

# 精工钢构织“春茧” 用心 用行



“春茧”

精工钢构踏着时代的脚步承接了一座座惊世骇俗的标示性建筑。精工人通过勤劳与智慧筑就了“鸟巢”，勾勒出南国少女的“小蛮腰”，编织出深圳湾的“春茧”。

精工钢构承接的深圳湾体育中心、游泳馆，凝聚了中国近10年空间结构领域的技术发展，它可以看作空间结构的“活教科书”，从设计角度来看，里面包括了大跨度单层网壳和双层网架结构、大跨度观景平台、单向张弦结构、树型支撑体系等。从施工角度来看，精工钢构运用计算机模拟了结构的建造过程，运用无模成型技术完成了弯扭构件的制作，利用自行设计重型移动塔吊完成网壳吊装，利用液压提升技术完成体育馆和游泳馆的多次累积提升，利用液压千斤顶完成单向张弦结构预应力张拉。

如此巨大的体育场馆连体结构，在国内乃至国外都史无前例。但是精工人就是靠着顽强的意志，把这样一个高难度工程完美演绎。

## 制造：开启“春茧”之门

“精工有两大特点，一是弯扭构件的加工质量和精度高；二是为了保证工期，不计成本的投入。”这是华南深圳湾发展有限公司有关负责人对精工的评价。

在08年，以“鸟巢”工程为契机的弯扭构件的制造曾引起多方面的关注，在精工取得关注的同时，我们自身也收获了许多，并开展了围绕“无模成型技术”展开的弯扭构件加工制造体系的实施，来创造专业技术效益。

“春茧”总面积25.6万平方米，全部由弯扭构件组成的“春茧”在巨型钢铁网格外衣下包裹着体育场、体育馆和游泳馆，同时，巨大的钢铁外衣将“一场两馆”连为一体。在“春茧”巨型钢铁网格的上半

部分镶嵌了玻璃幕墙，既可遮风挡雨又可阻挡阳光的直射；而下半部分是没有经过修饰的镂空构件，既保证了空气的流通，又便于人们观赏自然景观。

“春茧”的弯扭构件看似与“鸟巢”相似，制作难度也不亚于“鸟巢”。“春茧”是薄壁的箱体弯扭构件，其板厚均在10毫米~30毫米之间，弯扭构件成型容易但容易反弹。精工制造线针对这一情况，再次利用无模多点成型技术，攻克难关。

无模多点成型是金属板材三维曲面成型的新技术，其原理是将传统的整体模具离散成一系列规则排列、高度可调的冲头。在整体模具成型中，板材由模具曲面来成型，而多点成形则通过对各基本体运动的

实时控制，自由地构造出成型面，实现板材的三维曲面成型。这是对三维曲面类板件传统生产方式的重大创新。为此，精工华南三水制造基地更新了生产设备，并派遣员工到绍兴总部学习，力求三水基地的工艺水平与总部齐平，为大运会交上一份满意的答卷！

同时，绍兴总部面对难度如此大的构件制造，又是如何做的呢？首先抽调经验丰富的员工负责构件的深化、配料、焊接等。其次在排班上也尽量为构件的制造提供方便。加班加点，严查质量，一个个构件在大家的齐心协力下，如期运送到项目现场。值得欣慰的是，当精工将采用无模多点成型设备制作的弯扭构件摆在业主面前时，即获得了认可。



“鸟巢”



“小蛮腰”

## 营销：逆境中强势承接

随着华南市场的日趋成熟，精工相继承接了广州白云国际会议中心、广州珠江新城西塔、广州电视塔、广东省博物馆新馆等一大批重大项目，为此，精工于2008年在广东建立了生产基地，目的就是为更好地服务华南地区。本来在这么有利的条件下，接下“春茧”项目应该是轻而易举的事。然而，很多人都知道精工，也知道精工的总部在浙江绍兴，但是，仍有一部分人对精工的发展速度不是很了解，因此，精工在参与竞标时遇到了各种各样的问题。

首先，是来自竞争者的压力，当时有6家国内颇具实力的钢结构企业参与“春茧”项目的竞标。这些企业为了在竞争中胜出，对公司进行了强势打压，造成了精工非常不利的局面。另一方面是业主提出的要求，所有参与竞标的企业，除了需要提供相关的技术、业绩文件外，还需要提供弯扭构件的实物进行集中展示。尽管精工已经拥有制作、安装“鸟巢”弯扭构件的实践经验，但是针对华南地区对质量的严格要求，相关人员还是进行了精心准备。另一方面，一直以来，大量华南地区的工

程都存在工期紧以及对钢结构制作、安装技术要求高的问题，对于精工来说又是一大考验，工期如何保证质量成了必须考虑的困难。

如此困难之下，精工的营销团队强势出击，击败所有对手，首先拿下游泳馆项目，为承接深圳湾体育中心奠定了良好的基础。当然，此时业主态度的改变，也成为了顺利承接“春茧”的关键。我们的营销人员用这样一种逆境中坚忍不拔的意志，接下深圳湾体育中心项目。

## 技术：八大技术 完美运用

深圳湾体育中心位于深圳市南山区海德三道与科苑大道交口，是一个大型综合性体育场馆，建成后的体育中心是2011年第26届世界大学生夏季运动会分会场。它凝聚了精工近10年空间结构领域的技术发展，它可以看作空间结构的“活标本”。

这是一个能看到海的体育场。它以钢结构的单层空间网壳构成一个整体，包括了大跨度单层网壳和双层网架结构、大跨度观景平台、单向张弦结构、树型支撑体系等技术难点，将体育场、体育馆、游泳馆三大设施覆盖在一个屋面下的、动态的一体化空间下，整合成一个新颖的体育设施。这样的设计方式是国内首创，国际鲜有。

由此深圳湾体育中心的技术难点展现在我们面前。单层网壳主要以700×450×10×14薄壁箱形截面构件形成的菱形网格，空间曲面极其复杂，焊接和吊装变形不易控制。±0米标高下有管廊层和

地下一层，面积大且范围广，最大延伸到钢结构屋盖投影范围外60米，所以严重影响大型吊装机械设备的选择及吊机行走路线。

为了能将这个史无前例的设计完美地呈现在世人面前，精工钢构一步步运用日渐成熟的数控无模成型弯扭构件技术、弦支穹顶屋面结构施工技术、双向预应力张弦桁架技术、多(高)层预制商业办公建筑系统技术、金属屋面光伏建筑一体化、大型铸钢节点的应用技术、直立式咬合缝金属屋面防水技术——八大技术，将这一空间结构的巨作编织。

如果说深圳湾是弯扭构件的标本，那么深圳大运中心游泳馆是无模成型的又一典范。深圳大运中心游泳馆工程总建筑面积42958.48平方米，是国内数一数二的专业游泳馆。建筑物高23.5米，钢结构的跨度为92.4米，总用钢量约4000吨。本工程屋盖钢结构内设张拉膜，膜结构通过悬挂支杆、连接耳板、连接件及铝夹张紧

于主体结构上，结构内设张拉膜，采用玻璃纤维PTFE膜材，面积约为1.8万平方米，其中外膜有4个单元，每个单元由3个形状不同的膜片组成，共计12个膜片；内膜有24个单元，每个单元由3个形状不同的膜片组成，共计72个膜片。

为了使深圳游泳馆能按时竣工，服务大运会，精工的技术人员苦思冥想，设计了整个屋盖结构为14个支座，将屋盖结构坐落在标高4.5米的混凝土结构上(支座的中心标高在6.0米)。屋盖结构通过球铰支座，通过抗剪连接件及混凝土墩，直接将力传递到混凝土结构中(混凝土柱及剪力墙)。为了保证节点更有利于构件内力的传递和更好的承受动力及静力荷载，并且具有更好的外观效果，精工人把部分节点改为了铸钢节点！

在两个工程中，精工八大技术得到充分运用。深圳湾春茧的扭曲构件，游泳馆的膜结构覆盖，是精工八大技术日渐成熟的证明。



弯扭构件制造场景



主钢管吊装

## 项目：缔造奇迹 勇者无畏

精工的每一个工程都是汗水的堆积。深圳湾体育中心与游泳馆也不例外。深圳湾用钢量是9000吨，而他的工期是不足11个月，如果有心人算算平均的话，一天需要完成27.3吨。深圳游泳馆用钢量是4000吨，平均一天需要完成9.5吨。但是这仅仅是钢构本身！钢结构工程除了钢构件安装以外，生产与运输也需要时间。

深圳湾体育中心一开工，就碰上了深圳或者说江南独有的梅雨天气，春雨如丝潜入夜是很美，可它天天跟你见面，其痛苦可想而知。那时候的施工现场道路泥泞，每一个走过这条路的

人，下工后鞋子能洗出三盆泥！有很多人得了脚气，最严重的一个，脚趾都能见骨。可是精工现场人员在那一个月里，依旧坚持着，他们要把不可能变可能，他们感动着自己，也感动了别人。

09年台风有多少次？这个问题也许我们需要百度。但是深圳湾体育中心的项目经理吉章贤立刻就能回答，共8次。这8次中，深圳湾项目现场遭遇了3次。当呼啸着的风夹杂着无情的水帘，在工地咆哮时，很多人蜗居在宿舍。而精工人时刻警惕地关注着，风催迷了眼，雨打疼了身，他们仍坚持着。

## 在深圳大运会游泳馆施工现场印象最深刻的事

自从我们编辑部发出“我的大运印象”的征稿贴后，很多在深圳湾体育中心、游泳馆现场工作过的精工人给我们投稿。

甲运输工：我印象最深的事，是游泳馆钢构件发货的那几天，我们一车辆两个人日夜不停的赶，才比预定早了一天交货。我们还觉得没完成任务，项目经理却很感激地跟我们说：有货我们就能上工，工友们都等着呢。

乙起吊司机：游泳馆最高的构件在82米，我们一组人光是装起吊机就用了三天，82米对我来说不算什么了，我们队才上过半年工的小李啊，我看他下来的时候脚都是软的，可把

我们逗的。

我是大运中心项目的施工员，从大运中心项目中标伊始，就开始跟着我们精工的一线工人扎根现场。令我印象最深的有很多画面，有一个累极了的运输司机随意躺在不足0.5米宽的水泥面板上，三两只蚂蚁从他黝黑的脸上爬过，他也似乎无所觉的情景，有梅雨天工友们挂在走廊一重重的“鞋阵”；有为赶工期彻夜未眠的技术人员顶着油光可鉴的黑发指导工人的场景。看着曾经空旷毫无生机的土地，如今在蓝天白云下，现代钢结构神乎其技的杰作——运动场馆吸引着全世界的目光。大运有我！



预应力监测