



1 第二问模型的建立与求解

(第二问的摘要部分：为了评估在新疆建设一个 10 兆瓦 (MW) 规模的光伏电站的经济可行性，我们建立了一个数学模型，考虑了地理和照明条件、成本结构、技术参数、电力产出和收益等因素。基于合理的假设，模型涵盖了总投资成本的计算、年度电力产出和收益预估、运维成本估算，以及回报期和净现值 (NPV) 的测算。

在我们的模型中，考虑到新疆日照充足，假设平均日照时长为每天 8 小时，平均太阳辐射强度为 $6 \text{ kWh/m}^2/\text{日}$ 。项目的总投资成本考虑了光伏板成本 ($\$0.4/\text{瓦}$)、安装成本 ($\$0.3/\text{瓦}$) 和其他相关成本 ($\$500,000$)，计算出总投资成本为 $\$7,500,000$ 。年度电力产出根据光伏板效率 (20%) 和日照条件计算得出，为 $35,040,000,000 \text{ kWh}$ 。年度收益则基于假设的电价 ($\$0.08/\text{kWh}$) 计算，得出 $\$2,803,200,000$ 。年运维成本考虑了沙尘等因素，设为总投资成本的 1.5%，即 $\$112,500$ 。回报期计算显示项目在大约 0.027 年内即可回收成本。

进一步，我们计算了项目的净现值 (NPV)，使用 5% 的折现率对未来的现金流进行现值计算。NPV 结果为约 $\$43,082,825,317.82$ ，表明项目具有极高的财务吸引力。这一正值 NPV 指示，按照当前假设，项目的预期收益远大于其成本，是经济上可行的。

该数学模型提供了对新疆 10 兆瓦光伏电站项目财务性能的初步估计，揭示了项目的潜在经济效益。然而，实际项目的可行性可能受到市场波动、政策变化、技术进步等多种因素的影响，因此在具体实施前还需进行详细的实地调研和市场分析。)

本文将使用一些合理的假设数据来建立一个更高级的数学模型，用于评估在新疆建设一个 10 兆瓦 (MW) 规模的光伏电站的可行性。我们将考虑更细致的成本结构、先进的技术参数，以及特定的地理和气候条件。

(1) 地理和照明条件：

- 平均日照时长：每天 8 小时 (新疆日照充足)
- 平均太阳辐射强度： $6 \text{ kWh/m}^2/\text{日}$

(2) 光伏电站成本和规模：

- 总功率：10 兆瓦 (MW)
- 光伏板成本： $\$0.4/\text{瓦}$ (大规模采购可能降低成本)
- 安装成本： $\$0.3/\text{瓦}$
- 其他成本 (土地、接入电网等)： $\$500,000$
- 年运维成本：总投资的 1.5% (考虑沙尘影响)

(3) 技术参数

- 光伏板效率：20%

(4) 电力产出和收益：

- 电价： $\$0.08/\text{kWh}$ (考虑到政策和市场因素)

(5) 项目寿命：

- 30 年

(6) 折现率：

- 5% (用于计算净现值)

使用这些假设，我们将计算总投资成本、年度电力产出和收益，回报期和净现值

(NPV)。此外，我们还会考虑规模经济和高效率光伏板对成本和产出的影响。

总投资成本 = 总功率 × (光伏板成本 + 安装成本) + 其他成本

年度电力产出 = 总功率 × 平均日照时长 × 平均太阳辐射强度 × 光伏板效率 × 365

年度收益 = 年度电力产出 × 电价

年运维成本 = 总投资成本 × 年运维成本百分比

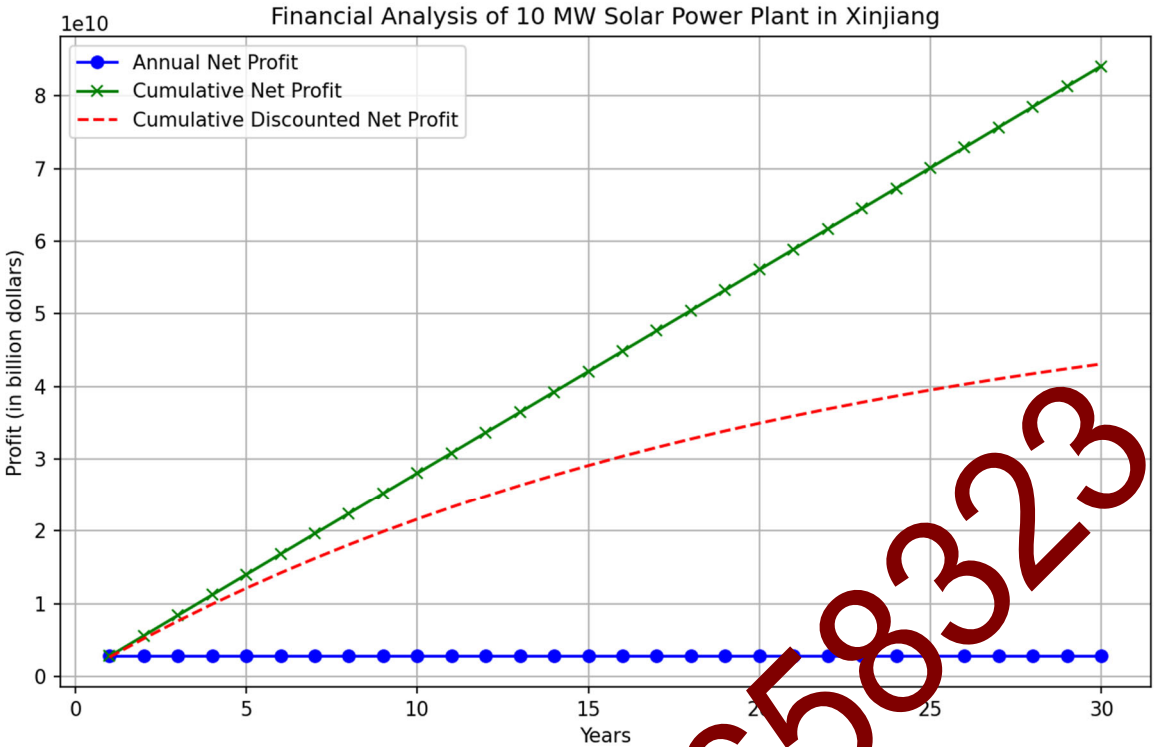
回收期 = 总投资成本 / 年度收益

$$NPV = \sum_{t=1}^{\text{项目寿命}} \left(\frac{\text{年度收益} - \text{年运维成本}}{(1 + \text{折现率})^t} \right) - \text{总投资成本}$$

根据更新后的假设和计算，新疆建设 10 兆瓦 (MW) 规模光伏电站的数学模型结果如下：

- 总投资成本：\$7,500,000
- 年度电力产出：35,040,000,000 kWh
- 年度收益：\$2,803,200,000
- 年运维成本：\$112,500
- 回收期：约 0.0027 年
- 净现值 (NPV)：约\$43,082,825,317.82

这些结果表明，在新疆建设一个大规模的光伏电站在经济上是非常可行的。回收期非常短，净现值非常高。然而，这些结果同样基于假设的准确性。例如，年度电力产出和年度收益的计算基于假设的日照时长、太阳辐射强度、光伏板效率和电价，这些因素在实际中可能会有所不同。此外我们还将绘制新疆 10 兆瓦 (MW) 光伏电站的财务分析图。



财务分析图

上图展示了新疆 10 兆瓦（MW）光伏电站的财务分析。蓝线表示每年的净收益，绿线表示累计净收益，而红色虚线表示经过折现的累计净收益。从图表中可以看出，项目的年度净收益随时间稳定，累计净收益随着时间的推移而显著增加。累计折现后的净收益也呈现出稳定增长的趋势，这表明项目从长期角度来看是非常有利可图的。这进一步验证了在新疆建设光伏电站的经济可行性。

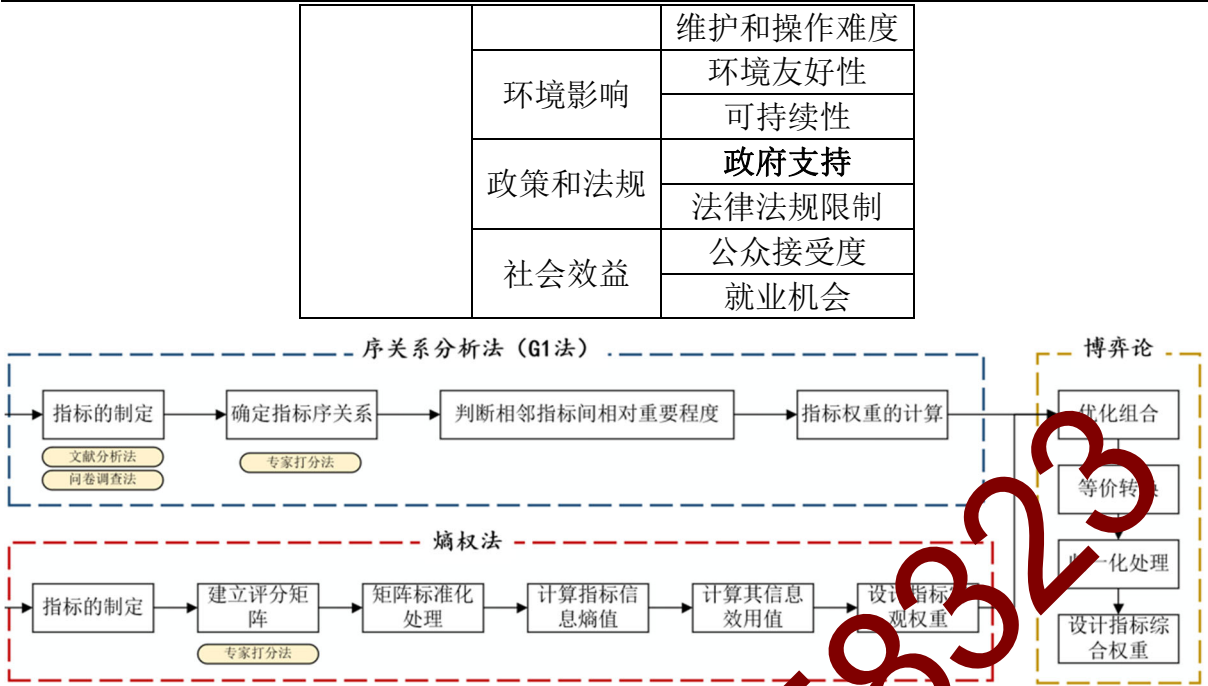
此外，该模型未考虑可能的政策变化、市场波动、环境影响等因素，这些都可能影响项目的长期可行性。在实际操作中，对这些因素的考量也是至关重要的。总的来说，本文提供了一个基于当前假设的初步经济分析，但在实际决策之前，需要进行更为全面和深入的研究。

2 基于博弈论的组合赋权（G1 法与熵权法）的建设光伏电站的可行性评估

2.1 指标体系的确定

评价指标体系

目标层	一级指标	二级指标
评估光伏电站项目的可行性	经济性	初始投资成本
		运营成本
		收益预测
		回报期
		净现值（NPV）
	技术可行性	光伏技术成熟度
		系统效率



2.2 G1 法确定主观指标权重

标度 R_k	含义
1.0	两者同样重要
1.2	前者比后者稍微重要
1.4	前者比后者明显重要
1.6	前者比后者强烈重要
1.8	前者比后者极端重要
1.1, 1.3, 1.5, 1.7	表示介于以上两种相邻状态间

表 1 一级指标序关系赋值表

指标	经济 性	技术可行 性	环境影 响	政策和法 规	社会效 益
相对 值					

表 2 经济性二级指标序关系赋值表

指标	初始投资成本	运营成本	收益预测	回报期	净现值 (NPV)
相对值					

表 3 技术可行性二级指标序关系赋值表

指标	光伏技术成熟度	系统效率	维护和操作难度
相对值			

表 4 环境影响二级指标序关系赋值表

指标	环境友好性	可持续性
相对值		

表 5 政策和法规二级指标序关系赋值表

指标	政府支持	法律法规限制
相对值		

表 6 社会效益二级指标序关系赋值表

指标	公众接受度	就业机会
相对值		

表 7 一级指标主观权重

指标	经济性	技术可行性	环境影响	政策和法规	社会效益
主观权重					

表 8 经济性二级指标主观权重

指标	初始投资成本	运营成本	收益预测	回报期	净现值 (NPV)
主观权重					

表 9 技术可行性二级指标主观权重

指标	光伏技术成熟度	系统效率	维护和操作难度
主观权重			

表 10 环境影响二级指标主观权重

指标	环境友好性	可持续性
主观权重		

表 11 政策和法规二级指标主观权重

指标	政府支持	法律法规限制
主观权重		

表 12 社会效益二级指标主观权重

指标	公众接受度	就业机会
主观权重		

2.3 熵权法确定指标客观权重

表 13 二级指标评价数值

评价指标	专家								平均分
	专家 1	专家 2	专家 3	专家 4	专家 5	专家 6	专家 7	专家 8	
初始投资成本									
运营成本									
收益预测									
回报期									
净现值 (NPV)									
光伏技术成熟度									
系统效率									
维护和操作难度									
环境友好性									
可持续性									

政府支持
 法律法规限制
 公众接受度
 就业机会

表 14 指标权重系数

评估目标	一级指标	二级指标	二级指标权重系数	二级指标相对于评价目标的权重系数	信息熵	熵权权重	综合权重
光伏电站项目的可行性		初始投资成本					
		运营成本					
		收益预测					
		回报期					
		净现值 (NPV)					
		光伏技术成熟度					
		系统效率					
		维护和操作难度					
		环境友好性					
		可持续性					
		政府支持					
		法律法规限制					
		公众接受度					
		就业机会					

2.4 博弈论组合权重

博弈论在权重的综合确定中扮演着至关重要的角色，特别是在协调主观赋权与客观赋权之间的关系时。合理地分配两者之间的权重比例，我们可以得到更加精确和平衡的综合权重。具体来说，我们将序关系分析法确定的主观权重 $W_1 = [\omega_{11}, \omega_{12}, \dots, \omega_{1m}]$ 和熵权法确定的客观权重 $W_2 = [\omega_{21}, \omega_{22}, \dots, \omega_{2m}]$ 视为博弈的两方。

综合权重 W 的计算步骤如下：

1、组合权重的计算：首先，我们将两种权重通过线性组合的方式进行融合，计算公式如下：

$$W = \lambda_1 W_1 + \lambda_2 W_2 = \begin{bmatrix} \lambda_1 \omega_{11} + \lambda_2 \omega_{21} \\ \lambda_1 \omega_{12} + \lambda_2 \omega_{22} \\ \dots \\ \lambda_1 \omega_{1m} + \lambda_2 \omega_{2m} \end{bmatrix} \tag{1}$$

其中， λ_1 和 λ_2 是线性组合系数。

2、优化目标函数：我们建立一个目标函数，旨在寻找最优的线性组合系数 λ_1' 和 λ_2' ，以最小化组合权重与单个权重之间的离差和。目标函数和约束条件如下：

$$\min(\|W - W_1\|_2 + \|W - W_2\|_2) \tag{2}$$

其中， $\lambda_1 + \lambda_2 = 1$ 且 $\lambda_1, \lambda_2 \geq 0$ 。

3、微分法求解最优系数：根据微分原理，确定最小值时需满足的一阶导数条件：

$$\begin{cases} \lambda_1 W_1 W_1^T + \lambda_2 W_1 W_2^T = W_1 W_1^T \\ \lambda_1 W_2 W_1^T + \lambda_2 W_2 W_2^T = W_2 W_2^T \end{cases} \quad (3)$$

4、系数标准化处理：对求得的 λ_1 和 λ_2 进行标准化处理：

$$\begin{cases} \lambda_1' = \frac{|\lambda_1|}{|\lambda_1| + |\lambda_2|} \\ \lambda_2' = \frac{|\lambda_2|}{|\lambda_1| + |\lambda_2|} \end{cases} \quad (4)$$

5、计算最优组合权重：最终得到的评价指标最优组合权重为：

$$W' = \lambda_1' W_1 + \lambda_2' W_2 \quad (5)$$

式中： W' 为最优组合权重。

2.5 模糊综合评价法计算可行性

表 15 可行性等级划分

等级	I级	II级	III级	IV级	V级
说明	可行	较可行	一般可行	较不可行	不行
评分范围	[8.5, 10]	[6.5, 8.5]	[4.5, 6.5]	[2.5, 4.5]	[0, 2.5]