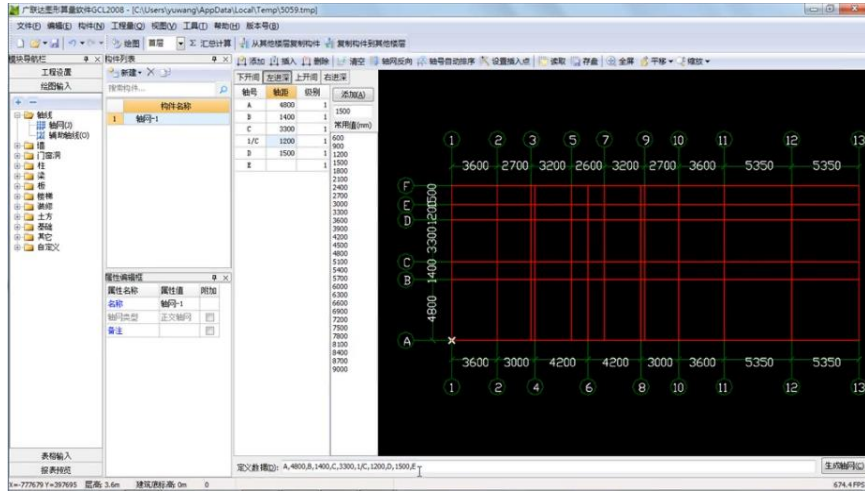
例：广联达成本预算软件

算量软件：GCL2013



计价软件：GBQ4.0





广联达软件界面

3. 基于BIM的成本预算原理

建筑师和结构工程师利用BIM软件
得到设计结果BIM

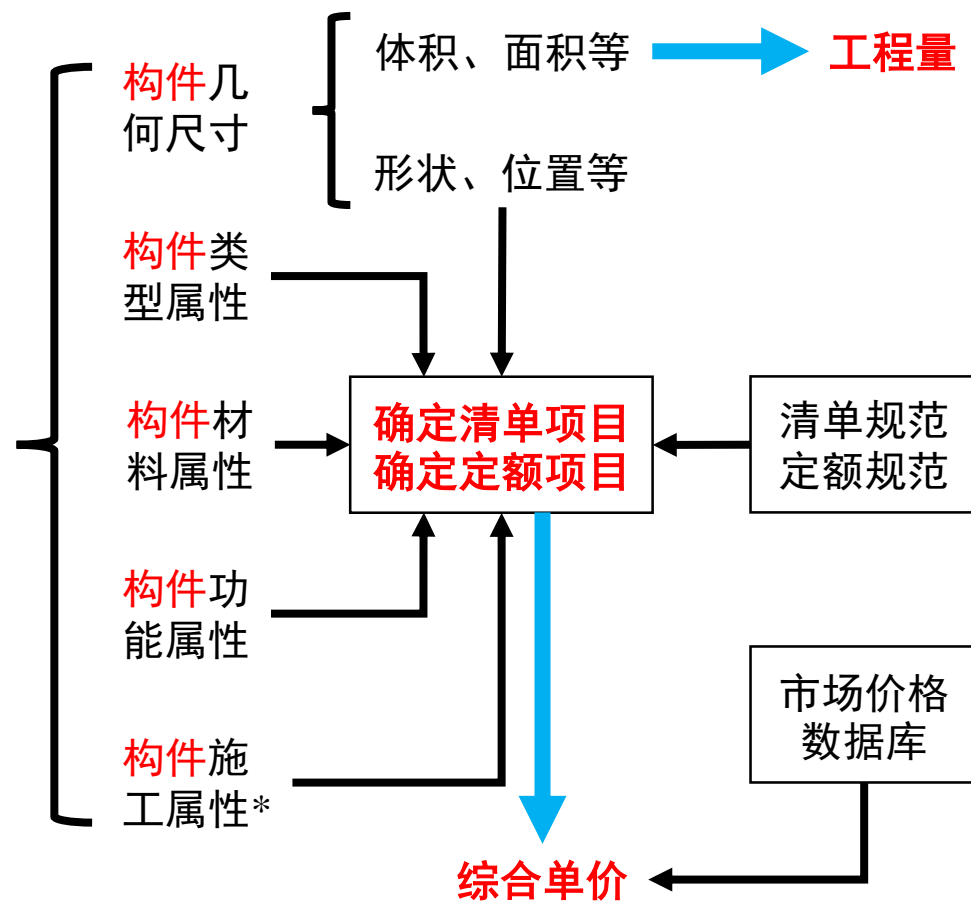


能否开发软件对其进行分析
使得能自动形成工程量清单项目
并在此基础上
自动进行成本预算？

基于BIM的成本预算原理图



Building Information Model / Modeling
计算机可识别的**三维设计结果+属性**
(可导出二维图纸)



基于BIM的成本预算特点

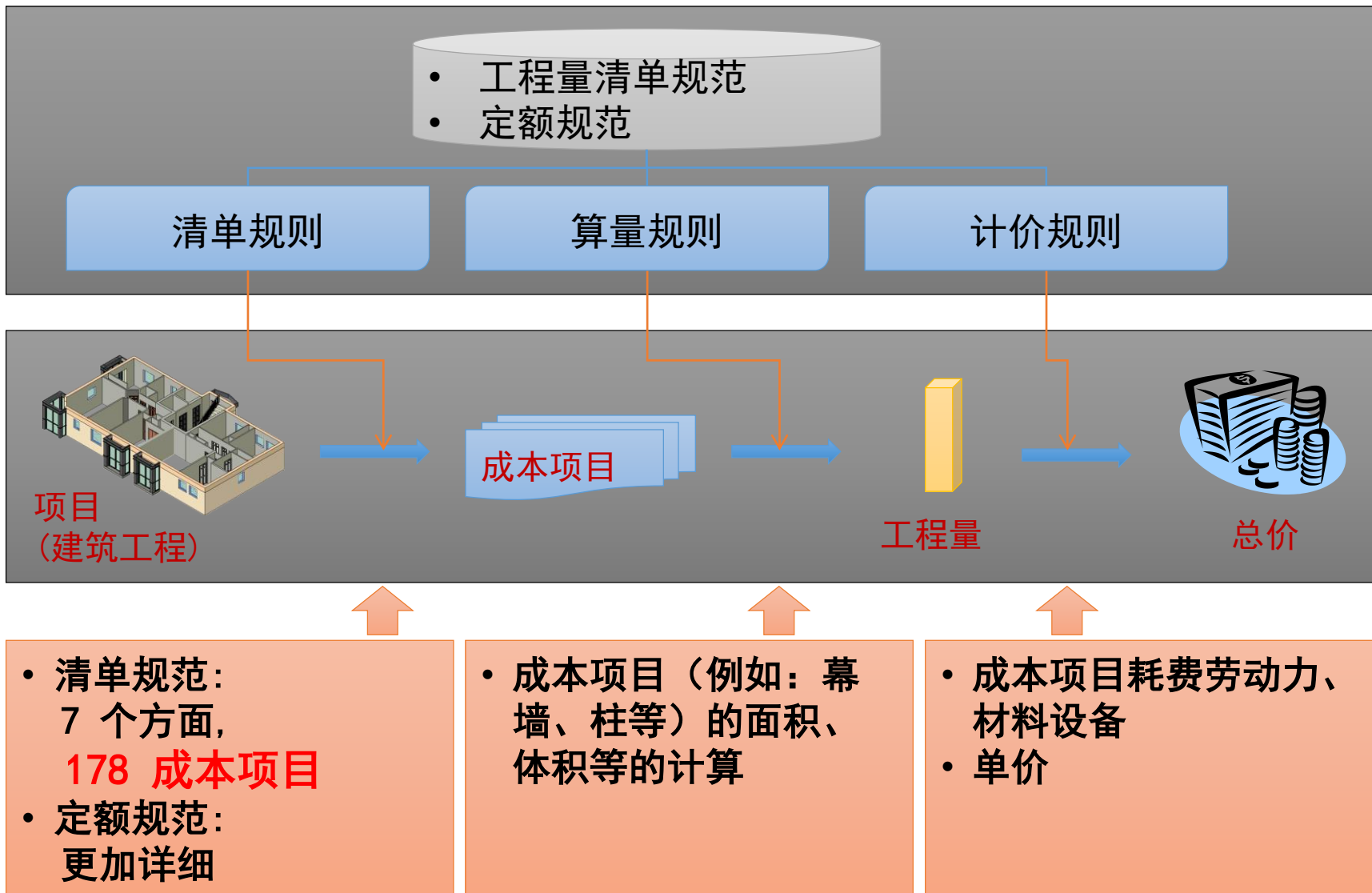
- 不需要人工识图重新建模：
 利用设计模型（三维模型+属性）数据
 利用软件半自动或全自动判别清单及定额
- 自动算量
- 自动计价
- 带来效益
 提高成本预算精度
 缩短成本预算周期（从数周到数天）
 为后续深化成本管控应用打下基础

4. 基于BIM的成本预算软件



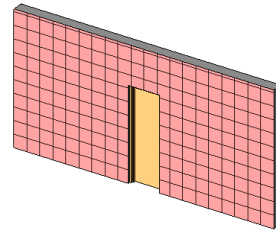
Innovaya Visual Estimating
Success Design Exchange
Timberline Extended
MC2 ICE
Winest DesignEst Pro
Tokmo Production System
Vico Estimator 2009

既有的基于BIM技术的建筑成本预测软件



我国成本预算规范原理示意图

我国：工程量清单规范	
010203001	Low continuous wall
010304001	Brick wall
010302002	Cavity wall
010302003	Empty wall
010302004	Infilled wall
010304001	Block wall
010305003	Stone wall
010305004	Stone retaining wall
010404001	Onsite concrete straight wall
010404002	Onsite concrete arc wall
.....



墙

UniFormat II	
A2020	Basement walls
B2010	Exterior walls
.....

MasterFormat	
033053	Miscellaneous Cast-in-place concrete
033113	Heavyweight Structural Concrete
033116	Lightweight Structural Concrete
033119	Shrinkage-Compensating Structural Concrete
033123	High-Performance Structural Concrete
033313	Heavyweight Architectural Concrete
033316	Lightweight Architectural Concrete
042100	Clay unit masonry
042200	Concrete Unit Masonry
042400	Adobe Unit Masonry
044300	Stone masonry
.....

墙的编码：不同规范之间的比较

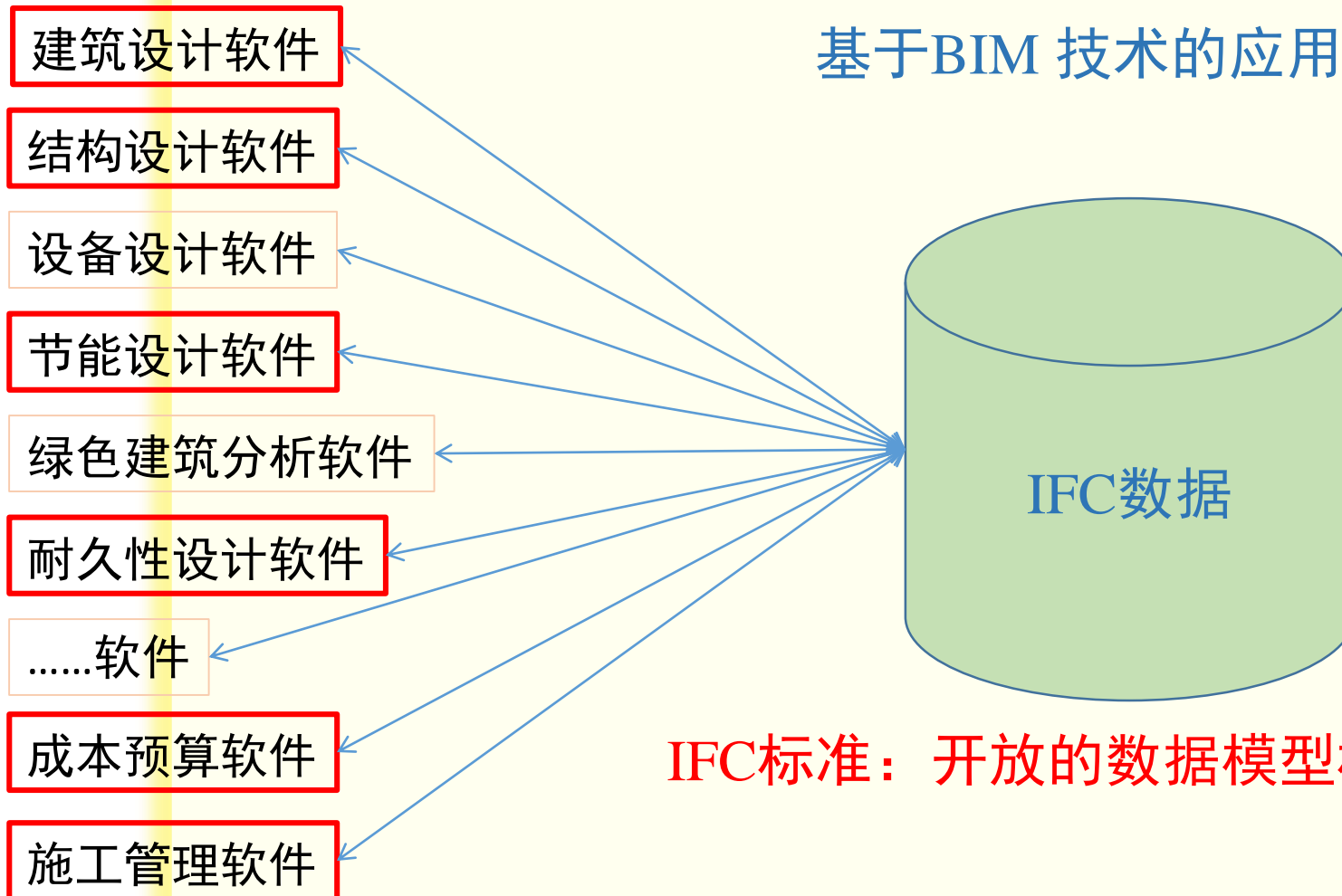
结论?

在既有的基于BIM技术的建筑成本预测软件中，很难植入我国规范



最好开发新的应用软件!

基于BIM技术的应用软件



IFC标准：开放的数据模型标准

下一代建筑工程应用软件概念框架

生成成本项目

我国规范关于成本预算的
分类和编码体系:

全国统一建筑工程工程量清单计价规范



现浇钢筋混凝土矩形柱

01	04	02	001	001
----	----	----	-----	-----



- 细化编码: C30, 6m高, 600mmx700mm
- 分项工程: 矩形柱
- 分部工程: 现浇混凝土柱
- 专业分类: 混凝土及钢筋混凝土工程
- 工程专业: 建筑工程

通过对规范的仔细考察，发现



工程量清单
项目规则库

	010201003 灌注桩	010402001 矩形柱	010403004 圈梁
产品类型	桩	柱	梁
几何特征	/	矩形	/
材质	混凝土	现浇混凝土	现浇混凝土
细化分类	/	/	圈梁
施工信息	灌注	/	/

成本项目判别信息的例子

清单项目工程量计算

我国规范中的算量规则

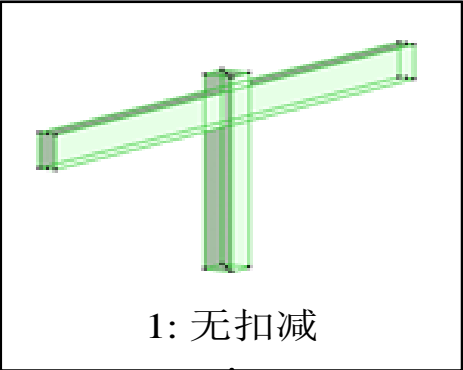
实例

编码	名称	算量规则
010402001	矩形柱	根据设计结果计算体积，扣减优先度高于梁。
010405003	底板	根据设计结果计算体积，扣减优先度高于墙。

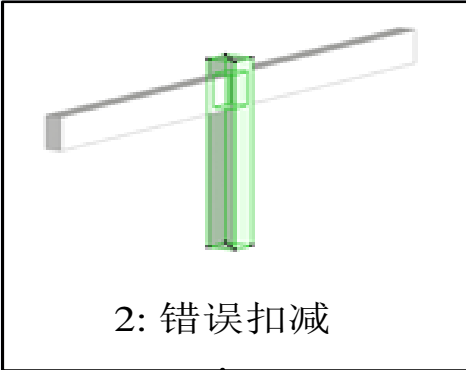
不同的应用软件采用不同的扣减规则 虽然都符合IFC标准



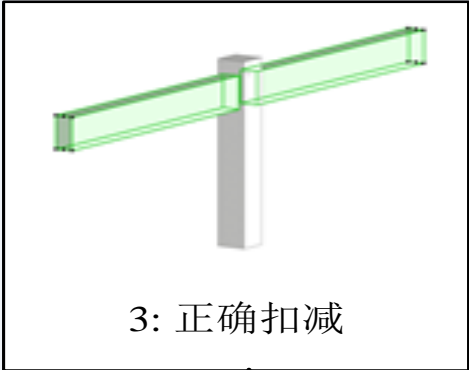
设计结果中交叉扣减的三种情形



处理



处理



保留

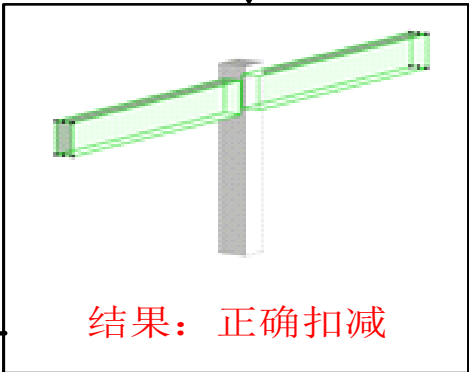
体积

面积

...

工程量计算
规则库

算量



基于BIM技术的建筑成本预测软件系统 - Version1.0

文件 视图 三维模型 工程设置 实体构件清单项目 工程量 非实体构件清单项目 分部分项 措施项目 其他项目 工料机 费用 报表

自动组价 删除 单价构成 工料机批量换算

分部分项组价

Copy Right <清华大学土木工程系防灾减灾所, 2010>

清单项目控制视图

- [-] 未计入清单项目
 - [-] 项目编号
 - [-] 默认
 - [+] JCF
 - [+] 1F
 - [+] 2F
 - [+] 柱
 - [+] 柱, 混凝土
 - [+] 板
 - [+] 板, 120厚混
 - [+] 梁
 - [+] 梁, 混凝土
 - [+] 梁, 混凝土
 - [+] 3F
 - [+] 4F
 - [+] 5F
 - [+] UR#
- [+] 已计入清单项目
 - [+] 建筑工程
 - [+] 混凝土及钢筋混凝土工程
 - [+] 现浇混凝土柱 (010402)
 - [+] 现浇混凝土墙 (010404)
 - [+] 直形墙 (010404001)
 - [+] 010404001006
 - [+] 010404001001
 - [+] 010404001002
 - [+] 010404001003
 - [+] 010404001004
 - [+] 010404001005
 - [+] 010404001007
 - [+] 现浇混凝土梁 (010403)

- [+] 施工属性已设置
- [+] 建筑工程
 - [+] 混凝土及钢筋混凝土工程
 - [+] 现浇混凝土柱 (010402)
 - [+] 矩形柱 (010402001)
 - [+] 010402001001

楼层视图

- JCF
- 1F
- 2F
- 3F
- 4F
- 5F
- UR#

构件类别视图

- 梁
- 柱

清单项目属性视图

成本信息

清单项目 010402001001

描述 矩形柱

基本信息

类型 柱

楼层 JCF

材料 现浇

几何信息

体积 2.194

重量

几何尺寸

表面积

输出窗口视图

分部分项工程量清单列表

编码	项目名称	类型	单位	工程量	单价	合价	综合单价	综合合价	人工单价	材料单价	机械
010101001001	平整场地	清单	m2	1764.000			12.00	21168.00	3.00	4.00	5.40
010101002001	挖土方	清单	m3	2324.000			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
010402001001	矩形柱	清单	m3	122.875			300.44	36916.21	36.01	222.80	2699
5-17	现浇砼构件 柱 C30	定额	m3	122.875	280.78	34501.13	280.78	34501.13	36.01	222.80	21.9
010402001002	矩形柱	清单	m3	20.452			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

定额子目列表

编码	名称	单位	单价
5-17	现浇砼构件 柱 C30	m3	280.500000
5-18	现浇砼构件 柱 C35	m3	294.149994
5-19	现浇砼构件 柱 C40	m3	301.839996

现浇混凝土构件

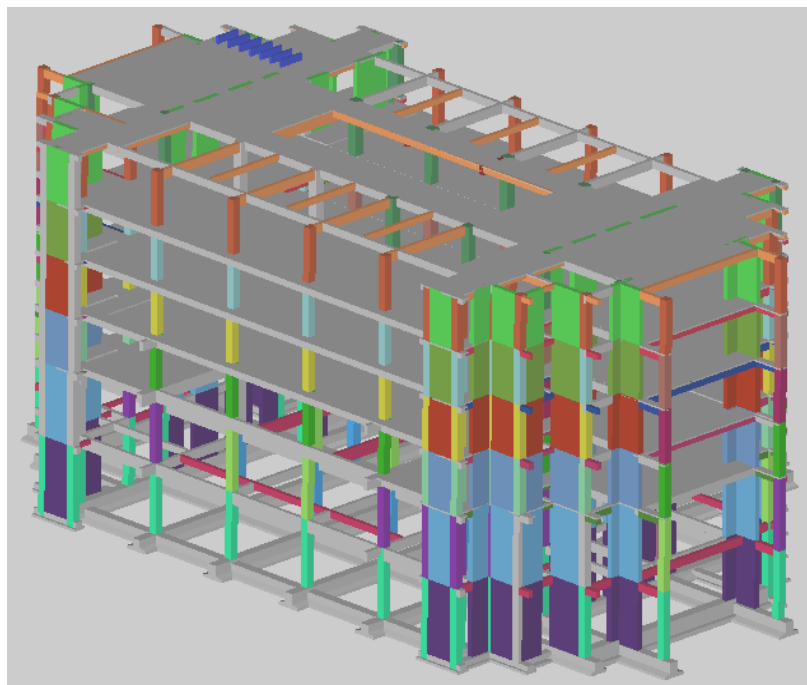
- [-] 垫层、基础
- [-] 柱、梁、板、墙
- [-] 其它项目
- [-] 构配件

BIM-Estimate界面

基本信息

四川省都江堰聚源职业中学教学楼

使用情形：进行了成本预算，包括工程量清单编制



地下: 1 层
地上: 6 层
包含1300多个结构构件

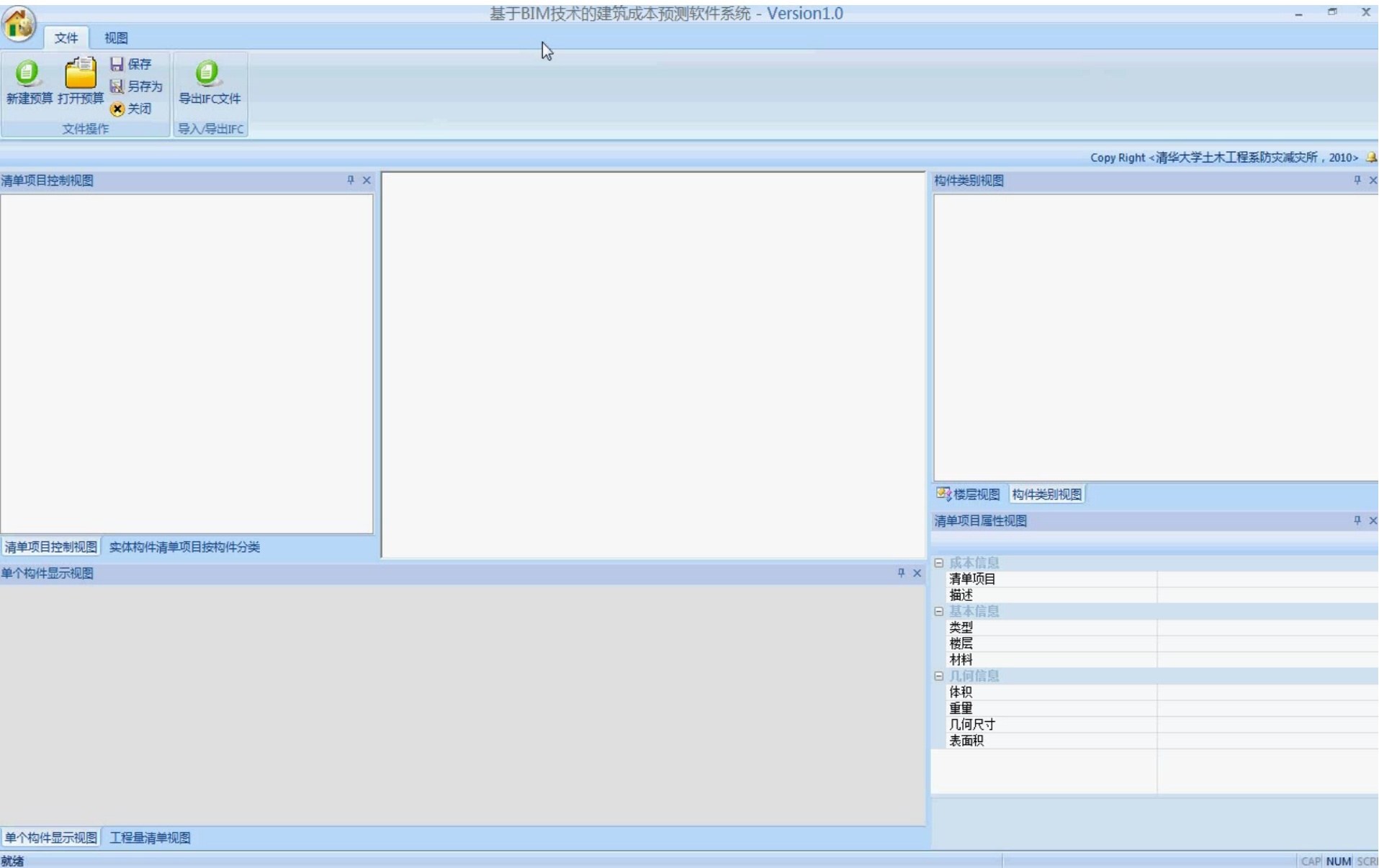
效果

从设计结果IFC文件自动提取成本预算信息

针对 67% 的结构构件自动生成了成本项目

算量和计价更加准确

BIM-Estimate应用在示范工程中



基于设计BIM模型的 建筑工程自动成本预算软件

- BIM-Estimate 3.0
改进之前的版本

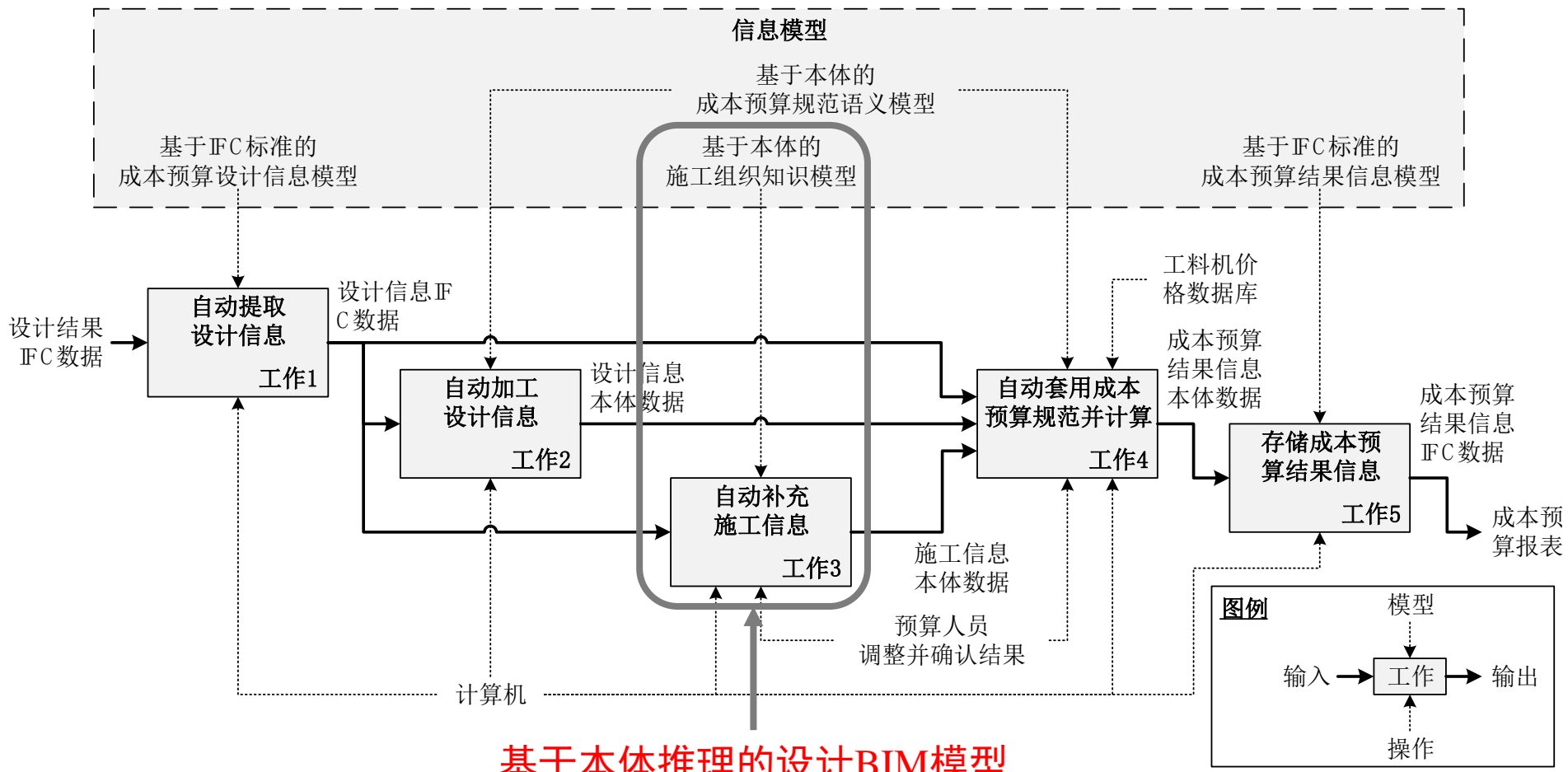


+



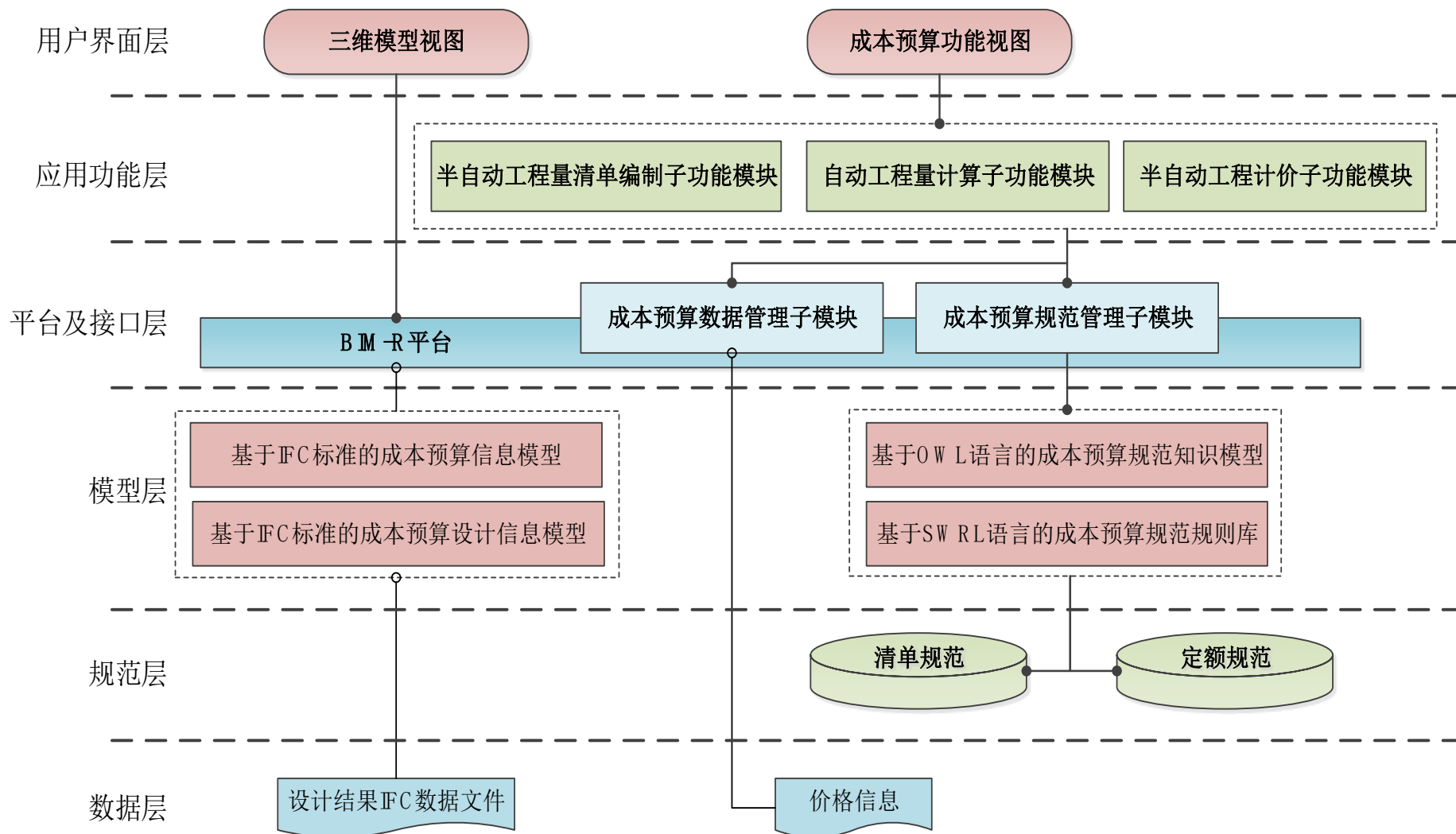
基于BIM技术表达设计结果
使计算机可识读设计数据

基于本体技术表达规范使计算机
可识别并执行规范中的规则



**基于本体推理的设计BIM模型
缺失信息补充机制**

BIM-Estimate的概念框架



BIM-Estimate的系统架构

最新消息
无
最近打开
广联达大厦

BIM-Estimate 3.0



5. 结语

- 建筑工程招标投标成本预算的基本概念
- 现有的成本预算软件
- 基于BIM的成本预算软件原理
- 基于BIM的成本预算典型软件
- 存在问题及今后发展方向