

王斌

建筑师、BIM咨询顾问，2009年在水晶石创建CCDR团队。在从事BIM咨询顾问期间与设计机构、地产商、材料商及施工企业广泛合作，探索BIM在专业细分领域里的应用模式，先后完成了望京SOHO、凌空SOHO、CBD-Z14、CBD-Z6等项目的顾问与实施。

THE PRACTICE OF BIM COMPLEX CURTAIN WALL SYSTEM

复杂幕墙系统的 BIM 实践

撰文 王斌 水晶石运算化设计研发中心 (CCDR)

0 引言

银河SOHO项目的竣工使BIM技术在该项目中的应用成为行业关注的焦点，我们有理由相信BIM技术在复杂建筑建造中的地位越来越重要。BIM技术以三维数字模型为基础，在应用维度上囊括了设计、项目信息、可视化、项目协调等一系列过程管理的内容；在几何空间上大到规划设计、小到装置构件无不体现了BIM技术的应用。

银河SOHO项目中BIM技术渗透到了项目的方方面面，CCDR¹有幸参与了银河SOHO东标段幕墙BIM的实施（图1），这是对幕墙BIM的一次重要探索与实践，其圆润、流线型的幕墙系统对项目的设计建造提出了新的挑战：1）大量非标

准单元板块，标准节点无法重复使用；2）大量双曲面板需要优化成可展曲面；3）面板尺寸无法用常规尺寸标注描述；4）安装定位困难；5）无法确定特殊型材数量。

上述问题让业主方的设计管理团队意识到，现有的幕墙深化设计方法、实施流程、加工工艺及安装方法无法满足幕墙建造的需求，因此业主决定引入幕墙BIM到现有的设计管理体系中，而选择的幕墙BIM团队必须要能解决以下问题：1）了解曲面几何属性；2）掌握工业参数化建模软件——CATIA；3）能开发软件从数字模型中提取建造数据；4）协调专业碰撞。

行业的挑战给予了CCDR一次机会，CCDR作为幕墙BIM分包参与项目实施，幕墙行业的

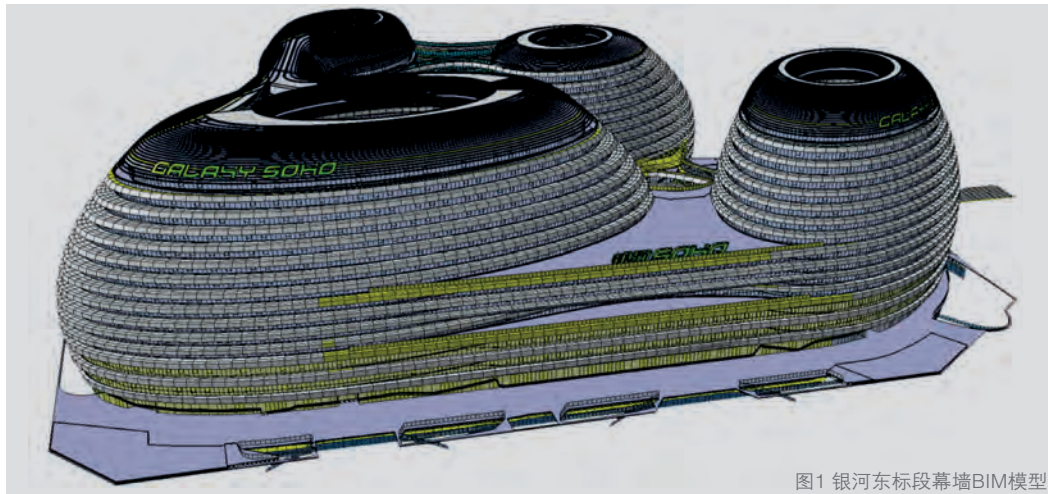


图1 银河东标段幕墙BIM模型

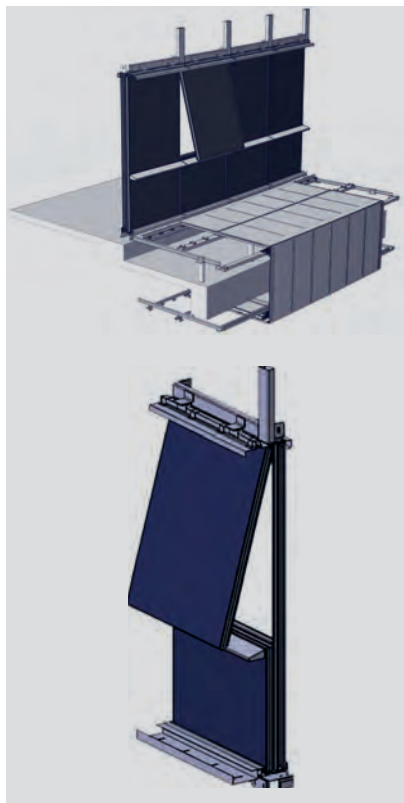


图2 标准单元组件（银河SOHO项目）

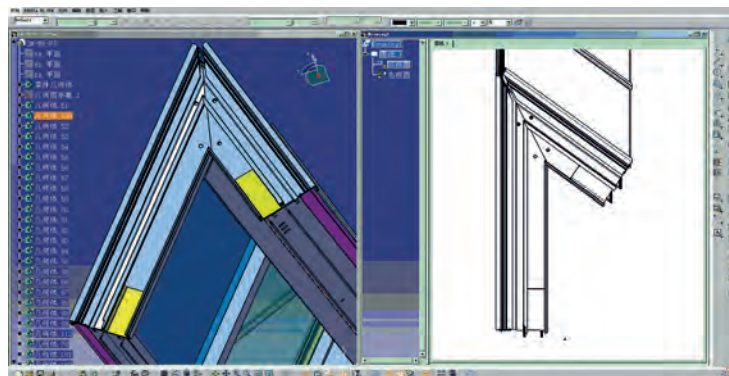


图3 三维模型生成二维加工图（凌空SOHO项目）

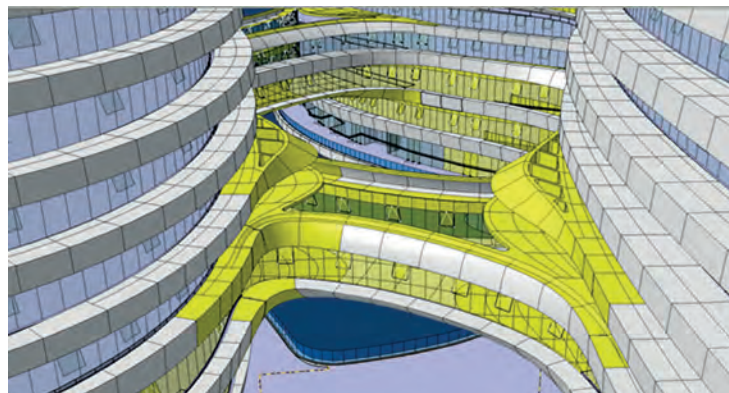


图4 待优化区域（黄色）

宽	高	数量	面积
300	450	6	0.81
300	500	234	35.1
300	550	338	55.77
300	600	1098	197.64
300	650	11993	2338.635
300	700	1161	243.81
300	750	678	152.55
300	800	190	45.6
300	850	38	9.69
300	900	6	1.62
450	350	1	0.1575
450	400	1	0.18
450	450	16	3.24
450	500	239	53.775
450	550	337	83.4075
450	600	1235	333.45
450	650	12748	3728.79
450	700	1240	390.6
450	750	628	211.95
450	800	162	58.32
450	850	34	13.005
450	900	9	3.645
600	350	4	0.84
600	400	2	0.48
600	500	438	131.4
600	550	634	209.22
600	600	2364	851.04
600	650	24884	9704.76
600	700	2377	998.34
600	750	1306	587.7
600	800	333	159.84
600	850	65	33.15
600	900	10	5.4
			64809 20643.915
其它石材面积：			1682.902
石材加工折损率：			8-10%
石材总面积：			24559
石材厚度：			30mm

图5 面板归类（大同博物馆项目）

BIM服务应运而生，银河SOHO幕墙BIM的成功实施让我们收获颇丰，总结了大量可行的流程和实用的经验。当我们完成了银河SOHO后发现，原本是业主所推动的BIM服务，继而转变为项目内部自身的需求。在这之后，CCDR相继完成了大同博物馆、望京SOHO、凌空SOHO等幕墙BIM的实施。

1 优势

1.1 工业化基因

建筑业中的钢结构和幕墙专业与制造业很相似，大型幕墙企业有自己的ERP系统，企业内部可以实现模型及电子料单的交付生产。BIM概念强化了幕墙产业的工业化基因，提高了深化设计乃至整个工程的质量、效率，为建筑业节约成本，带来巨大的效益。几款主流的建筑业BIM软件设计思想和推进的产业流程均源自制造业，突破建筑业以蓝图作为设计交付的模式，通过BIM实现产业化是幕墙行业发展的必然选择，由此，幕墙产业与BIM的一见倾心绝非巧合。

（1）在复杂幕墙系统的设计上越来越多地采用单元式幕墙，其构成原理为：在工厂里由横竖框架组成单元组件框架，并将玻璃、铝板等材质的面板安装到单元组件框的相应位置上，形成单元组件（图2），然后运往工地现场，通过连接件

固定在预埋龙骨上。幕墙业务的工业化逻辑与BIM技术高度契合，BIM技术是连接从设计、分析、模拟、组装到维护在内的全部流程的关键技术链。

（2）BIM技术使幕墙工业推进至更高的工业标准。幕墙产业在国内是上世纪80年代发展起来的，大型企业的标准比行业标准更高，其在深化设计流程、制图标准及造价控制体系制度方面完全按工业化方向发展。BIM技术介入后，BIM模型不仅可以生成AutoCAD难以绘制的二维加工图（图3），而且BIM模型提取的数据表单将大幅减少2D蓝图表达设计的格局。通过3D实体模型来确定设计和生产工艺，将模型数据和电子表单导入PLM系统中进行管理。

（3）幕墙BIM设计应选择顶级工业制造软件。前期较多使用工业设计软件Rhino用于曲面设计和数据分析，其操作简单、模块封装、插件众多等特点受到建筑师的青睐，适合于前期方案的构思和建筑几何计算。深化设计则更多使用CATIA软件，作为工业设计领域的顶级设计软件，其拥有极强的几何造型能力和准确的建模功能，同时具备稳定的参数化建模环境，可以方便地将模型生成图纸和提取数据。上世纪90年代末，Frank Gehry就用它来解决复杂建筑的案例，后来基于实际项目的

应用经验，在CATIA平台上开发了Digital Project，轰动一时。

1.2 复杂幕墙可建造

1.2.1 BIM与参数化设计

建筑师通过在软件中输入设计逻辑、建立数理计算模块、设定几何约束等方法生成外形体及幕墙表皮，表皮的肌理呈现复杂的关联性、动态性、非线性、渐变性等特征，银河SOHO、望京SOHO、凌空SOHO等建筑正是用这样的设计方法生成的建筑。

参数化设计通过参数驱动模型产生设计，BIM基于模型整合数据承载项目生命周期的各种应用。从流程上来看，BIM不仅承接参数化设计模型及参数，传递设计，而且更多的贡献集中在如何根据新的建造条件、材料供应等情况调整模型数据。

值得一提的是，参数化和参数化设计不是一个概念，参数化通常说明的是软件的参数化建模能力，而参数化设计是一种设计方法，BIM软件都具备参数化建模能力。参数化设计方法与BIM珠联璧合，参数化设计在BIM流程中核心的应用是优化面板，在视觉误差允许的情况下，尽可能地用单曲面代替双曲、平板代替单曲（图4），规格尽可能统一（图5），以降低造价。

1.2.2 结构化数据

庞大的设计数据和建造数据需求首当其

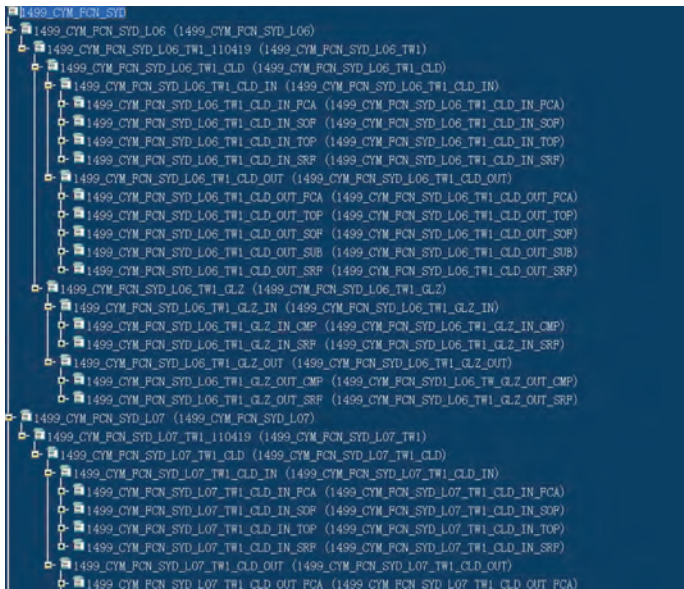


图6 结构化数据

GALAXY SOHO EAST		项目名称: 银河 SOHO 东标段
-GSE_SYD_TWI		银河 SOHO 东标段 1 号楼
-GSE_SYD_TWI_CLD		
-GSE_SYD_TWI_CLD_OUTSIDE		银河 SOHO 东标段 1 号楼 铝板_外圈
-GSE_SYD_TWI_CLD_L05		银河 SOHO 东标段 1 号楼 铝板_5 层
-GSE_SYD_TWI_CLD_L06		银河 SOHO 东标段 1 号楼 铝板_6 层
-GSE_SYD_TWI_CLD_L06_TOP		银河 SOHO 东标段 1 号楼 铝板_6 层_平台板
-TW1_L06_T034_ASY		1 号楼_6 层_平台板_T034 (组编号)_装配
-TW1_L06_T035_ASY		1 号楼_6 层_平台板_T035 (组编号)_装配
-TW1_L06_T036_ASY		1 号楼_6 层_平台板_T036 (组编号)_装配
-TW1_L06_T036.1		1 号楼_6 层_平台板_T036.1 (面编号)
-TW1_L06_T036.2		1 号楼_6 层_平台板_T036.2 (面编号)
-TW1_L06_T036.3		1 号楼_6 层_平台板_T036.3 (面编号)
-GSE_SYD_TWI_CLD_L06_SLAB		银河 SOHO 东标段 1 号楼 铝板_6 层_吊顶板
-TW1_L06_S034_ASY		1 号楼_6 层_吊顶板_S034 (组编号)_装配
-TW1_L06_S035_ASY		1 号楼_6 层_吊顶板_S035 (组编号)_装配
-TW1_L06_S036_ASY		1 号楼_6 层_吊顶板_S036 (组编号)_装配
-TW1_L06_S036.1		1 号楼_6 层_吊顶板_S036.1 (面编号)
-TW1_L06_S036.2		1 号楼_6 层_吊顶板_S036.2 (面编号)
-TW1_L06_S036.3		1 号楼_6 层_吊顶板_S036.3 (面编号)
-GSE_SYD_TWI_CLD_L06_FLANK		银河 SOHO 东标段 1 号楼 铝板_6 层_侧挂板
-TW1_L06_F034_ASY		1 号楼_6 层_侧挂板_F034 (组编号)_装配
-TW1_L06_F035_ASY		1 号楼_6 层_侧挂板_F035 (组编号)_装配
-TW1_L06_F036_ASY		1 号楼_6 层_侧挂板_F036 (组编号)_装配
-TW1_L06_F036		1 号楼_6 层_侧挂板_F036 (面编号)
-GSE_SYD_TWI_CLD_L06_SLH		银河 SOHO 东标段 1 号楼 铝板_6 层_龙骨
-TW1_CLD_L06_SLH_TOP		1 号楼_6 层_侧挂板_上侧龙骨
-TW1_CLD_L06_SLH_SLAB		1 号楼_6 层_侧挂板_下侧龙骨
-GSE_SYD_TWI_CLD_INSIDE		银河 SOHO 东标段 1 号楼 铝板_内圈
-GSE_SYD_TWI_GLZ		银河 SOHO 东标段 1 号楼 玻璃幕墙

图7 统一的命名标准

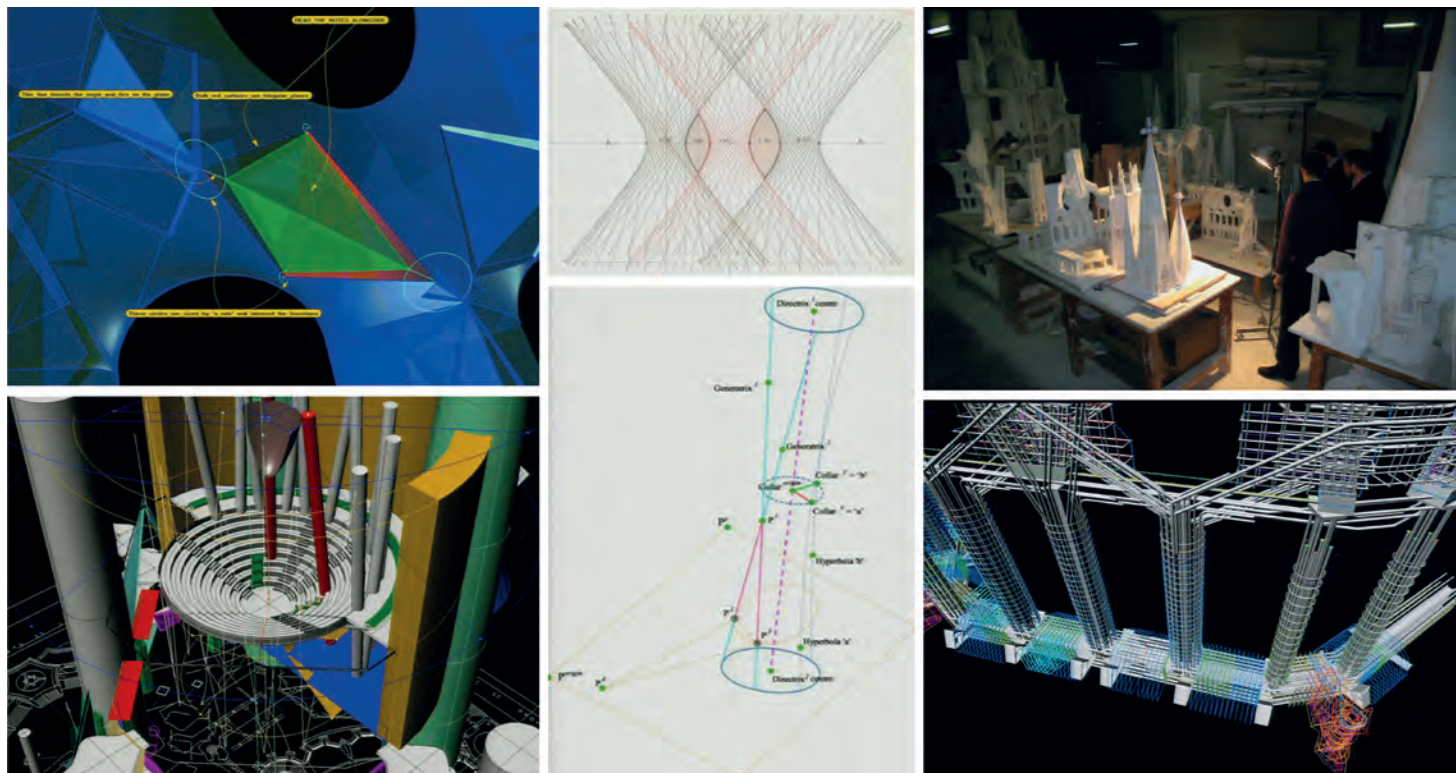


图8 3D模型还原设计 (图片来源: Mark Burry)

冲的便是要做好数据规划。在复杂的幕墙系统中通常采用达索的CATIA作为BIM平台软件，数据组织采用的是“自上而下”（Top Down）的管理思想。软件具体的操作是通过“产品”（Product）和“零件”（Part）间的嵌套链接关系来实现的（图6），零件与零件间互相引用的数据通过“发布参数”的功能来传递。“产品”和“零件”是一个虚拟的概念，管理具体的项目必须依据实际情况来划分大小，好的数据规划是将来提取、使用数据的前提。例如在银河SOHO中最大的层级是整个幕墙工程为一个“产品”，然

后按塔楼、楼层、部位依次逐渐细化“产品”，最后把一个单元定义成一个“零件”，单元板后面的连接件、龙骨“零件”是实体的“特征”。

清晰的数据结构和数据标识是管理每块板块设计信息和定位参数的基础，保持一致的字段名称和组成结构对于项目数据的管理十分重要，为使以后各个部位、阶段的数据能快速、准确地被检索到，需要建立统一的命名标准（图7）。例如编码“TW2_CLD_F06_FLK”可以表示成“二号塔楼-铝板幕墙-第六层-侧挂板”。

1.2.3 效率

复杂幕墙可建造的说法是一个相对的概念。100多年前安东尼·高迪设计建造的建筑，形体波浪起伏富有动感，表皮填充奇妙、梦幻的纹理，大量使用陶瓷瓦片、马赛克、彩色玻璃拼贴出屋顶、墙面的肌理，算是复杂的幕墙系统，几乎没有一块建材可以成批制造，都必须现场手工加工，大量匠人花费长达数百年的时间去建造，圣家族大教堂的建造一直持续到今天。15年前还没有BIM的概念，后续的承建者们用3D模型模拟设计及建造，基本上都能按照高迪的手稿复原建造（图8），

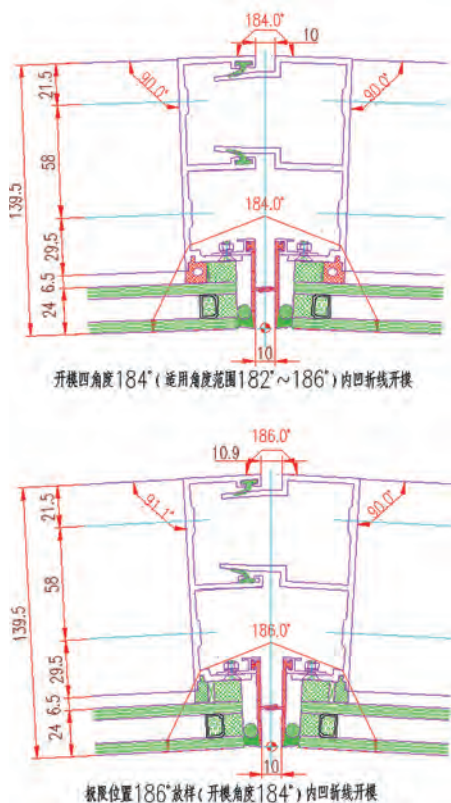


图9 公框与母框夹角

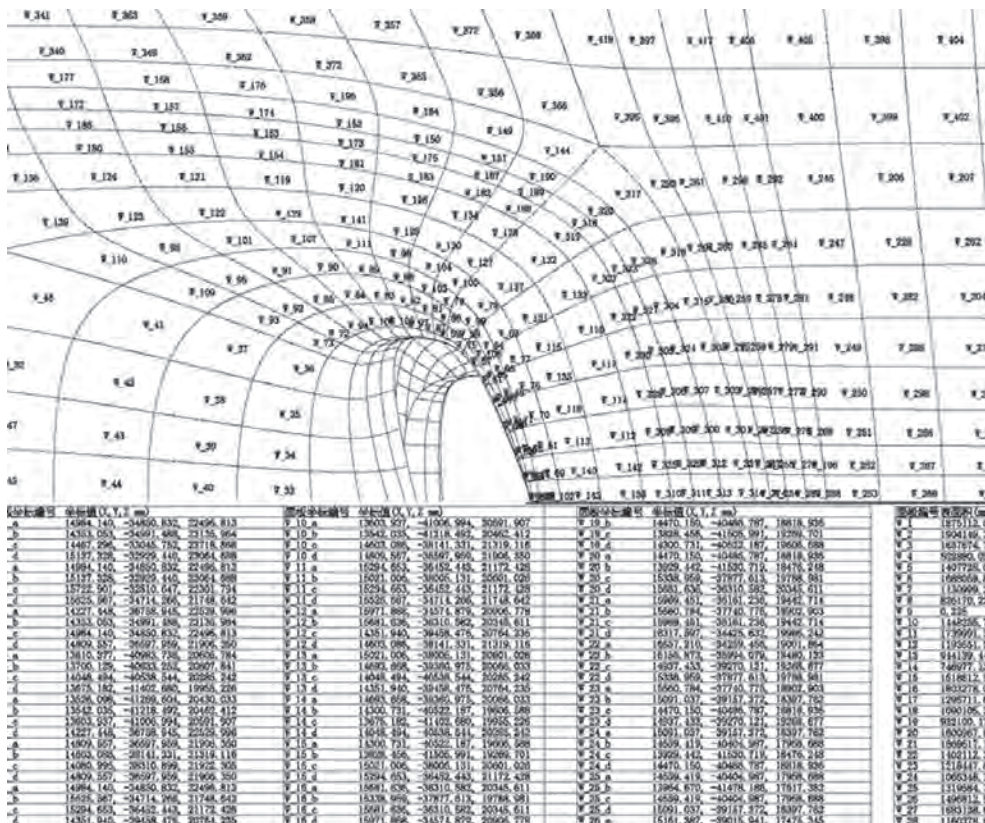


图11 幕墙安装定位数据

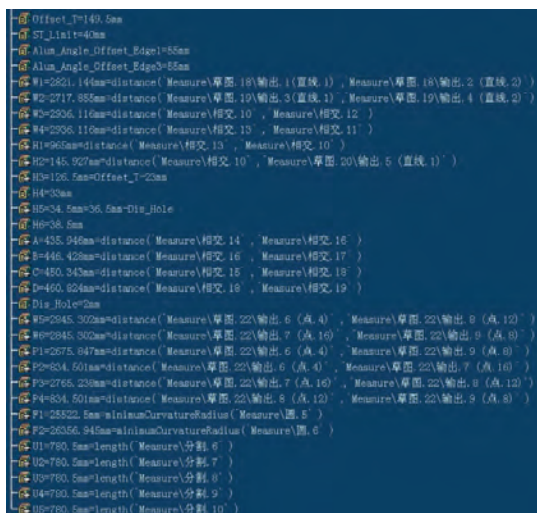


图10 模型信息（参数）

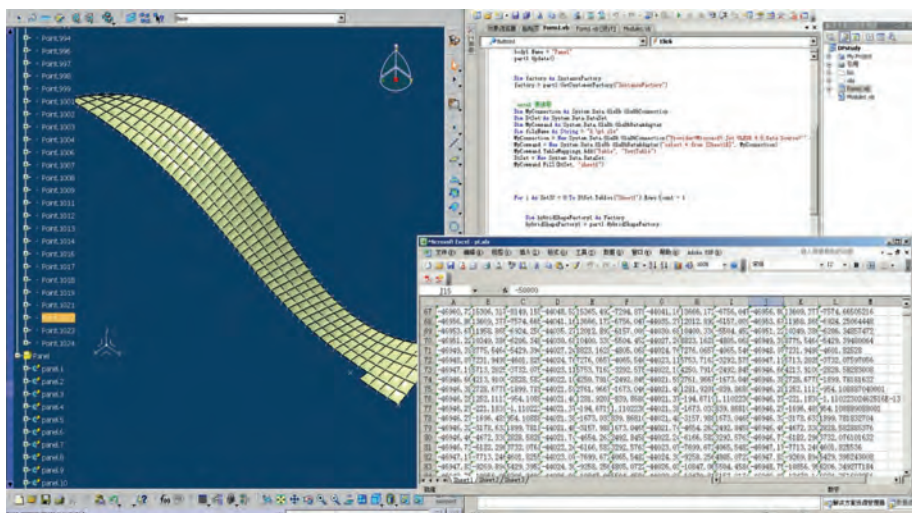


图12 计算机读取数据

由此可见，使用BIM建造复杂建筑是时代的要求。

1.2.4 数据提取

表皮离散后生成非标准单元幕墙，非标准单元背后隐藏着庞大的数据需求，比如龙骨的长度、公框和母框的夹角（图9）、转接件的个数、每个转接件的角度参数等（图10）。此时，我们已经无法逐一地用CAD的办法绘制幕墙单元的设计信息。出于经济和实用的目的，需要利用BIM强大的数据管理能力实现建造，具体如下：

（1）BIM模型能提取和管理成千上万

的非标准单元幕墙的设计数据，包括面板、龙骨及连接件的几何、材料、建造信息，庞大的数据呈指数增长。

（2）BIM模型中得到单元板块的安装坐标（图11）。

数据提取的过程是通过计算机程序按照上一小节所描述的数据结构遍历所有的“产品”和“零件”（图12），读取参数后按规定的格式填写数据。数据提取生成数字料单是组成幕墙企业ERP系统的核心数据。

1.2.5 数据料单

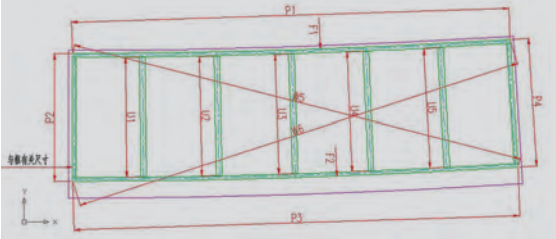
与普通幕墙生产相比，复杂幕墙单元的

型材长短不一、面板呈非标准几何形状，给构件加工和管理带来困难，导致成本上升，以传统的流程需要增加5%以上的额外非标准产生的成本，且时间上无法保证。

BIM的工作模式改变了这一流程：首先在建模的时候对“用户自定义特征”中的单元面板、龙骨框架、非常规型材这类构件依据数据规划进行唯一的编码²，计算机根据几何条件自动计算输入参数，装配出整体建筑的幕墙模型，而后通过程序提取数据产生料单。料单中对每根构件都有唯一的编号，通过编号下放材料加工、管理材料堆放，按

序号	名 称	图号	材质及规格	下料尺寸	数量	单位	加工参数										序号	名 称	型号及材质
							M1	M2	M3	M4	S1	S2	G	K	A	C			
1	B09_HJ004		由桁架1、2、3、4、5组成		1	榀											1	钢方管	Q235B 50X50X4 6000/支
2	桁架组榀1				1	榀	SLG_B_1_1	SLG_B_1_1	SLG_B_1_1	SLG_B_1_1_M4			SLG_B_1_1_G				2	钢方管	Q235B 40X40X4 6000/支
3	内侧竖龙骨		Q235B 50X50X4 6000/支	SLG_B	1	支					SLG_B_1_1	SLG_B_1_1_S2		SLG_B_1_1_K			3	焊丝	GB8100-8 H08MnSi Φ1.2
4	支撑榀A		Q235B 50X50X4 6000/支	#REF!	1	支	VLG_7_N1	VLG_7_N2	VLG_7_N3	VLG_7_N4							4		
5	支撑榀B		Q235B 50X50X4 6000/支	#REF!	1	支	VLG_1_N1	VLG_1_N2	VLG_1_N3	VLG_1_N4							5		
6	支撑榀C		Q235B 50X50X4 6000/支	#REF!	1	支	VLG_2_N1	VLG_2_N2	VLG_2_N3	VLG_2_N4							6		
7	支撑榀D		Q235B 50X50X4 6000/支	#REF!	1	支	VLG_8_N1	VLG_8_N2	VLG_8_N3	VLG_8_N4							7		
8	桁架组榀2				1	榀	SLG_B_1_2	SLG_B_1_2	SLG_B_1_2	SLG_B_1_2_M4			SLG_B_1_2_G				8		
9	内侧竖龙骨		Q235B 50X50X4 6000/支	SLG_B	1	支					SLG_B_1_2	SLG_B_1_2_S2		SLG_B_1_2_K			9		
10	支撑榀A		Q235B 50X50X4 6000/支	#REF!	1	支	VLG_9_N1	VLG_9_N2	VLG_9_N3	VLG_9_N4							10		
11	支撑榀B		Q235B 50X50X4 6000/支	#REF!	1	支	VLG_3_N1	VLG_3_N2	VLG_3_N3	VLG_3_N4							11		
12	支撑榀C		Q235B 50X50X4 6000/支	#REF!	1	支	VLG_4_N1	VLG_4_N2	VLG_4_N3	VLG_4_N4							12		
13	支撑榀D		Q235B 50X50X4 6000/支	#REF!	1	支	VLG_10_N1	VLG_10_N2	VLG_10_N3	VLG_10_N4							13		
14	桁架组榀3				1	榀	SLG_B_1_3	SLG_B_1_3	SLG_B_1_3	SLG_B_1_3_M4			SLG_B_1_3_G				14		
15	内侧竖龙骨		Q235B 50X50X4 6000/支	SLG_B	1	支					SLG_B_1_3	SLG_B_1_3_S2		SLG_B_1_3_K			15		
16	支撑榀A		Q235B 50X50X4 6000/支	#REF!	1	支	VLG_11_N1	VLG_11_N2	VLG_11_N3	VLG_11_N4							16		
17	支撑榀B		Q235B 50X50X4 6000/支	#REF!	1	支	VLG_5_N1	VLG_5_N2	VLG_5_N3	VLG_5_N4							17		
18	支撑榀C		Q235B 50X50X4 6000/支	#REF!	1	支	VLG_6_N1	VLG_6_N2	VLG_6_N3	VLG_6_N4							18		
19	支撑榀D		Q235B 50X50X4 6000/支	#REF!	1	支	VLG_12_N1	VLG_12_N2	VLG_12_N3	VLG_12_N4							19		
20	桁架组榀4				1	榀									0.0	0.0	20		
21	外侧竖龙骨A		Q235B 40X40X4 6000/支	#REF!	1	支	SLG_A_1_1	SLG_A_1_1	SLG_A_1_1	SLG_A_1_1_T4			SLG_A_1_1_ANGLE1				21		
22	外侧竖龙骨B		Q235B 40X40X4 6000/支	#REF!	1	支	SLG_A_1_3	SLG_A_1_3	SLG_A_1_3	SLG_A_1_3_T4			SLG_A_1_3_ANGLE1				22		
23	外侧竖龙骨C		Q235B 40X40X4 6000/支	#REF!	1	支	SLG_A_1_5	SLG_A_1_5	SLG_A_1_5	SLG_A_1_5_T4			SLG_A_1_5_ANGLE1				23		
24	横龙骨A		Q235B 40X40X4 6000/支		1	支	HLC_UP_1	HLC_UP_1_T2					HLC_UP_1_ANGLE2				24		
25	横龙骨B		Q235B 40X40X4 6000/支		1	支	HLC_UP_2	HLC_UP_2_T2					HLC_UP_2_ANGLE2				25		
26	横龙骨C		Q235B 40X40X4 6000/支		1	支	HLC_MIDDLE	HLC_MIDDLE_1_T2					HLC_MIDDLE_ANGLE2				26		
27	横龙骨D		Q235B 40X40X4 6000/支		1	支	HLC_MIDDLE	HLC_MIDDLE_2_T2					HLC_MIDDLE_2_ANGLE2				27		

图14 数据料单及加工参数



BUILDING ENDS CLADDING	TOTAL AREA	FLAT		SINGLE CURVED		DOUBLE CURVED	
	m2	m2	%	m2	%	m2	%
LOUVERS	2603.15	836.43	32.13	1766.72	67.87	0.00	0.00
RIBBON	429.43	42.28	9.85	298.96	69.62	88.19	20.54
SOLID AREA TOP	248.85	149.89	60.23	98.96	39.77	0.00	0.00
SOLID AREA BOTTOM	271.42	124.09	45.72	79.40	29.25	67.93	25.03
INTERNAL RIBBON	53.60	38.14	71.16	15.46	28.84	0.00	0.00
INTERNAL RIBBON BALCONY	531.24	0.00	0.00	189.17	35.61	342.07	64.39
TOTAL AREA (PER TIP)	4137.69	1190.83	28.78	2448.67	59.18	498.19	12.04
TOTAL AREA (x8 TIPS)	33101.52	9526.64	28.78	19589.36	59.18	3985.52	12.04

RIBBON CLADDING	TOTAL AREA	FLAT		SINGLE CURVED		DOUBLE CURVED	
	m2	m2	%	m2	%	m2	%
RIBBON BUILDING ENDS	869.61	26.24	3.02	420.34	48.34	423.03	48.65
RIBBON LONG FAÇADE	14756.00	274.23	1.86	14317.66	97.03	164.11	1.11
RIBBON BRIDGES	6026.95	960.73	15.94	4540.36	75.33	525.86	8.73
LOUVERS 80% PERFORATION	16.17	16.17	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL AREA	21668.73	1277.37	5.89	19278.36	88.97	1113.00	5.14

ROOF POP-UPS CLADDING	TOTAL AREA	FLAT		SINGLE CURVED		DOUBLE CURVED	
	m2	m2	%	m2	%	m2	%
SOLID PANELS	2646.20	2469.74	93.33	176.46	6.67	0.00	0.00
DOOR PANELS	95.33	95.33	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PERFORATED PANELS	815.26	815.26	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL AREA	3556.79	3380.33	95.04	176.46	4.96	0.00	0.00

图17 幕墙算量

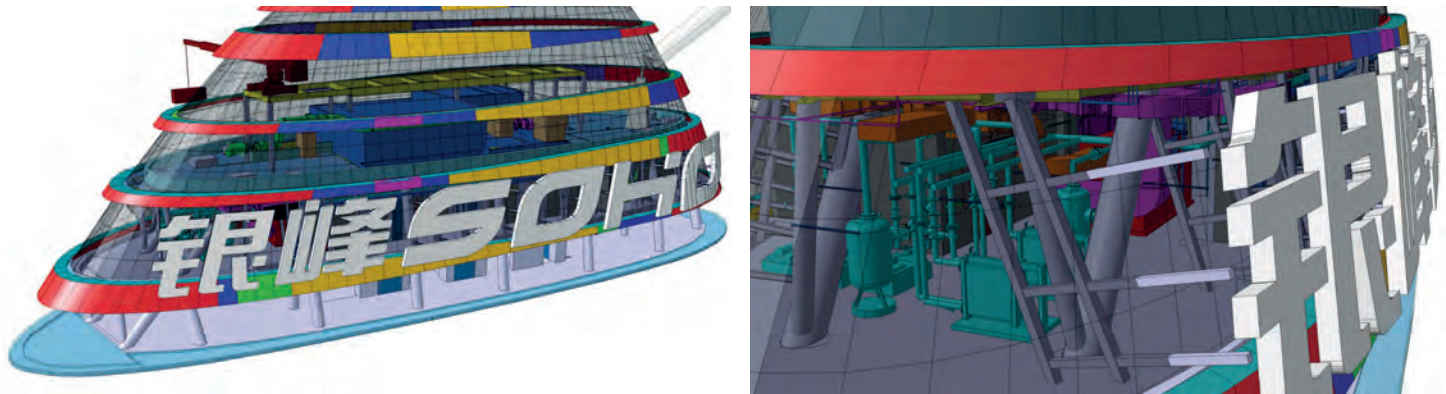


图18 主体结构、机电、幕墙、LOGO间的专业协调

几何规则识别板片，主要的目的是区分出平板、单曲、双曲，然后对这些离散的板片进行归类（图17），需要对曲面板展开后计算表面积，最后通过计算机程序进行自动汇总，这种统计模式非常快速、准确。

除了幕墙面板外，面板背后的型材也是造价估算的重要部分，用手工和2D软件的办法很难精细化管理造价，控制型材对整体幕墙造价的影响，BIM的方式则可以准确地计算标准型材和非标型材的用量。

1.5 专业协调

BIM的工作模式是将众多的设计数据集成于一个模型中，按项目节点定义版本，更新模型数据，其本质应该是一个动态的构建模型/数据库的过程。专业协调是BIM的基础应用和核心功能，从软件的操作上可以简单地理解为将各专业模型汇总后做碰撞检测。

建筑工程的建设周期是一个复杂的过程，中间发生大量设计协调以及由此产生的过程数据，可视化的方式让项目管理者对设计问题一览无余。

幕墙工程的工序是在具备完整的主体结构后开始施工，可与机电工程并行施工。幕墙与其他各专业在空间占位上联系紧密，按潘石屹先生的话说就是包包子的皮，不要出现馅太大而皮包不住的情况。复杂幕墙系统通过BIM加强了如下空间占位管理：

（1）幕墙通过土建板边将荷载传递到主体，BIM可以检查结构边梁尺寸及幕墙预埋件位置，避免后期幕墙安装时与主体结构发生碰撞。

（2）BIM能处理好幕墙与精装的空位关系问题，如二次隔墙与幕墙龙骨的对位关系、幕墙开启扇与房间的位置关系等。

（3）幕墙与机电专业协调，如在施工图设计时楼体泛光照明系统方案无法完善，其线路与灯具的布局就需要与幕墙在施工二次深化设计时进行协调；屋顶机电设备布置密集与幕墙专业需要大量的协调工作等。

（4）幕墙与标识的专业协调，如主体建筑LOGO、灯箱广告与幕墙的关系（图18）。

（5）幕墙与景观的专业协调，如幕墙与景观地面的交接。

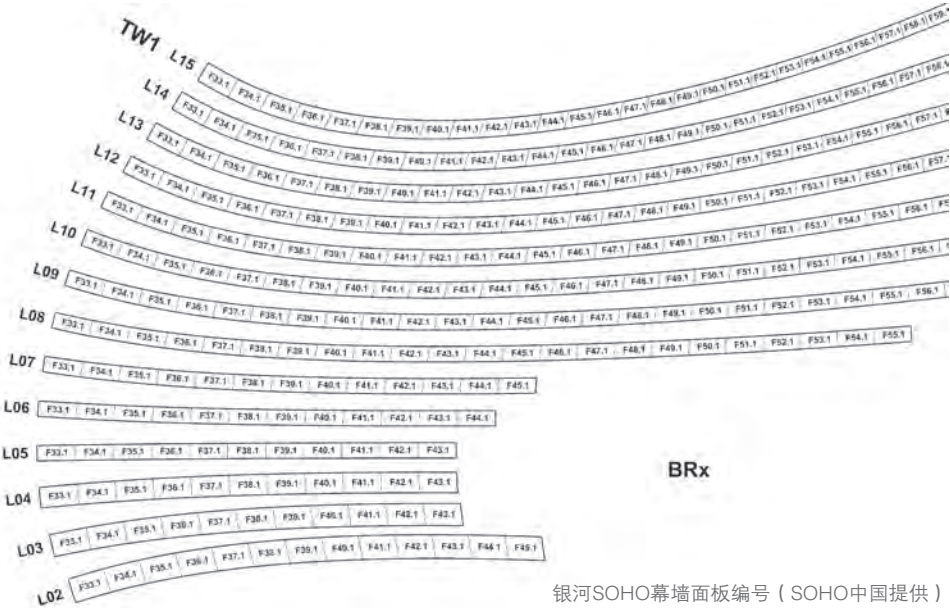
项目的实施过程中出现了设计“不一致”问题或者施工过程中产生新的空间占位问题，协作方通过开协调会，提出解决办法，出具变更，这是传统的做法。然而BIM模型可以真实地还原物理空间，在计算机里处理设计阶段的碰撞问题，项目合作各方进行讨论协调，使这些问题更早暴露，并在早期解决。

2 实践

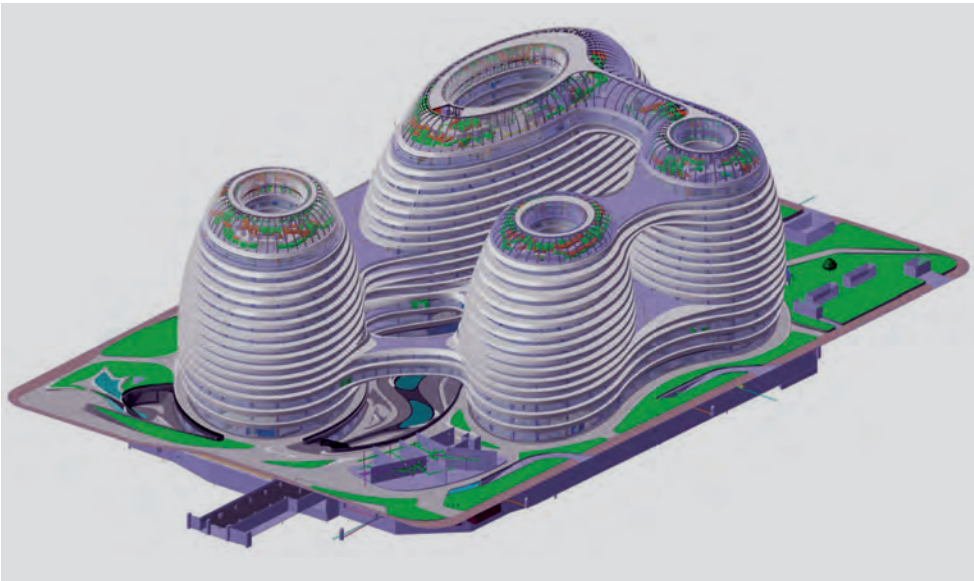
2.1 银河SOHO

银河SOHO的建筑设计者是扎哈·哈迪德 (Zaha Hadid)，项目总建筑面积32万m²，其中幕墙面积16万m²。在建筑设计策略上，四栋单体通过连桥整合营造一个壮观的整体，整个建筑平面近似于椭圆，平面弧度均不相同，创造出丰富而流动的空间景致和室外平台，变化的楼层及平台将各个空间有机地组合在一起。

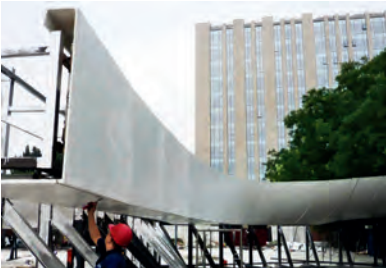
(此项目概况信息来自SOHO中国，幕墙BIM团队主要成员为郭巍、薛丙)



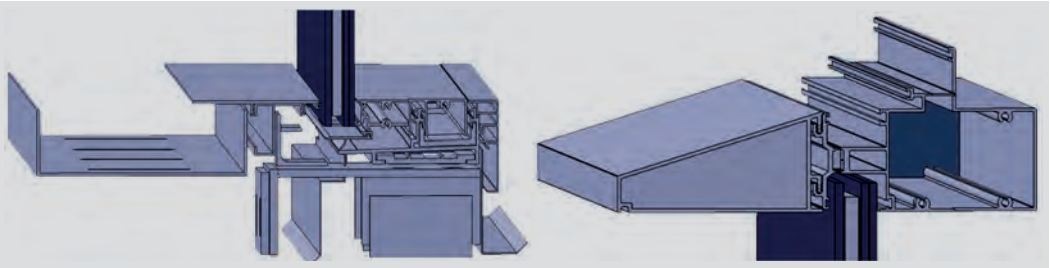
银河SOHO实景照片



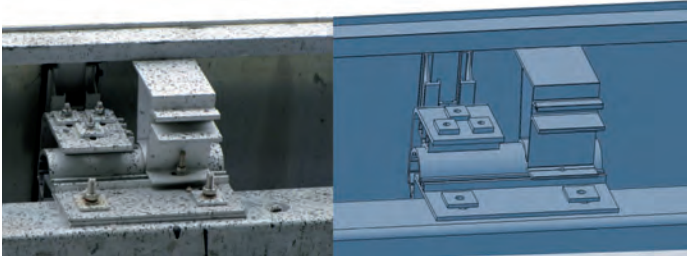
银河SOHO BIM模型鸟瞰



银河SOHO现场样本 (SOHO中国提供)



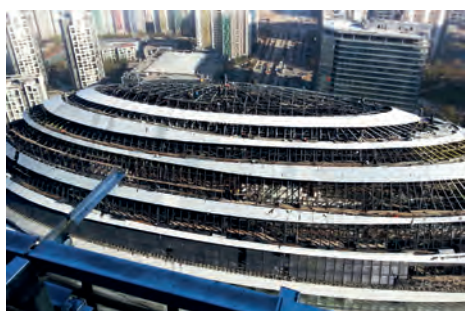
银河SOHO幕墙节点设计



银河SOHO模型与实物对照



望京SOHO实景照片



望京SOHO施工现场鸟瞰



望京SOHO钢结构与屋顶设备

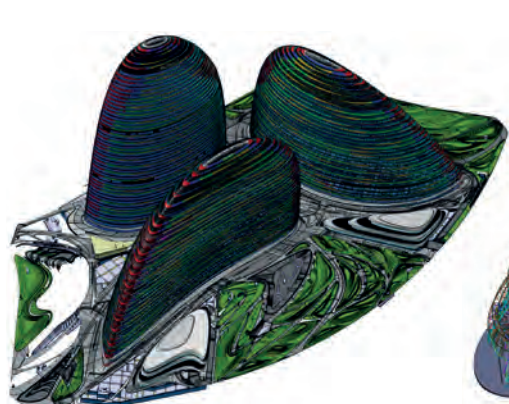
2.2 望京SOHO

望京SOHO是由扎哈·哈迪德担纲总设计师，总建筑面积521 265m²，由三栋集办公和商业一体的高层建筑和三栋低层商业组成，最高一栋高度达200m，犹如三座外部被闪烁的铝板和玻璃覆盖的相互掩映的山峰，其独特的曲面造型使建筑物在任何角度都呈现出动态、优雅的美感。

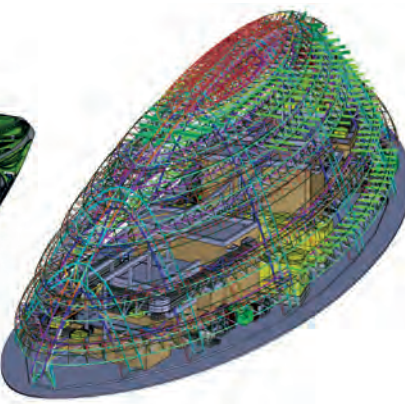
（此项目概况信息来自SOHO中国，幕墙BIM团队主要成员为王斌（小）、王星、岳磊）



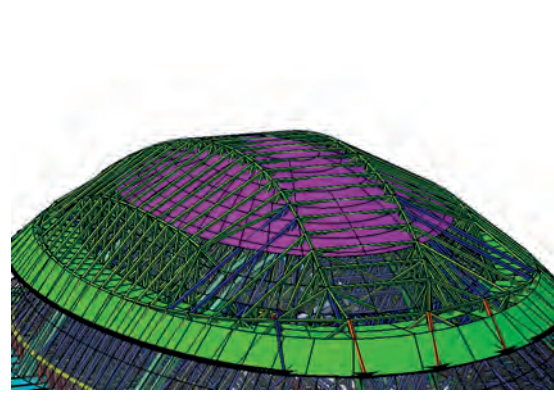
望京SOHO实景照片



望京SOHO BIM模型总体鸟瞰



望京SOHO钢结构与屋顶设备



望京SOHO建模过程中协调模型



望京SOHO内部空间实景照片（摄影：姜华）

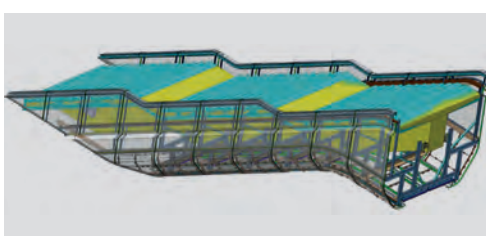
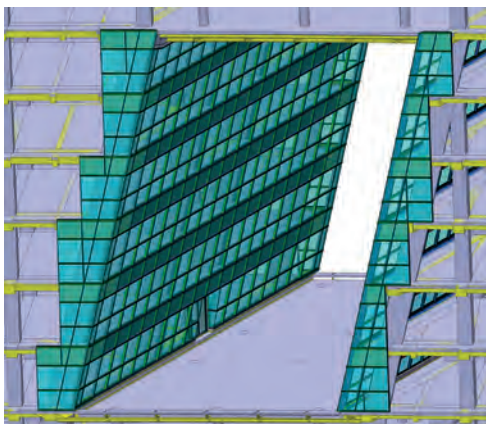
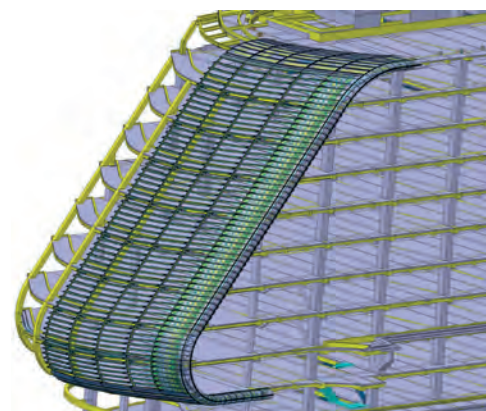
2.3 凌空SOHO

凌空SOHO是由扎哈·哈迪德担纲总建筑设计师，十二栋建筑被十六条空中连桥连接成一个空间网络，多个楼层彼此互通，震撼的流线型外观、动感十足的曲线造型、流动而丰富的空间变化将商业、办公融为一体。建成后总建筑面积约35万m²。

（此项目概况信息来自SOHO中国，幕墙BIM团队主要成员为王佳、宋小明、岳磊）



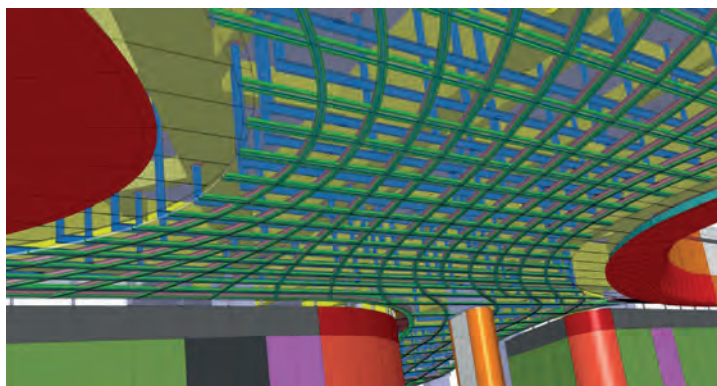
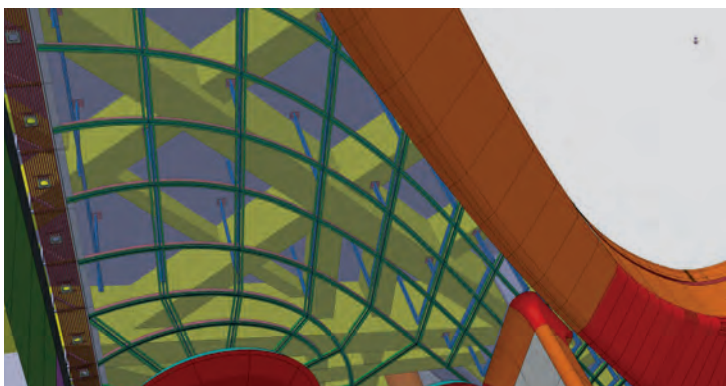
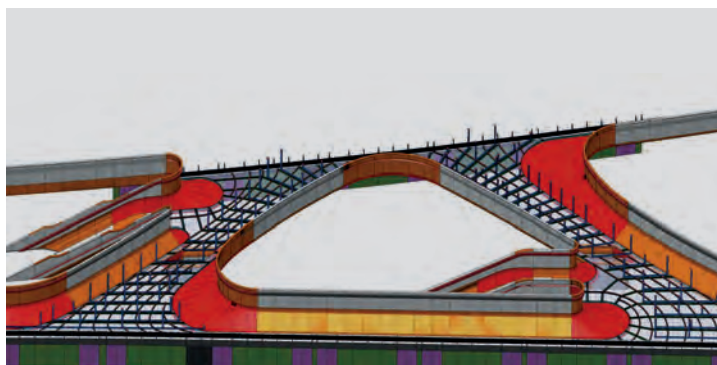
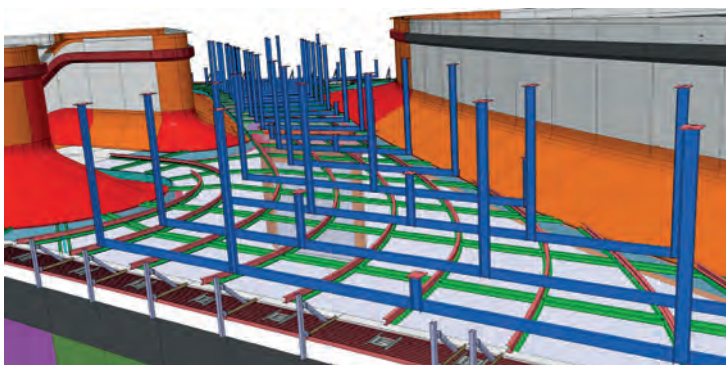
凌空SOHO现场（摄影：阴杰）



凌空SOHO BIM模型



凌空SOHO现场照片



凌空SOHO BIM模型

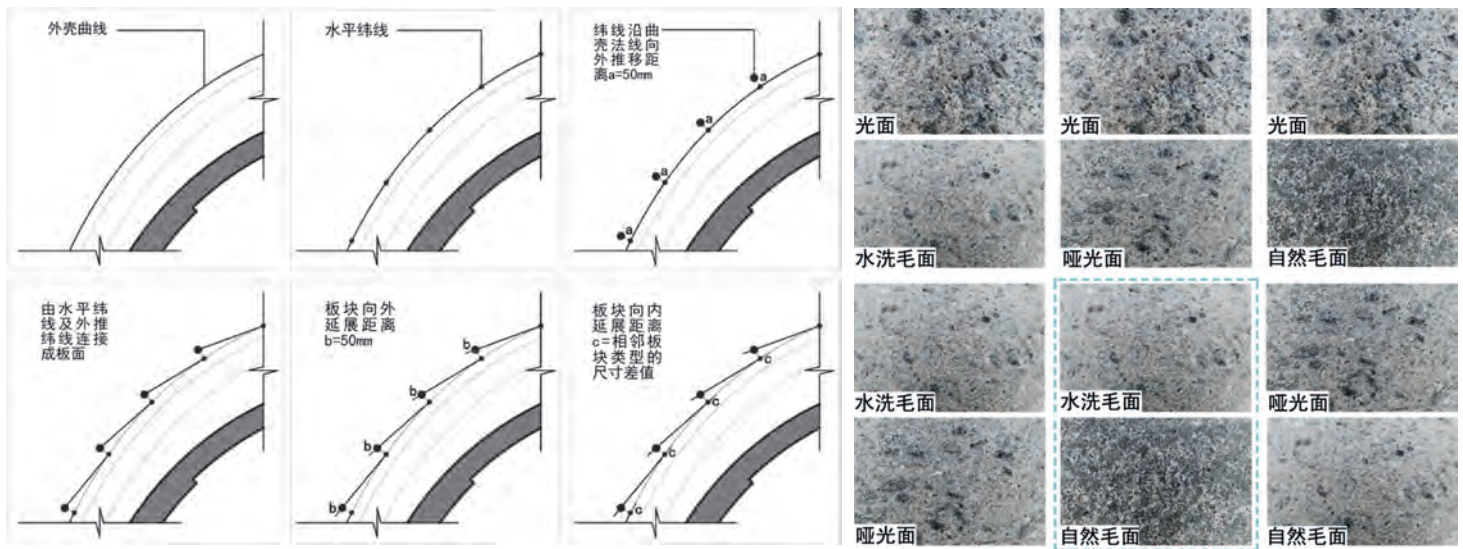


大同博物馆现场照片（刘恒提供）

2.4 大同博物馆

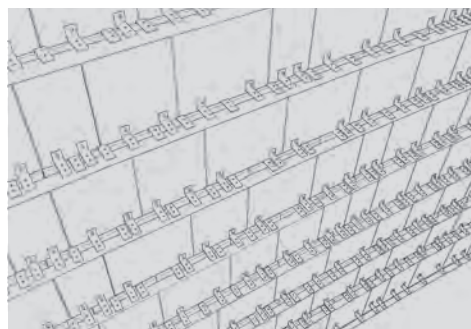
大同博物馆由中国建筑设计研究院的崔愷院士担纲总建筑设计师，总建筑面积约6万 m^2 ，两个弧形的形体围绕着中央大厅以螺旋结构盘旋生成，形成从地面生长的姿态。采用火烧面和水洗面工艺，形成浅灰和深灰两种色彩和质感的石材表面，并通过由浅到深的过渡控制与随机搭配，产生建筑表面丰富的质感变化。

（项目概况说明摘自参考文献^[1]，幕墙BIM团队主要成员为王斌（小）、郭巍、郭伟峰、刘洋）

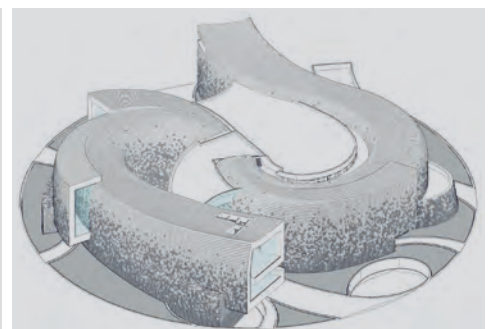


大同博物馆幕墙挂板拼贴逻辑

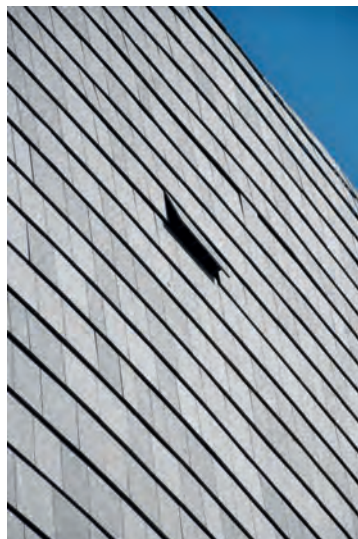
大同博物馆幕墙材料选择（刘恒提供）



通过计算机计算挂件位置，避免发生碰撞



大同博物馆幕墙排版模型



大同博物馆现场照片（刘恒提供）



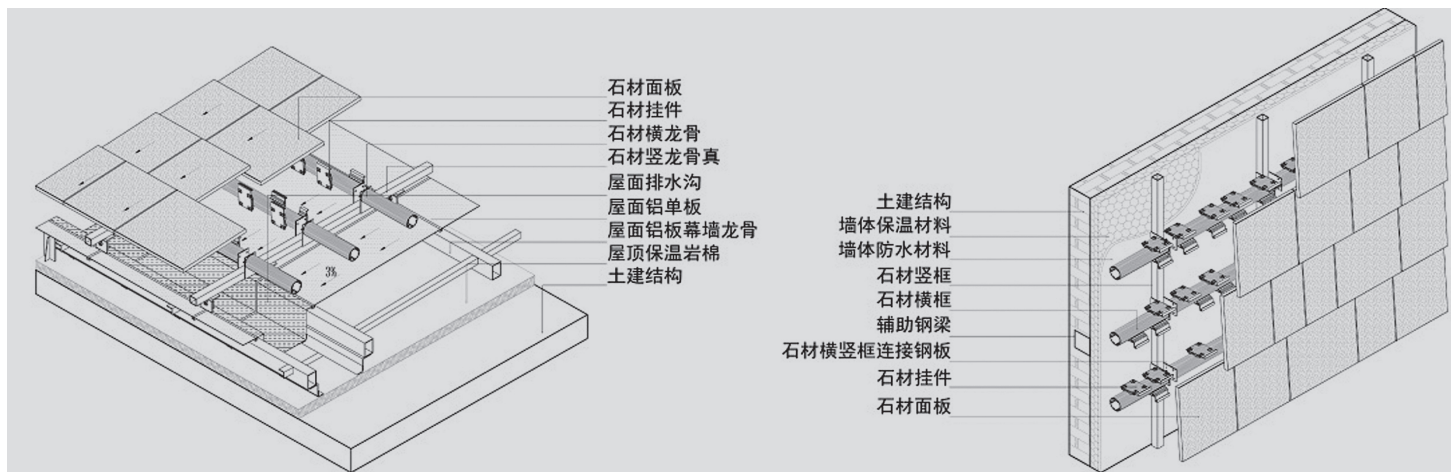
大同博物馆幕墙材料质感（远大幕墙提供）



大同博物馆现场施工（远大幕墙提供）



大同博物馆幕墙保温、铝扣板防水（远大幕墙提供）



大同博物馆屋面系统构造及立面系统构造（远大幕墙提供）

3 未来

BIM将直接促使建筑行业各个领域的变革和发展，颠覆传统幕墙行业的思维模式，改变现有的流程产生模式。我们期待出现新的生产方式和行业规则。■ AT

注释

- 1 CCDR: Crystal Computational Design & Research 水晶石运算化设计研发中心。
- 2 选择编码而不是ID的原因是编码的字符具有一定的可识别性，而不是纯粹的ID数字需要专用的设备才能读取。

参考文献

- [1] 刘恒. 生长于大地之中——大同博物馆工程设计[J]. 建筑技艺, 2013 (4) .