

水电厂电子电气自动化设备的可靠性分析

周 擎

温州百丈漈水力发电厂（文成县新力能源开发有限公司），浙江 温州 325300

[摘要]随着经济不断的发展，科技取得了前所未有的进步，这促使国内水电厂工程施工领域广泛采纳新科技和相关技术，实现了自动化控制。文中旨在深入探讨水电厂电气自动化设备的可靠性问题，并分析科学合理的控制方法，以提升电气自动化控制设备的稳定性和可靠性，确保电气工程自动化在新时代设备中持续发展。电气自动化设备在现代水电厂中的广泛应用提高了生产供应的可靠性，确保企业在竞争激烈的市场中占据有利的地位，从而获得更多的经济效益和社会效益，为相关领域的研究和实践提供了重要的参考和指导。

[关键词]水电厂；电气自动化设备；可靠性；经济效益；社会效益

DOI: 10.33142/hst.v6i10.10573

中图分类号: TV7

文献标识码: A

Reliability Analysis of Electronic and Electrical Automation Equipment in Hydropower Plants

ZHOU Qing

Wenzhou Baizhangji Hydroelectric Power Plant (Wencheng Xinli Energy Development Co., Ltd.), Wenzhou, Zhejiang, 325300, China

Abstract: With the continuous development of the economy, technology has made unprecedented progress, which has prompted the widespread adoption of new technologies and related technologies in the construction field of domestic hydropower plants, achieving automation control. The article aims to deeply explore the reliability issues of electrical automation equipment in hydropower plants, and analyze scientific and reasonable control methods to improve the stability and reliability of electrical automation control equipment, ensuring the sustainable development of electrical engineering automation in the new era of equipment. The widespread application of electrical automation equipment in modern hydropower plants has improved the reliability of production and supply, ensuring that enterprises occupy a favorable position in the fiercely competitive market, thereby obtaining more economic and social benefits, and providing important reference and guidance for research and practice in related fields.

Keywords: hydropower plants; electrical automation equipment; reliability; economic benefits; social benefits

引言

随着全球经济的飞速发展和社会科技的迅猛进步，水电厂工程施工领域逐渐迎来了新一轮的技术革命。水电厂作为清洁能源的代表，不仅在能源产业中扮演着重要的角色，还对国家经济的可持续发展和环境保护产生着深远的影响。在这一领域，电气自动化设备已经成为提高生产效率、降低运营成本以及确保能源供应稳定性的重要组成部分。然而，在水电厂电气自动化设备的应用过程中，我们也面临着一系列挑战和问题。电气设备在极端的运行环境下容易出现故障，设备元件与实际运行情况不相符合，而缺乏维修与养护管理也限制了设备的可靠性。因此，如何提高水电厂电子电气自动化设备的可靠性，成为当前亟需解决的问题。

1 水电厂电气设备自动化运行存在的问题

在水电厂电气设备自动化运行中，存在一系列问题，这些问题严重影响了设备的可靠性和稳定性。

1.1 运行环境造成运行故障

水电厂电气设备在自动化运行中，常常面临恶劣运行环境所带来的一系列严重问题，这些问题直接威胁着设备的可靠性和稳定性。首先，高温环境问题不可忽视。水电

厂通常位于山区或炎热的热带地区，这些地方极易出现高温天气。高温对电气设备构成了巨大挑战，因为它可能导致电路元件过热，降低其性能，甚至引发短路或设备故障。此外，高温还可能引发电气绝缘材料的老化，进一步增加了设备运行的不确定性。其次，水分问题也是一个普遍存在的挑战。由于水电厂与水密切相关，设备常常会受到潮湿和水分的侵蚀。潮湿的条件可能导致电气连接部分腐蚀，降低了电气连接的可靠性。这种情况进一步提高了短路和设备损坏的风险。同时，水分还可能对电气元件产生不利影响，如损害电路板或损坏绝缘材料，从而引发故障。另外，水电厂运行环境中常存在大量尘埃和颗粒物。这些微粒可能进入电气设备内部，对设备的正常运行造成严重干扰。尘埃可能积聚在电路板上，导致散热不良，使设备性能下降，甚至引发设备故障。最后，水电厂的设备常受到水流和涡轮机等机械设备引起的震动和振动的影响。这些震动可能导致电气连接松动，降低接触可靠性，从而导致电气问题和设备故障的风险上升。

1.2 设备元件与运行实际不相符合

电气设备在水电厂的自动化运行中，常常面临着设备元件和规格与实际运行需求不相匹配的复杂问题，这对设

备的可靠性和稳定性带来了显著的挑战。

首先,一个常见的问题是元件的额定容量不足^[1]。在某些情况下,电气设备可能会被配置为具有较低的额定容量,这意味着它们无法满足实际运行负荷的要求。例如,电缆、断路器或继电器的额定容量可能低于实际负载需求,导致元件过载,可能导致过热和设备损坏。这种不匹配问题可能在负荷突然增加或变化的情况下尤为严重,因为设备可能无法适应这种变化,从而引发故障。其次,不匹配问题还可能涉及传感器和执行器的选择。如果选择的传感器无法准确感知环境参数或过于敏感,可能导致系统的误差和不稳定性。类似地,执行器的性能如果不符合自动化控制系统的需求,可能会导致控制的不精确或不稳定。这种情况在需要高精度控制的应用中尤为显著,如水位控制或发电机调节。最后,不适合特定应用的控制器也可能成为问题。控制器的算法和逻辑必须与实际应用场景相匹配,以确保系统的稳定性和性能。如果控制器不适合特定应用,可能导致系统无法满足要求,操作不稳定,甚至引发故障。

1.3 缺乏维修与养护管理

水电厂电气设备的自动化运行中,缺乏充分的维修与养护管理是一个严重问题,其对设备的可靠性和稳定性带来了明显的负面影响。

首先,缺乏定期的维护可能导致设备的寿命缩短。电气设备在长时间运行中会经历自然磨损和老化,如果不进行及时的维护和修复,这些问题可能会逐渐累积,最终导致设备的性能下降,甚至设备故障。例如,电气连接部分可能因氧化或腐蚀而失效,电路元件可能因过热而损坏,这些问题如果不及时处理,将严重影响设备的正常运行^[2]。其次,缺乏养护管理还可能导致对设备状态的监测不足,无法及时发现潜在问题。正常的设备维护和养护活动通常包括对设备状态的监测和检查,以便在问题出现之前发现并加以解决。如果缺乏这些活动,问题可能会不被察觉,直到它们引发严重故障。这将增加维修工作的复杂性和成本,并可能导致设备停机时间的延长,影响生产效率。

2 如何提高水电厂电子电气自动化设备的可靠性

2.1 严格选择电子电气自动化设备的元器件

提高水电厂电子电气自动化设备的可靠性的关键之一是严格选择设备的元器件。这一步骤至关重要,需要进行详细的评估和选择,以确保元器件在实际运行需求下能够表现出最佳的性能和可靠性。

首先,评估工作负荷需求是必不可少的。在选型阶段,需要详细了解水电厂的工作负荷需求,包括电气设备将要承载的电流负荷、电压需求、频率要求以及工作周期等因素。确保所选的元器件的额定容量能够满足这些需求,以防止出现过载问题,从而保证设备的稳定运行。其次,考虑元器件的可靠性和寿命至关重要。选择具有高可靠性的元器件有助于降低故障风险。查找并评估元器件的可靠性

数据,包括平均无故障时间(MTBF)等指标。同时,考虑元器件的寿命,以确保其使用寿命足够长,不需要频繁更换,从而减少维护成本。在选择元器件时,还应考虑品牌和型号。选择经过验证的元器件品牌和型号,通常意味着这些品牌具有更高的质量标准和可靠性记录。了解制造商的信誉和历史,以确定其在电气设备领域的声誉。此外,考虑元器件在恶劣环境条件下的适应性。水电厂通常存在高温、潮湿和尘埃等恶劣环境条件,因此选择具有良好耐高温、防潮和防尘性能的元器件至关重要,以确保它们能够在这些条件下可靠运行。最后,要考虑元器件的兼容性和接口。确保所选元器件与其他设备和系统的兼容性,检查接口标准,以确保元器件能够正确连接和协同工作。

通过严格选择电子电气自动化设备的元器件,水电厂可以降低设备故障的风险,提高系统的可靠性和性能。这一过程需要深入地规划和调查,以确保所选的元器件能够在恶劣环境和实际运行需求下表现出色,从而保障水电厂的持续运行和效率。

2.2 加强对电子电气自动化设备周围环境的管理

为了提高水电厂电子电气自动化设备的可靠性,必须加强对设备周围环境的管理,尤其是在恶劣环境条件下。详细的环境管理对设备性能和寿命至关重要。

首先,高温、潮湿、尘埃等恶劣环境条件可能对设备造成损害。因此,需要采取一系列措施来控制这些环境因素,以减少对设备的不利影响。在高温环境中,设备容易过热,因此应该确保设备周围的温度保持在可接受范围内。这可以通过安装散热装置、冷却系统或使用绝缘材料来实现。此外,在潮湿环境中,水分可能导致腐蚀和电气连接问题,因此需要密封设备,防止水分渗透。对于尘埃环境,应采取措施防止尘埃进入设备内部,以避免堵塞和污染。另一个关键的考虑因素是机械振动和震动。这些振动可能会对电子电气设备产生负面影响,损害连接和元件。为了减少振动和震动对设备的影响,可以采取防护措施,如使用减震垫、减振台或加强设备的机械支撑结构。此外,定期的检查和维护也是环境管理的重要组成部分。检查设备周围的环境条件,确保防护措施有效,温度和湿度控制稳定,并且没有不利的振动。同时,定期清洁设备以防止尘埃积累,检查密封件以确保其完好无损。这些维护活动有助于提高设备的稳定性和可靠性。

加强对电子电气自动化设备周围环境的管理是提高水电厂设备可靠性的关键措施。通过控制温度、湿度、尘埃等环境因素,密封设备,以及采取防护措施降低振动和震动对设备的影响,可以确保设备在恶劣环境中稳定运行,延长设备寿命,减少故障风险,提高生产效率。同时,定期的环境监测和维护也是确保环境管理措施有效的重要步骤。

2.3 严格设计电子电气自动化设备的各个元器件

在提高水电厂电子电气自动化设备的可靠性方面,严

格的元器件设计是至关重要的。这一设计过程需要充分考虑元器件的选用、布局、连接和环境适应性，以确保设备在长期运行中稳定、高效、可维护。

首先，元器件的选用应该根据实际运行需求进行精心筛选。确保选用的元器件具有足够的额定容量，能够满足水电厂的工作负荷需求。此外，选用可靠性高的元器件品牌和型号，这些元器件经过验证，具有良好的性能记录^[3]。在元器件选型时，还需要考虑元器件的环境适应性，确保它们能够在水电厂的特殊环境条件下可靠运行。元器件的布局 and 位置也需要经过精心设计。考虑到散热问题，应将热量产生较多的元器件放置在通风良好的位置，或者采取额外的散热措施，以确保设备不会过热。此外，考虑到维护需求，应将易于维修和更换的元器件安装在易于访问的位置，以降低维护成本和停机时间。在元器件之间的互联方面，需要确保连接可靠性和耐用性。使用高质量的连接器和电缆，以降低连接故障的风险。进行适当的标记和维护，以便在需要时快速定位和解决问题。最后，设计过程中必须考虑环境因素。了解设备将要部署的具体环境条件，包括温度、湿度、尘埃和振动等因素，并采取相应的措施来应对这些环境挑战。这可能包括密封设计，以防止水分渗透，振动防护措施，以减少机械振动的影响，以及环境控制设备，以确保设备在适宜的条件下运行。

严格设计电子电气自动化设备的各个元器件是提高可靠性的关键步骤。通过精心的元器件选型、布局、连接和考虑环境因素，可以确保设备在恶劣环境中稳定运行，减少维护工作，延长设备寿命，提高系统的性能和可维护性。这一设计过程需要深入地规划和工程实践，以确保设备在水电厂的自动化运行中能够达到最佳的性能和可靠性要求。

2.4 做好散热防护措施

在水电厂电子电气自动化设备中，做好散热防护措施是确保设备可靠性和性能稳定的重要环节。特别是在高温环境中，散热问题可能导致设备过热，影响其正常运行。以下是关于如何有效进行散热防护的详细措施：首先，需要认识到高温环境对设备的潜在威胁。在高温条件下，设备内部的温度可能迅速升高，导致电子元器件过热，从而降低其性能和可靠性，甚至损坏元器件。因此，散热措施的重要性不可忽视。一种常见的散热措施是使用散热器。散热器是一种能够将热量有效地传递到周围环境的设备，通常通过散热片或散热鳍片来增大表面积，以加速热量传

递。选择适当尺寸和类型的散热器非常重要，要确保其能够满足设备的散热需求。此外，风扇或冷却系统也可以用于散热。风扇可以通过空气对设备进行冷却，而冷却系统可以通过流动的冷却介质来降低温度。这些系统通常根据设备的散热需求进行选择和设计，以确保设备始终保持在适宜的温度范围内。在散热设计中，还应该充分考虑具体的工作环境条件。不同的水电厂可能存在不同的温度、湿度和空气流动情况。因此，散热设计需要根据实际情况进行调整，以应对高温条件。这可能包括增加散热器的数量或尺寸，调整风扇的转速，或者选择适用于高温环境的冷却介质。做好散热防护措施对于水电厂电子电气自动化设备的可靠性至关重要。通过选择适当的散热器、风扇或冷却系统，并根据具体的工作环境条件进行调整，可以确保设备在高温环境中保持在适宜的温度范围内，从而提高设备的性能和可靠性。这一过程需要细致的规划和工程设计，以确保设备能够在恶劣的温度条件下持续稳定运行。

3 结语

在水电厂电子电气自动化设备的可靠性分析中，我们深入研究了当前存在的问题，并提出了一系列关键措施，以提高设备的性能和稳定性。随着科技的不断发展，我们可以预见水电厂电子电气自动化设备将会迎来更多创新。先进的材料、智能化技术以及更高效的散热系统将进一步提高设备的可靠性。同时，大数据分析和远程监控技术的应用将使设备的维护和管理变得更加智能和高效。在新时代，电气自动化设备的可靠性对水电厂的经济效益和社会效益至关重要。可靠的设备将为企业带来更多的经济效益，同时也有助于节能减排和可持续发展目标的实现。我们对未来充满信心，相信通过不断创新和改进，水电厂电子电气自动化设备将在新的发展时代展现出更大的潜力。

[参考文献]

- [1]霍海波. 水电厂电子电气自动化设备的可靠性分析[J]. 时代汽车, 2019(18): 27-28.
 - [2]刘海君. 如何提高水电厂电子电气自动化设备的可靠性[J]. 电子技术与软件工程, 2016(2): 152.
 - [3]张乐, 申杜娟. 如何提高水电厂电子电气自动化设备的可靠性[J]. 科学技术创新, 2018(36): 164-165.
- 作者简介：周擎（1977.9—），毕业院校：河海大学，所学专业：电气工程及其自动化，当前就职单位：文成县新力能源开发有限公司，职务：发电检修部运行值长，职称级别：工程师。