

# 大学图书馆建筑设计中的生态设计手法

## SUSTAINABLE UNIVERSITY LIBRARY DESIGN

——以潍坊科技学院图书馆设计为例

——A Case Study of the Library Design in Weifang Science and Technology College

李晓俊、刘丛红

LI Xiaojun, LIU Conghong

### 摘要

借鉴国内外图书馆建筑生态设计理念，本文以潍坊科技学院图书馆设计为例，探索大学图书馆建筑设计中的生态设计手法，包括：建筑形体、模数式设计、屋顶“阳伞”、中庭气流环境、底层架空等，采用模拟软件对双层屋面进行能效检测，模拟被动式遮阳设计和通风设计从而选择最佳的遮阳手段和通风形式。此外，研究还对场所、社区感的营造做了一些探索。希望本文的研究成果和设计方法为我国大学图书馆的设计提供可借鉴的经验。

### 关键词

可持续理念 大学图书馆 生态策略

### Abstract

Through analyzing the projects of eco-libraries in China and abroad, this paper explores ecological strategies for university library design by taking the library design of Weifang Science and Technology College as an example. The strategies include building layout, modular interior design, double-roof, atrium air flow, overhead space of ground floor design, etc. What's important is that the study uses some software to test the energy efficiency of the double-roof, and to simulate the operations of passive shading and ventilation to choose the most effective shading and ventilation installations. This paper also does some research on place construction and community creation. It's hoped that these results and design approach will provide examples for the university library design in China.

### Key Words

Sustainability; University Library; Ecological Strategies

自1987年可持续发展的概念提出以来，在建筑设计领域，基于可持续理念的建筑设计策略日臻完善，其对象分支也愈加细化，出现如生态摩天楼、生态住宅楼、生态图书馆，等诸多类别。生态图书馆是有效利用各种先进技术和材料，巧妙运用或创造优越的周边地理环境建设起来的图书馆，尊重自然，追求人、建筑与自然的和谐统一。大学图书馆作为图书馆建筑的一个特殊类别，其生态设计应综合考虑其共性和个性，因地制宜、灵活变通。

首先，通过研究国内外生态图书馆及其典型的生态设计手法，基于可持续理念的图书馆建筑的生态设计策略可以归纳为以下几点：1) 选址、布局与形态设计；2) 内部空间设计；3) 建筑材料选择；4) 被动式节能设计与建筑智能化；5) 自然采光和绿色照明；6) 自然通风与机械通风相结合；7) 水资源高效利用；8) 计算机模拟分析<sup>1</sup>。

从我国的国情出发，大学图书馆作为图书馆建筑的重要组成部分，有其自身的特点：1) 新建大学图书馆一般是大学校园中的主题建筑，形象和位置都很重要，是校园文化可持续性的载体；2) 由于存在寒暑假，所以大学图书馆在一年中最冷或最热的时间内使用率相对较低，为节能设计提供了一定的前提；3) 受经济条件的限制，大学图书馆的造价不可能太高，这就要求此类建筑中应尽可能采用被动式设计方法，在低造价的前提下，提高舒适度。

下面以潍坊科技学院图书馆为例，探讨大学图书馆建筑设计中具体的生态设计手法。

### 潍坊科技学院图书馆设计探索

图书馆位于潍坊科技学院校区主轴线上，是整个校区的标志性建筑群，包括中文图书馆和外文图书馆。参照上述图书馆建筑中的生态策略，综合考虑建设方的要求和当地的物质技术条件，在建筑方案设计的过程中，我们力求体现21世纪校园风貌，表达生态、科技、人文的设计理念，在营造庄重学府气氛的同时，探索经济适用的生态设计方法。

下面以中文图书馆为例，探讨设计过程中具体的生态设计手法。

中文图书馆正对主校门，前为校区景观广场，后以连廊通至外文图书馆（图1）。该馆是校区的核心建筑，建筑面积3.13万m<sup>2</sup>，共5层。由于图书馆在每年的7月、8月、1月、2月，即最热和最冷的季节中，使用率较低，所以有可能不设集中空调，降低造价。在设计中我们力求运用简单有效的“被动式建造技术”来满足建筑的采光、通风、遮阳等要求，同时达到节能的

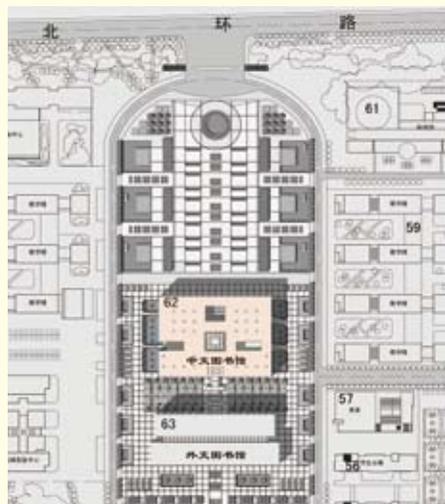


图1 图书馆总平面

目标。根据当地的气候特点，本着“高性能、低能耗”的目标，我们采取了以下生态设计手法：

### 1 建筑形体设计

较低的体型系数有利于建筑节能<sup>2</sup>，但不利于建筑的自然采光，人工采光会增加建筑的采光能耗。为了在体型系数与自然采光之间达成平衡，建筑总体形态采用较小的体型系数来减少建筑外围护结构的传热损失。同时建筑形体局部“切口”，旨在满足大进深阅览空间的自然采光与通风（图2）。

### 2 模数式设计

为了体现可持续发展的理念，延长图书馆建筑的生命周期，当代图书馆设计往往采用“统一层高、统一荷载、统一柱网”的“三统一”原则，便于藏书、阅览、办公、会议等功能的调整，提高建筑的通用性。为此，设计中我们综合考虑多种功能的需要，确定了10m×10m的柱网结构，形成可灵活分隔的大空间（图3）。将固定功能变为动态功能，功能空间可以根据需要进行调整；尽量减少室内固定的结构墙体，必要时可以使用轻质隔音材料或书架等家具作灵活分隔。大空间的开放格局，流程简单直接，为“借藏阅”、“人机书”一体化以及提高馆员的工作效率创造了条件。

### 3 屋顶“阳伞”

20世纪60年代，柯布西耶在印度昌迪加尔



图2 中文图书馆透视

市政建筑的设计中提出了著名的“阳伞原则<sup>3</sup>”。平屋顶上的“阳伞”，能够有效地减少屋顶获得的太阳辐射，一方面利用上层面板遮挡直射阳光，另一方面双层屋面之间的空气被加热，在热压作用的影响下，产生空气流动，加速空气循环。

为了证实双层屋面对建筑能耗的影响，我们选取顶层的一间图书室，运用热模拟软件HTB2模拟单层屋顶与双层屋顶两种不同条件下的室内温度变化情况。因为7月到8月一般为暑假，所以，我们选取的时间是6月30号。该阅览室位于建筑西南角（图3），使用时间为每天上午08:00到晚上22:00。模拟所采用的气象数据来自中国典型年气候（CTYW），下载于Energy Plus网站。

由图4所示的模拟结果可知，采用双层屋盖后，房间气温平均下降1.5摄氏度，中午

以后，温度差更为明显。较好地缓解了夏季炎热的状况。在这种条件下，即便使用空调，也会明显减少空调的开机时间，降低空调的能耗。

### 4 中庭设计

建筑中心的绿化庭院（图5）使建筑获得很好的自然通风和采光。中庭的顶部采用可调节的外百叶遮阳，可有效抵挡夏季强烈的直射阳光，防止中庭内部过热；而在冬季，通过调整百叶的角度，又可使阳光照入室内，增强整个中庭空间的热舒适性。同时，中庭受热压影响产生“烟囱效应”，通过控制底层开窗可以导入夏季热风。在夏季，中庭底层和顶部的百叶窗打开，受热压和风压的双重作用，可以极大地促进建筑的自然通风。

如何更好地利用中庭的烟囱效应来获得有效的自然通风？我们运用Airpak软件模

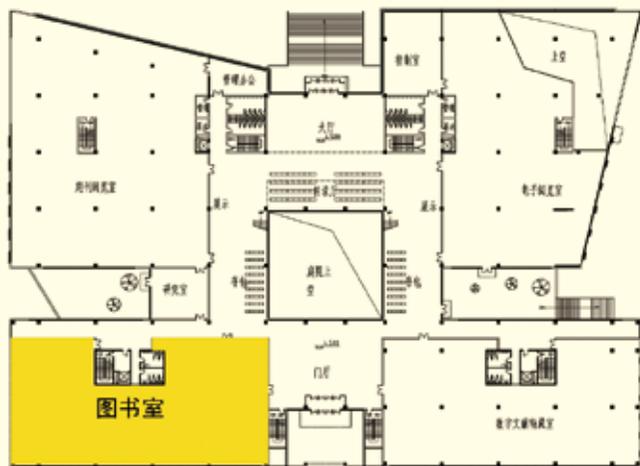


图3 阅览室位置图

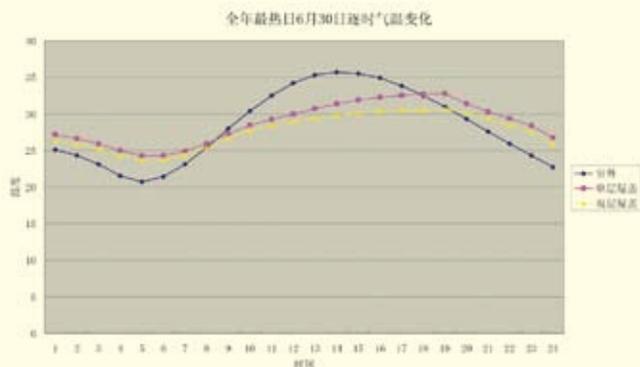


图4 阅览室6月30日逐时气温变化



图5 中庭局部：周边为可控制开启的百叶窗体，通过绿化和水体改变局部小气候

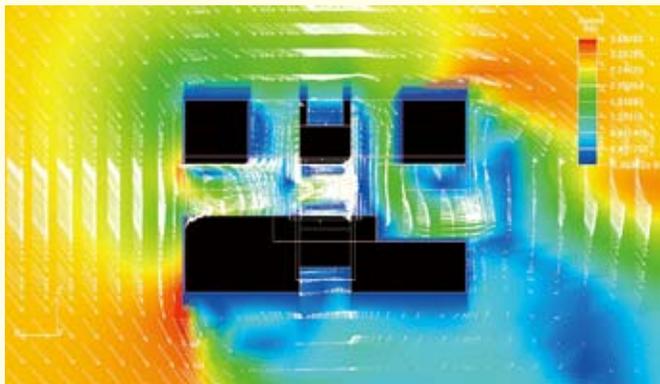


图6 中庭夏季风环境模拟结果（锥体和倒锥体综合体）——水平剖面

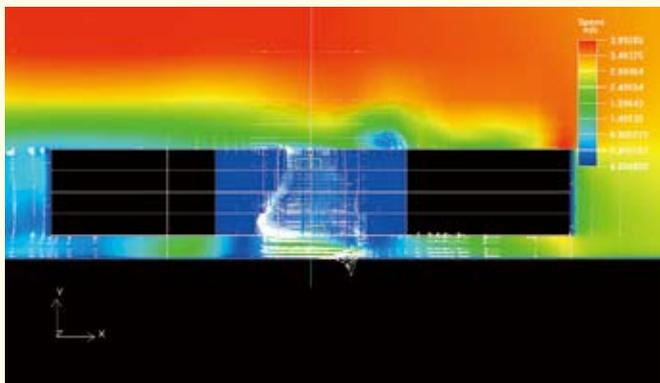


图7 中庭夏季风环境模拟结果（锥体和倒锥体综合体）——东西向横剖面

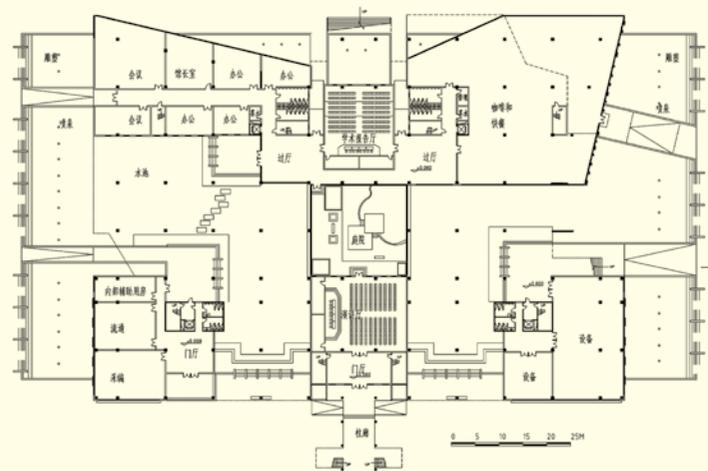


图8 首层平面部分架空

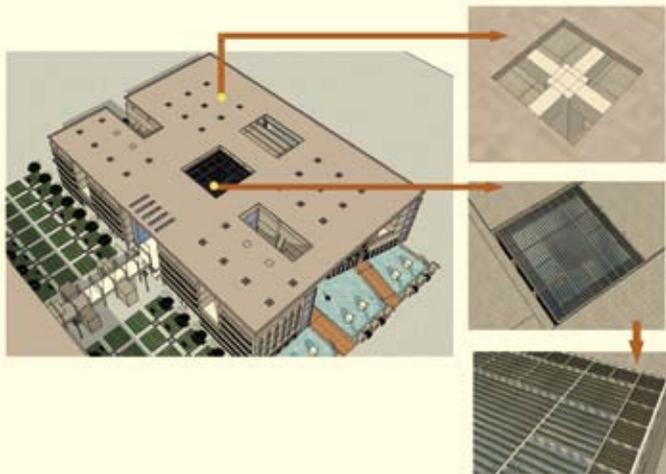


图9 屋盖板细部设计

拟不同形态的中庭，在夏季时的自然通风状况，通过分析比较，选择最佳的中庭形状。

设计过程中分别模拟了四棱柱、圆柱体、椎体、倒椎体，以及组合形体的中庭内部风环境。通过反复模拟，并结合建筑功能要求，最终确定了目前的中庭形态，即椎体在上，倒椎体在下的枣核形态（图6、

图7），既实现了理想的风环境，又创造出独特的室内空间感受。

## 5 场所精神的营造——底层架空

建筑首层平面部分架空，并向中庭开窗，形成从室外空间到中庭屋顶的气流通畅空间，在需要的时候打开百叶窗，促进烟囱效应。架空层的设置还可以加强书库通风，防止书本潮湿、霉变。另外，建筑底层架空部分地面下沉，夏天蓄水可形成景观水面，在美化环境的同时，降低中庭底部进风口的空气温度，改善通风效果；而冬天将水排掉，可作为室外活动场地，

扩大师生的活动范围，体现节地的思想。室外空间结合绿化、水景设计，移步换景，赏心悦目，为师生提供舒适宜人的室外阅读环境，塑造出大学校园的场所精神（图8、图13）。

## 6 细部设计

在细部设计中，我们遵循的原则是：尊重建筑结构和物理环境的实际要求，将形式创新与生态设计有机结合。

为了方便架空屋面排水，我们在架空的屋盖板与柱顶交接处开洞，将梁柱结点外露，形成有韵律的肌理，丰富建筑的第五立面（图9）。

作为校园的标志性建筑，图书馆的体量较大，东西向功能空间难以避免。为了在遮阳的同时，很好地利用太阳光，我们依据潍坊的气候资料，运用Autodesk ecotect软件分析不同角度遮阳板的实际效果，希望能够通过软件模拟确定遮阳板的角度，实现夏季完全遮阳，冬季阳光入射室内的效果。在日照模拟软件的帮助下，我们确定了东西向遮阳板的最佳角度：建筑西侧的遮阳板与东西向轴线成53度夹角；建筑东侧的遮阳板与东西向轴线成57度夹角（图10）。综合考虑建筑遮阳、室内布局、形式美原则、建筑寓意等因素，得出最终形式，仿佛一组组书籍陈列在书架上，形成整齐富有韵律的阴影，契合图书馆的功能意义（图11）。

底层架空采用无梁楼板与盆状柱帽相结

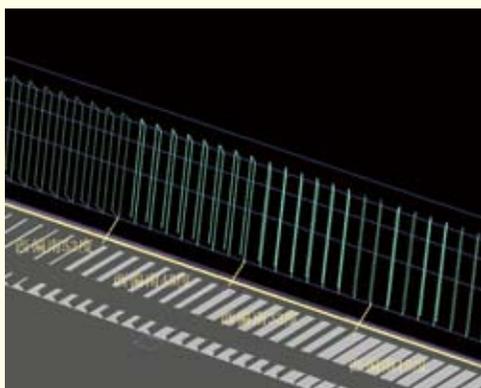


图10 Autodesk ecotect 模拟西立面不同角度遮阳板的效果，可以看到，遮阳板呈西偏南53度时遮阳效果最佳。

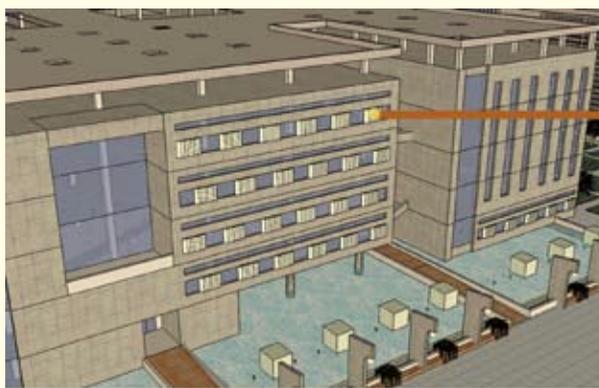


图11 西向遮阳百叶设计

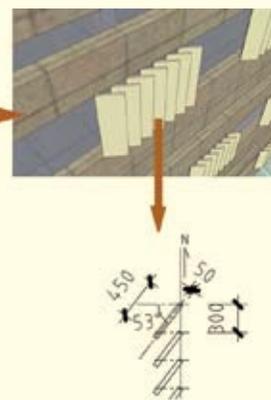


图12 底层架空细部设计

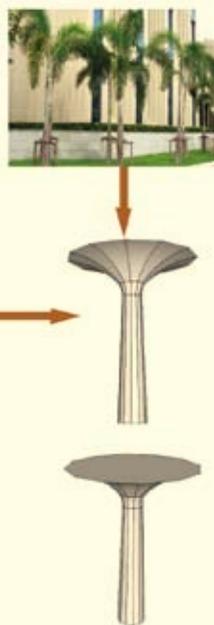


图13 室外环境设计

合，柱子自下而上有收分（图12）。摹仿树的形态，给人以挺拔向上的生命力，软化钢筋混凝土柱的视觉感受，体现绿色生态的形式理念。同时，架空层采用无梁楼盖增加了建筑的底层净高，使空间更开阔舒适。

## 7 环境设计

将绿化引入建筑中庭室内，可调节室温，改善小气候，美化室内环境，为读者提供一个照度均匀、舒适宁静的视觉环境，使图书馆充满生气，更贴近自然。另外，室外空间中水的引入，景观家具结合绿化的设计方式（图13），活跃了环境气氛。建筑室内外空间相互渗透，入口广场以及其后的休闲广场与建筑相得益彰，水景、绿化和铺地等紧密结合，烘托出建筑宁静、庄重，兼有现代活力、引人入胜而不夸张

炫耀的风格。

## 结语

在潍坊科技学院图书馆的设计中，我们力求采用经济可行的被动式生态策略，创造适应当地气候特点，体现当代大学图书馆内涵的建筑形象，将生态设计策略转化成新颖的形式语言。特别值得一提的是，设计中运用HTB2、Airpak与Autodesk ecotect等模拟软件，直观量化地分析生态设计手法的实际效果，优化设计结果，实现形式创新。这是可持续发展理念和数字化技术给建筑设计带来的新方向。

目前该项目已基本建成，我们将持续关注其性能表现，为今后的设计实践积累经验。

注释：

- 1) 纪雁，(英)斯泰里奥斯·普莱尼奥斯.可持续建筑设计实践[M].北京：中国建筑工业出版社，2006.
- 2) 王立雄编著.建筑节能[M].北京：中国建筑工业出版社，2004.
- 3) 邹德侗，戴路.印度现代建筑[M].郑州：河南科学技术出版社，2003.

李晓俊，天津大学建筑学院博士研究生  
刘丛红，天津大学建筑学院教授，博士生导师

本文受国家自然科学基金资助（项目批准号51178292）