

工矿用储能式铁路机车的研究与探索

郭凯敏

永煤集团股份有限公司铁路运输处 河南 永城 476600

摘要: 内燃机车是目前工矿铁路运输中使用最广泛的机车类型之一, 但是其使用会产生大量的废气和废油, 对环境造成污染。为了减少污染和节约能源, 研究人员开始探索内燃机车改储能式电力机车。电力机车是以电能为动力的机车, 其使用过程中不会产生有害气体和废油, 对环境影响较小。本文介绍了一种磷酸铁锂电池+永磁电机驱动的工矿用储能式铁路机车。首先分析了工矿业储能式铁路机车系统构成及其优势, 然后详细介绍了充电的原理和方法。最后, 对该电力机车进行了性能测试和评估, 结果表明该铁路运输机车具有较高的能效和可靠性。

关键词: 工矿用储能式铁路机车; 研究与探索; 技术分析

Research and exploration of energy storage railway locomotive for industrial and mining

Guo Kemin

Yongcheng Coal Group Co., LTD. Railway Transportation Department, Yongcheng, Henan Province 476600

Abstract: Internal combustion locomotives are currently one of the most widely used types of locomotives in industrial and mining railway transportation, but their use generates a large amount of exhaust gas and waste oil, causing pollution to the environment. In order to reduce pollution and save energy, researchers have begun exploring the conversion of diesel locomotives to energy storage electric locomotives. Electric locomotives are locomotives powered by electricity, which do not produce harmful gases or waste oil during use and have a relatively small impact on the environment. This article introduces an energy storage railway locomotive driven by a lithium iron phosphate battery and a permanent magnet motor for industrial and mining purposes. Firstly, the composition and advantages of the energy storage railway locomotive system for industrial and mining industries were analyzed, and then the principles and methods of charging were introduced in detail. Finally, performance testing and evaluation were conducted on the electric locomotive, and the results showed that the railway transport locomotive has high energy efficiency and reliability.

Keywords: energy storage railway locomotives for industrial and mining purposes; Research and exploration; technical analysis

内燃机车是目前工矿铁路运输中使用最广泛的机车类型之一, 它的动力系统是由燃料燃烧产生的热能转化为机械能, 驱动机车前进。内燃机车改储能式电力机车, 是指将内燃机车的源动力改造为储能电池, 通过外部供电进行充电, 从而实现电力驱动。这种机车不仅能够减少废气和废油的排放, 还能够节约能源, 提高运行效率。内燃机车改储能式电力机车的研究和开发, 主要涉及到两个方面的技术: 电力驱动技术和充电技术。电力驱动技术是指将内燃机车的动力系统改造为电力驱动系统, 包括电机、控制系统等。充电技术则是指如何将外部电源的电能传输到电力机车的电池组中, 以供电力机车使用。内燃机车改储能式电力机车是工矿铁路运输的重要发展方向之一。它不仅能够减少污染和节约能源, 还能够提高运行效率和降低运营成本。随着技术的不断进步和应用的不断推广, 相信内燃机车改充电的电力机车将

会在未来的工矿铁路运输中发挥越来越重要的作用。

1 国内研究现状

国内在铁路机车上运用了多种传动技术, 包括电力传动、液力传动、机械传动等, 其中电力牵引技术是最成熟的技术, 其应用非常广泛。其中包括交流电传动和直流电传动。我国在储能技术运用进行研究主要集中在工程车辆和铁路机车领域。我国对铁路机车的研究起步较晚, 但是发展很快^[1]。目前我国已经研制出各种高速列车和低速重载列车, 其中低速重载列车和工程车辆领域取得了较大进步。但是我国在铁路机车上运用储能技术方面仍然处于起步阶段, 在储能式铁路机车方面的研究具有很大的发展空间。

2 工矿用储能式铁路机车的系统构成及其优势

2.1 储能装置

工矿用储能式铁路机车的储能装置为磷酸铁锂电池,

磷酸铁锂电池作为一种高效储能装置,因其寿命长、容量大、充电快速、无记忆效应、安全环保等优点而被广泛采用。首先,磷酸铁锂电池具有较长的使用寿命。相比于传统的镍氢电池和铅酸电池,磷酸铁锂电池的寿命更长,能够经受更多的充电和放电循环,因此在新能源设备中得到了广泛的应用。其次,磷酸铁锂电池的容量大。由于磷酸铁锂电池具有高能量密度,因此在相同体积的情况下,磷酸铁锂电池的容量要比其他电池更大,能够更好地满足新能源设备对能量的需求。再次,磷酸铁锂电池充电快速。当采用高倍率电池时,相比于传统电池需要数小时充电的时间,磷酸铁锂电池只需要数十分钟即可完成充电,能够更好地提高新能源设备的使用效率。此外,磷酸铁锂电池无记忆效应,也是其被广泛采用的原因之一。相比于其他电池,磷酸铁锂电池不会因为未充满电或过度充电而出现记忆效应,能够更好地保持其性能。最后,磷酸铁锂电池安全环保。磷酸铁锂电池不含有重金属等有害物质,因此在使用过程中不会对环境造成污染,同时也不会对人体健康造成危害。此外,磷酸铁锂电池在设计上也采用了多种安全保护措施,能够更好地保障使用者的安全^[2]。

2.2 传动装置

工矿用储能式铁路机车的传动装置为永磁变频直驱传动系统,该是一种高效、可靠的电动机传动系统。与传统牵引电动机相比,它具有更高的功率和功率因数,同时在稳定运行时没有转子铜耗,能够提高5~7%的功率。此外,永磁变频电动机在25%~120%额定负载范围内坚持较高的功率和功率因数,具有更广泛的适用性。采用直驱方式,减少了齿轮传动环节,整体传动效率可提高7~9%。永磁变频直驱传动系统采用交流传动,轮轨黏着系数较直流传动提高24%,达到0.41^[3]。这意味着在列车行驶过程中,永磁变频直驱传动系统能够更好地保持轮轨黏着,提高运行的平稳性和安全性。此外,永磁变频直驱传动系统还具有噪音低、振动小、维护简单等优点。采用永磁材料,能够减少电机的体积和重量,提高电机的效率和功率密度。采用变频技术,能够实现电机的精准控制,提高电机的响应速度和控制精度。

2.3 辅助系统

工矿用储能式铁路机车的牵引电动机采用永磁变频电动机,能够减小牵引电机散热风机和相应的风摩擦损耗,空压机采用永磁变频螺杆空压机,作为新一代高效节能设备,其具有显著的节能效果,成为了工矿用储能式铁路机车节能降耗的首选。

永磁变频电机采用永磁体作为转子,不需要无功励磁电流,能够显著提高功率因数,减少了定子电流和定子电阻损耗,发热量减少,能够减小牵引电机散热风机和相应的风摩擦损耗。此外,永磁变频电机还具有启动转矩大、响应速度快、转速范围广、噪音低等优点,可以满足不同工况下的需求。永磁变频螺杆空压机消除了普通螺杆空压机从满载到卸

载的低效转换过程,节能10%~20%,较活塞式空压机节能40%^[4]。永磁变频螺杆空压机采用永磁同步电机驱动,具有高效、稳定、可靠的特点,可以根据气体需求量自动调节转速,实现节能降耗的目的。

2.4 制动系统

储能式铁路机车是一种高效、环保的铁路机车,其制动系统具备动能回收功能,可以将回收的能量储存至电池内,以节约能源,增加续航里程。这种制动系统不仅可以提高机车的能效,还可以降低对环境的影响,具有非常重要的意义。

传统的铁路机车采用空气制动系统进行制动,制动时产生的动能会通过制动阻力转化为热能散发出去,造成能源的浪费。而储能式铁路机车采用电机制动,可以将制动时产生的动能回收,储存至电池内,以供机车再次行驶时使用。这种制动方式可以大幅度降低机车的能耗,提高能效。储能式铁路机车的制动系统不仅能够回收能量,还可以将能量储存至电池内,以增加机车的续航里程。这种制动系统可以大幅度提高机车的续航能力,减少机车的充电次数,提高机车的使用效率。

3 工矿用储能式铁路机车的充电原理和方法

工矿用储能式铁路机车是一种新型的铁路机车,它采用储能装置来存储电能,并通过充电方式来储存的能量为机车提供动力,从而实现节能降耗的目的。储能式铁路机车的充电原理是其能够实现高效能量转换的关键。

储能式铁路机车的充电原理基本上是利用储能装置和充电系统之间的能量转换来实现的。储能装置通常采用超级电容器或者锂离子电池等高能量密度的电池组来存储制动能量。通过充电的方式,将电能存储到储能装置,另外当机车制动时,制动能量也会被转化为电能,并被储存在储能装置中。当机车需要加速或者行驶时,储能装置中的电能就会被释放出来,供给机车的电动机驱动。

储能式铁路机车的充电过程通常分为两个方式:制动能量回馈和外部充电。制动能量回馈是指机车在制动或减速过程中,通过储能装置将制动能量回馈给机车的牵引电动机,使牵引电动机工作在发电工况,并通过动能回收系统,将牵引电动机发出的电能存储到储能装置,从而实现能量的回收利用。外部充电则是指机车在停车或者运行过程中,通过外部充电系统将电能充入储能装置中,以便在需要时供给机车使用^[5]。

储能式铁路机车的充电系统通常由充电器、电池管理系统和控制系统等组成。充电器主要负责将外部电能转化为储能装置所需的电能,并将其充入储能装置中。电池管理系统则负责监控储能装置的电量和状态,以及保护电池组的安全和稳定性。控制系统则负责实现机车的制动回馈和外部充电控制,以及对储能装置和充电系统的状态进行监控和管理。

总的来说,储能式铁路机车的充电原理是通过储能装置

和充电系统之间的能量转换来实现的。通过合理的设计和优化,可以实现高效的能量转换和利用,从而实现节能降耗的目的。

4 工矿用储能式铁路机车的性能测试和评估结果

为了全面测试和评估工矿用储能式铁路机车的性能,我们进行了一系列实验,样机为自重28T,储能电池为360Kw/h,牵引电机总功率为360Kw。

首先,我测试了储能式电力机车的动力性能。我们在平直的轨道上进行了加速和动能回收测试。测试结果显示,储能式电力机车的单机加速度为 0.5m/s^2 ,牵引1500T列车时牵引力达到400KN(已限制);制动时,在不实施空气制动的情况下,制动动能回收电流能够达到电池充电的最大电流(已限制)。这表明储能式电力机车具有良好的动力性能和动能回收性能。

其次,测试了储能式电力机车的能耗。我们在实际运行工况时,记录了电池的电量 and 行驶距离。测试结果显示,储能式电力机车的单机能耗为 1.253kWh/km 。这表明火车头具有较低的能耗。

接着,测试了火车头的充电性能。使用外部电源对电池进行充电,记录了充电电流和充电时间。测试结果显示,火车头的充电效率为90%,充电时间为2小时。这表明火车头具有良好的充电性能。

综合以上测试结果,可以得出结论:磷酸铁锂电池+永磁电机驱动的、充电的储能式电力机车具有良好的动力性能、较低的能耗、良好的充电性能和安全性能。这种电力机车具有广阔的应用前景,可以在铁路运输领域发挥重要作用。

5 发展前景

近年来,随着储能技术的发展,其在多个领域得到了应用。尤其是在新能源汽车、风电、光电及储能电站等领域,储能技术已成为推动可持续发展的关键。储能式铁路机车作

为一种新型的储能式电力机车,具有储能装置容量大、运行效率高、充电时间短等优点,能够充分利用电网富余电能。工矿环境下使用储能式铁路机车作为一种新型的供电方式,能够充分发挥电网的富余电能,提高能源的利用效率,有利于推进新能源汽车、风电等产业的发展。随着对工矿用储能式铁路机车研究的深入,未来其应用范围将越来越广,在促进能源转型、推动新能源汽车产业发展方面将发挥重要作用。

结束语

总之,储能式铁路机车是未来轨道交通的发展方向,既可以保证轨道交通的安全运行,又可以节省资源,提高铁路机车的效率。而储能式铁路机车由于其自身的优点,将在工矿领域中得到广泛应用,以代替传统的机车运行。由于工矿领域对机车制动控制技术要求较高,所以在储能式铁路机车的开发和应用中需要多方面考虑,同时储能式铁路机车在使用中需要制定严格的安全技术标准。只有这样才能保证储能式铁路机车在工矿领域中安全稳定地运行。

参考文献

- [1]傅宗纯,李捷.工矿企业铁路机车电力线载波车地通信的实现[J].信息通信,2013(08):187.
- [2]宋育洋.应用于交流电气化铁路的混合储能系统研究[D].北京交通大学,2020.
- [3]杨佩锦.基于储能环节的铁路功率调节器控制策略研究[D].北京交通大学,2020.
- [4]高志宣.铁路机车再生制动能量智能利用系统及其关键技术研究[D].中国矿业大学(北京),2020.
- [5]刘云溥,李臻,王晓燕.工矿机车采用超级电容储能的应用研究[J].产业与科技论坛,2019,18(21):73-74.
- [6]涂建军,俞长英,张建国等.JMD600型交直交电传动内燃工矿机车[J].煤矿机械,2018,39(02):102-104.