



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107748497 B

(45)授权公告日 2019.10.15

(21)申请号 201710895260.3

(22)申请日 2017.09.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107748497 A

(43)申请公布日 2018.03.02

(73)专利权人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市经济技术开发区东南湖大路3888号

(72)发明人 付云博 郭同健 张立文 宫勋

(74)专利代理机构 深圳市科进知识产权代理有限公司(普通合伙) 44316

代理人 赵勃毅

(51)Int.Cl.

G05B 13/04(2006.01)

(56)对比文件

CN 106097157 A, 2016.11.09, 全文.

JP 特開2017-77122 A, 2017.04.20, 全文.

CN 101394146 A, 2009.03.25, 全文.

CN 103618492 A, 2014.03.05, 全文.

US 2016/0033944 A1, 2016.02.04, 全文.

CN 105354346 A, 2016.02.24, 全文.

CN 102393866 A, 2012.03.28, 全文.

US 2015/0280943 A, 2015.10.01, 全文.

刘洋. 嵌入式伺服控制系统设计.《中国优秀硕士学位论文全文数据库信息科技辑》.2014, (第08期), I140-405.

吴家彪. 电机伺服驱动系统及其参数辨识研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库工程科技II辑》.2013, (第07期), C042-79.

蔡美华 等. 基于全数字模型辨识的高精度跟踪系统设计.《光电技术应用》.2016, 第31卷(第4期), 73-76.

审查员 李江平

(54)发明名称

运动控制系统的模型辨识和参数设计方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种运动控制系统的模型辨识和参数设计方法,涉及模型辨识及控制工程领域,它解决现有运动系统运动设备模型辨识时间长、辨识不准的问题。本发明中所述运动系统包括主机、从机和运动设备。本发明中模型辨识和参数设计系统利用Matlab/Gui实现,该系统安装在主机上,主机与从机通过串口进行数据传输。利用模型辨识和参数设计系统可以发送阶跃响应命令、发送频域扫描命令、接收从机反馈的运动设备的阶跃响应数据和频域响应数据、利用基于Matlab编写的算法辨识运动设备的数学模型参数和运动设备的谐振频率、观察系统bode图、设置系统控制参数。

串口设置		Scope		Bode	
连接	断开	StepGain 阶跃响应 控制器 低通滤波器 陷波器 参数配置		FqStart FqGain FqEnd InputGain 频域扫描	
阶跃数据保存	频域数据保存			☒ 被控对象 ☒ 控制环节 ☒ 开环传函 ☒ 闭环传函	
路径选择 辨识结果 Tm Te K 谐振频率				bode模式	

1. 一种运动控制系统的模型辨识和参数设计方法,其特征在于,包括如下步骤:

连接通信步骤:主机与从机进行通信;

阶跃响应步骤:主机的模型辨识和参数设计系统设置阶跃幅值StepGain,主机将带有StepGain信息的阶跃响应指令发送给从机,从机接收到阶跃响应指令后会控制运动设备响应幅值为StepGain的阶跃输入,完成后会将阶跃响应数据发送给主机,主机进行模型辨识;

模型辨识步骤:运动设备的数学模型是:

$$G_p(s) = \frac{K}{(T_m s + 1)(T_e s + 1)} \quad (1)$$

其中 $G_p(s)$ 为运动设备的数学模型, s 为拉氏算子,增益 K 、机械时间常数 T_m 、电气时间常数 T_e ;

阶跃输入可以被描述为:

$$r(s) = \frac{\text{StepGain}}{s} \quad (2)$$

其中 $r(s)$ 为阶跃输入的传递函数,StepGain为阶跃输入的幅值,理论上运动设备时域阶跃响应为 $G_p(s) r(s)$ 的拉式反变换:

$$y(t) = \frac{K * \text{StepGain}}{T_m - T_e} (T_m (1 - e^{-t/T_m}) - T_e (1 - e^{-t/T_e})) \quad (3)$$

其中 $y(t)$ 为运动设备的时域阶跃响应, e 为自然常数, t 为时间;

利用李雅普诺夫最小二乘法可以根据从机上传的阶跃响应数据求出增益 K 、机械时间常数 T_m 、电气时间常数 T_e ;

频域扫描步骤:在模型辨识和参数设计系统设置起始频率FqStart、终止频率FqEnd、频率增益FqGain和输入增益InputGain,主机将带有频域扫描信息的频域扫描指令发送给从机,从机控制运动设备进行频域扫描,完成后会将频域扫描数据发送给主机,主机进行频域扫描辨识;

频域扫描辨识步骤:主机收到从机发送频域扫描数据后,主机通过模型辨识和参数设计系统利用频域辨识算法FqScan2Bode()将频域扫描数据利用分段拟合的方法进行数据处理从而得到运动设备频域响应 $P(s)$ 并求出运动设备的谐振频率;

控制参数设置步骤:根据运动设备数学模型参数、bode图和谐振频率设计控制器、低通滤波器和陷波器,将控制器的零点 $[Z_1 \cdots Z_n]$ 、极点 $[P_1 \cdots P_m]$ 和增益 K_c 输入到参数设置模块的控制器输入栏中,将低通滤波器的低通频率 ω_l 输入到参数设置模块的低通滤波器输入栏中,将陷波器的陷波频率 ω_n 输入到参数设置模块的陷波器输入栏中,模型辨识和参数设计系统会根据操作者的输入构建控制器、低通滤波器和陷波器,控制器的拉式描述为:

$$C(s) = \frac{K_c(s-Z_1) \cdots (s-Z_n)}{(s-P_1) \cdots (s-P_m)} \quad (4)$$

其中 K_c 为控制器增益, $Z_1 \cdots Z_n$ 为控制器零点, $P_1 \cdots P_m$ 为控制器极点, s 为拉氏算子;

低通滤波器的拉式描述为:

$$LP(s) = \frac{\omega_l^2}{s^2 + 2\varepsilon\omega_l s + \omega_l^2} \quad (5)$$

其中 ω_1 为低通频率, ε 为低通滤波器阻尼系数;
陷波器的拉式描述为:

$$NP(s) = \frac{s^2 + 2\varepsilon_1\omega_n s + \omega_n^2}{s^2 + 2\varepsilon_2\omega_n s + \omega_n^2} \quad (6)$$

其中 ω_n 为陷波频率, ε_1 和 ε_2 为陷波器阻尼系数, s 为拉氏算子;

利用 $tf()$ 函数、 $c2d()$ 函数将式 (4)、(5)、(6) 转换成差分形式, 当按下模型辨识和参数设计系统的参数设置按钮时, 式 (4)、(5)、(6) 的差分形式系数会被主机发送到从机;

bode图显示模式选择步骤: 在模型辨识和参数设计系统的bode模式模块可以选择bode图显示模式, 勾选被控对象则在bode模块显示运动设备的频域响应 $P(s)$, 勾选控制环节则在bode模块显示式 (4)、(5)、(6) 乘积 $C(s)*LP(s)*NP(s)$ 形成的频域响应, 勾选开环传函则在bode模块显示式 (4)、(5)、(6) 和运动设备频域响应 $P(s)$ 乘积 $C(s)*LP(s)*NP(s)*P(s)$ 形成的频域响应, 勾选闭环传函则在bode模块显示 $\frac{C(s)*LP(s)*NP(s)*P(s)}{C(s)*LP(s)*NP(s)*P(s)+1}$ 形成的频域响应;

断开连接步骤: 主机与从机断开连接。

2. 如权利要求1所述的运动控制系统的模型辨识和参数设计方法, 其特征在于, 模型参数辨识完成后会将增益 K 、机械时间常数 T_m 、电气时间常数 T_e 这三个参数显示在模型辨识和参数设计系统的辨识结果模块并将阶跃响应数据在Scope模块上绘图。

3. 如权利要求1所述的运动控制系统的模型辨识和参数设计方法, 其特征在于, 频域扫描步骤中, 频域扫描的输入为一个增益为输入增益InputGain但频率不断增加的正弦波, 从起始频率FqStart开始, 扫描频率每次增加频率增益FqGain倍, 当频率达到终止频率FqEnd时结束。

4. 如权利要求1所述的运动控制系统的模型辨识和参数设计方法, 其特征在于, 频域扫描辨识步骤中: 主机的模型辨识和参数设计系统同时会将谐振频率显示在模型辨识和参数设计系统的辨识结果模块, 将频域响应 $P(s)$ 显示在bode模块。

5. 如权利要求1所述的运动控制系统的模型辨识和参数设计方法, 其特征在于, 连接通信步骤中, 从机查询主机是否发送连接标志指令, 主机与从机通过串口进行通信, 在主机的模型辨识和参数设计系统上配置串口通信模块, 点击连接按钮, 主机连续向从机发送连接标志指令, 如果从机正常收到主机发送的连接标志指令则给主机回复连接成功标志指令, 模型辨识和参数设计系统会提示连接成功。

6. 如权利要求5所述的运动控制系统的模型辨识和参数设计方法, 其特征在于, 连接通信步骤中, 若在设定的时间内, 从机不能正常收到主机发送的连接标志指令并且不能给主机回复连接成功标志指令, 则模型辨识和参数设计系统会提示连接失败, 需重新配置串口通信模块或检查硬件连接。

7. 如权利要求1所述的运动控制系统的模型辨识和参数设计方法, 其特征在于, 断开连接步骤中, 主机向从机发送断开标志指令, 从机接收到断开标志指令, 则会向主机发送断开成功标志指令, 主机接收到断开成功标志指令后模型辨识和参数设计系统会提示断开成功。

运动控制系统的模型辨识和参数设计方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及于模型辨识及控制工程领域,尤其涉及一种可以帮助操作者更快、更准确辨识运动设备模型参数和谐振频率,大大提高设计控制参数的效率的运动控制系统的模型辨识和参数设计方法及系统。

背景技术

[0002] 随着工业自动化水平的提高,越来越多的运动设备如电机、运动平台、机械臂等成为了生产过程中的主要角色,但是这些运动设备作为控制系统中的运动设备在初期调试时过程复杂、耗时较长,而且控制精度要求较高时控制参数和控制算法很难设计,其主要原因是运动设备模型参数辨识复杂、辨识不准、控制参数设计与模型辨识分离。

发明内容

[0003] 本发明目的之一在于克服现有技术的缺陷,提高运动控制系统设计效率,提供一种可以帮助操作者更快、更准确辨识运动设备模型参数和谐振频率,大大提高设计控制参数的效率的运动控制系统的模型辨识和参数设计方法

[0004] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:提供一种运动控制系统的模型辨识和参数设计方法,包括如下步骤:

[0005] 连接通信步骤:主机与从机进行通信;

[0006] 阶跃响应步骤:主机的模型辨识和参数设计系统设置阶跃幅值StepGain,主机将带有StepGain信息的阶跃响应指令发送给从机,从机接收到阶跃响应指令后会控制运动设备响应幅值为StepGain的阶跃输入,完成后会将阶跃响应数据发送给主机,主机进行模型辨识;

[0007] 模型辨识步骤:运动设备的数学模型是:

$$[0008] \quad G_P(s) = \frac{k}{(T_m s + 1)(T_e s + 1)} \quad (1)$$

[0009] 其中 $G_P(s)$ 为运动设备的数学模型, s 为拉氏算子,增益 K 、机械时间常数 T_m 、电气时间常数 T_e ,

[0010] 阶跃输入可以被描述为:

$$[0011] \quad r(s) = \frac{\text{StepGain}}{s} \quad (2)$$

[0012] 其中 $r(s)$ 为阶跃输入的传递函数,StepGain为阶跃输入的幅值,理论上运动设备时域阶跃响应为 $G_P(s) r(s)$ 的拉式反变换:

$$[0013] \quad y(t) = \frac{K * \text{StepGain}}{T_m - T_e} (T_m (1 - e^{-t/T_m}) - T_e (1 - e^{-t/T_e})) \quad (3)$$

[0014] 其中 $y(t)$ 为运动设备的时域阶跃响应, e 为自然常数, t 为时间;

[0015] 利用李雅普诺夫最小二乘法可以根据从机上传的阶跃响应数据求出增益 K 、机械

时间常数 T_m 、电气时间常数 T_e ;

[0016] 频域扫描步骤:在模型辨识和参数设计系统设置起始频率 $FqStart$ 、终止频率 $FqEnd$ 、频率增益 $FqGain$ 和输入增益 $InputGain$,主机将带有频域扫描信息的频域扫描指令发送给从机,从机控制运动设备进行频域扫描,完成后会将频域扫描数据发送给主机,主机进行频域扫描辨识;

[0017] 频域扫描辨识步骤:主机收到从机发送频域扫描数据后,主机通过模型辨识和参数设计系统利用频域辨识算法 $FqScan2Bode()$ 将频域扫描数据利用分段拟合的方法进行数据处理从而得到运动设备频域响应 $P(s)$ 并求出运动设备的谐振频率;

[0018] 控制参数设置步骤:根据运动设备数学模型参数、bode图和谐振频率设计控制器、低通滤波器和陷波器,将控制器的零点 $[Z_1 \cdots Z_n]$ 、极点 $[P_1 \cdots P_m]$ 和增益 K_C 输入到参数设置模块的控制器输入栏中,将低通滤波器的低通频率 ω_1 输入到参数设置模块的低通滤波器输入栏中,将陷波器的陷波频率 ω_n 输入到参数设置模块的陷波器输入栏中,模型辨识和参数设计系统会根据操作者的输入构建控制器、低通滤波器和陷波器,控制器的拉式描述为:

$$[0019] \quad C(s) = \frac{K_c(s-Z_1) \cdots (s-Z_n)}{(s-P_1) \cdots (s-P_m)} \quad (4)$$

[0020] 其中 K_c 为控制器增益, $Z_1 \cdots Z_n$ 为控制器零点, $P_1 \cdots P_m$ 为控制器极点, s 为拉氏算子;

[0021] 低通滤波器的拉式描述为:

$$[0022] \quad LP(s) = \frac{\omega_l^2}{s^2 + 2\varepsilon\omega_l s + \omega_l^2} \quad (5)$$

[0023] 其中 ω_1 为低通频率, ε 为低通滤波器阻尼系数;

[0024] 陷波器的拉式描述为:

$$[0025] \quad NP(s) = \frac{s^2 + 2\varepsilon_1\omega_n s + \omega_n^2}{s^2 + 2\varepsilon_2\omega_n s + \omega_n^2} \quad (6)$$

[0026] 其中 ω_n 为陷波频率, ε_1 和 ε_2 为陷波器阻尼系数, s 为拉氏算子;

[0027] 利用 $tf()$ 函数、 $c2d()$ 函数将式(4)、(5)、(6)转换成差分形式,当按下模型辨识和参数设计系统的参数设置按钮时,式(4)、(5)、(6)的差分形式系数会被主机发送到从机;

[0028] bode图显示模式选择步骤:在模型辨识和参数设计系统的bode模式模块可以选择bode图显示模式,勾选被控对象则在bode模块显示运动设备的频域响应 $P(s)$,勾选控制环节则在bode模块显示式(4)、(5)、(6)乘积

[0029] $C(s)*LP(s)*NP(s)$ 形成的频域响应,勾选开环传函则在bode模块显示式(4)、(5)、(6)和运动设备频域响应 $P(s)$ 乘积 $C(s)*LP(s)*NP(s)*P(s)$ 形成的频域响应,勾选闭环传函

则在bode模块显示 $\frac{C(s)*LP(s)*NP(s)*P(s)}{C(s)*LP(s)*NP(s)*P(s)+1}$ 形成的频域响应;

[0030] 断开连接步骤:主机与从机断开连接。

[0031] 模型参数辨识完成后会将增益 K 、机械时间常数 T_m 、电气时间常数 T_e 这三个参数显示在模型辨识和参数设计系统的辨识结果模块并将阶跃响应数据在Scope模块上绘图。

[0032] 频域扫描步骤中,频域扫描的输入为一个增益为输入增益 $InputGain$ 但频率不断

增加的正弦波,从起始频率 F_{qStart} 开始,扫描频率每次增加频率增益 F_{qGain} 倍,当频率达到终止频率 F_{qEnd} 时结束。

[0033] 频域扫描辨识步骤中:主机的模型辨识和参数设计系统同时会将谐振频率显示在模型辨识和参数设计系统的辨识结果模块,将频域响应 $P(s)$ 显示在bode模块。

[0034] 连接通信步骤中,从机查询主机是否发送连接标志指令,主机与从机通过串口进行通信,在主机的模型辨识和参数设计系统上配置串口通信模块,点击连接按钮,主机连续向从机发送连接标志指令,如果从机正常收到主机发送的连接标志指令则给主机回复连接成功标志指令,模型辨识和参数设计系统会提示连接成功。

[0035] 连接通信步骤中,若在设定的时间内,从机不能正常收到主机发送的连接标志指令并且不能给主机回复连接成功标志指令,则模型辨识和参数设计系统会提示连接失败,需重新配置串口通信模块或检查硬件连接。

[0036] 断开连接步骤中,主机向从机发送断开标志指令,从机接收到断开标志指令,则会向主机发送断开成功标志指令,主机接收到断开成功标志指令后模型辨识和参数设计系统会提示断开成功。

[0037] 本发明的有益效果在于:本发明涉及模型辨识及控制工程领域,它解决现有运动系统运动设备模型辨识时间长、辨识不准的问题。

附图说明

[0038] 图1模型辨识和参数设计系统结构图。

[0039] 图2模型辨识和参数设计系统事件处理流程图。

具体实施方式

[0040] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及具体实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,而不构成对本发明的限制。

[0041] 首先参考图1和图2,本发明提供一种运动控制系统的模型辨识和参数设计方法,包括如下步骤:

[0042] 连接通信步骤:主机与从机进行通信;从机查询主机是否发送连接标志指令,主机与从机通过串口进行通信,在主机的模型辨识和参数设计系统上配置串口通信模块,点击连接按钮,主机连续向从机发送连接标志指令,如果从机正常收到主机发送的连接标志指令则给主机回复连接成功标志指令,模型辨识和参数设计系统会提示连接成功。若在设定的时间内,从机不能正常收到主机发送的连接标志指令并且不能给主机回复连接成功标志指令,则模型辨识和参数设计系统会提示连接失败,需重新配置串口通信模块或检查硬件连接。

[0043] 阶跃响应步骤:主机的模型辨识和参数设计系统设置阶跃幅值 $StepGain$,主机将带有 $StepGain$ 信息的阶跃响应指令发送给从机,从机接收到阶跃响应指令后会控制运动设备响应幅值为 $StepGain$ 的阶跃输入,完成后会将阶跃响应数据发送给主机,主机进行模型辨识;

[0044] 模型辨识步骤:运动设备的数学模型是:

$$[0045] \quad G_p(s) = \frac{k}{(T_m s + 1)(T_e s + 1)} \quad (1)$$

[0046] 其中 $G_p(s)$ 为运动设备的数学模型, s 为拉氏算子,增益 K 、机械时间常数 T_m 、电气时间常数 T_e ,

[0047] 阶跃输入可以被描述为:

$$[0048] \quad r(s) = \frac{\text{StepGain}}{s} \quad (2)$$

[0049] 其中 $r(s)$ 为阶跃输入的传递函数,StepGain为阶跃输入的幅值,理论上运动设备时域阶跃响应为 $G_p(s) r(s)$ 的拉式反变换:

$$[0050] \quad y(t) = \frac{K * \text{StepGain}}{T_m - T_e} (T_m (1 - e^{-t/T_m}) - T_e (1 - e^{-t/T_e})) \quad (3)$$

[0051] 其中 $y(t)$ 为运动设备的时域阶跃响应, e 为自然常数, t 为时间;

[0052] 利用李雅普诺夫最小二乘法可以根据从机上传的阶跃响应数据求出增益 K 、机械时间常数 T_m 、电气时间常数 T_e ;

[0053] 频域扫描步骤:在模型辨识和参数设计系统设置起始频率FqStart、终止频率FqEnd、频率增益FqGain和输入增益InputGain,主机将带有频域扫描信息的频域扫描指令发送给从机,从机控制运动设备进行频域扫描,完成后会将频域扫描数据发送给主机,主机进行频域扫描辨识;频域扫描的输入为一个增益为输入增益InputGain但频率不断增加的正弦波,从起始频率FqStart开始,扫描频率每次增加频率增益FqGain倍,当频率达到终止频率FqEnd时结束。

[0054] 频域扫描辨识步骤:主机收到从机发送频域扫描数据后,主机通过模型辨识和参数设计系统利用频域辨识算法FqScan2Bode()将频域扫描数据利用分段拟合的方法进行数据处理从而得到运动设备频域响应 $P(s)$ 并求出运动设备的谐振频率;主机的模型辨识和参数设计系统同时会将谐振频率显示在模型辨识和参数设计系统的辨识结果模块,将频域响应 $P(s)$ 显示在bode模块。

[0055] 控制参数设置步骤:根据运动设备数学模型参数、bode图和谐振频率设计控制器、低通滤波器和陷波器,将控制器的零点 $[Z_1 \cdots Z_n]$ 、极点 $[P_1 \cdots P_m]$ 和增益 K_c 输入到参数设置模块的控制器输入栏中,将低通滤波器的低通频率 ω_l 输入到参数设置模块的低通滤波器输入栏中,将陷波器的陷波频率 ω_n 输入到参数设置模块的陷波器输入栏中,模型辨识和参数设计系统会根据操作者的输入构建控制器、低通滤波器和陷波器,控制器的拉式描述为:

$$[0056] \quad C(s) = \frac{K_c(s-Z_1) \cdots (s-Z_n)}{(s-P_1) \cdots (s-P_m)} \quad (4)$$

[0057] 其中 K_c 为控制器增益, $Z_1 \cdots Z_n$ 为控制器零点, $P_1 \cdots P_m$ 为控制器极点, s 为拉氏算子;

[0058] 低通滤波器的拉式描述为:

$$[0059] \quad LP(s) = \frac{\omega_l^2}{s^2 + 2\varepsilon\omega_l s + \omega_l^2} \quad (5)$$

[0060] 其中 ω_l 为低通频率, ε 为低通滤波器阻尼系数;

[0061] 陷波器的拉式描述为:

$$[0062] \quad NP(s) = \frac{s^2 + 2\varepsilon_1\omega_n s + \omega_n^2}{s^2 + 2\varepsilon_2\omega_n s + \omega_n^2} \quad (6)$$

[0063] 其中 ω_n 为陷波频率, ε_1 和 ε_2 为陷波器阻尼系数, s 为拉氏算子;

[0064] 利用 $tf()$ 函数、 $c2d()$ 函数将式 (4)、(5)、(6) 转换成差分形式, 当按下模型辨识和参数设计系统的参数设置按钮时, 式 (4)、(5)、(6) 的差分形式系数会被主机发送到从机;

[0065] bode图显示模式选择步骤: 在模型辨识和参数设计系统的bode模式模块可以选择bode图显示模式, 勾选被控对象则在bode模块显示运动设备的频域响应 $P(s)$, 勾选控制环节则在bode模块显示式 (4)、(5)、(6) 乘积

[0066] $C(s)*LP(s)*NP(s)$ 形成的频域响应, 勾选开环传函则在bode模块显示式 (4)、(5)、(6) 和运动设备频域响应 $P(s)$ 乘积 $C(s)*LP(s)*NP(s)*P(s)$ 形成的频域响应, 勾选闭环传函

则在bode模块显示 $\frac{C(s)*LP(s)*NP(s)*P(s)}{C(s)*LP(s)*NP(s)*P(s)+1}$ 形成的频域响应;

[0067] 断开连接步骤: 主机与从机断开连接。

[0068] 若在设定的时间内从机不能正常接收到主机发送的连接标志指令, 并且不能给主机回复连接成功标志指令, 则主机的模型辨识和参数设计系统会提示连接失败, 需重新配置串口通信模块或检查硬件连接。

[0069] 模型参数辨识完成后会将增益 K 、机械时间常数 T_m 、电气时间常数 T_e 这三个参数显示在模型辨识和参数设计系统的辨识结果模块并将阶跃响应数据在Scope模块上绘图。

[0070] 频域扫描步骤中, 频域扫描的输入为一个增益为输入增益 $InputGain$ 但频率不断增加的正弦波, 从起始频率 $FqStart$ 开始, 扫描频率每次增加频率增益 $FqGain$ 倍, 当频率达到终止频率 $FqEnd$ 时结束。

[0071] 频域扫描辨识步骤中: 主机的模型辨识和参数设计系统同时会将谐振频率显示在模型辨识和参数设计系统的辨识结果模块, 将频域响应 $P(s)$ 显示在bode模块。

[0072] 连接通信步骤中, 从机查询主机是否发送连接标志指令, 主机与从机通过串口进行通信, 在主机的模型辨识和参数设计系统上配置串口通信模块, 点击连接按钮, 主机连续向从机发送连接标志指令, 如果从机正常收到主机发送的连接标志指令则给主机回复连接成功标志指令, 模型辨识和参数设计系统会提示连接成功。

[0073] 连接通信步骤中, 若在设定的时间内, 从机不能正常收到主机发送的连接标志指令并且不能给主机回复连接成功标志指令, 则模型辨识和参数设计系统会提示连接失败, 需重新配置串口通信模块或检查硬件连接。

[0074] 断开连接步骤中, 主机向从机发送断开标志指令, 主机向从机发送断开标志指令, 从机接收到断开标志指令, 则会向主机发送断开成功标志指令, 主机接收到断开成功标志指令后模型辨识和参数设计系统会提示断开成功。

[0075] 以上所述本发明的具体实施方式, 并不构成对本发明保护范围的限定。任何根据本发明的技术构思所作出的各种其他相应的改变与变形, 均应包含在本发明权利要求的保护范围内。

串口设置			Scope	Bode			
连接	断开						
阶跃数据保存							
频域数据保存		路径选择					
辨识结果		StepGain		FqStart		FqGain	
Tm		阶跃响应		FqEnd		InputGain	
Te		控制器		频域扫描			
K		低通滤波器		☒ 被控对象 ☒ 控制环节 ☒ 开环传函 ☒ 闭环传函 bode模式			
谐振频率		陷波器					
		参数配置					

图1

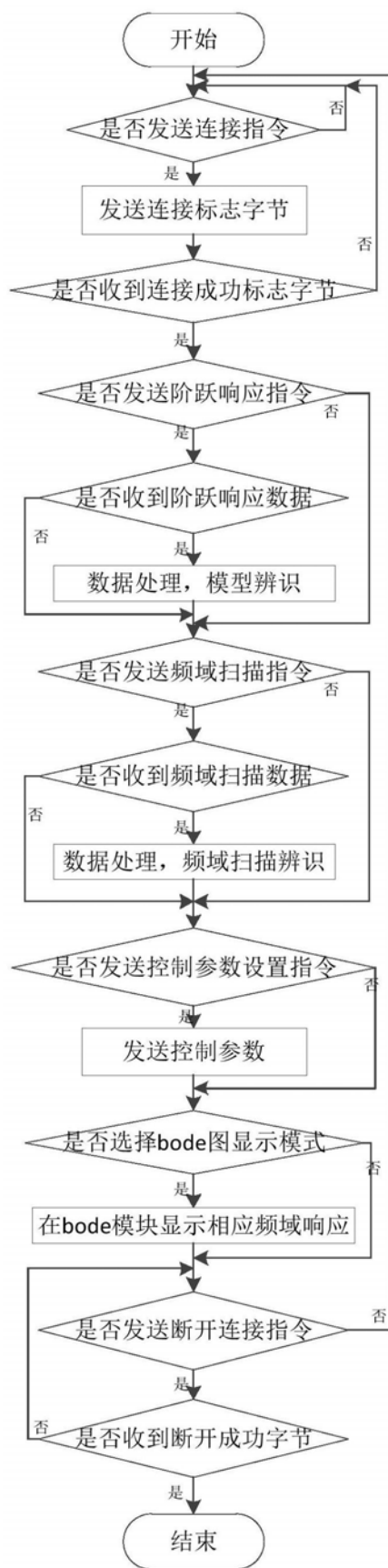


图2