



图1 效果图

撰文 武海滨 姚镛 云朋 代春缘 孙汉松 华通设计顾问工程有限公司

摘要 BIM为绿色设计提供了便利的性能化验证平台，而绿色设计则扩展了BIM应用的范围和深度。在中日曹妃甸生态工业园综合服务大楼的设计中，围绕BIM所生成的三维信息化模型进行各种绿色性能化分析和设计，大大提高了工作效率，保证了绿色设计目标的实现。

关键词 BIM 绿色设计 集成化设计 曹妃甸 生态工业园

0 引言

众所周知，环渤海和环京津经济圈是中国经济继珠江三角洲、长江三角洲之后的第三增长极，而曹妃甸正处在第三极的地理中心。中日曹妃甸生态工业园选址于曹妃甸工业园区西北部，规划占地面积40km²，处于曹妃甸工业区核心地带，东临唐山湾生态区，西接大海，南面是1km宽的纳潮河，毗邻曹妃甸港，北靠数万公顷的湿地公园。

位于中日曹妃甸生态工业园核心服务区的配套综合服务大楼（图1），总建筑面积为21 287m²，其中地上建筑面积17 047m²，主楼共14层，裙房4层，地下1层，总高度为57.12m。项目建成后，将为园区内中日商务人士提供接待、休闲、住宿的空间。

综合服务大楼是生态工业园规划中最高的建筑，并且占据了滨河和滨海的有利地形，建成后将成为整个工业园的地标性建筑。加之工业园突出生态特色，所以综合服务大楼特别强调绿色设计，把达到绿色建筑三星标准作为设计目标。

1 BIM模型的建立

在综合服务大楼的设计中，我们引入BIM技术，建立三维信息

化模型（图2）。相比于传统的二维CAD模型，BIM模型不仅能更加直观地表达出建筑的形态和内部的空间结构，而且其所包含的大量建筑信息为绿色分析提供了便利的条件。比如BIM模型中所包含的围护结构传热信息可以直接用来模拟分析建筑的能耗，玻璃透过



图2 综合服务大楼BIM模型

率等信息可以用来分析室内的自然采光，这样就大大提高了绿色分析的效率。同时，绿色分析和设计的结果可以更快地反馈到模型的改进中，保证了绿色分析结果在项目设计过程中的落实。

2 建筑风环境分析

综合服务大楼所在的核心服务区占地面积约1.4km²，在规划设计过程中，我们引入风环境模拟分析技术（CFD），不断调整和优化规划方案，保证了核心区在夏季有良好的自然通风，同时在冬季人行高度的风速小于5m/s，保证室外环境的舒适度。在综合服务大楼的设计上，首先根据室外风环境的模拟结果来合理选择建筑的朝向，避免建筑的主立面朝向冬季的主导风向，有利于冬季的防风保温（图3）。

综合服务大楼中央设置中庭，以此来强化整个建筑的自然通风和自然采光，不仅各个房间自然采光大大改善，而且在室内热压和室外风压的共同作用下，整个建筑的自然通风能力大大提高，有效降低了整个建筑的采光能耗和空调能耗（图4）。

3 建筑自然采光分析

在建筑能耗的各个组成部分中，照明能耗所占的比重较大，为了降低照明能耗，我们特别强调自然采光的设计。在综合服务大楼的设计中，除了引入中庭强化自然采光外，我们还采用了多项被动技术：如地下空间的自然采光通过设置数个大面积的采光天井来实现，采光天井的天窗开在地面，和地面上的植物、水景有机结合；在建筑西侧立面设置遮阳百叶，在保证室内自然采光要求的基础上，遮挡太阳直射，避免室内眩光的产生。

为了验证设计效果，我们利用BIM模型分析大楼建成后室内的自然采光状况。BIM模型包含了建筑围护结构的种种信息，特别是玻璃透过率和内表面反射率等参数，对采光分析尤为重要。图5为首层室内自然采光的模拟结果，从图上看，室内约90%面积采光系数超过2%，远超绿色建筑三星标准中75%的要求。首层以上各层由于建筑自遮挡的减少，自然采光效果更优。

4 建筑综合节能分析

按照中国绿色建筑评价标准的要求，对于达到三星级标准的建筑，其能耗要降低60%。为了实现这个目标，在综合服务大楼的设计

上，除上述的各种被动技术外，我们还引入了多项新技术：在围护结构的设计上，采用了双层中空Low-e玻璃；在每个房间的外侧设置一个封闭的空间，作为室内外的过渡区，既有利于冬季的保温，又有利于夏季的隔热；在设备系统上，空调系统选用地源热泵系统，大大降低了冬夏两季的空调采暖能耗；屋顶设置太阳能热水器，提供整个大楼的生活热水；室内照明系统采用T5节能灯，部分区域选用LED低能耗光源；水系统普遍采用节水器具，并把雨水收集作为室外植被浇灌的重要水源。

由于节能设计涉及到多个专业，各个节能措施之间相互影响，仅靠定性化分析很难综合优化节能方案，因此我们引入量化分析工具，根据模拟结果来改进建筑及设备系统设计，达到方案的综合最优。能耗分析用建筑模型见图6。我们将BIM模型直接输入到节能分析软件中，根据BIM模型中的信息来预测建筑全年的能耗，再根据能耗的大小调整建筑的各个参数，以实现最终的节能目标（表1）。经过反复多次优化，整个大楼的节能率达到67%，超过绿色建筑三星标准的要求。

表1 建筑全年能耗比较

比较内容	参考建筑（80年代标准）		目标建筑（设计值）	
	能耗	标准煤	能耗	标准煤
采暖主机	煤：6435MWh	791ton	电：393MWh	131ton
制冷主机	电：300MWh	100ton	电：168MWh	56ton
输配及控制系统	电：1999MWh	668ton	电：1012MWh	338ton
冷却水系统	电：150MWh	50ton	电：112MWh	37ton
照明系统	电：1491MWh	498ton	电：454MWh	152ton
生活热水系统	煤：2991MWh	368ton	天然气：803MWh	99ton
能耗总计	煤+电：13366MWh	2475ton	天然气+电：2942MWh	813ton
目标建筑相对于基准建筑的节能率				67%

注：标准煤转换关系，1MW热量=0.123ton标准煤，1MWh电=0.334ton标准煤

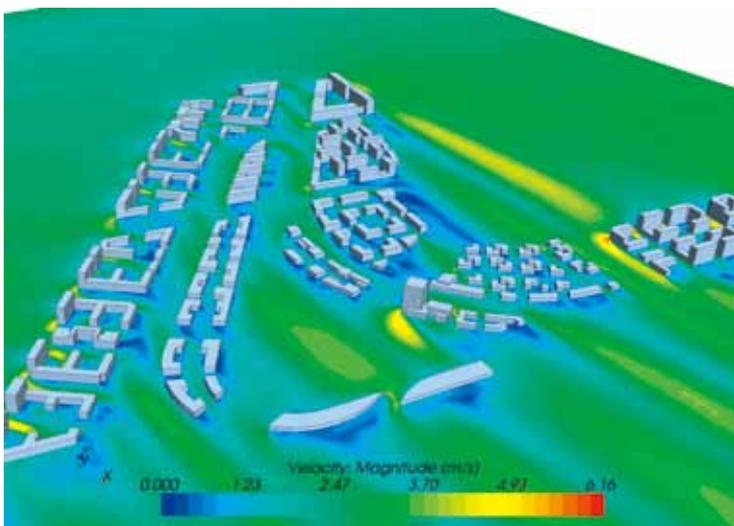


图3 项目周边环境模拟分析（冬季人行高度风速分布）

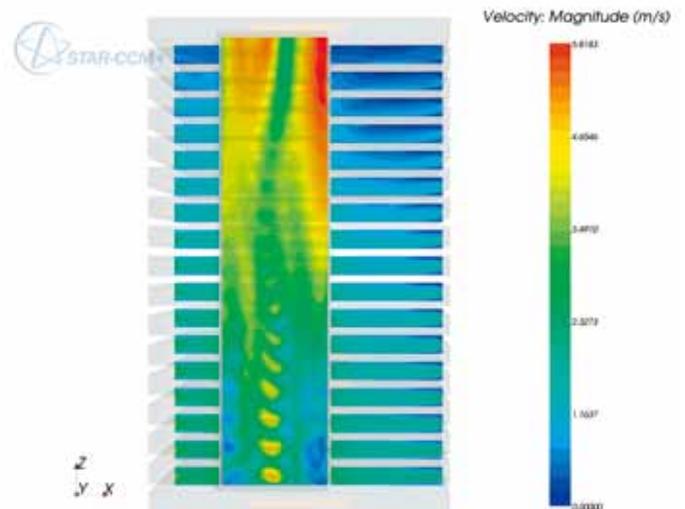


图4 建筑中庭内的自然通风



图5 大楼首层室内自然采光模拟分析结果

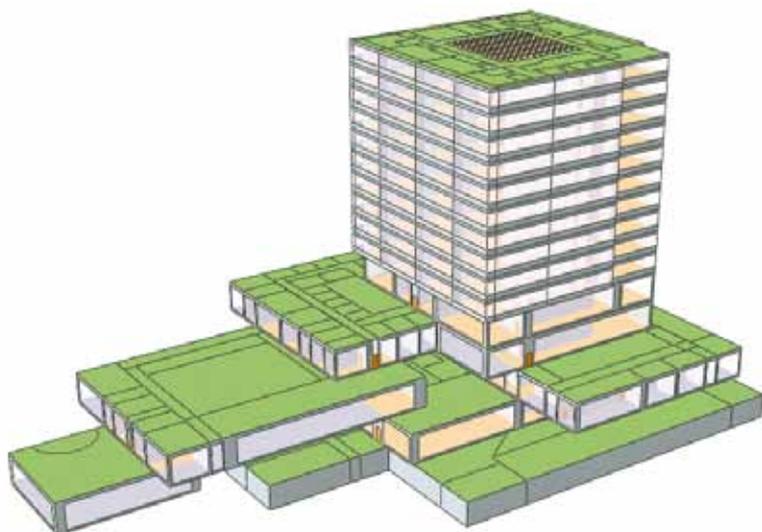


图6 建筑能耗分析用建筑模型

5 结语

传统的建筑设计更多地依靠建筑师和工程师的经验，但随着建筑功能与系统越来越复杂，尤其是绿色和生态等高技术的引入，原有的定性化分析已经很难满足设计要求。绿色性能化分析的引入，不仅可以设计者的想法具象化，而且可以准确地判断各种措施是否可行，并实现系统的优化设计。

综合服务大楼的设计将BIM与绿色性能化分析和设计紧密地联系起来，将建筑师的创作灵感与工程师的缜密分析联系起来。有了BIM这个平台，绿色分析与设计不再繁琐；有了绿色设计这个方向，BIM的应用更加广阔。两者的结合，必将使得未来的绿色建筑更加完美、更加平衡。At

注：本项目获得由中国勘察设计协会和欧特克联合举办的“创新杯”建筑信息模型（BIM）设计大赛最佳绿色分析应用奖二等奖。

参考文献

- [1] 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能年度发展研究报告2010[M]. 北京：中国建筑工业出版社. 2010.
- [2] 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能年度发展研究报告2011[M]. 北京：中国建筑工业出版社. 2011.



作者简介

武海滨，日本东京大学博士、博士后，华通设计顾问工程有限公司绿色事业部总经理。
姚籍，哈尔滨工业大学硕士，华通设计顾问工程有限公司暖通总工程师，绿色事业部技术总监。
云朋，北京建筑工程学院建筑学学士，华通设计顾问工程有限公司绿色事业部高级项目经理。
代春缘，沈阳工业大学建筑学学士，华通设计顾问工程有限公司BIM技术中心建筑师。
孙汉松，新加坡国立大学硕士，华通设计顾问工程有限公司绿色事业部高级项目经理。