

文章编号: 1005-8893 (2003) 02-0050-03

一种相序判定方法分析及其实用电路^{*}

姚广平, 蔡小颀

(江苏工业学院 计算机科学与工程系, 江苏 常州 213016)

摘要: 三相交流电路中常需对相序进行判定, 以便符合负载对于相序的要求。通过对不对称三相交流电路的分析, 提出基于不对称三相电路原理的实用判定电路方案, 用少量元件实现相序的准确判定, 以 LED 显示结果并通过光电耦合器或微型继电器输出联锁信号。

关键词: 三相电路; 相序; 判定

中图分类号: TM 935

文献标识码: A

在很多情况下, 用电设备对三相电源的相位顺序有严格的要求, 不可错接, 即: 规定了 A-B-C 相序就不可接成 A-C-B 或是 C-B-A 的相序, 否则设备不能正常工作, 如: 错相时, 三相全控整流桥的输出电压变为不可控; 三相交流异步电动机反转等等。而在一般情况下要确认三相配电线的相序往往是困难的, 况且供电线路的相序一旦改变, 则须重新判定相序。若在设备中装有相序自动判定电路, 对供电相序预先作出判定, 显示相序正常与否, 这对于保证用电设备的正常工作是有意义的。这种相序判定电路应当是简洁而实用的。

1 不对称三相电路分析

为方便讨论, 现以一种不对称三相电路^[1, 2]为例进行分析, 如图 1 (a) 所示, 图中假设 $X_C = \frac{1}{\omega C} = R_B = R_C = R \left[= \frac{1}{G} \right]$, G 为导纳, 由于 X_C 为容抗, 故该电路负载不对称, 进一步将电路化为相电压源对称电路, 如图 1 (b) 所示。

图 1 (b) 中的中性点电压 (即负载中性点与电源中性点之间的电压) 为:

$$\dot{U}_{N'N} = \frac{\dot{U}_A j\omega C + \dot{U}_B G + \dot{U}_C G}{j\omega C + 2G}$$

令 $\dot{U}_A = U \angle 0^\circ$, 代入设定的 X_C 、 R_B 、 R_C 参数关系条件并经计算后, 有:

$$\dot{U}_{N'N} = (-0.2 + j0.6)U = 0.63U \angle 108.4^\circ$$

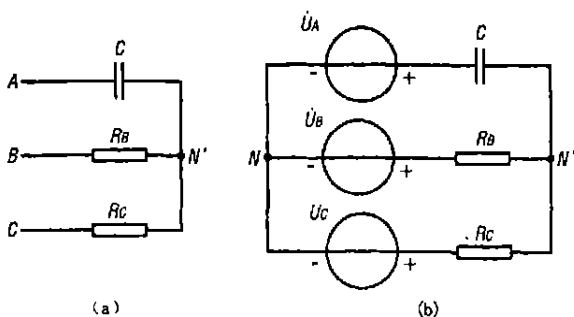


图 1 不对称三相电路

B 相电阻承受的电压为:

$$\begin{aligned} \dot{U}_{BN'} &= \dot{U}_{BN} - \dot{U}_{N'N} = U \angle -120^\circ - (-0.2 + j0.6)U = (-0.3 - j1.47)U = 1.5U \angle -101.5^\circ \\ \dot{U}_{BN'} &= 1.5U \end{aligned} \quad (1)$$

经类似计算可得:

$$\begin{aligned} \dot{U}_{CN'} &= \dot{U}_{CN} - \dot{U}_{N'N} = U \angle 120^\circ - (-0.2 + j0.6)U = (-0.3 + j0.266)U = 0.4U \angle 133.4^\circ \\ \dot{U}_{CN'} &= 0.4U \end{aligned} \quad (2)$$

^{*} 收稿日期: 2003-04-10

作者简介: 姚广平 (1952-), 男, 安徽黄山人, 高级工程师, 主要从事计算机自动测量与控制及电力电子、电工电子技术研究和教学工作。

根据以上计算结果可以得出这样结论: 若以电容所在的那一相为 A 相, 则负载电阻承受电压较高 ($1.5U$) 的那一相为 B 相, 负载电阻承受电压较小 (仅 $0.4U$) 的那一相为 C 相。(注意三相交流电可以设定其中任一相为 A 相, 其余两相依次落后 120° 。这里总是设定电容器 C 所在的那一相

为 A 相, 这并不妨碍分析结果)。根据上述原理可以设计一种以三相低压电路 (线电压 380 V) 为基础的实用的相序判定电路。

2 实用电路

实用的相序判定电路如图 2 和图 3 所示。

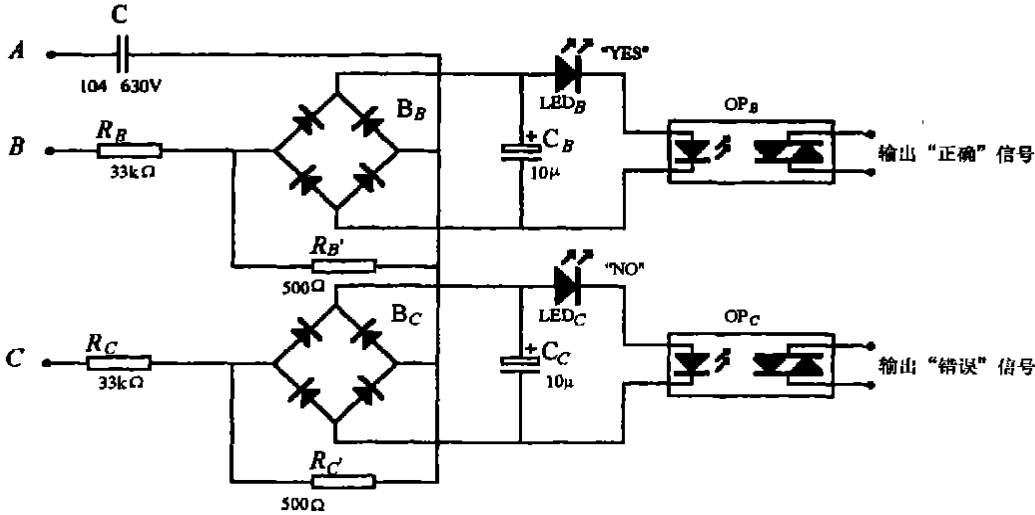


图 2 光耦输出的相序判定电路

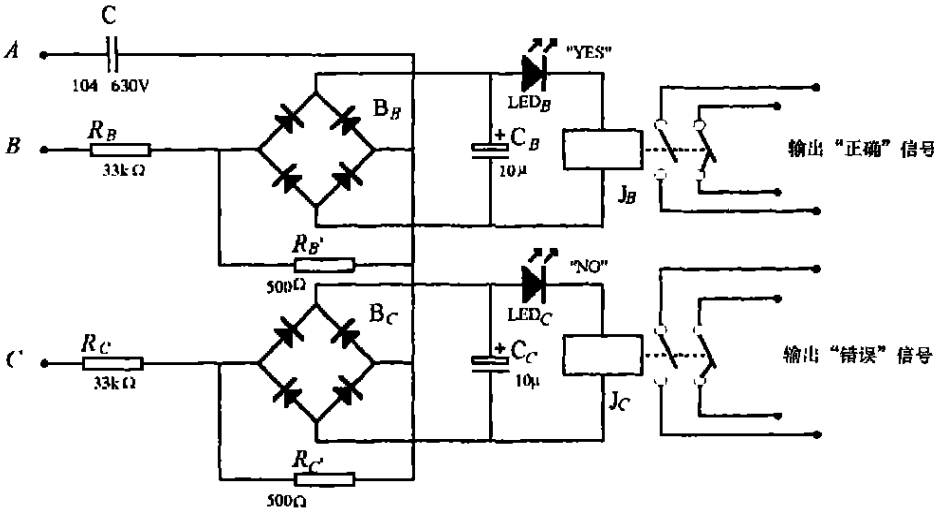


图 3 继电器输出的相序判定电路

图 2 中: $\frac{1}{\omega C} = R_B = R_C$, C 取值为 $0.1\text{ }\mu\text{F}$, 则:

$$\frac{1}{\omega C} = 33\text{ k}\Omega, \quad R_B = R_C = 33\text{ k}\Omega.$$

B 相电流 I_B 经整流桥 B_B 后经 C_B 滤波成为直流电流驱动发光二极管 LED_B 和光耦 OP_B , 同理 C 相电流驱动发光二极管 LED_C 和光耦 OP_C 。

当相序正确时根据 (1) 式有: $U_{RB} = 1.5U$, 这里忽略 $R_{B'}$ 两端电压 (因 $R_{B'}$ 两端电压远小于 R_B

两端电压)。由 $U = U_A = 220\text{ V}$, 得 $U_{RB} = 1.5 \times 220\text{ V} = 330\text{ V}$

$$\text{则: } I_B = \frac{U_{RB}}{R_B} = \frac{330\text{ V}}{33\text{ k}\Omega} = 10\text{ mA}$$

又根据 (2) 式有: $U_{RC} = 0.4U$ (这里忽略 $R_{C'}$ 两端电压)。由 $U_{RC} = 0.4 \times 220\text{ V} = 88\text{ V}$, 得

$$I_C = \frac{U_{RC}}{R_C} = \frac{88\text{ V}}{33\text{ k}\Omega} = 2.6\text{ mA}$$

图 2 中 $R_{B'}$ 和 $R_{C'}$ 分别为分流电阻, 选择适当的阻值使得从它们流过的旁路电流稍大于 2.6 mA ,

这样流过整流桥 B_B 、 B_C 的电流 I_{BB} 、 I_{BC} 应该分别是: $I_{BB} = 10 \text{ mA} - 2.6 \text{ mA} = 7.4 \text{ mA}$, $I_{BC} = 2.6 \text{ mA} - 2.6 \text{ mA} = 0 \text{ mA}$, 因此发光二极管 LED_B 充分导通, 而 LED_C 则可靠截止。

发光二极管可作为相序判定正确与否的显示, LED_B 发光时表示相序正确 (“YES”), 此时 LED_C 不会亮, 当 LED_C 发光而 LED_B 不发光时表示相序接错 (“NO”)。两只光电耦合器的输出端作为固态开关^[3 4] 可供外部电路使用, “YES” 灯亮时, 输出导通, OP_C 截止, “NO” 灯亮时导通, OP_B 截止。当指示为错相时, 则只须将供电线路中的 B 、 C 接线互为调换 (A 相不变) 即可。图 3 为继电器输出型, 两只微型继电器、各有一对常开、常闭触点供外部电路使用, 注意选用继电器线包电流为 $6 \sim 7 \text{ mA}$ 左右, 其余电路同图 2。

3 结 论

基于对不对称三相电路的分析, 进而给出了具

体实用的相序判定电路, 将此电路作为一个单元安装在对相序有要求的用电设备中, 可自动判断相序正确与否。一旦发生相序错误则该电路会有发光指示, 同时其输出端的开关动作, 从而控制相关电路, 保证设备正常运行。也可将此电路单独组装形成一种测试器, 因元件少, (且无须另外提供电源) 体积小, 携带方便, 可随时随地使用。(笔者曾将此电路应用于国家西气东输工程的管道中频感应加热装置中, 取得良好效果。), 由原理可知该电路还可用作缺相及电源电压波形严重畸变的定性检查。

参考文献:

- [1] 邱关源. 电路 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [2] 秦曾煌. 电工学 (上册) [M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [3] 蔡小颀, 姚广平. 基于微处理器的机电无触点控制系统 [J]. 江苏石油化工学院学报 2002, 14 (2): 36—38.
- [4] 姚广平. 新一代电力开关——智能型固态电力电子开关 SSS [J]. 电气时代, 1999, (7): 25—26.

Analysis of Unbalance Three—phase Circuit and a Practical Circuit for Judging Phase Sequence

YAO Guang—ping, CAI Xiao—qi

(Department of Computer Science and Technology, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213016, China)

Abstract: Based on the analysis of the unbalance three—phase circuit, the basis of judging phases sequence was obtained, from which a practical circuit for judging phase sequence was derived. This circuit was applicable for the three—phase circuit under low voltage (AC380 V). Whether the phase sequence was right could be indicated by LED. In addition, an exact judgment on phases sequence and a circuit interlock could be realized by the output signals of phase sequent—“right or wrong” from Optoelectronic Coupler or Relay.

Key words: three—phases circuit; phase sequence; judging