

On-Line Monitoring Instrument for Oil Pollution Degree of Coal Mine Reducer

Bo Pan, Bing Qu, Shuaishuai Pan

Shandong Xingyuan Mining Equipment Group Co. Ltd., Jining Shandong
Email: 191360790@QQ.com

Received: May 21st, 2018; accepted: Jun. 8th, 2018; published: Jun. 15th, 2018

Abstract

In order to improve the management level of related equipment, it is urgent to develop on-line pollution degree monitor of reducer oil in coal mine. In this paper, the oil pollution degree of reducer is taken as the monitoring object. According to the principle of photoelectric method, the oil pollution degree monitoring instrument is developed by using the principle of double optical path measurement and optical fiber sensing technology. The oil pollution degree monitor has the functions of temperature compensation, historical record storage, display and alarm. The hardware design and software design of the reducer oil pollution degree monitor are carried out, and finally the optical oil pollution degree tester is developed.

Keywords

Coal Mine Safety, Reducer, Oil Contamination, Optical Monitoring, Temperature Measurement

煤矿减速器油液污染度在线监测仪

潘波, 屈兵, 潘帅帅

山东星源矿山设备集团有限公司, 山东 济宁
Email: 191360790@QQ.com

收稿日期: 2018年5月21日; 录用日期: 2018年6月8日; 发布日期: 2018年6月15日

摘要

煤矿现场迫切需要研制减速器油液在线污染度监测仪来提高相关设备的管理水平。本文以减速器油液污染度为监测对象, 根据光电法原理, 采用双光路测量原理, 应用光纤传感技术, 研制油液污染度监测仪。该油液污染度监测仪具有温度补偿、历史记录存储、显示及报警功能。对减速器油液污染度监测仪进行

了硬件设计和软件设计，最终研制出光学式油液污染度测试仪。

关键词

煤矿安全，减速器，油液污染度，光学监测，温度测量

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

减速器在煤矿行业中应用十分广泛，是一种不可缺少的机械传动装置[1]。为了减少摩擦副作相对运动时引起的磨损，保证减速器正常运行，延长使用寿命，通常向运动表面之间加入润滑油[2]。然而润滑油中的污染颗粒会随油液一起进入啮合部位，造成齿轮磨损破坏；磨损颗粒又会加剧油液的污染，因此对减速器油液污染状况的测定成为工业领域的一个重要课题[3]。在国内，对减速器油液污染度的监测都是离线的。即从现场采集油液样品，送到实验室或利用昂贵的实验仪器进行测量[4]。但是，这种方法无法实时地告知设备管理人员是否应换油。而在国外，能够在线实时监测油液污染度的仪器寥寥无几，其价格高且技术保密[5] [6] [7] [8]。但通常都不能用来在线实时监测减速器油液的污染度。因此，针对减速器油液污染度的测量问题，急需研制一种能够在线实时监测减速器油液污染度的仪器。

本文采用光学法测量减速器油液污染度，采用光纤介质利用双光路测量原理完成减速器油液污染度的在线实时监测。

2. 系统设计

2.1. 系统原理

本文采用了电光法原理，提供了一种全新的思路为监测仪。传统的单光路测量原理被双路原理代替，传光介质采用光纤维，开发出污染度传感器，然后进一步开发出后端仪表，把污染度传感器输出信号进行分析处理，系统框图如图1所示。此监测仪的研制目标是工作在环境复杂的煤矿现场：

因此，监测仪的功能设计如下：

- 1) 采集含有油液污染的有效信号。
- 2) 处理污染度信号，并显示处理结果。
- 3) 储存监测结果。
- 4) 具有通讯功能。
- 5) 实时报警。

2.2. 总体方案

系统总体设计由两部分组成：传感子系统和后端仪表组成。其中，油液污染度信号由传感子系统测量，也对此信号进行除噪及滤波处理，并将油液污染度信号数据输出到后端仪表；后端仪表主要由处理器和AD转换器组成，完成数据采集、处理、传输和显示等功能。后端仪表对输入信号进行采集处理，经过计算，然后得到污染度等级。

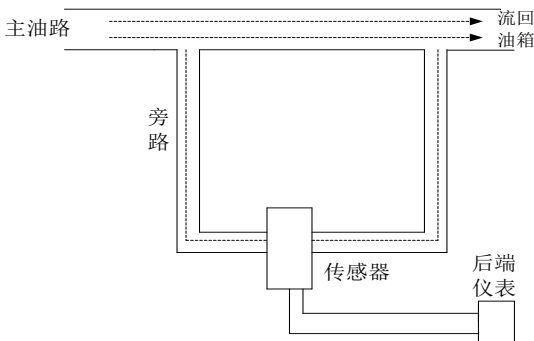


Figure 1. Schematic diagram of the overall design
图 1. 总体设计示意图

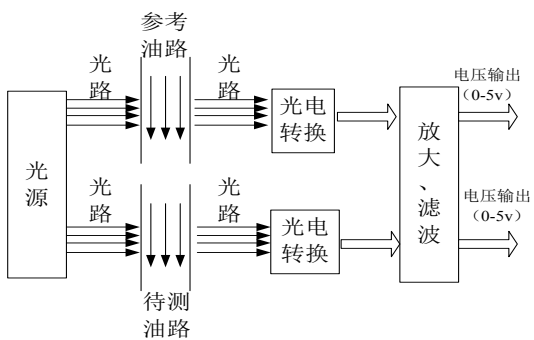


Figure 2. Structure map of the sensing subsystem
图 2. 传感子系统结构图

传感器子系统结构图如图 2 所示。在图 2 中，光源发出的两路光分别透过参考油路与待测油路，光电传感器把透射光进行转换，将光信号转换为电信号，并经过放大和滤波，得到的含有油液污染度(待测油路)的标准电压信号和参考油路的标准电压信号。系统整体要求光源要稳定，参考和待测油路的入射光的强度比值恒定，想要滤除干扰信号，就要对转换后的电信号进行放大，滤波处理。

后端仪表设计方案如图 3 所示。首先，前端的模拟信号经 A/D 转换器转化为数字信号；然后此数字信号经光电隔离后输入到单片机进行油液污染度分析处理，得到污染度等级值；最后，通过显示模块进行显示，若污染度值超限，则报警；由于温度影响油液污染的大小，所以一定要进行温度修正。

监测仪的电源模块由 9 V 直流电源供电，选择薄膜按键和液晶显示器作为人机交换界面。存储模块外扩 EEPROM 存储器，存储系统默认设置和监测的历史值；配备工业标准 RS-485 接口，与 PC 机进行数据的传输；报警模块采用蜂鸣器报警。

3. 硬件设计

3.1. 硬件设计内容

硬件设计的内容主要分为两个部分：

1) 温度传感器的选型与油液污染度传感器的研制：重点和难点是油液污染度传感器的设计，要选择适当的光源和光电转换器，设计信号放大和滤波电路。

如图 4 所示，采用 OP07 构成桥式电路测量 PT100 的电阻值变化，桥式电路由 TL431 恒流源作为恒流供电。U6 的 OP07 运算放大器构成二阶低通滤波电路。整个温度转换电路由 24 V 直流供电，由 LM7805 稳压块稳压到 +5 V 为运放提供正电压。MAX1681 为运放提供 -5 V 的电压。整体温度转换电路工作稳定，

分辨率为 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。

2) 后端仪表的电路设计：划分各功能模块，选择合适的元器件，创建好各个模块电路；最后设计出仪表原理电路图和电路板图，并加工出电路板，主电路图如图 5 所示。电路采用光耦隔离，整体数据采集电路运行稳定。

3.2. 温度传感器选型

温度传感器型号为 JWB/PT100/ $^{\circ}\text{C}$ ，该传感器的传感元件采用 PT100 铂热电阻。用铂制造的热电阻具有体形细长、热响应快、抗振动，使用寿命长等优点。随着温度的变化铂热电阻的阻值会变化，这就是热电阻测温法的测量原理。铂热电阻的温度 - 电阻对应关系为如下所示。

在 $0\sim 630.74^{\circ}\text{C}$ 范围内，

$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2)$$

式中， R_0, R_t 为铂热电阻在 0°C ， $t^{\circ}\text{C}$ 的阻值， A ——常数，

$$A = [\alpha(1 + \alpha/100^{\circ}\text{C})]$$

α ——电阻的温度系数，

δ ——表示偏离线性程度的系数。

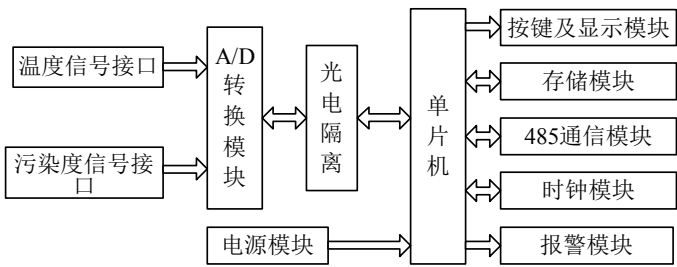


Figure 3. Design plan of the rear end instrument
图 3. 后端仪表的设计方案图

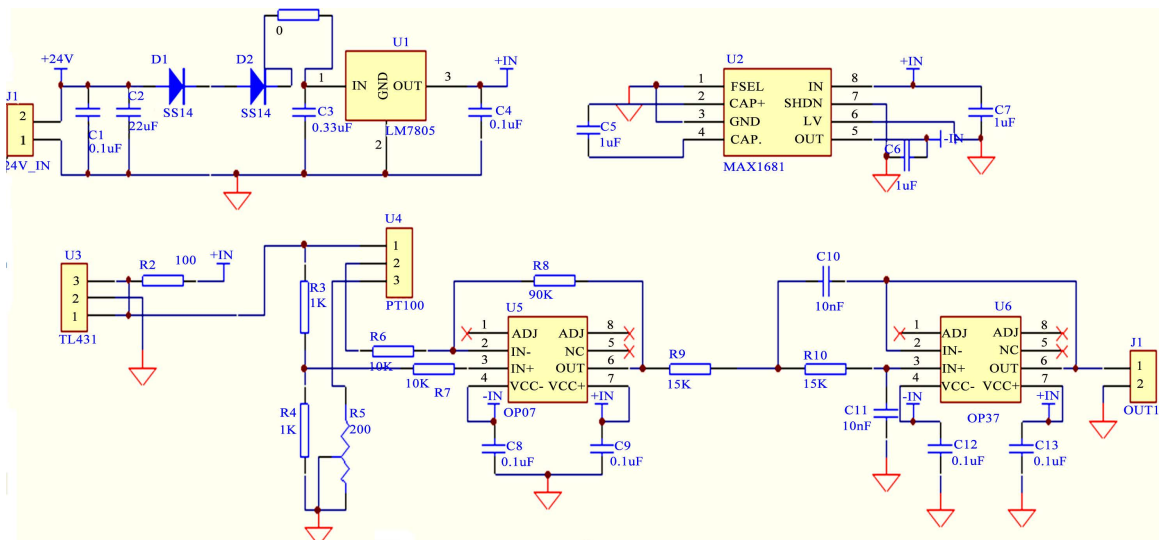


Figure 4. Temperature shift circuit diagram
图 4. 温度变送电路图

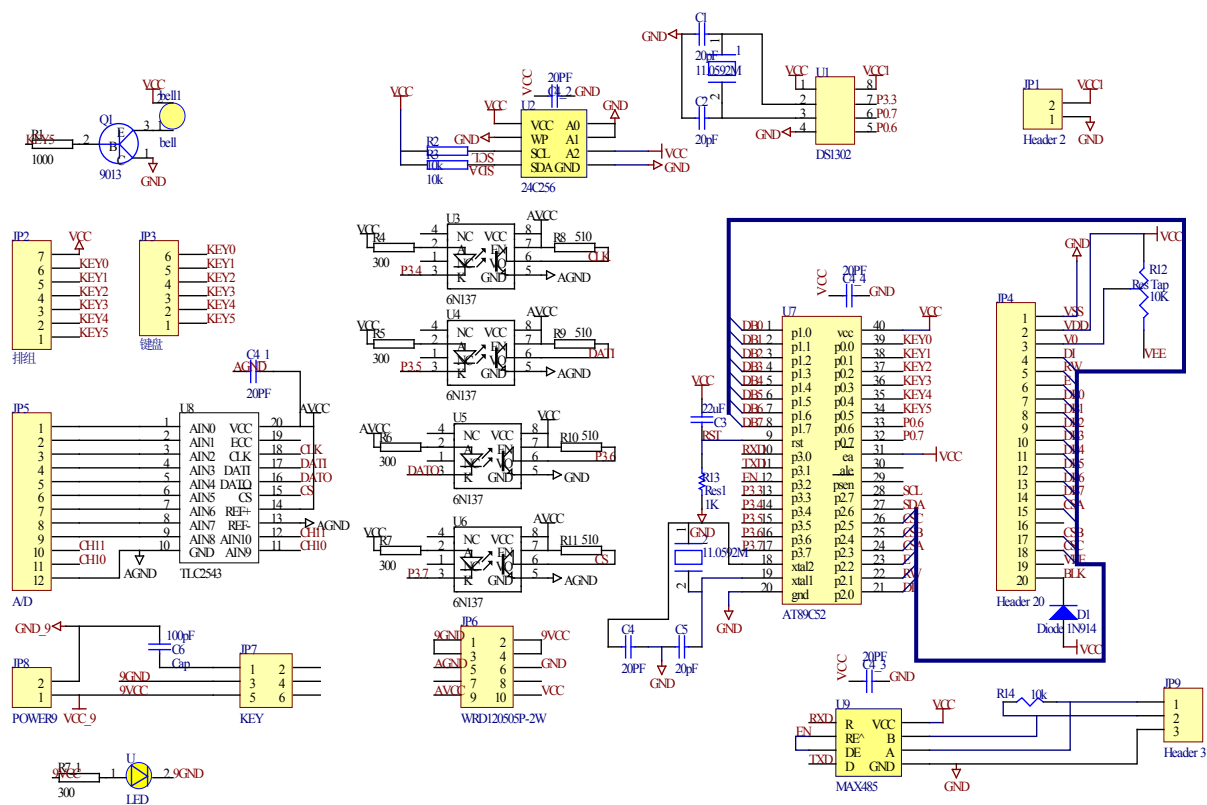


Figure 5. Main circuit

图 5. 主电路

1968 年国际温标规定, 市售的铂电阻温度传感器大都是传感器与变送器做成一体, 结构比较庞大。又因为井下减速器的结构紧凑, 空间有限, 无法采用市售的温度变送器。根据现场的情况, 采取了传感与变送相分离的方法, 将变送器做到主电路板上。减小了安装在减速器上的部分的体积。可以使传感器防砸、耐冲击。

安装时, 将 Pt100 的外引线穿过矿用高压胶管。接头端用销子固定, 这样可以有效地保护传感器外引线, 提高了引线的强度并且起到防砸的作用。

4. 软件设计

在设计系统软件之前, 必须要清楚系统定义。系统定义也就是系统说明, 要清楚地列出系统的各个部件与软件设计的有关特点, 并进行定义和说明, 明确系统的任务和要求, 全面了解系统, 以作为软件设计的根据。系统定义完成之后, 就可以根据系统实际的功能和要求绘制相应的流程图。当然绘制流程图时, 逻辑思路一定要清晰。

软件流程图具体如图 6 所示。上电后单片机复位, 仪表初始化, 这时仪器自检。启动监控主程序, 通过键盘接口开启中断。响应键盘中断程序, 测量温度及油液污染度参数后关中断。进行报警值设置, 数据存储过程。该程序具有报警及历史查询功能。测量结束返回监控主程序继续进行油液温度及污染度参数测量及报警。

实验过程得到结论: 减速器油液污染度在 NAS17 级以上具有可测性; 减速器油液的污染度报警等级为 NAS20 级。

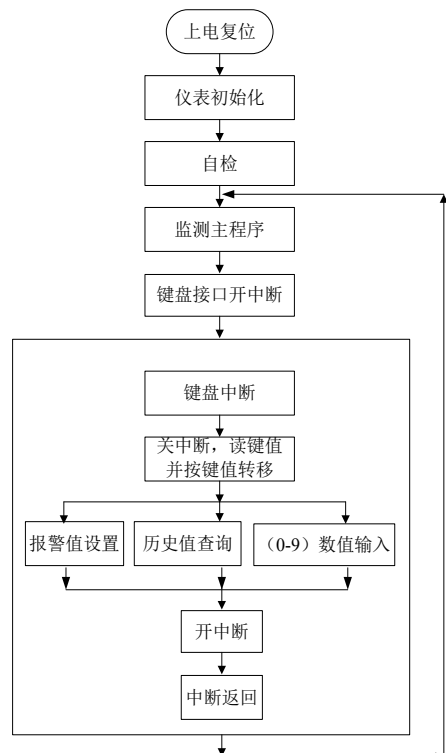


Figure 6. The main program diagram
图 6. 主程序图

5. 结语

对减速器油液污染度进行在线监测，为设备管理人员实施按质换油提供可靠的信息，有助于提高相应设备的管理水平和实现主动预防性维修的目标；并能降低减速器故障的可能性。以双光路测量法为测量原理，本文中笔者研制了油液污染度在线实时监测系统，采集污染度信号；并开发后端仪表，由它处理污染度信号和输出处理结果。

参考文献

[1] 李志远, 田昌, 等. 汽轮机油颗粒污染度光学在线监测试验研究[J]. G 光学学报, 2017, 35(5): 22-27.
[2] 庞政铎. N320 齿轮油污染度监测仪的开发[D]: [硕士学位论文]. 徐州: 中国矿业大学, 2006.
[3] 袁雪珺, 李文兴, 王惠丽. 基于电光变换法的真空断路器监测研究[J]. 通信电源技术, 2016, 33(6): 19-21.
[4] 李咏娟. 油液污染度测试技术与发展[J]. 航空计测技术, 2002, 22(2): 13-15.
[5] 王国庆. 润滑油液监测技术现状与发展[J]. 润滑油, 2004, 19(5): 7-11.
[6] 涂群章, 龚烈航, 王强, 何晓辉. 液压(或润滑)油液污染度在线监测的发展现状[J]. 矿山机械, 2000(7): 54-56.
[7] 涂群章, 龚烈航, 左洪福. 液压系统油液污染监测及分析技术[J]. 仪器仪表学报, 2002, 23(s1): 345-346.
[8] 周新聪, 刘东风, 程海明, 孙怡, 严新平. 油液污染度测定相关问题的探讨[J]. 润滑与密封, 2004(7): 34-36.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2332-6980，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：iae@hanspub.org