

# 万州游泳馆工程设计随笔

## Design for Wanzhou Natatorium Project

撰文 戴星 中国建筑设计研究院



万州体育中心位于重庆市万州区，由主体育场、游泳馆和室外训练场组成。背靠连绵起伏的绿色丘陵，面朝宽阔的长江，主体育场仿佛一顶雪白的王冠，游泳馆椭圆球体造型如同王冠旁一颗晶莹剔透的明珠，镶嵌在绿色如茵的草坡中，散发着银色的光辉。建筑与周围绿色起伏的丘陵融合在一起，组成一道亮丽的沿江风景线。

体育中心整个场地基本呈长方形，东北临滨江大道，隔绿化带与长江相望，南、西、东三侧均为规划道路，东西向长约427m，南北向长约325m，总用地面积为140 670m<sup>2</sup>，地势为西高东低。东南侧游泳馆与西北侧体育场面朝滨江大道呈“八”字形布局，场馆之间形成体育中心主广场。体育场建筑面积35 000m<sup>2</sup>，游泳馆建筑面积18 500m<sup>2</sup>。万州体育中心2012年10月作为重庆市第四届运动会主场馆正式投入使用。

笔者作为设计主持人之一，参加了万州体育场和游泳馆从设计到施工配合的整个过程，也积累了不少经验，在这里与同行分享。

### 1 项目介绍及设计技术问题处理

万州游泳跳水馆根据其城市规模、使用性质按乙级体育建筑等级进行设计，满足举办地区性和全国单项比赛要求。游泳馆是一个水滴状双曲抛物面半球体，东西向最宽处约74.19m，南北向最长处约129.70m，地上3层，地下1层，屋顶最高点23.3m。总建筑面积18 500m<sup>2</sup>，其中地下建筑面积5 350m<sup>2</sup>，地上建筑面积13 150m<sup>2</sup>，固定座位1 650个（其中主席台席位32个），游泳馆主要包括比赛大厅、训练戏水大厅、看台、竞赛相关功能用房及商业等。游泳馆用地东南侧布置了停车场及健身运动场地。建筑朝江方向的植被主要以草地和灌木为主，以保证游泳馆内视线与江景之间的相互渗透。游泳馆南侧绿坡与建筑主体融合共生，使得建筑具有生长感，草坡式的立体绿化设计与体育场的草坡也取得良好的呼应。

万州游泳馆主体采用钢结构体系，塑造出一个现代、简约、高科技的立面效果。浑圆的椭球形主体与绿色坡地相结合，营造出

大气而又震撼的视觉冲击。建筑沿江面一侧采用大面积幕墙，可产生良好的室内外互动效果。主体建筑西北侧设置的台阶、平台均采用流畅的曲线造型，丰富了建筑的外部空间效果，并充分体现了现代造型及技术的发展。游泳馆屋面、墙面均采用铝锰镁复合保温金属板，玻璃幕墙采用轻盈的钢结构体系、Low-E玻璃，建筑整体显得既轻盈、通透又时尚、前卫。

游泳馆一层南侧布置了运动员功能区和赛事管理区，北侧为比赛大厅及训练戏水大厅，建筑沿江面一侧采用大面积幕墙，可产生良好的室内外互动效果。裁判、贵宾、媒体入口与运动员入口分别设置。运动员功能区位于游泳馆南侧，考虑赛后兼作公众使用，因此布置了充足的更衣、淋浴设施。媒体区包括新闻中心和记者用房，贵宾则通过一层专用楼、电梯直达二层主席台及贵宾休息区。

游泳馆比赛大厅由西往东依次布置22.2m×16m跳水池（深5.25m），8泳道50m×21m比赛池（深2m），可进行全国跳水、游泳及水球比赛。比赛厅东面为训练戏水厅，设计了一个6泳道25m×15m训练池（深1.35m）、两个戏水浅池及两个按摩池，训练、戏水设施可对外经营，供公众休闲健身使用。

为了保证池体安全，我们在设计中将钢筋混凝土池体同游泳馆的结构主体脱开，两者之间设变形缝，确保池体不产生裂缝。游泳池防水标准很高，水压很大，根据以往的工程经验，池体一旦漏水很难检查维修。为此池岸地面设计成防滑防水采暖地面，铺装游泳池及池岸专用瓷砖。

游泳馆二层主要为观众区，观众通过室外大台阶上到曲线造型的二层平台，进入游泳馆南侧入口大厅，大厅内布置了卫生间、小卖部、咖啡厅、休息区等服务用房。二层看台位于比赛厅西侧，沿池边一字形布置。游泳馆看台共设15排席位，可容纳1 650人。其中观众区席位1 618个，主席台席位32个，残疾人席位6个。观众区标准看台排距850mm，坐席为中空吹塑靠背硬椅，坐席中心距离480mm。观众席设疏散口6个。看台正中为主席台，主席



总平面图

台坐席 36 个,采用靠背软椅,与贵宾休息室相连。观众席的看台视点定在最外泳道外边线水面,采用逐排升起法, $c=120\text{mm}$ ,主席台  $c=120\text{mm}$ ,最后一排观众席俯角为  $30.10^\circ$ 。

游泳馆看台采用钢筋混凝土框架结构,屋面及外围采用管桁架结构。由 14 榀横向主桁架及西侧 5 榀纵向主桁架及次桁架组成,主钢桁架按建筑造型均为不规则钢拱及近似钢拱体系。钢结构体系围护结构外墙采用铝镁复合保温金属板和 Low-E 玻璃幕墙,屋面采用铝镁复合保温金属板屋面。

万州游泳馆外观造型是一个双曲面半球体,后部嵌入植被绿坡中。方案设计新颖,但给施工定位带来一定的困难。施工图设计中我们首先将室内一层地坪  $\pm 0.00$  处平面外轮廓整合成 4 个相切的圆,并打破常规将各层平面可见线由距地 1.2m 高度移到各层楼地面标高处,外墙定位轴线移到幕墙外表面,同时在幕墙水平和垂直分格的每个交点都给出标高和定位坐标。虽然比较麻烦,但所构成的空间标高和坐标网络系统能比较准确地定位出游泳馆的空间形体,指导施工操作,给厂家幕墙制造加工提供尺寸依据,同时推导出结构不规则钢拱桁架的外形尺寸。

由于造型原因,本工程每一扇窗玻璃都呈不同的双曲面,造价高,加工制造也比较复杂。按节能设计要求,玻璃幕墙上需要设一定数量的开启扇自然通风,但双曲窗扇根本无法打开。经和厂家协商,我们把双曲面玻璃幕墙上的玻璃和窗框根据所在位置和曲率大小分成平面、单曲、双曲三种类型,平面和单曲面玻璃采用双层中空玻璃,其中平面玻璃处做开启扇。为了安全起见,将曲率大的玻璃做成固定的双曲面三层中空夹胶安全玻璃,解决了双曲面玻璃幕墙设计和开窗问题。

施工图设计的另一个难点在游泳馆侧面双曲面轻质金

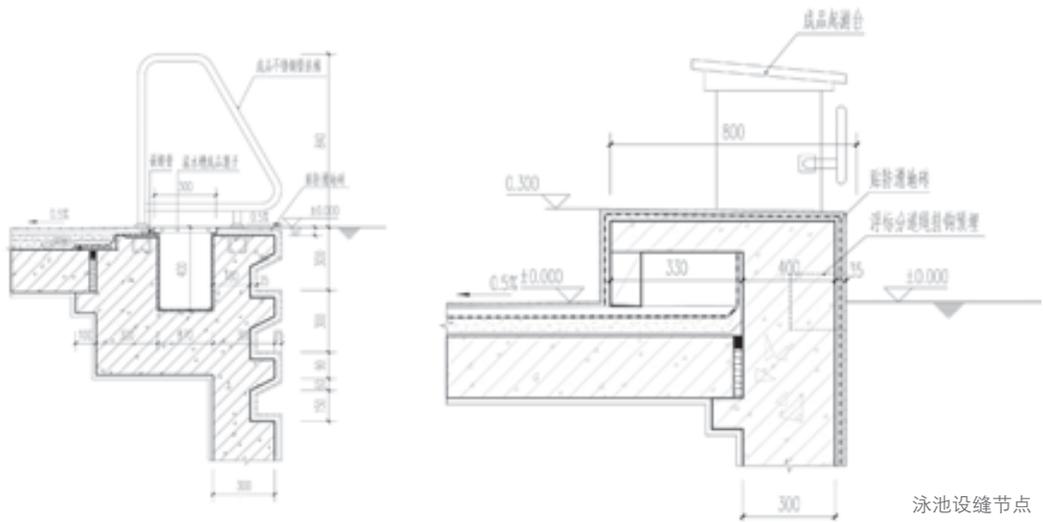
属幕墙与种植土坡结合处,由于此处土坡下挡土墙在室内展示的是与金属幕墙一致的双曲面墙体,两部分功能和表现形式有矛盾,给此处挡土墙设计带来了问题。我们采用了一个简单的解决方案,在侧面挡土墙和游泳馆双曲面金属幕墙之间设计了一条通道,将两部分分开,使设计能满足各自的功能要求,同时还改善了训练戏水大厅的通风和采光,增加了安全疏散出口。

在游泳馆设计施工中遇到的类似技术问题还有很多,通过技术处理,使游泳馆施工建设变为可行,完美准确地展示了游泳馆空间造型的设计理念。

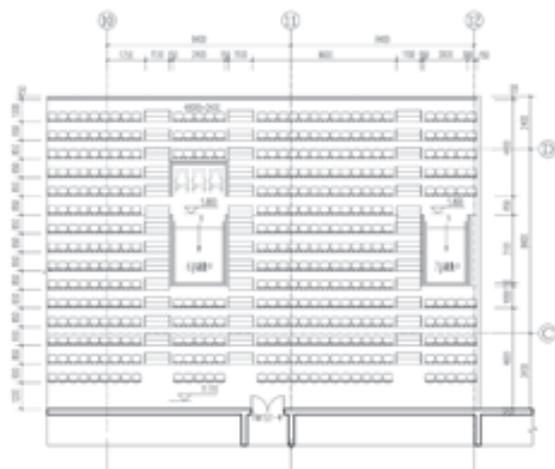
## 2 项目的消防设计

### 2.1 防火分区

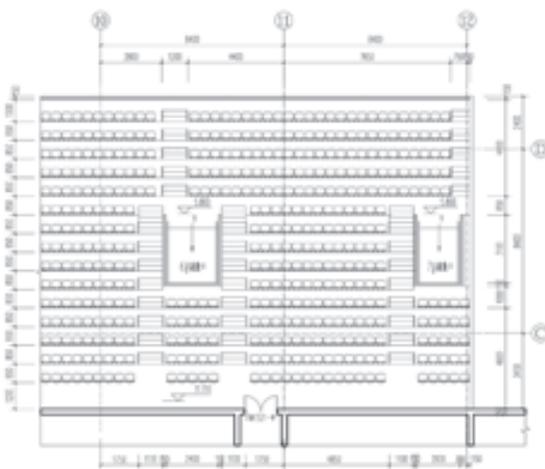
万州游泳馆共划分成 7 个防火分区。其中比赛大厅、休息厅由于结构体系及使用功能的特殊性划分成一个面积  $9\,563\text{m}^2$  的防火分区。施工图根据《建筑设计防火规范》“体育馆、剧院的观众厅,展览建筑的展厅,其防火分区最大允许建筑面积可适当放宽”及《体育建筑设计规范》相关条款而设计。但规范未明确体育馆防火分区面积最大允许面积可适当放宽的具体依据。为了验证大空间是否安全,请中国科技大学火灾科学国家重点实验室做了《万州游泳馆比赛及休息厅大空间火灾风险评估与消防工程技术解决方案研



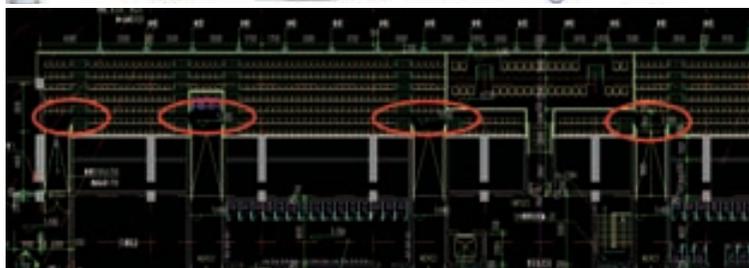
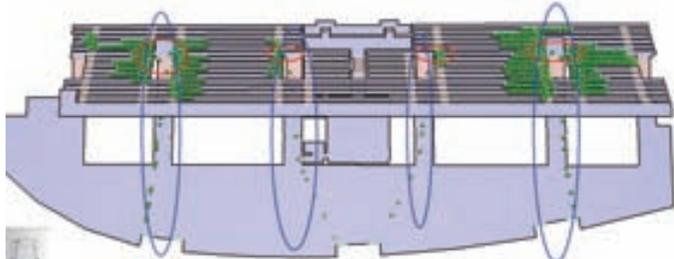
泳池设缝节点



看台疏散通道修改前



看台疏散通道修改后



万州疏散计算问题示意图



施工现场

究报告》。采用消防安全学原理，对万州游泳馆进行了性能化设计，利用火灾模拟软件 FDS 和人员疏散软件 Pathfinder 对建筑内烟气运动和人员疏散进行了模拟计算，结果表明满足规范要求。

## 2.2 安全疏散

游泳馆看台共设有 15 排席位，共有席位 1 650 个，除了主席台有自己两个专用疏散口外，观众席设 6 个疏散口，两端疏散口每个 1.8m 宽，中间 4 个疏散口每个 2.2m 宽，总疏散宽度为 12.4m，大于 0.43m/100 人的规范要求。按规范要求看台主要纵走道 1.1m 宽。

游泳馆看台疏散时间，按人数最多区计算，360 人，疏散口宽 2.2m，在紧急情况下可在 3min 之内安全撤离（ $360/37/4$ （4 股人流）= 2.4min）。

尽管疏散通道宽度、距离和疏散时间都满足消防规范要求，但我们利用火灾模拟软件和人员疏散软件分析却发现，看台疏散口附近存在较严重的拥堵情况。经分析认为是设计中将疏散出口上下通道位置设计在一条直线上，导致疏散口处通道的有效疏散宽度减半。为此我们将疏散口上下通道错开，及时消除了安全隐患。

## 3 为赛后经营和全民健身运动服务而设计

体育场馆全年用于赛事的天数是有限的，全年大部分时间都处于闲置状态，由于自身空间大，需要大量设备维持运行，特别是游泳馆还有其特殊性，设备和管道一旦停止运行和维护，极易受潮湿和氯气腐蚀而报废。所以维持游泳馆在赛后正常运转和经营，也

是本工程设计的重要组成部分。

万州游泳馆的赛后经营按三大部分设计：商业、运动员训练和全民健身，建设中提前预留出条件。

考虑到体育场一层有大面积的商场，游泳馆只设置了一个能同时为赛时和赛后服务的小型商业。为了保证赛后的客流量，商业布置在一层北侧体育中心广场附近，与体育场商业形成一个完整的商业区。

游泳馆比赛大厅和训练戏水大厅赛后可以分隔，比赛大厅用于运动员训练，训练戏水大厅对外经营。同时一层设计了一大一小两套男女更衣、淋浴室，赛时大套运动员使用，小套裁判员使用。赛后大套健身戏水群众使用，通向训练戏水大厅；小套运动员训练使用，通向比赛大厅，形成对内、对外两个独立功能区域。

为了更加完善赛后运动员训练区的功能，应当地体育局要求，将二层西侧休息厅改为运动员地上训练厅，并在跳水池上增加数个训练跳板。因前期对这方面因素考虑不足，新增的跳板只能加在跳水池对面，留下了一些遗憾。通过这件事我们也认识到，在这种专业性较强的设计中，仅满足规范和体育工艺的要求是不够的，要提前多请教这方面的专业人员。

万州游泳馆设计将竞技体育与赛后全民健身、运动员训练和商业经营紧密结合，赛后三大功能空间均可独立使用，极大地提高了游泳馆的有效利用率，为游泳馆正常经营运转、实现以馆养馆的目标创造了有利条件。AT