

基于互联网+的自服务报修技术在火电厂中的应用研究

陈文超¹, 刘亚鹏², 孙继武³, 汪祖民¹

(1. 大连大学 信息工程学院, 辽宁 大连 116622; 2. 长春发电设备总厂, 长春 130033;

3. 长春工程学院 机电工程学院, 长春 130012)

摘要: 现代工业生产系统中, 如火力发电、水利、冶金矿业、交通隧道、散料码头等均由很多机器设备构成; 在生产运行过程中, 设备发生故障是客观存在的, 造成故障停机维修是设备管理的常态, 因此提高设备运行的安全性、可靠性、主动性, 降低维修费用, 促进安全生产和节能减排是工业生产系统中永恒的主题; 自服务报修技术通过在火电厂选择有效点并测量其物理量来建立所选有效点的阈值分时图, 运用自然科学原理, 基于云计算平台, 通过“互联网+”的方式, 建立了信息源、服务端及客户端的互联互通, 经过对大型工业化领域中各种机械维修方式的研究, 揭示了零件老化的判断规律; 自服务报修旨在替换国内外现有有识别设备老化的计划检修、点检定修及状态检修方法, 使机械零部件老化识别更加精确。

关键词: 设备故障; 自服务报修技术; “互联网+”; 零件老化

Application of Self-service Repairs in Power Plant Based on “Internet +”

Chen Wenchao¹, Liu Yapeng², Sun Jiwu³, Wang Zumin¹

(1. College of Information Engineering, Dalian University, Dalian 116622, China;

2. Changchun Generating Equipment Group, Changchun 130033, China;

3. School of Mechanical and Electrical Engineering, Changchun College of Engineering, Changchun 130021, China)

Abstract: Modern industrial production system, such as thermal power, water conservancy, metallurgy, mining, traffic tunnel and bulk terminal which are composed of a lot of machinery and equipment. In the process of production operation, equipment failure is objective existence, equipment management's normal is the equipment downtime maintenance. Improve the safety, reliability and initiative of the equipment operation, reduce maintenance costs, promote production safety, energy conservation and emission reduction is an eternal theme in industrial production system. Self-service repair choose effective point in power plant and measure its physical quantities to establish the threshold value time-sharing plans of effective point, base on cloud computing platform, use the principle of natural science, through the way of “Internet +”, set up information source, server-side and client-side connectivity, through researching many maintenance ways in the field of large industrial machinery to reveal the judgment rule of components aging. Self-service repairs aimed at replace schedule maintenance, productive maintenance and total productive maintenance abroad to judge equipment aging.

Keywords: equipment failure; self-service repair; “Internet +”; components aging

0 引言

20世纪90年代以来, 随着改革开放的不断深入和科学技术的迅猛发展, 经济全球化呈现出生产一体化、贸易一体化和金融一体化的新动态, 企业间的竞争也日益加剧, 这些都迫使企业不断的降低成本提高竞争力^[1]。从机械设备检修发展的时间上来看, 检修体制的发展变化基本上可分为3个阶段^[2-4]: 第一阶段(1950年以前)^[2], 这个阶段主要是以事后检修为主。这种检修方式是在设备出现故障不能运行时才停机大修,

这时采取维修要付出很大的维修费用, 并会产生严重的社会影响; 第二阶段(1950~1970年)^[3]是计划检修阶段。这种检修是以经验等来制定周期性的检修, 虽然在一定的程度上对设备的安全运行起作用, 但是由于检修手段和人员经验的限制, 往往会造成部分设备的过维修或者欠维修, 导致人力物力的分配不合理, 逐渐地不能满足现代电厂的需求; 第三阶段(1980年后)^[3]是状态检修阶段。由于电力设备朝着大型化、集成化、自动化的发展, 使得检修也变得复杂化。状态检修是根据状态监测所测的设备运行信息作为检修依据, 再根据故障诊断技术^[5]来分析判断设备运行出现的问题、发展趋势以及解决方案等并对其进行维修的, 即通过在线监测设备运行健康状况来安排检修, 它解决了检修中存在的过维修和欠维修的问题, 节约了一定的维修费用, 提高设备运行的可靠性, 但是在确认检测点有效性和判断零部件老化的手段上存在明显不足, 在维修的过程中较为被动, 没有达到提前预警的效果, 随着社会的进步和发展, 我们迫切需要一种在判断零部件老化的具体位置和具体位置上更精确的方法。

收稿日期: 2017-09-14; 修回日期: 2017-10-18。

作者简介: 陈文超(1992-), 男, 山西省大同市人, 硕士研究生, 主要从事智慧城市方向的研究。

孙继武(1957-), 男, 吉林省长春市人, 教授, 主要从事机械维修方向的研究。

汪祖民(1975-), 男, 河南省信阳市人, 教授, 主要从事智慧城市方向的研究。

当今时代，随着科技日新月异的发展，互联网技术^[6]以其独特的优势渗透到各个领域，本文介绍了一种新型检修技术，即基于“互联网+”的自服务报修技术。自服务报修技术是在点检定修及状态检修基础上进化的、运用数理统计、云计算等手段的、对零部件老化事件判断精确的、为维修工作服务的预知报修管理技术。自服务报修的基本流程如图 1 所示。

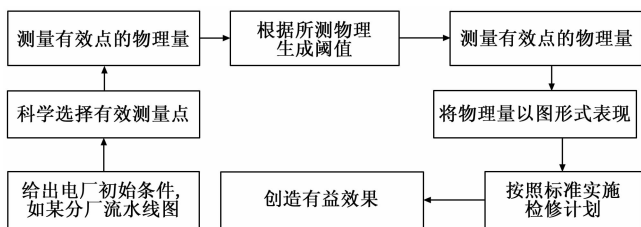


图 1 自服务报修工作的基本流程

1 基于“互联网+”的自服务报修技术工作原理

1.1 “互联网+”概述及其特点

在我国“互联网+”理念最早是于扬在 2012 年 11 月第五届移动互联网博览会上提出的。随后的 2014 年 11 月，在首届世界互联网大会上，我国国务院总理李克强同志出席该会议时指出，互联网是大众创业、万众创新的新工具，并且同时提出“互联网+”是创新 2.0 下的互联网发展的新业态，也是互联网形态演进及互联网催生的经济社会发展新形态^[7]。

“互联网+”就是将互联网与传统行业相联合，符号“+”意为加号，即代表着添加与联合，如“互联网+交通”、“互联网+医疗”、“互联网+金融”和“互联网+教育”等，就是将互联网与交通、医疗、金融和教育等行业联合和深度融合。

“互联网+”有六大特征，第一大特征是创新驱动，我国最早的资源驱动型是粗放型的，但是这种方式现在已经不能够继续下去，必须转变到创新驱动发展这条正确的道路上来，创新驱动这种方式能够很好的促进发展。用所谓的互联网思维来求变、自我革命，也更能发挥创新的力量。

第二大特征是跨行跨界融合，“+”就是跨界、变革、开放和重塑融合。“互联网+”应用比较多的是在传统行业，互联网和传统行业之间的跨度有时非常大，两者能够融合到一起是我们共同参与创新的结果。第三大特征是重塑结构，以前的社会结构、经济结构、文化结构和地缘结构，正在慢慢的被信息化、全球化、互联网化和资源化打破。“互联网+”社会治理、“互联网+”虚拟社会治理会是很大的不同。第四大特征是开放生态，“互联网+”是一种开放式的生态，“互联网+”的推进可以把制约创新的环节改善，让创业者有较多的机会去创新、去创造。第五大特征是尊重人性，人性是推动科技进步、生产力提升、经济增长、文化繁荣昌盛的最根本的力量。第六大特征是连接一切，连接一切应有层次，可连接性也是差别的，连接的价值是同样有较大差异，但是连接一切是“互联网+”的目标。

因互联网有开放、平等、互动等网络特性，“互联网+”理念便期望将互联网这些特性与传统产业相切合，通过改造传统产业的生产设计方式、产业产品结构等内容，来增强传统产业的经济动力，提升本厂的经济效益，从而促进国民经济健康有序快速发展^[8]。

1.2 基于“互联网+”的自服务报修技术

基于“互联网+”的自服务报修技术核心是获取测量的数据，数据获取通常是指对于目标设备所包含数据的转储，又可以按照转储形式分为物理（Physical）转储或逻辑（Logical）转储，其目的是尽可能全面的将物理设备当中包含的数据转储出来^[9]。而手持设备（这里主要指 Android 设备）要访问远程数据库，并将获取的数据经过公式计算重新上传至 Web 服务器，则先要利用 HTTP 协议发送 Request 请求给后台 Web 服务器，Web 服务器端 PHP 根据请求访问 My SQL 数据库服务器，并把读取的数据库内容封装或对客户端的响应封装成 JSON 格式，通过 HTTP 协议回传给 Android 终端，Android 终端再对 JSON 解析，并进行相关的 UI 处理^[10]，该过程如图 2 所示。利用互联网技术希望把全省乃至全国的多个电厂的同一型号设备的数据都获取到，并通过公式转化成以某一标准为基准的统一数据，再通过公式计算得到温度预警值，以便达到在最快的时间内对设备零部件的进行有效预警的愿望。

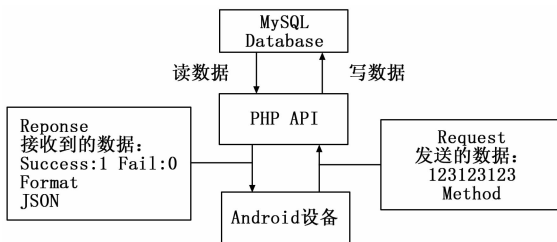


图 2 基于 JSON 的数据交互过程

2 基于“互联网+”的自服务报修技术在火电厂中的应用

火力发电在现代社会电力发展中仍占有主导地位，因此针对火电厂的设备故障预警具有重大意义。基于“互联网+”的自服务报修技术是在点检定修和状态检修的基础上升级的，通过测量机械设备上有效点的温度进而生成数据基准，根据温度超出数据基准与否来判断设备零部件老化程度，从而及时对机械设备发生的故障进行预警。

基于“互联网+”的自服务报修技术旨在对火电厂的机械设备进行故障预警，传统的机械设备故障检测方式是对机械设备上某几点进行温度测量，在测量的温度达到机械设备预设的报警值（国产机械设备理论报警值是 60℃，进口机械设备理论报警值是 80℃）时便停机维修，这种方法有时会引起极大危害，因为机械设备可能还没达到理论报警值就已经发生故障，对火电厂的安全生产有极大隐患。

而基于“互联网+”的自服务报修技术的检测方法是首先在火电厂中选择机械设备上的有效点（同一摩擦副或与该摩擦副接触与外界不再有热交互作用发生的热惯性大的点），然后用带有温度传感器的手持巡检仪对机械设备有效点进行温度测量，手持巡检仪内安装有自服务报修技术软件，接着自服务报修技术软件将测量的有效点温度通过互联网上传至云服务器，云服务器里嵌有一个数据模型，当足够多（一般为 20 组数据）的温度数据上传后，通过模型里的公式可计算得出该有效点的温度阈值，数据模型里的主要公式如下：

$$T_m = \bar{T}_i \pm k\sigma \quad (1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T}_i)^2}{n}} \quad (2)$$

$$\bar{T}_i = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} \quad (3)$$

其中: T_m 为温度阈值; $k\sigma$ 为置信概率特性值, k 取 1, 2, 3, 4; T_i 为手持巡检仪测量机械设备有效点的实际温度; n 为有效点温度数据的个数, 一般取 20;

数据模型会为每一个机械设备的有效点单独计算出一个阈值, 最后当测量有效点的温度超过之前生成的阈值便会报警, 报警会在自服务报修技术有效点阈值分时图里显示, 有效点阈值分时图可以用客户端(个人或企业的固定电脑和手持移动设备)进行查看, 当维修人员看到分时图出现报警点时, 便可以去现场对机械设备进行维修, 报警的机械设备此时其实还没有实际意义上的损坏, 只是有损坏的趋势即机械设备开始老化, 此时维修人员进行维修工作, 既不损坏机械设备又可以保证安全生产, 并且为机械设备将来的再制造提供一定物质前提, 因为机械设备表面损害越少, 再制造的难度越低。自服务报修技术有效点阈值分时图如图 3 所示。

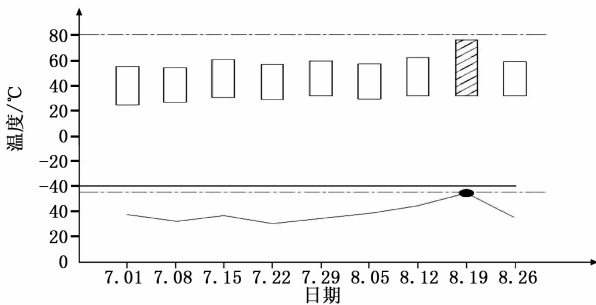


图 3 自服务报修技术有效点阈值分时图

图中横坐标的含义是有效点的测量日期, 纵坐标的单位是温度, 图片下半部分表示在所选日期内有效点的温差(有效点实际测量温度与其所在环境温度的差值)图, 其中的点划线表示有效点阈值线; 图片上半部分用矩形直观表示有效点实际测量温度和环境温度的值, 其中的点划线是按照该设备理论报警线确定的, 黑点表示当天有效点温差已经达到预警值, 需要报警并及时处理, 带有剖面线的矩形同样提醒该点应该多加注意。

当多个火电厂运用基于“互联网+”的自服务报修技术时, 那么多个电厂的相同型号设备的相同有效点的数据理论上是可以共用的, 但是由于所测机械设备所在地环境温度有所差异, 因此若本厂要运用其他火电厂相同型号设备的相同有效点的温度数据需要对其进行修正, 修正公式如下:

$$T_i' = T_i - T_X \quad (4)$$

其中: T_i' 为修正后的机械设备有效点温度数据; T_X 为温度修正值, 且:

$$T_X = T_A + T_B \quad (5)$$

式中, T_A 为所测机械设备所在地室外环境温度影响的修正值; T_B 为所测机械设备所在地室内环境温度影响的修正值;

$$T_A = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{2} \sin \frac{\pi}{6} (Y + \frac{D}{30} - 4 \frac{1}{2}) + \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \quad (6)$$

式中, T_{\max} 为所测机械设备所在地历史年平均温度最高值; T_{\min} 为所测机械设备所在地历史年平均温度最低值; Y 为某可测零件有效点采样月份; D 为某可测零件有效点采样日期;

$$T_B = (T_h - 20) \quad (7)$$

式中, T_h 为室内环境温度;

所测机械设备有效点在室外时 $T_B = 0$, 所测零件有效点在室内时 $T_A = 0$ 。

当某厂数据不足达到生成阈值线的标准时, 可快速利用其余厂相同设备的数据生成阈值, 当每天数据不断增加时则会修正阈值, 使得预知维修更加准确。

基于“互联网+”的自服务报修技术不仅在判断机械设备老化程度上有了明显改变, 而且改善了机械设备出现老化后的报修方式, 传统检测的报修方式是金字塔式, 即点检员发现问题后会报告领班, 领班确认问题后下达任务, 如果维修需要的零件缺少, 还需一级一级申报去采购零件, 过程繁琐且耽误时间, 具体如图 4 所示。针对传统检测的报修方式, 基于“互联网+”的自服务报修技术将报修方式进化为扁平化式, 火电厂所有人员在登陆自服务报修技术软件后会实时接收机械设备的报警信息, 即所有相关人员会同一时间获取故障信息以对故障信息作出相应措施, 具体如图 5 所示。基于“互联网+”的自服务报修技术改变了原有的报修方式, 使得报修过程更加准确高效。

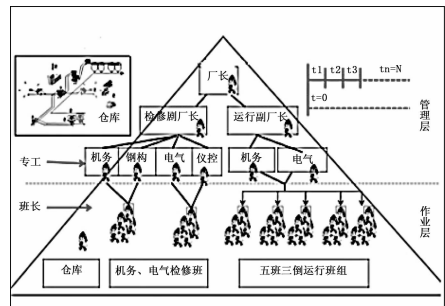


图 4 金字塔式工作流程

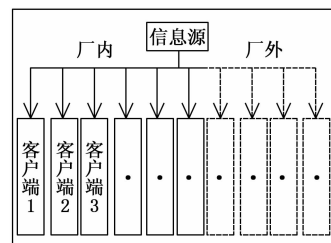


图 5 扁平化式工作流程

基于“互联网+”的自服务报修技术实现了由信息端(数据采集端)、服务端(大数据云计算、全球定位系统和云服务器)和客户端(个人或企业的固定电脑和手持移动设备)系统的良好合作, 将火电厂的作业层和管理层完美切合, 并加强了火电厂与其相关的设备零件制造商、上级主管单位和科研院校等的联系, 概念图如图 6 所示。

3 结论

针对我国目前工程机械维修行业的现状和对于工程机械行业的需求, 结合我国可持续发展的时代背景要求来看, 如

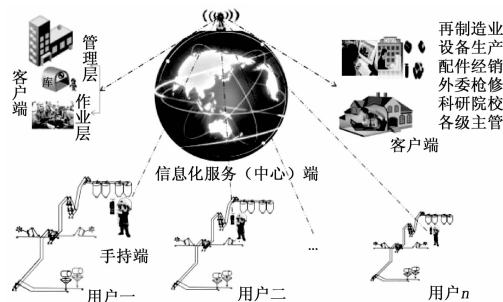


图 6 自服务报修技术概念图

何提高设备运行的安全性、可靠性、主动性，降低维修费用，促进安全生产和节能减排具有重要的意义。基于“互联网+”的自服务报修技术是一种高效低耗的新型维修技术，符合我国可持续发展的要求。本文通过对火电厂设备零部件有效点温度阈值的建立，介绍了一种识别机械零部件老化的自服务报修技术。该技术主要立足于纵横大数据的统计分析，当维修对象出现“潜在故障”时就进行预警、维修或更换，从而避免故障的发生。本技术中老化阈值的建立及与“互联网+”的应用，成为了减少维修工作量、节能减排、减少故障停机的倍增器。同时，本技术实现了维修信息传递的扁平化，达到了维修工作由繁到简的跨越；实现了由趋势化维修向阈值化预防维修的转变，达到了设备维修预防化；实现了由经验判断到科学判断的根本转变，达到了故障检测智能化、设备管理信息化。

互联网在国内外的快速发展及其相关技术的日益趋于成

(上接第 137 页)

边界值分析法对系统的测试用例进行了设计，进而对系统进行了功能测试和性能测试。

- 1) 系统首页包含了所有需求说明书上的功能按钮，且链接正常，可成功跳转到相应界面；
- 2) 在三维展示模块，红木家具 3D 展示真实，交互性好，能够有效地呈现产品的外型；
- 3) 在红木家具鉴别模块，鼠标点击红木家具图片相应位置可弹出此位置的光谱图等，用户体验度高；
- 4) 在 Jmeter 上对 WEB 端进行压力测试，系统运行良好且稳定；
- 5) 对项目接口在 Postman 里进行了自动化测试，并修改了测试脚本，系统运行稳定。

3 结论

本文提出的基于 3D 可视化技术和 NIRS 的红木家具展销系统的设计与实现，这种新型的红木家具销售模式可以很好的将红木家具产品更加真实有效的展现在客户面前，客户可根据自己的需求 360°全方位的查看家具的详细信息，并可通过鼠标点击图片操作来查看红木家具图片相应位置的光谱图，确保了线上线下的“一对一”。此方法的实现很好的冲击客户的眼球，激发客户的购买欲，进而提高了红木家具产品的销售率。

参考文献:

[1] 王伟荣, 姜丽红, 刘彦军. 家具产品的三维展示设计与实现 [D].

熟，将互联网用于国内电力系统是一种必然趋势。火电厂各环节要安全可靠运行都离不开设备的正常工作，基于“互联网+”的自服务报修技术是预防设备老化的关键，也是精确判断设备零部件老化程度的理想之路。

参考文献:

[1] 袁 炎. 对发电厂设备状态检修管理工作的探索及思考 [J]. 科技风, 2014 (17): 170-180.
 [2] 漆铭钧. 状态检修现状分析及发展趋势预测 [J]. 湖南电力, 2011, 31 (1): 100-120.
 [3] 王栋涛. 发电厂发电设备状态检修的研究 [D]. 济南: 山东大学, 2006.
 [4] 朱 钰, 陈瑞国, 郝建成. 浅谈电力设备状态检修 [J]. 东北电力技术, 2010, 3: 40-49.
 [5] 黄树红. 发电设备状态检修与诊断方法 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
 [6] International Telecommunication Union UIT. ITU Internet Reports. 2005: The Internet of Things [R]. 2005.
 [7] 李克强. 推动产业结构迈向中高端 [EB/OL]. (2015-03-05) [2015-03-20]. http://www.gov.cn/guowuyuan/2015-03/05/content_2826438.html.
 [8] 于 扬. 所有传统和服务应该被互联网改变 [EB/OL]. (2012-11-14) [2015-03-20]. <http://tech.qq.com/a/20121114/000080.htm>.
 [9] 赵 凯. Android 系统取证关键技术研究 [D]. 南宁: 广西民族大学, 2015.
 [10] 龚成莹. 基于 JSON 的 Android 移动终端与 PHP 及 My SQL 数据通信 [J]. 工业仪表与自动化装置, 2013, 1: 63-70.

上海: 上海交通大学软件学院, 2012.
 [2] 盛 桥. 家具销售企业产品网络化销售模式及其系统研究 [D]. 重庆: 重庆大学, 2004: 15-16.
 [3] Chaffer J, Swedberg K. jQuery 基础教程 (第四版) [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2013.
 [4] 苏慧明. 基于 Web 3D 技术虚拟现实展示设计的研究——以家具展示为例 [D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2011: 25-26.
 [5] 梁东莺, 高 潮. 云计算及其应用 [J]. 计算机测量与控制, 2011 (8): 22-23.
 [6] 赵 然, 陈 璟. 基于对象全景图片的互动三维商品网络展示 [J]. 中国传媒科技, 2012 (24): 200-201.
 [7] 高长青, 唐 平. 基于 Java 3D 的虚拟产品网上展示接口技术研究 [D]. 广州: 广东工业大学, 2011: 51-56.
 [8] 洪英汉, 周少君. 基于 Web 的产品 3D 展示技术的研究与实现 [J]. 现代计算机, 2014 (9): 53-56.
 [9] 刘西杰, 柳 林. HTML、CSS、JavaScript 网页制作从入门到精通 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2012.
 [10] 洪胜杰, 顾玉琦, 寿国忠. 移动近红外珍稀木材鉴别云服务系统的设计与实现 [J]. 计算机应用与软件, 2017, 34 (1): 214-217.
 [11] 邓文生, 马王俊. Java 3D 扩展鼠标交互功能的研究与实现 [J]. 计算机仿真, 2007 (3): 176-179.
 [12] Shou G, Zhang W, Gu Y, et al. Application of near infrared spectroscopy for discrimination of similar rare woods in the Chinese market [J]. Journal of Near Infrared Spectroscopy, 2014, 22 (6): 423-432.