

概论

01 电机的定义

- 电磁感应定律和电磁力定律
- 电路+磁路
- 机电能量或信号转换的电磁装置
- 电机的概念：基本理论、基本结构、基本功能

电磁式电机

02 电机的分类

- 运动方式
 - 静止的电机（变压器）
 - 旋转的电机
 - 直流电机
 - 交流电机
 - 异步电机
 - 旋转电机
- 组成
 - 定子：静止的部分
 - 转子：旋转的部分
 - 气隙：定转子的间隙
- 功能
 - 发电机
 - 电动机
 - 变压器
 - 控制电机

电机两种运行形式，可逆

03 电机中使用的材料

- 电：电流通路（电路）
 - 导电材料：线圈/紫铜
 - 绝缘材料：聚酯漆等（AEBFHC）
- 磁：磁通通路（磁路）
 - 导磁材料：硅钢片
- 力：结构材料
 - 铸铁、铸钢和钢板

04 基本电磁定律

- 基本参数
 - Φ (Wb) : $\Phi=B \cdot S$
 - B (T): $B=\mu \cdot H$
 - H (A/m)
 - μ/μ_0
- 全电流定律
 - $\oint H \cdot dl = \sum_{i=1}^n I_i$
 - 电生磁
- 电磁感应定律
 - $e = -N \frac{d\phi}{dt}$
 - 磁生电
 - 变压器电势
 - 电动势滞后于磁通90°
 - 有效值 $E=4.44fN\Phi_m$ — $E=wN\Phi_m/\sqrt{2}$
 - 运动电势
- 电磁力定律
 - $F = i \sum dl \times B$
 - $T_{em} = \frac{P}{\Omega}$

05 铁磁材料的特性

- 磁导率和磁化特性
 - $\mu = \frac{B}{H}$
 - 磁化曲线
- 材料
 - 非导磁材料
 - $B=\mu H=\mu_0 H$
 - 线性，过原点的直线
 - 铁磁性材料
 - 总体单调上升，H增加，B增加
 - 非线性，磁导率 μ 不是常数
 - 不饱和段，磁导率为常数，近似线性
 - 存在饱和现象，进入饱和后，H增加，B增加很慢
- 磁滞和磁滞损耗
 - 磁滞现象 — 磁滞回线
 - B_r H_c
 - 硬磁材料（永磁材料）
 - 软磁材料（硅钢片）
 - 磁滞损耗
 - $p_b = K_h f B_m^\alpha V$
 - α 为实验测定数据，约为1~2 V是体积
 - 涡流损耗
 - $p_w = \frac{K^2 f^2 d^2 B_m^2 V}{12\rho}$
 - 正比于 $f^2 V$ — f 频率 V体积
 - 正比于 B_m^2
 - 正比于 d^2 — 减小硅钢片厚度，切片，硅钢片，厚度0.27mm, 0.1mm等
 - 正比于 $1/\rho$ — ρ 为电阻率，加入1-4.5%硅元素
- 铁耗
 - 交流铁芯损耗
 - $p_{Fe} = p_{1/50} (\frac{f}{50})^\beta B_m^2$
 - 单位重量铁耗计算公式
 - 铁耗单位: W/kg
 - 铁耗系数: 1T/50Hz
 - β 在1.2-1.6之间

06 磁路的基本定律及计算方法

- 磁路的欧姆定律
 - $\Phi = \frac{F}{R_m}$
 - $R_m = \frac{1}{\mu} \frac{l}{A}$
 - 磁导
- 磁路的基氏第一定律
 - 磁通连续
 - $\sum \Phi = 0$
- 磁路的基氏第二定律
 - 全电流定律在磁路中的体现
 - $\sum F = \sum \Phi R_m = \sum Hl$
 - 磁压降的概念
- 磁路的计算方法
 - $\Phi \rightarrow F$
 - 第一类问题
 - 单值
 - $F \rightarrow \Phi$
 - 第二类问题
 - 多值问题，迭代方法
 - $R_m(\Phi)$

07 自感与互感

- $L = N^2 \Lambda_m$
- $M_{12} = M_{21} = N_1 N_2 \Lambda_m$
- 自感互感，磁路转电路
 - 任何一个线圈都有电感
 - 电感和以下因素有关
 - 匝数
 - 磁导率
 - 铁磁性材料
 - 非磁性材料
 - 磁路的长度和距离
 - 铁芯电感和非铁芯电感
 - 大小：铁芯电感远大于非铁芯电感
 - 非线性：铁芯电感是非线性元件
 - 铁耗：铁芯电感产生铁耗

易错点

- 注意有效值和实际值
- 注意接在直流电上无感应电动势，无压降

其它

1.14 为什么用温升而不直接用温度来表示电机的发热程度？各级绝缘材料的允许温升限值是多少？
答 电机运行时的损耗转化为热量而使电机温度升高，热量与温差对应。同一台电机，在相同的工况下其发热量相同，如果环境温度不同，则电机的实际温度不同，而温升是相同的。因此，工程中用温升而不是用温度表示电机发热的程度。如一台电机的工作温度达到120℃，但环境温度为100℃，则温升 $\tau=20℃$ ，这说明电机本身的发热情况并不严重，而电机的工作温度偏高则是由于环境温度高。反之，即便电机工作温度仅100℃，但环境温度只有10℃，那么实际温升也达到90℃，发热情况就相当严重了。