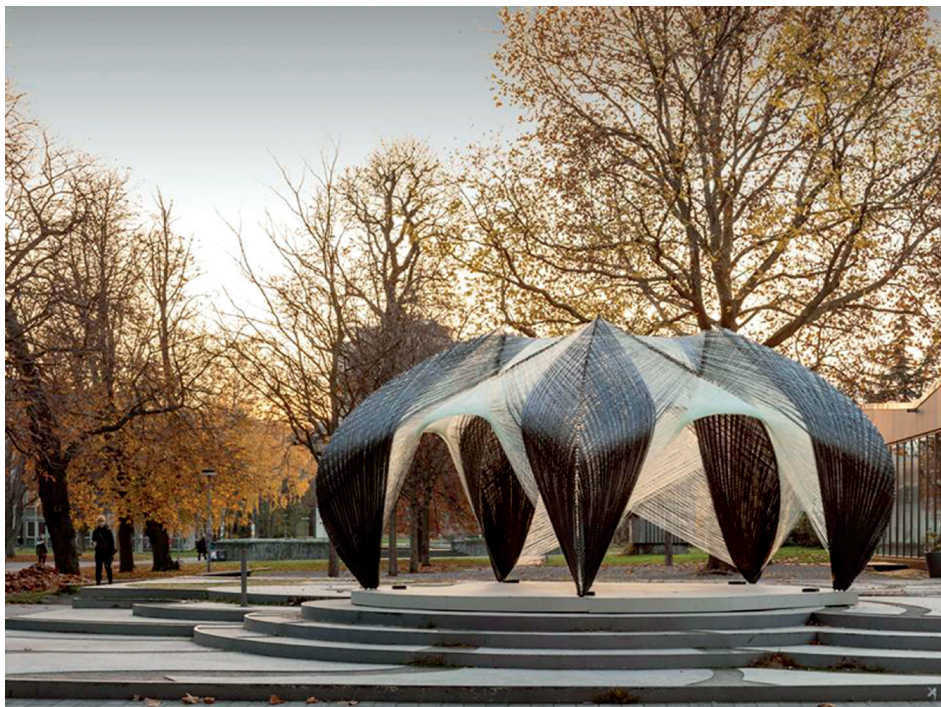




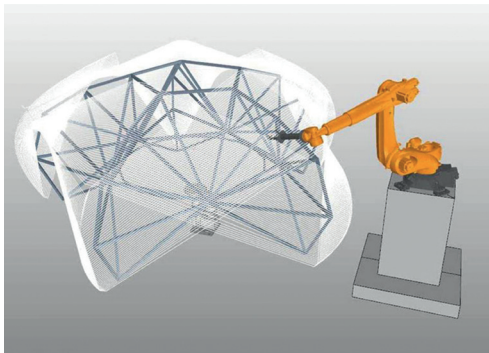
Pavilion完成的实地效果



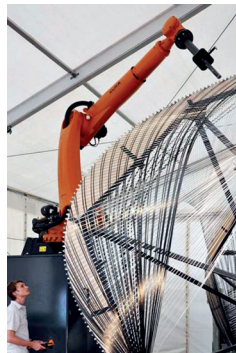
Pavilion完成后的夜景



机器臂在编织工作中，骨架沿中心轴自动旋转，配合机器臂的编织动作



三维虚拟编织路径



机器臂在点胶工作中

来自斯图加特的“织物”

德国斯图加特大学的Archim Menges⁵教授领导的ICD (Institute of Computational Design) 工作室采用计算数学设计和机器臂自动操作的组合工作方式，创作了一系列惊人的作品。

在制造大型体积的数字建造尝试中，Menges教授使用了碳纤维材料及编织工艺，但是编织的工作是通过机器手臂自动完成的，所以整个过程只需要一个人值守。这个作品的母题来源于生态的力学逻辑，团队通过数学公式模拟自然形态创建三维数字模型，在其过程中调整参数生成了一个理想的空间形态。最终的设计目的是建造一个轻盈的展亭。通过数字模型的转换能够输出每一个编织拐点的空间坐标及其曲率，并使用程序插件将坐标数据库转译成机器臂所能识别的执行代码。这样机器臂可以根据数据库精确地执行每一条编织任务。像这种连续的机

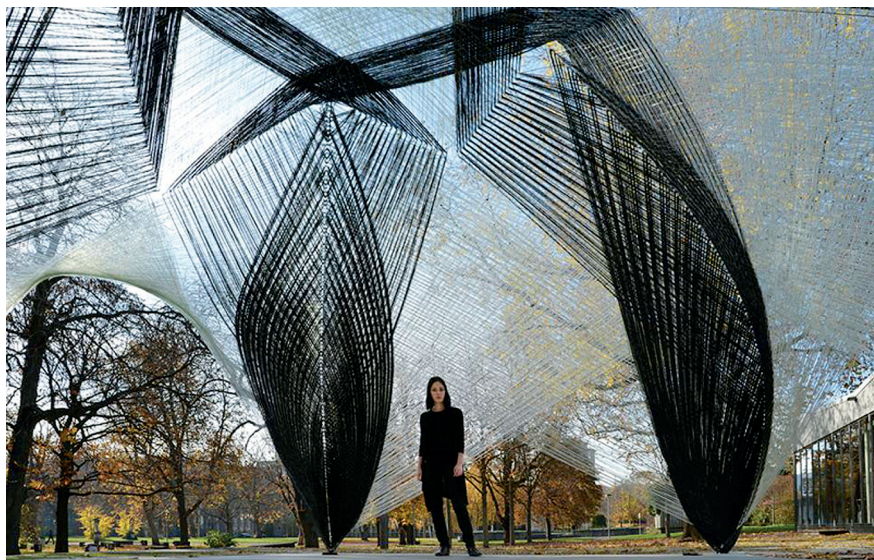
械性的作业通常会持续几天，如果使用人工操作将会耗费大量劳动力并不可避免地产生失误。自动编织的阶段完成后，机器臂依据另外导出的一组数据会给每一对碳纤维的交点涂上适度的树脂胶。待胶水凝固后，人工拆除内部的钢构架模板，整个薄壳体系根据事先的计算立即达到自支撑的平衡状态。虽然这个展厅体积看上去颇为庞大，但是整体只有四百多公斤的重量，而且实际建造结果同设计模型之间的误差控制得非常小。

Menges的这次试验清晰地展示了如何在笛卡尔空间体系中自动化完成复杂的工作，使用机器高效率替代人工劳动。这种劳动并非简单的重复性的内容，而是由数据库控制的线性的高难度动作。这种工作方式实际上为设计师提供了更为广阔的创作空间和相对简化的制造模式，但是这种制造模式是建立在更高级别的技术运用上，而且需要创作团队由更多元的配置构成。

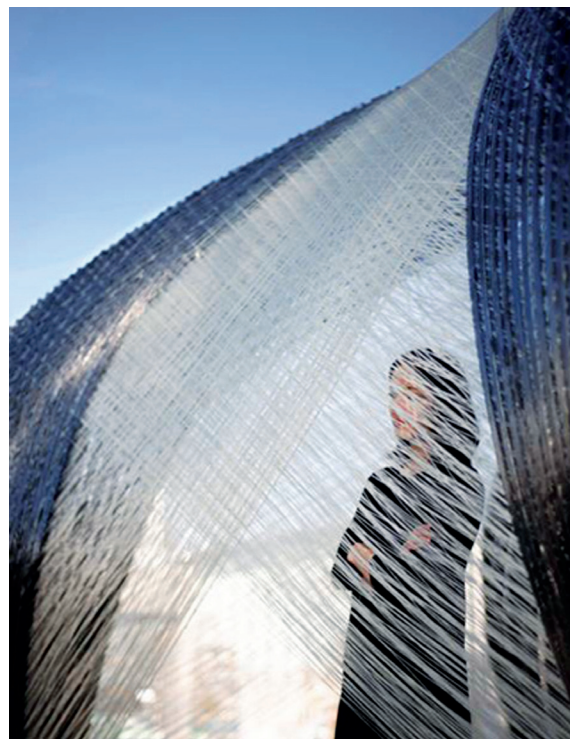
数字逻辑的设计精神

上述两个数字实践的作品虽然从建造原则上还是采用了堆砌和编织的经典手段，但是我们不难看出这些手段不仅仅跳过了一些传统性的程序，而且提供了更丰富的设计元素和更智能的操作方式。借用自然界的生物形态，求助于数学模型，用物理作用推导出合理结论，采用快速成型技术实现复杂构件的制作，利用机器臂精确的自动操控性完成高效率的工作……这些技术手段会潜移默化地影响建筑师的设计思维和工作方式，使他们在概念设计之初就不拘泥于传统建造手段的限制，而是采用全新的技术性逻辑，创作出更丰富多样的建筑形式与空间。

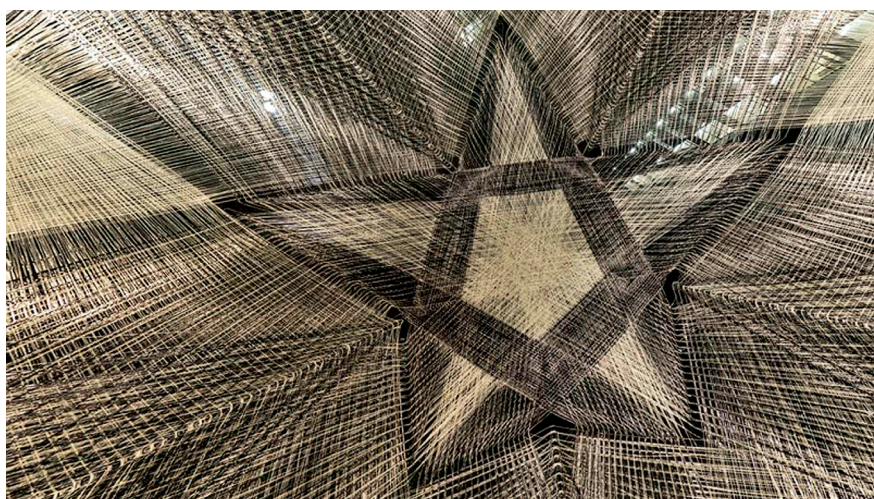
在我们身边，软件设计平台快速地将各种学科知识融入到建筑师的工具箱内，一些机械的、重复性的设计工作已经被强力的插件轻松解决，设计师能够更专注于设计，而设计灵感可能源于自然优化的现象，或者



Pavilion完成细部



Pavilion完成效果



Pavilion完成细部



电影Ironman中立体的信息展示，数据的可视化将推出一种新的美学

是被提炼出来的有力原型。这些方案设计可以通过数字化建造手段输出成为真正的建筑物，同时建筑物的维护与更新也可以通过数字建造手段得到终身保障。从对未来信息社会的展望角度来讲，人类社会的生活是浸泡在数字技术的氛围中的，很多人工的劳动都将被自动化和智能化的操作所取代。建筑作为承载人类生活空间的构筑物也将和人类的生存方式所同步，其形式和功能也将以相应的美学为依托并反映出一致的风格。

写在最后的

Robin Evans曾经为此焦虑的使用图纸（或者绘画）传递的方式将逐渐地被数字设计的模式所替代。通过这种设计模式能解决设计信息丢失或者产生误读的问题，从而完成更复杂的建造任务。数字设计技术的应用也会在建筑产业链内产生一系列连锁反应，产生新的审美情趣和流行风格。就像工业革命

后的社会现象一样，人们燃起了对机器美学的热情，从而对大规模工业生产进行膜拜，这使人类迅速地完成从古典主义到摩登主义的品味转换。那么对于刚刚崛起的信息时代，有人预言这将是工业革命后人类文明的又一次大变革。这种变革无论是与否，从当下一些应用数字技术来实现设计与建造的现象来分析，这种能够完成复杂任务的高效率模式必将逐渐地反应到设计逻辑与建造方式中，成为从设计到建造的一种新的整体化解决方案，并推动一种信息时代的设计方法的产生。^[1]

注释

- 1 建筑师、教育家和历史学家（1945~1993.2），毕业于英国AA建筑联盟学院。他的著作公开发表于各专业学术刊物，如Lotus Casa Bella, Architecture Review, AA files. 他执教于剑桥大学、AA、伦敦大学、美国哈佛大学、麻省理工大学、普林斯顿大学等。Evans的文章专注于建筑的意义、空间、物质、感知及想象空间。
- 2 西班牙建筑师（1927.1~1997.12），他对于建筑

发展的主要贡献是预应力混凝土薄壳体系，在墨西哥设计了大量的建筑和结构工程。

3 苏黎世瑞士联邦理工学院，是一所以工程、自然科学、技术、数学和管理学为主的享有世界级声誉的大学。

4 ETH Zurich 大学CAAD工作室的核心成员，他们致力于Computational Architecture 计算数学建筑的研究和数字建造。详细资料可见<http://www.michael-hansmeyer.com/>。

5 Achim Menges 教授，生于1975年，毕业于英国AA建筑联盟学院，欧洲注册建筑师。执教于德国斯图加特大学，并且客座于美国哈佛大学设计学院和英国伦敦AA建筑联盟学院。Achim的实践和研究方向为计算数学设计及生物拟态工程等技术的整体化解决方案。详细资料可见www.achimmenges.net。

参考文献

- [1] Robin Evans. Translation from Drawings to Building and Other Essays [M]. The MIT Press,1997:153~192.
- [2] Robin Evans. Translation from Drawings to Building and Other Essays [M]. The MIT Press,1997: 233~277.