

天空城市为什么

北京清华同衡规划设计研究院

北京清城华筑建筑设计研究院

徐珂

2012年6月5日晚，远大可建与长沙市望城区人民政府签订 J220 项目(即天空城市项目)战略协议。当时，天空城市项目多家用材供货方逐一与远大可建签约。据悉，天空城市是集住宅、酒店、学校、医院、写字楼等多种业态于一体的 220 层综合大楼。其净占地面积为 30 亩，总投资不低于 40 亿元，规划楼高 838 米，比迪拜塔高 10 米，建设周期仅 7 个月，技术核心是全钢结构模块化建造。

天空城市关键数据

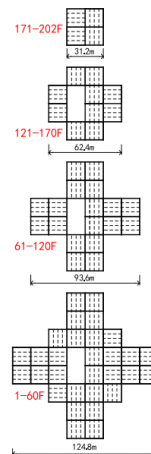
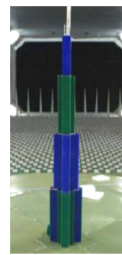
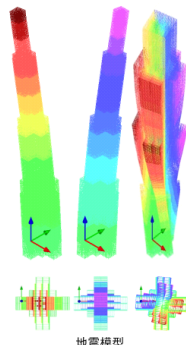
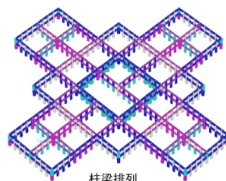
- 总高838米
- 电梯抵达830米
- 地面202层，地下6层
- 建筑面积105万平米
- 4,450家住户(最小60㎡，最大520㎡)
- 250套酒店客房
- 10万平米学校、医院、写字楼
- 容纳超过30,000人
- 93台电梯
- 部分电梯从地下室直达173层
- 10公里步行街(可行驶轿车)从1层直抵170层
- 56个篮球场更大更高的无柱空间
- 集运动、文娱、农贸等几乎所有城市功能
- 130亩(86,400㎡)立体有机农场
- 8,000㎡ 露天空中花园
- 4个直升机坪(最高设于727米)
- 游泳池720平米设于202层
- 全钢结构
- 20,000人4个月工厂制造
- 3,000人3个月现场安装
- 99%过滤PM2.5
- 100%新风
- 20公分保温墙
- 4层玻璃窗
- 新风热回收
- 冷热电联产
- LED灯及3升座便器
- 电梯反馈发电及集合派梯系统
- 比同类建筑节能5倍
- 年节能4万吨油当量，减碳12万吨

我的了解是，天空之城采用钢束筒结构体系，在美国西尔斯大厦就采用该种结构体系，建成于 1974 年，只不过没建这么高而已。天空城市的高宽比不超过 7.0，从概念上比较敦实，但是中间那个所谓通天的汽车坡道无柱空间，将楼板无情地豁开一个大口子，似乎不太爽。另外这就不会有堵车问题？描述的前景太美好，一定有巨大的问题在等着解决。

天空城市为更高安全水平

以往超高层建筑多为奇特造型，而天空城市为朴素的金字塔造型，结构极其稳固

- 绝对对称式金字塔造型
- 全钢结构，自重轻，且具备最佳延性
- 采用成熟的束筒结构及卢森堡巨型 H 钢
- 确保9度地震不倒
- 所有钢柱耐火板包裹，耐火3小时以上，
- 经过数百项强度试验、耐火试验，并经国内外3家研究所风洞试验



我个人不能理解，复杂的天空城市，何以像远大所说的这样以中低价位建成，这两者有什么本质区别？

天空城市不是为地标

天空城市是运用“远大可持续建筑”技术及原则建造的实用型建筑

- 以往超高层建筑
 - 地标
 - 商业功能
 - 昂贵
 - 5-10年建成
- 天空城市
 - 实用
 - 混合功能
 - 中等价位
 - 7个月建成

我经常搞不清楚，设备专业说的各种通风系统优缺点到底是好还是坏，我唯一能确定的是，除非是没得选择，大家才喜欢在健身房里运动，鬼才知道那里的环境适不适合人体健康需要。

天空城市为保护健康

以往超高层建筑易造成病态楼宇综合症(各楼层、各房间的空气交叉污染)，而天空城市不仅没有楼宇综合症，反而比室外更清洁

- 100%新风，不混合回风
(国内外建筑标准：30%新风，70%回风)
- 新风经三级过滤，99%过滤PM2.5
- 每人每小时新风量90立方米
- 每户装有空气管理器，住户可随时监测PM、VOC、CO₂含量
- 所有建材经甲醛、铅、辐射等检测合格
- 可建空气品质技术已在30多幢楼中验证

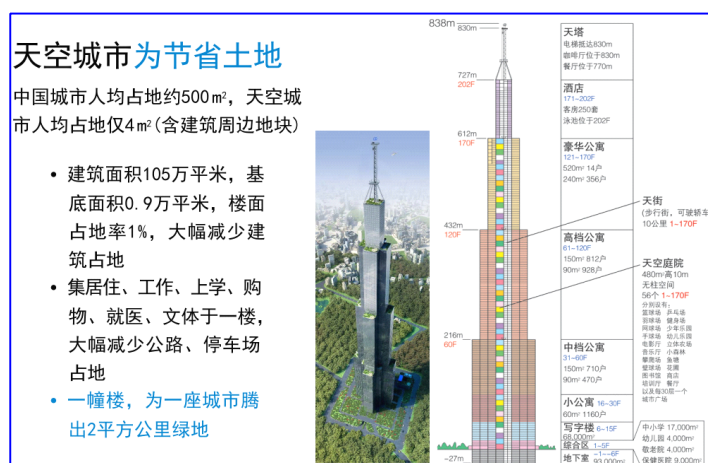
空气管理器

环境	温度	PM2.5-10	PM2.5-2.5	PM10以上	CO ₂	VOC
室内	26°C	12	1656	0	480 ppm	0 ppm
室外	37°C	33580	48565	89	440 ppm	0 ppm

下面才是我要说的正题：

从技术角度来看，所有的建筑设计都要符合国家规范制定的设计标准，或者是在规范的基础上提出安全的设计目标，因此，楼层高低并不是判断结构安全的标准，楼层越高意味着设计、施工、使用难度更大，只是人类的技术是否已经达到建造相应高度的标准而已，例如古埃及工匠已经将金字塔建到 137 米高度，此后人类直到 1889 年才建成超过其两倍高度的埃菲尔铁塔，高度达到 324 米，这两个标志物还不是人类生活使用的建筑物，到 1930 年建成的帝国大厦高 381 米，保持世界第一高度长达 40 年，911 事件后再度成为纽约第一高楼。那么中国如火如荼地进行超高层建设，实际上大多数的超高层高度还没有帝国大厦高。从 1930 年到现在，我们感觉科技在飞速发展，但超高层的技术发展是比较缓慢的，一方面受制于建筑材料、结构受力等方面的限制，另一方面受制于经济投入产出比，技术力量在经济力量面前永远是第二位的，

如果建成的超高层不能长久地产生正的经济效益，那么在经济力量上就会制约超高层的建设和发展。



在技术上建成 800 米高的房屋并不是难题，技术的难度在于如何在有限的楼层面积上给用户留出更多的使用面积，也就是减少支撑房屋的结构构件面积，这个面积越小，经济效益越好，建成 800 米的超高层需要很大的支撑构件面积，如果往大面积去做很容易设计，往小面积做才能体现结构技术水平，像朝鲜的柳京饭店高度 330 米，落地面积非常大，相对而言是个结构受力效率低下的设计案例。以长沙天空城市来分析，建筑高度 838 米，建筑面积 120 平米，容纳 3 万人使用，在创造奇迹的同时，我们应注意其人均建筑面积为 40 平米，并不是可使用面积，绝大部分面积被支撑构件、交通面积、设备管线所占据，试想一下，如果建低层建筑，人均 40 平米，使用面积会达到 30~35 平米，相比之下，哪种建筑更符合人居生活的房屋？

设计上追求结构效率高的情况下，各国对设计都有严格的国家或行业设计标准，我国在《高层建筑混凝土结构技术规程》中，建议房屋的最大适用高度是 300 米，像长沙地区为抗震设防烈度 6 度区，建议高度是 280 米，而北京地区为抗震设防烈度 8 度区，建议高度是 170 米，这是从我国的经济和技术水平出发制定的建议，多数建筑按这个标准控制高度，可以很好地获得技术与经济的平衡，超过规范建议高度时，我国实行超高超限审查制度，除满足规范的主要要求外，由超限专家委员会对项目进行安全评估，包括对场地、地基基础、结构形式、竖向承载、风荷载、地震作用、施工阶段等多方面的安全讨论和设计标准制定，结构安全设计具有归一性特点，无论采用何种方案，都要经得起各方对安全性的拷问，事实上国内已建成或正在建设中的超高层建筑，都走这个流程，多数项目在后期将设计理念、方法、主要数据形成文字资料公布在结构文献中，供大家学习和探讨。每个项目在设计完成后施工进行前，还要经过住建部要求的施工图设计审查工作，检查各项指标是否符合国家规范要求和超限审查制定的标准，图纸中未达到标准时，仍需设计单位修改设计直到合格，下发审查合格单后方可指导施工。从汶川地震和芦山地震的震害表现来看，我国的设计标准和设计审查制度对保证建筑安全是非常有效的技术手段。如果规避这些有利于建筑安全的检查手段，并不是很好的选择，另外中国幅员辽阔，超限审查并不是固定人员参加，参加审查的人员经验和专业背景也很重要，在某些情况下，建设方为了顺利通过审查，安排有利项目的人员进行评审，这也会导致审查结果出现差异。

二

预制技术并不是一项建筑革命，是施工的一种手段选择，埃及人建造金字塔就是采用预制技术，在生产地将石块加工好，运到场地安装到预定位置，最后形成金字塔成品。我国在上世纪 50 年代就开始发展工厂预制技术，很多宿舍、工厂都是采用预制技术建成的，全国有很多这类建筑还在使用中，这种技术持续到 90 年代，农村人口进城务工，工地现浇成本低于预制安装

成本，因此预制技术在经济力量的打击下，生产范围逐步萎缩，目前预制混凝土技术主要用于桥梁建设中。但是从长远发展看，人工成本逐步抬升，必将推进建筑施工生产方式发生改变，在日本、美国工程预制、现场安装的生产方式很普遍。

预制技术在直接成本上不见得比现浇技术节省，但是它可以有效减少材料浪费、现场湿作业、粉尘污染、现场工人数量等，在技术上对产业工人有更高的能力要求，不再是简单的招聘一个农民工就可以上岗工作。

预制技术对生产精度要求有质的变化，例如现浇技术可能是厘米级精度，预制安装精度可能是毫米级精度，这对结构设计、施工管理和质量监督都提出更高的要求，这也是为什么日本的预制技术一直走在世界前列的原因，日本的建设公司推行规划、设计、施工、质检一条龙服务的理念，各个环节都处于同样的认识标准上，生产出来的产品很容易达到与现浇技术标准一致的建筑物，因此推行预制技术必然是建立在一个统一框架下的建筑模式，因此远大提出的生产模式是建筑行业的发展趋势，值得称赞。

钢结构设计和施工更接近于预制技术，钢材生产和加工在工厂里完成是最经济的生产方式，在建筑行业对预制技术的争论主要集中在混凝土方面，例如汶川地震中，由于当地对连接技术不重视，导致大量预制混凝土楼板在地震中直接脱落造成人员伤亡，预制板本身没有问题，施工中人的因素将好东西变成伤人的凶器。设计理念上要求连接部位要强于被连接的构件，实际上连接的部位很薄弱，地震发生危险就难以避免，因此，无论采用何种技术，必须是以安全为前提，不以安全为前提谈技术先进都是炒作行为。

三、

人类的探索能力会支持结构工程师不断挑战建设高度，800米的高度肯定不是结构设计的极限，无论是工地现浇技术还是“搭积木”预制安装技术都会从不同的技术方法支持高度的需求，多数建筑的完成都是由两种施工方式组合而成的，纯粹的单一技术并不能很好地解决建设房屋的需求，只是两者所占比例在不同项目中有所不同而已，例如日本装配式住宅，其地上部分预制装配率可以达到80%以上，预制装配率高低决定建筑商生产方式的变化，不能简单的说一个项目中有几类构件采用预制技术，就可以宣称自己预制技术先进，**技术的先进并不体现在何种方式上，而是体现在建筑品质上，体现在是否以人为本的理念上！**

天空城市为更低建筑成本

以往超高层建筑资金占用周期长，工人交叉作业导致窝工严重，而天空城市周期短、工效高，并且几乎没有材料浪费

- 工厂化制造，成本完全受控
- 消除工地材料浪费
- 避免工地窝工损失
- 资金占用期极短
- 杜绝建筑预算陷阱
- 防患建筑行业腐败
- 成本只有同类建筑的1/2



房屋高度最大的风险来自于现有能力是否真正支持对高度的梦想，如果说以前建成过一层楼，后来有能力建成二层楼，然后又建成三、四、五层楼，如果简单这样推理的话，美国人在80年前建成帝国大厦，现在就应该建成一个直登月球的高楼！人类建筑历史上很多建筑物在没有建成以前就已经倾斜或倒塌，那是因为当时的工匠没有更多的力学知识来数据化判断结构的

安全性，只能以经验来判断房屋高度的可能性，但是现代技术已经帮助建筑师和结构工程师以数据化方式，在房屋的构想阶段，就可以判断建筑的安全性，在技术上保证建设和使用阶段是安全可靠的！现代社会也不允许按古人的经验的方式去建一栋安全性没有把握的超高层，因为高度越高其灾难性更大。

世界各种高楼，在设计和施工阶段可能有些技术是处于保密状态，这涉及技术领先问题，但是大的设计方案和建设思路是公开的，结构安全的特殊性决定着让更多的技术人员帮助发现安全缺陷是非常必要的。超高层设计与施工是系统性工程，需要有合理的规范和建设周期，拿质量和时间赛跑是件很可怕的事情。

四、

业内评价在媒体和网络中都可以看到，质疑的声音很多，主要是该项目的公布资料太少，很多信息很模糊，例如宣称天空城市创造中国超限评审最快时间记录(7个月)，这点就很值得回味，为什么全球最高的建筑、创造施工新技术的项目，其超限评审的时间会比很多低矮的高层还要快？是其它项目更难以审查，还是天空城市的安全性已经无可挑剔？这种质疑似乎从来没有过明确的解释，给人更多的是扑朔迷离最后放卫星的态势。北京清华同衡规划设计研究院院长尹稚说：远大用的这套建造技术在国际上没有先例，承诺造价相对又是非常低的，只有两种可能，要不就是他在建造技术上有惊世之举，有非常邪门的突破，要不就是一个骗局。

天空城市 为什么？