

---

KDQ6 系列  
发电机励磁装置  
三相晶闸管数字控制器

使  
用  
手  
册

产品安装,使用之前请认真阅读本使用手册.  
请妥善保管好本手册以备今后参阅.

株洲市华维变流数控设备有限公司

---

地址: 湖南省株洲市石峰区红旗北路 186 号      邮编: 412001

电话: 0731-28436893      0731-22605939      0138-07336044

传真: 0731-22605939      E-mail: huaweiacdc@126.com

网站: <http://www.China-AcDc.com>

## 一. 概述

### 1. 控制器特点:

KDQ6 系列发电机励磁装置三相晶闸管数字控制器, 主要用于汽轮发电机或水轮发电机的晶闸管励磁装置的启动、运行、停止控制。

本控制器适用于组装和改造各种类型发电机晶闸管励磁装置。可控制发电机功率为 125—10000KW 的励磁电源。可用于三相全控桥式整流电路, 亦可用于三相半控桥式整流电路。主整流桥的交流侧电源与定子回路不直接相连, 因此定子电压可为高压 3KV、6KV、10KV 或低压 380V, 交流侧电源不受定子回路控制。

本控制器适用于控制额定励磁电压 50V - 250V, 额定励磁电流 130A — 600A。强励倍数为 1.2 — 1.8 倍, 功率因数在 0.5 — 1 范围内的任何发电机励磁装置。

本控制器具有很强的抗扰动能力, 一旦电网电压降到 80% 时, 可自动投入强励磁环节, 保证发电机电压稳定。

本控制器以高档工业级的单片机为核心, 实现全数字控制、数字触发。所有控制参数均为数字量, 无温度漂移变化。将电源、同步、数字 PID、数字触发、脉冲变压器、现场工业总线通讯模块集成于一体, 两层嵌入式结构, 体积小。安装、接线灵活方便。

电源采用军工级变压器, 性能稳定可靠。三相同步方案, 适应交流 5V~500V 各种同步电压。采用特殊处理, 抵抗中频干扰。**模糊 PID、智能参数自整定 PID** 等三种高性能 PID 方案, 适应不同性质负载, 控制精度高, 动态特性好。数字触发器, 脉冲不对称度 $\leq 0.1^\circ$ 。军工级脉冲变压器, 脉冲前沿陡度 $\leq 1\mu\text{s}$ 。抗雷击现场工业总线, 标准的 RS485 通讯接口, 适应强磁干扰的恶劣环境, 通讯稳定可靠。

本控制器是一种自动控制精度高、可带通讯、可双通道热冗余工作的**三相晶闸管全数字控制器**。能配 **MCK 系列液晶中文手操器或触摸屏**进行显示、操作、联网通讯。

本控制器可选功能: ●宽压电源、双路供电, ●联网通信功能, ●智能热冗余功能。●**PID 参数自整定**功能。

本控制器带一路全双工通讯接口用于**数字控制器**之间双通道热冗余; 带一路抗雷击、工业级、标准 RS485 讯接口, 用于连接**手操器**; 通过**手操器**网络通讯接口, 可连接工业 PC 和 PLC, 组网组态。

**良好的柔性和智能:** 能实现手动、自动无扰切换; 远控、近控无扰切换; 双通道热冗余系统能实现主、从无扰切换; 冗余切换(主控方瘫痪, 冗余方自动无扰切换成主控方)。

**良好的人机界面:** 手操器、工控机都具有友好的人机界面。控制角、给定量、电流值、电压值、通讯状态、工作方式、故障、报警情况直接显示, 操作一目了然。

**双通道热冗余功能:** 两台控制器, 热冗余口互连, 并列协调控制, 决无抢控与排斥现象。主控、从控无扰切换。主控方瘫痪, 冗余方自动、无扰切换成主控方, 真正实现双通道热冗余控制。极大提高控制系统可靠性。

**调试简单,** 现场调试量小, 一般不要示波器即可完成。

每一部件均经过了严格的软件测试、硬件老化, 以确保工作稳定可靠。

### 2. 产品名称、型号、用途

<b>产品名称:</b> 同步发电机励磁装置三相晶闸管数字控制器	<b>产品型号:</b> KDQ6-FC
<b>用途:</b> 用于发电机励磁装置, 汽轮发电机或水轮发电机的数字化控制	

3. **适用装置:** 适用于采用可控硅励磁的发电机励磁装置。

4. **适用电路:** (带●标记的主电路为本型号数字控制器适用的主电路)

主电路形式	本数字控制器适用的主电路
三相全控桥式可控整流电路。	●
三相半控桥式可控整流电路。	●

### 5. 正常使用条件

- 海拔高度不超过 2000M。
- 环境温度:  $-10^\circ\text{C} - +40^\circ\text{C}$ 。
- 空气最大相对湿度不超过 85%。
- 运行地点无导电爆炸尘埃, 没有腐蚀金属和破坏绝缘的气体或蒸汽。
- 无剧烈振动和冲击。

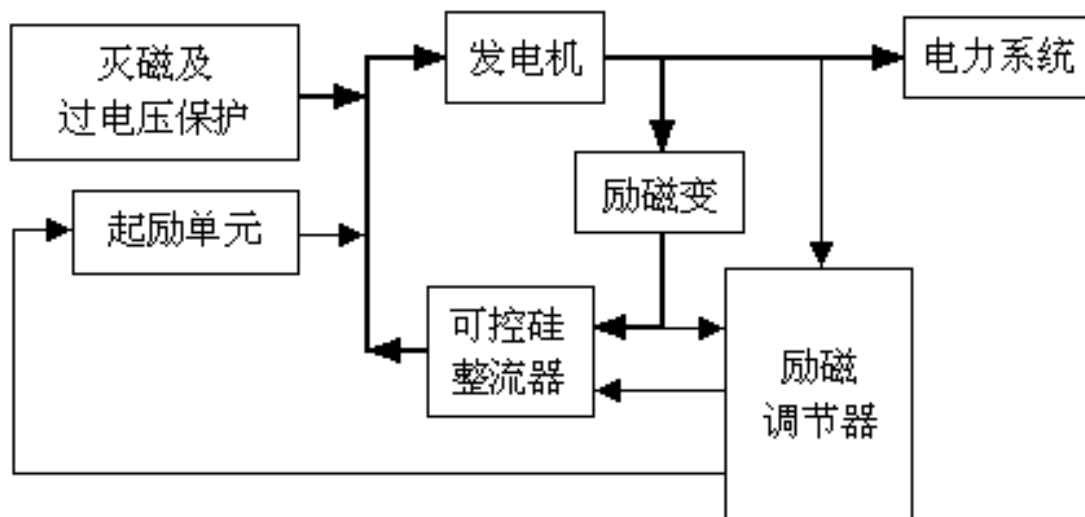
### 6. 主要技术性能

- (1) 发电机调压精度: 负载从空截到额定值(额定功率, 额定功率因数)的变化, 机端电压变化率不大于 $\pm 1.0\%$ 。
- (2) 频率特性: 当频率变化 $\pm 10\%$ , 空截机端电压变化率不大于 $5\%$ 。
- (3) 强励能力: 发电机端电压下降到额定值的 $80\%$ 时, 装置能输出 $1.8$ 倍额定励磁电流。
- (4) 励磁电压反应时间: 强励至 $1.8$ 倍额定励磁电压的反应时间不大于 $0.1$ 秒。
- (5) 调差率整定范围:  $\pm 10\%$ 。
- (6) 可控硅控制角移相范围:  $0^\circ \sim 150^\circ$ 。
- (7) 可控硅控制角分辨率:  $0.001^\circ$ 。
- (8) 各相脉冲不对称度:  $\leq 0.1^\circ$ ; 脉冲电流峰值:  $>800\text{mA}$ 。
- (9) 常规电源适应 $\pm 10\%$ 波动、宽压电源适应 $\pm 50\%$ 波动时控制器可靠运行。
- (10) 功率消耗: 小于 $60\text{W}$

## 二. 励磁控制原理

励磁控制系统是同步发电机的重要组成部分, 直接控制同步发电机磁场电流, 从而控制同步发电机的电势, 所以它还间接控制发电机的端电压、无功功率、功率因素和电流等参量。由于大型机组的这些参量直接影响系统的运行状态, 因此在某种程度上也可以说, 励磁控制器也控制着系统的运行状态, 特别是系统的稳定与励磁控制方式密切相关。

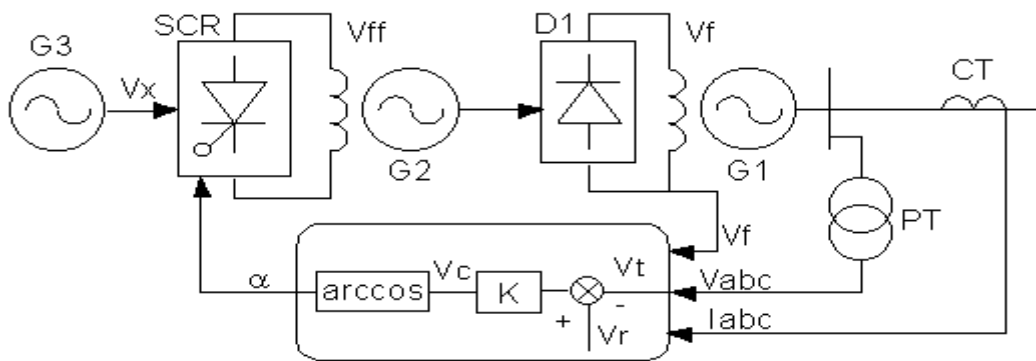
发电机自并励励磁系统一般由励磁控制器、可控硅整流单元、灭磁及过电压保护单元、起励单元和励磁变压器等 $5$ 部分组成。这 $5$ 部分以一定的设计参数进行有机的结合, 构成一个性能满足一定要求的励磁系统, 其相互联接关系如下图所示。



励磁系统组成单元及相互联接关系

其中励磁控制器是励磁控制系统中实现发电机电压调节、无功功率分配和系统稳定功能的核心部分; 励磁变压器经电压变换, 为发电机励磁控制系统的功率单元提供功率电源; 可控硅整流器是由 AVR 控制, 保证发电机各种工况运行的功率部分; 起励单元为发电机提供初始励磁; 灭磁及过电压保护是在发电机及其系统出现故障的情况下快速切除故障的保护单元, 灭磁控制由发电机保护装置完成。

下图为他励静止硅整流器励磁系统(三机励磁系统)的原理接线图。G1 为发电机, G2 为交流励磁机, G3 为交流副励磁机。IAEC 励磁控制器根据发电机运行工况的变化改变可控硅的控制角 $\alpha$ , 以改变 G2 的励磁电流和输出电压, 而 G1 的励磁电流由 G2 的输出经硅整流装置 D1 整流后通过滑环引入, 从而起到调节发电机 G1 励磁电流的作用。



他励静止硅整流器励磁系统原理接线图

## 1. 发电机励磁控制系统的作用

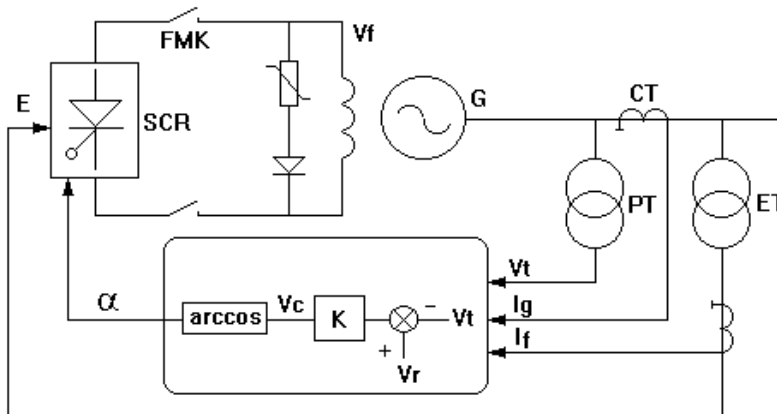
1. 1 在稳态运行时:

- (1) 维持发电机的机端电压在给定水平;
- (2) 合理分配并联运行发电机的无功功率;
- (3) 提高发电机的静稳极限和输电线路的功率传输能力。

1. 2 暂态过程中(大干扰时):

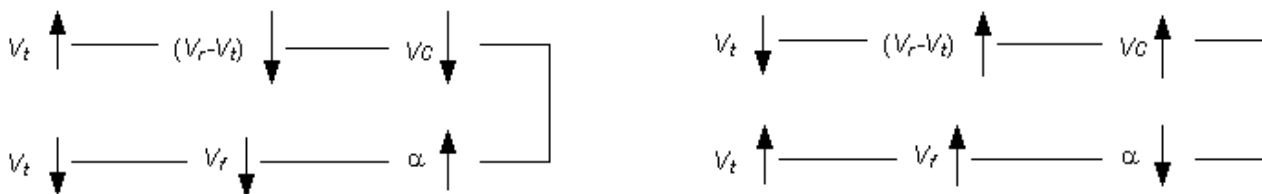
- (1) 抑制发电机切负荷时的电压升高。
- (2) 提高与之相联电力系统暂态稳定性。

## 2. 励磁反馈控制原理

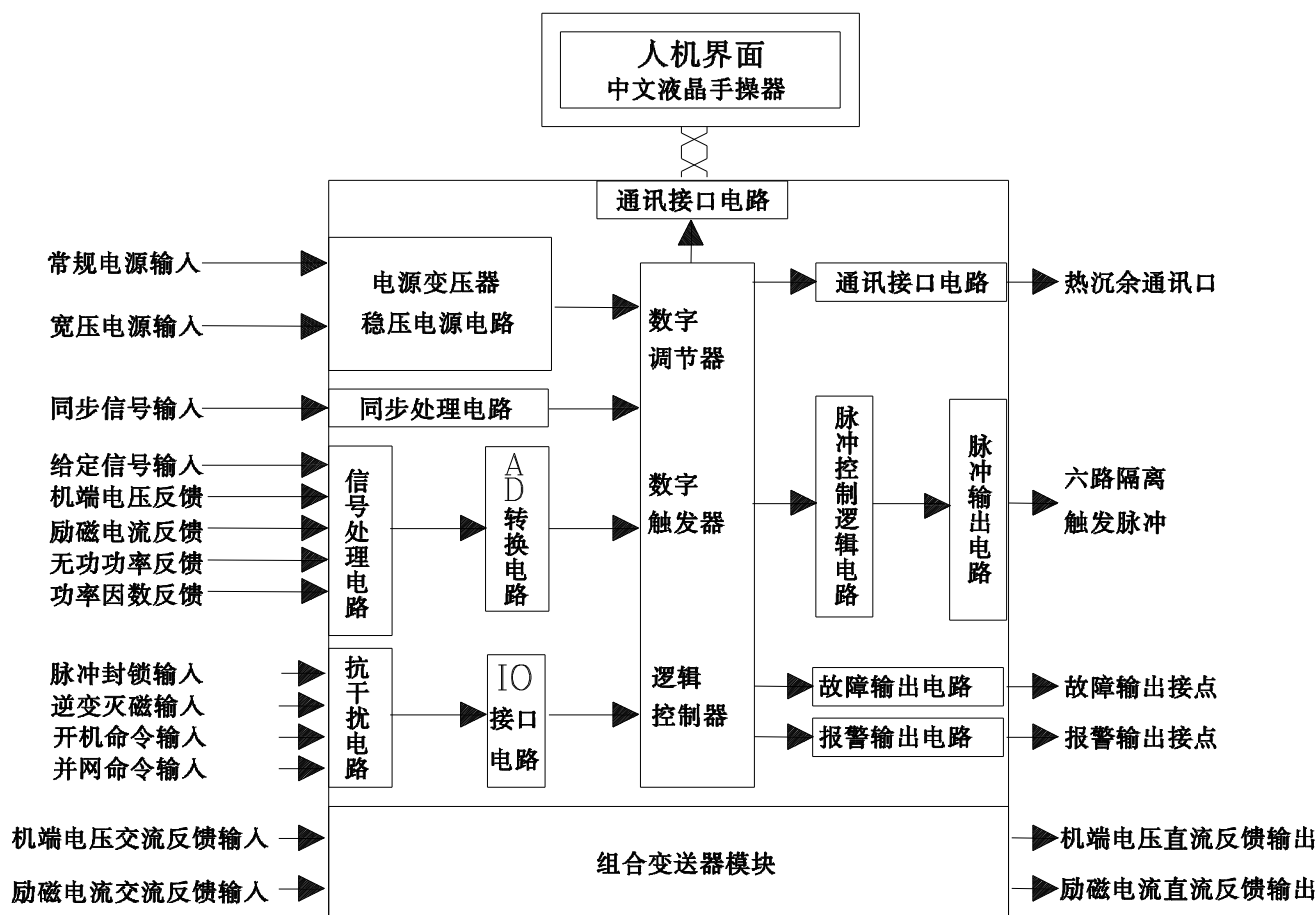


自并励静止硅整流器励磁系统原理接线图

如果由于扰动使发电机机端电压 $V_t$ 上升一个小的值,那么电压差 $(V_r - V_t)$ 将减少,经综合放大环节后得到控制电压 $V_c$ 也将减少,使得 $\alpha$ 增大,经可控硅整流后使得发电机的励磁电压 $V_f$ 减少,使得发电机的机端电压 $V_t$ 下降,从而抵消了发电机的机端电压 $V_t$ 上升的扰动。因此励磁反馈控制可以维持发电机的机端电压 $V_t$ 的恒定。如果由于扰动使得发电机的机端电压 $V_t$ 下降一个小的值,那么类似以上分析一样能得到相同的结论。



### 3. KDQ6—FC 励磁控制器原理框图



本控制器是以高档工业级的单片机为核心组成的全数字控制、数字触发系统，它由电源变压器、电源稳压电路、三相同步电路及处理模块、数字调节器、数字触发器、六路相互隔离的脉冲输出电路、开关量输入、故障及报警输出电路、模拟量处理及 A/D 转换电路、参数设置及 LED 指示电路、通讯接口电路等部分组成。

## 三. 功能说明

### 1. KDQ6 系列同步发电机励磁装置三相晶闸管数字控制器功能表

起励方式	励磁限制	调试操作	故障、报警处理
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 恒机端电压起励</li> <li>● 恒励磁电流起励</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 强励限制</li> <li>①控制角下限设定</li> <li>②IF 通道截流值设定</li> <li>③强励时间设定</li> <li>● 励磁欠流限制</li> <li>IF 通道电流下限设定</li> <li>● 机端欠压限制</li> <li>UF 通道截压值设定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 脉冲钟点数选择</li> <li>● 脉冲相位微调</li> <li>● 恒流调节器选择与设定</li> <li>● 恒压调节器选择与设定</li> <li>● 恒无功调节器选择与设定</li> <li>● 恒功率因数调节器选择与设定</li> <li>● 移相范围选择</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 故障列表显示</li> <li>● 报警列表显示</li> </ul>
<p><b>运行方式</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 恒机端电压运行</li> <li>● 恒励磁电流运行</li> <li>● 恒无功功率运行</li> <li>● 恒功率因数运行</li> <li>● 恒控制角运行</li> </ul> <p><b>自动 PID 方案</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 模糊 PID 控制</li> <li>● 人工 PID 控制</li> <li>● 用户定制 PID 控制</li> </ul>	<p><b>励磁保护</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 励磁过流保护</li> <li>IF 通道过流值设定</li> <li>● 机端过压保护</li> <li>UF 通道过压值设定</li> </ul>	<p><b>通讯功能</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 手操器通讯</li> <li>● 热冗余通讯</li> </ul>	<p><b>发电机励磁特有功能</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 宽频自适应功能</li> <li>● 强励电流设定功能</li> <li>● 强励时间设定功能</li> <li>● 发电机并网调差功能</li> <li>● 发电机低频保护功能</li> <li>● 脉冲封锁功能</li> <li>● 逆变灭磁功能</li> <li>● 参数永久保存</li> </ul>

## 2. 功能说明

- (1)**控制器**宽频自适应功能。当发电机发电频率  $90\% \leq f \leq 110\%$ ，普通晶闸管控制器很难适应，引起励磁整流波形紊乱，甚至产生较大事故。但 KDQ6-FC 晶闸管数字控制器克服了这一弱点，由于采用全数字控制技术，具有宽频自适应功能。即使发电机发电频率波动较大，励磁的整流波形保持整齐不紊乱，很大程度提高了励磁回路可靠性。
- (2)**控制器**低压强励功能。**控制器**检测发电机的机端电压，当发电机的机端电压下降到额定值的 80% 时，**控制器**的控制角会迅速前移，励磁装置主路全开通输出，能输出 1.5~1.8 倍额定励磁电流，具体数值与励磁主路整流变压器参数及参数整定有关。
- (3)**控制器**强励设定功能。强励电压值通过**控制角下限**设定，能有效控制**强励电压值**，确保强励不失控。IF 通道截流值设定能有效控制强励电流不过流。
- (4)**控制器**强励运行时间值设定功能。强励时强励时间可设定，能有效保护主路及变压器，防止长时间强励损坏励磁装置。
- (5)**控制器**具有发电机并网调差功能。在发电机空载运行时，励磁调节器只需检测发电机电压即可，但发电机在大网负载运行时，需要检测发电机无功电流，作闭环调节的反馈。调差电路的用途是检测发电机无功电流。三相交流 PT 模块的二次绕组为电压变送器输入，调差回路由**调差电位器**和发电机**电流互感器**构成，作用是检测发电机的无功电流，送入**控制器**作调差调整，使励磁屏能合理分配无功。在发电机并网运行时，**控制器**依靠调差信号作反馈，调整调差电位器的大小可以调整发电机无功电流的反馈量的大小，即调差率的大小。
- (6)**发电机起励**：在自并励方式或带直流励磁机励磁方式下一般可残压起励。如果发电机残压太低，则自动投入外界起励电源助磁。在发电机没有发电时，发电机机端一般只有几伏电压，此电压经励磁变压器降压后不足使可控硅工作(导通)。所以需要起励电路使发电机能在没有外电帮助下建立电压。起励电路将只有几伏的直流电压送到转子上，发电机转子得到这个电压后会使得发电机电压上升，上升电压会进一步引起转子电压升高，形成正反馈使发电机电压迅速上升达到要求。
- (7)**起励方式设定**：可以分别设置为“恒机端电压”、“恒励磁电流”两种方式起励。控制器上电后处于等待状态，当接收到开机令后，则按事先选择的起励方式自动起励。控制器上电时自动设置起励方式为 100% 额定定子电压。
- ①恒机端电压起励：这种起励方式是将我们所需要的**机端电压**作为起励给定值，机组转速达到额定后，如果给励磁控制器起励命令，系统不断地将机端电压与给定值进行比较，最终将机端电压调节到设定值，并保持恒电压运行方式。起励电压值调整好，进行保存。如不调整起励给定值，下次将按上次保存的起励电压值起励。因此，这种方式特别适合发电机递升加压和空载特性试验。
- ②恒励磁电流起励：这种起励方式是将我们所需要的**转子电流**作为起励给定值，机组转速达到额定后，如果给励磁控制器起励命令，系统不断地将当前转子电流与给定值进行比较，最终将转子电流调节到设定值，并保持恒转子电流运行方式。恒转子电流起励方式的起励电流给定可在线调整，在线保存。即选择恒转子电流起励方式后，如不调整起励电流给定值，机组将按上次保存的起励电流给定值起励。但我们也可以通过增、减磁按钮改变给定。恒转子电流起励方式与机端电压无关，因此，这种方式特别适合发电机做短路试验或发电机短路干燥（必须做相应的措施）以及当 PT 测量回路故障又必须开机的情况。
- (8)**运行方式**：并网前有三种运行方式，可以分别设置为“恒机端电压运行”、“恒励磁电流运行”、“恒触发角运行”等三种运行方式，三种运行方式在运行时可相互切换。
- 并网后有五种运行方式，可以分别设置为“恒机端电压运行”、“恒励磁电流运行”、“恒无功功率运行”、“恒功率因数运行”、“恒触发角运行”等五种方式。五种运行方式在运行时可相互切换。
- ①恒机端电压运行：这种运行方式是以机端电压为调节对象，即始终维持机端电压为恒定。因此，励磁控制器在运行中不断地采集发电机端电压并与给定值比较，从而计算出调节误差，确定出相应控制量以保证发电机电压与给定值相等。在这种运行方式下，发电机的无功负荷会随着系统电压变化而变化，系统电压升高则发电机无功减小，系统电压降低则发电机无功增大。发电机转子电流也会随电压调节而变化。
- ②恒励磁电流运行：这种运行方式是以发电机转子电流为调节对象，即始终维持发电机转子电流为恒定。因此，励磁控制器在运行中不断地采集发电机转子电流并与给定值比较，从而计算出调节误差，确定出相应控制量以保证发电机转子电流与给定值相等。同样，这种运行方式发电机的无功负荷会随着系统电压变化而变化——系统电压升高发电机无功减小，系统电压降低发电机无功增大。这种运行方式控制增量与机端电压无关，因而没有强励功能。

③恒无功功率运行：这种运行方式是以发电机无功为调节对象，即始终维持发电机无功为恒定。励磁控制器在运行中不断地采集发电机定子电压和定子电流并计算出无功与给定值比较，从而计算出调节误差，确定出相应控制量以保证发电机无功与给定值相等。这种运行方式发电机的机端电压会随着系统电压变化而变化，系统电压升高发电机电压就高，系统电压降低发电机电压降低。同样这种运行方式控制增量与机端电压无关，因而也没有强励功能。

④恒控制角运行：这种运行方式是以给定的触发角运行，属于开环控制，与系统无关。这种方式适用于阳极电压恒定的他励方式，可以用作系统静态调试、备励等工况，但不能用于闭环系统，否则系统是不稳定的。

**(9)运行方式的转换：**发电机在空载运行时，用机端电压方式起励后励磁控制器保持在恒电压方式运行，只有恒励磁电流起励后励磁控制器才在恒励磁电流方式运行。但是无论空载在何种方式运行，发电机一旦并网，只要无“限制”信号和相应故障信号，励磁控制器就会自动转换到恒电压方式运行。当系统由于某种原因，强励动作，励磁控制器也会自动转换到恒转子电流运行方式。强励消除后，系统会自动恢复到以前的运行方式。在运行过程中**运行方式**可人工在线进行设定和转换。

**(10)PID 的设定：**控制器具有●模糊 PID 控制●人工 PID 控制●智能参数自整定 PID 三种控制方式，系统上电时根据用户的要求可以自动设置为其中的任意一种控制方式。在运行过程中**PID 参数**可人工在线进行设定和更改。

①模糊 PID 控制：模糊 PID，不需要整定参数，适应大多数阻性负载。

②人工 PID 控制：可人工调整 P 参数值、I 参数值、D 参数值。

③智能参数自整定 PID：控制器自学习，根据控制对象变化自动整定 PID 参数，不需要人工调整 PID。

**(11)励磁限制：**励磁限制对发电机组及励磁系统的安全运行具有重要意义。KDQ6-FC 励磁控制器设有五种励磁限制：(1) 强励控制角下限限制；(2) 强励过励磁电流限制：IF 通道截流；(3) 强励时间限制；(4) 欠励限制：IF 通道电流下限设定；(5) 机端电压限制：UF 通道截压值设定

①**强励控制角下限限制：**控制角下限设定，能有效控制**强励电压值**，确保强励不失控。

②**强励过励磁电流限制：**IF 通道截流，励磁系统强励的原因大部分是由发电机及其相联系统发生短路故障，励磁系统为保证系统稳定和继电保护可靠动作自动强行励磁所致。电力系统中发生短路，应保证机组强励到顶值，不受限制。

③**强励时间限制：**设置这一限制的目的是防止励磁绕组较长时间过电流而过热。

④**欠励限制：**IF 通道电流下限设定。设置欠励限制的目的是防止无功减小过多。以致于电磁功率过小造成发电机失步。

⑤**机端电压限制：**UF 通道截压值设定。设置**机端电压限制**的目的是防止机组在低转速下运行时过多地增加励磁，以致发电机电压过高，铁芯磁通密度过大。同时可作为主变压器的过磁通保护。

**(12)励磁保护：**为保证机组的安全、稳定、可靠运行，控制器设有二种保护：●励磁过流保护●机端过压保护

①**励磁过流保护：**IF 通道过流值设定。为防止励磁绕组长时间过电流而过热，控制器将自动逆变以保证它们的安全，并报警和指示。

②**机端过压保护：**UF 通道过压值设定。发电机定子及其相连系统设备的绝缘水平是一定的，机组在运行过程中，如定子电压超过一定的水平（KDQ6-FC 控制器中设定为 1.25 倍的额定定子电压），控制器将自动逆变以保证它们的安全，并报警和指示。

**(13)灭磁及过压保护：抑制转子绕组各种过电压。**

三相全控静止励磁的最大优点是能够逆变灭磁。所谓逆变是指三相全控整流桥的控制角大于  $90^\circ$ 、小于  $180^\circ$ ，此时整流桥输出的平均电压为负，将直流电能变为交流电能，并反馈回到交流电网中去。在全控桥励磁系统中，利用逆变原理可将贮存在发电机转子线圈中的磁场能量变换为交流电能并馈回交流电源，以迅速降低发电机的定子电势，实现逆变灭磁。在 KDQ6-FC 中逆变角设为  $150^\circ$ 。

发电机处于空载运行状态，如需要手动逆变，可在“逆变输入”端口接一按钮。如果发电机已并网运行，则“逆变输入”按钮无效。

发电机处于空载运行状态时，以下两种情况将自动逆变：●检测到“停机令”；●发电机频率低于 40Hz。

①自并激励磁系统灭磁方式：●发电机正常停机：通过可控硅整流桥逆变灭磁，●发电机事故停机：通过氧化锌（ZnO）非线性电阻灭磁

②灭磁装置：双断口磁场断路器+ZnO 非线性电阻

③过电压保护装置：●发电机转子绕组：ZnO 非线性电阻。●可控硅整流桥：ZnO 构成的尖峰吸收器。



## 五. 控制器的硬件组成

数字控制器由以下三部分组成:

- (1)数字控制器主板: 板载电源模块、板载脉冲变压器、同步输入处理模块、IO 调理模块、AD 调理模块。
- (2)数字控制器 CPU 板: 综合控制 IO 逻辑、AD 采集、PID 运算、数字触发控制、LED 简易界面。
- (3)组合变送器板: 发电机机端电压变送器、励磁电流变送器。

## 六. 外形尺寸及安装

KDQ6 同步发电机励磁数字控制器最大外形尺寸 260mm (长) × 180mm (宽) × 80mm (高)。

安装只需 4 个 Φ4 螺栓。

详细情况参见图 1: KDQ6 系列发电机励磁三相晶闸管数字控制器外形及装配图

## 七. 端子功能

- (1) 端子排列图参见 KDQ6 系列发电机励磁装置三相晶闸管数字控制器外形及装配图。
- (2) 控制器端子与参数表 (带●标记的端子为本型号数控板有效端子, 其他端子不接线):

发电机励磁数字控制器 CPU 板端子					
功 能	端子号	端子名	参 数		选用导线
热冗余通讯口 (隔离全双工通讯口)	●DZ9	RX	通讯接收端	通讯距离≤1 米	屏蔽三绞线 RVS 1mm <sup>2</sup>
		DX	通讯公共端		
		TX	通讯发送端		
RS485 通讯口 (半双工通讯口)	●DZ10	SA	通讯线正端	通讯距离≤1200 米	屏蔽双绞线 RVS 1mm <sup>2</sup>
		SB	通讯线负端		
增磁、减磁端口 (运行操作端口)	●DZ11	UP	增磁	UP 与 OX 短接, 增磁	屏蔽三绞线 RVS 1mm <sup>2</sup>
		OX	公共地		
		DN	减磁	DN 与 OX 短接, 减磁	
发电机励磁数字控制器主板端子					
功 能	端子号	端子名	参 数		选用导线
宽压电源输入	●DZ0	D1	DC8V±10%, 1A	两路电源相互隔离	多股线 BVR1mm <sup>2</sup>
		D2			
		D3	DC24V±10%, 2A		
		D4			
常规工作电源输入	●DZ1	L	AC220V±5%, 50HZ±1% 0.2A		多股线 BVR1mm <sup>2</sup>
		N			
同步信号	●DZ2	TA	三相交流 AC30~380V 0.2A。		
		TB			
		TC			
电位器给定	●DZ3	+V	给定电源:DC10V, 最大输出 5mA		
		SV	电压信号:DC, 0~10V		
		0V	给定电源参考地		
		0V			
机端电压反馈	●DZ4	UF	正端	取样电压: 常规 DC0~10V, 其他需定制。 反馈信号共模电压≤10V,	屏蔽双绞线 RVS 1mm <sup>2</sup>
励磁电流反馈		0V	负端		
无功信号输入	○DZ5	1F	正端	无功信号输入 反馈信号 DC0~5V, 最大共模电压≤5V	
		0V	负端		
功率因数信号输入	○DZ5	2F	正端	功率因数信号输入 反馈信号 DC0~5V, 最大共模电压≤5V	
		0V	负端		
故障继电器	●DZ6	J1	常开节点, 接点容量:AC220V/1A		屏蔽双绞线

输出节点		J2		RVS 1mm <sup>2</sup>
报警继电器 输出节点		JA	常开节点, 接点容量:AC220V/1A	
		JB		
脉冲封锁信号输入	●DZ7	FS	两个端子短接封锁脉冲,	
		0V	两个端子断开正常工作。	
逆变灭磁信号输入	●DZ7	K1	两个端子短接为逆变灭磁,	
		0V	两个端子断开正常工作。	
开机命令信号输入	●DZ8	K2	两个端子短接为开机,	
		0V	两个端子断开发电机停止。	
并网命令信号输入	●DZ8	K3	两个端子短接为并网,	
		0V	两个端子断开为甩网空载。	

功 能	端子号	端子名	参 数	选用导线
6 路触发脉冲	●DZ11	1G1	1 号触发脉冲, 6.5V/0.8A	屏蔽双绞线 RVS 1mm <sup>2</sup>
		1K1		
	●DZ12	1G2	2 号触发脉冲, 6.5V/0.8A	
		1K2		
	●DZ13	1G3	3 号触发脉冲, 6.5V/0.8A	
		1K3		
	●DZ14	1G4	4 号触发脉冲, 6.5V/0.8A	
		1K4		
	●DZ15	1G5	5 号触发脉冲, 6.5V/0.8A	
		1K5		
	●DZ16	1G6	6 号触发脉冲, 6.5V/0.8A	
		1K6		

组合变送器端子

功 能	端子号	端子名	参 数	选用导线
机端电压 三相交流输入信号	DZ1	UA	三相交流输入 相电压≤30V	多股线 BVR1mm <sup>2</sup>
		UB		
		UC		
机端电压 直流反馈信号	DZ2	OUT	输出直流信号:DC 0~10V, 反馈信号共模电压≤10V。	屏蔽双绞线 RVS 1mm <sup>2</sup>
		GND		
励磁电流 三相交流输入信号	DZ1.	LA	三相交流输入 相电压≤5V	多股线 BVR1mm <sup>2</sup>
		LB		
		LC		
励磁电流 直流反馈信号	DZ2.	OUT	出直流信号:DC 0~5V, 反馈信号共模电压≤5V。	屏蔽双绞线 RVS 1mm <sup>2</sup>
		GND		

## 八. 开关量定义、故障报警列表

(带●标记的功能为本型号数字控制器有效的开关量和有效的故障、报警):

开关量定义	故障	报警	处理
●FS 接 0V 为外部故障及封锁输入 FS 悬空正常工作	● IF 通道励磁过流	● IF 通道截流	故障处理: 故障继电器闭合 报警处理: 报警继电器闭合
	●K1 接 0V 为逆变灭磁 K1 悬空正常工作	● UF 通道机端过压	
●K2 接 0V 为开机命令 K2 悬空为停机命令		○ 1F 通道过流	
	●K3 接 0V 为并网命令 K3 悬空为甩网空载	○ 2F 通道过流	
		● 同步丢失	
	● KDQ6 内部故障	● 2F 通道反馈丢失	
		○ α 角下限报警	
		○ α 角上限报警	
		○ S 口通信中断	
		○ R 口通信中断	

## 九. LED 数码管、发光二极管显示含义

数码管	代码	含义		代码	含义
	00	正常运行		10	同步丢失
	01	回零保护		11	内部故障
	02	外封锁		12	1F 截流
	03	K1 闭合		13	UF 截压
	04	-----		14	$\alpha$ 角越限
	05	强励运行状态		15	1F 反馈丢
	06	1F 过流		16	UF 反馈丢
	07	UF 过压		17	1F 反馈丢
	08	1F 超上限		18	2F 反馈丢
09	2F 超上限		全息	CPU 停止运行	
19	失步保护				
发光二极管	名称	含义			
	DL1	主板工作电源 1 指示	亮表示正常, 灭表示不正常		
	DL2	主板工作电源 2 指示	亮表示正常, 灭表示不正常		
	TL1	同步指示	亮表示正常, 闪烁表示故障		
	5XD	CPU 板通讯电源指示	亮表示正常, 灭表示不正常		
	5CD	CPU 板工作电源指示	亮表示正常, 灭表示不正常		
	SND	RS485 口通讯指示	闪烁表示通讯正常, 不闪烁表示通讯停止		
	RVD	热冗余口通讯指示	闪烁表示通讯正常, 不闪烁表示通讯停止		

## 十. 人机界面

人机界面由中文液晶屏或触摸屏构成。主要功能是显示、设定参数, 进行运行操作。

因为采用中文界面, 附加简洁图形, 参量含义、功能操作一目了然, 特别友好。

人机界面的具体使用、操作方法请看对应的中文液晶屏或触摸屏使用说明书。

人机界面设定的**状态**、**参数**见下表

**KDQ6 系列发电机励磁装置三相晶闸管数字控制器需要设定的状态、参数列表:**

参数名称	单位	允许设定范围	出厂设定值
起励方式	—	1~2	恒机端电压
运行方式	—	1~4	恒机端电压
励磁过流值	伏	0~5V	5V
励磁截流值	伏	0~5V	5V
机端过压值	伏	0~5V	5V
机端截压值	伏	0~5V	5V
最小励磁电流值设定	%	0~5V	1.5V
强励电压给定设定	%	0~100%	90%
强励时间设定	秒	0~1200 秒	10 秒
脉冲钟点设定	点	0~23 点	0 点
脉冲相位微调	度	-15° ~ +15°	0°
恒流 PID 设定	—	0~9	PID0
恒压 PID 设定	—	0~9	PID1
恒无功 PID 设定	—	0~9	PID2
恒功率因数 PID 设定	—	0~9	PID3

出厂参数是多年现场应用经验总结, 具有一定参考价值。

## 十一. 控制器连线

KDQ6 系列同步发电机励磁三相晶闸管数字控制器的端子连线参见

KDQ6-FC 发电机晶闸管励磁装置原理图

## 十二. KDQ6 通讯、连网、工控组态

- (1) **通讯连接:** PC 机或 PLC 通过标准工业 RS485 通讯口能与 KDQ6 系列同步发电机励磁三相晶闸管数字控制器进行点对点通讯。将 PC 机或 PLC 的标准工业 RS485 通讯口接长度不超过 1200 米的双绞屏蔽电缆, 双绞线的另一端接 KDQ6 三相晶闸管数字控制器的设备通讯口即 S 通讯口。
- (2) **通信规约:** ① 通讯协议: 标准 MODBUS-RTU 协议。② 通讯接口: 防雷击标准 RS485 接口。  
③ 波特率: 9600bit/s。

## 十三. 控制器基本控制系统、热冗余控制系统组建

### (1)基本控制系统组建:

一台 KDQ6 同步电机励磁数字控制器、一个电位器、一台中文液晶手操器, 构建一个适应 6 只晶闸管设备的基本控制系统。

详细情况参考说明书后面所附 **图 2: 同步发电机励磁常规数字控制系统组建图**

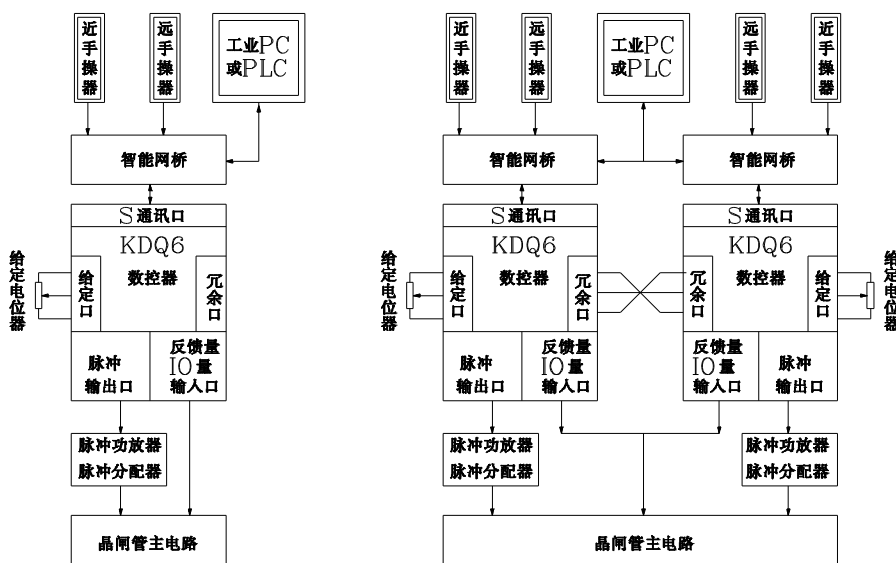
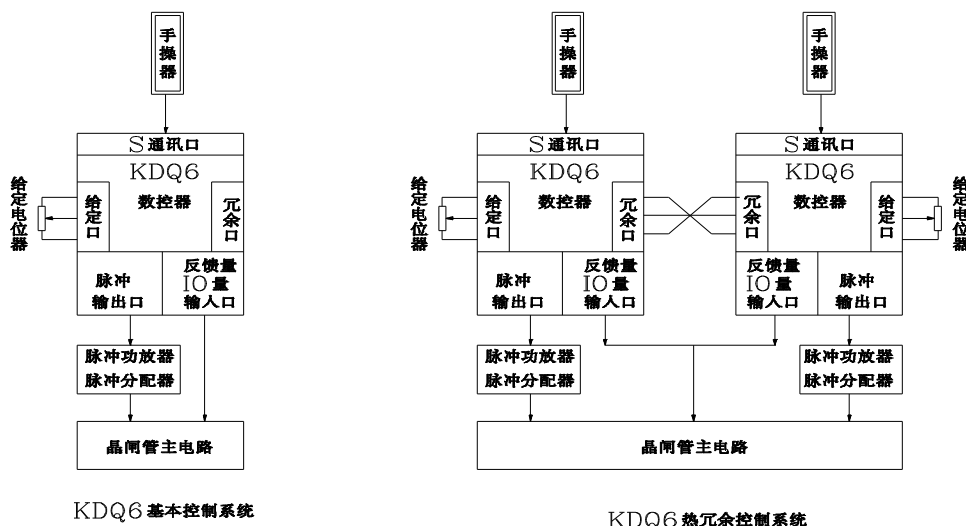
### (2)热冗余控制系统组建

两个一样的基本控制系统**热冗余通讯口**互连, 构建一个高可靠性的热冗余控制系统。

(3)基本控制系统、热冗余控制系统, 通过 **智能网桥** 的网络接口接入 PLC、触摸屏、工业 PC, 构建一个功能强大的网络控制系统。设备变成网络设备, 提升设备档次。

(4)KDQ6 数字控制器通过增加脉冲功放器和脉冲分配器, 能控制有 6 只以上晶闸管大型可控整流设备。

(5)控制系统的组建图如下:



## 十四. 控制器调试

### (一) 调试前注意事项

1. 首先了解产品各部分的原理和性能. 熟悉各种开关旋钮的用途和操作方法步骤.
2. 对照电路原理图和接线图, 检查外部引入本装置的接线和屏内连接是否正确, 确认正确后才可通电试验.

### (二) 励磁装置各部件的检查

1. 检查整流元件是否良好
2. 检查各紧固螺钉是否旋紧
3. 对操作信号系统进行通电试验检查各种按钮, 开关, 继电器, 接触器及信号灯等动作是否正常.
4. 检查风机操作是否正常, 气流正确方向应是从下向上(即强近风冷)
5. 检查电压继电器的动作是否符合要求

### (三) 励磁装置的开环调试

#### 1. 调试所需的设备, 登记表和用具

- |                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| (1) 交流电压表 PV:0~450V 0.5 级~1.0 级 | 1 只 |
| (2) 万用表: MF-10 型或其它高内阻表         | 1 只 |
| (3) 示波器: 20MHz 双踪示波器            | 1 只 |
| (4) 1KW~2KW 的电炉或 200W 灯泡        | 1 只 |

#### 2. 可控桥开环小电流的试验步骤如下

- (1) 检查励磁屏内各元件安装. 接线是否牢固.
- (2) 检查励磁屏外的接线是否正确. 牢固.
- (3) 试验准备将发电机定子和转子出线解下, 在原转子接线位置接一假负载 1KW 电炉或 100W 以上的灯泡.

#### 3. 调试:

- (1) 用专用通讯线连接**数字控制器** S 口(端子名 SA、SB)和**手操器** DB9 通讯口。
- (2) 如果有厂用电时, 先送数字控制器工作电源, 再送手操器工作电源. 手操器没有“正在通讯...”的显示, 按键正常, 界面变化, 则数字控制器与手操器通讯正常. 否则检查通讯双绞线是否接反, 并接正确.
- (3) 手操器设定控制器工作方式手动方式。
- (4) 手操器升给定, 观察控制角是否逐渐变小, 是, 则控制器基本正常. 如果没有厂用电时, 此步骤可以待下一步骤做完后再做。
- (5) 合上励磁屏上的空气开关 HK, 合上发电机隔离开关和出口开关将电网上的电倒至励磁屏内(因发电机定子和转子出线已解下, 所以不会将电倒至发电机上). 使调节器有工作电源和同步信号; 励磁变压器有交流电源输入。
- (6) 选择正确的脉冲钟点数:
  - ①置 KDQ6 手动方式工作。
  - ②脉冲初步检查: 数字控制器、手操器送电后, 升给定, KDQ6 出脉冲. 检查脉冲是否到元件。
  - ③电压反馈调整: 必须保障反馈电压随主路线性变化,  $0V \leq U_F \leq 5V$ . 调整反馈比例实现。
  - ④脉冲钟点数选择: 根据手操器脉冲钟点数选择功能操作, 选择合适的脉冲钟点数, 使脉冲适应主路。
  - ⑤更精细脉冲移相调整启用脉冲相位微调功能。
  - ⑥有脉冲自适应主路功能的用户, 可以启动本功能, 使 KDQ6 脉冲自动适应主路, 无需人工整定, 比人工整定更精确. 本功能只能在小假负载调试时使用。
  - ⑦脉冲移相检查: 旋动给定电位器, 或通过手操器改变给定, 给定从 0~最大, 主路输出电压也从 0~最大, 变化平滑又没有失控. 则数字控制器的脉冲钟点数选择正确。
- (7) 强励设定(控制角下限设定):  
给定置最大, 设定控制角下限, 使励磁输出电压等于额定励磁电压的 1.2~2 倍。
- (8) 模拟回空, 使给定在 100%, 模拟甩网空载, 即 K3 悬空, 观察励磁电压是否能变化为空载励磁电压. 再改变给定, 观察励磁电压是否能变化. 如果一切正常, 至此可以正常起励。
- (9) 恢复: 将假负载解下, 将发电机定子和转子出线恢复接好。

**(四)励磁装置的闭环调试** (在发电机具备起励建压条件后)

1. 起励：将发电机转动闸开至额定转速,合上励磁屏上的励磁主路开关,然后起励。正常时,发电机电压会升至额定电压附近。升、降给定,可以使发电机电压增加和减少。
2. 过压保护整定：升、降给定,使发电机电压升至额定电压 120%稍高(过压保护点),将过压设定值修改为此时的电压反馈值,并作永久保存,至此过压保护整定完毕。
3. 并网：控制器置自动工作方式,调差电位器处在 10%的位置,调节发电机的频率,电压和相位与电网相近,可以并网。
4. 调差整定：慢慢增大发电机的有功和无功,在发电机有功功率升至额定有功功率的 50%时,慢慢增大调差电位器的阻值,观察发电机无功(或励磁电流)的变化.当调差电阻增大时,发电机无功(或励磁电流)相应减少为正常(否则要将发电机灭磁后,将发电机电流互感器至励磁屏的两条电流线对调后重新起励,并网).慢慢调节调差电位器,使发电机无功(或励磁电流)稳定即可。
5. 励磁过流保护整定：发电机自动方式负载运行时,发电机带 50%左右的有功负荷,慢慢将发电机无功带满,使励磁电流达到额定励磁电流。一般将励磁过流整定为额定励磁电流的 2 倍。
6. 发电机正常解列,灭磁。
7. 控制器处在"自动"状态,重新起励,发电机慢慢带满负荷,如果发电机励磁电流稳定,则励磁工作正常.至此,调试完毕。

## 十五. 操作步骤

### 一. 正常开机运行

1. 发电机开至额定转速。
2. 置控制器为恒机端电压工作方式,合控制器电源开关,观察给定电压是否为 50%,是,则正确,合上励磁主路开关。
3. 起励,观察发电机机端电压。
4. 正常时,发电机应该自动上升至额定电压附近并稳定。
5. 升、降给定,调节发电机电压与电网电压相等,并网。
6. 升、降给定,调节发电机无功,同时注意发电机定子电流不要超过额定值。
7. 在有功变动时可以调节发电机无功使发电机的功率因素符合要求。

### 二.正常停机.

1. 将发电机有功和无功慢慢减至 0,跳开发电机出口开关。
2. 断开励磁屏上主路开关,发电机灭磁。
3. 关闭机组控制器使机组停机。(注意:要先灭磁,停机,否则发电机在低周时,励磁电流会超过额定励磁电流而使励磁屏的可控硅、快熔损坏。)
4. 长时间停机时,关闭励磁控制器电源。

### 三.紧急停机

1. 在机组需要紧急停机时,先跳开发电机出口开关,关闭调速器使机组回到额定转速,然后跳开励磁屏上的励磁主路开关使之灭磁。
2. 然后关停机组。(要先灭磁,后停机)
3. 关闭励磁控制器电源。

## 十六. 常见故障及排除

- ◆ 控制器与手操器不能通讯：检查通讯线是否接反，确认接线正确。
- ◆ 无直流电压输出：① 检查数字控制器工作电源是否正常。② 检查是否外部脉冲封锁。③ 通过手操器查询故障并处理。
- ◆ 输出直流电压不能从零至额定值连续可调，有电压跳变：检查是否有导通性能不好的晶闸管并更换。
- ◆ 输出直流电压不稳定，甚至有负电压：① 检查是否负载开路或输出的直流电流太小，晶闸管不能维持导通状态。② 检查是否有导通性能不好的晶闸管并更换。
- ◆ 输出直流电压调不到额定值：① 检查电源电压是否偏低。② 检查对应于额定电流时电压反馈信号值是否超过 10V，如是则需降低反馈信号。③ 检查设置的截压、截流值是否太小，数字控制器运行在截压、截流状态，使输出受到限制。④ 检查输出脉冲指示二极管是否都亮，如有不亮，则是脉冲输出回路有故障，可能是：1. 数字控制器晶闸管的脉冲线开路；2. 晶闸管控制极开路。
- ◆ 输出直流电流调不到额定值：如果输出直流电压能调到额定值，输出直流电流不能调到额定值，则整流设备正常无故障，这种现象是由于负载电阻偏大造成的。

## 十七. 注意事项

- 晶闸管装置作绝缘测试时请取下数字控制器，否则可能造成数字控制器永久性损坏。
- 通讯线、触发脉冲线请选用带屏蔽双绞线，并注意接线极性，不能接反。
- 内部电路及参数修改，恕不另行通知。
- 在自动工作方式时，并网前置调差电位器处在 10% 的位置，然后才能并网。
- 在使用中，数字控制器以外部件的损坏，本公司概不负责。
- 保修期内，不得拆机，毁坏保修标签，用户参数标签。
- **使用中，不用的反馈通道与 0V 端子短接。**
- 在开机时先让传感器投入工作，再送控制系统电源，然后开主路。

## 十八. 其他事项

1. **附件：** 使用说明书一份。
2. **服务承诺：** 除雷击、供电放炮外，严重腐蚀外，用户正常使用操作，一年内免费维修。免费提供技术咨询。

## 十九. 用户定制

用户定制参数表（带●标记表示有此的功能、带○标记表示无此的功能）

序号	参量、功能	常规 KDQ6	客户定制 KDQ6
<b>*****同步、移相范围*****</b>			
1	同步信号 (TA、TB、TC)	三相 AC30~380V	三相 AC30~380V
2	脉冲移相范围	0~150°	0~150°
<b>*****模拟量*****</b>			
1	UF 机端电压反馈信号	DC 0~10V	DC 0~10V
2	IF 励磁电流反馈信号	DC 0~5V	DC 0~5V
3	1F 无功反馈信号	DC 0~5V	DC 0~5V
4	2F 功率因数反馈信号	DC 0~5V	DC 0~5V
5	机端电压三相交流反馈信号	相电压 AC≤30V	相电压 AC≤30V
6	励磁电流三相交流反馈信号	相电压 AC≤5V	相电压 AC≤5V
<b>*****开关量*****</b>			
1	FS 为脉冲封锁输入	FS 接 0V 为脉冲封锁输入 FS 悬空正常工作	FS 接 0V 为脉冲封锁输入 FS 悬空正常工作
2	K1 为逆变灭磁	K1 接 0V 为逆变灭磁 K1 悬空正常工作	K1 接 0V 为逆变灭磁 K1 悬空正常工作
3	K2 为开机命令	K2 接 0V 为开机命令 K2 悬空为停机命令	K2 接 0V 为开机命令 K2 悬空为停机命令
4	K3 为并网命令	K3 接 0V 为并网命令 K3 悬空为甩网空载	K3 接 0V 为并网命令 K3 悬空为甩网空载
5	故障信号输出	常开接点输出	常开接点输出
6	报警信号输出	常开接点输出	常开接点输出
<b>*****模式设定*****</b>			
1	恒机端电压	●有此功能	●有此功能
2	恒励磁电流	●有此功能	●有此功能
3	恒无功运行	●有此功能	●有此功能
4	恒控制角	●有此功能	●有此功能
5	恒功率因数运行	●有此功能	●有此功能
6	主控/冗余无扰切换	○无此功能	●有此功能
<b>*****通讯功能*****</b>			
1	S 通讯口连手操器	●连配套手操器	●连配套手操器
2	S 通讯口连网	○无此功能	○无此功能
3	双通道热冗余功能	○无此功能	●具有双通道热冗余功能
<b>*****PID 调节器*****</b>			
1	模糊 PID 调节器	●有此功能	●有此功能
2	人工 PID 调节器	●有此功能	●有此功能
<b>*****其他功能*****</b>			
1	急停	●有此功能	●有此功能
2	逆变灭磁	●有此功能	●有此功能
3	脉冲自适应主路	○无此功能	○无此功能
4	PID 参数自整定	○无此功能	○无此功能

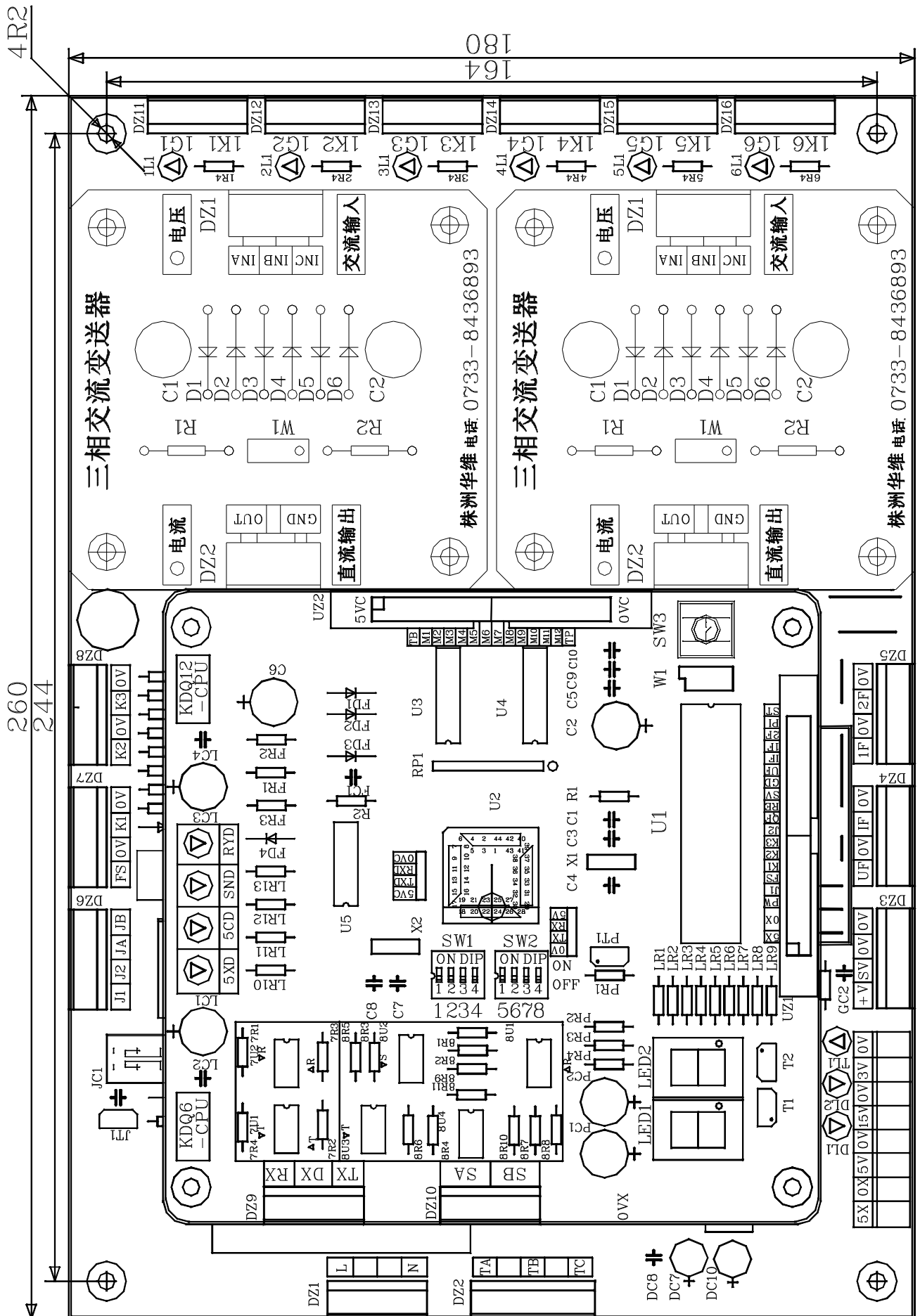
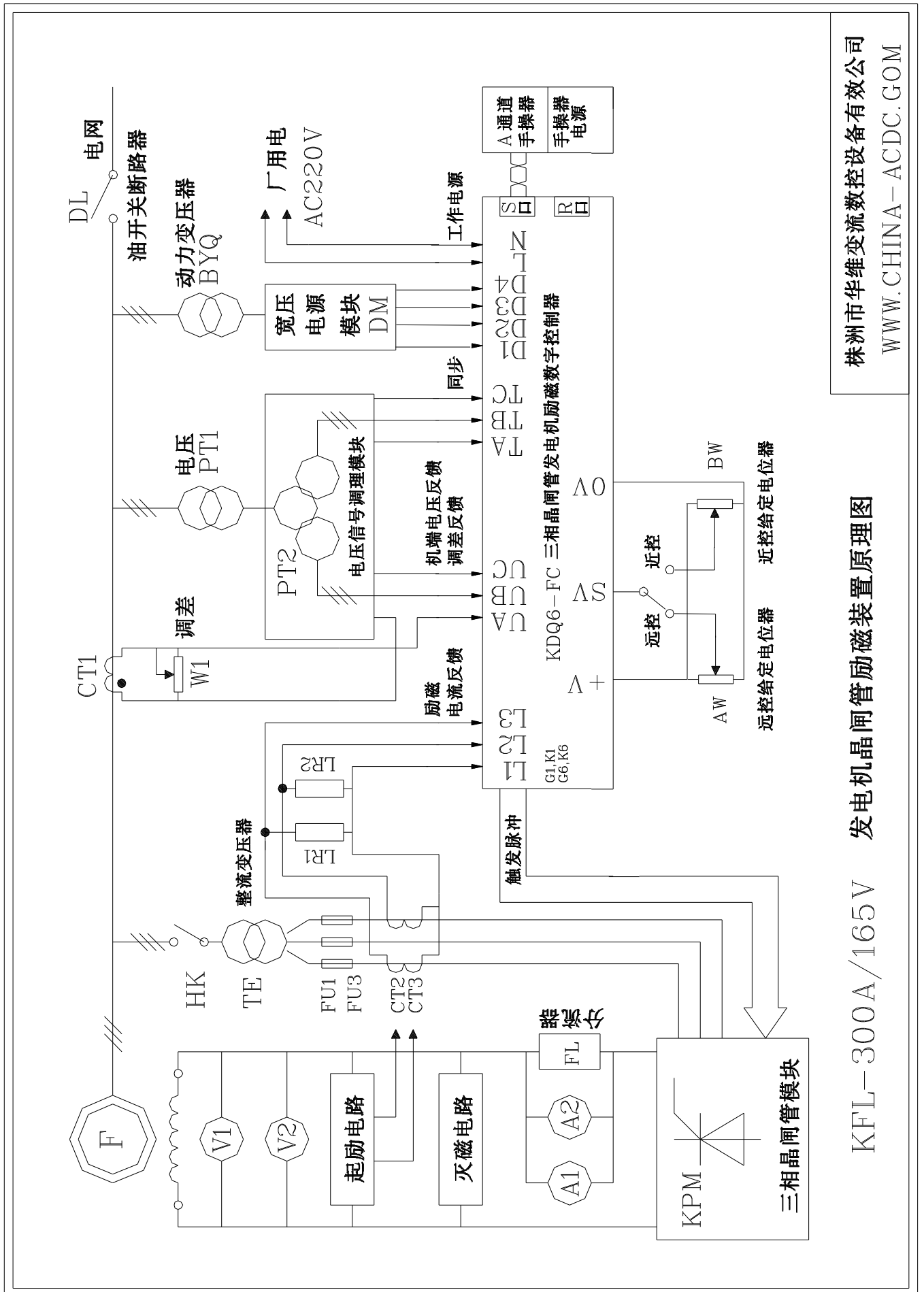
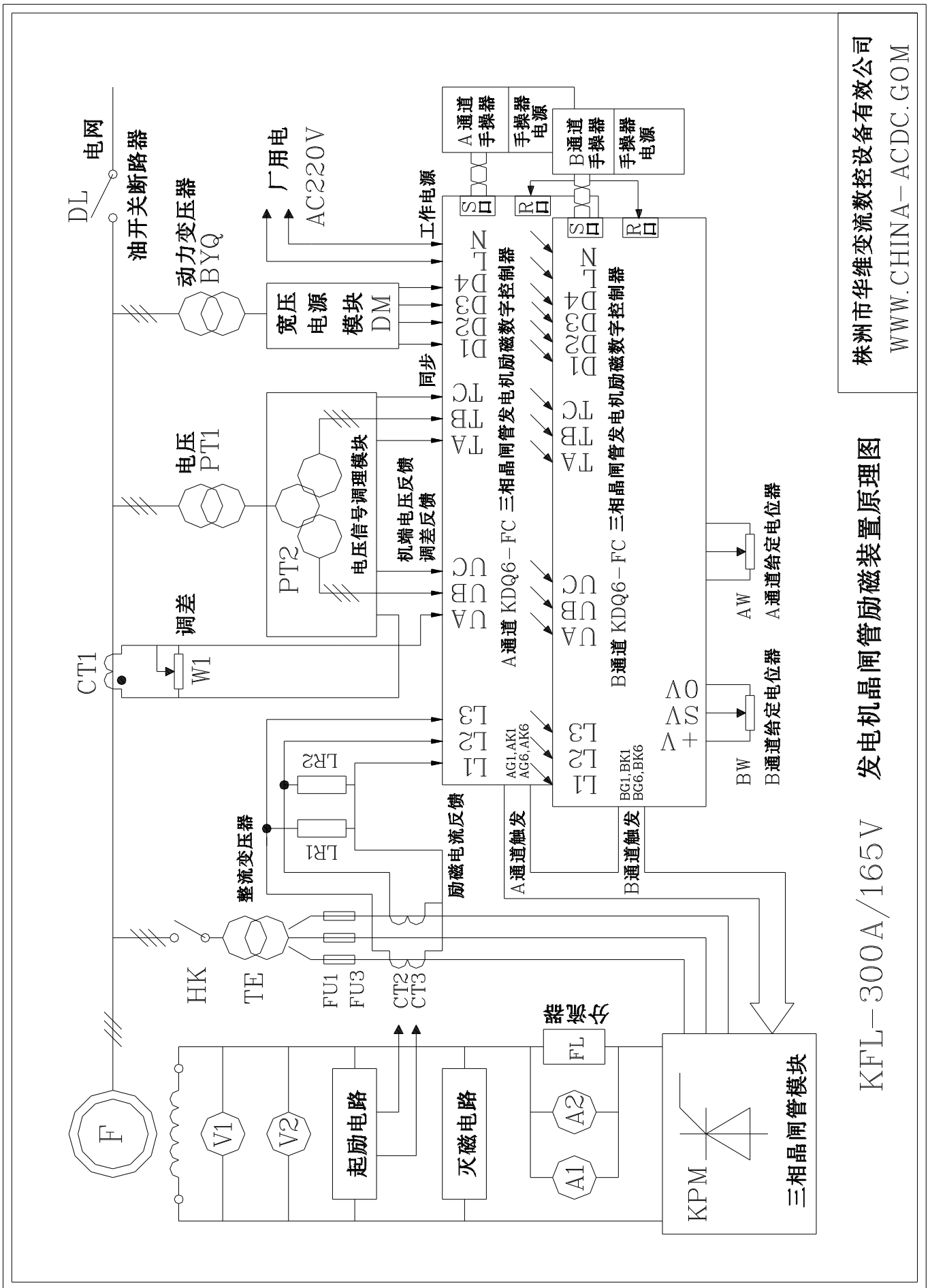


图1: KDQ6 同步发电机励磁装置三相晶闸管数字控制器外形. 装配图



株洲市华维变流数控设备有限公司  
WWW.CHINA-ACDC.COM

KFL-300A/165V 发电机晶闸管励磁装置原理图

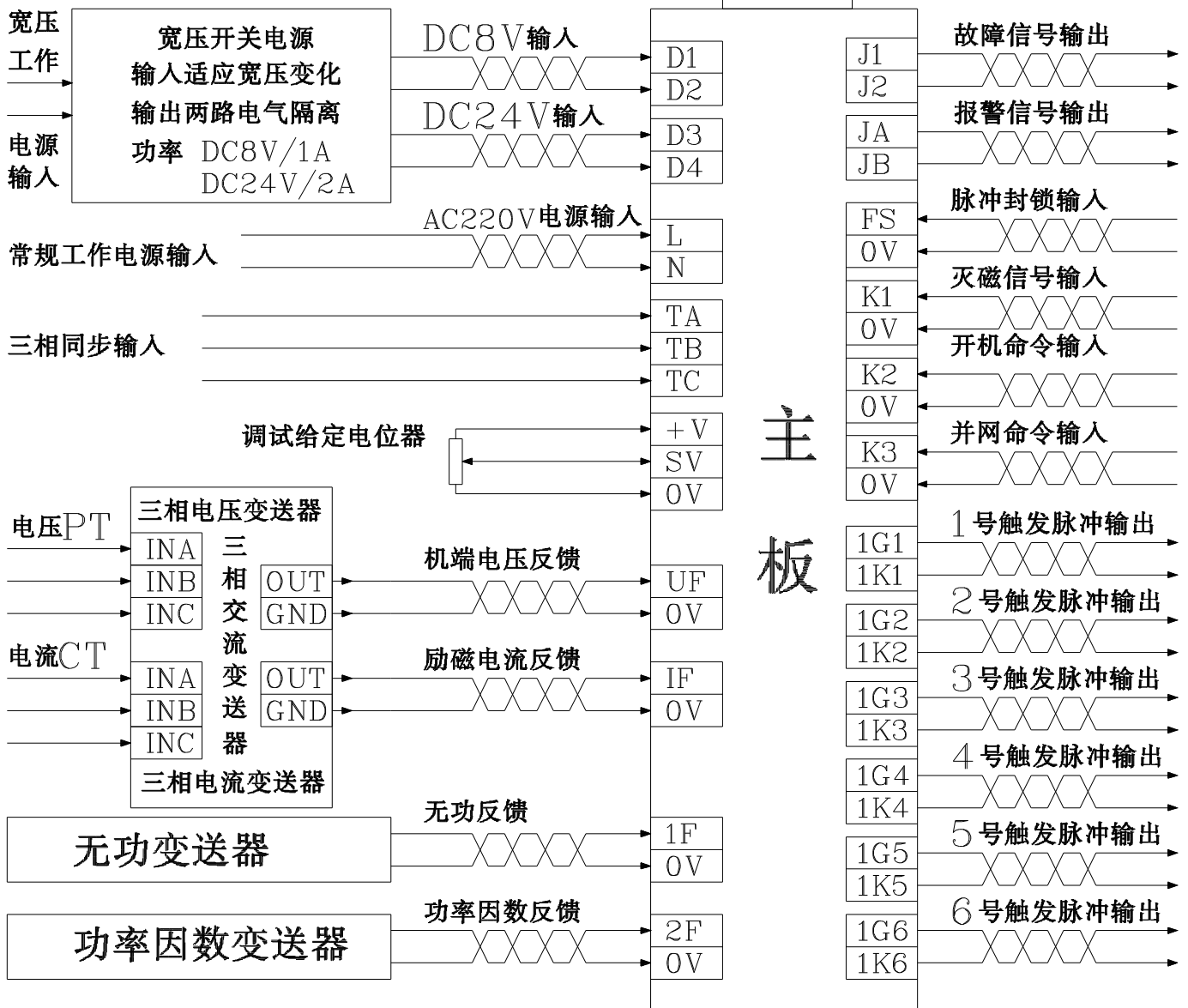
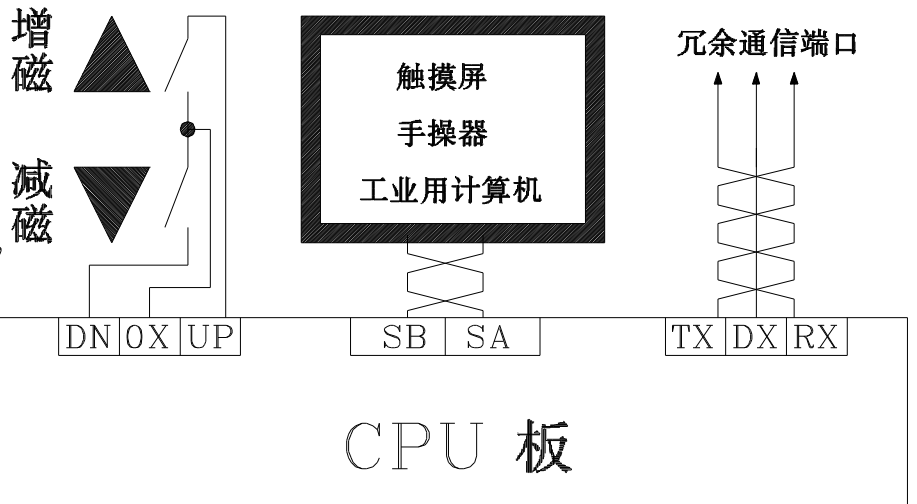


株洲市华维变流数控设备有限公司  
WWW.CHINA-ACDC.COM

KFL-300A/165V 发电机晶闸管励磁装置原理图

**注意事项:**

1. 调试如用调试电位器, 运行时应将电位器回零.
2. 正式运行时用增磁减磁按钮.
3. 开关电源输入输出要电气隔离, 两路直流输出电气隔离, 以免影响通信.
4. RS485 通讯口, 冗余通讯口用屏蔽线互连, RS485 口连线小于1200 米, 冗余通讯口连线小于 1 米, 通讯线单独布线.



**KDQ6 发电机励磁晶闸管数字控制器端子连线图**