

GDYWT

调速器说明书



深圳市国电旭振电气技术有限公司

<http://www.szgdxt.com>

第一章 调速器原理、操作规程和调试方法

一. 调速器原理简介

调速器作为电站最重要辅机设备之一，对电站的安全运行起着非常关键的作用。调速器根据电站的控制命令，采样机组频率、电网频率、开度反馈（包括导叶、桨叶、喷针和折向器），实现机组快速并网，并网后发出有功功率并调节电网频率；根据系统调度的要求解除机组的运行，根据停机令的要求实现机组的正常停机，根据紧急停机命令或者机组事故的要求实现机组的紧急停机。同时根据设备的运行情况，进行故障的判断和处理。

1.调速器的基准频率

调速器的基准频率是机频的跟踪对象，调速器按照基准频率为标准进行控制。空载时调速器处于“跟踪”方式、网频信号正常时基准频率是网频频率，空载时调速器处于“跟踪”方式、网频故障时基准频率是频给，空载时调速器处于“非跟踪”方式时基准频率是频给，负载时基准频率是频给。由此可知，即使网频信号故障也不影响调速器的正常运行。

2.调速器的二种闭环控制

调速器调节的两大核心任务是：机组快速并网，并网后发出有功功率并调节电网频率。为了实现这个任务，调速器需要进行两种闭环控制：①开度给定与接力器导叶反馈形成的闭环控制（简称导叶开度闭环控制），使得开度给定与接力器开度反馈相等。②基准频率与机频的闭环控制（简称频率闭环控制），从而基准频率与机频频率相同（负载时要实现导叶开度按照永态转差系数分配）。

3.调速器的三种运行方式

调速器具有三种运行方式，即液压机手动、电手动和电自动三种运行方式。

在液压机手动运行方式时，调速器没有闭环控制，操作人员直接通过操作电液换向阀直接控制接力器的开度。

在电手动运行方式时，调速器只有导叶开度闭环控制，无频率闭环控制。操作人员通过修改开度给定控制接力器开度。

在电自动工作方式时，调速器有开度闭环控制和频率闭环控制，机频参与控制，调速器自动通过这两个闭环控制实现全自动的控制，并实现自动开机、停机、空载运行、负载运行工况的切换等。操作人员通过修改开度给定控制接力器开度。

调速器的三种运行方式的切换是通过调节柜上的机手动/电手动/电自动切换开关K1相互切换实现的。当K1开关切换到机手动时，运行方式为液压机手动运行方式；当K1切换到电手动时，运行方式为电手动运行方式；当K1切换到电自动时，运行方式为电自动运行方式。调速器能实现电自动、电手动和液压机手动运行方式的接力器开度的无扰切换。运行方式切换时，是根据电源合闸时油开关的状态和机频频率的情况综合判断的。切换时，如果油开关合闸，功给等于切换前的导叶反馈，开限全开，调速器处于负载工况；切换时，如果油开关分闸，机频频率低于30Hz，功给全关，开限全关，调速器处于停机等待状态；切换时，如果

.

油开关分闸，机频频率高于30Hz，调速器处于空载状态。

此外，对组合式 YWT-300、YWT-600、YWT-1000 的调速器，还提供一种纯机械手动方式，即通过手轮操作导叶的一种方式。当回油箱上的手动/自动切换阀切换到自动时，调速器处于纯机械手动方式，此时接力器两腔处于平压状态，打开手轮上的锁锭装置，通过手轮可以直接操作导叶；当回油箱上的手动/自动切换阀切换到手动时，此时接力器两腔处于非平压状态，才可以通过调节柜上的机手动/电手动/电自动切换开关实现液压机手动、电手动和电自动的切换。

设置这三种运行方式的主要目的是为了便于调试和电站运行。电站设置导叶零点和满度、调节器失控时，均可以采用液压机手动直接操作导叶；由于电手动只有开度闭环控制，不需要机频信号，因此在机频故障时，可以采用电手动方式来操作接力器。电自动工作方式是电站最常用的控制方式，可以实现机组的全自动控制。

4.调速器的四个变量

调速器的四个变量即频率基准信号、机频、开度给定和开度反馈，这是为调速器最重要的参数，是调速器开度闭环和频率闭环的基础，也是我们判断调速器是否出现故障的依据。

5.调速器的五个特殊控制规律

这五个特殊控制规律，用于调速器的各种运行工况中，可以实现调速器的优化控制。

序号	规律	作用原理
1	优化的开机曲线	用于调速器的开机工况，主要是有效地预防开机过速现象的发生。电站在不同水头下的空载开度是不一致的，造成了水头越高，机组开机过速的可能性就会加大，基于这个原因，调速器设置了开机曲线，基本确保了调速器开机不过速。
2	自动查找空载开度规律	用于调速器的空载工况，显示单元中输入的“空载开度”仅作为真实空载开度的参考数据，调速器在空载运行时，可以完成自动查找空载开度的任务，从而可以轻松地实现调速器空载的无差调节，使得机频频率可以快速、稳定和准确地跟踪基准频率。
3	远方跳油开关的智能判断	用于调速器的甩负荷工况。发电机甩负荷有两种情况：一种机端的油开关分闸；另外一种机端油开关没有分闸，但是电站出口油开关由于雷击或者系统调度的原因而分闸；由于第二种原因出现的甩负荷我们称之为远方跳油开关事件。本公司的调速器采用了独特的智能判断——即远方跳油开关的智能，和真正的自适应式PID控制规律，使得调速器在电站出口油开关跳闸后而机端断路器仍合闸时，可以快速关闭导叶，将机组控制在空载运行工况；而一般的调速器很有可能无法将机组控制在空载状态，而导致机组发生紧急停机。
4	优化的甩负荷曲线	用于调速器的甩负荷工况，有效地降低甩负荷时蜗壳压力的上升，实践表明此控制效果非常明显。
5	小电网控制规律	用于调速器的负载工况。小电网运行时，由于机组的调节功能有限，往往造成机频频率摆动非常大且持久，机组无法稳定运行，影响机组的寿命；此控制规律可以有效地改善机组的稳定性，使得调速器可以稳定运行在小电网中。

6.调速器的六种运行工况

调速器具有六种运行工况，即停机等待、开机、空载、负载、甩负荷和停机。其中图 1 为工况切换图，图 2 为调速器主要程序框图。

序号	运行工况	规则
1	停机等待	微机输出为零，开度限制为零。调速器接受到开机令后，进入开机工况。
2	开机	① 调速器微机输出迅速增加到“开机顶点”并维持，当机组转速到达90%额定转速以上，开度给定为“空载开度”，开度限制为“空载开限”，进入空载运行工况。 ② 如果调速器接受开机令后，导叶开度达到“开机顶点”后25秒（此时间可调），如果机频仍旧小于30Hz，则PLC判断为开机时间过长，机组切换到自动切换到停机工况。

3	空载	①开度给定为“空载开度”，开度限制为“空载开限”，控制机组运行到频率基准信号的频率。 ②油开关合闸，调速器进入负载运行工况。 ③如果调速器处于空载运行工况时发生机频断线，调速器自动将导叶关闭到最小空载开度，防止机组超速。 ④开度给定和开度限制可以修改。
4	负载	①开度限制为99.99%。 ②开度给定和开度限制可以修改。 ③油开关分闸，进入甩负荷运行工况。 ④智能判断远方跳油开关切换到甩负荷工况。
5	甩负荷	①开度给定为“空载开度”，开度限制为“空载开限”，满足空载条件时，自动进入空载运行工况。 ②油开关合闸时，调速器切换到负载运行工况。
6	停机	在开机、空载、负载、甩负荷工况下，调速器接到停机令后，均自动切换到停机工况。将导叶关闭。当导叶关闭到零后，进入停机等待工况，等待下次开机。

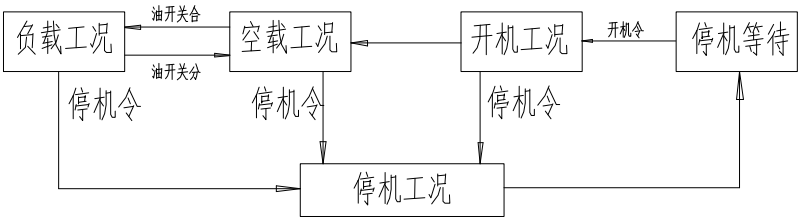


图1 机组运行工况切换图

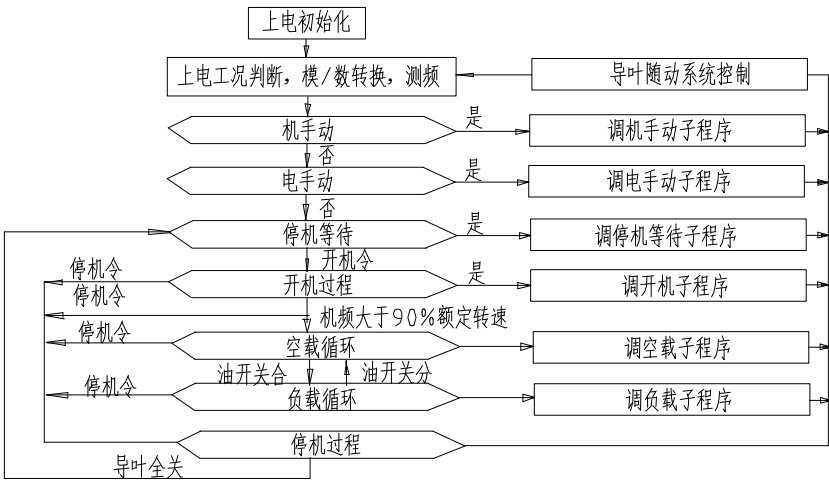


图2 调速器主要程序框图

7、油压装置组成和工作原理(常规油压，高油压的见附录3)

油压装置是由回油箱、蓄能罐、齿轮泵和附件组成。

① 油压装置的组成

详见附录 3

② 油压装置工作原理

油压装置和其用油设备构成一个封闭的循环油路，本系统采用带安全阀的装置控制油泵

•

系统。

当电动机带动齿轮泵旋转时，回油箱内油液经滤油器过滤后，由吸油管吸入，经齿轮泵加压后，压力油经单向阀被送入压力油罐，使其压力上升。当压力达到安全阀（溢流阀）的设定值时，它开始接通排油，使压力不能继续升高，同时电接点压力表控制油泵电机停止，完成一次补油。

④ 调速系统用油要求

调速系统采用GB11120-89《L-TSA汽轮机油》中的46号油。油温在5～50℃以内，新油各项指标符合上述标准，运行油符合水电部《电力系统油质试验方法》中规定的油质标准。

8、调速器的一些基本概念解析

序号	基本概念	解析
1	微机输出	调速器根据机组运行方式、运行工况和各种变量运算出导叶需要到达的开度数据。
2	导叶平衡	微机输出与导叶反馈的差值，表示导叶移动的方向和量的大小。如果大于零，表示导叶要向“开”的方向移动；如果小于零，表示导叶要向“关”的方向移动。
3	频率死区	又称“转速人工死区”，当机频与频率基准信号的频率的差值的绝对值在这个区域变化时，导叶开度不变化。这个功能主要应用于负载工况，其作用是在负载时减少接力器的动作次数，延长接力器和导叶的使用寿命。
4	最小空载	水头最高时的空载开度，此时的空载开度最小。
5	最小开脉宽	导叶往开启方向移动时所需要的电液换向阀动作的最小时间
6	最小关脉宽	导叶往关闭方向移动时所需要的电液换向阀动作的最小时间。
7	空载死区	又称“空载开度死区”，机组空载运行状态时，当“微机输出”与导叶反馈的差值的绝对值在这个区域变化时，导叶开度不变化。
8	非空载死区	又称“非空载开度死区”，机组非空载运行状态时，当“微机输出”与导叶反馈的差值的绝对值在这个区域变化时，导叶开度不变化。
9	永态转差	又称“永态转差系数”，表示负载运行时，导叶开度变化与频率变化的关系，这是机组的有差调节方式。假设转速人工死区为0，假设永态转差系数不为0，稳定运行时可用公式表示如下，F（Hz表示）：频率基准信号的频率，Fj（Hz表示）：机频频率，BP：永态转差系数，Yg：开度给定，Y：开度， $Y=Yg+BP \times 50 / (F-Fj)$ ，从此公式可以看出，如果机频频率小于频率基准信号的频率，开度要大于开度给定；如果机频频率大于频率基准信号的频率，开度要小于开度给定，这样可以实现机组开度的有差调节。当BP=0，如果机频的频率小于频率基准信号的频率，开度就会到达全开；如果机频的频率大于频率基准信号的频率，开度就会到达全关。
10	跟踪、不跟踪	人机对话窗口可以设置调速器机频的跟踪对象，调速器始终跟踪频率基准信号的频率。这个功能只在空载方式有效，空载时调速器处于“跟踪”方式、网频信号正常时频率基准信号是网频，空载时调速器处于“跟踪”方式、网频故障时频率基准信号是频给，空载时调速器处于“不跟踪”方式时频率基准信号是频给。“跟踪”切换键动作时，“跟踪”功能和“不跟踪”功能不断地切换。
11	上电操作	所谓“上电操作”时，就是指电源合闸时调速器的工作工况，是根据电源合闸时油开关的状态和机频频率的情况综合判断的。上电时，如果油开关合闸，功给等于切换前的导叶反馈，开限全开，调速器处于负载工况；上电时，如果油开关分闸，机频频率低于30Hz，功给全关，开限全关，调速器处于停机等待状态；上电时，如果油开关分闸，机频频率高于30Hz，调速器处于空载状态。

二. 调速器电站运行人员操作规程

1.开机前信号观察方法

次序	观察方法
1	观察主供油阀是否打开；
2	调速器油位是否正常；
3	观察压力容器压力表显示是否正常，观察过滤器压力表显示是否正常；
4	油泵控制柜是否切换到自动运行方式，泵油是否正常；
5	观察接力器锁锭是否拔出；
6	调速器供电电源是否正常；
7	是否有停机或紧急停机命令；（见 2.1.14）
8	是否存在故障信号，如网频故障、导叶反馈断线信号。
9	观察导叶反馈表是否为 0；
10	建议选择“跟踪”方式便于机组同期

2.开机

开机有两种方法：

- ① 在液压机手动或纯机械手动或电手动运行方式下将机组开启到 40Hz 以上，然后切换到电自动运行方式。
- ② 在电自动运行方式下，电站控制系统发出开机令，将机组开启到空载。

开机过程中，需要密切观察下列现象的发生与否：

- ① 开机时间过长发生（见 2.1.4）；
- ② 机频故障（见 2.1.16）；
- ③ 开机超速（见 2.1.1）；
- ④ 无法达到空载工况（见 2.1.3）；
- ⑤ 导叶反馈故障（见 2.2.9）；
- ⑥ 开度不断增加，但是导叶反馈表基本没有变化（见 2.1.2）；

3.并网发电

机组开机到空载，由电站操作系统进行同期并网发电；操作员可以通过操作功率增加、功率减少来控制机组有功功率的增加和减少。并网以后，需要密切观察下列现象的发生与否：

序号	内容
1	机频故障（见 2.1.16）；
2	导叶反馈故障（见 2.2.9）；
3	开度给定正常，但是微机输出要么最大，要么最小（见 2.1.15）；
4	网频数据变化较大（见 2.1.17）；
5	实际开度出现较快的变化（见 2.1.10）；
6	不断增加导叶开度，但是无法增加有功输出（见 2.1.12）；
7	机组运行在孤立电网中，接力器频繁动作（见 2.1.11）；
8	机组运行在大电网中，接力器仍旧动作频繁（2.2.5）；
9	油压装置可视油位计油位过高或过低（2.3.7 或 2.3.8）；

4.甩负荷

为了电站的安全，我们建议一般性的甩负荷操作是先减负荷至零附近后跳油开关，甩负荷时要密切关注是否发生过速现象（2.2.8）。

5.停机操作

按照工况要求由电站控制系统发出停机令或紧急停机命令。

6.上电操作

当出现调速器失控时,可以考虑采用“上电操作”使系统工作恢复。其具体方法是:先切断调速器的电源系统,然后再恢复供电。

7.日常维护工作

- ① 调速器一定要注意用油安全 (2.3.18);
- ② 由于调速器的工作环境属于电站的震动区,一定要注意定时对各接线端子进行维护与加固工作。

三. 调速器厂内调试步骤

次序	项目	内容
1	检查油压装置	观察油压装置外包装是否有破损,然后打开外包装,并取出清单,按照清单查验产品、附件和配件验收,将调速器主体安装到指定位置。
2	清洁油箱	把油箱底部残余的油清掉,然后用和好的面团,油石灰等蘸出油箱里的各种污物,直到油箱完全清洁。
3	电液换向阀的清洗与安装	按照附录二要求对电磁阀及所控制的液控换向阀进行清洗,并安装好电液换向阀。
4	阀门操作	① 打开压力油罐进油阀至全开。注意此阀只在检修时可关闭,其他任何时候必须全开。 ② 打开各种压力表、压力传感器等处的截止阀至全开。注意在检漏、更换元件时才可临时关闭。 ③ 关闭压力油罐放油阀(黄色油管上的截止阀)。
5	油泵建压及保压试验	建压前临时关闭压力罐压力油供油阀(红色油管上的截止阀),按照附录7(外补气源的补气)的要求往压力油罐充气,并观察是否有漏气的现象发生,按照2.1.11 油压装置保压试验故障方法进行处理。进行油压装置的保压试验,保压试验的时间为8小时,油压下降的最大值为3%额定压力。
6	注油操作	在回油箱中将过滤后的洁净的汽轮机油 TSA46 注入,油位达到回油箱上可视液位计的上限为止。
7	连接油泵控制柜	将电接点压力表、油泵正确连接到油泵控制柜,调整好电接点压力表上的高低压触点至压力控制点(常压调速器工作油压的变化范围为名义工作压力的 $\pm(2\sim4)\%$,对额定油压为10.0~16.0Mpa的调速器工作油压的变化范围为名义工作压力的 $\pm5\%$),在油泵控制自动的情况下观察电接点压力表的指针是否有粘合,油泵工作是否工作正常。
8	导叶反馈装置安装	导叶反馈装置分为拉杆式和拉线式;拉杆式反馈可以通过调整拉杆的螺母改变导叶电气反馈量,要注意的是,安装的拉杆必须确保和接力器的轴平行,不可歪斜,以免使拉杆受到法向的力变弯,损坏反馈;拉线式反馈是改变拉绳的长短来改变导叶电气反馈量的,安装时只需确保拉绳与接力器的轴基本平行即可。
9	手动开机	将油泵控制柜切换到自动工作状态,略打开压力油供油阀,使调速器系统充满压力油。充满压力油以后,全部打开压力油供油阀,手动操作电液换向阀,使接力器在全开和全关之间来回运行几次,排出接力器中的空气;检查油压装置及电液换向阀是否有漏油发生并进行处理。
10	连接调节柜与试验台	将试验台上的各种命令信号(开机、停机、紧急停机令)、频率信号、导叶反馈信号与调节器正确连接后,通电检查信号输入是否正确;启动调速器仿真系统
11	导叶参数调整	按照附录9的要求调整导叶零点和满度,并调整导叶开度表;在机手动状态下,使用秒表,按照电站要求调节接力器关闭时间;在电手动状态下,调整脉宽及放大倍数,然后切换到电自动状态,观察调速器空载运行是否正常。
12	调速器性能试验	按照技术规范完成空载试验、甩负荷试验、静特性试验的测试,并完成开机、停机、紧急停机的状态试验。
13	试验报告	按照调速器试验标准制定试验报告
14	整理工作	将试验用的电缆重新整理并安装完毕,重新测试各种状态,采用电手动运行方式动作接力器,执行排气和抽油操作,并包装处理。

四. 调速器电站试验步骤

次序	项目	内容
1	检查油压装置（业主完成）	观察油压装置外包装是否有破损，然后打开外包装，并取出清单，按照清单查验产品、附件和配件验收，将调速器主体安装到指定位置，与导叶连接完毕。
2	阀门操作（业主完成）	① 打开压力油罐进油阀至全开。注意此阀只在检修时可关闭，其他任何时候必须全开。 ② 打开各种压力表、压力传感器等处的截止阀至全开。 ③ 关闭压力油罐放油阀（黄色油管上的截止阀）。
3	油泵建压及保压试验（业主完成）	建压前临时关闭压力罐压力油供油阀（红色油管上的截止阀），按照附录 7（外接气源的补气）的要求往压力油罐充气，并观察是否有漏气的现象发生，按照 3.1.11 油压装置保压试验故障方法进行处理。进行油压装置的保压试验，保压试验的时间为 8 小时，油压下降的最大值为 3% 额定压力。
4	注油操作（业主完成）	在回油箱中将过滤后的洁净的汽轮机油 TSA46 注入，油位达到回油箱上可视液位计的上限为止。
5	连接油泵控制柜（业主完成）	将电接点压力表、油泵正确连接到油泵控制柜，调整好电接点压力表上的高低压触点至压力控制点（常压调速器工作油压的变化范围为名义工作压力的 $\pm(2\sim4)\%$ ，对额定油压为 10.0~16.0Mpa 的调速器工作油压的变化范围为名义工作压力的 $\pm 5\%$ ），在油泵控制自动的情况下观察电接点压力表的指针是否有粘合，油泵工作是否工作正常。
6	手动开机（业主完成）	①将油泵控制柜切换到自动工作状态，略打开压力油供油阀，使调速器系统充满压力油。充满压力油以后，全部打开压力油供油阀，手动操作电液换向阀，使接力器在全开和全关之间来回运行几次，排出接力器中的空气；检查油压装置及电液换向阀是否有漏油发生并进行处理。 ②调速器处于机手动运行状态，手动开机到空载开度，观察机组的运行状态。机组运行正常（机组轴承温度正常，机组手动升压正常，无明显的漏水现象），请通知进行设备调试。
7	导叶反馈装置安装（公司调试人员完成）	导叶反馈装置分为拉杆式和拉线式；拉杆式反馈可以通过调整拉杆的螺母改变导叶电气反馈量，要注意的是，安装的拉杆必须确保和接力器的轴平行，不可歪斜，以免使拉杆受到法向的力变弯，损坏反馈；拉线式反馈是改变拉绳的长短来改变导叶电气反馈量的，安装时只需确保拉绳与接力器的轴基本平行即可。
8	通电检查（公司调试人员完成）	检查电站各种命令信号（开机、停机、紧急停机令）、频率信号、导叶反馈信号是否正确。
9	导叶参数调整（公司调试人员完成）	无水的情况下，按照附录 9 的要求调整导叶零点和满度，并调整导叶开度表；在机手动运行方式下，使用秒表，按照电站要求调节接力器关闭时间；在电手动状态下，调整脉宽及放大倍数，然后切换到电自动状态，完成静特性试验的测试；并完成开机、停机、紧急停机的状态试验。
10	调速器性能试验（公司调试人员完成）	在有水的情况下，先用电手动开机到空载，机组励磁启励后可以观察到机组的空载开度，修改调速器的空载参数、开机顶点、最小空载等参数，并按照技术规范完成空载试验、甩负荷试验；测量负载时机频和网频交流电压值均应该是 100V 左右。
11	试验报告记录（公司调试人员完成）	填写《用户满意度调查表》和《售后服务内容记录表》。

第二章 调速器故障分析

2.1 调节器故障

序号	故障	故障原因	解决方法
2.1.1	开机过速	主要是由于电站的水头或者机组的运行状态发生了变化,使得机组的空载开度要比以前设定的空载开度要小。	电手动运行方式将机组开机到空载,观察机组在空载时的导叶开度数值 Y,将运行参数中的“空载开度”值重新修改为 Y;将运行参数中的“开机顶点”值重新修改为“空载开度” $\times 1.3$;参数修改后,即可以切换到电自动运行状态或者重新开机。
		停机过程中,机组还没有停稳,就发出开机令,此时机组的动能在停机过程中还没有充分释放,造成机组开机过速。	为了机组的安全,建议在机组停稳后开机。
2.1.2	开机过程中,开度不断增加,但是导叶反馈表基本没有变化,机频不断升高	是由于调节连杆(与接力器相连)与反馈电位器之间出现了脱落现象,导致实际的开度不断增加,反馈电位器不能真实地反映接力器的开度,在开机过程中,由于没法形成导叶平衡控制,接力器就会不断地增加到最大,导致机频不断升高,直到过速现象发生,并且无法控制。	立即将调速器切换到电手动运行方式,操作开度“增加”或者“减少”,如果开度给定大于导叶反馈值时,导叶开度就会不断增加,但是导叶反馈表的数据不会变化;如果开度给定小于导叶反馈值时,导叶开度就会不断减少,但是导叶反馈表的数据不会变化。就会确定为调节连杆(与接力器相连)与反馈电位器之间出现了脱落现象,按照导叶反馈装置的安装方法连接反馈,并且调整导叶零点和满度就可。
2.1.3	机组开机正常,但是无法达到空载	主要是由于电站的水头或者机组的运行状态发生了变化,使得机组的空载开度要比以前设定的空载开度要大。	将调速器切换到电手动运行方式,将机组开机到空载,观察机组在空载时的导叶开度数值 Y,将运行参数中的“空载开度”值重新修改为 Y,将运行参数中的“开机顶点”值重新修改为“空载开度” $\times 1.3$,参数修改后,即可以切换到电自动运行状态或者重新开机。
2.1.4	开机时间过长:调速器接到开机令后,导叶开度达到开机顶点开度后 25 秒,如果机频小于 30Hz,自动判断为开机时间过长,机组自动停机。	发生了机频断线故障,机频在开机过程中始终为 0。	检查机频的信号回路,可以将调速器切换到电手动运行方式,将导叶打开到空载开度附近,测量机频信号交流电压值,一般情况下,机频信号的交流电压值大于 0.2V,如果小于 0.2V,可以判断为信号回路故障。新机组经常出现这个问题,由于没有剩磁,所以基本没有残压,需要对机组进行起励,待机组运行一段时间才可能有剩磁;或者做发电机的某些高压试验时,也可能会发生这种情况。
		水头过低,导致流量过小;或者由于导叶等故障造成水轮机流量特性改变,使得在当前设定的“开机顶点”不能将机组开机到 30Hz 以上;	将运行参数中的“开机顶点”改大就可以解决这个问题。
2.1.5	并网后,网频信号正常(49.8Hz~50.2Hz),开度给定正常,但是微机输出最后要么最大,要么最小。	主要是由于永态转差系数 $B_p=0$ 的缘故,将 B_p 给定为零,只要机频与频率基准信号的频率有偏差,就会使微机输出要么最大,要么最小。	将永态转差系数 B_p 给定为正确的数据。
2.1.6	空载运行时,轴流式发电机或者灯泡式发电机运行时频率摆动值较大	主要是由于水流惯性时间常数与机组惯性常数的比值较大,造成机组的手动空载频率摆动值和自动空载频率摆动值都将比较大,需要改变调节参数,才能获得较好的调节效果。	对于这种情况,我们的建议是调节参数应该比较小,即 K_p 、 K_i 和 K_d 都应该取较小的数据,这样开度变化较小,从而有利于机组的调节,可以有效地减少机组的空载频率摆动。
2.1.7	并网后,网频频率数据变化较大	网频信号要求采用 PT 线电压,如果采用 PT 相电压,由于相电压的谐波比较多,造成网频频率数据变化较大。具体现象:使用万用表交流电压档,测量端子排上的网频信号。如果网频交流电压为 100V 左右,则接入的为线电压;如果网频交流电压为 63V 左右,则接入的为相电压。	检查网频交流电压值,判断接线是否正确,按照准确的接法接入网频信号。
		电站附件的负荷是较大的感性负载,比如是冶炼厂等;或者电网比较小,造成网频变化较大	在网频信号 PT 输出到调速器的信号两端并联一个 4UF/380V 的电容(吊扇电容),可以缓解这个问题。

2.1.8	并网后，在电手动或机手动运动方式下，机频数据变化较大（并网后，机频频率跟网频频率应该基本一致）	机频信号要求采用 PT 线电压，如果采用 PT 相电压，由于相电压的谐波比较多，造成机频数据变化较大。具体现象：使用万用表交流电压档，测量端子排上的机频信号。如果机频交流电压为 100V 左右，则接入的为线电压；如果机频交流电压为 63V 左右，则接入的为相电压。	检查机频电压值，判断接线是否正确，按照准确的接法接入机频信号。
		电站附件的负荷是较大的感性负载，比如是冶炼厂等；或者电网比较小，造成机频变化较大。	在机频信号 PT 输出到调速器的信号上并联一个 4UF/380V 的电容（吊扇电容），可以缓解这个问题。
2.1.9	并网后，并且运行在大电网运行情况下，开度给定没有变化，出现较慢的开度变化。	很多情况下是由于机频频率与基准频率信号的频率的差值越过了频率死区，使得调速器要对电网进行调节，出现了机组开度变化。	观察机频频率与基准频率的差值，并与频率死区比较，如果大于正向频率死区，则微机输出要大于开度给定；如果小于负向频率死区，则微机输出要小于开度给定。
2.1.10	并网后，并且运行在大电网运行情况下，而实际开度突然出现较快的开度变化。	油开关接点出现突然分闸—合闸，即油开关假跳现象，调速器立即执行甩负荷—负载程序。	密切观察开度给定的变化，如果前后的开度给定值不相等，一般情况下发生了油开关假跳现象；二是查找事件记录中的断路器分闸时间和合闸时间如果很近（几秒钟以内），就可以基本上判断是发生了油开关假跳现象。
		出现了远方跳油开关事件。发电机甩负荷有两种情况：一种是机端的油开关分闸；另外一种是在机端的油开关没有分闸，但是电站出口油开关由于雷击或者系统调度的原因而分闸；由于第二种原因出现的甩负荷，我们称之为远方跳油开关事件。	出现远方跳油开关事件，采用了独特的智能判断——即远方跳油开关智能功能，和真正的自适应式 PID 控制规律，使得调速器在电站油开关跳闸后而机端断路器仍合闸时，可以快速关闭导叶，将机组控制在空载运行状态。发生这个事件时，事件记录中没有油开关分闸记录，或者电站母线上的网频是否发生较大的变化，这是正常的机组保护功能。
2.1.11	并网后，机组运行在孤立电网中，接力器频繁动作。	孤立电网运行时由于负荷动作频繁，造成系统稳定性降低，频率变化很大，接力器动作频繁，不利于机组工作。	孤立电网运行时，与在系统工作时采取不同的控制方法。建议的方案：将部分较大容量的机组处于基本负荷运行方式，运行参数中的“永态转差”置为 10%，运行参数中的“频率死区”置为 0.50—1.00Hz；将部分较小容量的机组处于调节负荷运行方式，运行参数中的“永态转差”置为 4—6%，运行参数中的“频率死区”置为 0.20—0.40Hz；这样可以使得较大机组在系统中确保系统大量的负荷的正常工作，同时又使得小机组能够较快地适应系统负荷的变化。
2.1.12	并网后，不断增加导叶开度，但是无法增加有功输出	要理解导叶开度跟有功不是一个概念，发电机的有功不光跟导叶开度有关，而且还跟励磁装置和系统负荷有关；特别是在孤立电网运行时，发电机的输出要跟小系统的负载要平衡，在这个情况下，有时增加导叶开度对有功没有一点改善，反而会增大耗水量，影响机组的运行效率。	充分了解机组运行时在系统中的运行情况，特别是否运行在小电网状态。
2.1.13	电手动运行方式，操作开度“增加”或者“减少”，实际开度不断单向运动，但是导叶反馈表基本没有变化	是由于调节连杆（与接力器相连）与反馈电位器之间出现了脱落现象，导致实际的开度不断单向运动，反馈电位器却不能真实地反映接力器的开度。	按照导叶反馈装置的安装方法连接反馈，并且调整导叶零点和满度就可。
2.1.14	调速器上的停机灯一直亮着，无法开机	面板上的紧急停机按钮被按下。面板上的紧急停机按下后，同时发出一个停机令。	复归面板上的紧急停机。
		观察电站机组控制回路的停机令是否复归。	复归机组控制回路的停机令
2.1.15	导叶开度表故障	导叶开度变化而指示值不变化，是导叶开度表故障，很有可能是导叶开度表后面的两个紧固螺丝太紧造成的，或者是表记损坏。	略微松开开度表后面的紧固螺丝，看是否恢复正常，如果不能恢复正常，更换表记。
2.1.16	机频故障	来自于机组 PT 的频率信号消失（主要是由于	在端子排上或者在测频模块上测量机频信号，如

		机组 PT 的保险管断开)。	果交流电压值低于 0.2V, 表示来自于机组 PT 的频率信号消失。检测信号回路, 输入正确的机组 PT 信号。
		测频模块故障。发生测频模块故障, 很多情况下是由于电站的机组 PT 输出电压过高或者出现瞬间过电压; 特别是系统尾端电站, 为了生产无功, 电站输出的电压较高; 从而影响了测频模块的正常工作。	更换上备品, 或者将另外一台调速器上的测频模块更换 (为了设备安全, 必需使另外一台调速器处于机手动并退出电源时进行更换操作), 如果机频故障消失, 则可以判断为测频模块故障。更换测频模块就可以解决该问题。
2.1.17	网频故障 (不影响机组的并网与发电)	来自于网频 PT 的频率信号消失 (主要是由于网频 PT 的保险管断开)。	在端子排上或者在测频模块上测量网频信号, 如果交流电压值低于 0.2V, 表示来自于网频 PT 的频率信号消失。检测信号回路, 输入正确的网频 PT 信号。
		测频模块故障。发生测频模块故障, 很多情况下是由于电站的网频 PT 输出电压过高或者出现瞬间过电压; 特别是系统尾端电站, 为了生产无功, 电站输出的电压较高; 从而影响了测频模块的正常工作。	在电源消失时, 更换上备品, 或者将另外一台调速器上的测频模块更换 (为了设备安全, 必须使另外一台调速器处于机手动并退出电源时进行更换操作); 重新上电时, 如果网频故障消失, 则可以判断为测频模块故障。更换测频模块就可以解决该问题。
2.1.18	测频模块故障	如果显示器上的机频或者网频显示为 99.99Hz, 表示测频模块故障	出现测频模块故障时, 在电源消失时更换测频模块。
2.1.19	电源变压器故障	如果调节器系统不工作, 或者闻到有烧糊的味道, 很多情况下是由于输入到调节器的电压超过了允许的工作范围, 特别是对于系统尾端的电站, 或者低压机组, 这个问题更加严重。电源变压器的正常工作范围为 220V \pm 10% (对 220V 电源系统) 或者 110V \pm 10%, 对于超过工作范围的电站, 如果工作时间较长, 这个问题可能就会较大。	必须在停机的情况下, 更换变压器; 建议在输入电源的前端, 配置一个容量在 2KW 的稳压电源, 这样有利于系统的正常工作。
2.1.20	接地故障	如果调速器出现接地故障, 很多情况下是由于电磁阀的阀芯出现了接地故障。	先断开电源系统, 并将电磁阀的控制线圈插头取下; 再接通直流电源, 如果接地故障消失, 则表明电磁阀的阀芯与大地之间有连接情况发生。更换电磁阀的控制线圈。
2.1.21	功率放大模块故障	功率放大模块采用 PWM (脉宽调节方式) 原理控制的, 工作方式是断续控制, 如果由于电磁阀故障, 长期使功率放大模块工作, 就会造成放大模块发热, 损坏放大模块故障。现象是: 开或关电磁阀长期处于工作状态, 接力器运动异常 (即不跟踪微机输出), 调速器的 “开阀” 或 “关阀” 处于长期动作状态, 电磁阀发烫。	在电源消失时更换功率放大模块, 接入电源后如果工作正常, 表明故障消失。
2.1.22	开关电源故障	开关电源具有过压、短路等保护, 只有在系统电压异常或者电磁阀工作异常时才会发生开关电源故障。故障发生时, 开关电源的输出为 7V 左右 (正常工作时为 24V)。	电磁阀不停地单向动作, 但是接力器不动作, 测量开关电源的输出会变化为 7V 左右, 可以肯定是开关电源故障。在电源消失时更换开关电源。
2.1.23	显示器故障	可能是调速器的 CPU 与显示器的通讯电缆的故障。会提示通讯故障 (Communication error)	重新连接一下, 看是否能够恢复通讯。
		汉字显示屏的故障, 无法显示数据。	更换通讯电缆或者显示屏。
2.1.24	调速器的 CPU 故障	即使将 CPU 设置到运行 (RUN) 方式, 故障灯 (ERROR) 也会亮。	更换 CPU

2.2 液压系统故障

序号	故障	故障原因	解决方法
2.2.1	机手动状态下, 直接操作	压力油没有打开。	打开主油阀

•

	电磁阀时接力器不动作。	如果是 YWT-300, YWT-600 或 YWT-1000 调速器, 必需在油路切换到自动档才能直接操作电磁阀时动作接力器。	将回油箱上的手/自动切换切换到自动方式。
		电磁阀中的进油口被堵住了, 或者是电磁阀被卡	清洗电磁阀和电磁阀的进油口。
2.2.2	电手动操作或者并网运行时, 操作接力器时, “增加”开度或者“减少”开度时, 出现电磁阀不停地单向“增加”或者“减少”, 行程很难到位的现象。	主要是电磁阀最小动作时间太小, 造成电磁阀单向动作不灵敏。	①如果出现“增加”方向行程不到位的情况, 增加运行参数中的“最小开脉宽”; ②如果出现“减少”方向行程不到位的情况, 增加运行参数中的“最小关脉宽”。
2.2.3	电手动操作或者并网运行时, 操作接力器时, “增加”开度或者“减少”开度时, 出现电磁阀不停地来回地“增加”或者“减少”, 行程很难到位的现象。	主要是电磁阀最小动作时间没有达到太大要求, 造成电磁阀动作时接力器的位移太大, 造成电磁阀来回动作。	如果是开度增加时出现这个问题, 减少运行参数中的“最小开脉宽”; 如果是开度减少时出现这个问题, 减少运行参数中的“最小关脉宽”。
2.2.4	机手动时, 接力器动作出现不平滑的现象	主要是接力器内部有空气存在, 造成接力器动作不平滑。	在无水情况下, 机手动操作接力器, 将接力器全行程地来回运动四到五回, 将接力器中间的空气全部排出, 接力器就会动作平滑。
2.2.5	并网发电时, 接力器仍旧在频繁调节	负载开度死区设置太小: 负载运行是机组的长期运行工况, 在正常情况下, 要求导叶运行稳定而不频繁动作; 因此“负载开度死区”设置要合理。	建议将运行参数中的“负载开度死区”设置为 0.3% 左右。
		电磁阀出现动作不灵敏现象。判断电磁阀动作是否灵敏, 最简单的方法是: 将调速器切换到电手动运行方式, 运行参数中的“负载开度死区”设置为 0.2% 左右时, 当控制接力器增加或者减少, 操作“增加”或“减少”键停止后, 接力器不会频繁动作。如果频繁动作, 表示电磁阀动作不灵敏, 需要对电磁阀进行清洗。	电磁阀出现动作不灵敏现象, 按照附录 2 进行电磁阀的清洗。
		油质出现问题, 过滤器前后的压差较大。	高油压调速器如果发讯器动作 (压差达到 0.2Mpa 时发讯器动作), 就必须清洗滤网; 对于常规油压调速器 (2.5—6.3Mpa), 如果过滤器后面的压力表的指示值与压力油罐上的压力表的指示值的差值达到 0.4 Mpa, 就必须清洗滤网; 否则就会影响系统的正常工作。同时需要对所用的 TSA46 号汽轮机油进行重新过滤, 减少油污。
2.2.6	高油压调速器在停机时, 出现声音较大的停机闭锁动作	这种情况是由于数字式高油压调速器的压力等级较高, 每次动作时, 电磁阀动作复归时出现较为明显的油锤回声, 就像锤子敲打在钢铁上面一样, 长期的油锤会影响液压系统内部部件的安全性。	调整液压系统的消声系统, 并确保此调整不能影响电磁阀的正常动作。
2.2.7	液压阀四周出现渗油现象	主要是由于发电机组的长期运行的震动影响、运输过程的震动以及密封圈的老化造成接触面的渗油现象。这种现象在高油压调速器表现更加突出。	按照规程的要求更换电磁阀与底板之间的密封圈。
2.2.8	甩额定负荷时超速	绝大多数是关机时间没有调整好, 或者是由于锁紧螺丝没有固定好、关机时间变化造成的, 使得甩额定负荷时超速。	在无水情况下, 按照规定要求调整关机时间, 并且用锁紧螺丝固定。
2.2.9	反馈断线故障	导叶长期的运行造成导叶位置传感器信号发生偏移, 使得导叶位置传感	当出现反馈断线故障时, 先用机手动方式将机组停机。在关闭机组进水后, 在机手动运行方式下, 调节连杆与

		器信号的“导叶实测”值小于“导叶零点”值的一半造成的，就会出现反馈断线故障；特别是对于冲击式机组或者是轴流式机组，存在导叶反馈装置被水“浸泡”的问题，最好是在反馈装置的外面做好防水处理工作，避免此类故障发生。	反馈的距离，使反馈实测在 100—200 的范围内，按照“导叶零点”值和“导叶满度”值的设置方法，将运行参数中的“导叶零点”值和“导叶满度”值的重新设定即可。参数设置完毕，应该在电手动运行方式下，来回操作接力器，接力器运行平稳方可。
2.2.10	导叶反馈异常故障	当导叶单向运动时，导叶位置反馈值也应该单向变化，如果违背这个规律，要么是行程翻转；要么是导叶反馈传感器故障。	调速器处于机手动状态，增加接力器开度，观察开度值，如果开度值出现增加—减少—增加，一直到开度到最大行程，则属于行程翻转；如果出现增加—减少—增加—减少—增加，则导叶反馈传感器出现故障。
2.2.11	接力器漂移（机组在无水情况下、机手动运行时，接力器在 5 分钟时间内可以允许移动 2%；）	如移动超过此数据，很多情况下是由于电磁阀内部渗漏加大，或者是由于电磁阀出现动作不灵敏现象造成的，这个问题在高油压调速器上表现得更加突出；在充水、机手动运行、无接力器锁锭的情况下，如果漂移量太大，即使没有开机令，机组也会自动开机，影响电站安全。	清洗电磁阀，如果仍旧无法解决这个问题，请更换电磁阀。建议无接力器锁锭装置的调速器，停机后运行在电自动方式。
2.2.12	机组停机后，没有开机令的情况下，机组自动开机。	主要是处于机手动运行、无接力器锁锭、充水的情况下，如果接力器飘移量是向开机方向，就会使接力器向开机的方向自动开机。	机组停机稳定后，应该投入接力器锁锭；并且使调速器处于自动状态，此时会发出一个定时的锁锭信号，防止机组自动开机。
2.2.13	带首轮操作的冲击式调速器，发现无法用首轮操作喷针	主要是喷针接力器 A、B 两腔没有平压结构造成的。	配置平压结构；不能使用蛮力操作喷针，否则会损坏首轮相关部件。

2.3 油压装置故障

序号	故障	故障原因	解决方法
2.3.1	压力油已经到达上限而油泵却没有停止，但安全阀起动排油。	电接点压力表上设置数值大于安全阀的设置造成的，这样即使油压超过安全阀设置点，而油泵也不会停止打油。	调低改变电接点压力表的设置或者加大安全阀的设置点。
		电接点压力表的上限损坏，以致无法停泵，油压就会继续靠近安全阀设置的压力点，导致安全阀泄油。	更换电接点压力表。
2.3.2	压力油已经到达下限而油泵不启动。	主要是由于电接点压力表的下限接点损坏，以致无法启动油泵。	更换电接点压力表。
2.3.3	油泵启动，但是压力一直无法到达正常。	电机缺相运行，油泵的输油能力不够，压力油达不到正常的压力值。	使用万用表，检查线电压值，三相电压之间的交流电压都应该在 380V 左右，如果不是，检查回路电压。
		电站大修或者小修时，由于相序的变更，导致根本就不能输油。	正常的相序工作时，电机的运转方向，从上向下看是顺时针方向；错误的相序工作时，电机的运转方向，从上向下看是逆时针方向；错误的相序工作时，由于不能输油，电机发出干燥的摩擦声，同时根本就不输油。如果是逆时针方向，马上更换电源的相序。
		油泵的吸油腔和排油腔之间的密封圈损坏，造成油泵无法正常工作。	油泵内部的密封圈无法更换，因此只能更换油泵。
		由于电接点压力表上设置数值大于安全阀的设置造成的，这样压力油的压力先到达安全阀的设置点，油泵不断泄油，无法达到正常压力。	调低改变电接点压力表的设置或者加大安全阀的设置点。
2.3.4	油泵启动时，油泵发出较为明显的干燥摩擦声（崧一崧）。	主要是缺少液压油的缘故；油泵处于这种运行工况，很快就会变形，影响设备的安全运行。	这是比较典型的没有液压油的故障，需要立即停泵；同时观察油位的变化，油位在抽油口的下方，一般都会发生这个故障。
2.3.5	油泵启动时，油泵与电机	主要是发生油泵的抱轴现象，此时此	立即停泵，并设法更换油泵和电机。

	不旋转，只有电机发出较为明显的电流声（兹一）。	时由于油泵和电机无法旋转，通过电机的电流急剧增加，可能会发生电机烧毁的危险。	
2.3.6	油压装置上的可视油位计出现爆裂现象。	主要是由于使用时间较长，环境温度较高，内部用胶老化现象，两头的连接螺栓的应力发生变化，对有机玻璃管发生挤压现象，发生了爆裂，同时液压油加速了这个过程。	发生爆裂时，立即更换可视液位计；平时对可视油位计的下部进行观察，看是否有压力油渗出，如果有，看是从连接螺栓处还是有机玻璃管的用胶粘连处渗出，并作出是否需要准备备件。
2.3.7	可视油位计油位过高。	由于压力太低，或者是有漏气现象发生，需要进行补气操作。	检查是补气口是否有漏气现象，如果漏气，更换密封圈；然后需要进行补气。
2.3.8	可视油位计油位过低。	由于压力太高，需要进行放气操作。	进行放气操作。
2.3.9	YWT-300 等带调速器油压装置上的单向阀故障	单向阀主要确保油泵停止时，防止压力容器中的液压油回流到回油箱中。出现这个现象，可能会在单向阀中出现金属碰撞声（哐一哐）；停泵时，压力油从排油管（或称溢流管）流出。	更换单向阀。
2.3.10	高油压调速器单向阀故障	在停泵时，压力油从吸油口流出，并且电机会出现反转现象发生。	高油压调速器的压力油从出油口流出时，由于压力油的作用，会使电机出现反转现象；需要立即更换单向阀。
2.3.11	油压装置保压试验故障。	油压装置保压试验是在泵油后，试验补气口的密封性能；正常情况下，8 小时压力下降 3% 额定压力。	在补气口上涂上肥皂水，如果出现肥皂泡，就表示此处有泄气情况发生，如果存在漏气，一般是密封圈的原因，更换密封圈。
2.3.12			。
2.3.13	高油压调速器出现泵油时间较长	很多情况是由于输入高压皮囊的压力不够，或者是由于输入接口漏气，造成压力不够，输油的时间较长。	检查是补气口是否有漏气现象，如果漏气，紧固接头。皮囊内部的氮气使用的时间一般在四年左右，要及时进行补气。
2.3.14	回油箱外部出现漏油	回油箱外部漏油；或者是调速器操作时，回油管中排出的油压力油溅在油面上弹出的。	密切观察，并且把观察孔关闭严实。
2.3.15	外置式接力器动作时发出咔一咔的声音	主要是由于接力器的配合太紧凑的缘故，运行一段时间，情况就会改善。	继续观察一段时间，看是否会有所改善；也有可能是导叶的配合出现故障。
2.3.16	开机时，喷针接力器出现无法打开。	很多情况是由于喷针接力器的容量设计容量不够，造成接力器无法打开。	喷针在起始开度时，需要的操作力基本上是最大的；如果喷针接力器的容量设计容量不够，接力器无法打开。只能重新设计油压装置，提高压力等级；或者先不充水，将导叶打开，然后充水，由于超过起始开度后，操作力的要求要低一些，因此可以打开喷针，但是这是一个应急措施，不能长期运行。
2.3.17	高压调速器补气特别注意事项		高压调速器属于密闭系统，内部所充气体必须是氮气，如果充入氧气，会导致爆炸事件发生，所以一定要杜绝补充氧气。
2.3.18	调速器用油注意事项		①调速系统采用GB11120-89《L-TSA汽轮机油》中的46号油。油温在5~50℃以内，新油各项指标符合上述标准，运行油符合水电部《电力系统油质试验方法》中规定的油质标准。 ②调速器对用油的日常维护要求较为严格，新机组投运时半年内，由于使用环境比较差，要求每2个月过滤一次；半年以后，每6个月过滤一次；每次过滤后，对把油箱底部残余的油清掉，然后用和好的面团，油石灰等蘸出油箱里的各种污物，直到油箱完全清洁。然后注入过滤后的清洁油。

附录 1. 导叶零点和满度设置

调速器处于机手动运行方式，用机手动方式将接力器全关，进入调节参数设置画面，此时查看“导叶实测”值，将“导叶实测”值置入“全关开度”，导叶零点就设置完毕；用机

•

手动方式将接力器全开,进入调节参数设置画面,此时查看“导叶实测”值,将“导叶实测”值置入“全开开度”,导叶满度就设置完毕。

设置完成后,进入“主显画面”,观察“开度”,以机手动方式将接力器动作几次于全开和全关位置,查看“开度”值的变化范围,正常情况下全关时“开度”值为0.00~0.02%,全开时“开度”值为99.99%,如偏差较大可重新设置零点和满度。

附录 2. 外接气源的补气

1. 非氮气式（一般工作压力为 2.5Mpa、4.0Mpa）调速器外接气源补气方法：先把外接高压气源接到压力油罐的进气阀上，打开进气阀向压力油罐内充气（如高压空气）。使压力油罐内的压力升至额定压力的 2/3 后，关闭补气阀即可。

2. 氮气式（一般工作压力为 4.0Mpa、6.3Mpa、10.0Mpa、16.0Mpa）调速器外接气源补气方法：采用专用充氮工具进行补充氮气的。

补充氮气的方法如下：

- ① 专用充氮工具上带有压力表的一端接在调速器上氮气储能器的充气口处，另一端接在氮气瓶的出气阀处，充气前必须接好专用充氮工具。
- ② 先打开氮气瓶上的充气阀，然后才能打开专用充氮工具上的充气阀进行充气；一定要记住，刚开始的时候氮气瓶上的充气阀和专用充氮工具上的充气阀只能开得非常小，非常缓慢地进行补充氮气。这主要是由于调速器内部的皮囊开始是没有打开的，需要依靠氮气的压力将皮囊缓缓地打开，这个缓缓补充氮气的时间为 20 分钟左右；然后才能将这两个充气阀略微打大一点，将调速器的压力充气到 8~9Mpa 即可。
- ③ 充气结束后应先关闭充氮工具上的充气阀，然后关闭氮气瓶上的充气阀。

注意：为了安全，调速器储能器的充气工作必须两人同时操作。

附录 3. 高压气囊储能式油压装置

如果是采用了高压气囊储能式油压装置，其工作原理跟常规油压装置一样，只有部分元件作了改换。具体如下：

序号	项目	规则
1	回油箱	相同
2	高压气囊储能器	储能器内是密封相当好的氮气气囊，油从回油箱进入储能器后压缩气囊以形成压力，供给调速系统所需的操作能量，它是油压装置的主要元件。运行中，要保持它的正常工作压力，以保证调速系统有足够的操作能力。储能器内氮气是绝对密封的，与油隔离，故不需监视油位，因为油压低就证明了油量少，16 Mpa 额定操作压力时油压控制范围在13~16MPa.
3	压力表计	相同
4	高压齿轮油泵	调速器采用高压齿轮油泵，油泵具有效率高，密封性好，磨损小，工作平稳和震动噪音小等优点。
5	安全阀	相同
6	高压滤油器	滤油器安装在储能器之前，进入储能器的油均经过过滤，在滤油器上可以设置信号器，当滤油器阻塞时，发出信号报警。

高压气囊储能式的说明如下：

1. 安装

蓄能器的安装应该尽量靠近液压系统，缩短连接管路，以减少压力降。同时，安装地点应保证蓄能器检修和充气的工作空间。

- 应将油阀门向下垂直安装，用抱箍和托架固定。

- 不得在蓄能器壳体上进行焊接和铆接。

- 应在蓄能器与管路系统之间设置截止阀，在蓄能器与液压泵之间设置单向阀，在进入蓄能器的管路位置上应设置安全阀或溢流阀。

2. 蓄能器的检查

新安装的蓄能器在第一周内至少进行一次检查。如果没有漏气现象，应在1个月后进行第二次漏气检查。如果没有漏气现象，应每3个月进行一次漏气检查。如果工作量很大，应每月进行一次检查。

3. 压力检查(仅可使用氮气，空气或氧气会引起爆炸)

- 在系统压力为零时，把蓄能器从液压系统上卸下。

- 拆下阀门的保护帽和密封帽。

- 安装充气工具前，确保阀A是打开的，放气阀B是关闭的，单向阀C是拧紧的。

- 将压力表安装在蓄能器充气阀上。

- 旋转阀A记下压力表读数。

- 打开放气阀B，然后卸下压力表。

4. 预置压力

- 充气工具安装在蓄能器上，将软管连接在氮气瓶上缓慢地打开氮气瓶，直到压力表读数高于需要压力为止。

- 拧紧阀A，打开放气阀B使压力表的压力降至零。

- 将软管从阀C上卸下。

- 关闭放气阀约5秒，以便调节温度。

- 旋转阀A，此时压力表读数略高于需要压力。

- 打开放气阀，运行排气。

- 卸下充气工具。

- 使用肥皂液检查蓄能器阀门是否漏气。

- 重新安装密封帽和阀门保护帽。

5. 蓄能器的拆卸维修

- 排除系统中的压力；

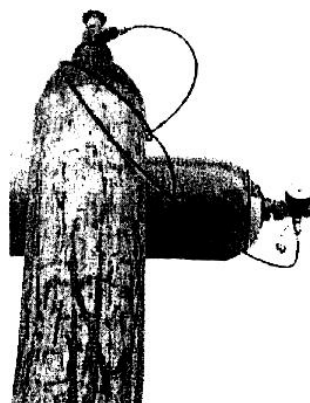
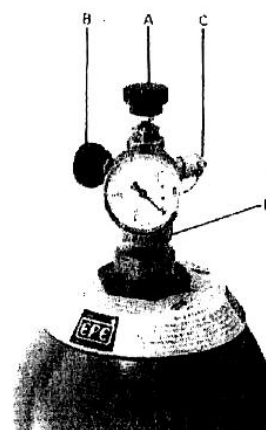
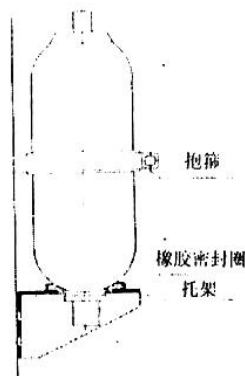
- 卸下蓄能器气阀的保护帽和密封帽。

- 使用充气工具将蓄能器中的压力释放掉；

- 使用扳手，将蓄能器从系统拆卸下来。

(1) 从油阀上取下排气螺塞；

(2) 用扳手将锁母和挡圈卸下；



- (3)将油阀推入容器内，取下“O”型圈、金属垫片；
- (4)从油阀上取下密封环，折叠直至从容器内取出；
- (5)取出油阀；
- (6)用扳手卸下气端锁母；
- 挤压胶囊，排尽气体，并将其从容器中取出。

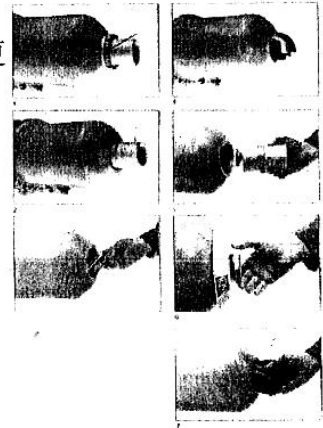


6.清洗及检验

用清洗液清洗所有部件，检查胶囊是否有老化、磨损等现象；更换“O”型圈等不可继续使用的部件。

7.安装

- (1)装入胶囊（大规格的蓄能器可采用M12×1.5的拉杆）；
- (2)在气阀端安装锁母；
- (3)拧紧锁母；
- (4)装入油阀和密封胶环；
- (5)装入金属垫片，以“O”型圈、挡圈；
- (6)拧紧锁母；
- (7)装上排气螺塞；
- 用少量液压油进行润滑。

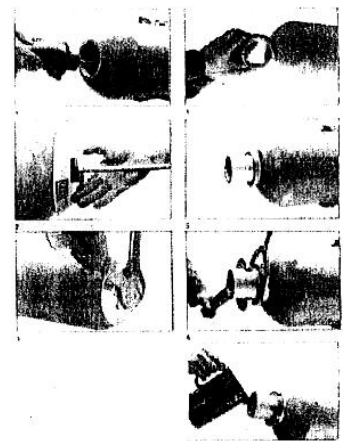


8.顶端可修补式胶囊蓄能器维修前的准备：

- 排尽系统压力；
- 从系统上卸下阀的保护帽和密封帽；
- 使用充气工具将蓄能器中的压力释放掉；
- 使用扳手，将蓄能器从系统上拆卸下来。

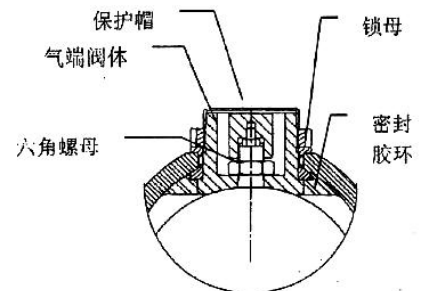
拆卸：

- (1)用扳手松动六角螺母，将胶囊从气端阀体上卸下；
- (2)卸下位于气端阀体外侧的锁母；
- (3)取下挡圈；
- (4)把气端阀体和胶囊推进壳体；
- (5)取下“O”型圈、金属垫片；
- (6)折叠并取出密封胶环；
- (7)抽出气端阀体和胶囊；



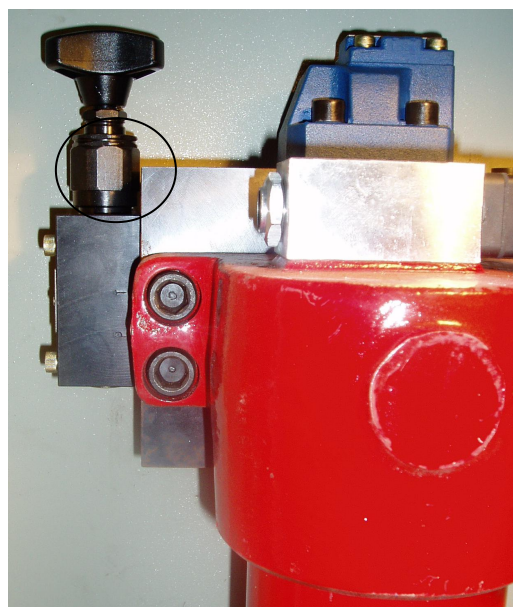
安装：

- (1)到入壳体少量的清洁系统用的液压油，润滑和垫底；
- (2)排除胶囊中的气体折叠成一卷并送入壳体；
- (3)安装气端阀体；
- (4)折叠密封胶环并将其送入壳体内；
- (5)放入金属垫片、“O”型圈；
- (6)拉伸胶囊，使阀杆穿过气端阀体的中心；
- (7)拧紧阀杆螺母；
- (8)用锁母把气端阀体固定住。



附录 4. 安全阀的调整

安全阀作为油压装置的安全设备，要求在规定范围内运行；需要重新设置的，按照操作规程执行。

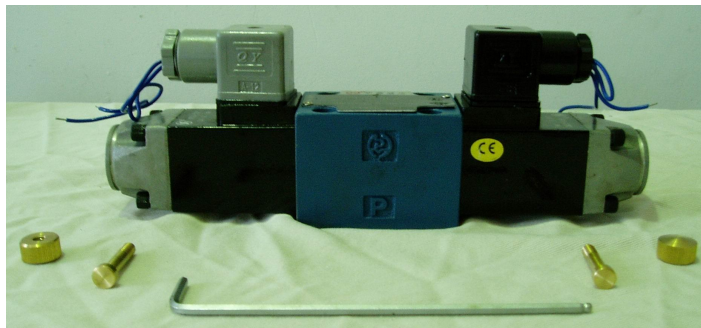


附图 3. 安全阀调整装置（图中画圆圈处）（左边为常规压力，右边为高油压）

调整压力设置点的方法是：先把锁紧螺丝松开，然后旋转安全阀调整螺丝，最后固定锁紧螺丝。每次旋转安全阀调整螺丝，最好每次是 1/4 螺距，顺时针旋转时压力调大；逆时针旋转时压力调小；注意常规压力的只能顺时针方向旋转，如果需要逆时针旋转，需要将整个装置拆下才行；因为常规压力的是通过生胶带密封的，逆时针旋转会破坏密封效果的。调整的大小要通过观察泵油时是否卸压来判断。

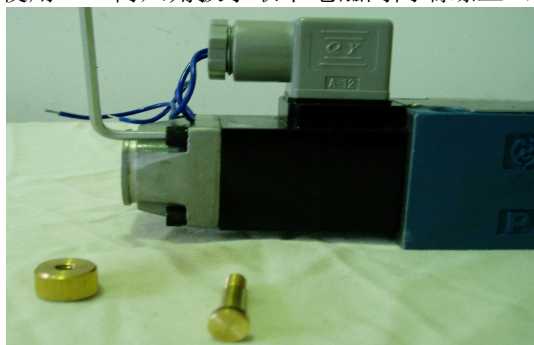
附录 5. 电磁阀拆卸（安装）方法及步骤（附图解）（工具：内六角扳手一套）

1. 取下电磁阀上半部分，准备好所需工具及待安装的按钮（如附图 4 所示）



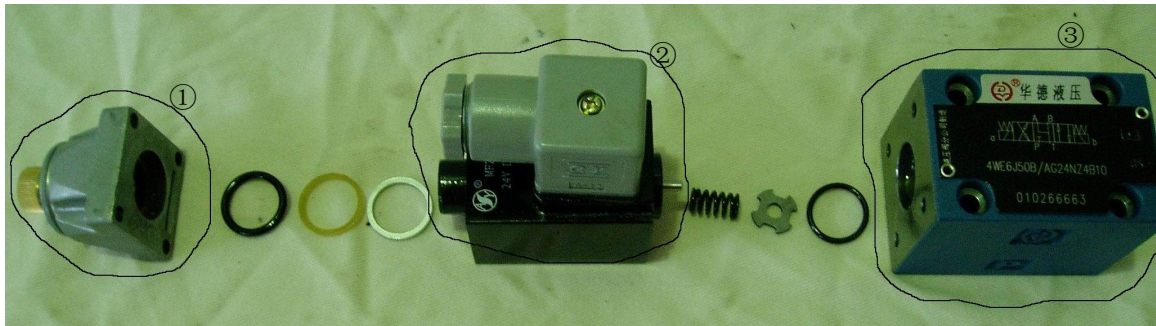
附图 4. 电磁阀外形图及工具

2. 使用 3MM 内六角扳手取下电磁阀两端螺丝（如附图 5 所示）



附图 5 电磁阀两端螺丝的拆卸

3. 待螺丝全部退下后，将其取下。按照附图 6 所示的顺序拆卸零件



附图 6 电磁阀的拆卸顺序

4. 按照拆卸相反的方向回装零件。

附录 6 开停机按钮安装（拆卸）方法及步骤：

1. 按照附录 8 中的方法完成第 1 步和第 2 步
2. 取出附图 6 中的①部分及待安装的按钮（如附图 7 所示）



附图 7 开停机按钮

3. 将螺丝拧入孔中



附图 8. 开停机按钮

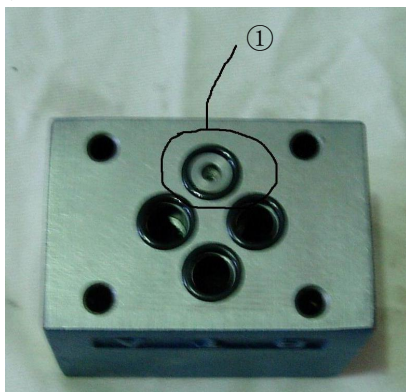
3. 装入螺丝后将按钮和螺丝拧紧既可。



附图 9 开停机按钮

附录 7. 电磁阀（附图 4 的中间部分）的清洗

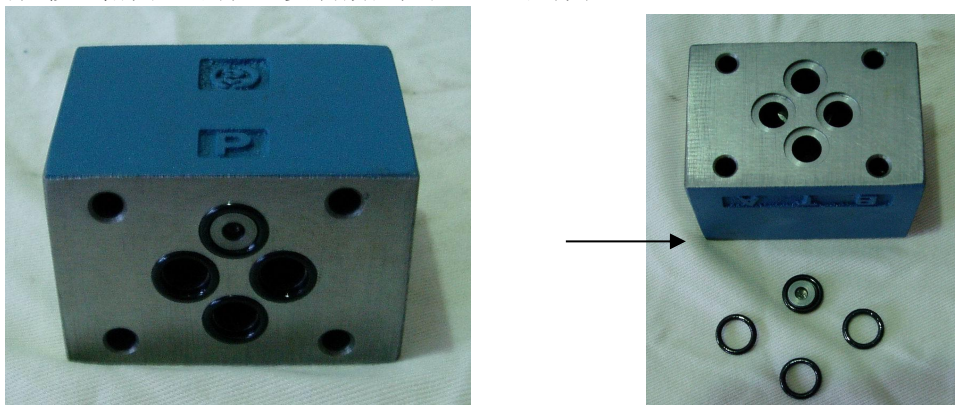
电磁阀的截流孔被堵死时，会导致接力器无法正常工作，需要对电磁阀进行清洗。电磁阀的截流孔为附图 10 中①部分。



附图 10 电磁阀的截流孔

清洗步骤：

取下附图 6 中的③部分，观察其底部，会发现有 4 个孔，而在靠近 P 腔的孔中间装有截流塞，其中间有个截流孔，小心将其取下（如图 11 所示）。将其清洗干净，确保截流孔中没有异物；按照附图 11 的位置安装截流孔和 O 型密封圈



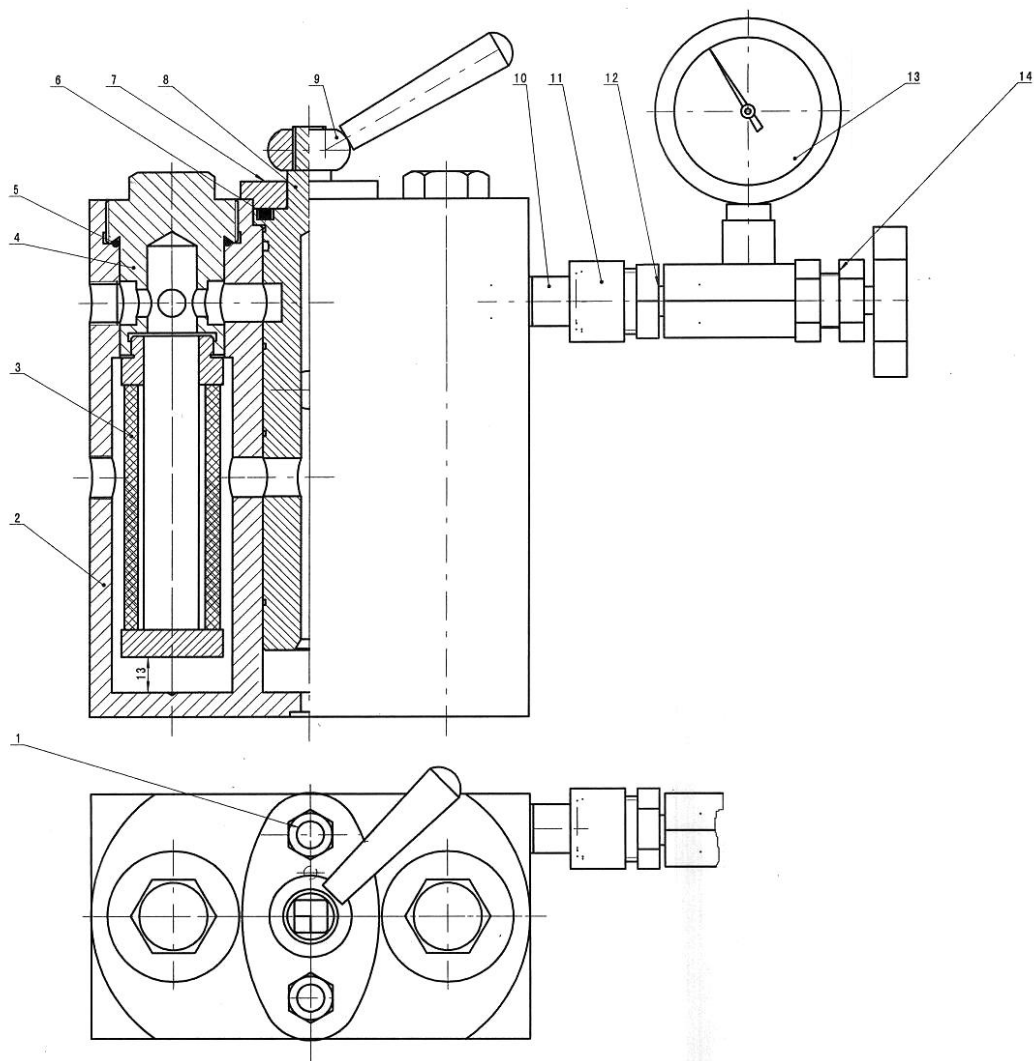
附图 11 电磁阀截留孔的位置图

附录 8. 滤油器的清洗

滤油器的作用是将压力油箱内的压力油进行过滤送至液压控制阀，确保液压控制阀的正常运行。调速器运行一段时间后，压力油中的杂质或者污物就会附着在滤油器的滤芯上，使滤油器输出的压力油的油压降低，这时必须清洗滤油器的滤芯。

清洗单联滤油器时，首先要停机；然后关闭压力油；调速器处于机手动方式情况下，将接力器循环地开启或者关闭数回，就会将滤油器内的压力卸掉，此时过滤器旁边的油压表指针为零。对照附图，拧开滤网托架（4），取出滤网组件，从滤网架上拧下滤网（3）；把滤网（3）和滤网托架（4）放入洁净的汽油中清洗干净，滤油器内部的滤网（3）的孔也要清理干净；把清洗干净的滤网（3）和滤网托架（4）组装起来，安装好密封圈，在滤网安放孔内和滤网组件内加入少量润滑油，然后把此组件放入滤油器的滤网安放孔内，再把滤网托架（4）拧紧在滤油器上即可。

双联滤油器的清洗就方便多了，双联滤油器可在调速器运行时拆卸和清洗。双联滤油器在调速器运行只使用了一组滤网，另一组滤网处于备用状态，滤网内始终处于无压状态。如附图的俯视图所示，箭头指处是在使用中的滤网，无箭头指处是没有使用的滤网，可以拆卸和清洗。转动双联滤油器的手柄，使箭头指向正在使用的一组滤网，对无箭头所指示的一组滤网进行拆卸和清洗，清洗完后回装；然后转动双联滤油器的手柄，使箭头指向清洗好的滤网，清洗另外的滤网。（滤油器结构见附图 12）



附图 12 滤油器结构图

附录 9 调速器各种基本参数一览表 (GB/T9652.1-2007)

①工作条件

序号	工作条件
1	手动空载频率摆动(励磁自动)大型调速器不超过 $\pm 0.2\%$ ，中小型和特小型调速器不超过 $\pm 0.3\%$
2	调速器稳定运行，必须满足①PID 控制调速器， $T_w < 4s$;PI 调速器， $T_w < 2.5s$ ；② $T_w/T_a < 0.4$ ；③反击式机组 $T_a < 4s$ ，冲击式机组 $T_a < 2s$
3	海拔高度 $< 2500m$
4	最高温度：40℃(海拔 $< 1000m$)；37.5℃(海拔：1000–1500m)；35℃(海拔：1500–2000m)；32.5℃(海拔：2000–2500m)；
5	最低温度 5℃
6	调速器油温范围 10~50℃

②技术标准 (对于满足工作条件的调速器，有如下技术标准)

序号	技术标准
1	大型电液调速器转速死区 0.02%，中型电液调速器转速死区 0.06%，小型电液调速器转速死区 0.10%，特小型调速器转速死区 0.2%
2	① 大型调速器空载频率摆动不超过 $\pm 0.15\%$ ，中小型调速器空载频率摆动不超过 $\pm 0.25\%$ ，特小型调速器空载频率摆动不超过 $\pm 0.30\%$ 。 ② 如果机手动空载频率摆动值大于规定值（主要是灯泡贯流机组和轴流机组），其自动空载频率摆动值应小于手动空载频率摆动值。
3	机组开机到空载（+1%~−0.5%）的时间小于机组开机到 80%额定转速的时间的 5 倍。

4	① 甩 100%额定负荷后, 转速超过 3%额定转速的波峰不超过 2 次。 ② 接力器不动时间不大于 0.2s
5	在正常工作油压上限, 非隔离式压力罐内油和空气体积比通常为 1/3—1/2。
6	当油压高于工作油压上限 2%以上时, 安全阀应开始排油; 当油压高于工作油压上限的 10%, 安全阀应该全部开启, 并使压力罐油压不再升高。安全阀的泄漏量不大于油泵输油量的 1%。
7	当油压低于工作油压下限 0.1Mpa—0.15 Mpa 时, 有备有油泵的 2.5 Mpa—6.3 Mpa 的油压装置应启动备有油泵。
8	油压装置正常工作压力的变化范围在名义工作压力的 $\pm(2\sim4)\%$ 以内(对额定压力为 10Mpa~16 Mpa 的油压装置, 其正常工作油压的变化范围可达名义工作油压的 $\pm 5\%$)。

电气智能化数字技术专家

电站自动化系统解决方案

深圳市国电旭振电气技术有限公司

地 址：深圳市龙岗区五联路5号二栋五楼

邮 编：518172

电 话：400-698-3738、0755-84613738

技术 支持：0755-84613748

传 真：0755-84613798

公司 邮箱：szgdxz@163.com

网 址：www.szgdxt.com



扫一扫关注公