1. 结构脆弱性指标的权重确定方法——熵权法

1.1基本原理：

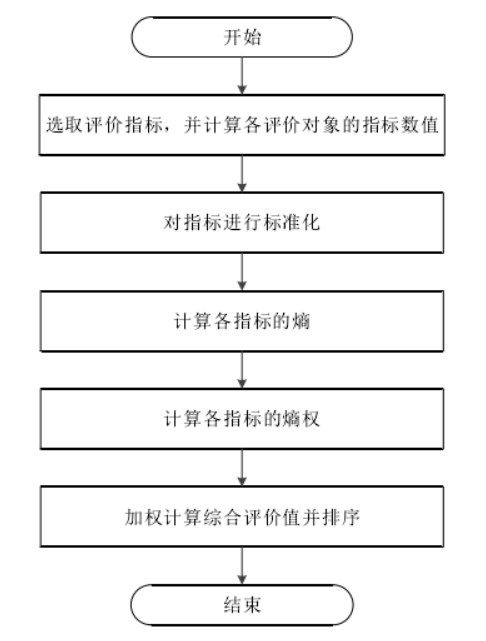
在信息论中，熵是对不确定性的一种度量。不确定性越大，熵就越大，包含的信息量越大；不确定性越小，熵就越小，包含的信息量就越小。

根据熵的特性，可以通过计算熵值来判断一个事件的随机性及无序程度，也可以用熵值来判断某个指标的离散程度，指标的离散程度越大，该指标对综合评价的影响（权重）越大。比如样本数据在某指标下取值都相等，则该指标对总体评价的影响为0，权值为0.

熵权法是一种客观赋权法，因为它仅依赖于数据本身的离散性。

在结构脆弱性指标集中，每一个评价指标考虑不同节点对电网拓扑结构的影响程度而提出的，所以当一个指标的熵值越小，说明各节点在该指标值下的离散程度比较小，对系统的影响程度比较均衡，系统的异质性较小；反之，熵值越大，该指标的离散程度越大，各节点的脆弱性差异也就比较大，系统具有较强的异质性。由于结构脆弱性各指标是从不同方面考虑提出的，不存在信息重合的情况。所以在评价系统结构脆弱性指标时，采用熵权法进行各指标权重的确定是比较合理的。

1.2熵权法步骤



首先，假设有M个评价对象，根据综合评估问题的需要，选取N个评价指标，计算各评价对象的各指标数值的大小，假设第m个评价对象的第n个评价指标数值为。

然后，由于不同的评价指标在计算结果上存在量纲以及取值范围的差异，所以需要对每个评价指标的数值进行标准归一化处理。其归一化的数值用表示。

计算各评价指标的熵，表达式如下：





 表示第n组随机实验中第m个随机事件发生的概率； 表示第n个指标的熵。

计算各评价指标的熵权，表达式如下：

（改进）

具体映射：在电力系统结构脆弱性评估中，评价对象有39个，即1-39节点，评价指标有3个，分别为电气度、电气介数和pagerank值，将每个评价指标的数值在评价指标数值总和下所占的比例作为其所发生的概率。

对熵权法的改进：

1.在标准归一化后，在指标数据里不可避免会出现数值为零的指标，而熵权法赋权的要求指标数据必须全部大于零，否则在取对数时，会出现数据异常。为了保证数据的完整性和评价的可靠性，需要对指标数据进行变换，进而对熵权法进行改进。

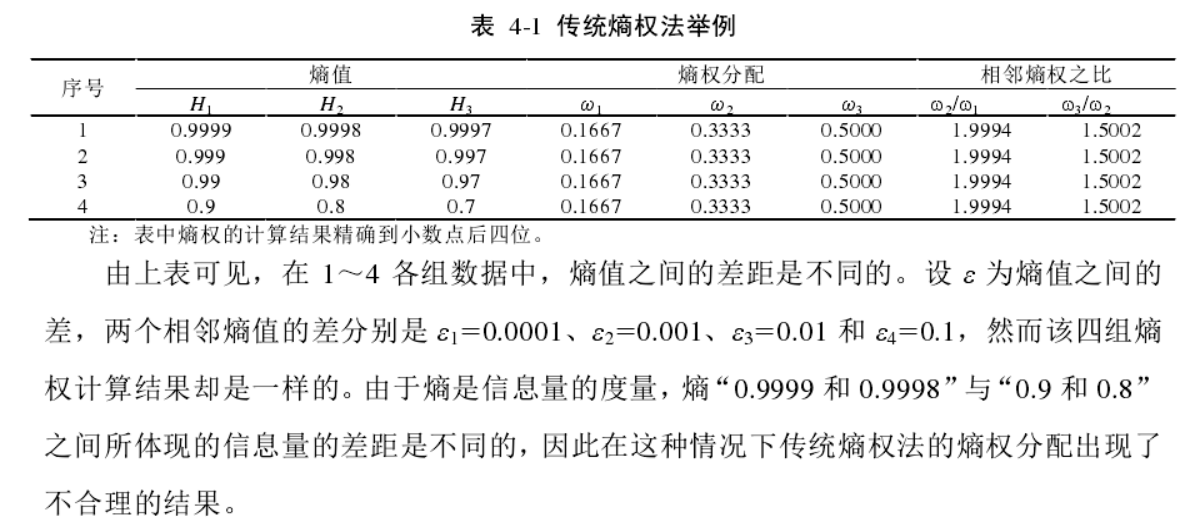
为此，为了不改变指标数据的原始分布，我们对指标数据归一化到[0.002,0.998]之间。

用均方误差来定义信息损失容忍度：

当满足，称 为在信息损失容忍度为的指标数据。

经过计算，归一化数据的信息损失容忍度，在信息处理过程中信息损失极小。

2.改进2



1.3实验结果

为了缩小极端值对综合评价的影响，并保证赋值的客观性，可以对极端值或者负值指标进行平移，然后再按熵权法的步骤进行计算。变换公式为：



其中， ，

在本文的指标集中，仅有数据为零的异常数据，因此只需要对零数据进行变换即可。