



2022 年 11 月 12 日，世界结构大奖 Structural Awards 2022 在伦敦揭晓，由中国建筑设计研究院有限公司承担建筑设计并与 StructurCraft 联合进行结构设计的天府农业博览园主展馆在世界范围内的 40 余个参评项目中脱颖而出，荣获最佳项目奖——“Award for structural elegance through integrated design and construction”。

这也是继青岛中铁世界博览城之后，中国院项目再次获得这一奖项。此前，在 2022 年 3 月，天府农业博览园主展馆还曾获得由北美《木结构与建筑》杂志评选的“第 38 届国际木结构设计建造大奖”（Wood Design & Building Awards）优秀项目奖。



天府农博园主展馆位于成都市新津区，项目的设计旨在解决面对自然美景，如何融入并与之对话，用更开放、更融合、更绿色的策略创造一种返璞归真的田园生活，实现“打造田间地头的农博会”的愿景。

五组巨型木构棚架撑起道道飞虹，与广袤的田野尺度相称，高低起伏，空透轻巧，望向远山，指状开放的布局关系让建筑与大田交织相融，复合化的会议、会展、商业、孵化等功能给建筑的使用提供了多种可能。



设计将用能空间最小化，棚架与建筑之间立体的平台提供了零能耗的交流展示空间，所采用的导风遮阳、立体绿化等措施让田间地头的绿色建筑理念得到充分体现。

建筑选用了负碳材料胶合木作为棚架的主要结构材料，轻质炫彩的 ETFE 膜材作为主要围护材料，木构棚架与斑斓的 ETFE 膜材为彩色大田增色彩。



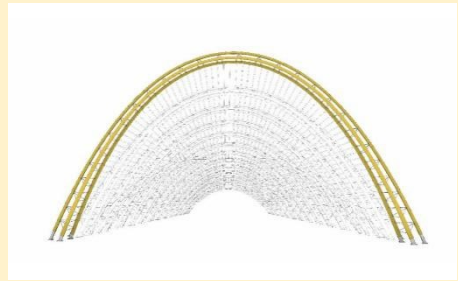
结构设计的目标是在合理化的基础上实现建筑对空透轻巧的追求，并期待结构本身的美学表达。

棚架采用钢-木组合拱桁架结构体系，拱形桁架之间用木次梁连接，以形成共同受力的整体。结构单榀拱桁架最大跨度超过 110m，最大高度 44m，拱线采用悬链线曲线，利用几何构型来最大程度的减小弯矩作用，充分发挥木结构材料的受力性能，提高截面承载效率。每个单体的相邻各榀桁架间跨度、高度均不相同，相比筒壳有更好的整体稳定性。



拱桁架横截面从拱底到拱顶采用渐变的正三角形截面。上弦采用双拼矩形胶合木，下弦采用矩形胶合木。上下弦间根据受剪需求，变间距地设置了实腹式四角锥形钢腹杆，形成了整体空腹桁架的建筑效果，既满足了结构受力需求，且纤细的实腹式钢构件与厚重的木结构弦杆相得益彰。

为加强结构整体性，在屋面上设置了“X”形整体拉索，相比传统水平交叉支撑，整体拉索显得更加轻盈和

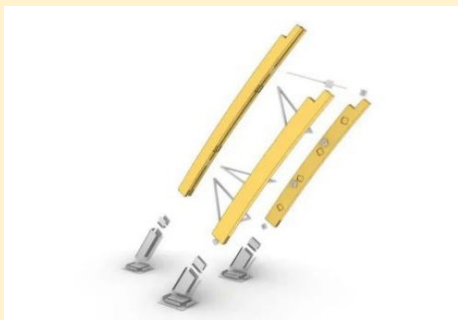


通透。同时设计中运用了参数化设计的手段来辅助几何定位设计。设计与加工实现了参数化的无缝对接，保证了高效的加工和现场安装，最大限度地减少了浪费。

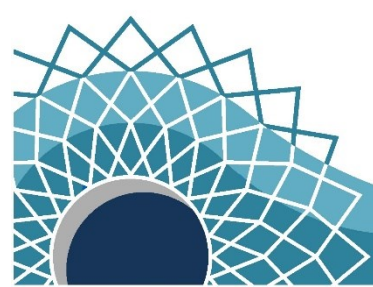
此外，根据风洞试验结果计算风荷载的不利作用；对网屏拉索与整体结构进行协同分析；充分考虑木结构半搭接节点的转动刚度、钢木节点偏心引起的附加弯矩；进行线性、几何非线性稳定性分析和节点有限元分析，保证了结构安全性。



评委会对该作品给予高度评价：“以空腹桁架为灵感的钢木结构和 ETFE 膜设计，在美学上令人愉悦，并且融入周围的景观环境之中。独特的抗剪连接节点设计具有创新性，并且能够很好地承受地震力的作用。数字设计辅助完成了几何设计过程。集成的工作流程使制造商能够直接使用设计数据，简化了制造过程，确保了清晰的沟通。CNC 制造工艺进一步提高了所有部件的组装精度，并确保了高效的安装过程，最大限度地减少了浪费。高效、细致的设计和整体协作在这一工程中得到了高水平的诠释。”



中国建筑设计研究院有限公司
授权转载



2022 年第 4 期 总 194 期 2022. 12

SPATIAL STRUCTURES

通讯地址：【100013】北京 北三环东路30号 中国建筑科学研究院建筑结构研究所 投稿邮箱：spast@cabrttech.com

本期内容

讣告 | 深切悼念空间结构专家蓝天先生

延期通知 | 第十九届空间结构学术会议暨第十届结构工程新进展论坛

大连梭鱼湾足球场介绍



站城融合 | 杭州西站屋盖钢结构介绍



天府农业博览园主展馆获 2022 世界结构大奖



讣告 | 深切悼念空间结构专家蓝天先生



著名空间结构专家，原全国政协委员，中国建筑科学研究院结构所顾问总工程师，原空间结构委员会主任委员蓝天研究员因病医治无效，2022 年 11 月 23 日在北京逝世，享年 95 周岁。

蓝天先生 1927 年 5 月 18 日出生于上海市，1948 年毕业于上

海圣约翰大学土木工程系，1950 多次获得国家及省部级科技进步奖；他主持建立了中国空间结构的标准体系，主编多部空间结构机械工业部第四设计院、第一机械工业部第一设计院及云南省建工厅设计院工作。从 1964 年起在原建工部建筑科学研究院结构所（现中国建筑科学研究院结构所）工作。

蓝天先生毕生致力于空间结构的科学研究与工程实践工作，是中国空间结构事业的奠基人之一，引领中国空间结构的技术进步，并为空间结构的普及发展作出了卓越贡献。

他从二十世纪六十年代就开始陆续开展网架结构、悬索结构、膜结构的理论研究与工程应用，

蓝天先生治丧委员会
二零二二年十一月二十三日

延期通知 | 第十九届空间结构学术会议暨第十届结构工程新进展论坛

学术 活动

鉴于 11 月末至 12 月初全国本土疫情呈现出多发迹象，根据各地防控情况和要求，并基于对所有参会人员健康安全负责的考虑，经研究决定，原定 2022 年 12 月 3 日-5 日在浙江省杭州市举办的“第十九届空间结构学术会议暨第十届结构工程新进展论坛”将延期召开。

本次会议由中国建筑科学研究院有限公司、中国工程建设标准化协会空间结构专业委员会、中国土木工程学会桥梁及结构工程分会、中国建筑出版传媒有限公司、同济大学《建筑钢结构进展》编辑部、香港理工大学《结构工程进展》编委会、《空间结构》编委会主办，由浙江大学承办。

本次会议发言采取大会发言与分会场发言相结合的形式进行，大会发言将邀请在大跨空间结构领域具有丰富的实践经验和研究成果的专家学者，总结最新的研究进展，并针对热点难点问题进行深入交流。

会议主题：空间结构的创新与发展

会议议题包括：创新发展；概念、形式与工程设计；分析、计算与试验；计算机信息技术；试制、生产与施工；健康监测和检测；管理、维护与加固；防灾与减灾；绿色建筑。

会议时间、地点：

会议时间：待定。
会议地点：杭州雷迪森铂丽大酒店（杭州市萧山区市心北路 108 号）。

大连梭鱼湾足球场介绍

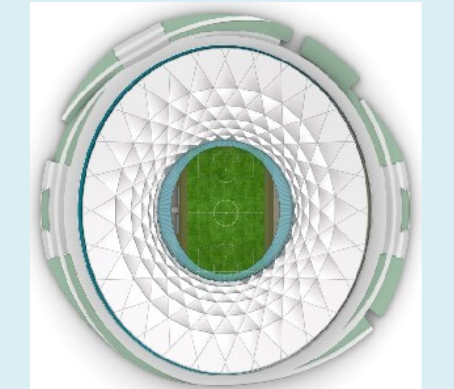


大连梭鱼湾足球场位于大连市甘井子区，由大连市政府投资，建设单位为大连市土地发展集团有限公司，EPC总承包单位为中国建筑第八工程局有限公司。足球场的总占地面积约 26.5 公顷，总建筑面积约为 13.6 万 m²，可容纳 6.3 万人。足球场外轮廓平面投影为四心圆，长轴 268.5m，短轴 250m。上部屋盖采用索结构，下部看台为混凝土框架结构，看台顶标高为 45.3m，屋顶标高 66.7m。

1 建筑设计

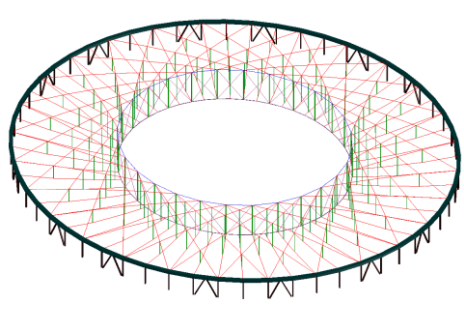


大连梭鱼湾足球场的建筑设计理念为“旋彩叠浪”，整体设计意向取自层叠的海浪，形体现代动感，寓意足球名城大连踏浪前行、拼搏向上的城市精神及足球事业不断提升，高歌猛进的美好愿望。建筑外观表皮仿佛波光粼粼、波澜壮阔的海面，通过抽象出水面的质感，将其图形化表达，将图案赋予立面，并采用 20 余种蓝色 ETFE 膜材配搭，得到一种灵动神秘的建筑立面效果，体现了浪漫之都大连的滨海文化特征。围绕建筑主体设计环绕上升的慢跑坡道，全长 2.2km，可供市民健身、观景。



屋盖的建筑设计理念来源于“涟漪”，与立面波澜壮阔的设计理念协调统一，体现了大连的海洋文化特征。利用结构斜交形式自然形成层层扩散的屋顶形态，利用膜拱起造型形成涟漪泛起的效果。

2 结构设计

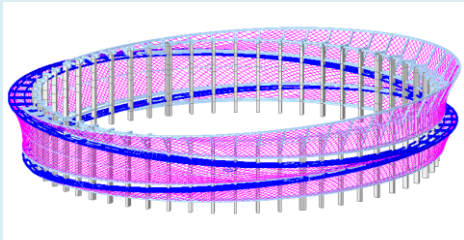


大连梭鱼湾足球场屋盖结构的外边界采用环形钢箱梁，长轴 253m，短轴 235m，中心大开口处设置索拉环，长轴为 133m，短轴为 123m，厚度为 19.5m。屋盖索结构首次采用了一种轮辐式上斜交下径向双层索系，该体系的上弦索相互斜交，下弦索与内拉环正交，不仅使结构具有更好的抗扭刚度和抗倒塌性能，而且与建筑造型相协调，展现出独特的结构美感。屋盖上弦索的索长为 79m~86m，共计 56 根；下弦索的索长为 56m~62m，共计 56 根；索体均为 Galfan 密封索。屋盖下部设置支承钢柱，柱顶和柱底分别与外环钢箱梁和混凝土框架铰接，部分柱间设置人字支撑。



屋盖膜结构采用 PTFE 张拉膜与 ETFE 气枕组合，PTFE 张拉膜位于内拉环与外压环之间，覆盖面积约为 4 万平方米，包含 56 个三角形平面膜单元和 280 个由上斜索与膜拱围成的三角形曲面膜单元。ETFE 气枕覆于内拉环内侧的挑棚上。

立面结构采用单层直纹索网结构体系，利用等距斜拉索网形成立体曲面，共计采用 3 万多套点支碳钢驳接头。



3 相关试验介绍

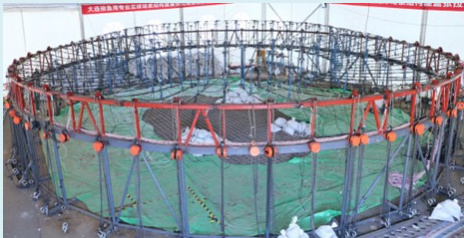
（1）风洞试验。大连梭鱼湾足球场位于我国东北沿海地区，风荷载和雪荷载是主要的荷载作用，为指导抗风和抗雪设计，由哈尔滨工业大学开展了风洞试验和风雪联合作用分析。



（2）施工张拉试验。张拉施工是该项目实施的重点和难点。经反复论证，最终采用地面拼装、整体提升的张拉成形方案，借助附加索辅助张拉，保证了施工安全。为验证该方案的可行性，在哈尔滨工业大学开展了 1:20 缩尺的模型试验，模拟了施工张拉全过程，为实际施工提供了重要参考。



（3）静力加载试验和断索试验。在施工张拉模型的基础上，还开展了静力加载试验和断索试验，验证了大连梭鱼湾足球场具有良好的承载性能和抗连续倒塌性能。



4 项目进度

目前，大连梭鱼湾足球场的主体结构已完成，正在进行内装施工。

哈尔滨工业大学 武岳、杨佳奇

杭州西站是中国大型铁路枢纽之一，站城融合设计，国内首次在站台雨棚上实施综合开发，国内首次采用站场拉开、中部进站模式，工程高质量推进力争打造新一代高铁站房的标杆之作。



整体设计理念为“云之城”，采用了大空间“云谷”、十字通廊、云门等建筑理念，通过多维一体（高效）的交通组织、理性而充分的综合开发，以及既有江南气质，又具未来感的城市空间，将西站综合体打造为未来美好生活的城市样板。该项目由筑境设计、中铁第四勘察设计院集团有限公司联合体共同完成设计。

1 工程概况

杭州西站站房综合楼建筑地上三层，地下二层。站房综合楼建筑面积约 51 万 m²。建筑功能由下往上包括地铁站厅层、地下停车夹层、地面广场层、快速进站夹层、站台层、高架候车层、高架旅服夹层。



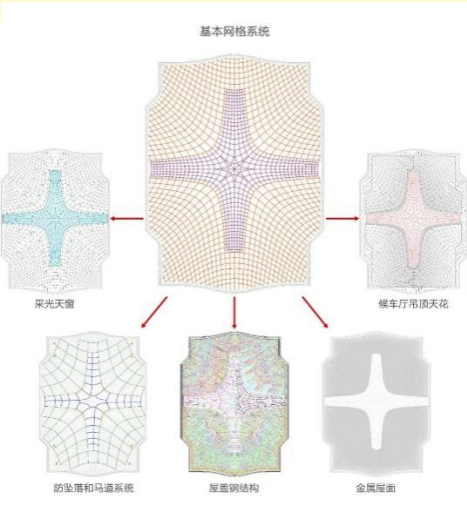
2 屋盖设计理念

杭州西站大屋面展开总面积约 77920 m²，其中铝镁锰金属屋面区域约 65370m²，玻璃采光天窗区域约 12550 m²，中部天窗略呈星形，四片相对独立的金属屋面形如云朵簇拥在侧。设计者意以“云”轻盈、宁静、虚实相生、富于变化的整体意向，呼应蓬勃发展的杭城西部打造以科技、智慧链接未来的愿景。

设计之初，我们希望这一庞大的“壳体”的营造，能够遵循建筑意向和结构形式高度契合的整体性策略。因此

站城融合|杭州西站屋盖钢结构介绍

我们结合屋盖系统的功能需求、规模、铁路柱网基础布局等因素，编织了一张从一而终、统领整合全部要素的基本网格式系统。



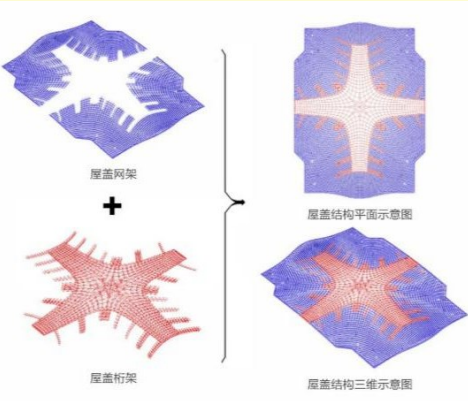
这一网格体系，同时融合了两种要求，即建筑专业关于模数化和形态美学的要求，以及结构专业对于空间钢结构系统基本单元尺度、杆件跨度、空间角度等技术的要求。网格借助程序辅助和手动调节，经反复推敲确定下来，后面的设计，无论是作为骨架支撑体系的桁架、网架的布置，还是作为围护体系的天花、屋面、采光窗的布置，亦或是作为功能性体系的防坠落和检修马道系统的布置，全部在这一网格的控制和辅助之下生成和定型。使得建成后的这个部分从内而外形态有机、逻辑严密、浑然一体，建筑形式语言和结构技术布局达成了高度的统一和自恰。

3 屋盖结构体系

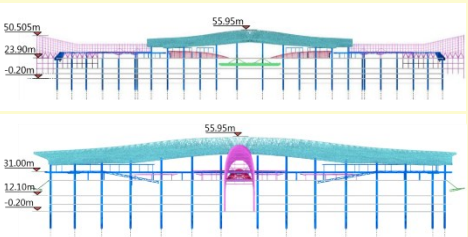


站房主体采用钢-钢筋混凝土混合结构，下部主体结构采用型钢混凝土柱+预应力钢筋混凝土梁框架结构体系。候车厅屋盖为钢桁架+空间网架结构形式，其中十字型为钢桁架，其余部分为钢网架。十字型采光顶区域采用正交双向平面桁架，周边四个象限区域采用斜放四角锥网架，部分采光顶桁架延伸至支承柱头，形成网架内“暗桁架”连接，

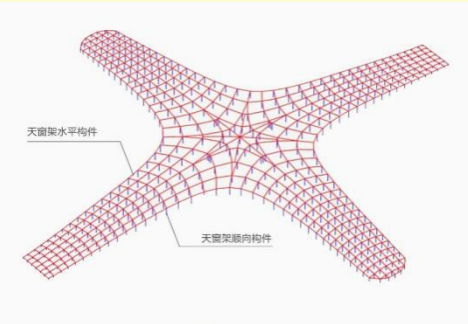
部分桁架与网架连接。



站房钢屋盖垂轨方向结构单元总长约 326m，柱网尺寸：中间跨度 72m，典型跨度 22m、23.5m；顺轨方向结构单元总长约 245m，柱网尺寸：中间跨度 78m，典型跨度 19m、38m。网架中心拱起，四个角部降低，下弦最大高差 13.287m。



屋盖支撑体系为梭型钢管柱，桁架结构弦杆截面主要为矩形和少量钢管。



4 屋盖提升方案

杭州西站站房屋盖钢结构采用“分区旋转+整体提升”的方式，提升区共分三次提升，先进行南区旋转提升，再进行中间区、北区旋转提升，提升到位以后，再安装各区屋盖间的嵌补杆件。



筑境设计