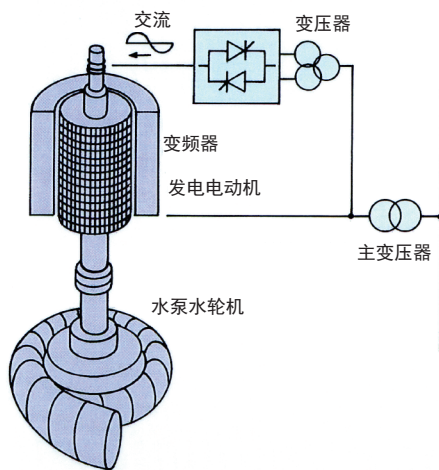


## 可变速扬水发电系统

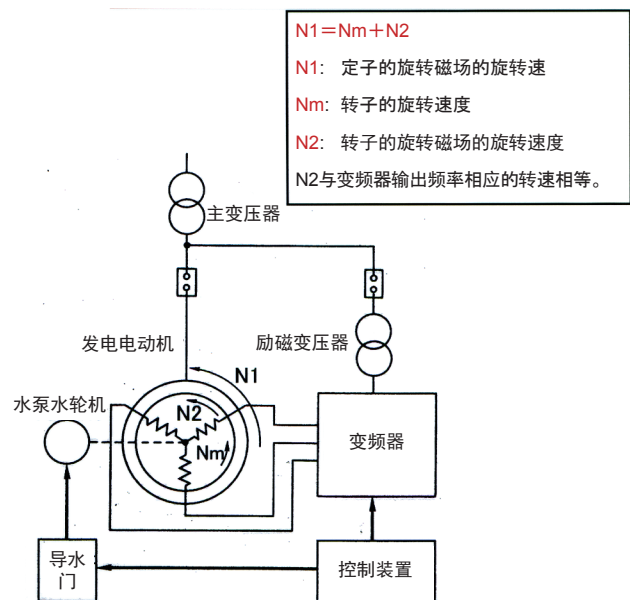
### 特 点

- ◆ 扬水发电站可以大容量、长时间地储存电能,为电力系统的需求平准化、电力系统全体的有效运用作出贡献。但是,过去扬水机器需要以恒定的转速运行,扬水运行时无法进行输入(电力)调整。
- ◆ 通过使用可以改变扬水机器转速的可变速扬水发电系统,可以得到如下益处。
  - 1) 由于可以在夜间以及低负荷时的扬水运行中进行电力调整,可以停止使用过去用于频率调整的火力发电机的加力运行,为电力系统的经济运行、CO<sub>2</sub> 减排作出贡献。
  - 2) 可以吸收风力以及太阳能发电等可再生能源的发电输出变动,提高电力系统的稳定度。  
→ 促进可再生能源的引进。
  - 3) 峰值负荷时的发电运行中,通过使轮机在最佳转速下运行,可以提高在局部负荷下的效率。
  - 4) 电力以及电压的调整在瞬间完成,可以在电力系统变动时实现稳定。

### 概要 or 原理



可变速扬水发电系统构成图



可变速运行的原理说明

- 1) 发电电动机的转子为圆筒型,施加了三相绕组。
- 2) 通过频率变换器对该转子施加低频的三相交流电流,在转子上产生旋转磁场,其转速( $N2$ )与变换器输出的电流频率成正比。
- 3) 旋转磁场的转速  $N2$  被加到转子的旋转速度  $Nm$  上,与静止侧的定子的旋转磁场  $N1$  保持同步,其关系为  $N1 = Nm + N2$ 。即转子速度的变化量与转子上产生的旋转磁场弥补了与同步速度的差,使发电机的定子输出的电力能够保持恒定的频率。
- 4) 转速的变化大致为  $\pm 5 \sim 8\%$  左右,可以对扬水运行时的输入在  $60\% \sim 100\%$  范围内进行调节。

- ◆ 由于可以停止夜间等低负荷时用于调整系统频率的火力发电机的加力运行，可削减石油类、煤炭等化石燃料的消耗。  
 说明：要调整系统频率，需要调整发电输出或耗电量，使发电输出与耗电量相等。夜间等电力需求较少的时间带，火力、水力发电机多数都停止运行，发电输出的调整余量变小。以往不得不通过控制每台具有调节输出功率能力的火力发电设备的输出功率，并同时运行多台设备，来确保需求变动时的调节能力，而这种方式的能效很低，但通过引进可变速扬水发电系统，可在夜间需求变动时通过扬水机调节，因此可减少上述火力发电站运行设备的数量，削减化石燃料的消耗。
- ◆ 在发电运行模式下，该装置可通过改变转速在较低输出功率的条件下运行，并可扩大输出功率的调节范围。  
 S 解释：经常认为通过泵输送的储存系统是一个功率调节装置，并可作为系统稳定器使用，当其他功率源在最小输出运行条件下从系统意外断开时，能通过提高输出以确保必要的电量。由于可调速泵储存系统可在比常规泵储存系统的输出更低的输出条件下运行，并在其最小值和最大值（额定）之间具有更大的功率调节范围，因此可减少泵储存系统中的运行机组数量，以及下次泵运行所需电量，该装置预计可降低化石燃料成本和二氧化碳排放量。
- ◆ 通过上述的化石燃料消耗削减，可减少 CO<sub>2</sub> 的发生量，并获得经济效果。
- ◆ 基于 CO<sub>2</sub> 减排目的而开展了风力以及太阳光等可再生能源的引进，但是由于是使用自然能源，其输出受到了天气等因素的左右而不稳定，随着可再生能源比率的增大，系统的频率调整变得困难。  
 尤其是在夜间的风力发电量较多的地区，可以通过可变速扬水发电系统来吸收这一变动的发电输出，为系统的稳定作出贡献。
- ◆ 发电运行时，通过轮机以最佳速度运行，可提高部分负荷运行时的效率约 3% 左右。
- ◆ 变换器的输出电流相位可通过矢量控制在瞬间发生变化，可以在瞬间改变发电电动机的有效电力、无效电力（发电时、扬水运行时）。这样一来，便可通过控制电力系统振荡，以及在电压波动时通过相当于静止无功补偿器（SVC）的高速控制来增减无效电力，达到控制电压波动的目的。
- ◆ 可变速扬水发电系统的应用中，用于稳定系统频率的飞轮发电系统也已被投入实用。在作为独立系统的冲绳电力，随制铁所的电弧炉运行停止而发生的电力变动会使频率也发生变动，为此而设置飞轮发电机，将电力变动作为转子以及飞轮的旋转能源加以储存、释放，以稳定系统频率。

### 引进实绩或预定

- 日本国内**
- 东京电力 矢木泽发电站 85MVA 1990 年（开始世界最初的运行）
  - 东京电力 盐原发电站 360MVA 1995 年
  - 电源开发 奥清津第二发电站 345MVA 1996 年
  - 电源开发 山原海水扬水 31.5MVA 1999 年
  - 冲绳电力 中城湾变电站 26.5MVA 飞轮发电机 1996 年（应用商品）
  - 东京电力 葛野川发电所 机组 4 475MVA 预计在 2014 年 6 月开始投入商业运行
  - 北海道电力 京极发电站 机组 1 230MVA 2014 年 10 月开始投入商业运行
  - 北海道电力 京极发电站 机组 2 230MVA 2015 年开始投入商业运行