



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114687870 A

(43) 申请公布日 2022. 07. 01

(21) 申请号 202210207018.3

H02P 9/00 (2006.01)

(22) 申请日 2022.03.03

H02P 9/04 (2006.01)

(71) 申请人 沈阳航天新光集团有限公司

H02P 9/14 (2006.01)

地址 110043 辽宁省沈阳市大东区东塔街3号

H02P 101/45 (2015.01)

H02P 101/25 (2015.01)

(72) 发明人 赵春雨 崔再铎 张一滕

(74) 专利代理机构 大连万友专利代理有限公司

21219

专利代理师 王海南

(51) Int. Cl.

F02D 29/06 (2006.01)

F02D 41/00 (2006.01)

F02D 41/18 (2006.01)

F02D 1/04 (2006.01)

F02D 31/00 (2006.01)

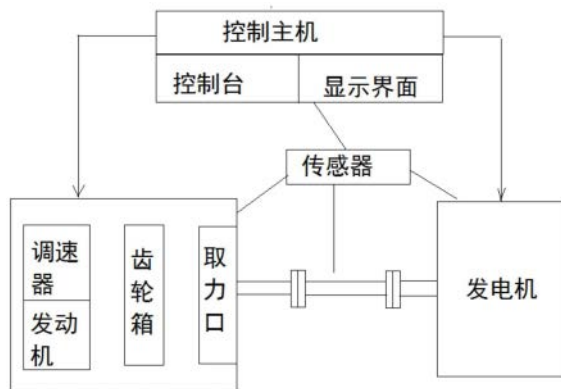
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

车载取力发电机组控制系统及控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种车载取力发电机组控制系统及控制方法,发电机和发动机由带有显示界面和控制台的控制主机控制,发动机及齿轮箱安装在车辆底盘上,齿轮箱向取力口输出动力,发动机上安装有调速器,调速器由调速执行器控制,调速执行器传动杆与发动机的喷油拉杆物理锁止,取力口的输出轴通过万向传动轴连接到电磁离合器,再连接到发电机转子轴,控制主机上设有调速器开关,发电机上设有励磁线圈和电源输出接口。本发明有点在于:利用车辆发动机的动力,在底盘取力口连接发电机组,产生三相交流电源为车辆各个用电系统供电,减少移动发电机的使用,大大提高了车辆机动性能和设备保障能力。



1. 车载取力发电机组控制系统, 发电机和发动机由带有显示界面和控制台的控制主机控制, 发动机及齿轮箱安装在车辆底盘上, 齿轮箱向取力口输出动力, 其特征在于: 发动机上安装有调速器, 调速器由调速执行器控制, 调速执行器传动杆与发动机的喷油拉杆物理锁止, 取力口的输出轴通过万向传动轴连接到电磁离合器, 再连接到发电机转子轴, 控制主机上设有调速器开关, 发电机上设有励磁线圈和电源输出接口。

2. 根据权利要求1所述的车载取力发电机组控制系统, 其特征在于: 所述的发动机转速信号由非接触式电涡流位移传感器反馈给控制主机。

3. 根据权利要求1所述的车载取力发电机组控制系统, 其特征在于: 所述的控制主机在接收到发电信号和发电机输出电压、电流信号后, 输出PWM控制脉冲给励磁电源变换器, 励磁电源变换器根据主机提供的PWM信号, 调制输出不同的励磁电流, 从而改变了发电机的输出电压。

4. 根据权利要求1所述的车载取力发电机组控制系统, 其特征在于: 所述的发动机调速执行器的位移检测采用高精度磁滞伸缩位移传感器直接测量或采用旋转编码器间接测量。

5. 根据权利要求1所述的车载取力发电机组控制系统, 其特征在于: 所述的发电机上设置有轴振动监测传感器和温度传感器。

6. 车载取力发电机组控制方法, 其特征在于:

A、在车辆控制主机的控制台上设置“调速器开关”, 驻车状态下, 闭合控制台上的“调速器开关”, 控制主机在接收到驻车信号后, 自动将转速调至预定转速, 之后闭合“取力发电机供电”开关, 发电机组工作, 自动调速输出电压至设定值;

B、行车状态下, 发动机的调速执行器与行车油门脱开, 发动机自动调速失效; 闭合“取力发电机供电”开关, 控制主机发出控制信号给发电机, 发电机随之输出三相交流电压, 供系统使用;

C、利用与车辆ECU兼容的控制信号, 将需要调控的转速信号传输给ECU, ECU根据信号大小自动调整节气门开度, 从而调整发动机的进气量;

D、保持转速不变, 通过调节励磁线圈磁通量, 来改变取力发电机的输出电压;

E、在接收到发电信号和发电机输出电压、电流信号后, 输出PWM控制脉冲给励磁电源变换器, 励磁电源变换器根据主机提供的PWM信号, 调制输出不同的励磁电流, 从而改变了发电机的输出电压。

7. 根据权利要求6所述的车载取力发电机组控制方法, 其特征在于: 所述的车辆的氧含量传感器与空气量传感器检测进气量的变化, 同时控制发动机喷油量的变化, 最终可以控制喷入气缸内的油雾量。

8. 根据权利要求1或6所述的车载取力发电机组控制系统及控制方法, 其特征在于: 所述的发动机的转速信号反馈给控制主机, 控制主机迅速发出调速信号, 调速执行器将此调速信号转化为机械扭矩, 该扭矩作用到发动机的喷油拉杆上, 与发动机油门回位弹簧一起实现油门的位置精确控制, 以此来调节喷油泵的喷油量, 从而稳定发动机转速在设定转速, 同时油门的旋转角通过传感器反馈到控制主机, 形成转速和油门位置的双闭环。

9. 根据权利要求8所述的车载取力发电机组控制系统及控制方法, 其特征在于: 所述的发动机的转速信号经过PID算法一及PID算法二计算后, 将调速信号输出到调速执行器。

10. 根据权利要求9所述的车载取力发电机组控制系统及控制方法, 其特征在于: 所述

的PID算法一为临界比例度法,公式如下:

$$u_{(t)} = k_p \left(\text{err}_{(t)} + \frac{1}{T_i} \times \int \text{err}_{(t)} dt + \frac{T_D}{d_t} \frac{d \text{err}_{(t)}}{dt} \right)$$

$\text{err}_{(t)}$ 为偏差量 $\text{err}_{(t)} = i_{(t)} - o_{(t)}$, 其中 $i_{(t)}$ 为输入量, $o_{(t)}$ 为输出量;
 T_i 为积分时间; T_D 为微分时间; k_p 为比例系数, $u_{(t)}$ 为转速信号;

PID算法二为增量式PID控制算法,公式如下:

$$u(k) = u(k-1) + K_p [e(k) - e(k-1)] + K_i e(k) + K_d [e(k) - 2e(k-1) + e(k-2)]$$

其中 K_p 为比例系数、 K_i 为积分系数、 K_d 为微分系数; $e(k)$ 为系统实际输出和期望值之间的误差; $u(k)$ 为控制器的输出。

车载取力发电机组控制系统及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种地面能源装备领域供电系统,尤其涉及一种车载取力发电机组控制系统及控制方法,属于车辆发动机供电领域。

背景技术

[0002] 因传统配备电池逆变系统由于电池体积大、充电时间长而无法适应野地等恶劣环境,柴油发电机组又占用移动机械宝贵的位置空间,不利于推广。车载取力发电系统中取力发电机取力方式有两种:一种是在取力口处取力发电;另外一种是直接取力发电。在取力口处取力发电的方法为在车辆底盘取力口连接发电机组,产生三相交流电源为车辆各个用电系统供电。

[0003] 申请号为201810124116.4,申请名称为一种新型车载取力发电系统的拖动装置的发明专利公开一种装置,能够提升发电机的发电性能。因车辆实际运行过程中分为驻车状态和行军状态,两种状态发动机转速不同,行军状态下,发动机转速为变速运行,发电机产生在一定范围区间波动的电压。驻车状态下,发动机转速恒定,通过控制系统,发电机组产生稳定的三相交流电,这种装置没有进行发动机调速及发电机调压,未解决驻车发动机精准调速及行车发电机稳定调压问题,现需提出一种稳定调压的控制系统和控制方法。

发明内容

[0004] 本发明是针对现有的车载取力发电机组发电存在的不足,提出一种控制系统及控制方法,能够进行驻车发动机精准调速及行车发电机稳定调压。

[0005] 这种车载取力发电机组控制系统及控制方法,发电机和发动机由带有显示界面和控制台的控制主机控制,发动机及齿轮箱安装在车辆底盘上,齿轮箱向取力口输出动力,发动机上安装有调速器,调速器由调速执行器控制,调速执行器传动杆与发动机的喷油拉杆物理锁止,取力口的输出轴通过万向传动轴连接到电磁离合器,再连接到发电机转子轴,控制主机上设有调速器开关,发电机上设有励磁线圈和电源输出接口。

[0006] 进一步优化,所述的发动机转速信号由非接触式电涡流位移传感器反馈给控制主机。

[0007] 进一步优化,所述的控制主机在接收到发电信号和发电机输出电压、电流信号后,输出PWM控制脉冲给励磁电源变换器,励磁电源变换器根据主机提供的PWM信号,调制输出不同的励磁电流,从而改变了发电机的输出电压。

[0008] 进一步优化,所述的发动机调速执行器的位移检测采用高精度磁滞伸缩位移传感器直接测量或采用旋转编码器间接测量。

[0009] 进一步优化,所述的发电机上设置有轴振动监测传感器和温度传感器。

[0010] 车载取力发电机组控制方法,

[0011] A、在车辆控制主机的控制台上设置“调速器开关”,驻车状态下,闭合控制台上的“调速器开关”,控制主机在接收到驻车信号后,自动将转速调至预定转速,之后闭合“取力

发电机供电”开关,发电机组工作,自动调速输出电压至设定值;

[0012] B、行车状态下,发动机的调速执行器与行车油门脱开,发动机自动调速失效;闭合“取力发电机供电”开关,控制主机发出控制信号给发电机,发电机随之输出三相交流电压,供系统使用;

[0013] C、利用与车辆ECU兼容的控制信号,将需要调控的转速信号传输给ECU,ECU根据信号大小自动调整节气门开度,从而调整发动机的进气量;

[0014] D、保持转速不变,通过调节励磁线圈磁通量,来改变取力发电机的输出电压;

[0015] E、在接收到发电信号和发电机输出电压、电流信号后,输出PWM控制脉冲给励磁电源变换器,励磁电源变换器根据主机提供的PWM信号,调制输出不同的励磁电流,从而改变了发电机的输出电压。

[0016] 进一步优化,所述的车辆的氧含量传感器与空气量传感器检测进气量的变化,同时控制发动机喷油量的变化,最终可以控制喷入气缸内的油雾量。

[0017] 进一步优化,所述的发动机的转速信号反馈给控制主机,控制主机迅速发出调速信号,调速执行器将此调速信号转化为机械扭矩,该扭矩作用到发动机的喷油拉杆上,与发动机油门回位弹簧一起实现油门的位置精确控制,以此来调节喷油泵的喷油量,从而稳定发动机转速在设定转速,同时油门的旋转角通过传感器反馈到控制主机,形成转速和油门位置的双闭环。

[0018] 进一步优化,所述的发动机的转速信号经过PID算法一及PID算法二计算后,将调速信号输出到调速执行器。

[0019] 进一步优化,所述的PID算法一为临界比例度法,公式如下:

$$[0020] \quad u_{(t)} = k_p \left(\text{err}_{(t)} + \frac{1}{T_i} \times \int \text{err}_{(t)} dt + \frac{T_D}{d_t} \frac{d \text{err}_{(t)}}{dt} \right)$$

[0021] $\text{err}_{(t)}$ 为偏差量 $\text{err}_{(t)} = i_{(t)} - o_{(t)}$, 其中 $i_{(t)}$ 为输入量, $o_{(t)}$ 为输出量;

[0022] T_i 为积分时间; T_D 为微分时间; k_p 为比例系数, $u_{(t)}$ 为转速信号;

[0023] PID算法二为增量式PID控制算法,公式如下:

$$[0024] \quad u(k) = u(k-1) + K_p [e(k) - e(k-1)] + K_i e(k) + K_d [e(k) - 2e(k-1) + e(k-2)]$$

[0025] 其中 K_p 为比例系数、 K_i 为积分系数、 K_d 为微分系数; $e(k)$ 为系统实际输出和期望值之间的误差; $u(k)$ 为控制器的输出。

[0026] 本发明优点在于:1. 利用车辆发动机的动力,在底盘取力口连接发电机组,产生三相交流电源为车辆各个用电系统供电,减少移动发电机的使用,大大提高了车辆机动性能和设备保障能力。

[0027] 2、动态调节输出电压在规定范围。车辆行驶过程中转速波动幅度较大,研究动态控制算法,有效控制电压稳定。

[0028] 3、研究多环节传动机构条件下驻车发电稳定性控制系统。根据实际的车辆结构,机械能从发动机传到发电机转子,需要经过多个离合、变速、传动环节,每一个环节会有机械特性的改变,因此,与常规柴油发电机组相比,取力发电的输出特性与原动机的机械特性具有较大差别。

[0029] 4、研究行车与驻车两种运行状态下的汽车发动机的转速调节方法和转换方法。要求行车油门和驻车调速功能相互独立,互不影响,而又可以一键自动切换。

附图说明

- [0030] 图1为车载取力发电机组控制系统及控制方法的原理框图。
[0031] 图2为车载取力发电机组控制系统及控制方法的气动阀装置的结构示意图。
[0032] 图3为P、P/I、P/I/D参数表格。
[0033] 图4为P、P/I、P/I/D曲线图。
[0034] 图5为三层BP神经网络结构图。

具体实施方式

- [0035] 下面结合附图对车载取力发电机组控制系统及控制方法进行进一步说明。
- [0036] 这种车载取力发电机组控制系统主要由发动机速度控制,发电机电压控制,上位机参数监控三个功能块组成。车辆分为驻车状态和行军状态,两种状态发动机转速不同,行军状态下,发动机转速为变速运行,发电机产生在一定范围区间波动的电压。驻车状态下,发动机转速恒定,通过控制系统,发电机组产生稳定的三相交流电。
- [0037] 本控制系统及控制方法主要解决车辆在驻车 and 行军两种状态下的供电技术,取力发电机组通过控制系统输出的励磁信号控制,输出可控的三相交流电压,同时,发电机组所有的运行参数,都会在上位机控制系统界面上得以直观显示。上位机还设置有CAN总线通讯接口,可以与上级监控系统互连,上传发电机组运行状态参数。系统运行时,通过各类传感器,将转速、电压、电流、温度、位移、开关指令、驻车状态等信号采集到上位机,进行集中处理、显示、上传。
- [0038] 这种车载取力发电机组控制系统,在原车辆基础上,增加驻车发动机调速装置和调速开关,将发动机转速稳定在1500rpm,为发电机组提供稳定的动力源。取力口与发电机轴之间采用万向传动轴和电磁离合器连接,当不需要发电机组工作的时候,控制系统会向电磁离合器发出信号,将发电机转子与取力口输出轴断开动力连接。保证车辆其它动力系统稳定。
- [0039] 这种车载取力发电机组控制系统,发电机和发动机由带有显示界面和控制台的控制主机控制,发动机及齿轮箱安装在车辆底盘上,齿轮箱向取力口输出动力,发动机上安装有调速器,调速器由调速执行器控制,调速执行器传动杆与发动机的喷油拉杆物理锁止,取力口的输出轴通过万向传动轴连接到电磁离合器,再连接到发电机转子轴,控制主机上设有调速器开关,发电机上设有励磁线圈和电源输出接口。
- [0040] 发动机转速信号由非接触式电涡流位移传感器反馈给控制主机。
- [0041] 控制主机在接收到发电信号和发电机输出电压、电流信号后,输出PWM控制脉冲给励磁电源变换器,励磁电源变换器根据主机提供的PWM信号,调制输出不同的励磁电流,从而改变了发电机的输出电压。
- [0042] 发动机调速执行器的位移检测采用高精度磁滞伸缩位移传感器直接测量或采用旋转编码器间接测量。发电机上设置有轴振动监测传感器和温度传感器。
- [0043] 车载取力发电机组控制方法,其特征在于:

[0044] A、在车辆控制主机的控制台上设置“调速器开关”，驻车状态下，闭合控制台上的“调速器开关”，控制主机在接收到驻车信号后，自动将转速调至预定转速，之后闭合“取力发电机供电”开关，发电机组工作，自动调速输出电压至设定值；

[0045] B、行车状态下，发动机的调速执行器与行车油门脱开，发动机自动调速失效；闭合“取力发电机供电”开关，控制主机发出控制信号给发电机，发电机随之输出三相交流电压，供系统使用；

[0046] C、利用与车辆ECU兼容的控制信号，将需要调控的转速信号传输给ECU，ECU根据信号大小自动调整节气门开度，从而调整发动机的进气量；

[0047] D、保持转速不变，通过调节励磁线圈磁通量，来改变取力发电机的输出电压；

[0048] E、在接收到发电信号和发电机输出电压、电流信号后，输出PWM控制脉冲给励磁电源变换器，励磁电源变换器根据主机提供的PWM信号，调制输出不同的励磁电流，从而改变了发电机的输出电压。

[0049] 驻车发电时，需要发电机输出稳定的三相交流电源，就需要发动机有稳定的定值转速输出，那么，就需要一套可以手动或自动在驻车状态下调节发动机转速的调速装置。同时，该调速装置不能影响车辆行车状态下的变速过程，所以，还需要将此调速装置与行车状态形成互锁，即在行车状态时，调速装置失效并且断开与原车辆油门连杆的物理连接。

[0050] 在车辆原控制台上设置“调速开关”，当驻车时，此开关一旦被按下，发电系统控制主机收到此调速信号，就对发动机调速执行器发出控制信号，执行器传动杆电磁离合器与发动机的喷油泵拉杆物理锁止，形成了行车油门控制拉杆与调速执行器拉杆并联的控制关系。发动机的转速信号由非接触式电涡流位移传感器反馈给控制主机，控制主机迅速发出调速信号，执行器将此调速信号转化成与之成比例的机械扭矩，该扭矩作用到拉杆上，与发动机油门回位弹簧一起实现油门的位置精确控制。以此来调节喷油泵的喷油量，从而稳定发动机转速在设定转速。同时油门的旋转角通过执行器内嵌传感器反馈到控制主机，形成转速和油门位置的双闭环，使转速更加精准、稳定。

[0051] 发动机的转速信号经过PID算法一及PID算法二计算后，将调速信号输出到调速执行器。

[0052] PID算法1:临界比例度法

[0053] PID算法通过误差信号控制被控量，而控制器本身就是比例、积分、微分三个环节的加和。

[0054] 1. 输入量为 $i_{(t)}$ ；2. 输出量为 $o_{(t)}$ ；3. 偏差量为 $err_{(t)} = i_{(t)} - o_{(t)}$

$$[0055] \quad u_{(t)} = k_p(err_{(t)} + \frac{1}{T_i} \int err_{(t)} dt + \frac{T_D d_{err_{(t)}}}{dt})$$

[0056] 临界比例度法描述如下：

[0057] (1) 将调节器的积分时间 T_i 置于最大($T_i = \infty$)，微分时间置零($T_d = 0$)，比例度 δ 适当，平衡操作一段时间，把系统投入自动运行。

[0058] (2) 将比例度 δ 逐渐减小，得到等幅振荡过程，记下临界比例度 δ_k 和临界振荡周期 T_k 值。

[0059] (3) 根据 δ_k 和 T_k 值，采用经验公式，计算出调节器各个参数，即 δ 、 T_i 、 T_d 的值。

[0060] (4) 按“先P后I最后D”的操作程序将调节器整定参数调到计算值上。若还不够满

意,可再作进一步调整。P、P/I、P/I/D参数如图3所示,曲线如图4所示。

[0061] PID算法2:增量式PID控制算法

[0062] 增量式PID控制算法描述如下:

$$[0063] \quad u(k) = u(k-1) + K_p [e(k) - e(k-1)] + K_i e(k) + K_d [e(k) - 2e(k-1) + e(k-2)]$$

[0064] 在上式中 K_p 、 K_i 、 K_d 分别为比例、积分和微分系数; $e(k)$ 为系统实际输出和期望值之间的误差; $u(k)$ 为控制器的输出。

[0065] BP神经网络的输入变量个数取决于被控系统的复杂程度,输出节点对应的是PID的三个可调参数。由于输出不能为负,所以输出层激活函数取非负的sigmoid函数

$$\left(g(x) = \frac{1}{2}(1 + \tanh(x)) = \frac{e^x}{e^x + e^{-x}} \right) \text{ 隐含层取正负对称的Sigmoid函数 } \left(f(x) = \tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \right)。$$

由此,构造一个三层BP网络的结构为3-8-3。

[0066] 所设计出的三层BP神经网络结构如图5所示:

[0067] 图5中,网络输入层的输入、输出为:

$$[0068] \quad O_j^{(1)} = x_j$$

[0069] 其中,将网络的输入变量作为控制器的输入,即

$$[0070] \quad x_1 = e(k) - e(k-1)$$

$$[0071] \quad x_2 = e(k)$$

$$[0072] \quad x_3 = e(k) - 2e(k-1) + e(k-2)$$

[0073] 网络隐含层的输入、输出为:

$$[0074] \quad net_j^{(2)}(k) = \sum_{i=0}^M w_{i,j}^{(2)} O_i^{(1)}$$

$$[0075] \quad O_i^{(2)}(k) = f(net_i^{(2)}(k))$$

[0076] 式中, $w_{i,j}$ 为隐含层加权系数; $i=1,2,\dots,8$;上角标(1)、(2)、(3)分别代表输入层、隐含层、输出层。

[0077] 网络输出层的输入、输出为:

$$[0078] \quad net_i^{(3)}(k) = \sum_{h=0}^Q w_{h,i}^{(3)} O_h^{(2)}(k)$$

$$[0079] \quad O_i^{(3)}(k) = g(net_i^{(3)}(k))$$

$$[0080] \quad O_1^{(3)}(k) = K_p$$

$$[0081] \quad O_2^{(3)}(k) = K_i$$

$$[0082] \quad O_3^{(3)}(k) = K_d$$

[0083] 式中,输出层输出节点分别对应三个可调参数 K_p 、 K_i 、 K_d 。

[0084] 取性能指标函数为:

$$[0085] \quad E(k) = \frac{1}{2}(r(k) - y(k))^2$$

[0086] 一般地,按照梯度下降法修正网络的权系数,即按 $E(k)$ 对加权系数的负梯度方向

搜索调整,并附加一使搜索快速收敛全局极小的惯性项

$$[0087] \quad \Delta w_{ii}^{(3)}(k) = -\eta \frac{\partial E(k)}{\partial w_{ii}^{(3)}} + \alpha \Delta w_{ii}^{(3)}(k-1)$$

[0088] 式中, η 为学习速率, α 为惯性系数。

$$[0089] \quad \frac{\partial E(k)}{\partial w_{ii}^{(3)}} = \frac{\partial E(k)}{\partial y(k)} \frac{\partial y(k)}{\partial u(k)} \frac{\partial u(k)}{\partial O_1^{(3)}(k)} \frac{\partial O_1^{(3)}(k)}{\partial \text{net}_1^{(3)}(k)} \frac{\partial \text{net}_1^{(3)}(k)}{\partial w_{ii}^{(3)}(k)}$$

[0090] 又有

$$[0091] \quad \frac{\partial \text{net}_1^{(3)}(k)}{\partial w_{ii}^{(3)}(k)} = O_i^{(2)}(k)$$

[0092] 则有

$$[0093] \quad \frac{\partial u(k)}{\partial O_1^{(3)}(k)} = e(k) - e(k-1) = x_1$$

$$[0094] \quad \frac{\partial u(k)}{\partial O_2^{(3)}(k)} = e(k) = x_2$$

$$[0095] \quad \frac{\partial u(k)}{\partial O_3^{(3)}(k)} = e(k) - 2e(k-1) + e(k-2) = x_3$$

[0096] 由于 $\frac{\partial y(k)}{\partial u(k)}$ 未知, 可以用一个BP网络建立一个被控对象的辨识模型, 再用此模型去

训练BP网络控制器, 以解决权值修正时导数项 $\frac{\partial y(k)}{\partial u(k)}$ 的计算。本文近似用符号函数

$\text{sgn} \left(\frac{\partial y(k)}{\partial u(k)} \right)$ 取代, 从而简化计算。由此带来计算不精确的影响可以通过调整学习速率来补偿。

[0097] 上述分析可得网络输出层加权系数的学习算法为:

$$[0098] \quad \Delta w_{ii}^{(3)}(k) = \alpha \Delta w_{ii}^{(3)}(k-1) + \eta \delta_i^{(3)} O_i^{(2)}(k)$$

$$[0099] \quad \delta_i^{(3)} = e(k) \text{sgn} \left(\frac{\partial y(k)}{\partial u(k)} \right) \frac{\partial u(k)}{\partial O_1^{(3)}(k)} g'(\text{net}_i^{(3)}(k))$$

[0100] 同理可得到隐含层加权系数的学习方法

$$[0101] \quad \Delta w_{ij}^{(2)}(k) = \alpha \Delta w_{ij}^{(2)}(k-1) + \eta \delta_i^{(2)} O_j^{(1)}(k)$$

$$[0102] \quad \delta_i^{(2)} = f'(\text{net}_i^{(2)}(k)) \sum_{l=1}^3 \delta_l^{(3)} w_{il}^{(3)}(k)$$

[0103] 式中, $g'(\cdot) = g(x)(1-g(x))$, $f'(\cdot) = 1-f^2(x)$ 。

[0104] 该控制器控制算法归纳如下:

[0105] (1) 确定BP网络的结构, 即确定输入层节点数M和隐含层节点数Q, 并给出各层加权

系数的初值 $w_{ij}^{(2)}(0)$ 和 $w_{ii}^{(3)}(0)$, 选定学习速率 η 和惯性系数 α , 此时 $k=1$ 。

[0106] (2) 采样得到 $r_{ink}(k)$ 和 $y_{out}(k)$, 计算该时刻误差 $e(k) = r_{ink}(k) - y_{out}(k)$ 。

[0107] (3) 计算神经网络 NN 各层神经元的输入、输出, NN 输出层的输出即为 PID 控制器的三个可调参数 K_P, K_i, K_d 。

[0108] (4) 计算 PID 控制器的输出 $u(1)$ 。

[0109] (5) 进行神经网络学习, 在线调整加权系数 $w_{ij}^{(2)}(k)$ 和 $w_{ii}^{(3)}(k)$, 实现 PID 控制参数的自适应调整。

[0110] (6) 置 $k=k+1$, 返回到 (2)。

[0111] 当车辆挂档或行车时, 电磁离合器将调速执行器和发动机油门拉杆机械分离, 脱开后的执行器不影响行车时的调速机构正常使用。

[0112] 取力发电机的调压原理为: 保持转速不变 (1500rpm), 通过调节磁极磁通量, 也即改变励磁电流, 来改变取力发电机的输出电压。控制主机在接收到发电信号和发电机输出电压、电流信号后, 通过控制算法, 输出 PWM 控制脉冲给励磁电源变换器, 励磁电源变换器根据主机提供的 PWM 信号, 调制输出不同的励磁电流, 从而改变了发电机的输出电压。

[0113] 采用高速、高精度的数据采集卡, 结合工业计算机 (PXI 工控机) 强大的数据处理能力, 使得电压电流采样和处理输出过程能够在极短时间内完成, 能够快速响应并达到控制要求。

[0114] 为了提高励磁电源变换器的可靠性, 避免因车辆振动造成电子元件受损, 采用树脂浇注的方式, 将 PCB 与电子元件固化, 封装, 并加大电力电子器件的散热器。保证其运行可靠, 具有较强的应对恶劣环境能力。

[0115] 取力口转速范围为 700rpm-2500rpm, 功率不小于 80kW。取力口的输出轴通过万向传动轴连接到电磁离合器, 再连接到发电机转子轴, 动力的连接与切断依靠电磁离合器的动作完成, 电磁离合器设置为常开型。

[0116] 行车状态下, 发动机调速执行器与行车油门脱开, 发动机自动调速失效。闭合“取力发电机供电”开关, 传动轴电磁离合器动作, 控制主机发出控制信号给发电机, 发电机随之输出三相交流电压, 供系统使用。

[0117] 驻车状态下, 闭合控制台“调速开关”, 控制主机在接收到驻车信号后, 自动将转速调至 1500rpm。之后闭合“取力发电机供电”, 发电机组工作, 自动调速输出电压至设定值。

[0118] 当发电机组运行出现重故障、车辆检修、不需要发电机组投运时, 传动轴电磁离合器断开发电机组与发动机的动力连接, 不影响车辆原有各项性能。

[0119] 系统采用虚拟仪器软件 LabVIEW 来编制上位机控制界面, 此编程软件内有丰富的虚拟仪表和直观的显示控件。界面直观友好, 可以直观显示发电机组的各项运行参数和控制状态, 同时对于发电机组的运行数据, 上位机可实现实时存储、曲线分析、数据导出、历史曲线查询等实用功能。

[0120] 软件中编制有多种灵活运用的控制算法, 可以进行快速响应、稳态响应。完善的软件配合高速、高精度的多功能接口板, 可以达到模拟量采样速率 1Mbps, 输出控制信号频率达到 500KHz 以上。具有很高工业控制性能。

[0121] 控制系统具有设备自检、报警显示、在线数据监测和数据上传功能。上位机设置有

CAN总线接口,可以与上级集中监控主机进行互连,上传或接收控制指令。

[0122] 发动机转速采用非接触式电涡流位移传感器,通过检测发动机转轴或飞轮齿轮与探头的径向位移,可以得到周期性的转速信号。

[0123] 发动机调速执行器的位移检测采用高精度磁滞伸缩位移传感器直接测量或采用旋转编码器间接测量。

[0124] 发电机输出端的电压、电流则采用高精度的闭环霍尔互感器实现。

[0125] 另外在发电机组上还设置有轴振动监测传感器和温度传感器,一旦机组出现机械故障,可能导致动平衡破坏,主轴振动加剧,当超过轴振动超过设定幅值,系统发出指令将机组解列,并显示报警。

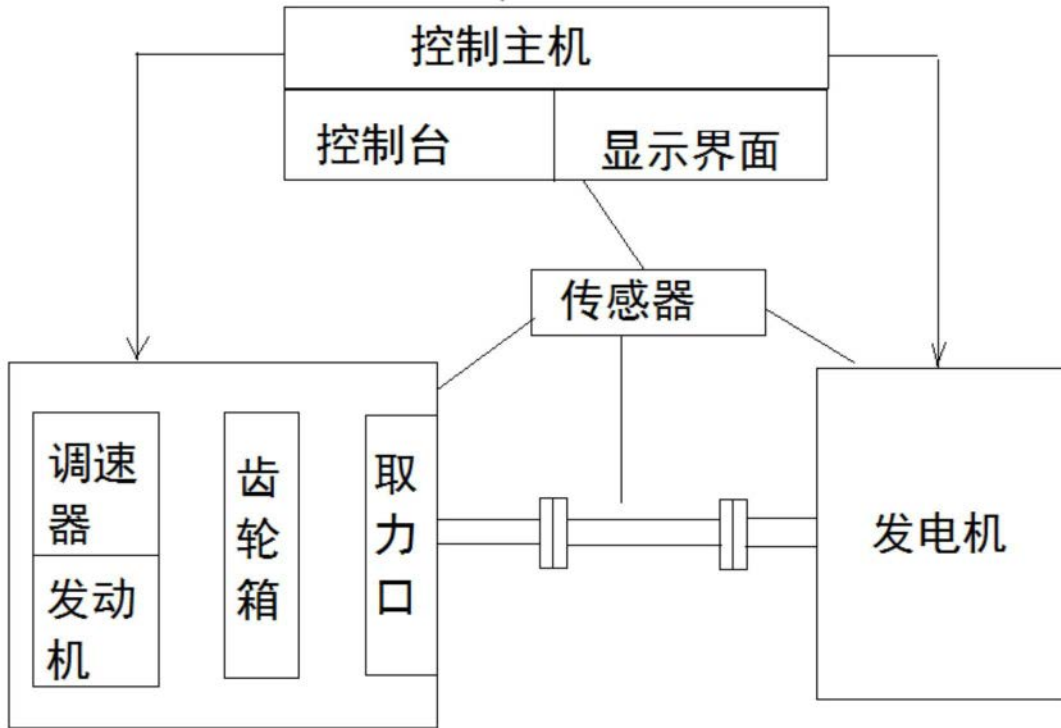


图1

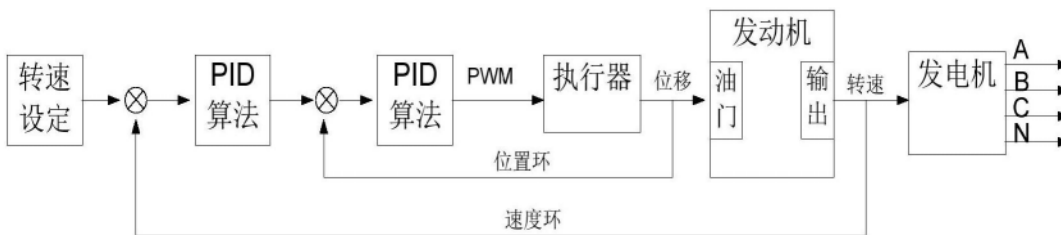


图2

参数	$\delta(\%)$	$T_i(\text{min})$	$T_d(\text{min})$
P	$2\delta_k$		
P/I	$2.2\delta_k$	$T_k/1.2$	
P/I/D	$1.6\delta_k$	$0.5\delta_k$	$0.25T_i$

图3

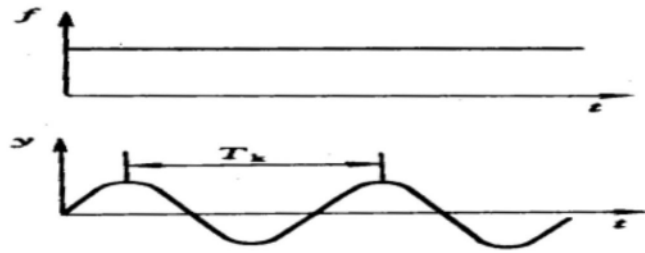


图4

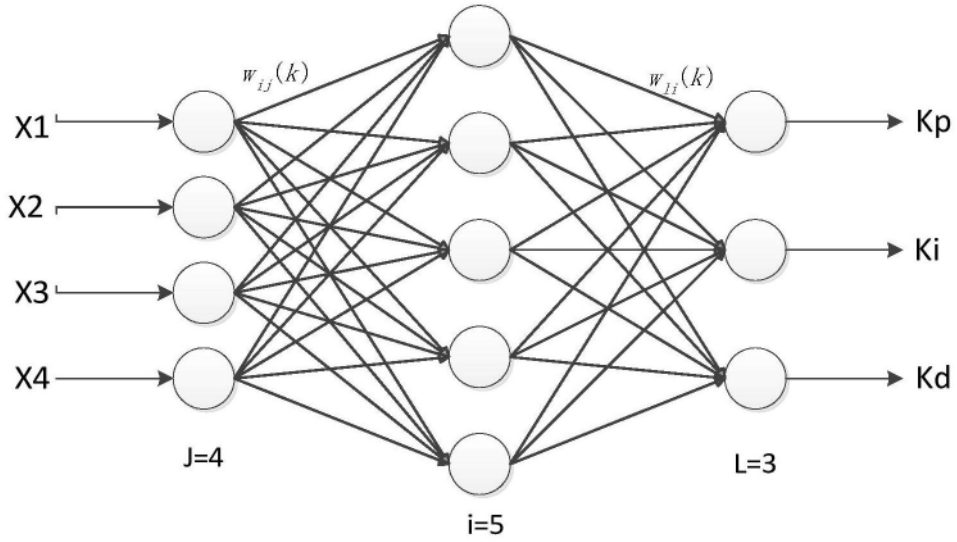


图5