



世界经济论坛“建筑项目的未来”案例

撰稿人：波士顿咨询公司Sven Witthoef

发布时间：2016年12月5日

翻译：北京百睿德公司

远大可持續建筑

高层建筑行业
引入制造原则



挑战

目前，工程建筑业在流程优化、知识转移和精益原则上远远落后于其他行业。

建筑项目的实施至今仍然类似于数十年前的做法：大量的工程仍在现场完成，自动化和流程优化程度极低。建筑业尚未完全进入第三次工业革命，更何况第四次。

这有其内在的问题——施工现场。虽然精益原则在施工现场得到一定程度的运用，但其真正作用却未充分发挥。工厂以外的施工、运输和物流过程很难充分挖掘出精益原则的全部潜力。

此外，建筑业还有一个截然不同的问题：忽略了知识的转移。虽然建设项目确实呈现个体化、独特化以及一次性项目的特点，但各公司也不必将建设项目视为个体化的挑战。早期项目具有许多明显的共同特点，同时也能收获了许多经验教训，使后期项目收益匪浅，然而实施了系统性知识转移策略的公司却屈指可数。因此，建筑业——不同于几乎其他所有行业——虽经历数代，但生产力水平几乎没有提高，在预算交付方面也成效欠佳。

这种悲观的评估在发展中国家和新兴国家中更为严重。在这些国家，建设项目仍然严重依赖低技能劳动力，较少使用机械和设备。因此，施工过程效率低下，建造的房子质量也较差。

建筑业还有一个最大的缺点：对环境和资源保护力度不足，尤其是发展中国家。建筑业仍然是最大的原材料消耗行业，并且建筑物的温室气体排放量大约占全球总量的30%。

“

建筑业尚未完全进入到第三次工业革命，更何况第四次；我们需要跨越式的改变。

”

2016年达沃斯世界经济论坛“建筑项目的未来”环节

理念

非现场的预制建筑可加快建筑速度，提高建筑质量。

中国远大集团的起源和重心都在于制造业——为商业建筑（如迪拜购物中心或高通总部）或民用基础设施（如马德里机场）生产（非电）空调系统。如果集团董事长兼总裁张跃没有同时关注另一件事，公司也许还会一直朝此发展下去。他对建筑业日益感到不满——不仅质量标准经常不尽人意，而且普遍不注重环境保护。

张跃具备丰富的制造经验，他决心采用制造业的工艺和原则——工厂制造的组件、质量管理策略以及节能技术——来变革房屋建筑业。2009年，张跃正式创立远大可持续建筑有限公司 (BSB) ——远大集团下属的一家专门从事高层建筑预制和装配的子公司。

其技术核心是在大型生产线上预制的两个大型组件。其一是标准化楼板，即一块16×4米（约64平方米）的钢框架结构。每块巨型板都预先安装了管道和线缆，并铺设了地板材料（如瓷砖或层压材料）。其二则是用来承载负荷的结构钢柱。楼板和钢柱，连同适当的工具和设备（如螺栓），经卡车装运到施工现场进行装配。





装配过程只需竖立预制柱并组装楼板，这使施工过程就像“堆乐高积木一般轻松”。现场工人的主要任务就是将钢管柱、螺栓和墙板组合，并将楼板间预先安装的布线和管道进行连接。

预制技术也用于其他组件——比如，配有四层玻璃窗和一体化保温的外墙。一旦交付到建筑工地，这些外墙即可由起重机吊立起来安装到位。总的来说，90%的建筑材料是在工厂预制而成，这保持了高效生产，并能严格控制质量。

虽然多数建筑物都是交钥匙产品，但客户可以根据自己的规格下订单。例如，客户可能仅需建筑外墙或者结构组件用于其建筑项目中。

BSB在研发和产能方面的投资已经超过6.5亿美元。其湘阴工厂占地面积达23万平方米（247.5万平方英尺），目前每年可生产500万平方米的BSB组件。

秉承其对环境保护的责任观，张跃主张人们应在同一栋建筑内居住和工作的发展趋势，从而减少土地的使用和上下班的往返奔波。鉴于此，BSB重点发展高层建筑。然而，BSB的技术同样可应用于其他类型的建筑。比如说，该技术特别适合于医院，因为医院的运营和维护成本很高，可以从BSB建筑的节能效率中获得极大的利益。



影响

BSB技术表明，钢结构的预制加快了建筑速度，降低了建筑成本，同时还提高了质量和节能效率。

无论从时间、成本、环境影响还是整体质量来说，BSB的预制策略均远胜传统的建筑技术。

时间：BSB的建筑速度让人叹为观止。众所周知的案例就是仅用19天建造一栋57层高的建筑，也就是说，每天建三层楼。与之对比鲜明的是传统高层建筑每层2~10天的周期（浇筑混凝土并使其固化）。同时值得注意的是，除地基外，BSB建筑避免使用混凝土，由此降低建筑物的重量。BSB建筑仅为传统同类建筑重量的1/3乃至1/5。

成本：将大部分工程转至工厂生产，从而通过规模效应和精益原则大大提高效率。现场施工发生了变化，建筑的组装仅涉及一系列简短、直接、标准化的任务。由于建筑材料可在工地外进行大量储存和处理，工厂生产同时还减少了物流成本。

相对于传统的现场施工方法，制造、装配和物流的三者有效结合使新建筑的成本减少了20%~40%。传统方法的平均成本（欧洲、北美和澳大利亚）大约是3000美元/平方米，这相当于每平方米至少减少1000美元的成本。

环境影响：BSB的建筑通常具有15至30厘米厚的隔热墙、三层或四层玻璃窗、热回收新风机、外遮阳和（鉴于公司背景，这并不足为奇）最新式空调和通风设备。其结果令人印象深刻：节能效率是传统中国建筑的5倍，空气净化100倍——毫无疑问，这两个数据的结合对医院特别有吸引力。

BSB的建筑还提高了环境效益。建筑垃圾少于1%（而传统建筑的建筑垃圾为5%~10%），并且建筑容易拆除，为再次利用和钢铁回收提供了前景。在施工过程中，起重机将预制板升吊至装配位置产生的噪音污染也可以几乎忽略不计，因此排放也基本得以消除。

质量：BSB的建筑在多方面质量卓越。比如，该类建筑的钢结构重量轻，柔韧但不失硬度，可以提高抗震性。经严格抗震测试，BSB建筑的抗震等级为9级。在2008年的四

川特大地震中，如果房屋具有更高质量的话，也许能让数千人幸免于难。保护人们免受地震伤害，正是张跃2009年创建BSB的初衷之一。

正如前文所述，在新兴国家和发展中国家，建筑质量不高的部分原因在于对低技能工人的严重依赖。采用标准化的质量控制型生产工艺取代传统方法，BSB建筑保证了新型建筑的质量和安全性，大大降低了成本高昂的返工需求。

自成立以来，BSB已完成30多个试点和商业项目，几乎都在中国国内。其中最为著名的创举项目是小天城（J57），亦即前文所述的仅花19天修建的一栋57层高楼。该建筑过程被录制为延时视频，一时登上国际头条新闻，在YouTube的点击量达数百万。此外，BSB用15天建造了30层高的T30大楼，仅用6天时间建造了15层高的新方舟酒店。

2013年，BSB荣获世界高层建筑学会(CTBUH)创新奖——这是中国建筑公司首次获此殊荣。颁奖方赞扬了该公司的技术及其“从根本上重新认识高层建筑的创新方法”。与此同时，BSB还引起世界各地媒体和学术界的众多关注（包括路透社、BBC和哈佛商业评论），联合国秘书长潘基文赞誉其为可持续建筑的楷模。2011年，董事长张跃因其创业和环境保护理念被联合国环境规划署授予“地球卫士”称号。



创新瓶颈及解决方式

来自建筑师、工程和建筑公司及最终用户的怀疑并非难以逾越。BSB携手设计院，创立展示项目，制定行业质量标准，以便将创新技术引入工程和建筑生态系统中。

BSB的预制技术具有明显的优势，可为何未得到广泛应用？主要障碍似乎来自建筑师和设计师们的质疑。他们受到的教育侧重传统的建筑方法，并且往往认为预制代表的是低质量。为了打消这种疑虑，BSB已经与几家设计院携手，成功获得全国建筑专家委员会和政府对于838米的世界最高建筑“天空城市”规划的批准——这不仅是为了规划和设计BSB的建筑，同时也为了培育设计师。其目的之一就是证明，预制楼板虽然是标准化产物，但仍适合于创新和创造性设计。

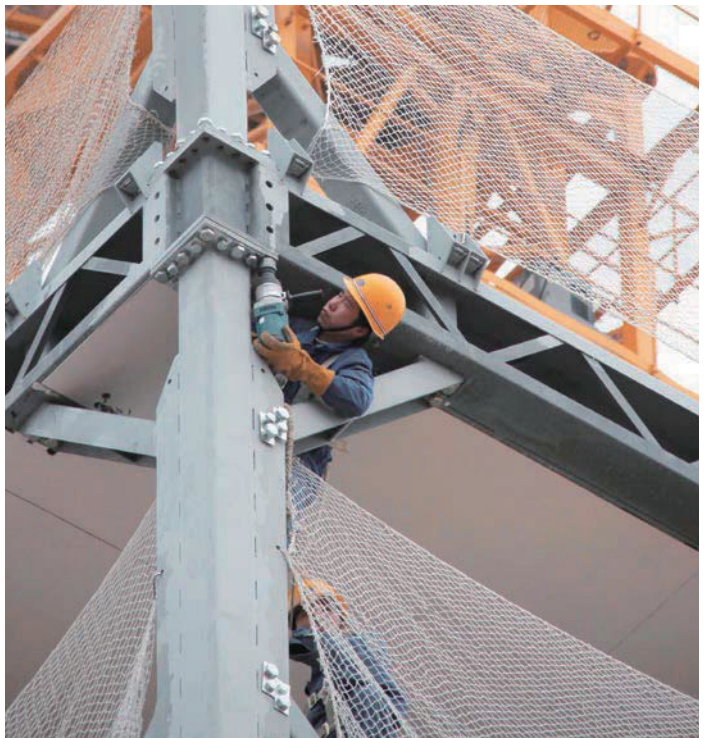
对预制技术的不信任并不仅局限于建筑师和设计师，还包括潜在客户。为此，BSB的策略就是广泛宣传其建筑过程。闻名于当世的互联网视频不仅让市场接受学习，更是推广了BSB品牌。通过严格落实生产质量方针，公司加强了其品牌形象，这和丰田公司在汽车业的做法如出一辙。随后，还有220层大厦——轰动一时的“天空城市”大厦的建筑愿景。即使该计划从未实现，这一愿景本身已引起世界各行业利益相关者的关注。监管部门和房地产开发商也变得更加容易接受BSB的技术能力，并为其折服，这有助于公司的下一步发展——扩大业务范围，联合投资核心市场（如纽约或广州）的旗舰建筑项目。

BSB碰到的另一难题是部分潜在客户对环保意识的缺乏。在中国和其他发展中国家，许多项目业主和开发商仍然漠视节能建筑的优势。尽管如此，中国建设生态系统的变化已经初露端倪，建筑的可持续性和寿命周期日益令人关注。毫无疑问，部分动力无疑应归功于政府在温室气体减排方面所做的努力。并且，BSB对于预制和高层建筑的展示，给了开发商们一剂兴奋剂：对环境负责的方法可节约大笔开支——无论是在所需土地、材料还是运营和保养方面。

BSB还有一个值得一提的难题是：占中国建筑业主主导地位的第三方监管体系（同时也是该行业腐败的根源）。

BSB一直挑战该体系——含蓄方式是设定质量标准并要求更多的认证，而明确的方式则是与政府机构合作，以将预制指导方针纳入法规中。令人高兴的是，情况正在改变。虽然如今预制占据不到1%的建筑份额，但中国政府的目标是到2026年将预制建筑的份额增加到30%，特别是重点发展钢结构。在BSB的支持下，湖南省在这方面发挥了重要作用。本着同样的目的，BSB建筑通过让其技术获得其他国家的认可和接受，以寻求稳定的国际扩张。目前，公司正与国际伙伴开展合作，以获得正式认证和建筑许可。

BSB迅速行动，在市场中展示自己，并证明其创新技术的实力。公司一旦具备创建最低可行产品的能力，就会投入实践而且绝不满足于此。公司正在不断精炼建筑过程，努力优化材料的特性。钢结构的一个薄弱点在于容易因遇火和潜在的腐蚀而丧失整体功能，这会严重影响建筑的使用寿命。为了应对这一挑战，BSB开发了不锈钢蜂巢结构，这可增加建筑物的稳定性，延长使用寿命，并避免腐蚀造成的返工。这种钢结构模仿蜂巢的天然结构，将强度、薄度、耐高温、防腐、隔音等融为一体——并且所有方面都以更轻的重量为基础，比标准钢部件具有更好的力度。更重要的是，蜂巢结构完全无需混凝土——这堪称建筑行业的革命。



此前，由于这种蜂巢钢成本极其昂贵，主要限于航空航天设计，然而，BSB建筑发明了自动化铜钎焊流水线，大大降低了成本。此外，公司还采用了创新的钢制柱、横梁、地板砖、墙壁和屋顶等。

不锈钢蜂巢组件采用标准尺寸模板生产——长12米，宽2米，厚15厘米。该模板可以装入适合远程低成本运输的40英尺集装箱，这将有助于BSB进行海外市场的扩张。为了在全球范围迅速推广BSB技术，公司计划建立合资工厂，雇佣当地工人进行大规模生产。通过本地工厂网络体系和当地供应链，BSB公司不仅解决了关税、技术和劳动力方面的问题，而且也有助于全球经济的平衡发展。

最后一个难题同样主要出现在劳动密集型建筑过程的发展中国家中，也就是来自当地传统建筑领域的利益相关者的抵制，尤其是担心失业的工人、建筑师和设计师。在一定程度上，BSB已规划的特许经营系统解决了这个难题——通过与本地共享利益，公司将赢得支持。这一战略有两个关键要素：严格选拔合作伙伴，并且及由BSB提供内部培训课程以保证质量。合作伙伴的候选人需要具有制造经验、能获得政府的支持并能够支付技术使用费（约5000万美元）。然后，他们将获得一条生产线，每年可生产200万平方米的BSB建筑部件，并且免费获得任何后续的技术更新。

BSB的中期目标是——在5年内占据整个新型建筑市场的10%。

经验教训

— 在建筑业应用其他主导产业的成功原则

BSB借助其制造业背景，通过应用制造业的技术、质量标准 and 精益原则，提高了效率和质量，为高层建筑的设计和施工带来了新视角。

— 打造标准化平台，定制便捷

BSB证明了其标准化技术平台（以楼板为基础的平台）是机遇，而非限制。客户可通过简易菜单定制符合自己需求的建筑——类似于汽车行业的方法，但在工程和建筑业却是新颖之举。

— 为设计师和建筑师提供培训和信息，为其解决困难，创造倍数效应

为了提高对其颠覆性技术的认识和接受程度，BSB与一些设计院进行合作，以聘用和培训设计师与建筑师——这些人员是推进技术发展的主导力量。至于建筑工人方面的抵制，一旦启动当地合资企业系统，为当地经济带来经济效益，则可得到缓解。

— 开发最低可行的产品，展示创新方法，并在此基础上继续渐进式改进

BSB迅速开发了一款展示其科技力量的基本可行的产品。通过系统地精炼生产过程，优化使用材料，BSB不断扩大视野，推出了新一代的建筑，开发了富有创意的蜂巢结构组件。这种快速成型已经成为BSB具有突出特色的游击营销策略（YouTube延时视频），引起了全球对其技术的关注。



波士顿咨询公司用于世界经济论坛
“建筑项目的未来” 案例研究



COMMITTED TO
IMPROVING THE STATE
OF THE WORLD

世界经济论坛是一个致力通过公私合作改善世界状况的国际机构。

该论坛汇聚全球政治、商业等社会各界重要领袖，共同制定全球、区域和行业议程。

世界经济论坛

地址: 91 93 route de la Capite
CH- 223 Cologny/Geneva
Switzerland (瑞士)
电话: +41 (0) 22 869 1212
传真: +41 (0) 22 786 2744
邮箱: contact@weforum.org
网址: www.weforum.org

美国世界经济论坛

地址: 3 East 54th Street, 18th Floor,
New York, NY 10022, USA (美国)
电话: +1 212 703 2300
传真: +1 212 703 2399
邮箱: contact@weforum.org
网址: www.weforum.org