

Application of an Intelligent Oil Lubrication and Anti Fouling Device for External Locking of a Speed-up Turnout Configuration in Railways

Handan Du

China Railway Fifth Survey and Design Institute Group Co., Ltd., Beijing, 102600, China

Abstract

The paper introduces an intelligent oil lubrication and anti fouling device for high-speed turnout hook type external locks that the author participated in research. It introduces the clean oil lubrication situation of the Chinese turnout external locking device, analyzes the existing problems, and introduces a new type of intelligent oil lubrication and anti fouling device for high-speed turnout hook type external locks that the author participated in research. The paper provides a detailed introduction to the design concept and product structure of the intelligent oil injection and anti fouling device system studied, and proposes a new approach through the introduction of research results in related areas. Moreover, as mature products have been developed through relevant research, the author also analyzed their application in railway construction design based on the effectiveness of their use.

Keywords

urban rail transit; external locking; intelligent oiling

一种提速道岔钩型外锁智能注油润滑及防污装置在铁路的应用

杜菡茜

中铁第五勘察设计院集团有限公司, 中国·北京 102600

摘要

论文介绍了作者参与研究的一种提速道岔钩型外锁智能注油润滑及防污装置, 对中国道岔外锁闭装置的清洁注油情况进行了介绍, 分析了其中存在的问题, 介绍笔者参与研究的一种新型提速道岔钩型外锁智能注油润滑及防污装置。论文对研究的智能注油及防污装置系统的设计理念, 产品结构组成做了详细的介绍, 对相关方面的研究结果的介绍提出一个新的思路。而且由于相关研究已经形成成熟的产品, 笔者还结合相关产品的使用效果, 分析了其在铁路施工设计中的应用。

关键词

提速道岔; 外锁闭; 智能注油

1 引言

目前道岔外锁闭装置的清洁和油润主要靠人工作业注油和采用非自动注油装置, 人工作业注油工作量大、质量难以保障且浪费较大; 非自动注油装置未做到按时注油, 浪费大, 对道岔污染严重, 且采用挤出式注油会对道岔本身造成故障, 所以新型的注油润滑及防污装置的研究是有必要的。

2 目前道岔外锁闭装置的清洁和注油情况

当前转辙机换轨系统, 大致分为全主机和主副机模式, 其中, 全主模式每一组都是独立的转辙机驱动锁闭杆; 主副

机模式中, 一台转辙机带动 1~2 台转换锁闭器, 也即采用一路液压(电力)动力驱动多组转换锁闭器的模式, 转换锁闭器带动锁闭杆左右移动, 从而推动锁闭杆两侧的锁钩锁闭和解锁, 如图 1 中的锁闭杆 A、B、C 及锁钩 A1、A2、B1、B2、C1、C2。

道岔转换时, 需要系统控制转辙机牵引锁闭杆左右移动, 实现轨道切换并锁定。在工作过程中, 受钢轨氧化、灰尘、泥沙、环境温湿度等综合影响, 一定受到摩擦阻力, 导致转辙机功率异常, 甚至故障, 因此, 需要对锁闭杆和锁钩进行润滑。

【作者简介】杜菡茜(1981-), 女, 中国重庆人, 硕士, 高级工程师, 从事铁路信号研究。

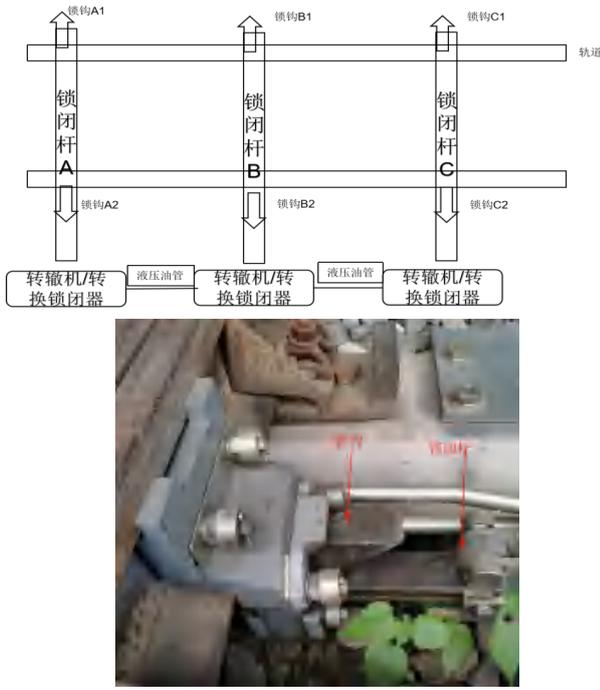


图1 转辙机外锁装置示意

现有技术大致分为如下两类：

- ①采用自然滴油方式，利用重力。方案缺点是易堵塞，浪费，油污严重，润滑效率低。
- ②采用抬臂方式，接触压力滴油。方案缺点是接触锁钩，有发生安全卡死锁钩的风险。

其缺点是通过人工定期进行维护，周期、工作量较大。

现有技术安全性差：接触结构注油方案，存在严重的安全风险。

自然滴油方案效果差，油污严重：有效注油比例可能不到 50%，锁钩未锁闭仍然注油，造成大量油污^[1]。

3 智能注油润滑及防污装置技术方案

高铁采用无砟轨道，运行车速快，安全要求较高，对轨道附件的装置有限高等技术规范要求，本自动注油技术方案如下。

3.1 装置组成

该润滑装置采用主副分离的结构方式，即该装置由一个主机，多个副机组成。主机与副机通过不锈钢波纹软管连接，主机安装在无砟轨道旁的混凝土地基上，采用预制螺母的技术，在混凝土上根植螺母，主机四角的螺丝固定孔用于固定主机，采用防松防脱螺栓结构，主机内置电控仓、油仓、电池仓。副机部署在钩型外锁锁闭框的螺柱上，采用支架支撑。副机整体结构呈“几”字形，副机内置锁钩探测组件、泵油头组件，“几”字结构可以起到防砂防异物的效果，保持锁钩洁净，如图 2 所示。



图2 装置总体安装示意图

3.2 系统工作原理

主机和副机是一对多的关系，一个主机，可连接驱动多个副机。

每个副机中的探测组件通过电控线连接到主机的电控仓内的主控板，并由主控 MCU 实时驱动探测驱动组件检查锁钩的位置。

润滑油需要浸润到锁钩上，才具备润滑效果，油量与浸润时间影响锁钩的工作状态，这取决于 MCU 的决策。电控仓的主控 MCU 自动学习锁钩运动规律，结合系统参数、润滑模型，决策各副机泵油的量和泵油的时间。

主控仓的泵油驱动组件，由一个或多个电控泵、驱动电路组成，主控 MCU 控制泵油组件泵油，润滑油由油仓经电控泵、波纹管内的油管、副机的泵油头泵出，润滑油滴落在锁闭状态下的锁钩上。

副机的泵油口靠近支架一侧，温湿度组件窗口靠近远离支架一侧，探测组件位于中间部位。

探测组件位于副机的底部，周围设计防尘导油槽，导油槽的出口朝向支架一侧，确保翻转时泵油口的油不污染探测组件。

副机探测组件采用超声探头，通过算法能够容忍轻度探头污染以及适应各种环境。

副机的温湿度组件采用数字式传感器。

主机的主控板由控制 MCU、电源管理、探测驱动、泵油驱动、通信组件组成。控制 MCU 负责搜集采集数据，运行自主学习算法，动态功耗管理，指令执行控制功能；电源管理平衡功耗、功率；探测驱动组驱动探测组件探测锁钩运动，并结合算法提高检测精度和准确度；通信组件负责射频信号收发、链路协议、组网、数据交互等功能。

主机电池仓，底部为一组弹头 pogo pin 顶针，侧边设计有卡位，可更换电池直插卡位在电池仓。

电动泵采用蠕动泵，具备高精度，抗阻塞特点；泵管采用抗油耐酸材质，如氟胶管。

3.3 通信组网方案

通信组件采用 lora 窄带通信方式，通信距离不低于 2km。通过 lora 控制终端，可实现对装置运行状态、运行数据的获取，也可实现对装置的固件升级、参数配置。通信组件采用标准 LoRaWan 协议，与周边部署 lora 网关互联，实

现远程通信。LoRaWan 网络拓扑如 3 所示。

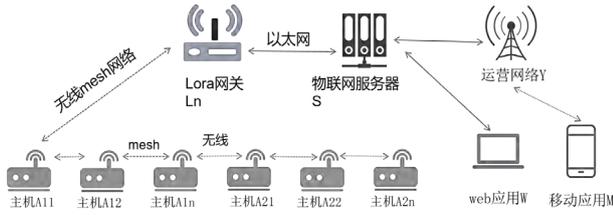


图 3 组网方式

每个主机 A，都是无线网状网络中的一个中继点，接收自己的信息，并负责转发其他节点的信息。

任意主机 An 的信息，通过一次或多次中继达到 Lora 网关 L，网关 L 将来自无线 mesh 网络的数据转换成以太网数据，同时将以以太网数据转换成无线 mesh 网络的数据。

物联网服务器 S 接收来自主机 A 的数据，这些数据包含主机 A 的状态信息、运行数据。物联网服务器具备设备管理、数据接收、数据存储、数据分发这四项基本能力^[2]。

对于远程控制场景，web 应用服务 W 通过内网或互联网接入物联网服务器 S，移动应用服务 M 通过运营商网络 Y 连接到物联网服务器 S。应用服务通过物联网服务器 S 获取主机 A 的信息，加以信息处理，展示设备状态，并将控制数据上传到物联网服务器 S，然后经 Lora 网关 L 达到主机 A。

主机 A 的控制系统采用低功耗架构，基于事件触发处理，基本运行逻辑如下：

没有任何任务时，关闭所有功能外锁，仅仅运行标准时钟，系统进入省电模式。

依据设置的固定时间泵油时间点，定时泵油，支持多组。

依据设置锁钩状态采集周期，每个周期执行一次锁钩状态检测、温湿度。

依据设置的锁钩转换频次表，决定是否在锁钩锁闭时注油。

依据设置参数与锁钩规律、当前温湿度，确定泵油量。

依据设定的通信周期，通过通信组件与服务器进行一次连接，上传状态数据。

按需执行服务器指令，并返回执行结果。

4 智能注油润滑及防污装置结构组成

4.1 主机详细组成

结构上，主机的主体和安装部件为一体设计，主机分为三个仓，分别是电控仓、油仓、电池仓（图 4）。油仓和电控仓共用一个上盖密封，分别位于主体的前部和中部。电控仓外侧，设计有射频天线结构，控制线和油管连接接口。油仓在侧面安装有油镜，方便观察油量；在上盖设计有加油口，加油口上安装 T 型螺纹的油盖，加油部件内置防丢装置，如约束钢丝绳。电池仓位于尾部，具备独立上盖，方便更换电池。电控仓，由主控板、泵油组件、距离探测驱动组件、

油位探测驱动组件组成。

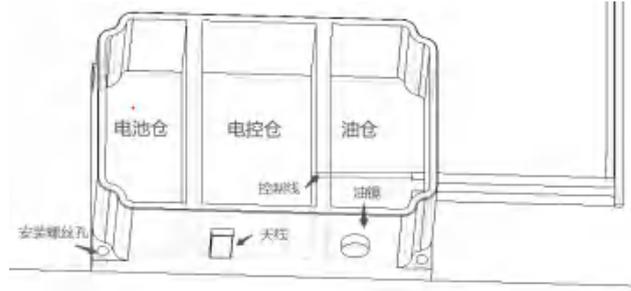


图 4 主机结构示意图

4.2 副机详细组成

结构上，副机由安装支架和主体两部分组成。主体呈“几”字形，主体底部有距离探测组件、温湿度组件和泵油头，探测组件的电控线和油管，均通过主体一侧的波纹管连接到主机（图 5）。支架用于将主体安装在锁闭框的固定螺栓上。主体与支架通过转轴连接，主体可向上翻转，主体与支架具有翻转限位特征，使其翻转角度小于 90°，保证主体在无外力作用下自动回位。

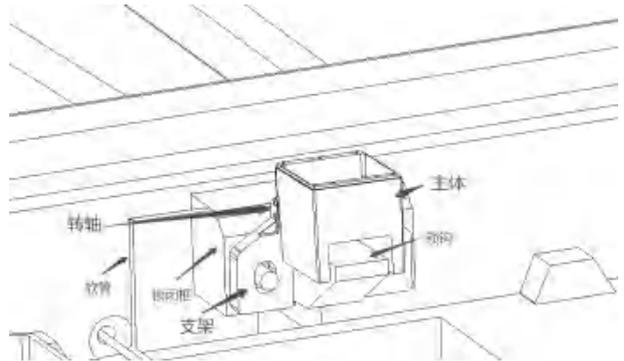


图 5 副机结构示意图

主机与副机连接的波纹管，通过在混凝土预制卡扣方式固定，确保安全。软管内部分别有电控线和软油管。软管从副机背面，沿锁闭框上进入副机主体。主机和副机主体可采用铝合金材质、不锈钢材质，副机支架采用强度较高的不锈钢材质^[1]。副机底部特征如图 6 所示。

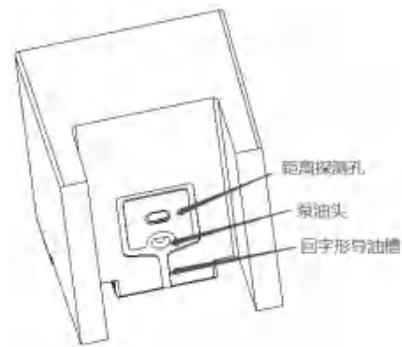


图 6 副机底部特征

5 智能注油润滑及防污装置实施效果

①安全性更高。高铁车速更高，技术规范要求更高，一方面，对于一体式的装置，在同等体积油箱、电仓、电控仓条件下，体积更大，也即安装在锁闭框上的装置体积会更大，这个地方在行车轨道旁边，既有限高约束要求，又有防松防脱风险，体积越大受到列车风阻越大，质量越大，造成的安全后果也越严重。但是润滑效果来说，一定需要在这个地方安装一个泵头才能更好地实现效果。另外，在安装位置一定，安装空间确定的情况下，一体化装置翻转后，高度更高，如果遇到意外情况一直处于翻转状态，会对行车造成影响，而分体后，体积很小，翻转后有更大的安全余量。因此，轻量化、小体积化锁闭框上的装置，能降低安全风险。

②一体化的方式，通信组件、控制主板等需要独立，本方案的主副结构，可共用通信、控制主板组件，有效降低成本。

③与利用重力自然滴油方式相比较，该方案采用了动力泵方式，不会因油中杂质造成堵塞；采用了智能控制方案，可做到按需可控润滑，避免了油料浪费和油污严重；通过润滑模型的建立，智能控制油量和泵油时机，润滑效率更高。

④与采用抬臂方式的注油装置相比较，该方案与现有铁路无机械、电力、信号直接接触，没有卡死锁钩的风险和干扰正常铁路系统的风险。

⑤该方案有效解决了工程定期进行维护，周期、工作量较大的痛点，实现了防砂防异物、润滑的自动化和智能化。方案提供了一种联网机制和状态上报机制，这使得装置运行和事件可集中在服务器端批量管理，无需像以前那样人工逐一维护锁钩，体现了自动化的特点。对于油量的和泵油的时机把控，由主控自主依据设置参数、润滑模型、采集的环境温湿度、锁钩状态综合决定，体现了智能特点^[4]。

6 结语

论文结合目前道岔外锁闭装置的情况和油润遇到的问题，通过对智能注油润滑及防污装置系统的分析，详细阐述了智能注油润滑及防污装置对解决这些问题做的工作，以及如何来解决这些问题，为外锁闭道岔注油及防污提供了一个新的思路。

参考文献

- [1] 万良元.外锁闭道岔转换设备维护及常见故障处理[J].铁道通信信号,2009,45(9):1-4.
- [2] 纪晏宁.电动液压道岔转换系统[M].北京:中国铁道出版社,2004.
- [3] 中国铁路总公司.高速铁路信号维护规则(技术标准部分)[S].北京:中国铁道出版社,2015.
- [4] 乔治.采用道岔外锁闭自动注油装置的优势[J].科技与创新,2015(10):1-2.