

# 新材料，新建筑—— 与Kasper Guldager Jørgensen的一次对话

Design with Materials: Let's See What Kasper Guldager Jørgensen has Said

采访/编译 李昭君



人物简介 Kasper Guldager Jørgensen  
Senior Associate, Head of GXN at 3XN  
Arkitektskolen i Aarhus  
Southern California Institute of Architecture

AT:材料的应用始终是设计中关键的一环,在建筑中利用最新的材料科研成果,不仅能够启发建筑师的创意,而且也体现了建筑业工作者的环境意识。3XN的研发部门的任务和贡献在哪里?

Kasper Guldager Jørgensen: 3XN是丹麦第一家也是唯一的一家致力于研究新设计方法、工具与智能材料结合的建筑事务所,目的也是为了可持续建筑实践的推广与实施。GXN以此为任务,应运而生。探索基础科学与传统解决方案的调解与融合,在建筑工作室中扮演重要角色,为设计提供创意与诀窍。

获取:为了研究与寻找可操作性数字技术发展的相关案例,必须从其他的数字设计实践、创意产业、材料科学家、工程师及计算机科学家当中获取相关知识。

如何获取:收集到的信息将被整合编排,产生新的解决方案。众所周知,创新总是来源于不同领域知识的融合及其在新的环境背景下的应用。我们的目标就是通过建筑设计与创新材料在美学与环境意义上的结合,为我们生存的地球环境质量贡献一点力量。

AT:新的可持续性材料的应用与建造方法的发展不可剥离,而且互相影响。一些来源于我们生活的简单物质却在被建筑师应用到设计时体现出不可思议的惊人效果。我在3XN就看到了许多这样的材料,您能为我们介绍下它们的详细情况么?

Kasper Guldager Jørgensen:未来的材料已经在我们的日常生活中有很多的应用了,比如自洁立面、动态能源与生物降解等。现在,仿生建筑在微观尺度也已经成为可能,与10年前相比,对化学过程的控制也在很大程度有了提高。设计能力的提升使得建筑材料的微观设计成为可能,最终的结果就是建筑实体的出现。问题不在于你选择了什么样的材料,而是你想在特定的产品或项目中利用材料的哪些特点。

我们不仅要关注最少量的建筑能耗,更重要的是,把关注的焦点放在未来对能源和材料如何智能化利用上。动态材料与现存的环境相适应,而且试图改变周边环境;他们能够制造新鲜空气,改变形态,或者产生能量。今天,建筑师应该特别注意非常规建筑材料的组合应用。我们的建筑环境也是自然循环的一部分,未来的建筑将更加注重与自然的和谐发展,与能源、气候、材料及美的动态结合。

正像你在我工作室所见, GXN最近正在进行五项顶尖新材料的开发与在建筑设计中的应用:

(1) 相变材料:能够用来存储与释放能量,可以实现在压力和温度变化下固体和液体之间的转变。而且它能与石膏、塑料、混凝土等材料结合使用,减少10%~15%的能源消耗。

(2) 绝热气凝胶:具有大分子结构的气凝胶是世界上最轻的绝缘

性最好的材料。用它做填充材料形成的透明墙,能为办公空间创造出最佳的漫射光效果。

(3) 自洁二氧化钛:树叶能净化空气,拥有二氧化钛光催化表面的材料同样可以。金属表层被紫外线激活,分解工业废气,净化城市空气。

(4) 可持续生物合成材料:一种替代建造轮船、风车发电装置及住房的玻璃纤维和聚酯材料,包含亚麻和生物树脂、大豆油及玉米淀粉生物合成材料。

(5) 生态石:传统石膏墙体自从100多年前开始应用以来,基本上都无法在成型之后改变形状。生态石用20%的能源就能产生同样的效果,其中80%的成分都是回收材料,这将是未来碳排放量最少的材料。

AT:最近在参与哪些新型建筑材料的研发?

Kasper Guldager Jørgensen:主要包括以下四个方面:

(1) 生态友好的集成遮阳系统——应用于玻璃构件中一种新的微孔技术的“微遮阳材料”。能够满足未来需求的高新技术材料确实已经存在,但几乎鲜有成熟的产品制造出来。“微遮阳材料”为我们提供了成功的范例——作为设计工作者,如果能亲自参与技术与产品开发过程,并承担责任,也许能改变这种现状。

(2) 用户驱动的光与能量创新——发展节约型能源和增强型采光建筑构件在建筑中的应用。在保障室内光环境的条件下,能源与采光是减少二氧化碳排放量的关键因素。在建筑中利用太阳能有很大的潜能,优化太阳能利用,减少热量损失将是一个很大的挑战。因此,重新思索与发展新的光和能源产品是应付未来建筑的首要任务,也是减少二氧化碳排放量的重要一步。最新的研究表明,光影响人们的视觉与生物平衡。也就是说,良好的室内光环境可降低致命疾病(如癌症)的威胁。

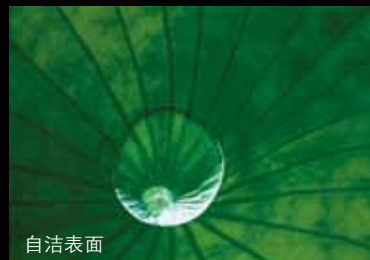
(3) 丹麦建筑中心的智能相变材料的整合研究及其在未来建筑中的应用。项目的目标是利用相变材料改善室内温度。最佳的制冷效果就是能够完全代替空调系统,或者至少能利用相变材料极大减少目前的能量消耗。

(4) 建筑前期能源消耗可视化——游戏技术的利用与创新。GXN正在参与结合与借鉴电脑游戏产业设计概念与技术的项目。项目的目的是达到建筑设计前期阶段能源节省可视化。最终将研究出一种插件,能时时更新能量获得与散失的数据库,并与快速游戏引擎相结合。

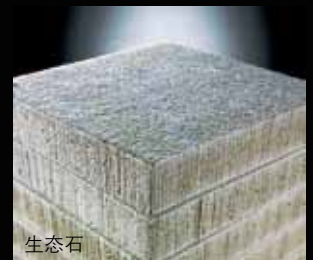
GXN是建筑事务所中研究与应用现有的各个领域科技的部门,创新往往来源于交叉学科知识的融合,当然也有赖于团队成员间的密切合作。之后,我们就将介绍GXN已经完成的4个作品。



可持续生物合成材料



自洁表面



生态石

# 未来材料

## The Material Future

撰文 Kasper Guldager Jørgensen

翻译 杨永悦

人类文明发展阶段可以单独以材料来命名，例如：石材、青铜、铁。今天，硅（计算机芯片）也可作为候选提名，但世界已不再由一种材料主导，而是由许多不同的重要的材料组成，它们可能的组合方式也尤其有趣。新材料科学已成为重点课题，全世界生物学、物理学和化学方面的研究成果数量以每10个月翻一翻的数量增长，其发展速度可与计算机相媲美。

在建筑学中，“设计”这个词主要是指建筑和物品（符合人体尺度的外在装置物品）的设计。而在材料学中，“设计”则是针对内在——对微观产生方式的研究和发展将使得我们对如何设计和制造新材料有更好的控制，但这种“设计”往往是肉眼不可见的。

未来材料已成为现实，它们存在于日常生活诸多用品中。当我们面临发展可持续建筑的挑战时，它们可以帮助我们找到很多答案。问题不在于你选择那种材料，而在于哪些可取的特性可以用来应对哪些具体的情况。最终，元素的周期表将定义我们的建筑体块。

以下两部分描述了两组神奇的材料：

### 1 智能材料

智能材料也称为应激材料，因为它们能对外部刺激做出反应，如温度与压力变化，移动、电力、辐射和化

学反应等等。这意味着他们可以改变形式、结构、颜色或产生能量对它们周遭环境做出响应。这带来了一个对材料的全新的认识，即它们可以直接作用于建筑架构并与使用者互动。

传统的材料是静态的。它们通常的功能是抵御外来的影响，例如压力、拉力和温度的影响。智能材料则是动态的，因为它们不断地应对外部影响。这启发了材料应用新思路：与其被动地建构，使建筑为气候的屏障，不如使用智能材料建设楼宇，动态的功能和信息原则上可以在任何地方安装，量化智能系统可以适应用户的要求。建筑物可以应对温度和光线的变化，加强对高峰负荷乃至风暴和地震的承受能力。

智能材料已很大程度存在于我们日常生活中。许多产品都含有监测或反应功能，例如：在强烈日光下可降低透光率的玻璃，在不同温度下可改变颜色的表面，还有可感知温度自动开启或关闭的窗子。

总体来讲有两类智能材料：特性改变材料和能量转换材料。

#### 1.1 特性改变材料

智能材料中通过改变自身性状（化学、机械、光学、电、磁或温度）以响应外界变化的材料被称为特性改变材料。它们可以分为一些系列子项，其中包括：

##### （1）变色材料

这是“聪明”的一类。它们有能

力改变自身的光学特性从而改变颜色，深受设计师青睐。它们可因光、热、压力、酸度和电力的变化而变化。例如：感温咖啡杯盛满热咖啡时可改变颜色，电致变色玻璃窗可以因电流通过而变暗。

##### （2）相变材料

它能够存储并释放大量能量，可根据压力或温度改变为固体和液体形态。其过程是可逆的，这意味着相变材料可以经过无限多次的状态转换而不会退变。例如微囊内装有的石蜡，在环境温度作用下产生相变，通过储存和释放热量来调节室温。

##### （3）电活化材料

将聚合物或金属材料编织为纺织品并可导电。随着我们这个时代越来越多地使用电子设备，人们对这种便携材料的研究特别感兴趣。

### 1.2 能量转换材料

将能源从一种状态转换到另一种状态，从而开始一个进程或改变形式的智能材料被称为能量转换材料。它们的功能发挥需要得到外部控制的援助。

发光材料吸收能源后产生发光现象，例如已知的自然界磷发光现象，光色还可以根据需求调整。我们从被称为未来能源的用于水下灯的LED光源了解到：光致发光和电致发光材料的使用，都能使原本不发光的物质产生光效应。

压电晶体受到机械力量影响时会产生一股电流。这种影响是可逆的。

如果电流作用于它们，也会改变其内部晶体形态。因此，压电材料可作为传感器和驱动器。从建筑设计角度来看，风动力能源和人类活动产生的动能将可以满足用电、机械冷却或其它耗能需求。

形状记忆材料往往是金属或聚合物。它们的特性是在发生几何形变或受到破坏后能回复原来的形状。例如：用手术线缝合一根血管，但在人体体温作用下又回到它的原始形态，从而“线”也就消失了。

## 2 纳米技术材料

纳米技术是一项融合了医学、材料、机械工程和电气工程等研究技术的跨学科科学，开辟了人们对分子世界的新认识。在这些不同学科交叉的区域，纳米材料发挥着其重要作用。

总的来说纳米材料很难分类，其特点是通过向已有天然或人工材料中添加直径非常小的颗粒物，创造出具有新特性的材料。实际上，这是一种最缺乏传统“材料性”意义的材料。

首先它是如此不可思议小，1nm是1m的十亿分之一，人类一根头发平均厚度的十万分之一。材料在纳米尺度下的性质与宏观尺度大不相同。物质在宏观条件下，产生的机理与影响的范围几乎都可以用普遍存在的物理与化学定理解释，而在纳米世界里，情况则截然不同。在这里，重力影响被中和，而静电和量子力学的主导作用取而代之。如果能熟练地控制纳米级结构，就可以在宏观尺度上影响性能，从而产生全新的材料和工艺。

纳米技术将影响几乎所有行业，包括建筑业。未来几年之内就能看到纳米技术对于传统建材如混凝土、玻璃、

复合材料、绝缘材料甚至木材的特性有明显改善。材料变得更强、更轻、更耐用、更便宜。换句话说，新材料的发展具有非常光明的未来，这不是投机主义，如今，许多充分利用了纳米技术优势的材料已经出现。

### (1) 功能表面

“薄膜”也可以称为功能膜，因为它是一个具有特殊性能的透明涂料。薄膜使用无处不在，例如，建筑物的外立面可滤掉紫外线，从而保护建筑表皮免受日晒而老化的特富隆（聚四氟乙烯）涂层。

荷叶的自洁功能是运用现代技术模仿大自然性能的完美实例。利用纳米技术，可以再现荷叶的防水性能。在这之前你可能会认为防水表面应尽可能地平整光洁，但细看之下你会发现荷叶的表面结构是不平滑的。今天，模仿这种结构生产出了自洁玻璃。同时，也正在做改良传统玻璃性能的实验，例如完全透明并可降解的纤维素结构薄膜的研发，都将为玻璃薄膜材料提供新的选择。

### (2) 生化活性材料

在纳米世界里银也是受欢迎的新材料之一。常态下，银不易变形，在各种气候状况下具有相同的颜色，总体上是一个非常稳定的化学物质。但在非常小的粒子状态下，纳米银的性质完全不同。它非常容易起反应，化学性质活泼，而且一直用于清洁和消毒表面。

同样，二氧化钛作为光触媒材料在欧洲是新兴的材料，其实在日本已被广泛使用。所谓光触媒就是在紫外线作用下，形成自洁净和空气净化表面。光触媒材料可用于立面、屋顶板、桥梁和道路。由于它们的自我清洗性能也被用来维持医院的无菌，并

可为办公室和餐馆净化空气。这种表面的使用提高了20%~70%的空气质量。可以说，如果把它用在城市中建筑的外墙，可以解决烟雾和其他污染引起的问题。

### (3) 纳米固体

纳米技术也可以用来制造固体材料。其中一个例子是电子梭，你可以利用电磁场制造纺织品。静电纺织品的纤维只几个原子厚度，换句话说直径比可见光波长还小，肉眼根本看不见。它们被用于许多情况，从生化活性物质到隔音和空气过滤。

如今最热门的纳米材料是碳纳米管。该材料的特点是基于自然界中最小的“建造单元”——原子。现在可以控制原子的排列方式使他们形成一个直径1nm的碳原子管。这是一个很好的例子，预示不久颠覆即将到来。今天碳纳米管用作添加剂，以加强复合材料和其他结构材料。在不久的将来，纳米管可以用来生产幻影材料的“巴基纸”。这是一种用长碳纳米管编织并多层叠压的纺织品。它看起来像普通的纸，重量只有钢的1/10，但强度却是钢的500倍。可以预言，这将改变我们一切建造方式，从高层建筑建设到飞机的制造。

几十年来，我们一直耳闻纳米技术将如何为建造业带来巨大的变化，然而纳米材料至今还只在非常有限的范围内得到应用。一方面因为它们的成本高，缺乏可从参考项目中获得的经验。另一方面，没有清晰明确的任务目标刺激其发展，而这个任务就是我们面临解决由建造产生的环境问题的压力。技术只是实现目的的一种手段，然而真正的挑战是如何发掘人类对新材料发明运用的潜力。



# 路易斯安那临时装置

## 3XNs Louisiana Pavilion



作为“绿色建筑展”的一部分，路易斯安那现代美术馆邀请3XN利用尖端可持续技术与智能材料设计一个临时装置作为实践的一部分。这个临时装置采用生物降解与能源自生材料，消除了建筑材料的污染问题。

### 新组合尝试

生态解决方案经常伴随着建筑设计在某方面的妥协，因此，除了美学要求之外，生态材料应用的正当性、合法性和前景潜能就显得尤为重要。用复杂的表达方式，结合智能与生物材料，达到完美的建筑设计效果，正在扫除原来人们对应用这些材料限制的担忧。

### 可持续材料应用

传统的合成材料已经被生物材料和可重复利用材料所取代，装置的外表皮就用生物树脂亚麻纤维取代了玻璃纤维。内核材料则用软橡胶板材取代聚苯乙烯泡沫。装置采用了最先进的动态与绿色建筑技术。在装置的顶端表层设置了1mm厚的可移动太阳能电池，这些

太阳能电池被安装于薄片之中以便适应其双曲表面的灵活性。压力电能材料能够利用参观者走路时对地面产生的压力生产电能，点亮LED照明装置。光触媒自洁材料、相变材料也都在此装置中被加以应用。

### 自洁与空气净化

装置采用了两种自洁方式来清除表面灰尘与污染：基质上覆盖的富含活性二氧化钛纳米颗粒的玻璃质薄涂层在紫外线的照射下对污染物进行催化氧化作用，将有机杂质粘性降低，易于被雨水冲刷；而二氧化硅涂层工作原理与之迥异。它们利用自洁特点，形成超亲水表层来漂洗灰尘。丹麦理工大学的塑料科技研究中心为自洁表层技术提供咨询，而生产商NANO-X GmbH制造多功能客户订制产品。

### 生物复合材料——天然无纺布纤维

装置主体结构由生物复合材料制作，保证了材料的可回收性。结构中的无纺布纤维来源于亚麻纤维，来自

生物复合材料

比利时的制造商Libeco-Lagae提供。亚麻一般生长高度达1.2m，有纤长的躯干，叶子为绿灰色，呈细长披针形，叶片长20~40mm，宽3mm。花呈淡蓝色，也有亮红色，花茎15~25mm。

### 生物树脂

Envirez努力推广污染小、可持续的新产品。Envirez可更新来源的树脂是第一个可用于工业用途的不饱和聚酯树脂。Envirez树脂是公司独创专利，在全球的建筑建造行业和交通运输市场中被广泛应用。

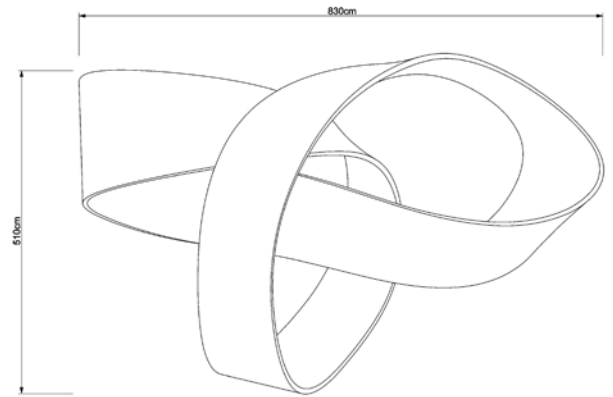
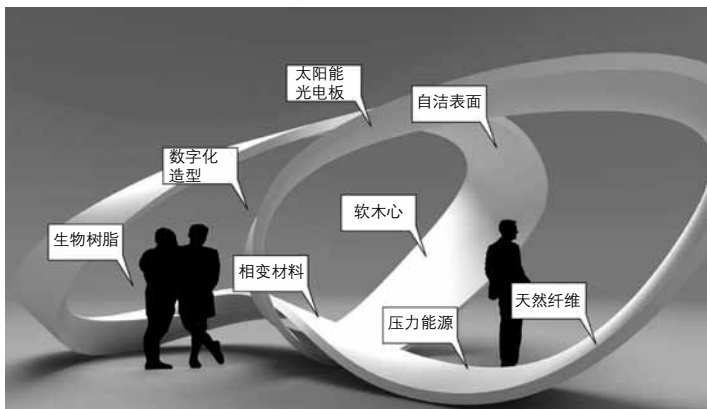
### 加工软木

栓皮栎是一种能够满足工业标准的、具有物理和化学质量的、能够制造软木塞的树木。这是一种可持续的农作

### 项目参与团队：

- 3XN - architects and project management
- COWI - engineering and light design
- Stage One Freeform Composites - production and installation
- BASF, the chemical company - phase changing materials
- Ashland Inc. - producer of bioresin
- Amorim Cork Composites - producer of cork
- Libeco-Lagae - producer of natural fibers
- Flex Cell - producer of flexible photovoltaic
- Noliac Motion - producer of piezoelectric materials
- Nano-X GmbH - self-cleaning surface coatings
- Phillips - producer of LED light
- 3M - structural tape
- Micronal PCM©, climate control - phase changing materials
- Optima Projects Limited - composite consultant
- NetComposites Ltd. - network within composites
- Scenetek - installation of electrical components
- Danish Technological Institute - self-cleaning counseling
- Risø National Laboratory DTU - Composite testing





软木

物，因为每9年这些软木塞才能被从红酒瓶中抽出。在它大约200年的生命之中，将被重复利用16次之多。这是一种天然壳体结构，质轻，可压缩，壳体充满空气（可占体积的60%），这也解释了其质轻的原因。

### 智能材料——LED灯具

由人走路的重力和灵活的太阳能板生产出的电能被应用于LED照明系统之中。LED就是发光二极管，由两个半导体P型和N型半导体加中间一个有源层组成。当两端加上正负电压时，电子

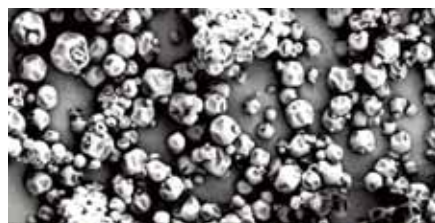


LED

开始移动和空穴（带正电的离子）结合产生辐射光。与传统光源相比，LED优势明显：它消耗更少能源，寿命更长，体积更小，开关更为容易。

### PCM热循环材料

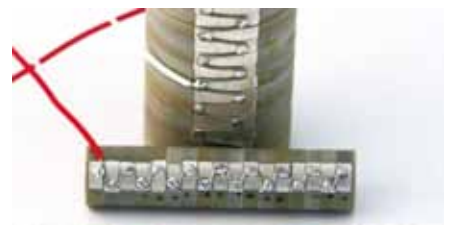
由于采用了相变材料，装置与周围环境达到随时互动，使参观者坐在其上时，始终感觉到舒适的温度。这种材料有固定的溶化温度和固化温度，当它从固态向液态转化时会吸收大量的热；反之，则释放出相应的能量。这种材料本身含有一种微小的白色聚合物球状体，可以与复合树脂材料混合使用。



PCM

### “压力”能源

在外部机械力的作用下产生的电能叫做压力电能，这就好比一个独立的水晶板充电装置。压力电地板的工作原理也如此，当人们移动脚步时，就能产生相应的压力，同时被这些水晶板吸收转化为电能，点亮安装在主结构材料中



压力能源

的LED灯。每个参观者能为装置贡献出12W的能量。

### 移动太阳能电池

VHF科技是欧洲唯一生产移动太阳能电池的厂家。这家瑞士公司有自己独特的技术，能使非固态硅以薄层形式固定于塑料基层之上。它们质轻、灵活，可随意折叠，并能方便地为小型电器充电。当标准构件模数不能适用时，还可以单独定制。这次，它就被直接贴在了ETFE膜之上，灵活地适应了装置的异型结构。

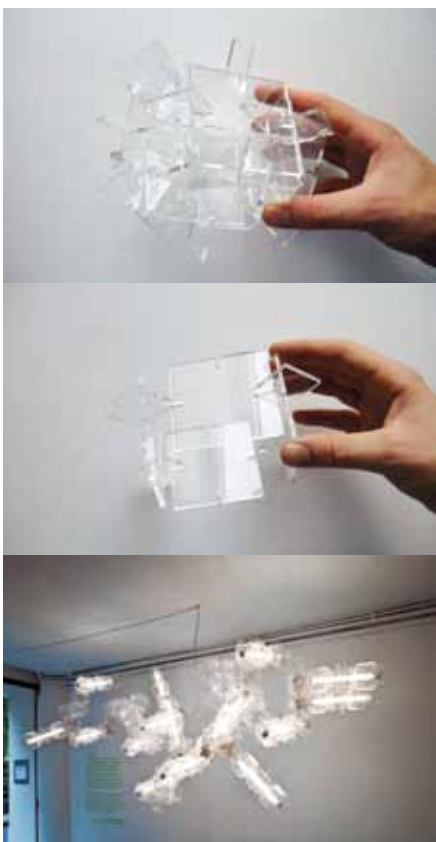


移动太阳能



# 45立方体

45 CUBIC



## 自然激发灵感

为了探寻激光切割技术的可能性，受到分子生物学的启发，3XN建筑师事务所研发部GXN创造了一种类似分子生物学结构的照明装置。这个装置首先于3XN哥本哈根新办公室落成使用的开幕式上展出。由于它的立方体的几何形状和45°角的水晶花瓣相似，我们给它起名“45立方体”。

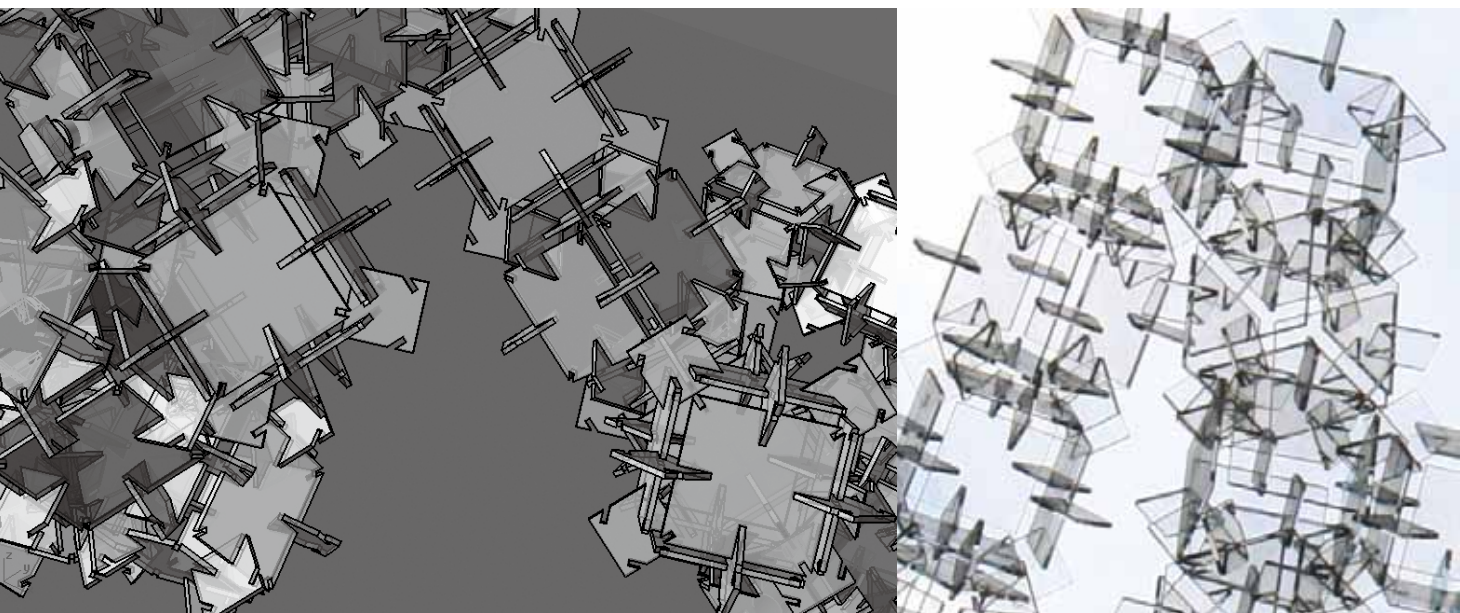
## 无胶连接

基础立方体由6块相同大小与形状的丙烯酸块体组成，之间由12块连接件连接。这种组装手法可以被无限复制，立方体也就在不同方向上延伸。这是一个无限发展的系统，保证了每次组装成的灯具都是独一无二的，而且不用一滴胶水进行连接。

## 限定版

制造出的10组灯具每个都是根据顾客的要求调整而成。已经有3款在定做之中：其中之一正在3XN的哥本哈根项目中展出，第二个被丹麦的私人用户定制，最后一个将在法国巴黎的建筑艺术馆中展出。价格根据尺寸的不同而有差别，最大的一个灯具装置有5.5m长，价值150 000丹麦克朗，由20个光源、350个立方体、大约7 000个连接构件组成。

3XN 主创设计师Kim Herforth Nielsen强调说，项目的创意来源于试想将灯光作为一个活泼的元素来玩味，而不只是一个固定的物体。最终创造出一个适合不同房间的“活”的灯光装置。



# 绿色建筑外窗

## Green Window



3XN与PhotoSolar一起赢得了丹麦能源委员会的基金赞助，研制一种具有革命性的绿色建筑外窗。GXN新的创意有两个不同的目的：其一，使3XN的专有技术能够保证设计与施工阶段沿着生态的方向进行；其二，利用3XN的先进设计技巧创造生态友好的建筑构件与设计等新的业务领域。

### 解决新技术与产品应用脱节情况

在我们的项目中，经常遇到的一个最大的难题就是处理好遮阳、天然光利用与基本建筑美学之间的相互关系。目前市场上还没有满足上述要求的成熟产品存在，因此我们不得不妥协。

“现实的情况是：存在能够满足我们要求的技术与材料，但真实的产品却至今没有生产出来。” Kasper说到。这个项目将持续两年时间，帮助重新思考和处理PhotoSolar的微遮阳技术，使全世界建筑师受益。

### 将美学与可持续完美结合

在3XN，没有任何事比做出最赏心悦目的设计更重要。为了要在每个方面都达到最完美状态，可持续设计也必须包含在我们的创意之中。生态友好建筑并不等于无聊或者毫无吸引力的建筑。我们要建造的可持续的建筑，同时也必须是充满新奇创意和美的建筑。

# Danzer 灯光装置

## Danzer Light



3XN用实验设计的方法来检验、证明并整合最新的知识、设计工具、数字产品和新材料，创造出这个新的灯光装置——Danzer。

Danzer共由180块金字塔型的单元组成，但只包括四种基本构件。灯具形状经过“非周期性瓦片”数学定理的计算确定，所有的单个组件能被无限结合。

单个组件上都有独立光源，镶嵌于铝片之中。铝片可以导电，也就是说此款灯具装置不需要任何额外的导线。这是一个用逻辑算法解决复杂问题的真实案例，也是3XN许多建筑的特征。