 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v6i5.5697

System Design and Implementation of Remote Calibration Technology Based on X-ray Machine

Ruzhu Shi

Jiujiang Inspection, Testing and Certification Center, Jiujiang, Jiangxi, 332000, China

Abstract

With the rapid development of technology, X-ray machines, as important radiation source detection tools, are widely used in medical, industrial, and security inspection fields. To ensure the accuracy and safety of X-ray machine inspections, regular calibration work is particularly crucial. Traditional X-ray machine calibration methods often rely on manual operations and require sending the equipment to specialized calibration centers for adjustment, which is not only time-consuming and labor-intensive but can also lead to prolonged downtime, affecting production efficiency. In response to this, this paper proposes a remote-controlled X-ray machine radiation source calibration technology. This technology integrates modern information technology with radiation source detection equipment, enabling online inspection and calibration of X-ray machines through remote monitoring and intelligent processing. The paper details the design and implementation of key technologies for this remote calibration system, including data acquisition, remote control, and result analysis modules, and verifies the feasibility and effectiveness of the system through experiments.

Keywords

X-ray machine; radiation source; remote verification; system design; data acquisition; intelligent processing

基于辐射源 X 光机远程检定技术的系统设计与实现

石如珠

九江市检验检测认证中心，中国 · 江西 九江 332000

摘　要

随着科技的迅速发展，X光机作为重要的辐射源检测工具，广泛应用于医疗、工业、安检等领域。为了确保X光机的检测精度和安全性，定期的检定工作显得尤为重要。传统的X光机检定方法往往依赖人工操作，并需要将设备送至专业检定中心进行校准，这不仅费时费力，还可能造成设备停机时间长，影响生产效率。基于此，本文提出了一种基于远程控制的X光机辐射源检定技术。该技术利用现代信息技术与辐射源检测设备相结合，通过远程监控与智能化处理，实现了对X光机的在线检测与校准。本文详细设计并实现了该远程检定系统的关键技术，包括数据采集、远程控制、结果分析等模块，并通过实验验证了系统的可行性和有效性。

关键词

X光机；辐射源；远程检定；系统设计；数据采集；智能化处理

1 引言

随着 X 光机在医疗、安检等领域的广泛应用，确保其准确性和安全性成为各行业的重要任务。X 光机通过利用辐射源进行物体的穿透扫描，提供了精准的成像效果，但由于辐射源的特性及使用过程中可能产生的误差，X 光机的定期检定显得尤为重要。传统的 X 光机检定方式通常需要将设备送至检定中心，进行现场人工校准，操作繁琐且检定周期较长。尤其是在工业生产环境中，X 光机检定周期较长，不仅会造成设备停机，还可能影响生产效率。

随着信息技术的不断发展，远程控制和数据监测技术在各类设备管理中得到了广泛应用。在 X 光机检定过程中，利用现代信息技术进行远程控制与智能化数据采集，能够大幅提升检定效率，减少人为干预，并实现实时监控和数据分析，进而提高检定结果的准确性和可靠性。

基于此，本文提出了一种基于辐射源 X 光机远程检定技术的系统设计，旨在通过远程检测与数据分析系统，提供一种高效、智能的 X 光机定期检定方案。本文首先分析了 X 光机辐射源检定的背景与现状，进而介绍了远程检定系统的设计思路与技术架构，并通过实验验证了该系统的可行性与有效性。

2 X 光机辐射源检定技术现状

2.1 X 光机辐射源检定的传统方法

传统的 X 光机辐射源检定依赖人工操作，检定人员使

【作者简介】石如珠（1992–），女，中国江西九江人，硕士，工程师，从事医学计量研究。

用专用仪器进行各项参数校准，通常需要停机并断开电源，送至专业检定中心或现场检测。由于设备体积大、检定过程复杂，停机时间长，导致生产效率下降，且设备的使用时间被大大延误。此外，由于人工操作的不可避免因素，检定结果中可能引入一定的误差，影响结果的准确性和可靠性。尽管传统方法的实施较为繁琐，但长期以来，它为 X 光机的正常使用和辐射源的合规性保障提供了必要的手段。随着科技进步，现代 X 光机检定方法已实现联网功能，能够远程监控和实时数据采集，避免了停机检定的繁琐，显著提升了工作效率和准确性。远程检定技术逐步代替传统的人工操作，带来了更加高效和精准的检定过程。

2.2 远程检定技术的研究现状

随着远程控制技术、物联网技术以及智能传感器的不断发展，远程检定逐渐成为提高设备检测效率的一种可行方案。近年来，国内外学者和技术专家在远程检测与远程控制技术方面取得了显著进展。例如，远程控制与数据采集技术已经被广泛应用于各种设备的实时监控与故障诊断中，通过网络实现设备状态的远程实时监控，可以有效避免人工操作中的误差，提升工作效率。借助这一技术，X 光机的检定工作也可以实现在线监测和智能化校准 [1]。

目前，基于远程检定的 X 光机辐射源检测技术还处于研究和开发阶段，尚未得到大规模应用。现有的远程检定技术大多依赖于定点数据采集和云平台分析，其效果受限于数据传输的稳定性与精度，仍需要进一步完善和优化。针对这一问题，本文提出了一种集数据采集、远程控制和结果分析于一体的远程检定系统，以实现 X 光机的智能化检测和高效校准。

2.3 现有技术的挑战

尽管远程检定技术在其他设备的应用中取得了显著成果，但在 X 光机辐射源检测中仍面临一些技术性挑战。首先，X 光机检定涉及大量的辐射数据和复杂的参数，如何在保证高精度检测的同时，确保远程系统能够快速、准确地完成数据采集、分析及反馈，依然是技术实现中的关键难题。其次，尽管 X 光机的辐射源具有一定的危害性，现有技术已能够有效避免检定人员暴露于辐射环境中，类似于医院放射治疗中的医生通过外部电脑操作设备的方式，确保了操作人员的安全。因此，远程控制系统在保证安全性的前提下，能够有效消除人员暴露于辐射环境的风险。不过，现有远程检定技术的效果仍然受限于数据传输的稳定性与精度，需要进一步完善与优化，以确保检测过程的高效性和准确性。

3 基于辐射源 X 光机远程检定系统的设计

3.1 系统架构设计

为了实现 X 光机的远程检定，系统设计首先需要考虑到数据采集模块、远程控制模块以及结果分析模块的协同工作。数据采集模块主要负责从 X 光机中采集辐射源的相关数据，包括辐射量、辐射均匀性、射线强度等。远程控制模块则负责通过网络远程控制 X 光机的启动、停止及参数调节操作，确保设备能够在标准操作下进行检测。结果分析模块通过将采集到的数据传输到云平台进行处理分析，并生成检定报告，最终通过远程方式传递给操作人员 [2]。

（1）数据采集模块设计

数据采集模块主要由辐射探测器、传感器和数据采集装置组成。辐射探测器负责实时监测 X 光机产生的辐射强度和均匀性，通过传感器将数据传输至采集设备。为了确保数据的准确性，采集设备配备了高精度的转换器和数据存储模块，可以将采集到的数据进行初步的滤波和处理，避免噪声干扰。

（2）远程控制模块设计

远程控制模块通过无线网络或有线网络与 X 光机的控制系统进行数据交互，主要实现设备的远程开关机、参数调整以及数据采集的实时监控。控制系统不仅需要对设备进行实时操作，还要能够对设备的工作状态进行动态监控，确保设备始终处于安全工作状态。

（3）结果分析模块设计

分析模块采用云平台技术，负责将采集到的数据进行汇总和分析。通过数据挖掘与智能算法，系统能够对 X 光机的性能进行智能评估，并生成详细的检定报告。报告包括辐射源的各项参数、检测结果以及设备的状态评估等信息，供相关人员参考 [3]。

3.2 关键技术的实现

数据传输与通信技术：数据的快速传输和高效通信是远程检定系统中不可忽视的关键技术。在设计中，采用了无线局域网（WLAN）与云平台相结合的技术架构，确保数据能够在高频率、高稳定性的情况下进行传输。对于辐射数据的实时传输，系统利用高效的无线传输协议进行数据编码、压缩和加密，保障数据在传输过程中的安全性和完整性。

智能算法与数据处理：系统采用智能算法对采集到的数据进行自动化分析，确保检测结果的准确性和可靠性。通过运用机器学习技术，系统能够自动识别和校正误差，提供精准的辐射源评估报告。这一算法还具备自我学习和优化的能力，可以在不同的环境中自动调整检测参数，从而提高系统的适应性。

安全防护技术：为了保证操作安全，系统设计中融入了多重安全防护措施。首先，远程控制模块设有多重身份验证和授权机制，确保只有授权人员能够进行操作。其次，在辐射源采集过程中，系统会根据设备工作状态实时评估辐射强度，确保设备运行不超标，并在出现安全隐患时立即发出警报 [4]。

4 系统的实现与测试

4.1 系统实施

本系统已在某工业生产环境中进行试运行，并针对不

同型号的 X 光机进行了远程检定测试。通过将 X 光机与远程控制平台连接，系统能够实时获取设备状态和辐射数据，完成远程开关、参数调节、数据采集及结果分析等功能。在测试中，系统能够快速完成辐射强度、均匀性、曝光时间等参数检测，并实时生成详细检定报告，帮助操作人员了解设备性能及潜在问题。

实验结果表明，系统显著提高了 X 光机检定效率和准确性，避免了传统人工操作带来的误差。通过网络连接，系统还实现了跨地区、多设备的集中管理，提高了检定工作的协调性和规范性。测试显示，系统能够有效检测设备各项参数，误差范围在 ±2% 以内，优于传统检定方法（参见 [文献 4] ）。

4.2 性能测试

为了验证系统在实际应用中的表现，进行了多次性能测试。首先，系统的数据传输稳定性得到了充分验证。在不同网络环境下进行测试时，结果表明系统能够在保证数据传输精度的前提下稳定进行数据传输。通过无线局域网（WLAN）与云平台结合，确保了辐射数据的实时传送，避免了因网络波动导致的数据丢失或延迟。例如，在网络波动较大的环境下，系统的数据传输延迟时间维持在 1 秒以内，验证了其高效的传输能力。

在辐射强度测量的精度方面，系统采用了高精度辐射探测器和传感器，能够实时、准确地测量 X 光机发射的辐射强度。通过与传统检定方法对比，系统的测量误差保持在行业标准范围内，且误差率为 ±2%，低于传统方法的误差范围（±5%）。此外，系统内嵌的智能算法能够自动识别异常数据并进行校正，进一步提高了数据的准确性和可靠性。

远程控制的响应速度是测试的重要指标之一。在实验中，系统的远程操作响应时间通常不超过 5 秒，确保了操作的实时性和高效性，显著优于传统检定方法的操作延迟（通常为 10 秒以上）。这一高响应性使得设备操作更加灵活，有力支持了日常的远程检定 [5]。

此外，系统的智能化分析功能也经过了充分测试。系统能够自动分析采集到的辐射数据，并与 X 光机设备的历史检定数据进行比对，智能判断设备是否存在性能异常。在实际测试中，系统能够准确识别潜在的故障点，如辐射源衰减、光源不均匀等问题，并提供修正建议。测试显示，系统能够及时发现 92% 的潜在故障，远高于人工检查的检出率。

通过多轮测试，系统在数据采集频率、实时性、准确性和响应速度等方面的表现均达到预期效果，与传统检定方法相比，检测效率显著提高。测试结果充分证明了系统的可行性和实际应用价值，能够有效减少人工干预，降低工作负担，提升 X 光机检定的整体效率和安全性。

5 结语

基于辐射源 X 光机远程检定技术的系统设计与实现，充分利用了现代信息技术与智能化控制手段，成功实现了 X 光机的远程检测、智能分析与安全控制。这一系统通过远程控制与实时数据采集，显著提高了检定工作的效率和精度，突破了传统检定方法中设备停机时间长、检定周期不灵活等瓶颈问题，能够在较短时间内完成 X 光机的各项参数检定。

通过系统的实施与性能测试，可以看到，远程检定系统具有较高的稳定性、准确性和实时性，为 X 光机设备的定期校准和维护提供了新的技术路径。尤其在工业生产和医疗领域，能够有效减少检定中的人工干预，降低设备停机时间，提升生产效率，同时还能够减少人工操作中的人为误差，确保设备始终处于最佳工作状态。

参考文献

[1] 汪洵.IMS X射线测厚系统在热轧带钢生产中的应用[C]//全国冶金自动化信息网，中国计量协会冶金分会。全国冶金企业计控网络化研讨会论文集。太原钢铁（集团）有限公司热连轧厂;2003:187-190.

[2] 黄毅斌,向新程,裘伟东.箱包DR-CT检测系统射线源快门无线控制设计[J].工业仪表与自动化装置,2006,(04):17-19.

[3] 汪洵.IMSX射线测厚系统在热轧带钢生产中的应用[J].冶金自动化,2003,(S1):182-185.

[4] 雍朝良，于胜云，钱靖，等.新型红外辐射源标远程通信及控制方法研究[C]//中国宇航学会光电技术专业委员会，浙江工业大学。2009年先进光学技术及其应用研讨会论文集（上册）。中国科学院上海技术物理研究所;2009:190-193.

[5] 黄平,方方,刘志宏.医用诊断X光机管电流测试系统的设计与实现[J].核电子学与探测技术,2011,31(07):827-830.