



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104144811 B

(45)授权公告日 2016.10.19

(21)申请号 201380011767.8

(22)申请日 2013.02.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104144811 A

(43)申请公布日 2014.11.12

(30)优先权数据

102012203132.4 2012.02.29 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.08.29

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/054057 2013.02.28

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/127934 DE 2013.09.06

(73)专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72)发明人 让-帕斯卡尔·施温

托尔斯滕·施蒂茨勒

蒂尔·福斯特 斯特凡·哈斯勒

赖纳·海尔曼 曼弗雷德·维赞德

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 丁永凡 张春水

(51)Int.Cl.

B60L 3/00(2006.01)

B60L 7/16(2006.01)

B60L 7/24(2006.01)

(56)对比文件

CN 101380900 A, 2009.03.11, 说明书第5页第1段至第10页第4段, 附图1-2.

WO 9719844 A1, 1997.06.05, 全文.

US 5924774 A, 1999.07.20, 全文.

EP 2415626 A1, 2012.02.08, 全文.

EP 1195286 A2, 2002.04.10, 全文.

DE 102010005938 A1, 2011.07.28, 全文.

审查员 宋银芳

权利要求书2页 说明书12页 附图2页

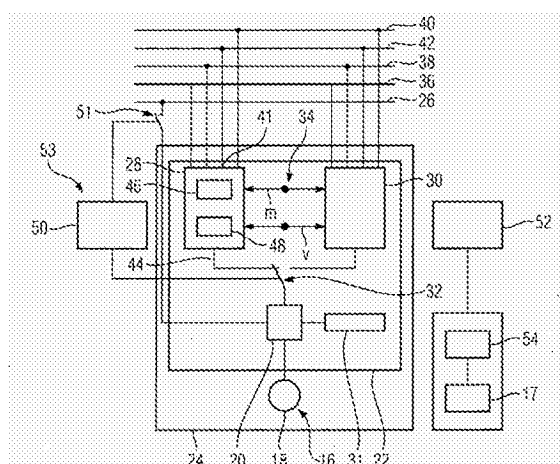
(54)发明名称

轨道车辆制动设备和用于制动轨道车辆的方法

(57)摘要

本发明涉及一种具有至少一个电动式制动器(24)的轨道车辆制动设备,所述电动式制动器包括驱动单元(16),所述驱动单元具有至少一个驱动马达(18)和用于在所述驱动单元(16)的牵引模式中给所述驱动马达(18)供电的功率供应单元(20)。为了提高电动式制动器的安全性提出:轨道车辆制动设备具有:至少两个制动控制单元(28,30),其中在第一制动模式中第一制动控制单元(28)在激活状态下控制所述功率供应单元(20)以提供制动作用;第一制动作用监控单元(50);和开关单元(32),所述开关单元用于在第一制动模式中根据制动作用特征变量切换到第二制动模式中,在所述第二制动模式中,所述第二制动控制单元(30)在激活状态下控制所述

功率供应单元(20)以提供制动作用。



1. 一种具有至少一个电动式的制动器(24)的轨道车辆制动设备,所述电动式的制动器包括驱动单元(16),所述驱动单元具有至少一个驱动马达(18)和用于在所述驱动单元(16)的牵引模式中给所述驱动马达(18)供电的功率供应单元(20),

其特征在于,

所述轨道车辆制动设备设有:至少两个制动控制单元(28,30),其中在第一制动模式中第一制动控制单元(28)在激活状态下控制所述功率供应单元(20)以提供制动作用;第一制动作用监控单元(50)和开关单元(32),所述开关单元用于在所述第一制动模式中根据制动作用特征变量切换到第二制动模式中,在所述第二制动模式中,第二制动控制单元(30)在激活状态下控制所述功率供应单元(20)以提供制动作用。

2. 根据权利要求1所述的轨道车辆制动设备,

其特征在于,

所述第一制动控制单元(28)在所述第二制动模式中处于去激活状态。

3. 根据权利要求1或2所述的轨道车辆制动设备,

其特征在于,

所述第一制动作用监控单元(50)用于监控所述第一制动控制单元(28),并且至少一个第二制动作用监控单元(52)设置为用于监控至少所述第二制动控制单元(30)。

4. 根据权利要求3所述的轨道车辆制动设备,

其特征在于,

设有另一制动装置(17)和开关设备(54),其中在所述第二制动模式中借助于所述开关设备(54)根据制动作用特征变量来操纵所述另一制动装置(17)。

5. 根据权利要求4所述的轨道车辆制动设备,

其特征在于,

所述另一制动装置(17)构成为驻车制动器。

6. 根据权利要求1或2所述的轨道车辆制动设备,

其特征在于,

所述制动控制单元(28,30)关于其结构上的和/或算法上的实施方案而彼此不同。

7. 根据权利要求6所述的轨道车辆制动设备,

其特征在于,

用于实施至少一个控制功能的软件在所述第二制动控制单元(30)中与在所述第一制动控制单元(28)中相比以不同的方式来实现。

8. 根据权利要求6所述的轨道车辆制动设备,

其特征在于,

所述制动控制单元中的一个构成为纯硬件方面的控制装置。

9. 根据权利要求1或2所述的轨道车辆制动设备,

其特征在于,

设有测试图案,在所述测试图案中测试所述开关单元(32)。

10. 根据权利要求1或2所述的轨道车辆制动设备,

其特征在于,

设有到车辆紧急制动线路(42)的接口(41),借助于所述接口能够借助于所述电动式的

制动器(24)触发紧急制动。

11. 根据权利要求1或2所述的轨道车辆制动设备，
其特征在于，

设有至少一个电动式的第二制动器(124)，所述电动式的第二制动器包括驱动单元(116)和至少一个制动调节单元(122)，所述驱动单元具有至少一个驱动马达和用于在所述驱动单元(116)的牵引模式中给所述驱动马达供电的功率供应单元，所述制动调节单元具有相应的所述功率供应单元和至少一个制动控制单元(128,130)，所述至少一个制动控制单元在第一制动模式中控制相应的所述功率供应单元以提供制动作用，其中用于电动式的第一制动器(24)的所述制动控制单元(28,30)至少是与所述第二制动器(124)相关联的制动监控装置(153)的组成部分。

12. 根据权利要求11所述的轨道车辆制动设备，
其特征在于，

所述第二制动器(124)的至少所述制动调节单元(122)形成与第一制动器(24)相关联的制动监控装置(53)。

13. 一种用于借助电动式的制动器(24)对轨道车辆(10)进行制动的方法，所述电动式的制动器包括驱动单元(16)，所述驱动单元具有至少一个驱动马达(18)和用于在所述驱动单元(16)的牵引模式中给所述驱动马达(18)供电的功率供应单元(20)，其中

-在第一制动模式中，通过第一制动控制单元(28)控制所述功率供应单元(20)以提供制动作用；

-在所述第一制动模式中检测制动作用特征变量；

-根据所述制动作用特征变量而切换到第二制动模式中，在所述第二制动模式中，第二制动控制单元(30)控制所述功率供应单元(20)以提供制动作用。

14. 根据权利要求13所述的方法，

其特征在于，

-在所述第二制动模式中检测制动作用特征变量；

-在所述第二制动模式中借助于开关设备(54)根据所述制动作用特征变量来操纵另一制动装置(17)。

轨道车辆制动设备和用于制动轨道车辆的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有至少一个电动式制动器的轨道车辆制动设备,所述电动式制动器包括驱动单元,所述驱动单元具有至少一个驱动马达和用于在驱动单元的牵引模式中给驱动马达供电的功率供应单元。

背景技术

[0002] 已知如下轨道车辆,其中通过电动马达产生制动力。车辆的在由马达制动期间再生地转化为电能的动能例如经由制动电阻器转化成热量或者反馈到铁路供电网中或者也反馈到移动存储器中。

[0003] 除了电动式的再生的制动器之外,轨道车辆通常还具有完整的摩擦制动器,其中制动作用以气动的、液压的和/或机械的方式实现。

[0004] 在制动系统中通常在制动类型“行车制动”和“紧急制动”(也称为“快速制动”或者“危险制动”)之间进行区分。行车制动用于降低火车的速度(甚至直至处于停车状态),而紧急制动超出了该要求更严格地要求:需确保乘客、工作人员和第三方的最大可能的安全。通常对于行车制动优选使用电动式制动器。

[0005] 在紧急制动的情况下通常在不需要同时操作摩擦制动器的情况下不使用再生制动器。对此的原因在于电动式制动器相对于电气动或者电液压的摩擦制动器迄今为止更低的故障安全性,使得迄今为止仅能够经由摩擦制动器实现最大可行的制动安全性。

[0006] 但是这意味着在通常存在于地铁中的极端情况下,列车的具有摩擦制动器和电动式制动器的动力车原则上具有两个完整的制动单元,其中每个制动单元本身在宽的车速范围内能够产生足够大的制动力矩,以便维持指定的制动距离,使得在这方面可能使用这一个制动单元来代替其它制动单元。

[0007] 这两个制动单元具有不同的优点。摩擦制动器在紧急制动的情况下确保较大的安全性,而再生制动器具有经济上的优势。因此在制动衬片和制动盘中例如不发生磨损。此外部分地使用经转化的动能是可行的。

发明内容

[0008] 本发明基于如下目的:提高电动式制动器的安全性。

[0009] 对此提出:轨道车辆制动设备具有:至少两个制动控制单元,其中在第一制动模式中第一制动控制单元在激活状态下控制功率供应单元以提供制动作用;第一制动作用监控单元;和开关单元,所述开关单元用于在第一制动模式中根据制动作用特征变量切换到第二制动模式中,在所述第二制动模式中,第二制动控制单元在激活状态下控制功率供应单元以提供制动作用。由此通过在所述驱动单元的制动模式中在驱动单元的控制中提供有利的冗余的方式,能够提供如下轨道车辆制动设备,所述轨道车辆制动设备在电动式制动器的故障运行方面具有高的安全性。借助所提出的轨道车辆制动设备,电动式制动器的安全性能够达到传统的摩擦制动器的安全性。

[0010] 功率供应单元优选具有能控制的电子元件,所述电子元件在牵引模式中根据控制策略(关于特定的、待实现的驱动力矩)被控制以用于给驱动马达供给相应的电功率。能控制的元件特别是构成为开关元件或者阀元件,所述开关元件或者阀元件借助于相应于切换策略进行的切换过程产生具有匹配的电压、频率和/或电流强度的功率流,借助于所述功率流驱动驱动马达。特别地,功率供应单元能够构成为逆变器,所述逆变器在牵引模式中从中间电路中、例如从直流电压中间电路中获取必要的能量。

[0011] 在电动式制动器的制动模式中,功率供应单元或者其能控制的元件适宜地借助于相关联的制动控制单元被控制为,使得借助于与功率供应单元有效连接的驱动马达产生能传输到轨道车辆的轴上的制动力矩。

[0012] 特别是应将“制动作用特征变量”理解为如下特征变量,借助于所述特征变量能够获得关于电动式制动器的制动作用的至少一个信息。所述制动作用能够是借助于电动式制动器实现的制动作用或者是能通过制动控制单元的运行实现的制动作用。在先提到的备选方案中,制动作用监控单元能够包括传感器单元,借助于所述传感器单元能够检测到至少一个与轨道车辆相关的运行特征变量,例如瞬时速度特征变量、瞬时加速度特征变量、制动力特征变量等。在后提到的备选方案中,制动作用监控单元能够评估通过激活的制动控制单元产生的控制信号以用于控制功率供应单元,以便确定能借助控制信号实现的制动作用。特别是能够将“制动作用”理解为制动力或者制动力矩,所述制动力或者制动力矩能够传输到轨道车辆轮组上。

[0013] 进一步的安全性收益能够通过如下方式实现:以无反作用的方式使用设为用于检测制动作用特征变量且通过多个独立的系统使用的传感器单元。这例如能够通过如下方式实现:传感器单元和不同的系统之间的线路电分离,以便保持系统彼此独立。

[0014] 在第二制动模式中,通过将第二制动控制单元借助于开关单元接通的方式,能够继续运行第一制动控制单元。在此应借助于第二制动控制单元补偿故障的制动作用。然而在本发明的一个优选的实施方案中提出:第一制动控制单元在第二制动模式中处于去激活状态。由此能够尽可能地避免第一制动控制单元的故障运行的所不期望的作用。在此开关单元适宜地引起这两个制动控制单元之间的切换。

[0015] 此外,当第一制动作用监控单元用于监控第一制动控制单元并且至少一个第二制动作用监控单元设为用于监控至少第二制动控制单元时,能够在电动式制动器的运行中实现提高的安全性。

[0016] 在本文中提出:轨道车辆制动设备具有另一制动装置和开关设备,其中在第二制动模式中根据制动作用特征变量借助于开关设备操纵该另一制动装置。由此能够在第二制动控制单元的故障运行中借助于另一制动装置提供附加的制动作用。

[0017] 在一个结构上简单的实施方案中提出:所述制动装置构成为驻车制动器。

[0018] 此外可能的是,将备选的制动器设为另一制动装置的实施例,所述备选的制动器与驻车制动器相比特别是具有更高的功率。因此例如能够为了提供足够的制动作用而使用如下制动器,所述制动器不同于电动式制动器的再生原理并且经由气动的或者液压的制动缸中的压力升高而发挥其制动作用。此外能够采用磁轨制动器作为其它的制动装置,所述磁轨制动器通过结合由电流产生的磁场气动地、液压地和/或机械地操纵执行器来运行。此外基于涡流原理的制动系统是可行的。借助于至少一个另外的制动装置能够接通或者提高

制动作用,直至所有可用的制动器全部被接通。

[0019] 在本发明的另一个实施方式中提出:制动控制单元关于其结构上的和/或算法上的实施方案而彼此不同。因为能够提供具有多样化的冗余的系统,通过使用用于制动控制单元的不同的技术能够实现尤其高的安全性。尤其有利地,能够避免对于特定的技术而言专有的、可能的系统故障从第一制动控制单元扩展到第二制动单元上或者其它的制动控制单元的链上。术语“结构上的”优选涉及用于制动控制单元的硬件,并且术语“算法上的”优选涉及借助于软件实现制动控制单元的至少一个控制功能。结构上的设计和/或算法上的实施方案的区别优选涉及如下制动控制单元的功能,所述制动控制单元对于操控功率供应单元或能由其控制的元件而言是重要的。在所提出的该实施方式中,制动控制单元(在具有开关元件或者阀元件的功率供应单元的实施方案中)能够根据两个不同的切换策略来控制开关元件或者阀元件。在此第一制动控制单元的切换策略不同于第二制动控制单元的切换策略。

[0020] 关于算法上的实施方案在本文中提出:第二制动控制单元中的用于实施至少一个控制功能的软件与第一制动控制单元中相比以不同的方式来实现。特别是能够将“以不同的方式来实现”理解为第一制动控制单元的软件与第二制动控制单元的软件在算法和/或编程代码方面彼此不同。在此有利的是,第一和第二制动控制单元的软件借助于不同的设计工具来生成。此外有利的是,制动控制单元的软件由不同的人员来开发。

[0021] 关于结构上的实施方案还提出:制动控制单元中的一个构成为纯硬件方面的控制装置。在此特别是应理解为:在不使用软件的情况下实现对于操控功率供应单元而言重要的、硬件方面的控制。

[0022] 为了提高电动式制动器的可靠性,在本发明的另一个实施方案中提出:轨道车辆制动设备具有测试图案,在所述测试图案中开关单元被测试。

[0023] 此外提出:轨道车辆制动设备具有到车辆紧急制动线路的接口,借助于所述接口能够借助于电动式制动器触发紧急制动。借助于能够通过轨道车辆制动设备的所提出的构成方案、特别是通过电动式制动器的控制单元的高的冗余实现的安全水平,能够提供具有紧急制动装置的轨道车辆,其中能够仅借助于电动式制动器以足够的安全水平来进行紧急制动。由此能够有利地放弃完整的、附加的摩擦制动器。对于较低的速度,作为摩擦制动器仅能够保留例如呈弹簧储能制动器形式的驻车制动器,所述弹簧储能制动器借助于弹簧储能器防止停放在斜坡上的车辆滚走。因此能够实现制动部件的单件成本和轨道车辆的重量的明显降低。

[0024] 在本发明的一个有利的改进方案中提出:轨道车辆制动设备包括至少一个电动式的第二制动器,所述电动式的第二制动器包括驱动单元和至少一个制动调节单元,所述驱动单元具有至少一个驱动马达和用于在驱动单元的牵引模式中给驱动马达供电的功率供应单元,所述制动调节单元具有相应的功率供应单元和至少一个制动控制单元,所述制动控制单元在第一制动模式中控制相应的功率供应单元以提供制动作用,其中制动控制单元至少是与第二制动器相关联的制动监控装置的组成部分。由此能够提供用于第二制动器的制动监控装置,所述制动监控装置与第二制动器的制动调节单元不相关。在此在制动监控装置中实现的评估和决策过程通过其它制动器的制动控制单元实施,使得这些过程与第二制动器的制动调节单元的过程不相关。通过第二制动器的制动监控装置与所述第二制动器

的制动调节单元的不相关性,能够实现第二制动器的控制功能和监控功能的有利的分离,其中能够实现关于系统故障从控制或调节单元扩展到监控单元上的高的安全性。用于第二制动器的制动监控装置还包括至少两个呈制动控制单元形式的监控设备,使得能够有利地实现制动监控装置的多样化的冗余。

[0025] 此外提出:第二制动器的制动调节单元至少形成与第一制动器相关联的制动监控装置。由此能够实现电动式制动器的有利地相互地、特别是交叉地监控。

附图说明

[0026] 根据附图阐述本发明的一个实施例。附图示出:

[0027] 图1示出具有驱动轴和与该驱动轴相关联的驱动单元的轨道车辆;

[0028] 图2示出用于在制动模式中控制驱动单元的控制电路,所述控制电路具有两个不同的制动控制单元;以及

[0029] 图3示出图2中的控制电路和另一控制电路,所述另一控制电路配设有监控功能。

具体实施方式

[0030] 图1示出构成为牵引车辆的轨道车辆10的极度示意的侧视图。所述轨道车辆具有从动轴12和驱动轴14,所述从动轴和所述驱动轴在牵引模式中借助于驱动单元16、116驱动。轨道车辆10的制动过程借助于驱动单元16、116来进行,所述驱动单元在此分别具有电动式制动器的功能。对于在低速的情况下的制动过程分别设有另一制动装置17、117,所述制动装置构成为以弹簧储能制动器(Federspeicherbremse)的形式构成的、在附图中示意示出的驻车制动器。

[0031] 根据图2详细阐述对作为电动式制动器的组成部分的驱动单元16的控制。驱动单元16具有至少一个驱动马达18,所述驱动马达能够构成为三相电机。为了给驱动马达18供给电功率,驱动单元16此外包括与驱动马达18有效连接的功率供应单元20。在一个未示出的实施方案中,驱动单元16具有多个驱动马达,所述驱动马达由相同的功率供应单元20供电。功率供应单元20从现有技术中已知并且具有未详细示出的逆变器,所述逆变器在驱动单元16的牵引模式中通过对电子开关元件(也称为“阀”)的操控根据用于驱动马达18的待提供的功率从直流电压中间电路起产生电压和频率可变的电流。在直流电压中间电路中可用的能量从高压电网电源26中提取,所述高压电网电源经由其它的、未示出的电转换装置、如特别是变压器或者电压转换器、整流器等与铁路电网电源有效连接。在驱动单元16的牵引模式中,根据切换策略控制逆变器的开关元件,以便经由驱动马达18产生到相关联的驱动轴14上的驱动力矩。

[0032] 驱动马达18与制动调节单元22一起形成电动式制动器24。制动调节单元22除了功率供应单元20还包括两个制动控制单元28和30,所述制动控制单元分别设为用于在激活状态下控制用于电动式制动器24的制动过程的功率供应单元20。制动控制单元28、30分别设为用于在驱动单元16的制动模式中根据切换策略控制功率供应单元20的逆变器的开关元件,使得经由驱动马达18将制动力矩施加到相关联的驱动轴14上。在借助于电动式制动器24的制动过程中,驱动马达18作用为发电机,其中在制动过程中转换为电流的能量借助于制动电阻器31转化为热量。替选地或者附加地,所述能量能够馈送回高压电网电源26中,应

用在车辆上或者存入到移动蓄能器中。

[0033] 第一制动控制单元28经由开关单元32与功率供应单元20有效连接,其功能在下文中阐述。除了到功率供应单元20的接口,制动控制单元28还具有其它的接口,通过所述其它的接口,所述制动控制单元与传感器单元34有效连接。传感器单元34用于检测速度特征变量 v 和质量特征变量 m ,所述速度特征变量和质量特征变量代表用于通过制动控制单元28产生控制信号的输入信号。制动控制单元28此外经由其它的接口通过所述制动控制单元与轨道车辆10的数据总线36连接的方式与轨道车辆控制系统(Schienenfahrzeugleittechnik)有效关联,并且所述制动控制单元与轨道车辆主空气管路38有效连接。经由这些其它的接口,能够提供用于制动控制单元28的其它的输入参数,如特别是如下特征变量,所述特征变量在行车制动的情况下表示通过车辆驾驶员或者通过自动的车辆控制装置设定的制动作用。制动控制单元28经由车载电网电源40供给电能并且此外经由接口41与车辆紧急制动线路42有效连接,经由所述车辆紧急制动线路能够触发轨道车辆10的紧急制动。

[0034] 基于在上文中所提到的输入参数,制动控制单元28在其处于激活状态的第一制动模式中产生控制信号44,所述控制信号根据特定的待实现的制动作用、特别是根据特定的待实现的制动力矩控制功率供应单元20。对此运行控制单元28具有至少一个计算单元46和存储单元48,在所述存储单元中存储有软件。在该软件中特别是对用于逆变器的开关元件的制动模式切换策略进行编程。

[0035] 第一制动监控装置53的第一制动作用监控单元50与制动控制单元28相关联,所述第一制动作用监控单元设置为监控借助于电动式制动器24实现的或者能借助于其实现的制动作用。对此使用制动作用特征变量、特别是制动力矩特征变量并且将其与理论值进行比较。制动作用特征变量例如能够借助于加速度传感器来检测和/或借助于对速度特征变量 v 的评估来确定。替选地或者附加地,制动作用特征变量能够借助于对通过制动控制单元28产生的控制信号44进行监控来确定。对设有附图标记B1的制动作用特征变量的示例性的检测在图3中通过传感器单元58或158示意性地示出。

[0036] 制动调节单元22(如在上文中已经提到的)包括第二制动控制单元30。该第二制动控制单元设为至少实施在上文中对于第一制动控制单元28所描述的控制功能以在驱动单元16的第二制动模式中控制功率供应单元20。所述第二制动控制单元特别是用于在第一制动控制单元28故障运行时承担对功率供应单元20的控制。

[0037] 如果借助于第一制动作用监控单元50识别出通过电动式制动器24产生的或者能够通过其实现的制动作用还不够,那么制动控制单元28视为是故障的,并且作为备用措施(Rückfallmaßnahme)借助于开关单元32切换到电动式制动器24的第二制动模式中,在所述第二制动模式中第二制动控制单元30在其激活状态下控制功率供应单元20以提供制动作用。在该第二制动模式中故障的第一制动控制单元28切换到去激活状态。

[0038] 为了防止在第二制动模式中第二制动控制单元30运行期间的驱动,有利的是,随着通过开关元件32进行的切换也发生与高压电网电源26的断开。这借助于电网断路开关51来实现。

[0039] 制动监控装置53的第二制动作用监控单元52与第二制动控制单元30相关联。制动作用监控单元50、52能够由在物理上彼此分开的单元形成或者它们能够至少部分地由一个共同的结构形成。特别地,制动作用监控单元50、52能够完全通过相同的结构形成。第二制

动作用监控单元52设为用于监控借助于电动式制动器24在其第二制动模式中通过第二制动控制单元30实现的或者能够通过其实现的制动作用。对此,(如在上文中已经描述的那样)检测或者确定制动作用特征变量、特别是制动力矩特征变量并且将其与理论值进行比较。该制动作用特征变量特别能够相应于制动作用特征变量B1。

[0040] 如果借助于第二制动作用监控单元52识别出:通过电动式制动器24产生的或者能够通过其实现的制动作用还不够,那么制动控制单元30视为是故障的,并且作为备用措施借助于通过第二制动作用监控单元52控制的开关设备54来操纵其它的制动装置17。

[0041] 制动控制单元28、30基于不同的技术。一种技术包括结构上的(或者硬件技术上的)和/或算法上的(或者软件技术上的)实施方案。在一个示例性的配置中,第一制动控制单元28能够以信号处理器(也称为“SIP”)的形式构成,其中算法实现能够相应于磁场定向调节。第二制动控制单元30能够构成为现场可编程门阵列(FPGA)或者“在现场可编程的门阵列结构中”构成,其中算法实现能够相应于开关定向调节。

[0042] 根据一个替选的实施方案,第二制动控制单元30设计为,使得对功率供应单元20的操控仅通过借助于硬件实现的功能来进行(不需要使用软件),而第一制动控制单元28基于控制功能的硬件技术上的和软件技术上的实现。

[0043] 如果这两个制动控制单元28、30在至少一个控制功能方面基于软件技术实现,那么相应的软件在制动控制单元28、30中以不同的方式来实现。在此尤其设置为用于实施控制功能的编程代码的区别在于,代码例如通过不同的人 and/或不同的工具生成。

[0044] 通过制动控制单元28、30的不同的实施方案,功率供应单元20的逆变器的开关元件由第一制动控制单元28根据第一切换策略来控制并且由第二制动控制单元30根据与第一切换策略不同的第二切换策略来控制。

[0045] 为了可靠地进行从一个制动控制单元切换到另一个,与驱动单元16相关联的开关单元32以有规律的且足够短的时间间隔检查其功能性。例如在轨道车辆10的停车状态下,例如在升级改造或者制动试验期间,逆变器根据特定的测试图案通过制动控制单元28、30中的一个产生对开关元件的操控。对此设有至少一个传感器单元,所述传感器单元例如具有相电流变换器和/或中间电路电压转换器并且所述传感器单元检测操控的效果。在借助第一制动控制单元28执行测试之后,借助于开关单元32将第二制动控制单元30切换到其激活状态并且(优选借助于另一测试图案)重复测试。如果识别到相应的测试图案的所期望的移位,那么开关元件32被认为是无故障的。

[0046] 关于驱动单元116也应用上文中的描述,所述驱动单元是轨道车辆10的电动式的第二制动器124的组成部分。驱动单元116的功率供应单元与制动控制单元128、130形成制动调节单元122,如其在图3中所示出的那样。分别具有制动控制单元和功率供应单元的轨道车辆10的制动调节单元22、122如下设计,使得所述制动调节单元能够以共同作用的方式借助于与其相关联的驱动马达18在轨道车辆10的驱动轴14上引起紧急制动。换句话说,制动调节单元22、122设计为,以共同作用的方式至少在驱动轴14上产生对于执行紧急制动必要的制动力矩。

[0047] 此时根据图3来描述具有制动作用监控单元50、52的制动监控装置53的示例性的实现。

[0048] 图3在左侧示出驱动单元16,所述驱动单元如在上文中所描述的那样至少包括驱

动马达18和功率供应单元20(见图2)。此外示出制动控制单元28、30,所述制动控制单元与功率供应单元20一起形成制动调节单元22。制动调节单元22与驱动马达18一起形成电动式制动器24,所述电动式制动器在下文中也称为“电动式的第一制动器24”。

[0049] 制动调节单元22具有开关单元32,所述开关单元为了执行第一制动器24的备用措施而设为用于:在制动调节单元22的第一制动模式和制动调节单元22的第二制动模式之间进行切换,在所述第一制动模式中第一制动控制单元28控制功率供应单元20以提供制动作用,在所述第二制动模式中第二制动控制单元30控制功率供应单元20以提供制动作用。在图3中示出用于操作开关单元32的执行器33。

[0050] 轨道车辆10也如在图1中所示出的那样具有另一驱动单元116。驱动单元116是电动式制动器124的组成部分,所述驱动单元如驱动单元16一样包括至少一个驱动马达和功率供应单元,所述电动式制动器尽可能地、特别是构成为与电动式制动器24完全相同。因此为了避免不必要的重复可参照在上文中关于电动式制动器24的描述。

[0051] 电动式制动器124,在下文中称为“电动式的第二制动器124”,具有驱动单元116的驱动马达和制动调节单元122。该电动式的第二制动器包括驱动单元116的功率供应单元和两个制动控制单元128、130,所述制动控制单元分别设为用于在激活状态下控制用于电动式制动器124的制动过程的该功率供应单元。制动调节单元122具有带有执行器133的开关单元132,所述开关单元与电动式的第一制动器24中的开关单元32具有相同的功能:其设置为为了执行相应的备用措施而在制动调节单元122的第一制动模式和制动调节单元122的第二制动模式之间进行切换,在所述第一制动模式中,第一制动控制单元128控制驱动单元116的功率供应单元以提供制动作用,在所述第二制动模式中,第二控制单元130控制该功率供应单元以提供制动作用。

[0052] 此外示出与电动式的第一制动器24相关联的机械的制动装置17和与电动式的第二制动器124相关联的机械的另一制动装置117。

[0053] 在上文中根据图2所描述的对电动式的第一制动器24的监控在所考虑的实施例中至少借助于电动式的第二制动器124的制动调节单元122来进行。为此与第一制动器24相关联的制动监控装置53至少由第二制动器124的制动调节单元122形成。

[0054] 在图2中示出的制动监控装置53由第二制动器124的制动调节单元122的制动控制单元128、130以及由另一个与这些制动控制单元分开的监控单元56形成。

[0055] 制动监控装置53配设有、特别是被编程的第一监控功能,其中该制动监控装置53(除了制动控制单元128、130的在上文中所描述的用于控制驱动单元116的功率供应单元的控制任务)还构成第一制动作用监控单元50,所述第一制动作用监控单元设置为监控在其第一制动模式中的第一制动器24。

[0056] 该监控功能基于在下文中描述的监控任务,所述监控任务由每个制动控制单元128、130中的每个和监控单元56并行地并且尽可能地、特别是完全独立地完成。这些单元分别与传感器单元58有效连接,所述传感器单元设为用于检测或者确定用于电动式的第一制动器24的第一制动模式的第一制动作用特征变量B1。

[0057] 制动作用特征变量B1特别能够是制动力矩特征变量,其中传感器单元58例如与能由驱动马达18驱动的轴14机械地耦联并且例如能够构成为扭矩传感器。传感器单元58示意性地示出并且能够由一个或多个传感器构成,其中传感器单元58提供由一个或多个所测量

到的变量构成的制动作用特征变量B1。

[0058] 在另一实施方案中,能够通过传感器单元58检测多个制动作用特征变量,所述制动作用特征变量在其类型上彼此不同并且分别通过制动监控装置53的不同的单元来评估,如下文中详细描述的那样。

[0059] 如在上文中已经描述的那样,第一制动器24的制动控制单元28、30基于不同的技术。这相应适用于制动控制单元128、130。一种技术包括结构上的(或者硬件技术上的)和/或算法上的(或者软件技术上的)实施方案。在一个示例性的配置中,第一制动控制单元128能够以信号处理器(也称为“SIP”)的形式构成,其中算法实现能够对应于磁场定向调节。第二制动控制单元130能够构成为现场可编程门阵列(FPGA)或者“在现场可编程门阵列结构中”构成,其中算法实现能够对应于开关定向调节。

[0060] 根据一个替选的实施方案,第二制动控制单元130设计为,使得对驱动单元116的功率供应单元的操控仅通过借助于硬件实现的功能来进行(不需要使用软件),而第一制动控制单元128基于控制功能的硬件技术的和软件技术的实现。

[0061] 如果这两个制动控制单元128、130在至少一个控制功能方面基于软件技术实行,那么相应的软件在制动控制单元128、130中以不同的方式实现。在此尤其设置为用于实施控制功能的程序代码的区别在于,代码例如通过不同的人和/或不同的工具生成。

[0062] 由于在相应的制动模式中适用于制动控制单元的控制功能的这些差异,制动控制单元128、130中的每个能够分别根据单独的方法在第一制动器24的第一制动模式中监控其制动作用,所述方法与其它制动控制单元的方法不同。第二制动器124的制动调节单元122的制动控制单元128、130因此在实施监控功能时相应于制动监控装置53的两个监控设备127、129,所述两个监控设备通过上述特征而彼此区分。特别地,所述两个监控设备关于其结构的和/或算法的实施方案而彼此不同。当所述两个监控设备分别具有用于实施监控功能的软件时,以不同的方式实现该软件。

[0063] 监控单元56基于如下技术,所述技术与制动控制单元128、130或者监控设备127、129的技术不同。监控单元56例如能够基于CPLD技术(“复杂可编程逻辑控制器件,Complex Programmable Logic Device”)。对通过第一制动器24产生的制动作用的监控因此能够根据如下方法来进行,所述方法与制动控制单元128、130或者监控设备127、129的方法不同。

[0064] 由每个制动控制单元128、130和监控单元56待完成的监控任务是:基于制动作用特征变量B1确定通过第一制动器24在其第一制动模式中产生的制动作用是否足够。由于不同的技术,在所考虑的实施例,监控机构分别以其它的方式实现或者在这些单元中的每一个中是不同的,其中借助于所述监控机构,制动控制单元128、130和监控单元56配设用于实施第一监控功能。特别地,不同的监控机构能够通过不同的监控软件来实现。因此分别借助于不同的方法,这就是说,借助于通过这些单元以不同的方式实现所述任务,尽可能分开地完成、特别是完全分开地完成监控任务。

[0065] 如已经在上文中所提到的,在一个特殊的实施方案中,通过传感器单元58检测多个制动作用特征变量,所述制动作用特征变量在其类型上彼此不同并且分别通过制动监控装置53的不同的单元来评估。运动特征变量的类型在此通过制动监控装置53的相应的单元的技术来确定。

[0066] 第二制动器124的制动控制单元128、130、即监控设备127、129,和监控单元56分别

设为用于在完成该监控任务的情况下根据第一制动作用特征变量B1或者根据相应的制动作用特征变量输出故障信号。如果通过相应的单元对制动作用特征变量B1或者相应的制动作用特征变量的评估产生如下结果:即第一制动器24在其第一制动模式中的不足的制动作用被认为是已识别的,那么由这些单元中的一个输出所述故障信号。由于在所提到的单元中的每个中以不同的方式实现监控任务,所以通过制动监控装置53的单元能够进行尽可能独立地、特别是完全独立地输出故障信号。

[0067] 对开关单元32的操纵如在上文中所描述的那样仅在输出至少两个故障信号时才进行。对此使用触发单元60,所述触发单元作为第一制动监控装置53的组成部分一方面与监控单元56和制动控制单元128、130(或者监控设备127、129)的输出端有效连接并且另一方面与开关单元32、特别是与执行器33有效连接。触发单元60(也称为“表决器”设备)具有三个彼此并联的线路,所述线路能够与一个共同的电压源62电连接并且能够共同地与执行器33电连接。在每一个线路中分别设置有两个开关,其中开关在通过制动控制单元128、130和监控单元56完成监控任务期间(并且相应地在第一制动器24的第一制动模式中)位于打开的位置中。由此电压源62和执行器33之间的电连接断开。该电连接能够通过闭合至少一个线路中的两个开关来建立,由此操纵开关单元32。开关分别借助于故障信号来闭合,所述故障信号存在于制动监控装置53的单元的输出端上。在每一个线路中,开关分别与所述制动监控装置的不同的单元有效连接,使得仅在故障信号由制动监控单元53的两个不同的单元输出时才进行该线路中的这两个开关的闭合从而进行对开关单元32的操纵。

[0068] 监控任务、即通过制动控制单元128、130和监控单元56对制动作用特征变量B1或者相应的制动作用特征变量个别地评估,如在上文中所描述的那样由所述单元尽可能彼此独立地完成。监控功能包括所述监控任务并且借助于通过制动监控装置53的单元、即监控设备127、129和监控单元56的共同作用,特别是通过个别的监控任务的结果的组合对开关单元32进行操纵来完成。

[0069] 借助于对开关单元32的操纵,在电动式的第一制动器24在其第一制动模式中的制动作用不足的情况下引入备用措施,所述备用措施相应于通过第二制动控制单元30如在上文中所描述的那样接管对功率供应单元20的控制。

[0070] 制动监控装置53配设有、特别是被编程的第二监控功能,其中所述制动监控装置(除了制动控制单元128、130的在上文中所描述的用于控制驱动单元116的功率供应单元的控制任务)还构成成为第二制动作用监控单元52(见图2),所述第二制动作用监控单元设为用于监控在第二制动模式中的第一制动器24。

[0071] 该第二监控功能基于如下监控任务,所述监控任务由制动控制单元128、130中的每一个和监控单元56尽可能分开地完成并且与第一监控功能的监控任务是相同的。第二监控功能与第一监控功能的区别在于使用另一触发单元64,所述触发单元作为制动监控装置53的组成部分一方面与监控单元56或者制动控制单元128、130的输出端有效连接并且另一方面与开关设备54(也见图2)有效连接、特别是与其执行器55有效连接。触发单元64(也称为“表决器”设备)具有三个串联的并联线路对,所述并联线路对能够与一个共同的电压源62电连接并且能够共同地与执行器55电连接。对于每一个线路对在这两个线路中分别设置一个开关,其中开关在通过制动控制单元128、130和监控单元56完成监控任务期间(并且相应地在第一制动器24的第二制动模式期间)位于闭合的位置中。由此在电压源62和执行

器55之间建立电连接。该电连接能够通过断开至少一个线路对中的两个开关来中断,由此操纵开关单元54。

[0072] 开关分别借助于故障信号来断开,所述故障信号存在于制动监控装置53的一个单元的输出端上。在每一个线路对中,开关分别与所述制动监控装置的不同的单元有效连接,使得仅在故障信号由制动监控单元53的两个不同的单元输出时才进行该线路对中的这两个开关的打开从而进行对开关设备54的操纵。

[0073] 在第一制动器24的第二制动模式期间,开关单元54位于闭合的位置中,由此建立电压源66和制动装置17之间的电连接。。在此设置信号“松开制动装置17”。如果开关单元54被操纵,那么所述电连接断开,由此产生信号“施加制动装置17”。

[0074] 此外在附图中示出控制线路67,通过所述控制线路,制动装置17在任何时间都能够借助于车辆驾驶员的命令来操纵。

[0075] 监控任务、即通过制动控制单元128、130以及由监控单元56个别地评估制动作用特征变量B1或者相应的制动作用特征变量,如在上文中所描述的那样,通过这些单元尽可能彼此独立地完成。监控功能包括所述监控任务并且借助于通过这些单元的共同作用,特别是通过个别的监控任务的结果的组合对开关单元54进行操纵来完成。

[0076] 通过操纵开关设备54,在电动式的第一制动器24在其第二制动模式中的制动作用不足的情况下,引入备用措施,所述备用措施相应于在更上文中所描述的那样操作机械的制动器17。第二制动模式应继续起作用,直至制动过程结束。

[0077] 在实施第一监控功能能够借助于触发单元60来完成的第一制动模式时,通过在电压源62和执行器55之间建立与触发单元64的配置不相关的持久的电连接的方式,使设置用于第二监控功能的触发单元64是去激活的。该电连接在通过开关68转入到第二制动模式时中断,所述开关在通过执行器33操纵开关单元32时打开。电连接随后仅经由触发单元64保持存在,所述触发单元因此被置于激活状态。

[0078] 在实施第二监控功能能够借助于触发单元64来完成的第二制动模式时,通过在电压源70和执行器33之间建立与触发单元60的配置不相关的持久的电连接的方式,设置用于第一监控功能的触发单元60是去激活的。还为开关单元32设有复位单元72,所述复位单元用于在第二制动模式结束之后或者在借助于制动装置17结束制动过程之后使第一制动控制单元28再次工作。这借助于信号S来进行,所述信号操纵执行器74,通过所述执行器开关76断开执行器33与电压源70的电连接。借助于该断开进行执行器33的激活,所述执行器实施如下切换过程:将开关单元32复位,使得制动控制单元28再次与功率供应单元20有效地连接;操纵开关68,使得建立电压源62与执行器55的电连接从而触发单元64被去激活;开关78断开电压源80和执行器74之间的电连接,使得复位单元72被去激活或者不能够借助于信号S通过执行器74对开关76进行操纵。操纵开关78用以激活复位单元72的前提是,结束引起对监控的响应的状态。

[0079] 由制动监控装置53执行的第一和第二监控功能属于轨道车辆10的制动设备的第一监控模式,其中第一制动器24被监控。在此用于引入在上文中所描述的关于第一制动器24的备用措施中的一个的监控角色由第二制动器124承担、特别是由其制动调节单元122承担。

[0080] 轨道车辆10的制动设备设有第二监控模式,其中第二制动器124被监控。在所考虑

的实施例中,用于引入在上文中所描述的有关第二制动器124的备用措施中的一个的监控角色由第一制动器24承担、特别是由其制动调节单元22承担。第一制动器24的制动调节单元22与监控单元56一起形成第二制动监控装置153,所述第二制动监控装置设置为考虑制动作用特征变量B2用以引入关于第二制动器124的备用措施。制动监控装置153与制动监控装置53一样配设有两个监控功能,所述监控功能分别设为用于在实施其第一制动模式或者第二制动模式时监控第二制动器124。制动控制单元28、30在实施监控功能时构成为制动监控装置153的监控设备27、29。在实施第一监控功能和第二监控功能时,制动监控装置153构成为用于第二制动器124的制动调节单元122的第一和第二制动模式的制动作用监控单元150或152。该监控根据第二制动作用特征变量B2或者根据多个在其类型上彼此不同的制动作用特征变量进行,所述第二制动作用特征变量或者多个制动作用特征变量由传感器单元158来检测。上文中关于传感器58的描述相应地适用于传感器单元158。

[0081] 在一个特别的实施方案中,传感器单元58和158在硬件方面能够至少部分地由相同的传感器结构形成。

[0082] 由于概览性的原因,在图3中仅示出通过第二制动器124对第一制动器24的监控。由制动监控装置53执行的监控功能的上述描述关于第二制动器124的监控相应地应用于第一制动器24。在此相应的监控功能通过在功能上作为与监控单元56共同作用的监控设备27、29的制动控制单元28、30来执行。

[0083] 监控单元56在所考虑的实施例中是第一制动监控装置53和第二制动监控装置153的共同的组成部分。

[0084] 监控功能的实施在制动控制单元28、30、128、130中在其功能中作为监控设备27、29、127、129分别借助于计算单元来进行,所述计算单元与设为用于实施制动模式的计算单元相同地或者不同地构成。

[0085] 借助于到车辆制动线路42的接口能够借助于电动式制动器24、124触发紧急制动。借助于能够通过轨道车辆制动设备的所提出的构成方案、特别是在具有至少两个制动控制单元的制动调节单元的构成方案中实现的安全水平,能够提供具有紧急制动装置的轨道车辆,其中紧急制动能够仅借助于电动式制动器以足够的安全水平来进行。由此能够有利地放弃完整的、附加的摩擦制动器。对于较低的速度,作为摩擦制动器仅能够保留例如呈弹簧储能制动器形式的驻车制动器,所述弹簧储能制动器通过借助于弹簧储能器产生的摩擦力防止停放在斜坡上的车辆滚走。因此能够实现制动部件的成本和轨道车辆的重量的明显降低。

[0086] 在图3中示出的实施方案中,驱动单元16和116能够与轨道车辆10的相同的转向架或者独立的转向架相关联。在图1中示出的实施方案中,驱动单元16、116分别与不同的转向架相关联。在此相同的转向架的驱动轴14分别通过自身的驱动马达来驱动,其中这两个驱动马达通过相同的功率供应单元来供电。在图3中示出的制动设备中,因此在该实施方案中,电动式制动器24、124分别与不同的转向架相关联从而与多个驱动轴相关联。因此能够通过制动监控装置53、153实现以转向架的方式定位制动作用损耗并且能够关于相应的转向架有差别地引入备用措施。

[0087] 在一个替选的实施方案中,对于转向架的每一个被驱动的轴设有驱动马达,其中对于该转向架的每一个驱动马达分别设有不同的功率供应单元。因此在该实施方案中单独

的电动式制动器分别与转向架的每一个被驱动的轴相关联。在图3中示出的制动设备中,因此在该实施方案中,电动式制动器24、124与相同的转向架相关联或者相应地与该转向架中的不同的驱动轴相关联。因此通过制动监控装置53、153能够实现以轴的方式定位制动作用损耗并且能够关于相应的驱动轴有差别地引入备用措施。

