(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209358459 U
(45)授权公告日 2019.09.06

(21)申请号 201920279224.9

(22)申请日 2019.03.06

(73)专利权人 上海电机学院
地址 200240 上海市闵行区江川路690号

(72)发明人 衣涛 周维 郑诗琦 蒋妍 田睿智

(74)专利代理机构 上海伯瑞杰知识产权代理有限公司 31227
代理人 刘宗磊

(51)Int.Cl.
H02P 23/26(2016.01)
H02J 3/18(2006.01)

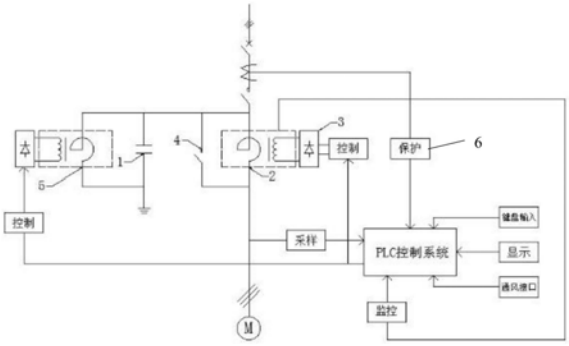
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)实用新型名称

基于可控电抗器和PLC的抽油机电动机节能装置

(57)摘要

本实用新型提供了一种基于可控电抗器和PLC的抽油机电动机节能装置，包括：电动机软启动装置，将可控电抗器串联在抽油机电动机的三相进线端，用于电动机限流起动；电动机无功功率补偿系统，设置于抽油机电动机的三相电源端，电动机无功功率补偿系统设置有补偿电容器，作无功电源进行无功功率补偿；采样系统，与抽油机电动机的三相进线端相连接，用于检测电压波形和电流波形之间的相位差，计算系统功率因数；PLC控制系统，与电动机软启动装置、电动机无功功率补偿系统、采样系统和各种断路器相连。本装置利用可控电抗器这种成本低、原理简单的电气设备，实现电动机的软启动和无功功率动态补偿调节，而通过PLC采样计算后智能控制整个系统也更加智能化。



CN 209358459 U

1.一种基于可控电抗器和PLC的抽油机电动机节能装置,其特征在于,包括:

电动机软启动装置,将所述可控电抗器(2)串联在所述抽油机电动机的三相进线端,用于电动机限流起动;

电动机无功功率补偿系统,设置于所述抽油机电动机的三相电源端,所述电动机无功功率补偿系统设置有补偿电容器(1),作无功电源进行无功功率补偿;

采样系统,与所述抽油机电动机的三相进线端相连接,用于检测电压波形和电流波形之间的相位差,计算系统功率因数;

PLC控制系统,与所述电动机软启动装置、所述电动机无功功率补偿系统、所述采样系统和各种断路器相连。

2.如权利要求1所述的基于可控电抗器和PLC的抽油机电动机节能装置,其特征在于,所述电动机软启动装置由磁控式可控电抗器和整流模块组成;

所述磁控式可控电抗器为直流电流控制的电抗器,或为通过PLC触发的晶闸管导通角的直流控制电流控制的电抗器;

所述整流模块为晶闸管组成的电力电子装置。

3.如权利要求1所述的基于可控电抗器和PLC的抽油机电动机节能装置,其特征在于,还包括:

通风散热系统,所述通风散热系统与所述PLC控制系统连接。

4.如权利要求1所述的基于可控电抗器和PLC的抽油机电动机节能装置,其特征在于,所述PLC控制系统设有人机交互模块,所述人机交互模块包括键盘和显示屏。

5.如权利要求1所述的基于可控电抗器和PLC的抽油机电动机节能装置,其特征在于,所述抽油机电动机的电源端通过一保护装置与PLC控制系统相连。

基于可控电抗器和PLC的抽油机电动机节能装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及采油的电机驱动管理，具体涉及到一种基于可控电抗器和PLC的抽油机电动机节能装置。

背景技术

[0002] 据有关数据显示，中国石油机械采油井总计约17.2万口，其中抽油机井15万余口，年用电量达上亿千瓦时，占油田生产总耗电量四分之一以上，抽油机电动机节能意义重大。我国油田普遍存在抽油机由于选型不合理、载荷利用率低、大马拉小车等问题导致的抽油机电动机起动时对电网的冲击大，运行时功率因数低等问题。

[0003] 机械采油法是目前最主要的采油方法，而游梁式抽油机是使用最早，最普遍的抽油机，由于低廉的造价，简单的机械原理，使得其成为目前市场占有率最高的采油机械，但游梁式抽油机的弊端非常明显，存在着机械传动效率低，适用范围小，电动机功率与实际运作时不匹配，起动电流巨大等诸多问题，在运行过程中常常处于轻载运行状态，导致运行时功率因数低下，油企不仅需支付高昂的用电费用，还影响着电网的运行质量，从起动时对电网的冲击，到运行时消耗大量电网无功功率所导致的输电线路电能损耗，不仅是对企业经济效益的影响，更是对整个地区国家电力设施的影响。

[0004] 现有的电动机星三角切换软启动、投切电容无功功率补偿等操作较粗糙，只能根据电动机运行时的大致情况进行或人工或自动化的操作方法解决电动机运行时的起动电流大和消耗电网无功功率多的问题，而不能进行更加精确地控制电网所需补偿的无功功率。而采用直接更换新型节能电动机的方式，短期内并不现实，大都存在着成本高，更换周期短，可靠性差的问题，而直接在市场占有率最高的游梁式抽油机电动机上进行直接改造则更为经济。

[0005] 因此，急需一种具有操作性好，节能效果好，成本低的可直接对已有的能耗高的老旧电动机改造的抽油机电动机节能装置。

实用新型内容

[0006] 本实用新型专利解决现有技术中存在的电动机无功补偿时需不断投切电容而不能平滑且精准调节系统所需的无功功率补偿的数值的问题，解决现有技术中不能灵活地自主调节系统所想要提高到的有功功率因数的问题，解决电动机起动时起动电流巨大所引起的电网波动大的问题，并且通过PLC系统可实现电动机软启动与系统无功功率补偿自动化。具体方案如下：

[0007] 一种基于可控电抗器和PLC的抽油机电动机节能装置，包括：

[0008] 电动机软启动装置，将所述可控电抗器串联在所述抽油机电动机的三相进线端，用于电动机限流起动；

[0009] 电动机无功功率补偿系统，设置于所述抽油机电动机的三相电源端，所述电动机无功功率补偿系统设置有补偿电容器，作无功电源进行无功功率补偿；

[0010] 采样系统，与所述抽油机电动机的三相进线端相连接，用于检测电压波形和电流波形之间的相位差，计算系统功率因数；

[0011] PLC控制系统，与所述电动机软启动装置、所述电动机无功功率补偿系统、所述采样系统和各种断路器相连。

[0012] 进一步的，所述电动机软启动装置由磁控式可控电抗器和整流模块组成；

[0013] 所述磁控式可控电抗器为直流电流控制的电抗器，或为通过PLC触发的晶闸管导通角的直流控制电流控制的电抗器；

[0014] 所述整流模块为晶闸管组成的电力电子装置。

[0015] 进一步的，还包括：

[0016] 通风散热系统，所述通风散热系统与所述PLC控制系统连接。

[0017] 进一步的，所述PLC控制系统设有人机交互模块，所述人机交互模块包括键盘和显示屏。

[0018] 进一步的，所述抽油机电动机的的电源端通过一保护装置与PLC控制系统相连。

[0019] 本实用新型具有以下有益效果：

[0020] 1.装置结构简单，成本低廉，可以快速改造现有电动机。

[0021] 2.利用可控电抗器电抗值的工作特性来进行软启动可有效根据不同参数的电动机或用户要求进行合理调节起动电流，减小电流对电网的冲击。

[0022] 3.利用可控电抗器电抗值可调的工作特性来进行无功功率补偿装置产生无功功率的平滑输出，避免以往投切电容形式产生的开关投切损耗，以及操作不当导致的过补偿或欠补偿过多导致的补偿不到位等诸多问题。

[0023] 4.可根据电动机运行的实时功率因数变化而进行动态跟踪无功功率补偿，实现经济节约最大化。

[0024] 5.系统有人机交互界面，操作简单，可直观了解电动机运行状态，电抗器状态。

[0025] 6.利用PLC进行控制，在工程现场环境较差时可靠性强，且控制更为智能，符合工业自动化的要求。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本实用新型实施例中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本实用新型的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0027] 图1为本实用新型提供的基于可控电抗器和PLC的抽油机电动机节能装置的电路图。

[0028] 附图标记说明：

[0029] 1补偿电容器；2可控电抗器；3可控电抗器晶闸管；4断路器；5可控电抗器系统。

具体实施方式

[0030] 在下文的描述中，给出了大量具体的细节以便提供对本实用新型更为彻底的理解。然而，对于本领域技术人员而言显而易见的是，本实用新型可以无需一个或多个这些细

节而得以实施。在其他的例子中，为了避免与本实用新型发生混淆，对于本领域公知的一些技术特征未进行描述。

[0031] 为了彻底理解本实用新型，将在下列的描述中提出详细的步骤以及详细的结构，以便阐释本实用新型的技术方案。本实用新型的较佳实施例详细描述如下，然而除了这些详细描述外，本实用新型还可以具有其他实施方式。

[0032] 本实用新型提供了一种基于可控电抗器和PLC的抽油机电动机节能装置，利用可控电抗器这种成本较低，原理简单的电气设备，实现电动机的软启动和无功功率动态补偿调节。而整个系统的控制是通过PLC采样计算后智能控制，使该实用新型更加智能化。本装置包括：

[0033] 电动机软启动装置，将所述可控电抗器2串联在所述抽油机电动机的三相进线端，用于电动机限流起动；

[0034] 电动机无功功率补偿系统，设置于所述抽油机电动机的三相电源端，作无功电源进行无功功率补偿，所述电动机无功功率补偿系统设置有补偿电容器1；

[0035] 采样系统，与所述抽油机电动机的三相进线端相连接，用于检测电压波形和电流波形之间的相位差，计算系统功率因数；

[0036] PLC控制系统，与所述电动机软启动装置、所述电动机无功功率补偿系统、所述采样系统和各种断路器相连。其中，采样系统将采样结果反馈给 PLC进行计算处理，PLC控制系统用于下发指令，并根据所述指令控制电动机软启动装置、电动机无功功率补偿系统。

[0037] 所述电动机软启动装置由磁控式可控电抗器和整流模块组成。所述磁控式可控电抗器为直流电流控制的电抗器，或为通过PLC触发的晶闸管导通角的直流控制电流控制的电抗器；所述整流模块为晶闸管组成的电力电子装置。

[0038] 此外，本装置还包括通风散热系统，所述通风散热系统与所述PLC控制系统连接。在电动机功率变化过于剧烈，PLC运行繁忙时对控制系统进行降温，保证生产过程中不出现控制核心的硬件问题导致影响生产效率等不必要的麻烦。可选的，通风散热系统为风冷散热的系统。

[0039] 所述PLC控制系统设有人机交互模块，所述人机交互模块包括键盘和显示屏。用于键盘键入操作指令，显示电动机实时状态，显示电抗器实时状态，让工程人员更直观的了解系统工作状态，为系统故障解决提供参数，实现系统状态可视化。

[0040] 在电动机成功起动运行后，将通过PLC控制将可控电抗器从电动机进线端将其旁路，同时控制可控电抗器与预设补偿电容器回路进行闭合，实现两者并联，PLC通过控制可控电抗器的控制直流电流，改变相应的电抗值，同时改变无功补偿系统的等效容抗值进而补偿电源所需的无功功率。

[0041] 此外，所述的控制系统由PLC经过所述的采样系统对电动机状态检测后，通过对电抗器的直流控制电流的大小进行控制，以增大/减小可控电抗器的电抗值，将电动机的起动电流控制在用户理想的数值范围之内，以增大/减小所述补偿装置的无功功率，达到系统所需的无功功率。

[0042] 进一步的，所述的控制系统设有保护装置，电动机起动电流较大，而该系统是直接就地连接在电源上，和电动机同一电源，将会有巨大的起动电流波动导致系统硬件受到影响，所述保护装置可以是保险断路器，可以是任一种过电流保护设备。

[0043] 请参阅原理图1所展示的，抽油机电动机为一三相异步电动机，接线方法为星形联结，在电动机的进线端和三相电源之间，串联参数规格完全相同的，与系统相匹配的磁阀式可控电抗器系统2，同时在电抗器两端并联图1中可控断路器4，用于在电动机软启动成功后将可控电抗器从电动机进线端旁路出去，以免影响的电动机正常运行。在系统的母线端接一个与该系统相匹配的补偿电容器1，用于无功功率补偿，同时补偿电容器与可控电抗器系统5并联，在电动机软启动成功后，电动机正常运行时进行动态的无功功率补偿。

[0044] 磁阀式可控电抗器的晶闸管触发信号由PLC控制系统提供，改变可控电抗器控制直流电流的大小改变电抗器的铁心饱和程度，进一步的改变电抗器的电抗值，在软启动中用于抑制起动电流大小，在无功功率补偿中用于平滑地改变补偿电容器1的电容值，进一步的改变无功电源系统所提供的无功功率大小。

[0045] 实施例中的图1所示的，采样装置，采用AD采样模块与PLC相连接，采集相线上的电压波形和电流波形，检测两者之间的相位差，即可采集功率因数，在电动机进线端检测此时系统的功率因数，通过功率因数表征系统效率高低，进而通过PLC计算得出结果，进一步的增大/减小可控电抗器的直流控制电流。

[0046] 实施例中的图1所示的，键盘键入和显示部分，为人机交互功能系统，通过显示器可以显示采样系统所采集的电动机系统运行的电压和电流以及PLC 计算后的系统的功率因数。通过键盘键入，可以预先设定一个功率因数的数值，进而便于此新型实用装置的无功功率补偿等操作。

[0047] 本实施例的一个具体应用为，抽油机电动机起动时，电源开关合上，可控电抗器2开关合上，起动前预先根据电动机的额定参数中的额定电流数值大小，选择电抗器初始状态时晶闸管的导通角，此控制方式为相控方式，限制电动机起动电流为额定电流的2-3倍。

[0048] 在起动过程中，PLC系统不断从输出口产生移相触发脉冲，通过控制串接在电抗器直流绕组中的晶闸管的导通角。过流倍数与过载检测经过采样后，送入PLC完成数据处理及判断。计算出所要控制的晶闸管导通角的大小，既要保证电机起动，必须要克服其电磁转矩，还要满足一定的起动电流，两个因素综合就是要给定的初始励磁电流，直至电动机正常运转，PLC控制断路器 4，旁路可控电抗器。

[0049] 本实施例的一个具体应用为，抽油机电动机正常运行时功率因数较高，高于键盘键入时设定的某一数值，由于采油工作时的工作特点，电动机会出现轻载的状态，此时系统采样的功率因数较低，低于键盘键入值，例如设定的电动机系统功率因数为0.9(此时用电单位不需缴纳相应罚金)，而电动机轻载运行时功率因数低至0.5，此时PLC控制改变磁控电抗器的直流控制电流，增大无功补偿装置的补偿数值。当补偿的无功功率使得功率因数达到0.9时，保持电抗值不变。在即将过补偿时，再次改变磁控电抗器的直流控制电流大小，使得功率因数不低于0.9。如此反复循环控制使得电动机运行系统保持在一定的合理的功率因数范围之内，为采油企业节省用电开支，保护电网，减少功率损耗。

[0050] 在本实用新型一可选的实施例中，显示系统可以直观的看到电动机运行时的状态，运行时系统的实时功率因数，电压和电流的波形，以及电动机运行时的转速等状态。键盘输入系统可以预设电动机的运行功率因数的上下限，以便更好的对系统进行操作，实现精确的无功功率的动态补偿。

[0051] 当PLC控制系统的温度较高时，通风系统可以给控制中枢进行降温，使系统运算能

全速进行，不因硬件故障使系统停车，造成不必要的经济损失。

[0052] PLC控制系统保护装置6的设置，由于该系统将就地接在在原有电动机电源上，电动机在起动时有巨大的电流波动，可能会引起对控制系统的冲击，致使一瞬间流经PLC的电流增大，缩短设备寿命甚至损坏，由于PLC的成本较高，故增加该保护装置6是必要的。

[0053] 以上对本实用新型的较佳实施例进行了描述。需要理解的是，本实用新型并不局限于上述特定实施方式，其中未尽详细描述的设备和结构应该理解为用本领域中的普通方式予以实施；任何熟悉本领域的技术人员，在不脱离本实用新型技术方案范围情况下，都可利用上述揭示的方法和技术内容对本实用新型技术方案做出许多可能的变动和修饰，或修改为等同变化的等效实施例，这并不影响本实用新型的实质内容。因此，凡是未脱离本实用新型技术方案的内容，依据本实用新型的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰，均仍属于本实用新型技术方案保护的范围内。

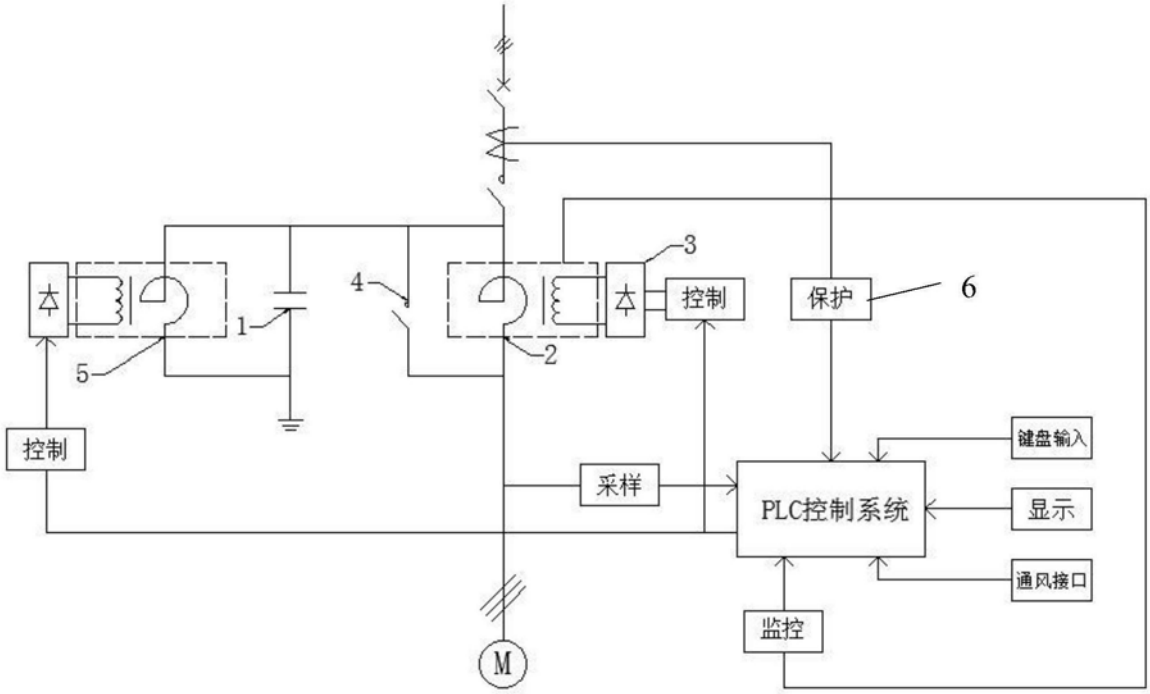


图1