

诚招全国代理商

财富热线: 400-619-2001

与您携手

共筑辉煌



征稿启事

欢迎用户或员工踊跃投稿，将有精美礼品赠送。
投稿热线: 0755-81785111-385
e-mail: enuo.yang@cumark.com.cn

创刊号

库马克之旅

CMK 深圳市库马克新技术股份有限公司 主办 2012.10 第1期

领先能效自动化专业设备与服务提供商

基于 PLC 的 PMLSM 提升系统控制装置的设计
ES 9000 高压变频器在烧结主抽风机同步电机上的应用

库马克诠释“多元”智慧



客服电话: 400-619-2001 www.cumark.com.cn www.sina.com/szcumark

目录 Catalog

创刊词	01
走进库马克	03
媒体连线	06
最新动态	08
精选案例	11
技术创新	16
员工风采	18
诚招代理商广告页	21



创刊词

今天,《库马克之旅》创刊。
这是一本朴素的刊物,
没有广告插播,
没有明星代言……

这是一本实在的刊物,
它向大家介绍库马克的成长,
告诉你他的努力和成果,
更让你知道他能让你得到什么。

深圳,
一个年轻向上的城市,
库马克便诞生于此。
库马克始终追求领先的
技术和完美的服务。

11年来,
在广大客户朋友的支持
在公司全体员工的共同努力下,
公司实现了快速发展,
成为电力电子传动和
自动化及其相关领域的
国家级高新技术企业。

我们希望我们的杂志能
更好的让大家更加
全面的了解库马克。
通过我们真实可靠的讯息,
给你们的工作带来更多的便利与实惠。
最后,祝福库马克越来越好,
《库马克之旅》越办越精彩!

□《库马克之旅》编辑部



领先能效自动化专业设备与服务提供商



走进库马克

深圳市库马克新技术股份有限公司（CUMARK）是一家在电力电子传动和自动化及其相关领域的国家级高新技术企业，主要在电力电子电源与传动、过程自动化、智能电网等领域，为有色金属、钢铁、石油、化工、煤炭、电力、环保、制药、食品、烟草、机械、市政等大中型工矿企业和市政工程提供涵盖工艺控制和节能控制咨询、系统设计、系统设备采购、系统设计集成和现场安装调试一体化服务。

公司成立于2001年3月19日，在公司全体员工的共同努力下，公司实现了快速发展，现已成为在复杂电力电子传动和自动化领域拥有多项核心专利技术和产品，拥有国家级高新技术企业、调速电气传动系统国家标准起草单位、国家发改委备案的节能服务公司、中国节能协会节能服务产业委员会常务理事单位、深圳市知名品牌等资质荣誉，是步入腾飞的未来新星！

库马克总部位于深圳市福田区，研发生产基地位于深圳市宝安区石岩镇宏发工业园。现已在全国各大省市均设有办事处和售后维修服务中心，可为各地客户提供优质、快捷的本地化服务。旗下分设三家分子公司：库马克节能服务有限公司、库马克电力传动有限公司和深圳市中技能软件有限公司。



库马克诠释“多元”智慧

——专访深圳市库马克新技术股份有限公司、深圳市库马克节能服务有限公司董事长李瑞常

“

2012年，中国自动化市场开局不利。汽车制造、工程机械、高速铁路、风电……这些过去为国内自动化市场创造繁荣景象的行业，今年陆续呈现下滑态势。如何稳住并在乏力时期取得逆市突破与增长，是自动化企业关注的焦点。面对这一局势，《控制与传动》也深入一线企业，听他们讲述自身发展。

作为电力电子传动和自动化及其相关领域的领先综合提供商，深圳市库马克新技术股份有限公司从ABB的代理商，成长为集供应商、代理商及系统集成为一体的综合提供商，其发展反应了当下中国本土力量的日渐崛起与专业。在今年制造业颓势下，库马克又显现出蓬勃生机与别样活力。其董事长李瑞常在采访过程中也从库马克自身的“多元化与专业化格局”阐述库马克的发展之路以及自动化企业在困局中应如何把握机遇，迎来新发展。”

融合的库马克：系统集成与自主品牌结合

“2001年成立，开始做自动化解决方案和系统集成再加上一些非标产品。然后做一些自主的标准化产品，如高压变频以及有源滤波。2011年销售额达近两个亿。”李瑞常蜻蜓点水地讲述这几年发展。在他眼里，库马克似乎并没有什么可特别讲述的。而在媒体眼中，库马克这几年的发展却是可圈可点。

从2001年库马克成立，库马克先后被评为深圳市300家最具有成长型企业、深圳市行业10强企业、深圳市高新技术企业、深圳市2004年度节能先进单位。2009年开始，库马克成长为国家级高新技术企业，还被国家工信部授予计算机系统集成企业资质，被行业媒体授予传动行业优秀系统集成商荣誉称号，2010年，被评为深圳市知名品牌企业，2011年，库马克更是成为国家发改委备案节能服务单位与“调速电气传动系统”国家标准起草单位，2012年，库马克被国家级权威部门评为“中国电气自动化行业十大著名品牌”荣誉称号。

支撑库马克如此稳健发展的，一直有两条思路：一是坚持系统集成，另一则便是坚持自主产品的研发生产与应用。李瑞常说，“系统集成让库马克在适应市场时变得更开阔，而自主产品的研发应用让库马克变得更具辨识度。”

系统集成指与ABB、TEMIC、西门子等品牌合作以及自主研发生产的产品向业界提供的系统化解决方案和系统集成服务。自主品牌指库马克自主生产研发的高压变频器、专用低压电气传动、滤波器、软启动器等。

这两者是为满足客户不同层级需要而应运而生的，用李瑞常的话来说，就是“二者互补。”库马克从创立起，便是以自动化解决方案和系统集成技术优势来为用户提供服务的。为大家所熟知的是库马克自动化解决方案和系统集成技术与ABB传动优质传动产品的结合。在这个过程中，库马克作为ABB合作伙伴，一直为国内乃至国际用户提供更快、更便捷的优势技术服务。直到现在，库马克依然是ABB在国内最重要的十大伙伴之一，提供包括对ABB传动产品进行销售、保修、升级、生命周期管理服务等多项专业服务。

在合作过程中，李瑞常更强调库马克的二次开发能力，而不只是代理。他说，“系统集成商是自动化行业特殊的群体，作为客户与厂商之间的纽带，系统集成商最核心的优势是其方案技术整合能力与客户关系。随着自动化行业的发展，客户对系统集成商的要求也越来越高，如果单纯代理并不能满足客户需要。在这个基础上，更关注产品的二次开发与整合才能更适应市场需要。”

在具体系统集成方面，库马克也凭借其在工控行业的丰富经验，在有色金属、钢铁、石油、化工、煤炭、电力、环保、制药、食品、烟草、机械、市政等多领域表现出色。比如：钢铁行业的转炉倾动和氧强提升控制系统、

变电站的综合自动化系统、生物制药生产线的自动控制系统、有色金属行业的铜铝锌冶炼及电解控制系统等。

在满足用需求过程中，李瑞常发现，库马克的用户有高端客户群也有中低端客户群。库马克以往所代理的品牌大多面对中高端客户群，而要想满足其他客户的中低端需求，自主研发产品被提上诉求。于是便有了现在的库马克自有品牌。

高科技的库马克：重点突破与核心技术并举

“做自己的品牌”对于许多系统集成商来说，是梦想也是挑战。挑战在于系统集成如何与自主达成平衡，并且能够真正做到自主。李瑞常说，库马克在做自己产品时进一步发现科技在自主品牌的中坚作用。做系统集成，你需要对技术、对市场、对具体工业现场、对所代理的产品非常了解。而做自己的产品，你需要重新来过、重新审视过往经验、积累技术不断突破、研发出自己的核心技术并运用到目标产品的生产当中。这是一个艰难的蜕变过程。

以库马克ES9000高压变频节能宝为例，在这款产品中，库马克运用了当今世界最先进的可靠性热设计和冗余设计理念，并结合国情，采用工业级数字信号微处理器、大规模集成电路芯片和新一代高可靠性IGBT功率器件，从而使产品具有极高的可靠性。

除了可靠性外，库马克还特地在这款产品的节能效果上进行考虑。不仅节能效果比普通高压变频更节电，还可以自动优化包括变频器和电机在内的电机系统的运行效率，以达到更优秀的节能效果。同时，ES9000高压变频节能宝还可以驱动同步电机、异步电机和实现高压电机的软





融合的库马克：系统集成与自主品牌结合

“2001年成立，开始做自动化解决方案和系统集成再加上一些非标产品。然后做一些自主的标准化产品，如高压变频以及有源滤波。2011年销售额达近两个亿。”李瑞常蜻蜓点水地讲述这几年发展。在他眼里，库马克似乎并没有什么可特别讲述的。而在媒体眼中，库马克这几年的发展却是可圈可点。

从2001年库马克成立，库马克先后被评为深圳市300家最具有成长型企业、深圳市行业10强企业、深圳市高新技术企业、深圳市2004年度节能先进单位。2009年开始，库马克成长为国家级高新技术企业，还被国家工信部授予计算机系统集成企业资质，被行业媒体授予传动行业优秀系统集成商荣誉称号，2010年，被评为深圳市知名品牌企业，2011年，库马克更是成为国家发改委备案节能服务单位与“调速电气传动系统”国家标准起草单位，2012年，库马克被国家级权威部门评为“中国电气自动化行业十大著名品牌”荣誉称号。

支撑库马克如此稳健发展的，一直有两条思路：一是坚持系统集成，另一则便是坚持自主产品的研发生产与应用。李瑞常说，“系统集成让库马克在适应市场时变得更开阔，而自主产品的研发应用让库马克变得更具辨识度。”

系统集成指与ABB、TEMIC、西门子等品牌合作以及自主研发生产的产品向业界提供的系统化解决方案和系统

集成服务。自主品牌指库马克自主生产研发的高压变频器、专用低压电气传动、滤波器、软启动器等。

这两者是为满足客户不同层级需要而应运而生的，用李瑞常的话来说，就是“二者互补。”库马克从创立起，便是以自动化解决方案和系统集成技术优势来为用户提供服务的。为大家所熟知的是库马克自动化解决方案和系统集成技术与ABB传动优质传动产品的结合。在这个过程中，库马克作为ABB合作伙伴，一直为国内乃至国际用户提供更快、更便捷的优势技术服务。直到现在，库马克依然是ABB在国内最重要的十大伙伴之一，提供包括对ABB传动产品进行销售、保修、升级、生命周期管理服务在内的多项专业服务。

在合作过程中，李瑞常更强调库马克的二次开发能力，而不只是代理。他说，“系统集成商是自动化行业特殊的群体，作为客户与厂商之间的纽带，系统集成商最核心的优势是其方案技术整合能力与客户关系。随着自动化行业的发展，客户对系统集成商的要求也越来越高，如果单纯代理并不能满足客户需要。在这个基础上，更关注产品的二次开发与整合才能更适应市场需要。”

在具体系统集成方面，库马克也凭借其在工控行业的丰富经验，在有色金属、钢铁、石油、化工、煤炭、电力、环保、制药、食品、烟草、机械、市政等多领域表现出色。比如：钢铁行业的转炉倾动和氧强提升控制系统、变电站的综合自动化系统、生物制药生产线的自动控制系

统、有色金属行业的铜铝锌冶炼及电解控制系统等。

在满足用需求过程中，李瑞常发现，库马克的用户有高端客户群也有中低端客户群。库马克以往所代理的品牌大多面对中高端客户群，而要想满足其他客户的中低端需求，自主研发产品被提上诉求。于是便有了现在的库马克自有品牌。

高科技的库马克：重点突破与核心技术并举

“做自己的品牌”对于许多系统集成商来说，是梦想也是挑战。挑战在于系统集成如何与自主达成平衡，并且能够真正做到自主。李瑞常说，库马克在做自己产品时进一步发现科技在自主品牌的中坚作用。做系统集成，你需要对技术、对市场、对具体工业现场、对所代理的产品非常了解。而做自己的产品，你需要重新来过、重新审视过往经验、积累技术不断突破、研发出自己的核心技术并运用到目标产品的生产当中。这是一个艰难的蜕变过程。

以库马克ES9000高压变频节能宝为例，在这款产品中，库马克运用了当今世界最先进的可靠性热设计和冗余设计理念，并结合国情，采用工业级数字信号微处理器、大规模集成电路芯片和新一代高可靠性IGBT功率器件，从而使产品具有极高的可靠性。

除了可靠性外，库马克还特地在这款产品的节能效果上进行考虑。不仅节能效果比普通高压变频更节电，还可以自动优化包括变频器和电机在内的电机系统的运行效率，以达到更优秀的节能效果。同时，

ES9000高压变频节能宝还可以驱动同步电机、异步电机和实现高压电机的软启动及同步无扰切换。

同样的高科技与自主性也体现在PureLake低压有源滤波器上。除采用当今世界最先近的电力电子技术和独特的闭环控制技术，直接应用于400V、690V电网的谐波治理还可有效解决电网谐波、闪变、功率因数低等电能质量问题。



坚持

坚持是一个没有新意的话题，而在受访者库马克董事长李瑞常身上，我们看到了坚持新的闪光点：20几年从事于工业自动化是时间的坚持；一直处在前线探索问题新的可能是事业的坚持；事无巨细凡事多思是对认真的坚持；而总结起来，从自动化高校的专业学生成长为一个领先企业的优秀领导者。这是切切实实地对于梦想的坚持。

有梦想才有未来，有坚持才有成功，让我梦共同期待正在发展壮大库马克的辉煌未来！
库马克 (CUMARK) - GREAT UNCOMMON MARK!

具有谐波滤除率高、操控性能优异、使用安全方便等优点，是库马克多年谐波治理节能项目实施和谐波治理产品研发生产的经验基础上成功研制的新一代有源滤波器。

李瑞常说，“这两款产品是库马克近年市场推广的重点。高压变频与有源滤波也是库马克自由品牌近年着力的产品线。”他特别指出随着电子市场对电源质量的要求越来越高，以及客户对关键应用中低质量电源的关注，谐波滤波器市场将获得极大增长。另一方面，有源电力滤波器应用非常广泛，在工业、民用、商业和机关团体的配电网中都有着很高应用价值。

针对某些行业及客户特殊需要，库马克在工程项目解决方案标准化和产品研发方面加强了投资力度，先后研发了电网净化节能控制设备（包括系列低压无功补偿、动态无功补偿、有源、有源及混合谐波滤波电网净化控制设备等等）、转炉倾动及氧枪提升控制装置、电解铝电解槽出铝量控制与实时分析系统、高可靠性紧凑型软启动设备，并拥有多项技术专利。

为了保证库马克在核心技术上的创新与突破。库马克建立了以研发中心为基础的高素质研发团队。该团队以电气及自动化专业的博士、硕士为骨干，在富有理论基础和行



领先能效自动化 专业设备与服务提供商

热烈祝贺库马克

ES 9000 系列高压变频节能宝获得欧盟 CE 认证



由深圳市库马克新技术股份有限公司所研发、生产的ES9000系列高压变频节能宝产品全面通过欧盟CE认证，这意味着库马克公司生产的高压变频器的性能和稳定性又得到了一次较大幅度的提升，在品质保证上获得了更充分的认可，客户在选用库马克产品时也多了一份可靠的依据。

“CE”标志是一种安全认证标志，被视为制造商打开并进入欧洲市场的护照，是欧盟市场的强制性认证。通过了CE认证的产品可以在欧盟市场通行无阻，凡贴有“CE”标志的产品就可在欧盟各成员国内销售，无须符合每个成员国的要求，从而实现了商品在欧盟成员国范围内的自由流通。

库马克公司ES9000系列高压变频节能宝产品CE证书的取得，标志着库马克在研发技术和制造质量水平提升到了一个新的台阶。同时，有助于公司的产品在欧盟及欧盟自由贸易区市场上扩大销路，提升产品价值，提高产品竞争力，为企业开拓欧盟市场提供信誉保证。

00100000000010010010000 00100000000010010010000
00100000000010010010000

ES9000高压变频节能宝™是库马克公司在多年电气传动和自动化工程应用丰富实践经验的基础上，运用当今世界最先进的可靠性热设计和冗余设计理念，结合中国国情，并采用工业级数字信号微处理器、大规模集成电路芯片和新一代高可靠性IGBT功率器件，开发设计生产出的高可靠性变频节能系列产品。库马克致力于打造可靠性最高的高压变频节能宝™品牌。



PureLake低压有源滤波器是库马克公司在多年谐波治理节能项目实施和谐波治理产品研发生产的经验基础上，成功研制的新一代有源滤波器。PureLake低压有源滤波器采用了当今世界最先进的电力电子技术和独特的闭环控制技术。该产品可直接应用于400V、690V电网的谐波治理，可有效解决电网谐波、闪变、功率因数低等电能质量问题。具有谐波滤除率高、操控性能优异、使用安全方便等优点。



ES 9000 高压变频器 在烧结主抽风机同步电机上的应用

□ 蔡建华

摘要： 本文主要针对河北沧州市黄骅港区中铁装备烧结厂1#烧结机主抽风机4800kW/10kV大型同步电机变频节能改造方案进行分析，介绍了高压变频调速原理、控制方案以及变频改造后良好的节能效果。

关键词： 高压变频、同步电机、烧结机、节能、改造

引言

主抽风机是烧结生产的关键设备之一，其压力、流量的变化会对烧结机生产产生较大影响，其电耗一般在整个生产线的30%以上。河北沧州市黄骅港区中铁装备烧结厂1#烧结机烧结面积240m²，双烟道配置，配置了两台主抽风机，配备两台4800kW/10kV同步电机。通过调节风门开度来满足烧结生产工艺，带来了严重的能源损耗，增加了企业运营成本。目前每台电机实际运行功率均在4600kW以上；为节能减排，实现低碳运行，中铁装备公司决定采用变频方式来驱动两台高压同步电机，经过严格考察，选用了由深圳市库马克新技术股份有限公司生产的ES9000S/10kV系列高压变频器，来实现对高压同步电机的变频控制。

系统组成

系统由两套高压变频装置分别驱动两台同步电机，整套高压变频装置由高压变频器（变压器柜、功率单元柜、控制柜）和一拖一手动切换柜组成。系统保留原有励磁柜，变频系统输出4~20mA信号控制励磁电流。

10kV电源经变频装置刀闸QS1到高压变频装置，变频装置输出经刀闸QS21送至电动机；10kV电源还可经刀闸QS22切换至工频侧直接启动电动机。在变频检修期间，可断开输入侧10kV开关QF1及刀闸QS1，将变



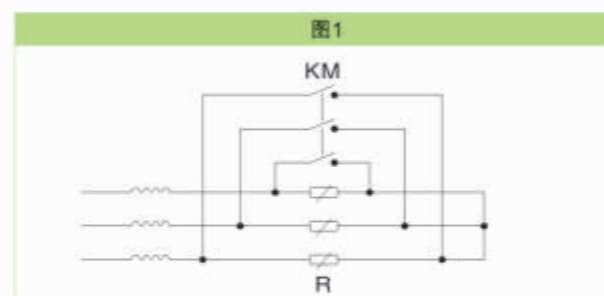
频装置隔离，切换刀闸QS22至工频侧，在工频电源下启动电机运行。刀闸QS1、QS2之间具有闭锁和防止误操作功能。

变频改造

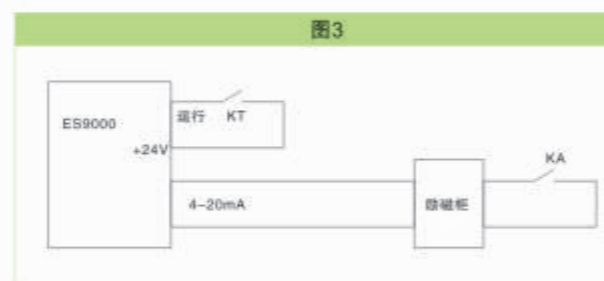
目前，烧结主抽风机的启动采用异步方式启动。采用这种方式，电机开车时对电源系统有较大冲击，对电机以及风机的使用寿命带来不利影响。而采用变频启动时，电机转速逐步提升，启动过程平缓，既没有对风机的冲击力矩也不会造成局部电源闪络，安全可靠，延长了电机和风机的使用寿命，启动全过程可控。

改造后变频系统保留原有励磁柜及水阻启动柜，水阻启动柜作为系统工频启动方式备用，以备变频系统检修时主抽风机能顺利切入工频方式运行。

变频启动前，先启动水电阻，待水电阻R启动完毕，接触器KM闭合，切除水电阻（如图1所示），变频启动准备就绪。



星点柜闭合信号闭合（接触器KM的闭合）、变频无重故障、励磁准备就绪、变频系统准备就绪，按下启动按钮，KA闭合，励磁柜开始为电机输出励磁电流，延时一段时间后KT闭合，变频启动。如图2、图3所示。



根据生产工艺要求，在电机启动运行时，先要给同步电

机转子通入励磁电流，也就是要求先投入励磁，后启动变频器；在停止变频器时，要同时停止变频输出和励磁电流，避免电机转子绕组长期通入励磁电流烧坏。变频器根据生产工艺要求，通过人机界面灵活设置励磁曲线，根据电机运行功率，灵活调节输出励磁电流，在高频运行时，电机转速高，输出功率大，需要较大的励磁电流满足生产需要；在低频运行时，电机输出电流小，可以输出较小的励磁电流，这样可以保证系统的功率因数较高，电机运行效率比较高。在变频运行时，变频器同时控制电机转速和励磁电流大小，既保持系统处于稳定运行状态，又能保证系统的功率因数处于合理的范围。既能满足生产工艺需求，又能极大的节约能源。

节能效果

通过流体力学的比例定律可知：离心风机类设备属平方转矩负载，风机的流量与电机的转速成正比，风机的压力与电机的转速的二次方成正比，风机的轴功率与电机的转速的三次方成正比。根据上述原理可知，当改变风机的转速就可改变风机的功率。

目前烧结厂1#烧结机主抽风机通过调节风门来调节风量，风门开度最大为70%。采用变频调速控制模式以后，通过调节变频器输出频率来调节同步电机的运行转速，从而达到可以降低电机的输出功率的目的。

下表为变频改造前后运行数据：

表一：1#风机变频改造前后运行数据

	电流	电压	频率	功率	功率因数
改造前	284A	10000V	50Hz	4770kW	0.97
改造后	220A	8450V	42Hz	3160kW	0.98

表二：2#风机变频改造前后运行数据

	电流	电压	频率	功率	功率因数
改造前	282A	10000V	50Hz	4737kW	0.97
改造后	218A	8360V	42Hz	3100kW	0.98

由上表可见，自变频系统投运以来，变频器输出频率在40~45Hz之间，节电率在30%以上。

结语

大型烧结机主抽风机系统中采用异步电机配套高压变频控制技术，具有以下优点：

- (1) 解决同步电机的重复启动问题，实现软启动；
- (2) 提高电机、风机的使用寿命；
- (3) 减少对电网的冲击；
- (4) 节能降耗。

该改造项目自2011年10月顺利实施并投运以来，取得了预期效果，为用户减少了大量的电费支出。



基于PLC的PMLSM提升系统控制装置的设计

□ 刘俊强 袁世鹰 王福忠

河南理工大学电气工程与自动化学院, 河南焦作454003

摘要: 介绍了分段式永磁直线同步电机提升系统的工作原理。针对该系统的特点, 设计出了以工控机和可编程控制器为核心的永磁直线同步电动机(PMLSM)驱动的无绳提升系统的控制装置, 给出了其控制系统的结构, 并利用组态软件设计开发了提升系统的监控软件。实验运行表明, 该方案设计合理、运行灵活、可靠性高。

关键词: 永磁直线同步电机; 无绳提升系统; 控制装置; 可编程序控制器

引言

传统提升系统采用旋转电机驱动, 通过曳引钢丝绳与曳引轮之间的摩擦力驱动罐笼做垂直运动, 这种提升系统的结构限制了其在超深、高速提升方面的能力。

永磁直线同步电机(PMLSM)不仅具有永磁电机高效节能的特点, 且兼有直线电机作直线运动和结构简单、控制方便、无污染、低噪声等显著优点, 因而在许多领域不断得到应用。永磁直线同步电动机驱动的垂直提升系统是一种新型的无绳提升系统, 区别传统的提升系统, 它具有推力大、损耗低、时间常数小、响应快、控制比较容易等一系列特点, 在运行距离远、推力要求大的提升系统中发挥着越来越重要的作用。

目前, 永磁直线同步电机作为提升系统的驱动电机, 其控制理论与控制方法并不成熟, 仍处于实验研究阶段, 很多特性仍需进一步研究, 工业上的实际应用也不是很多。本文针对1台位于实验室的提升高度为10m、额定载荷为1.5t的永磁直线同步电机提升系统进行控制装置的设计研究, 采用一种基于工业控制计算机和PLC的新型分段式

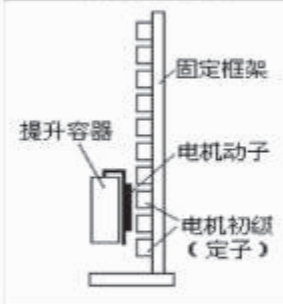
永磁直线同步电动机垂直提升控制系统, 并用组态软件对其运行情况进行实时的监控, 在提高系统可靠性的同时, 获得了提升系统的大量运行数据, 为其进一步研究提供了数据支持。

系统工作原理

根据直线电机原理及垂直提升系统的特点, 实验室的永磁直线同步电动机垂直提升系统的试验模型初级采用电枢绕组, 次级为永磁体。如图1所示。

整个系统由10段初级电枢绕组、动子和提升容器组成, 运行距离10m, 载荷1.5吨。电机初级均匀地布置在固定框架(提升罐道)上; 动子由永久磁铁等构成, 结构为隐极式。动子的纵向长度等于2台初级和2段

图1: 分段式永磁直线同步电动机垂直提升系统示意图



间隔纵向长度之和, 保证动子在纵向运动过程中, 初级与动子永磁体的耦合磁场面积不变。供电方式采用递推方式, 即上升时按1#、2#、3#、2#、3#、4#、3#、4#、5#、4#、5#、6#、5#、6#、7#、6#、7#、8#、7#、8#、9#、8#、9#、10#八组顺序供电, 下降时按逆顺序分组供电。因此对于整个系统而言, 原理上近似于长初级短次级永磁直线同步电动机。

采用分段式单边结构具有以下优点:

- (1) 初级(电枢绕组)制造、安装和维修方便;
- (2) 初级绕组不需全程通电, 采用分段供电方式, 损耗小, 节约能源;
- (3) 在满足提升要求的情况下, 初级的总长度小于不分段的情况, 节省电机成本;

由于采用分段结构, 每一台初级都存在一个进入端和退出端, 同时切换电枢绕组供电时扰动较大, 这些均给供电电源和控制带来困难^{[1][2]}。

控制系统硬件结构

控制系统的硬件结构如图2所示。系统采用主从式结构, 采用工业控制计算机

作为上位机, PLC为核心构成PMLSM控制系统的下位机。系统各元件的作用如下:

(1) PC工业控制计算机

采集电机的运行总电流、各组电机的运行电流, 并通过通信接口与可编程控制器进行联系。完成对整个运输系统的监视。其中, 电机的运行位置信号、启动信号、下降信号、手动/自动转换信号、手动提升信号、手动下降信号等信号由

PLC通过通信口送往工业控制计算机。

(2) PLC可编程控制器

①采集电机的位置信号、装载信号、启动信号、卸货信号、下降信号、手动/自动转换信号、手动提升信号、手动下降信号、手动装载、手动卸载信号等。

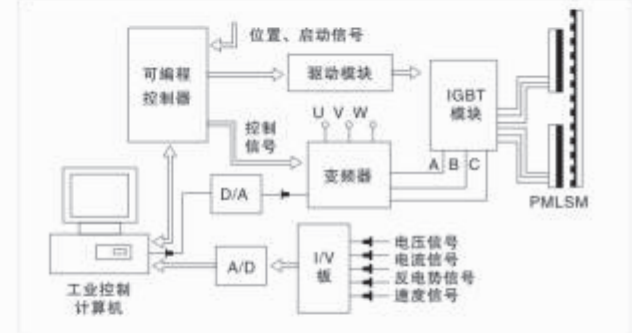
②驱动装货与卸货电机运行, 提升直线电机运行时的绕组切换、变频器的正反转。并驱动显示器件指示运行状态。

③隔离驱动模块: 用于驱动IGBT工作。

④变频器: 向直线电机提供电能和调节直线电机的速度。

⑤IGBT模块: 用于切换直线电机的绕组电源。

图2: 控制系统的硬件结构图



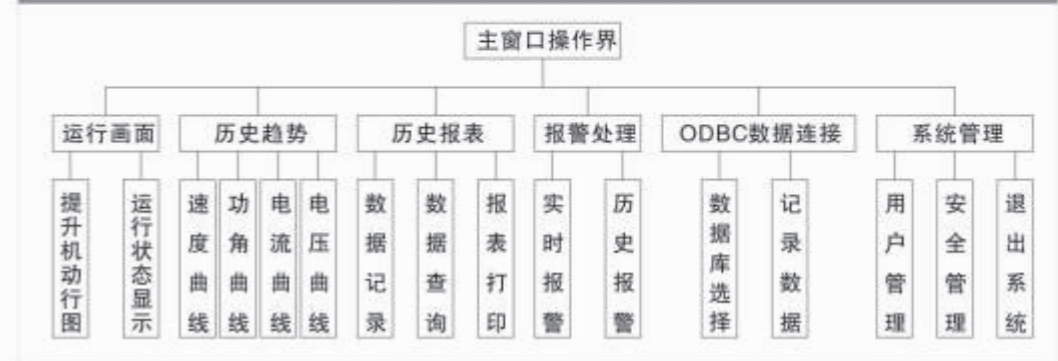
控制系统软件设计

直线电机垂直运输系统的控制结构为速度调节加行程控制。速度调节主要是根据设定的最大加减速度和最大运行速度形成的速度给定曲线来调节直线电机的运行速度, 以满足矿井提升机运行中对速度和加减速度的控制要求。系统采用IPC+PLC结构, 因此软件设计分为上位机监控软件系统和下位机PLC软件系统。

4.1 工控机监控软件的设计

工控机监控软件采用力控PCAuto3.6组态软件为开发工具, 该部分软件主要包括6个功能模块: 运行画面、历史趋势、历史报表、报警处理、ODBC数据连接和系统管理, 结构如图3所示。

图3: 工控机监控系统软件结构图



(1) 运行画面。程序运行时首先进入的画面, 显示整个直线电机垂直运输系统的运行流程及运行状态的显示。可以直观的了解直线电机的运行过程和运行状态, 实时掌握各个绕组的导通情况, 目前罐笼的位置信息等。最下端为浮动窗口, 通过上面的按钮可以实现各窗口模块的切换。

(2) 历史趋势。历史趋势是变量值在过去一段时间随时间变化所绘出的二维曲线, 并且所有变量的趋势数据均被保存到磁盘上, 可以按照时间翻页查询。根据系统监控的需要, 设置了速度、功角、电压和电流4个过程变量, 可

传统提升系统采用旋转电机驱动，通过曳引钢丝绳与曳引轮之间的摩擦力驱动罐笼做垂直运动，这种提升系统的结构限制了其在超深、高速提升方面的能力。

永磁直线同步电机(PMLSM)不仅具有永磁电机高效节能的特点，且兼有直线电机作直线运动和结构简单、控制方便、无污染、低噪声等显著优点，因而在许多领域不断得到应用。永磁直线同步电动机驱动的垂直提升系统是一种新型的无绳提升系统，区别传统的提升系统，它具有推力大、损耗低、时间常数小、响应快、控制比较容易等一系列特点，在运行距离远、推力要求大的提升系统中发挥着越来越重要的作用。

目前，永磁直线同步电机作为提升系统的驱动电机，其控制理论与控制方法并不成熟，仍处于实验研究阶段，很多特性仍需进一步研究，工业上的实际应用也不是很多。本文针对1台位于实验室的提升高度为10m、额定载荷为1.5t的永磁直线同步电机提升系统进行控制装置的设计研究，采用一种基于工业控制计算机和PLC的新型分段式永磁直线同步电动机垂直提升控制系统，并用组态软件对其运行情况进行实时的监控，在提高系统可靠性的同时，获得了提升系统的大量运行数据，为其进一步研究提供了数据支持。

根据直线电机原理及垂直提升系统的特点，实验室的永磁直线同步电动机垂直提升系统的试验模型初级采用电枢绕组，次级为永磁体。如图1所示。

整个系统由10段初级电枢绕组、动子和提升容器组成，运行距离10m，载荷1.5吨。电机初级均匀地布置在固定框架（提升罐道）上；动子由永久磁铁等构成，结构为隐极式。动子的纵向长度等于2台初级和2段间隔纵向长度之和，保证动子在纵向运动过程中，初级与动子永磁体的耦合磁场面积不变。供电方式采用逐推方式，即上升时按1#、2#、3#、2#、3#、4#、3#、4#、5#、4#、5#、6#、5#、6#、7#、6#、7#、8#、7#、8#、9#、8#、9#、10#八组顺序供电，下降时按逆顺序分组供电。因此对于整个系统而言，原理上近似于长初级短次级永磁直线同步电动机。

采用分段式单边结构具有以下优点：

- (1) 初级（电枢绕组）制造、安装和维修方便；
- (2) 初级绕组不需全程通电，采用分段供电方式，损耗小，节约能源；
- (3) 在满足提升要求的情况下，初级的总长度小于不分段的情况，节省电机成本；

图4: 工控机监控系统软件结构图



控制系统的硬件结构如图2所示。系统采用主从式结构，采用工业控制计算机作为上位机，PLC为核心构成PMLSM控制系统的下位机。系统各元件的作用如下：

- (1) PC工业控制计算机：采集电机的运行总电流、各组电机的运行电流，并通过通信接口与可编程控制器进行联系，完成对整个运输系统的监视。其中，电机的运行位置信号、启动信号、下降信号、手动/自动转换信号、手动提升信号、手动下降信号等信号由PLC通过通信口送往工业控制计算机。
- (2) PLC可编程控制器
 - ①采集电机的位置信号、装载信号、启动信号、卸货信号、下降信号、手动/自动转换信号、手动提升信号、手动下降信号、手动装载、手动卸载信号等。
 - ②驱动装货与卸货电机运行、提升直线电机运行时的绕组切换、变频器的正反转。并驱动显示器件指示运行状态。
 - ③隔离驱动模块：用于驱动IGBT工作。
 - ④变频器：向直线电机提供电能和调节直线电机的速度。
 - ⑤IGBT模块：用于切换直线电机的绕组电源。

直线电机垂直运输系统的控制结构为速度调节加行程控制。速度调节主要是根据设定的最大加减速度和最大运行速度形成的速度给定曲线来调节直线电机的运行速度，以满足矿井提升机运行中对速度和加减速度的控制要求。系统采用IPC+PLC结构，因此软件设计分为上位机监控系统软件和下位机PLC软件系统。

4.1 工控机监控软件的设计
工控机监控软件采用力控PCAuto3.6组态软件为开发

图5: 自动运行程序顺序功能图

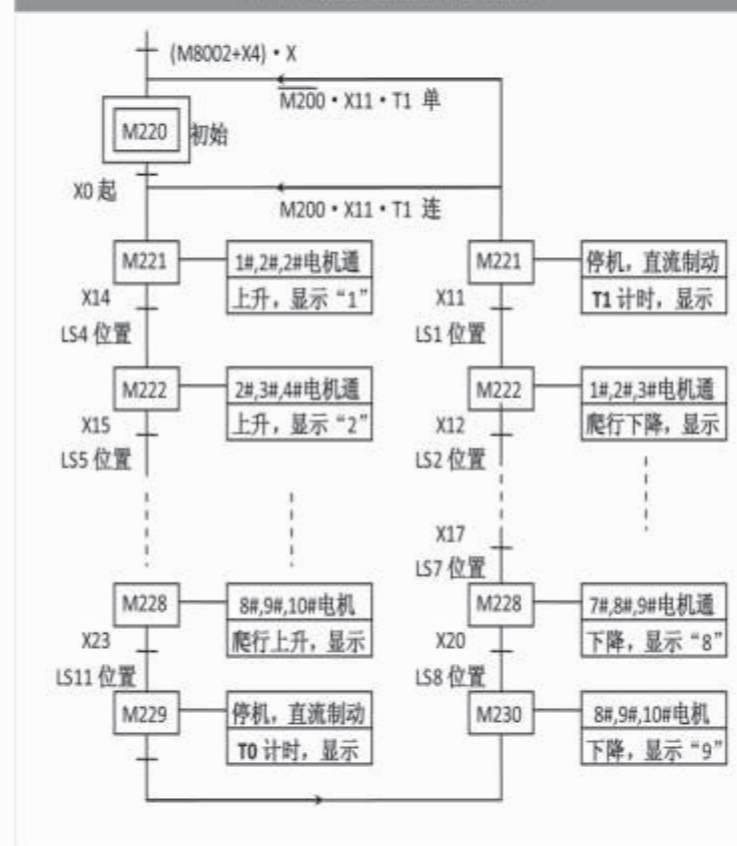
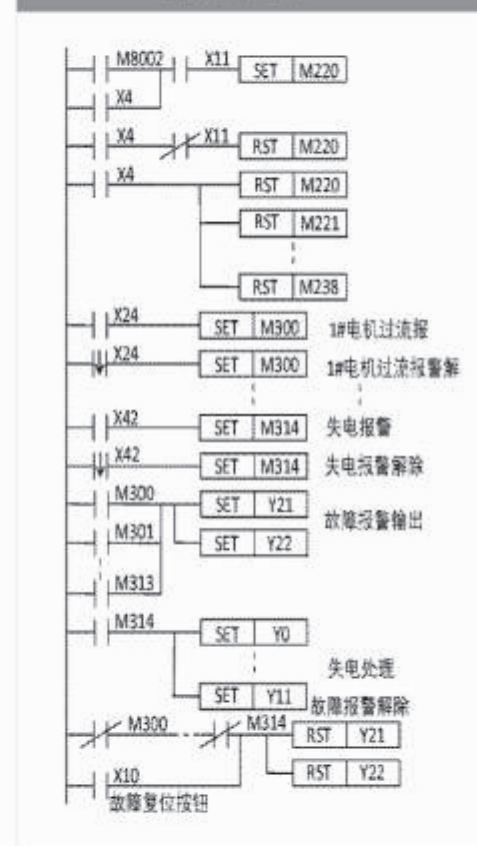


图6: 公用程序



结束语

本文介绍了一种采用工业控制计算机和PLC构成永磁直线同步电机提升系统控制装置的方案，并采用组态软件建立了监控软件系统，满足了提升系统稳定、高效的工作需要，并为系统运行分析、实验研究的进一步工作提供了良好的人机界面。经实验运行表明，系统工作稳定、可靠。

参考文献：

- [1] 焦留成. 垂直运动永磁直线同步电动机电磁参数及特性研究[D]. 北京中国矿业大学, 1998
- [2] 王福忠, 汪旭东, 焦留成等. 同步电动机电磁力角与最大推力控制策略的研究[J]. 煤炭学报, 2001.26 (3) : 307-312
- [3] 马国华. 监控组态软件及其应用. 清华大学出版, 2001
- [4] 付子义, 潘萍. 分段式PMLSM垂直提升控制系统设计[J]. 电气传动, 2007.37 (11) : 55-57
- [5] 刘辉, 付子义. 永磁直线同步电机提升系统监控系统的设计与实现[J]. 工矿自动化, 2007.4: 38-40



深圳市库马克电力传动有限公司

深圳市库马克电力传动有限公司是一家在工业自动化及其相关领域从事产品贸易、技术咨询、工程服务的企业，具有良好的信息网络和业务渠道，是深圳市库马克新技术股份有限公司的全资子公司。公司以系统集成技术为龙头，采取技贸并举的方针，为国内暖通、通用、食品饮料、印刷包装、橡胶塑料、水处理、物流仓储、金属加工、节能环保、重工设备等各行各业提供优质产品及优良的服务。

公司现为 ABB 公司 4S 专卖店（销售 sale、技术支持 support、备件供应 spareparts、服务与物流 service）、重点合作伙伴、核心系统集成商，ABB 指定售后服务中心。全面销售 ABB 高低压变频器、直流调速器、伺服系统、高低压电机、DCS/PLC 控制系统、高低压电气元件、仪器仪表等。

公司依托 ES9000 高压变频器、Purelake 有源波器等自主研发产品，致力于电气节能技术和自动化系统成套解决方案的研发和应用推广，为国内工矿企业在能源管理和节能改造方面提供全方位的支持。

公司利用遍布全国的服务网络、迅捷的物流、优质的产品、经济的价格等，与各二级分销伙伴、高低压柜成套商、系统集成商、工程公司、OEM（机械设备制造商）实现优势互补、合作共赢、共同发展。

● 变频器 ● 直流调速器 ● PLC ● 电机 ● 低压电器



ABB drives 服务伙伴

ABB drives 传动联盟

深圳市库马克节能服务有限公司

深圳市库马克节能服务有限公司是深圳市库马克新技术股份有限公司的全资子公司，集总公司10多年的工程技术经验、人才优势和自主产品优势于一身，高起点融入节能减排行业，已在国家发改委备案。

深圳市库马克节能服务有限公司主要从事以合同能源管理为主的节能服务工作，通过“资金+技术+产品+服务”四位一体的方式，帮助企业更好的节能减排，从而达到降低生产能耗和产品生产成本的目的，最终实现国家所要求的节能减排指标，给企业创造良好的经济效益和社会效益。

深圳市库马克节能服务有限公司有多名高级注册能源管理师、高级注册能源评估师、高级注册能源审计师专注于节能评估和管理的工作，有120多名经过专业培训的合格专业工程设计人员和技术服务人员为全国各地的客户提供专业的技术服务。

深圳市库马克节能服务有限公司为用户提供一站式的“交钥匙”工程服务。

- 1、可视化工厂系统
- 2、电解铝烟气净化除尘能效管理控制系统
- 3、CMK-BAES楼宇综合能效管理系统
- 4、电路板行业车间环境和耗能工质高效用能综合管理系统

