



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108023781 A

(43)申请公布日 2018.05.11

(21)申请号 201711436646.4

(22)申请日 2017.12.26

(71)申请人 上海仪电物联技术股份有限公司  
地址 200120 上海市浦东新区郭守敬路498号浦东软件园A-154座

(72)发明人 刘雪明 孙建伟 王艳侨

(74)专利代理机构 上海申新律师事务所 31272  
代理人 俞涤炯

(51)Int.Cl.  
H04L 12/24(2006.01)

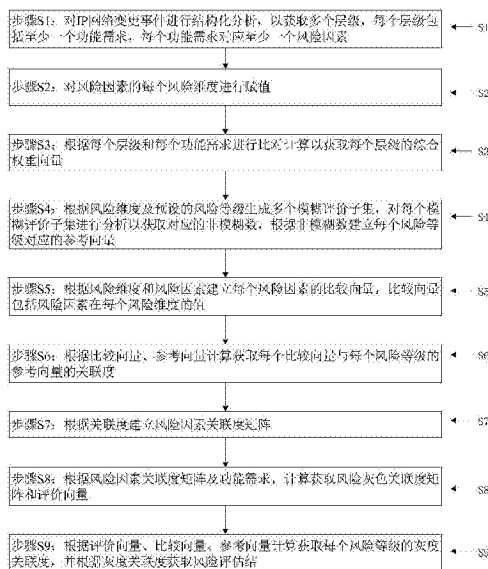
权利要求书3页 说明书20页 附图5页

(54)发明名称

一种对IP网络变更的风险进行分析的方法

(57)摘要

本发明公开了一种对IP网络变更的风险进行分析的方法。采用逻辑分析识别出IP变更风险因素保证风险因素与变更目标的逻辑关联,根据风险因素的权重区分主要风险和次要风险得到比较客观和清晰的量化风险评估结果。采用本发明的技术方案可提高风险识别和风险管理的效率,提高大型IP网络的变更控制水平,降低管理和运营成本,减少因为变更失败而对生产业务造成的负面影响。



1. 一种对IP网络变更的风险进行分析的方法,其特征在于,针对一即将执行的IP网络变更事件执行以下步骤:

步骤S1:对所述IP网络变更事件进行结构化分析,以获取多个层级,每个所述层级包括至少一个功能需求,每个所述功能需求对应至少一个风险因素;

步骤S2:对所述风险因素的每个风险维度进行赋值;

步骤S3:根据每个所述层级和每个所述功能需求进行比对计算以获取每个所述层级的综合权重向量;

步骤S4:根据所述风险维度及预设的风险等级生成多个模糊评价子集,对每个所述模糊评价子集进行分析以获取对应的非模糊数,根据所述非模糊数建立每个所述风险等级对应的参考向量;

步骤S5:根据风险维度和所述风险因素建立每个所述风险因素的比较向量,所述比较向量包括所述风险因素在每个所述风险维度的值;

步骤S6:根据所述比较向量、所述参考向量计算获取每个所述比较向量与每个所述风险等级的所述参考向量的关联度;

步骤S7:根据所述关联度,建立风险因素关联度矩阵;

步骤S8:根据所述风险因素关联度矩阵及所述功能需求,计算获取风险灰色关联度矩阵和评价向量;

步骤S9:根据所述评价向量、所述比较向量、所述参考向量计算获取每个所述风险等级的灰度关联度,并根据所述灰度关联度获取风险评估结论。

2. 根据权利要求1所述的IP网络变更风险的分析方法,其特征在于,所述步骤S1包括以下步骤:

步骤S11:根据所述IP网络变更的功能需求,将所述IP网络变更转换为多个依次从属的多个所述层级,所述层级从下往上依次为部件层、子系统层、系统层,下一级的所述层级的所述功能需求分别从属于上一级的所述层级的所述功能需求;

步骤S12:根据所述功能需求分析获取对应的所述风险因素。

3. 根据权利要求1所述的IP网络变更风险的分析方法,其特征在于,所述风险维度包括:严重度、频度、探测度,所述步骤S2包括以下步骤:

对每个所述风险因素基于严重度系数选择表对所述严重度进行赋值;

对每个所述风险因素基于频度系数选择表对所述频度进行赋值;

对每个所述风险因素基于探测度系数选择表对所述探测度进行赋值。

4. 根据权利要求2所述的IP网络变更风险的分析方法,其特征在于,所述步骤S3包括以下步骤:

步骤S31:对每个所述层级的所述功能需求进行统计,将每个所述层级中从属于同一上级功能需求的所述功能需求组合为子准则层;

步骤S32:将每个所述子准则层进行基于1-9标度法的两两比对以获取相对重要值,根据所述相对重要值生成每个所述子准则层的第一比较矩阵;

步骤S33:对所述第一比较矩阵进行计算以获取最大特征根及对应的特征向量,对所述特征向量进行归一化运算以获取每个所述子准则层的指标权向量,所述指标权向量包括对应的所述子准则层的每个所述功能需求的第一权重值;

步骤S34:将同一所述层级的所述子准则层的指标权向量与对应的上级的所述功能需求的第一权重值进行乘积运算,以获取每个所述层级的综合权重向量,所述综合权重向量包括对应的所述层级的每个所述功能需求的综合权重值。

5. 根据权利要求1所述的IP网络变更风险的分析方法,其特征在于,所述步骤S4包括:

步骤S41:针对所述风险维度和所述风险等级生成多个模糊评价子集,每个所述模糊评价子集还对应一模糊数集合和一评价语言;

步骤S42:根据每个所述模糊评价子集的所述模糊数集合建立对应的所述隶属函数;

步骤S43:对所述隶属函数进行基于中位数法的分析以获取每个所述隶属函数的所述非模糊数;

步骤S44:根据所述非模糊数建立所述参考向量,每个所述参考向量对应一所述风险等级,每个所述参考向量包括每个所述风险等级对应的所述非模糊数。

6. 根据权利要求5所述的IP网络变更风险的分析方法,其特征在于,所述步骤S42还包括以下步骤:

步骤A1:对中等风险等级的所述模糊评价子集建立三角隶属函数;

步骤A2:最低的所述风险等级的隶属函数的顶点左侧采用所述三角隶属函数的下边界,最低的所述风险等级的所述隶属函数的顶点右侧采用平行边沿;

步骤A3:最高的所述风险等级的隶属函数的顶点左侧采用所述三角隶属函数的下边界,最高的所述风险等级的所述隶属函数的顶点右侧采用平行边沿。

7. 根据权利要求1所述的IP网络变更风险的分析方法,其特征在于,所述步骤S6包括以下步骤:

步骤S61:根据所述比较向量和所述参考向量获取每个所述比较向量与每个所述风险等级的所述参考向量在每个所述风险维度上的关联系数;

步骤S62:根据所述风险维度进行比较生成第二比较矩阵,对所述第二比较矩阵进行运算获取每个所述风险维度的第二权重值;

步骤S63:基于每个所述风险维度的关联系数以及每个风险维度的第二权重值进行计算,获取所述比较向量与每个所述风险等级的所述参考向量的关联度。

8. 根据权利要求1所述的IP网络变更风险的分析方法,其特征在于,所述步骤S8包括以下步骤:

步骤S81:将最下层的所述层级的所述功能需求的所述风险因素进行比较生成第三比较矩阵,对所述第三比较矩阵进行运算获取每个所述功能需求的第一权重向量,所述第一权重向量包括所述功能需求对应的每个所述风险因素的第三权重值;

步骤S82:将所述第一权重向量和所述风险关联度矩阵进行矩阵运算,获取每个最下层的所述层级的所述功能需求的风险关联度向量;

步骤S83:根据所述风险关联度向量,建立风险灰色关联度矩阵。

9. 根据权利要求1所述的IP网络变更风险的分析方法,其特征在于,所述步骤S8还包括以下步骤:

将所述风险灰色关联度矩阵与最下层的所述层级的综合权重向量进行矩阵运算以获取评价向量。

10. 根据权利要求1所述的IP网络变更风险的分析方法,其特征在于,所述步骤S9还包

括：

步骤S91：根据所述比较向量和参考向量中在每个所述风险维度上的取值，计算获取风险参考系数；

步骤S92：根据所述风险参考系数和所述评估向量计算每个所述风险等级的灰色关联度；

步骤S93：将最高的所述灰度关联度对应的所述风险等级作为所述风险评价结论。

## 一种对IP网络变更的风险进行分析的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及网络通信技术领域,尤其涉及一种对IP网络变更的风险进行分析的方法。

### 背景技术

[0002] IP(网络之间互连的协议)网络作为信息社会的基础设施,承担了重要的社会职能,IP网络的运行事故会给经济生活带来显著的负面影响。所有的IP网络系统都处在一个动态的变化过程中,这些变化包括系统升级、系统优化、系统扩容、系统修补等等。根据ITSM(信息系统管理)的定义,以上所有IP网络系统的变化都称之为变更。目前现有的对于IP网络系统的变更风险评估管理方法,仍然是以主观,具有很大的局限性和误差。

### 发明内容

[0003] 针对现有技术中网络通信技术领域存在的上述问题,现提供一种对IP网络变更的风险进行分析的方法。

[0004] 具体技术方案如下:

[0005] 一种对IP网络变更的风险进行分析的方法,针对一即将执行的IP网络变更事件执行以下步骤:

[0006] 步骤S1:对所述IP网络变更事件进行结构化分析,以获取多个层级,每个所述层级包括至少一个功能需求,每个所述功能需求对应至少一个风险因素;

[0007] 步骤S2:对所述风险因素的每个风险维度进行赋值;

[0008] 步骤S3:根据每个所述层级和每个所述功能需求进行比对计算以获取每个所述层级的综合权重向量;

[0009] 步骤S4:根据所述风险维度及预设的风险等级生成多个模糊评价子集,对每个所述模糊评价子集进行分析以获取对应的非模糊数,根据所述非模糊数建立每个所述风险等级对应的参考向量;

[0010] 步骤S5:根据风险维度和所述风险因素建立每个所述风险因素的比较向量,所述比较向量包括所述风险因素在每个所述风险维度的值;

[0011] 步骤S6:根据所述比较向量、所述参考向量计算获取每个所述比较向量与每个所述风险等级的所述参考向量的关联度;

[0012] 步骤S7:根据所述关联度,建立风险因素关联度矩阵;

[0013] 步骤S8:根据所述风险因素关联度矩阵及所述功能需求,计算获取风险灰色关联度矩阵和评价向量;

[0014] 步骤S9:根据所述评价向量、所述比较向量、所述参考向量计算获取每个所述风险等级的灰度关联度,并根据所述灰度关联度获取风险评估结果。

[0015] 优选的,所述步骤S1包括以下步骤:

[0016] 步骤S11:根据所述IP网络变更的功能需求,将所述IP网络变更转换为多个依次从

属的多个所述层级,所述层级从下往上依次为部件层、子系统层、系统层,下一级的所述层级的所述功能需求分别从属于上一级的所述层级的所述功能需求;

[0017] 步骤S12:根据所述功能需求分析获取对应的所述风险因素。

[0018] 优选的,所述风险维度包括:严重度、频度、探测度,所述步骤S2包括以下步骤:

[0019] 对每个所述风险因素基于严重度系数选择表对所述严重度进行赋值;

[0020] 对每个所述风险因素基于频度系数选择表对所述频度进行赋值;

[0021] 对每个所述风险因素基于探测度系数选择表对所述探测度进行赋值。

[0022] 优选的,所述步骤S3包括以下步骤:

[0023] 步骤S31:对每个所述层级的所述功能需求进行统计,将每个所述层级中从属于同一上级功能需求的所述功能需求组合为子准则层,

[0024] 步骤S32:将每个所述子准则层进行基于1-9标度法的两两比对以获取相对重要值,根据所述相对重要值生成每个所述子准则层的第一比较矩阵;

[0025] 步骤S33:对所述第一比较矩阵进行计算以获取最大特征根及对应的特征向量,对所述特征向量进行归一化运算以获取每个所述子准则层的指标权向量,所述指标权向量包括对应的所述子准则层的每个所述功能需求的第一权重值;

[0026] 步骤S34:将同一所述层级的所述子准则层的指标权向量与对应的上级的所述功能需求的第一权重值进行乘积运算,以获取每个所述层级的综合权重向量,所述综合权重向量包括对应的所述层级的每个所述功能需求的综合权重值。

[0027] 优选的,所述步骤S4包括:

[0028] 步骤S41:针对所述风险维度和所述风险等级生成多个模糊评价子集,每个所述模糊评价子集还对应一模糊数集合和一评价语言;

[0029] 步骤S42:根据每个所述模糊评价子集的所述模糊数集合建立对应的所述隶属函数;

[0030] 步骤S43:对所述隶属函数进行基于中位数法的分析以获取每个所述隶属函数的所述非模糊数;

[0031] 步骤S44:根据所述非模糊数建立所述参考向量,每个所述参考向量对应一所述风险等级,每个所述参考向量包括每个所述风险维度对应的所述非模糊数。

[0032] 优选的,所述步骤S42还包括以下步骤:

[0033] 步骤A1:对中等风险等级的所述模糊评价子集建立三角隶属函数;

[0034] 步骤A2:最低的所述风险等级的隶属函数的顶点左侧采用所述三角隶属函数的下边界,最低的所述风险等级的所述隶属函数的顶点右侧采用平行边沿;

[0035] 步骤A3:最高的所述风险等级的隶属函数的顶点左侧采用所述三角隶属函数的下边界,最高的所述风险等级的所述隶属函数的顶点右侧采用平行边沿。

[0036] 优选的,所述步骤S6包括以下步骤:

[0037] 步骤S61:根据所述比较向量和所述参考向量获取每个所述比较向量与每个所述风险等级的所述参考向量在每个所述风险维度上的关联系数;

[0038] 步骤S62:根据所述风险维度进行比较生成第二比较矩阵,对所述第二比较矩阵进行运算获取每个所述风险维度的第二权重值;

[0039] 步骤S63:基于每个所述风险维度的关联系数以及每个风险维度的第二权重值进

行计算,获取所述比较向量与每个所述风险等级的所述参考向量的关联度。

[0040] 优选的,所述步骤S8包括以下步骤:

[0041] 步骤S81:将最下层的所述层级的所述功能需求的所述风险因素进行比较生成第三比较矩阵,对所述第三比较矩阵进行运算获取每个所述功能需求的第一权重向量,所述第一权重向量包括所述功能需求对应的每个所述风险因素的第三权重值;

[0042] 步骤S82:将所述第一权重向量和所述风险关联度矩阵进行矩阵运算,获取每个最下层的所述层级的所述功能需求的风险关联度向量;

[0043] 步骤S83:根据所述风险关联度向量,建立风险灰色关联度矩阵。

[0044] 优选的,所述步骤S8还包括以下步骤:

[0045] 将所述风险灰色关联度矩阵与最下层的所述层级的综合权重向量进行矩阵运算以获取评价向量。

[0046] 优选的,所述步骤S9还包括:

[0047] 步骤S91:根据所述比较向量和参考向量中在每个所述风险维度上的取值,计算获取风险参考系数;

[0048] 步骤S92:根据所述风险参考系数和所述评估向量计算每个所述风险等级的灰色关联度;

[0049] 步骤S93:将最高的所述灰度关联度对应的所述风险等级作为所述风险评价结论。

[0050] 上述技术方案具有如下优点或有益效果:

[0051] 通过逻辑分析识别出IP变更风险因素保证风险因素与变更目标的逻辑关联,根据风险因素的权重区分主要风险和次要风险得到比较客观和清晰的量化风险评估结果。提高风险识别和风险管理的效率,提高大型IP网络的变更控制水平,降低管理和运营成本,减少因为变更失败而对生产业务造成的负面影响。

## 附图说明

[0052] 参考所附附图,以更加充分的描述本发明的实施例。然而,所附附图仅用于说明和阐述,并不构成对本发明范围的限制。

[0053] 图1为本发明一种对IP网络变更的风险进行分析的方法的实施例的流程图;

[0054] 图2为本发明实施例中进行结构化分析的流程图;

[0055] 图3为本发明实施例中获取综合权重向量的流程图;

[0056] 图4为本发明实施例中获取参考向量的流程图;

[0057] 图5为本发明实施例中建立隶属函数的流程图;

[0058] 图6为本发明实施例中获取关联度的流程图;

[0059] 图7为本发明实施例中建立风险灰色关联度矩阵的流程图;

[0060] 图8为本发明实施例中获取风险评价结论的流程图;

[0061] 图9为本发明实施例中结构化分析的示意图;

[0062] 图10为本发明实施例中三角隶属函数的示意图。

## 具体实施方式

[0063] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明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发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0064] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0065] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明,但不作为本发明的限定。

[0066] 本发明一种较佳的实施例中,根据图1所示,一种对IP网络变更的风险进行分析的方法,针对一即将执行的IP网络变更事件执行以下步骤:

[0067] 步骤S1:对IP网络变更事件进行结构化分析,以获取多个层级,每个层级包括至少一个功能需求,每个功能需求对应至少一个风险因素;

[0068] 步骤S2:对风险因素的每个风险维度进行赋值;

[0069] 步骤S3:根据每个层级和每个功能需求进行比对计算以获取每个层级的综合权重向量;

[0070] 步骤S4:根据风险维度及预设的风险等级生成多个模糊评价子集,对每个模糊评价子集进行分析以获取对应的非模糊数,根据非模糊数建立每个风险等级对应的参考向量;

[0071] 步骤S5:根据风险维度和风险因素建立每个风险因素的比较向量,比较向量包括风险因素在每个风险维度的值;

[0072] 步骤S6:根据比较向量、参考向量计算获取每个比较向量与每个风险等级的参考向量的关联度;

[0073] 步骤S7:根据关联度建立风险因素关联度矩阵;

[0074] 步骤S8:根据风险因素关联度矩阵及功能需求,计算获取风险灰色关联度矩阵和评价向量;

[0075] 步骤S9:根据评价向量、比较向量、参考向量计算获取每个风险等级的灰度关联度,并根据灰度关联度获取风险评估结果。

[0076] 具体的,本实施例中,采用通过风险因素识别来识别和分析风险因素,运用模糊层次综合评价法进行风险分析,最后通过灰色关联分析来进行风险评估。通过逻辑分析识别出IP变更风险因素保证风险因素与变更目标的逻辑关联,根据风险因素的权重区分主要风险和次要风险得到比较客观和清晰的量化风险评估结果。步骤S1-步骤S2为风险因素识别,步骤S3-S7为模糊层次综合评价、步骤S8-S9为灰色关联分析,最终评估结果。

[0077] 本发明一种较佳的实施例中,根据图2所示,步骤S1包括以下步骤:

[0078] 步骤S11:根据IP网络变更的功能需求,将IP网络变更转换为多个依次从属的多个层级,层级从下往上依次为部件层、子系统层、系统层,下一级的层级的功能需求分别属于上一级的层级的功能需求;

[0079] 步骤S12:根据功能需求分析获取对应的风险因素。

[0080] 具体的,本实施例中,根据图9所示,IP网络变更的层级依次为:部件层4、子系统层3、系统层2。每个层级包括多个功能需求1。

[0081] 本发明一种较佳的实施例中,根据图3所示,风险维度包括:严重度、频度、探测度,步骤S2包括以下步骤:



- [0082] 对每个风险因素基于严重度系数选择表对严重度进行赋值；
- [0083] 对每个风险因素基于频度系数选择表对频度进行赋值；
- [0084] 对每个风险因素基于探测度系数选择表对探测度进行赋值。
- [0085] 具体的,本实施例中,进行风险维度的赋值采用以下表格进行处理。

[0086]

| 编号 | 项目/功能阶段/步骤/要求 | 潜在风险因素 | 失效潜在后果 | 严重度 S | 潜在失效起因/机理 | 频度 O | 探测 | 探测度 D |
|----|---------------|--------|--------|-------|-----------|------|----|-------|
| 1  |               |        |        |       |           |      |    |       |
| 2  |               |        |        |       |           |      |    |       |

[0087] 严重度系数选择表为：

[0088]

| 后果       | 评定准则：后果的严重度             | 严重度 |
|----------|-------------------------|-----|
| 无警告的严重危害 | 在没有任何失效预兆的情况下导致网络中断。    | 10  |
| 有警告的严重危害 | 在具有失效预兆的前提下所发生的，导致网络中断。 | 9   |
| 很高       | 网络性能严重下降                | 8   |
| 高        | 网络性能明显下降                | 7   |
| 中等       | 网络性能中度下降                | 6   |
| 低        | 网络性能轻微下降                | 5   |
| 很低       | 网络正常运行，但管理/监控功能受明显影响    | 4   |
| 轻微       | 网络正常运行，但管理/监控功能受中等影响    | 3   |
| 很轻微      | 网络正常运行，但管理/监控功能受轻微影响    | 2   |
| 无        | 无可辨别的后果。                | 1   |

[0089] 频度系数选择表

[0090]

| 失效发生可能性     | 可能的失效                     | 频度 |
|-------------|---------------------------|----|
| 很高          | 无历史的新技术/新设计               | 10 |
| 高           | 失效是不可避免的，有新设计，新应用的变更。     | 9  |
|             | 失效是可避免的，有新设计，新应用的变更。      | 8  |
|             | 失效是不确定的，有新设计，新应用的变更。      | 7  |
| 中等          | 频繁失效发生在类似的设计或设计模拟和试验中     | 6  |
|             | 有时失效发生在类似的设计或设计模拟和试验中     | 5  |
|             | 只有单次失效发生在类似的设计或设计模拟和试验中   | 4  |
| 低：相对很少发生的失效 | 只有单次失效发生在几乎相同的设计或设计模拟和试验中 | 3  |
|             | 无明显失效发生在几乎相同的设计或设计模拟和试验中  | 2  |
| 极低：失效不太可能发生 | 通过预防控制失效被清除               | 1  |

[0091] 探测度系数选择表：

[0092]

| 探测度   | 准则：设计控制可能探测出来的可能性                             | 探测度定级 |
|-------|---|-------|
| 绝对不肯定 | 设计控制将不能和 / 或不可能找出潜在的起因 / 机理及后续的风险因素，或根本没有设计控制 | 10    |
| 很极少   | 设计控制只有很极少的机会能找出潜在的起因 / 机理及后续的风险因素             | 9     |
| 极少    | 设计控制只有极少的机会能找出潜在的起因 / 机理及后续的风险因素              | 8     |
| 很少    | 设计控制只有很少的机会能找出潜在的起因 / 机理及后续的风险因素              | 7     |
| 少     | 设计控制有较少的机会能找出潜在的起因 / 机理及后续的风险因素               | 6     |
| 中等    | 设计控制有中等到的机会能找出潜在的起因 / 机理及后续的风险因素              | 7     |
| 中上    | 设计控制有中上多的机会能找出潜在的起因 / 机理及后续的风险因素              | 4     |
| 多     | 设计控制有较多的机会能找出潜在的起因 / 机理及后续的风险因素               | 3     |
| 很多    | 设计控制有很多的机会能找出潜在的起因 / 机理及后续的风险因素               | 2     |
| 几乎肯定  | 设计控制几乎肯定能找出潜在的起因 / 机理及后续的风险因素                 | 1     |

[0093] 本发明一种较佳的实施例中，根据图3所示，步骤S3包括以下步骤：

[0094] 步骤S31：对每个层级的功能需求进行统计，将每个层级中从属于同一上级功能需

求的功能需求组合为子准则层；

[0095] 步骤S32:将每个子准则层进行基于1-9标度法的两两比对以获取相对重要值,根据相对重要值生成每个子准则层的第一比较矩阵；

[0096] 步骤S33:对第一比较矩阵进行计算以获取最大特征根及对应的特征向量,对特征向量进行归一化运算以获取每个子准则层的指标权向量,指标权向量包括对应的子准则层的每个功能需求的第一权重值；

[0097] 步骤S34:将同一层级的子准则层的指标权向量与对应的上级的功能需求的第一权重值进行乘积运算,以获取每个层级的综合权重向量,综合权重向量包括对应的层级的每个功能需求的综合权重值。

[0098] 具体的,本实施例中,子准则层采用风险指标体系进行表示。风险指标体系包括n个功能需求: $X = \{x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n\}$ 。其中X为风险指标体系; $x_i$ 为风险指标体系中第i个指标。

[0099] 根据风险指标体系进行基于1-9标度法的两两比。1-9标度法的双因素相对重要性评定尺度表为:

[0100]

| 评定尺度                    | 含义                         |
|-------------------------|----------------------------|
| 1                       | 对上一层次相关指标而言,两因素同等重要        |
| 3                       | 对上一层次相关指标而言,前一因素比后一因素稍微重要  |
| 5                       | 对上一层次相关指标而言,前一因素比后一因素明显重要  |
| 7                       | 对上一层次相关指标而言,前一因素比后一因素强烈重要  |
| 9                       | 对上一层次相关指标而言,前一因素比后一因素极端重要  |
| 1/3                     | 对上一层次相关指标而言,前一因素比后一因素稍微不重要 |
| 1/5                     | 对上一层次相关指标而言,前一因素比后一因素明显不重要 |
| 1/7                     | 对上一层次相关指标而言,前一因素比后一因素强烈不重要 |
| 1/9                     | 对上一层次相关指标而言,前一因素比后一因素极端不重要 |
| 2,4,6,8,1/2,1/4,1/6,1/8 | 表示相邻判断间的折中标度               |

[0101] 进一步基于相对重要值的第一比较矩阵为:

$$[0102] \quad A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

[0103] 其中,A为第一比较矩阵, $a_{ij}$ 为第i个指标对第j个指标的相对重要值。

[0104] 对第一比较矩阵进行特征根法计算。即求出判断矩阵的最大特征根,把最大特征根所对应的特征向量进行归一化,作为指标权向量。

[0105] 本发明一种较佳的实施例中,根据图4所示,步骤S4包括:

[0106] 步骤S41:针对风险维度和风险等级生成多个模糊评价子集,每个模糊评价子集还对应一模糊数集合和一评价语言;

[0107] 步骤S42:根据每个模糊评价子集的模糊数集合建立对应的隶属函数;

[0108] 步骤S43:对隶属函数进行基于中位数法的分析以获取每个隶属函数的非模糊数;

[0109] 步骤S44:根据非模糊数建立参考向量,每个参考向量对应一风险等级,每个参考

向量包括每个风险维度对应的非模糊数。

[0110] 本实施例中,进行风险评估时,往往根据采用自然语言来描述风险水平,例如:低、中、高等,而每个语言描述所代表的意义往往存在一定的模糊范围。采用模糊评价子集在精确的数值与模糊描述之间建立映射关系。采用以下格式进行建立映射关系。

[0111]

| 评价语言 | 模糊评价子集 | 模糊数集合 |
|------|--------|-------|
|      |        |       |

[0112] 隶属函数来表达风险数值与风险模糊评价子集之间的隶属关系。由于三角隶属函数具有明确的转折点,且只有一个最高点,有利于清晰地表达风险隶属程度,选用三角隶属函数作为隶属函数。

[0113] 为了把风险等级与模糊评价集进行关联分析,需要把隶属函数转化为明确的单值,即把隶属函数进行非模糊化处理。根据隶属函数的特点,选用中位数法作为隶属函数非模糊化的方法。中位数法是选取出隶属函数曲线和横坐标所围成区域的面积平分两部分的数作为非模糊化的结果即非模糊数。选用的三角隶属函数非常便于计算面积积分,因此避免了传统中位数法计算繁琐的缺点。

[0114] 每个风险等级的参考向量为:1=[S 0 D]。其中,S、0、D为风险因素的严重度、频度、探测度对应各风险等级的非模糊数值。

[0115] 本发明一种较佳的实施例中,根据图5和图10所示,步骤S42还包括以下步骤:

[0116] 步骤A1:对中等风险等级的模糊评价子集建立三角隶属函数;

[0117] 步骤A2:最低的风险等级的隶属函数的顶点左侧采用三角隶属函数的下边界,最低的风险等级的隶属函数的顶点右侧采用平行边沿;

[0118] 步骤A3:最高的风险等级的隶属函数的顶点左侧采用三角隶属函数的下边界,最高的风险等级的隶属函数的顶点右侧采用平行边沿。

[0119] 本实施例中,根据图10所示,三角隶属函数依次为中等风险等级的隶属函数5、最低的风险等级的隶属函数7、最高的风险等级的隶属函数6。

[0120] 函数表达式为: 
$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x \leq c \\ 0, & x > c \end{cases}$$
 其中, f(x) 为隶属度; x 为风险因素

S、0、D值;a、b、c为转折点。

[0121] 由于三角隶属函数的顶点两侧都是下降边沿,不适合表达最高和最低风险等级的隶属关系。为了更好地表达隶属关系,对于最低风险等级采用下边界隶属函数,顶点左侧改为平行边沿。对于最高风险等级,采用上边界隶属函数,顶点右侧改为平行边沿。

[0122] 最低风险等级的隶属函数: 
$$f(x) = \begin{cases} 1, & a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x \leq c \\ 0, & x > c \end{cases}$$

$$[0123] \quad \text{最高风险等级的隶属函数: } f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ 1, & b < x \leq c \end{cases}$$

[0124] 本发明一种较佳的实施例中,根据图6所示,步骤S6包括以下步骤:

[0125] 步骤S61:根据比较向量和参考向量获取每个比较向量与每个风险等级的参考向量在每个风险维度上的关联系数;

[0126] 步骤S62:根据风险维度进行比较生成第二比较矩阵,对第二比较矩阵进行运算获取每个风险维度的第二权重值;

[0127] 步骤S63:基于每个风险维度的关联系数以及每个风险维度的第二权重值进行计算,获取比较向量与每个风险等级的参考向量的关联度。

[0128] 本实施例中,比较向量的结构与参考向量的结构相同, $U = [S \ O \ D]$ 。S、O、D分别代表风险因素的严重度、频度、探测度数值。比较向量是根据步骤S2中的赋值进行确定具体数值。

[0129] 本实施例中,风险因素与各模糊评价子集的严重度关联系数的计算公式为:

$$[0129] \quad \gamma(U(S), l_i(S)) = \frac{\min_i \min_k |U(k) - l_i(k)| + \zeta \max_i \max_k |U(k) - l_i(k)|}{|U(S) - l_i(S)| + \zeta \max_i \max_k |U(k) - l_i(k)|}$$

[0130] 其中, $U(k)$ 为比较向量的第k个维度值; $l_i(k)$ 为第i个风险等级的参考向量的第k个维度值; $U(S)$ 为比较向量的严重度取值; $l_i(S)$ 为第i个风险等级的参考向量的严重度取值; $\zeta$ 为分辨率系数,取值为0.5。

[0131] 风险因素与各模糊评价子集的频度关联系数计算公式为:

$$[0132] \quad \gamma(U(O), l_i(O)) = \frac{\min_i \min_k |U(k) - l_i(k)| + \zeta \max_i \max_k |U(k) - l_i(k)|}{|U(O) - l_i(O)| + \zeta \max_i \max_k |U(k) - l_i(k)|}$$

[0133] 其中, $U(k)$ 为比较向量的第k个维度值; $l_i(k)$ 为第i个风险等级的参考向量的第k个维度值; $U(O)$ 为比较向量的频度取值; $l_i(O)$ 为第i个风险等级的参考向量的频度取值; $\zeta$ 为分辨率系数,取值为0.5。

[0134] 风险因素与各模糊评价子集的探测度关联系数计算公式:

$$[0135] \quad \gamma(U(D), l_i(D)) = \frac{\min_i \min_k |U(k) - l_i(k)| + \zeta \max_i \max_k |U(k) - l_i(k)|}{|U(D) - l_i(D)| + \zeta \max_i \max_k |U(k) - l_i(k)|}$$

[0136] 其中, $U(k)$ 为比较向量的第k个维度值; $l_i(k)$ 为第i个风险等级的参考向量的第k个维度值; $U(D)$ 为比较向量的探测度取值; $l_i(D)$ 为第i个风险等级的参考向量的探测度取值; $\zeta$ 为分辨率系数,取值为0.5。

[0137] 根据各个风险维度的重要性来确定风险因子的权重,为严重度、频度、探测度这三个风险因子的关联系数赋予响应的权重

[0138] 根据风险维度的重要性进行基于1-9标度法的两两比,获取第二比较矩阵,对第二

比较矩阵进行特征根法计算,对计算获取的特征向量进行归一化,进而从归一化后的特征向量中提取每个风险维度的第二权重值。分别为:严重度S权重: $\lambda_s$ ;频度O权重: $\lambda_0$ ;探测度D权重: $\lambda_D$

[0139] 比较向量与每个风险等级的参考向量的关联度的计算公式为: $\gamma(U, l_i) = \lambda_s \gamma(U(S), l_i(S)) + \lambda_0 \gamma(U(O), l_i(O)) + \lambda_D \gamma(U(D), l_i(D))$  其中,  $\gamma(U(S), l_i(S))$  为比较向量与第i个等级的参考向量的严重度关联系数;  $\gamma(U(O), l_i(O))$  为比较向量与第i个等级的参考向量的频度关联系数;  $\gamma(U(D), l_i(D))$  为比较向量与第i个等级的参考向量的探测度关联系数;  $\lambda_s$  为严重度的权重系数;  $\lambda_0$  为频度的权重系数;  $\lambda_D$  为探测度的权重系数。

[0140] 进一步,步骤S7中,风险因素关联度矩阵为: 
$$\Gamma = \begin{bmatrix} \gamma(U_1, l_1) & \gamma(U_1, l_2) & \cdots & \gamma(U_1, l_5) \\ \gamma(U_2, l_1) & \gamma(U_2, l_2) & \cdots & \gamma(U_2, l_5) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma(U_m, l_1) & \gamma(U_m, l_2) & \cdots & \gamma(U_m, l_5) \end{bmatrix}$$

其中,  $\gamma(U_i, l_j)$  一为第i个比较向量与第j个风险等级的参考向量的关联度。

[0141] 本发明一种较佳的实施例中,根据图7所示,步骤S8包括以下步骤:

[0142] 步骤S81:将最下层的层级的功能需求的风险因素进行比较生成第三比较矩阵,对第三比较矩阵进行运算获取每个功能需求的第一权重向量,第一权重向量包括功能需求对应的每个风险因素的第三权重值;

[0143] 步骤S82:将第一权重向量和风险关联度矩阵进行矩阵运算,获取每个最下层的层级的功能需求的风险关联度向量;

[0144] 步骤S83:根据风险关联度向量,建立风险灰色关联度矩阵。

[0145] 具体地,本实施例中,第一权重向量为  $\Phi = \{\phi_1 \ \phi_2 \ \cdots \ \phi_m\}$ , 其中,  $\phi_i$  一为第i个风险因素的权重。

[0146] 风险关联度向量的计算公式为:  $\Lambda = \Phi \Gamma$

[0147] 
$$\Lambda = [\phi_1 \ \phi_2 \ \cdots \ \phi_m] \begin{bmatrix} \gamma(U_1, l_1) & \gamma(U_1, l_2) & \cdots & \gamma(U_1, l_5) \\ \gamma(U_2, l_1) & \gamma(U_2, l_2) & \cdots & \gamma(U_2, l_5) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma(U_m, l_1) & \gamma(U_m, l_2) & \cdots & \gamma(U_m, l_5) \end{bmatrix}$$

[0148]  $\Lambda = [\eta_1 \ \eta_2 \ \cdots \ \eta_m]$

[0149] 其中,  $\Lambda$  为风险关联度向量;  $\eta_i$  为第i个风险等级的参考向量  $l_i$  的关联度; 由于  $l_i$  是根据模糊评价子集建立, 则  $\eta_i$  代表某一子准则对应风险模糊评价子集的关联度。

[0150] 将风险关联度向量进行整合,得到风险灰色关联度矩阵:

[0151] 
$$R = \begin{bmatrix} \eta_1^1 & \eta_1^2 & \cdots & \eta_1^5 \\ \eta_2^1 & \eta_2^2 & \cdots & \eta_2^5 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \eta_m^1 & \eta_m^2 & \cdots & \eta_m^5 \end{bmatrix}$$
 其中,  $\eta_i^m$  为第m个子准则对应第i个风险等级的参

考向量的关联度

[0152] 本发明一种较佳的实施例中,步骤S8还包括以下步骤:

[0153] 将风险灰色关联度矩阵与最下层的层级的综合权重向量进行矩阵运算以获取评价向量。

[0154] 评价向量的公式为:

$$[0155] \quad B = \begin{bmatrix} w_1 & w_2 & \dots & w_m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1^1 & \eta_1^2 & \dots & \eta_1^5 \\ \eta_2^1 & \eta_2^2 & \dots & \eta_2^5 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \eta_m^1 & \eta_m^2 & \dots & \eta_m^5 \end{bmatrix}$$

$$[0156] \quad B = [b_1 \ b_2 \ \dots \ b_m]$$

[0157] 其中,B为整体的评价向量; $w_i$ —为第i个子准则权重; $b_i$ 为整体风险对应第i个风险等级的关联度。

[0158] 本发明一种较佳的实施例中,根据图8所示,步骤S9还包括:

[0159] 步骤S91:根据比较向量和参考向量中在每个风险维度上的取值,计算获取风险参考系数;

[0160] 步骤S92:根据风险参考系数和评估向量计算每个风险等级的灰色关联度;

[0161] 步骤S93:将最高的灰度关联度对应的风险等级作为风险评价结论。

[0162] 本实施例中,风险参考系数的公式为:

[0163]

$$\gamma(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \zeta \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \zeta \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}$$

[0164] 其中 $x_0(k)$ —为比较向量的第k个维度取值; $x_i(k)$ —为第i个风险等级的参考向量的第k个维度取值; $\zeta$ 为分辨率系数,取值为0.5; $\gamma(x_0(k), x_i(k))$ 为比较向量与第i个风险等级的参考向量的关联系数;

[0165] 灰色关联度计算公式为:

$$[0166] \quad \gamma(X_0, X_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma(x_0(k), x_i(k))$$

[0167]  $X_0$ 为比较向量; $X_i$ 为第i个风险等级的参考向量; $x_0(k)$ 为比较向量的第k个风险维度的取值; $x_i(k)$ 为第i个风险等级的参考向量的第k个风险维度的取值; $\gamma(X_0, X_i)$ 为比较向量与第i个风险等级的参考向量在第k个维度上的关联度。

[0168] 本发明一种较佳的实施例中,对图1中IP网络变更进行分析。

[0169] 系统层为IP网络变更;子系统层包括部署方案、变更过程、应急/回退。部件层包括:从属于部署方案的完整性、可靠性、兼容性;从属于变更过程的完成度、业务降级度、过程质量;从属于应急/回退的有效性、可行性。

[0170] 对最下层的层级的功能需求进行分析获取对应的风险因素:

[0171]

| 功能需求  | 编号 | 功能要求                          | 风险因素                     |
|-------|----|-------------------------------|--------------------------|
| 完整性   | 1  | 新网络支持现有认证系统                   | 新网络不支持现有认证系统             |
| 可靠性   | 2  | 单点故障时，在 10 秒内自愈               | 单台接入层设备故障时，自愈时间远远超过 10 秒 |
| 可靠性   | 3  | 总分公司路由隔离，分公司注入外部路由不影响总公司      | 总分公司路由隔离失效               |
| 兼容性   | 4  | 采用标准 OSPF 协议组网，过渡期间兼容原有思科设备网络 | 华为与思科 OSPF 协议不完全兼容       |
|       | 5  | 总分公司之间通过 BFD 协议加快路由收敛         | BFD 协议会话建立失败             |
| 完成度   | 6  | 数据中心各区域明细路由隔离                 | 明细路由隔离失效，或隔离不完整          |
| 业务降级度 | 7  | 每变更窗口业务中断时间不超过 10 秒           | 变更脚本与现网配置文件冲突            |
| 过程质量  | 8  | 变更脚本符合生产网配置工艺规范               | 配置工艺不符合工艺规范              |
|       | 9  | 每个变更窗口持续时间不超过 3 小时            | 变更窗口时间超过 3 小时            |
| 有效性   | 10 | 变更失败时，业务成功率在窗口时间内恢复到变更前水平     | 业务成功率未在窗口时间内恢复到变更前水平     |
| 可行性   | 11 | 应急回退措施在窗口时间内执行完毕              | 应急回退措施未在窗口时间内执行完成        |

[0172] 进一步对风险因素进行基于严重度系数选择表、频度系数选择表、探测度系数选择表完成赋值。

[0173]

| 编号 | 项目/功能阶段/步骤/要求 | 潜在风险因素       | 失效潜在后果       | 严重度 S | 潜在失效起因/机理          | 频度 O | 探测        | 探测度 D |
|----|---------------|--------------|--------------|-------|--------------------|------|-----------|-------|
| 1  | 新网络支持现有认证系统   | 新网络不支持现有认证系统 | 华为设备无法加入网管平台 | 4     | 华为不支持现有的 TACACS 协议 | 10   | 测试、查阅技术文档 | 1     |



[0174]

|    |                                |                           |                   |    |                       |    |                     |   |
|----|--------------------------------|---------------------------|-------------------|----|-----------------------|----|---------------------|---|
| 2  | 单点故障时, 在 10 秒内自愈               | 单台接入层设备故障时, 自愈时间远远超过 10 秒 | 业务连接中断, 交易失败      | 10 | SPT 协议收敛时间为 55 秒      | 9  | 测试、查阅技术文档           | 1 |
| 3  | 总分公司路由隔离, 分公司注入外部路由不影响总公司      | 总分公司路由隔离失效                | 分公司注入外部路由泄漏到总公司   | 4  | 总分公司之间 OSPF 协议缺乏过滤措施  | 7  | 测试、查阅技术文档           | 4 |
| 4  | 采用标准 OSPF 协议组网, 过渡期间兼容原有思科设备网络 | 华为与思科 OSPF 协议不完全兼容        | 路由结构错误            | 10 | 华为与思科 OSPF 协议不完全兼容    | 3  | 测试                  | 5 |
| 5  | 总分公司之间通过 BFD 协议加快路由收敛          | BFD 协议会话建立失败              | 总分公司之间路由收敛超过 10 秒 | 8  | 总分公司之间 BFD 协议不兼容      | 10 | 测试                  | 5 |
| 6  | 数据中心各区域明细路由隔离                  | 明细路由隔离失效, 或隔离不完整          | 各区域明细路由互相泄漏       | 4  | ABR 上路路由隔离和过滤策略不完整    | 8  | 测试, 审核配置脚本          | 4 |
| 7  | 每变更窗口业务中断时间不超过 10 秒            | 变更脚本与现网配置文件冲突             | 变更引发业务长时间中断       | 10 | 变更前未冻结配置              | 8  | 审核现网配置, 审核配置脚本      | 9 |
| 8  | 变更脚本符合生产网配置工艺规范                | 配置工艺不符合工艺规范               | 配置工艺不达标           | 3  | 变更脚本审核不严格             | 8  | 审核配置脚本              | 4 |
| 9  | 每个变更窗口持续时间不超过 3 小时             | 变更窗口时间超过 3 小时             | 业务降级时间过长, 降低运营质量  | 8  | 变更操作人员熟练度不足           | 7  | 对变更操作人员进行经验考察, 能力考察 | 4 |
| 10 | 变更失败时, 业务成功率在窗口时间内恢复到变更前水平     | 业务成功率未在窗口时间内恢复到变更前水平      | 业务降级时间过长, 降低运营质量  | 8  | 变更指挥人员判断失误, 未触发应急回退流程 | 7  | 变更演练                | 4 |

|        |    |                  |                   |                  |   |             |   |                     |   |
|--------|----|------------------|-------------------|------------------|---|-------------|---|---------------------|---|
| [0175] | 11 | 应急回退措施在窗口时间内执行完毕 | 应急回退措施未在窗口时间内执行完成 | 业务降级时间过长, 降低运营质量 | 8 | 变更操作人员熟练度不足 | 7 | 对变更操作人员进行经验考察, 能力考察 | 4 |
|--------|----|------------------|-------------------|------------------|---|-------------|---|---------------------|---|

[0176] 将子系统层的功能需求组合为准则层, 对准则层构造判断矩阵进一步获取对应的指标权向量。

[0177]

|       |      |      |       |
|-------|------|------|-------|
|       | 部署方案 | 变更过程 | 应急/回退 |
| 部署方案  | 1    | 2    | 5     |
| 变更过程  | 1/2  | 1    | 4     |
| 应急/回退 | 1/5  | 1/4  | 1     |

[0178] 判断矩阵为:  $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 \\ 1/2 & 1 & 4 \\ 1/5 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}$  通过自大特征根运算得到最大特征值  $\lambda_{\max} =$

3.0246; 最大特征值对应向量为  $V = \begin{bmatrix} 0.8540 \\ 0.4994 \\ 0.1460 \end{bmatrix}$  归一化后得到指标权向量  $W = \begin{bmatrix} 0.5695 \\ 0.3331 \\ 0.0974 \end{bmatrix}$  指标

权向量代表了部署方案、变更过程、应急/回退在整个风险水平中所占权重分别为0.5695、0.3331、0.0974。

[0179] 采用上述方案对每个子准则层进行运算, 本项目讨论的风险指标模型为完全独立结构, 每个子准则层指标只与一个准则层指标相关, 因此每个子准则的相对于整体风险指标的权重的计算方法是计算本层权重值与上层权重之乘积。下表为对各矩阵进行运算后的数据。

| 准则层指标 | 准则层权重  | 子准则层指标 | 子准则层权重 | 子准则综合权重 |
|-------|--------|--------|--------|---------|
| 部署方案  | 0.5695 | 完整性    | 0.5396 | 0.3073  |
|       |        | 可靠性    | 0.1634 | 0.0931  |
|       |        | 兼容性    | 0.2970 | 0.1691  |
| 变更过程  | 0.3331 | 完成度    | 0.5584 | 0.1860  |
|       |        | 降级度    | 0.3196 | 0.1065  |
|       |        | 过程质量   | 0.1220 | 0.0406  |

|       |        |     |     |        |
|-------|--------|-----|-----|--------|
| 应急/回退 | 0.0974 | 有效性 | 0.5 | 0.0487 |
|       |        | 可行性 | 0.5 | 0.0487 |

[0182] 本发明一种较佳的实施例中, 采用下述过程生成参考向量。

[0183] 模糊评价子集采用下表方式生成:

[0184]

|      |        |       |
|------|--------|-------|
| 评价语言 | 模糊评价子集 | 模糊数集合 |
|------|--------|-------|

|    |                |        |
|----|----------------|--------|
| 轻微 | V <sub>1</sub> | 0,1,2  |
| 低  | V <sub>2</sub> | 2,3,4  |
| 中  | V <sub>3</sub> | 4,5,6  |
| 高  | V <sub>4</sub> | 6,7,8  |
| 严重 | V <sub>5</sub> | 8,9,10 |

[0185] 建立的隶属函数为:

[0186] 模糊评价子集“轻微”的隶属函数  $f(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 1 \\ \frac{3-x}{3-1}, & 1 < x \leq 3 \\ 0, & x > 3 \end{cases} ;$

[0187] 模糊评价子集“低”的隶属函数  $f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 1 \\ \frac{x-1}{3-1}, & 1 < x \leq 3 \\ \frac{5-x}{5-3}, & 3 < x \leq 5 \\ 0, & x > 5 \end{cases} ;$

[0188] 模糊评价子集“中”的隶属函数  $f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 3 \\ \frac{x-3}{5-3}, & 3 < x \leq 5 \\ \frac{7-x}{7-5}, & 5 < x \leq 7 \\ 0, & x > 7 \end{cases} ;$

[0189] 模糊评价子集“高”的隶属函数  $f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 5 \\ \frac{x-5}{7-5}, & 5 < x \leq 7 \\ \frac{9-x}{9-7}, & 7 < x \leq 9 \\ 0, & x > 9 \end{cases} ;$

[0190] 模糊评价子集“严重”的隶属数  $f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 7 \\ \frac{x-7}{9-7}, & 7 < x \leq 9 \\ 1, & x > 9 \end{cases} .$

[0191] 对上述隶属数进行中位数法运算,最终获取到5个风险等级的非模糊数。

[0192]

| 评价语言 | 模糊评价子集         | 非模糊数 |
|------|----------------|------|
| 轻微   | V <sub>1</sub> | 1    |
| 低    | V <sub>2</sub> | 3    |
| 中    | V <sub>3</sub> | 5    |
| 高    | V <sub>4</sub> | 7    |

|    |       |   |
|----|-------|---|
| 严重 | $V_5$ | 9 |
|----|-------|---|

[0193] 根据上表的非模糊数建立参考向量：

[0194]

| 评价语言 | 参考向量                |
|------|---------------------|
| 轻微   | $l_1 = [1 \ 1 \ 1]$ |
| 低    | $l_2 = [3 \ 3 \ 3]$ |
| 中    | $l_3 = [5 \ 5 \ 5]$ |
| 高    | $l_4 = [7 \ 7 \ 7]$ |
| 严重   | $l_5 = [9 \ 9 \ 9]$ |

[0195] 本发明一种较佳的实施例中，基于每个风险因素的赋值，生成对应的比较向量。结果如下表所示，

| 潜在风险因素                   | 严重度 | 频度 | 探测度 | 比较向量                   |
|--------------------------|-----|----|-----|------------------------|
|                          | S   | O  | D   |                        |
| 新网络不支持现有认证系统             | 4   | 10 | 1   | $U_1 = [4 \ 10 \ 1]$   |
| 单台接入层设备故障时，自愈时间远远超过 10 秒 | 10  | 9  | 1   | $U_2 = [10 \ 9 \ 1]$   |
| 总分公司路由隔离失效               | 4   | 7  | 4   | $U_3 = [4 \ 7 \ 4]$    |
| 华为与思科 OSPF 协议不完全兼容       | 10  | 3  | 5   | $U_4 = [10 \ 3 \ 5]$   |
| BFD 协议会话建立失败             | 8   | 10 | 5   | $U_5 = [8 \ 10 \ 5]$   |
| 明细路由隔离失效，或隔离不完整          | 4   | 8  | 4   | $U_6 = [4 \ 8 \ 4]$    |
| 变更脚本与现网配置文件冲突            | 10  | 8  | 9   | $U_7 = [10 \ 8 \ 9]$   |
| 配置工艺不符合工艺规范              | 3   | 8  | 4   | $U_8 = [3 \ 8 \ 4]$    |
| 变更窗口时间超过 3 小时            | 8   | 7  | 4   | $U_9 = [8 \ 7 \ 4]$    |
| 业务成功率未在窗口时间内恢复到变更前水平     | 8   | 7  | 4   | $U_{10} = [8 \ 7 \ 4]$ |
| 应急回退措施未在窗口时间内执行完成        | 8   | 7  | 4   | $U_{11} = [8 \ 7 \ 4]$ |
| 无                        | 1   | 1  | 1   | $U_n = [1 \ 1 \ 1]$    |

[0198] 其中“无”风险因素也需要用一种风险因素来代替，本文中用 $U_n$ 表示。 $U_n$ 严重度S值为1，频度O值为1，探测度D值为1。

[0199] 本发明一种较佳的实施例中，根据上表中的比较向量和参考向量进行运算获取的风险因素与各模糊评价子集的严重度关联系数。下表为计算得出的关联度系数。

[0200]

| 比较向量  |   | 参考向量     |          |          |          |          |
|-------|---|----------|----------|----------|----------|----------|
|       |   | $l_1$    | $l_2$    | $l_3$    | $l_4$    | $l_5$    |
| $U_1$ | S | 0.6      | 0.818182 | 0.818182 | 0.6      | 0.473684 |
|       | O | 0.333333 | 0.391304 | 0.473684 | 0.6      | 0.818182 |
|       | D | 1        | 0.692308 | 0.529412 | 0.428571 | 0.36     |
| $U_2$ | S | 0.333333 | 0.391304 | 0.473684 | 0.6      | 0.818182 |
|       | O | 0.36     | 0.428571 | 0.529412 | 0.692308 | 1        |
|       | D | 1        | 0.692308 | 0.529412 | 0.428571 | 0.36     |
| $U_3$ | S | 0.5      | 0.75     | 0.75     | 0.5      | 0.375    |
|       | O | 0.333333 | 0.428571 | 0.6      | 1        | 0.6      |
|       | D | 0.5      | 0.75     | 0.75     | 0.5      | 0.375    |
| $U_4$ | S | 0.333333 | 0.391304 | 0.473684 | 0.6      | 0.818182 |
|       | O | 0.692308 | 1        | 0.692308 | 0.529412 | 0.428571 |
|       | D | 0.529412 | 0.692308 | 1        | 0.692308 | 0.529412 |
| $U_5$ | S | 0.391304 | 0.473684 | 0.6      | 0.818182 | 0.818182 |
|       | O | 0.333333 | 0.391304 | 0.473684 | 0.6      | 0.818182 |
|       | D | 0.529412 | 0.692308 | 1        | 0.692308 | 0.529412 |
| $U_6$ | S | 0.692308 | 1        | 1        | 0.692308 | 0.529412 |
|       | O | 0.428571 | 0.529412 | 0.692308 | 1        | 1        |
|       | D | 0.692308 | 1        | 1        | 0.692308 | 0.529412 |
| $U_7$ | S | 0.333333 | 0.391304 | 0.473684 | 0.6      | 0.818182 |
|       | O | 0.391304 | 0.473684 | 0.6      | 0.818182 | 0.818182 |
|       | D | 0.36     | 0.428571 | 0.529412 | 0.692308 | 1        |
| $U_8$ | S | 0.636364 | 1        | 0.636364 | 0.466667 | 0.368421 |
|       | O | 0.333333 | 0.411765 | 0.538462 | 0.777778 | 0.777778 |

[0201]

|          |   |          |          |          |          |          |
|----------|---|----------|----------|----------|----------|----------|
|          | D | 0.538462 | 0.777778 | 0.777778 | 0.538462 | 0.411765 |
| $U_9$    | S | 0.333333 | 0.411765 | 0.538462 | 0.777778 | 0.777778 |
|          | O | 0.368421 | 0.466667 | 0.636364 | 1        | 0.636364 |
|          | D | 0.538462 | 0.777778 | 0.777778 | 0.538462 | 0.411765 |
| $U_{10}$ | S | 0.333333 | 0.411765 | 0.538462 | 0.777778 | 0.777778 |
|          | O | 0.368421 | 0.466667 | 0.636364 | 1        | 0.636364 |
|          | D | 0.538462 | 0.777778 | 0.777778 | 0.538462 | 0.411765 |
| $U_{11}$ | S | 0.333333 | 0.411765 | 0.538462 | 0.777778 | 0.777778 |
|          | O | 0.368421 | 0.466667 | 0.636364 | 1        | 0.636364 |
|          | D | 0.538462 | 0.777778 | 0.777778 | 0.538462 | 0.411765 |
| $U_n$    | S | 1        | 0.666667 | 0.5      | 0.4      | 0.333333 |
|          | O | 1        | 0.666667 | 0.5      | 0.4      | 0.333333 |
|          | D | 1        | 0.666667 | 0.5      | 0.4      | 0.333333 |

[0202] 根据每个风险维度的重要性,对风险维度进行两两比对构建矩阵:

[0203] 
$$W = \begin{bmatrix} 0.4000 \\ 0.4000 \\ 0.2000 \end{bmatrix}。$$

[0204] 通过对矩阵的最大特征根运算和归一化运算,得到各风险维度的权重值:严重度权重 $\lambda_s=0.4$ ;频度权重 $\lambda_0=0.4$ ;探测度权重 $\lambda_0=0.2$ 。

[0205] 根据每个风险维度的关联系数以及每个风险维度的第二权重值进行计算,得到的比较向量与每个风险等级的参考向量的关联度。比较向量与参考向量的关联度如下表所示。

[0206]

| 比较向量  | 参考向量   |        |        |        |        |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       | $l_1$  | $l_2$  | $l_3$  | $l_4$  | $l_5$  |
| $U_1$ | 0.5733 | 0.6223 | 0.6226 | 0.5657 | 0.5887 |
| $U_2$ | 0.4773 | 0.4664 | 0.5071 | 0.6026 | 0.7993 |
| $U_3$ | 0.4333 | 0.6241 | 0.6900 | 0.7    | 0.4650 |
| $U_4$ | 0.5161 | 0.6950 | 0.6664 | 0.5902 | 0.6046 |
| $U_5$ | 0.3957 | 0.4845 | 0.6295 | 0.7057 | 0.7604 |
| $U_6$ | 0.5868 | 0.8118 | 0.8769 | 0.8154 | 0.7176 |

[0207]

|          |        |        |        |        |        |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $U_7$    | 0.3619 | 0.4371 | 0.5354 | 0.7057 | 0.8545 |
| $U_8$    | 0.4956 | 0.7203 | 0.6255 | 0.6055 | 0.5408 |
| $U_9$    | 0.3884 | 0.5069 | 0.6255 | 0.4588 | 0.6480 |
| $U_{10}$ | 0.3884 | 0.5069 | 0.6255 | 0.4588 | 0.6480 |
| $U_{11}$ | 0.3884 | 0.5069 | 0.6255 | 0.4588 | 0.6480 |
| $U_n$    | 1      | 0.6667 | 0.5    | 0.4    | 0.3333 |

[0208] 进一步,建立风险因素风险关联度矩阵:

[0209]

| 子准则              | 风险因素关联度矩阵   |
|------------------|---|
| $\Gamma_{完整性}$   | $\begin{bmatrix} 1 & 0.6667 & 0.5 & 0.4 & 0.3333 \\ 0.5733 & 0.6223 & 0.6226 & 0.5657 & 0.5887 \end{bmatrix}$   |
| $\Gamma_{可靠性}$   | $\begin{bmatrix} 1 & 0.6667 & 0.5000 & 0.4000 & 0.3333 \\ 0.4773 & 0.4664 & 0.5071 & 0.6026 & 0.7993 \\ 0.4333 & 0.6241 & 0.6900 & 0.7000 & 0.4650 \end{bmatrix}$ |
| $\Gamma_{兼容性}$   | $\begin{bmatrix} 1 & 0.6667 & 0.5000 & 0.4000 & 0.3333 \\ 0.5161 & 0.6950 & 0.6664 & 0.5902 & 0.6046 \\ 0.3957 & 0.4845 & 0.6295 & 0.7057 & 0.7604 \end{bmatrix}$ |
| $\Gamma_{完成度}$   | $\begin{bmatrix} 1 & 0.6667 & 0.5 & 0.4 & 0.3333 \\ 0.5868 & 0.8118 & 0.8769 & 0.8154 & 0.7176 \end{bmatrix}$   |
| $\Gamma_{业务降级度}$ | $\begin{bmatrix} 1 & 0.6667 & 0.5 & 0.4 & 0.3333 \\ 0.3619 & 0.4371 & 0.5354 & 0.7057 & 0.8545 \end{bmatrix}$   |
| $\Gamma_{过程质量}$  | $\begin{bmatrix} 1 & 0.6667 & 0.5000 & 0.4000 & 0.3333 \\ 0.4956 & 0.7203 & 0.6255 & 0.6055 & 0.5408 \\ 0.3884 & 0.5069 & 0.6255 & 0.4588 & 0.6480 \end{bmatrix}$ |
| $\Gamma_{有效性}$   | $\begin{bmatrix} 1 & 0.6667 & 0.5 & 0.4 & 0.3333 \\ 0.3884 & 0.5069 & 0.6255 & 0.4588 & 0.648 \end{bmatrix}$  |
| $\Gamma_{可行性}$   | $\begin{bmatrix} 1 & 0.6667 & 0.5 & 0.4 & 0.3333 \\ 0.3884 & 0.5069 & 0.6255 & 0.4588 & 0.648 \end{bmatrix}$  |

[0210] 本发明一种较佳的实施例中,每个功能需求的风险因素进行比较生成第三比较矩阵。根据第三比较矩阵运算获取对应的第一权重向量。为了避免功能需求太多而造成指标权重过于分散,对不产生风险因素的功能要求进行合并处理。本案例采用双因素比较法确定每个风险因素的权重。包括:

[0211]

$$\Phi_{完整性} = \begin{bmatrix} 0.8750 \\ 0.1250 \end{bmatrix}, \Phi_{可靠性} = \begin{bmatrix} 0.1429 \\ 0.7143 \\ 0.1429 \end{bmatrix}, \Phi_{兼容性} = \begin{bmatrix} 0.2297 \\ 0.6483 \\ 0.1220 \end{bmatrix}, \Phi_{完成度} = \begin{bmatrix} 0.8333 \\ 0.1667 \end{bmatrix},$$

[0212]

$$\Phi_{\text{业务降级度}} = \begin{bmatrix} 0.1000 \\ 0.9000 \end{bmatrix}, \Phi_{\text{过程质量}} = \begin{bmatrix} 0.1111 \\ 0.1111 \\ 0.7778 \end{bmatrix}, \Phi_{\text{有效性}} = \begin{bmatrix} 0.1000 \\ 0.9000 \end{bmatrix}, \Phi_{\text{可行性}} = \begin{bmatrix} 0.1000 \\ 0.9000 \end{bmatrix}。$$

[0213] 根据第三比较矩阵计算生成风险关联度向量：

[0214]

| 子准则                      | 风险关联度                                |
|--------------------------|--------------------------------------|
| $\Lambda_{\text{完整性}}$   | [0.9467 0.6612 0.5153 0.4207 0.3652] |
| $\Lambda_{\text{可靠性}}$   | [0.5458 0.5176 0.5323 0.5876 0.6850] |
| $\Lambda_{\text{兼容性}}$   | [0.6126 0.6628 0.6237 0.5606 0.5613] |
| $\Lambda_{\text{完成度}}$   | [0.9311 0.6909 0.5628 0.4692 0.3974] |
| $\Lambda_{\text{业务降级度}}$ | [0.4257 0.4601 0.5319 0.6751 0.8024] |
| $\Lambda_{\text{过程质量}}$  | [0.4683 0.5484 0.6116 0.4686 0.6011] |
| $\Lambda_{\text{有效性}}$   | [0.4496 0.5229 0.6129 0.4529 0.6165] |
| $\Lambda_{\text{可行性}}$   | [0.4496 0.5229 0.6129 0.4529 0.6165] |

[0215] 根据风险关联度向量进而得到风险灰色关联度矩阵：

[0216]  $R = \begin{bmatrix} \Lambda_{\text{完整性}} \\ \Lambda_{\text{可靠性}} \\ \Lambda_{\text{兼容性}} \\ \Lambda_{\text{完成度}} \\ \Lambda_{\text{业务降级度}} \\ \Lambda_{\text{过程质量}} \\ \Lambda_{\text{有效性}} \\ \Lambda_{\text{可行性}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.9467 & 0.6612 & 0.5153 & 0.4207 & 0.3652 \\ 0.5458 & 0.5176 & 0.5323 & 0.5876 & 0.6850 \\ 0.6126 & 0.6628 & 0.6237 & 0.5606 & 0.5613 \\ 0.9311 & 0.6909 & 0.5628 & 0.4692 & 0.3974 \\ 0.4257 & 0.4601 & 0.5319 & 0.6751 & 0.8024 \\ 0.4683 & 0.5484 & 0.6116 & 0.4686 & 0.6011 \\ 0.4496 & 0.5229 & 0.6129 & 0.4529 & 0.6165 \\ 0.4496 & 0.5229 & 0.6129 & 0.4529 & 0.6165 \end{bmatrix}$

[0217] 进一步,求得评价向量: $B = [0.7267 \ 0.6142 \ 0.5592 \ 0.5011 \ 0.5147]$ 依次计算风险参考系数,进一步求得灰色关联度:

[0218]

| 风险等级 | 参考向量                      | 灰色关联度  |
|------|---------------------------|--------|
| 轻微   | [1 0.6667 0.5 0.4 0.3333] | 3.0746 |
| 低    | [0.6 1 0.6 0.4286 0.3333] | 3.2591 |
| 中    | [0.3333 0.5 1 0.5 0.3333] | 3.0100 |
| 高    | [0.3333 0.4286 0.6 1 0.6] | 2.8994 |
| 严重   | [0.3333 0.4 0.5 0.6667 1] | 2.6748 |

[0219] 根据上表内容,风险模糊评估向量B与“低”风险等级的关联度最强。风险评价结论为IP网络变更风险水平为“低”。

[0220] 以上所述仅为本发明较佳的实施例,并非因此限制本发明的实施方式及保护范围,对于本领域技术人员而言,应当能够意识到凡运用本发明说明书及图示内容所作出的等同替换和显而易见的变化所得到的方案,均应当包含在本发明的保护范围内。





图1

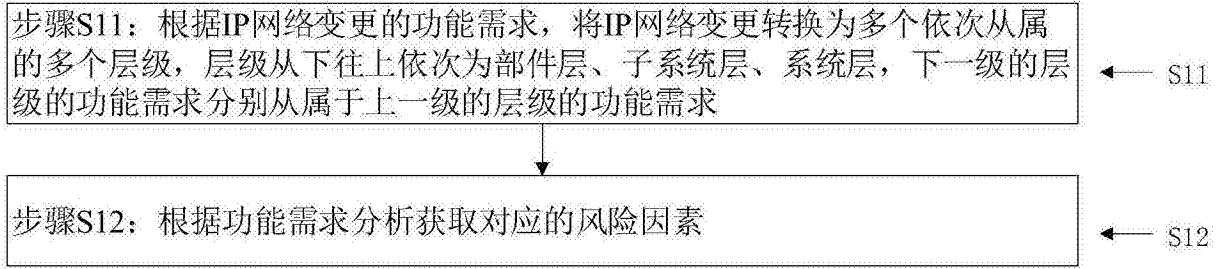


图2

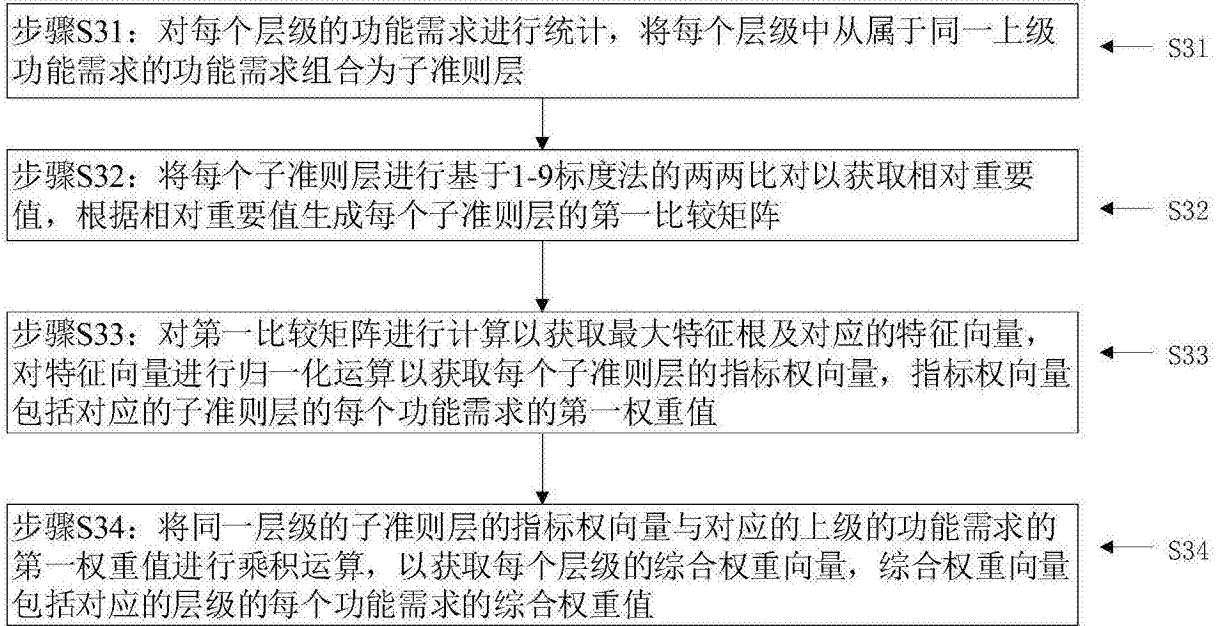


图3

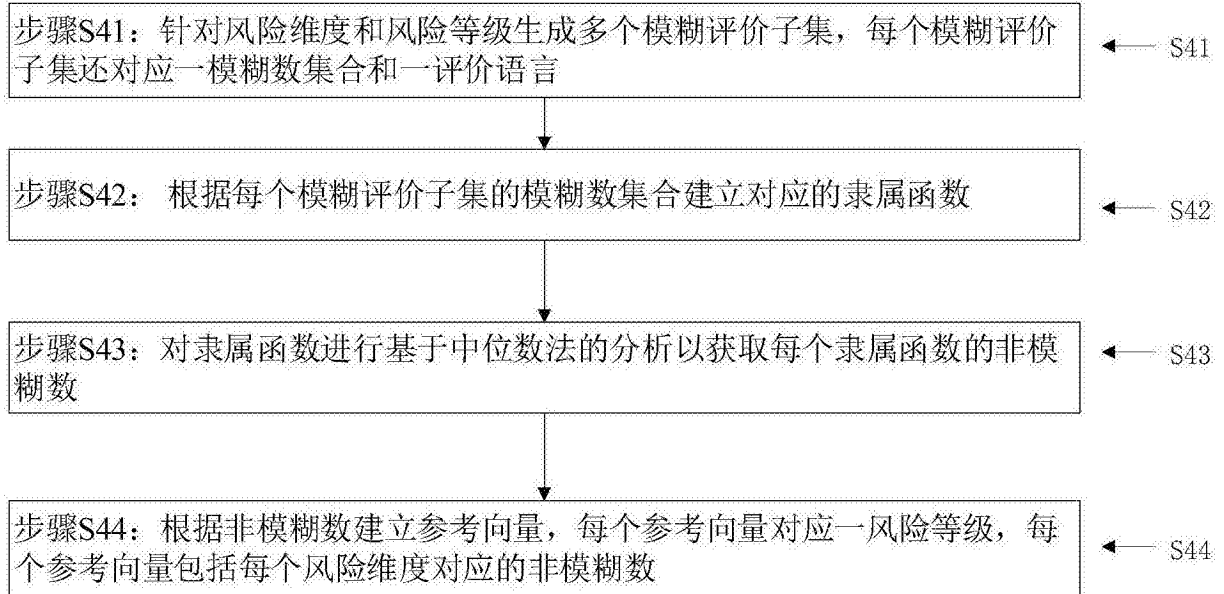


图4

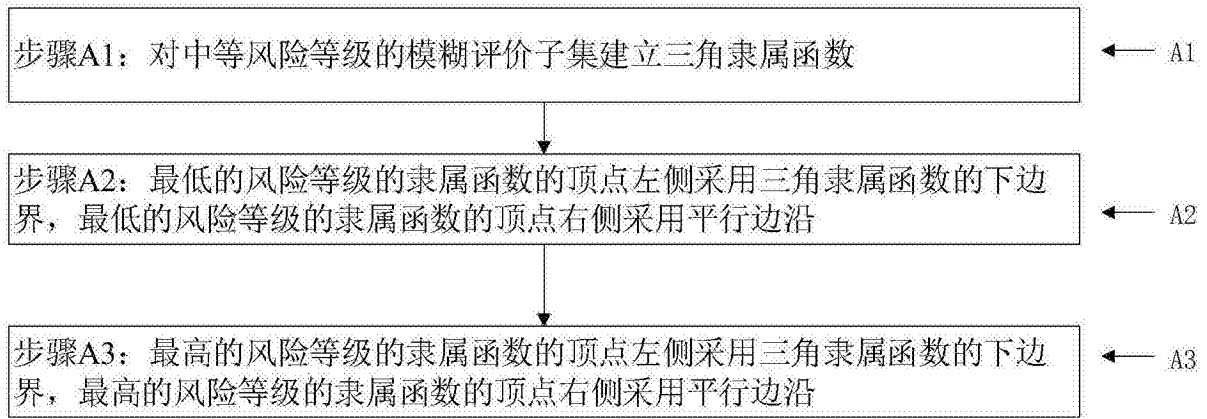


图5

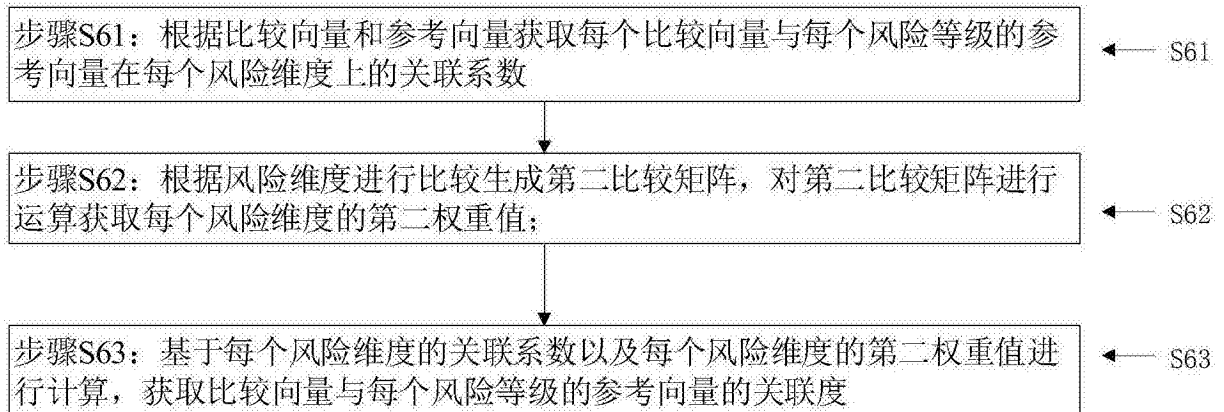


图6

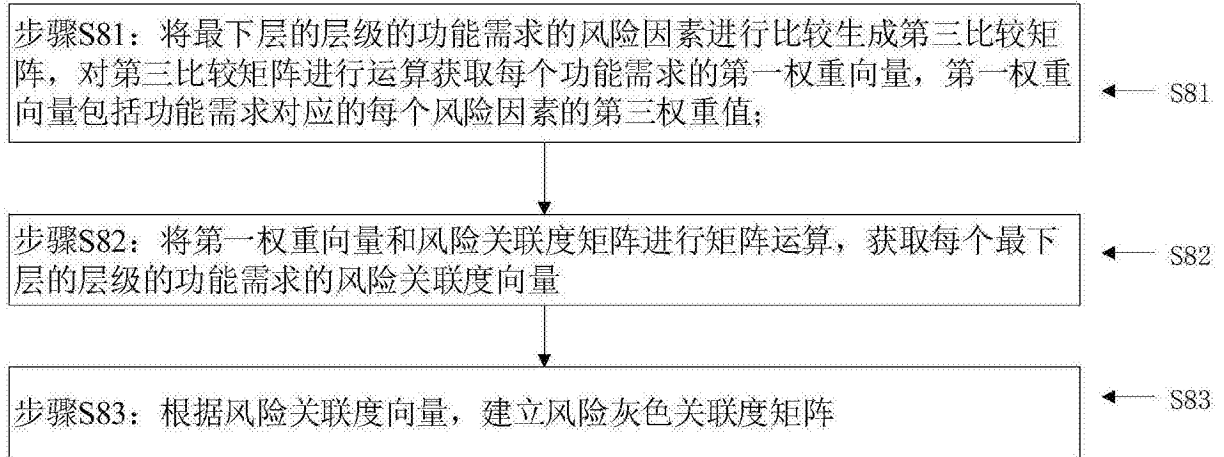


图7

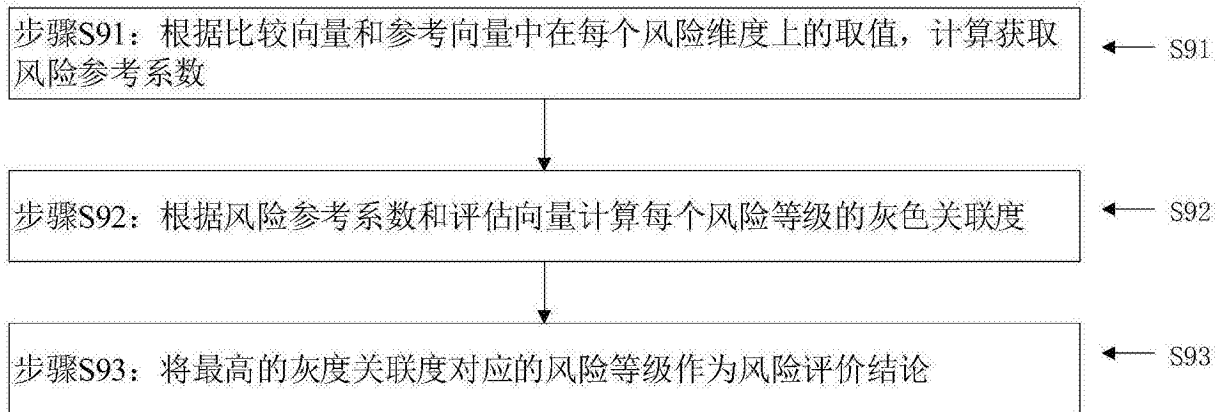


图8

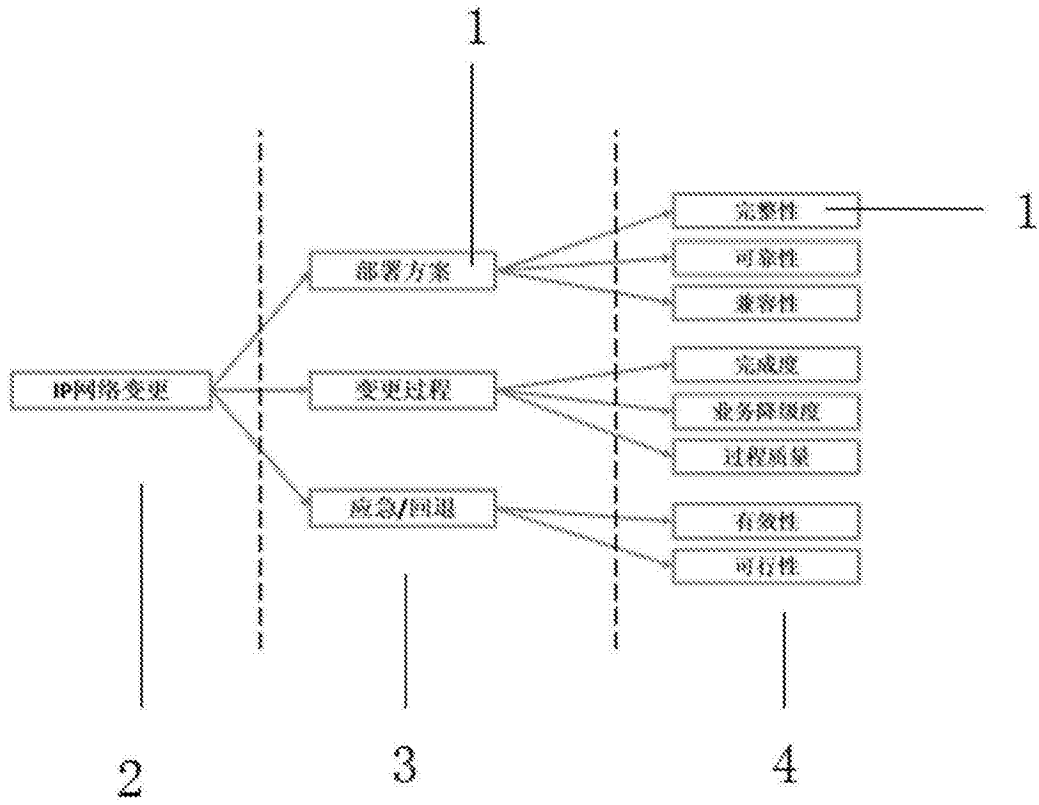


图9

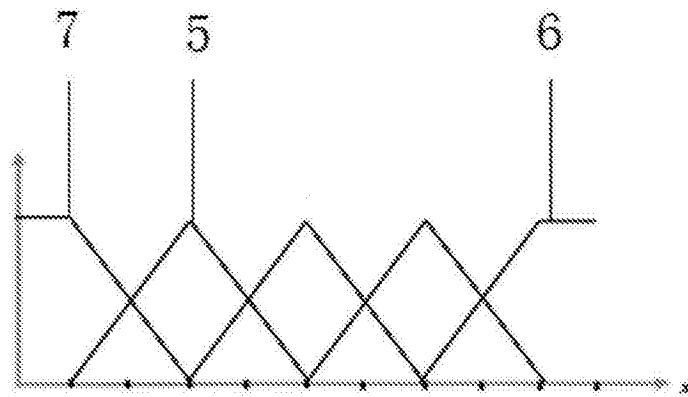


图10