

软起动机 实用手册

余洪明 章克强 编著

RUAN QI DONG QI SHI YONG SHOU CE



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



软起动器实用手册

余洪明 章克强 编著



机械工业出版社

本书主要介绍了目前在工业生产中被广泛应用的电子式软起动器,包括它们的基本原理、相关标准、控制方式、短路保护和制造商等。在工业生产智能技术应用中,系统的匹配性和可靠性是最为关键的,也是用户最为关心的,本书也作了详细的介绍。

本书第1章主要介绍了笼型异步电动机从“硬起动”到“软起动”的发展过程,以及各种起动方式的特征和优缺点,包括直接起动、星-三角起动、自耦减压起动、变频起动、晶闸管软起动等。第2章主要介绍了软起动器的相关标准,尤其是国家3C强制认证的相关知识和软起动器的具体认证要求。第3章主要介绍了软起动器的控制方式和工作原理,包括软起动器的各种起动方式和特征,软起动器的停车方式和特征,软起动器的运行方式,软起动器的保护特性。第4章介绍了低压电器的短路协调配合和软起动器在控制回路中的短路保护方法。第5章介绍了国内外知名公司的软起动器。包括产品的型号、技术参数、功能特征、安装接线、短路保护、应用实例、软件编程、故障诊断、故障排除、选型指南等方面,希望能从实用的角度来帮助读者正确认识、选择和使用最合适的软起动器产品。

本书适宜工程技术人员和相关专业的师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

软起动器实用手册/余洪明,章克强编著. —北京:机械工业出版社, 2006.1

ISBN 7-111-18322-3

I. 软… II. ①余… ②章… III. 起动器—技术手册
IV. TM573-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第161317号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:林春泉 责任编辑:赵玲丽 版式设计:张世琴

责任校对:王欣 封面设计:陈沛 责任印制:李妍

保定市印刷厂印刷

2006年3月第1版 第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·18.25印张·451千字

0001-4000册

定价:30.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线:(010)88379768

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着工业自动化技术的飞速发展，可靠的智能型电动机控制系统得到了广泛的应用。生产一线的工程技术人员及操作工人不仅仅要求熟悉产品的操作，而且对产品的选型、故障诊断、设置方法也有强烈的需求。本书正是从读者的需求出发，按软起动器在生产、设计环节的使用要求进行编排，希望此书能成为对工程技术人员有帮助的一本工具书。

本书不仅介绍了电子式软起动器的基本原理、相关标准，还用大量篇幅介绍了产品的应用实例、产品选型、故障分析等。在本书中，不但对目前国内市场上常见的电子式软起动器作了详尽地介绍，而且还从实用的角度帮助读者正确认识、选择、使用最合适的产品。

在工业企业中，产品成本不再局限于产品的采购价格，用户最关心的是平均故障间隔时间和全寿命成本。在本书中，我们介绍的软起动器均为国际及国内知名品牌，具有智能控制及诊断功能，维护成本相对较低，适合连续化的工业生产及不间断的工作需要。

随着工业生产中智能控制技术的应用，我们会遇到很多问题，如电网的波动性、执行机构的智能配套等，对电动机控制设备来说，良好的匹配性和可靠性也是用户最关心的，本书同时也向读者详细介绍了各种品牌的选型及使用方式。

在本书编写的过程中，得到了相关品牌公司软起动器产品开发及设计人员的大力支持，在此深表感谢；Rockwell 自动化公司的官德栋先生、Schneider 公司的李昂先生、Siemens 公司的李新先生、常熟开关制造有限公司的季春华先生、雷诺尔公司的陈建义先生、环宇公司的黄健先生为本书提供了大量素材，也提出了大量宝贵意见，在此表示最诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，敬请广大读者指正。

编 者
2005 年

目 录

前言

第1章 软起动器的兴起 1

第2章 软起动器标准和认证概况 7

- 2.1 低压电器的标准化机构及 IEC 标准 7
 - 2.1.1 低压电器的标准化机构 7
 - 2.1.2 低压电器的 IEC 标准 9
- 2.2 软起动器的国家标准及 IEC 标准 11
 - 2.2.1 软起动器标准内容介绍 11
 - 2.2.2 国家标准与国际 IEC 标准差异 19
- 2.3 软起动器的安全认证 21
 - 2.3.1 欧洲国家的规范和认证 21
 - 2.3.2 北美地区的规范和认证 23
 - 2.3.3 中国强制认证 (CCC—China Compulsory Certification) 24
 - 2.3.4 常规试验 25

第3章 软起动器的控制方式 27

- 3.1 软起动器的起动 27
 - 3.1.1 软起动 (斜坡起动) 27
 - 3.1.2 带脉冲突调起动的软起动 27
 - 3.1.3 限电流起动 28
 - 3.1.4 双斜坡起动 28
 - 3.1.5 全电压起动 28
 - 3.1.6 预置慢速起动 29
 - 3.1.7 线性加速起动 29
 - 3.1.8 泵控制 29
- 3.2 软起动器的停车 30
 - 3.2.1 软停止 30

- 3.2.2 智能电动机制动 30

- 3.2.3 精确停止 31

- 3.2.4 带制动的低速 31

3.3 软起动器的运行与保护 32

- 3.3.1 软起动器的运行方式 32

- 3.3.2 软起动器的保护特性 32

第4章 软起动器短路协调配合 35

4.1 低压电器的短路协调配合 35

- 4.1.1 基本术语 35

- 4.1.2 断路器与串联在同一电路中的短路保护装置的协调配合 36

4.2 软起动器与短路保护电器的协调配合 38

- 4.2.1 协调配合类型 38

- 4.2.2 软起动器和短路保护电器之间的协调配合 38

第5章 流行软起动器介绍 40

5.1 Allen-Bradley SMC-Flex 软起动器 41

- 5.1.1 SMC-Flex 系列软起动器简介 41

- 5.1.2 产品功能简介 45

- 5.1.3 安装 52

- 5.1.4 保护 53

- 5.1.5 接线 54

- 5.1.6 注意事项 65

- 5.1.7 应用举例 65

- 5.1.8 编程 66

- 5.1.9 故障诊断及故障排除 71

- 5.1.10 附录 77

5.2 Schneider ATS48 软起动器 81

- 5.2.1 ATS48 系列软起动器简介 81

5.2.2 产品功能简介	83	5.5.7 应用举例	189
5.2.3 安装	86	5.5.8 编程	189
5.2.4 保护	86	5.5.9 故障诊断及故障排除	199
5.2.5 接线	87	5.5.10 附录	203
5.2.6 注意事项	90	5.6 ABB PST 软起动器	207
5.2.7 编程	92	5.6.1 PST 系列软起动器简介	207
5.2.8 故障诊断及故障排除	100	5.6.2 产品功能简介	209
5.2.9 附录	101	5.6.3 安装	220
5.3 Siemens 3RW22 软起动器	105	5.6.4 保护	221
5.3.1 3RW22 系列软起动器简介	105	5.6.5 接线	221
5.3.2 产品功能简介	107	5.6.6 注意事项	227
5.3.3 安装	115	5.6.7 编程	228
5.3.4 保护	116	5.6.8 故障诊断及故障排除	235
5.3.5 接线	117	5.6.9 附录	240
5.3.6 注意事项	121	5.7 常熟开关制造有限公司 CR1 软起动器	244
5.3.7 应用举例	123	5.7.1 CR1 系列软起动器简介	244
5.3.8 故障诊断及故障排除	137	5.7.2 产品功能简介	246
5.3.9 附录	138	5.7.3 安装	247
5.4 GE ASTAT Plus 软起动器	142	5.7.4 保护	247
5.4.1 ASTAT Plus 系列软起动器 简介	143	5.7.5 接线	248
5.4.2 产品功能简介	146	5.7.6 注意事项	254
5.4.3 安装	151	5.7.7 应用举例	254
5.4.4 保护	152	5.7.8 编程	256
5.4.5 接线	155	5.7.9 故障诊断及故障排除	256
5.4.6 注意事项	162	5.7.10 附录	258
5.4.7 编程	163	5.8 上海雷诺尔 JJR 软起动器	260
5.4.8 故障诊断及故障排除	173	5.8.1 JJR 系列软起动器简介	260
5.4.9 附录	174	5.8.2 产品功能简介	262
5.5 Danfoss MCD3000 软起 动器	177	5.8.3 安装	263
5.5.1 MCD3000 系列软起动器简介	177	5.8.4 保护	264
5.5.2 产品功能简介	180	5.8.5 接线	264
5.5.3 安装	183	5.8.6 注意事项	267
5.5.4 保护	185	5.8.7 故障诊断及故障排除	268
5.5.5 接线	185	5.8.8 附录	269
5.5.6 注意事项	188	5.9 环宇集团 HUQ1 软起动器	271
		5.9.1 HUQ1 系列软起动器简介	271

5.9.2 产品功能简介	272	5.9.6 注意事项	278
5.9.3 安装	274	5.9.7 编程	279
5.9.4 保护	274	5.9.8 故障诊断及故障排除	283
5.9.5 接线	275	5.9.9 附录	283

第 1 章 软起动器的兴起

现代工业生产应用中，各种各样的电动机是驱动工业设备的动力来源。自工业革命以来，不断的革新与创造使电动机的种类越来越多，驱动电动机的方法也各有不同。

笼型异步电动机是其中应用最广泛的用电设备，其起动方式的研究也经年不断，在各企业生产大量使用的过程中，如何正确使用，或通过优化电动机起动方式来保证企业生产的顺畅运行，从而最大限度地发挥设备生命周期成本，已不仅是企业管理层的任务，而且是企业一线技术人员，特别是电气技术人员的首要任务。

回顾一下笼型异步电动机的原理与起动方式，我们发现，电动机的起动经历了从“硬起动”到“软起动”的过程。

笼型异步电动机的工作特性，如图 1-1 ~ 图 1-4 所示。

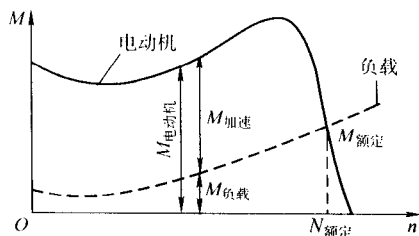


图 1-1 电动机转矩与转速关系曲线 $M = f(n)$

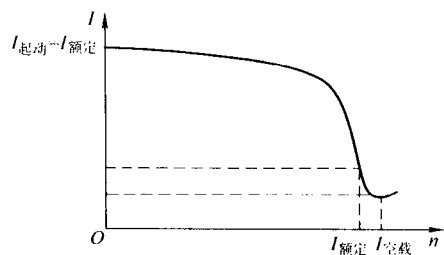


图 1-2 电动机电流和转速关系曲线 $I = f(n)$

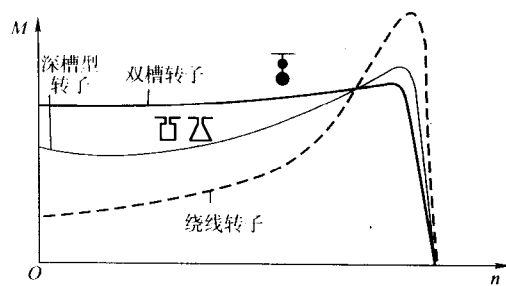


图 1-3 转子槽型式对转矩的影响

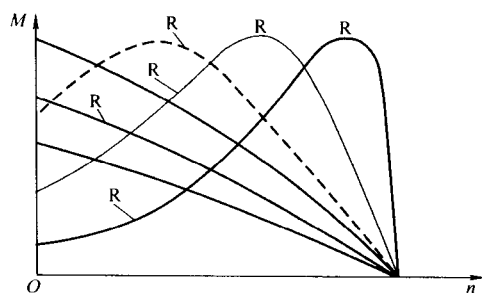


图 1-4 带有不同转子回路电阻的绕线转子

1. 直接起动

直接起动异步电动机是最直接的起动方式，也是最早的起动方式，起动时将产生很大的起动电流，这股强电流会给电源供给产生压力，它会使电源线超负载工作。与此同时，转矩也会激增，这突然的拉动会对运行中的电动机、机器以及能源传输辅助设备（如 V 带、齿轮等）产生压力，如图 1-5 和图 1-6 所示。目前，在一些小功率的应用场合，使用直接起动较多，一般以直接起动盒较为常见：（接触器 + 过载继电器）或（断路器 + 接触器）。

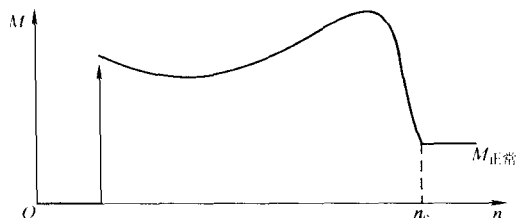


图 1-5 直接起动——转矩导致
对电动机及负载的冲击

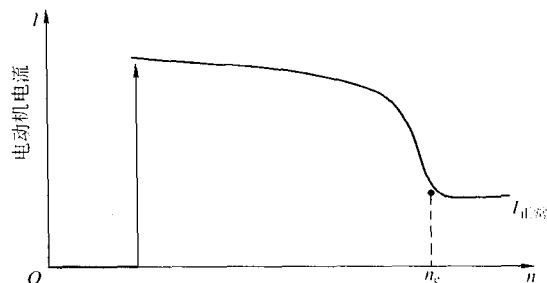


图 1-6 直接起动——电流导致对电网的冲击

直接起动的不足：

1) 直接起动——转矩导致对电动机及负载的冲击：

- ① 增加维护成本；
- ② 维修周期变短。

2) 直接起动——电流导致对电动机及电网的冲击：

- ① 须考虑增加电网容量；
- ② 须考虑加大开关元件尺寸。

3) 无法对电动机的起动或停止施加影响。

直接起动的好处：价格较低。

使用软起动器可以降低起动电流，避免转矩激增，这样在逐渐达到最终电压的过程中，驱动加速不会产生任何拉力，对电源供给系统和电动机的损伤也减小到最低程度。

结论：工业生产规范中要求对超过一定功率的（如 11kW）电动机减低过大的起动电流及峰值扭矩，直接起动在很多情况下不允许使用。

2. 星-三角起动

Y-△起动器曾是替代直接起动的首选设备，在这种情况下，电动机绕组先接成Y联结起动，然后在一段预置时间后，转换到△联结。转换的同时将产生一个尖峰电流，它会影响供电电源，这反过来也会对电动机产生影响。

Y-△起动同样导致转矩尖峰，使电动机及/或电能转换装置（如齿轮或传送带等）处于超载状态，如图 1-7 所示。

Y-△起动会导致电流尖峰，所以供电系统同样会严重过载，电网及导线截面积必须根据电流尖峰设计，如图 1-8 所示。

Y-△起动的不足：

1) 转矩尖峰导致对电动机及负载的冲击：

- ① 增加维护成本；
- ② 维修周期变短。

2) 电流尖峰导致对电动机及电网的冲击：

- ① 须考虑增加电网容量；
- ② 须考虑加大开关元件尺寸。

3) 无法对电动机的起动与停止施加影响；

- 4) 根接线至电动机;
- 5) 安装过程繁复。

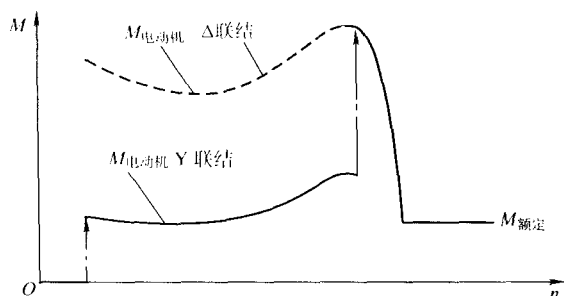


图 1-7 Y-Δ 启动导致转矩尖峰

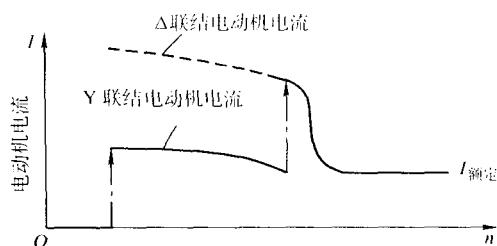


图 1-8 Y-Δ 启动导致电流尖峰

相反,软起动器可以通过逐渐增加起动电流来大幅度降低尖峰电流,这样可以避免对电源供电的负面影响,对电源供给和电动机的损伤也随之降低。与Y-Δ起动器相比,软起动器还有其他的决定性优势,如节省空间、简化配线等。

结论:Y-Δ起动适合小功率、低端简单的应用场合,但对用户而言,有更好的方法可以取得同样甚至更好的收益。

3. 自耦减压起动

自耦减压起动也一度十分流行,利用自耦变压器降低电压,接在不同的抽头上,给电动机以减压起动。工作时,自耦变压器的一次侧接电源,二次侧的抽头接电动机定子绕组。在电动机开始起动时,降低了电动机端电压,当电动机接近额定转速时,将自耦变压器切除,把电动机定子绕组直接接到交流电源上。

自耦变压器有 80% 和 65% 两组抽头。改变抽头,可以改变起动转矩。自耦减压起动器有过载和失电压保护功能,可以减小电动机起动电流对电网的影响,起动转矩较大。其缺点是结构复杂、体积大、检修不方便、价格较高。这种方法适用于 320kW 以下的笼型异步电动机作不频繁减压起动。

4. 变频起动

当使用变频器时,变频器的输出电压和频率是逐渐加到电动机上的,所以电动机产生的转矩要小于工频电网供电的转矩值,变频器驱动的电动机的起动电流要小些。通常,电动机产生的转矩要随频率的减小(速度降低)而减小,减小的实际数据在有的变频器手册中会给出说明。通过使用磁通矢量控制的变频器,将改善电动机低速时转矩的不足,甚至在低速区电动机也可输出足够的转矩。当变频器调速到大于 60Hz 频率时,电动机的输出转矩将降低。通常的电动机是按 50Hz (60Hz) 频率设计制造的,其额定转矩也是在这个频率范围内给出的。因此,在额定频率之下的调速称为恒转矩调速 ($M = M_e$, $P \leq P_e$)。变频器输出频率大于 50Hz 时,电动机产生的转矩要以和频率成反比的线性关系下降。当电动机以大于 60Hz 频率速度运行时,电动机负载的大小必须要给予考虑,以防止电动机输出转矩的不足。例如:电动机在 100Hz 时产生的转矩大约要降低到 50Hz 时产生转矩的 1/2。因此,在额定频率之上的调速称为恒功率调速 ($P = U_e I_e$),如图 1-9 和图 1-10 所示。

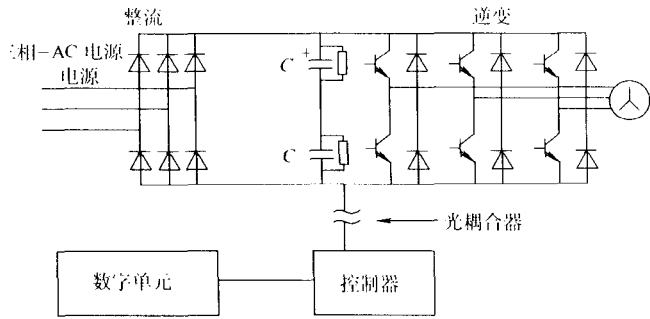


图 1-9 非常复杂的变频主电路

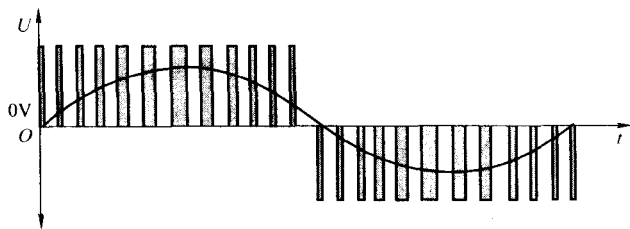


图 1-10 变频器通过改变振幅与频率可以改变电压

变频器的优势：

- 1) 可以对电动机的起动与停止施加影响；
- 2) 有恒定的电压—频率关系；
- 3) 对机器、负载及电网的冲击较小；
- 4) 可以调整电动机速度。

变频器的不足：

- 1) 价格高；
- 2) 存在电磁兼容问题，通常需配合滤波器共同使用。

结论：变频器被日益普遍使用，但并非一定要在所有场合都应用变频器。可以通过使用软起动器来节省大量投资。使用变频器的最大好处是能提供电动机调速功能。

5. 软起动器

从 20 世纪 70 年代开始推广利用晶闸管交流调压技术制作的软起动器，之后又把功率因数控制技术结合进去，以及采用微电脑代替模拟控制电路，发展成智能化软起动器。目前世界上许多电气公司都生产智能化软起动器。

使用软起动器之后，在一段特定的起动时间内，电动机电压从起动电压（这个电压是可以调节的）上升到额定电压，而这一过程是通过相位角控制来实现的。为了更符合驱动设备的特征，可以对起动电流和起动转矩进行优化设置。绝大多数厂商生产的软起动器都有“软停止”功能，与起动相似，电压从额定电动机电压缓缓下降，这防止了驱动器的突然停止，它的优势在于，当用于水泵中时，可以避免水锤效应的产生，用在传送带中时，可以避免猛拉。

软起动器实际上是一个晶闸管调压调速的设备，改变晶闸管的触发延迟角，就可调节晶闸管调压电路的输出电压。其特点是电动机转矩近似与定子电压的二次方成正比。

用软起动器起动电动机时，晶闸管的输出电压逐渐增加，电动机逐渐加速，直至晶闸管全导通，电动机工作在额定电压时的机械特性上，如图 1-11 ~ 图 1-16 所示。

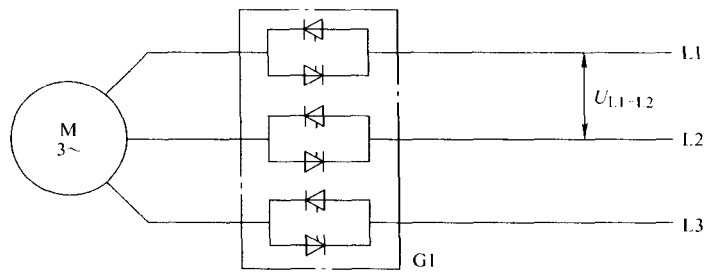


图 1-11 三相电动机控制电路

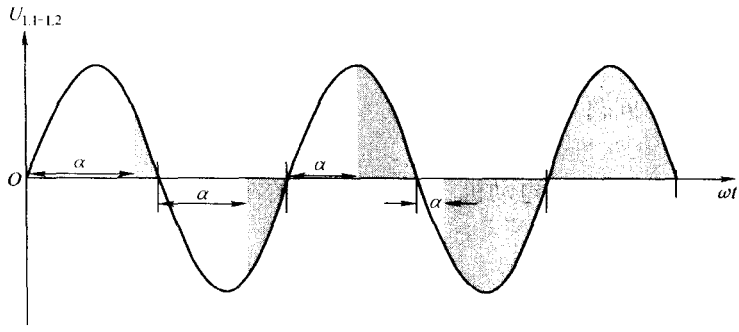


图 1-12 通过相位角控制调节电压

软起动器的优势：

- 1) 可以对电动机的起动与停止施加影响；
- 2) 可以实现对机器、负载及电网的最小冲击；
- 3) 比变频器便宜得多；

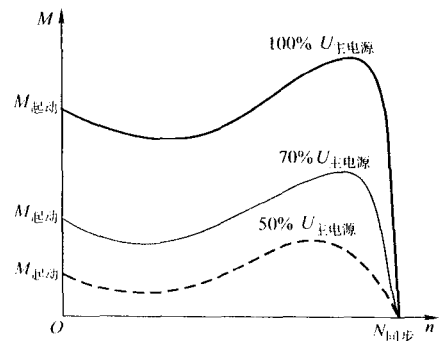


图 1-13 通过降低有效电压，起动器可根据负载进行优化调整（一）

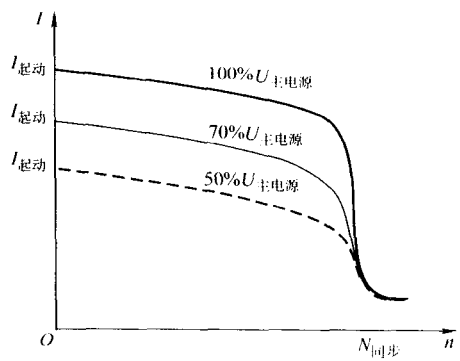


图 1-14 通过降低有效电压，起动器可根据负载进行优化调整（二）

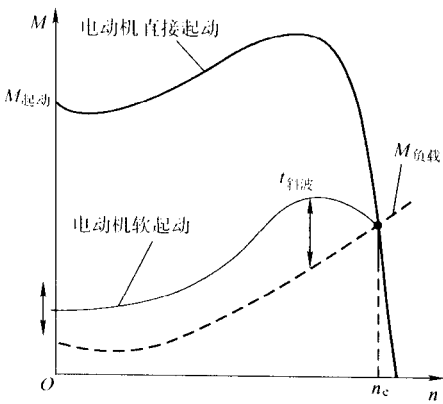


图 1-15 通过改变 U_{start} 及 t_{Ramp} ，
来影响转矩参数

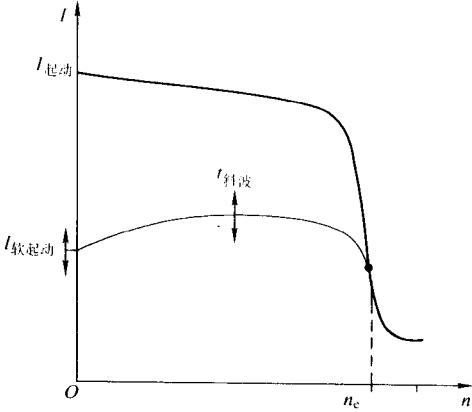


图 1-16 通过改变 U_{start} 及 t_{Ramp} ，
来影响电流参数

- 4) 比Y- Δ 起动器尺寸小很多;
- 5) 安装非常简单;
- 6) 没有电磁兼容性问题。

软起动器的不足：无法进行调速。

结论：软起动器可以减小对电动机、机器及电网的冲击，用户采用软起动器可以减少费用。

第2章 软起动器标准和认证概况

2.1 低压电器的标准化机构及 IEC 标准

2.1.1 低压电器的标准化机构

低压开关设备和控制设备（低压电器）所适用的标准在不同地区或国家有所不同，对低压电器的设计、试验、选用都产生重大深远影响的、具有最强劲推动力的标准，主要还是 IEC 标准和 UL 标准。制定这两大系列标准的标准化机构是国际标准化组织（International Organization for Standardization——ISO）、国际电工委员会（International Electrotechnical Commission——IEC）以及英国保险商实验室（Underwriter Laboratories Inc——UL）。

ISO 是一个全球性的非政府组织，是国际标准化领域中一个十分重要的组织。ISO 并不是其全称首字母的缩写，而是一个词，来源于希腊语，意为“相等”，现在有一系列用它作前缀的词，诸如 isometric（意为尺寸相等）、isonomy（意为法律平等）。从“相等”到“标准”，内涵上的联系使“ISO”成为组织的名称。ISO 是制作全世界工商业标准的各国标准化机构代表组成的国际标准建立机构，该组织自我定义为非政府组织，参加者包括各会员国的标准机构和主要公司，按照 ISO 章程，其成员分为团体成员和通信成员。团体成员是指最有代表性的全国标准化机构，且每一个国家只能有一个机构代表其国家参加 ISO；通信成员是指尚未建立全国标准化机构的发展中国家（或地区），通信成员不参加 ISO 技术工作，但可以了解 ISO 的工作进展情况，经过若干年后，待条件成熟，可转为团体成员。在 ISO 中代表中华人民共和国的会员机构是国家标准化管理委员会。

ISO 成立于 1946 年，当时来自 25 个国家的代表在伦敦召开会议，决定成立一个新的国际标准化组织，以促进国际间的合作和工业标准的统一。1947 年 2 月 23 日，ISO 章程得到 15 个国家标准化机构的认可，国际标准化组织宣告正式成立。ISO 于 1951 年发布了第一个标准——工业长度测量用标准参考温度。ISO 的目的和宗旨是“在全世界范围内促进标准化工作的发展，以便于国际物资交流和服务，并扩大在知识、科学、技术和经济方面的合作。”其主要活动是制定国际标准，协调世界范围的标准化工作，组织各成员国和技术委员会进行情报交流，以及与其他国际组织进行合作，共同研究有关标准化问题。

ISO 的组织成员包括主要官员、团体成员、通信成员、捐助成员，组织机构主要有政策发展委员会、理事会、ISO 中央秘书处、特别咨询组、技术管理局、标样委员会、技术咨询组和技术委员会等。ISO 技术工作是高度分散的，分别由 2700 多个技术委员会（TC）、分技术委员会（SC）和工作组（WG）承担。在这些委员会中，世界范围内的工业界代表、研究机构、政府权威、消费团体和国际组织都作为对等合作者共同讨论全球的标准化问题。

IEC 成立于 1906 年，至今已有近百年的历史。IEC 是世界上成立最早的非政府性国际电工标准化机构，是联合国经社理事会的甲级咨询组织，负责有关电气工程和电子工程领域中

的国际标准化工作。IEC 的宗旨是促进电工标准的国际统一，促进电气、电子工程领域中标准化及有关问题的国际合作，增进国际间的相互了解。为实现这一目的，IEC 出版包括国际标准、技术报告、导则在内的各种出版物，并希望各成员在本国条件允许的情况下，在本国的标准化工作中使用这些标准出版物。该委员会的目标是有效地满足全球市场的需求；保证在全球范围内优先并最大程度地使用其标准和合格评定计划；评定并提高其标准所涉及的产品质量和服务质量；为共同使用复杂系统创造条件；提高工业化进程的有效性；提高人类健康和安全的；保护环境。

IEC 标准的权威性是世界公认的。IEC 每年要在世界各地召开 100 多次国际标准化会议，世界各国的近 10 万名专家在参与 IEC 的标准制定、修订工作。目前 IEC 成员国包括了绝大多数的工业发达国家及一部分发展中国家。这些国家拥有世界人口的 80%，其生产和消耗的电能占全世界的 95%，制造和使用的电气、电子产品占全世界产量的 90%。IEC 的工作领域已由单纯研究电气设备、电机的名词术语和功率等问题扩展到电子、电力、微电子及其应用、通信、视听、机器人、信息技术、新型医疗器械和核仪表等电工技术的各个方面。IEC 现在有技术委员会 89 个，分技术委员会 107 个。

IEC 与 ISO 根据双方协议所规定的要求建立着密切的合作关系，1947 年 IEC 作为一个电工部门并入国际标准化组织，1976 年又从 ISO 中分立出来。ISO 和 IEC 作为一个整体担负着制定全球协商一致的国际标准的任务，ISO 和 IEC 都是非政府机构，它们制定的标准实质上是自愿性的，这就意味着这些标准必须是优秀的标准，它们能够给工业和服务业带来收益，才能使各会员国和大公司积极自觉地使用这些标准。ISO 和 IEC 不是联合国机构，但他们与联合国的许多专门机构保持技术联络关系。

UL 是美国最权威的，也是世界上从事安全试验和鉴定的具有重大影响力的民间机构，它是一个独立的、非营利的、为公共安全做试验的专业机构。它采用科学的测试方法来研究确定各种材料、装置、产品、设备、建筑等对生命、财产有无危害以及危害的程度；确定、编写、发行相应的标准和有助于减少及防止造成生命财产受到损失的资料，同时开展实情调研业务。总之，UL 主要从事产品的安全认证和经营安全证明业务，其最终目的是使市场得到具有相当安全水准的商品，为人身健康和财产安全得到保证作出贡献。就产品安全认证作为消除国际贸易技术壁垒的有效手段而言，UL 为促进国际贸易的发展发挥着积极深远的作用。

UL 始建于 1894 年，经过多年的发展改革，UL 已成为具有世界知名度的认证机构，其自身具有一整套严密的组织管理体制、标准开发和产品认证程序，UL 由一个安全专家、政府官员、消费者、教育界代表、公用事业代表、保险业代表及标准部门代表组成的理事会管理，日常工作由总裁、副总裁处理。UL 在全世界近 70 个国家和地区的 200 多个城市设立了检验中心，从事认证的产品主要是家用及商用数百种电子、电气设备和器具，各种消防设备及器材，各种建筑材料、塑料、防护用品，各种清洁液类的化工制品，医疗保健设备，健身器械，火险探测，防盗装置，报警系统，数据处理设备，各类燃烧装置，水上救生设备，船用卫生设施等。

UL 对制造商、检验当局和政府机构提供 7 种基本服务：列名服务、分级服务、元器件认可服务、证明服务、检验服务、实情判断服务、调研服务。列名服务在 7 种基本服务中所占比重最大，它适用于具有完整结构和独立功能的各种产品、元器件，包括多种器具，如医

疗设备、计算机、商用设备、建筑物中使用的各类电器产品，如配电系统、熔断器、电线电缆、开关及其他构件。

2.1.2 低压电器的 IEC 标准

IEC 标准将有关低压电器产品的一般规定及共同的规定集中在 IEC60947-1 中，符合相应标准的产品（如 IEC60947-2 的合格的断路器产品）同时也符合 IEC60947-1。IEC60947 系列标准分基本标准和产品标准两大类，基本标准即为 IEC60947-1，产品标准参见表 2-1。IEC60947 标准是由 IEC 第 17 技术委员会（开关设备和控制设备）的 17B 分技术委员会（低压开关设备和控制设备）制定的。基本标准 IEC60947-1 标准适用于（当有关产品标准有要求时）开关设备和控制设备（简称电器），该电器用于连接额定电压交流不超过 1000V 或直流不超过 1500V 的电路；标准中包含了各类产品标准中所有被认为是基本要求的内容以及具有广泛意义和用途的特定项目，例如：温升、介电性能等。

我国对应于 IEC60947 系列标准的是 GB14048 系列标准，GB140848 系列标准在技术内容和编写格式上与 IEC60947 基本一致。根据我国目前低压电器产品的实际情况及我国国情，GB14048 系列标准规定了下面两个补充要求：其一为交流 1140V 的低压电器可参照本标准执行；其二为低压电器应具有耐湿热性能。

表 2-1 IEC60947/GB14048 系列标准汇总表

序号	IEC 国际标准	GB 国家标准
1	IEC60947-1: 1999 低压开关设备和控制设备 第 1 部分：总则	GB/T 14048.1—2000 低压开关设备和控制设备 总则
2	IEC60947-2: 1997 低压开关设备和控制设备 第 2 部分：断路器	GB 14048.2—2001 低压开关设备和控制设备 低压断路器
3	IEC60947-3: 2001 低压开关设备和控制设备 第 3 部分：开关、隔离器、 隔离开关与熔断器组合电器	GB 14048.3—2002 低压开关设备和控制设备 第 3 部分：开关、隔离 器、隔离开关及熔断器组合电器
4	IEC60947-4-1: 2000 低压开关设备和控制设备 第 4 部分：接触器和电动机 起动器 第 1 节：机电式接触器和电动机起动器	GB 14048.4—2003 低压开关设备和控制设备 机电式接触器和电动机 起动器
5	IEC60947-4-2: 1995 低压开关设备和控制设备 第 4 部分：接触器和电动机 起动器 第 2 篇：交流半导体电动机控制器和起动器	GB 14048.6—1998 低压开关设备和控制设备 接触器和电动机起动器 第 2 部分：交流半导体电动机控制器和起动器
6	IEC60947-4-3: 1999 低压开关设备和控制设备 第 4.3 部分：接触器和电动 机起动器 非电动机负载用交流半导体控制器和接触器	制订中
7	IEC60947-5-1: 1997 低压开关设备和控制设备 第 5 部分：控制电路电器和 开关元件 第 1 篇：机电控制电路电器	GB 14048.5—2001 低压开关设备和控制设备 第 5-1 部分控制电路电 器和开关元件 机电式控制电路电器
8	IEC60947-5-2: 1992 低压开关设备和控制设备 第 5 部分：控制电路电器和 开关元件 第 2 节：接近开关	GB/T 14048.10—1999 低压开关设备和控制设备 控制电路电器和开关元 件 第 2 部分：接近开关
9	IEC60947-5-3: 1999 低压开关设备和控制设备 第 5-3 部分：控制电路电器 和开关元件 在故障条件下具有确定功能的接近电器的要 求 (PDF)	制订中
10	IEC60947-5-4: 2002 低压开关设备和控制设备 第 5-4 部分：控制电路电器 和开关元件 小能量触头的性能验证的方法 特殊试验	制订中

(续)

序号	IEC 国际标准	GB 国家标准
11	IEC60947-5-5: 1997 低压开关设备和控制设备 第 5-5 部分: 控制电路电器和开关元件 具有机械锁门功能的开关电器	制订中
12	IEC60947-5-6: 1999 低压开关设备和控制设备 第 5-6 部分: 控制电路电器和开关元件 接近传感器和开关放大器的 DC 接口	制订中
13	IEC60947-5-7: 2003 低压开关设备和控制设备 第 5-7 部分: 控制电路电器和开关元件 用于带逻辑输出的接近设备的要求	制订中
14	IEC60947-6-1: 1998 低压开关设备和控制设备 第 6-1 部分: 多功能电器 自动转换开关电器	GB/T 14048.11—2002 低压开关设备和控制设备 第 6 部分: 多功能电器 第 1 篇: 自动转换开关电器
15	IEC60947-6-2: 1992 低压开关设备和控制设备 第 6-2 部分: 多功能电器 控制和保护开关电器 (设备)	GB 14048.9—1998 低压开关设备和控制设备 多功能电器 (设备) 第 2 部分: 控制与保护开关电器 (设备)
16	IEC60947-7-1: 1989 低压开关设备和控制设备 第 7-1 部分: 辅助电器 铜导体接线端子排	GB 14048.7—1998 低压开关设备和控制设备 辅助电器 第 1 部分: 铜导体接线端子排
17	IEC60947-7-2: 1995 低压开关设备和控制设备 第 7-2 部分: 辅助电器 铜导体的保护用导体接线端子排	GB 14048.8—1998 低压开关设备和控制设备 辅助电器 第 2 部分: 铜导体的保护导体接线端子排
18	IEC60947-7-3: 2002 低压开关设备和控制设备 第 7-3 部分: 辅助电器 熔断体端子排的安全要求	制订中
19	IEC60947-8: 2003 低压开关设备和控制设备 第 8 部分: 旋转电机用装入式热保护器控制单元	制订中

对各类低压开关设备和控制设备, 确定其所有要求和试验只需两个主要标准: 基本标准 IEC60947-1/GB/T 14048.1—2000 和相关的产品标准, 见表 2-1。

IEC60947-2/GB 14048.2—2001 标准适用于主触头用来接入额定电压不超过交流 1000V 或直流 1500V 电路中的断路器。

IEC60947-3/GB 14048.3—2002 标准适用于额定电压交流不超过 1000V 或直流不超过 1500V 的配电电路和电动机电路中的开关、隔离器、隔离开关和熔断器组合电器; 开关和熔断器组合电器通常用于起动、加速和 (或) 停止单台电动机时, 应符合国家标准附录 A 所规定的附加要求。

IEC60947-4-1/GB 14048.4—2003 标准适用于主触头用于额定电压不超过交流 1000V 或直流 1500V 电路中的交流和直流接触器、交流电动机起动器。

IEC60947-4-2/GB 14048.6—1998 标准适用于可以带有一系列机械式开关电器、连接至电路的额定电压不超过交流 1000V 的半导体电动机控制器和起动器。

IEC60947-5-1/GB 14048.5—2001 标准适用于在开关设备和控制设备中作控制、信号、联锁等用途的控制电路电器和开关元件; 适用额定电压不超过交流 1000V (频率不超过 1000Hz) 或直流 600V 的控制电路电器。