



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117720007 A

(43) 申请公布日 2024. 03. 19

(21) 申请号 202311544884.2

(22) 申请日 2023.11.20

(71) 申请人 徐州重型机械有限公司

地址 221004 江苏省徐州市徐州经济技术开发区高新路68号

(72) 发明人 赵磊 叶帅 陈万 梁越 张春岭

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

专利代理师 李倩

(51) Int. Cl.

B66C 13/20 (2006.01)

F15B 21/02 (2006.01)

F15B 13/02 (2006.01)

F15B 19/00 (2006.01)

F04B 49/06 (2006.01)

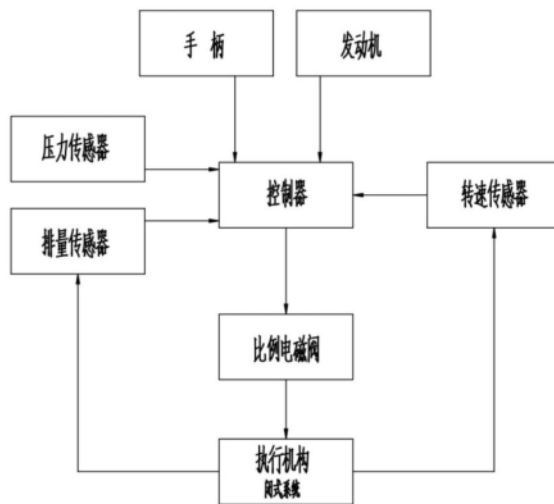
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种应用于液压系统的功率分配控制系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种应用于液压系统的功率分配控制系统,包括控制器、压力传感器、排量传感器、转速传感器、手柄、比例电磁阀以及执行机构;控制器用来采集和处理信号以及相关运算处理并发出控制指令;压力传感器用来测量油泵出口压力,确定负载情况;排量传感器用来检测油泵变量伺服油缸的位移,从而确定油泵实际的排量;转速传感器用来测量马达转速,确定行驶速度,反馈给控制器,用于闭环控制;把手柄摆动的角度信号通过电流的形式传递给控制器,控制器通过逻辑运算,对油泵比例电磁阀电流进行控制;比例电磁阀对油泵排量进行控制,电磁阀控制电流和油泵排量成线性关系。本发明既能使发动机功率得到充分利用,又能保证系统的做功效率。



1. 一种应用于液压系统的功率分配控制系统,其特征在于,包括控制器、压力传感器、排量传感器、转速传感器、手柄、比例电磁阀以及执行机构;控制器用来采集和处理信号以及相关运算处理并发出控制指令;压力传感器用来测量油泵出口压力,确定负载情况;排量传感器用来检测油泵变量伺服油缸的位移,从而确定油泵实际的排量;转速传感器用来测量马达转速,确定行驶速度,反馈给控制器,用于闭环控制;把手柄摆动的角度信号通过电流的形式传递给控制器,控制器通过逻辑运算,对油泵比例电磁阀电流进行控制;比例电磁阀对油泵排量进行控制,电磁阀控制电流和油泵排量成线性关系。

2. 根据权利要求1所述的一种应用于液压系统的功率分配控制系统,其特征在于,所述执行机构包括油泵、马达、补油系统、冲洗系统;油泵用于执行任务,补油系统、冲洗系统服务于油泵,马达用于对油泵的开合进行调节。

3. 根据权利要求1所述的一种应用于液压系统的功率分配控制系统,其特征在于,所述控制器安装在电气柜中,接收系统中各个传感器信号并发出控制指令。

4. 根据权利要求1所述的一种应用于液压系统的功率分配控制系统,其特征在于,所述压力传感器安装在油泵的两油口,实时检测油泵出口压力并传递给控制器。

5. 根据权利要求1所述的一种应用于液压系统的功率分配控制系统,其特征在于,所述排量传感器安装在油泵上,检测油泵排量并传递给控制器。

6. 根据权利要求1所述的一种应用于液压系统的功率分配控制系统,其特征在于,所述手柄安装在操纵室里或遥控盒。

7. 根据权利要求1所述的一种应用于液压系统的功率分配控制系统,其特征在于,所述比例电磁阀安装在油泵输出口处。

8. 根据权利要求1所述的一种应用于液压系统的功率分配控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1、控制器接收各个传感器的信号和发动机转速信号按照控制逻辑进行相应的运算,根据发动机在某一转速下能输出的最大功率,即液压系统做功的总功率,计算出各系统油泵在此工况下能允许的最大总排量;

步骤2、确定每个系统共同的油泵最大控制电流,此时手柄的最大摆动角度对应此控制电流,油泵的控制电流范围和手柄的角度范围进行线性差值换算;

步骤3、在工作过程中各系统油泵实际排量和控制各系统手柄摆动的角度成线性关系,若各系统控制手柄摆动角度一致,则各系统流量和系统本身能输出的最大流量比值相同,若各系统控制手柄摆动角度不一致,则各系统按各自的手柄角度比例调节。

9. 根据权利要求8所述的一种应用于液压系统的功率分配控制方法,其特征在于,所述各系统油泵排量 V_n 和排量控制电流 I_n 之间的关系如下:

$$V_n = k_n I_n;$$

其中, k_n 为排量控制电流和排量换算系数;发动机在某个稳定转速下工作,其能输出的最大功率 W 是一定的,各液压系统在此功率下进行恒功率调节,则各液压系统的排量 V_n 和各系统负载 P_n 关系式如下:

$$K_n (V_1 P_1 + V_2 P_2 \cdots V_n P_n) \leq W;$$

其中, K 为排量压力扭矩换算系数, n 为转速;

$$K_n (k_1 I_1 P_1 + k_2 I_2 P_2 \cdots k_n I_n P_n) \leq W;$$

因此,无论各系统泵的大与小,其控制电流范围是相同的,即控制电流的最小值对应泵的最小排量,控制电流的最大值对应泵的最大排量。

10.根据权利要求8所述的一种应用于液压系统的功率分配控制方法,其特征在于,所述系统最大的控制电流为I和功率负载的关系式如下:

$$KnI(k_1P_1+k_2P_2\cdots\cdots k_nP_n)\leq W$$
,因 $k_1P_1+k_2P_2\cdots\cdots k_nP_n=P$;进一步得到: $IP=W/Kn$,其中,P为各液压系统的总负载。

一种应用于液压系统的功率分配控制系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于工程机械领域,尤其是涉及一种应用于液压系统的功率分配控制系统及方法。

背景技术

[0002] 随着工程机械的发展,起重机的性能越来越高,在一些起重机的液压系统中,每个动作往往都有一套独立的系统,例如卷扬、回转、行走等动作,都有独立的泵和独立的执行机构,这些系统共用一个动力源,工作起来互不干扰。当多个独立的液压系统需要协同工作时,就需要各个系统动作协调,此时在某一转速下发动机能输出的最大功率是一定的,分配给每个系统的功率要与动作协性要求相适应。换句话说,多个系统在配合完成某一项工作时,各个系统需要的总功率要和发动机基于转速控制模式下能输出的最大功率相匹配。例如履带起重机的行走机构,双侧履带分别以一套独立的闭式液压系统为动力,需要同步或一定比例速度前行或转弯时,其两侧履带的运动速度要根据操作者摆动手柄的摆角大小线性的输出相应的速度,两侧操作手柄角度变化范围和对应的两侧履带的速度变化范围要相同,这样操作起来便具有很好的操作体验。根据工程机械用发动机外特性曲线,如图1,发动机在不同转速下能提供的最大功率不同,发动机在基于转速控制模式下工作,如果控制系统的操作手柄从0度到最大角度,对应油泵的排量从0到最大排量,当两侧履带负载较大时即系统压力过高时,行走系统所需要的总功率会超过发动机某转速下所能提供的最大功率,导致发动机熄火,所以在多个独立系统同时配合工作时,需要一种分功率控制方法,来解决系统和发动机匹配的问题。

[0003] 现有技术中,多个独立系统同时配合工作的技术方案主要包括两种,第一种为如果发动机在相对低转速时有超出输出功率的情况存在时,往往控制发动机在一个较高转速较小范围内,来满足系统对大功率的需求;第二种技术方案为把液压系统的做功功率限制在某一特定功率以下,满足发动机在某一特定较低的转速下的功率,发动机转速的工作范围为这一特定较低转速到最大转速。或者选择一功率较大的发动机,保证系统在满负载时,发动机在任何转速下都能满足负载需求。这两种方案存在如下缺点:第一种方案发动机一直处于高转速,会造成油耗增加,而且系统的调速区间变小;第二种方案液压系统的能力和发动机的能力都没有得到充分利用,造成资源的浪费。

发明内容

[0004] 发明目的:本发明目的旨在提供一种做工效率高、操纵速度快的应用于液压系统的功率分配控制系统;本发明的另一目的旨在提供一种应用于液压系统的功率分配控制方法。

[0005] 技术方案:本发明所述应用于液压系统的功率分配控制系统,包括控制器、压力传感器、排量传感器、转速传感器、手柄、比例电磁阀以及执行机构;控制器用来采集和处理信号以及相关运算处理并发出控制指令;压力传感器用来测量油泵出口压力,确定负载情况;

排量传感器用来检测油泵变量伺服油缸的位移,从而确定油泵实际的排量;转速传感器用来测量马达转速,确定行驶速度,反馈给控制器,用于闭环控制;把手柄摆动的角度信号通过电流的形式传递给控制器,控制器通过逻辑运算,对油泵比例电磁阀电流进行控制;比例电磁阀对油泵排量进行控制,电磁阀控制电流和油泵排量成线性关系。

[0006] 其中,所述执行机构包括油泵、马达、补油系统、冲洗系统;油泵用于执行任务,补油系统、冲洗系统服务于油泵,马达用于对油泵的开合进行调节。

[0007] 其中,所述控制器安装在电气柜中,接收系统中各个传感器信号并发出控制指令。

[0008] 其中,所述压力传感器安装在油泵的两油口,实时检测油泵出口压力并传递给控制器。

[0009] 其中,所述排量传感器安装在油泵上,检测油泵排量并传递给控制器。

[0010] 其中,所述柄安装在操纵室里或遥控盒。

[0011] 其中,所述比例电磁阀安装在油泵输出口处。

[0012] 一种应用于液压系统的功率分配控制方法,包括以下步骤:

[0013] 步骤1、控制器接收各个传感器的信号和发动机转速信号按照控制逻辑进行相应的运算,根据发动机在某一转速下能输出的最大功率,即液压系统做功的总功率,计算出各系统油泵在此工况下能允许的最大总排量;

[0014] 步骤2、确定每个系统共同的油泵最大控制电流,此时手柄的最大摆动角度对应此控制电流,油泵的控制电流范围和手柄的角度范围进行线性差值换算;

[0015] 步骤3、在工作过程中各系统油泵实际排量和控制各系统手柄摆动的角度成线性关系,若各系统控制手柄摆动角度一致,则各系统流量和系统本身能输出的最大流量比值相同,若各系统控制手柄摆动角度不一致,则各系统按各自的手柄角度比例调节。

[0016] 其中,所述各系统油泵排量 V_n 和排量控制电流 I_n 之间的关系如下:

[0017] $V_n = k_n I_n$;

[0018] 其中, k_n 为排量控制电流和排量换算系数;

[0019] 发动机在某个稳定转速下工作,其能输出的最大功率 W 是一定的,各液压系统在此功率下进行恒功率调节,则各液压系统的排量 V_n 和各系统负载 P_n 关系式如下:

[0020] $Kn(V_1 P_1 + V_2 P_2 + \dots + V_n P_n) \leq W$;

[0021] 其中, K 为排量压力扭矩换算系数, n 为转速;

[0022] $Kn(k_1 I_1 P_1 + k_2 I_2 P_2 + \dots + k_n I_n P_n) \leq W$;

[0023] 无论各系统泵的大与小,其控制电流范围是相同的,即控制电流的最小值对应泵的最小排量,控制电流的最大值对应泵的最大排量。

[0024] 其中,所述系统最大的控制电流为 I 和功率负载的关系式如下:

[0025] $KnI(k_1 P_1 + k_2 P_2 + \dots + k_n P_n) \leq W$; 因 $k_1 P_1 + k_2 P_2 + \dots + k_n P_n = P$;

[0026] 进一步得到: $IP = W/Kn$, 其中, P 为各液压系统的总负载。

[0027] 有益效果:与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0028] (1) 本发明提出了基于发动机动态功率匹配的多液压系统恒功率分配控制技术,建立全工况功率分配模型,创立全工况智能检测控制模块,融入全功率段、全工况下的闭环反馈控制,液压系统作业功率和发动机功率曲线智能化匹配,系统能根据发动机实时输出的最大功率和各液压系统的外部负载情况,调节各个泵的排量范围,从而调节系统功率,让

系统能与发动机相匹配,既能使发动机功率得到充分利用,又能保证系统的做功效率。建立了多系统流量分配最优控制算法,动态调节多系统的动作协调性,实现各种工况下多系统同步、协调工作。节省油耗,实现较宽的调速区间,充分发挥液压系统和发动机自身的能力,提升作业效率和经济性。本发明的控制思想在设计控制系统时,根据液压系统和发动机之间的配合关系,减低了发动机功率选择的难度。

[0029] (2) 本发明中液压系统的调速区间大,当手柄在某一角度下,加大发动机转速,不仅使系统泵的转速提升,手柄角度和排量控制电流的曲线会变陡,泵的排量也会提升,系统调控速度增加明显。

附图说明

- [0030] 图1为发动机外特性曲线图;
- [0031] 图2为系统结构示意图;
- [0032] 图3为摆动角度和输入电流特性曲线图;
- [0033] 图4为控制器接收手柄电流和排量控制电流的特性曲线图;
- [0034] 图5为手柄角度和排量控制电流的特性曲线图;
- [0035] 图6为各系统油泵排量和排量控制电流的特性曲线图;
- [0036] 图7为液压系统总负载和各液压系统油泵最大控制电流曲线图;
- [0037] 图8为手柄角度和排量控制电流的特性曲线图。

具体实施方式

[0038] 如图2所示,本发明应用于液压系统的功率分配控制系统,包括控制器、压力传感器、排量传感器、转速传感器、手柄、比例电磁阀。控制器用来采集和处理信号以及相关运算处理,并发出控制指令;压力传感器,用来测量油泵出口压力,确定负载情况;排量传感器用来检测油泵变量伺服油缸的位移,从而确定油泵实际的排量;转速传感器用来测量马达转速,确定行驶速度,反馈给控制器,用于闭环控制;手柄由操作人员进行操作,把手柄摆动的角度信号通过电流的形式传递给控制器,控制器来识别操作者的意图,进行逻辑运算,对油泵比例电磁阀电流进行控制;比例电磁阀对油泵排量进行控制,电磁阀控制电流和油泵排量成图6所示的线性关系;在本发明中的执行机构包括油泵、马达、补油系统、冲洗系统;油泵用于执行任务,补油系统、冲洗系统服务于油泵,马达用于对油泵的开合进行调节。

[0039] 控制系统与执行元件之间的信号传递:控制器安装在电气柜中,接收系统中各个传感器信号,并发出控制指令。压力传感器安装在油泵的两油口,实时检测油泵出口压力,传递给控制器。排量传感器安装在油泵上,检测油泵排量,传递给控制器。根据检测出的压力和排量,控制器可以计算出液压系统做功功率。转速传感器安装在马达上,检测马达转速,传递给控制器。手柄安装在操纵室里或遥控盒上,把操作者的指令传递给控制器。比例电磁阀安装在油泵上,控制器各传感器输入的信号,经过一系列逻辑运算,输出一定的电流给比例电磁阀,比例电磁阀控制油泵变量,油泵输出一定流量的油去做功。

[0040] 其控制过程包括:在工作过程中,控制器接收各个传感器的信号和发动机转速信号按照控制逻辑进行相应的运算,根据发动机在某一转速下能输出的最大功率,即液压系统做功的总功率,计算出各系统油泵在此工况下能允许的最大总排量,确定每个系统共同

的油泵最大控制电流,此时手柄的最大摆动角度对应此控制电流,油泵的控制电流范围和手柄的角度范围进行线性差值换算。每个系统泵的控制电流范围相同,泵在发动机某一转速下根据控制逻辑能达到的最大排量和油泵本身最大排量比值相同。在工作过程中各系统油泵实际排量和控制各系统手柄摆动的角度成线性关系,若各系统控制手柄摆动角度一致,那各系统流量和系统本身能输出的最大流量比值相同,若各系统控制手柄摆动角度不一致,那各系统按各自的手柄角度比例调节。此过程中再根据转速传感器检测出的马达转速反馈信号,进行实时调节,保证系统工作速度相对值,确保速度控制的准确、协调。

[0041] 为了进一步说明此控制方法,关于参与控制的几个物理量的关系说明如下:

[0042] 手柄,操作者输入指令的元件,其摆动角度和控制器接收手柄的输入电流成线性关系,如图3。控制器接收手柄的控制电流后,向比例电磁阀输出电流,来控制油泵排量,控制器接收手柄电流和排量控制电流的关系如图4。这样就可以推导出手柄角度和排量控制电流的关系如图5所示。

[0043] 如图6所示,各系统油泵排量 V_n 和排量控制电流 I_n 之间的关系如下:

[0044] $V_n = k_n I_n$ 式1;

[0045] k_n 为排量控制电流和排量换算系数;

[0046] 发动机在某个稳定转速下工作,其能输出的最大功率 W 是一定的,这样各液压系统在此功率下进行恒功率调节,这样各液压系统的排量 V_n 和各系统负载 P_n 关系式如下:

[0047] $K_n (V_1 P_1 + V_2 P_2 + \dots + V_n P_n) \leq W$ 式2;

[0048] 其中, K 为排量压力扭矩换算系数, n 为转速;

[0049] 由式1和式2合并可得控制电流、压力和功率的关系式3

[0050] $K_n (k_1 I_1 P_1 + k_2 I_2 P_2 + \dots + k_n I_n P_n) \leq W$ 式3;

[0051] 无论各系统泵的大与小,其控制电流范围是相同的,即200mA对应泵的最小排量,600mA对应泵的最大排量。为了让各系统动作协调,手柄摆动范围对应各系统相同的排量控制电流区间,各系统最大的控制电流为 I 和功率负载的关系式如下:

[0052] $K_n I (k_1 P_1 + k_2 P_2 + \dots + k_n P_n) \leq W$ 式4;

[0053] 令 $k_1 P_1 + k_2 P_2 + \dots + k_n P_n = P$ 式5;

[0054] 其中, P 为各液压系统的总负载;

[0055] 合并式4和式5计算后得: $IP = W/K_n$ 式6。

[0056] 液压系统总负载和各液压系统油泵最大控制电流曲线图见图7,发动机在某一稳定转速 n_1 下,发动机能提供给外负载的功率为 W_1 ,见图1,液压系统按图7的功率曲线1运行,总负载为 P_1 时,各系统的最大控制电流为 I_1 ,手柄角度和排量控制电流的关系按照图8的曲线1执行;总负载为 P_2 时,各系统的最大控制电流为 I_1 ,手柄角度和排量控制电流的关系按照图8的曲线2执行。发动机在另一稳定转速下,发动机能提供给外负载的功率为 W_2 ,见图1,液压系统按图7的功率曲线2运行,再根据负载,计算出排量最大控制电流。

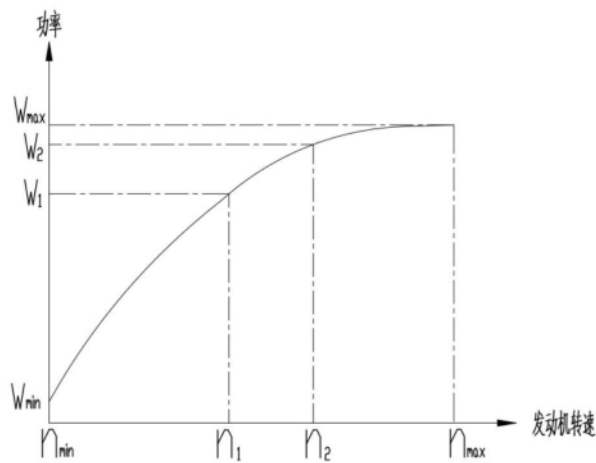


图1

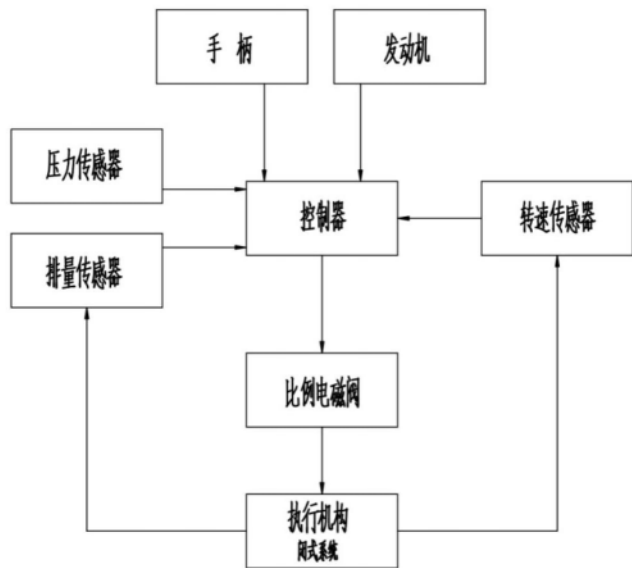


图2

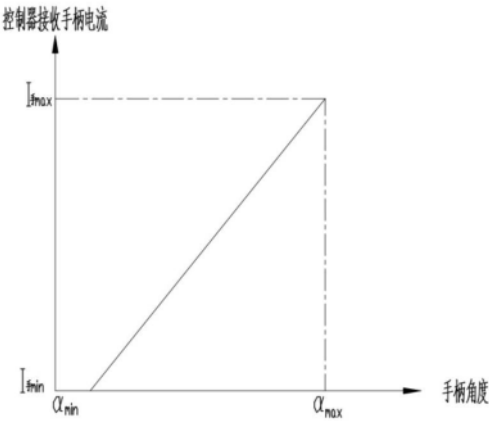


图3

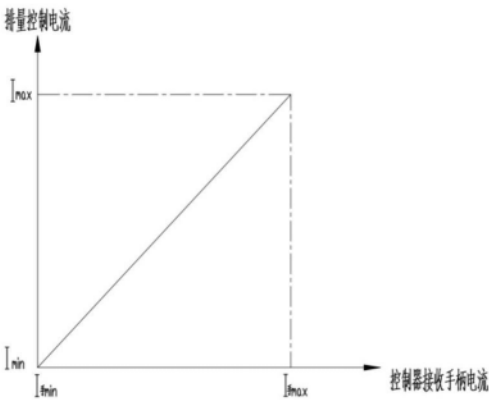


图4

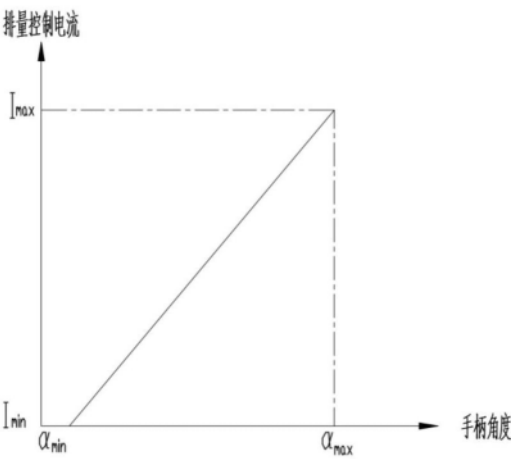


图5

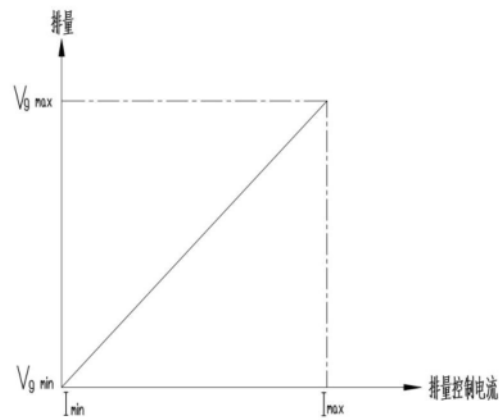


图6

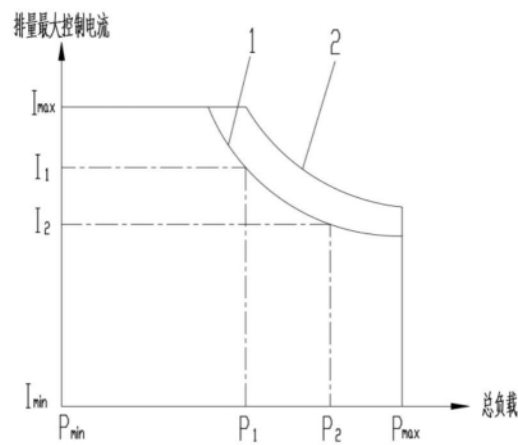


图7

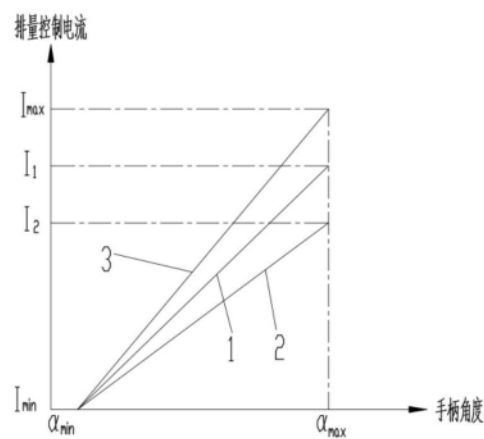


图8