

谈水电厂机械主设备可靠性管理

童 康

中国华电集团有限公司衢州乌溪江分公司 浙江 衢州 324000

摘 要：水电厂机械主设备可靠性管理对确保电力系统稳定与安全至关重要。通过优化设计、强化原材料与零部件质量控制、提高制造工艺水平，以及建立科学的运行规程与完善的维护保养体系，可显著提升设备可靠性。同时，完善管理与组织结构，建立可靠性管理体系，设立专门的可靠性管理部门，并制定应急预案与响应机制，能有效预防故障发生，确保水电厂机械主设备持续稳定运行，为电力系统提供稳定可靠的电力供应。

关键词：水电厂；机械主设备；可靠性管理

引言：水电厂机械主设备的可靠性对于电力供应的连续性和稳定性具有决定性作用。随着能源需求的不断增长和电力系统的日益复杂，对机械主设备的可靠性要求也日益提高。本文旨在探讨水电厂机械主设备可靠性管理的重要性、面临的挑战及相应的管理策略，以优化设备的运行状态，延长设备使用寿命，降低故障率，确保水电厂的安全高效运行，为电力系统的稳定发展贡献力量。

1 水电厂机械主设备概述

1.1 机械主设备的定义与分类

水电厂的运行依赖于一系列复杂的机械设备与电气设备。机械主设备是水电厂运行的核心组成部分，与电气设备在功能和性质上存在着明显的区别。（1）机械设备与电气设备的区别：机械设备主要负责机械能的转换和传递，通过动力传递装置、传动轴、联轴器等连接部件，将水能转换为机械能，并进一步驱动发电机组的旋转。而电气设备则侧重于电能的转换、分配和控制，包括发电机、变压器、开关设备、保护设备等，它们将机械能转换为电能，并将电能送入电网，进行电能的分配和输送。（2）机械主设备的主要组成部分：1）水轮机。是水电厂的“心脏”，通过水流的冲击和旋转，将水能转换为机械能。水轮机的类型多种多样，如轴流式、混流式、斜流式等，不同类型的水轮机适用于不同的水力条件和工况。2）发电机。与水轮机通过传动轴相连，将机械能转换为电能。发电机由定子、转子、励磁系统、冷却系统等部分组成，其中定子和转子构成发电机的磁场和电场，实现电能的产生。3）调速器。负责调节水轮机的转速，以适应不同工况下的电能需求。调速器通过调整水轮机的导叶开度，控制水流量，从而实现水轮机转速的调节。4）油系统。为机械主设备提供润滑油和液压油，确保设备的正常运行。油系统包括油箱、油泵、

油冷却器、油过滤器等设备，它们共同维护着设备的润滑和密封性能。5）辅助设备。包括通风设备、排水设备、起重设备等，为机械主设备的正常运行提供必要的辅助和支持。

1.2 机械主设备的功能与作用

（1）在水电发电过程中的作用：机械主设备在水电发电过程中起着至关重要的作用。水轮机通过水流的冲击和旋转，将水能转换为机械能，驱动发电机组旋转，产生电能。发电机则将机械能转换为电能，通过电气设备的分配和输送，将电能送入电网，为人们提供电力支持。（2）对整个电力系统的影响：水电厂机械主设备的稳定运行对于整个电力系统的安全性和稳定性具有重要意义。水电厂作为一种清洁的可再生能源，其机械主设备的可靠运行可以提高电力系统的能源供应能力，并有助于减少环境污染。

2 机械主设备可靠性管理的理论基础

2.1 可靠性管理的概念与原理

（1）可靠性的定义与度量。在机械设备管理领域，可靠性通常指的是在规定的条件和时间内，机械设备或系统保持或恢复规定功能的能力。这一定义强调了时间、条件、功能三个关键要素。可靠性的度量常使用多种指标，如可靠度、失效率、平均无故障工作时间（MTBF）、维修性指数等，它们能够从不同的角度衡量机械设备或系统运行的可靠程度。（2）可靠性管理的基本原理。可靠性管理旨在确保设备在整个寿命周期内达到预期的可靠性水平。其基本原理包括：1）故障预防。通过科学的设计、选材、工艺等措施，防止或减少故障的发生，从而提高设备的固有可靠性。2）故障识别。通过状态监测、诊断分析等手段，及时发现设备在运行中产生的故障或异常，为故障处理提供依据。3）故障处理。对发现的故障进行及时有效的处理，防止故障进一

步扩大,减少对系统整体性能的影响。4)故障分析与改进。对故障原因进行深入分析,找出问题的根源,并采取相应的措施进行改进,以防止类似故障再次发生。

2.2 可靠性管理在水电厂的应用

(1)与其他行业的比较。可靠性管理在水电厂的应用与其他行业有许多相似之处,但也存在一些独特之处。在电力系统中,机械设备的可靠运行对于保证电力供应的连续性和稳定性至关重要。与其他行业相比,水电厂的机械设备通常体积庞大、结构复杂,一旦发生故障可能会对电力供应产生重大影响。因此,水电厂对机械设备可靠性的要求更为严格,需要在日常运维和管理中加强可靠性的控制。(2)特定于水电厂的可靠性管理需求。水电厂的可靠性管理需求主要包括以下几个方面:1)高度自动化的监控与诊断系统。水电厂需要建立高度自动化的监控与诊断系统,对机械设备的运行状态进行实时监控和故障诊断,及时发现并处理潜在问题。2)严格的预防性维护制度。预防性维护是确保机械设备可靠运行的重要手段。水电厂需要制定严格的预防性维护制度,定期对机械设备进行检查、保养和维修,消除潜在的隐患和缺陷。3)操作人员的高素质培训。操作人员的专业技能水平和安全意识对于保障机械设备的可靠性至关重要。水电厂需要加强对操作人员的培训和考核,提高其综合素质和安全意识。4)应急预案与响应机制。水电厂需要建立完善的应急预案和响应机制,以应对可能发生的突发事件和故障。这包括制定详细的应急处理流程、配备必要的应急设备和人员、进行定期演练等^[1]。

3 影响机械主设备可靠性的因素分析

3.1 设备设计制造因素

(1)设计缺陷。设备设计缺陷是影响可靠性的根本原因之一。设计缺陷可能包括结构设计不合理、选材不当、计算错误、缺乏必要的冗余设计等。这些缺陷在设备生产和使用过程中会逐渐暴露,导致设备性能下降、故障频发,甚至可能引发重大安全事故。(2)制造质量。制造质量直接决定了机械主设备的使用寿命和可靠性。制造过程中的质量控制不严、加工精度不足、材料选用不当、装配工艺不合理等问题,都会导致设备的性能和可靠性下降。此外,如果设备的制造过程中缺乏严格的质量检测和测试,也可能导致潜在的质量问题未能及时发现和处理。

3.2 设备使用与维护因素

(1)运行环境。运行环境对机械主设备的可靠性有着重要影响。水电厂的机械设备常处于复杂多变的环境中,如高温、高湿、腐蚀等恶劣条件都可能对设备造成

损害。此外,设备的负载状况、工作强度等也会直接影响其可靠性。因此,在运行过程中需要密切关注环境的变化,及时采取相应的措施加以应对。(2)操作人员技术水平。操作人员的技术水平直接决定了设备的使用效率和可靠性。如果操作人员对设备的性能、操作规程等不熟悉,或者缺乏必要的安全意识和操作技能,就可能导致设备在运行过程中出现误操作或不当使用,进而降低设备的可靠性。(3)维护保养制度。维护保养制度是确保机械主设备稳定运行的重要保障。如果缺乏科学的维护保养制度或执行不力,就可能导致设备的维护不到位,进而引发各种故障。因此,建立健全的维护保养制度并严格执行是提升设备可靠性的关键^[2]。

3.3 管理与组织因素

(1)管理制度的完善性。管理制度的完善性对于提升机械主设备的可靠性具有重要意义。完善的管理制度可以确保设备的日常运行、维护和管理得到有效的监管和控制,及时发现和处理各种潜在问题。如果管理制度存在缺陷或漏洞,就可能导致设备的管理混乱,从而降低其可靠性。(2)人员配备与培训。人员的配备和培训也是影响机械主设备可靠性的重要因素。如果设备管理部门的人员配备不足或人员素质不高,就可能导致设备的管理和维护不到位。此外,如果缺乏对操作人员的培训和教育,也可能导致其操作技能和安全意识不足,从而引发各种故障和事故。(3)应急预案与响应机制。应急预案和响应机制是保障设备在发生故障时能够及时恢复运行的重要保障。如果缺乏完善的应急预案和响应机制,就可能导致设备在发生故障时无法得到及时有效的处理,从而影响其可靠性和使用寿命。因此,建立健全的应急预案和响应机制是提升机械主设备可靠性的重要手段之一。

4 水电厂机械主设备可靠性管理策略

4.1 提高设备设计与制造质量的措施

(1)优化设计方案。为了从设计阶段就确保机械主设备的可靠性,应持续优化设计方案。首先,设计团队应深入了解水电厂的运行环境和具体要求,确保设计方案能满足实际运行需求。其次,应采用先进的设计技术和理念,如模块化设计、可靠性设计等,以提高设备的可靠性。此外,还应对设计方案进行严格的评审和测试,及时发现并修正设计缺陷,确保设计方案的质量。

(2)加强原材料与零部件的质量控制。原材料和零部件的质量是影响机械主设备可靠性的关键因素。因此,应加强对其的质量控制。首先,应选择信誉良好、质量可靠的供应商,确保原材料和零部件的质量符合要求。

其次,应建立严格的检验和验收制度,对购进的原材料和零部件进行全面检验,确保其质量符合设计要求。同时,还应建立质量追溯机制,对不合格品进行追踪和处理。(3)提高制造工艺水平。制造工艺水平的高低直接影响机械主设备的制造质量。因此,应不断提高制造工艺水平。首先,应引进先进的制造技术和设备,如自动化生产线、数控机床等,提高制造精度和效率。其次,应加强工艺控制,确保制造过程中的每一个环节都符合质量要求。此外,还应加强对制造人员的培训和管理,提高他们的技能水平和责任意识。

4.2 加强设备使用与维护管理的建议

(1)制定科学的运行规程。制定科学的运行规程是确保机械主设备正常运行的基础。运行规程应明确设备的操作规程、注意事项、紧急处理措施等内容,为操作人员提供明确的指导。同时,还应定期对运行规程进行审查和更新,确保其适应设备运行的实际需求。(2)加强操作人员的培训与考核。操作人员的技术水平对设备可靠性具有重要影响。因此,应加强对他们的培训和考核。首先,应定期对操作人员进行技能培训,提高他们的操作技能和安全意识。其次,应建立健全的考核机制,对操作人员的技能水平和工作表现进行评估和奖惩。此外,还应鼓励操作人员积极学习新技术和新知识,不断提高自身的综合素质^[3]。(3)完善维护保养体系。维护保养是确保机械主设备正常运行的重要环节。因此,应建立完善的维护保养体系。首先,应制定详细的维护保养计划和制度,明确保养内容、周期和方法。其次,应加强对维护保养工作的监督和检查,确保保养工作得到落实。同时,还应建立维护保养记录系统,对设备的维护保养情况进行记录和分析,及时发现并处理潜在问题。

4.3 完善管理与组织结构的对策

(1)建立健全的可靠性管理体系。建立健全的可靠

性管理体系是确保机械主设备可靠运行的关键。管理体系应包括可靠性目标、计划、组织、协调、监督等方面的内容,确保各项可靠性管理措施得到有效实施。同时,还应建立可靠性数据库和信息系统,对设备的可靠性数据进行收集、分析和应用。(2)设立专门的可靠性管理部门或岗位。为了加强可靠性管理工作的专业性和针对性,应设立专门的可靠性管理部门或岗位。该部门或岗位应负责制定可靠性管理政策、制度和计划,组织实施可靠性管理工作,对可靠性管理工作进行监督和检查。同时,还应加强与相关部门的协调和合作,形成合力共同推进可靠性管理工作。(3)制定应急预案并进行定期演练。为了应对设备突发故障或事故带来的风险和挑战,应制定详细的应急预案并进行定期演练。应急预案应包括应急响应程序、应急处置措施、应急资源准备等方面的内容。同时,还应定期组织应急演练活动,提高应急响应速度和处置能力。通过定期演练可以及时发现和修正预案中的不足和缺陷,确保其有效性和适用性。

结束语

水电厂机械主设备可靠性管理是保证电力系统稳定运行的关键环节。通过实施科学的管理策略,我们能够有效提升设备的可靠性,降低故障风险,确保电力供应的连续性和安全性。展望未来,我们将继续深化可靠性管理研究,不断创新管理手段,以应对日益复杂的电力系统挑战。让我们携手共进,为水电厂的可持续发展和电力系统的稳定安全做出更大贡献。

参考文献

- [1]付兴林.水电厂机械主设备运行可靠性研究[J].机械设计与制造,2019,(11):102-103.
- [2]龚曦,杨豪.提高水电厂机械主设备运行可靠性研究[J].中国科技投资,2020,(34):142-143.
- [3]余光刚.水电厂机械主设备运行可靠性研究[J].建筑工程技术与设计,2020,(23):175-176.