

QUEEN ALIA INTERNATIONAL AIRPORT, AMMAN, JORDAN

阿利亚皇后国际机场，约旦安曼

业主：Airport International Group, The Hashemite Kingdom of Jordan Ministry of Trans, Joannou & Paraskevaides (Overseas) Ltd, J&P-AVAX S.A., Airport International Group P.S.C.

建筑设计：福斯特及合伙人事务所

合作设计：Maisam-Dar Al-Omran JV

结构设计：Buro Happold

机场系统设计：ADPi

图纸提供：福斯特及合伙人事务所

获奖情况：Cityscape Architectural Review Awards 2014-Winner Transport Category
(总体规划大奖和建筑综合利用大奖——交通建筑类)

质量监督：David Langdon

机电设计：Buro Happold

景观设计：Dar Al-Handasah

灯光设计：World of Lights

设计/建成时间：2005年/ 2013年

摄影：Nigel Young



安曼是这个世界上最古老的城市之一，阿利亚皇后国际机场是约旦最主要的机场，是进入这个城市的主要入口。设计的出发点是基于安曼的地域与文化展开的。在战略规划上，巩固了安曼作为地中海东部地区主要枢纽的地位；在物流组织管理上，机场的总体规划具有高度的灵活性——在未来的25年里，它允许机场的容量从每年300万人次增加到2030年的1 280万人次，以每年6%的速度增长。鉴于当地的施工专业水平和材料使用情况，建筑师所遇到的挑战之一是将重复的圆顶屋面转化到施工图中。设计团队借鉴了福斯特事务所室内几何专家的专业知识，优化了数字模型和实物加工之间的关系，同时还与一支英国的建筑师、工程师团队合作，结合他们优秀的生产工艺和国际级的专业知识获得了最终的成功。项目于2008年9月开始施工，2013年3月机场就竣工了。

美学

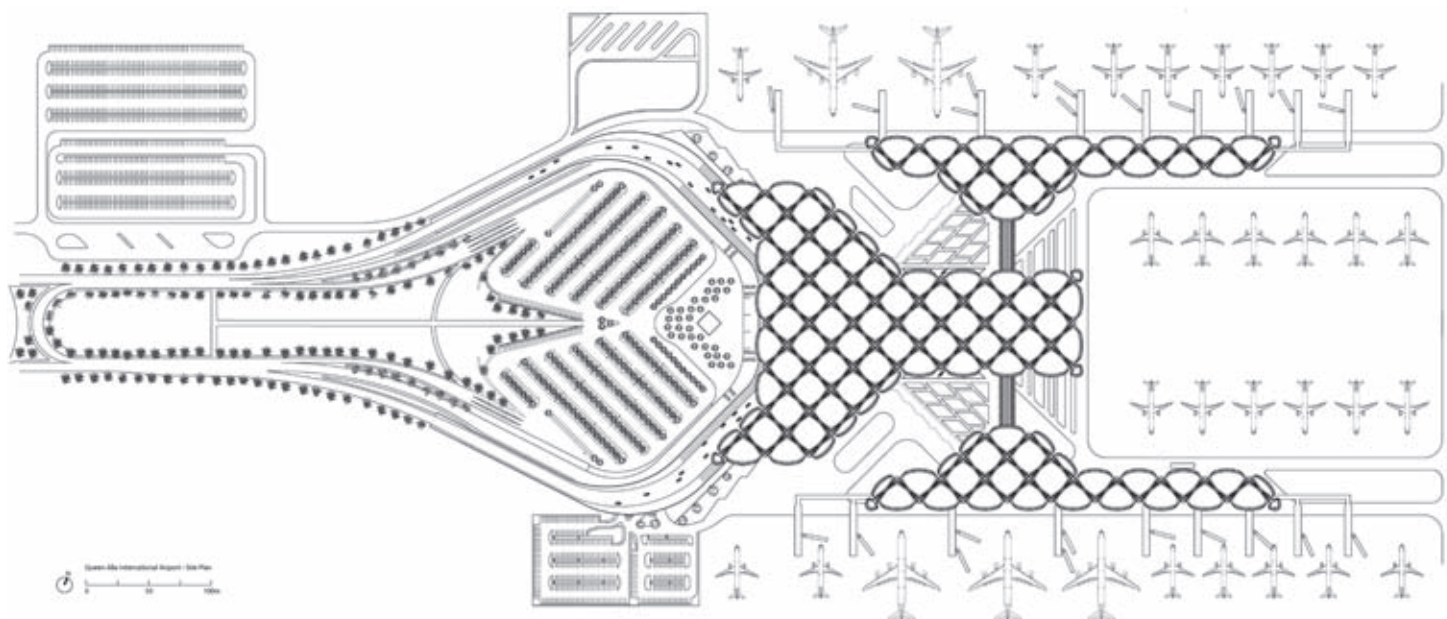
安曼在夏天时，白天与夜晚的气温变化很大。考虑到当地的气候特点及专业水平，建筑采用了混凝土结构。混凝土高热容量的特性能给建筑带来被动式的环境控制。棋盘格式的混凝土屋板由一系列薄混凝土穹顶组成，一直延伸到建筑外立面，给建筑提供遮蔽。为了实现以后的无缝扩展，每个穹顶都是一个模块单元。穹顶支撑在柱子上向四周发散，就像沙漠上的棕榈树叶一样，阳光从柱连接点的梁分节处如瀑布般泻入机场大厅。外露的拱腹上雕琢的图案像是叶子的叶脉，是按照伊斯兰传统的几何图案设计的。

候机楼的四周都采用了幕墙，透过幕墙能远远望到停机坪和援助区上的飞机。出发大厅的两个条形走廊从建筑中部的两侧向外延伸，条形走廊包含了主要的工作区域、商店、休息室和餐厅。在这些建筑体之间，露天庭院的设计借鉴了典型的阿拉伯建筑风格。庭院的设置提升了机场的环境：植物和树木有助于过滤掉污染物，并且在空气抽入处理系统前可将空气过滤一遍。机场的前院扩建成了一个巨大的景观广场，并设有绿树成荫的休息区，这样人们就可以在那里欢迎返航客人或送别出航亲人。

混凝土结构设计

结构工程师将薄混凝土屋板从支撑的柱子上发散开来——混凝土在约旦是天然的施工材料，将它作为屋面的材料给人以一种高品质接近自然的外表面效果。接近于支撑柱的屋面会厚一些，因为那里是应力最大的地方。这一结构形式就像叶子一样反映了其自然的生长结构，即在靠近茎枝时变得粗壮，以保证能支撑分枝。在这些应力集中的地方，还能够开几个孔，使阳光能穿过屋顶并反射于混凝土表面上。利用混凝土拱顶，我们能够使用薄的混凝土外壳作为屋顶的主体——这是个传统且十分有效的建造无柱大跨的结构方式，很早之前就被采用了。





总平面图

施工挑战性

由于建筑结构的特性和几何形状的复杂，预制混凝土构件遇到了多种设计挑战。这个用于结构分析的预制系统，其面临的主要挑战有如下几点：

（1）构件小且薄：40~50mm厚的预制混凝土在脱模、吊装、推叠、运输和安装中必须承受住自身的荷载，同时现浇混凝土也面临同样的问题。

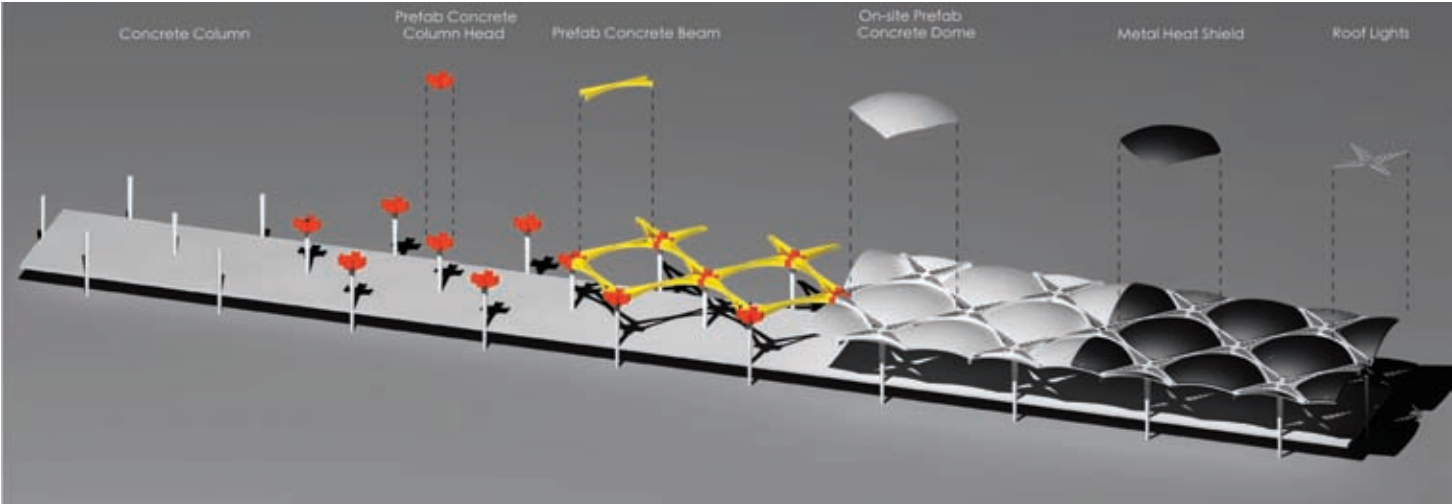
（2）对光滑表面的要求意味着钢模具必须以特定的方式设计和制作，更加困难的是这些预制构件的曲率变化也不一样。

（3）预制混凝土对配合比设计要求非常高，这不仅仅涉及结构，建筑表面的品质和每一段的实际生产效率也是如此。高性能的混凝土配合比设计需要满足高加工性，以确保能达到每个薄至40~50mm且表面平滑、内部无空隙的大模块混凝土要求。

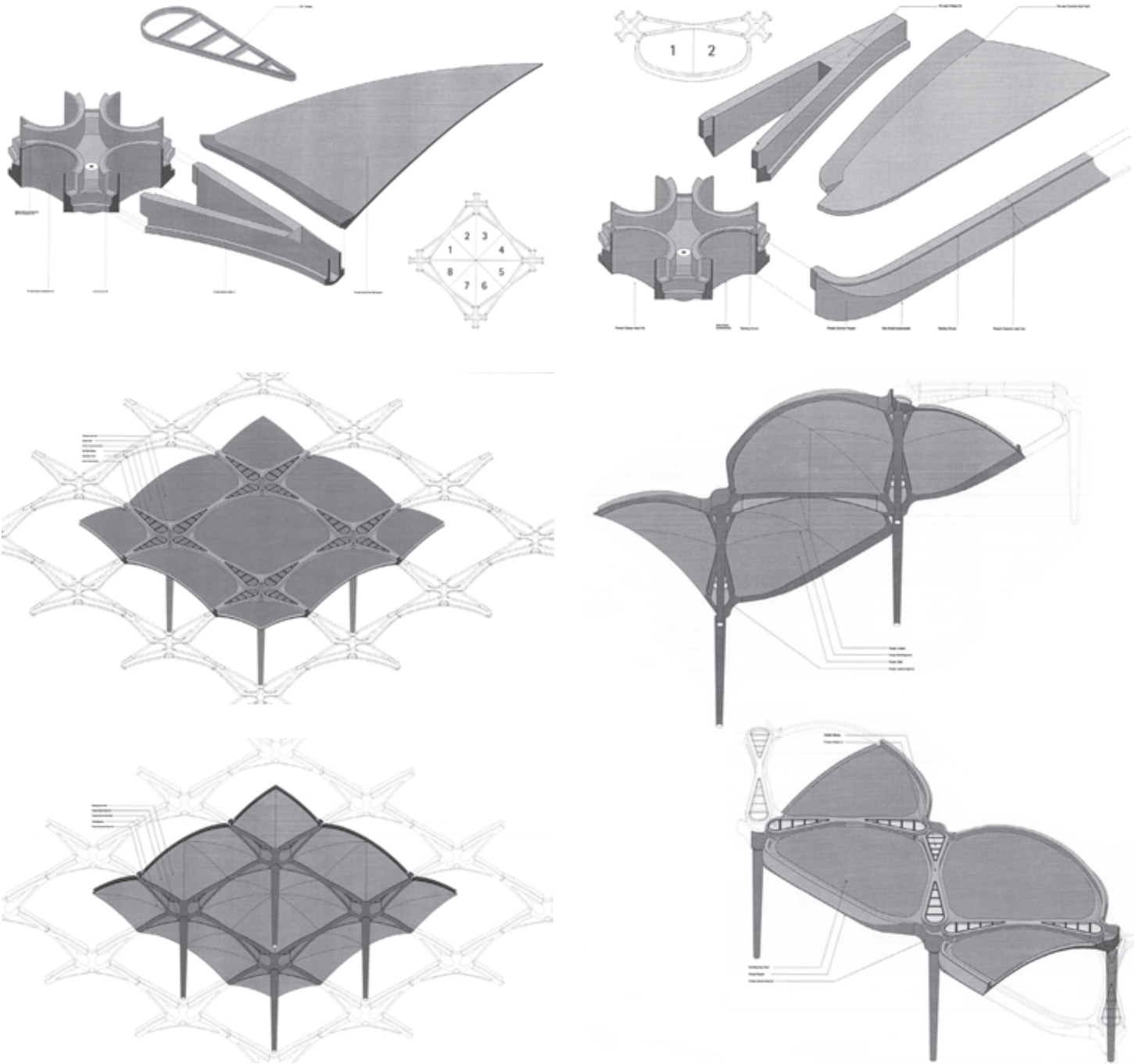
（4）混凝土的预制工作从2009年11月开始，而整个屋顶结构的竣工时间是2011年7月。



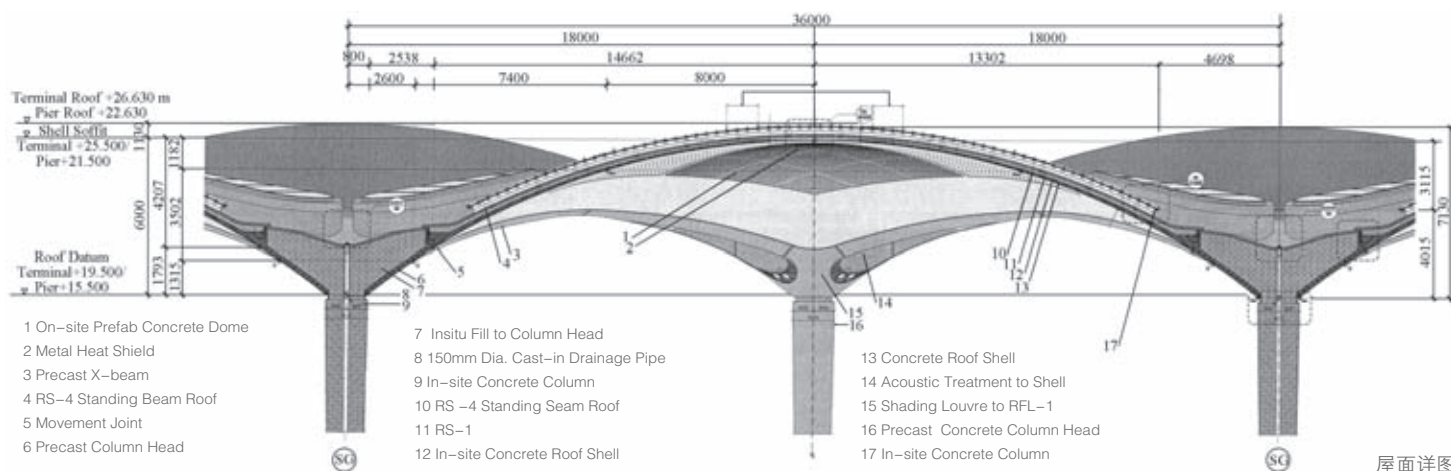




屋面构件分解图



屋面构件组合图



屋面详图



建模与建造

由于考虑到计划的阶段性及设计是否适合采用数字化和实体组装，模块化是设计团队关注的要点之一。屋面板被分成4种不同的模块，其中每一块都被分成了更小的部件。由于设计的对称性质，这些构件并不是作为整体来建模，而是以1/8、1/4或1/2来建模，这样有利于预制元件模块的创建以及后续按照模型进行数字组装。此外，三维模型以上述方式建立，也使得整个屋面板任何一个单独构件的建造都能够通过定制脚本进行自动复制。

主圆顶拱腹的双曲面几何形状十分具有挑战性，主圆顶拱腹被合理地划分成了一个8m半径的圆形，从圆弧上衍生出5个不同半径的圆弧与其相切，并落在X形梁上以保证里面玻璃的无缝效果。这种几何结构在整个制造过程中都有着实际意义，它依赖于屋板构件的二维轮廓来形成钢模具。为了克服这些困难，福斯特事务所内部顾问开发了一种设备，能以每2.5°的旋转来对构件进行标记和顺序标号，以保证曲率的平滑度。我们一共制作了54张截面图，以充分描述主要屋顶模块4种不同屋板构件钢型材的生产（圆顶：22段截面；X形梁：18段截面；女儿墙：7段截面；柱头：7段截面）。由于几何形状的差异，只有少量不同尺寸的样品被用在了其余的模块上。每个截面都是自动标注和生成的，并检查关键部位的坐标，如在曲率变化的位置和重合点生成定位坐标。

最后，两个阶段的施工组织构想（合并预制和现浇混凝土）允许预制穹顶起到双重功能，一方面它作为混凝土施工过程中一个永久性的模板，另一方面提供了对下面成品表面的控制（范铁/译，朱晓琳/校）。AT