

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102331715 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 24

(21) 申请号 201110272836. 3

(22) 申请日 2011. 09. 15

(73) 专利权人 江苏科技大学

地址 212003 江苏省镇江市梦溪路 2 号

(72) 发明人 曾文火 朱鹏程

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 楼高潮

(51) Int. Cl.

G05B 13/04 (2006. 01)

F15B 21/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102128303 A, 2011. 07. 20, 全文.

CN 102109857 A, 2011. 06. 29, 权利要求

1-2、说明书第 1-4 页.

CN 102141172 A, 2011. 08. 03, 全文.

李久彤 等. 电液伺服系统部分参数的一种简易测量方法. 《东北重型机械学院学报》. 1995, 第 19 卷 (第 1 期), 第 10-13 页.

曾文火 等. 电液速度伺服系统伪微分反馈控制. 《华东船舶工业学院学报》. 1995, 第 9 卷 (第 4 期), 第 18-24 页.

审查员 李彦琴

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

电液线速度伺服系统控制参数确定方法

(57) 摘要

本发明公开了一种电液线速度伺服系统控制参数确定方法,该控制参数确定方法所基于的电液线速度伺服系统由线速度指令信号发生器、伺服控制器、伺服对象、线速度检测传感器组成;控制参数确定方法是:首先根据零时刻处切线与稳态值相交处对应时间值将伺服对象的等效粘性阻尼系数和等效质量识别出来,然后将电液伺服阀输出最大流量对应的输入电压除以线速度指令信号的最大值,所得之商进行平方,乘二倍半再除以伺服对象的等效质量,得到伺服控制器的积分系数;再将伺服控制器的积分系数乘以等效质量再开平方根,乘以二倍,所得之积减去等效粘性阻尼系数得到伺服控制器的反馈系数。本发明控制参数的确定有的放矢,提高了伺服系统的静态和动态性能。



1. 一种电液线速度伺服系统控制参数确定方法,其特征在于包括如下步骤:

(1) 构建电液线速度伺服系统中伺服对象的参数识别装置,该装置包括阶跃电压信号发生器、伺服对象、线速度检测传感器、记录仪器以及液压源,所述伺服对象包括电液伺服阀、液压缸和机械负载,所述阶跃电压信号发生器、电液伺服阀、液压缸、机械负载、线速度检测传感器和记录仪器按顺序连接;所述阶跃电压信号发生器还与记录仪器连接;所述液压源分别与电液伺服阀和液压缸连接;

(2) 将幅值为某一定值的阶跃电压信号输入到电液伺服阀,通过液压源驱动液压缸以及所带机械负载进行线性运动,由线速度检测传感器检测其运动的线速度信号;

(3) 用记录仪器将所述的阶跃电压信号和液压缸活塞以及所带机械负载的线速度信号随时间变化过程记录下来,直至线速度信号达到稳态值并测出其大小;

(4) 将所述的阶跃电压信号的幅值除以液压缸活塞及所带机械负载线速度信号的稳态值,得到伺服对象的等效粘性阻尼系数;

(5) 对液压缸活塞及所带机械负载线速度信号的稳态值向纵坐标方向作延长线直至与纵坐标相交;

(6) 在液压缸活塞及所带机械负载的线速度信号这条曲线零时刻处作切线与其稳态值向纵坐标方向延长线相交于一点,在时间轴上读取该交点对应的的时间值;

(7) 将上述等效粘性阻尼系数和上述时间值相乘,得到伺服对象的等效质量;

(8) 根据所选电液伺服阀的最大输出流量确定与其对应的最大输入电压;

(9) 根据线速度的实际要求和线速度检测传感器的允许范围,设定线速度指令信号的最大值;

(10) 将电液伺服阀最大输入电压除以线速度指令信号的最大值,所得之商进行平方,然后乘以二倍半再除以伺服对象的等效质量,得到伺服控制器的积分系数 K_i ;

(11) 将伺服控制器的积分系数 K_i 乘以伺服对象的等效质量再开平方根,然后再乘以二倍,所得之积减去伺服对象的等效粘性阻尼系数,得到伺服控制器中的反馈系数 K_f 。

电液线速度伺服系统控制参数确定方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种电液伺服系统,特别涉及一种阀控液压缸线速度伺服系统中伺服控制器的控制参数确定方法。

背景技术：

[0002] 电液伺服系统中,电液线速度伺服在一些机械装备中是经常遇到的,如机械臂的伸缩,加工设备的进给运动,自动化生产线中工件的传送等。电液线速度伺服系统中,电液伺服的变量是机械负载运动的线速度。为了获得优良的线速度伺服性能,电液线速度伺服系统必须采用反馈环控制。也就是说,机械装备中运动部件的线速度必须经检测传感器反馈到电液伺服系统输入端,与线速度指令信号进行比较产生误差信号,然后再由伺服控制器对误差信号进行控制运算后发出控制信号,对运动部件的线速度实施校正。

[0003] 对于误差的控制运算目前广泛使用的是乘以常数,对其积分,微分或几种运算的组合,即比例控制(P),比例加积分控制(PI),比例加积分加微分控制(PID)。前向控制回路中对误差每增加一种运算,事实上对线速度指令信号和反馈信号同时增加了控制运算。对线速度指令信号的每一种运算就相当于在电液伺服系统的微分方程的右边增加一个强迫项,使控制系统出现多个强迫项。这样,电液伺服系统输出就不能精确复现线速度指令信号。因此,一般的PID反馈控制方法线速度动态跟踪精度差,对阶跃输入的指令信号其输出存在超调和振荡现象。

[0004] 随着各种机械设备的运行精度、响应速度以及自动化程度的提高,对电液线速度伺服性能提出了越来越高的要求。当今广泛使用的传统的反馈控制方法已不能满足要求,采用新的电液伺服系统和伺服控制方法是进一步提高电液伺服性能所要解决的问题之一。

[0005] 目前,电液线速度伺服系统公知的现有技术中的伺服控制器,其控制参数并不是根据伺服对象的参数进行确定,而是直接采用试凑法或经验法确定伺服控制器的控制参数。这就造成伺服控制器的控制参数确定比较盲目,电液线速度伺服系统的调试费时费力,线速度伺服性能难以满足工程要求。因此,电液线速度伺服系统设计和调试时,如何根据伺服对象的特性参数确定合适的控制参数,则是现有技术中有待解决的问题之二。

发明内容：

[0006] 本发明的目的是为了解决上述现有技术中存在的问题和缺陷,提供一种电液线速度伺服系统控制参数确定方法。

[0007] 为了实现上述目的,本发明的一种电液线速度伺服系统控制参数确定方法所基于的电液线速度伺服系统由线速度指令信号发生器、伺服控制器、功率放大器、伺服对象、线速度检测传感器和液压源组成;所述伺服控制器由比较器、智能积分器、积分系数 K_i 乘法器、减法器 and 反馈系数 K_f 乘法器组成,所述比较器、智能积分器、积分系数 K_i 乘法器和减法器按顺序连接,比较器还分别与线速度指令信号发生器和线速度检测传感器连接,所述减法器通过反馈系数 K_f 乘法器与线速度检测传感器连接,减法器还与功率放大器连接;所述

伺服对象包括电液伺服阀、液压缸和机械负载,所述电液伺服阀、液压缸和机械负载按顺序连接,电液伺服阀还与功率放大器连接,线速度检测传感器与机械负载连接,电液伺服阀和液压缸还分别与液压源连接。

[0008] 上所述的伺服控制器在前向回路中对误差信号实施智能积分运算和乘法运算,在反馈回路中不仅实现了线速度反馈,而且在不需要线加速度检测传感器的情况下实现了线加速度的反馈。也就是说,不仅实现了伺服变量信号的反馈,而且实现了伺服变量信号的变化率的反馈。

[0009] 上所述的电液伺服系统的性能不仅与伺服控制器的结构形式密切相关,而且还受到伺服控制器中积分系数 K_i 和反馈系数 K_f 这两个控制参数大小的影响。只有准确地确定这两个控制参数的大小,才能获得优良的伺服控制性能。要准确地确定这两个控制参数的大小,首先要对伺服对象的参数进行定量识别。“知己知彼,方能百战百胜”,只有在伺服对象参数定量识别的基础上,才能对伺服控制器的控制参数准确确定。

[0010] 本发明的电液线速度伺服系统控制参数确定方法,包括以下步骤:

[0011] (1) 构建电液线速度伺服系统中伺服对象的参数识别装置,该装置包括阶跃电压信号发生器、伺服对象、线速度检测传感器、记录仪器以及液压源,所述伺服对象包括电液伺服阀、液压缸和机械负载,所述阶跃电压信号发生器、电液伺服阀、液压缸、机械负载、线速度检测传感器和记录仪器按顺序连接;所述阶跃电压信号发生器还与记录仪器连接;所述液压源分别与电液伺服阀和液压缸连接;

[0012] (2) 将幅值为某一定值(幅值大小根据电液伺服阀的规格而定)的阶跃电压信号输入到电液伺服阀,通过液压源驱动液压缸以及所带机械负载进行线性运动,由线速度检测传感器检测其运动的线速度信号;

[0013] (3) 用记录仪器将所述的阶跃电压信号和液压缸活塞以及所带机械负载的线速度信号随时间变化过程记录下来,直至线速度信号达到稳态值并测出其大小;

[0014] (4) 将所述的阶跃电压信号的幅值除以液压缸活塞及所带机械负载线速度信号的稳态值,得到伺服对象的等效粘性阻尼系数;

[0015] (5) 对液压缸活塞及所带机械负载线速度信号的稳态值向纵坐标方向作延长线直至与纵坐标相交;

[0016] (6) 在液压缸活塞及所带机械负载的线速度信号这条曲线零时刻处作切线与其稳态值向纵坐标方向延长线相交于一点,在时间轴上读取该交点对应的的时间值;

[0017] (7) 将上述等效粘性阻尼系数和上述时间值相乘,得到伺服对象的等效质量;

[0018] (8) 根据所选电液伺服阀的最大输出流量确定与其对应的最大输入电压;

[0019] (9) 根据线速度的实际要求和线速度检测传感器的允许范围,设定线速度指令信号的最大值;

[0020] (10) 将电液伺服阀最大输入电压除以线速度指令信号的最大值,所得之商进行平方,然后乘以二倍半再除以伺服对象的等效质量,得到伺服控制器的积分系数 K_i ;

[0021] (11) 将伺服控制器的积分系数 K_i 乘以伺服对象的等效质量再开平方根,然后再乘以二倍,所得之积减去伺服对象的等效粘性阻尼系数,得到伺服控制器中的反馈系数 K_f 。

[0022] 本发明的有益效果是:

[0023] (1) 本发明所述电液伺服控制器在前向回路中对误差信号实施智能积分运算以及

与积分系数 K_i 的乘法运算。在反馈回路中不仅实现了伺服变量线速度的反馈,而且通过反馈系数 K_f 乘法器实现了伺服变量线速度的变化率——线加速度的反馈。因此,本发明的电液伺服系统不仅具有伺服变量本身状态信息的反馈,而且具有伺服变量变化状态信息的反馈,实现了伺服变量两种状态信息的反馈。而一般伺服系统仅能实现伺服变量的一种状态信息反馈。

[0024] (2) 该电液线速度伺服系统中采用线速度检测传感器实现线速度信号的反馈,但是,并没有采用任何线加速度检测传感器,却实现了线加速度信号的反馈。也就是说,只采用了一种检测传感器实现了伺服变量两种状态信息的反馈,在工程实施中不仅方便易行,而且节省成本。

[0025] (3) 伺服控制器的控制参数调整是建立在对伺服对象参数定量识别的基础上,使电液线速度伺服系统的控制参数设计有的放矢,减少伺服系统调整的盲目性,提高工作效率。

[0026] (4) 由于该伺服控制器与众不同的结构形式以及控制参数针对性的调整,提高了电液线速度伺服系统的静态和动态性能。静态精度可以达到无静差,动态时对于线速度指令信号的阶跃瞬时突变,其响应时间缩短且无超调和振荡,动态跟踪精度高;对于外界环境的干扰和机械负载本身参数的变化,电液线速度伺服系统的伺服性能变化不敏感。

附图说明

[0027] 图 1 是本发明的电液线速度伺服系统构成方框图;

[0028] 图 2 是本发明的电液线速度伺服对象参数识别装置构成方框图;

[0029] 图 3 是本发明的伺服对象参数识别时对于阶跃信号输入时的线速度信号图;

[0030] 图 4 是本发明的电液线速度伺服系统控制参数确定方法流程图。

具体实施方式:

[0031] 为了加深对本发明的理解,下面结合附图 1、2 和 3 对本发明的具体实施例作进一步的详细叙述,该实施例仅用于解释本发明,并不构成对本发明保护范围的限定。

[0032] 附图 1 是本发明实施例的电液线速度伺服系统构成方框图。该电液线速度伺服系统由线速度指令信号发生器 110、伺服控制器 120、功率放大器 130、伺服对象 140、线速度检测传感器 150 和液压源 160 组成;所述伺服控制器由比较器 121、智能积分器 122、积分系数 K_i 乘法器 123、减法器 124 和反馈系数 K_f 乘法器 125 组成,所述比较器 121、智能积分器 122、积分系数 K_i 乘法器 123 和减法器 124 按顺序连接,比较器 121 还分别与线速度指令信号发生器 110 和线速度检测传感器 150 连接,所述减法器 124 通过反馈系数 K_f 乘法器 125 与线速度检测传感器 150 连接,减法器 124 还与功率放大器 130 连接;伺服对象 140 包括电液伺服阀 141、液压缸 142 和机械负载 143,所述电液伺服阀 141、液压缸 142 和机械负载 143 按顺序连接,电液伺服阀 141 还与功率放大器 130 连接,机械负载 143 还与线速度检测传感器 150 连接,机械负载的运动线速度检测后反馈到输入端的比较器 121,此外,电液伺服阀 141 和液压缸 142 还分别与液压源 160 连接。

[0033] 本发明当线速度指令信号发生器 110 给出线速度信号后,比较器 121 将其与线速度检测传感器 150 反馈回来的机械负载的实际线速度信号进行比较,产生的误差信号首先

由积分器 122 进行智能积分运算,然后再由积分系数 K_i 乘法器 123 乘以积分系数 K_i ,这时产生的信号与线速度检测传感器 150 经反馈系数 K_f 乘法器 125 运算后的信号相减,在此实际上实现了线速度的变化率——线加速度的反馈。因此,本发明的电液线速度伺服系统比公知的反馈系统实现的伺服变量的更多状态信息反馈,伺服性能可大幅度提高。另一个巧妙之处在于,这里既没有采用线加速度传感器,也没有对线速度信号进行微分运算,但是在控制功能上却实现了线加速度信号的反馈,对于工程实施,方便易行,具有十分重要的意义。伺服控制器输出的控制信号经功率放大器 130 放大后输入到电液伺服阀 141,经过电液转换变成液压系统的流量信号,控制液压缸 142 的流量大小和方向,对机械负载的运动线速度进行伺服。

[0034] 电液伺服系统的性能不仅与伺服控制器的结构形式密切相关,而且还受到伺服控制器中积分系数 K_i 和反馈系数 K_f 这两个控制参数大小的影响。只有准确地确定这两个控制参数的大小,就能使电液伺服系统获得优良的动态性能和静态性能。要准确地确定这两个控制参数的大小,首先要对伺服对象的参数进行定量识别。“知己知彼,方能百战百胜”,只有在伺服对象参数定量识别的基础上,才能对伺服控制器的控制参数准确确定。

[0035] 本发明的电液线速度伺服系统控制参数确定方法,包括以下步骤:

[0036] (1) 构建如附图 2 所示的电液线速度伺服系统中伺服对象的参数识别装置,该装置包括阶跃电压信号发生器 170、伺服对象 140、线速度检测传感器 150、记录仪器 180 以及液压源 160,所述伺服对象 140 包括电液伺服阀 141、液压缸 142 和机械负载 143,所述阶跃电压信号发生器 170、电液伺服阀 141、液压缸 142、机械负载 143、线速度检测传感器 150 和记录仪器 180 按顺序连接;所述阶跃电压信号发生器 170 还与记录仪器 180 连接;所述液压源 160 分别与电液伺服阀 141 和液压缸 142 连接;

[0037] (2) 通过阶跃电压信号发生器 170 将幅值为 V_M (幅值大小根据电液伺服阀的规格而定) 的阶跃电压信号 $V(t)$ 输入到电液伺服阀 141,通过液压源驱动液压缸 142 以及所带机械负载 143 进行直线运动,由线速度检测传感器 150 检测液压缸 142 及所带机械负载 143 的线速度信号 $v(t)$;

[0038] (3) 用记录仪器 180 将所述的阶跃电压信号 $V(t)$ 和线速度信号 $v(t)$ 随时间变化过程记录下来,直至线速度信号达到稳态值 v_M 并测量其大小,见附图 3;

[0039] (4) 将所述的阶跃电压信号幅值 V_M 除以线速度信号的稳态值 v_M ,得到伺服对象的等效粘性阻尼系数 B_d ;

[0040] (5) 对液压缸活塞及所带机械负载的线速度信号的稳态值向纵坐标方向作延长线直至与纵坐标相交;

[0041] (6) 在液压缸活塞及所带机械负载的线速度信号这条曲线零时刻处作切线与其稳态值向纵坐标方向延长线相交于 S 点,与该交点对应的的时间轴上 P 点读取时间值 T;

[0042] (7) 将所述等效粘性阻尼系数 B_d 和所述时间值 T 相乘,得到伺服对象的等效质量 m_d 。

[0043] (8) 根据所选电液伺服阀的最大输出流量确定与其对应的最大输入电压 M_{max} ;

[0044] (9) 根据线速度的实际要求和线速度检测传感器的允许范围,设定线速度指令信号的最大值 R_{ml} ;

[0045] (10) 将电液伺服阀最大输入电压 M_{max} 除以线速度指令信号的最大值 R_{ml} ,所得之商

进行平方,然后乘以二倍半再除以伺服对象的等效质量 m_d ,得到伺服控制器中的积分系数 K_i ;

[0046] (11) 将伺服控制器的积分系数 K_i 乘以伺服对象的等效质量 m_d 再开平方根,然后乘以二倍,所得之积减去伺服对象的等效粘性阻尼系数 B_d ,得到伺服控制器中的反馈系数 K_f 。

[0047] 本发明的电液线速度伺服系统控制参数确定方法见附图 4,由上述步骤可见,电液线速度伺服系统设计时,首先将伺服对象的等效粘性阻尼系数 B_d 和等效质量 m_d 识别出来,然后就可根据其它所选的已知条件,确定伺服控制器中的控制参数即积分系数 K_i 和反馈系数 K_f 的大小,具体实施时再略作确定。实践证明,本发明所述方法在电液线速度伺服系统设计和调试中不仅可以节省精力和时间,而且可使伺服系统获得良好的静态性能和动态性能。对于线速度指令信号的阶跃瞬时突变,动态响应时间减少且无超调和振荡;增强了抵抗外界干扰和机械负载本身变化的能力。

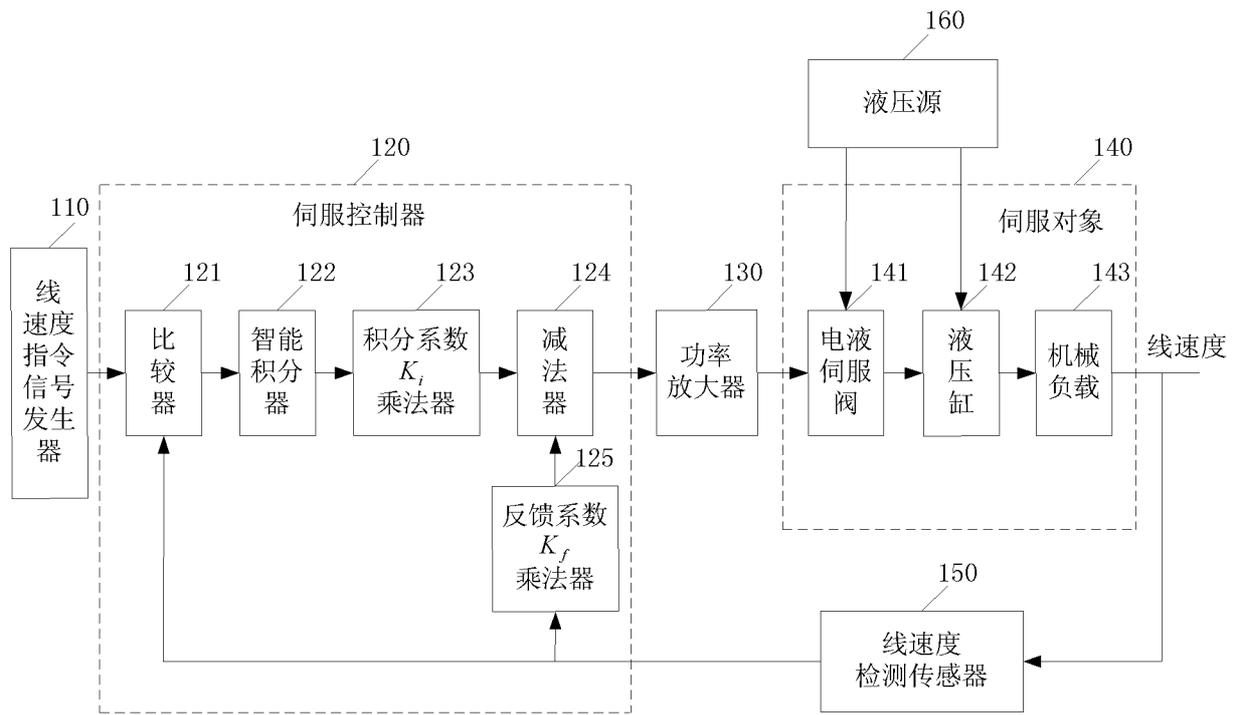


图 1

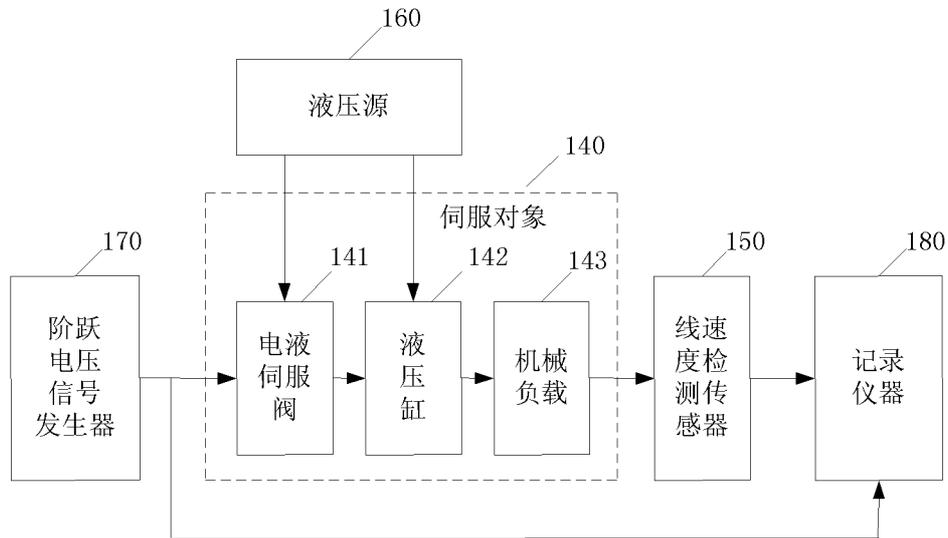


图 2

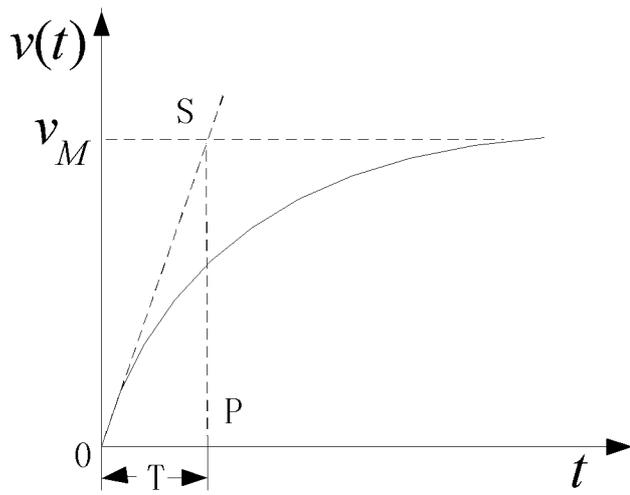


图 3

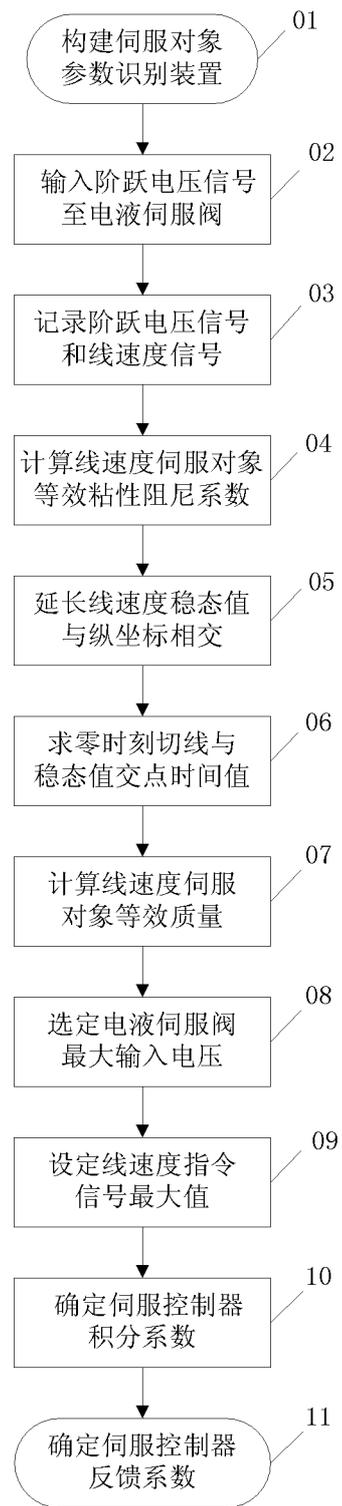


图 4