

复试_电机学

本文档发布位置：github.com/x-Eric/NEEPU-EE，你可以在这里下载本文件的Markdown版本和其他文档。

我的微信：xeric0

加油💪

变压器

- 二次侧的额定电压 U_{2N} 是指当变压器一次绕组外加额定电压 U_{1N} 时二次绕组的空载端电压。

运行原理

空载运行

$$\begin{aligned}\dot{E}_1 &= -j4.44fN_1\dot{\Phi}_m \\ \dot{U}_1 &\approx -\dot{E}_1 + \dot{I}_0 Z_1\end{aligned}$$

- Z_1 ：一次绕组漏阻抗
- 磁路饱和时正弦波磁通对应尖顶波电流

空载等效电路

$$Z_m = -\frac{\dot{E}_1}{\dot{I}_0} = r_m + jx_m$$

- r_m 励磁电阻，对应铁损的等效电阻
- x_m 励磁电抗，反映铁心磁化性能的参数

"Pasted image 20240219183726 1.png" could not be found.

额定负载

$$\dot{F}_m = \dot{F}_1 + \dot{F}_2 = \dot{F}_0$$

2.3实验测定

2.5运行特性

3.3三相变压器接法

- 三相组式变压器
 - 各相主磁通磁路无关

- 2. 三相主磁通对称
- 3. 三相空载电流对称
- 4. 方便容易运输
- 三相心式变压器
 - 三相铁心不独立
 - 三相磁阻不等
 - 三相空载电流不对称
- 绕组连接组别
- 绕组连接方式&磁路系统对空载电动势波形的影响
 - Yy: 当磁路饱和时, 只能使用心式变压器
 - Dy or Yd: 都行

3.4 并联运行

- 并联运行的意义?
 - 提高供电可靠性
 - 减少备用容量
 - 随时添加新变压器
 - 不经济
- 并联运行条件?
 1. 各变压器变比相等
 2. 联结组标号相同 (必须)
 3. 短路阻抗、短路电阻、短路电抗的标幺值相等

3.5 不对称运行

4. 变压器瞬变过程

- 空载合闸到电网
- 二次侧突然短路

同步电机

$$n = \frac{60f}{p}$$

- p 为极对数, 极数 $2p$
- n 单位r/min
- 同步电机分类
 - 结构形式: 旋转电枢式和**旋转磁极式**;
 - 一个是电枢旋转, 一个是磁场旋转
 - 转子阻尼形状: 隐极式和凸极式;
 - 隐极式形状稳定, 转速高
 - 原动机的类别: 汽轮机(隐)和水轮机(凸);
 - 运行方式: 同步发电机、同步电动机、同步补偿机。

- 电枢：ABC三相绕组的线圈
- 在同步发电机中，**阻尼绕组起抑制转子机械振荡的作用**
- 励磁方式
- 发电机额定功率是电功率，**电动机额定功率是输出的机械功率**
 - 线电压

14.2电枢反应

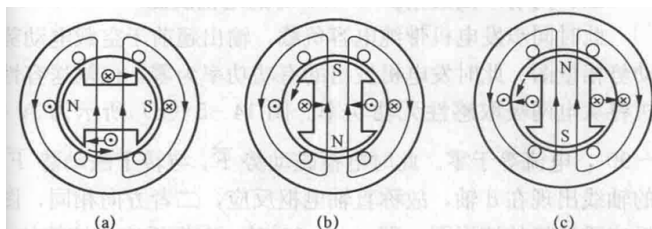


图 14-7 不同负载性质时的电枢反应磁场与转子电流的相互作用

(a) $\psi=0$; (b) $\psi=90^\circ$; (c) $\psi=-90^\circ$

- $\psi = 0$ (内功率因数角)
 - q轴电枢反应，**输出有功功率**，此时需要增大机械功率来抵消电磁转矩
 - 电动势 E_0 、磁动势 \vec{F}_a 、负载电流 I 方向相同，均为q轴方向
- $\psi = 90^\circ$
 - 直轴电枢反应（去磁作用），**输出感性无功功率**，此时需要增大励磁
 - 电压超前于电流
 - 励磁电流与负载电流方向相反，去磁作用
- $\psi = -90^\circ$
 - 直轴电枢反应（增磁作用），**吸收感性无功功率**，此时需要减小励磁
 - 电流超前于电压

运行原理

空载运行

- 空载电动势

$$E = 4.44fN\Phi K_1$$

- $K_{N1} = K_y K_q$ 基波绕组系数
 - 分布系数
 - 短距系数

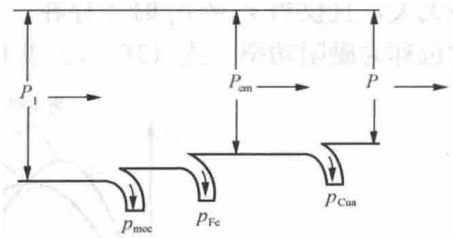
运行特性

- 发电机惯例：非关联参考方向

并联运行

- 发电机并联条件？五个一致
 1. 电压相等
 2. 频率相同
 3. 相位相同
 4. 相序一致
 5. 波形一致
- 并联投入方法？
 - 准同期法
 - 灯光明灭法
 - 他说如果你这个机组的**相序**和这个系统的相序如果是正确的话，而你的发电机的频率与电网的频率有差别的时候，那么你这时候的三组灯会**同时忽明忽暗**。其他的这个亮暗变化的频率，就是我们相差的频率。
 - 频率低时合闸
 - 灯光旋转法
 - 如果你发电机电压的频率是低于你电网电压的**频率**的话，那么你的灯光就会顺时针的方向去**旋转**，是吧？那如果你的发电机的频率高于电网电压的频率，那么你的灯光就将逆时针的方向去旋转。
 - 不旋转时候合闸
 - 自同期法
 - 自动化

功率平衡关系（功率流）



- P_1 : 从原动机吸收的机械功率
- P_{em} : 电磁功率
- 空载损耗: $p_0 = p_{Fe} + p_{mec}$
 - P_{mec} : 机械损耗
- 大型电机铜耗可以忽略不计

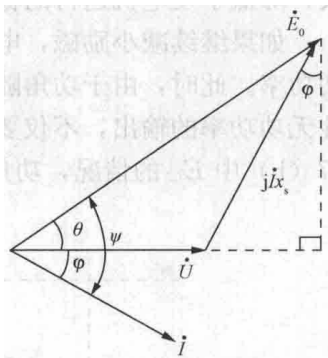
功角特性

- 功角的物理意义？
 - 空间解释：主极磁场 B_0 和气息合成磁场 B_u 之间的空间相位差
 - 时间解释：E 与 U 夹角
- 攻角 > 0 为发电机

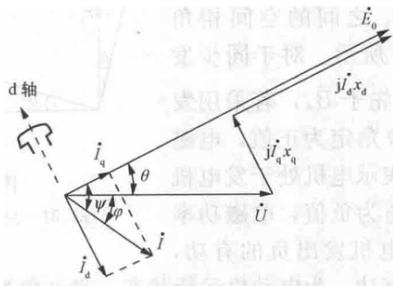
有功，无功调节

方程式&向量图

隐极式



凸极式



同步电机的启动

- 1. 先按照异步电机的方法启动
- 2. 通过自同步效应拉入同步

18.不对称短路

19.对称短路

附1：电磁场基础

物理概念

- 磁感应强度 \vec{B} (T) (磁通密度)
 - 带点为时间向量，箭头为空间向量
- $\Delta F = BI\Delta l$

- 磁通量 $\Phi = \int_A \vec{B} \cdot d\vec{A} = BA$ (Wb)
 - 磁链 $\Psi = n\Phi$
- 磁导率 μ
 - 空气磁导率约1，铁心的磁导率约6000
 - 越大越导磁
- 磁场强度 \vec{H}
 - $\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu}$ (A/m)
 - 单位长度磁压降

电磁定律

- 全电流定律 - 磁场强度环路积分为包含电流代数和

$$\oint_l \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum_{i=1}^n I_i$$

- 电磁力定律（左手定则，定导体受力方向）

$$\vec{f} = i \sum d\vec{l} \times \vec{B}$$

- 电磁感应定律（右手定则）
 - 切割磁感线产生的电流
 - 运动电动势

$$e = Blv$$

- 变压器电动势

$$e = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

磁路

- 磁路欧姆定律 - 磁通量 Φ ，磁阻 $R_m = \frac{l}{\mu A}$ ，磁导 Λ_m ，磁动势 $F = Ni$

$$\Phi = \frac{F}{R_m} = \Lambda_m F$$

- 磁滞： B 的变化总是滞后于 H 的变化
- 铁心损耗
 - 磁滞损耗：磁畴来回翻转产生的摩擦引起的功率损耗
 - 涡流损耗：涡流在铁心流动产生的能量损耗，涡流还有去磁作用

附2：异步电机