



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111962999 A

(43) 申请公布日 2020. 11. 20

(21) 申请号 202010868365.1

(22) 申请日 2020.08.26

(71) 申请人 南京工程学院

地址 211167 江苏省南京市江宁科学园弘景大道1号

(72) 发明人 万其 丁飞 林心怡 王记陵 于昊 陈桂

(74) 专利代理机构 南京钟山专利代理有限公司 32252

代理人 王磊

(51) Int. Cl.

E05F 15/643 (2015.01)

E05F 15/44 (2015.01)

B61D 19/00 (2006.01)

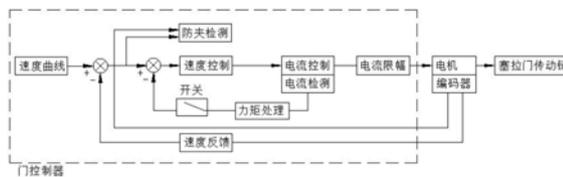
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于柔顺控制的轨道交通塞拉门控制方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于柔顺控制的轨道交通塞拉门控制方法,包括如下步骤:建立塞拉门关门的常规回路控制模式;计算该模式下的最大速度差和最大位置差,根据最大速度差和最大位置差确定速度差阈值和位置差阈值;在拉塞门关门启动后和闭合前,切换塞拉门关门的柔顺防夹控制模式,根据关门的实际运行速度和位置进行防夹判断;在防夹模式下,采集电机的实际转矩和实际转速进行转矩输出处理,结合设定的速度曲线,控制电机的输出转矩,实现防夹控制。一种基于柔顺控制的轨道交通塞拉门控制系统,包括编码器,门控制器、控制电机、塞拉门传动链,门控制器与电机连接,编码器安装在电机轴上,编码器与门控制器连接,电机与塞拉门传动链连接。



1. 一种基于柔顺控制的轨道交通塞拉门控制方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤S1:建立塞拉门关门的常规回路控制模式;

步骤S2:计算常规回路控制模式下的塞拉门关门的最大速度差和最大位置差,根据最大速度差和最大位置差确定速度差阈值 S_{MTH} 和位置差阈值 P_{MTH} ;

步骤S3:在拉赛门关门启动后和闭合前,切换塞拉门关门的柔顺防夹控制模式,根据塞拉门关门的实际运行速度和位置,进行防夹判断;

步骤S4:在防夹模式下,采集电机的实际转矩和实际转速进行转矩输出处理,结合拉赛门关门常规回路控制模式下的设定速度曲线,控制电机的输出转矩,实现防夹控制。

2. 根据权利要求1所述的一种基于柔顺控制的轨道交通塞拉门控制方法,其特征在于:所述步骤S1具体为:

设定塞拉门关门的速度曲线,采集控制电机的电机转速作为速度反馈,根据速度曲线与速度反馈的差值,改变输出电流,调节电机转矩。

3. 根据权利要求2所述的一种基于柔顺控制的轨道交通塞拉门控制方法,其特征在于:所述步骤S3具体为:塞拉门关门的柔顺防夹控制模式为常规回路控制模式增加转矩处理过程,当采集塞拉门关门阶段的实际速度差 S_{Δ} 大于速度差阈值 S_{MTH} 或实际位置差 P_{Δ} 大于位置差阈值 P_{MTH} 时,判断为防夹状态。

4. 根据权利要求3所述的一种基于柔顺控制的轨道交通塞拉门控制方法,其特征在于:所述步骤S4具体为:

转矩处理输出为

$$S_F = \begin{cases} 0 & M_F < M_{STH} \\ K \times M_F & M_F \geq M_{STH} \end{cases} \quad (1)$$

其中, S_F 为转矩处理输出, M_F 为依据电流检测折算的电机实际转矩, K 为转矩速度转换系数, M_{STH} 为柔顺控制的电机实际转矩阈值;

当电机实际转矩 M_F 小于阈值 M_{STH} 时,转矩处理输出为零,此时电机速度控制为常规回路控制模式下的速度,当电机实际转矩 M_F 大于阈值 M_{STH} 时,转矩处理输出作为深度速度负反馈,此时电机速度控制为速度曲线与速度反馈的差值上再减去转矩处理输出;

根据电机速度控制调节电流控制,进行电流限幅,进而限制电机最大关门转矩,实现防夹控制。

5. 一种基于柔顺控制的轨道交通塞拉门控制系统,其特征在于:包括:编码器,门控制器、控制电机、塞拉门传动链,所述门控制器与电机连接,所述编码器安装在电机轴上,所述编码器与门控制器连接,所述电机与塞拉门传动链连接;

所述编码器用于记录驱动电机末端轴的位置并计算驱动电机的转速作为速度反馈,并反馈给门控制器,所述门控制器用于控制电机的转矩,所述控制电机驱动塞拉门传动链转动。

6. 根据权利要求5所述的一种基于柔顺控制的轨道交通塞拉门控制系统,其特征在于:所述门控制器包括:

第一速度处理单元,根据设定的塞拉门常规回路控制模式下的速度曲线,结合编码器的速度反馈,得到第一速度调节差值;

防夹检测单元,根据速度调节差值和编码器的值,进行防夹检测判断;

电流检测单元,对控制电机进行电流检测,并计算电机的实际转矩;

力矩处理单元,根据电机的实际转矩与转矩阈值进行对比,当电机实际转矩小于转矩阈值时,此时转矩处理输出值为零;当电机实际转矩大于转矩阈值时,此时转矩处理输出值为 $S_F=K \times M_F$;

第二速度处理单元,根据第一速度调节差值结合转矩处理输出值计算第二速度调节差值;

电流控制单元,根据第二速度调节差值,计算控制电流输出值;

电流限幅单元,根据电流输出值,限制控制电机的最大关门转矩。

一种基于柔顺控制的轨道交通塞拉门控制方法及系统

技术领域

[0001] 本发明属于轨道交通塞拉门的技术领域,具体涉及一种基于柔顺控制的轨道交通塞拉门控制方法及系统。

背景技术

[0002] 轨道交通塞拉门控制的基本方法是采用电机驱动并通过减速机丝杆等传动链带动塞拉门运行,根据轨道交通门控制的相关标准设计要求,列车客室车门具备零速障碍物检测和防夹功能,即当车门在关门过程中受到障碍物(包括人)的阻挡时,应当停止关门。轨道交通塞拉门关门控制是设定运动速度曲线进行关门控制,防夹的控制方法是通过检测电机电流值在一定的时间内超出防夹阈值后或塞拉门在一定的时间内没有到达指定位置,判定为关门过程中受到障碍物阻碍,详细描述参见文献《高速列车塞拉门控制系统设计和实现》(江苏大学、2017、汤凯丰)。

[0003] 塞拉门由于是高速列车门,为保证自身刚强度,列车门自身质量大,同时关门受阻往往是乘客,在列车门夹人时,门自身具备一定的运动速度撞击加上电机的驱动力,给乘客安全带来一定的隐患和不良的乘车体验。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是针对上述现有技术的不足,提供一种基于柔顺控制的轨道交通塞拉门控制方法及系统,实现塞拉门的关门柔顺控制。

[0005] 为实现上述技术目的,本发明采取的技术方案为:

[0006] 一种基于柔顺控制的轨道交通塞拉门控制方法,其中:包括如下步骤:

[0007] 步骤S1:建立塞拉门关门的常规回路控制模式;

[0008] 步骤S2:计算常规回路控制模式下的塞拉门关门的最大速度差和最大位置差,根据最大速度差和最大位置差确定速度差阈值 S_{MTH} 和位置差阈值 P_{MTH} ;

[0009] 步骤S3:在拉塞门关门启动后和闭合前,切换塞拉门关门的柔顺防夹控制模式,根据塞拉门关门的实际运行速度和位置,进行防夹判断;

[0010] 步骤S4:在防夹模式下,采集电机的实际转矩和实际转速进行转矩输出处理,结合拉塞门关门常规回路控制模式下的设定速度曲线,控制电机的输出转矩,实现防夹控制。

[0011] 为优化上述技术方案,采取的具体措施还包括:

[0012] 进一步地,步骤S1具体为:设定塞拉门关门的速度曲线,采集控制电机的电机转速作为速度反馈,根据速度曲线与速度反馈的差值,改变输出电流,调节电机转矩。

[0013] 进一步地,步骤S3具体为:塞拉门关门的柔顺防夹控制模式为常规回路控制模式增加转矩处理过程,当采集塞拉门关门阶段的实际速度差 S_{Δ} 大于速度差阈值 S_{MTH} 或实际位置差 P_{Δ} 大于位置差阈值 P_{MTH} 时,判断为防夹状态。

[0014] 进一步地,步骤S4具体为:

[0015] 转矩处理输出为

$$[0016] \quad S_F = \begin{cases} 0 & M_F < M_{STH} \\ K \times M_F & M_F \geq M_{STH} \end{cases} \quad (1)$$

[0017] 其中, S_F 为转矩处理输出, M_F 为依据电流检测折算的电机实际转矩, K 为转矩速度转换系数, M_{STH} 为柔顺控制的电机实际转矩阈值;

[0018] 当电机实际转矩 M_F 小于阈值 M_{STH} 时, 转矩处理输出为零, 此时电机速度控制为常规回路控制模式下的速度, 当电机实际转矩 M_F 大于阈值 M_{STH} 时, 转矩处理输出作为深度速度负反馈, 此时电机速度控制为速度曲线与速度反馈的差值上再减去转矩处理输出;

[0019] 根据电机速度控制调节电流控制, 进行电流限幅, 进而限制电机最大关门转矩, 实现防夹控制。

[0020] 一种基于柔顺控制的轨道交通塞拉门控制系统, 包括: 编码器, 门控制器、控制电机、塞拉门传动链, 所述门控制器与电机连接, 所述编码器安装在电机轴上, 所述编码器与门控制器连接, 所述电机与塞拉门传动链连接;

[0021] 所述编码器用于记录驱动电机末端轴的位置并计算驱动电机的转速作为速度反馈, 并反馈给门控制器, 所述门控制器用于控制电机的转矩, 所述控制电机驱动塞拉门传动链转动。

[0022] 进一步地, 门控制器包括:

[0023] 第一速度处理单元, 根据设定的塞拉门常规回路控制模式下的速度曲线, 结合编码器的速度反馈, 得到第一速度调节差值;

[0024] 防夹检测单元, 根据速度调节差值和编码器的值, 进行防夹检测判断;

[0025] 电流检测单元, 对控制电机进行电流检测, 并计算电机的实际转矩;

[0026] 力矩处理单元, 根据电机的实际转矩与转矩阈值进行对比, 当电机实际转矩小于转矩阈值时, 此时转矩处理输出值为零; 当电机实际转矩大于转矩阈值时, 此时转矩处理输出值为 $S_F = K \times M_F$;

[0027] 第二速度处理单元, 根据第一速度调节差值结合转矩处理输出值计算第二速度调节差值;

[0028] 电流控制单元, 根据第二速度调节差值, 计算控制电流输出值;

[0029] 电流限幅单元, 根据电流输出值, 限制控制电机的最大关门转矩。

[0030] 本发明的有益效果:

[0031] 1、本发明的塞拉门关门控制方法, 基于电机实际转矩形成的深度速度负反馈, 在关门过程中遇到物或人阻碍时, 控制车门关门速度迅速下降, 减小对阻碍的物或人的冲击。

[0032] 2、本发明的系统在关门过程中对物或人的防夹检测方法, 相对于传统的电机转矩的判断, 由于关门过程中的电机转矩波动较大, 容易产生误判, 本发明的方法采用对关门速度差的信号进行判断, 信号相对稳定, 提高判断的准确率。

附图说明

[0033] 图1是本发明的结构示意图;

[0034] 图2是本发明的电梯运行速度曲线图;

[0035] 图3是本发明的防夹判断示意图。

具体实施方式

[0036] 以下结合附图对本发明的实施例作进一步详细描述。

[0037] 本发明为

[0038] 如图1所示,一种基于柔顺控制的轨道交通塞拉门控制系统,包括:门控制器,电机、塞拉门传动链、编码器;门控制器与电机连接,控制电机运行;电机驱动塞拉门传动链,编码器安装在电机轴上,编码器用于检测末端轴的位置,并将检测值反馈到门控制器。

[0039] 编码器,用于记录驱动电机末端轴的位置并计算驱动电机的转速,作为速度反馈;

[0040] 第一速度处理单元,根据设定的塞拉门常规回路控制模式下的速度曲线,结合编码器的速度反馈,得到第一速度调节差值;

[0041] 防夹检测单元,根据速度调节差值和编码器的值,进行防夹检测判断;

[0042] 电流检测单元,对控制电机进行电流检测,并计算电机的实际转矩;

[0043] 力矩处理单元,根据电机的实际转矩与转矩阈值进行对比,当电机实际转矩小于转矩阈值时,此时转矩处理输出值为零;当电机实际转矩大于转矩阈值时,此时转矩处理输出值为 $S_F = K \times M_F$;

[0044] 第二速度处理单元,根据第一速度调节差值结合转矩处理输出值计算第二速度调节差值;

[0045] 电流控制单元,根据第二速度调节差值,计算控制电流输出值;

[0046] 电流限幅单元,根据电流输出值,限制控制电机的最大关门转矩。

[0047] 如图2所示,上述的开关是将关门控制分为两种控制模式,即柔顺防夹控制模式和常规回路控制模式。在 $t_0 \sim t_1$ 阶段即关门的起始加速阶段 $t_2 \sim t_3$ 阶段即关门减速阶段,这两个阶段需要电机较大电流带动塞拉门的运行,不作柔顺防夹控制模式,开关工作在断开状态;在 $t_1 \sim t_2$ 阶段即关门的匀速运行阶段,开关工作在闭合状态,采用柔顺防夹控制模式,用于在塞拉门关门过程中有异物或人阻挡时,改善防夹特性,提升乘车体验。

[0048] 一种基于柔顺控制的轨道交通塞拉门控制方法,包括以下步骤:

[0049] 步骤S1:建立塞拉门关门的常规回路控制模式;

[0050] 步骤S1具体为:设定塞拉门关门的速度曲线,采集控制电机的电机转速作为速度反馈,根据速度曲线与速度反馈的差值,改变输出电流,调节电机转矩。

[0051] 步骤S2:计算常规回路控制模式下的塞拉门关门的最大速度差和最大位置差,根据最大速度差和最大位置差确定速度差阈值 S_{MTH} 和位置差阈值 P_{MTH} ;

[0052] 步骤S3:在拉赛门关门启动后和闭合前,切换塞拉门关门的柔顺防夹控制模式,根据塞拉门关门的实际运行速度和位置,进行防夹判断;

[0053] 步骤S3具体为:塞拉门关门的柔顺防夹控制模式为常规回路控制模式增加转矩处理过程,当采集塞拉门关门阶段的实际速度差 S_Δ 大于速度差阈值 S_{MTH} 或实际位置差 P_Δ 大于位置差阈值 P_{MTH} 时,判断为防夹状态。

[0054] 其中:速度差阈值 S_{MTH} 的取值方法在实际调试获取,通过记录正常关门过程中的最大速度差,在此基础上确定速度差阈值 S_{MTH} ; P_{MTH} 为位置差阈值和传统方法相似,在正常关门过程中,确定时间内应该到达的位置来确定位置差阈值 M_{MTH} 。

[0055] 步骤S4:在防夹模式下,采集电机的实际转矩和实际转速进行转矩输出处理,结合拉赛门关门常规回路控制模式下的设定速度曲线,控制电机的输出转矩,实现防夹控制。

[0056] 步骤S4具体为:

[0057] 转矩处理输出为

$$[0058] \quad S_F = \begin{cases} 0 & M_F < M_{STH} \\ K \times M_F & M_F \geq M_{STH} \end{cases} \quad (1)$$

[0059] 其中, S_F 为转矩处理输出, M_F 为依据电流检测折算的电机实际转矩, K 为转矩速度转换系数, M_{STH} 为柔顺控制的电机实际转矩阈值;

[0060] 当电机实际转矩 M_F 小于阈值 M_{STH} 时, 转矩处理输出为零, 此时电机速度控制为常规回路控制模式下的速度, 当电机实际转矩 M_F 大于阈值 M_{STH} 时, 转矩处理输出作为深度速度负反馈, 此时电机速度控制为速度曲线与速度反馈的差值上再减去转矩处理输出;

[0061] 根据电机速度控制调节电流控制, 进行电流限幅, 进而限制电机最大关门转矩, 实现防夹控制。

[0062] 其中, 阈值 M_{STH} 取值方法是阈值 M_{STH} 大于塞拉门关门阶段的最大阻转矩, 以保证电机速度柔顺控制不影响正常的关门特性过程。

[0063] 上述的 K 为转矩速度转换系数, 用于将电机转矩转换速度值, K 的取值影响关门过程中速度深度负反馈的程度, 可以依据实际系统调试情况进行调整, 推荐取值如式(2)。

$$[0064] \quad S_N = K \times M_N \quad (2)$$

[0065] 式(2)中, S_N 电机额定转速; M_N 电机额定转矩。

[0066] 以上仅是本发明的优选实施方式, 本发明的保护范围并不仅局限于上述实施例, 凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围。应当指出, 对于本技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明原理前提下的若干改进和润饰, 应视为本发明的保护范围。

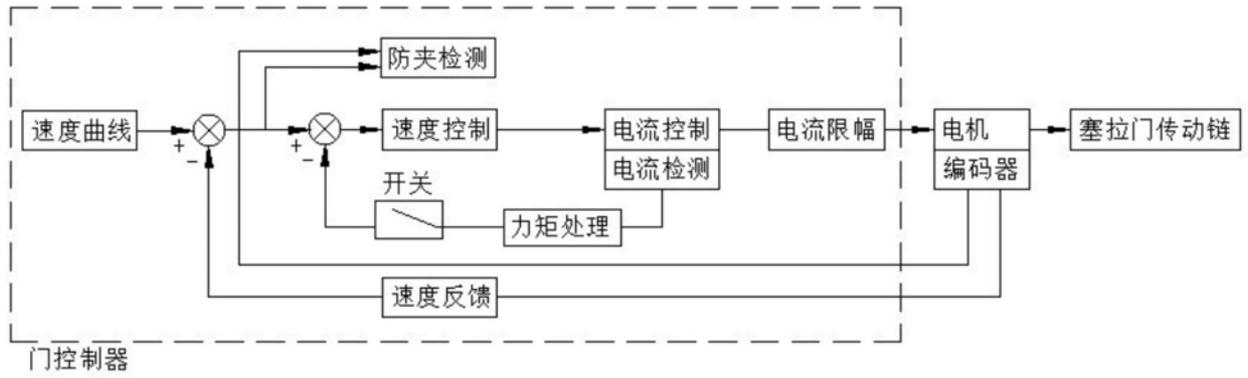


图1

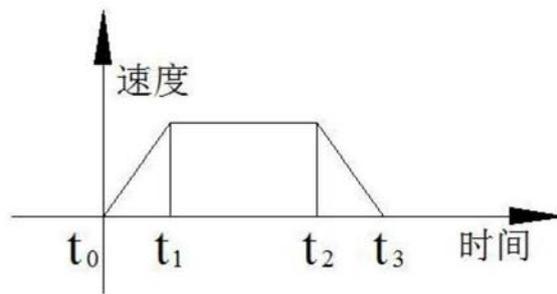


图2

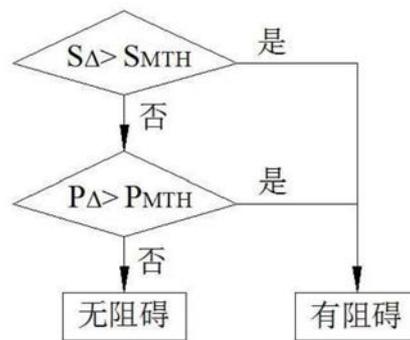


图3