

新工艺、新技术演绎完美造型——英国馆

New Craft & Technique Represent Perfect Model: UK Pavilion

撰文 顾英 同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司

建设单位 FCO (Foreign & Commonwealth Office)

设计单位 同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司、Troika、Kew

建筑师 Thomas Heatherwick、Katerina Dionysopoulou、曾群、顾英、詹翔

项目经理 Mace Group

结构工程师 Adams Kara Taylor

环境设计工程师 Atelier Ten

消防设计工程师 Safe Consulting

质量监督 Davis Langdon & Seah

支持设计 RHWL

基地面积 6 575 m²

建筑面积 2 455 m²

英国馆在此次世博会异彩纷呈的各式建筑中，以其出人意料的创意和独特的外形吸引了无数人的关注，其创新的设计理念和精致的设计手法，在各类展馆中独树一帜，获得了业内外一致好评（图1）。

独特创意的实现，离不开先进和精致的技术手段，英国馆在具体的设计和实施过程中，也是通过诸多的非常规构造手段和处理方式，使设计师的创意得到了完美的实现。

1 主体展馆构造细节设计

主展馆的结构部分为木结构梁及胶合板组成的夹心承重结构，类似一个双层的木盒子，尺寸为15m（宽）×15m（长）×10.4m（高），两层木板的间距为0.9m，楼板部分为钢桁架结构，由8根钢柱支撑，距地面约5m。大约6万根亚克力细长管，依照一定的构图规律，固定于木盒结构，组成了主展馆的外部特征——一个可以随风摆动的毛茸茸的物体（图2）。每一根亚克力管长约7.5m，并安装在6m长的铝套管内，以避免过度弯曲（图3）。

双层木质结构固定约7m长的亚克力杆件，由于安装和打孔的需要，木板的尺寸为1 220mm×2 440mm，采用数控机床根据三维模型进行打孔。同时通过三维模型，对每根亚克力的长度进行精确计算。木板打孔完成后，现场进行安装，待整体木结构完成后，进行插杆。

主体展馆有约6万根亚克力杆件，与主体结构相交的节点约有12万个（图4~6），同时亚克力杆件与外部铝套管之间也需要进行防水保护，因杆件单元安装完毕后，密度大、间距小，无法进行维修，因此防水工程对于整个工程的成败具有决定性意义。

1.1 外立面整体防水

主体展馆的结构部分由胶合板木结构组成，选择了丙烯酸类柔性防水材料作为展馆外侧整体的防水材料，可以满足防水要求。

1.2 亚克力杆连接节点防水处理

主展馆需要进行防水处理节点有三种：亚克力与铝管连接节点1和6；铝管与铝管连接节点2和5；铝管与木结构连接节点3和4。节点位置示意图7。

（1）亚克力与铝套管之间节点

1号节点和6号节点——亚克力与铝套管之间采取灌胶的方式进行防水处理，一方面将亚克力杆与铝套管进行固定，另一方面确保水不会沿着铝套管与亚克力之间的缝隙渗漏。使用的胶水是亚克力专用的连接胶水，其本身具有一定的柔性，在高温条件下可以变形而不产生裂缝（图8）。

在最外面使用定制的红色橡胶套，为满足建筑外观效果要求，在橡胶套与杆子之间填塞耐候硅胶，并在外侧使用红色扎带扎紧（图9，10）。

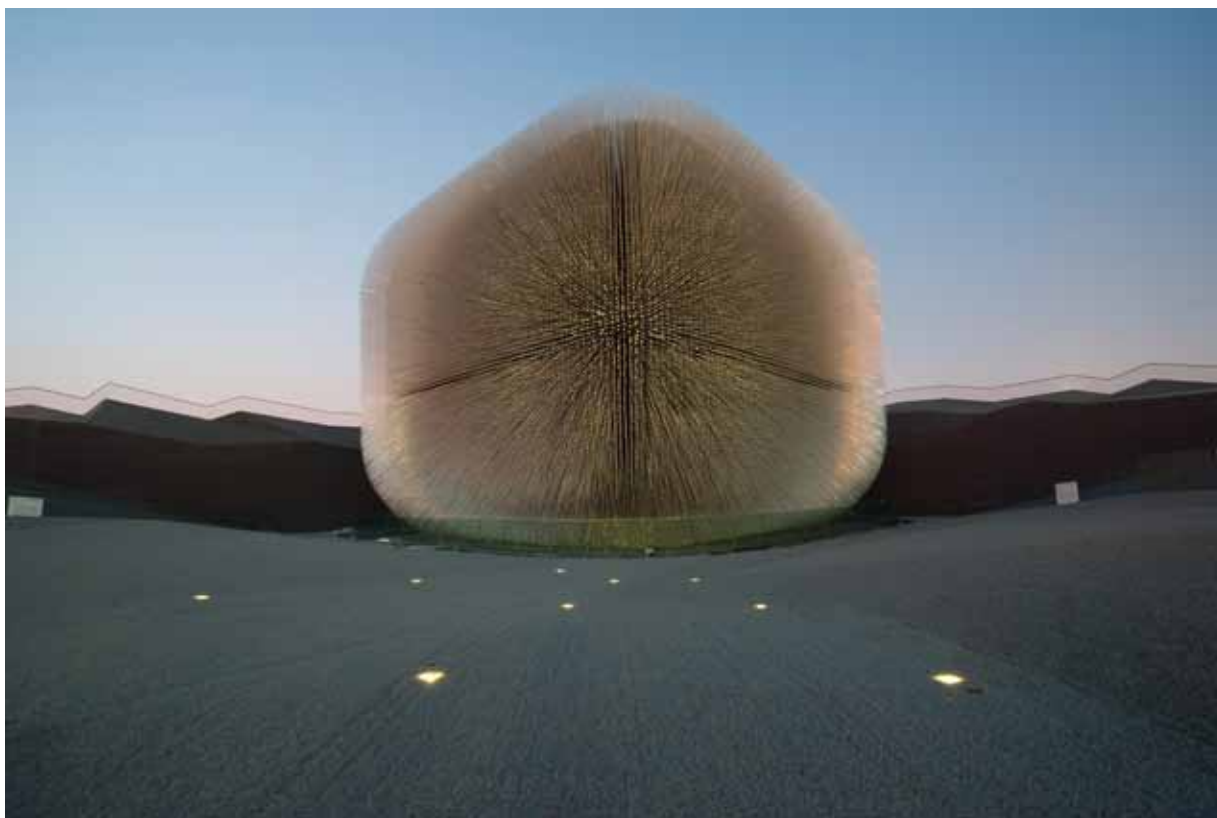


图1 从广场看英国馆（摄影：Daniele Mattioli）

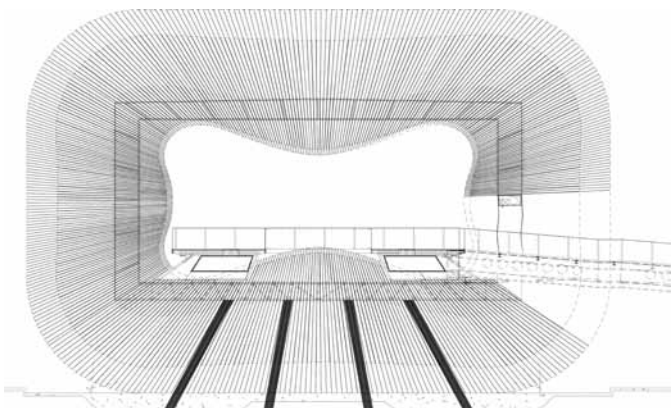


图2 剖面图



图3 种子与亚克力管细部



图4 展馆室内顶部（摄影：UKTI）



图5 展馆室内底部（摄影：UKTI）



图6 英国馆内部（摄影：Daniele Mattioli）

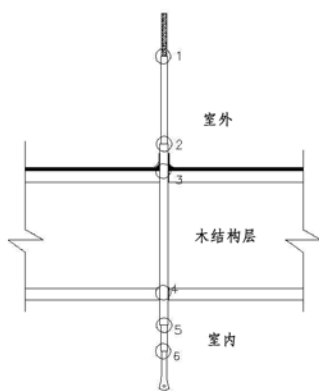


图7 防水节点位置

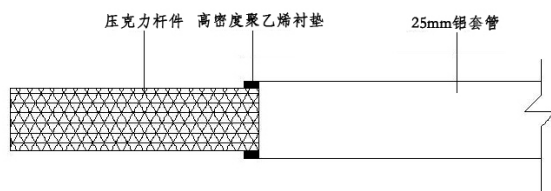


图8 1号节点详图



图9 外端防水完成节点照片



图10 防水套外观效果

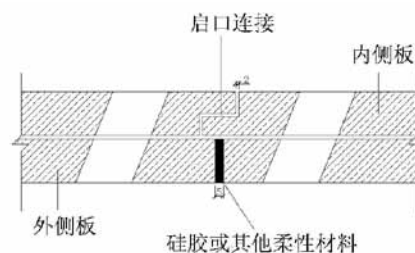
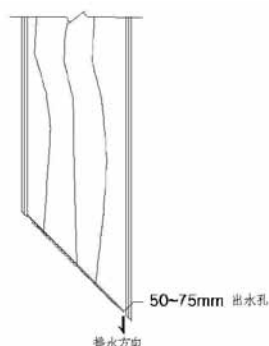
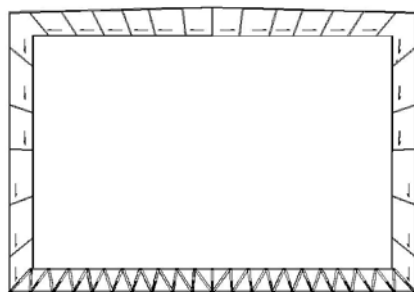
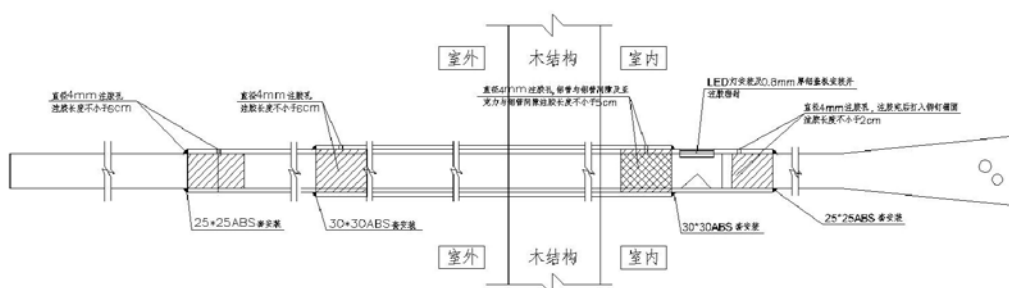
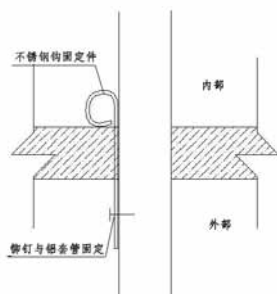
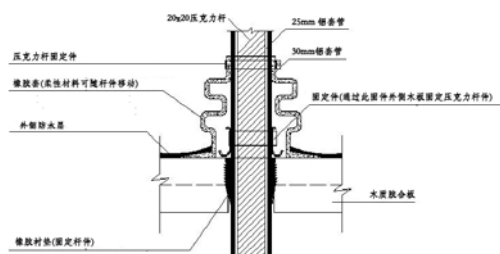
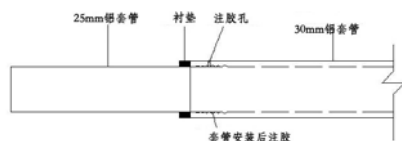
（2）铝套管与铝套管之间

25mm铝套管与30mm铝套管先安装固定之后，再通过注胶孔将铝管之间的缝隙用胶填满。这种方式用在2号节点处，有效地将水隔离在外面（图11）。

（3）铝套管与木结构之间

铝管与木结构的连接采用柔性橡胶套作为连接措施，从3号节点图（图12）中可以看出。亚克力杆单元穿过胶合板的地方，也是受力最大的地方，最容易产生晃动和出现裂缝。在这个位置必须使用柔性节点，定制的橡胶圈可以满足这个要求，橡胶圈采用紧固膨胀的方式固定。节点处理完毕后，再施工木结构整体防水（图13）。而对于4号节点，在安装孔内侧预装两个不锈钢挂钩，安装完杆件后，与铝套管采用铆钉连接，主要起到固定和保险的作用（图14）。

整体亚克力杆的连接防水节点做法可以从图15中看到。



1.3 木结构的防水构造处理

(1) 胶合梁的构造

主体木结构是一个封闭结构，在其内部梁与梁之间是紧密连接的，如果有水进入是无法排出的。展览期间正值上海地区夏季高温天气，一旦有水滞留会造成木结构严重的变形，漏水的同时还会影响结构安全。为避免这种情况的发生，我们在不影响结构受力的情况下将梁按照构造位置设置排水孔，其路径使一旦有水进入，可以顺利且及时地排出（图16）。具体的构造方式是通过在每个胶合梁组成的方格内的低点开设30mm的排水孔来实现的（图17）。

(2) 胶合板的构造

外侧胶合板本身材料为船用胶合板,自身含水率低,具有一定的防水效果,但并不作为防水材料考虑。考虑到木材本身极易受到温度及含水率变化影响而产生变形,因此胶合板的连接应考虑一定的变形余量。

板的布置方式按照以下顺序确定：根据3D模型确定孔位——确定没有孔位与胶合梁的位置——根据孔位确定胶合板的裁切线。对于胶合板采取外侧板与板之间留缝填充柔性材料，内侧板做启口连接的方式。设置的方法为外层的内侧板不设缝，按照数控加工的尺寸严格进行，外侧板木板之间留2mm的调节缝，安装完毕后使用硅胶或其他柔性材料填塞（图18）。

