



康富科技股份有限公司



**INSTALLATION, SERVICE&MAINTENANCE MANUAL**  
**安 装 使 用 及 维 护 手 册**

**FOR GW5 SERIES HIGH VOLTAGE BRUSHLESS**

**3-PHASE AC GENERATORS**

**用 于 GW5 系列高压无刷三相交流发电机**

## 安全措施

操作本发电机前，请先阅读发电机组使用手册和本发电机手册，以了解机组、发电机和有关设备的情况。

正确操作和保养该设备才能达到安全、有效的运行。

- 确保安装能符合所有适用的安全标准和地方性电气标准。所有安装要由合格的电工来实施。
- 勿在防护盖或出线盒盖开启时运行发电机。
- 进行维护前，应先将发动机起动回路切断，并切断和电网或其它发电机间的闭合回路，在断路开关上放置警告牌，以免意外的闭合。

遵守所有**重要**、**小心**、**警告**和**危险**牌上的提示，其内容定义为：

**重要！** 指会导致产品或有关设备损坏的危险或不安全的方法或操作。

**小心！**

指会导致产品或人员伤害的危险或不安全的方法或操作。



指会导致严重的人员伤害甚至可能伤亡的危险或不安全的方法或操作。



指会导致人员伤亡的直接危险。

由于本产品技术的不断提高，本手册中的内容在印刷时是正确的，但现在可能需要修正。如有疑问，请和本公司联系。

## 前 言

本手册的功能是让用户了解 GW5 系列高压发电机的工作原理、发电机设计的标准、安装和维修步骤。缺乏保护或操作不正确会引起设备的损坏和/或人员的伤害，特别区域会用警告和/或告诫牌作出显著的标记。在进行安装或使用发电机前阅读并理解本手册的内容是非常重要的。

我们公司的服务人员、销售人员、技术人员愿随时提供帮助，并欢迎来公司垂询。



不正确的安装、操作、维修或更换部件会导致严重的人员伤亡和/或设备的损坏。  
维修人员必须具有电气和机械服务资格。

# 目 录

安全措施	1
前 言	2
目 录	3
第一章 简介	4
1.1 简介	4
1.1.1 发电机的特点	4
1.1.2 发电机产品型号说明	5
1.1.3 发电机符合的标准	5
1.2 铭牌	5
第二章 工作原理	6
第三章 发电机的应用环境	7
第四章 安装	8
4.1 安装环境	8
4.2 起吊	8
4.3 与原动机对接	9
4.4 自动电压调节器	9
4.4.1 MX321-2	9
4.4.2 ABB UN1010	12
4.4.3 DECS-150	14
4.5 运行前检查	16
4.5.1 绝缘检查	16
4.5.2 接地线检查	16
4.5.3 旋转方向检查	16
4.5.4 接线检查	16
4.5.5 装配检查	17
4.6 发电机组测试	17
4.6.1 测试用仪器及电缆	17
4.6.2 最初启动	17
4.6.3 运行前的试验调整	17
第五章 附件	18
5.1 外接电压调节	18
5.2 发电机并联运行	18
5.2.1 下垂调差装置(DROOP)	18
5.2.2 设置步骤	18
第六章 维护与保养	20
6.1 一般维护	20
6.2 检修项目	20
6.2.1 绕组状况	20
6.2.2 发电机的干燥方法	20
6.2.3 轴承	21
6.2.4 发电机内部检修	21
6.2.5 自动电压调节器	22
6.2.6 永磁发电机(PMG)的拆卸步骤	22
6.3 故障及处理	22
第七章 交流发电机保证条件	23
7.1 保证期	23
7.2 交货后故障	23
附表	24

# 第一章 简介

## 1.1 简介

### 1.1.1 发电机的特点

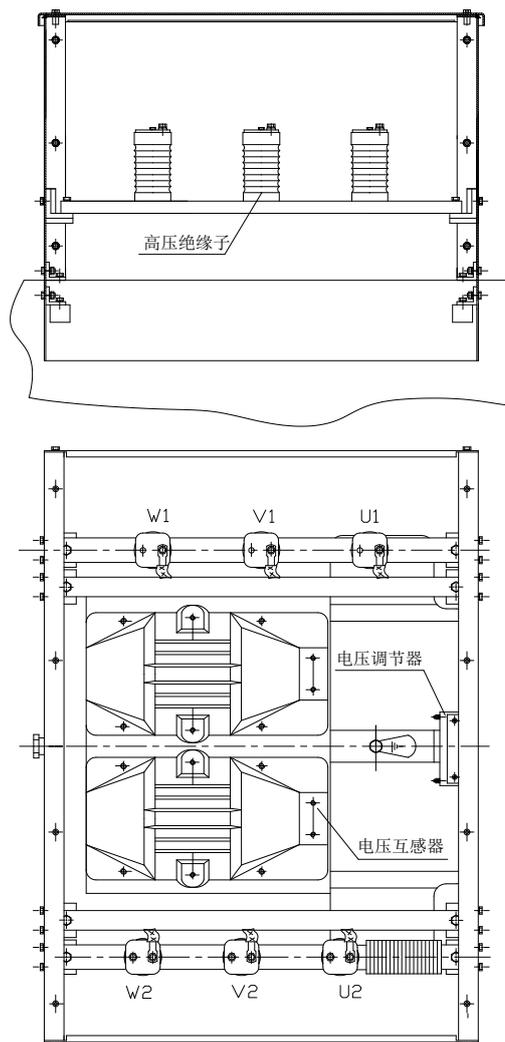
GW5 系列高压无刷三相交流同步发电机与发动机或其它飞逸转速不超过 1.2 倍的原动机配套构成机组，作为动力、照明及各种电气设备的电源，也可作为煤矿、油田等矿山企业、大型企业的备用电源；在用户需要时，还可配备无市电时的自投切装置，组成全自动的备用电站。

GW5 系列高压发电机采用了无刷励磁系统，极大地提高了供电质量和运行可靠性，延长了电机保养期，减少了维护时间。还能提供并联运行附加装置，满足用户对并联运行的要求。

GW5 系列高压发电机额定功率为 400~3000kW，额定电压为 3.15、6.3、10.5kV，额定频率为 50Hz，额定转速为 1500r/min，也可根据用户需要设计为不同电压、频率和转速。发电机为整体凸极转子、钢板结构机身、定子 F 级绝缘、转子 H 级绝缘。

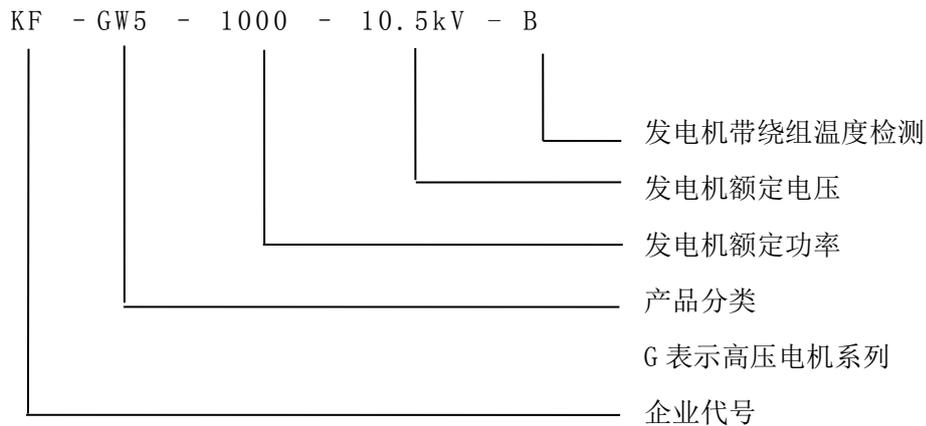
GW5 系列高压发电机定子采用 6 引出线以方便用户增加差动保护功能对发电机进行保护(差动保护电流值一般设为发电机额定电流的 1.3 倍)，6 引出线分别固定在出线盒内 15kV 高压绝缘子上，并分别做标记 U1、V1、W1、U2、V2、W2 (见下图)。其中 U1、V1、W1 引出线连接到差动电流互感器后分别接用户负载 U、V、W 线，U2、V2、W2 引出线连接到差动电流互感器后短接并接用户负载 N 线。

GW5 系列高压发电机定子内已埋置 6 个 PT100 铂热电阻传感器供用户对发电机定子绕组温度进行监控，每相 2 个，分别做标记 T11、T12、T21、T22、T31、T32、T41、T42、T51、TC2、T61、T62。



如需要可提供详细的技术说明。

### 1.1.2 发电机产品型号说明



### 1.1.3 发电机符合的标准

- GB/T 755-2008 旋转电机 定额和性能
  - GB/T 15548-2008 往复式内燃机驱动的同三相同步发电机通用技术条件
  - GB/T 1029-2005 三相同步电机试验方法
  - JB/T 6204-2002 高压交流电机定子线圈及绕组绝缘耐压试验规范
  - JB/T 10098-2000 交流电机成型线圈耐冲击电压水平
  - GB10068-2008 旋转电机振动测定方法及限值
  - GB10069-2008 旋转电机噪声测定方法及限值
  - GB10585-1989 中小型同步电机励磁系统基本技术要求
- 国际电工委员会推荐标准 IEC34 等。

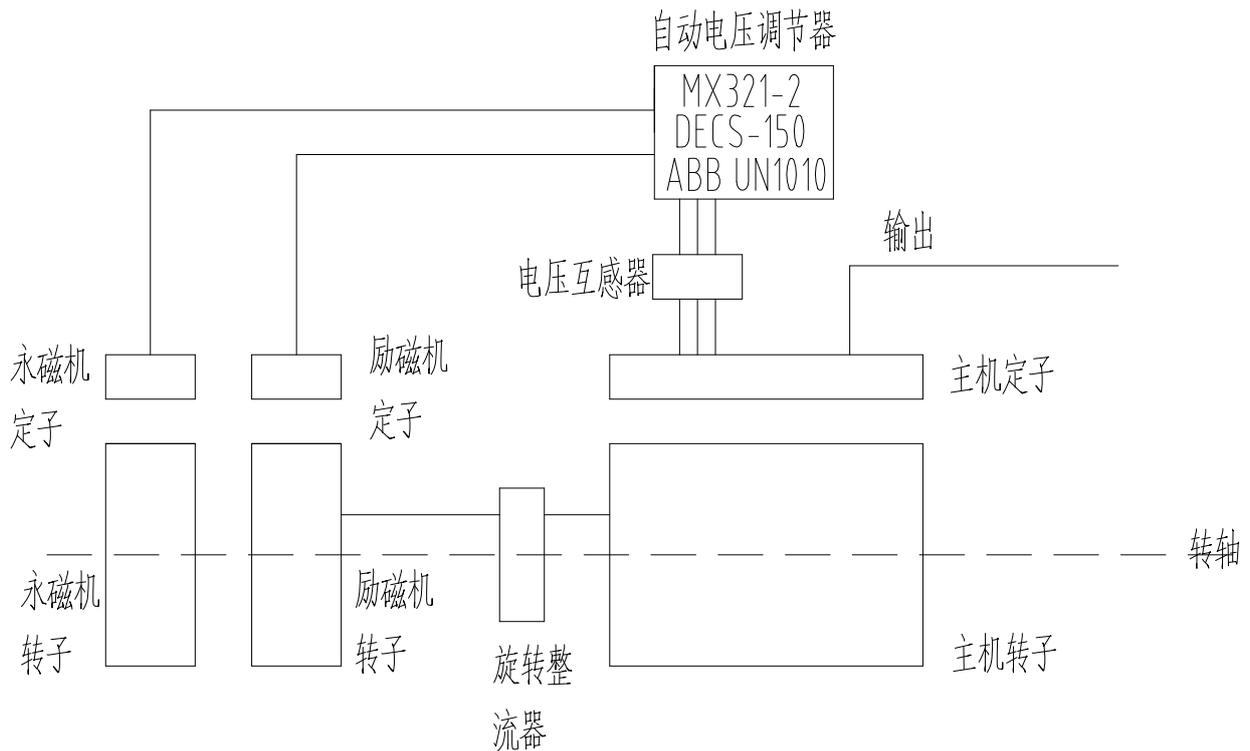
## 1.2 铭牌

发电机出厂时，都附有一个铭牌，该铭牌固定在电机的机身上。

## 第二章 工作原理

发动机组起动以后，依靠电机产生的电压，经整流后对交流励磁机的磁场提供励磁电流，交流励磁机电枢电压逐渐升高，该交流电压经旋转整流器整流后送入主机磁场，使主发电机建立电压，在转速接近额定值时，自动电压调节器使发电机电压迅速上升，并稳定在额定值（见下图）。

发电机在正常运行过程中，若因某种原因，例如：负载变化、转速变化、各绕组温度变化等，发电机端电压有升高或降低的趋势时，自动电压调节器能检测出这一微小的电压偏差，并迅速地减少或增加励磁电流，维持发电机的端电压近似不变。



### 第三章 发电机的应用环境

GW5 系列高压发电机使用环境条件为：

- (1) 海拔高度不超过 1000 米；
- (2) 冷却空气温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；
- (3) 冷却空气相对湿度为 95% (25 $^{\circ}\text{C}$ 时)；
- (4) 有凝露；
- (5) 有霉菌。

注：如果发电机运行地点的海拔和空气温度与上述规定不符时，应按 GB/T 755-2008《旋转电机 定额和性能》或国际电工委员会推荐标准 IEC34-1 的规定进行修正。

## 第四章 安装

### 4.1 安装环境

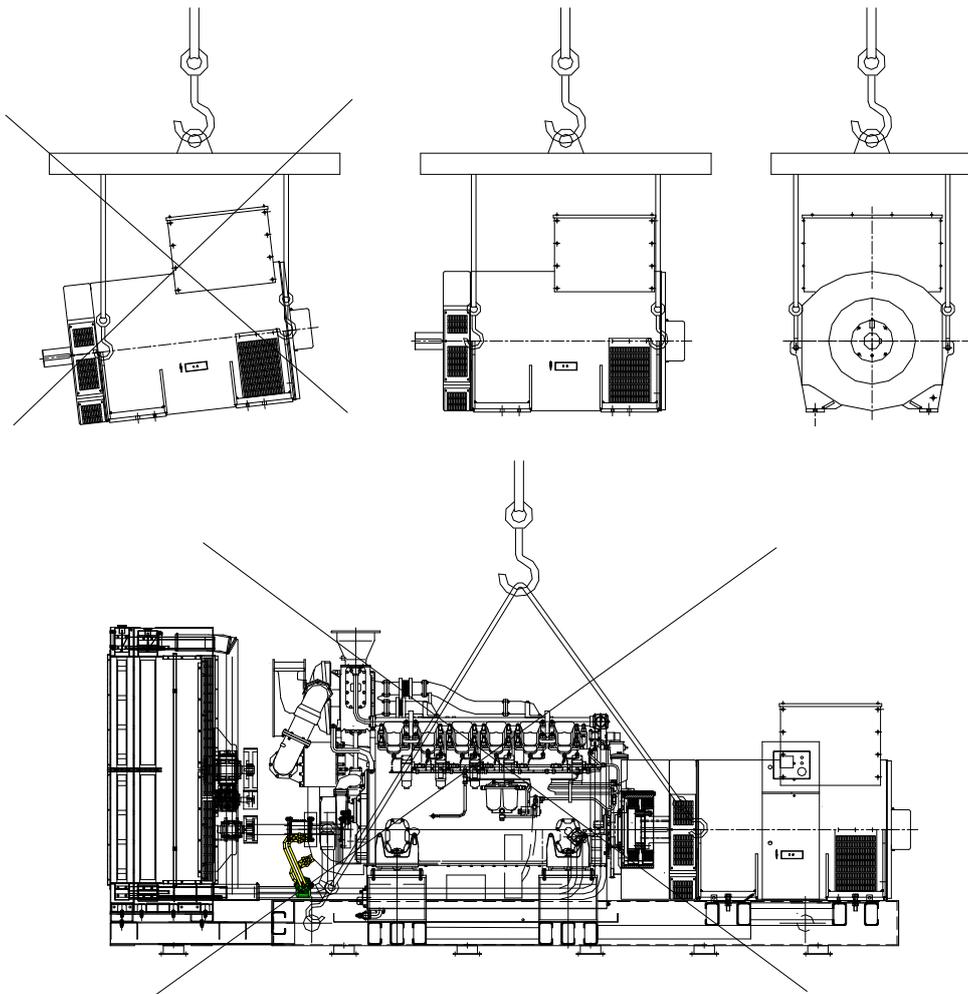
发电机的安装地点应环境清洁，通风良好，便于维护和检修，发电机附近应没有水蒸气、油雾或其它有害气体，发电机的进风口及出风口应无阻碍物，以保持气流的畅通。注意附近的热源，不致影响发电机的冷却。如果用内燃机拖动，应特别注意机房的布置，使内燃机的排气和发热部分最低程度地影响发电机的进风温度。安装发电机的基础或支架结构要有足够的强度，以避免发生陷落或变形。

### 4.2 起吊

发电机起吊时必须使用长度适当和起吊能力适当的钢索或粗绳。尽管起吊点已尽可能接近发电机的重心处，但由于结构限制，在起吊时发电机可能有一定倾斜。必须小心操作，以避免人员受伤或设备损坏。



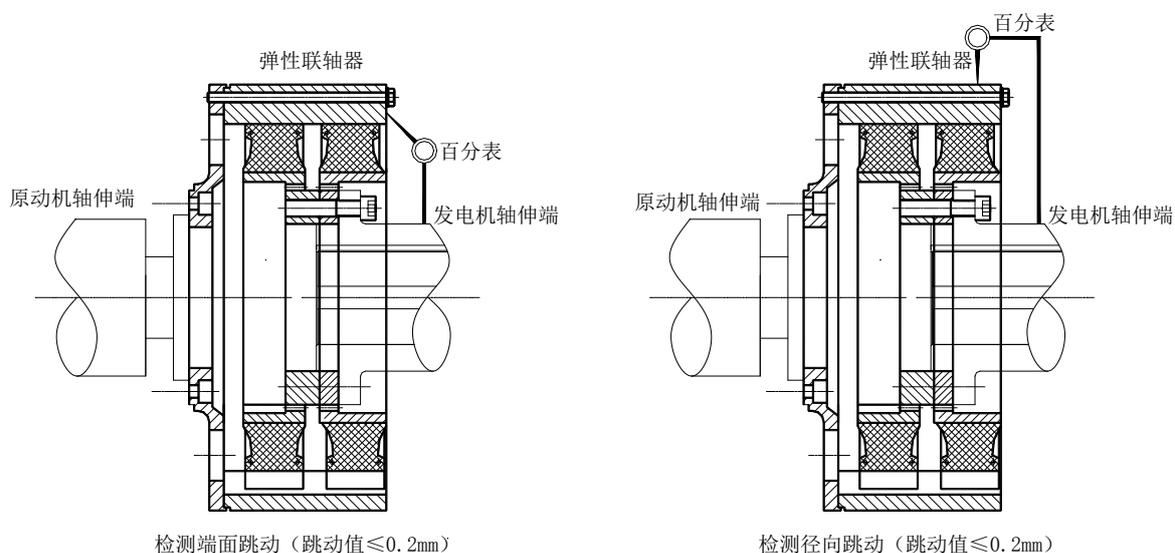
不正确的起吊方式或起吊容量不够会导致严重的人员伤害或设备损坏。发电机上的吊环只适用于起吊发电机（单机），不能用来起吊整个机组。



### 4.3 与原动机对接

安装时注意勿使发电机的轴承受轴向推力。发电机的滚动轴承在设计时未考虑承受因安装而引起的轴向推力。

发电机应装上一弹性联轴器，此时应按下图仔细测量发电机与原动机的同轴度。



**小心!**

发电机的对中不正确将导致严重的人身事故和/或设备损坏。

### 4.4 自动电压调节器

GW5 系列高压发电机配套的自动电压调节器，安装在电机的接线箱内出厂。电压调节器型号为 MX321-2、DECS-150、ABB UN1010。

#### 4.4.1 MX321-2

##### 4.4.1.1 MX321-2 的外形结构及示意图

MX321-2 的外形安装尺寸见图 4-1、图 4-2。

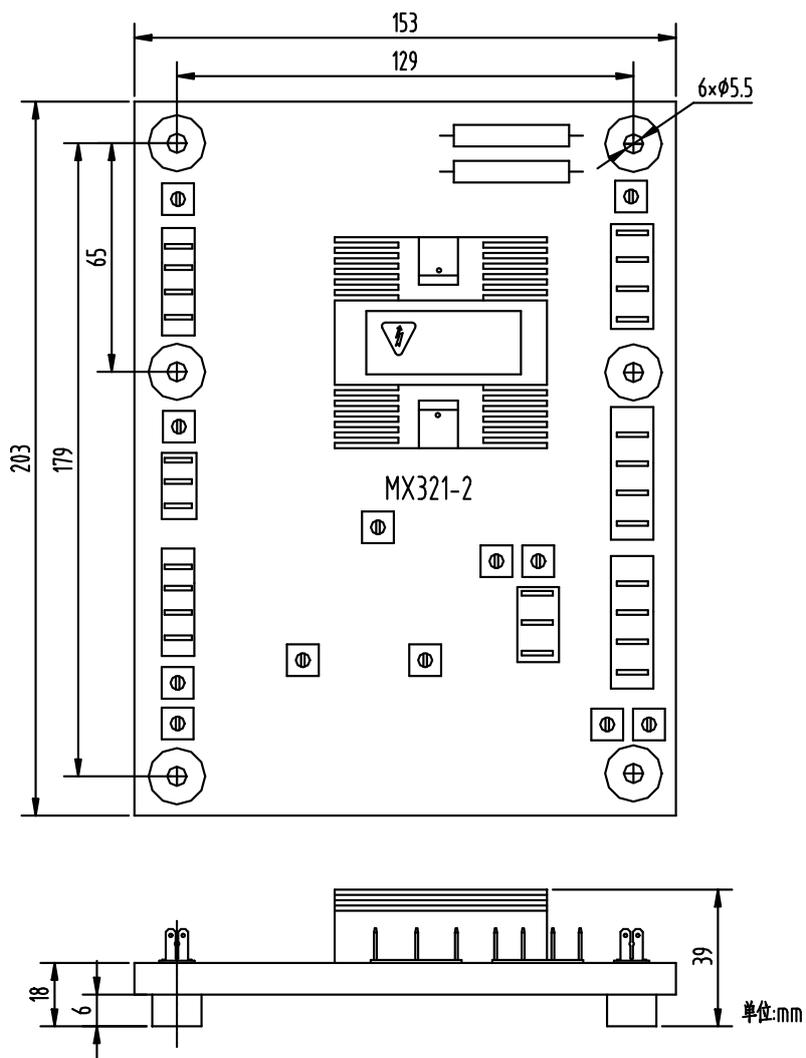


图 4-1

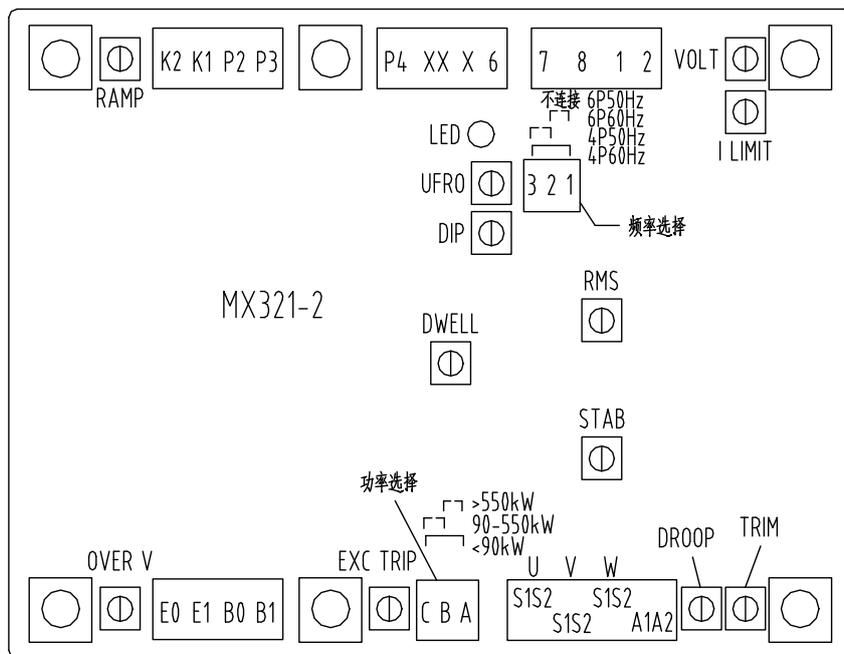


图 4-2

#### 4.4.1.2 MX321-2 的接线方式

MX321-2 的接线原理图见图 4-3。

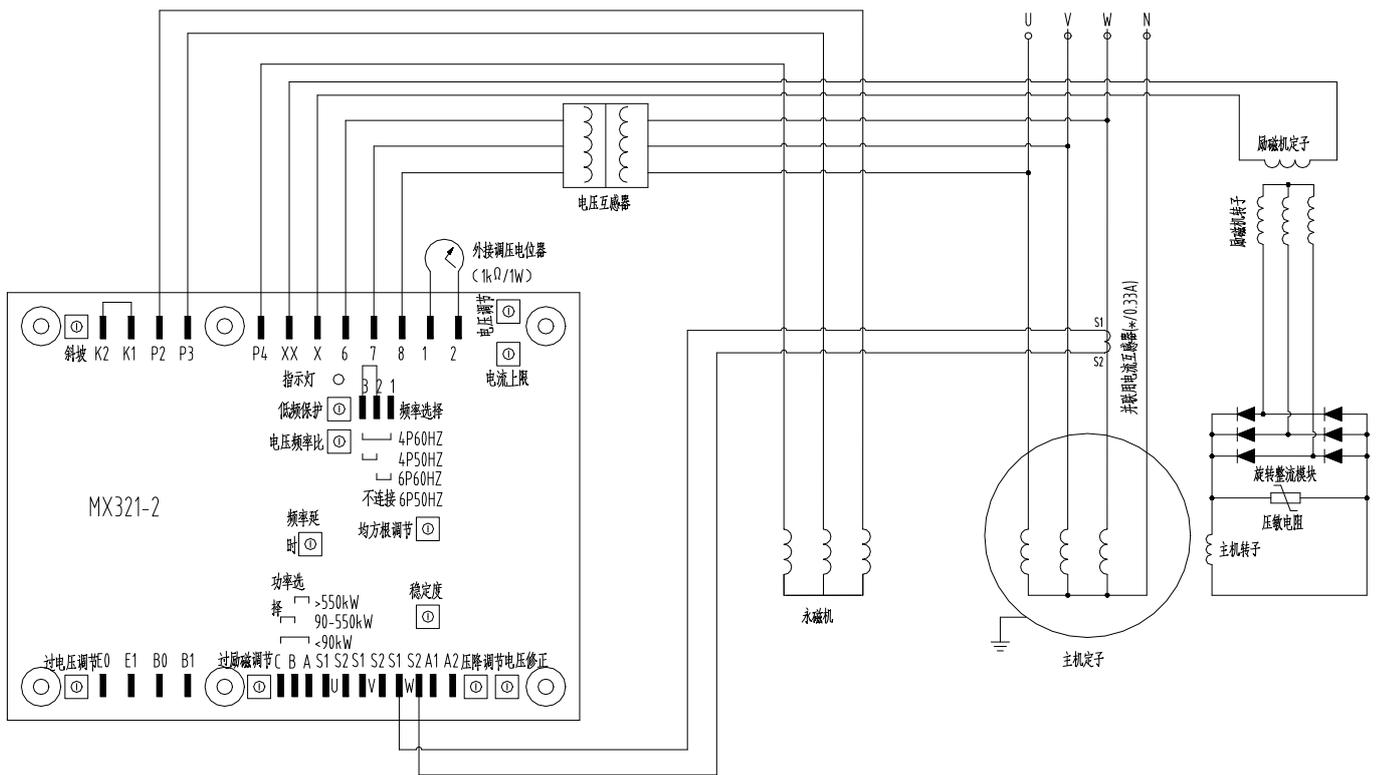


图 4-3

#### 4.4.1.3 MX321-2 的技术性能参数

1. 检测输入 电压 190 ~240 VAC 二相或三相  
频率 50/60 Hz 以跨接铜片选择
2. 电源输入 (PMG) 电压 170~220 VAC 三相三线  
电流 每相 3A  
频率 100~120 Hz
3. 励磁场输出 电压 最大 120 VDC  
电流 连续 3.7A(注 1)非连续为 10 秒内 6A  
电阻 最小 15  $\Omega$
4. 电压建立 在 AVR 输入端子需剩磁电压 5 VAC 以上
5. 消耗功率 最大 18W
6. 电流补偿 负载 10  $\Omega$
7. 调压精度  $< \pm 0.5\%$  RMS (引擎转速变动在 4%内)
8. 温差稳定性 每 $^{\circ}\text{C}$ 变化, 电压漂移 0.02% (注 2)
9. 过励磁保护 75V (出厂默认值) 时间延迟为 8~15 秒 (可调节)
10. 外部电压调节 用 5k  $\Omega$  /1W 电位器时为  $\pm 10\%$  (注 3)
11. 低频保护 转折点 95% Hz (注 4)  
斜率 下降至 30Hz 时为 100~300 %
12. 电压缓慢建立时间 0.4~4 秒 可调节
13. 发电机电流输出限制 负载 10  $\Omega$  灵敏度范围 0.5~1A

14. 电压修正(模拟输入) 最大输入  $\pm 5$  VDC (注 5)  
灵敏度 每 1VDC 可调节 5%发电机电压  
输入电阻  $1\text{K}\Omega$
15. 电流补偿 负载  $10\Omega$
16. DR00P 压降输入 灵敏度 0.22A 对应 5%压降 (在 PF=0 时)  
最大输入 0.33A
17. 过电压检知输入 300 VAC (出厂设定) 时间延迟固定为 1 秒
18. 开关跳脱线圈电压  $10\sim 30$  VDC/0.5 Amp
19. 振 动  $3.3\text{G} @100 \sim 2\text{KHz}$
20. 操作温度  $-40\sim 70^\circ\text{C}$  (注 6)
21. 储存温度  $-40\sim 85^\circ\text{C}$
22. 相对湿度  $< 95\%$

附注:

- (1) 电流在  $50\sim 70^\circ\text{C}$  内, 由 3.7Amp 线性下降至 2.7Amp。
- (2) 以运作 10 分钟以后为基准。
- (3) 应用于调节器上的模态 D, 也许须先降低发电机额定容量。细节请与原厂探讨。
- (4) 此为工厂默认值, 为半受限制的, 若需调节亦可以跨线选择。
- (5) 任何连接至模拟输入端的装置, 必须完全浮动(与接地点绝缘), 其绝缘耐压强度须达 500VAC。
- (6) 在没有凝结现象下。

## 4.4.2 ABB UN1010

### 4.4.2.1 ABB UN1010 的外形结构及示意图

UN1010 的外形安装尺寸见图 4-4。

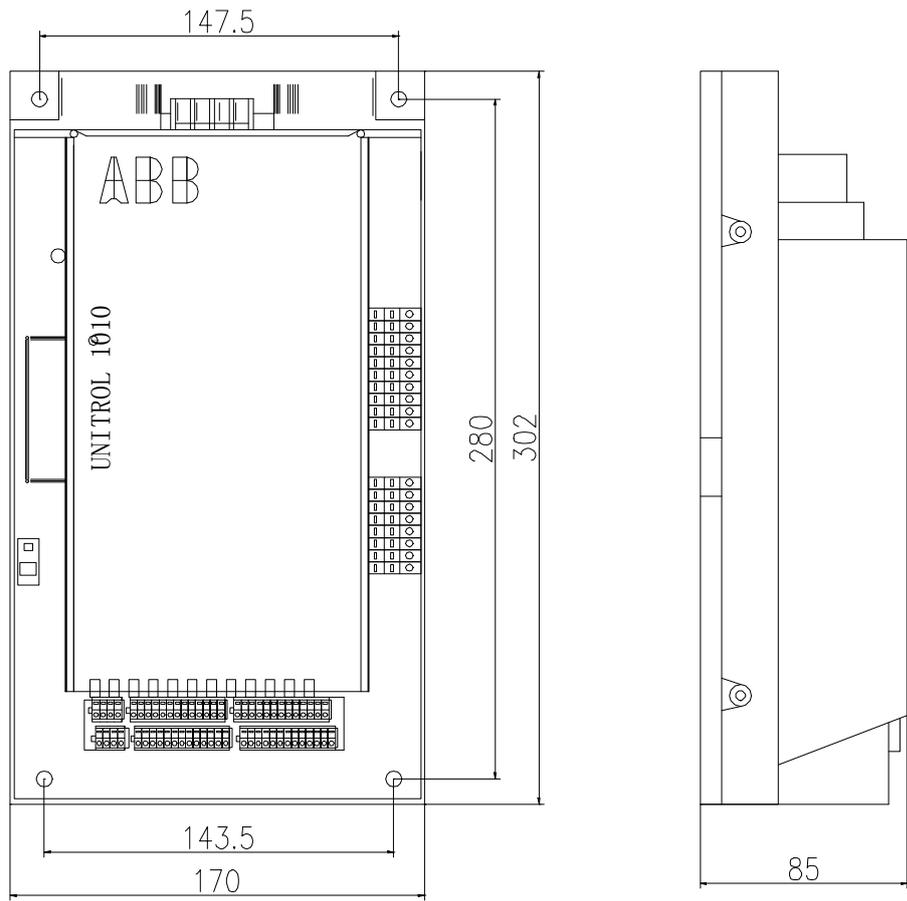


图 4-4

4.4.2.2 ABB UN1010 的接线原理图见图 4-5。

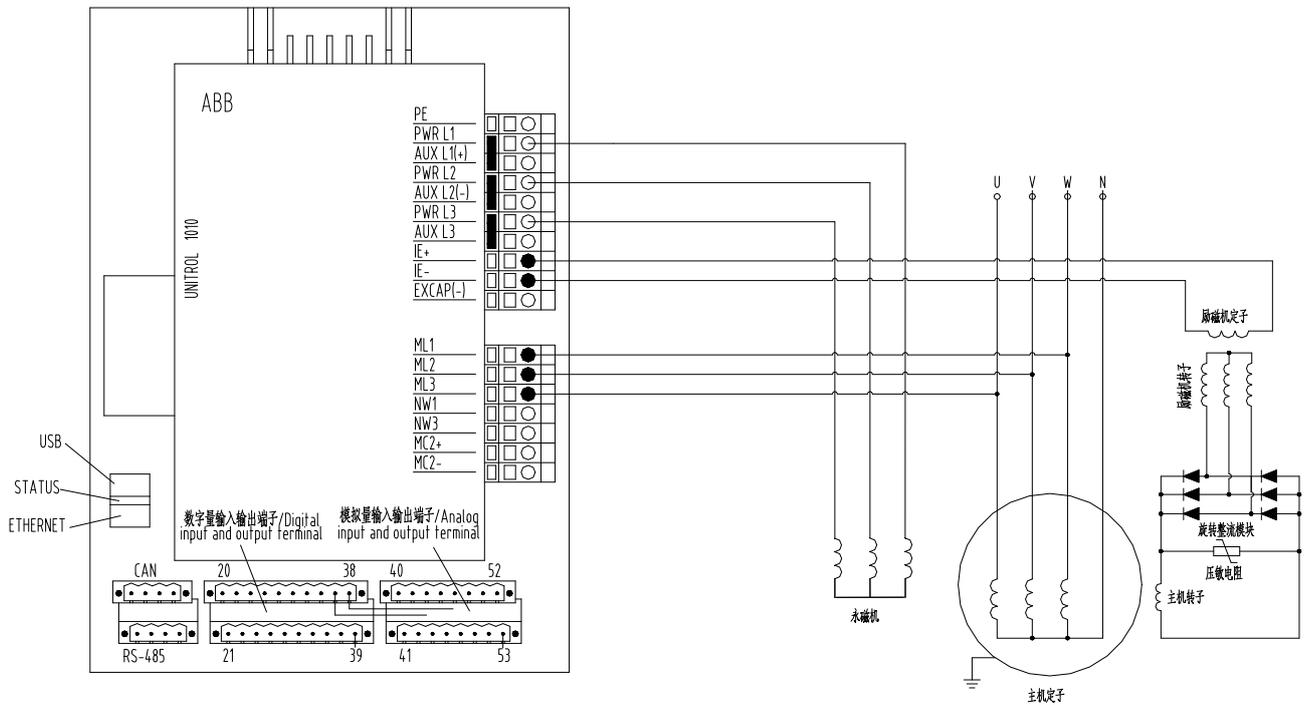


图 4-5

#### 4.4.2.3 ABB UN1010 电气性能参数

1. 直流额定功率输出：励磁电压 250 Vdc、励磁电流 10Adc；
2. 强励输出：在 300Vac 输入下，最大励磁输出可达 20Adc@300Vdc；
3. 励磁绕组直流电阻：最小 10 欧姆；
4. 交流功率输入：三相交流，9~250Vac，40~600HZ；单相交流 16~250 Vac，40~600HZ；直流，18~300Vdc；
5. 检测输入：单相或三相 10~200HZ, 0~450Vac；
6. 调节精度：从空载到满载优于±0.2%；
7. 温度漂移：在 1 小时温度变化 50℃，电压变化±0.5%；
8. 电压起励：内部提供自动电压起励，要求发电机最低残压不低于 9Vac；
9. 功率补偿：有；
10. 并车功能：有；
11. 强励功能：有（2 倍）；
12. 过励关断：有；
13. 尺寸：302×170×111（mm）
14. 重量：2.8kg

#### 4.4.3 DECS-150

##### 4.4.3.1 DECS-150 的外形结构及示意图

DECS-150 的外形安装尺寸见图 4-6。

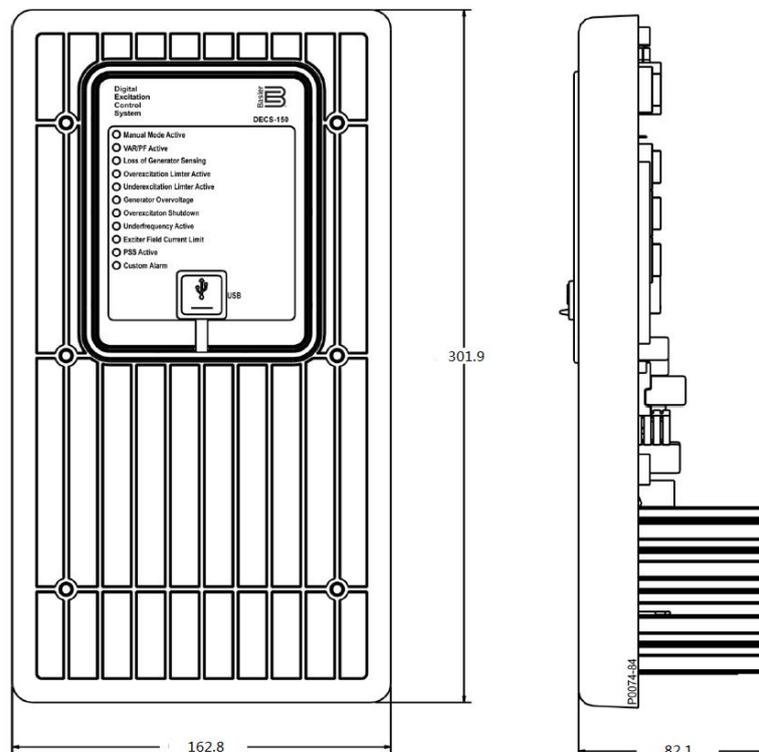


图 4-6

#### 4.4.3.2 DECS-150 的接线方式

DECS-150 的接线原理图见图 4-7。

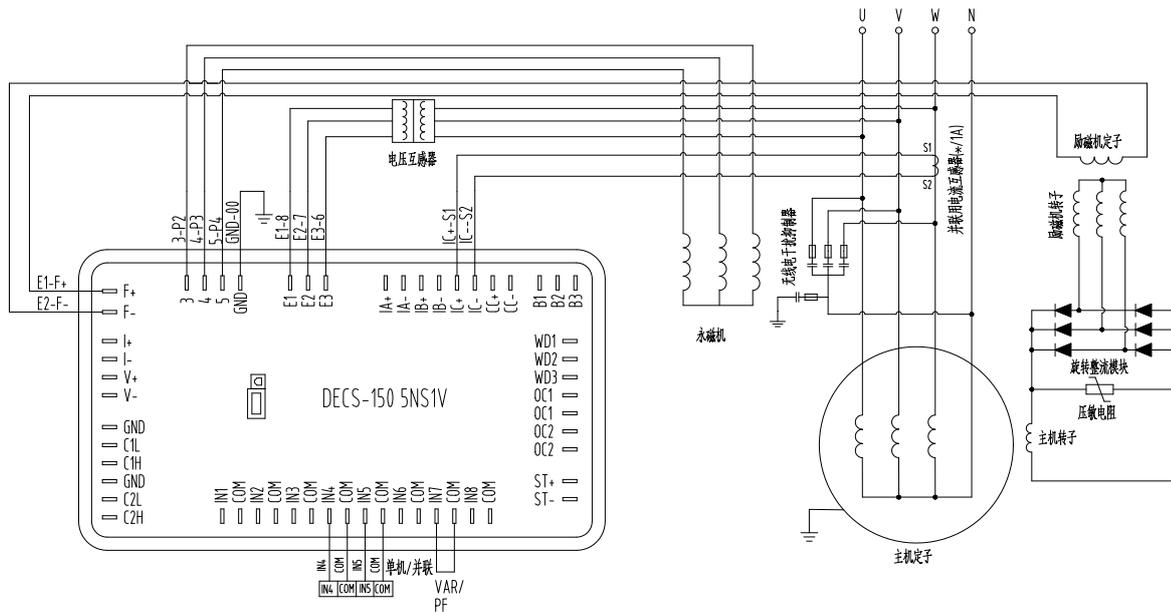


图 4-7

#### 4.4.3.3 DECS-150 电气性能参数

AC 运行功率和 DC 运行功率

1. 满载连续电流: 10A@55°C (131° F)  
7A@70°C (158° F)
2. 功率输入配置: 单相和三相
3. 功率输入频率: dc, 50~500Hz  
63Vdc                      125Vdc
4. 额定输入电压: 120Vac, 125Vdc    240Vac, 250Vdc
5. 满载连续电压:    63Vdc                      125Vdc
6. 最小励磁电阻:     9 Ω                          18 Ω
7. 10 秒强励:        100Vdc, 11Adc        200Vdc, 11Adc

发电机和母线电压检测

1. 配置: 单相或三相三线
2. 50Hz 电压范围: 100Vac ± 10%  
200Vac ± 10%  
400Vac ± 10%  
60Hz 电压范围: 120Vac ± 10%  
240Vac ± 10%  
480Vac ± 10%  
600Vac ± 10%
3. 频率: 额定 50/60Hz
4. 功耗: <1VA/相

发电机电流检测

配置: 单相或三相

带横流补偿的独立输入

额定电流: 1Aac 或 5Aac

频率: 50/60Hz

1Aac 检测功耗: <0.1VA

5Aac 检测功率: <0.3VA

物理

重量: 3.951b

尺寸: 163×302×82mm

## 4.5 运行前检查

发电机经过运输、存放、安装、配套等过程后,为了确保运行的可靠性,进行运行前的机械检查与电气检查是绝对必要的。

### 4.5.1 绝缘检查

本系列发电机具有良好的绝缘结构,并经过周密的绝缘处理,除非过分受潮,使用前一般无烘干的必要。发电机的受潮主要表现在绝缘电阻上,可用兆欧表(见表一)进行测量(注意:此时应断开自动电压调节器与电机各绕组的联接,并将铂热电阻传感器的引出线接地,以免击穿电子元件)。发电机定子电枢绕组对地绝缘电阻应不低于表一规定值,其它绕组(包括转子励磁绕组,励磁机定子励磁绕组,励磁机转子电枢绕组,永磁机定子绕组)对地绝缘电阻应不低于1兆欧。若绝缘电阻低于上述数值,必须按6.2.2中方法进行干燥,以提高绝缘电阻。

**重要!** 发电机线圈在生产过程中曾经过耐压试验,重复耐压试验将导致绝缘寿命降低。如果为了客户认可需要必须做耐压试验,则定子电枢绕组测试电压需降低至 $80\% \times (1000 + 2 \times \text{额定电压})$ ,其它绕组需降低至1440V。

表一

被测绕组额定电压 $U_N/V$	兆欧表规格/V	绝缘电阻值(M $\Omega$ )
$2\ 500 < U_N \leq 5\ 000$	1\ 000~2\ 500	$1.33 \times U_N / 1000$
$5\ 000 < U_N \leq 12\ 000$	2\ 500~5\ 000	
$U_N > 12\ 000$	5\ 000~1\ 0000	

### 4.5.2 接地线检查

发电机机座上接地螺栓应有效接地,接地线应有足够的导线截面,并与埋在地下的水管或深埋地下的金属板相连接,确保接地良好。

### 4.5.3 旋转方向检查

发电机的转动方向应符合发电机上方向标牌所指示的方向。如果反方向旋转,则发电机输出电压的相序也将相反。

### 4.5.4 接线检查

从驱动端看,电机出线U1、V1、W1位于出线盒左侧,电机出线U2、V2、W2位于出线盒右侧。

在接线盒进线处,外接电缆应通过适当的填料装置予以支撑以确保接线柱不受横向拉力。

进线电缆需从接线盒上方或下方予以支撑,支撑点需和发电机组中心保持足够的距离,以避免在进入接线盒板时过渡半径太小,同时允许发电机组在减振装置上振动而不对电缆产生额外的拉力。

运行前参照相应的接线原理图检查发电机、励磁机、自动电压调节器相互之间的内部接线是否正确,各接触点是否牢固可靠。发电机与控制屏的接线也应逐个检查,确保其正确无误。

**重要!** 为避免铁屑进入接线盒内的电器部件内,一定要将接线盒拆下后钻孔。

### 4.5.5 装配检查

发电机上各部位的紧固螺栓不应松动。仔细察看发电机内部，不得有异物存在。如线圈或转子表面上积有尘土，可用干燥的压缩空气或用手风箱吹掉。用手或其它工具慢慢转动转子，应转动灵活无任何擦碰等现象。

## 4.6 发电机组测试



在测试中可能需要打开盖板调节一些控制器，部分带电的接线柱或元器件将暴露在外，只有具有电工维护资格证书的专业人员才能操作和/或进行调整。

### 4.6.1 测试用仪器及电缆

应当用接线柱或鳄鱼夹之类的连接器将试验所要求的电缆或导线连接起来。基本的测试仪表为电压表、频率表、电流表、功率表。如果负载中有无功负载，则还需要一个功率因数表。

**重要！** 当准备电缆做负载试验时，所用电缆电压等级必须大于发电机额定电压。确保电缆接线头在发电机绕组引出接线头之上并用螺母紧固。

### 4.6.2 最初启动

在机组成套、开启发动机组前，必须完成发动机运行前的准备工作，调节发动机的调速器，使发电机转速不超过额定转速的 120%。

**重要！** 发动机调速器设定不当而引起的发电机超速会导致发电机旋转部分损坏。

另外，需将自动电压调节器上电压调节旋钮逆时针旋转到底。启动发动机组，在额定频率下空载运行，慢慢地将自动电压调节器上电压调节旋钮顺时针旋转，直至达到额定电压。

**重要！** 千万不要将电压升高至超过发电机铭牌上的额定电压。

### 4.6.3 运行前的试验调整

#### 4.6.3.1 空载时的试验调整

起动原动机逐步加速到额定转速，此时发电机应能自励建压。用户根据自己对电压等级的需要，可调节电压调节器上的电压整定旋钮，使电压整定在 95~105%额定电压的任一电压等级上，以后不必再调整，在调整过程中应注意发电机电压是否稳定，三相电压是否平衡，发电机组运行是否轻快、平稳、声音是否和谐。

#### 4.6.3.2 负载时的试验调整

空载运行正常后，可合上空气开关，分别保持负载功率因数为 1.0 和 0.8（滞后），逐渐增加负载至满载，再逐步减少负载至空载，在此过程中，发电机的稳态电压调整率应不大于±1%，检查发电机各部分是否有过热现象。

以上的调试检查达到满意的结果后，发电机即可投入正常的单机运行。

## 第五章 附件

发电机的控制附件（如并联运行附加装置、遥控外接调压电位器等）为可选件，可根据用户需要安装在与电机配套的控制屏上，或作为附件由用户参照随附件的接线图安装接线。

### 5.1 外接电压调节

发电机可安装一个调压电位器（手动微调）。其接线图参见 4.4 自动电压调节器。

### 5.2 发电机并联运行

在安装和设置调差装置前，了解以下关于并联运行的注意事项非常重要。当发电机与其它发电机并联运行或与电网并网时，最基本的要求为发电机具有与并联的机组或电网相同的相序，同时以下的几个条件也必须符合：

- (1) 频率必须相同（允许极小的误差）。
- (2) 电压必须相同（允许极小的误差）。
- (3) 电压相位角必须相同（允许极小的误差）。

为了满足以上条件，可用各种方法从简单的灯泡同步测试到全自动的同步指示仪进行测试。

**重要！** 当并联开关合闸时，如未满足以上三个条件，将对发电机产生过度的机械冲击和电流冲击，并会导致设备损坏。

一旦并联运行，每台发电机至少需要电压表、电流表、频率表、功率表（用以检测每台发电机总功率）、功率因数表等仪表，以调节发动机和发电机的控制，满足负载功率按发动机功率大小分配，无功功率按发电机容量分配。

请特别注意：

- 1、有功功率由发动机提供，其调速器特性决定了并联机组间的有功功率的分配。
- 2、无功功率由发电机提供，其励磁控制特性决定了无功功率的分配。

关于设置调速器的控制，请参阅机组配套公司说明书。

**注意！** 如果若干台发电机的中点是互接在一起或直接与变压器和负载的中点相连接的，那就会产生中线电流，应在各种可能发生的负载情况下测量发电机的中线电流。为了避免发电机过热，中线电流的大小不得超过发电机额定电流值的 50%左右。过大的中线电流应加设中线电抗器或用类似措施加以限制。

#### 5.2.1 下垂调差装置 (DROOP)

分配无功功率最常用的方法是建立一个随功率因数下降（即无功功率增加）而下降的电压特性，这个特性依靠一个电流互感器将电流的相位角（即功率因数）反馈至 AVR 来完成。

电流互感器有一个负载电阻在 AVR 板上，该负载电阻的部分电压加至 AVR 线路。顺时针旋转压降调节（DROOP）电位器即可增加下垂。

一般在额定电流时功率因数为零的情况下，下垂 5%已足以满足无功功率分配的需要。如果下垂调差装置随发电机同时提供，则该装置已经测试以确保正确的极性，并已设定于一个标准的水垂位置。最终的位置设定需在发电机组调试时进行。

#### 5.2.2 设置步骤

根据不同的负载，应采用以下的设定，以下数值都以额定电流为基准。

功率因数为 0.8 时（额定电流） 下垂值需设定为 3%

功率因数为 0 时（额定电流） 下垂值需设定为 5%

在低功率因数负载下设定下垂最为精确。

根据发动机调速器的型式和额定电压，将各台发电机单独运行于额定频率或额定频率+4%，然后将负载增加至电流为额定值，请按上表调节压降调节（DROOP）电位器，顺时针旋转将增大下垂量。关于电位器的位置，请参阅 4.4 自动电压调节器。

注 1：反接电流互感器将使发电机电压随负载增加而上升。在接线原理图上所示 S1-S2 极性为从驱动端看发电机顺时针旋转时的极性。若需发电机反转，则 S1-S2 也需反接。

注 2：将所有发电机下垂设定为相同值非常重要，至于下垂的精度是次要的。

注 3：当一台发电机单独运行时，若设定下垂调节为功率因数 0.8 满载时，它不能保持通常的±0.5% 的电压调整率。因此在单独运行时，端子 S1-S2 间需短接，以恢复单机运行时的调整率。

**重要！** 发动机运行中如发生燃料短缺，将导致发电机运行于电动机状态并引起绕组损坏，因此需安装逆功率继电器，以切断主断路器。

运行中发电机失励将引起大电流振荡而导致绕组损坏，因此需安装失励探测装置，以切断主回路。

## 第六章 维护与保养



维护与故障查找步骤的操作不当可能引起严重的人身伤亡。只有取得机电维护资格的人员方可执行这些步骤。

在进行维护或保养前需确保发动机启动回路已断开。

经常的维护和定期的检修可以及时发现并纠正存在的异常现象。这对发电机安全运行，防止事故发生是十分重要的。各项维护措施应经常地执行。检修则应根据使用情况制订定期检修规划，按期执行。

无刷电机因其结构上的特点，维修、检查工作比有刷电机要少得多，间隔也可长得多。

### 6.1 一般维护

- (1) 发电机切勿受潮。停止使用期间宜用篷布遮盖，防止潮气侵入。
- (2) 发电机不论在停放或运行中必须避免异物、水滴、酸性碱性水蒸气或其它有害气体进入电机内部。
- (3) 发电机运行时，应保持通风正常。前后端盖及顶部的罩盖应保持在正确位置，不要将任何物件覆盖在电机上，以免妨碍通风和散热。
- (4) 注意监视发电机的负载。负载电流应不超过发电机的额定电流。当负载功率因数较低时，还要注意发电机的励磁电流应不超过铭牌上的额定数值。当三相负载不平衡时，负载最大一相的电流，应不超过额定电流。
- (5) 注意发电机各部分的温度。正常情况下，轴承的温升应不超过 55K，定、转子绕组温升不应超过 105/125K。
- (6) 经常检查发电机转动部分紧固件，不能有松动现象。发电机不得有擦碰、振动等不正常声音。

### 6.2 检修项目

#### 6.2.1 绕组状况

绕组状况可由测量对地电阻来测定。

如绕组太潮湿或太脏应小心处理，绝缘电阻可用一个兆欧表(见表一)测量，如果用手动操作，启动时应缓慢摇动手柄。定子电枢绕组对地绝缘电阻应不低于表一规定值，其它绕组(包括转子励磁绕组，励磁机定子励磁绕组，励磁机转子电枢绕组，永磁机定子绕组)对地绝缘电阻应不低于 1 兆欧。如果对地绝缘电阻低于规定值，应进行干燥。若干燥后仍不能提高绝缘电阻，意味着绝缘已经老化，应更换线圈及绝缘，并重作绝缘处理。

在绕组已干燥并清洗(如果需要)前不能进行兆欧表全电压试验或其它形式的高压试验。

#### 6.2.2 发电机的干燥方法

冷态运行：如果一台正常的发电机在灰尘、潮湿的环境中长期未运行，可以简单的将发电机组在 AVR 连接线 K1、K2 断开状态下空载运行大约 10 分钟，这样可能已足以干燥绕组表面，将绝缘电阻值升高至超过 1 兆欧，使机组可以直接用于正常运行。

空气导入干燥：将发电机所有盖板拆除以便于潮湿空气的逸出。在干燥过程中，气流应能在发电机内自由流通并带走湿气。请使用二个 1-3KW 的电吹风机，从发电机进风口处将热空气导入。注意发热源和绕组间应至少保持 300mm 以避免过热而引起绝缘损坏。持续加热并且每隔半小时记录一次绝缘电阻值，当该值大于规定值，烘干过程即已完成。移开加热器，盖上所有盖板，然后重新试运行。

短路方法：首先进行有关机组及现场的所有的机械及电气安全操作，以确保在发电机上的操作安全性。将发电机输出端用短路片短接，所用短路片应能承受发电机额定电流。断开 AVR 上“X”及“XX”的

连线，在导线“X”、“XX”间加上直流电源（X接正极，XX接负极），该直流电源必须在0~24V内可调并最大可提供2安培电流。接入一个合适的交流电流表以检测短路电流。先将直流电源电压调至零，然后启动发动机组，缓缓增加直流电压使电流通入励磁机磁场线圈。当励磁电流增大时，在短接状态的定子电流也将增大。必须监测定子的电流使之不超过额定电流的80%。每隔30分钟，请将机组停下，断开外接励磁直流电源，然后检测并记录定子线圈绝缘电阻值。一旦绝缘电阻值大于规定值，即可将直流电源移开，并将励磁机磁场引线“X”及“XX”重新连至AVR端子上，将机组复原，盖上所有盖板重新试运行。

注意！短路方法必须由熟悉故障发动机组的安全操作规程步骤的合格的工程师来进行。

重要！千万不可在AVR和发电机连成回路时进行三相绕组的短接。电流超过发电机额定电流时会破坏绕组。

### 6.2.3 轴承

建议在轴承寿命期内对过热或噪声情况进行定期检查。如果一定时期以后产生过度振动，可能是由于轴承磨损——需要检查轴承的损坏情况，或可能是缺少润滑脂，若有必要需更换轴承。拆卸轴承时应使转子的一个完整极面朝下，请并尽可能保持发电机四周区域的干净。轴承是压装在轴上的，可以用二爪或三爪手工或液压轴承拉模等标准工具拆卸。

更换轴承时，用不起毛的擦洗布及干净的清洗剂将轴承室、轴承盖及其安装部件的装配面清洗干净。在清洗后用肉眼检查是否存在杂质污染。将所有部件放置于干净的装配台面。不要用压缩空气吹干多余的液体。用不起毛的擦洗布彻底清洁注油枪口的外表面。将轴承从包装中取出，在装配搬运过程中，只允许接触轴承外圈（千万不可使用内圈搬运）。轴承内外圈用不起毛的擦洗布表面的防锈油擦尽。用感应加热器将轴承加热至高于环境温度80°C，将轴承置于轴上并滑入，用力推入使轴承完全和轴承安装处轴肩相接触，转动轴承以确保自由旋转。应确保轴承彻底冷却至环境温度后再安装端盖及轴承盖。最后安装永磁机。

对于非封闭性轴承，须定期（100小时）检查轴承室内的润滑脂，每次添加60g-70g（具体重量需根据轴承室内润滑脂的量确定）润滑脂。换脂周期为4500小时，换油脂时应将轴承及轴承盖内的旧油脂全部清除。用清洁的煤油彻底清洗，然后再重加新油脂，本厂采用的皆为ZL-3锂基轴承脂，不同牌号的润滑脂不能混杂使用，加装数应为轴承室容量的1/2-1/3，不宜过多。否则在运行中会引起轴承过热。

添加油脂时确保注油枪口及注油嘴干净无杂质，通过注油嘴将润滑油注入轴承内，将发电机运行10分钟以使多余的油脂抛出，可通过打开轴承盖下方的放油嘴放出。检查非驱动端永磁机罩壳内是否有漏出的油脂，如有需要擦净。

### 6.2.4 发电机内部检修

拆开发电机，用干燥的压缩空气将电机内部彻底吹净。特别注意吹净接线板各接线柱之间和自动电压调节器上的积尘，以防爬电。各线圈表面，风扇内部及通风道也应彻底清理以保证有效的通风散热。

#### 6.2.4.1 拆卸步骤

- (1) 卸下后端盖防护罩；
- (2) 卸下永磁机定子及转子（详见6.2.6）；
- (3) 卸下后轴承盖，再拆下电机后端盖上的螺栓，将后端盖拆出；
- (4) 卸下前轴承外盖，再拆下前端盖的螺栓，并使端盖退出止口，卸下前端盖；
- (5) 用专用吊具将转子从定子中慢慢吊出；
- (6) 先取下轴承外的弹性挡圈，然后用拉马将轴承拉出来。

#### 6.2.4.2 装配步骤

将各部件上的配合面彻底擦拭干净，与拆卸过程大致相反的步骤进行装配，特别注意将转子装入定子时，不可碰到定子线圈。

#### 6.2.4.3 拆装注意事项

- (1) 拆开各连接接头时，应注意线头标号，如标号遗失或模糊不清，应重新做好标号。重新装配时按原位重接，不可调错。

- (2) 卸下的零部件应妥善保管，不可随意乱放，以免丢失，零部件应小心轻放，避免因撞击造成变形或损坏。
- (3) 在更换旋转整流元件时，注意整流元件的正负极性与原元件方向一致，用万用表测量其正向及反向电阻，可判断硅整流元件是否损坏。整流元件的正向（导通方向）电阻应该很小，用万用表测量应小于数千欧，而反方向电阻应该很大：一般大于  $1000 \times 10^3$  欧。
- (4) 如更换发电机的各励磁绕组，接头时应注意磁极的极性。磁极线圈应一正一反依次序相接。
- (5) 发电机转子重量发生变化或重量分布情况发生变化后，应在动平衡机上校正动平衡，校正平衡的方法一般用加重法，即在发电机的风扇上以及非传动端的平衡环上加重。
- (6) 拆卸轴承盖及轴承时，注意将拆下的零件用干净的纸张妥善遮盖，避免尘土飞入，如有尘土浸入轴承脂，应将轴承脂全部更换。
- (7) 重新装配端盖及轴承盖时，为使再次拆卸方便，应在端盖止口上及紧固螺栓上加少许机油。端盖、轴承盖螺栓应依次交替旋入，直到拧紧，不能先紧一个再紧其余的。
- (8) 发电机装配完毕后，用手或其它工具慢慢转动转子，转子应转动灵活，无任何擦碰等现象。

### 6.2.5 自动电压调节器

自动电压调节器损坏，应请专业人员修理或向本厂订购备品。

### 6.2.6 永磁发电机(PMG)的拆卸步骤

- (1) 拆下永磁发电机罩壳，并断开 P2、P3、P4 端子。
- (2) 拆下永磁发电机定子的 4 个螺钉和定子座，小心将永磁发电机定子和定子座从止口拍出。强磁性的转子会吸附在定子铁心上，必须小心避免损坏绕组。
- (3) 拆下励磁机转子的固定螺栓并保存好，稳稳地将完整的转子抽出。保持转子清洁并避免与金属屑或金属粒子接触，最好放在塑料袋内。注意不准拆卸转子。

重新装配是上述步骤地逆序，但必须确保磁性转子无金属屑或金属粒子以及由于强磁吸附造成装配时定子组件损伤。

## 6.3 故障及处理

见附表。

## 第七章 交流发电机保证条件

### 7.1 保证期

本系列发电机的保证期为：自我司通知货妥待运之日起十八个月或自发电机第一次调试之日起十二个月（以先到日期为准）。

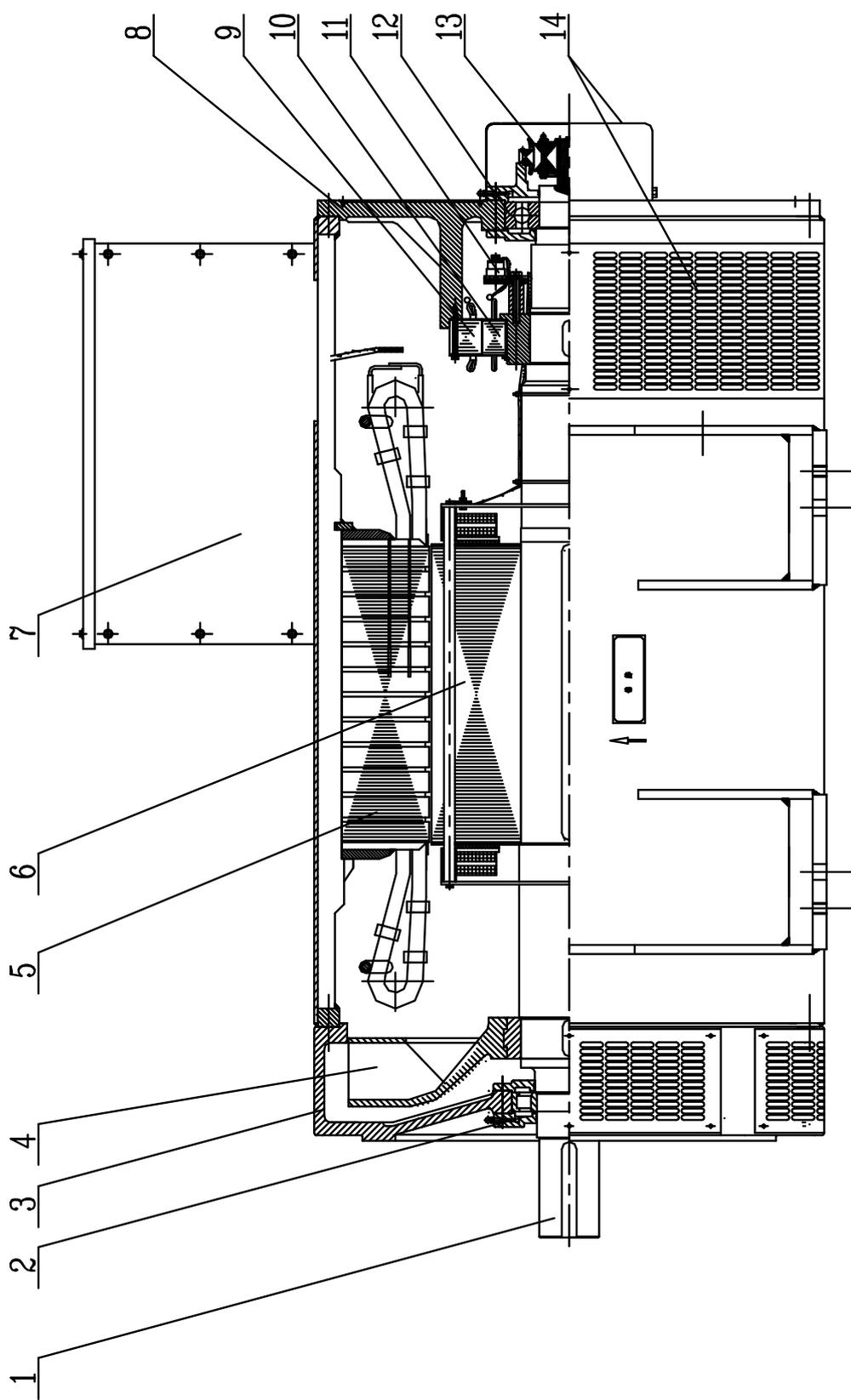
### 7.2 交货后故障

对于在正确使用情况下，我方生产的任何产品在本保证期内出现故障，经我方检验完全是由于材料及制造引起的，我方将选择（决定）予以修理或更换：

- a、故障部件需及时退还给销售代理或我方工厂，而且运费已付，出厂编号及标记应完整无缺。
- b、我方对以下产品出现的故障不负责：
  - (1) 没有根据我方当前的建议正确及小心地贮存、安装、使用及维修；
  - (2) 故障发生后继续使用，或者理应发现故障但仍继续使用；
  - (3) 未经授权或不是我方人员进行维修、更换或调节的；不是我方制造的第三方产品或专利产品，虽然由我方提供，但它们的质量应由各个制造厂家保证（如有）。
- c、通过对以上部件的维修或更换，我方已履行全部责任，在任何情况下，我方的责任不超过有故障产品的现行价格。
- d、此条款作为法律对该产品所规定的特殊的质量保证和条件的补充，除此之外，我方对所交付的产品中的任何故障、任何损坏或损失（包括故障的直接损失或由此引起的其它相关工作所造成的损失）不负责，也不管此责任是基于合同、侵权还是其它理由。
- e、在此条款下任何索赔必须包含所述故障的详细说明、产品的描述、出厂编号（标在生产厂家的铭牌上），如果涉及备件，需提供备件的订单号。
- f、我方对所有的索赔所作的裁决是最终的和结论性的，用户应接受我方就故障及更换部件的所有问题所作的决定。更换的或维修的部件将由我方以工厂的交货条件免费交付，我们不承担在拆卸或更换部件并寄给我方检验的过程中，或将我方提供的部件进行安装的过程中的任何费用。

附表

故障现象	故障原因	检查及处理方法	
不能发电	接线错误	按线路图检查、纠正	
	发电机	永磁机电压过低或不发电	将永磁机 P2、P3、P4 线从调节器上拆下，检查 3 线之间电阻，所测电阻值应在 $2.6\Omega \pm 10\%$ 内均衡。若电阻不均衡和/或不正确，更换永磁机定子 若永磁机 P2、P3、P4 线间电阻正确，则需更换永磁机转子
		主发电机磁场绕组或励磁绕组断线等严重缺陷	用万用表测量相应绕组电阻，若为无限大，应予接通；若电阻为零，更换或处理线圈
		主发电机定子或励磁机绕组断线	用万用表测量电阻为无穷大时，应予接通
		旋转硅整流元件击穿短路，正反向均导通	用万用表测量正反向电阻均为零时，应予更换
	AVR	功率输出导线没连接好	连接好功率输出导线
		电压调节器损坏	更换电压调节器
空载电压太低或太高	发电机	转速太低或太高	调整转速至额定转速
		励磁绕组局部短路	励磁机励磁绕组电流很大；励磁绕组严重发热且振动大；励磁绕组直流电阻较正常值小得多。应更换线圈
		旋转整流元件故障	打开后机盖的后盖板，断开 F1 或 F2 接头，用万用表测量硅旋转元件。若正反向电阻不符合二极管特性要求时，更换损坏元件
	AVR	接线错误	检查接线电路是否正确 错误的测量电压会使输出电压低或不可调节
		电压整定点调得太低或太高	顺时针或逆时针调节电压整定电位器直到电压满足要求
		遥控电压整定点调得太低或太高	顺时针或逆时针调节遥控电压整定电位器直到电压满足要求
		电压调节器损坏	更换电压调节器
电压振荡	电压调节器损坏	更换电压调节器	
电压不可调	电压调节器损坏	更换电压调节器	
电机过热	电机过载	减少负载至不超过铭牌额定值	
	负载功率因数低	调整负载使励磁电流不超过额定值	
	转速太低	调整转速至额定值	
	电机通风道阻塞	排除阻塞物	
	发电机绕组有部分短路	找出短路，纠正或更换线圈	
轴承过热	轴承磨损过度	更换新轴承	
	润滑脂牌号不对或油脂有杂质或装得过多	用煤油清洗后，按规定牌号更换油脂，数量为轴承室容量的 $1/2-1/3$	
	与原动机对接不好	检查二机同轴度并予调整至符合要求	
振动大	与原动机对接不好	校正对中	
	转子动平衡不好	校正动平衡	
	原动机振动	检查原动机	
	轴弯曲	校正轴	
	主发电机励磁绕组短路	找出短路予以修复或更换绕组	



图四 典型GW4系列高压无刷三相交流发电机结构图

- 1、转轴 2、轴承 3、前端盖 4、风扇 5、定子 6、转子 7、箱体结合组 8、后端盖  
9、励磁机定子 10、励磁机转子 11、旋转整流模块 12、轴承 13、永磁机 14、防护罩



# 康富科技股份有限公司

## 康富科技股份有限公司

地 址：江西南昌市高新开发区紫阳大道 3088 号  
工 厂：泰豪（南昌）ABB 工业园  
电 话：0791-88350706  
传 真：0791-88350712  
客服中心：0791-88350703  
网 址：[www.kungfus.cn](http://www.kungfus.cn)