



FLD系列无刷交流同步发电机
使用说明书

江苏法兰德电机科技有限公司

安全措施

操作发电机前，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。

许多事故的发生是由于未遵循基本规则和保护措施。

电击会引起严重的人身伤害甚至死亡。

遵守所有**警告/告诫**牌上的提示。

- 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、或接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。
- 切断和电网或其它发电机间的闭合回路，并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。
------------	-----------------------------------

 警告!	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。
---	---

 危险!	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。

封面的照片

该照片仅为示意。该手册所涵盖的发电机具有多种外形选择。

前 言

本手册的功能是让用户了解法兰德发电机的工作原理、发电机设计标准、安装和维护步骤。缺乏保护或使用步骤不当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**。

法兰德的服务、销售和技术人员愿随时提供帮助，并欢迎来公司垂询。



警告！

不正确的安装、操作、维护或更换部件会导致严重的人员伤亡和/或设备损坏。维护人员必须具有电气和机械维护资格。

目 录

安全措施		封二
前言		1
目录		2&3
第一章	简介	4
1.1	简介	4
1.2	产品型号定义	4
1.3	出厂编号的位置	4
1.4	铭牌	4
第二章	工作原理	5
2.1	自励 AVR 控制的发电机	5
2.2	永磁发电机(PMG)励磁—AVR 控制的发电机	5
2.3	AVR 附件	5
第三章	发电机的应用	6
3.1	振动	7
第四章	安装——第一部分	8
4.1	起吊	8
4.2	发动机和发电机的对接	8
4.2.1	双轴承发电机	8
4.2.2	单轴承发电机	9
4.3	接地	9
4.4	运行前检查	9
4.4.1	绝缘检查	9
4.4.2	旋转方向	10
4.4.2.1	风扇类型	10
4.4.2.2	旋转方向	10
4.4.3	电压和频率	10
4.4.4	AVR 设置	10
4.4.4.1	SX440 型 AVR	10
4.4.4.2	SX421 型 AVR	10
4.4.4.3	MX341 型 AVR	11
4.4.4.4	MX321 型 AVR	11
4.5	发电机组测试	12
4.5.1	试验用仪器及电缆	12
4.6	最初启动	12
4.7	负载试验	12
4.7.1	AVR 调整	12
4.7.1.1	频率过低引起的电压崩溃(UFRO)	13
4.7.1.2	励磁跳闸(EXC TRIP)(MX341 型及 MX321 型 AVR)	13
4.7.1.3	过电压保护(OVERV)(SX421 型及 MX321 型 AVR)	13
4.7.1.4	瞬时加载调节(SX421 型、MX341 型及 MX321 型 AVR)	13
4.7.1.5	建压时间调节(RAMP)(MX321 AVR)	14
4.8	附件	14
第五章	安装——第二部分	15
5.1	概述	15
5.2	密封装置	15

5.3	接线的最大扭矩设定	15
5.4	接地	15
5.5	保护	15
5.6	调试	15
第六章	附件	16
6.1	远距离电压调节(所有 AVR 型号)	16
6.2	发电机并联操作	16
6.2.1	下垂调差装置(DROOP)	16
6.2.1.1	设置步骤	17
6.2.2	非静差控制	17
6.3	手动电压调节器(MVR)(MX341 型、MX321 型 AVR)	17
6.4	过电压灭磁开关(SX421 型及 MX321 型 AVR)	18
6.4.1	重新恢复断路器	18
6.5	限流器——MX321 型 AVR	18
6.5.1	设置步骤	18
6.6	功率因数控制器(PFC3)	18
第七章	维护与保养	19
7.1	绕组状况	19
7.1.1	绕组状态评估	19
7.1.2	发电机的干燥方法	19
7.2	轴承	20
7.3	空气过滤器	21
7.3.1	清洗过程	21
7.3.2	充油	22
7.4	故障查找	22
7.4.1	SX440AVR——故障查找	22
7.4.2	SX421AVR——故障查找	22
7.4.3	MX341AVR——故障查找	22
7.4.4	MX321AVR——故障查找	23
7.4.5	剩磁电压检查	23
7.4.6	瞬间充磁以恢复剩磁	23
7.5	外接励磁试验程序	23
7.5.1	发电机绕组、旋转二极管和永磁发电机(PMG)	23
7.5.1.1	主输出端电压均衡	24
7.5.1.2	主输出端电压不均衡	24
7.5.2	励磁控制试验	25
7.5.2.1	AVR 功能试验	25
7.5.3	拆卸和更换零部件	25
7.5.3.1	防冷凝加热器	25
7.5.3.2	永磁发电机(PMG)的拆卸	25
7.5.3.3	拆卸轴承	26
7.5.3.4	主转子装配	29
7.6	使机组重新工作	29
7.7	维护	30
第八章	备件和售后服务	31
8.1	推荐的备件	31
8.2	售后服务	31
8.3	交流发电机保证条件	33

第一章

简介

1.1 简介

FLD 系列的发电机为无刷旋转磁场结构，电压最高达 660V/50Hz 或 60Hz，满足 BS5000 第三部分和其它国际标准。

在 FLD16/18, FLD22/27, FLD4、FLD5、FLD6 中, 5KW – 1000KW 范围内，可选 1500rpm(50Hz) 或 1800rpm(60Hz)、4 极的发电机。

机座号为 FLD4 和 FLD5 的发电机，其励磁系统可为使用 SX440 或 SX421 AVR 的定子供电或为使用 MX341 或 MX321 AVR 的永磁发电机 (PMG) 励磁。

机座号为 FLD6 和 FLD7 的发电机使用 MX321 AVR 的 PMG 系统。

1.3 产品序列号位置

每台发电机均有唯一的序列号在机座驱动端端环上。

1.4 铭牌

发电机出厂时, 都附有一个自粘标签铭牌, 从非驱动端看, 该铭牌粘贴在出线盒左侧板外侧。在该侧板上有铭牌的定位标记，以便于粘贴。

如指定用金属铭牌，则铭牌固定在发电机机座上。

第二章

工作原理

2.1 自动 AVR 控制的发电机

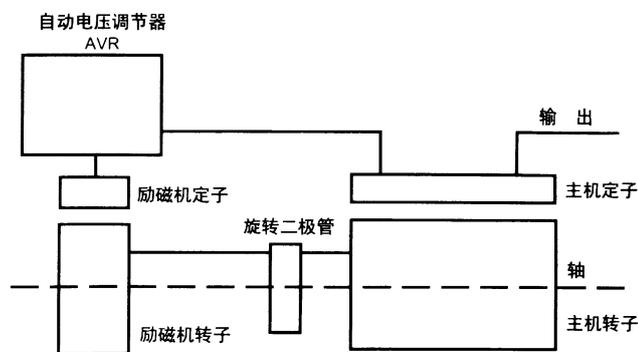


图 1

主机定子通过 SX440(或 SX421) AVR 为励磁机磁场提供励磁源, AVR 是调节励磁机磁场励磁电流的控制装置。AVR 根据来自主机定子绕组的电压感应信号作出反馈, 通过控制低功率的励磁机磁场, 调节励磁机电枢的整流输出功率, 从而达到控制主机磁场电流的要求。

SX440 AVR 通过感应两相平均电压, 确保较高的电压调整率。除此之外, 它还监测发动机的转速, 如低于预选转速(Hz)设定, 则相应降低输出电压, 以防止发动机低速时的过励, 缓减加载时的冲击, 以减轻发动机的负担。

SX421 除了 SX440 的特点外, 还具有三相均方根感应的特点, 在与外部断路器(装在开关板上)一起使用时, 它还提供过电压保护。

2.2 永磁发电机(PMG)励磁——AVR 控制的发电机

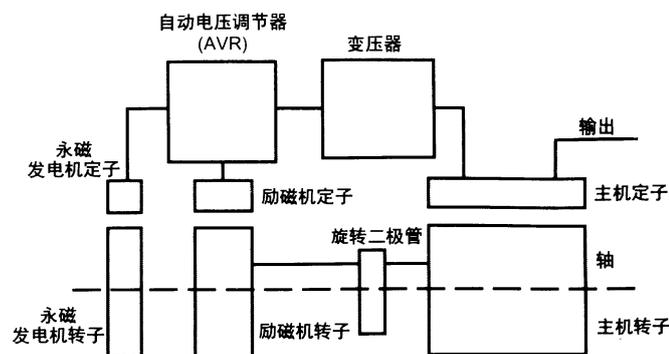


图 2

永磁发电机通过 MX341(或 MX321) AVR 为励磁机提供励磁源, AVR 是调节励磁机励磁电流的控制装置。如果是 MX321 AVR, 则通过一个隔离变压器向来自主机定子绕

组的电压感应信号作出反馈, 通过控制低功率的励磁机磁场, 调节励磁机电枢的整流输出功率, 从而达到控制主机磁场电流的要求。

PMG 系统提供一个与定子负载无关的恒定的励磁电源, 提供较高的电动机启动承受能力, 并不受由非线性负载(例如可控硅直流电动机)产生的主机定子输出电压的波形畸变的干扰。

MX341 AVR 通过检测二相平均电压来确保较高电压调整率, 另外它还监测发动机转速, 如低于预选的转速设定, 则相应降低输出电压, 以防止发动机低速时的过励, 缓减加载时的冲击, 以减轻发动机的负担。它还提供延时的过励保护, 在励磁机磁场电压过高的情况下对发电机灭磁。

MX321 除提供 MX341 具有的保护发动机的减荷特性外, 还具有三相均方根检测和过电压保护的特点。

所有 AVR 线路板的详细功能在负载测试部分(第 4.7 节)中有详述。

2.3 AVR 附件

SX440、SX421、MX341 和 MX321 AVR 的内置回路若与附件连接使用, 可使发电机在“下垂”或“无静差”控制、VAR(无功功率)/PF(功率因素)控制下并联运行; MX321 AVR 还可提供短路电流限位控制。

附件可以装在发电机接线盒内, 其功能和调节方法在本手册的附件部分有介绍。

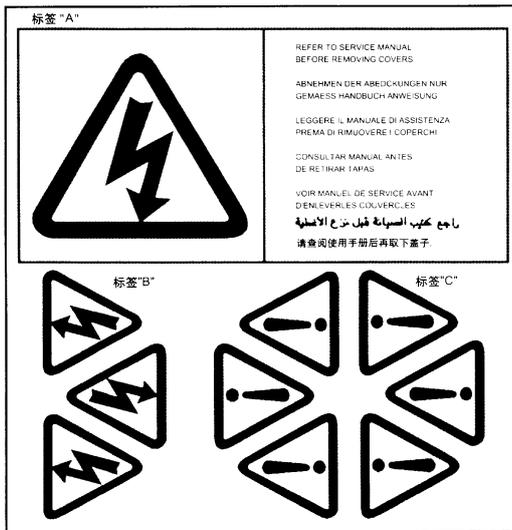
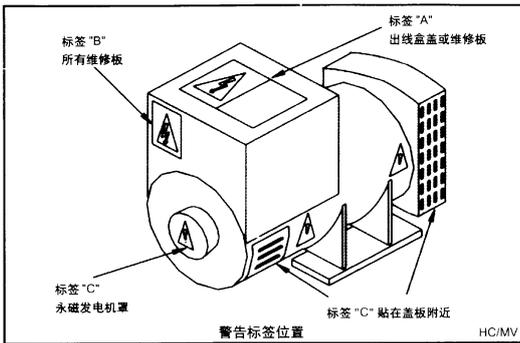
安装在控制屏上的附件另有说明。

第三章

发电机的应用

发电机是作为发电机组的一个部分提供给配套商的。为此,在发电机的制造过程中贴上所有必要的警告牌/危险牌是不切实际的,所需的附加标牌以及标明其放置位置的图纸随本手册一起提供(见下图)。

确保标牌的位置放置正确并清晰可见是发电机组配套商的责任。



发电机适用于环境温度最高 40℃、海拔高度 1000 米以下(按照 BS5000 标准)。

在环境温度超过 40℃、海拔高于 1000 米的情况下亦允许使用,但额定功率会有所下降——有关额定功率和环境条件,参见发电机铭牌。

如发电机需在环境温度高于铭牌上的数值或海拔高度超过 1000 米的情况下运行,请与厂家联系。

发电机为防滴式通风窗板结构,如果不用遮棚提供足够保护,则不适合安装在室外。在储存或备用期间,建议使用防冷凝加热器,以确保绕组的绝缘保持完好状态。当放置在封闭的遮棚里,必须确保发电机冷却空气不超过铭牌额定值规定的环境温度。

遮棚的设计应使发动机的进风与发电机的进风隔开,尤其是冷却风扇抽入空气的地方。另外,发电机进风处设计成防潮结构,最好使用一个二级过滤器。

进风/出风必须满足下表给出的气流值,附加风压降应低于或等于下表给出的数值:

机座号	气 流 量		附加风压降 (进风/出风)
	50Hz 1500Rev/Min	60Hz 1800Rev/Min	
FLD4	0.48m ³ /sec (1030cfm)	0.58m ³ /sec (1240cfm)	6mm 水测仪 (0.25")
	0.68m ³ /sec (1450cfm)	0.83m ³ /sec (1760cfm)	6mm 水测仪 (0.25")
FLD5	1.04m ³ /sec (2202cfm)	1.31m ³ /sec (2708cfm)	6mm 水测仪 (0.25")
	1.23m ³ /sec (2615cfm)	1.59m ³ /sec (3366cfm)	6mm 水测仪 (0.25")
FLD6	1.62m ³ /sec (3420cfm)	1.96m ³ /sec (4156cfm)	6mm 水测仪 (0.25")
	2.64m ³ /sec (5600cfm)	3.17m ³ /sec (6720cfm)	6mm 水测仪 (0.25")
FLD7K	3.0m ³ /sec (6550cfm)	3.70m ³ /sec (7860cfm)	6mm 水测仪 (0.25")

表 1

如在订货时已注明,则 FLD6 和 FLD7 发电机可制成含空气过滤器。对于 FLD4 和 FLD5,则可在工厂安装也可以后加装空气过滤器。

如果在订货时,发电机已配有空气过滤器,则在机组成套时需先将过滤网充油。

重要! 冷却气流的减少或对发电机的保护不足会导致绕组的损坏和/或故障。

发电机转子在制造时已按照 BS6861 第 1 部分第 2.5 级进行了动平衡校验,以确保发电机的振动限值符合 BS4999 第 142 部分规定。

由发电机产生的主要振动频率如下:

4 极	1500rpm	25Hz
	1800rpm	30Hz
6 极	1000rpm	16.7Hz
	1200rpm	20Hz

3.1 振动

然而,由发动机引起的发电机的振动是复杂的,它包含基本振动频率的 1.5 倍、3 倍、5 倍或更大的倍数。这些频率会导致发电机的振动水平高于来自发电机本身的振动。法兰德发电机在设计时已确保能承受发电机组的振动水平,满足 ISO8528-9 及 BS5000-3 的要求 (ISO8528 要求检测整个频率波段,BS5000 则要求检测振动的最高的频率幅值)

BS5000-3 的定义

发电机需能连续承受在 5Hz 至 8Hz 间振幅为 0.25mm 的线性振动及 8Hz 至 200Hz 间速度为 9.0mm/s 的振动,该振幅或速度可在发电机任何壳体或机座上测得。此限值为各种复杂振动波形的最高的频率幅值。

ISO8528-9 的定义

ISO8528-9 规定了一个宽带频率波段,该波段为 2Hz 至 300Hz。下列表格是摘自 ISO8528-9。该简化了的表格列出了不同容量及转速机组的振动限值。

振动值在发电机上测得				
电机速度	机组输出容量 KVA	振动幅值 mm(ms)	振动速度 mm/s(ms)	振动加速度 m/s ² (ms)
4 极 1500 转/分 50Hz 1800 转/分 60Hz	≤10KVA	—	—	—
	>10KVA ≤50KVA	0.64	40	25
	>50KVA ≤125KVA	0.4	25	16
	>125KVA ≤250KVA	0.4	25	16
	>250KVA	0.32	20	13
6 极 1000 转/分 50Hz 1200 转/分 60Hz	≥250KVA ≤1250KVA	0.32	20	13
	>1250KVA	0.29	18	11
频率波段为 2Hz-300Hz				

表 2

确保公共底盘的坚固及安装时的对中,使机组振动不超过上述限值是发电机设计方的责任。

如果发电机组振动超过上述限值:

1. 请咨询机组装配厂,他们应复查机组设计以尽可能减小振动。
2. 请与法兰德公司联系,共同商讨因振动超标对轴承及发电机寿命的影响。

重要! 超过上述一限值将有害于整个发电机组,特别是轴承寿命(参阅轴承一章)。同时这将导致发电机的保用条款无效。如果有任何疑问,请和江苏法兰德电机科技有限公司联系。

作为备用的发电机,因为运行时间有限且预期使用寿命可降低,则允许振动水平可比 BS5000 中规定的高,但最高为 18mm/sec。

双轴承发电机需要一个带发动机/发电机安装垫的坚固的公共底盘,以确保精确对中所需的良好基础。发电机和发动机的刚性联接将增加机组的刚性。建议使用弹性联轴器(为适合发动机/发电机的配套而专门设计的),以使扭振效应减到最低。

单轴承发电机的对中是很关键的,发动机和发电机之间的法兰盘的挠曲会产生振动,公共底盘需带有发动机/发电机安装垫。

发动机飞轮罩和发电机过渡接套结合面处的弯矩不应超过下表所给的数值(供机组设计参考):

机座号	弯矩
4/5	140kgm(1000ft. Lbs)
6/7	275kgm(2000ft. Lbs)

发动机飞轮壳的最大弯矩性能应与发动机制造商核查。

在所有发动机驱动的轴结构中都存有扭振,在某一临界转速时可能引起轴的损坏。因此,有必要考虑发电机轴和联轴器的扭振效应。

确保兼容性是发电机组制造商的责任,为此,用户和发动机供应商可得到标明轴系尺寸和转动惯量的图纸。如果是单轴承发电机,则也需包括法兰盘。

重要! 扭振的不兼容性和/或过度的振动会引起发电机和/或发动机部件的损坏和故障。

自发电机非驱动端看,标准接线盒的电缆引入在右侧,如果要从左侧引入电缆,则须在订货时提出。

接线盒的结构是可卸式面板,以易于满足装填料函的要求。在接线盒内有绝缘的接线柱用于相线、中线连接及备用接地螺钉。附加的接地点在发电机底脚上。



警告! 发电机出厂时未接地,必须按照现场规定正确接地。不正确的接地和不正确的保护会导致人员伤亡。

中线与机座是不连接的。公司可提供故障电流曲线(衰减曲线)以及发电机的电抗数据,以协助系统设计人员选择断路器,计算故障电流并确保负载电网内故障电流的鉴别。



警告! 不正确的安装、维修或更换部件会导致严重的人员伤亡和/或设备损坏,维修人员必须具有维修人员必须具有维修电气和机械的资格。

第四章

安装——第一部分

4.1 起吊



警告!

不正确的起吊方式或起吊容量不够会导致严重的人身事故或设备损坏，要求的最小起吊能力已在起吊牌上注明。发电机上的吊环不能用来起吊整个机组。

发电机有两个吊环用于起吊，起吊钩可由一个半圆环和一个柱销组成。起吊时必须使用长度适当和起吊能力适当的钢索并确保垂直起吊。尽管起吊点已设计在尽可能接近发电机的重心处，但由于结构限制，起吊时发电机可能有一定倾斜，必须小心操作，以避免人身事故或设备损坏。正确的起吊方法已在吊环处起吊标牌上注明。（见下图）

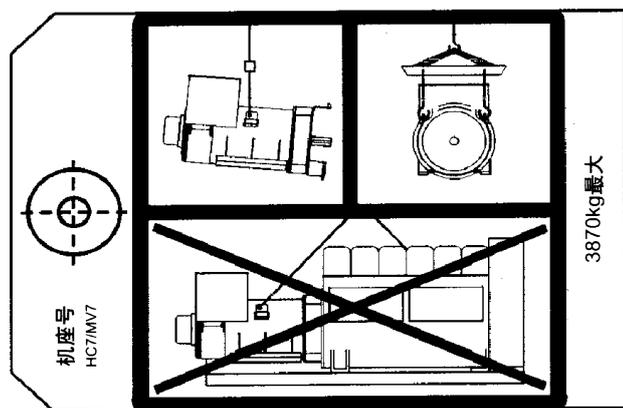
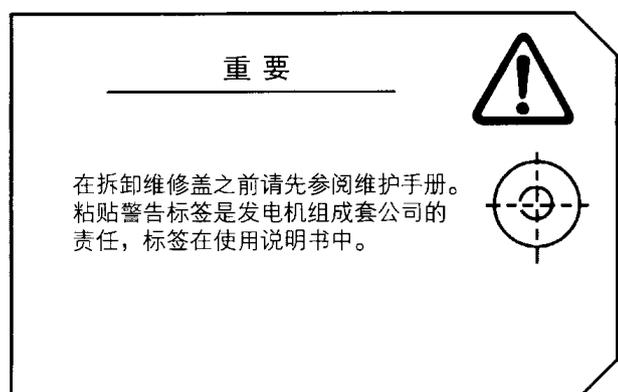


图 3

单轴承发电机在驱动端轴伸处装有一轴卡，并且出于运输安全考虑，在风扇处装有木块，以支撑风扇。

一旦轴卡拆去并将发电机和发动机配合后，转子可在机座中自由转动。在配合和对中过程中，要注意确保发电机机座保持水平。

4.2 发动机和发电机的对接装配

在将发电机和发动机装配过程中，必须先仔细对中，然后旋转发电机转子、发动机曲轴总成。在此过程中，完成连接螺钉的定位、插入及拧紧。对于单轴承及双轴承结构发电机该旋转过程是必须的。

在单轴承发电机，需将发电机法兰盘片的连接孔对准发动机飞轮上的螺孔，建议先将二个柱销安置于飞轮两个对称的螺孔上，使发电机法兰盘片可以方便地滑入发动机飞轮止口的最终定位。在最终拧紧所有连接螺钉前，柱销必须取出并由连接螺钉代替。

在安置及拧紧连接及拧紧连接螺钉过程中，必须放转发动机曲轴——发电机转子总成。在放转过程中，需小心并使用正确的方式，以确保在伸入机器安置螺钉及拧紧对程中的安全操作，并且避免因使用不正确的方式旋转而造成的部件损坏。

发动机制造厂可提供合适的专门用于旋转曲轴总成的工具。机组装配过程中，必须使用该工具。通过一个手动小齿轮和发动机飞轮的起动环形齿轮相耦合以转动曲轴总成为正确的旋转方式。



危险！

在对中及安置连接螺钉过程中，在发电机内部操作前，必须仔细锁住整个转动组件，确保该组件无法转动。

4.2.1 双轴承发电机

双轴承发电机应装上一弹性联轴器，并对照联轴器制造厂家提供的说明书。

如果用过渡接套，必须用发电机凑发动机的方法检查机械加工面的对中情况。如果必要，需在发电机底脚下垫薄片。安装完毕后，需加过渡接套保护装置。无过渡接套的机组需要一个合适的防护罩，由机组成套厂家提供。

发电机轴承要避免受轴向负载。如果无法避免，请与厂家联系。

小心！

安装过渡接套保护装置不妥和/或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。

4.2.2 单轴承发电机

FLD 及 FLDK 型

为了运输及贮存，发电机机壳止口及转子法兰盘片上都涂有防锈层。在开始机组配套前，**必须**将防锈层除去。

一种可行的除防锈层法是用甲苯清洗配合面。

小心！

清洗完后必须及时清洗皮肤。

单轴承发电机的对中度非常关键。如果必要，需在发电机底脚下垫薄片，以保证加工面的对中度。

和发动机配套的程序基本如下：

1. 对发动机，检查飞轮配合面至飞轮壳配合面的距离，该尺寸公差应在 0.5mm 内，这样才能保证发电机轴承或发动机轴承不受侧向推力。
2. 检查固定法兰盘片至固定毂盘的螺栓是否上紧，并

固定到位。紧固扭矩值参照第 7.5.3.4 节。

3. 拆去发电机驱动端网板可操作联轴器和过渡接套螺栓，检查配合面是否干净并无润滑剂。

4.FLD 型发电机

检查法兰盘片是否和过渡接套止口同心。同心度可在风扇和过渡接套之间垫入楔形木块来调节，或者用吊绳通过过渡接套窗口将转子吊起。

将发电机靠拢发动机，注意法兰盘片和飞轮罩止口同时合上。将发电机向发动机进一步靠拢，直至法兰盘片和飞轮面接触，此时飞轮壳罩止口也正好到位。

FLDK 型发电机

将两个随机定位柱销固定于飞轮水平中心线上的两个螺孔内。将发电机靠拢发动机，使转子法兰盘片上的螺孔穿过定位柱销。将发电机向发动机进一步靠拢，直至法兰盘片和飞轮面接触，此时飞轮壳止口也正好到位。

5. 将飞轮壳螺钉和盘片连接螺钉拧上，法兰盘片和螺钉间需用厚型垫圈。紧固盘片连接螺钉时需对称紧固，以确保对中。

FLDK 型发电机

拆下定位用的双头螺栓，并用盘片连接螺钉拧紧。

6. 拧紧飞轮壳螺钉。
7. 拧紧法兰盘片和飞轮的螺钉。请参阅发动机手册中正确的扭矩。

8.FLD 型发电机

拆下转子对中辅助工具(可能是木块，也可能是 M10 螺钉和金属薄片)。

小心！ 安装过渡接套保护装置不妥和/或发电机对中不正确将导致严重的人身事故和/或设备损坏。

4.3 接地

发电机机座应牢固地固定于发电机组公共底盘上。如果在发电机和公共底盘间装了减震装置，则必须用合适的接地

导体(其截面积一般为主电缆的一半)将两者连接起来。



请按当地规定，确保正确的接地方法。

4.4 运行前检查

4.4.1 绝缘检查

机组配套及机组安装完成后，应测量绕组绝缘电阻（参见解 7.1 节）。

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的降低。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 $0.8(2 \times \text{额定电压} + 1000)$ 。

4.4.4.2 旋转方向

FLDK 型发电机

这类发电机已设计成连同蜗状风扇罩的改进风扇冷却系统，从驱动端看，只可顺时针旋转。

FLD 型发电机

这类发电机正、反转皆可。

相序

FLD 型发电机正反旋转皆可。从驱动端看，发电机顺时针旋转时相序为 U、V、W。如果发电需逆时针旋转，则客户应相应调整外接电缆与发电机接线柱的连接。请与生产厂家联系，索取反相接线图。

4.4.3 电压和频率

检查发电机铭牌上的电压、频率值是否满足机组应用场合的要求。

FLD4/5 发电机通常有 12 个可重接的线圈引出接头，如果需要，可按手册后的接线图重新连接定子线圈，以得到不同的电压。

4.4.4 AVR 设置

对 AVR 设置需打开 AVR 盖板，可根据 AVR 型号选读 4.4.4.1、4.4.4.2、4.4.4.3 或 4.4.4.4。发电机铭牌上已注明 AVR 型号(SX440、SX421、MX341 或 MX321)。

大多数的 AVR 参数设置已在厂内设定，并能满足试运行要求。进一步调整可在发电机组正常工作时进行，以得到最佳运行性能。请参阅“负载试验”部分。

4.4.4.1 SX440 型 AVR

应检查 AVR 上的下列跳线，以保证发电机组正常运行。参照图 4a 以得到正确的端子接线。

1.频率选择端子(FREQUENCY SELECTION)

50Hz 运行 连接 C—50
60Hz 运行 连接 C—60

2.稳定性选择端子 (STABILITY SELECTION)

FLD4/5 机座 连接 B—C
FLD6/7 机座 连接 A—B

3.感应选择端子(SENSING SELECTION)

连接 2—3
连接 4—5
连接 6—7

4.励磁中断连接(EXCITATION INTERRUPTION LINK)

连接 K1—K2

4.4.4.2 SX421 型 AVR

应检查 AVR 上的下列跳线，以保证发电机组正常运行。
参照图 4b 以得到正确的端子接线。

1.频率选择端子(FREQUENCY SELECTION)

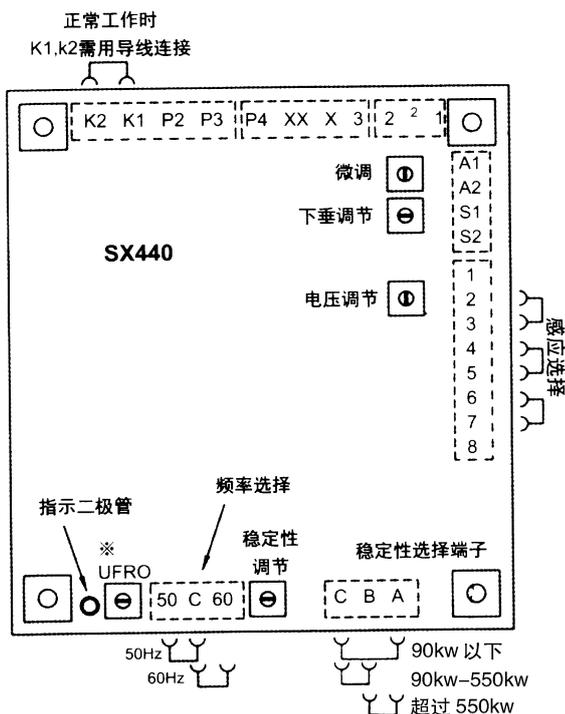
50Hz 运行 连接 C—50
60Hz 运行 连接 C—60

2.稳定性选择端子(STABILITY SELECTION)

FLD4/5 机座 连接 B—C
FLD6/7 机座 连接 A—B

3.励磁中断连接(EXCITATION INTERRUPTION LINK)

在辅助接线块上连接 K1—K2



* UFRO: 频率过低, 引起的电压下跌

图 4a

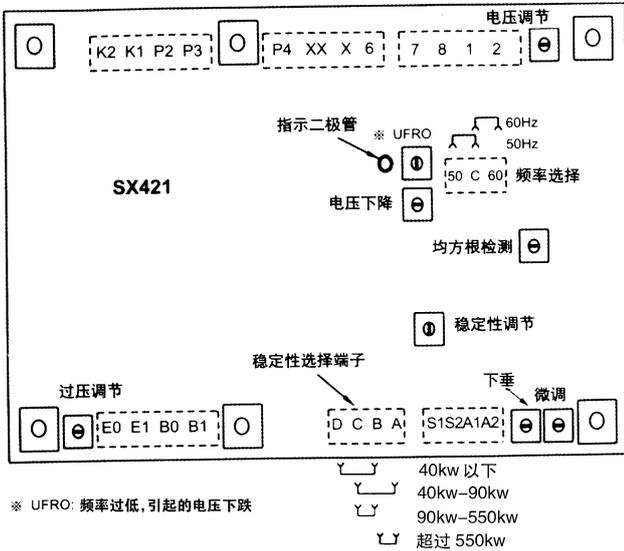


图 4b

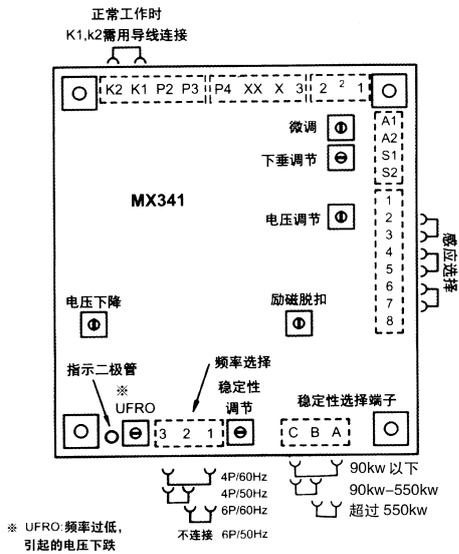


图 4c

4.4.4.3 MX341 型 AVR

应检查 AVR 上的下列跳线, 以保证发电机组正常运行。

参照图 4c 以得到正确的端子接线。

1. 频率选择端子 (FREQUENCY SELECTION)

- 4 极-50Hz 连接 2-3
- 4 极-60Hz 连接 1-3

2. 稳定性选择端子 (STABILITY SELECTION)

- FLD4/5 机座 连接 B-C

3.感应选择端子(SENSING SELECTION)

- 连接 2—3
- 连接 4—5
- 连接 6—7

4.励磁中断连接(EXCITATION INTERRUPTION LINK)

- 连接 K1—K2

4.4.4.4 MX321 型 AVR

应检查 AVR 上的下列跳线，以保证发电机组正常运行。
参照图 4d 以得到正确的端子接线。

1.频率选择端子(FREQUENCY SELECTION)

- 4 极—50Hz 连接 2—3
- 4 极—60Hz 连接 1—3
- 6 极—50Hz 不连
- 6 极—60Hz 连接 1—2

2.稳定性选择端子(STABILITY SELECTION)

- FLD4/5 机座 连接 B—C
- FLD6/7 机座 连接 A—B

3.励磁中断连接 (EXCITATION INTERRUPTION LINK)

在辅助接线块上连接 K1—K2

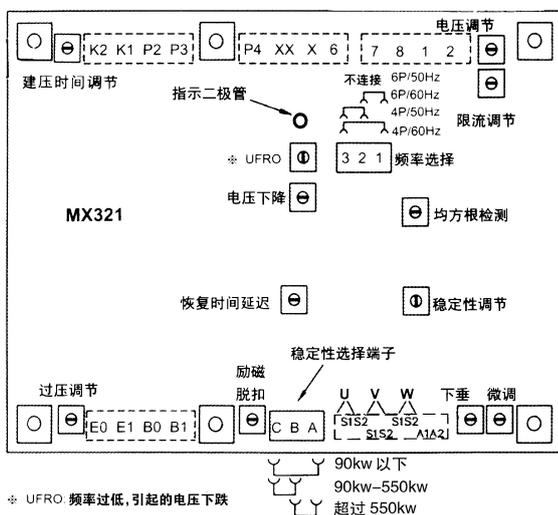


图 4d

4.5 发电机组测试



警告!

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。

4.5.1 试验用仪器及电缆

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。

基本的试验仪表为电压表、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素表。

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。DG4/5 发电机的出线盒内每个接线柱上有两个螺母用于电缆连接，应确保电缆接线头在发电机绕组引出接线头之上。

小心！

检查所有内、外接线头是否安全可靠，然后装上接线盒及保护罩。接线不妥或接线盒未盖好，可能会导致人身事故和/或设备损坏。

4.6 最初启动



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的专业人员才能操作和/或进行调整。调整完后需将拆下的盖板盖上。

在完成机组成套、开始启动机组前，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 125%。

重要！ 发动机调速器设置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，需打开 AVR 盖板并将 AVR 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 AVR 上电压调节旋钮顺时针旋转，直至达到额定电压。关于 AVR 上的电压调节旋钮的位置，请参阅图 4a-4d。

重要！千万不要将电压升高至超过铭牌上的额定值。

“稳定性调节”电位器已预先设定好，一般不需再调节。如果由于电压不稳定而需要调节时，请参阅 4a、4b、4c、4d 关于控制电位器的位置，并遵循下列操作过程：

1. 使发电机组空载运行，检查转速是否正确稳定。
2. 将“稳定性调节”电位器顺时针旋转到底，然后缓慢地逆时针旋转，直到发电机电压开始波动。

正确的设定是从这个位置再稍稍顺时针转动(即在这点上发电机电压稳定，但非常接近不稳定区)。

4.7 负载试验



警告!

试验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的专业人员才能操作和/或进行调整。调整完后需将拆下的盖板盖上。

4.7.1 AVR 调整

关于控制电位器的位置，参阅图 4a-4d。

在最初启动运行中已调整了“电压调节”和“稳定性调节”，其它 AVR 控制功能一般不需调整。如果在负载试验时发生电压不稳，需重新检查“稳定性调节”设置。参阅 4.6 部分。

如果发现负载时电压调整特性差甚至电压骤然下降，请参阅以下各段对各功能的详述。首先检查观察到的症状是否确需调整，然后进行正确的调整。

4.7.1.1 频率过低引起的电压下降 (UFRO)

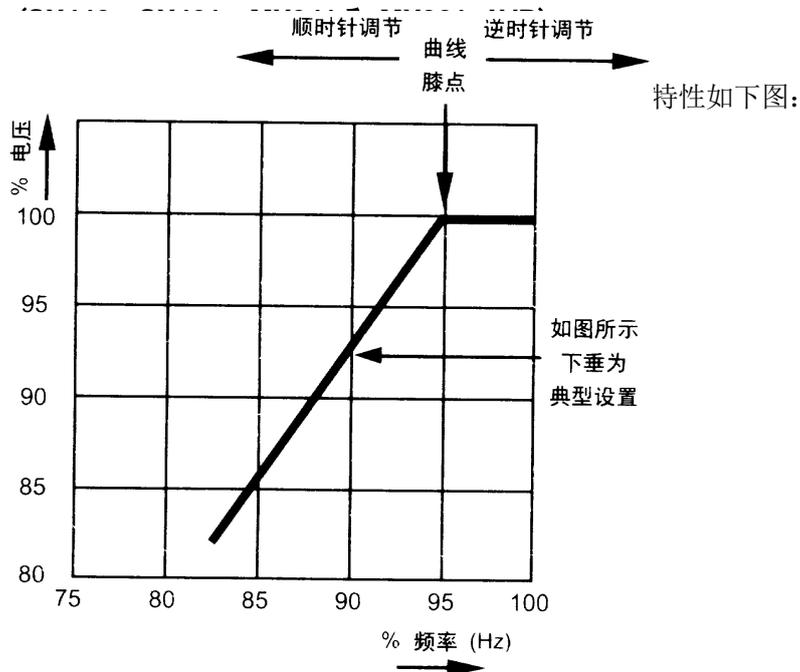


图 5

UFRO 控制电位器设定“膝点”位置。

设置不当时症状为:a)在 UFRO 控制电位器上方的一只发光二极管(LED)在负载时一直亮着；b)在负载时电压调整率低，即此时发电机工作于特性曲线斜线上。

顺时针旋转将使膝点频率变小，同时发光二极管熄灭。最佳的设置为当频率一旦低于正常范围时，即 50Hz 的发电机频率为 47Hz；60Hz 的发电机频率为 57Hz 时，指示灯就发亮。

重要！ 当使用 MX341 型或 MX321 型 AVR 时，若指示灯亮而又无电压输出，则参阅以下励磁跳闸和/或过压部分。

4.7.1.2 励磁跳闸(EXC TRIP) (MX341 型及 MX321 型 AVR)

当两相间或一相与中性线发生短路时，由永磁机供电的 AVR 将提供最大的励磁功率。为了保护发电机绕组，AVR 和一个过励磁线路相连，该线路一旦探测到过高的励磁电流，在一个预设的时间(比如 8—10 秒)后就会切断励磁。

励磁跳闸设置不当将使发电机在负载或稍过载时产生电压骤然下降，同时发光二极管一直亮着。
正确的设置是端子 X 和 XX 之间的电压为 $70V \pm 5\%$

4.7.1.3 过电压保护(OVER/V) (SX421 型及 MX321 型 AVR)

AVR 中含有过电压保护线路，当 AVR 无检测信息输入时，它将对发电机灭磁。

MX321 型 AVR 有两种功能，一种是内置的电子灭磁线路，另一种是产生一个信号以触发外部回路开关。

SX421 型 AVR 只对外部回路开关产生一个信号。当需过电压保护时，必须装此开关。过电压保护设置不当将导致发电机在空载或卸载时产生电压骤然下降，同时二极管指示灯变亮。

正确的设置为端子 E1 和 E0 之间电压为 $300V \pm 5\%$ 。

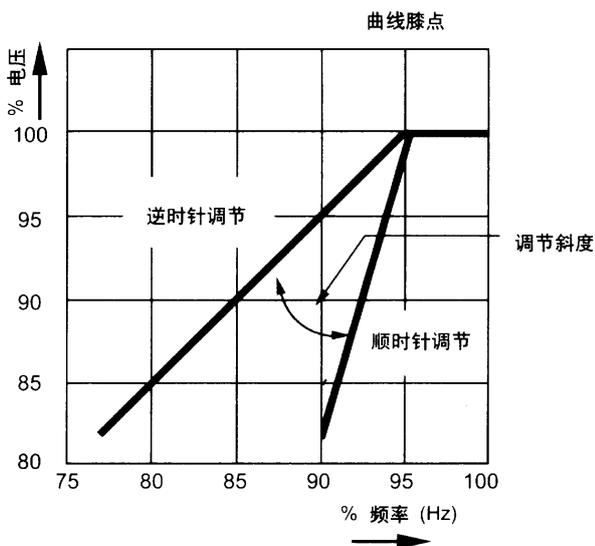
4.7.1.4 瞬时加载调节(SX421 型、MX341 型及 MX321 型 AVR)

AVR 附加的电压下降(DIP)和恢复时间延迟(DWELL)控制功能，使发电机组具有最优化的负载接受能力。整个发电机组的运行性能由发动机的性能和调速器反应速度以及发电机的特性所决定。

调节电压下降水平及恢复时间和发动机性能有很大关系，因此必须在频率下降和电压下降中作出一个折衷的设置。

电压下降特性—SX421 型、MX341 型及 MX321 型 AVR

电压下降功能控制电位器可调节电压—转速(rpm)特性中“膝点”以下部分的斜度，如下图所示。



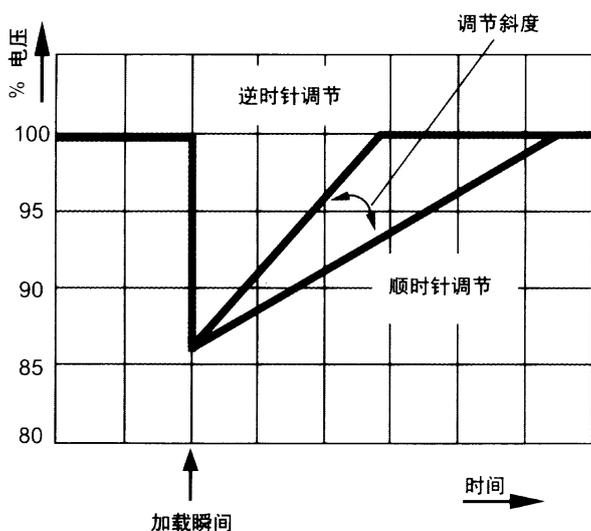
恢复时间延迟特性——MX321 型 AVR

恢复时间延迟功能即在电压恢复与转速恢复间增加延时。

延迟的目的是为了使发电机功率降低至发动机允许功率以下，这样就可以使发电机转速的恢复得以加快。

同样，该控制只有在膝点以下才有效，即如果加载时发电机转速(即频率)在膝点以上，则该功能的设置将不起作用。

顺时针调节将增大恢复时间。



上图所示仅为示意，因为要描述电压调节器和发动机调速器工作的综合效果是不可能的。



警告!

如不盖上接线盒盖，将可能在机组运行中导致人身伤亡。

4.7.1.5 建压时间调节(RAMP) (MX321 AVR)

建压时间调节旋钮可调节自发电机起动至额定转速后的建压时间。出厂时设立为 3 秒，该设定可满足大多数应用场合。逆时针调节旋钮到底可将时间缩短至 1 秒，顺时针调节旋钮到底可将时间延长至 8 秒。

4.8 附件

关于发电机附件安装的有关设置步骤，参阅本手册中附件部分。

如果有随机需安装在控制屏上的附件，请参阅夹在本书最后封皮里的有关特殊附件的安装步骤。

在所有调整完成后，请盖上 AVR 盖板。

第五章

图 7

安装——第二部分

5.1 概述

现场安装工作取决于发电机组，如果发电机所配发动机带有完整的开关板、断路器并有遮棚，则现场安装只需将当地负载直接连接到发电机组出线端上。在这种情况下，只需参阅发电机组成套公司所提供的操作手册，当然同时也需要按照当地有关规定。

如果发电机所配发动机无开关板或断路器，则请特别注意以下关于和发电机接线的几个要点。

5.2 密封装置

从非驱动端看，接线盒右侧可装密封装置(如果需左侧，需特殊订货)。该接线盒板可拆下钻孔或冲孔，安装填料板或填料函盒。如果用单心多根电缆，则需装绝缘且非导磁的填料板。

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。

在完成最终接线前需检测绕组绝缘电阻，检测中需断开 AVR 并使热敏电阻接地。

检测需用 500V 欧姆表或其它类似仪器。如果绝缘电阻低于 $5M\Omega$ ，则绕组必须烘干处理，具体操作依照本手册中维护与保养部分。

当将电缆连至接线柱时，需将电缆接线头置于绕组出线头之上，并用随机提供的螺母夹紧。

重要！为避免铁屑进入接线盒内的电器部件内，一定要将接线盒板拆下后钻孔。

5.3 接线的最大扭矩设定

接线前处理：请先用脱脂清洁剂清洗接线端表面，然后轻轻磨去其表面氧化物。注意不要划伤表面。

所有接线端、连线连接、电流互感器、辅件及电缆需用 **45NM** 的扭矩紧固。

用户的外接电缆需用 8.8 级钢质螺钉及防震垫圈固定在

接线端上。

运行过程中应定期检查以确保正确的扭矩设定。

请参照下列表格的扭矩设定

机座号	孔径	螺钉尺寸	扭矩 Nm
4	-	12	45
5	13	12	50
6	17	14	70
7	17	16	90

表 3

5.4 接地

发电机出厂时，其中性线未连至发电机机座。接线盒内靠近主线端处有一个接地端子。如果运行时中线要接地，用户需用一个接地导体(其横截面为引线电缆的一半)将中性线端子和接地端子连起来。发电机组的供货商应确保发电机机座和公共底盘都连至接线盒内的接地端子上。

小心！

请参阅当地电力规定及安全规范，确保正确接地。

5.5 保护

最终用户和其供货商有责任确保整个控制系统保护符合当地电力管理机构或安全规则的要求。

为了确保控制系统的设计，系统设计方可向本公司索取各种故障电流曲线以及发电机的电抗值，以便计算故障电流。



警告！

安装或保护系统设置不妥，会造成人身事故和/或设备损坏，安装者必须具备电力安装资格。

5.6 调试

在开始启动发电机组前，需确保所有外接电缆安全可靠，并已按机组成套公司提供的运行前检查事项彻底检查发电机组。

发电机如带有空气过滤器，在开机前需将过滤器充油，充油步骤参阅 7.3.2 维护部分。

发电机 AVR 控制在机组成套公司试验时已调好，一般不需再调节。

在试运行中如发生不正常现象，请参阅维护和保养部分

中“故障查找”步骤(7.4节)。

第六章

附件

发电机的控制附件为任选件，可根据用户需要安装于出线盒内。如果在出厂时附件就已安装，则此书后面附有接线示意图。如附件为另外提供，则随附件会有安装步骤指导。

下表为各种 AVR 可配的附件：

AVR 型号	并联运行下垂或非静差装置	手动电压调整器	功率因数控制数	电流限制装置
SX440	√	×	√	×
SX421	√	×	√	×
MX341	√	√	√	×
MX321	√	√	√	√

表 4

6.1 远距离电压调节(所有 AVR 型号)

发电机可安装一个远距离电压调节电位器(手动微调)。该调节电位器连至 AVR 端子 1-2 上。

这两个端子一般是连着的。当用远距离调节电位器时，端子 1-2 间连线需拆除。

SX440 型和 MX341 型 AVR 端子 1-2 的连线连结在 AVR 背后相邻的两个接线端子块上。

SX421 型 AVR 和 MX321 型 AVR 端子 1-2 的连线在 AVR 接线端子上。

6.2 发电机并联操作

了解以下关于并联运行的注意事项，对安装和设置调差装置非常重要。当发电机和其它发电机并联运行或和电网并网时，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。

一旦并联运行，每台发电机至少需要电压表、电流表、功率表(用以检测每台发电机总功率)、频率表等仪表，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。

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。

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，请参阅机组成套公司说明书。

6.2.1 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着功率因数下降(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“下垂调节”电位器即可增加下垂。

下图所示为下垂调节在两台发电机并联系统中的作用：

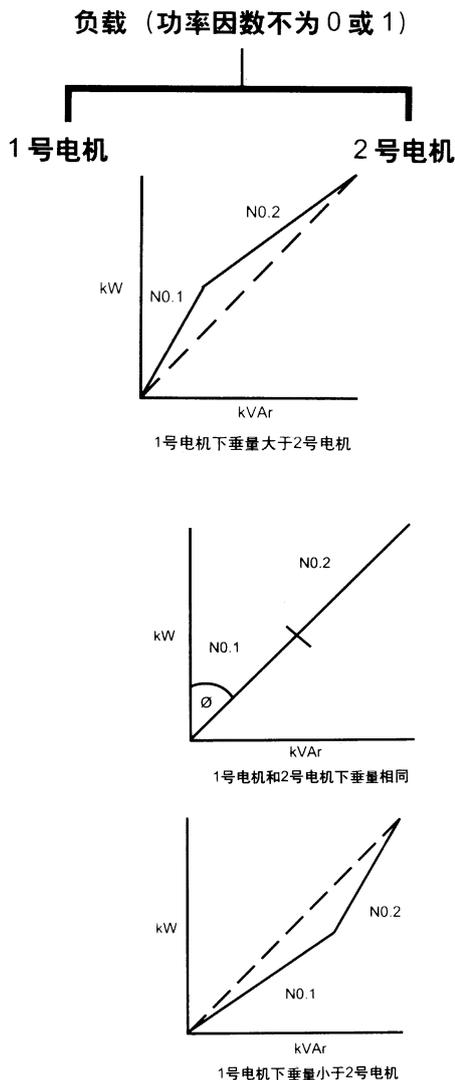


图 8

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，则该装置已测试，能确保正确的极性，并已设置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。

尽管发电机出厂时已作出标准下垂设置，但建议用户仍按以下步骤重新进行设置。

6.2.1.1 设置步骤

根据不同的负载，应采用下列设置，以下数值都以额定电流为基准。

功率因数为 0.8 时(额定电流时) 下垂值需设定为 3%

功率因数为 0 时(额定电流时) 下垂值需设定为 5%

在低功率因数负载下设置下垂最为精确。

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，按上表调节“下垂调节”电位器，顺时针旋转将增大下垂量。

关于电位器的位置，请参阅图 4a-4d。

注 1: 反接电流互感器将使发电机电压随负载上升。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。若发电机反转，则 S1-S2 也需反接。

注 2: 将所有发电机电压设置为相同值非常重要，至于下垂调节的精度是次要的。

注 3: 当一台发电机单独运行时，若设置下垂调节为功率因数 0.8 满负载时，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油短缺，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，以触发主断路器。
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，以触发主断路器。

6.2.2 非静差控制

当发电机并联运行时，“下垂”电流互感器能使发电机具有正常的电压调整率。

非静差控制的功能只有在发电机出厂时已安装下垂调差装置才能具备，如在订购中已注明需非静差装置，则在本手册后面会提供接线图，该图详述了现场安装所需的线路连接。最终用户需自备一短路开关，以便将下垂电流互感器副边短路。

重要! 当用非静差控制时，电流互感器边接线端子 S1-S2 间必须连一个短路开关。该开关在下列情况下必须闭合

- 1.当发电机组不运行时。
- 2.当发电机组单机运行时。

如需将发电机从标准的水垂特性转变为非静差控制，可向制造厂索取接线图。

该控制的设置步骤和水垂设置完全一样(参见 6.2.1.1

部分)。

6.3 手动电压调节器 (MVR) (MX341 型、MX321 型 AVR)

这个附件为 AVR 故障时的应急励磁系统。

该系统由永磁发电机 (PMG) 提供电源, 由手动控制励磁电流, 与发电机的电压和频率无关。

该系统有“手动”、“关闭”、“自动”三个功能开关。

“手动” (MANUAL)

将 MVR 输出电流送至励磁机。发电机的输出由人工通过调节励磁电流控制。

“关闭” (OFF)

将励磁机和 MVR 及正常工作的 AVR 都切断。

“自动” (AUTO)

将正常工作的 AVR 输出送至励磁机, 发电机的输出通过 AVR 控制在预设电压上。

6.4 过电压灭磁开关 (SX421 型及 MX321 型 AVR)

当传感失灵或 AVR 内部故障引起发电机过电压时, 该装置能切断励磁源。

在 MX321 型 AVR 上, 该装置作为附件散装提供, 可安装在控制屏上。

在 SX421 型 AVR 上, 这个断路装置随机提供, 通常安装在发电机内。

重要! 当断路器散装提供时, AVR 辅助端子块上 K1-K2 端子间有一连线, 以确保正常的 AVR 控制。当需连上该断路装置时, K1-K2 间连线需拆除。

6.4.1 重新恢复断路器

当发电机失去输出电压而引起断路器跳闸时, 必须用手动恢复断路器。当断路器断开时, 开关显示“OFF”, 手动恢复即将开关位置设置为“ON”。



警告!

AVR 盖板拆下后, 若发电机组还在转动, 则出线端上还带电, 必须等机组完全停止并切断发动机启动线路后, 才能重新恢复断路器。

当断路器装在发电机内时, 需拆下 AVR 盖板方可操作断路器。

根据 AVR 的安装位置不同, 断路器可能在 AVR 左边或右边的 AVR 安装支架上。在完成恢复断路器后需盖上 AVR 盖板, 然后才能启动发电机组。如果此时发电机无法正常工作, 请参阅 7.5 节。

6.5 限流器——MX321 型 AVR

限流器和 AVR 线路连接, 对故障电流进行限位调整。发电机每相都装有一个电流互感器, 对任何线间或相间故障电流限位。

注: W 相的电流互感器也能提供“下垂”功能。下垂功能与限流功能无关, 其设置请参阅 6.2.1.1。

AVR 上有一个“限流调节”电位器, 用于调节电流限位。电位器的位置, 参见图 4d。

如限流互感器在出厂时已安装, 则已按订货时要求设置好, 不需再调节。如需调节电流限位, 请按 6.5.1 节中的步骤进行设置。

6.5.1 设置步骤

将发电机运行于空载状态, 调节并设定发动机转速至额定值。

关闭发电机组, 将 AVR 辅助接线块上的端子 K1-K2 间连线去掉, 并接上一个 5A 的开关。

将“限流调节”电位器逆时针旋转到底, 并用短路装置将发电机三相输出短接。同时需要准备一个三相钳型电流表来测量线圈电流。

将 K1-K2 间开关开路, 启动发电机组。

然后合上 K1-K2 间开关, 顺时针旋转“限流调节”电位器, 直到钳型电流表显示欲设定的限位电流。一旦设置完成, 立即切断 K1-K2 间开关。

万一在设置过程中突然电流消失, 则是因为内置 AVR 的内保护线路的自保护措施。此时应关掉机组, 打开 K1-K2 间开关。然后重新启动机组, 在 K1-K2 间开关开路状态下运行 10 分钟, 冷却发电机绕组, 然后按上述步骤重新设置电流限位。

重要! 如不按步骤冷却绕组, 将引起绕组过热, 导致一系列的损坏。

6.6 功率因数控制器 (PFC3)

该附件主要是为需要发电机与电网并联运行的应用而设计的。该装置并不包括对电网失压或发电机失励的保护，因此系统设计者需考虑合适的保护措施。

该电子控制装置需要“下垂”线路及无功电流互感器。当该装置随机出厂时，本手册后面将有接线图指明正确的接线方法，提供的说明中有关于如何设置功率因素控制器的详细步骤。

该装置监测发电机输出电流的功率因数，并通过励磁的调节，使功率因数保持恒定。

如果将监测点改至电网电缆，该装置也可用于控制电网的功率因数。具体细节请与本厂联系。

如需要也可用该装置控制发电机的无功功率。具体细节请与本厂联系。

第七章

维护与保养

作为例行维护程序的一部分，建议定期检查绕组情况（特别是在发电机长期未使用时）和轴承情况（参照 7.1 和 7.2 部分）

若发电机装有空气过滤器，要求对空气过滤器作定期检查和保养（参照 7.3）。

7.1 绕组状况

引  警告! 已	维护与故障查找步骤的操作不当可能起严重的人身伤亡。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
	断开，并断开防冷凝加热器的电源。

典型绝缘电阻值的参照准则

以下为绝缘电阻值的通常规定，包含了从新机器到维护保养的参照绝缘阻值。

新机器

发电机的绝缘电阻，连同其它一些重要参数，在发电机生产过程中已经过检测。然后根据运输方式的不同，发电机采用合适的包装运至发电机组组装厂。在组装厂发电机应按推荐的环境条件贮放在合适的地方。

然而，即使这样依然无法绝对保证发电机的机组装配线上时仍能具有在发电机出厂时的 $100M\Omega$ 的绝缘值。

在发电机组组装厂

发电机的运输及贮存应确保发电机在机组组装时保持干燥状态。如果贮存条件较好，则发电机的绝缘阻值应在到达 $25M\Omega$ 。

如果一台新的或未用过的发电机的绝缘值低于 $10M\Omega$ ，那么在机组运抵最终用户前必须经过以下方法之一烘干处理。

维护保养期间的发电机

发电机在具有绝缘电阻 $1.0M\Omega$ 时，即可可靠运作。如果一台较新的发电机具有如此低的绝缘电阻，则可能是不恰当的运行或贮存所造成。

任何短期的绝缘电阻值下降，都可采用以下方法之一来恢复。

7.1.1 绕组状态评估

小心!	在该测试过程中，AVR 应切断，绕阻温度探测器 (R.T.D.) 应接地。
------------	--

绕组的状态可以由检测相间及相对地间的绝缘电阻来评估。

在如下情况之一，应检测绕组绝缘：

1. 作为定期维护计划的一部分。
2. 当机组长期未运行时。
3. 当怀疑绝缘电阻低时，如绕组潮湿或太脏。

当因绕组过分潮湿或肮脏而怀疑绝缘电阻低时，需格外小心。应该用低压（500V）的兆欧表来进行绝缘电阻的最初检测。如果用手动操作，一开始应缓缓转动兆欧表手柄以避免测试全电压全部加在绕组上，持续时间应足以能判断绕组绝缘状况好坏。

兆欧表全电压试验或其它形式的高压试验应在绕组干燥或清洗（如有必要）后进行。

绝缘测试的步骤

将所有电子部件，如 AVR、电子保护装置等的连线断开。如装有绕组温度探测器（RTD）则应将之接地。并将旋转整流装置上的二极管短路。请注意在系统中是否存在任何部件会导致读数不正确或可能被试验高压损坏。

绝缘测试应按照试验仪器的操作手册进行。将所测得的所有相间、相对地间的绝缘电阻值和上述不同寿命阶段的参照值相比，最低值应大于 $1.0M\Omega$ 。

如果通过一种或多种方法确认绝缘电阻太低，则应按下

列方法，将绕组烘干。

7.1.2 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。可以简单地将发电机组在 AVR 连接线 K1、K2 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 $1.0M\Omega$ ，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。当该值如达到“典型的干燥曲线”一节中所规定的数值，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。

如机组不立即运行，则应确保发电机装上防凝冷加热器并已通电工作。在下次运行前，仍需检测绝缘电阻。

短路方法

注意：该过程只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。

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 2.0 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电流的 80%。

每隔 30 分钟，请执行下列检测：

将机组停下，断开外接励磁直流电源，然后检测并记录定子绕组绝缘电阻并制成图表。所测得的图形应和典型曲线比较，当绝缘电阻值达到“典型的干燥曲线”一节中所规定的数值，则烘干过程即已完成。

一旦绝缘电阻值达于 $1.0M\Omega$ ，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。如机组不立即运行，则应确保发电机装上防凝冷加热器并已通电工作。在下次运行前，仍需检测绝缘电阻。

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。

典型的烘干曲线

不管用何种方式干燥发电机，均应每隔半小时记录一次绝缘电阻值，并将记录绘制成如下所示图形。（图 9）

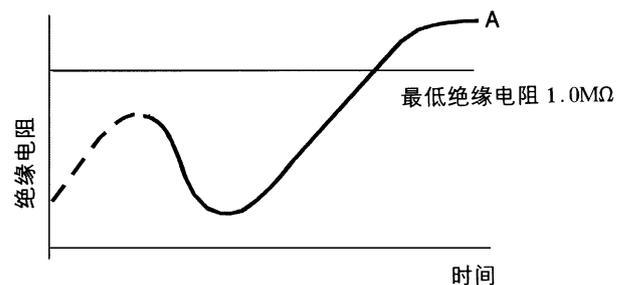


图 9

上图显示了一台很潮湿的发电机的典型干燥曲线。该图显示了绝缘电阻值短时上升，接着下降，然后渐渐地升至一个稳定值。点 A 处，即稳定状态的绝缘值必须大于 $1.0M\Omega$ 。（如果绕组仅是轻微受潮，图中点线部分可能会观察不到）

通常达到“A”点所需时间如下（作参考）：

FLD16 / 18	1 小时
FLD22 / 27	2 小时
FLD4、5、6、7	3 小时

在达到“A”点后，干燥过程至少持续 1 小时。

请注意：如绕组温度上升时，其绝缘电阻值将大幅度下降。以上绝缘电阻参照值是在绕组温度 $20^{\circ}C$ 时的数值。

如果经过上述干燥过程，绝缘电阻值仍低于 $1M\Omega$ ，则应进行线圈极化试验。

如果所有部件都无法满足 $1.0M\Omega$ 的绝缘电阻，则线圈需重新绕制或者重新清洗发电机。

在最低绝缘值要求未达到前，千万不可将发电机投入使用。

绕组烘干后应重新测试绝缘电阻，以确保满足上述最低电阻的要求。重新测试主定子绝缘电阻时推荐用以下方式：

将中线分开。

将 V 和 W 相接地，测 U 相对地电阻。

将 U 和 W 相接地，测 V 相对地电阻。

将 U 和 V 相接地，测 W 相对地电阻。

若未达到最小值 1.0 兆欧，必须继续烘干并重复测试步骤。

ISO8528—9 规定了一个宽带频率波段，该波段为 2Hz 至 300Hz。下列表格是摘自 ISO8528—9。该简化了的表格列出了不同容量及转速机组的振动限值。

7.2 轴承

发电机装有下列两种轴承型式之一。

轴 承 形 式		
FLD / FLDK / FLDM	可加润滑油式*	封闭式**
4	无	标准
5	可选	标准
6	可选	标准
7	标准	无

表 5

* 所有的轴承都已预装了 Kluber Asonic GHY72 型油脂

** 封闭式轴承完全封闭，不必加油脂

轴承寿命

重要！轴承的寿命与工作条件和环境有直接关系。

重要！发动机的振动过大或由于机组对中不好而使轴承受到侧向力，从而降低轴承寿命。如果振动超过 BS5000—3 或 ISO8528—9 的规定值，轴承寿命会降低。请参阅以下“振动”的评述。

重要！长期存放在有振动的环境下，使发电机被迫振动，从而产生布氏球印效应，即使钢球变形并在滚道上产生凹痕，从而导致过早的损坏。

重要！非常潮湿的气候或潮湿的环境可使润滑脂乳化，从而引起腐蚀，使轴承过早损坏。

轴承状况的监测

法兰德公司建议用户使用监测装置来检查轴承状况。最好的办法为将最初运行时的数值作为基准，定期检测轴承，了解其磨损趋势。这样才可能有计划地在机组或发动机维护期间安排轴承更换。

法兰德发电机在设计时已确保能承受发电机组的振动水平，满足 ISO8528—9 及 BS5000—3 的要求（ISO8528 要求检测整个频率波段，BS5000 则要求检测振动的最高的频率幅值）。

BS5000—3 的定义

发电机需能连续承受在 5Hz 至 8Hz 间振幅为 0.25mm 的线性振动及 8Hz 至 200Hz 间速度为 9.0mm / s 的振动，该振幅或速度可在发电机任何壳体或机座上测得。此限值为各种复杂振动波形的最高的频率幅值。

ISO8528—9 的定义

振动值在发电机上测得				
电机速度	机组输出容量 KVA	振 动幅 值 mm(rms)	振 动速度 mm/s(rms)	振动加速度 m/s ² (rms)
4 极 1500 转/分 50Hz 1800 转/分 60Hz	≤10KVA	—	—	—
	>10KVA ≤50KVA	0.64	40	25
	>50KVA ≤125KVA	0.4	25	16
	>125KVA ≤250KVA	0.4	25	16
	>250KVA	0.32	20	13
6 极 1000 转/分 50Hz 1200 转/分 60Hz	≥250KVA ≤1250KVA	0.32	20	13
	>1250KVA	0.29	18	11
频率波段为 2Hz-300Hz				

表 6

重要！超过上述任一限值将加重轴承的磨损，影响轴承寿命。这将导致发电机的保用条款无效。如果有任何疑问，请和法兰德电机科技有限公司联系。

如果发电机组振动超过上述限值。

1. 请咨询机组装配厂，他们应复查机组设计以尽可能减小振动。
2. 请与法兰德公司联系，共同商讨因振动超标对轴承及发电机寿命的影响。

当法兰德公司接到以上要求或认为需要，将和机组装配厂共同协作，以寻找满意的解决方法。

轴承的“运行寿命”

轴承制造商们认为轴承的“运行寿命”，决定于很多他们所无法控制的因数，因此他们无法明确地给出一个“运行寿命”。

尽管“运行寿命”无法承诺，但可以根据机组设计给出一个最大值。对于机组实际应用的理解可帮助最终用户最大限度地延长轴承使用寿命。特别注意机组对中，降低振动水平，使用环境的保护，定期维护及监测程序。

新时代公司尽管无法给定期一个精确的轴承寿命值，但可根据轴承的设计寿命，使用的润滑脂及轴承及润滑脂厂商的建议，给出一个实用的更换周期。

对于一般的应用场合，即振动不超过 ISO8528—9* 及

BS5000—3 的规定，同时环境温度不超过 50℃，以下的估计值可在计划轴承更换时作参考。

* 见振动一节

封闭轴承 大约 30, 000 小时
可加润滑脂轴承 大约 40, 000 小时

(以上数值基于正确的维护保养，并且在所有轴承中只可使用 KLuber Asonic GHY72 型油脂)

需要着重指出，保养完好的轴承在好的环境下运行时，即使超过上述期限，仍能正常运转。请记住，随着时间的推移，轴承损坏的可能性也随之增大。

如果对江苏法兰德交流发电机有限公司生产的发电机的轴承寿命有任何疑问，直接和法兰德工厂联系。

联系地址见封底。

7.3 空气过滤器

空气过滤器为发电机的标准可选件，可用于去除空气中的颗粒尘埃。对于 6、7 机座号，空气过滤器必须随机一起订购，对于 4、5 机座号，则可以后加装。

空气过滤器在机组使用之前需充油处理（见 7.3.1 节）

空滤器维护时间根据现场条件的恶劣程度决定，应定期检查其滤网部件，以决定是否需清洗。



拆卸空滤部件时会碰到带电部件，只有在停机后才能拆卸部件。

危险!

7.3.1 清洗过程

从空滤器罩内拆下滤网，用合适的除油剂浸泡或冲洗部件直至滤网干净，也可选用带有扁平喷嘴的高压软管，

牢牢握住喷嘴，从滤网干净面(精细网面)向外清洗。最好使用热水，但根据污染程度也可用冷水。

将滤网对着光线看，可检查其净度。

清洗完时应看不见模糊区域，充油前应确保滤网完全干燥。

7.3.2 充油

最好把已干燥的部件浸在装有“Filterkote Type K 型”润滑油或商业用润滑油 SAE20/50 的浸渍槽内充油，请勿使用粘度过高或过低的润滑油。

在把滤网重新安装到过滤器罩内并开始使用前，应将润滑油全部滴尽。

7.4 故障查找

重要! 在执行任何故障查找步骤前先检查所有连线是否断开或松脱。

本手册所包含的发电机有 4 种型号的励磁控制系统，包含 4 种 AVR。励磁系统由 AVR 型号和发电机机座号代码的最后一个数字来指明。参照发电机铭牌，然后按下下列指定的分条目执行：

数字	励磁控制	分条目
4	SX440AVR	7.4.1
4	SX421AVR	7.4.2
3	MX341AVR	7.4.3
3	MX321AVR	7.4.4

7.4.1 SX440 AVR——故障查找

机组起始时无电压	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查接线 K1—K2。 2. 检查转速。 3. 检查剩磁电压，参照 7.4.5。 4. 按外接励磁试验法步骤检查发电机和 AVR，参照 7.5。
空载或负载时电压不稳定	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查转速稳定性。 2. 检查稳定性设置，参阅 4.6。
空载或负载时电压过高	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查转速。 2. 检查发电机负载是否容性负载(功率因数超前)。
空载时电压过低	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查转速。 2. 检查接线 1—2 或外接手动微调是否连接完好。
负载时电压过低	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查转速。 2. 检查 UFRO 设置，参照 4.7.1.1。 3. 按外接励磁试验法步骤检查发电机和 AVR。参照 7.5。

表 7

7.4.2 SX421AVR——故障查找

机组起始时无电压	<ol style="list-style-type: none"> 1、检查断路器是否在 ON 位置，参照 6.4.1。 2、检查转速。 3、检查剩磁电压，参照 7.4.5。 4、按外接励磁试验法步骤检查发电机和 AVR，参照 7.5。
空载或负载时电压不稳定	<ol style="list-style-type: none"> 1、检查转速稳定性。 2、检查稳定性设置，参阅 4.6。
空载或负载时电压过高	<ol style="list-style-type: none"> 1、检查转速。 2、检查接线 1—2 或外接手动微调是否连接完好，检查接线 7—8 和 P2—P3 是否连接完好。 3、检查发电机负载是否容性负载(功率因数超前)。

空载时电压过低	1、检查转速。 2、检查接线 1—2 或外接手动微调是否连接完好。
负载时电压过低	1、检查转速。 2、检查 UFRO 设置，参照 4.7.1.1。 3、按外接励磁试验法步骤检查发电机和 AVR，参照 7.5。
加载时电压/转速过度下跌	1、检查调速器反应。 2、参照发电机组手册，检查“下垂(DIP)”设置，参照 4.7.1.4。

表 8

7.4.3 MX341 AVR——故障查找

机组起始时无电压	1、检查辅助接线柱上 K1—K2 之连接。 2、按外接励磁试验法步骤检查发电机和 AVR，参照 7.5。
机组运行时电压跌落	首先停止，再重新启动机组。若无电压或在短时间内电压消失，则按外接励磁试验法程序执行，参照 7.5。
发电机电压过高，紧接着电压消失	1、检查 AVR 感应电缆的连接是否完好。 2、参照外接励磁试验法程序，参照 7.5。
空载或负载时电压不稳定	1、检查转速稳定性。 2、检查“稳定性调节(STAB)”设置，参照负载试验步骤，参照 4.6。
负载时电压过低	1、检查转速。 2、若转速正常，检查 UFRO 设置，参照 4.7.1.1。
加载时电压/转速过度下跌	检查调速器反应，参照发电机组手册，检查“下垂(DIP)”设置，参照 4.7.1.4。
加载时电压恢复缓慢	检查调速器反应，参照发电机组手册。

表 9

7.4.4 MX321AVR——故障查找

机组起始时无电压	1、检查辅助接线柱上 K1—K2 之连接。 2、按外接励磁试验法步骤检查发电机和 AVR，参照 7.5。
电压建立十分缓慢	检查“建压时间调节”设置。参照 4.7.1.5。
机组运行时电压跌落	首先停止，再重新启动机组。若无电压或在短时间内电压消失，则按外接励磁试验法程序执行，参照 7.5。
发电机电压过高，紧接着电压消失	1、检查 AVR 的感应电缆的连接是否完好。 2、参照外接励磁试验法程序，参照 7.5。

空载或负载时电压不稳定	1、检查转速稳定性。 2、检查“稳定性调节(STAB)”设置，参照负载试验步骤，参照 4.6。
负载时电压过低	1、检查转速。 2、若转速正常，检查 UFRO 设置，参照 4.7.1.1。
加载时电压/转速过度下跌	检查调速器反应，参照发电机组手册，检查“下垂(DIP)”设置，参照 4.7.1.4。
加载时电压恢复缓慢	检查调速器反应，参照发电机组手册。检查“恢复时间延迟(DWELL)”设置，参照负载试验 4.7.1.4。

表 10

7.4.5 剩磁电压检查

本程序适用于装有 SX440 或 SX421 AVR 的发电机。

在机组静止时拆下 AVR 盖板并在 AVR 拆下 X 和 XX 连线。

启动机组并测试 AVR 下列接线柱间电压。SX440 或 SX421AVR：接线柱 P2—P3。

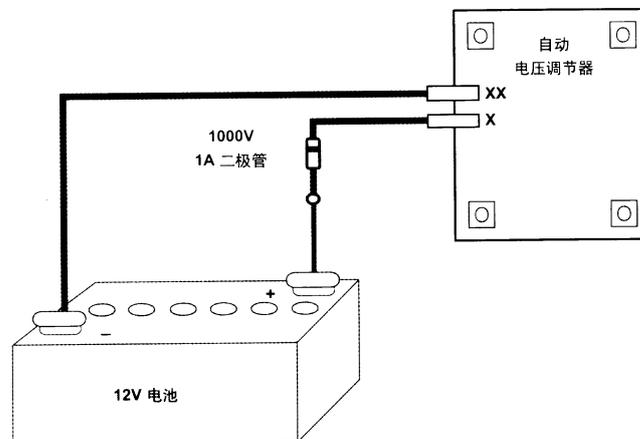
停机，重新接上 X 和 XX 导线。如果测得电压大于 5V，则发电机应能正常工作。

若测得电压低于 5V，则按下列步骤执行。

7.4.6 瞬间充磁以恢复剩磁

用一个 12V 直流电池，负极接 AVR 的 XX 接线柱，正极通过一个二极管接 AVR 接线柱 X。如图 10。

重要！ 必须使用以下所示二极管，以保证 AVR 不被损坏。



重要！ 若用机组的蓄电池来充磁，则发电机主定子中线不准接地。

重新启动机组并记录主定子输出电压，该电压应接近于额定电压，或者 AVR 接线柱 P2—P3 间的电压应介于 170—250V。

停机，断开 X 和 XX 接线柱的电池供电。重新启动机组，此时发电机应能正常运行。若发现仍无电压，则可认为在发电机或 AVR 线路中有问题，请按外接励磁试验法程序检查发电机绕组、旋转二极管和 AVR。参照 7.5。

7.5 外接励磁试验程序

用下列相应部分可检查发电机绕组、二极管组件和 AVR。

7.5.1 发电机绕组、旋转二极管和永磁发电机 (PMG)

重要！ 下页表中的电阻值适用于标准绕组。若有发电机绕组或电压不在指定范围之内的，请询问制造商，以取得详细资料。确保所有断开的线头均绝缘好并且不准接地。

重要！ 不正确的转速设置会使电压输出产生均衡的偏差。

检查永磁发电机 (PMG)

启动机组并以额定转速运行。

测量 AVR 的 P2、P3 和 P4 接线柱间电压，所得电压应均衡并在下列范围内：

50Hz 发电机：170—180V

60Hz 发电机：200—216V

若电压不均衡请停机，从非驱动端盖处移开 PMG 的金属罩，并将 PMG 输出导线的多脚插件断开。检查 P2、P3、P4 连线是否完好。在输出端测量 PMG 定子电阻，所测电阻值应在 $2.3\ \Omega \pm 10\%$ 内均衡。若电阻不均衡和/或不正确，PMG 的定子须更换。若电压均衡但偏低，并且测得 PMG 定子绕组电阻值正常，则 PMG 的转子须更换。

检查发电机绕组和旋转二极管

本程序在下列前提下执行：将 X 和 XX 导线从 AVR 上断开或从互感器整流电桥上断开，并且用一个 12V 直流电源供电至导线 X 和 XX。

启动机组并以额定转速运行。

从主输出端 U、V、W 处测量电压，若测得电压均衡并在发电机额定电压的 $\pm 10\%$ 内，参照 7.5.1.1。

从 AVR 接线柱 6、7 和 8 处测得电压应均衡并介于 170—250V 之间。

若在主输出端测得的电压是均衡的，但从 6、7、8 接线柱测得的电压不均衡，请检查 6、7、8 连线是否完好。

如 AVR 为 MX321 型，则应检查隔离变压器的绕组，若发现问题，该变压器须更换。

若所测电压不均衡，参照 7.5.1.2。

7.5.1.1 主输出端电压均衡

若在主输出端测得的电压在 1% 内均衡，可认为所有励磁绕组、主绕组和主旋转二极管均完好，并可认为问题在 AVR 或隔离变压器控制上。试验步骤参照 7.5.2 程序执行。

若电压均衡但过低，则是主励磁绕组或旋转二极管组件有故障，请按下列步骤执行以确定：

整流二极管

在主整流组件上的二极管可用万用表测量。连到二极管的软导线应在接线柱处断开，测量其正反向电阻。完好的二极管应该有一个非常大的（无穷大）反向电阻和很低的正向电阻，已损坏的二极管在用 $10000\ \Omega$ 档测量时正反向均有满偏或正反向读数均无穷大。在数字式电表上，完好的二极管在两个方向测量时会有一个较低读数和—一个较高读数。

更换损坏的二极管

整流组件是分装在两块板上的，分正极和负极。主转子通过这两块板连至整流组件，每块板带有 3 个二极管，负极板上带有负向偏置二极管，正极板上带有正向偏置二极管。注意相应板上安装的二极管极性必须正确。安装二极管需保证良好的机械和电气联结，必须安装牢固，但又不可过紧。推荐坚固扭矩为 4.06—4.74Nm (36—42Lb·in)。

浪涌抑制器

浪涌抑制器是一金属氧化物压敏电阻，通过两块整流板连接至二极管，以防止绕组中瞬时逆向电压损坏二极管。该装置无极性，用普通电阻表测量时，在正反向均显示一个实际的无穷大读数。若已损坏可检查出来，因为它通常都损坏至短路并有碎裂痕迹。若损坏，请更换。

主励磁绕组

若经过对整流组件的调整和更换后，在外接励磁时输出电压仍然过低，则应检查主转子励磁定子和励磁转子的绕组（参阅电阻表），其中必定有一组绕组有问题。励磁定子电阻可由 X 和 XX 接线端测得。励磁转子绕组引出线连接在 6 个螺栓上，这 6 个螺栓同时也是二极管的接线柱。主转子绕组连接在现场整流板上。检测之前相应的引线必须断开。

电阻值应在下表给定值的±10%范围内：

4 极 发 电 机			
机座号	主转子	励磁机定子	励磁机转子
4-4C	0.91	18	0.136
4-4D	1.04	18	0.136
4-4E	1.17	18	0.136
4-4F	1.35	18	0.136
5-4C	1.55	17	0.174
5-4D	1.77	17	0.174
5-4E	1.96	17	0.174
5-4F	2.16	17	0.174
6-4G	1.75	17	0.096
6-4H	1.88	17	0.096
6-4J	2.09	17	0.096
6-4K	2.36	17	0.096
7-4E	1.25	17	0.096
7-4F	1.4	17	0.096
7-4G	1.64	17	0.096
7-4H	1.75	17	0.096

表 11

6 极发电机			
机座号	主转子	励磁机定子	励磁机转子
6-6G	1.12	17	0.2
6-6H	1.33	17	0.2
6-6J	1.5	17	0.2
6-6K	1.75	17	0.2
6-6E	2.33	17	0.2
6-6F	2.83	17	0.2
6-6G	3.25	20	0.28

表 12

7.5.1.2 主输出端电压不平衡

若电压不平衡，则表明主定子绕组或接到断路器上的主电缆有问题。注：当施加励磁时，定子绕组和主电缆的故障也可能会引发明显的发动机负载增加。断开主电缆并拆开绕组引线 U1-U2, (U5-U6), V1-V2, (V5-V6), W1-W2, (W5-W6)，使每相绕组分隔开。

注：下标 5 和 6 引线只用于 12 组线圈的绕组。

测量每相电阻，测得的电阻值应均衡，且在下表给定值的±10%范围内：

主定子相电阻				
4 极发电机				
相电阻值				
机座号	绕组 311 1-2 或 5-6	绕组 12 1-2	绕组 17 1-2 或 5-6	绕组 07 1-2
4-4C	0.0085	无	0.0115	无
4-4D	0.006	无	0.01	无
4-4E	0.0045	无	0.0075	无
4-4F	0.0045	无	0.0052	无
5-4C	0.0034	无	0.0105	无
5-4D	0.0028	无	0.0079	无
5-4E	0.0024	无	0.0068	无
5-4F	0.0019	无	0.0049	无
6-4G	0.0019	0.0034	无	0.0055
6-4H	0.0013	0.0025	无	0.0036
6-4J	0.0012	0.0022	无	0.003
6-4K	0.0010	0.0017	无	0.0026
7-4E	无	0.0016	无	0.0026
7-4F	无	0.0013	无	0.002
7-4G	无	0.0009	无	0.0015
7-4H	无	0.0008	无	0.004

表 13

6 极发电机				
相电阻				
机座号	绕组 311 1-2 或 5-6	绕组 12 1-2	绕组 17	绕组 17 1-2
6-6G	0.005	0.009	无	0.015
6-6H	0.0032	0.0063	无	0.01
6-6J	无	0.0049	无	0.07
6-6K	0.002	0.0039	无	0.006
7-6E	无	0.0027	无	0.0042
7-6F	无	0.0018	无	0.0032
7-6G	无	0.0014	无	0.002

表 14

测量每一相之间和每一相对地的绝缘电阻。

不平衡或不正确的绕组电阻值和/或过低的对地绝缘电阻表明必须更换定子线圈。参照第 7.5.3 节拆卸和更换零部件。

7.5.2 励磁控制试验

7.5.2.1 AVR 功能试验

各种 AVR 均可用下列步骤测试：

1. 从 AVR 接线柱 X 和 XX (F1&F2) 上断开磁场引线 X 和 XX (F1&F2)。

2. 接一个普通 60W、240V 灯泡至 AVR 接线柱 X 和 XX (F1&F2) 间。
3. 将 AVR 上“电压调节”电位器顺时针旋转到底。
4. 将一个 12V, 1.0A 直流电源接到磁场引线 X 和 XX (F1&F2) 上, 注意正极接 X (F1)。
5. 启动机组并在额定转速运行。
6. 检查发电机输出电压是否在额定电压的±10%范围内。

在 AVR 接线或 P2—P3 (SX440 AVR、SX421 AVR) 上的电压应介于 170—250V 之间, 若发电机输出电压正常而电压过低, 则检查辅助引线和主接线柱的连接情况。

在 P2、P3、P4 接线柱上 (MX341 和 MX321 AVR) 的电压应符合 7.5.1 中的给定值。

接在 X—XX 上的灯泡应发光。在 SX440 和 SX421 AVR 中, 灯泡应持续发光。在 MX341 和 MX321 AVR 中, 灯泡应发光约 8 秒, 然后熄灭。如不熄灭, 则保护线路有故障, 应更换 AVR。当调节“电压调节”电位器至逆时针到底时, 所有规格 AVR 均应使灯泡熄灭。当灯泡不亮时, 表明 AVR 有故障, 应更换。

重要! 做完以上试验应将“电压调节”电位器逆时针方向调节到底。

7.5.3 拆卸和更换零部件

发电机全部使用公制螺纹。

小心! 当起吊单轴承发电机时, 必须注意使发电机座保持水平, 转子极易在机器中移动。若不正确地起吊, 它会滑出机座。不正确的起吊方式会导致严重的人身伤害。

7.5.3.1 防冷凝加热器

拆  **危险!** 开始做任何邻近防冷凝加热器的工作或卸装有防冷凝加热器的非驱动端盖之前, 必须关掉并安全地隔断防冷凝加热器的外电源。

7.5.3.2 永磁发电机 (PMG) 的拆卸

1. 拆下永磁发电机维修罩壳。
2. 在维修罩壳内多路连接器上断开 P2、P3、P4。
3. 拆下 4 个螺钉和定子座 (机座 4、5 和 6) 或定子组件 (机座 7) 的压块。
4. 小心地将定子组件或定子座从止口拍出。

注意! 强磁性的转子会吸附在定子铁芯上, 必须小心避免损坏绕组。

5. 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。

注意! 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。

重要! 不准拆卸转子。

重新装配是上述步骤的逆序, 但必须注意下列几点:

1. 确保磁性转子无金属屑或金属粒子。
2. 由于强磁吸附, 装配时必须注意避免定子组件损伤。

7.5.3.3 拆卸轴承

重要! 旋转主机转子, 以使转子的一个完整极面朝下。如装有永磁发电机, 则应先将其定子拆下。

本手册中的发电机的轴承结构为如下三种型式之一。在双轴承的发电机上可能装有两种不同的结构。(见表 15、16)

非驱动端轴承结构				
	FLD 4	FLD 5	FLD 6	FLD 7
可注滑油脂轴承	无	可选	可选	标准
带轴承座的封闭轴承	无	无	标准	无
不带轴承座的封闭轴承	标准	标准	无	无

表 15

驱动端轴承结构				
	FLD 4	FLD 5	FLD 6	FLD 7
可注滑油脂轴承	无	可选	可选	标准
带轴承座的封闭轴承	标准	标准	标准	无
不带轴承座的封闭轴承	无	无	无	无

表 16

拆卸轴承可在转子移出后或在拆卸端盖后进行。

在拆卸过程中, 请注意各部件的安装位置

轴承更换

环境

在拆卸及更换轴承过程中, 请尽可能保持发电机四周区域的干净。杂质污染是造成轴承损坏的一个主要原因。

设备

- 合适的清洁剂
- 二爪或三爪轴承拉模
- 薄型防护手套
- 不起毛的擦洗布
- 感应加热器

准备

如装有永磁发电机则拆下

如装有注油管则拆下

旋转发电机转子，使转子的一个完整极面朝下

拆下端盖，见 7.5.3.4 节的步骤

注：不需要将转子移出

拆卸可注润滑油轴承。

轴承是压装在轴上的，可以用标准工具拆卸，如二爪或三爪的手工或液压轴承拉模。

拆卸轴承步骤如下：

1. 拆下固定轴承盖的 4 个螺钉。
2. 拆下轴承盖。
3. 非驱动端——拆下波形垫圈及弹簧挡圈（仅适用于单轴承）。
4. 将轴承座与轴承一并拆下（如装有抛油环也一并拆下）。
5. 将轴承从轴承座中拆下。
6. 将旧的“O”型密封环及波形垫圈报废。

在重新安装前，轴承盖和轴承座必须用干净的溶剂彻底清洗干净，并仔细检查磨损状况，已损坏的部件必须更换。

安装可注润滑油轴承

注：在搬运轴承、油脂及清洗剂时，必须穿戴手套。

1. 用不起毛的擦洗布及干净的清洗剂将装配面擦洗干净。
2. 擦洗：轴承座、波形垫圈、轴承盖，所有的注油管及其安装部件（包括内、外）。在清洗后应肉眼检查是否存在杂质污染。
3. 将所有部件放置于干净的装配台面。千万不要用压缩空气来吹干多余的液体。
4. 用不起毛的擦洗布彻底清洁注油枪口的外表面。

轴承准备

1. 将轴承从包装中拆出。
2. 将轴承内外圈表面的防锈油擦尽——只能用不起毛的擦洗布。
3. 将轴承放置于装配台面上，带有轴承型号的一面朝下。

注：千万不可安装已使用过的轴承，抛油环、波形垫圈及“O”型密封圈

轴承装配（润滑，见表 17）

轴承座

1. 将规定的轴承座加油量的油脂填入轴承座内腔。
2. 将少量油脂填入轴承座密封槽内。
3. 将抗磨损润滑油（MP14002 规定：Kluber Altemp QNB50）擦于轴承室的四周，表面可用不起毛的布使表面覆盖一层，并使用干净的防护手套）。
4. 非驱动端——在轴承室“O”型密封槽中装入新的“O”型密封圈。

轴承

1. 将规定的一串轴承加油量（见表 17）的油脂置于轴承上半面（带轴承型号面的反面）。
2. 用拇指将油脂填入轴承，确保滚珠及滚珠支架间充满油脂（请使用干净的防护手套）。

将轴承装入轴承座

1. 用感应加热器将轴承座加热至高于环境温度 25°C（千万不可超过 100°C）。
2. 将轴承已加油的面对准轴承座内孔，将轴承装入轴承室，确保轴承外圈和定位台阶完全接触。

注：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）

将轴承装至轴上

轴承座

1. 用感应加热器（其它加热器都不合适）将轴承及轴承座组件加热至高于环境温度 80°C。
2. 将轴承及轴承座组件置于轴上并滑入，用力推入使轴承完全和轴承安装处轴肩相接触。
3. 将组件（连用轴承内圈）左右转动各 45°C 以确保安装同轴度。必须将轴承紧紧地固定该位置直至组件足以冷却并能自我锁定在位置上。

注：在安装端盖前，应确保轴承座彻底冷却至环境温度。

轴承盖：

将规定的轴承盖加油量的油脂填入轴承盖内腔（见表 17）

1. 将放油槽填满油脂。
2. 取少量油脂，涂抹于轴承盖的密封槽表面。
3. 非驱动端——安装弹性挡圈（仅适用于单轴承）。
4. 将抛油圈加热至 120°C，然后安装至轴上与轴承内圈紧贴。请保持紧贴直至冷却后完全固定。
5. 在轴承盖内装上波形垫圈并将轴承盖装在轴承座上。

注油管：

1. 将注油管及注油嘴充满油脂。
2. 将注油系统装上机器。

最初润滑细节 可加润滑脂轴承							
机座号	轴承位置	注油脂量					
		轴 承		轴承座		轴承盖	
5	非驱动端	65	58	33	29	33	29
5	驱动端	92	82	46	41	46	41
6	非驱动端	121	111	63	56	63	56
6	驱动端	156	139	78	69	78	69
7	非驱动端	174	154	87	77	87	77
7	驱动端	208	185	104	92	104	92

润滑油脂: Kluber Asonic GHY72

表 17

拆卸带轴承座的密封轴承。

轴承是压装在轴上的, 可以用标准工具拆卸, 如爪或三爪的手工或液压轴承拉模。

拆卸轴承步骤如下:

1. 拆下固定轴承盖的 4 个螺钉。
2. 拆下轴承盖。
3. 非驱动端——拆下波形垫圈及弹簧挡圈 (仅适用于单轴承)。
4. 将轴承座与轴承一并拆下。
5. 将轴承从轴承座中拆下。
6. 将旧的“O”型密封环及波形垫圈报废。

在重新安装前, 轴承盖和轴承座必须用干净的溶剂彻底清洗干净, 并仔细检查磨损状况, 已损坏的部件必须更换。

安装可注润滑脂轴承

注: 在搬运轴承、油脂及清洗剂, 必须穿戴手套。

1. 用不起手的擦洗布及干净的清洗剂将装配面清洗干净。
2. 擦洗: 轴承座、波形垫圈、轴承盖, 所有的注油管及其安装部件 (包括内、外)。在清洗后应肉眼检查是否存在杂质污染。

3. 将所有部件放置于干净的装配台面。千万不要用压缩空气来吹干多余的液体。
4. 用不起毛的擦洗布彻底清洁注油枪口的外表面。

轴承准备

1. 将轴承从包装中拆出。
2. 将轴承内外圈表面的防锈油擦尽——只能用不起毛的擦洗布。
3. 将轴承放置于装配台面上, 带有轴承型号的一面朝下。

注: 千万不可安装已使用过的轴承、波形垫圈及“O”型密封圈。

轴承装配

轴承座

1. 将抗磨损润滑油 (MP14002 规定: Kluber Altemp QNB50) 擦于轴承室的四周, 表面可用不起毛的布使表面覆盖一层, 并使用干净的防护手套)。
2. 非驱动端——在轴承室“O”型密封槽中装入新的“O”型密封圈。

将轴承装入轴承座

1. 用感应加热器将轴承座加热至高于环境温度 25°C (千万不可超过 100°C)。然后将新轴承装入轴承座内。装好后应能看见轴承上的型号标识。
 2. 确保轴承外圈和定位台阶完全接触。
- 注: 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)

将轴承装至轴上

1. 用感应加热器 (其它加热器都不合适) 将轴承及轴承座组件加热至高于环境温度 80°C。
2. 将轴承及轴承座组件置于轴上并滑入, 用力推入使轴承完全和轴承安装处轴肩相接触。
3. 将组件 (连用轴承内圈) 左右转动各 45°C 以确保安装同轴度。必须将轴承紧紧地固定该位置直至组件足以冷却并能自我锁定在位置上。
4. 非驱动端——安装弹性挡圈 (仅适用于单轴承) 及波形垫圈。
5. 将轴承盖装在轴承座上。
6. 转动轴承组件, 以确保自由旋转。
7. 重新安装端及永磁发电机 (如有)。

注: 在安装端盖前, 应确保轴承座彻底冷却至环境温度。

不带轴承座的封闭轴承

注:在拆卸端盖前,应确保转子的一个完整极面朝下。

准备

1. 拆下接线盒盖板。
2. 切断电缆固定绑扎带,断开励磁引线。
3. 拆下固定非驱动端接线盒板的螺钉,将该板置于接线板上方,此时 AVR 依然和接线板相连。
4. 如装有永磁发电机,只需拆下,见 7.5.3.2 节关于永磁发电机的拆卸。
5. 拆下转子止退弹性挡圈(非驱动端——仅适用于单轴承结构),将固定非驱动端盖的剩余螺钉松开。
6. 将二个 M10×60mm 的螺钉旋入水平中心线上的二个螺孔内,拧入螺钉盖直至端盖止口脱开。
请注意励磁引线及永磁发电机(如安装)引线。
7. 如果发电机未和发动机相连,可能会导致转子在定子中被拖移,为了避免此事发生,可以在驱动端风扇和机座间垫入木块。
8. 用合适的起吊设备将端盖移开。
9. 拆下轴承弹性挡圈(非驱动端——仅适用于单轴承结构)。

拆卸轴承

1. 将轴承拉模装上,拉下轴承。在此过程中请确保轴承中心孔内螺纹不被损坏。
2. 用感应加热器将轴承加热至高于环境温度 80℃,然后装至轴上。在此过程中请勿使用其它加热器,加热温度勿超过环境温度 100℃。在装配前,应确保轴的配合面和轴承应干净。
3. 装上新的轴承弹性挡圈。

安装端盖

1. 将作千斤顶用的螺钉从端盖上取下,并将端盖吊至装配位置。然后将端盖装在轴承上(如需要,可加热端盖)。在此过程中,需确保励磁引线及永磁机(如安装)引线 P2、P3、P4 已穿好并定位。
2. 将转子一端吊起使端盖止口和机座止口同心。将螺钉插入并均匀地旋紧以确保正确的同轴度。
3. 安装转子止退弹性挡圈(仅用于单轴承结构)。
4. 安装永磁发电机(如有)及其保护罩壳,见 7.5.3.2 节的安装步骤。
5. 连接励磁机引线,并将所有线缆用绑扎带固定到位。然后装好接线盒板及顶盖。
6. 取出所有辅助用木块,盖上所有盖板。

注:在重新安装端盖前,应检查励磁机的电性能及外表以确保在拆卸过程中励磁机的完好。

7.5.3.4 主转子装配

单轴承电机

注意!在单轴承电机中,从原动机上拆卸或重新装上前请转动转子,使其一个极面尽可能在下端中心。

1. 拆下所有操作盖和接线盒盖。
2. 断开励磁机引线 X 和 XX,并在接线盒中辅助接线断开永磁发电机(PMG)的引线 P2、P3、P4。
3. 确保上述引线在拆卸非驱动端盖时不妨碍。
4. 拆下连接驱动端过渡接套和机座的 8 个螺栓。
5. 用吊索绕在驱动端过渡接套上,小心地从止口拍出过渡接套,慢慢移出,注意不能碰撞风扇。
6. 从非驱动端盖上拆下固定非驱动轴承座的 4 个螺栓(外面 4 个)。
7. 拆下固定非驱动端盖和机座的 8 个螺栓。
8. 用吊车吊起非驱动端盖,将两个 M10 螺钉插入端盖水平中心线上的两个螺孔内。
拧入螺钉直至端盖止口完全脱出,放低整个转子直至转子置于定子内腔中。
仍然吊紧非驱动端盖,小心地将端盖从非驱动端轴承座处拍出(注意勿使励磁定子碰伤励磁转子绕组)。
9. 为取出转子,必须用绳子吊紧驱动端并小心地移出转子,直到转子有一半伸出定子,此时可松开吊索。
10. 用吊索绑紧转子铁芯,并且将转子非驱动端抬起,小心地从定子中吊出。



吊索可能不在转子重心处,重要的是在转子两端导向。
下表列出的转子重量是吊车和吊索必须受的。
若此时转子铁芯下沉哪怕几毫米,都可能引起与定子绕组的碰撞而损坏绕组。

最小转子重量:

机座	重量
FLD4	473kg
FLD5	685kg
FLD6—4 极	1093kg
FLD7—4 极	1592kg

重新装配是上述步骤的逆序。

将单轴承转子装入定子前,请先检查法兰盘片是否损伤或已有裂缝,或有任何其它疲劳征兆。同时检查法兰盘片上用于装驱动螺钉的孔是否被拉长。

已损坏的零部件必须更换。

重新装配盘片时请保证法兰盘片的数量和厚度，此外接套螺栓的预紧扭矩依下表：

请参考发电机手册中法兰盘片与固定壳连接螺栓的扭矩设定。

机座号	法兰盘片数量	单片连接厚度	总厚度	预紧扭矩
4	4	1.2	4.8	48kgm 479Nm
5	4	1.2	4.8	48kgm 479Nm
6	6	1.2	7.2	84kgm 822Nm
7	6	1.2	7.2	84kgm 822Nm

表 18

双轴承电机

注意：转动转子，尽可能使其一个极面处于下端中心。

除有关驱动端过渡接套的第 4 和第 5 步外，拆卸双轴承转子与上述单轴承电机之步骤相似。

拆卸过渡接套的程序如下：

1. 拆下固定驱动端过渡接套与机座的 8 个螺栓，拆下驱动端盖上固定轴承座的 4 个螺栓(外面 4 个)。
2. 用吊索吊住轴伸处，以支撑转子重量，小心地将驱动端盖拍出止口位置，放低转子，使其置于定子内腔中。
3. 用吊索吊住驱动端盖，小心地将端盖从驱动端轴承座拍出，慢慢移出，注意不能碰风扇。

重新装配是上述步骤的逆序。

7.6 使机组重新工作

在排除了所有发现的故障后，拆除所有用于测试的连接，重新连接所有控制系统的连线。

启动机组并调节 AVR 上的“电压调节”电位器，缓慢地顺时针方向调节，直至电压为额定电压。

盖好所有接线盒盖和其它操作盖板，重新接好防冷凝加热器电源。

小心! 若未装好所有防护罩、操作盖板及接线盒盖，可能导致人身伤害甚至死亡。

7.7 维护

添加油脂

1. 确保注油枪口及注油嘴干净无杂质。
2. 通过注油嘴将下表规定量的润滑油脂注入轴承内。
3. 将发电机运行 10 分钟以使多余的油脂抛出。

检查非驱动端永磁发电机罩壳内是否有漏出的油脂，如需要要请擦净。

可注油轴承的注油参数				
DG/DGK	轴承位置	注油量		注油周期 (小时)
		厘米 ³	克	
5	非驱动端	33	29	4500
5	驱动端	46	41	4500
6	非驱动端	60	53	4500
6	驱动端	75	66	4500
7	非驱动端	85	75	4500
7	驱动端	100	89	4500

表 19

第八章

备件和售后服务

8.1 推荐的备件

服务备件的包装极易识别，部件上有 FLD 字样即为正宗部件。

我们为服务和保养推荐下列部件。在关键的应用领域，发电机应配备一套这样的备件。

1. 二极管一套 (6 只带浪涌抑制器的二极管)

FLD4/5	RSK5001
FLD6/7	RSK6001

2. SX440AVR E000—24030

SX421AVR	E000—24210
MX321AVR	E000—23212
MX341AVR	E000—23412

3. 轴承

非驱动端轴承部件号				
	FLD4	FLD5	FLD6	FLD7
可注润滑脂轴承	无	可选 051-01068	可选 051-01065	标准 051-01063
带轴承座的封闭轴承	无	可选 051-01068	标准 051-01071	无
不带轴承座的封闭轴承	标准 051-01072	标准 051-01072	无	无

表 20

驱动端轴承部件号				
	FLD4	FLD5	FLD6	FLD7
可注润滑脂轴承	无	可选 051-01067	可选 051-01064	标准 051-01062
带轴承座的封闭轴承	标准 051-01072	标准 051-01070	标准 051-01069	无
不带轴承座的封闭轴承	无	无	无	无

表 21

订购部件时要报出发电机的序号出厂编号和型号以及部件名称。关于这号码的位置见 1.3 节。

请将部件的订单和询价单寄至：

江苏省无锡市锡山区锡北工业园经新路 8-1 号
江苏法兰德电机科技有限公司

邮编:214194

电话:0510-88710808

网站: www.farrand.cn

8.2 售后服务

江苏法兰德电机的售服部门能提供全面的技术咨询及现场服务。公司内设有维修机构。

发电机保证条件:

交流发电机的保证期为自我司通知货妥待运之日起贰拾肆个月或自发电机第一次调试之日起十八个月（以时间短的为准）:

交货后的故障:

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的故障,经我方检测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商或我方工厂,而且运费已付,出厂编号及标记应完整无缺。

所有在保证期内修复更换的部件,将由江苏法兰德电机科技有限公司免费返回(如在中国以外的地区,则采用海运)。

我们将不承担搬运、更换任何发往我方检测的部件或安装由我方提供的替换部件所发生的任何费用。对由于没有按照我公司中在“安装使用维护手册”及“应用指南”所推荐的安装步骤或因贮不当,或由非我公司授权代理人员修理,维护或更换而造成的任何损失,我们将不承担任何责任。对于由非我公司生产的第三方产品或专利产品,尽管由我方提供,但它们的质量应由各个制造厂保证(如有)。

在本保证条件下的任何索赔必须包含所述故障的详细说明,产品的描述,购买日期,供应商名称及地址,产品序列号(标在生产厂家的铭牌上)。如涉及备件,需提供备件的订单号。

我方对所有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等所有问题所作的决定。

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。

出厂编号	
------	--



江苏法兰德电机科技有限公司

电话：0510-88710808

地址：无锡市锡山区锡北镇泾新路8-1号

网址：www.farrand.cn

邮箱：info@farrand.cn