



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108122070 B

(45) 授权公告日 2021.04.16

(21) 申请号 201711319999.6

(22) 申请日 2017.12.12

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108122070 A

(43) 申请公布日 2018.06.05

(73) 专利权人 国家电网公司  
地址 100031 北京市西城区西长安街86号  
专利权人 国网冀北电力有限公司经济技术  
研究院  
北京交通大学 (续)

(72) 发明人 李顺昕 何洛滨 苏粟 岳云力  
沈卫东 刘娟 朱全友 聂文海  
(续)

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限  
公司 11127  
代理人 李辉 徐焕

(51) Int.Cl.  
G06Q 10/06 (2012.01)  
G06Q 50/06 (2012.01)

(56) 对比文件

CN 105305424 A, 2016.02.03  
CN 107179688 A, 2017.09.19  
CN 106980918 A, 2017.07.25  
CN 105226650 A, 2016.01.06  
CN 104851053 A, 2015.08.19  
CN 102831321 A, 2012.12.19  
CN 107358352 A, 2017.11.17  
陈子元.《计及需求响应的并网型微电网可靠性评估》.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技II辑》.2017,  
Zhen Shu等.《Reliability Evaluation of Composite Power Systems Using Sequential Simulation with Latin Hypercube Sampling》.《Power Systems Computation Conference, IEEE》.2015,  
赵雪源.《含分布式电源的配电网可靠性评估》.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技II辑》.2016,

审查员 罗湘

权利要求书3页 说明书14页 附图4页

(54) 发明名称

配电网可靠性的确定方法和装置

(57) 摘要

本申请实施方式提供了一种配电网可靠性的确定方法和装置,其中,该方法包括:获取待测配电网中各个元件的故障率和维修率;通过拉丁超立方抽样法抽取各个元件的样本数据;根据样本数据,确定各个元件的正常持续时间和故障持续时间;建立待测配电网的系统状态矩阵;根据系统状态矩阵,确定待测配电网中各个负荷点的状态数据;根据负荷点的状态数据,确定负荷点的可靠性指标;根据各个负荷点的可靠性指标,确定待测配电网的可靠性指标。由于该方案通过拉丁超立方抽样法抽取样本数据;又结合时序抽样公式,引入了时序分析。因此解决了现有方法中存在的无法在进行时序分析的同时提高实施效率的技术问题。

CN 108122070 B



[接上页]

(73) 专利权人 国网冀北电力有限公司  
国网冀北电力有限公司电力科学  
研究院  
华北电力科学研究院有限责任公  
司

(72) 发明人 苗友忠 罗玮 曹天植 李博  
吕昕 朱正甲 赵敏 单体华  
汲国强 丁健民 李笑蓉 史智萍  
赵国梁 秦砺寒 李华伟 董静然  
杨恬恬 黄见会 李梦娟

1. 一种配电网可靠性的确定方法,其特征在于,包括:

根据获取的待测配电网中的元件的故障率和维修率,通过拉丁超立方抽样法抽取元件的样本数据;

根据所述元件的样本数据,确定所述元件的正常持续时间和故障持续时间;

根据所述元件的正常持续时间和故障持续时间,建立待测配电网的系统状态矩阵;

根据所述系统状态矩阵,确定待测配电网中负荷点的状态数据,其中,所述状态数据包括:负荷点的正常时间、负荷点的停电时间、负荷点的停电次数;

根据所述状态数据,确定负荷点的可靠性指标;

根据所述负荷点的可靠性指标,确定所述待测配电网的可靠性指标;

在确定所述负荷点的可靠性指标后,所述方法还包括:通过判定以下关系是否成立,确定所述负荷点的可靠性指标是否满足预设要求;

$$\frac{\sigma(X)}{\sqrt{T'} \times E(X)} \leq e$$

其中, $X$ 为负荷点可靠性指标;负荷点年平均停电时间, $E(X)$ 为负荷点年平均停电时间的平均值函数, $\sigma(X)$ 为负荷点年平均停电时间的标准差函数, $e$ 为设置的预设精度,取值为 $e=10^{-4}$ , $T'$ 为仿真总年限;

在所述负荷点的可靠性指标不满足所述预设要求的情况下,重新确定各个元件的抽样层总数,以根据重新确定的抽样层总数,重新确定负荷点的可靠性指标;

其中,所述根据所述元件的正常持续时间和故障持续时间,建立待测配电网的系统状态矩阵,包括:根据所述元件的正常持续时间和故障持续时间,确定所述元件的时间状态序列;根据所述元件的时间状态序列,建立待测配电网的系统状态矩阵,以引入时序信息;

所述根据所述系统状态矩阵,确定待测配电网中负荷点的状态数据,包括:根据待测配电网的系统状态矩阵,通过故障模式后果分析,对负荷点进行分类,以建立负荷点分类矩阵;根据所述负荷点分类矩阵,确定所述负荷点的状态数据;其中,所述负荷点分类矩阵按照元件故障对负荷点的影响恶劣程度进行划分;

所述根据所述状态数据,确定负荷点的可靠性指标,包括:根据所述负荷点的正常时间、负荷点的停电时间、负荷点的停电次数,建立负荷点统计矩阵;通过对所述负荷点统计矩阵进行矩阵处理,以获得负荷点的可靠性指标。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据获取的待测配电网中的元件的故障率和维修率,通过拉丁超立方抽样法抽取元件的样本数据,包括:

根据所述元件的故障率和维修率确定各个元件的抽样层总数;

按照所述各个元件的抽样层总数,分别获取各个元件的各抽样层的样本数据,以得到所述元件的样本数据。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述根据所述元件的故障率和维修率确定各个元件的抽样层总数,包括:

按照以下公式确定所述各个元件的抽样层总数:

$$N = \frac{T}{\left(\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\mu}\right)}$$

上式中,  $N$ 为抽样层总数,  $T$ 为实施时间,  $\lambda$ 为元件的故障率,  $\mu$ 为元件的维修率。

4. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述根据所述元件的样本数据, 确定所述元件的正常持续时间和故障持续时间, 包括:

根据所述元件的样本数据, 分别确定各个元件各层的正常持续时间和故障持续时间, 并将所述各个元件各层的正常持续时间和故障持续时间作为所述元件的正常持续时间和故障持续时间。

5. 根据权利要求4所述的方法, 其特征在于, 根据所述元件的样本数据, 分别确定各个元件各层的正常持续时间和故障持续时间, 包括: 按照以下公式确定所述各个元件各层的正常持续时间和故障持续时间:

$$t_{onR} = -\frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{R-U(0,1)}{N}\right)$$

$$t_{offR} = -\frac{1}{\mu} \ln\left(\frac{R-U(0,1)}{N}\right)$$

上式中,  $R$ 为抽样层的编号, 取值为1至 $N$ 之间的整数,  $U(0, 1)$ 为编号为 $R$ 的抽样层内的均匀分布的随机数,  $t_{onR}$ 为编号为 $R$ 的抽样层的正常持续时间,  $t_{offR}$ 为编号为 $R$ 的抽样层的故障持续时间,  $\lambda$ 为元件的故障率,  $\mu$ 为元件的维修率,  $N$ 为抽样层总数。

6. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述负荷点的可靠性指标包括以下至少之一: 负荷点的故障率、负荷点每次故障停电时间、负荷点年平均停电时间。

7. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述待测配电网的可靠性指标包括以下至少之一: 配电网平均停电频率指标、配电网平均停电持续时间指标、用户平均停电持续时间指标、平均供电可用率指标、电量不足指标。

8. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 在确定所述待测配电网的可靠性指标后, 所述方法还包括:

根据所述待测配电网的可靠性指标, 进行配电网规划。

9. 一种配电网可靠性的确定装置, 其特征在于, 包括:

抽取模块, 用于根据获取的待测配电网中的元件的故障率和维修率, 通过拉丁超立方抽样法抽取元件的样本数据;

第一确定模块, 用于根据所述元件的样本数据, 确定所述元件的正常持续时间和故障持续时间;

建立模块, 用于根据所述元件的正常持续时间和故障持续时间, 建立待测配电网的系统状态矩阵;

第二确定模块, 用于根据所述系统状态矩阵, 确定待测配电网中负荷点的状态数据, 其中, 所述状态数据包括: 负荷点的正常时间、负荷点的停电时间、负荷点的停电次数;

第三确定模块, 用于根据所述状态数据, 确定负荷点的可靠性指标;

第四确定模块, 用于根据所述负荷点的可靠性指标, 确定所述待测配电网的可靠性指标;

所述装置还用于通过判定以下关系是否成立, 确定所述负荷点的可靠性指标是否满足预设要求;

$$\frac{\sigma(X)}{\sqrt{T' \times E(X)}} \leq e$$

其中,  $X$  为负荷点可靠性指标: 负荷点年平均停电时间,  $E(X)$  为负荷点年平均停电时间的平均值函数,  $\sigma(X)$  为负荷点年平均停电时间的标准差函数,  $e$  为设置的预设精度, 取值为  $e = 10^{-4}$ ,  $T'$  为仿真总年限;

在所述负荷点的可靠性指标不满足所述预设要求的情况下, 所述装置还用于重新确定各个元件的抽样层总数, 以根据重新确定的抽样层总数, 重新确定负荷点的可靠性指标;

其中, 所述建立模块具体用于根据所述元件的正常持续时间和故障持续时间, 确定所述元件的时间状态序列; 根据所述元件的时间状态序列, 建立待测配电网的系统状态矩阵, 以引入时序信息;

所述第二确定模块, 具体用于根据待测配电网的系统状态矩阵, 通过故障模式后果分析, 对负荷点进行分类, 以建立负荷点分类矩阵; 根据所述负荷点分类矩阵, 确定所述负荷点的状态数据; 其中, 所述负荷点分类矩阵按照元件故障对负荷点的影响恶劣程度进行划分;

所述第三确定模块, 具体用于根据所述负荷点的正常时间、负荷点的停电时间、负荷点的停电次数, 建立负荷点统计矩阵; 通过对所述负荷点统计矩阵进行矩阵处理, 以获得负荷点的可靠性指标。

## 配电网可靠性的确定方法和装置

### 技术领域

[0001] 本申请涉及配电网技术领域,特别涉及一种配电网可靠性的确定方法和装置。

### 背景技术

[0002] 在规划配电网时,为了能使得所确定的配电网更加稳定可靠,在进行具体的配电网规划之前,往往需要先对配电网可靠性进行预测。具体实施时,通过对配电网可靠性的预测,获取用于表征配电网可靠性的配电网的可靠性指标。进而可以根据配电网的可靠性指标进行相应的配电网规划。

[0003] 现有的配电网可靠性的确定方法大多不能进行时序分析,且实施效率也不高。于是,人们设计可以通过时序蒙特卡罗抽样(Sequential Monte Carlo Sampling,SMCS)来确定配电网可靠性。该方法虽然能进行时序分析,但是由于蒙特卡罗抽样的样本数据完全是随机的,即在输入分布的范围内,样本可以落在任何位置。具体实施时,往往需要足够多的迭代之后,蒙特卡罗抽样才能通过抽样“重建”输入分布。如此,只有在抽取的样本数足够多时,其计算结果才可以被认为是精确的。反之,当所执行的迭代次数较少的时,则会产生聚集的问题,进而导致最后获得计算结果不准确。因此,利用蒙特卡罗法计算配电网的可靠性往往需抽取大量的样本,以致增加了系统的计算时间,影响了计算效率。综上可知,现有的配电网可靠性的确定方法具体实施时,往往存在无法在进行时序分析的同时提高实施效率的技术问题。

[0004] 针对上述问题,目前尚未提出有效的解决方案。

### 发明内容

[0005] 本申请实施方式提供了一种配电网可靠性的确定方法和装置,以解决现有方法中存在的实施效率差、无法进行时序分析的技术问题。

[0006] 本申请实施方式提供了一种配电网可靠性的确定方法,包括:

[0007] 根据获取的待测配电网中的元件的故障率和维修率,通过拉丁超立方抽样法抽取元件的样本数据;

[0008] 根据所述元件的样本数据,确定所述元件的正常持续时间和故障持续时间;

[0009] 根据所述元件的正常持续时间和故障持续时间,建立待测配电网的系统状态矩阵;

[0010] 根据所述系统状态矩阵,确定待测配电网中负荷点的状态数据,其中,所述状态数据包括:负荷点的正常时间、负荷点的停电时间、负荷点的停电次数;

[0011] 根据所述状态数据,确定负荷点的可靠性指标;

[0012] 根据所述负荷点的可靠性指标,确定所述待测配电网的可靠性指标。

[0013] 在一个实施方式中,所述根据获取的待测配电网中的元件的故障率和维修率,通过拉丁超立方抽样法抽取元件的样本数据,包括:

[0014] 根据所述元件的故障率和维修率确定各个元件的抽样层总数;

[0015] 按照所述各个元件的抽样层总数,分别获取各个元件的各抽样层的样本数据,以得到所述元件的样本数据。

[0016] 在一个实施方式中,所述根据所述元件的故障率和维修率确定各个元件的抽样层总数,包括:

[0017] 按照以下公式确定所述各个元件的抽样层总数:

$$[0018] \quad N = \frac{T}{\left(\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\mu}\right)}$$

[0019] 上式中,N为抽样层总数,T为实施时间, $\lambda$ 为元件的故障率, $\mu$ 为元件的维修率。

[0020] 在一个实施方式中,所述根据所述元件的样本数据,确定所述元件的正常持续时间和故障持续时间,包括:

[0021] 根据所述元件的样本数据,分别确定各个元件各层的正常持续时间和故障持续时间,并将所述各个元件各层的正常持续时间和故障持续时间作为所述元件的正常持续时间和故障持续时间。

[0022] 在一个实施方式中,根据所述元件的样本数据,分别确定各个元件各层的正常持续时间和故障持续时间,包括:按照以下公式确定所述各个元件各层的正常持续时间和故障持续时间:

$$[0023] \quad t_{onR} = -\frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{R-U(0,1)}{N}\right)$$

$$[0024] \quad t_{offR} = -\frac{1}{\mu} \ln\left(\frac{R-U(0,1)}{N}\right)$$

[0025] 上式中,R为抽样层的编号,取值为1至N之间的整数,U(0,1)为编号为R的抽样层内的均匀分布的随机数, $t_{onR}$ 为编号为R的抽样层的正常持续时间, $t_{offR}$ 为编号为R的抽样层的故障持续时间, $\lambda$ 为元件的故障率, $\mu$ 为元件的维修率,N为抽样层总数。

[0026] 在一个实施方式中,根据所述元件的正常持续时间和故障持续时间,建立待测配电网的系统状态矩阵,包括:

[0027] 根据所述元件的正常持续时间和故障持续时间,确定所述元件的时间状态序列;

[0028] 根据所述元件的时间状态序列,建立待测配电网的系统状态矩阵。

[0029] 在一个实施方式中,根据所述系统状态矩阵,确定待测配电网中负荷点的状态数据,包括:

[0030] 根据待测配电网的系统状态矩阵,通过故障模式后果分析,对负荷点进行分类,以建立负荷点分类矩阵;

[0031] 根据所述负荷点分类矩阵,确定所述负荷点的状态数据。

[0032] 在一个实施方式中,根据所述状态数据,确定负荷点的可靠性指标,包括:

[0033] 根据所述负荷点的正常时间、负荷点的停电时间、负荷点的停电次数,建立负荷点统计矩阵:

[0034] 根据所述负荷点统计矩阵,确定负荷点的可靠性指标。

[0035] 在一个实施方式中,所述负荷点的可靠性指标包括以下至少之一:负荷点的故障率、负荷点每次故障停电时间、负荷点年平均停电时间。

- [0036] 在一个实施方式中,在确定所述负荷点的可靠性指标后,所述方法还包括:
- [0037] 确定所述负荷点的可靠性指标是否满足预设要求;
- [0038] 在所述负荷点的可靠性指标不满足所述预设要求的情况下,重新确定所述各个元件的抽样层总数,以根据重新确定的抽样层总数,重新确定负荷点的可靠性指标。
- [0039] 在一个实施方式中,所述待测配电网的可靠性指标包括以下至少之一:配电网平均停电频率指标、配电网平均停电持续时间指标、用户平均停电持续时间指标、平均供电可用率指标、电量不足指标。
- [0040] 在一个实施方式中,在确定所述待测配电网的可靠性指标后,所述方法还包括:
- [0041] 根据所述待测配电网的可靠性指标,进行配电网规划。
- [0042] 在一个实施方式中,在确定所述待测配电网的可靠性指标后,所述方法还包括:
- [0043] 根据所述待测配电网的可靠性指标,进行配电网规划。
- [0044] 本申请实施方式还提供了一种配电网可靠性的确定装置,包括:
- [0045] 抽取模块,用于根据获取的待测配电网中的元件的故障率和维修率,通过拉丁超立方抽样法抽取元件的样本数据;
- [0046] 第一确定模块,用于根据所述元件的样本数据,确定所述元件的正常持续时间和故障持续时间;
- [0047] 建立模块,用于根据所述元件的正常持续时间和故障持续时间,建立待测配电网的系统状态矩阵;
- [0048] 第二确定模块,用于根据所述系统状态矩阵,确定待测配电网中负荷点的状态数据,其中,所述状态数据包括:负荷点的正常时间、负荷点的停电时间、负荷点的停电次数;
- [0049] 第三确定模块,用于根据所述状态数据,确定负荷点的可靠性指标;
- [0050] 第四确定模块,用于根据所述负荷点的可靠性指标,确定所述待测配电网的可靠性指标。
- [0051] 在本申请实施方式中,通过拉丁超立方抽样法抽取样本数据;又通过根据样本数据和时序抽样公式,进而引入了时序分析,解决了现有的配电网可靠性的确定方法中存在的无法在进行时序分析的同时提高实施效率的技术问题,达到了可以高效、准确地确定待测配电网可靠性的技术效果。

## 附图说明

- [0052] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请中记载的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。
- [0053] 图1是根据本申请实施方式的配电网可靠性的确定方法的处理流程图;
- [0054] 图2是根据本申请实施方式的配电网可靠性的确定方法中使用的拉丁超立方抽样的原理示意图;
- [0055] 图3是根据本申请实施方式的配电网可靠性的确定装置的组成结构图;
- [0056] 图4是在一个场景示例中应用本申请实施方式提供配电网可靠性的确定方法/装置的具体流程示意图。



## 具体实施方式

[0057] 为了使本技术领域的人员更好地理解本申请中的技术方案,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本申请保护的范围。

[0058] 考虑到现有的配电网可靠性的确定,大多不能在进行时序分析的同时提高具体的实施效率。例如,利用时序蒙特卡罗抽样(Sequential Monte Carlo Sampling, SMCS)来确定配电网可靠性。该方法虽然能进行时序分析,但是由于蒙特卡罗抽样的样本数据完全是随机的,即在输入分布的范围内,样本可以落在任何位置。具体实施时,往往需要足够多的迭代之后,才能得到较为精确的结果。因此,利用蒙特卡罗法计算配电网的可靠性往往需抽取大量的样本,导致增加了系统的计算时间,影响了计算效率。综上可知,现有的配电网可靠性的确定方法具体实施时,往往存在无法在进行时序分析的同时提高实施效率的技术问题。针对产生上述技术问题的根本原因,本申请考虑可以先通过拉丁超立方抽样法遍历整体抽样区间,使得所抽取的数据覆盖范围广,代表性较强;进而可以根据样本数据和时序抽样公式,确定各个元件的正常持续时间和故障持续时间,引入了时序分析,以对配电网可靠性进行准确的预测。从而解决现有的配电网可靠性的确定方法中存在的无法在进行时序分析的同时提高实施效率的技术问题,达到高效、准确地确定待测配电网可靠性的技术效果。

[0059] 基于上述思考思路,本申请实施方式提供了一种配电网可靠性的确定方法。请参阅图1的根据本申请实施方式的配电网可靠性的确定方法的处理流程图。本申请实施方式提供的配电网可靠性的确定方法,具体可以包括以下步骤。

[0060] 步骤S101:根据获取的待测配电网中的元件的故障率和维修率,通过拉丁超立方抽样法抽取元件的样本数据。具体实施时,可以分为:

[0061] S101-1:获取待测配电网中的元件的故障率和维修率。

[0062] 在本实施方式中,所述配电网中的元件具体可以是配电网中的变压器、开关、线路、断路器等。所述故障率和维修率具体可以通过元件的出厂数据确定。

[0063] 在本实施方式中,具体实施时,获取待测配电网中的元件的故障率和维修率可以包括:通过查询配电网中各个元件的出厂数据,获得相应的故障率数据和维修率数据,进而可以通过输入获取相应的故障率数据和维修率数据。

[0064] S101-2:根据所述各个元件的故障率和维修率,通过拉丁超立方抽样法抽取各个元件的样本数据。

[0065] 在本实施方式中,为了能遍历整体抽样区间,并使得所抽取的数据覆盖范围广,代表性较强;同时也为了减少抽样数据量,减少计算量,以提高实施效率。在本申请实施方式中所使用的抽样方法具体可以是拉丁超立方抽样法。其中,所述拉丁超立方抽样法(Latin hypercube sampling)具体可以是:先对输入概率分布进行分层,并在累积概率尺度(0,1)上把累积曲线分成相等的区间。然后,从输入分布的每个区间即“分层”中随机抽取样本。具体的,可以参阅图2的根据本申请实施方式的配电网可靠性的确定方法中使用的拉丁超立方抽样的原理示意图。例如,在拉丁超立方抽样中使用的技术是“抽样不替换”,累积分布的分层数目等于执行的迭代次数。具体实施时,每个分层都有一个样本被取出,且一旦样本从

分层抽取之后,这个分层将不会再被抽样。从而可以以相对较小的数据量得到较有代表性的样本数据。优选地,应用在本实施方式中,可以先根据元件的故障率和修复率确定最大抽样层数作为抽样层总数,并在各元件抽取随机样本时可以从各元件的每层分别抽取样本,得到各个元件的样本。如此,可以避免样本数据的重复和无序抽取,保证了抽样的高效性,同时抽取得到具有较好代表性的样本数据。

[0066] 在一个实施方式中,为了能通过拉丁超立方抽样法高效地抽取代表性较好的各个元件的样本数据,以减少计算量、提高实施效率,具体实施时,可以按照以下步骤执行。

[0067] S101-2-1:根据所述各个元件的故障率和维修率确定各个元件的抽样层总数。

[0068] 在一个实施方式中,具体实施时,可以通过拉丁超立方抽样法确定最大抽样层数作为上述抽样层总数。具体实施时,可以按照以下公式确定上述抽样层总数:

$$[0069] \quad N = \frac{T}{\left(\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\mu}\right)}$$

[0070] 上式中,N为抽样层总数,T为实施时间, $\lambda$ 为元件的故障率, $\mu$ 为元件的维修率。

[0071] 在本实施方式中,需要说明的是,上述实施时间,根据配电网的具体实施情况,可以有多种形式。例如,在以年份为基本单位的情况下,T也可以直接用year来替换,其中,year表示待测配电网的实施年份。

[0072] 在本实施方式中,需要说明的是,具体抽样时,是根据每层所抽取的样本数据,获取该元件在这一层的正常持续时间和故障持续时间,并将该元件在这一层的正常和故障的运行状态记为一次循环。如此,元件所需抽样循环总数即可以认为是元件的抽样层总数。具体实施时,可以把所有抽样的元件的状态持续时间相加,即可以得到实施总时间为T。其中,实施总时间包括:正常状态的平均持续时间和停电状态平均持续时间。正常状态的平均持续时间可以认为为 $1/\lambda$ ,停电状态平均持续时间可以认为为 $1/\mu$ 。因此,可以通过上式以确定元件的抽样层总数。

[0073] S101-2-2:按照所述各个元件的抽样层总数,分别获取各个元件的各抽样层的样本数据,以得到所述各个元件的样本数据。

[0074] 在一个实施方式中,需要补充的是,考虑到拉丁超立方抽样法自身的特点,通常在抽取样本时,还会根据拉丁超立方抽样法或蒙特卡罗算法自身的要求,设置一个预设时间。以抽取一个元件中各层的样本得到样本数据为例进行示意性说明。该元件的抽样层总数为5。具体抽取该元件的样本数据时,可以先分别从第一层开始随机抽取一个样本,直到从第五层中随机抽取到一个样本,为一轮抽取。当然,具体实施时,也可以从第三层开始随机抽取一个样本,再分别从第二层、第四层、第五层、第一层分别随机抽取一个样本。只要不重复地遍历完所有层数即可。即,可以随机从各层中依次随机抽取样本。如果一轮抽取所使用的时间大于或等于预设时间时,则停止抽取,并根据已经抽取的样本得到该元件的样本数据。如果一轮抽取所用的时间小于预设时间,则开始进行第二轮抽取。第二轮抽取与第一轮抽取类似,从第一层至第五层分别抽取样本,完成又一轮抽取。第二轮抽取结束时,如果两轮抽取累计的时间大于或等于上述预设时间,则停止抽取,并根据两轮抽取的样本得到该元件的样本数据。如果两轮抽取累计的时间小于上述预设时间,则继续第三轮抽取。以此类推,直至累计的抽取时间大于等于预设时间,则停止抽取,根据抽取到的样本得到该元件的

样本数据。

[0075] 如此,可以使得通过拉丁超立方抽样法所抽取的样本数据更加可靠,继而后续得到结果相对更加准确。当然,在本实施方式中仅以抽样层数为5的元件的样本数据获取方法为例,进行示意说明。对于其他情况的元件,本申请实施方式不再赘述。

[0076] 步骤S102:根据所述各个元件的样本数据,确定所述各个元件的正常持续时间和故障持续时间。

[0077] 在一个实施方式中,为了能引入时序分析,具体实施时,可以按照以下方式确定各个元件的正常持续时间和故障持续时间。

[0078] 根据所述各个元件的样本数据,分别确定各个元件各层的正常持续时间和故障持续时间,并将所述各个元件各层的正常持续时间和故障持续时间作为所述各个元件的正常持续时间和故障持续时间。

[0079] 在一个实施方式中,为了分别确定各个元件各层的正常持续时间和故障时间,具体实施时,可以按照时序抽样公式确定各层的正常持续时间和故障持续时间:

$$[0080] \quad t_{onR} = -\frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{R-U(0,1)}{N}\right)$$

$$[0081] \quad t_{offR} = -\frac{1}{\mu} \ln\left(\frac{R-U(0,1)}{N}\right)$$

[0082] 上式中,R为抽样层的编号,取值为1至N之间的整数,U(0,1)为编号为R的抽样层内的均匀分布的随机数, $t_{onR}$ 为编号为R的抽样层的正常持续时间, $t_{offR}$ 为编号为R的抽样层的故障持续时间, $\lambda$ 为元件的故障率, $\mu$ 为元件的维修率,N为抽样层总数。

[0083] 需要说明的是,上述正常持续时间具体可以是该元件该层所确定的正常使用所延续的时间。例如,正常通电五分钟。上述故障时间具体可以是该元件该层所确定的故障延续的时间。例如,停电5小时。

[0084] 在本实施方式中,需要补充的是,具体实施时,配电网中的各个元件各层样本数据可以认为包括有两种运行状态:即:正常和故障。当元件正常运行时,本申请实施方式需要抽取该元件的正常工作持续时间,即正常持续时间 $t_{on}$ 。当元件故障时,一般会进行维修,此时,该元件通常不正常工作,本申请实施方式需要抽取该元件的维修(故障)持续时间,即故障持续时间 $t_{off}$ 。因此,元件的具体运行状态可以表示为:正常-停电-正常的循环。对应地,元件状态持续时间可以表示为:正常持续时间-故障持续时间-正常持续时间的循环。根据一个元件中的一层的样本数据,可以得到该元件关于正常-停电的一次循环状态。对应地,根据该元件中的这一层的样本数据,可以获得该元件正常持续时间-故障持续时间,即这一次循环中各状态的持续时间。具体在确定一个元件的正常持续时间和故障持续时间时,可以逐层确定各层的各个状态持续时间,再将该元件各层所确定的正常持续时间和故障持续时间作为该元件的正常持续时间和故障持续时间。

[0085] 具体实施时,例如,可以先确定A元件的抽样层总数为N。再通过拉丁超立方抽样方法,将关于A元件的累计概率密度分为N层,进而可以根据各层抽取的累计概率密度,分别确定各层对应的正常持续时间和故障持续时间,以确定A元件的正常持续时间和故障持续时间。在确定A元件的正常持续时间和故障持续时间时,具体可以从第一层开始,根据第一层所抽取的样本数据,即该层范围内的随机累计概率密度数据,确定第一层所对应的第一次

运行状态循环:正常-停电。进而可以获取第一层的正常持续时间 $t_{on1}$ 和故障持续时间 $t_{off1}$ 。上述A元件的正常持续时间和故障持续时间具体可以认为是关于元件A的一个包括各层各个状态持续时间的轴。如此,可以完成A元件的时间轴的第一部分: $t_{on1}-t_{off1}$ 。完成对第一层样本数据的处理后,可以根据第二层所抽取的样本数据,确定第二层所对应的第二次运行状态的循环:正常-停电。进而可以获取第二层的正常持续时间 $t_{on2}$ 和故障持续时间 $t_{off2}$ 。如此,可以紧接着A元件的时间轴的第一部分,完成第二部分,得到: $t_{on1}-t_{off1}-t_{on2}-t_{off2}$ 。按照上述方式,根据其他层的样本数据,确定其他层所对应的运行状态循环。进而获取其他层的正常持续时间和故障持续时间,逐步完成A元件的时间轴的其他部分。最后,根据第N层所抽取的样本数据,确定第N层所对应的第N次运行状态循环。其中,N为抽样层总数,第N次运行状态循环为:正常-停电。获取第N层正常持续时间 $t_{onN}$ 和故障持续时间 $t_{offN}$ 。如此,可以完成A元件时间轴的第N部分,得到: $t_{on1}-t_{off1}-t_{on2}-t_{off2}-\dots-t_{onN}-t_{offN}$ ,即完整的A元件的时间轴。将上述由各层各运行状态时间所组成的时间轴作为A元件的正常持续时间和故障持续时间。

[0086] 步骤S103:根据所述各个元件的正常持续时间和故障持续时间,建立待测配电网的系统状态矩阵。

[0087] 在一个实施方式中,为了将时序信息引入具体的分析处理中,具体实施时,可以按照以下步骤建立待测配电网的系统状态矩阵。

[0088] S103-1:根据所述各个元件的正常持续时间和故障持续时间,确定多个元件的时间状态序列。

[0089] S103-2:根据所述多个元件的时间状态序列,建立待测配电网的系统状态矩阵。

[0090] 步骤S104:根据所述系统状态矩阵,确定待测配电网中各个负荷点的状态数据,其中,所述状态数据包括:各个负荷点的正常时间、各个负荷点的停电时间、各个负荷点的停电次数。

[0091] 在一个实施方式中,为了能根据携带有时序信息的元件的工作情况,对配电网的具体负荷点的工作情况进行判断,具体实施时,可以按照以下方式执行。

[0092] S104-1:根据待测配电网的系统状态矩阵,通过故障模式后果分析,对负荷点进行分类,以建立负荷点分类矩阵。

[0093] 在本实施方式中,具体实施时,配电网的供电过程主要可以包括:电源发电,线路传输电,变压器降压变电等过程。如果所述变压器之后还接有一个或多个负荷(例如,具体的用电器件)时,在整个配电网中,可以将该变压器之后的负荷区域(包括所连接的一个或多个负荷)作为一个所述负荷点。

[0094] 在本实施方式中,需要说明的是,在具体进行故障模式后果分析时,可能会出现两个或多个元件同时故障的情况,此时的负荷点分类矩阵可以按照元件故障对负荷点影响恶劣程度划分,将多个故障元件所对应的负荷点分类情况集合优选地取为影响程度相对大的故障元件。具体的,例如,三种不同元件故障对负荷点影响的恶劣程度为: $C>B>A$ .,则可以考虑多个元件同时故障所对应的负荷点分类矩阵为:

$$[0095] \quad L = \begin{bmatrix} A & B & \cdots & B \\ B & C & \cdots & A \\ A & A & \cdots & C \end{bmatrix} = [B \quad C \quad C]$$

[0096] S104-2:根据所述负荷点分类矩阵,确定所述各个负荷点的状态数据。

[0097] 在一个实施方式中,上述负荷点的状态数据具体可以包括:正常状态和故障状态。当然,具体实施时,还可以根据具体实施情况,设置其他相应的状态作为上述状态数据。对此,本申请不做限定。

[0098] 步骤S105:根据所述各个负荷点的正常时间、所述各个负荷点的停电时间、所述各个负荷点的停电次数,确定各个负荷点的可靠性指标。

[0099] 在一个实施方式中,为了确定各个负荷点的可靠性指标,具体实施时,可以按照以下步骤执行。

[0100] S105-1:根据所述各个负荷点的正常时间、停电时间、停电次数建立负荷点统计矩阵。

[0101] 在一个实施方式中,为了建立负荷点统计矩阵,具体可以按照以下矩阵建立:

[0102] 根据所述各个负荷点的正常时间、停电时间、停电次数建立负荷点统计矩阵:LOAD。

$$[0103] \quad LOAD = \begin{bmatrix} LP_1, t_1, T_1, p_1 \\ LP_2, t_2, T_2, p_2 \\ \cdots \\ LP_i, t_i, T_i, p_i \\ \cdots \\ LP_n, t_n, T_n, p_n \end{bmatrix}$$

[0104] 上式中, $LP_i$ 为编号为*i*的负荷点,其中*i*的取值为1至*n*间的整数,*n*为负荷点的总数, $t_i$ 为编号为*i*的负荷点的正常时间, $T_i$ 编号为*i*的负荷点的停电时间, $p_i$ 编号为*i*的负荷点的停电次数。

[0105] S105-2:根据所述负荷点统计矩阵,确定各个负荷点的可靠性指标。

[0106] 在一个实施方式中,具体实施时可以通过对上述负荷点统计矩阵进行矩阵处理,以获得各个负荷点的可靠性指标。所述各个负荷点的可靠性指标具体可以包括:负荷点的故障率、负荷点每次故障停电时间、负荷点年平均停电时间。其中,负荷点的故障率具体可以表示为, $\lambda_{LOAD}$ ,单位:次/年。负荷点每次故障停电时间具体可以表示为*r*,单位:h(小时)/次。负荷点年平均停电时间具体可以表示为*U*,单位:h(小时)/a(年)。

[0107] 在一个实施方式中,为了保证所获得各个负荷点的可靠性指标的精确度满足要求,在确定所述各个负荷点的可靠性指标后,所述方法还可以包括:按照以下方式对得到各个负荷点可靠性指标进行评价。

[0108] S105-3:根据所述负荷点年平均停电时间(负荷点的可靠性指标),确定所述负荷点的可靠性指标是否满足预设要求。

[0109] 在一个实施方式中,所述满足预设要求,具体可以是判断以下关系是否成立:

$$[0110] \quad \frac{\sigma(X)}{\sqrt{T} \times E(X)} \leq e$$

[0111] 上式中,X为负荷点可靠性指标:负荷点年平均停电时间(U),E(X)为负荷点年平均停电时间的平均值函数, $\sigma(X)$ 为负荷点年平均停电时间的标准差函数,e为设置的预设精度,取值为 $e=10^{-4}$ 。

[0112] 在本实施方式中,具体实施时,所述预设精度可以用于控制所获取的负荷点可靠性指标的数值精确到预设精度。例如,可以控制负荷点年平均停电时间数值精确到小数点后四位。当然,需要说明的是,具体实施时,可以根据具体情况和实施要求设置预设精度的大小。例如,当要控制负荷点可靠性指标的数值精确度较高时,可以将预设精度数值适当调小。当要求提高实施效率,对负荷点可靠性指标的数值精度要求较低时,可以将预设精度数值适当调大。对此,本申请不作限定。

[0113] S105-4:在所述负荷点的可靠性指标不满足所述预设要求的情况下,重新确定所述各个元件的抽样层总数,以重新确定各个负荷点的可靠性指标。

[0114] 在本实施方式中,需要说明的是,优选地可以使用负荷点年平均停电时间作为负荷点的可靠性指标中的代表指标,通过判断该代表指标是否满足预设要求,以判断负荷点的可靠性指标是否满足预设要求,进而可以在代表指标不满足预设要求的情况,重新进行拉丁超立方抽样,以获得相对较为准确的负荷点的可靠性指标。当然,具体实施时,也可以根据具体情况,选择其他的负荷点的可靠性指标作为代表性指标,以判断是否需要重新抽样。

[0115] 步骤S106:根据所述各个负荷点的可靠性指标,确定所述待测配电网的可靠性指标。

[0116] 在本实施方式中,上述待测配电网的可靠性指标可以包括多个用于反映配电网的可靠性的指标参数。

[0117] 在一个实施方式中,上述配电网的可靠性指标具体可以包括:配电网平均停电频率指标、配电网平均停电持续时间指标、用户平均停电持续时间指标、平均供电可用率指标、电量不足指标。其中,配电网平均停电频率指标可以表示为SAIFI、配电网平均停电持续时间指标可以表示为SAIDI、用户平均停电持续时间指标可以表示为CAIDI、平均供电可用率指标可以表示为ASAI、电量不足指标可以表示为ENS。

[0118] 在一个实施方式中,所述配电网的可靠性指标还可以包括:平均供电不可用率指标,具体用ASUI表示。当然,具体实施时,还可以根据具体实施情况,增加其他相关的指标参数作为上述配电网的可靠性指标。

[0119] 在一个实施方式中,为了能合理地进行配电网规划,在确定所述待测配电网的可靠性指标后,所述方法具体还可以包括:根据所述待测配电网的可靠性指标,进行配电网规划。具体实施时,可以同时以配电网的可靠性指标中的所有的指标参数作为参考依据进行具体的配电网规划。也可以以配电网的可靠性指标中的多个指标参数中的一个或多个作为参考依据,针对该指标参数,进行相应的配电网规划。具体的,例如,配电网的可靠性指标中用户平均停电持续时间指标CAIDI的数值相对比较大,可以认为该配电网的平均停电持续时间相对较长,配电网的可靠性相对较差。根据该指标参数,可以分析得出产生这种情况的原因:可能是配电网中的电源配置不足。为了解决上述问题,提高配电网的可靠性,具体实

施时,可以在配电网中增加电源数目,以改善用户平均停电持续时间指标CAIDI。

[0120] 在本申请实施例中,相较于现有的配电网可靠性的确定方法,通过拉丁超立方抽样法抽取样本数据,减少了计算量,提高了实施效率;又通过根据样本数据和时序抽样公式,确定元件的正常持续时间和故障持续时间,进而引入了对配电网的时序分析,解决了现有的配电网可靠性的确定方法中存在的无法在进行时序分析的同时提高实施效率的技术问题,达到了可以高效、准确地确定待测配电网可靠性的技术效果。

[0121] 基于同一发明构思,本发明实施方式中还提供了一种配电网可靠性的确定装置,如下面的实施方式所述。由于装置解决问题的原理与配电网可靠性的确定方法相似,因此配电网可靠性的确定装置的实施可以参见配电网可靠性的确定方法的实施,重复之处不再赘述。以下所使用的,术语“单元”或者“模块”可以实现预定功能的软件和/或硬件的组合。尽管以下实施例所描述的装置较佳地以软件来实现,但是硬件,或者软件和硬件的组合的实现也是可能并被构想的。请参阅图3,是本申请实施方式的配电网可靠性的确定装置的一种组成结构图,该装置可以包括:抽取模块301、第一确定模块302、建立模块303、第二确定模块304、第三确定模块305、第四确定模块306,下面对该结构进行具体说明。

[0122] 抽取模块301,具体可以用于根据所获取待测配电网中多个元件中各个元件的故障率和维修率,通过拉丁超立方抽样法,抽取各个元件的样本数据。

[0123] 第一确定模块302,具体可以用于根据所述各个元件的样本数据,确定所述各个元件的正常持续时间和故障持续时间。

[0124] 建立模块303,具体可以用于根据所述各个元件的正常持续时间和故障持续时间,建立待测配电网的系统状态矩阵。

[0125] 第二确定模块304,具体可以用于根据所述系统状态矩阵,确定待测配电网中各个负荷点的状态数据,其中,所述状态数据包括:各个负荷点的正常时间、各个负荷点的停电时间、各个负荷点的停电次数。

[0126] 第三确定模块305,具体可以用于根据所述各个负荷点的正常时间、所述各个负荷点的停电时间、所述各个负荷点的停电次数,确定各个负荷点的可靠性指标。

[0127] 第四确定模块306,具体可以用于根据所述各个负荷点的可靠性指标,确定所述待测配电网的可靠性指标。

[0128] 在一个实施方式中,为了能通过拉丁超立方抽样法抽取各个元件的样本数据,上述抽取模块301具体可以包括:

[0129] 抽样层数确定单元,具体可以用于根据所述各个元件的故障率和维修率确定各个元件的抽样层总数。

[0130] 样本数据获取单元,具体可以用于按照所述各个元件的抽样层总数,分别获取各个元件的各抽样层的样本数据,以得到所述各个元件的样本数据。

[0131] 在一个实施方式中,所述抽样层数确定单元具体执行时,可以按照以下公式确定所述各个元件的抽样层总数:

$$[0132] \quad N = \frac{T}{\left(\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\mu}\right)}$$

[0133] 上式中,N为抽样层总数,T为实施时间, $\lambda$ 为元件的故障率, $\mu$ 为元件的维修率。

[0134] 在一个实施方式中,为了能够确定所述各个元件的正常持续时间和故障持续时间,上述第一确定模块302具体可以包括:

[0135] 层时间确定单元,具体可以用于根据所述各个元件的样本数据,分别确定各个元件各层的正常持续时间和故障持续时间。

[0136] 元件时间确定单元,具体可以用于根据所述各个元件的样本数据分别确定各个元件各层的正常持续时间和故障持续时间,确定所述各个元件的正常持续时间和故障持续时间。

[0137] 在一个实施方式中,上述层时间确定单元具体执行时,按照以下公式确定所述各个元件各层的正常持续时间和故障持续时间:

$$[0138] \quad t_{on} = -\frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{R-U(0,1)}{N}\right)$$

$$[0139] \quad t_{off} = -\frac{1}{\mu} \ln\left(\frac{R-U(0,1)}{N}\right)$$

[0140] 上式中,R为对应层的层数,取值为1至N之间的整数,U(0,1)为对应层内均匀分布的随机数, $t_{on}$ 为正常持续时间, $t_{off}$ 为故障持续时间, $\lambda$ 为元件的故障率, $\mu$ 为元件的维修率,N为抽样层总数。

[0141] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其,对于系统实施例而言,由于其基本相似于方法实施例,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0142] 需要说明的是,上述实施方式阐明的系统、装置、模块或单元,具体可以由计算机芯片或实体实现,或者由具有某种功能的产品来实现。为了描述的方便,在本说明书中,描述以上装置时以功能分为各种单元分别描述。当然,在实施本申请时可以把各单元的功能在同一个或多个软件和/或硬件中实现。

[0143] 此外,在本说明书中,诸如第一和第二这样的形容词仅可以用于将一个元素或动作与另一元素或动作进行区分,而不必要求或暗示任何实际的这种关系或顺序。在环境允许的情况下,参照元素或部件或步骤(等)不应解释为局限于仅元素、部件、或步骤中的一个,而可以是元素、部件、或步骤中的一个或多个等。

[0144] 从以上的描述中,可以看出,本申请实施方式提供的配电网可靠性的确定方法和装置。通过拉丁超立方抽样法抽取样本数据,减少了计算量,提高了实施效率;又通过根据样本数据和时序抽样公式,确定元件的正常持续时间和故障持续时间,进而引入了对配电网的时序分析,解决了现有的配电网可靠性的确定方法中存在的无法在进行时序分析的同时提高实施效率的技术问题,达到了可以高效、准确地确定待测配电网可靠性的技术效果;又通过判断负荷点的可靠性指标是否满足预设要求,在不满足预设要求的情况下,重新进行拉丁超立方抽样,以重新确定负荷点的可靠性指标,提高了所确定的配电网的可靠性指标的准确度。

[0145] 在一个具体实施场景,应用本申请实施方式提供配电网可靠性的确定方法/装置对某配电网的可靠性指标进行具体测定。具体实施时,可以参阅图4的在一个场景示例中应用本申请实施方式提供配电网可靠性的确定方法/装置的具体流程示意图,按照以下方式



执行。即通过时序拉丁超立方抽样法确定配电网可靠性。

[0146] S1:利用拉丁超立方抽样法抽取各元件的正常工作时间段和故障维修时间,得到时间状态序列矩阵。

[0147] S1-1:确定各元件最大抽样层数。

[0148] 结合拉丁-拉丁超立方抽样法原理,根据元件的故障率 $\lambda$ 和维修率 $\mu$ ,以及总仿真年限 $year$ ,确定最大抽样层数,即抽样层总数为

$$[0149] \quad N = \frac{year}{(MTTF + MTTR)} = \frac{year}{\left(\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\mu}\right)}$$

[0150] 其中, $N$ 为抽样层总数, $T$ 为实施时间, $\lambda$ 为元件的故障率, $\mu$ 为元件的维修率。

[0151] S1-2:对元件进行时序状态抽样。

[0152] 具体抽样时,抽样的元件某一层的工作时间(正常持续时间)和修复时间(故障持续时间)可以按以下算式计算获得:

$$[0153] \quad t_{on} = -\frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{(R-U(0,1))}{N}\right)$$

$$[0154] \quad t_{off} = -\frac{1}{\mu} \ln\left(\frac{(R-U(0,1))}{N}\right)$$

[0155] 其中 $R \in [1, \dots, N]$ ,为该集合中随机抽取的层数, $U(0,1)$ 为对应层的 $[0,1]$ 的均匀分布的随机数。

[0156] 通过上式抽样可得到全范围的时序状态抽样值,得到元件的正常持续时间和故障持续时间。如此实施,可以大量节省抽样时间。

[0157] S2:根据故障模式后果分析法和负荷分类矩阵确定负荷点故障类型及停电时间。

[0158] S2-1:根据故障后果模式分析,将负荷分为三种情况进行划分:A.负荷点可正常供电,B.负荷点可通过隔离开关供电,C.负荷点停电,得到负荷分类矩阵 $L(m \times n)$ ,其中 $m$ 为元件数, $n$ 为负荷点数。

[0159] 在本实施方式中,需要说明的是,在故障后果分析过程中会遇到两个或多个元件同时故障的情况,此时的负荷分类矩阵可按照负荷影响恶劣程度划分,在建立多个故障元件的负荷分类情况集合时,可以选取影响程度相对大的情况。具体的,例如负荷影响恶劣程度为 $C > B > A$ ,则考虑多个元件同时故障的负荷分类矩阵具体可以表示为:

$$[0160] \quad L = \begin{bmatrix} A & B & \dots & B \\ B & C & \dots & A \\ A & A & \dots & C \end{bmatrix} = [B \quad C \quad C]$$

[0161] S2-2:统计配电网的正常和故障时刻,确定配电系统中各负荷点的正常供电时间,故障时间以及故障次数,得到负荷点统计矩阵LOAD。其中,该矩阵具体可以表示为:

	负荷点	供电时间	故障时间	故障次数
	LP1	$t_1$	$T_1$	$p_1$
[0162]	LOAD = LP2	$t_2$	$T_2$	$p_2$
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	LPn	$t_n$	$T_n$	$p_n$

[0163] 其中,LP<sub>1</sub>-LP<sub>n</sub>为负荷点编号,t<sub>1</sub>-t<sub>n</sub>为各负荷点的正常供电时间,T<sub>1</sub>-T<sub>n</sub>为负荷点的故障停电时间,p<sub>1</sub>-p<sub>n</sub>为仿真时间内各负荷点总的停电次数。

[0164] S3:计算配电网可靠性指标。

[0165] S3-1:计算负荷点的可靠性指标,即根据负荷点统计矩阵分别计算:负荷点故障率λ(次/年),负荷点每次故障平均停电持续时间r(h/次),负荷点的年平均停电时间U(h/年)。

[0166] S3-2:设置仿真精度(预设精度),根据预设精度和负荷点的可靠性指标确定是否还需要重新进行抽样。

[0167] 具体实施时,当满足下面关系式时,可以认为所确定的负荷点的可靠性指标满足预设要求,可以进行计算配电网的可靠性指标。当不满足下面的关系式时,可以认为所确定的负荷点的可靠性指标不满足预设要求,需要重新通过拉丁超立方抽样获取各个元件的样本数据,重复上述过程,以重新确定各个负荷点的可靠性指标。

$$[0168] \quad \frac{\sigma(X)}{\sqrt{\text{year} \times E(X)}} \leq e$$

[0169] 这里,X选取负荷点可靠性指标:年平均停电时间,year为仿真总年限,E(X)为平均值函数,σ(X)为标准差函数,e为设置的仿真精度,这里取e=10<sup>-4</sup>。

[0170] S3-3:计算系统的可靠性指标(即配电网的可靠性指标)。主要包括:根据各个负荷点的可靠性指标分别确定以下多个参数指标作为配电网的可靠性指标:系统平均停电频率指标SAIFI,次/(用户·年),系统平均停电持续时间指标SAIDI,h/(用户·年),用户平均停电持续时间指标CAIDI,h/(停电用户·年),平均供电可用率指标ASAI,平均供电不可用率指标ASUI,电量不足指标ENS,kW·h/年。当然,具体实施时,也可以根据具体实施情况和施工要求,增加其他的参数指标,作为上述系统的可靠性指标。

[0171] S4:根据系统的可靠性指标,进行配电网规划。从而,可以得到更加可靠、稳定的配电网。

[0172] 通过上述场景示例,验证了应用本申请实施方式提供的配电网可靠性的确定方法/装置,确实可以解决现有的配电网可靠性的确定方法中存在的无法在进行时序分析的同时提高实施效率的技术问题。

[0173] 尽管本申请内容中提到不同的实施方式,但是,本申请并不局限于必须是行业标准或实施例所描述的情况等,某些行业标准或者使用自定义方式或实施例描述的实施例基础上略加修改后的实施方案也可以实现上述实施例相同、等同或相近、或变形后可预料的实施效果。应用这些修改或变形后的数据获取、处理、输出、判断方式等的实施例,仍然可以属于本申请的可选实施方案范围之内。

[0174] 虽然本申请提供了如实施例或流程图所述的方法操作步骤,但基于常规或者无创造性的手段可以包括更多或者更少的操作步骤。实施例中列举的步骤顺序仅仅为众多步骤

执行顺序中的一种方式,不代表唯一的执行顺序。在实际中的装置或客户端产品执行时,可以按照实施例或者附图所示的方法顺序执行或者并行执行(例如并行处理器或者多线程处理的环境,甚至为分布式数据处理环境)。术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、产品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、产品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,并不排除在包括所述要素的过程、方法、产品或者设备中还存在另外的相同或等同要素。

[0175] 上述实施例阐明的装置或模块等,具体可以由计算机芯片或实体实现,或者由具有某种功能的产品来实现。为了描述的方便,描述以上装置时以功能分为各种模块分别描述。当然,在实施本申请时可以把各模块的功能在同一个或多个软件和/或硬件中实现,也可以将实现同一功能的模块由多个子模块的组合实现等。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述模块的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个模块或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。

[0176] 本领域技术人员也知道,除了以纯计算机可读程序代码方式实现控制器以外,完全可以通过将方法步骤进行逻辑编程来使得控制器以逻辑门、开关、专用集成电路、可编程逻辑控制器和嵌入微控制器等的形式来实现相同功能。因此这种控制器可以被认为是一种硬件部件,而对其内部包括的用于实现各种功能的装置也可以视为硬件部件内的结构。或者甚至,可以将用于实现各种功能的装置视为既可以是实现方法的软件模块又可以是硬件部件内的结构。

[0177] 本申请可以在由计算机执行的计算机可执行指令的一般上下文中描述,例如程序模块。一般地,程序模块包括执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构、类等等。也可以在分布式计算环境中实践本申请,在这些分布式计算环境中,由通过通信网络而被连接的远程处理设备来执行任务。在分布式计算环境中,程序模块可以位于包括存储设备在内的本地和远程计算机存储介质中。

[0178] 通过以上的实施方式的描述可知,本领域的技术人员可以清楚地了解到本申请可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现。基于这样的理解,本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品可以存储在存储介质中,如ROM/RAM、磁碟、光盘等,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,移动终端,服务器,或者网络设备)执行本申请各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

[0179] 本说明书中的各个实施例采用递进的方式描述,各个实施例之间相同或相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。本申请可用于众多通用或专用的计算机系统环境或配置中。例如:个人计算机、服务器计算机、手持设备或便携式设备、平板型设备、多处理器系统、基于微处理器的系统、置顶盒、可编程的电子设备、网络PC、小型计算机、大型计算机、包括以上任何系统或设备的分布式计算环境等等。

[0180] 虽然通过实施例描绘了本申请,本领域普通技术人员知道,本申请有许多变形和变化而不脱离本申请的精神,希望所附的权利要求包括这些变形和变化而不脱离本申请。

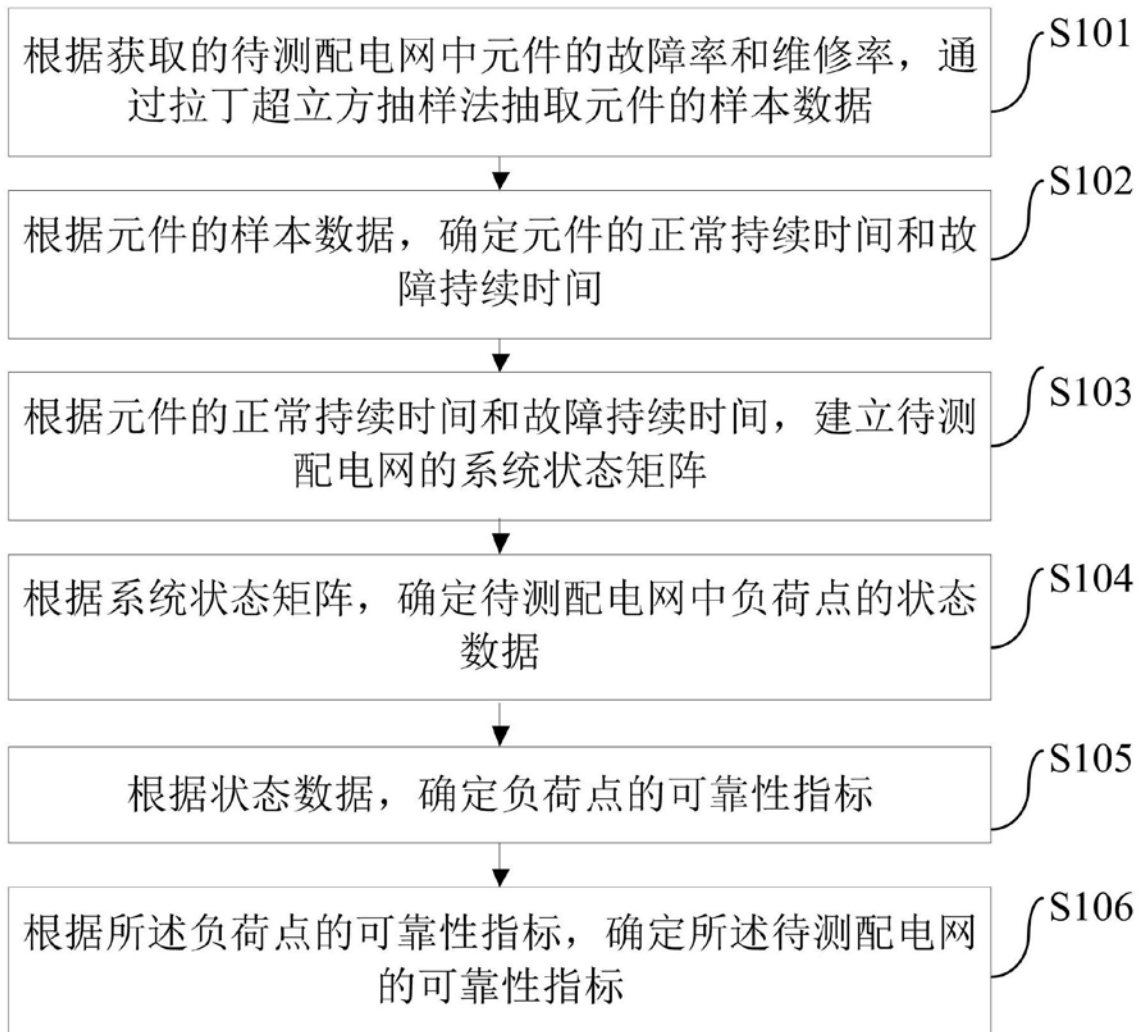


图1

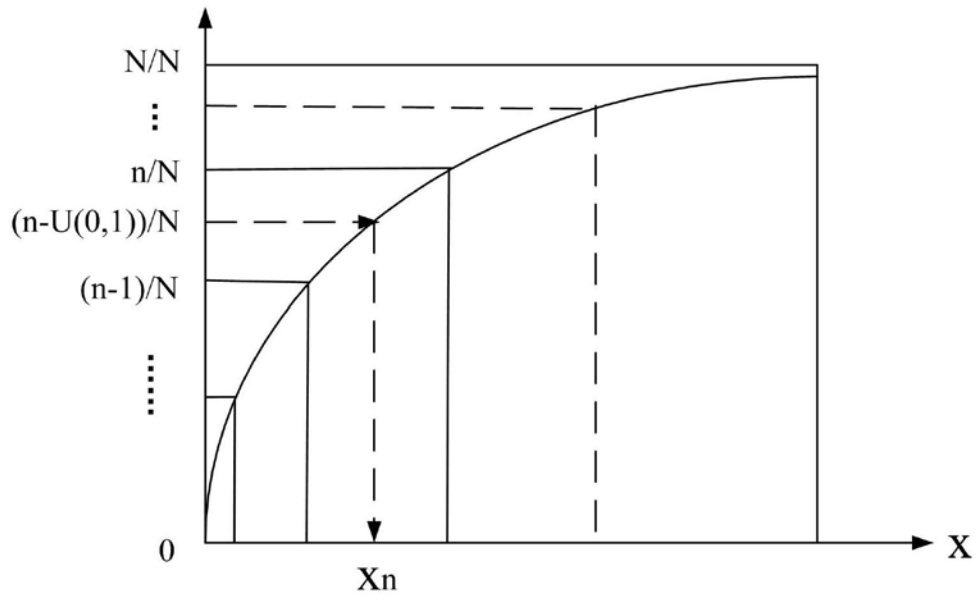


图2

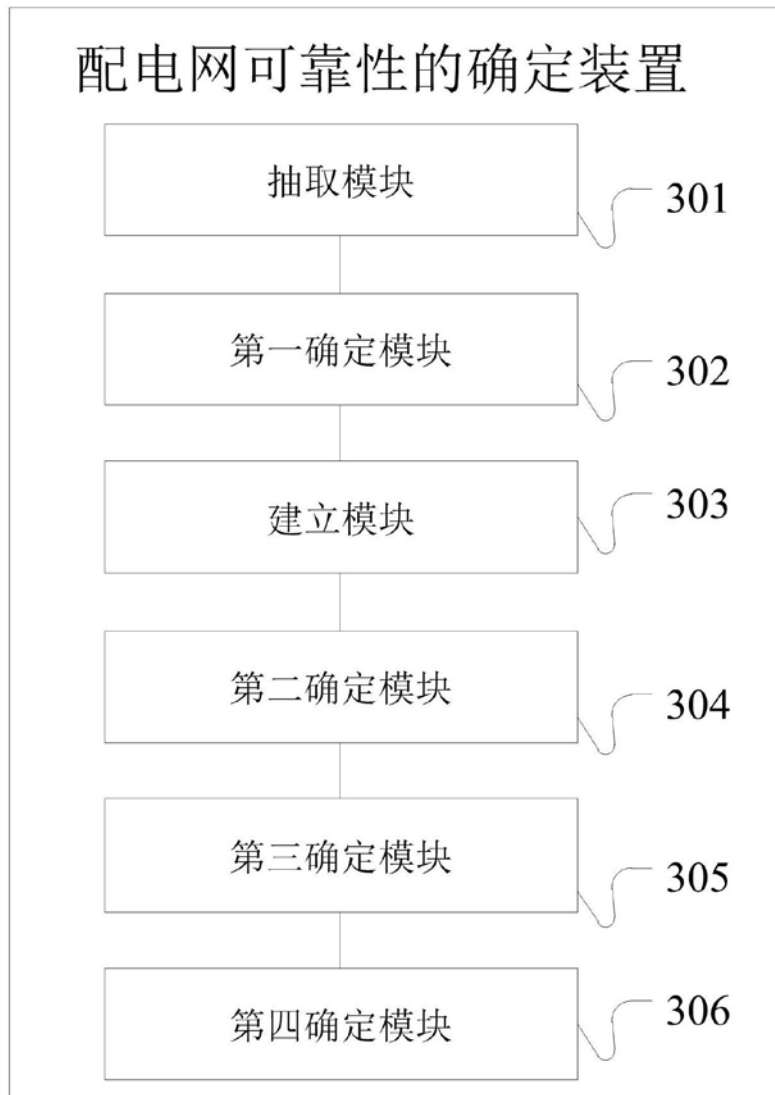


图3

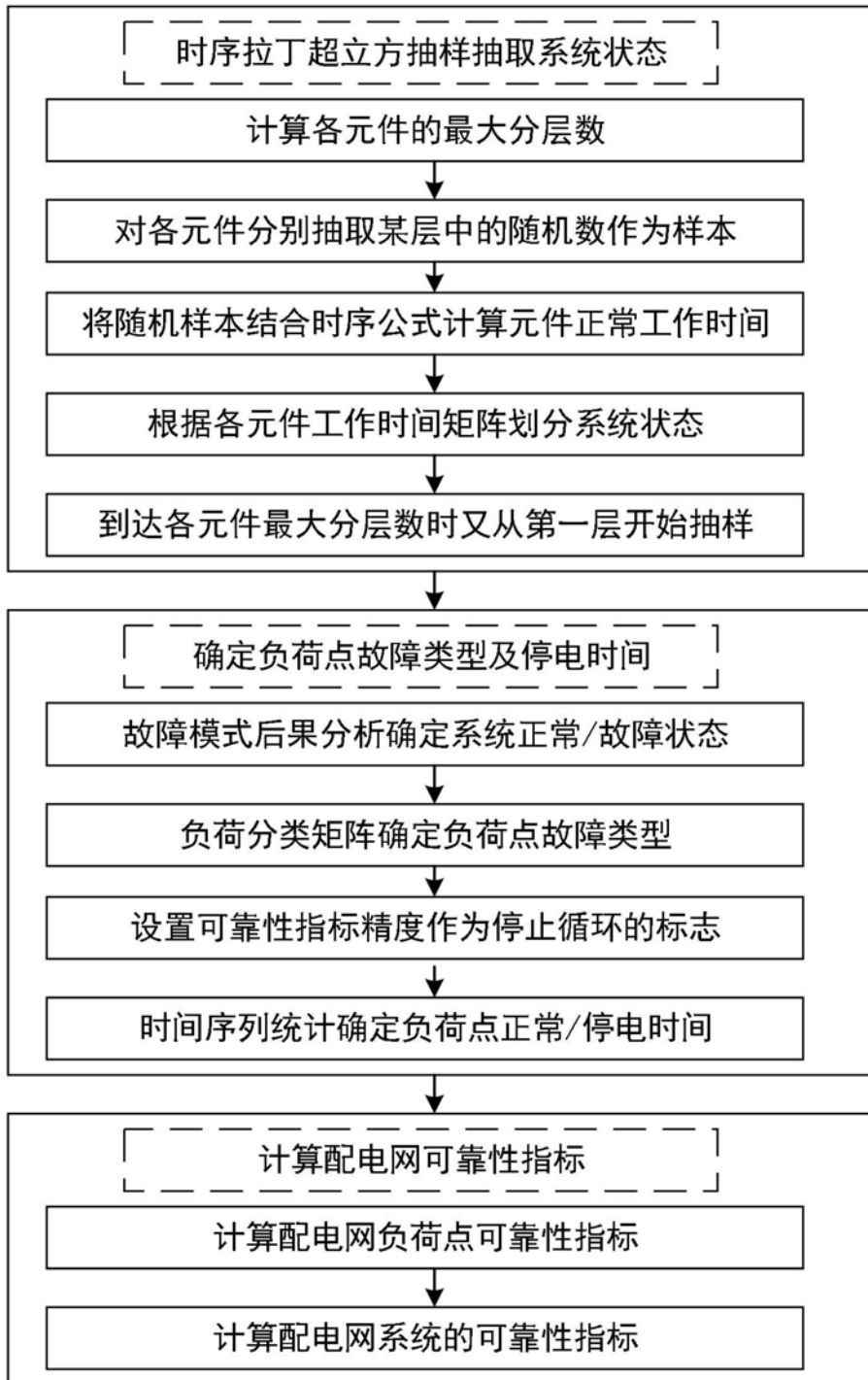


图4