



绿色建筑工程师职业培训教材
全国高等职业院校选修课程系列教材

绿色建筑 综合案例分析



人社部中国就业培训技术指导中心 组织编写



绿色建筑工程师专业能力培训用书编委会 编

中国建筑工业出版社



绿色建筑工程师职业培训教材
全国高等职业院校选修课程系列教材

绿色建筑 综合案例分析



人社部中国就业培训技术指导中心 组织编写



绿色建筑工程师专业能力培训用书编委会 编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

绿色建筑综合案例分析/人社部中国就业培训技术指导中心组织编写; 绿色建筑工程师专业能力培训用书编委会编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2015. 10

绿色建筑工程师职业培训教材

ISBN 978-7-112-18459-0

I. ①绿… II. ①人…②绿… III. ①生态建筑-案例-建筑师-职业培训-教材 IV. ①TU18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 219752 号

《绿色建筑综合案例分析》根据人力资源和社会保障部下属的中国就业培训技术指导中心绿色建筑工程师职业培训及考试大纲进行编写, 用于从事绿色建筑工程师职业培训与考试的指导用书。

本书以《绿色建筑基础理论知识》、《绿色建筑实操技能与实务》和《绿色建筑相关法律法规与政策》三本书为基础, 针对绿色建筑评价过程中的主要环节内容, 以案例的形式进行点评和分析, 帮助读者在分析案例过程中掌握绿色建筑相关技能。全书共 10 章, 总计 100 个案例。具体为: 第 1 章绿色建筑费用效益案例分析; 第 2 章绿色建筑技术案例分析; 第 3 章绿色建筑设计案例分析; 第 4 章绿色建筑施工案例分析; 第 5 章绿色建筑运营管理案例分析; 第 6 章绿色建筑专题评价案例分析; 第 7 章合同能源管理案例分析; 第 8 章美国 LEED 评价体系案例分析; 第 9 章绿色建筑检测案例分析; 第 10 章绿色建筑综合评价案例分析。

责任编辑: 封毅 毕凤鸣

责任设计: 李志立

责任校对: 张颖 关健

绿色建筑工程师职业培训教材

绿色建筑综合案例分析

人社部中国就业培训技术指导中心 组织编写

绿色建筑工程师专业能力培训用书编委会 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 19½ 字数: 487 千字

2015 年 10 月第一版 2015 年 10 月第一次印刷

定价: 45.00 元

ISBN 978-7-112-18459-0

(27717)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

编 委 会

编 委 会 主 任：陆泽荣

主 编：李 飞

副 主 编：单春明

本 书 编 委：陆泽荣 李 飞 单春明 刘 睿 孙宝樑

孙雅欣 周 骧 徐双喜 杨华金 王丽萍

倪守春 庄东明 姜 可 姜学宜 翁 萍

梁小龙 邬 珊 刘鹏飞 周 健 李洪哲

本套丛书编委：陆泽荣 刘 睿 杨华金 孙宝樑 李 飞

翁 萍 孙立华 周 健 孙逢鸿 姜 可

姜学宜 孙雅欣 周 骧 单春明 邬 珊

倪守春 刘鹏飞 梁小龙 徐双喜 王丽萍

苗冠军 庄东明 梅星新 李洪哲 贾 婧

宋丹丹 雷 莹

前言

《绿色建筑综合案例分析》根据人力资源和社会保障部下属的中国就业培训技术指导中心绿色建筑工程师职业培训及考试大纲进行编写，用于从事绿色建筑工程师职业培训与考试的指导用书。

本书的技术指导单位中国北京绿色建筑产业联盟（联合会）为本书的编写提供了知识体系的设计规划指导，并组织了教研小组和编写团队，各位编委在百忙中为本套书进行了严谨、细致而专业的撰写，为本套书的学术质量提供了有力的保障。

感谢百高职业教育集团对本书提出了涉及各章节知识点的技巧、方法、流程、标准等专业技能要素设计需求，协助组织了教材编写专家研讨会。通过研讨会确定了编写标准、内容大纲及最新的法规政策，为本套书的技术要素提供了准确的方向。

本书在第一版（绿色建筑工程师岗位技术能力培训——综合案例分析，天津科学技术出版社，2014年版）的基础上，按照《绿色建筑评价标准》2014新版本编写。本书以《绿色建筑基础理论知识》、《绿色建筑实操技能与实务》和《绿色建筑相关法律法规与政策》三本书为基础，针对绿色建筑评价过程中的主要环节内容，以案例的形式进行点评和分析，帮助读者在分析案例过程中掌握绿色建筑相关技能。全书共10章，总计100个案例。具体为：第1章绿色建筑费用效益案例分析；第2章绿色建筑技术案例分析；第3章绿色建筑设计案例分析；第4章绿色建筑施工案例分析；第5章绿色建筑运营管理案例分析；第6章绿色建筑专题评价案例分析；第7章合同能源管理案例分析；第8章美国LEED评价体系案例分析；第9章绿色建筑检测案例分析；第10章绿色建筑综合评价案例分析。

调整了部分章节安排，原第6章绿色建筑评价标识案例分析调整为：第6章绿色建筑专题评价案例分析和第10章绿色建筑综合评价案例分析两章；一方面考虑读者学习了前面各章案例分析，再通过最后一章两个综合案例分析的学习，能更好地完整理解和掌握绿色建筑设计评价和运行评价的主要内容，同时考虑各章内容篇幅更加均衡。增加了第九章绿色建筑检测案例分析，因为绿色建筑检测是运行评价的依据和重要的前提条件。

全书由江苏双强工程有限公司和江苏保利来岩土工程有限公司总工程师、江苏省盐城工学院李飞教授任主编，并负责第1、2、3、6、8、9、10章共7章的编写；盐城市工业职业技术学院单春明副教授任副主编，主要负责编写了第4、5、7章三章；盐城工学院梅星新老师参加了部分章节的编写和书稿整理工作。为本书提供工程案例的有：孙雅欣、周骧、徐双喜、杨华金、王丽萍、倪守春、姜可、姜学宜、翁萍、梁小龙、邬珊、刘鹏飞等，相关案例已经编入有关章节，这里一并表示感谢！特别感谢本书第一版主编和各位作者的辛勤劳动！由于时间和编者水平所限，案例涉及专业面广，本书难免有不妥和错误之处，敬请广大读者批评指正！

目 录

第 1 章 绿色建筑费用效益案例分析

本章提要	1
【案例 1.1】某宿舍楼围护结构节能最优方案选择的分析	4
【案例 1.2】某绿色建筑示范工程综合效益及推广的分析	7
【案例 1.3】华东地区某低能耗建筑示范工程综合效益的分析	10
【案例 1.4】某绿色建筑采暖节省燃煤费用的分析	13
【案例 1.5】某绿色建筑夏季空调节能效益的计算分析	14
【案例 1.6】某绿色建筑太阳能热水系统的增量经济效益的估算	15
【案例 1.7】某绿色建筑照明技术节能效益的分析	16
【案例 1.8】某绿色居住小区综合增量费用及效益的分析	17
【案例 1.9】某绿色建筑小区节水项目全生命周期增量成本的分析	26
【案例 1.10】某项目喷灌技术增量投资净现值和增量投资回收期技术经济评价的分析	27
【案例 1.11】某小型建筑应用全生命周期成本理论对传统设计方案与绿色设计方案的比较分析	29

【案例 1.12】某夏热冬冷地区二星级绿色建筑单位面积投资增量分析	30
---	----

第 2 章 绿色建筑技术案例分析

本章提要	34
【案例 2.1】某绿色建筑现代住宅小区主要示范技术的分析	34
【案例 2.2】某绿色建筑示范工程主要技术创新点的分析	36
【案例 2.3】某工程地源热泵技术应用的分析	39
【案例 2.4】某办公楼绿色建材选择及舒适光环境要素的分析	40
【案例 2.5】某科技馆绿色建筑技术创新及综合效益分析	42
【案例 2.6】某项目围护结构节能技术的分析	47
【案例 2.7】某大学教学楼节能改造的分析	49
【案例 2.8】某寒冷地区中低能耗居住建筑的分析	51

第 3 章 绿色建筑设计案例分析

本章提要	57
【案例 3.1】绿色建筑设计旧厂房改造的分析	58
【案例 3.2】某办公楼能耗模拟优化设计方案的分析	60
【案例 3.3】某机关信息发展中心节水设计与技术的案例分析	71

【案例 3.4】南方某银行大楼绿色建筑设计的案例分析	72
【案例 3.5】某建科大楼被动式绿色建筑设计分析	75
【案例 3.6】某居住小区绿色建筑设计标识评价的分析	80
【案例 3.7】某绿色建筑示范工程集成设计的分析	83
【案例 3.8】江苏某住宅小区绿色建筑规划案例分析	89
【案例 3.9】江苏某项目结构体系优化设计案例分析	91

第 4 章 绿色建筑施工案例分析

本章提要	93
【案例 4.1】某商场实施全面绿色施工管理评价的分析	93
【案例 4.2】某飞机场编制绿色施工方案的分析	101
【案例 4.3】某商业项目实施绿色施工管理环境保护的分析	105
【案例 4.4】某商业广场项目实施绿色施工管理资源节约的分析	111
【案例 4.5】某住宅楼建筑与装修一体化体现绿色施工管理的分析	119
【案例 4.6】某绿色建筑环境保护施工案例的分析	122

第 5 章 绿色建筑运营管理案例分析

本章提要	125
【案例 5.1】江苏省苏中地区某绿色建筑住宅小区运营管理的分析	125
【案例 5.2】北京某绿色示范办公建筑运行效果的分析	128
【案例 5.3】华南地区某公共建筑低运营成本的分析	132

【案例 5.4】某商业大厦设备运行技术管理的分析	138
【案例 5.5】某办公楼节能改造技术的分析	139
【案例 5.6】某生态住宅区建筑节能常规检测方法的分析	143
【案例 5.7】某医院门诊综合楼节能检测的分析	145
【案例 5.8】某科技产业楼 1、2 号楼运营管理评价的分析	148

第 6 章 绿色建筑专题评价案例分析

本章提要	153
【案例 6.1】某南方住宅楼绿色建筑节能与能源利用的分析	153
【案例 6.2】缺水城市某项目的场地设计与场地生态及节水与水资源利用的案例 分析	154
【案例 6.3】某展览馆非传统水源利用及通风与空调系统的 分析	155
【案例 6.4】某公共建筑材料选用、雨水利用、日照和自然通风的绿色评价分析	157
【案例 6.5】某项目建筑规划对日照影响及建筑造型的 分析	158
【案例 6.6】某小区内环境噪声和围护结构内表面无结露的要求 分析	159
【案例 6.7】某绿色建筑要素评价（采光、装修、噪声、遮阳） 分析	161
【案例 6.8】对某项目采光、绿化管理及运营管理制度 的评价	163
【案例 6.9】某住宅区采取措施降低热岛强度的分析	165

【案例 6.10】寒冷城市某住宅小区控制用地指标的分析	165
【案例 6.11】关于建筑室内外环境噪声控制的案例	166
【案例 6.12】对某住宅区绿地率的案例分析	168
【案例 6.13】居住区风环境的分析与评价	169
【案例 6.14】关于绿色建筑运营管理制度的评价分析	170
【案例 6.15】关于绿色建筑结构体系及固体废弃物利用的分析	171
【案例 6.16】关于可再利用材料和可再循环材料使用的分析	172
【案例 6.17】关于采用节水器具选用的分析	173
【案例 6.18】关于土建工程与装修工程一体化设计和施工的分析	174
【案例 6.19】关于降低供暖、通风与空调系统能耗的分析	176
【案例 6.20】关于采用可重复使用隔断（墙）改变室内空间的分析	177
【案例 6.21】关于利用余热、废热的分析	178
【案例 6.22】关于室内空气质量控制的分析	179
【案例 6.23】关于室内空气质量监控系统分析	180
【案例 6.24】关于实行垃圾分类收集和分析	181

第 7 章 合同能源管理案例分析

本章提要	183
------------	-----

【案例 7.1】某综合型酒店能源服务要点和投资回收期的分析	185
【案例 7.2】某电子厂能源改造项目节能量的分析	186
【案例 7.3】某商场节能改造项目能源管理合同的分析	188
【案例 7.4】某综合性医院合同能源管理模式的分析	190
【案例 7.5】某大厦节能改造服务模式的分析	194
【案例 7.6】某发电厂节能改造项目合同能源管理模式和节能量检验分析	195
【案例 7.7】某公司节能改造合同能源管理模式及现金流量的分析	196
【案例 7.8】某市区 3000 盏路灯进行节能改造的效益分析	198
【案例 7.9】某照明灯具节能改造项目效益及合同能源管理模式的分析	202
【案例 7.10】某大学综合楼空调系统节能检测和诊断的分析	203
【案例 7.11】某省级综合性公共图书馆节能改造措施及效益的分析	204

第 8 章 美国 LEED 评价体系案例分析

本章提要	210
【案例 8.1】某核心商业区设计阶段 LEED-CS 预认证的 评价	211
【案例 8.2】某创智天地 II 期项目 LEED 银级认证的 分析	221
【案例 8.3】某软件园 LEED-CI 商业 室内装修评价的分析	225

【案例 8.4】南方某超高层建筑 LEED 认证的分析	229
【案例 8.5】某项目地方标准与 LEED 标准双认证的分析	232
【案例 8.6】某建筑国家三星和美国 LEED 铂金级设计要求的分析	235
【案例 8.7】某建筑国家三星和美国 LEED 铂金级在节水和水资源利用设计要求的分析	238

第 9 章 绿色建筑检测案例分析

本章提要	241
【案例 9.1】关于绿色建筑检测方法和检测数量的确定	241
【案例 9.2】关于绿色建筑周围热岛强度和室外光污染检测分析	242
【案例 9.3】关于建筑室外空气质量和施工场地污废水排放检测分析	243
【案例 9.4】关于建筑环境噪声和室内声环境检测分析	244
【案例 9.5】室内通风效果现场测试及空调通风系统性能检测分析	246
【案例 9.6】关于建筑室内空气质量和温湿度检测分析	248

【案例 9.7】关于围护结构热工性能的检测分析	249
【案例 9.8】关于暖通空调系统的检测分析	251
【案例 9.9】关于给水排水系统的检测分析	252
【案例 9.10】关于室内天然光环境及照明与供电系统的检测分析	254
【案例 9.11】关于绿色建筑可再生能源系统的检测分析	255
【案例 9.12】关于绿色建筑监测与控制系统核查与检测分析	258
【案例 9.13】关于绿色建筑年供暖空调能耗和总能耗的分析	260

第 10 章 绿色建筑综合评价案例分析

本章提要	264
【案例 10.1】某办公楼的绿色建筑设计评价分析	265
【案例 10.2】某绿色建筑科技馆的运行评价分析	280
参考文献	302

第 1 章 绿色建筑费用效益案例分析

本章提要

什么叫绿色建筑？为什么要制定绿色建筑评价标准？我国《绿色建筑评价标准》2014 版总则第 1.0.3 条明确指出：绿色建筑评价应遵循因地制宜的原则，结合建筑所在地域的气候、环境、资源、经济及文化等特点，对建筑全寿命期内节能、节地、节水、节材、保护环境等性能进行综合评价。因此，经济性原则理应成为绿色建筑的重要理念。“经济”作为绿色建筑的理念其含义主要包括两个方面：一是自然资源和社会资源投入最少；二是经济效益、社会效益和环境效益最佳。

一般意义上的经济效益是指产出与投入比。绿色建筑的产出主要指功能的实现，因此，绿色建筑的经济效益就是绿色建筑的功能与成本之比。绿色建筑的功能主要包括容纳活动的能力和环境优化的程度与环境的舒适度等。绿色建筑的成本应包括私人成本与环境成本、社会成本三个方面。私人成本包括生产成本和使用成本两个方面。环境治理成本是指建筑活动所产生的环境治理成本。社会成本是指建筑活动在社会内产生消极的影响、对社会成员利益的损害。环境成本和社会成本又称为外部成本，因为它是某一地区所有人和生态系统所要付出的成本。对私人来说，具有外部性。以相对小的私人成本和外部成本来充分实现绿色建筑环境的容纳度、舒适度和环境效益、社会效益的最大化，应当是绿色建筑追求的理想目标。

本章案例分析所指的成本主要指绿色建筑的生产成本和使用成本两个方面。首先介绍几种常用的费用分析方法。

(1) 建筑围护结构以及供暖系统节能改造后每年节煤量 S_{M1} 和节省燃煤费用 S_{C1} 的计算

根据《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26—2010，建筑围护结构以及供暖系统节能改造后每年节煤量 S_{M1} 和节省燃煤费用为 S_{C1} 的步骤如下：

先计算建筑热源厂处耗热量，然后计算绿色建筑与基准建筑的能耗差，将节热量换算成节煤量，根据煤价计算节省费用。

① 计算绿色建筑热源厂处耗热量（单位：kJ）

$$Q'_1 = Q_1 / \eta_1 \eta_2 = H_1 \times 24 \times 3600 \times H_D \times \frac{A}{\eta_1 \eta_2} \quad (1-1)$$

② 计算绿色建筑与基准建筑的能耗差（单位：kJ）

$$\Delta Q_1 = Q'_1 \frac{(a_1 - a_2)}{1 - a_1} \quad (1-2)$$

③ 将节热量换算成节煤量 (单位: kg)

$$S_{M1} = \frac{\Delta Q_1}{H} \quad (1-3)$$

④ 计算冬季采暖期节煤费用 (单位: 元)

$$S_{C1} = S_{M1} \times P \quad (1-4)$$

式中 Q_1 —— 绿色建筑物耗热量 (kJ);

η_1 —— 室外管网输送效率;

η_2 —— 锅炉运行效率;

H_1 —— 供热指标 (kW/m²);

H_D —— 采暖天数 (d);

A —— 建筑面积 (m²);

a_1 —— 绿色建筑节能率;

a_2 —— 基准建筑的节能率;

H —— 标准煤的热值 (kJ/kg);

P —— 标准煤的价格 (元/t)。

(2) 夏季空调的节煤量 S_{M2} 和节能效益 S_{C2} 的计算

先确定建筑物空调的年度终端耗能量, 然后计算绿色建筑与基准建筑的空调年度耗能差, 将建筑空调耗能差换算成节煤量, 最后计算绿色建筑空调用电节煤费用。

① 确定建筑物空调的年度终端耗能量 (kW · h)

$$Q'_2 = \frac{Q_2}{\eta} \quad (1-5)$$

② 计算绿色建筑与基准建筑的空调年度耗能差 (kW · h)

$$\Delta Q_2 = \frac{Q'_2(a_1 - a_2)}{1 - a_1} \quad (1-6)$$

③ 将建筑空调耗能差换算成节煤量 (kg)

$$S_{M2} = \frac{\Delta Q_2}{H} \quad (1-7)$$

④ 计算绿色建筑空调用电节煤费用 (元/年)

$$S_{C2} = S_{M2} \times P \quad (1-8)$$

式中 η —— 一次转化为电能的效率;

Q_2 —— 绿色建筑夏季空调用电能耗;

a_1 —— 绿色建筑节能率;

a_2 —— 基准建筑的节能率;

H —— 标准煤的热值;

P —— 标准煤的价格。

(3) 项目全寿命周期成本的净现值计算

全寿命周期成本由初始成本、能耗成本、维修成本、人工成本、设备替换成本、大修成本、残余值 7 部分构成, 各部分的计算方法如下:

① 初始成本 C_1

初始成本 C_1 即直接增量成本。

② 能耗成本 C_2

能耗成本 C_2 是指如绿色建筑使用非传统水源时的处理运行能耗费, 是每年重复发生的, 故该部分的增量成本为:

$$C_2 = P_1 \times Q \times (P/A, r, T) \quad (1-9)$$

式中 P_1 ——处理运行非传统水源单位水量的能耗单价 (元/ m^3);

Q ——年非传统水源处理量 ($\text{m}^3/\text{年}$);

r ——利率;

T ——全生命研究周期 (年)。

③ 维修成本 C_3

维修成本 C_3 是指绿色建筑节水项目的日常维修费, 是每年重复发生的, 故该部分的增量成本为:

$$C_3 = P_2 \times (P/A, r, T) \quad (1-10)$$

式中 P_2 ——绿色建筑项目年维修成本 (元/年)。

④ 人工成本 C_4

人工成本 C_4 是指绿色建筑项目的日常运行维修发生的人工费, 是每年重复发生且逐年增长的, 属于等比数列现金流量的资金时间价值计算, 故该部分的增量成本为:

$$C_4 = P_3(1+r)^{-1} \times [F/A, ((1+s)(1+r)^{-1} - 1), T] \quad (1-11)$$

式中 P_3 ——第1年时的绿色建筑节水项目日常运行年人工成本;

s ——人工费增长率;

T ——等比数列现金流量的时间, 即全生命周期研究时间。

⑤ 设备替换成本 C_5

设备替换成本 C_5 是指绿色建筑项目的设备替换费, 该部分的增量成本为:

$$C_5 = P_4 \times (P/A, R_1, n_1) \quad (1-12)$$

式中 P_4 ——绿色建筑项目的设备费;

R_1 ——设备替换成本 C_5 的计算复利;

n_1 ——研究周期内的设备替换次数。

⑥ 大修成本 C_6

大修成本 C_6 是指绿色建筑项目的大修费。故该部分的增量成本为:

$$C_6 = P_5 \times (P/A, R_2, n_2) \quad (1-13)$$

式中 P_5 ——绿色建筑项目每次的大修费;

R_2 ——大修增量成本计算复利;

n_2 ——研究周期内的大修次数。

⑦ 残余值 C_7

残余值 C_7 转化现值为:

$$C_7 = C_8 \times (P/F, r, T) \quad (1-14)$$

式中 C_8 ——绿色建筑项目在全生命周期末的残余值。

绿色建筑项目全生命周期增量成本经济模型为:

$$C = \sum_{i=1}^6 C_i - C_7 \quad (1-15)$$

式中 C_i ——初始成本、能耗成本、维修成本、人工成本、设备替换成本、大修成本；
 C_7 ——残余值。

本章共选编了 12 个绿色建筑费用效益案例及分析，其中有节能、节水等专项案例，也有小区等绿色示范工程综合效益分析。

【案例 1.1】某宿舍楼围护结构节能最优方案选择的分析

背景：

某项目建筑性质为宿舍用房，地上三层，首层面积为 196m^2 ，层高为 3m，建筑体型为正方形，边长 14m，总的建筑面积 $196 \times 3 = 588\text{m}^2$ ；选用中央空调保持室内温度，冷热负荷均由中央空调系统提供。

1. 项目设计备选方案

(1) 外墙的设计方案见表 1-1。

外墙的设计方案

表 1-1

类型	结构成分	传热系数 U ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)	单价 (元/ m^2)
D	单一墙体，空心砖	0.886	110
F	复合墙体，100mm 空心砖和 50mm 聚苯乙烯保温层	0.389	185

(2) 屋顶的设计方案见表 1-2。

屋顶的设计方案

表 1-2

类型	结构成分	传热系数 U ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)	单价 (元/ m^2)
H	无保温层的平屋顶，150mm 混凝土结构层	1.91	400
I	保温平屋顶，150mm 混凝土结构层，25mm 聚苯乙烯保温，70mm 抹灰，4mm 沥青，并覆盖 550mm 太阳能吸收率的铝涂料	0.736	565
J	保温平屋顶，150mm 混凝土结构层，50mm 聚苯乙烯保温，70mm 抹灰，4mm 沥青，并覆盖 550mm 太阳能吸收率的铝涂料	0.481	610

(3) 外窗的设计方案见表 1-3。

外窗的设计方案

表 1-3

类型	窗户类型	传热系数 U ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)	可见光穿透率 (%)	单价 (元/ m^2)
W_1	普通双层玻璃	3.42	0.80	300
W_2	热反射双层玻璃	2.27	0.10	450
W_3	低辐射双层玻璃	1.89	0.41	540

2. 参数的选定

室温：供暖室内设计温度 21℃，供冷室内设计温度 25℃。

外墙面积： $147\times 3=441\text{m}^2$ ，外窗面积： $5.2\times 4\times 3=62.4\text{m}^2$ ，屋顶面积 196m^2 （假设每面墙的窗墙比相同，总的窗户面积为平均每面墙 5.2m^2 ，且每面墙上只有一个窗户，外窗类型为推拉窗；屋顶选择平屋顶）。

年折现率：6.5%，电价：0.5 元/kW，建筑寿命期：20 年。

本案例墙和屋顶建筑类型备选方案如下：①单一墙体类型 D 和平屋顶无保温层屋顶类型 H；②单一墙体类型 D 和平屋顶有保温层屋顶类型 I；③单一墙体类型 D 和平屋顶有保温层屋顶类型 J；④复合墙体类型 F 和平屋顶有保温层屋顶类型 J。

问题：

应用全寿命周期成本理论，选出最佳的围护结构方案。

分析要点：

（1）围护结构各项目的初始化建设成本见表 1-4。

围护结构各项目的初始化建设成本 表 1-4

分 类		总造价=单价×面积（单位：元）
外墙	单一墙体 D	$110\times 441=48510$
	复合墙体（50mm 聚苯乙烯保温层）F	$130\times 441=57330$
屋顶	H	$450\times 196=88200$
	I	$565\times 196=110740$
	J	$580\times 196=113680$
外窗	W1	$300\times 62.4=18720$
	W2	$450\times 62.4=28080$
	W3	$540\times 62.4=33696$

（2）外墙与屋顶节能方案的能源成本见表 1-5。

外墙与屋顶节能方案的能源成本 表 1-5

方案	年冷负荷（kW）	年热负荷（kW）	年总负荷（kW）	年能源成本（元）
a	126900	48036	174936	87468
b	73800	19515	93315	46657.5
c	69150	16044	85194	42597
d	62229	11220	73449	36724

（3）外墙屋顶各方案的寿命周期成本见表 1-6。

外墙屋顶各方案的寿命周期成本

表 1-6

方案	初始化建设成本 (元)	年运营费用 (元)	寿命周期成本 (万元)
a	$48510+78400=126910$	87468	113.02
b	$48510+110740=159250$	46657.5	69.44
c	$48510+119560=168070$	42597	65.67
d	$48510+119560=201145$	36724	62.24

由上表可以看出方案 a 的初始建设成本最低, 而方案 d 的寿命周期成本最低, 全寿命周期成本外墙屋顶节能方案应选择为方案 d, 建设成本比前者高出 74235 元, 而寿命周期成本则低出 50.78 万元。

(4) 上述最优方案 X 与外窗的节能方案组合, 形成围护结构节能方案。

① X 与 W_1

② X 与 W_2

③ X 与 W_3

应用全寿命周期成本理论, 计算各方案的全寿命周期成本, 选择出最优方案。

(5) 玻璃热传递与热辐射引起的能源成本见表 1-7。

玻璃热传递与热辐射引起的能源成本

表 1-7

外墙屋顶方案	外窗类型	年冷负荷 (kW)	年热负荷 (kW)	年总负荷 (kW)	年能源成本 (元)
d	W_1	62229	11220	73449	36724.5
	W_2	49560	13965	63525	31762.5
	W_3	40287	18561	58848	29424

(6) 外窗方案的寿命周期成本见表 1-8。

外窗方案的寿命周期成本

表 1-8

方案	初始化建设成本 (元)	年运营费用 (元)	寿命周期成本 (万元)
W_1	18720	36724.5	44.00
W_2	28125	31762.5	39.24
W_3	33750	29424	37.12

(7) 围护结构方案的寿命周期成本分析见表 1-9。

围护结构方案的寿命周期成本分析

表 1-9

方案	初始化建设成本 (元)	年运营费用 (元)	寿命周期成本 (万元)
①	219865	73449	106.23
②	229270	68487	101.48
③	234895	66148.5	99.36

根据全生命周期成本理论, 全寿命周期的成本最低为最佳方案, 所以应选方案③。

【案例 1.2】某绿色建筑示范工程综合效益及推广的分析

背景:

(1) 地理位置

该项目地处华北某市海港区西部,和平大街以南,西港路以西,汤河以东,滨河路以北。该项目是该市最大的旧城改造项目,占地 56 万 m^2 (840 亩),拆迁安置居民 3661 户,工业企业 16 家。规划总建筑面积 150 万 m^2 ,配有幼儿园、小学、中学及商业服务业。

该地块位于城市的居住核心区,周边交通便利,紧邻已建成的汤河绿化景观带,拥有得天独厚的景观资源,人流疏密有致,闹中取静,环境十分优越,是建造居住区的理想用地。

(2) 建筑类型

项目建筑类型为新建居住区,由多层住宅、高层住宅、别墅和公建等组成。公建配有中学、小学、幼儿园、物业服务中心、居民活动中心、洗浴、超市、体育设施和停车库等配套服务设施。

结构形式:高层均为剪力墙结构,配套公建为框架结构。

示范面积:该项目地块是迄今为止该市最大的出让地块,项目占地约为 56 hm^2 ,示范项目 A 区用地范围为北至和平大街,东至西港路,南至纤维街,西至先锋路,用地面积共计 17.81 万 m^2 ,总建筑面积 59.7 万 m^2 (其中地上建筑面积 49.7 万 m^2 ,地下建筑面积 10 万 m^2)。

问题 1:

请分析该项目的综合效益。

分析要点:

(1) 建筑节能方面

由于墙体节能采用聚苯乙烯板外保温隔热技术,屋面防水层下为聚苯乙烯保温板,并且采用了三玻两中空断桥铝门窗,建筑节能效果由传统的 50% 提高到 65%,能源消耗无论是电力还是热力,都减少 30% 左右。供热系统采用集中式系统,具有室温控制及热量计量装置。随着国家供热体制改革的不断深入,低能耗住宅将给居民带来更多的实惠。

节煤量计算如下。

耗煤量为

$$Q = q_c \cdot a \cdot m \quad (1-16)$$

式中 q_c ——耗煤量指标 (kg/m^2);

a ——采暖天数 (d);

m ——采暖面积 (m^2)。

其中该市 65%节能居住建筑耗煤量指标 q_c 为 $7.75\text{ kg}/q_c$ ，50%节能居住建筑耗煤量指标 q_c 为 $13.43\text{kg}/\text{m}^2$ ；A 区实行 65%节能的建筑面积为 243370.1m^2 。

节煤量为

$$\begin{aligned}\Delta Q &= \Delta q_c \cdot m \\ &= (13.43 - 7.75) \times 243370.1 / 1000\text{t} \\ &= 1382.34\text{t}\end{aligned}\tag{1-17}$$

CO₂减排量为 3446.17t/a，SO₂减排量为 103.68t/a，粉尘减排量为 940 t/a。

(2) 太阳能热水系统

节约电量计算如下：

年总辐照量为

$H=5844.4\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ；年总日照小时数 $S=2755.5\text{h}$ ；集热器总面积 $A=1.46\text{m}^2$ ；日产热水量 $T=80\text{L}$ ；全年光照日平均温升 45°C ；太阳能保证率为 50%~68%；电发热功率按 $1\text{kW} \cdot \text{h}=860\text{kcal}$ ，电加热系统效率按 $n=95\%$ 计算。

利用太阳能全年得到热量为

$$Q_0 = 0.65 \times (T \times 45 \times 365) / 860\text{kW} \cdot \text{h} = 993.58\text{kW} \cdot \text{h}\tag{1-18}$$

产生同样的热量全年需耗电量为

$$q = Q_0 / 0.95 = 1045.6\text{kW} \cdot \text{h}\tag{1-19}$$

即项目每户系统通过利用太阳能全年节约电量约 $1045.6\text{kW} \cdot \text{h}$ ，产生同样的热量全年需耗电量 $q=Q_0/0.95=1045.6\text{kW} \cdot \text{h}$ 电能。

A 区居民 4800 户，年节约电量 540 万 $\text{kW} \cdot \text{h}$ （此数据为理论数据）。

节煤量为节约标准煤 1994t，CO₂减排量为 4971.042t/a，SO₂减排量为 149.55t/a，粉尘减排量为 1355.92t/a。

(3) 太阳能光导照明节电

太阳能光导照明节电表见表 1-10。

太阳能光导照明节电表 表 1-10

序号	车库号	面积 (m^2)	光导规格	数量 (套)	电光源功率 (荧光灯)	数 (盏)	电装机容量 (kW)	年耗电量 (节电量万 $\text{kW} \cdot \text{h}$)
1	1-3	7917.7	STG1000	20	1×36	404	14.5	5.3
2	1-4	9809	EVGC450	30	2×36	413	29.7	10.8
3	1-6	6587	EVGC450	41	2×36	172	12.38	4.5
合计	—	24313.7	—	91	—	989	56.58	20.6

年耗节电量按平均白天 10h 计算，安装光导照明后车库可关闭 80%荧光灯，节电量为 $20.6 \times 80\% \text{万 kW} \cdot \text{h} = 16.48 \text{万 kW} \cdot \text{h}$ 。

(4) 雨水利用

以年均降水量 587mm 为例，雨水利用工程实施以后，整个小区每年可直接利用雨水量约为 33620m^3 。若将雨水回用，则可替代自来水从而减少了自来水的使用量。按水价