

Research on the Influence of External Thermal Insulation and Energy-saving Technology on the Engineering Cost

Zhao Sun¹ Yulei Xue²

1. Beijing Guojian Lianxin Certification Center Co., Ltd., Beijing, 100013, China

2. Beijing Gaoneng Times Environmental Technology Co., Ltd., Beijing, 100013, China

Abstract

The rapid development of China's construction industry has led to building energy consumption approaching 30% of the total national energy consumption. Building energy consumption will be the main growth point of China's social energy consumption in the future. Taking the external thermal insulation and energy saving technology of civil buildings in Beijing, China as the research object, this paper first analyzes the structure and technical requirements of the external thermal insulation system of building exterior walls, calculates the engineering cost of the external thermal insulation and energy saving technology of building exterior walls, and then calculates the savings of the external thermal insulation system of building exterior walls, and finally evaluates and determines the optimal external thermal insulation and energy saving technology scheme of building exterior walls, it provides some reference for the cost management of construction projects.

Keywords

building energy saving; external wall insulation; energy-saving technology; engineering cost

建筑外墙外保温节能技术对工程造价的影响研究

孙昭¹ 薛玉雷²

1. 北京国建联信认证中心有限公司, 中国·北京 100013

2. 北京高能时代环境技术股份有限公司, 中国·北京 100013

摘要

中国建筑业的快速发展导致建筑能耗已接近全国能源消费总量的30%，未来一段时期内建筑能耗将是中国社会能源消耗的主要增长点。论文以中国北京地区民用建筑外墙外保温节能技术为研究对象，首先分析建筑外墙外保温系统构造和技术要求，结合建筑工程定额和清单计价规范，计算建筑外墙外保温节能技术工程造价，进而计算外墙外保温系统节约量，最终评价确定出最优的外墙外保温节能技术方案，为建筑工程项目成本管理提供一定的借鉴参考作用。

关键词

建筑节能；外墙外保温；节能技术；工程造价

1 引言

中国建筑能耗总量逐年增加，中国能源危机日益加剧。随着城乡人民生活质量的不断提高，对健康、安全、便利等建筑舒适性要求越来越高，采暖、空调、照明、厨卫以及监控等家用电器设施的适用导致能源消耗持续高速增长，从而加剧了中国能源资源供应与经济社会持续发展的矛盾，导致全社会的能源短缺危机。

2 中国外墙外保温节能技术概述

建筑墙体节能通过改善墙体的热工性能，使供给建筑

物的热能在建筑物内部得到有效利用，从而达到减少能源消耗的目的^[1]。目前中国外墙外保温技术和保温材料的研发及应用都比较成熟，根据国家住房和城乡建设部最新发布的行业标准 JGJ144—2019《外墙外保温工程技术标准》，外墙外保温节能技术可分为粘贴保温板薄抹灰外保温系统、胶粉聚苯颗粒保温浆料外保温系统、EPS 板现浇混凝土外保温系统、EPS 钢丝网架板现浇混凝土外保温、胶粉聚苯颗粒浆料贴砌 EPS 板外保温系统等几大类^[2-3]。

3 建筑外墙外保温节能技术对工程造价的实证研究

3.1 各种外墙外保温系统节约能量的计算和换算

前面假设采暖期内室外温度 T1 和室内温度 T2 恒定不变，对于做过外保温处理的墙体，其热量传导处于比较稳定的状态，因此单位时间内通过单位面积现浇混凝土墙体的热

【作者简介】孙昭（1987-），女，中国山东广饶人，硕士，从事建筑材料质量管理体系认证、低碳产品认证、绿色建材评价和绿色制造评价与服务研究。

量等于单位时间内通过单位面积外保温材料的热量,即:

$$Q = K_0 \times (T_2 - T) = K \times (T - T_1) \quad (1)$$

其中: Q 表示单位时间内通过外墙的热量; K_0 表示现浇混凝土的传热系数; K 表示外保温材料的传热系数; T 表示外墙墙体和外保温材料交界面的温度; T_1 表示室外温度; T_2 表示室内温度。

传热系数 K 的公式为:

$$K = \frac{1}{R_i + \delta/\lambda + R_e} \quad (2)$$

其中: K 表示围护结构传热系数; R_i 表示围护结构的内表面换热阻; R_e 表示围护结构的外表面换热阻; δ 表示材料层厚度; λ 表示材料导热系数。

查询相关设计规范,得到现浇 × 混凝土墙体和外保温材料的内表面换热阻 R_i 和外表面换热阻 R_e 分别为: $0.11 \text{ (m}^2 \times \text{k/w)}$ 和 $0.04 \text{ (m}^2 \times \text{k/w)}$ 。

接着把 $R_i=0.11 \text{ (m}^2 \times \text{k/w)}$, $R_e=0.04 \text{ (m}^2 \times \text{k/w)}$, $\delta=0.24\text{m}$ 和 $\lambda=1.28 \text{ W/(m} \times \text{K)}$ 代入式 (2), 从而得到: 现浇混凝土墙体的传热系数 $K_0=2.96\text{w/(m}^2 \times \text{k)}$ 。

外保温层的传热系数 $K = \frac{1}{0.15 + \delta/\lambda}$, 因此北京地区外墙外保温系统采暖期内热量损失量为:

$$Q = 24 \times 60 \times 60 \times \text{采暖日} \times (T_2 - T) \times K_0$$

3.2 粘贴保温板薄抹灰外保温系统节约能量计算及换算

计算粘贴保温板 (XPS 板) 薄抹灰外保温系统时, 将室内温度 $T_2=18^\circ\text{C}$, 室外温度 $T_1=0.1^\circ\text{C}$, $K_0=2.96 \text{ w/(m}^2 \times \text{k)}$, $\delta=0.09\text{m}$ 和 $\lambda=0.03 \text{ W/(m} \times \text{K)}$ 代入公式 (1), 得现浇混凝土墙与 XPS 板交界面的温度 $T=16.25^\circ\text{C}$ 。

3.2.1 对于冬季采暖期

做粘贴保温板 (XPS 板) 薄抹灰外保温系统时, 每年采暖期每平方米能量损失量为:

$$Q_1=24 \times 60 \times 60 \times 114 \times (18-16.25) \times 2.96=51020928 \text{ (J)}$$

不做粘贴保温板 (XPS 板) 薄抹灰外保温系统时, 每年采暖期每平方米能量损失量为:

$$Q=24 \times 60 \times 60 \times 114 \times (18-0.1) \times 2.96=521871206.4 \text{ (J)}$$

则做粘贴保温板 (XPS 板) 薄抹灰外保温系统的民用建筑采暖期每平方米每年节约能量为:

$$\Delta Q=Q-Q_1=470850278.4 \text{ (J)}, \text{ 能量节约率为 } 90.22\%$$

采暖期节约的能量转化为标准煤是:

$$M_1 = \frac{470850278.4}{29.27 \times 10^6} \div 1000 = 1.61 \times 10^{-2} \text{ (t)}$$

3.2.2 对于夏季制冷期

不做粘贴保温板 (XPS 板) 薄抹灰外保温系统时, 每年损失的能量为:

$$W=24 \times 60 \times 60 \times 94 \times 2.96=24039936 \text{ (J)}$$

则做粘贴保温板 (XPS 板) 薄抹灰外保温系统的民用

建筑制冷期每平方米每年节约能量为:

$$\Delta W_1=W \times 90.22\%=21688830.26 \text{ (J)}$$

制冷期节约的能量转化为电能为:

$$E_1 = \frac{21688830.26}{3600000 \times 2.5} = 2.41 \text{ (kW}\cdot\text{h)}$$

3.3 胶粉聚苯颗粒保温浆料外保温系统节约能量计算及换算

计算胶粉聚苯颗粒保温浆料外保温系统时, 将室内温度 $T_2=18^\circ\text{C}$, 室外温度 $T_1=0.1^\circ\text{C}$, $K_0=2.96\text{w/(m}^2 \times \text{k)}$, $\delta=0.09\text{m}$ 和 $\lambda=0.09\text{W/(m} \times \text{K)}$ 代入公式 (1), 得现浇混凝土墙与胶粉聚苯颗粒保温浆料交界面的温度 $T=13.93^\circ\text{C}$ 。

3.3.1 对于冬季采暖期

每年采暖期每平方米能量损失量为:

$$Q_2=24 \times 60 \times 60 \times 114 \times (18-13.93) \times 2.96=118660101.1 \text{ (J)}$$

每平方米每年节约能量为:

$$\Delta Q=Q-Q_2=403211105.28 \text{ (J)}, \text{ 能量节约率为 } 77.26\%$$

采暖期节约的能量转化为标准煤是:

$$M_2 = \frac{403211105.28}{29.27 \times 10^6} \div 1000 = 1.38 \times 10^{-2} \text{ (t)}$$

3.3.2 对于夏季制冷期

每平方米每年节约能量为:

$$\Delta W_2=W \times 77.26\%=18573254.55 \text{ (J)}$$

制冷期节约的能量转化为电能为:

$$E_2 = \frac{18573254.55}{3600000 \times 2.5} = 2.06 \text{ (kW}\cdot\text{h)}$$

3.4 EPS 板现浇混凝土外保温系统节约能量计算

计算 EPS 板现浇混凝土外保温系统时, 将室内温度 $T_2=18^\circ\text{C}$, 室外温度 $T_1=0.1^\circ\text{C}$, $K_0=2.96\text{w/(m}^2 \times \text{k)}$, $\delta=0.09\text{m}$ 和 $\lambda=0.033\text{W/(m} \times \text{K)}$ 代入公式 (1), 得现浇混凝土墙与 EPS 板交界面的温度 $T=16.11^\circ\text{C}$ 。

3.4.1 对于冬季采暖期

做 EPS 板现浇混凝土外保温系统时, 每年采暖期每平方米能量损失量为:

$$Q_3=24 \times 60 \times 60 \times 114 \times (18-16.11) \times 2.96=55102602.24 \text{ (J)}$$

则做 EPS 板现浇混凝土外保温系统的民用建筑采暖期每平方米每年节约能量为:

$$\Delta Q=Q-Q_3=466768604.16 \text{ (J)}, \text{ 能量节约率为 } 89.44\%$$

采暖期节约的能量转化为标准煤是:

$$M_3 = \frac{466768604.16}{29.27 \times 10^6} \div 1000 = 1.59 \times 10^{-2} \text{ (t)}$$

3.4.2 对于夏季制冷期

做 EPS 板现浇混凝土外保温系统的民用建筑制冷期每平方米每年节约能量为:

$$\Delta W_3=W \times 89.44\%=21501318.76 \text{ (J)}$$

制冷期节约的能量转化为电能为:

$$E_3 = \frac{21501318.76}{3600000 \times 2.5} = 2.39 \text{ (kW}\cdot\text{h)}$$

3.5 EPS钢丝网架板现浇混凝土外保温系统节约能量计算

计算时将室内温度 $T_2=18^\circ\text{C}$ ，室外温度 $T_1=0.1^\circ\text{C}$ ， $K_0=2.96\text{w}/(\text{m}^2\times\text{k})$ ， $\delta=0.09\text{m}$ 和 $\lambda=0.041\text{W}/(\text{m}\times\text{K})$ 代入公式 (1)，得现浇混凝土墙与 EPS 钢丝网架板交界面的温度 $T=15.73^\circ\text{C}$ 。

3.5.1 对于冬季采暖期

每年采暖期每平方米能量损失量为：

$$Q_4=24\times 60\times 60\times 114\times (18-15.73)\times 2.96=66181432.32(\text{J})$$

则每平方米每年节约能量为：

$$\Delta Q=Q-Q_4=455689774.08(\text{J})，\text{能量节约率为 } 87.32\%$$

采暖期节约的能量转化为标准煤是：

$$M_4=\frac{455689774.08}{29.27\times 10^6}\div 1000=1.56\times 10^{-2}(\text{t})$$

3.5.2 对于夏季制冷期

每平方米每年节约能量为：

$$\Delta W_4=W\times 87.32\%=20991672.12(\text{J})$$

制冷期节约的能量转化为电能为：

$$E_4=\frac{20991672.12}{3600000\times 2.5}=2.33(\text{kW}\cdot\text{h})$$

3.6 胶粉聚苯颗粒浆料贴砌 EPS 板外保温系统节约能量计算

计算时将室内温度 $T_2=18^\circ\text{C}$ ，室外温度 $T_1=0.1^\circ\text{C}$ ， $K_0=2.96\text{w}/(\text{m}^2\times\text{k})$ ，胶粉聚苯颗粒 $\delta=0.04\text{m}$ 和 $\lambda=0.09\text{W}/(\text{m}\times\text{K})$ ，EPS 板 $\delta=0.05\text{m}$ 和 $\lambda=0.033\text{W}/(\text{m}\times\text{K})$ 代入公式 (1)，得现浇混凝土墙与胶粉聚苯颗粒浆料贴砌 EPS 板交界面的温度 $T=13.01^\circ\text{C}$ 。

3.6.1 对于冬季采暖期

每平方米能量损失量为：

$$Q_5=24\times 60\times 60\times 114\times (18-13.01)\times 2.96=145482531.8(\text{J})$$

则每平方米每年节约能量为：

$$\Delta Q=Q-Q_5=376388674.56(\text{J})，\text{能量节约率为 } 72.12\%$$

采暖期节约的能量转化为标准煤是：

$$M_5=\frac{376388674.56}{29.27\times 10^6}\div 1000=1.29\times 10^{-2}(\text{t})$$

3.6.2 对于夏季制冷期

每平方米每年节约能量为：

$$\Delta W_5=W\times 72.12\%=17337601.84(\text{J})$$

制冷期节约的能量转化为电能为：

$$E_5=\frac{17337601.84}{3600000\times 2.5}=1.93(\text{kW}\cdot\text{h})$$

4 研究结论

通过对北京地区普遍应用的几种外墙外保温系统进行了详细论述，利用工程技术经济理论和北京市建设工程预算定额，计算了各种外墙外保温系统的单方工程造价，同时对其采暖期和制冷期节约的能量进行计算和换算，分析评价各种外墙外保温系统的经济效益，从而为北京地区民用建筑外墙保温节能改造提供借鉴意义。

参考文献

- [1] 姜君怡.建筑外墙外保温节能改造技术研究[J].节能,2018,37(7):76-78.
- [2] 黄友平.既有建筑外墙外保温节能改造施工技术[C]//《工业建筑》2018年全国学术年会论文集(上册),2018:59-61.
- [3] 张迅涛.浅析建筑工程外墙外保温节能技术[J].黑龙江科技信息,2014(3):191.