



高性能建筑

B+H

建筑价值的传承

B+H

多伦多·温哥华·卡尔加里

上海·北京·香港

新加坡·胡志明·新德里

多哈·迪拜

www.bharchitects.com email@bharchitects.com

对页和封页：皇后大学Beamish-Munro教学中心，2007年获加拿大皇家建筑师学会（RAIC）奖章，参选在东京举行的可持续建筑会议之加拿大项目并获英国建筑研究组织环境评价法（BREEAM）评估的绿叶生态等级（BREEAM/Green Leaf）认证。（图片来源：Richard Johnson）

内容

1 简介

3 第1部分：高性能设计之商业案例

- 4 为什么选择可持续设计？
- 10 是什么造就了绿色建筑？
- 28 性能测试
- 34 高性能设计之商业案例

43 第2部分：高性能设计之成功案例

- 44 萨里区教育中心
- 52 温莎大学工程创新中心

65 第3部分：新一代设计



介绍

建筑物的能源消耗几乎占到全球整体能耗的40%。如果考虑建筑施工中的能耗，这个比例将提高至50%以上。
然而，还是有着许多极具吸引力的机会可帮助我们降低建筑物能耗，且以较低的社会成本获得较之其他行业更高的回报。

世界可持续发展工商理事会 (WBSCD)
建筑物能源效率

我们每天在建筑物里生活、工作，对其依赖颇深，而与此同时这些建筑也正悄然影响我们未来的生活。较之其他行业，建筑业消耗着过多的能源。如何快速、有效得解决能耗问题，是保证我们地球美好未来的关键所在。

为了减轻建筑物对环境产生的影响，我们必须提高可持续性建筑设计标准。随着人们越来越关注能耗问题，我们需要思考一下我们所设计的建筑物在全球范围内产生的碳足迹。尽管现状不容乐观，但同时也蕴含难得的机遇。投资建筑能效将获得巨大回报。这种回报不仅在于节约能源成本，更体现在建筑物竞争力的提高，从而更适合我们的生活和工作。同时，建筑将依循设计初衷，呈现卓越的高性能。

租户和买家越来越青睐环保建筑。因为此类建筑会降低他们的能源消耗和运营成本。实际上各行各业皆是如此，无论是公共、私有还是非盈利组织。其中政府往往会率先实践绿色建筑，以起到示范作用。政府还不断出台新的节能法规，要求建筑物业主达到这些标准。

现在世界各地已经有一些建筑已超出目前的节能标准，人们已经能够在那里建造会呼吸的建筑。这些建筑可以自己产生动力能源，利用自然风和地形来调节自身系统，消耗掉自身产生的废弃物。这些绿色建筑不仅是高能效的，且凭借其精美的设计和有益身体健康的特质，为人们提供了一个更好的生活、工作环境。蓬勃发展的新一代智能化布局环保建筑，在以低成本带来高回报的同时，也促进了人类与环境之间的联系与互动。

奥肯那根学院学习中心
(图片来源: Desmond Murray)





第 1 部分

高性能设计之商业案例

为什么 选择 可持续设计？

中国快速的经济发展和城市化进程促进了国内流动人口的迅速增长（从农村到城市）...在过去十年内，有1亿农民工从农村到了城市。预计在未来十年内，还将有3亿农村居民迁移到城市。目前，上海平均每年增加300万外来人口。

英国皇家地理学会，rgs.org



上海天际线
(图片来源 : Alex Nikada)



日益减少的资源

截至于2020年, 预计全球能源需求将年均增长2.2%, 其中主要需求来自于发展中国家。

国际能源署 (IEA), “能源效率治理” 2010年。

为什么改变势在必行?

建筑设计朝可持续方向的转变是由多种因素决定的。其中很多因素跟我们消耗能源的方式, 以及由过度能源消耗所带来的负面影响有关; 但其中也有一些是由可持续建筑自身的优点所决定的, 譬如更多的利用自然光线, 较高的室内空气质量, 开阔的视野和绿色的环境等。

这种能源消费方式意味着对于我们有限的、不可再生的天然资源 (例如不断减少的化石燃料) 的竞争将愈演愈烈, 从而使得这些能源产品的价格持续飙升。

与诞生第一栋多层建筑的19世纪相比, 现在已经是完全不同的世界。在当今这个遍布摩天大楼和庞大建筑的时代, 需要消耗更多的能量来维持舒适的室温, 保证每栋大楼的冷、热水供应, 并确保大楼的各个环节 (如风机、水泵和电梯) 的正常运行。¹

遗憾的是, 建筑业的能源消耗预计在未来几年内还将持续走高。据美国能源情报署预计, 建筑业的能源消耗比工业与运输业的合计消耗增长得还要快。预计到2030年, 建筑业的能源消耗将增长5.85万亿英热。²

温室气体排放的影响

人们随处可见并感受到温室气体 (GHG) 排放所带来的影响,

这些气体排放主要来自化石燃料的燃烧。平均气温逐日上升, 影响着海平面高度乃至粮食生产。在21世纪, 温室气体是最重要的空气污染物, 我们必须对此引起足够的重视, 因为它会产生长期、深远的影响。由于建筑物的温室气体排放量占有温室气体排放量的近一半, 故应用更多的可持续建筑技术来降低建筑物的碳排放量就显得尤为重要。³

为什么要如此关注我们的碳排放量呢? 减少碳排放量等于提高效率, 提高效率也就等于随着时间的推移, 逐步减少能源消耗所带来的负面影响, 继而避免事后补救来挽回。如果我们采取积极主动的方法来管理和降低我们对环境产生的影响, 便可提高我们的投资回报。碳足迹 (Footprint) 一词形象得向我们传达了降低能源消耗需从个人做起, 才能积水成渊, 降低总能耗。

1. Robert L. Hirsch, “全球石油产量必将达到峰值” 美国大西洋理事会, 2005年10月

2. Architecture2030.org

3. Nicholas Stern, 气候变化影响经济运行 (剑桥; 剑桥大学出版社2007)

政府回应

面对资源日益减少和过度消费所带来的负面影响，世界各国政府都在努力寻求最佳解决方案。显而易见，翻新老建筑和确保所有的新建筑物都为高能效建筑是政府抑制能源消耗和温室气体排放的两个最有效的方法。目前世界各地都在贯彻执行各种各样的政策和方案，都旨在实现提高能源性能这一目标。

立法和监管政策的改变

各种策略和方案正在推动建筑设计方面的改变。

奖励

各国政府都在建立奖励机制，为那些愿意采用现有、或新技术来降低建筑物的碳足迹，提高建筑性能和室内环境的企业提供资金。

以市场为导向的激励机制，纠正了在提高能源性能方面的投资不足，同时强调了社会整体利益。具体表现在补贴、税收以及配额贸易制度。



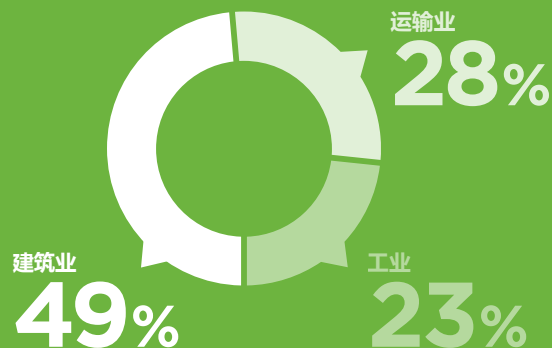
建筑能耗占全球能耗的40%

然而，还是有着许多极具吸引力的机会可帮助我们降低建筑物能耗，且以较低的社会成本，并获得较之其他行业更高的回报。

世界建筑节能与可持续发展商委会

美国能源消耗量 按行业分

美国能源部信息处，2009年



通过采取新的方法来发展和使用建筑，使之具备可持续性，灵活性并有益身心健康，我们可以扭转建筑业对环境的影响，使城市充满活力，且具有包容性。

“构建绿色经济从建筑开始”，美国绿色建筑委员会，2011年10月

以性能为基础的规定

这些规定确保了建筑设计的各方都朝着同一个目标迈进。这些规定包括严格的建筑法规和资源监管机构提出的标准，并适时加以调整，以确保不以能源消耗量作为唯一的奖励标准。

建筑规范和监管也越来越严格。例如在欧洲，欧盟建筑能效规定（EPBD）将要求所有从2020年开始兴建的商业和居住建筑实现“近零能耗”设计。⁴

在加拿大，2012年对安大略省建筑规范的补充条例（SB-10）

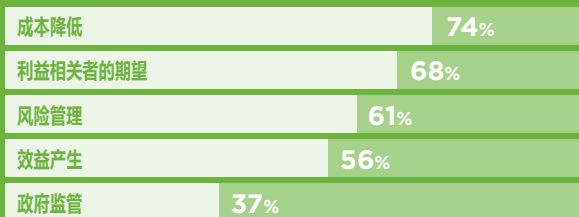
进行了修订，针对能源性能设置了更加严格的要求。

在中国，财政部在2011年5月发布了一项指令，制定了一系列的能效标准，并要求所有国内新建的政府建筑必须满足这些标准要求。同时，许多省、市、自治区也在改造他们的政府大楼。

此外，中国政府还通过对示范性设计项目提供资助来鼓励绿色设计，包括项目前期资金支持以及项目完成后的奖励。由于政府资金支持，开发商有时会觉得比起常规项目，做示范项目更有利可图。⁵

驱动企业可持续发展议程最重要的因素：

来源：“六大成长性企业可持续发展的趋势”，2012年安永与GREENBIZ集团合作调查。



4. “欧盟关于建筑物改造的能源政策”，欧盟能源与交通委员会2009年



据估计
到2050年地球上

70%
的人将生活在城市地区。

人口参考局：www.prb.org

由于越来越多的人涌向城市寻找更好的就业机会，农村人口向城市的迁移将会保持持续增长。预计到2050年，地球上70%的人口将生活在城市。⁶

这种人口迁徙将导致城市的高密度。只有当我们逐步改进我们现有的建筑与建设实践，减少能源的消耗，使建筑能够更好地与使用者及其它建筑相协调，城市生活才能为更多的人提供更有效的服务。⁷

5. “绿色建筑在中国：概念、法规和认证” 建筑能源学会，2011年9月

6. 人口参考局：www.prb.org

7. Stewart Brand，整个地球的学科（维京企鹅，2009年）

是什么造就了绿色建筑？

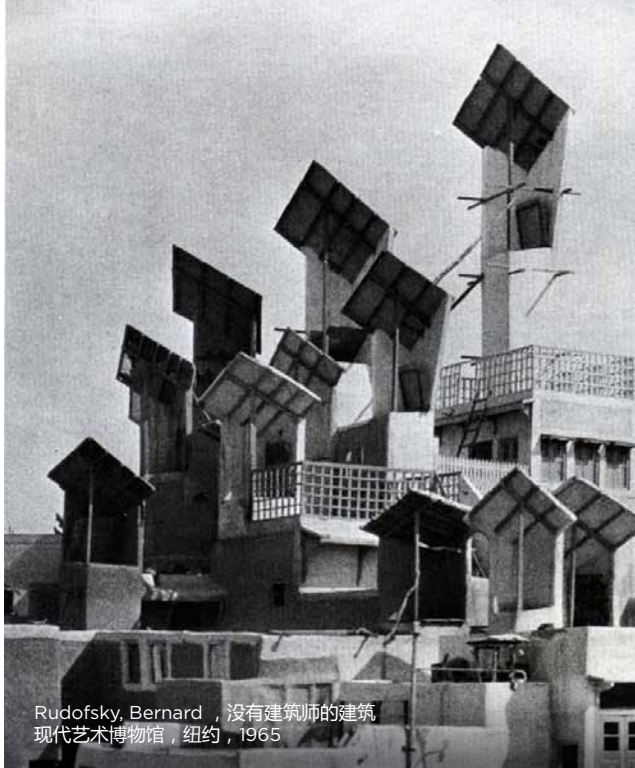
“绿色建筑”的形态由他们自身特点和社会因素共同决定。如何设计和建造一个建筑是很重要的，但更重要的是人们的生活方式，以及人们如何与建筑互动。

确切定义造就绿色建筑的元素是很困难的。在本节中，我们将审视一些最重要的因素，他们的共同点是如何提高建筑物的能源性能，因为可持续发展的建筑是一个以结果为导向的建筑。”



Heritage Mountain 中学
安莫尔，加拿大
2011年加拿大杰出建筑设计奖





Rudofsky, Bernard, 没有建筑师的建筑
现代艺术博物馆, 纽约, 1965



建筑研究机构
低能源办公室, 英国
主立面的百叶窗是打开的

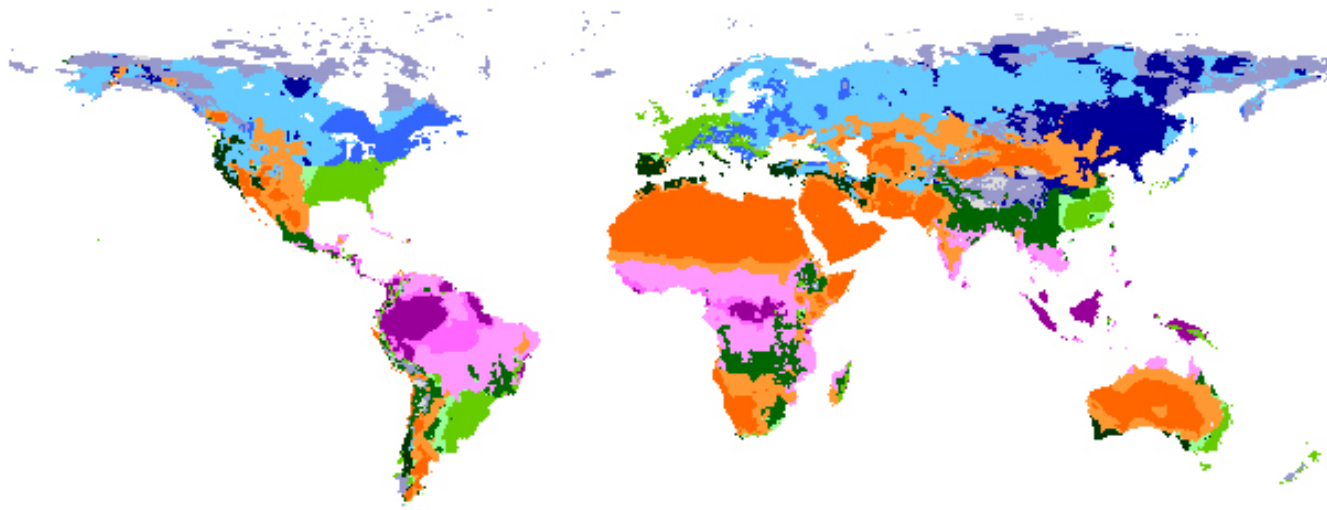
智能建筑有时令人惊讶。 解决方案十分简单， 但很高明。

Ed van Hinte, 智能建筑 (OIO出版社, 2003年)

在没有任何通用标准的前提下，如何明确什么让一个建筑变得绿色，依然是可持续发展建筑设计的阻碍。然而，企业需要获悉促使他们做出投资决策的重要信息。认证评级体制已成为衡量一个项目可持续发展能力及由此产生的投资回报率的非常有效的方法。目前正在使用的重要的评价工具：LEED（国际，加拿大和美国版本），BRE（在欧洲，加拿大和中国），绿色标记星级认证体系（新加坡），Estidama 珍珠分级系统（阿拉伯联合酋长国），三星评级体系（中国），“绿色之星”（澳大利亚和南非）。

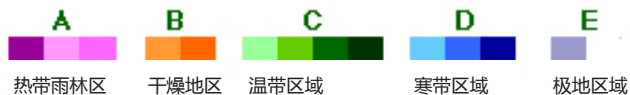
虽然对于是什么使一个建筑变得绿色，我们还没有达成共识，但是通过多年对新建筑和现有建筑的研究和改造，使之最大限度地发挥其可持续发展能力，我们已积累了大量的经验。

在优秀的节能设计中，一项显而易见的经验即是我们常常需要采取一个“回顾过去”的方法。最大的收获是在节能减排中采用最简单的方法，通过适当地采用被动式能源战略的协调工作方式，且在最佳的时间整合最佳的理念。



Koepfen 气候等级

FAO - SDRN - 农业气象学集团 - 1997



气候学

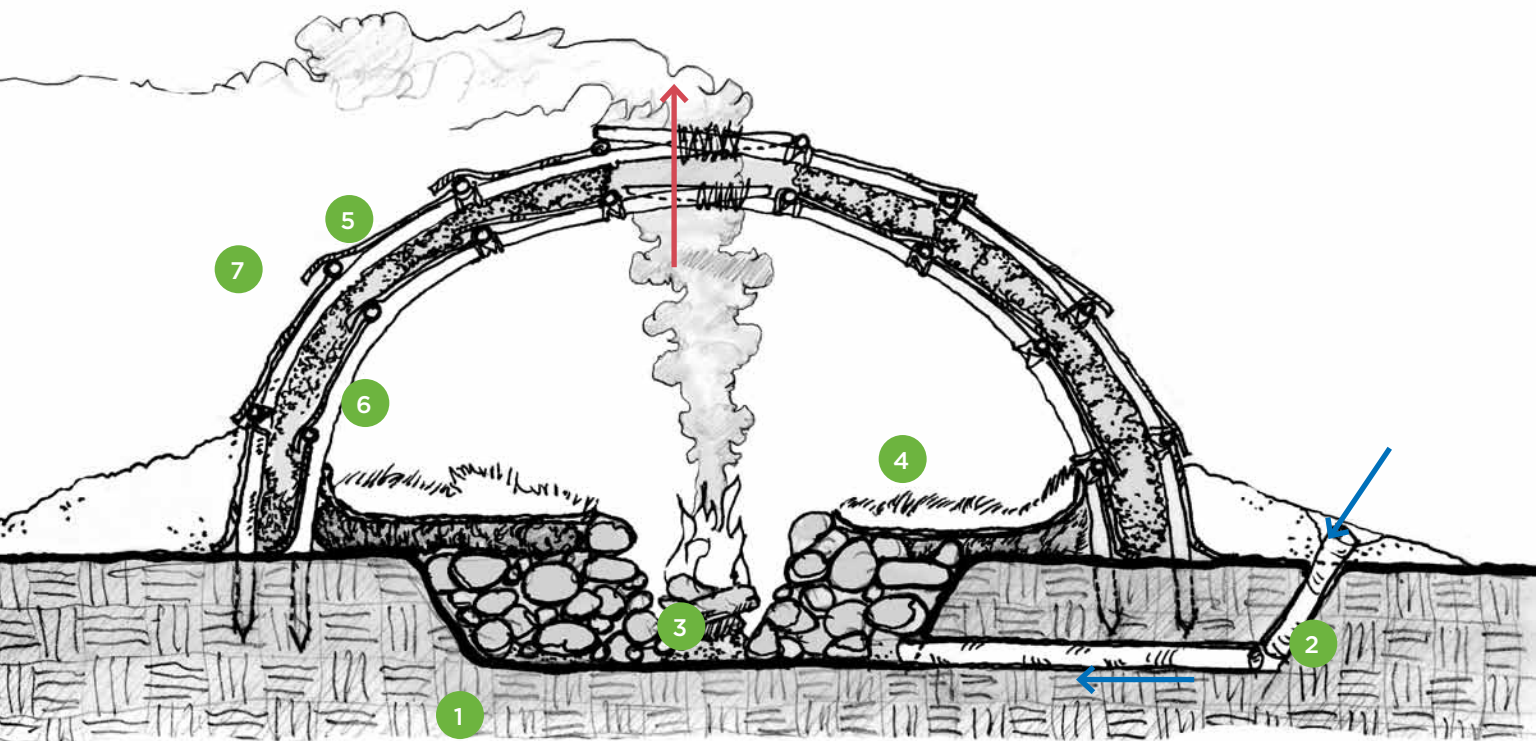
定义有效的可持续发展设计的一个方面即是运用了气候学被动收集的方法。地球通过气候在全球范围传递能量，这可成为微气候环境下建筑的有利条件。建筑基地潜在的能源循环可以为可持续设计者提供有益能源管理的措施。

在过去的几个世纪，对于气候模式的研究始终是历史建筑设计和本土建筑设计的一部分。但自从近年来，我们的文化趋同和对能源转换的利用技术，使得这样的设计策略未被重视，高性能建筑的内在要求将使得气候学再次回归至高性能建筑的设计方法学中。

事半功倍的高性能建筑

高性能建筑能达到事半功倍。它们通过减少能源、水及材料的消耗给我们提供更大、更舒适的环境。在减少能源消耗和水资源浪费的同时，它们竭力引入更多的自然光线、新鲜空气，且更符合人类工程学。

高性能建筑能够利用概念和设计，并且使用最好和最具创新的技术来贯彻落实这些概念和设计。但是，合适的解决方案并不总是最先进的技术解决方案。先进的设计建模和分析经常帮助设计人员选择最简单、最佳策略，以实现高舒适性并减少其带来的负面影响。



一个具有高明理念，低技术含量的建筑

深入了解北美印第安人的棚屋 (wig-wam) 。

上图：高明的理念并不一定意味着高科技。它将成熟的历史方法（低技术含量）与适合的现代系统有效组合在一起。蕴藏在北美印第安人的棚屋（wig-wam）之后的建筑科学是非常重要的：它包括空心墙施工（双墙），隔热保温（苔藓包裹的空腔），提高火炉的燃烧效率（火坑专用通风管），热质量和延迟释放的热量（river-rock 楼板），叠瓦状的的壁板（重叠分水岭），地方性且可生物降解的材料。

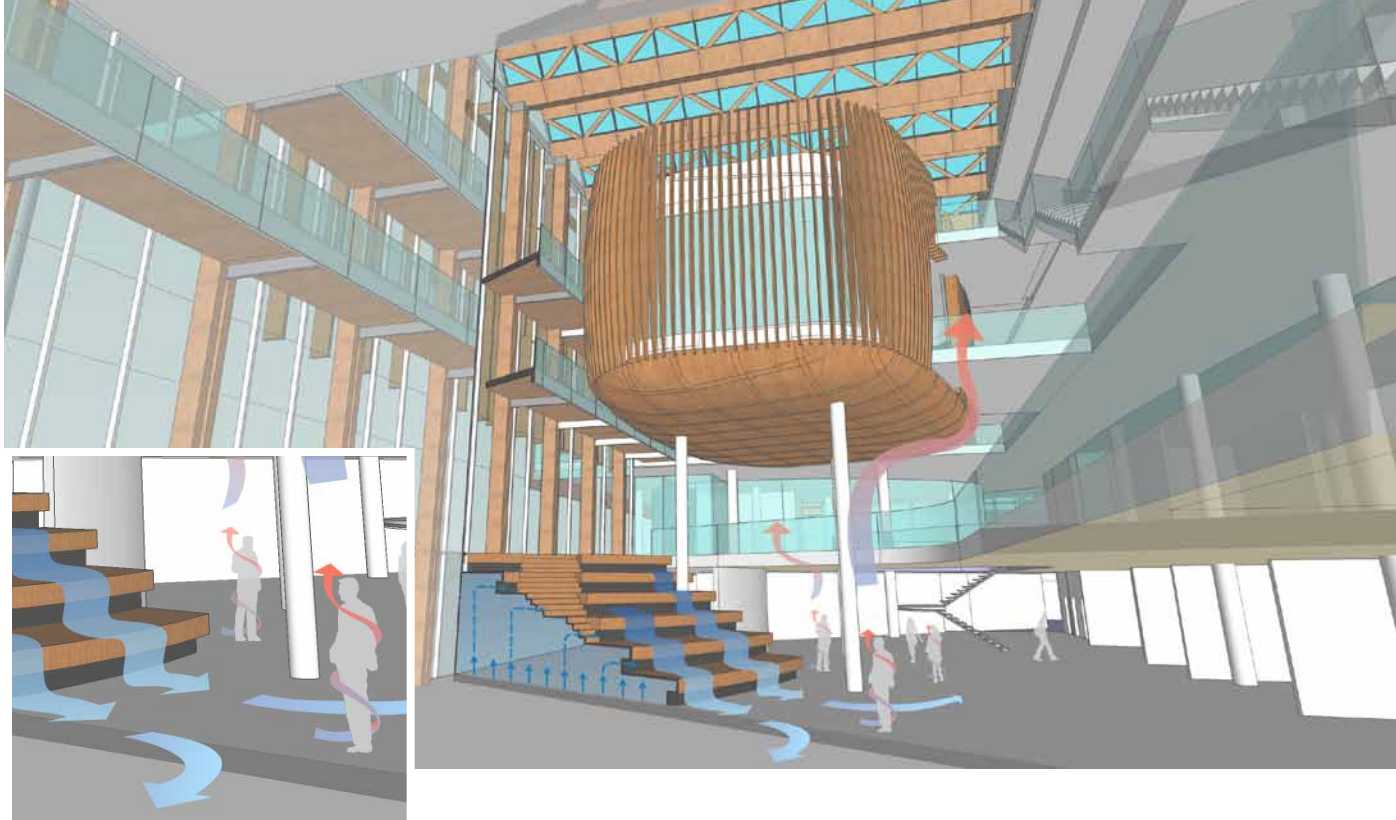
许多历史建筑物可以被看作是最早的“绿色”设计的范例，因为限于条件，不得不优化其构造和材料，用很少甚至不用人工能量转换来最大限度地提高建筑性能。通过被动措施获得舒适度。把这些被动的措施与我们高性能的系统结合在一起，将提高我们的舒适度并产生“轻科技”建筑物。（克劳斯·丹尼尔斯，高科技，低科技，轻科技。Birkhauser，2004年）。

北美印第安人的棚屋 **WIG-WAM**（8-12英尺直径）由以下部分组成：

1. 主框架用间距2英尺的12-15根柱组成。材料为枫木及铁木。
2. 用以空气供给的桦皮管。
3. 在岩石上的凹槽中设置火，这样可以在火灾后存储辐射热。
4. 地板：雪松/香脂树枝覆盖着藓草席，毛皮及地毯。
5. 外框建立了6个“框架内的空间”塞满了沼泽苔藓。
6. 有桦皮“wiigwass”捆在内框上。
7. 外皮是榆树，雪松或椴木树皮。

来源：

Nabokov, Peter & Robert Eastern, 美国原住民建筑, 牛津大学出版社, 纽约, 1989年
Ted Kesik, 多伦多大学, ALTD, 2008年。

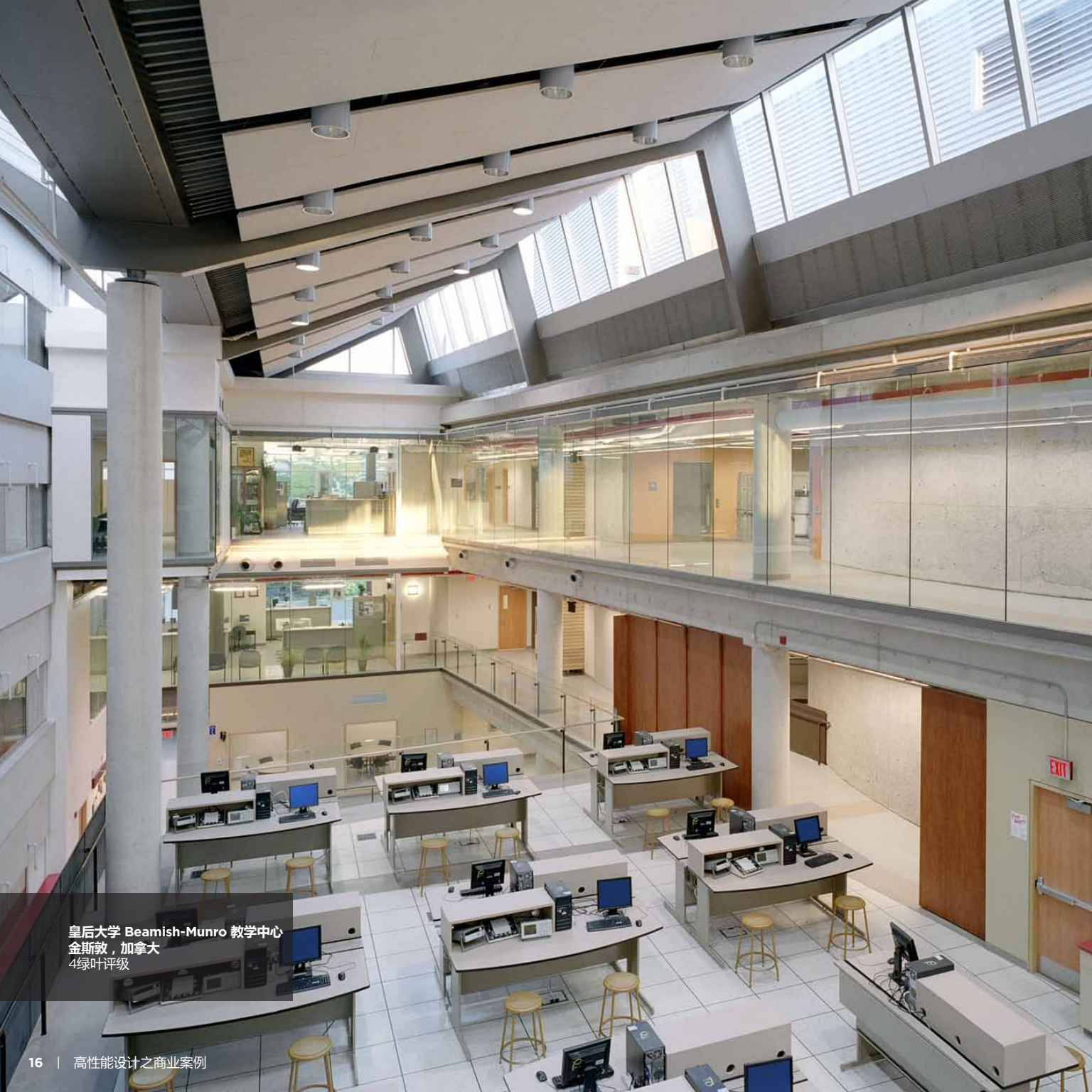


正如 Steven V. Szokolay 在“建筑科学的介绍：可持续设计的基础中”所描述的：设计师努力做到：

1. 检查给定的条件（场地条件，气候，日照，环境噪音）；
2. 建立期望的或是可以接受的条件限度（温度，灯光，和可以接受的噪音水平）；
3. 试图通过被动的方式在切实可行的范围内控制这些变量（热，光，声音）；
4. 只对剩余的需求提供以能源为基础的服务（加热，冷却，电气照明，声音的放大或屏蔽）。⁸

上图：置换通风--加拿大英属哥伦比亚大学学生会大楼，温哥华，英属哥伦比亚省，加拿大。高性能设计意味低能耗，往往指低能量密度系统如置换通风系统（DV）。此图显示了英属哥伦比亚大学学生会大楼的置换通风系统。整合式的设计流程意味着更为整体的解决方案。这些系统由于低能量输入提供了良好的舒适性和室内空气质量，同时要求建筑系统性能估算荷载高度优化。设计团队内部各顾问之间的密切合作是必不可少的，这样可以精确界定荷载。整合式的设计流程允许这种密切结合。这是非常必要的，因为窗户细部的微小改变也会明显的增加 HVAC 系统的冷负载，意想不到的管道系统的重新定向会增加压降，从而需要扩大风扇的规模--这些都将导致置换通风系统故障。

8. 建筑科学的介绍：可持续设计的基础，Steven V. Szokolay (Elsevier, 2007 年)



皇后大学 Beamish-Munro 教学中心
金斯敦, 加拿大
4绿叶评级

作为教育者和行为改变者的建筑

还有另一种被动的减少能耗的策略，这种策略在很多优秀的绿色建筑中得到了应用，而且这一策略使建筑使用者参与其中。

高性能建筑激发使用者的参与感和责任感，让使用者自己改善环境。我们的建筑和景观可以通过开启窗的设计及增加室外外的绿色设计提供大量的自然光线和适度的新鲜空气。由此可以增加空气流动和热交换次数，降低二氧化碳含量，从而能够更好的过滤空气，降低室内温度和由空气流动低、热交换次数少及坚硬的表面所引起的湿气或水。例如，使用单个照明任务和插头负载，最重要的是在不需要时关闭设备，同时保持能够获得自然采光和景观，改善整体的环境。医疗保健建筑设计中的证据已证明，能够获得自然采光和景观的患者恢复的更快。

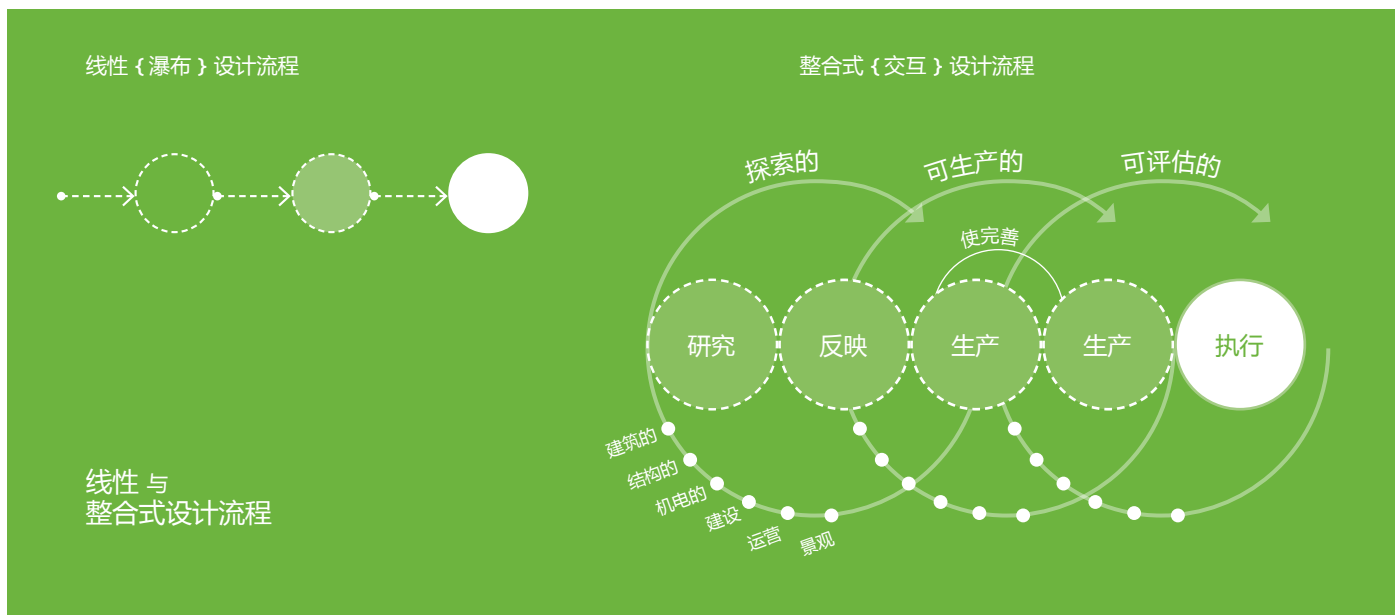
整合式的设计流程

高性能建筑与其他建筑明显不同，设计过程中围绕整合的概念。高性能建筑不只采用不同的材料和系统，而且整个设计过程完全不同于常规设计。高性能建筑 设计过程中建筑物由相互

依赖的系统组成，各部分之间相互影响。高性能建筑通常采用整合式的设计流程（IDP），包括所有的设计成员均参与项目的每个环节，以此来优化建筑的可持续能力和性能。

例如，由于太阳能热量的被动吸收，选择的窗户类型会对所需的制热量产生一定的影响，它还会影响人工照明需求，而人工照明需求又会反过来影响所需制冷量。采用整合式设计方式代替传统的直线型设计方式，在直线设计方式中，一方完全完成自己部分的工作后才转到另一方。而整合式设计方式使各设计专业能在设计初始阶段，就开始协作设计，使设计工作效率最大化。⁹

B+H 采用建筑信息模型（BIM）确保了整合式设计过程的顺利进行。在项目设计与施工中及时收集相关信息，在设计修改时计算能源负荷，为所有顾问公司提供了互动平台。在项目建设进程中，B+H 随时进行跟踪，及时更新相关信息。



线性与
整合式设计流程

信息管理的重要性

在设计初始阶段，建立完善、有效的信息流制度尤为重要。秉持可持续发展理念的设计人员在整个设计过程中采用最先进的资料收集与数据处理方式，确保建筑的低耗能及高效率。¹⁰

例如，通过数据分析，可以帮助我们了解项目现场先天能源流动情况，使设计人员获得最直接的“免费能源”。除了了解建筑外部能源流动情况，秉持可持续发展理念的设计人员还必须收集有助于了解建筑物内部能量流动情况的相关数据。每一个建筑都有其独特性，因此能量的流动情况在一定程度上取决于建筑的使用性质。例如，医院与住宅公寓内的空气、水和人员流动情况完全不同。通过对不同建筑类型能源流动情况进行分析总结，形成了另一层重要的信息，帮助设计人员确保能源利用与建筑性能的最优化。

项目建成后，便进入建筑真正的使用周期。在该周期内，紧密跟踪项目的性能并检验其使用效率是可持续设计人员必须了解的根本信息。这层信息的掌握能帮助我们提高和优化建筑的使用效率。B+H 具备的所有关于绿色建筑的理论知识均来源于具体的实践经验，设计的理论知识均来源于实践经验，是设计、分析与检验可持续发展建筑的有效依据。

绿色建筑所反馈的相关信息能帮助建筑使用者了解可持续发展理念，并随之调整日常生活习惯，最终实现可持续发展目标。¹¹ 建筑测量及反馈信息，让用户看到他们的行为结果和与他人能源消耗对比后的数据，有助于形成可持续发展文化。

9. “加拿大绿色建筑的商业案例”，加拿大建筑委员会，2005年3月
10. Klaus Daniels, 低技术，轻技术，高技术 (Birkhauser, 1998)

11. Manfred Hegger, 能源手册, (Birkhauser, 2004)

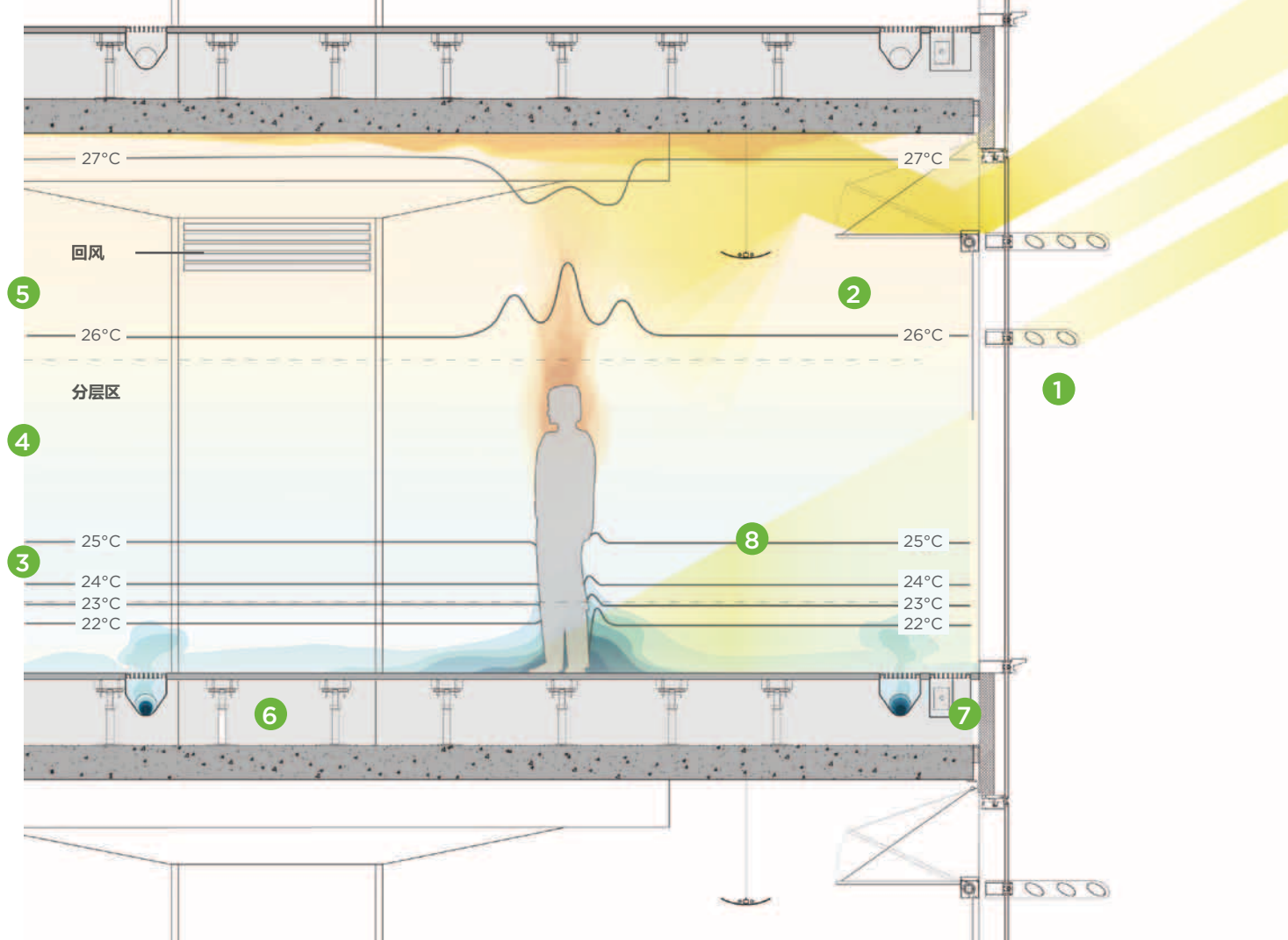


能源信息交流已成为一项社会性活动，人们正在通过各类创新手段进行着能源信息交流。

2011年，英国布赖顿泰迪街道的居民自愿参加了一项活动，他们每天收集电表读数，并将度数上传至为该活动专设的网站中。

随后，该街道的能源使用数据与整个城市、整个国家甚至国际上各个国家的平均使用数据进行了对比。当地一名艺术家还在该街道前面的一条道路中央绘制了一张图表，显示能源使用量。该信息图表使街道居民与路人反思各自用电情况，并确定家中哪些设备用电量最大。结果，该街道居民平均用电量下降15%，一些家庭甚至降低了30%的用电量。

(图片来源：Kevan Davis)



综合系统 - RBC 中心，多伦多

如上图所示：采用遮阳系统与反光板能分别防止阳光直射及进行日光反射。敞开式顶棚能使结构热质量吸收热量及解决热起伏问题。置换通风系统通过消耗最少量的风扇电源提供高质量的室内空气。感应式与感光式灯光照明能实现高效节能目标（该照明能根据光线的强弱自动调节光源亮度，当人员进入照明范围内，灯光将自动打开。）

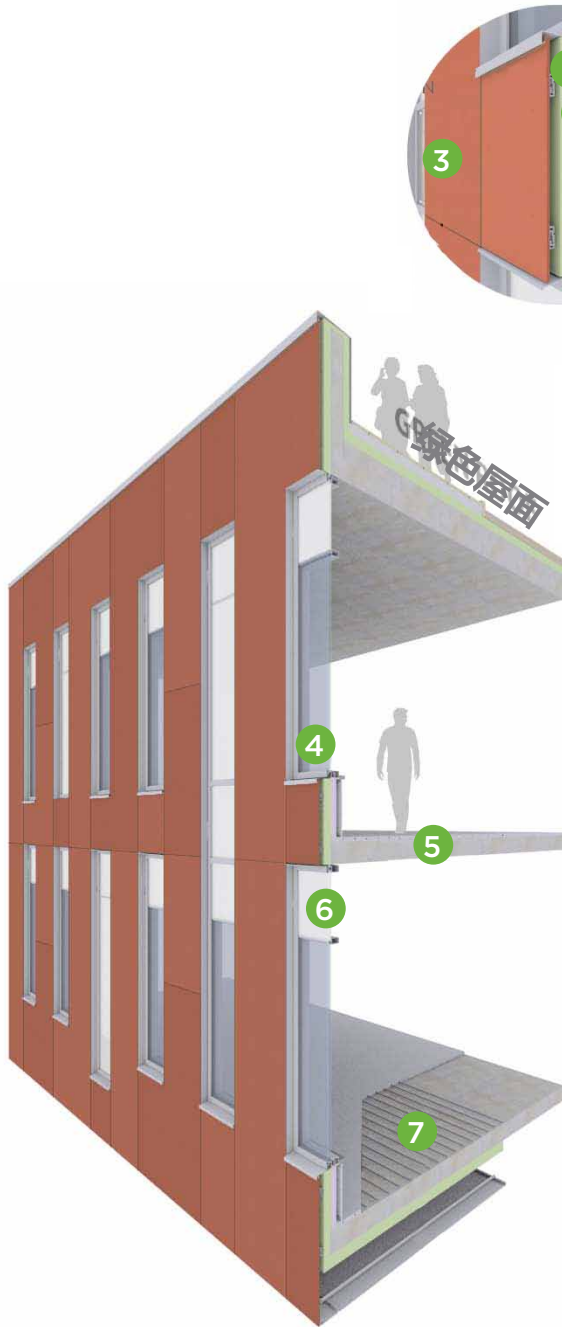
1. 百叶窗使直射的阳光扩散
2. 反光板将光线反射进更深处的办公空间
3. 从楼板处引入新风（17.5度）
4. 空气被加热后上升（温度在20至22度之间）
5. 循环风被引入顶棚后进入回风口
6. 循环新风
7. 风机盘管系统
8. 入住边界区域绝热—热泵系统进行置换效应

建筑外围护墙设计详图

英属哥伦比亚大学学生会大楼(SUB)，温哥华，设计目标
LEED铂金认证，加拿大，施工中

如左图所示：建筑外围护墙体系是建筑系统中至关重要的部分，其设计与施工质量将直接影响建筑设施的整体性能。由于该大楼的围护体系采用了R30（高效能）墙体、玻璃纤维及三层中空玻璃系统，外部负荷得到了有效控制，能源消耗小于75ekW/平方米/年。如果一般建筑外围护体系不破坏建筑舒适性，也可采用低密度热活性结构。学生会大楼整体的高热阻及密封性将确保热辐射系统处于最佳工作状态。

1. 矿物纤维隔热
2. 内填泡沫
3. 含防水纤维钢筋混凝土饰面板
4. 层中空玻璃系统
 - 内充氩气
 - 双层低辐射涂层
 - 隔热间层
5. 外露混凝土，含高含量S.C.M.混合物
6. 半透明采光板
7. 密度热活性供热与冷却结构



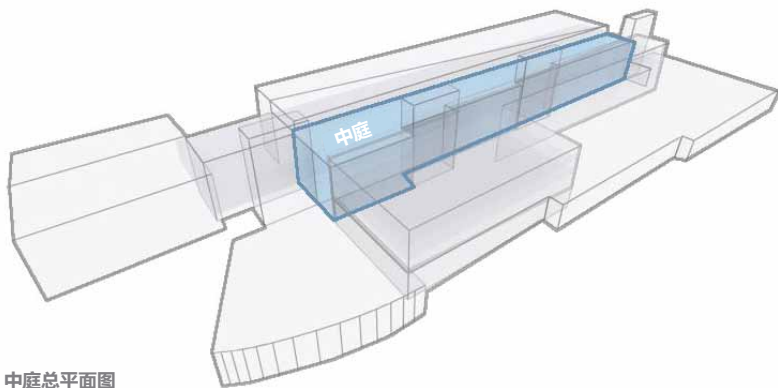


一般设计原理与方式

建筑体量：中庭

微软紫竹园区，上海，中国 - 中庭/采光

如上图所示：建筑体量的总体布局将在极大程度上影响建筑的总体使用性能。建筑内设置中庭能带来许多好处，包括增加大量自然光线，形成暖通空调缓冲区对热起伏进行吸收，增加室内种植物的数量，降低二氧化碳含量，提高空气质量，美化自然景观。



中庭总平面图

一般设计原理与方式 建筑体量：中庭

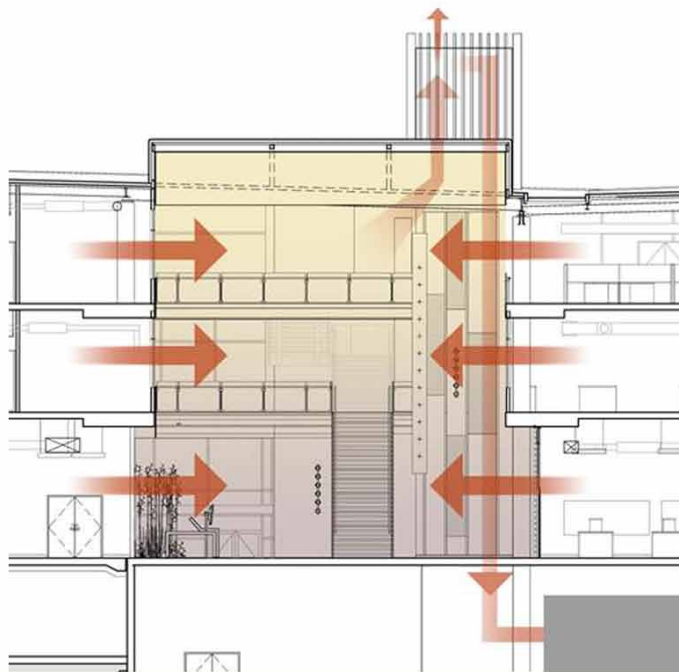
温莎大学工程学大楼，温莎市，加拿大，一期，2007年

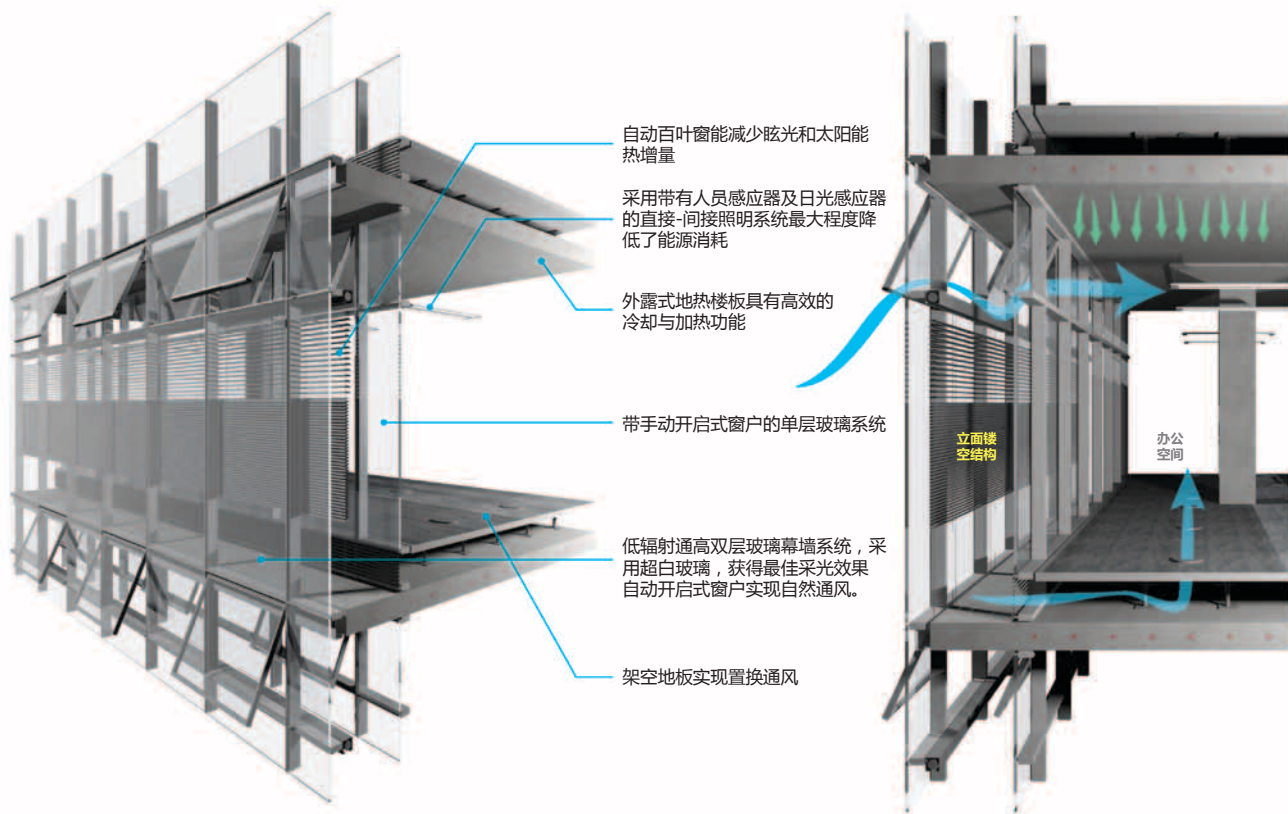
设计目标：LEED金奖认证

如左下图与右下图所示：中庭具有静压箱功能，组织正压排风。除附近实验区楼层外，其它区域的温度与湿度允许变动，因此，中庭能作为一个缓冲区。如采用低风量进行送风，可节能5-8%。



中庭-排气空间



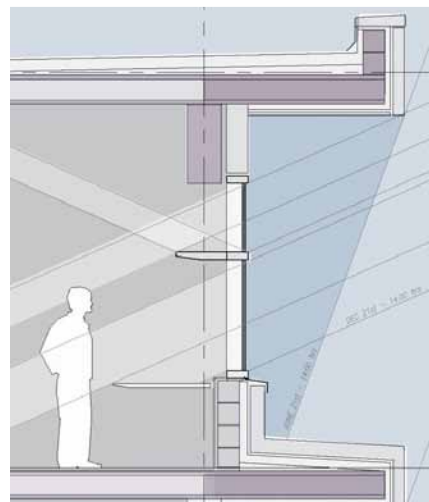


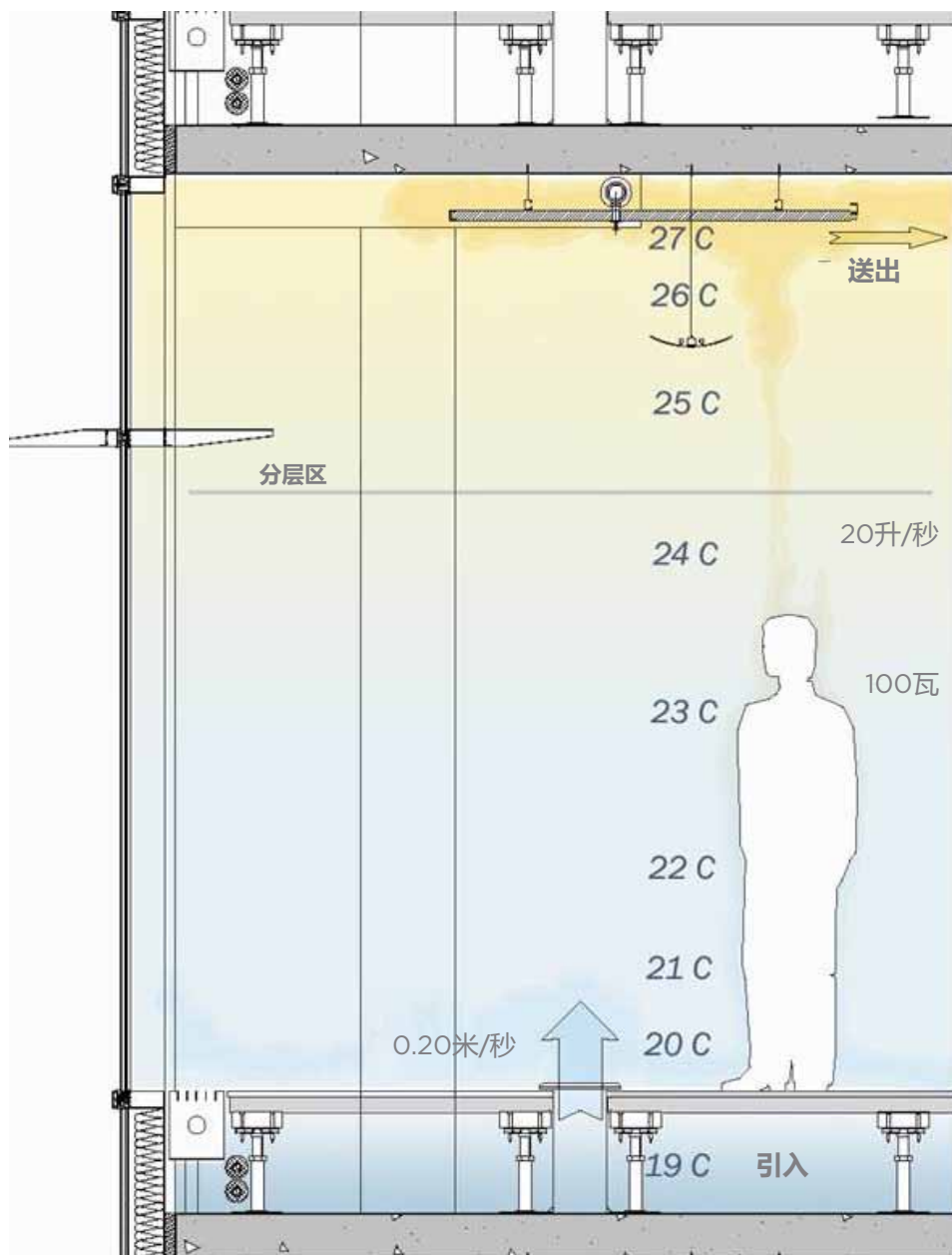
建筑外围护墙结构

理论建筑剖面

如上图所示：高层建筑超高性能玻璃系统：采用三层中空玻璃，将大大提高窗户性能，双叶式玻璃实现预热及被动式通风，进一步提高性能。

如右图所示：窗户遮阳系统：通过把建筑元素合理运用到遮阳系统中，能遮挡夏季不必要的光线辐射，在冬季则能引入户外光线。





高性能空调系统

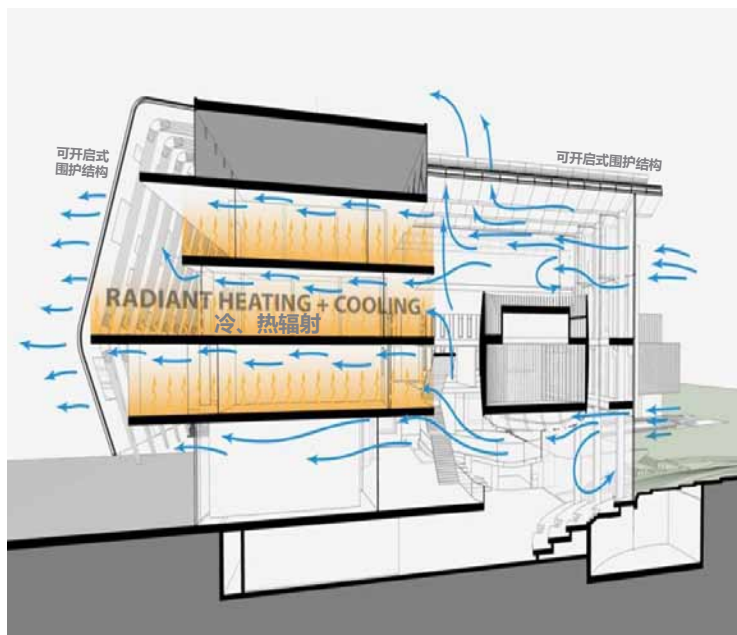
低能耗通风系统 - 英属哥伦比亚大学学生会大楼, 温哥华, 加拿大

如左图所示：高性能建筑采用高效机械系统，通过最低能耗产生最大舒适度，如置换通风子系统。该系统通过低耗能进行高效通风，利用人员与设备产生的自然热流将新风从散热器带入活动区域。新风全部由室外引入，而非部分新风与室内循环风组成的混合新风。新风在底部空间流动，并流向室内人员，产生热流，热流中的热量向上流动，将室内原有空气送至入住区域上部空间。

合理选址，建筑构造低能耗系统： 被动式通风

被动式通风 - 英属哥伦比亚大学学生会大楼, 温哥华, 加拿大

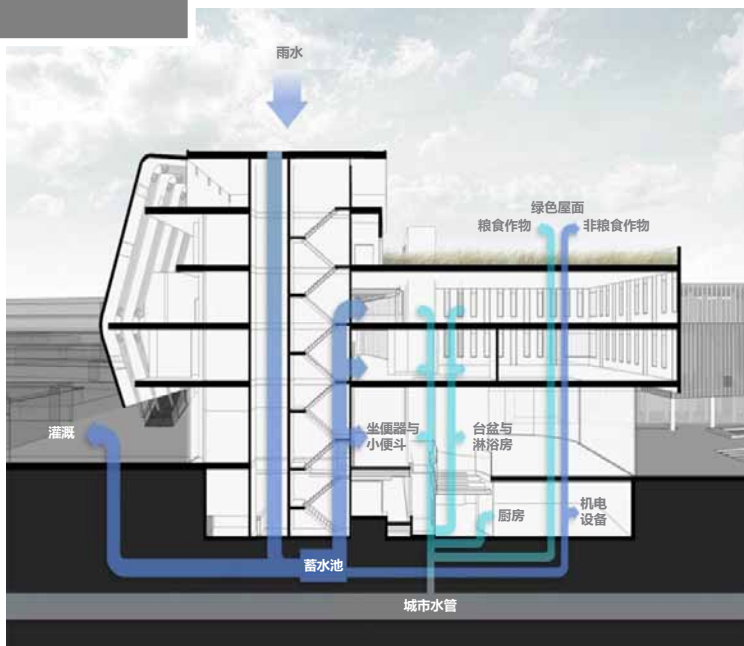
如左图所示：高性能建筑往往依赖于被动措施，减少能源消耗。贯彻与实施该设计理念的关键在于建立小气候效应模型。被动式通风可为用户和运营商带来巨大的利益。第一，住户能控制通风，第二，运营商能降低能源消耗，不但室内空气质量提高了（以良好设计预测与建模为基础），而且能大幅度降低风机的电能消耗与机械排风，并能降低机械维护费用。



水系统管理

英属哥伦比亚大学学生会大楼(SUB), 温哥华, 加拿大

如右图所示：我们的建筑环境正在迅速的改变我们这个星球的水文。这会影响到饮用水含水层及已经不堪重负的基础设施（现有雨水污水系统）。建筑物内的水可循环使用具有多种用途，尤其用于灌溉及污水输送。在英属哥伦比亚大学学生会大楼，来源于市政管网的饮用水只供人员使用及灌溉，而雨水用来满足水景需要、冲洗厕所及工艺用水。





英属哥伦比亚大学 - 计算机应用与科学学院
该项目采用多样节能措施（设计获LEED银奖认证）
特别采用了置换通风与辐射供暖与供冷系统

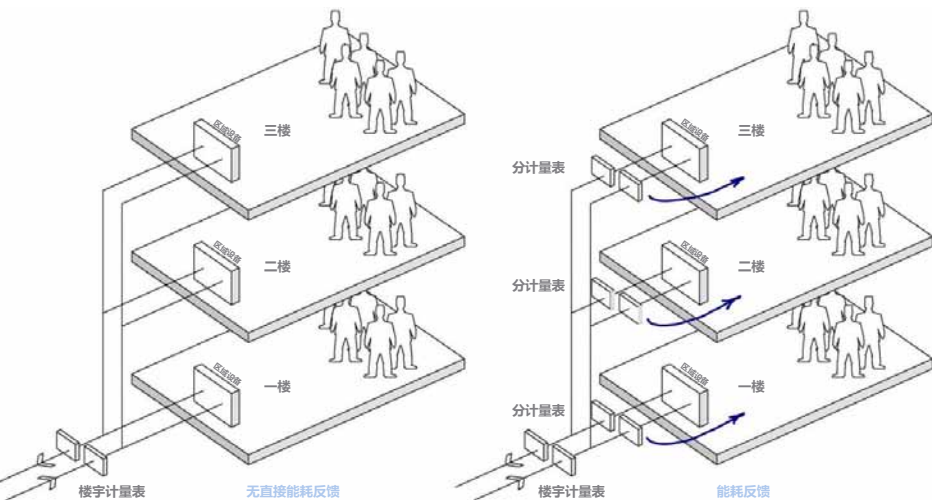
性能测试

为了控制能源消耗与排放，我们必须具有一套完善的测试技术与流程。





太阳能光伏板
(图片来源：Martin Vonka)



计量与基准

左图：计量级别图状表可以让租户充分了解到各自的能耗情况。当租户获知其能耗，并结合平均能耗基准值做对比，或许有助于提高租户的节能意识。因为租户倾向于使其能耗值低于平均基准线，这样往往会让他们感觉对节能作出了一份贡献。

生命周期成本

建筑的可持续性意味着能在其整个生命周期内充分满足使用要求。设计须能满足长期能耗要求，且满足业主对节能型建筑所带来的成本降低的期待。为满足这些需求，在设计最初阶段须进行全方位的模拟，以便充分探究建筑节能模式。

能量模拟

能量模拟旨在充分展现建筑的长期性能表现（比如，一年内季节变化对建筑性能影响），该方法能有效协助设计师确保建筑及其所有系统都将以最佳节能方式运行。

首先采用数据分析。能量数据包括所有影响能源使用的测量记录：其一为直接能耗（如用电量与燃气用量），其二为间接能耗因素（如建筑位置，规模，用户习惯以及维修保养记录）。通过模拟，这些数据能使我们能更好地理解能耗原因并制定相应措施，以达到节能目标。

通过参照“基准线”模型，以确立建筑能耗目标，因“基准线”模型代表着该地区现行建筑规范要求的最低能耗标准。然后将目前设计所产生的能耗与“基准线”模型能耗数据作比较。

设计师采用模拟软件进行此项工作。最常用的是Doe-2软件。模拟软件生成的报告详细体现了基准线模型与现行设计情况下的各项能耗，成本，以及未达到的负荷小时（建筑系统一年内未能满

足热/冷调节点温度的小时）。该报告全面充分，涵盖了影响建筑能耗的各项直接或间接因素。

采用模型软件，可以调节建筑系统变量，并观察其对其他系统的影响，以及对建筑全部能耗的影响。这样，设计团队可以明确节能措施对建筑性能的影响，并针对建筑的长期性能选择最佳的节能方案。

实时模型

空气调节

实时模型

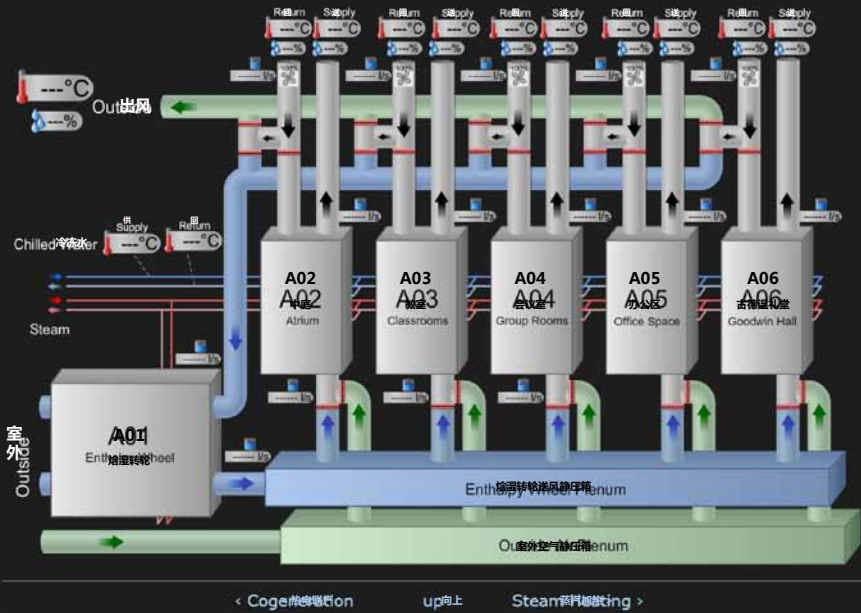
热电联产

蒸汽加热

绿色小贴士

在水龙头上安装空气压力装置有助于节水。每个龙头可节水约25-50%。

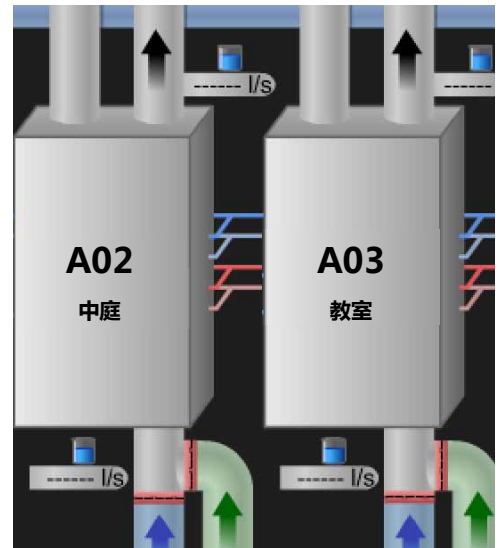
n/a



研究与学习的创新

研究与学习的创新

上方与右方图片：通过对iLC建筑的监督与测量，能实时体现建筑性能数据。学生与研究人员可以分析数据以便掌握建筑实时运行情况。因此，他们可以观察网络图表，其能够更加生动地表现整个系统与建筑结构。这样，实验室作为学习工具能有效反馈信息并有助于进一步研究。



多伦多道明银行中心翻新
加拿大，多伦多
(图片来源：Tom Arban)



加拿大第一广场外立面改建
加拿大，多伦多
(图片来源：Tom Arban)



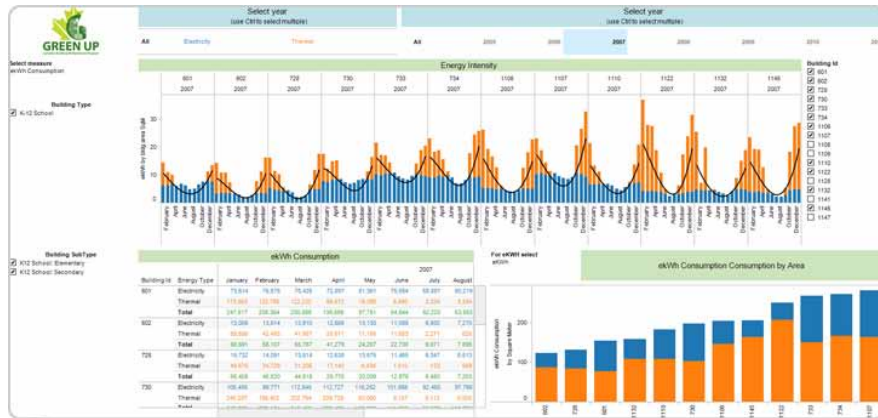
基准

对于建筑设计，基准相当重要；而从分析建筑性能角度，基准同等重要。

在设计初始阶段，将设计能耗与基准能耗对比，有助于选择最合适的节能方式。比如，ASHREA（美国采暖、制冷与空调工程师学会）90.1作为节能设计基准，明确了现场最大允许能耗。而其它基准源于从现有建筑所收集到的数据。能源之星有一个网站，其中有一个庞大的建筑能源数据库，可以用作衡量建筑设计能耗目标，其平均数据源于对目前大量现有建筑的研究。

越来越多的建筑采用监控装置与控制系统，用以提供建筑全年中实时能耗数据。该信息可用于调整建筑系统，以便设计能量模型与实际能耗一致。比如，B+H在皇后大学设计的综合学习中心拥有全方位的测量与校准系统。此外，温莎大学的工程创新中心也采用了相似的系统。

在评估建筑生命周期成本的阶段，业主对此类信息日益重视。建筑构件的维护与替换可以采用更为合理的方式，以便确保建筑在最佳状况下的日常运行，实现运行成本、用户舒适度与能耗目标的有效平衡。此外，LEED EB: OM规定需根据实际累计数据对建筑进行重新评级与调试。



月度能耗表

加拿大绿色建筑协会

左图：加拿大绿色建筑协会的“绿色指数”方案为用户提供了形象工具，有助于业主评估其建筑能耗表现。

高性能设计 之商业案例

建筑在于效能已不再新鲜。业主与用户也始终致力于降低建筑能耗。唯一不同的是，大量事实证据已证实了绿色建筑所带来的回报。证据不容辩驳：高效能建筑能带来可观的商业价值。





布鲁克菲尔德中心 - 阿伦兰特广场
多伦多, 安大略省
资深建筑单位: B+H
建筑设计: Santiago Calatrava

许多业界人士认为与传统建筑相比，绿色/LEED认证建筑造价成本相当昂贵。而这种观点已成为公众接受绿色建筑的最大障碍。

来源：绿色建筑的成本与收益 Greg Kats, 2003年10月

对于高效能建筑的推广，或许最大的挑战在于人们一直认为其造价昂贵。尽管高效能建筑造价可能相对较高（但也并非绝对），但当你仔细评估可持续建筑所带来的回报，其效益是显而易见的。美国绿色企业报告2012（State of Green Business report 2012）的编辑表示：“可持续商业模式已经成为普遍，甚至是必不可少的一部分，可持续设计不再是备选方案，而是意味着一种更高层次的期待。”¹²

绿色建筑成本与面临的挑战

人们通常认为高效能建筑造价比传统建筑更为昂贵，至于具体昂贵多少，则通常被过于夸大了。

比如，一些报道发现LEED认证建筑造价远比业界人士预计的低。我们应考虑到绿色建筑造价取决于采用高性能技术的类型与数量。但总体上，造价会随着建筑使用时间的推移慢慢下降。有经验的设计事务所在设计过程中，完全有能力将“额外的绿色费用”控制在较低水平。¹³

估算高效能建筑的实际成本绝不简单，我们将面临如下一些挑战：

面临的主要障碍包括：

- 生命周期成本，意味着对一个产品、技术或系统的成本与价值考量。¹⁴ 因此，必须看到高性能建筑所带来的附加值，而不仅仅是直接成本。¹⁵
- 许多开发商把造价作为私有信息，没有把每项绿色选项与一般选项的费用清楚标示。
- 当业主计划或设计单位设计第一个高性能建筑时，通常涉及到经验曲线成本，和诸如延期和设计变更问题。¹⁶
- 缺少能够作为参照的各项传统建筑的对比数据，故无法预计在同等条件下，高性能建筑所需成本。¹⁷
- 可持续设计周期须更长。
- 绿色建筑所带来的效益无法直接量化，比如提高后的生产力，租户入住率。

12. Joel Makower et al, “绿色建筑帝国2012年”, GreenBiz 集团, 2012年1月

13, 14. Greg Kats, 绿色建筑的成本与收益, 2003年10月

15. 加拿大绿色建筑之商业案例, 加拿大绿色建筑协会, 2005年

已知成本

目前我们所了解的高性能建筑中的一些因素会增加造价，其中之一便是调试。该过程确保建筑所有系统经测试后能满足业主既定要求。与传统建筑相比，高性能建筑须体现其节能优势，所以调试显得格外重要，也是LEED认证的必要环节。调试成本与建筑规模密切相关，通常对于造价在500万以内的建筑，调试成本预计在2%至4%之间；而对造价逾5000万的，调试成本预计在0.5%至1%之间。¹⁸

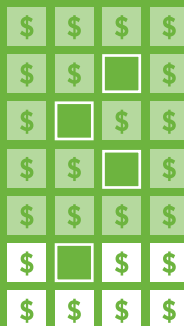
高性能建筑优势：

该类建筑：

- 能耗低，排放少
- 对居住者颇具吸引力
- 在市场中更具竞争力

16. 绿色建筑的成本与收益 Greg Kats, 2003年10月

17, 18. 绿色建筑的成本与收益 Greg Kats, 2003年10月



以一典型的美国建筑为例

能源成本
占据**30%**
的运营费用

(Fuerst 2009)

能源之星建筑
每平方英尺的净运营收入比
非能源之星建筑
高出**5.9%**

(Pivo 2008)



2007至2009年之间，能源之星建筑与
经LEED认证办公建筑的

出售价格高出 **13%**

(Eicholtz 2010)



加拿大绿色建筑委员会预计生产力将提高2-10%

当人们从普通建筑搬到享有充足的自然光线，良好的自然通风和自控系统的绿色建筑中。

绿色建筑的资产价值：趋势及数据，2011年，建筑效率研究所：约翰逊控制提出的倡议。



61%
的高层管理者
相信可持续发展
将有助于公司的
财务表现。

麦格劳希尔建设 McGraw Hill Construction 报告，“截至到2015年，绿色建筑的增长趋势”，2011年。

降低能源消耗

新一代的高性能建筑具备最大限度地减少能源使用总量的新技术，并且还能基于一天中不同时间段的能源成本在能源之间切换。即要减少对环境的影响，又要降低建设成本，创新性与灵活性的结合是关键。越来越多的数据显示，低能源消耗可降低成本。例如，一项研究发现，LEED认证建筑的运营成本比非LEED认证建筑低8-9%。¹⁹ 另一项研究发现，美国的一幢政府大楼，为可持续设计的建筑，它比普通建筑的能耗低25%，二氧化碳排放量可减少36%，运营成本比同类的商业建筑全国平均水平低19%。²⁰

由于调试可降低运营和维护成本，所以通常经调试过的节能建筑所节约的费用远超过调试节能所支付的费用。运营和维护成本减少10%，意味着每人可节约304美元，或每年每平方米1.35美元。²¹

高性能建筑可以减少的废气排放量也是非常惊人的。国际能源机构（IEA）的一项研究显示，如果集合全球建筑节能措施，能够减少二氧化碳排放量所需能源的三分之二，以实现气候保护。确保全球各地新建和现存建筑符合高能效标准将是减少碳排放的最佳策略。²²

19. “绿色建筑：小众成为主流”，德意志银行，2010年4月12日
20. “绿色建筑的性能”，国联邦总务署(GSA)的公共建筑服务中心，2011年8月
21. Greg Kats，绿色建筑的成本与收益，2003年10月
22. 国际能源机构（IEA），“世界能源展望”，2009年

美国绿色办公建筑价值小结

绿色建筑市场和影响报告书，GreenBiz 集团，2011

研究机构	售价提升/空置率降低					
	租金		销售价格		空置率	
	LEED® 认证建筑	能源之星建筑	LEED® 认证建筑	能源之星建筑	LEED® 认证建筑	能源之星建筑
Fuerst & McAllister (2011)	5%	4%	25%	26%	/	1-3%
Eicholtz et al (AER)	5.2%	3.3%	11%	19%	15%	“有效租金”整体的7%
Eicholtz et al (RICS)	5.8%	2.1%	11%	13%	“有效租金”整体的6-7%	
Pivo & Fisher	2.70%		8.50%		/	
Wiley et al (2010)	7-9%	15-17%	16-18%	/	/	10-11%
Miller et al (2008)	9%		/		2-4%	

入住率

LEED® 认证建筑



入住率比传统建筑高 **16-18%**

能源之星建筑



入住率比传统建筑高 **10-11%**

Wiley (2010)

美国公司期望的 强大商业利益

客户保留和吸引	73%
运营成本下降	71%
更高的生产率	62%
更多的税收优惠	61%
员工挽留及招聘	39%

《绿色建筑趋势促进增长2015》2011年



三分之一

的租户愿意支付
绿色建筑空间改造及装修造成
的溢价

“绿色建筑趋势促进增长2015” 2011年

说到降低能耗，高性能建筑有利于企业和个人，也造福全人类。通过将可再生资源运用到设计中，这些建筑旨在为能源安全提供更好保障。鉴于大多数国家的水、能源和物资有限，建筑的可持续性意味着安全性未来，无论是建筑物本身，亦或是整个经济。

对居住者更有吸引力

高性能建筑提高了居住者的生产率。虽然难以确定具体提高了多少，加拿大绿色建筑委员会仍做出了预估：当人们从普通建筑搬到绿色建筑中，享有了充足的自然光线，良好的自然通风及自控系统，他们的生产力约增长2-10%。就大多数写字楼而言，即使2%的增涨就足以补偿设计和建造绿色建筑的相关额外费用。²³

此外，美国劳伦斯伯克利国家实验室 (Lawrence Berkeley National Laboratory) 研究发现，如果改善室内空气质量，美国企业可以挽回出员工因生病损失掉的580亿美元，及工作人员提高绩效而获得的额外2000亿美元。²⁴

23. “加拿大的绿色建筑商业案例”，加拿大绿色建筑协会，2005年
24. Greg Kats, “绿色建筑的成本与收益”，2003年10月

竞争优势

今天的绿色环保企业，有机会利用新的市场，并通过帮助定义未来的可持续发展企业而将它们自己与普通大众区分开来。买家和租户早已明确自己需要可持续发展的设计，且正在寻求以最具吸引力的和最节约能耗的方式建造的建筑物。选择高性能建筑不仅能提高利润，也是企业提升其品牌的最有效措施之一。

投资者需要提高对环境的责任感。他们担心违反环保标准将产生业务、声誉和财务风险。一份报告发现，股东对环境和社会问题的提议占2011年所有股东决议的40%，而2010年这个数字为30%。²⁵

确实证据证明高性能建筑具有极大的竞争力。这里是列出的几个例子：

- 租金溢价：2010年的研究表明能源之星建筑的租金可提高7-9%，LEED认证建筑的租金可提高7-9%。²⁶
- 转售价值攀高：一项研究表明，在2007至2009年间，能源之星建筑及LEED认证办公楼的销售价格增长13%。²⁷
- 入住率提升：认证建筑的入住率提升16-18%，能源之星建筑的入住率提升10-11%。²⁸
- 运营成本降低：一项研究表明，能源之星建筑相比非能源之星建筑的运营成本低30%。²⁹

在过去，决定是否投资可持续建筑取决于项目建设的预算成本，对未来一定量的能源节约的期望也是影响因素。当我们采取新的方法办法来计算成本，如生命周期成本，且领域中出现新的研究课题，总体情况就变得明朗了。绿色建筑往往可降低运营和维护成本，减少对环境的影响，提高居住满意度和市场价值。

无论个人和公司都认识到高性能建筑有着很多优势。转向可持续发展不仅是一个进步的企业策略，也是每一天生活在建筑中，且与之互动的全世界人们觉悟的转变。

**企业的可持续发展一度仅聚焦在屈从或声誉问题...
现在却已成为许多公司的战略决策**
—这与安全、质量、员工挽留和客户满意度一样成为公司运营核心。

“企业可持续发展的六大成长性趋势”，安永会计师事务所，2012年

25. “2012年委托书征集季节 领袖企业可持续发展问题”，安永会计师事务所，2012年
26. Wiley, J., Benefield, J., and Johnson, K. “绿色设计和商业办公空间市场”，房地产金融与经济杂志，41卷，第2章，2010年
27. “绿色建筑经济学”，Maastricht大学和加州大学 - 伯克利分校，2010年8月
28. “向节能建筑转型”，建筑效率研究所，2012年6月
29. “绿色建筑能否收回投资？”，房地产投资组合管理杂志，2008年12月



贝尔加拿大Creekbank
加拿大密西沙加
(图片来源: Tom Arban)



第 2 部分

高性能设计之成功案例

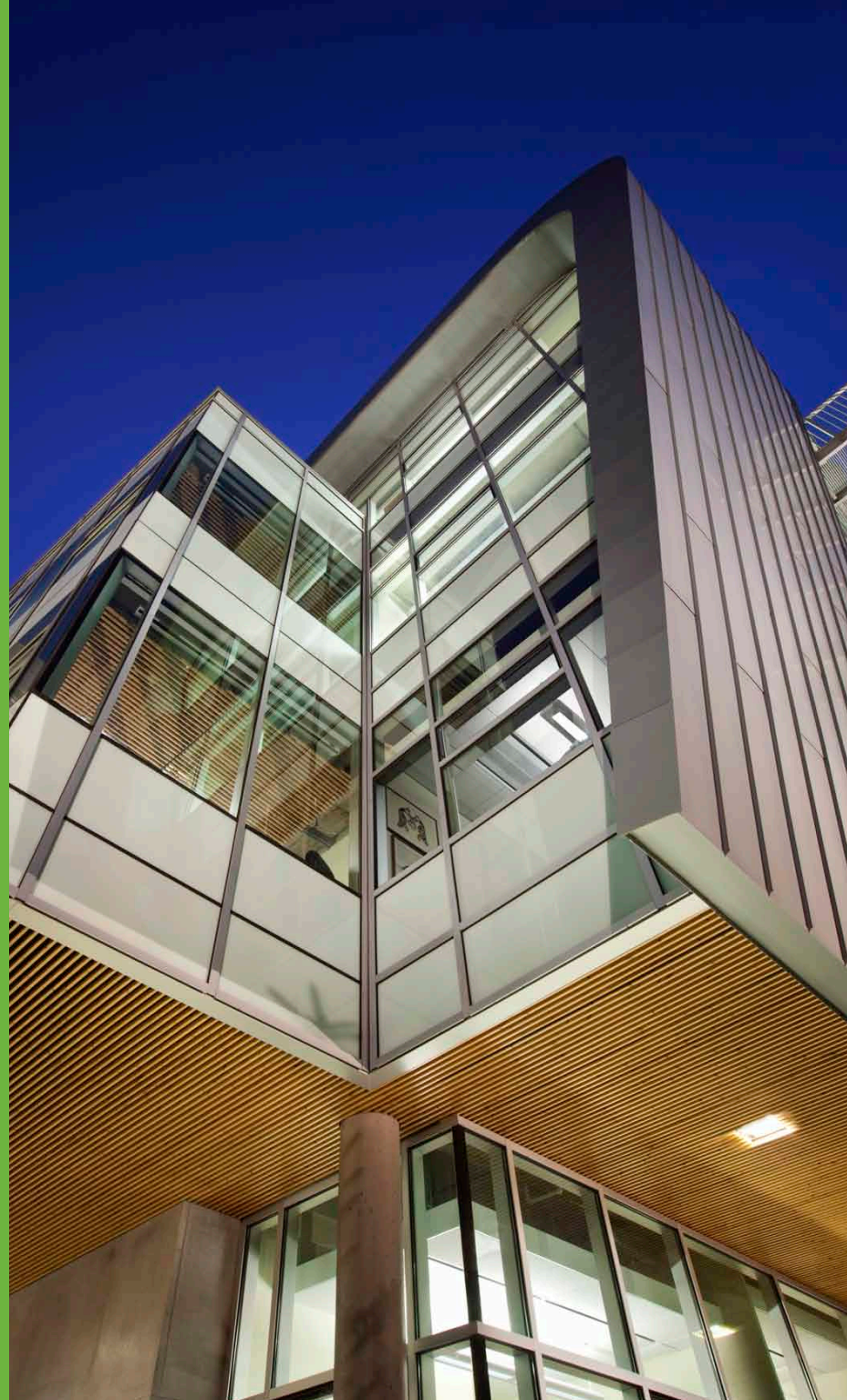
萨里区 教育中心

地点：加拿大卑诗省萨里

面积：182,000 平方英尺 | 17,000 平方米

业主：第36号学区

(图片来源：EMA Peter Photography)



萨里区教育中心是其周边社区可持续发展设计的模范案例。

它提高了能源效率、空气质量、自然采光、居民健康和舒适度。预计将减少学区62.5%的碳排放，并能节约54.7%的天然气和电力成本。

萨里区教育中心作为一个综合设施，其设计旨在将学区的所有行政办公室集合在一个屋檐下。教育中心为400名员工提供了宿舍，并为学生和他们的家人提供了一个资源中心。另外，设计者希望通过教育中心加深校区和学区的联系，使两者融合为一个整体。

建筑设计包括地热区域能源系统，北美最大冷梁的安装。除却工作人员工作效率提高的因素（如办公室之间的行走时间减少了），新设施将学区的碳足迹减少了62.5%。能源需求和排放量在未来将得到时时监控。

所有的人员使用区域均有自然光照及眩光控制，工作区十分注重朝向，以求最大程度的利用日光。材料均经过谨慎选择：所有木材均经森林管理委员会（FSC）认证，所有的材料均不释放有害气体，不产生细小微粒或滋生微生物。

新的节能设施以及室内环境质量的改善会提高生产效率，这是该地区的希望所在。

战略设计

萨里学区热衷于通过将一些老旧设施统一整合在一个新的高性能建筑中，来减少其碳足迹。他们亦致力于以一种有意义的方式贡献社区，在新建筑中开设一些公共课程、展示艺术作品和提供社会服务。萨里是加拿大最多元文化的社区之一，也成为了很多新移民的新家。



社区服务是初来乍到的青年人和老年人在此获得成功的关键。该项目有利于当地经济，因为它为该地区提供了大量的工作需求。

社区

在策划这个项目时，萨里学区高度重视公共空间及设施，以使公众及工作人员能从中受益。设施包括：屋顶露台，员工休息室，自行车存放处，淋浴，健身中心，咖啡厅，带无线网络的公共中庭以及公共庭院。同时，当地土著文化元素的引用提升了空间品质。

该设施位于城市中心，远离偏远地区，员工每年因此能减少4,100小时的行车时间，项目周围交通便利，通过公共交通便可达到，而且学区鼓励大家拼车。

现场生态

学区教育中心周围拥有大片的土地。与场地接壤的建筑物东侧为一片保护森林。建筑周围场地均为景观绿化，停车区域实行最低铺装要求。所有植物均选用低水耗的本地物种。考虑到蚊虫滋生及西尼罗河病毒，社区不采用生态洼地、沟渠或沉淀池收集地表水。

光线与空气

围护结构的合理开孔，能将自然新风从外部特定位置引入办公区域，然后通过中庭上方的排气口及内部烟道自然排出。楼板进深较浅能减小建筑围护尺寸，降低热损耗，控制不必要的太阳能热收集，降低整体建设成本。建筑结构采用重型木梁，能有效控制眩光。



水资源保护

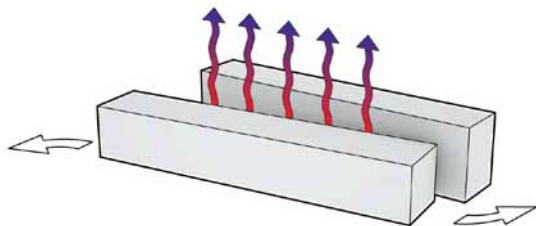
学区非常注重水资源的保护,因此选用了节水装置。该项目将基本用水量从300万升/年减少到150万升/年。这等于约3,700升/人/年或约10升/天,一般情况下大约减少了50%的用水量。由于采用了低耗水植物,因此并无灌溉需求。

对建筑物的深入了解



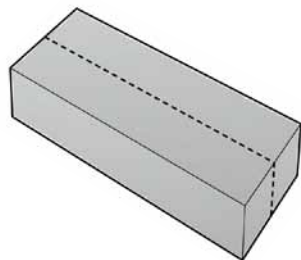
1. 外墙

外墙主体采用玻璃系统，一年四季均可增加自然采光量。南侧采用了内、外遮阳系统，在夏季可降低太阳辐射。弧形屋顶饰面采用带直缝的镀锌板。



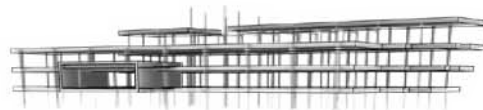
3. 倾斜平面

倾斜体量能进行良好的自然采光、有效组织交通流线、形成烟囱式自然排风效应，并最大限度地提高北立面午后阳光的利用率。



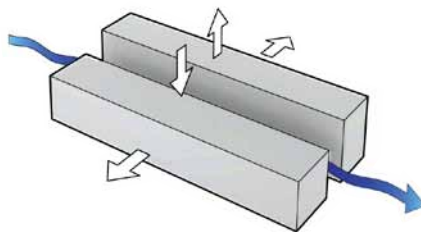
5. 布局

该四层建筑分为行政办公区及会议设施。



2. 结构

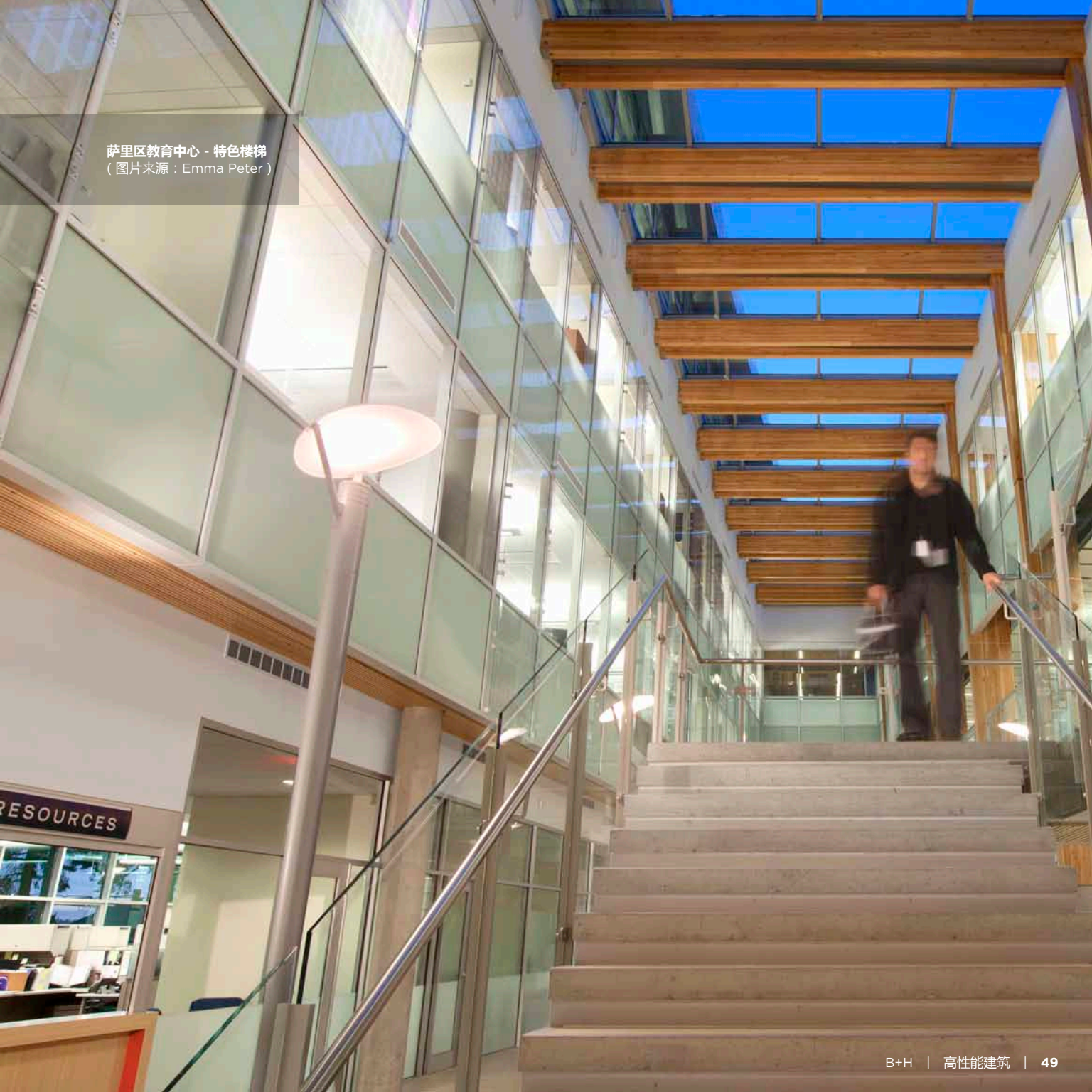
采用混合结构，分别使用当地可持续采伐的木材及高强度粉煤灰混凝土混合结构。



4. 较浅进深

将楼板进行分割可引入更多阳光及景观面，并能从西侧引入新风，形成被动式通风。

萨里区教育中心 - 特色楼梯
(图片来源: Emma Peter)



能源 - 当前与未来

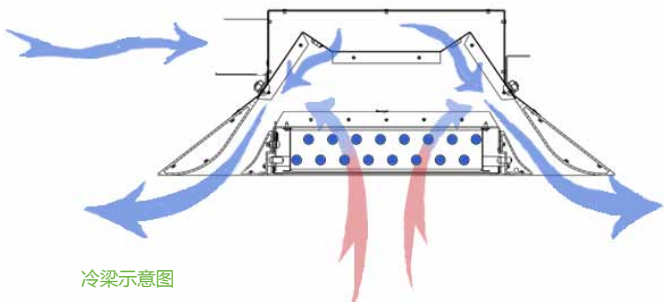
建筑物的朝向确定是通过使用能源建模软件来观察其能源性能。西雅图采光实验室的日光模型可确定建筑物的形状。建筑物的形状和朝向共同提高了自然采光量,同时减少了采暖和降温的需求。最初在澳大利亚和亚洲起步的以水为基础的“冷梁系统”,却是在北美才获得了最广泛的应用,并第一次在世界范围内达到如此的使用规模。预计的能源使用为70千瓦/小时/平方米/年。

该系统是在其使用过程中几乎无声,住户报告显示,这是学区内最舒适的建筑,拥有最低的“过热或过冷”的投诉率。

材料和资源

该项目采用38%的当地材料及25%的再生材料。所有材料均经筛选以避免在制造过程中使用

对人体健康有害的材料。光洁无颗粒物的结构表面不使用饰面材料。建筑混凝土结构中包含再生材料,以降低其能源需求,重型木料的使用确保了结构的耐久性。此外,施工过程中产生的95%的废料均可回收再利用。



冷梁示意图

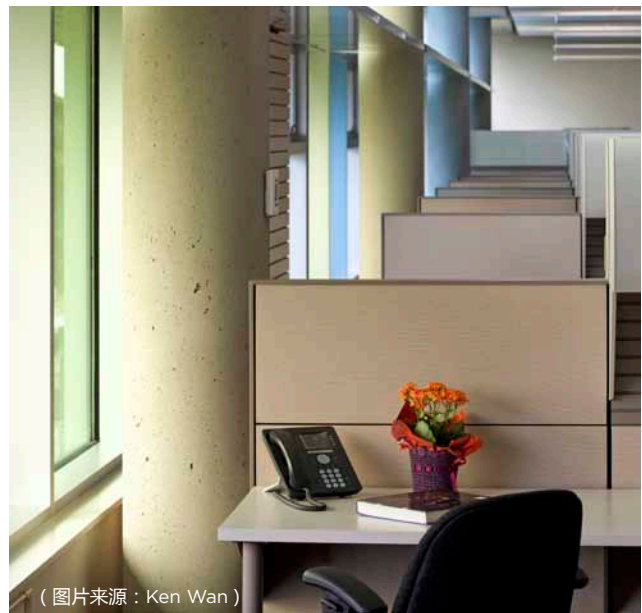




(图片来源：Ema Peter)

建筑生命周期

该建筑在没有增加额外成本的基础上，较程度的提高了其使用性能。事实上它比预算节约了12%。因此，将不产生生命周期成本。这座建筑的结构使用年限预计将达到100年，且外围护结构使用年限为50年。建筑空间可进行灵活分割，分租给多个租户，或完全改变其用途，如改成教室或住宅楼。进深较浅的楼板确保了充足的自然光线，合理设置的出入口位置保证了规划设计的最大灵活性。由于建筑采用了开放式空间设计，内部最大限度的减少了内墙设置。此外，建筑充分采用了再生材料。



(图片来源：Ken Wan)

温莎大学 工程创新中心

位置：加拿大，温莎

面积：310,000 平方英尺 | 28,800 平方米

业主：温莎大学

右图：主中庭，可作为采暖通风缓冲区，设有垂直花园
作为生物过滤器

(图片来源：Toni Hafkenschaid)



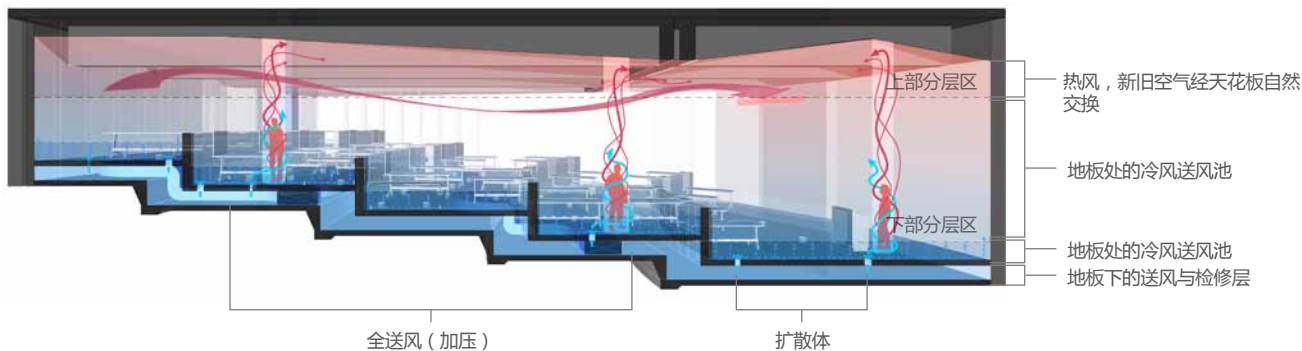
工程创新中心（CEI）被打造成一座“展示教学楼”，学生们可直面贯穿建筑内的电气系统、机械系统、土木工程和环境工程系统来学习。该建筑的建设尽可能使用再生材料，并设置了绿色屋顶、水回收系统，低能耗采暖系统及其他可持续系统。

温莎大学力求通过振兴工程学科，以长期保持其在学术与科学研究领域的领导者地位。他们知道要实现这一目标必须进行巨大的变革和创新，基于这个原因，B+H获邀设计其最新旗舰项目设施。

温莎大学致力于在前沿研究与潜心教学任务之间寻求平衡。新建工程实验室必须在可持续发展框架的基础上保持这一平衡。建筑所强调的可持续发展文化不仅体现在建筑结构与系统上，同时也反映在行为的改变上--通过大量对建筑功能的测试与数据点的监测，获得真实可靠的数据，以确保对建筑性能的深刻了解。

具备可持续发展技术的高性能设施

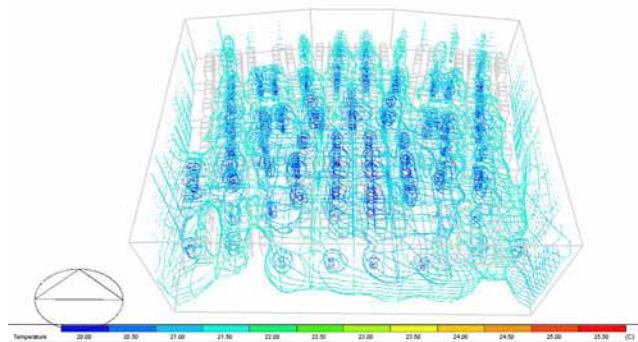
实验室一般能耗相当高，其实这是一种微妙的平衡关系：一方面实验室研发设施能带来一系列创新型进步；而另一方面，这些设施又会带来一系列负面影响：诸如大量的能源消耗，且通常伴随有毒废水和废气的产生。尽管如此，总能通过一系列措施来减轻这些负面影响。这很难制定具体标准来界定，因为每个实验室是按客户不同需求设置的、具有独一无二性，但一个现代实验室的标准能耗值在650-850千瓦/小时/平方米/年之间。温莎大学工程创新中心的目標值为287千瓦/小时/平方米/年。



上图：教室内的置换通风系统

主要教学空间的通风系统采用先进的室外空气通风系统。设计团队利用计算流体动力学（CFD）软件对空气流动和热分层进行建模。运用CFD软件方便了多次迭代设计，以达到最低的能量消耗，同时产生最大的通风效能并确保低噪音。

右图：热梯度



通风

实验室有非常高的通风要求，这是它们高耗能的主要原因之一。在设计工程创新中心（CEI）时，B+H非常细致以确保通风系统既节约能源，同时又保持良好的室内空气质量。被动措施往往是节约能源的最佳方法。理想的情况是能够存储被动能量，在住户需要时可随时释放出被储存的再生能源。

设计工程创新中心（CEI）将主动性空调系统与被动热质结合的方式。混凝土空心板建筑结构作为热质存储系统。末端空心送风系统送出的新风，被太阳能、设备及租户身上散发的储存热能加热升温。

Termobuild®末端空心送风系统

白天，建筑在太阳的照射下升温。居住者和建筑物内的设备也会产生热量。Termobuild®系统通过两个转换机制吸收内部与外部产生的热量：一是热量直接由热源辐射至外露的混凝土板中，二是空气通过混凝土核心筒时，通过导热方式将热量传入混凝土并保存。在冬季，空气在到达所需采暖的内部空间过程中，由混凝土加热，通过混凝土板加热的空气温度比传统的全空气空调系统低一些。相反，在夏季，夜间风扇缓慢地吹冷整座建筑，释放吸收的热量。预先冷却的混凝土会吸收热量，并给居住者提供凉爽的空气。这两种情况都能产生显著的节能效果。

温莎大学Ed Lumley工程创新中心
采用高性能玻璃系统、胶合木结构、遮阳翼片
(图片来源：Toni Hafkenscheid)

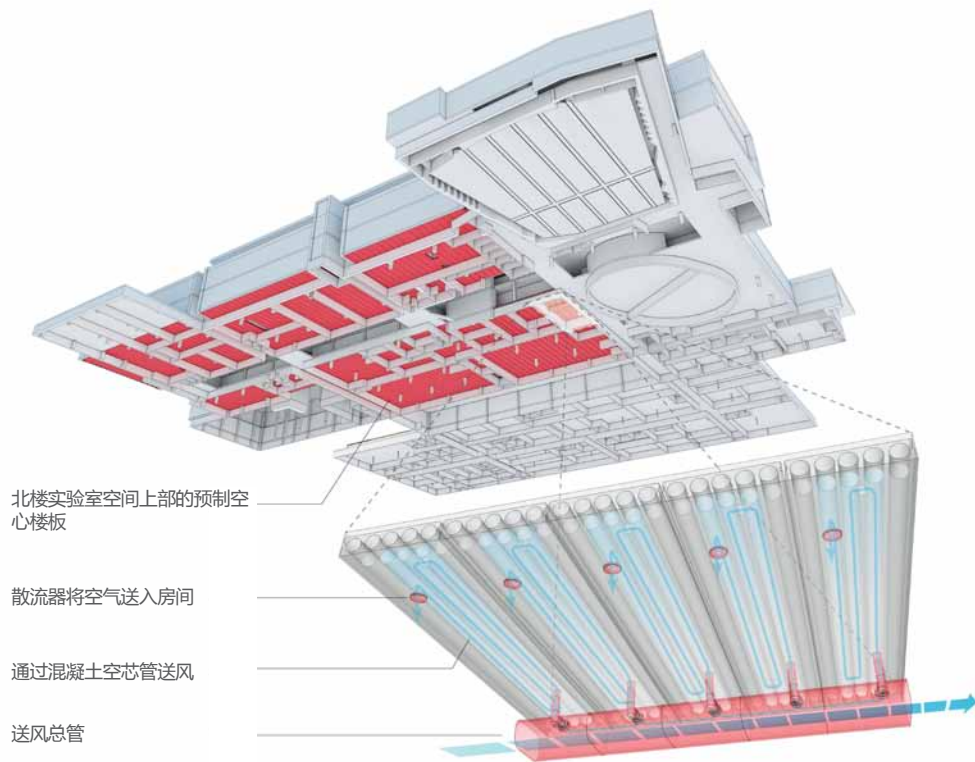




自左上图顺时针方向：研究生工作实，采用胶合木结构；实验室为高屋面结构，墙厚1.5cm；风道实验室。

右图：预制混凝土空心板末端送风系统

Termobuild®系统将楼板结构与空调空气分配系统相结合。空气周期性的通过地面楼板，以储存或带走热量。该系统优势包括回收混凝土楼板所吸收的潜热，这样则不必安装通风管道系统和天花吊顶。通过降低风扇尺寸（风扇功耗降低了30%），及取消管道系统和天花吊顶，可直接节约投资成本。混凝土的“蓄电池效应”所储存的大量热能显著降低了能源消耗（空气量减少）。



室内空气质量和通风效果也是高性能建筑的关键因素。除了Termobuild®系统，工程创新中心（CEI）还在关键领域采用了置换通风系统和生物过滤通风系统。

置换通风系统

这种类型的通风系统运用在大容量的演讲厅，它不仅有助于新风的直接循环，也降低了风扇压力，大大降低能源消耗。由学生和教师产生的内部热流将新风从低区运送至呼吸区，并朝向上部分层区流动。



生物过滤通风系统

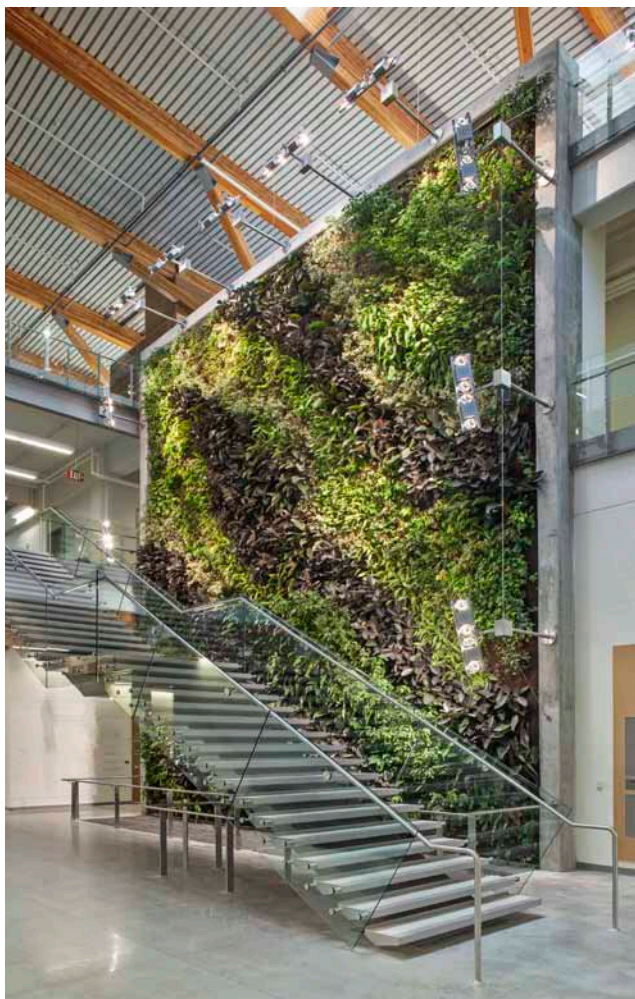
此系统将通过提纯、再氧化及去除挥发性有机化合物等方法提高回风洁净度。系统回风速度低、容量高,因此具有良好的通风效果,大幅降低了风扇压力,从而实现节能。

测量和验证

建筑需要经验数据,以此不断进行性能改进。业主应关心建筑系统性能数据的收集与交流。数据收集系统对解释数据流极为重要,例如可以使建筑物获得有效维护,并有可能进行再次调试,从而不断提高投资回报率。

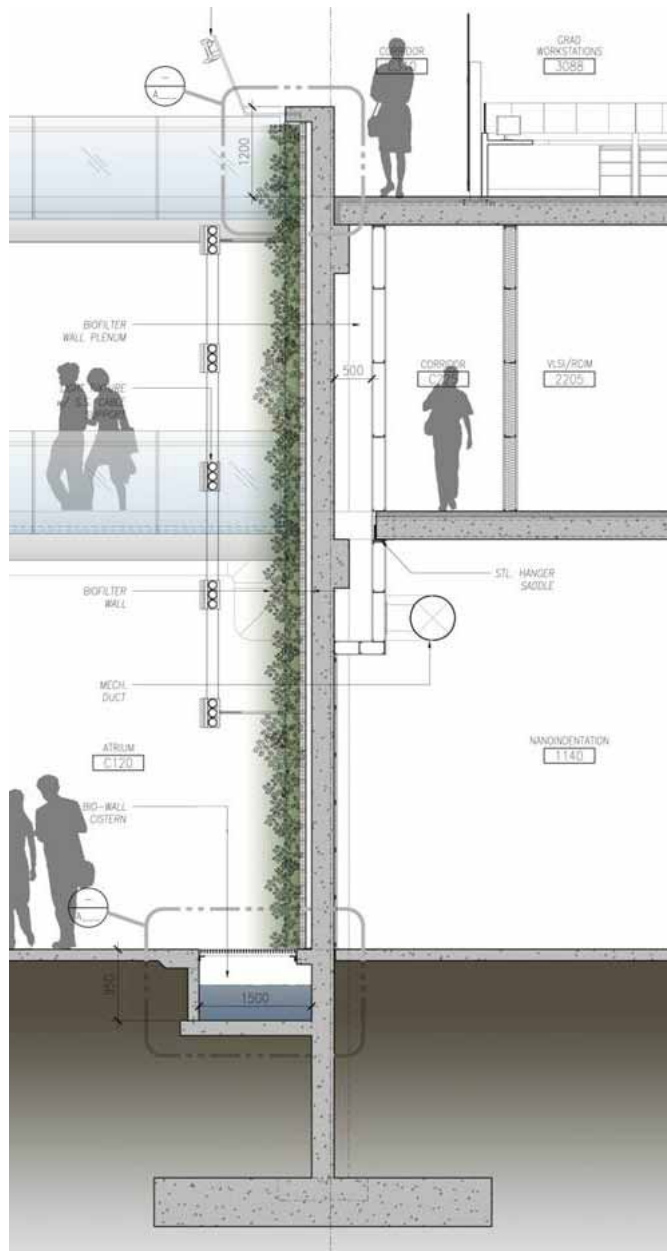
在工程创新中心(CEI),一个全方位的建筑系统与分项系统测量网络保证了学院收集实时数据流的需要。通过这些信息,实

现对建筑进行有效监控及性能优化。此外,信息本身也可作为一种学习工具,学生和研究人员可以通过特殊的网络平台连接网络,进行数据采集及建筑研究。此外,许多个性化实验性的设施监控方案已编入程序。例如,监控绿色种植屋面的热流量,水储存量与蒸发量。监控暖通空调风管压降,测量当地建筑风向模式,并安装了专门的热量计以便精确测量能耗量。



上图：温莎大学工程创新中心 - 绿墙中庭

右图：带生物过滤器的通风系统：该系统利用植物对室内空气进行过滤。垂直花园创造出一个微气候，可吸收二氧化碳和挥发性有机化合物。由于室内空气缓慢通过这些过滤器，空气变得清新，含氧量提高。对空气流的过滤与提纯显著改善了室内空气质量 - 同时植物也能美化室内环境。





其他可持续发展的技术包括：

- R30（有效的）外围护结构
- 超低耗水
- 雨水回收用于厕具冲洗
- 用于混凝土补充胶凝材料（SCMs）
- 仪表种植屋面（数据收集用于研究绿色屋顶的性能）
- 高性能 - 高反射屋顶薄膜
- 全网络控制，带感应与感光探头的照明系统



温莎大学工程创新中心

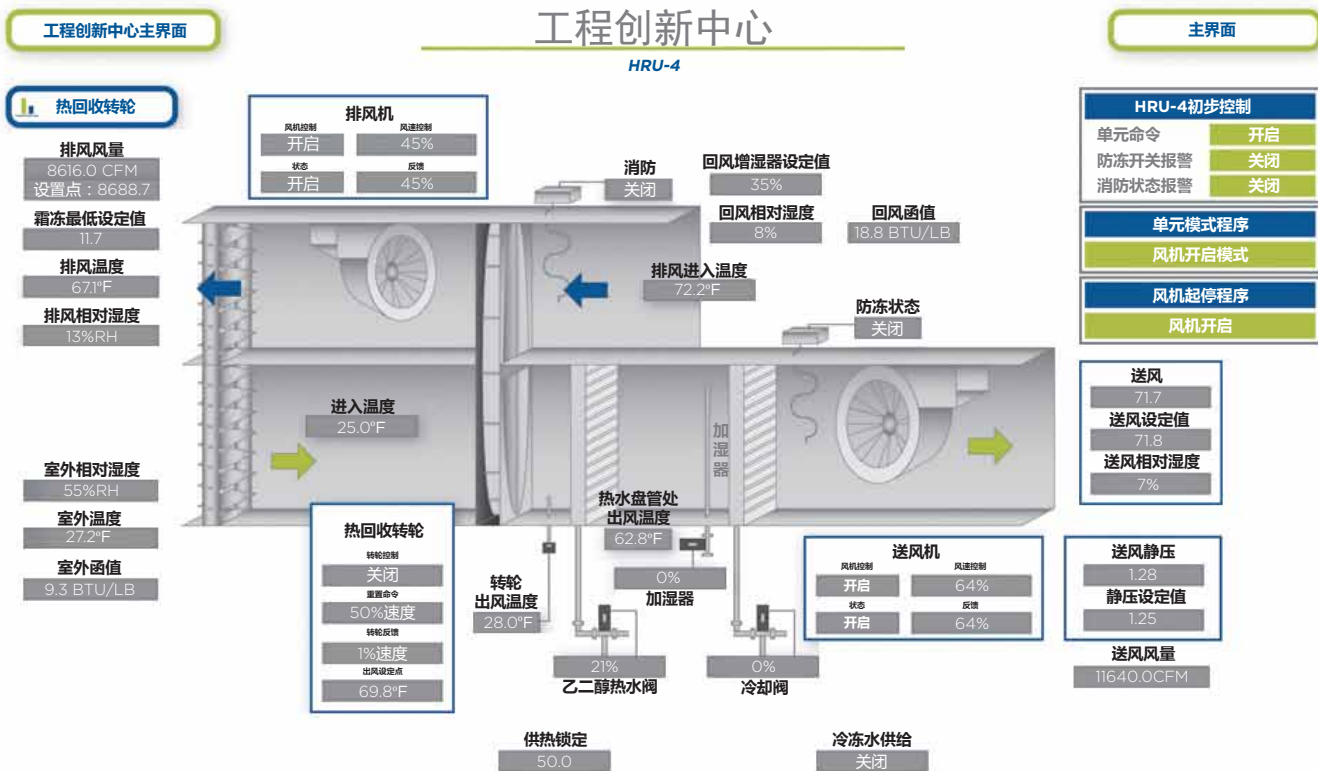
对页：带有绿色屋面的中庭；本页：大厅
(图片来源：Toni Hafkenscheid)

温莎大学工程创新中心
带有置换通风的演讲厅
(图片来源：Toni Hafkenschied)



温莎大学工程创新中心（CEI）力求获得LEED金奖认证。该认证是建筑对学生和研究人员作出的可持续发展承诺的衡量标准。该建筑是工程教学的活工具，也是技术创新的生产实验室，无疑将引起大学社会和全球可持续设计界的兴趣。

下图：作为一个教学工具的测试和验证：数百个建筑系统监测传感器进行数据采集，然后输入楼宇自动化系统（BAS），这些数据还将被传输到Web访问门户网站，学生、教师和研究人员可以对设施运营实时观察。在必要的BAS数据点安装辅助传感器，以更深入的了解此设施的实际工作。这种辅助装置包括：绿色屋顶的热量和水流量监测，管道压力损失传感器，外部风感器，水泥地面热量传感器，生物过滤器的VOC，CO₂监测等等。下面的图表分析描述了已安装的热回收新风机（HRU）数据点的配置。





发现绿色
加拿大，伯纳比
(图片来源：Ema Peter)



第 3 部分

新一代设计

在社区范围获得净零能源 意味着社区内每一栋建筑物的 能源效率最大化， 包括很多现有建筑物， 以及通过使用可再生能源来 满足剩余的能源需求。

净零能源社区：一个时代的建筑，建筑能效研究所，2012年8月

到目前为止，我们已经讨论了如何减少建筑物的能源消耗。绿色建筑是时代所趋，这具有多方面原因，特别是从商业的角度来看。我们讨论了当今可持续发展的状态，但为了设计出最优秀的，最具前瞻性的建筑，我们需要研究最新涌现的一些关键概念。

与Zhexembayeva的著作《嵌入的可持续发展》(Embedded Sustainability) 阐述了三大新兴趋势将继续强有力的影响全球经济：

1. 全球资源的不断消耗
2. 日益增加的透明度的需求
3. 不断增长的创新需求

持续建筑设计带来的是

1. 可再生能源带来更多就业机会
2. 测量和验证的性能指标及重新设计将推动研究
3. 测量和验证的性能指标及重新设计将推动研究³⁰

首先，我们明智地使用了最简单有效的方法来提高能源利用效率。这包括设计不仅要最大限度地被动节约能源，也要找寻新的方法利用可再生资源。这也意味着，要通过测量和验证性能来证明我们的设计。一旦我们在这一范式下设计，也许可持续发展设计创新的下一大步将转向建筑物与周边社区、地区和城市的连通性。只集中于个体建筑物自身减少能源消耗是不够的。了解协作这一方式的优势及在此区充分利用新技术和新系统的建筑设计，是我们在全球实现我们所希望的节能--实现零碳排放的唯一途径。

可再生能源

能源是很充沛的。在45分钟内到达地球表面的太阳能，足够支撑全球整整一年的所有经济活动。³¹ 此外，作为可再生能源，太阳能、水、风和现代生物燃料正越来越多地被使用。

在能源利用领域，人们越来越多的利用太阳能进行加热、冷却和发电，建筑可以充分利用太阳能以减少其对非再生能源的需求。

- **太阳能发热**：热能可以通过各种主动和被动系统收集，并用来加热空气、水及物体内部及表面。
- **太阳能制冷**：建筑可以通过被动设计策略进行冷却，以控制进入和保持在建筑物内的热量，主动系统也同样如此，例如，在建筑物的空调系统中，将太阳能传入冷却机组，可利用太阳能制出冷水。
- **太阳能发电**：太阳光可通过太阳能光伏板，或通过透镜和反射镜系统聚集能量而转换成电能。

30. Laszlo和Zhexembayeva, 嵌入式可持续发展 (Embedded Sustainability), 斯坦福大学出版社, 2011

31. 第三次工业革命 (纽约: 帕尔格雷夫·麦克米伦出版社, 2011年)。



英属哥伦比亚大学学生会大楼
温哥华，加拿大
目标为LEED铂金认证，B+H与Dialog共同设计此项目

一个典型例子是英属哥伦比亚大学学生会大楼（UBC SUB）项目（与Dialog共同设计，在建）。我们使用太阳能加热，冷却和发电。太阳能热水给热动力结构（辐射楼板）和生活用水（DHW）提供能量。它也被用来驱动一个峰值负载的吸附式制冷机。安装在屋顶上的光伏发电板也能给此项目提供电力。

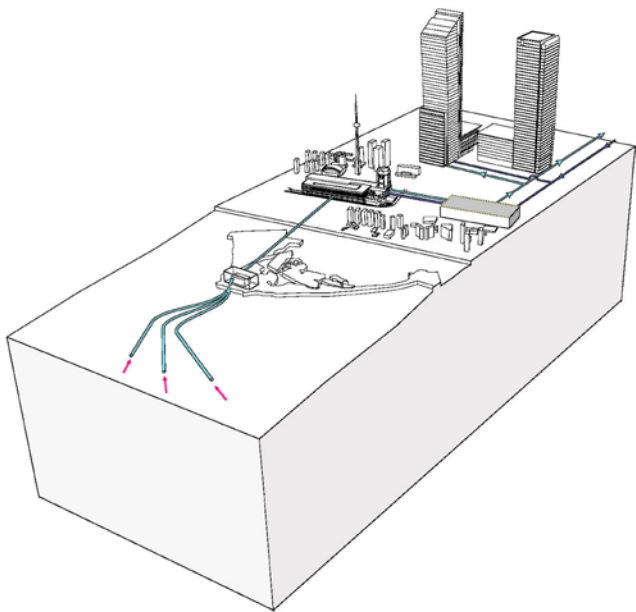
可再生区域能源冷却系统

如何在建设密集的城市环境的基础设施中利用清洁的可再生能源，深层湖水冷却系统是一个很好的例子。这些系统将大型水体内冷的能量用管道输送到人口密集的城市地区，那里的建筑物使用相互连接的冷却系统共享此能源。相比传统的高耗能的空调系统它提供了一个更可持续发展的系统。

世界上最大的水源冷（湖水）却系统位于多伦多，由Enwave能源公司经营。B+H深感自豪参与开发了这一革命性的系统。它是在我们为RBC中心所作的设计中的一个重要组成部分，RBC中心是加拿大的第一个获LEED金奖认证的商业办公建筑，面积超过100万平方米或100万平方英尺。

Enwave系统采用三根进水管，离安大略湖岸边5公里、在表面83米以下获取冷水。冷水不断通过约翰街泵站的普通分配管

道输送到城市供水系统。Enwave不是使用实际的水，而是仅仅利用湖水的寒冷温度，并只用水温为1摄氏度的深度的湖水，这提供了替代传统的空调系统的选择。



左图：
Enwave区域冷却系统，多伦多，加拿大

使用巨大的热容量湖：
Enwave换热器设备承担了城市供水任务。深水地层表现出稳定的温度曲线，因此成为商业核心空调系统超高使用的一个非常有效的热量水盆。通过循环深层的湖水，可产生约50,000吨的总制冷量（在约翰街设施中为40,000吨）。

实证透明度

从设计中积累的经验是我们将建筑设计朝超高性能发展的最重要的工具。只有在深入了解了所有程序和用户的需求，及建筑的实际运行情况，设计人员才能根据必要的反馈，在未来的设计进行调整完善。测量与核实制度提供了这些反馈，弄清如何最好地收集和管理建筑性能数据，能进一步提高评估质量。

皇后大学学习中心项目是一个范例，在这里我们运用了实时建筑策略来收集性能数据，最重要的是，用图表和网络集成界面来反映性能数据。学生、研究人员和公众可通过互联网及其他专用设施获得实时数据，如遍布整个建筑外墙的温度传感器，去除VOC的生物过滤绿墙，照明强度级别等等。每个建筑本身就是一个很好的用以学习的工具，它能促进未来的研究和开发—设计出更高性能的建筑。

规模跃升

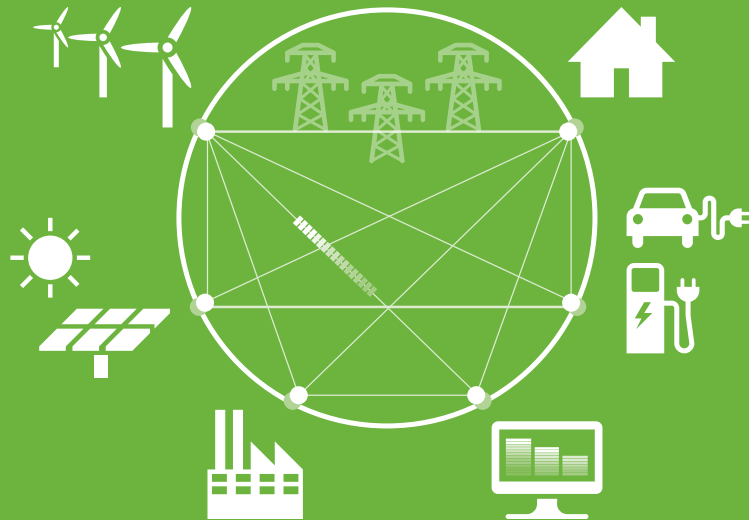
规模跃升意味着观念转变，从原先关注建筑本身及其使用者，

转为更大规模的建筑能源消耗问题。不同的设计使建筑具有不同的使用功能，因此具有不同的能源需求和能源使用模式。例如，一个典型的商业建筑的绝大部分能源消耗发生在白天工作时间，而一个典型的住宅建筑的主要能量消耗则发生在晚上。如能很好地利用这一特点，那么显然就有机会可以分享能源，并能实现协同分配能源。分享能源的想法不仅适用于高度工业化的国家。在发展中国家，“第三次工业革命”³²已有人开始对分享能源的想法付诸实施，控制自己的能源，形成家庭、办公室及工厂之间的“能源互联网”，并因此发展以能源为基础的经济模式。

智能电网：

新兴的智能电网将信息技术与电力服务相结合。传统的模式是大型低效的中央电厂（通常以煤炭作为燃料）向广大的区域提供电力。电力的流动是从公共事业单位向消费者的单向流动，几乎没有相关的相互交流。电力过剩应受到限制，电力的供应量应该完全符合需求量，否则会造成停电。智能电网使电力生产分布面更小、更本地化、来源更加多元化 - 往往是可再生能源。拥有多种能量来源的智能电网可以选择适当的能源实时匹配电力的需求量，因为消费者和公用事业单位可以通过智能电

网彼此了解电力生产及消耗数据曲线。这也意味着，当消费者产生过剩电力时，消费者也可以变成生产者。电力分配和智能通信的结合确保了电力和信息的双向流动。



智能电网：

电力不再只是从发电厂到消费者的单向流动。我们以亲眼目睹了多向交流网络的发展，在此网络上电力可通过数据交换进行购买、销售和管理。

现在消费者已经可以产生部分电力并卖回给电网。电源和数据必须保持流动以确保维持一个完全集成的网络。智能电网能够创建、分析并最终优化能源的使用曲线。

在欧洲，智能电网系统使用数量及范围不断增长。例如，德国的曼海姆市目前正致力于“示范城市曼海姆”项目，其目标是发展“未来的能源市场”。其特点是提供一个实时通信网络，以实现能源市场中的各方利益（消费者，生产商和交易商等），并根据供需变化提供一个变化的价格结构。³²

除个别城市外，欧洲正在描绘一个更为广阔的愿景图，电网系统将在欧洲变得更容易交互操作，以提高安全性和成本效率。³⁴

32. Rifkin, Jeremy, 第三次产业革命 (纽约: Palgrave Macmillan, 2011年)
33. MVV能源, www.mvv-energie.de

34. “欧洲电力网络未来战略研究议程”，欧盟委员会社区研究，2007年

**预计到2030年，
全球在可再生能源项目的投资
将达到700万亿美元，
预计能源生产总量的15.7%
将来自于可再生能源。**

布隆博格新能源经济，《全球可再生能源市场展望》，2011

建筑性能文化

最后，建筑高性能设计的未来在于综合应用这些趋势，使设计师、运营商和居住者共同参与建筑高性能与可持续性发展的事业中，使之形成一种文化。在这项事业中设计发挥的作用越大，实现建筑高性能与可持续性发展的事业的可能性就越大。良好的可持续发展设计能够自我促进，并积极推动实现更高的性能、更强大的功能，并改善设施，以巩固持久的可持续发展理念，开拓一条真实务实又鼓舞人心的未来发展之路。



RBC 中心，多伦多，加拿大
以LEED 金奖认证为目标

绿色发现城商务园区 - 探索绿色建筑12号楼
温哥华，加拿大
LEED® 铂金认证



建筑价值的遗产

B+H

多伦多·温哥华·卡尔加里
上海·北京·香港
新加坡·胡志明·新德里
多哈·迪拜

www.bharchitects.com email@bharchitects.com