



INSTALLATION, SERVICE&MAINTENANCE MANUAL

安 装 使 用 及 维 护 手 册

FOR BRUSHLESS AC GENERATORS WITH THE FOLLOWING PREFIXES

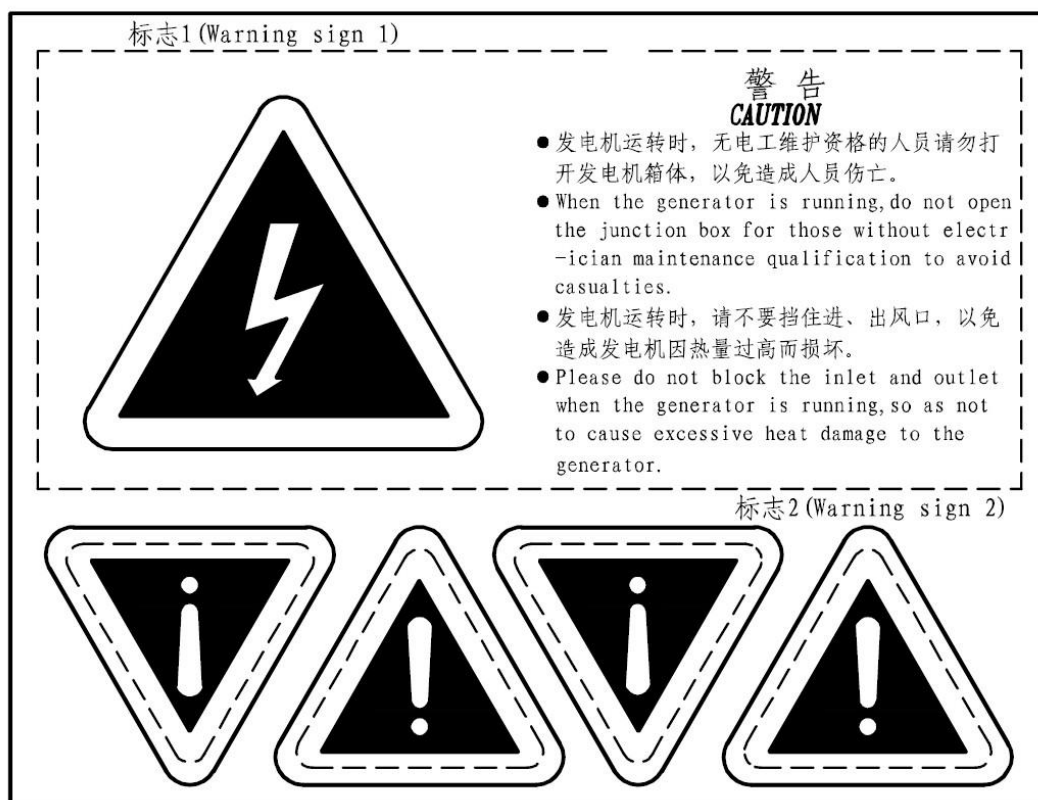
用于以下无刷交流发电机系列

W4; W4. D & HW4; HW4. D

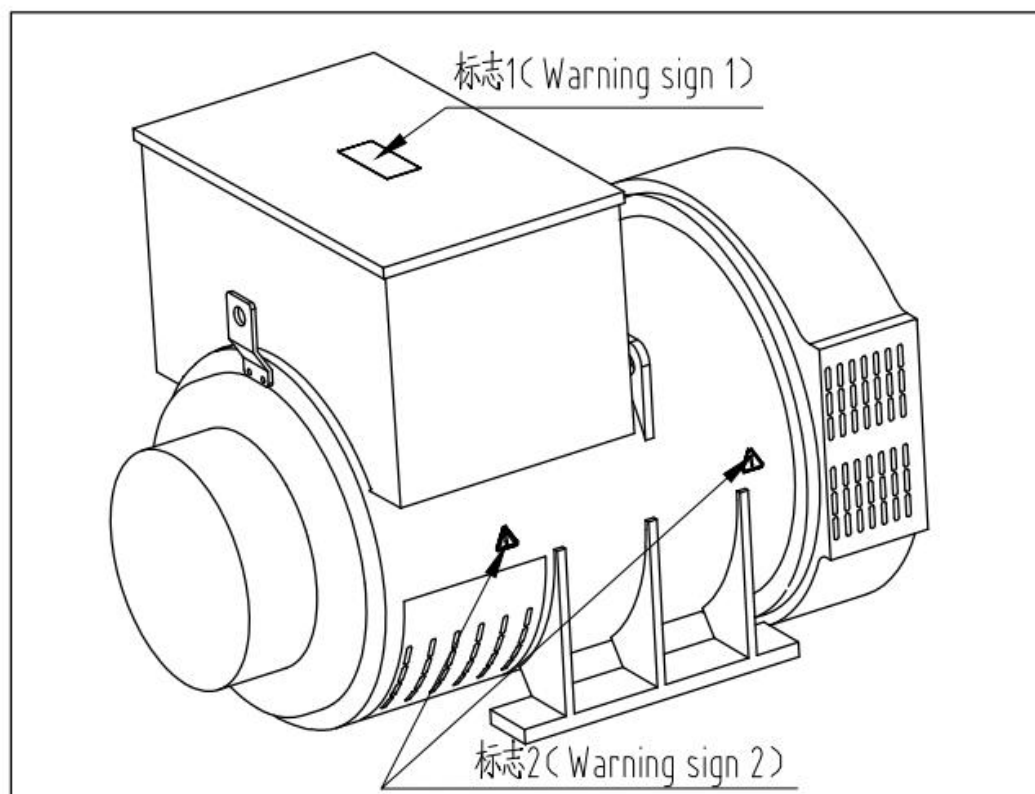
HDW4; HDW4. D & HW4Z

注：不干胶警示牌在随机文件袋中，请按下图所示粘贴于机身

不干胶 正面 (front side)



不干胶 背面 (back side)



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我公司发电机的工作原理、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或机械相关的资格证书。



发电机不允许低速运行。

低速运行会造成发电机励磁电流增大，发电机容易损坏；发电机应严格按额定转速或规定的转速范围运行。

目 录

前 言	2
第一章 简 介	5
1.1 简介	5
1.1.1 本公司发电机的特点	5
1.1.2 本公司发电机符合的标准	5
1.2 产品型号简要说明	6
1.3 铭牌	6
第二章 工作原理	7
第四章 安 装	9
4.1 安装环境	9
4.2 起吊	9
4.3 与原动机对接	9
4.3.1 双支承发电机	9
4.3.2 单支承发电机	10
4.4 自动电压调节器	11
4.4.1 KF306A	12
4.4.2 KF308A2	13
4.4.3 KF608A	15
4.5 运行前检查	17
4.5.1 绝缘检查	17
4.5.2 接地线检查	18
4.5.3 旋转方向检查	18
4.5.4 接线检查	18
4.5.5 装配检查	18
4.6 发电机组测试	18
4.6.1 测试用仪器及电缆	19
4.6.2 最初启动	19
4.6.3 运行前的试验调整	19
第五章 附 件	20
5.1 外接电压调节	20

5.2 发电机并联运行	20
5.2.1 并联前检查、准备	20
5.2.2 并联调试步骤	21
6.1 一般维护	22
6.2 检修项目	22
6.2.1 绕组状况	22
6.2.2 发电机的干燥方法	22
6.2.3 轴承	23
6.2.4 发电机内部检修	25
6.2.5 自动电压调节器	26
6.2.6 永磁发电机 (PMG) 的拆卸步骤	26
6.3 发电机充磁	26
6.4 故障及处理	27
6.5 报废及处理	27
第七章 交流发电机保证条件	28
7.1 保证期	28
7.2 交货后故障	28

第一章 简介

1.1 简介

1.1.1 本公司发电机的特点

W4、W4.D 系列陆用无刷交流同步发电机与柴油机或其它飞逸转速不超过 1.2 倍的原动机配套构成机组或移动电站，作为动力、照明及各种电气设备的电源，也可作为通信设备、宾馆、高楼、商场、医院的备用电源；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。HW4、HW4.D、HDW4、HDW4.D 系列船用以及 HW4Z 船用轴带无刷交流同步发电机与柴油机或其它飞逸转速不超过 1.2 倍的原动机配套构成机组，固定安装在船舱内，作为船上动力、照明及各种电气设备的电源。

W4、W4.D 系列陆用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。

HW4、HW4.D、HDW4、HDW4.D 系列船用无刷交流同步发电机以及 HW4Z 船用轴带发电机是在其基础上派生的，电气性能与其基本相同。电机采用 60° 防滴式防护结构，能防止沿垂线成 60° 角范围内的滴水进入电机内部。按用户需要，也可生产更高要求的防护结构船用电机。电机的绝缘和金属紧固件经三防处理，能使用于潮湿、有霉菌及盐雾的环境中。

W4、W4.D 系列陆用，HW4、HW4.D 系列船用还能提供并联运行附加装置，满足用户对并联运行的要求。

W4、W4.D 系列船用发电机的规格有 180-560 八个机座号。外壳防护等级为 IP21。额定功率为 12kW~2500kW，额定电压为 400V，额定频率为 50Hz，额定转速包括 600r/min、750r/min、1000r/min、1500r/min、1800r/min 和 3000r/min。根据用户要求，也可制成 60Hz、400V、480V、690V 或其他电制产品。

HW4、HW4.D 系列船用发电机的规格有 180-560 八个机座号。外壳防护等级为 IP23。额定功率为 12kW~2250kW，额定电压为 400V，额定频率为 50Hz，额定转速包括 600r/min、750r/min、1000r/min、1500r/min、1800r/min 和 3000r/min。根据用户要求，也可制成 60Hz、400V、480V、690V 或其他电制产品。

HDW4、HDW4.D 系列船用发电机的规格有 180、200 二个机座号。外壳防护等级为 IP23，额定功率为 10kW~36kW，额定电压为 230V，额定频率为 50Hz，额定转速为 1500r/min。根据用户要求，也可制成 60Hz，220V 或 240V 或其他电制产品。

HW4Z 系列船用轴带发电机的规格有 180-560，八个机座号。外壳防护等级为 IP23。额定功率为 12kW~2000kW，额定电压为 400V，转速范围为 1350-1800r/min。根据客户要求，也可制成不同转速范围下额定输出 400V、480V、690V 或其他电制产品。

本系列陆用及船用发电机为整体凸极转子、钢板结构机身、H 级绝缘。

如需要可提供详细的技术说明。

1.1.2 本公司发电机符合的标准

对 W4、W4.D 三相陆用系列发电机，符合下列标准：

GB 755 旋转电机 定额和性能；

GB/T 15548 往复式内燃机驱动的三相同步发电机通用技术条件；

JB/T 3320.1 小型无刷三相同步发电机技术条件；

国际电工委员会推荐标准 IEC60034 等。

对 HW4、HW4.D、HW4Z 三相船用系列发电机，符合下列标准：

GB/T 7060 船用旋转电机基本技术要求；

GB/T 12975 船用同步发电机通用技术条件；

国际电工委员会推荐标准 IEC60034 等。

对 HDW4、HDW4.D 单相船用系列发电机，符合下列标准：

GB/T 7060 船用旋转电机基本技术要求；

JB/T 4401.1 小型船用单相同步发电机技术条件；

国际电工委员会推荐标准 IEC60034 等。

1.2 产品型号简要说明

示例：

<u>KF/SB</u>	-	<u>H</u>	<u>D</u>	<u>W</u>	<u>4</u>	<u>Z</u>	<u>.D</u>	-	<u>12</u>	-	<u>6P</u>
1		2	3	4	5	6	7		8		9

1--产品代号

2--用途代号（H 代表船机，不标代表陆机）

3--相数代号（D 代表单相，不标代表低压三相）

4--W 代表无刷

5--产品序列代号（低压序列号为 4）

6--类型代号（Z 代表轴带，不标代表普通）

7--支承方式（D 代表单支承，不标代表双支承）

8--功率

9--极数代号（不标代表四极）

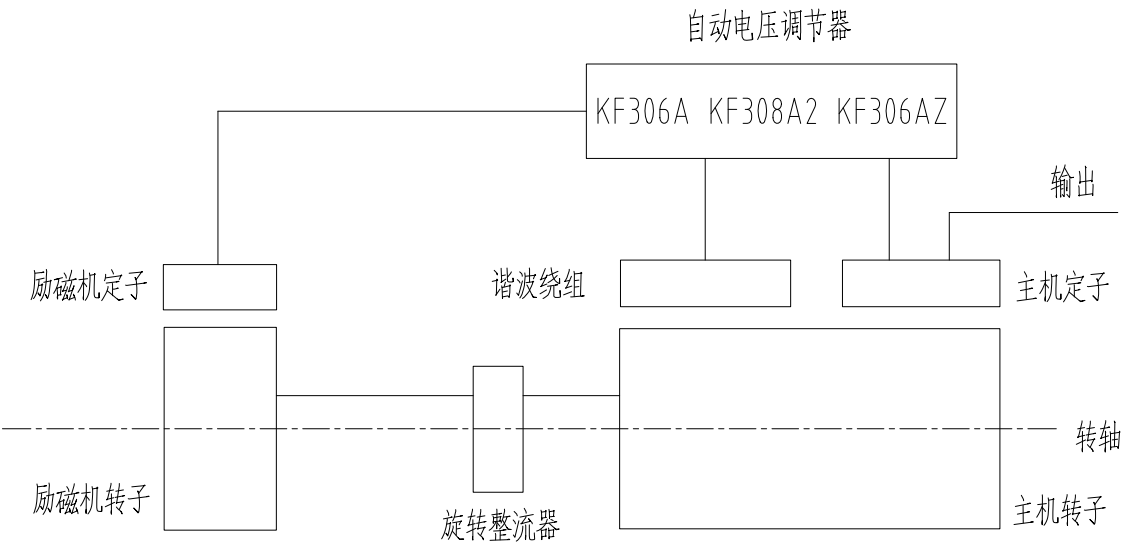
1.3 铭牌

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

机组起动以后，依靠电机的剩磁电压（如果是永磁励磁方式则由永磁机提供电压），经整流后对励磁机定子提供励磁电流，励磁机转子电压逐渐升高，该交流电压经旋转整流器整流后送入主机转子磁场，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

W4、W4.D 系列陆用发电机可制成“湿热带型”或“普通型”。其使用环境条件为：

- (1) 海拔高度不超过 1000 米；
- (2) 冷却空气温度为 $-15^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，或按需要为 $-40^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；
- (3) 冷却空气相对湿度：“湿热带型”为 95%（ 25°C 时）；
“普通型”为 90%（ 25°C 时）；
- (4) 有凝露（仅对“湿热带型”）；
- (5) 有霉菌（仅对“湿热带型”）。

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 755《旋转电机 定额和性能》或国际电工委员会推荐标准 IEC60034-1 的规定进行修正。

HW4、HW4.D、HDW4、HDW4.D 系列船用以及 HW4Z 船用轴带发电机使用环境条件为：

- (1) 海拔高度为 0 米；
- (2) 冷却空气温度不大于 45°C ；
- (3) 冷却空气相对湿度不大于 95%；
- (4) 有凝露、有盐雾、有霉菌；
- (5) 横摇不超过 22.5° ，横倾不超过 22.5° ，纵摇不超过 10° ，纵倾不超过 10° ，有船舶正常营运时产生的

冲击和振动的影响。按用户需要，可也生产防护结构要求更高的船用发电机。

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 7060《船用旋转电机基本技术要求》或国际电工委员会推荐标准 IEC60034-1 的规定进行修正。

第四章 安 装

4.1 安装环境

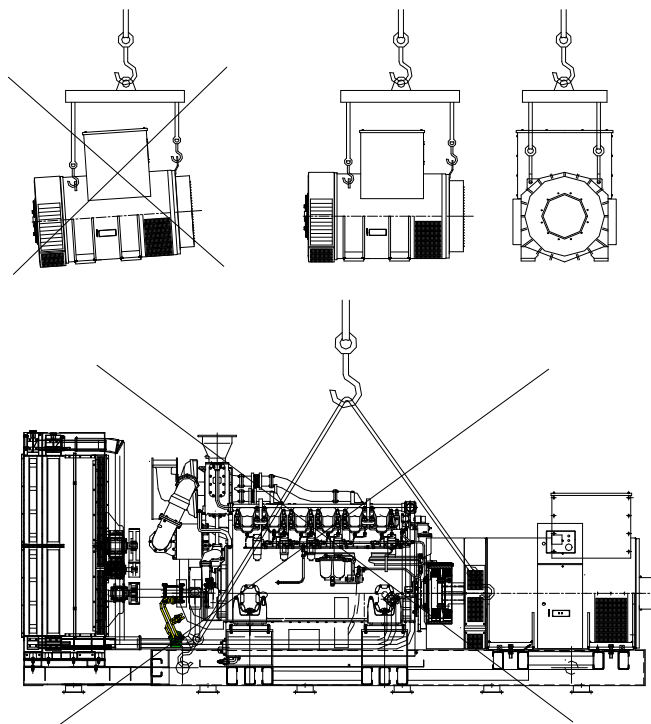
发电机的安装地点应环境清洁，通风良好，便于维护和检修，发电机附近应没有水蒸气、油雾或其它有害气体，发电机的进风口及出风口应无阻碍物，以保持气流的畅通。注意附近的热源，不致影响发电机的冷却。如果用内燃机拖动，应特别注意机房的布置，使内燃机的排气和发热部分最低程度地影响发电机的进风温度。安装发电机的基础或支架结构要有足够的强度，以免造成设备损坏。

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。



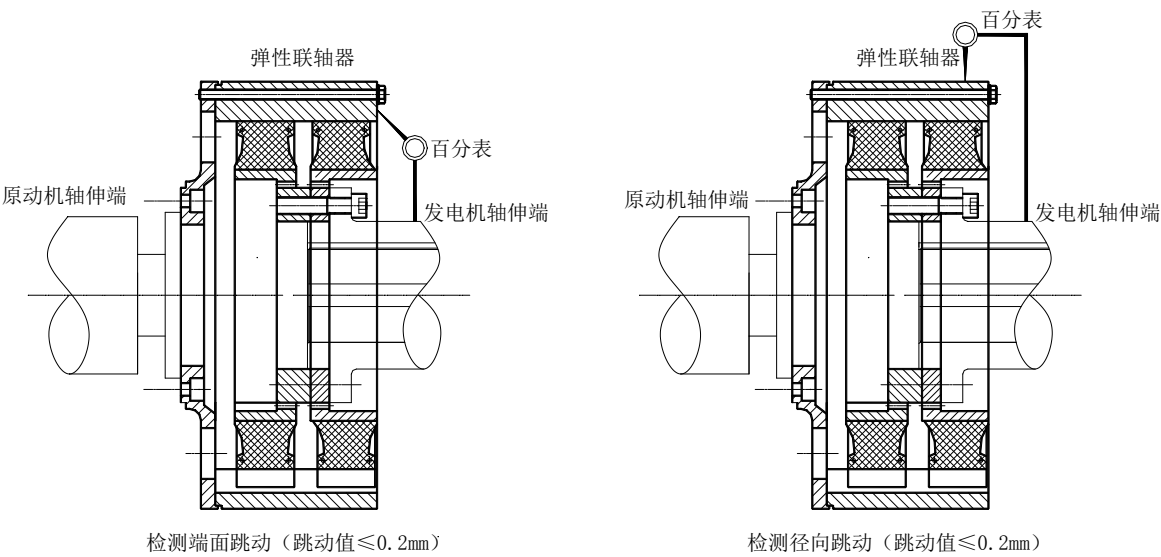
4.3 与原动机对接

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。

4.3.1 双支承发电机

双支承发电机应装上一弹性联轴器，此时应仔细测量两个联轴器的同心度和平行度。对于大批组装的机组最好

增加一个过渡法兰。法兰一端与发电机端盖上的止口对接，另一端与原动机的止口对接，这可大大简化对直找正工作。

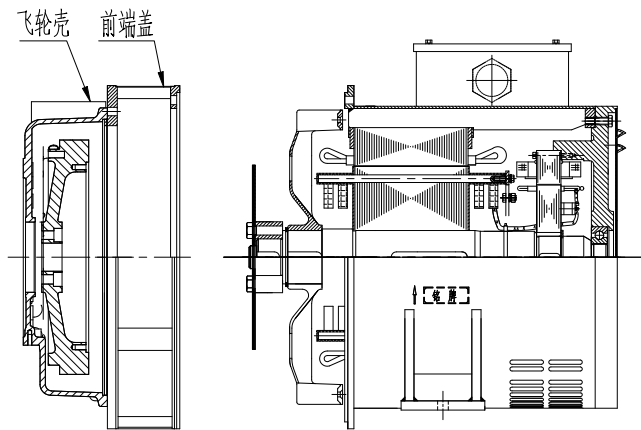


4.3.2 单支承发电机

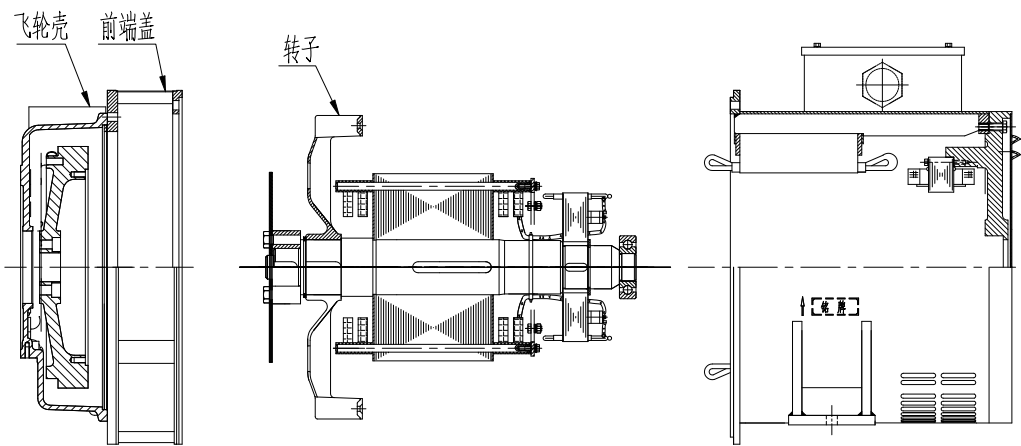
单支承发电机应装上弹性钢片。将弹性钢片和原动机的飞轮对接，发电机前端盖的止口与原动机飞轮壳上的止口对接，即可实现发电机与原动机的对中。

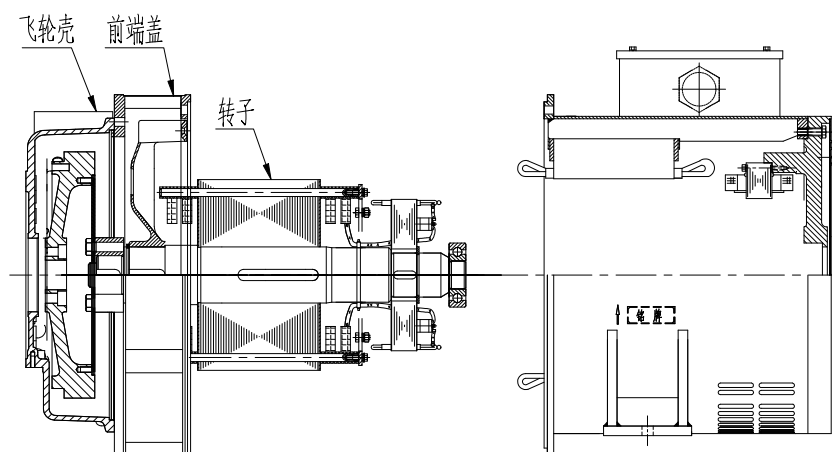
对于紧凑型系列单支撑发电机，安装步骤如下：

- 1. 将发电机前端盖与机座相连螺栓拆除，拆下前端盖，将前端盖与柴油机飞轮壳连接；

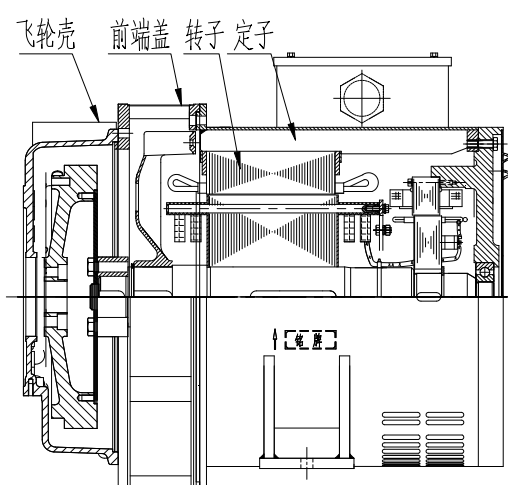


- 2. 把发电机转子拉出机座，将转子联轴器片与柴油机飞轮盘连接（转子在未于飞轮盘连接之前使用吊机吊装保持水平）；





3. 将发电机定子与转子进行复位，机座与前端盖进行复位，安装螺栓复位；



4. 发电机完成装配

注意：弹性钢片与飞轮的连接建议采用 10.9 级及以上强度螺栓和硬垫圈，不能使用弹性垫圈，否则会因应力增加导致弹性钢片损坏。

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

发电机配套的自动电压调节器安装在电机的接线箱内。

W4、W4.D、HW4、HW4.D 系列三相交流发电机相应的电压调节器包括 KF306A、KF308A2。

HDW4、HDW4.D 系列单相交流发电机相应的电压调节器为 TH460。

HW4Z 系列三相船用轴带发电机相应的调节器为 KF306AZ。

数字电压调节器包括 KF608A。

4.4.1 KF306A

4.4.1.1 KF306A 的外形结构及示意图

KF306A 的外形安装尺寸见图 4-1。

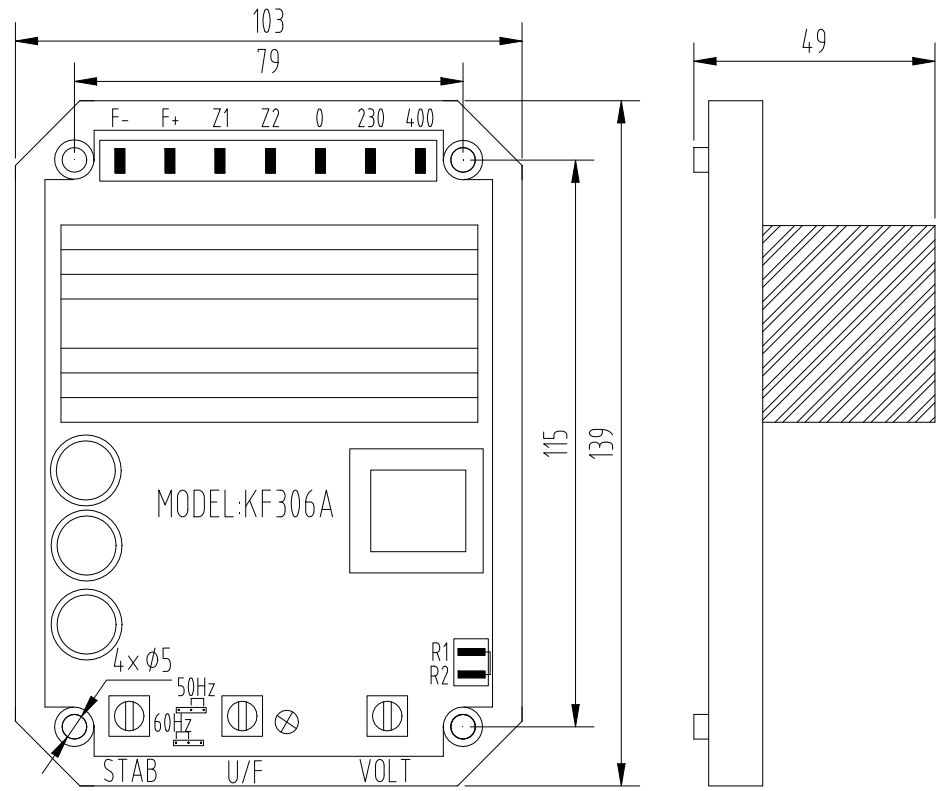


图 4-1

4.4.1.2 KF306A 的接线方式

KF306A 的接线原理图见图 4-2。

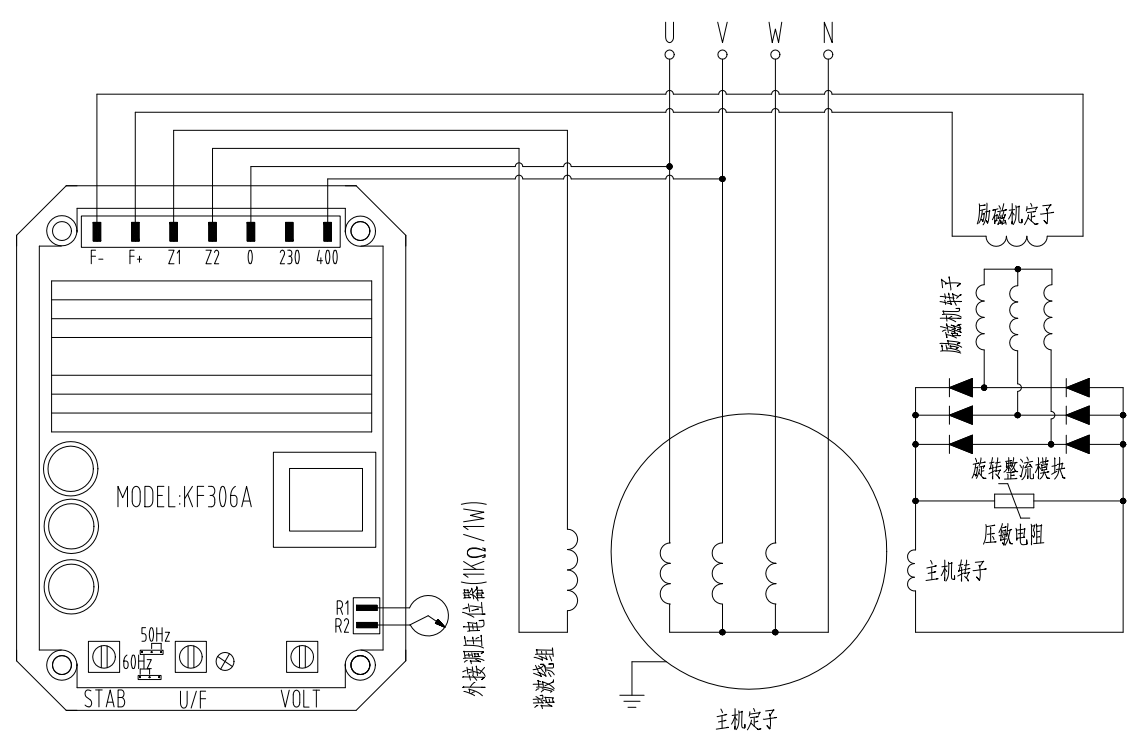


图 4-2

4.4.1.3 KF306A 的技术性能参数

- 1. 检测输入 电压检测分两个档次 150~260 VAC、260~515 VAC
 频率 50/60 Hz 通过跳线选择
- 2. 电源输入 电压 40~180 VAC 谐波、基波，
 频率 40~500 Hz
- 3. 励磁场输出 最大电压 190 VDC
 最大电流 8 ADC/10 s
- 4. 调压精度 小于±1%(发电机转速变动在 4%)
- 5. 电压建立 在 AVR 输入端子需剩磁电压 5 VAC/30 Hz 以上
- 6. 温差稳定度 每℃变化，电压漂移 0.05%
- 7. 外部电压调节 用 1kΩ/1W 电位器时为±12%
- 8. 低频保护点设定 50 Hz 电机设定在 45 Hz，60 Hz 电机设定在 55 Hz
- 9. 振 动 1.5G @5 ~30Hz 5.0G @ 30~500Hz
- 10. 相对湿度 < 95%
- 11. 工作温度 -40~65℃
- 12. 储存温度 -40~80℃
- 13. 尺 寸 139×103×49 (mm)

4.4.2 KF308A2

4.4.2.1 KF308A2 的外形结构及示意图

KF308A2 的外形安装尺寸见图 4-3。

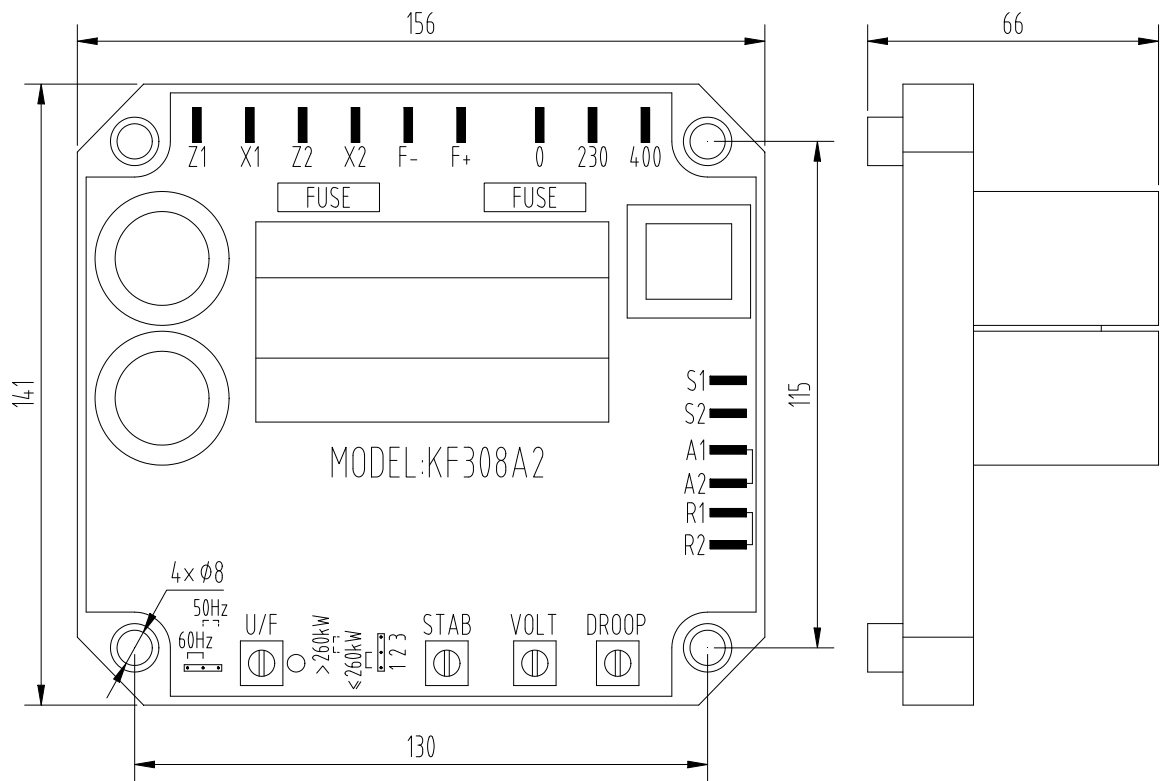


图 4-3

4.4.2.2 KF308A2 的接线方式

KF308A2 的接线原理图见图 4-4, 其中对于辅助绕组接线, 如为基波绕组: 接 X1 和 X2; 如为谐波绕组: 接 Z1 和 Z2; 如为基波+谐波: 基波接 X1 和 X2, 谐波接 Z1 和 Z2; 如为永磁机: 接 X1、X2 和 Z2。

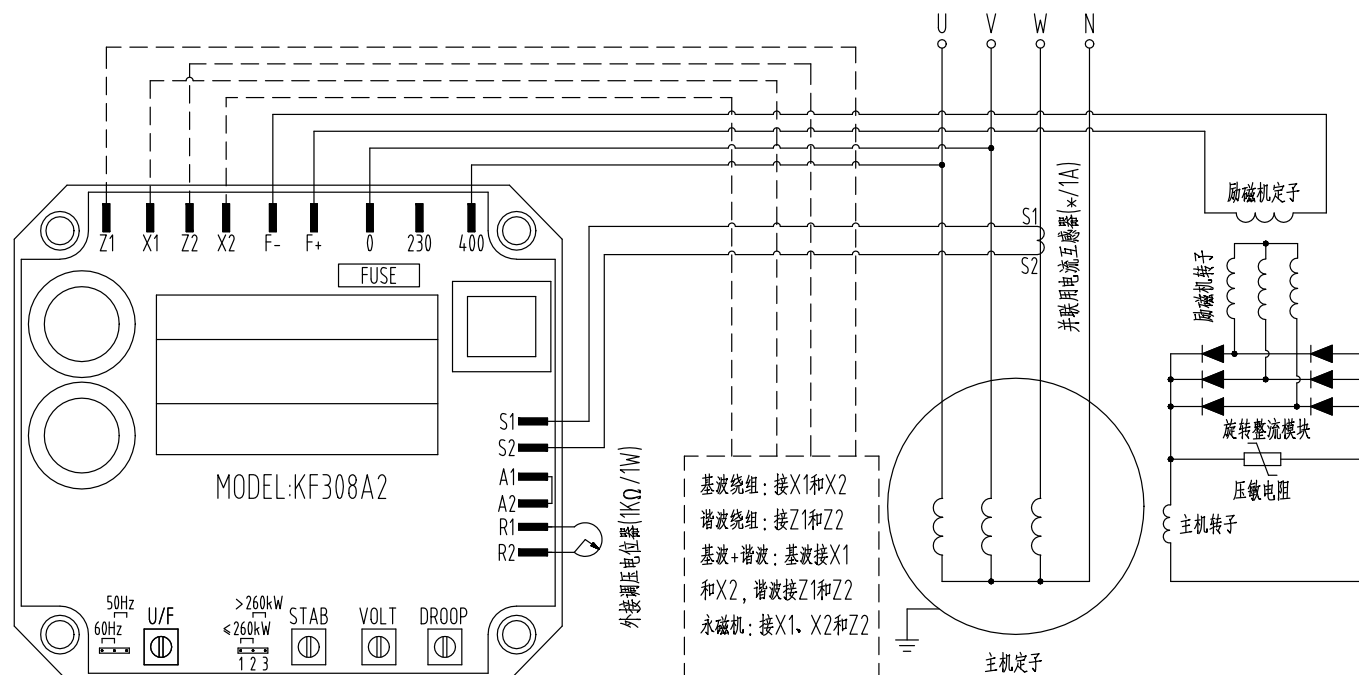


图 4-4

4.4.2.3 KF308A2 的技术性能参数

1. 检测输入 电压检测分两个档次 150~260 VAC、260~515 VAC
频率 50/60 Hz 通过跳线选择
2. 电源输入 电压 40~240 VAC 谐波、基波、基波+谐波、PMG,
频率 40~500 Hz
3. 励磁场输出 最大电压 200 VDC
最大电流 12 ADC/10 s
4. 调压精度 小于±0.5%(发电机转速变动在 4%)
5. 电压建立 在 AVR 输入端子需剩磁电压 5 VAC/30 Hz 以上
6. 温差稳定度 每℃变化, 电压漂移 0.05%
7. 外部电压调节 用 1kΩ/1W 电位器时为±12%
8. 电压修正(模拟输入) 外接±0-1VDC 时电压±0-10%变化
9. 电流补偿(电压下垂) 1A, 在发电机带功率因数 0.8(滞后)额定无功电流时,
电压下垂量最大可设定在 4%
10. 低频保护点设定 50 Hz 电机设定在 45 Hz, 60 Hz 电机设定在 55 Hz
11. 振动 1.5G @5 ~30Hz 5.0G @ 30~500Hz
12. 相对湿度 < 95%
13. 工作温度 -40~65℃
14. 储存温度 -40~80℃

15. 尺寸 156×141×66 (mm)

4.4.3 KF608A

4.4.3.1 KF608A 的外形结构及示意图

KF608A 的外形安装尺寸见图 4-5。

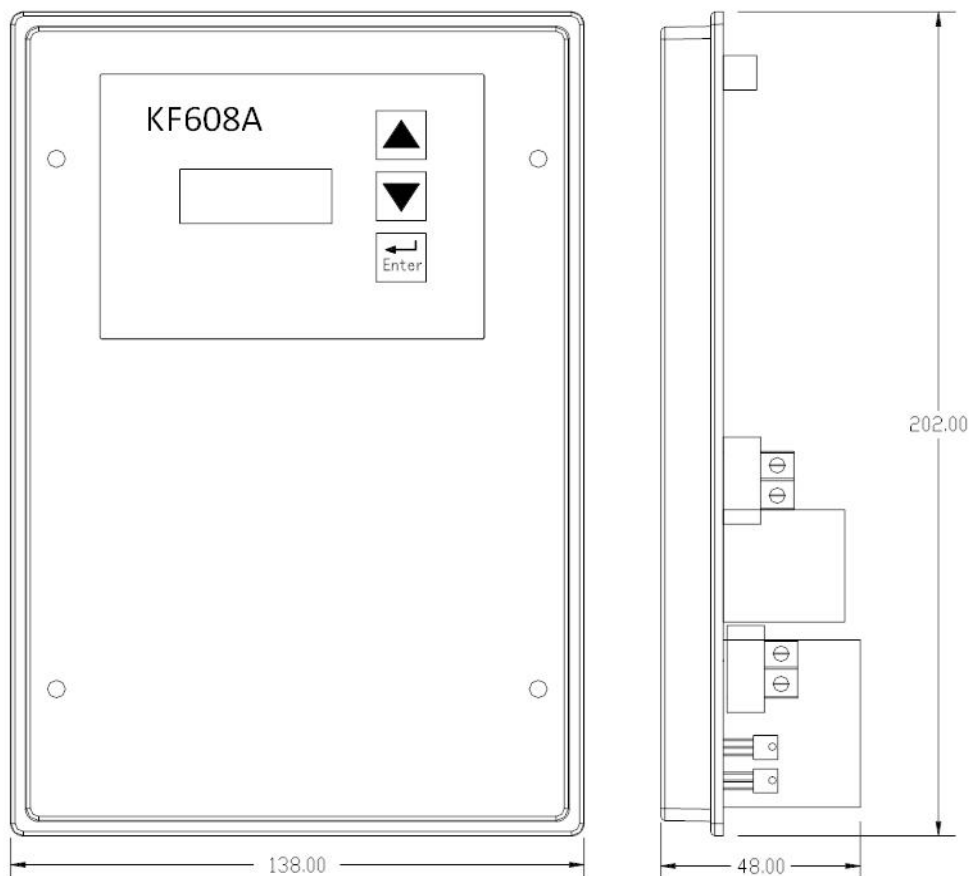


图 4-5

4.4.3.2 KF608A 的接线方式

KF608A 的接线原理图见图 4-6 和 4-7。

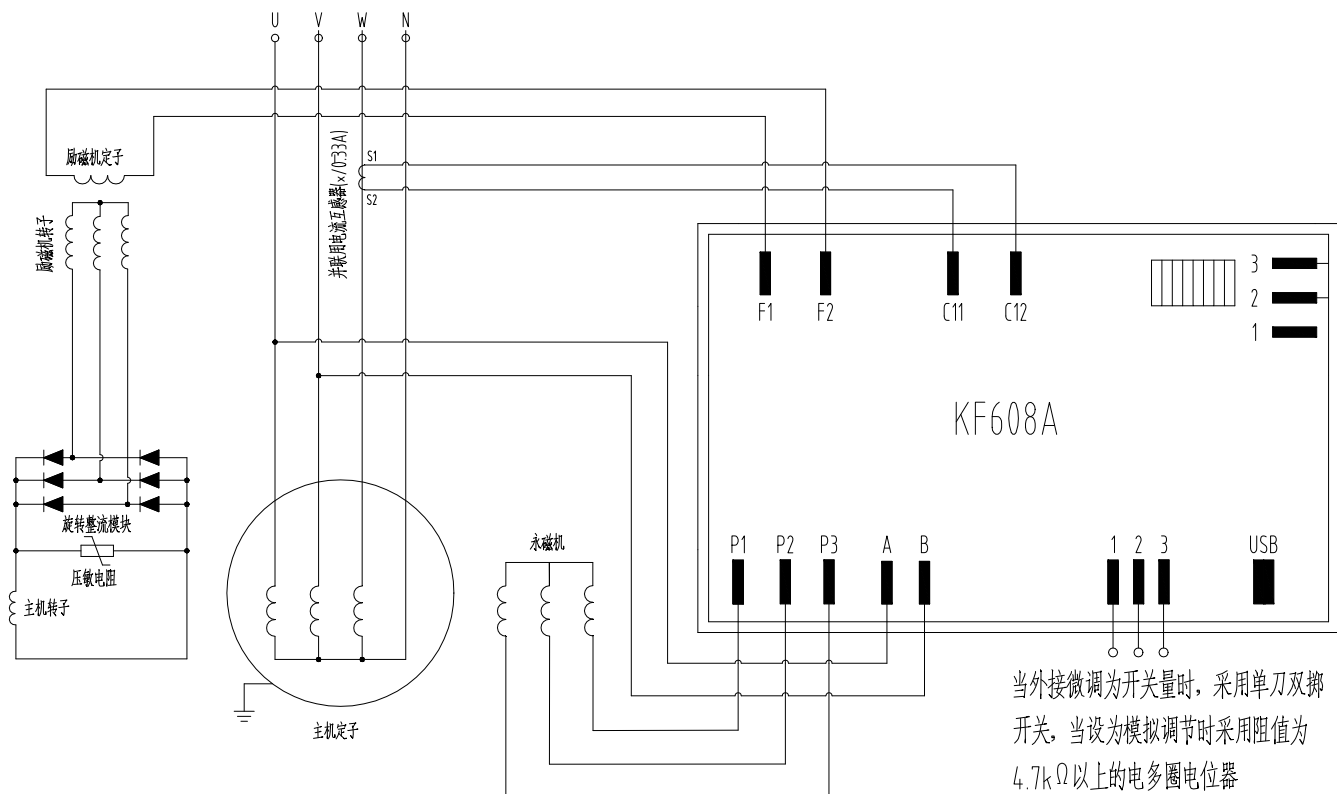


图 4-6

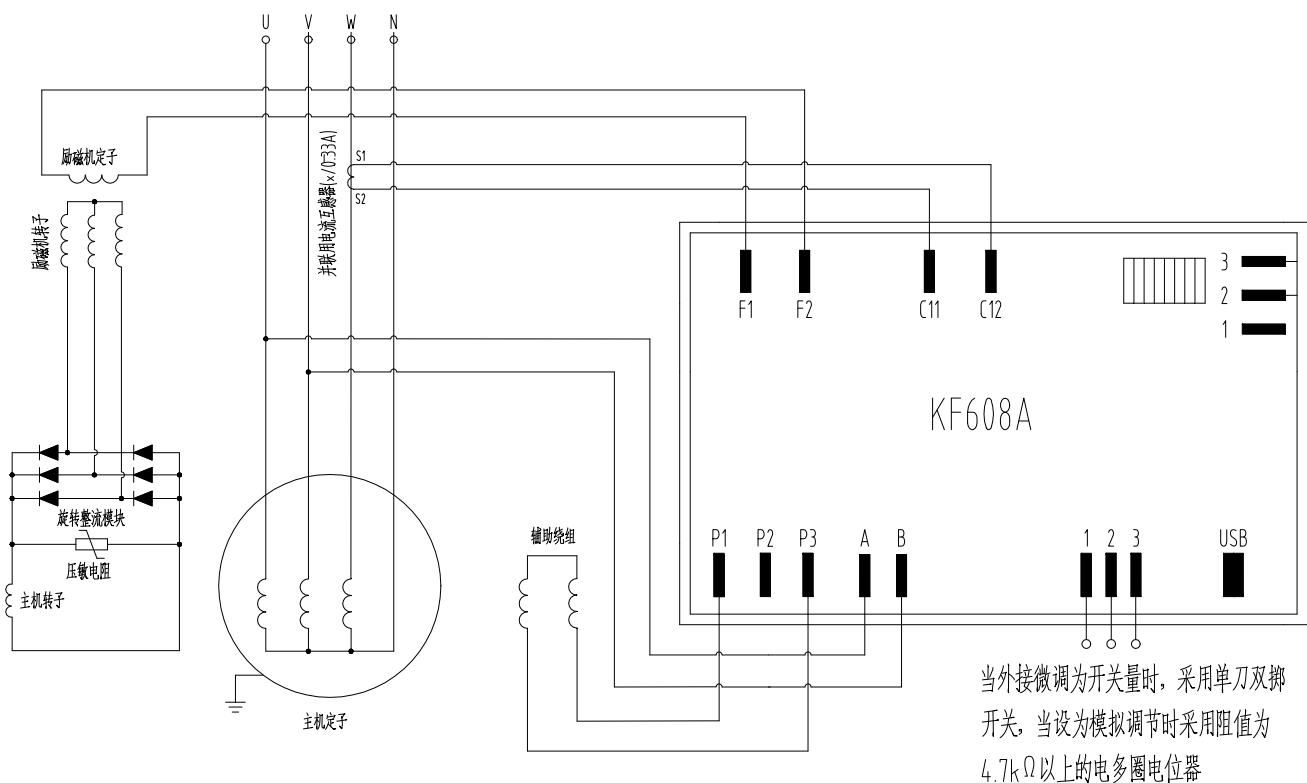


图 4-7

4.4.3.3 KF608A 的技术性能参数

- 1、电源输入：电压 100–240VAC/DC，频率 0–250Hz，功率 500VA，
最低剩磁起励电压 3.3VAC 以上；
- 2、电压检测：电压 100–500VAC 10–100Hz；
- 3、磁场输出：连续输出 75VDC、3.5ADC；
- 4、电压稳态调整率：±0.2%（在额定功率因数，恒定频率，整个负载范围内）；
- 5、温度漂移：±0.0125%/℃；
- 6、外部电压调节：用 5K Ω 1 Watt 电位器时可为±10%；或外部开关量调压
- 7、并联下垂电流检测型式
单相（C 相）；额定：1–5Aac 连续；输入阻抗：<0.05m Ω ；
- 8、并联补偿模式：无功下垂和无功差；下垂调整范围：0–10%
- 9、励磁过电流保护
范围：0.5–3.5ADC；时间延迟可调范围：0.1–15 秒
- 10、瞬态过励磁保护临界值：10A
- 11、发电机过电压保护
范围：105–120%；时间延迟：整定范围 0.1–2 秒；
- 12、发电机欠压保护
范围：5–50%；时间延迟：1–15 秒；
- 13、软启动功能
启动电压设定范围：20–50%；时间延迟：1–15 秒；
- 14、微调电压控制
电压范围：DC±1V；整定范围：0–±20%（可设定）；负载：>2K Ω

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 500 伏兆欧表进行测量（注意：此时应断开自动电压调节器与电机各绕组的联接，以免击穿电子元件）。发电机各绕组（包括定子电枢绕组，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，必须进行干燥，即用热风法或其它方法来提高绝缘电阻。

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，则测试电压需降低至 $0.8 \times (2 \times \text{额定电压} + 1000)$ 。

4.5.2 接地线检查

发电机机座上的接地螺栓应有效接地，接地线应有足够的导线截面，并与配套的电气系统接地相连接，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

从发电机驱动端看接线盒，发电机出线位于左侧（如果需右侧，需特殊订货）。

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。

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。启动发电机组，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额定电压的 105%。

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（若是三相同步交流发电机，则需确认三相电压是否平衡），发电机组运行是否轻快、平稳、声音是否匀称。

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）（单相同步交流发电机保持负载功率因数为 1.0 和额定功率因数），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 $\pm 1\%$ ，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。

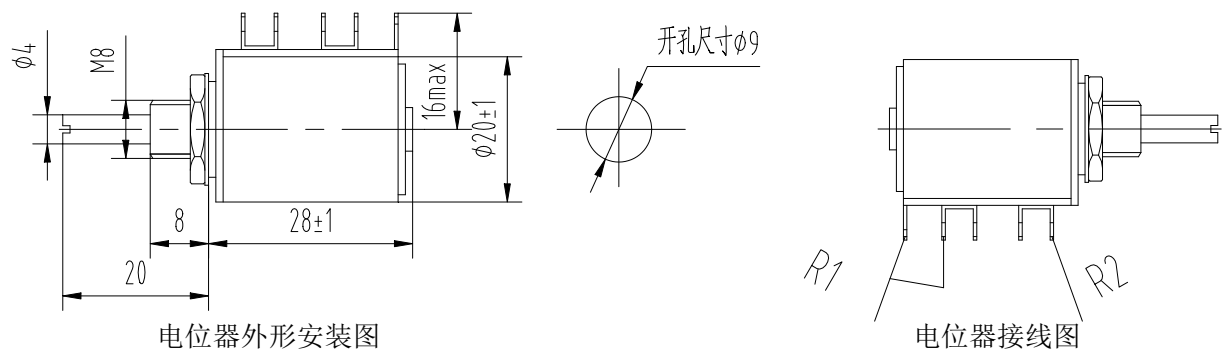
重要！ 发电机正确的加载、停机方法是起动原动机将发电机转速加到额定转速之后再逐步增加负载，逐步减小负载至零之后再停机，否则易导致发电机出现失磁及其它故障。

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发电机上，或作为附件由用户参照第四章相关部分安装接线。

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）。其外形安装图见图 5-1；其接线图参见 4.4 自动电压调节器。



5.2 发电机并联运行

在发电机并联运行前，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。

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：

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。

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 并联前检查、准备

- 1) 外接调压电位器，将调节器旋钮 VOLT 逆时针调整到中间位置复位；
- 2) 检查互感器穿线方向：W 相线鼻子从 P1 穿入、P2 穿出，N 相线鼻子从 P2 穿入，P1 穿出；

- 3) 确认相序是否一致;
- 4) 检查互感器 S1、S2 与调节器 S1、S2 接线是否一致, 调节器上的 V 接 0 , U 接 400。
- 5) 单机状态带负载, 电压应下降, 顺时针调节旋钮 DROOP, 发电机电压越低。

5.2.2 并联调试步骤

注意: 柴油机转速一定要一致, 都应在额定转速下工作, 带载后下降的转速也要基本一致

- 1) 通过调节器上的 VOLT, 将发电机空载电压调节至额定值, 一般为 400V;
- 2) 电机带负载, 观察电压变化, 此时电压应下降一点;
- 3) 通过调整旋钮 DROOP 调整电机下垂, 具体下垂的值为: $10 \times \text{负载的比例}$ 。(如 500KW 电机带 400kw 负载, 负载比例为 80%, 下垂电压为 $10 \times 80\% = 8V$, 通过调节旋钮 DROOP, 将电压调到 392V);
- 4) 调整好一台后, 另一台需并联运行的电机按第一台电机状态调整;
- 5) 调整好后两台电机可尝试并联运行;
- 6) 并联运行时, 观察有功功率分配, 如两台电机功率大小反复变化, 始终分配不均匀, 则需调整柴油机调速率; 若无功不均匀, 可尝试外调电压(微调)。

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。如果安装了冷凝加热器，则冷凝加热器的电源也需断开。

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

6.1 一般维护

- (1) 发电机不论在停放或运行中必须避免异物、水滴、酸碱性水蒸气或其它有害气体进入电机内部。
- (2) 发电机停机放置 15 天以上，再次开机前应进行干燥处理，具体操作方法见 6.2.2。
- (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(若是三相同步交流发电机，当三相负载不平衡时，负载最大一相的电流与最小一相电流差不超过额定电流的 25%)。
- (5) 注意发电机各部分的温度。正常情况下，轴承的温度应不超过 90℃。
- (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 500V 兆欧表测量，如果用手动操作，启动时按兆欧表使用要求摇动手柄。如果对地绝缘电阻低于 1 兆欧，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。

重要！

更换的废旧线圈须送往指定的收集中心进行回收利用，更换的绝缘纸必须送往垃圾站或指定的回收中心处理

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 功率导线断开状态下空转运行大约 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”/“F1”/“F+”及“XX”/“F2”/“F-”的连线，在导线“X”/“F1”/“F+”、“XX”/“F2”/“F-”间加上直流电源（X/F1/F+接正极，XX/F2/F-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，然后启动发电机组，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”/“F1”/“F+”及“XX”/“F2”/“F-”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电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

轴承的运行寿命取决于很多因素，不能给出一个很明确的运行寿命，但可以根据机组设计给出一个最大值，特别应注意机组对中，降低振动，改善使用环境，定期维护及检测，可延长轴承使用寿命。根据轴承设计寿命，使用的润滑脂及轴承的厂家建议，给出一个实用的轴承更换周期。对于一般的应用场合，振动不超过 GB/T 2820.9-2002 的规定，同时环境温度不超过 45℃，可参考下列数据：密封轴承约 30000 小时；加润滑脂轴承约 40000 小时。

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擦洗干净。

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，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℃（但不可超过 115℃），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，正常负荷下，温度不超过 70℃，须根据运行记录定期（每工作 1000 小时）检查轴承室内

的润滑脂，定期补加润滑脂。若超过 70° C，每上升 15° C，添加周期应减半。润滑脂添加量可以用以下公式计算：

润滑脂添加量(克)=轴承外径(毫米)X 轴承宽度(毫米)X0.005；

本公司常用的润滑脂为 ZL-3 锂基轴承脂，不同牌号的润滑脂不能混杂使用，添加油脂时确保注油枪口及注油嘴干净无杂质，轴承下方有排脂口时，首先打开轴承盖下方的排脂螺栓，通过注油嘴将润滑油注入轴承内，待发电机运行 10 分钟后，以使多余的油脂通过轴承盖下方的放油嘴排出，再安装好排脂口螺栓。

遵守合适的润滑脂更换计划非常重要，因此可保证旧的润滑脂有足够的柔软度，以便于旧润滑脂顺利清除。轴承或设备制造厂推荐的润滑脂更换间隔时间，以运行条件和润滑脂类型为依据。通常情况下，连续运行的轻负荷至中等负荷电机，要求至少每年更换一次润滑脂。也可以通过以下方法更精确地确定润滑脂的更换频率，以配合安排润滑脂的更换计划：

方法一、参考图 6-1，按图索骥帮助确定润滑脂的更换频率。

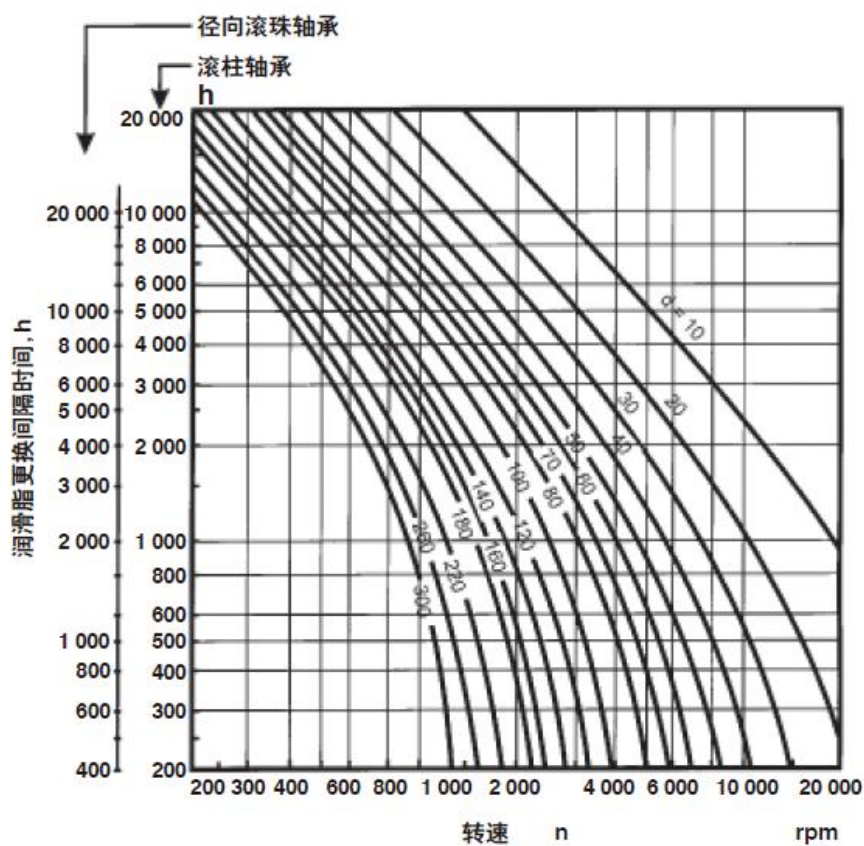


图 6-1

图 6-1 为径向滚珠轴承、滚柱轴承润滑脂更换周期曲线。可根据轴承内径和转速，查出润滑脂更换的大致时间。此图是在轴承外径表面温度为 70° C 的情况下绘出的，因此适用与轴承温度 70° C 以下，若超过 70° C，每上升 15° C，更换周期应减半。如轴承用于尘埃很多且密封不可靠的场合，更换周期可缩短到图示值的 1/5。

尽可能多地清除旧润滑脂是杜绝润滑脂变质、泄漏和被污染的重要方法，也是避免不相容润滑脂掺混的关键。因此在确认更换时间后，必须要遵循一套严谨的冲洗和换脂程序！以装有加脂口和排脂口的滚动轴承为例，通常用减压法更换轴承润滑脂：

- (1) 拆下排脂螺栓和从排脂口清除旧润滑脂；
- (2) 清洗压力管件和注油枪管嘴以防污染物或磨料进入轴承；
- (3) 将润滑脂注入加脂口，直到新的润滑脂从排脂口排出，确保旧的润滑脂已全部排尽。在确保设备运行环境

- 安全、可行的情况下，可在设备运行的同时执行本步骤以保证润滑脂分布更好；
- (4) 在注入新润滑脂后，运行电机直到多余润滑脂经打开的排脂口挤出。清除多余润滑脂并装上排脂螺栓。

重要！ 更换的轴承润滑油须收集存储，交由环保部门许可的机构统一处理。

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

对单支承的发电机：

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

对双支承的发电机：

- (1) 卸下后端盖防护罩；
- (2) 卸下永磁机定子及转子(如有，详见 6.2.6)；
- (3) 卸下后轴承盖(如有)，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(分为模块和分立式的)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 1000×10^3 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，如有尘土侵入轴承脂，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公司订购备品。

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，小心将永磁发电机定子从止口拍出。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）拆下永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 发电机充磁

当发电机长时间未使用，或因带载停机等原因，可能会引起发电机失磁（即剩磁不足）。故障的现象是发电机达到额定转速时不能发电。此时可采用以下步骤进行充磁：

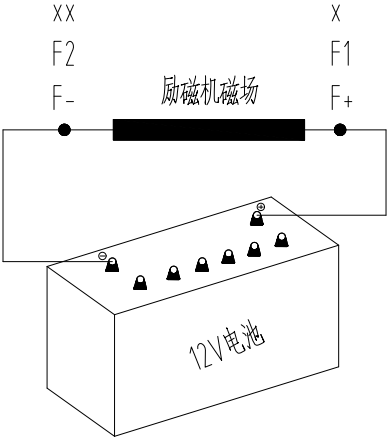
（1）停止发电机组运转，保证发电机处于静止状态；

（2）将励磁机定子的“X” / “F1” / “F+” 及 “XX” / “F2” / “F-” 线从 AVR 上拆下；

（3）将一个 12V 蓄电池的+、-极分别对应接到励磁机的“X” / “F1” / “F+”、“XX” / “F2” / “F-” 两根线上，持续 2~3 秒时间。接线时需注意极性不可接反；

（4）将励磁机定子的“X” / “F1” / “F+” 及 “XX” / “F2” / “F-” 线重新接回到 AVR 上，注意不要接反；

(5) 重新启动发动机组。



6.4 故障及处理

见附表

6.5 报废及处理

发电机在使用一定年限后自然老化，或者出现严重烧毁，关键件严重损坏，已无维修价值的，可做整机报废，报废的发电机须进行资源化、无害化处理，须符合环境条例，不能污染土壤、水源和空气，废弃物的回收必须遵守当地现行规定进行。

- 铁铝铜等材料：可回收利用的材料须送往指定的收集中心回收；
- 塑料、橡胶材料和绝缘纸/板：须送往垃圾站或指定的回收中心处理；
- AVR 等电子元器件：须送往垃圾站或指定的回收中心处理；
- 废弃油脂：必须收集存储，交由环保部门许可的机构统一处理。

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：

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。

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）。

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。

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。

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。

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。

故障现象	故障原因		检查及处理方法
不能发电	发电机	接线错误	按线路图检查、纠正
		发电机剩磁不足以起励	按 6.3 项对发电机进行充磁
		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 $5\ \Omega \pm 10\%$ 内 (355#以下) 或 $2.6\ \Omega \pm 10\%$ 内 (355#及以上) 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
	A V R	功率输出导线没连接好	连接好功率输出导线
		保险丝损坏	更换保险丝
		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
	A V R	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
		因转速过低或无功负载过大造成过励磁保护功能动作	停机 2~3 秒后重启机组，调整转速至额定转速并减少无功功率至额定功率因数
		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		找出短路点予以修复或更换绕组

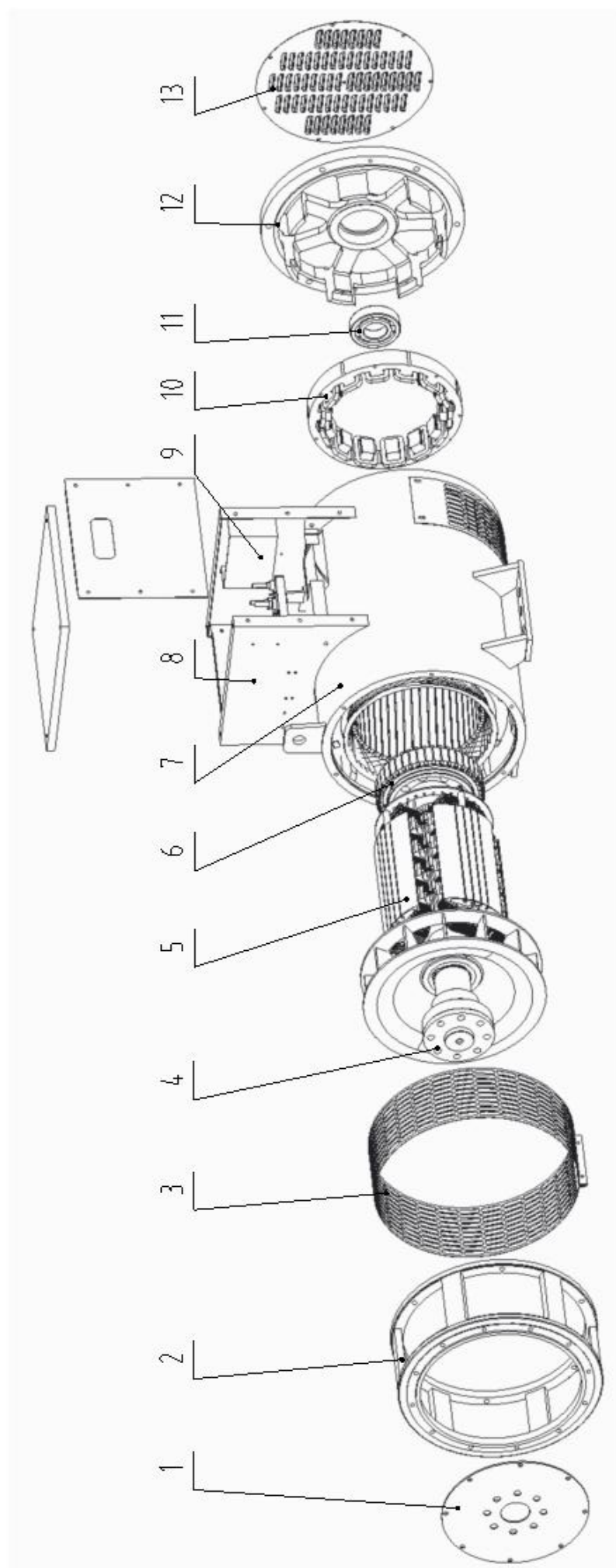


图 2 典型的 W4.D 系列无刷发电机结构爆炸图

- 1、联轴器片 2、前端盖 3、前防护罩 4、联轴器 5、转子 6、励磁转子
7、定子 8、箱体 9、调节器 10、励磁机定子 11、后轴承 12、后端盖 13、后防护罩

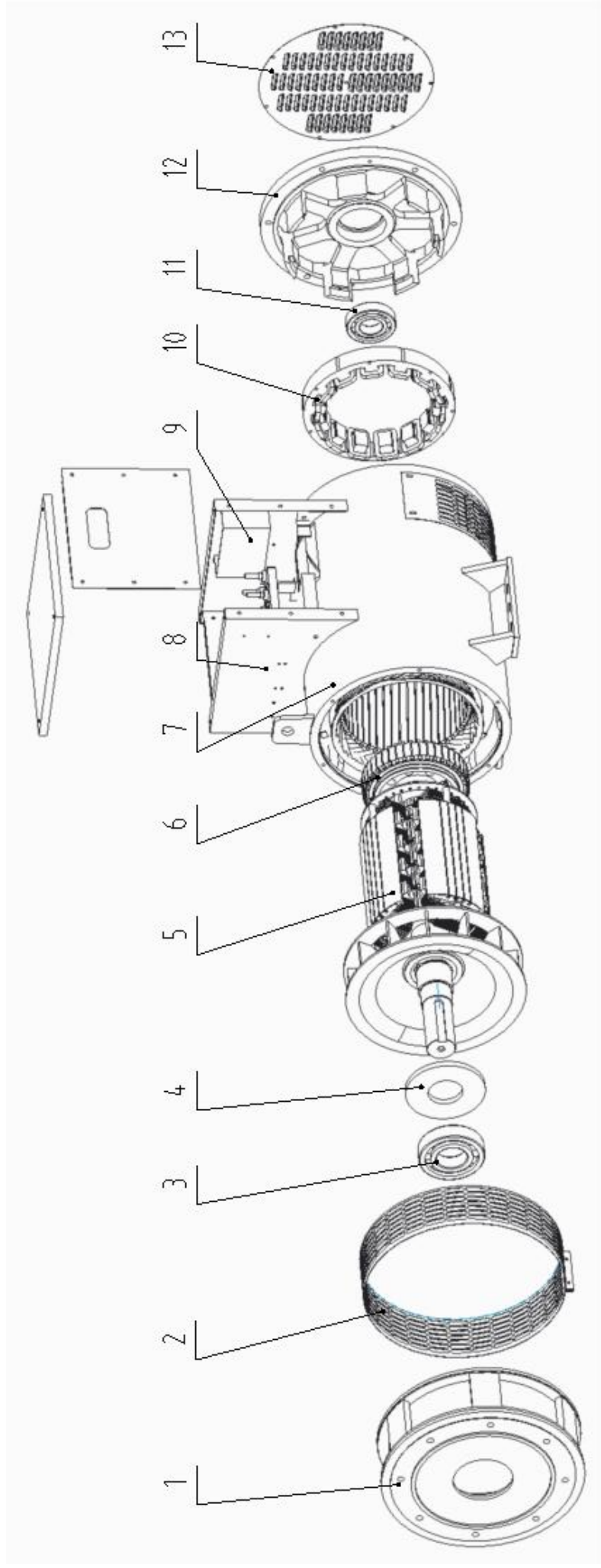


图 2 典型的 W4 系列无刷发电机结构爆炸图

- 1、前端盖 2、前防护罩 3、前轴承 4、前轴承内盖 5、转子 6、励磁转子
7、定子 8、箱体 9、调节器 10、励磁机定子 11、后轴承 12、后端盖 13、后防护罩

康富科技有限公司（2023 年版）

地 址：江西南昌市高新开发区紫阳大道 3088 号
电 话：0791-88350706
传 真：0791-88350712
客服中心：0791-88350703
邮 编：330096
网 址：www.kungfus.cn