

# 屋顶绿化垂直绿化的节能减排与投资成本

郑东林  
上海市节能监察中心

**摘要：**据测算，建设 1 万平方米的佛甲草屋顶绿化，总投资 108.5 万元，可以节约用电量 8 万度，可减少 CO<sub>2</sub> 排放量 73.9 吨，年固碳量为 3.65 吨；建设 1 万平方米小乔木屋顶绿化年固碳量可以达到 21.9 吨。

垂直绿化在夏季可阻隔太阳光对外墙的照射，减少热辐射降低热传导，能耗比常规幕墙降低 40% 左右，并减少空调负荷 15% 以上；冬季，既不影响墙面得到太阳辐射热，可减少加热能耗约 10%。此外，它还可以减少光污染，净化空气、除尘防噪等作用明显。

对建筑面积为 3 万平方米的建筑群应用垂直绿化示范，约 5000 平方米的外墙应用垂直绿化。初步估算，年节能量为 7.2 万度，节能效益为 5.04 万元，减少二氧化碳排放 66.3 吨，初期投资为 400 万元（实施成本 800 元/m<sup>2</sup>）。

**关键词：**屋顶绿化 节能减排 节能效益 用电量 CO<sub>2</sub>排放量 固碳量 初期投资

## 1. 屋顶绿化的节能减排量和应用成本

佛甲草屋顶绿化的成本为每平方米 155 元。其效果为夏季使室内温度下降 2 度，冬季上升 2 度，维护费是每平方米 2 元/年。

降低温度的效果，屋顶层空调负荷减少 20%，商务楼每平方米空调用电 50 度/平方米，顶层用户负荷下降 20%，相当于节约 10 度电/平方米。此外，屋顶绿化还可以消减城市的热岛效应（表 1）。

表 1\*，大商务楼屋顶绿化的节能、减排效益与总投资

| 应用楼宇 | 应用面积<br>(平方米) | 节能量<br>(度) | 节能效益<br>(元) | 减排量<br>(吨 CO <sub>2</sub> ) | 总投资(元)   |
|------|---------------|------------|-------------|-----------------------------|----------|
| 世贸商城 | 1700          | 13600      | 9520        | 12.52832                    | 184450   |
| 虹桥友谊 | 3880          | 31040      | 21728       | 28.594048                   | 420980   |
| 合计   | 5580          | 44640      | 31248       | 41.122368                   | 605430   |
| 相当于  | 10,000        | 80,000     | 56,000      | 73.90                       | 1085,000 |

\*屋顶可绿化面积通常为建筑面积的 70%，所以实际计算时乘上系数 0.7

表 1 可见，建设 1 万平方米的屋顶绿化，总投资 108.5 万元，可以节约用电量 8 万度，并可减少 CO<sub>2</sub> 排放量 73.9 吨。

## 2. 屋顶绿化的固碳效果

### 2.1. 佛甲草类屋顶绿化的固碳效果

屋顶绿化应用的植物通常为多年生喜阳性草本植物如佛甲草，该类植物单位叶面积固碳量通常在 2 克/平方米每天，叶面积指数为 0.5 左右，单位面积固碳量约为 1 克/平方米每天。

当应用面积为 5580 平方米时，年固碳量为 2.036 吨，折合每 1 万平方米佛甲草屋顶绿化年固碳量为 3.65 吨。

## 2.2. 小乔木屋顶绿化的固碳作用

屋顶绿化应用的植物通常为喜阳性小乔木，该类植物单位面积固碳量约为 6 克/平方米每天。当应用面积为 5000 平方米时，年固碳量约为 10.95 吨，折合每 1 万平方米小乔木屋顶绿化年固碳量为 21.9 吨。

## 3 垂直绿化应用的生态经济效益

垂直绿化在夏季可阻隔太阳光对外墙的照射，减少热辐射降低热传导。当气温超过 34 摄氏度时，绿墙表面四周的空气温度可降低 2—3 摄氏度，能耗比常规幕墙降低 40% 左右，并减少空调负荷 15% 以上；冬季，既不影响墙面得到太阳辐射热，同时可形成保温层，减少加热能耗约 10%。此外，它还可以减少光污染，净化空气、除尘防噪等作用明显。

根据测算，在办公建筑中，空调系统用电量的 30% 通过外墙损失，应用垂直绿化可将外墙的保温性能提高 20%，相当于使建筑总体空调能耗下降 6%（通常每平方米办公建筑的空调耗能为 40 度电），也即每平方米 2.4 度电。

对建筑面积为 30000 平方米的建筑群应用垂直绿化示范，约 5000 平方米的外墙应用垂直绿化。初步估算，年节能量为 72000 度，节能效益为 50400 元，减排二氧化碳 66.3 吨，依照每平方米 800 元的实施成本，初期投资为 400 万元。

## 4 计算依据

上海一般海拔高度 3~5m，气候为亚热带季风气候，年均气温 15.8℃，无霜期约 228 天，全年日照 2036 小时，年降水量 1145.1mm。引用《上海城市森林群落结构对固碳能力的影响》(生态学杂志 Chinese Journal of Ecology, 2010, 29(3): 439-447)一文中的结论。

在基于 Arcview 3.3 的 CITYgreen 5.0 模型数据库中，利用 CITYgreen 模型的固碳效益模块进行综合分析和计算，得出上海城市森林的平均固碳率为 0.625 吨/公顷每年。