「配电网」

新电改背景下基于蒙特卡洛模拟的配电网规划投资策略研究

文/国网安徽省电力有限公司马鞍山供电公司　吴春阳　张云晨　邱新福　陈　艳　王　峰

随着新一轮电力体制改革的不断推进，传统的配电网规划投资策略不能适应解决新问题的要求。总结了新电改对配电网规划的影响，根据影响配电网规划投资效益的关键类别要素，利用蒙特卡洛模拟法，建立配电网风险评价模型。以某配电网规划项目为例，通过建立配电网风险评价模型及Crystal Ball软件进行投资风险评价，验证了方法的有效性，为配电网规划项目决策提供依据。

输配电价改革、增量配电市场等新电改政策的出台，给配电网企业带来了诸多影响，如投资主体多元化、内容多样化，使电网企业在配电网投资上面临着新的挑战和机遇。

新电改对配电网规划建设的影响

1. 新电改对地区配电网的影响

随着电力体制改革的有序进行，售电侧放开将对配电网投资造成如下的影响。

1）社会期盼改革释放红利，降低终端用电价格。

2）售电侧放开使得社会投资主体可以进入售电市场，而以国家电网为主要投资主体的传统投资模式将发生转变，形成多买多卖的竞争格局。

3）电网企业经营模式由“购售电价差”转向“准许收入”（统购统销→物流）。随着改革的推进，电力系统原有的粗放式管理和经营模式会逐步转变为精益化管理方式，以适应改革的外部环境。

4）网络平台（如电力阿里）的出现，将国网公司代电厂、售电公司收费模式，转变成了用户向售电公司统一交电费，售电公司分别向电网企业交输配电费，向发电企业交购电费。

5）在新的电力改革中，随着售电业务的放开、配售电市场化及大型企业集团发配售一体化，将挤占公司市场规模，会慢慢增大配电网运行时的压力。

6）农网改造、分布式电源上网和市政管线入地等公益性投资占比持续升高，单位投资收益面临下降压力。

7）用户体验产生多样化，如何在电改背景下更好地满足不同要求用户的用电需求，要求电网企业调整规划计划统计思路，维护公司权益。

2. 地区配电网发展的机遇及挑战

新一轮电改背景下，如何更好地体现国网公司的核心价值观，更好地服务电力用户，要求电网公司更好地满足不同要求用户的用电需求，提升供电服务质量。不仅营销系统须逐渐向精益化管理方式转变，适应新的外部环境，电网本身更需要做好技术性提高，特别是配电网部分，如何提高配电网规划投资策略成为了重要研究方向。

影响配电网规划投资的关键类别要素

配电网项目规划投资风险大小取决于项目总效益及总费用，所以在项目的投资效益评价中经常选用项目净现值作为风险评价指标。对净现值

有重要影响的因素为项目总投资额I、寿命周期n、年净收益PMT及银行贴现率i。

蒙特卡洛模拟法构建配电网规划投资评价模型

设拟投资项目的投资费用一次性投入，且总投资额均匀分布。年度销售收入值R为年度售电量$Q_{电}$与每度电利润值$P_{电}$的乘积。现令年度经营费用值为E元，应缴税金T元，年经营成本C元，则年销售收入可以表示为

$$R=P_{电}Q_{电} \tag{1}$$

税金可以表示为

$$T=33\%R \tag{2}$$

年经营成本可表示为

$$C=E+T \tag{3}$$

年净收益可表示为

$$PMT=R-C \tag{4}$$

最后，利用PV函数，可得出该项目的净现值，可表示为

$$NPV=-I+\mathrm{PV}(i,n,PMT) \tag{5}$$

式中，NPV为项目净现值；I为项目总投资额；i为银行贴现率；n为寿命周期。

经分析，影响投资项目净现值的风险变量有年经营费用、年售电量、每度电利润与项目初始固定资产投资额。每种风险变量服从相应概率分布，如表1所示。

表1　风险变量概率分布表

随机变量		概率分布	
每1 kW·h电利润/元	三角分布	最大值	0.14
		最小值	0.08
		最可能值	0.1
年经营费用/元	三角分布	最大值	507 000
		最小值	300 000
		最可能值	408 000
年售电量/(kW·h)	均匀分布	最大值	3.32×10^7
		最小值	3.05×10^7
项目总投资额/元	均匀分布	最大值	4 580 000
		最小值	4 430 000

算例论证

1. 配电网供电项目风险变量分布

以某市“十三五”供电规划的某个项目为例，预计该项目投产后年售电量约为2 096万～5 222万kW·h，该配电网项目总投资额预计为443万～458万元。设定项目寿命周期为20年，贴现率为8%，每1 kW·h电利润为0.05～0.205元。各随机变量的概率分布参数由专家分析得出，具体如表1所示。

2. 使用Crystal Ball软件进行蒙特卡洛模拟

1）建立相关随机变量的表格，并输入各变量的数值和关系式，如图1所示。

	基础数据区			
项目寿命期	20.00			
贴现率	0.08			
	模拟区			
		max	lik	min
年售电量	32 000 000	33 200 000		30 500 000
每1 kW·h电利润	0.126 0	0.140 0	0.100 0	0.080 0
年经营费用	450 000	507 000	408 000	300 000
税金	1 330 560			
年净收益	2 251 440			
项目总投资额	4 500 000	4 580 000		4 430 000
净现值	17 604 970			

图1　参数设置图

2）对各风险变量的定义相应的概率分布。

3）定义输出变量的预测结果。在本例中需对财务净现值进行评价，现对财务净现值进行预测结果定义。

4）选择随机变量的实验次数。

经计算可得，对本项目进行2 000次模拟可以达到模拟效果，再对模拟的抽样方法、速度等进行定义。

3. 结果分析

蒙特卡洛对本项目规划投资风险评价模拟结果如图2～图4所示。

通过对该配电网项目进行模拟，可以得出后财务净现值平均期望值约为1 379万元，该项目财务净现值大于1 251万元的可能性为65.47%，此外在图3中可以看出其财务净现值在1 165万～1 545万元之间可能性约为50.07%。该项目财务净现值

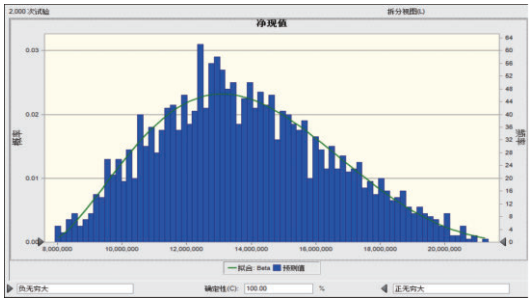

图2　净现值预测模型

图4　净现值统计表

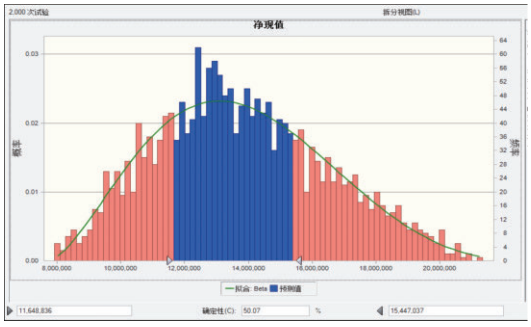

图3　净现值预测模型

最大值为2 192万元，最小值为794万元，但是发生的可能性都不大。另外，净现值小于0的发生概率为0。根据对上述模拟结果的分析，该项目投资风险较低，收益较好。

结束语

配电网的建设在整个电网建设中占据着重要地位，合理的配电网规划投资已成为电网投资建设的关键环节。对配电网投资项目进行风险分析，利用Crystal Ball软件建立投资决策模型；提出影响配电网项目投资的关键类别要素及各要素所服从的概率分布；通过净现值预测模型、净现值统计表等方式对预测结果进行具体分析。通过算例论证，该模型科学有效，该模型对配电网规划投资效益进行全面综合评价，为配电网的规划投资提供可靠的指导依据。**EA**

（收稿日期：2017.12.19）
（编辑：刘群垚）

（上接第60页）

套管和使用优化屏蔽网的套管进行局放试验。

试验采用的设备为德国Power Diagnostix Systems GmbH公司的ICMcompact局部放电检测器。它可以用来独立评估中高压绝缘的条件，也可以与计算机连接捕捉截面图或远程控制，也可以增加部分配件以适应特定的测试应用和噪声环境。

试验中套管铜棒连接高电压，安装套管的壳体接地。两种套管测量结果如图8所示。未加屏蔽网的套管在施加8.42 kV的电压时，局放值达到6.42 nC，局放值较大。在套管中浇注改进的屏蔽网后，其局放值为9.49 pC，相较于无屏蔽网的套管大幅度下降。

比较两个试验结果，可以发现使用屏蔽网可降低套管局放，与有限元分析结果一致。

结束语

利用有限元和试验两种方法分析柱上开关进出线套管的局部放电现象。首先利用有限元法对比分析套管在没有屏蔽网和浇注屏蔽网两种情况下的电场分布，发现使用屏蔽网可有效降低壳

（a）无屏蔽网

（b）加屏蔽网

图8　套管局放测量值

体、套管和空气3种介质交汇处的电场强度。其次利用有限元法改进屏蔽网的形状，减少极不均匀电场分布现象。最后采用试验方法，测量套管在无屏蔽网和浇注屏蔽网2种情况下的局放值，验证有限元分析的正确性，即套管中浇注屏蔽网可有效降低其局放量。**EA**

（收稿日期：2017.08.12）
（编辑：刘群垚）