

静磁栅闸门行程传感器在南水北调 中线工程中的应用

甘 露¹, 王 青¹, 朱 俊 杰¹, 雷 文²

(1. 南水北调中线建管局,北京 100038; 2.中国水利水电第七工程局有限公司,四川 成都 610213)

摘 要:介绍了南水北调中线工程渠首段节制闸弧门、分水口平板门液压启闭机上采用的静磁栅闸门行程传感器的结构、工作原理、结构布置、安装、运行及维护等内容。

关键词:静磁栅位移传感器;静磁栅闸门行程传感器;磁性条形码;绝对位移;磁性接近开关;闸门启闭机;南水北调中线工程
中图分类号:TV7;TV53+8.4;TV66;TV68 **文献标识码:** B **文章编号:**1001-2184(2019)06-0060-04

Application of Magnetostatic Gate Travel Sensor in the South-to-North Water Diversion Middle Route Project

GAN Lu¹; WANG Qing¹; ZHU Junjie¹; LEI Wen²

(1. Construction and Administration Bureau of South-to-North Water Diversion Middle Route Project, Beijing, 100038; 2. Sinohydro Bureau 7 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610213)

Abstract: This paper introduces the structure, working principle, structural arrangement, installation, operation and maintenance of the magnetostatic gate travel sensor used in the regulation radial gate of channel head section and the hydraulic hoist of the plain batten door of the diversion intake in the South-to-North Water Diversion Middle Route Project.

Key words: magnetostatic gate displacement sensor; magnetostatic gate travel sensor; magnetic bar code; absolute displacement; magnetic proximity switch; gate hoist; South-to-North Water Diversion Middle Route Project

1 概 述

南水北调中线工程为丹江口水库至北京团城湖。南水北调中线渠首段位于河南省南阳县境内,渠首段衔接中线源头,主要闸站有 35 座,承担着重要的调度工作。渠首段目前共有 15 座闸站使用陶瓷式高速脉冲式传感器与变送器进行开度数据的采集与传输,在其使用过程中,时常发生闸门开度数据跳变情况,进而影响到渠首段的闸门调度。经研究决定,将陶瓷式高速脉冲式传感器与变送器改造为静磁栅闸门行程传感器,将之前 4~20 mA 电流信号改为 SSI 信号,进而实现了闸门开度信号的实时采集和平顺传输,取得了较好的效果。笔者阐述了具体的研究与应用过程。

2 静磁栅闸门行程传感器的应用

2.1 功能描述

静磁栅闸门行程传感器是一种利用磁性条形码的原理用于检测物体位移的新型位移传感器,其具有量程宽泛、精度高、直接测量、无磨损、刚性

结构、防水密封、抗恶劣环境、防雷击、防射频干扰、防静电、多种信号输出方式、掉电不丢失数据等特点,能适应各种门型、各种水工环境对闸门开度精密检测的需求,在某些环境下具有其它传感器无法替代的优点^[1,2]。

2.2 静磁栅位移传感器的原理

静磁栅闸门行程传感器主要由相互分离的两部分组成:

(1)含有精密位置信息的磁性条形码装置,称为静磁栅源(或测量杆)。该部分的特征是无源,截面形态不拘,可使用除碳素钢材之外的任何金属或非金属材料做磁性条形码的封装载体。

(2)由霍尔线性阵列构成的计算机感测系统,称为静磁栅尺。该部分的特征是有源、低功耗。长条状电子采集仓截面可以非常微小,可使用除碳素钢之外的任何金属或非金属材料进行高度密封(实际产品密封壳体一般由铝合金或不锈钢制造)。

静磁栅源的磁性条形码排布轴线与静磁栅尺霍尔线性阵列排布轴线平行,静磁栅源和静磁栅

收稿日期:2019-11-01

尺在保持约定间隙的状态下相对运动,即可由静磁栅尺输出准确的位移信号。

静磁栅位移传感器的工作原理见图 1。位移传感器的专利要点:① 结构 A 与结构 B 按箭头所示方向相对运动;② 图 AF 是结构 A 的俯视示意图,图 BF 是结构 B 的俯视示意图;③ 结构 A 内置永久磁性体,形状不拘;④ 结构 A 依据内置磁性体的个数、极性(图 1 中 S,N)、大小(图 1

中 D1 ~ D5)、相邻磁性体间距(图 1 中 L1 ~ L4) 4 个因素中的任意 2 个及以上因素组成位置编码;⑤ 结构 A 中的 5 个磁性体组成一编码区,在 A 有限任意长度内可以安排任意组不同编码区;⑥ 结构 B 内置磁场强度感应带 M,感应带 M 感应结构 A 编码磁性体的个数、极性、大小和间距,同时感应 A 编码区的位置,由此解析绝对位移电信号。

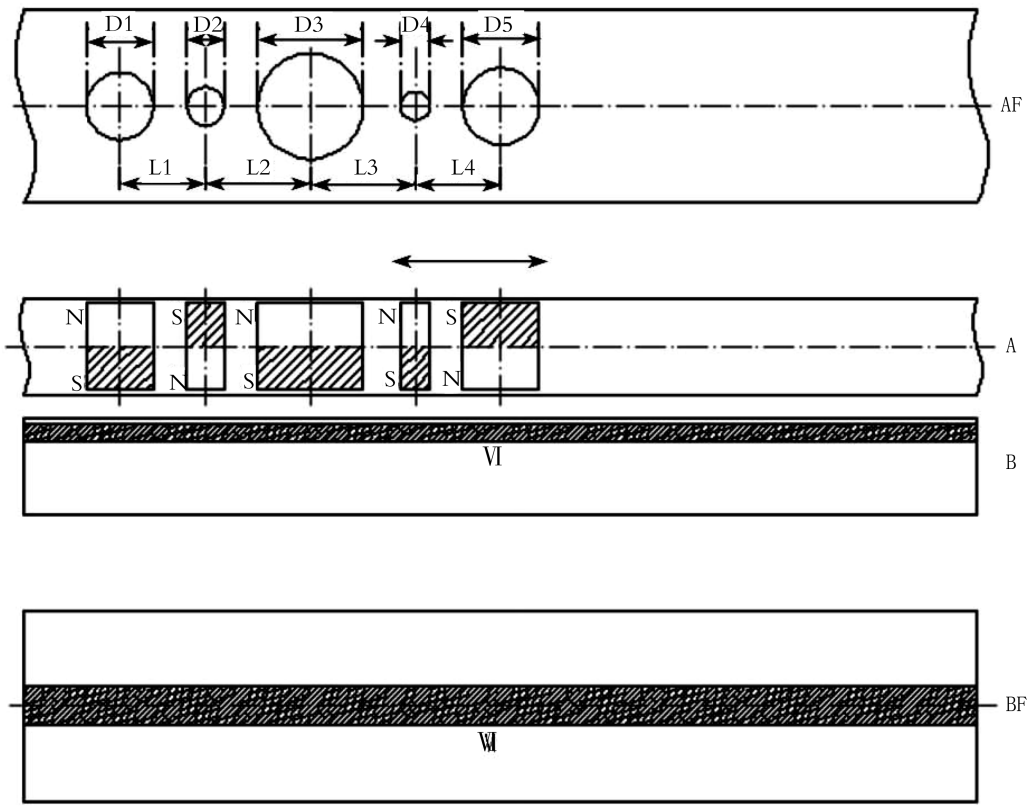
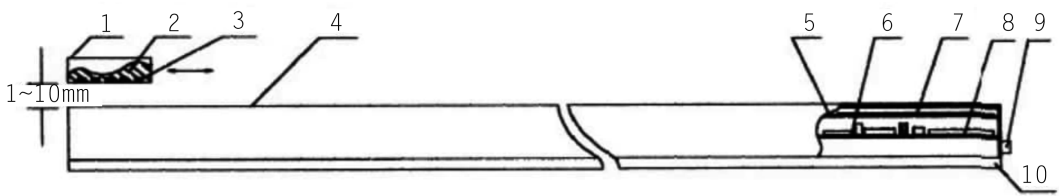


图 1 静磁栅位移传感器工作原理图

相对运动可分为 2 种情况:静磁栅尺固定而静磁栅源移动,或静磁栅源固定而静磁栅尺移动。一般而言,静磁栅源不带电缆,相对自由,安装容易,移动方便。不过,当量程过大、静磁栅源过长或移动不便时,也可令静磁栅尺移动,这时需处理

静磁栅尺电缆安装和感测间隙稳定性问题。感测间隙的大小影响到检测分辨率和线性度,感测间隙的稳定性影响位移信号的稳定性。间隙越小,分辨率越高,线性度越好。静磁栅位移传感器的结构见图 2。



1.探头; 2. 基体; 3. 磁钢; 4. 传感棒; 5、6. 电路板; 7. 磁敏霍尔元件; 8. 数据处理器; 9. 接插端口; 10. 外壳

图 2 直线式静磁栅位移传感器结构示意图

该装置的静磁栅源(直线绝对编码器)和静磁栅尺之间的间隙一般为 1 ~ 10 mm。静磁栅源沿静磁栅尺的检测轴线移动时,安装在上层电路板上的霍尔元件感知到永磁体条形码的移动,同时将信号传到下层电路板上的数据处理器,运用单片机的数据处理功能协调计算,静磁栅尺即可通过接插端口发出位置信号。位置信号经外部信号转换器转换,可产生 DC 4 ~ 20 mA、16 位并行数字信号、数字化 SSI 位移信号或多种工业级数字化通讯信号,如 MODBUS 等,从而完成物体相对位移的检测。

2.3 性能特点

静磁栅闸门行程传感器应用磁性条形码原理检测物体位移,是静磁栅位移读码器与绝对编码器技术的结合(图 3)。用于水利水电工程的静磁栅闸门行程传感器为外置刚性结构绝对编码型式,与钢丝绳闸门开度仪比较,其解决了外置钢丝绳开度仪抗恶劣环境能力差、机械磨损、老化的缺点,以及内置式钢丝绳开度仪维修不便的缺点;与陶瓷活塞杆集成开度仪相比,其解决了陶瓷活塞杆集成开度仪抗干扰能力差、断电丢失数据的缺点。

此外,静磁栅闸门行程传感器还具有以下特点:

(1) 静磁栅绝对编码器可使位移量以绝对型输出,具有断电记忆功能,失电后能长时间保存绝对位置数据。其“空间栅片”具有非常固定的编号,可以真正做到“绝对编码”,彻底杜绝了旋转编

码器测量方式带来的打滑现象,不存在零点漂移问题。

(2) 静磁栅源和静磁栅尺之间采用“悬浮”的无接触运动方式,最大间隙可达 10 mm,因而无机械磨损,使用寿命较长。同时,对两者间的相对安装状态(偏移、侧移、倾斜)没有苛刻的要求。

(3) 产品结构简单,使用方便。采用刚性结构提高了其对恶劣环境的适应能力,采用外置式布置有利于安装、调试和维护。

(4) 每套传感器可额外配备多只 PNP 三线磁性接近开关,便于行程两端极限位置及其它位置的检测、控制和安全保护。

2.4 静磁栅闸门行程传感器的结构

南水北调渠首分局使用的静磁栅闸门行程传感型号为 CWY-CB1-4500-1S1-411-10(图 3、4),该型号的静磁栅闸门行程传感器主要由静磁栅位移传感器(静磁栅尺)、测量杆、导向套管、安装抱箍构成。静磁栅尺长 1 300 mm,安装在导向套管上,电缆由后部引出;导向套管利用抱箍固定安装在油缸上;测量杆长度略大于油缸行程,安装于导向套管内,前部由万向关节轴承与安装在油缸前端吊耳上的抱箍连接。随着油缸伸缩运动,测量杆也对应应在导向套管内伸缩移动,静磁栅尺上感应到闸门开度信号。按照水利工程的惯例,当活塞杆完全伸出时,开度为“0”mm;活塞杆完全缩进时,开度为最大^[3]。



图 3 CWY-CB1-4500-1S1-411-10 型静磁栅闸门行程传感器示意图

3 静磁栅闸门行程传感器在南水北调引水工程中的应用

3.1 静磁栅闸门行程传感器的布置

该型号的静磁栅闸门行程传感器为全不锈钢结构^[4],具有绝对值输出、防水、耐腐蚀、刚性强的

特点,防护等级为 IP68。根据需要,分别配套了两只 PNP 三线制磁性接近开关,作为闸门全开、全关的极限位置保护,接近开关防护等级为 IP68。

3.2 安装与调试



图4 在油缸上安装 CWY-CB1-4500-1S1-411-10 型静磁栅闸门行程传感器照片

静磁栅闸门行程传感器的安装工艺简单、调整方便,安装时一般将闸门开启至便于操作的位置,先将装配好的静磁栅闸门行程传感器吊放至设计好的油缸上的位置,调整好位置后固定安装,再分别在全开和全关状态调整上下极限接近开关位置,接近开关的位置可根据需要安装在导向套管上的任意位置^[5](图5)。

3.3 运行与维护

静磁栅闸门行程传感器在油缸运行时实时检测出油缸位移信号并将其输送至 PLC,输出信号为二进制、24 位 SSI,测量精度为±1 mm。磁性接近开关在工作时输出 DC24V 信号至 PLC。静磁栅闸门行程传感器具有防雷、防静电、防射频干

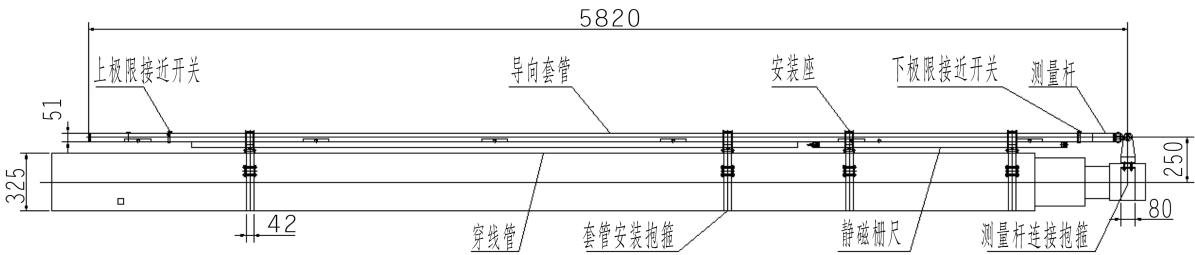


图5 节制闸启闭机静磁栅闸门行程传感器安装图

扰、防过流、防过压、防反接等功能,能够适应各种恶劣环境,满足闸门运行需求。

静磁栅闸门行程传感器维护简单,平常使用无需维护,只需在检修时对各安装部位的螺丝进行加固即可。传感器主要由静磁栅尺和测量杆组成,在维修方面,故障主要会出现在静磁栅尺上,静磁栅尺拆装方便,如需维修,松掉螺母即可拆卸,而测量杆如无特殊情况可永久使用。

4 结 语

静磁栅闸门行程传感器于 2016 年 8 月在南水北调渠首段草墩河渡槽节制闸进行了验证性改造,经现场运行一年时间发现,一年中草墩河远程控闸率达到 100% 成功;其中静磁栅闸门行程传感器长期处于泡水环境,在此环境中静磁栅闸门行程检测装置能够保持正常运行,证明静磁栅闸门行程传感器满足南水北调对闸门行程传感器的各种需求。通过一年时间的实际运行,静磁栅闸门行程传感器运行正常、稳定,能够适应南水北调闸门频繁运行的特点。南水北调渠首分局在 2017 年对其进行整体性改造,将陶瓷式高速脉冲式传感器与变送器改造为静磁栅闸门行程传感

器,提高了渠首段的远程控闸率,保障了闸站的正常运行。

参考文献:

[1] 李德胜,曹操军,等.MOS 霍尔传感器阵列[J]. 电子测量与仪器学报, 2001,15(1):6-10.

[2] 吴志强.液压启闭机静磁栅行程检测装置[J]. 河南水利与南水北调, 2012,57 (12):142-143.

[3] 崔 涛,史 奎.静磁栅位移传感器开度仪在紫坪铺水利枢纽工程的应用[J]. 水电站设计,32(4):92-94.

[4] 李 瑾.磁栅位移传感器[J].机械工程与自动化,2014,41 (1):200-201.

[5] 吕学年,姚 毅,闫 玲.位移传感器的发展及研究[J]. 计量与测试技术, 2009,36(9):42-44.

作者简介:

甘露(1980-),男,湖北崇阳人,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工
王 青(1984-),男,河南南阳人,工程师,从事金属结构工程施工技术与管理工
朱俊杰(1980-),男,河南新乡人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工
雷 文(1986-),男,湖北崇阳人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)