



三相智能电力调功器

VER 3.3

2024-12

RKF-6 三相电力调功器 使用手册

RKF-6 THREE-PHASE THYRISTOR POWER REGULATOR
USER MANUAL

北京瑞科锦丰科技发展有限公司

Beijing Ruikejinfeng Technology CO., LTD.

洛阳磐锐自动化科技有限公司

Luoyang Panrui Automation Technology CO., LTD.

RKF-6 三相电力调功器

感谢阁下对我们的长期支持与信任！

在确认本产品的型号后，请阁下仔细阅读本产品说明书，待完全理解后再开始对本产品进行操作。

RKF-6 三相电力调功器，采用数字电路触发可控硅技术实现调功、调压输出控制，具有如下特点：

- 工业级 32bit ARM 处理器作控制核心，具备多种保护功能；
- 支持调压和调功控制方式，实现调节方式的灵活控制；
- 方便的键盘操作，丰富的参数设定；
- 支持多种标准控制信号：DC 4-20mA、0-20mA、0-5V、0-10V；
- 具有扩展 RS485 通讯功能，支持 MODBUS 协议 RTU 模式；
- 支持变压器过零调功；
- 支持联机功率分配控制。（注：选择功率分配功能通讯为必选项）

RKF-6三相电力调功器可与输出4~20mA或0~20mA、0~5V、0~10V等模拟量信号的智能PID调节器或PLC配套使用，也可独立使用手动控制功能。负载类型支持阻性负载和感性负载。RKF-6三相电力调功器可广泛应用于工业电炉的加热控制、冶金、化工、纺织机械等领域。

要求：请将本手册放置在最终用户方便查阅的地方。

目 录

安全注意事项	2	4.4.2 通讯设置	14
1. 产品选型	3	4.4.3 闭环调压设置和电压、电流限制	14
2. 主要技术指标	3	4.4.4 移相调压控制阻感负载或变压器初级	14
3. 安装保养、外形尺寸和配线	5	4.4.5 过零调功控制阻感负载或变压器初级	15
3.1 安装环境及安装尺寸	5	4.4.6 联机功率分配	15
3.2 设备保养	6	5. 参数说明	16
3.3 外形尺寸	6	6. 事件说明	26
3.4 配线	7	6.1 事件代码 & 故障类型	26
3.4.1 主控制回路接线	7	6.2 事件输出 EV1 & EV2	27
3.4.2 控制端口接线	7	7. 功能说明	28
3.4.3 RS485 串口接线	8	7.1 调压和调功方式输出特点	28
3.4.4 拨码开关	8	7.2 输出线性化校正	28
4. 调功器说明	9	7.3 斜坡输出功能	28
4.1 调功器部件名称	9	7.4 电流和电压限制	29
4.2 显示面板部件名称和功能	9	7.5 输出功率的线性限幅	29
4.3 参数设置说明	11	7.6 恒定电流控制 & 恒定电压控制	29
4.3.1 参数流程图和设置	11	8. 不同负载特性及控制策略	30
4.4 快速使用指南	13	8.1 负载特性	30
4.4.1 基本控制	13	8.2 针对不同负载的不同控制策略	31

安全注意事项

“警告”与“安全”的定义：



警告：如果不遵守说明，可能导致人身伤亡事故；



注意：如果不遵守说明，可能导致设备损坏。

1、安装



警告

- ◆ 控制器应安装在金属等不可燃物上，否则有发生火灾的危险。
- ◆ 不要安装在含有爆炸性气体的环境里，否则有发生爆炸的危险。
- ◆ 不要把易燃、易爆物品放在控制器附近，否则有引发爆炸的危险。
- ◆ 不要把螺钉、垫片等金属物掉进控制器内部，否则有引发爆炸和发生火灾的危险。



注意

- ◆ 控制器应安装在无导电尘埃、无破坏绝缘性能的气体或蒸汽的环境中。
- ◆ 安装在无剧烈震动和冲击的地方。竖直安放，以利通风。
- ◆ 控制器有损伤或接线脱落时，请不要安装运行，否则有发生火灾、受伤的危险。

2、配线



警告

- ◆ 必须由具有专业资格的人员进行配线作业，否则有触电的危险。
- ◆ 确认输入电源处于完全断开的情况下，才能进行配线作业，否则有触电的危险。
- ◆ 必须将控制器的保护接地端子可靠接地，否则有触电的危险。
- ◆ 不要把螺钉、垫片等金属物掉进控制器内部，否则有引发爆炸和发生火灾的危险。



注意

- ◆ 控制器主回路端子与导线鼻子必须牢固连接，否则有损坏财物的危险。
- ◆ 严禁将交流电流接入控制板的输入控制端子，否则会损坏控制器。
- ◆ 接线电缆鼻子的裸露部分，一定要用绝缘胶带包扎好，否则有发生火灾、损坏财物的危险。

3、维护



警告

- ◆ 必须由具有专业资格的人员才能更换零件，严禁将线头或金属物遗留在控制器内，否则有引发爆炸和发生火灾的危险。
- ◆ 更换控制板后，必须在运行前进行参数调整和匹配，否则有损坏财物的危险。

1. 产品选型

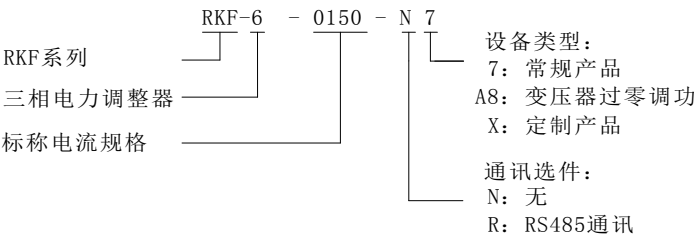


图 1-1 RKF-6 型号定义

★ 选型表

代码	代码功能			
RKF-6	基本功能：移相调压、过零调功； 调节分辨率：调相 0.2°，调功 1 个周波（50Hz：20ms，60Hz：16.7ms）； 缓启、缓关时间：0~9999 秒；支持多种标准工业信号输入类型；支持联机功率分配控制。			
额定电流	代码	最大电流容量	散热方式	外形尺寸
	-0040	40A	风冷	320×168×208 (L x W x H, mm)
	-0080	80A	风冷	
	-0120	120A	风冷	
	-0150	150A	风冷	
	-0200	200A	风冷	390×252×273 (L x W x H, mm)
	-0250	250A	风冷	
	-0300	300A	风冷	
	-0350	350A	风冷	460×314×310 (L x W x H, mm)
	-0400	400A	风冷	
	-0450	450A	风冷	510×364×310 (L x W x H, mm)
	-0550	550A	风冷	
	-0600	600A	风冷	515×530×315 (L x W x H, mm)
通讯选件（电源管理时为必选）		-N	无	
		-R	RS485 通讯	
设备类型			7	标准产品
			A8	变压器过零调功
			其它	定制产品

❖ 注意：新版 RKF-6 系列调功器的变压器过零调功功能为免费选件。只有客户选择时才予以开放此功能。此功能尾缀固定为“A8”，另选择此功能时应在原正常选择调功器电流或功率等级的基础向上扩大至少一个电流或功率等级。例如:计算电流为 120A，原推荐型号为：RKF-6-0150-N(R)7,选型的调功器为标称电流 150A 这档。如改为选择带有变压器调功功能时推荐型号至少为：RKF-6-0200-N(R)A8。调功器标称电流 200A。

2. 主要技术指标

类型	电源相数	三相
规格	额定电流	40A~550A
输入	主回路电压	380V AC $\pm 10\%$, 50Hz/60Hz
	风机电源	220V AC $\pm 10\%$, 50Hz/60Hz
	控制板电源	220V AC $\pm 10\%$, 50Hz/60Hz
输出	分辨率	调相: 0.2° , 调功: 1 个周波 (50Hz: 20ms, 60Hz: 16.7ms)
	范围	① 移相调压: 主回路输入电压的 0~98% ② 过零调功: 负载功率 0~100%
	控制方式	① 开环移相调压 ② 闭环移相调压: 电压闭环、电流闭环 ③ 定周期过零调功、变周期过零调功
	负载性质	三相纯阻负载、变阻负载、感性负载
	事件输出	继电器输出 EV1, EV2 节点容量: AC 240V 1A
	最小负载电流	大于 0.5A
主要控制	外部控制信号类型	模拟给定: DC 4-20mA/0-20mA 输入阻抗: 150Ω DC 0-5V 输入阻抗: $>25K\Omega$ DC 0-10V 输入阻抗: $>50K\Omega$
	参数设定	键盘设定、通讯设定
保护	超温保护	散热器温度 $\geq 80^\circ\text{C}$ 时, 调功器禁止输出并报警
	缺相保护	三相电源缺相时, 调功器禁止输出并报警
	过流保护	三相负载电流任意一相电流超过设定值时, 调功器禁止输出并报警
	欠流保护	定周期调功下, 三相负载电流任意一相电流低于设定值时, 调功器禁止输出并报警
	三相负载不平衡保护	移相调压下, 三相负载电流不平衡度超过设定值时, 调功器禁止输出并报警
	通讯断线保护	通讯连接断开或异常时, 调功器禁止输出并报警
通讯	通讯接口	RS485
	通讯协议	标准 MODBUS 协议 RTU 模式
使用环境	安装环境	壁挂式垂直安装, 通风良好, 不受日光直射或热辐射、无腐蚀性、无可燃性的环境
	高度	高温高湿以及海拔大于 1000 米时, 应降额使用
	温度	$-10^\circ\text{C} \sim +55^\circ\text{C}$
	湿度	30% RH ~90%RH, 无结露
外观	材料及涂层	钢板喷塑处理
	外形尺寸	详见 章节 3.3 外形尺寸

3. 安装保养、外形尺寸和配线

3.1 安装环境及安装尺寸

电力调功器为高发热元件，安装时务必保证垂直安装，其上下左右与周围物体和挡板之间务必保留足够散热空间，如图 3-1 所示，为保证长期使用时设备能够处于良好的运行状态，对设备的安装环境作如下要求：

- 无水滴、蒸汽、灰尘及油性灰尘的场所；
- 无腐蚀、易燃性气体、液体，无漂浮性尘埃、金属微粒；
- 无强电磁信号干扰的场所；
- 安装要牢固可靠，避免强烈冲击和振动；
- 务必保证设备环境通风良好（必要时需要安装专用降温设备，如风扇、空调等）。

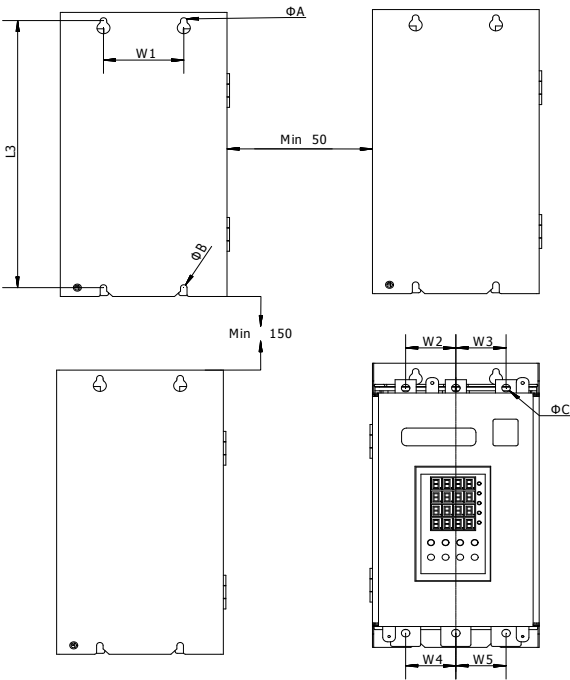


图 3-1 调功器安装示意图

安装打孔图及接线端子间距图(距离单位：mm, 电流单位：A)

电流等级	40	80	120	150	200	250	300	350	400	450	550	600
L3	300				370			435		485		480
W1	80				100			120		150		344
W2	50				78			93		110		174
W3	50				78			93		110		174
W4	50				78			93		110		174
W5	50				78			93		110		174
ØA	6.5				8.5			8.5		8.5		11
ØB	6.5				8.5			8.5		8.5		11
ØC	8.5				10.5			10.5	12.5	12.5		13.5

3.2 设备保养

为保证长期使用时设备能够处于良好的运行状态，现场操作人员需要定期对设备进行如下检查：

- （1）定时检查设备接线端子螺丝是否紧固，特别要检查三相电源进出线端螺栓与螺母是否松动，以防出现拉弧（打火）、电缆发热等问题；
- （2）定时检查设备内部风机是否工作正常，应采取有效措施防止异物掉落导致风机工作异常，若发现异常，请及时更换风机；
- （3）请定时对设备内部进行清洁，以免设备内部粉尘堆积，影响设备正常工作，尤其是在具有导电性的粉尘场合，请务必及时清理，以免造成设备内部短路而发生危险。

3.3 外形尺寸

★ 未经特殊说明，尺寸单位均为毫米（mm）。

外形尺寸图(距离单位：mm, 电流单位：A)

电流等级	40	80	120	150	200	250	300	350	400	450	550	600
L	341				401			500		546		550
L1	320				390			460		510		530
L2	263				323			350		400		490
W	166				252			314		364		530
H	208				273			310		310		510
H1	181				246			276		256		178

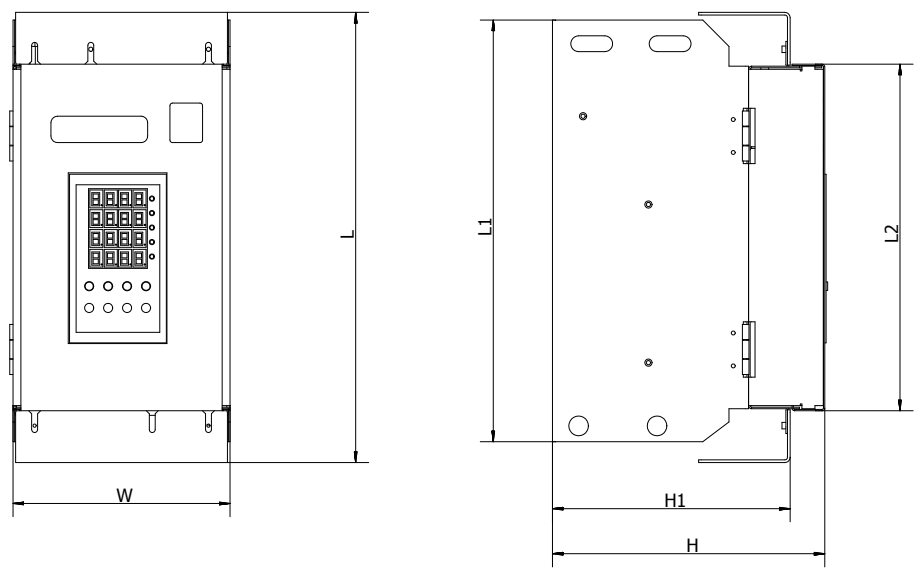


图 3-2 外形尺寸图

3.4 配线

3.4.1 主控制回路接线

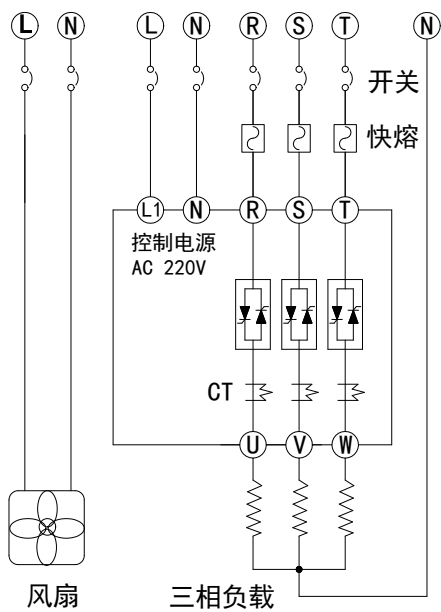


图 3-4a 负载 Y-N 形接线

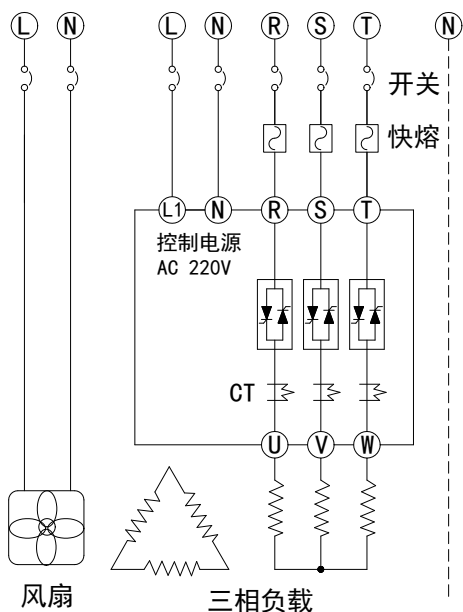
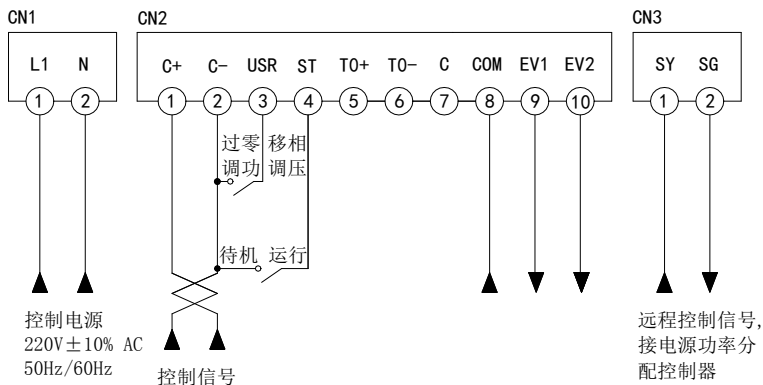


图 3-4b 负载 Y 形或△形接线方式

● **注：**在使用前，**请务必保证实际负载接线类型与窗口[1-02]设置一致(请查看章节 5.参数说明)**，以免调功器不能正常工作！

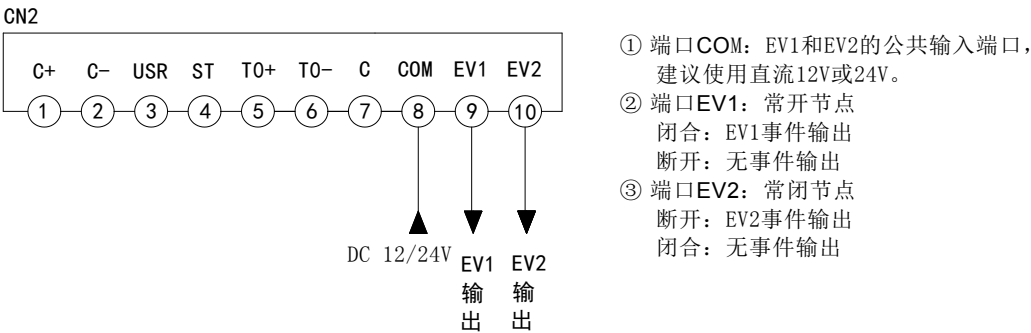
3.4.2 控制端口接线

1). 基本控制接线



- ① 端口C+和C-，信号输入端口：
工业标准信号：4-20mA、0-20mA、0-5V和0-10V等，具体信号类型由拨码开关SW1进行设定。
- ② 端口USR和C-，工作方式选择：
闭合：过零调功方式
断开：移相调压方式
- ③ 端口ST和C-，启停控制端口：
闭合：待机
断开：运行
- ④ 端口L1和N，控制电源端口：
220V ± 10% AC 50Hz/60Hz

2). 报警输出接线



3.4.3 RS485 串口接线

RKF-6 三相电力调功器提供 1 路 RS-485 通讯接口（选件），串口电缆线建议采用屏蔽双绞线。
T0+接数据正极，T0-接数据负极，C 接屏蔽线，接线方法如图 3-4 所示：

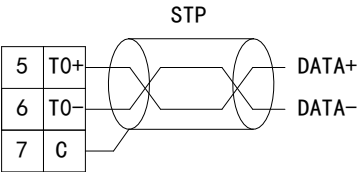
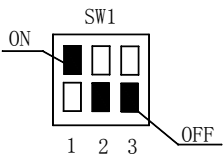


图 3-4 串口接线

3.4.4 拨码开关



通过拨码开关，用户可以自主设定端口 C+和 C-接入的控制信号类型。

拨码开关	SW1-1	SW1-2	SW1-3	参数 1-11 设定
DC 0-10V	OFF	OFF	OFF	0-20
DC 0-5V	OFF	ON	OFF	0-20
DC 0-20mA	ON	ON	ON	0-20
DC 4-20mA	ON	ON	ON	4-20

4. 调功器说明

4.1 调功器部件名称

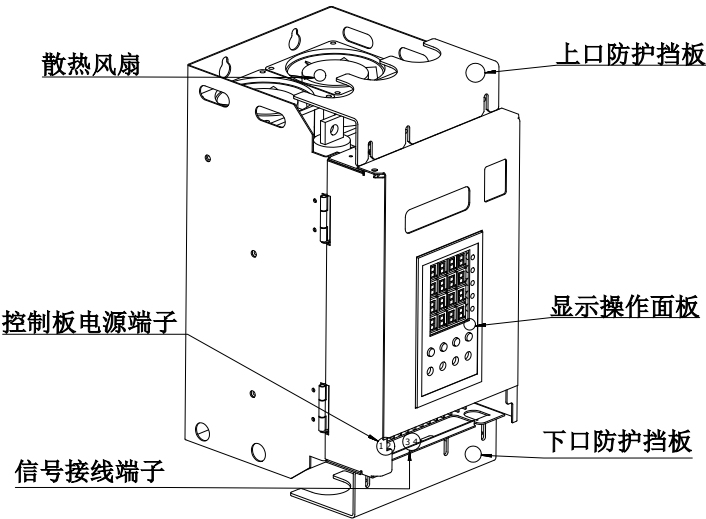


图 4-1

4.2 显示面板部件名称和功能

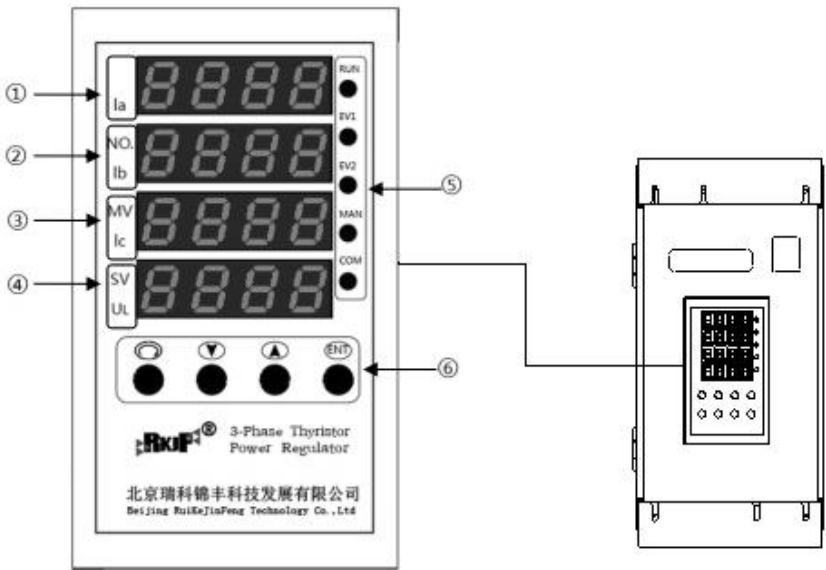
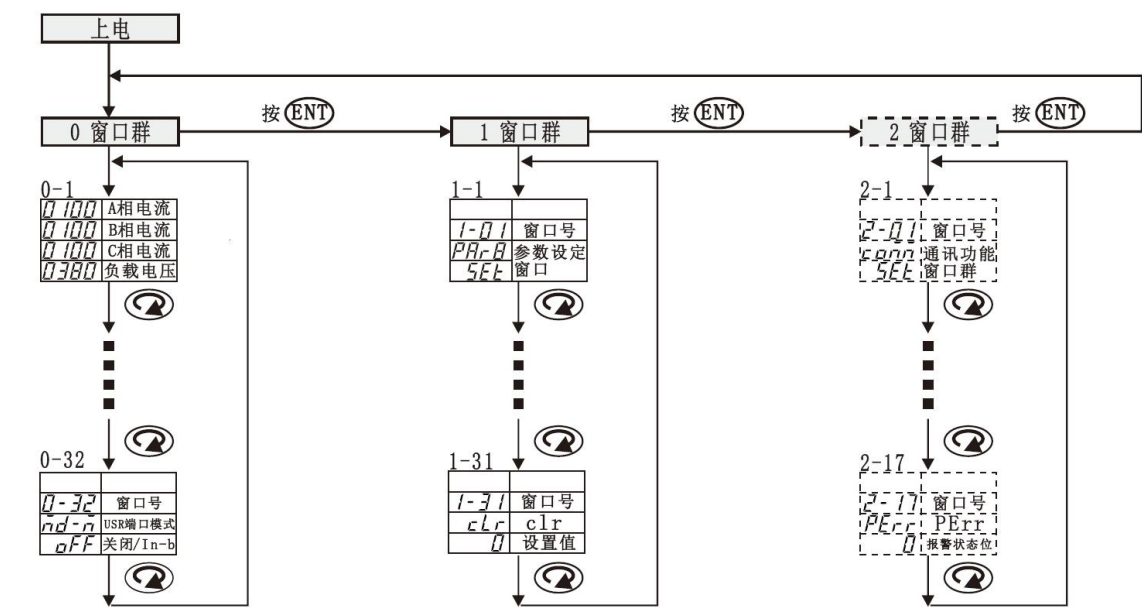


图 4-2 显示面板

名称	功能
① I _A	显示 A 相电流
② NO. / I _B	显示窗口菜单号 / B 相电流
③ MV / I _C	显示窗口名称 / C 相电流
④ SV / U _L	显示窗口参数 / 负载电压
⑤ 状态显示	RUN: 运行状态 LED（绿色） 闪烁：待机状态 常亮：运行状态 EV1: 事件输出 EV1（红色） EV2: 事件输出 EV2（红色） 熄灭：无事件输出 点亮：有事件输出 闪烁：系统故障 MAN: 手动控制 LED（绿色） 熄灭：AUTO 控制模式 闪烁：MAN 控制模式 COM: 通讯 LED（绿色） 熄灭：本地方式 常亮：常规通讯方式 闪烁：联机通讯方式
⑥ 操作键	：参数键 在各个窗口群中显示下一个窗口。 ：向下键 减小设定的数值。 ：向上键 增加设定的数值。 ：确定键 确认设定的数值。 如果在各个窗口群的基本屏幕，切换显示下一个窗口群。

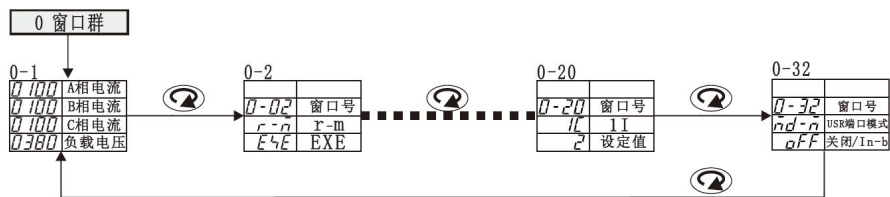
4.3 参数设置说明

4.3.1 参数流程图和设置



a. 窗口群内切换窗口

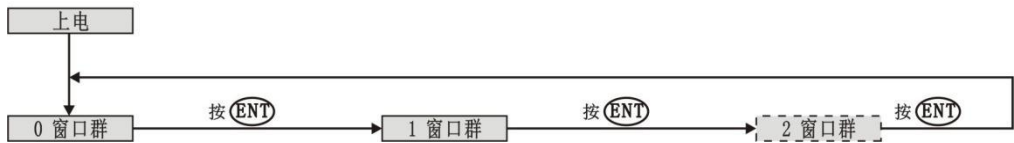
窗口群内的选择



以 0 窗口群为例，每次按 键后，窗口切换到下一窗口，长按 键可快速切换窗口，在窗口[0-32]按 键，返回窗口[0-01]。

b. 0 窗口群和 1 窗口群、2 窗口群之间切换窗口

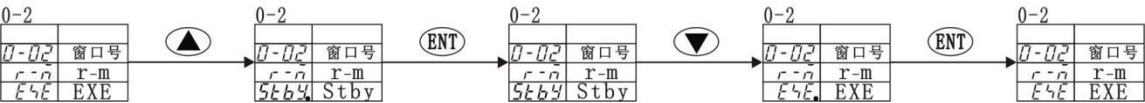
窗口群组之间的选择



在 0 窗口群的窗口[0-01]按 键可切换到 1 窗口群的窗口[1-01]，再按 键可切换到 2 窗口群的窗口[2-01]，继续按 键可回到 0 窗口群的窗口[0-01]。

c. 参数设置

改变参数设置的选择



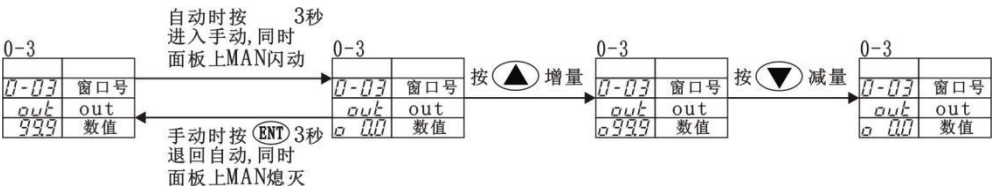
在各个窗口群中，按▲键或▼键可以对当前显示窗口参数SV值进行修改，此时SV值的最右一位小数点闪烁，修改完成后，按ENT键确认并保存修改值或按↻键取消修改，此时SV值的最右一位小数点消隐。

- 注意：长按▲键或▼键可以对当前显示窗口参数值进行快速设置，该功能适用于参数范围为数字的窗口，例如0-9999时，可以快速增加或减少参数值。

d. 自动返回功能

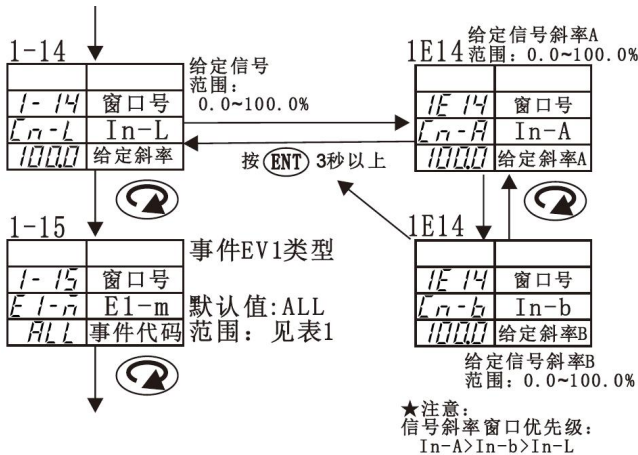
在各个窗口下（除窗口[0-01][0-02][0-03][0-10]和窗口[0-11]外）若超过5分钟无任何按键操作，显示界面自动切换回0窗口群的窗口[0-01]。

e. AUTO 与 MAN 控制模式切换

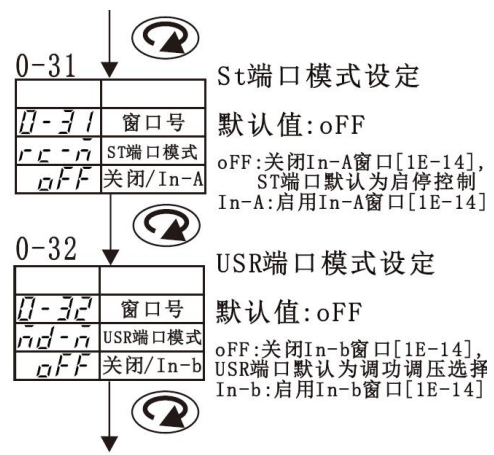


在窗口[0-03]下长按ENT键3秒以上可从AUTO控制模式切换到MAN控制模式，此时可以通过长按▲键或▼键快速设定调功器输出比例，在该窗口下继续按ENT键3秒以上可从MAN切换回AUTO控制模式。

f. 信号斜率子菜单设定



g. ST 端口与USR 端口配置



4.4 快速使用指南

4.4.1 基本控制

RKF-6 三相电力调功器的控制方式分为移相调压和过零调功 2 种输出方式，其中移相调压适用于恒阻负载、变阻负载和阻感负载（如变压器）的功率控制，过零调功的 CYC 模式和 PWM 模式仅用于控制恒阻负载，r1P 模式、rnP 模式和 SFP 模式可控制阻感负载或变压器初级。

实例 1：某电加热系统，额定电源 380V，额定功率 30KW，额定电流 45A，温控仪表给定 4~20mA 电流信号，负载为三相阻性负载，采用 Y 形接线方式：

1) 检查系统接线无误后，把控制信号减小至 0%（或断开控制信号），然后给调功器供电；

2) 设定三相负载接线形式窗口[1-02]  为 d（Y/△接线方式，出厂默认）；

3) 设定调功器工作电源频率窗口[1-03]  为 50（50Hz，出厂默认）；

4) 设定负载额定电流窗口[1-18]  为 45A；

5) 设定启停开关方向窗口[1-05]  为 1（开关开路运行，出厂默认）；

6) 设定启停控制作用位置窗口[1-04]  为 E4t（外部执行，出厂默认）；

7) 将调功器的启停控制端口 ST 与 GND 短接，使调功器处于待机状态，RUN 灯闪烁；

8) 将温控仪表的 4~20mA 电流信号正和信号负分别接到控制板端子 C1 和 C2 上，设定控制信号端口窗口

[1-12]  为 AC（模拟给定，出厂默认）；

9) 设定信号标准窗口[1-13]  为 4-20（4-20mA，出厂默认）；

10) 设定信号输入限幅窗口[1-14]  为 100.0（100.0%，出厂默认）；

11) 设定工作模式切换位置窗口[1-08]  为 E4t（外部执行，出厂默认），此时把端口 USR 与 GND 短接，调功器工作于 E4t 过零调功输出方式，把端口 USR 与 GND 断开，调功器工作于 PHAS 移相调压输出方式；

12) 设定过零调功模式窗口[1-10]  为 c（CYC 调功）或 P（PWM 调功）或 r1P（r1P 模式，出厂默认）或 rnP（rnP 模式）；

13) 设定缓启动时间窗口[1-06]  为 20（20 秒），缓关断时间窗口[1-07]  为 20（20 秒，如果使用过零调功方式，建议将缓关断时间窗口[1-07]设置为 0 秒，可改善 PID 调节效果）；

14) 以上参数设置完毕，给温控仪表供电，并将调功器端口 ST 与 GND 断开，启动调功器，RUN 灯由闪烁变为常亮。

4.4.2 通讯设置

1) 按章节 3.4.4 要求进行接线, 设置调功器通讯地址: 设定窗口[2-03]  为 1~247 之间的任意整数;

● 注: 当多台调功器进行组网时, 各调功器之间的设备地址不能相同, 否则会引起通讯异常!

2) 设置调功器通讯接口的数据格式窗口[2-04]  默认数据格式: *BnI*;

3) 设置调功器通讯波特率窗口[2-05]  默认波特率为 9.6K。

● 注意: 由于通讯窗口[2-07]  默认为 *EEP*, 即参数默认保存在非易失性存储器 EEPROM 中, 应避免对参数进行频繁修改, 以免造成存储器 EEPROM 因频繁擦写而过早失效。如果需要频繁修改参数, 请设定窗口[2-07]为 *RAM*, 即数据保存到 RAM 中 (当设备断电时数据不保存)。

4) 设定窗口[2-03]  为 *con* 模式, 启动通讯功能, 此时 COM 灯点亮。

4.4.3 闭环调压设置和电压、电流限制

1) 按章节 4.4.1 执行步骤 1) ~ 步骤 10);

2) 设定工作模式切换位置窗口[1-08]  为 *E4t* (外部执行, 出厂默认), 此时把端口 USR 与 GND 之间断开, 使调功器工作于 *PHAS* 移相调压输出方式;

3) 设定缓启动时间窗口[1-06]  为 20 (20 秒), 缓关断时间窗口[1-07]  为 20 (20 秒);

4) 设定闭环选择窗口[0-18]  为 *Vol* (电压闭环) 或 *cur* (电流闭环), 默认值为 *non*;

5) 如果需要使用电压限制或电流限制功能, 还需设定限幅模式窗口[1-20]  为 *V* (电压限制) 或 *A* (电

流限制), 然后根据限制类型分别设定电流限制窗口[1-21]  和电压限制窗口[1-22]  的比例值;

6) 以上参数设置完毕, 给温控仪表供电, 并将调功器端口 ST 与 GND 断开, 启动调功器, RUN 灯由闪烁变为常亮。

4.4.4 移相调压控制阻感负载或变压器初级

实例 2: 某电加热系统, 额定电源 380V, 额定功率 30KW, 额定电流 45A, 温控仪表给定 4~20mA 电流信号, 负载为三相电加热单元, 采用 Y 形接线方式连接到三相变压器次级, 调功器控制三相变压器的初级:

1) 按章节 4.4.1 执行步骤 1) ~ 步骤 10);

2) 设定工作模式切换位置窗口[1-08]  为 *E4t* (外部执行, 出厂默认), 此时把端口 USR 与 GND

之间断开，使调功器工作于 $PHRS$ 移相调压输出方式；

3) 设定缓启动时间窗口[1-06]

1-06
sr-t
20

 为 20（20 秒），缓关断时间窗口[1-07]

1-07
sc-t
20

 为 20（20 秒）；

4) 以上参数设置完毕，给温控仪表供电，并将调功器端口 ST 与 GND 断开，启动调功器，RUN 灯由闪烁变为常亮。

4.4.5 过零调功控制阻感负载或变压器初级

实例 3：某电加热系统，额定电源 380V，额定功率 30KW，额定电流 45A，温控仪表给定 4~20mA 电流信号，负载为三相电加热单元，采用 Y 形接线方式连接到三相变压器次级，调功器控制三相变压器的初级：

1) 按章节 4.4.1 执行步骤 1)~ 步骤 10)；

2) 设定工作模式切换位置窗口[1-08]

1-08
rd-p
ext

 为 ext （外部执行，出厂默认），此时把端口 USR 与 GND 之间短接，使调功器工作于 $Zero$ 过零调功输出方式；

3) 设定过零调功模式窗口[1-10]

1-10
cr-p
c

 为 $r1P$ （r1P 模式，出厂默认）或 rnP （rnP 模式）；

● 注意：不能设置为 c （CYC 模式）或 P （PWM 模式），否则会产生大的电流冲击导致开关保护动作甚至烧毁设备！

4) 设定 tPA 窗口[0-29]

0-29
tPA
60

 的值：

$r1P$ （r1P 模式，出厂默认）推荐值为 60；

rnP （rnP 模式）推荐值为 60；

● 注意：1. 当控制过程中产生较大冲击电流时（尤其冲击电流导致开关出现保护动作），应该适当增大该窗口的值，建议每次增加 5，直至冲击电流减至最小或消除。2. 当加热功率不足导致升温速度变慢时，在不产生冲击电流的前提下适当减小该窗口的值，建议每次减小 5。

5) 设定 SoFt 窗口[0-30]

0-30
SoFt
10

 的值：

$r1P$ （r1P 模式，出厂默认）推荐值为 15；

rnP （rnP 模式）推荐值为 15；

6) 设定缓启动时间窗口[1-06]

1-06
sr-t
10

 为 10（10 秒），缓关断时间窗口[1-07]

1-07
sc-t
0

 为 0（0 秒）；

7) 以上参数设置完毕，给温控仪表供电，并将调功器端口 ST 与 GND 断开，启动调功器，RUN 灯由闪烁变为常亮。

4.4.6 联机功率分配

1) 按章节 4.4.1 执行步骤 1)~ 步骤 10)；

2) 设定工作模式切换位置窗口[1-08]

1-08
rd-p
ext

 为 ext （外部执行，出厂默认），此时把端口 USR 与 GND 之间断开，使调功器工作于 $Zero$ 过零调功输出方式；

- 3) 设定缓启动时间窗口[1-06]  为 20 (20 秒)，缓关断时间窗口[1-07]  为 20 (20 秒)；
- 4) 定过零调功模式窗口[1-10]  为 P (PWM 模式) 或 $r1P$ (r1P 模式, 出厂默认) 或 rnP (rnP 模式)；
- 注意：设置为 C (CYC 模式) 无效，此时调功器会按 P (PWM 模式) 运行。
- 5) 设置调功器通讯地址：根据调功器与 RKF-P 电源功率分配控制器的连接通道编号，设定窗口[2-03]  为对应的地址；
- 6) 根据 RKF-P 电源功率分配控制器相应通道的数据格式和波特率值，分别设定调功器的数据格式和波特率值；
- 7) 调功器联机设置窗口[2-10]  为 PMD (PM 联机模式)；
- 8) 设定窗口[2-03]  为 com 模式，启动通讯功能，此时 COM 灯闪烁；
- 9) 以上参数设置完毕，给温控仪表供电，并将调功器端口 ST 与 GND 断开，启动调功器，RUN 灯由闪烁变为常亮。

5. 参数说明

属性：描述操作面板和远程通讯对窗口参数的读写权限。

R：只读，参数不可修改。

R/W：可读写，参数可以修改。

★ 0 窗口群

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
0-02	$r-m$	r-m 启停控制设定	$Stby$ ：待机 EXE ：启动	$Stby$	R/W

窗口[0-02]用于设定调功器的启动和待机动作。

① $Stby$ ：Stby，待机

② EXE ：EXE，启动

★ 注意：只有在窗口[1-04]设定为 HEY 方式时，窗口[0-02]才设定有效，当窗口[1-04]设定为 EXE 方式时，通过键盘无法修改该窗口值，只能通过改变外部端口 ST 的输入状态进行修改。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
0-03	out	out 输出比例	0.0% ~ 99.9%	0	R/W

窗口[0-03]默认显示调功器输出比例。

在该窗口下长按  键 3 秒以上，可切换到 **MAN** 控制模式（同时 **MAN** 指示灯开始闪烁），此时可以通过

键盘修改该参数的值来调节调功器的输出比例，而外部给定信号不再起作用。在该窗口下继续按 **ENT** 键 3 秒以上，可从 **MAN** 切换回 **AUTO** 控制模式，此时外部给定信号起作用，而键盘无法修改参数的值。

★ **注意：**在该窗口下长按 **ENT** 键 3 秒以上切换到 **MAN** 控制模式后，窗口[1-12]的值会同时被修改成 **dL**（数字给定），在该窗口下继续按 **ENT** 键 3 秒以上从 **MAN** 切换回 **AUTO** 控制模式后，窗口[1-12]的值会同时被修改为 **AL**（模拟给定）。本窗口值掉电不保存，从 **AUTO** 切换到 **MAN** 时会被自动清 0。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
0-04	Err1	Err1 当前故障记录	故障代码见窗口[1-15]表 2	0	R
0-05	Err2	Err2 前 1 次故障记录	故障代码见窗口[1-15]表 2	0	R
0-06	Err3	Err3 前 2 次故障记录	故障代码见窗口[1-15]表 2	0	R

窗口[0-04] [0-05] [0-06]保存调功器的故障记录，具体故障代码见故障代码见窗口[1-15]表 2。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
0-07	rA-c	rA-c 额定电流	见铭牌	见铭牌	R
0-08	rA-V	rA-V 额定电压	见铭牌	见铭牌	R
0-09	Ver	Ver 版本	V2.00	2.00	R

窗口[0-07] [0-08] 显示调功器的额定电流和额定电压，窗口[0-09]显示调功器当前运行软件版本。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
0-10	Auto	Auto 模拟给定输入比例	0.0% ~ 99.9%	0	R

窗口[0-10] 显示调功器的外部给定信号输入比例。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
0-11	St-S	St-S 运行状态	Stby: 待机 run: 运行	Stby	R
0-12	oc-S	oc-S 过流状态	0: 正常 1: A 相过流 2: B 相过流 3: C 相过流	0	R
0-13	ot-S	ot-S 超温状态	0: 正常 1: 报警	0	R
0-14	uc-S	uc-S 欠流状态	0: 正常 1: A 相欠流 2: B 相欠流 3: C 相欠流	0	R
0-15	AP-S	AP-S 缺相状态	0: 正常 1: 报警	0	R
0-16	ln-S	ln-S 三相不平衡状态	0: 正常 1: 报警	0	R
0-17	cb-S	cb-S 通讯状态	0: 正常 1: 报警	0	R

窗口[0-11] 显示调功器当前运行状态。窗口[0-12] [0-13] [0-14] [0-15] [0-16] [0-17]显示调功器检测到的故障状态。

● **注：**远程通讯控制时，可通过查看窗口[0-11]来判断调功器的实际工作状态。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
0-18	Loop	Loop 闭环选择	non: 开环 VoL: 电压闭环 Cur: 电流闭环	non	R/W

窗口[0-18] 设定闭环选择，根据实际控制需求，修改该窗口的值可以实现开环控制和闭环控制之间相互切换。

- ① non: 开环控制，调功器仅根据给定信号输入值改变输出电压大小；
- ② VoL: 电压闭环，调功器采集负载两端电压，并进行 PID 运算，在一定范围内可以实现恒定电压输出；
- ③ Cur: 电流闭环，调功器采集负载电流，并进行 PID 运算，在一定范围内可以实现恒定电流输出。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
0-19	1P	1P 比例系数	1-9999	80	R/W
0-20	1I	1I 积分时间	0-9999	2	R/W
0-21	1d	1d 微分时间	0-9999	0	R/W

窗口[0-19][0-20][0-21]为闭环控制的PID参数，用户可以通过这3个窗口设定PID参数值。

★ 注意：该参数在出厂时已经进行设定，可适用大部分控制需求，禁止非专业人员任意修改这3个参数！

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
0-22	IA	IA 电流	0	0	R
0-23	IB	IB 电流	0	0	R
0-24	IC	IC 电流	0	0	R
0-25	UL	UL 负载电压	0	0	R
0-26	----	保留	0	0	R
0-27	----	保留	0	0	R
0-28	----	保留	0	0	R

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
0-29	tPA	tPA	0-90	50	R/W
0-30	Soft	Soft	3-100	15	R/W

窗口[0-22][0-23][0-24][0-25] 分别显示调功器的实际三相电流和实际负载电压。

- 注：窗口[0-29]和窗口[0-30]设定值仅在过零调功方式时有效。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
0-31	ST-n	ST 端口模式设定	OFF, Cn-A	OFF	R/W
0-32	USR-n	USR 端口模式设定	OFF, Cn-b	OFF	R/W

窗口[0-31] 设定 ST 端口的工作模式：

- ❶

σFF : ST 端口默认用于启动和停机控制;
- ❷

$\zeta n-A$: ST 端口用于选择信号斜率窗口[1E14] In-A 是否有效; 当 ST 端口与 GND 端口之间闭合, 信号斜率窗口[1E14] In-A 有效, 当 ST 端口与 GND 端口之间断开, 信号斜率窗口[1E14] In-A 无效。

窗口[0-32]设定 USR 端口的工作模式:

- ❶

σFF : ST 端口默认用于启动和停机控制;
- $\zeta n-b$

: ST 端口用于选择信号斜率窗口[1E14] In-b 是否有效; 当 ST 端口与 GND 端口之间闭合, 信号斜率窗口[1E14] In-b 有效, 当 ST 端口与 GND 端口之间断开, 信号斜率窗口[1E14] In-b 无效。

★ 1 窗口群

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
1-01	$PA-A$	PArA 参数设定窗口	SEt	—	R
1-02	$Ld-n$	Ld-m 负载接线形式	n : Y-N d : Y/ Δ	d	R/W

窗口[1-02] 设定调功器的三相负载接线形式:

- ❶

d : Y 形或 Δ 形接线 n : Y-N 形接线

★ 注意: 设定窗口[1-02]的三相负载接线方式务必与三相负载实际接线方式一致, 否则会造成调功器不能正常工作。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
1-03	$Fr-E$	FrE 工作电源频率	50: 50Hz 60: 60Hz	50	R/W

窗口[1-03] 设定调功器工作电源频率类型:

- ❶

50: 50Hz 60: 60Hz

★ 注意: 调功器上电会自动检测电源频率, 若窗口[1-02]的值与实际电源频率不符, 调功器会强制修改本窗口参数为实际电源频率值! 例如: 电源频率 50Hz, 设定值为 60Hz, 调功器会自动修改为 50Hz。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
1-04	$rc-P$	rc-P 启停控制位置	$E4t$: 外部端口控制 hEY : 键盘控制	$E4t$	R/W
1-05	$rc-b$	rc-V 启停方向	0: 闭合运行 1: 断开运行	0	R/W

窗口[1-04] 设定启停控制位置:

- ❶

$E4t$: 外部端口 ST 控制启停动作
- ❷

hEY : 键盘控制启停动作

设定窗口[1-04]为 $E4t$ 时, 调功器的启停动作由外部端口 ST 与 GND 之间的闭合、断开状态进行控制:

- ❶

窗口[1-05]设定为 0 时, 外部端口 ST 与 GND 之间闭合, 调功器启动运行, 外部端口 ST 与 GND 之间断开, 调功器待机;
- ❷

窗口[1-05]设定为 1 时, 外部端口 ST 与 GND 之间闭合, 调功器待机, 外部端口 ST 与 GND 之间断开, 调功器启动运行。

设定窗口[1-04]为 hEY 时, 调功器的启停动作通过键盘设定窗口[0-02]进行控制。

窗口[1-05] 设定启停方向：

- ① 0：外部端口 ST 与 GND 闭合运行，断开待机
- ② 1：外部端口 ST 与 GND 断开运行，闭合待机

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
1-06	<i>Sr-t</i>	Sr-t 缓启时间	1 ~ 9999 s	20	R/W
1-07	<i>Sc-t</i>	Sc-t 缓停时间	1 ~ 9999 s	20	R/W

窗口[1-06] [1-07]设定调功器的缓启动和缓关断时间。

缓启动时间，即调功器启动过程中输出从 0%上升到 100%所需的时间；缓关断时间，即调功器停机时输出从 100%下降到 0%所需的时间，具体说明请详看章节 7.3。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
1-08	<i>md-P</i>	md-P 工作模式切换位置	<i>E4t</i> ：外部端口切换 <i>hEy</i> ：键盘切换	<i>E4t</i>	R/W
1-09	<i>mod</i>	mod 工作模式	<i>PHAS</i> ：移相调压 <i>Zero</i> ：过零调功	<i>PHAS</i>	R/W

窗口[1-08] 设定工作模式切换位置：

- ① *E4t*：通过外部端口 USR 切换工作模式
- ② *hEy*：通过键盘切换工作模式

窗口[1-09] 设定工作模式：

- ① *PHAS*：移相调压

- 注：在此工作模式下，若调功器切换到**联机模式**（窗口[2-10]=PMD），调功器会停止输出；
- ② *Zero*：过零调功
- 注：当调功器工作在**联机模式**时，窗口[1-10]设置为 *0* 无效，调功器依然按照 PWM 定周期调功方式输出。

设定窗口[1-08]为*E4t*时，调功器的工作模式由外部端口 USR 与 GND 之间的闭合断开状态进行选择：

- ① 外部端口 USR 与 GND 之间断开，调功器工作于移相调压方式，窗口[1-09]显示*PHAS*；
- ② 外部端口 USR 与 GND 之间闭合，调功器工作于过零调功方式，窗口[1-09]显示*Zero*。

设定窗口[1-08]为*hEy*时，调功器的工作模式可通过键盘修改窗口[1-09]值。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
1-10	<i>cz-m</i>	cz-m 调功类型	<i>0</i> ：CYC <i>P</i> ：PWM <i>r1P</i> ：r1P <i>rnP</i> ：rnP	<i>r1P</i>	R/W

窗口[1-10] 过零调功类型选择：

- ① *0*：CYC 变周期调功，仅适用于阻性负载
- ② *P*：PWM 定周期调功，仅适用于阻性负载
- ③ *r1P*：r1P 模式，适用于阻性负载和感性负载
- ④ *rnP*：rnP 模式，适用于阻性负载和感性负载

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
1-11	P-t	P-t 定周期调功周期	2, 4, 8, 16 s	4	R/W

窗口[1-11] 设定定周期调功的周期：用户可根据实际控制的需要，设定不同的输出周期，默认值为 4 秒。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
1-12	In-c	In-c 给定信号类型	AC：模拟给定 DC：数字给定	AC	R/W

窗口[1-12] 选择给定信号类型类型：

- ① AC：模拟给定，以外部模拟量给定信号作为调功器的控制信号，由外部端口 C+和 C-输入；
- ② DC：数字给定，以操作面板或 RS485 通讯方式直接设定窗口[0-03]的值来设定调功器输出比例。
- ★ 注意：在窗口[0-03]长按 ENT 键可修改窗口[1-12]的值，也可在窗口[1-12]直接修改本窗口的值；当窗口[1-12]设定为 DC 时，操作面板 MAN 指示灯开始闪烁，设定为 AC 时，MAN 指示灯灭。

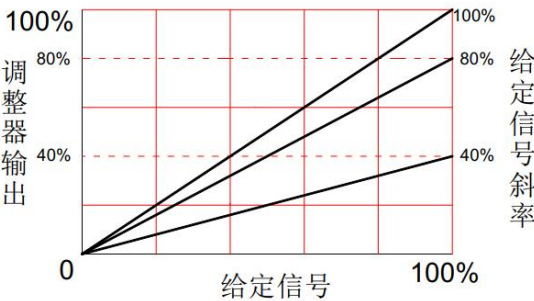
窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
1-13	AC-c	AI-c 信号标准选择	4-20: 4-20mA 0-20: 0-20mA	4-20	R/W

窗口[1-13] 选择信号标准，关于给定信号标准的选择，请详看章节 3.4.4。

- ① 4-20：电流信号为 4-20mA
- ② 0-20：电流信号为 0-20mA
- ★ 注意：当给定信号为 DC 0-10V 或 DC 0-5V 时，除设定拨码开关 SW1 的码值外，还要设定窗口[1-13]为 0-20，这是因为 0-20mA 电流信号在调功器内部先被转换成直流电压信号再被识别，这与 DC 0-10V 和 DC 0-5V 信号在内部的识别方式是相同的。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
1-14	In-L	In-L 信号斜率	0.0-100.0	100.0	R/W
1E14	In-A	In-A 信号斜率 A	0.0-100.0	100.0	R/W
1E14	In-B	In-B 信号斜率 B	0.0-100.0	100.0	R/W

窗口[1-14] 窗口[1E14] 设定三级给定信号斜率。给定信号斜率设定值、给定信号比例和调整器输出比例的关系如下图所示：



调整器输出比例 = 给定信号比例 × 给定信号斜率

❖ 注意：信号斜率优先级：In-L 信号斜率 < In-B 信号斜率 B < In-A 信号斜率 A 的优先级

当窗口[0-31]=In-A，窗口[0-32]=In-b 时

	ST 端口与 GND 端口	USR 端口与 GND 端口	In-L 信号斜率	In-A 信号斜率 A	In-B 信号斜率 B
1	断开	断开	有效	无效	无效
2	闭合	断开	无效	有效	无效
3	断开	闭合	无效	无效	有效
4	闭合	闭合	无效	有效	无效

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
1-15	$E1-\bar{n}$	E1-m 事件 EV1 类型	见表 1	ALL	R/W
1-16	$E2-\bar{n}$	E2-m 事件 EV2 类型	见表 1	non	R/W
1-17	$E1-d$	E1-d 事件 EV1 开关	OFF: 关闭 ON: 开启	OFF	R/W
1-18	$E2-d$	E2-d 事件 EV2 开关	OFF: 关闭 ON: 开启	ON	R/W

窗口[1-15] [1-16]分别设定事件 EV1 和 EV2 的类型，具体类型详见表 1。

表 1

事件代码	事件类型	符号	描述
0	non	non	无故障
1	ALL	ALL	所有故障
2	oc	oc	过流
3	ot	ot	超温
4	Im	Im	不平衡
5	uc	uc	欠流
6	AP	AP	电源缺相
7	cb	cb	通讯断线
8	Stby	Stby	待机
9	run	run	运行

表 2

故障代码	故障类型	符号	描述
21	$E-02$	oc-A	A相过流
22	$E-02$	oc-b	B相过流
23	$E-02$	oc-c	C相过流
3	$E-03$	ot-	超温
4	$E-04$	Im-	不平衡
51	$E-05$	uc-A	A相欠流
52	$E-05$	uc-b	B相欠流
53	$E-05$	uc-c	C相欠流
6	$E-06$	-AP-	电源缺相
7	$E-07$	-cb-	通讯断线
10	$E-10$	-Fr-	频率故障
11	$E-11$	-rA-	内存故障

● 注意：故障代码 10 和 11 属于系统故障，一旦产生并不会保存到故障记录中。

窗口[1-17] [1-18]分别设定事件 EV1 和 EV2 的报警动作：

- ① OFF：关闭报警停机功能，当检测到符合 EV 设定类型的事件发生时，对应的 EV 灯点亮，但对应的 EV 节点无动作，也不停机；
- ② ON：开启报警停机功能，当检测到符合 EV 设定类型的事件发生时，对应的 EV 灯点亮，对应的 EV 节点动作，且停机。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
1-19	Ldr	Ldr 负载额定电流	0~9999A	见铭牌	R/W

窗口[1-19]设定负载额定电流。通常情况下，控制回路的负载实际电流与调功器的额定电流并不相同，当调功器启用电流闭环、电流限制、过流报警和欠流报警功能时，该窗口用于校正调功器的实际工作电流，以提高控

制精度。该参数不得大于调功器额定电流值！

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
1-20	L - $\bar{n}$	L-m 限制模式	$\overline{OFF}$: 关闭 $\bar{U}$: 限制电压 $\bar{I}$: 限制电流	$\overline{OFF}$	R/W

窗口[1-20] 设定限制模式：

- ❶ $\overline{OFF}$ ：关闭限制功能
 - ❷ $\bar{U}$ ：限制调功器电压输出
 - ❸ $\bar{I}$ ：限制调功器电流输出
 - ★ 注意：在移相调压的电压闭环和电流闭环方式下该窗口设定才有效，配合窗口[1-21] [1-22]使用：
 - ❶ 窗口[1-20] 设定为 $\bar{I}$ 时，通过窗口[1-20]设定输出电流上限值，实现负载最大工作电流的限制；
 - ❷ 窗口[1-20] 设定为 $\bar{U}$ 时，通过窗口[1-21]设定输出电压上限值，实现负载最大工作电压的限制。
- 关于调功器的限幅模式，请详看章节 7.4。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
1-21	L - $\bar{I}$	L-A 限流设定	0% ~ 100%	100%	R/W
1-22	L - $\bar{U}$	L-V 限压设定	0% ~ 100%	100%	R/W

窗口[1-21] [1-22]分别设定输出电流上限值和输出电压上限值。

限制电流值计算：

限制电流值 = 负载额定电流（窗口[1-19]） x 限流比例（窗口[1-21]）

限制电压值计算：

限制电压值 = 调功器额定工作电压（窗口[0-08]） x 限压比例（窗口[1-22]）

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
1-23	$\overline{O-E}$	O-E 过流保护开关	$\overline{OFF}$: 关闭 $\overline{ON}$: 开启	$\overline{ON}$	R/W
1-24	$\underline{U-E}$	U-E 欠流保护开关	$\overline{OFF}$: 关闭 $\overline{ON}$: 开启	$\overline{OFF}$	R/W
1-25	$\overline{OV-c}$	OV-c 过流倍率设置	1.0 ~ 2.0	1.5	R/W
1-26	$\underline{UN-c}$	UN-c 欠流比例设置	0.1 ~ 0.9	0.6	R/W
1-27	$\overline{Im-E}$	Im-E 不平衡度检测开关	$\overline{OFF}$: 关闭 $\overline{ON}$: 开启	$\overline{OFF}$	R/W
1-28	$\overline{Im-c}$	Im-c 不平衡度设定	10% ~ 70%	50%	R/W

❖ 注意：[1-24] [1-26]两个参数在调压模式（PHAS）下无效，只应用于过零（Zero）调功模式。

窗口[1-23] [1-24] [1-27]分别设定过流检测、欠流检测和不平衡度检测功能的开启和关闭：

$\overline{OFF}$ ：关闭检测 $\overline{ON}$ ：开启检测

开启过流检测功能：当调功器检测到 A 相负载电流超过窗口[1-25]设定的过流幅度时，会将过流状态（窗口[0-12]）修改为 1，同样，若 B 相负载电流过流，则将窗口[0-12]修改为 2，若 C 相负载电流过流，则将窗口[0-12]修改为 3；检测顺序从 A 相到 B 相再到 C 相。

欠流幅度 = 负载额定电流（窗口[1-19]） x 欠流比例（窗口[1-26]）

欠流报警点 = 负载额定电流 (窗口[1-19]) - 欠流幅度

开启欠流检测功能：当调功器检测到 A 相负载电流欠流幅度超过窗口[1-26]设定的欠流幅度时，会将欠流状态（窗口[0-14]）修改为 1，同样，若 B 相负载电流欠流，则将窗口[0-14]修改为 2，若 C 相负载电流欠流，则将窗口[0-14]修改为 3；检测顺序从 A 相到 B 相再到 C 相。

$$I_{\text{平均}} = \frac{I_A + I_B + I_C}{3}, \text{ 电流不平衡度} = \frac{\text{最大值}(|I_A - I_{\text{平均}}|, |I_B - I_{\text{平均}}|, |I_C - I_{\text{平均}}|)}{I_{\text{平均}}}$$

开启不平衡度检测功能：当调功器检测到三相负载电流不平衡度超过窗口[1-28]设定幅度时，会将不平衡状态置位（窗口[0-16]置 1）。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
1-30	PSL	PSL 移相默认	0~2000	750	R/W
1-31	CLR	故障记录清零	清除故障记录 1、2、3	0	R/W

★ 2 窗口群

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
2-01	COMM	comm 通讯功能窗口群	SET	—	R
2-02	COMM	com 通讯方式	Loc：本地 con：通讯	Loc	R/W

窗口[2-02] 设定通讯方式：

- ① Loc：本地方式，通过操作面板设定调功器参数，此时通讯功能被禁用；
 - ② con：通讯方式，启用通讯功能，上位机可通过 RS485 接口读取和修改调功器参数。
- ★ 注意：设定为 con 时操作面板 COM 灯亮，此时操作面板只能修改窗口[2-02]，其它窗口被锁定无法修改。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
2-03	Addr	Addr 设备地址	1 ~ 247	1	R/W

窗口[2-03] 设定通讯设备地址。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
2-04	dAtA	dAtA 数据格式	8n1, 8E1, 8o1	8n1	R/W

窗口[2-04] 设定通讯数据格式：

- ① 8n1：8bit 数据位，无校验，1bit 停止位
- ② 8E1：8bit 数据位，偶校验，1bit 停止位
- ③ 8o1：8bit 数据位，奇校验，1bit 停止位

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
2-05	bPS	bPS 波特率	4.8K, 9.6K, 19.2K	9.6K	R/W

窗口[2-05] 设定通讯波特率：

- ① 48K：4800bps

- ② *96P* : 9600bps
- ③ *192P* : 19200bps

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
2-06	<i>dELy</i>	dELy 通讯延时时间	0 ~ 100	20	R/W

窗口[2-05] 设定通讯延时时间，在合理情况下为设备提供足够长的响应时间。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
2-07	<i>mEm</i>	mEm 通讯存储位置	<i>EEP</i> : EEPROM <i>rAn</i> : RAM	<i>EEP</i>	R/W

窗口[2-07] 设定通讯存储位置：

- ① *EEP*：通讯设定参数值保存在非易失性存储器 EEPROM 中，掉电保存；
- ② *rAn*：通讯设定参数值保存在随机存储器 RAM 中，掉电丢失；
- ★ 注意：由于通讯设置的参数默认保存在非易失性存储器 EEPROM 中，应避免对参数进行频繁修改，以免造成存储器 EEPROM 因频繁擦写而过早失效。如果需要频繁修改参数，请设定窗口[2-07]为*rAn*，即数据保存到 RAM 中（当设备断电后数据不保存）。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
2-08	<i>Hr-E</i>	Hr-E 心跳寄存器开关	<i>oFF</i> ：关闭 <i>on</i> ：开启	<i>oFF</i>	R/W
2-09	<i>Hr-c</i>	Hr-c 心跳寄存器	0 ~ 9999	0	R/W

窗口[2-08] 设定心跳寄存器开启或关闭：

- ① *oFF*：关闭心跳寄存器；
- ② *on*：开启心跳寄存器，此时上位机可用过 RS485 串口设定窗口[2-09]的值。

当开启心跳寄存器后，上位机需定时向窗口[2-09]写入一个 16 位的加计数值（或减计数值），且最大写时间间隔不得大于 10 秒。当通讯故障或上位机停止对窗口[2-09]进行数据更新时，调功器停止输出并将通讯故障状态置位进行报警。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
2-10	<i>Pmod</i>	Pmod 联机设置	<i>nor</i> : 0 <i>Pnd</i> : 1	<i>nor</i>	R/W

窗口[2-10] 设置联机模式：

- ① *nor*：常规模式，调功器工作在常规模式，不具有联机功率分配功能；
- ② *Pnd*：联机模式，窗口[2-02]设置为*com*，则启动联机功率分配功能，com 灯闪烁。

当设置为联机模式后，远程电源功率分配控制器可通过 RS485 通讯读取调功器的各项参数，并进行输出功率动态分配控制，最大限度的实现多台调功器输出功率在一个控制周期内均匀分布，最大限度的减小负载电流对电网的冲击。

窗口号	窗口代码	参数名称	参数描述	默认值	属性
2-11	<i>Pout</i>	Pout PM 输出比例	0.0 ~ 99.9%	0	R
2-12	<i>Pm-V</i>	Pm-V PM 输出电压	0 ~ 9999 V	0	R

2-13	$P_{\tilde{a}}-A$	Pm-A PM 输出 A 相电流	0 ~ 9999 A	0	R
2-14	$P_{\tilde{a}}-b$	Pm-b PM 输出 B 相电流	0 ~ 9999 A	0	R
2-15	$P_{\tilde{a}}-\tilde{c}$	Pm-c PM 输出 C 相电流	0 ~ 9999 A	0	R
2-16	$PSAt$	PSAt PM 状态	$oFL : 0 \quad onL : 1$	oFL	R
2-17	$PErr$	PErr PM 报警状态位	0 ~ 9999	0	R

6. 事件说明

6.1 事件代码 & 故障类型

RKF-6 三相电力调功器支持多种故障报警功能，详见下表：

事件代码	故障类型	代码含义	报警条件	故障消除后
non	0	无故障	—	—
ALL	1	所有故障	故障类型 1~6 中任意一种故障发生	—
Oc	2	过流	负载电流大于过流门限	需重新上电
Ot	3	超温	散热器温度超过+80℃时	自动恢复运行
Im	4	三相电流不平衡	三相负载电流不平衡度大于门限值	需重新上电
Uc	5	欠流	负载电流小于欠流门限	需重新上电
AP	6	电源缺相	主回路电源丢失	自动恢复运行
Cb	7	通讯断线	串口通讯连接失败	自动恢复运行
Run	—	运行	调功器运行	—
Stby	—	待机	调功器待机	—

表 1

事件代码	事件类型	符号	描述
0	non	<i>non</i>	无故障
1	ALL	<i>ALL</i>	所有故障
2	oc	<i>oc</i>	过流
3	ot	<i>ot</i>	超温
4	Im	<i>Im</i>	不平衡
5	uc	<i>uc</i>	欠流
6	AP	<i>AP</i>	电源缺相
7	cb	<i>cb</i>	通讯断线
8	Stby	<i>Stby</i>	待机
9	run	<i>run</i>	运行

表 2

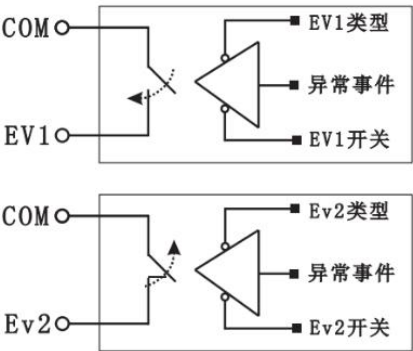
故障代码	故障类型	符号	描述
21	<i>E-02</i>	<i>oc-A</i>	A相过流
22	<i>E-02</i>	<i>oc-b</i>	B相过流
23	<i>E-02</i>	<i>oc-c</i>	C相过流
3	<i>E-03</i>	<i>-ot-</i>	超温
4	<i>E-04</i>	<i>-Im-</i>	不平衡
51	<i>E-05</i>	<i>uc-A</i>	A相欠流
52	<i>E-05</i>	<i>uc-b</i>	B相欠流
53	<i>E-05</i>	<i>uc-c</i>	C相欠流
6	<i>E-06</i>	<i>-AP-</i>	电源缺相
7	<i>E-07</i>	<i>-cb-</i>	通讯断线
10	<i>E-10</i>	<i>-Fr-</i>	频率故障
11	<i>E-11</i>	<i>-rA-</i>	内存故障

6.2 事件输出 EV1 & EV2

RKF-6 三相电力调功器支持 2 路事件输出：

EV1 为常开节点，驱动原理如右图：

EV2 为常闭节点，驱动原理如右图：



7. 功能说明

7.1 调压和调功方式输出特点

控制模式	输出波形		
	输出 10%	输出 50%	输出 90%
移相 (调压)			
变周期过零 (CYC 调功)	 1 cycle ON & 9 cycles OFF	 1 cycle ON & 1 cycle OFF	 9 cycles ON & 1 cycle OFF
定周期过零 (PWM 调功)	 T T = 2 sec.	 T T = 2 sec.	 T T = 2 sec.

7.2 输出线性化校正

如图 7-1 所示，通过线性化矫正使负载上电压有效值与输入信号呈线性对应的关系，可有效简化 PID 的调整过程，减小控制曲线的振荡的发生。

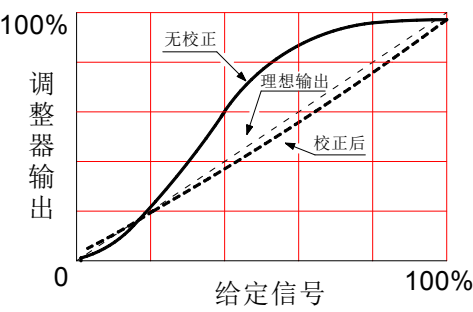


图 7-1 移相

7.3 斜坡输出功能

如图 7-2 所示，经过斜坡输出，启动过程负载电流平滑上升，能有效降低冲击电流，关断过程同样使负载上的电流平滑下降，降低冲击，尤其当负载为感性时，斜坡输出能有效的抑制过渡过程产生的冲击电流和反向电动势，从而保护电路免受伤害。

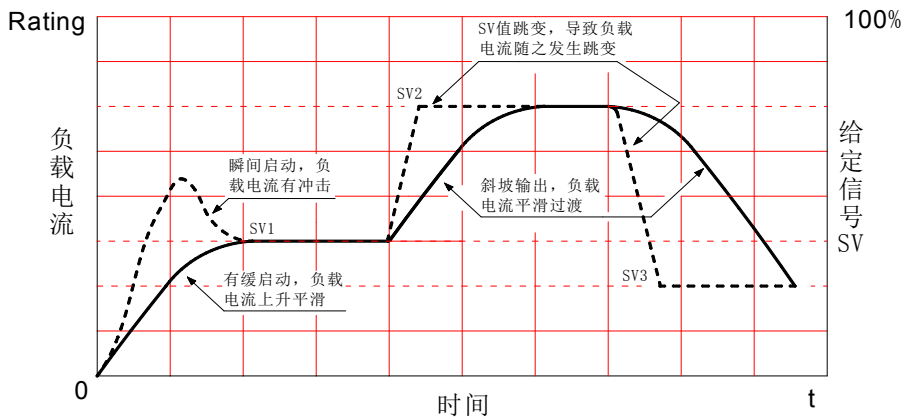


图 7-2

7.4 电流和电压限制

调功器开启电流限制或电压限制功能时，可对负载电流或负载电压进行限制输出，用户可通过设置相应参数进行调节限制比例，控制特性如图 7-3a 和图 7-3b 所示。

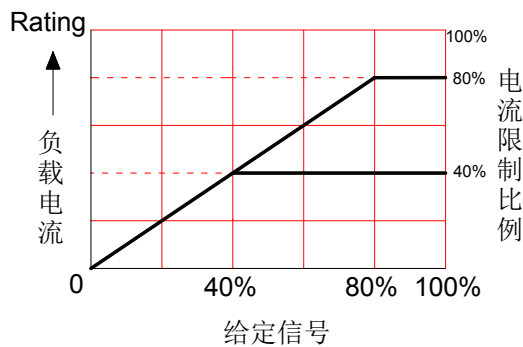


图 7-3a 电流限制

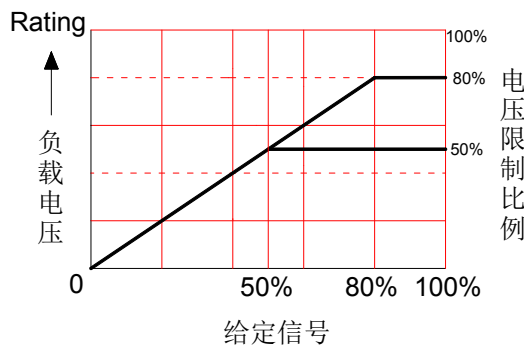


图 7-3b 电压限制

7.5 输出功率的线性限幅

用户在使用此功能时应特别注意：调功器工作在调功方式时，斜率限幅是限制输出功率的平均值，并不能限制输出电压的峰值。此功能可替代控制信号本身带有的限幅功能，控制特性如图 7-4a 所示。

7.6 恒定电流控制 & 恒定电压控制

恒定电流和恒定电压属于闭环控制方式，通过反馈回路，获取三相电力调功器输出状态（包含电压、电流），并经过内部 PID 调节器和限制调节器进行调节修正，以达到消除电源端和负载端的扰动，保持恒定输出的目的。

- 恒定电压控制，即为了恒定输出电压，对给定值与输出电压反馈值的误差按 PID 调节规律进行调节，使输出电压趋于或等于给定值。当电网电压发生波动或负载阻抗发生变化时，在输入电压有充分调节余量的前提下，输出电压保持恒定。

- 恒定电流控制，即通过来自负载电流的反馈信号，经 PID 调节器进行调节，保证负载电流既可以随控制信号进行调节，又可保持恒定输出。当电网电压发生波动或负载阻抗发生变化时，在输出电压有充分调节余量的前提下，输出电流保持恒定。其控制特性如图 7-4b 所示。

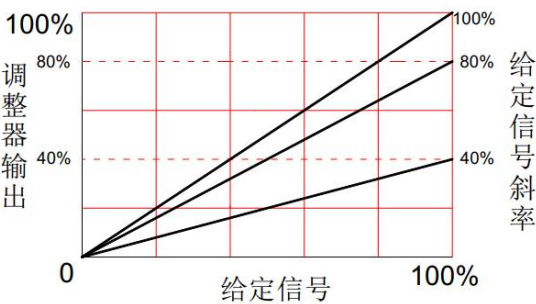


图 7-2a 功率线性限幅

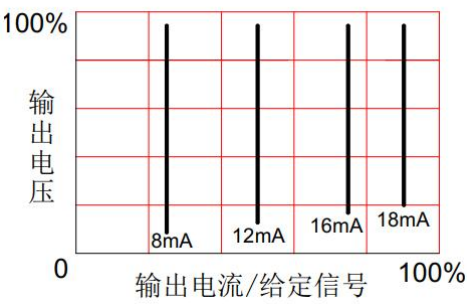


图 7-2b 恒定电流控制

8. 不同负载特性及控制策略

8.1 负载特性

负载	分类	类 型	最高温度	电阻-温度特性	适用的调节方式
纯阻负载 冷热阻变化小	合金	● 镍铬 ● 铁铬 ● 铁铝钴	1100℃(空气) 1200℃(空气) 1330℃(空气)		① 普通调压方式：开环移相、闭环移相 ② 定周期过零: PWM 调功 ③ 变周期过零: CYC 调功 ④ 调压调功一体化
变阻负载 冷热阻变化大	纯金属	● 钨 W ● 钼 Mo ● 白金 Pt ● MoSi2 硅钼棒	2400℃(真空) 1800℃(真空) 1400℃(真空) 1700℃(空气)		① 缓启动时间大于 10s ② 最大电流限制 ③ 一般使用变压器 ④ 带多组输出限幅 PID 调节器 ⑤ 跟随仪表设定值的线性限幅
	硅碳棒	● SIC	1600℃(空气)		① 缓启动时间大于 10s ② 取消变压器，但需带最大电流限制 ③ 带输出限幅 PID 调节器 ④ 先调压，700℃后调功

8.2 针对不同负载的不同控制策略

◆ 变压器控制

1. 变压器的设计容量不足时，应重新设计变压器，或加负载最大电流限制功能。
2. 有运行过程瞬间断电后又上电等情况时，应采用上电缓启动，逐步顺磁和缓关断逐步衰减磁场。

◆ 纯金属类

如硅钼、钼丝、钨、白金、石墨等负载冷态电阻小所以低、中温段应需限压和限流；随着温度增高，电阻按线性增大，在高温段反而需增加负载电压。电力调功器的电流限制功能，是专门为这类负载设计的。此外，带有多组PID和调节输出限幅的仪表，也可控制负载电流。

◆ 硅炭棒

一般采用缓启动 > 1 分钟或更长和电流限制，避开在 700°C 附近负载的冲击电流（新棒更明显）。

◆ 恒阻（泛指冷热阻变化小的负载）

控制策略较简单，可采用过零调功方式，克服调压方式功率因数低、污染电网的缺点。定周期过零（占空比控制），一般采用大功率SSR 实现。变周期过零调功，负载电流以全正弦波为单位**均匀分布**，多台设备运行时，总动力电流相对均衡（避免了周期过零方式电流集中），改善炉温均匀性，避免了电流表撞针，重要的是：提高了电源利用率和避免电力设备增容，节电效果十分明显。

北京瑞科锦丰科技发展有限公司

Beijing RuiKeJinFeng Technology CO., LTD.

地址：北京市房山区拱辰街道天星街 1 号院 6 号楼 9 层 1020 电话：010-63784968 13146632572

传真:010-63784968 E-mail: hezhao.li@rkjf.com 网址: www.rkjf.com

洛阳磐锐自动化科技有限公司

Luoyang Panrui Automation Technology CO., LTD.

地址：中国（河南）自由贸易试验区洛阳片区高新区滨河路 22 号留学生创业园 3 幢 5 层东

电话：0379-69920778 62273799 E-mail: nan.lin@rkjf.com 网址: www.rkjf.com