



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

同步发电机励磁自动控制系统

同步发电机励磁系统

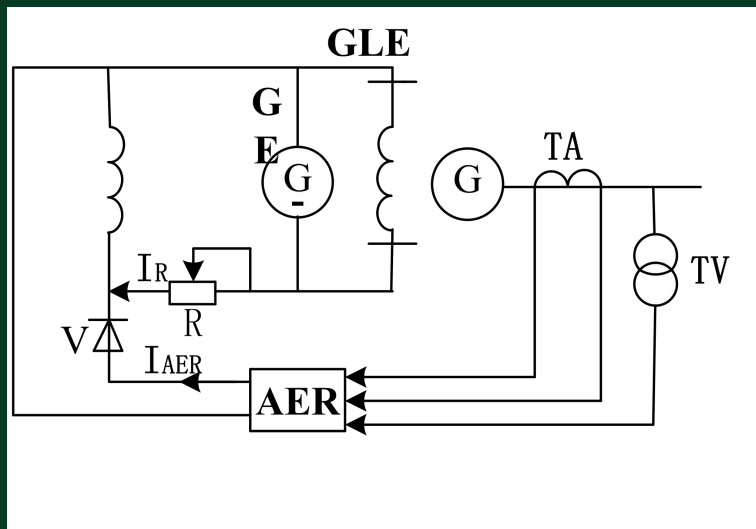
主讲：崔跃华

- 同步发电机的励磁电源为可控的直流电源。
- 发电机励磁电源必须具备足够的调节容量。并且具有快速的励磁电压响应速度和具有一定的强励倍数。
- 为了防止系统电网对它的影响，励磁功率单元往往作为发电机的专用电源，另外它的起励方式也应力求简单方便。
- 在电力系统发展初期，同步发电机容量不大，一般采用直流励磁系统。随着容量提高以及大功率半导体技术的发展，交流励磁系统得到了大规模的应用。

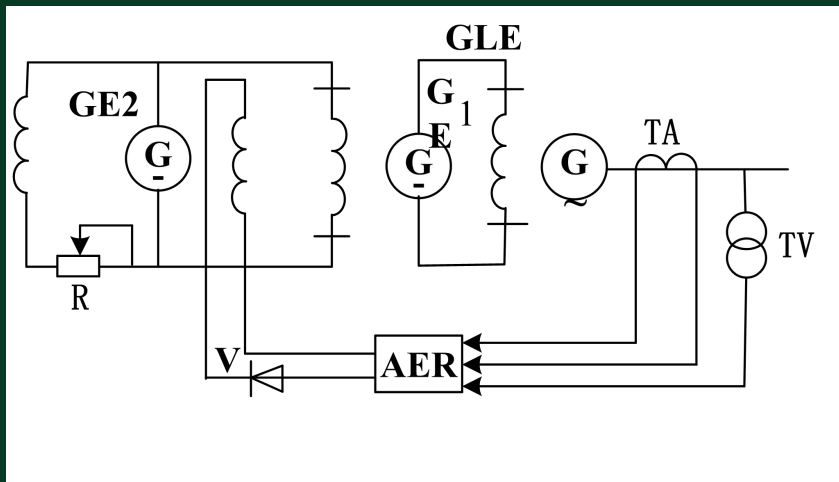
一、直流励磁机励磁系统

- 直流励磁系统是过去常用的励磁方式。
- 由于靠机械整流子换向整流的，当励磁电流过大时，换向就很困难。
- 直流励磁只能在10万kw以下小容量机组中采用。
- 直流励磁机大多与发电机同轴，是靠剩磁来建立电压的。
- 按励磁供电方式的不同，又可以分为自励式和他励式两种。

(一) 自励直流励磁机励磁系统



(二) 他励直流励磁机励磁系统



- 他励方式取消了自并励，励磁单元时间常数减小，提高了励磁系统的电压增长速率。一般用于水轮发电机组。

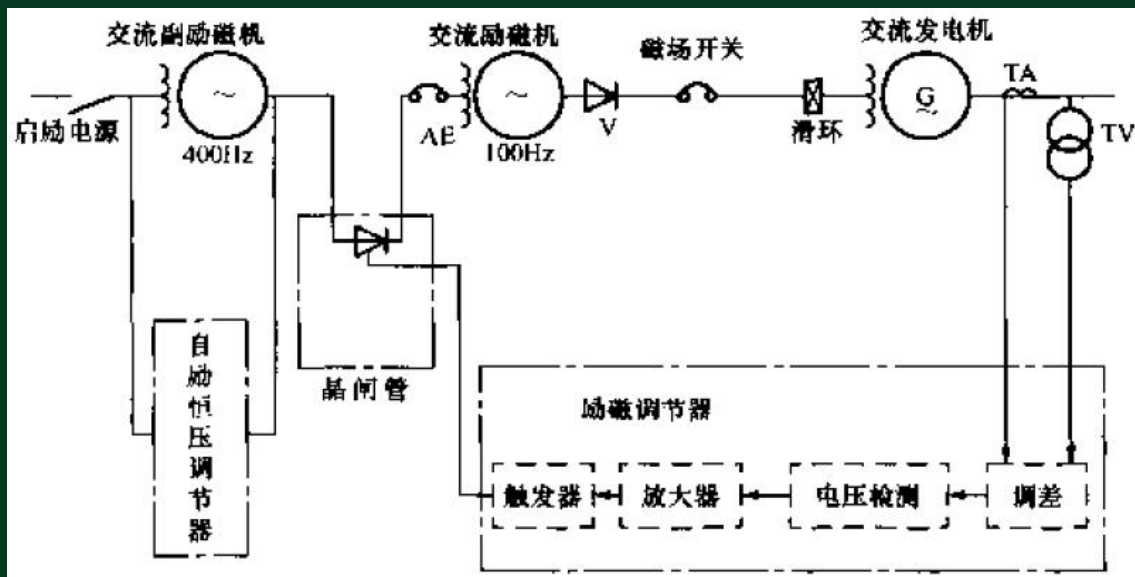
- 直流励磁系统具有方便、可靠、波形好，对电源干扰小等优点。
- 直流励磁机有电刷、整流子等转动接触部件，运行维护成本高，从可靠性来讲，是励磁系统中的薄弱环节。
- 在直流励磁系统中，以往采用电磁型调节器。这种调节器以磁放大器作为功率放大和综合信号的元件，反应速度较慢，但工作较为可靠。
- 直流励磁机工作容量小，适合小机组的使用。

二、交流励磁机励磁系统

- 容量在100MW以上的同步发电机普遍采用。
- 同步发电机的励磁机也是一台同步交流发电机，其输出电压经过大规模整流器整流后供给发电机转子。
- 交流励磁机励磁系统的核心是**励磁机**，输出频率和电压是根据需要特殊设计的，频率一般为100Hz或更高。
- 按励磁供电方式的不同，也可以分为**自励式**和**他励式**两种。

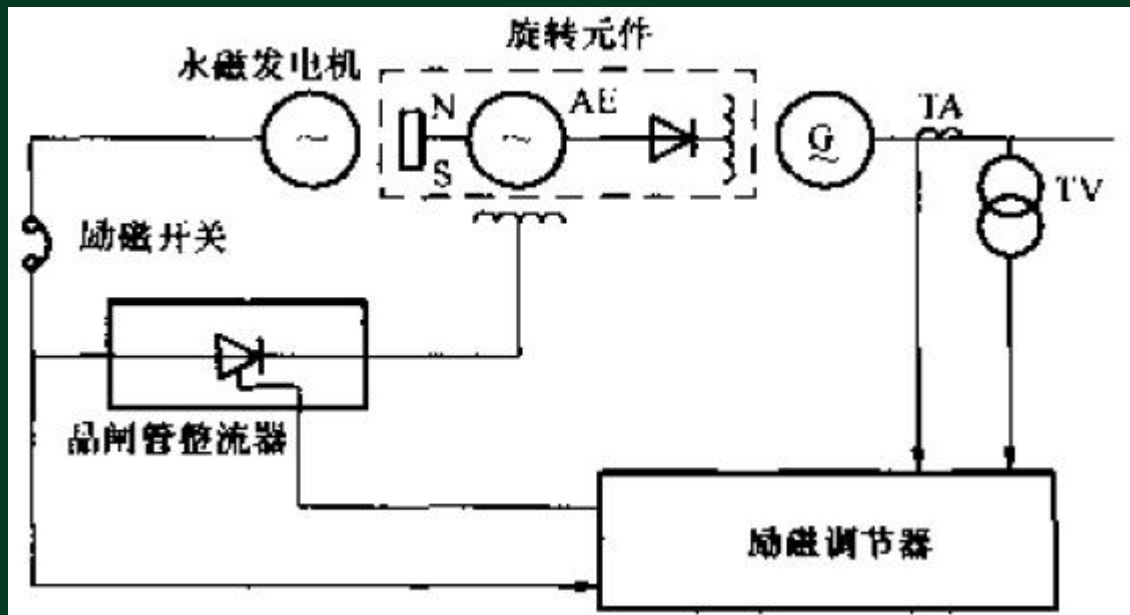
(一) 他励交流励磁机励磁系统

1. 交流励磁机静止整流器励磁系统



- 交流励磁机和副励磁机与发电机同轴是独立的励磁电源，不受电网干扰，可靠性高。
- 交流励磁机时间常数大，为了提高励磁系统快速响应，频率采用100Hz~150Hz，励磁机时间常数可以减少一半。交流副励磁机的频率为400~500Hz。
- 同轴交流励磁机、副励磁机，加长了发电机主轴的长度，造价较高。
- 仍有转动部件，需要一定的维护量。
- 一旦副励磁机或自励恒压调节器发生故障，均可导致发电机失磁，因此可以考虑采用永磁发电机作为副励磁机。

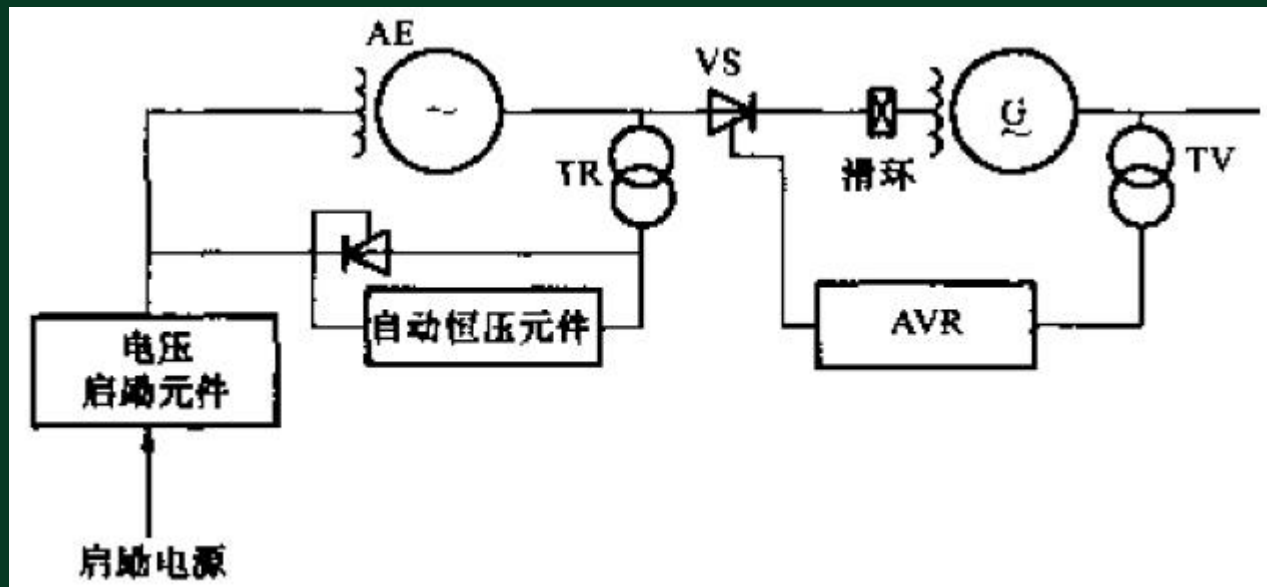
2. 交流励磁机旋转整流器励磁系统（无刷）



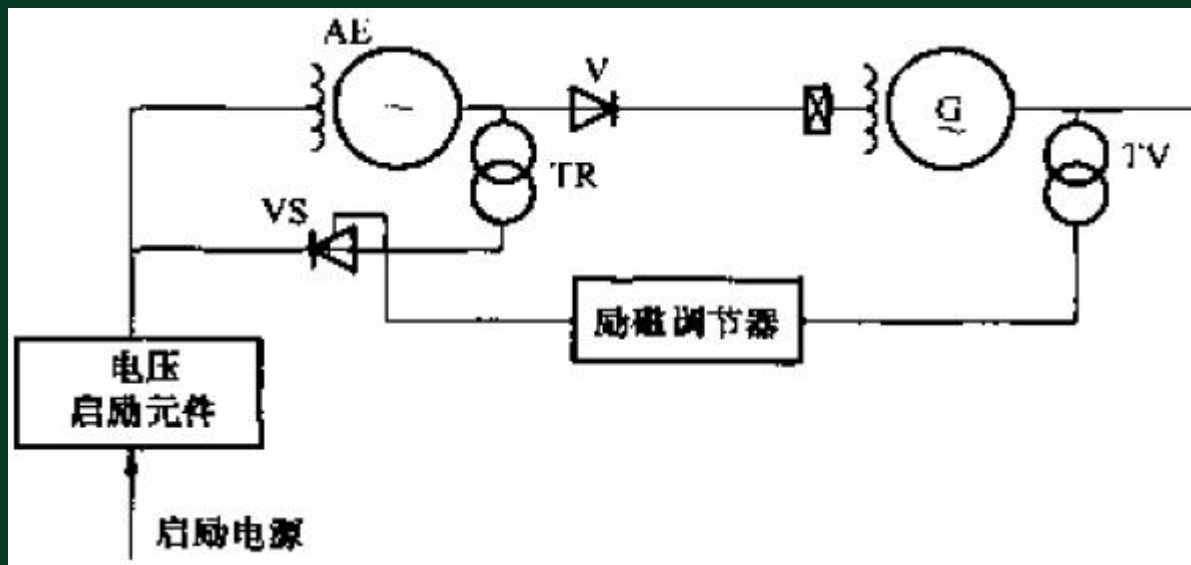
- 无炭刷和滑环，维护工作量减少，特别适用与大型机组。
- 发电机励磁由励磁机独立供电，供电可靠性高，并且由于无刷，整个励磁系统可靠性更高。
- 响应速度较慢。
- 发电机转子极其励磁电路都随轴旋转，不能接入灭磁设备，也无法实现常规的检测。
- 要求旋转整流器和快速熔断器有良好的机械功能，能承受高速的旋转离心力。
- 没有接触部件的磨损，也没有炭粉对电机绕组的污染，电机绝缘寿命变长。

(二) 自励交流励磁机励磁系统

- 1. 自励交流励磁机静止可控整流器励磁系统



- 2. 自励交流励磁机静止整流器励磁系统

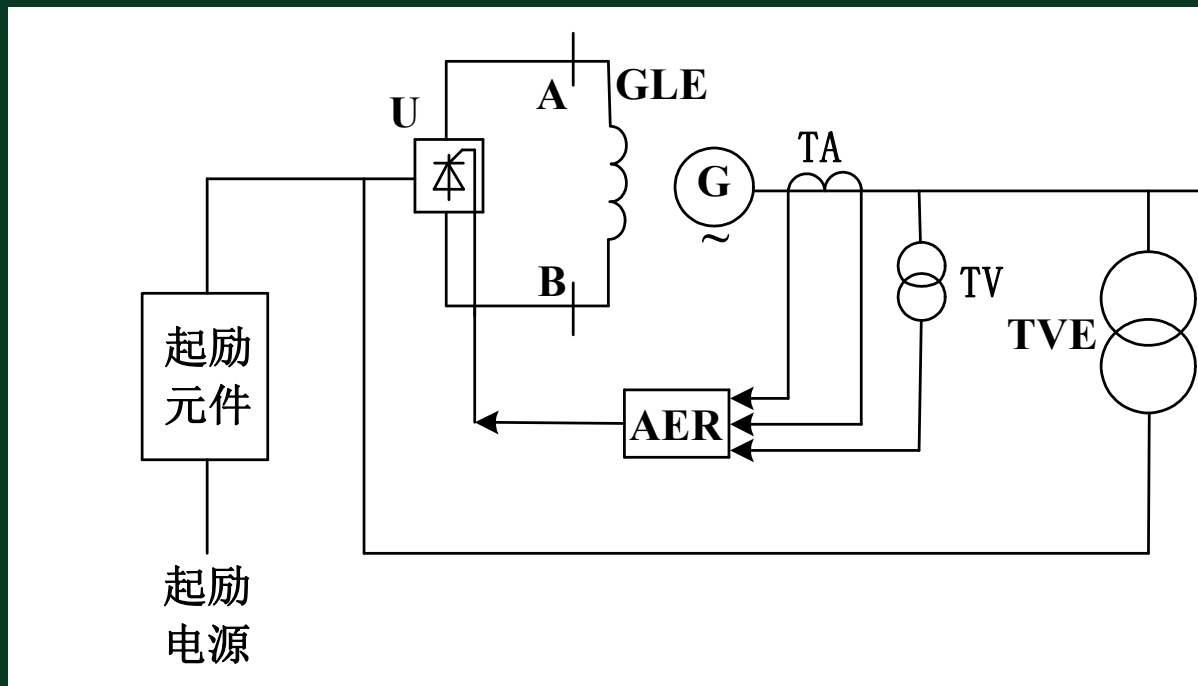


三、静止励磁系统（发电机自并励系统）



在线开放课程

- 静止励磁系统不用励磁机，而由机端励磁变压器提供给整流装置。
- 这类励磁装置采用大功率晶闸管元件，没有旋转部分。励磁电源由发电机自身供给。
- 用于大型发电机组，特别是水轮发电机组。
- 国外把这种方式列为大型机组的定型励磁方式
- 我国已经在一些机组上以及引进的大型机组上，采用该励磁方式



主要优点：

1. 结构简单、没有旋转装置，可靠性高、造价低、维护量小。
2. 没有励磁机（励磁变压器放置自由），缩短了机组长度，可减少电厂土建造价。
3. 直接用可控硅控制转子电压，可获得很快的励磁电压响应速度。
4. 由发电机端取得励磁能量。机端电压与机组的转速一次方成正比，故静止系统输出的励磁电压与机组转速一次方成正比，而同轴励磁机系统输出的励磁电压与机组转速二次方成正比。所以当机组甩负荷时静止系统的过电压就低。

两点忧虑：

- 静止励磁系统的顶值电压受发电机端和系统侧故障的影响。
- ✓ 对于大容量机组，转子时间常数较大，转子电流要在短路0.5S后才显著衰减。在短路开始的0.5S内，静止励磁方式和他励方式的励磁电流是很接近的。
- 由于短路电流的迅速衰减，带时限的继电保护能否正确动作。
- ✓ 至于高压电网中的重要设备保护动作都在0.1S内，没有必要担心。至于接在地区电网的发电机，短路电流衰减很快，继电保护的配合较复杂，要采取一定的技术措施以保护正确动作。