



陈雷

华东建筑设计研究总院副总建筑师，担任设计总负责人的项目有：上海银行大厦、上海铁路南站、北京和园景逸大酒店、南京紫峰大厦、虹桥交通枢纽磁浮站、济南绿地中心、武汉绿地中心、南宁天玺中心等。

THEORY ANALYSIS AND PRACTICE ON THE FORM COMPOSITION OF SUPER HIGH-RISE BUILDING

超高层建筑形式构成方法理论解析与建筑实践

撰文 陈雷 华东建筑设计研究总院

华东建筑设计研究总院（ECADI）大规模的超高层建筑设计实践开始于上世纪90年代初，把握住了浦东开发的机遇，伴随着上海这个国内超高层建设最密集的城市的发展同步成长。至今，华东院已参与设计了127座高度超过200m的超高层建筑（其中300m以上30座），包括42项原创设计。目前，国内10座500m以上的超高层项目，华东院正在参与其中7项的设计与咨询审核工作（图1）。

虽然我们在超高层设计领域有了一定量的技术积累，但必须承认，相对于其他建筑类型，或相比国际大牌设计师，本土建筑师在超高层建筑的设计表达方面还不太成熟，特别是在超高层的形式表现上。因此关于超高层形式构成方法的研究显得尤为重要，我院也组织了相关建筑师进行了专项课题研究¹。

1 超高层建筑形式构成方法理论解析

传统意义上我们理解的超高层建筑形式表现，首先是反映功能空间要求，反映建造的结构逻辑（受到结构选型的制约），并被时代的审美体验所影响；另一方面，新材料、新技术的涌现成为超高层建筑发展的强大助推力。100多年前，正是由于钢材在建筑领域大量成熟的运用以及电梯技术的发展，成就了当时芝加哥、纽约的摩天楼盛宴。当今，数字技术、信息网络以及交叉学科研究的突飞猛进，改变了传统的设计模式

和审美方式，超高层建筑也在不断突破结构和功能的束缚，刷新着高度的极限，同时也为自身的建筑形式拓展了新的可能。

超高层建筑创作呈现出多元化发展的趋势，有的注重城市文化，关注建筑的文化象征；有的发挥地域特色，融合地域文脉；有的从绿色技术出发，营造生态建筑环境；有的强化新技术的应用，表现技术和材料的美感；也有的运用或理性或夸张的手法，强调标新立异，等等。单纯分析形体造型并不能充分解释其设计原理；新材料、新技术的发展配合参数化设计，将使建筑表皮的可能性大大拓展；建筑形体线性与非线性设计并存，立面构成分析的方法不再适应所有情况。

因此，我们借助相关理论，试图将超高层建筑的形式构成拆解成三个基本要素，即概念、表皮和形体。概念——建筑特征的语言表述，是一维存在；表皮——建筑内部与外部的界面，是二维存在；形体——建筑在空间中的构成，是三维存在。三个要素存在于不同的维度，互相独立，便于深入分析。建筑师思考超高层的形式构成时，三个要素互相交织作用，最终形成完整的设计作品。

1.1 设计概念

概念是设计之初对于建筑特质的探索，决定了一个建筑设计作品区别于其他作品的唯一性。面对纷繁的设计信息，好的概念可以贯穿项目进展过

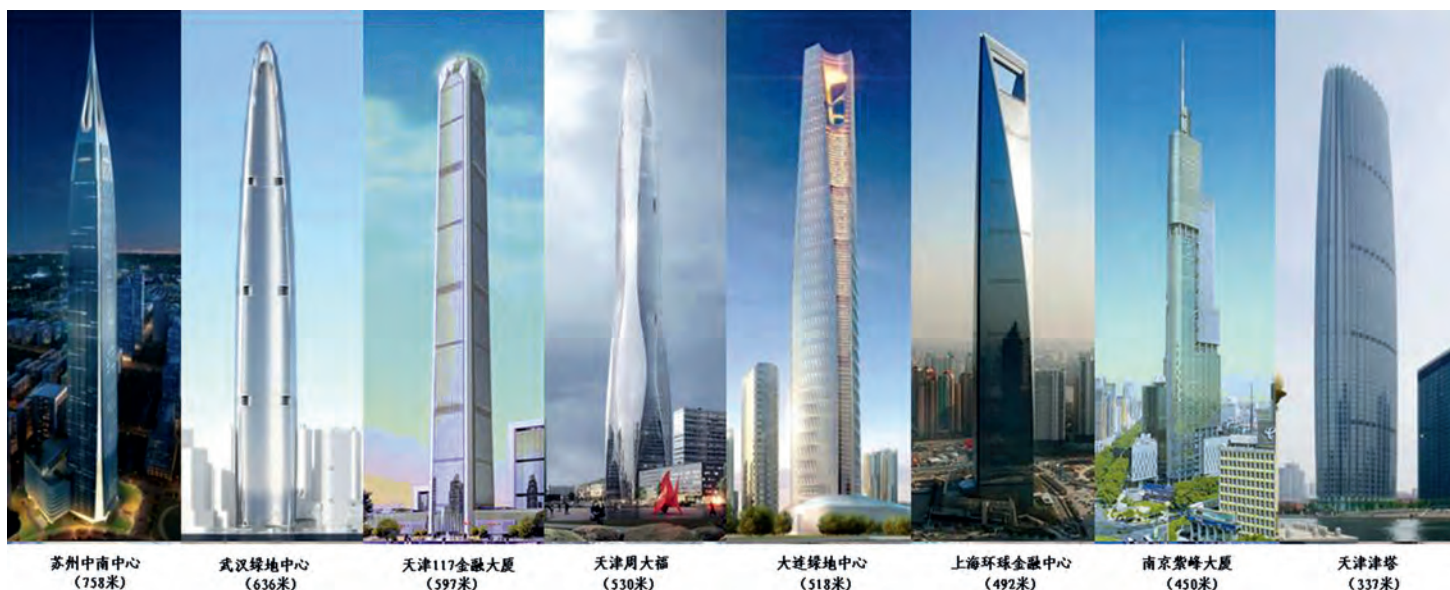


图1 ECADI部分合作设计超高层建筑项目



图2 超高层建筑设计概念的灵感来源五要素

程指导设计，使作品主题明确、特点突出。

超高层建筑往往是多种功能混合的城市综合体，其本身也成为小型的垂直城市。复杂的功能构成以及庞大的使用人数，为超高层塔楼的竖向交通组织、防灾安全、结构和机电设计带来各种挑战。超高层建筑的使用效率、舒适性、安全性以及节能环保等问题，正逐步被大众所关注。超高层建筑对于周边区域乃至整个城市具有超强的辐射能力，往往被赋予城市地标象征意义的视觉传达，成为时代特征与场所环境共同搭建起来的时空坐标。这就对建筑设计概念提出了更高的要求。

我们从设计概念灵感的基本来源——建筑所处的地理气候、基地环境、当地文脉、可识别性、象征性五个方面，对不同的创作思路进行探讨。在这五个不同的创作出发点中，地理气候是宏观抽象空间要素，基地环境是微观具体空间要素，当地文脉为时间要素，可识别性是建筑自身特征，象征性是观察者的共同经历（图2）。

1.1.1 地理气候

“气候对人类有独特的含义，它意味着与生活其中的个人相关联的某种东西。自然使人类具有灵活性，所以个体生命总是不断调整，来适应环境和周围的状况。”²。地理气候对人类活动影响非常大，一部分学者认为人类文化差异主要是由地理气候差异主导形成的。对于建筑设计来说，地理气候是影响设计最为宏观的层面。

在超高层设计中，针对不同地区的地理气候差异进行设计有许多优秀的案例。杨经文在热带地区的生态摩天楼实践中形成了系统的生态学设计方法。在EDIT TOWER设计中，运用过渡空间种植绿化、遮阳设计、通风处理等一系列手段节省能源，增加空间的舒适度，同时形成了独特的建筑语汇。

1.1.2 基地环境

基地位置和周边状况决定了建筑与环境的关系。周边有河流、湖泊、山脉、森林等

不同自然状况，这时需要在整体布局与周边进行呼应，形成一定的拓扑关系，避免过分突出建筑自身形象，破坏周边景观。同时要充分利用自然资源，将景观引入建筑内部，使交往空间延展至自然环境。有的设计对自然环境进行形态上的呼应，模拟自然地形地貌，成为自然景观的延伸。

城市环境则更为复杂。周边的建筑高度、建筑形式、交通状况、场地形状等一系列因素均需要综合考量。建筑需要与周边建筑形成和谐的体量关系，对周边造成的阴影、视线遮挡、眩光等因素也需要建筑师综合考虑。

BIG设计的Marina Lofts中，考虑到基地位置在河流旁边，居住建筑体量较大，影响到了原来居民到水边的通路，所以设计将建筑体量开洞，保证了水系的高可达性。

1.1.3 当地文脉

广义来说，文脉是指文明在长期发展过程中形成的文化脉络。基于文脉的设计是指



图3 表皮设计的四大类型

对建筑所处的自然与人文环境进行一种整体的、系统的、动态的全面思考，在此基础上确定建筑创作的方向、途径和结果。

超高层建筑与传统城市尺度本身存在着一定的矛盾，尤其在某些保护完整的旧城区，忽略环境的大尺度超高层建筑会与环境格格不入。在设计中，除了要减少建筑对于周边环境的压迫感，还要充分借鉴当地的传统文化积累，应用新技术进行再设计。

在SOM设计的上海金茂大厦中，420m的超高层建筑借鉴了中国传统叠涩塔的造型手法，多次退台后用冲天的塔冠收头，利用金属和玻璃幕墙创造了细节丰富、整体统一的建筑形象。结构设计造型结合紧密，在三段结构加强层设置三道外伸臂桁架，将核心筒与八根巨型柱连接成一个整体，用新技术、新形式隐喻传统文脉。

1.1.4 可识别性

超高层建筑因其引人注目的体量与造型而构成区域的标志，它的形式表现往往会成为人们感知城市环境风貌、体验不同场所环境特色的重要途径。除了要依托于环境，也应该表现出建筑自身的可识别性。

OMA在CCTV的设计中对传统的超高层建筑做了大量研究，发现几乎所有的超高层都由基座、塔身、塔冠三部分组成，基座形成稳定的底部，塔身形成重复而有序列感的主体，塔冠向上延展形成视觉焦点。CCTV则反其道而行之，针对功能流程特点（媒体素材-剪辑加工-新闻产出）设计了环形的流线，再赋予这个功能环一个稳定的建筑形象，创造了超高层建筑标新立异的建筑形式。

1.1.5 象征性

利用人们的共同经历，在建筑创作中利用象征手法可以引起作品与观察者心灵上的共鸣。这种象征不是简单的形态模仿，而是选择恰当的对象，用适当的抽象方法达到神似的效果。如位于迪拜的填海建设的帆船酒店，水面距离建筑非常近，整个酒店外观犹如一张鼓满了的风帆，成为引人注目的地标。

1.2 表皮

表皮是建筑的界面。哲学家斯特尔认为表皮与内部结构是同一物体的不同部分而已，并不存在一方凌驾于另一方的关系。超高层建筑日益成熟的结构体系为造型的灵活性提供了基础，并使外部围护结构成为可相对独立存在的表皮，建筑的表皮与结构功能的关系被重新定义，给表皮潜能的充分释放带来了契机。

表皮的建构是基于建筑师对材料的理解与使用，并通过技术构造进行组织，是一种技术真实的建构，也是一种诗意的审美感知，建筑表皮成为表达建筑意义的重要载体。表皮的首要特质是带给人们视觉感知，设计者期望通过表皮传达的信息有：安静的、运动的、古典的、现代的、有序的、混沌的，等等。表皮一般都会有一个基本的原型，由一些常见的几何图案拼合而成，经过一定的操作方法，形成最终的结果。表皮设计有四大类型：面状、线状、网状以及在此基础上衍生出的不规则表皮（图3）。

面状元素不具有方向性，自身是好的背景，可突出其他要素。在一些先锋设计中，面状元素常常大面积出现，甚至主导

整个建筑，具有更具纯粹感的表现张力。如OMA的Dubai-Renaissance方案设计，200m宽、300m高的集居住、零售、城市活动、艺术空间功能为一体的建筑，以一种难以置信的纯粹形式——一个矩形界面出现。在意义泛滥的信息化时代，这种建筑语汇的空白创造了另一种形式的标志性。

1.2.1 线状

水平线条与活动发生的基本场所——平面息息相关：水平方向给人以稳定感，而垂直方向是结构支撑建筑的方向，贯通的竖向线条会使建筑产生摆脱重力向上延伸的动势。在一些建筑中，也有强调斜向线条的做法。例如，UNStudio的荷兰税务大楼设计，根据阳光直射情况和风环境，在层间设置了连续变化的金属板。这些不断变化的元素使得建筑具有很强的运动感，北京银河SOHO也采用了类似的手法。

1.2.2 网状

网状表皮是通过不同基本单元的重复组合而形成的。矩形网格是建筑表皮的最基本原型，矩阵形式的表皮往往包含可视玻璃和不可视材料两部分，矩形网格暗示了内部房间的分隔。此外，还有三角形网格、菱形网格、六边形网格、圆形网格等形式。例如，在西格拉姆大厦表皮设计中，密斯应用钢和玻璃构件创造了既具整体感又充满细节的矩形网格立面，立面完整统一又充满秩序感。

1.2.3 不规则表皮

不规则表皮是指在面状、线状、网状的基础上进行操作而建立的复杂表皮系统。建筑师通过大量操作组合形成新的表皮形式。



图4 形体设计方法

而有些情况下，建筑师通过参数化手段，利用数学公式对原形进行变形。

让·努维尔设计的纽约100大厦采用了不规则化的矩形网络。使用了1 647种不同尺寸的窗户面板，每块玻璃被赋予了独一无二的透明度以及角度。在变化的日光照射下，建筑从不同时间、不同角度呈现出令人眼花缭乱的光影变化。建筑的整体却依然显得很古老，几乎像一个码头边的旧建筑。在一年的不同季节、一天的不同时刻，建筑都具有不同的视觉感受。

1.3 形体

形体设计是超高层建筑设计重点。常见的形体操作有三个步骤，即选取基本平面，放样，形体操作。无论多么复杂的建筑造型，总是由一些基本图形通过一定的放样方式而形成形体，再对形体进行操作得出的（图4）。

1.3.1 基本平面

基本平面是控制建筑形体的平面。常见的超高层控制平面有矩形、圆形、三角形、多边形、不规则平面等。不同的平面形式适应不同的功能，同时会产生不同的视觉效果。简单的建筑形体往往由同一种图形放样而成，通过简洁的形式和构成来表达设计。建筑形体有时会有两个不同形状放样平面，这种放样方式会使每一层的平面都不相同。多个平面控制的形体最为复杂，很难看出形体生成的方式。

1.3.2 放样

一维放样是指平面的放样轨迹与其基准面的投影是一个点的放样方式，也就是我们常说的“拉伸”。这是现代主义建筑最常见的形体操作方法。二维放样是指平面的放样轨迹与基准面的投影是一条直线的放样方

式。二维放样轨迹本身可以是直线或者曲线。二维放样的建筑会有形体收分，下大上小的收分方式契合超高层竖向功能设置的变化和结构抗风的特点。三维放样是指平面的放样轨迹是一条复杂的空间曲线或直线。有的三维放样轨迹是由数学函数控制的，有的是完全不规则的，无论哪一种都会使建筑形式非常复杂。

1.3.3 形体操作

有两种基本的形体操作方法，即“叠加”和“切割”。叠加是指在建筑本身形体基础上叠加其他要素，如超高层顶部突出的塔冠、立面上的突出体量等。一些建筑的体量也会由多个体量叠加而成，这是更为广义的叠加。切割是建筑形体的减法，有时是对形体轮廓的裁切，有的是形体内部的后退、挖空。



图5 南京紫峰大厦

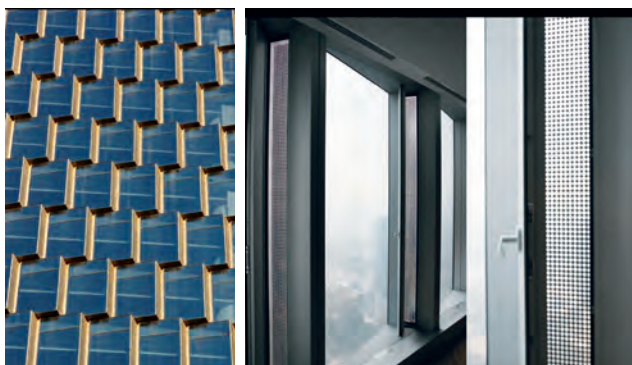


图7 南京紫峰大厦幕墙肌理



图8 开启扇室内效果

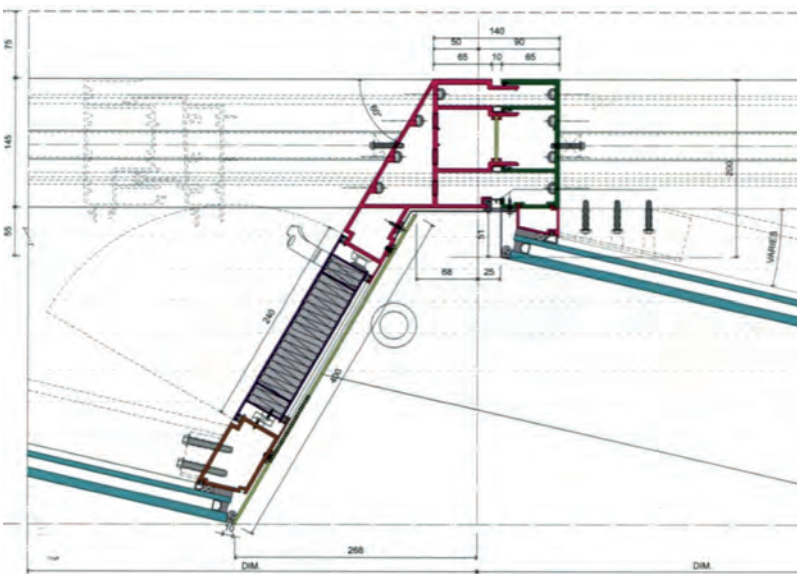
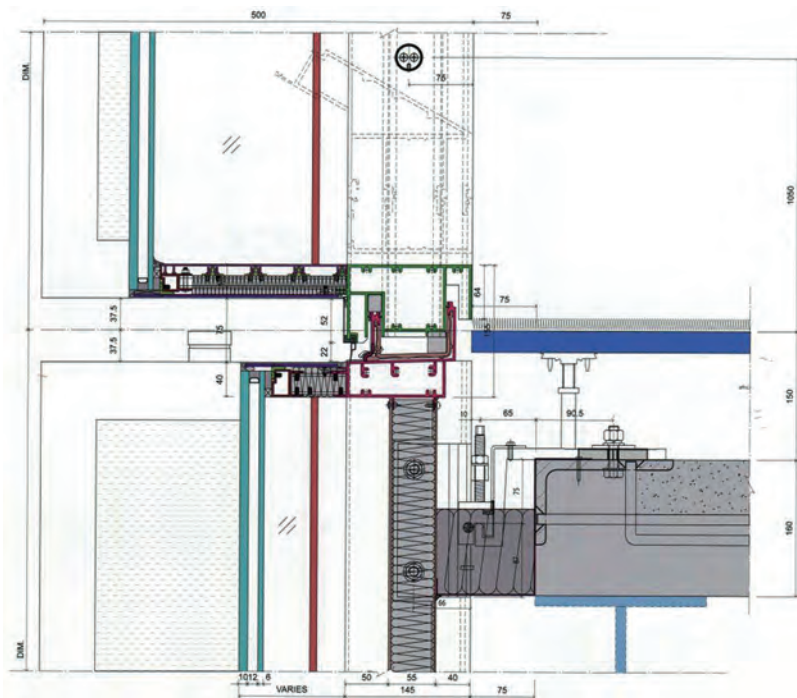


图6 南京紫峰大厦幕墙节点细部构造

2 华东建筑设计研究总院的两个超高层项目分析

2.1 南京紫峰大厦（与SOM合作设计）

南京紫峰大厦项目是从2004年开始至2010年建成的。设计概念很直白，提取了南京的地域元素——扬子江、虎踞龙盘的“盘龙”、南京优美的绿化。平面形状与地形相吻合，采用三角形，通过拉伸、（高区酒店标准层缩小）退台形成塔楼体量。形体操作在立面上采用切削手法，结合边庭、空中大堂设置高透玻璃凹槽，隐喻长江，蓝、绿两个交错的体量寓意盘龙（图5）。

概念虽然简单，外方设计师在整个设

计过程中对概念的推进十分执着，调动一切技术手段来保证实施的效果。也就是我们常说的，不光要有想法，还要有手法。最后这两个交错体量并没有采用两种颜色的玻璃，而是通过两组不同方向的锯齿单元来区分。塔楼表皮设计采用上下错格半个单元的锯齿板块，建筑肌理的表现力很强，锯齿短边是穿孔铝板外饰+向内开启扇，高光的反射效果、光影变化相当丰富（图6，7）。

图8是开启扇的室内效果，这种开启方式解决了两个问题：高空坠物的安全防护，开启后对塔楼外观不会产生影响。但是也带来一个负面影响，就是烟囱效应。超高层

通常采用全封闭幕墙，机械新风系统；可能因为2003年的SARS爆发，当时强调做开启扇。超高层的这种高位开口，加剧了由热压差形成的烟囱效应，特别是在冬季，一些超长行程的电梯（如紫峰的酒店穿梭电梯）关门都有困难。

2.2 武汉中心

武汉中心项目属于华东院的原创作品，由徐维平总建筑师负责。项目基地位于王家墩CBD，由泛海集团开发。塔楼从下到上的竖向业态分布为大堂及裙房商业、办公、公寓、酒店、观光。设计概念借用了“帆”的形态，以空间叠形的单元板块拟合超级空间

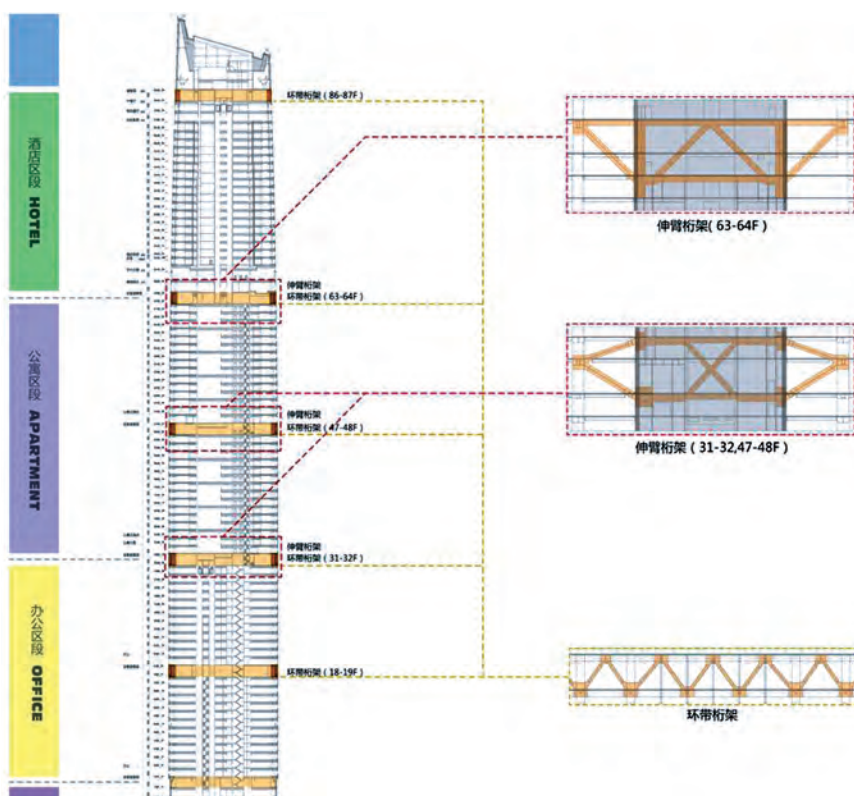


图9 武汉中心

图10 塔楼结构示意图

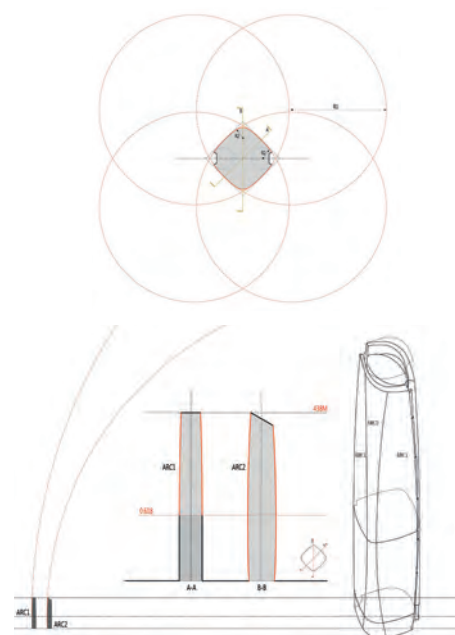
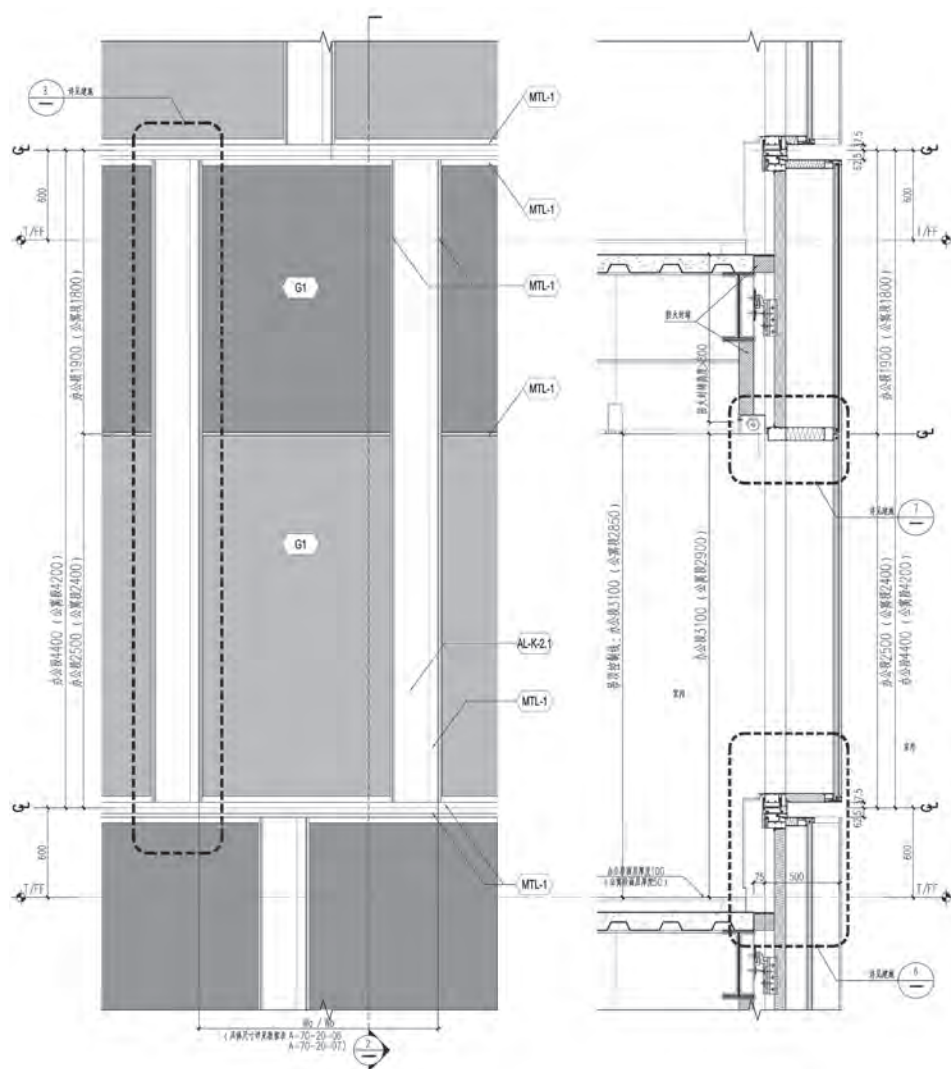


图11 平面及形体控制

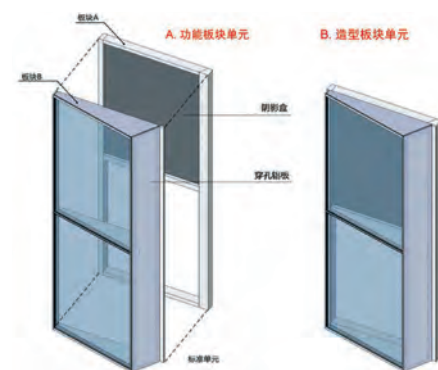


图13 幕墙双单元板块

图12 墙型P-5典型

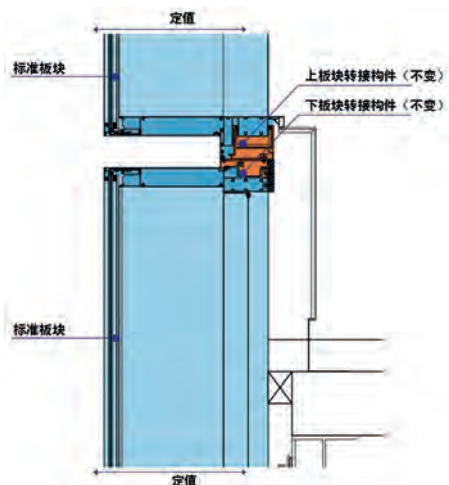


图14 单元在楼层间构造示意——空间垂直板块
(适用于数据类型Ⅲ)

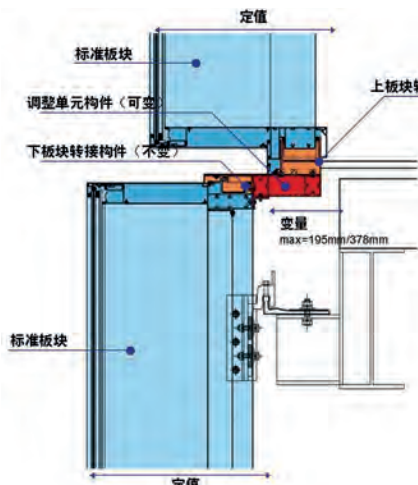


图15 单元在楼层间构造示意——空间退台板块 (适用于数据类型Ⅰ: 0~195mm和数据类型Ⅱ: 0~378mm)

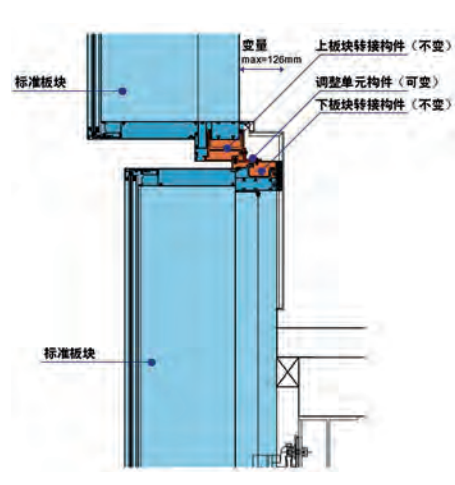
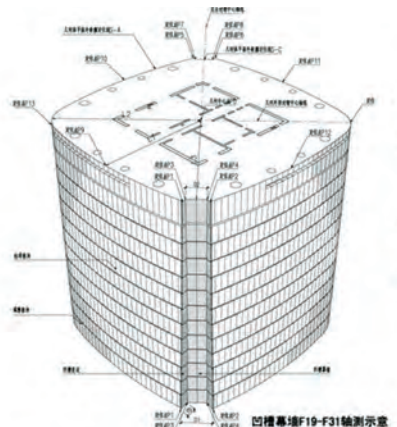
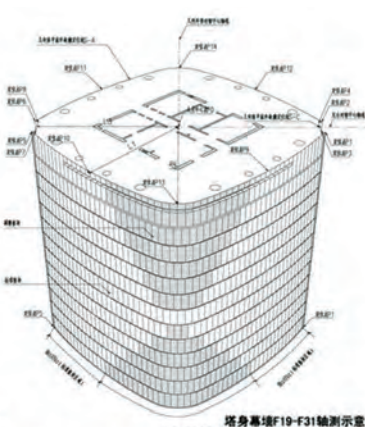


图16 单元在楼层间构造示意——空间悬挑板块
(适用于数据类型Ⅳ: 0~126mm)



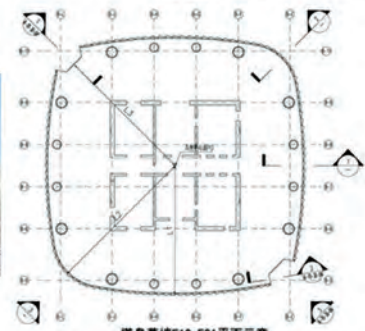
凹槽幕墙F19-F31轴测示意



塔身幕墙F19-F31轴测示意



幕墙F19-F31透视图



塔身幕墙F19-F31平面示意

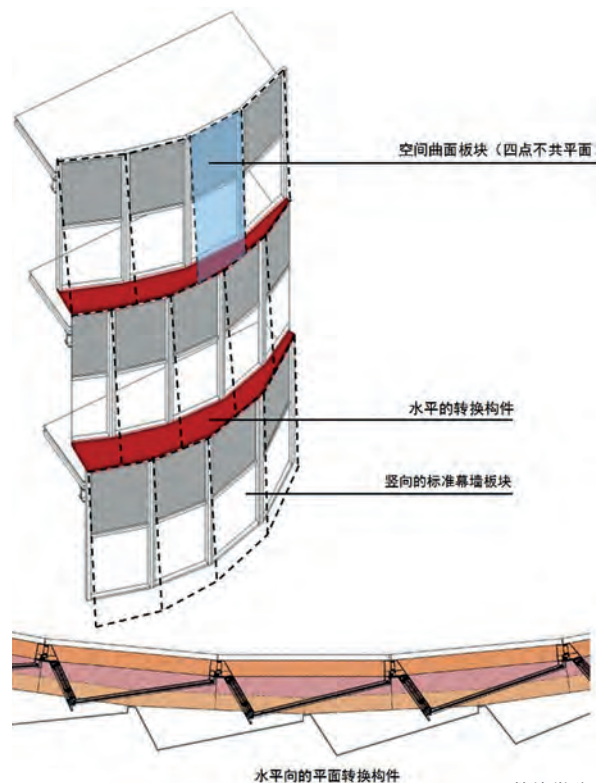


图17 数值微分

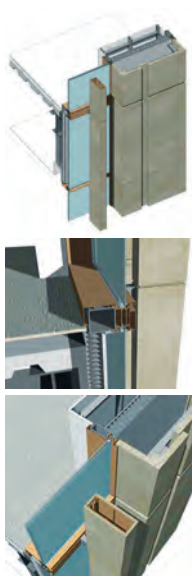
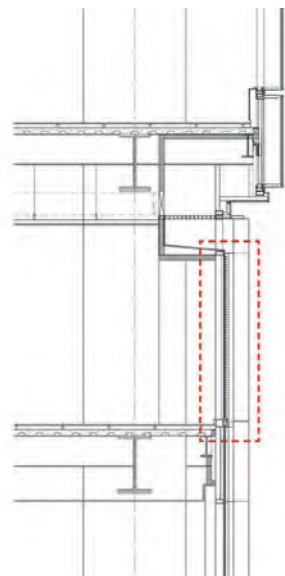
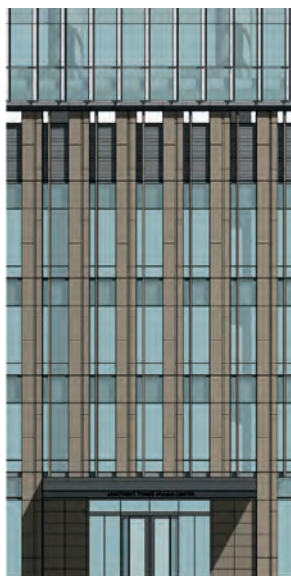


图18 基座设备层幕墙

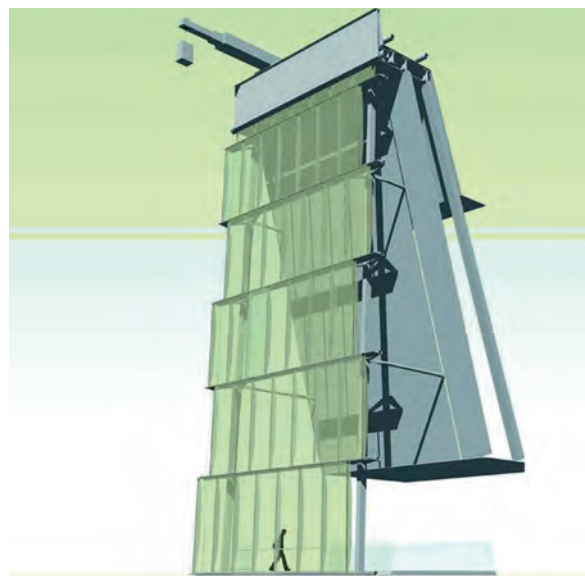


图19 塔冠幕墙建模示意图



图20 塔冠幕墙定位平面图

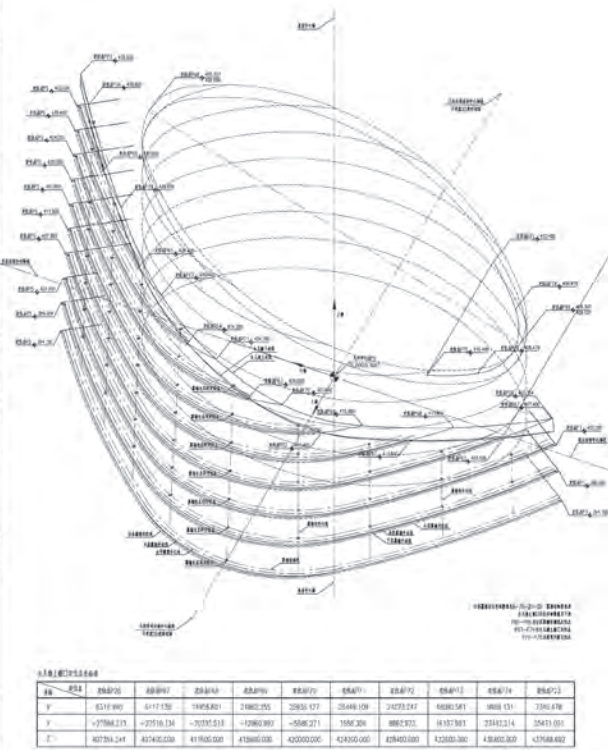


图21 塔冠幕墙定位轴侧示意图

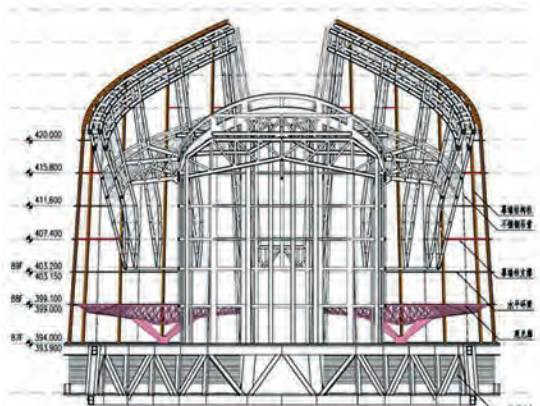


图22 塔冠剖面图-幕墙结构

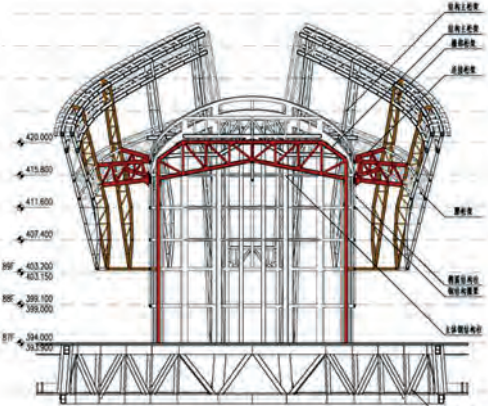


图23 塔冠剖面图-主体结构

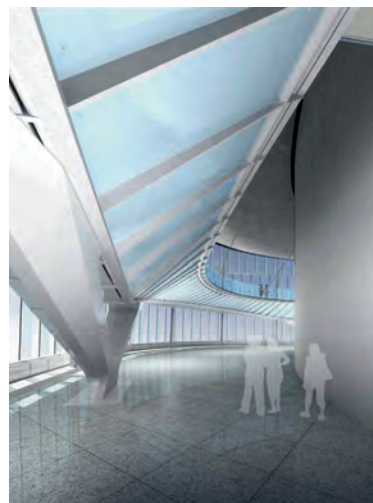


图24 塔顶空间示意

曲面，呈渐变型非线性、错缝式的空间错台变化（图9~11）。

武汉中心的幕墙单元借鉴了紫峰大厦的形式，主要是因为业主参观过紫峰大厦，对锯齿单元非常推崇。最后采用了这种双单元板块的组合，即幕墙龙骨、接缝横料组成的传统单元，玻璃、开启扇组成的附加单元，进行拼装组合（图12~16）。

如何用尽可能规则的幕墙单元板块来拟合超级空间曲面表皮，是当初设计过程中碰到的一个瓶颈。设计团队与院里的数字团队、幕墙团队一起研究，用数值微分的方法解决了这个难题（图17）。将空间形体中每一处被微分的空间曲面板块（四点不共平面）解析为竖向平面的标准幕墙板块和水平向的平面转换

构件。其他主要幕墙细部设计包括基座设备层幕墙和塔冠幕墙，如图18~24。

3 结语

2013年11月7日，华东院与OMA合作设计的央视总部大楼获得了CTBUH年度全球最佳超高层奖项。库哈斯在获奖感言中调侃地谈到：他曾经发起向摩天楼的宣战，对摩天楼以往固有的平庸形式感到失望，认为摩天楼不能提供人们有活力的生活。在他2003年出版的书中，有一个章节的标题就是“杀死摩天楼”。但当他站在这里领奖的时候，就意味着他对摩天楼的宣战完全是毫无价值的，也彻底失败了。最后他表示，非常愿意成为超高层俱乐部的成员，并希望致力于让摩天楼变得更加有趣味。不知道是超高层利益链的吸引力，

还是CTBUH非常聪明，轻易地用这个奖项就招安了反对超高层的领军人物。

不管大家对超高层这种建筑形式有多少争议，无可否认的是，超高层在各地迅速蔓延之势已无法阻挡。作为设计师应尽可能多地掌握相关技术，以便应对未来的设计需求。最后的结语，也是一个愿景。我们的超高层设计，正经历着与中国制造业相同的发展路径：从消化、吸收、模仿、局部改进到集成创新；接下来，也是最困难的，就是如何真正实现拥有自己核心技术的原创，与大家共勉。■

注释

- 1 《超高层建筑形式构成方法理论解析》课题完成人：李大晔、程若尘、申飞
- 2 引自弗兰克赖特《自然住宅》