

· 研究简报 ·

渔船交流同步发电机并联运行的调试

朱庭海*

(大连水产学院电子工程系)

摘要 结合生产实践,利用数学及相量图从理论上分析了渔船交流同步发电机并联运行设备的调试方法。

关键词 反向串联;磁势;抽头;同步

中图分类号 S972.7

目前,较大型生产作业渔船电站,其发电机基本采用粗同步法(即电抗器并车)并联运行。由于此法放宽了对准同步并车的条件,且操作简便,从而提高了并车的成功率。笔者经过理论分析,给出了并车电抗器的正确接线原则及正确选择电抗器抽头的根据。因而,在调试工作中可以减少故障,能迅速而准确地做好调试工作。

由于渔船发电机并联运行工况只是满足短时作为转移负荷用。因此,本文不作发电机间功率比例分配调整的分析。

1 并车电抗器三相绕组的联接

由于并车时通过电抗器的电流很大,为使电抗器在大安匝激励条件下工作时铁芯不致于饱和,因此,并车电抗器制成三相空心式。如图1所示。

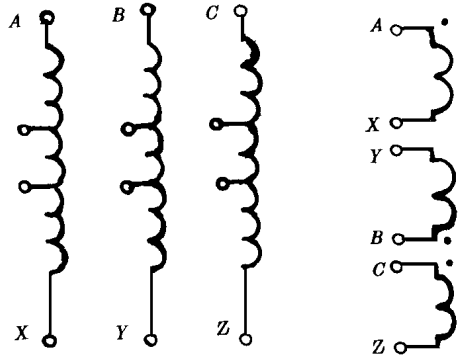


图1 并车电抗器三相绕组

1.1 B相绕组反向串联

即A、C相绕组的首端接入汇流排,而B相绕组尾端接入汇流排。此时,空心电抗器的中心磁势为

$$\sum AN = I_A N_A - I_B N_B + I_C N_C \quad (1)$$

收稿日期: 1995-11-21

* 朱庭海: 1941年生,男,副教授,大连 116023

式中: \dot{I}_A , \dot{I}_B , \dot{I}_C 为三相电流; N_A , N_B , N_C 为电抗器三相绕组

不考虑漏磁, 则总磁通为

$$\Phi = k \sum AN \quad (2)$$

式中: k 为比例常数。

各相绕组的感应电动势为

$$\begin{aligned} \dot{E}_A &= -jkN_A \dot{\Phi} \\ &= -jkN_A K (\dot{I}_A N_A - \dot{I}_B N_B + \dot{I}_C N_C) \\ &= -jkN_A^2 k \dot{I}_A - jkN_A k (-\dot{I}_B N_B + \dot{I}_C N_C) \end{aligned} \quad (3)$$

同理得

$$\dot{E}_B = jkN_B^2 k \dot{I}_B - jkN_B k (\dot{I}_A N_A + \dot{I}_C N_C) \quad (4)$$

$$\dot{E}_C = -jkN_C^2 k \dot{I}_C - jkN_C k (\dot{I}_A N_A - \dot{I}_B N_B) \quad (5)$$

以上分析可见, 由于 B 相绕组的反向串接, 在 $\dot{I}_B N_B$ 前出现一个“-”号, 从而造成各相感应电动势不平衡, 电抗器中心的总磁势在任何瞬时均不为零, 合成磁通 Φ 不为零, 且电抗值很大。

1.2 B 相绕组不反向串接

此时, 式(1)变成

$$\sum AN = \dot{I}_A N_A + \dot{I}_B N_B + \dot{I}_C N_C \quad (6)$$

类似地可以推导出 \dot{E}_A , \dot{E}_B , \dot{E}_C 的表达式, 可以发现, 它们具有对称的形式。当三相绕组的匝数 $N_A = N_B = N_C$ 时, 则电抗器的三相就趋平衡。当绕组通过对称三相电流时, 即

$$\dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 0 \quad (7)$$

代入式(6), 则

$$\sum AN = N_A (\dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C) = 0 \quad (8)$$

此式表明, 电抗器中心的总磁势任何瞬时均为零, 合成总磁通也为零。因此, 电抗值等于零。这种接法, 在并车过程中, 电抗器就起不到限制冲击电流及牵入同步的作用了。

1.3 结论

三相电抗器的 B 相绕组在施工调试中一定要反向串接, 否则就要出现故障。

2 并车电抗器抽头的选择

并车电抗器绕组的抽头是供调试中选择最佳的匝数。现以图2和图3来说明调试方法的原理, 分以下两种情况讨论。

2.1 设回路正方向与 \dot{E}_1 一致

并车单相等值电路及相量图如图2(a)、图3(a)所示。 \dot{E}_1 , \dot{E}_2 分别为运行发电机与待

并发电机的电势 并车接触器 KM 的触头 KM_1 两端电压为

$$\Delta \dot{U} = \dot{E}_1 - \dot{E}_2 \quad (9)$$

触头 KM_1 接通时的相角差为 δ 由于电抗器 DK 串入电路中, 所以产生瞬时冲击电流 \dot{I}_{AP}

$$\dot{I}_{AP} = -j \frac{\Delta \dot{U}}{kL_A + 2x_d} \quad (10)$$

式中: x_d 为发电机的超瞬变电抗; L_A 为 A 相电抗器的电感

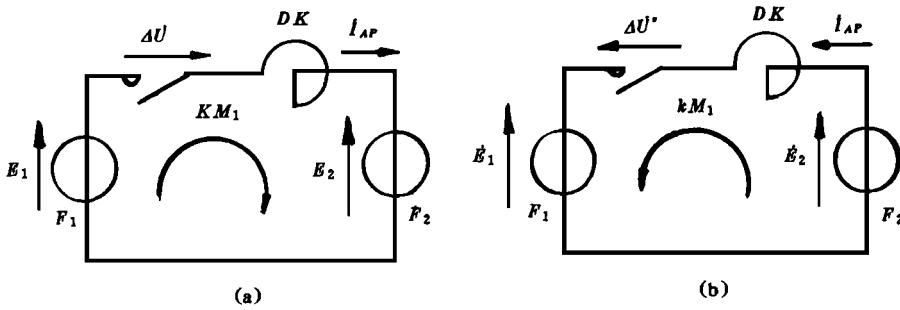


图 2 粗同步并车的单相等值电路图

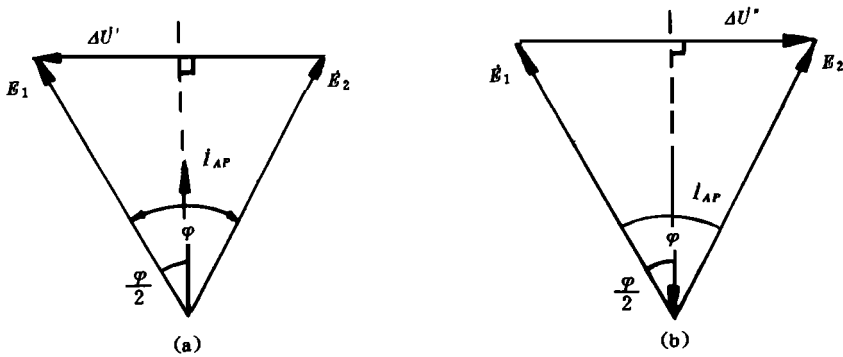


图 3 电抗并车相量图

从图 3-(a) 中可见 \dot{I}_{AP} 滞后 $\Delta \dot{U}' 90^\circ$, 且滞后 $\dot{E}_1 \frac{\delta}{2}$, 超前 $\dot{E}_2 \frac{\delta}{2}$ 因而 \dot{I}_{AP} 对 F_1 而言是发电状态, 送出有功功率, 所以 F_1 减速; 对 F_2 而言是吸收有功功率, 处于电动机状态, 迫使 F_2 加速 其结果使 δ 减小, F_2 将被拉入同步。

2.2 设回路正方向与 \dot{E}_2 一致

并车单相等值电路及相量图如图 2-(b) 及图 3-(b) 所示 并车接触器 KM 的触头 KM_1 两端电压为

$$\Delta \dot{U}'' = \dot{E}_2 - \dot{E}_1 \quad (11)$$

$$\dot{I}_{AP} = -j \frac{\Delta \dot{U}''}{kL_A + 2x_d} \quad (12)$$

从图 3-(b)可见冲击电流 \dot{I}_{AP} 滞后 \dot{E}_2 $180^\circ - \frac{h}{2}$, 而超前 \dot{E}_1 $180^\circ - \frac{h}{2}$, 且 \dot{I}_{AP} 在 \dot{E}_1 , \dot{E}_2 上的投影, 即有功分量均为负向, 因而, \dot{I}_{AP} 对 F_2 而言是送出负的有功功率, 即吸收有功功率, 所以 F_2 加速; 对 F_1 而言是吸收负的有功功率, 即送出有功功率, 故 F_1 减速。其结果也使 h 减小, 使 F_2 被拉入同步。

以上分析可见, 在并车过程中, 电抗器 DK 的作用, 一方面是限制冲击电流 \dot{I}_{AP} , 以防止并车操作时主开关跳闸, 另一方面是利用 \dot{I}_{AP} , 使其转化为牵入同步的有利因素

2.3 并车电抗器最佳抽头的调整选择依据

调整选择最佳抽头的目的是最大限度的发挥使发电机牵入同步的作用。调试时可根据下面两条标准判断:

- 1) 当相位差 h (观察整步表指示角度) 从 -90° 至 $+90^\circ$ 之间的任意角度上按下并车合闸按钮时, 都能见到 h 很快下降为零, 表明牵入同步的作用已经发挥。
- 2) 当 h 在接近 $\pm 90^\circ$ 时按下并车合闸按钮时, 应听不到 (或只能轻微听到) 拖动发电机的柴油机发出的“哼”声, 说明牵入同步的作用已经发挥到最大限度了。柴油机发出的“哼”声意味着有功功率的交换已经过度。

2.4 结论

并车电抗器抽头的调整选择方法应是将并车电抗器的抽头从最多匝数逐次减少, 每试验一个抽头, 均控制并车起始相位差 h 从 0° 向 $\pm 90^\circ$ 逐次增大做试验, 经过比较分析, 直到满意地符合 2.3 中两条标准为止

参 考 文 献

- 1 华南工学院船舶船厂电气自动化教研室编. 船舶电力系统. 北京: 国防工业出版社, 1982. 179~ 180
- 2 施亿生等. 船舶电站. 北京: 国防工业出版社, 1982. 45~ 46

Parallel Performance Adjustment for A. C. Synchronmotors of the fishing Boats

Zhu Tinghai

(Department of Electronic Engineering, DFU)

Abstract By applying digital and phase-diagram theory, the paper analysed the adjustment methods for parallel performance of the A. C. Synchro-motors in fishing boats. The paper can also be used as instructive reference for other engineering adjustment.

Key words reversed series-connection; magnetic potential; wire-tapping; synchronize