

# 电网企业投资决策方法创新与应用

■ 谢希为

电网企业具有资金、资产密集型的特点,其固定资产占企业总资产的80%以上,对固定资产的投资决策直接影响着企业的资产状况和发展前景。近年来,随着国民经济持续发展,国家逐年加大了对电力行业的投资力度,面对投资规模不断扩大和日益复杂的投资环境,如何提高电网企业固定资产的投入产出效益,实行科学投资决策,已成为电网企业亟需解决的难题。

## 一、电网企业投资决策管理现状

### (一) 电网企业投资管理特点

1. 投资规模大。近年来,国民经济发展迅速,用电需求日益提升,“十一五”期间,全国电网建设总投资规模将达到一万亿元以上。

2. 投资项目数量种类多。电网企业固定资产投产包括输电线路、变电设备、小型基建等项目的投资建设,建设项目数量多、目标多样、电压等级不同,客观上给企业投资决策带来较大难度。

3. 投资回收期长。电网固定资产投资项目建设周期长,投资收益回收慢,通常在20年左右,加大了电网固定资产投资决策的难度。

4. 安全可靠责任重大。电力行业关系着国民经济命脉、国家能源安全与社会稳定大局,为经济社会可持续发展提供安全、可靠、优质的电力保障是电网企业的核心责任。

(二) 电网企业投资管理存在的问题

长期以来,电网企业在进行项目

选择决策过程中,主要以保障电网安全可靠为依据,不注重经济效益和资产价值的综合评估;在投资管理及计划编制过程中,往往依赖专业人员对电网发展、电网结构优化、负荷需求、安全性等因素的考察,基于经验定性或半定量地对项目进行选择和协调,缺乏对项目的定量分析及风险控制;由于前期管理过程不规范,项目后期评估工作开展不足,没有很好地形成项目评估和投资效益反馈机制。

## 二、电网企业投资决策方法创新

常见投资决策理论及方法主要有层次分析法、德尔菲法、决策树法和模糊评估法。电网企业在投资决策时,综合应用层次分析法和德尔菲法,并参考决策树的分析思路,设计出了基于风险的层次分析模型和0-1多目标规划问题贪心求解,从而构建了电网企业的投资项目优选模型,并利用ERP系统固化,全面提高了投资决策效率。

1. 构建基于风险的层次分析模型 RAHP(Risk based Analytical Hierarchy Process)

RAHP模型是指在传统构建层次分析结构目标层、因素层、项目层

的基础上,引入风险评估方法,就项目层对因素层的映射内容进行评估的一种方法。该模型解决了传统AHP方法针对多方案决策时判断工作量大的问题,并弥补了AHP方法对风险量化不足的问题。RAHP模型首先将投资决策过程划分为三个层次,构建出层次分析结构(见图1)。其中,目标层为公司投资决策的总体目标;因素层为目标的分解因素,本模型中为公司固定资产投资策略;项目层为实现目标可供选择的决策方案,即为公司备选的项目。

构建完层次分析结构后,要进一步判断因素层各投资策略的权重,并衡量项目对于其中某因素的贡献程度,并最终获取项目的总得分。其中,在衡量各影响因素的重要程度时,要引入德尔菲法,经多轮决策讨论、比较影响因素的权重,并最终达成一致,获取各影响因素的权重。在针对各影响因素评价项目得分时,传统层次分析法需比较该影响因素下每两个方案的重要性,构造两两比较判断矩阵。但考虑到电网企业一般每年有几十个甚至上百个投资项目,需要专家完成近两万次比较,缺乏可行性。为

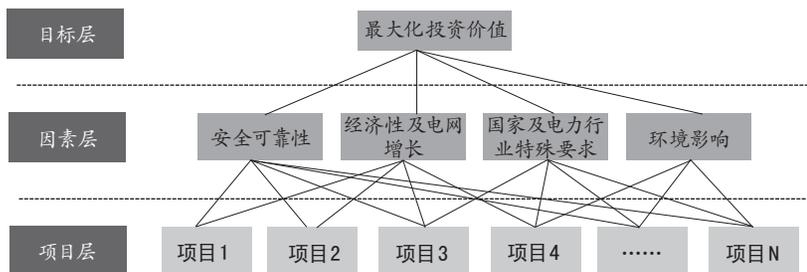


图1 层次分析结构

此, RAHP 模型设计过程中引入了风险概念, 针对影响因素设计出一套标准化、客观性的问题, 根据问题答案评估投资策略的得分情况, 从而有效降低了投资决策过程的工作量, 提高了决策判断的客观性。最后根据各影响因素的权重, 计算各项目的总得分。

### 2. 0-1 多目标规划问题贪心求解

在评价出各项目的得分后, 电网企业需依据项目得分, 并考虑年度投资资金总额的限制, 选取合适的项目列入年度投资计划, 以期达到最佳的投资收益。这时通常需要将投资组合问题集转化为标准的 0-1 多目标规划问题求解。但传统 0-1 多目标规划求解通常应用于多层次优化算法, 当变量规模较大和约束条件较多时, 该算法难以获得最优解或近似最优解。因此, 当项目数量较多时, 可采用贪心算法求解, 即做出当前最好的选择, 这种算法的复杂度较低, 可以较快地获取该投资组合的局部最优结果, 有效地支持了投资项目优选的实施。

## 三、投资决策方法在电网企业的应用

某省级电网公司根据国家“十一五”电网发展规划和本单位电力需求, 需完成投资新建一批电网建设项目的目标。该电网公司应用了上述电网企业投资决策模型, 以最大化公司投资效益为目标, 从满足用电需求、优化电网结构、环境影响等方面对备选项目进行评估, 结合公司年度投资资金总额和各备选项目资金需求, 优选出了开工建设项目名单, 具体步骤如下:

第一步, 确定出投资策略分析因素。借鉴国际先进企业投资决策的经验 and 电网企业投资管理实际, 该电网公司将投资策略因素确定为“安全可靠”、“经济性及电网增长”、“国家及电力行业特殊要求”和“环境影响”。

第二步, 确定出各投资策略的权

重大小。该电网公司邀请专家参与投资策略权重的制定, 各专家通过两两比较各影响因素, 构造出判断矩阵, 获取各影响因素的重要程度, 即影响因素权重。每轮判断结束后, 各专家要根据已发布的投资策略权重, 对自身判断结论进行调整, 并展开新一轮判断。多轮判断之后, 即可汇总获取投资策略各影响因素的权重。

第三步, 对项目价值进行量化评估。对每个投资策略分析因素设置问题清单, 在设计问题时要引入风险的概念, 并将问题分为增加收益和移除风险两类, 用于衡量项目针对投资策略的得分。如针对安全可靠, 设计问题“去年拉闸限电总损失”、“去年拉闸限电次数”, 分别针对风险影响和风险频率提问。问题清单中每个问题都设置相应的评分标准和问题权重, 以明确该问题对于该影响因素的影响程度。专业人员要对各项目的问题答案进行评分。

第四步, 计算综合得分。根据问题权重, 可获取该项目对单个投资决策分析因素的影响或者贡献程度, 再结合各因素权重, 即可得到项目综合得分。

最后, 应用基于贪心算法的 0-1 多目标规划模型, 对项目进行优化选择, 以确定公司投资组合方案, 即完成投资项目的优选过程。以上模型和操作打分过程全部在 ERP 系统中进行, 系统会自动计算出各项目得分, 并自动进行排序。

例如: 现在共有 50 个电压等级为 220kV 的备选项目, 全部为基层上报省电网公司的固定资产投资项目。将

第 k 个项目  $P_k$  是否列入投资组合设为变量  $x_k$ , 若该项目列入投资组合则  $x_k$  的值为 1, 项目不列入组合则  $x_k$  的值为 0。设项目  $P_k$  得分为  $s(P_k)$ , 年度投资计划为  $i(P_k)$ 。目标函数  $V$  为投资价值最高即选取项目的总得分最高。根据电网公司实际情况, 投资安排所需资金不能超过总资金量的限制, 同时为平衡各电压等级和地区投资力度, 某些电压等级或地区投资额度也有相应限制, 针对每一条资金限制设置一个约束条件, 模型如下:

$$\begin{aligned} \text{Max } V(x_1, x_2, \dots, x_{50}) &= x_1 * s(P_1) + x_2 * s(P_2) + \dots + x_{50} * s(P_{50}) \\ \sum_{k \in Y_1} x_k * i(P_k) &\leq V_1 \\ \sum_{k \in Y_2} x_k * i(P_k) &\leq V_2 \\ x_1, x_2, \dots, x_{50} &= 0 \text{ 或 } 1 \end{aligned}$$

其中,  $Y_1$  是所有 220kV 项目集合,  $V_1$  为 220kV 项目资金限制额;  $Y_2$  是所有 A 地区项目集合,  $V_2$  为该地区项目资金限制额。这样投资组合问题转化为标准的 0-1 规划模型。

在应用贪心算法对上述 0-1 规划模型求解时, 可制定两种贪心算法的选择策略: 一是两两比较各项目, 将得分最高的项目变量值设为 1, 即选择分值最高的项目进入投资组合; 二是两两比较各项目, 将单位投资成本最低的项目变量值设为 1, 即选择单位投资成本最低的项目进入投资组合。公司可根据选择的策略, 确定 50 个投资项目中的 40 个(见表 1), 该结果即为电网投资决策模型下的局部最佳投资组合方案, 然后再通过集中讨论, 即可确定最终的固定资产投资建议计划方案。■

(作者单位: 华北电网有限公司)

责任编辑 陈利花

表 1

项目名称	电压等级	地区	年度投资额 (万元)	得分
$P_1$ 项目	220kV	A 市	8 000	95.6
$P_2$ 项目	220kV	B 市	3 200	94.3
$P_3$ 项目	220kV	C 市	2 900	93.0
$P_4$ 项目	220kV	A 市	5 900	92.2
$P_5$ 项目	220kV	E 市	9 800	91.9
...				
$P_{40}$ 项目	220kV	D 市	4 300	73.2