



电机与拖动**课件**之七

# 同步电机及同步电动机 的电力拖动

胡梦月、韩谷静

纺大电子电气



# 章节目录

## 6.1 同步电机的基本工作原理与结构

### 6.2 同步发电机的空载运行

### 6.3 同步发电机的电枢反应

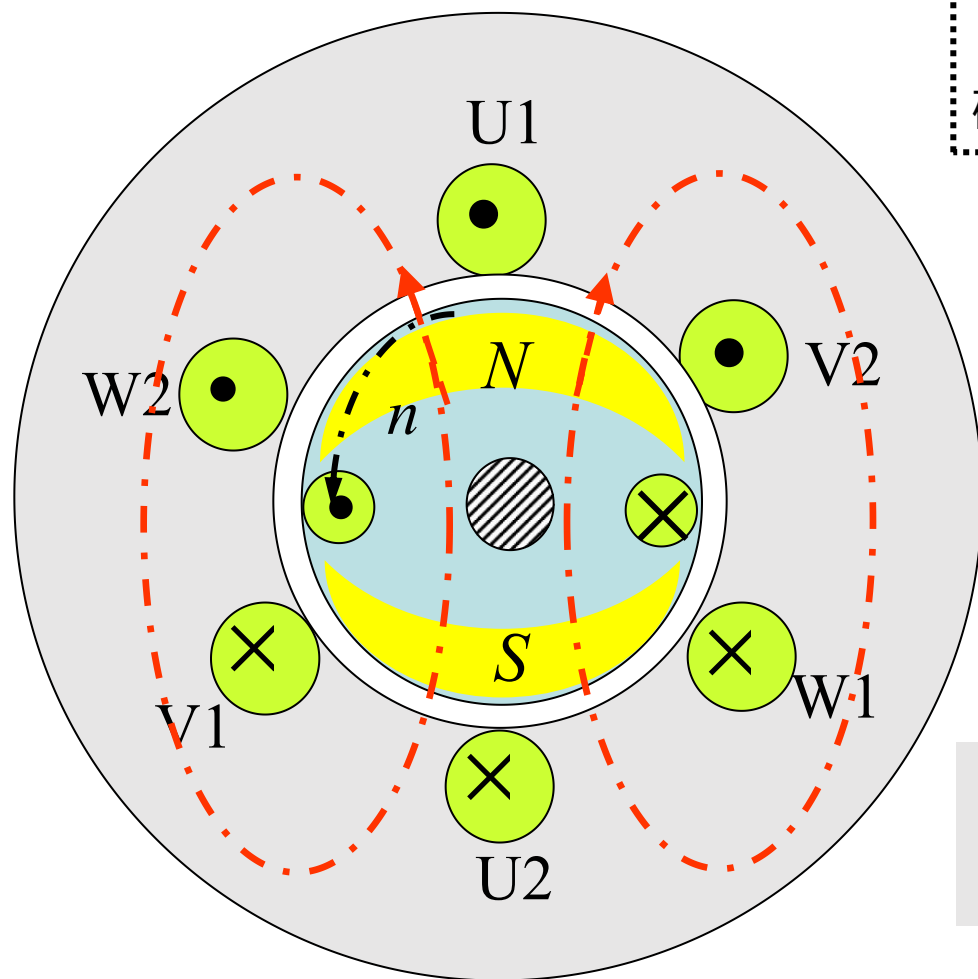
### 6.4 同步发电机的负载运行

### 6.5 同步发电机的并联运行

### 6.6 同步电动机和同步调相机

### 6.7 同步电动机的电力拖动

## 一、同步电机的基本工作原理



当同步电机作为发电机运行时，原动机拖动转子旋转，其磁场切割定子绕组而产生交流电动势，该电动势频率为

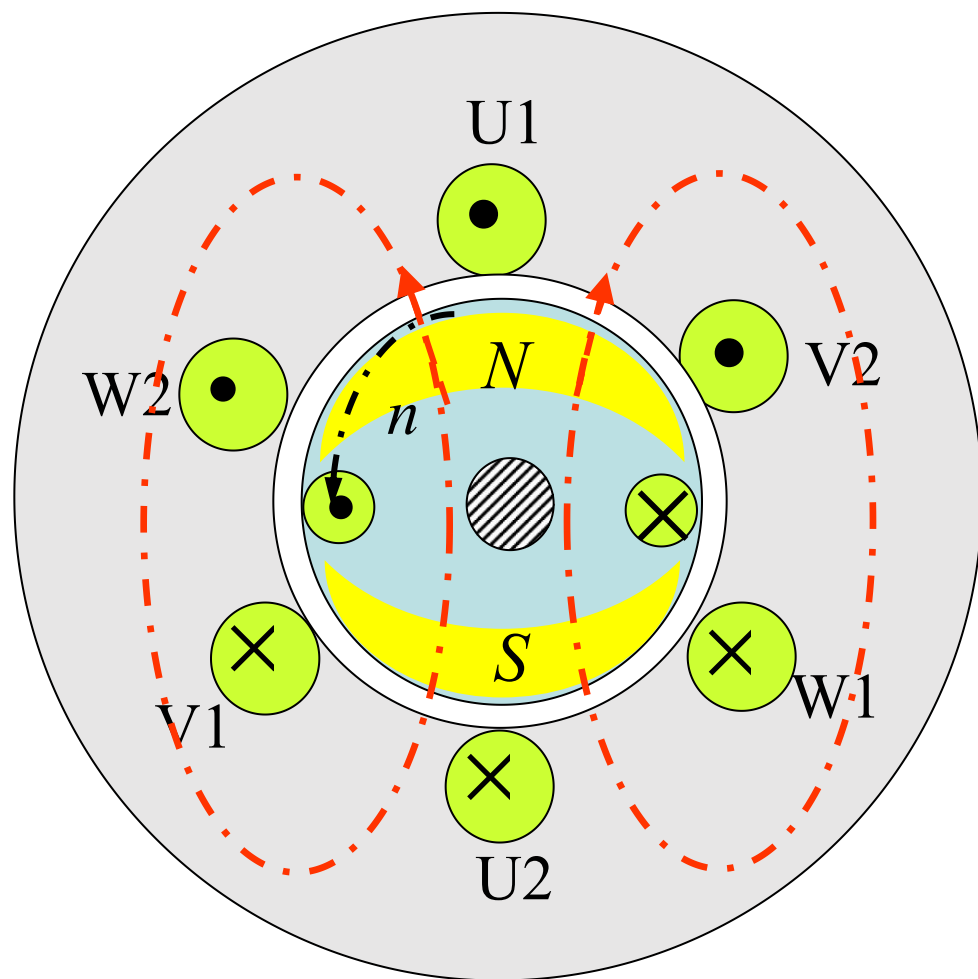
$$f = \frac{pn}{60}$$

式中， $p$ 为电机的极对数； $n$ 为转子转速。

如果定子绕组接上交流负载，将有三相电流通过定子绕组，同步发电机把机械能转换成电能。



## 一、同步电机的基本工作原理



作为电动机运行时，在定子绕组施以频率为 $f$ 的三相交流电压，产生三相交流电流，产生转速为同步转速 $n_1$ 的旋转磁场。

转子绕组通入直流励磁，转子将在定子旋转磁场的带动下，拖动负载沿定子磁场的方向以相同的速度旋转，转子的速度 $n$ 为

$$n = n_1 = \frac{60f}{p}$$

**同步！**



## 二、同步电机的分类

按运行方式，同步电机分发电机、电动机和调相机。

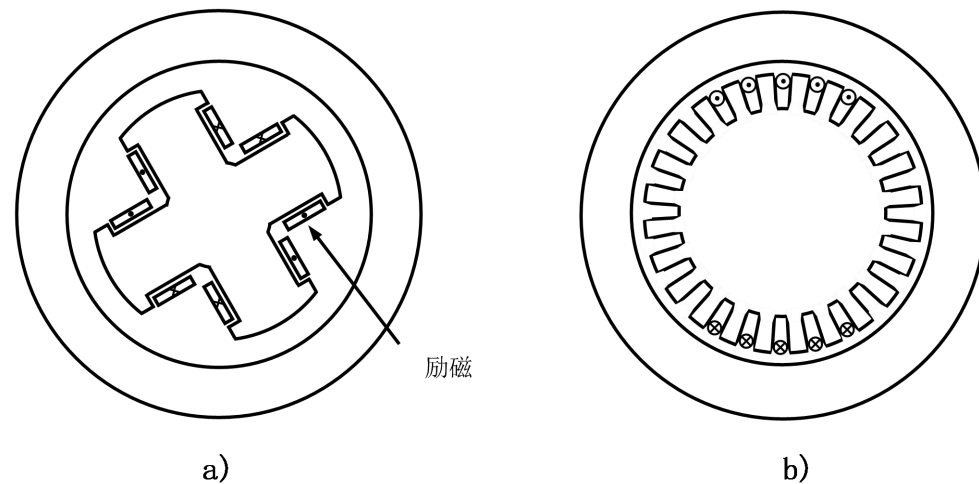
按结构型式，同步电机分旋转电枢式和旋转磁极式。

旋转磁极式同步电机按磁极形状，又分隐极式和凸极式两种。

按原动机类别，同步电机分为汽轮发电机、水轮发电机和柴油发电机等。

➤ 汽轮发电机一般作成隐极式，转速为3000转/分钟，水轮发电机采用凸极式，极数多，转速低。

➤ 水轮发电机转速低、极数多，采用凸极式。同步电动机、柴油发电机和调相机一般作成凸极式。



同步电机结构示意图

a)凸极式 b) 隐极式



## 一、隐极式同步电机的基本结构

由于转速高，汽轮发电机的直径较小，长度较长，且均为卧式结构。同步电机主要分为定子和转子两部分。

### 定子(电枢)

定子铁心：硅钢片叠成。

电枢绕组：三相对称绕组——铜线制成

机座：钢板焊接面成，有足够的强度和刚度。

### 转子

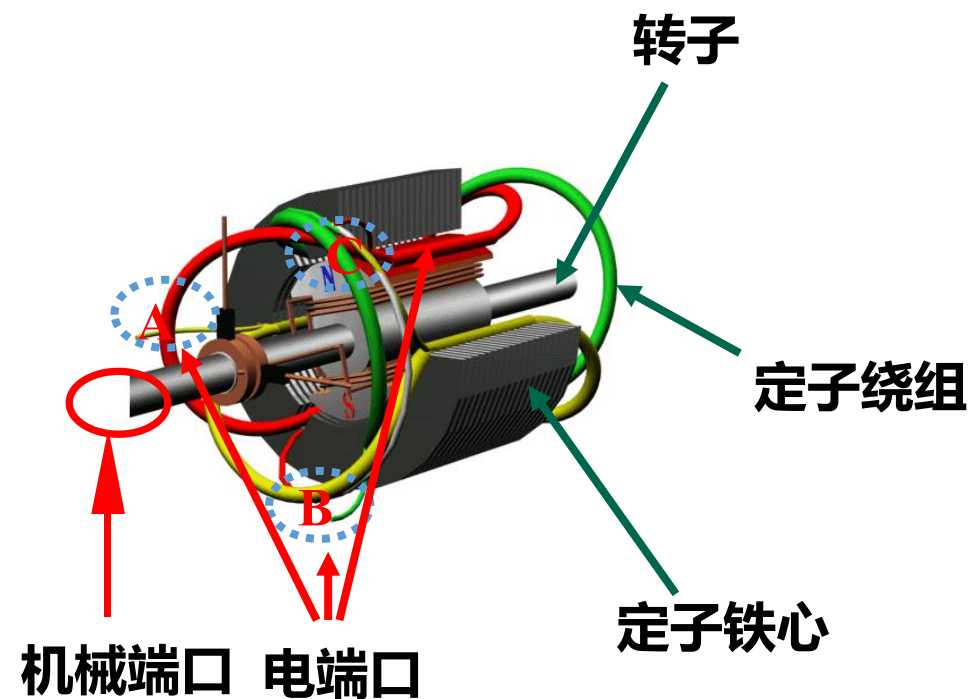
转子铁心：采用整块的含铬、镍和钼的合金钢锻成

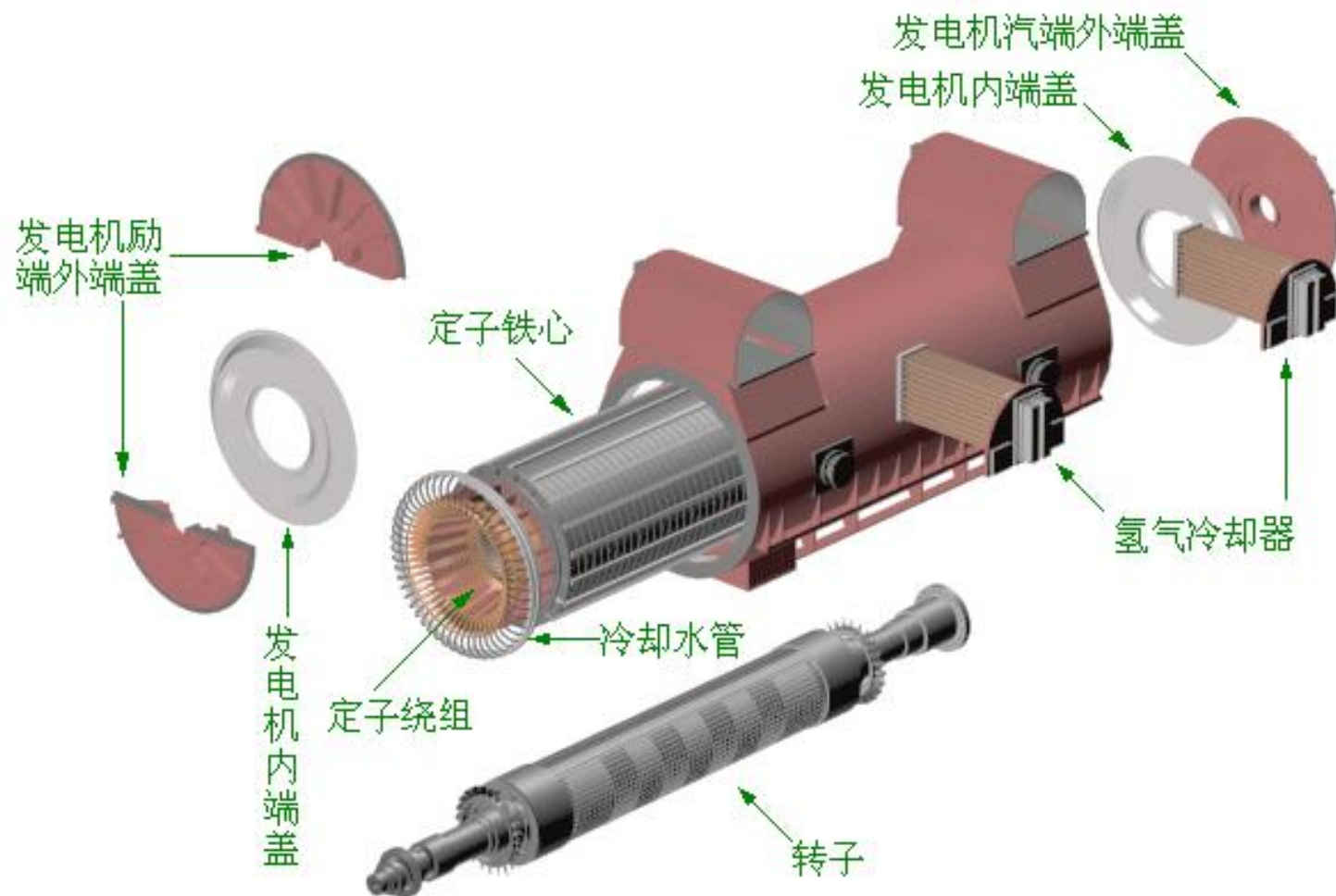
励磁绕组：铜线制成

护环：保护励磁绕组受离心力时不甩出

中心环：支持护环，阻止励磁绕组轴向移动

滑环：引励磁电流经电刷、滑环进入励磁绕组



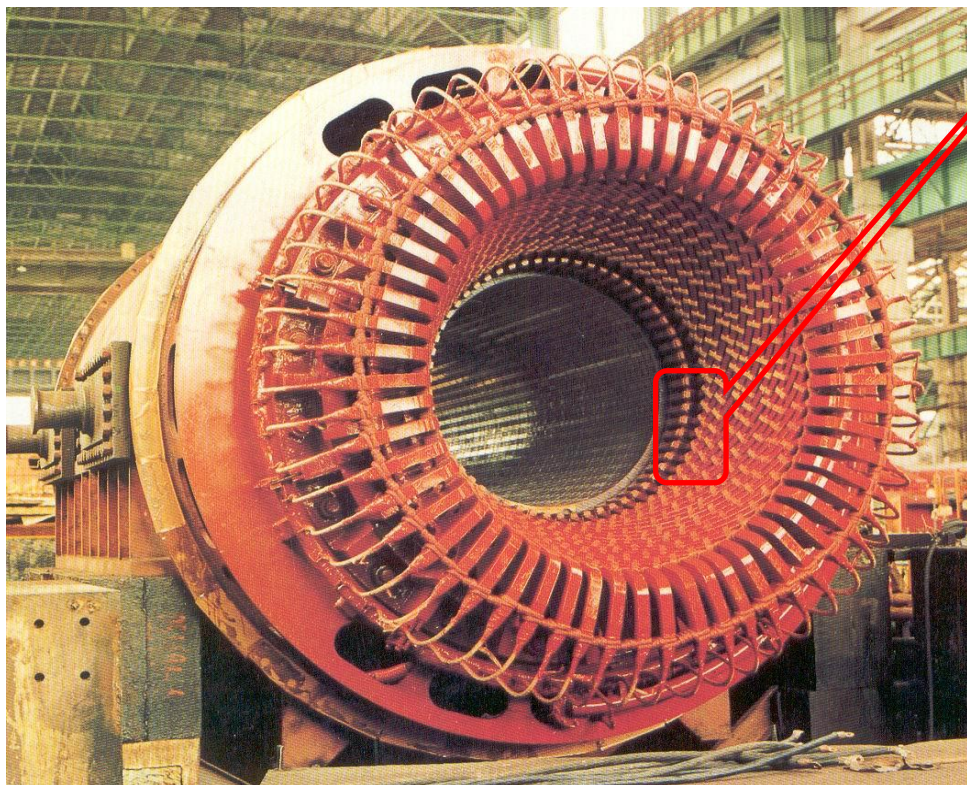


发电机主要部件





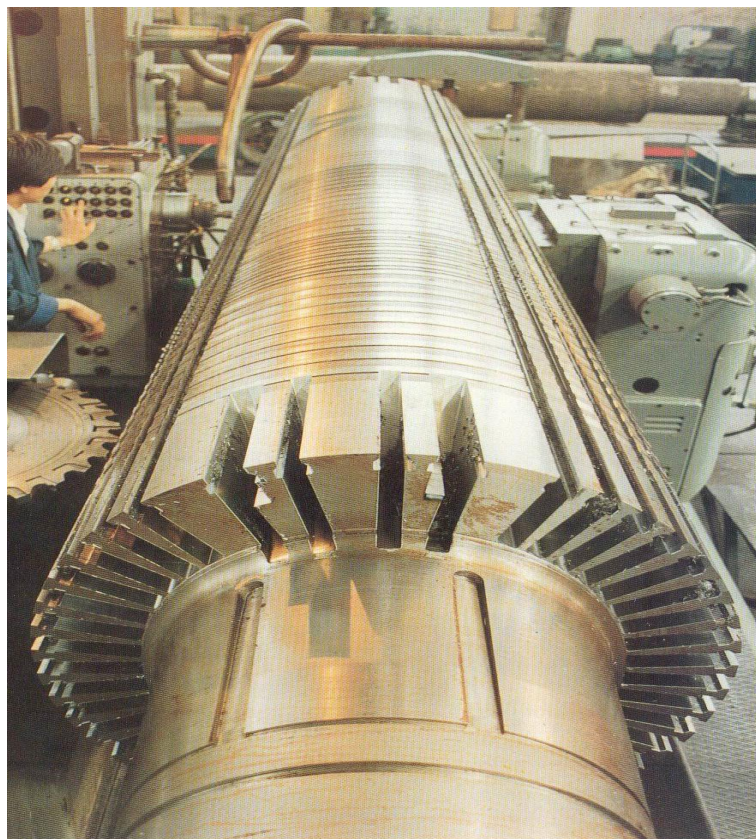
### 汽轮发电机结构



汽轮发电机完工后的定子



大型汽轮发电机定子铁心槽



汽轮发电机转子加工

同步机  
细长, 转速  
很快





### 二、凸式同步电机的基本结构

凸极机, 扁平, P多, n慢

由于水轮发电机通常转速较低，极数较多，且要求转子有较大的飞轮矩以防止发电机在突然甩负荷时转速升得过高，因此电机得**直径大而轴向长度短，呈扁盘形**。

水轮发电机有**卧式和立式**两种。除了低速大容量的水轮发电机采用立式结构外，大多数**凸极同步电机**都采用**卧式结构**。



卧式水轮发电机

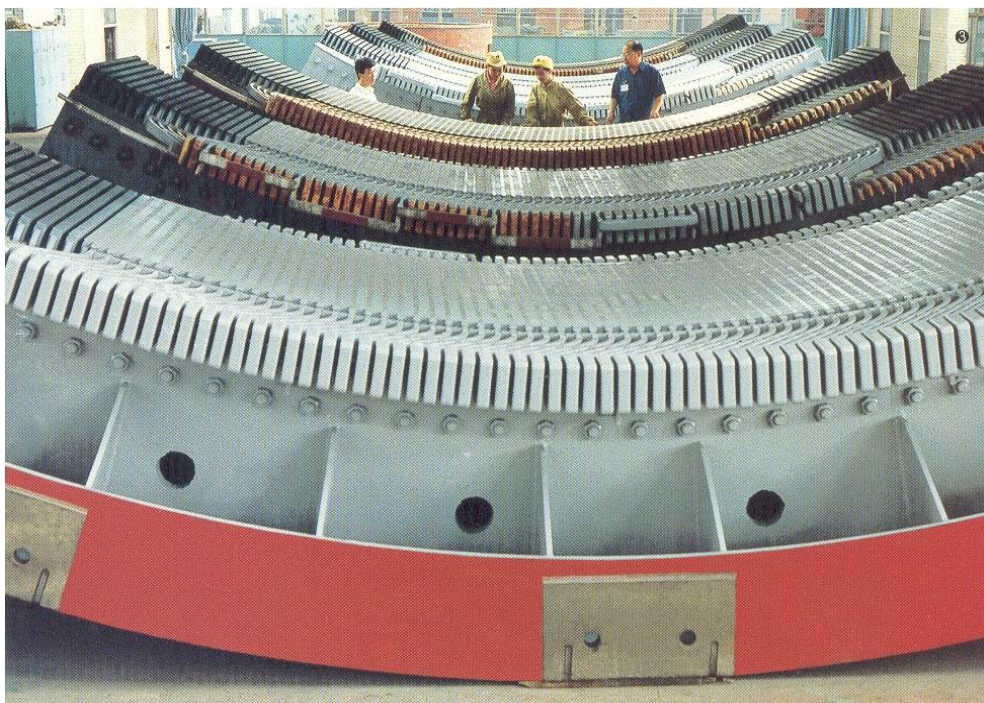


立式水轮发电机

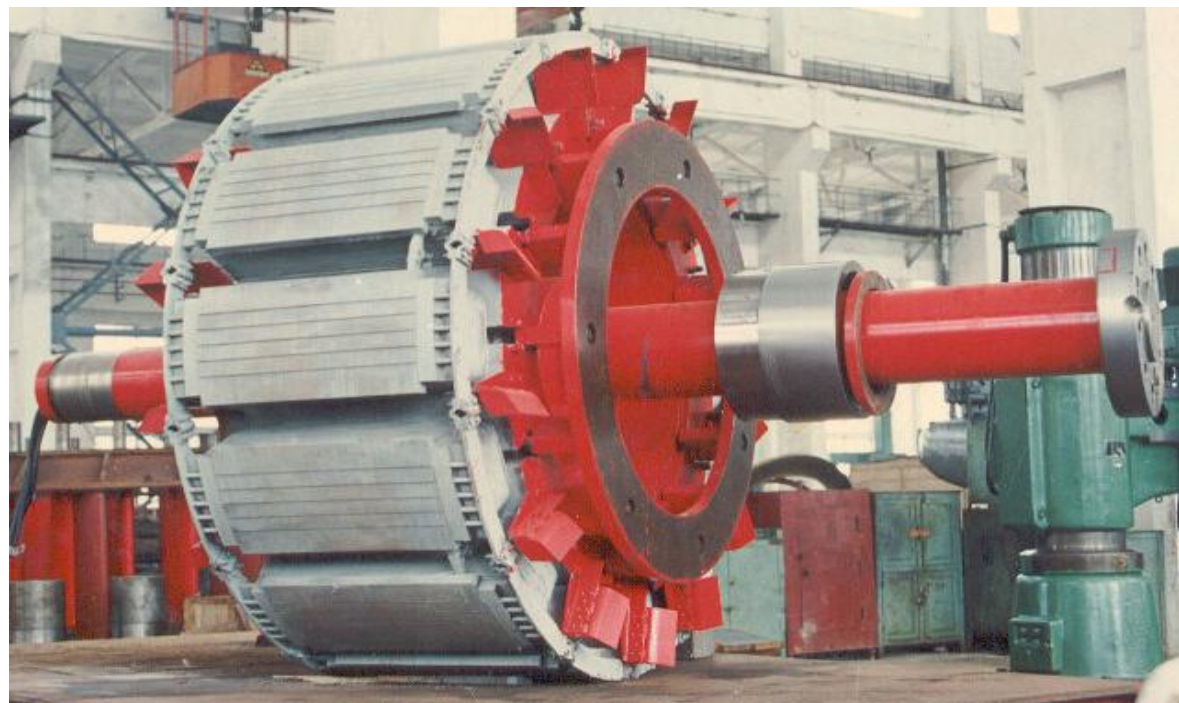




### 水轮发电机结构



水轮发电机定子分段铁心



带阻尼绕组的凸极同步电机转子



额定容量 $S_N$ ，额定功率 $P_N$

➤ 指电机额定运行时，输出功率的保证值。**同步发电机**是指输出的额定视在功率或有功功率，单位是kVA或kW。**电动机**额定容量是指额定条件下转轴上输出的机械功率，单位是kW。**调相机**用kVA或Kvar表示。

额定电压 $U_N$  (kV)

额定运行时加在三相定子绕组上的**线电压**。

额定电流 $I_N$  (A)

在额定运行状态下三相定子绕组的**线电流**。

对同步发电机额定值之间关系为：
$$P_N = S_N \cos \varphi_N = \sqrt{3} U_N I_N \cos \varphi_N$$

额定功率因数  $\cos \phi_N$ ，额定频率 $f_N$ ，额定效率 $\eta_N$ ，额定转速 $n_N$ ，额定励磁电流 $I_{fN}$ ，额定励磁电压 $U_{fN}$



# 小结

- 1、同步电机的基本结构
  - 定子(电枢): 定子铁心、电枢绕组、基座等
  - 转子: 转子铁心、励磁绕组、护环、中心环、滑环
- 2、同步电机基本工作原理
  - 发电机: 电生磁 (励磁绕组)、磁生电 (定子)  $f = \frac{pn}{60}$
  - 电动机: 电生磁 (定子)、电磁力 (转子)  $n = n_1 = \frac{60f}{p}$
- 3、同步电机的分类
  - (1)按运行方式, 同步电机分发电机、电动机和调相机
  - (2)按结构型式, 同步电机分旋转电枢式和旋转磁极式
  - (3)按磁极形状, 又分隐极式和凸极式两种
  - (4)按原动机类别, 分为汽轮发电机、水轮发电机和柴油发电机等
- 4、同步电机的额定值  $P_N = S_N \cos \varphi_N = \sqrt{3}U_N I_N \cos \varphi_N$