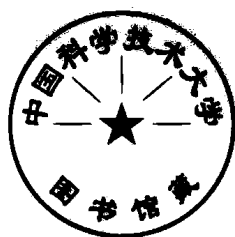




# 消弧綫圈的調諧

符 达編著



水利电力出版社

## 內 容 提 要

本书敘述补偿网络、过补偿調諧和欠补偿調諧、补偿网络的单相接地故障及消弧綫圈調諧值的选择等問題。对于书中有关公式的推导、解釋和举例中的数据來源都进行了比較詳細的說明，以及对过补偿、欠补偿和中性点位移圓图的求作，著者也推荐了极近似的簡易作图方法。

本书可供一般的电气工程技术人員閱讀，也可供大、专院校有关专业的同学参考。

## 消弧綫圈的調諧

符 达編著

\*

2769 D 565

水利电力出版社出版（北京西郊科学路二里沟）

北京市书刊出版业营业許可証出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印

新华书店科技发行所发行 各地新华书店經售

\*

787×1092 1/32 开本 \* 4 1/2 印張 \* 89 千字 \* 定价(第10类)0.50 元

1960年5月北京第1版

1960年5月北京第1次印刷(0001-3, 270册)

# 目 录

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 緒言 .....                       | 2   |
| 第一章 补偿网络 .....                 | 3   |
| 1-1 概述 .....                   | 3   |
| 1-2 不对称度与位移度 .....             | 5   |
| 1-3 脱諧度与調諧度 .....              | 14  |
| 1-4 中性点位移电压与补偿調諧值的关系曲綫 .....   | 18  |
| 1-5 复数平面内直綫的反演 .....           | 25  |
| 第二章 过补偿調諧——网络的基本調諧 .....       | 33  |
| 2-1 正常运行时中性点位移度与脱諧度的关系 .....   | 33  |
| 2-2 导綫换位对不对称度的影响 .....         | 39  |
| 2-3 綫路逐相断开, 脱諧度与中性点位移的变化 ..... | 49  |
| 2-4 中性点位移度曲綫及圓图 .....          | 55  |
| 2-5 过补偿調諧的基本特点 .....           | 62  |
| 第三章 欠补偿調諧 .....                | 64  |
| 3-1 中性点最大位移度的調諧值 .....         | 64  |
| 3-2 中性点位移度曲綫及圓图 .....          | 67  |
| 3-3 鉄芯磁飽和对中性点位移的影响 .....       | 70  |
| 3-4 計及磁飽和影响的中性点位移 .....        | 71  |
| 3-5 欠补偿运行的調諧范围 .....           | 75  |
| 第四章 补偿网络的单相接地故障 .....          | 78  |
| 4-1 单相接地时的中性点位移 .....          | 78  |
| 4-2 接地时故障点的电流 .....            | 99  |
| 4-3 补偿网络内接地电流的分布 .....         | 103 |
| 4-4 网络的电容电流估算 .....            | 108 |
| 第五章 消弧綫圈調諧值的選擇 .....           | 110 |
| 5-1 調諧值的選擇原則 .....             | 110 |
| 5-2 選擇調諧值需用的主要数据 .....         | 113 |
| 5-3 調諧值選擇举例 .....              | 114 |
| 5-4 倒閘操作与欠补偿运行方式的出現 .....      | 121 |

## 緒 言

在偉大的中國共產黨和毛澤東同志的英明領導及總路線的光輝照耀下，十年來，特別是通過1958年的大躍進和1959年的繼續躍進，祖國的社會主義建設，無論在工業農業各方面，都取得了輝煌的成就，而電力工業的迅速發展，使35千伏以上電壓的地方性電力系統，將在全國範圍內普遍建成，中性點經消弧綫圈接地的運行方式也將被廣泛地採用。

考慮到補償網絡運行中的某些重要問題，是包含在消弧綫圈調諧範圍內的，故對這方面有關的一些基本理論，將它提出來單獨編寫，以便利從事系統運行及調度人員閱讀。

為了使一般的電氣技術人員和技術工人通過自修，而能掌握消弧綫圈運行的基本理論知識。因此，本書的編寫，無論在物理概念及數學運用方面的闡述，都力求其詳細而淺近。

本書共分五章，對有關公式的推导、解釋和舉例中的數據來源，都進行了比較詳細的說明，並且為了使讀者容易了解及掌握中性點位移圓圖求作的方法，因此，在複數平面內直綫反演一節中，對復數量表示式的含義，給了簡明的敘述，歸納了直綫對原點  $O$  反演的步驟。此外，在網絡發生非常不對稱情況下，對過補償、欠補償調諧和中性點位移圓圖的求作，編著者推薦了極近似的簡易作圖方法。

本書也可供大、專院校有關專業的同学參考。

# 第一章 补偿网络

## 1-1 概 述

中性点经电感线圈接地的网络，称为补偿网络，若为消弧线圈，则补偿是可以调整的。

在中性点不接地的系统中，网络的绝缘是以相间电压为依据的，当发生一相稳定性接地故障时，健全相对地电压的升高，不超过相间电压值，绝缘可以承受，同时相间电压的关系没有遭到破坏，因此，一般讲来，为了不中断对用户供电，网络带一相接地故障运行是可能的。

实际上，在故障点总要形成电弧；间歇性电弧，要引起危害系统绝缘的过电压，稳定性电弧，如果电流值甚大，也将严重地破坏故障处的绝缘，或者扩展为多相短路。

由于电力网的不断发展，线路总长度增大和电压的升高，中性点不接地系统，发生单相接地故障时，电容电流值有显著的增大，因此，电弧难于自然熄灭，且弧长可达甚大值。根据实验结果，电弧的临界长度，可按下列公式估算：

$$l_{xkp} \approx 0.113 U I_a^{0.25}, \quad (1-1)$$

式中  $l_{xkp}$ ——电弧的临界长度，米；

$U$ ——回路中电压的有效值，千伏；

$I_a$ ——在电弧形成处金属短路时、电流的有效值，安。

以35千伏网络为例，当电容电流为10安时，临界接地电弧长度：

$$l_{xkp} \approx 0.113 \times \frac{35}{\sqrt{3}} \times 10^{0.25}$$

$$\approx 0.113 \times 20.2 \times 1.78 = 4.05 \text{ 米.}$$

尺寸如此长的接地电弧，毫无疑问，极易将单相接地故障，轉化为多相短路，使綫路掉閘或停电。

网络中的事故，根据統計資料証明，絕大多数是由单相接地故障引起的，如雷击过电压产生瞬間单相接地，当扩展为多相短路时，就造成了停电事故。如果网络中装設了自动重合閘，这类事故可以显著降低，但对永久性的单相接地故障，自动重合閘却无法消除。

中性点安装了消弧綫圈的网络，当发生单相接地故障时，消弧綫圈向故障点輸送出与电容电流符号相反，称为补偿电流的电感性电流，其結果，使流經故障点的总电流降低，电弧便易于自行熄灭，或者，接地电流，被限制在一定数值內，借相应的仪表发出指示，使运行维护人員，有足够的时间来找出故障点，并将它及时消除，因而大大地提高了网络对用户供电的安全可靠性。

中性点經消弧綫圈接地的网络，其絕緣水平，需以相间电压为标准，对电压等級为110千伏以上的网络来讲，这将使主要电气设备，如变压器等的造价大为增加，因此，110千伏电压的网络，除非单相短路电流的电磁效应，对重要的通訊綫，或铁道自动閉塞回路带来很大損害，或者，由于土壤的高电阻率，无法保証继电保护的明确而又具有选择性的动作，而須考虑采取中性点經消弧綫圈接地的运行方式外，一般尚不是普遍的。对110千伏以下电压的网络，中性点經消弧綫圈接地的运行方式，有其一定的优点，故如35千伏的网络，当电容电流超过10安时，即宜安装消弧綫圈。

网络的中性点經消弧綫圈接地，虽显示了許多优点，但也給运行上带来了一定的要求，因此，对其有关的基本理

論，象調諧問題，运行及調度人員，都有必要予以熟悉，这样才能正确地指导运行，保証网络对用戶的安全供电。

## 1-2 不对称度与位移度

### 一、不对称度

网络的每相对地及相与相之間，均存在着一定数值的电容，称为相对地及相間电容；但后者以及綫路电感与将要討論的問題，无甚关連，故不予以考虑。各相对地电容，由于导綫对地面的不对称布置，因此并不相等，例如，沒有經過換位的35千伏綫路，导綫按水平排列，当相間距离为3米时，每根边綫的对地电容要比中綫的对地电容約大10%。

綫路长度不大时，各相对地电容和泄漏电导，可用集中参数来表示，如图1-1(a)中的  $c$  及  $\frac{1}{r}$ 。泄漏电导与对地电

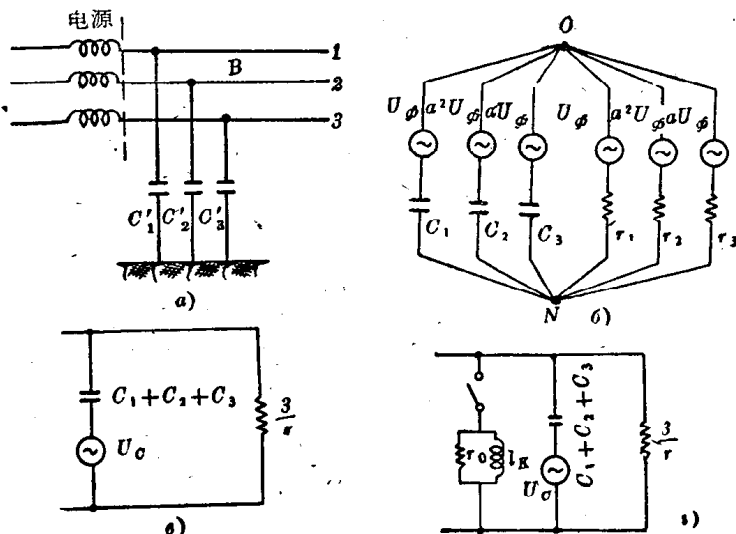


图 1-1 中性点不接地及經消弧綫圈接地的网络等效接綫图

容相比較，其值一般都很小，并且可以认为各相是相等的。如果电源电势与負荷都是对称而且平衡的，則中性点不接地的网络，其中性点  $O$  与地之間，将因各相对地电容的不相等而存在着电压，这种电压称为不对称电压  $U_{nc}$ 。

为便于作不对称电压的計算，可将图 1-1 中的等效网络 (a) 化成另一形式的等效网络 (b)。从 (b) 中可以看出，作用于电容及电导間的电势，为网络变压器的各相电势，当其对称而平衡时，将分别为  $U_\phi$ 、 $a^2 U_\phi$  及  $a U_\phi$ 。根据理論电工学，不难推出，結点  $O$  与  $N$  間的电压应为：

$$U_{nc} = \frac{\sum(Eg)}{\sum g}$$

$$= \frac{U_\phi(j\omega c_1 + a^2 j\omega c_2 + a j\omega c_3) + U_\phi\left(\frac{1}{r_1} + a^2 \frac{1}{r_2} + a \frac{1}{r_3}\right)}{j\omega c_1 + j\omega c_2 + j\omega c_3 + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}}$$

当  $r_1 = r_2 = r_3 = r$  时，上式化为：

$$U_{nc} = U_\phi \frac{j\omega(c_1 + a^2 c_2 + a c_3) + 0}{j\omega(c_1 + c_2 + c_3) + \frac{3}{r}}$$

即

$$U_{nc} = U_\phi \frac{j\omega(c_1 + a^2 c_2 + a c_3)}{j\omega(c_1 + c_2 + c_3) + \frac{3}{r}}, \quad (1-2)$$

式中  $U_\phi$ ——正常相电压的绝对值；

$c_1, c_2, c_3$ ——各相对地电容；

$r_1, r_2, r_3$ ——各相对地泄漏电阻；

$$a^2, a \text{——} -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}; \quad -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}.$$

式(1-2)指出：在相同的相电压值和网络泄漏电导情况下，不

对称电压决定于综合电容电流  $\dot{I}_0 = U_\phi j\omega(c_1 + a^2 c_2 + ac_3)$  和  
对地导纳  $j\omega(c_1 + c_2 + c_3) + \frac{3}{r}$  的比值。

将式(1-2)分子和分母同除以  $j\omega(c_1 + c_2 + c_3)$ ，则得

$$\begin{aligned} U_{uc} &= U_\phi \frac{j\omega(c_1 + a^2 c_2 + ac_3)}{j\omega(c_1 + c_2 + c_3)} \times \frac{1}{1 - j \frac{1}{\omega R'(c_1 + c_2 + c_3)}} \\ &= U_\phi \times \dot{u}_0 \frac{1}{1 - jd'}, \end{aligned} \quad (1-3)$$

式中

$$\dot{u}_0 = \frac{j\omega(c_1 + a^2 c_2 + ac_3)}{j\omega(c_1 + c_2 + c_3)}$$

称为网络的不对称度；

$$d' = \frac{1}{\omega R'(c_1 + c_2 + c_3)}; \quad \frac{1}{R'} = \frac{3}{r}$$

称为网络的阻尼率，其值一般都很小，如果略去不计，则

$$\dot{u}_0 = \frac{U_{uc}}{U_\phi}.$$

因此，网络的不对称度，可以极近似的由不对称电压和相电压的比值来决定。

为了便于演算，不对称度常用百分比或标么值表示。

(1) 用百分比表示：

$$\begin{aligned} u_0 &= \frac{U_{uc}}{U_\phi} \times 100 = \frac{U_{uc} \cdot j\omega(c_1 + c_2 + c_3)}{U_\phi \cdot j\omega(c_1 + c_2 + c_3)} = \frac{I_{uc}}{I_c} \\ &= \left| \frac{c_1 + a^2 c_2 + ac_3}{c_1 + c_2 + c_3} \right| \times 100[\%], \end{aligned} \quad (1-4)$$

式中  $I_{uc}$ ——网络的不对称电流，只在中性点直接接地时才是存在的；

$I_c$ ——网络的全电容电流。

(2) 用标么值表示:

以最大的一相对地电容为基础, 例如  $c_1$ , 其他两相电容与  $c_1$  的比值, 各为  $m_2 = \frac{c_2}{c_1}$ ;  $m_3 = \frac{c_3}{c_1}$ 。将  $m_2$ 、 $m_3$  代入式(1-4):

$$\begin{aligned} \dot{u}_0 &= \frac{c_1 + a^2 c_2 + a c_3}{c_1 + c_2 + c_3} = \frac{c_1 \left( 1 + a^2 \frac{c_2}{c_1} + a \frac{c_3}{c_1} \right)}{c_1 \left( 1 + \frac{c_2}{c_1} + \frac{c_3}{c_1} \right)} \\ &= \frac{1 + a^2 m_2 + a m_3}{1 + m_2 + m_3}. \end{aligned} \quad (1-5)$$

系数  $m$  恒为正值, 且小于 1 或等于 1。

如果网络的不对称、仅由于一相电容减少而引起, 例如  $c_2$ , 则  $\frac{c_2}{c_1} = m$ ;  $\frac{c_3}{c_1} = 1$ , 于是

$$\begin{aligned} \dot{u}_{01} &= \frac{1 + a^2 m + a}{m + 2} = \frac{1 + a^2 m + a + a^2 - a^2}{m + 2} \\ &= \frac{(a^2 m - a^2) + (1 + a^2 + a)}{m + 2} = \frac{m - 1}{m + 2} \times a^2. \end{aligned} \quad (1-6)$$

因此可以看出:  $\dot{u}_{01}$  为一向量, 其大小由  $\frac{m-1}{m+2}$  决定, 方向与  $a^2$  相同, 即如以第 1 相的电压作基础时,  $\dot{u}_{01}$  与电容减少的第 2 相在一直线上, 同时因  $m$  恒为正值且常小于 1, 故  $\dot{u}_{01}$  与第 2 相相电压有相反的方向。

如果不对称是由两相电容作同样减少而产生的, 例如  $c_2$

与  $c_3$ , 且  $c_2 = c_3$ , 则  $\frac{c_2}{c_1} = \frac{c_3}{c_1} = m$ ,

$$\begin{aligned} \dot{u}_{02} &= \frac{1 + a^2 m + a m}{1 + 2m} = \frac{1 + a^2 m + a m + m - m}{1 + 2m} \\ &= \frac{(a^2 m + a m + m) + (1 - m)}{1 + 2m} = \frac{1 - m}{1 + 2m} \times 1. \end{aligned} \quad (1-7)$$

因此，向量  $\dot{u}_{02}$ ，大小由  $\frac{1-m}{1+2m}$  决定，如以第 1 相电压为基础， $\dot{u}_{02}$  与第 1 相的相电压有相同的方向。

## 二、中性点位移度

网络的中性点不接地时，如果各相对地的泄漏电导相等，图 1-1 (6) 的等效结线，可简化为图 1-1 (8)，其中  $U_c = U_\phi \frac{j\omega(c_1 + a^2 c_2 + ac_3)}{j\omega(c_1 + c_2 + c_3)}$ ，当略去阻尼率不计，则  $U_c = U_{nc}$ 。

网络的中性点安装了消弧线圈时，其等效网络将如图 1-1 (2)，合上开关后，即形成了补偿网络，此时中性点的电压将为：

$$U_0 = \frac{\Sigma(Eg)}{\Sigma g} = \frac{U_c \times j\omega(c_1 + c_2 + c_3)}{j\omega(c_1 + c_2 + c_3) - j\frac{1}{\omega L_K} + \frac{1}{r_0} + \frac{3}{r}}$$

$$= U_\phi \frac{j\omega(c_1 + a^2 c_2 + ac_3)}{j\omega(c_1 + c_2 + c_3) - j\frac{1}{\omega L_K} + \frac{1}{R}}$$

式中  $\frac{1}{R} = \frac{1}{r_0} + \frac{3}{r}$  ——对地全电导。

上式分子与分母同除以  $j\omega(c_1 + c_2 + c_3)$  则得：

$$U_0 = U_\phi \frac{\frac{j\omega(c_1 + a^2 c_2 + ac_3)}{j\omega(c_1 + c_2 + c_3)}}{\frac{j\omega(c_1 + c_2 + c_3) - j\frac{1}{\omega L_K} + \frac{1}{R}}{j\omega(c_1 + c_2 + c_3)}} \cdot \dot{u}_0$$

$$\dot{u} = \frac{U_0}{U_\phi} = \frac{\dot{u}_0}{\frac{j\omega(c_1 + c_2 + c_3) - j\frac{1}{\omega L_K} + \frac{1}{R}}{j\omega(c_1 + c_2 + c_3)}} \quad (1-8)$$

$\dot{u}$  称为网络的中性点位移度。

上式指出，中性点位移度是由不对称度产生的，如网络完全对称， $\dot{u}_0$  等于零，则中性点位移度  $\dot{u}$  亦将等于零。其次，从等效接线图 1-1 (v) 中可以看出，当将消弧线圈断开后，自中性点  $O$  对地测得的电压，为网络的不对称电压  $U_{uc}$ ，合上消弧线圈后，自中性点  $O$  对地测得的电压，则为中性点位移电压  $U_0$ ，二者各与正常相电压  $U_\phi$  的比值，分别为网络的不对称度及位移度。

### 三、中性点不接地网络，断线时 各相电压的变化

中性点不接地的网络，正常运行时，因导线不对称布置而引起的中性点不对称电压，是不高的，例如没有架空地线的 35 千伏线路，导线按水平位置排列，线间距离为 3 米，各相对地电容可自附录一中查出为：

$$c_1 = 0.00483; \quad c_2 = 0.00432; \quad c_3 = 0.00483$$

$$m_2 = \frac{0.00432}{0.00483} \approx 0.9; \quad m_3 = \frac{0.00483}{0.00483} = 1.$$

即各边线的对地电容较中线的约大 10%。由此而产生的中性点位移度，按公式 (1-6) 计算为：

$$\dot{u}_{01} = \frac{m-1}{m+2} a^2 = -\frac{0.1}{2.9} a^2 \approx -0.035 a^2,$$

即约为 3.5%。

不对称电压  $U_{uc} = U_\phi \times 3.5\% \approx 0.7$  千伏。

为了降低网络的不对称度，架空线路均采取了换位措施，这样，在正常运行时，中性点不对称电压将更为减小。

但在发生一根导线折断，或二根导线作同样的折断而又

不接地时，情况就不同了，不对称度可有甚大的增长，这是因为故障相对地电容减少所致。例如一相或二相完全断开，其电容假设减少到使  $m=0$  的程度，那末按公式(1-6)或(1-7)计算，可得不对称度的极限值：

$$u_{01} = \frac{m-1}{m+2} = -\frac{1}{2} = -50\% ; \quad u_{02} = \frac{1-m}{1+2m} = 100\% ,$$

与此对应的不对称电压  $U_{uc}$ ，分别等于正常相电压的  $U_{\phi} \times 50\%$  及  $U_{\phi} \times 100\%$ 。

导线折断而又不接地，是否会引起如上所述不对称度甚大的增长，与线路供电的方式有关，只有在单侧电源供电的运行方式下，不对称度甚大的增长才可能出现，对两侧都有电源供电的线路，这种情况是难以发生的。

图1-2(a)示单侧电源供电的线路，一根导线折断而又不接地时，

从折断点  $B$  起，右边的电容失去作用，即相当于有效电容由  $c_2$  减少至  $c'_2$ 。

(6) 示两侧都有电源供电的线路，自折断点  $B$  处，分开成为二个相当于没有发生断线故障的系统， $c'_1$ 、 $c'_2$  及  $c'_3$  和  $c''_1$ 、 $c''_2$  及  $c''_3$ ，它们大致上还保持了原来  $c_1$ 、 $c_2$  及  $c_3$  的对称关系，因此中性点不对

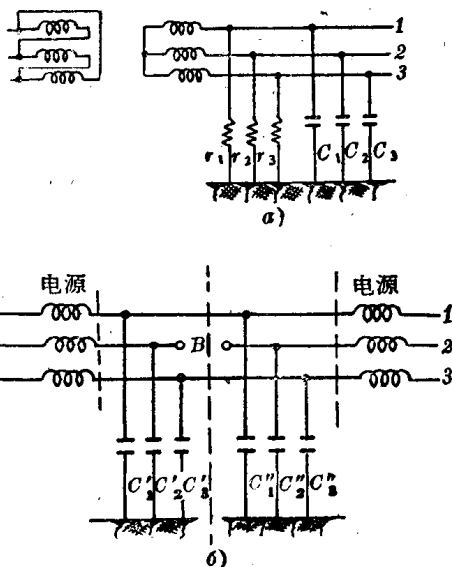


图 1-2 单侧与两侧电源供电的线路，一根导线折断不接地时，电容分布情况

称情况和断线前无甚相差。二根导线的折断，可推出同样的结果。

一般情况下，线路总是由单侧电源供电的，故断线而不接地的故障，要使中性点产生新的不对称电压，因此也将引起网络各相对地电压，发生新的变化。

式(1-6)和(1-7)给出了一相开路时，网络的不对称度由零变化至 $-0.5$ ；不对称电压则由零变化至 $-0.5U_\phi$ 。两相开路时，不对称度由零变化至 $+1$ ；不对称电压则由零变化至 $U_\phi$ 。

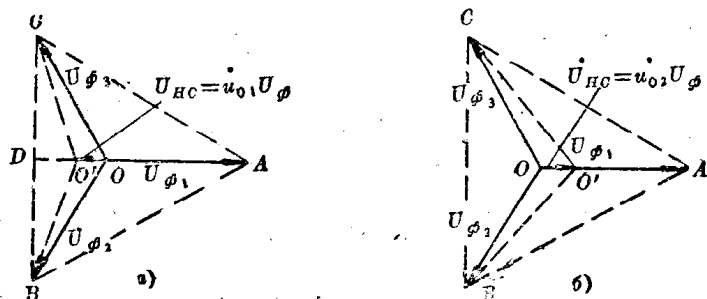


图 1-3 单相及两相断线不接地时，各相对地电压变化情况矢量图

图1-3(a)指出，如果网络原先是对称的，第1相导线部分折断后，出现的不对称度为 $\dot{u}_{01}$ ，此时中性点由 $O$ 位移至 $O'$ ，第1相电压，由 $U_\phi$ 变化至 $U'_1(O'A)$ 并且

$$U'_1 = U_\phi - U_{nc} = U_\phi - \dot{u}_{01} U_\phi = U_\phi (1 - \dot{u}_{01}). \quad (1-9)$$

$U'_1$ 的绝对值为 $|U'_1| = U_\phi (1 + |\dot{u}_{01}|)$ 。

其余两相对地电压的绝对值将为 $|U'_2|(O'B)$ ， $|U'_3|(O'C)$ ：

$$|U'_2| = |U'_3| = \sqrt{O'D^2 + \frac{1}{2}BC^2}.$$

因为  $O$  为线电压三角形  $ABC$  的重心，故

$$OD = \frac{1}{2} U_{\phi}; \quad BC = \sqrt{3} U_{\phi};$$

$$O'D = OD - OO' = \frac{1}{2} U_{\phi} - u_{01} U_{\phi} = U_{\phi} \left( \frac{1}{2} - u_{01} \right).$$

代入上式后得：

$$\begin{aligned} |U'_2| = |U'_3| &= \sqrt{U_{\phi}^2 \left( \frac{1}{2} - u_{01} \right)^2 + \left( \frac{\sqrt{3}}{2} U_{\phi} \right)^2} \\ &= U_{\phi} \sqrt{\frac{1}{4} - u_{01} + u_{01}^2 + \frac{3}{4}} = U_{\phi} \sqrt{1 - u_{01} + u_{01}^2}. \end{aligned} \quad (1-10)$$

在推演式(1-10)时，只计及  $3u_{01}$  的绝对值，而未考虑其符号，因此应用此公式进行计算时，亦只须将  $u_{01}$  的绝对值代入。

由于  $u_{01}$  的绝对值不超过 0.5，故  $U'_2$  与  $U'_3$  的绝对值恒小于  $U_{\phi 0}$ 。

图1-3(6)指出，当第 2、3 两相在同一处断线而不接地时，

$$U'_1 = U_{\phi} - U_{uc} = U_{\phi} - U_{\phi} u_{02} = U_{\phi} (1 - u_{02}). \quad (1-11)$$

其余两相，同样可推出：

$$|U'_2| = |U'_3| = \sqrt{1 + u_{02} + u_{02}^2} \quad (1-12)$$

$u_{02}$  恒为正值，大小以 +1 为极限，故  $U'_2$  与  $U'_3$  的绝对值恒大于  $U_{\phi 0}$ 。

#### 四、中性点不接地网络，单相接地与 断线不接地故障的区别

中性点不接地的网络，发生单相接地故障时，便产生了不对称电压，由此将引起各相对地电压发生变化，具体的情

况是：故障相对地电压降低而以零为极限，健全相对地电压升高而以相间电压为极限。但断线不接地故障时，倘若系一相部分的或完全的断开，故障相对地电压将由  $U_\phi$  升高至  $U_\phi(1+u_{01})$  并以  $1.5U_\phi$  为极限，其他两相的对地电压要同样的减少，并以  $\frac{\sqrt{3}}{2}U_\phi=0.865U_\phi$  为极限。两相作同样程度的，部分的或完全的断开，要使故障相的对地电压升高，并以相间电压  $\sqrt{3}U_\phi$  为极限，其余一相对地电压，将降低至以零为极限，这时，在绝缘监视盘上的表计，将出现与单相接地情况相同的指示。

### 1-3 脱谐度与调谐度

#### 一、脱谐度与调谐度

中性点接入消弧线圈后，便形成了可以调整的补偿网络，当线路对地电容发生变化时，由此所引起各相电压的变化，将由中性点位移度决定。式1-8可改写成下列形式：

$$\dot{u} = \frac{u_{01,2}}{v - j\dot{d}}, \quad (1-13)$$

$$\text{式中 } v = \frac{j\omega(c_1 + c_2 + c_3) - j\frac{1}{\omega L_K}}{j\omega(c_1 + c_2 + c_3)} = 1 - \frac{1}{\omega^2 L_K(c_1 + c_2 + c_3)} \\ = 1 - K, \quad (1-14)$$

$v$  为补偿网络的脱谐度，而

$$K = \frac{1}{\omega^2 L_K(c_1 + c_2 + c_3)}, \quad (1-15)$$

$K$  为补偿网络的调谐度。

调谐度事实上为消弧线圈电感性电纳，与网络全电容性