第6章　水轮发电机组的自动程序控制

1. 机组自动程序控制的任务、要求及图例符号
2. 机组润滑、冷却、制动及调相压水系统的自动化
3. 机组自动程序控制原理
4. 机组保护及信号

6.1　机组自动程序控制的任务和要求

1、机组自动程序控制的任务

应用计算机技术、自动控制技术和检测技术，借助于自动化元件及装置，组成一个不间断进行的操作过程，代替生产过程中所有手动操作，实现机组调速操作系统、励磁操作系统和油、气、水辅助设备系统的逻辑控制和监视，从而实现单机生产流程的自动化。

机组自动化又是实现全厂生产过程综合自动化的基础。因此，机组自动化系统应有良好的通信接口与其它系统进行数据交换。



2、机组自动程序控制的要求

- 根据一个操作指令，机组能迅速、可靠地完成各种工况的转换；
- 当机组或辅助设备（如调速器、励磁调节器和油、气、水系统）出现事故或故障时，应能迅速准确地进行诊断，或将机组解列，或用报警系统向运行人员指明事故（或故障）的性质和部位，指导运行人员进行处理；
- 作为全厂综合自动化的基础，机组自动化系统（LCU）应能方便地与其他系统进行通信，从而实现对机组的远方控制和经济运行；
- 根据全厂自动化系统的指令，完成机组有功和无功功率的调整；
- 系统应简单、可靠，并方便运行人员进行操作。

3、机组自动系统的图例及符号

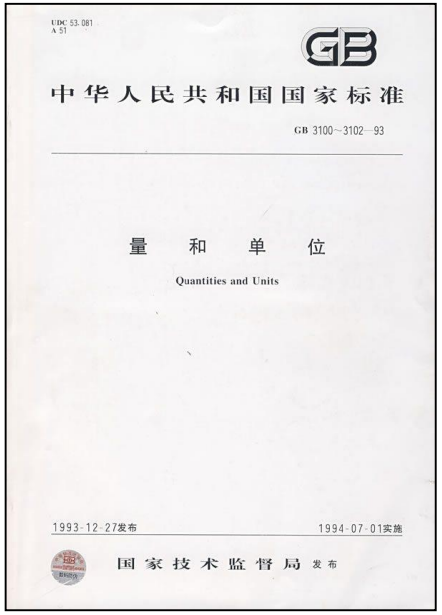
机组自动控制机械液压系统图和电气接线图中的所有元件都是用国家标准规定的图形符号（图例）和文字符号来表示。

（1）图形符号

图形符号通常用于表示一个设备或概念的图形或标记。图形符号应符合中华人民共和国国家标准：**GB3100---3102---86 (93)**（量和单位）等有关规定。







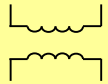
常用的图形符号如下：



交流伺服电动机

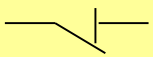


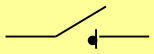
直流伺服电动机

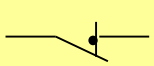

双绕组变压器


三绕组变压器


继电器常开接点


继电器常闭接点


带灭弧装置的动合接点


带灭弧装置的动断接点


信号灯


延时闭合的动合接点

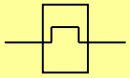

延时打开的动合接点

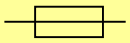

延时打开的动断接点

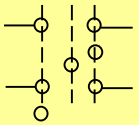

延时闭合的动断接点

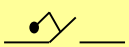

具有动合自复归的按钮


具有动断自复归的按钮

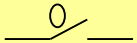

温度继电器、热元件

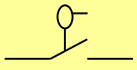

熔断器


选择按钮


转速信号器接点

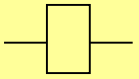

压力信号器触点


温度信号器触点


浮子信号器触点


示流信号器触点


连接片


继电器、接触器磁力起动线圈

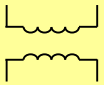
图形符号均按无电压、无外力作用的状态示出。在这种状态下断开、在外力作用下趋于闭合的接点称为动合（常开）接点；反之，称为动断（常闭）接点。



交流伺服电动机



直流伺服电动机



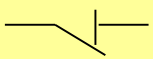
双绕组变压器



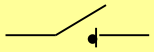
三绕组变压器



继电器常开接点



继电器常闭接点



带灭弧装置的动合接点



带灭弧装置的动断接点



信号灯



延时闭合的动合接点



延时打开的动合接点



延时打开的动断接点



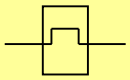
延时闭合的动断接点



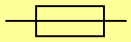
具有动合自复归的按钮



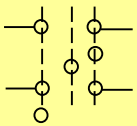
具有动断自复归的按钮



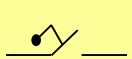
温度继电器、热元件



熔断器



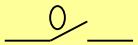
选择按钮



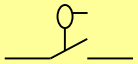
转速信号器接点



压力信号器触点



温度信号器触点



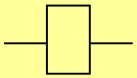
浮子信号器触点



示流信号器触点



连接片



继电器、接触器磁力起动线圈

交流伺服电机属于控制类电机。伺服的基本概念是准确、精确、快速定位。它的转速受输入信号控制，并能快速反应，在自动控制系统中，用作执行元件。

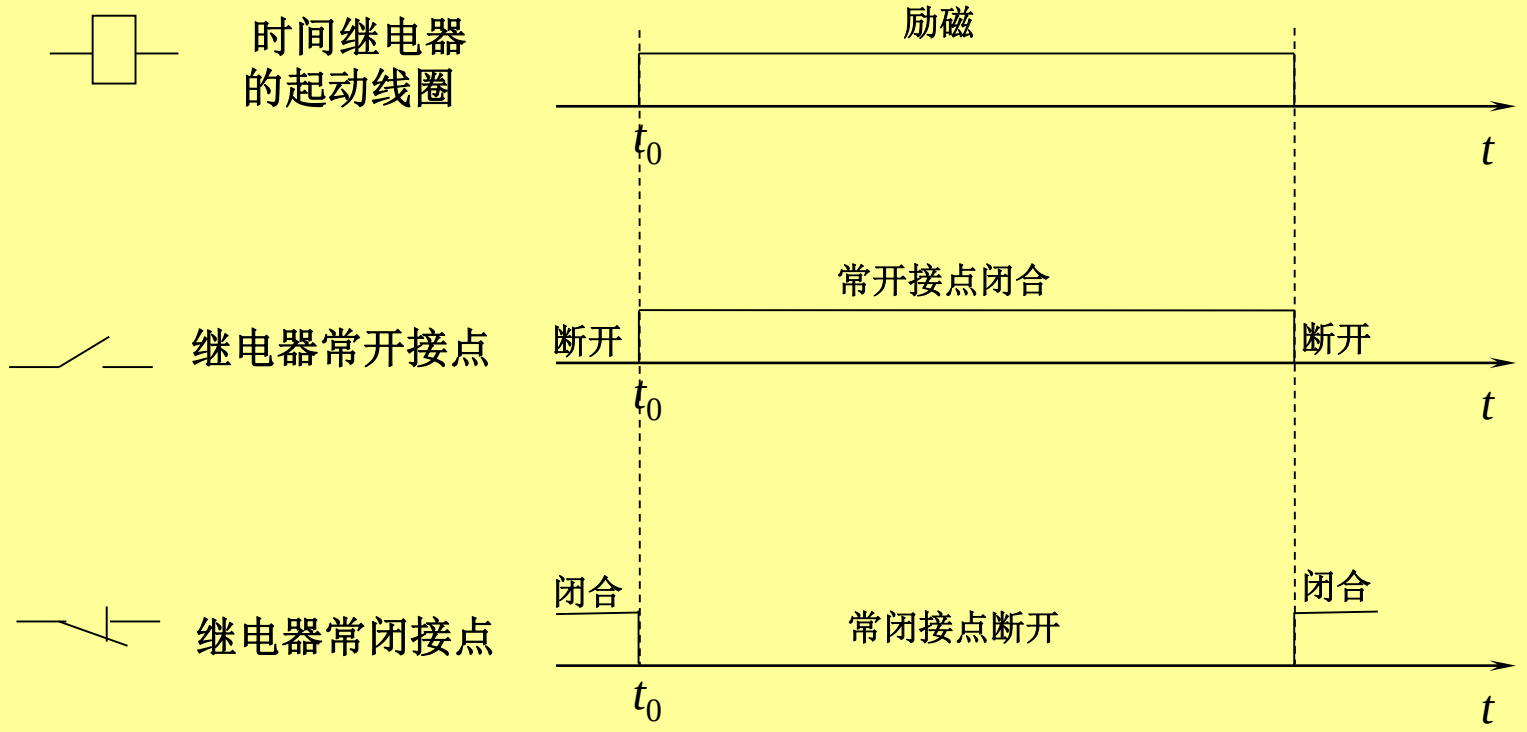
具有自复归的按钮就是一般的启动和停止开关，其原理就是按下后它的触头原来接通的断开了，原来断开的接通了，当手松开后又回到原来的状态。



动断触点就是常闭触点，正常情况下闭合，有外部动作或者信号时候断开。 动合触点则相反，正常情况下断开，有外部动作时候闭合。

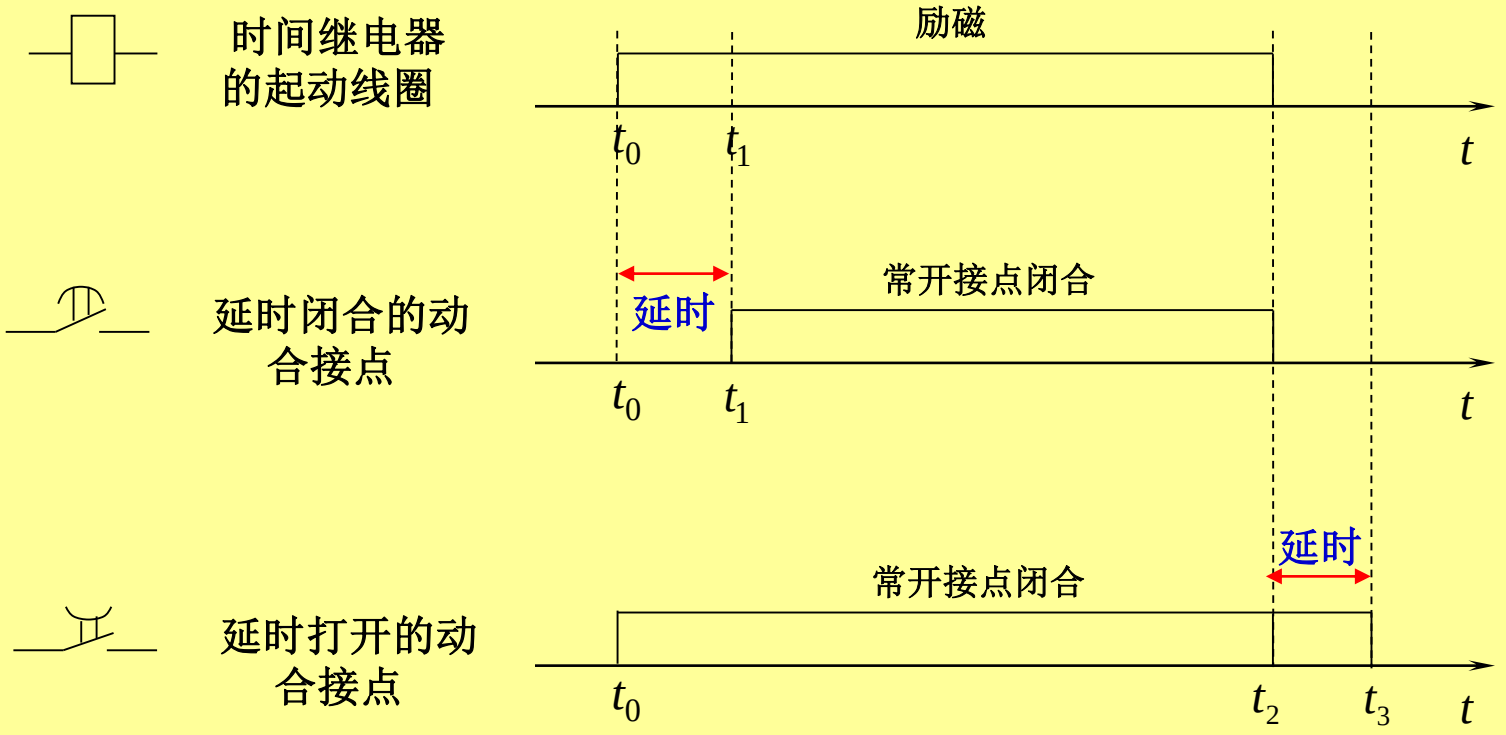
- 延时闭合的动合触点：未通电前常开，通电后延时闭合；
- 延时断开的动合触点：未通电前常开，通电后立即闭合，(断电时)延时断开；
- 延时闭合的动断触点：未通电前常闭，通电后立即断开，(断电时)延时闭合；
- 延时断开的动断触点：未通电前常闭，通电后延时断开。

时间继电器动作时序图：



图中： t_0 为时间继电器起动线圈的励磁时刻；

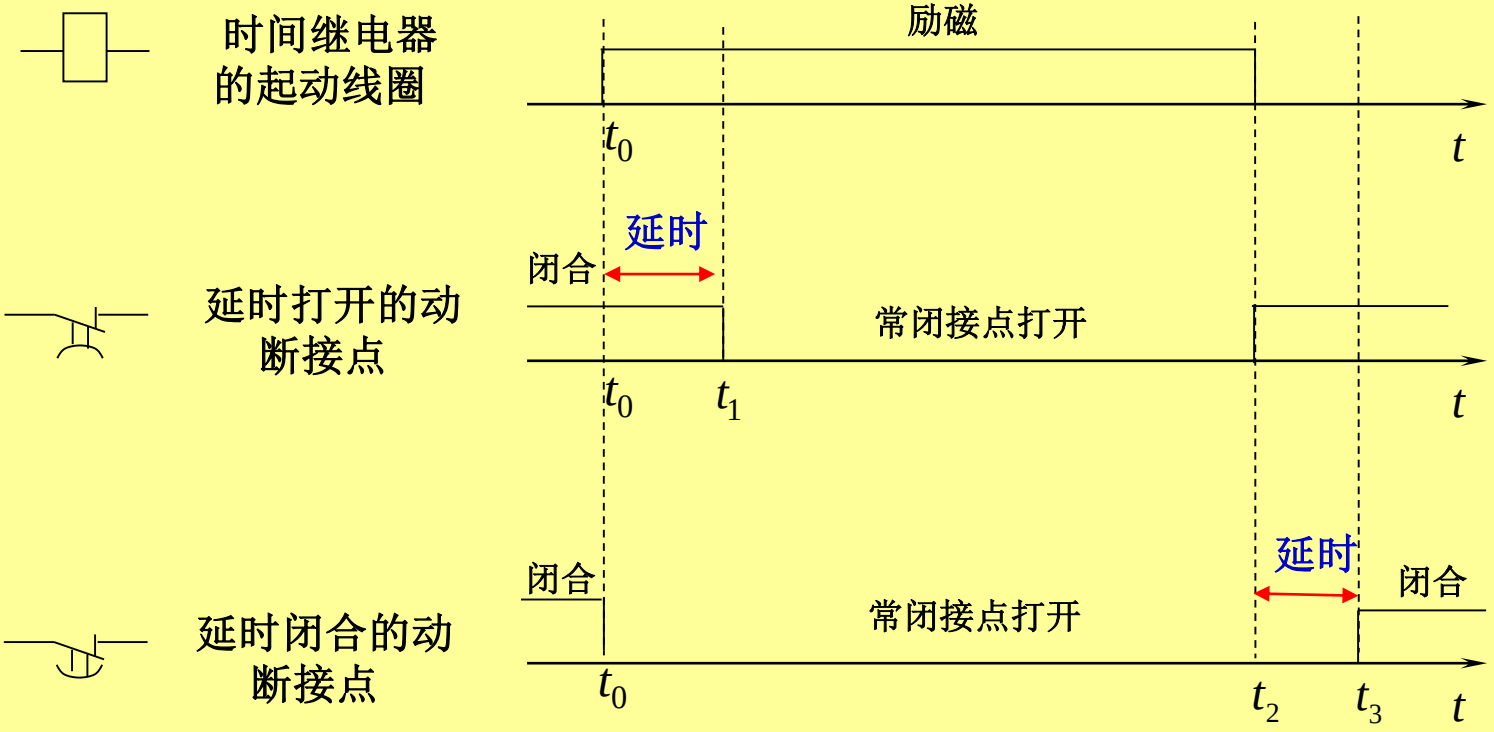
时间继电器动作时序图：



图中： t_0 为时间继电器起动线圈的励磁时刻；

$T = t_1 - t_0$（t_3-t_2）为时间继电器的延时时间。

时间继电器动作时序图：



图中： t_0 为时间继电器起动线圈的励磁时刻；

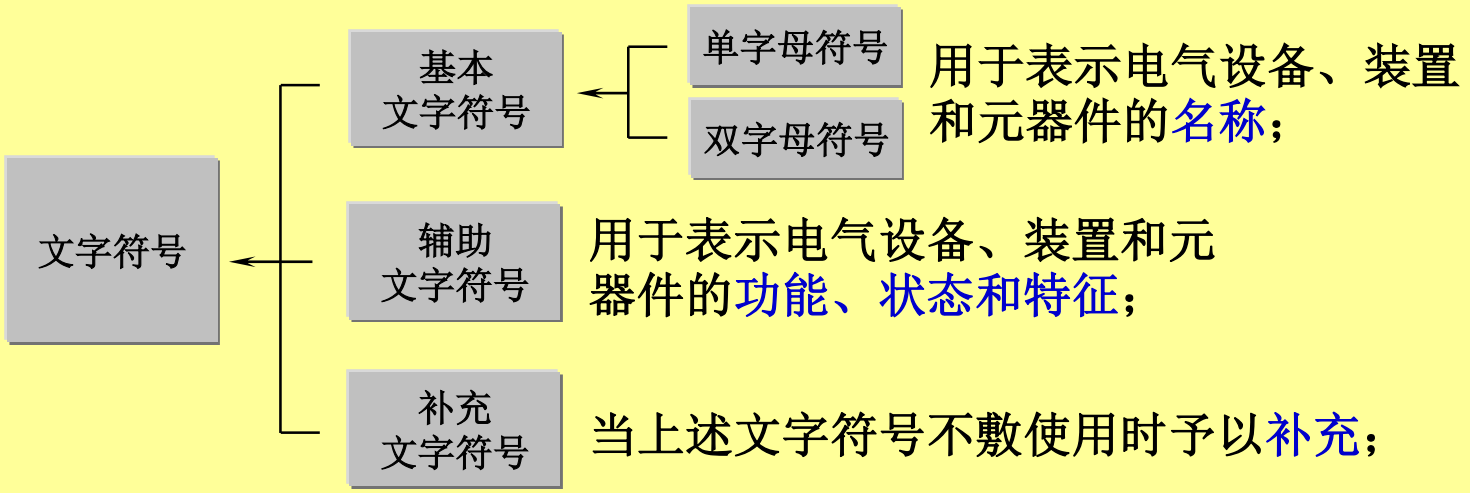
$T = t_1 - t_0$（t_3-t_2）为时间继电器的延时时间。

（2）文字符号

文字符号用于表示电气设备、装置或元器件的名称、功能、状态或特征，还可以作为限定符号与一般图形符号组合使用，以派生新的电气图形符号。

文字符号应符合国家标准GB-7159-87《电气技术中的文字符号制定通则》的主要特点，即通用性特点。

文字符号的构成：



（A）基本文字符号

（a）单文字符号

用23个拉丁字母（为避免混淆，不采用I，J，O字母），将各种电气设备、装置和元器件划分为23大类，在各种文字符号的表示中，应优先采用单字母符号。如：

C — 电容器；　　H — 信号元件；

L — 电感（抗）器；　　K — 继电器、接触器；

M — 电动机；　　G — 发电机；

T — 变压器；　　F — 保护元件（FU熔断器、 QF断路器）；

B — 非电量到电量变换器（BP压力、BF液位）。

避免混淆：I与1、J与G，O与0（零）

（b）双文字符号

当单字母符号不能满足电气设备、装置和元器件的分类时，可采用双文字符号进行更详细的表述。

双文字符号由一个表示种类的单文字符号（基本大类）与另一个单字母符号（具体细类）组成。如：

GB — 蓄电池；　其中，G — 电源，B — 非电量到电量变换器；

QF — 断路器；　其中，Q — 开关，F — 保护元件；

（B）辅助文字符号

用于表示电气设备、装置和元器件，以及线路的功能、状态和特征。

如：　SYN — 同步；　ON — 开启；　RED — 红色。

（a）辅助文字符号可放在表示种类的单文字符号后面，组成双字母符号。 如：

KT — 时间继电器；　其中，K — 继电器，　T — 时间；

MD — 直流电动机；　其中，M — 电动机，　D — 直流；

注意到，当辅助文字符号需要由多个字母组成时，允许只采用其中第一位字母进行组成，使文字符号简单，但应具有通用性。

（b）辅助文字符号可单独使用。如：

OFF — 断开；　SYN — 同步。

（C）补充文字符号

当GB规定的基本文字符号和辅助文字不敷使用时，可采用补充文字符号进行表征，但必须满足如下原则：

- 在不违背上述文字符号编制原则条件下，可采用国际标准中规定的电气技术文字符号；
- 在优先采用GB标准中规定的文字符号前提下，可补充标准中未列出的双字母符号和辅助文字符号；
- 文字符号应按有关电气名词术语、国家标准或专业标准中规定的英文术语编写而成。

其它电气符号见：http://baike.cntronics.com/abc/3365

序号 元件名称 新符号 旧符号

1 继电器 K J

2 电流继电器 KA LJ

3 负序电流继电器 KAN FLJ

4 零序电流继电器 KAZ LLJ

5 电压继电器 KV YJ

6 正序电压继电器 KVP ZYJ

7 负序电压继电器 KVN FYJ

8 零序电压继电器 KVZ LYJ

9 时间继电器 KT SJ

10 功率继电器 KP GJ

11 差动继电器 KD CJ

12 信号继电器 KS XJ

13 信号冲击继电器 KAI XMJ

14 继电器 KC ZJ

15 热继电器 KR RJ

16 阻抗继电器 KI ZKJ

17 温度继电器 KTP WJ

18 瓦斯继电器 KG WSJ

19 合闸继电器 KCR或KON HJ

20 跳闸继电器 KTR TJ

21 合闸 继电器 KCP HWJ

22 跳闸 继电器 KTP TWJ

23 电源监视继电器 KVS JJ

24 压力监视继电器 KVP YJJ

25 电压 继电器 KVM YZJ

26 事故信号 继电器 KCA SXJ

27 继电保护跳闸出口继电器 KOU BCJ

28 手动合闸继电器 KCRM SHJ

29 手动跳闸继电器 KTPM STJ

30 加速继电器 KAC或KCL JSJ

31 复归继电器 KPE FJ

32 闭锁继电器 KLA或KCB BSJ

33 同期检查继电器 KSY TJJ

34 自动准同期装置 ASA ZZQ

35 自动重合闸装置 ARE ZCJ

36 自动励磁调节装置 AVR或AAVR ZTL

37 备用电源自动投入装置 AATS或RSAD BZT

38 按扭 SB AN

39 合闸按扭 SBC HA

40 跳闸按扭 SBT TA

41 复归按扭 SBre或SBR FA

42 试验按扭 SBte YA

43 紧急停机按扭 SBes JTA

44 起动按扭 SBst QA

45 自保持按扭 SBhs BA

6.2　机组润滑、冷却、制动及调相压水系统的自动化

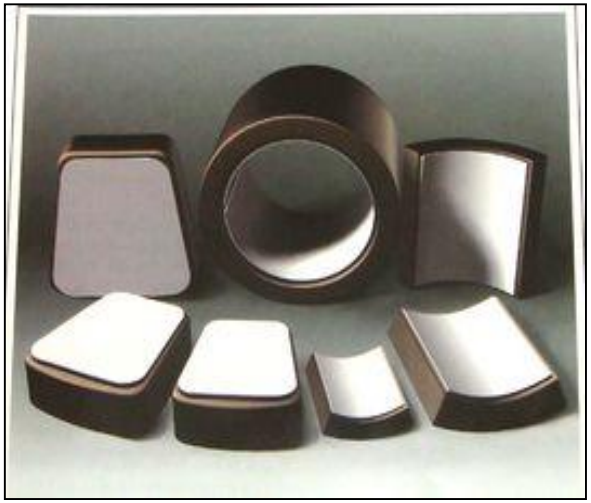
1、机组润滑和冷却系统的自动化

（1）水轮机轴承润滑和冷却

水轮机的轴承常采用巴氏合金轴瓦和橡胶轴瓦。

（A）巴氏合金轴瓦

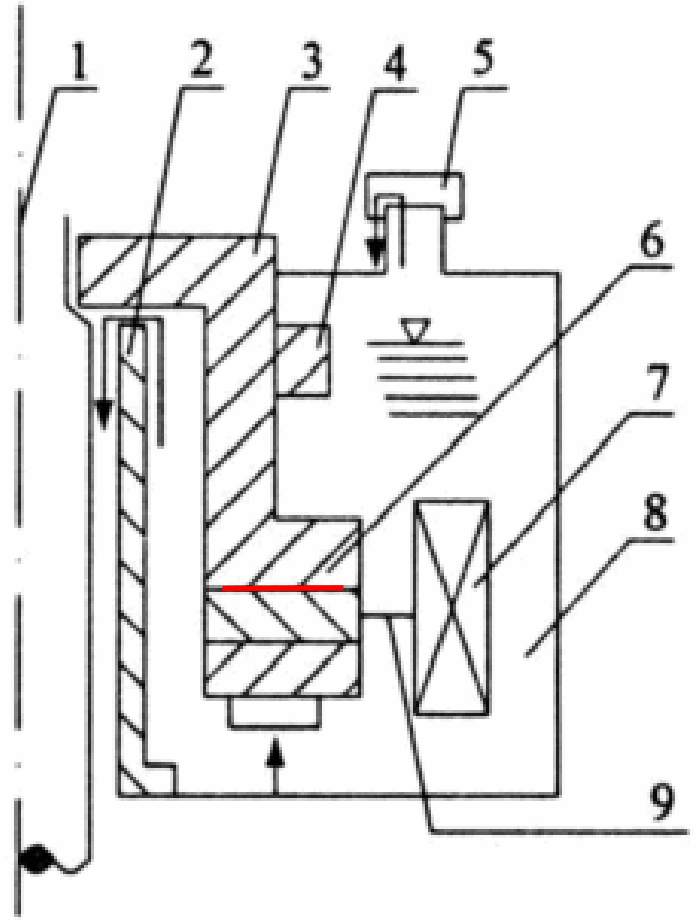






巴氏合金轴瓦采用油润滑，轴瓦因摩擦产生的热量靠轴承内油冷却器的循环冷却水带走。这种方式要求轴承油槽内的油位保持一定高度，且轴瓦的温度不应超过规定的允许值。

- 冷却水中断时，不要求立即停机；
- 当温度越限时，则根据越限的程度发出故障报警或事故停机信号；
- 为了节约用水，冷却水只在开机运行时才投入。



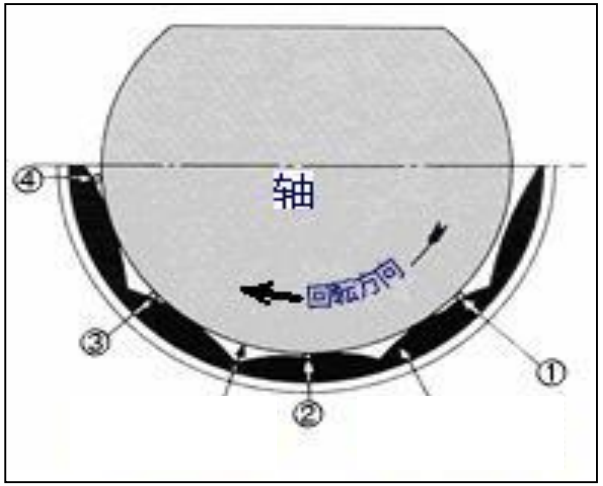
1-主轴　2-挡油管　3-推力头
4-导瓦　5-通气装置　6-镜板
7-冷却器　8-油槽　9-挡油板

（B）橡胶轴瓦

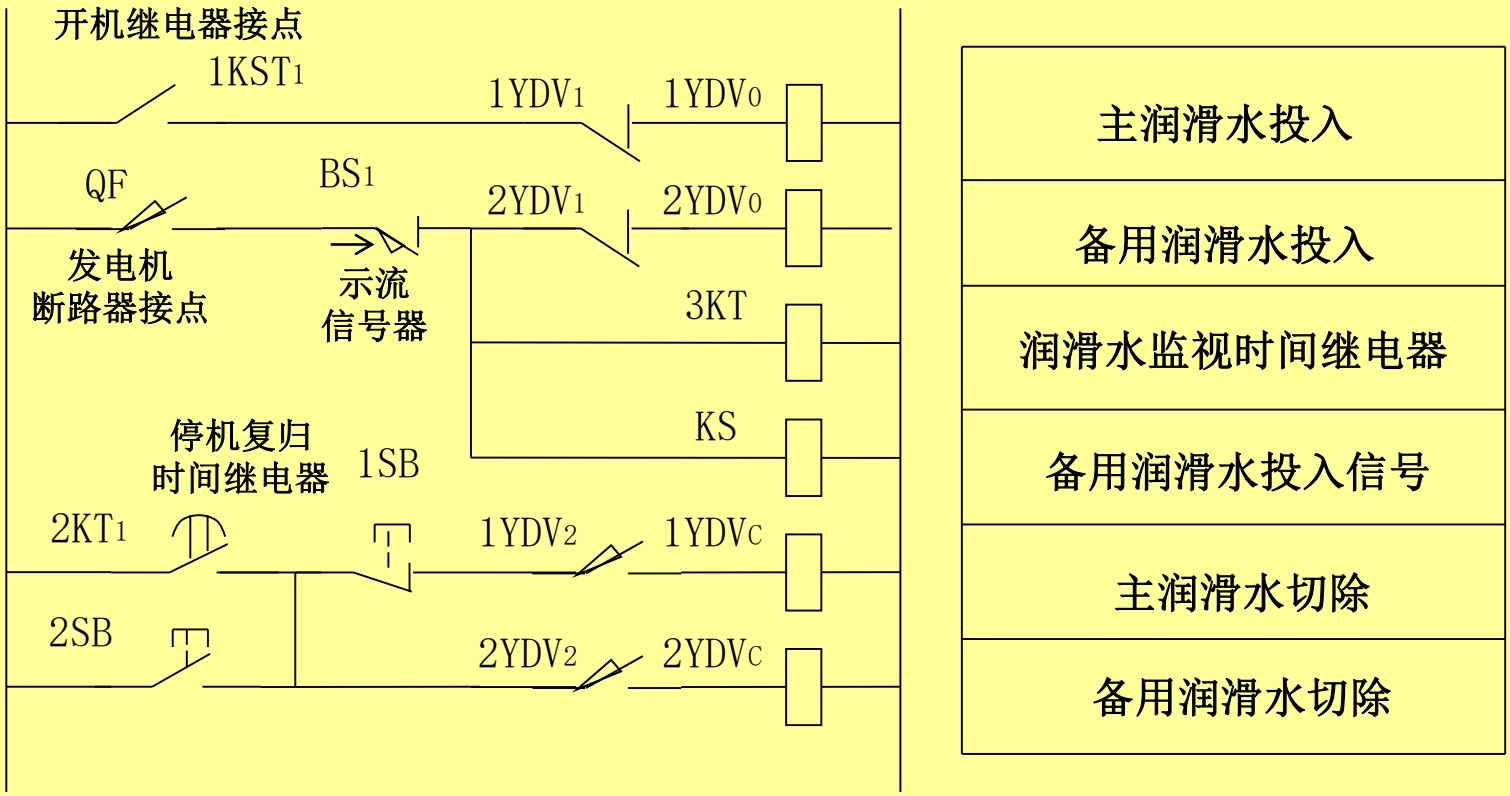
橡胶轴瓦采用水进行润滑和冷却。这种方式要求润滑水不得中断，否则会引起轴瓦温度急剧上升，导致轴承损坏。因此在主润滑水投入出现故障时，需立即投入备用润滑水，并发出报警信号；如果备用水电磁阀启动后，仍无水流，则经过一定时限（3KT:2~3s）后作用于事故停机。







橡胶轴瓦润滑和冷却控制电路如下图：



1YDV0—润滑水投入电磁阀线圈；　2YDV0—备用润滑水投入电磁阀线圈；

1YDV1—润滑水投入电磁阀接点；　2YDV1—备用润滑水投入电磁阀接点；

1YDVC—润滑水切除电磁阀线圈；　2YDVC—备用润滑水切除电磁阀线圈。

（2）发电机冷却

发电机运行时内部会产生大量的热量，为了将这些热量带走，也需要冷却系统。发电机一般有空气冷却和水内冷两种冷却方式。发电机冷却对自动化系统的要求是保证冷却水的供应。

（A）空气冷却方式

空气冷却通常采用密闭式自循环通风，即借助于在空气冷却器中循环的冷风带走发电机内部的热量。而空气冷却器则靠循环的冷却水进行冷却。

- 冷却水由机组总冷却水电磁配压阀控制，电磁配压阀随机组的开机和停机而打开和关闭；
- 冷却水的投入情况采用示流信号器监视，中断时发故障信号，但不作用于停机。

（B）水内冷方式

水内冷方式通常采用经过处理的循环冷却水直接通入发电机转子绕组、定子绕组的空心导线内部和铁芯中的冷却水管，将热量带走。

采用水内冷方式时，对冷却水的水质、水压和流量有严格的要求，故需单独设置供水系统。

短时间的冷却水中断都可能导致发电机温度急剧上升，因此对供水可靠性的要求要严格得多。一般有主、备用水源，可以互相切换，冷却水中断超过一定时限后要作用于事故停机。





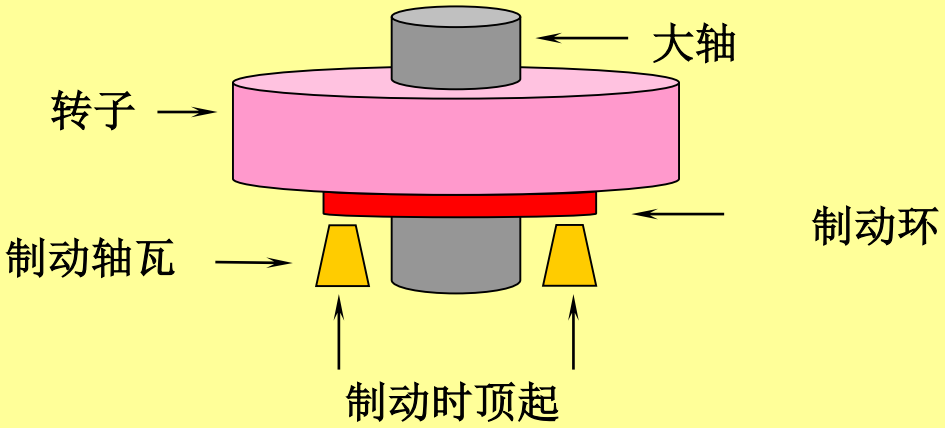
2、机组制动系统的自动化

机组与系统解列后，由于转子的巨大转动惯量储存着较大的机械能，若不采取制动措施，则转子将需很长时间才能完全停下来。这样，不仅延长了停机时间，而且使机组在较长时间内处于低速运转状态，对推力轴瓦造成危害。因此有必要采取制动措施。

常用的制动措施有：机械制动、水力制动和电气制动三种：

（A）机械制动

当机组转速下降到额定转速的35%左右时，用压缩空气顶起装设于发电机转子制动环下面的制动轴瓦，对机组进行制动。其所以不在发停机令的同时就加闸是为了减少闸瓦的摩损。



传统机械制动具有如下缺点：

①金属粉尘污染机组

②机械故障卡涩

③其他安全运行隐患



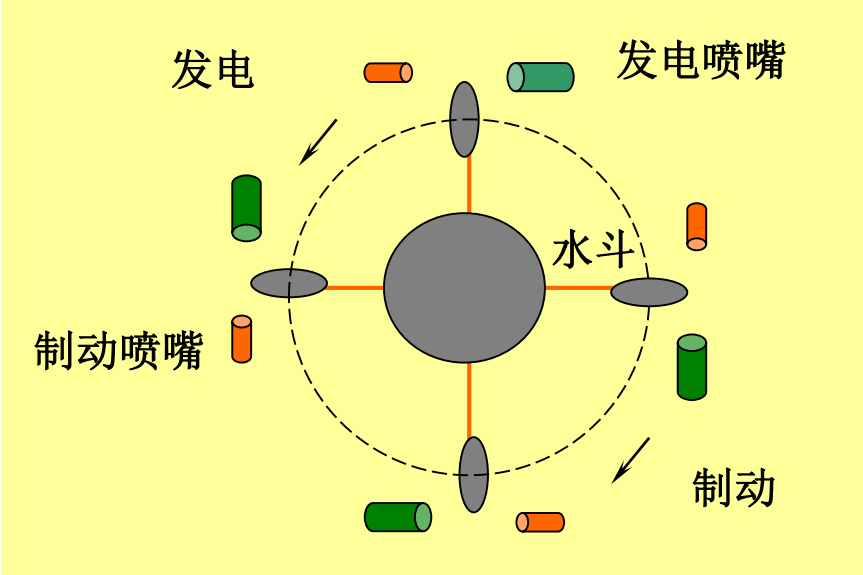


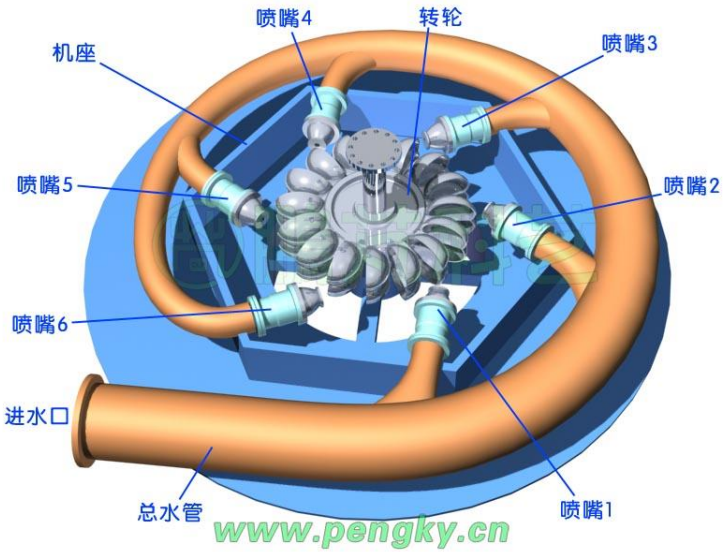




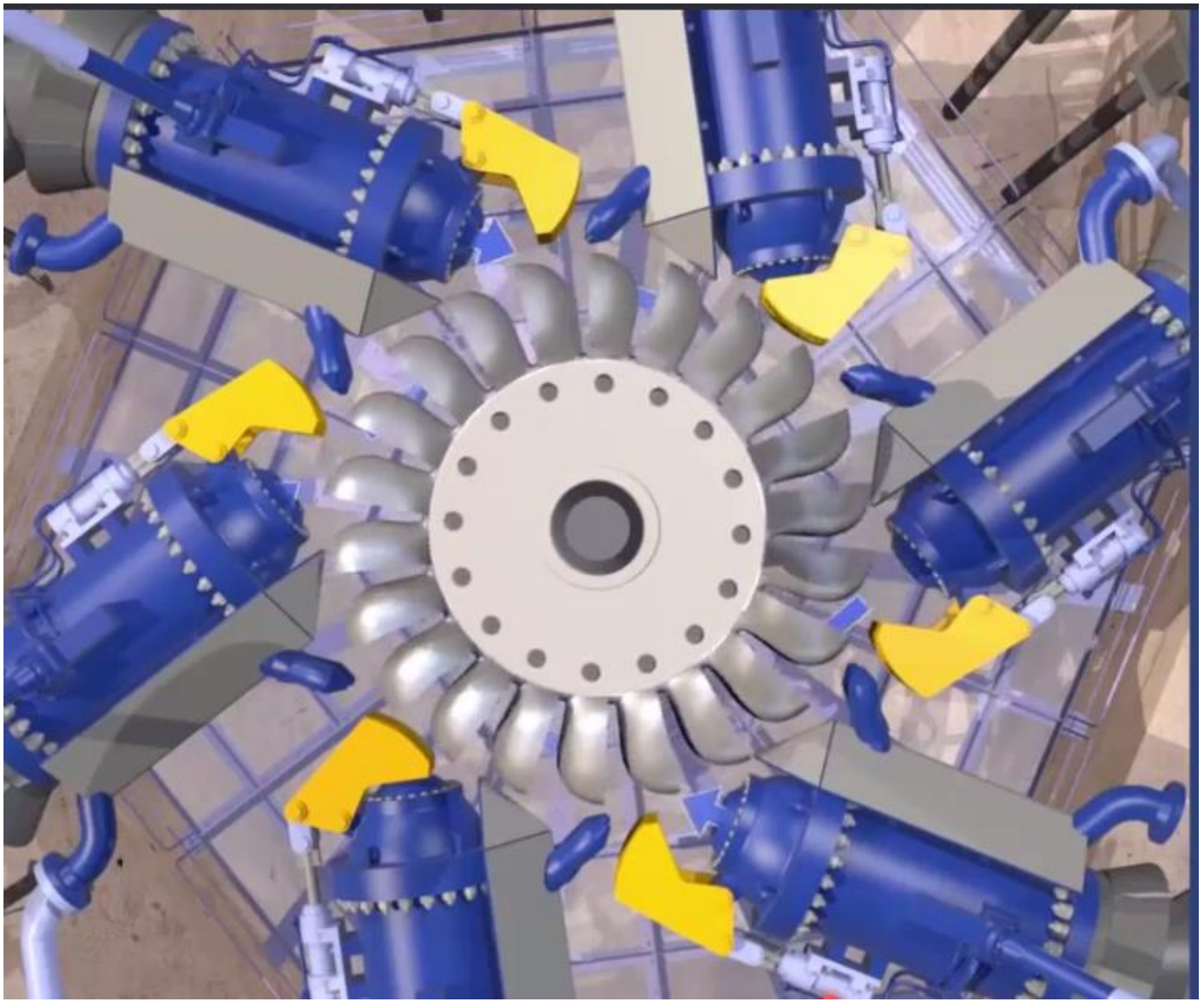
（B）水力制动

在冲击式机组上设置专门的制动喷嘴，停机时打开制动喷嘴，将水流射到水斗的背面以进行制动，这样就可以在停机一开始就进行制动以缩短停机时间。

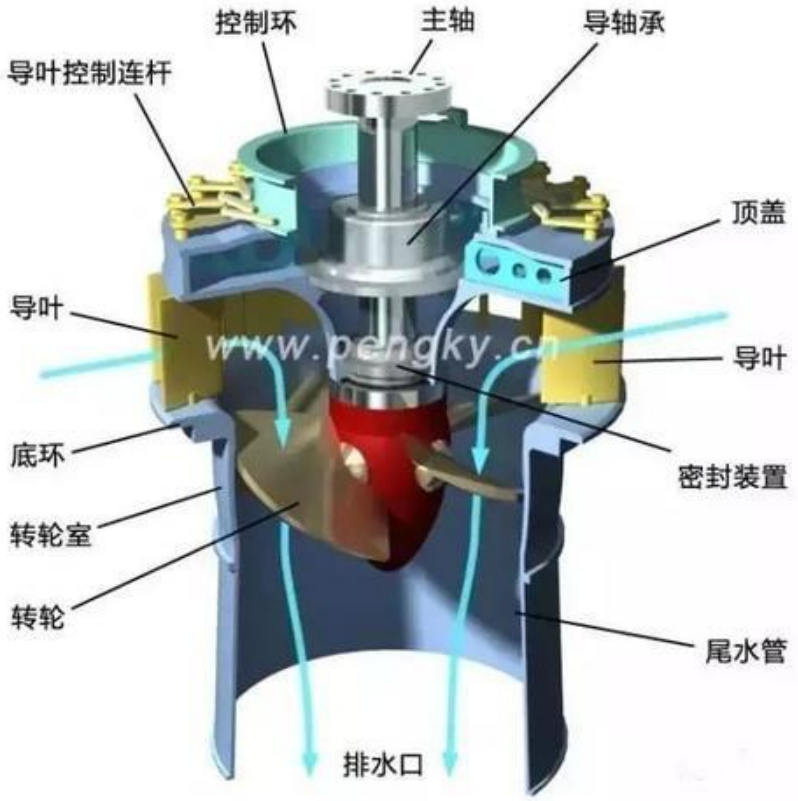


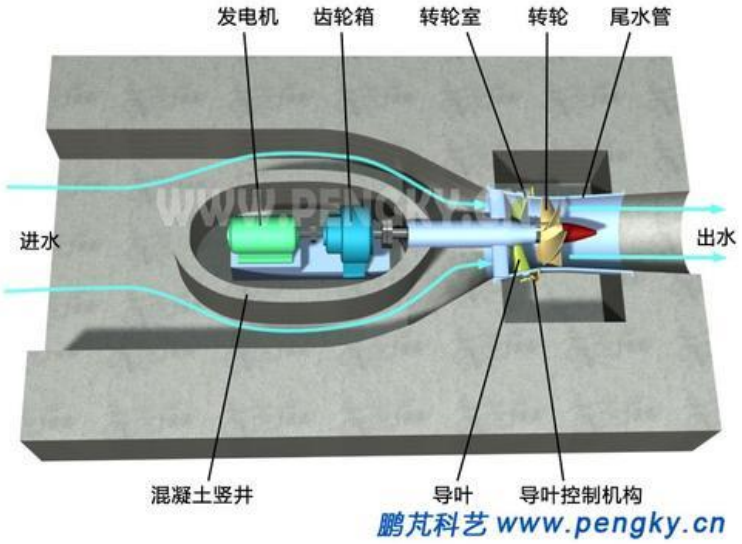


冲击式水轮工作原理



此外，在机组调相结束后，需先把转轮室充水，利用水的阻力使得机组快速的停下来，这也是一种水力制动。





（C）电气制动

设置三相短路电阻，在停机时通过专用开关，将三相短路电阻接入发电机定子回路，以实现电气制动。电气制动是电机停转过程中，产生一个与转向相反的电磁力矩，作为制动力使电动机停止转动。电气制动的方法包括反接制动、能耗制动、电容制动等。

电气制动具有如下优点：安全、环保、简便、高效

在设置有开、停机液压减载的机组上，由于在开、停机时起动高压油泵，将高压油注入推力轴瓦间隙中，故轴瓦即使在低转速下仍有一定厚度的油膜，不会在半干（或干）摩擦状态下运行。此时，为了减轻制动闸瓦的摩损，可考虑在机组转速下降到额定转速的10%再加制动，不过这样将延长停机时间。

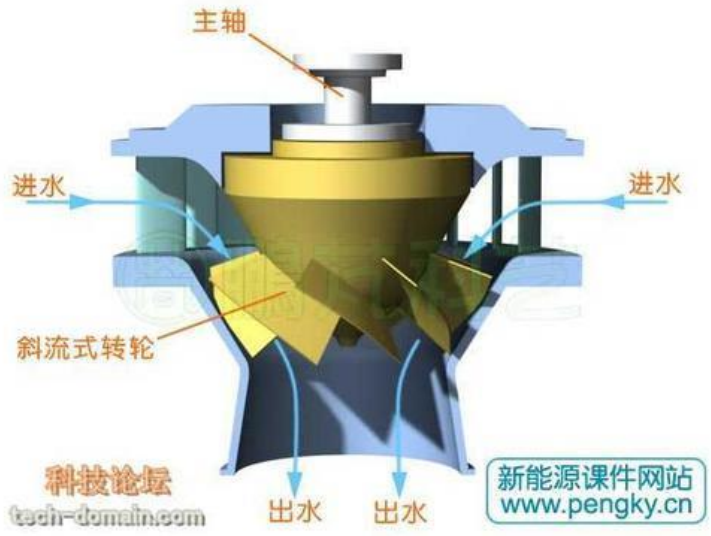
在机组转动部分完全静止后，应撤除制动，以便于下次机组启动；

在停机过程中，若遇导叶剪断销被剪断，有些导叶失去控制而处于全开位置，为了能使机组停下来，就不应撤除制动。

3、机组调相压水系统的自动化

当电力系统缺乏无功时，可以利用闲置的水电机组作调相机组运行。此时，机组从系统吸收少量有功功率，而向系统输出较多的无功功率。

机组作调相运行时，水轮机导叶是全关的，为了减少水的阻力和电能损耗，必须将转轮室的水位压低，使转轮在空气中旋转。



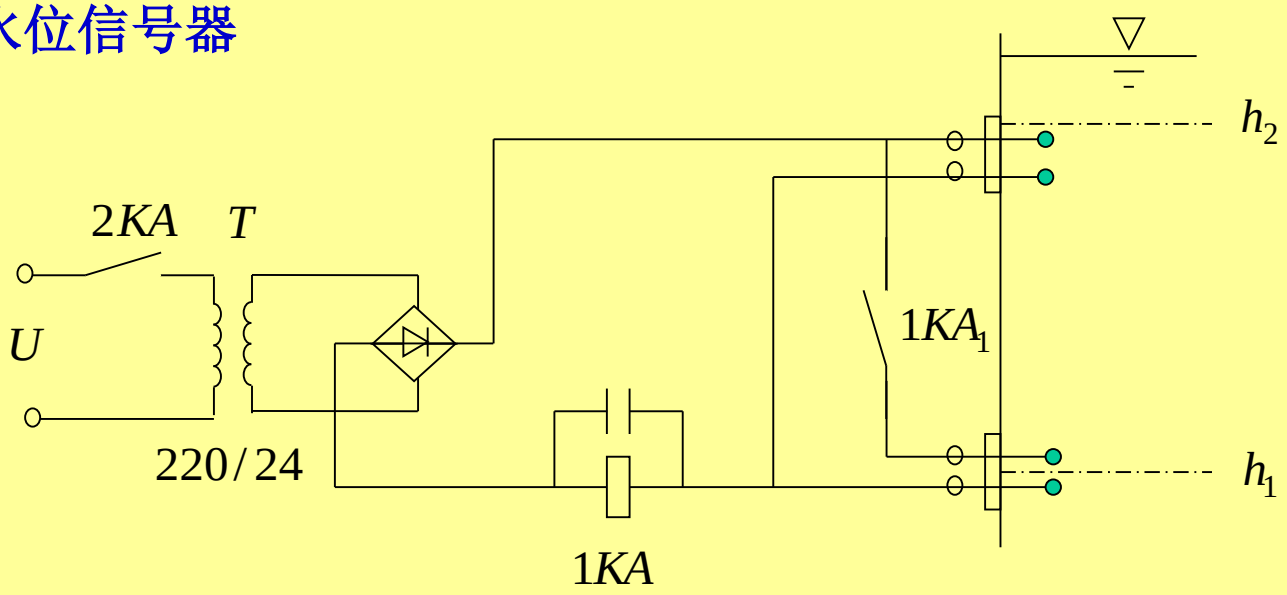


对机组调相压水系统自动化的要求是：

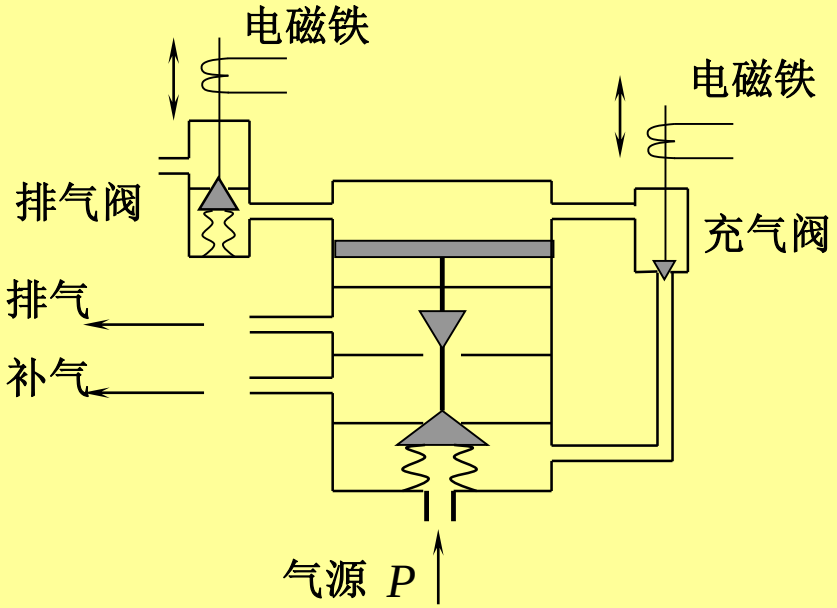
- 当机组转为调相运行时，打开给气的电磁空气阀，将压缩空气送入转轮室将水位压低；
- 当机组转轮室水位低于转轮的位置高度时，关闭给气阀，停止送入压缩空气；
- 由于漏气等原因，转轮室的水位可能再次上升到转轮的位置高度，这就需要再次打开给气阀，将水位降低。


4号机调相压水供气管

电极式水位信号器

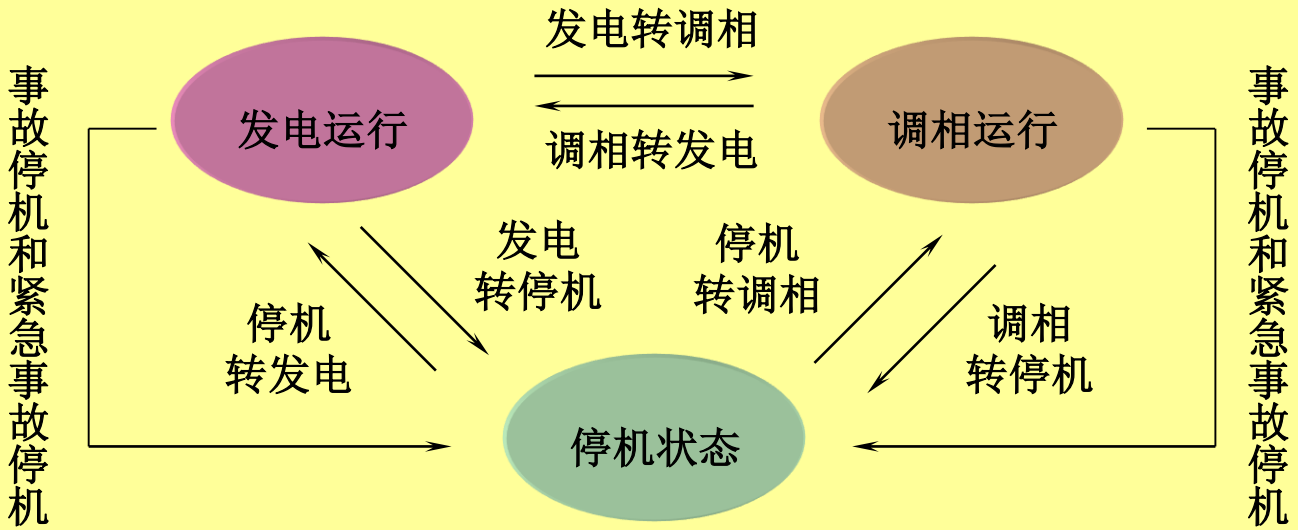


电磁空气阀

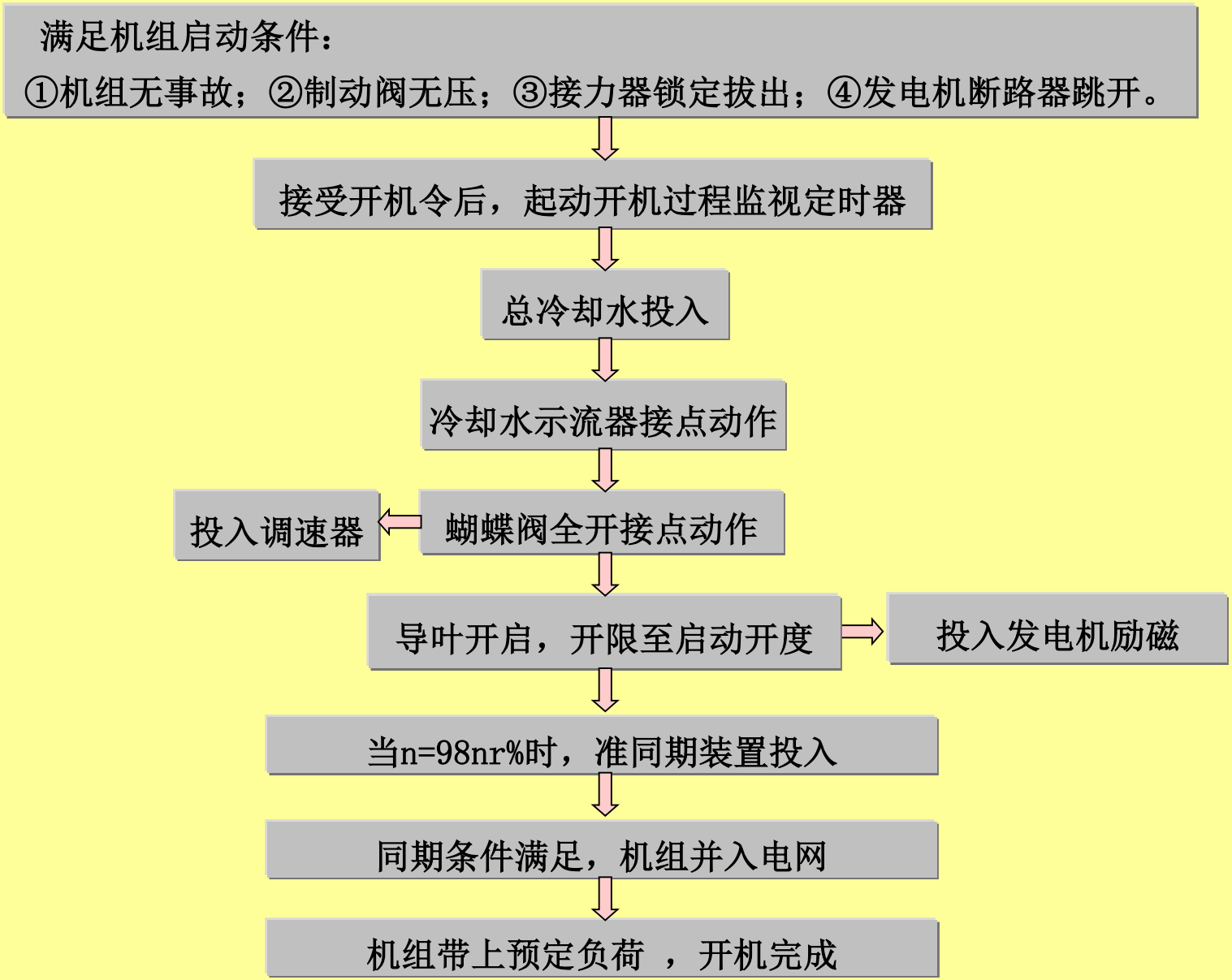


6.3 机组自动程序控制原理

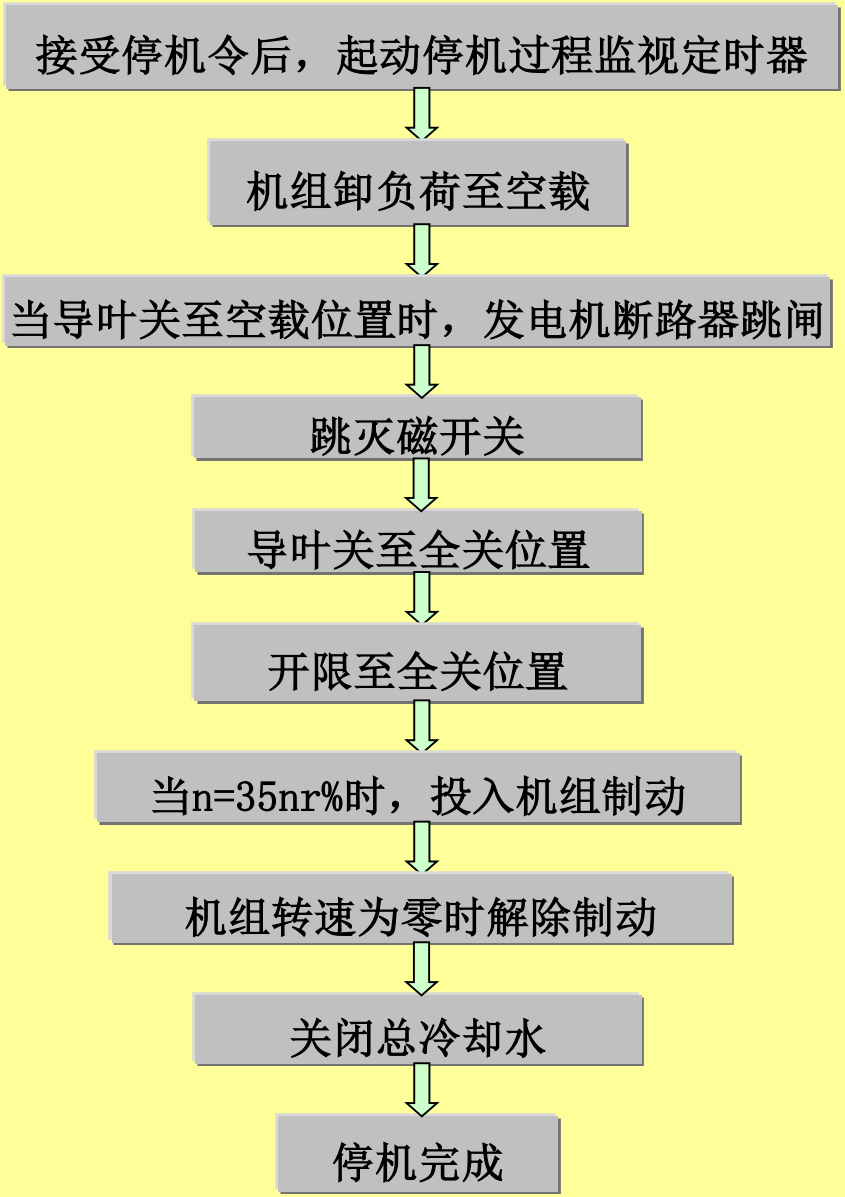
机组控制系统的自动化，包括机组启动、停机、调相及其工况转换等操作的自动化。



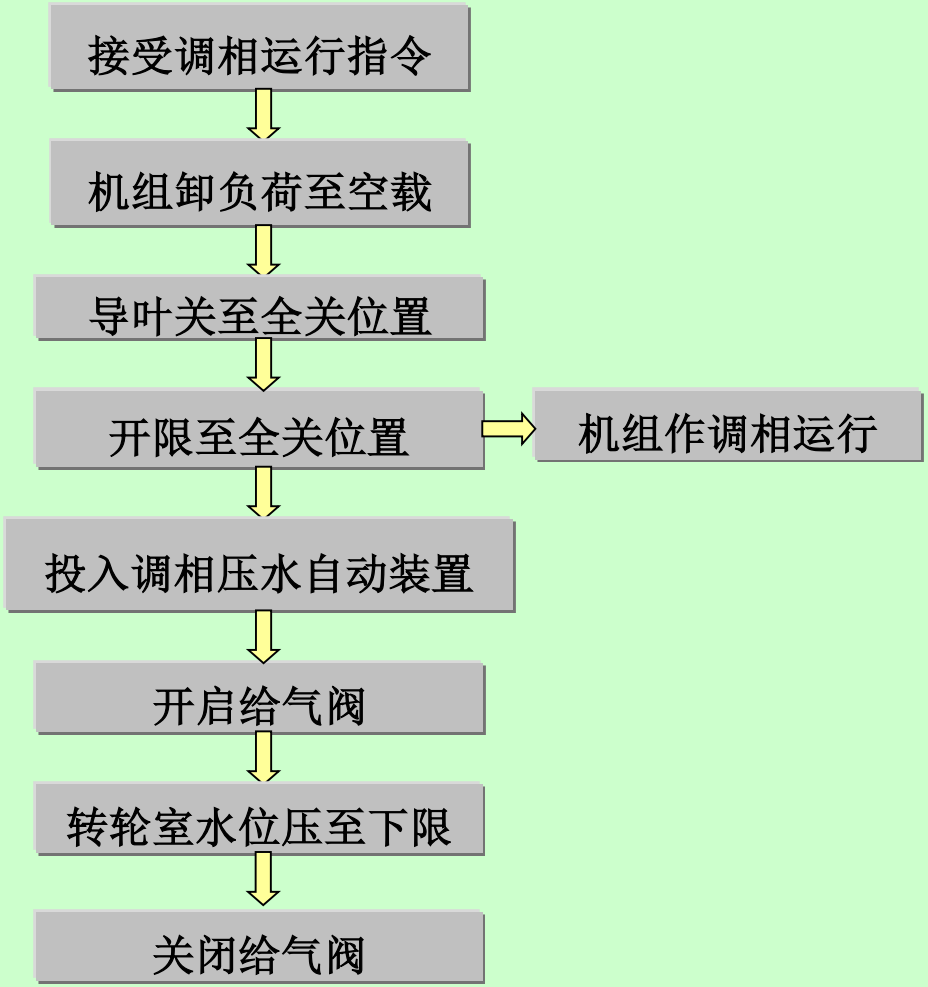
1、机组起动操作程序


满足机组启动条件：
①机组无事故；②制动阀无压；③接力器锁定拔出；④发电机断路器跳开。
接受开机令后，起动开机过程监视定时器
总冷却水投入
冷却水示流器接点动作
蝴蝶阀全开接点动作
投入调速器
导叶开启，开限至启动开度
投入发电机励磁
当n=98nr%时，准同期装置投入
同期条件满足，机组并入电网
机组带上预定负荷 ，开机完成

2、机组停机操作程序


接受停机令后，起动停机过程监视定时器
机组卸负荷至空载
当导叶关至空载位置时，发电机断路器跳闸
跳灭磁开关
导叶关至全关位置
开限至全关位置
当n=35nr%时，投入机组制动
机组转速为零时解除制动
关闭总冷却水
停机完成

3、机组发电转调相操作程序



4、机组自动程序控制中的几个问题

（1）高压油顶起装置

高压油顶起装置用高压油将镜板(推力轴承中与推力瓦构成动压油膜润滑、承受轴向荷载的结构部件)**顶起，以便在推力瓦和镜板之间建立承载油膜，成为短时运行的静压轴承，保证轴承安全运行。其主要作用是：**



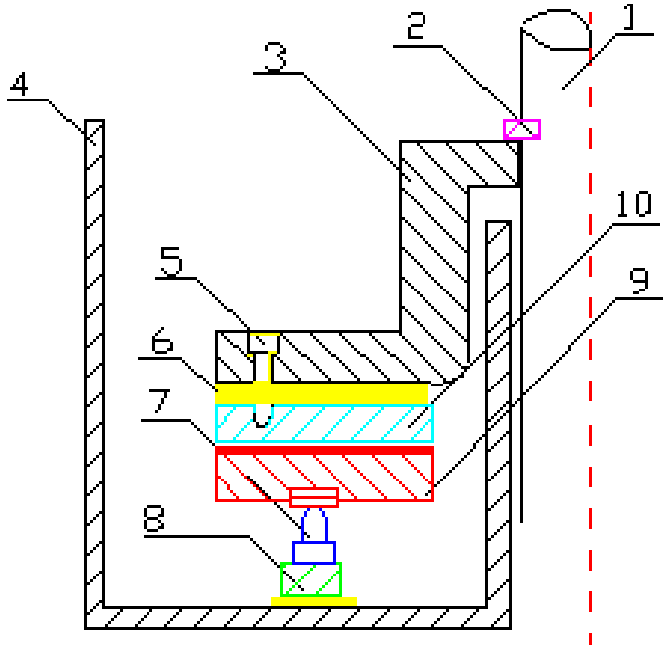


- 在机组开、停机过程中的低速运转时，减少轴承的负载(高压油承担了一部分)，从而降低轴承的摩擦系数；
- 在机组担任调峰负荷运行时，增加轴瓦的油膜厚度，以确保轴瓦运行的安全。

机组起动前，先起动高压油顶起装置的高压油泵，当轴瓦上的油压到达给定值时，表明推力头(将轴向力从主轴传递给推力轴承镜板的部件）已被顶起，然后起动机组。当机组转速到达90%n_r时，推力瓦和镜板之间的油膜已经形成，方可切除油泵。

在机组的停机过程中，当机组转速小于90%n_r时，应起动高压油顶起装置高压油泵，待机组停稳后方可切除油泵。

设置高压油顶起装置后，为了减少机组制动时对闸瓦的磨损，可将制动的转速由原来的35%n_r下降到10%n_r。



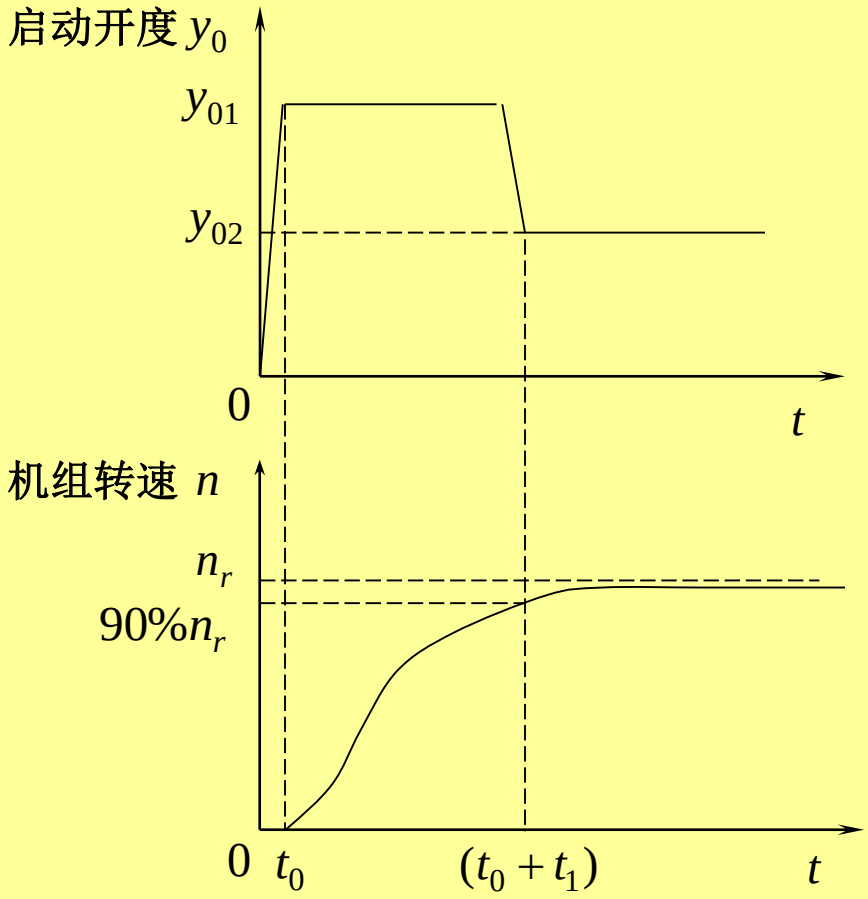
1、主轴
2、卡环
3、推力头
4、上机架油盆
5、联接螺栓
6、绝缘垫
7、抗重螺栓
8、抗重板
9、推力瓦
10、镜板

（2）多段开机特性

自动化系统一般根据机组水头**h**自动确定相应的机组导叶启动开度 $y_0 = f(h)$ 。但是，为了使机组能够快速开机，自动化系统应设置多段开机特性。机组的两段开机特性如下图所示：

首先将导叶开至第一段开度y_{01}，使机组转速快速上升，延时 t_1 秒后再将导叶关至第二段开度 y_{02}（即空载开度）。

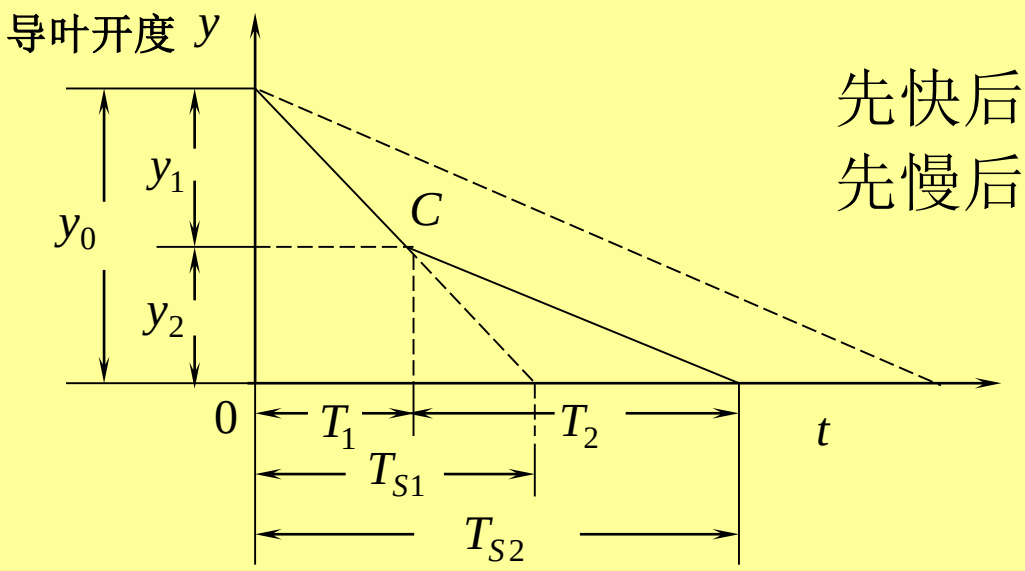
所谓空载开度是指此开度下，机组空载时的转速在额定转速 n_r 附近。显然，空载开度是随机组水头 h 的变化而变化的(***N=KQh***)。



（3）分段关闭

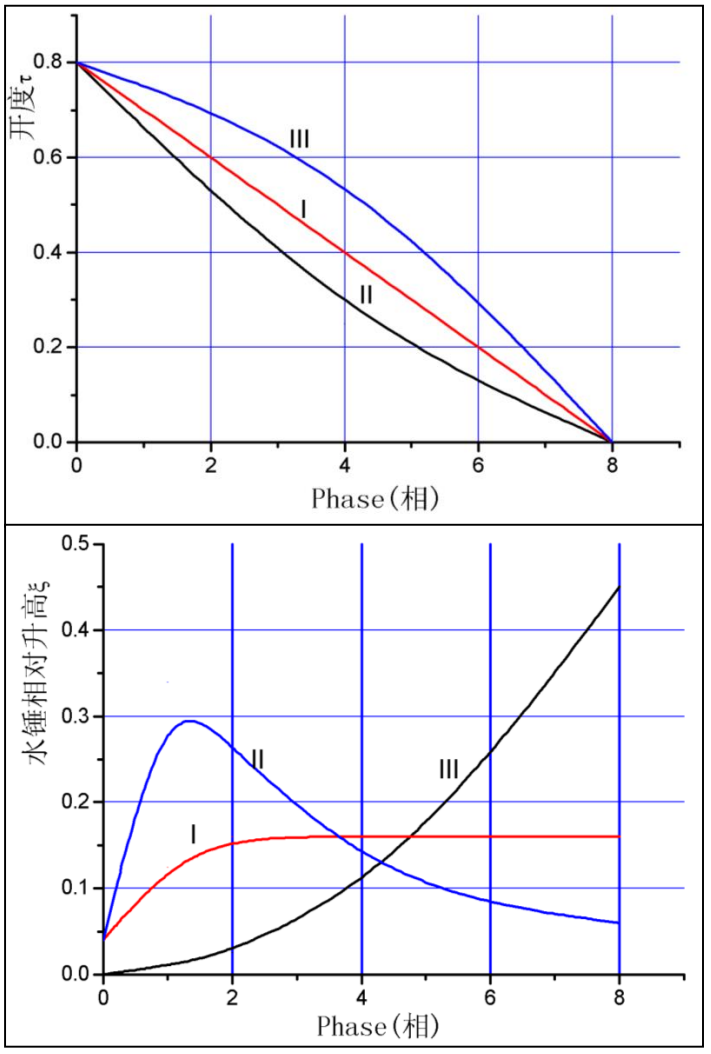
为了防止机组在紧急停机过程中由于快速关闭导叶而引起抬机和过水系统中的压力过高(水锤)，自动化系统可设置分段关闭装置。

机组的两段关闭特性如下图所示：

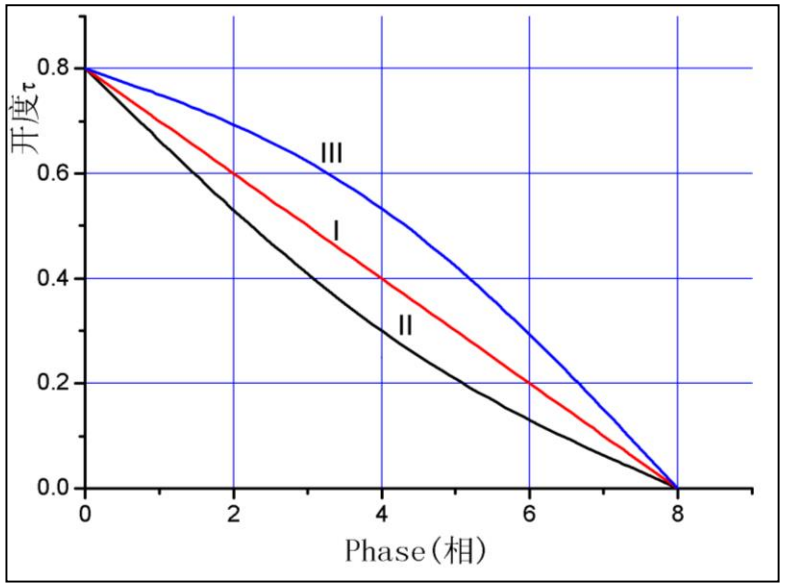


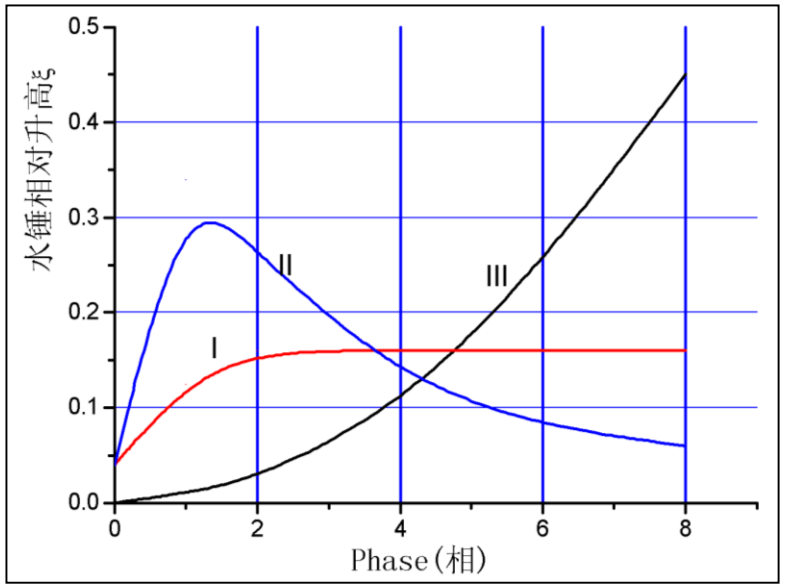
图中：T_{S1}为直线关闭时间；C为两段关闭的拐点；T_1 为第一段关闭时间，y_1 为对应关闭的开度；T_2为第二段关闭时间，y_2为对应关闭的开度。只要C点和选择得当，就既可以保证过水系统中的压力与机组转速变化在设计范围内，又可获得最佳的防抬机效果。

- 阀门启闭时间相同，但启闭规律不同，水锤压强变化过程也不相同。
- 曲线II表示开始阶段关闭速度较快，因此水锤压强迅速上升到最大值，而后关闭速度减慢，水锤压强逐渐减小；曲线III的规律与曲线II相反，关闭速度是先慢后快，而水锤压强是先小后大。



- 水锤压强的上升速度与阀门的关闭速度成正比，最大压强出现在关闭速度较快的那一时段末尾。
- 从图中可以看出，关闭规律I较为合理，最不利的是规律III。
- **在高水头电站中常发生第一相水锤，可以采取先慢后快的非直线关闭规律，以降低第一相水锤值；**
- **在低水头水电站中常发生极限水锤，可采取先快后慢的非直线关闭规律，以降低末相水锤值。**





6.4 机组保护及信号

水电机组的事故保护及故障信号系统包括：水力机械事故保护、紧急事故保护和水力机械故障信号。

1、水力机械事故保护

机组在运行中遇到下列情况之一时，须采取水力机械事故保护，即进行事故停机，并报警：

- 轴承（上导、推力、下导和水导）过热

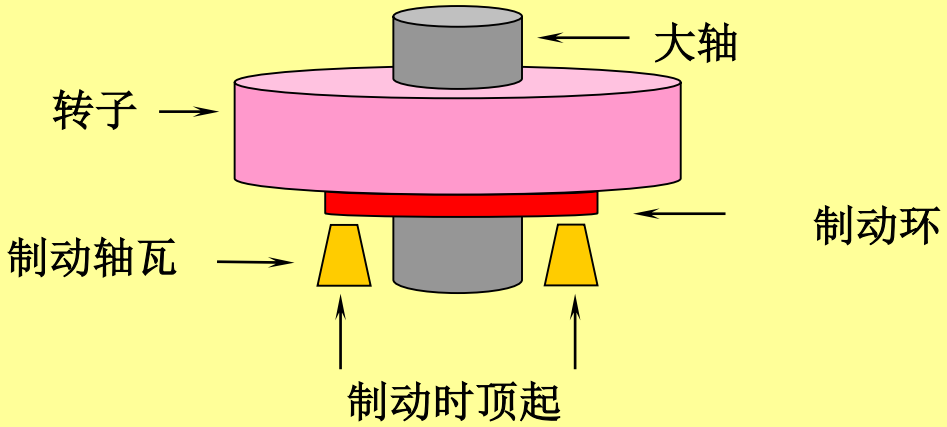
轴瓦温度过高会导致轴承损坏。产生的原因包括冷却水中断、油位过低、机组部件的位置变化等，在此情况下进行事故停机是为了防止事故的扩大；

轴瓦润滑
不足损坏：



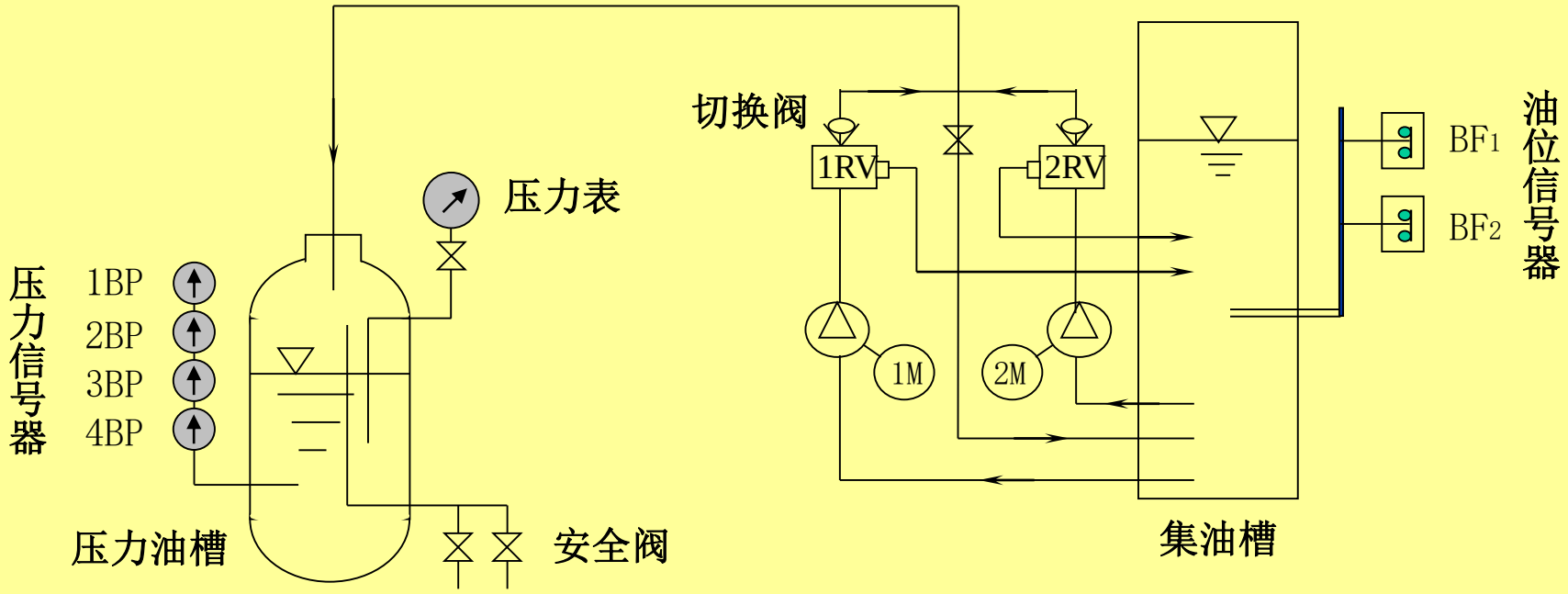
➢ 调相运行解列

机组作调相运行时与系统解列会造成机组长时间低速运转，使轴承损坏，因此必须采取保护性停机（转轮室注水、机械制动等）；



➢ 油压装置油压事故下降

油压装置为机组的操作提供动力，当油压装置的油压下降到事故停机整定值时，利用残留的压力进行事故停机，以防止机组失去控制；



油压装置的构成图和接线原理图

油系统常见故障及其处理：

① 事故低油压

② 备用泵启动

③ 油泵启动频繁

④ 轴承油位异常

① 事故低油压

- 原因：
  - ① 油泵不启动或启动后不上油；
  - ② 压力油管路、压油装置爆管；
  - ③ 整定值变位。

- 处理：
  - ① 检查油泵不上油、不启动的原因，排除后，将机组转发电；
  - ② 若是爆管造成，立即切除油泵，关闭有关阀门，隔离故障点；
  - ③ 整定值变位时，退出事故低压油保护，消除变位缺陷后再投入。

② 备用泵启动

■ 原因：

① 工作油泵不启动或启动后不上油；

② 油泵启动整定值变位；

③ 排油阀未关严，工作泵无法保持油压；

④ 调速器抽动，工作泵无法保持油压

■ 处理：

① 检查油泵不上油的原因，无法消除时，将备用泵切换为自动运行（工作泵与备用泵切换角色）；

② 调整启动整定值至规程规定值；

③ 关严排油阀；

④ 消除调速器抽动的缺陷。

③ 油泵启动频繁

■ 原因：

① 启停定值变位；

② 逆止阀坏，不能可靠止逆；

③ 排油阀未关严；

④ 调速器大幅度抽动；

■ 处理：

① 调整启停定值至正常；

② 切除逆止阀坏的油泵，关闭截止阀；

③ 关严排油阀；

④ 消除调速器抽动的缺陷。

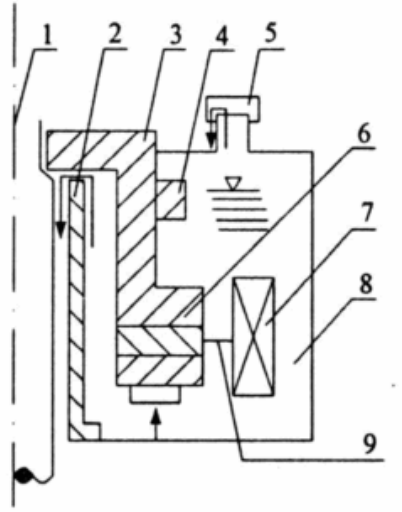
④ 轴承油位异常

■ 原因：

① 进、排油阀未关严；

② 机组甩油严重；

③ 冷却器有漏眼，水进入油中，或油被水吸走。



1-主轴 2-挡油管 3-推力头
4-导瓦 5-通气装置 6-镜板
7-冷却器 8-油槽 9-挡油板

■ 处理：

① 油位过低时，应加补充油，并关严排油阀；

② 油位过高时，关严进油阀，并将油位排到正常值；

③ 油位过高并伴随轴承温度升高时，应检查油质是否合格。

➢ 机组过速

机组开机或解列停机时，若调速器发生故障，不能及时关闭导叶，机组转速上升到115%n_r的过速值时，为了保证机组的安全应进行事故停机；

当机组过速时需要注意：

① 不论何种原因引起过速，必须要立即关主阀；

② 机组过速后，由于强大的离心力可能损坏转动部分，必须进行转子检查，无损坏后方可重新开机；

③ 重新选择调速器的调节参数；

④ 若为测速装置故障，必要时暂时退出机组过速保护。

- 机组振动

当水电机组运转时，因机械原因（旋转体的静、动不平衡，轴线不正，轴承间隙过大，碰撞等）、水力原因（涡带、进水不平衡、止漏间隙不均、水压脉动、汽蚀和共振现象等）或因电气上的原因（磁场不对称、气隙不对称、失磁、匝间短路等），可能产生垂直或水平方向的机械振动，当机组的振动超过允许值时，应进行事故停机。机组振动的允许值由额定转速决定，一般不得超过**0.02~0.08mm**，

当出现水电机组振动时，有如下处理方法：

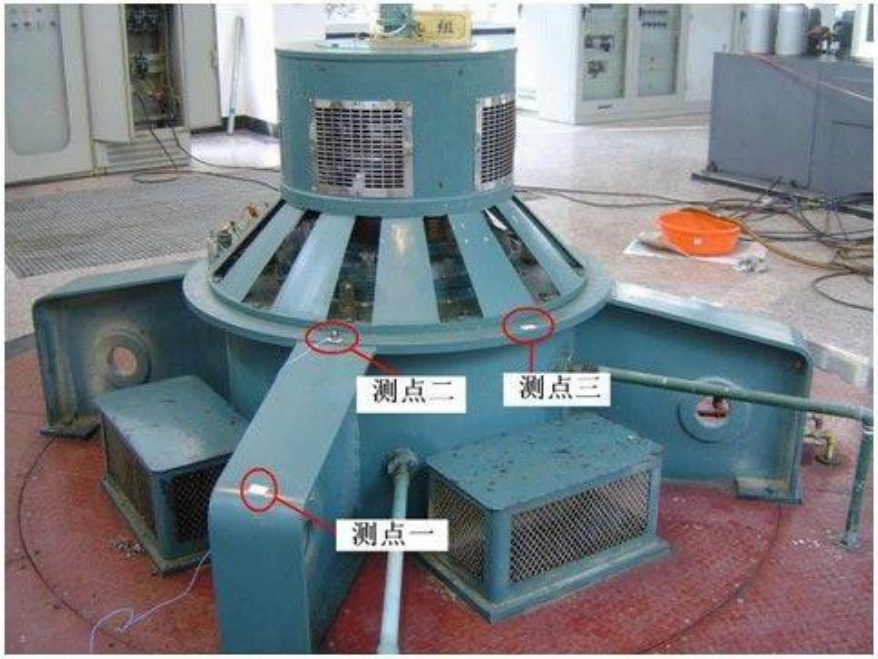
① 避免机组运行于振动区；

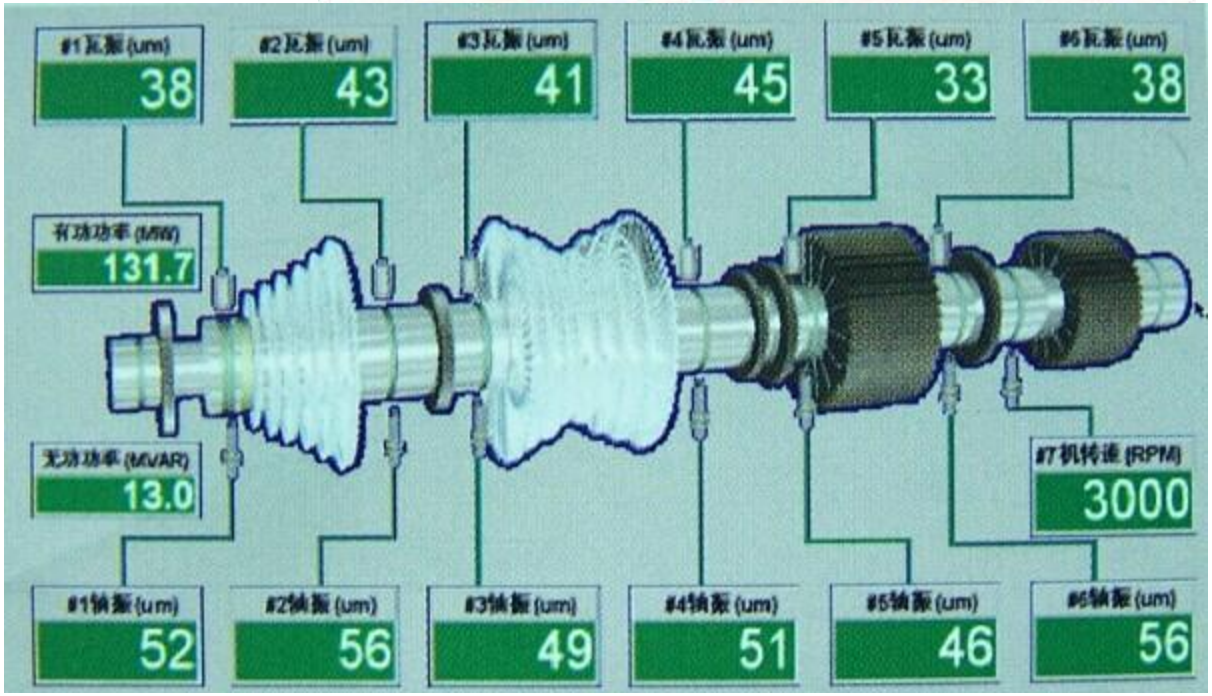
② 减少机组的有功、无功负荷；

③ 剪断销剪断时（紧急事故），按剪断销出力程序处理；

④ 异常振动无法消除威胁机组安全时（超过**0.02~0.08mm**），停机。

机组振动监测：


测点二
测点三
测点一


#1瓦振(um)
38
#2瓦振(um)
43
#3瓦振(um)
41
#4瓦振(um)
45
#5瓦振(um)
33
#6瓦振(um)
38
有功功率(MW)
131.7
无功功率(MVAR)
13.0
#7机转速(RPM)
3000
#1轴振(um)
52
#2轴振(um)
56
#3轴振(um)
49
#4轴振(um)
51
#5轴振(um)
46
#6轴振(um)
56

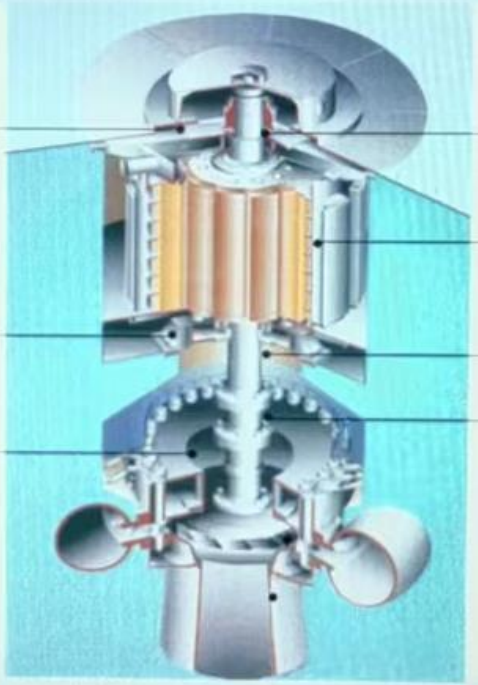
白莲河抽水蓄能电站#1机组TN8000水轮发电机组稳定性监测分析系统 北京华科同安公司 - [结构图]

文件 数据来源 分析工具 系统设置 辅助实用功能 查看 窗口 帮助

结构图 棒 图 数值表 工况参数 波 形 频 谱 轴心轨迹 主轴状态 实时趋势 瀑布图 表 格 连续波形 | 锁定 解锁 级联 并排 关闭窗口

白莲河蓄能电站#1机组

上机架X向水平振动	0.01	mm/s
上机架Y向水平振动	0.01	mm/s
上机架Z向垂直振动	0.01	mm/s
下机架X向水平振动	0.01	mm/s
下机架Y向水平振动	0.01	mm/s
下机架Z向垂直振动	0.01	mm/s
顶盖X向水平振动	0.01	mm/s
顶盖Y向水平振动	0.01	mm/s
顶盖Z向垂直振动	0.01	mm/s



上导X向摆度	1	μm
上导Y向摆度	2	μm
定子铁芯1水平振动	0.01	mm/s
定子铁芯2水平振动	0.01	mm/s
定子铁芯3水平振动	0.00	mm/s
下导X向摆度	1	μm
下导Y向摆度	2	μm
水导X向摆度	2	μm
水导Y向摆度	2	μm

通道正常 一级报警 二级报警 通道失效

机组: #1机组 时间: 2022-07-08 14:28:11 转速: 0.0r/min 有功 0.0MW 工况: 停机稳态

- 电气事故

当发电机差动保护、过负荷保护和单相接地保护等动作时，通过其保护出口继电器的动作，作用于事故停机，实现电气与水机的连锁保护。

其中：差动保护用于保护发电机定子短路事故；过负荷保护是根据发电机在温升和绝缘方面的储备能力来限制短时过负荷的大小和时间；单相接地保护是当发电机出口回路的短路电流超过允许值时所进行的保护。

差动保护把被保护的电气设备看成是一个节点，那么正常时流进被保护设备的电流和流出的电流相等，差动电流等于零。当设备出现故障时，流进被保护设备的电流和流出的电流不相等，差动电流大于零。当差动电流大于差动保护装置的整定值时，保护装置动作，将被保护设备的各侧断路器跳开，使故障设备断开电源。

事故停机与正常停机的不同之处在于，事故停机不等机组出力减至零，就作用于跳闸，并同时进行正常停机过程的操作，从而缩短停机时间。

在进行事故停机时，自动化系统还通过人机界面、语音和声光报警系统通知运行人员发生事故的时间、位置和性质。

另外，机组作调相运行时出现事故停机，则按调相转停机操作过程进行，即首先打开导叶至空载开度使机组转为发电工况，然后按发电转停机操作方式停机。

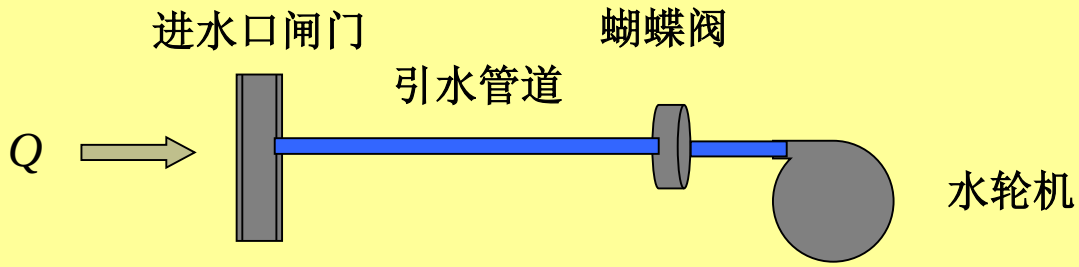
这是由于调相机组解列后，其转轮在水中旋转的转速下降要比在空气中旋转快得多，为了加速调相机组正常停机和事故停机过程，缩短机组在低速情况下的惰转时间，故调相机组应考虑按“先充水、后停机”的操作程序。

2、紧急事故保护

机组在运行中遇到下列情况之一时，须采取紧急事故保护，即进行紧急事故停机，并报警：

- 机组转速达到140%n_r的飞逸转速；
- 机组事故停机过程中剪断销被剪断。

紧急事故保护是在导叶不能关闭的情况下所进行的停机操作。紧急事故停机除了按事故停机过程进行停机操作外，还作用于**关闭蝴蝶阀或快速闸门。**



3、水力机械的故障报警

机组在运行中遇到下列情况时，须采取语音、人机界面交互和警铃等方式进行报警，并指示故障位置、性质和程度，以便运行人员进行处理。故障消除后，手动解除故障信号。

- 各类轴承、发电机和变压器的温度过高；
- 各类油槽（箱）的油位过高（低）；
- 冷却水中断；
- 剪断销剪断；
- 开、停机过程未完成。

作业：

1、简述机组自动程序控制的任务和要求。

2、水电机组有那几种停机方式？分别用于何种情况？简述其操作程序；

3、简述水电机组的分段关闭规律及其作用；

4、机组在运行中遇到何种情况时，须采取水力机械事故保护？

5、机组在运行中遇到何种情况时，须采取紧急事故保护，即进行紧急事故停机，并报警；

6、简述水电机组的两段开机特性及其作用；

7、简述水电机组的分段关闭规律及其作用；

The End