

The Rational Way in the Design Creation of Architecture

建筑创作的理性途径



孙一民

华南理工大学建筑设计研究院副院长、华南理工大学建筑学院常务副院长。教育部长江学者特聘教授，博士生导师。享受国务院特殊津贴专家。

建筑设计代表作品：北京奥运会摔跤馆、羽毛球馆；广州亚运游泳跳水馆、武术馆和柔道摔跤馆，以及广州奥林匹克8万人主体育场，佛山世纪莲体育中心，世界大运会宝安体育场等中外合作设计项目。

1 决策与设计阶段是大型公共建筑科学建设的关键

我来自高校，既做教学也做设计，同时我所在的华南理工大学建筑学院还拥有国家唯一的建筑科学重点实验室，我们又承担着研究的任务。过去8年来，通过很多体育场馆的设计和研究，我们感觉最大的问题是：众多的国外建筑师来到中国，他们创作的东西由我们中方的合作者来实现，最重要的是我们的子孙还要使用它，这就存在一个可持续的问题。可持续问题我们已经谈了快20年了，但现在问题是越来越严重了，尤其是在大型公共建筑中。从一些数字上就可以看出来，比如国家大剧院造价是36亿元，鸟巢接近40亿元，广州歌剧院14亿元，央视大楼更是天价。造成这种状况的原因是多方面的，包含结构、技术、材料等多种因素：目前大型公共建筑的结构形式日趋复杂，施工难度日益加大，机械化比重日益增大；建筑材料由单一材料向多种复合材料发展；生态、绿色等多方面的科学技术成果的出现与应用，等等。但究其本质，还是当前大型公共建筑建设普遍缺少科学理性的决策，许多项目盲目追求“标志性”，在设计建设过程中“各自为政”、“唯我独尊”，缺乏对城市关联性方面的考虑。建筑功能单一，除专业用途以外，难以适应其他活动需求，造成资源浪费和重复建设，这些都导致大型公共建筑成为耗材、耗能最多的建筑。

这种情况的原因，其实和决策者的作用密不可分。但这个决策又不仅是行政决策，也包括我们建筑师创造的出发点——很多非理性的东西是建筑师自己想做的。从去年开始，奥运工程赛后的不可持续性已开始彰显。据报道，到今年年初，水立方的年营业额已达到8000万元，可以说收入不算少，但仍亏损一千多万元，能认为全是运营的问题吗？我们不能只做设计而不探讨设计本身的问题。事实上，基于全生命周期的观点，决策与设计阶段是大型公共建筑研究的关键，实现节能目标的最佳解决方案是在概念设计阶段，研究显示，它比常规模式节能50%~70%。因此在适宜技术条件下实现体育建筑节能降耗与结构优化，即积极采用自然通风、天然采光，进行容积控制、结构选型与优化，是设计过程中必须考虑的，而这又和我们完成项目和中标没有太多的矛盾，完全是设计师可以通过主观努力做到的。以下以我们自己做过的一些项目为例进行说明。

2 基于适宜性的体育建筑可持续设计手段

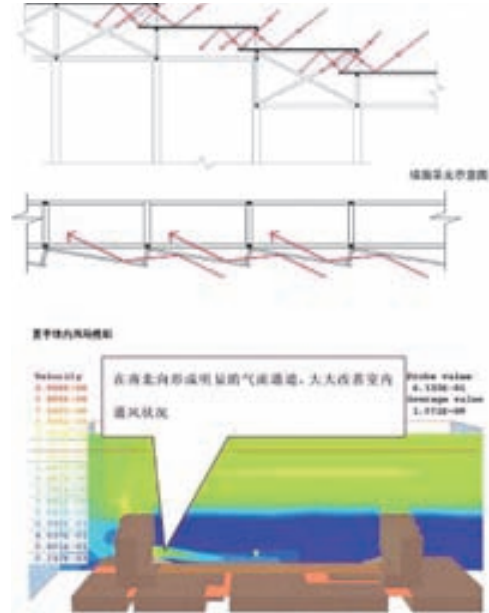
2.1 自然采光通风

美国的NBA场馆每年有差不多200场活动，它最大的问题并不是需要节能降耗，而是要用最快的速度把同一个场地转换成用做不同的活动，比如上午打篮球，下午做冰球。而我国的体育建筑完全无法进入这种状态。我们的现实是，如果在赛前准备时能少开一盏灯就能节省一笔费用，门票就可以降低，还可以延长场馆开放的时间，所以通风和采光是设计的很重要的出发点，因此我们已把天窗采光作为研究的重要内容。

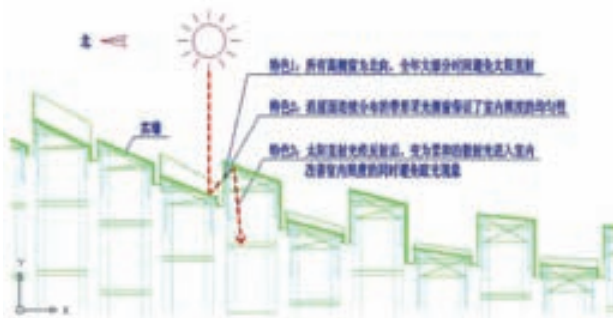
中国农业大学体育馆（奥运摔跤馆）就是一个很好的例子，它利用结构排列形成错落有致的天窗阵列，自然光可以通过400多个高低错落分层排列的玻璃窗照入场馆内，使可持续的节能技术与建筑外观相得益彰。在场地中心按一下开关，比赛就可以在体育工艺要求的灯光下进行，而平时的自然采光效果对大学生的活动已足够，这样就可以节省开支。这个场馆是北京奥运中造价最低的场馆，为1.5亿元，单方的造价是6000多元，据北京媒体的报道，摔跤馆的开放价格非常便宜。



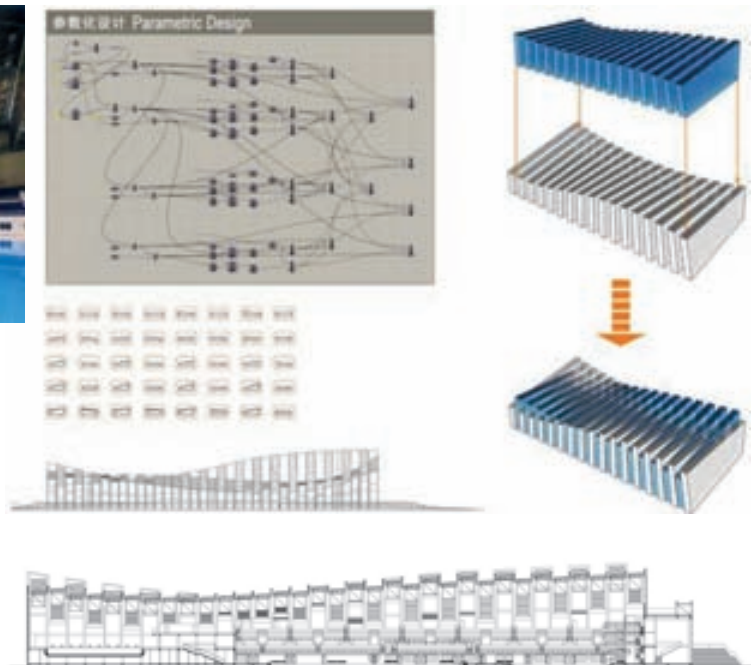
中国农业大学体育馆（奥运摔跤馆）



中国农业大学体馆的自然采光和通风



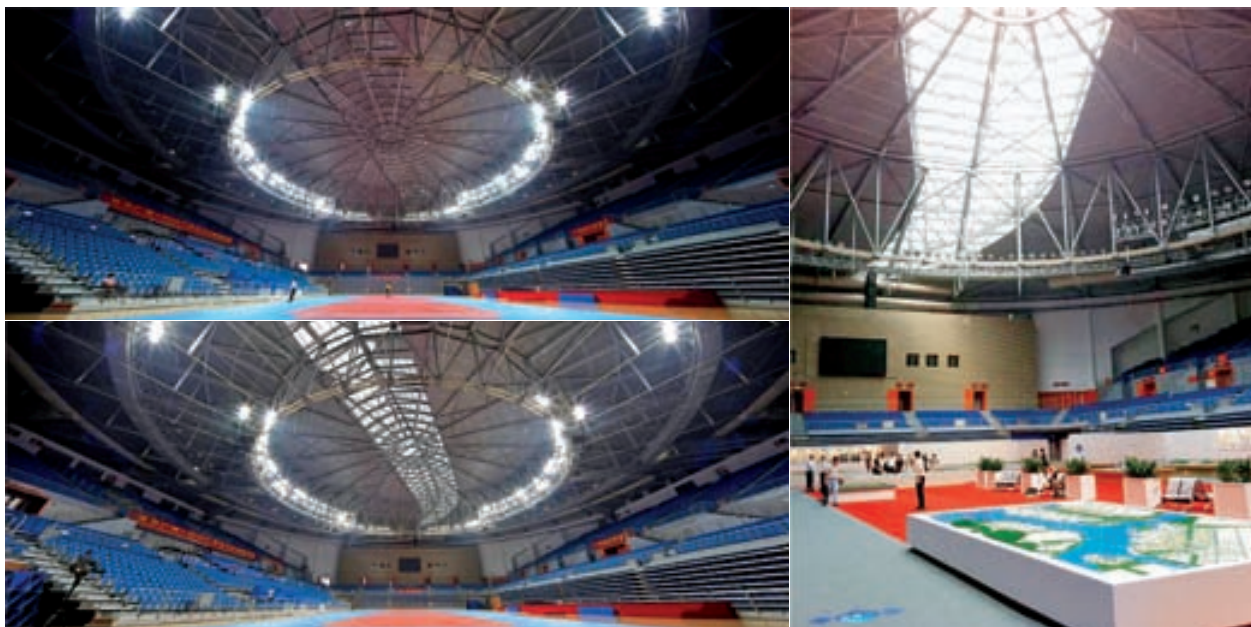
广州亚运游泳跳水馆的室内自然采光分析图



广州亚运游泳跳水馆的参数化手段协助空间压缩

在亚运游泳跳水馆中，我们采用参数化技术进行优化设计，在北向突出部位设置可以随时遮蔽与开合的采光窗，在避免阳光直射的同时最大限度降低室内照明能耗，同时又能及时将泳池蒸发的水分排出室外。为了保证开窗面积，在参数化过程中加入对可开启面积的监测模块，保证形体修改过程中的高窗可开启面积。

在亚运武术馆（南沙体育馆）中，我们在比赛场地上方设计了1 000多 m^2 的S形屋顶天窗系统，采用新型聚碳酸酯中空阳光板，具有非常好的隔热性能，同时又可在白天形成所需的自然漫射光线，避免了炫光以及普通钢化夹胶玻璃易自爆的安全隐患；同时，结合天窗设置了智能化的电动天幕遮阳系统，可调节大厅内光线的强弱，在平时可利用自然采光进行各种比赛和活动。工程的综合节能比设计限值低了约35%。另外二层比赛大厅周围环通的休息厅等结合玻璃幕墙合理设置了可开启外窗，从而无需采用中央空调系统。

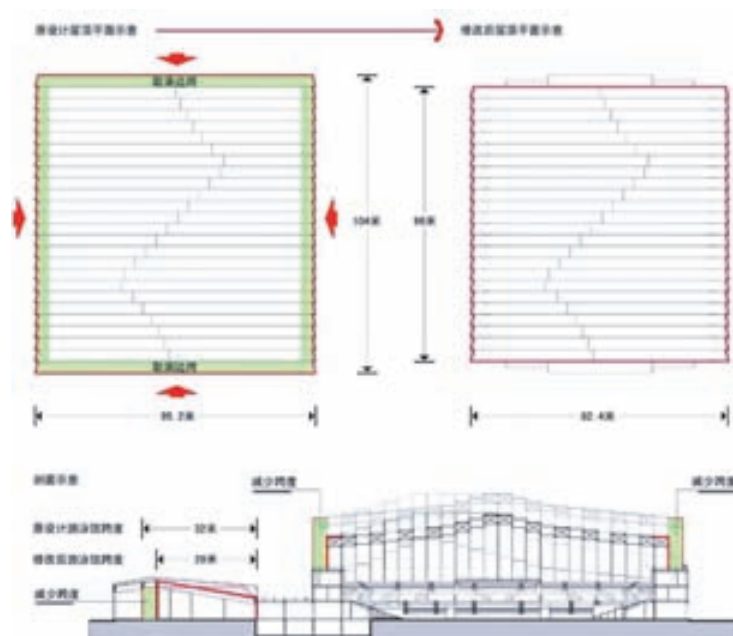


亚运武术馆（南沙体育馆）

2.2 空间容积率的控制

作为发展中国家，我们建筑界对体育建筑的容积控制一直有研究，只是近年开始放弃良好的传统了。在2011年国际体育建筑大会上，伦敦奥运场馆的设计师采用了我们上世纪80年代常用的研究方法，分析奥运游泳馆剖面图显示出的空间尺度。由悉尼游泳馆、北京水立方和伦敦游泳馆的对比可以看到，水立方室内是最高的，接近30m；悉尼大约是20m高，用了一部分临时座椅；伦敦则是三者中最低的，大量使用临时坐席。而实际上游泳馆只有10m跳台是空间要求最高的，由于游泳馆泳池是恒温的，要烧热水，室内温度高，高大的空间必然带来高能耗，直接影响赛后运营的成本。

我们用参数化对广州亚运游泳馆进行了结构方面的控制，可以看到，所谓的曲线其实是为室内空间服务，它右边是最高的跳台的区域，然后是游泳区，最后的训练热身池也就是6, 7m的高度，对赛后运行非常有利。在2个奥运、3个亚运场馆设计中，我们的空间体积是一块一块地减少。5个场馆主比赛厅空间容积均控制在 $14 \sim 16\text{m}^3/\text{座}$ 的单座容积指标，大大低于绿色奥运建筑评估要求的 $20\text{m}^3/\text{座}$ 。容积指标控制住了有很多好处，比如在声学方面，几个场馆基本没有采用惯常的方法，除了个别板采用了一些静音材料之外，其他的都没有做，而最后使用的音质效果上没有任何不良反馈意见。



中国农业大学体育馆的空间容积率的控制



奥运羽毛球馆

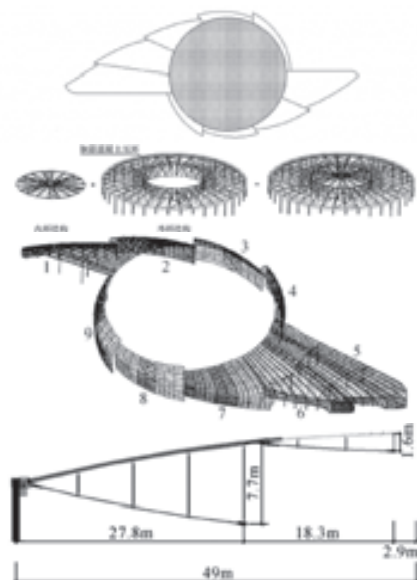
2.3 结构的选型与优化

我们现在的建筑工程有这样一个特点，无论多么重要的项目，最后都是由转包之后的民工来做，因此建筑师无论投标时有多少想法，都一定要考虑到施工的因素。当时我们奥运羽毛球馆投标入围后，大家都觉得它应该是一个羽毛球轻盈的效果，业主主管领导也希望做一个先进的穹顶，但作为设计师，我们的意图很清楚，中间是标准的穹顶，两边有一些简单的结构，这样后面实施起来才比较容易。最终屋盖主结构选择了新型预应力弦支穹顶结构体系，最终的羽毛球馆，虽然造型上跟一般的穹顶完全不同，但实际结构体系却很简单。目前这是世界上已经建成的跨度最大的弦支穹顶结构。总之，我们在技术先进性和适宜性中找到了平衡点。

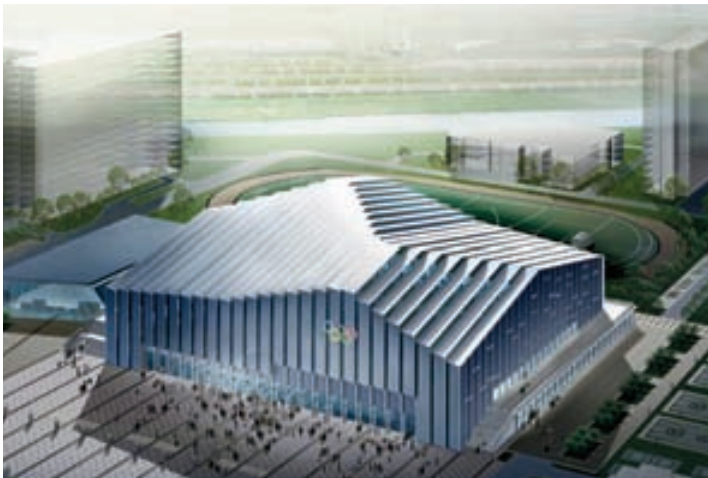
另外一个例子就是靠近水边的亚运武术馆（南沙体育馆），这个项目到后面引申出很多寓意，又是海豚又是太极的，但开始投标时我们并没有想这么多，只是觉得流线型容易实现又很经典，最终通过深化，采用了整体稳定性好的双重肋环——辐射形张弦梁结构，并采用了创新的加工安装方法，节约工期3个月。应该说，我们的空间设计主要是想控制好室内的高度，中间的圆顶还是相当于一个穹顶，但是周边结构的营造使它跟奥运羽毛球馆的完全不一样。

而中国农业大学体育馆（奥运摔跤馆）由于投资限制，我们采用了成熟的桁架结构体系，通过12根“门”式刚架组合创造形成新的建筑形式，既突出了标志性，又不增加额外投资。

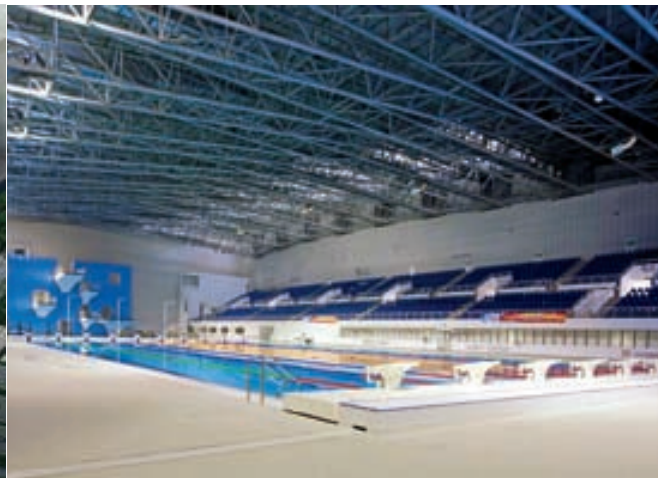
广州亚运游泳跳水馆结合项目实际情况，更加充分地考虑了钢结构施工的易建造性，采用了与建筑造型相协调的空间钢管桁架结构体系，既节约了造价又方便了机械化施工，大大缩短了工期。利用计算机参数化化技术，与建筑外观配合建立关联的参数化模型，能即时保证与结构分析软件的接口和关联，提高建筑、结构专业间设计的协同度。



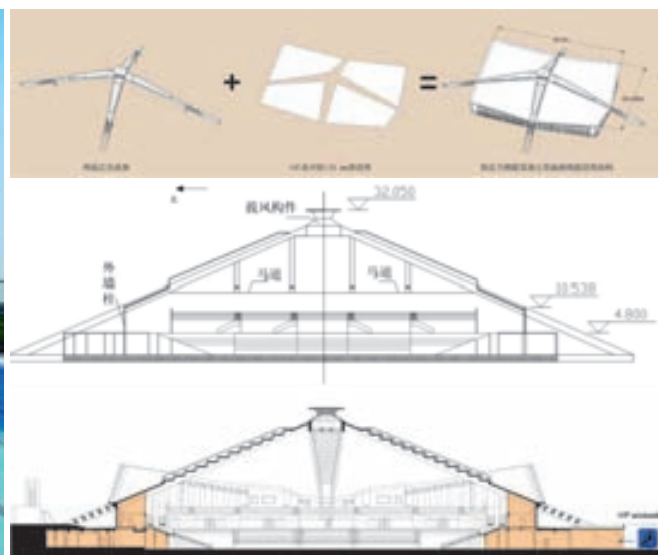
南沙体育馆



中国农业大学奥运摔跤馆



广州亚运游泳跳水馆



广州大学城华南理工大学二期体育馆

广州大学城华南理工大学二期体育馆跟前面的结构不太一样，采用了混凝土重型结构。我一直觉得大跨空间结构采用轻质结构及其屋面构造系统其实带来很多后续使用的问题，往往十几年、二十年之后就要更换了。我们用了4片扭壳钢筋混凝土结构，它可以抗风而且维护费用比较少。中间部分里面放了8个风机，这样剖面的高差达到32m，可以形成空气的落差增加空气流动。这种做法尤其适合广东这样温度高、湿度大的地方。旁边是一个游泳池，我们在下面做了一个进风道，还有一些进风口，朝向游泳池，它会把一些相对凉爽的风从游泳池里面抽到其他地方。

总之，结构技术的先进性、适用性与易建造性之间存在着辩证关系，不同场馆应该实事求是地分析选用，强调适宜技术条件下的结构选型与优化。

3 结语

今天会议的主题是“结构成就建筑之美”，这句话没错，但问题是：什么叫美？不经济、不实用，必然带来不美观。对于美我们是不是要有一个框架框一下，如果是不可持续的，对社会和后续的发展没有益处的话，再美也不是真正的美，总之，当前可持续性研究已超越了单纯的环境保护，应在满足环境容量的前提下实现经济和社会的目标。大型公共建筑尤其要立足于决策与设计两个关键阶段的共性问题研究，这就对建筑师提出了更高的要求，只有每个建筑师都担负更多的社会责任，我们的建筑才有希望，整个行业才能进步。这或许是“结构成就建筑之美”这句话更广义的意义所在。^[AT]