



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102328646 A

(43) 申请公布日 2012. 01. 25

(21) 申请号 201110207532. 9

(22) 申请日 2011. 07. 25

(71) 申请人 青岛四方车辆研究所有限公司
地址 266031 山东省青岛市四方区瑞昌路
231 号

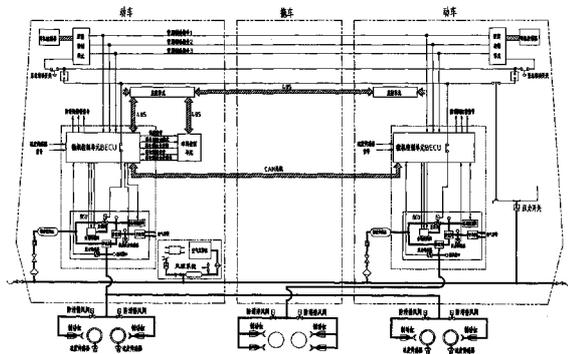
(72) 发明人 崔晓军 李培署 王其伟 许丰磊

(51) Int. Cl.
B60T 11/10 (2006. 01)
B60T 13/74 (2006. 01)
B61H 11/10 (2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 1 页

(54) 发明名称
城市有轨电车制动系统

(57) 摘要
本发明涉及一种城市有轨电车制动系统,包括制动指令发生系统、制动控制系统、以及防滑系统,所述的制动控制系统包括微机控制单元 BECU 和空气制动单元 BCU,制动指令发生系统发出制动指令至微机控制单元 BECU,微机控制单元 BECU 根据制动指令以及载荷压力传感器检测到的载荷力,计算出所需制动力提供给牵引控制单元,牵引控制单元将动力制动力信号反馈至微机控制单元 BECU,微机控制单元 BECU 计算出需要补充的空气制动力,控制空气制动单元 BCU,产生制动缸压力,实现制动控制;所述的制动指令发生系统设置有司机控制器、紧急制动开关以及与其相接的逻辑控制单元;所述的防滑系统包括设置于轮轴上的速度传感器以及位于制动缸管上的防滑排风阀,速度传感器检测速度信号并传输至微机控制单元 BECU,微机控制单元 BECU 根据速度信号控制防滑排风阀的动作。



1. 一种城市有轨电车制动系统,包括制动指令发生系统、制动控制系统、以及防滑系统,其特征在于:所述的制动控制系统包括微机控制单元 BECU 和空气制动单元 BCU,制动指令发生系统发出制动指令至微机控制单元 BECU,微机控制单元 BECU 根据制动指令以及载荷压力传感器检测到的载荷力,计算出所需制动力提供给牵引控制单元,牵引控制单元将动力制动力信号反馈至微机控制单元 BECU,微机控制单元 BECU 计算出需要补充的空气制动力,控制空气制动单元 BCU,产生制动缸压力,实现制动控制;所述的制动指令发生系统设置有司机控制器、紧急制动开关以及与其相接的逻辑控制单元;所述的防滑系统包括设置于轮轴上的速度传感器以及位于制动缸管上的防滑排风阀,速度传感器检测速度信号并传输至微机控制单元 BECU,微机控制单元 BECU 根据速度信号控制防滑排风阀的动作。

2. 如权利要求 1 所述的城市有轨电车制动系统,其特征在于:所述的空气制动单元 BCU 包括风源系统、气动系统以及制动缸,风源系统通过风管为气动系统以及制动缸提供风源;

3. 如权利要求 2 所述的城市有轨电车制动系统,其特征在于:所述的气动系统包括与风管依次相接的制动储风缸、空电转换阀、紧急阀、称重阀、中继阀和防滑排风阀,中继阀还与制动储风缸、制动缸相接,空电转换阀连接于紧急阀,备用缓解阀接于控制管路上,称重阀通过平均阀与空气弹簧相接;管路上设置有压力传感器,压力传感器检测风压并将信号传输至 BECU, BECU 与空电转换阀、备用缓解阀、紧急阀、防滑排风阀相接,并控制它们的工作状态。

4. 如权利要求 1 所述的城市有轨电车制动系统,其特征在于:所述的风源系统设置有空气压缩机。

5. 如权利要求 1 所述的城市有轨电车制动系统,其特征在于:所述的城市有轨电车制动系统与监控单元进行通讯,监控单元通过 485 总线与微机控制单元 BECU 和牵引控制单元通讯。

6. 如权利要求 1-5 任意一项所述的城市有轨电车制动系统,其特征在于:所述的有轨电车为两辆动车加一辆拖车编组,两辆动车共用一套制动系统,一辆拖车用一套制动系统。

7. 如权利要求 6 所述的城市有轨电车制动系统,其特征在于:所述的两套制动系统的微机控制单元 BECU 之间通过 CAN 总线通讯;两套制动系统的监控单元之间通过 485 总线通讯。

城市有轨电车制动系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电车的制动控制装置,特别是一种包括制动指令发生系统、制动控制系统、以及防滑系统的有轨电车制动系统。

背景技术

[0002] 综观世界各现代化大城市,无不以发展城市轨道交通为立足之本。通过城市轨道交通与城间轨道交通、铁路干线客运、公路客运、港口海运、航空运输相结合,形成方便宜行的大交通网,是现代化大交通的模式,也是我国的发展方向。

[0003] 随着经济的快速发展,我国开始进入城市化和城市交通的加速发展阶段。城市轨道交通以其大运量、高效率、低污染等优势,迅速成为许多大城市解决交通问题的首要选择,并在我国形成以地铁、城市轻轨、高架轻轨等为主的多元化发展趋势。到 2008 年底,全国已有北京、上海、天津、广州、长春、大连、深圳、武汉、南京、重庆等 10 余城市的轨道交通系统投入运营,目前还有众多城市的轨道交通项目正在建设。据国内 15 个城市的轨道交通规划,到 2010 年,我国计划新建城市轨道交通项目总长度将近 1300 公里,北京、上海、广州三座城市规划以每年 40 公里的速度建设轨道交通,如此速度在国际上也是罕见的。除里程增加外,我国的轨道交通也由地铁一种形式向多样化发展,如北京地铁、大连快轻和有轨电车、重庆的跨座式单轨、上海的磁悬浮等。

[0004] 有轨电车作为现代化城市轨道交通的一部分,具有运力大、运行和建设成本低、对环境无污染、快捷、舒适的特点,其中低地板有轨电车还具有乘客上下方便,甚至可以照顾到老人和残疾人的特点。作为地铁的补充和疏散型交通工具,有轨电车日益受到人们的重视,大连、长春、天津相继开通了新型有轨电车,北京、上海也计划发展有轨电车。

[0005] 在城轨交通车辆中,有轨电车等轻轨车辆是制动、缓解操纵最为频繁的,往往每隔几秒钟的时间就要连续进行制动和缓解操纵,而且为了能够随时停车,对制动距离要求得非常短(大连有轨电车要求制动初速 30km/h 时紧急制动距离 30m),这就要求制动系统具有非常高的灵敏度和非常短的空走时间。同时,有轨电车采用复合制动方式,所以要具有良好的空电联合制动性能。同时,必须有完善的备用制动措施,因为有轨电车一般都是装一套制动控制系统,一旦出现故障,就意味着“所有”制动系统出现故障,因此必须有完善的备用制动措施来保证停车。

[0006] 因而,我所针对我国城市有轨电车的特点,研究开发了一种采用微机控制直通电空制动系统。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种复合制动方式、制动力稳定、准确、空走时间短、制动距离短并且能够根据车辆载荷变化自动调整制动力的城市有轨电车制动系统。

[0008] 本发明的技术方案为:一种城市有轨电车制动系统,包括制动指令发生系统、制动控制系统、以及防滑系统,所述的制动控制系统包括微机控制单元 BECU 和空气制动单元

BCU, 制动指令发生系统发出制动指令至微机控制单元 BECU, 微机控制单元 BECU 根据制动指令以及载荷压力传感器检测到的载荷力, 计算出所需制动力提供给牵引控制单元, 牵引控制单元将动力制动力信号反馈至微机控制单元 BECU, 微机控制单元 BECU 计算出需要补充的空气制动力, 控制空气制动单元 BCU, 产生制动缸压力, 实现制动控制; 所述的制动指令发生系统设置有司机控制器、紧急制动开关以及与其相接的逻辑控制单元; 所述的防滑系统包括设置于轮轴上的速度传感器以及位于制动缸管上的防滑排风阀, 速度传感器检测速度信号并传输至微机控制单元 BECU, 微机控制单元 BECU 根据速度信号控制防滑排风阀的动作。

[0009] 优选的是: 所述的空气制动单元 BCU 包括风源系统、气动系统以及制动缸, 风源系统通过风管为气动系统以及制动缸提供风源;

[0010] 优选的是: 所述的气动系统包括与风管依次相接的制动储风缸、空电转换阀、紧急阀、称重阀、中继阀和防滑排风阀, 中继阀还与制动储风缸、制动缸相接, 空电转换阀连接于紧急阀, 备用缓解阀接于控制管路上, 称重阀通过平均阀与空气弹簧相接; 管路上设置有压力传感器, 压力传感器检测风压并将信号传输至 BECU, BECU 与空电转换阀、备用缓解阀、紧急阀、防滑排风阀相接, 并控制它们的工作状态。

[0011] 优选的是: 所述的风源系统设置有空气压缩机。

[0012] 优选的是: 所述的城市有轨电车制动系统与监控单元进行通讯, 监控单元通过 485 总线与微机控制单元 BECU 和牵引控制单元通讯。

[0013] 优选的是: 所述的有轨电车为两辆动车加一辆拖车编组, 两辆动车共用一套制动系统, 一辆拖车用一套制动系统。

[0014] 优选的是: 所述的两套制动系统的微机控制单元 BECU 之间通过 CAN 总线通讯; 两套制动系统的监控单元之间通过 485 总线通讯。

[0015] 本发明的有益效果为: (1) 采用微机控制直通电空制动系统。

[0016] (2) 采用动力制动和空气制动的复合制动方式, 优先采用动力制动, 动力制动不能满足制动需求时, 空气制动能够自动补足。空气制动对动力制动变化有良好的响应性, 响应时间 $\leq 0.2s$ 。

[0017] (3) 主要制动方式包括常用制动、紧急制动, 紧急制动为纯空气制动。

[0018] (4) 常用制动时制动力控制稳定、准确, 从 1 级到 7 级和从 7 级到 1 级制动, 制动力呈线性变化, 同一级制动的制动缸压力差不超过 $\pm 10kPa$; 制动响应时间短, 制动缸压力变化对制动指令的响应时间 $\leq 0.2s$ 。

[0019] (5) 紧急制动时空走时间短, 制动缸压力从 0 升至最高压力 90% 的时间 $\leq 1s$; 从最高压力缓解到最高压力 10% 的时间 $\leq 2s$ 。

[0020] (6) 制动距离短, 制动初速 30km/h 时紧急制动距离 $\leq 30m$ 。

[0021] (7) 能够根据车辆载荷变化自动调整制动力。

[0022] (8) 具有故障诊断和故障信息储存、显示、通讯功能。

附图说明

[0023] 图 1 为本发明的原理图

具体实施方式

[0024] 下面结合附图说明本发明的具体实施方式：

[0025] 一种城市有轨电车制动系统，包括制动指令发生系统、制动控制系统、以及防滑系统，所述的制动控制系统包括微机控制单元 BECU 和空气制动单元 BCU，制动指令发生系统发出制动指令至微机控制单元 BECU，微机控制单元 BECU 根据制动指令以及载荷压力传感器检测到的载荷力，计算出所需制动力提供给牵引控制单元，牵引控制单元将动力制动力信号反馈至微机控制单元 BECU，微机控制单元 BECU 计算出需要补充的空气制动力，控制空气制动单元 BCU，产生制动缸压力，实现制动控制；所述的制动指令发生系统设置有司机控制器、紧急制动开关以及与其相接的逻辑控制单元；所述的防滑系统包括设置于轮轴上的速度传感器以及位于制动缸管上的防滑排风阀，速度传感器检测速度信号并传输至微机控制单元 BECU，微机控制单元 BECU 根据速度信号控制防滑排风阀的动作。

[0026] 所述的空气制动单元 BCU 包括风源系统、气动系统以及制动缸，风源系统通过风管为气动系统以及制动缸提供风源；

[0027] 所述的气动系统包括与风管依次相接的制动储风缸、空电转换阀、紧急阀、称重阀、中继阀和防滑排风阀，中继阀还与制动储风缸、制动缸相接，空电转换阀连接于紧急阀，备用缓解阀接于控制管路上，称重阀通过平均阀与空气弹簧相接；管路上设置有压力传感器，压力传感器检测风压并将信号传输至 BECU，BECU 与空电转换阀、备用缓解阀、紧急阀、防滑排风阀相接，并控制它们的工作状态。

[0028] 所述的风源系统设置有空气压缩机。

[0029] 所述的城市有轨电车制动系统与监控单元进行通讯，监控单元通过 485 总线与微机控制单元 BECU 和牵引控制单元通讯。

[0030] 所述的有轨电车为两辆动车加一辆拖车编组，两辆动车共用一套制动系统，一辆拖车用一套制动系统。

[0031] 所述的两套制动系统的微机控制单元 BECU 之间通过 CAN 总线通讯；两套制动系统的监控单元之间通过 485 总线通讯。

[0032] 本发明的工作过程如下：

[0033] 司机控制器是制动指令的发出装置，发出的制动指令发送到动车和拖车的微机控制单元 BECU。

[0034] 动车微机控制单元 BECU 根据制动指令、载荷情况计算出所需制动力，提供给牵引控制单元，然后再根据动力制动力反馈信号，计算出需要补充的空气制动力，控制动车 BCU，施加空气制动。拖车微机控制单元 BECU 根据制动指令、载荷情况计算出所需制动力，控制拖车 BCU，施加空气制动。

[0035] 空气制动控制单元 BCU 根据微机控制单元 BECU 传来的电子模拟制动力信号，通过空电转换阀将来自制动储风缸的空气压力转换成与模拟信号相对应的预控制压力，然后预控制压力经紧急阀到达称重阀，受到称重阀的检测和限制，从称重阀出来的预控制压力到中继阀，打开中继阀中制动储风缸与制动缸的通路，最后使制动缸获得符合制动力要求的空气压力。紧急制动时，预控制压力不受空电转换阀控制，来自制动储风缸的压缩空气直接经紧急阀到达称重阀，预控制压力只受称重阀控制；如果紧急阀出现故障，则根据微机控制单元 BECU 设定的紧急制动力，通过空电转换阀控制预控制压力，实施紧急制动。

[0036] 微机控制单元 BECU 发出缓解指令时,BCU 中空电转换阀的排气阀励磁而打开,进气阀不通,预控制压力经排气阀排大气,BCU 中继阀膜板移动,切断储风缸与制动缸通路,打开制动缸与大气的通路,制动缸排大气。

[0037] 本发明的制动模式包括常用制动和紧急制动,常用制动时采用动力制动(再生制动)和空气制动的复合制动,紧急制动时只采用空气制动。

[0038] 1、制动模式

[0039] 制动模式包括常用制动、紧急制动,常用制动和紧急制动完全单独控制。紧急制动为纯空气制动。

[0040] 1.1 常用制动

[0041] 常用制动是正常运行中的车辆进行调速及每次进站时所施加的制动。制动过程中能够根据车辆载荷变化自动调整制动力;制动过程具有防冲动限制功能。

[0042] 常用制动过程中,当动力制动无法满足制动力需求时,空气制动能够自动补偿,总制动力应满足制动力需求。

[0043] 常用制动为 7 级制动,通过司机控制器控制。

[0044] (1) 动力制动

[0045] 常用制动时,采用动力制动和空气制动的复合制动,动力制动采用再生制动,由牵引控制单元根据微机控制单元 BECU 提供的制动指令值进行控制,该指令值根据车辆载荷进行补偿,微机控制单元 BECU 从指令线获得制动指令信号(7 级)。

[0046] (2) 复合制动

[0047] 当制动力需求超过动力制动能力,制动力不足部分由空气制动补充。

[0048] 实际动力制动力由牵引控制单元以 PWM 信号形式反馈给微机控制单元 BECU。

[0049] 微机控制单元 BECU 计算制动力指令和实际动力制动力之间的差,根据该差值施加相应的空气制动力。

[0050] (3) 常用制动时空气制动的切换

[0051] 如果动力制动关闭,则根据制动指令切换成空气制动,切换过程满足总制动力需求。

[0052] 1.2 紧急制动

[0053] 紧急制动是在车辆遇到紧急情况或发生其它意外情况时,为使车辆尽快停车而实施的制动。只采用空气制动,停车前不可缓解。

[0054] 在下列情况下产生紧急制动:

[0055] (1) 司机将制动手柄移至紧急位。

[0056] (2) 按紧急开关,或意外脱弓。

[0057] (3) 总风压力过低(低于 5bar)。

[0058] (4) 紧急制动电路中失电或失去动力。

[0059] 2.1 根据载荷变化调整制动力

[0060] 常用制动时,安装在空簧系统的载荷压力传感器检测载荷信号,以模拟量形式传给微机控制单元 BECU,微机控制单元 BECU 根据根据载荷变化自动调整制动力,同时微机控制单元 BECU 将载荷信号传给牵引控制单元。紧急制动时,由称重阀调整制动力。

[0061] (1) 到微机控制单元 BECU 的载荷信号

[0062] 安装在空簧系统的载荷压力传感器检测载荷信号。压力传感器将 4 ~ 20mA 的模拟量信号传给微机控制单元 BECU, 对应压力范围为 0 ~ 10bar。

[0063] 载荷信号在每个车站停车时检测, 当车辆重新启动时即储存下来。

[0064] 微机控制单元 BECU 根据载荷进行空气制动的载荷补偿, 根据司机控制器的减速指令进行制动计算的车辆总重量为车辆实际重量 (由压力传感器测得) 加旋转质量之和。

[0065] 车辆总重乘以要求的减速度即得到所需制动力。

[0066] 制动力 = 制动指令 (司机控制器) × (车辆总重 + 车辆旋转质量)

[0067] 监控:

[0068] 载荷信号 UT 在停车状态下通过与载荷的上、下限比较进行监控, 如果超过限制值, 则表明为故障, 故障状态下:

[0069] 下限为 $0.7 \times UL_{min}$, UL_{min} = 空车重量 (AW0)

[0070] 上限为 $1.2 \times UL_{max}$, UL_{max} = 超载重量 (AW3)。

[0071] 载荷传感器信号 UL 通过与上、下限的比较进行连续监控, 如果下列值超出, 表明传感器故障, 故障状态下, 载荷传感器信号 $UL < 4mA$ 或 $UL > 20mA$ 。

[0072] 出现载荷传感器信号故障, 就用载荷 AW2 代替。

[0073] (2) 到牵引控制单元的载荷信号

[0074] 到牵引控制单元的载荷信号在微机控制单元 BECU 计算, 不包括旋转质量。牵引控制单元只需要该载荷。

[0075] 该信号为 PWM 信号, 电压 $DC22 \pm 3V$, 频率 $500 \pm 10Hz$, 占空比 $0 \sim 10t = 10\%$, $50t = 80\%$ 。

[0076] 如果传给牵引控制单元的载荷信号中断, 则取 AW2 载荷。

[0077] 2.2 冲动限制功能

[0078] 常用制动时进行制动力的防冲动限制, 控制减速度变化率不超过 $0.75m/s^3$ 。

[0079] 2.3 复合制动控制

[0080] (1) 动力制动的制动指令

[0081] 动力制动的制动指令由微机控制单元 BECU 计算并传给牵引控制单元。

[0082] 采用 PWM 信号, 电压 $DC22 \pm 3V$, 频率 $500 \pm 10Hz$,

[0083] 占空比 $0kN = 10\% PWM$, $50kN = 80\% PWM$ 。

[0084] 微机控制单元 BECU 输出信号由牵引控制单元提供 $DC22 \pm 3V$ 的电压。

[0085] 载荷补偿根据总重量进行, 对应的动力制动力需求为:

[0086] 动力制动力 = 制动指令 × (车辆总重 + 旋转质量)

[0087] 当紧急制动线开路或动力制动故障, 动力制动反馈信号代表的制动力为 0。此时, 动力制动由空气制动取代。

[0088] (2) 动力制动反馈值

[0089] 动力制动 PWM 反馈信号代表动力制动所能提供的制动力大小, 由牵引控制单元传给微机控制单元 BECU。

[0090] 采用 PWM 信号, 电压 $22 \pm 3VDC$, 频率 $500 \pm 10Hz$,

[0091] 占空比 $0kN = 10\% PWM$, $50kN = 80\% PWM$ 。

[0092] (3) 再生制动和空气制动平稳转换

[0093] 在再生制动与空气制动的转换过程中,保持总制动力和减速度与制动指令相吻合,实现二者的平稳转换。

[0094] 2.4 制动缸压力初跃升

[0095] 为了与再生制动协调配合、减小制动空走时间,设有制动缸压力初跃升功能,即只要一产生常用制动指令,制动缸都跃升并维持一个初始压力,刚好克服制动缸的缓解弹簧力,这样空气制动与再生制动配合时,可以改善二者的协调配合性能,同时减小了空气制动力产生的延迟时间,缩短了空走时间。

[0096] 2.5 制动缸压力滞后修正

[0097] 制动缸压力是通过中继阀控制的,由于中继阀本身的特性,在制动转缓解或缓解转制动时,很容易造成同一制动指令下制动缸压力不同,影响控制精度,因此,采用了相应的修正措施,使得制动和缓解过程中,同一制动指令值形成的制动缸压力相同。

[0098] 2.6 通讯功能

[0099] 微机控制单元 BECU 可以实现 2 种通讯方式,RS232 本地通讯,RS485 远程通讯。

[0100] (1)RS232 本地通讯

[0101] RS232 用于与上位机 (PC) 进行本地通讯,实现试验检测功能。

[0102] (2)RS485 远程通讯

[0103] RS485 用于与车载监控装置 (Monitor) 进行远程通讯,实现在线网络监控功能。

[0104] 车载情况下,通过该 485 串行口按照通讯协议与车载 Monitor 进行通讯。每 200ms, Monitor 向微机控制单元 BECU 请求接收制动系统状态信息或不定时请求微机控制单元 BECU 存储的故障履历数据。Monitor 既可以实时显示制动系统动态信息,又能查询最新出现的 4 种故障类型及其相邻时刻的制动状态信息。

[0105] 微机控制单元 BECU 根据 Monitor 的周期性状态请求命令,将制动系统状态信息传送至 Monitor。微机控制单元 BECU 在故障发生时刻,将故障时刻前 3 秒后 1 秒 (50ms 间隔) 的制动系统状态信息记录下来。故障数据中的任一 50ms 时刻的制动系统状态信息,如上述所描述。这些信息还包括:故障代码、故障发生时间。在微机控制单元 BECU 接收 Monitor 发送的故障履历请求信息后,返回指定的故障信息数据记录。

[0106] 上位机可以模拟 Monitor 通过 485 转接口与微机控制单元 BECU 的 485 口进行通讯,完成上述功能。

[0107] 2.7 监控和故障评估

[0108] 监控功能由微机控制单元 BECU 内部的每块电路板及外围部件如电磁阀、压力传感器、紧急制动阀和压力开关等完成。故障信息能够显示并与监控设备进行通讯。

