

# 电气自动化控制设备可靠性测试研究

关伟坤, 何肇标, 康国淼

(广东鹏凯智能装备制造有限公司, 广东 肇庆 526000)

**摘要** 电气自动化程度通常标志着电力行业的发展水平, 近年来, 随着我国科技水平和自动化控制技术的不断提升, 电气自动化控制设备已经广泛地融入各个领域之中, 然而, 在电气自动化控制设备运行的过程中, 难免会由于诸多因素的影响而产生不可靠的因素, 因此, 相关人员要配合可靠性测试, 及时地解决在电气自动化控制设备使用中存在的各项问题, 全面地优化设备的应用性能, 提高整体的测试效果。

**关键词** 电气自动化控制设备; 可靠性测试; 现场测试法; 保证实验法; 实验室测试法

**中图分类号:** TP27

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2097-3365(2024)12-0112-03

在电气自动化控制设备可靠性测试的过程中, 需要结合电气自动化控制设备的特点, 选择合适的可靠性测试方案, 并且加强对测试过程的全面监督, 保证各项数据的准确性, 方便工作人员提出有效的优化措施, 全面地提高电气自动化控制设备的运用效果, 满足电力行业的良好发展需求。

## 1 电气自动化控制设备可靠性测试的价值

电气自动化控制设备可靠性测试的核心价值不单表现为确保设备自身稳定运行和高效性能, 同时还对生产安全、经济效益和市场竞争能力等方面产生深远的影响。在如今高度自动化和智能化工业生产体系下, 以电气自动化控制设备为核心枢纽的设备可靠性决定着生产流程是否流畅和产品质量是否一致。所以, 电气自动化控制设备可靠性综合检测既是设备生产厂家需要严格遵守的质量标准, 又是终端用户保障生产安全和效益的关键环节<sup>[1]</sup>。

从生产厂家角度看, 对电气自动化控制设备进行可靠性测试, 是保证产品出厂质量满足设计要求的一个重要途径。在市场竞争日益加剧的今天, 产品质量已成为企业的立足之基。经过严格的可靠性测试后, 生产厂家可以及时发现和修正设备设计、制造等环节可能存在的不足, 保证每台出厂设备稳定可靠工作。这样既有利于提高企业品牌形象及市场信誉, 又可以有效地避免设备故障造成的退货、索赔及其他经济损失。与此同时, 高可靠的电气自动化控制设备也有助于企业从竞争激烈的市场中脱颖而出并获得更多的用户信任与支持。

对终端用户来说, 电气自动化控制设备可靠性高低直接影响企业生产安全和经济效益。生产中电气自动化控制设备一旦发生故障或者性能降低, 不但会造

成生产线中断、停工等事故, 而且还会诱发安全事故, 为企业带来无法估量的危害, 所以用户在购买设备时常常把设备可靠性列为一个重要考虑因素。经过可靠性测试验证后的装置可以保证在复杂多样的生产环境下连续稳定地工作, 减少故障率及维修成本, 从而提高了企业生产效率及经济效益。另外, 高可靠性电气自动化控制设备也可以协助用户对生产过程进行智能化、自动化控制, 从而进一步提高企业生产能力与市场竞争力。

## 2 电气自动化控制设备可靠性测试的方法

### 2.1 现场测试法

现场测试法作为评价电气自动化控制设备可靠性的一种重要方法, 具有可直接考察实际运行环境下设备的性能和稳定性等核心优点, 该方法是通过在实际生产场景中的设备进行仿真或者直接操作来采集设备长期持续运行时的各种数据, 比如运行时间和故障次数、维修周期等, 以便对设备可靠性水平进行综合、准确的评价<sup>[2]</sup>。

具体而言, 现场测试法一般由三大阶段组成, 即预测试阶段、正式测试阶段以及后处理阶段。预测试阶段技术人员将对装置进行初步检查以保证装置工作状态良好, 同时记录初始状态参数。在正式的测试阶段, 设备会经历长时间的连续操作, 这段时间里会详细地记录设备的各种性能参数, 例如响应速度、控制的准确性、能量消耗等, 同时也会记录任何故障发生的具体时间、起因和处理流程。在后处理阶段, 主要任务是对收集到的数据进行深入的分析 and 处理, 以计算设备的各种可靠性指标, 例如平均无故障工作时间 (MTBF) 和故障率等, 并依据这些指标, 对该装置可靠性进行全面评估。以特定型号的电气自动化控制设备为研究

对象, 经过长达 6 个月的实地测试, 总共记录了该设备的运行时长为 14 400 小时, 并在此期间遭遇了 5 次故障, 平均每一次的故障修复所需时间为 2 小时。依据这批数据, 能够推算出该设备的 MTBF 达到 2 880 小时, 而其故障率为每小时 0.0035 次。这些数据给设备制造商带来了有价值的反馈信息, 帮助其后续产品设计与生产过程中对设备可靠性进行进一步的优化。如表 1 所示。

表 1 测试情况

测试时长	6 个月
总运行时长	114 400 小时
故障次数	5 次
平均修复时间	2 小时
平均无故障工作时间	2 880 小时
故障率	0.00354 次 / 小时

## 2.2 保证实验法

保证实验法, 也被称为可靠性保证试验, 是一种在设备出厂之前对其进行严格可靠性验证的方法。该方法一般在具体试验条件下使装置承受比实际工作负荷更大的应力来加快装置潜在故障暴露速度, 进而评价装置可靠性水平, 保证实验法关键是对实验条件及应力水平进行合理的设定, 从而保证实验结果准确有效<sup>[3]</sup>。

实行保证实验法, 一般都要根据装置的实际用途及设计要求制订出周密的实验方案, 该方案将对试验目的、方法、程序及所需测试设备、仪器等进行明确规定。在试验期间, 技术人员将严密监视装置运行状态、记录性能指标及故障情况, 依据试验数据初步评定装置可靠性。以特定的电气自动化控制系统为研究对象, 技术团队在进行保证实验的过程中, 将该系统放置于高温、高湿和振动等极端条件下运行, 以模拟实际操作中可能遭遇的恶劣环境。经历了长达一个月的试验后, 该系统总共经受了 1 000 次的循环检测, 并且在这段时间里没有出现任何故障。这一成果充分验证了本系统在恶劣环境中具有高可靠性, 从而为装置的成功出厂及后续运行提供强有力的保证。

## 2.3 实验室测试法

实验室测试法作为评价电气自动化控制装置可靠性的又一重要手段, 具有能在可控制的实验环境下综合测试装置性能并评价可靠性的特点, 该方法一般在专用实验室内采用先进测试设备及仪器准确地测量, 并分析设备性能指标<sup>[4]</sup>。

实验室测试法一般由若干测试项目组成, 例如电

磁兼容性测试、环境适应性测试和寿命测试, 以电磁兼容性试验为例, 试验的目的是评价电磁环境下装置的运行能力, 其中包括装置抵抗外界电磁干扰的能力以及装置本身所产生电磁干扰对周边环境造成的影响。通过试验, 可保证该装置在复杂电磁环境下正常运行, 不受电磁干扰影响而降低其性能和失效。在实验室检测一台电气自动化控制设备时, 由技术人员综合检测性能。其中在进行环境适应性测试时, 将该装置放置于不同温度与湿度下进行工作, 评价该装置在各种环境中的稳定性与可靠性。在长达 2 周的实验中, 该设备在 -20 ℃到 50 ℃的温度区间以及 20% 到 90% 的湿度区间都展现出了出色的稳定性能。该成果验证了该装置对环境的广泛适应能力, 对后续推广和应用起到强有力的支撑作用。

## 3 电气自动化控制设备可靠性测试的优化方法

### 3.1 确定测试环境

对电气自动化控制设备进行可靠性测试时, 确定测试环境是关键, 一个合理且贴近实际应用的测试环境, 能够更准确地反映设备在实际运行中的性能和稳定性, 从而为设备的优化设计和生产提供有力的数据支持。在确定测试环境时, 需充分考虑到设备使用场景及状况, 不同设备在不同行业、不同领域都有可能使用, 工作环境、工作条件都会不一样, 所以在选择测试环境时, 要尽量模拟出设备实际运行时的真实状态, 主要是温度、湿度、振动和电磁干扰。比如对适用于室外环境下的装置来说, 试验环境要模拟室外高温高湿大风等苛刻环境, 在工业生产线上使用的设备, 其测试环境应当模仿生产线的真实工作状态, 这包括但不限于工作的负荷和节奏<sup>[5]</sup>。在确定测试环境时还要考虑到试验的安全性与可行性, 在实际工作环境的仿真中, 需要保证试验过程中不损坏设备或者试验人员, 还要保证试验可行有效。对此, 可通过建立安全防护装置, 采用模拟负载等若干安全措施来保证试验过程安全平稳进行。

### 3.2 辅助智能化技术

在智能化技术日益发展的今天, 将其应用于电气自动化控制设备可靠性检测能够极大地提高检测效率与精度。智能化技术可实现测试过程自动化监控与数据采集, 降低人为干预与错误, 进而提升测试结果可靠性与可信度。

就可靠性测试而言, 智能化技术可运用到诸多方面, 比如可使用智能化传感器及仪器实时监控并采集装置的性能指标。这些传感器及仪器能精确测量出装

置的电压、电流、温度、湿度以及其他参数，并且把数据传送给计算机系统进行处理与分析。通过实时监测、数据采集等手段，能够及时发现异常及可能出现的故障，对设备优化、维护等工作提供强有力的支撑。智能化技术也可用于试验数据处理与分析，采用先进算法与模型能够深入挖掘与分析所收集的数据，并提取有用信息与特征，以更加精确地评价装备可靠性水平。比如，可通过机器学习算法训练学习设备故障数据，构建故障预测模型来预测未来设备可能发生的故障及维修需求。有利于企业预先制定维修计划及备件策略，减少设备故障造成生产中断及经济损失。智能化技术也可用于对测试过程进行优化与控制，通过智能化控制系统实现试验过程自动化控制与调整，保证试验条件稳定一致。同时也可采用智能化技术对测试方案与测试流程进行优化，以提高测试效率与精度。例如，可以采用遗传算法和其他优化技术来对测试计划进行精细的优化，从而确定最合适的测试参数和方法。

借助辅助智能化技术能够显著提升电气自动化控制设备可靠性检测效率与精度，为设备优化设计与制造提供更加强大的支撑。与此同时，还有利于提升企业市场竞争优势与地位，促进电气自动化控制技术持续发展与进步。

### 3.3 检查测试结果

电气自动化控制设备可靠性试验时，检查试验结果是关键，测试结果是否准确直接影响着设备的可靠性评价与评判，所以保证测试结果准确可信是非常重要的。

测试结果核对前，必须对测试数据及测试过程做严格的审核与核实。其中包括测试数据是否完整、准确、一致，测试过程是否合规规范，只有保证测试数据及测试过程正确可靠，才有可能获得精确的结果。测试结果核对时需运用多种手段与方法进行核查与比对，如可采用不同测试方法及仪器在同一套装置上进行试验，以便对比试验结果是否有差别及是否一致。同时也可通过历史数据与经验值的比对与分析来评判测试结果是否合理可信。采用多种手段与方法进行验证与比选，能够更精确地评价装备可靠性水平。在检查完测试结果之后，要对测试结果做一个详细的记录与分析，其中包括测试数据整理、存档与备份及测试结果解释与说明等。同时也需依据测试结果来对该装置的可靠性作出评价与判断，并且提出相关改进与优化建议。这些记录与分析结果可对后续设备优化与维护提供强有力的支撑。

通过对测试结果进行严格核对，能够保证电气自

动化控制设备可靠性测试结果准确可信，对设备优化设计与生产提供了强有力的保障。与此同时，还有利于提升企业市场竞争优势与地位，促进电气自动化控制技术持续发展与进步。

## 4 电气自动化控制设备可靠性测试的趋势

电气自动化控制设备可靠性测试发展趋势正在向智能化、高效化、标准化迈进。在科学技术不断进步的今天，测试技术也越来越成熟，智能化设备运用使可靠性测试变得更准确和有效。通过融合先进数据分析、人工智能及物联网等技术，实现了试验过程中对设备各工况运行数据的自动监控，记录与分析，对可能出现的故障进行及时的检测与预测，使检测的精度与效率得到了明显提高。与此同时，对测试方法进行了优化，更强调模拟真实运行环境进行试验，保证试验结果真实可靠。另外，在国际标准与行业规范日益完善的背景下，可靠性试验也逐步向标准化方向发展，不仅增强了试验的规范性与可比性，而且也有利于推动电气自动化控制设备行业整体品质的改善。

面向未来，电气自动化控制设备的可靠性测试更多关注技术创新与实际应用相结合，促进测试技术和设备研发深度融合。企业需要增加研发投入和提高测试技术水平，来适应市场对于高可靠性电气自动化控制设备的要求。同时，加强国际交流与合作、引入先进测试技术与理念也是促进我国电气自动化控制设备可靠性测试水平提高的重要手段。

## 5 结束语

为了及时地发现在电气自动化控制设备运行中的影响因素，提高设备的可靠性，选择合适的测试方法较为关键，因此，相关工作人员需要结合行业的发展方向以及设备的特点提高可靠性测试工作的准确性，并且善于对设备进行有效的评估，做出准确的判断，满足电气自动化控制设备的应用要求。

### 参考文献:

- [1] 肖志余. 电气自动化控制设备的可靠性与稳定性分析[J]. 时代汽车, 2024(09):41-43.
- [2] 郭建. 电厂电气自动化控制设备的可靠性应用分析[J]. 电器工业, 2023(07):62-65.
- [3] 蔺阳海. 提升轧钢厂电气自动化控制设备可靠性的策略探讨[J]. 冶金与材料, 2023,43(02):169-171.
- [4] 陈霞, 秦鑫. 电气自动化控制设备可靠性研究[J]. 电子测试, 2022,36(20):127-129.
- [5] 王灿. 电气自动化控制设备可靠性测试的策略[J]. 智能建筑与智慧城市, 2022(09):100-102.