



HVR620

数字电压调节器

用户手册



郑州众智科技股份有限公司
SMARTGEN(ZHENGZHOU)TECHNOLOGY CO.,LTD.

目 次

前 言.....	3
1 概述.....	5
2 型号对比.....	6
3 性能特点.....	7
4 规格.....	8
5 操作.....	10
5.1 说明.....	10
5.1.1 指示灯和接线.....	10
5.1.2 励磁输出.....	12
5.1.3 励磁电源输入和发电机电压检测输入.....	12
5.1.4 CAN 通信接口.....	13
5.2 励磁调节说明.....	13
5.2.1 原理框图.....	13
5.2.2 启动.....	14
5.2.3 自动电压调节模式(AVR).....	15
5.2.3.1 调整输出电压说明.....	15
5.2.3.2 U/F 伏频坡度特性.....	16
5.2.3.3 加载补偿.....	17
5.2.3.4 运行过程.....	18
6 保护和限制.....	19
6.1 警告报警.....	19
6.2 故障报警.....	20
6.3 过励限制.....	21
6.4 降低电压输出.....	22
7 编程参数范围及定义.....	24
8 参数设置.....	30
9 实时数据分析.....	31
10 试运行.....	32
11 典型应用.....	33
12 安装.....	35
12.1 外形及安装尺寸.....	35
12.2 安装方法及安装方式.....	35
13 故障排除.....	37
14 附录 1 (CAN 通信协议).....	38
15 附录 2 符号术语定义.....	40

前 言

SmartGen是众智的注册商标

不经过本公司的允许，本文档的任何部分不能被复制（包括图片及图标）。

本公司保留更改本文档内容的权利，而不通知用户。

公司地址：中国.河南省郑州市高新区雪梅街 28 号

电话：+86-371-67988888/67981888/67992951

+86-371-67981000（外贸）

传真：+86-371-67992952

网址：www.smartgen.com.cn/

www.smartgen.cn/

邮箱：sales@smartgen.cn

表1 版本发展历史

日期	版本	内容
2025-01-03	1.0	开始发布。
2025-05-14	1.1	<ol style="list-style-type: none"> 1. 型号对比增加HVR410型号； 2. 修改性能特点和性能参数表中部分描述； 3. 修改最小剩磁电压为AC8V； 4. 修改降低电压保护部分逻辑； 5. 修改伏频坡度介绍中部分描述； 6. 修改实时数据分析部分描述。 7. 修改规格表中CAN接口通讯速率描述； 8. 修改CAN通讯指示灯描述； 9. 参数设置中增加励磁PID参数配置项； 10. 参数设置中增加J1939-75发送使能和AVR微调参数配置项； 11. 修改CAN通信协议； 12. 修改正面指示图。

表2 本文档所用符号说明

符号	说明
 注意	该图标提示或提醒操作员正确操作。
 小心	该图标表示错误的操作有可能会损坏设备。
 警告	该图标表示错误的操作有可能会造成死亡、严重的人身伤害或重大的财产损失。

1 概述

HVR620数字电压调节器用于调节无刷交流同步发电机励磁机的励磁电流，可应用于永磁励磁发电机（PMG），辅助绕组励磁发电机（AUXW）和自励磁发电机（SHUNT）。产品的励磁调节模式为自动电压调节，调节器具有USB接口和CAN BUS接口。

产品采用32位微处理器技术，实现了多种参数的精密测量、保护阈值调节、实时数据监控分析、灵活全面的故障保护等功能，所有参数可使用PC机通过USB接口进行读取和配置。其结构紧凑、接线简单、可靠性高。

2 型号对比

表3 型号对比表

项目		HVR620	HVR1000	HVR410
调控模式	AVR 模式	●	●	●
	FCR 模式		●	
	VAR 模式		●	
	PF 模式		●	
发电电压检测		●	●	●
发电电流检测			●	●
励磁电源		DC63V 励磁系统： AC(100-139)V 或 DC125V DC125V 励磁系统： AC(190-277)V 或 DC250V	DC63V 励磁系统： AC(100-139)V 或 DC125V DC125V 励磁系统： AC(190-277)V 单 相，三相 AC(190-260)V 或 DC250V	AC(100-264)V
励磁电流		4A (短时 10s, 7.5A)	7A (短时 10s, 14A)	4A (短时 10s, 7.5A)
模拟量输入	电压输入		●	●
	电阻输入		●	●
输入口个数			4	
输出口个数			2	
额定电压电位器		●		●
通信接口	蓝牙		●	
	CAN	●	●	
	USB	●	●	●
温度保护	绕组温度保护	●		
	散热片温度保护	●		●
实时时钟			●	
事件记录		●	●	●
运行数据记录			●	
报警时刻数据记录 (黑匣子)		●	●	●

▲注意：本文档中所提到的HVR1000、HVR410控制器功能有可能更改，准确信息可以查阅用户手册。

3 性能特点

HVR620数字电压调节器其主要特点如下：

- 励磁调节模式：自动电压调节(AVR)；
- 具有过励限制、伏频(U/F)限制功能；
- 具有软启动功能；
- 励磁调节采用PID算法；
- 具有三种电压调节方式：电位器、PC参数配置、CAN通信；
- 励磁电源：输入电压为AC(100-277)V单相二线或DC；
- 连续励磁电流：4A，短时最大电流：7.5A(10s)；
- 具有加载补偿功能(LCF)；
- 适合于三相三线、三相四线、二相三线、单相二线，额定频率10Hz - 200Hz系统；
- 可检测发电电压谐波THDu，1-15次谐波；
- 发电电压测量为真有效值；
- 采集励磁电压、励磁电流、发电机电压、频率等参数；
- 具有散热片温度检测和报警保护功能；
- 具有绕组温度检测和报警保护功能；
- 具有发电过压、发电欠压、发电过频、发电欠频、电压不平衡、波形失真、发电丢失、励磁过压、励磁过流、旋转二极管故障等保护检测功能；
- 通过PC软件可进行实时数据曲线分析，用于调整PID参数；
- 所有参数可使用PC通过USB接口配置；
- 可通过CAN通讯接口进行数据监控；
- 适用于各种无刷交流同步发电机，如永磁励磁发电机(PMG)，辅助绕组励磁发电机(AUXW)和自励磁发电机(SHUNT)；
- 具有历史记录功能，根据运行时间循环记录999条事件；
- 具有黑匣子功能，可循环记录5组故障报警数据；
- 模块化结构设计，可插拔式接线端子，螺丝固定安装方式，结构紧凑，安装方便。

4 规格

表4 性能参数

项目	内容
励磁电源	DC63V 励磁系统： AC(100-139)V 或 DC125V DC125V 励磁系统： AC(190-277)V 或 DC250V 频率：(50-500)Hz 或 DC
励磁输出电流	连续电流：70VDC 4A 短时最大电流：10s 45VDC 7.5A 线圈电阻 > 4 欧姆
交流控制电压	精度：0.25%，THDu < 5%
交流采样	线电压 范围：AC30V - AC720V (ph-ph) 分辨率：0.1V 精度：0.2%
	交流频率 范围：10Hz - 200Hz 分辨率：0.01Hz 精度：0.1Hz
旋钮开关	旋钮开关：1 个 10 档（绕组温度传感器接入数量选择）。
模拟量输入	一路 PT100 两线制 范围：(-50~+150)°C 分辨率：0.1°C 精度：1°C
电位器	1 个（额定电压调节）
CAN 接口	隔离接口，使用 Belden 9841 线缆或等效 通信距离和波特率详见：表 9 CAN-bus 传输距离和波特率关系表
USB	隔离接口，TYPE-C
振动	18 - 2000Hz: 5g IEC 60068-2-6
冲击	50g _n , 11ms, 半正弦，三个互相垂直方向的每一方向连续施加三次冲击，即共 18 次 IEC 60068-2-27
碰撞	20g/16ms, 半正弦 IEC 60255-21-2
外形尺寸	153mm x 138mm x 61mm
工作温度	(-40~+70)°C
工作湿度	(20~95)%RH
贮存温度	(-40~+85)°C

项目	内容
重量	0.7kg
安装方式	螺钉安装
防护等级	IP20

5 操作

5.1 说明

5.1.1 指示灯和接线

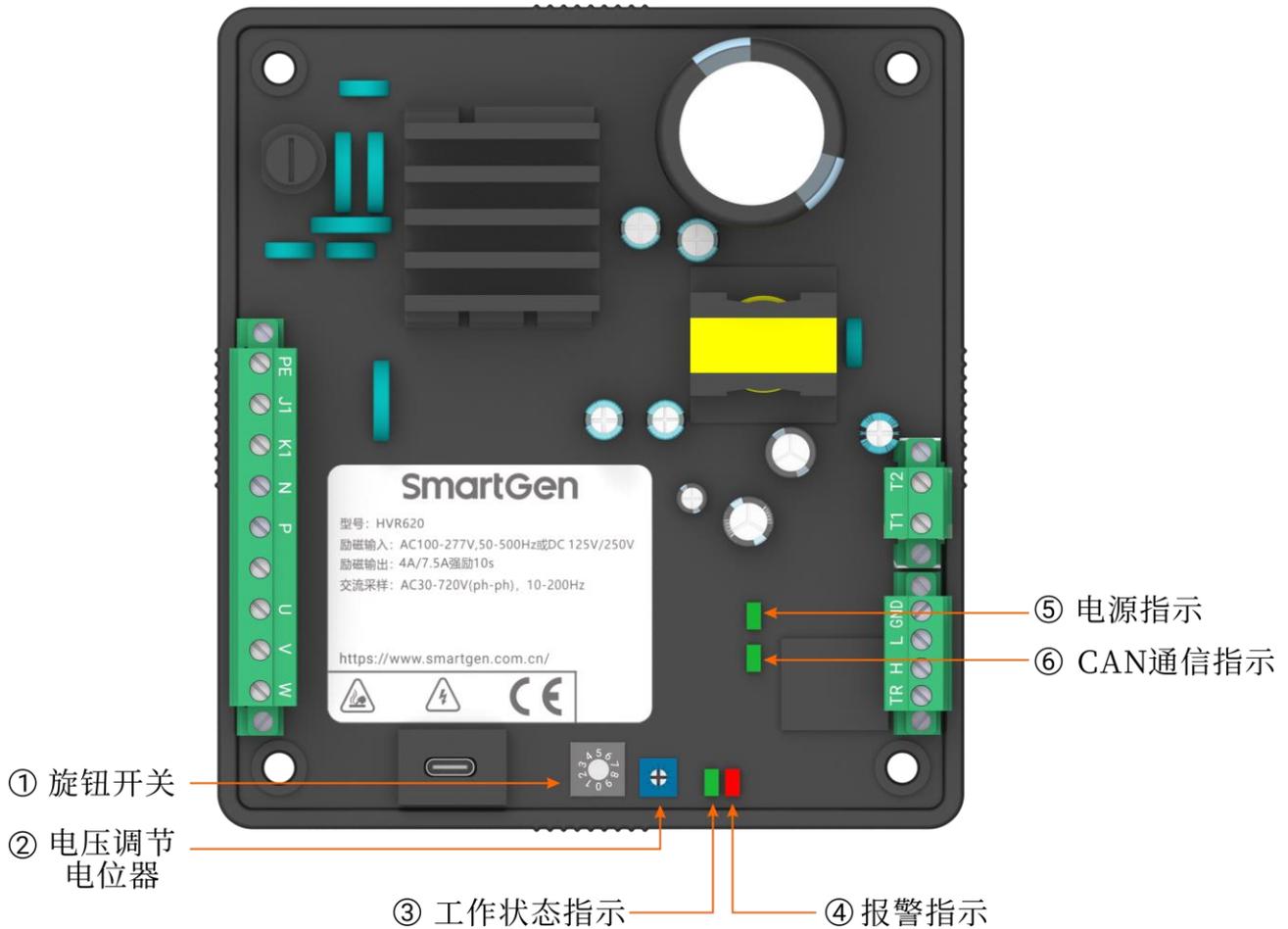


图1 正面指示图

表5 旋钮开关设置说明

标号	旋钮位置	功能
1	0	3 个 PT100 绕组温度传感器
	1	2 个 PT100 绕组温度传感器
	2-9	保留

表6 电压调节电位器说明

标号	旋转方向	功能
2	逆时针	减小发电机电压输出
	顺时针	增大发电机电压输出

表7 指示灯介绍

标号	指示灯类型	功能	描述
3	工作状态指示（绿色）	状态	AVR 励磁正常输出或警告类报警（不影响励磁输出）指示灯常亮，AVR 故障类报警时熄灭。
4	报警指示（红色）	报警	AVR 无报警时熄灭，有故障报警时常亮，有警告类报警时 1S 间隔闪烁。
5	AVR 供电指示灯（绿色）	状态	AVR 通电后常亮。
6	CAN 通信指示（绿色）	状态	CAN 通信关闭时熄灭，通信正常时常亮。

表8 接线端子接线描述

标号	功能	导线规格	备注
PE	保护地	1.5mm ²	电源系统的接地线。
J1	励磁正极输出	1.5mm ²	励磁输出。
K1	励磁负极输出	1.5mm ²	
N	励磁电源线输入	1.5mm ²	励磁电源输入。
P		1.5mm ²	
空针	励磁电源辅助接线	1.5mm ²	模块内部与 U 端子相通，使用自励磁发电机时该端子和 P 短接，与 N 配合提供励磁电源输入。使用辅助绕组发电机时，该端子空置。
U	发电机 U 相电压监视输入	1.5mm ²	连接至发电机输出 U 相。
V	发电机 V 相电压监视输入	1.5mm ²	连接至发电机输出 V 相。
W	发电机 W 相电压监视输入	1.5mm ²	连接至发电机输出 W 相。
DEVICE	USB	隔离型	TYPE-C 接口，可向模块供电，可使用 PC 软件对电压调节器进行参数读写配置、实时监控数据和升级程序。
TR	CAN TR	0.5mm ²	建议使用阻抗为 120Ω 的屏蔽线。将 CAN TR 和 CAN H 端子短接则接入 120Ω 终端电阻。
H	CAN H	0.5mm ²	
L	CAN L	0.5mm ²	
GND	CAN 屏蔽地	0.5mm ²	
T1	绕组温度传感器输入	1.0mm ²	绕组温度传感器接线端子输入。
T2		1.0mm ²	

▲注意：该电压调节器上的USB接口可直接连接PC进行参数编程，在待机和运行时均可。

▲注意：严禁发电机运行时，进行程序升级。

5.1.2 励磁输出

励磁输出为励磁机提供直流励磁功率输入。励磁输出端子为J1、K1。
可提供连续工作电流 4A，强励时可提供 10s 励磁电流 7.5A。

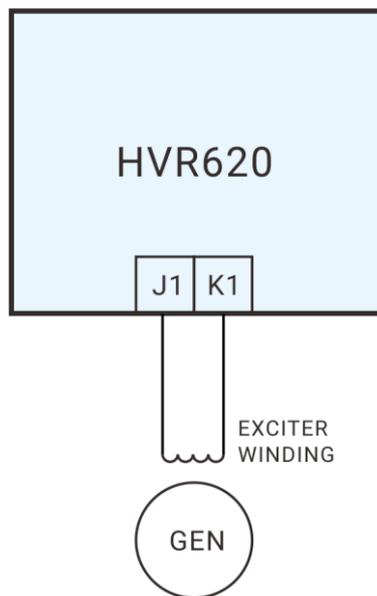


图2 励磁输出接线图

5.1.3 励磁电源输入和发电机电压检测输入

励磁电源输入（P、N）为励磁控制输出提供电源，并为电压调节器提供工作电源。
建议最小剩磁电压AC8V 25Hz。

三相发电机电压检测端子为U、V、W。

该检测端子交流输入范围：AC30V – AC720V (ph-ph)。

发电端电压为三相线电压的平均值，当发电端电压不平衡时，发电端电压为最大的线电压。

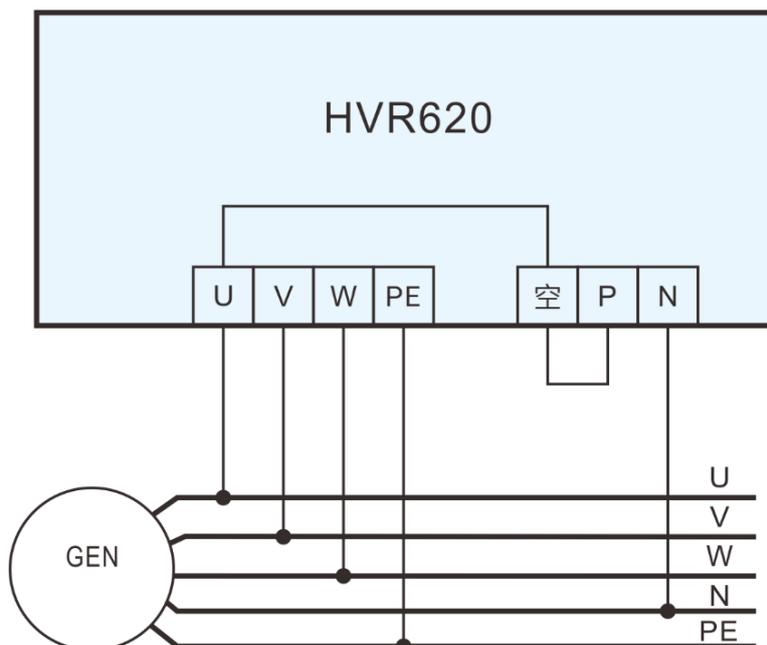


图3 发电电压检测和励磁电源输入(自动磁发电机)接线图

5.1.4 CAN 通信接口

具有一个CAN通信接口。

建议使用阻抗为120Ω的屏蔽线。将TR和H端子短接则接入120Ω终端电阻。

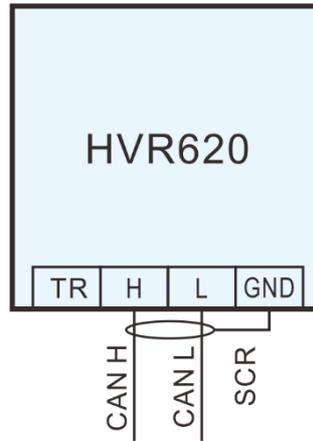


图4 CAN 通信接线图

表9 CAN-bus 传输距离和波特率关系表

序号	通信距离(m)	最高波特率(bps)
1	700	50k (终端电阻为 120Ω)
2	280	125k (终端电阻为 120Ω)
3	140	250k (终端电阻为 120Ω)
4	70	500k (终端电阻为 120Ω)

5.2 励磁调节说明

5.2.1 原理框图

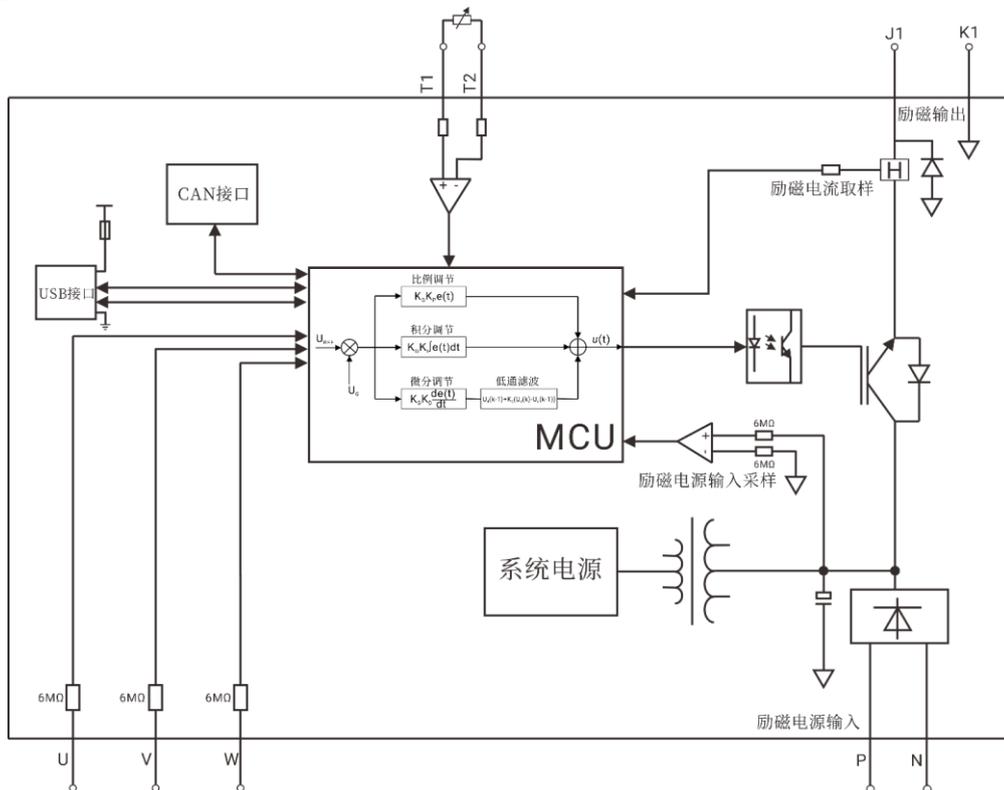


图5 原理框图

5.2.2 启动

软启动

软启动功能可控制发电机启动时发电机端电压的变化速度，如软启动曲线图6所示。

软启动时间：(0.1~120.0)s，默认3s，软启动时间为从软启动开始到100%目标值的时间。

启动阈值：(0.1~100.0)%，默认20%，当发电机端电压达到启动阈值时，开始自动调节。

初始占空比：(0~100.0)%，默认0，励磁调节初始PWM值。

在发电机软启动过程中，发电机的U/F伏频特性依然有效，并优先控制发电机电压。

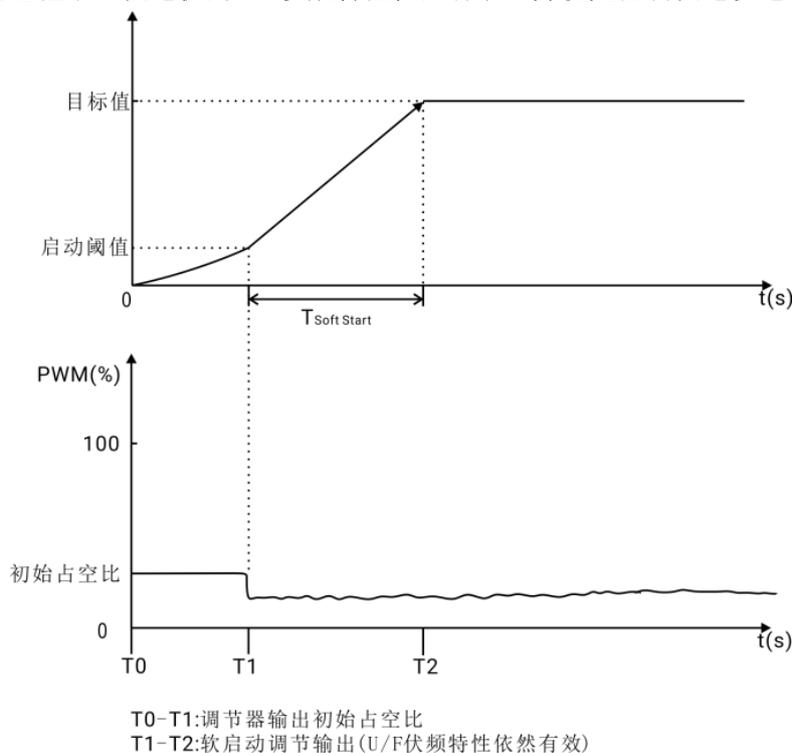


图6 软启动曲线图

阈值启动模式

电压调节器输出设置的初始占空比，当电压调节器检测到发电机端电压大于设置的启动阈值时，电压调节开始有效。目标电压按照设置的U/F伏频特性进行调节。

阈值启动模式的停止励磁输出条件：当发电频率小于设置的停止励磁的频率值，且励磁电源输入电压小于设置的停机励磁时供电电压阈值时，延时设置的时间，励磁停止输出。

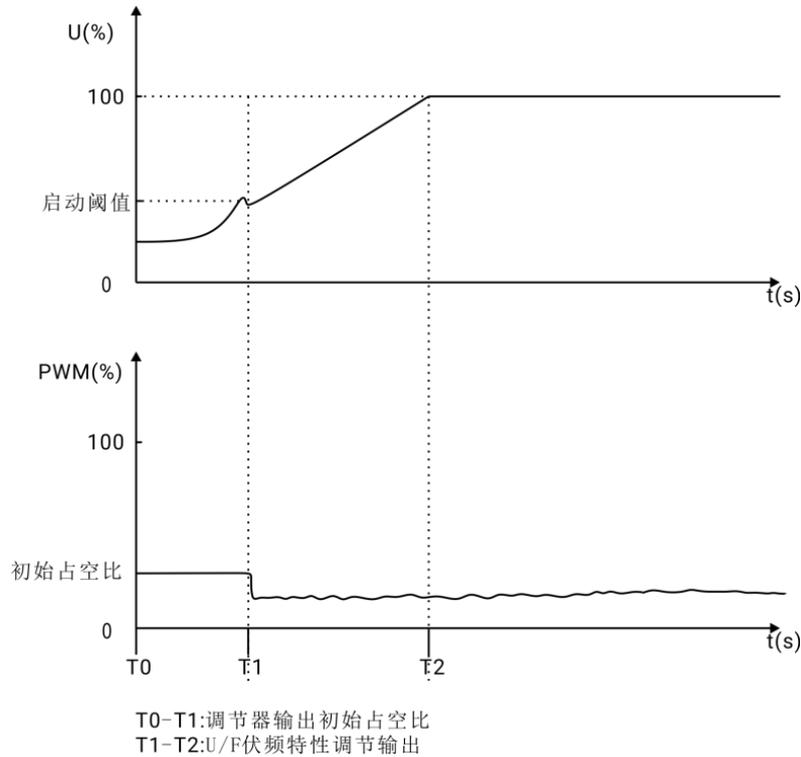


图7 阈值启动曲线图

5.2.3 自动电压调节模式(AVR)

5.2.3.1 调整输出电压说明

AVR输出电压值有3种调节方法：

方法1：上位机软件上设置AVR输出电压值（固定值）

举例：

在上位机上使能发电电压为固定值，发电额定电压设置为400V，AVR输出电压为100%时，发电机输出的电压为400V（有效值）。



图8 上位机软件配置固定输出电压

同理，发电额定电压设置为400V，若AVR输出电压为95%时，发电机输出的电压为380VAC(有效值)。

方法2：电位器调节

在上位机上使能发电电压为外部选择，然后将配置写入HVR620后，通过转动HVR620上的电位器旋钮调节输出电压值；

举例：

将顺时针限制设置为420V，顺时针调整电位器最大可将电压调整到420V。逆时针限制设置为380V，逆时针调整电位器最小可将电压调整到380V。



图9 使用电位器配置输出电压

方法3: AVR微调设置

在方法1和方法2输出电压值的基础上，可以利用CAN通讯调整AVR的输出电压。



图10 AVR 微调上位机配置

举例：

当前AVR输出电压为400V，接收到报文ID为0x0C100211，数据为58 1B 00 00 00 00 00的CAN数据帧时：

0x1B58转换为十进制为7000， $7000 \times (0.01\%) = 70.00\%$ ；

CAN通信微调偏差 $EC = -10\% + (10\% - -10\%) \times 70.00\% = 4.0\%$ ；

电压目标值 = $400 \times (100\% + EC) = 416V$ 。

注1：在 AVR 运行阶段未收到新的 CAN 调节指令前本条指令一直有效；

注2：上位机软件设置固定输出电压与电位器调节这两种方法不同时有效，只能二选一。

5.2.3.2 U/F 伏频坡度特性

伏频特性有2种曲线调节方法：

方法1：不使用自定义转折曲线

举例：

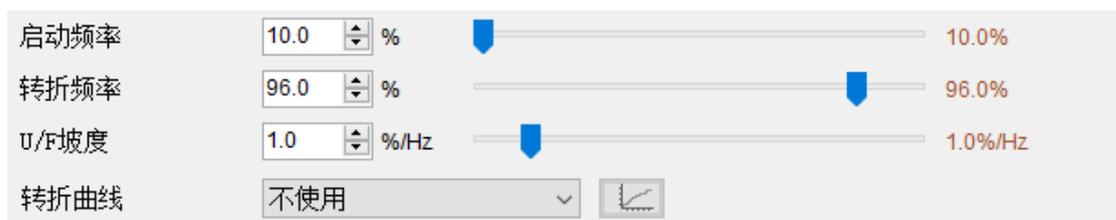


图11 不使用自定义转折曲线上位机配置

启动频率(F_{start}): (10.0~100.0)%，默认10.0%。

转折频率(F_{knee}): (70.0~100.0)%，默认96.0%。

U/F坡度(SLOPE): (0.5~5.0)%/Hz，默认1.0%/Hz。当前发电频率每变化1Hz，变化SLOPE%的发电电压。U/F伏频特性图如下所示。

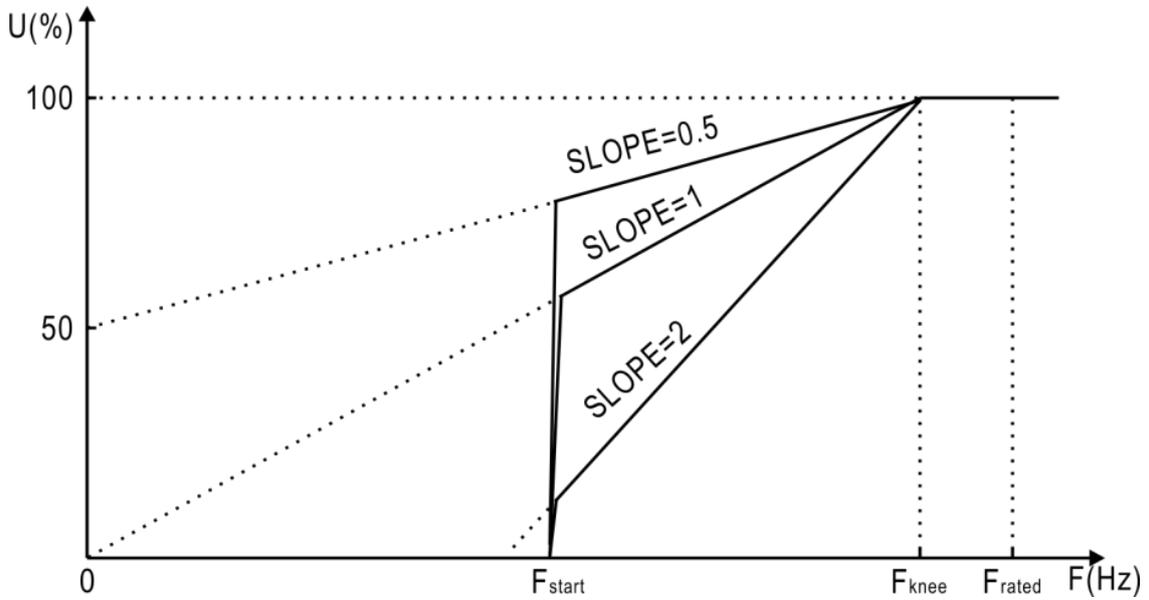


图12 U/F 伏频特性

方法2: 设置为自定义转折曲线

将转折曲线设置为自定义，用户可点击按钮  设置伏频特性曲线。此设置下，DVR的电压变化将与预设的频率曲线相匹配，且系统支持最多8个坐标点的配置，具体如图13所示。

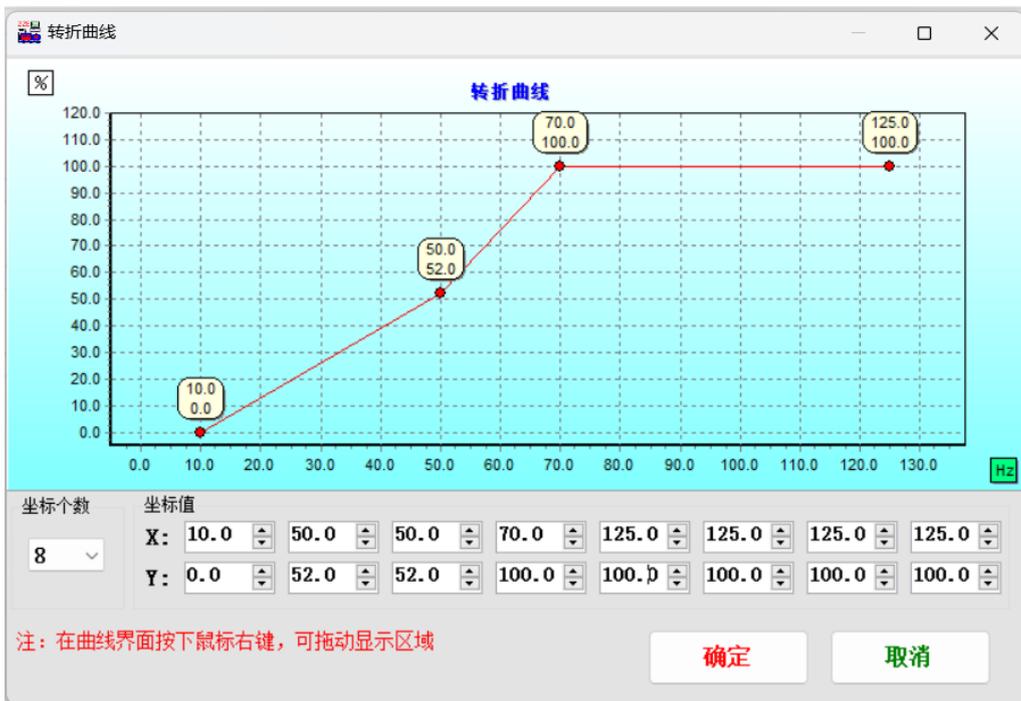


图13 转折曲线设置

5.2.3.3 加载补偿

下降值(U_{lcf}): (70.0~100.0)%, 默认90.0%。

持续延时(T_{lcf}): (0~10.0)s, 默认1s。

上升坡度(T_{rise}): (0.0~100.0)%/s, 默认0.2%/s。

当发电频率下降到转折频率(F_{knee})后,目标电压下降到设置的电压值 U_{lcf} ,瞬间降低发动机的输出功率,当频率开始回升时目标电压按 T_{rise} 设置逐渐上升,提高机组突加载性能。当延时 T_{lcf} 时间后本次加载补偿完成。在加载补偿过程中,发电机的U/F伏频坡度特性依然有效,并优先控制发电机电压。

此功能用于机组突加负载时,通过降低发电机端电压,减少机组输出功率,达到改善机组突加性能的目的。

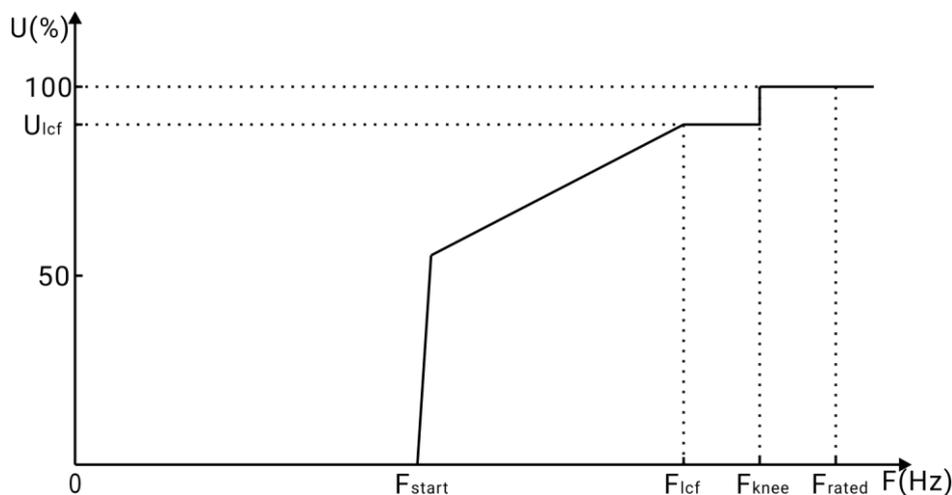
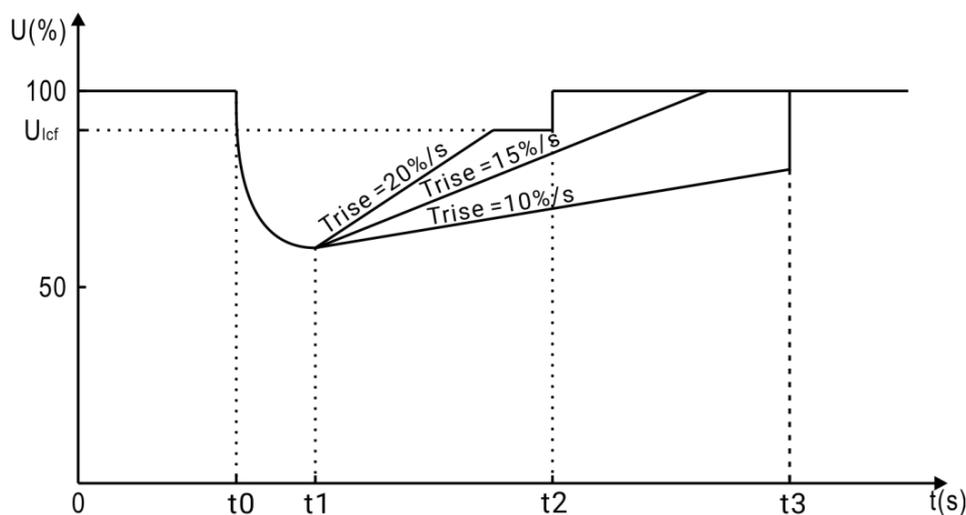


图14 加载补偿时电压频率曲线



t0:发电频率 < 加载补偿频率($F < F_{lcf}$)

t1:发电频率 > 加载补偿频率($F > F_{lcf}$)

t2:发电频率 > 转折频率($F > F_{knee}$)

t3:持续时间结束($t3 = t1 + T_{lcf}$)

图15 加载补偿时电压时间曲线

5.2.3.4 运行过程

- 发电机开始运行时,电压调节器输出初始占空比,当检测到发电机端电压大于设置的启动阈值电压时,电压调节进入软启动过程,逐渐加大励磁输出;
- 软启动结束后,按 U/F 伏频曲线调节励磁输出,当发电频率大于转折频率,电压调节器以额定电压为目标进行调节;
- 发电机停机时,逐渐停止励磁输出,当发电频率小于停止励磁频率时结束本次运行;
- 当电压调节器检测到故障停机报警时,励磁停止输出。

6 保护和限制

6.1 警告报警

当电压调节器检测到警告信号时，电压调节器仅警告不断开励磁输出。

表10 警告报警量

序号	类型	描述
1	发电过压警告	发电过压报警检测使能时，当电压调节器检测到发电机的端电压大于设定的发电过压警告阈值时，电压调节器发出警告信号。 一直检测。
2	发电欠压警告	发电欠压报警检测使能时，当电压调节器检测到发电机的端电压小于设定的欠压警告阈值时，电压调节器发出警告信号。 首次发电频率大于转折频率后开始检测。
3	发电过频警告	发电过频报警检测使能时，当电压调节器检测到发电机的频率大于设定的发电过频警告阈值时，电压调节器发出警告信号。 一直检测。
4	发电欠频警告	发电欠频报警检测使能时，当电压调节器检测到发电机的频率小于设定的发电欠频警告阈值时，电压调节器发出警告信号。 首次发电频率大于转折频率后开始检测。
5	励磁过流警告	过励限制使能时，当电压调节器检测到励磁电流大于设定的励磁过流 1 阈值时，或过励限制有效且过励限制动作为警告时，电压调节器发出警告信号。 一直检测。
6	励磁过压警告	励磁过压检测使能时，当电压调节器检测到励磁电压大于设定的励磁过压警告阈值时，电压调节器发出警告信号。 一直检测。
7	电压不平衡警告	电压不平衡检测使能时，当电压调节器检测到电压不平衡度大于设定的阈值时，电压调节器发出警告信号。 一直检测。
8	无发电警告	无发电报警检测使能时，电压调节器检测到发电电压为 0 且发电频率为 0 时，电压调节器发出警告信号。 首次发电频率大于转折频率后或励磁电流大于设置的阈值时检测。
9	电压波形失真警告	电压波形失真检测使能时，当电压调节器检测到发电端电压谐波值大于设定的电压波形失真警告阈值时，电压调节器发出警告信号。 一直检测。
10	发电缺相警告	发电缺相检测使能，当电压调节器检测到发电缺相时，电压调节器发出警告信号。 发电电压大于 50V 时检测。
11	发电逆相序警告	发电逆相序检测使能，当电压调节器检测到发电逆相序时，电压调节器发出警告信号。 发电电压大于 50V 时检测。
12	旋转二极管开路警告	旋转二极管开路检测使能时，当电压调节器检测到励磁电流谐波值大于设定的谐波报警阈值（默认 5%）时，电压调节器发出警告信号。 一直检测。

序号	类型	描述
13	旋转二极管短路警告	旋转二极管短路检测使能时，当电压调节器检测到励磁电流谐波值大于设定的谐波报警阈值（默认 10%）时，电压调节器发出警告信号。一直检测。
14	散热片超温警告	散热片超温检测使能时，当散热片的温度大于设定的温度阈值（默认 110°C），电压调节器发出警告信号。一直检测。
15	绕组温度超温警告	绕组超温检测使能时，当绕组的温度大于设定的温度阈值（默认 165°C），电压调节器发出警告信号。一直检测。

▲注意：当极比（励磁电机极数/发电机极数）不等于0时，励磁电流谐波值为极比接近的两个谐波值和；极比等于0时，励磁电流谐波值为各次谐波值总和。举例：14极的励磁电机和6极的发电机，极比为2.33，取谐波2和3的百分比相加。

6.2 故障报警

当电压调节器检测到故障报警信号时，电压调节器立即断开励磁输出，同时显示报警类型。

表11 故障报警量

序号	类型	描述
1	发电过压故障报警	发电过压报警检测使能时，当电压调节器检测到发电机的端电压大于设定的故障报警阈值时，电压调节器发出报警信号。一直检测。
2	发电欠压故障报警	发电欠压报警检测使能时，当电压调节器检测到发电机的端电压小于设定的故障报警阈值时，电压调节器发出报警信号。首次发电频率大于转折频率后开始检测。
3	发电过频故障报警	发电过频报警检测使能时，当电压调节器检测到发电机的频率大于设定的故障报警阈值时，电压调节器发出报警信号。一直检测。
4	发电欠频故障报警	发电欠频报警检测使能时，当电压调节器检测到发电机的频率小于设定的故障报警阈值时，电压调节器发出报警信号。首次发电频率大于转折频率后开始检测。
5	无发电故障报警	电压调节器检测到发电电压为 0 且发电频率为 0 时，电压调节器发出报警信号。首次发电频率大于转折频率后或励磁电流大于设置的阈值时检测。
6	励磁过流故障报警	过励限制使能时，当过励限制有效且过励限制动作为停机时，电压调节器发出报警信号。一直检测。
7	励磁过压故障报警	励磁过压报警检测使能时，当电压调节器检测到励磁电压大于设定的故障报警阈值时，电压调节器发出报警信号。一直检测。
8	电压不平衡故障	发电电压不平衡检测使能时，当电压调节器检测到不平衡电压大于设定的故障报警阈值时，电压调节器发出报警信号。一直检测。
9	电压波形失真故障报警	发电电压波形失真检测使能时，当电压调节器检测到电压波形失真度大于设定的故障报警阈值时，电压调节器发出报警信号。一直检测。
10	旋转二极管开路故障报警	旋转二极管开路检测使能时，当电压调节器检测到励磁电流谐波值

序号	类型	描述
		大于设定的谐波报警阈值时，电压调节器发出报警信号。 一直检测。
11	旋转二极管短路故障报警	旋转二极管短路检测使能时，当电压调节器检测到励磁电流谐波值大于设定的谐波报警阈值时，电压调节器发出报警信号。 一直检测。
12	散热片超温故障报警	散热片超温检测使能时，当散热片的温度大于设定的温度阈值（默认 110°C），电压调节器发出报警信号。 一直检测。
13	绕组温度超温故障报警	绕组超温检测使能时，当散热片的温度大于设定的温度阈值（默认 165°C），电压调节器发出报警信号。 一直检测。

6.3 过励限制

当发电机运行在功率特性曲线过励磁范围内，会导致励磁绕组过热，因此发电机需恢复系统电压，向系统提供更多的无功功率，即强励磁能力。过励限制可以设定两个励磁过流阈值，励磁过流2阈值为强励限制值，励磁过流1阈值为长期允许励磁电流。调节器对强励时的励磁电流实现瞬时限制，当强励限制有效时，将励磁电流限制在励磁过流2阈值的0.95倍以下；当励磁电流超过过流1阈值，且达到过励反时限时间后，励磁电流过励限制有效，将励磁电流限制在励磁过流1阈值的0.95倍以下，等待积累热量释放。

过励限制有效时动作可设置，当过励限制有效后，调节器延时设置的过励限制动作时间后，发出警告或故障报警。

过励反时限时间计算方法：

通过励磁过流 1 阈值、励磁过流 2 阈值两点确定反时限限制曲线。

$$t = \frac{I_{FEL}^2 - I_{OEL}^2}{I_E^2 - I_{OEL}^2} T_q$$

计算公式为：

定义： I_{FEL} （强励限制值）--- 励磁过流 2 阈值 T_q （强励允许时间）--- 过流延时值

I_{OEL} （过励限制值）--- 励磁过流 1 阈值 I_E --- 实际励磁电流值

t --- 反时限时间计算值

过励限制方法：

通过计算热量累计 $B = \int (I_E^2 - I_{OEL}^2) dt$ 与最大允许累计热量 $B_0 = (I_{FEL}^2 - I_{OEL}^2) T_q$ 比较来进行过励限制。当热量累计 $B \geq B_0$ 或过励累计时间到达最大延时值时，过励限制有效。

累计热量计算：

- 1) $B=0$, $I_E \leq I_{OEL}$, 过励未发生过，无过热累计；
- 2) $B=0$, $I_E > I_{OEL}$, 过励未发生过，当前过励，热量进行累计 $B = B + (I_E^2 - I_{OEL}^2) \Delta t$;
- 3) $B > 0$, $I_E > I_{OEL}$, 过励发生过，当前过励，热量进行累计 $B = B + (I_E^2 - I_{OEL}^2) \Delta t$;
- 4) $B > 0$, $I_E < I_{OEL}$, 过励发生过，当前无过励，热量反向进行累计 $B = B - (I_E^2 - I_{OEL}^2) \Delta t$ ，即热量释放过程，当 $B \leq 0$ 时，计算截止， $B=0$ 。

过励限制有效后，限制励磁电流为励磁过流 1 阈值的 0.95 倍以下，进行热量释放，直到热量释放完 ($B=0$)，此过程中不允许再次强励。

举例：

励磁电流

额定电流	2.0 A	2.0A	(0-10.0)A
<input checked="" type="checkbox"/> 过励限制使能			
励磁过流1阈值	110.0 %	110.0%(2.2A)	(0-300.0)%
励磁过流2阈值	200.0 %	200.0%(4.0A)	(0-300.0)%
过流延时值	10 s	10s	(1-120)s
过励动作	警告		
过励动作延时	10 s	10s	(0-3600)s

图16 上位机软件过励限制设置示例

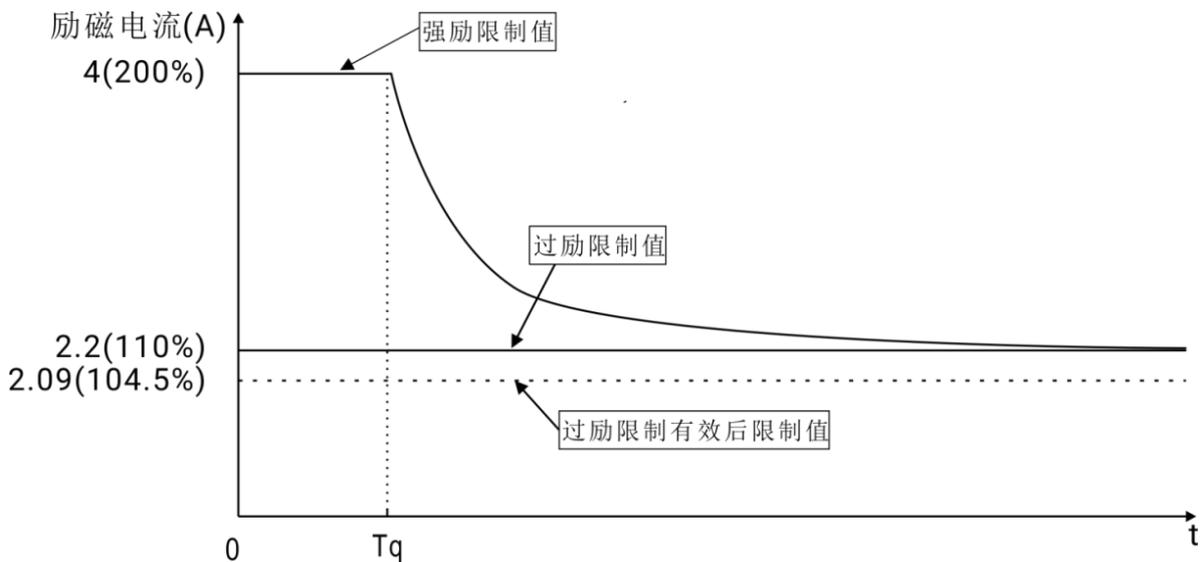


图17 过励限制设置

6.4 降低电压输出

散热片过温保护：

电压调节器运行过程中，散热片温度超过其强制动作值，AVR会立即停止励磁输出并发出散热片超温故障报警信号。如果散热片温度超过设定阈值且未达到其强制动作值时，AVR会将其输出电压在额定电压基础上降低5.5%，如果1min延时后散热片温度依旧超过其设定阈值，AVR关闭励磁输出并发出散热片超温故障报警信号；如果1min延时后AVR散热片温度处于阈值与返回值之间，AVR将维持其降压状态；降压运行过程中散热片温度降到返回值以下时，AVR输出电压恢复至额定电压。

散热片温度保护设置

动作	降低电压		
阈值	110.0 °C	110.0°C	(-40.0-200.0)°C
返回值	100.0 °C	100.0°C	(-40.0-200.0)°C
强制动作值	115.0 °C	115.0°C	(110.0-130.0)°C
延时值	5 s	5s	(0-3600)s

图18 散热片温度保护设置示例

绕组温度过温保护

电压调节器运行过程中，发电机绕组温度超过其强制动作值，AVR会立即停止励磁输出并发出绕组温度超温故障报警。如果发电机绕组温度超过其动作阈值且未达到其强制动作值时，AVR会将其输出电压在额定电压基础上降低5.5%，如果1min后绕组温度超过其设定阈值，会将其输出电压在额定电压基础上再降低5.5%（共11%），如果延时1min后绕组温度依旧超过其设定阈值，AVR关闭励磁输出并发出绕组超温故障报警信号；在降压运行过程中如果延时1min后绕组温度处于阈值与返回值之间，AVR将维持其降压状态，降压运行过程中温度重新超过其设定阈值，AVR会将其输出电压在额定电压基础上再降低5.5%（已降压5.5%时）或关闭励磁输出（已降压11%时）；降压运行过程中绕组温度降到返回值以下时，恢复其额定电压。

注：散热片过温保护和发电机绕组过温保护同时触发降压时，以降压幅度大的为准。

绕组温度保护设置

动作	降低电压 ▼		
阈值	165.0 °C		165.0°C (-40.0-200.0)°C
返回值	150.0 °C		150.0°C (-40.0-200.0)°C
强制动作值	170.0 °C		170.0°C (170.0-190.0)°C
延时值	5 s		5s (0-3600)s

图19 绕组温度保护设置示例

7 编程参数范围及定义

表12 参数设置内容及范围一览表

序号	项目		参数范围	默认值	描述	
模块设置						
1	口令设置		(0-9999)	0318		
2	模块地址		(1-254)	17	CAN 发送源地址。	
3	报警数据记录间隔		(0-60.0)s	0.1		
4	J1939-75 发送使能		(0-1)	0	0: 不使能; 1: 使能。	
系统设置						
1	发电额定电压电位器选项		(0-1)	0	0: 发电电压固定设置值 1: 发电电压为外部选择	
2	发电额定电压		(30-480)V	400	为发电过压、发电欠压、发电目标电压提供基准。	
3	逆时针限制值		(30-480)V	380		
4	顺时针限制值		(30-480)V	420		
5	发电额定频率		(10.0-200.0)Hz	50.0		
6	发电机极数		(1-64)	4	极比=励磁电机极数/发电机极数; 用于旋转二极管故障检测。	
7	励磁电机极数		(0-64)	0		
励磁设置						
1	额定励磁电压		(0-200)V	63	额定励磁电压, 为励磁过压、欠压提供基准。	
2	励磁过压 1 设置	使能	(0-1)	1	0: 不使能; 1: 使能。 设置值为额定励磁电压的百分比。 返回值为额定励磁电压的百分比。 延时值。 动作: 0: 无; 1: 警告; 2: 故障。	
		阈值	(0-200.0)%	120		
		返回值	(0-200.0)%	116		
		延时值	(0-3600)s	3		
		动作	(0-2)	2		
3	励磁过压 2 设置	使能	(0-1)	1	0: 不使能; 1: 使能。 设置值为额定励磁电压的百分比。 返回值为额定励磁电压的百分比。 延时值。 动作: 0: 无; 1: 警告; 2: 故障。	
		阈值	(0-200.0)%	110		
		返回值	(0-200.0)%	108		
		延时值	(0-3600)s	5		
		动作	(0-2)	1		
4	额定励磁电流		(0-10)A	5.0	额定励磁电流, 为过励限制提供基准。	
5	过励限制 1 (OEL)	使能设置	(0-1)	0	0: 不使能; 1: 使能。	
		过流 1 阈值	(0-300.0)%	110	阈值为额定励磁电流的百分比。	
		过流 2 阈值	(0-300.0)%	200		
		过流延时值	(1-120)s	10	延时值。	
		过励	动作	(0-2)	1	动作: 0: 无; 1: 警告; 2: 故障。
			延时	(0-3600)s	10	延时值。
6	旋转二极管短路设置	使能	(0-1)	0	0: 不使能; 1: 使能。	
		阈值	(0-100.0)%	10	设置值为励磁电流谐波值的百分	

序号	项目	参数范围	默认值	描述	
		返回值	(0-100.0)%	9	比。 返回值为励磁电流谐波值的百分比。
		延时值	(0-3600)s	1	
		动作	(0-2)	2	
7	旋转二极管 开路设置	使能	(0-1)	0	延时值。 动作：0：无；1：警告；2：故障。
		阈值	(0-100.0)%	5	
		返回值	(0-100.0)%	4	
		延时值	(0-3600)s	5	
		动作	(0-2)	2	
8	散热片温度 保护设置	使能	(0-1)	1	0：不使能；1：使能
		阈值	(-40-200)°C	110	设置值
		返回值	(-40-200)°C	100	返回值
		延时值	(0-3600)s	5	延时值
		动作	(0-3)	3	动作值： 0：无；1：警告；2：故障；3：降低电压
		强制动作值	(110-130)°C	115	强制动作值，关闭励磁输出
9	绕组温度保 护设置	使能	(0-1)	1	0：不使能；1：使能
		阈值	(-40-200)°C	165	设置值
		返回值	(-40-200)°C	150	返回值
		延时值	(0-3600)s	5	延时值
		动作	(0-3)	3	动作值： 0：无；1：警告；2：故障；3：降低电压
		强制动作值	(170-190)°C	170	强制动作值，关闭励磁输出
发电设置					
1	逆相序检测	(0-1)	0	0：不使能；1：使能。	
2	缺相检测	(0-1)	0	0：不使能；1：使能。	
3	发电过压报 警 1	使能	(0-1)	1	0：不使能；1：使能。 设置值为额定发电电压的百分比。 返回值为额定发电电压的百分比。 延时值。 动作：0：无；1：警告；2：故障。
		阈值	(0-200.0)%	120	
		返回值	(0-200.0)%	118	
		延时值	(0-3600)s	3	
		动作	(0-2)	2	
4	发电过压报 警 2	使能	(0-1)	1	
		阈值	(0-200.0)%	110	
		返回值	(0-200.0)%	108	
		延时值	(0-3600)s	5	
		动作	(0-2)	1	
5	发电欠压报 警 1	使能	(0-1)	0	
		阈值	(0-200.0)%	80	
		返回值	(0-200.0)%	82	
		延时值	(0-3600)s	3	
		动作	(0-2)	2	
6	发电欠压报	使能	(0-1)	0	

序号	项目	参数范围	默认值	描述	
	警 2	阈值	(0-200.0)%	84	<p>0: 不使能; 1: 使能。 设置值为发电额定频率的百分比。 返回值为发电额定频率的百分比。 延时值。 动作: 0: 无; 1: 警告; 2: 故障。</p>
		返回值	(0-200.0)%	86	
		延时值	(0-3600)s	5	
		动作	(0-2)	1	
7	发电过频报警 1	使能	(0-1)	1	
		阈值	(0-200.0)%	114	
		返回值	(0-200.0)%	110	
		延时值	(0-3600)s	3	
		动作	(0-2)	2	
8	发电过频报警 2	使能	(0-1)	1	
		阈值	(0-200.0)%	110	
		返回值	(0-200.0)%	108	
		延时值	(0-3600)s	5	
		动作	(0-2)	1	
9	发电欠频报警 1	使能	(0-1)	0	
		阈值	(0-200.0)%	80	
		返回值	(0-200.0)%	82	
		延时值	(0-3600)s	3	
		动作	(0-2)	2	
10	发电欠频报警 2	使能	(0-1)	0	
		阈值	(0-200.0)%	84	
		返回值	(0-200.0)%	86	
		延时值	(0-3600)s	5	
		动作	(0-2)	1	
11	发电电压不平衡 1	使能	(0-1)	1	
		阈值	(0-200.0)%	10	
		返回值	(0-200.0)%	5	
		延时值	(0-3600)s	5	
		动作	(0-2)	1	
12	发电电压不平衡 2	使能	(0-1)	0	
		阈值	(0-200.0)%	10	
		返回值	(0-200.0)%	5	
		延时值	(0-3600)s	5	
		动作	(0-2)	0	
13	发电波形失真 1	使能	(0-1)	0	
		阈值	(0-200.0)%	10	
		返回值	(0-200.0)%	5	
		延时值	(0-3600)s	5	
		动作	(0-2)	0	
14	发电波形失真 2	使能	(0-1)	0	
		阈值	(0-200.0)%	10	

序号	项目		参数范围	默认值	描述
		返回值	(0-200.0)%	5	
		延时值	(0-3600)s	5	
		动作	(0-2)	0	
15	无发电报警	使能	(0-1)	1	0: 不使能; 1: 使能。
		阈值	(0-100.0)%	30	设置值为额定励磁电流百分比。
		返回值	(0-100.0)%	10	
		延时值	(0-3600)s	2	延时值。
		动作	(0-2)	2	动作: 0: 无; 1: 警告; 2: 故障。
励磁模式调控设置					
1	启动阈值		(0.1-100.0)%	20.0	额定电压的百分比;
2	初始占空比		(0.0-100.0)%	0	初始 PWM 占空比。
3	软启动使能设置		(0-1)	0	0: 不使能; 1: 使能。
4	软启动时间		(0.1-120)s	3	软启动功能使能时, 发电端电压从软启动开始电压到额定电压的时间。
5	停止励磁时	频率	(10.0-100.0)Hz	10.0	停止励磁输出时的频率。
		供电电压	(0-450.0)V	20.0	停止励磁输出时的功率输入电压。
		延时	(0-3600)s	0	当以上两个停止励磁条件同时满足时的延时值。
6	阈值启动模式使能		(0-1)	0	0: 不使能; 1: 使能。
AVR 调控设置					
1	AVR 输出电压		(0.0-200.0)%	100.0	输出电压值, 额定电压的百分比。
2	微调设置	上限值	(0.1-50.0)%	10.0	设置值为额定发电电压百分比。
		下限值	(-50.0-(-0.1))%	-10.0	
3	伏频(U/F)设置	启动频率	(10.0-100.0)%	10	伏频特性开始时的发电频率。
		转折频率	(70.0-100.0)%	96	伏频特性转折频率。
		U/F 坡度	(0.5-5.0)%/Hz	1.0	伏频特性坡度, 当前发电频率每变化 1Hz, 变化 SLOPE%的目标电压。
		伏频转折曲线使能	(0-1)	0	0: 不使用; 1: 自定义曲线。
		转折频率曲线 X1	(0-200.0)Hz	10.0	
		转折频率曲线 X2	(0-200.0)Hz	48.0	
		转折频率曲线 X3	(0-200.0)Hz	48.0	
		转折频率曲线 X4	(0-200.0)Hz	48.0	
		转折频率曲线 X5	(0-200.0)Hz	48.0	
		转折频率曲线 X6	(0-200.0)Hz	48.0	

序号	项目	参数范围	默认值	描述	
	X7				
	转折频率曲线 X8	(0-200.0)Hz	48.0		
	转折频率曲线 Y1	(0-100.0)%	0		
	转折频率曲线 Y2	(0-100.0)%	100.0		
	转折频率曲线 Y3	(0-100.0)%	100.0		
	转折频率曲线 Y4	(0-100.0)%	100.0		
	转折频率曲线 Y5	(0-100.0)%	100.0		
	转折频率曲线 Y6	(0-100.0)%	100.0		
	转折频率曲线 Y7	(0-100.0)%	100.0		
	转折频率曲线 Y8	(0-100.0)%	100.0		
4	加载补偿 (LCF)	使能设置	(0-1)	0	0: 不使能; 1: 使能。
		下降值	(70.0-100.0)%	90.0	设置值为额定电压的百分比。
		持续延时	(0-10.0)s	1.0	加载补偿持续时间
		上升坡度	(0-100.0)%/s	0.2	发电电压每秒上升的额定电压百分比。
PID 设置					
1	DC 补偿使能	(0-1)	0	0: 不使能; 1: 使能。	
2	励磁电源输入电压	(0-450.0)V	270	单位 V	
3	DC 补偿系数	(1-10)	3		
4	最大输出占空比	(0-100.0)%	100.0	励磁调节时输出的最大占空比。	
5	负励磁使能	(0-1)	0	0: 不使能; 1: 使能。	
PID 参数					
1	AVR1	KG 系数	(0-20.000)%	1.000	PID 设置值系数。
		KP 增益	(0-2000.0)%	20	励磁电压调节模式 PID 设置值。 发电频率在 100Hz 以下使用。
		KI 稳定度	(0-2000.0)%	20	
		KD 微分	(0-2000.0)%	0	
		KE 微分滤波系数	(0-20.000)%	1.000	微分滤波系数。
2	AVR2	KG 系数	(0-20.000)%	1.000	PID 设置值系数。
		KP 增益	(0-2000.0)%	20	励磁电压调节模式 PID 设置值。 发电频率在 100Hz 及以上使用。
		KI 稳定度	(0-2000.0)%	20	
		KD 微分	(0-2000.0)%	0	
		KE 微分滤波系数	(0-20.000)%	1.000	微分滤波系数。
3	FCR	KG 系数	(0-20.000)%	1.000	PID 设置值系数。
		KP 增益	(0-2000.0)%	20	过励保护发生时 PID 设置值。

序号	项目	参数范围	默认值	描述
	KI 稳定度	(0-2000.0)%	20	微分滤波系数。
	KD 微分	(0-2000.0)%	0	
	KE 微分滤波系数	(0-20.000)%	1.000	
CAN 通信设置				
1	CAN 通信使能	(0-1)	0	0: 不使能; 1: 使能。
2	CAN 通信波特率	500kBit/s	250k	CAN 通信波特率
		250kBit/s		
		125kBit/s		
		50kBit/s		

8 参数设置

通过PC软件进行参数设置时，需要输入与电压调节器一样的密码才能进行参数设置。

注意事项：

- a) 进行参数设置时，需给调节器供电（USB 供电）；
- b) 请在待机状态下修改调节器内部参数（如各种延时等），否则可能出现故障报警或其它异常现象。
PID 参数可在运行中直接调整；
- c) 过高阈值必须大于过低阈值，如过压阈值必须大于欠压阈值，否则将出现既过压又欠压的情况；
- d) 设置警告报警时，请正确设置返回值，否则将出现不能正常报警的情况，设置过高警告时，返回值应小于设置值，设置过低警告时，返回值应大于设置值；

9 实时数据分析

PC软件中可以进行实时数据曲线分析，同时可监控8个参数。每个监控参数可设置最大值和最小值，也可（取消）选中参数前的复选框来（关闭）打开参数显示。如下图所示数据分析界面。

点击“开始”按钮即可开始数据监控，点击“暂停”按钮可以暂停数据监控，点击“停止”按钮可停止数据监控。点击“保存CSV”按钮或“保存XML”按钮可将曲线保存为csv文件或xml文件，点击“导入CSV”按钮，可加载并查看已保存的CSV格式曲线文件。

实时数据采样间隔固定为10ms。



图20 PC 软件实时数据分析图

10 试运行

- 检查所有接线均正确无误，并且线径合适；
- 通过 USB 连接 PC 软件进行发电机额定参数等参数设置；
- 使能阈值启动模式，设置初始占空比和合适的 PID 参数，并采取适当的防护措施，启动发电机组，当发电电压达到启动开始电压后，电压调节器进入软启动状态，软启动结束后，根据伏频（U/F）特性自动调节 PWM 占空比稳定发电机端电压；
- 调压器稳态工作正常后，可进行突加突卸负载测试，查看电压曲线，通过调整 PID 参数满足发电机的动态特性需求。
- 如有其他问题，请及时联系本公司服务人员。

11 典型应用

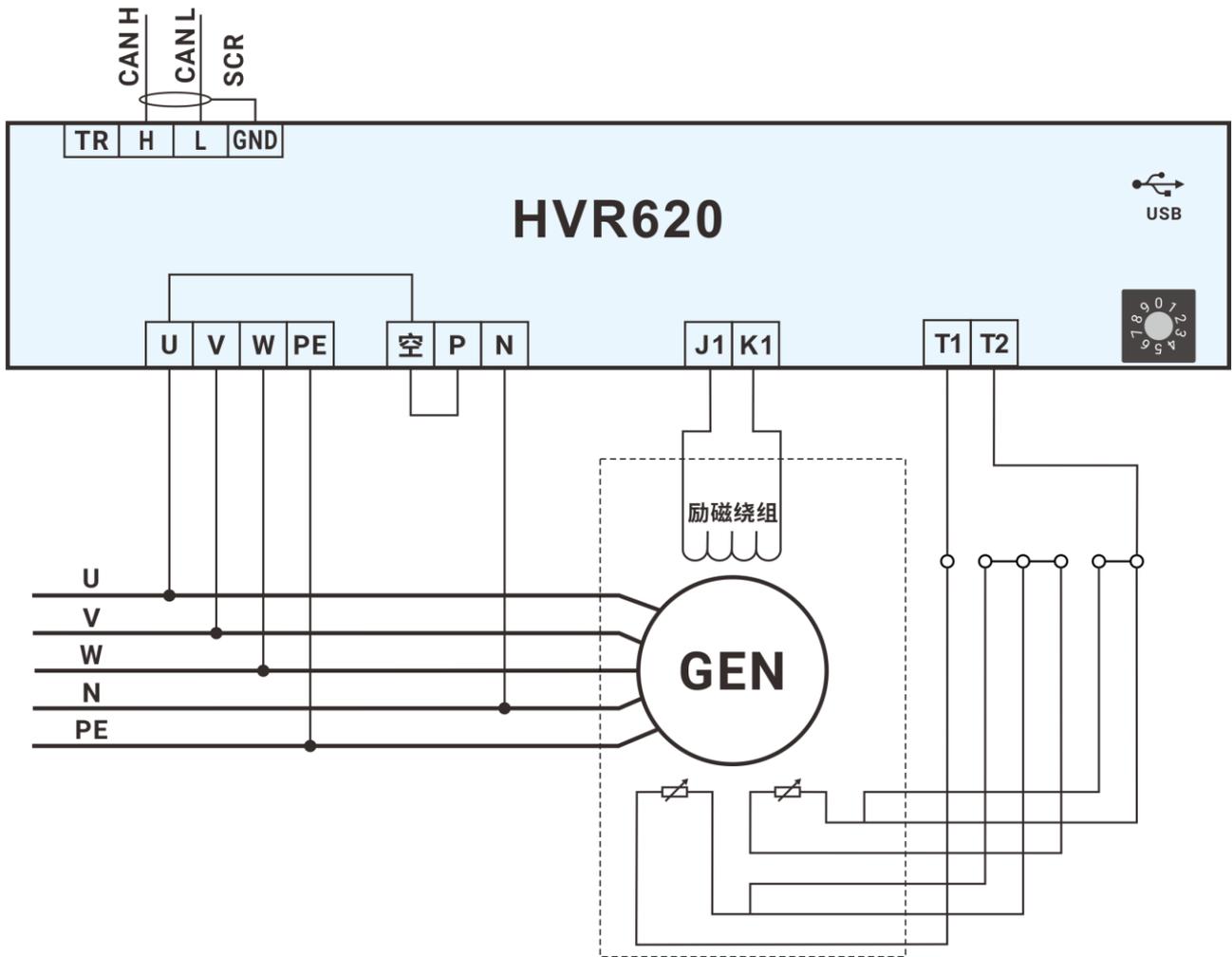


图21 自励磁发电机典型应用

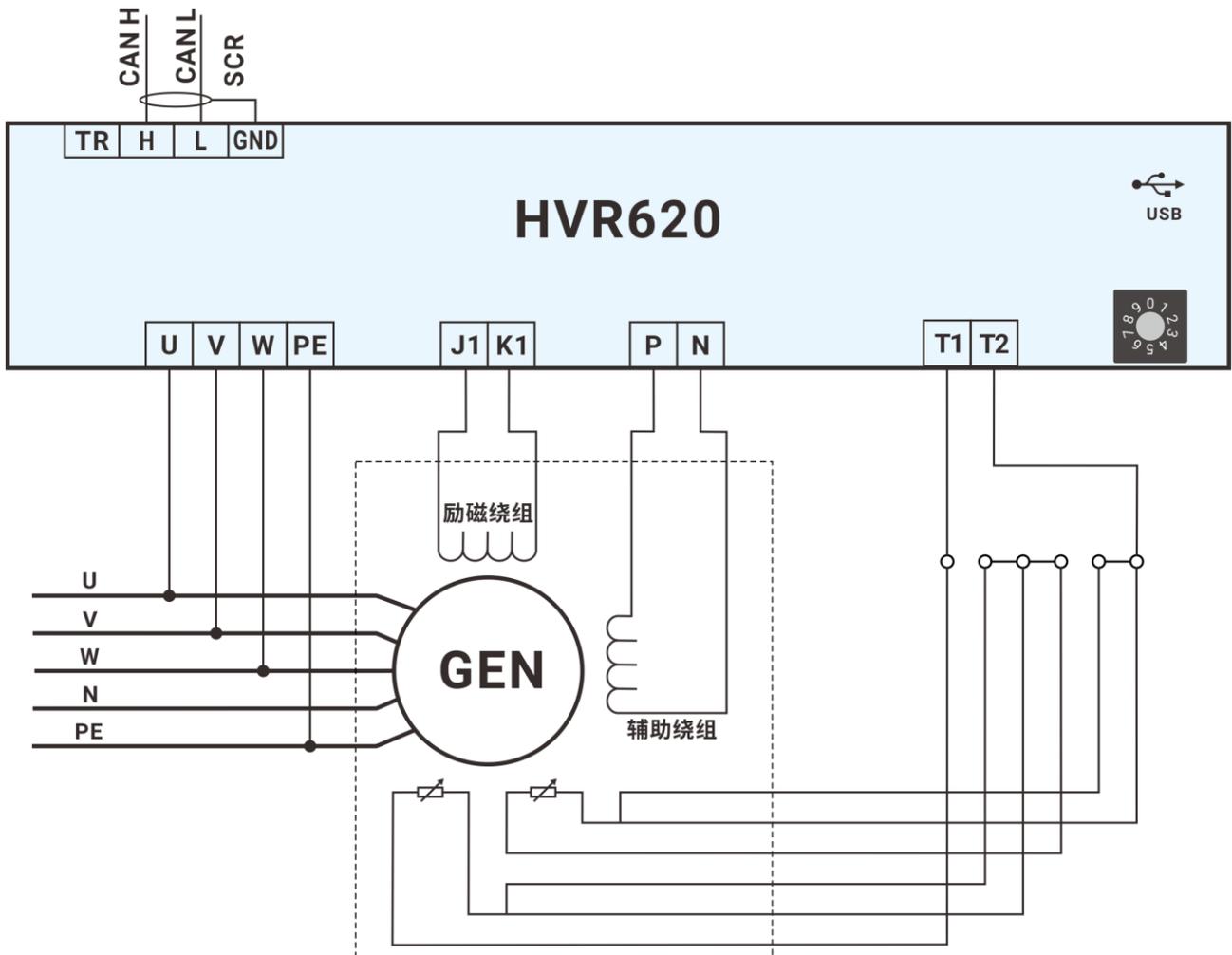


图22 辅助绕组发电机典型应用

12 安装

12.1 外形及安装尺寸

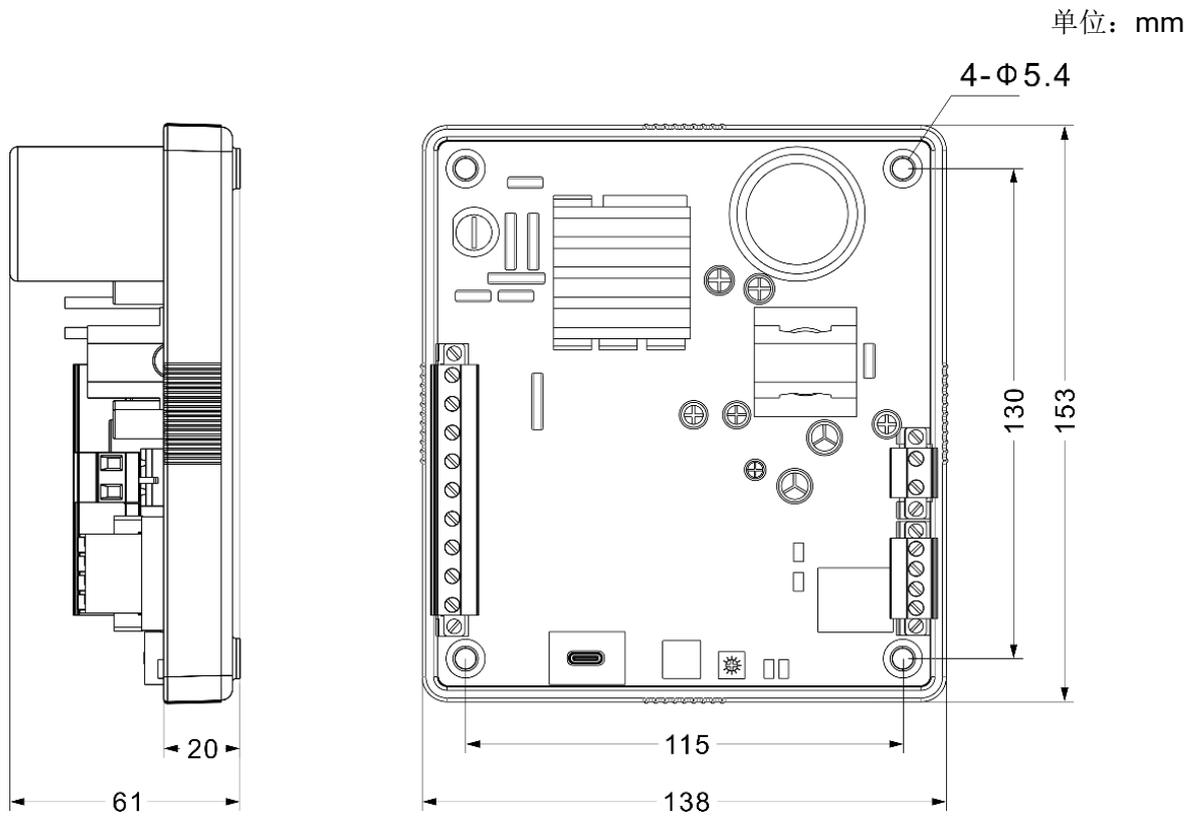


图23 外形及安装尺寸

12.2 安装方法及安装方式

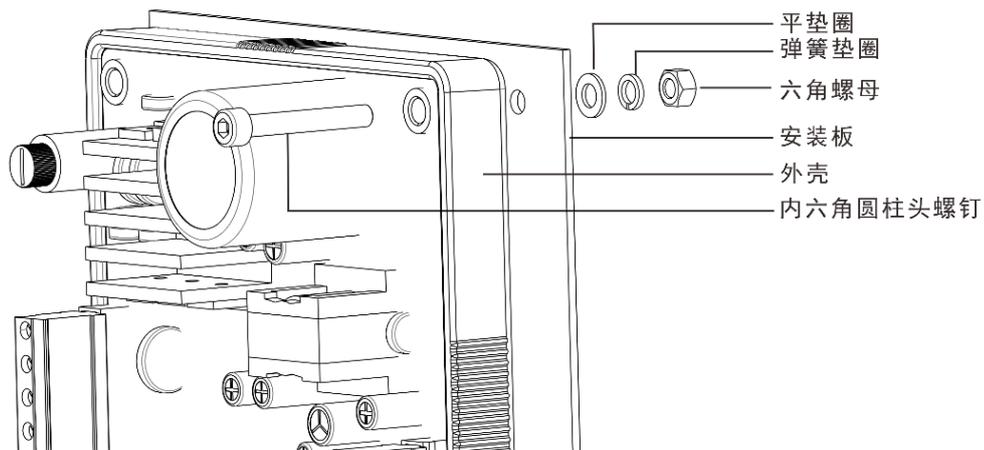
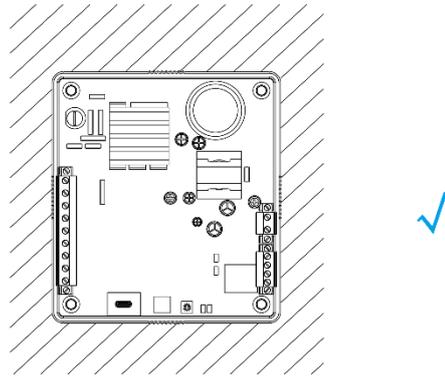


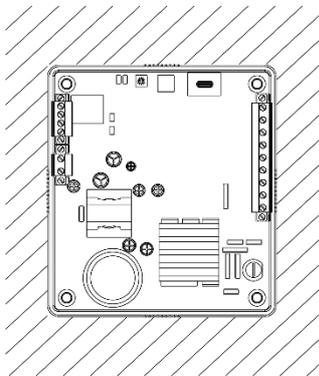
图24 安装方法示意图

推荐安装方式

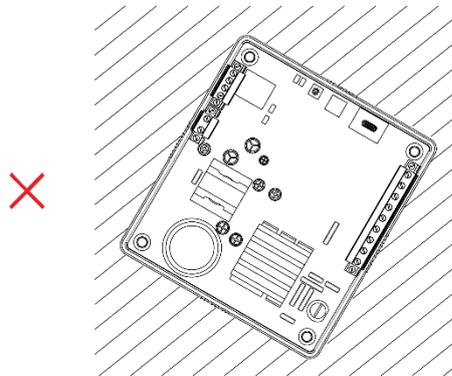


水平安装(散热片在上方)

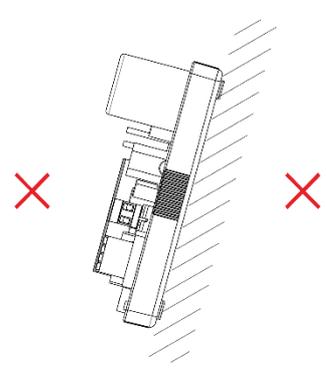
禁止安装方式



水平安装(散热片在下方)



左右倾斜安装



上下倾斜安装

图25 安装方式示意图

13 故障排除

表13 故障排除

故障现象	可能采取的措施
电压调节器不工作 发电机端电压无输出	检测电源输入接线是否正常； 检测电源输入保险是否正常；
发电机端电压低	检查设置的额定发电电压是否正确； 检测设置的 U/F 伏频坡度是否正确； 检测发电机是否额定转速运转。
发电机端电压高	检查设置的额定发电电压是否正确； 检测设置的 U/F 伏频坡度是否正确； 检测发电机是否额定转速运转。
发电机端电压不稳定	检测发电端电压接线是否正常； 检查 PID 参数设置是否合适，调整 PID 参数；
CAN 不能正常通信	检查连线； 检查 CAN 波特率是否正确； 检查 CAN 接口的 H 与 L 线是否接反； 建议在电压调节器 CAN 的 H、L 之间加 120 欧姆电阻，可通过将 TR 和 H 端子短接实现。

14 附录 1 (CAN 通信协议)

表14 电压调节器发送的数据报文

报文 ID	报文名称	周期	备注
0x0CFDFD11	发电机 W 相电量	100ms	参考下表
0x0CFE0011	发电机 V 相电量	100ms	
0x0CFE0311	发电机 U 相电量	100ms	
0x0CFE0611	发电平均交流电量	100ms	
0x0C100011	报警和状态	100ms	

表15 电压调节器发送的数据报文参数详表

报文 ID	参数名	位置	位长	精度	偏移	注释
0x0CFDFD11	发电 WU 线电压	1.1	16	1V/bit	0	
	发电频率	5.1	16	1/128Hz/bit	0	
0x0CFE0011	发电 VW 线电压	1.1	16	1V/bit	0	
	发电频率	5.1	16	1/128Hz/bit	0	
0x0CFE0311	发电 UV 线电压	1.1	16	1V/bit	0	
	发电频率	5.1	16	1/128Hz/bit	0	
0x0CFE0611	发电平均线电压	1.1	16	1V/bit	0	
	发电频率	5.1	16	1/128Hz/bit	0	
0x0C100011	故障报警	2.1	1	/	0	0 无故障报警 1 故障报警
	警告报警	3.1	1	/	0	0 无警告报警 1 警告报警

表16 电压调节器接收的数据报文

报文 ID	报文名称	周期	备注
0x0C100211	AVR 模式参数	10ms	
备注：在规定周期内未接收到新的数据，保持上次接收的参数。			

表17 电压调节器接收的报文参数详表

报文 ID	参数名	位置	位长	精度	偏移	注释
0x0C100211	输出电压微调偏差	1.1	16	0.01%/bit	0%	(0-100.00)%

▲注意：CAN报文采用Intel格式编码，低字节在前。

AVR 模式 CAN 通信电压微调举例：

当发电额定电压为400V，AVR微调设置下限-10%(-40V)，上限10%(40V)时；需调节输出电压为380V，偏差电压为(380-400=-20V)，偏差值为(-20-(-40))/(40-(-40)) = 25%。

CAN发送目标值为：25%/(0.01%) = 2500，十进制（2500）转化为十六进制为 0x09C4。

CAN发送报文：ID: 0x0C100211，数据：C4 09 00 00 00 00 00 00。

15 附录 2 符号术语定义

表18 符号术语定义

符号	术语	备注
AVR	自动电压调节模式	
LCF	加载补偿功能	
F_{start}	启动频率	
F_{knee}	转折频率	
F_{lcf}	加载补偿频率	
F_{rated}	额定频率	
SLOPE	U/F 坡度	U/F 伏频特性。
U_{lcf}	加载补偿电压值	加载补偿功能。
T_{lcf}	加载补偿持续时间	
T_{rise}	加载补偿上升坡度	
EC	CAN 通信微调偏差	
ET	总偏差	
I_{FEL}	励磁电流强励限制值	详见过励限制描述
I_{OEL}	过励限制值	
I_E	实际励磁电流	
T_q	强励允许时间	
t	反时限时间计算值	
B	热量累计	
B_0	最大允许累计热量	