

供电可靠性提升措施优选的量化评价方法

吴 涵¹, 陈 彬¹, 管 霖², 王 乐²

(1. 国网福建省电力有限公司电力科学研究院, 福建 福州 350007;

2. 华南理工大学 电力学院, 广东 广州 510640)

摘要: 研究供电可靠性提升措施的评价和优化选择方法。提出可靠性提升策略与可靠性降低因素的关联矩阵。以可靠性统计指标量化分析为基础, 提出可靠性提升措施的实施度指标。针对可靠性提升措施的选择和决策, 提出可靠性提升措施的影响度指标计算方法。某电网的应用实例验证了所提方法的有效性和应用价值。

关键词: 供电可靠性; 可靠性; 规划; 评估; 可靠性提升策略; 停电; 优化

中图分类号: TM 732

文献标识码: A

DOI: 10.16081/j.issn.1006-6047.2015.05.020

0 引言

供电可靠性是衡量供电企业运行管理水平和服务质量的核心指标之一。对供电可靠性的提升需要从规划建设、运行维护、工程管理等各个业务环节采取[1-4]。

在供电可靠性管理的技术方法层面, 可靠性统计分析信息系统[5-8]为分析配电网停电事件的构成和原因、找出可靠性薄弱环节提供了数据支持。基于拓扑结构的可靠性理论评估算法研究[9-15]已经较为深入, 为电网规划建设方案的可靠性评估提供了有效的技术手段。但我国的用户停电原因分布与发达国家存在显著差异[8], 主要表现在配电网建设施工等因素造成的计划停运在用户年均停电时间中的占比极高, 普遍高达 70% 以上。而配电网可靠性的理论评估算法只适合处理具有客观性和统计平稳性的故障停电事件, 不适宜处理预安排停电事件, 因而在供电企业可靠性提升措施的选择和评估中难以起到核心支撑作用。

综合来看, 在现有可靠性管理体系中还存在着一个重要的缺失环节, 即如何针对可靠性薄弱环节, 找出技术上有效、经济上可行的可靠性提升措施? 如何评价这些措施的实施效果?

尽管近年来许多供电企业尝试开展了供电可靠性规划工作[16], 但在可靠性规划中普遍存在着现状问题和薄弱环节分析与可靠性提升的规划措施脱节的现象, 使得无论是可靠性提升目标的制定, 还是可靠性提升措施的选择和资金投入均比较盲目和低效。

本文首次提出了一套基于数据统计和决策分析的可靠性提升措施评估和优选方法, 建立了可靠性提升措施与可靠性降低因素的关联关系矩阵, 提出了评价可靠性提升措施有效性的影响度和可控度指标及其计算方法。通过厦门电网应用实例验证了所

提方法的有效性。研究工作为供电企业构造完整的可靠性管理和规划流程、实现可靠性提升措施的量化评价和选择提供了技术支持。

1 供电可靠性规划和评估的实施流程

开展供电可靠性规划有助于供电企业从用户供电可靠性这一宏观控制指标出发, 全面梳理电网规划、工程建设、运行管理、设备维护等各主营业务环节存在的不足, 并指导建设资金的有效安排和技术管理水平的持续改进。

目前已开展的供电可靠性规划尚未形成完整的规划框架和流程, 规划中部分关键环节也缺乏有效的技术方法支持。本文提出供电可靠性规划的完整实施流程如图 1 所示, 由 4 个串行规划环节构成。

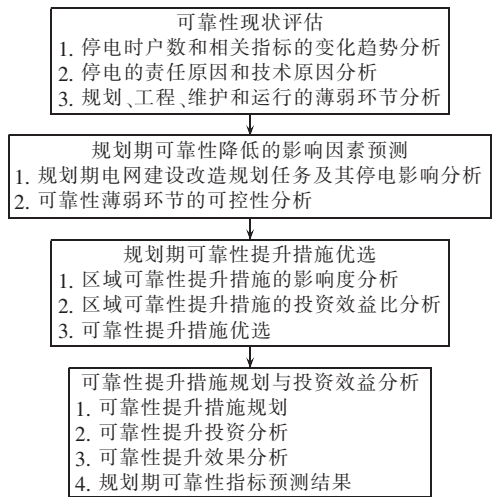


图 1 可靠性规划实施流程图

Fig.1 Flowchart of reliability planning

a. 可靠性现状评估环节。

该环节不仅应该分析供电可靠性指标现状和引起用户停电的原因分布, 而且需要分析引起停电的事件是否是可预防和可规避的, 并明确相关的责任

部门。

b. 规划期间可靠性降低的影响因素预测环节。
该环节在现有可靠性规划中普遍缺失。由于规划期电网发展、一次网架建设和二次系统的建设改造规模直接影响到当年的预安排停电时间,因此需要结合规划期间电网的建设规划,对可预计的工程建设停电进行预测分析。对其他影响可靠性的责任原因,也需分析能否通过现有技术和管理手段进行控制。

c. 可靠性提升措施优选环节。
该环节的实现方式是本文研究的重点,其工作包括:建模和描述各种可靠性提升的技术和管理措施与可靠性降低影响因素的关联关系;根据规划地区的可靠性降低影响因素分布,进行可靠性提升措施的排序;结合可靠性提升措施的投资需求和提升效益进行措施选择。

d. 可靠性提升措施规划与投资效益分析环节。
该环节根据优选出的可靠性提升措施,具体规划其实施范围并测算投资需求。对实施后的可靠性指标值进行评估和预测。

2 可靠性提升措施与降低因素的关联分析

可靠性管理信息系统记录了每次停电的责任原因以及停电时户数信息。由于责任原因按停电事件的管理归属进行划分,容易与可靠性提升措施之间建立对应关系,因此推荐采用停电责任原因构成可靠性降低的影响因素集合。

可靠性降低的影响因素按管理归属可划分为外部影响和内部影响两大类。由于可靠性提升措施一般仅能在企业管辖范围内部实施,可靠性提升措施优选中更关注的是可靠性降低的内部影响因素。用列向量 $D=\{D_i,i=1,2,\cdots,M\}$ 表示可靠性降低影响因素。 D 由以下 15 项因素构成: D_1 , 交通车辆破坏影响; D_2 , 盗窃破坏影响; D_3 , 其他外力破坏影响; D_4 , 自然灾害破坏影响; D_5 , 非电网原因施工影响; D_6 , 因用户原因申请停电,连带影响其他用户; D_7 , 设备检修影响; D_8 , 电网建设施工影响; D_9 , 用户业扩施工停电; D_{10} , 架空线路故障影响; D_{11} , 电缆线路故障影响; D_{12} , 变压器故障影响; D_{13} , 柱上开关故障影响; D_{14} , 开关柜故障影响; D_{15} , 其他设备故障影响。

定义影响度指标 δ_{MD} 描述不同可靠性降低因素对供电可靠性影响程度,具体如下。

定义 统计期内因可靠性降低影响因素 D_i 造成的用户停电时户数 $N_{SH}(D_i)$ 在总用户停电时户数中所占的百分比,记为影响度 δ_{MDi} :

$$\delta_{MDi}=N_{SH}(D_i) / \sum_{j=1}^M N_{SH}(D_j) \times 100 \% \tag{1}$$

在可靠性规划中可取统计期间为 1~3 a。

综合分析目前配电网可以采取的可靠性提升措施,可以将之归纳为网架工程建设及改造措施、设备选型及建设标准提升措施、运行维护技术措施和运行管理措施四大类。随着技术发展,可靠性提升措施会不断增加,内容也会发生变化。本文用列向量 $Y=\{y_i,i=1,2,\cdots,N\}$ 表示可靠性提升措施。以下列出了 16 项具有一定代表性和可操作性的可靠性提升措施: y_1 , 10 kV 单辐射线路增加联络线; y_2 , 架空线路增设分段、分支开关; y_3 , 架空裸导线实行绝缘化改造; y_4 , 架空线路增加线路避雷器等防雷措施; y_5 , 提高杆塔和台架的抗风强度和建设标准; y_6 , 公用电房配置 2 台及以上配电变压器; y_7 , 残旧开关设备和线路更换; y_8 , 配网自动化建设; y_9 , 加强用户带电接火作业; y_{10} , 配变检修和施工期间由发电车临时供电; y_{11} , 加强警示和巡视,预防外力破坏; y_{12} , 检修试验严格按停电时间定额作业; y_{13} , 对架空、电缆混架线路投入重合闸; y_{14} , 对技术允许的线路实施合环转供电; y_{15} , 实施和优化综合停电管理; y_{16} , 加强用户电房开关设备监管。

由于 D 和 Y 均为非量化的语义描述,因此本文将表 1 第 2 列语言描述的可靠性提升措施 y_j 对可靠性降低因素 D_i 的影响程度,转化为第 1 列对应的 0~1 间的 5 级量化标度,进而形成可靠性降低因素与可靠性提升措施的关联关系矩阵 $R_{M \times N \circ}$

表 1 关系矩阵 R 的量化标度

Table 1 Quantitative scaling of relationship matrix R

量化标度 r_{ij}	影响描述
0	提升措施 y_j 对降低因素 D_i 没有影响
1/5	提升措施 y_j 对降低因素 D_i 略有影响
3/5	提升措施 y_j 对降低因素 D_i 影响较大
1	提升措施 y_j 对降低因素 D_i 影响极大

当影响程度为上述相邻描述的中间值时,量化标度也取中间值。由于可靠性提升措施均经过筛选,原则上不存在可靠性提升措施的长期实施反而降低电网可靠性的情况。

当然,对可靠性提升措施的影响程度一般需要通过专家评分或调研获取。为了降低专家评分的主观偏差,在设计中,一方面,应该对可靠性提升措施和可靠性降低因素赋予比较明确的定义以帮助专家准确理解和判断;另一方面,也应该保证一定的参与评价专家数量,通过取中值等方式降低主观偏差的干扰。此外,对一些可靠性提升措施在其他区域或者有限范围内试点实施的效果客观评价也可以逐步纳入评价体系,协助降低主观偏差。

3 可靠性提升措施的实施度评估

尽管上节定义的关联矩阵 R 可以描述任一种可

可靠性提升措施消除不同可靠性降低因素的能力强弱,但这种描述侧重于从机理上评估措施的作用,并没有考虑可靠性提升措施在不同配电系统中的可能实施范围和能够获得的实施效果上的差异。

以可靠性提升措施 y_1 为例,通过单辐射线路增加联络,对各种原因引起的馈线跳闸都能通过及时的转供电起到减少停电时户数的作用,因此关联矩阵第 1 列的所有元素 $r_{1i} \neq 0$ 。但是,具体对某个供电区域,如果已经没有单辐射线路存在,则 y_1 措施在该区域实际上已没有实施空间。本文定义可靠性提升措施的实施度指标来描述这一方面的影响。

记可靠性措施 y_i 在给定区域的可实施范围与区域总范围之比为 A_i ,实施效果与理想效果之比为 E_i ,则 y_i 在给定区域的实施度 $I_i = A_i E_i$ 。

对 $y_1 - y_{16}$, A 的计算公式说明如下: A_1 , 单幅射线路回数/馈线总回数; A_2 , 分段数小于 3 或者有长架空线路为装设分支开关的线路回数/馈线总回数; A_3 , 架空裸导线长度/线路总长度; A_4 , 未装设架空线路避雷器等防雷措施的线路长度/架空线路总长度; A_5 , 未达到当地抗风标准的杆塔和台架数/杆塔和台架总数; A_6 , 具备空间条件但未配置 2 台及以上配电变压器的电房数/电房总数; A_7 , (残旧开关设备台数/总开关台数+残旧线路长度/线路总长度)/2; A_8 , 具备条件实施配网自动化的馈线回数/馈线总回数; A_9 , 可实施但未实施带电接火作业的用户数/总用户数; A_{10} , 可用发电车临时供电的用户数/总用户数; A_{11} , 可纳入警示巡视范围的线路长度/线路总长度; A_{12} , 未按停电时间定额作业的作业量/总作业量; A_{13} , 未投入重合闸的架空、电缆混架线路回数/馈线总回数; A_{14} , 技术允许但未实施合环转供电的线路回数/馈线总回数; A_{15} , 未纳入综合停电管理的馈线回数/馈线总回数; A_{16} , 具备条件加强监管的用户电房数/用户电房总数。

关于实施效果比,对于大多数不受主观因素影响的措施均可取 $E_i = 1$; 对于受主观因素影响的措施, $E_i \leq 1$ 。例如,对措施 y_1 , E_1 可用单辐射线路建立联络后的可转供率表示,如果全线可转供,则 $E_1 = 1$ 。又如,对措施 y_{12} , E_{12} 则可按下式计算:

$$E_{12} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{\text{作业 } i \text{ 的定额时间}}{\text{作业 } i \text{ 的当前平均作业时间}} \right)$$

4 可靠性提升措施对指定区域影响度的评价和优选

通过前述步骤计算出给定区域可靠性降低因素的影响度 δ_{MD} 和可靠性提升措施的实施度 I 后,可以结合可靠性降低因素与可靠性提升措施的关联关系矩阵 R ,完成可靠性提升措施对给定区域可靠性影

响度的计算。

可靠性提升措施 y_j 对给定区域可靠性的影响度 $\delta_{\text{My}}(j)$ 可由下式计算:

$$\delta_{\text{My}}(j) = I_j \sum_{i=1}^M (r_{ij} \delta_{\text{MD}i}) \quad (2)$$

较大的 $\delta_{\text{My}}(j)$ 值表明在给定区域实施可靠性提升措施 y_j 对可靠性指标的提升成效较大。因此,通过 δ_{My} 指标从高到低排序,可以得出技术层面推荐的可靠性提升措施优选排序情况。进一步结合可靠性提升措施的投资估算和对比,就能实现给定区域的可靠性提升措施决策。

用列向量 $C = [C_1, C_2, \dots, C_N]^T$ 表示对可靠性提升措施的选择结果:

$$C_i = \begin{cases} 1 & \text{选择措施 } y_i \\ 0 & \text{不选择措施 } y_i \end{cases}$$

则采取选定的可靠性提升措施后,用停电时户数的减少比例描述的综合可靠性提升成效可由下式估算:

$$J = \sum_{i=1}^N C_i \delta_{\text{My}}(i) \quad (3)$$

基于上述流程即可实现对指定区域的可靠性提升措施的量化优选,也可以对措施实施后可靠性指标提升成效进行评估。

5 厦门岛可靠性提升措施优选应用

厦门岛是厦门市中心城区,其中压配电线路以电缆为主,电缆化率约 91%。由于地处沿海,易受热带风暴及雷击等自然灾害影响,厦门岛架空线路基本采用架空绝缘线,绝缘化率高达 99%。

厦门岛配电网以电缆单环网为主,部分地区还采用了高可靠性的双环网接线方式。全岛仅有 3 回单辐射线路,且所接用户少,线路短,可靠性较高。

由于一次设备状态和网架结构优良、运行管理较好,2012 年厦门岛 RS(Reliability on Service)指标接近 99.99%,供电可靠性一直位于国内领先水平。对这样一个电网,需要依靠更加严谨和量化的分析手段,才能合理选择可靠性提升措施,进一步提高其供电可靠性水平。

采用本文提出的可靠性提升措施优选评估方法进行分析。首先基于历史统计数据获得厦门岛配电网可靠性降低因素的影响度指标,见表 2。

对影响度进行排序可以看出,引起厦门岛用户停电的主要原因依次是:电网建设施工停电、外力破坏停电、设备检修停电、用户业扩施工和用户原因停电。此外,配网设备故障直接引起的停电总占比仅为 8.37%。

对候选可靠性提升措施,首先按第 3 节的方法进行措施的实施度分析。分析中应结合厦门配电网

表 2 厦门岛可靠性影响度
Table 2 Reliability influencing factors
of Xiamen island grid

类型号	可靠性降低影响因素	影响度/%
外部原因	限电	2.02
D_1	交通车辆破坏影响	0.36
D_2	盗窃破坏影响	0.92
D_3	其他外力破坏影响	10.19
D_4	自然灾害破坏影响	2.51
D_5	非电网原因施工影响	1.22
D_6	用户原因停电影响	6.06
D_7	设备检修停电影响	7.25
D_8	电网建设施工停电	54.59
D_9	用户业扩施工停电	6.51
D_{10}	架空线路故障影响	4.05
D_{11}	电缆线路故障影响	2.69
D_{12}	变压器故障影响	0.28
D_{13}	柱上开关故障影响	0.73
D_{14}	开关柜故障影响	0.42
D_{15}	避雷器故障影响	0.20

设备和运行管理现状,计算每项措施的实施范围比和实施效果比,并筛除部分实施度低的措施。对第 2 节列举的 16 项措施,在厦门岛实施度低的包括 y_1 — y_5 、 y_7 、 y_{14} 、 y_{15} 共 8 项,实施度相对较高的 8 项措施的实施度如表 3 所示。

表 3 厦门岛可靠性提升措施的实施度
Table 3 Reliability enhancement measure enforceable
factors of Xiamen island grid

措施	实施度/%	措施	实施度/%
y_6	16	y_{11}	25
y_8	35	y_{12}	6
y_9	5	y_{13}	20
y_{10}	7	y_{16}	15

对筛选获得的实施度相对较高的 8 项措施,建立其与可靠性降低因素的关联关系矩阵 R 。通过专家调查数据分析,并按照表 1 转化成量化标度,得到厦门岛可靠性降低因素与候选可靠性提升措施的关联矩阵如表 4 所示。

根据式(2)计算 8 项可靠性提升候选措施对厦门岛配电网可靠性的影响度为: $\delta_{\text{M}_7}=[2.2\%,3.9\%,2.7\%,2.7\%,0.9\%,0.6\%,1.2\%,0.1\%]^T$ 。

根据可靠性提升措施从高到低排序,推荐厦门岛可靠性提升措施如下:

- a. 加强配网自动化建设,提高配网自动化覆盖面;
- b. 加强用户带电接火作业推广力度;
- c. 在配变检修和施工期间,推行发电车临时供电措施;
- d. 对有条件的公用电房配置 2 台及以上配电变压器,实现相互备自投,随着网架结构完善,可考虑构成双环网供电。

根据式(3)计算可得 $J=14.4\%$ 。这表明采取上

表 4 厦门岛配网的关系矩阵 R
Table 4 Relationship matrix R of Xiamen island grid

类型号	y_6	y_8	y_9	y_{10}	y_{11}	y_{12}	y_{13}	y_{16}
D_1	0	2/5	0	0	3/5	0	0	0
D_2	0	2/5	0	0	3/5	0	0	0
D_3	0	2/5	0	0	3/5	0	0	0
D_4	0	2/5	0	0	0	0	3/5	0
D_5	0	0	0	0	3/5	0	0	0
D_6	0	0	0	0	0	0	0	4/5
D_7	0	0	0	1/5	0	1	0	0
D_8	0	0	0	1/5	0	0	0	0
D_9	1/5	0	1	3/5	0	0	0	0
D_{10}	0	2/5	0	0	0	0	0	0
D_{11}	0	2/5	0	0	0	3/5	0	0
D_{12}	1	2/5	0	1	0	3/5	0	0
D_{13}	0	2/5	0	0	0	1/5	0	0
D_{14}	0	2/5	0	0	0	1/5	0	0
D_{15}	0	2/5	0	0	0	1/5	0	0

述措施后,厦门岛电网的用户年平均停电时间还可在现有基础上减少 14.4%。

应该看到,厦门岛配电网的可靠性提升空间并不大,一方面是因为厦门岛配电网整体可靠性已经居于一个较高的水平,且实施空间的可靠性提升技术和管理措施不多;另一方面的原因是厦门岛配电网停电影响因素中电网施工和其他外力破坏(与城市建设施工关联很大)造成的停电时间占比很高,而面对快速发展的电网和城市,无论电网建设工程量还是城市建设步伐均不可能人为控制和降低。

采用本文提出的可靠性提升措施优选方法能够有效地结合和利用配电网实际可靠性统计信息、配电网结构和可靠性管理现状信息、可靠性提升手段的技术评估等多方面信息,形成相对客观和量化的可靠性提升措施优选方法。所提方法同时也能配电网可靠性提升空间的测算和可靠性规划目标的制定提供依据。

6 结论

本文提出了一套完整的配电网可靠性提升措施评估和优选算法。定义了配电网可靠性降低因素的影响度指标、可靠性提升措施的可实施度指标,并研究了可实施指标的计算方法。提出了可靠性降低因素与可靠性提升措施关联矩阵的定义和量化标度方法。在此基础上提出了可靠性提升措施对区域配电网可靠性的影响度指标,定义了其计算公式。最后,基于可靠性提升措施的影响度,可以有效估算可靠性措施实施后用户停电时户数降低程度。通过厦门岛配电网的应用表明所提算法能有针对性地实现可靠性提升措施优选和可靠性规划目标制定。

进一步的研究应纳入可靠性提升措施的经济性评价,与本文的技术评价相结合,完善可靠性提升措施的优化规划。

参考文献:

- [1] 蔡泽祥,周全. 配网接线方式对供电可靠性影响分析[J]. 电力系统及其自动化学报,2010,22(4):85-88.
CAI Zexiang,ZHOU Quan. Influence of distribution system connection modes on power supply reliability[J]. Proceedings of the CSU-EPSA,2010,22(4):85-88.
- [2] 邱生敏,管霖. 规划配电网简化方法及其可靠性评估算法[J]. 电力自动化设备,2013,33(1):85-90.
QIU Shengmin,GUAN Lin. Simplification of distribution network planning and its reliability evaluation algorithm[J]. Electric Power Automation Equipment,2013,33(1):85-90.
- [3] 邹嘉嘉,王钢,李海峰,等. 电网停电综合管理与分析决策系统的研究与开发[J]. 电力系统保护与控制,2012,40(8):140-146.
HUAN Jiajia,WANG Gang,LI Haifeng,et al. Study and development of outage comprehensive management and analysis decision system for power grid[J]. Power System Protection and Control,2012,40(8):140-146.
- [4] 万国成,任震,黄金凤. 配电网可靠性成本与效益综合[J]. 电力自动化设备,2003,23(9):18-23.
WAN Guocheng,REN Zhen,HUANG Jinfeng. Integrating reliability cost and reliability benefit of distribution system[J]. Electric Power Automation Equipment,2003,23(9):18-23.
- [5] 中华人民共和国电力行业标准. DL/T836—2003 供电系统用户供电可靠性评价规程[S]. 北京:中国电力出版社,2003.
- [6] 中华人民共和国电力行业标准. DL/T861—2004 电力可靠性基本名词术语[S]. 北京:中国电力出版社,2004.
- [7] 中国电力企业联合会电力可靠性管理中心. DL/T989—2005 直流输电系统可靠性统计评价规程[S]. 北京:中国电力出版社,2006.
- [8] 宋云亭,张东霞,吴俊玲,等. 国内外城市配电网供电可靠性分析[J]. 电网技术,2008,32(23):13-18.
SONG Yunting,ZHANG Dongxia,WU Junling,et al. Comparison and analysis on power supply reliability of urban power distribution network at home and abroad[J]. Power System Technology,2008,32(23):13-18.
- [9] 别朝红,李更丰,王锡凡. 含微网的新型配电系统可靠性评估综述[J]. 电力自动化设备,2011,31(1):1-5.
BIE Zhaozhong,LI Gengfeng,WANG Xifan. Review on reliability evaluation of new distribution system with micro-grid[J]. Electric Power Automation Equipment,2011,31(1):1-5.
- [10] 赵华,王主丁,谢开贵,等. 中压配电网可靠性评估方法的比较研究[J]. 电网技术,2013,37(11):3295-3301.
ZHAO Hua,WANG Zhuding,XIE Kaigui,et al. Comparative study on reliability assessment methods for medium voltage distribution network [J]. Power System Technology,2013,37(11):3295-3301.
- [11] 彭建春,何禹清,周卓敏,等. 基于可靠性指标逆流传递和顺流归并的配电网可靠性评估[J]. 中国电机工程学报,2010,30(1):40-46.
PENG Jianchun,HE Yuqing,ZHOU Zhuomin,et al. Distribution system reliability evaluation based on up-stream delivering and down stream merging of reliability indices[J]. Proceedings of the CSEE,2010,30(1):40-46.
- [12] BILLINTON R,WANG P. Reliability network equivalent approach to distribution system reliability evaluation[J]. IEEE Proceedings Generation,Transmission and Distribution,1998,145(2):149-153.
- [13] 管霖,冯焱,刘莎,等. 大规模配电网可靠性指标的近似估测算法[J]. 中国电机工程学报,2006,26(10):92-98.
GUAN Lin,FENG Yao,LIU Sha,et al. Approximate evaluation algorithm for reliability indices of cosmically distribution system[J]. Proceedings of the CSEE,2006,26(10):92-98.
- [14] 郭永基. 电力系统可靠性分析[M]. 北京:清华大学出版社,2003:135-150.
- [15] 陈文高. 配电系统可靠性实用基础[M]. 北京:中国电力出版社,1998:110-140.
- [16] 宋云亭,张东霞,梁才浩,等. 南方电网“十一五”城市供电可靠性规划[J]. 电网技术,2009,33(8):48-54.
SONG Yunting,ZHANG Dongxia,LIANG Caihao,et al. Power supply reliability planning for urban power network of China Southern Power Grid[J]. Power System Technology,2009,33(8):48-54.

作者简介:



吴 涵(1985—),男,福建莆田人,工程师,硕士,主要从事配电网规划、供电可靠性规划和分布式电网及微网方面的研究(E-mail: 272391941@qq.com)。

Quantitative evaluation and optimized selection of power supply reliability enhancement measures

WU Han¹,CHEN Bin¹,GUAN Lin²,WANG Le²

(1. State Grid Fujian Electric Power Research Institute,Fuzhou 350007,China;

2. School of Electric Power,South China University of Technology,Guangzhou 510640,China)

Abstract: The evaluation and optimized selection of power supply reliability enhancement measures are researched. The relationship matrix between reliability improvement strategies and reliability worsening factors is presented. An enforceability index of reliability enhancement measure is proposed based on the quantitative analysis of reliability statistic index. The method for calculating the influence index of reliability enhancement measure is proposed for the selection and decision-making of reliability improvement measures. An application in a power grid verifies the effectiveness and application value of the proposed method.

Key words: power supply reliability; reliability; planning; evaluation; reliability enhancement strategy; outages; optimization