

Research on Energy Saving Power Supply Conversion Module for AC Contactor

Lizhi Li¹, Renghui Shi², Jiezheng Li¹

¹College of Electronics and Information Engineering, Tongji University, Shanghai

²SEARI Electric Technology Co. Ltd., Shanghai

Email: richllz@163.com, srh2004@126.com

Received: Jun. 4th, 2014; revised: Jul. 2nd, 2014; accepted: Jul. 10th, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

For the AC contactor's energy saving issues, an energy saving power supply conversion module was designed. The energy saving power supply conversion module can convert the input alternating current into the direct current and output to electromagnetic coil. Control the electric current's magnitude by the means of the electronic technique to realize the start pull-in and hold pull-in of the AC contactor's electromagnetic coil. It can save the energy of hold pull-in. When the energy saving power supply conversion module was applied to the AC contactor, it could improve the dynamic characteristics, had no iron loss, increased the service life, and had an outstanding effect of energy saving.

Keywords

AC Contactor, Energy Saving, Power Supply Conversion, Direct Current

交流接触器节能电源转换模块的研究

李立志¹, 史仍辉², 李杰正¹

¹同济大学电子与信息工程学院, 上海

²上海电科电器科技有限公司, 上海

Email: richllz@163.com, srh2004@126.com

收稿日期: 2014年6月4日; 修回日期: 2014年7月2日; 录用日期: 2014年7月10日

摘要

针对交流接触器的节能问题,设计了一种交流接触器节能电源转换模块。节能电源转换模块将输入的交流电整流后变为直流电输出至接触器电磁线圈,通过电子技术对大、小电流进行控制分别实现接触器电磁线圈的启动吸合和保持吸合,节省了保持吸合的能量。节能电源模块应用于交流接触器后可改善动力特性、无铁损、延长使用寿命,节能效果显著。

关键词

交流接触器, 节能, 电源转换, 直流

1. 引言

随着我国能源和原材料消耗的持续增加,节能和降耗已经成为各行各业关注的问题。在低压电器领域,节能主要是通过对低压电器进行技术改造,降低其在运行期间消耗的能量。

电力系统中有相当比例的电能是通过交流接触器分配到各种用电设备上的。交流接触器是一种适用于远距离频繁地接通和分断交流电路的低压控制电器,其主要控制对象是电动机,也可用于控制电焊机、电容器组、电热装置、照明设备等其它负载。交流接触器的工作原理简单,品种繁多,工作性能好,使用量大,使用面广[1]。

交流接触器的操作系统一般采用交流控制电源。我国现在生产的额定电流 63 A 以上的大、中容量交流接触器,其交流操作电磁系统在吸持时消耗的有功功率几十瓦甚至上百瓦,消耗的无功功率则在数十瓦至数百瓦。采用节电技术,一般有功功率节电率可高达 85% 以上,有的甚至可超过 95% [2]-[4]。

国内正在运行的大、中容量交流接触器数量很大,据通用低压电器协会数据,2012 年交流接触器销量为 1.05 亿台,随着工业和电力的发展其使用量还在不断增加,年耗电量是非常可观的。如采用节电技术,每年至少可节约上亿千瓦时的电能,在产生节点效益的同时,还可降低和消除噪声,减少对周围环境的影响,降低线圈的温升和延长其使用寿命,同时也间接地减小相关产业带来的环境污染,利国利民,故该方面的研究具有重要的意义和价值[3]-[5]。

2. 交流接触器的节能分析

交流接触器的电磁系统采用交流控制电源,接触器是电磁线圈通电后产生的磁力驱动衔铁使触点闭合而工作的。吸合时衔铁与铁芯密合,分开时衔铁和铁芯有开距空隙。铁芯交变磁化会产生振动和噪声,铁芯交变磁化产生的磁滞损耗和涡流损耗会引起铁芯发热,因此交流操作的交流接触器的衔铁和铁芯用硅钢片冲制后铆装而成以减小铁损,并在极面上安装短路环以防止因交流电磁吸力周期变化而引起的铁芯振动与噪声。交流操作时,交流接触器的损耗包括铁损(铁损是由磁滞和涡流产生,是交变磁化下铁芯中的功率损耗,包括磁滞损耗和涡流损耗)、铜损(电磁线圈的电阻损耗)和短路环损耗。交流接触器的总损耗中,铁损占 65%~75%,短路环损耗占 25%~30%,铜损占 3%~5%,光铁损和短路环损耗就占总损耗的 90% 以上[1] [6]。

交流接触器的起动时间很短,仅为几十毫秒,交流接触器一般长期处于吸合保持阶段。交流接触器的操作电磁系统消耗的功率大部分集中在铁芯和短路环上。如果吸持铁损很大,会引起铁芯和线圈发热升温。从磁路分析,吸合后磁路中无空气缝隙(铁芯空隙甚小,数量级仅 10^{-2} mm) [1],磁阻最小,而吸合初始衔铁与铁芯的空隙是磁路的必经之处。由于空气的导磁率远低于磁性材料,因此吸合过程中磁阻

的变化可达上百倍。交流接触器在打开位置时需要较大的激磁功率才能产生使衔铁吸合的电磁吸力，而在吸合保持阶段，只需要很小的激磁功率就可保证铁心的可靠吸合。

可见，交流接触器的能量损耗大部分集中在吸合保持阶段。当交流接触器的启动过程结束进入吸合保持状态时，可以降低电磁系统的激磁功率，使之维持在吸合保持状态。这样，既保证交流接触器可靠吸合，又大幅度降低吸合保持阶段消耗的电能。

交流接触器在吸合过程中磁阻急剧下降这意味着电流也可以由大变小，而动力又能达到要求。因此在吸合初始必须有强大的电流才可以，而后小的电流也可以产生足够的吸力保持吸合状态，达到使用的要求。

3. 节能电源转换模块设计

3.1. 原理方案

交流接触器节能电源转换模块的技术原理是把交流电变为双路直流输入线圈：大电流一路吸合用，小电流一路保持吸合用；接通初始大电流吸合后自动转为小电流保持吸合而完成一个工作过程。即能够满足动力要求又能使电能充份转化为磁力而节约电能。交流接触器节能电源转换模块的原理框图见图 1 所示。

节能电源转换模块输入交流电压，整流后输出至直流输出电路，输出直流电流至接触器电磁线圈，电路启动后，直流输出大电流(主电流)使接触器电磁线圈吸合，通过时控电路延迟设定的启动时间后，触发电路启动，控制输入的交流控制电路，降压限流，从而降低直流输出电流。

3.2. 电路设计

节能电源转换模块的电路图见图 2 所示。其中，交流控制电路是在交流输入桥式整流电路中串接一个可控硅 BT，可控硅并接有串联的 R1、C1 电路；触发电路是在可控硅控制极连接一个光耦合电路 IC，光耦合电路 IC 与时控电路连接；时控电路是由在直流输出回路中串联二极管 D6-D9 构成一个 3 V 供 IC 触发的低压电源，稳压管 DW、电阻 R3、R4、电容 C3 等构成的放电延时电路。

节能电源转换模块将 220 V、380 V 交流电变为大、小电流的两种直流电作为接触器的动力，吸合时用直流大电流，而后以很小的电流保持吸合，初始大电流持续时间不超过 0.1 秒，而小电流持续吸合所需功率极小，可显著节省吸合时的能量。

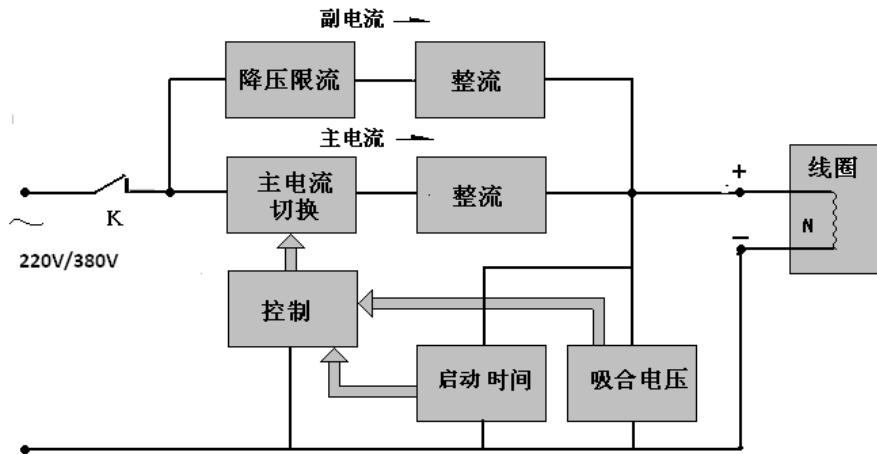


Figure 1. Schematic diagram of energy saving power supply conversion module
图 1. 节能电源转换模块原理图

3.3. 实物及效果

交流接触器节能电源转换模块的实物图见图 3 所示。节能电源转换模块与接触器线圈组装图见图 4 所示。

由于节能电源转换模块输送到线圈的电流是直流，铁芯无交流铁损，持吸时是小电流，线圈的热功耗也很低，大幅度的降低了功耗，线圈温度低，绝缘不易老化，既节能又能延长使用寿命。

节能电源转换模块采用电子技术对大、小电流进行控制以达到最佳的效果，可以改进动力特性，增大释放速度，改善灭弧效果。

常规的交流接触器在使用中如在临界低电压下工作时可能发生交流接触器来回跳动的现象。导致触点瞬间拉弧烧坏而报废交流接触器。交流接触器采用节能电源转换模块后，由于最低吸合电压与释放电压差距大，能够杜绝上述跳动现象的发生，降低了触点恶性烧坏的几率。

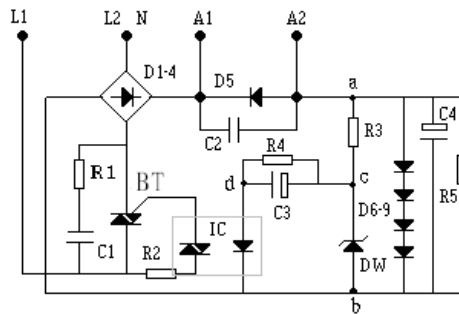


Figure 2. Circuit diagram of energy saving power supply conversion module
图 2. 节能电源转换模块电路图



Figure 3. Picture of energy saving power supply conversion module
图 3. 交流接触器节能电源转换模块

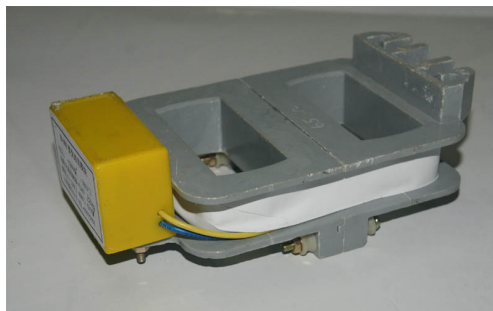


Figure 4. Assembly diagram of energy saving power supply conversion module and contactor's coil
图 4. 节能电源转换模块与接触器线圈组装图

4. 结语

交流接触器节能电源转换模块把交流电变为双路直流输入线圈，大电流一路吸合用，小电流一路保持吸合用。接通初始大电流吸合后自动转为小电流保持吸合而完成一个工作过程，即能够满足动力要求又能使电能充份转化为磁力而节约电能。交流接触器使用节能电源模块后动力特性改善，无铁损、延长使用寿命，杜绝接触器因临界震荡导致烧毁接触器主触点现象的发生，节能效果显著。

参考文献 (References)

- [1] 高继辉, 韩彦辉 (2008) 交流接触器的节能技术. *江苏电器*, **5**, 49-51.
- [2] 彭成 (2011) 交流接触器节能芯片的研发与应用. 硕士论文, 浙江大学, 杭州.
- [3] 黄世泽, 郭其一, 柯伯湘等 (2013) 交流接触器电磁系统节能技术研究. *低压电器*, **10**, 19-22.
- [4] 独田娃, 颜晨艳, 李阳等 (2011) 交流接触器节能控制模块的研究. *低压电器*, **13**, 12-15,37.
- [5] 刘炳彰 (2001) 交流接触器节电技术发展和 GB8871 标准修订简介. *低压电器*, **2**, 58-62.
- [6] 姚芳 (2011) 接触器工作性能改进的研究. 硕士论文, 河北工业大学, 天津.