

脉冲保护仪*

朱嘉符

(中国科学院海洋研究所)

随着海洋工程的开发,海洋金属构筑物的腐蚀与防护,越来越多地引起人们广泛的注意。

我们在前人工作基础上,自1977—1982年开展了能够节省电能、降低阳极材料消耗的间歇保护技术的研究和试验工作。本文着重介绍制成的间歇保护防护设备——脉冲保护仪的基本情况。

一、仪器设计原理

脉冲阴极保护的原理就是应用了阴极保护的后效作用。所谓阴极保护后效作用,就是在阴极上积聚而成的钙镁沉淀物,其具有致密、多孔和难溶性,从而形成了一种保护膜,使钢结构表面与海水隔开,起着防蚀覆盖层的作用;它减缓了去极化过程,产生了相当好的防腐作用。^[1]当外加的阴极保护电流断电时,被保护体电位就缓慢地上升,覆盖的阴极沉淀物越致密,延缓作用就越显著。设想当阴极电位上升到人们预定的保护电位上限值时,能够自动地以恒流通电,阴极电位变负;当负到人们预定保护电位下限值时,再自动断电。这样周而复始,循环工作,被保护体电位就被控制在某一范围之内,达到保护目的。

作为自动控制装置,最基本的可分为被控制系统和控制机构两部分^[2]。被控制系统由被保护体阴极、辅助阳极、参比电极和电解质组成。控制部分由前置级、放大级和调整部分组成。前置级是接受参比电极相对阴极的电位与给定值之间的偏差。放大级是将前置级得到的精细偏差加以足够的放大,直接去推动调整输

出部分。调整部分是依据前置,放大逐级放大的偏差,产生阴极保护所需要的输出。概括地说,阴极保护系统就是一个闭环反馈系统。

二、仪器线路

间歇保护工作过程和控制网路基本性能要求,控制网路都应具有反应迅速,稳定可靠的性能。

(一) 两点断续控制线路

两点断续控制部分在此仪器中作为电位自动转换部分。最简单的断续控制调整部分就是一个双稳态调节系统^[3]。以其截止和饱和两种状态控制调整部分,实现断续控制。

断续控制系统是一个正反馈闭环系统,必须避免给定值和反馈值之间产生自激振荡现象,否则控制失灵。共振现象避免方法之一,就是利用较大的阻灭率^[2]。阻灭率越大,越可使振荡消失的越快,系统越稳定。

两点断续控制线路如图1所示。其中 $T_1T_2T_3$ 组成前置级, T_1T_2 为差分对管。 T_3 为恒流管。 A_1 和 $T_1T_2T_3$ 组成前置放大级, A_1 放大倍数约为1000,偏差1mV,产生1V输出。 T_4 是场效应跟随器,起缓冲隔离作用。 T_5T_6 为斯密特触发器,阈电压设计为2V。 T_7T_8 为单端输入,射极耦合,双端输出线路,将放大的偏差,经整形,产生双边脉冲,触发双稳。 T_9T_{10} 为双稳态触发器, T_{10} 输出至调整部分, T_9T_{11} 输出控制干簧继电器,其继电器的

* 本仪器制造过程中,薛占武同志予以热情帮助,谨此致谢。

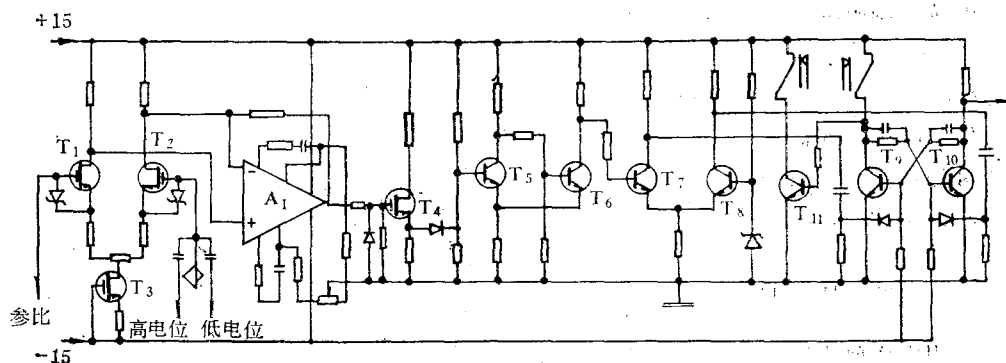


图1 两点断续控制线路

闭合与释放实现了给定电位的自动转换。

(二) 连续控制线路

连续控制部分在这里指的是恒流控制部分。作为间歇保护, 恒流极化的控制网路是一个闭环负反馈系统。控制特性要求反应快而稳定。即要求在阶跃信号连续作用情况下, 超值1不要过大, 一般控制在0.16以下 (超值1与稳定值之比), 建立时间 T_6 要小^[2]。

线路部分如图2所示。 $T_{12}T_{13}T_{14}$ 为前置放大部分, $T_{12}T_{13}$ 为差分对管, T_{14} 为恒流管, 总放大倍数为1000。 $T_{15}T_{16}$ 为电位平移线路。要求传递信号良好。

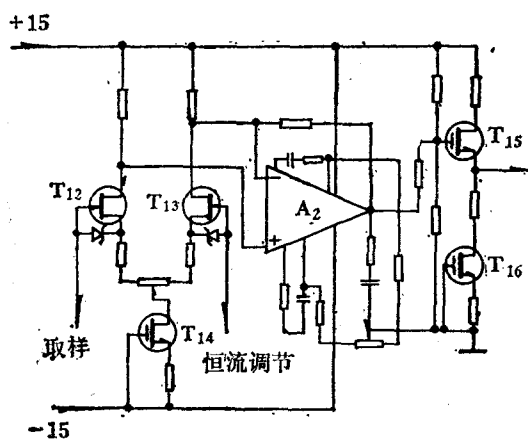


图2 连续控制线路

(三) 调整线路

间歇极化电源由仪器调整部分输出。上述分析表明, 整机是在连续阶跃信号和两点断续控制下连续工作的。设计调整部分必须适应连续与断续控制, 即应具有线性放大和开关功

能。

线路如图3所示^[4]。 D_1D_2 组成简单阀门, 传递电压信号。 $T_{17}T_{18}T_{19}$ 组成线性开关网路, $T_{20}T_{21}T_{22}$ 为复合管; T_{17} 的引入是利用场效应射极输出器高输入阻抗特性, 避免引入不必要的误差。

当恒流部分作用时, 放大器输出电压及动态范围处于 $T_{17}T_{18}T_{19}$ 组成网路的线性放大区; 当断续控制部分作用时, 电位自动转换部分双稳输出使得 $T_{17}T_{18}T_{19}$ 网路处于截止区。

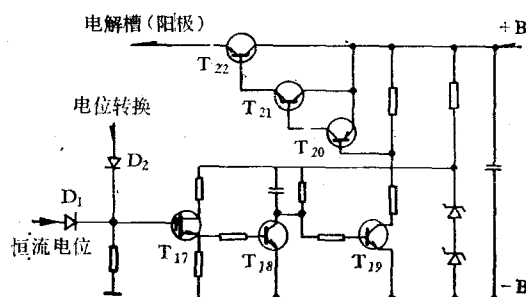


图3 调整线路

此外基准讯号来自高稳定度稳压电源, 电压表沿用我所研制的500A可控硅恒电位仪电压表部分^{[5], 1)}。

(四) 仪器性能

1. 恒流范围0—1mA, 0—10mA, 0—100mA, 0—1A; 精度 $\leq 0.1\%$ 。

1) 朱嘉符等, 500A可控硅恒电位仪。中国科学院海洋研究所内部资料。

2. 电位控制范围 $0-1.5\text{V}$, 连续可调, 精度 $\leq 1-5\text{mV}$ 。

3. 极化电压 10V , 20V , 30V 。

4. 输入阻抗 $\geq 10\text{M}\Omega$ 。

5. 最短转换时间为 20ms 。

6. 响应时间为 5ms 。

三、应用情况¹⁾

我们采用该仪器进行了一系列裸钢在海水中的间歇保护实验。测定了不同电流密度、不同电位控制区间、极化电流的间歇比和保护效果。如普碳钢在海水中可控制电位最负为 -900mV , 最正为 -850mV , 极化电流密度 $2\text{mA}/\text{dm}^2$, 氯化银电极作参比电极, 用大型双笔长图自动平衡记录仪记录极化电流, 极化电流随时间变化。通电12天, 记录数据经计算, 其通断间歇比为 $1:9$; 说明能省电又能节省阳极材料消耗, 保护效果达 96% , 起到较好的保护效果。我们曾以 16Mn 钢为阴极, 铂片为辅助阳极进行了脉冲保护实验。控制电流密度为 $1\text{mA}/\text{dm}^2$, $1.5\text{mA}/\text{dm}^2$, $2.5\text{mA}/\text{dm}^2$; 电位区间

为 $-800-850\text{mV}$, $-850-900\text{mV}$, $-900-950\text{mV}$, $-950-1000\text{mV}$ 。通电15—24天, 保护效果均达 $98.7-99.1\%$, 通断电间歇比为 $1:2.1-1:15$ 。

实验结果表明, 该仪器性能优良。使用该设备进行间歇保护, 可以取得恒电位进行保护的相同效果; 能节省电能、降低阳极材料消耗。它是脉冲保护法必不可少的仪器设备。

参 考 文 献

- (1) 戴钟道、季明棠, 1966. 阴极沉积物的保护作用 (摘要)。1964年全国腐蚀和防护科学技术会议报告集。科学出版社, 第245页。
- (2) 刘豹编著, 1959. 自动控制原理。上海科学技术出版社, 第7, 73页, 99—100页。
- (3) 刘豹编著, 1963. 自动调节理论基础。上海科学技术出版社, 第7页。
- (4) 清华大学电子工程系、工艺自动化系编, 1975年。晶体管电路 (第二册)。科学出版社, 第857—869页。
- (5) 钱正绪、陈开跃, 1974年。宽频带晶体管电压表。电测与仪表10: 19—23。

THE PULSE PROTECTIVE INSTRUMENT

Zhu Jiafu

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

Abstract

The designing theory, feature and application of the pulse protective instrument are described in this paper. The result indicates that the instrument has the same effects and as good performance as potentiostat.

1) 朱嘉符、邓天影, 1979. 间歇保护恒流仪简介。金属腐蚀与保护4: 68—71。
邓天影、朱嘉符, 1982. 脉冲阴极保护的研究 (全国腐蚀与保护学会学术讨论会资料)