

SL1500 风力发电机组

电控系统说明书



华锐风电科技有限公司

2007 年 6 月 第 2 版

目录

前言	4
第一章 SL1500 风机电控系统简介	9
1.1 SL1500 风力发电机组电控系统的组成	9
1.2 SL1500 风力发电机组电控系统的主要特点	9
第二章 SL1500 风机电源系统	10
2.1 箱式变压器参数	10
2.2 辅助变压器的参数	10
2.3 箱式变电站的系统图	11
第三章 SL1500 变速恒频控制系统	12
3.1 双馈异步发电机	12
3.1.1 介绍	12
3.1.2 风机电能的模型	12
3.1.3 技术条件	15
3.2 变频器	16
3.2.1 整套的转换器系统包括下列部件	16
3.2.2 特征电气参数	16
3.3.4 变频器系统的连接图	17
3.3 传感器	19
3.4 其他功能	19
第四章 SL1500 偏航控制系统	20
4.1 介绍	20
4.1.1 偏航驱动系统	20
4.1.2 制动器是盘式制动器	20
4.1.3 限位保护	20
4.2 电机参数	20
4.3 制动器参数	21
4.4 偏航变频器	21
第五章 SL1500 变桨控制系统	22
5.1 变桨系统介绍	22
5.2 变桨齿轮箱	22
5.3 变桨电气系统	23
5.3.1 变桨电动机	23
5.3.2 变桨变频器	23
5.3.3 电池系统	23
5.3.4 传感器	24
5.4 雷电保护	24
5.5 控制接口	24
5.5.1 软件接口	24
5.5.2 硬连线信号	24
5.5.3 软件	25
第六章 SL1500 PLC 控制系统	26
6.1 PLC 控制系统描述	26
6.2 PLC 程序结构	26

第七章 SL1500 风机的保护	27
7.1 防雷保护系统	27
7.2 接地系统保护	27
7.3 电路及控制保护系统	28
第八章 SL1500 风机主要配件	29
8.1 轮毂滑环简介	29
8.1.2 电气性能	29
8.1.3 加热	29
8.2 WT502 操作屏	30
8.2.1 说明	30
8.2.2 正视图	30
8.2.3 按钮描述	30
附件 1 主要控制柜的主要内容及功能介绍	32
附件 2 电气图纸	33
附件 3 柜内电气元件布置图	33
附件 4 互连接线表	33
附件 5 电气故障清单	33

本文件基本信息:

--	--	--	--	--

本文件修改信息:

修改人:	修改完成时间:	修改目的:	修改页面:	修改内容:

本文件所涉及的参考文件:

序号	参考文件名称:	作者:	参考内容:
1			
2			
3			

前言

SL1500 风力发电机组采用变桨矩、变速恒频等技术，是当今世界风力发电最先进的技术代表，具有发电量大、发电品质高、结构紧凑等优点。

为了更好的理解风力发电机组，编写了本电控系统说明书，在使用过程中应遵守本说明书的内容，如与技术人员指导出现矛盾，以华锐风电技术人员的指导为准。

本手册是 SL1500 系列手册之一，详细的介绍 SL1500 机型电控方面的相关知识。

安全要求

1、安全基本要求

华锐风电科技有限公司始终坚持“安全第一、预防为主”原则，将利于安全生产作为宗旨之一贯穿于产品设计生产、运行的全部过程。

风电机组的设计是在安全、可靠、高效的前提下进行的，因此，只要风力发电机组的安装、维护及运行遵照华锐风电的各相关手册的要求进行。

在针对风电机组的工作过程中必须正确地使用工作设备和所有防护性设备，存在安全隐患时不允许进行操作。如果出现安全事故必须及时报告相关部门。

人员进入风电机组工作前，必须在设备周围设置警告标志，避免在不知情的情况下启动设备造成人员伤亡。

所有在风力发电机组中进行工作的人员都必须遵守《风力发电场安全规程》及《SL1500 风电机组安全手册》，避免产生对人身和设备的伤害。

2、人员要求

在风力发电机组中进行有关工作的人员必须符合《风力发电场安全规程》中风电场工作人员基本要求，并得到切实可行的保护。

只有读过并理解说明书要求，并且由制造商指定、经过培训的专业人员，才可以进行风力发电机组的安装运行及维护工作。专业人员是指基于其接受的技术培训、知识和经验以及对有关规定的了解，能够完成交给他的工作并能意识到可能发生的危险的人员。

高于地面的工作必须由经过塔筒攀爬训练的人员进行。

正在接受培训的人员对风力发电机组进行任何工作，必须由一位有经验的人员持续监督。

只有年满 18 周岁的人员才允许在风力发电机组上独立工作。

原则上，必须至少有两人同时进入风力发电机组工作。

工作人员除了对机组设备了解外，还必须具备下列知识：

- 了解可能存在的危险、危险的后果及预防措施
- 在危险情况下对风力发电机组采取何种安全措施

- 能够正确使用防护设备
- 能够正确使用安全设备
- 熟知风电机组操作步骤及要求
- 熟知与风力发电机组相关的故障及其处理方法
- 熟悉正确使用工具的方法
- 熟知急救知识和技巧

不具备以上知识的人员不得操作风力发电机组。

3、防护要求

在对风力发电机组进行工作之前，每个工作人员必须理解如下设备的使用说明。攀登塔筒的工作人员必须使用合格的安全带、攀登用的安全辅助设备或者适合的安全设施。如果风力发电机组位于近水地点，应穿救生衣。攀登塔筒并进入机组时应穿戴下列用品：



1. 安全带及相关装备，如安全钢丝绳、快速挂钩、两个脚踏套环；
安全带用肩带、胸带，肚带和腿带系在人员的身体和两条腿上；



2. 在风力发电机组内部工作时，要戴上有锁紧带的安全帽



3. 防护服可以防止受伤和油污；



4. 手套可以防止手受伤和油污；



5. 橡胶底防护鞋；



6. 耳塞，防止大风和设备噪声的影响；

7. 手电筒，应急时使用

8. 护目镜，特殊工作时需要

9. 在室外低温条件下，要穿保暖衣服。

除了上面指出的设备外，还必须具备如下物件：

紧急逃生装置

灭火器（塔筒底平台及上层平台各存放一个）

移动电话或对讲通讯设备

如果要完成的工作是对正在运行的风力发电机组的检查和维修，建议人员在攀爬塔筒过程中准备手电筒、安全眼镜和保护性耳塞。

操作者必须正确使用安全设备并在使用之前和之后都对安全设备进行检查。对安全设备的检查，必须由经授权的维修公司进行，并且必须记录在设备的维护记录中。不要使用任何有磨损或撕裂痕迹的设备或者超过制造商建议的使用寿命的设备。

防护设备必须具备期望的功能，符合现行法律和标准，且具有 CE 标识（如下图所示），符合声明和使用说明。



在风力发电机组内部以及外部周围工作时都要穿戴下列用品：



1. 戴上有锁紧带的安全帽，以防止下落物品砸伤；



2. 橡胶底防护鞋

所有将要对风力发电机组进行特殊或者未预见过的操作，都必须经过华锐风电相关人员同意，华锐风电将决定是否需要用到的特殊的设备及这些设备的使用条件。

4 紧急逃生装置

当正在风力发电机组上工作时，操作人员周围必须有逃生设备，以使得他们可以快速撤离到安全环境下。

在需要撤离的紧急情况下，操作人员必须对设备及其使用说明非常熟悉。在任何时候，紧急下降设备的使用说明书都必须与设备放在一起，且必须在不打开设备的情况下可以查

看说明书。

在机舱紧急出口框架上方有逃生支架，可用于紧急下降设备的悬挂。

第一章 SL1500 风机电控系统简介

1.1 SL1500 风力发电机组电控系统的组成

SL1500 风力发电机组的电控系统主要分为五个部分：电源系统、变速恒频控制系统、偏航控制系统、变桨控制系统和 PLC 控制系统。

1.2 SL1500 风力发电机组电控系统的主要特点

- ☆ 第三代并网型风机，世界主流技术；
- ☆ 双馈异步发电机，更灵活的馈电方案，更低的成本，更高的效率；
- ☆ 一拖四的电动偏航，效率更高，维护量更小；
- ☆ 冗余的独立电动变桨系统，高精度伺服机构，更安全的系统保障；
- ☆ 双 PWM 变频器，集高精度矢量控制、完美无谐波、效率因数校正、最大风能跟踪诸多功能于一身；
- ☆ SCADA 系统，灵活高效的中央控制及远程监控功能；
- ☆ 高性能、分时多任务处理功能的中央控制器性能强大；
- ☆ 无冲击的并网、解列技术；
- ☆ 长寿命的膜电容大幅度提高系统可靠性；

第二章 SL1500 风机电源系统

2.1 箱式变压器参数

全密闭免维护三相油浸升压变压器

额定容量：1600kVA

高压侧额定电压：35kV（可根据当地电网情况决定）

低压侧额定电压：690V

额定频率：50Hz

调压方式：无载调压

调压范围： $\pm 2 \times 2.5\%$

联结组别：D，yn11

阻抗电压：6 %

冷却方式：空冷

带有温度指示，高温报警与分断保护信号，并与变压器保护功能连锁。

3*5*150mm²的电源进线和1*150mm²PEN进线。

主断路器额定电流（在最高操作温度时）大于等于2000A

2.2 辅助变压器的参数

容量为60KVA的辅助变压器690VAC/400VAC。

机舱控制电源：400VAC 3+PEN出线。

机舱加热电源：400VAC 3+N+PE出线。

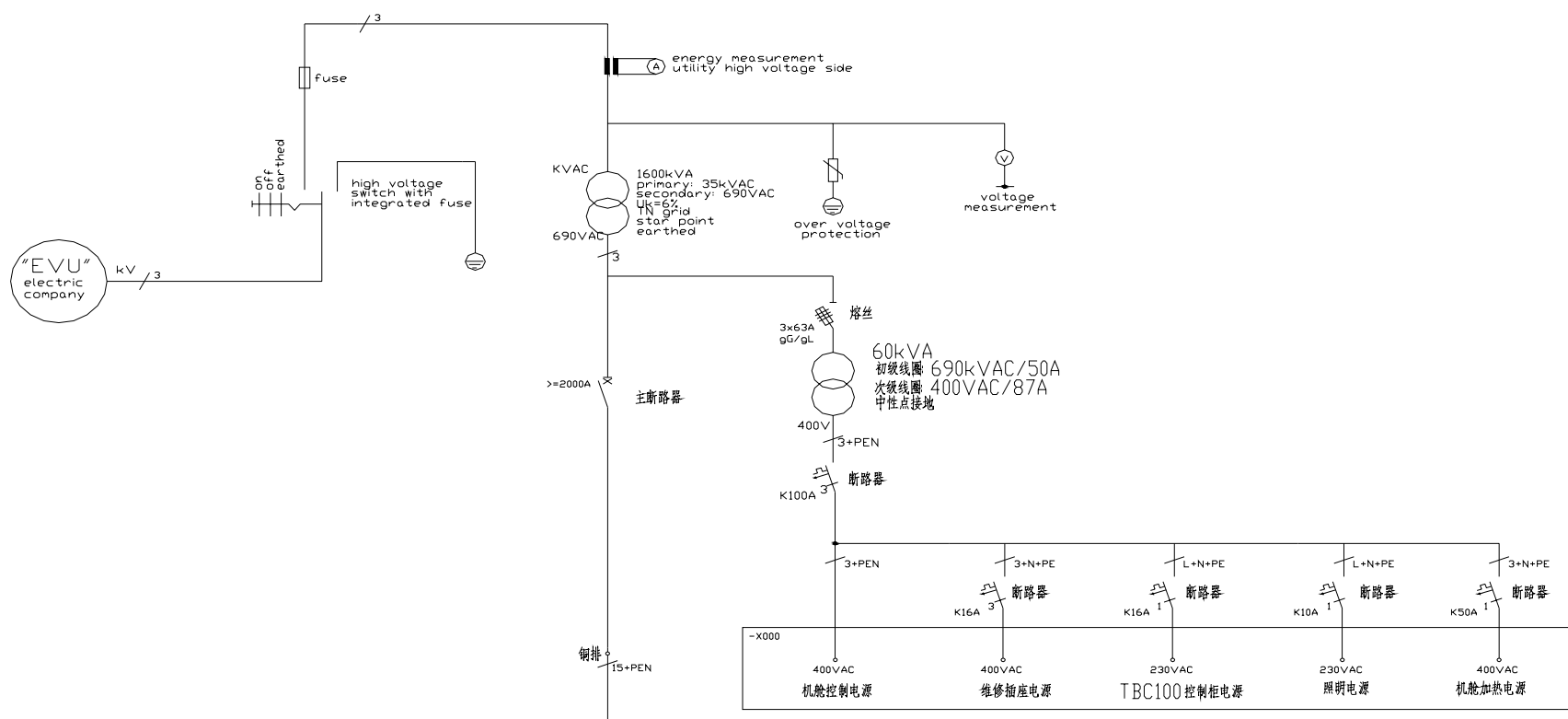
维修插座电源：400VAC 3+N+PE出线。

TBC100控制柜电源：230VAC L+N+PE出线。

照明电源：230VAC L+N+PE出线。

辅助变压器进线侧熔断器额定电流63A

变压器站



第三章 SL1500 变速恒频控制系统

3.1 双馈异步发电机

3.1.1 介绍

风机（WEC）把旋转的机械能转换为电能。在风机中采用了双馈异步发电机的形式。双馈异步发电机是指将定、转子三相绕组分别接入独立的三相对称电源，定子绕组直接和电网连接，转子绕组和频率、幅值、相位都可以按照要求进行调节的变频器相连。变频器采用交-直-交的形式与电网连接，控制电机在亚同步和超同步转速下都保持发电状态并随着风速的变化调节发电机的转速，进行能量交换。

发电机的转速范围是 1000rpm 到 2000rpm，同步转速是 1500rpm。电压频率和转子电流与转速差（实际和同步发电机的转速）相对应。在正常情况下，异步发电机的转子转速总是略高于旋转磁场的转速（同步转速 n_s ），因此称为“异步电机”。转子转速 n 与旋转磁场的转速 n_s 之差称为转差，转差 Δn 与同步转速 n_s 的比值称为转差率，即 $s = \frac{n - n_s}{n_s}$ ，转差率是表征异步发电机运行状态的一个基本变量。

定子电压等于电网电压。转子电压与转差率及堵转电压成正比，堵转电压取决于定转子的匝数比。当发电机以同步转速转动时，转差率为零，这就意味着转子的电压为零。

集电环系统用了4个集电环，其中3个是转子的U、V、W相集电环，第4个集电环是用于泄放轴电流的集电环。集电环系统有磨损电刷和监控电刷寿命的微电子开关。

3.1.2 风机电能的模型

双馈发电机系统主要曲线见如下几个图形，此时电网电压690V， $\cos \varphi = 1$

- 图3-1给出了电网电压、定子和转子功率与发电机转速的曲线图。
- 图3-2给出了视在、有功和无功功率与发电机转速之间的曲线图。
- 图3-3给出了转子、定子电流、功率变频器电网侧电流和电网总电流与发电机转速之间的曲线图。
- 图4给出了发电机损耗和发电机转速之间的曲线图。

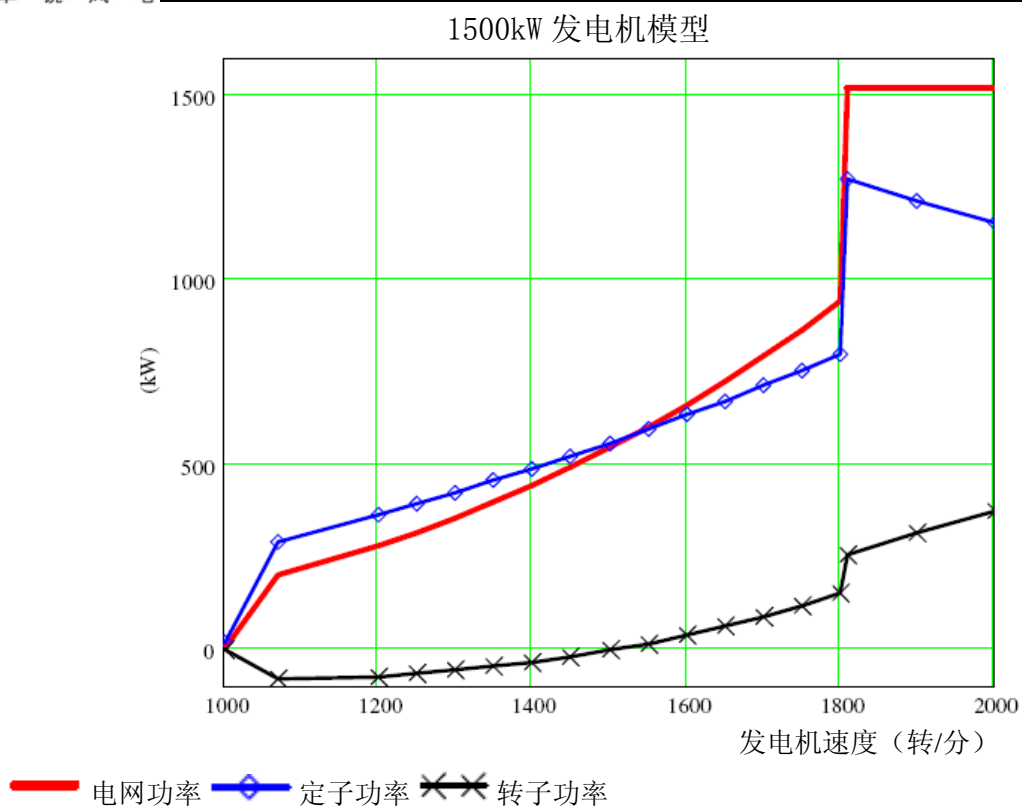


图 3-1 计算功率与发电机转速的曲线图

表3-1速度输出功率特性

速度(rpm)	功率输出 (kW)
1070	197
1200	278
1300	353
1400	441
1500	543
1600	659
1700	790
1810	1520

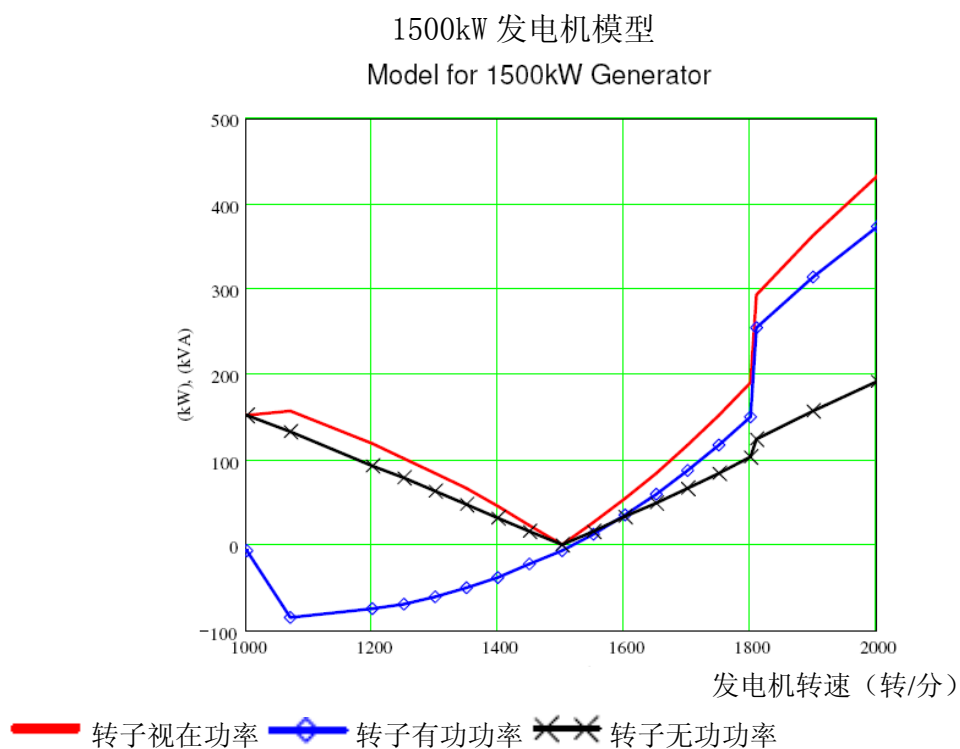


图 3-2 转子功率和发电机转速的曲线图形

如果以上的图形和正文的详细资料有任何矛盾，以正文为准。

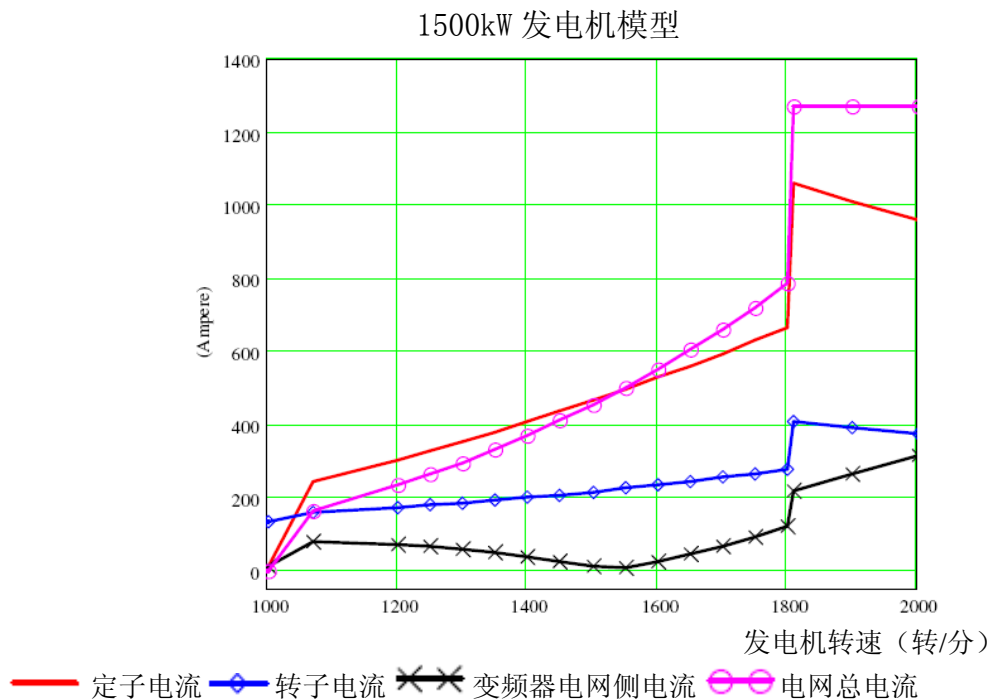


图 3-3 电流与发电机转速之间的曲线图形

如果以上的图形和正文的详细资料有任何矛盾，以正文为准。

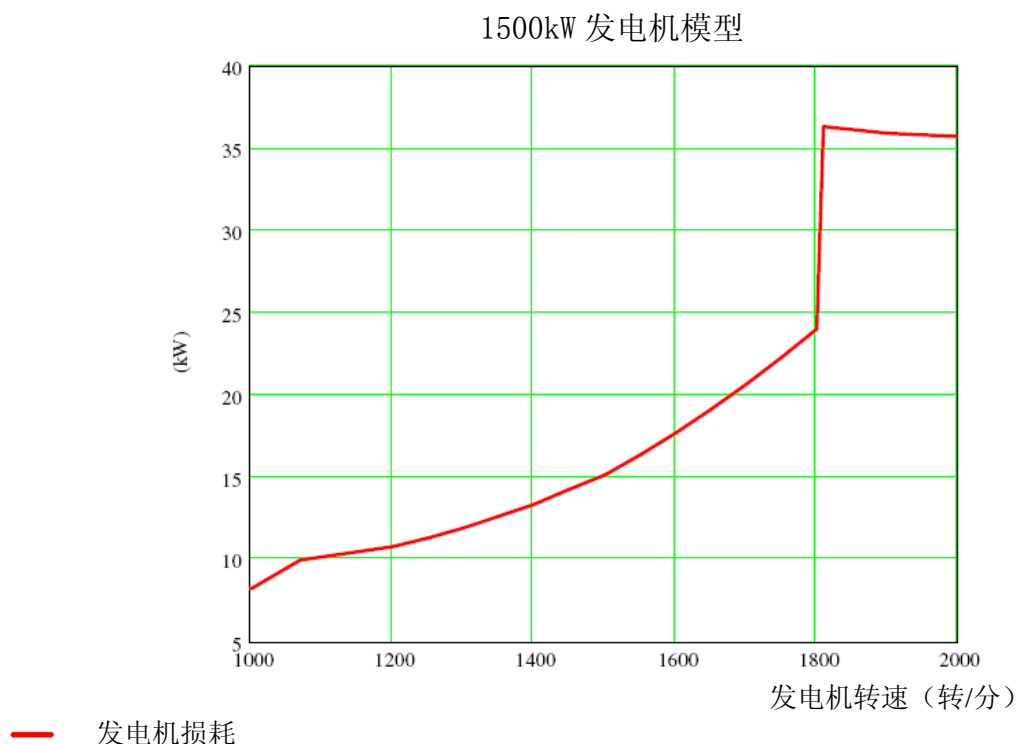


图 3-4 发电机损耗与发电机转速之间的曲线图形

如果以上的图形和正文的详细资料有任何矛盾，以正文为准。

3.1.3 技术条件

3.1.3.1 发电机的技术参数

表 3-2 电机技术参数

额定输出	1520 kW
功率因数	容性0.95~感性0.9
定子电压	690 VAC ±10%
最高定子电流	1300 A（转子短接）
定子连接	D
转子连接	Y
频率	50 Hz±10%
效率	≥97%
冷却	水冷
水压	≤5 bar
入口水温度	≤+50°C
保护等级	≥IP 54
旋转的方向	从驱动轴方向往电机侧看是逆时针转
发电机重量	大约5300 kg
操作方式	S1: 适合与亚同步和超同步串级操作
制造标准	EN 60034 / 95
绝缘等级	H等级

3.1.3.2 异步发电机单相等效电路图

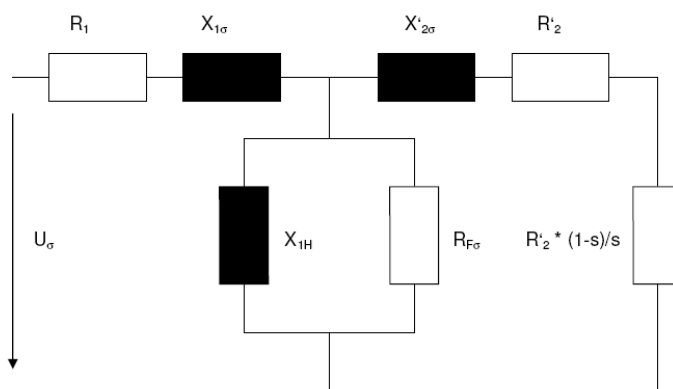


图3-5 等效电路图

3.2 变频器

变频器是双馈感应发电机（DFIG）系统的一部分，与DFIG兼容。它是使用IGBT作为功率器件和适合四象限运行的PWM调制的电压源变频器。

3.2.1 整套的转换器系统包括下列部件

表3-3 转换器系统部件表

数量	部件名称	说明
1	PM1000	发电机侧转换器(GSC)
1	PM1000	网侧转换器 (LSC)
1	复合光纤电缆 2 m	Crowbar与变频器的连接
1	光纤电缆	LSC和 GSC之间的连接
6	压接头	连接水管的接头
1	软件	DFIG系统的适用软件

3.2.2 特征电气参数

表 3-4 特征电气参数

系统功率	1500kW
转子侧变频器功率	500 kVA
额定电压	690 VAC, ±10%
电源频率	50 Hz, ±2Hz
功率因数	c0.95 - i0.9

滑差范围	$\pm 30\%$
利用率	$> 98\%$

3.3.4 变频器系统的连接图

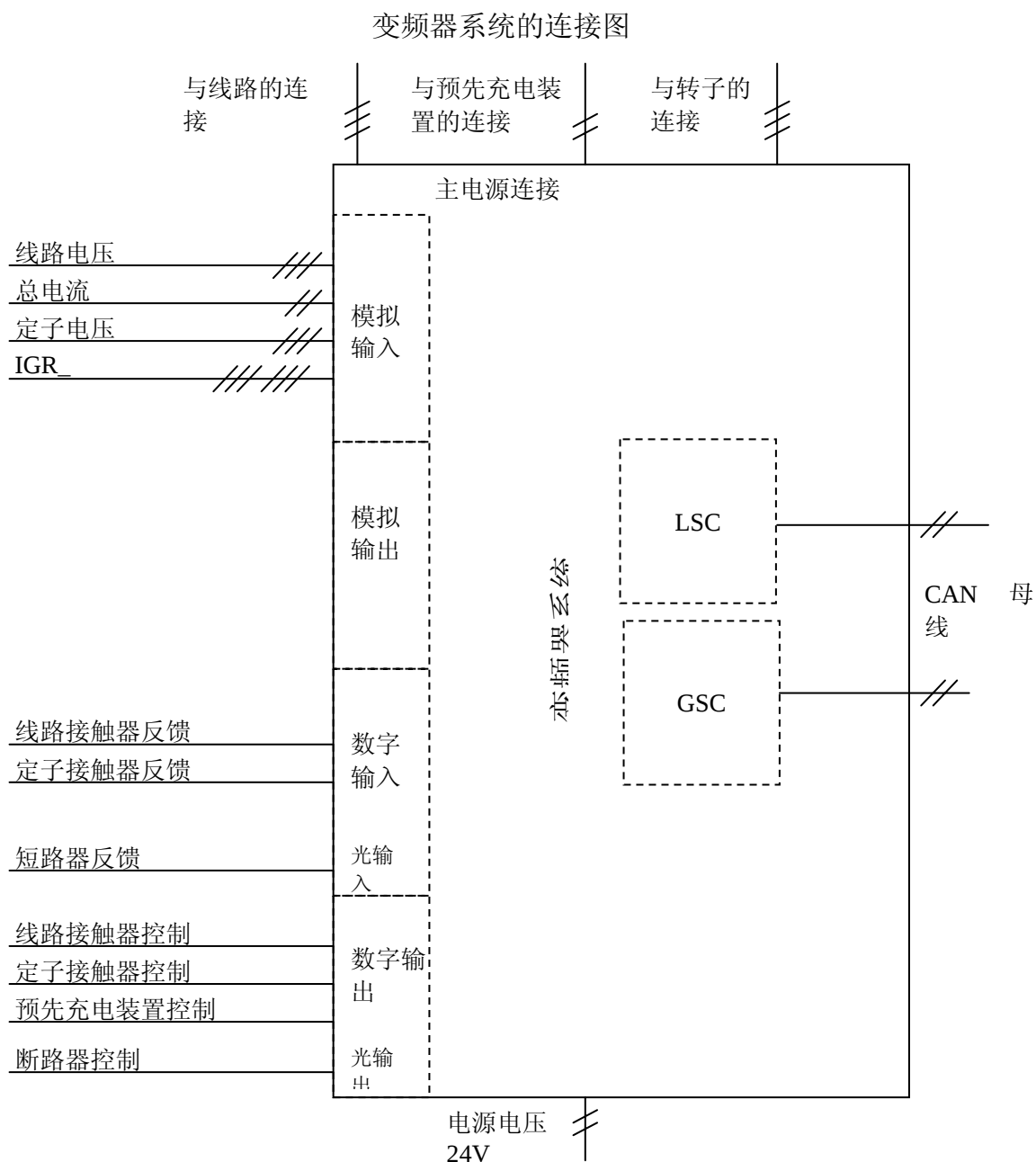


图3-6 变频器系统的连接图

◇ 供电接地系统

采用TN系统供电。电源出口有接地故障断路器保护。

◇ 供电质量要求

变频器发电机系统符合供电要求，系统故障等级= 50 x 系统功率或更高(颤动，谐波和浪涌电流)。

◇ 安全链特征

SL1500风机安全系统采用12级的安全链。控制柜有一个组合式紧急停止按钮/安全继电器。当按下紧急停止按钮时，所有相关的接触器和断路器立即断开。安全继电器可以通过一个只能手动操作的按钮复位。变频器控制器控制一个超速继电器，当超过可调节的超速参数时动作。PLC监控所有的控制元器件，并将故障信息报告给控制系统和监视系统。

12级安全链：

- 1) 急停按钮
- 2) 转子超速
- 3) 3个变桨叶片驱动故障
- 4) 制动器故障
- 5) 发电机超速
- 6) 振动开关动作
- 7) 轮毂超速
- 8) 看门狗
- 9) 制动器工作位置
- 10) 叶片工作位置
- 11) 轮毂驱动故障（轮毂部分急停）
- 12) 存储继电器故障

自动复位方法：

由紧急停止开关触发安全链时，只能手动复位。

由其他方式触发安全链可以通过操作系统复位。

◇ 操作方式

变频器可以通过控制柜上的操作面板、PC机或者自动控制系统来操作。当发出启动信号时，变频器控制器可以在设定的速度范围内自动运行或者由PLC控制系统根据输入参数控制变频器自动运行。

✧ PLC 接口

接口包括一个 CS31 总线接口、Ethernet接口和Can总线接口。

✧ 效率

变频器具有以下效率：

整个系统的功率 [%]	50	75	100
变频器效率 [%]	96.9	97.3	97.3

3.3 传感器

变频器和发电机具有内部传感器，确保安全运行。

3.4 其他功能

变频器控制器软件能够由PLC设置以下模式和功能：

- DFIG在设定的扭矩或设定的功率下运行
- 有源滤波器
- 驱动列滤波器
- ASM 电机操作（例如安装，叶片平衡或者维护）
- 并行和独立操作

可以利用内部特性或者PLC输入一个设置点，以控制扭矩或功率。上升时间最高可以设置到15 ms。

变频器控制器对其测量的温度、电压、电流、功率及供电系统（例如断相、不对称、电压误差、频率误差）进行自动监控，可实现功率因数可调。

数据可以记录在变频器控制器中。记录由系统事件启动（例如故障），数据能够读取并以图形显示。

变频器有一个诊断系统，可以方便地查明故障。

软件可以在现场修改。可以以文件传递的方式加载参数集并备份。修改参数有口令保护。可以通过版本号清楚得知软件/用户版本和日期。

第四章 SL1500 偏航控制系统

4.1 介绍

SL1500风机具有有效的偏航系统，主要根据风向风速检测装置反馈信号来实现机舱的对风功能。它采用一台变频器同时驱动四台变频电机的驱动方式。在变频器的输出端接入输出电抗器。变频器配有制动单元和制动电阻。

4.1.1 偏航驱动系统

采用感应电动机，带有温度开关。

电动机可以双向旋转

控制方式采用一台变频器拖动四台变频电机的方式，开环控制。

变频器的上升斜坡为 3 秒(可调整)。

4.1.2 制动器是盘式制动器

制动器内置于电机内，电压 230VAC/50Hz/0.5A。它带有一个 24VDC 的限位开关。在启动偏航电动机前，制动器打开，得到制动器打开信号后，启动偏航驱动。

4.1.3 限位保护

在偏航齿圈上设有一个凸轮开关，检测机舱的左/右偏信号、机舱当前位置信号、解缆信号、左偏报警、右偏报警信号。

机舱位置检测装置是一个 24VDC 增量型的编码器，通过该编码器可以检测到机舱的当前位置。通过与风向检测装置的风向信号进行比较，实现偏航系统的准确对风。

4.2 电机参数

表 4-1 电机参数表

电机形式	感应异步电机
额定功率	2.2 kW
极数	4极

电压	Δ -3 相400 VAC
频率	50 Hz
同步速度	1500rpm
旋转方向	双向，平均分布
防护等级	$\geq$ IP 54
绝缘等级	F
冷却	IC 411 自通风，空气来自机舱

4.3 制动器参数

表 4-2 制动器参数表

供电电压	230 VAC
频率	50 Hz
额定电流	$\leq$ 0.5 A
电气冷却系统控制	外部
手动冷却	非联锁

4.4 偏航变频器

偏航变频器含有高频滤波器

变频器输入电压：400VDC $\pm$ 10%

变频器控制类型：矢量 PWM 电压型

变频器与控制器通讯方式：CAN 总线

变频器有制动断路器在制动状态时避免过高电压。

变频器留有与 PLC 的通讯接口

第五章 SL1500 变桨控制系统

5.1 变桨系统介绍

变桨系统可单独对每个叶片的变桨角度进行调整，在其中一个变桨系统出现故障时可保证安全的停机。变桨系统完成的功能如下：

- ✧ 当风速超过额定风速时，通过控制叶片角度来控制风机的速度和功率。
- ✧ 当安全链被打开时，叶片作为空气动力制动装置安全停机（安全运行）。
- ✧ 当风速低于额定风速时，通过调整叶片角度最大可能的从风中吸收更多的功率。
- ✧ 通过衰减风旋转交互作用引起的振动使风机上的机械载荷极小化。

3个叶片受三个独立的变桨系统控制，其中每个叶片通过变桨电机驱动变速箱、小齿轮、变桨轴承内齿圈转动。变桨变频器控制变桨电机的速度，使每个叶片在顺桨位置、工作位置之间持续的自动的变桨。PLC 根据功率控制给叶片角度的参考值，然后变桨变频器控制叶片向参考位置变桨。当安全链打开的情况下，叶片回到顺桨位置以减慢轮毂的转动速度。安全锁保护叶片只能往顺桨位置方向旋转，不能反转，保证风机的安全停机。

控制系统配备了电池柜，当电网掉电的情况下由电池供电给变桨变频器，使风机安全停机。变桨电机、带有变桨变频器的变桨控制柜位于轮毂内，而电池柜、供电电源在机舱内。利用滑环起到旋转信号和固定信号之间的连接。利用顺桨位置的接近开关检测顺桨位置、工作位置的接近开关检测工作位置。检测叶片是否在工作区域之内、是否超过了工作位置。

5.2 变桨齿轮箱

齿轮箱是紧凑的，具有高的过载能力。为了调制变桨，使叶片能够达到顺桨位置、工作位置，变频器和变桨电机瞬时超载，大约以2倍的额定转矩驱动齿轮箱，这种情况一天中可能会发生几次。

5.3 变桨电气系统

5.3.1 变桨电动机

变桨电动机是含有位置反馈和电热调节器的伺服电动机。电动机由变频器连接到直流母线。

电机形式	伺服电机
额定功率	4.5 kW
额定转速	2000rpm
电压	Δ -3 相400 VAC
频率	可变化的
扭矩限制	最大扭矩限制到70 Nm
额定转矩	23Nm

5.3.2 变桨变频器

变频器输入电压：3~400VAC $\pm$ 10%

变频器控制类型：交直流性变频器

变频器与控制器通讯方式：CAN 总线

变频器有制动断路器在制动状态时避免过高电压。

变频器留有与 PLC 的通讯接口。

5.3.3 电池系统

设置电池系统的目的是保证变桨系统在外电源中断时可以安全操作。电池是整流桥通过 dc 母线给变频器供电，在外电源中断时由电池供应电力保证变桨系统的安全工作。

电池数据：

额定电压/容量：360 V (30x12V)/5 Ah

瞬时电流：50A/5s

电池柜的温度信号给 PLC，当温度降到 0 度以下时，PLC 控制给电池柜进行加热。

电池充电过程是由 PLC 来控制。根据电压和温度来对电池充电，周全的电池管理系统保证电池电压不会过饱和。

PLC 定期检查电池的容量，电池容量不足时报警。

5.3.4 传感器

变桨系统装备了以下传感器：

- 变桨电机位置反馈的 3 个位置传感器。
- 内置在变桨发动机中的 3 个 PTC。
- 用来探测叶片顺桨位置的 3 个感应传感器。
- 用来探测叶片工作位置的 3 个开关传感器。
- 用来测量变桨柜温度的 3 个传感器。
- 用来测量变频器温度的 3 个 PTC 传感器。
- 用来测量直流电压的传感器。
- 用来测量电池电压的传感器。
- 用来测量电池箱里的温度的传感器。

5.4 雷电保护

雷电保护装置可以有效的将作用在轮毂和叶片上的电流通过集电爪导到地面，避免雷击使风机线路损坏。碳纤维刷是为了补偿静电的不平衡，雷击通过风机的金属部分传导。在旋转和非旋转部分的过渡处采用火花放电器。额外的电刷保护轴承和提供静电平衡。

5.5 控制接口

5.5.1 软件接口

PLC 和变频器之间控制与数据交换通过 CANopen 总线。

5.5.2 硬连线信号

变桨系统和机舱控制系统的信号通过滑环连接。主要有以下连接线：

- 安全链接触器

每个变桨变频器有一个可控的接触器，当变桨变频器准备就绪时接触器关闭。3 个变频器的 3 个接触器检测叶片工作位置，串连经滑环反馈给 PLC。

- 触发叶片制动器的接触器

安全链中的 3 个接触器控制制动器的控制接触器，当 3 个接触器都闭合时，制动器的控制接触器关闭，触发叶片的制动器。制动器的动力线通过滑环与机舱相连。

此外制动器电源的切断是通过继电器，继电器的控制无须变桨变频器的参与。

5.5.3 软件

软件在变频器上运行用来确认变桨系统的全部功能，例如：

- 控制驱动系统
- 驱动系统的自动观察与保护
- 和 PLC 交流通过 CANopen 总线
- 变桨系统的操纵管理

第六章 SL1500 PLC 控制系统

6.1 PLC 控制系统描述

PLC 控制系统由三个带输入输出（I/O）的微处理器单元构成。所有这些单元依靠串行接口通讯，其中主站 CPU 通过 Can 总线控制发电机的变频器，从站 CPU 通过 Can 总线连接控制偏航变频器和变桨变频器。主从站两个单元都安装在机舱处，且都能独自控制各自相关功能。塔基处设有一个微处理器模块通过光缆与机舱进行通讯，通过光纤与中央监控系统通讯。

6.2 PLC 程序结构

PLC 程序分为一个 5ms 扫描周期的 A00_TASK_FAST 任务，一个 100ms 扫描周期的 A01_TASK-SLOW 任务和一个 10s 扫描周期的 A02_TASK_TIME 任务。

5ms 扫描周期的 A00_TASK_FAST 任务用于 RS232 通讯、CANbus 通讯、以及风机的初始化工作；时间响应要求较高的、关键信号的输入、输出、故障处理。

100ms 扫描周期的 A01_TASK-SLOW 子程序用于时间要求较高的信号输入、输出、故障处理。

10s 扫描周期的 A02_TASK_TIME 任务用于处理一些时间要求不高的计算。

第七章 SL1500 风机的保护

SL1500 风机具有完善的保护系统。保证风机各系统在异常情况下的安全。

7.1 防雷保护系统

防雷保护系统用于防止一次和二次雷击对系统造成损害。一次雷击是一种大气放电现象，伴随至少一部分放电电流通过配电系统、二次系统和建筑物，通过部分配电系统（包括防雷系统）。其后果是配电系统的热、磁和放电电流的机械效果，带来沿放电路径的电压迅速下降。直雷击放电时间极短，电路中电感对雷击电流的影响要远远大于电阻。叶片顶端置有雷电接收器，通过叶片内的导体将雷击电流传导至变桨轴承。变桨轴承与轮毂之间以及轮毂与齿轮箱之间、机舱与塔筒之间用 3 个平行的防雷电爪（带抗静电刷），间隔 120 度安装，这充分考虑了平行路径电感较小的原理。每个火花用一个碳刷平衡静电。塔筒连接处采用 3 个 120 度间隔的不锈钢片连接至塔筒法兰上，以防止电流通过拧紧的螺栓。在塔筒底部通过 3 个 120 度间隔的接地极连接至土壤。位于机舱外部表面的避雷器可将雷击电流传导至机舱壁内的铜环网，并经由塔筒传输至土壤。一次雷击防护系统充分考虑了平行路径的重要性。

二次雷击是一种大气放电现象，但无放电电流通过配电系统、二次系统和整机。间接雷击造成的后果是：过压和瞬态波带来的过流。在柜内电源输入端处，以及柜外传感器与柜内元件连接处、滑环至轮毂控制柜连接处均安装有浪涌电压保护器，排除由雷击造成的过电压，以保护控制系统元件及人员安全。

7.2 接地系统保护

接地保护系统用于在系统故障出现漏电时，保证操作人员人身安全。机舱控制柜 NCC300、NCC310、NCC320 内均安装有接地铜排，所有元件的 PE 线、N 线，以及变频器的 PE 端子都经导线连接至接地铜排上，3 个接地铜排经过 95mm^2 的接地电缆互相连接。轮毂控制柜内通过轮毂滑环将 PE 线与机舱控制柜相连。机舱控制柜、轮毂控制柜、蓄电池柜、发电机定、转子接线盒都经过接地电缆与机舱内的接地总线连接。接地总线通过 3 个分开 120 度的防雷电爪（带抗静电刷）与塔筒连接，经过塔筒及塔节连接处的不锈钢板连接至塔筒底部的等势连接导体，等势连接导体再经过接地导线把塔筒控制柜 TBC100、接地极、基础接地环、基础钢筋加强网、箱式变电站接地系统连接在一起，构成完整的接地保护网。

7.3 电路及控制保护系统

在电机、变频器、风扇、制动器、插座、PLC 等耗电元件电源输入端处都装有断路器或者熔断器，以防止电气元件过流损坏。发电机、变桨电机、偏航电机都带有内置温度传感器，防止电机过热烧毁。在齿轮箱的轴承、润滑油腔内以及各控制柜、水冷容器内都装有温度传感器，保证系统运行在正常状态下。位于机舱内各部件的压力、振动、速度、位置传感器将信号反馈至 PLC，保证系统正常运行。塔筒控制柜内有温度、湿度传感器，检测并保证正常工作条件。

第八章 SL1500 风机主要配件

8.1 轮毂滑环简介

滑环位于旋转的轮毂内部，用于固定机舱和旋转的轮毂之间的电源连接及控制信号的传输。

滑环装置有加热系统和编码器。

8.1.2 电气性能

- ✧ 滑环有 25 个通道。
- ✧ 触点的卡片组和刷子由黄金制成。
- ✧ 滑环触点的短路能力满足所用熔断器的要求。
- ✧ 在机舱侧，电缆、控制线通过两个 Harting 连接器与滑环内的通道连接。
- ✧ 在轮毂侧，具有浪涌保护功能的滑环线连接到接线盒上。
- ✧ 滑环装置上有加热系统。
- ✧ 滑环装置中有一个编码器。

内部配线(Harting 接头与滑环触点相连接,滑环触点与接线盒相连接)使用与外部 CAN 总线相同的电缆。对于其他内部连接，使用与外部相同的电缆截面和相应的电压等级。如果使用单芯电线，则须要有适当的保护 (螺旋线软管，泡沫橡胶等)，以确保边缘不被磨损。

用电缆扎匝将内部电线安全固定在适当位置，以防止在旋转和振动过程中磨损或松动。

轮毂侧和机舱侧都必须接地，连接到滑环触点 PE 上。

8.1.3 加热

在滑环装置的轮毂侧，有 2 个加热元件。电气参数 (每个加热元件): 230 VAC / 13 W (at 20° C) /自动调节(PTC)。

接线盒中的加热元件连接在滑环触点 3 和触点 4 之间。

将加热元件安装到滑环装置(例如，通过将适当的金属箔放在下面)上时，对加热元件进行热绝缘，以防止过热。

此外，滑环触点易于维护，取下盖子便能进行维护和检查，而不用将其他任何部件或

通道从滑环装置上拆下。而且，即便是将盖子拆下几次后，盖子也可靠密封。

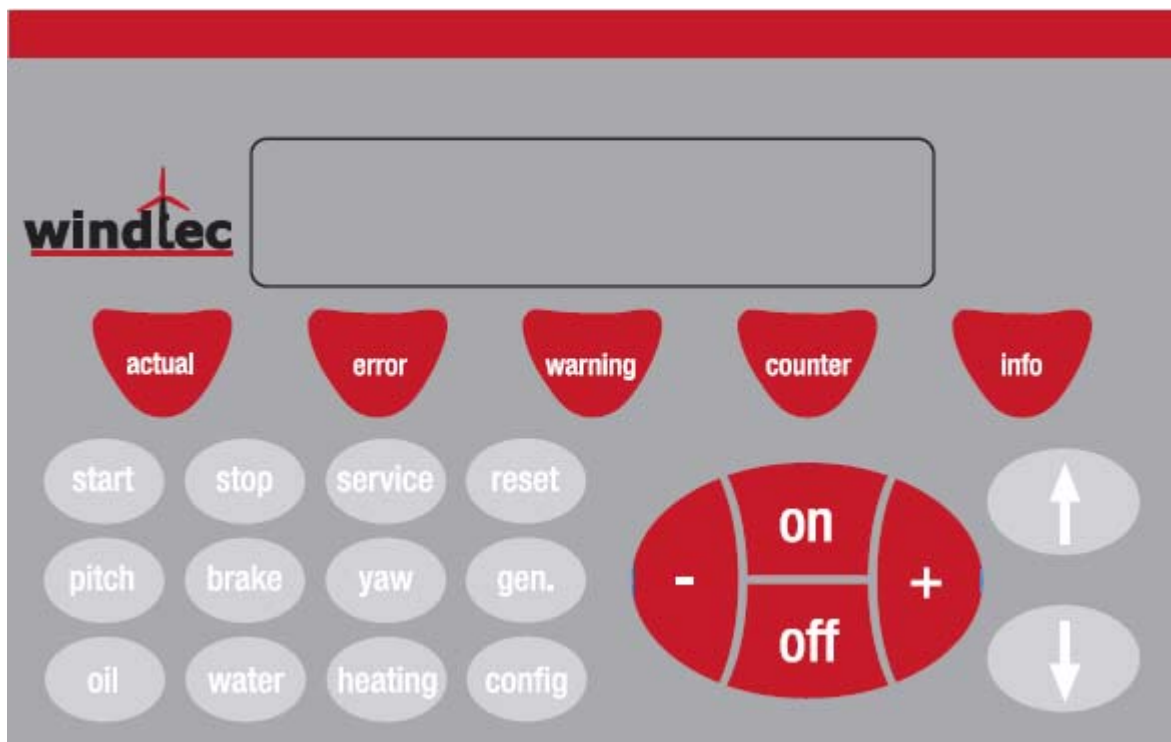
8.2 WT502 操作屏

8.2.1 说明

WT502 与 PLC（机舱 WT98，塔基 WT97）进行通信，可对 PLC 中的参数进行读写。

WT502 与 PLC 采用串行通讯方式。

8.2.2 正视图



8.2.3 按钮描述

显示功能包括了风机内的基本操作功能。通过按“start”和“stop”按钮可启停风机。按“reset”可手动复位故障。按“service”可进入服务模式。在进行操作前必须进行登陆“login”。

在自动模式下：能读取选择菜单下所有参数的状态。

在服务模式下：能读取部分控制界面的所有参数。

模拟量参数显示带单位的数值，数字量参数显示“on/off”或“Err/ok”。

按“↑”“↓”键可读取所有参数。

附件 1 主要控制柜的主要内容及功能介绍

1. 偏航及辅助控制柜（1 个）

主要内容及功能包括：

- 偏航控制
- 并网控制
- 电能计量
- 齿轮箱油冷却泵和冷却风扇控制
- 水冷泵控制
- 发电机和齿轮箱加热控制
- 控制柜加热、冷却风扇控制
- 发电累计时间和电度表显示
- 雷电保护
- 电压电流传感器

2. PLC 控制柜（1 个）

主要内容及功能包括：

- PLC 控制系统
- 变桨电池柜的充电控制，电池性能检测
- 风向风速仪的信号检测
- 液压刹车系统的控制
- 齿轮箱油面、压力和温度的监测
- 安全链的控制
- 轮毂速度的监测
- 偏航系统的限位控制
- 控制柜温度控制
- 操作按钮
- 状态指示灯
- 雷电保护

3. 双馈电机变频器柜（1 个）

主要内容及功能包括：

- 变频器转子侧和网侧的滤波器。
- 四象限运行的电压源 IGBT 双馈电机变频控制器
- 变频器预充电电路
- Crowbar 控制
- 柜内加热器和冷却风扇控制
- 水冷设备
- 变频器与控制系统的通讯设备
- 雷电保护

4. 变桨变频器柜（3 个）

主要内容及功能包括：

- 变桨变频器及滤波器
- 变桨柜加热装置的控制
- 变桨电机的冷却风扇控制

- 变桨电机的制动控制
- 控制柜与滑环的连接器
- 雷电保护
- 5. 变桨后备电池柜（1 个）
 - 主要内容及功能包括：
 - 电池柜的加热装置
 - 电池柜的温度检测
 - 12 伏 5 安时的蓄电池 30 个
- 6. 塔筒地面 PLC 控制柜（1 个）
 - 主要内容及功能包括：
 - 柜内温度控制器
 - 柜内加热装置
 - UPS 电源
 - 安全链控制
 - PLC 控制系统
 - 操作按钮
 - 状态显示指示灯
 - 人机操作界面
 - 风机对外远程监控通讯接口
- 7. 控制箱
 - 固定控制箱 2 个，位于齿轮箱两侧
 - 移动控制箱 1 个
- 8. 接线箱（5 个）

附件 2 电气图纸

- | | | |
|---|---------------|------------|
| 1 | 002.0031.01A | 安全链 |
| 2 | 017.0034 .02A | 机舱变频器室的布线图 |
| 3 | 018.0006.01C | 轮毂室布线图 |
| 4 | 020.0024.01B | 电池室布线图 |
| 5 | 033.0011.01B | 塔筒电气室布线图 |
| 6 | 002.0030.01F | 单线图 |

附件 3 柜内电气元件布置图

附件 4 互连接线表

附件 5 电气故障清单