

一、润滑油系统说明书

1. 润滑油系统的作用

润滑油系统图参见图 K01B • 551Q。

润滑油系统的作用是给汽轮发电机的支持轴承、推力轴承和盘车装置提供润滑，为氢密封系统供备用油以及为操纵机械超速脱扣装置供压力油。

润滑油系统由汽轮机主轴驱动的主油泵、冷油器、顶轴装置、盘车装置、排烟系统、油箱、交流润滑油泵、直流事故油泵、滤网、加热器、油位指示器以及连接管道、阀门、逆止门、各种监测仪表等构成。

2. 供油系统

2.1 润滑油

润滑油系统中使用的油必须是高质量、均质的精炼矿物油，并且必须添加防腐剂和氧化的成份。此外，它不得含有任何影响润滑性能的其他杂质，润滑油牌号为 32L-TSA/GB11120-89 透平油。

为了保持润滑油的完好，使润滑油系统部件和被润滑的汽轮发电机部件不被磨损，润滑油的特性需要做一些特殊考虑，最基本的是：油的清洁度、物理和化学特性，恰当的贮存和管理以及恰当的加油方法。

为了提高汽轮发电机组零部件的使用寿命，对于油的清洁度和油温的要求尤其严格，汽轮机投运前的油冲洗和油取样及清洁度等级的评定按国家标准执行。

2.2 供油系统的设备

润滑油系统基本上由下列设备组成。

2.2.1 一只 45.7M³ 有效容积的圆筒形卧式油箱，由钢板卷制焊接而成。一般它都安装在厂房零米地面的汽轮发电机组前端。油箱顶部焊有圆形顶板，交流润滑油泵、直流事故油泵、氢密封备用油泵、排烟装置、油位指示器、油位开关等都装在顶板上。油箱内装有射油器、电加热器及连接管道、阀门等。油箱顶部开有人孔，装有垫圈和人孔盖，安全杆横穿过人孔盖，固定在壳体上的固定块上。油箱底部有一法兰连接的排油孔，运输时，该孔需堵上。

2.2.2 汽轮机主轴驱动的主油泵是蜗壳型离心泵，安装在前轴承箱中的汽轮机外伸轴上。在启动和停机时，必须向泵提供压力油。主油泵的进油管和 I # 射油器出口相连接。排出压力油管进入油箱和射油器进口管相连接。

正常运行时，主油泵供给汽轮发电机组的全部用油，它包括轴承用油、机械超速脱扣和手动脱扣用油、高压氢密封备用油。

2.2.3 一台交流电动机驱动的润滑油泵，安装在油箱的顶板上。该泵是垂直安装的离心泵，能保持连续运行，该泵完全浸没在油中，通过一个联轴器由立式电动机驱动。电动机支座上的推力轴承承受全部液压推力和转子的重量。该泵经过油泵底部的滤网吸油，泵排油至主油泵进油管及经冷油器至轴承润滑油母管。该泵只在启动和停机阶段，当主油泵排油压力较低时使用。该泵由压力开关和装在控制室内的三位开关控制。一个装在泵出口的翻板式止逆阀防止油从系统中倒流。

2.2.4 一台直流电动机驱动的事故油泵，安装在油箱顶板上。该泵是一台垂直安装的离心式泵，能保持连续运行。它是交流润滑油泵的备用泵。它只在紧急情况下使

用，如交流电断电或轴承油压由于某种原因而不能维持正常等。该泵由电站蓄电池系统供电，由压力开关和装在控制室内的三位开关控制。一个翻板式止逆阀防止系统中油倒流。

2.2.5 两个装在油面下管道上的射油器，主要由喷嘴、混合室、喉部和扩散段组成。射油器喷嘴进口和提供压力油的主油泵出口相连。油通过喷嘴到混合室，然后进入射油器喉部，最后进入扩散段。油通过喷嘴时，速度增加，这种高速油通过混合室，在混合室中产生一个低压区，使油从油箱中吸入混合室，然后被高速油带入射油器喉部。油通过喉部进入扩散段，在扩散段油的速度能转换成压力能。I # 射油器出口油送往主油泵进油口；II # 射油器出口油通过冷油器，由管道送入轴承润滑油母管。扩散段后面各装有一个翻板式止逆阀，以防止油从系统中倒流。在混合室进油面上装有一块止逆板，防止主油泵工作时油倒流进油箱。为防止异物进入射油器，在射油器的吸油侧装有一可拆卸的多孔钢板滤网。

2.2.6 一只滤网式滤油器，安装在油箱内的回油槽上。滤网是圆筒形的，由滤网和带孔金属网架组成。它嵌入槽底割出的开口内。槽中回油靠重力流进滤网滤油器顶部，从滤油器侧面和底面流入油箱，滤油器顶部装有一个手柄，通过上方一只检修口可把滤网取出，便于随时清洗或调换，但在机组运行期间不允许在没有滤网的情况下运行。

2.2.7 两台安置在油箱附近的冷油器，无论哪台泵供轴承润滑油，都需经冷油器以调节油温，油在冷油器壳体内绕管束循环，管内通冷却水。在正常情况下，任何时候都只有一台冷油器在工作，另一台备用。通向冷油器的油由手动的三通阀控制，该阀把油通向两台冷油器中的任何一台，且允许不切断轴承油路情况下切换冷油器。两台冷油器进口通过一连通管和截止阀联接起来。截止阀可使备用冷油器充满油做好随时投入的准备。每一台冷油器壳体上都有连通管通向油箱。连通管从顶部进入油箱伸至正常油位以上区域。运行人员从每条管路上的一只流量窥视孔能确定是否有油流经冷油器。

2.2.8 四台装在油箱顶上的浸没式电热器，它们在需要时加热油以维持足够的油温。这些加热器有三位开关控制。开关位于接通时，加热器通电，但一般情况下，开关放在自动位置上。加热器由一恒温器控制而自动工作。为安全起见，加热器通常与油位开关联锁，以便在加热器部件露出油面之前切断加热器的电源。恒温器由可调旋钮调整，它应整定在油温正常工作范围 $27^{\circ}\text{C} \sim 38^{\circ}\text{C}$ 之内。

2.2.9 油位

2.2.9.1 一台装在油箱顶部的油位指示器，配有液位变送器，可输出 4-20mADC 信号及远传报警。

2.2.9.2 一台油位开关，它可低油位或高油位报警。

2.2.9.3 一台油位开关，应具有两个功能，一是在低油位时和油箱电加热器联锁，及时关掉电加热器电源；另一是在高高油位时发出停机信号。

2.2.10 一个装在油箱上的“R”接线盒。接线盒中连接压力开关与部件的管子通常在安装时就由电力设计院设计并布置好，盒中包括以下一些压力开关：

2.2.10.1 一个压力开关，它和交流润滑油泵的排油管道相连（泵出口和止逆阀之间

管道), 开关应整定在 (0.076~0.08)MPa 使触点闭合。开关一般和控制室内的信号装置相连接。

2.2.10.2 一个压力开关, 它安装在直流事故油泵排油管道(泵排油和止逆阀之间管道), 开关应整定在 (0.07~0.076)MPa 使触点闭合, 开关一般和控制室内的信号装置相连接。

2.2.10.3 两个压力开关, 其中一个开关和一个排烟装置的电动机联锁, 油箱顶部真空度低于 500 Pa 时触点闭合启动另一台排烟风机。另一个压力开关与控制室内的信号装置相连。

2.2.11 一个装在盘车装置附近的接线盒“L”, 接线盒中连接压力开关与部件的管子通常在安装时就由电力设计院设计并布置好, 盒中包括以下一些压力开关:

2.2.11.1 一个和润滑油母管相连接的压力开关, 如果润滑油母管压力跌得太低, 该开关就启动交流润滑油泵和密封油备用泵。

开关有两组常闭触点, 当轴承润滑油压足够时就断开, 如果油压降到 (0.076~0.08)MPa, 两组触点同时闭合, 一组触点的闭合启动密封油备用泵, 另一组触点的闭合启动交流润滑油泵。虽然在压力下降时两泵会启动, 但压力升高后泵不会自动停止。当轴承润滑油压升高而超过压力开关的整定值后, 必须从控制室内关闭泵, 控制开关应旋转到“断开”的位置, 并保持到泵停下为止, 当放开后, 开关会自动回到“自动”位置, 此时电路复原。

为了试验开关和泵的运行情况, 可以手动打开阀门, 使开关中产生局部压力降。管路中孔板可以防止轴承润滑油母管中压力消失。试验结束后, 泵不会自动停止, 而必须从控制室内关闭。

2.2.11.2 一个启动直流事故油泵的压力开关。该压力开关有两组常闭触点, 正常运行情况下, 轴承润滑油压使它们保持断开。如果油压降到 (0.07~0.076)MPa, 两组触点同时闭合, 一组触点的闭合启动直流事故油泵, 另一组触点接入汽轮机自动控制线路或留作备用。虽然压力下降会使泵启动, 但压力升高后, 泵不会自动停下。在轴承润滑油压升高超过压力开关整定值后, 必须从控制室内关闭泵。控制开关应旋转到“断开”的位置, 并保持到泵停下为止。当放开后, 开关会自动回到“自动”位置, 此时电路复原。

为了试验开关和泵的运行情况, 可以手动打开阀门, 使开关中产生局部的压力降, 管路中孔板可以防止轴承润滑油母总管中压力消失, 试验结束后, 泵不会自动停止, 而必须从控制室内关闭它。

2.2.11.3 一个压力开关把盘车装置电动机、顶轴油泵电动机和轴承润滑油母管油压联锁起来, 它有两组常开触点。当汽轮发电机组在 200r/min 以上运行时, 一个常闭电磁阀把压力开关和轴承润滑油母管断开。当汽轮发电机组在 200r/min 以下运行时, 常闭电磁阀把压力开关和轴承润滑油母管接通。压力开关整定在 (0.027~0.034)MPa, 当轴承润滑油压超过此值范围时, 压力开关触点闭合。一组触点线路与盘车装置电动机线路串联, 因而电动机在轴承润滑油压达到或超过整定值时才能启动; 第二组触点和顶轴装置电动机线路串联, 这样, 只有轴承润滑油压达到设计值时, 顶轴电动机才能启动。同样, 如果轴承润滑油压降低到低于整定值以下, 触点断

开。盘车装置和顶轴装置将不能投入使用。

为了做压力开关压力升高的动作试验，应首先建立起足够的轴承润滑油压，然后确信盘车电动机和顶轴装置电动机已经启动。为了做压力开关压力下降的动作试验，首先建立起足够的轴承润滑油压，再手动打开至压力开关线路中的阀门，产生局部的压力降，引起触点断开。由于有孔板和轴承润滑油母管隔开，因而试验时润滑油母管压力不会下降。关闭截止阀使压力开关恢复到正常运行状态。

2.2.12 四个压力开关安装在前轴承箱上的接线盒内，如果轴承润滑油母管压力太低，它们将使机组打闸停机，并且是危急遮断系统的一部分。其整定值在(0.034~0.049)MPa。

2.2.13 两个与盘车装置起动线路联锁的零转速显示器的压力开关，它们装在前轴承箱上的接线盒内。它应该在汽轮发电机组转速降低到 200r/min 时，使得与轴承润滑油母管相通的盘车装置润滑油常闭电磁阀打开，并且启动顶轴装置的电动机；在汽轮发电机组转速降低到零时，它应能启动盘车装置的电动机。同样，当汽轮机冲转后，当汽轮发电机转速升高超过 200r/min 时，它应能使与轴承润滑油母管相通的盘车装置润滑油常闭电磁阀关闭，并且断开顶轴装置的电动机线路。

零转速显示器及其相关的电器装置详见相应的资料。

另外，还有两支压力开关安装在前轴承箱的接线盒内，其功能与装在“L”接线盒内的两个压力开关功能相同，当润滑油压力跌得太低时，启动交流润滑油泵、氢密封备用油泵及事故油泵。

2.3 系统运行

2.3.1 额定转速下运行

汽轮发电机组在额定转速下运行时，主油泵供应润滑油系统所需的全部油。如《汽轮机润滑油系统图》(K01B • 551Q)所示，来自主油泵的压力油进入机械超速装置机构，同时也进入油箱内部管道为射油器提供动力油。从 I # 射油器排出的油供主油泵吸入口，II # 射油器排出的油通过冷油器供汽轮发电机组轴承润滑用油。

润滑油供油系统是个封闭系统，所有润滑后的油通过油箱顶部回到回油槽中。油进入油箱前靠自身重力通过滤网。当油箱中油位过高或过低，油位指示器和油位开关都会发出警报。

在机组初始运行期间，必须经常监视油箱回油槽中的油位。

为了去除进入油系统中的水份，在汽轮机运行期间，油净化装置必须投入工作。

2.3.2 辅助油泵的运行

交流润滑油泵和氢密封备用泵是主油泵的备用泵，以便在启动、停机和偶然事故时保持轴承润滑油母管油压。如《汽轮机润滑油系统图》所示，交流润滑油泵提供通常由射油器出口所供的油。这些辅助油泵由测量轴承润滑油压的压力开关和三位控制开关（安装在控制室内）控制。

在额定转速下正常运行时，已经建立起适当的轴承润滑油压后，辅助油泵的控制开关调到“自动位置”，这些泵处于停止状态，任何停机或偶然事故引起轴承润滑压力减小超出压力开关额定值时，两台泵同时启动，供给机组所需的全部用油。

当机组投入盘车装置和启动期间，在主油泵不能正常供油情况下，需要启动辅助

油泵。在盘车装置运行前，将控制室内的控制开关置于“通”位置，启动交流润滑油泵。在机组启动过程中，主油泵出口压力随汽轮机转速增加而增加，大约在 2850r/min 时，主油泵足以提供机组所需的全部用油。这时，轴承润滑油母管中油压是足够的，不再需要辅助油泵，必须人工手动控制开关，将其从“自动”位置转到“断开”位置。

直流事故油泵是交流润滑油泵的备用泵，它受压力开关的控制。当轴承润滑油母管油压降到其整定值时即起动。压力增加时，直流事故油泵也必须借手动控制开关停下。启动工况期间，直流事故泵的控制开关通常置于“断开”位置（直流事故泵不能起动），直到交流润滑油泵运转并提供足够的油压，然后将控制开关置于“自动”，此时事故泵不会起动，当轴承油总管油压低于压力开关整定值时它才启动。

2.3.3 油温

正常运行情况下，冷油器出口处的轴承油温是 $43^{\circ}\text{C}\sim 49^{\circ}\text{C}$ 。

如果油箱中油低于 10°C ，油不能循环，因此，供油系统不应投入运行，应利用油箱中的电加热器升温。

在启动阶段，必须关闭冷油器冷却水，使油温达到适当温度。此后，调整通过冷油器的循环水流量，以保持冷油器出口温度为 $43^{\circ}\text{C}\sim 49^{\circ}\text{C}$ 。

冷油器的操作详见冷油器有关资料。

二、轴承说明书

1 1# 支持轴承

1# 支持轴承是由四个键支撑的具有自位功能的可倾瓦轴承，该轴承由孔径镗到一定公差的四块浇有轴承合金钢制瓦组成，具有径向调整和润滑功能。

轴承壳体制成两半，与轴承座的水平中分面齐平，用定位销定位。各瓦块均支撑于轴承壳体内，且用支持销（19）定位。位于瓦块中心的调整垫块（17）与支持销（19）的球面相接触，作为可倾瓦块的摆动支点。因此轴承可以随转子摆动并自对中心。

轴承壳体由 5 块钢制垫块（6）支撑在轴承座内，其外圆直径加工的比轴承座内孔直径稍小。这些垫块分别安装在壳体的上半、下半与轴承水平、垂直中心线成 45° 的位置上。在每个垫块和轴承壳体之间设有垫片（10、11、12、13、14），以便在垂直和水平方向调整轴承确定转子在汽缸内的准确位置。安装于轴承壳体的止动销（7），伸入轴承座水平中分面下一凹槽内，用以防止轴承在轴承座内转动。

轴承瓦块(a、b)和调整垫块（17）、支持销（19）、均由 1 至 4 编号、打印，并在轴承壳体上相应的位置编号，以便在检修后瓦块和垫块仍能装在原来的相对位置。每块瓦块两端的临时螺栓（23）在组装和运送时联接在轴承壳体上将瓦块固定就位，但在总装时拆去，并用螺塞（24）替代，螺塞旋入后必须略低于轴承体垫块的表面。

润滑油通过带孔垫片和节流孔板进入轴承壳体，轴承壳体两端面上开有环槽，润滑油经过环槽通过在水平和垂直方向上开的 8 个孔进入轴承各瓦块，沿着各瓦块间的轴颈表面分布，并从两端排出。

油封环(c)及油封挡环（15、16）防止从轴承两端大量漏油，油封环做成两半，固定在轴承体上用限位销（20）防止挡油环转动，油通过两侧的挡油环的排油孔排出，返回轴承座。

轴承间隙的调整

1. 磨“X”平面处的瓦块及垫片，达到 75%的面积接触。（包括上半和下半）。
2. 磨“Y”平面处的支持销和轴承壳体，达到 75%的面积接触。
3. 用深度千分卡测量从轴承壳体外表面到支持销“Y”表面的距离（尺寸 A）。
4. 除上半支持销外，装好瓦块上半，调整垫块和轴承壳体上半。确认以下事项后，通过轴承体上的孔，测量轴承壳体上半外表面到调整块平面端的距离（尺寸 B）：
 - a) 瓦块已与轴颈接触；
 - b) 轴承壳体的水平中分面没有间隙。

5. 将上半支持销的厚度磨至尺寸“C”：

$$C = (B - A - 0.81 + 0.1) \pm 0.02$$

然后按步骤 2 研磨“Y”表面。

6. 调整轴承间隙时去掉弹簧（21）。

轴承间隙的测量

1. 通过轴承壳体上的孔测量尺寸“C”（轴承壳体外表面到支持销的“Y”表面）。

测量过程

- a) 移去垫块（6）、垫片（10）、临时螺栓（23）和弹簧（21）。

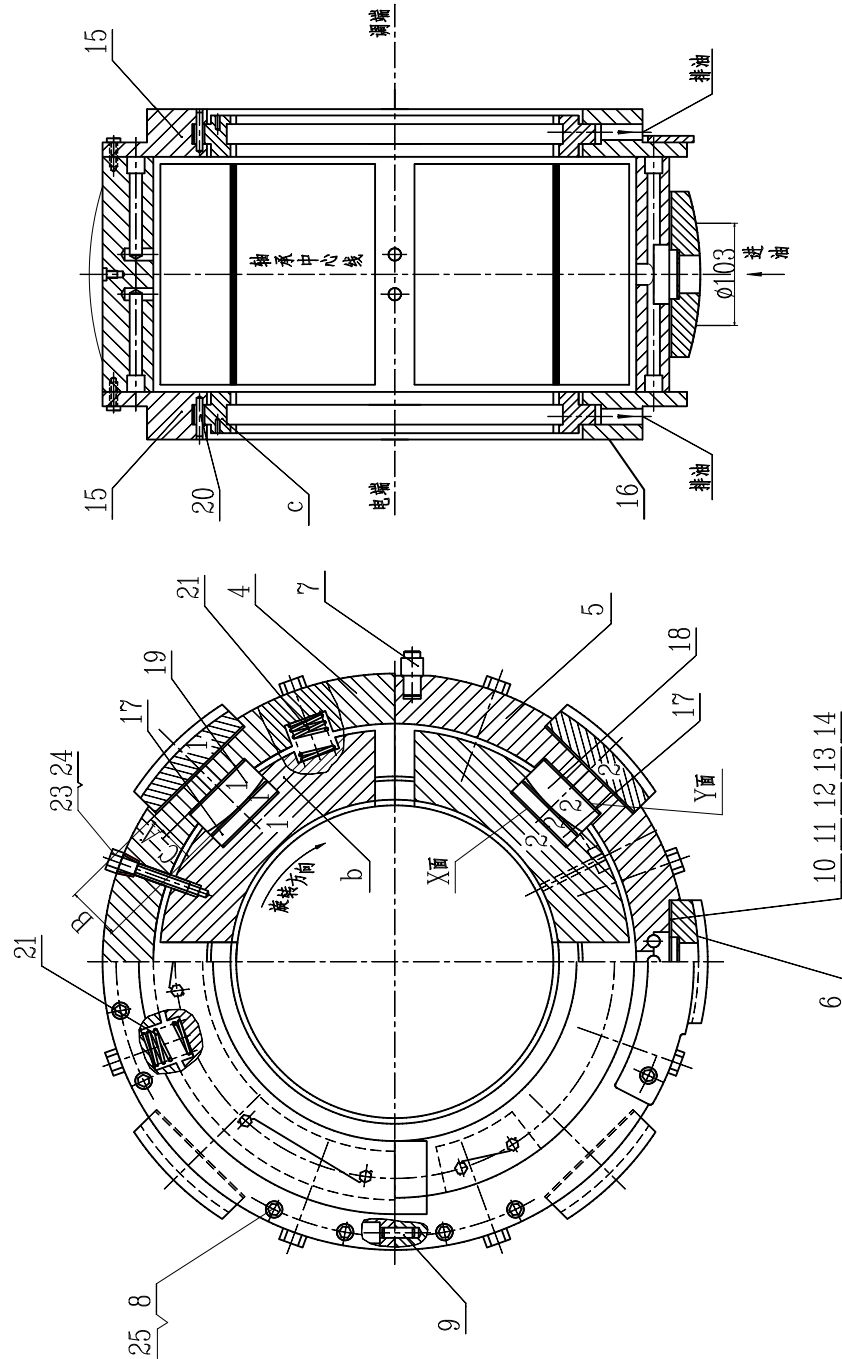
通过瓦块底部的径向孔用铜棒轻轻敲击“Y”表面，然后测量尺寸“A”，重复测量“A”直到测得稳定的数值。

b)用螺栓（23）拉紧瓦块，测量尺寸“A”，重复测量“A”直到测得稳定的数值。

c)确认 a)、b)之差为 0.71—0.81mm。

带转子的轴承找中

1. 除底部垫块外，研磨所有垫块（6）达到 75%的面积接触。
2. 底部垫块在 $\Phi 103$ 的面积内研磨 100%面积接触。
3. 按“转子找中图”和“转子间隙图”的要求，调整下部调整垫块下的垫片厚度，以满足轴承找中要求。
4. 调整底部垫块下的垫片厚度，使垫块和轴承座间间隙为 0—0.1mm。
5. 调整上部垫块下垫片的厚度，使垫块与轴承压盖间获得 0—0.05 的过盈量。



1#支持轴承

2 2# 支持轴承

2# 支持轴承是由四个键支撑的具有自位功能的可倾瓦轴承，该轴承由孔径镗到一定公差的四块浇有轴承合金钢制瓦组成，具有径向调整和润滑功能。

轴承壳体制成两半，与轴承座的水平中分面齐平，用定位销定位。各瓦块均支撑于轴承壳体内，且用支持销（19）定位。位于瓦块中心的调整垫块（17）与支持销（19）的球面相接触，作为可倾瓦块的摆动支点。因此轴承可以随转子摆动并自对中心。

轴承壳体由 5 块钢制垫块（6）支撑在轴承座内，其外圆直径加工的比轴承座内孔直径稍小。这些垫块分别安装在壳体的上半、下半与轴承水平、垂直中心线成 45° 的位置上。在每个垫块和轴承壳体之间设有垫片（10、11、12、13、14），以便在垂直和水平方向调整轴承确定转子在汽缸内的准确位置。安装于轴承壳体的止动销（7），伸入轴承座水平中分面下一凹槽内，用以防止轴承在轴承座内转动。

轴承瓦块(a、b)和调整垫块（17）、支持销（19）、均由 1 至 4 编号、打印，并在轴承壳体上相应的位置编号，以便在检修后瓦块和垫块仍能装在原来的相对位置。每块瓦块两端的临时螺栓（23）在组装和运送时联接在轴承壳体上将瓦块固定就位，但在总装时拆去，并用螺塞（24）替代，螺塞旋入后必须略低于轴承体垫块的表面。

润滑油通过带孔垫片和节流孔板进入轴承壳体，轴承壳体两端面上开有环槽，润滑油经过环槽通过在水平和垂直方向上开的 8 个孔进入轴承各瓦块，沿着各瓦块间的轴颈表面分布，并从两端排出。

油封环(c)及油封挡环（15、16）防止从轴承两端大量漏油，油封环做成两半，固定在轴承体上用限位销（20）防止挡油环转动，油通过两侧的挡油环的排油孔排出，返回轴承座。

轴承间隙的调整

1. 磨“X”平面处的瓦块及垫片，达到 75%的面积接触。（包括上半和下半）。
2. 磨“Y”平面处的支持销和轴承壳体，达到 75%的面积接触。
3. 用深度千分卡测量从轴承壳体外表面到支持销“Y”平面表面的距离（尺寸 A）。
4. 除上半支持销外，装好瓦块上半，调整垫块和轴承壳体上半。确认以下事项后，通过轴承体上的孔，测量轴承壳体上半外表面到调整块平面端的距离（尺寸 B）：
 - a) 瓦块已与轴颈接触；
 - b) 轴承壳体的水平中分面没有间隙。
5. 将上半支持销的厚度磨至尺寸“C”：

$$C = (B - A - 0.81 + 0.1) \pm 0.02$$

然后按步骤 2 研磨“Y”表面。

6. 调整轴承间隙时去掉弹簧（21）。

轴承间隙的测量

1. 通过轴承壳体上的孔测量尺寸“C”（轴承壳体外表面到支持销的“Y”表面）。

测量过程

- a) 移去垫块（6）、垫片（10）、临时螺栓（23）和弹簧（21）。

通过瓦块底部的径向孔用铜棒轻轻敲击“Y”表面，然后测量尺寸“A”，重复测

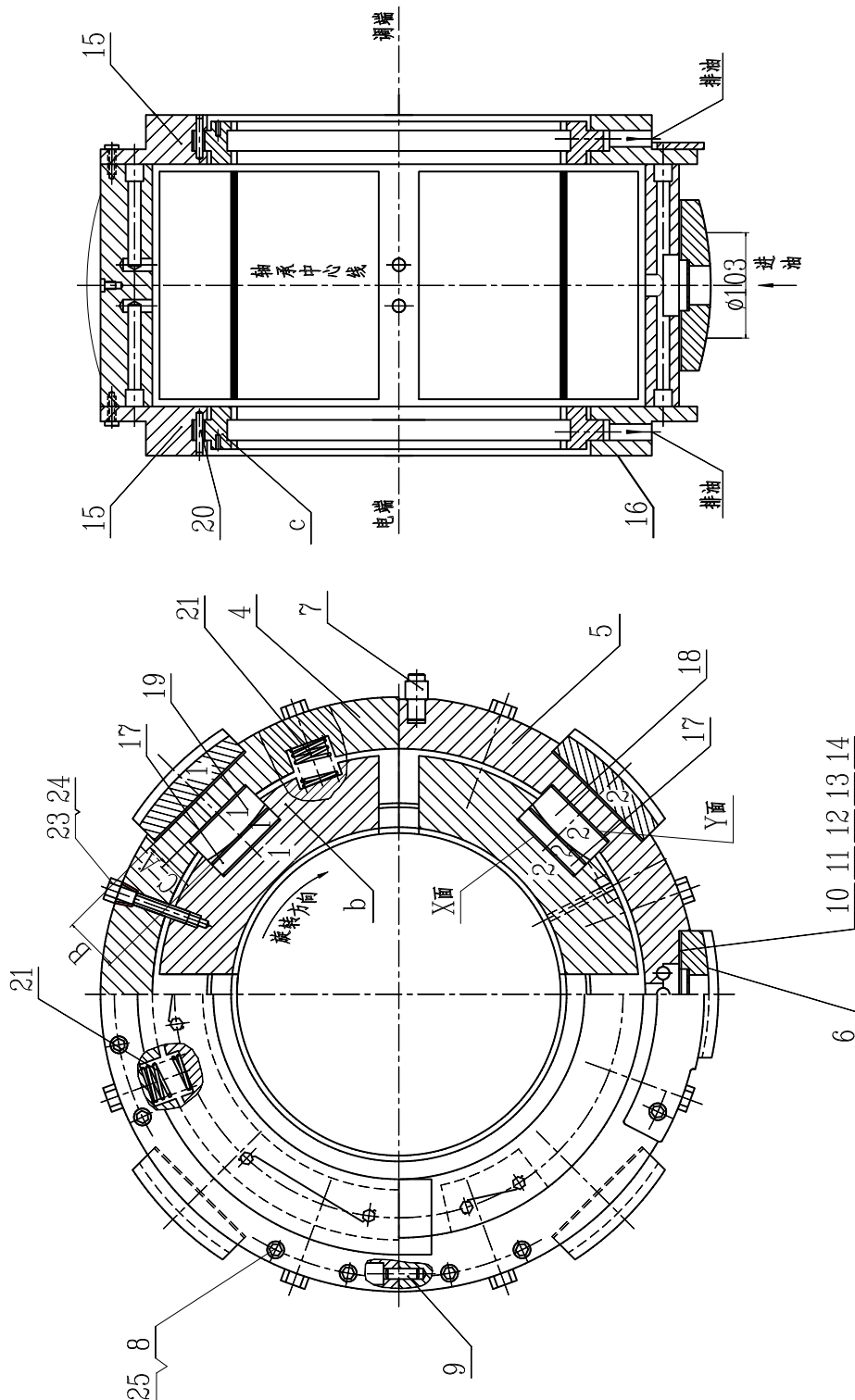
量“A”直到测得稳定的数值。

b) 用螺栓(23)拉紧瓦块,测量尺寸“A”,重复测量“A”直到测得稳定的数值。

c) 确认 a)、b) 之差为 0.71—0.81mm。

带转子的轴承找中

1. 除底部垫块外,研磨所有垫块(6)达到 75%的面积接触。
2. 底部垫块在 $\Phi 103$ 的面积内研磨 100%面积接触。
3. 按“转子找中图”和“转子间隙图”的要求,调整下部调整垫块下的垫片厚度,以满足轴承找中要求。
4. 调整底部垫块下的垫片厚度,使垫块和轴承座间间隙为 0—0.1mm。
5. 调整上部垫块下垫片的厚度,使垫块与轴承压盖间获得 0—0.05 的过盈量。



2# 支持轴承

#-6#支持轴承

3 3

本机组有六个支持轴承，均为四瓦块可倾瓦轴承。其中，3#、5#轴承完全相同，孔径 $\Phi 482.6$ ；4#、6#轴承完全相同，孔径 $\Phi 482.6$ 。而3#、5#和4#、6#除进油口方向不同外，其余完全相同，各支持轴承都是不带支架带垫块的轴承。

上述轴承，瓦块形式基本相同，因此，我们仅就3#轴承进行说明。

3#轴承（图4）由一个钢制的轴承外壳（I）和4个浇有轴承合金的钢瓦块（II）组成，瓦块的内孔镗到规定的直径。瓦块依靠调整垫片（1）的厚度可作径向调整，并能绕销（2）球面支点摆动。

轴承外壳分上下两半，在水平中分面上用定位销（序号14）定位。

轴承外壳通过5块钢垫块（7）支承在轴承箱内的洼窝中。在垫块和轴承外壳之间装有调整垫片（9、10、11和12）以使在水平和垂直方向调整轴承位置，使转子精确地就位。在轴承箱外壳上装有一个止动销（序号3），并伸入轴承箱下半比中分面略低的凹槽中，这样可防止轴承相对于轴承箱转动。

每一组轴承瓦块（序号II）和销（2）及调整垫块（序号1、7）均应编顺序号1到4，并在轴承外壳上相应地作上记号1到4。以便在检修后将轴承瓦块、垫块、销和轴承外壳安装在它们原来的相对位置上。

每一个轴承瓦块用临时螺栓（序号4）安装在轴承外壳上。螺栓位置靠近瓦块的两端。在与转子装配前，这些临时螺栓必须去掉，而换上永久螺塞（6）。这些永久螺塞与轴承外壳的外表面齐平或略低一些。

油来自润滑油系统，通过轴承箱底部的油管供给。油通过底部垫块的孔进入轴承外壳（I）下半，并沿轴向流到轴承外壳两端的环形槽内。油从这些槽通过6个钻出的孔进入轴承瓦块，其中2个孔在垂直中心线的顶部，2个孔在水平中心线两侧。油同时也通过垂直中心线底部的一个孔流入轴瓦。油沿着轴颈分布，并从两侧流出。轴承两端的油封环（III）防止油从端部过多的泄漏。油通过油封环及其挡环下半的油孔返回到轴承支座。用止动销（13）防止挡油环转动。

为了正确调整轴承：

1、拆下轴承垫块并重新安装垫片（9），此时不必考虑底部打有标记5的垫块。调整在打有标记3和4两个垫块下部的垫片时，使这两个垫块与轴承箱贴合，并使转子位置符合转子间隙图的要求。在达到要求后，取下打印本标记3和4下部的垫片而换上永久垫片，永久垫片的厚度应和取下的垫片组的总厚度相等。这永久垫片应打印厚度和其在轴承外壳的位置编号。

2、再用垫片（10）装配底部的垫块，使垫块与轴承箱相接触。调整垫片厚度使得垫块与轴承箱之间的间隙为0-0.05mm，在顶部的垫块处（打记号1和2）加垫片，以使这些垫块和轴承箱上半之间有0.01-0.03mm的过盈量。

3、因为轴承垫块和中心线成 45° 夹角，所以必须注意轴承的中心线垂直方向的移动量不等于垫片厚度的改变量。因为 45° 是给定的，因此在垫片厚度和轴承移动量之间有一个0.7的常数。下面的例子有助于理解这一概念。

4、在下半的 45° 方向一个垫块上加一个0.125mm厚的垫片，产生

一个 $0.7 \times 0.125 = 0.0875\text{mm}$ 的垂直位移和 $0.7 \times 0.125 = 0.0875\text{mm}$ 水平位移。

5、 在下半的两个 45° 方向垫块处各加上 0.125mm 厚的垫片产生 $0.125 \div 0.7 = 0.1786\text{mm}$ 的垂直位移，但没有水平位移。

6、垂直提高轴承 0.25mm：在下半各垫块均增加 $0.7 \times 0.25 = 0.175\text{mm}$ 垫片。

7、向右移动轴承 0.25mm：从右边下半垫块减去 $0.7 \times 0.25 = 0.175\text{mm}$ 垫片，并在左边下半垫块加厚 0.175mm 垫片。

轴承间隙的测量：

上半瓦块和轴颈的间隙（下半瓦块接触轴颈）应为 $[C = (0.002 \times D) - 0.005]$ ，间隙的公差为 $\pm 0.05\text{mm}$ 。

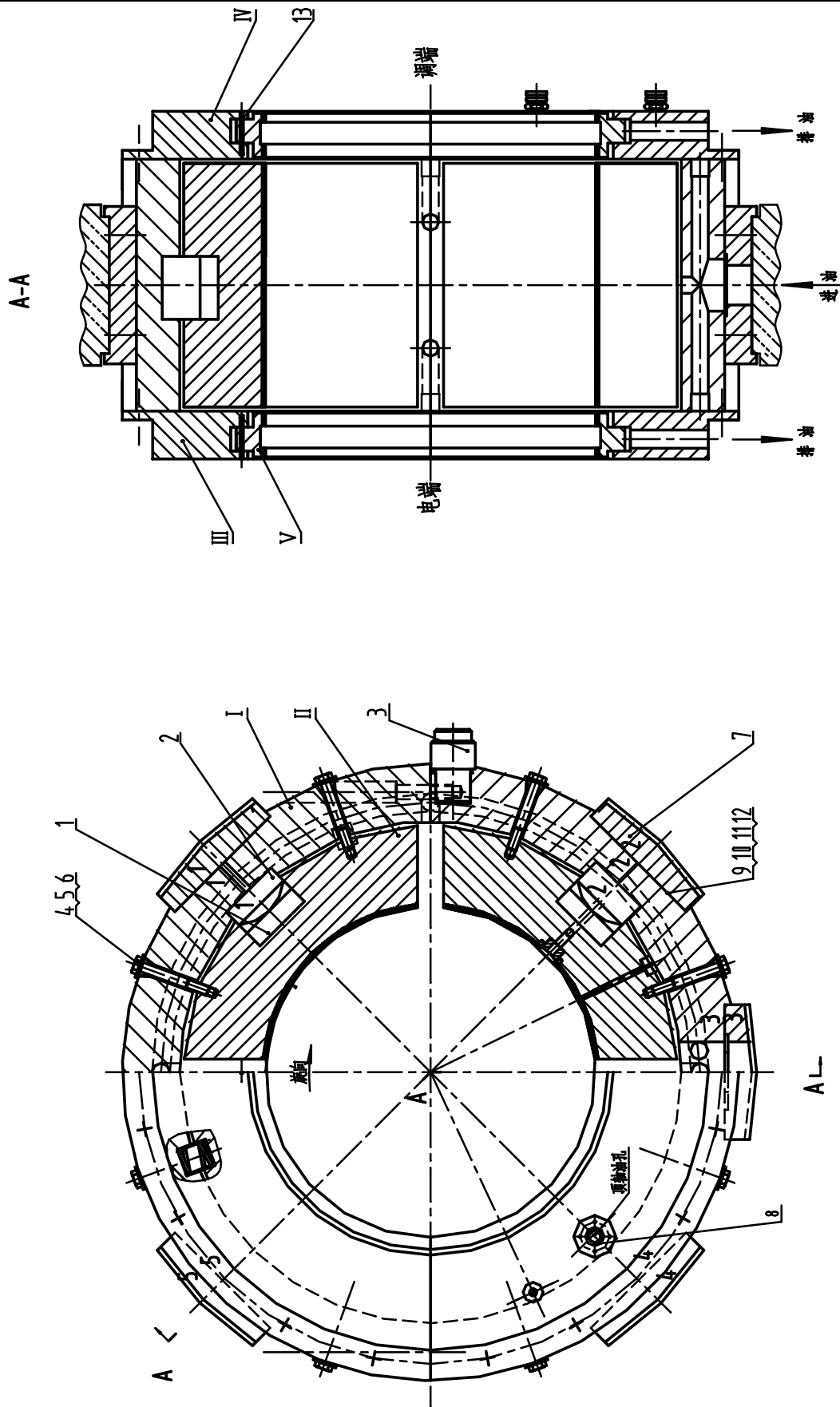


图 4

4. 推力轴承

推力轴承是瓦块间自动平均分配载荷的均载式轴承，为此瓦块支承在由两半制成的定位环（25、26）内的平衡块（29）和（30）上。平衡块自动使瓦块处于某一位置，从而使轴承合金面的载荷的中心都在同一平面内。因此，每一瓦块承担相等的载荷。这种结构的所有瓦块不要求具有精确的相同厚度。平衡累积位移及在带有推力盘的轴与轴承箱镗孔不精确平行时，瓦块负载也是均匀分布的。

转子的推力由与转子延伸轴整体加工的推力盘传到瓦块上，转子延伸轴用螺栓连接在汽轮机转子上。A—A 视图详细地表明了推力盘两侧装有的整圈瓦块和定位环，以承受任一方向的轴向推力。

见视图 A—A。瓦块（21—24）和平衡块（29）、（30）装在水平面上分开的定位环（25、26）内。而定位环装在推力轴承外壳（03）内，装在推力轴承外壳上半键槽里的键（27）防止定位环相对于外壳的转动。推力轴承的外壳在水平中分面上分为两半，并用螺钉和定位销连接。利用外壳加工出的凸台，安装在轴承座和上盖的槽内，确定推力轴承的轴向位置。

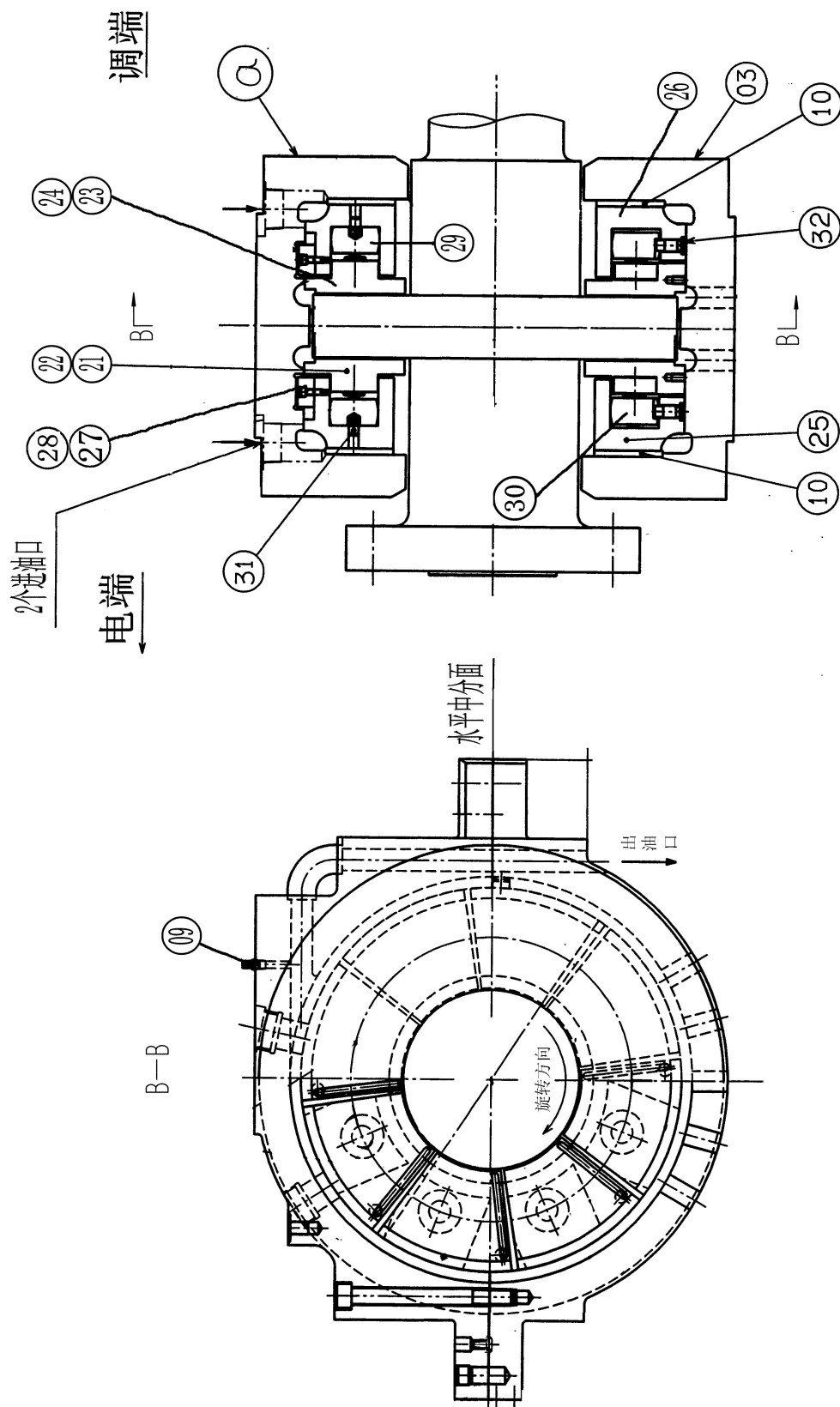
整个推力轴承可以在未移去转子或转子延伸轴时拆卸。卸下轴承压盖后，拆下连接上、下半外壳间的螺钉，可拆下轴承壳体（03）的上半。卸去定位环螺钉，轴承的上下半都可以拆开。瓦块松动地支承在两半定位环内，当提起部件时瓦块不会落下。然而，重新装配时，为防止平衡块错位，靠近水平接合面处的瓦块和平衡块应填塞浓的油脂，否则平衡块和瓦块有卡住的危险，由于不灵活而引起两块或多块瓦块的过载。

推力轴承总的轴向间隙在“转子间隙图”中给出，此间隙可用调整垫片（10）得到。

在轴承装配后，可利用转动转子把转子从一端轴向极限位置推到另一端来检查间隙。在推力瓦块上施加 1.75kgf/cm^2 的轴向压力以保证推力盘在瓦块上的正常位置。可用千分表测量端部移动量。

在任何时间，推力轴承都充满润滑油。通过推力轴承外壳上半的两个接头连接从轴承供油管供润滑油。当推力盘相对瓦块旋转时在每一瓦块与推力盘之间的油膜成为楔形，楔形的厚边在瓦块的前部即进入边。因此，由于推力盘的运动，油被带到支承表面之间并保证这些表面的正常润滑，流入推力轴承的油流量由装在推力轴承外壳出口管道上的两个节流螺钉（09）来确定。

推力轴



5 推力轴承定位机构

由调整螺钉（05）、可移楔块（03）、固定楔块（04）和垫片（08）和（09）组成的止动件确定推力轴承外壳的轴向位置。当需要得到转子在汽缸内的正确位置时，利用调整螺钉（05）可向里或向外移动楔块（03）从而改变推力轴承外壳的轴向位置。调整螺钉（05）转一圈，推力轴承外壳的轴向位置变动 0.1mm。当调整时，应卸去锁紧线（12）并旋松防松螺母（10），使调整螺钉可以转动。轴承箱两侧的调整螺钉变动值应随同前部和后部的楔块变动值相应变动，但方向相反。当机组运行时，如转子端部千分尺指示转子不在正确位置，则可进行这种调整。当外壳一端的一个楔块调整后给出转子的正确位置时，另一端的一个楔块必须紧紧地楔入以防止外壳在轴承箱内轴向移动。

在安装和维修期间，这种可调止动件的结构是用来简化拆卸、装配等工作。

按下述要求调整可移楔块（03）

1. 调整推力轴承外壳的轴向位置，使汽轮机转子正确就位，以达到在“转子间隙图”中所示的轴向间隙。

注意：必须使推力盘和推力瓦块间的间隙与“转子间隙图”中所示位于推力盘的同侧。

2. 向里移动可移楔块（03）直到它们紧靠在外壳凸肩上，使外壳紧固在此位置并消除外壳在轴承箱内的端部移位。

3. 当调整楔块时，应注意下列各点：

a. 调整螺钉旋转一圈轴承外壳移动 0.1mm，如要求的移动量约大于 0.08mm，则必须改变垫片（08）和（09）的厚度。

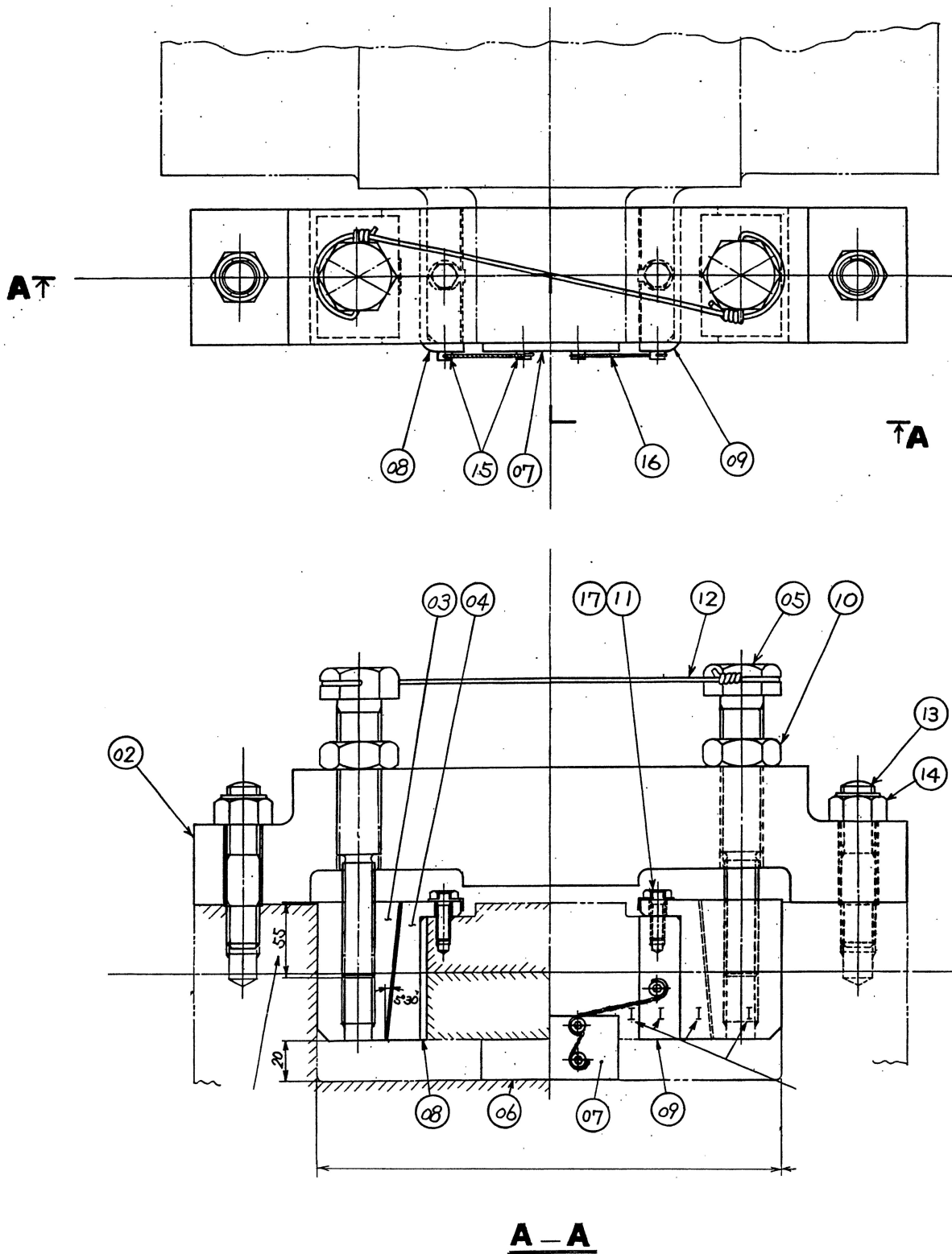
b. 顺时针转动调整螺钉使可移楔块（03）朝轴承中心线方向向里移动。

c. 反时针旋转右手侧调整螺钉，使推力轴承外壳向右侧移动。

d. 反时针旋转左手侧调整螺钉，使推力轴承外壳向左侧移动。

e. 在推力轴承轴承座的每一侧都有一对调整螺钉和可移楔块。因此，为向发电机方向移动推力轴承的外壳，如果向发电机端看，人站在推力轴承轴承座左侧的调整螺钉前，反时针旋转左手侧的调整螺钉（05）。人到推力轴承轴承座右侧并以相同的量反时针旋转右手侧的调整螺钉，这样就在楔块和外壳凸肩得到间隙。人还站在推力轴承轴承座右侧，顺时针旋转左手侧的调整螺钉，向里移楔块使推力轴承外壳向发电机端移动，对人来说是向右移动。然后到推力轴承轴承座左侧，并顺时针旋转右手边的调整螺钉，靠着推力轴承外壳凸肩向里移动楔块。在拧紧这些调整螺钉时，要确保外壳紧紧地固定在可移楔块（03）之间，以消除外壳在轴承箱内的端部移位。

f. 在调整工作完成后，用千分尺通过在前轴承箱盖上的孔检验移动量。在进行调整时，应向轴承供润滑油并投入盘车装置。



推力轴承定位机构

○ 四、盘车装置说明书

1. 概述

本装置为链条、蜗轮蜗杆、齿轮复合减速、摆轮啮合的低速盘车装置。它的特点：

- 1.1 汽轮发电机转子在停机时低速盘动转子，可避免转子热弯曲。
- 1.2 允许在热态下快速启动。
- 1.3 汽轮发电机组冲转时能自动脱开。

装在低压缸下半，允许拆卸轴承盖或联轴器盖时无需拆卸盘车装置。

- 1.4 在装上或拆去轴承盖的情况下均可盘动汽轮发电机转子。
- 1.5 既能自动盘车，又可手动盘车。

本装置电动机为 YB280S—6B₃ 型，功率 45KW，980r/min，经减速后，盘车转速为 3.38r/min。

2. 齿轮传动 见图 5

3. 传动展开图 见图 6

4. 装置结构及作用

盘车装置由壳体、蜗轮蜗杆、链条、链轮、减速齿轮、电动机、润滑油管路、护罩、气动啮合装置等组成。

盘车装置的壳体由钢板焊接而成，一块水平钢板除了起在低压缸下半安装作用之外，其上还支持电动机、链条壳体、电动机支架、气动啮合缸、操纵杆、护罩等，其下竖直焊接了三块板，它们用来支撑蜗轮蜗杆、齿轮等各种传动零部件。

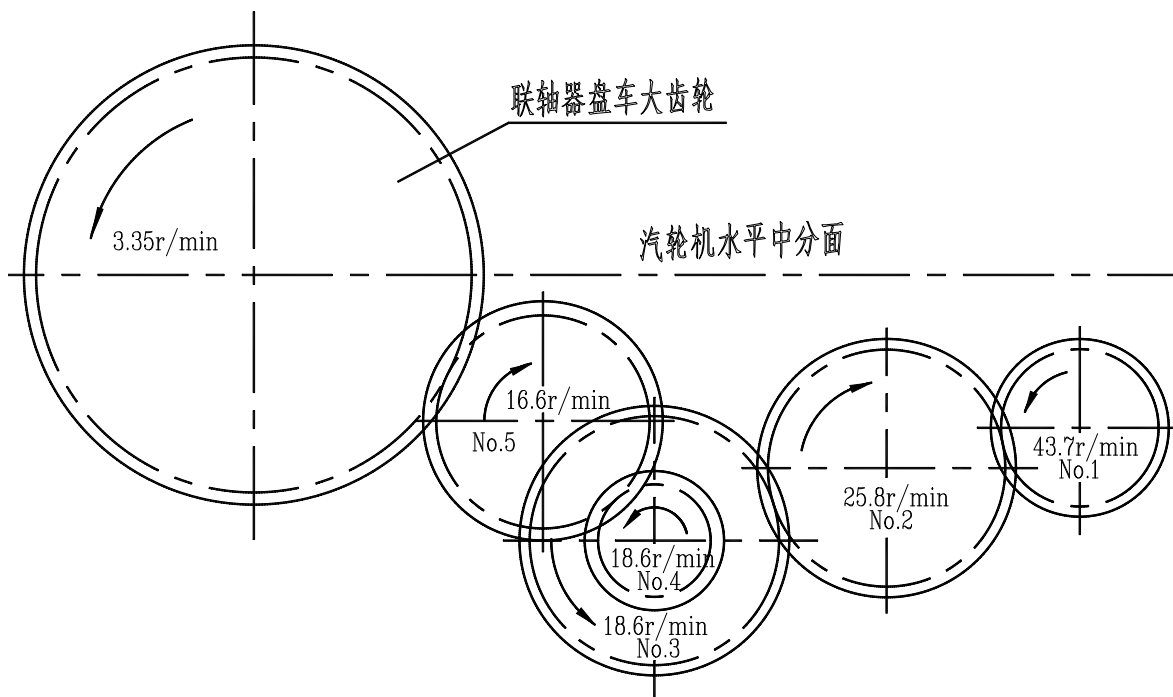


图 5

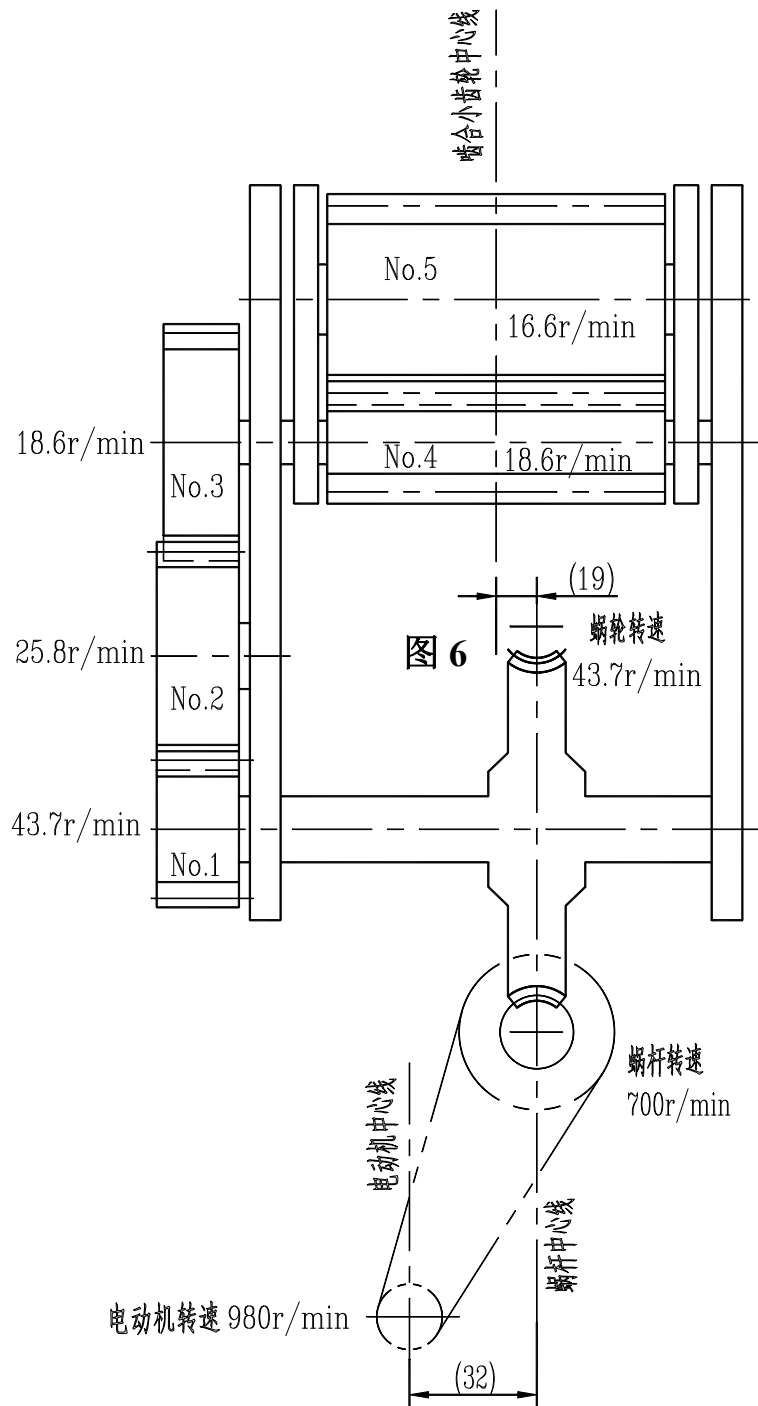
蜗杆蜗轮副采用 SG71 型可展曲面二次包络弧面，传动比 16。电动机轴上的链轮通过链条把力矩传给蜗杆轴上的链轮。

链条使用圆销式齿形链，型号为 C190-78N×135 型，链宽 78 毫米，内导式，长 135 节。链轮的减速比为 1.4。

减速齿轮都采用渐开线圆柱短齿齿轮，模数用 8 和 12 两种。

盘车装置的电动机选用 YB280S—6B₃ 型三相异步电动机，功率 45KW，980r/min，该电动机为双伸结构，第二轴伸经工厂补充加工铣成对边宽 27 毫米的六方，用于手动盘车用。为了保护人身安全，电动机壳体上第二轴伸端安装了一个电动机开关用来控制电动机的启动。当打开第二轴伸的盖时，行程开关将会切断电源，电动机不会转动。

气动啮合装置中气动啮合缸是主要的气动部件，它的活塞直径为 40 毫米，行程为 127 毫米。气动啮合缸的连杆和操纵杆相连，活塞的动作直接控制操纵杆的摆动。



润滑油管路是用来润滑蜗杆、蜗轮及减速齿轮的，它装在盘车装置壳体水平板的下方，润滑油由平板上所开的进油口进入，然后经过喷嘴喷到所要润滑之处。润滑后的回油流到低压缸底部，然后从回油管流出。

盘车齿轮轴和齿轮的衬套都是由多孔青铜制成，它不需要润滑，而蜗杆上衬套和蜗杆上的推力轴套则由润滑油管供压力油润滑。蜗杆和蜗轮始终在油槽的油位下啮合（油位是通过低压缸内挡板高度来实现的）。

啮合齿轮可在轴上转动，该轴装在两块杠杆板上，杠杆板又以齿轮轴为支轴转动。杠杆板的内侧用连杆机构和操纵杆相连接。因此，将操纵杆移到“投入”位置时，啮合小齿轮将与盘车大齿轮啮合，将杆移到“解脱”位置时，啮合小齿轮将退出啮合。由于小齿轮旋转的方向以及它相对杠杆板支撑点的相对位置合理，因此，只要小齿轮在盘车大齿轮上施加转动力矩（小齿轮为施力齿轮），其转矩总会使它保持啮合状态。

两只挡块限制了啮合小齿轮向盘车大齿轮的移动，这样就限制了齿轮啮合深度。

当汽轮机冲转后，盘车大齿轮圆周速度足以驱动盘车设备时（此时盘车大齿轮为施力齿轮），大齿轮轮齿所施加的转矩能使盘车机构脱开。

5. 盘车装置自动啮合

5.1 在汽轮机停机时将控制开关转到盘车装置自动位置以开始自动程序。此后，通常将控制开关留在这个位置上。

在控制开关处于“自动”位置并当转子转速降到大约 200r/min 时，自动程序电路将起作用，从而对盘车设备提供充足的润滑油，当转子停转时，“零转速指示器”中压力开关将闭合，接通供气阀电源并向气动啮合缸提供压缩空气。随着压缩空气的提供，啮合气缸的活塞将向投入啮合的方向移动，连杆将拉动操纵杆向啮合方向摆动，和操纵杆相连的连杆机构将杠杆板逐渐倒向啮合位置。当小齿轮和盘车大齿轮啮合后，操纵杆不再移动，啮合气缸的活塞也不再移动。但啮合气缸的壳体却继续沿反方向移动（此时气动啮合缸的弹簧座中弹簧受到压缩）使固定其上的拨叉（见

气动啮合缸) 拨动弹簧座上的限位开关(气动啮合缸中件IV), 使得盘车电动机启动, 如果此时啮合小齿轮没有和盘车大齿轮完全啮合, 由于盘车电动机的转动, 它会滑过一个齿而完全啮合, 汽轮发电机转子将在盘车转速下旋转。由此, 零转速指示器的压力开关将被打开而关掉啮合气缸的压缩空气, 与此同时, 与操纵杆相连接轴的挡块也会拨动固定在护罩上的一个限位开关(见气动啮合件V) 的滚轮也切断供压缩空气的电路。

至此, 机组已准备好做持续的盘车运动。

5.2 在汽轮机启动时

在汽轮机升速超过盘车转速并具有足以使盘车设备脱开的转速时, 啮合小齿轮将自动脱开。

操纵杆在连杆机构的作用下移向脱开位置时, 将拉动气动啮合缸的活塞, 直到活塞不再移动为止。

此时零转速指示器的压力开关将关闭并提供气动啮合缸活塞下的压缩空气, 把操纵杆推向完全脱离啮合的位置。此时弹簧座上的限位开关被拨叉拨到切断盘车电动机的位置。与操作杆相连的轴的挡块会拨动固定在护罩上的另一个限位开关的滚轮, 使得停供压缩空气。

当汽轮发电机转子升速到 200r/min 时, 自动程序将不起作用, 使盘车设备停止运动, 并切掉润滑油, 整个盘车运行结束。

控制电路能在任何运行方式之中做到从“自动”到“手动”的切换。

自动盘车电路图和零转速指示器可参考相应资料。

五、主油泵说明书

主油泵为蜗壳式离心泵, 装在前轴承箱内转子轴端上。主油泵具有大的容量和稳定的出口压头。处于或接近额定转速时, 主油泵提供润滑系统需要的全部油量, 另外提供发电机氢密封系统两个备用油源。主油泵不是自行充油的, 而必须向它连续提供压力油。在启动和停机期间, 辅助油泵完成上述工作。处于或接近额定转速时, 由 I #射油器向主油泵供油。主油泵出口管道接回油箱, 在那里与射油器入口管相连, 同时经节流后一路去氢密封备用油集管, 一路去机械超速和手动跳闸集管。

图 7 为主油泵的简图。在正常工作转速时, 入口压力为 0.1764Mpa 出口压力为 2.352Mpa。

- 图中:
- I - 泵壳
 - II - 两半密封环 (右旋)
 - III - 两半密封环 (右旋)
 - IV - 离心泵叶轮
 - V - 两半密封环 (左旋)
 - VI - 两半密封 (左旋)

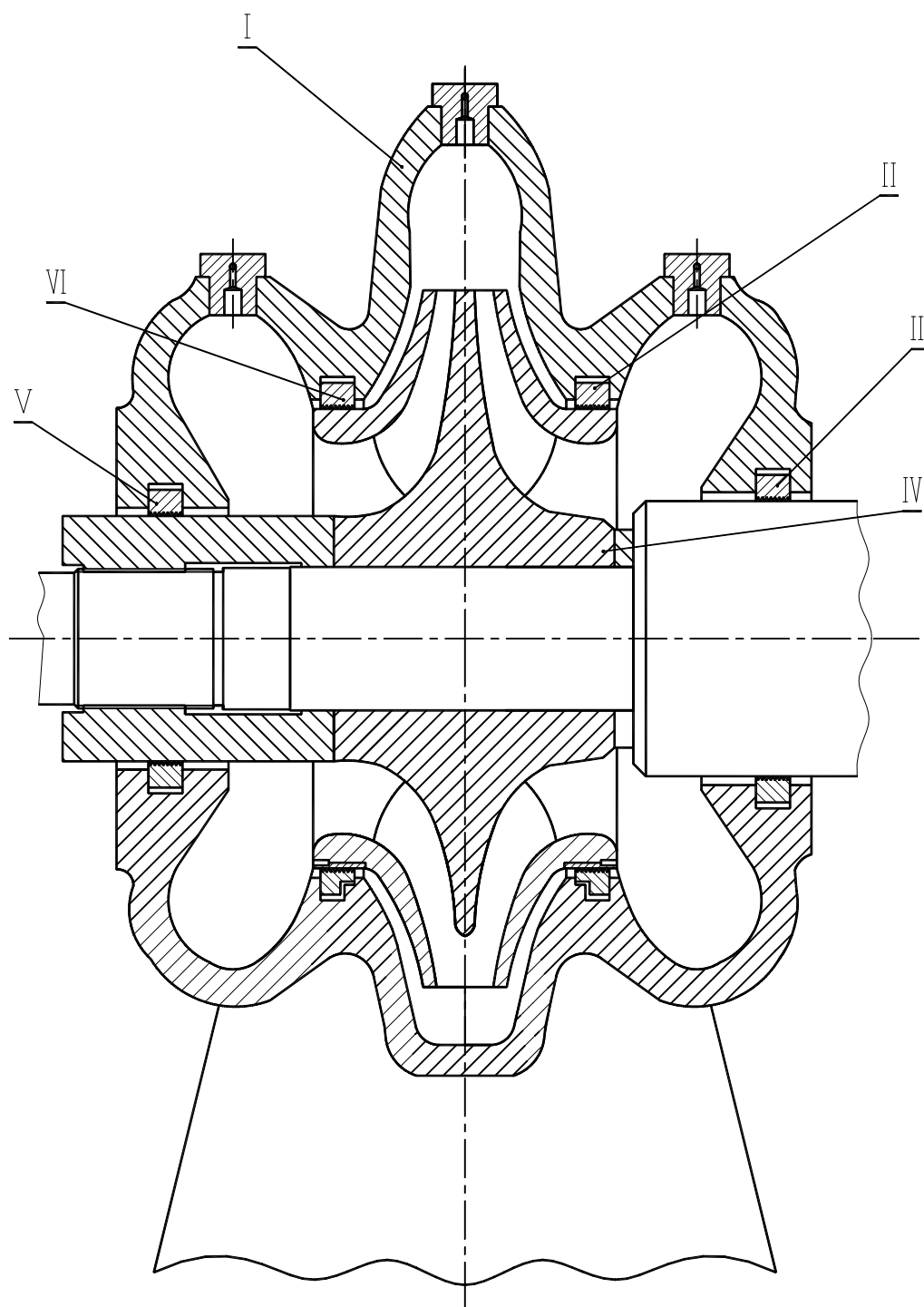


图 7

六、排烟系统说明书

排烟装置由排烟风机、电动机、油烟分离器、排出口以及风门、管道等组成。
说明详见 73B. 411SM。

七、顶轴装置说明书

汽轮发电机组在启动和停机前，应先投入顶轴装置，将汽轮发电机转子顶起，以减小轴颈与轴承间的摩擦力矩，使盘车装置顺利地投入工作，具体

说明详见顶轴装置说明书（K01.553SM）。

八、润滑油的保管和处理

本说明书仅对汽轮机润滑油的保管和处理方法提出建议，同时也给出在初始运行前油系统的清洗步骤。

1. 油质及油净化系统

润滑油应该是经过精炼的优质而均匀的矿物油，它不应含有砂粒、无机酸、碱皂液、沥青、树脂等物质有损于润滑油特性的其它物质，或含有对金属有害的物质。

润滑油应能防止钢制另件生锈，这种防锈能力是极为重要的，因为要从润滑油系统中去除湿汽是不可能的。为证明透平油是否合格，应对其进行抽样试验。

油净化系统必须具有去除游离水（非溶解水）的能力。

2. 运行期间油的取样

为了避免对轴承、轴颈和泵的有害磨损，维持适量的润滑油是重要的。必须对润滑油进行定期分析以确定油的性质有无变化。如果发生变化，则应查出原因，并立即采取措施。

油的取样标准按国家有关规定的工艺规范，其杂质允许值可参见 NAS1638 中 7 级的标准。表中每个允许的杂质包括软粒和硬粒。这些数值仅适用于汽轮机运行期间使用的润滑油。在汽轮机净化工艺过程中，润滑油从开始到结束采取不同的数值。

NAS7 级推荐的杂质标准

许用杂质尺寸（微米）	每 100 毫升样品允许颗粒数
>5-15	32,000
>15-25	15,700
>25-50	1,012
>50-100	180
>100	32

3. 净化预处理系统

注意：下面提到的净化操作的准备和工艺规程必须在机组大修完成后进行。

下述净化规程的时间比初始启动前的净化规程短，它需要系统解体和改动的工作量也较小。如果在汽轮发电机组检修时对净化规程加以适当的考虑，则不会影响停机的时间。

但是，净化的工作量决定于汽轮发电机组的检修范围。例如，如果只是低压汽轮机开缸检修，则建议只净化汽轮机的这一部份。如果整台汽轮机进行检修，则建议全部轴承润滑系统和调节系统都进行净化。

无论净化的要求多高，良好的辅助性工作，好的服务可以缩短净化所需要的时间，应把废渣、加工屑、碎布及其他异物清除出轴承箱的洼窝。因为这些碎片会使杂质堆积而必须在净化中将其去除。所有轴承箱的支座在处于非工作状态时必须加盖，当进行净化时仍需盖好。

如果需要在轴承箱或油箱内进行钻孔，气割或修刮加工，则必须特殊保护附近的表面，应及时去除所有加工残余杂物。

如果需要更换油管，则所有油管必须进行机械清理。当使用新管子时，必须

进行机械或化学清理。在对油系统充油之前，必须对轴承的所有零部件进行清洗和检查。下面对油系统的主要零部件的清理、检查进行说明。

3.1 油箱

油箱应排干并进行清理，所有与润滑油接触的损坏涂漆的表面应按厂家规范进行清理和重新涂漆，然后把油泵回油箱，此时油应通过油滤机或 150 目的过滤器。

3.2 冷油器如果两年内未曾清洗，则应对冷油器的管束进行拆卸清洗，同时也应清理冷油器的壳体。

3.3 轴承箱

检查并清理前轴承箱和低压缸轴承箱，如果油漆内表面损坏，应按厂家规范进行清理和重新涂漆。推力轴承护盖必须检查和清理。为此，必须拆下推力轴承瓦块。

3.4 挡油环

去除并清理所有挡油环。

在预处理时，应注意实施以下总的预防措施：

开动油箱顶部的两台泵来完成清洗。防水马达可以高于其铭牌出力 15% 以下连续运行，但全封闭风扇冷却或防爆电动机不得超过其铭牌出力。

紧急停泵应和控制室联系。为了操作清洗油泵，建议用户在油箱上安装一个临时紧急开关。

随着两台泵的同时运行，与滤网相连的油箱排油槽上的油位将上升到接近满油位置，因此在所有的溢油口上，包括进油区在内，在清洗之后和启动之前应拆除这些临时滤网。

在清洗以前应投入油净化系统，并在清洗期间一直保持其运行。热的油蒸汽如遇到明火会起火，因此清洗时应在汽轮机附近避免任何燃烧、焊接或明火。在汽轮机和油箱区域，还应备有使用方便的灭火器。

外露的或可以触及的油管，在现场焊接时应轻轻地敲击或震动以消除杂物。一般地说，对正在运行的机组不要这样做，如果决定这样做，必须有一定的预防措施。黄铜或铅锤可用于火电机组。可用 1# 气锤震动焊接区域，但尺寸不得超过 1#。建议不要震动保护管，因为这会使管内加强和焊接接头变形。敲击或震动时不得损害焊接处或附近管子的强度。

4. 清洗系统的连接

下面给出清洗系统与汽轮机轴承的连接步骤。

4.1 装在前轴承箱中并有单独的柔性软管的可倾瓦轴承，应断开软管的两端。

4.2 高压转子后轴承，轴承下半翻转。

4.3 防止轴颈和油槽缺油，可断续启动顶轴油泵。

4.4 清洗一段时间之后将软管进口端连接在轴承的集油管上，拆掉轴承节流孔塞，当开动油泵时，固紧软管自由端以防止它掉下。

4.5 发电机轴承的处理方法与汽轮机的圆轴承相同，只有一点例外：

当发电机不检修时，轴承不能清洗，而应安装盲板的旁路管。

4.6 推力轴承的清洗准备工作如下：由于供油管是和软管分开的，则应移去软管。

4.7 有临时管道上的阀必须是全流量闸阀。当安装临时软管时，管道上的软管长度应当有一定的余量。在每个软管的接头上有两个管夹，清洗时定期检查所有管夹和软管固定点，以免软管脱落。

5. 清洗

清洗应分步进行。如果整个系统清洗，轴承系统首先要清洗，直到清理干净，再清洗其它系统

润滑油箱注油到正常油位。清洗之前油净化系统应处于使用状态。

清洗时的油量一般都大于正常油量，为此，需开动两台泵。

调整三通阀，油即流过两台冷油器。

启动一台泵并短时运行以检查是否有渗漏，重新启动此泵并连续运行，然后启动第二台泵，打开通向软管的阀门。由于轴承油系统的油量会超过正常油量，因此应监视轴承箱的油位。

检查油泵马达的电流，许用的马达电流不得超过防漏马达铭牌值的 115%或防爆马达的铭牌值。监测油箱回油过滤器的回油油位，并确认不出现过高的油位。在更换油箱过滤器之前关闭所有油泵。油循环大约进行两个小时或当油温达到大约 71℃时关闭油泵。

在过滤器上安装旁通软管，并清洗过滤器。重新使用每个轴承上的两根软管的循环油 30 分钟并检查过滤器。如果合乎要求，则不必在每个轴承上使用油样过滤器。

为了使清洗满足要求并达到预期的速度，必须打开临时软管上的足够的阀以使泵马达满负荷。

6. 系统清洁度的测定

6.1 注意

当进行系统清洁度测试时，应当采取各种措施确保环境污染不影响测试结果，例如不得使用脏手套取出油样过滤器或把一过滤器送到一个脏容器的分析设备里。又例如在选择分析设备位置时不注意常识，则会导致分析结果不符合润滑系统的实际情况。

在 Y 形箱内装入一个清洁的 150 目油样过滤器，打开阀门全流量 30 分钟，取样时两个软管应处于满流状态。并按以下说明：

6.2 关闭阀门，小心取出油样过滤器并放入清洁的容器内。

6.3 从系统中取出的所有污染物应保存好并仔细检查。如果在正常的清洗过程中发现大量的污物时，应关掉泵并分析这些污染的来源。

6.4 拆去过滤网，用 10（最小）倍放大镜仔细检查过滤器并确定在 0.127~0.245 毫米范围内的颗粒的大小和数量，不要移动和翻动颗粒，应当按照其在过滤器中的两个可见尺寸确定其大小。

基于这两个尺寸，如果颗粒的大小和数量符合下述要求，则这个系统的清洁度是允许的。

6.5 没有 0.254 毫米以上的颗粒度，且在 0.127~0.254 毫米范围内硬粒总数小于 5 个。

下述有害的颗粒一般都在清洗过程中被除去。

6.5.1 大块水垢或锈蚀片，焊粒和焊渣。

6.5.2 砂粒、石块、水泥或玻璃。

6.5.3 各种金属碎片、包括焊头等。

6.5.4 大块布、塑料或其它虽然不会划伤轴颈但能堵塞或妨碍油管中油的流动的材料及大小超过 0.254 毫米但软的和无害的绒布、纸、锯屑、烟叶、石棉和其它可能在两个手指间研成粉末的软材料。

在第一次测试和分析时有可能发生污染值超过标准的现象，此时应继续循环温油两小时，接着收集 30 分钟，直到检查和分析结果满足上述标准。

7. 系统恢复到正常状态

安装所有圆轴承上半；使可倾瓦轴承恢复到正常位置；把软管盖上帽并封存起来；轴承座涂油；由于还有碎烂物进入系统的潜在危险，应妥善保管和维护。在系统清理净化、所有轴承装配完之后，即可启动盘车。