



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108639885 A

(43)申请公布日 2018. 10. 12

(21)申请号 201810283525.9

(22)申请日 2018.04.02

(71)申请人 江苏大学

地址 212013 江苏省镇江市京口区学府路  
301号

(72)发明人 张西良 耿妙妙 顾阳阳 李伯全  
张世庆

(51)Int.Cl.

B66B 5/00(2006.01)

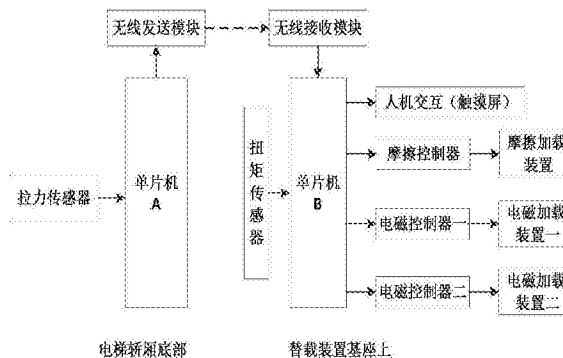
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种电梯载荷试验电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统及方法

(57)摘要

本发明提供一种电梯载荷试验电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统及方法,包括测力装置、摩擦加载装置、电磁加载装置和控制器。测力装置包括拉力传感器和扭矩传感器;控制器包括单片机A、单片机B、无线模块及人机交互部分等。安装在电梯轿厢底部的单片机A通过拉力传感器检测钢丝绳承受的实际载荷,并对检测信号分析处理,通过无线模块向电梯轿厢基座上的单片机B发送拉力信号;单片机B依据拉力传感器及检测摩擦加载的扭矩传感器检测值,分别对摩擦加载装置及电磁加载装置进行闭环、开环、闭环耦合控制。通过对摩擦加载闭环控制和双电磁加载开环控制,以及钢丝绳组合拉力闭环耦合控制,以满足电梯载荷试验中加载量动态、快速、准确控制要求。



1. 一种电梯载荷试验电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统,其特征在于,包括测力装置、摩擦加载装置、电磁加载装置和控制器;

所述测力装置包括拉力传感器和扭矩传感器;所述控制器包括单片机A和单片机B;

所述拉力传感器安装在钢丝绳与电梯轿厢底部连接的一端,所述单片机A安装在轿厢底部,所述扭矩传感器、单片机B、摩擦加载装置及电磁加载装置安装在替载装置基座上;单片机B分别与单片机A、扭矩传感器、摩擦加载装置的摩擦控制器以及电磁加载装置的电磁控制器连接;

所述拉力传感器检测钢丝绳承受的实际载荷并传送到单片机A,所述单片机A对接收的载荷信号分析处理,并向单片机B发送拉力信号;所述单片机B依据拉力传感器的拉力信号及检测摩擦加载的扭矩传感器检测值,进行摩擦加载闭环控制、电磁加载开环控制、及钢丝绳组合拉力闭环耦合控制;所述单片机B通过给定的预期载荷拉力值与拉力传感器所直接测量的钢丝绳上拉力进行比较,如果电磁载荷没有超出额定值,则控制电磁控制器调整电磁加载装置的输出扭矩;反之,如果电磁载荷超出额定值,则重新调整扭矩分配器,对摩擦加载重新定点闭环控制,再对电磁加载开环控制。

2. 根据权利要求1所述电梯载荷试验电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统,其特征在于,所述电磁加载装置包括电磁加载装置一和电磁加载装置二,所述电磁加载装置一和电磁加载装置二均为磁粉制动器。

3. 根据权利要求1所述电梯载荷试验电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统,其特征在于,所述摩擦加载装置包括摩擦片和摩擦盘。

4. 根据权利要求1所述电梯载荷试验电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统,其特征在于,所述控制器还包括无线发送模块和无线接收模块;

所述无线发送模块安装在电梯轿厢底部;所述无线接收模块安装在替载装置基座上;单片机A通过无线模块向电梯轿厢基座上的单片机B发送拉力信号,单片机B通过无线接收模块接收。

5. 根据权利要求1所述电梯载荷试验电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统,其特征在于,所述控制器还包括人机交互部分;

所述人机交互部分为触摸屏;触摸屏用于显示检测及控制结果。

6. 一种根据权利要求1-5任意一项所述电梯载荷试验电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统的控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

安装在电梯轿厢底部的所述单片机A通过拉力传感器检测钢丝绳承受的实际载荷,并对检测信号分析处理,并向电梯轿厢基座上的单片机B发送拉力信号;

所述单片机B依据拉力传感器及检测摩擦加载的扭矩传感器检测值,进行摩擦加载闭环控制、双电磁加载开环控制、及钢丝绳组合拉力闭环耦合控制;

所述单片机B通过给定的预期载荷拉力值与拉力传感器所直接测量的钢丝绳上拉力进行比较,如果电磁载荷没有超出额定值,则控制电磁控制器调整电磁加载装置的输出扭矩;反之,如果电磁载荷超出额定值,则重新调整扭矩分配器,对摩擦加载重新定点闭环控制,再对电磁加载开环控制,实现对替载装置总载荷的动态控制。

7. 根据权利要求6所述电梯载荷试验电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统的控制方法,其特征在于,所述摩擦加载闭环控制电路包括摩擦控制器、摩擦加载装置和扭矩传感

器;所述单片机B根据扭矩传感器测量值与扭矩分配器一输出值相比较,得出扭矩分配器一所分配扭矩与扭矩传感器所检测的摩擦制动装置扭矩之间的差值 $e_1$ ,依据 $e_1$ 控制所述摩擦控制器调整摩擦加载装置输出扭矩值。

8. 根据权利要求6所述电梯载荷试验电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统的控制方法,其特征在于,所述双电磁加载开环控制包括力-扭矩转换器二、扭矩分配器二、力-扭矩转换器三和扭矩分配器三,以及电磁控制器一、电磁控制器二、电磁加载装置一和电磁加载装置二;

所述单片机B根据拉力传感器的拉力信号与给定载荷相比较,得出给定载荷与拉力传感器检测钢丝绳拉力值之间的差值 $e$ ,并依据 $e$ 值大小通过力-扭矩转换器二和扭矩分配器二控制电磁控制器一调整电磁加载装置一的载荷输出,通过力-扭矩转换器三和扭矩分配器三控制电磁控制器二调整电磁加载装置二的载荷输出。

## 一种电梯载荷试验电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于电梯载荷技术研究领域,具体涉及一种双闭环耦合控制系统及方法,具体涉及一种电梯载荷试验电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统及方法,确保加载快速、稳定和准确,满足施加在电梯轿厢上载荷的要求。

### 背景技术

[0002] 随着中国经济持续快速增长,城镇化的建设步伐不断地加快,房地产业蓬勃发展,给电梯行业的发展提供了前所未有的机遇。截至2014年底,我国电梯总量已达360万台,并以每年20%左右的速度递增,电梯保有量,年产量,年增长量均为世界第一。为保证每台电梯都能可靠、准确、稳定的运行,电梯维保公司要定期对其进行维护和试验,即每天都有大量新安转的电梯需要进行试验,其中最重要的就是载荷试验。电梯载荷试验有以下几种:(1)曳引能力试验:含平衡系数试验、空载上行试验、静载试验、125%额定载荷下强行制停试验。(2)安全试验:含限速器—安全钳动作试验。(3)运行可靠性试验:运行速度测试、运行试验、超载试验等。(4)整机性能检测确认:有层门闭锁及电气安全装置的检验、平层准确度检测、噪声的测定、报警装置的检验以及电源中断时应急装置功能检验等。

[0003] 载荷试验中传统的加载方式有以下几种:采用标准砝码加载,这种加载方式耗费大量人力物力,而且效率低下。一种基于钳子式杠杆机构的电梯称量装置检测新方法(专利申请号:201410110460.X)利用钳子式杠杆机构对轿厢底部施加夹紧力,从而实现在轿厢底部施加模拟载荷。但此方法是静态载荷,只适用于电梯静止时加载。一种电梯载荷测试装置及其试验方法(专利申请号:201510543829.0)通过液压控制器精确控制液压顶杆由上往下对电梯轿厢施加力来模拟电梯所承受载荷,获得电梯的载荷数据,适用于超载保护装置试验、平衡系数试验和静态曳引试验。但其施加的是静态载荷,不能实现在电梯运动中加载。

[0004] 综上所述,传统的加载方式耗费大量人力,对试验人员存在安全隐患,不能在电梯运动中施加恒定的载荷。严重制约了电梯检验、维护的效率。因此,急需开发一套精度高、性能好、同时便于检测的新型载荷试验替载装置,提高电梯的检验效率,并且对电梯能安全、稳定的运行有极大的意义。

[0005] 早期系统协同控制研究中(多电机系统协同控制研究一文),最先被采用的是并行控制方式,即各个被控对象之间没有联系,单独进行控制。因此当其中的一个控制对象受到干扰时,其他的对象不能够进行相应调整,整体协调控制性能易受到干扰,协调控制精度不高。目前,这种控制方式主要应用在对控制精度要求不高的生产实践中。

[0006] 屠鸿斌在无张力传感器的卷绕物多电机VF协调控制一文中对放卷电机、进给电机、牵出电机以及收卷电机的协同控制采用了主从控制方式。进给电机为主控制,其输出速度决定了其他电机的运行速度,从而实现整个多电机系统的协同控制。但是当从电机出现扰动时,主电机却不能够调整,从而会使整个控制系统的协同性受到影响。

[0007] 对于电梯载荷试验替载装置,控制方法对其性能优劣有重要影响,本发明提出—

种电梯载荷试验电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统及方法。

### 发明内容

[0008] 本发明针对传统电梯载荷加载方式耗费人力且存在安全隐患难题,在电梯载荷试验电磁摩擦组合替载方法及系统的基础上,提出一种电梯载荷试验电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统及方法,通过摩擦加载装置闭环控制、电磁加载装置开环控制与钢丝绳组合载荷闭环耦合控制的综合作用,调整替载装置总输出载荷,使控制系统具有较好的稳定性、快速性及准确性,满足施加在电梯轿厢上载荷的要求,便于检测,并提高装置工作的可靠性,提高电梯的检验效率,并且提高电梯的安全性和稳定性。

[0009] 本发明的技术方案是:一种电梯载荷试验电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统,包括测力装置、摩擦加载装置、电磁加载装置和控制器,实现电梯载荷试验中载荷动态稳定控制;

[0010] 所述测力装置包括拉力传感器和扭矩传感器;所述控制器包括单片机A和单片机B;

[0011] 所述拉力传感器安装在钢丝绳与电梯轿厢底部连接的一端,所述单片机A安装在轿厢底部,所述扭矩传感器、单片机B、摩擦加载装置及电磁加载装置安装在替载装置基座上;单片机B分别与单片机A、扭矩传感器、摩擦加载装置的摩擦控制器以及电磁加载装置的电磁控制器连接;

[0012] 所述拉力传感器检测钢丝绳承受的实际载荷并传送到单片机A,所述单片机A对接收的载荷信号分析处理,并向单片机B发送拉力信号;所述单片机B依据拉力传感器的拉力信号及检测摩擦加载的扭矩传感器检测值,进行摩擦加载闭环控制、电磁加载开环控制、及钢丝绳组合拉力闭环耦合控制;所述单片机B通过给定的预期载荷拉力值与拉力传感器所直接测量的钢丝绳上拉力进行比较,如果电磁载荷没有超出额定值,则控制电磁控制器调整电磁加载装置的输出扭矩;反之,如果电磁载荷超出额定值,则重新调整扭矩分配器,对摩擦加载重新定点闭环控制,再对电磁加载开环控制。

[0013] 上述方案中,所述电磁加载装置包括电磁加载装置一和电磁加载装置二,所述电磁加载装置一和电磁加载装置二均为磁粉制动器。

[0014] 上述方案中,所述摩擦加载装置包括摩擦片和摩擦盘。

[0015] 上述方案中,所述控制器还包括无线发送模块和无线接收模块;

[0016] 所述无线发送模块安装在电梯轿厢底部;所述无线接收模块安装在替载装置基座上;单片机A通过无线模块向电梯轿厢基座上的单片机B发送拉力信号,单片机B通过无线接收模块接收。

[0017] 上述方案中,所述控制器还包括人机交互部分;

[0018] 所述人机交互部分为触摸屏;触摸屏用于显示检测及控制结果。

[0019] 一种根据所述电梯载荷试验电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统的控制方法,包括以下步骤:

[0020] 安装在电梯轿厢底部的所述单片机A通过拉力传感器检测钢丝绳承受的实际载荷,并对检测信号分析处理,并向电梯轿厢基座上的单片机B发送拉力信号;

[0021] 所述单片机B依据拉力传感器及检测摩擦加载的扭矩传感器检测值,进行摩擦加

载闭环控制、双电磁加载开环控制、及钢丝绳组合拉力闭环耦合控制；

[0022] 所述单片机B通过给定的预期载荷拉力值与拉力传感器所直接测量的钢丝绳上拉力进行比较,如果电磁载荷没有超出额定值,则控制电磁控制器调整电磁加载装置的输出扭矩;反之,如果电磁载荷超出额定值,则重新调整扭矩分配器,对摩擦加载重新定点闭环控制,再对电磁加载开环控制,实现对替载装置总载荷的动态控制。

[0023] 上述方案中,所述摩擦加载闭环控制电路包括摩擦控制器、摩擦加载装置和扭矩传感器;所述单片机B根据扭矩传感器测量值与扭矩分配器一输出值相比较,得出扭矩分配器一所分配扭矩与扭矩传感器所检测的摩擦制动装置扭矩之间的差值 $e_1$ ,依据 $e_1$ 控制所述摩擦控制器调整摩擦加载装置输出扭矩值。

[0024] 上述方案中,所述双电磁加载开环控制包括单片机B中的力-扭矩转换器二、扭矩分配器二、力-扭矩转换器三和扭矩分配器三,以及电磁控制器一、电磁控制器二、电磁加载装置一和电磁加载装置二;

[0025] 所述单片机B根据拉力传感器的拉力信号与给定载荷相比较,得出给定载荷与拉力传感器检测钢丝绳拉力值之间的差值 $e$ ,并依据 $e$ 值大小通过力-扭矩转换器二和扭矩分配器二控制电磁控制器一调整电磁加载装置一的载荷输出,通过力-扭矩转换器三和扭矩分配器三控制电磁控制器二调整电磁加载装置二的载荷输出。

[0026] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:本发明安装在电梯轿厢底部的单片机A通过拉力传感器检测钢丝绳承受的实际载荷,并对检测信号分析处理,通过无线模块向电梯轿厢基座上的单片机B发送拉力信号;单片机B依据拉力传感器及检测摩擦加载的扭矩传感器检测值,分别对摩擦加载装置及电磁加载装置进行闭环、开环,以及钢丝绳上组合载荷闭环耦合控制。本发明本发明基于力-扭矩转换器和扭矩分配器,通过摩擦加载闭环控制与钢丝绳载荷双闭环耦合控制的双闭环控制方式,提高了控制系统的稳定性、快速性及准确性,进而保证替载装置正常工作,提高其工作性能及可靠性。

## 附图说明

[0027] 图1是本发明一种电梯载荷试验电磁摩擦组合加载双闭环耦合控制系统总体框图。

[0028] 图2是电梯载荷试验电磁摩擦组合加载双闭环耦合控制结构图。

[0029] 图3是摩擦加载闭环控制结构图。

[0030] 图4是钢丝绳组合拉力双闭环耦合控制结构图。

## 具体实施方式

[0031] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明,但本发明的保护范围并不限于此。

[0032] 图1所示为本发明所述电梯载荷试验电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统的一种实施方式,所述电梯载荷试验电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统包括测力装置、摩擦加载装置、电磁加载装置和控制器四部分组成,实现电梯载荷试验中载荷动态稳定控制。

[0033] 所述测力装置包括拉力传感器和扭矩传感器。所述控制器包括单片机A、单片机B、传感器检测电路、加载控制电路、无线模块及人机交互部分(触摸屏)等。所述电梯载荷试验

电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统,安装位置包括电梯轿厢底部和替载装置基座。所述拉力传感器安装在钢丝绳与轿厢底部连接的一端,单片机A、无线发送模块安装在轿厢底部。所述的扭矩传感器、单片机B、无线接收模块、收绳装置、摩擦加载装置及电磁加载装置安装在替载装置基座上。单片机B分别与单片机A、扭矩传感器、摩擦加载装置的摩擦控制器以及电磁加载装置的电磁控制器连接。

[0034] 安装在电梯轿厢底部的单片机A通过拉力传感器检测钢丝绳承受的实际载荷,并对检测信号分析处理,通过无线模块向替载装置基座上的单片机B发送拉力信号;单片机B无线接收模块接收,并依据拉力传感器及检测摩擦加载的扭矩传感器检测值,分别对摩擦加载装置进行闭环控制,电磁加载装置开环控制,以及钢丝绳组合拉力闭环耦合控制。同时通过触摸屏实现检测及控制结果的可视化。

[0035] 所述电磁加载装置为磁粉制动器,并通过张力控制器实现其输出载荷控制;所述摩擦加载装置包括摩擦片和摩擦盘,通过伺服电机进行载荷调整。

[0036] 所述拉力传感器选用环式拉力传感器/3T。所述单片机A与单片机B采用型号为STM32F429的微处理器。所述无线发送模块与无线接收模块选用E61-DTU-50型号的无线数传电台。所述扭矩传感器选用型号SSM-Q513、量程0-5000N.m的动态扭矩传感器。所述磁粉制动器选用型号FZ100.J/Y、扭矩范围50N.m的单出轴机座式磁粉制动器。所述摩擦片采用蒙迪欧陶瓷前片,所述摩擦盘采用盘径300mm的蒙迪欧前刹车盘。所述伺服电机采用台达B2系列、功率1kw、转速2000r/min、额定扭矩4.8N.m的电机。

[0037] 所述人机交互部分由触摸屏实现,所述触摸屏实现检测结果可视化。所述触摸屏选用TFT LCD功能模块。

[0038] 如图2所示,一种根据所述电梯载荷试验电磁摩擦组合拉力双闭环耦合控制系统的控制方法,包括以下步骤:

[0039] 安装在电梯轿厢底部的所述单片机A通过拉力传感器检测钢丝绳承受的实际载荷,并对检测信号分析处理,并向电梯轿厢基座上的单片机B发送拉力信号;

[0040] 所述单片机B依据拉力传感器及检测摩擦加载的扭矩传感器检测值,进行摩擦加载闭环控制、双电磁加载开环控制、及钢丝绳组合拉力闭环耦合控制;

[0041] 所述单片机B通过给定的预期载荷拉力值与拉力传感器所直接测量的钢丝绳上拉力进行比较,如果电磁载荷没有超出额定值,则控制电磁控制器调整电磁加载装置的输出扭矩;反之,如果电磁载荷超出额定值,则重新调整扭矩分配器,对摩擦加载重新定点闭环控制,再对电磁加载开环控制,实现对替载装置总载荷的动态控制。

[0042] 所述方法通过对摩擦加载闭环控制和双电磁加载开环控制,及其钢丝绳组合拉力闭环耦合控制,以满足电梯载荷试验中加载量动态、快速、准确控制要求。图2中e1为扭矩分配器一所分配扭矩与扭矩传感器所检测的摩擦制动装置扭矩之间的差值,以e1为依据,调节摩擦控制器调整摩擦制动装置输出扭矩,实现摩擦加载闭环控制。e表示给定载荷与拉力传感器检测钢丝绳拉力值之间的差值,并依据e值大小,动态控制电磁控制器一与电磁控制器二,进而调整电磁加载装置一和电磁加载装置二的载荷输出,实现扭矩-力转换器及钢丝绳组合拉力闭环耦合控制。

[0043] 如图3所示,所述摩擦加载闭环控制包括摩擦控制器、摩擦加载装置和扭矩传感器。所述摩擦加载闭环控制,单片机B根据扭矩传感器测量值与扭矩分配器一输出值相比

较,得出扭矩分配器一所分配扭矩与扭矩传感器所检测的摩擦制动装置扭矩之间的差值 $e_1$ ,依据两者之差 $e_1$ 控制所述摩擦控制器,进而调整摩擦加载装置输出扭矩值。

[0044] 所述双电磁加载开环控制包括力-扭矩转换器二、扭矩分配器二、力-扭矩转换器三、扭矩分配器三、电磁控制器一、电磁控制器二、电磁加载装置一、电磁加载装置二。所述的力-扭矩转换器二、扭矩分配器二、力-扭矩转换器三及扭矩分配器三,均是单片机B中软件程序算法实现,电磁控制器一及电磁控制器二,通过单片机B输出控制,进而调整电磁加载装置一和电磁加载装置二的输出载荷扭矩。所述单片机B根据拉力传感器的拉力信号与给定载荷相比较,得出给定载荷与拉力传感器检测钢丝绳拉力值之间的差值 $e$ ,并依据 $e$ 值大小通过力-扭矩转换器二和扭矩分配器二控制电磁控制器一调整电磁加载装置一的载荷输出,通过力-扭矩转换器三和扭矩分配器三控制电磁控制器二调整电磁加载装置二的载荷输出。

[0045] 如图4所示,所述钢丝绳组合拉力双闭环耦合控制,包括拉力传感器、力-扭矩传感器、双电磁加载开环控制、摩擦加载闭环控制等部分。

[0046] 所述钢丝绳组合拉力闭环耦合控制,通过触摸屏给定的预期载荷拉力值与拉力传感器所直接测量的钢丝绳上拉力进行比较,如果电磁载荷没有超出额定值,则控制电磁控制器一、电磁控制器二,进一步的调整电磁加载装置一与电磁加载装置二的输出扭矩;反之,如果电磁载荷超出额定值,则首先重新调整扭矩分配器,然后对摩擦加载重新定点闭环控制,最后再对电磁加载开环控制,实现对替载装置总载荷的动态控制。

[0047] 实施例一

[0048] 在电梯载荷试验要求为1吨载荷情况下,载荷加载过程是在电梯上升时,通过钢丝绳带动卷筒转动,卷筒带动与其连接的摩擦加载装置及电磁加载装置工作,其中摩擦加载装置提供大部分载荷,同时使用电磁加载装置一与电磁加载装置二进行动态补偿。依据以下公式,计算出卷筒转速:

$$[0049] \quad v = \omega r$$

$$[0050] \quad n = \frac{60\omega}{2\pi}$$

[0051] 其中, $v$ 是电梯额定转速,为1.5m/s; $\omega$ 是卷筒角速度(rad/s); $r$ 是卷筒半径,为0.15m; $n$ 是卷筒转速(r/min)。经计算,卷筒转速为 $n=95.54r/min$ 。

[0052] 依据以下公式,进而计算出卷筒实际转矩:

$$[0053] \quad M = mgr$$

[0054] 其中, $m$ 是载荷(kg); $g$ 是重力加速度,为 $9.81m/s^2$ ;  $r$ 是卷筒半径,为0.15m; $M$ 是转矩( $N \cdot m$ )。经计算,在电梯载荷试验载荷加载要求为1吨载荷情况下,卷筒实际转矩是 $1471.50N \cdot m$ 。

[0055] 另一方面,电磁装置磁粉制动器在扭矩 $30N \cdot m$ 内具有较好的稳定的输出特性,因此电磁装置载荷分布控制在 $30N \cdot m$ 内。摩擦加载装置精度较高,且采用闭环控制方式,具有较高精度,综合考虑,替载装置载荷分布为:摩擦加载装置的转矩为 $1450.50N \cdot m$ ,电磁加载装置一的转矩为 $21N \cdot m$ ,电磁加载装置二的转矩为 $0N \cdot m$ 。

[0056] 实施例二

[0057] 本实施例二与实施例一的区别在于,电梯载荷试验载荷为1.25吨。



[0058] 在电梯载荷试验要求为1.25吨载荷情况下,依据以上计算方法,卷筒实际转矩是1839.37N·m。替载装置载荷分布为:摩擦加载装置的转矩为1800.37N.m,电磁加载装置一的转矩为20N.m,电磁加载装置二的转矩为19N.m。

[0059] 应当理解,虽然本说明书是按照各个实施例描述的,但并非每个实施例仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施例中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

[0060] 上文所列出一系列的详细说明仅仅是针对本发明的可行性实施例的具体说明,它们并非用以限制本发明的保护范围,凡未脱离本发明技艺精神所作的等效实施例或变更均应包含在本发明的保护范围之内。

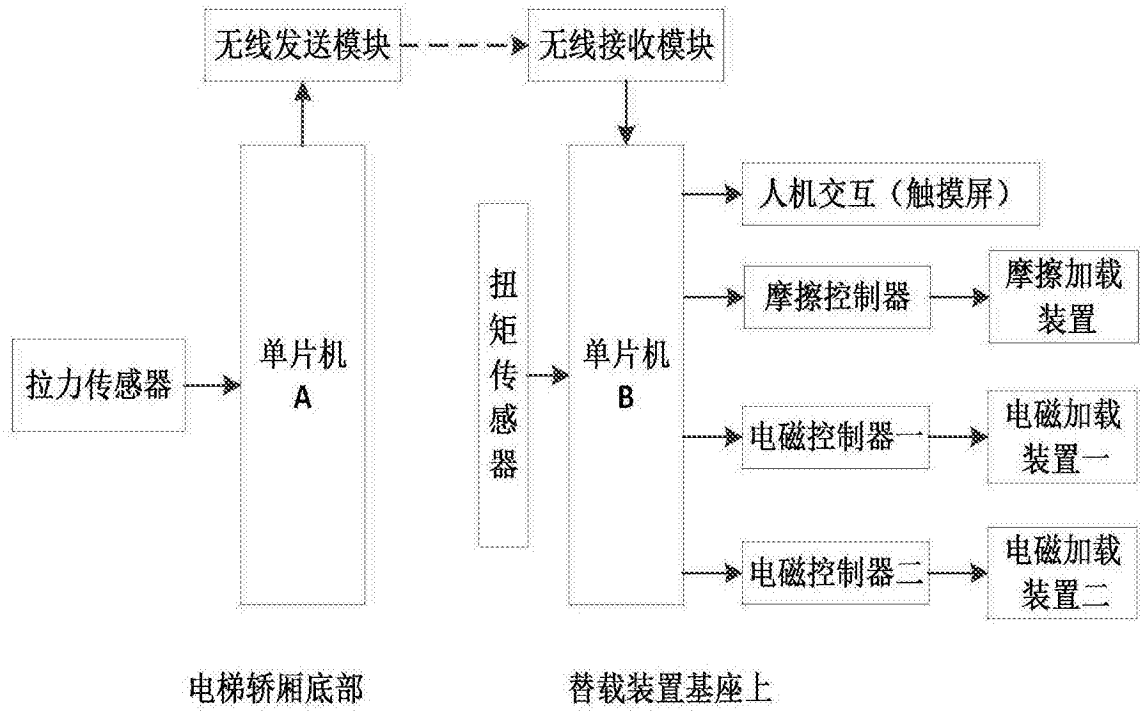


图1

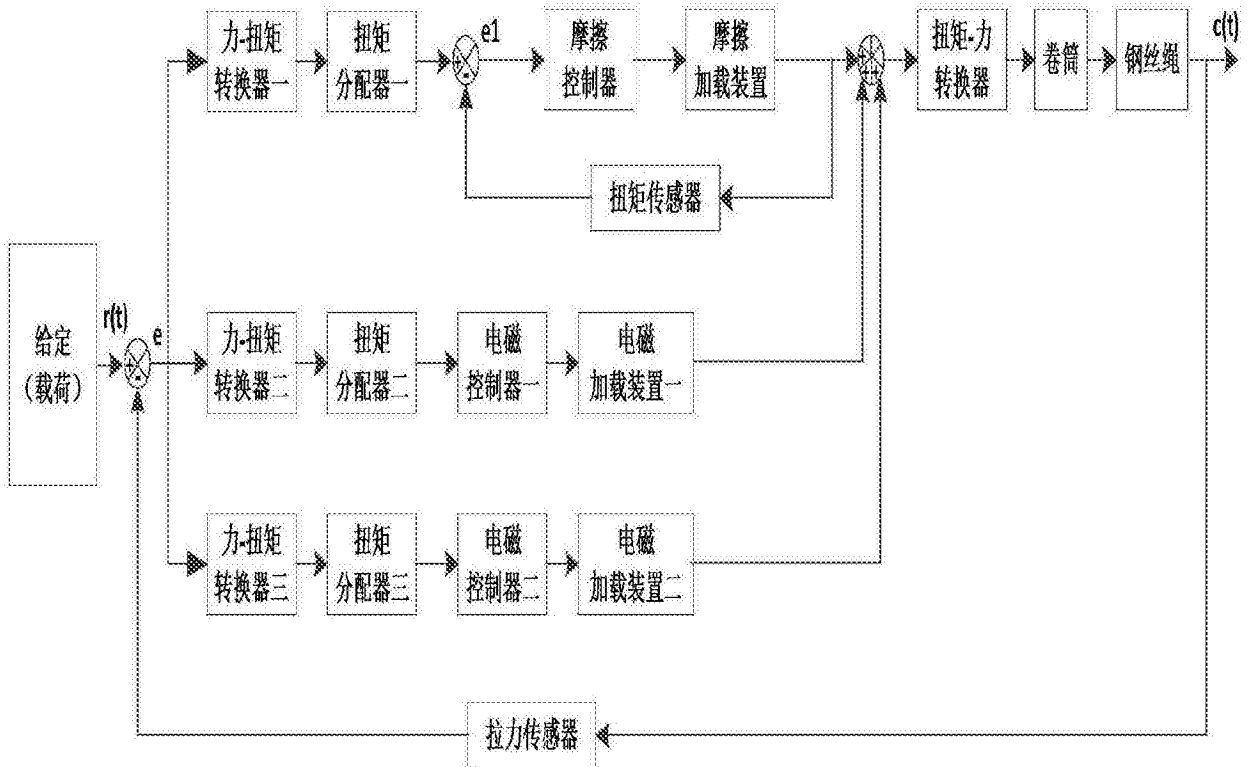


图2

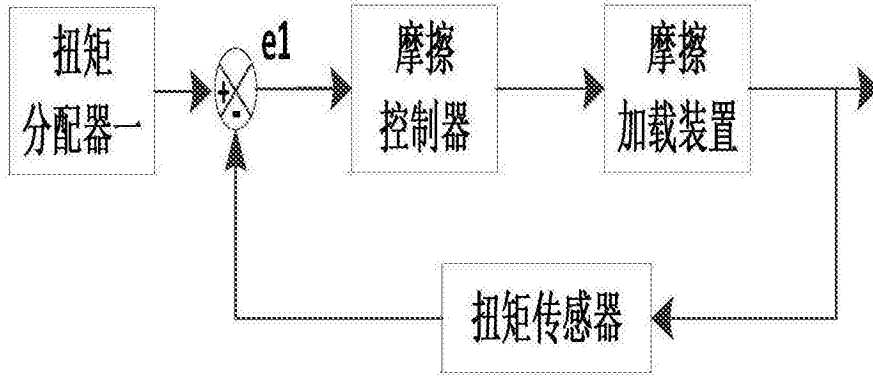


图3

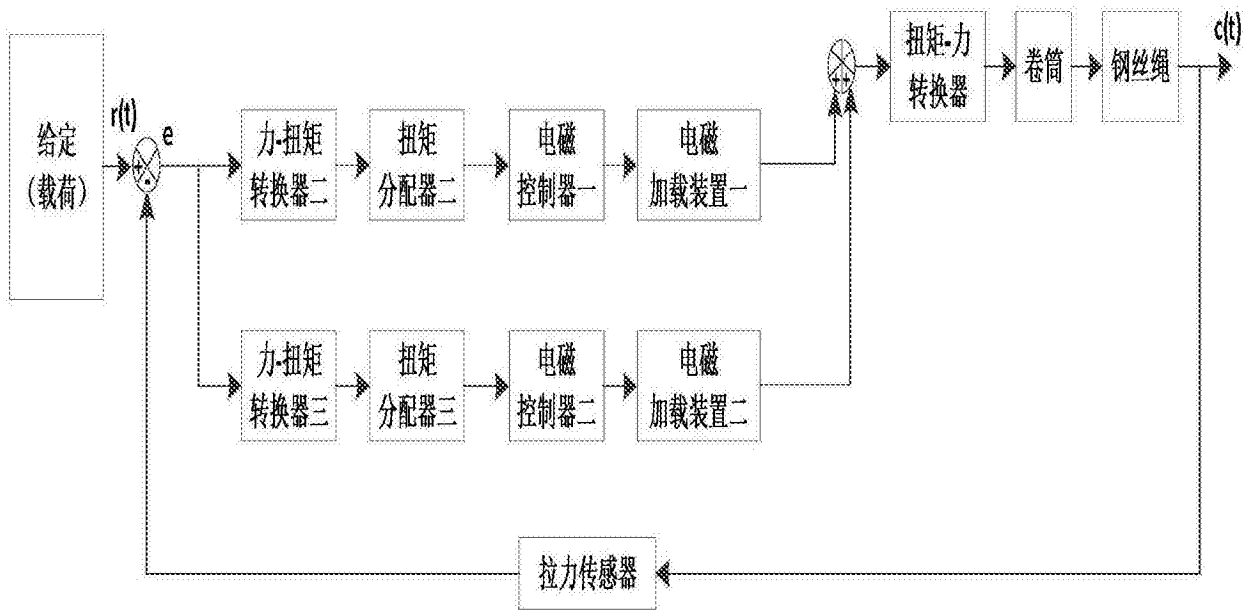


图4