

高压固态软启动柜

北京中源动力电气技术有限公司

地址：北京经济技术开发区宏达北路 12 号创业园 A 座 4 楼

商务联系人：吕军 15910638331 技术联系人：王亮 15810749884

电话：010-51657031 传真：010-67867537

邮箱：sales@zydle.com

网址：<http://www.zydle.com>

产品介绍

高压固态软起动器又称中高压固态软起动器(Medium、High-voltage solid-state soft starter), 是一种新型的中高压电机软起动器, 主要适用于 10KV 以下的中高压交电动机, 采用先进 DSP 控制技术、电力电子技术及它的主要构成是串接于电源与被控电机之间的三相反并联闸管及其电子控制电路。运用不同的方法, 控制三相反并联闸管的导通角, 使被控电机的输入电压按不同的要求而变化, 就可实现不同的功能。

高压交流电机软起动器具有体积小、功耗低、高可靠性、高灵敏度、无触点、免维护、无环境污染、安装方便等优点。与其它传统的起动方法相比较, 其特有的智能控制方式, 既可以方便准确的设置起动转矩、起动电流、起动时间、停机时间等参数, 又可以与微机、PLC 等进行联网控制。现已在机械制造、水泥生产、冶金、矿山、采油、化工、水处理、石化等行业泵、风机、抽油机、空气压缩机、球磨机、起重机、压缩机、破碎机、传送机、升降机、离心机、轧钢机等多种负载上得到广泛应用。 将逐步淘汰液态高压软起动器。



FRV1000 系列产品采用原装进口串联用晶闸管及专业绝缘材料与现代电力电子控制技术相组合，专业设计制造。适合大中型电动机特性和特点得高压固态软起动装置。

可靠性高：装置的主要电路采用组件式结构，模块化安装方式。具有多重过电压吸收、保护技术。对瞬态的 dv/dt 、雷电冲击电压、操作波过电压、暂态过渡过程进行多层限幅钳位。对 di/dt 、阀开通过程均压、阀关断过程的均压都有独特的措施和方法。

强弱电隔离完善：系统强弱电间采用高抗干扰的数字式触发器与光纤隔离或 CT 隔离传输技术配套，避免了强弱电间相互干扰，使得装置的高压性能与低电压装置一样安全可靠。

独特的故障检测回报和判断系统，能够迅速将检测结果传递到控制电路，声光报警并随时采取相应的措施来防止故障扩大。

高压软起动器具有>96%高效率（可达 97%）远比其它软起动器效率高得多。

多种完善的保护功能：短路、过流、限流、过压、欠压、过负载、缺相、三相电流不平衡、过热、通信故障等各种故障状态报警及时处理保护保护软起动器及电机。

独特的散热及设计使晶闸管部件得到有效冷却。

任意可选的多种软起动功能，包括标准软起、恒流软起动、双电压斜坡起动，带突跳功能软起动等。

具有体积小，功耗低，高灵敏度、无触点、安装方便等特点。

使用条件

环境温度： $-40^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$

空气相对湿度不超过 90%

海拔高度不超过 2000m(海拔超过 2000m 上可根据具体工况特殊设计)

最高工作电压不超过额定电压的 110%

电源频率：50Hz/60Hz+2H

优点介绍

- 1、降低电动机的起动电流，可以避免电源中的电压降和电压骤降。减少配电容量，避免增容投资。
- 2、减少起动应力，延长电动机及相关设备的使用寿命。节省维护成本而节约很多费用。
- 3、平稳的起动和软停车避免了传统起动设备的喘振问题、水锤效应；
- 4、多种起动模式及宽范围的电流、电压设定，可适应多种负载场合，改善工艺。

5、完善可靠保护功能，更有效的保护电动机及相关设备的安全。

6、可频繁起、停，实现一托多，降低设备采购成本。

典型应用简介

水泵：利用泵控制功能，在起动和停止时，减少液流冲击所产生的泵流水锤现象，节省了系统维修费用；

球磨机：利用电压斜坡起动，减少齿轮转矩的磨损，减少维修工作量延长使用寿命；

风机：利用固态软起动器取代了传统起动器，减少皮带磨损和机械冲击；

压缩机：利用限流，实现了平滑起动，降低电机温升；

破碎机：利用堵转保护和快速保护，避免机械故障和阻塞造成电动机过热而烧毁；

输送机械：利用软起动和软停机控制，实现平滑渐进的起动过程和平滑减速的停车过程，避免了因冲击而对物料和设备造成的损伤

工作原理

1、结构

完整的 FRV1000 系列的软起动器是一个标准的电机起动控制器，用来保护和控制中、高压交流电机。完整的高压软启动装置包括：隔离开关、保险丝、主真空接触器、控制变压器、控制模块、可控硅模块、高压真空旁路接触器。软起动部分仅包括：控制模块、可控硅模块、高压真空旁路接触器。

A、隔离开关（此开关由用户提供）：在起动器的输入电源部分装有一个允许电机直接带负载起动的隔离开关。这个隔离开关具有负载短路时起动和带负载停机的过载能力。其最大设计值是：5KV 隔离开关使用 2300-4160V 的起动器，7.2KV 用于 6000-7200V 起动器，而 15KV 用于 10-14KV 的软起动器。

当隔离开关合闸时无法把控制柜高压部件部分的门打开。隔离开关带有连锁装置，只有当隔离开关切断电源时才可以打开机柜的门。同样情况当机柜被打开时隔离开关也无法合闸。隔离开关上的机械连锁装置使中压电源被有效的连锁住，以保证操作安全。

在控制的中高压输入电源部分装有一个可视窗口，不用打开机柜门就可以观察离合开关的闸刀是处于分离或合闸状态。当隔离开关在分离状态时有一个分离的刀臂通过机械装置与地相连接（对于 14KV 是选项部分）。

B、电源保险丝：对于标准的控制器在每相输入电源中装有保险丝进行初级的电源限流。典型的

6900V 以下的保险丝是 ANSI 标准 R 型，而 10-15KV 的控制器是采用 ANSI 标准 E 型保险丝。保险丝的选择是根据电机的堵转电流和所对应的固态起动器的过载继电器。保险丝和过载保护是设计用来防止较低和中等等级的故障。这可以防止过载电流超过继电器额定值，以对较高的超过继电器保护范围的故障进行有效的保护。

熔断器的支架上带有保险丝指示器（连线接到绝缘的离合器控制电路），当三相中有一相保险丝开路时会自动断开全部三相电源。

C、SCR 电源器件：在每相中是用一对相同参数的 SCR 反相平行的安装在一组的。为了达到所有使用电网的峰值电压要求。对 SCR 进行串联，其串联数如①400A，电压 3300V 串联 SCR 对数 2 对，SCR 总数 12，②600A，电压 6000V 串联 SCR 对数 6 对，SCR 总数 36

D、RC 吸收网络：RC 吸收网络提供瞬间电压保护电路，以减少 dv/dt 冲击电压。防止 SCR 模块的损坏。

E、触发电路：SCR 是用一个持续的脉冲触发电路，这个电路是采用光纤和脉冲变压器进行隔离。

F、主真空接触器：主真空接触器是用来切断主电源和 SCR 回路的，其电压比率是：5KV 用于 2300—4160V，7.2KV 用于 6000—7200V，15KV 用于 10—15KV 的软起动器。

应用于顺序控制下的接触器。在正常使用条件下保证其起动次数能够达到设计时非负载状态下的使用寿命。主真空接触器是设计在最大起动比率，旁路接触器是设计在紧急起动的比率。10-15KV 600A 的起动器采用真空拉出式的接触器，其容量为 15KV 600A。这个控制装置有两个指示灯、三个电流计时器、电流过流继电器，并且有一个电容型器件。旁路接触器装置也有两个指示灯和一个电容跳闸元件。

2、电子控制系统

FRV1000 系列电子控制电路分为低压、中高压两部分，并隔离成两个独立的部分。低压电子部分包括控制最界面和接口，CPU 和主电源板是安装在低压控制室中。

A、CPU 主控板：CPU 板上装有微处理器和通讯处理器，CPU 决定各种操作功能，根据用户的设定程序和检测反馈信号来进行控制，CPU 主板上装有 EPROM、EEPROM 和 DRAM 寄存器，以及模拟和数字接口。

B、主电源板：也称为主触发板，它包括数字输入输出继电器和接口，并连接到 TCB 板上，它控制旁路隔离接触器的动作顺序和 SCR 的触发，这个板子上产生全部触发信号和接收来自光纤隔离的反馈信号，把模拟信号转换为 CPU 的数字信号，这些触发脉冲也是利用光纤对中高压环境进行隔离。

C、电压、电子控制部分：中高压主电源应在 TCB、触发驱动器和 TEMP/CT 控制板工作之前断开。

D、TCB (Terminal and Control Board) 终端控制板是用户的接线板，为了满足 UL 安全标准，它位于中压部分，但是并没有实际和中压部分联结，只是和接触器的控制线圈有连接，这个板子上包括用户接线端子排、输出继电器（全部相同）输入和控制电源接线、并且包括时间继电器用于功率因数调整继电器和其它外部元件。

E、触发驱动板：位于 SCR 模块组件上面，这些板子和主电源板通过光纤进行通讯联系，通过脉冲变压器把触发脉冲信号进行放大来触发 SCR，在每个 SCR 模块中每一对 SCR 使用一个触发驱动电路板。

F、TEMP/CT：温度控制板和电流互感器板子是装在 SCR 模块组件上，通过光纤把散热器温度和电流信号送到主电源板。

3、原理

FRV1000 的控制核心是微处理器 CPU。这个微处理控制系统可以对电机进行起动和保护。CPU 对 SCR 进行相角触发控制以降低加在电机上的电压，然后通过慢慢的控制加在电机上的电压和电流平滑的增加电机转矩，直到电机加速到全速运行。这种起动方式可以降低电机的起动冲击电流，减少对电网和电机自身的冲击。同时也减少了对联在电机上机械负载装置的机械冲击，以延长设备的使用寿命，减少故障和停机检修时间。

A、加速模式：FRV1000 提供了几种加速模式，你可以根据感应电机的负载情况选择最合适的起动曲线。

出厂设置为具有限流功能的电压斜坡，也是最可靠的起动模式，可以满足大多数应用场合。初始转矩设定为电机刚好能带动负载转动时的值，然后电压逐渐的平滑上升，在限定的斜坡时间和电机起动电流范围内，使电机平滑到全速运转。下面三种起动状态的分析：

a、如果电机在软起斜坡结束前达到全速运行，自动反震荡电路将会自动的把全压加到电机上而使斜坡时间不再起作用。可以防止任何的浪涌电流或电机转矩的脉动。这种情况通常可能会发生在负载没有加在电机上而电机工作在减压和低转矩的电机起动过程中。

b、如果电机在斜坡时间结束前，没有达到全速运行，电流限流设定将会按比率的控制最大输出转矩，

HPMV 的反馈传感器会自动的防止电机过载失速或超过加速设定时间的故障发生。

c、限流功能对于电机从电网或发电机中吸取一定数量的电流提供了有效的手段和控制方式，当电机起动转矩达到限定的起动电流值所对应的转矩后，就会自动的保持这个转矩和电流运行，电

流限流值不受设定斜坡时间的影响，直到电机达到全速运行为止。当电机达到全速运行后，电机电流降到正常全速运行的电流值，FRV1000 中、高压软起动器有一个全速运行状态输出继电器，从而使旁路高压真空接触器闭合，使电机电流经旁路接触器，从而防止 SCR 导通所产生的压降引起的热损耗，提高了工作效率及可靠性。FRV1000 是工作在全压状态下，正如其它起动器一样，在电机软起动后，电网电压直接加到电机上，但是优于其它起动方式之处在于 HPMV 具有全电子保护功能，它的灵敏度和对故障保护反映速度是用毫秒来计算，这是常规的电机起动和保护器无法比拟的。

B、FRV1000 中、高压软起动器的其它起动方式：

电流斜坡：使用电流闭环反馈可以进行 PID 调节，使输出转矩线性增加到最大值。

恒流控制：起动时，电流快速增加到限定值，一直到电机全速运行。

用户自定义曲线：用户可以自定义一个转矩与时间的起动曲线。当电机起动时可以完全按照你所定义的曲线加速。

速度反馈斜坡控制：用一个来自电机或负载的速度信号作为反馈量对电机进行闭环斜坡软停。（选项）

减速模式：FRV1000 提供软停机功能，当停止信号发出时，同时给电机加一个逐渐减小的电压使电机平滑停机，这和电力刹车不同，实际上软停车会增加电机的停车时间。这个功能适用于水泵停机控制，以减小水锤现象和对机械结构的损坏及冲击。

4、触发电路

可控硅触发电路是系统稳定可靠的关键部分，FRV1000 触发电路包括几个独特的优点，具有抗噪声干扰，可以工作在恶劣的工作环境和长久的使用寿命，他不受现场安装时线路阻抗、短路容量、或开关的快速通断而产生影响，这些特性包括：

A、自动同步的触发脉冲以保证每相的导通角的触发点相同从而不产生误触发，这特性适合那些小型工厂自备的发电机设备，可以放心的使用于波动较大且不稳定的电源。

B、稳定可靠的触发脉冲信号可以在 270 度的导通角范围内可靠的使可控硅导通并且不受噪声信号的影响，以保证不产生误触发。

C、闭环触发控制方式是根据输出电流和电压反馈进行平滑的软起动，以防止由于起动时相间的不平衡而引起电机过热。

D、触发信号用脉冲变压器隔离特殊设计的三相 120V 低压控制电源变压器以确保检测、触发板和来自于输入中压电源的噪声和干扰进行隔离，使用具有高绝缘特性的 28VAC 电源供给脉冲触发电

路，一个独立的控制电源变压器经磁隔离后用于所有的低压电路和 CPU。

E、光导纤维隔离用于中压电源和全部低压系统之间，在通过 CT 隔离的信号再通过光导纤维隔离以达到最大限度的隔离和确保安全

性能参数

● 主要技术指标

负载类型：三相异步电机或同步电机

工作电压：2.3-13.8KV

功率范围：160-6000KW

重载型 115%负载连续运行，过载 500% 1-10 秒、850% 0.5-5 秒数字微处理器控制、液晶显示，起动过载和运行过载两级保护，低压控制单元与高压部分采用光纤隔离，机械和电子安全联锁装置，MCC 接线排(机电控制中心接线排)。辅助继电器：多路 C 型干式继电器 5A 240V AC 可编程继电器输出，运行过程中的各种数据统计。

环境温度：0-50℃

海拔高度：0-1000 米

相对湿度：5-95%

● 可调节参数

电机的满载电流可调

双斜坡调整—两个独立的设定值

初始电压：10-50%的线电压

电流限流：100-400%电机的额定电流

加速时间：1-30 秒(可延伸至 90 秒)

软停时间：1-30 秒(可延伸至 90 秒)

四种水泵控制曲线

速度闭环软起控制

脉冲突跳起动：0.1-1.0 秒(80%线电压)

每小时起动次数锁定：1-4 次

● 通讯接口及协议

RS485-Modbus、RS485-Profibus

● 国际认证

依据国内 CCC 认证、欧共体 CE 认证

主要特色

一、**免维护** 可控硅是无触点的电子器件，不同于其他类型的产品需经常维护导电液体和部件等，把机械寿命变为电子元件使用寿命，连续运行数年也无需停机维护。真空接触器动作时不会产生火花或大的动作电流，原因是电机启动后才会触发接触器短路可控硅，切换过程只是分流过程，故无电流冲击，所以真空接触器的使用寿命会非常长，至少在 20 年以上；

二、安装使用简单

FRV1000 是一个完整的电机起动控制和保护系统，安装时只需连接电源线和电机线即可投入运行。在加高压运行前，允许使用低压对整个系统进行机械及电气测试。FRV1000 具有自检测，自学习和自动设置起动参数的功能。

三、备份特性

柜内装有可直接起动电机的真空接触器，如果 FRV1000 控制系统出现故障，可利用真空接触器直接起动电机，以保证生产的连续性。

四、保护与监控

具有自检程序

可控硅短路保护

电子过载保护和报警

短路保护 过压保护 欠压保护

过载保护 欠载保护 缺相保护

相序保护 过热保护 堵转保护

频率保护 接地漏电保护 电流不平衡保护

电机温度保护 功率因数监控 重复起动时间限制

保护功能齐全

缺相保护：为防止电源缺相而导致大电流烧坏电机绕组，出现缺相故障时，则封锁脉冲，并跳闸，报警；

外部故障保护：控制板外部出现故障时，则切断电机电源实行保护；

起动超时保护：如果电压斜坡起、恒流起动、脉冲突跳起动时间超过了设定的“软起时间”，则封锁脉冲，关闭软起动器，执行超时保护。此后，应重新设置初始电压和软起时间；

过流保护：起动时电机电流超过限幅值，则 1S 内切断电机电源实行保护；

运行电流定时限过载保护：运行过程中电机电流过载超过设定时间，则切断电机电源实行保护；

运行电流反时限过载保护： I^2t 过载保护；

相序保护：当输入相序与输出相序不一致时，将封锁起动信号，给上一级开关柜跳闸信号实行保护；

起动间隔时间保护：每小时起动小于 6 次两次起动时间间隔大于 10 分钟，否则起动器将封锁起动信号实行保护。

应用场合丰富

常规起动：如船头推进器、压缩机、升降机、离心泵、输送带，电梯等负载的起动可根据电机额定功率选型。电机起始电压调整为 40%—50%；

重负载起动：如离心机、压碎机、混合机、磨碎机，搅拌机等的起动可按其额定功率的 120%选型。电机起始电压调整为 40%—60%。