

新型ZD114-A型牵引电动机电枢翻转装置的研发与应用研究

刘学刚 傅晓倩

国能朔黄铁路机辆分公司 河北 沧州 062350

摘要: 针对SS4B型电力机车牵引电动机检修过程中电枢翻转的技术瓶颈,详细阐释了ZD114-A型牵引电动机电枢翻转装置的研发背景、创新设计理念、制作遵循原则及预期应用成效。该装置旨在攻克传统作业模式下安全隐患突出、作业效率低下、劳动强度过大等问题。通过创新的结构布局、合理的连接手段、便捷的移动体系以及可靠的翻转锁止机制,为机车检修工作提供了安全且高效的专业工具,有望推动铁路机车检修领域实现技术革新。

关键词: ZD114-A型牵引电动机;电枢翻转装置;机车检修;安全高效

1 引言

SS4B型电力机车作为重要的运输工具,其牵引电动机的检修工作对于保障机车性能和铁路运输安全至关重要。电枢翻转作为检修过程中的关键环节,其操作的便捷性、安全性和效率直接关系到整个检修工作的成败。传统的人工翻转方式不仅效率低下,而且存在较高的安全风险,难以满足现代铁路运输对机车检修的高要求。因此,研发一款新型的电枢翻转装置,对于提高检修效率、保障作业安全具有重要的现实意义。

2 研发背景

2.1 传统作业方式的困局

在实际的检修工作中,传统的人工翻转方式存在诸多问题。首先,由于电枢轴头的特殊结构,与橡胶垫块的接触面积非常小,这使得在吊装过程中电枢容易滑落,存在较大的安全隐患。其次,传统作业流程繁琐,需要多名工作人员协同操作,反复调整橡胶垫块的位置和高度,不仅耗时长,而且效率低下。随着铁路运输量的不断增加,机车的周转速度加快,对检修效率的要求也越来越高。在这种情况下,传统的翻转方式已经无法满足现代铁路运输对机车检修的高效率要求。

2.2 研发新型装置的紧迫性

为确保机车检修工作安全、高效推进,研发一款专门适配SS4B型电力机车牵引电动机电枢翻转的装置迫在眉睫。传统的翻转方式已经无法满足现代铁路运输对机车检修的安全性和效率要求。因此,研发一款新型的电枢翻转装置,不仅能够有效消除安全隐患,降低事故发生率,还能够显著提升作业效率,缩短机车检修周期。此外,新型装置的研发也将有助于降低作业人员的劳动强度,改善工作环境,为铁路检修行业的可持续发展提

供有力支持。

3 ZD114-A型牵引电动机电枢翻转装置设计

3.1 结构设计

3.1.1 精准尺寸适配

在装置的设计过程中,研发团队对电枢后端的结构尺寸进行了精确测量,获取了轴径、长度、安装孔位等详细数据。这些数据为装置的设计提供了重要的依据。通过运用先进的计算机辅助设计(CAD)软件,研发团队对电枢翻转装置的结构形式进行了精确规划和设计。在设计过程中,团队通过模拟分析不同结构方案下装置与电枢的适配情况,最终确定了最为契合的结构设计。这种精准的设计确保了装置能够紧密贴合电枢,为稳定、可靠的翻转作业奠定了坚实的基础^[1]。

3.1.2 深入力学分析

在装置的结构设计中,力学分析是确保装置安全性和可靠性的重要环节。利用有限元分析软件对装置结构进行了力学模拟,深入剖析了不同工况下装置各部件的受力状况。通过优化结构参数,如增加关键部位壁厚、合理布置加强筋等措施,研发团队成功提升了装置的整体强度和刚度。这种优化设计确保了装置在承受电枢重量以及翻转过程中的冲击力时,不会发生变形或损坏,从而提高了装置的安全性和可靠性。

3.2 连接方式

3.2.1 优质焊接工艺

在构建装置主体框架时,采用了高品质的焊接工艺。选用与装置材料匹配的焊接材料,严格把控焊接电流、电压及焊接速度等参数,确保焊缝质量符合相关标准。焊接完成后,对焊缝进行无损探伤检测,如超声波探伤、磁粉探伤等,保证焊缝无裂纹、气孔等缺陷,从

而确保装置主体框架具备足够的强度与稳定性。

3.2.2 可靠螺栓连接

在装置的设计中,对于可拆卸部件,如防护盖板、检修窗口等,研发团队采用了螺栓连接方式。这种连接方式不仅保证了装置整体的稳固性,还为后期的维护和拆卸提供了极大的便利。为了确保连接的可靠性,团队选用了高强度螺栓,并按照规定扭矩进行紧固。同时,在螺栓连接处设置了防松装置,如弹簧垫圈和锁紧螺母等,以防止装置在运行过程中因振动导致螺栓松动。这种可靠的连接方式,不仅提高了装置的安全性,还提升了装置的可维护性,为装置的长期稳定运行提供了有力支持。

3.3 移动便利性设计

3.3.1 精心走行轮选型

为了提高装置在机车检修车间内的移动灵活性,研发团队在装置底部精心安装了走行轮。在选择走行轮时,团队依据装置的重量以及车间地面的材质,经过严格的筛选,最终选用了承载能力高、滚动阻力低的聚氨酯材质走行轮。这种走行轮的直径为100毫米,宽度为50毫米,能够承受装置满载时的重量,并在车间地面轻松滚动。这种精心的选型,确保了装置在车间内的移动既灵活又稳定。

3.3.2 优化移动系统

对走行轮的安装位置进行优化设计,采用四点支撑方式,确保装置在移动过程中的稳定性。同时,在走行轮轮轴上安装轴承,降低转动摩擦力,操作人员只需耗费较小力气,即可推动装置自由移动。此外,在装置上设置便于推动的把手,把手高度与角度经过人体工程学设计,进一步提升了作业的便捷性与灵活性^[2]。

3.4 翻转功能设计

3.4.1 创新锁止机构原理

装置的核心优势之一是其90°翻转锁止功能。专门设计了一种锁止机构,该机构采用棘轮棘爪原理。当电枢翻转到位后,棘爪能够迅速嵌入棘轮齿槽,将电枢牢固地固定在目标位置。这种锁止机构的设计经过了多次力学计算和模拟,确保其能够承受电枢在各种工作状态下的作用力,不会出现松动或解锁的情况。这种创新的锁止机构设计,为装置的安全性和可靠性提供了有力保障。

3.4.2 严格可靠性验证

为了验证锁止机构的可靠性,开展了大量实验测试。在模拟实际工作环境下,团队对装置进行了多次翻转锁止实验,记录了每次锁止后的状态以及解锁的顺畅程度。实验结果表明,锁止机构的可靠性达到了100%,能够满足复杂、高强度的机车检修作业需求。这种可靠的锁止机构为后续的检修工作提供了安全、稳定的操作

环境,确保了检修工作的顺利进行。

4 制作原则

4.1 安全原则

4.1.1 优良材料安全性能

在装置的选材过程中,安全性能是首要考虑因素。研发团队优先选用了安全性能高的材料。例如,装置主体结构材料选用了强度高、韧性好的Q345B钢材,其屈服强度达到了345MPa以上,能够有效防止在使用过程中因过载而断裂。同时,对于与电枢直接接触的部件,团队采用了绝缘性能良好的材料,以防止在作业过程中发生电气事故。这种优良的材料选择,为装置的安全运行提供了坚实的基础。

4.1.2 周全安全防护设计

在装置的设计过程中,研发团队充分考虑了安全防护因素。为了防止操作人员在装置运行过程中误触翻转部件,团队在装置翻转部位设置了防护栏。同时,为了应对可能出现的异常情况,团队在装置操作面板上设置了紧急停止按钮。一旦出现异常情况,操作人员可以迅速按下按钮,停止装置运行,从而保障人员和设备的安全。这种周全的安全防护设计,为装置的安全运行提供了有力保障。

4.2 便捷原则

4.2.1 简化操作流程

在装置的操作流程设计中,研发团队注重简化操作步骤,提高操作的便捷性。通过设置清晰的操作指示标识和采用人性化操作界面,操作人员经过简单的培训,即可熟练掌握装置的操作方法。例如,在装置翻转控制部分,团队采用了按键式操作按钮。操作人员只需按下按钮,装置即可自动完成90°翻转动作。这种简化的设计不仅提高了操作效率,还降低了操作难度,使操作人员能够更加轻松地完成翻转作业。

4.2.2 提升维护便捷性

为了提高装置的可维护性,在装置设计中预留了充足的检修空间和通道。这种设计使得工作人员在装置维护时,能够快速、便捷地对各个部件进行检查、维修和更换。同时,团队对装置的易损件进行了标准化设计,便于采购和储备。这种便捷的维护设计,不仅提高了装置的维护效率,还降低了维护成本,为装置的长期稳定运行提供了有力支持^[3]。

4.3 高效原则

4.3.1 显著提升作业效率

在装置的设计过程中,提高作业效率是重要的目标之一。从装置的结构设计、动力系统选择到翻转流程优化等多个方面入手,力求实现高效作业。例如,团队采

用了高效的液压驱动系统作为翻转动力源,这种系统能够快速、平稳地实现电枢翻转动作。同时,通过优化装置布局,减少作业过程中的不必要动作,使各个作业环节紧密高效衔接。这种高效的设计使得装置能够显著缩短机车检修周期,提高检修效率。

4.3.2 高效利用资源

在装置的制作过程中,注重资源的高效利用。通过合理规划材料采购与使用,团队减少了材料浪费。同时,对装置的能源消耗进行了优化设计,采用了节能型电气元件与驱动系统,降低了装置的运行能耗。这种高效利用资源的设计,不仅提高了装置的经济性,还符合环保要求,为装置的可持续发展提供了有力支持。

4.4 优质原则

4.4.1 严格制作工艺标准

在装置的制作过程中,严格遵循相关制作工艺标准是确保装置质量的重要环节。研发团队从材料切割、加工到部件组装、调试,对每个环节都进行了严格的质量控制。例如,在焊接工艺中,团队按照焊接工艺评定报告操作,确保焊缝质量符合国家标准。在部件加工过程中,团队采用了高精度加工设备,保证了部件的尺寸精度和表面质量。这种严格的制作工艺标准,为装置的优质性能提供了有力保障。

4.4.2 完善质量检测体系

为了确保装置的整体性能,建立了完善的质量检测体系。该体系对装置的原材料、半成品以及成品进行全面质量检测。在原材料采购环节,团队对每一批次材料进行检验,确保材料性能符合要求。在部件加工完成后,团队进行尺寸精度、形位公差等检测。在装置组装完成后,团队进行整体性能测试,包括翻转功能测试、锁止可靠性测试、移动灵活性测试等。这种完善的质量检测体系,确保了装置整体性能卓越,能够满足复杂、高强度的机车检修作业需求。

5 预期效果

5.1 作业流程优化

使用ZD114-A型牵引电动机电枢翻转装置后,作业流程得到了显著优化。该装置彻底摒弃了以往需要多人协作反复调整橡胶堆垫块的繁琐操作。根据实际模拟测试,单人操作该装置完成一次电枢翻转仅需5分钟,相较于传统作业方式的15分钟,时间大幅缩短。这种优化不仅提高了作业效率,还减少了人为因素对作业的影响,提高了作业的准确性和稳定性。这种高效的作业流程优化,为机车检修工作带来了极大的便利。

5.2 劳动强度降低

使用该装置后,操作人员的劳动强度得到了极大程

度的降低。操作人员无需再进行繁重的体力劳动,仅需推动装置移动并控制翻转操作。这种轻松的操作方式不仅提高了作业舒适度,还减少了因疲劳导致的操作失误,保障了作业安全。这种劳动强度的降低,不仅有利于提高作业人员的工作积极性,还提高了工作效率和质量。

5.3 安全隐患消除

该装置从根本上杜绝了电枢滑落的风险,为检修人员的人身安全以及设备的安全运行提供了可靠的保障。自装置投入使用以来,经过实际作业验证,未发生一起因电枢滑落导致的安全事故,有效营造了安全的作业环境。同时,装置的安全防护设计也降低了其他潜在安全风险的发生概率,提高了机车检修车间的整体安全性。这种安全隐患的消除,不仅保障了作业人员的安全,还提高了检修工作的效率和质量。

5.4 作业效率提高

该装置凭借其流畅的翻转动作、便捷的移动性能以及稳固的锁止功能,使得各个作业环节紧密高效衔接。根据实际统计数据,使用该装置后,机车检修周期平均缩短了80分钟,全面提升了机车检修的整体效率。这种高效的作业效率提高,不仅使得机车能够更快投入运营,还提高了铁路运输的运力,为铁路运输的高效运行提供了有力支持。这种高效的作业效率提升,为铁路运输事业的发展提供了有力保障。

结束语

ZD114-A型牵引电动机电枢翻转装置的研发与应用,为SS4B型电力机车牵引电动机下检修解体作业中的电枢翻转难题提供了有效的解决方案。该装置通过创新的设计理念、严格的制作原则以及可靠的性能表现,在提高作业效率、降低劳动强度、消除安全隐患等方面展现出了显著的优势。随着该装置在铁路机车检修领域的推广应用,有望推动整个行业实现技术进步,提升铁路运输的安全性与可靠性。未来,随着技术的不断发展,还可以进一步对装置进行优化升级,如引入智能化控制技术,实现远程操作与监控,以更好地适应铁路运输行业不断发展的需求。这种持续的技术创新和优化,将为铁路运输事业的可持续发展提供有力支持。

参考文献

- [1]轨道交通设备翻转装置安全技术要求,TJ/QT2025-0013
- [2]基于拓扑优化的轻量化设计方法,中国铁道科学,2023,44(6):112-118
- [3]铁路检修成本效益分析模型,铁道经济研究,2025(2):28-33