

水电站水淹后发电机组定转子修复处理探讨

罗茗馨 罗 腾

国网甘肃省电力公司刘家峡水电厂 甘肃 临夏 731600

摘要：随着自然灾害的频发，水电站水淹事故时有发生，对发电机组定转子造成严重损害。本文深入探讨了水淹后发电机组定转子的修复处理方法，包括现场评估、清洗拆卸、绝缘恢复、机件修复等关键环节。通过科学有效的修复手段，旨在恢复发电机组的绝缘性能和机械强度，确保其在修复后能安全、稳定运行。同时，本文还强调了修复后的绝缘性能测试与负载试验的重要性，为水电站发电机组的水淹修复提供了实践指导。

关键词：水电站水淹后；发电机组；定转子修复处理

引言：水电站作为清洁能源的重要来源，其稳定运行对于保障电力供应具有重要意义。然而，自然灾害导致的水淹事故常对发电机组造成严重损害，特别是定转子部分。水淹不仅影响发电机组的绝缘性能，还可能导致机件腐蚀、损坏，进而威胁电力系统的安全运行。因此，探讨水电站水淹后发电机组定转子的修复处理技术，对于快速恢复发电能力、保障电力供应稳定性具有重要意义。

1 水电站发电机组水淹影响分析

1.1 水淹对发电机组的影响

水淹对发电机组的影响主要体现在以下几个关键方面：（1）定转子绝缘性能的下降。水淹后，发电机组定子和转子的绝缘层会因水分子的渗透而性能显著下降。绝缘层的主要功能是防止电流泄漏和短路，而水分的存在会破坏绝缘材料的分子结构，导致绝缘电阻降低。这不仅会降低发电机组的运行效率，还可能引发严重的电气故障，对电力系统和人员安全构成潜在威胁。（2）绕组、轴承等机件的腐蚀与损坏。长时间浸泡在水中，发电机组的绕组、轴承等关键机件会受到严重的腐蚀作用。腐蚀会导致机件表面粗糙度增加，机械性能下降，进而引发摩擦增大、磨损加剧等问题。在极端情况下，腐蚀还可能引发机件断裂，导致发电机组无法正常运行。（3）泥沙、油污等杂质的附着与污染。洪水往往携带大量的泥沙、油污等杂质。这些杂质在发电机组浸泡过程中会附着在绕组、轴承等机件表面，不仅会增加机件的摩擦阻力，还会对机组的冷却和润滑系统造成污染。长时间积累会导致机组散热不良、润滑失效，进一步加剧机件的磨损和损坏^[1]。

1.2 水淹程度与发电机受损程度的关联性分析

水淹程度与发电机受损程度密切相关，主要体现在浸泡时间和水质成分两个方面：（1）浸泡时间。发电机

组浸泡在水中的时间越长，受损程度越严重。长时间的浸泡会导致绝缘层吸水饱和，机件腐蚀加剧，杂质附着增多，从而增加修复的难度和成本。（2）水质成分。水质成分对发电机组的受损程度也有显著影响。含有腐蚀性物质的水会加速机件的腐蚀过程；含有大量泥沙和油污的水则会导致更严重的杂质附着和污染问题。因此，在水淹事故发生后，应尽快对水质进行检测和分析，以便采取针对性的应对措施。

2 发电机组定转子修复前准备

2.1 现场评估与准备工作

2.1.1 对发电机组受损情况进行全面评估

水淹事故后，首要任务是组织专业技术人员对发电机组进行全面的受损评估。这一步骤不仅涉及定转子，还包括发电机组的其他关键部件如绕组、绝缘材料、轴承、密封件以及连接部件等。评估内容应包括受损部件的具体位置、程度、以及可能引发的连锁故障。例如，定转子的绝缘性能是否下降，绕组是否出现短路或断路现象，轴承是否因水浸而磨损或生锈等。通过全面评估，可以为后续修复方案的制定提供科学依据，确保修复工作的针对性与有效性。

2.1.2 准备必要的修复工具与设备

在明确发电机组受损情况后，需根据修复需求准备相应的工具与设备。这些工具与设备可能包括绝缘电阻测试仪、清洗剂、干燥设备、专用拆卸工具、精密测量仪器、以及可能需要更换的零部件等。确保所有工具与设备的质量可靠，且符合发电机组修复工作的具体要求，以避免因工具不当或设备故障而导致的修复工作延误或质量下降。

2.1.3 确保现场安全及修复工作的顺利进行

修复工作开始前，必须确保现场的安全条件。这包括设立安全警示标志、确保工作区域的通风良好、配备

必要的安全防护装备、以及制定详细的安全操作规程等。同时，修复团队应接受必要的安全培训，了解如何在修复过程中保护自身安全，以及如何应对可能发生的紧急情况。此外，还需制定详细的修复工作计划，明确各阶段的工作内容、时间节点及责任人，以确保修复工作的有序进行。

2.2 定转子清洗与拆卸

2.2.1 彻底清除外部污泥、杂质

在修复工作开始前，需使用适当的清洗剂对发电机组进行初步清洗，以彻底清除外部的污泥、杂质等污染物。清洗过程中，应特别注意保护发电机组的关键部件，避免清洗剂对它们造成腐蚀或损害。清洗完成后，需对发电机组进行全面检查，确保所有部件都已清洗干净，无残留物。

2.2.2 根据受损情况，决定是否拆卸定转子进行深度清洗

清洗完成后，需根据发电机组受损情况的评估结果，决定是否拆卸定转子进行深度清洗。若定转子绕组或绝缘材料受损严重，或存在难以清除的污染物，则需拆卸定转子进行进一步的清洗与处理。在拆卸过程中，需使用专用拆卸工具，并严格按照操作规程进行，以避免对定转子造成二次损伤。拆卸完成后，需对定转子进行彻底的清洗与干燥处理，以恢复其原有的性能与功能。

3 发电机组定转子修复处理方法

3.1 定子线圈绝缘处理

3.1.1 干燥处理

定子线圈绝缘性能的恢复是发电机组修复工作的关键。在水淹事故中，定子线圈极易吸水，导致绝缘性能大幅下降。因此，首要任务是采用加温干燥法去除线圈中的水分，恢复其绝缘性能。加温干燥法的核心在于温度控制。温度过高可能导致线圈内部的绝缘材料老化、脆化，甚至引发火灾；而温度过低则干燥效果不佳，无法彻底去除水分。因此，在干燥过程中，必须严格控制加热温度和时间。通常，干燥温度应控制在一定范围内，具体时间则根据线圈的材质、大小、受潮程度以及干燥设备的性能等因素综合确定。在干燥过程中，还需定期检测线圈的绝缘电阻，以评估干燥效果，确保线圈的绝缘性能达到修复要求^[2]。

3.1.2 更换处理

对于绝缘严重受损的线圈，单纯的干燥处理可能无法恢复其绝缘性能。此时，需要进行线圈的更换处理。更换线圈的步骤和要求如下：（1）线圈拆除。首先，需小心拆除受损线圈，确保拆除过程中不损伤周围的绝缘

材料和结构。（2）线圈准备。根据原线圈的规格和参数，准备新的线圈。新线圈的质量必须达到或超过原线圈的标准，以确保其绝缘性能和机械强度。（3）线圈安装。将新线圈按照正确的位置和方向安装到定子铁芯上，确保线圈之间的间隙和位置关系符合设计要求。同时，需采用适当的固定方式，确保线圈在运行过程中不会松动或移位。（4）质量检测。更换完成后，需对线圈进行全面的质量检测，包括绝缘电阻测试、耐压试验等，以确保线圈的绝缘性能和机械强度达到设计要求。

3.1.3 浸漆处理

在某些情况下，即使经过干燥处理，定子线圈的绝缘性能仍然无法达到修复要求。此时，可以采用浸漆处理的方法进一步提高线圈的绝缘性能。浸漆处理的主要目的是在线圈表面形成一层均匀的绝缘漆膜，以提高线圈的绝缘强度和防潮性能。在浸漆处理前，需对线圈进行彻底的清洗和干燥处理，去除表面的油污、杂质和水分。然后，将线圈浸入绝缘漆中，使漆液充分渗透到线圈的缝隙和孔隙中。浸漆完成后，需将线圈置于干燥室中进行干燥处理，使漆膜固化。干燥温度和时间的控制同样至关重要，需根据绝缘漆的性能和线圈的材质进行精确调整^[3]。

3.2 转子绝缘与机件修复

3.2.1 转子绝缘处理

转子绝缘性能的恢复同样重要。在水淹事故中，转子表面和内部的绝缘材料可能受到严重污染和损伤。因此，需要采用清洗和干燥等方法恢复其绝缘性能。清洗时，需使用适当的清洗剂，去除转子表面的油污、杂质和水分。清洗完成后，需对转子进行干燥处理，去除残留的水分和潮气。干燥温度和时间需根据转子的材质和大小进行调整，以确保干燥效果。在干燥过程中，还需定期检测转子的绝缘电阻，以评估干燥效果。

3.2.2 轴承与机件修复

转子中的轴承和机件在遭受水淹等极端条件后，可能受到严重腐蚀或损坏。对于受损的轴承和机件，需要进行更换或修复处理。对于腐蚀严重的轴承和机件，建议进行更换处理。更换时，需选择合适的型号和规格，并确保其质量达到或超过原件的标准。同时，在更换过程中需注意轴承和机件的安装方式和固定方式，确保其运行稳定可靠。对于轻度腐蚀或损坏的轴承和机件，可以考虑进行修复处理。修复方法包括堆焊、喷涂、镶嵌等。修复完成后，需对修复部位进行全面的质量检测，包括硬度测试、耐磨性测试等，以确保其质量和性能达到设计要求^[4]。

4 发电机组定转子修复后试验与验证

4.1 修复后绝缘性能测试

绝缘性能是发电机组安全运行的基础，特别是在经历水淹、短路等故障后，定转子的绝缘层可能会受到不同程度的损坏。因此，修复后的绝缘性能测试至关重要。

4.1.1 使用兆欧表等工具测试定转子绝缘电阻

绝缘电阻是衡量绝缘材料性能好坏的重要指标。修复完成后，首先需要使用兆欧表等工具对定转子的绝缘电阻进行测试。测试时，应按照相关标准和规范，选择合适的测试电压，并确保测试环境的温度和湿度在规定的范围内，以保证测试结果的准确性。在测试过程中，需要特别注意的是，测试前应对发电机组进行彻底的放电处理，以避免测试过程中可能出现的电击危险。同时，测试时应仔细观察兆欧表的读数变化，及时发现并记录任何异常现象。

4.1.2 分析绝缘电阻的稳定性与合格标准

绝缘电阻的稳定性对于发电机组的长期运行至关重要。在测试完成后，应对所得绝缘电阻值进行分析，判断其是否稳定，并与规定的合格标准进行对比。（1）绝缘电阻的稳定性可以通过多次测试并观察测试结果的一致性来评估。如果测试结果相差较大，可能是由于测试方法不当、测试设备故障或定转子绝缘层存在缺陷等原因导致的。此时，应重新进行测试，并检查测试设备和测试方法是否符合要求。（2）绝缘电阻的合格标准也是评估发电机组绝缘性能的重要依据。不同型号的发电机组可能有不同的绝缘电阻合格标准。因此，在进行测试前，应查阅相关技术文档，了解并确定所测试发电机组的绝缘电阻合格标准。如果测试结果低于合格标准，应及时采取措施进行修复或更换绝缘材料。

4.2 发电机组空载与负载试验

空载与负载试验是验证发电机组修复后运行稳定性和输出功率的重要手段。通过空载试验可以初步判断发电机组的运行状态，而负载试验则可以全面评估发电机组的输出功率和效率。

4.2.1 进行空载试验，验证发电机组的运行稳定性

空载试验是指发电机组在无负载情况下运行的试验。在试验过程中，应密切关注发电机组的电压、频

率、功率因数等参数的变化情况。这些参数的变化可以反映出发电机组的运行状态和性能特点。通过空载试验，可以初步判断发电机组是否存在异常振动、异响等问题。同时，还可以观察发电机组的启动和停机过程是否平稳，以及各部件的运行是否协调。如果发现任何问题，应及时停机进行检查和修复。

4.2.2 进行负载试验，测试发电机组的输出功率与效率

负载试验是指发电机组在带负载情况下运行的试验。在试验过程中，应逐渐增加负载，并观察发电机组的输出电压、电流、功率等参数的变化情况。通过负载试验，可以全面评估发电机组的输出功率和效率。在负载试验中，应特别注意发电机组的过载能力和稳定性。过载能力是指发电机组在超过额定功率的情况下仍能稳定运行的能力。稳定性则是指发电机组在负载变化时，电压和频率等参数的波动情况。通过负载试验，可以及时发现并解决发电机组在负载运行中的潜在问题，确保其能够安全、高效地运行。

结束语

综上所述，水电站水淹后发电机组的定转子修复处理是一项复杂而关键的任务，它直接关系到电力系统的恢复速度和运行安全。通过科学的评估、细致的清洗拆卸、专业的绝缘恢复和机件修复，以及严格的测试验证，我们可以有效地恢复发电机组的性能，确保其安全稳定运行。未来，随着技术的不断进步，我们应继续探索更高效、更环保的修复方法，为水电站的安全运行提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1] 张明.水淹水轮发电机组定转子修复技术研[J].水电能源科学,2022,(13):178-179.
- [2] 陈志刚,刘建华.水电站发电机组水淹事故后检修与处理措施[J].中国水能及电气化,2021,(05):59-60.
- [3] 黄永强.大型水轮发电机受潮后的干燥处理技术[J].水电与新能源,2021,(12):126-127.
- [4] 吴晓东.水轮发电机组定子绕组受潮后的绝缘处理工艺[J].大电机技术2020,(04):36-37.