

EH系统概述

上海春齐机械设备有限公司

1. EH系统基本概念

- 汽轮机自动控制系统

电力生产对发电用汽轮机控制系统提出的两个基本要求：

- (1) 保证能够随时满足用户对电能的需要；
- (2) 使机组能维持一定的转速，保证供电频率和机组自身安全

若仅依靠汽轮机的自调整功能 → 汽轮机转速产生很大变化
安装自动控制系统后 → 保证用电质量（频率，电压）

X
✓

发
展
过
程

机械液压式控制系统 (MHC)

电气液压式控制系统 (EHC)

模拟式电气液压控制系统 (AEH)

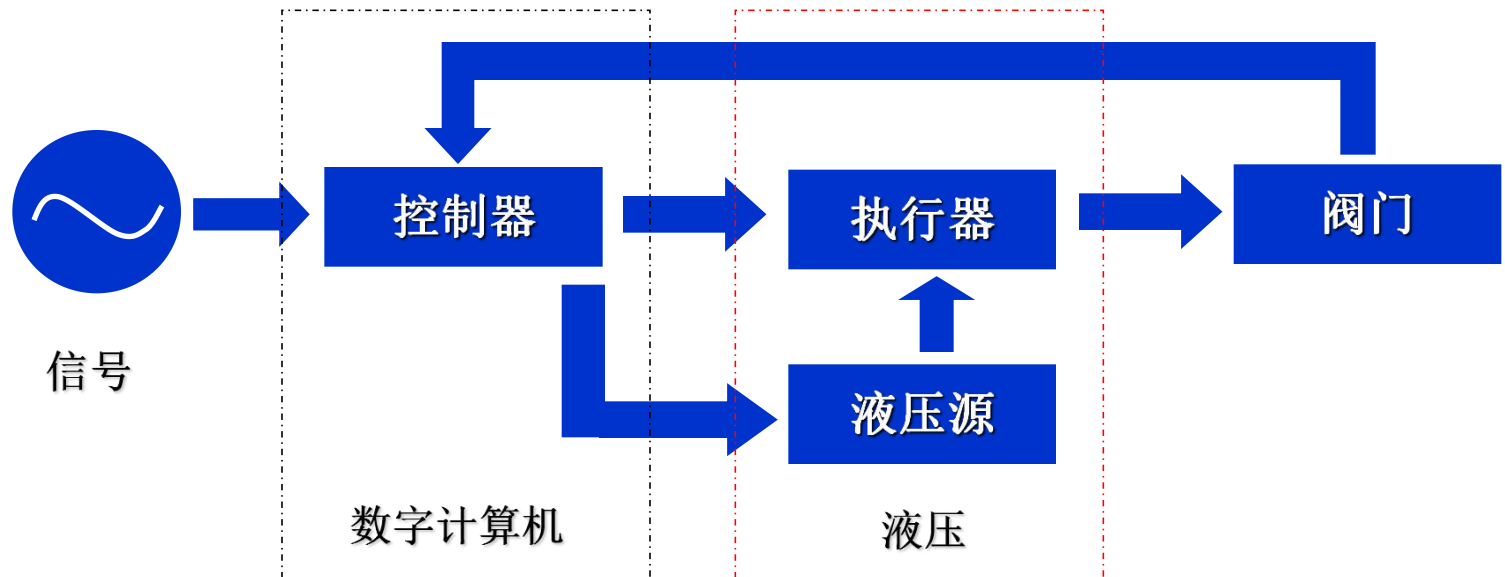
数字式电气液压控制系统 (DEH)

1. EH系统基本概念

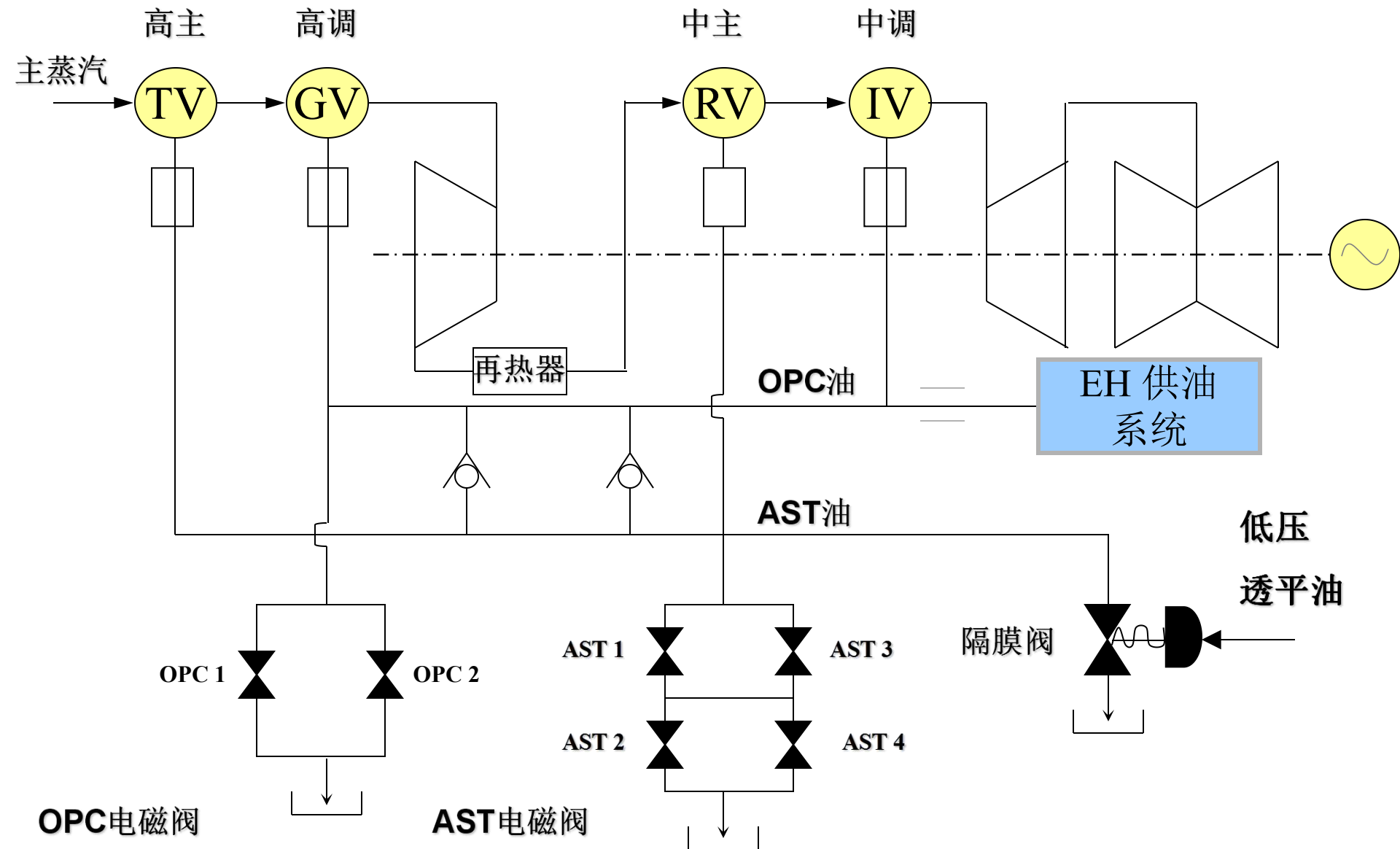
• 电液调节系统（DEH）

随着电厂自动化水平的提高，集中控制，机炉协调运行方式的采用，单纯的液压调节系统是无法满足要求的。电液调节系统采用电子元件作为控制单元，液压系统作为执行机构，具有大范围测速，灵敏度高，过渡品质好，静态、动态特性好，综合信号能力强，便于集中控制以及能够实现不同的运行方式等特点。

DEH系统主要由电子控制器，测量系统，操作系统，油系统和执行机构等部分组成。



EH系统概述



1. EH系统基本概念

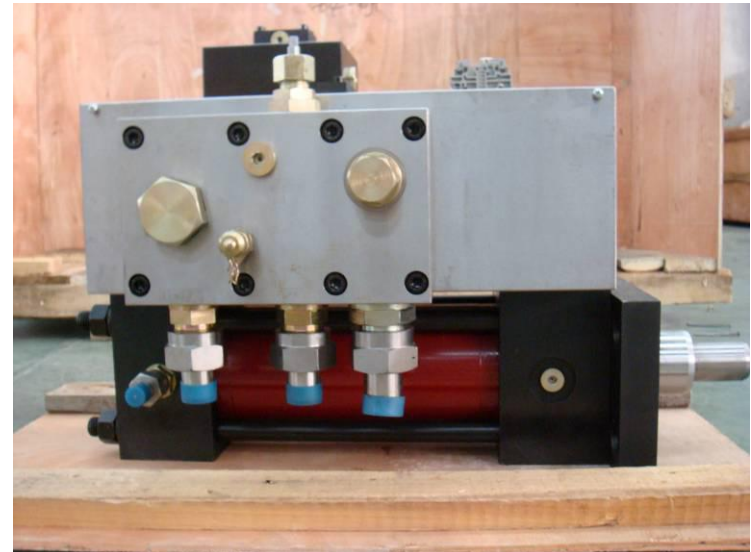
- **EH（Electro-hydraulic）高压抗燃油系统**

在DEH调节系统中，数字式控制器输出的阀位信号，经D/A转换器转变成模拟量，送入液压伺服系统——高压抗燃油EH系统。

EH系统包括供油系统、执行机构和危急遮断系统。供油装置的功能是提供高压抗燃油动力油，并由它来驱动伺服执行机构；执行机构响应从DEH送来的电指令信号，以调节汽轮机各蒸汽阀开度；危急遮断系统由汽轮机的遮断参数控制，当这些参数超过其运行限制值时，该系统就会关闭相关汽轮机进汽阀门停止向汽轮机进汽以保护汽轮机安全。



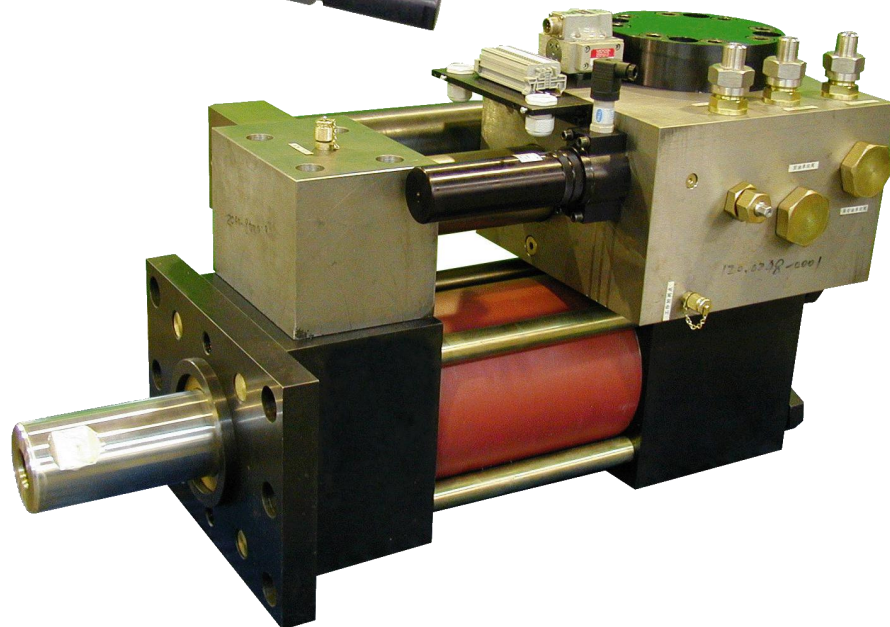
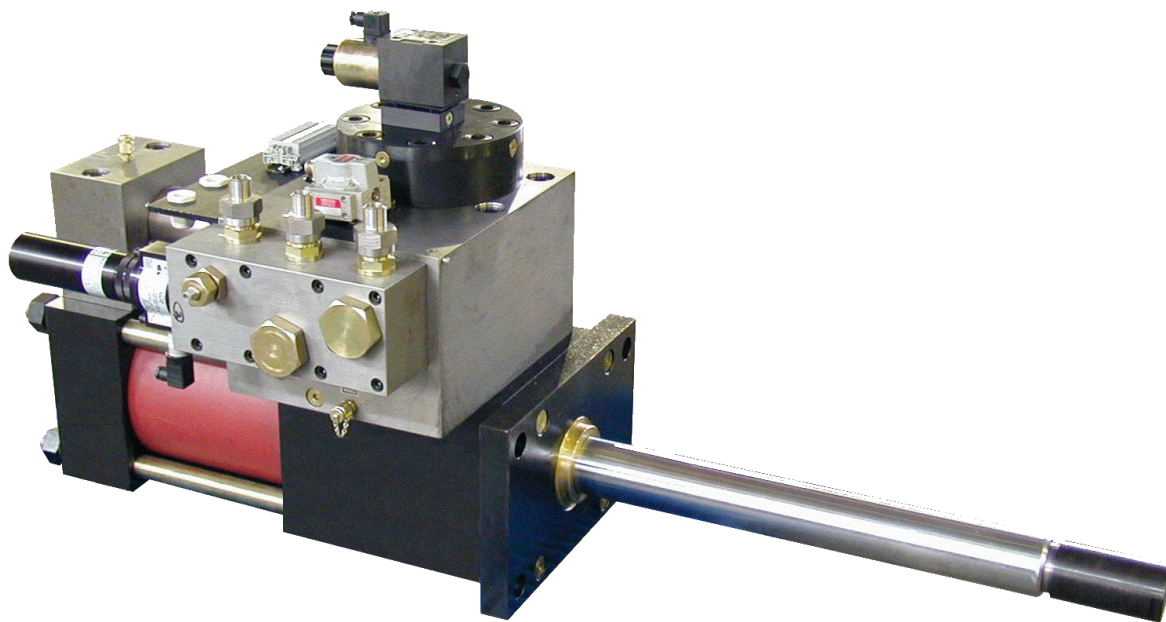
供油装置



油动机

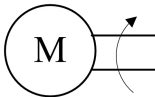
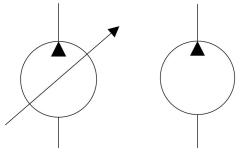
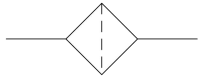
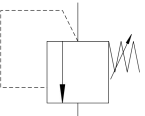
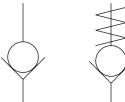
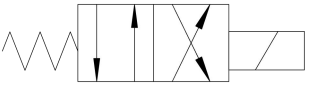
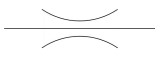
EH系统概述

油动机



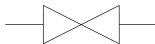
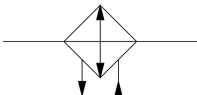
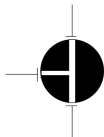
上海春齐机械设备有限公司

2. 如何读懂原理图？

序号	名称	机能符号	说明
1	电动机		将电能转化为动能，驱动泵以一定的转速旋转。
2	泵		将电动机的动能转化为液压能，输入端为低压油液，输出端产生高压油。可分为变量泵及定量泵，变量泵机能符号中带可调箭头，表示其排量可调；定量泵机能符号中不带可调箭头，表示其排量为定值。
3	过滤器		滤掉油中的污物，保持油液清洁。
4	溢流阀		当系统压力大于等于其设定值时，溢流阀开启，对系统起过载保护作用。
5	逆止阀		只允许液流沿一个方向通过，而反向液流被截止。
6	电磁换向阀		利用电磁阀通电吸合后产生的吸力推动阀芯来改变发的工作位置，从而变换各油口的通断关系。
7	节流器		利用狭小的缝隙形成液阻，限制油液流量并产生一定的减压效果，降低液压冲击。

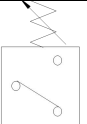
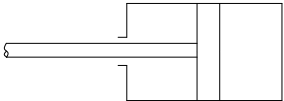
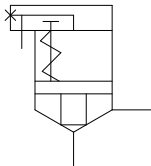
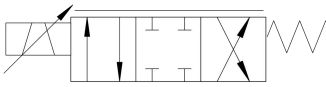
EH系统概述

- 如何读懂原理图？

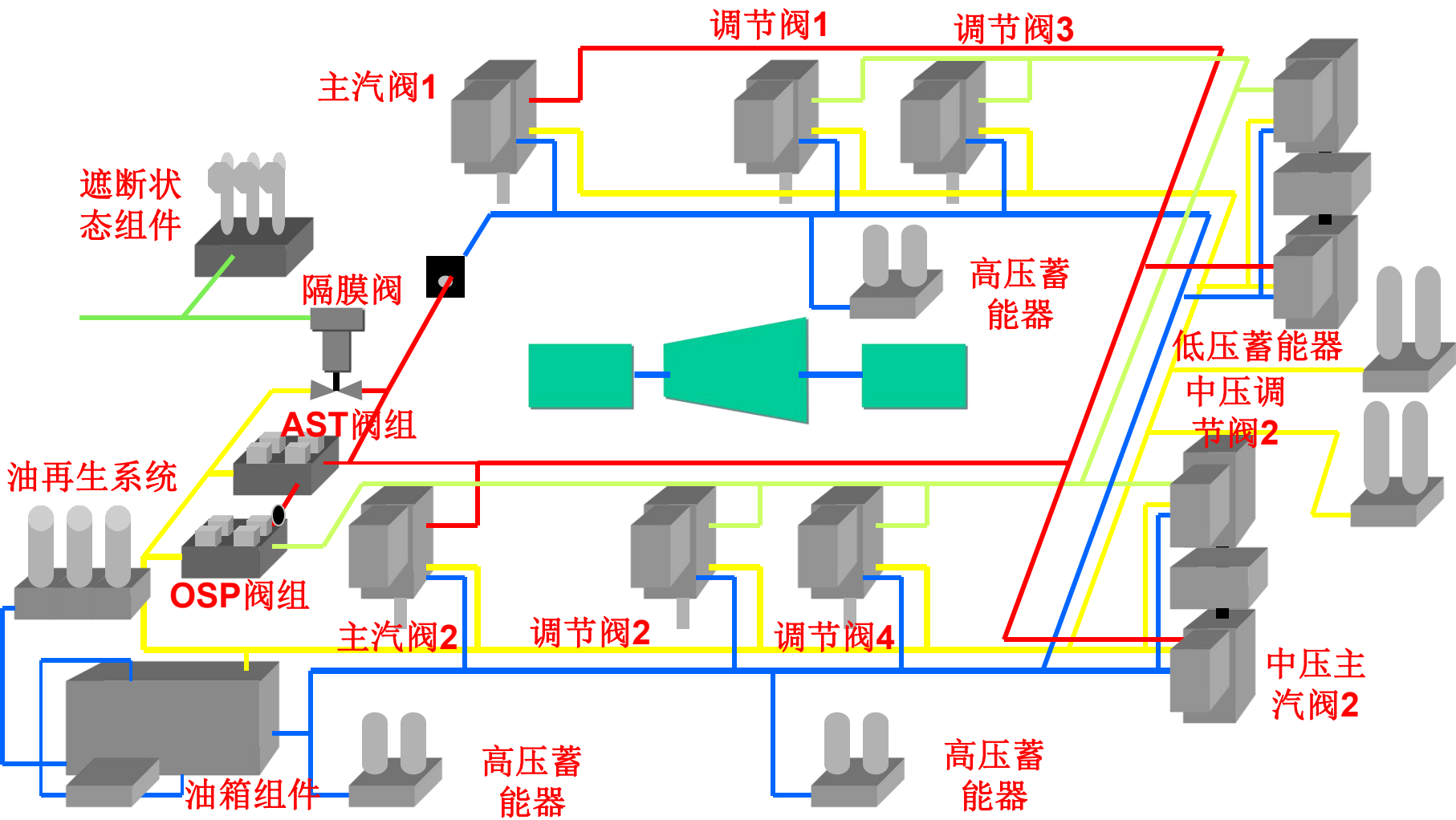
序号	名称	机能符号	说明
8	截止阀		作为切断或调节以及节流使用。
9	冷却器		一路为油路，一路为冷却水路。
10	蓄能器		积蓄能量，储存液压能作为应急动力源；补偿压力和流量损失，补充系统油耗；减少液压冲击。
11	三通球阀		单入口，双出口，通过调节手柄位置切换油液通流方向。
12	空气滤清器		
13	流量计		
14	压力表		实现就地监测各点油压。

EH系统概述

- 如何读懂原理图？

序号	名称	机能符号	说明
15	压力传感器		将被测压力信号转换为控制器可识别的相应的电流信号输出。
16	压力开关		当油液压力不符合压力开关的整定值时报警。
17	油缸		与汽阀阀杆相连（直接连接或通过杠杆连接），控制阀门的启闭或开度。
18	插装阀		正常工作时，控制油压与弹簧力一起作用于阀芯上腔，将锥阀推至完全关闭，阻断了工作油液与有压回油，使系统油压得以保持；当阀门快关等情况发生时，系统卸荷，阀芯上腔的控制油压为0，下腔的高压油将阀芯顶至完全打开，此时工作油液与回油口相连，快速回油。
19	伺服阀 (3位4通)		输入信号为连续可调的电流信号，阀芯位移与此电流信号的大小成正比，从而控制油液的流量及方向。它与液压缸、电控制器一起组成闭环反馈位移控制伺服系统。

EH系统概述

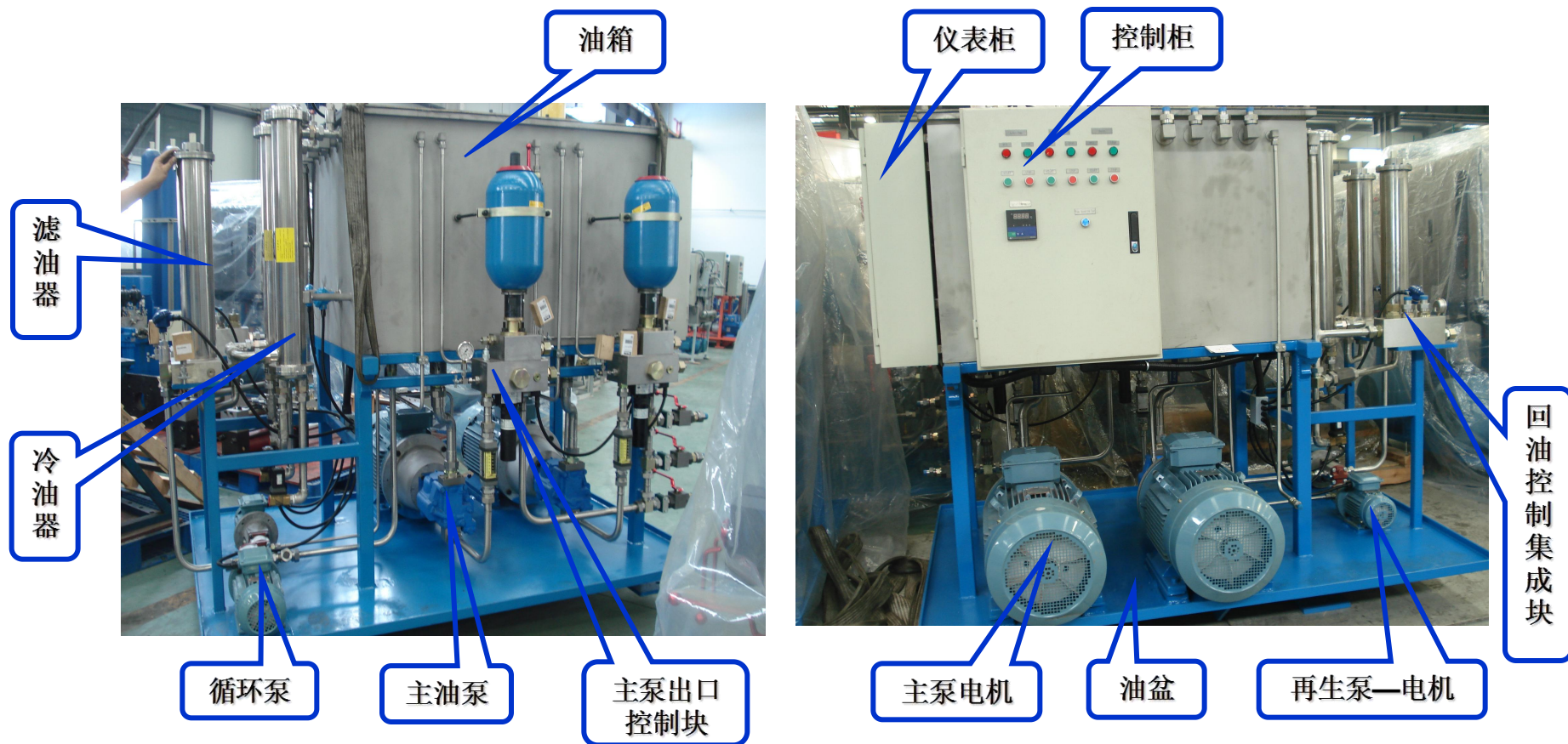


3. EH系统基本构成及原理介绍

[查看原理图](#)

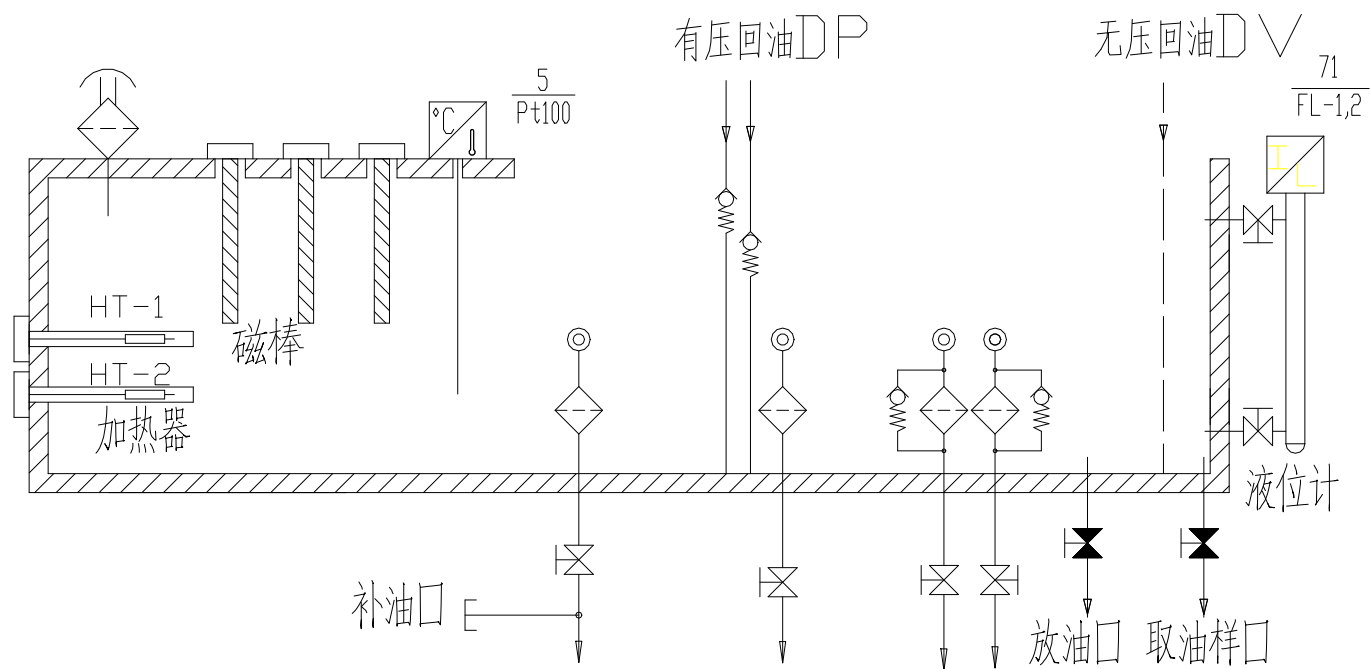
1). 动力——油源

油源为EH系统油动机提供符合工作压力要求的清洁的介质。



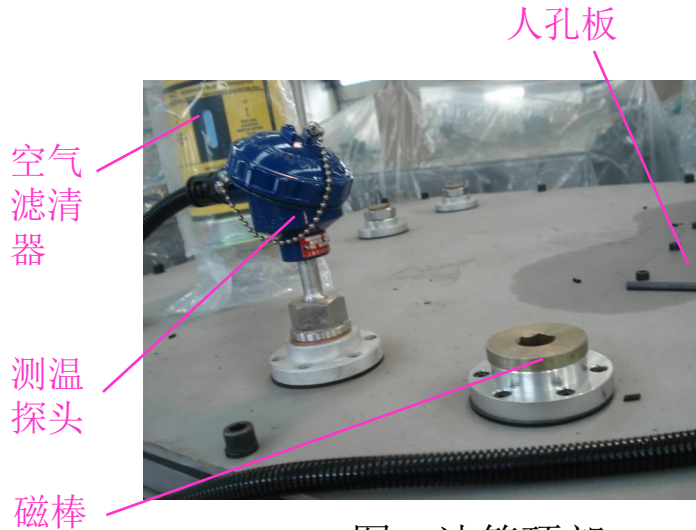
3. EH系统基本构成及原理介绍

•1000L不锈钢油箱

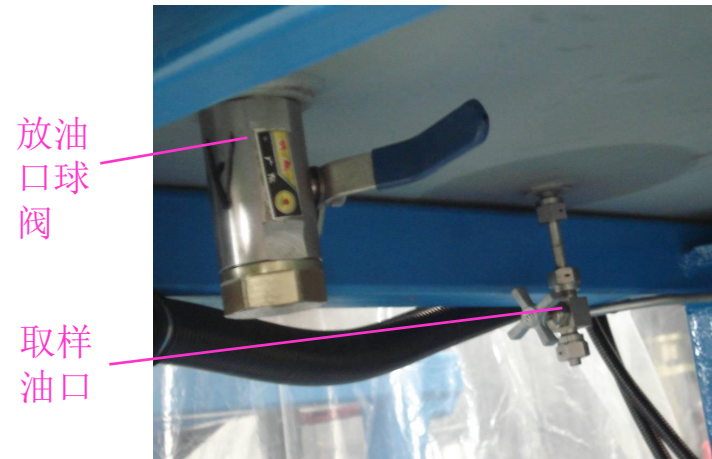


3. EH系统基本构成及原理介绍

•1000L不锈钢油箱



图：油箱顶部

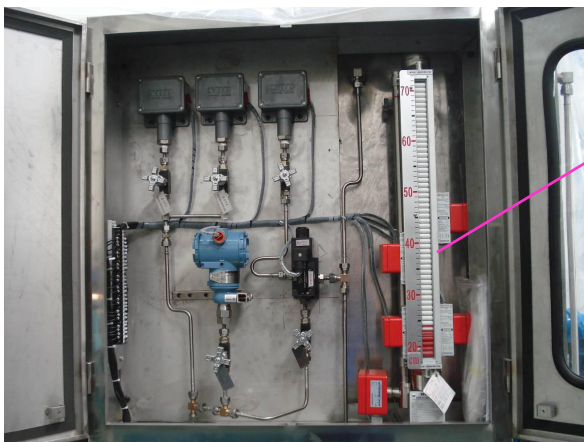


图：油箱底部

- 不锈钢焊接，密封结构，材料为0Cr18Ni9；
- 空气滤清器作用是防止空气中颗粒状杂质以及水份进入油液，且兼作加油口；
- 磁棒用于吸附油箱中游离的磁性微粒；
- 放油口球阀用于泄放EH油箱中的抗燃油；
- 取样油口用于油箱油液的取样检测；

3. EH系统基本构成及原理介绍

- 1000L不锈钢油箱



液位开关



加热器

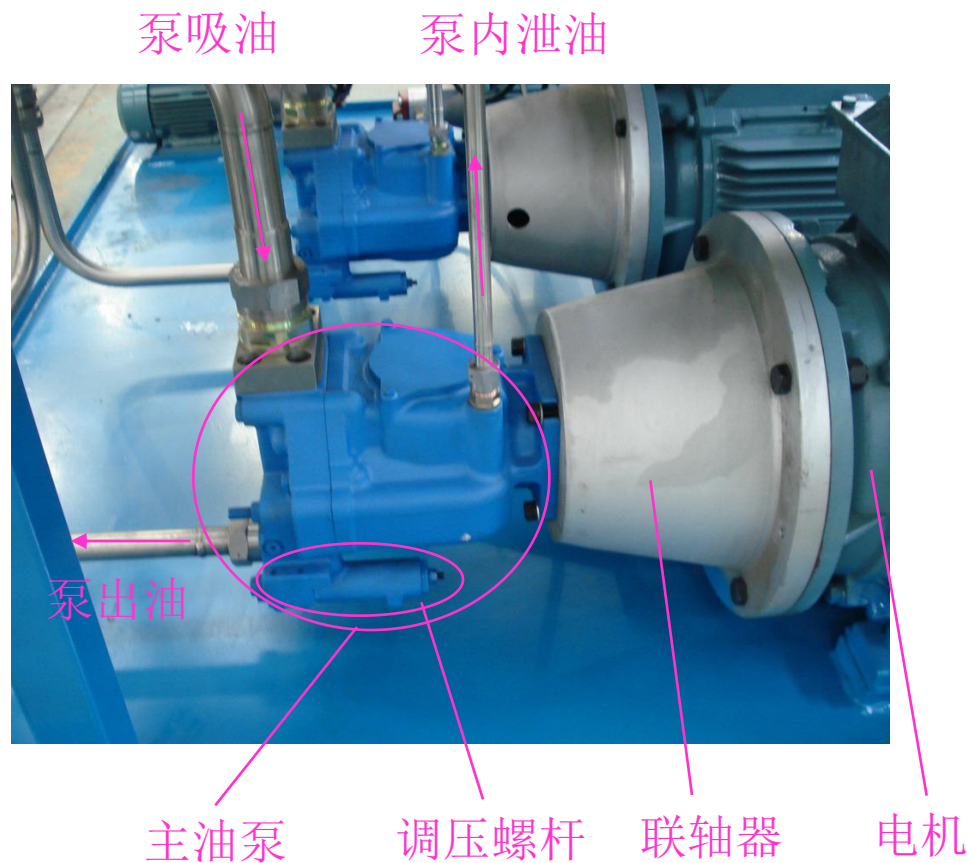
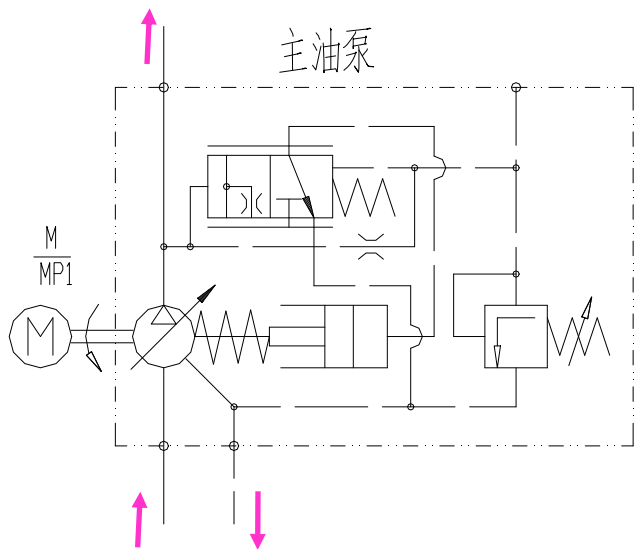
图：油 箱 侧 面

- 磁翻柱式液位开关，安装于油箱侧面的仪表柜中，可实现油位报警和遮断；
- 浸入式电加热器，在EH油箱油温低于 20°C 时投入加热（手动，控制柜面板按钮）；

3. EH系统基本构成及原理介绍

•主油泵

2台，互为主备；柱塞式变量泵，出口压力可调；内部集成安全阀；安装于油箱底部，目的是提供正的吸入压力。



➤主泵额定排量 74ml/r或者98ml/r

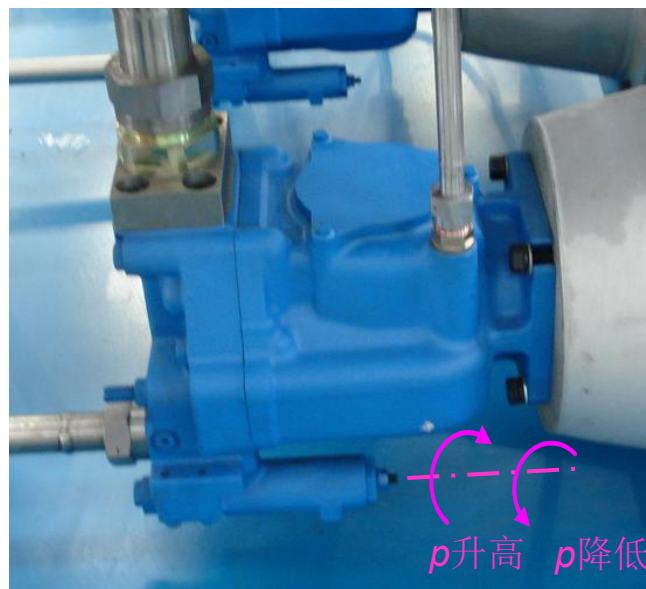
➤电机 30kW/1470rpm/380VAC/三相

4. 本300/600MW机组EH产品配置

供油装置整定值

- 主泵压力设定： 14MPa
- 主泵安全阀压力设定： 16.8MPa
- 供油装置蓄能器充氮压力： 9.8MPa
- 循环泵压力设定： 1MPa
- 再生泵压力设定： 1MPa
- 压力开关63/MP： 11.2 ± 0.2 MPa
- 压力开关63/LP： 11.2 ± 0.2 MPa
- 压力开关63/HP： 16.2 ± 0.2 MPa
- 压力传感器： 0~25MPa 4~20mA
- 测温探头Pt100： 4~20mA（经温控仪表后）

注：压力表计量单位为 **bar/psi**
温度显示仪显示温度单位为 **°C**
流量计计量单位为



$$1\text{MPa}=145\text{psi}=10.2\text{ kg/cm}^2=10\text{bar}=9.8\text{atm}$$

$$\text{华氏}^{\circ}\text{F (Fahrenheit)} = ^{\circ}\text{C} \times 9/5 + 32$$

$$\text{摄氏}^{\circ}\text{C (Celsius or Centigrade)} = 5/9 \times (^{\circ}\text{F} - 32)$$

4. 本300/600MW机组EH产品配置

供油装置主要参数

- 油箱总容积 1000L
- 主泵额定排量 74ml/r或98ml/r, 电机30kW/1470rpm/380VAC/三相
- 再生泵额定排量 6.2ml/r, 电机0.75kW/1400rpm/380VAC/三相
- 循环泵额定排量 26ml/r, 电机1.5kW/1400rpm/380VAC/三相
- 浸入式电加热器 $2 \times 2.4\text{kW}/380\text{VAC}/\text{三相}$
- 主泵出口高压滤油器过滤精度 12μ
- 循环回路/有压回路过滤器精度 3μ

装机总容量: $30 \times 2 + 0.75 + 1.5 + 2 \times 2.4 = 67.05\text{kW}$

双泵最大流量: $2 \times 74 \times 1470 \times 10^{-3} = 217.56\text{L} / \text{min}$

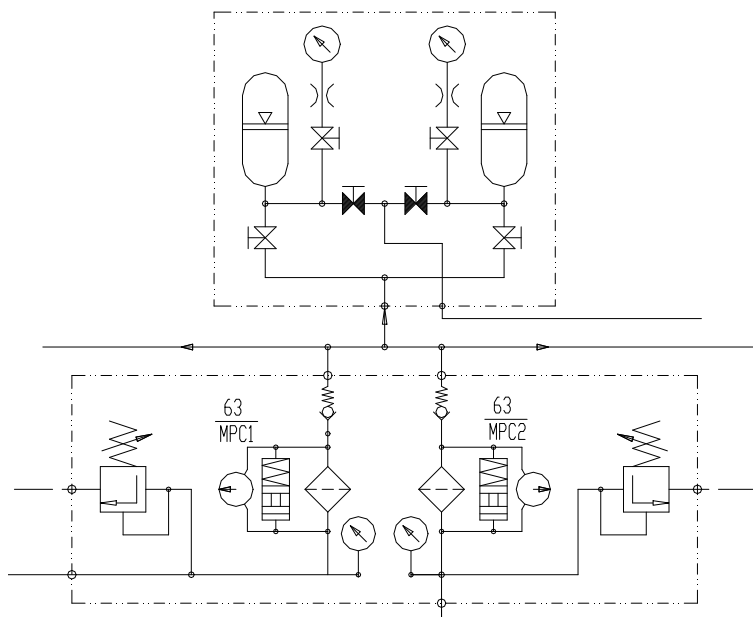
再生泵抽油所需时间: $1000 \times 680 / 850 / (6.2 \times 1400 \times 10^{-3}) = 92\text{min}$

循环泵抽油所需时间: $1000 \times 680 / 850 / (26 \times 1400 \times 10^{-3}) = 22\text{min}$

3. EH系统基本构成及原理介绍

•主泵出口控制块

集成了过滤器（带压差发讯器，保持供油清洁），安全阀（系统压力超过限定值时开启溢流）以及2X10L蓄能器（减少压力脉动）



➤ 滤油器过滤精度 12 μ

➤ 蓄能器公称容积 10L



3. EH系统基本构成及原理介绍

[查看原理图](#)

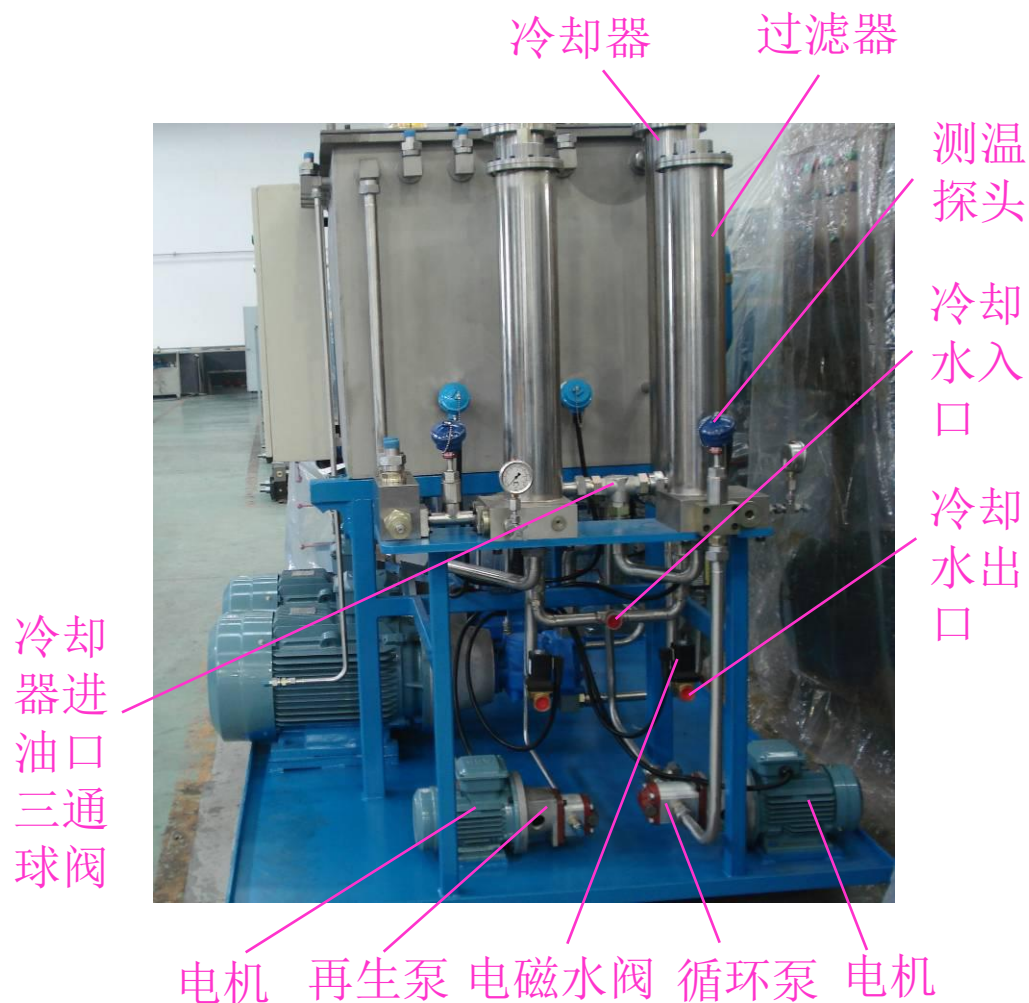
•循环冷却与再生装置

➤系统在正常的滤油外增设了两台并联冷油器和两台并联滤油器，以确保在非正常情况工作时，油箱油温能控制在正常范围内，切保证抗燃油的质量；

➤不影响机组的正常运行；

➤循环油泵可由温度开关控制，也可由人工控制（通过控制柜的启停按钮）；

➤系统运行一段时间，油液的清洁度会降低，而含水量和酸度会升高，均会使抗燃油的品质降低，故应定期开启再生泵将油箱油液输送至再生装置以改善油质。



3. EH系统基本构成及原理介绍

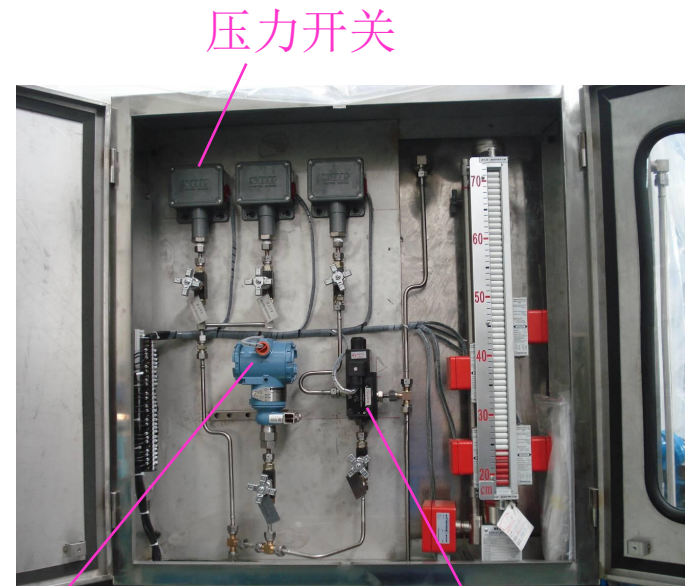
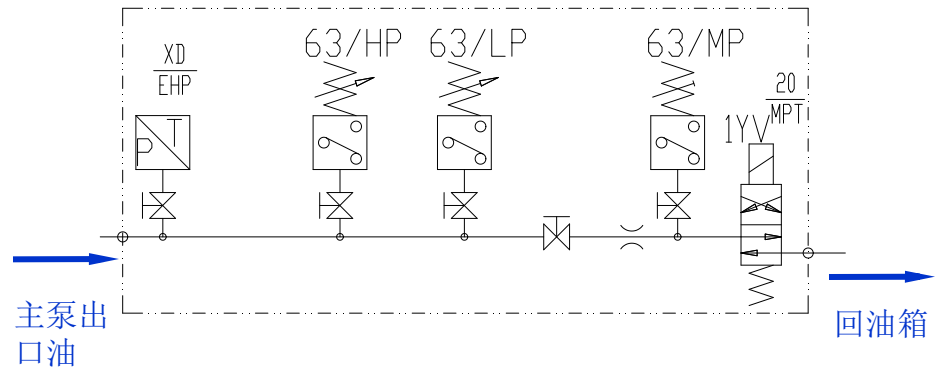
• 压力开关和联泵试验阀

➤ 仪表控制柜中装有接线端子排，联动试验电磁水阀，压力变送器和各压力开关组件；

➤ 压力变送器XD/EHP将0~25MPa的压力信号转换为4~20mA的电流信号，并送至电厂计算机用以监视EH油压；

➤ 高压限定压力开关63/HP整定值为16.2MPa，低压限定压力开关63/LP整定值为11.2MPa，超出此范围的油压均引起报警；

➤ 压力开关63/MP通过一个狭小的节流孔与主泵出口油连通，联泵试验时，电磁阀带电，压力开关63/MP动作开启备用泵，节流孔保证主泵出口油液不卸荷。



压力开关

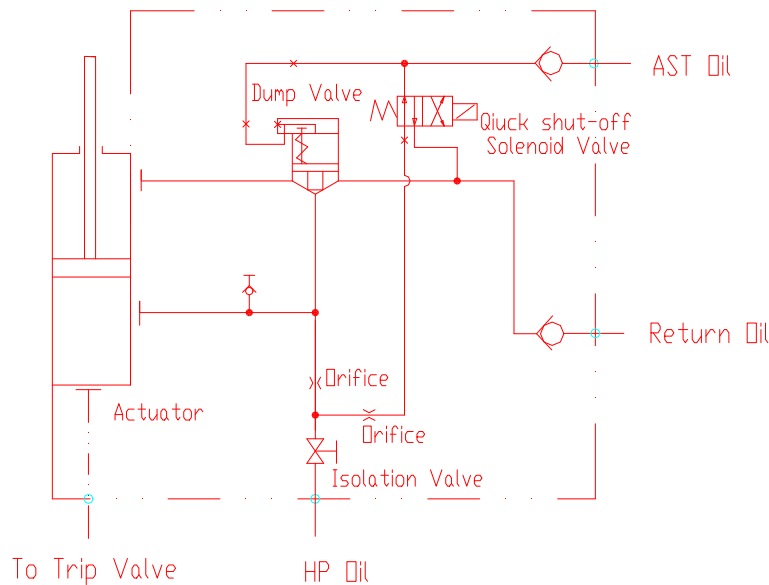
压力变送器

联动试验电磁阀

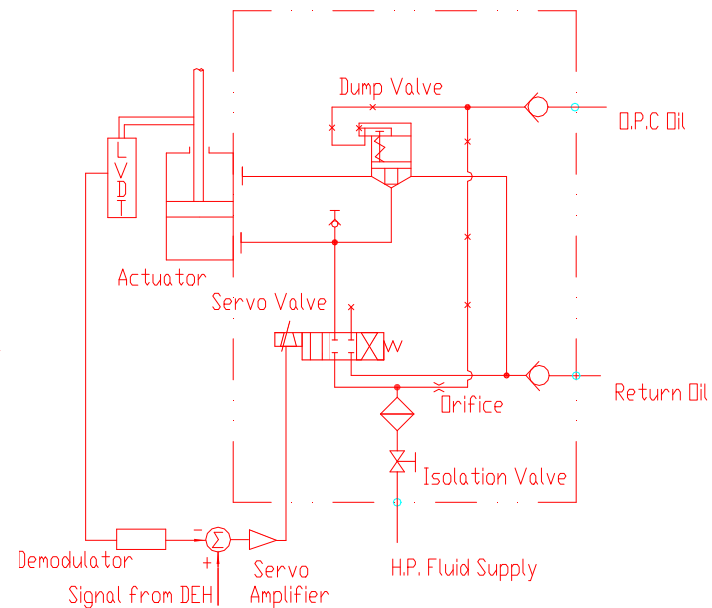
3. EH系统基本构成及原理介绍

2). 执行机构——油动机

油动机接受DCS控制信号并产生相应机械动作，最终完成阀门的启闭控制（对开关型油动机）和开度调节控制（对连续型油动机）。



图： 开关型油动机



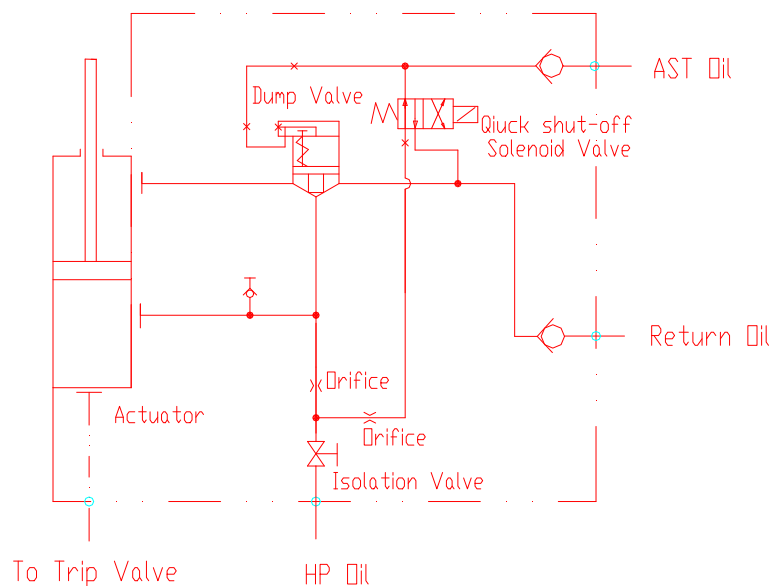
图： 连续型油动机

3. EH系统基本构成及原理介绍

- **控制方式：**连续型→由电液伺服阀实现连续控制
开关型→由电磁阀实现二位控制
- **构成：**油缸、集成块、伺服阀/电磁阀、卸荷阀、位移传感器/行程开关、单向阀、测压接头及滤油器等
- **结构设计：**模块化，将上述功能元器件统一于集成块上
- **安全设计：**单侧进油、弹簧力关阀门、伺服阀机械零偏
- **功能：**控制阀门开度，实现阀门快关
 - 机组挂闸，高压保安油建立 → **DEH**阀位指令信号分两路控制油动机，一路使主汽阀油动机全开 → 另一路通过伺服放大器控制电液伺服阀，驱动调节阀油动机 → 位移传感器（**LVDT**）产生位置反馈信号 → 直到与阀位指令相平衡，伺服阀回到中位，活塞停止运动 → 此时蒸汽阀门已经开到了所需要的开度，完成了电信号-液压力-机械位移的转换过程。随着阀位指令信号变化，油动机不断地调节蒸汽门的开度。
 - 快关时间**≤150ms**

3. EH系统基本构成及原理介绍

•开关型油动机



➤开关型油动机可以将汽阀控制在全开或全关的位置；

➤元件主要包括：油缸，单向阀，截止阀，节流器，卸荷阀和快关电磁阀；

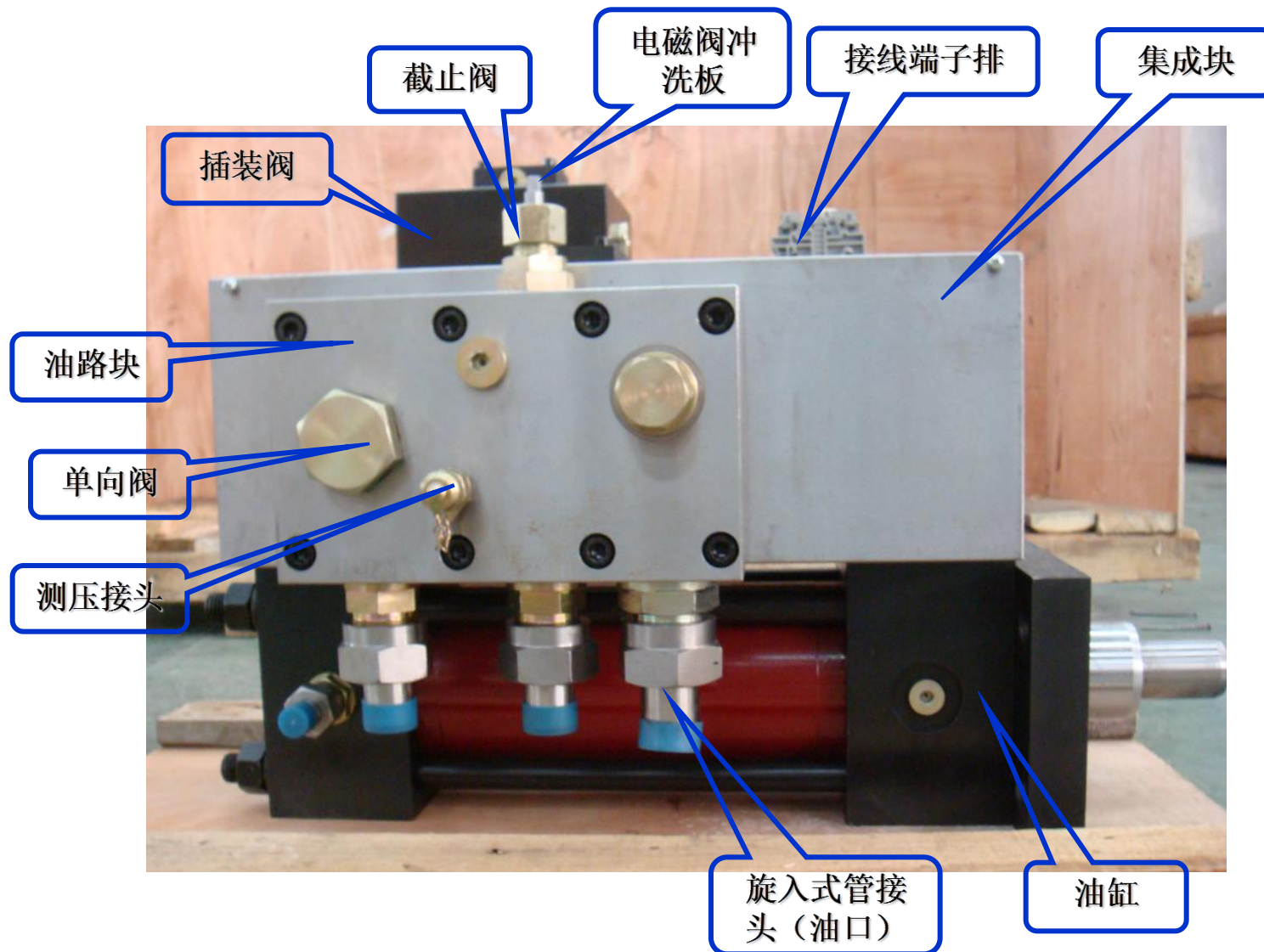
➤油口包括：高压进油口，有压回油口，危急遮断（AST）油口；

➤单侧进油，开启时由油压提供开启力，关闭时依靠弹簧力；

➤危急遮断装置动作时，AST油压卸去，插装阀快速打开，迅速卸去油缸下腔油液，阀门在弹簧力作用下关闭；

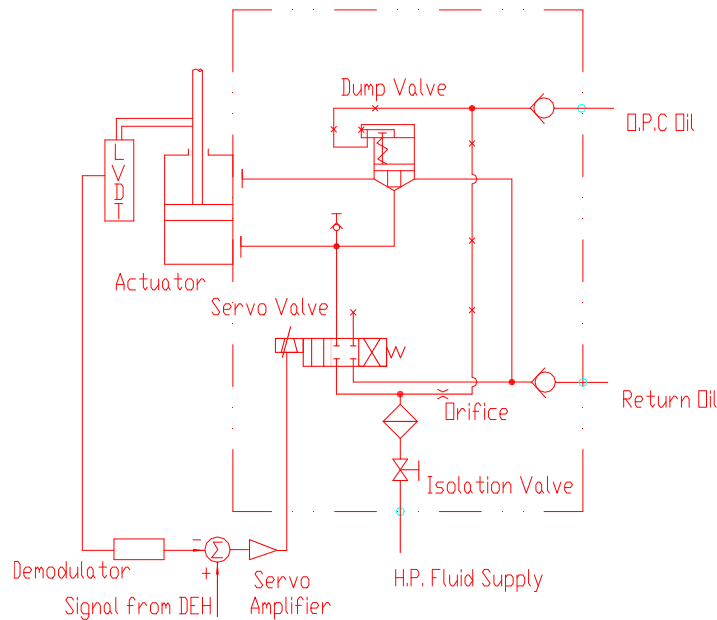
➤快关电磁阀在进行汽门活动试验时带电，插装阀开启，油缸活塞下腔油液回油箱，阀门关闭。

3. EH系统基本构成及原理介绍



3. EH系统基本构成及原理介绍

•连续型油动机



➤连续型油动机可以将汽阀控制在任一位置上，成比例地调节进气量以适应汽轮机运行的需要。

➤元件主要包括：油缸，伺服阀，卸荷阀，滤油器，LVDT，截止阀，单向阀及节流器。

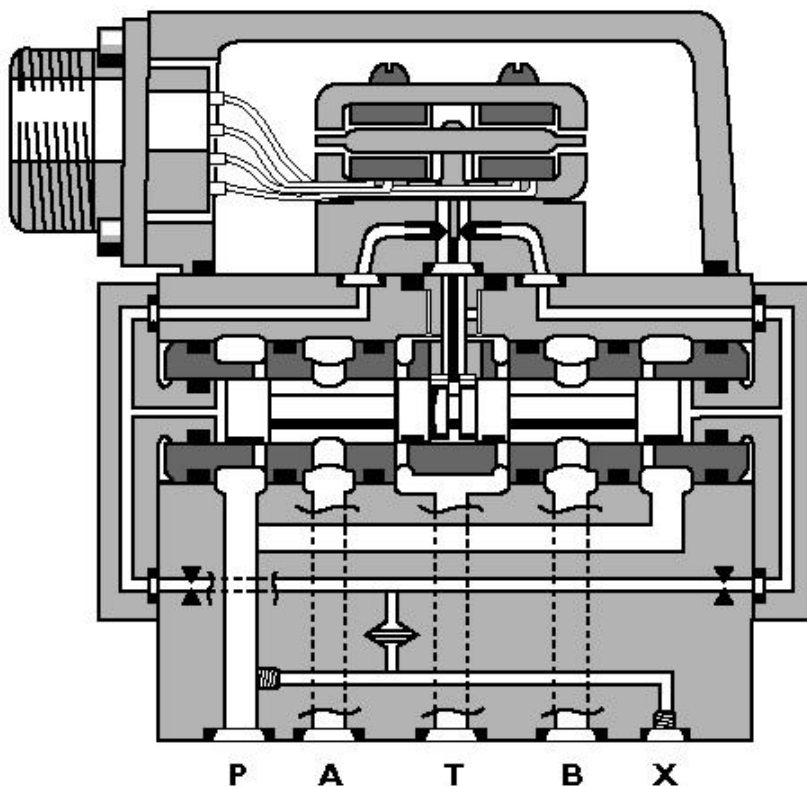
➤油口包括：高压进油口，有压回油口，超速保护（OPC）油口；

➤位移反馈闭环控制伺服系统；

➤调节过程：当阀门开度需要增加时，DEH发送正的信号经放大后至伺服阀线圈，伺服阀阀芯产生等比例的位移并处于左位，高压油至油缸下腔的通道被打开，活塞产生向上的位移，当反馈位移信号和控制信号相同时，伺服阀输入信号为零而回归中位；同理，反之则伺服阀处于右位而油缸下腔与有压回油相连。

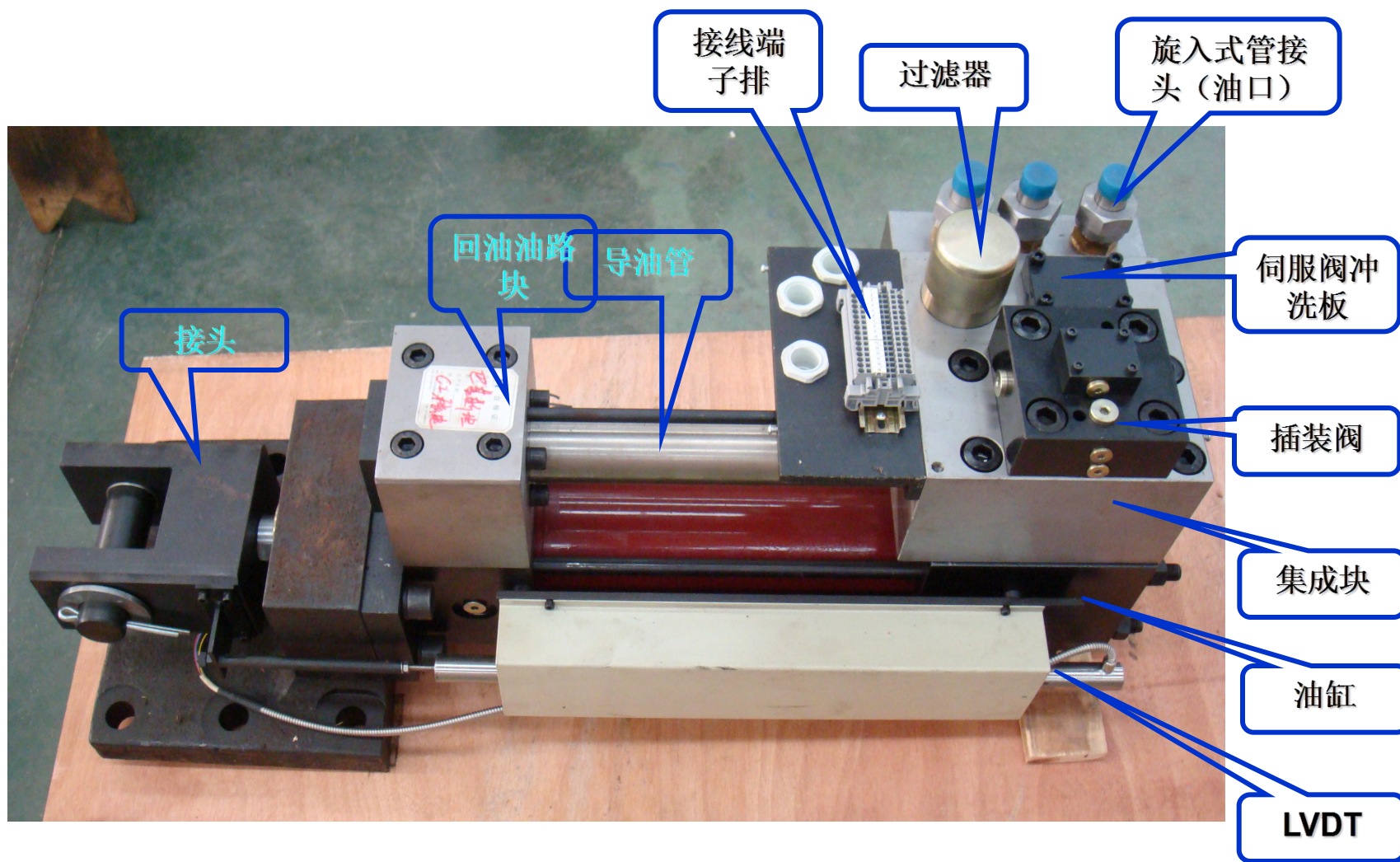
3. EH系统基本构成及原理介绍

MOOG 761/072系列伺服阀



- 采用干式力矩马达和两级液压放大结构
- 先导级为无摩擦、对称双喷嘴挡板阀
- 输出级为一四通滑阀
- 阀芯位置由弹簧反馈杆完成机械反馈
- 碟形滤油器→进一步保护喷嘴
- 外部零位调节杆→机械零偏
- 双线圈
- 阀芯驱动力大，动态响应高
- 高分辨率、低滞环
- 输入信号： $\pm 40\text{mA}$ /并联/单线圈
- 额定流量： 63lpm/MOOG761
152lpm/MOOG072

3. EH系统基本构成及原理介绍

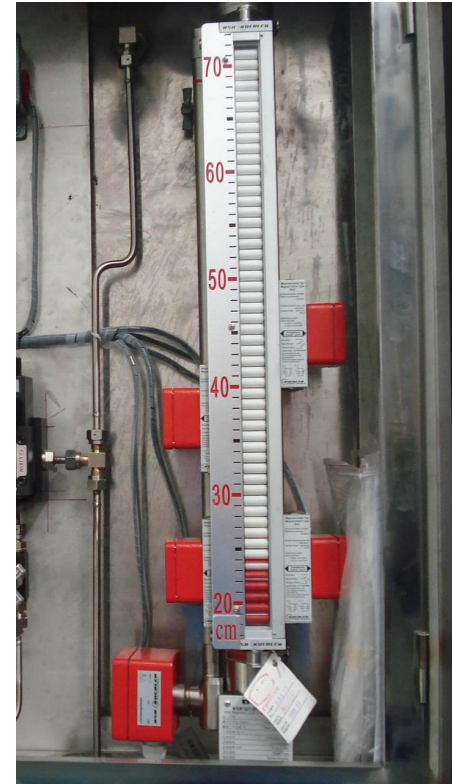


4. 本300/600MW机组EH产品配置

供油装置整定值

- 温度开关TS1: 20°C, $T < 20^{\circ}\text{C}$ 时, 油温低禁启主泵, 联备用泵
- 温度开关TS2: 40°C, $T < 40^{\circ}\text{C}$ 时, 自动切除油冷却
- 温度开关TS3: 55°C, $T > 55^{\circ}\text{C}$ 时, 自动投入油冷却, 自动切断加热器
- 温度开关TS4: 60°C, $T > 60^{\circ}\text{C}$ 时, 油温高报警
- 液位开关设定:
 - 当液位降至370mm时, 油位低报警
 - 当液位降至230mm时, 油位低禁启主泵, 停机
 - 当液位升至680mm时, 油位高报警
 - 输出4~20mA液位模拟量信号一路

注: 液位指示标尺计量单位为cm



4. 本300/600MW机组EH产品配置

循环冷却装置配置



循环油泵

1) 自动控制:

$T < 40^{\circ}\text{C}$ 时, 自动切除油冷却

$T > 55^{\circ}\text{C}$ 时, 自动投入油冷却

2) 手动控制:

按下控制箱面板上的启动、

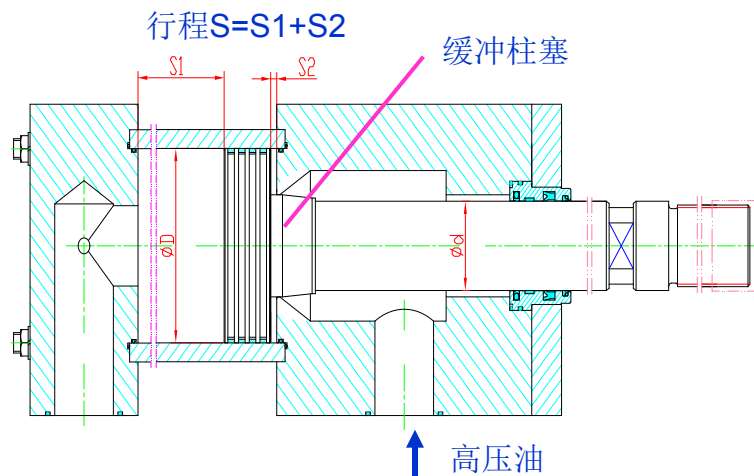
停止按钮

- 使用闭式循环水系统, 进水压力在 $0.2 \sim 0.8\text{MPa}$ 之间;
- 若没有闭式循环水, 可使用水质较好地水, 以防止在冷却器内积水垢;
- 为保证冷却效果, 水温应在 35°C 以下。

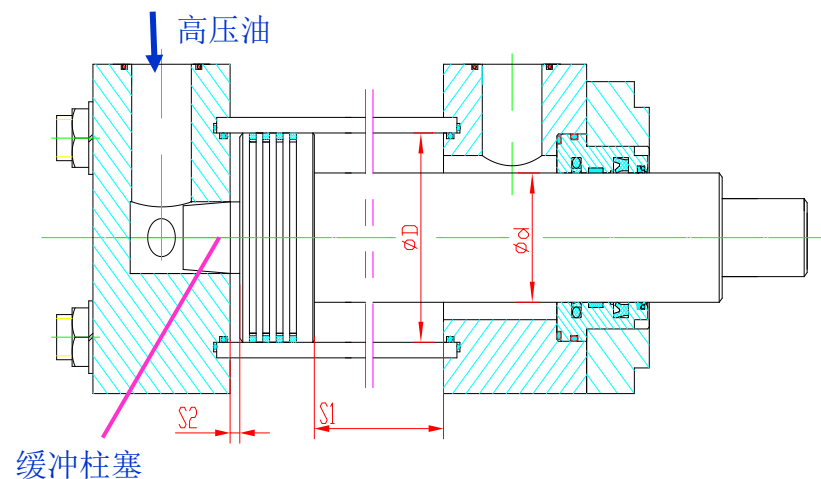
4. 本300/600MW机组EH产品配置

油动机配置

油缸	类型	缸径D (mm)	杆径d (mm)	行程S (mm)
高压主汽阀油缸	推缸	102	63	209.5
高压调阀油缸	推缸	102	50	282.5
再热主汽阀油缸	拉缸	152.4	70	260.5
再热调节阀油缸	拉缸	152.4	70	260.5



图：拉缸



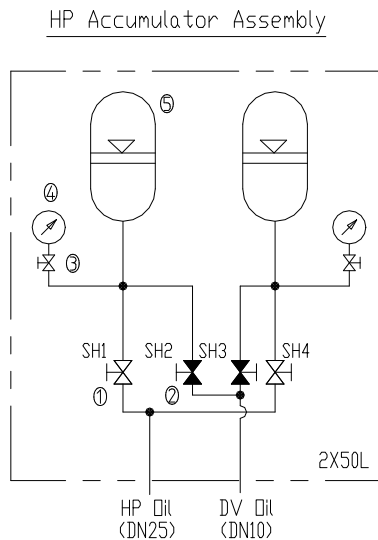
图：推缸

4. 本300/600MW机组EH产品配置

高、低压蓄能器配置

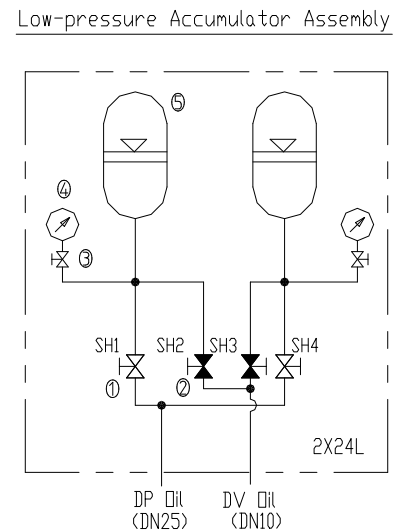
高压蓄能器

- 配置两组，每组公称容积为 $2 \times 50\text{L}$
- 皮囊式蓄能器，皮囊材料为丁基橡胶
- 主要元件包括：蓄能器，集成块，进油隔离截止阀，排放截止阀，压力表，支架
- 预充氮压力为 9.8MPa



低压蓄能器

- 配置两组，每组公称容积为 $2 \times 24\text{L}$
- 皮囊式蓄能器，皮囊材料为丁基橡胶
- 主要元件包括：蓄能器，集成块，进油隔离截止阀，排放截止阀，压力表，支架
- 预充氮压力为 0.2MPa



注意：

压力表指示的是油压而不是充氮压力！

4. 本300/600MW机组EH产品配置

工作介质——高压抗燃油

随着电厂汽轮发电机组容量的不断增大，蒸汽温度不断提高，控制系统为了提高动态响应而采用高压控制油，在这种情况下，电厂为防止火灾而不能采用传统的透平油作为控制系统的工作介质，所以EH系统采用的液压油为三芳基磷酸酯型抗燃油，其正常工作温度为20-60℃。

外观	浅黄色、透明
100°F赛波粘度（saybolt）（38℃）	220秒
210°F赛波粘度（saybolt）（100℃）	43秒
粘度指数	0
比重60°F（60℃）	1.142
流动点°F	0
最大含水量Wg%	0.03
最大含氯量ppm（X射线荧光分析）	20
闪点（ASTMD92-72）℃（开式杯）	246
燃点（ASTMD92-72）℃（开式杯）	352

自燃温度（ASTMD286-58）℃	566
酸度（毫克KOH/g）	0.03
最大发泡（起泡沫）毫升	10
最大色度	1.5
颗粒分布（SAEA-6D tentative）	3级
水解稳定性小时	合格
电阻值	12×10 ⁹
热膨胀系数，60°F（16℃）时	0.00038
热膨胀系数，100°F（37℃）时	0.00054
空气夹带量（ASTMD3427）分钟	1.0

5. 工作环境要求

• 清洁

因为MOOG喷嘴挡板式伺服阀对油液清洁度要求较高，故在系统运行中应保证油液颗粒度至少满足NAS5级标准(见右表)。

除非不得已的情况下，最好不要打开系统，以免空气和杂质进入。

新油不等于洁净的油，不能直接倒入油箱中。

供油装置到厂开箱后，应用适当的物品将其遮盖。

	颗粒数/100mL				
污 染 度 等 级	5~15 μ m	15~25 μ m	25~50 μ m	50~100 μ m	> 100 μ m
00	125	22	4	1	0
0	250	44	8	2	0
1	500	89	16	3	1
2	1000	178	32	6	1
3	2000	356	63	11	2
4	4000	712	126	22	4
5	8000	1425	253	45	8
6	16000	2850	506	90	16
7	32000	5700	1012	180	32
8	64000	11400	2025	360	64
9	128000	22800	4050	720	128
10	256000	45600	8100	1440	256
11	512000	91200	16200	2880	512
12	1024000	182400	32400	5760	1024



上海春齐机械设备有限公司

谢谢大家！

欢迎分享交流

致力服务：液压、润滑、冷却、过滤系统设计、制造、检修、改造
公司服务范围

- 1) 燃机专业：控制油液压系统、润滑油系统、冷却系统、过滤系统。
- 2) 汽机专业：EH油、液压旁路、顶轴油、循泵液控蝶阀、供热蝶阀液压系统。
- 3) 锅炉专业：磨煤机液压变加载；捞渣机、干渣机、风机、破碎机液压系统。
- 4) 热控专业：各类伺服阀、电液转换器、比例阀、溢流阀、隔膜阀检测、维修。
- 5) 燃料专业：斗轮取料机、翻车机、输煤机、干磨机、卸船机等液压系统。
- 6) 各类进口：温控阀、平衡阀、压差阀、蓄能器、液压油泵检修。
- 7) 维护备件：各类密封件、滤芯、充氮工具、伺服阀检测仪、移动过滤设备。

联系人：彭可远

联系电话：13166204950

联系人：陆园

联系电话：13564858991

联系人：孔权

联系电话：18521552658