

● 结构施工

# 博鳌亚洲论坛会议中心钢结构 安装施工技术研究

□ 张明军 徐健 (上海中远建设总承包有限公司 200092)

【摘要】在亚洲论坛会议中心钢结构安装过程中,针对所遇到的一些施工难题,抓住其关键性所在,采取了一系列相对应的措施,使工程达到了预期的质量和安全目标。

【关键词】钢结构 安装 楼盖 桁架 吊装

【中图分类号】TU391

/文献标识码 A

【文章编号】1004-1001(2004)03-0214-04

## Study on Installation Technique for Steel Structure of Boao Forum for Asia Convention Center

Zhang Mingjun Xu Jian

### 1 工程概况

新建的博鳌亚洲论坛会议中心位于海南省博鳌镇万泉河入海口的东屿岛上,由会展中心、索菲特大酒店和娱乐后勤配套组成集会议旅游度假为一体的综合性建筑——博鳌亚洲论坛国际会议中心,以及18洞高尔夫球场、市政配套等综合体组成。其中国际会议中心建筑面积10万 $\text{m}^2$ ,钢结构总量1800 t。每年一度的全亚洲人民盛会就在此永久性会址举行(见图1)。



图1 博鳌亚洲论坛国际会议中心

### 2 工程钢结构特点

国际会议中心钢结构主要分为四个部分:会展中心的圆形屋盖900 t,会展中心的一层楼盖250 t,会议中心酒店北入

口的翅形屋盖350 t,会议中心的12000  $\text{m}^2$ 楼屋面轻钢结构300 t。

2.1 会展中心主体结构为三层钢筋混凝土框架,上部为钢结构。会展圆形屋盖主要由16榀主桁架、8榀外弧桁架、14榀中心桁架、64榀辐射承载桁架组成;最大的中心桁架长约80m,桁架间距2.1~5.0m,主、中心桁架上下弦为H型钢,腹杆为钢管,桁架每榀重24 t左右,桁架间上弦通过[20b檩条压型钢板、下弦采用系杆平面支撑连接,形成刚度较大的屋盖系统(见图2)。搁置于4只劲性筒和24根劲性柱支撑的铰支座上。

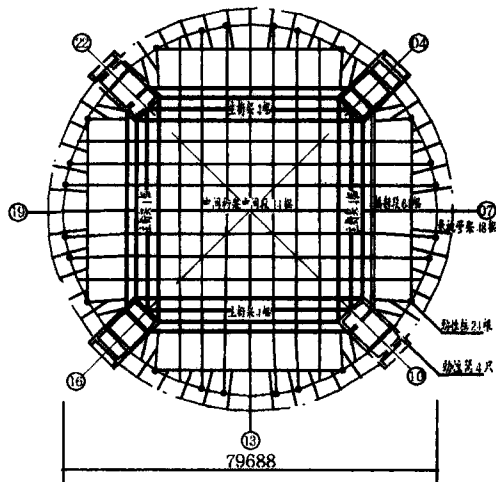


图2 会展中心屋盖桁架平面图

2.2 会展中心一层楼盖,设计考虑到底层中心区域为宴会大厅面积和层高要求。1.45m高的桁架上、下弦和腹杆均

【收稿日期】2004-03-03

【作者简介与地址】张明军,男,大专,工程师,现任中远建设海南公司总经理助理。联系地址:上海市四平路1188号(200092),电话:021-52911882。

为 H 型钢, 20m 跨度桁架结构 (见图 3); 桁架间距 3.0m, 单榀重 14 t、共 24 榀。桁架搁置焊接在两端钢筋混凝土有肋梁上, 楼板为压型钢板上配筋、现浇混凝土板与四周区域钢筋混凝土楼板连成一体 (见图 4)。

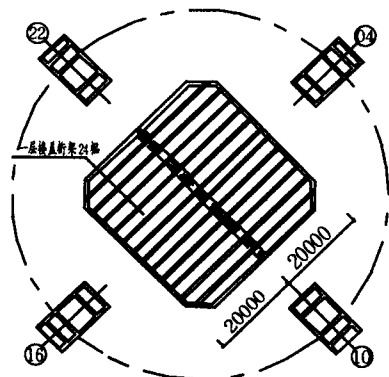


图 3 会展中心一层楼盖平面图

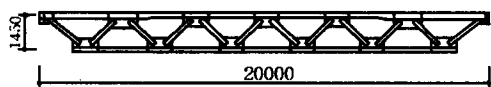


图 4 会展中心一层楼盖桁架侧面图

2.3 会议中心北入口是进入酒店大堂的主通道, 环顾四周通透、鸟语花香, 唯有遮阳挡雨的雁形屋盖高高矗立, 是本工程的标志性建筑物。其有 14 榀双雁形状两两组合成 7 榀主受力钢桁架, 单榀桁架重 15 t、跨度 32.2m, 两端各外悬挑 6.4m, 总长 45m; 而上下弦和腹杆采用 BH350 ~ BH175 料构成, 桁架之间有 H 型钢和 [20b 系杆相连组成整个屋盖系统 (见图 6)。桁架下端支托在 14 根下大上小的异形钢筋混凝土柱上。

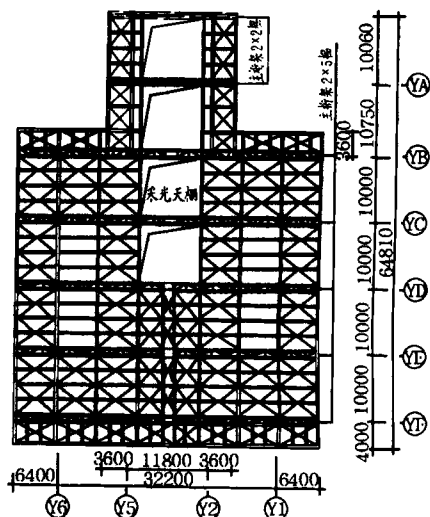


图 5 会议中心酒店北入口屋盖平面图

2.4 会展中心的会展和酒店屋面, 设计者采取了在现浇

钢筋混凝土屋面板上顶留铁板, 焊接 H 型钢立柱和屋面主梁, 再安装定型檩条, 钩头螺栓固定雾绿色彩钢板组成整个国际会议中心楼屋面轻钢结构。

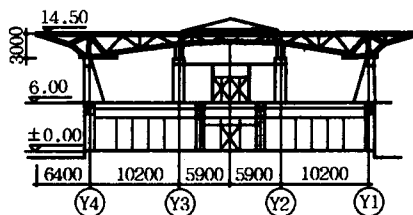


图 6 会议中心酒店北入口屋盖立面图

### 3 钢结构安装方案的比较和选择

由于整个东屿岛的高尔夫球场、市政配套建设和博鳌亚洲论坛国际会议中心工程的工期只有短短的一年时间 (2002 年 3 月至 2003 年 4 月, 保证 2003 年年会在 5 月召开, 后由于 SARS 原因延期)。其中会展中心圆形屋盖钢结构现场拼装和吊装的工期仅有 60 天 (2002 年 10 月至 2002 年 11 月), 酒店北入口屋盖和会展一层楼盖也必须在 12 月份内全部完工。困难的是钢结构的深化设计工作从 7 月份才正式开始, 而更为棘手的是进入东屿岛只有一座限重 20t 桁架栈桥可作为通道, 考虑到运输距远, 所有超过 2.2m 高、大于 12m 长的桁架必须先解体分段运至现场后组装; 另外由于海南当地大型起吊机具的缺乏, 从广东地区调拨 100t 履带吊、汽车吊各 1 台进场。而其中钢结构安装时间的压缩是整个工程进度的关键。

#### 3.1 会展中心圆形屋盖技术方案确定

会展中心屋盖是本工程钢结构的核心部分。不仅技术难度大, 而且是会议中心整个工程的重中之重, 所谓无盖不成屋, 外立面幕墙和内装修全靠此盖。屋盖位于会展中心三层钢筋混凝土结构、18m 标高的劲性筒和劲性柱之上, 施工限制颇多。7 月份着手深化设计图之前, 我们曾考虑采用先做 4 只劲性筒后起起重机均布建筑物四周抬吊完成主中心桁架的吊装工作, 但这需要 10 多台起重机或 4 台特大吨位的起重设备才能满足该方案要求, 而海南地区恰恰缺少大型机具; 也曾考虑采用主桁架分四片区域整体吊装法, 这样可减少吊机的数量配置。但采用这两种方案均无法避免在屋盖结构安装这段时间, 其他作业工种必须全面停止等待 50 天左右, 而这又是总工期根本无法承受的。经过仔细的比较和分析, 针对该工程工期极紧, 钢筋混凝土结构与钢结构两者施工必须互相交叉进行, 相互间不占用对方工期的特点, 放弃短时效内的局部桁架空间稳定的要求 (采取钢管扣件组合托架支承), 我们制定了一套土建和钢结构施工两者同步又交叉作业的技术路线和方案。

3.1.1 根据运输和进出的限制, 整个钢结构由浙江精

工在厂区内完成整榀桁架 35% 的工作量和辐射、系杆的制作,运至现场后由中远建设钢结构部完成桁架剩余工作的铰合和整体拼组以及全部安装工作。土建、钢结构两者协作完成 4 个劲性混凝土和 28 根劲性柱后,会展中心底层的中心区域场地全部移交钢结构施工,而土建继续完成劲性筒上的二层混凝土筒体和其他区域中的砌体粉刷工作,安装方面同样不受影响完成已提供作业间层的布管工作。而这就是会展屋盖工程施工的关键。但此技术路线方案牵涉到各个工种互相交叉并需要两者合理的搭建的难度,但比较总工期时间特紧的要求,只能退而求次,二者取优了。

3.1.2 会展中心西入口外南侧设一桁架拼装场地,通过轨道拖运台车驳至底层中心起吊区,故二层混凝土体楼板留设施工缝后做,屋盖钢结构料和大型机具均以此作为通道进场。另在会议中心周边设两块构件半成品来料堆放场地。

3.1.3 土建工作正常进行,会展中心沿四个筒体内侧留设后浇施工缝。此中心区域的二层局部结构及宴会厅钢楼盖全部缓做,将整个会展底层中心区域做为大型机械回转、起吊施工场地。

3.1.4 考虑到单榀桁架稳定性差和屋盖桁架整体受力要求,沿 16 榀主桁架下均布搭设了 8 个钢管扣件组合托架以满足设计的特别规定。首榀桁架用缆风绳固定后,100t 履带吊机在起吊区域,将西入口驳进的整榀主桁架由外向内,顺时针逐榀起吊就位,榀榀之间及时用系杆连接稳定(见图 7 步骤 1);在吊装主桁架及系杆连接同时,用 110t 汽车吊顺时针完成主桁架外 8 榀外弧桁架和 64 榀辐射桁架吊装(见图 7 步骤 2);然后由南北向中间收 14 榀中心桁架和系杆,以及用土建 3 台高吊完成最外圈的弧形杆架(见图 7 步骤 3);最后铺压型钢板打栓钉完成土建屋面混凝土板的浇筑。

### 3.2 会展中心一层楼盖技术方案确定

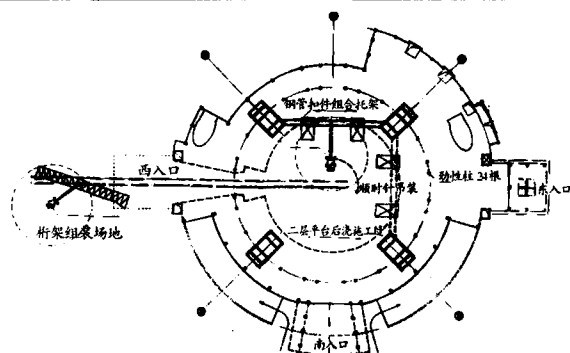
会展中心一层楼盖既是一层宴会厅的顶,又是二层会议大厅的楼地面。原定采取大型吊机出场、一层楼盖桁架先驳至场内,土建抓紧收完西入口余留工作,再由屋盖中心桁架上设卷扬机吊装的方案。后考虑再三,仍采取大机吊装方案。

3.2.1 待完成会展中心屋盖桁架系杆吊装,开始铺压型板打栓钉工作时,即刻拆除 8 个钢管扣件组合托架,将西入口外的 24 榀一层楼盖桁架驳至中心吊装区按顺序堆置。

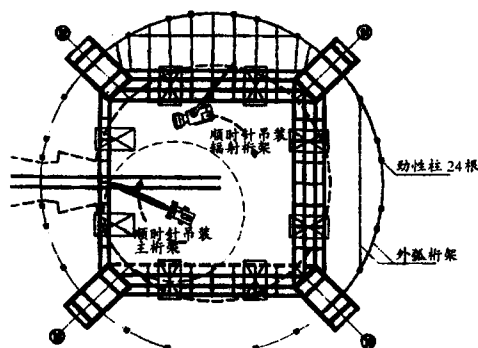
3.2.2 土建投入劳力全面抢并筒内侧后浇施工缝余留的一层混凝土楼板结构和西入口余留后做的土建工作。50t 的汽车吊从不影响其他工种作业的东入口进出。

3.2.3 50t 汽车吊在场地中心逐榀吊装一层楼盖桁架(见图 8),最后二榀由于起重机吊臂的角度采取先吊放后滑移方式就位,最后将桁架与四周混凝土肋梁上的预埋件焊接固定;铺设压型板打栓钉,土建扎平台钢筋浇混凝土与周边楼板相接。

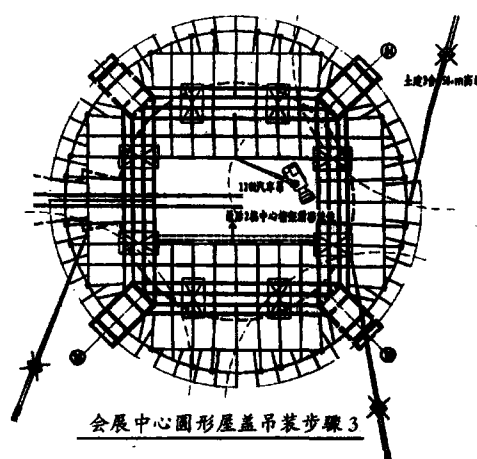
此方案虽投入了一定机械设备,加大了一部分费用投



会展中心圆形屋盖吊装步骤 1



会展中心圆形屋盖吊装步骤 2



会展中心圆形屋盖吊装步骤 3

图 7 会展中心圆形屋盖吊装步骤详图

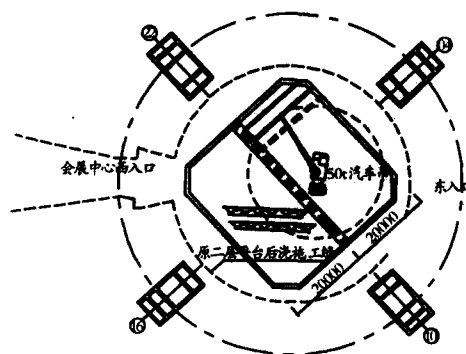


图 8 会展中心一层楼盖桁架吊装示意图

人,但比用上置卷扬机吊装方案快的多,又为会展中心的进度抢出一些时间,最终确保了在 2002 年 12 月底内完成了各方最为关注的会展土建混凝土工作,为最后 4 个月完成幕墙、安装、内装修打下了基础。

### 3.3 会议中心酒店北入口屋盖技术方案确定

北入口屋盖支座距地有 13m 高,原考虑 110t 汽车吊利用北入口引道开置二层平台面上将堆放组装完的双雁形屋架逐榀吊装就位。后为了确保整个平台安全并取消平台之下梁板的钢架加固,腾出空间全面移交安装和精装修抢工作业,采取暂缓开景观工程,二台起重机在室外两侧双机抬吊方式(此时会展中心二台大机出场只留设一台 50t 汽车吊安装一层楼盖)。

3.3.1 利用停在二层平台上的 16t 汽车吊将厂家加工的半成品桁架驳置在平台楼板上,并组装焊接成完整的 45m 长桁架 10 榀、20m 长桁架 4 榀。由于空间平台宽敞,每榀桁架就近靠柱组装。

3.3.2 在此过程中,二层平台下两边停置的 110t 汽车吊和 100t 履带吊将每榀重 15t 的桁架采用双机抬吊方式逐榀起吊安装就位(见图 9)。

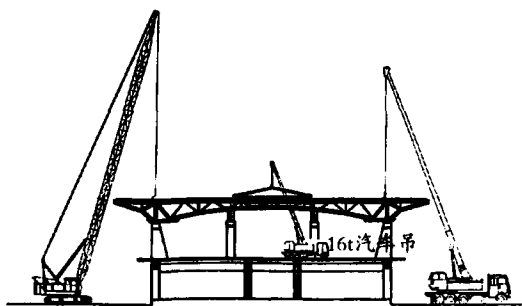


图 9 会议中心酒店北入口屋盖桁架吊装示意图

3.3.3 最后由 16t 汽车吊将系杆等吊装就位固定,将屋盖连成整体,安装檩条铺彩钢瓦收尾。采用此方案最终还是考虑到整个工程工期的紧张,后续工种仍有大量的工作待完成,并且北入口引道由于图纸原因迟迟未完、大吊机无法就位的原因所致。虽影响了周边景观作业的开场时间,但确保了国际会议中心主体工程的进度。

### 3.4 会议中心楼屋面轻钢结构技术方案

会展中心三层屋面压型钢板 5000m<sup>2</sup>,一层楼盖面压型钢板 1600m<sup>2</sup>,会议中心酒店所有屋面彩钢板 11000m<sup>2</sup>。包括大量的支承钢柱、屋面梁和檩条,共计 300t 左右。

会展一层楼盖压型钢板采用 50t 汽车吊放至桁架上由人工铺设施工。会展三层屋面压型钢板采用会展中心四周土建单位的 45t.m 高吊驳至桁架上,逐张铺设施工;待压型板面层混凝土浇筑后利用高吊将钢柱、屋面梁、檩条和彩钢板驳至平台上,并及时焊接安装,由人工将彩板由屋檐处向上逐节铺设,钩头连接檩条和彩板槽上、再压边收紧完工。酒店各段屋面由于土建塔机影响外立面的施工,较早拆除,因而本段施工全部采用人力完成。

## 4 结束语

钢结构安装的技术路线和方案,尤其会展圆形屋盖的吊装方案兼顾土建和其他作业面的总体施工方针,为如期完成工期极为紧凑的国际会议中心整个工程,创造并抢出了部分时间。但实施过程中仍存在一些技术问题待研究:高重心大跨度单榀桁架起吊时的稳定措施;8 个钢管扣件临时托架的使用与屋盖空间受力之间的影响;大量系杆空间定位存在偏差不断调整和高空焊接安全保护措施;临时钢支座转换为球型铰支座及结构微调技术研究;混凝土结构的利用和临时加固措施研究;拖运台车和轨道设计等问题均有待在同类型工程中作深入的研究。

博鳌亚洲论坛会议中心钢结构工程自始至终按高节奏进行施工,在设计图开始深化时即着手构件加工制作,在开吊后历时 60 天就完成了 900 t 会展中心屋盖的安装以及 200t 劲性柱筒的预埋吊装,其后又再接再厉,仅用了 30 天时间就完成会展大厅一层楼盖桁架和酒店北入口共 600t 钢结构的组合安装,使整个钢结构工程的工期基本在国际会议中心工程总工期的受控之内,并由于采取了针对性的方案,确保其他作业面交叉施工,终于使 10 万 m<sup>2</sup> 的国际会议中心和整个东屿岛精品工程在短短一年内完成。为海南省钢结构工程提供了一个成功的范例。

免费入会

免费发布供求信息

钢 结 构 网

WWW.CSC-E.COM

免费发布招聘求职信息

免费查阅学术论文

广州市粤湘信息服务有限公司

电话:(86-20)88541213 传真:(86-20)84237527

电子邮件:csc@csc-e.com