

# 天津市建筑设计院档案楼建筑能耗模拟

## Building energy consumption of Tianjin Architecture Design Institute Archives Building

芦岩 武海滨

天津市建筑设计院

**摘要:** 通过采用对比法,利用计算机模拟分析软件 IES<VE>对天津市建筑设计院档案楼建成后的建筑性能、空调系统能耗、照明系统能耗进行动态模拟分析,以期利用模拟分析计算结果对建筑专业及机电专业设计进行设计指导,达到建筑能耗降低至 35%的要求。

**关键词:**对比法、计算机模拟、IES<VE>、建筑能耗

**Abstract :**Computer analysis and simulation of Building performance, Air conditioning system, Artificial lighting system were done on simulation software IES<VE> with contrast method. For the building energy consumption reducing to 35%, the architecture design and mechanical system design were guided by result of analysis and simulation.

**Key words:** contrast method、computer simulation、IES<VE>、building energy consumption

随着能源形势的日益紧张,作为耗能大户的建筑,其节能设计、施工和运行越来越引起人们的关注。尤其是近几年,国家先后出台了有关建筑节能的相关标准和规范。但在设计阶段,如何更好地改进设计,如何更好地落实规范中的要求,始终是摆在建筑师和工程师面前的一道难题。本文旨在通过一个实际案例的计算和分析,介绍在节能设计中越来越重要的全年动态模拟,以及如何使用模拟结果来指导设计。

## 1 项目概况

### 1.1 建筑概况

本项目为天津市建筑设计院新建档案楼,总建筑面积约 5000m<sup>2</sup>,建筑总高度 23.5m,共地上 6 层,建筑主要功能为办公、档案库。

### 1.2 项目定位

本项目为响应国家节能环保的号召,拟建成超低能耗建筑,预期建筑总体能耗降低至 35%,相比目前执行的 50%的节能标准,节能率提高为 65%。

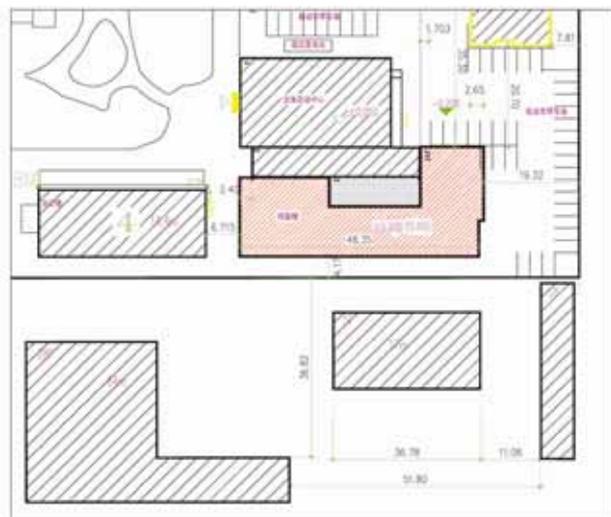


图 1-1 天津市建筑设计院档案楼规划总图

### 3 模拟计算目标

本项目为高标准节能建筑，拟通过计算机模拟分析软件对本项目建成后的建筑性能及空调系统性能进行动态模拟分析，以期利用模拟分析计算结果对建筑专业及机电专业设计进行设计指导，达到建筑能耗降低至 35% 的要求。

### 4 模拟计算依据、方法、软件

#### 4.1 模拟计算依据

《天津市公共建筑节能设计标准》

DB29-153-2005<sup>[1]</sup>

《公共建筑节能设计标准》

GB 50189-2005<sup>[2]</sup>

建筑专业提供的图纸及相关文字资料

标准建筑空调冷源为水冷机组，热源为燃煤锅炉，空调末端系统为 FCU+新风系统；

对比建筑空调系统冷、热源为地源热泵，末端系统为 FCU+新风系统，新风系统热回收效率 65%。

#### 4.2 模拟计算软件

为满足本项目模拟空调系统及照明系统能耗，模拟计算软件采用由英国 Integrated Environmental Solutions Ltd 公司开发的 IES<VE>软件，版本编号 5.8.2。

### 5 模拟计算及分析

#### 5.1 模拟分析路线

本模拟计算采用对比法，即根据《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2005 中对节能率的解释，以 80 年代初的建筑围护结构热工性能参数及相应空调与照明设备性能参数建立基准建筑模型，以相对目前《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2005 要求的建筑围护结构热工性能参数及相应空调与照明设备性能参数更优的设计参数建立拟建建筑模型（低能耗建筑），计算两个模型的空调系统及照明系统能耗，进行比较，进而确定拟建建筑模型的能耗状况，提出拟建建筑的建筑及机电专业的节能设计建议，实现拟建建筑 65% 节能目标。

## 5.2 基准建筑模型（80 年代初建筑）

### 5.2.1 基准建筑围护结构热工参数：

以《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2005 中相关要求，设定基准建筑的围护结构热工参数及室内计算参数见下表 5-1 及表 5-2。

表 5-1 基准建筑围护结构热工参数及机电设计参数

结构名称	传热系数(w/(m <sup>2</sup> *k))
外墙	1.7
外窗	6.40，内遮阳系数：0.8
屋顶	1.26
锅炉热效率	55%
照明指标	25W/m <sup>2</sup>

表 5-2 基准建筑室内设计及计算参数

建筑功能	设计温度( )		相对湿度(%)		设备指标 (W/m <sup>2</sup> )	照明 (W/m <sup>2</sup> )	人员 (人/m <sup>2</sup> )	新风 (m <sup>3</sup> /(p*h))
	夏	冬	夏	冬				
办公	26	20	60	45	20	25	0.1	30
健身	26	20	60	45	5	25	0.25	20
会议室	26	20	60	45	5	25	0.4	20

## 5.4 模型其余参数

### 5.4.1 人员、灯光及设备作息

参照建筑模型及拟建建筑模型，人员、灯光及设备作息参数详见图 5-1。

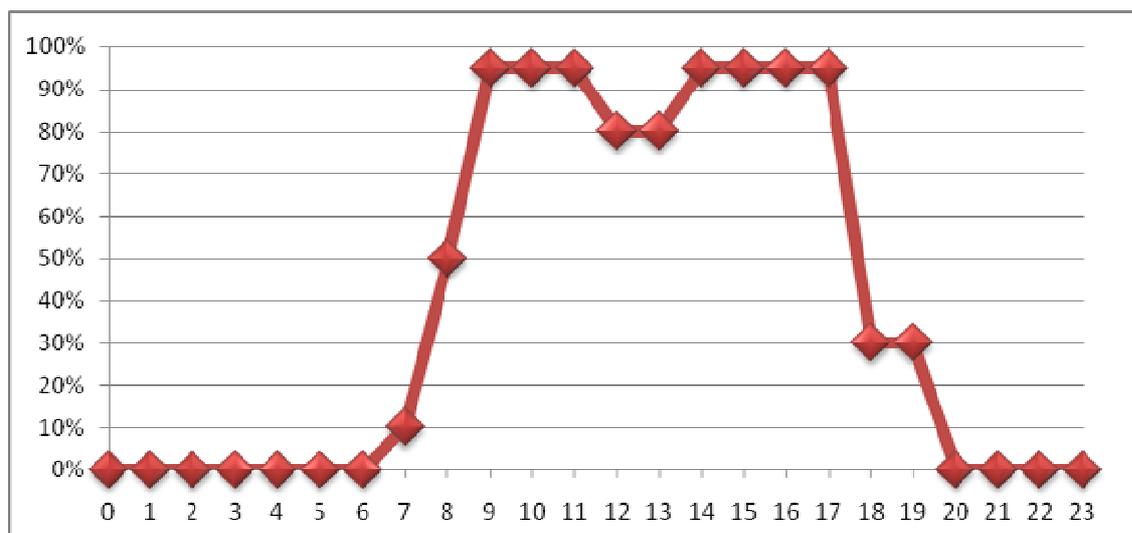


图 5-1 人员、灯光及设备作息参数

### 5.4.2 空调系统日作息

参照建筑模型及拟建建筑模型，空调系统日作息参数详见图 5-2。

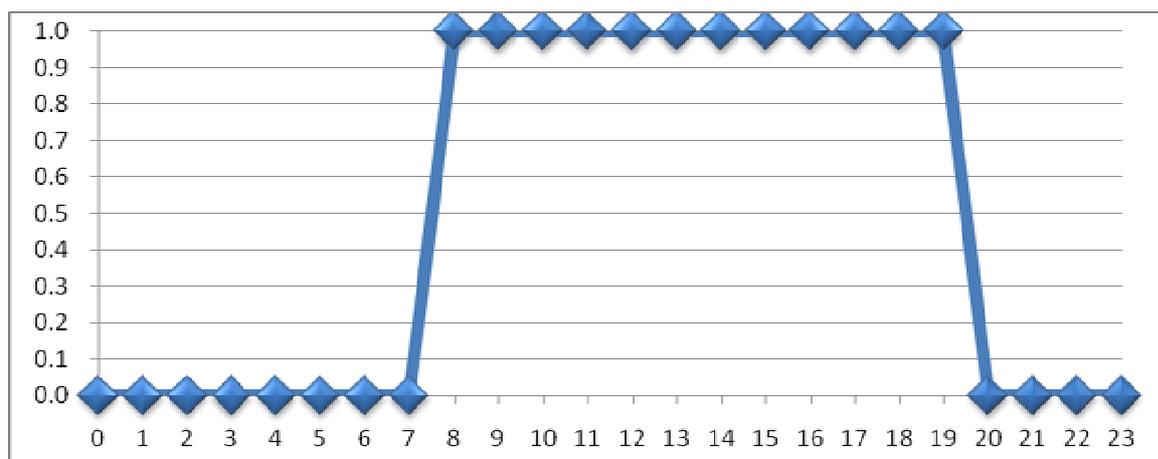


图 5-2 空调系统日作息参数图

### 5.4.3 空调系统年作息

参照建筑模型及拟建建筑模型，空调系统年作息参数详见图 5-3。

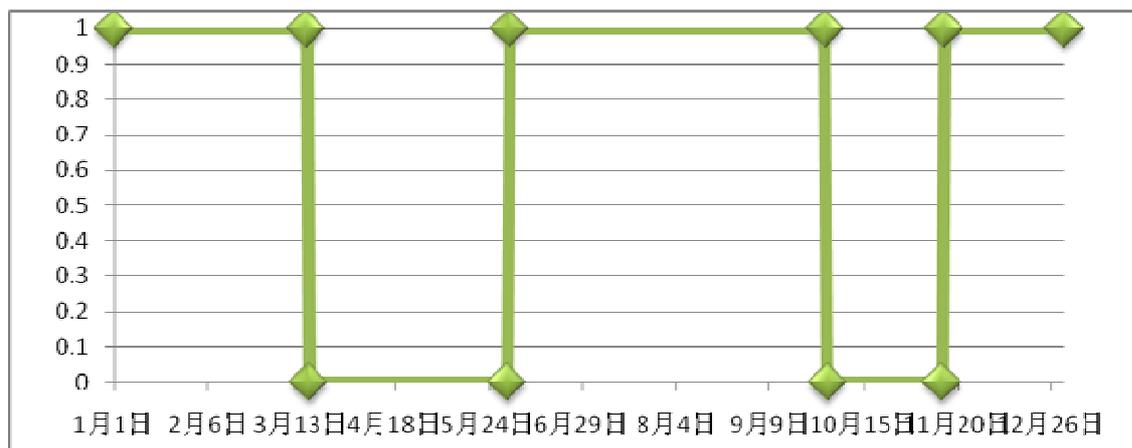


图 5-3 空调系统年作息参数图

### 5.4.4 外界障碍参数

本项目坐落于天津市建筑设计院院内东南角，其周围有多个既有建筑，对本项目空调系统具有较大影响，详见表 5-5 及图 5-4。

表 5-5 既有建筑信息表

既有建筑编号	建筑高度	影响
X1	14.4	建筑西向自然采光及空调系统负荷与能耗
N1	84	建筑南向自然采光及空调系统负荷与能耗
N2	17	建筑南向自然采光及空调系统负荷与能耗

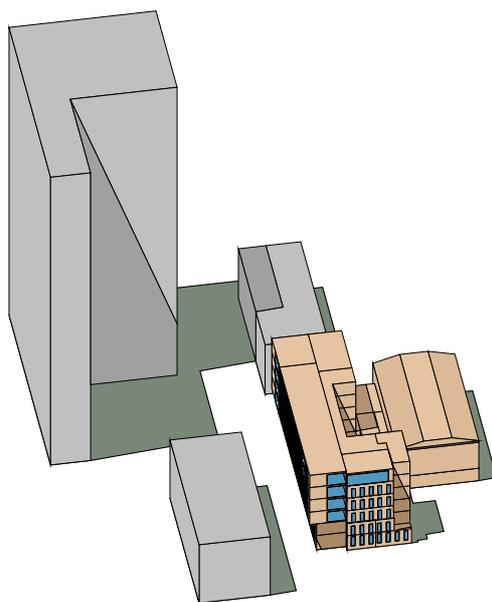


图 5-4 模型日照分析图

### 5.4.5 模型建立

本项目采用 IES<VE>软件进行模拟，模型通过插入 CAD 建筑图纸绘制而成，基准建筑及拟建建筑模型平面图见图 5-5。

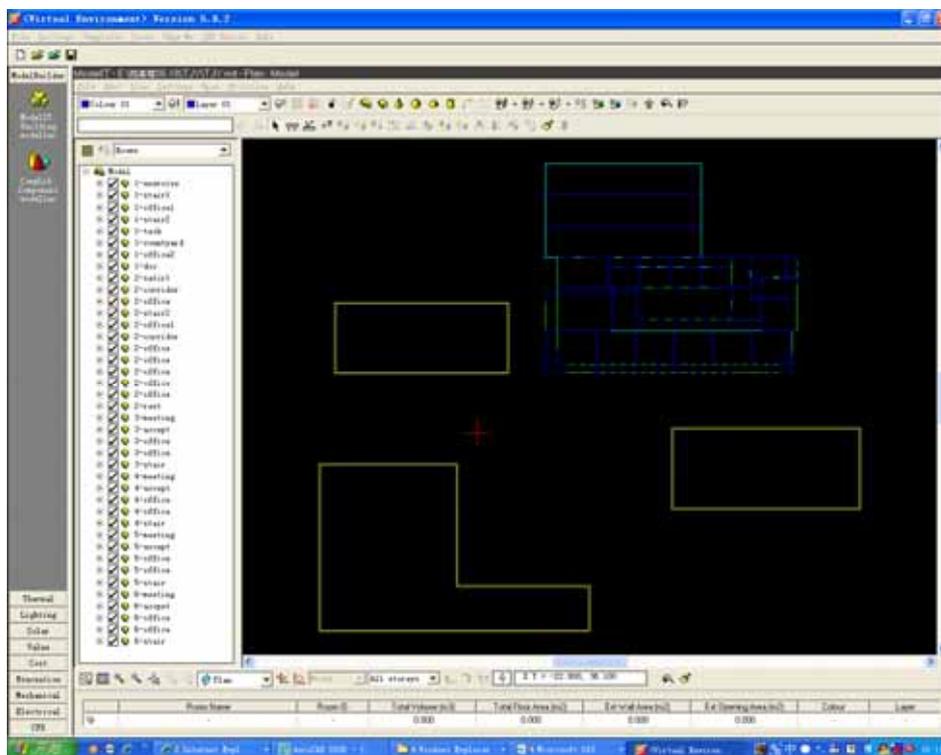


图 5-5 模型平面图

## 6 模拟计算结果

## 6.1 基准建筑模拟计算结果

基准建筑模型模拟参数见表 6-1。

表 6-1 基准建筑模型模拟计算参数表

序号	模拟参数
1	空调热源采用燃煤锅炉，热效率为 55%
2	空调冷源为冷水机组，COP=3.5
3	空调末端输送及控制系统能耗指标 20w/m <sup>2</sup>
4	空调末端系统形式为风机盘管+新风系统

经过对基准建筑模型模拟计算，本项目基准建筑空调负荷峰值及能耗情况见表 6-2 及表 6-3。

表 6-2 空调系统峰值及指标

热负荷峰值 (kW)	352.396	冷负荷峰值 (kW)	569.769
热指标峰值 (W/m <sup>2</sup> )	84.710	冷指标峰值 (W/m <sup>2</sup> )	136.963

表 6-3 基准建筑建筑能耗

月份	空调总供热量 (MWh)	空调总供冷量 (MWh)	热源供热能耗 (MWh)	冷源供冷能耗 (MWh)	空调系统设备及控制能耗 (MWh)	照明系统能耗 (MWh)
1	54.3814	0	90.636	0	18.03	20.64
2	48.5417	0	80.903	0	17.171	19.657
3	7.5977	0	12.663	0	10.558	22.606
4	0	0	0	0	0	21.623
5	0	0	0	0	0	20.64
6	0	64.9692	0	21.656	18.888	21.623
7	0	84.1754	0	28.058	18.888	21.623
8	0	82.8124	0	27.604	18.888	21.623
9	0	47.4176	0	15.806	18.888	21.623
10	0	0	0	0	0	20.64
11	23.0582	0	38.43	0	10.465	21.623

12	49.0525	0	81.754	0	19.747	22.606
小 记	182.6315	279.3746	304.386	93.124	151.523	256.527
总 计	-	-	805.560 (MWh)			

本项目基准建筑全年空调系统及照明系统总能耗约 805.560MWh，其中空调系统总能耗占 68%，照明占 32%。详见图 6-1。

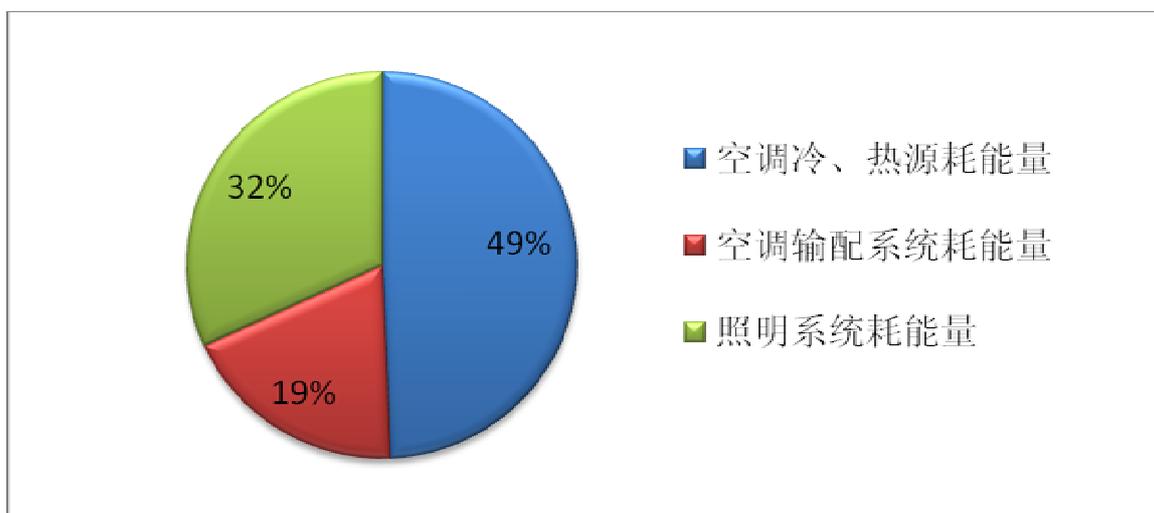


图 6-1 基准建筑建筑能耗比例图

## 6.2 拟建建筑模拟计算结果

拟建建筑模型采用地源热泵空调系统，冬季供热，夏季供冷，采取的节能措施见表 6-4。

表 6-4. 对比建筑模型采用的节能措施

序号	采取措施部位	节能措施
1	外窗	外窗采用双层 LOW-E 玻璃，外窗遮阳系数 0.3
2	照明系统	照明系统采用电控工位照明系统，依照人员情况，调节照明设备开启数量
3	新风系统	新风系统采用全热回收型热回收，热回收效率 65%
4	热泵机组	采用高效热泵机组，机组制冷/制热 COP=4.5/4.2
5	风机盘管机组	采用无刷直流电机，提高风机效率 2 倍

采用上述节能措施后，经模拟计算，本项目拟建建筑空调负荷峰值及能耗情况见表 6-5 及表 6-6。

表 6-5 拟建建筑空调系统峰值及指标

热负荷峰值 (kW)	268.772	冷负荷峰值 (kW)	325.242
热指标峰值 (W/m <sup>2</sup> )	64.6	冷指标峰值 (W/m <sup>2</sup> )	78.18

表 6-6 拟建建筑建筑能耗

月份	空调总供热量 (MWh)	空调总供冷量 (MWh)	热源供热能耗 (MWh)	冷源供冷能耗 (MWh)	空调输配系统设备及控制能耗 (MWh)	照明系统能耗 (MWh)
1	21.9138	0	5.155	0	5.334	7.573
2	19.2501	0	4.529	0	5.08	7.213
3	2.5151	0	0.592	0	2.839	8.294
4	0	0	0	0	0	7.934
5	0	0	0	0	0	7.573
6	0	40.7155	0	11.633	7.62	7.934
7	0	45.8912	0	13.112	7.874	7.934
8	0	45.9454	0	13.127	7.874	7.934
9	0	28.3843	0	8.11	7.62	7.934
10	0	0	0	0	0	7.573
11	9.0593	0	2.131	0	2.805	7.934
12	19.8015	0	4.658	0	5.842	8.294
小记	72.5398	160.9364	17.065	45.982	52.888	94.124
总计	-	-	210.059 (MWh)			

本项目拟建建筑全年空调及照明系统能耗约 210.059MWh，其中空调系统总能耗占 55%，照明占 45%。详见图 6-2。

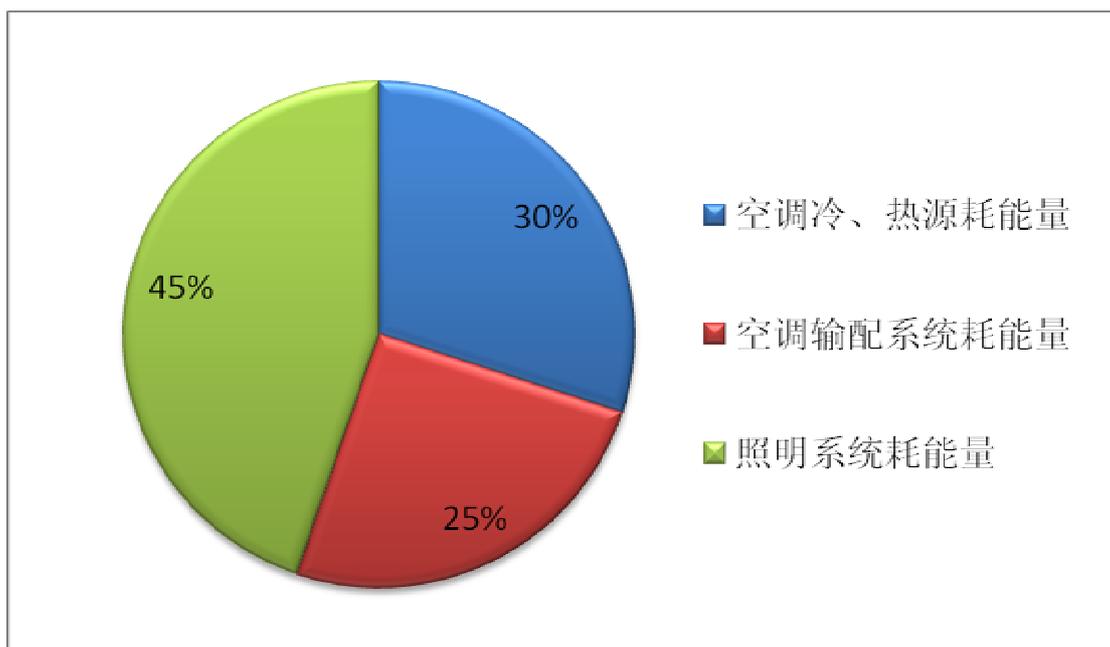


图 6-2 拟建建筑建筑能耗比例图

## 7 模拟计算结论及建议

### 7.1 能耗分析结论

本项目建筑能耗节能率为 73.9%。数据详见表 7-1。

表 7-1 建筑能耗对比表

能耗	能耗(MWh)/节能率(%)
标准建筑建筑能耗	805.560/0%
拟建建筑建筑能耗	210.059/73.9%

### 7.2 节能设计指导建议

拟建建筑实现 73.9%的节能目标，需严格按照以下节能措施进行设计。

#### 7.2.1 围护结构热工性能参数建议

围护结构热工性能参数建议见表 7-2。

表 7-2 围护结构热工性能参数

结构名称		传热系数(w/(m <sup>2</sup> *k))		
外墙		0.33		
外窗	双层 Low-e 玻璃	北	2.0	-
		南/东	2.0	外窗遮阳系数 0.3
		西	2.0	外窗遮阳系数 0.3
屋顶		0.40		

#### 7.2.2 空调系统建议

空调系统建议见表 7-3。

表 7-3 空调系统节能设计建议

项目	供冷	供热
空调冷、热源	地源热泵	
空调冷、热源主机	制冷 COP 4.5	制热 COP 4.2
空调系统供、回水温度	6/13	55/45
空调末端系统形式	FCU+新风	
FCU	采用无刷直流电机	
新风机组	采用全热回收型新风机组，全热回收效率 65%	
空调系统控制	一次泵变频变流量控制	

### 7.2.3 照明系统

照明系统节能设计建议见表 7-4。

表 7-4 照明系统节能设计建议

	节能设计建议
照明末端设备	采用高效照明灯具，在满足 300Lux 要求下，照明灯具电气装机指标 11W/m <sup>2</sup>
照明系统控制	采用工位控制，即根据人员在室情况调整照明设备开启数量

## 8 结论

- 1) 本文通过一个具体的案例，介绍了如何在实际项目中引入计算机模拟技术来辅助设计，尤其是在项目的早期阶段，通过对建筑全年能耗的模拟，可以详细地分析各种新技术在建筑节能中所能发挥的作用，为建筑方案决策及技术优化提供了坚实的基础；
- 2) 针对本案例的技术方案特点及所在地的气象条件，主要通过改进围护结构性能、提高空调系统冷热源效率及输配效率、强化照明系统的自动化控制等措施，可以达到节能约 74% 的效果。
- 3) 通过本例的模拟计算，我们可以看出，建筑作为一个技术综合体，要实现其节能目标，必须从多个技术角度出发，系统化地改进提高建筑的节能性能，如果仅仅是凭借某项新技术，是很难达到节能要求的。

### 参考文献

- [1] 天津市建筑设计院，天津市墙体材料革新和建筑节能管理中心《天津市公共建筑节能设计标准》DB29-153-2005，2005.09.21

[2] 中华人民共和国建设部 《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2005, 中国建筑工业出版社, 2005