

铁路机车牵引中永磁电机的应用研究

陈 磊 任 凯

中车永济电机有限公司一机车间 山西 永济 044502

【摘 要】牵引电机是铁路机车的主要动力装置，负责提供牵引力以推动列车行驶。传统的牵引电机采用交流感应电机或直流串励电机，虽然在很多应用场景下表现良好，但在高速铁路机车中存在一些局限性。高速铁路机车对牵引电机的要求更高，需要能够提供较大的牵引力和良好的动力性能，同时要求体积小、重量轻、效率高，并且能够在高速运行时保持稳定。传统的牵引电机在高速运行时存在转子惯量大、失速转速低、损耗大等问题，难以满足高速铁路机车的要求。总体而言，永磁电机在铁路机车牵引中的应用有望促进铁路行业的发展，提高高速铁路机车的性能和效率。然而，在实际应用中，还需要考虑成本、可靠性、维护和安全等因素，综合评估永磁电机的适用性和经济性。

【关键词】铁路机车；永磁电机；牵引电机

1. 永磁电机的结构和特点

永磁电机是一种采用永磁体作为励磁源的电机。永磁电机的结构通常包括转子和定子两部分。转子是由永磁体和磁性材料组成，而定子则包括绕组和铁芯。永磁体可以采用永磁材料，如永磁钕铁硼（NdFeB）等，也可以是永磁陶瓷材料。永磁体的磁场被固定在转子上，通过磁场与定子绕组产生电磁场相互作用，从而产生转矩和运动。永磁体具有高磁能积，即单位体积的磁能较大，能够产生强劲的磁场。这使得永磁电机能够在较小体积和重量下提供较大的输出功率和转矩。由于永磁体的强磁场，永磁电机通常具有较高的效率。较大的磁场可以减少铁耗和铜耗，提高电机的能量转换效率。永磁电机具有较高的功率密度，即在相同体积和质量条件下，能够产生更大的输出功率。这使得永磁电机特别适用于对功率密度要求较高的应用，如电动车辆、航空航天等领域。永磁电机能够提供较高的输出转矩密度，对于提供牵引力的应用非常有优势。相比传统的交流感应电机或直流串励电机，永磁电机具有更高的转矩密度，可以提供更大的牵引力。永磁电机具有快速的响应特性，能够实现准确的速度和转矩控制。通过电子控制系统的精确控制，可以实现高效运行和灵活的调速。总的来说，永磁电机结构简单、体积小、重量轻、效率高、功率密度和转矩密度大等特点使其成为各个领域的

2. 永磁电机的关键技术

2.1. 放退磁技术

放退磁技术是一种用于磁性材料的除磁方法，通过削弱或完全消除材料中的残余磁场。这项技术通常用于磁性材料的处理、磁场测量和磁记录介质的重置等领域。放退磁技术的原理是通过外加磁场的反向作用，使材料中的磁留分子或磁留晶格的取向重新排列，从而减弱或

消除材料中的磁场。具体的放退磁方法可以根据材料的类型和需要实现的效果而有所差异，以下是几种常见的放退磁方法：通过施加交变电流到磁性材料中，改变磁场的方向和强度，从而削弱或消除磁性材料中的磁场。这种方法广泛应用于电动机、发电机、磁盘驱动器等设备的除磁处理。将磁性材料置于递减磁场中，逐渐降低磁场的强度，使材料的磁化程度逐渐减小。这种方法常用于磁存储介质的除磁处理。通过将磁性材料置于旋转磁场中，使材料中的磁留分子或磁留晶格的取向发生旋转，从而减小或消除磁场。这种方法常用于巨磁阻振子（GMR）等磁传感器的除磁处理。放退磁技术在实际应用中具有重要意义。它可以帮助清除磁性材料中的残余磁场，避免对其他设备或材料的干扰，同时也有助于保护磁性材料的长期稳定性和性能。放退磁技术还可以用于测量和校准磁场传感器，确保其准确性和一致性。需要注意的是，放退磁技术的操作过程中应注意安全性，防止对其他设备和人员造成不良影响。具体的放退磁处理方法和参数应根据具体情况和要求进行选择和调整。

2.2. 反电动势校核技术

反电动势是指电动机在运行时由于内部感应电动势产生的反向电势。根据电机的结构和工作原理，当电机旋转时，定子线圈中的磁场会通过运动的转子导体产生感应电动势，这个感应电动势的大小和方向与电机的转矩和转速有关。因此，通过测量电机绕组中的反电动势，可以推导出电机的转矩和功率。反电动势校核技术的基本原理是利用一个称为反电动势测试仪的装置，将测试仪连接到电机的绕组上，测量通过绕组的电流和电机绕组中的反电动势。根据法拉第定律，反电动势与电机的转矩成正比，所以通过测量反电动势的大小，可以推导出电机的转矩。反电动势校核技术不需要直接接触电机的机械部件，而是通过绕组中的感应电压进行测量，

减少了对电机的干扰和损伤。反电动势校核技术具有较高的测量精度和可靠性,可以提供准确的转矩和功率值。反电动势校核技术可以实时测量电机的转矩和功率,对电机的动态响应进行监测,适用于需要快速反馈和调整的应用。反电动势校核技术可以在电机无负载或轻载的情况下进行测试,不会对电机和系统产生额外的负荷。

3. 铁路机车牵引中永磁电机的应用

3.1. 直接牵引电机

首先,直接牵引电机减少了传动部件,消除了齿轮传动所带来的噪音和能量损耗。传统的齿轮传动在牵引过程中可能产生噪音,而直接牵引电机通过电机与轮轴的直接连接,避免了齿轮传动引起的噪音问题。其次,直接牵引电机体积更小,占用的安装空间更少。相比于异步电机和直流电机,直接牵引电机的体积更小,这使得车辆设计更加灵活,能够更好地利用有限的空间。此外,直接牵引电机的工作效率更高,能够提供平稳的电流输出。永磁电机在直接牵引电机中的应用进一步提高了效率和性能。永磁电机具有高效率、高功率密度和高转矩密度等特点,能够满足高速铁路机车的牵引需求。直接牵引电机作为一种新型的牵引方式,在铁路机车中具有广阔的应用前景。它具有减少噪音、节约能量、提高效率、缩小体积等优势,能够满足铁路机车对高性能、高效率的要求。而永磁电机作为直接牵引电机的一种选择,具备更高的效率、较小的尺寸和噪音以及更平稳的电流输出,进一步推动了直接牵引电机的发展和应用

3.2. 封闭牵引电机

封闭式牵引电机是为了解决散热扇带来的灰尘污染和噪音问题而设计的一种电机结构。传统牵引电机通常使用散热扇来降低电机温度,但是这样的设计容易导

致灰尘和杂质进入电机内部,可能污染电机并影响其性能。此外,散热扇本身在高速运转时也会产生噪音。为了解决以上问题,封闭式牵引电机采用封闭的结构,避免了外界杂质进入电机内部。封闭式结构可以有效减少散热扇对灰尘吹拂以及噪音的影响,提高牵引电机的可靠性和使用寿命。在选择封闭式牵引电机时,尺寸、性能和发热都需要考虑。与以往的电机相比,封闭式牵引电机需要具备相同的尺寸、性能,同时还需要降低发热。在这方面,永磁电机由于其噪声小、发热少的特点,成为封闭式牵引电机的最佳选择之一。研发封闭式永磁电机的公司在测试中发现,与尺寸和功率相同的异步电机相比,封闭式永磁电机具有更小的噪音和更高的效率。这意味着封闭式永磁电机可以提供更好的性能和舒适性,同时降低能源消耗。总的来说,封闭式牵引电机采用封闭结构,通过避免灰尘污染和降低噪音来改善电机的可靠性和舒适性。而永磁电机由于其噪声小、发热少的特点,适合用作封闭式牵引电机的动力源。这些技术和改进有助于推动铁路机车的进一步发展和提升。

4. 结语

永磁电机是一种新型的电机,相对于异步电机来说,它的工作效率更高,质量更轻,而且能够提供稳定的电流,是铁路牵引电机的重要发展方向。我国要加强对永磁电机的研究,开发出适合我国铁路机车的永磁电机,以此来促进铁路行业的发展。

【参考文献】

[1]刘荣强,周国聘,姬春霞.永磁电机在铁路机车牵引领域的应用[J].内燃机车,2018(05):19-22+5.

[2]赵晓谦.永磁同步牵引电动机在铁路机车中的应用[J].机车车辆工艺,2014(06):1-3.