



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111404431 A

(43)申请公布日 2020.07.10

(21)申请号 202010280488.3

(22)申请日 2020.04.10

(71)申请人 驰驱电气(嘉兴)有限公司

地址 314000 浙江省嘉兴市桐乡市高桥街道高桥大道1156号1幢506室

(72)发明人 韦鲲 张建政

(74)专利代理机构 上海精晟知识产权代理有限公司 31253

代理人 姜杉

(51)Int.Cl.

H02P 8/14(2006.01)

H02P 8/22(2006.01)

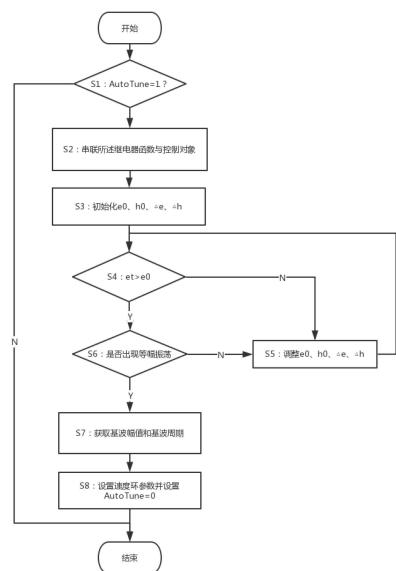
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种伺服电机控制参数自整定控制方法

(57)摘要

本发明提供了一种伺服电机控制参数自整定控制方法，包括：S1：判断AutoTune是否为1，若是进入S2，否则结束方法；S2：串联所述继电器函数与控制对象；S3：初始化继电器函数的输入初始值 $e_0$ 、输出初始值 $h_0$ 、输入增量步长值 $\Delta e$ 、输出增量步长值 $\Delta h$ ；S4：判断所述速度误差 $e_t$ 是否超过继电器函数门限值 $e_0$ ，若是进入S6，否则进入S5；S5：调整所述 $e_0$ 、所述 $h_0$ 、所述 $\Delta e$ 、所述 $\Delta h$ 并回到S4；S6：判断速度波是否出现等幅振荡，若是，进入S7，否则进入S5；S7：获取基波幅值和基波周期；S8：根据所述基波幅度和所述基波周期获取并设置速度环参数。本发明的有益效果是：简易并快速进行伺服电机控制参数设置。



1.一种伺服电机控制参数自整定控制方法,其特征在于:包括:

S1:判断AutoTune是否为1,若是进入S2,否则结束方法;

S2:串联所述继电器函数与控制对象;

S3:初始化继电器函数的输入初始值 $e_0$ 、输出初始值 $h_0$ 、输入增量步长值 $\Delta e$ 、输出增量步长值 $\Delta h$ ;

S4:判断所述速度误差 $e_t$ 是否超过继电器函数门限值 $e_0$ ,若是进入S6,否则进入S5;

S5:调整所述输入初始值 $e_0$ 、所述输出初始值 $h_0$ 、所述输入增量步长值 $\Delta e$ 、所述输出增量步长值 $\Delta h$ 并回到S4;

S6:判断速度波是否出现等幅振荡,若是,进入S7,否则进入S5;

S7:获取基波幅值和基波周期;

S8:根据所述基波幅度和所述基波周期获取并设置速度环参数并设置所述autotune=0。

2.根据权利要求1所述的一种伺服电机控制参数自整定控制方法,其特征在于:还包括

S9:设置autoverify=1;

S10:判断是否允许电机旋转,若不允许便结束方法;

S11:执行用户自定义测试;

S12:设置所述autoverify=0。

3.根据权利要求2所述的一种伺服电机控制参数自整定控制方法,其特征在于:所述用户自定义测试选自包括速度阶跃测试和速度带宽测试中的一种;

所述速度阶跃测试包括:

S11A-1:断开所述继电器函数并串联所述控制环PI;

S11A-2:内部MCU记录速度变化数据并计算得到阶跃响应的超调;

S11A-3:内部MCU判断所述超调是否过大,若过大进入S11A-5;

S11A-4:回到S11A-2;

所述速度带宽测试包括:

S11B-1:所述内部MCU对给定速度和实际电机速度进行采样并进行傅里叶分析得到频率分量;

S11B-2:判断幅值衰减幅度是否达到3dB,若是,进入S11B-3,否则回到S11B-1;

S11B-3:将此时的给定速度正弦频率作为速度环带宽输出至上位机程序。

4.根据权利要求3所述的一种伺服电机控制参数自整定控制方法,其特征在于:所述超调是否过大的判断标准为:所述超调量是否大于默认值的20%。

5.根据权利要求1-4任一所述的一种伺服电机控制参数自整定控制方法,其特征在于:所述继电函数为滞环继电函数。

6.根据权利要求5所述的一种伺服电机控制参数自整定控制方法,其特征在于:所述滞环继电函数选自包括基于Z-N方法,修正的Z-N方法,Tyreus-Luyben方法、阻尼振荡法的函数的一种。

7.根据权利要求1-4任一所述的一种伺服电机控制参数自整定控制方法,其特征在于:判断速度波是否出现等幅振荡的过程包括:

SX1:对速度信号进行傅里叶分析,得到基波信号;

SX2: 将所述速度信号按照一定周期划分第一波形串与第二波形串; 所述第一波形串与所述第二波形串之间相隔若干个周期;

SX3: 比较所述第一波形串与所述第二波形串, 若二者的幅值与频率处于近似相等的状态, 则判定速度波出现等幅振荡。

8. 根据权利要求7所述的一种伺服电机控制参数自整定控制方法, 其特征在于: 所述第一波形串和所述第二波形串的长度为3-5个正弦周期。

## 一种伺服电机控制参数自整定控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及伺服电机控制领域,特别涉及一种伺服电机控制参数自整定控制方法。

### 背景技术

[0002] 伺服电机控制参数的确定,在实践中是必须的,也是一个难点,不合适的控制参数设置,会引起系统性能的下降,不能满足生产要求。

[0003] 传统的参数确定方式是先估算出系统的负载惯量,然后根据该惯量值计算出相应的速度环控制参数;惯量值的确定首先需要驱动器驱动电机进行一定的加减速运动,然后由内嵌在驱动器里的算法计算出系统惯量值;然后据此得到控制参数。

[0004] 然而,在工业应用场所,当伺服系统和负载安装完毕,实际情况不一定允许电机进行加减速运行进行负载惯量的识别工作,这就给参数设置带来了困难,工程师调试时仅能根据经验进行参数的设置调试。

[0005] 故市场亟需一种可以使得工程师在该初始参数基础上,能进行参数的微调,以使系统达到最佳性能的伺服电机控制参数自整定控制方法。

### 发明内容

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明中披露了一种伺服电机控制参数自整定控制方法,本发明的技术方案是这样实施的:

[0007] 一种伺服电机控制参数自整定控制方法,其特征在于:S1:判断AutoTune是否为1,若是进入2,否则结束方法;S2:串联所述继电器函数与控制对象;S3:初始化继电器函数的输入初始值 $e_0$ 、输出初始值 $h_0$ 、输入增量步长值 $\Delta e$ 、输出增量步长值 $\Delta h$ ;S4:判断所述速度误差 $e_t$ 是否超过继电器函数门限值 $e_0$ ,若是进入S6,否则进入S5;S5:调整所述输入初始值 $e_0$ 、所述输出初始值 $h_0$ 、所述输入增量步长值 $\Delta e$ 、所述输出增量步长值 $\Delta h$ 并回到S4;S6:判断速度波是否出现等幅振荡,若是,进入S7,否则进入S5;S7:获取基波幅值和基波周期;S8:根据所述基波幅度和所述基波周期获取并设置速度环参数。

[0008] 优选地,还包括,S9:设置autoverify=1;S10:判断是否允许电机旋转,若不允许便结束方法;S11:执行用户自定义测试;S12:设置所述autoverify=0;S13:设置所述autotune=0。

[0009] 优选地,所述用户自定义测试选自包括速度阶跃测试和速度带宽测试中的一种;所述速度阶跃测试包括:S11A-1:断开所述继电器函数并串联所述控制环PI;S11A-2:内部MCU记录速度变化数据并计算得到阶跃响应的超调;S11A-3:内部MCU判断所述超调是否过大,若过大进入S11A-5;S11A-4:设置autotune=1并回到S2;;所述速度带宽测试包括:S11B-1:所述内部MCU对给定速度和实际电机速度进行采样并进行傅里叶分析得到频率分量;S11B-2:判断幅值衰减幅度是否达到3dB,若是,进入S11B-3,否则回到S11B-1;S11B-3:将此时的给定速度正弦频率作为速度环带宽输出至上位机程序。

- [0010] 优选地,所述超调是否过大的判断标准为:所述超调量是否大于默认值的20%。
- [0011] 优选地,所述继电函数为滞环继电函数。
- [0012] 优选地,所述滞环继电函数选自包括基于Z-N方法,修正的Z-N方法,Tyreus-Luyben方法、阻尼振荡法的函数的一种。
- [0013] 优选地,判断速度波是否出现等幅振荡的过程包括:SX1:对速度信号进行傅里叶分析,得到基波信号;SX2:将所述速度信号按照一定周期划分第一波形串与第二波形串;所述第一波形串与所述第二波形串之间相隔若干个周期;SX3:比较所述第一波形串与所述第二波形串,若二者的幅值与频率处于近似相等的状态,则判定速度波出现等幅振荡。
- [0014] 优选地,所述第一波形串和所述第二波形串的长度为3-5个正弦周期。
- [0015] 实施本发明的技术方案可解决现有技术中需要先测得系统惯量然后才能设置控制参数这一技术问题;实施本发明的技术方案,可实现在不预先测系统惯量不要求知道控制环原理前提下得到合适的控制参数的。

### 附图说明

- [0016] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,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发明的一种实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。
- [0017] 图1为一种伺服电机控制参数自整定控制方法的一种具体的实施例的流程图;
- [0018] 图2为一种伺服电机控制参数自整定控制方法的速度阶跃测试的流程图;
- [0019] 图3为一种伺服电机控制参数自整定控制方法的速度带宽测试的流程图。

### 具体实施方式

[0020] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0021] 在一种具体的实施例中,如图1所示,一种伺服电机控制参数自整定控制方法,其特征在于:S1:判断AutoTune是否为1,若是进入S2,否则结束方法;S2:串联所述继电器函数与控制对象;S3:初始化继电器函数的输入初始值 $e_0$ 、输出初始值 $h_0$ 、输入增量步长值 $\Delta e$ 、输出增量步长值 $\Delta h$ ;S4:判断所述速度误差 $e_t$ 是否超过继电器函数门限值 $e_0$ ,若是进入S6,否则进入S5;S5:调整所述输入初始值 $e_0$ 、所述输出初始值 $h_0$ 、所述输入增量步长值 $\Delta e$ 、所述输出增量步长值 $\Delta h$ 并回到S4;S6:判断速度波是否出现等幅振荡,若是,进入S7,否则进入S5;S7:获取基波幅值和基波周期;S8:根据所述基波幅度和所述基波周期获取并设置速度环参数;SX1:对速度信号进行傅里叶分析,得到基波信号;SX2:将所述速度信号按照一定周期划分第一波形串与第二波形串;所述第一波形串与所述第二波形串之间相隔若干个周期;SX3:比较所述第一波形串与所述第二波形串,若二者的幅值与频率处于近似相等的状态,则判定速度波出现等幅振荡;所述第一波形串和所述第二波形串的长度为3-5个正弦周期。

[0022] 在该种具体的实施例中,在传统的伺服控制环中加入了继电器函数,在S1之前,原有的速度环处于断路状态,继电器函数处于通路状态,初始化继电器函数的输入初始值 $e_0$ ,即速度误差门限值、输出初始值 $h_0$ 即继电幅值、输入增量步长值 $\Delta e$ 、输出增量步长值 $\Delta h$ ;

[0023] 获取速度误差 $e_t = w_r - w_t$ ,然后判断 $e_t$ 是否大于 $e_0$ ,若不大于,进行 $e_0$ 、 $h_0$ 、 $\Delta e$ 、 $\Delta h$ 的调整,具体而言:判断 $h < h_{limit}$ 是否成立,若不成立,使 $e_0 = e_0 - \Delta e$ ,再判断 $e_0 < e_{limit}$ 是否成立,若 $e_0 < e_{limit}$ 成立,重新设置 $e_0$ 、 $h_0$ 、 $\Delta e$ 、 $\Delta h$ ,若 $h < h_{limit}$ 成立,则使得 $h_0 = h_0 - \Delta h$ ,从而完成调整的过程;不断重复上述的过程,直到得到稳定的基波。

[0024] 在上述的叙述中, $h$ 为继电幅值, $e$ 为滞环宽度,等幅振荡的波形周期为 $T_u$ ,幅值 $a$ ,临界振荡增益为 $K_u$ ,临界频率为 $\omega_u$ ,若处于等幅振荡状态,有 $K_u = 4h/a$

[0025]  $\pi, \omega_u = 2\pi/T_u$ ;

[0026] 在整个的继电器反馈整定期间,继电器函数输出方波信号,将该信号作为被控对象的输入,可令其输出产生一定频率的周期振荡,当误差反馈到继电环节就可以使得系统产生稳定的极限环,从更新后的振荡波形上得出相关振荡参数,据此计算出系统临界参数;

[0027] 但是要产生稳定的极限环,系统必须满足如下条件,控制对象在高频区域内输出滞后输入至少 $-\pi$ 弧度相位,当系统临界参数得到后,根据阻尼振荡法,可得到速度环控制参数,具体如下: $k_p = k_u/2.2, k_i = T_u/1.2$ ;

[0028] 在具体的判断过程中,先把速度信号进行傅里叶分析,得到基波信号,分析出该基波信号的幅值和频率。速度信号被分成了第一波形串以及第二波形串,当第一波形串得到的基波幅值与第二波形串的基波幅值近似相等,频率近似相同时,认为系统进入了等幅振荡状态,此时的波形周期信号和幅值信号可以作为后续计算的基础。其中第一波形串和第二波形串可以采样若干周期信号,如3~5个周期信号;第一波形串和第二波形串之间间隔若干周期。

[0029] 在一种优选的实施例中,如图2、3所示,还包括,S9:设置autoverify=1;S10:判断是否允许电机旋转,若不允许便结束方法;S11:执行用户自定义测试;S12:设置所述autoverify=0;S13:设置所述autotune=0;

[0030] 所述用户自定义测试选自包括速度阶跃测试和速度带宽测试中的一种;

[0031] 所述速度阶跃测试包括:S11A-1:断开所述继电器函数并串联所述控制环PI;S11A-2:内部MCU记录速度变化数据并计算得到阶跃响应的超调;S11A-3:内部MCU判断所述超调是否过大,若过大进入S11A-5;S11A-4:设置autotune=1并回到S2;

[0032] 所述速度带宽测试包括:S11B-1:所述内部MCU对给定速度和实际电机速度进行采样并进行傅里叶分析得到频率分量;S11B-2:判断幅值衰减幅度是否达到3dB,若是,进入S11B-3,否则回到S11B-1;S11B-3:将此时的给定速度正弦频率作为速度环带宽输出至上位机程序;

[0033] 所述超调是否过大的判断标准为:所述超调量是否大于默认值的20%。

[0034] 在该种优选的实施例中,autoverify=1表示允许执行用户自定义测试,即自我验证步骤开始执行,测试利用上一步参数整定得到的新的参数设置使能速度PI控制,禁止继电函数,根据用户设置选择执行速度阶跃测试还是速度带宽测试。

[0035] 如果选择执行速度阶跃响应,则在给定速度下,伺服驱动电机进行速度阶跃测试,内部MCU记录速度变化数据,并计算出阶跃响应的超调,系统规定超调量超过默认值的20%

表明超调过大,需要系统重新进行参数自整定,直至满足该条件,其中默认值可用户自定义。在实际驱动器设置中,该超调量指标可被修改,当该指标高于20%时,系统更容易达到目标,自整定时间也越短;过小的超调量指标设定可能增加系统自整定失败的风险。

[0036] 当设置为选择速度带宽测试时,在该设置下,给定速度以正弦频率不断递增为原则,系统对给定速度和实际电机速度进行采样,并进行傅里叶分析得到频率分量,比较实际速度幅值的衰减程度,当幅值衰减幅度达3dB时,说明此时的正弦频率为速度环带宽,该带宽作为一种自整定参数的结果供用户参考。同时,给定速度和实际速度数据被传输到上位机程序,在上位机程序中可以直接得出系统的速度环Bode图,供用户分析之用。

[0037] 在一种优选的实施例中,所述继电函数为滞环继电函数;所述滞环继电函数选自包括基于Z-N方法,修正的Z-N方法,Tyreus-Luyben方法、阻尼振荡法的函数的一种。

[0038] 需要指出的是,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

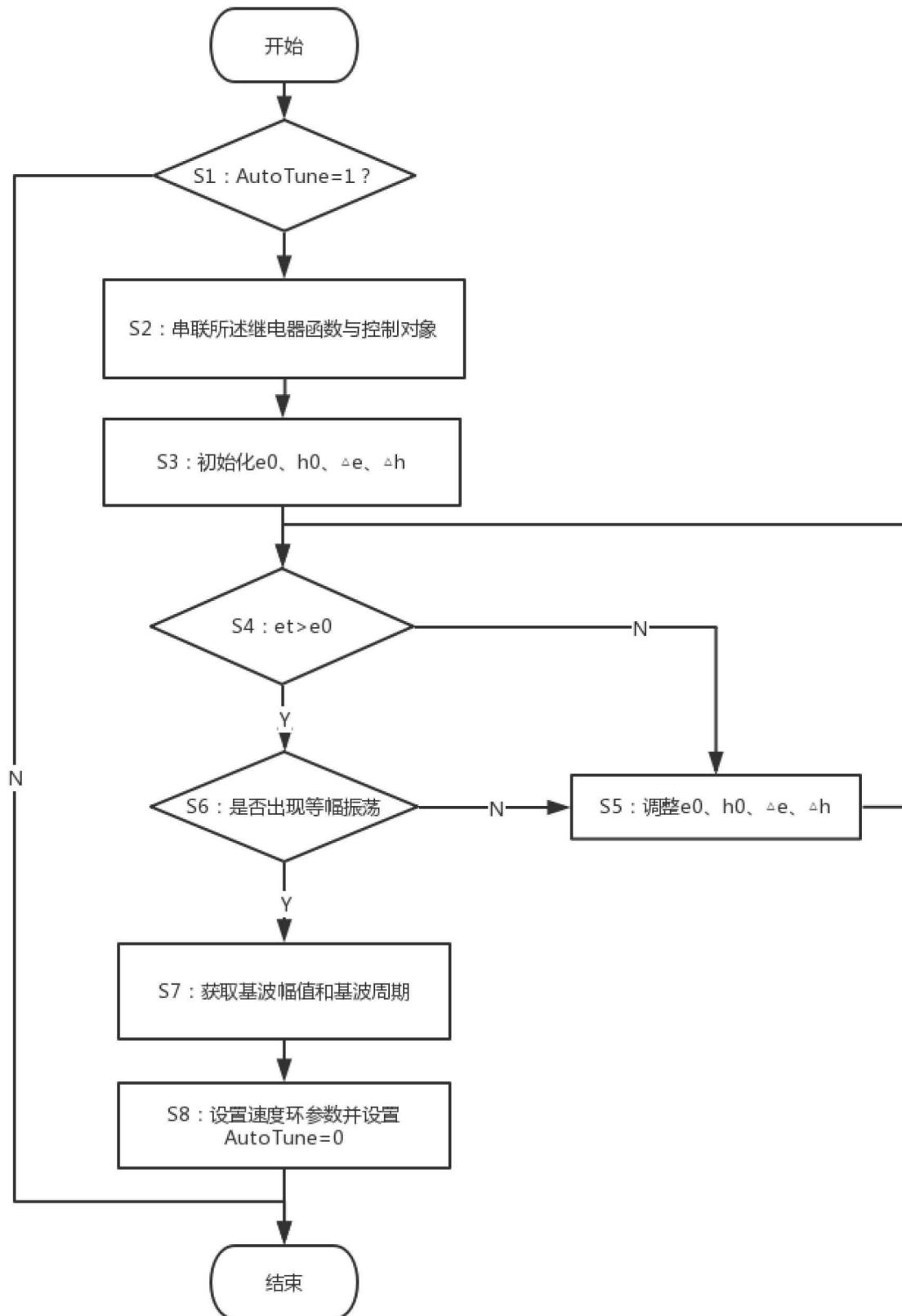


图1

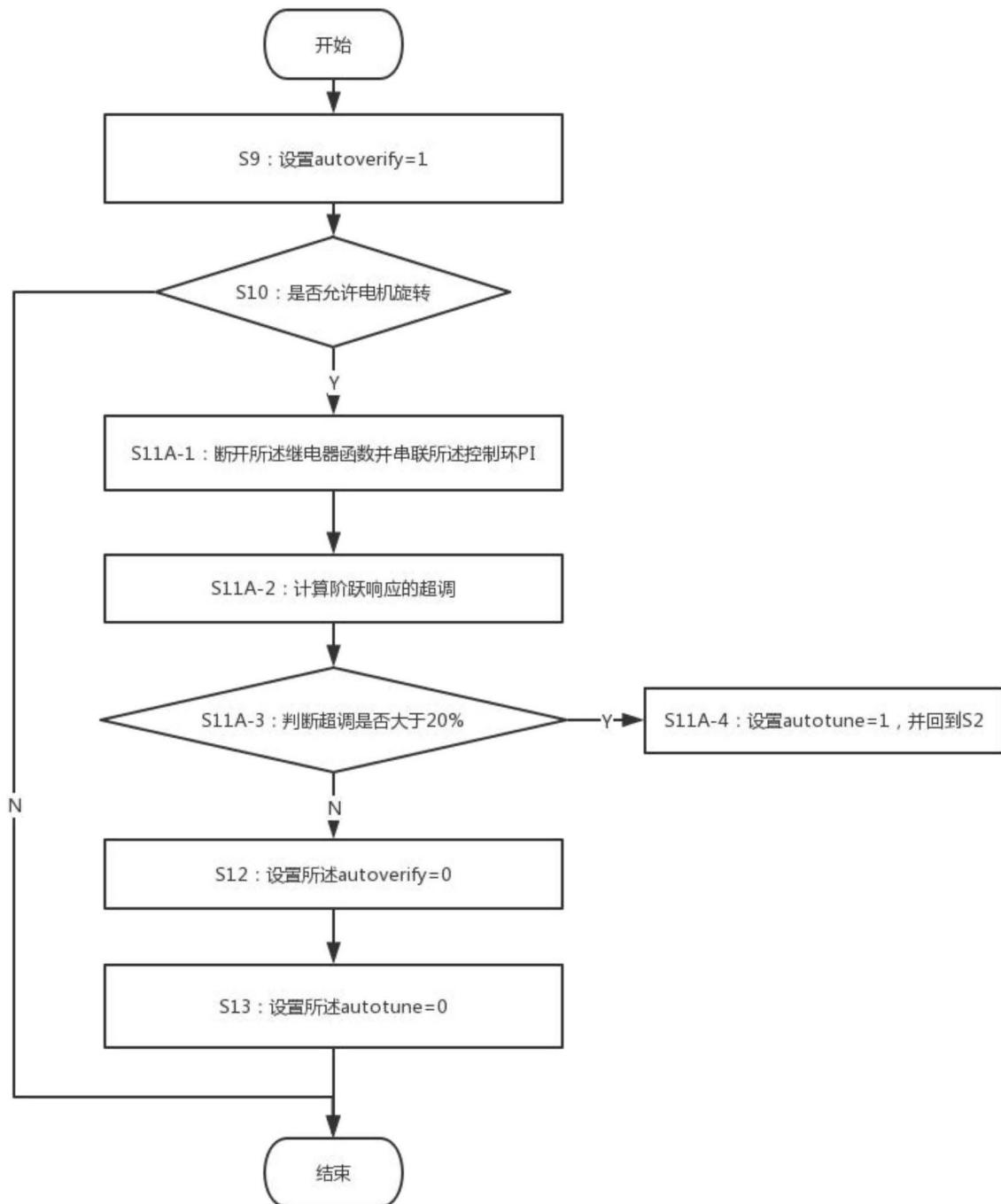


图2

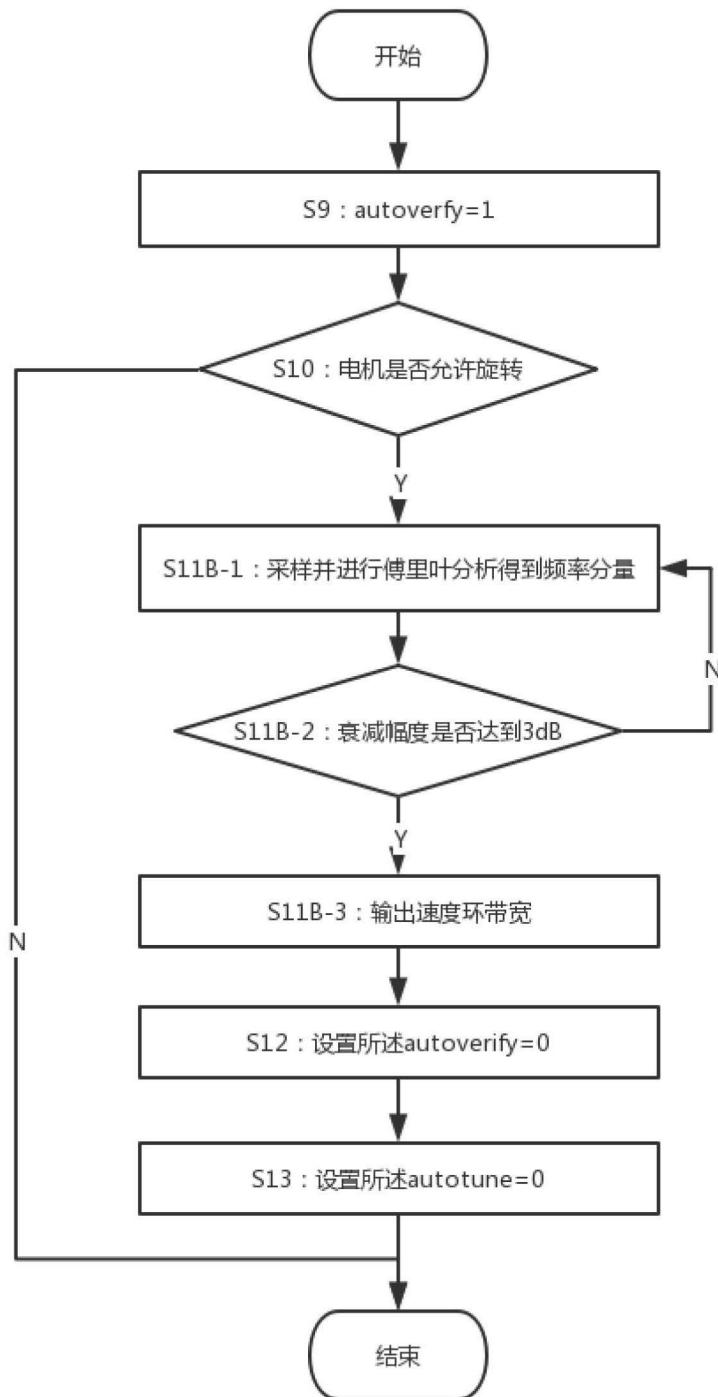


图3