

“德中同行之家”——2010世博会全竹结构展馆

German-Chinese House at the Expo 2010

采访 李昭君 《建筑技艺》杂志社

建筑设计/资料提供 Bambuspace 筑竹空间

合作单位 慕迪建筑设计咨询（上海）有限公司

慕尼黑理工大学木制品建造与结构设计学院

达姆施塔特工业大学固体建筑及土木工程材料学院

同济大学建筑设计研究院

施工单位 上海东毅展览服务有限公司

在2010年上海世博会期间，“德中同行”系列活动的第六站也是最后一站圆满落幕。“德中同行之家”不仅展现了独特的建筑风格，同时也倡导了前瞻性的环保理念。作为世博园区中唯一一座主体支撑结构完全采用竹材料的两层建筑，“德中同行之家”将“可持续发展的城市化进程”主题融合于艺术性的处理手法，再现了“德中同行”活动自2007至2010三年以来一贯的倡导焦点。

传统与高科技

“德中同行之家”的灵感来源于德国设计师及装置艺术家马库斯·海因斯多夫先生。在“德中同行”系列活动之前的五站中，中国传统建筑材料——竹材已被引入活动主旨。作为最环保高效的建筑材料之一，竹子每天生长达30cm，速度高于其他任何植物，因此竹材的广泛运用将显著减少对树木的砍伐。此外，竹子所具备的强韧性和坚固度也为其它材料难比，竹材散发出的典雅韵味更是独一无二。

竹艺展馆集现代化、多功能和艺术性为一体，体现了自然与高科技的完美融合。由于概念独特，“德中同行之家”无任何国内建筑先例可循且为世博会首演，其间面临项目审核、材料测检，难点颇多。然而在慕迪建筑设计（上海）以及德中多位专家学者、设计单位的协同合作下，在短短三个月间，艺术家的神来之笔便化作世博园区的点睛佳作。





环保理念及灵活性

“德中同行之家”展馆建筑面积330m²，是一座覆膜全竹结构的二层环保建筑。建筑的支撑体系由产于中国南部的8m长巨龙竹架构而成，所有竹材在建造之前均经过特殊防火处理并通过了相应防火测试。展馆内部楼板则由胶合竹板制成的巨型梁柱体系架构，其连接构件及表面处理技艺均为此建筑量身打造。高达6m的梁柱将建筑内部进行二次分割，营造出独立的2层楼面空间。竹杆支撑体系在建筑屋面层通过钢节点相互连接固定。屋面面层采用PVC膜覆盖，墙体结构则由天然竹材和透明轻盈的新型材料ETFE膜复合构成。整个建筑体现了可持续和环保的理念，易建易拆，所有材料皆可回收重复使用，多数产自中国本土。

未来派及多功能性

“德中同行之家”的设计风格结合了现代简洁、轻盈优雅以及未来主义，并融入了德中两国的建筑文化元素。屋面及立面膜体造型使人联想到传统竹扇及纸伞，通透的建筑外立面更让整个建筑如同多面抛光的宝石一般熠熠生辉。三角形的出入口设计重现歌特式建筑手法，展厅两端的共享空间使得建筑内部空间序列有张有弛。立面上可见白色织材伸展于竹丛间，夜晚的竹馆犹如一盏明灯绽放光芒。

整个展馆融展示、互动体验游戏、会议区域于一体。沿长向的宽敞空间中，参观者可以在此亲身体验“互动造城”的游戏。交叉杆件构成的柱筒支撑着钢制楼梯，来访者可通过此梯到达约4m高处的2层楼面。81m²的二层空间小巧而不乏味：顶部呈现真实屋顶结构，透露出工艺气息；四周由12mm厚的新型有机材料制成围合结构，形成透明隔音挡板；椭圆形装置彼此相连，亮出德国国旗的三种色彩。

建筑中的固定部件和家具装置均为“德中同行之家”量身定制。这些艺术品具有实用、舒适的特质，同时处处体现可持续发展理念，资源消耗最小化以及环保材料如竹材的引入均为设计中优先考虑的要素。馆内的桌椅舒适柔韧，经过摆设叠置便可成为一件件空间雕塑。

AT：在项目审核时，世博会对于装置或临时建筑的防火有哪些要求？如何对竹材料进行防火处理？

马库斯·海因斯多夫：世博会对消防和结构的审批提出了非常严格的要求。我们和德国慕尼黑工大、达姆斯塔德工大和中国同济大学一道共同攻关难题，最终使这栋竹子建筑满足了所有的严格审批条件。

通过消防审批之前必须对用于不同建筑部位的竹集成板、梁和条以及原生竹管进行一系列的燃烧耐久性测试。竹子因为本身拥有非常坚硬的表面而具备一定的天然防火性。除此之外，我们对原生竹管进行了阻燃剂和消烟剂溶液的浸泡处理，所有的竹材还被涂刷了一层防火涂料，通过采用这些手段，我们的所有材料都达到了审批要求。

在欧盟已有相关的工程标准，而中国还在编制中。未来，竹子完全可以通过一系列的严格检测成为公共建筑的主要建筑材料。在这里非常感谢所有的项目参与方的通力合作能让这样的先锋建筑成为现实。

AT：作为支撑结构的竹柱，其与楼板、屋面之间是如何进行连接的？能否介绍下此项目中新的连接技术的应用情况？

马库斯·海因斯多夫：整个屋顶构造都是由原生巨龙竹管的柱子支撑起来的。这些巨大竹子的底部直径均达到了23cm，同时底部也有用混凝土固定的可调节高度的钢节点。因此，整个基地面积250m²，使用面积达350m²的两层展亭的高度可以得到非常精确的定位。长15m、宽5m的第2层楼板被架在4m高、跨度达到6.4m的倒U形梁上。这些倒U形梁自身是由数百片竹片根据特定排列方式互相胶合而成的，这是一个具有难以置信的抗弯性和稳定性的独特的支撑体系。用同样材料制成的外立面竹条框架也具有类似的特性。它们之间的连接是通过钢片或钢管并采用活动螺栓紧固的，保证了展亭的可移动性。

连接技术也是和上述几所大学一道开发完成的。这里主要的技术难点在于对特殊的混凝土配比和特殊的固定措施进行试验。采用螺栓紧固的钢节点的一端被混凝土直接浇注在竹管中。混凝土不仅强度高而且采用一种特殊做法与竹管连接，另有一套钢节点的嵌套固定体系。整个结构体系体现了灵活建造的方式，构件的替换变得简单，所有材料具备了循环和再生利用的可能性。

可持续性的主题演绎不仅表现在采用了天然材料竹子，也体现在建筑的可拆、可重建和可移动上。屋顶全部是由钢管和膜结构（可循环再生材料）构成的，银色的钢管和自然材料构成了非常强烈的对比。通过钢铁、竹子和立面屋顶膜结构的联系以及天然原生竹管和竹集成材的联系，“德中同行之家”向世界展现了一种以自然材料作为主要构造材料的高科技建筑。





AT：请您为大家说明一下立面材料的特点，以及如何实现立面结构的稳定性？

马库斯·海因斯多夫：这个建筑另外一个别致的看点就是折叠的立面，灵感来源于古老的亚洲折纸艺术。另外，通过其透明的外壳创造出一种镶边的璀璨宝石的意象。就像汽车工业中对车身锻造采用拱形和褶皱做法来加强结构稳定性一样，这个立面结构也通过折叠来达到自身的稳定性。同时还通过钢索拉伸来使其成为真正意义上的自支承结构体系。世博会上搭建的这座展厅，我特意选择了ETFE张拉膜。这个决定也使采用经济性的同种材料的薄立面框架条成为可能。去除某些部位的覆膜就自然生成了如同哥特式教堂一样的出入口。出口的覆膜也通过灵活的卷帘形式开启或关闭。在这里东西方风格元素得到了交融，也使该设计特点分明。屋顶和立面折叠起来就像一把竹骨折扇。夜晚灯光又把整个展厅装点得犹如一个现代艺术灯笼，仅通过立面的景观灯光就可以非常高效地同时完成对室外环境和室内的主要照明任务。



马库斯·海因斯多夫