

浅谈电机转子端箍的结构与工艺

薛亮 张卫华

西安辰安电气有限公司 陕西 西安 710000

【摘要】 转子是电机的重要组成部分，在电机的运行过程中，转子作为一个旋转体，除了电气绝缘性能要经得起考验外，还必须有足够的机械强度，保证其在电机运行过程中不发生有害变形，本文通过分析转子线圈端箍的功能、材料选择、结构设计以及优化方法，旨在提供一个全面的视角，为电机工程领域的从业者提供有关转子线圈端箍设计的指导和借鉴。

【关键词】 转子线圈；端箍；结构

引言

在现代科技的飞速发展中，电机成为许多行业不可或缺的重要组成部分，它的性能和可靠性对整个系统有着重大影响。在电机的运行过程中，转子作为一个旋转体，除了电气绝缘性能要经得起考验外，还必须有足够的机械强度，防止离心力将端部线圈甩开变形，因此需要设计一种结构强度高的端箍结构，将转子线圈端部包围起来，牢牢箍住，使其不会变形甩开，造成电机损毁。转子线圈端箍作为电机和发电机中的重要组成部分，其结构的设计与优化对于电机线圈端部的稳定性和可靠性具有很重要意义。

1 转子端箍结构设计和材料选择

在电机和发电机中，转子线圈端箍被用于固定和保护转子线圈，防止其在运行过程中发生位移或损坏。其结构设计需要综合考虑材料的选择、刚度的要求、制造工艺以及装配的便捷性等因素。同时，材料的耐腐蚀性也是一个重要考虑因素，特别是在湿度较高或腐蚀环境下工作的电机中。

转子线圈端箍的结构设计需要考虑到线圈的固定和保护，以及整体的机械性能。设计中应包括箍的形状、尺寸、连接方式以及与其他部件的配合等。合理的结构设计可以降低线圈的振动和噪音，提高电机的运行效率。在转子线圈端箍的设计过程中，可以借助计算机辅助设计（CAD）和有限元分析（ANSYS）等工具进行优化。比如通过对鼠笼型铸铝转子的刚度、强度分析确定结构，通过对绕线式转子端部的仿真模拟分析，计算出所需无纬带的厚度、宽度等结构尺寸。通过对箍的结构进行模拟和分析，可以确定最佳的形状和尺寸，以满足机械刚度和热稳定性要求。此外，优化也可以涉及到材料的选择，以提高整体性能。

2 转子端箍的工艺方法

电机转子通常分为鼠笼式和绕线式，对于鼠笼式转

子而言，又有铸铝转子和铜条转子的区分，鼠笼式铸铝转子的结构稳固性要好，只要温度不足以破坏鼠笼条，其机械性能就能满足旋转要求。

鼠笼式铜条转子，由于线圈不存在绝缘结构，因此通常使用高强度的金属材料，如钢、铝或者铜合金，材料的选择应考虑其机械性能、热传导性能以及成本等因素，端部露出的铜条可以采用铜合金环直接将其与铜条牢牢焊住，使它们固化为一体，这种结构制作工艺简单，结构稳定，可靠性高。

相对来说最为复杂的就是绕线式转子，因为转子部分具有和定子绕组一样的特点，其制造难度和缺陷与定子并无二致，铜线硬度又比较低，转子高速旋转产生的离心力能够使铜线产生变形，同时转子线圈外又有绝缘结构，因此采用铜环等刚性结构不现实，会直接破坏线圈绝缘。因此，必须找到一种既不会破坏转子绝缘结构，又能具备很高强度的材料将转子线圈端部紧箍起来。目前对于这种绕线转子结构，比较成熟的工艺方法是一一采用无纬带绑扎端部线圈，因为无纬带固化前是软的，对于形状不太规则的线圈端部比较容易控制形状，也更能和线圈贴合，并且具有耐高温、抗腐蚀和固化后强度高的特点。

对于硬绕组绕线式转子，通常采用上下两层转子线圈的结构，因此在设计时提前将两层线圈之间预留合理的间隙。转子嵌线工序时，下层线圈嵌入完毕后，使用无纬带机，调整好张力对下层线圈打无纬带，使线圈紧紧的贴附在转子支撑环上，固定稳固。然后按图纸和工艺要求嵌入上层线圈、焊接并头和相导线等工序。以上工序都完成后，再次上无纬带机，调整好张力对上层线圈打无纬带，使上层线圈与下层线圈贴紧，固定牢固，值得注意的是，无纬带的厚度不能超过铁心外径，否则可能会与定子干涉，造成严重后果。

无纬带绑扎完毕后，通过真空压力浸漆和烘干工序，无纬带充分吸收绝缘漆以后在高温下固化，此时就形成

了机械强度极高的无纬带环,将转子线圈牢牢固定在环内,使线圈与铁心成为一体。

3 需要注意和优化的问题

目前对于硬绕组式转子,主流的工艺方法是用以上提到的无纬带绑扎固定,但还是存在一些需要进一步探索和改进的问题,比如:

1.随着电机功率的不断增大,转子直径也会不断增大,那么相应的离心力、电磁力也会不断增大,由于无纬带环的外径不能高出转子铁心外径,那么这时即使是固化后的无纬带环机械强度已经无法固定线圈,又该如何解决呢?可能需要更换强度更高的材料才能解决,比如在无纬带中加入一定比例的高强度聚四氟乙烯带或者碳纤维带等方法,以此来减少端箍环的厚度,使其不超出铁心外径。

2.在大功率电机中,转子端部的发热也是必须考虑的因素之一,端部无纬带环虽然保证了机械强度,但同时也妨碍了端部散热,容易导致点击温升高,严重的也可能烧毁。因此在设计初期,不能只计算机械强度,还必须通过流体分析,考虑是否在打无纬带时预留散热风

道,多方面结合,找到散热和强度的合理结构。

3.在生产过程和用户使用反馈中吸取经验,根据电机参数、运行条件等因素,需要进行大量的模拟分析和后期试验,不断调整完善和优化转自端箍的结构设计。

4 结束语

本文通过对转子端箍的材料、结构、工艺方法粗略的研究,可以得出合理的转子线圈端箍结构与优化对于电机性能的稳定性和可靠性具有重要影响。希望对此行业的技术工作人员有所启发,在未来的工作中,研究可以进一步探索新材料的应用、先进制造工艺的发展以及更多优化结构的应用,以不断提升转子线圈端箍的设计水平,从而对电机制造起到促进发展的作用。

【参考文献】

- [1]曾伟.高压绕组电机转子绕组制造工艺.建筑设计及理论,2019-11.
- [2]刘海.基于电机转子压力铸造工艺分析.,2022-12.
- [3]彭志才.发电机转子动平衡的优化措施.,2022-06.
- [4]祁秀香.发电机转子匝间短路故障判断分析.,2022-11.