

国家跳台滑雪中心顶峰俱乐部钢结构成功卸载

6月10日，被称作“雪如意”的国家跳台滑雪中心顶峰俱乐部钢结构成功卸载，标志着“雪如意”顶峰俱乐部全面进入装饰装修阶段。



“雪如意”是北京2022年冬奥会的主要比赛场馆之一，赛时将用于8个项目比赛。“雪如意”由顶峰俱乐部、滑道区、底部看台区组成，其中，顶峰俱乐部的主体结构采用钢筋混凝土框架剪力墙体系，屋顶钢结构则由上下两层圆钢管正交桁架和两层间的立柱、支撑组成，直径为78米，内圆直径为36米，通过转换桁架落在主体结构剪力墙上，用钢量约2200吨。

屋顶钢结构四周均为悬挑，其中两侧悬挑长度为15.8米，后部悬挑长度15.1米，前部悬挑长度37.25米。

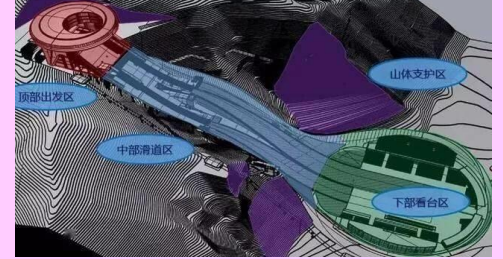
上下两层正交桁架最大高度均为3.6米，层间高度6米，拆卸难度大。钢结构拆卸之前，各项工作按照清单逐一排查，确保卸载阶段各项工作完成，所含分项工程质量验收均合格。屋顶钢结构卸载前，工程人员在现场布置好10个测量观测点，全方位无死角地进行卸载阶段的测量观测，把原计划需要5天的卸载周期缩短至1天。卸载操作主要采取对支撑顶部的胎架模板抽条割除的办法进行。最终，整个卸载过程与设计模拟计算的结果基本一致，均未超出设计给与的最大形变量，圆满完成钢结构卸载任务。



高山滑雪是冬奥会的旗舰项目，北京2022年冬奥会的国家跳台滑雪中心是我国首座跳台滑雪场地。它也是张家口赛区冬奥会场馆群建设工程

量最大、技术难度最高的竞赛场馆。

国家高山滑雪中心位于北京延庆区西北部，将作为高山滑雪比赛场地，赛场提供观众坐席5000个和站席3500个。国家跳台滑雪中心共设计两条赛道，分别由落差136.2米的大跳台赛道和落差114.7米的标准跳台赛道组成。位于山下的看台区也是“雪如意”的一大亮点，其面积相当于一个标准足球场。



国家跳台滑雪中心是中国首个跳台滑雪场地，主要由顶峰俱乐部、竞赛区以及看台组成，也是全球首个在顶部出发区、设置大型建筑物的跳台滑雪场地，顶峰俱乐部形似“雪如意”顶端的祥云，采用异型钢框架结构、双层网壳结构，圆环直径达80米，四周均为悬挑，高度37.5米，作业面及其狭小。

（转自《钢结构》公众号）

国家会议中心二期主展厅超大无柱空间新亮相

承担2022年北京冬奥会主新闻中心和国际广播中心使用任务的国家会议中心二期，4月16日上午迎来了一个非常重要的结构施工节点：总承重达4.65万吨的桁架转换结构完成卸载，两个超大无柱空间初步亮相。这代表着，国家会议中心二期钢结构有了“伞骨”，可以在高空托起屋面。



国家会议中心二期总建筑面积约77万平方米，主体建筑为会展中心，配套建筑包括酒店、写字楼及商业。其中主体建筑设有19000平方米主展厅、8000平方米的会议厅，以及2000平方米的迎宾厅，建成后将作为首都国际交往中心和主场外交的重要设施，承担2022年北京冬奥会主新闻中心和国际广播中心的使用任务，未来

将与现国家会议中心一期连为一体，形成总规模将近130万平方米的会展综合体。



从设计图上看，设置在首层的会议厅和主展厅为超大跨度的无柱空间结构，但特别的是，无柱空间上还承载有两层楼层和屋面结构。如此设计，是为满足土地集约化的需求，在有限的土地上创造尽可能多的使用面积。北建院经过多轮考虑，最终决定采用由横向、纵向、斜向杆件交叉构成的转换桁架体系，将上层结构的重力均匀传导至首层侧边的支撑柱上，来化解无柱空间的重压。

数值上看，这个转换桁架体系是个“大块头”，跨度81米，总承重4.65万吨，向下承载着两个超大无柱空间，

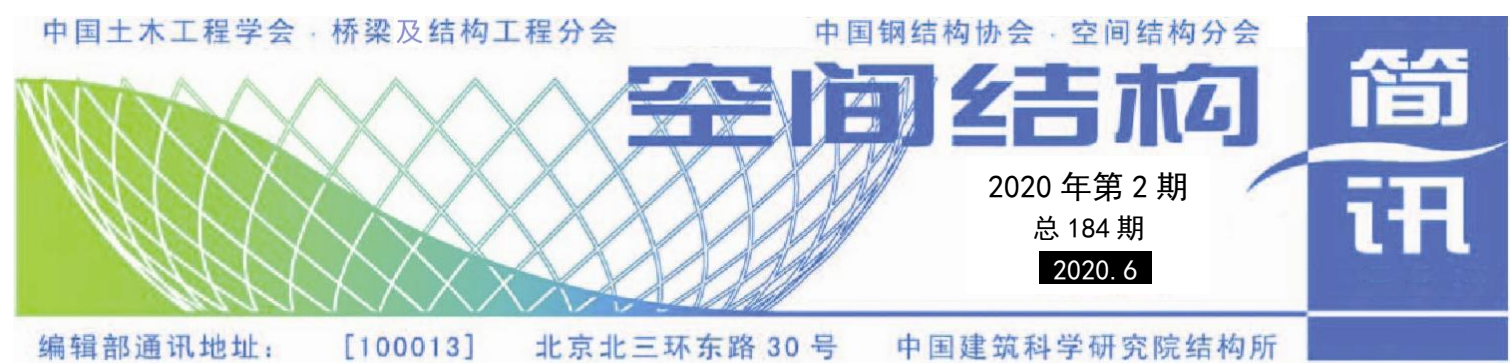
向上托举着1.6倍于自身的重量。在结构施工期间，北京建工集团在首层架设了205根临时支撑柱用于承重，而桁架卸载，就是让钢结构脱离这些临时支撑柱。



这是工程结构施工中最难的一步，要确保卸载“软着陆”，桁架结构各部位、各区域就要均匀、同步卸载，缺一不可。

据了解，项目团队用三个月的时间，3D建模进行大数据演算，精确计算出每一根杆件在每个阶段的受力值。以会展区为例，采用从中间向四周分级卸载的次序，通过5个分级完成卸载，每级卸载5毫米，从而确保卸载过程对结构的影响最小。

之后，205根临时支撑柱将逐步拆除，4月底，国家会议中心二期两个超大无柱空间将整体亮相，预计11月将迎来主体结构封顶。



本期内容

第十八届空间结构学术会议正按计划筹备，根据疫情情况做两手准备

IASS2020 学术会议因新冠肺炎疫情推迟到明年8月举行

《膜结构工程施工质量验收规程》（T/CECS 664-2020）批准发布

长沙国际会展中心展厅大跨度下凹形钢屋盖结构选型与设计



舟岱大桥主通航孔桥毫米级精准对接



国家跳台滑雪中心顶峰俱乐部钢结构成功卸载



国家会议中心二期主展厅超大无柱空间新亮相



第十八届空间结构学术会议正按计划筹备 根据疫情情况做两手准备

第十八届空间结构学术会议计划于2020年10月29日至11月1日在河南开封召开，会议由中国建筑科学研究院有限公司和中国土木工程学会桥梁及结构工程分会主办，河南大学与天津大学中原先进技术研究院承办。目前会议正按计划筹备。

鉴于目前新冠肺炎防控形势，会议做好了两手准备：（1）如果届时疫情得到缓解、具备召开大会

的条件，会议各项工作将按计划进行。（2）如果疫情继续、不具备开会条件，会议将做其它安排。

一切以防控大局和大家的健康为出发点。大会将视情况发展及时通知公布下一步的安排。感谢各位同仁对空间结构学术会议的大力支持，也欢迎对会议的组织提出宝贵意见及建议，会议联系邮箱为：spast@cabrtech.com。

IASS2020 学术会议因新冠肺炎疫情推迟到明年8月举行

由国际壳体及空间结构协会（IASS）主办、英国萨里大学（University of Surrey）承办的IASS2020/21学术会议因Covid-19疫情影响决定延期，由原定的2020年8月24日至28日推迟到2021年8月23日至27日举行。组织者相信，疫情不仅不能阻止各国空间结构学者研究交流的热情，而且会议将会举行得更好更成功。

这次会议与萨里大学每九年举行一次的国际空间结构会议联合举行，此次是该系列的第七次大会，所以也冠以Surrey 7标识。

对于IASS2020已经接收的来自45个国家的500多篇论文摘要，将设置快速通道重新审核。也欢迎对会议感兴趣的专家学者提交其它论文或参会。

会议语言是英语。IASS2021新的时间计划是：

摘要提交开始：1 Sep. 2020
摘要提交结束：30 Nov. 2020
摘要接受通知：31 Jan. 2021
全文提交开始：1 Jan. 2021
全文提交结束：31 Mar. 2021
全文接受通知：31 May 2021

会议将在位于Guildford的萨里大学一流的建筑设施举行，同时将在美丽的校园里搭建临时性的主题建筑——“空间结构全球论坛”，做为会议展览、交流的主舞台。会议还将安排欢迎会、庆祝晚宴、技术参观等活动。获取进一步消息可浏览会议网址：www.surrey.ac.uk/iass2021。

《膜结构工程施工质量验收规程》（T/CECS 664-2020）批准发布

2020年3月11日，中国工程建设标准化协会发布第544号公告，由北京工业大学和中国钢结构协会空间结构分会联合二十余家国内知名的膜结构工程施工、监理、设计与研发单位编制的《膜结构工程施工质量验收规程》（T/CECS 664-2020）批准发布，自2020年9月1日开始实施。

《膜结构工程施工质量验收规程》的发布实施，中国工程建设标准化协会的领导和专家给予了大力支持，在关键环节进行技术指导。验收规程的发布，进一步完善了我国膜结构行业的标准体系，对于提升膜结构工程质量和行业技术水平具有重要意义。

规程自2016年12月启动，中国钢结构协会空间结构分会理事长、北京工业大学薛素铎教授亲自主持编制工作，多次召开专题研讨会。规程编制，历时三年有余，专家们通力协作，高标准、高质量完成了各项工作。

在中国工程建设标准化协会组织的《膜结构工程施工质量验收规程》审查会上，审查组专家一致认为规程“凝练了我国膜结构工程实践的最新成果，填补了我国膜结构工程施工质量验收标准方面的空白，达到国际先进水平”。

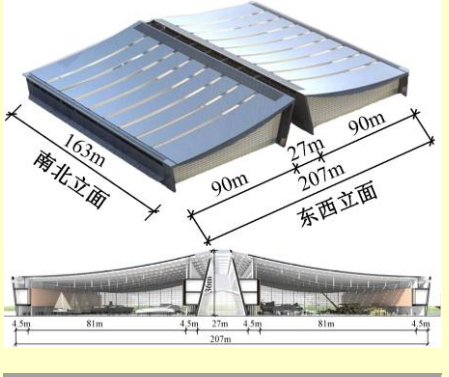
长沙国际会展中心展厅大跨度下凹形钢屋盖结构选型与设计

世界结构大奖(The Structural Awards)网站公布了2019年入围名单,中国多座建筑入围。其中长沙国际会展中心入围大跨度结构类奖项。

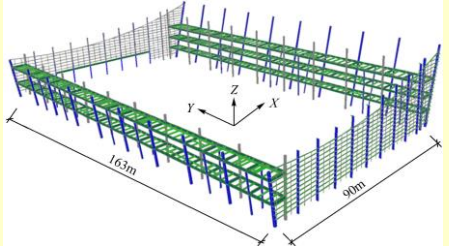


工程概况

长沙国际会展中心位于长沙市浏阳河东岸的南部发展带。整个工程包括南北登录厅、展馆、连廊、室外展场四个部分,总建筑面积约445100m²,室内展览面积177500m²,室外展览面积85000m²。共包含6组12个单层展厅,每组展厅由两个形态相同、呈镜像布置的单层展厅和连接二者屋盖的鱼腹形连接构件组成,展厅屋盖呈反天际线形态,彰显潇湘水韵、山水长沙的城市特点。工程分两期建设,一期包含北侧登录厅和4组8个展厅。一组两个展厅平面投影为207m×163m,屋盖结构最大跨度81m,屋盖结构高度为18.9~32.1m,展厅相邻柱距为18m,下凹形屋盖垂跨比为1/40。

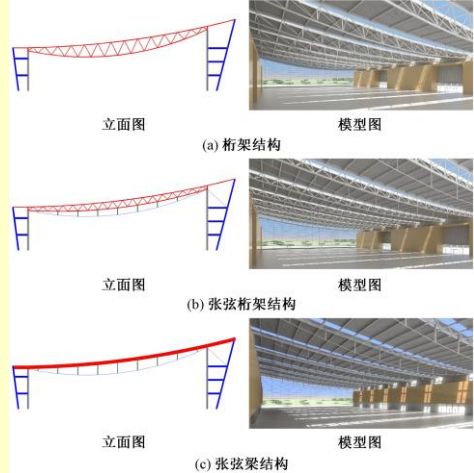


方案比选

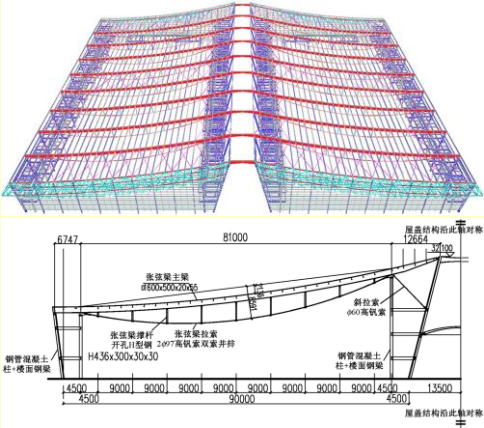


每个展厅X向两侧设置设备用房,设计对比了钢筋混凝土框架结构、钢框架-支撑结构、钢管混凝土柱+混凝土梁结构和钢管混凝土柱+钢梁结构4种方案并从建筑功能、经济性、施工难度和速度等方面进行综合比选,由于钢管混凝土柱+钢梁结构的柱截面

较小,可减小对设备用房的占用面积,连接节点简单、梁结构的柱截面较小,可减小对设备用房的占用面积,连接节点简单、施工便捷成熟、装配化程度高,设备用房最终采用钢管混凝土柱+钢梁结构。展厅Y向两端设置玻璃幕墙,采用典型的梁柱结构。



展厅屋盖垂跨比仅1/40,若利用悬垂的受力性能会导致屋盖产生过大变形,引起漏水等问题。基于结构不可突出屋面的设计限制,根据屋盖形态和支承条件,设计对比了桁架结构、张弦桁架结构和张弦梁结构。3种方案的结构高度均为6m,室内净高相同,展厅大空间内不设吊顶,屋盖结构完全外露,桁架结构和张弦桁架结构中桁架构件繁多,影响室内效果,而张弦梁结构仅由贴合屋面形态的主梁、序列化的竖直撑杆和纤细的拉索组成,简洁且优雅的结构创造了巨型空间,刚柔相济,与建筑风格协调统一。

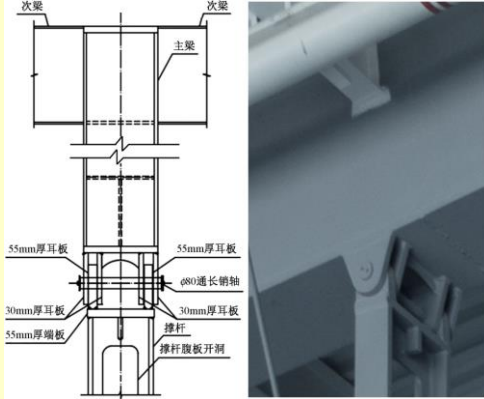


由于展厅功能需求,屋盖结构承担1kN/m²的吊挂荷载,屋盖竖向变形主要由活荷载引起。张弦梁结构中索撑结构体系的价值正体现于对屋盖变形进行主动+被动双重控制。在施工过程中,拉索预张力导致屋盖结构产生反拱,对屋盖变形进行主动控制;在使用过程中,随竖向荷载增大,屋盖变形增大,拉索张力增大,对屋

盖的弹性支承作用增强,对屋盖变形进行被动控制。双重控制有效避免了屋盖发生过大变形。基于以上原因,展厅屋盖最终采用张弦梁结构。

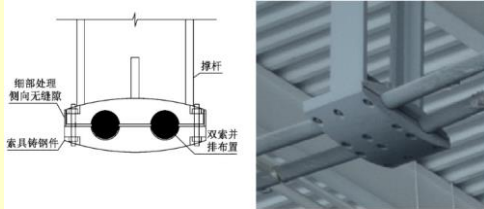
关键节点构造

对于下凹形张弦梁,为保证结构面外稳定性和施工张拉,撑杆上端节点需要在张弦梁面内可转动,面外具有一定的抗弯能力。本工程采用双板铰节点,节点构造简单、自重较小、施工方便、造价较省。节点数值模拟分析和足尺试验结果表明,增大板铰耳板厚度和采用通长销轴的构造有助于提高节点抗弯承载力。

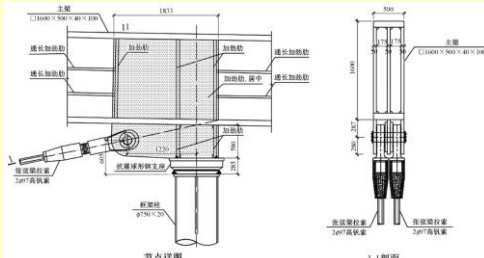


张弦梁采用并列双索的布索方式,可以有效提高结构安全冗余度,在突发情况下单根索破断时,另外一根索的存在可以避免结构连续倒塌。此外双索可有效减小单根索的预张力,降低施工难度。

索夹节点根据双索量身定制,下半索夹铸钢件边缘上翻,遮蔽索夹侧边缝隙,提高索夹的完整性,使索夹更美观。



张弦梁拉索为φ97高钒索,双索并排布置。双拉索直径较大,为减小拉索锚固端节点尺寸,简化节点构造,高钒索采用单耳耳板,节点宽度与主梁相同,主梁腹板向下伸出形成耳板,使节点传力更加直接。



(摘自《建筑结构》)

又一世界级大桥合龙——舟岱大桥主通航孔桥毫米级精准对接

6月29日,随着4台焊接机器人同时将合龙口焊缝焊接完成,宁波舟山港主通道项目舟岱大桥主通航孔桥顺利合龙。舟山灰鳖洋海面,三座180米高的主塔成功“牵手”,宛如一条钢铁巨龙,在东海腾势而起,标志着向全桥合龙贯通迈出关键一步。



三塔跃东海 主跨长度世界之最

舟岱大桥全长28公里,是连接舟山本岛与岱山岛的唯一海上通道,建成后将彻底结束岱山海上悬岛时代。其主跨跨径长度创造了外海桥梁世界之最,堪称最合理设计催生的最大跨三塔海上斜拉桥。主通航孔桥作为宁波舟山港主通道项目控制性工程,桥型构造为三塔双索面钢箱梁斜拉桥,全长1630米,主跨2×550米,是在综合考虑船舶通航、航空限高及建造成本等多重要素下的最合理设计方案,整个主梁架设施工工期约6个月,有效规避台风多发期,降低了施工风险;同时,在满足10万吨级油船全潮双孔单向通航要求的前提下,按照该方案建造成本最低。

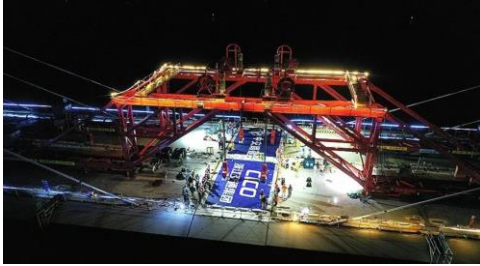


其中,主通航孔桥主墩承台采用内外双层钢套箱防撞设计,单个承台套箱尺寸为长70米、宽48米、高10.4米、厚度9.5米,重达2600吨,防撞等级满足10万吨级船舶通航要求,其双层结构设计属世界首例。

3座主塔均采用钻石型塔身,由下塔柱、中塔柱、上塔柱和下横梁组成,塔高180米,塔柱分41个节段施工。独特的钻石型塔身也成为舟山的代表性建筑。

桥面由113片钢箱梁拼焊而成,总重量约为27800吨,桥下通航孔可容10万

吨级油船航行,为宁波舟山港区海上大型运输船舶提供了足够的通行空间。



奋战四个月 实现毫米级精准合龙

舟岱大桥主通航孔桥2017年9月开工,历经海上平台搭设、桩基施工、主墩承台施工、主塔施工和钢箱梁吊装施工等工序。其中,钢箱梁吊装施工从今年元旦开始,为确保大桥结构整体安全,钢箱梁施工必须在台风季来临前完成全桥合龙。但受新冠肺炎疫情影响,部分人员、机械、材料不能按时到达现场,吊装施工不能按计划实施。



面对困难和挑战,浙江省交通集团主通道建设指挥部和中交路建项目团队紧盯节点目标,春节期间全员坚守,保证人员不断档;施工平台实行全封闭消毒管理,采购充足的防疫物资,确保施工人员安全;成立工作专班对接地方政府,开辟绿色通道,保障机械材料进场到位,使舟岱大桥成为浙江省首批复工项目之一。



施工过程中,舟岱跨海大桥主通航孔桥钢箱梁合龙采用自然合龙方案,按次边跨→边跨→中跨合龙顺序进行。钢箱梁采用带风嘴的扁平流线型截面,全断面宽度为34米,梁高3.5米,共设13种类型,标准节段长度为16米,重量为260吨,最大吊装重量为295吨。

三塔斜拉桥技术含量高,精准合龙难

度大。受热胀冷缩影响,温度每变化1度两塔间梁长会变化6毫米多,尤其是中塔两边均为悬臂结构,受阳光直射、温度变化、风力等因素影响,会出现微小的位移,这些因素都大大增加了精确定两个合龙段长度的难度。项目部科学谋划、超前准备,收集了近30年舟山地区的气象资料进行分析和预测,并在桥位进行长达3个月气温、梁和塔的温度及位移的资料采集,最终形成了一套详实全面的基础数据资料,依此来分析和预测,并建模计算,最终确定了合龙段的长度。另外,项目团队通过配置大型浮吊船舶与多功能桥面吊机等先进设备,确保主塔钢箱梁吊装与斜拉索安装的精准性,终于赶在台风季来临前顺利实现合龙,比计划工期提前一个月,从合龙的情况看,最大偏差3毫米,实现了精准对接。



跨海筑通途 将成为世界上最长的连岛高速公路

宁波舟山港主通道项目全长36.78公里,由浙江省交通集团牵头投资建设,批复总概算163.24亿元,按双向四车道高速公路标准设计,包括已建成的富翅门大桥、鱼山大桥和正在建设中的舟岱大桥,是沪甬跨海大通道的重要组成部分。舟岱大桥计划于2021年底全线建成,届时将彻底结束岱山海上悬岛时代,为岱山的交通区位、城市发展、产业提升等带来“脱胎换骨”的革命。

此外,宁波舟山港主通道项目建成后将与甬舟高速相连,使舟山连岛工程总建设里程达到83公里,跨越8个岛屿,拥有10座大桥。这个被业内称为港珠澳大桥之后的超级交通工程,远期将一路向北连接上海,成为世界上最长的连岛高速公路和最大的跨海桥梁群,使上海、宁波、舟山形成最短的陆路交通,对完善地区综合交通网络、支撑国家产业布局规划、推进长三角一体化发展具有重要意义。

(转自《桥梁杂志》公众号)