

# 水电厂机械主设备运行可靠性研究

苟开君

(贵州乌江清水河水电开发有限公司, 贵州 贵阳 550000)

**摘要** 在城市的建设过程中, 离不开电力的支持, 且随着电力企业改革的不断推进, 在对水电厂机械主设备的管理和改造上投入了较大的力度, 逐渐加强其自动化程度。本文深入分析当前我国工业水电厂机械主设备生产可靠性质量管理中普遍存在的问题, 探讨了我国水电厂机械主设备生产可靠性质量管理的新实施方法, 重新确定了水电厂长期最佳年度等效可用供电系数, 以期能对有效提升我国水电厂机械主设备生产的可靠性起到促进作用。

**关键词** 水电厂 机械主设备 运行可靠性

中图分类号: TV73

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)03-0109-03

在现在社会的发展中, 各行业的竞争越来越激烈, 特别是近年来电力事故屡屡发生, 引起了人们的重视。而就事故原因调查发现, 在众多事故中, 由于机械主设备运行故障而导致的事故数量占到了将近一半的数量。所以, 水电厂机械主设备运行的可靠性愈加受到重视。

## 1 水电厂机械主设备可靠性管理中存在的问题

自二十世纪七十年代开始, 我国的电力行业逐渐引入水电厂机械主设备可靠性管理的概念和相关技术。在一九九八年六月份, 电力行业可靠性管理委员会也初步建立, 相关办事机构的主要职责也得到了进一步明确。但是, 从我国电力企业的可靠性管理的相关实践来看, 还存在一些明显的不足, 阻碍着电力行业进一步发展。<sup>[1]</sup>

### 1.1 水电厂机械主设备可靠性管理没有充分反映可靠性以及经济效益的关系

从我国目前的水电厂机械主设备可靠性管理实践来看, 工作重点仍然放在对于指标的管理方面。主要的工作任务和目标是对于发电、供电、输变电系统的设备性能和相关运行状况、影响因素等进行研究, 而对于可靠性和经济效益之间的关系并没有做出充分的强调。具体来说, 供电的可靠性对于供需双方来说都至关重要, 但是对于电力的供应方来说, 不管是从自身的设备、系统还是其他方面的技术条件来说, 都没有与供电可靠性进行充分的挂钩, 因为电力的供需双方没有进行紧密的经济合同关系的建立。

### 1.2 相关规程无法做出对于供电环节的控制和提升了指导

从我国目前的水电厂机械主设备可靠性管理实践来看, 《电力可靠性评价规程》是对发电设备可靠性

开展评价的主要依据。确定的统计原则和方法主要是在发电设施运行后, 对发电设施使用过程中的可靠性指标进行评价。这些指标的评价反映了发电设施规划、设计、制造、建设和安装过程中存在的问题, 并进行相应的量化分析。但是, 这项规程不能对相关环节的控制和提升提出很深层的指导和建议, 这会阻碍水电厂机械主设备可靠性管理技术的进一步提升。

### 1.3 部分发电企业对于水电厂机械主设备可靠性管理技术的重视不足

从我国水电厂机械主设备可靠性管理实践来看, 仍存在部分企业没有就这些已经被提出的不良因素做出更为深层的研究, 没有制定出科学合理的缓解和消除方法。虽然已经有众多企业渐渐意识到可靠性指标的重要性, 但是几乎所有的企业都没有实现可靠性基本原理以及发电设备的生产过程紧密联系, 对于生产过程中的设备设计、制造、安装和维修来说, 没有实现可靠性指标的创新性渗透。这样, 理论与实践不能很好地结合起来, 导致部分水电厂的机械主机与设备间的可靠性优化管理以及技术水平的停滞不前。

### 1.4 设计过程有误差

当机械设备的主体设计按照原设计和零部件的选择进行时, 操作者对主体设备的功能和性能不了解, 对实际设备的运行过程缺乏了解。另外还有一个问题是安装位置没有详细计算, 所以零件的加工误差大, 导致这些加工设备安装设计过程中无法完成安装和进行维修。这些加工设计安装过程和技术缺陷最终可能会直接导致重大的加工机械和其他关键设备发生故障, 会显著地降低产品可靠性并且加剧潜在的安全隐患风险。<sup>[2]</sup>

### 1.5 机械主设备的检修质量不良

第一, 安装时选用了质量不良的备品备件。设备的许多故障在设计寿命期间由于组件系统的薄弱部分出现异常而损坏, 处理此类故障通常是使用备件直接更换。由于易损件的备件属于专业制造商, 水电厂作为终端用户处于需要这些备件的第三方的位置, 专业制造商在供应和售后上有一定的限制, 所以此类产品的服务和价格都很高。为了降低成本, 一些水电站在储存这些材料并寻找其他制造商进行生产时, 通常会使用自己的材料。部分材料受国家政策限制, 无法从非正规专业水电厂家直接获取, 但要按时完成水电备件材料储备, 因此部分水电厂在设备材料的选择上只能选择材料替代品。备件与原厂不同, 同时很多专业的备件制造商是模块化的, 非专业的制造商不得不重新定制他们的工艺, 由于价格因素、工艺规格和产品的影响, 非专业厂商的产品质量要求肯定是不一样的。这些问题会降低备件的质量, 从而导致备件的材料和尺寸与设计要求有很大差异。

第二, 检修时间紧迫, 检修作业简化了部分工序。在水电厂请求处理单元故障的过程中, 系统调度给出的处理时间可能不够。开放后申请消除缺陷的补充措施不足, 在维修工作中, 消除缺陷所需的人力有限, 因此维护人员可能不得不减少一些施工工期和施工程序。例如, 减少在机组轴线优化上的调试, 仅仅满足标准而已, 以及安装管道后的冲洗测试等。这些简化的程序往往是造成事故的主要原因, 会导致严重事故并造成停机, 影响设备的可靠性。

第三, 机组检修缺乏相应的人力资源与质量检验环节。设备的维修需要大量的专业人员, 这些专业人员必须严格把关维修质量并履行职责, 以提高设备的维修水平。但是, 有部分水电厂对专业人员的后续培训还不够, 在设备技术改造过程中忽视了人员培训, 势必造成设备维修质量下降。

### 1.6 缺乏提高机械主设备的意识

我国大小水电站普遍存在的问题是对关键设备运行不够重视。一些企业由于资金不足, 追求超额利润, 在日常经营管理中忽视了关键的机器运行条件, 对大型设备的设计质量、安装和维护保养不重视。<sup>[3]</sup>

### 1.7 技术水平良莠不齐

目前, 从事水力发电厂主机机械工作的人员较少, 专业素质普遍较低。一些小水电部门的员工由于缺乏系统和专业的培训, 在机器出现故障时, 他们只会指导一些简单的任务, 而无法解决问题。因此, 水电厂

需要提高维修人员的技能水平, 以解决水电厂主机无法应对重大故障的问题。

## 2 水电厂机械主设备可靠性管理技术方法

### 2.1 确定水力发电机组最佳维修周期

为了提升水电厂机械主设备的可靠性, 水力发电厂的主要机械设备必须定期维护和检修。维修是主要的解决方案, 尤其是关键机械设备的各种故障。但是, 在维护和检修的过程中需要注意, 水电厂机械主设备的维修模式不能够以简单的经济核算为基础, 而且需要做好经济性和可靠性的整体协调工作。在整个协调的过程中, 需要综合考虑各种影响因素, 包括及时维护的潜在经济效益。与此同时, 还需要考虑到如果维修安排不够得当, 所带来的潜在经济损失等问题。因此, 需要对发电机的长期寿命周期以及运行的可靠性和经济效益之间的函数关系进行研究。在检修周期, 可靠性以及经济性之间的关系得到深入研究的基础上, 实现最佳预防性维修周期的确定。

### 2.2 充分利用FEMA分析法

FEMA分析法可以根据主要设备各部件每年故障原因、维修次数和各部件运行可靠性的统计数据, 合理分类确定各零部件的最短计划维修周期, 减少水电站设备的部件, 同时根据确定的结构树, 可以得到各部件正常使用时的设计寿命, 从而增加设备运行的可靠性, 提高生产效率。如果某类零件的故障频率过高, 还可以通过FEMA分析法来分析设备零件的材料选择、系统结构、强度、机械性能、维修方法等, 以发现类似的故障模式。并通过引进加工方法或先进的相关技术, 对零部件进行改造或重新设计, 将故障率降到最低, 保证设备有序可靠地运行。

### 2.3 确定电厂长期最佳等效可用系数

水力发电厂主要机械设备等效可用系数是评价设备可靠性水平的重要且越来越具有决定性的指标之一, 成为各大发电厂的参考指标。这个指标的影响因素多种多样, 但是, 并不是这个指标越高越好。如果为了提升这项系数的数值而以牺牲机组的检修时间为代价, 会造成拖期检修, 在竞争激烈的电力环境市场环境中, 这种现象更为严重。

从表面上来讲, 在短期内的机组等效可用系数提升的情况下, 发电机组的经济效益也会随之提升。但是从长期来看, 这种观点会使人走入一个误区, 那就是短时间内的发电机等效可用系数以及随之而来的经济效益的提升需要用长时间的降低为代价。因此, 根据最佳预防性检修间隔确定一个长期的最佳等效可用

系数,能够实现电厂长期经济运行效益的提升。

#### 2.4 切实提升水电厂机械主设备可靠性

第一,需要使用故障模式和影响分析来确定组件故障的预防级别;第二,根据故障率确定系统组件的计划维护间隔;第三,同样以故障率为基础进行系统零部件和备用配件数量的确定;第四,以故障的修复时间为依据,进行同类故障停机检修时间的确定;第五,对于系统零部件的失效模式进行分析,最终确定部件故障的预防处理方法。<sup>[4]</sup>

#### 2.5 根据以往故障率的经验调整计划检修周期

通过在所有组件故障年度统计数据、最短年度组件维护和系统可靠性故障统计数据(其中包括每个主要组件的最短故障运行时间寿命间隔和年度故障运行状态)中快速查找最常见的组件故障率和子系统,分析各种故障表现模式和性能影响以便于计算和精确分析该子系统中每个主要组件的故障率。同时,还可以精确列出每个主要部件在正常使用情况下的实际使用寿命,让系统维护工作人员随时可以快速确定该子系统中每个主要部件的最短年度维护寿命间隔的具体统计值,并按计划继续可靠地工作,同时确定何时应该关闭关键机械设备,以消除最短的维护间隔和隐藏的问题,还可以在障碍发生之前主动消除缺陷和目标中的隐藏风险。此外,它减少了整个水电厂的意外停机,减少了不必要的意外停机时间,提高了整个水力发电机组的可靠性。

#### 2.6 模拟预防设备故障的处理办法

当在整个电厂的设施可靠性管理中频繁发生特定类型的故障时,需要通过对故障类型和故障情况的综合分析来选择系统结构、维护方法和部件材料。这些因素是通过仔细研究零件的整体强度和力学分析,特别是失效零件的材料、结构和功能,以及力学分析的匹配问题而发现的。如大花水电站,机组调速器自复中装置采用V型槽与圆球回位设备,设备长期连续运行多年后,V型槽及圆球回位设备磨损严重,导致调速器不能自复中,调速器事故频频反复发生。从相关的材料学和动力学分析,我们知道这种V型槽与圆球回位设备在运行时受到撞击力的影响,特别是在水电机组频繁调整负荷运行时,作用在V型槽上的作用力频繁,所以V型槽与圆球回位设备的使用寿命比它的设计寿命减弱。在分析了这些故障的原因后,V型槽与圆球回位设备使用在负荷频繁调整的机组时,其动作频繁,撞击次数增加,对V型槽与圆球回位设备进行特殊加工处理,而其他所有型号和尺寸的零件都没有发

生变化,但是装置的变形减少,后来的V型槽与圆球回位设备没有发生类似的故障。

#### 2.7 建立健全设备维修和管理体系

目前,全世界都在努力提高发电厂发电设备的可靠性。在这些学术研究理论方法中,人们都深刻意识到了水力设备定期维护的极大重要性。因此,水力发电厂必须尽快建立与实际计划生产直接对应的定期检查和设备管理制度。其中例如,计划生产定期检查和设备维护管理方法、基于年度监控水力设备维护整体生产运行状况的设备维护管理机制以及定期维护和设备保护风险预测管理系统。

### 3 结语

进入新世纪,中国逐步适应国际化,国内经济快速发展,各领域用电需求不断增加。因此,保证整个机械设备的可靠性,使大小水电站都能正常生产电能。在当前的社会背景下,各水电厂要更加关注主机运行状况,积极研发新技术,培养专业人员,提高生产效率。总之,如果加强水力发电厂整个机械设备的运行可靠性改进工作,就有可能提高水力发电的效率,创造更多的社会效益和经济效益。对于水电厂机械主设备可靠性管理技术的诸多问题展开进一步的研究,能够促进我国发电企业在可靠性管理方面迈上一个新的台阶。

#### 参考文献:

- [1] 王淑生.基于有限元大型立式轴流泵的耐久性研究与改善[D].扬州:扬州大学,2017:1-74.
- [2] 郭卉.提高水电厂设备运行可靠性的研究[J].低碳世界,2016(09):227-228.
- [3] 冯尔贵.浅谈如何加强水电厂机械设备检修与维护管理[J].城市建设理论研究(电子版),2015(36):3437-3438.
- [4] 付兴林.微型发动机均质充量压燃(HCCI)燃烧特性理论分析及其试验研究[D].重庆:重庆大学,2008.