



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109975034 A
(43)申请公布日 2019.07.05

(21)申请号 201910318944.6

(22)申请日 2019.04.19

(71)申请人 重庆凯瑞汽车试验设备开发有限公司

地址 400050 重庆市九龙坡区陈家坪朝田村101号

申请人 中国汽车工程研究院股份有限公司

(72)发明人 李貌

(74)专利代理机构 重庆强大凯创专利代理事务所(普通合伙) 50217

代理人 范淑萍

(51)Int.Cl.

G01M 17/007(2006.01)

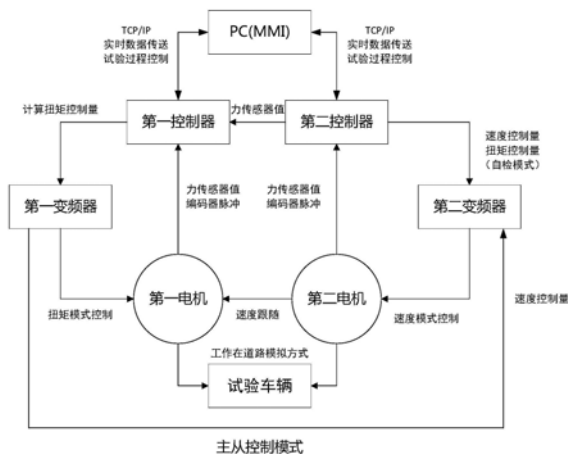
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种重型底盘测功机道路阻力模拟控制系统及方法

(57)摘要

本发明涉及汽车底盘测试技术领域,具体为一种重型底盘测功机道路阻力模拟控制系统及方法,包括第一控制模块、第二控制模块、第一检测模块、第二检测模块,第一检测模块用于检测第一电机的转速和扭矩,第一控制模块用于计算出总加载控制量,第一控制模块还用于计算总加载控制量和第二电机的扭矩的差值,得到实际加载控制量,其还用于将实际加载控制量和第一电机的扭矩的差值带入闭环PID控制算法中得到控制输出量,并对第一电机进行扭矩控制,第二控制模块用于控制第二电机与第一电机保持转速一致。本发明提供的一种重型底盘测功机道路阻力模拟控制系统及方法,能够解决现有的测功机道路阻力模拟能力无法满足重型汽车的实验要求的问题。



1. 一种重型底盘测功机道路阻力模拟控制系统,其特征在于:包括:第一电机、第二电机、第一控制模块、第二控制模块、第一检测模块、第二检测模块,所述第一检测模块用于检测第一电机的转速和扭矩,所述第二检测模块用于检测第二电机的扭矩,所述第一控制模块用于根据道路阻力方程和第一电机的转速计算出总加载控制量,所述第二控制模块用于将第二检测模块检测到的扭矩发送给第一控制模块,所述第一控制模块还用于计算总加载控制量和第二电机的扭矩的差值,得到实际加载控制量,所述第一控制模块还用于计算实际加载控制量和第一电机的扭矩的差值并将得到的差值带入闭环PID控制算法中,得到控制输出量,所述第一控制模块还用于根据控制输出量对第一电机进行扭矩控制,所述第二控制模块还用于控制第二电机转速与第一电机保持一致。

2. 根据权利要求1所述的一种重型底盘测功机道路阻力模拟控制系统,其特征在于:所述第一控制模块包括第一控制器和第一变频器,所述第一变频器用于根据控制输出量对第一电机进行扭矩控制,所述第二控制模块包括第二控制器和第二变频器,所述第一变频器与第二变频器运行在主从控制模块,所述第二变频器用于控制第二电机的转速跟随第一电机。

3. 根据权利要求1所述的一种重型底盘测功机道路阻力模拟控制系统,其特征在于:所述第一检测模块包括第一转速传感器和第一力传感器,所述第二检测模块包括第二扭矩传感器。

4. 根据权利要求3所述的一种重型底盘测功机道路阻力模拟控制系统,其特征在于:所述第二检测模块还包括第二转速传感器,所述第二控制模块能够对第二电机进行扭矩控制,所述第一控制模块能够将检测的第一电机的扭矩发送给第二控制模块,第一控制模块能够控制第一电机运行速度与第二电机保持一致。

5. 根据权利要求1所述的一种重型底盘测功机道路阻力模拟控制系统,其特征在于:还包括上位机端,所述上位机端与第一控制模块、第二控制模块均数据连接,所述上位机端用于显示或/和存储第一控制模块和第二控制模块的运行参数。

6. 根据权利要求5所述的一种重型底盘测功机道路阻力模拟控制系统,其特征在于:所述上位机端还用于供管理人员向第一控制模块和第二控制模块发送控制指令。

7. 根据权利要求6所述的一种重型底盘测功机道路阻力模拟控制系统,其特征在于:上位机端、第一控制模块、第二控制模块、第一电机、第二电机、第一检测模块、第二检测模块之间通过以太网进行通信。

8. 一种重型底盘测功机道路阻力模拟控制方法,其特征在于:该方法包括以下步骤:

数据采集步骤:检测第一电机的转速和扭矩,检测第二电机的扭矩;

总加载控制量计算步骤:根据第一电机的转速以及道路阻力方程计算出总加载控制量;

实际加载控制量计算步骤:根据第二电机的扭矩,计算总加载控制量与第二电机的扭矩的差值,得到实际加载控制量;

控制输出量计算步骤:计算实际加载控制量和第一电机的扭矩的差值并将得到的差值带入闭环PID控制算法中,得到控制输出量;

输出控制步骤,第一控制模块根据控制输出量对第一电机进行扭矩控制;

同步控制步骤,第二控制模块控制第二电机的转速与第一电机保持一致。

9. 根据权利要求8所述的一种重型底盘测功机道路阻力模拟控制方法,其特征在于:所述第一控制模块包括第一变频器,所述第一变频器用于控制第一电机,所述第二控制模块包括第二变频器,所述第二变频器用于控制第二电机;所述同步控制步骤中,通过使得第一变频器和第二变频器工作在主从控制模式实现第二电机转速跟随第一电机。

10. 根据权利要求9所述的一种重型底盘测功机道路阻力模拟控制方法,其特征在于:总加载控制量计算步骤包括以下步骤:

步骤一:根据第一电机的转速计算加速度值;

步骤二:以及道路阻力方程计算出总加载道路阻力;

步骤三:将总加载道路阻力转化为扭矩,得到总加载控制量。

一种重型底盘测功机道路阻力模拟控制系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及汽车底盘测试技术领域,具体为一种重型底盘测功机道路阻力模拟控制系统及方法。

背景技术

[0002] 汽车底盘测功机系统是针对汽车整车进行动力性和耐久性进行室内试验的专用设备,很早以前就被应用于汽车底盘的检测。以前都是采用机械惯量模拟汽车整车质量,各类小型测功机模拟汽车行驶道路阻力,采用此种方式测试系统惯量无法实现无级变化,对整车质量模拟很不准确,对道路行驶阻力的模拟也无法真实的再现实际工况。随着交流控制技术的不断成熟,目前国内外竞相采用交流变频技术模拟转动惯量。该技术可以实现惯量的无级调节,能够更准确地反映汽车质量,同时也可以通过电模拟技术直接模拟道路行驶阻力,使得底盘测功机的结构简单紧凑,测试结果更加准确。

[0003] 随着汽车行业的发展,大量重型汽车厂家对重型车辆进行动力性、耐久性和排放性能进行检测的需求越来越多,检测要求的精度和准确性也越来越高。传统小型的交流电力底盘测功机在道路阻力模拟的能力和精度上面已经不能满足重型汽车厂家的试验要求,需要采用新型的控制方法,使得测功机既能在加载能力上满足试验要求,又要在控制精度和准确性上达到和传统小型电力底盘测功机相近的控制效果。

发明内容

[0004] 本发明意在提供一种重型底盘测功机道路阻力模拟控制系统以及重型底盘测功机道路阻力模拟控制方法,能够解决现有的测功机道路阻力模拟能力无法满足重型汽车的实验要求的问题。

[0005] 为了解决上述技术问题,本申请提供如下技术方案:

[0006] 重型底盘测功机道路阻力模拟控制系统,包括:第一电机、第二电机、第一控制模块、第二控制模块、第一检测模块、第二检测模块,所述第一检测模块用于检测第一电机的转速和扭矩,所述第二检测模块用于检测第二电机的扭矩,所述第一控制模块用于根据道路阻力方程和第一电机的转速,计算出总加载控制量,所述第二控制模块用于将第二检测模块检测到的扭矩发送给第一控制模块,所述第一控制模块还用于计算总加载控制量和第二电机的扭矩的差值,得到实际加载控制量,所述第一控制模块还用于计算实际加载控制量和第一电机的扭矩的差值并将得到的差值带入闭环PID控制算法中,得到控制输出量,所述第一控制模块还用于根据控制输出量对第一电机进行扭矩控制,所述第二控制模块还用于控制第二电机转速与第一电机保持一致。

[0007] 本申请技术方案中,采用双电机双转鼓的设置,可以极大的增加系统对于道路阻力的模拟能力,满足重型底盘测试的需求,不仅能够满足重型车辆一般的道路模拟试验的负载要求,还增加了对重型车辆进行极限功能的试验能力;通过两个控制模块分别控制两个电机的数据采集和计算。第一控制模块和第二控制模块之间也进行数据交换,使得第二

电机的运行参数参与到第一控制模块的控制运算当中,并保证传输的实时性。实现两个电机同时进行道路阻力计算和控制量和反馈量的PID闭环控制。增加了系统的响应和计算能力,提高了系统的控制精度和准确性。

[0008] 进一步,所述第一控制模块包括第一控制器和第一变频器,所述第一变频器用于根据控制输出量对第一电机进行扭矩控制,所述第二控制模块包括第二控制器和第二变频器,所述第一变频器与第二变频器运行在主从控制模块,所述第二变频器用于控制第二电机的转速跟随第一电机。

[0009] 两个电机的变频器采用主从跟随模式,可以有效的保证两个电机之间的速度一致性。

[0010] 进一步,所述第一检测模块包括第一转速传感器和第一力传感器,所述第二检测模块包括第二力传感器。通过第一转速传感器可以准确检测电机转速并由此计算电机的加速度,保证后续计算的精准度,通过第一力传感器和第二力传感器实现第一电机和第二电机的扭矩检测。

[0011] 进一步,所述第二检测模块还包括第二转速传感器,所述第二控制模块能够对第二电机进行扭矩控制,所述第一控制模块能够将检测的第一电机的扭矩发送给第二控制模块,第一控制模块能够控制第一电机运行速度与第二电机保持一致。

[0012] 通过上述设置,让第二控制模块、第二检测模块以及第二电机也具备主动调控的能力,进而可以在必要的情况下,如第一检测模块的第一转速传感器损坏的情况下,可以交换第一控制模块和第二控制模块的主从角色,使得第一电机跟随第二电机转动。

[0013] 进一步,还包括上位机端,所述上位机端与第一控制模块、第二控制模块均数据连接,所述上位机端用于显示或/和存储第一控制模块和第二控制模块的运行参数。通过上位机端对整个系统的运行参数进行实时的监控。

[0014] 进一步,所述上位机端还用于供管理人员向第一控制模块和第二控制模块发送控制指令。方便管理人员对第一控制模块和第二控制模块的运行参数进行调节。

[0015] 进一步,上位机端、第一控制模块、第二控制模块、第一电机、第二电机、第一检测模块、第二检测模块之间通过以太网进行通信。整个控制网络都是在以太网下完成通讯,确保数据和命令的实时高效传输。

[0016] 进一步,本申请还提供了一种重型底盘测功机道路阻力模拟控制方法,该方法包括以下步骤:

[0017] 数据采集步骤:检测第一电机的转速和扭矩,检测第二电机的扭矩;

[0018] 总加载控制量计算步骤:根据第一电机的转速以及道路阻力方程计算出总加载控制量;

[0019] 实际加载控制量计算步骤:根据第二电机的扭矩,计算总加载控制量与第二电机的扭矩的差值,得到实际加载控制量;

[0020] 控制输出量计算步骤:计算实际加载控制量和第一电机的扭矩的差值并将得到的差值带入闭环PID控制算法中,得到控制输出量;

[0021] 输出控制步骤,第一控制模块根据控制输出量对第一电机进行扭矩控制;

[0022] 同步控制步骤,第二控制模块控制第二电机的转速与第一电机保持一致。

[0023] 本方法中,通过采用双电机双转鼓的设置,可以极大的增加系统对于道路阻力的

模拟能力,满足重型底盘测试的需求,不仅能够满足重型车辆一般的道路模拟试验的负载要求,还增加了对重型车辆进行极限功能的试验能力;通过两个控制模块分别控制两个电机的数据采集和计算。第一控制模块和第二控制模块之间也进行数据交换,使得第二电机的运行参数参与到第一控制模块的控制运算当中,并保证传输的实时性。实现两个电机同时进行道路阻力计算和控制量和反馈量的PID闭环控制。增加了系统的响应和计算能力,提高了系统的控制精度和准确性。

[0024] 进一步,所述第一控制模块包括第一变频器,所述第一变频器用于控制第一电机,所述第二控制模块包括第二变频器,所述第二变频器用于控制第二电机;所述同步控制步骤中,通过使得第一变频器和第二变频器工作在主从控制模式实现第二电机转速跟随第一电机。通过变频器的主从控制模式实现转速同步控制,可以确保第一电机和第二电机转速同步。

[0025] 进一步,总加载控制量计算步骤包括以下步骤:

[0026] 步骤一:根据第一电机的转速计算加速度值;

[0027] 步骤二:以及道路阻力方程计算出总加载道路阻力;

[0028] 步骤三:将总加载道路阻力转化为扭矩,得到总加载控制量。

附图说明

[0029] 图1为本发明重型底盘测功机道路阻力模拟控制系统实施例中的逻辑框图。

具体实施方式

[0030] 下面通过具体实施方式进一步详细说明:

[0031] 如图1所示,本实施例提供的重型底盘测功机道路阻力模拟控制系统,包括第一电机、第二电机、第一控制模块、第二控制模块、第一检测模块、第二检测模块,第一检测模块用于检测第一电机的转速和扭矩,第二检测模块用于检测第二电机的扭矩,第一控制模块用于根据道路阻力方程和第一电机的转速,计算出总加载控制量,第二控制模块用于将第二检测模块检测到的扭矩发送给第一控制模块,第一控制模块还用于计算总加载控制量和第二电机的扭矩的差值,得到实际加载控制量,第一控制模块还用于计算实际加载控制量和第一电机的扭矩的差值并将得到的差值带入闭环PID控制算法中,得到控制输出量,第一控制模块还用于根据控制输出量对第一电机进行扭矩控制,第二控制模块还用于控制第二电机转速与第一电机保持一致。

[0032] 具体的,本实施例中,第一控制模块包括第一控制器和第一变频器,第一控制器用于根据第一检测模块的检测数据计算生成控制输出量,第一变频器用于根据控制输出量对第一电机进行扭矩控制,第二控制模块包括第二控制器和第二变频器,第二控制器用于将第二检测模块检测到的第二电机的扭矩数据发送给第一控制起,第一变频器与第二变频器运行在主从控制模块,第二变频器用于控制第二电机的转速跟随第一电机。

[0033] 第一检测模块包括第一转速传感器和第一力传感器,第二检测模块包括第二转速传感器和第二力传感器。本实施例中,第一转速传感器和第二转速传感器均采用编码器,其通过输出脉冲,通过第一转速传感器和第二转速传感器可以准确检测电机转速并由此计算电机的加速度,保证后续计算的精准度,通过第一力传感器和第二力传感器实现第一电机

和第二电机的扭矩检测。

[0034] 本实施例中,第一控制模块能够将检测的第一电机的扭矩发送给第二控制模块,第一控制模块也能够控制第一电机运行速度与第二电机保持一致,本实施例中,第一控制模块和第二控制模块、第一电机和第二电机之间的主从关系可以反过来,即第一变频器可以作为从机跟随第一变频器,使得第一电机转速跟随第二电机,第二控制器也能够像上述第一控制器的功能一样,根据第二电机的转速、道路阻力方程以及第一电机的扭矩计算出控制输出量,第二变频器可以根据控制输出量来对第二电机进行扭矩控制。通过上述设置,让第二控制模块、第二检测模块以及第二电机也具备主动调控的能力,进而可以在必要的情况下,如第一检测模块的第一转速传感器损坏的情况下,可以交换第一控制模块和第二控制模块的主从角色,使得第一电机跟随第二电机转动,保证系统可以正常工作。

[0035] 本系统还包括上位机端,上位机端与第一控制模块、第二控制模块均数据连接,上位机端用于显示或/和存储第一控制模块和第二控制模块的运行参数。上位机端还用于供管理人员向第一控制模块和第二控制模块发送控制指令。

[0036] 通过上位机端对整个系统的运行参数进行实时的监控。方便管理人员对第一控制模块和第二控制模块的运行参数进行调节。本实施例中,上位机端、第一控制模块、第二控制模块、第一电机、第二电机、第一检测模块、第二检测模块之间通过以太网进行通信,通过使得整个控制网络都在以太网下完成通讯,可以确保数据和命令的实时高效传输。

[0037] 道路模拟试验控制原理如下:

[0038] 通过与速度相关联的一个多项式模拟阻力在道路上的测定结果,该多项式可写作:

$$[0039] \quad F_f + F_w = F_0 + F_1 v + F_2 v^n$$

[0040] 式中:

[0041] F_0 表示与速度无关的汽车驱动力分量;

[0042] F_1 表示与速度线性相关的汽车驱动力分量;

[0043] v 表示汽车速度;

[0044] F_2 表示与速度非线性相关的汽车驱动力分量;

[0045] n 表示多方指数 $1 < n < 3$,取到小数点后1位;

[0046] 从而可以得到汽车在转鼓试验系统上的道路阻力模拟公式:

$$[0047] \quad F_t = gR_w \sin \alpha + F_0 + F_1 v + F_2 v^n + R_w \frac{dv}{dt}$$

$$[0048] \quad F_t^* = gR_w \sin \alpha + F_0 + F_1 v + F_2 v^n + R_w^* \frac{dv}{dt}$$

[0049] 式中:

[0050] F_t 表示汽车驱动力;

[0051] g 表示重力加速度 9.8m/s^2 ;

[0052] R_w 表示整车质量;

[0053] $gR_w \sin \alpha$ 表示汽车驱动力克服道路坡道阻力的分量;

[0054] R_g 表示底盘测功机基础惯量;

[0055] $R_w^* = R_w - R_g$ 表示电模拟惯量；

[0056] $\frac{dv}{dt}$ 表示汽车加速度；

[0057] F^* 表示模拟阻力；

[0058] 因此对于底盘测功机所需要控制的仅仅为道路模拟阻力 F^* ，它包括两部分，其一为测功机基础惯量所不足的整车质量所产生的加速阻力，其二为汽车在道路上行驶所承受的道路行驶阻力(包括坡道阻力)。相对于交流变频电动机而言，即需要准确地控制电动机的输出扭矩。道路阻力模拟公式转化为扭矩公式为：

[0059] $T = F^*R$

[0060] 本实施例中还公开了一种重型底盘测功机道路阻力模拟控制方法，该方法包括以下步骤：

[0061] 数据采集步骤：检测第一电机的转速和扭矩，检测第二电机的扭矩；

[0062] 总加载控制量计算步骤：根据第一电机的转速以及道路阻力方程计算出总加载控制量；

[0063] 实际加载控制量计算步骤：根据第二电机的扭矩，计算总加载控制量与第二电机的扭矩的差值，得到实际加载控制量；

[0064] 控制输出量计算步骤：计算实际加载控制量和第一电机的扭矩的差值并将得到的差值带入闭环PID控制算法中，得到控制输出量，闭环PID控制算法采用现有的控制算法；

[0065] 输出控制步骤，第一控制模块根据控制输出量对第一电机进行扭矩控制；

[0066] 同步控制步骤，第二控制模块控制第二电机的转速与第一电机保持一致。

[0067] 同步控制步骤中，通过使得第一变频器和第二变频器工作在主从控制模式实现第二电机转速跟随第一电机。

[0068] 总加载控制量计算步骤包括以下步骤：

[0069] 步骤一：根据第一电机的转速计算加速度值；

[0070] 步骤二：以及道路阻力方程计算出总加载道路阻力；

[0071] 步骤三：将总加载道路阻力转化为扭矩，得到总加载控制量。

[0072] 本实施例的技术方案中，采用双电机双转鼓的设置，可以极大的增加系统对于道路阻力的模拟能力，满足重型底盘测试的需求，不仅能够满足重型车辆一般的道路模拟试验的负载要求，还增加了对重型车辆进行极限功能的试验能力；通过两个控制模块分别控制两个电机的数据采集和计算。第一控制模块和第二控制模块之间也进行数据交换，使得第二电机的运行参数参与到第一控制模块的控制运算当中，并保证传输的实时性。实现两个电机同时进行道路阻力计算和控制量和反馈量的PID闭环控制。增加了系统的响应和计算能力，提高了系统的控制精度和准确性。

[0073] 以上的仅是本发明的实施例，方案中公知的具体结构及特性等常识在此未作过多描述，所属领域普通技术人员知晓申请日或者优先权日之前发明所属技术领域所有的普通技术知识，能够获知该领域中所有的现有技术，并且具有应用该日期之前常规实验手段的能力，所属领域普通技术人员可以在本申请给出的启示下，结合自身能力完善并实施本方案，一些典型的公知结构或者公知方法不应当成为所属领域普通技术人员实施本申请的障

碍。应当指出,对于本领域的技术人员来说,在不脱离本发明结构的前提下,还可以作出若干变形和改进,这些也应该视为本发明的保护范围,这些都不会影响本发明实施的效果和专利的实用性。本申请要求的保护范围应当以其权利要求的内容为准,说明书中的具体实施方式等记载可以用于解释权利要求的内容。

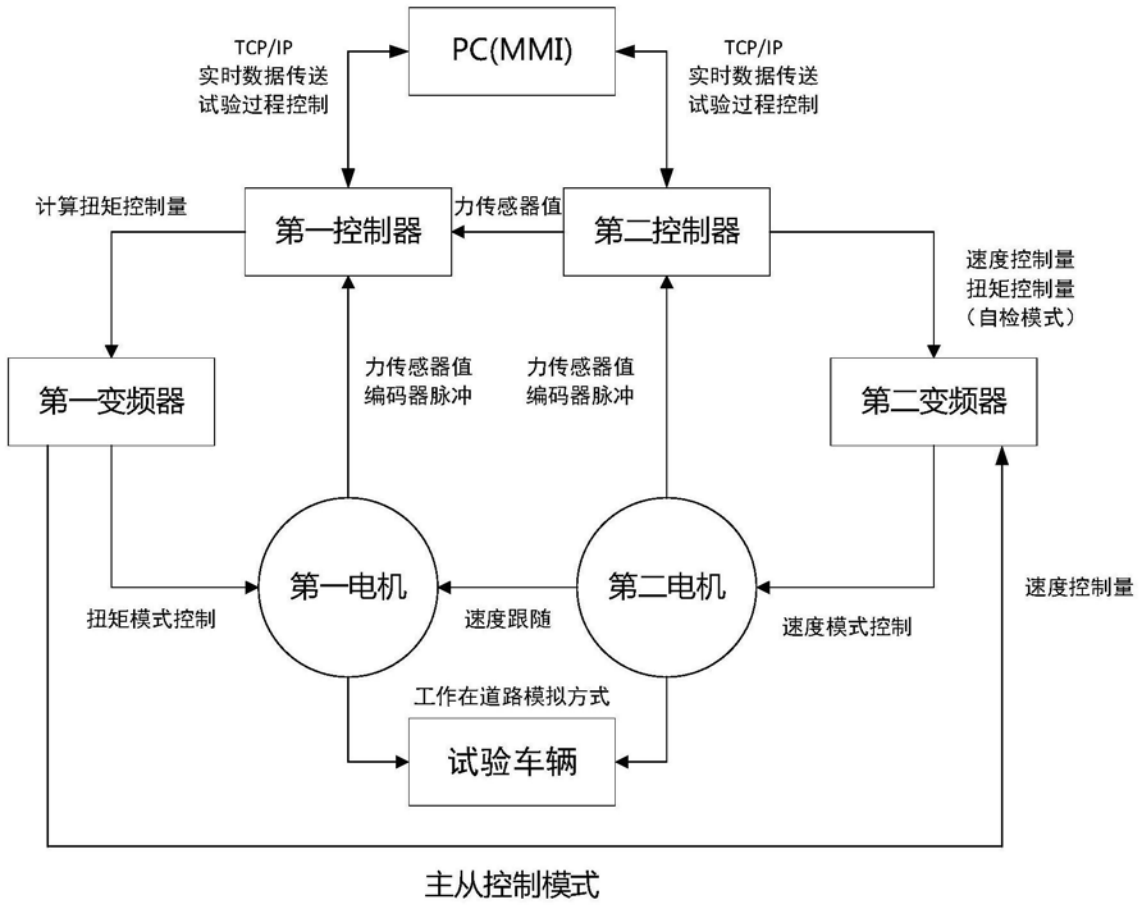


图1