

任致程 任国雄 编

电动机软起动器 实用手册

011 0 100 1 10100 1010
011 0 100 1 10100

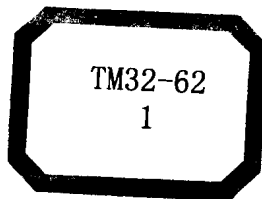


- ★ 软起动器的分类、工作原理及常用警语
- ★ 软起动器的各项技术参数与功能说明
- ★ 软起动器常见故障诊断与维修
- ★ 软起动器常用外围设备
- ★ 软起动器应用范例



中国电力出版社
www.cepp.com.cn





任致程 任国雄 编

电动机 软起动机实用手册



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本手册内容由五章及两个部分组成。第一章为软起动器综述，简述了软起动器的分类、原理、安全等基础知识；第二章为软起动器荟萃，有国产的，有外国的；有低压的，有高压的；有壁挂的，有柜体的；有晶闸管软起动的，有 IGBT 变频的，将它们各具特色的用途、外形尺寸与安装、基本配线、操作方法、功能/参数等逐一作详尽的介绍。第三章为软起动器故障诊断与维修。在着重介绍修理中常用的数种电力功率模块和相关控制板后，再介绍了部分软起动装置的维修经验，以便读者动手排除故障。第四章叙述了软起动器外围设备及备件，如高压真空断路器、中压交流真空接触器以及电动机等的选用资料，同时讲叙了部分软起动器备件参数。第五章列举了二十余个软起动器应用范例。此外，书后附录了二十条软起动设备的技术参数，供读者在设计、选型时参考；此外，本手册还收集了部分知名厂商资料，以便读者咨询。

本手册内容丰富，详尽，实用。由于软起动器、变频器以其优异的性能日益被各行各业重用而取代星三角起动器和自耦减压起动器，因而本册不仅是广大电工、设备操作人员获取软起动装置应用知识的最佳读本，也是电气工程师、机械工程师设计高科技新产品以及改造旧设备不可多得的实用手册。对于大中专院校和职业技术学校学生，本手册更是走向工作岗位之前，作为掌握新知识、弥补课堂之不足的极好自修教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

电动机软起动器实用手册/任致程，任国雄编. —北京：
中国电力出版社，2005
ISBN 7-5083-3633-X

I. 电... II. ①任...②任... III. 电动机—起动器—技
术手册 IV. TM32—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 116000 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 1 月第一版 2006 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 32 印张 865 千字

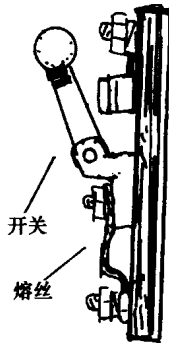
印数 0001—3000 册 定价 50.00 元

版权专有 翻印必究

(本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换)

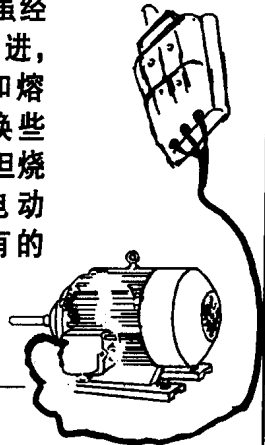
画说电动机软起动器

别小瞧它，
这是专利！



200多年前电动机问世，隔离开关和熔丝一直是它的“司令”与“保护神”。

200多年来虽经无数次改进，隔离开关和熔丝只是变换些模样而已。但烧熔丝、烧电动机仍是常有的事儿。

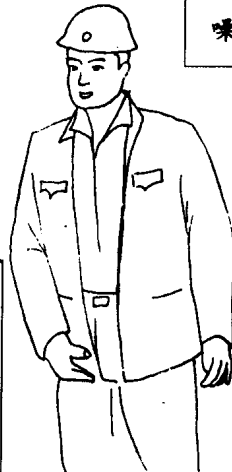


真吓人！

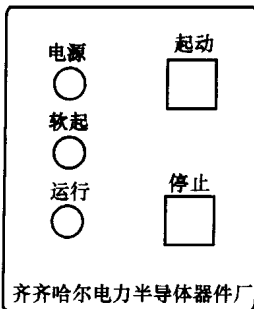


你看看，电流表指针打到顶啦！

噪声大得要命！



它能实现软启动、软停止。

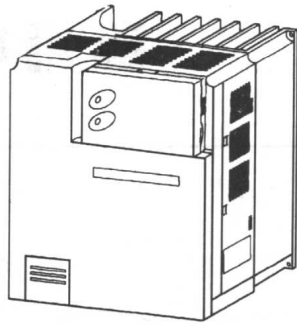
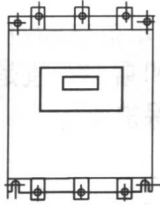


直至20多年前软起动器问世，电动机的启动才有了彻底的改观。

上个世纪星三角起动器、自耦减压起动器面市，电动机便可以进行有限的降压启动，但仍对电网电压质量影响很大。

齐齐哈尔电力半导体器件厂

软起动器有壁挂式、开关柜式，有低压用的，还有适用 15kV 高压用的呢！



变频器亦是一种性能卓越的软起动器，能软起动还能调速运转。

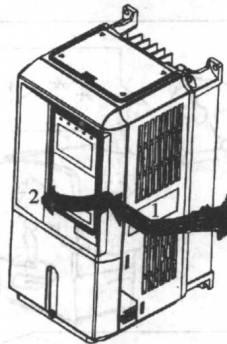


说明书没了，按哪个按键是开机？



无论是软起动器还是变频器，它们都有很多功能/参数(多的有数百个)，通过键盘输入实现控制、保护、报警、显示等等。

软起动器会自动诊断故障并能发出报警信号。键盘控制、报警排除、功能/参数说明等等，在《电动机软起动器实用手册》中均有详细的介绍。



呜哇……

出了什么问题？



不会安装、操作软起动器，是电工吗？



没什么，看书就会啦！



上学时没学咋办？



看来不学电子技术不行了。



前 言

软起动器以及变频器，以其卓越的功能越来越受到各行各业的重视，应用到许许多多的高科技新产品上，取代了一批又一批旧设备的星-三角起动器和自耦减压起动器。有人预言：在技术发达的 21 世纪，如果电工不懂得软起动器和变频器（以下简称为“软起动装置”），那必将被淘汰出电工队伍。

软起动装置之所以优于星-三角起动器和自耦减压起动器，是由于其具有许多功能，有很高的“智商”，能实现人机“对话”，通过键盘、电脑或人工远距离操作，不仅能达到软起动、软停止，还具有许多保护功能等。这都是新型人性化设备所要求的，所以倍受推崇。因此也就需求大量的能懂会用的软起动人才，来使用维护软起动装置。

在这种情况下，本手册应运而生。编撰这本手册也并非易事，笔者花费了大量心血，从众多的软起动装置中精选出数十种：有国内的，有国外的；有低压的，有高压的；有壁挂式的，有开关柜式的，以适应各种需求。书中对这些产品，详尽地介绍了它们的型号、规格、外形尺寸、安装配线、应用操作、功能/参数的设置方法、功能/参数说明、外围设备的选用、故障分析与排除以及应用范例等。即使是懂电不多的读者，只要有心学，结合实际学，那肯定能学以致用，学有所成。考虑到初学者难免在学习过程中碰到某些难题，为此，书末尾还列举一些知名厂商及其通信信息，以供咨询。

人说老师像蜡烛，点燃了自己，照亮了别人。我这枝拙笔编撰的这本手册如果能对读者有些帮助，吾心足矣。

在本手册的编撰过程中得到了长沙奥托自动化技术有限公司李剑平副总经理及李花同志、美国摩托托尼公司（MOTORTRONICS, INC.）亚洲市场侯晓总经理、摩普（青岛）机电控制有限公司郭峰及王亮同志、烟台惠丰电子有限公司、《走近惠丰》杂志社、耀华电器集团有限公司、西安西普电力电子有限公司陈宏副总经理、成都希望森兰变频器制造公司陈斌总经理、无锡东元电动机有限公司 SA 技术处廖朝旭处长及技术处开发科马小亮同志、齐齐哈尔齐力达电子有限公司朱家国董事长、常熟开关制造有限公司、湖南京电开关厂、湘潭市真空电器厂以及上海电器股份有限公司人民电器厂等厂商的鼎力支持，提供了许多宝贵资料；本书的出版还得到了中国电力出版社的通力支持，在此一并表示感谢。

参加本书的编撰工作还有付秀华等同志。全体作者在此向各位读者和从事电工、电气工作的同仁表示感谢，诚恳欢迎多多赐教。

任教程

长沙·湖南大学

2005.11

目 录

画说电动机软起动器

前言

第一章 软起动器综述	1
第一节 软起动器的分类.....	1
一、液阻软起动器 (1) 二、磁控软起动器 (2) 三、晶闸管软起动器 (2)	
第二节 软起动器原理及性能.....	2
一、工作原理 (2) 二、软起动器的性能 (3)	
第三节 软起动器常用安全注意标志.....	4
一、常用警语标志 (4) 二、警语内涵 (4)	
第二章 软起动器荟萃	7
第一节 齐力达 WJR 节电型三相电动机软起动器.....	7
一、WJR 节电型软起动器型号说明 (7) 二、WJR 节电型软起动器外形尺寸与安装 (8)	
三、WJR 节电型原理框图 (9) 四、WJR 节电型基本配线 (9) 五、WJR 节电型的操作 (10)	
第二节 齐力达 WJR 旁路型三相电动机软起动器.....	11
一、WJR 旁路型软起动器型号说明 (11) 二、WJR 旁路型软起动器外形尺寸与安装 (12)	
三、WJR 旁路型原理框图 (12) 四、WJR 旁路型基本配线 (13) 五、WJR 旁路型的操作 (13)	
第三节 齐力达 WJR 三相电动机软起动单元.....	15
一、WJR 软起动单元型号说明 (15) 二、WJR 软起动单元外形尺寸与安装 (15) 三、WJR 软起动单元的基本配线 (17) 四、WJR 软起动单元的操作 (19)	
第四节 耀华 HQR1 三相电动机软起动器.....	20
一、HQR1 软起动器型号说明 (20) 二、HQR1 软起动器外形尺寸与安装 (21) 三、HQR1 基本配线 (22) 四、HQR1 的 RS485 接口 (23) 五、HQR1 的操作 (23) 六、HQR1 的功能/参数 (24) 七、HQR1 的运行 (25)	
第五节 集电 JLC 电动机软起动器.....	26
一、JLC 软起动器型号说明 (26) 二、JLC 软起动器工作原理 (27) 三、JLC 软起动器的调试 (27) 四、JLC 软起动器的使用维护 (29)	
第六节 西普 STR 电动机软起动器.....	29
一、STR 软起动器型号说明 (29) 二、STR 软起动器外形与安装 (31) 三、STR 软起动器基本配线 (32) 四、STR 软起动器的操作 (33) 五、STR 软起动器的功能/参数 (35)	

第七节 奥托 QB3 系列全数字交流电动机软起动器	36
一、QB3 系列型号说明 (36) 二、QB3 系列外形尺寸与安装 (36) 三、QB3 系列基本配线 (38) 四、QB3 系列的操作 (41)	
第八节 奥托 QB4 系列全数字交流电动机软起动器	43
一、QB4 系列型号说明 (44) 二、QB4 系列外形尺寸与安装 (44) 三、QB4 系列软起动器的基本配线 (45) 四、QB4 系列软起动器的操作 (46)	
第九节 奥托 QB-JDR 系列软起动柜	50
一、QB-JDR 系列软起动柜型号说明 (50) 二、QB-JDR 系列软起动柜主回路方案 (51) 三、QB-JDR 系列软起动柜控制回路方案 (52)	
第十节 奥托 QB-R2 绕线电动机调速控制器	55
一、QB-R2 型号说明 (55) 二、QB-R2 的工作原理 (56) 三、QB-R2 外形尺寸与安装 (60) 四、QB-R2 基本配置与调试 (61)	
第十一节 奥托 QB-H 系列中高压电动机固态软起动装置	64
一、QB-H 系列型号说明 (64) 二、QB-H 系列工作原理 (65) 三、QB-H 系列基本配线 (66)	
第十二节 摩普 PS1 系列智能电动机软起动器	67
一、PS1 系列型号说明 (67) 二、PS1 系列外形与安装 (68) 三、PS1 系列基本配线 (70) 四、PS1 系列的调整 (72) 五、PS1 系列的起动 (75) 六、PS1 系列的选项 (77)	
第十三节 摩普 XLC/XLS 系列智能电动机软起动器	81
一、XLC/XLS 系列装置的安装场所 (81) 二、XLC/XLS 系列装置的接线 (82) 三、XLC/XLS 系列装置的调整 (84) 四、XLC/XLS 系列装置的起动 (87) 五、XLC/XLS 系列主电路板 (88)	
第十四节 摩普 XLD 系列软起动器	88
一、XLD 系列的过载保护 (88) 二、XLD 系列的接线 (90) 三、XLD 系列的编程设定 (91) 四、XLD 系列功能参数表 (93) 五、XLD 系列功能/参数说明 (96) 六、XLD 系列软起动器的起动 (103) 七、XLD 系列的主板与内部接线 (104) 八、XLD “斜坡”细说 (105) 九、XLD 系列减速模式的应用——软停 (106) 十、XLD 系列的用户口令/系统的锁定密码 (107)	
第十五节 摩普 VMX 系列软起动器	108
一、VMX 系列的控制特性与电动机保护功能 (108) 二、VMX 系列软起动器的安装 (110) 三、VMX 系列的基本配线 (111) 四、VMX 系列软起动的过载保护特性 (117) 五、VMX 系列的操作 (119) 六、VMX 系列的功能/参数表 (123) 七、VMX 系列功能/参数说明 (127) 八、VMX 系列软起动器的起动 (140) 九、VMX 系列的四种斜坡 (141) 十、VMX 系列泵控减速模式 (141) 十一、VMX 系列用户口令/参数的锁定密码 (141) 十二、VMX 系列程序控制定时器 (141) 十三、VMX 系列的外部过载继电器 (145) 十四、VMX 系列软起动器设定记录 (147)	
第十六节 摩普 MVC 系列中高压大功率软起动器	151
一、MVC 系列软起动器结构 (151) 二、MVC 系列总体结构 (152) 三、MVC 软起动器的工作原理 (162) 四、MVC 系列电动机和系统的保护功能 (154) 五、MVC 系列触发电路与电子控制系统 (156) 六、MVC 系列外形尺寸与安装 (157) 七、MVC 系列软起动器的电气基本配线 (159) 八、MVC 系列控制面板的操作 (164) 九、MVC 系列功能/参数 (设定值页面) (166) 十、MVC 系列功能/参数说明 (设置目录) (181) 十一、MVC 系列测量功能/参数 (测量页面) (201) 十二、MVC 系列测量功能/参数说明 (设置目录) (204) 十三、MVC 系列软起动器的起动运行 (209)	

第十七节 惠丰 HFR1000 系列软起动器	212
一、HFR1000 系列型号说明 (212) 二、HFR1000 系列外形尺寸 (212) 三、HFR1000 系列基本配线 (213) 四、HFR1000 系列操作 (214) 五、HFR1000 系列设定 (215) 六、HFR1000 系列功能/参数 (216) 七、HFR1000 系列功能/参数说明 (216) 八、HFR1000 系列状态显示 (218) 九、HFR1000 系列软起动器上位机通信控制 (218)	
第十八节 惠丰 F1500 - G 系列通用变频器	221
一、F1500 - G 系列型号说明 (221) 二、F1500 - G 系列外形尺寸与安装 (221) 三、F1500 - G 系列基本配线 (223) 四、F1500 - G 系列操作 (227) 五、F1500 - G 系列功能码分区及面板显示内容 (229) 六、F1500 - G 系列功能/参数及其说明 (229) 七、F1500 - G 系列运行 (244) 八、F1500 - G 系列功能/参数速查表 (249)	
第十九节 东元 7200GS 系列变频器	257
一、7200GS 系列型号说明 (257) 二、7200GS 系列外形尺寸与安装 (257) 三、7200GS 系列基本配表 (261) 四、7200GS 系列操作 (265) 五、7200GS 系列功能/参数及其说明 (271) 六、7200GS 系列无速度感测器向量控制 (SL 控制模式) (332) 七、7200GS 系列 PID 控制模式下省能源运转的设定 (335) 八、7200GS 系列 PID 控制的设定 (339) 九、7200GS 系列 PG 回授控制 (343) 十、7200GS 系列变频器应用注意事项 (346) 十一、7200GS 系列变频器试运转 (349)	

第三章 软起动器故障诊断与维修

第一节 电力电子功率半导体模块和相关控制板	351
一、整流管—晶闸管臂对模块 (351) 二、整流桥模块 (354) 三、电子灭弧器 (355) 四、触发板 (357)	
第二节 齐力达 WJR 软起动器故障诊断与维修	373
一、WJR 节电型故障诊断与维修 (373) 二、WJR 旁路型故障诊断与维修 (374) 三、WJR 单元故障及维修 (375)	
第三节 奥托软起动器的故障诊断与维修	375
一、QB3、QB4 故障与维修 (375) 二、QB - R2 绕线电机调速控制器常见故障及维护 (377)	
第四节 摩普软起动器故障诊断与维修	378
一、PSI、VLC/VLS 系列故障诊断与维修 (378) 二、XLD 系列故障诊断与维修 (382) 三、VMX 系列故障代号及故障描述 (385) 四、MVC 系列中高压软起动器维护及故障排除 (386)	
第六节 惠丰 HFR - 1000 系列软起动器的维护	393
第七节 惠丰 F1500 系列通用变频器常见故障处理	394
第八节 东元 7200GS 系列变频器故障显示及处理对策	396
一、异常原因及处理对策 (397) 二、报警及自我诊断 (399)	

第四章 软起动器的外围设备

第一节 电动机	402
一、Y 系列三相异步电动机 (402) 二、YR 系列绕线转子三相电动机 (407) 三、Y - W、Y - F、Y - WF 型三相异步电动机 (409) 四、YD 系列变极多速三相异步电动机 (410) 五、Y、YKS 系列大型高压三相异步电动机 (413) 六、YLM、YLM1、YLM2 系列炉用密封异步电动机 (420) 七、YZL 系列直驱式离心脱水机三相异步电动机 (420) 八、FX 系列纺织高效三相异步电动机 (421)	

第二节 刀开关	421
一、开关板用隔离开关 (421) 二、转换开关 (422)	
第三节 断路器	423
一、断路器的原理 (423) 二、断路器的选用 (424) 三、CMI 系列塑料外壳式断路器 (425)	
第四节 高压户内真空断路器	433
一、ZN28 (□) - 10 系列的型号说明 (433) 二、ZN28 (□) - 10 系列外形尺寸与安装 (434)	
三、ZN28 (□) - 10 系列主要技术参数 (434) 四、ZN28 (□) - 10 系列机械调整参数 (437)	
五、ZN28 (□) - 10 系列的结构与原理 (438) 六、ZN28 (□) - 10 系列的安装与调试 (438)	
七、ZN28 (□) - 10 系列的操作 (439) 八、ZN28 (□) - 10 系列故障处理 (439)	
九、ZN28 (□) - 10 系列维护与修理 (440)	
第五节 低压交流接触器	440
一、B105 ~ B370 接触器适用范围 (440) 二、B105 ~ B370 接触器技术数据 (440) 三、B105 ~ B370 接触器的安装 (441)	
四、B105 ~ B370 接触器的维护 (442)	
第六节 中压交流真空接触器	442
一、CKJ22 - 160 型工作条件 (442) 二、CKJ22 - 160 型主要技术参数 (442) 三、CKJ22 - 160 型结构及工作原理 (443)	
四、CKJ22 - 160 型安装、调试及更换开关管 (443) 五、CKJ22 - 160 型使用与维护 (444)	
第七节 摩普软起动器备件	445
第八节 惠丰 HFR1000 系列软起动器选配件	446
第九节 惠丰 F1500G 系列通用变频器选配件	447
第十节 东元 7200GS 系列变频器选配件	448

第五章 软起动器应用范例

例 1 齐力达 WJR 软起动单元一拖三	456
例 2 西普 STR 软起动器一拖二	457
例 3 西普 STR 软起动器一台起动两台电动机	458
例 4 西普 STR 软起动器异地控制电路	458
例 5 西普 STR 软起动器设置热继电器的一拖二	459
例 6 西普 STR 软起动器一拖三	460
例 7 西普 STR 软起动器一用一备	460
例 8 西普 STR 软起动器二用一备	460
例 9 西普 STR 软起动器一用一备消防泵	460
例 10 西普 STR 软起动器二用一备消防泵	460
例 11 西普 STR 软起动器一用一备加压水泵	460
例 12 西普 STR 软起动器二用一备加压水泵	467
例 13 西普 STR 软起动器一用一备生活水泵	468
例 14 惠丰 HFR 软起动器典型应用	470
例 15 一台软起动器起动四台电动机	470
例 16 一台变频器拖动一台电动机	472
例 17 变频器用外部信号运行	472

例 18	变频器多段速度运行	473
例 19	变频器多台电动机并联运行	473
例 20	变频器步进运行与点动运行	473
例 21	变频器多台比例连动	475
例 22	变频器切换变频/工频运行	476
附录		478
附录 1	耀华 HQR1 型软起动器、软起动装置规格	478
附录 2	耀华 HQR1 型软起动器、软起动装置技术参数	478
附录 3	奥托 QB3 全数字交流电动机软起动器型号规格	479
附录 4	奥托 QB3 全数字交流电动机软起动器电气规格	479
附录 5	奥托 QB4 全数字交流电动机软起动器型号规格	480
附录 6	奥托 QB4 全数字交流电动机软起动器电气规格	480
附录 7	奥托 QB-R2 绕线电动机调速控制器型号与标称电流	481
附录 8	奥托 QB-H 系列中高压电动机固态软起动装置技术参数	481
附录 9	奥托 QB-H 系列高压电动机固态软起动装置技术参数	482
附录 10	摩普 PS1 系列智能电动机控制器技术指标	483
附录 11	摩普 PS1 系列智能电动机控制器附加控制选项表	484
附录 12	摩普 XLC/XLS 系列智能电动机控制器技术指标	484
附录 13	摩普 XLD 系列软起动器技术指标	485
附录 14	摩普 VMX 系列软起动器技术指标与选型	487
附录 15	摩普 MVC 中高压大功率软起动器技术指标	489
附录 16	惠丰 HFR1000 系列软起动器技术参数	491
附录 17	惠丰 F1500G 系列通用变频器适配电动机选型表	492
附录 18	惠丰 F1500G 系列通用变频器性能指标	493
附录 19	东元 7200GS 系列变频器基本规格	494
附录 20	东元 7200GS 系列变频器通用规格	495
软起动器部分厂商名录		496
参考文献		499



软起动器综论

电动机电子软起动器,是在电力电子技术蓬勃发展的过程中,悄然应运而生的。它是一种减压起动器,是继星-三角起动器、自耦减压起动器、磁控式软起动器之后,目前最先进、最流行的起动器,简称“软起动器”。它一般是采用16位单片机进行智能化控制,既能保证电动机在负载要求的起动特性下平滑起动,又能降低对电网的冲击,同时还能直接与计算机实现网络通信控制,为自动化智能控制打下良好基础。因此,它的面市具有电动机起动技术划时代的意义,受到各行各业的青睐。

第一节 软起动器的分类

软起动可分为有级和无级两类,前者的调节是分挡的;后者的调节是连续的。传统的软起动均是有级的。本书介绍的是无级类的,它们是液阻软起动、磁控软起动和晶闸管软起动。

在电动机定子回路,通过串入有限流作用的电力电子器件实现软起动,叫做降压或者限流软起动,它是软起动中的一个重要类别。按限流器件不同可分为:以电解液限流的液阻软起动,以磁饱和电抗器为限流器件的磁控软起动,以晶闸管为限流器件的晶闸管软起动。

变频调速器也是一种软起动装置,它比较理想的一种,它可以在限流同时保持高的起动转矩。价格贵是制约其作为软起动应用的重要因素,它主要用在变频调速系统中。

一、液阻软起动器

液阻是一种由电解液形成的电阻,它导电的本质是离子导电。它的阻值正比于相对的电极板的距离,反比于电解液的电导率,极板距离和电导率都便于控制;液阻的热容量大。液阻的这两大特点(阻值可以无级控制和热容量大),恰恰是软起动所需要的;加上另一个十分重要的优势即低成本使液阻软起动得到广泛的应用。

液阻软起动也有缺点,一是液阻箱容积大,其根源在于阻性限流,减小容积引起温升加大。一次软起动后电解液通常会有 $10\sim 30^{\circ}\text{C}$ 的温升,使软起动的重复性差。二是移动极板需要有一套伺服机构,它的移动速度较慢,难以实现起动方式的多样化。三是液阻软起动需要维护,液箱中的水需要定期补充。电极板长期浸泡于电解液中,表面会有一定的锈蚀,需要作表面处理(大概2~3年一次)。四是液阻软起动装置不适合于置放在易结水或颠簸的现场。

近年有所谓的热变液阻软起动装置,通过液阻本身在软起动过程中的温升,借助电解液电导率与温度的正相关性实现无极板伺服机构的软起动。但是,其可行性大受质疑:它的限流器件不具备限流能力易控性,装置对使用环境温度要求高,软起动重复性差。

液阻软起动装置可以串在绕线电动机转子回路实现重载软起动,售价低廉,在软起动过程中不产生高次谐波等等,则是它突出的优点。预言它即将被淘汰,肯定是为时过早。

液阻软起动装置国外早已使用。在国内,至今仍然运行着不少国外的液阻软起动产品(来自

日本、加拿大、意大利等国), 出厂日期从 20 世纪 60 年代到 90 年代均有。国内产品的生产厂家很多, 知名度较高的有湖北襄樊的追日公司、大力公司、雷诺尔公司、沈阳前特兰公司等。

二、磁控软起动器

磁控软起动在起动开始时限流作用较强, 在软起动过程中逐渐减弱。电抗器在起动完成后被旁路。

限流作用的强弱变化是通过控制直流励磁电流、改变铁心的饱和度实现的, 所以叫做磁控软起动。因为磁饱和和电抗器的输出功率比控制功率大几十倍, 它也可以称为“磁放大器”。由于它不具有零输入对应零输出的特点, 所以, 不建议采用“磁放大器”这一词。

磁饱和和电抗器有三对交流绕组(每相一对)和三相共有的一个直流励磁绕组。在交流绕组里流过的是电动机定子电流, 它必然会在直流励磁绕组上感应出电势; 后者会影响励磁回路的运行。不是用一个, 而是用一对交流绕组的主要原因就是为了抵消这种影响。

显然, 限流作用的强弱调节是静止的、无接触的、非机械式的, 这就为微电子技术打开了大门。所以, 在工作原理上磁控软起动与晶闸管软起动是完全相同的。说磁饱和和软起动能够实现软停止, 能够具有晶闸管软起动所具有的几乎全部功能, 其原因概出于此。

高压磁饱和和电抗器在原理和结构上与低压(380V)磁饱和和电抗器没有本质区别, 只是在某些方面需要采取一些特殊处理罢了。

磁饱和和电抗器具有 0.1s 量级的惯性, 这使磁控软起动的快速性比晶闸管软起动慢一个数量级。对于电动机系统的大惯性来说, 磁控软起动的惯性是不足为虑的。

有人说磁控软起动不产生高次谐波, 这是错误的。只要饱和, 就一定会有非线性, 就一定会引起高次谐波, 只是磁饱和和电抗器产生的高次谐波会比工作于斩波状态的晶闸管要小一些。磁控软起动装置需要有相对较大功率的辅助电源, 噪声较大则是其不足之处。

三、晶闸管软起动器

晶闸管软起动产品问世不过 30 年左右的时间, 它是当今电力电子器件长足进步的结果。10 年前, 电气工程界就有人指出, 晶闸管软起动将引发软起动行业的一场革命。目前在低压(380V)范围内, 晶闸管软起动产品价格已经下降到液阻软起动的大约 2 倍, 而其主要性能却大大优于液阻软起动。与液阻软起动相比, 它的体积小、结构紧凑, 维护量小, 功能齐全, 菜单丰富, 起动重复性好, 保护周全, 这些都是液阻软起动难以望其项背的。

但是晶闸管软起动产品也有缺点: 一是高压产品的价格太高, 是液阻的 5~10 倍; 二是晶闸管引起的高次谐波较严重。

本书所介绍的就是晶闸管软起动器。不过, 一般不叫晶闸管软起动器, 而是叫作“软起动器”。近些年, 软起动器发展甚快, 已具有交互式人机界面, 面板操作, 使用更加简单方便, 且提供了标准的 RS485 串行接口, 便于组网远传遥控。软起动器的广泛应用, 标志着电动机控制技术由传统电器控制时代进入了电子智能化控制时代。

第二节 软起动器原理及性能

一、工作原理

软起动器是一种用来控制鼠笼型异步电动机的新设备, 集电动机软起动、软停车、轻载节能和多种保护功能于一体的新颖电动机控制装置。它采用三对反并联的晶闸管, 串接于三相电源与电动机的定子回路上。利用晶闸管移相控制原理, 通过微处理器的控制来改变晶闸管的开通程度, 使电动机输入电压按预设的函数关系逐渐上升, 如图 1-2-1 所示。



起动时,电动机端电压随晶闸管的导通角从零逐渐增大,直至达到满足起动转矩的要求而结束起动过程。当起动完成后,软起动器输出额定电压,旁路接触器接通,电动机进入稳态运行状态。

停机时,先切断旁路接触器,然后软起动器内晶闸管导通角由大逐渐减小,使三相供电电压逐渐减小,电动机转速逐渐减小到零,完成停机过程。

软起动器在晶闸管两侧装设的旁路接触器,保证了晶闸管仅在起动、停车时工作,避免长期运行使晶闸管发热,同时还可以避免在电动机运行时软起动器产生的谐波。一旦软起动器发生故障,可由旁路接触器作为应急备用。

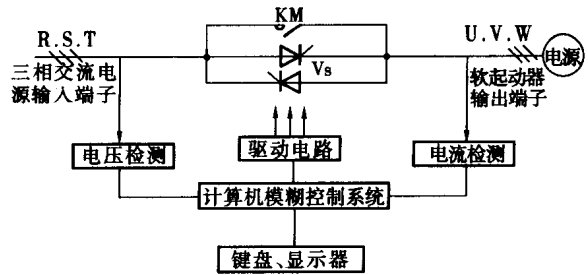


图 1-2-1 软起动器工作原理

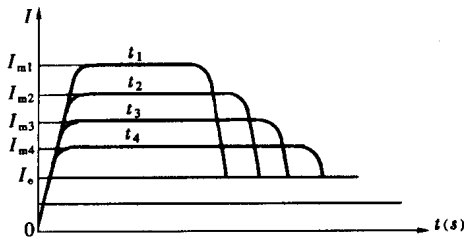


图 1-2-2 起动电流特性曲线

定,范围为 $0.4 \sim 8I_e$ 。(见表 1-2-1)。

二、软起动器的性能

1. 动起

(1) 限流起动(过程如图 1-2-2 所示)。该方式起动电动机时,软起动器的输出电压迅速增加,直到输出电流达到限定值 I_m ,并保持输出电流不大于该值,电压逐步升高,使电动机加速,当达到额定电压、额定转速时,输出电流迅速下降至额定电流,起动过程完成。电流限幅值可根据实际负载情况进行设定

表 1-2-1

软起动器与自耦降压起动器主要性能对比表

主要性能	软 起 动 器	自耦降压起动器
起动电流特性曲线	<p>1. I_m 设定的起动电流限流值可在 $0.4 \sim 8I_e$ 内调整。 2. I_e 电动机额定电流</p>	<p>1. I_e 起动电流、不可调整。 2. I_e 电动机额定电流</p>
起动特性	软特性	硬特性,不能调整
起动电流	$0.4 \sim 8I_e$, 可据负载大小调整	$3 \sim 5I_e$ 以上,不能调整
起动冲击电流	无	2次,约为 $7I_e$ 。
起动电压	$0 \sim 380V$ 任意调整	$250V$ 左右,不能调整
电动机转矩特性	没有冲击转矩,力矩匀速平滑上升	力矩跳跃上升,有 2 次冲击转矩
起动方式	多种,限流、电压斜坡起动等	分段式恒压起动
执行元件	晶闸管等电子器件	自耦变压器
控制元件	计算机模糊控制	继电器控制
能否频繁起动	可以	一般不能



(2) 电压斜坡起动 (过程如图 1-2-3 所示)。该方式起动电动机时, 软起动器的电压快速升至软起动器输出的初始电压值 U_1 , 然后在设定的时间 t 内逐渐上升, 电动机随着电压的上升不断加速, 达到额定电压 U_e 和额定转速时, 起动过程完成。 U_1 的设定范围 $0 \sim 380V$, t 的设定范围为 $0 \sim 600s$ 。

除以上两种常用的起动方式外, 软起动器具有斜坡限流起动、缺相保护、过流保护、过载保护和故障自诊断等功能。

2. 停机

(1) 自由停机。该方式停止电动机时, 软起动器断开旁路接触器随即封锁主电路晶闸管的输出, 电动机依负载惯性逐渐停机。

(2) 软停机 (过程如图 1-2-4 所示)。该方式停止电动机时, 电动机的供电由旁路接触器切换到主电路晶闸管, 软起动器的输出电压由额定电压在设定的软停时间内逐步降低至零, 电动机停止运行。其停机时间可根据负载要求进行设定, 设定范围为 $1 \sim 100s$ 。

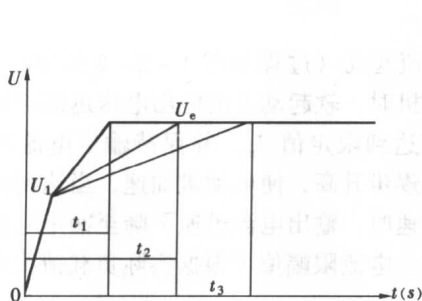


图 1-2-3 电压斜坡起动特性曲线

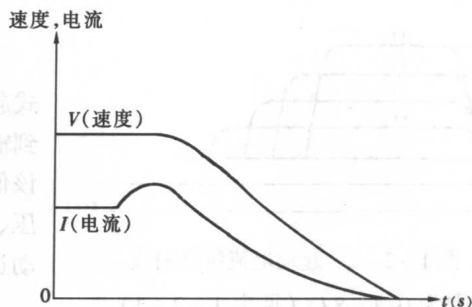


图 1-2-4 软停机

第三节 软起动器常用安全注意标志

一、常用警语标志

图 1-3-1 是常用警语标志。不论何种式样的标志, 通常在它的旁边都写有警语内容, 这是提醒接近软起动器人员留神; 而标志很简练醒目, 即使目不识丁或者是一台外国的软起动器全是外文警语, 一看到这些标志也会引起警觉。



图 1-3-1 常用警语标志

二、警语内涵

如果光是看“警告!”、“注意!”、“危险!”这几个字, 你只知道不敢摸这玩艺儿, 要远远的站一边。但作为电工, 尤其是安装电工、设备操作工那就不能是不敢摸, 远远地靠边站, 因为你要操作软起动器, 指挥它为你工作。这就要了解软起动器的脾气, 让它乖乖地服从、服务于你。软起动器的脾性, 比起电工们熟知的隔离开关、星三角起动器、自耦降起动器来讲, 其性能更多, 有一定的智能, 这就需要我们认真用心来看这部书, 增长我们的本领, 才能了解软起动器的

“软”性。当然, 这是后事。现在要了解这些警语内涵, 首先知道安全, 保证安全, 才有可能用

好软起动器。

(一) 危险 (指不按规定操作可能导致危害人身安全的事故)

(1) 要防止触电。软起动器的输入端接通电源后,即使在停止状态,其输出端仍然会带有相当高的感应电压。禁止接触软起动器的输出端,否则会有触电危险。

软起动器的控制电路板上带有 380V 电压,调试时不得接触电路板、晶闸管、散热器等导电部件,否则有触电危险。

(2) 只有专业技术人员,经过培训人员,才能安装软起动器。不难设想,普通电工不熟悉软起动器,不可能把它安装好、调试好,甚至有可能触电伤人!

(二) 注意 (指不按规定操作可能导致危害设备安全的事故)

注意事项很多,现略举几则:

1. 补偿电容的安装

用于提高功率因数的无功功率补偿电容器必须连接在软起动器的输入端,不得连接在输出端,否则将损坏软起动器中的晶闸管功率器件。

2. 软起动器主回路的接线

常规接线是:L1、L2、L3 (A、B、C 或 R、S、T) 端接电源输入端;软起动器的 U、V、W (T1、T2、T3) 接电动机。禁止将输入端 (L1、L3、L5) 接到输出端 (U、V、W)。

3. 要求正确使用兆欧表测量软起动器

不得用兆欧表测量软起动器输入与输出间的绝缘电阻,否则可能因过压而损坏软起动器的晶闸管和控制板。

可以用兆欧表测量软起动器的相间绝缘和相对地绝缘,但应预先用三根短路线分别将三相的输入端与输出端短接,并拔掉控制板上的所有插头。

测量电动机绝缘时,也应遵循上述原则。

4. 旁路运行

软起动器的工作方式为短时工作制,应使用旁路接触器,在起动结束后闭合,承担主回路电流。

5. 旁路相序

使用旁路接触器时,起动回路相序应与旁路回路相序一致,否则旁路切换时将发生相间短路,使空气断路器跳闸甚至损坏设备。

(三) 警告

警告与注意类同,常见的警告事项有以下几则:

(1) 保证电动机与软起动器相匹配。

(2) 软起动器安装完后,应将输入端和输出端的铜线鼻用绝缘胶带包扎好。

(3) 如线路中接有电容补偿装置,必须在电动机起动完毕后方可投入。

(4) 软起动器(装置)的外壳,必须牢固接地。

(5) 应在断开电源 10min 后才可对软起动器进行维护操作,此时软起动器上的充电指示灯应彻底熄灭。

(6) 更换软起动器的控制板后,必须在上电运行前进行参数的修改,否则有损坏设备的危险。

(7) 严禁软起动器安装在水管等可能有水珠飞溅的场合。

(8) 不要将螺钉、垫片、金属棒、电线等物掉入软起动器内部,否则有可能发生火灾。

(9) 软起动器不可安装在阳光直射的场合;也不得安装在露天场地中,以免雨雪风沙的侵

袭。

(10) 软起动器报废后，必须按工业废品处理，严禁焚烧，否则有爆炸危险。

有关软起动器的安全标志和警语还有很多很多。各生产厂商从不同角度、不同侧面出发，提出了多种多样的注意、警告事项，而且都把它们印刷在说明书的第一页甚至封面上，并在机器外壳的显著位置上钉上这些标志牌。因此，使用人员一定要认真注意，这都是前人用鲜血生命换来的深刻教训啊！

