

Structural Logic of Shape Modeling in Large-span Building

大跨度建筑形态塑造中的构造实现及结构逻辑



唐文胜

中南建筑设计院股份有限公司副总建筑师兼 A2 建筑工作室主持人。建筑设计代表作品：新建延安火车站、北京铁路枢纽丰台站、郑西铁路客运专线西安北站、京包铁路呼和浩特东站、福厦铁路客运专线厦门西站、青藏铁路西宁站、哈大铁路客运专线沈阳站 / 长春西站、哈齐铁路大庆西站、宜昌东站等的站房及中国地质大学逸夫博物馆、湖北省疾病预防控制中心科研实验楼、中国石油管道总公司科研生产调度楼等。



古希腊建筑



古代罗马建筑



哥特式建筑

建筑形式的发展历史就是结构建造技术的发展历史。纵观从古希腊建筑、古罗马建筑、哥特式建筑直到现代建筑的发展历程，随着结构材料与建造形式的发展与突破，各种新的建筑形式也不断得以实现，留下无数建筑形式与结构相得益彰的经典之作。到了现代，奈尔维、萨里宁和卡拉特拉瓦等人更通过对仿生原理的运用，将建筑形态与结构的融合发展到一个新的高度。

从图中的经典案例可归纳出基于结构逻辑的建筑形态设计原则有以下几点：1) 形式与功能相统一；2) 建筑形态与结构逻辑相统一；3) 向大自然学习结构原理；4) 从材料和结构的力学分析出发，统一考虑建筑形态的设计方法，暴露结构；5) 构造手段在确保实现建筑形态的前提下尽可能简单可靠。在这些原则的指导下，本人做了一些设计实践，与大家分享。



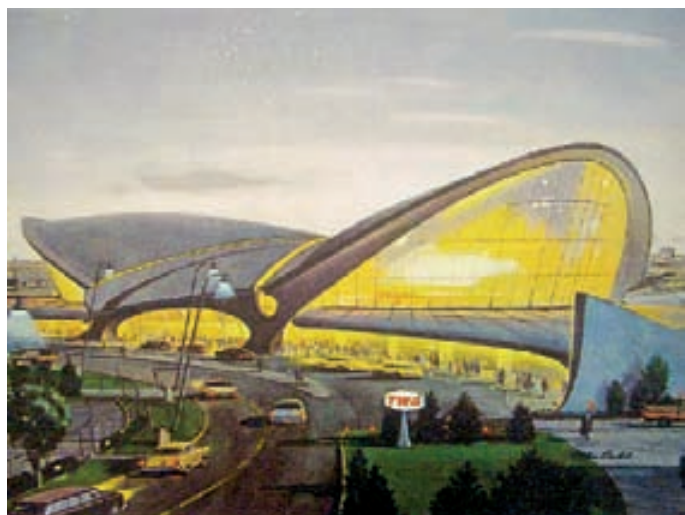
意大利都灵展览馆



罗马奥运会小体育宫



美国耶鲁大学冰球馆



纽约环球航空公司航站楼



多伦多 BCE 文化广场大厦



法国里昂塞托拉斯机场

屋顶肋架敞开



高铁西安北站

1 高铁西安北站

西安北站位于西安城区北部，是我国铁路六大枢纽性客运中心之一。车场规模全国第一，为 34 个站台面 34 线，总建筑面积 33.2 万 m^2 。

西安北站用现代结构逻辑体现古都西安的唐风汉韵。屋盖由 11 个折板钢网架结构单元体组成，每个单元体在中间高起的屋脊处开以梭形的天窗自然采光和通风，形成优美的弧形屋脊，与舒展的两翼形成出檐深远的庑殿顶意向，折板结构运用使得用钢量控制在 $60\text{kg}/\text{m}^2$ 左右，折板屋面配合吸声吊顶的应用也使得声场均匀，混响时间控制在 1.5s，广播清晰度好。



高铁西安北站



呼和浩特铁路客运东站

2 呼和浩特铁路客运东站

呼和浩特东站是京包铁路线上的最重要的枢纽站之一。其圆形穹顶建筑形态源自草原上最具有代表性的建筑形式——蒙古包，恢宏而简洁的圆形透光穹顶与进站综合厅、候车空间密切联系，不仅彰显了极具地域特色的建筑形象，也成为视觉效果强烈、激动人心的室内空间，形式功能相统一。车站整体造型中部隆起、两翼舒展，恰似翱翔的雄鹰，流畅舒展，表达了蒙古族文化中象征勇敢、自由和强健的美好寓意。

3 武汉理工大学体育中心

武汉理工大学体育场、体育馆与游泳馆平面构图以“椭圆—圆—方”产生对话，形式均衡。游泳馆建筑屋顶由一条极富张力的曲线联系北侧的体育馆平台，使得两个场馆融为一体，并将流动、伸展的主题贯穿室内外。其屋顶表面的台阶构成横向线条，与各场馆的立面相呼应，也表征了“书山有路勤为径”的造型意向。结构采用钢桁架，通过建筑手法弱化垂直的桁架构件，强化了水平向的联系钢架，形成流动、伸展的水平线条，水平线条间可以自然采光和通风。



武汉理工大学的体育中心



北京铁路枢纽丰台高铁站

4 北京铁路枢纽丰台高铁站

丰台站为北京铁路枢纽内最大的高铁车站，位于北京城区西南，三环与四环之间，站房建筑面积 30 万 m^2 。候车大厅为 $176\text{m} \times 176\text{m}$ 超大跨度无柱空间，这样跨度的火车站目前在国内乃至全世界也是首例。屋盖为 $380\text{m} \times 380\text{m}$ ，采用大跨度交叉钢桁架结构形成覆斗的形状，发挥拱的效应，受力性能好。该空间设计视觉无遮挡，布局清晰，视觉引导效果好，提高了旅客进出站的效率，尤其适合特大型铁路旅客车站。

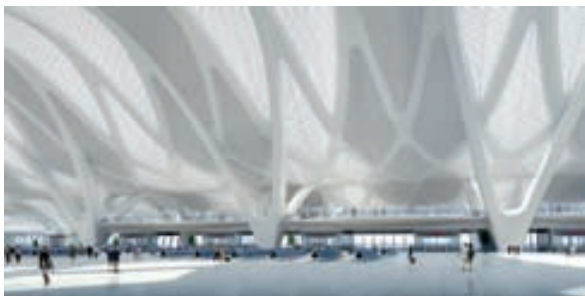
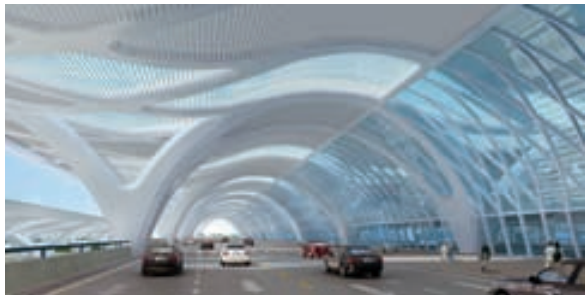
建筑强调理性的结构之美，避免装饰与功能分离，把大跨度空间交叉桁架和梁柱结构完全暴露出来，所有构件均设计成方形截面并组成方格状，巧妙而充分地体现了中国传统木构架的神韵。建筑设计强调模数的运用，不论是结构柱网、桁架杆件、门窗幕墙、地面铺装、墙面吊顶均严格按照建筑的模数来分隔，不同材质间完全对缝；竖向基本模数采用 1.1m，水平向基本模数采用 1m，将所有元素统一在一个模数里，形成既传统又现代的严谨的建筑风格。

5 福厦高速铁路厦门西站及站区交通枢纽

厦门西站客运用房总建筑面积 50 147 m^2 ，站台雨篷面积 49 800 m^2 。采用巨型空间桁架支撑网架结构体系创造出体现结构力学之美的轻盈的屋盖，宛如腾飞的双翼。屋脊主桁架像动物的脊椎；屋盖主跨 136m，为目前国内已建成的铁路车站屋盖跨度之最。巨型空间桁架支撑网架结构体系与建筑形态完美结合，体现了闽南民居“燕尾脊”的意象。



厦门西站



高铁兰州西站



高铁乌鲁木齐东站

6 高铁兰州西站

高铁兰州西站是一个拱结构体系，设计形态创意源于兰州百年铁桥——中山桥，也即五孔拱桥，当然也可寓意兰州是丝绸之路起点。结构体系是从大自然的“花瓣”里面找到的灵感，师法自然，受力合理，建筑形式跟结构逻辑高度统一。

7 高铁乌鲁木齐东站

建筑创意为“盛世雪莲，和谐赞歌”，以“雪莲”母题塑造建筑形态，表达“盛世花开”的主题。取“花瓣簇合”意象，彰显“和谐团结”之意。采用现代化的连续拱券结构体系，形成理性而优美的流畅曲线韵律。优美的“花瓣”曲线同时也体现了结构力度感，受力合理的结构构件本身也传达着建筑形式的美。合理而经济的结构形式摒弃了多余的装饰，采用清水混凝土建造，使得有可能以较少的造价而获得一座经典传世的现代化车站，清水混凝土富有沧桑感的厚重质感与西北城市的个性也非常契合。

8 结语

国内外众多优秀案例表明，优美的建筑造型不一定非要牺牲结构的合理性，完全可以通过合理的设计达到建筑形态与结构逻辑的高度统一，关键是要建筑师提高这方面的认识。AT