**配电网潮流计算**

**技术报告**

**南京易司拓电力科技股份有限公司**

**河海大学**

**2016年4月**

# 目录

[目录 2](#_Toc447878499)

[1. 配电网潮流计算 4](#_Toc447878500)

[1.1 辐射状配电网潮流计算 4](#_Toc447878501)

[1.1.1 广度优先搜索节点编号 4](#_Toc447878502)

[1.1.2 辐射状配电网的前推回代法潮流计算 6](#_Toc447878503)

[1.1.3 三相不平衡系统前推回代法潮流计算 8](#_Toc447878504)

[1.1.4 算例仿真 9](#_Toc447878505)

[1.2 弱环配电网三相潮流计算 10](#_Toc447878506)

[1.2.1 弱环配电网三相潮流计算原理 10](#_Toc447878507)

[1.2.2 弱环配电网三相潮流计算步骤 12](#_Toc447878508)

[1.2.3 算例仿真 13](#_Toc447878509)

[2. 单相潮流计算程序 15](#_Toc447878510)

[2.1 电网参数数据文件(输入) 15](#_Toc447878511)

[2.1.1、数据卡介绍 15](#_Toc447878512)

[2.1.2、基准值参数，BV卡 15](#_Toc447878513)

[2.1.3、母线参数，B卡(相当于杆塔节点) 15](#_Toc447878514)

[2.1.4、线路参数，L卡(相当于导线） 16](#_Toc447878515)

[2.1.5、参数文件示例 16](#_Toc447878516)

[2.2 量测参数数据文件(输入) 16](#_Toc447878517)

[2.2.1、数据卡介绍 16](#_Toc447878518)

[2.2.2、基准值参数，BV卡 17](#_Toc447878519)

[2.2.3、量测数据，M卡 17](#_Toc447878520)

[2.2.4、参数文件示例 18](#_Toc447878521)

[2.3 算法初始参数(输入) 18](#_Toc447878522)

[2.3.1 算法初始参数 18](#_Toc447878523)

[2.3.2 参数文件示例 18](#_Toc447878524)

[2.4 潮流计算结果(输出) 18](#_Toc447878525)

[3. 三相潮流计算程序 18](#_Toc447878526)

[3.1 电网参数数据文件(输入) 18](#_Toc447878527)

[3.1.1、数据卡介绍 18](#_Toc447878528)

[3.1.2、基准值参数，BV卡 19](#_Toc447878529)

[3.1.3、母线参数，B卡 19](#_Toc447878530)

[3.1.4、线路参数，L卡 19](#_Toc447878531)

[3.1.5、参数文件示例 20](#_Toc447878532)

[3.2 量测参数数据文件(输入) 20](#_Toc447878533)

[3.2.1、数据卡介绍 20](#_Toc447878534)

[3.2.2、基准值参数，BV卡： 21](#_Toc447878535)

[3.2.3、量测数据，M卡： 21](#_Toc447878536)

[3.2.4、参数文件示例 22](#_Toc447878537)

[3.3 算法初始参数(输入) 22](#_Toc447878538)

[3.3.1 算法初始参数 22](#_Toc447878539)

[3.3.2 参数文件示例 22](#_Toc447878540)

[3.4 潮流计算结果(输出) 22](#_Toc447878541)

[4. 负荷分摊算法描述 22](#_Toc447878542)

[4.1 负荷分摊算法总体思想 22](#_Toc447878543)

[4.2 负荷分摊算法流程图 23](#_Toc447878544)

[5. 三相潮流算法现存问题 23](#_Toc447878545)

[5.1 分摊计算问题 23](#_Toc447878546)

[5.2 线路阻抗计算问题 24](#_Toc447878547)

[5.3 计算不收敛问题 24](#_Toc447878548)

# 配电网潮流计算

配电网潮流计算是指在给定节点系统网络拓扑、元件参数和发电、负荷参量条件下，计算有功功率、无功功率及电压在网络中的分布。通常给定的运行条件是系统中各电源和负荷点的功率、平衡点的电压和相角，待求的运行状态量包括电网各母线节点的电压幅值和相角，以及各支路的功率分布、网络的功率损耗等。

传统的潮流计算方法一般是针对输电网的，而配电网具有与输电网不同的一些特征如：配电网线路长度较输电网短，线路分支较多，电压等级一般较低，配电系统馈线支路的电抗与电阻比值（X/R）较小，不能忽略电阻值，使原来在输电系统中比较有效的潮流计算方法在配电网中不再有效，潮流计算存在收敛困难的问题；其次，配电网三相负荷不对称问题比较突出，如三相变压器参数不对称、三相阻抗参数不对称、三相负荷不平衡等将会使配电网的三相电压电流不再对称，因此配电系统潮流计算还应考虑三相潮流计算。

前推回代法是配电网潮流计算的有效方法，特别适用于计算辐射状配电网的潮流，具有收敛性能好、占用内存小、就算速度快等优点，在配电网潮流计算中获得了广泛的应用。因此我们采用此方法对配电网进行潮流计算。

## 1.1 辐射状配电网潮流计算

### 1.1.1 广度优先搜索节点编号

广度优先分层编号适用于前推回代法潮流计算[4]，所谓广度优先分层编号即从辐射状网络的第一层节点（根节点）开始，按节点的层次从小到大的顺序逐层遍历，将遍历到的各节点由小到大编号，只有当上层的所有节点都编号完毕，才对下一层的节点进行编号，在同一层中，则按从左到右的顺序对节点逐个编号。在实际编号过程中，不一定是按原图从左到右逐个编号，同一层的节点可以交换位置，在分析时只需对换相应树枝即可，关键点在于按层编号。例如：

原编号

1

2

3

5

4

6

7

图1-1 7节点系统辐射状图

广度优先分层编号后

1

2

3

4

5

7

6

图1-2 重新编号后的7节点系统

在处理含环的拓扑结构时，会出现同一个节点被遍历两次的情况，此时，对于该节点不再另行编号，而是将其节点类型改为4（表示其为断点breakpoint），例如：

1

2

3

4

5

7

6

图1-3 7节点系统弱网状图

图1-3中的6节点就会被遍历两次，但按照第一次遍历的序号编号，改节点6类型为 4，并记录有关数据即可。

广度优先搜索节点编号的流程图如图1-4所示：

开始

找到根节点，编号1，设为父节点

找到下一子节点

改其类型为4记录有关数据

给其编号

依次以编号后节点为父节点

结束

否

否

是

是

否

此节点已编过号？

该节点所有子节点编过号？

所有节点都被编过号？

图1-4 节点重编号流程图

### 1.1.2 辐射状配电网的前推回代法潮流计算

前推回代法具有编程简单，计算效率高，且随着网络复杂程度的增加速度降低不大，收敛特性好等优点，特别适用于辐射状配电网的潮流计算，是一种性能优异的配电网潮流算法。图2.5为前推回代法示意图。



图1-5 前推回代潮流计算

利用前推回代法求解辐射状配电网潮流具体过程如下[5]：

1. 计算节点注入电流

 (1-1)

式中，为节点的注入电流；为节点的注入功率；为节点的电压。

1. 前推计算各支路电流

利用节点注入电流更新支路电流：从网络的最后一层向根节点推进，如在图1-5中，支路的电流为：

 (1-2)

式中，为支路上的电流；是所有与节点相连的下层支路集合；为节点的注入电流。

1. 回代更新节点电压

从根节点开向最后一层推进，在图1-5中，节点的电压为：

 (1-3)

式中，为节点的电压；为节点的电压；为支路的阻抗。

1. 收敛判据

检查各节点相邻两次迭代间节点电压幅值变化量，如满足：

 (1-4)

则判定潮流计算收敛，迭代结束，否则继续下一次迭代直到满足收敛要求。

图1-6为辐射状配电网潮流计算的流程图：

初始化各节点电压

计算节点注入电流

前推计算各支路电流

回代计算各节点电压

是否收敛？

计算前后两次电压差最大值

结束

是

否

图1-6 辐射状配电网潮流计算流程图

### 1.1.3 三相不平衡系统前推回代法潮流计算

配电网三相潮流计算方法从处理三相的角度可分为相分量法、序分量法和二者相结合的混合法。本文采用相分量法并结合前推回代法进行三相不平衡潮流计算。具体求解过程如下[6]：

1. 计算各节点的注入电流

 (1-5)

式中，是节点的注入电流；是节点的注入功率；是节点的电压向量；是节点的并联元件导纳。

1. 前推计算各支路电流

从系统末节点开始，逐次向根节点进行推进，求得各支路电流。

 (1-6)

式中， 是支路的电流；是所有与节点相连的下层支路集合。

1. 回代计算各节点电压

从系统根节点出发，逐次向末节点推进求解。节点的电压为：

 (1-7)

1. 收敛判据

计算各个节点上abc三相相电压不平衡量，并以此作为潮流计算是否收敛的判据。

 (1-8)

如果各节点电压的偏差都满足收敛判据的要求，则迭代结束，否则继续迭代下去直至达到收敛要求。

三相不平衡系统前推回代法潮流计算流程如图1-6所示。

### 1.1.4 算例仿真

采用IEEE33节点配电系统作为算例，网络接线如图1-7所示，该系统为三相平衡系统，系统电压基准值取为12.66kV，视在功率基准值为10000kVA,详细参数见附录1。



图1-7 IEEE33母线测试系统

按照1.2节前推回代法潮流计算的原理步骤，利用C语言编写辐射状配电网前推回代法三相潮流计算程序，经过仿真潮流计算结果如表1-1所示。

表1-1 IEEE-33节点三相平衡系统系统潮流结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 节点 | 电压幅值（p.u.） | 电压相角（度） | 节点 | 电压幅值（p.u.） | 电压相角（度） |
| 0 | 1.0000 | 0.0000 | 17 | 0.9131 | -0.4951 |
| 1 | 0.9970 | 0.0145 | 18 | 0.9965 | 0.0037 |
| 2 | 0.9829 | 0.0960 | 19 | 0.9929 | -0.0633 |
| 3 | 0.9755 | 0.1617 | 20 | 0.9922 | -0.0827 |
| 4 | 0.9681 | 0.2283 | 21 | 0.9916 | -0.1030 |
| 5 | 0.9497 | 0.1339 | 22 | 0.9794 | 0.0651 |
| 6 | 0.9462 | -0.0965 | 23 | 0.9727 | -0.0237 |
| 7 | 0.9413 | -0.0604 | 24 | 0.9694 | -0.0674 |
| 8 | 0.9351 | -0.1335 | 25 | 0.9477 | 0.1733 |
| 9 | 0.9292 | -0.1960 | 26 | 0.9452 | 0.2295 |
| 10 | 0.9284 | -0.1888 | 27 | 0.9337 | 0.3124 |
| 11 | 0.9269 | -0.1773 | 28 | 0.9255 | 0.3903 |
| 12 | 0.9208 | -0.2686 | 29 | 0.9220 | 0.4956 |
| 13 | 0.9185 | -0.3473 | 30 | 0.9178 | 0.4112 |
| 14 | 0.9171 | -0.3849 | 31 | 0.9169 | 0.3881 |
| 15 | 0.9157 | -0.4082 | 32 | 0.9166 | 0.3804 |
| 16 | 0.9137 | -0.4855 | — | | |

为了验证算法程序对三相负荷不平衡和三相支路参数不对称的处理能力，本文对IEEE33节点系统参数进行了部分修订，详细参数见附录2。利用C语言编写了辐射状配电网前推回代法三相不平衡潮流计算程序。经过仿真潮流计算结果如表1-2所示：

表1-2 IEEE-33节点三相不平衡系统潮流结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 节点 | a相电压 | a相相角 | b相电压 | b相相角 | b相电压 | b相相角 |
| 0 | 1.0000 | 0.0000 | 1.0000 | 120.0000 | 1.0000 | -120.0000 |
| 1 | 0.9991 | -0.0038 | 0.9991 | 119.9946 | 0.9991 | -120.0047 |
| 2 | 0.9947 | -0.0254 | 0.9947 | 119.9653 | 0.9946 | -120.0313 |
| 3 | 0.9924 | -0.0436 | 0.9924 | 119.9440 | 0.9923 | -120.0533 |
| 4 | 0.9902 | -0.0618 | 0.9900 | 119.9217 | 0.9900 | -120.0754 |
| 5 | 0.9847 | -0.0310 | 0.9840 | 119.9481 | 0.9842 | -120.0513 |
| 6 | 0.9837 | 0.0355 | 0.9829 | 120.0181 | 0.9832 | -119.9849 |
| 7 | 0.9822 | 0.0243 | 0.9814 | 120.0066 | 0.9818 | -119.9952 |
| 8 | 0.9804 | 0.0425 | 0.9795 | 120.0274 | 0.9799 | -119.9744 |
| 9 | 0.9787 | 0.0573 | 0.9777 | 120.0451 | 0.9783 | -119.9574 |
| 10 | 0.9785 | 0.0550 | 0.9774 | 120.0428 | 0.9780 | -119.9594 |
| 11 | 0.9781 | 0.0512 | 0.9769 | 120.0392 | 0.9775 | -119.9625 |
| 12 | 0.9764 | 0.0712 | 0.9750 | 120.0652 | 0.9756 | -119.9333 |
| 13 | 0.9758 | 0.0893 | 0.9743 | 120.0878 | 0.9749 | -119.9090 |
| 14 | 0.9754 | 0.0970 | 0.9739 | 120.0989 | 0.9744 | -119.8976 |
| 15 | 0.9750 | 0.1038 | 0.9734 | 120.1059 | 0.9740 | -119.8907 |
| 16 | 0.9744 | 0.1261 | 0.9728 | 120.1293 | 0.9734 | -119.8681 |
| 17 | 0.9742 | 0.1287 | 0.9726 | 120.1322 | 0.9732 | -119.8652 |
| 18 | 0.9989 | -0.0001 | 0.9989 | 119.9982 | 0.9989 | -120.0012 |
| 19 | 0.9978 | 0.0221 | 0.9977 | 120.0207 | 0.9976 | -119.9794 |
| 20 | 0.9976 | 0.0285 | 0.9975 | 120.0274 | 0.9974 | -119.9732 |
| 21 | 0.9974 | 0.0349 | 0.9972 | 120.0347 | 0.9972 | -119.9668 |
| 22 | 0.9935 | -0.0143 | 0.9935 | 119.9731 | 0.9934 | -120.0199 |
| 23 | 0.9914 | 0.0161 | 0.9914 | 119.9966 | 0.9912 | -119.9880 |
| 24 | 0.9902 | 0.0319 | 0.9903 | 120.0069 | 0.9901 | -119.9721 |
| 25 | 0.9842 | -0.0416 | 0.9833 | 119.9184 | 0.9839 | -120.0592 |
| 26 | 0.9834 | -0.0566 | 0.9825 | 119.9001 | 0.9831 | -120.0772 |
| 27 | 0.9801 | -0.0764 | 0.9787 | 119.8716 | 0.9794 | -120.1053 |
| 28 | 0.9777 | -0.0955 | 0.9760 | 119.8457 | 0.9768 | -120.1308 |
| 29 | 0.9766 | -0.1231 | 0.9749 | 119.8124 | 0.9756 | -120.1640 |
| 30 | 0.9754 | -0.0981 | 0.9735 | 119.8377 | 0.9743 | -120.1391 |
| 31 | 0.9751 | -0.0912 | 0.9732 | 119.8445 | 0.9740 | -120.1325 |
| 32 | 0.9750 | -0.0889 | 0.9732 | 119.8466 | 0.9739 | -120.1302 |

表1-1和表1-2所示的计算结果表明，基于前推回代的配电网潮流算法对于三相平衡系统和三相不平衡系统都是可行、有效的。

## 1.2 弱环配电网三相潮流计算

配电网一般是环网设计，开环运行，但是在配电网实际运行和计算过程中，

常常需要计算在分段开关或联络开关闭合情况下形成的弱环结构配电网的潮流，同时由于配电网可能存在网络结构参数不对称，三相负荷不平衡的状况，因此需要分析含弱环网配电网的三相潮流计算方法。

### 1.2.1 弱环配电网三相潮流计算原理

目前解决环网问题采用的主要方法是对环网进行解环处理，将少环配电网变成辐射状网络，然后按照常规配电网潮流计算方法对其进行潮流计算[5]。本文采用在开环点注入补偿电流的方法来等效环路的影响，然后采用前推回代法计算配电网三相潮流。



1. （b）

图1-8 补偿电流法示意图

对于图1-8（a）所示的弱环结构，采取补偿电流法求解弱环网潮流，如图图1-8（b）所示：环网中选择节点将环打开，节点 为开环后新生成的虚节点，为了模拟闭环时的状态，在节点 和处分别注入大小相等方向相反的电流和，然后再用前推回代法求取此时已成为辐射状网络的配网潮流。此方法的关键是补偿电流的求解。计算补偿电流的方法如下：

1. 首先找出环网中离电源母线最近的馈线。
2. 计算补偿电流，即：，式中，和分别为开环后节点和节点的电压，为环路中各条支路阻抗之和。
3. 依次修正环路中各支路电流。从到母线之间的各支路电流三相向量为：；从母线到母线之间的各支路电流三相向量为：

。在该步骤中，各支路电流的补偿修正量可以通过在开环点处叠加补偿电流即可。

1. 根据电路基本定律更新和。
2. 重复步骤（2）（3）和（4），直到三相电压向量和各分量的幅值相对于上一次的数值偏差满足收敛条件为止。



图1-9 多端口开环等值网络示意图

若配电网中存在个环网，在解环时会出现个解环节点，此时有等式(1-9)成立。

 (1-9)

式(1-9)可简记为：

 (1-10)

式中，为开环节点电压差矩阵，其中是环网的三相开环电压差；为开环端口补偿电流矩阵，其中为环网的三相补偿电流。为环路阻抗矩阵，其中，当时，是环路的自阻抗，其值是环网中各支路的三相阻抗之和；当时，是环路，之间的三相互阻抗，其值等于两环路之间公共支路的三相阻抗之和。

### 1.2.2 弱环配电网三相潮流计算步骤

含弱环网的配电网三相潮流计算步骤如下：

1. 计算环路等值阻抗矩阵
2. 计算开环节点电压差矩阵。对开环状态下的辐射状网络进行前推回代，得到开环点及其虚节点的节点电压，电压差即为开环点电压与相应虚节点电压之差。
3. 根据式（1-10）计算补偿电流矩阵：
4. 将开环端口补偿电流叠加到相应的开环点及其虚节点的注入电流中。
5. 计算开环端口电压差在前后两次迭代过程中的不平衡量，如果满足收敛判据要求，则迭代结束，否则继续迭代直到满足收敛要求。

图1-10为弱环配电网三相潮流计算的程序流程图：



图1-10 弱环配电网潮流计算流程图

### 1.2.3 算例仿真

为了验证算法的有效性，选用1.1.4小节中的IEEE33母线系统进行计算，该系统共包含37条支路和5个联络开关（图中虚线），33母线系统的接线图如图1-11所示。



图1-11 IEEE33母线测试系统

为了测试算法的性能，本文选择联络线7-20闭合构成环网。潮流计算结果如表1-3。

表1-3含弱环配电网三相潮流计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 节点 | a相电压 | a相相角 | b相电压 | b相相角 | b相电压 | b相相角 |
| 0 | 1.0000 | 0.0000 | 1.0000 | 120.0000 | 1.0000 | -120.0000 |
| 1 | 0.9991 | -0.0038 | 0.9991 | 119.9946 | 0.9991 | -120.0047 |
| 2 | 0.9956 | -0.0123 | 0.9956 | 119.9800 | 0.9955 | -120.0169 |
| 3 | 0.9940 | -0.0207 | 0.9940 | 119.9697 | 0.9939 | -120.0281 |
| 4 | 0.9925 | -0.0286 | 0.9923 | 119.9589 | 0.9922 | -120.0389 |
| 5 | 0.9888 | 0.0033 | 0.9882 | 119.9887 | 0.9883 | -120.0113 |
| 6 | 0.9886 | 0.0371 | 0.9881 | 120.0255 | 0.9882 | -119.9770 |
| 7 | 0.9883 | 0.0539 | 0.9878 | 120.0447 | 0.9879 | -119.9573 |
| 8 | 0.9865 | 0.0719 | 0.9858 | 120.0652 | 0.9861 | -119.9368 |
| 9 | 0.9848 | 0.0866 | 0.9840 | 120.0827 | 0.9844 | -119.9200 |
| 10 | 0.9846 | 0.0843 | 0.9837 | 120.0804 | 0.9842 | -119.9220 |
| 11 | 0.9842 | 0.0806 | 0.9833 | 120.0769 | 0.9837 | -119.9251 |
| 12 | 0.9825 | 0.1002 | 0.9814 | 120.1025 | 0.9818 | -119.8962 |
| 13 | 0.9819 | 0.1181 | 0.9807 | 120.1249 | 0.9811 | -119.8722 |
| 14 | 0.9815 | 0.1258 | 0.9802 | 120.1358 | 0.9806 | -119.8610 |
| 15 | 0.9811 | 0.1325 | 0.9798 | 120.1427 | 0.9802 | -119.8541 |
| 16 | 0.9805 | 0.1544 | 0.9792 | 120.1658 | 0.9796 | -119.8318 |
| 17 | 0.9803 | 0.1571 | 0.9790 | 120.1687 | 0.9794 | -119.8290 |
| 18 | 0.9985 | 0.0007 | 0.9985 | 119.9986 | 0.9985 | -120.0009 |
| 19 | 0.9941 | 0.0245 | 0.9939 | 120.0188 | 0.9939 | -119.9816 |
| 20 | 0.9929 | 0.0390 | 0.9926 | 120.0328 | 0.9926 | -119.9684 |
| 21 | 0.9927 | 0.0455 | 0.9923 | 120.0402 | 0.9924 | -119.9619 |
| 22 | 0.9944 | -0.0012 | 0.9944 | 119.9878 | 0.9943 | -120.0055 |
| 23 | 0.9923 | 0.0291 | 0.9923 | 120.0113 | 0.9921 | -119.9737 |
| 24 | 0.9911 | 0.0449 | 0.9913 | 120.0215 | 0.9911 | -119.9578 |
| 25 | 0.9882 | -0.0072 | 0.9875 | 119.9592 | 0.9880 | -120.0191 |
| 26 | 0.9874 | -0.0222 | 0.9867 | 119.9410 | 0.9872 | -120.0370 |
| 27 | 0.9841 | -0.0418 | 0.9830 | 119.9128 | 0.9835 | -120.0649 |
| 28 | 0.9817 | -0.0607 | 0.9803 | 119.8871 | 0.9809 | -120.1230 |
| 29 | 0.9807 | -0.0881 | 0.9791 | 119.8541 | 0.9797 | -120.1230 |
| 30 | 0.9794 | -0.0632 | 0.9778 | 119.8792 | 0.9784 | -120.0984 |
| 31 | 0.9791 | -0.0565 | 0.9775 | 119.8859 | 0.9781 | -120.0918 |
| 32 | 0.9791 | -0.0541 | 0.9774 | 119.8881 | 0.9781 | -120.0895 |

表1-3表明，采用1.1.1节中的算法对弱环配电网进行潮流计算是可行、有效。

# 单相潮流计算程序

## 2.1 电网参数数据文件(输入)

### 2.1.1、数据卡介绍

数据卡分三类：基准值参数卡BV(Base Value)、母线参数卡B(Bus)和线路参数卡L(Line)。

数据卡的共同特点如下：huju

1)、数据卡以“<数据卡名称::地区 type=全数>”作为开始标志，以“</数据卡名称::地区>”作为结束标志；

2)、“#”为有效数据行开始标志；

3)、“@”为英文说明行标志；

4）、“//”为中文说明行标志；

5)、数据行中，每列数据之间用空格隔开

### 2.1.2、基准值参数，BV卡

第一列：基准值序号(整型)；

第二列：基准值名称(字符串)；

第三列：基准值大小(浮点型)；

第四列：基准值量纲(字符串：**电压为KV；功率为KVA**)

### 2.1.3、母线参数，B卡(相当于杆塔节点)

第一列：母线序号(整型)；

第二列：母线名称(字符串，标识用不影响计算结果)；

第三列：母线电压等级(浮点型，**详见表1**)，单位：KV

第四列：母线电压幅值(浮点型，作为迭代初值1)，单位：KV

第五列：母线电压相角(浮点型，作为迭代初值0)，单位：度(°)

第六列：母线类型(整型)：

3：电源节点；

1：负荷节点(此类母线上一定要有负荷)；

0：过渡节点(此类母线既不是电源点，且母线上也没有任何负荷)；

4：弱环断点(拓扑分析时标记生成，读入数据中无需给出)

2：PI型分布式电源节点；

5：PV型分布式电源节点；

6：PQ型分布式电源节点；

7：PQ(V)型分布式电源节点

第七列：配变容量描述(浮点型，不能为0)

第八列：负荷类型描述(整型，负荷类型相似的节点此描述值应相同，若无分类，值为0)

第九列：分布式电源节点有功出力（单位：KW）

第十列：分布式电源节点另一已知量（PV型为有名值电压(KV)，PI型为有名值电流(A)）

### 2.1.4、线路参数，L卡(相当于导线）

第一列：线路序号(整型)；

第二列：线路名称(字符串)；

第三列：线路电压等级(浮点型，**详见表1**)，单位：KV

第四列：线路电阻(浮点型)，单位：欧姆Ω

第五列：线路电抗(浮点型)，单位：欧姆Ω

第六列：线路首端母线名称(字符串)

第七列：线路末端母线名称(字符串)

第八列：线路停运标志(整型)：1表示线路停运，0表示线路运行

第九列：线路回数描述(字符串)：NULL表示单回，A表示多回路

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表1. 电力系统的电压等级(单位:KV) | | | | | | | |
| 电网额定电压等级 | 0.38 | 3 | 6 | 10 | 35 | 110 | 220 |
| 电压基准值 | 0.38 | 3.15 | 6.3 | 10.5 | 37 | 115 | 230 |

### 2.1.5、参数文件示例



## 2.2 量测参数数据文件(输入)

### 2.2.1、数据卡介绍

数据卡分两类：基准值参数卡BV和量测数据卡M。

数据卡的共同特点如下：huju

1)、数据卡以“<数据卡名称::地区 type=全数>”作为开始标志，以“</数据卡名称::地区>”作为结束标志；

2)、“#”为有效数据行开始标志；

3)、“@”为英文说明行标志；

4）、“//”为中文说明行标志；

5)、数据行中，每列数据之间用空格隔开

### 2.2.2、基准值参数，BV卡

第一列：基准值序号(整型)；

第二列：基准值名称(字符串)；

第三列：基准值大小(浮点型)；

第四列：基准值量纲(字符串：**电压为KV；功率为KVA**)

### 2.2.3、量测数据，M卡

第一列：量测项序号(整型)

第二列：量测项名称(字符串)，各字符串的含义如下：

PLI，支路首端有功功率量测

PLJ，支路末端有功功率量测

QLI，支路首端无功功率量测

QLJ，支路末端无功功率量测

IL， 支路电流量测

PN，节点有功负荷量测

QN，节点无功负荷量测

VN，节点电压量测

第三列：量测支路首节点i名称(字符串)

第四列：量测支路末节点j名称(字符串)：若为节点类型量测，则i=j

第五列：量测值(浮点型)，**有名值，功率单位：KVA；电压单位：KV；电流单位：A**

第六列：量测项的权重(浮点型，范围2-30，默认值见表1)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 表1.各个量测的默认权重 | | | |
| 有功 | | 无功 | |
| 零注入 | 30 | 零注入 | 30 |
| 变压器 | 10 | 变压器 | 3 |
| 线路 | 10 | 线路 | 3 |
| 电压 | 20 | 电压 | 20 |
| 负荷 | 4 | 负荷 | 3 |
| 发电机 | 4 | 发电机 | 3 |
| 伪量测 | 2 | 伪量测 | 2 |

### 2.2.4、参数文件示例



## 算法初始参数(输入)

### 算法初始参数

第一列：潮流相数（可选项：“ONE”，“THREE”，即单相或三相）

第二列：潮流求解方法（可选项：“FB”，“NR”，即前推回代法或牛顿-拉夫逊法）

第三列：迭代次数（整数）

第四列：收敛精度（浮点数）

**注意：列之间用tab符分隔。**

### 2.3.2 参数文件示例

<SysData::地区 type=全数>

// 潮流相数 潮流求解方法 迭代次数 收敛精度

# ONE FB 50 1.0E-4

</SysData::地区>

## 潮流计算结果(输出)



# 三相潮流计算程序

## 3.1 电网参数数据文件(输入)

### 3.1.1、数据卡介绍

数据卡分三类：基准值参数卡BV、母线参数卡B和线路参数卡L。

数据卡的共同特点如下：huju

1)、数据卡以“<数据卡名称::地区 type=全数>”作为开始标志，以“</数据卡名称::地区>”作为结束标志；

2)、“#”为有效数据行开始标志；

3)、“@”为英文说明行标志；

4）、“//”为中文说明行标志；

5)、数据行中，每列数据之间用空格隔开

### 3.1.2、基准值参数，BV卡

第一列：基准值序号(整型)；

第二列：基准值名称(字符串)；

第三列：基准值大小(浮点型)；

第四列：基准值量纲(字符串：**电压为KV；功率为KVA**)

### 3.1.3、母线参数，B卡

第一列：母线序号(整型)；

第二列：母线名称(字符串，标识用不影响计算结果)；

第三列：母线电压等级(浮点型，**详见表1**)，单位：KV

第四列：母线电压幅值(浮点型，作为迭代初值1)，单位：KV

第五列：母线电压相角(浮点型，作为迭代初值0)，单位：度(°)

第六列：母线类型(整型)：

3：电源节点；

1：负荷节点(此类母线上一定要有负荷)；

0：过渡节点(此类母线既不是电源点，且母线上也没有任何负荷)；

4：弱环断点(拓扑分析时标记生成，读入数据中无需给出)

2：PI型分布式电源节点；

5：PV型分布式电源节点；

6：PQ型分布式电源节点；

7：PQ(V)型分布式电源节点

第七列：配变容量描述(浮点型，不能为0)

第八列：负荷类型描述(整型，负荷类型相似的节点此描述值应相同，若无分类，值为0)

第九列：分布式电源节点有功出力（单位：KW）

第十列：分布式电源节点另一已知量（PV型为有名值电压(KV)，PI型为有名值电流(A)）

### 3.1.4、线路参数，L卡

第一列：线路序号(整型)；

第二列：线路名称(字符串)；

第三列：线路电压等级(浮点型，**详见表1**)，单位：KV

第四列：A相线路电阻(浮点型)，单位：欧姆Ω

第五列：A相线路电抗(浮点型)，单位：欧姆Ω

第六列：B相线路电阻(浮点型)，单位：欧姆Ω

第七列：B相线路电抗(浮点型)，单位：欧姆Ω

第八列：C相线路电阻(浮点型)，单位：欧姆Ω

第九列：C相线路电抗(浮点型)，单位：欧姆Ω

第十列：AB相线路电阻(浮点型)，单位：欧姆Ω

第十一列：AB相线路电抗(浮点型)，单位：欧姆Ω

第十二列：AC相线路电阻(浮点型)，单位：欧姆Ω

第十三列：AC相线路电抗(浮点型)，单位：欧姆Ω

第十四列：BC相线路电阻(浮点型)，单位：欧姆Ω

第十五列：BC相线路电抗(浮点型)，单位：欧姆Ω

第十六列：线路首端母线名称(字符串)

第十七列：线路末端母线名称(字符串)

第十八列：线路停运标志(整型)：1表示线路停运，0表示线路运行

第十九列：线路回数描述(字符串)：NULL表示单回，A表示多回路

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表1. 电力系统的电压等级(单位:KV) | | | | | | | |
| 电网额定电压等级 | 0.38 | 3 | 6 | 10 | 35 | 110 | 220 |
| 电压基准值 | 0.38 | 3.15 | 6.3 | 10.5 | 37 | 115 | 230 |

### 3.1.5、参数文件示例



## 3.2 量测参数数据文件(输入)

### 3.2.1、数据卡介绍

数据卡分二类：基准值参数卡BV和量测数据卡M。

数据卡的共同特点如下：huju

1)、数据卡以“<数据卡名称::地区 type=全数>”作为开始标志，以“</数据卡名称::地区>”作为结束标志；

2)、“#”为有效数据行开始标志；

3)、“@”为英文说明行标志；

4）、“//”为中文说明行标志；

5)、数据行中，每列数据之间用空格隔开

### 3.2.2、基准值参数，BV卡：

第一列：基准值序号(整型)；

第二列：基准值名称(字符串)；

第三列：基准值大小(浮点型)；

第四列：基准值量纲(字符串：**电压为KV；功率为KVA**)

### 3.2.3、量测数据，M卡：

第一列：量测项序号(整型)

第二列：量测项名称(字符串)，各字符串的含义如下：

PNA，节点有功负荷量测

QNA，节点无功负荷量测

VNA，节点电压量测

PNB，节点有功负荷量测

QNB，节点无功负荷量测

VNB，节点电压量测

PNC，节点有功负荷量测

QNC，节点无功负荷量测

VNC，节点电压量测

第三列：量测支路首节点i名称(字符串)

第四列：量测支路末节点j名称(字符串)：若为节点类型量测，则i=j

第五列：量测值(浮点型)，**有名值，功率单位：KVA；电压单位：KV**

第六列：量测项的权重(浮点型，范围2-30，默认值见表1)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 表1.各个量测的默认权重 | | | |
| 有功 | | 无功 | |
| 零注入 | 30 | 零注入 | 30 |
| 变压器 | 10 | 变压器 | 3 |
| 线路 | 10 | 线路 | 3 |
| 电压 | 20 | 电压 | 20 |
| 负荷 | 4 | 负荷 | 3 |
| 发电机 | 4 | 发电机 | 3 |
| 伪量测 | 2 | 伪量测 | 2 |

### 3.2.4、参数文件示例



## 算法初始参数(输入)

### 算法初始参数

第一列：潮流相数（可选项：“ONE”，“THREE”，即单相或三相）

第二列：潮流求解方法（可选项：“FB”，只有前推回代法，无牛顿-拉夫逊法）

第三列：迭代次数（整数）

第四列：收敛精度（浮点数）

**注意：列之间用tab符分隔。**

### 3.3.2 参数文件示例

<SysData::地区 type=全数>

// 潮流相数 潮流求解方法 迭代次数 收敛精度

# THREE FB 50 1.0E-4

</SysData::地区>

## 潮流计算结果(输出)



# 负荷分摊算法描述

## 4.1 负荷分摊算法总体思想

由于潮流计算需要已知每个负荷上的有功和无功数据，但是线路上同一时刻所有节点的精确负荷数据难以获取，因此需要采用一种估算方法，估算出每个节点上的负荷，即负荷分摊算法：

首先计算出线路上的总P和总Q作为初始值，根据每个节点上的负荷的额定容量，将总P和总Q按比例分摊给每个节点。然后进行潮流计算，计算出线路首端的P和Q，跟电源点上已知的P和Q进行比较，如果P和Q的差值都小于1瓦，则分摊成功，否则对初始总P和总Q进行修正，再进行分摊。

## 4.2 负荷分摊算法流程图



# 三相潮流算法现存问题

## 5.1 输入参数难以完整获取

三相潮流计算所需参数如下：

1. 配变型号/额定容量，低压侧额定电压
2. 配变低压侧三相电压，有功，功率因数
3. 各节点导线长度，阻抗
4. 各节点负荷额定容量，所属相别

目前上海数据缺少每个负荷的所属相别，只有3相3线，3相4线，1相2线等信息。

自身：目前上海专工建议将单相负荷平均分到三相上，但是此种负荷分配方式对于导线阻抗的计算有影响。

高校：寻找替代方案？

## 5.2 三相负荷分摊问题

对于三相负荷，分摊后的三相功率是否应该相同？目前分摊算法没有考虑该条件。

解决方案：

(1) 自身：需请专业人士确定分摊合理性。

(2) 高校：如果分摊方式确定，可不需要高校解决。否则请高校确定分摊方法。

## 5.3 三相线路阻抗计算问题

算法需要输入线路的三相阻抗及相间阻抗，目前单相阻抗的计算方法是10kV电压等级的阻抗\*2，相间阻抗不知道怎么计算，目前都设为0。

解决方案：

1. 自身：需请专业人士确定阻抗计算方法。
2. 高校：如果计算方法确定，可不需要高校解决。否则需请高校给出计算方法。

## 计算不收敛问题

原因不确定，可能由前面2个问题或者用户输入数据不准确引起，优先解决前面的问题。

# 计算软件现存缺陷

1. 不支持弱环
2. 不支持PI型、PV型、PQ(V)型分布式电源节点，未考虑分布式电源对电压的影响
3. 高电压治理方案？