

Vacuum Ejector System of Efficient and Environment-Friendly

Qizhi Xie

Lianyungang Jiusheng Auxiliary Power Co. Ltd., Lianyungang Jiangsu
Email: lyjsdl@163.com

Received: Mar. 26th, 2020; accepted: Apr. 2nd, 2020; published: Apr. 10th, 2020

Abstract

The new type of high efficient and environment-protecting multi-channel water-jet air ejector is a key equipment for condenser vacuum system in thermal power plants and other vacuuming uses. In this paper, a high efficient environment-protecting multi-channel water-jet air ejector system is successfully established in order to realize the functions reliably, ensure quality, and meet new vacuuming requirements. Based on mature technology, the system is established by innovating processing technology and improving the designing idea. During the establishment of the system, anti-noise structure, monitoring terminal, gas filling controlling system, malfunction prediction and health management based on cloud computing and APP in the user's mobile phones have been researched and designed, thus the system is highly reliable, intelligent and energy-saving.

Keywords

Vacuum Ejector Suction Device, Efficient and Environmental Protection, Multichannel

高效环保型多通道真空射水抽气系统

谢其志

连云港久盛电力辅机有限公司, 江苏 连云港
Email: lyjsdl@163.com

收稿日期: 2020年3月26日; 录用日期: 2020年4月2日; 发布日期: 2020年4月10日

摘要

新型高效环保型多通道射水抽气器是火力发电厂汽轮机组抽吸凝气器真空和其它需要抽真空的一种关键设备。为了可靠的实现其功能、保证装置设备质量, 以适应新型抽吸真空任务的要求, 本文以成熟技术为基础, 通过创新加工工艺、改进设计思想, 对防噪音结构设计、监控终端设计、气体充装控制系统设计、基于云计算的故障预测与健康管理和用户手机客户端APP设计等模块进行研究, 成功建立高效环保型多通道真空射水抽气系统, 该系统高度安全可靠、智能、节能。

关键词

真空射水抽气装置, 高效环保, 多通道

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

进入二十一世纪以来, 我国的电力辅机设备生产技术获得长足进步, 需求不断增长, 设备制造、原料生产和制品加工形成了全套供应链体系, 其中射水抽气器的生产和应用发展尤为突出。随着国内真空技术应用领域的不断广泛普及, 各种真空获得设备的发展非常迅速[1] [2] [3]。

目前我国生产的各种真空泵型号、规格、性能参数基本上能满足我国真空应用发展的基本需要, 特别是老产品都在不断改进, 新产品不断开发, 取得了显著的成绩, 而且满足了各行业不同的工艺需求[4]-[11]。本研究主要是针对结构改进、控制系统设计和软件系统设计三方面内容, 研发高效的环保型的多通道的真空射水抽气的装置。具体包含: ① 结构改进创新设计。包含加装自动单向阀、加设防噪罩、采用新的流体通道等。以及生产工艺创新和应用创新。② 控制系统设计。包括监控终端设计, 气体充装控制系统设计。③ 软件系统设计。包括基于云计算的故障预测与健康管理的用户手机客户端 APP 设计。

2. 结构改进创新设计

2.1. 工作原理

多通道真空射水抽气装置的工作原理为: 来自射水泵的具有一定压力的工作水经过水室进入喷嘴, 喷嘴将压力水的压力转变为动能, 水流从喷嘴高速喷出, 卷吸空气, 使空气吸入室产生高度真空, 抽出凝汽器内的汽、气混合物, 一起进入扩散管, 水流速度减慢, 压力逐渐升高, 最后以略高于大气压的压力排出扩散管。高效环保型多通道真空射水抽气装置, 结构示意图如图 1 所示。

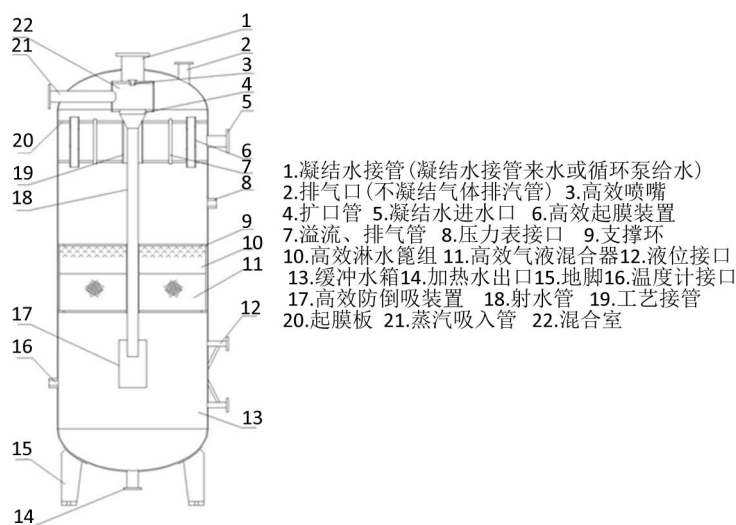


Figure 1. Structural sketch

图 1. 结构示意图

采用两个工作喷头，两个工作喷头安装在工作室内部一端，两个工作喷头的尾部正对连接工作室的工作介质进口，水介质从工作介质进口内进入工作喷头中，工作室内部的另一端连接两个喉管的一端，两个工作喷头的喷嘴分别正对两个喉管的入口，工作喷头的喷嘴将介质喷入喉管内，工作室外表面连接进气口，气体从进气口进入工作室内部，进气口的口部安装有单向阀，保证气体单向从进气口进入工作室内部，喉管置于防噪罩内，喉管另一端连接喉管出气室，喉管出气室表面设置有余速抽气口。传统的机组由于管道和壳体不严密，空气就会渐入，从而破坏凝汽器真空，危及气轮机的安全经济运行。同时，空气在凝汽器中的分压力增加，致使凝结水的溶氧量增加，从而加剧对热力设备及管道的腐蚀，空气的存在还增大凝汽器中的传热热阻，影响循环冷却水对气轮机排气的冷却，增加厂用电消耗。因此在凝汽器运行时，必须不断的抽出其中的空气。

2.2. 结构改进

工作室中的水以最少的水量，裹吸最多的气体，达到低耗高效的条件。不存在动静体的磨损，使用寿命长。对水质的要求较低，能有效消除噪音。新型喷头内部角度采用特殊设计，具有雾化效果好，裹吸能力强，能达到水量少，裹吸气体多的优点。新型喷头内部中心距较精确，精度、光滑度较高，使水均匀喷出，不存在动静体磨损。新型喷头采用优质不锈钢，抗腐蚀性较强，对水质，水温度要求不高。当射水泵发生故障时，可以防止水和空气倒流入凝汽器。新型防噪罩的优点是能有效的消除汽水混合后的噪音，同时又能达到隔热效果。射水抽气系统既能保证进入射水抽气器内的水体温度符合工艺指标，亦不会造成水体的排放和浪费，整个抽气系统的运行成本降低。

3. 控制系统设计

本研究产品配置有 APP 终端检测装置。检测装置主要由手机 APP 客户端、监控终端、压缩气充装控制系统、后台数据存储及云计算平台四部分构成。

设备装置使用户通过手机客户端能够实时知晓射水抽气装置状况并由此判断是否需要装置进行维护保养。此外用户还可以通过客户端向质监局或交管局反应所遇问题，并能接收来自质监局或相关部门的信息推送。监控终端具有全球唯一 ID，其能够记录装置的所有信息，如生产日期、装气量、上次检测日期等。此外，监控终端能够实时记录气压、温度、震动强度、位置等信息，并通过移动网络将数据传输至数据服务器。紧急情况下监控终端可以强制关闭气瓶，来保障驾驶人员安全。充装控制系统通过加气员手持的电子标签识别终端识别监控终端 ID 编号，并通过因特网获取装置的检修 II 期以及健康状况。通过这些数据，控制系统判断是否为装置充气，并将充气信息上传至数据服务器。对于没有电子标签或者不符合充气要求的装置，系统拒绝为其充气，降低充气过程中发生危险的概率。监控终端结构如图 2 所示。

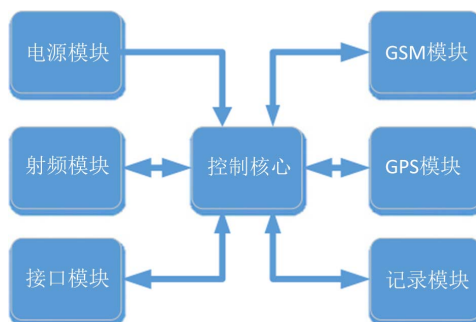


Figure 2. Monitoring terminal structure diagram
图 2. 监控终端结构图

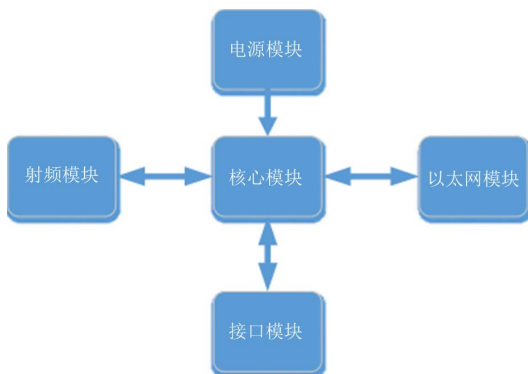


Figure 3. Gas filling control system structure diagram
图 3. 气体充装控制系统结构图

后台数据存储及云计算平台用于收集并记录监控终端以及充装控制系统发送来的气瓶数据，云计算平台对海量数据进行分析处理，采用智能学习算法，实现对装置运行状态的预测，并通过网络将装置状态信息推送到用户手机客户端，让用户及时了解装置的健康状况。主要技术及性能指标：① 通过 GSM 网络获取装置状态信息，保证信息的实时性；② 通过 GPS 定位功能，快速获取故障装置位置信息；③ 能够非人为控制装置开关状态，保障人员安全；④ 通过云计算平台进行大数据处理，预测装置健康状况。气体充装控制系统结构，如图 3 所示。各模块的作用，如表 1 所示。监控终端硬件电路，如图 4 所示。

Table 1. List of module functions
表 1. 模块作用一览表

模块名称	作用
电源模块	为控制核心以及其他模块供电
射频模块	存储终端 ID，并接受外部读卡设备访问
接口模块	获取参数数据并对阀门进行控制
记录模块	实时记录各类信息，便于本地获取状况
GPS 模块	定位位置
GSM 模块	使控制终端能够同远程服务器进行通信
控制核心	进行数据处理，并控制各种模块工作

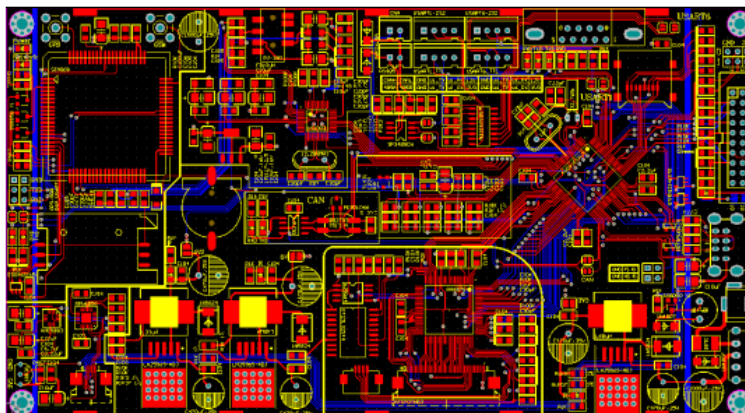


Figure 4. Monitor terminal hardware circuit diagram
图 4. 监控终端硬件电路图

4. 软件系统设计

4.1. 基于云计算的故障预测与健康管理

PHM 系统一般应具备故障检测、故障隔离、故障诊断、性能检测、故障预测、健康管理、部件寿命追踪等能力，通过联合分布式信息系统(JDIS)与自主保障系统交联。

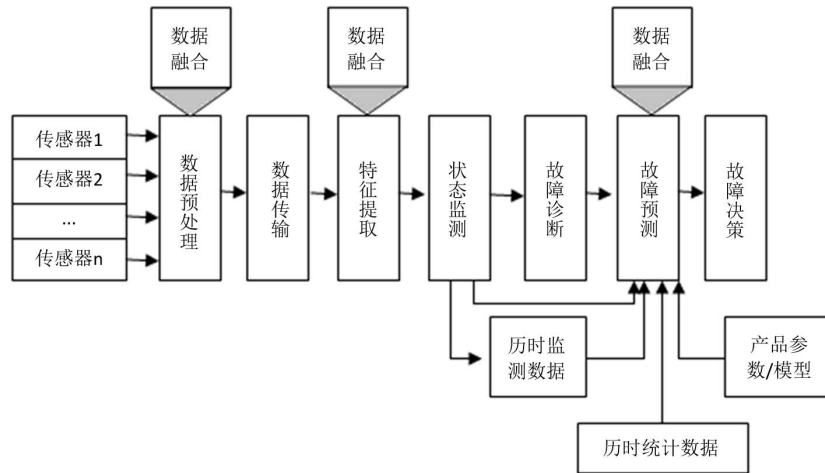


Figure 5. Process diagram of typical fault diagnosis and prediction
图 5. 典型的故障诊断与预测流程图

大多数故障诊断与故障预测工具都具有领域相关的特点。采用开放式的体系结构(OSA)，方便各种故障诊断与预测方法的不断完善，实现即插即用，是系统实现 PHM 的一项关键技术。典型的故障诊断与预测流程，如图 5 所示。

4.2. 用户手机客户端 APP 设计

本研究手机客户端 APP 是基于 Android 系统开发的。信息推送流程如图 6 所示。Android 系统由于其开放性和丰富的硬件选择，广泛应用于手机、平板电脑等移动终端设备。在设计上，采用的是安全套接层(Secure Sockets Layer, SSL)技术保证其通信安全。SSL 协议采用公开密钥体制和 X.509 数字证书技术，既保证了数据通信的保密性、可靠性、防窃听、防伪造，部署又较简单。SSL 协议已成为互联网上保密通信的工业标准。

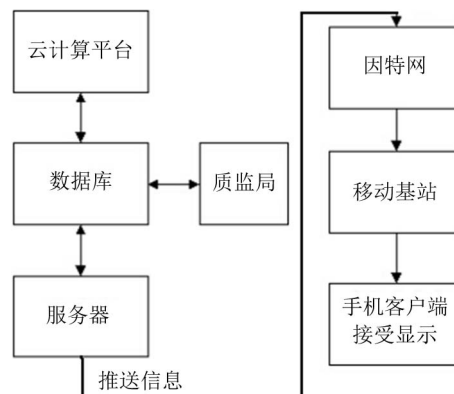


Figure 6. Information push flow chart
图 6. 信息推送流程图

5. 结论

本研究产品高效环保型多通道真空射水抽气装置使用时, 由来自射水泵的压力水, 通过喷嘴将压力能转变成动能, 以一定的速度从喷嘴喷出, 在真空室中形成高度真空。凝汽器中的气汽混合物通过进汽室时行真空室与水混合, 一起进入喉管(扩压管), 在喉管中将动能转变成压力能, 在略高于大气压的情况下随水流排出。由于在喉管中设有螺旋状导流板, 可以有效地防止汽水返流现象的发生, 有效地保证了机组的运行。

通过创新加工工艺, 在真空室上连接设有进气室和进水室, 进水室与真空室之间设有喷嘴, 真空室上还连接设有若干根喉管, 喉管的出水端与水箱连接, 其特点是: 喉管内设有螺旋状的导流板, 采用的具体技术方案是:

- 1) 喉管的管壁上设有吸声材料层。减少本研究装置在使用时发出的噪声。
- 2) 设有罩住所有喉管的防噪罩, 防噪罩由吸声材料制成。进一步减少本研究装置在使用时发出的噪声。
- 3) 在进水室内设有喇叭射流分配过滤网。使进入真空室内的水进行均匀分配, 同时还可过滤滤除杂质, 保证机组的正常运行。
- 4) 喷嘴为旋射流喷嘴。
- 5) 在真空室内设有连接在进气室上的气流分配盘, 气流上均匀设有若干个出气孔。使真空室内的气水混合均匀。
- 6) 喉管通过喇叭状收集管与真空室连接。
- 7) 在喉管的后端部上还连接设有余速抽气器。
- 8) 在水箱与进水室之间还设有回水管路。对水进行回收循环利用。
- 9) 在进汽室上设有自动止回阀。当射水泵发生故障时, 防止汽水倒流入凝汽器。

本文建立了高效环保型多通道真空射水抽气智能化系统。与现有技术相比, 本研究不仅具有高度安全可靠、智能节能特点, 而且能实现现场数据的实时监控、远距离数据交互。

基金项目

本研究由江苏省产学研前瞻性合作项目(BY2018222)支持。

参考文献

- [1] 王升龙, 索英杰, 杨善让, 等. 射水抽气器结构优化的试验研究[J]. 化工机械, 2016, 43(3): 287-291+340.
- [2] 何乃昌, 刘永佳, 杨小青. 一种新型节能环保多通道射水抽气器的研发[J]. 设计与分析, 2014(18): 112-113.
- [3] 薛凤娟. 气液两相喷射器的实验研究[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连理工大学, 2008.
- [4] 刘志强, 沈胜强, 李素芬. 喷射器一维设计理论的研究进展[J]. 热能动力工程, 2001, 16(3): 229-232.
- [5] 臧殿荣. 射水抽气器倒吸原因分析及处理[J]. 维护与修理, 2014(5): 30-31.
- [6] 杨黎斌. 射水抽气器改造的经济性评价[J]. 上海节能, 2014(9): 40-43.
- [7] 曾祥文, 陈明远, 曹镇海, 等. 汽轮机真空度不能维持的原因排查和处理[J]. 深冷技术, 2016(2): 57-59.
- [8] 任新, 张玄. 大型火力发电机组高效真空泵节能改造可行性研究[J]. 军民两用技术与产品, 2016(8): 125.
- [9] 王柏涛, 盛志钧, 彭勇超. 汽轮发电机组射水系统改造的技术方案[J]. 冶金动力, 2019(7): 53-54+56.
- [10] 屈彬彬, 张莉, 王富华. 考虑真空泵变工况影响的凝汽器性能数值计算[J]. 动力工程学报, 2018, 38(8): 640-644.
- [11] 王金伟, 胡希栓, 张向辉, 等. 液环抽真空系统的应用[J]. 水泥, 2017(4): 55-56.