

Hainan International Conference & Exhibition Center

海南国际会展中心



李兴钢

中国建筑设计研究院（集团）副总建筑师、李兴钢建筑工作室主持人，工学博士。中国青年建筑师奖、中国青年科技奖获得者，享受国务院政府特殊津贴专家。

建筑设计代表作品：兴涛接待展示中心、建川文革新鉴博物馆暨汶川地震纪念馆、复兴路乙 59-1 号改造、Hiland·名座、纸砖房、北京地铁 4 号线及大兴线地面出入口及附属设施、北京地铁昌平线西二旗站、商丘博物馆、“第三空间”、元上都遗址博物馆、海南国际会展中心、绩溪博物馆、元上都遗址大门、西柏坡华润希望小镇等。



东南方向俯瞰会展中心

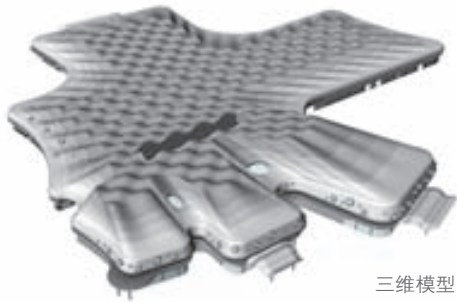
我一直认为，建筑只有将结构、形式和空间能完美地统一在一起，甚至达到三者合而为一，才是一个真正好的建筑，才能真正实现建筑的坚固、实用和令人愉悦，我将之称为建筑的形式、结构与空间的同一性。西方建筑史上有很多这方面的经典案例，我自己在这方面也一直在努力进行尝试，特别是大跨空间建筑实践。下面就以海南国际会展中心项目为例和大家分享体会。

工程概况

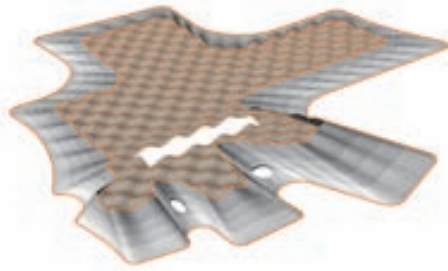
2011年建成的海南国际会展中心总建筑面积13万 m^2 ，有展览中心和会议中心两大部分，位于海口市的新区，靠近新的政府行政区的北端，北侧面海。我们通过对用地的研究把会展中心的位置和新城中心的轴线安排在一起，同时让轴线向大海方向有一个不规则的延续，这样的延续就对会展中心的建筑形体和布局产生了影响。因为会展中心对着新城中心，它有一个对称性轴线的呼应；同时北面是不规则的海岸线，还有其他功能建筑的分布，用地和功能的不规则性也导致了平面的不对称性，所以布局反映了建筑在这个城市里的地位和特征。设计并没有一个明确意向，我们希望这个在海边的房子与海口的建筑、气候、环境产生某种相互之间的关联，所以把它叫做处于“像”和“不像”之间的海边热带建筑。从设计草图中可以看到建筑大致的形状：北面是不规则的会议中心，南面是有着明确轴线的展览中心。这其实也暗示了将来结构的形式。从平面图中可以清楚地看到，北面的会议中心分大、中、小三个体量，南面是展览中心，有大小不同的展厅；中间是一条连接通道，但是有一部分把它串联在一起形成一个整体的屋面。另外针对海口夏季非常需要遮阳的特点，我们还围绕整个建筑的外部设置了一圈连续的檐廊。

几何构型

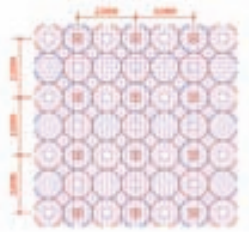
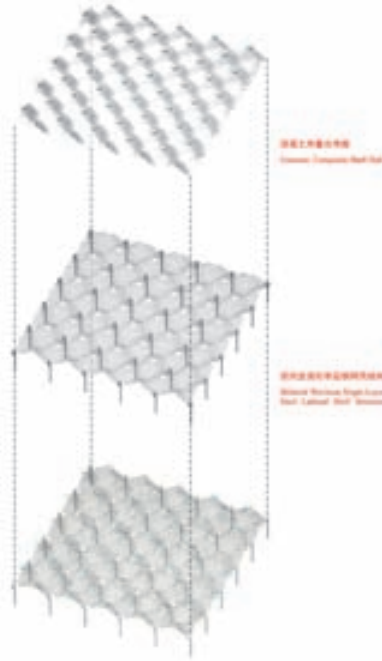
在几何的构型方面，从建筑整体模型中可以看到，最重要的屋顶形状分为两部分，一部分是中间的区域，我们把它叫正弦曲面，由很多投影为正方形网格的规则起伏的曲面形成一个大的三维立体曲面；另外一部分就是从中心区域向外延伸的边缘区域，从正弦曲面的截面轮廓（正弦曲线）开始，和水平檐口之间形成的直纹曲面作为边缘的形状处理。上述的处理形成建筑主要的外部形式。从草图中可以看到，结构跟形式是一起考虑的。



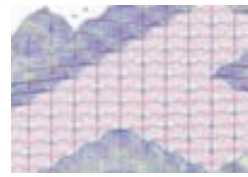
三维模型



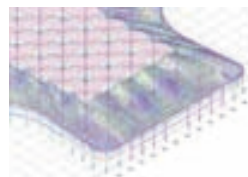
屋面的中央区域正弦曲面和边缘区域直纹曲面



中央区域屋顶结构示意图



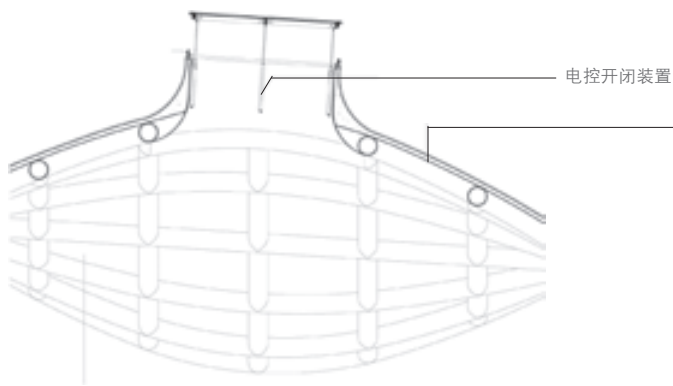
中央区域屋面正弦曲面壳体结构单线模型局部



边缘区域屋面直纹曲面钢网架结构单线模型局部



展览中心屋面钢结构单线模型



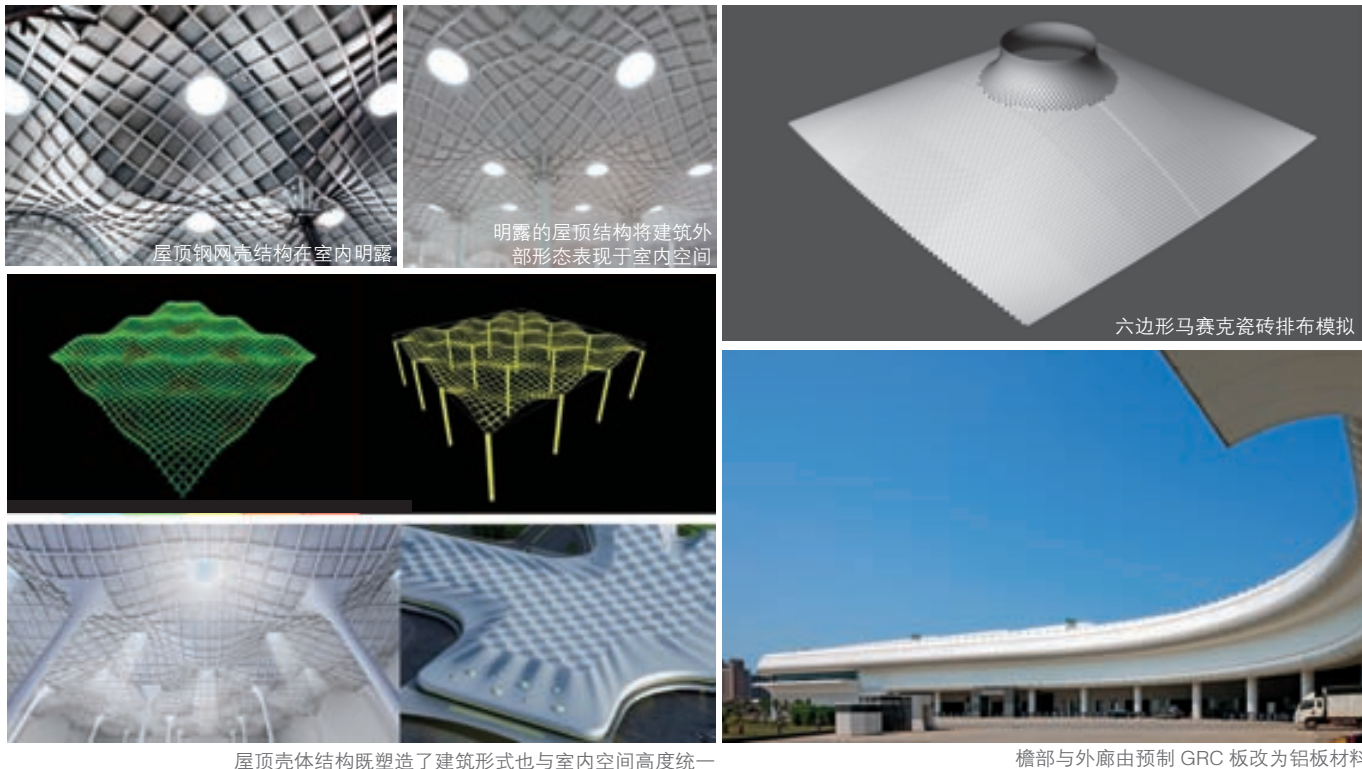
电控开闭装置

- 电控开闭装置
- 15 厚现浇 GRC 装饰面层，表面做无色保护剂
- 速水泥浆 1 道
- 4 厚 APP 改性沥青防水卷材
- 8 厚抗裂砂浆，中间压入 1 层耐碱玻纤网格
- 130 厚玻化中空微珠无机复合保温层
- 1.5 厚单组份聚氨酯防水涂层，表面撒砂
- 结构钢板

网壳屋顶天窗构造详图

结构选型

几何构型之后就是对应形态的结构。考虑到海口临海区域腐蚀性比较大，最开始的结构方案是钢筋混凝土结构，让混凝土的网格和曲面屋顶产生对应。但混凝土结构会产生两层结构的叠加，上面的穹加上下面的混凝土格架，导致效果不理想。经建筑师和结构师共同协商，最后还是采用了钢结构方案。屋顶是一种钢网格结构，形成投影为正方形网格的钢管直径仅有 200mm，由跨距 22.5m 的钢管混凝土柱支撑，中间无梁，因为它巧妙地利用曲面的波谷和波峰形成了一种壳体的结构。结构非常简练和纯净，避免了混凝土结构两层的状态。关于防腐的问题，在钢结构网格上的屋面钢板上设计了一层很薄的混凝土层，再加上防水层、保温层等把它保护起来，使其不直接外露。在壳体波峰的顶部开了圆形的天窗，为展厅内部引入自然光线；壳体波谷的底部作为屋面雨水的收集点，雨水立管就隐藏在钢管混凝土的柱子内部。



屋顶钢网壳结构在室内明露

明露的屋顶结构将建筑外部形态表现于室内空间

六边形马赛克瓷砖排布模拟

屋顶壳体结构既塑造了建筑形式也与室内空间高度统一

檐部与外廊由预制 GRC 板改为铝板材料

网格壳体的部分主要对应中间的区域。在边缘的直纹曲面区域，本来希望也是延续钢管网格壳面这样一种结构体系，但是有点可惜，最后采用的是网架的形式，所以产生了两种结构系统，没有形成一个实质性的结构的统一，但是现场效果（主要是内部空间）也是可以接受的。屋顶的面层材料我们最开始希望采用类似悉尼歌剧院的做法——用马赛克瓷砖，为此也设计了一种边长 57mm 的六边形马赛克，以适应曲面的变化。但由于造价相对比较高，加之人工的工作量不能满足施工周期的需要（只有一年半的时间）以及厂家经验和措施跟不上等，业主最后放弃了这个做法。所有的钢管在工厂里加工裁切好，运到现场进行单元式的地面拼装，屋面钢板也在地面拼装工作中完成焊接覆盖，这样就形成一个个 22.5m 见方的屋盖单元，再进行整体吊装，就位于屋顶高度。边缘区域的曲面网架及其屋面钢板也是用预制、拼装、吊装的方式，现场场面非常宏大。整个屋面吊装就位形成整体覆盖好之后，再做上部的整浇薄混凝土层、防水层、保温层以及现制 GRC 面层。

内部的展示空间将结构完全暴露出来，简洁轻薄、规律起伏的网格状网壳将建筑的外部屋面形态完美地



展览中心内部空间



东西剖面图 + 南北剖面图



施工图

呈现于室内空间中，同时将结构形式和特征也清晰地表露无遗。边缘区域的网架结构虽与网壳结构相比，大大增加了结构高度，但仍然将其外部直纹曲面的波动形态表现出来，并同时呈现出繁密的细节。壳顶单元的天窗和高侧窗为室内空间提供了充足的、不断变幻角度的自然光线，从现场看白天基本上不用开灯，特别是在布展准备期间，除非是展示过程中有一些特殊的展品需要局部聚焦的灯光。在阳光非常强烈的时候，射进





会议中心剧场式会议厅楼座前厅空间



附属设施可在非展会期间转换为小型商业内街



“唇檐”与“挑墙”

室内的天光会形成非常奇妙的效果。至此，这个建筑的形式、结构与空间呈现出具有某种“同一性”的状态。

结语

我始终觉得，只有具有形式、结构与空间的同一性特征的建筑和它背后的建筑师才逼近建筑的本质和原初。因为不管我们如何说到建筑的理念、思想和价值观，全球化和地域性，传统和当代，归根结底，建筑都是要建造的，这就涉及到结构的问题；建筑都是要用的，就涉及到空间的问题；建筑都是要看的，就涉及到形式的问题。所以我希望我们在今后的建筑实践中都能努力达到结构、形式和空间的“同一”状态，并把这作为我们工作的指导原则之一。 At



会议中心沿海主立面