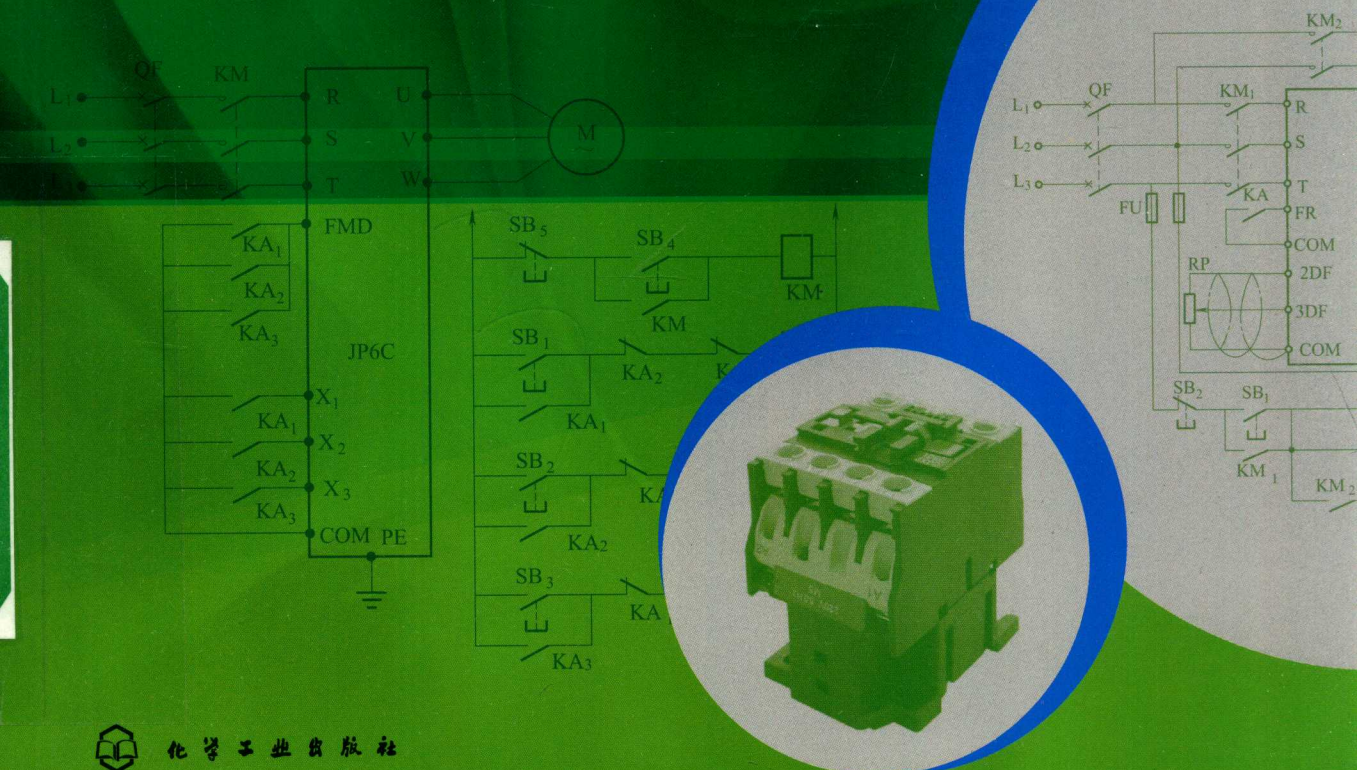


方大千 孙思宇 等编著

及PLC控制线路

- 软启动器的选用和 外围元件 的选择
- 变频器、外围设备 的选择和接线要求
- 典型 软启动器、变频器、PLC 控制线路



软启动器、变频器 及 PLC 控制线路

方大千 孙思宇 等编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

软启动器、变频器及 PLC 控制线路/方大千等编
著. —北京: 化学工业出版社, 2018. 3
ISBN 978-7-122-31438-3

I. ①软… II. ①方… III. ①启动器②变频器
③PLC技术 IV. ①TM57②TN77③TB4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 014504 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 宋 夏

文字编辑: 孙凤英
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 三河市延风印装有限公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 13½ 字数 307 千字 2018 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

随着科技的进步和电子技术的快速发展，软启动器、变频器、PLC、LOGO! 及电子模块在电动机控制线路中的应用越来越广泛，电动机控制线路中的科技含量有了很大的提高。

本书从生产实际出发，收集了各类典型的电动机软启动、变频调速、控制保护线路，基本上反映出当今时代电动机控制的新技术。

为了帮助读者识图和实际应用，除详细地介绍了每一个线路的工作原理外，还在各章开头，对软启动器、变频器、PLC、LOGO! 及电子模块等的基本知识、产品技术性能、元器件的选择、参数设置、编程、梯形图及使用要点等作了阐述。本书对于提高电工掌握电动机控制新技术及处理故障能力有很大的帮助，对电动机控制的设计和研发人员也有很好的参考价值。

本书由方大千、孙思宇等编著。参加和协助本书编写工作的还有朱丽宁、方欣、方亚平、朱征涛、许纪明、张正昌、方亚敏、张荣亮、卢静、刘梅、那宝奎、费珊珊等。全书由方大中、郑鹏高级工程师审校。

限于编著者的经验和水平，书中难免有不足之处，敬请广大读者批评指正。

编著者

第1章 软启动器和电子模块控制线路 / 1

1.1 软启动器的特点、选用与调整	1
1.1.1 软启动器的特点及主要功能	1
1.1.2 软启动器的选用	5
1.1.3 软启动器的操作与调整.....	10
1.1.4 软启动器外围元件的选择.....	14
1.2 软启动器控制线路	15
1.2.1 软启动器的接线.....	15
1.2.2 CR1 系列软启动器不带旁路接触器的线路	20
1.2.3 CR1 系列软启动器无接触器而有中间继电器的线路	21
1.2.4 CR1 系列软启动器带进线接触器和中间继电器的线路	22
1.2.5 CR1 系列软启动器带旁路接触器的线路	22
1.2.6 CR1 系列软启动器正反转运行线路	23
1.2.7 RSD6 型软启动器控制线路	24
1.2.8 雷诺尔 JJR1000XS 型软启动器控制线路（一、二）	24
1.2.9 雷诺尔 JJR2000XS 型软启动器控制线路（一、二）	28
1.2.10 一台 JJR1000X 型软启动器拖动两台电动机的控制线路	29
1.2.11 一台 JJR1000 型软启动器拖动三台电动机的控制线路	31
1.2.12 一台 JJR1000X 型软启动器拖动四台电动机的控制线路	33
1.2.13 FSR1000X 型软启动器控制消防泵（一用一备）线路	33
1.2.14 FSR1000X 型软启动器控制消防泵（两用一备）线路	37
1.2.15 JJR1000 型软启动器控制喷淋泵（一用一备）线路	39
1.2.16 JJR1000 型软启动器控制生活用泵（一用一备）线路	42
1.2.17 JJR1000X 型软启动器控制加压泵（一用一备）线路.....	45
1.2.18 JJR1000X 型软启动器控制加压泵（两用一备）线路.....	46
1.2.19 JJR1000X 型软启动器控制加压泵（三用一备）线路.....	47
1.2.20 西普 STR 系列软启动器带旁路接触器控制线路.....	50
1.2.21 一台 STR 系列软启动器拖动两台电动机的控制线路（一、二）	51
1.2.22 一台 STR 系列软启动器拖动三台电动机的控制线路.....	53

1.2.23	西普 STR 系列软启动器控制电动机（一用一备）的线路	55
1.2.24	STR 系列软启动器控制消防泵（一用一备）线路	56
1.2.25	STR 系列软启动器控制生活用泵（一用一备）线路	58
1.3	SHD 系列电子模块降压（软）启动线路	60
1.3.1	SHD 系列电子模块产品简介	60
1.3.2	SHD 系列电子模块的特点	63
1.3.3	SHD101 型电子模块控制单台给水泵水位及全压启动线路	64
1.3.4	SHD102 型电子模块控制单台给水泵水位及自耦降压闭式启动线路	66
1.3.5	SHD103 型电子模块控制单台给水泵水位及星-三角降压启动线路	67
1.3.6	SHD106 型电子模块控制两台给水泵（一用一备）全压启动及备用泵电流控制自投线路	68
1.3.7	SHD1006 型电子模块控制单台正压风机全压启动线路	70
1.3.8	SHD1007 型电子模块控制单台正压风机自耦降压闭式启动线路	71

第2章 变频器控制线路 / 74

2.1	变频器的特点与选用	74
2.1.1	变频器的特点及主要功能	74
2.1.2	变频器的选用	77
2.1.3	变频器的操作与设置	92
2.1.4	变频器的外围设备及选择	101
2.1.5	变频器与电动机连线及控制回路接线要求	108
2.1.6	变频电动机的选用	110
2.1.7	变频调速试运行	111
2.2	变频器调速控制线路	113
2.2.1	ACS800 系列变频器转速控制外部接线	113
2.2.2	ACS800 系列变频器的手动/自动控制外部接线	114
2.2.3	ACS800 系列变频器 PID 控制外部接线	115
2.2.4	ACS800 系列变频器转矩控制外部接线	116
2.2.5	ACS800 系列变频器的程序控制外部接线	117
2.2.6	电动机正转运行变频调速线路	118
2.2.7	电动机寸动运行变频调速线路	118
2.2.8	无反转功能的变频器控制电动机正反转运行线路	119
2.2.9	有正反转功能的变频器控制电动机正反转运行线路	120
2.2.10	森兰 BT40 型变频器步进运行及点动运行线路	121
2.2.11	森兰 BT40 型变频器工频/变频切换线路	121
2.2.12	东芝 VF-A7 系列变频器工频/变频切换线路	123
2.2.13	一台变频器控制多台电动机并联运行的线路（一、二）	124
2.2.14	一台频率给定器控制多台电动机并联运行的线路	126

2.2.15	两台变频器同步控制两台电动机的线路（一、二）	126
2.2.16	多台变频器同步控制多台电动机的线路（一、二）	127
2.2.17	利用外置单元实现多台电动机同步运行的线路（一、二）	128
2.2.18	远距离操作变频器控制线路	129
2.2.19	电磁制动电动机变频调速运行线路	130
2.2.20	变频器带制动单元、电动机带制动器的运行线路	131
2.2.21	变极电动机变频控制线路	133
2.2.22	变频器三速运行线路（一、二）	134
2.2.23	一台雷诺尔 RNB3000 系列变频器控制一台风机的变频调速线路 （一、二）	135
2.2.24	一台雷诺尔 RNB3000 系列变频器控制一台水泵恒压供水变频调速 线路	138
2.2.25	一台雷诺尔 RNB3000 系列变频器控制一台排污泵变频调速线路	140
2.2.26	一台雷诺尔 RNB3000 系列变频器控制两台水泵恒压供水变频调速 线路	141
2.2.27	一台雷诺尔 RNB3000 系列变频器控制三台水泵恒压供水变频调速 线路	142
2.2.28	一台雷诺尔 RNB3000 系列变频器控制四台水泵恒压供水变频调速 线路	144
2.2.29	两台雷诺尔 RNB3000 系列变频器控制两台水泵（一用一备）恒压 供水变频调速线路	145

第3章 PLC 控制线路 / 147

3.1	PLC 的特点与选用	147
3.1.1	PLC 的特点及性能指标	147
3.1.2	PLC 的选用	150
3.1.3	PLC 梯形图	160
3.1.4	PLC 的操作与基本指令	162
3.2	PLC 控制电动机运转线路	164
3.2.1	PLC 控制电动机正向运转线路	164
3.2.2	PLC 控制电动机正反向运转线路	165
3.2.3	PLC 控制两台电动机顺序启动线路	167
3.2.4	PLC 控制电动机双向限位线路	168
3.2.5	PLC 控制电动机延时启动和延时停机线路	169

第4章 LOGO! 控制线路 / 170

4.1	LOGO! 的特点与选用	170
-----	--------------------	-----

4.1.1 LOGO! 的特点及构成 170

4.1.2 LOGO! 的选择 172

4.1.3 LOGO! 的使用 178

4.1.4 LOGO! 的功能及编程 179

4.2 LOGO! 控制电动机运转线路 190

4.2.1 LOGO! 230RC 控制的刮泥机线路 190

4.2.2 LOGO! 230RC 控制的通风系统线路 193

4.2.3 LOGO! 230RC 控制的洗坛机线路 195

4.2.4 LOGO! 230RC 控制的电动大门线路 197

4.2.5 LOGO! 230RC 控制的自动门线路 200

第1章

软启动器和电子模块控制线路

1.1 软启动器的特点、选用与调整

1.1.1 软启动器的特点及主要功能

(1) 软启动器的工作原理

软启动器是一种集电动机软启动、软停车、轻载节能和多种保护功能于一体的新颖笼型异步电动机控制装置。软启动器具有无冲击电流、恒流启动、可自由地无级调压至最佳启动电流及节能等优点。

软启动器是目前最先进、最流行的电动机启动器。它一般采用 16 位单片机进行智能化控制，可无级调压至最佳启动电流，保证电动机在负载要求的启动特性下平滑启动，在轻载时能节约电能。同时，对电网几乎没有什么冲击。

软启动器实际上是一个调压器，只改变输出电压，并没有改变频率。这一点与变频器不同。

软启动器本身设有多种保护功能，如限制启动次数和时间，过电流保护，电动机过载、失压、过压保护，断相、接地故障保护等。

图 1-1 为软启动器的原理图。图中 V、W 相方框内的元件同 U 相。

工作原理：在软启动器中三相交流电源与被控电动机之间串有三相反并联晶闸管及电子控制电路。利用晶闸管的电子开关特性，通过软启动器中的单片机控制其触发脉冲、触发角的大小来改变晶闸管的导通程度，从而改变加到定子绕组上的三相电压。异步电动机在定子调压下的主要特点是电动机的转矩近似与定子电压的平方成正比。当晶闸管的导通角从 0° 开始上升时，电动机开始启动。随着导通角的增大，晶闸管的输出电压也逐渐增高，电动机便开始加速，直至晶闸管全导通，电动机在额定电压下工作。电动机的启动时间和启动电流的最大值可根据负荷情况设定。

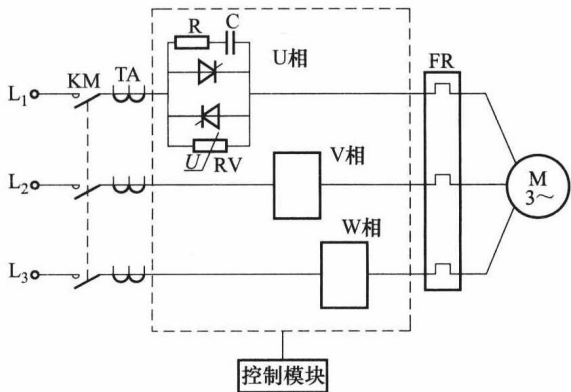


图 1-1 软启动器原理图

软启动器可设定的最大启动电流为直接启动电流的 0.99 倍；可设定的最大启动转矩为直接启动转矩的 0.80 倍；线电流过载倍数为电动机额定电流的 1~5 倍。软启动器可实现连续无级启动。

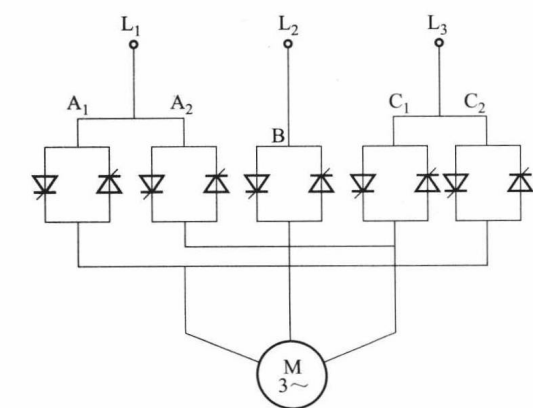


图 1-2 软启动器正反转控制原理电路

软启动器控制电动机正反转电路如图 1-2 所示。从图中可见，控制电路由 5 组晶闸管组成。

当电动机正转时，投入 A₁、B、C₁ 共 3 组晶闸管；当电动机反转时，投入 A₂、B、C₂ 共 3 组晶闸管。从而实现电动机的正反转控制。在电动机正反转过程中，还可根据需要对电动机直接进行反接控制，使电动机由正转运行迅速转变为反转运行。也可在电动机正转运行时，先对电动机进行直流能耗制动，能耗制动完毕，电动机立即自动投入反转运行。此时晶闸管由 A₁、B、C₁ 导通供电改为 A₂、B、C₂ 导通供电。

采用直流能耗制动，可按预先设置的程序由小到大逐渐增加制动力矩，且制动电流由小到大的变化时间可根据工况的需要调整。能耗制动的优点是制动电流较小，冲击转矩小，可延长电动机的使用寿命。

(2) 软启动器与传统降压启动方式的不同

传统笼型异步电动机的启动方式有星-三角启动、自耦降压启动、电抗器降压启动、延边三角形降压启动等。这些启动方式都属于有级降压启动，存在着以下缺点：即启动转矩基本固定、不可调，启动过程中会出现二次冲击电流，对负载机械有冲击转矩，且受电网电压波动的影响。软启动器可以克服上述缺点。软启动器具有无冲击电流、恒流启动、可自由地无级调压至最佳启动电流及轻载时节能等优点。

各种启动方式的比较见表 1-1。

表 1-1 各种启动方式的比较

启动方式	全压	自耦降压	星-三角换接	软启动	变频启动
电动机端子电压	U_e	KU_e	U_e	$(0.3\sim1)U_e$	$0\sim U_e$
电动机绕组电流	I_q	KI_e	$\frac{1}{\sqrt{3}}I_q$	$(0.5\sim5)I_e$	$(1.3\sim1.5)I_e$
电动机启动转矩	M_q	K^2M_q	$\frac{1}{3}M_q$	$(0.3\sim1.6)M_e$	$(1.2\sim2)M_e$
配电系统总电流	I_q	K^2I_q	$\frac{1}{3}I_q$	$(0.5\sim5)I_e$	$(1.3\sim1.5)I_e$
优缺点及应用范围概述	启动电流大	启动电流小	启动电流小	启动电流较大	启动电流大
	启动转矩大	启动转矩较大	启动转矩小	启动转矩较大	启动转矩大
	能频繁启动	不能频繁启动	能频繁启动	能频繁启动	能频繁启动
	投资最省	价格较高	投资较省	价格较高	价格高
	应用最广	应用较广	应用较广	设备较复杂	设备复杂

注： U_e —电动机额定电压； I_e —电动机额定电流； I_q —电动机启动电流； M_e —电动机额定转矩； M_q —电动机启动转矩； K —启动电压/额定电压。

(3) 软启动器的适用场合

根据软启动器的功能，它适用于以下场合。

- ① 要求减小电动机启动电流的场合。
- ② 正常运行时电动机不需要具有调速功能，只解决启动过程的工作状态。
- ③ 在正常运行时负载不允许降压、降速。
- ④ 电动机功率较大（如大于 100kW），启动时会给主变压器运行造成不良影响。
- ⑤ 电动机运行对电网电压要求严格，电压降不大于 10% U_e 。
- ⑥ 设备精密，设备启动不允许有启动冲击。
- ⑦ 设备的启动转矩不大，可进行空载或轻载启动。

⑧ 中大型电动机需要节能启动。从初投资看，功率在 75kW 以下的电动机采用自耦减压启动器比较经济，功率为 90~250kW 的电动机采用软启动器较合算。

⑨ 短期重复工作的机械。这里指长期空载（轻载小于 35%）、短时重载、空载率较高的机械，或者负载持续率较低的机械，如起重机、皮带输送机、金属材料压延机、车床、冲床、刨床、剪床等。

⑩ 需要具有突跳、平滑加速、平滑减速、快速停止、低速制动、准确定位等功能的工作机械。

⑪ 长期高速、短时低速的电动机。当其负载率低于 35%时，采用软启动器有较好的节能效果。

⑫ 有多台电动机且这些电动机不需要同时启动的场合。

⑬ 不允许电动机瞬间关机的场合。如高层建筑等水泵系统，若瞬间停车，会产生巨大的“水锤”效应，使管道甚至水泵损坏。

⑭ 特别适用于各种泵类负载或风机类负载，需要软启动与软停车的场合。

⑮ 对于高压（中压）异步电动机，可以采用软启动器或变频器软启动。采用降压变压器—低压变频器—升压变压器的方案投资要比软启动器多 2~4 倍。一般来说，对启动转矩小于 50%的负载，宜采用软启动器；而对启动转矩大于 50%的负载，则宜采用变频器。

⑯ 需要方便地调节启动特性的场合。

典型设备的软启动效果及启动电流见表 1-2。

表 1-2 典型设备的软启动效果及启动电流

机械设备	运行方式	效 果	启动电流与 额定电流之比
旋转泵	标准启动	避免压力冲击,延长管道的使用寿命	3
活塞泵	标准启动	避免压力冲击,延长管道的使用寿命	3.5
通风机	标准启动	使三角皮带和变速机构的损伤最小	3
传送带及其他 物料传输装置	标准启动+ 脉冲突跳	启动平稳、基本无冲击现象,可降低对皮带材料的要求($t>30s$)	3
圆锯、带锯	标准启动	降低启动电流	3
搅拌机、混料机	标准启动	降低启动电流	3.5
磨粉机、碎石机	重载启动	降低启动电流	4~4.5

(4) 软启动器的主要功能

软启动器借助于单片机进行控制，它通常具备以下主要功能。

① 自检功能。软启动器通电后，系统内部进行自检，如果有故障则立即告警。

② 额定电流设定。电动机额定电流应为软启动器额定电流的 70%~100%。一旦软启动器的额定电流确定，也同时设定了电子过载保护器的跳闸等级。

③ 软启动功能。接到启动命令，软启动器自动进入启动程序，在规定的时间内（一般为 0.5~60s 可调）输出一个呈线性上升的电压给电动机。其初始电压即为电动机的启动电压。初始电压一般设定为 10%~60% 的电动机额定电压；终止电压为电动机的额定电压。在启动操作前，启动电压的大小、上升时间等参数均可预先设定。对电动机的转矩可在 5%~90% 的锁定转矩值之间调节。软启动器的启动特性曲线如图 1-3 所示。

④ 脉冲突跳启动功能。若负载在静止状态且具有较大阻力矩的状态下启动，可在斜坡软启动开始之前采用脉冲突跳启动。例如向电动机施加 95% 的额定电压、时间 0.5s，以克服电动机起步时的阻力矩。软启动器可提供 500% 额定电流的电流脉冲，调整时间范围为 0.4~2s。突跳启动的特性曲线如图 1-4 所示。

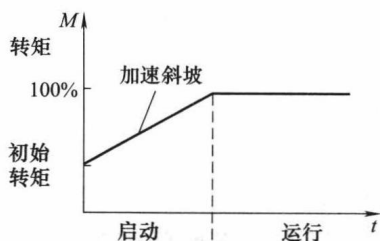


图 1-3 软启动器的启动特性曲线

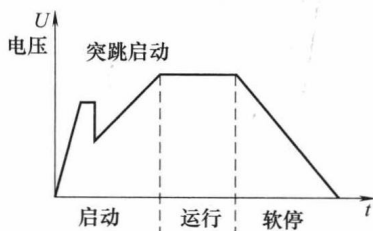


图 1-4 突跳启动特性曲线

⑤ 平滑加速及平滑减速功能。通过单片机分析电动机变量的状态并发出控制命令，可对类似离心泵负载的启动及停止平滑地加速及减速，来减小系统中出现的喘振。启动时间可在 2~30s 之间调整，停止时间可在 2~120s 之间调整。平滑加速和平滑减速的特性曲线如图 1-5 所示。

⑥ 旁路切换功能。当启动结束、电动机达到额定转速时，软启动器输出切换信号，将电动机旁路切换至电网供电，以降低软启动器长期运行的热损耗。可以采用一台软启动器分别控制多台电动机的启动。

⑦ 软停止功能。软启动器在接到软停机的指令后，自动执行软停止程序，输出电压从额定值线性降至启动时的初始值。软停止斜坡时间可单独设定，一般在 0~240s 内。

⑧ 快速停止功能。该功能用在比自由停车快的场合。制动在设有附加的接触器或附加电源设备的情况下完成。制动电流的大小可在满载电流的 150%~400% 之间调整。

⑨ 低速制动功能。该功能主要用于电动机需正向低速定位停车和需要制动控制停车的场合。慢速调制速度为额定速度的 7%（低）或额定速度的 15%（高）；低速加速电流，当加速时间为 2s 时，可在 50%~400% 之间调整；制动电流可在 150%~400% 之间调整；低速电流限制可在满载电流的 50%~450% 之间调整；不能采用突跳启动。低速制动特性曲线如图 1-6 所示。

⑩ 电流限制功能。最大软启动电流可以设置。若启动电流超过该设定值，电动机电压

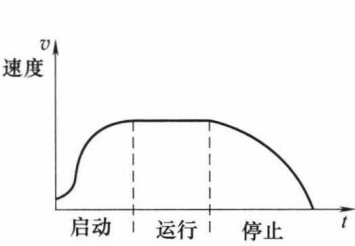


图 1-5 平滑加速及平滑减速的特性曲线

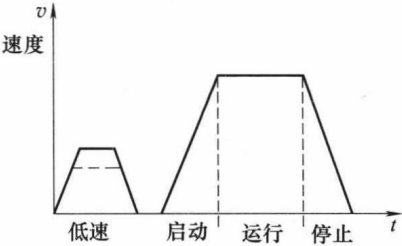


图 1-6 低速制动特性曲线

将受到限制不再升高，直到电动机电流降到电流设定值为止。通常电流限制的设定值为 200%~500% 的电动机额定电流（可调）。在启动过程中，若在规定时间内电流无法降至电流限制的设定值水平之下，则过电流切除功能投入运行，终止启动操作。

⑪ 节能功能。当电动机负载较轻时，软启动器自动降低施加于电动机上的电压，从而提高电动机的功率因数，达到节能的目的。

⑫ 保护功能。

- a. 过热保护。当软启动器散热器的温度超过设定值时，温度传感器动作，保护电路切断软启动器的输出。
- b. 晶闸管损坏保护。当一个或多个晶闸管损坏时，软启动器将报警。
- c. 缺相保护。当三相交流电源发生缺相故障时，软启动器将立即关断并显示故障。

1.1.2 软启动器的选用

(1) 软启动器选择

软启动器的选择通常根据负载启动难易的类型来进行。

1) 常见负载类型及软启动器选型见表 1-3。

表 1-3 常见负载类型及软启动器选型

序号	设备名称	负载类型	所选用软启动器型号	软启动器选型依据
1	离心泵	标准负载	ATS48	10 级标准应用
2	离心式压缩机	标准负载	ATS48	10 级标准应用
3	75kW 及以下离心风机	标准负载	ATS48	10 级标准应用
4	90kW 及以上离心风机	重型负载	ATS48	20 级重载应用
5	活塞泵	重型负载	ATS48	20 级重载应用
6	罗茨风机	重型负载	ATS48	20 级重载应用
7	螺杆机	重型负载	ATS48	20 级重载应用
8	提升机	重型负载	ATS48	20 级重载应用
9	牵引机	重型负载	ATS48	20 级重载应用
10	传送带	重型负载	ATS48	20 级重载应用
11	平移运输机械	重型负载	ATS48	20 级重载应用
12	搅拌机	重型负载	ATS48	20 级重载应用
13	研磨机	重型负载	ATS48	20 级重载应用
14	振动机	重型负载	ATS48	20 级重载应用
15	破碎机	重型负载	ATS48	20 级重载应用

2) ABB 公司生产的软启动器的选型。ABB 公司生产的 PSA、PSD 和 PSDH 型软启动器，其中 PSA、PSD 型为一般启动型，PSDH 型为重载启动型。

① 软启动器型号的选择

a. 泵：选择 PSA 或 PSD 型。PSD 型软启动器有一特别的泵停止功能（级落电压），使在停止斜坡的开始瞬间降低电动机电压，然后再继续线性地降至最终值，这提供了停止过程可能的最软的停止方法。

b. 鼓风机：当启动较小功率的风机时，可选择 PSA 或 PSD 型；启动带重载的大型风机时，应选择 PSDH 型。其内部的过载继电器可保护电动机过于频繁启动引起的过热现象。

c. 空压机：选用 PSA 或 PSD 型。选用 PSD 型可以提高功率因数和电动机效率，减小空载时的电能消耗。

d. 输送带：一般可选用 PSA 或 PSD 型。如果输送带的启动时间较长，应选用 PSDH 型。

各软启动器可用于螺旋式输送机、滑轮提升机、液压泵、搅拌机、环形锯等。根据运行数据的计算，选择适当的软启动器，可用于破碎机、轧机、离心机及带形锯等。

② 软启动器的型号规格 这 3 种类型的软启动器的型号规格见表 1-4。

表 1-4 软启动器的型号规格

项 目	单位及信号器	PSA	PSD	PSDH
应用场合		一般启动	一般启动	重载启动
功率范围	200~230V kW	4~18.5	22~250	7.5~200
	380~415V kW	7.5~30	37~450	14~400
	500V kW	11~37	45~560	18.5~500
	690V kW	—	355~800	—
内部电子过载继电器		无	无 ^① 或有	有
功能(用于设定的电位器):				
启动斜坡时间(START)	s	0.5~30	0.5~60	0.5~60
初始电压(U_{1N1})		30%(不可调)	10%~60%	10%~60%
停止斜坡时间(STOP)	s	0.5~60	0.5~240	0.5~240
级落电压(U_{SD})		无	100%~30%	100%~30%
启动电流限制(I_{LIM})		$2\sim 5I_e$	$2\sim 5I_e$	$2\sim 5I_e$
可调额定电动机电流(I_e)		无	70%~100% ^②	70%~100%
用于选择的开关:				
节能功能(PF)		无	有	有
脉冲突跳启动(KICK)		无	有	有
大电流开断(SC)	无	有	有	
节能功能反应时间、正常速/慢速(TPF)	无	有	有	
信号继电器用于:	信号 继电器 信号灯			
启动斜坡完成	K5 (T) ^③	有	有	有
运行	K4 (R)	无	有	有
故障	K6 (F1 和/或 P2)	无	有	有
过载	K3 (OVL)	无	有 ^{①④}	有
电源电压	— (On)	有	有	有
节能功能激活	— (P)	无	有	有
认可	UL	有	有 ^④	有

① 带内部电子过载继电器。

② 只适用于 $U_e=690V$ ，50%~100%。

③ 不适用于 PSA。

④ 不适用于 690V。

(2) 常用软启动器的种类

常用软启动器有以下一些种类：

① 国产软启动器。有 JKR 系列、WJR 系列、JLC 系列、CR1 系列、JJR 系列软启动，以及 JQ、JQZ 型交流电动机固态节能启动器等。JQ、JQZ 型软启动器分别用于启动轻负载和重负载，电动机最大功率可达 800kW。

② 瑞典 ABB 公司生产的 PSA、PSD 和 PSDH 型软启动器。其中，PSDH 型用于启动重负载，适用电动机功率为 7.5~450kW，最大功率达 800kW。

③ 美国 GE 公司生产的 ASTAT 系列软启动器。电动机功率可达 850kW，额定电压为 500V，额定电流为 1180A，最大启动电流为 5900A。

④ 美国罗克韦尔公司生产的 AB 品牌软启动器。有 STC、SMC-2、SMCPLUS 和 SMC Dialog PLUS 四个系列，额定电压为 200~600V，额定电流为 24~1000A。还有美国 BEN-SHAM 公司生产的 RSD6 型软启动器等。

⑤ 法国施耐德电气公司生产的 Altistart 46 型软启动器。有标准负载和重负载应用两大类，额定电流为 17~1200A，共有 21 种额定值，电动机功率为 2.2~800kW。

⑥ 德国西门子公司生产的软启动器。3RW22 型的额定电流为 7~1200A，共有 19 种额定值。

⑦ 英国欧丽公司生产的软启动器。如 MS2 型，适用电动机功率为 7.5~800kW，共有 22 种额定值。

此外，还有英国 CT 公司生产的 SX 型和德国 AEG 公司生产的 3DA、3DM 型等软启动器。

(3) 常用软启动器的技术指标

① 常见软启动器的主要技术性能指标见表 1-5。

表 1-5 常用软启动器的主要技术指标

技术指标内容	ABB PSD/PSDH 系列	西门子 3RW30 系列	AB SMC 系列	GE QC 系列
额定电压/V	220~690	220~690	220~600	220~500
额定电流/A	14~1000	5.5~1200	24~1000	14~1180
起始电压	10%~16%	30%~80%	10%~60%	10%~90%
脉冲突跳	90%	20%~100%	有	95%
电流限幅倍数	2~5	2~6	0.5~5	2~5
加速斜坡时间/s	0.5~60	0.5~60	2~30	1~999
旁路控制模式	有	有	有	有
节能控制模式	有	有	有	有
线性软停机/s	0.5~240	0.5~60	选项	1~999
非线性软停机/s	无	5~90	选项	有
直流制动	无	20%~85%	选项	有

② CR1 系列软启动器的主要技术参数见表 1-6。

③ 奥托 QB4 软启动器的技术特点见表 1-7。

表 1-6 CR1 系列软启动器的主要技术参数

型号	壳架代号	软启动器 额定电流 I_e/A	被控制四极 电动机额定 功率 P_e/kW	额定工 作电压 U_e/V	额定冲击 耐受电压 U_{imp}/V	额定绝 缘电压 U_i/V	额定控制 电源电压 U_s/V	使用 类别
CR1-30	63	30	15	400 (50Hz)	8000	690	230 (50Hz)	AC-53a
CR1-40		40	18.5					
CR1-50		50	22					
CR1-63		63	30					
CR1-75	105	75	37					
CR1-85		85	45					
CR1-105		105	55					
CR1-142	175	142	75					
CR1-175		175	90					
CR1-200	300	200	110					
CR1-250		250	132					
CR1-300		300	160					
CR1-340	450	340	185					AC-53b
CR1-370		370	200					
CR1-400		400	220					
CR1-450		450	250					

注：CR1-340、CR1-370、CR1-400、CR1-450 软启动器的使用类别为 AC-53b，即软启动器启动电动机完毕后，必须旁路运行。

表 1-7 奥托 QB4 软启动器的技术特点

项 目		技 术 指 标
主电路	功率器件	晶闸管模块/普通晶闸管
	主电路电源	三相 $380 \times (0.85 \sim 1.10)V$, 50Hz/60Hz
	主电路功耗	每相每安培小于 2W
	功率器件电压	$\geq 1400V$
	dv/dt 保护	阻容滤波电路, 压敏电阻
控制电路	控制电路电源	单相 $220 \times (0.85 \sim 1.10)V$, 50Hz/60Hz
	控制电压	+12V
	控制电路功耗	5W
	启动指令	无源触点, 键盘, 计算机指令
启动参数	启动方式	斜坡启动, 突跳启动
	起始电压	100~380V
	启动时间	0~120s
	突跳时间	0~3s
故障保护	电源故障保护	断相、欠电压
	设备故障保护	晶闸管短路、过热

续表

项 目		技 术 指 标
辅助输出	运行辅助输出	常开/常闭继电器触点, AC 250V/2A
	故障辅助输出	常开/常闭继电器触点, AC 250V/2A
数字通信 (选配)	通信协议	QB-DLT TM
	通信速率	187.5Kbit/s
	通信距离	1200m(无中继), 13200m(有中继)
	通信站点	99 个(软启动器), 31 个(计算机)
环境条件	运行温度	−5~+40℃
	储存温度	−25~+55℃
	相对湿度	20%~90%RH, 不结露
	海拔	<2000m, 额定值不变 >2000m, 额定值−5%/100m
其他	外壳防护等级	IP20
	工作方式	短时工作制

④ BS 公司高压（中压）软启动器的主要性能数据见表 1-8。

表 1-8 BS 公司高压（中压）软启动器主要性能数据

项 目		性能数据及功能
产品标准和认证		ANSI、CSA、IEEE、UL、NEC、EEMAC、NEMA、OSHA
功率范围		300~14000hp(225~10000kW)
额定工作电压		6kV、6.6kV、7.2kV、10kV、13.2kV
峰值绝缘电压		7.2kV 时为 18.2kV, 13.8kV 时为 36kV
软启动器压降		无旁路时, 3.5V; 带旁路接触器时, 小于 1V
晶闸管触发技术		光纤触发
额定短路承受能力		50kA
过载能力		500%过载, 30s; 120%过载, 长期连续运行
总效率		无旁路时, 99.7%; 带旁路接触器时, 99.9%
启动控制	初始启动电流	(50%~400%) I_e
	斜坡时间	0.120s
	脉冲突跳时间	最大 90%, 1~10s
制动控制方式		自由停车、软停车、泵停机、直流制动
保护和监控		电源过电压、欠电压、失压保护, 过电流、电流不平衡保护, 电源频率监控, 相序监控, 电动机堵转保护、过热保护, 接地监控, 晶闸管短路监控, CPU 故障监控, 功率因数监控, 启动时间限制, 启动器参数备份, 密码保护, 可编程继电器输出, 紧急再启动功能, 相关事件记录(可记录 99 个最近的参数值)
通信功能		RS-232/RS-485 串行口
结构形式		NEMA1、NEMA3R、NEMA12

(4) 使用软启动器的注意事项

1) 软启动器对工作环境的要求 软启动器只有在规定的环境下才能安全可靠地工作。