



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108302074 A

(43)申请公布日 2018.07.20

(21)申请号 201810322010.5

(22)申请日 2018.04.11

(71)申请人 安徽合力股份有限公司

地址 230601 安徽省合肥市经开区方兴大道668号

(72)发明人 张克军 袁正 王志龙

(74)专利代理机构 合肥天明专利事务所(普通合伙) 34115

代理人 汪贵艳

(51) Int. Cl.

F15B 11/08(2006.01)

F15B 1/04(2006.01)

F15B 13/02(2006.01)

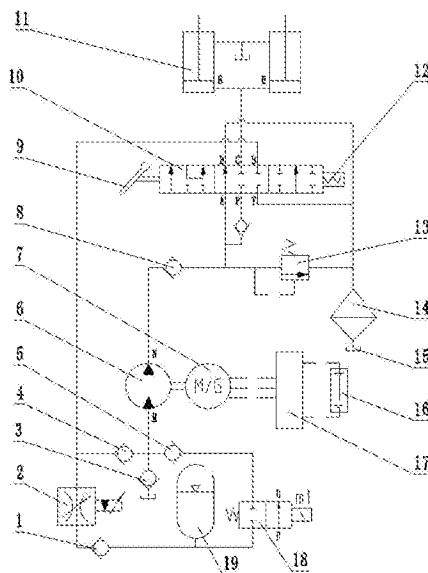
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种电动叉车的能量再生系统及控制方法

(57)摘要

本发明提供一种电动叉车的能量再生系统及控制方法,包括由液压油箱、液压油泵、电机和升降油缸组成的液压系统,所述液压油泵的输出端通过换向阀与升降油缸连接,所述换向阀的阀芯一端连接安装有电位器、另一端连接安装有操纵手柄;所述换向阀的输出油口分别与比例节流阀、液压油泵的进油端连接,所述比例节流阀的输出端通过蓄能器、二位二通电磁阀与液压油泵连接;所述电位器的输出端连接有控制器,所述控制器的输出端分别与电机、比例节流阀、二位二通电磁阀连接;所述电机的电源输出端通过控制器与锂电池连接对其进行充电。本发明采用电机发电能量回收+蓄能器能量回收对货叉下降的势能进行回收,从而对货叉下降全速度范围内势能进行回收,能量回收率高。



CN 108302074 A

1. 一种电动叉车的能量再生系统,包括由液压油箱(15)、液压油泵(6)、电机(7)和升降油缸(11)组成的液压系统,其特征在于:所述液压油泵(6)的输出端通过换向阀(10)与升降油缸(11)连接,所述换向阀(10)的阀芯一端连接安装有电位器(12)、另一端连接安装有操纵手柄(9);所述换向阀(10)的输出油口分别与比例节流阀(2)、液压油泵(6)的进油端连接,所述比例节流阀(2)的输出端与蓄能器(19)连接,所述蓄能器(19)的输出端通过二位二通电磁阀(18)与所述的液压油泵(6)连接;所述电位器(12)的输出端连接有控制器(17),所述控制器(17)的输出端分别与电机(7)、比例节流阀(2)、二位二通电磁阀(18)连接;所述电机(7)的电源输出端通过控制器(17)与锂电池(16)连接对其进行充电。

2. 根据权利要求1所述的一种电动叉车的能量再生系统,其特征在于:所述换向阀(10)的输出油口通过油泵单向阀(4)与液压油泵(6)的进油端连接;所述液压油泵(6)的输出端通过换向阀单向阀(8)与换向阀(10)连接,液压油泵(6)的输入端通过油箱单向阀(3)与液压油箱(15)连接。

3. 根据权利要求1所述的一种电动叉车的能量再生系统,其特征在于:所述比例节流阀(2)的输出端通过蓄能器单向阀(1)与蓄能器(19)连接。

4. 根据权利要求1所述的一种电动叉车的能量再生系统,其特征在于:所述二位二通电磁阀(18)通过电磁阀单向阀(5)与液压油泵(6)连接。

5. 根据权利要求1所述的一种电动叉车的能量再生系统,其特征在于:所述换向阀(10)的回油口通过回油过滤器(14)与液压油箱(15)连接;所述液压油泵(6)与换向阀(10)设有溢流阀(13),溢流阀(13)的输出端与液压油箱(15)连接。

6. 根据权利要求1所述的一种电动叉车的能量再生系统,其特征在于:所述电位器(12)随着的换向阀(10)的阀芯的位置而输出不同大小的电压信号 $C_0$ ,其变化范围是 $0.05-1V$ ;当换向阀(10)的阀芯处于中位时, $C_0=0.5V$ ;当操纵手柄(9)前推时, $0.5 < C_0 \leq 1$ ,并且 $C_0$ 的值随操纵手柄(9)前推幅度的增大而增大;当操纵手柄(9)后拉时, $0.05 \leq C_0 < 0.5$ ,并且 $C_0$ 的值随操纵手柄(9)后拉的幅度增大而减小。

7. 如权利要求6所述的一种电动叉车的能量再生系统的控制方法,其特征在于:

(1) 先预设电压信号的阈值 $C_y$ ,并储存在控制器(17)中;

(2) 前推操纵手柄(9)时,控制器(17)根据电位器(12)输出电压信号 $C_0$ 值的大小来控制电机(7)的转速,从而控制货叉起升的速度;

(3) 后拉操纵手柄(9)时,电位器(12)输出电压信号 $C_0$ 给控制器(17),控制器(17)比较 $C_0$ 与阈值 $C_y$ 值的大小:当 $C_0 > C_y$ 时,采用电机发电能量回收+蓄能器能量回收;当 $C_0 \leq C_y$ 时,采用电机发电能量回收模式进行势能回收。

## 一种电动叉车的能量再生系统及控制方法

[0001]

### 技术领域

[0002] 本发明属于叉车技术领域,具体涉及一种电动叉车的能量再生系统及控制方法。

[0003]

### 背景技术

[0004] 现有电动叉车能量再生系统的现状有:1、采用电机发电并给铅酸蓄电池充电的方式回收能量,这种能量回收方式存在以下问题:当操作者需求很大的货叉下降速度时,为使系统具有较好的动态响应,采用节流调速和变转速容积调速复合调速,实现货叉下降,进行部分势能回收,能量回收率不高;并且由于铅酸蓄电池组功率密度低,不能高效回收货叉下降时的势能。2、采用电机发电并给超级电容和铅酸蓄电池组成的双能量源充电的方式回收能量,这种能量回收方式存在以下问题:当操作者需求很大的货叉下降速度时,为使系统具有较好的动态响应,采用节流调速和变转速容积调速复合调速,部分回收势能,能量回收率不高;双能量源可解决货叉下降时势能的高效回收问题,但存在体积大,布置不方便,成本大大提高等问题。3、采用蓄能器回收货叉下降时的势能,这种能量回收方式存在以下问题:受蓄能器初始压力的限制,当货叉上的负载太小时,蓄能器不能进行能量回收;由于蓄能器要回收货叉下降时的全部势能,其容积必须足够大(公称容积大于10升),并需要足够的安装空间,布置困难。

[0005]

### 发明内容

[0006] 为了克服现有技术存在的缺陷,本发明的目的是提供一种电动叉车的能量再生系统及控制方法,提高能量回收率,并减小安装空间。

[0007] 本发明的技术方案如下:

一种电动叉车的能量再生系统,包括由液压油箱、液压油泵、电机和升降油缸组成的液压系统,所述液压油泵的输出端通过换向阀与升降油缸连接,所述换向阀的阀芯一端连接安装有电位器、另一端连接安装有操纵手柄;所述换向阀的输出油口分别与比例节流阀、液压油泵的进油端连接,所述比例节流阀的输出端与蓄能器连接,所述蓄能器的输出端通过二位二通电磁阀与所述的液压油泵连接;所述电位器的输出端连接有控制器,所述控制器的输出端分别与电机、比例节流阀、二位二通电磁阀连接;所述电机的电源输出端通过控制器与锂电池连接对其进行充电。

[0008] 进一步方案,所述换向阀的输出油口通过油泵单向阀与液压油泵的进油端连接;所述液压油泵的输出端通过换向阀单向阀与换向阀连接,液压油泵的输入端通过油箱单向阀与液压油箱连接。

[0009] 进一步方案,所述比例节流阀的输出端通过蓄能器单向阀与蓄能器连接。

[0010] 进一步方案,所述二位二通电磁阀通过电磁阀单向阀与液压油泵连接。

[0011] 进一步方案,所述换向阀的回油口通过回油过滤器与液压油箱连接;所述液压油泵与换向阀设有溢流阀,溢流阀的输出端与液压油箱连接。

[0012] 进一步方案,所述电位器随着的换向阀的阀芯的位置而输出不同大小的电压信号 $C_0$ ,其变化范围是 $0.05-1V$ ;当换向阀的阀芯处于中位时, $C_0=0.5V$ ;当操纵手柄前推时, $0.5 < C_0 \leq 1$ ,并且 $C_0$ 的值随操纵手柄前推幅度的增大而增大;当操纵手柄后拉时, $0.05 \leq C_0 < 0.5$ ,并且 $C_0$ 的值随操纵手柄后拉的幅度增大而减小。

[0013] 本发明的另一个发明目的是提供上述一种电动叉车的能量再生系统的控制方法,包括:

(1)先预设电压信号的阈值 $C_y$ ,并储存在控制器中;

(2)前推操纵手柄时,控制器根据电位器输出电压信号 $C_0$ 值的大小来控制电机的转速,从而控制货叉起升的速度;

(3)后拉操纵手柄时,电位器输出电压信号 $C_0$ 给控制器,控制器比较 $C_0$ 与阈值 $C_y$ 值的大小:当 $C_0 > C_y$ 时,采用电机发电能量回收+蓄能器能量回收;当 $C_0 \leq C_y$ 时,采用电机发电能量回收模式进行势能回收。

[0014] 本发明采用电机发电能量回收+蓄能器能量回收复合模式对货叉下降的势能进行回收,从而可以对货叉下降全速度范围进行势能回收,能量回收率高。

[0015] 本发明通过电机发电并给锂电池充电这种能量再生方式为主,蓄能器回收能量为辅助,可大大减小蓄能器的容积,其中蓄能器容积小(公称容积为 $1L$ ),使其安装空间大大减小,方便了布局。并且蓄能器辅助回收能量解决了当操作者需求很大的货叉下降速度时不能完全回收能量的问题,提高能量回收率。

[0016] 本发明通过货叉下降,液压油通过液压油泵驱动电机发电,然后给锂电池充电进行能量回收利用。本发明采用锂电池为能量源,充分利用锂电池能量密度及功率密度都比较高的优点,既保证叉车能量的供给时间,又保证势能高效率回收;使用锂电池能满足整车供电,同时还解决铅酸蓄电池能量回收效率不高的问题。

[0017]

## 附图说明

[0018] 图1为本发明的液压原理示意图;

图中:1-蓄能器单向阀,2-比例节流阀,3-油箱单向阀,4-油泵单向阀,5-电磁阀单向阀,6-液压油泵,7-电机,8-换向阀单向阀,9-操纵手柄,10-换向阀,11-升降油缸,12-电位器,13-溢流阀,14-回油过滤器,15-液压油箱,16-锂电池,17-控制器,18-二位二通电磁阀,19-蓄能器。

[0019]

## 具体实施方式

[0020] 下面结合附图,通过实施例对本发明作进一步地说明。

[0021] 实施例1:

如图1所示,一种电动叉车的能量再生系统,包括由液压油箱15、液压油泵6、电机7和升降油缸11组成的液压系统,所述液压油泵6的输出端通过换向阀10与升降油缸11连接,所述

换向阀10的阀芯一端连接安装有电位器12、另一端连接安装有操纵手柄9；所述换向阀10的输出油口分别与比例节流阀2、液压油泵6的进油端连接，所述比例节流阀2的输出端与蓄能器19连接，所述蓄能器19的输出端通过二位二通电磁阀18与所述的液压油泵6连接；所述电位器12的输出端连接有控制器17，所述控制器17的输出端分别与电机7、比例节流阀2、二位二通电磁阀18连接；所述电机7的电源输出端通过控制器17与锂电池16连接对其进行充电。

[0022] 进一步方案，所述换向阀10的输出油口通过油泵单向阀4与液压油泵6的进油端连接；所述液压油泵6的输出端通过换向阀单向阀8与换向阀10连接，液压油泵6的输入端通过油箱单向阀3与液压油箱15连接。

[0023] 进一步方案，所述比例节流阀2的输出端通过蓄能器单向阀1与蓄能器19连接。

[0024] 进一步方案，所述二位二通电磁阀18通过电磁阀单向阀5与液压油泵6连接。

[0025] 进一步方案，所述换向阀10的回油口通过回油过滤器14与液压油箱15连接；所述液压油泵6与换向阀10设有溢流阀13，溢流阀13的输出端与液压油箱15连接。

[0026] 进一步方案，所述电位器12随着的换向阀10的阀芯的位置而输出不同大小的电压信号 $C_0$ ，其变化范围是0.05-1V；当换向阀10的阀芯处于中位时， $C_0=0.5V$ ；当操纵手柄9前推时， $0.5 < C_0 \leq 1$ ，并且 $C_0$ 的值随操纵手柄9前推幅度的增大而增大，同时控制器17根据 $C_0$ 大小来控制电机7的转速，从而控制货叉起升的速度；当操纵手柄9后拉时， $0.05 \leq C_0 < 0.5$ ，并且 $C_0$ 的值随操纵手柄9后拉的幅度增大而减小。

[0027] 本发明中二位二通电磁阀18的输入信号 $C_1$ 为开关信号，当 $C_1=1$ 表示二位二通电磁阀18中电磁铁 $m_1$ 得电进行工作；比例节流阀2的输入信号 $C_2$ 为模拟信号，比例节流阀2的开口大小与信号 $C_2$ 成正比。

[0028] 当有货叉下降需求时，操作者后拉操纵手柄9，此时电位器12输出信号 $C_0$ 给控制器17。控制器17根据 $C_0$ 信号的大小决定货叉的下降模式：当 $C_0$ 信号大于控制策略规定的阈值 $C_y$ 时，采用电机发电能量回收+蓄能器能量回收复合回收；当 $C_0$ 信号小于或等于控制策略规定的阈值 $C_y$ 时，采用电机发电能量回收模式进行势能回收。当有货叉起升需求时，操作者前推操纵手柄9，此时电位器12输出信号 $C_0$ 给控制器17，控制器17根据 $C_0$ 信号的大小决定电机7转速大小，进而决定货叉起升速度。

[0029]

实施例2：一种电动叉车的能量再生系统的控制方法，包括：

(1) 先预设电压信号的阈值 $C_y$ ，并储存在控制器17中；

(2) 前推操纵手柄9时，控制器17根据电位器12输出电压信号 $C_0$ 值的大小来控制电机7的转速，从而控制货叉起升的速度；

(3) 后拉操纵手柄9时，电位器12输出电压信号 $C_0$ 给控制器17，控制器17比较 $C_0$ 与阈值 $C_y$ 值的大小：当 $C_0 > C_y$ 时，采用电机发电能量回收+蓄能器能量回收；当 $C_0 \leq C_y$ 时，采用电机发电能量回收模式进行势能回收。

[0030]

下面具体说明货叉下降及能量回收利用原理：

1、电机发电能量回收货叉下降模式

当操作者希望货叉下降速度慢时，操作者后拉操纵手柄9的幅度也不太大，此时 $C_0$ 信号小于或等于控制策略规定的阈值 $C_y$ ，采用电机发电能量回收模式实现货叉下降。

[0031] 此时控制器17输出 $C_2=0$ ,比例节流阀2关闭;控制器输出 $C_1=0$ ,电磁铁m1不得电,二位二通电磁阀18的阀芯工作在左位不工作;控制器17根据 $C_0$ 信号的大小,计算电机7(此时用作发电机)的目标转速;换向阀10的阀芯工作在左位,升降油缸11无杆腔的液压油从E口流出,从换向阀10的C口进入其内部,然后液压油从C口到D口,再从D口出来;最后经油泵单向阀4进入液压油泵6(此时用作液压马达,M口—N口),经换向阀单向阀8—换向阀10的A口—换向阀10的B口—回油过滤器14—液压油箱1,实现货叉下降,同时液压油泵5(此时用作液压马达)拖动电机7进行发电,发出的电能经控制器17给锂电池16充电,实现货叉下降势能回收。

### [0032] 2、复合能量回收货叉下降模式

当操作者希望货叉下降速度较快时,操作者后拉操纵手柄9的幅度也较大,此时 $C_0$ 信号大于控制策略规定的阈值 $C_y$ ,采用复合能量回收模式实现货叉下降。

[0033] 此时控制器根据 $C_y$ 值计算电机7(此时用作发电机)的目标转速;控制器根据 $C_0-C_y$ 的大小,计算输出到比例节流阀2信号 $C_2$ 的大小。操作者后拉操纵手柄9,此时换向阀10工作在左位,出来的液压油分成两路,一路经比例节流阀2给蓄能器19充液;另一路经液压油泵6回到液压油箱15,实现货叉下降。

[0034] 具体为:(1)经比例节流阀2给蓄能器19充液油路:控制器输出 $C_1=0$ ,电磁铁m1不得电,二位二通电磁阀18的阀芯工作在左位;控制器根据 $C_0-C_y$ 的大小,计算输出到比例节流阀2信号 $C_2$ 的大小, $C_2$ 的大小决定比例节流阀的开度;换向阀10的阀芯工作在左位,升降油缸11无杆腔的液压油从E口流出,到换向阀10的C口进入,液压油从其C口到D口,再经比例节流阀2、蓄能器单向阀1到蓄能器19,给蓄能器19充液,实现货叉下降势能回收。

[0035] (2)经液压油泵6回到液压油箱15油路:控制器输出 $C_1=0$ ,电磁铁m1不得电,二位二通电磁阀18的阀芯工作在左位;控制器根据 $C_y$ 值计算电机7(此时用作发电机)的目标转速;换向阀10的阀芯工作在左位,升降油缸11无杆腔的液压油从E口流出,到换向阀10的C口进入,液压油从其C口到D口,再经油泵单向阀4、液压油泵6(此时用作液压马达)的M口、N口,换向阀单向阀8、换向阀10的A口—B口,最后经回油过滤器14回到液压油箱1,实现货叉下降,同时液压油泵5(此时用作液压马达)拖动电机7发电,发出的电能经控制器17给锂电池16充电,实现货叉下降势能回收。

### [0036] 3、蓄能器回收能量利用

当有货叉起升需求时,操作者前推操纵手柄9,此时电位器输出信号 $C_0$ 给控制器并向控制器发出起升请求信号,控制器根据 $C_0$ 信号的大小决定电机转速大小,进而决定货叉起升速度。此时控制器输出 $C_2=0$ ,比例节流阀2关闭;控制器输出 $C_1=1$ ,电磁铁m1得电,二位二通电磁阀18的阀芯工作在右位;蓄能器19储存的高压液压油经二位二通电磁阀18的F口到G口,G口出来的液压油经电磁阀单向阀5到液压油泵6的M口给液压油泵供油,液压油从液压油泵的N口出来经换向阀单向阀8到换向阀10的P口,从其C口出来的液压油经升降油缸11的E口到升降油缸的无杆腔,推动升降油缸运动,实现货叉起升。蓄能器19输出高压油到液压油泵6的进口,可以减小液压油泵6进出口压差,从而降低电机7的负载,节省能量,实现对蓄能器19回收能量的利用。

[0037] 所以本发明采用电机发电能量回收+蓄能器能量回收复合模式对货叉下降的势能进行回收,从而可以对货叉下降全速度范围的势能进行回收,能量回收率高。同地将蓄能器

中的能量进行充分利用,实现对货叉的起升工作。

[0038] 此外,本说明书中所提出的实施方案和附图仅仅是用于示例本发明目的的优选实施例,并不旨在限制本发明的范围,因此在不背离本发明精神和范围的情况下可作出其他等效方案和修改方案,也均属于本发明的保护范围。

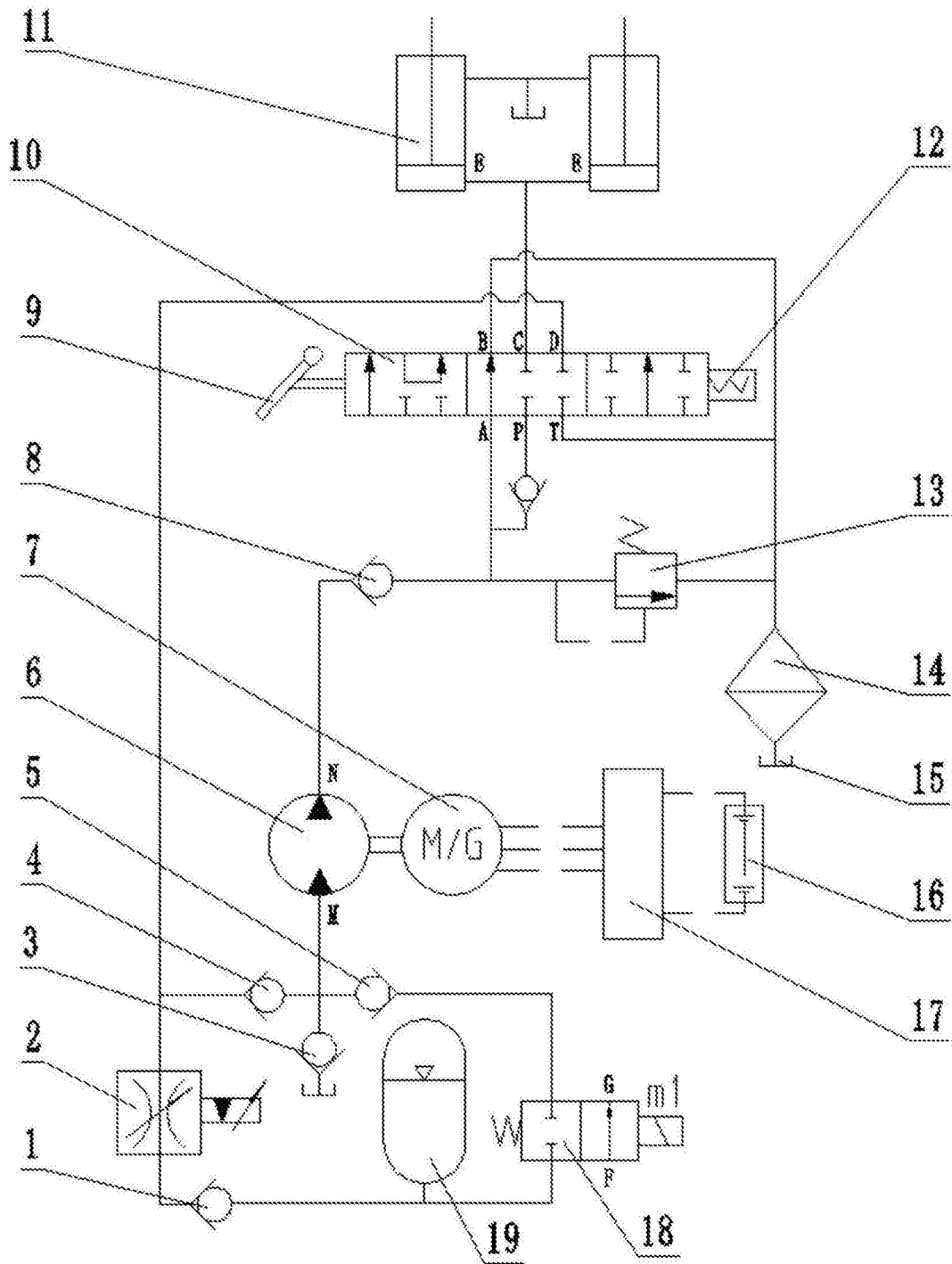


图1