

绿色建筑计算书

一、建筑能耗计算

(一) 体型系数计算

- 定义及公式：**体型系数是指建筑物与室外大气接触的外表面积与其所包围的体积的比值。公式为 $S = \frac{F_0}{V_0}$ ，其中 S 为体型系数， F_0 为建筑物外表面积 (m^2)， V_0 为建筑物体积 (m^3)。
- 数据获取与计算：**通过建筑设计图纸，计算出建筑物各部分的面积和体积。假设本项目建筑总外表面积 F_0 经计算为 $[X] m^2$ ，建筑总体积 V_0 为 $[Y] m^3$ ，则体型系数 $S = \frac{[X]}{[Y]}$ = [具体数值]。
- 能耗影响分析：**根据相关研究及经验数据，体型系数每降低 0.01，建筑能耗可降低约 $[X]\%$ 。本项目通过优化体型设计，将体型系数控制在 [具体数值]，相较于常规设计（假设常规体型系数为 [对比数值]），可降低能耗约 $(([对比数值] - [具体数值]) \div [对比数值] \times [X])\%$ 。

(二) 围护结构传热系数计算

- 外墙传热系数：**外墙采用保温砂浆和保温板组成的复合墙体。已知保温砂浆导热系数 λ_1 为 [数值 1] $W/(m \cdot K)$ ，厚度 d_1 为 [数值 2] m；保温板导热系数 λ_2 为 [数值 3] $W/(m \cdot K)$ ，厚度 d_2 为 [数值 4] m；主体结构墙体（如混凝土）导热系数 λ_3 为 [数值 5] $W/(m \cdot K)$ ，厚度 d_3 为 [数值 6] m。根据多层平壁传热系数计算公式 $K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}$ ，其中 α_1 、 α_2 分别为内、外表面换热系数，取 $\alpha_1 = 8.7 W/(m^2 \cdot K)$ ， $\alpha_2 = 23 W/(m^2 \cdot K)$ 。经计算，外墙传热系数 $K_{\text{外墙}} = \frac{1}{\frac{1}{8.7} + \frac{[数值 2]}{[数值 1]} + \frac{[数值 4]}{[数值 3]} + \frac{[数值 6]}{[数值 5]} + \frac{1}{23}}$ = [具体数值] $W/(m^2 \cdot K)$ 。
- 屋面传热系数：**屋面采用倒置式保温屋面，保温材料为挤塑聚苯板，导热系数 $\lambda_{\text{保温}}$ 为 [数值 7] $W/(m \cdot K)$ ，厚度 $d_{\text{保温}}$ 为 [数值 8] m；防水层及其他构造层总导热系数 $\lambda_{\text{其他}}$ 为 [数值 9] $W/(m \cdot K)$ ，厚度 $d_{\text{其他}}$ 为 [数值 10] m。同理，屋面传热系数 $K_{\text{屋面}} = \frac{1}{\frac{1}{8.7} + \frac{[数值 8]}{[数值 7]} + \frac{[数值 10]}{[数值 9]} + \frac{1}{23}}$ = [具体数值] $W/(m^2 \cdot K)$ 。
- 外窗传热系数：**外窗采用断桥铝合金窗框搭配中空玻璃，已知窗框传热系数 $K_{\text{框}}$ 为 [数值 11] $W/(m^2 \cdot K)$ ，玻璃传热系数 $K_{\text{玻}}$ 为 [数值 12] $W/(m^2 \cdot K)$ ，窗框面积占比 f 为 [数值 13]。则外窗传热系数 $K_{\text{外窗}} = K_{\text{框}} \times f + K_{\text{玻}} \times (1 - f)$ = [数值 11] $\times$ [数值 13] + [数值 12] $\times$ (1 - [数值 13]) = [具体数值] $W/(m^2 \cdot K)$ 。
- 综合围护结构传热系数：**根据建筑各朝向的面积占比及对应的围护结构传热系数，计算综合围护结构传热系数 $K_{\text{综合}}$ 。假设东、西、南、北朝向面积占比分别为 $A_{\text{东}}$ 、 $A_{\text{西}}$ 、 $A_{\text{南}}$ 、 $A_{\text{北}}$ ，对应的外墙传热系数分别为 $K_{\text{外墙 - 东}}$ 、 $K_{\text{外墙 - 西}}$ 、 $K_{\text{外墙 - 南}}$ 、 $K_{\text{外墙 - 北}}$ ，屋面传热系数为 $K_{\text{屋面}}$ ，外窗传热系数为

$(K_{\text{外窗}})$, 外窗面积占各朝向面积的比例为 (a) 。则 $(K_{\text{综合}} = \frac{(K_{\text{外墙 - 东}} \times (1 - a) \times A_{\text{东}} + K_{\text{外窗}} \times a \times A_{\text{东}}) + (K_{\text{外墙 - 西}} \times (1 - a) \times A_{\text{西}} + K_{\text{外窗}} \times a \times A_{\text{西}}) + (K_{\text{外墙 - 南}} \times (1 - a) \times A_{\text{南}} + K_{\text{外窗}} \times a \times A_{\text{南}}) + (K_{\text{外墙 - 北}} \times (1 - a) \times A_{\text{北}} + K_{\text{外窗}} \times a \times A_{\text{北}}) + K_{\text{屋面}} \times A_{\text{屋面}})}{(A_{\text{东}} + A_{\text{西}} + A_{\text{南}} + A_{\text{北}} + A_{\text{屋面}})})$, 经计算得出 $(K_{\text{综合}})$ 的具体数值。

(三) 自然采光与通风相关计算

- 1. 采光系数计算:** 采光系数是指室内给定水平面上某一点的由全阴天天空漫射光所产生的照度与同一时间同一地点, 在室外无遮挡水平面上由全阴天天空漫射光所产生的照度的比值。根据建筑采光设计标准, 采用软件模拟计算。假设室内参考平面面积为 $(A_{\text{室}})$, 室内各采光口面积分别为 (A_{1}) 、 (A_{2}) 、 (A_{3}) ……, 采光口位置及采光效率等参数经软件输入设定后, 模拟计算得出室内平均采光系数 $(C_{\text{平均}} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{E_0} \times 100\%)$, 其中 (E_i) 为室内各点照度, (E_0) 为室外照度。经模拟计算, 本项目室内平均采光系数可达 [具体数值] %。
- 2. 通风量计算:** 根据热压通风原理, 通风量 (Q) 的计算公式为 $(Q = A \times \sqrt{\frac{2gh(\rho_0 - \rho_i)}{\rho_i}})$, 其中 (A) 为通风口面积 (m^2) , (g) 为重力加速度 (9.8m/s^2) , (h) 为进风口与出风口的高差 (m) , (ρ_0) 为室外空气密度 (kg/m^3) , (ρ_i) 为室内空气密度 (kg/m^3) 。假设本项目楼梯间通风竖井通风口面积 (A) 为 [数值 14] (m^2) , 进风口与出风口高差 (h) 为 [数值 15] (m) , 室外空气密度 (ρ_0) 在夏季取 [数值 16] (kg/m^3) , 室内空气密度 (ρ_i) 在夏季取 [数值 17] (kg/m^3) , 则夏季楼梯间通风竖井通风量 $(Q_{\text{夏}} = [数值 14] \times \sqrt{\frac{2 \times 9.8 \times [数值 15] \times ([数值 16] - [数值 17])}{[数值 17]}} = [具体数值] \text{m}^3/\text{h})$ 。同理可计算其他季节及不同通风部位的通风量, 通过合理设计通风系统, 满足不同季节、不同时段的通风需求。

二、雨水利用相关计算

(一) 雨水收集量计算

- 1. 屋面雨水收集量:** 屋面雨水收集量 $(Q_{\text{屋面}})$ 计算公式为 $(Q_{\text{屋面}} = 1000 \times \psi_{\text{屋面}} \times A_{\text{屋面}} \times H \times 10^{-3})$, 其中 $(\psi_{\text{屋面}})$ 为屋面径流系数, 取 0.9; $(A_{\text{屋面}})$ 为屋面汇水面积 (m^2) , 假设本项目屋面汇水面积为 $[X1] \text{m}^2$; (H) 为年平均降雨量 (mm), 焦作市年平均降雨量为 [数值 18] mm。则屋面雨水收集量 $(Q_{\text{屋面}} = 1000 \times 0.9 \times [X1] \times [数值 18] \times 10^{-3} = [具体数值] \text{m}^3)$ 。
- 2. 地面雨水收集量:** 地面雨水收集量 $(Q_{\text{地面}})$ 需考虑不同下垫面类型。透水铺装区域雨水收集量 $(Q_{\text{透水}})$ 计算公式为 $(Q_{\text{透水}} = 1000 \times \psi_{\text{透水}} \times A_{\text{透水}} \times H \times 10^{-3})$, 假设透水铺装径流系数 $(\psi_{\text{透水}})$ 为 0.3, 面积 $(A_{\text{透水}})$ 为 $[X2] \text{m}^2$, 则 $(Q_{\text{透水}} = 1000 \times 0.3 \times [X2] \times [数值 18] \times 10^{-3} = [具体数值] \text{m}^3)$ 。下沉式绿地雨水收集量 $(Q_{\text{下沉}})$ 计算公式为 $(Q_{\text{下沉}} = 1000 \times \psi_{\text{下沉}} \times A_{\text{下沉}} \times H \times 10^{-3})$, 假设下沉式绿地径流系数 $(\psi_{\text{下沉}})$ 为 0.15, 面积 $(A_{\text{下沉}})$ 为 $[X3] \text{m}^2$, 则 $(Q_{\text{下沉}} = 1000 \times 0.15 \times [X3] \times [数值 18] \times 10^{-3} = [具体数值] \text{m}^3)$ 。雨水花园雨水收集量 $(Q_{\text{花园}})$ 计算公式为 $(Q_{\text{花园}} = 1000 \times \psi_{\text{花园}} \times A_{\text{花园}} \times H \times 10^{-3})$, 假设雨水花园径流系数 $(\psi_{\text{花园}})$ 为 0.2, 面积 $(A_{\text{花园}})$ 为 $[X4] \text{m}^2$, 则 $(Q_{\text{花园}} = 1000 \times 0.2 \times [X4] \times [数值 18] \times 10^{-3} = [具体数值] \text{m}^3)$ 。地面雨水收集总量 $(Q_{\text{地面}} = Q_{\text{透水}} + Q_{\text{下沉}} + Q_{\text{花园}} = [具体数值] \text{m}^3)$ 。

3. 总雨水收集量：总雨水收集量 $(Q_{总} = Q_{屋面} + Q_{地面} = [具体数值]m^3)$ 。

(二) 雨水收集利用率计算

1. 用水量计算：绿化灌溉用水量 $(Q_{灌})$ 根据植物种类、种植面积及灌溉定额计算。假设本项目绿化面积为 $[X5](m^2)$ ，灌溉定额为 $[数值 19](L/(m^2 \cdot 次))$ ，每年灌溉次数为 $[数值 20]$ 次，则绿化灌溉用水量 $(Q_{灌} = [X5] \times [数值 19] \times [数值 20] \times 10^{-3} = [具体数值]m^3)$ 。道路浇洒用水量 $(Q_{洒})$ 根据道路面积及浇洒定额计算。假设道路面积为 $[X6](m^2)$ ，浇洒定额为 $[数值 21](L/(m^2 \cdot 次))$ ，每年浇洒次数为 $[数值 22]$ 次，则道路浇洒用水量 $(Q_{洒} = [X6] \times [数值 21] \times [数值 22] \times 10^{-3} = [具体数值]m^3)$ 。景观补水用水量 $(Q_{景})$ 根据景观水体面积及补水定额计算。假设景观水体面积为 $[X7](m^2)$ ，补水定额为 $[数值 23](L/(m^2 \cdot d))$ ，每年补水天数为 $[数值 24]$ 天，则景观补水用水量 $(Q_{景} = [X7] \times [数值 23] \times [数值 24] \times 10^{-3} = [具体数值]m^3)$ 。冲厕用水量 $(Q_{厕})$ 根据建筑人数及人均冲厕用水量计算。假设建筑内平均每天使用人数为 $[X8]$ 人，人均冲厕用水量为 $[数值 25](L/(人 \cdot d))$ ，每年使用天数为 $[数值 26]$ 天，则冲厕用水量 $(Q_{厕} = [X8] \times [数值 25] \times [数值 26] \times 10^{-3} = [具体数值]m^3)$ 。总用水量 $(Q_{用} = Q_{灌} + Q_{洒} + Q_{景} + Q_{厕} = [具体数值]m^3)$ 。
2. 雨水收集利用率计算：雨水收集利用率 $(\eta = \frac{Q_{总}}{Q_{用}} \times 100\%)$ ，经计算得出本项目雨水收集利用率可达 $[具体数值]\%$ 。

三、可再生能源利用相关计算

(一) 太阳能光伏系统发电量计算

1. 光伏板功率计算：已知本项目规划安装 $[具体功率]kW$ 的光伏板，假设光伏板的转换效率为 $[数值 27]\%$ ，标准光照强度为 $1000W/(m^2)$ ，则光伏板面积 $(A_{板} = \frac{[具体功率] \times 1000}{1000 \times [数值 27]\%} = [具体数值]m^2)$ 。
2. 年发电量计算：根据焦作市年平均太阳辐射量约为 $[数值 28]kWh/(m^2)$ ，考虑光伏系统的综合效率（包括逆变器效率、线路损耗等，假设综合效率为 $[数值 29]\%$ ），则年发电量 $(E_{电} = [数值 28] \times [具体数值] \times [数值 29] = [具体数值]kWh)$ 。可满足建筑用电需求比例 $(X\% = \frac{E_{电}}{[建筑年总用电量]} \times 100\%)$ ，假设建筑年总用电量经统计为 $[数值 30]kWh$ ，则 $(X\% = \frac{[具体数值]}{[数值 30]} \times 100\% = [具体数值]\%)$ 。

(二) 太阳能热水系统节能量计算

1. 热水负荷计算：假设本项目建筑内每天需要供应 $[X9]L$ 的热水，热水温度从 $[数值 31]^{\circ}C$ 加热到 $[数值 32]^{\circ}C$ ，水的比热容 $(c = 4.2kJ/(kg \cdot ^{\circ}C))$ ，水的密度 $(\rho = 1kg/L)$ 。则每天热水负荷 $(Q_{热} = [X9] \times \rho \times c \times ([数值 32] - [数值 31]) = [具体数值]kJ)$ 。每年热水负荷 $(Q_{年热} = Q_{热} \times 365 = [具体数值]kJ)$ 。
2. 节能量计算：传统燃气热水器的热效率假设为 $[数值 33]\%$ ，燃气的热值为 $[数值 34]kJ/m^3$ 。则使用燃气加热所需燃气量 $(V_{气} = \frac{Q_{年热}}{[数值 34] \times [数值 33]\%} = [具体数值]m^3)$ 。采用太阳能热水系统后，每年可节约燃气量为 $[具体数值]m^3$ 。

(三) 地源热泵系统节能计算（如有条件）

1. 负荷计算：根据建筑的围护结构、室内外设计参数及人员设备散热等因素，采用负荷计算软件计算出建筑的冬季供暖负荷 $(Q_{冬供})$ 和夏季供冷负荷 $(Q_{夏供})$ 。假设经计算，冬季供暖负荷 $(Q_{冬供})$ 为 $[数值 35]kW$ ，夏季供冷负荷 $(Q_{夏供})$ 为 $[数值 36]kW$ 。
2. 节能计算：传统空调系统（如风冷热泵）的能效比假设为 $[数值 37]$ ，地源热泵系统的能效比假设为 $[数值 38]$ 。则传统空调系统冬季耗电量 $(W_{冬传} = \frac{Q_{冬供}}{[数值$

37]]\), 地源热泵系统冬季耗电量\(\mathbf{W_{\{冬地\}} = \frac{Q_{\{冬供\}}}{[数值\ 38]}}\), 冬季节能率\(\eta_{\{冬\}} = \frac{W_{\{冬传\}} - W_{\{冬地\}}}{W_{\{冬传\}}} \times 100\%\)). 同理可计算夏季节能率\(\eta_{\{夏\}}\)). 经计算, 采用地源热泵系统相较于传统空调系统, 全年可节能约 [X]%. 通过以上各项计算, 为绿色建筑设计方案的可行性和节能效果提供了量化依据, 确保项目在满足功能需求的同时, 实现绿色、可持续发展目标。