

# 基于解析法与非线性规划模型的定日镜场优化设计

## 摘要

本文基于光学效率计算规律，使用**解析法**计算出定日镜场年均光学效率与年均热输出功率；在定日镜尺寸及安装高度相同时通过**EB 布局策略**减少光学效率损失，构建**两阶段优化模型**，采用**改进麻雀搜索算法**进行优化，得到最优镜场布局；在定日镜尺寸及安装高度可不同时，进一步优化得到最优镜场布局。

**针对问题一**，通过**解析法**构建定日镜场光学计算模型，计算各光学效率和输出热功率。使用**投影法**求得镜面间遮挡关系，并将镜面场分为若干**扇形加速运算**。对于截断效率，用**近似椭圆的高斯积分**作为估计。最终得到**年平均光学效率为 0.635**，**单位面积镜面年平均输出热功率为  $0.619kW/m^2$** ，**年平均输出热功率为 38.874MW**。通过分析各光学效率随月份的变化，得到余弦效率对光学效率影响最大；进一步分析年均光学效率的分布图，发现高效率区位于吸收塔**周围偏北方区域**。

**针对问题二**，本文使用**EB 无遮挡布局策略**，采用**两阶段优化模型**对定日镜场进行优化设计。第一阶段重点考虑余弦效率的影响，以最大化单位面积年均热功率为目标，构建**非线性优化模型**，采用**改进麻雀搜索算法**寻优。第二阶段将各定日镜坐标代入问题一的模型计算，得到精确结果**定日镜总数为 1411**，**年平均光学效率为 0.693**，**单位面积镜面年平均输出热功率为  $0.672kW/m^2$** ，**相较于问题一年均余弦效率提升 0.116**。进一步分析定日镜分布，发现与问题一高效率区**近乎重合**。

**针对问题三**，考虑定日镜尺寸及安装高度可不同，对定日镜场重新进行优化设计。在 EB 布局策略基础上，分区域确定定日镜的尺寸与安装高度，逐步对定日镜场布局进行优化，采取同样方式构建**非线性优化模型**并进行求解，得到**定日镜总数为 1434**，**年平均光学效率为 0.703**，**单位面积镜面年平均输出热功率为  $0.680kW/m^2$** 。

**本文优势在于**：1. 通过解析法计算光学效率，计算精度高；2. 采用 EB 布局策略进行定日镜布局，减小光学损失，且可以降低优化问题规模。3. 采用布局策略和逐步优化，提高了计算效率。

**关键字：** 解析法   非线性规划模型   EB 布局策略   麻雀搜索算法