



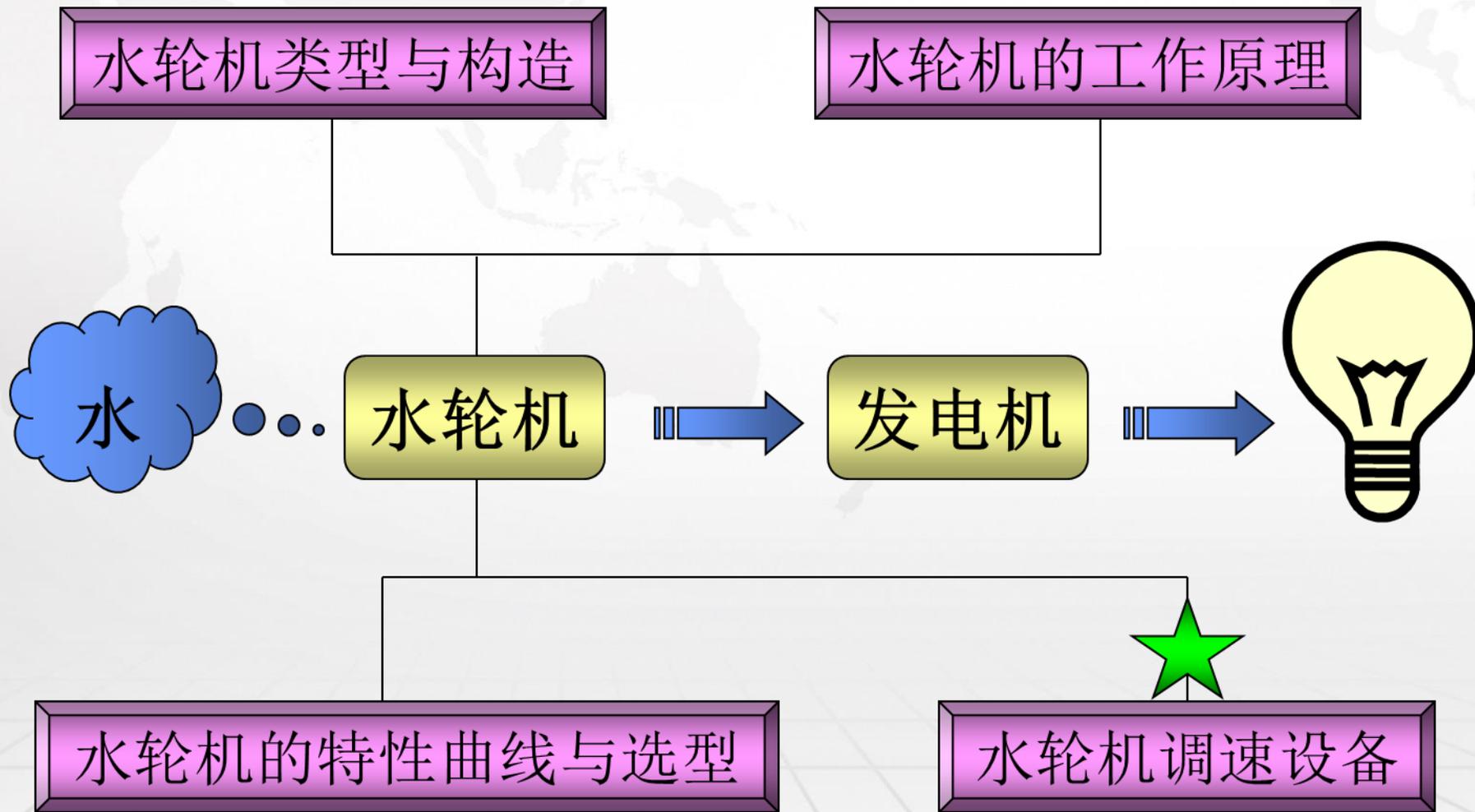
水轮机调节



主讲教师 曹明伟

黄河水利职业技术学院

课前回顾





大渡河干流水电梯级开发方案图

Cascade Development Planning on the Trunk Branch of Dadu River

- 岷江 Min River
- 大渡河 Dadu River
- 尼木足河 Zumazu River
- 梭摩河 Suomo River
- 绵斯甲河 Chousijia River
- 青衣江 Qingyi River
- 大金川 Dajin River
- 小金川 Xiaojin River
- 南桉河 Nanya River



- 达维电站 360MW/12.67亿kWh Dawei Hydropower Station
- 卜寺沟电站 320MW/11.32亿kWh Boshigou Hydropower Station
- 双江口电站 1800MW/62.24亿kWh Shuangjiangkou Hydropower Station
- 金川电站 840MW/32.18亿kWh Jinchuan Hydropower Station
- 巴底电站 1140MW/45.40亿kWh Badi Hydropower Station
- 黄金坪电站 600MW/28.42亿kWh Huangjinping Hydropower Station
- 龚嘴电站 700MW/43.19亿kWh Gongzi Hydropower Station
- 桐街子电站 600MW/32.79亿kWh Tongjieshi Hydropower Station
- 沙坪电站 860MW/36.77亿kWh Shaping Hydropower Station
- 枕头坝电站 460MW/16.20亿kWh Zhenzhuaba Hydropower Station
- 深溪沟电站 680MW/27.21亿kWh Shensixiyou Hydropower Station



敬业奉献的责任担当意识

当代水利人的自豪感



本节重点



◆ 水轮机调节的任务？

◆ 水轮机调节基本原理和途径有哪些？



内容

01



水轮机调节
的任务

02



水轮机调节
的原理

03



水轮机调节
的定义



水轮机调节的任务

PART 01



水轮机调节的任务

系统负荷变化

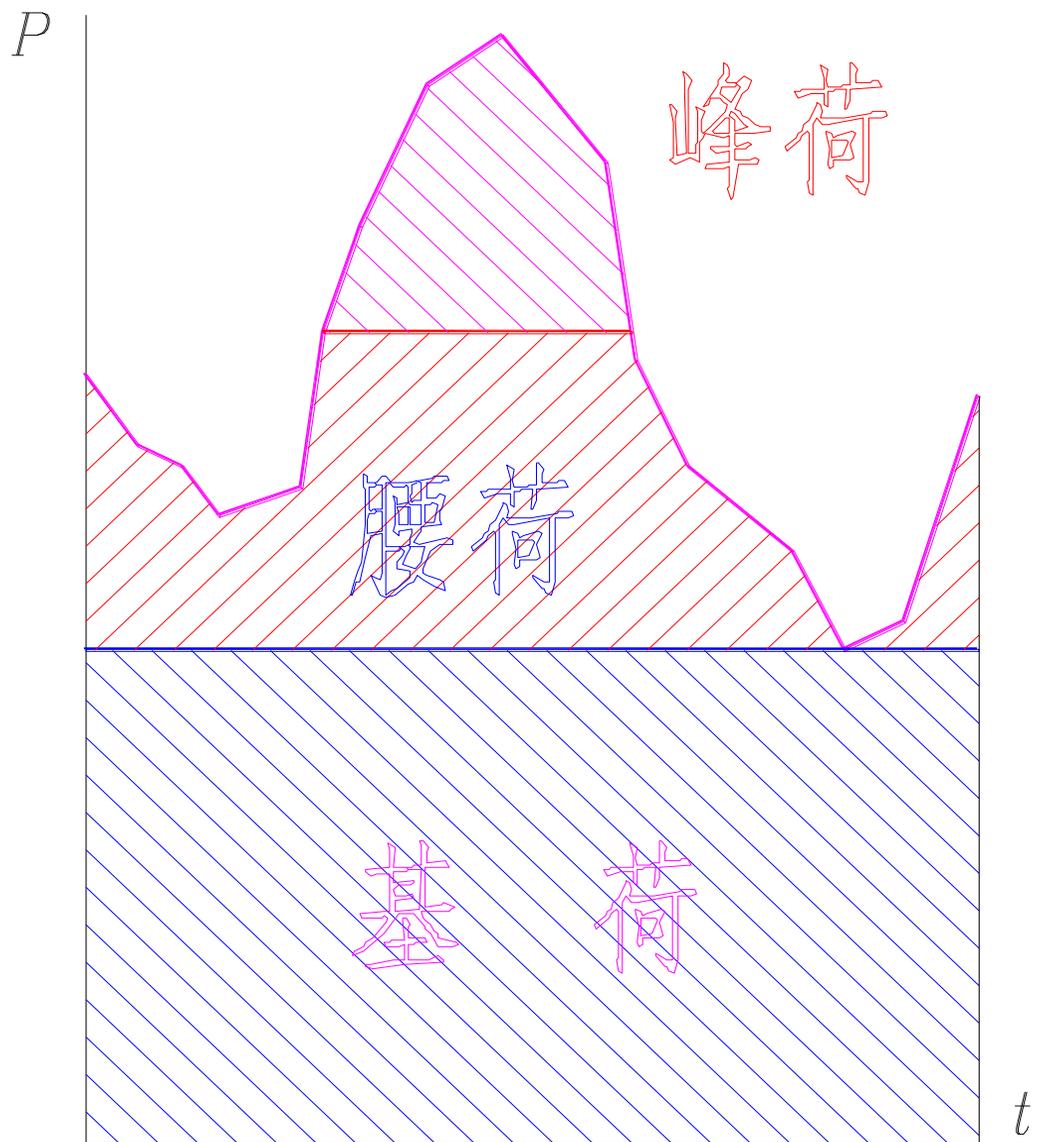
电压变化 → 发电机电压调节系统完成 (自动) 使

$$U = U_{\text{额}}$$

频率变化 f , $f = k(p, n)$, p 不变 , 只有调节转速 n
→ f 稳定 ($f = 50\text{Hz}$) , 由水轮机调速器完成。



水轮机调节的任务



◆ 水轮机调节的任务

- 1、随外界负荷的变化，迅速改变机组的出力；
- 2、保持机组转速和频率变化在规定范围内；
- 3、启动、停机、增减负荷，对并入电网的机组进行成组调节（负荷分配）。

总之，水轮机调节任务为：根据负荷的变化不断调节水轮发电机组的出力并维持机组转速在规定范围内。



水轮机调节的基本原理

PART 02

水轮机调节的基本原理

水轮发电机组的运动方程式为：

$$M_t - M_g = J \frac{d\omega}{dt}$$

式中： M_t ——水轮机主动力矩(水流推动叶片做功)

M_g ——发电机的阻力矩

J ——机组惯性矩；

$\frac{d\omega}{dt}$ ——角加速度；

水轮机调节的基本原理

$$(1) M_t = M_g, \frac{d\omega}{dt} = 0, \omega = c, n = n_e$$

$$(2) N \downarrow \rightarrow M_g \downarrow \rightarrow M_t > M_g \rightarrow \frac{d\omega}{dt} > 0 \rightarrow n \uparrow$$

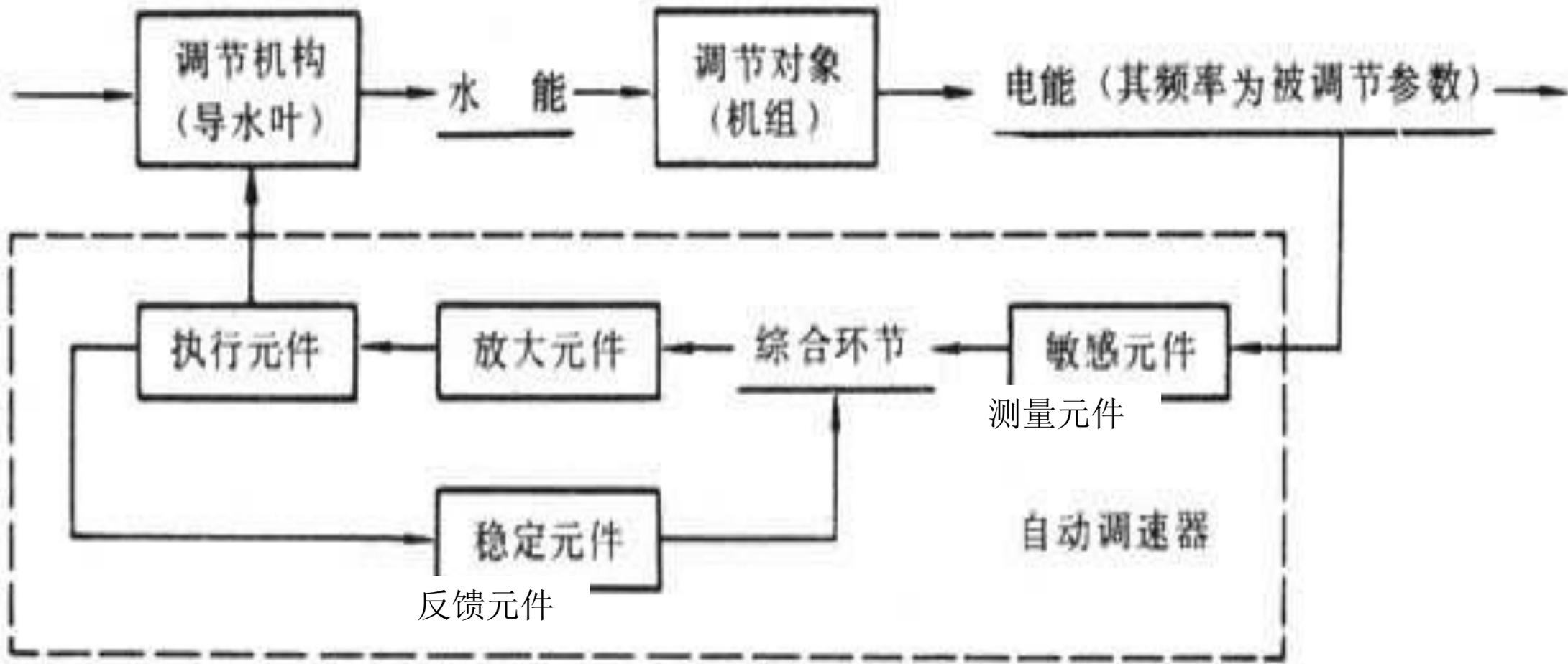
$$(3) N \uparrow \rightarrow M_g \uparrow \rightarrow M_t < M_g \rightarrow \frac{d\omega}{dt} < 0 \rightarrow n \downarrow$$

所以当负荷变化时，应调节 M_t ，使 $M_t = M_g$ ， $n = n_e$

$$\text{又： } M_t \omega = \gamma Q H \eta \Rightarrow M_t = \frac{\gamma Q H \eta}{\omega}$$

要使 $\omega = C$ ，一般不能改变 H 和效率 η ，而是通过改变 Q 而达到改变主动力矩 M_t 的目的。

水轮机调节的基本原理



调速器工作原理图

◆ 水轮机调节的基本原理 •

- **测量机构**：测量机组转速偏差，并把偏差信号转变为位移信号，然后输出。
- **放大机构**：(引导阀+辅助接力器、主配阀+主接力器，二级放大)：位移变化
→油压变化。
- **执行机构**：主接力器，控制导叶开度，改变流量
- **反馈机构**：缓冲器和杠杆机构，当调节使 $M_t = M_g$ 时，反馈信号使调节停止。



水轮机调节的定义

PART 03



水轮机调节的定义

1



调节途径

2



调节实质

3



调节设备

4



调节定义

水轮机调节的定义

调节途径

反击式水轮机

通过改变导叶开度 a_0 （ZZ：同时改变叶片转角）。

冲击式水轮机

通过改变喷嘴开度（针阀行程）

水轮机调节的定义



调节实质

调节转速，是以机组转速的偏差来实现导叶开度的调节。



调节设备

水轮机调速器



调节定义

随着电力系统负荷变化，水轮机相应地改变导叶开度(或针阀行程)，使机组转速恢复并保持为额定转速的过程。



祝您学习愉快！

主讲教师 曹明伟

黄河水利职业技术学院