

变电站集成电路保护的研究

杨宛辉 孙丰奇

(计算机与自动化系)

提 要

本文重点阐述LH集成电路与保护信号装置原理,并分析弱电保护干扰问题及抗干扰措施。

关键词: 变电站, 变压器保护, 线路保护, 集成电路保护。

农电是电力工业中的一个重要用户。目前我国农电的水平是很低的。预计到2000年我国农村用电量将达1680亿度,35kV~110kV变电站将达2600余座。初步估计今后全国农村每年将平均增建1000余座的变电站,农村变电站发展的速度是很快的。但是目前农村变电站的建设中普遍存在技术落后、占地面积大、投资大、运行维护水平低等问题。由此水电部提出了一个重要的课题,对农村变电站的建设方案进行研究,力争农村变电站小型化与自动化,以有限的资金获得较大的经济效益。对农村变电站集成电路保护的研究就是在此前提下进行的。我们研制的LH集成电路保护1984年12月在河南省清丰县阳邵变电站投入运行,1985年12月通过鉴定。三年多来运行可靠保护动作正确未出现过拒动误动现象。以1984年~1985年投入运行一年统计为例:保护共动作117次(该站10kV系统为二线一地制,雷雨季节10kV出线电流保护动作频繁),动作正确率达100%。

该装置的特点是抗干扰能力强、动作可靠、投资和占地面积与常规电磁式保护相比明显下降、具有较好的经济效益。

一、LH集成电路保护的基本电路

LH集成电路保护装置采用中增益的运算放大器组成的斯密特电路做比较回路,采用LH集成电路做主要逻辑元件。

(一) 运算放大器及比较回路

运算放大器是一种高性能的直接耦合放大器,在开环状态下应用时其输出电压总要偏向某一饱和电压,即电源电压或零伏。这是因为运算放大器的开环电压放大倍数很大,只要在放大器两个输入间存在微小的失调电压将使输出电压偏向饱和。利用运算放大器构成具有继电特性的斯密特电路作为集成电路继电保护的比较回路有较强的抗干扰能力。

采用高电平输入高电平输出具有正反馈的斯密特电路作为过值保护的比较回路,其原理

见图1。

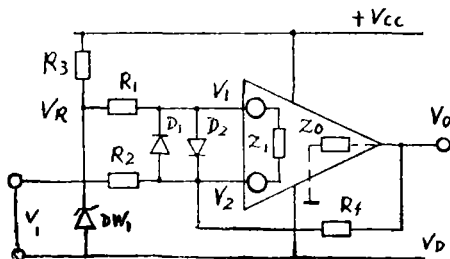


图1、具有正反馈的斯密特电路

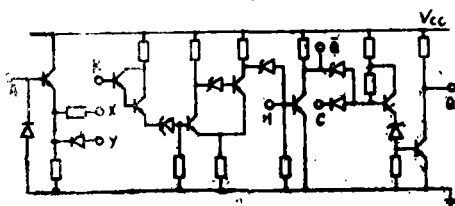


图2 LH002电路图

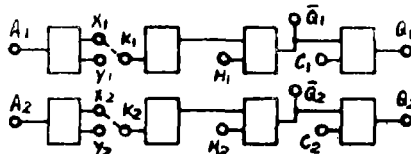


图3 LH002逻辑图

(二) 低速高抗干扰LH系列集成电路

LH电路是国内新开发的数字集成电路新系列产品, 是专为工业控制机以及某些抗干扰要求很高的整机而设计的电路。在工业控制机中对速度要求不高, 但要求电路有很强的抗干扰能力, 以便在电噪声干扰严重的各种工业环境中稳定可靠地工作。

LH电路即低速抗干扰数字集成电路是目前国内集成数字逻辑电路产品中, 静态噪声容限和动态噪声容限最强的产品, 国外也有类似产品应用于抗干扰要求较高的电路中。

我们以LH002电路为例说明其基本工作原理和抗干扰性能。

1、LH002电路原理

LH002集成电路由一级射随器, 一级大回差高灵敏度的斯密特电路以及可扩展的与非门组成, 其电路图见图2, 逻辑图见图3。

2、LH集成电路高抗干扰性能分析

LH集成电路抗干扰性能强是由它的结构决定的:

① 输入级

由图2可见, LH002的输入级采用射极跟随器, 当输入为“0”态时, 流向前级的是很小的集电极间的反向饱和电流, 因此对前级没有负载能力要求。当输入为“1”态时, 输入级的三极管作为射随器工作输入阻抗高, 电流放大倍数大, 因此只要从前级电路吸收几微安至几十微安的电流电路就可以正常工作, 这种输入级抗干扰特性强。

② 输出级

LH电路有两个输出级Q和 \bar{Q} , 当输出高电平时, 输出阻抗高拉出电流小, 此时输出级负载能力小抗干扰能力较差。但是输出低电平时, 输出管导通饱和输出阻抗很低, 负载灌电流能力可达16毫安以上, LH004最大负载能力可达80毫安。因此可以直接启动24伏系列的直流继电器, 作为弱电保护的出口不必再加中间转换环节, 结构简单抗干扰能力强。

3、利用回差抑制干扰

LH电路的中间级往往是由一级射级耦合触发器, 即“斯密特”触发器所组成, 于是电路存在回差。由于引进回差提高了电路的静态噪声容限和动态噪声容限, 因此LH电路实际上又是很好的整形、鉴幅电路。有类似于继电器那样好的抗干扰性能。

(三) LH集成电路保护基本电路

LH集成电路保护基本逻辑回路有:延时回路、定时回路、多谐振荡器、双稳回路及出口回路等。

1、延时回路

为了保证保护装置时间上的配合需要不同延时的延时回路,由LH002集成电路构成延时回路其原理见图4。

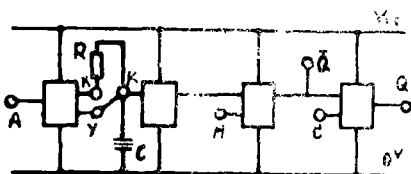


图4 延时回路 (LH002)

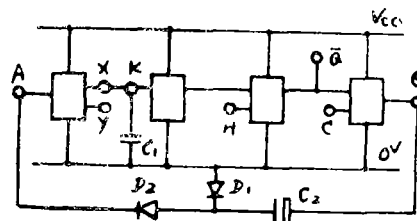


图5 定时回路 (LH002)

调正外接电阻R和电容c的值可以得到几十毫秒至几十分钟的延时时间。延时回路相当于电磁式保护的时间继电器。

2、定时回路

中央音响装置采用了可多次重复动作,手动和自动复归的音响电路。当事故音响或予告音响被启动后,靠定时电路控制发出8秒左右的音响后自动复归。定时电路也是由LH002回路组成的原理见图5。

3、多谐振荡回路

事故音响和予告音响是靠不同频率的振荡器控制的。用LH002集成电路组成的多谐振荡电路产生250HZ左右的低频信号供给事故音响,产生1000 HZ左右的高频信号供给予告音响,多谐振荡电路原理见图6。

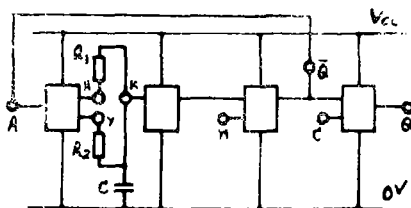


图6 多谐振荡回路 (LH002)

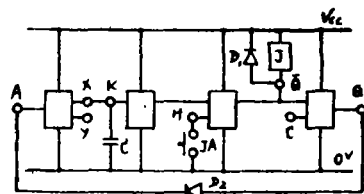


图7 双稳回路 (LH002)

4、双稳回路

保护动作后要求发出灯光信号通知运行人员,该信号应该保持到运行人员手动复归之前。本装置采用LH002元件组成的双稳电路(见图7)作为保护的信号回路,JA是复归按钮。

5、出口回路

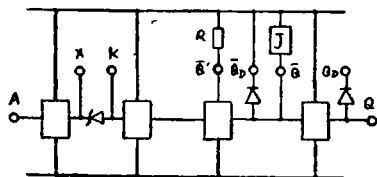


图8 出口回路 (LH004)

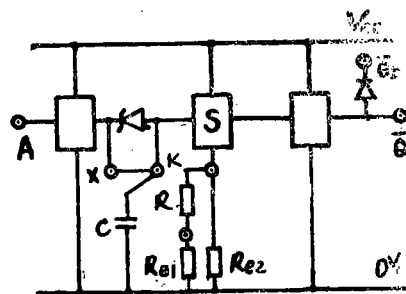


图9 低电压启动回路 (LH007)

出口回路是保护与断路器跳合闸操作控制回路接口的电路，在断路器跳合闸控制回路中，正常要求切断2.5A直流电流，而具有这么大接点容量的继电器往往负载是比较大的。LH004电路是专门为接口电路设计的，它的反相输出端Q可输出80毫安的灌电流，保护出口继电器J接在Q端，保护动作后出口继电器J启动，其常开接点接入跳合闸控制回路。出口回路的原理见图8。

6、低电压启动回路

低电压闭锁的过流保护中设有低电压启动回路。该回路由LH007构成，其原理见图9。

二、LH集成电路保护原理

根据变电站各电气元件的要求，LH集成电路保护装置设有线路保护，变压器保护等。下面以变压器保护为例介绍LH集成电路保护原理。变压器保护包括：具有二次谐波制动的差动保护，低电压闭锁的过流保护，过负荷保护，瓦斯保护。变压器保护原理全图见附图一。

1、具有二次谐波制动的差动保护

差动保护是变压器的主保护，用以灵敏地反应变压器内部故障可靠地避开外部故障和穿越性功率。变压器差动保护由测量回路和逻辑执行回路组成，测量回路按二次谐波制动原理设计，逻辑执行回路包括启动回路、信号回路和出口回路。

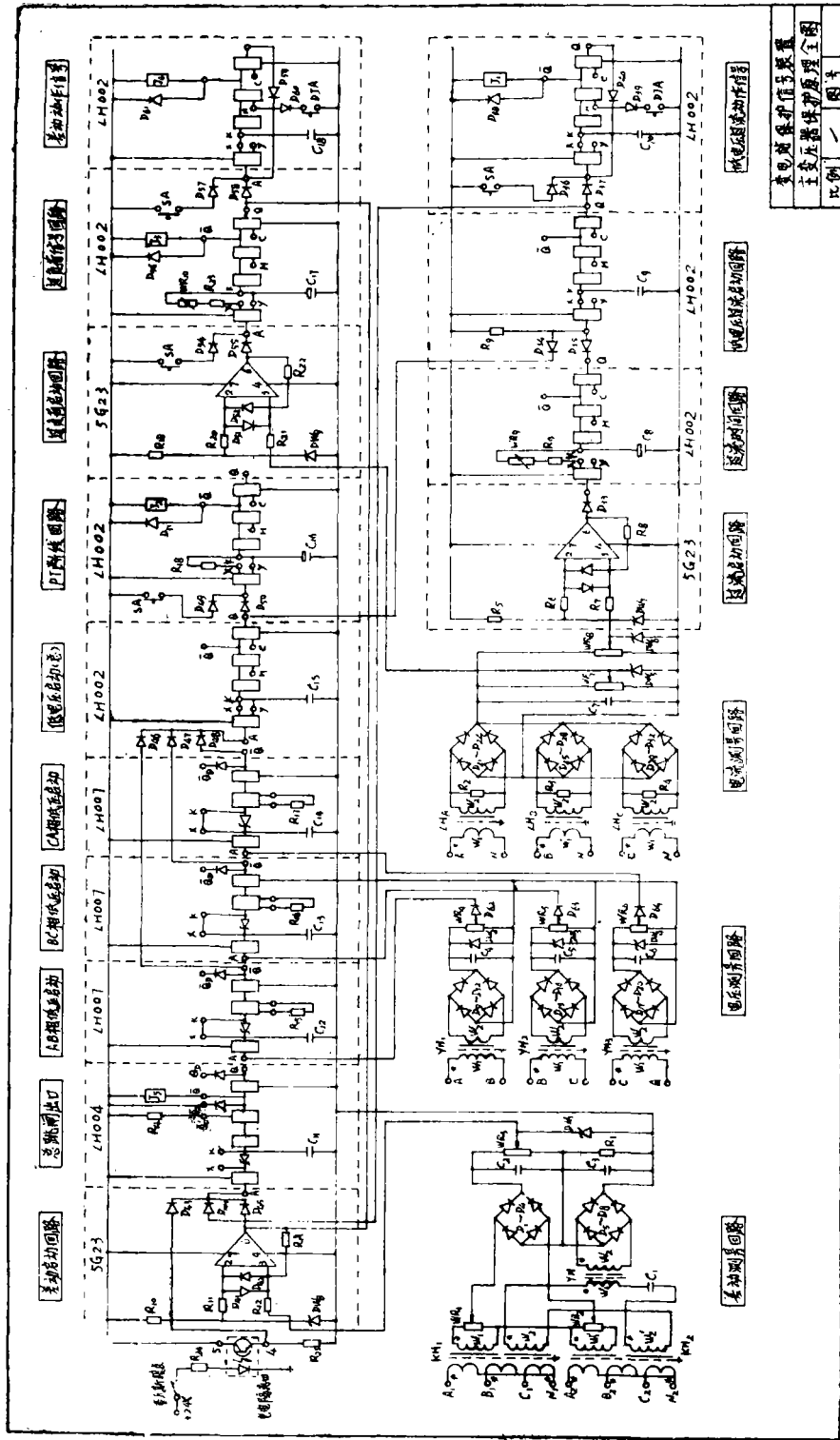
2. 低电压闭锁的过流保护

为防止外部短路引起的过电流和作为变压器的后备保护，变压器设过流保护。为了提高过流保护的灵敏度对容量较大的变压器装设低电压闭锁的过流保护。低电压闭锁的过流保护由电压测量，低电压启动，电流测量，电流启动，过流延时，过流保护信号及跳闸出口等回路组成。

3、过负荷保护

过负荷保护与过流保护共用一组测量回路，当电流值达到过负荷定值时过负荷保护启动，经延时发出信号。因过负荷属于不正常工作状态，其信号不必自保持，当过负荷消除后信

附图一



变电压保护信号装置
主变及备变初选理主图
比例 1:1 图号

号自行复归, 所以过负荷信号电路不必再加双稳回路, 可以直接利用延时电路。

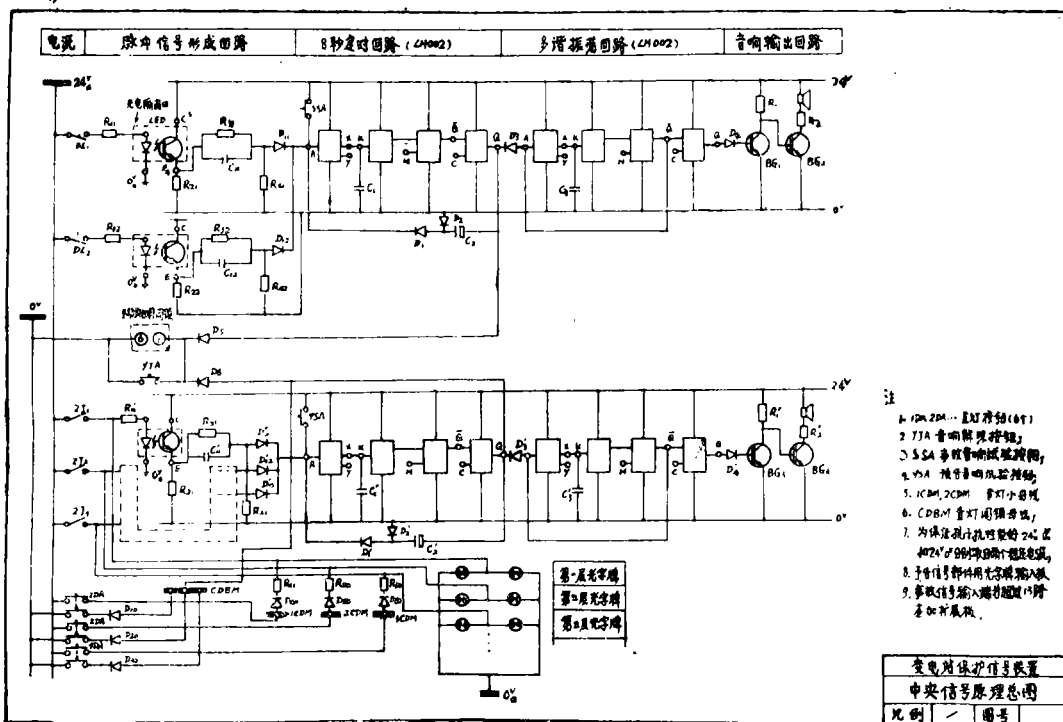
4、瓦斯保护

变压器的瓦斯保护仍采用瓦斯继电器, 在LH集成电路保护中留有与瓦斯保护的接口, 重瓦斯动作于跳闸, 轻瓦斯动作于信号。

三、LH集成电路中央信号系统

中央信号装置主要包括中央音响系统及示字光字牌系统, 其原理图见附图二。

附图二



(一) 中央音响系统

中央音响的作用是配合光字牌信号和模拟灯以音响的方式指示设备的事故或故障, 中央音响系统包括事故信号和预告信号两部分。

1、中央事故音响信号回路

事故音响信号由断路器的辅助接点启动, 当发生断路器事故跳闸时通过断路器的常闭接点, 形成0V信号送入24V脉冲形成回路, +24V脉冲触发8秒定时回路, 并经250Hz多谐振荡器和功放回路启动喇叭发出事故音响。

此音响可保持8秒后自动复归, 也可以经过手动解除按钮, 由运行人员手动解除。

手动跳闸时, 由手动跳闸按钮的辅助触点送0V信号至8秒定时回路解除事故音响信号, 以区别正常操作和事故跳闸状态。

该系统还可以通过实验按钮,手动试验事故音响系统是否处于正常工作状态,

中央事故音响系统由LH系列集成电路元件组成。 $+24\text{V}$ 脉冲形成回路由微分回路组成;8秒定时回路由LH002元件构成的一个具有延时释放的单稳态触发电路组成,其8秒延时释放保证了音响8秒后自动复归。

多谐振荡器由LH002元件组成。可以改变其振荡频率。使喇叭发出不同频率的音响。事故音响频率250HZ。

2、中央予告音响信号回路

中央予告音响信号回路的原理与中央事故音响信号回路原理相同,其区别是予告音响启动靠继电保护出口继电器的接点。为了区别事故音响信号,予告音响频率为1000HZ。在检查光字牌回路时,予告音响不应动作,为此在予告音响回路中加了查灯闭锁母线CDBM。中央音响回路具有较强的重复动作能力。

(二)示字系统光字牌回路

示字系统的作用是利用光字牌指示事故及故障回路、性质。本系统采用边光显示器作为光字牌,每一块边光显示器可以显示6到8层不同的光字。

正常运行时,为了检查光字牌回路各部是否完好,每层光字牌设一个查灯按钮 DA_1 、 DA_2 等。当按下第一层查灯按钮 DA_1 时,第一层查灯母线1CDM带0 V 通过隔离二极管 D_1 点亮全部第一层的光字牌。为避免查灯时予告音响动作,通过 D_1 使查灯闭锁小母线CDBM带0 V 。从而闭锁了予告音响回路。中央信号原理图见附图二。

整个保护和中央信号装置的体积很小,装在四合一控制台里面,安装维护方便。各印刷电路板统一了设计格式,因此同一种类型电路的插件板可以互换,备用插件板可为多个回路使用。

四、集成电路保护装置的抗干扰问题

集成电路保护应用中最突出的是抗干扰问题。使用电磁式保护时因其动作功率大、速度慢、装置电压高,对于干扰信号反应小。而采用集成电路保护后,解决抗干扰问题成为装置是否正确动作的关键。

(一)电气干扰产生的原因

任何电路当其电压、电流变化时,都会引起周围空间的电磁场变化。并且能通过电路间的互感、电容和电阻的耦合作用,电磁波的辐射作用以及电路内部的波过程,在受扰电路引起相应的电流和电压变化,或者引起信号的幅相特性畸变。

常遇到的电气干扰有:

一次系统操作形成的高频电磁场干扰;直流回路操作产生的干扰;动力设备操作引起的干扰;电力系统故障引起的干扰;雷电引起的干扰;产生脉动功率的各种装置引起的干扰;低电平信号传输线附近高压或大电流输电线形成的干扰;控制系统内部因设计和配线不当,电路的一部分电流变化时在系统公共阻抗上引起电压变化对另一部分电路产生的干扰;对于高频数字传输线,当其引线较长而阻抗不匹配时,由于信号的反射所引起的波形畸变产生的干扰等。

(二) 抗干扰措施

干扰信号的特点是频率高、幅值小、衰减快。因集成电路功率小、反应灵敏、动作速度快因而对干扰信号非常敏感。而且电路之间的联系大部分靠电缆连结, 给干扰信号提供侵入途径。再者装置是安装在电气设备多, 电气结线和空间电磁场非常复杂的高压变电站内, 干扰源比较多, 因此对集成电路保护必须采取有效的抗干扰措施。

干扰信号的传递途径主要有: 通过回路间的互感即电磁场传递; 通过回路间的电容即电场传递; 通过公共阻抗的耦合及漏电阻的耦合传递。

抗干扰措施主要有: 抑制干扰信号强度, 及避免其进入电路; 对已窜入的干扰信号采取措施消除或削弱它对电路影响, 即提高系统的抗干扰能力。

LH集成电路保护装置经许昌继电器研究所全面测试, 各项指标均符合国家标准, 该装置已由许昌继电器厂定型转产, 产品供不应求。

通过该项研究工作我们的体会: 随着我国乡镇企业的飞速发展, 农村急需科学技术。农电新技术开发与推广有许多工作要做, 只要选题结合实际, 注意经济效益, 新技术可以很快转化为生产力, 为社会做出贡献。

参 考 文 献

- (1) 山东工学院 山东省电力局 《电力系统继电保护》 电力出版社
- (2) 童诗白主编 《模拟电子技术基础》 人民教育出版社

THE PROTECTION USING INTEGRATED CIRCUIT OF THE TRANSFORMER SUBSTATION

Yang Wanhui Sun fengqi

(Computer and automation engineering department)

Abstract

In this paper, the principles of LH integrated circuit and signalling are introduced. The problems of disturbance and adopted measures against disturbance are also analyzed.

Key words: Transformer substation, Transformer protection, Line protection, protection using integrated circuit.