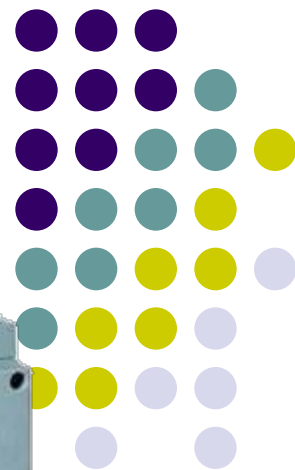
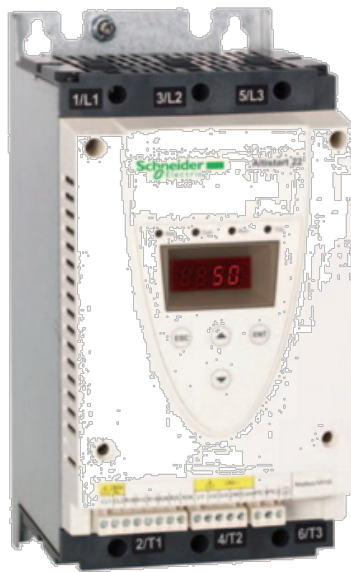


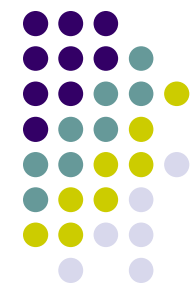
软启动器的原理及应用

众业达电气技术中心

工业电气分销网(www.dq-fx.com)

黄宏龙

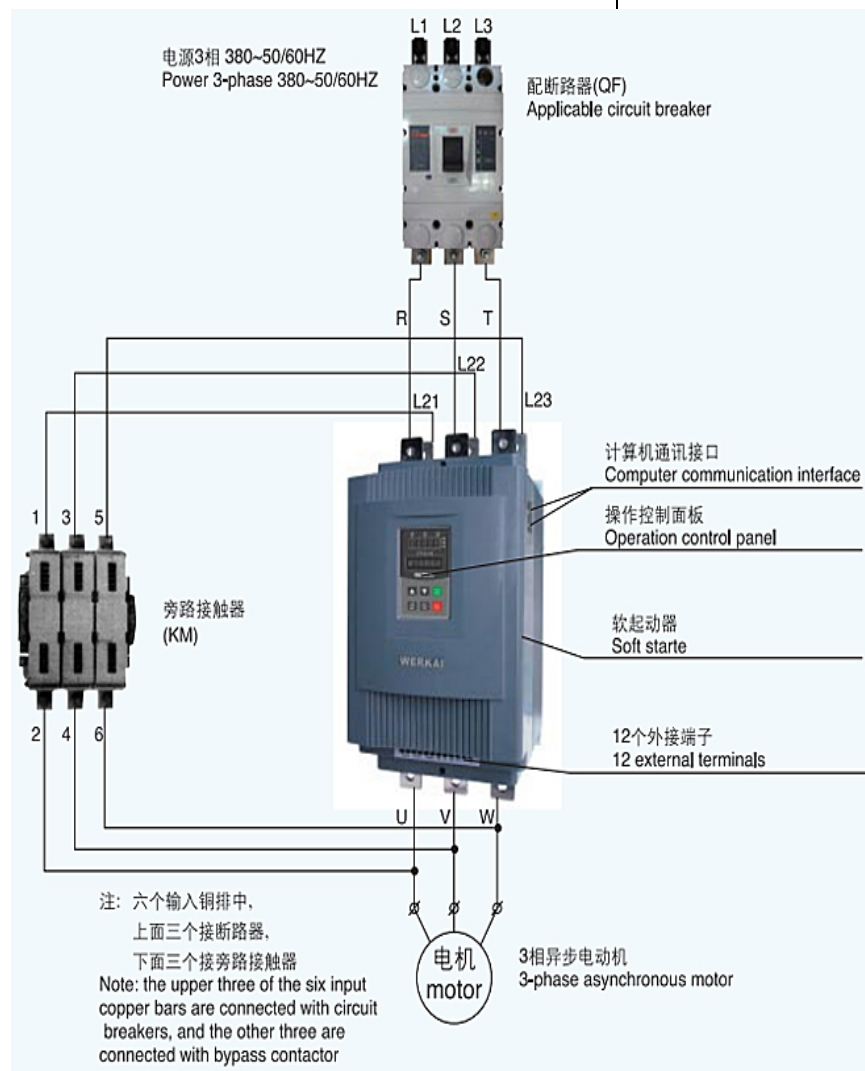




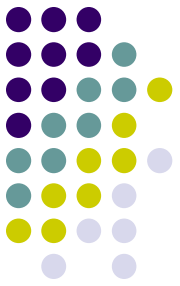
软启动器的原理及应用

学习本课程的目的：

了解软启动器的工作原理，掌握软起器的两种接线方式，熟悉软启动器的保护功能以及软启动器在当代现代化工业生产的应用。

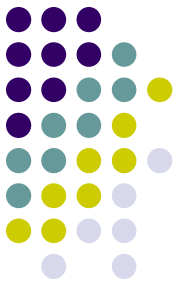


软启动器的原理及应用



本课程分为以下几个部分

- 1 电动机启动方式的分类
- 2 什么是软启动器
- 3 为什么要使用软启动器
- 4 软启动器的工作原理
- 5 软启动器与电机的连接方式
- 6 软启动器的保护功能
- 7 **ATS48**产品应用及选型



1 电动机启动方式的分类



电动机启动方式的分类

电动机启动的几种方式：

- 1 全压直接启动
- 2 自耦减压启动
- 3 Y- Δ 启动
- 4 采用变频器启动运行
- 5 采用软启动器启动



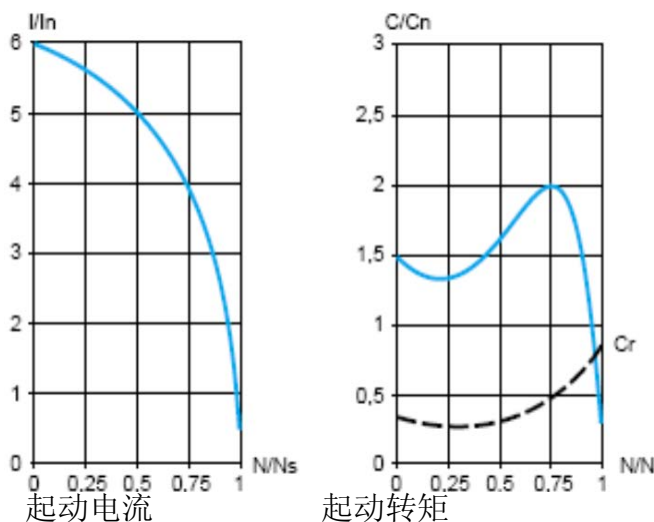
电动机启动方式的分类

1. 全压直接启动

在电网容量和负载两方面都允许全压直接启动的情况下，可以考虑采用全压直接启动。

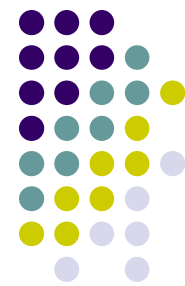
优点：操纵控制方便，维护简单，而且比较经济。

缺点：瞬间电流过大，瞬间造成电网电压降，对电机和负载冲击严重。



➤ 直接启动

- 启动电流：额定电流的5至7倍
- 启动转矩：额定转矩的0.5倍至1.5倍
- 特性
 - ✓ 电机带有3个端子
 - ✓ 高电流峰值和电压降落
 - ✓ 设备简单
 - ✓ 机械突跳启动
 - 无参数可调



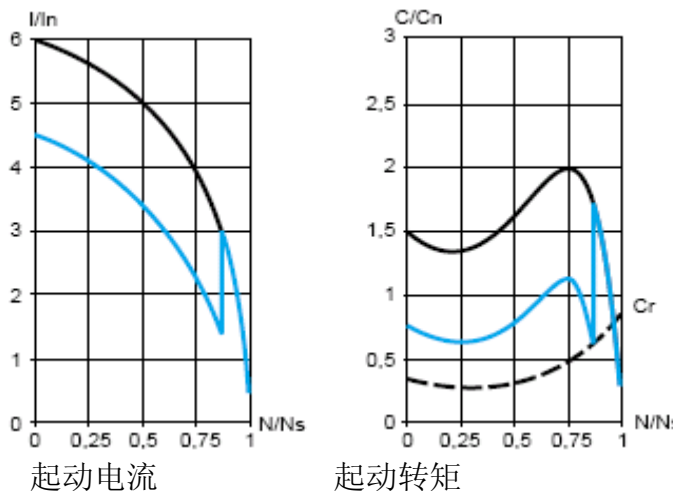
电动机启动方式的分类

2. 自耦减压启动

自耦减压启动器采用抽头式自耦变压器作减压启动，适应不同负载的启动需要，一般为电源电压的80%和65%。

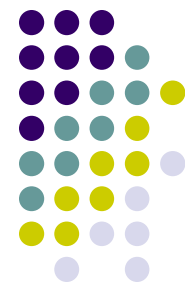
优点：最大的优点——启动时可以获得较大启动转矩。

缺点：对电机冲击严重



➤ 自耦变压器启动

- 启动电流：额定电流的1.7至4倍；
- 启动转矩：额定转矩的0.4至0.85倍；
- 特性：
 - ✓ 电机带有3个端子
 - ✓ 启动时阻抗转矩增加
 - ✓ 连接到全电压时有高电压降和电流峰值
 - ✓ 设备复杂笨重，需要维护，投资费用较大
 - ✓ 受启动时机械应力的限制
- 无参数调整



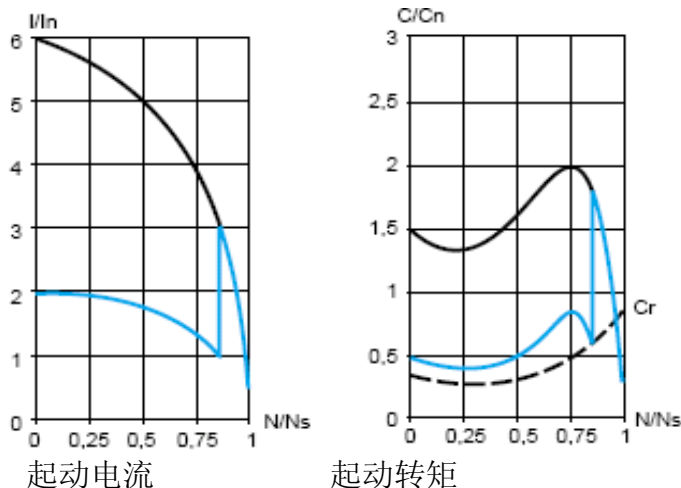
电动机启动方式的分类

3. Y- Δ 启动

在启动时将定子绕组接成星形，待启动完毕后再接成三角形，这样的启动方式称为星三角减压启动，或简称Y- Δ 启动。

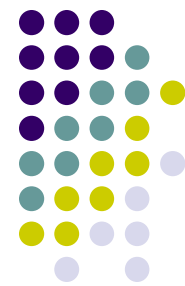
优点：其结构最简单，价格也最便宜，可以降低启动电流，减轻它对电网的冲击。

缺点：启动载荷低，适用于无载或者轻载启动的场合。



➔ Y- Δ 启动

- 启动电流：额定电流的1.8至2.6倍；
- 启动转矩：额定转矩的0.5倍；
- 特性：
 - ✓ 电机带有6个端子
 - ✓ 无载或低阻抗转矩启动
 - ✓ 在变为“星-三角”模式时有高电流峰值和转矩
 - ✓ 设备需要维护
 - ✓ 受到启动时机械应力的限制
- 无参数调整



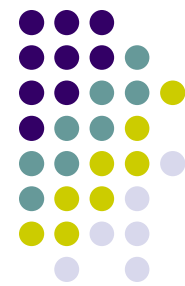
电动机启动方式的分类

4. 变频器

变频器是通过改变电网的频率来调节电动机的转速和转矩。

优点：现代电动机控制领域技术含量最高，控制功能最全、控制效果最好的电机控制装置。

缺点：因为涉及到电力电子技术，微机技术，因此成本高，对维护技术人员的要求也高。



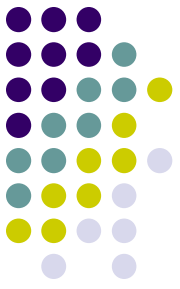
电动机启动方式的分类

5. 软启动器

这是利用了可控硅的移相调压原理来实现电动机的调压启动。

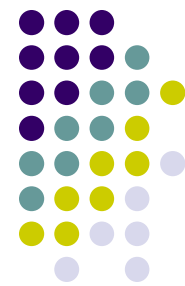
优点：因使用了可控硅元件，启动效果好但成本较高。

缺点：可控硅工作时谐波干扰较大，对电网有一定的影响。可控硅元件的故障率较高，因为涉及到电力电子技术，因此对维护技术人员的要求也较高。

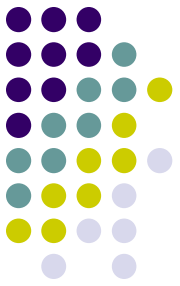


2 什么是软启动器

什么是软启动器



软启动器是一种集电机软启动、软停车、轻载节能和多种保护功能于一体的新颖电机控制装置，国外称为**Soft Starter**。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晶闸管交流调压器。改变晶闸管的**触发角**，就可调节晶闸管调压电路的**输出电压**。在整个启动过程中，软启动器的输出是一个平滑的**升压过程**（且可具有有限流功能），直到晶闸管全导通，电机在额定电压下工作。



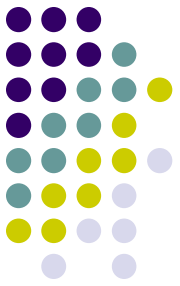
3 为什么要使用软启动器

为什么要使用软启动器



电动机采用软启动器启动比直接启动有如下优势

- 1 减少启动过程引起的电网电压下降
- 2 减少电动机启动过程的冲击电流
- 3 减少传动机构的磨损和对负载的冲击
- 4 可以实现软停车

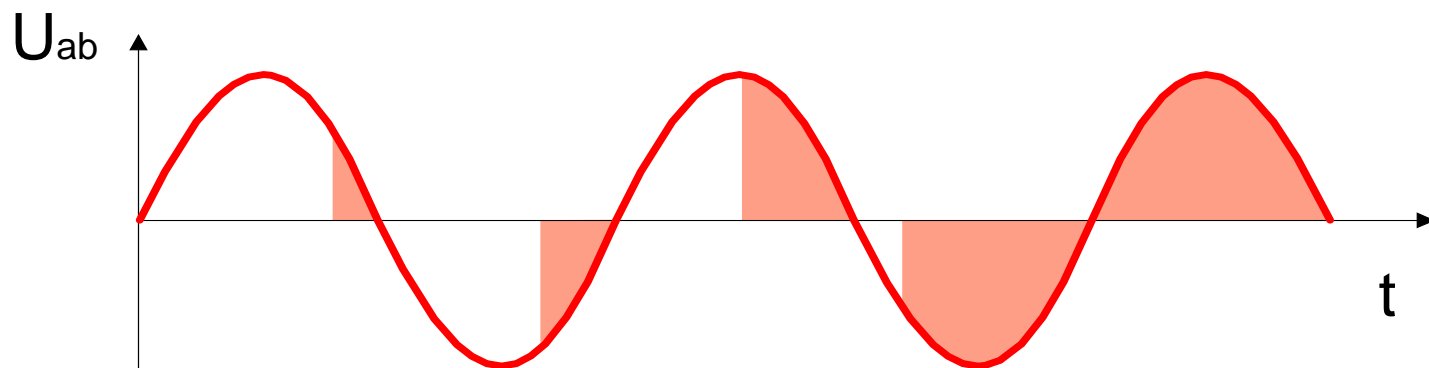
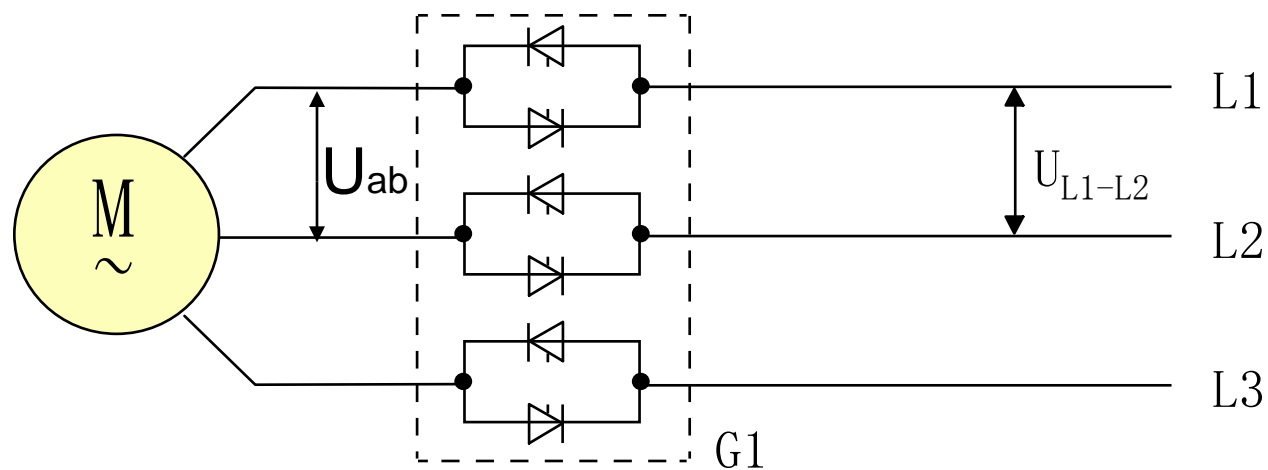


4 软启动器的工作原理

软启动器的工作原理



对1, 2 或 3 相进行控制的功率电子器件



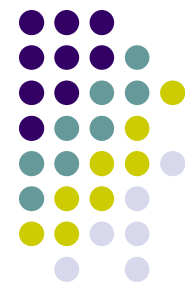
软启动器的工作原理



- 软启动器的工作原理：

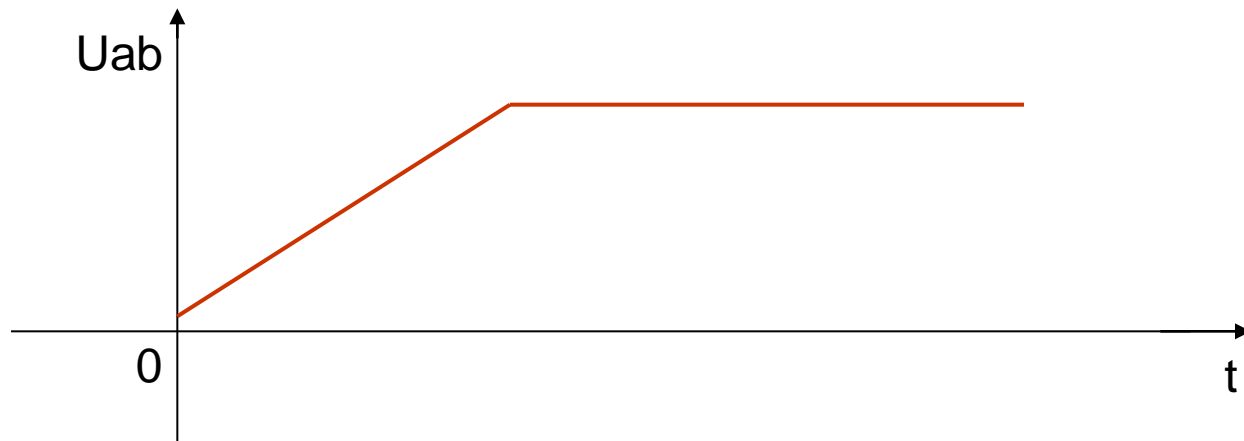
控制其内部晶闸管的导通角，使电机输入电压从零以预设函数关系逐渐上升，直至起动结束，赋予电机全电压，即为软起动，在软起动过程中，电机起动转矩逐渐增加，转速也逐渐增加。软起动结束，旁路接触器闭合，使软起动器退出运行，直至停车时，再次投入，这样即延长了软起动器的寿命，又使电网避免了谐波污染，还可减少软起动器中的晶闸管发热损耗。

软启动器的工作原理

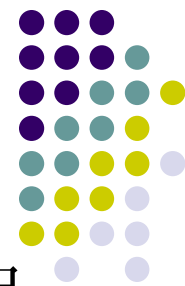


软启动一般有下面几种启动方式。

- (1) 斜坡升压软启动。这种启动方式最简单，不具备电流闭环控制，仅调整晶闸管导通角，使之与时间成一定函数关系增加。其缺点是，由于不限流，在电机启动过程中，有时要产生较大的冲击电流使晶闸管损坏，对电网影响较大，实际很少应用。

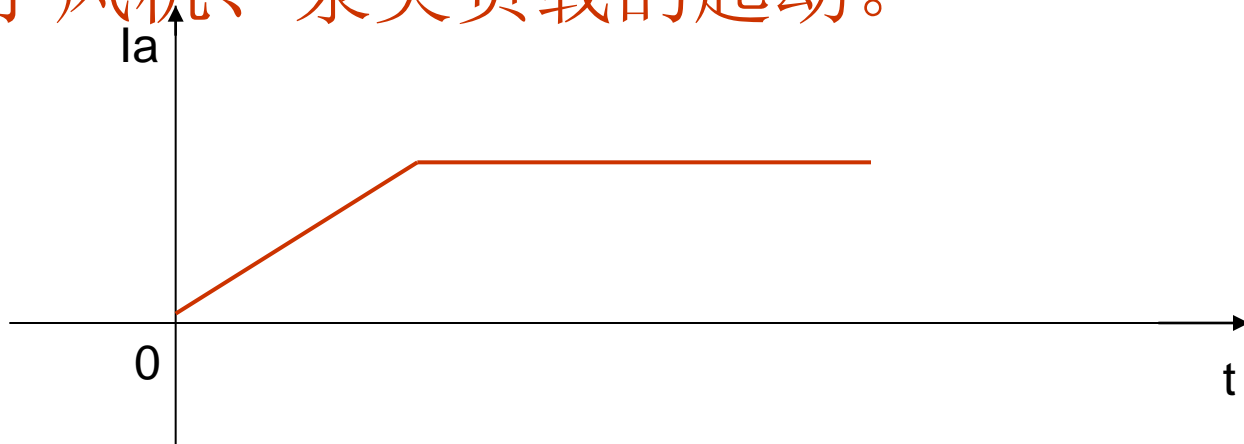


软启动器的工作原理

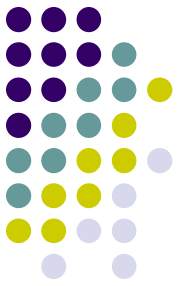


- (2) 斜坡恒流软启动。这种启动方式是在电动机启动的初始阶段启动电流逐渐增加，当电流达到预先所设定的值后保持恒定（ t_1 至 t_2 阶段），直至启动完毕。启动过程中，电流上升变化的速率是可以根据电动机负载调整设定。电流上升速率大，则启动转矩大，启动时间短。

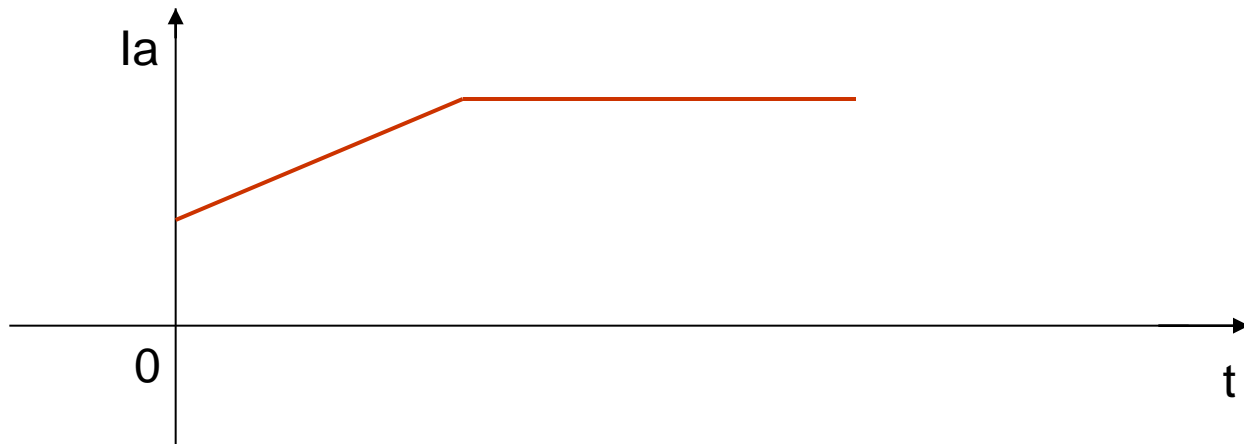
该启动方式是应用最多的启动方式，尤其适用于风机、泵类负载的启动。

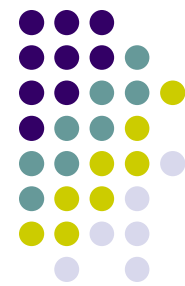


软启动器的工作原理



- **(3) 阶跃起动。** 开机，即以最短时间，使起动电流迅速达到设定值，即为阶跃起动。通过调节起动电流设定值，可以达到快速起动效果，适用于较重负载的启动。

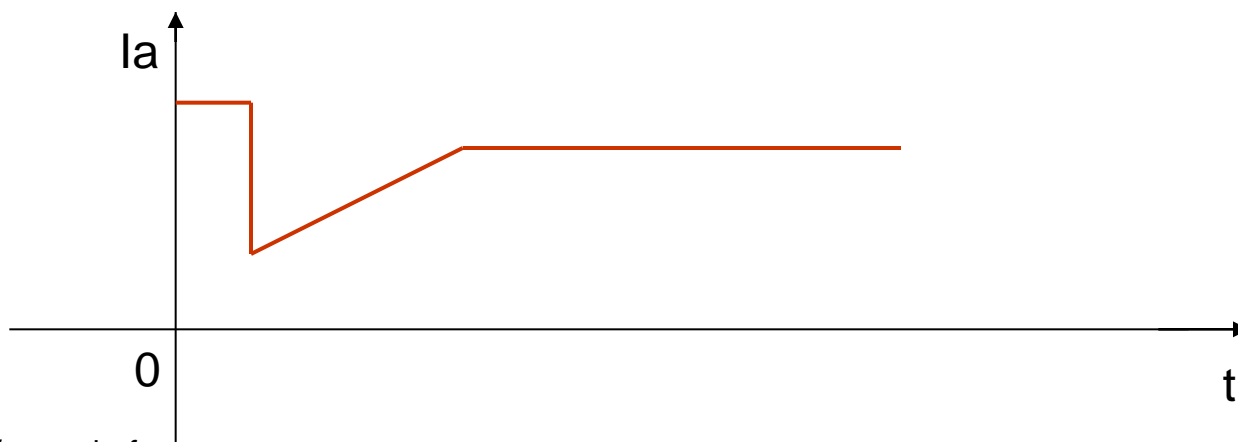




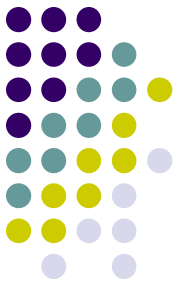
软启动器的工作原理

- (4) 脉冲冲击起动。在起动开始阶段，让晶闸管在极短时间内，以较大电流导通一段时间后回落，再按原设定值线性上升，进入恒流起动。

该起动方法，在一般负载中较少应用，适用于重载并需克服较大静摩擦的起动场合。

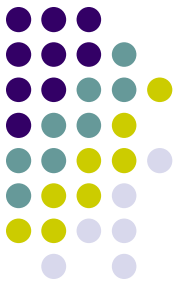


软启动器的工作原理

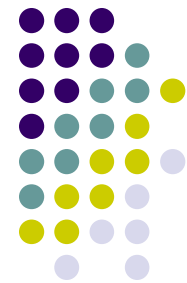


软启动器和变频器的区别：

变频器是用于需要调速的地方，其输出不但**改变电压**而且同时**改变频率**；**软启动器**实际上是个**调压器**，用于电机启动时，输出只改变电压并没有改变频率。变频器具备所有软启动器功能，但它的价格比软启动器贵得多，结构也复杂得多。

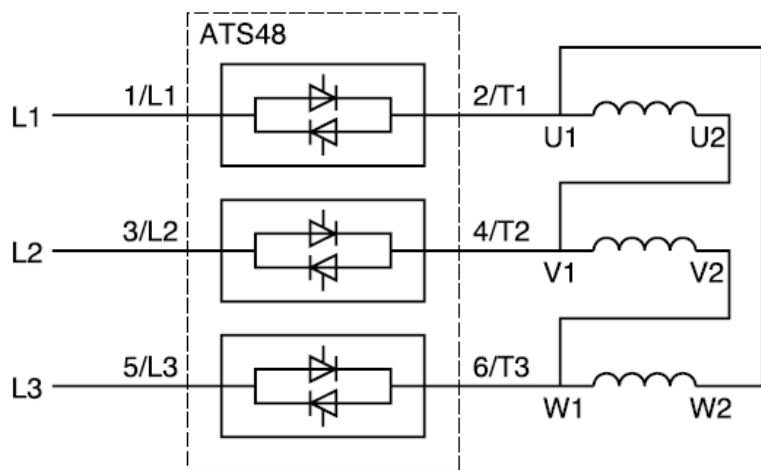


5 软启动器与电机的连接方式

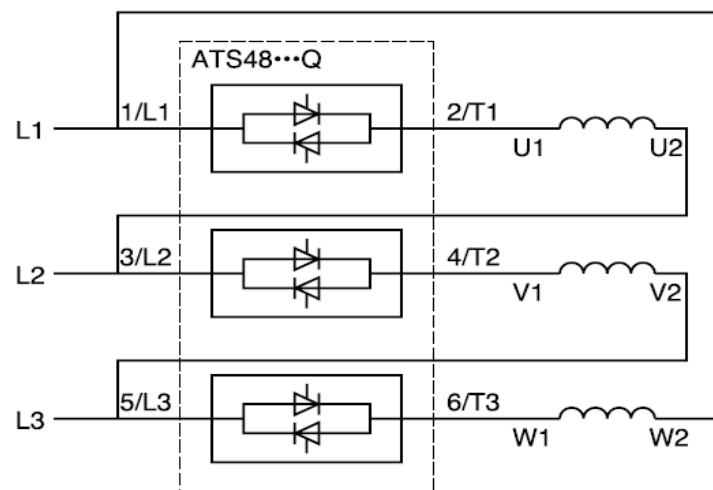


软启动器与电机的连接方式

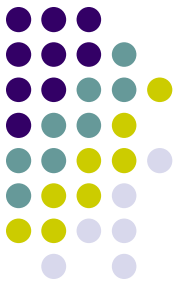
软启动器和电动机的连接方式分为外连接和内连接两种。分别如下图所示。起动器可以串联接入电机三角形绕组中，它们由 $1/\sqrt{3}$ 线电流的电流驱动，这样可以使使用低额定值的起动器。



软启动外接法（软启动器每相电流等于线电流）



软启动内接法（软启动器每相电流等于线电流的 $1/\sqrt{3}$ ）



6 软启动器的保护功能



软启动器的保护功能

软启动器的多种保护方式：

- ✓ **PTC电机直接热保护**

利用安装在电动机内部的**PTC**感温元件对电动机进行过热保护。

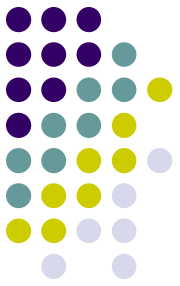
- ✓ **过载保护（电流）**

软起动机引进了电流控制环，因而随时跟踪检测电机电流的变化状况，实现了过载保护功能，一旦电机过载，将关断晶闸管并发出报警信号。

- ✓ **欠载保护（转矩）**

软启动器检测到电流低于欠载保护设定值，经延时(时间可设定)，电机将被软停机。软启动器提供一个可调节的欠载设定值。

软启动器的保护功能



- ✓ 堵转保护（稳态和瞬态）

- ✓ 缺相保护

工作时，软启动器随时检测三相线电流的变化，一旦发生断流，即可作出缺相保护反应。

- ✓ 过热保护功能

通过软启动器内部热继电器检测晶闸管散热器的温度，一旦散热器温度超过允许值后自动关断晶闸管，并发出报警信号。

- ✓ 频繁启动保护（再启动时间可设）

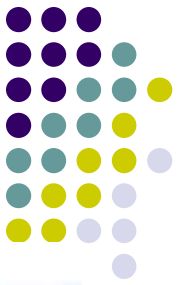
- ✓ 反相保护

- ✓ 接地保护



7 ATS48产品应用及选型

ATS48软起应用场合



泵: 55%



风机 (25%)



压缩机: 11%



高惯性机械 (5%)



传送带4%

ATS48输入输出端口配置

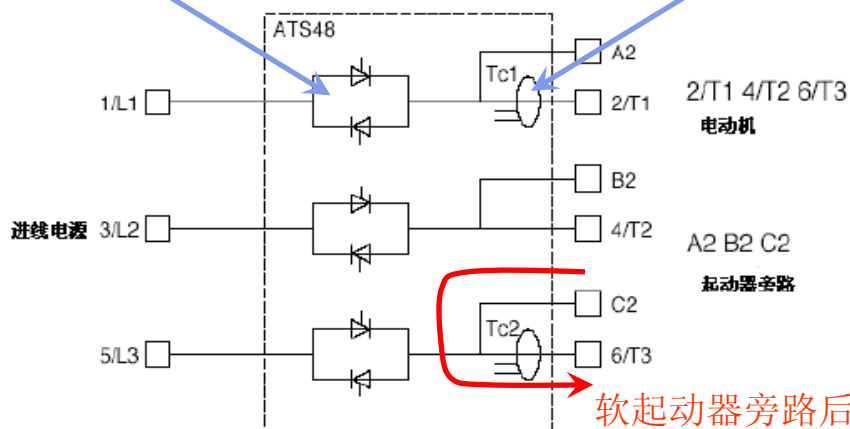
电流互感器

➔ 端口配置:

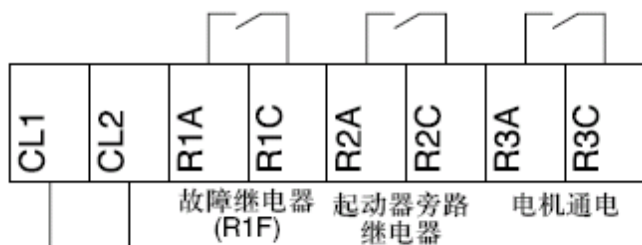
- 继电器输出;
- 逻辑量输入、输出;
- 模拟量输出;
- 热电阻输入;

➔ 可自由配置端口根据需要进行设定相应功能

反并联晶闸管



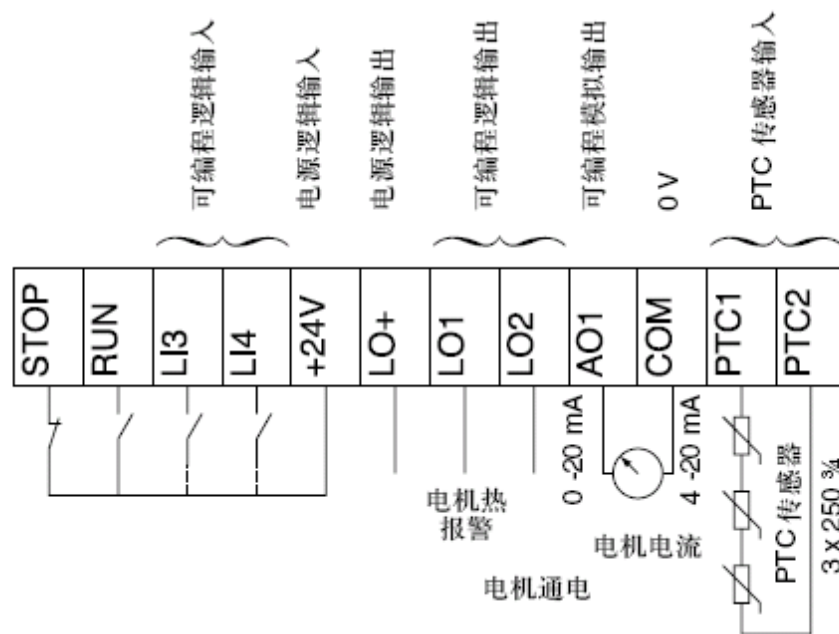
软起动机旁路后电流方向



控制电源

ATS48***Q: 220V-400V AC

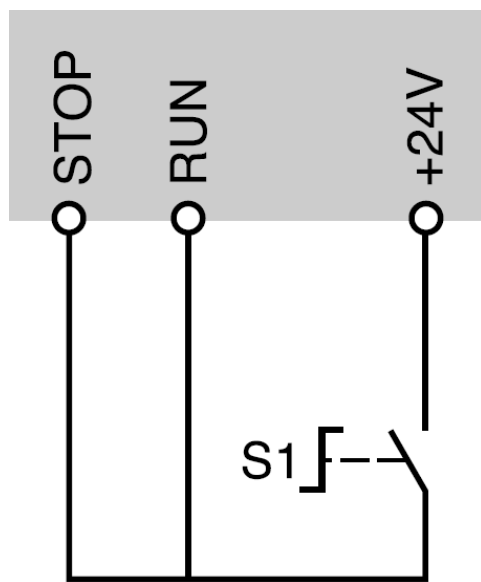
ATS48***Y: 110V-230V AC



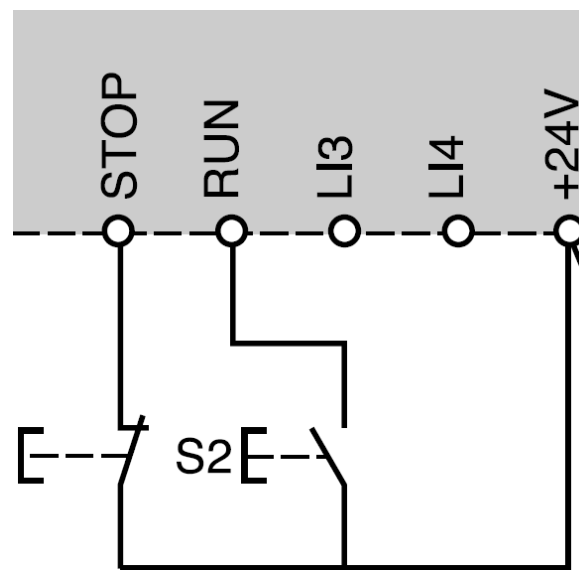


ATS48产品应用及选型

软启动器启动停止的两种接线方式

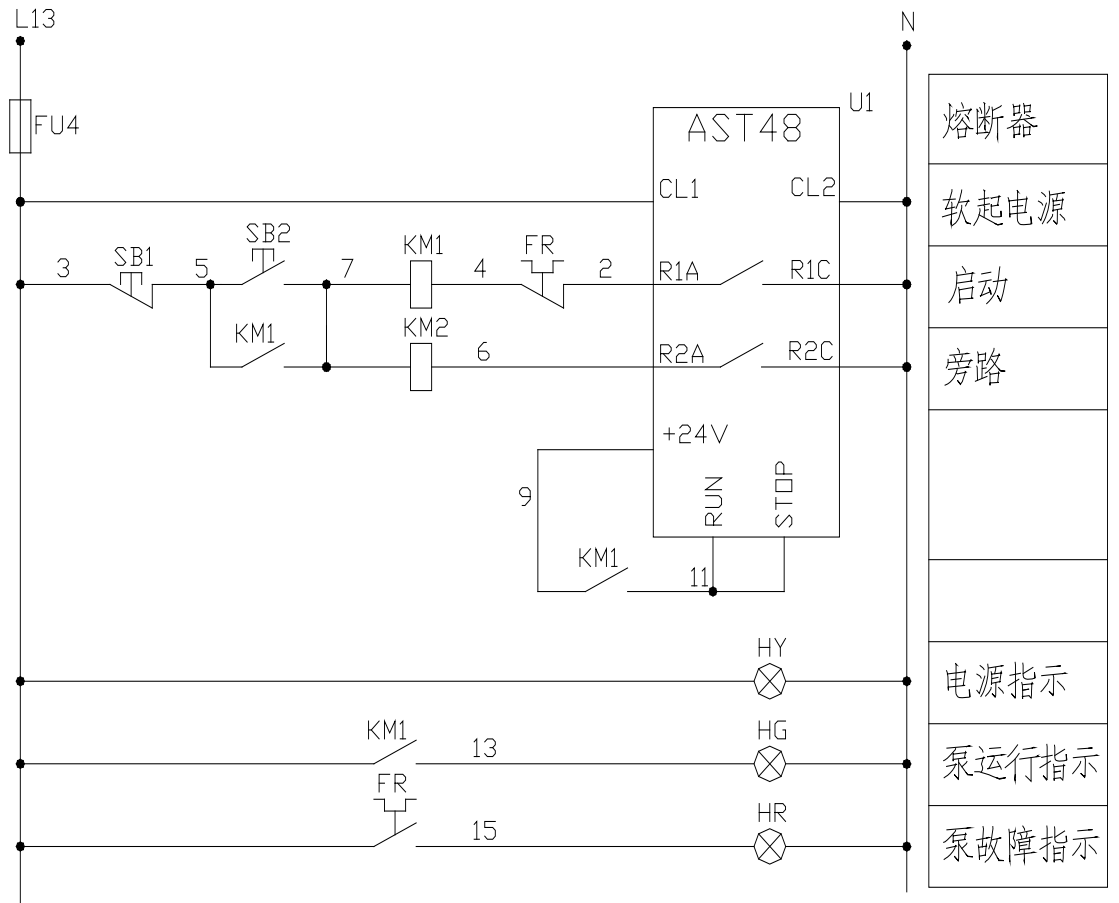
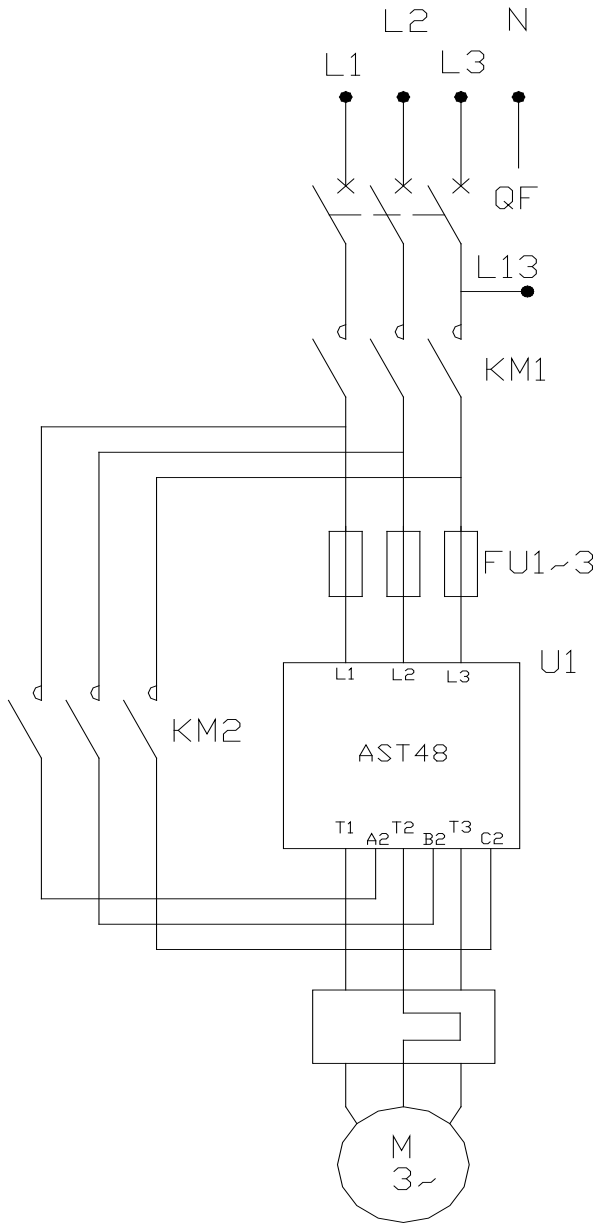
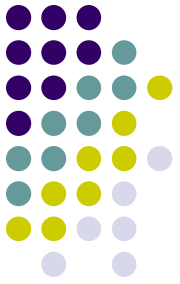


2线控制



3线控制

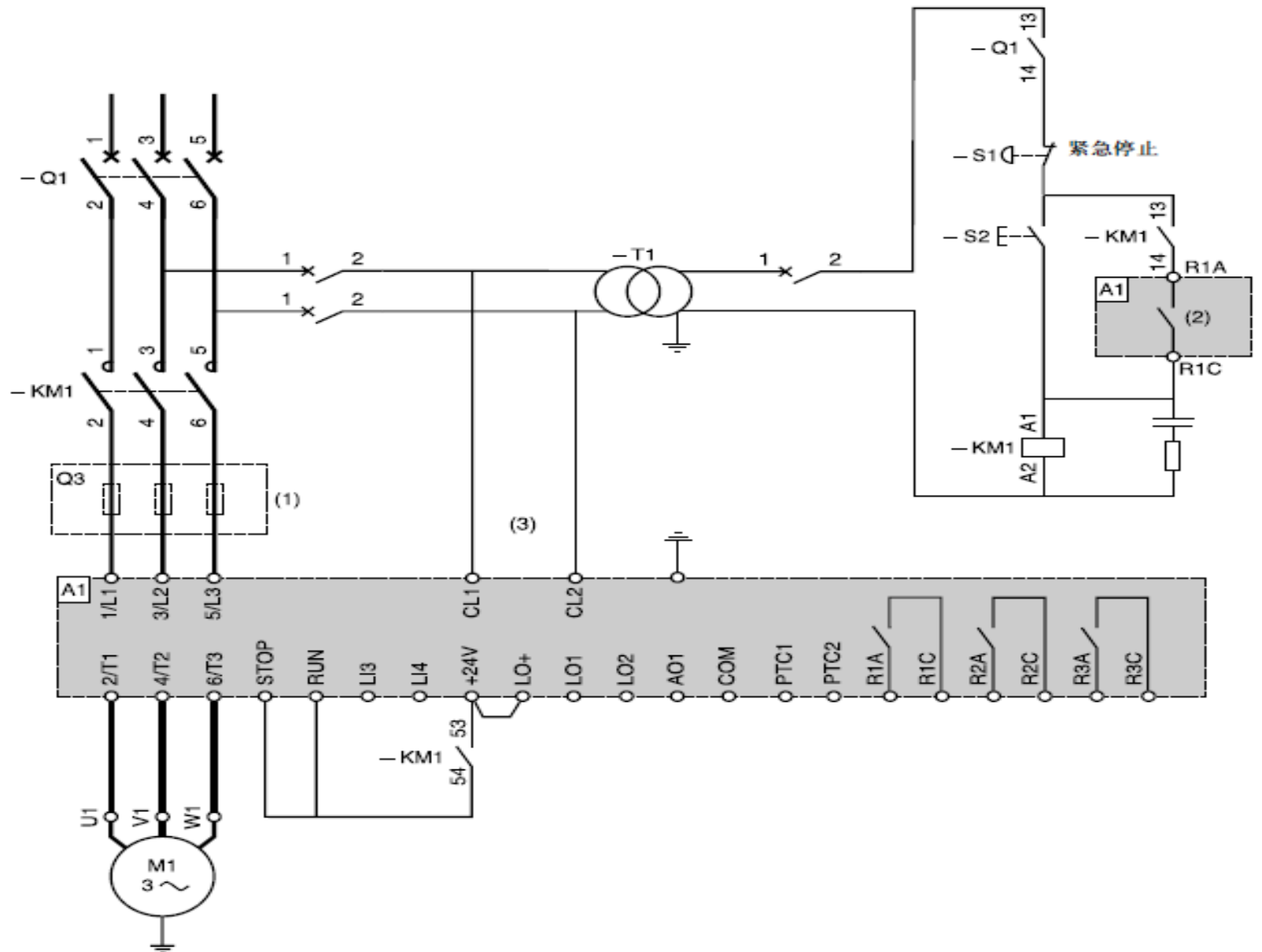
ATS48典型应用电路1



ATS48典型应用电路2

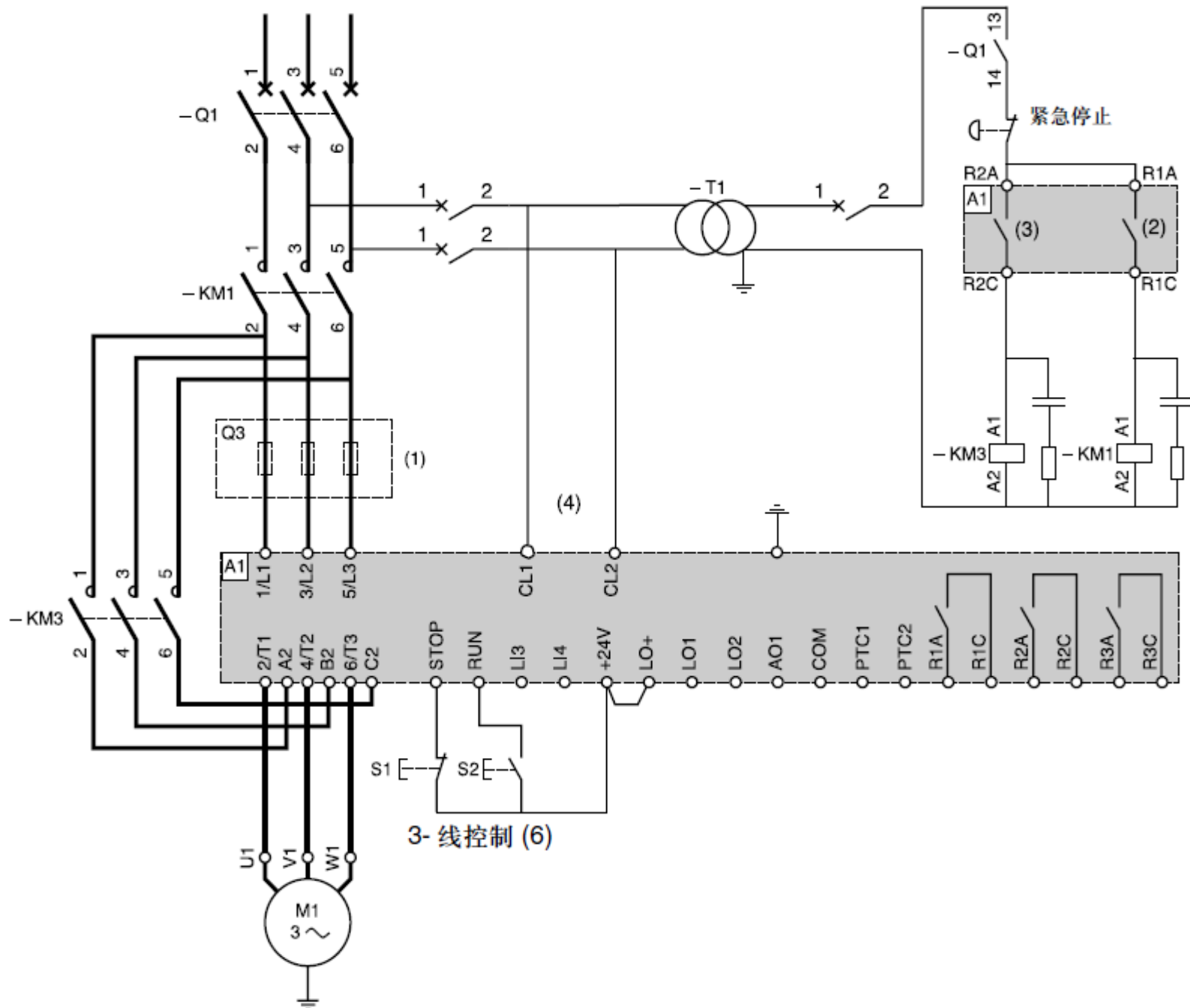


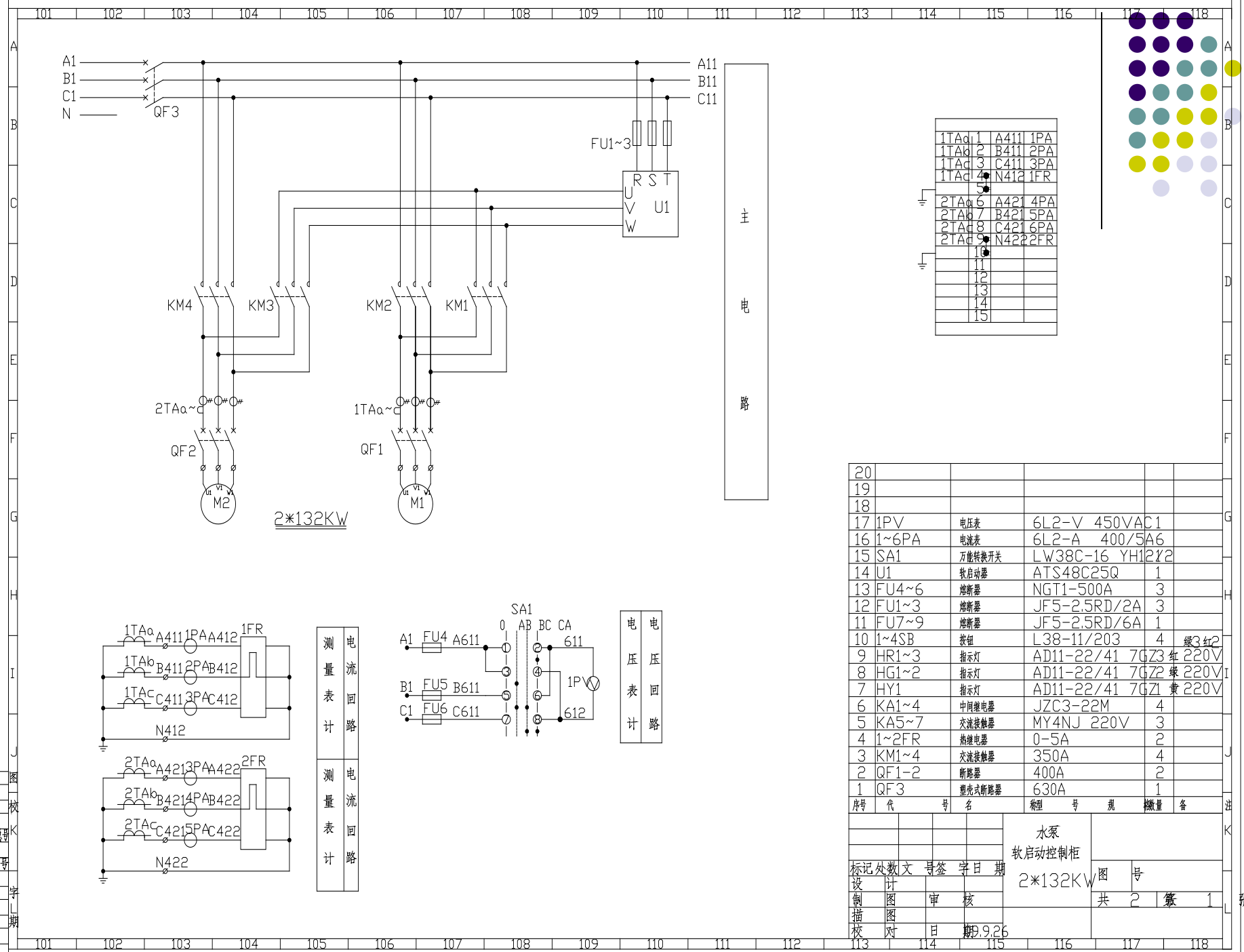
ATS 48: 不可逆, 带有进线接触器, 自由停车, 协调 1 型



ATS 48: 不可逆, 带有进线接触器, 旁路, 自由停车或可控停车, 协调 1 型

A





1TAa	1	A411	1PA
1TAa	2	B411	2PA
1TAa	3	C411	3PA
1TAa	4	N412	1FR
2TAa	5	A421	4PA
2TAa	6	B421	5PA
2TAa	7	C421	6PA
2TAa	8	N422	2FR
	9		
	10		
	11		
	12		
	13		
	14		
	15		

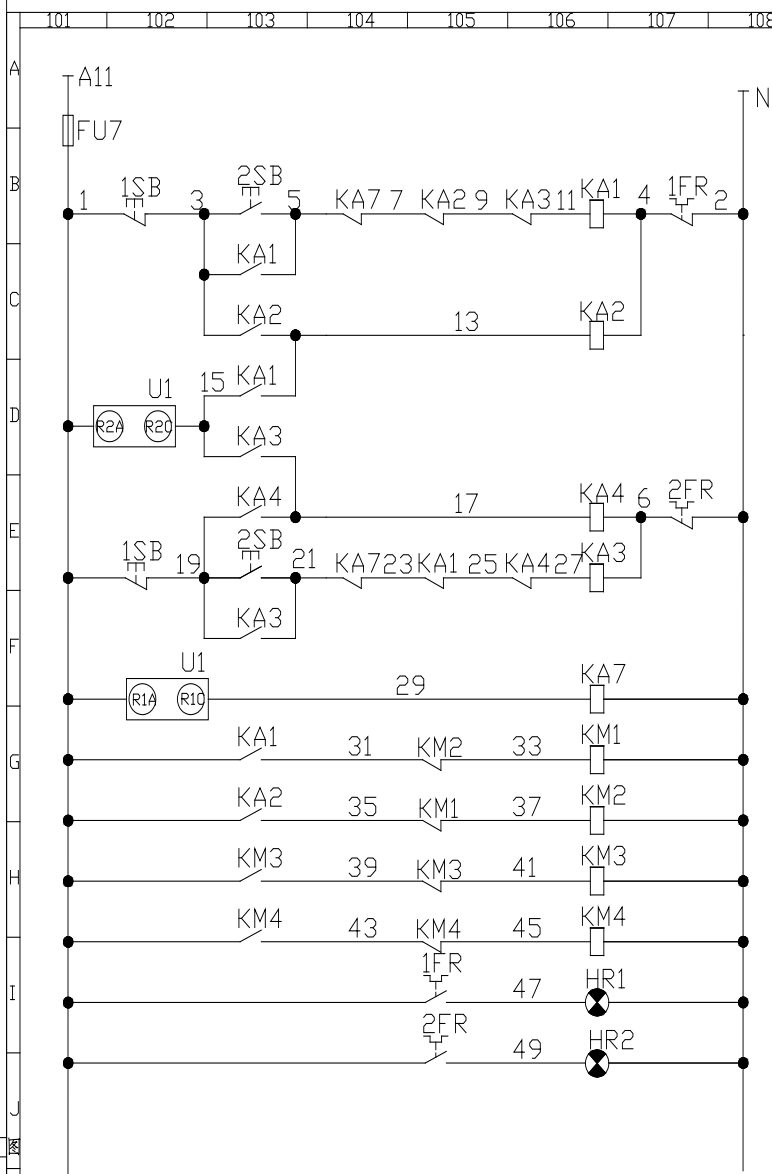
20					
19					
18					
17	1PV	电压表	6L2-V 450VAC	1	
16	1~6PA	电流表	6L2-A 400/5A	6	
15	SA1	万能转换开关	LW38C-16 YH12	2	
14	U1	软启动器	ATS48C25Q	1	
13	FU4~6	熔断器	NGT1-500A	3	
12	FU1~3	熔断器	JF5-2.5RD/2A	3	
11	FU7~9	熔断器	JF5-2.5RD/6A	1	
10	1~4SB	按钮	L38-11/203	4	绿3红2
9	HR1~3	指示灯	AD11-22/41 7GZ3	红 220V	
8	HG1~2	指示灯	AD11-22/41 7GZ2	绿 220V	
7	HY1	指示灯	AD11-22/41 7GZ1	黄 220V	
6	KA1~4	中间继电器	JZC3-22M	4	
5	KA5~7	交流接触器	MY4NJ 220V	3	
4	1~2FR	热继电器	0-5A	2	
3	KM1~4	交流接触器	350A	4	
2	QF1-2	断路器	400A	2	
1	QF3	塑壳式断路器	630A	1	

测量表计	电流回路
测量表计	电流回路

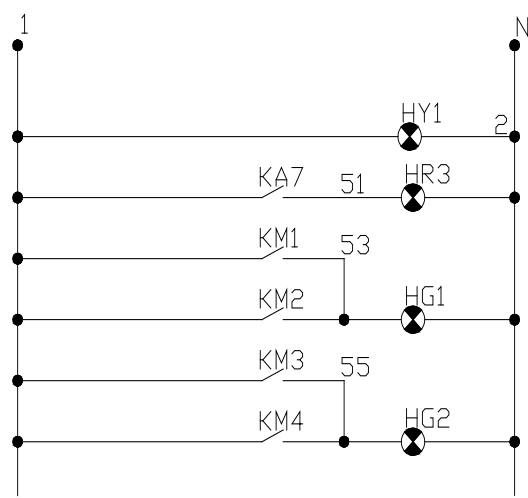
电	电
压	压
表	表
计	回
	路

水泵		软启动控制柜		2*132KW	
图	号	共	2	张	1
设计	日期	审核	日期		
制图	日期	校对	日期		
描图	日期	描图	日期		
原图	日期	原图	日期		
签字	日期	签字	日期		
日期	日期	日期	日期		

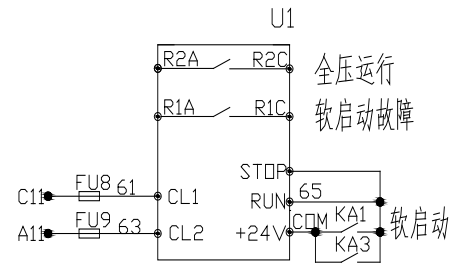
描图
 描图
 原图
 原图
 签字
 日期



熔断器	信号 中 继
M1 软启动	
M1 全压运行	
全压运行信号	
M2 全压运行	
M2 软启动	
软启动故障	
M1 软启动	
M1 全压运行	
M2 软启动	
M2 全压运行	
M1 故障指示	
M2 故障指示	

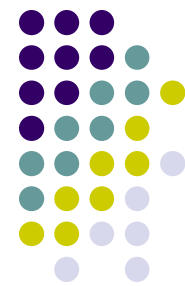


电源指示
软启动故障指示
M1 运行指示
M2 运行指示



				水泵 软启动控制柜			
				2*132KW			
标记	处数	文	号	签	字	日	期
设计				审	核		
制图							
校对							
				日期		9.26	
						图	号
						共	2
						页	2

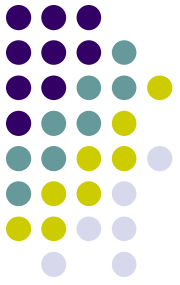
描图
描校
原图总号
原图总号
签字
日期



ATS48产品应用及选型

- 软启动器的选型

主要按照电动机的电压，电流来选择。接着就是负载类型，一般水泵、风机、压缩机都可以选通用的普通软启动器。破碎机，搅拌机，皮带机等一些重载就需要选择初始转矩大的软启动器。



小结



小结

本课程重点简述软启动的工作原理，软启动的启动方式，软启动器与电机的连接方式，保护功能以及典型应用。