



# LDS-2003 变电站综合自动化系统

华北电力大学(北京)产业集团  
北京四方立德保护控制设备有限公司

# 前 言

北京四方立德保护控制设备有限公司成立于 1993 年，1999 年完成股份制改造。多年以来公司一直从事变电站综合自动化系统设备的设计开发、生产制造和技术服务。产品主要用于电力系统和厂矿企业 110kV 及以下电压等级的变电站。至 2003 年 9 月已投运 500 多个变电站，遍布全国 20 多个省市，累计产值超过 3.5 亿元。在这个过程中，我们积累了开发、生产和工程服务的丰富经验，造就了一批软硬件人才。四方立德公司以其诚信的经营、可靠的质量、周到的服务赢得了广大用户的信赖和支持。

2003 年起，公司总结多年经营城乡电网 110kV 及以下变电站综合自动化工程的经验，在其它系列产品批量应用的基础上，引进新技术和新工艺，推出了新一代的 LDS-2003 变电站综合自动化系列产品，在硬件平台、软件功能及系统结构方面都进行了全面的提升，实现了推出更新换代产品的经营目标。感谢广大用户多年来对四方立德公司的支持，公司将竭诚为广大新老用户服务，继续为电力事业的发展作出贡献。

**董事长：魏孝铭**

# LDS-2003 综合自动化系统

编制：司玲玲、曾亚芸

校核：董志平、刘 航、唐志远

审定：刘 全

版本号：V2.0

文件代号：0LD· 462· 000

出版日期：2006-05

# 目 录

<b>一、LDS-2003 综合自动化系统简介</b> .....	1-1
1 概述.....	1-1
2 系统设计特点.....	1-2
3 系统功能.....	1-3
4 LDS-2003 变电站综合自动化典型配置.....	1-6
5 LDS-2003 系列装置结构.....	1-7
6 LDS-2003 系列装置硬件说明.....	1-8
7 系统通用技术指标.....	1-10
<b>二、LDS-311/312 数字式变压器差动保护装置</b> .....	2-1
1 概述.....	2-1
2 主要技术数据.....	2-1
3 装置原理.....	2-2
4 附录.....	2-6
<b>三、LDS-321A 数字式变压器后备保护装置</b> .....	3-1
1 概述.....	3-1
2 主要技术数据.....	3-1
3 装置原理.....	3-2
4 附录.....	3-8
<b>四、LDS-321B/C 数字式变压器后备保护测控装置</b> .....	4-1
1 概述.....	4-1
2 主要技术数据.....	4-1
3 装置原理.....	4-2
4 附录.....	4-8
<b>五、LDS-241 数字式所用（接地）变保护测控装置</b> .....	5-1
1 概述.....	5-1
2 主要技术数据.....	5-1
3 装置原理.....	5-2
4 附录.....	5-8
<b>六、LDS-216 数字式线路保护测控装置</b> .....	6-1
1 概述.....	6-1
2 主要技术数据.....	6-1
3 装置原理.....	6-3
4 附录.....	6-10

<b>七、LDS-225 数字式电容器保护测控装置</b> .....	7-1
1 概述.....	7-1
2 主要技术数据.....	7-1
3 装置原理.....	7-2
4 附录.....	7-7
<b>八、LDS-236、237 数字式电动机保护测控装置</b> .....	8-1
1 概述.....	8-1
2 主要技术数据.....	8-1
3 装置原理.....	8-3
4 附录.....	8-19
<b>九、LDS-246 数字式备用电源自投装置</b> .....	9-1
1 概述.....	9-1
2 主要技术数据.....	9-1
3 装置原理.....	9-2
4 附录.....	9-9
<b>十、LDS-200 数字式测量控制装置</b> .....	10-1
1 概述.....	10-1
2 主要技术数据.....	10-1
3 装置的监控功能.....	10-2
4 附录.....	10-3
<b>十一、LDS-209 数字式电压监控及自动并列装置</b> .....	11-1
1 概述.....	11-1
2 主要技术数据.....	11-1
3 原理及功能.....	11-2
4 附录.....	11-7
<b>十二、LDS-161 数字式高压线路保护装置</b> .....	12-1
1 概述.....	12-1
2 主要技术数据.....	12-2
3 保护原理.....	12-4
4 附录.....	12-16
<b>十三、LDS-011B 网络打印机适配器</b> .....	13-1
1 概述.....	13-1
2 技术指标.....	13-1
3 结构.....	13-1

4 硬件说明.....	13-1
5 打印功能.....	13-3
<b>十四、LDS-022 规约转换器.....</b>	<b>14-1</b>
1 概述.....	14-1
2 技术指标.....	14-1
3 结构.....	14-1
4 硬件说明.....	14-1
5 运行与维护.....	14-3
<b>十五、LDS-031 规约转换器.....</b>	<b>15-1</b>
1 概述.....	15-1
2 技术指标.....	15-1
3 结构.....	15-1
4 硬件说明.....	15-1
5 安装指南.....	15-2
6 运行与维护.....	15-2
7 附录.....	15-3
<b>十六、LDS-041 网络协议转换器.....</b>	<b>16-1</b>
1 概述.....	16-1
2 技术指标.....	16-1
3 结构.....	16-1
4 硬件说明.....	16-1
5 功能描述.....	16-2
6 运行与维护.....	16-2
<b>十七、LDS-1310 网络信息管理与控制装置.....</b>	<b>17-1</b>
1 概述.....	17-1
2 功能特点.....	17-1
3 技术数据.....	17-1
4 硬件原理.....	17-3
5 系统配置.....	17-6
6 附录.....	17-7

# 一、LDS-2003 综合自动化系统简介

## 1 概述

LDS-2003 综合自动化系统是公司引进新技术和新工艺，结合公司近十年变电站综合自动化的工程制造实践，推出的新一代数字式变电站综合自动化系统。

DSP(Digital Signal Processor)数字信号处理技术是电子工业领域增长最迅速的领域之一。由于集成度的提高，DSP 芯片价格的降低，DSP 技术已经从军用转向民用，在计算机、通信类产品及消费类电子产品方面形成广阔的市场。在工业实时控制领域如电机控制、汽车控制以及变频控制等方面也像单片机推广一样得到普遍的应用。相关领域的 DSP 技术推广应用，为电力系统保护控制设备采用 DSP 技术开拓了思路，积累了实践经验。

以 DSP 芯片为核心建立通用的硬件平台，研制开发出各种功能不同的保护与控制系列装置，是新一代保护及自动化产品的特征。近年来，国内一些著名的保护及自动化设备厂家，都已进行 DSP 芯片应用技术的研究，部分厂家已推出新的系列产品。

本系列产品于 1999 年开始研发，2000 年投入运行，是国内早期应用 DSP 技术于电力系统继电保护及自动化设备领域，并取得成功运行经验的产品之一。几年来的运行实践证明：

- 以 DSP 芯片为核心构成的硬件平台，只要掌握关键的设计技术，同样具有高抗干扰性及高可靠性，可以满足现场长期运行的要求；
- DSP 芯片比起上代产品所采用的 MCU 芯片，同样具有丰富的片内资源，可以实现所研发的保护控制设备总线不出芯片的关键技术要求；
- DSP 芯片的高速运算能力，能在一个时钟周期内完成乘法及加法运算，同时能够解决外部时钟与片内高速时钟的同步问题，大大提高实时处理数据的能力。使得线路保护计算问题，甚至元件保护的复杂计算问题，都可以选用同一种硬件平台，大大地减少了硬件品种，简化了设计，降低了研发及设计成本；
- DSP 芯片片内一般都具有丰富的外设模块，如异步串行通信模块 SCI，同步串行外设模块 SPI，同步串行通信模块 SSI，控制器局域网模块 CAN2.0 A/B 以及多路 A/D 变换模块等。尤其是把局域网模块 CAN2.0 A/B 嵌入到 DSP 芯片中，可以大大地简化保护控制设备的现场网络通信功能设计，既提高信息传递的实时性、可靠性，又降低了装置的研发及设计成本。

以 DSP 技术为核心的新一代综合自动化系统的设计，沿用了上一代产品的成功经验，使得用户的运行实践与新一代综合自动化系统设计理念有机地统一。

- 典型的分层分布式系统设计，间隔层装置按一次设备为对象布置，站控层通过现场总线获得信息，实现全站所有设备的监控与管理；
- 远动与监控系统共用间隔层装置采集的信息，达到了分布式 RTU 的技术要求；
- 利用通信管理机从网络上获取所需信息，直接远传至调度中心，满足调度自动化信息直采直送要求；
- 间隔层设备具有故障录波功能，并可实现远方故障分析、装置故障诊断及定值管理功能。

## 2 系统设计特点

### 2.1 分层分布式系统

LDS-2003 综合自动化系统采用分层分布式的结构形式，分为站控层和间隔层，层与层之间相对独立。间隔层设备是集测量、控制、保护、通信功能为一体的分散式数字保护系列产品，中低压保护测控功能综合在一个机箱内，可分散就地安装。间隔层设备通过现场总线与站控层的设备互联，构成综合自动化系统。

这种完全分层分布式系统，不仅能减少变电站的建筑面积，简化站内二次电缆，从而节省投资，还能减少变电站安装、调试及维护的工作量，并进一步提高了整个系统的可靠性，使系统具有很大的灵活性和可扩展性。

### 2.2 先进可靠的新一代数字式保护通用硬件系统

综合自动化系统间隔层设备采用先进的微机通用硬件系统：

- 采用 40MIPS 的嵌入式数字信号处理器（DSP）构成简洁高效的数据采集和处理系统，独特的设计大大提高了系统的可靠性和抗干扰能力；
- 硬件具有两级看门狗保证系统在异常时能及时复位；
- 完善的软硬件自检，保证系统在运行时各种参数完好无损；
- 采用具有多重写闭锁功能的串行 E<sup>2</sup>PROM 保存定值、系数和配置，确保这些参数不被误修改；
- 模数转换精度为 14 位，转换时间小于 5 μs。统一把电压、电流的采样速率提高到 32 点/周，既提高了数据采集的精度，又保证了电气量之间相差的计算精度，从而提高装置的动作灵敏度及可靠性；
- 采用了带屏蔽层的四层印制板和新型表面贴装技术，其抗干扰能力极强，温度适应范围明显增大，抗振动性强。通过了 IEC61000-4 抗扰度标准，其中包括最严酷等级 级的快速瞬变干扰等九项 EMC（电磁兼容）试验；
- 装置都带有 CAN 高速数据通信网接口，可以直接联网。装置面板上除 LCD 显示和键盘外，还提供 RS232 接口，用于连接 PC 机，直接进行定值输入等，方便调试。

### 2.3 将 CAN 现场总线技术应用于站内自动化系统

针对变电站内强电磁干扰、环境恶劣的特点，通过大量的基础性研究、试验及现场验证，总线型的 CAN 现场总线采用非破坏性仲裁技术解决多路访问的冲突问题，既保证了实时性，又有很高的可靠性，特别是具有更高的通信速率和抗干扰能力，具有灵活性和可扩展性好的特点，符合变电站综合自动化系统通信的要求。CAN 现场总线具有下列主要特点：

- 多主站依据优先权进行总线访问，保证重要数据的优先上送；
- 发送期间由于出错而遭破坏的帧可自动重发送；
- 暂时错误和永久性故障节点的判别以及故障节点的自动脱离；

将 CAN 现场总线技术应用于 LDS-2003 变电站综合自动化系统，妥善地解决了变电站站内设备互连通信这一关键技术问题。

## 2.4 继电保护功能相对独立

LDS-2003 综合自动化系统充分考虑了继电保护的的特殊重要性：

- 各继电保护装置直接由相关的 TA 及 TV 输入模拟量,经 A/D 变换后进行故障类型判断；
- 各继电保护逻辑判断所需的各种开关量直接接入保护装置,不经监控部分及通信网；
- 各继电保护装置的跳闸输出接点直接操作相应断路器的跳闸线圈；
- 所有继电保护装置在监控系统退出运行时,能继续可靠独立运行；
- 所有继电保护装置都设有通讯接口,实时向站控层提供信息,完成监控功能,但各装置的保护功能完全不依赖通讯网。

## 2.5 可扩充性及开放性

软件系统对新增加的节点有良好的可扩充性,新增设备能方便、迅速地接入已建立的自动化系统,同时不影响其它设备的正常运行。

系统提供多种系统通信协议转换,可将其他智能设备(例如智能电度表,微机直流屏等)接入本系统。系统中配有实时在线协议分析工具软件、协议测试及协议仿真软件工具,方便使用者能快速地配置电力自动化系统的设备并连接它们。

利用网络信息管理机从网络上获取所需信息直接远传至调度中心,满足调度自动化信息直采直送要求。系统能接入各种工作方式的设备,并适应不同的通信规约(如 CDT、MODBUS、IEC8705-101、DNP3.0、SC1801、 $\mu$ 4F 等),具有良好的兼容性。

## 2.6 故障的自诊断与恢复

在设备故障不可避免的出现时,系统和设备能迅速检测到故障,并具有纠错和自恢复能力,且在故障状态下不影响其它设备正常运行。在故障不可自恢复时,故障状态会立即反映到上级系统,等待处理。

# 3 系统功能

## 3.1 间隔层功能

### 3.1.1 继电保护功能

继电保护功能的设置遵循国家有关规程规定,并具有以下特点：

- 存储多套定值和保护定值的内部自校；
- 远方整定保护定值和保护功能的远方投退；
- 保护启动及跳闸时记录 12 周数据的故障录波功能；
- 保护动作信号的自保持和远方复归；
- 自诊断和自恢复；

- 与监控系统通信，根据监控系统命令发送故障信息、保护定值和测量值、装置自检信息等。

保护功能主要包括：主变差动、本体、后备保护功能，线路/分段保护功能，电容器保护功能，电动机保护功能，所用（接地）变保护功能，备用电源自投功能及其它安全自动控制功能等。

### 3.1.2 测控功能

- 遥测功能：U、I、P、Q、系统频率、变压器油温、直流母线电压、所用电压等。
- 遥信功能：断路器位置信号、隔离开关位置信号、保护动作及报警信号、变压器有载调压分接头、操作机构信号等，并能实现实时采集、异常报警、时间记录和操作记录等功能。
- 遥控功能：开关或电动刀闸的遥控跳、合，控制输出具备“远方/就地”切换功能。
- 遥调功能：有载调压变压器的档位采集和调压升、降、停出口。
- 遥脉功能：脉冲电度表的脉冲计数。

### 3.1.3 网络通讯功能

将国际上成熟可靠的 CAN 现场总线技术应用于变电站综合自动化系统，配置灵活，具有足够的传输速率和极高的可靠性。

远动与监控系统共用间隔层装置采集信息，利用网络信息管理机从网络上获取所需信息直接远传至调度中心，满足调度自动化信息直采直送要求。

### 3.1.4 智能数据接口

对于站内其它智能设备，例如：微机直流屏、智能电度表等，其智能接口通过网络信息管理机接入变电站自动化系统。

### 3.1.5 当地操作功能

间隔层可设置简易的断路器“分”、“合”操作开关，可就地操作。

## 3.2 变电站层功能

### 3.2.1 当地监控系统

当地监控系统完成对整个变电站的设备监视、控制、管理、记录和报警等功能。其与网络信息管理机通信，达到信息共享。主要特点和功能有：

- 数据采集功能：
  - 等待设备发来的相应数据；
  - 将所采集的数据经数据处理功能模块进行处理；
  - 通道输入输出数据的在线查看（帧格式、自由格式、特定数据）；
  - 故障设备的自动识别与报告（长时间内无法正常通讯的设备）。
- 控制功能：
  - 接受控制操作；
  - 由规约驱动程序生成特定的控制命令；
  - 从定义通道发送设备的控制命令。

- 数据处理功能：
  - 将采集的原始工程数据分离出状态量；
  - 将采集的原始工程数据依换算定义计算出测量值；
  - 关联数据状态信息的计算；
  - 在系统内部发布状态量、测量量和计算量的数据消息；
  - 根据历史数据的存储定义进行历史数据的处理与存储。
- 事件告警功能：
  - 告警事件发生时，依定义自动推出相应界面；
  - 实时打印告警事件；
  - 告警事件发生时，依定义记录事件（作为历史事件）。
- 历史数据查询及报表功能：
  - 历史数据的多条件、多方式查询；
  - 历史数据的分析、统计、输出；
  - 历史数据的多种显示方式，如曲线、比较图等；
  - 自定义格式报表的输出。
- 图形功能及 SCADA 界面：
  - 监控界面图库的建立、管理、使用；
  - 监控界面的所见所得作图（一次接线图、遥信遥测表等）；
  - 监控界面的图形与状态量、模拟量的二次定义与对应；
  - 实时数据的多种显示方式，如棒图、饼图、百分比等；
  - 定义功能的关联实现；
  - 测量点的自动棒图显示。
- 安全功能：
  - 操作和使用人员的定义和管理；
  - 控制操作时进行口令和权限的确认；
  - 系统数据修改、运行方式改变、定义数据操作时进行口令和权限的确认。

### 3.2.2 远动系统

LDS-2003 变电站综合自动化系统中，采用网络信息管理机来完成传统 RTU 的相应功能。在站内，网络信息管理机的节点与其它节点按照站内通信规约通信；在站外，网络信息管理机与调度端按照外部规约进行通信，完成调度端主站与间隔层之间的数据交换、规约处理等。因此，网络信息管理机起了承上启下的作用，它与前置保护单元及测控单元共同构成了一个模拟的网络型分布式 RTU，不仅节约大量二次电缆，还具有以下特点：

- 支持 CDT、MODBUS、IEC8705-101、DNP3.0、SC1801、 $\mu$ 4F 等多种常用通讯规约，根据用户需要灵活选用；
- 完成现场总线网络信息管理；
- 处理容量灵活，信息处理速度快；
- 四遥参数可灵活设置；
- 具备中央 I/O 信号（闭锁远方遥控开入、音响报警开出等）；
- 可在线自诊断及远方诊断；

- 可灵活方便的调试维护；
- 构成了多 CPU 分布式远动系统，灵活性、可靠性强；
- 具有标准时钟对时接口。

## 4 LDS-2003 变电站综合自动化典型配置

LDS-2003 变电站综合自动化系统结构采用分层分布式，整个系统包括以下三大部分：

**间隔层设备：**间隔层是继电保护、测控装置层，它对相关设备进行保护、测量和控制。间隔层按站内一次设备（线路、变压器、电容器组等）分布式配置，各间隔层的设备相对独立，仅通过通讯网互联，并同站控层设备通讯。应用于 35kV/10kV 电压等级的间隔层元件将保护、测量和控制通过一个装置实现。应用于 110kV 线路或主变压器元件的保护、测量、控制功能可在一个间隔单元内实现。

**站内通讯网：**各间隔层设备通过 CAN 现场总线和网络信息管理机完成信息交换。对于 110KV 及以下变电站，一般采用单 CAN 网结构。

**站控层系统：**各间隔层所有上传信息经由网络信息管理机传至当地监控工作站，从而实现当地监控及管理功能。监控系统适用于各种不同的硬件配置，当系统可靠性要求不高且规模较小时，整个系统可以安装在一台 PC 机（监控工作站）上；对于大系统或者对可靠性要求较高的系统，可以采用双机或多机的形式；当该站为无人值班方式时，无需配备当地监控功能。

**网络信息管理机**可通过 MODEM 或其他数字接口与调度中心进行远动通信，以实现变电站的远动功能。对于 110kV 及以下变电站，可配置一台网络信息管理机，也可根据用户需要设置双机热备。

LDS-2003 变电站综合自动化系统典型配置如图 1 所示：

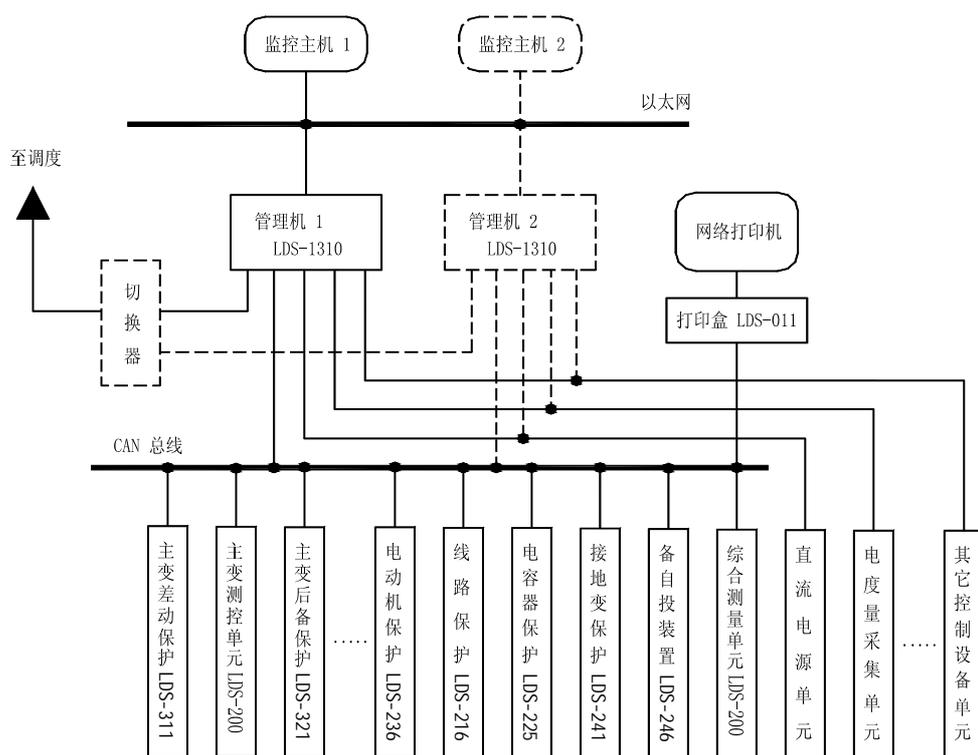


图 1 LDS-2003 变电站综合自动化系统典型配置图

## 5 LDS-2003 系列装置结构

本系列装置采用插件式结构，外壳封闭；机箱采用嵌入式安装方式，箱后接线，机箱外形尺寸：宽×高×深=220×177×216mm，如图 2 所示，在机柜安装时，应保证 250mm 的深度。机柜安装开孔尺寸 224×178，如图 3 所示。

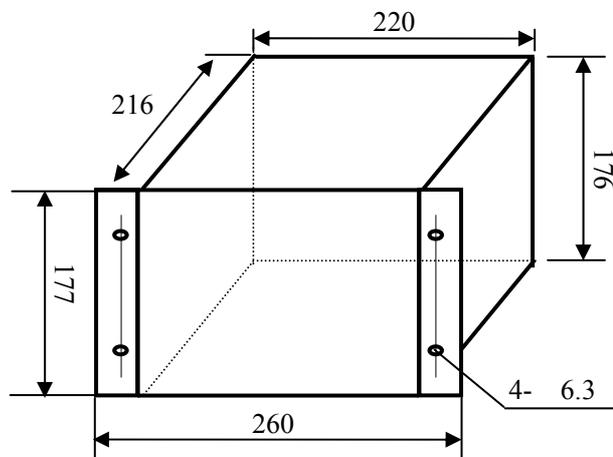


图 2 机箱外形尺寸图

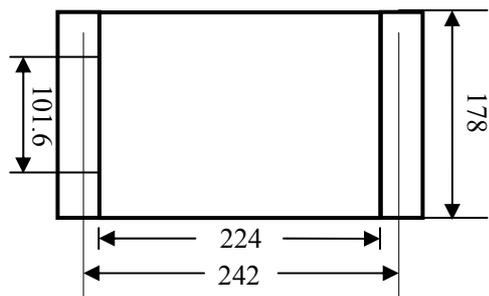


图3 安装开孔图

## 6 LDS-2003 系列装置硬件说明

本装置包括 5~6 个功能插件，从左到右依次为交流插件、CPU 插件、电源插件、出口插件（1~2 个）、操作插件；另外有背板和人机对话的 MMI 板。

### 6.1 交流插件

交流插件上设有模拟量输入变换器，用于将二次交流电压或电流信号隔离变换为小电压信号，经调整后输入到 A/D，装置模拟量输入的原理图如图 4 所示。

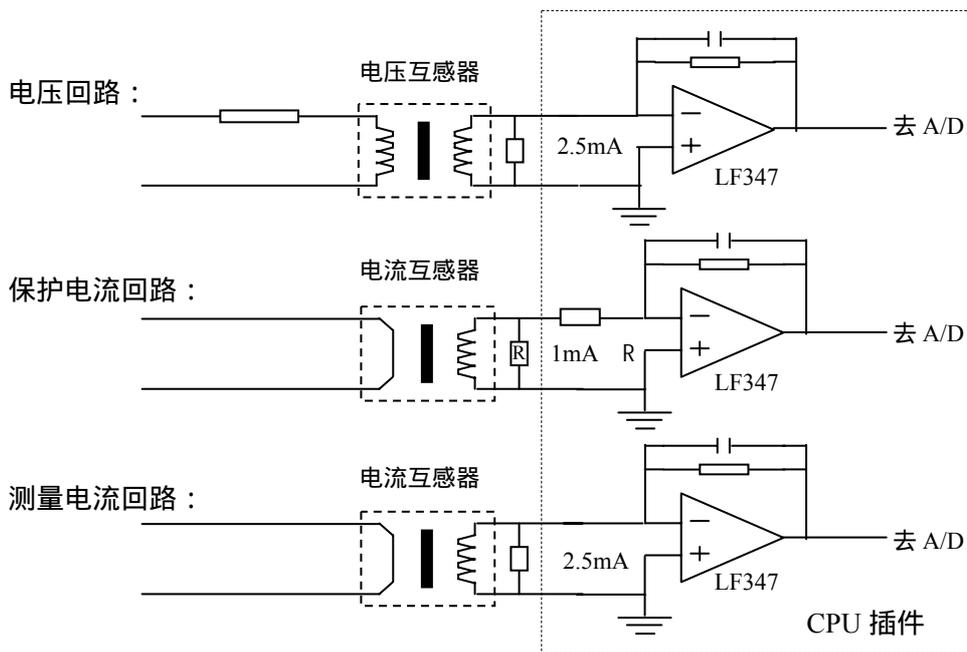


图4 模拟量输入原理图

其中电压互感器 (TV) 为 120V/5.66V；电流互感器 (TA)，测量 TA 为 6A/3.53V，保护 TA 为 120A/3.53V，TA 采用穿心式。选用的隔离变压器精度高，隔离效果好，具有很高的抗扰度性。

## 6.2 CPU 插件

CPU 插件采用 40MIPS 的嵌入式数字信号处理器 (DSP) 构成简洁高效的数据采集和处理系统,如图 5 所示。

- 具有多重写闭锁功能的串行 E<sup>2</sup>PROM 保存定值、系数和配置,确保这些参数不被误修改;
- 模数转换精度为 14 位,转换时间约 5 $\mu$ s, 2 个模数转换通道用于电压自检, 14 个模数转换通道用于对外部输入量的模数转换,模拟量采样速率为 32 点/周;
- 16 路开关量输入(引到外部 14 个)和 14 路输出(包括告警、复归、启动和 11 路出口);
- CPU 通过 RS232 口与液晶 MMI 板通讯,并通过 CAN 现场总线与网络信息管理机构交换数据。

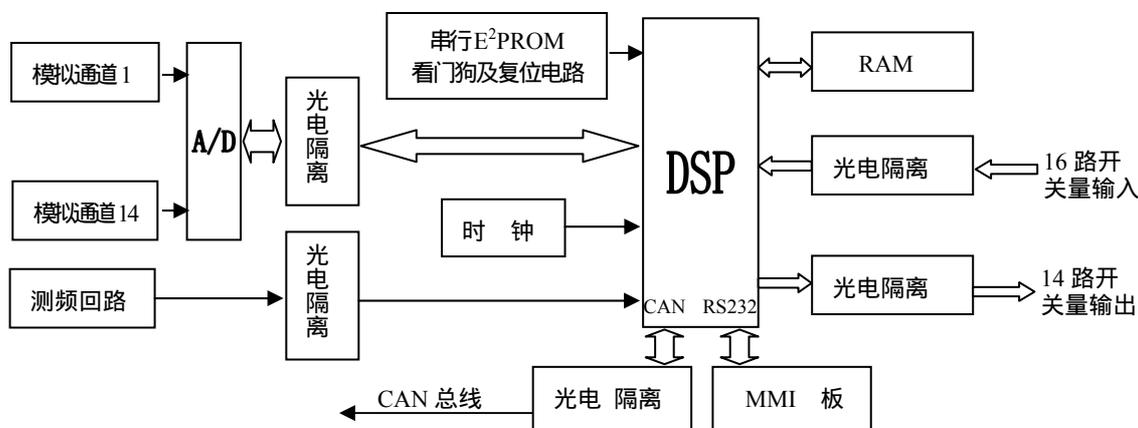


图 5 CPU 插件配置框图

## 6.3 出口插件

出口插件根据不同装置需要设置一个或两个插件,出口插件接收 CPU 下发的命令并完成控制命令的输出。1#出口插件具有 ML01~ML11 的命令输入,具有 DOJ1~DOJ7 的继电器输出,以及 TXJ1、HXJ1 的二路信号继电器输出,通过出口矩阵选择,可配置不同的继电器出口方式。1#出口插件上的信号继电器可用于指示保护跳闸,及重合闸动作信号,除面板设有指示灯外,另有信号输出接点。2#出口插件具有 ML01~ML10 的命令输入,具有 DOJ8~DOJ15 的继电器输出,也通过出口矩阵选择,可配置不同的继电器出口方式。对于所需出口数量较少的装置,仅设置 1#出口插件。

每块出口插件均设置启动继电器 QDJ,保护动作时首先是启动继电器 QDJ 动作接通出口电源回路,以提高保护动作可靠性。1#出口插件还设有 GJJ 继电器,继电器返回时发出告警信号,作为装置故障或失电,及作为过负荷、TV 断线等异常状态告警。

继电器动作与否,取决于 CPU 向继电器输入端所输送的信号,如继电器 1ZJ 动作如图 6 所示:

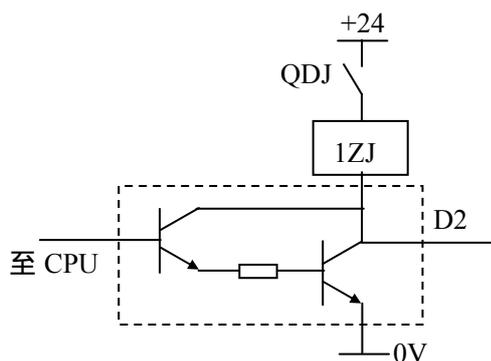


图 6 继电器 1ZJ 动作图

在正常情况下 QDJ 不启动，CPU 输出“0”信号，输出端 D2 输出“1”，1ZJ 不动作；当保护动作时，QDJ 启动、CPU 输出“1”信号，输出端 D2 输出“0”信号，1ZJ 动作。其它继电器动作原理相同。

#### 6.4 操作插件

该插件接收来自出口插件的控制命令，完成断路器操作机构的跳闸、合闸操作及防跳跃功能，实现 SF6 压力降低闭锁跳合闸功能及弹簧未储能闭锁合闸功能，完成断路器合位 HWJ、跳位 TWJ 等的接点信号输出。

#### 6.5 电源插件

电源插件采用 220V/110V 交直流两用的开关电源，可输出+5V/3A、±12V/0.2A、+24V/0.2A。其中+5V 用于 CPU 系统、±12V 用于 A/D 采集部分、24V 用于开入量和开出量部分的继电器和光耦。

#### 6.6 人机对话板（MMI 板）

装置采用键盘操作和 160×80 汉化液晶显示，为用户提供了友好的使用界面。借助该界面可以很方便地浏览测量数据、修改定值及系数、进行传动实验。除此之外，装置还提供了详尽的故障告警信息和追忆 SOE 的功能，帮助用户及时准确地处理问题。

## 7 系统通用技术指标

### 7.1 间隔层设备通用技术指标

#### 7.1.1 额定直流电压

220V 或 110V，允许波动-20%~+10%。

#### 7.1.2 额定交流数据

额定交流电流  $I_n$ ：5A/1A；

额定交流电压  $U_n$ ：100V/57.7V；

频率  $f$ ：50Hz。

#### 7.1.3 过载能力

保护电流回路：施加  $2I_n$  装置可持续工作，施加  $10I_n$  持续工作 10s，施加  $40I_n$  持续 1s 后无绝缘损坏；

交流电压回路：施加  $1.2U_n$  装置可持续工作。

#### 7.1.4 功率消耗

直流回路不大于 25W；  
交流电压回路不大于 0.5VA/相；  
交流电流回路不大于 0.5VA/相。

#### 7.1.5 输出触点

在电压不超过 250V，电流不超过 0.5A，时间常数为  $5 \pm 0.75\text{ms}$  的直流有感回路中，装置输出触点的断开容量为 50W，长期允许接通电流不超过 5A。

#### 7.1.6 遥测精度

电流、电压 0.2 级，有功功率、无功功率 0.5 级。

#### 7.1.7 遥信分辨率

不大于 2ms。

#### 7.1.8 绝缘性能

绝缘电阻：装置所有电路与外壳之间绝缘电阻在标准试验条件下，不小于 100M。

介质强度：装置所有大于 60V 电路与外壳的介质强度能耐受交流 50Hz，电压 2kV（有效值），历时 1min 试验，无绝缘击穿或闪络现象。当复查介质强度时，试验电压值为规定值的 75%。

#### 7.1.9 冲击电压

装置的导电部分对外露的非导电金属部分及外壳之间，在规定的试验大气条件下，能耐受幅值为 5kV 的标准雷电波短时冲击检验。

#### 7.1.10 抗干扰能力

装置能承受 GB/T14598.13 规定的频率为 1MHz 及 100KHz 衰减振荡波（第一个半波电压幅值共模为 2.5kV，差模为 1kV）脉冲干扰试验；

装置能承受 GB/T14598.14 规定的严酷等级为 级的静电放电干扰试验；

装置能承受 GB/T14598.9 规定的严酷等级为 级的辐射电磁场干扰试验；

装置能承受 GB/T14598.10 规定的严酷等级为 级的快速瞬变干扰试验。

#### 7.1.11 机械性能

工作条件：装置能承受严酷等级为 I 级的振动响应、冲击响应检验；

运输条件：装置能承受严酷等级为 I 级的振动耐久、冲击耐久及碰撞检验。

#### 7.1.12 环境条件

环境温度：

➤ 工作：-10 ~ +55；

➤ 贮存：-25 ~ +70 在极限值下不施加激励量，装置不出现不可逆变化，温度恢复后装置应能正常工作；

大气压力：86~106kPa（相当于海拔高度 2km 及以下）；

相对湿度：5%~95%；

其它条件：装置周围的空气中不应含有带酸、碱、腐蚀或爆炸性的物质。

### 7.2 监控系统技术指标

模拟量测量综合误差：电流、电压 0.2%，有功、无功功率 0.5%

电网频率测量误差：0.02Hz

事故报警正确率：100%  
站内 SOE 分辨率： 2ms  
控制命令从生成到输出的时间： 1s  
模拟量在数据库中的更新时间： 2s  
开关量在数据库中的更新时间： 1s  
全系统实时数据扫描周期： 2s  
有实时数据的画面整幅调出响应时间： 3s  
动态数据更新时间： 5s  
打印报表输出周期：按需整定  
事故追忆：事故前 1min 事故后 2min  
历史曲线采样间隔：1~30min，可调  
历史数据存储时间：大于 2 年  
遥测信息传送时间： 3s  
遥信变化传送时间： 2s  
遥控、遥调命令传送时间： 4s  
画面响应时间： 2s  
控制操作正确率：100%  
遥控动作成功率： > 99.9%

## 二、LDS-311/312 数字式变压器差动保护装置

### 1 概述

LDS-311 (三侧差动)/312 (四侧差动) 数字式变压器差动保护装置适用于 110kV 及以下电压等级变电站主变压器的差动保护，主要功能如下：

- 三相式差动电流速断保护；
- 三相式差动保护；
- 本体保护；
- 具有调整不同的变压器接线方式和补偿不同 TA 变比的功能；
- 差动电流过大告警功能；
- TA 断线检测与闭锁功能；
- 故障录波功能；
- 监控功能：遥测、遥信及遥控功能；
- 装置通过 CAN 现场总线接入 LDS-2003 变电站自动化系统，可完成远方监视、控制和操作功能；
- 面板显示：面板上具有汉字液晶显示功能，使用键盘操作，可方便的实现测量及状态跟踪、在线修改定值或投退某些保护功能。面板上具有运行、告警、本体信号、本体跳闸信号指示灯。

### 2 主要技术数据

#### 2.1 差动速断保护

- 整定范围： $0.4I_n \sim 10I_n$ ；
- 整定级差： $0.01A$ ；
- 动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%；平均误差不超过  $\pm 5\%$ ；
- 动作时间：在 2 倍整定值的动作电流下，测得动作时间不超过 25ms。

#### 2.2 差动保护

- 门槛差流整定范围： $0.1I_n \sim 10I_n$ ；
- 整定级差： $0.01A$ ；
- 动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%；平均误差不超过  $\pm 5\%$ ；
- 动作时间：在 2 倍整定值的动作电流下，测得动作时间不超过 40ms；
- 比率制动：比率制动系数  $0.20 \sim 0.60$ ，比率制动拐点定值  $0.4I_n \sim 2I_n$ ，比率制动系数一致性不大于 10%，平均误差不超过  $\pm 10\%$ ；
- 二次谐波制动：制动系数  $0.10 \sim 0.30$ ，一致性不大于 10%，平均误差不超过  $\pm 10\%$ 。

## 2.3 本体保护

重瓦斯、有载调压重瓦斯、压力释放和通风故障跳闸和告警可选择，跳闸功能投退不影响发信号，轻瓦斯、有载调压轻瓦斯、油温过高、油位异常只发信号。

## 3 装置原理

### 3.1 装置的保护功能原理

装置的差动、差动速断、差动电流过大告警、TA 断线等保护功能均在保护子程序中完成。

#### 3.1.1 LDS-311（三侧差动）差动电流与制动电流

三相差动电流与制动电流分别为：

$$\begin{aligned} I_{acd} &= |\dot{I}_{aH} + \dot{I}_{aq} + \dot{I}_{aL}| & I_{azd} &= \text{Max}(I_{aH}, I_{aq}, I_{aL}) \\ I_{bcd} &= |\dot{I}_{bH} + \dot{I}_{bq} + \dot{I}_{bL}| & I_{bzd} &= \text{Max}(I_{bH}, I_{bq}, I_{bL}) \\ I_{ccd} &= |\dot{I}_{cH} + \dot{I}_{cq} + \dot{I}_{cL}| & I_{czd} &= \text{Max}(I_{cH}, I_{cq}, I_{cL}) \end{aligned}$$

其中：

$I_{acd}$ 、 $I_{bcd}$ 、 $I_{ccd}$  分别为 A 相、B 相、C 相的差动电流；

$I_{azd}$ 、 $I_{bzd}$ 、 $I_{czd}$  分别为 A 相、B 相、C 相的制动电流；

$\dot{I}_{aH}$ 、 $\dot{I}_{bH}$ 、 $\dot{I}_{cH}$  分别为高压侧 A 相、B 相、C 相的二次电流；

$\dot{I}_{aq}$ 、 $\dot{I}_{bq}$ 、 $\dot{I}_{cq}$  分别为中压侧 A 相、B 相、C 相折算到高压侧的二次电流；

$\dot{I}_{aL}$ 、 $\dot{I}_{bL}$ 、 $\dot{I}_{cL}$  分别为低压侧 A 相、B 相、C 相折算到高压侧的二次电流。

#### 3.1.2 LDS-312（四侧差动）差动电流与制动电流

三相差动电流与制动电流分别为：

$$\begin{aligned} I_{acd} &= |\dot{I}_{ah1} + \dot{I}_{ah2} + \dot{I}_{aq} + \dot{I}_{al}| & I_{azd} &= \max\{|\dot{I}_{ah1}|, |\dot{I}_{ah2}|, |\dot{I}_{aq}|, |\dot{I}_{al}|\} \\ I_{bcd} &= |\dot{I}_{bh1} + \dot{I}_{bh2} + \dot{I}_{bq} + \dot{I}_{bl}| & I_{bzd} &= \max\{|\dot{I}_{bh1}|, |\dot{I}_{bh2}|, |\dot{I}_{bq}|, |\dot{I}_{bl}|\} \\ I_{ccd} &= |\dot{I}_{ch1} + \dot{I}_{ch2} + \dot{I}_{cq} + \dot{I}_{cl}| & I_{czd} &= \max\{|\dot{I}_{ch1}|, |\dot{I}_{ch2}|, |\dot{I}_{cq}|, |\dot{I}_{cl}|\} \end{aligned}$$

其中：

$I_{acd}$ 、 $I_{bcd}$ 、 $I_{ccd}$  分别为 A 相、B 相、C 相的差动电流；

$I_{azd}$ 、 $I_{bzd}$ 、 $I_{czd}$  分别为 A 相、B 相、C 相的制动电流；

$\dot{I}_{ah1}$ 、 $\dot{I}_{bh1}$ 、 $\dot{I}_{ch1}$  分别为高压一侧 A 相、B 相、C 相的二次电流；

$\dot{I}_{ah2}$ 、 $\dot{I}_{bh2}$ 、 $\dot{I}_{ch2}$  分别为高压二侧 A 相、B 相、C 相折算到高压一侧的二次电流；

$\dot{I}_{aq}$ 、 $\dot{I}_{bq}$ 、 $\dot{I}_{cq}$  分别为中压侧 A 相、B 相、C 相折算到高压一侧的二次电流；

$\dot{I}_{al}$ 、 $\dot{I}_{bl}$ 、 $\dot{I}_{cl}$  分别为低压侧 A 相、B 相、C 相折算到高压一侧的二次电流；

### 3.1.3 变压器接线方式的调整

本装置的高压侧、中压侧输入电流可以进行星型到三角形的调整，使调整后电流角度、幅值等效于外部 C T 三角形接线方式，所以采用本装置后外部 C T 可以都采用 Y 形接线，可以简化接线，有利于 C T 断线的判别，星形到三角形软件调整原理如下：

$$\dot{i}_a = (\dot{I}_a - \dot{I}_b) / \sqrt{3} \quad \dot{i}_b = (\dot{I}_b - \dot{I}_c) / \sqrt{3} \quad \dot{i}_c = (\dot{I}_c - \dot{I}_a) / \sqrt{3}$$

式中  $\dot{I}_a$ 、 $\dot{I}_b$ 、 $\dot{I}_c$  输入到装置内的 a 相、b 相、c 相电流；

$\dot{i}_a$ 、 $\dot{i}_b$ 、 $\dot{i}_c$  为调整后的 a 相、b 相、c 相电流；

以上调整适合于 Y<sub>0</sub>/ / - 11 接线的变压器，若其它接线方式，用户可以通过调整控制字调整。

### 3.1.4 平衡电流调整（以 LDS-311 三侧差动保护为例）

由于变压器的高、中、低压绕组比与变压器的高、中、低压侧 TA 选择不匹配时，需要将中、低压侧电流折算到高压侧，使电流匹配，才可进行差流和制动电流的计算。

在定值中有  $K_q$ 、 $K_L$ ：

$K_q$  为中压侧电流的平衡系数

$$K_q = \frac{U_Q \times TA_Q}{U_H \times TA_H}$$

$K_L$  为低压侧电流的平衡系数

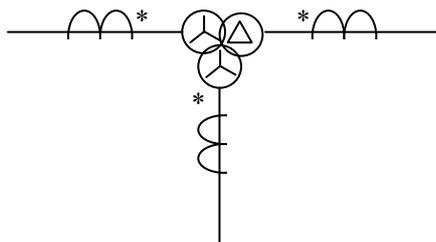
$$K_L = \frac{U_L \times TA_L}{U_H \times TA_H}$$

式中  $U_H$ 、 $U_Q$ 、 $U_L$  为高压侧、中压侧、低压侧额定电压；

$TA_H$ 、 $TA_Q$ 、 $TA_L$  为高压侧、中压侧、低压侧的 TA 变比。

经过高、中压侧进行 Y/ 变换和中、低压侧乘以  $K_q$ 、 $K_L$  系数后，保护装置就可以自动进行差动电流和制动电流的计算。

电流互感器各侧极性都以指向变压器为同极性端，见下图：



### 3.1.5 启动元件

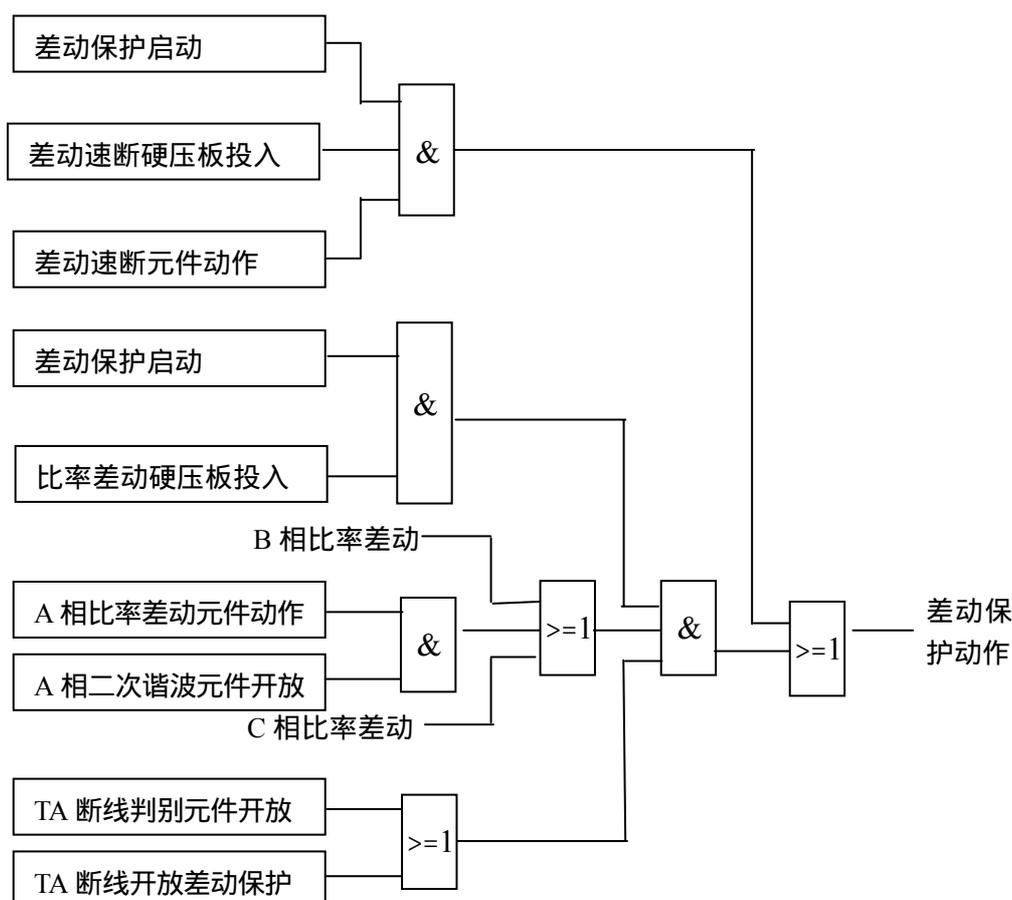
保护启动元件用于开放保护跳闸出口继电器的电源和保护处理程序,启动元件包括差流突变量启动元件和差流越限启动元件,任一启动元件动作则启动元件启动。差流突变量的定值为 0.4A,差流越限启动门坎为差动动作定值或差动速断动作定值。

### 3.1.6 差动电流速断保护

当差动速断的硬压板投入后,差动电流大于差动速断定值则不经其它闭锁条件出口跳闸。

### 3.1.7 差动保护

装置的逻辑框图如下,图中以 A 相为例,B 相、C 相同 A 相。



#### ➤ 二次谐波制动元件

装置采用三相差动电流中二次谐波的最大值与各相基波比值作为励磁涌流闭锁判据,制动判据如下:

$$I_{cd2} > I_{cd} \cdot K_2 \quad \text{闭锁差动保护}$$

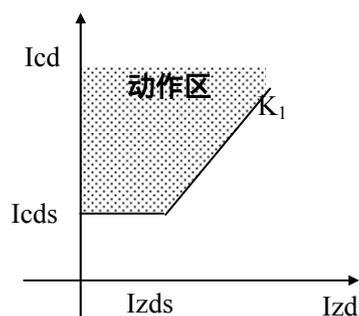
其中  $I_{cd2}$  为三相差动电流中二次谐波含量的最大值;

$I_{cd}$  为任意相的差动电流,  $K_2$  为二次谐波制动系数。

#### ➤ 比率制动元件

装置采用常规的比率制动原理,动作判据为:

$$I_{cd} > I_{cds} \quad I_{zd} < I_{zds} \text{ 或 } I_{zd} > I_{zds} \quad I_{cd} > K_1 \cdot (I_{zd} - I_{zds}) + I_{cds}$$



其中  $I_{cd}$  为差动电流  
 $I_{zd}$  为制动电流  
 $I_{cds}$  为差动电流门槛值  
 $I_{zds}$  为制动电流拐点值  
 $K_1$  为比率制动系数

### ➤ TA 二次断线检测

当装置没有启动时，检测三相差动电流是否越限，如果越限则报警。当装置启动后首先判 TA 二次是否断线，TA 断线判据为某一相只有一侧电流有突变且突变后电流减少二分之一。判为 TA 二次断线后，发告警信号，并可选择闭锁或不闭锁差动保护，当启动返回后，若差动电流仍然过大（大于差流告警定值），则 TA 二次断线信号仍保持，直至差动电流小于越限告警定值才复归。

## 3.2 装置的监测功能

### 3.2.1 遥测功能：

装置可在当地汉化液晶面板上显示与差动保护相关的测量量及计算量，监控主站可以通过 CAN 现场总线随时调用数据。

LDS-311 三侧差动保护装置遥测数据包括 18 项内容： $I_{ah}$ （A 相高压侧电流）、 $I_{bh}$ （B 相高压侧电流）、 $I_{ch}$ （C 相高压侧电流）、 $I_{aq}$ （A 相中压侧电流）、 $I_{bq}$ （B 相中压侧电流）、 $I_{cq}$ （C 相中压侧电流）、 $I_{al}$ （A 相低压侧电流）、 $I_{bl}$ （B 相低压侧电流）、 $I_{cl}$ （C 相低压侧电流）、 $I_{acd}$ （A 相差动电流）、 $I_{bcd}$ （B 相差动电流）、 $I_{ccd}$ （C 相差动电流）、 $I_{azd}$ （A 相制动电流）、 $I_{bzd}$ （B 相制动电流）、 $I_{czd}$ （C 相制动电流）、 $I_{acd2}$ （A 相二次谐波电流）、 $I_{bcd2}$ （B 相二次谐波电流）、 $I_{ccd2}$ （C 相二次谐波电流）。

LDS-312 四侧差动保护装置遥测数据包括 21 项内容： $I_{ah1}$ （A 相高压一侧电流）、 $I_{bh1}$ （B 相高压一侧电流）、 $I_{ch1}$ （C 相高压一侧电流）、 $I_{ah2}$ （A 相高压二侧电流）、 $I_{bh2}$ （B 相高压二侧电流）、 $I_{ch2}$ （C 相高压二侧电流）、 $I_{aq}$ （A 相中压侧电流）、 $I_{bq}$ （B 相中压侧电流）、 $I_{cq}$ （C 相中压侧电流）、 $I_{al}$ （A 相低压侧电流）、 $I_{bl}$ （B 相低压侧电流）、 $I_{cl}$ （C 相低压侧电流）、 $I_{acd}$ （A 相差动电流）、 $I_{bcd}$ （B 相差动电流）、 $I_{ccd}$ （C 相差动电流）、 $I_{azd}$ （A 相制动电流）、 $I_{bzd}$ （B 相制动电流）、 $I_{czd}$ （C 相制动电流）、 $I_{acd2}$ （A 相二次谐波电流）、 $I_{bcd2}$ （B 相二次谐波电流）、 $I_{ccd2}$ （C 相二次谐波电流）。

二次值转换方法：

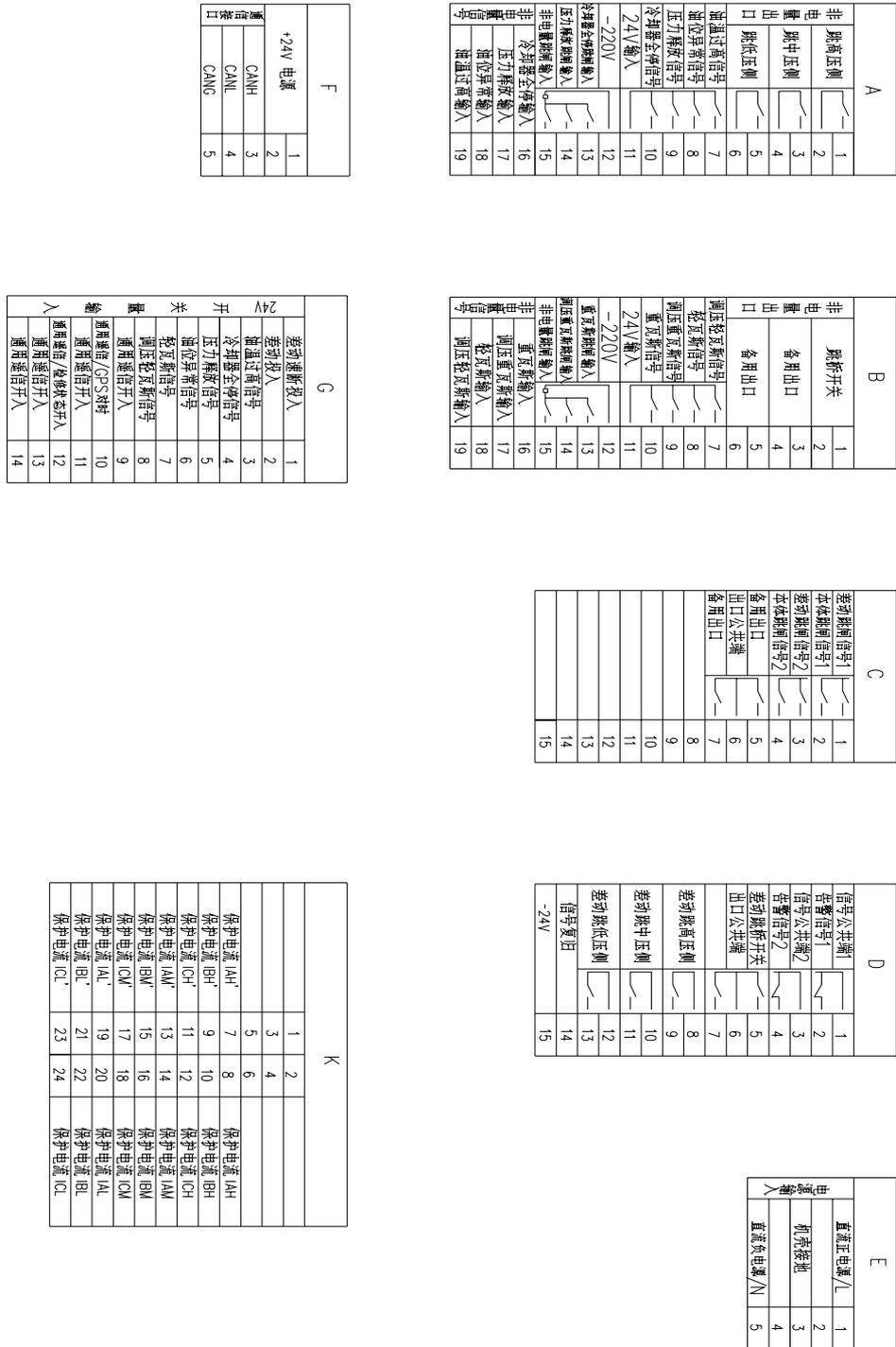
$Y * 170 / 8192$ ，其中 Y 为遥测中发送的二进制数数据。

### 3.2.2 遥信采集

遥信公共端为 +24V，硬件滤波和软件去抖的并用保证了遥信采集的准确性，使装置不会误发信号。遥信的各位定义见端子排定义。

## 4 附录

(一) LDS-311 数字式变压器差动保护装置背面端子图如下：



LDS-311 背板端子图

(二) LDS-312 数字式变压器差动保护装置背面端子图如下：

A	
跳高压侧	1
跳中压侧	2
跳低压侧	3
跳出口	4
跳出口	5
跳出口	6
跳出口	7
跳出口	8
跳出口	9
跳出口	10
跳出口	11
跳出口	12
跳出口	13
跳出口	14
跳出口	15
跳出口	16
跳出口	17
跳出口	18
跳出口	19

B	
跳出口	1
跳出口	2
跳出口	3
跳出口	4
跳出口	5
跳出口	6
跳出口	7
跳出口	8
跳出口	9
跳出口	10
跳出口	11
跳出口	12
跳出口	13
跳出口	14
跳出口	15
跳出口	16
跳出口	17
跳出口	18
跳出口	19

C	
跳出口	1
跳出口	2
跳出口	3
跳出口	4
跳出口	5
跳出口	6
跳出口	7
跳出口	8
跳出口	9
跳出口	10
跳出口	11
跳出口	12
跳出口	13
跳出口	14
跳出口	15

D	
跳出口	1
跳出口	2
跳出口	3
跳出口	4
跳出口	5
跳出口	6
跳出口	7
跳出口	8
跳出口	9
跳出口	10
跳出口	11
跳出口	12
跳出口	13
跳出口	14
跳出口	15

E	
跳出口	1
跳出口	2
跳出口	3
跳出口	4
跳出口	5

F	
跳出口	1
跳出口	2
跳出口	3
跳出口	4
跳出口	5

G	
跳出口	1
跳出口	2
跳出口	3
跳出口	4
跳出口	5
跳出口	6
跳出口	7
跳出口	8
跳出口	9
跳出口	10
跳出口	11
跳出口	12
跳出口	13
跳出口	14

K	
跳出口	1
跳出口	2
跳出口	3
跳出口	4
跳出口	5
跳出口	6
跳出口	7
跳出口	8
跳出口	9
跳出口	10
跳出口	11
跳出口	12
跳出口	13
跳出口	14
跳出口	15
跳出口	16
跳出口	17
跳出口	18
跳出口	19
跳出口	20
跳出口	21
跳出口	22
跳出口	23
跳出口	24

LDS-312 背板端子图

## 三、LDS-321A 数字式变压器后备保护装置

### 1 概述

LDS-321A 数字式变压器后备保护装置适用于 110kV 及以下电压等级变电站的变压器高压侧后备保护,与 LDS-311 数字式变压器差动保护装置一起完成主变压器间隔层的保护功能。主要功能如下:

- 三段七时限复合电压闭锁方向过流保护;
- 三段五时限零序方向过流保护;
- 一段二时限零序过压保护;
- 一段二时限间隙过流保护;
- 过负荷告警、启动通风、闭锁调压;
- 故障录波、TV 断线监视等功能;
- 面板上具有汉字液晶显示、使用键盘操作,可方便地查看运行参数及状态、在线修改定值或投退某些保护功能。面板上还具有运行、告警、保护动作信号指示灯;
- 装置通过现场总线与 LDS-2003 变电站综合自动化系统通讯,可完成远方监视和操作功能。

### 2 主要技术指标

#### 2.1 三段过流保护、零序过流保护、间隙零序过流保护

##### 2.1.1 动作值

整定范围:  $0.2I_n \sim 10I_n$ ;

整定级差: 0.01A;

动作值的准确度: 一致性不大于动作值的 5%; 平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

##### 2.1.2 动作时间

整定范围: 0.00 ~ 9.99s;

整定级差: 0.01s;

动作时间: 在 2 倍的动作电流下,测得动作时间一致性不大于 20ms,动作时间平均误差不超过  $\pm 30\text{ms}$ 。

##### 2.1.3 复合电压闭锁功能

低电压闭锁: 整定范围 10V~100V,整定级差 0.1V,平均误差不超过  $\pm 5\%$ ;

负序电压闭锁: 整定范围 5~50V,整定级差 0.1V,平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

##### 2.1.4 零序电压闭锁功能(用于闭锁零序过流保护)

整定范围: 20V~120V;

整定级差: 0.01V,平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

##### 2.1.5 复合电压闭锁过流方向元件

灵敏角:  $-30^\circ$  或  $-45^\circ$ ,平均误差不超过  $\pm 5^\circ$ ,一致性不大于  $5^\circ$ ;

动作区:  $160^\circ$ ,平均误差不超过  $\pm 5^\circ$ ;

### 2.1.6 零序过流方向元件

灵敏角： $-110^{\circ}$ ，可选择零流方向指向变压器或指向母线，平均误差不超过 $\pm 5^{\circ}$ ，一致性不大于 $5^{\circ}$ ；

动作区： $160^{\circ}$ ，平均误差不超过 $\pm 5^{\circ}$ ；

最小动作功率：在零序电压为 $0.5V$ 时，最大灵敏角下测试不大 $0.5VA$ 。

## 2.2 零序电流闭锁的零序过电压保护功能

### 2.2.1 动作值

整定范围： $20 \sim 300V$ ；

整定级差： $0.01V$ ；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 $5\%$ ，平均误差不超过 $\pm 5\%$ 。

### 2.2.2 动作时间

整定范围： $0.00 \sim 9.99s$ ；

整定级差： $0.01s$ ；

动作时间：在 $2$ 倍的动作电流下，测得动作时间一致性不大于 $20ms$ ，动作时间平均误差不超过 $\pm 30ms$ 。

### 2.2.3 零序电流闭锁零序过电压

整定范围： $0.2I_n \sim 2I_n$ ；

整定级差： $0.01A$ ，

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 $5\%$ ，平均误差不超过 $\pm 5\%$ 。

## 2.3 过负荷、启动通风、闭锁调压功能

### 2.3.1 动作值

整定范围： $0.2I_n \sim 2I_n$ ；

整定级差： $0.01A$ ；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 $5\%$ ，平均误差不超过 $\pm 5\%$ 。

### 2.3.2 动作时间

整定范围： $0.0 \sim 99.9s$ ；

整定级差： $0.1s$ ；

动作时间：在 $2$ 倍的动作电流下，测得动作时间一致性不大于 $20ms$ ，动作时间平均误差不超过 $\pm (30ms + 1\% \text{整定时间})$ 。

## 3 装置原理

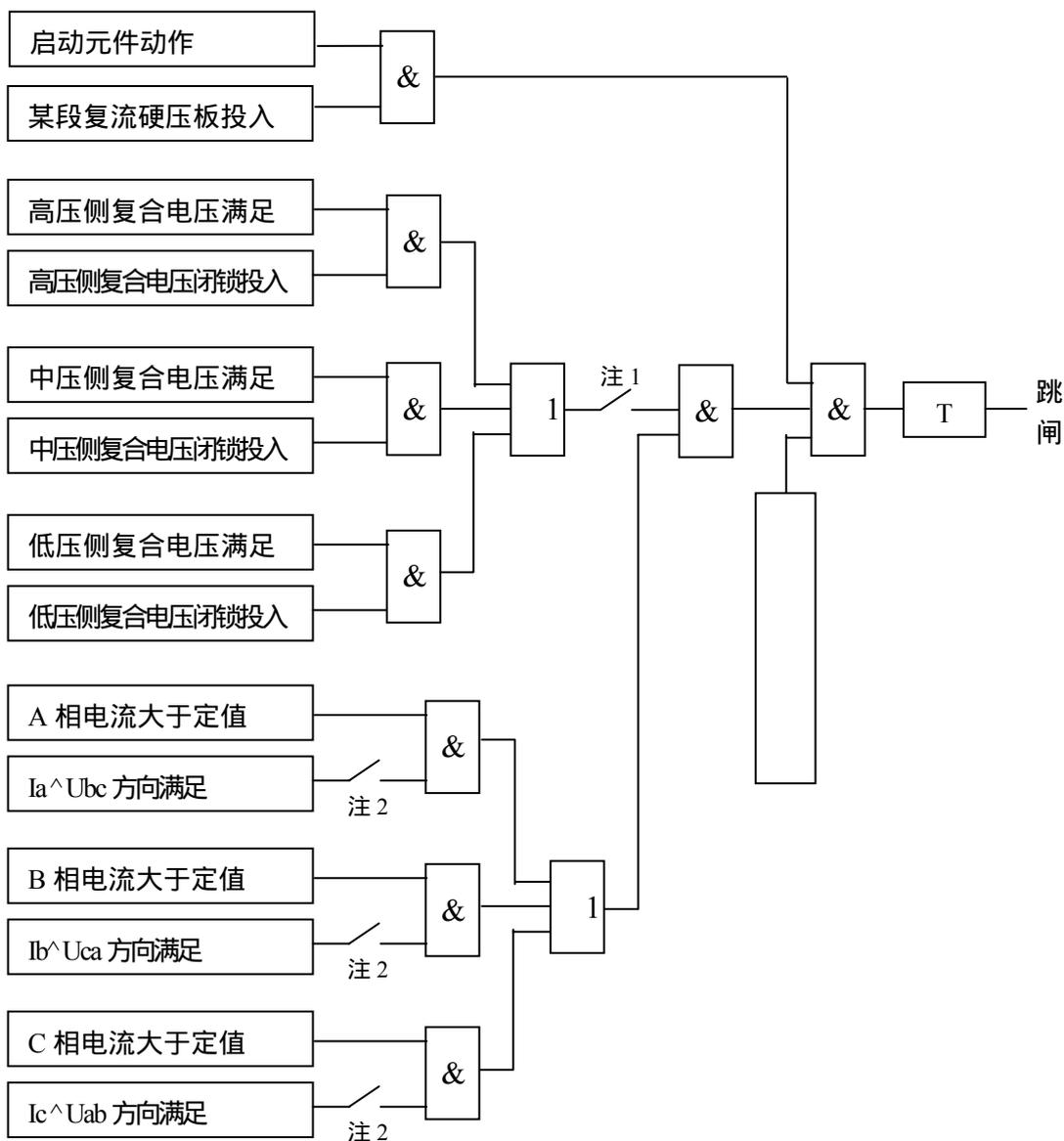
### 3.1 保护功能原理

#### 3.1.1 保护启动

采用突变量启动和有效值辅助启动两种方式。

#### 3.1.2 复合电压闭锁方向过流

复合电压闭锁方向过流共为三段七时限，其中 I 段和 II 段为三时限，III 段为一时限，复合电压闭锁方向过流 III 段逻辑框图如下：



注 1： III 段过流保护的复合电压闭锁控制字。

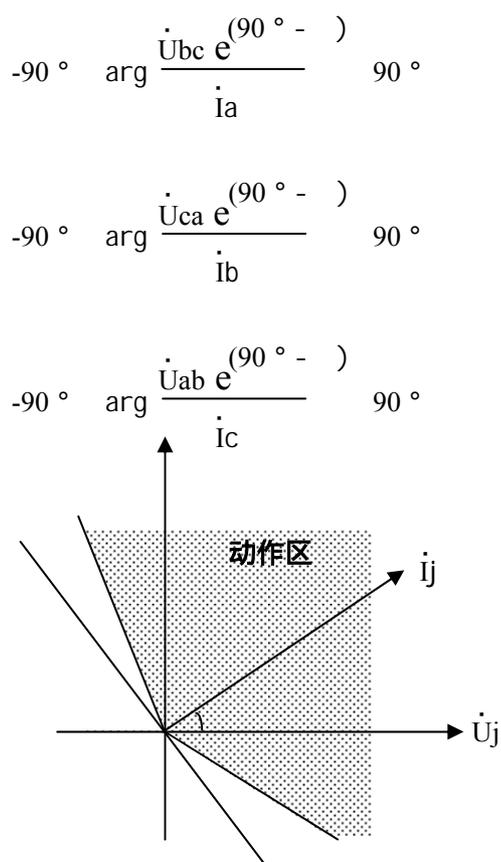
注 2： III 段过流保护的方向闭锁控制字。

注 3：将中、低压后备保护装置的复合电压启动输出触点接到本装置的遥信端子遥信 11 和遥信 12，相应的位为 1，则本装置的复合电压启动。

上图以过流 III 段为例，过流的其它段和时限与此类似。

➤ 方向元件

LDS-321A 的方向元件采用 90° 接线方式，阻抗角可选为 30° 或 45°，以电流落后电压时角度为正。a 相、b 相、c 相的方向元件动作方程分别为：



其中  $\varphi$  为阻抗角， $i_j$  为  $i_a$ 、 $i_b$ 、 $i_c$ ， $\dot{U}_j$  为  $\dot{U}_{bc}$ 、 $\dot{U}_{ca}$ 、 $\dot{U}_{ab}$ 。

方向元件的电压记忆功能：

当三个线电压中的最小线电压低于 0.5V 时，采用故障前的电压作为方向元件的  $\dot{U}_j$ 。记忆时间不小于 1s。

➤ TV 断线对方向元件和复合电压闭锁功能的影响：

TV 断线可能使方向元件和复合电压闭锁元件不正确动作，LDS-321A 给出两种选择，即 TV 断线退出方向及复合电压闭锁功能和 TV 断线退出经方向和经复合电压闭锁的保护。

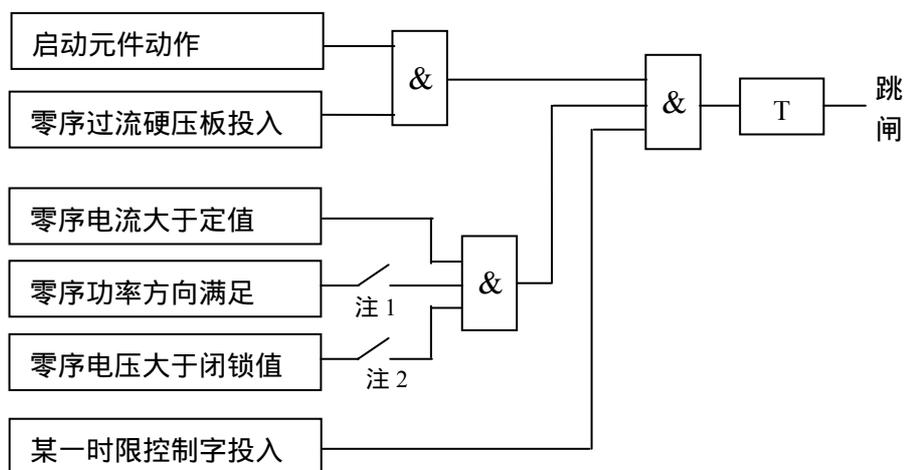
➤ 复合电压启动出口功能

当大于复合电压闭锁的定值，启动相应的继电器出口。

### 3.1.3 零序电压闭锁零序方向过流保护

零序方向过流保护有三段五时限， $I$  段和  $II$  段各有二时限，采用自产 3I0s 判别动作值，采用自产的零序电压和零序电流判别零序方向； $III$  段有一时限，采用外接 3I0 判别动作值，采用外接的零序电压和零序电流判别零序方向。

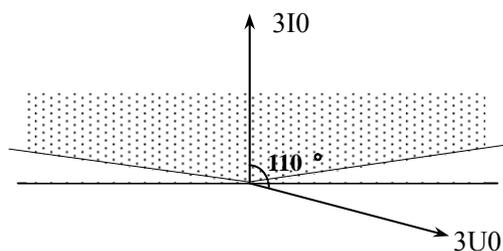
零序电压闭锁零序方向过流  $I$  段保护逻辑框图如下，其它段与此类似：



注 1： 段零序功率方向投退控制字

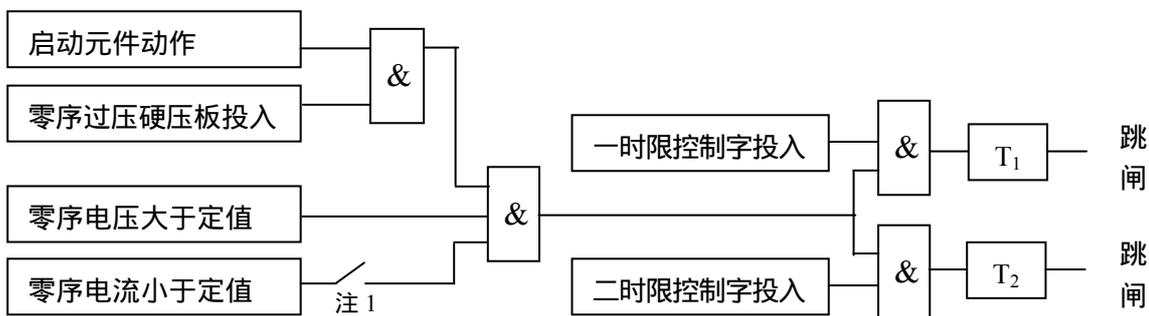
注 2： 段零序电压闭锁投退控制字

零序方向的灵敏角为  $-110^\circ$ ，可选择零流方向指向变压器或指向母线。以电流落后电压时角度为正。灵敏角为  $-110^\circ$  的动作特性为：



### 3.1.4 零序电流闭锁零序过压保护功能

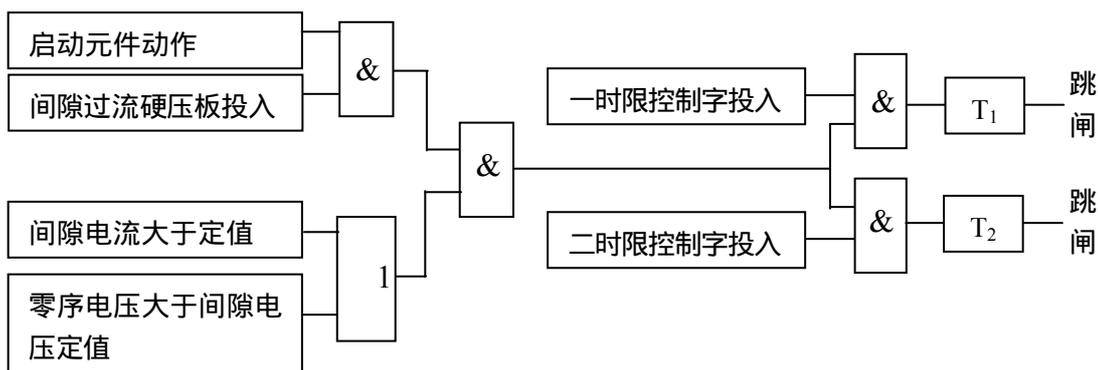
零序过压保护为一段二时限，其原理框图如下：



注 1： 零序电流闭锁投退控制字。

### 3.1.5 间隙零序过流及零序过压保护功能

其逻辑框图如下：



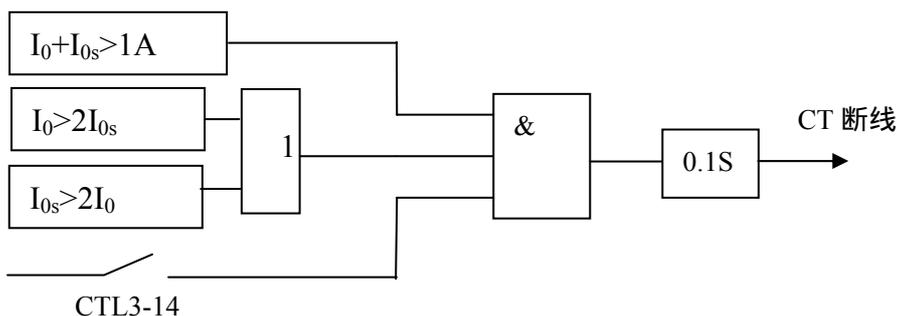
当间隙保护投入保持方式时，当间隙电流和零序电压均小于定值时保持 60 毫秒返回。

### 3.1.6 过负荷告警、启动通风、闭锁调压功能

过负荷告警、启动通风、闭锁调压以三相电流中的最大值计算，各有自己的延时回路。过负荷动作于装置告警继电器；启动通风动作和闭锁调压动作的出口继电器由出口控制字定义来选择。

### 3.1.7 TA 断线监视功能

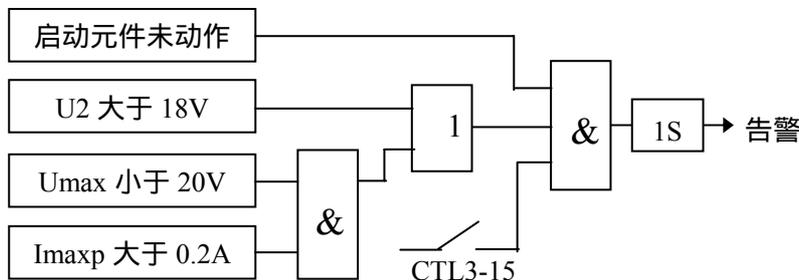
TA 断线监视的逻辑框图如下：



其中  $I_0$  为经测量 TA 得到的零序电流， $I_{0s}$  为自产零序电流。CTL3-14 为 TA 回路监视投入控制字。

### 3.1.8 TV 断线监视功能

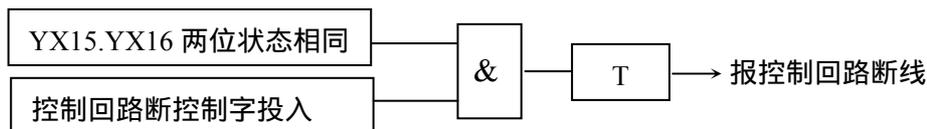
TV 断线监视的逻辑框图如下：



其中  $U_2$  为负序电压， $U_{max}$  为三个线电压中最大的线电压， $I_{maxp}$  为三相中最大的电流。CTL3-15 为 TV 断线监视投退控制字。

### 3.1.9 控制回路断线

控制回路断线逻辑框图如下：



YX15、YX16 为本操作回路断路器的跳位和合位，T 为控制回路断线的延时时间，由配置菜单中的控母断线 T 来整定延时时间。

### 3.1.10 保护继电器出口表

各保护的跳闸逻辑通过 PC 机或装置的面板整定。

## 3.2 装置的监测功能

### 3.2.1 遥测功能

装置可测量各输入通道的电流（ $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ 、 $3I_0$ 、 $I_{j0}$ ）和电压（ $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $3U_0$ ），每周波采样 32 点，运用付氏算法计算各电压（电流）有效值， $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$  矢量合成  $3I_0s$ ， $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$  矢量合成  $3U_0s$ ；可以在汉化液晶面板上显示测量量和计算量，并将这些数据通过 CAN 总线送到 LDS - 1310 网络信息管理机，在监控主站上可以实时监视这些数据。遥测数据包括 16 项内容： $F$ 、 $U_a$ 、 $I_a$ 、 $U_b$ 、 $I_b$ 、 $U_c$ 、 $I_c$ 、 $3U_0$ 、 $3I_0$ 、 $I_{j0}$ 、 $U_{ab}$ 、 $U_{bc}$ 、 $U_{ca}$ 、 $U_2$ 、 $3U_0s$ 、 $3I_0s$ 。

二次值转换方法：

$I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ 、 $3I_0$ 、 $I_{j0}$ 、 $3I_0s$  的计算公式为  $Y*170/8192$  (A)；

$U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $U_{ab}$ 、 $U_{bc}$ 、 $U_{ca}$ 、 $3U_0s$ 、 $U_2$  的计算公式为  $Y*170/8192$  (V)；

$3U_0$  的计算公式为  $Y*450/8192$  (V)；

$f$  的计算公式为  $50+Y*2/8192$  (Hz)。

Y 为遥测中发送的二进制数数据，其中 f 是有符号数。

### 3.2.2 遥信采集

装置有 16 个开关量输入，定义见附录端子排图，除远方/就地遥信位外，均为“1”有效；YX15、YX16 为操作箱中断路器的跳位、合位信号，在装置内部经背板引入 CPU 插件。

对于每个 YX 在配置中可设定相应的遥信延时，做为该位 YX 采集时的去抖时间；遥信信号采用硬件滤波和软件去抖措施，保证遥信信号采集的准确性，避免装置误发信号。另外每个 YX 在配置中的遥信极性控制字中有相应的位标定其极性（位序号与 YX 位序号相对应），若某个 YX 位的极性为“1”，当相应的外部接点打开时，YX 值为“0”；接点闭合时，YX 值为“1”。（极性为“0”时相反）

遥信公共端为+24V。

## 4 附录

LDS-321A 数字式变压器后备保护装置背面端子图：

A	
+KM/L	1
合闸入口	2
平合入口	3
跳闸入口	4
至跳闸线圈	5
至合闸线圈	6
跳位至合闸线圈箱	8
合位至跳闸线圈箱	9
回	10
常开未储能闭锁	11
-KM/N	12
信号公共端	13
绿灯	14
红灯	15
手跳开出	16
	17

B	
跳压侧出口1	1
跳压侧出口2	2
跳压侧出口3	3
跳压侧出口4	4
跳压侧出口5	5
跳压侧出口6	6
跳压侧出口7	7
跳压侧出口8	8
手跳/储能入口	9
SF6气压低闭锁	10
跳闸位置3	11
位置信号公共端	12
跳闸位置2	13
合闸位置2	14
合闸位置1	15
控制回路	16
断线信号	17

C	
保护跳闸信号1	1
过流信号1	2
保护跳闸信号2	3
过流信号2	4
跳中压侧出口	5
出口公共端	6
跳压侧出口1	7
跳压侧出口2	8
跳压侧出口3	9
启动重合出口	10
复压开出1	11
复压开出2	12
复压开出3	13
复压开出4	14
复压开出5	15

D	
信号公共端1	1
空接信号1	2
信号公共端2	3
空接信号2	4
跳分闸出口1	5
出口公共端	6
跳分闸出口2	7
跳分闸出口3	8
跳分闸出口4	9
备投放电出口1	10
备投放电出口2	11
备投放电出口3	12
备投放电出口4	13
信号复归	14
-24V	15

E	
直流正电源/L	1
机壳接地	2
直流负电源/N	3
	4
	5

F	
+24V 电源	1
	2
CANH	3
CANL	4
CANG	5

G	
通用通信输入	1
24V 准永闭锁信号输入	2
SF6气压低信号/储能闭锁	3
复流一极投入	4
复流二极投入	5
复流三极投入	6
零序过流投入	7
零序过压投入	8
间隔过流投入	9
通用通信/GPRS实时	10
复压投入1	11
复压投入2	12
定值选择开关N1	13
定值选择开关N2	14

H	
母线电压UA	1
母线电压UB	2
母线电压UC	3
母线电压UN	4
零序电压UN	5
零序电压UN	6
	7
	8
	9
	10
	11
	12

K	
保护电流IA	1
保护电流IB	2
保护电流IC	3
保护电流IN	4
	5
	6
	7
	8
	9
	10
	11
	12
	13
保护电流IA	15
保护电流IB	16
保护电流IC	17
保护电流IN	18
零序电流3I0	19
零序电流3I0'	20
零序电流3I0''	21
零序电流3I0'''	22
间隔电流I00	23
间隔电流I00'	24

LDS-321A 背板端子图

## 四、LDS-321B/C 数字式变压器后备保护测控装置

### 1 概述

LDS-321B/C 数字式变压器后备保护测控装置适用于 110kV 及以下电压等级变电站中变压器的 35kV 侧或 10kV 侧的后备保护。主要功能如下：

- 三段七时限复合电压闭锁方向过流保护；
- 两路零序过流保护，可选跳闸或告警；
- 零序过压保护，可选跳闸或告警；
- 母线充电保护，当本侧断路器刚合上的 3s 内投母线充电保护；
- 过负荷单独出口 (LDS-321B)；
- 过负荷告警，过负荷启动通风和闭锁调压 (LDS-321C)。
- 监控功能：遥测、遥信、遥控和脉冲电度采集；
- 具有操作回路、故障录波、TV 断线检测和母线绝缘监察功能；
- 面板上具有汉字液晶显示、使用键盘操作，方便实现测量跟踪，在线修改定值或投退某些保护功能，面板上还具有运行、告警、跳位、合位、保护动作指示灯；
- 装置通过 CAN 现场总线接入 LDS-2003 变电站综合自动化系统，可完成远方监视、控制和操作功能。

### 2 主要技术数据

#### 2.1 三段过流保护、母线充电保护

##### 2.1.1 动作值

整定范围：0.2I<sub>n</sub> ~ 10I<sub>n</sub>；

整定级差：0.01A；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过 ±5%。

##### 2.1.2 动作时间

整定范围：0.00 ~ 9.99s，其中母线充电保护时间为 0.01 ~ 3.00s；

整定级差：0.01s；

动作时间的准确度：在 2 倍的动作电流下，测得动作时间一致性不大于 20ms，动作时间平均误差不超过 ±30ms。

##### 2.1.3 复合电压闭锁功能

低电压闭锁：整定范围 10~100V，整定级差 0.1V，平均误差不超过 ±5%；

负序电压闭锁：整定范围 5~50V，整定级差 0.1V，平均误差不超过 ±5%。

##### 2.1.4 方向元件

灵敏角：-30° 或 -45°，平均误差不超过 ±5°，一致性不大于 5°；

动作区：160°，平均误差不超过 ±5°；

最小动作功率：在线电压为 0.5V 时，最大灵敏角下测试不大于 0.5VA。

## 2.2 零序过流保护功能

### 2.2.1 动作值

整定范围：0.1 ~ 7.00A；

整定级差：0.01A；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

### 2.2.2 动作时间

整定范围：0.00 ~ 9.99s；

整定级差：0.01s；

动作时间的准确度：在 2 倍的动作电流下，测得动作时间一致性不大于 20ms，动作时间平均误差不超过  $\pm 30\text{ms}$ 。

### 2.2.3 零序电压闭锁

整定范围：10V ~ 100V；

整定级差：0.1V；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

## 2.3 零序过压保护功能

### 2.3.1 动作值

整定范围：20V~140V；

整定级差：0.1V；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

### 2.3.2 动作时间

整定范围：0.00 ~ 9.99s；

整定级差：0.01s；

动作时间的准确度：在 2 倍的动作电流下，测得动作时间一致性不大于 20ms，动作时间平均误差不超过  $\pm 30\text{ms}$ 。

## 2.4 过负荷告警、启动通风和闭锁调压功能

### 2.4.1 电流定值

整定范围：0.2In ~ 2In；

整定级差：0.01A；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

### 2.4.2 动作时间

整定范围：0.0 ~ 99.9s；

整定级差：0.1s；

动作时间：在 2 倍的动作电流下，测得动作时间一致性不大于 20ms，动作时间平均误差不超过  $\pm (30\text{ms} + 1\% \text{整定时间})$ 。

注：LDS-321B 过负荷功能具备单独出口，无启动通风、过流闭锁调压功能；LDS-321C 有启动通风、过流闭锁调压单独出口，无过负荷单独出口。

## 3 装置原理

### 3.1 装置保护功能原理

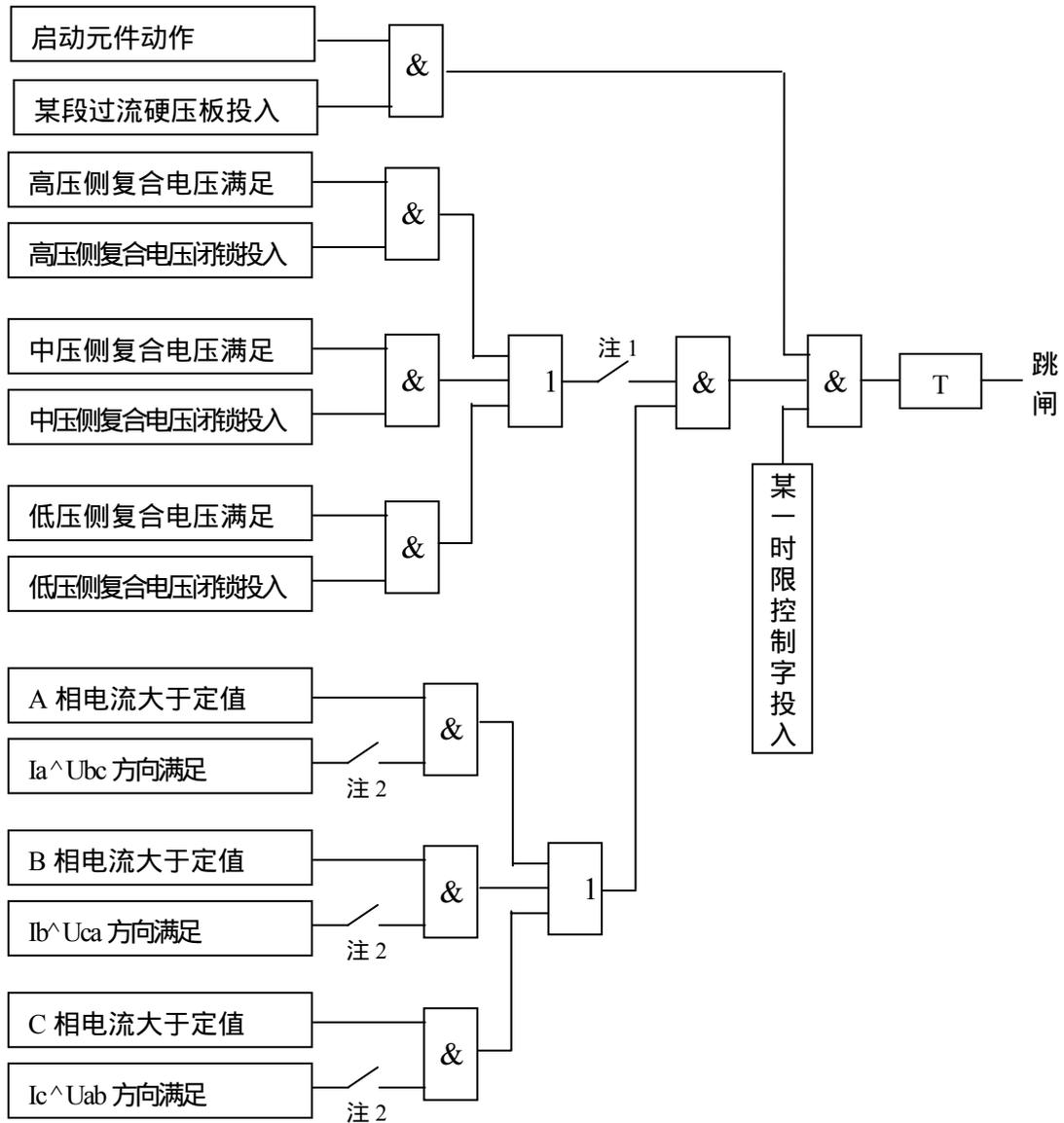
### 3.1.1 保护启动

采用突变量启动和有效值辅助启动两种方式。

### 3.1.2 复合电压闭锁方向过流保护功能

- 复合电压闭锁方向过流共为三段七时限，其中 I 段和 II 段为三时限，III 段为一时限，复合电压闭锁方向过流 III 段逻辑框图如下：

逻辑框图图以过流 III 段为例，过流的其它段和时限与此类似。



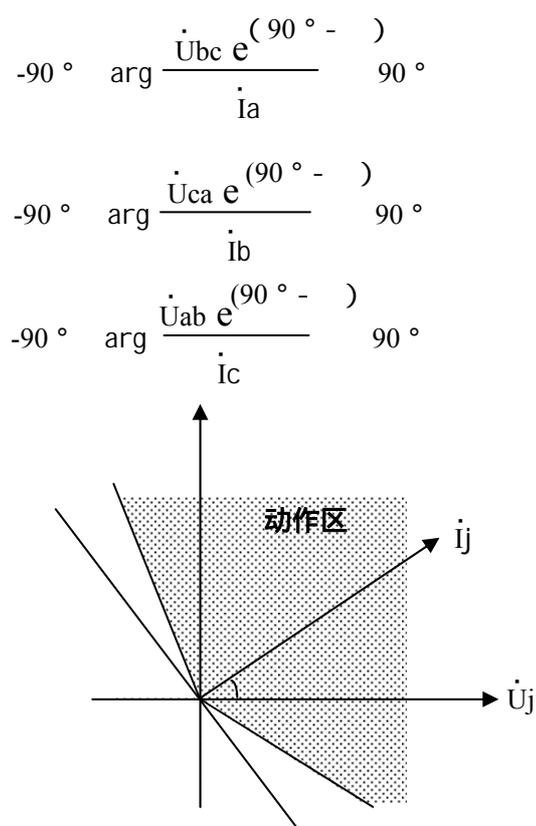
注 1： III 段过流保护的复合电压闭锁控制字。

注 2： III 段过流保护的方向闭锁控制字。

注 3：将中、低压后备保护装置的复合电压启动输出触点接到本装置的遥信端子遥信 12 和遥信 13，相应的位为 1，则本装置的复合电压启动。

- 方向元件

LDS-321B/C 的方向元件采用 90° 接线方式，阻抗角可选为 30° 或 45°，A 相、B 相、C 相的方向元件动作方程分别为：



其中  $\varphi$  为阻抗角,  $\dot{i}_j$  为  $\dot{i}_a$ 、 $\dot{i}_b$ 、 $\dot{i}_c$ ,  $\dot{U}_j$  为  $\dot{U}_{bc}$ 、 $\dot{U}_{ca}$ 、 $\dot{U}_{ab}$ 。

方向元件的电压记忆功能：

当三个线电压中的最小线电压低于 0.5V 时, 采用故障前的电压作为方向元件的  $\dot{U}_j$ 。记忆时间不小于 1s。

➤ TV 断线对方向元件和复合电压闭锁功能的影响

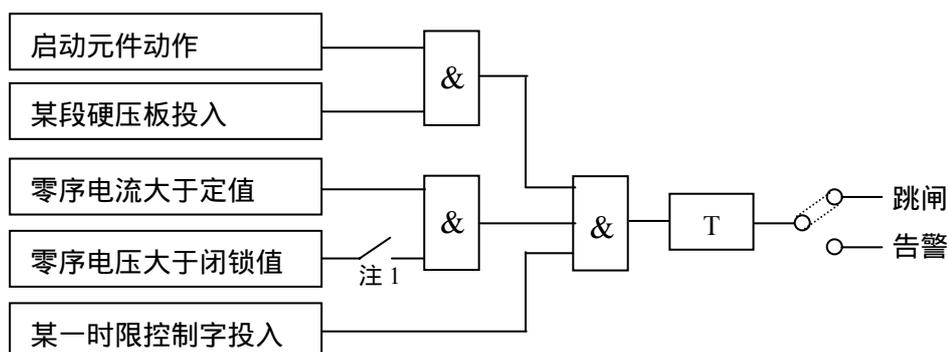
TV 断线可能使方向元件和复合电压闭锁元件不正确动作, 装置给出两种选择, 即 TV 断线退出方向及复合电压闭锁或 TV 断线退出受方向和复合电压闭锁的保护。

➤ 复合电压启动出口功能

当大于复合电压闭锁的定值, 启动相应的继电器出口。

### 3.1.3 零序电压闭锁的零序过流保护功能

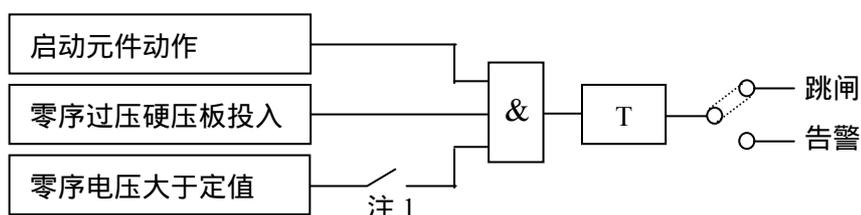
零序电压闭锁的零序过流保护完成两路零序过流保护功能, 每一路有一段两时限, 其逻辑框图如下：



注 1：零序电压闭锁投退控制字。

### 3.1.4 零序过压保护

零压保护为一段二时限，其功能框图如下：



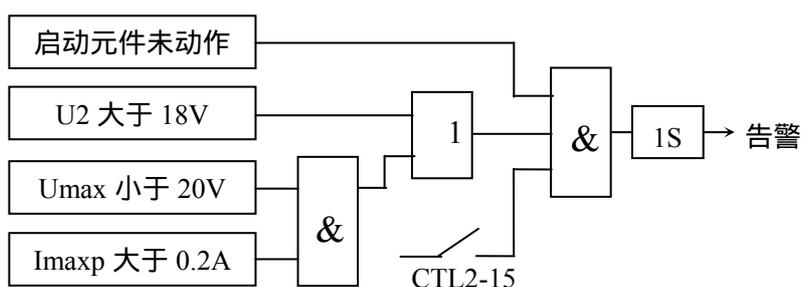
注：注 1 为一时限控制字投入，T 为一时限跳闸延时。

### 3.1.5 过负荷保护和启动通风与闭锁调压

过负荷、启动通风、闭锁调压以三相电流中的最大值计算，各有自己的延时回路。过负荷动作于装置告警继电器，可选择动作于出口继电器；启动通风动作于启动通风继电器；闭锁调压动作于闭锁调压继电器。

### 3.1.6 TV 断线监视及母线绝缘监察功能

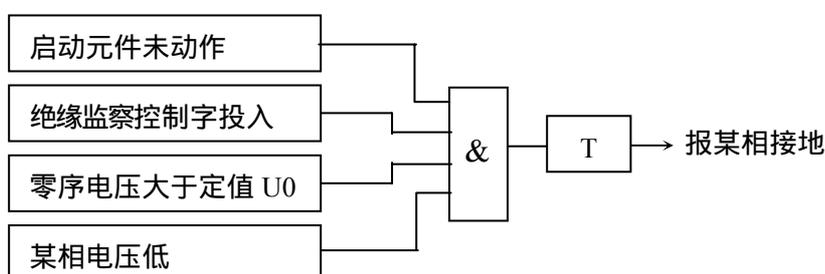
➤ TV 断线监视的逻辑框图如下：



其中  $U_2$  为负序电压， $U_{max}$  为三个线电压中最大的线电压， $I_{maxp}$  为三相中最大的电流。CTL2-15 为 TV 断线监视投退控制字。

➤ 母线绝缘监察功能

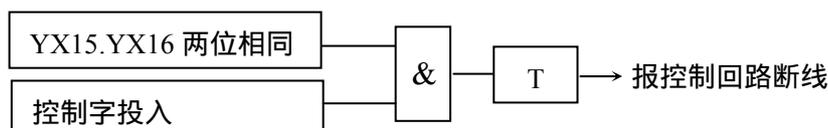
零序电压取 TV 开口三角电压，其逻辑框图如下：



$U_0$  为母线绝缘监察定值，T 为母线绝缘监察延时定值

### 3.1.7 控制回路断线

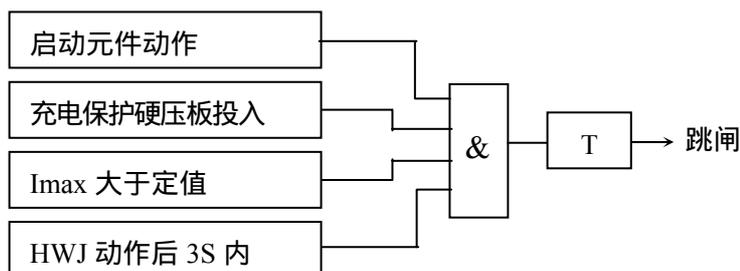
控制回路断线逻辑框图如下：



YX15、YX16 为本操作回路断路器的跳位和合位，T 为控制回路断线的延时时间，通过配置菜单里的控母断线 T 整定。

### 3.1.8 母线充电保护

母线充电保护为在本侧断路器合闸合到故障母线上加速跳闸，母线充电保护仅在本侧断路器合闸 3S 内投入，其逻辑框图如下：



上图中  $I_{max}$  为三相中最大的保护电流。

### 3.1.9 保护继电器出口表

各保护的跳闸逻辑通过 PC 机或装置的面板整定。

## 3.2 装置的监控功能

### 3.2.1 遥测功能

自测量 TA 采样测量的电流为  $I_{ac}$ 、 $I_{bc}$ 、 $I_{cc}$ ；自保护 TA 采样的保护电流为  $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ 、 $3I_{01}$ ；自 TV 采样的电压  $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$  和  $3U_0$ 。每周波采样 32 点，运用付氏算法计算各电压（电流）有效值，有功功率、无功功率及功率因数。装置可以在汉化面板上显示测量量和计算量，并将这些数据通过 CAN 总线送到 LDS - 1310 网络信息管理系统，在监控主站上可以随时监视这些数据。频率采样取自电压  $U_a$ ， $U_{ab}$ 、 $U_{bc}$  由  $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$  计算而得，遥测数据包括 20 项内容： $I_{ac}$ 、 $I_{bc}$ 、 $I_{cc}$ 、 $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $U_{ab}$ 、 $U_{bc}$ 、 $U_{ca}$ 、 $P$ 、 $Q$ 、 $\cos$ 、 $F$ 、 $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ 、 $3I_{01}$ 、 $3I_{02}$ 、 $3U_0$ 、 $U_2$

二次值转换方法：

$I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$  的计算公式为  $Y \cdot 170 / 8192$  (A)；

$I_{ac}$ 、 $I_{bc}$ 、 $I_{cc}$ 、 $3I_{01}$ 、 $3I_{02}$  的计算公式为  $Y \cdot 8.5 / 8192$  (A)；

$U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $U_{ab}$ 、 $U_{bc}$ 、 $3U_0$ 、 $3U_{0s}$ 、 $U_2$  的计算公式为  $Y \cdot 170 / 8192$  (V)；

$P$ 、 $Q$  的计算公式为  $Y \cdot 170 \cdot 8.5 \cdot \sqrt{3} / 8192$  (VAR)；

$\cos$  的计算公式为  $Y / 8192$ ；

$F$  的计算公式为  $50 + Y \cdot 2 / 8192$  (Hz)。

Y 为遥测中发送的二进制数数据，代表  $P$ 、 $Q$ 、 $\cos$ 、 $f$  的 Y 为有符号数。

### 3.2.2 遥信采集

- 装置有 16 个开关量输入，定义见附录端子排图，除远方/就地遥信位外，均为“1”有效；YX15、YX16 为操作箱中断路器的跳位、合位信号，在装置内部经背板引入

CPU 插件；

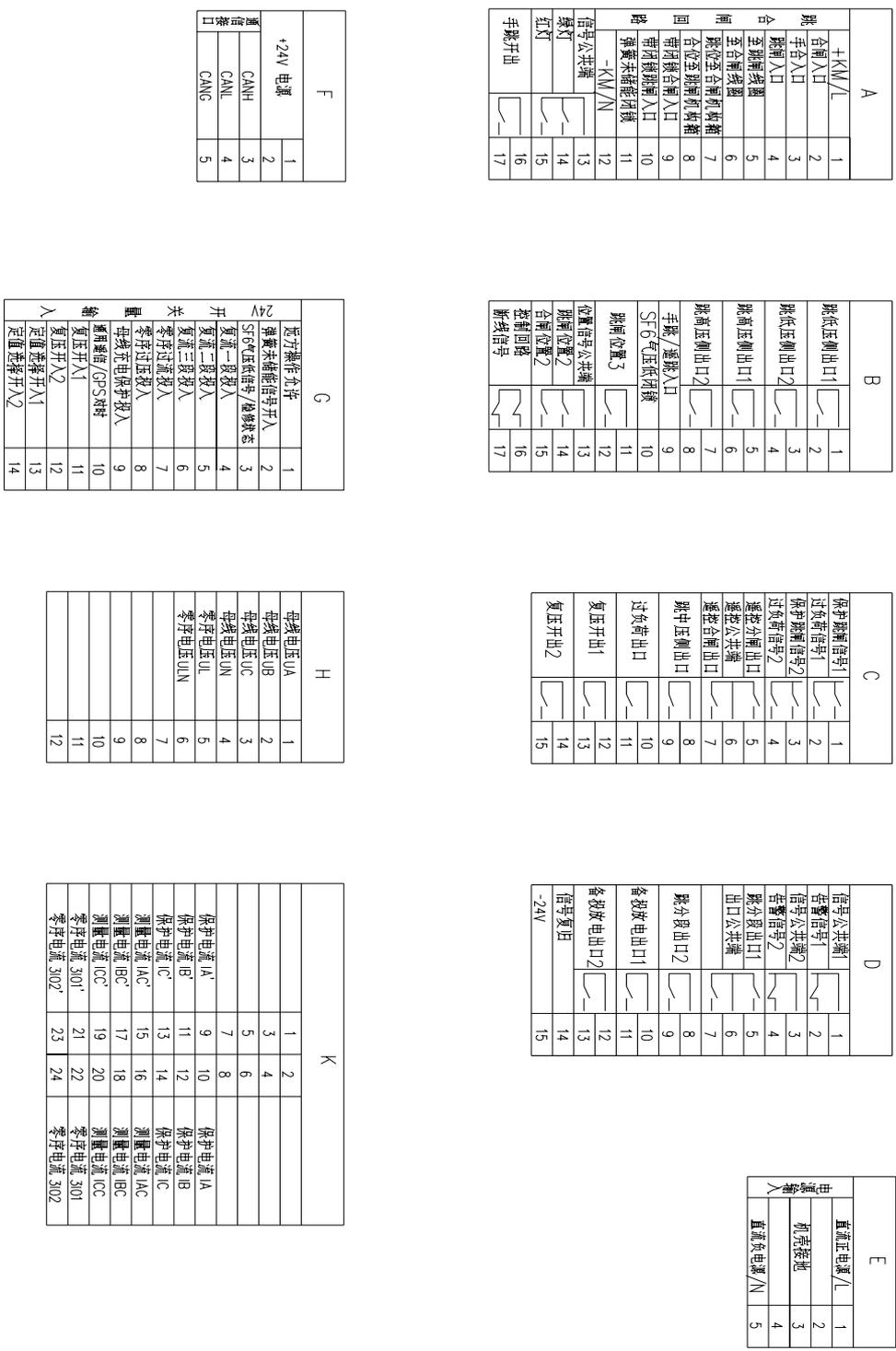
- 对于每个 YX 在配置中可设定相应的遥信延时，做为该位 YX 采集时的去抖时间；遥信信号硬件滤波和软件去抖措施保证遥信采集的准确性，避免装置误发信号；另外每个 YX 在配置中的遥信极性控制字中有相应的位标定其极性（位序号与 YX 位序号相对应），若某个 YX 位的极性为“1”，当相应的外部接点打开时，YX 值为“0”；接点闭合时，YX 值为“1”。（极性为“0”时相反）；
- 遥信公共端为+24V。

### 3.2.3 遥控

对于远方下发的遥控选择命令，装置在判定与本装置地址相同且报文 CRC 校验正确后，记忆选择的点号并将该报文返校上位机；对于远方下发的遥控执行命令，装置在判定与本装置地址相同且报文 CRC 校验正确后，进一步对点号进行审查，只有当点号与记忆的遥控选择点号一致且未出界，装置才发命令驱动相应的出口继电器。

## 4 附录

LDS-321B 数字式变压器后备保护测控装置背面端子图



LDS-321B 背板端子图

LDS-321C 数字式变压器后备保护测控装置背面端子图

A	
+KM/L	1
合闸入口	2
跳闸入口	3
跳闸入口	4
全副线圈	5
全副线圈	6
跳闸至全副线圈	7
合闸至全副线圈	8
回	9
带闭锁跳闸入口	10
弹簧未储能闭锁	11
-KM/N	12
信号公共端	13
绿灯	14
红灯	15
手操开出	16
	17

B	
跳闸压测出口1	1
跳闸压测出口2	2
跳闸压测出口3	3
跳闸压测出口4	4
跳闸压测出口5	5
跳闸压测出口6	6
跳闸压测出口7	7
跳闸压测出口8	8
手操/遥跳入口	9
SF6气压低闭锁	10
跳闸位置3	11
位置信号公共端	12
跳闸位置2	13
合闸位置2	14
断路器位置	15
断路器信号	16
	17

C	
保护跳闸信号1	1
过负荷信号1	2
保护跳闸信号2	3
过负荷信号2	4
逻辑分闸出口	5
逻辑公共端	6
遥控合闸出口	7
闭锁调压出口	8
启动通风出口	9
复压开出1	10
复压开出2	11
	12
	13
	14
	15

D	
信号公共端1	1
告警信号1	2
信号公共端2	3
告警信号2	4
跳分闸出口1	5
出口公共端	6
跳分闸出口2	7
	8
	9
备投放电出口1	10
备投放电出口2	11
信号复归	12
-24V	13
	14
	15

E	
直流正电源/L	1
机壳接地	2
	3
直流负电源/N	4
	5

F	
+24V 电源	1
CANH	2
CANL	3
CANG	4
	5

G	
远方操作允许	1
弹簧未储能信号投入	2
SF6气压信号/储能状态	3
复流二段投入	4
复流二段投入	5
复流二段投入	6
复流二段投入	7
复流二段投入	8
复流二段投入	9
复流二段投入	10
复流二段投入	11
复流二段投入	12
复流二段投入	13
复流二段投入	14

H	
母线电压UA	1
母线电压UB	2
母线电压UC	3
母线电压UN	4
零序电压UN	5
零序电压UN	6
零序电压UN	7
零序电压UN	8
零序电压UN	9
零序电压UN	10
零序电压UN	11
零序电压UN	12

K		
保护电流IA	1	保护电流IA
保护电流IB	2	保护电流IB
保护电流IC	3	保护电流IC
保护电流IC	4	保护电流IC
保护电流IC	5	保护电流IC
保护电流IC	6	保护电流IC
保护电流IC	7	保护电流IC
保护电流IC	8	保护电流IC
保护电流IC	9	保护电流IC
保护电流IC	10	保护电流IC
保护电流IC	11	保护电流IC
保护电流IC	12	保护电流IC
保护电流IC	13	保护电流IC
保护电流IC	14	保护电流IC
保护电流IC	15	保护电流IC
保护电流IC	16	保护电流IC
保护电流IC	17	保护电流IC
保护电流IC	18	保护电流IC
保护电流IC	19	保护电流IC
保护电流IC	20	保护电流IC
保护电流IC	21	保护电流IC
保护电流IC	22	保护电流IC
保护电流IC	23	保护电流IC
保护电流IC	24	保护电流IC

LDS-321C 背板端子图

## 五、LDS-241 数字式所用（接地）变保护测控装置

### 1 概述

LDS-241 数字式所用(接地)变保护测控装置适用于 110kV 及以下电压等级变电站中，用于所用变、接地变和不要求装设差动保护的电抗器综合保护以及 35kV 及以下馈出变压器保护，是按间隔设计的保护、测量、控制等一体化的装置。主要功能如下：

- 三相三段五时限复合电压闭锁过电流保护：过流 I 段和 II 段各一时限，过流 III 段三时限；
- 负序电流速断、负序反时限保护；
- 过负荷保护：过负荷出口跳闸或告警可选择；
- 高压侧零流保护：两段五时限，I 段一时限，II 段四时限，出口跳闸或告警可选择；
- 低压侧零流保护：两段两时限；
- 低压侧零流反时限保护；
- 过电压保护：出口跳闸或告警可选择；
- 低电压保护：出口跳闸或告警可选择；
- 本体保护功能：四路非电量输入，出口跳闸或告警可选择；
- TV 断线监视功能；
- 监控功能：遥测、遥信、脉冲电度采集功能；
- 具有操作回路、故障录波、信号、TV 断线检测和母线绝缘监察等功能；
- 面板上具有汉字液晶显示和键盘，方便实现测量和状态跟踪，在线修改定值或投退某些保护功能，面板上还具有运行、告警、跳位、合位、保护动作指示灯；
- 装置通过 CAN 现场总线接入 LDS-2003 变电站综合自动化系统，可完成远方监视、控制和操作功能。

### 2 主要技术数据

#### 2.1 三段过流、负序和零序电流保护

##### 2.1.1 动作值

整定范围：0.2I<sub>n</sub> ~ 10I<sub>n</sub>（高压侧零序电流为 0.1~7.00A）；

整定级差：0.01A；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过 ±5%。

##### 2.1.2 动作时间

整定范围：0.00~9.99s；

整定级差：0.01s；

动作时间的准确度：在 2 倍动作电流下测得动作时间，一致性不大于 20ms，动作时间平均误差不超过 ±（30ms + 1%整定时间）。

#### 2.2 低零流反时限和负序电流反时限保护

##### 2.2.1 动作值

整定范围：0.1I<sub>n</sub> ~ 4I<sub>n</sub>；

整定级差：0.01A；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过 ±5%。

## 2.2.2 动作时间

反时限时间常数整定范围：0.00~9.99s；

整定级差：0.01s；

动作时间的准确度：一致性不大于 50ms，动作时间与计算时间平均误差不超过  $\pm(50\text{ms} + 1\% \text{整定时间})$ 。

## 2.3 过压和低电压保护

### 2.3.1 动作值

整定范围：10V~140V，级差 0.1V；

电流闭锁整定范围：0.2I<sub>n</sub>~2I<sub>n</sub>，级差 0.01A

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

### 2.3.2 动作时间

整定范围：0.1~999.9s；

整定级差：0.1s；

动作时间的准确度：在 2 倍动作电流下，测得动作时间一致性不大于 0.2s，动作时间平均误差不超过  $\pm(0.2\text{s} + 1\% \text{整定时间})$ 。

## 2.4 过负荷保护

### 2.4.1 动作值

整定范围：0.2I<sub>n</sub>~2I<sub>n</sub>；

整定级差：0.01A；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

### 2.4.2 动作时间

整定范围：0.1~999.9s；

整定级差：0.1s；

动作时间的准确度：在 2 倍动作电流下，测得动作时间一致性不大于 0.2s，动作时间平均误差不超过  $\pm(0.2\text{s} + 1\% \text{整定时间})$ 。

## 2.5 本体保护

四路带延时跳闸，告警或跳闸可选；

延时整定范围：0.0~999.9s，级差为 0.1s，一致性不大于 0.2s，动作时间平均误差不超过  $\pm(0.2\text{s} + 1\% \text{整定时间})$ 。

# 3 装置原理

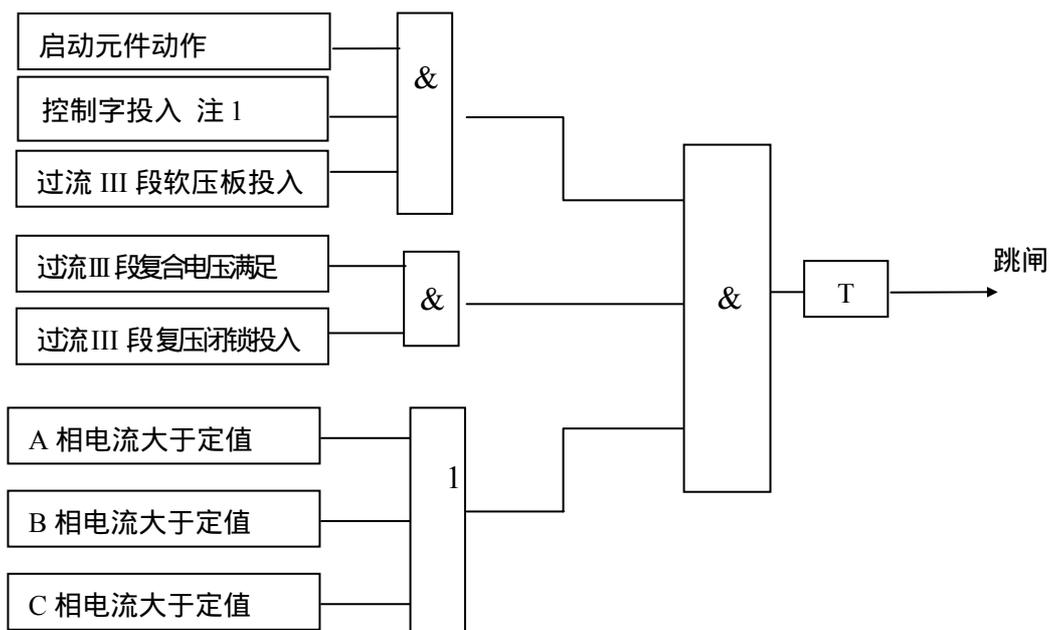
## 3.1 保护功能原理

### 3.1.1 保护启动

保护启动采用突变量电流启动和有效值启动两种方式。

### 3.1.2 复合电压闭锁过流保护

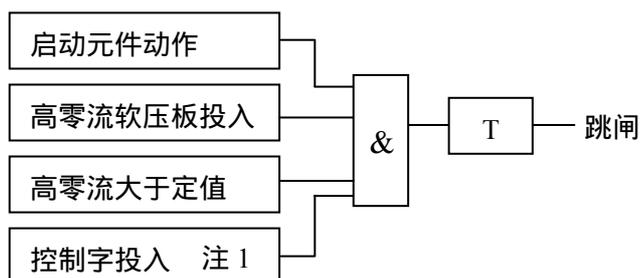
复合电压闭锁过流保护为三段五时限，过流 I 段和 II 段各一时限，过流 III 段三时限，以过流 III 段为例，复合电压闭锁过电流逻辑框图如下：



注 1：控制字指过流 III 段某一时限的控制字，过流 I 段和 II 段无控制字。

### 3.1.3 高零流保护

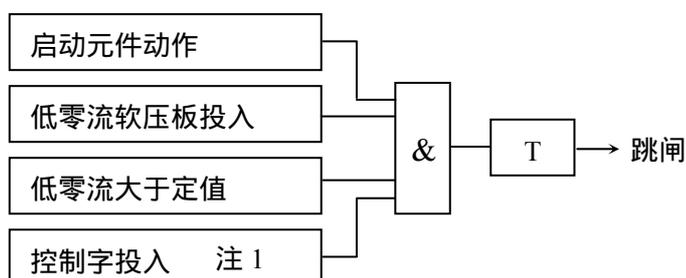
高零流保护为二段五时限，I 段一时限，II 段四时限，逻辑框图如下：



注 1：控制字指高零流 II 段某一时限的控制字或高零流 I 段控制字，本保护高零流 II 段动作可选择跳闸或告警。

### 3.1.4 低零流保护

低零流保护为二段二时限和一段反时限，逻辑框图如下：

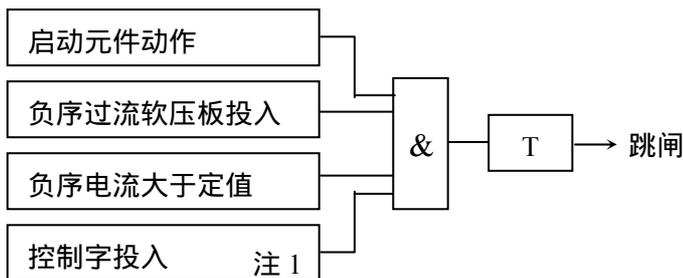


注 1：控制字指低零流 I、II 段或反时限的控制字

上图中的 T 对于第二段反时限计算公式为  $T = 13.5\tau / (I_{0I}/I_{0Is} - 1)$ ， $I_{0I}$  为低压侧零序电流， $I_{0Is}$  为低压侧零序电流反时限定值， $\tau$  为低零流反时限延时时间常数。

### 3.1.5 负序电流保护

负序电流保护为二段二时限，其中第一段为一个定时限，第二段为反时限，逻辑框图如下：

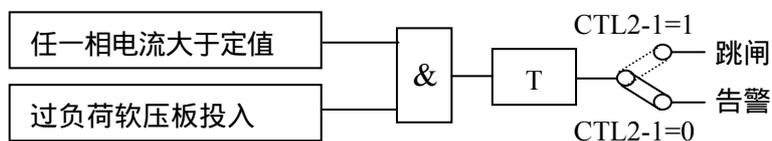


注 1：控制字指负序电流的控制字

第二段反时限 T 的计算公式为  $T = 13.5\tau / (I_2/I_{2s}-1)$ ，式中  $I_2$  为负序电流（负序电流由 A、B、C 相保护电流计算得出）， $I_{2s}$  为负序电流反时限定值， $\tau$  为负序反时限延时时间常数。

### 3.1.6 过负荷功能

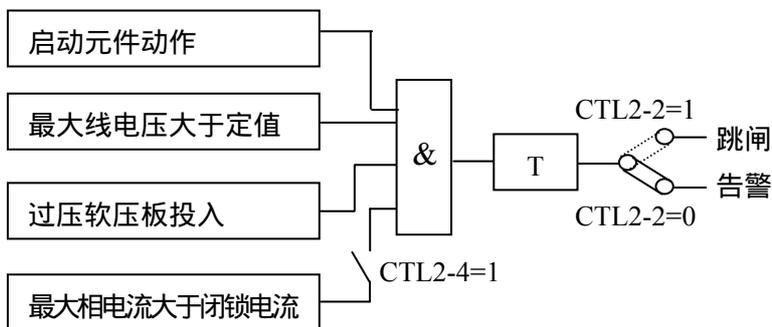
过负荷跳闸或告警可选，其逻辑框图如下：



图中 T 为过负荷延时定值，当 CTL2-1=1 过负荷动作跳闸，当 CTL2-1=0 过负荷动作告警。

### 3.1.7 过压保护

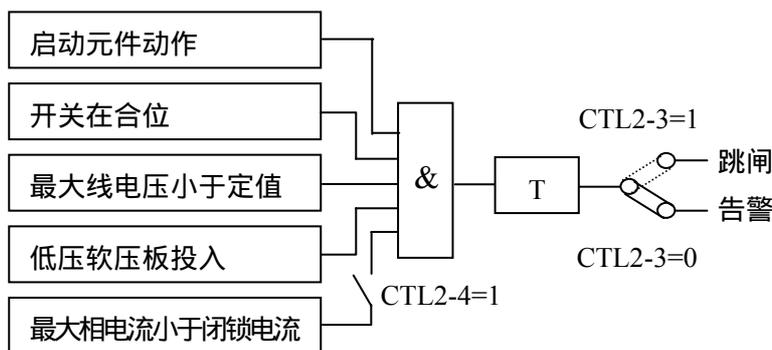
过压保护为一段一时限，其逻辑框图如下：



图中 T 为过压保护延时定值，CTL2-4=1 投入电流闭锁功能，当 CTL2-2=1 过压保护动作跳闸，当 CTL2-2=0 过压保护动作告警。

### 3.1.8 低压保护

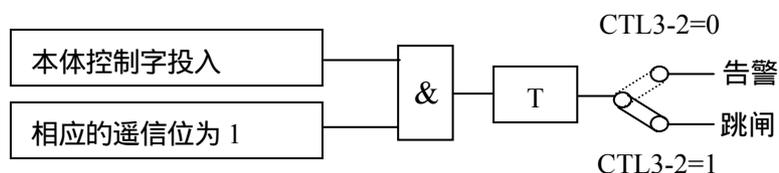
低压保护为一段一时限，其逻辑框图如下：



图中 T 为低压保护延时定值，CTL2-4=1 投入电流闭锁功能，当 CTL2-3=1 低压保护动作跳闸，当 CTL2-3=0 低压保护动作告警。

### 3.1.9 本体保护

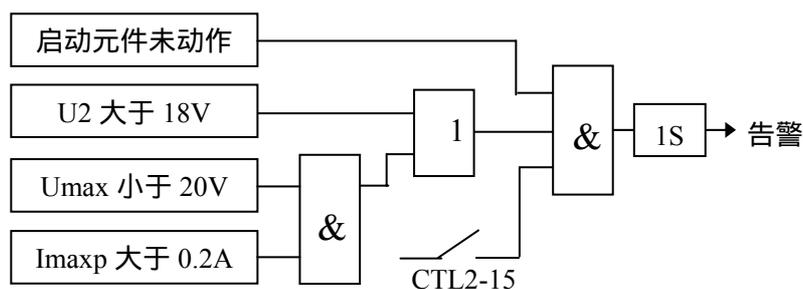
本体保护主要用于变压器轻、重瓦斯或温度保护，作为常开接点输入到本装置的遥信位，外部接点闭合时就启动相应的本体保护。本装置提供四个常开接点的本体输入，相应位动作可以选择告警或跳闸。本体保护 1 逻辑框图如下：



上图中 T 为本体保护 1 延时定值，本体 2，本体 3，本体 4 保护功能基本同上，只是相应的控制字和遥信位不同，详见附录。

### 3.1.10 TV 断线监视及母线绝缘监察功能

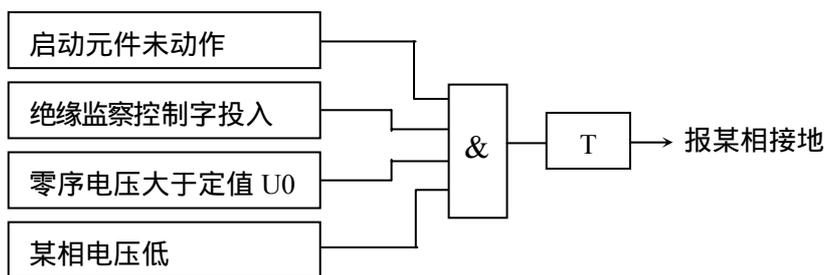
➤ TV 断线监视的逻辑框图如下：



其中  $U_2$  为负序电压， $U_{max}$  为三个线电压中最大的线电压， $I_{maxp}$  为三相中最大的电流。CTL2-15 为 TV 断线监测投退控制字。

➤ 母线绝缘监察功能

零序电压取 TV 开口三角电压，其逻辑框图如下：

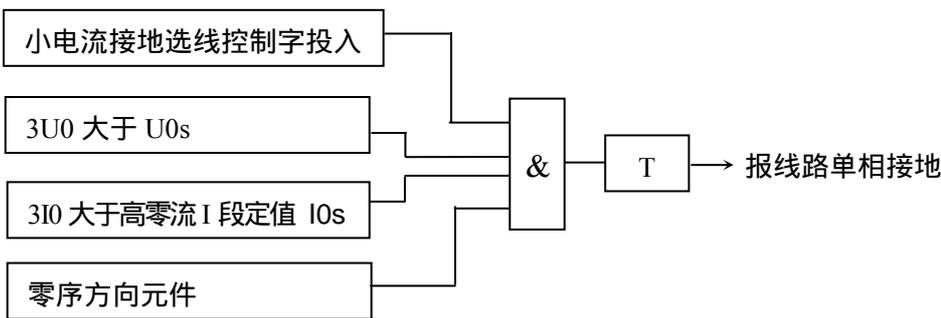


$U_0$  为母线绝缘监察定值，T 为母线绝缘监察延时定值。

### 3.1.11 小电流接地选线功能(选用)

小电流接地选线采用零序功率方向原理，可选用五次谐波电压、电流或基波电压、电流计算判断，故障相的电容电流落后于  $U_0$   $90^\circ$ ，而非故障相电容电流超前  $U_0$   $90^\circ$ ，一般情况下零序功率方向可准确的选出接地线路。

➤ 小电流接地选线的逻辑框图如下：



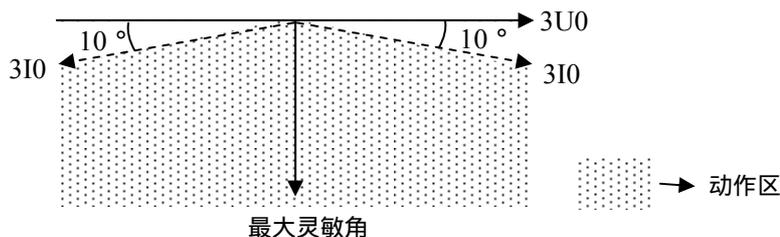
注：T：为母线绝缘监察延时定值；

3I0：当选用基波判接地时为基波零序电流，当选用 5 次谐波判接地时为 5 次谐波零序电流；

I0s：零流 I 段电流定值；

3U0：为 TV 开口三角基波电压，U0s 母线绝缘监察电压定值。

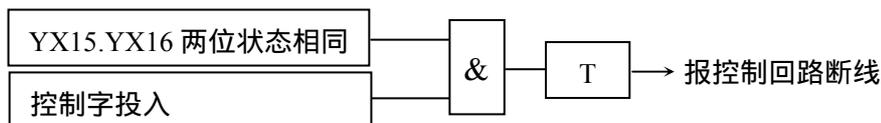
➤ 方向动作范围如下



当选用基波判接地时上图为基波零序方向动作范围,当选用 5 次谐波判接地时为 5 次谐波零序方向动作范围。

### 3.1.12 控制回路断线

控制回路断线逻辑框图如下：



YX15、YX16 为本操作回路断路器的跳位和合位，T 为控制回路断线的延时时间，通过配置菜单里的控母断线 T 整定。

### 3.1.13 保护出口表

各保护的跳闸逻辑通过 PC 机或装置的面板整定。

## 3.2 装置的监控功能

### 3.2.1 遥测功能

装置采集取自测量 TA 的电流 Iac、Ibc、Icc；采集取自 TV 的电压 Ua、Ub、Uc；同时还采集保护电流 Iap、Ibp、Icp、高零流 I0h、低零流 I0L。每周波采样 36 点，运用付氏算

法计算各电压(电流)有效值、有功功率、无功功率及功率因数、合成零序电压  $3U_0$ 。装置可以在汉化液晶面板上显示测量量和计算量,并将这些数据通过 CAN 总线送至 LDS-1310 网络信息管理机,在监控主站上可以随时调用数据。遥测数据包括 20 项内容:  $I_{ac}$ 、 $I_{bc}$ 、 $I_{cc}$ 、 $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $U_{ab}$ 、 $U_{bc}$ 、 $U_{ca}$ 、 $P$ 、 $Q$ 、 $\cos$ 、 $F$ 、 $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ 、 $I_{0h}$ 、 $I_{0L}$ 、 $I_2$ 、 $3U_0$ 、 $U_2$ ;其中频率采样取自电压  $U_a$ 。

计算方法:

$I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ 、 $I_{0L}$ 、 $I_2$  的计算公式为  $Y \cdot 170/8192 (A)$ ;

$I_{ac}$ 、 $I_{bc}$ 、 $I_{cc}$ 、 $I_{0h}$  的计算公式为  $Y \cdot 8.5/8192 (A)$ ;

$U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $U_{ab}$ 、 $U_{bc}$ 、 $U_{ca}$ 、 $3U_0$ 、 $U_2$  的计算公式为  $Y \cdot 170/8192 (V)$ ;

$P$ 、 $Q$  的计算公式为  $Y \cdot 170 \cdot 8.5 \cdot \sqrt{3}/8192 W (VAR)$ ;

$\cos$  的计算公式为  $Y/8192$ ;

$f$  的计算公式为  $50 + Y \cdot 2/8192 Hz$ 。

$Y$  为遥测中发送的二进制数数据,代表  $P$ 、 $Q$ 、 $f$ 、 $\cos$  的  $Y$  为有符号数。

### 3.2.2 遥信采集

装置有 16 个开关量输入,定义见附录端子排图,均为“1”有效; $YX_{15}$ 、 $YX_{16}$  为操作回路中断路器的跳位、合位信号,在装置内部经背板引入 CPU 插件。

对于每个遥信在配置中可设定相应的遥信延时,做为该位遥信采集时的去抖时间;遥信信号采用硬件滤波和软件去抖措施,保证遥信信号采集的准确性,避免装置误发信号。另外每个遥信在配置中的遥信极性控制字中有相应的位标定其极性(位序号与遥信位序号相对应),若某个遥信位的极性为“1”,当相应的外部接点打开时,遥信值为“0”;接点闭合时,遥信值为“1”,极性为“0”时相反。

遥信公共端为+24V。

### 3.2.3 遥控

对于远方下发的遥控选择命令,装置在判定与本装置地址相同且报文 CRC 校验正确后,记忆选择的点号并将该报文返校上位机;对于远方下发的遥控执行命令,装置在判定与本装置地址相同且报文 CRC 校验正确后,进一步对点号进行审查,只有当点号与记忆的遥控选择点号一致且未出界,装置才发命令驱动相应的出口继电器。

## 4 附录

LDS-241 数字式所用(接地)变保护测控装置背面端子图

A	
+KM/L	1
合闸入口	2
跳手台入口	3
跳闸入口	4
至断路器线圈	5
至合闸线圈	6
跳位至合闸机构箱	7
合位至跳闸机构箱	8
带闭锁合闸入口	9
带闭锁跳闸入口	10
弹簧未储能入口	11
-KM/N	12
公共端	13
绿灯	14
红灯	15
手跳开出	16
	17

B	
保护跳闸信号1	1
保护跳闸信号2	2
保护跳闸信号2	3
跳闸入口	4
遥控跳闸出口	5
遥控出口公共端	6
遥控合闸出口	7
手跳/遥控入口	8
SF6气压低闭锁	9
跳闸位置3	10
位置信号公共端	11
跳闸位置2	12
合闸位置2	13
合闸位置1	14
控制回路断线	15
	16
	17

D	
信号公共端	1
告警信号1	2
信号公共端2	3
告警信号2	4
保护跳闸出口	5
	6
	7
出口2	8
	9
出口3	10
	11
出口4	12
	13
信号复归	14
-24V	15

E	
直流正电源 /	1
外壳接地	2
直流负电源 /N	3
	4
	5

F	
+24V 电源	1
	2
CANH	3
CANL	4
CANG	5

C	
远方操作允许	1
弹簧未储能信号输入	2
SF6气压低信号输入	3
直跳 / 告警1	4
直跳 / 告警2	5
直跳 / 告警3	6
直跳 / 告警4	7
通用遥信输入	8
通用遥信输入	9
通用遥信 / GPS时钟	10
通用遥信输入	11
通用遥信 / 检修状态输入	12
通用遥信 / 有功脉冲电压	13
通用遥信 / 无功脉冲电压	14

H	
母线电压UA	1
母线电压UB	2
母线电压UC	3
母线电压UN	4
零序电压UN	5
	6
	7
	8
	9
	10
	11
	12

K	
保护电流 IA	1
保护电流 IB	2
保护电流 IC	3
保护电流 IA'	4
保护电流 IB'	5
保护电流 IC'	6
测量电流 IAC	7
测量电流 IBC	8
测量电流 ICC	9
高压侧零序电流 0H	10
测量电流 IAC	11
测量电流 IBC	12
测量电流 ICC	13
测量电流 IAC	14
测量电流 IBC	15
测量电流 ICC	16
测量电流 IAC	17
测量电流 IBC	18
测量电流 ICC	19
高压侧零序电流 0H	20
测量电流 IAC	21
测量电流 IBC	22
测量电流 ICC	23
高压侧零序电流 0H	24

LDS-241 背板端子图

## 六、LDS-216 数字式线路保护测控装置

### 1 概述

LDS-216 数字式线路保护测控装置适用于 66kV 及以下电压等级，是线路单元的间隔层设备，基本功能如下：

- 三段低电压闭锁方向过流保护：每段低电压闭锁或方向闭锁可单独投退，具有后加速功能。过流 I 段保护动作可通过控制字选择是否闭锁重合闸；
- 三相一次自动重合闸功能：有保护启动和不对应启动重合闸两种方式，重合闸可选择检同期和检无压功能，弹簧长时间未储能闭锁重合闸；
- 两时限低周减载功能：具有低压闭锁和电流闭锁功能，低周减载一时限经滑差闭锁，二时限不经滑差闭锁，出口跳闸或告警可选择；
- 两时限低压减载功能：具有 PT 断线闭锁和电流闭锁功能，低压减载一时限经滑压闭锁，二时限不经滑压闭锁，出口跳闸或告警可选择；
- 两段零序过流保护功能：零序过流告警或跳闸可选择；
- 过负荷保护功能：过负荷告警或跳闸可选择；
- 母线失压保护功能；
- 小电流接地选线功能：可选用基波或 5 次谐波零序功率方向判断，选线后发告警信号；
- 母线绝缘监察功能：可监视系统某相接地；
- 监控功能：装置具有遥测、遥信、遥控功能，以及脉冲电度量采集功能；
- 具有操作回路、故障录波、信号、TV 断线检测等功能；
- 面板上具有汉字液晶显示功能，采用键盘操作，可方便的实现测量及状态跟踪、在线修改定值或投退某些保护功能。面板上还具有运行、告警、跳位、合位、保护跳闸和保护重合闸指示灯；
- 装置通过 CAN 现场总线接入 LDS-2003 变电站综合自动化系统，可完成远方监视、控制和操作功能。

### 2 主要技术数据

#### 2.1 过流 I 段、过流 II 段、过流 III 段保护

##### 2.1.1 动作值

整定范围：0.2I<sub>n</sub> ~ 10I<sub>n</sub>；

整定级差：0.01A；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过 ±5%。

##### 2.1.2 动作时间

整定范围：0.00 ~ 9.99s；

整定级差：0.01s；

动作时间的准确度：在 2 倍动作电流下测得动作时间一致性不大于 20ms，动作时间平均误差不超过 ±30ms。

##### 2.1.3 方向元件功能

灵敏角：-30°或-45°，平均误差不超过 ±5°，一致性不大于 5°；

动作区：160°，平均误差不超过 ±5°；

最小动作功率：在线电压为 0.5V 时，最大灵敏角下测试不大于 0.5VA。

##### 2.1.4 低电压闭锁功能

整定范围：10V~100V；

整定级差：0.1V，一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过 ±5%。

#### 2.2 重合闸功能

### 2.2.1 重合闸时间特性

重合闸充电延时：20 s；

重合闸延时整定范围：0.00 ~ 9.99s；

重合闸延时整定级差：0.01s；

动作时间的准确度：一致性不大于 20ms，平均误差不超过  $\pm 30\text{ms}$ 。

### 2.2.2 重合闸检无压功能

整定范围：10V~100V；

整定级差：0.1V；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

### 2.2.3 重合闸检同期功能

整定范围： $10^\circ \sim 50^\circ$ ；

整定级差： $1^\circ$ ；

动作值的准确度：一致性不大于  $2^\circ$ ，平均误差不超过  $\pm 5^\circ$ 。

### 2.2.4 重合闸检压差功能

整定范围：10V~100V；

整定级差：0.1V；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

## 2.3 后加速功能

### 2.3.1 动作值

整定范围： $0.2I_n \sim 10I_n$ ；

整定级差：0.01A；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

### 2.3.2 动作时间

整定范围：0.00 ~ 3.00s；

整定级差：0.01s；

动作时间的准确度：在 2 倍的动作电流下测得动作时间一致性不大于 20ms，动作时间平均误差不超过  $\pm 30\text{ms}$ 。

## 2.4 低周减载功能

### 2.4.1 低周频率

整定范围：46~50 Hz；

整定级差：0.01 Hz；

动作值的准确度：一致性不大于 0.01 Hz，平均误差不超过  $\pm 0.02\text{Hz}$ 。

### 2.4.2 低压闭锁低周

整定范围：10V~100V；

整定级差：0.1V；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

### 2.4.3 电流闭锁低周

整定范围： $0.2I_n \sim 2I_n$ ；

整定级差：0.01A；

动作值的准确度：一致性不大于动作值 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

### 2.4.4 低周减载动作时间

整定时间：0.15 ~ 20.00s；

整定级差：0.01s；

动作时间的准确度：一致性不大于 20ms，动作时间平均误差不超过  $\pm 30\text{ms}$ 。

#### 2.4.5 低周减载滑差 F/ T

整定范围：0.1 ~ 9.99Hz/s；

整定级差：0.01Hz/s；

动作值的准确度：一致性不大于 0.04Hz/s +3% 整定值，平均误差不超过  $\pm(0.04\text{Hz/s} + 10\% \text{ 整定值})$ 。

### 2.5 低压减载功能

#### 2.5.1 低压减载电压定值

整定范围：30V~100V；

整定级差：0.1V；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

#### 2.5.2 电流闭锁定值

整定范围：0.2In~2 In；

整定级差：0.01A；

动作值的准确度：一致性不大于动作值 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

#### 2.5.3 低压减载动作时间

整定时间：0.15 ~20.00s；

整定级差：0.01s；

动作时间的准确度：一致性不大于 20ms，动作时间平均误差不超过  $\pm 30\text{ms}$ 。

#### 2.5.4 低压减载滑压 U/ T

整定范围：10 ~ 100 V/s；

整定级差：0.1 V/s；

动作值的准确度：一致性不大于 3 V/s，平均误差不超过  $\pm 3 \text{ V/s}$ 。

### 2.6 小电流接地选线及零序过流保护

#### 2.6.1 动作值

小电流接地选线零序电流整定范围：0.02~1.2A（用于小电流接地系统）；

零序过流整定范围：0.2~7.0A（用于零序过流保护）；

整定级差：0.01A；

动作值的准确度：一致性不大于 0.01A，平均误差不超过  $\pm 0.02\text{A}$ 。

#### 2.6.2 动作时间

整定范围：0 ~ 9.99s；

整定级差：0.01s；

动作时间的准确度：在 2 倍动作电流下测得动作时间一致性不大于 20ms，动作时间平均误差不超过  $\pm 30\text{ms}$ 。

#### 2.6.3 方向元件（零序过流保护无此功能）

灵敏角：90°，平均误差不超过  $\pm 5^\circ$ ，一致性不大于 5°；

动作区：160°，平均误差不超过  $\pm 5^\circ$ ，一致性不大于 5°；

最小动作功率：在电压为 5V 时，最大灵敏角下测试不大于 0.2VA。

### 2.7 过负荷保护

#### 2.7.1 动作值

整定范围：0.2 ~ 2In；

整定级差：0.01A；

动作值的准确度：一致性不大于动作值 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

#### 2.7.2 动作时间

整定范围：0 ~ 999.9s；

整定级差：0.1s；

动作时间的准确度：在 2 倍动作电流下测得动作时间一致性不大于 0.2s，动作时间平均误差不超过  $\pm(0.2s + 1\% \text{ 整定时间})$ 。

## 2.8 失压保护

### 2.8.1 动作值

整定范围：10~100V；

整定级差：0.1V；

动作值的准确度：一致性不大于动作值 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

### 2.8.2 动作时间

整定范围：0~999.9s；

整定级差：0.1s；

动作时间的准确度：在 0.8 倍动作电压下测得动作时间一致性不大于 0.2s，动作时间平均误差不超过  $\pm(0.2s + 1\% \text{ 整定时间})$ 。

## 3 装置原理

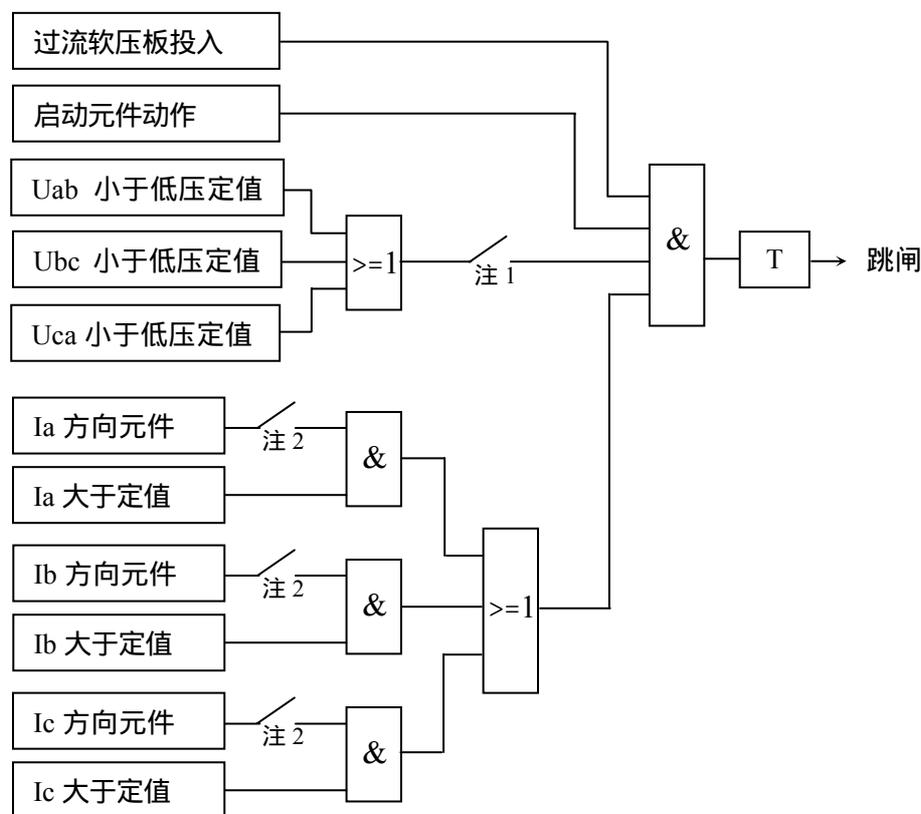
### 3.1 装置保护功能原理

#### 3.1.1 保护启动

保护启动采用突变量电流启动和有效值辅助启动两种方式。

#### 3.1.2 低压闭锁方向过流保护功能

低压闭锁方向过流为三段时限，每段的低压闭锁和方向均可投退，过流 I 段、过流 II 段框图同过流 I 段类似，过流 I 段逻辑框图如下：



注 1：过流 I 段低压闭锁控制字，

注 2：过流 I 段方向闭锁控制字。

➤ 方向元件

LDS-216 的方向元件采用 90° 接线方式，阻抗角可选为 30° 或 45°，A 相、B 相、C 相的方向元件动作方程分别为：

$$\begin{aligned} & \dot{U}_{bc} e^{j(90^\circ - \varphi)} \\ -90^\circ \arg \frac{\dot{U}_{bc} e^{j(90^\circ - \varphi)}}{\dot{I}_a} & 90^\circ \\ & \dot{U}_{ca} e^{j(90^\circ - \varphi)} \\ -90^\circ \arg \frac{\dot{U}_{ca} e^{j(90^\circ - \varphi)}}{\dot{I}_b} & 90^\circ \\ & \dot{U}_{ab} e^{j(90^\circ - \varphi)} \\ -90^\circ \arg \frac{\dot{U}_{ab} e^{j(90^\circ - \varphi)}}{\dot{I}_c} & 90^\circ \end{aligned}$$

图中  $\varphi$  为阻抗角， $I_j$  为  $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ ， $U_j$  为  $U_{bc}$ 、 $U_{ca}$ 、 $U_{ab}$ 。

➤ 方向元件的电压记忆功能：

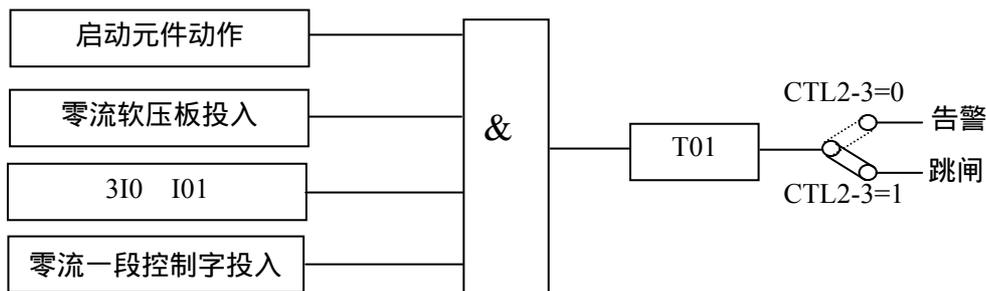
当三个线电压中的最小线电压低于 0.5V 时，采用故障前的电压作为方向元件的  $U_j$ 。记忆时间不小于 1s。

➤ TV 断线对方向元件和低压闭锁功能的影响：

TV 断线可能使方向元件和低压闭锁元件不正确动作，LDS-216 给出两种选择，当控制字 CTL1-7=1 时，TV 断线退出方向及低压闭锁功能；当 CTL1-7=0 时，TV 断线退出受方向和低电压闭锁的保护。

3.1.3 零序过流保护功能：

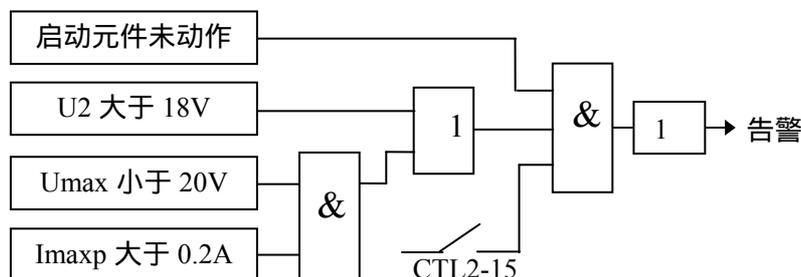
零序过流保护可以选择跳闸或告警。逻辑框图如下：



图中  $3I_0$  为零序电流， $I_{01}$  为零序过流 I 段电流定值， $T_{01}$  为零序过流 I 段时间定值，零序段原理同零序 I 段，CTL2-3 为跳闸或告警选择控制字。

### 3.1.4 TV 断线监视及母线绝缘监察功能

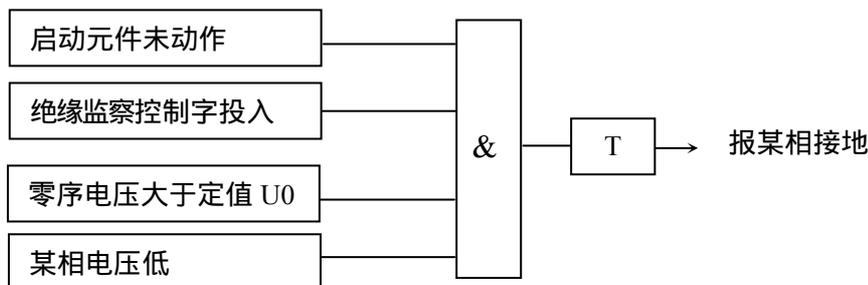
➤ TV 断线监视的逻辑框图如下：



其中  $U_2$  为负序电压， $U_{max}$  为三个线电压中最大的线电压， $I_{maxp}$  为三相中最大的保护电流，CTL2-15 为 TV 断线监视投入控制字。

➤ 母线绝缘监察功能

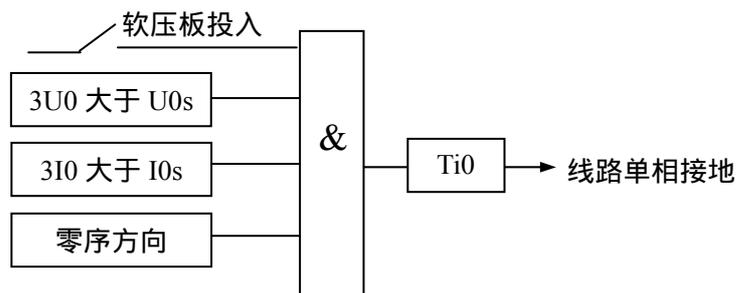
零序电压取 TV 开口三角电压，其逻辑框图如下：



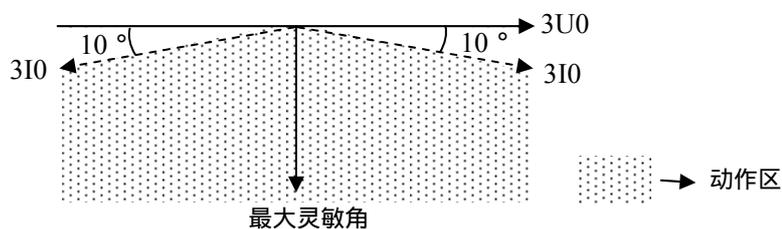
$U_0$  为母线绝缘监察定值， $T$  为母线绝缘监察延时定值

### 3.1.5 小电流接地选线功能

小电流接地选线采用零序功率方向原理，可选五次谐波电压、电流或基波电压、电流来计算，故障相的电容电流落后于  $U_0$   $90^\circ$ ，而非故障相电容电流超前  $U_0$   $90^\circ$ ，以此选出接地故障线路，小电流接地选线的逻辑框图如下：



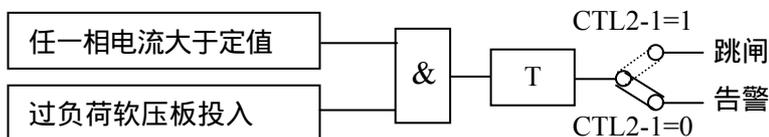
注： $T_{i0}$ ：为母线绝缘监察延时定值； $3I_0$ ：当选用基波判接地时为基波零序电流，当选用 5 次谐波判接地时为 5 次谐波零序电流； $I_{0s}$ ：零流一段电流定值； $3U_0$ ：为 TV 开口三角基波电压， $U_{0s}$  母线绝缘监察电压定值，方向动作范围如下：



当选用基波判接地时上图为基波零序方向动作范围,当选用 5 次谐波判接地时为 5 次谐波零序方向动作范围。

### 3.1.6 过负荷保护

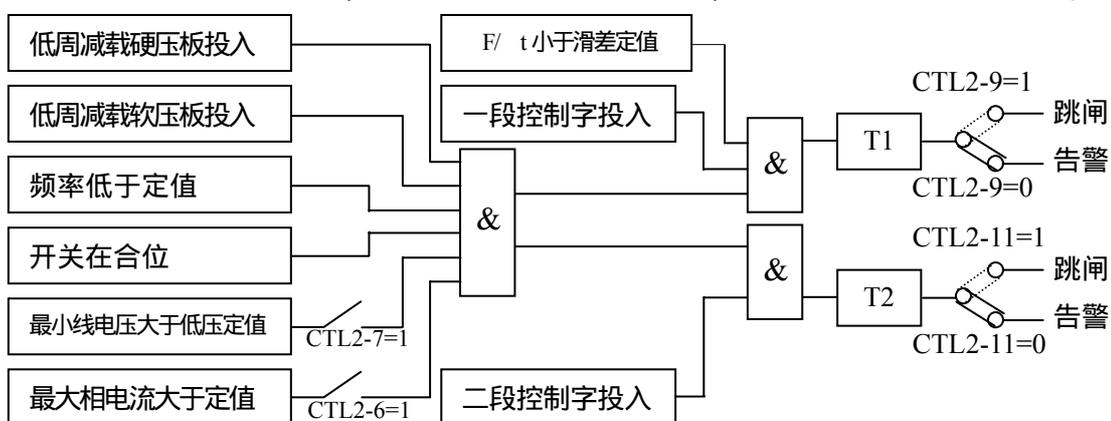
过负荷跳闸或告警可选,其逻辑框图如下:



图中 T 为过负荷延时定值,当 CTL2-1=1 过负荷跳闸,当 CTL2-1=0 过负荷动作告警。

### 3.1.7 低周减载功能

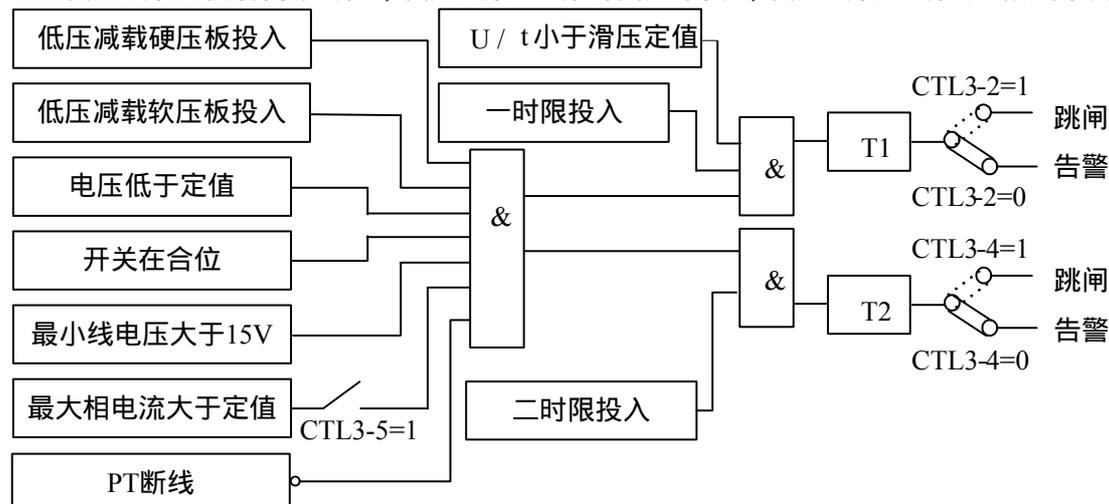
低周减载功能有两个时限,低周减载一时限有滑差闭锁,低周减载二时限无滑差闭锁。



T1 和 T2 为低周减载的一段和二段延时定值。

### 3.1.8 低压减载功能

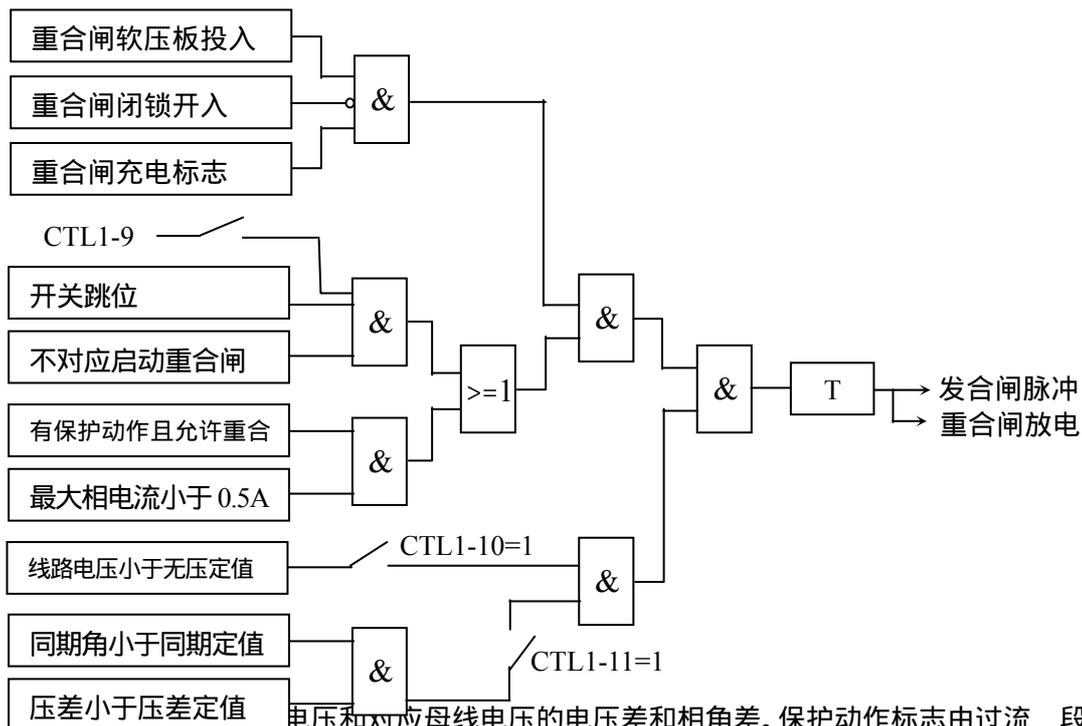
低压减载功能有两个时限,低压减载一时限有滑压闭锁,低压减载二时限无滑压闭锁。



其中 T1 和 T2 为低压减载的一时限和二时限延时定值

### 3.1.9 重合闸功能

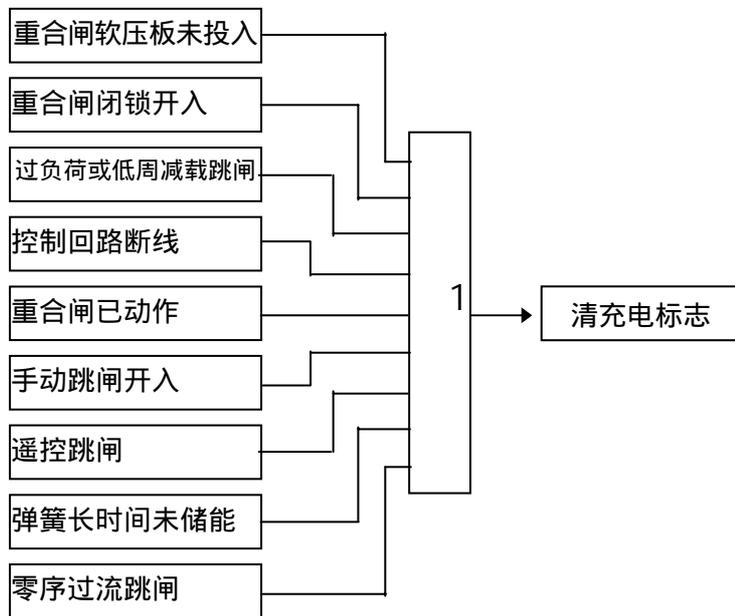
➤ 重合闸的逻辑框图如下:



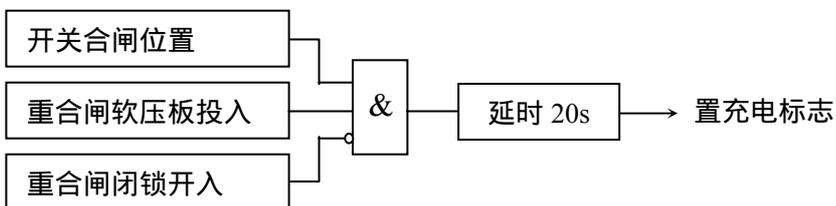
电压和对应母线电压的电压差和相角差。保护动作标志由过流 段动作（由控制字 CTL1-16 控制是否置位）、过流 段动作、过流 段动作置位，重合闸动作脉冲为 200ms。

➤ 重合闸的充放电逻辑

重合闸的放电逻辑框图如下：

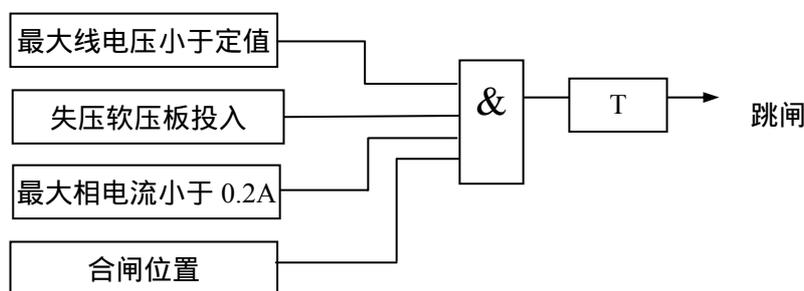


重合闸的充电逻辑框图如下：



### 3.1.10 失压保护功能

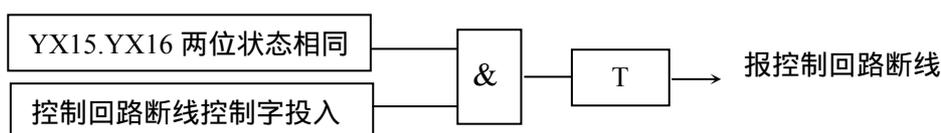
失压保护为一段一时限，其逻辑框图如下：



上图中 T 为失压保护延时时间定值。

### 3.1.11 控制回路断线

控制回路断线逻辑框图如下：



YX15、YX16 为本装置操作断路器的跳位和合位，T 为控制回路断线的延时时间，通过配置菜单里的控母断线 T 整定。

## 3.2 装置的监控功能

### 3.2.1 遥测功能

线路保护装置采集取自测量 TA 的电流  $I_{ac}$ 、 $I_{bc}$ 、 $I_{cc}$ ；采集取自 TV 的电压  $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ ；同时还采集  $3I_0$ 、 $3U_0$ ，保护电流  $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$  和线路电压  $U_x$ 。每周波采样 32 点，运用付氏算法计算各电压（电流）的有效值、有功功率、无功功率及功率因数。装置可以在汉化液晶面板上显示测量值和计算值，并将这些数据通过 CAN 总线送至 LDS-1310 网络信息管理与控制装置，在监控主站上可以随时调用数据。遥测数据包括 20 项内容： $I_{ac}$ 、 $I_{bc}$ 、 $I_{cc}$ 、 $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $U_{ab}$ 、 $U_{bc}$ 、 $U_{ca}$ 、 $P$ 、 $Q$ 、 $\cos$ 、 $F$ 、 $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ 、 $3I_0$ 、 $3U_0$ 、 $U_2$ 、 $U_x$ ；事故时遥测数据包括： $F$ 、 $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ 、 $3I_0$ 、 $3U_0$ 、 $3U_0s$ 、 $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $U_{ab}$ 、 $U_{bc}$ 、 $U_{ca}$ 、 $U_2$ 、 $U_x$ 。其中频率采样取自电压  $U_a$ ， $U_{ab}$ 、 $U_{bc}$ 、 $U_{ca}$  根据  $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$  计算而得。

二次值转换方法：

$I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$  的计算公式为  $Y*170/8192 (A)$ ；

$I_{ac}$ 、 $I_{bc}$ 、 $I_{cc}$  的计算公式为  $Y*8.5/8192 (A)$ ；

当配置为小电流系统时  $3I_0$  的计算公式为  $Y*1.7/8192 (A)$ ；否则  $3I_0$  的计算公式为  $Y*8.5/8192 (A)$ ；显示至小数点后三位；

$U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $U_{ab}$ 、 $U_{bc}$ 、 $U_{ca}$ 、 $U_x$ 、 $3U_0$ 、 $U_2$ 、 $3U_0s$  的计算公式为  $Y*170/8192 (V)$ ；

$P$ 、 $Q$  的计算公式为  $Y*170*8.5*\sqrt{3}/8192W (VAR)$ ；

$\cos$  的计算公式为  $Y/8192$ ；

f 的计算公式为  $50+Y*2/8192\text{Hz}$ 。

Y 为遥测数据中发送的二进制数，代表 P、Q、f、Cos 的 Y 为有符号数。

### 3.2.2 遥信采集

装置有 16 个开关量输入，定义见附录端子排图，均为“1”有效；YX15、YX16 为操作回路断路器的跳位、合位信号，在装置内部经背板引入 CPU 插件。

对于每个遥信在配置中可设定相应的遥信延时，做为该位遥信采集时的去抖时间；遥信信号采用硬件滤波和软件去抖措施，保证遥信信号采集的准确性，避免装置误发信号。另外每个遥信在配置中的遥信极性控制字中有相应的位标定其极性（位序号与遥信位序号相对应），若某个遥信位的极性为“1”，当相应的外部接点打开时，遥信值为“0”；接点闭合时，遥信值为“1”，极性为“0”时相反。

遥信公共端为+24V。

### 3.2.3 遥控

对于远方下发的遥控选择命令，装置在判定与本装置地址相同且报文 CRC 校验正确后，记忆选择的点号并将该报文返校上位机；对于远方下发的遥控执行命令，装置在判定与本装置地址相同且报文 CRC 校验正确后，进一步对点号进行审查，只有当点号与记忆的遥控选择点号一致且未出界，装置才发命令驱动相应的出口继电器。

## 4 附录

### LDS-216 数字式线路保护测控装置背面端子图

A	
+KM/L	1
合闸入口	2
手台入口	3
跳闸入口	4
至断路器	5
至合闸线圈	6
跳位至合闸机构箱	7
合位至跳闸机构箱	8
带刀闸合闸入口	9
带刀闸跳闸入口	10
弹簧未储能入口	11
-KM/N	12
公共端	13
绿灯	14
红灯	15
手脚开入	16
	17

B	
保护跳闸信号 1	1
重合闸动作信号 1	2
保护跳闸信号 2	3
重合闸动作信号 2	4
遥控跳闸出口	5
遥控出口公共端	6
遥控合闸出口	7
	8
手跳/遥控入口	9
SF6 气压低闭锁	10
跳闸位置 3	11
位置信号公共端	12
跳闸位置 2	13
合闸位置 2	14
跳闸位置 1	15
控制回路断线	16
	17

D	
信号公共端	1
告警信号 1	2
信号公共端 2	3
告警信号 2	4
保护跳闸出口	5
保护出口公共端	6
保护合闸出口	7
备用出口	8
	9
	10
	11
	12
信号复归	13
	14
-24V	15

E	
直流正电源/L	1
机壳接地	2
	3
直流负电源/N	4
	5

F	
+24V 电源	1
	2
CANH	3
CANL	4
CANG	5

G	
远方操作允许	1
弹簧未储能信号开入	2
SF6 气压低信号开入	3
闭锁重合闸	4
低闭/低电压闭锁	5
通用遥信开入	6
通用遥信开入	7
通用遥信开入	8
通用遥信开入	9
通用遥信/GPS 脉冲	10
通用遥信开入	11
通用遥信/检修状态开入	12
通用遥信/有功脉冲电度	13
通用遥信/无功脉冲电度	14

H	
母线电压 A	1
母线电压 B	2
母线电压 C	3
母线电压 N	4
零序电压 U <sub>0</sub>	5
通用遥信开入	6
抽板电压 X	7
	8
	9
	10
	11
	12

K		
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	
保护电流 IA	11	保护电流 IA
保护电流 IB	13	保护电流 IB
保护电流 IC	15	保护电流 IC
测量电流 IAC	17	测量电流 IAC
测量电流 IBC	19	测量电流 IBC
测量电流 ICC	21	测量电流 ICC
零序电流 3I <sub>0</sub>	23	零序电流 3I <sub>0</sub>
	24	

LDS-216 背板端子图

## 七、LDS-225 数字式电容器保护测控装置

### 1 概述

LDS-225 数字式电容器保护测控装置适用于 35kV 及以下电压等级并联补偿电容器组，是保护、测量、控制一体化的电容器设备故障的主要保护，功能如下：

- 三相三段式过流保护功能；
- 两段零序过流保护功能：零序过流告警或跳闸可选；
- 不平衡电流保护功能；
- 不平衡电压保护功能；
- 无流闭锁低电压及有流闭锁过电压保护功能；
- 监控功能：装置具有遥测、遥信、遥控以及脉冲电度量采集功能；
- 具有操作回路、故障录波、信号、TV 断线监测等功能；
- 面板上具有汉字液晶显示功能，采用键盘操作，可方便的实现测量跟踪及在线修改定值或投退某些保护功能。面板上还具有运行、告警、跳位、合位、保护跳闸指示灯；
- 装置通过现场总线接入 LDS-2003 变电站综合自动化系统，可完成远方监视、控制和操作功能。

### 2 主要技术数据

#### 2.1 过流 段保护、 段保护、 段保护、不平衡电流保护

##### 2.1.1 动作值

整定范围：0.2I<sub>n</sub> ~ 10I<sub>n</sub>；

整定级差：0.01A；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%；平均误差不超过 ± 5%。

##### 2.1.2 动作时间

整定范围：0.0~9.99s；

整定级差：0.01s；

动作时间：在 2 倍的动作电流下，测得动作时间一致性不大于 20ms，动作时间平均误差不超过 ± 30ms。

#### 2.2 无流闭锁低压保护、有流闭锁过压保护

##### 2.2.1 过电压动作值

整定范围：10V~140V；

整定级差：0.01V；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 3%；平均误差不超过 ± 3%。

##### 2.2.2 低压动作值

整定范围：10V~100V；

整定级差：0.01V；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 3%；平均误差不超过  $\pm 3\%$ 。

### 2.2.3 电流闭锁定值

整定范围：0.2I<sub>n</sub> ~ 2I<sub>n</sub>；

整定级差：0.01A；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%；平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

### 2.2.4 动作时间

整定范围：0.1 ~ 60.0s；

整定级差：0.1s；

动作时间：在 2 倍（对于低压保护为 0.5 倍动作值）的动作电压下，测得动作时间一致性不大于 0.2s，动作时间平均误差不超过  $\pm 0.2s$ 。

## 2.3 不平衡电压保护

### 2.3.1 不平衡电压保护动作值

整定范围：1V ~ 50V；

整定级差：0.01V；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

### 2.3.2 动作时间

整定范围：0.0 ~ 9.99s；

整定级差：0.01s；

动作时间：在 2 倍的动作电压下，测得动作时间一致性不大于 20ms，动作时间平均误差不超过  $\pm 30ms$ 。

## 2.4 零序电流保护

### 2.4.1 零序电流保护动作值

整定范围：0.02 ~ 1.2A（或 0.2A~7.0A）；

整定级差：0.01A；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

### 2.4.2 动作时间

整定范围：0.00 ~ 9.99s；

整定级差：0.01s；

动作时间：在 2 倍的动作电压下，测得动作时间一致性不大于 20ms，动作时间平均误差不超过  $\pm 30ms$ 。

## 3 装置原理

### 3.1 保护功能原理

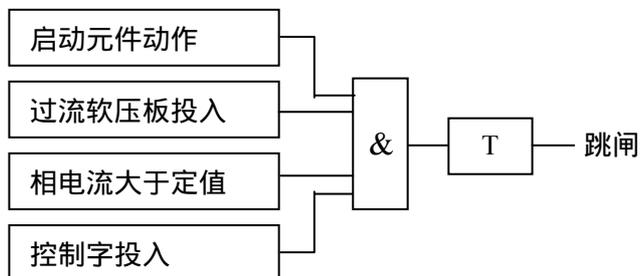
本装置相电流突变、过电流、零序过流、不平衡电压越限、不平衡电流越限、过电压、低电压均可启动保护子程序。

## 3.1.1 保护启动

电容器保护启动采用电流突变量启动和有效值辅助启动两种方式。

## 3.1.2 过流 I 段， II 段， III 段保护功能

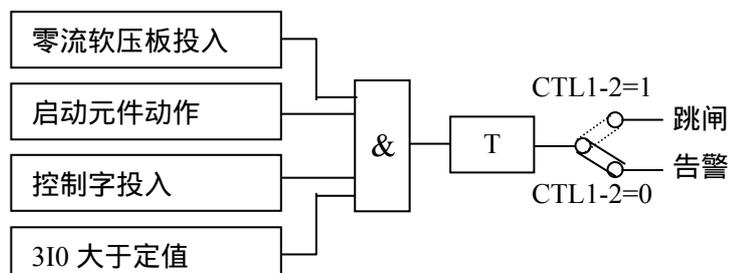
过流保护为三段三时限，逻辑框图如下：



图中 T 为延时时间定值。

## 3.1.3 零序过流保护功能

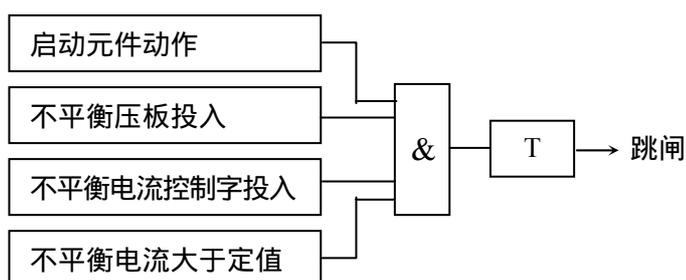
零序过流保护为二段二时限，每段的跳闸或告警可分别选择，零流保护的逻辑框图如下：



图中 T 为延时时间定值。

## 3.1.4 不平衡电流保护

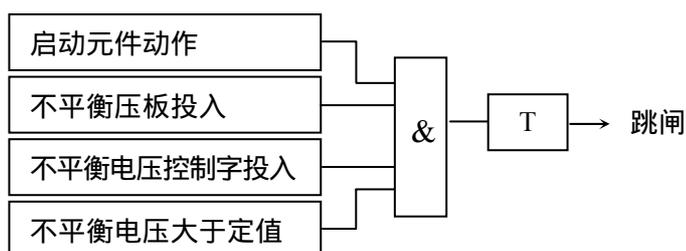
不平衡电流保护为一段一时限，其逻辑框图如下：



图中 T 为不平衡电流时间定值。

## 3.1.5 不平衡电压保护功能

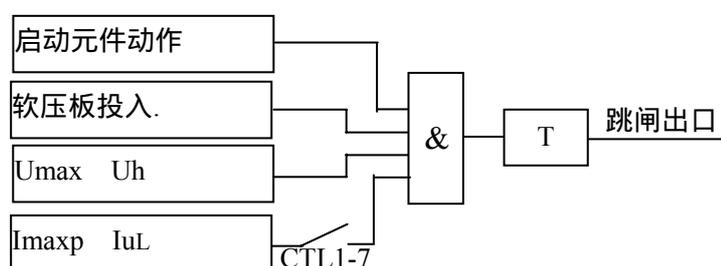
不平衡电压保护为一段一时限，其逻辑框图如下：



图中 T 为不平衡电压保护时间定值。

### 3.1.6 过压保护

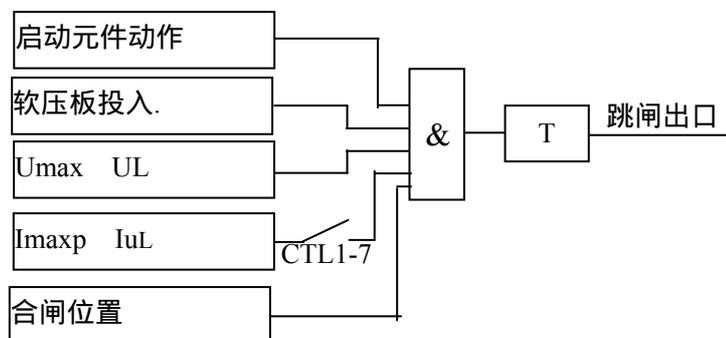
过压保护取自电容器放电 TV 的电压，当用户只用母线 TV 电压时，需将电容器放电 TV 电压端子 G4、G5、G6 分别与母线 TV 端子 G1、G2、G3 连接。



$U_{max}$  为三个线电压中的最大值， $U_h$  为过压定值， $I_{maxp}$  为三个相电流中最大值， $I_{uL}$  为电流闭锁定值，T 为过压保护延时定值。

### 3.1.7 低压保护

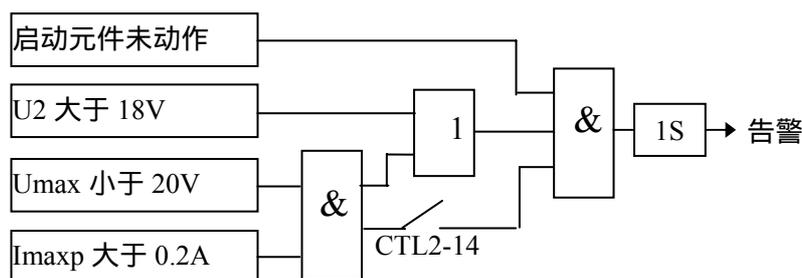
低压保护取自母线 TV 的电压。



$U_{max}$  为三个线电压中的最大值， $U_L$  为低压定值， $I_{maxp}$  为三个相电流中最大值， $I_{uL}$  为电流闭锁定值，T 为低压保护延时定值。

### 3.1.8 TV 断线监视功能

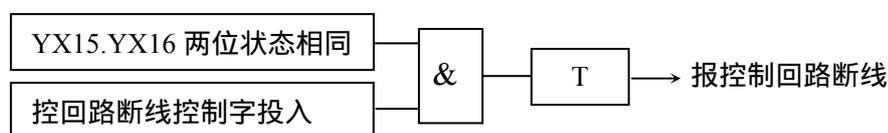
放电 TV 和母线 TV 均有 TV 断线监视功能，母线 TV 和放电 TV 的逻辑框图类似，放电 TV 逻辑框图如下：



其中  $U_2$  为放电 TV 的负序电压， $U_{max}$  为三个放电 TV 线电压中最大值， $I_{maxp}$  为三个相电流中最大的电流值。

### 3.1.9 控制回路断线

控制回路断线逻辑框图如下：



$YX15$ 、 $YX16$  为本操作回路断路器的跳位和合位， $T$  为控制回路断线的延时时间，通过配置菜单里的控母断线  $T$  整定。

## 3.2 装置的监控功能

### 3.2.1 遥测功能

装置自测量 TA 采样测量电流  $I_{ac}$ 、 $I_{cc}$ ；自保护 TA 采样保护电流  $I_{ap}$ 、 $I_{bp}$ 、 $I_{cp}$ 、 $3I_0$ ；自母线 TV 电压  $U_{ab1}$ 、 $U_{bc1}$ 、放电 TV 电压  $U_{ab2}$ 、 $U_{bc2}$ 。每周波采样 32 点，运用付氏算法计算各电压（电流）有效值，有功功率、无功功率及功率因数。装置可以在汉化面板上显示测量量和计算量，并将这些数据通过 CAN 总线送给 LDS-1310 网络信息管理机，在监控主站上可以随时调用数据。遥测数据包括 24 项内容： $I_{ac}$ 、 $N_c$ 、 $I_{cc}$ 、 $N_c$ 、 $N_c$ 、 $N_c$ 、 $U_{ab1}$ 、 $U_{bc1}$ 、 $U_{ca1}$ 、 $P$ 、 $Q$ 、 $\cos\phi$ 、 $F$ 、 $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ 、 $3I_0$ 、 $I_{bp}$ 、 $U_{bp}$ 、 $U_2$ 、 $U_{2f}$ 、 $U_{ab2}$ 、 $U_{bc2}$ 、 $U_{ca2}$ 。其中频率采样取自电压  $U_{ab1}$ ， $U_{ca1}$  根据  $U_{ab1}$ 、 $U_{bc1}$  计算而得， $U_{ca2}$  根据  $U_{ab2}$ 、 $U_{bc2}$  计算而得， $U_2$  为母线 TV 负序电压、 $U_{2f}$  为电容器放电 TV 负序电压；

二次值转换方法：

$I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ 、 $I_{bp}$  的计算公式为  $Y \cdot 170 / 8192$  (A)；

$I_a$ 、 $I_c$ 、 $3I_0$  的计算公式为  $Y \cdot 8.5 / 8192$  (A)；

$U_{ab1}$ 、 $U_{bc1}$ 、 $U_{ca1}$ 、 $U_{ab2}$ 、 $U_{bc2}$ 、 $U_{ca2}$ 、 $U_{bp}$ 、 $U_2$ 、 $u_{2f}$  的计算公式为  $Y \cdot 170 / 8192$  (V)；

$P$ 、 $Q$  的计算公式为  $Y \cdot 170 \cdot 8.5 \cdot \sqrt{3} / 8192$  W (VAR)；

$\cos\phi$  的计算公式为  $Y / 8192$ ；

$f$  的计算公式为  $50 + Y \cdot 2 / 8192$  Hz。

$Y$  为遥测中发送的二进制数数据，代表  $P$ 、 $Q$ 、 $\cos\phi$ 、 $f$  的  $Y$  为有符号数。

### 3.2.2 遥信采集

装置有 16 个开关量输入，定义见附录端子排图，均为“1”有效； $YX15$ 、 $YX16$  为操作回路中断路器的跳位、合位信号，在装置内部经背板引入 CPU 插件。

对于每个遥信在配置中可设定相应的遥信延时,做为该位遥信采集时的去抖时间;遥信信号采用硬件滤波和软件去抖措施,保证遥信信号采集的准确性,避免装置误发信号。另外每个遥信在配置中的遥信极性控制字中有相应的位标定其极性(位序号与遥信位序号相对应),若某个遥信位的极性为“1”,当相应的外部接点打开时,遥信值为“0”;接点闭合时,遥信值为“1”,极性为“0”时相反。

遥信公共端为+24V。

### 3.2.3 遥控

对于远方下发的遥控选择命令,装置在判定与本装置地址相同且报文CRC校验正确后,记忆选择的点号并将该报文返校上位机;对于远方下发的遥控执行命令,装置在判定与本装置地址相同且报文CRC校验正确后,进一步对点号进行审查,只有当点号与记忆的遥控选择点号一致且未出界,装置才发命令驱动相应的出口继电器。

## 4 附录

### LDS-225 数字式电容器保护测控装置背面端子图

A	
+KM/L	1
合闸入口	2
跳闸入口	3
跳闸入口	4
至控制柜	5
至控制柜	6
合闸至跳闸机箱	7
带闭锁合闸入口	8
带闭锁合闸入口	9
带闭锁合闸入口	10
带闭锁合闸入口	11
-KM/N	12
公共端	13
绿灯	14
红灯	15
手跳开出	16
	17

B	
保护跳闸信号 1	1
保护跳闸信号 2	2
保护跳闸信号 2	3
跳闸入口	4
遥控跳闸出口	5
遥控出口公共端	6
遥控合闸出口	7
合闸至跳闸机箱	8
手跳/遥控入口	9
SF6 气压低闭锁	10
跳闸位置 1	11
跳闸位置 3	12
位置信号公共端	13
跳闸位置 2	14
合闸位置 2	15
控制回路断线	16
	17

D	
信号公共端	1
信号公共端 1	2
信号公共端 2	3
信号公共端 2	4
保护跳闸出口	5
保护出口公共端	6
	7
备用出口	8
	9
	10
	11
	12
	13
信号复归	14
-24V	15

E	
直流正电源 / L	1
直流正电源 / N	2
拆壳接地	3
直流负电源 / N	4
	5

F	
+24V 电源	1
	2
CANH	3
CANL	4
通信接口	5

G	
远方操作允许	1
雅鲁未储能信号开入	2
SF6 气压低信号开入	3
闭锁跳闸开入	4
通用通信开入	5
通用通信开入	6
通用通信开入	7
通用通信开入	8
通用通信开入	9
通用通信 / GPS 转	10
通用通信开入	11
通用通信 / 绝缘监测开入	12
通用通信开入	13
通用通信 / 无功补偿开入	14

H	
母线电压 UA1	1
母线电压 UB1	2
母线电压 UC1	3
放电电压 UA2	4
放电电压 UB2	5
放电电压 UC2	6
不平衡电压 BP	7
不平衡电压 BP'	8
	9
	10
	11
	12

K			
保护电流 IA	1	2	保护电流 IA
保护电流 IB	3	4	保护电流 IB
保护电流 IC	5	6	保护电流 IC
测量电流 IAC	7	8	测量电流 IAC
测量电流 IAC'	9	10	测量电流 IAC'
不平衡电流 IBP	11	12	不平衡电流 IBP
不平衡电流 IBP'	13	14	不平衡电流 IBP'
测量电流 ICC	15	16	测量电流 ICC
测量电流 ICC'	17	18	测量电流 ICC'
不平衡电流 IBP	19	20	不平衡电流 IBP
不平衡电流 IBP'	21	22	不平衡电流 IBP'
零序电流 3I0	23	24	零序电流 3I0

LDS-225 背板端子图

## 八、LDS-236、237 数字式电动机保护测控装置

### 1 概述

LDS-236 数字式电动机保护测控装置适用于 2000kW 及以下的高压电动机保护,或作为 2000kW 以上的高压电动机后备保护。LDS-237 数字式电动机保护测控装置主要用于 2000kW 以上的高压电动机保护(带差动)。是按间隔设计的保护、测量、控制等一体化的装置,基本功能如下:

- 电流速断保护;
- 差流速断保护(LDS-237)
- 差动比率制动保护(LDS-237)
- 启动时间长保护,堵转保护;
- 过负荷保护:定时限或反时限,告警或跳闸可选;
- 反时限过热保护;
- 低电压保护或失压保护,电压反相序保护;
- 两段式负序过流保护:负序过流二段定时限或反时限可选;
- 零序过流保护:告警或跳闸可选;
- 零序过压:告警或跳闸可选;
- 非电量保护:二路直跳/告警可选;
- 具有操作回路、故障录波、TV 断线监视等功能;
- 监控功能:遥测、遥信、遥控及脉冲电度采集功能;
- 装置面板上具有汉字液晶显示功能,使用键盘操作,可方便地查看运行参数及状态、在线修改定值或投退某些保护功能。面板上还具有运行、告警、跳位、合位、保护跳闸信号指示灯。
- 装置通过 CAN 现场总线接入 LDS-2003 变电站综合自动化系统,可完成远方监视、控制和操作功能。

### 2 主要技术数据

#### 2.1 电流速断、负序过电流、启动时间过长、堵转、零序过流保护

##### 2.1.1 动作值

整定范围:  $0.12I_n \sim 10I_n$  (零序电流为  $0.05 \sim 3A$ );

整定级差:  $0.01A$ ;

动作值的准确度:一致性不大于动作值的  $5\%$ ,平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

##### 2.1.2 动作时间

- 速断延时

整定范围:  $0.00 \sim 9.9s$ ;

整定级差:  $0.01s$ ;

动作时间的准确度：在 1.5 倍的动作电流下测得动作时间，不大于 30ms，动作时间平均误差不超过 $\pm 30\text{ms}$ 。

➤ 普通延时

整定范围：0.10s ~ 49.9s；

整定级差：0.01s；

动作时间的准确度：在 1.5 倍的动作电流下测得动作时间，不大于 50ms，动作时间平均误差不超过 $\pm(50\text{ms}+1\%\text{整定时间})$ 。

➤ 长延时

整定范围：0 ~ 499.9S；

整定级差：0.1s；

动作时间的准确度：动作时间误差不超过定值的 $\pm 5\%$ 。

## 2.2 差速断保护、差动比率制动保护

### 动作值

整定范围：0.50A ~ 99.99A（最小差动电流为 0.50~50.00A）；

整定级差：0.01A；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过 $\pm 5\%$ 。

## 2.3 过负荷反时限保护、负序电流反时限保护

### 2.3.1 动作值

整定范围：0.08In ~ 2In；

整定级差：0.01A；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过 $\pm 5\%$ 。

### 2.3.2 动作时间

正序电流反时限时间常数和负序电流反时限时间常数整定范围：0.00 ~ 40.00s；

整定级差：0.01s；

动作时间的准确度：一致性不大于 50ms，动作时间与计算时间平均误差不超过 $\pm(30\text{ms}+10\%\text{计算时间})$ 。

## 2.4 反时限过热保护

### 2.4.1 热保护动作值

二次额定电流整定范围：0.12In ~ 10In；

整定级差：0.01A；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过 $\pm 5\%$ ；

过热告警整定范围：0.10 ~ 0.99，级差 0.01，误差不大于 $\pm 10\%$ 。

### 2.4.2 热保护动作时间

发热时间常数：1s ~ 9999s；

级差：0.1s；

动作时间：一致性不大于 0.1s，动作时间与计算时间平均误差不超过 $\pm(30\text{ms}+10\%\text{计算时间})$ 。

时间)。

## 2.5 本体保护

二路直跳/告警，由开入量输入端子 G4、G5 输入，直跳或告警功能可由控制字选择。

## 2.6 低电压保护，失压保护

### 2.6.1 低电压（失压）保护动作值

整定范围：5V ~ 95V；

整定级差：0.01V；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过±5%。

### 2.6.2 低电压（失压）保护动作时间

整定范围：0.1s ~ 49.9s；

整定级差：0.01s；

动作时间的准确度：在 0.5 倍的动作电压下测得动作时间，一致性不大于 50ms，平均误差不超过±(50ms+1%整定时间)。

## 2.7 电压反相序保护

当线电压高于低电压保护定值时，如果负序电压大于二倍的正序电压则延时动作。

电压反相序保护动作时间：

- 整定范围：0.1s ~ 49.9s；
- 整定级差：0.01s；
- 动作时间的准确度：在 2 倍的动作电压下测得动作时间，一致性不大于 50ms，平均误差不超过 ±(50ms+1%整定时间)。

# 3 装置原理

## 3.1 LDS-236 保护功能原理

### 3.1.1 过流 I 段保护

过流 I 段保护相当于过电流速断保护，作为电动机相间故障的主保护。在电动机启动过程中，速断定值自动升为原定值的两倍，可有效地防止启动过程中因启动电流过大引起的误动，同时还能保证正常运行中保护具有较高的灵敏度。电动机启动完成后，自动恢复原定值。启动元件动作后，装置进入过流判别。

- 保护判据

$I > I_{sd}$                        $I_{sd}$  为速断电流定值， $I$  为相电流。

$T > T_{sd}$                        $T_{sd}$  为速断延时定值。

- 逻辑框图



### 3.1.2 反时限过热保护

反时限过热保护主要防止由过负荷、不对称过负荷、定子断线等引起的电动机过热，也

作为电动机短路、起动时间过长、堵转等其它故障的后备保护。当过热累加量大于 75%时发出告警信号；如反时限过热保护跳闸压板投入，当过热累加量大于 100%时，则发出口跳闸命令；跳闸成功后清除积累值。保护采用反时限元件，它是动作时限与被保护电动机中电流大小自然配合的保护元件：

$$T = \frac{100 * TS}{k1 * (\frac{I1}{IVI})^2 + k2 * (\frac{I2}{IVI})^2 - 1.05^2}$$

TS-----电动机发热时间常数(1 ~ 99.99s)

IVI ----反时限电流限值 (0 ~ 95.0A)，一般取电动机额定电流 Ie

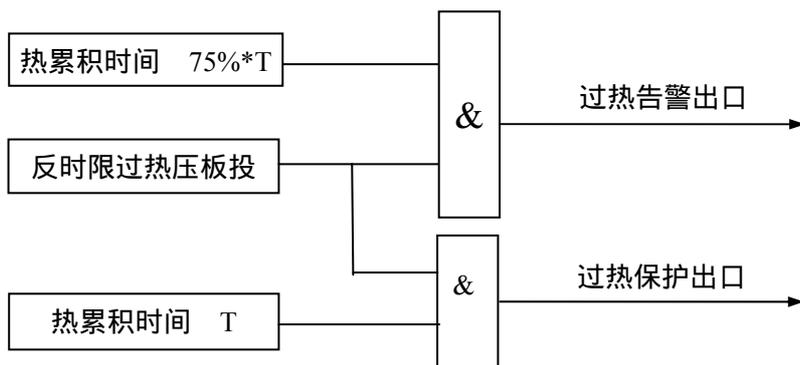
K1-----正序电流发热系数,电动机启动过程中按电动机负荷能力整定；  
电动机运行过程中自动取 K1=1

K2-----负序电流发热系数，取 K2=6

I1-----电动机实际运行电流的正序分量

I2-----电动机实际运行电流的负序分量

逻辑框图如下：

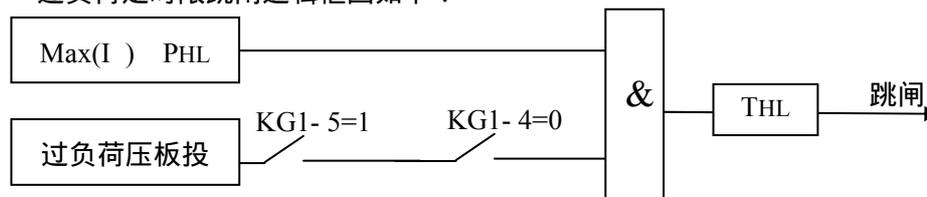


### 3.1.3 过负荷定时限或反时限保护

过负荷保护可选用定时限或反时限，可动作于跳闸或告警，由控制字设定。在电动机启动过程中，过负荷保护自动退出，在电动机启动完成后，过负荷保护自动投入。

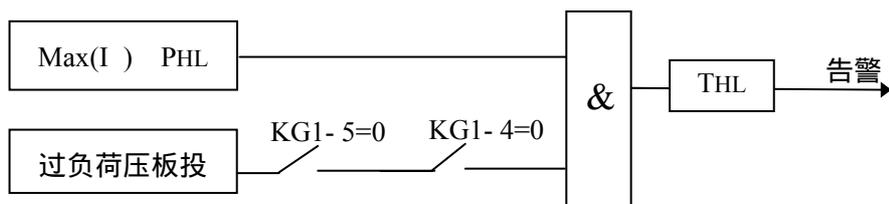
#### 3.1.3.1 定时限过负荷保护

➤ 过负荷定时限跳闸逻辑框图如下：



其中 I 为三相电流值，PHL 为过负荷定时限电流定值，THL 为过负荷定时限延时时间。

➤ 过负荷定时限告警框图如下：



3.1.3.2 反时限过负荷保护

一般反时限过负荷保护用作过电流保护使用（本装置也可用来告警）。反时限过电流保护的動作时限与被保护电动机中的电流大小有关，当电流大时，保护的動作时限短，而电流小时動作时间长。相对于定时限保护，反时限保护作为过电流保护时可以更快的切除靠近电源端的故障。常规反时限技术性能差、整定复杂，使定时限、反时限在配合上存在许多问题。针对这些问题，本装置设计了适于数字式保护的反时限电流保护的快速算法，大大提高了反时限元件的可靠性和精确度，当故障电流达到 1.2 倍电流门槛时，反时限过负荷保护时间误差小于 4%。算法公式如下：

$$T = THL / ((I_{max} / PHL)^2 - 1)$$

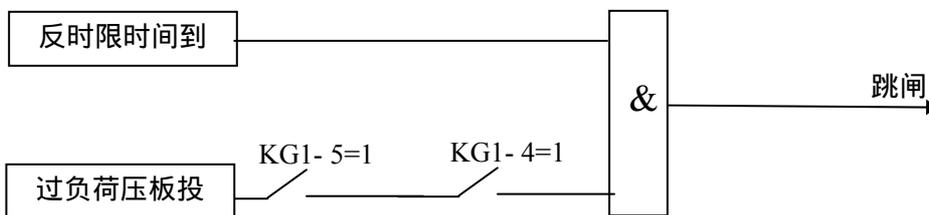
THL——反时限时间系数定值

PHL——反时限电流启动定值

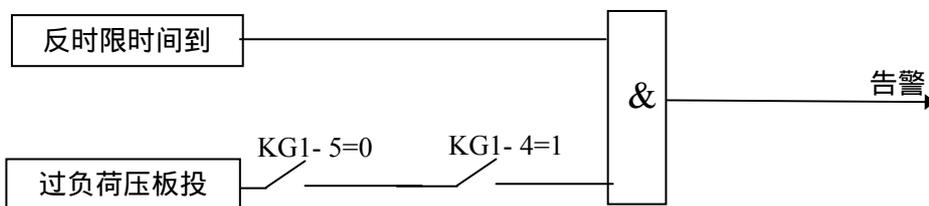
I<sub>max</sub>——保护相电流 I<sub>a</sub>、I<sub>b</sub>、I<sub>c</sub> 的最大值

T——反时限動作时间

➤ 过负荷反时限跳闸框图如下：



➤ 过负荷反时限告警框图如下：



3.1.4 负序电流保护

负序电流在转子中会产生 2 倍工频的电流，使转子发热大大增加，危及电动机的安全运行。为了防止电动机电流不对称，出现较大的负序电流，本装置设有负序过流保护。负序过流保护分两段：负序过流一段和负序过流二段。

为了防止 TA 饱和等原因造成的负序过流误动作，电动机启动过程中，负序一段定值自动升为原定值的两倍，负序二段自动退出。电动机启动完成后，负序一段定值恢复为原定值，负序二段保护投入。

## 3.1.4.1 负序过流一段

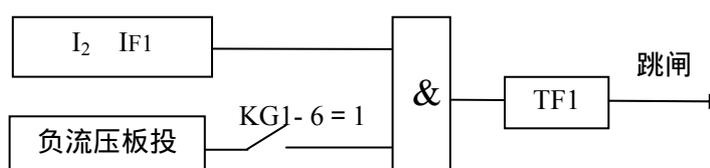
当电动机发生断相、反相或匝间短路,将产生负序电流,装置根据负序电流值提供保护。一般  $I_{F1}$  可按  $0.6 \sim 1 I_e$  整定;  $TF1$  按躲过开关不同期合闸出现的暂态过程的时间整定。

➤ 保护判据

$I_2 > I_{F1}$ ;  $I_{F1}$  为电动机负序过流一段定值,  $I_2$  为负序电流;

$T > TF1$ ;  $TF1$  为负序过流一段延时定值。

➤ 逻辑框图



## 3.1.4.2 负序过流二段

当电动机严重不平衡,根据负序电流值提供保护。一般  $I_{F2}$  可按  $0.2 \sim 0.6 I_e$  整定;  $TF2$  可设较长时间,按电机承受不平衡工况整定。负序过流二段可设定时限或反时限,可用控制字选择。

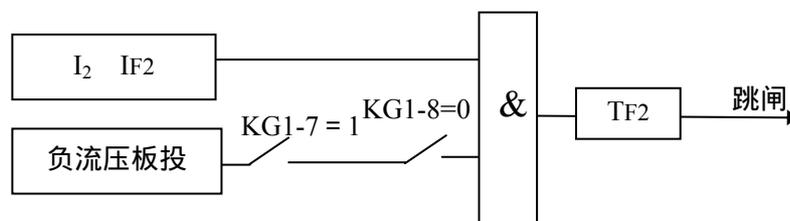
➤ 负序过流二段定时限保护

A. 保护判据

$I_2 > I_{F2}$ ;  $I_{F2}$  为电动机负序过流二段定值,  $I_2$  为负序电流;

$T > TF2$ ;  $TF2$  为负序过流二段延时定值。

B. 逻辑框图



➤ 负序过流二段反时限保护

A. 负序过流二段反时限公式如下:

$$T = K2 / ((I / I_{F2})^2 - 1)$$

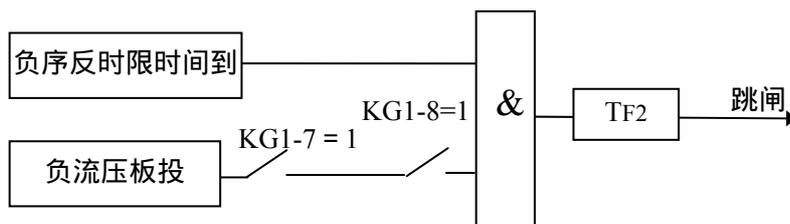
$K2$ ——反时限系数定值

$I_{F2}$ ——负序反时限电流启动定值

$I_2$ ——负序电流值

$T$ ——反时限动作时间

B. 逻辑框图



### 3.1.5 电动机启动时间长保护

#### ➤ 保护判据

当电动机在规定的启动时间内没有完成启动时保护动作。其动作条件如下：

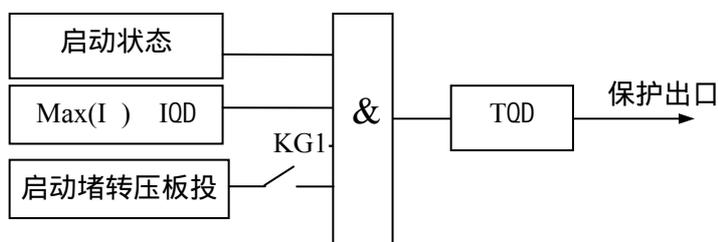
当  $\text{MAX}(I_A, I_B, I_C) > I_{YL}$  持续 1 秒时，自动投入该保护。 $I_{YL}$  为有流定值；

$I > I_{QD}$                      $I_{QD}$  为电动机启动电流定值； $I$  为相电流；

$T > T_{QD}$                      $T_{QD}$  为启动时间定值。

当电动机启动完成后，即  $T > T_{QD}$  时，启动时间过长保护自动退出。

#### ➤ 逻辑框图



其中  $I$  为相电流， $I_{QD}$  为启动电流定值， $T_{QD}$  为启动时间定值。

### 3.1.6 堵转保护

#### ➤ 保护判据

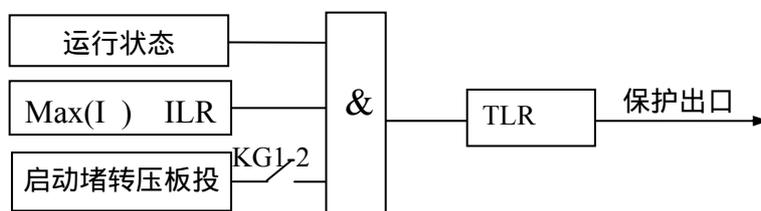
为了保证电动机不因堵转而烧坏，其动作条件如下：

$I > I_{LR}$ ；                     $I_{LR}$  为电动机堵转电流定值，按堵转电流一半设定。 $I$  为相电流；

$T > T_{LR}$ ；                     $T_{LR}$  为堵转延时定值。

当电动机启动时，堵转保护元件自动退出，当  $t > T_{QD}$  时，堵转保护元件自动投入。

#### ➤ 逻辑框图



其中  $I$  为三相电流， $I_{LR}$  为电动机堵转电流定值， $T_{LR}$  为堵转延时定值。

### 3.1.7 零序过流保护

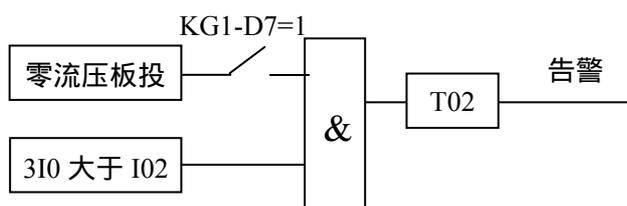
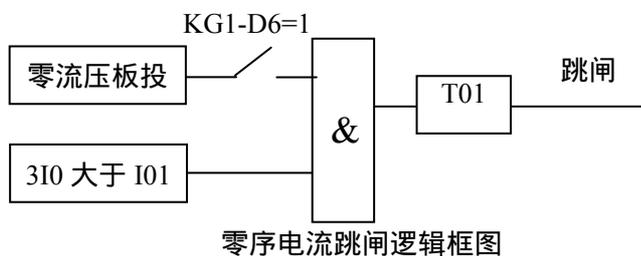
对于电动机所在的低压电网，中性点一般不接地或经消弧线圈/电阻接地，其定子单相接地主要由绝缘损坏引起，其零序电流多为电容电流，保护用零流应取自零序电流专用 TA。

#### ➤ 保护判据

跳闸： $3I_0 > I_{01}$                      $I_{01}$  为电动机接地零流跳闸定值；

$T > T01$              $T01$  为零序过流跳闸延时定值。  
 告警： $3I0 > I02$          $I02$  为电动机接地零流告警定值；  
 $T > T02$              $T02$  为零序过流告警延时定值。

➤ 逻辑框图

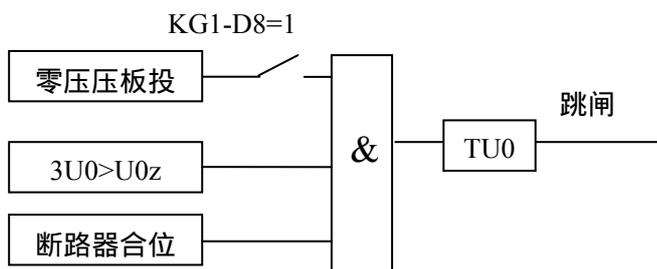


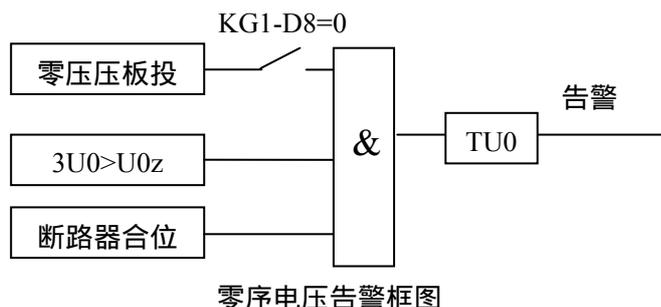
### 3.1.8 零序过压保护

如电动机定子绕组单相接地电流较小，零序电流保护灵敏度不能满足要求，可选用零序过压保护，保护可由控制字设定为动作于发信或跳闸。零序过压定值  $U0z$  按躲过正常运行时的最大不平衡基波零压整定，零压(跳闸)延时  $TU0$  按躲过进线接地故障最长切除时间整定。

- 保护判据
- 断路器合；
- $3U0 > U0z$              $U0z$  为电动机接地零压定值；
- $T > TU0$              $TU0$  为零序过压延时定值。

➤ 逻辑框图





### 3.1.9 低电压及失压保护

当电源电压降低或短时中断后，为了保证重要电动机自启动而需要断开的次要电动机、不允许或不需要自启动的电动机，或根据技术保安要求须从电网中自动断开的电动机，需配置低电压/失电压保护。当三个线电压均小于低电压/失电压保护定值时，保护动作。TV 断线后，可由控制字设定是否闭锁保护。

装置可由控制字设定运行低压保护方式或失压保护方式。一般来说：失压保护用于电源电压长时间消失而不允许自启动的重要电机，低压保护用于非重要电机。

#### 3.1.9.1 失压保护

根据生产过程和技术保安要求，在电源电压长时间消失而不允许自启动的重要电动机应装设失压保护，其动作电压整定为  $0.4 \sim 0.5U_e$ ，以 9s 延时跳闸。本保护当电动机在运行过程中突然三相失压，而且运行电流  $\text{MAX}(I_A, I_B, I_C) < I_{YL}$  时，保护动作。

##### ➤ 保护判据

$$\text{MAX}(U_x) < \text{UDY}$$

UDY 为失压定值， $U_x$  为线电压

$$T > \text{TDY}$$

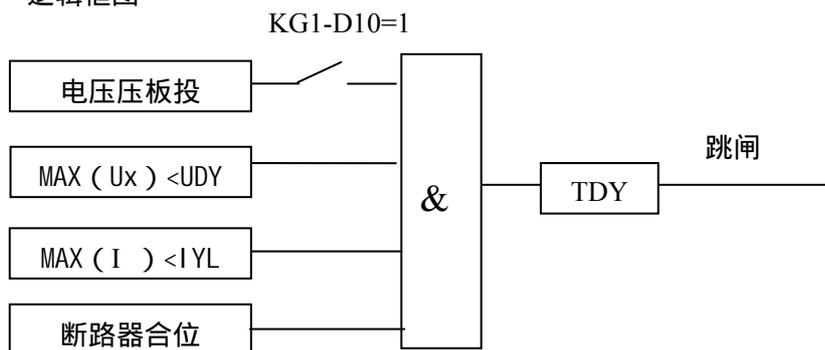
TDY 为失电保护延时定值

断路器合

$$\text{MAX}(I_A, I_B, I_C) < I_{YL}$$

$I_{YL}$  为电动机有流定值

##### ➤ 逻辑框图



#### 3.1.9.2 低压保护

为保证重要电动机自启动，非重要电动机通常以  $0.6 \sim 0.7U_e$ ，0.5s 跳闸；根据生产工艺要求不允许或不需要自启动的电动机，通常以  $0.6 \sim 0.7U_e$ ，0.5 ~ 1s 跳闸。电动机在运行过程中三相电压低于整定值时，保护动作。

##### ➤ 保护判据

$$\text{MAX}(U_x) < \text{UDY}$$

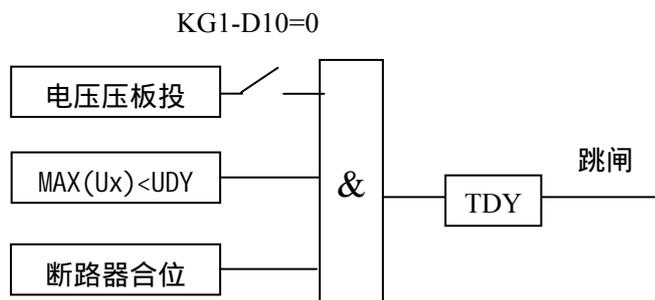
UDY 为低电压定值， $U_x$  为线电压

$$T > \text{TDY}$$

TDY 为低电压延时定值

## 断路器合

## ➤ 逻辑框图



## 3.1.10 电压反相序保护功能

为了防止各种原因造成的电机反转,设置了电压反相序保护,当线电压高于低电压保护定值时,如果负序电压大于二倍的正序电压则延时动作跳闸。

## ➤ 保护判据

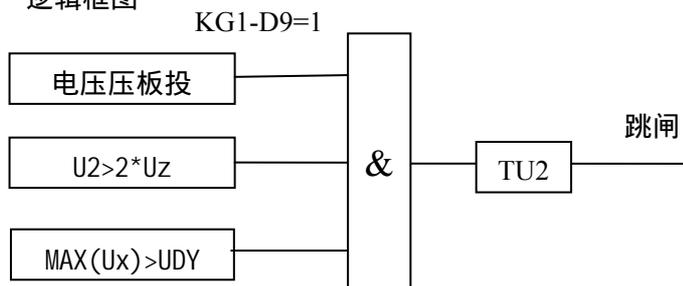
## 断路器合

 $MAX(U_x) > U_{DY}$ 
 $UDY$  为低电压定值,  $U_x$  为线电压

 $U_2 > 2 * U_z$ 
 $U_2$  为负序电压,  $U_z$  为正序电压

 $T > TU_2$ 
 $TU_2$  为电压反相序保护延时定值

## ➤ 逻辑框图



## 3.1.11 直跳开入

本装置可选用两路开入直跳(即 G6、G7)。G6、G7 可由控制字 KG2 的 D9、D10 位分别设置为直跳或遥信。当 G6 或 G7 为高电平时动作于跳闸。当电机无流且信号返回时, CPU 收回跳闸信号。

## 3.1.12 告警开入

本装置可选用两路告警开入(即 G4、G5)。G4、G5 可由控制字 KG2 的 D7、D8 位分别设置为告警或遥信。当 G4 或 G5 为高电平时发出告警信号,当信号返回时, CPU 自动收回告警信号。

## 3.1.13 TA 断线监视和 TV 断线监视功能

## ➤ TA 断线判别

1.  $MAX(I_x) < 5A$

2. 保护电流 ( $I_A$ 、 $I_B$ 、 $I_C$ ) 和测量电流 ( $I_{AC}$ 、 $I_{BC}$ 、 $I_{CC}$ ) 中有 5 个电流大于有流定值

3.  $I_A$ 、 $I_B$ 、 $I_C$ 、 $I_{AC}$ 、 $I_{BC}$ 、 $I_{CC}$  中有 1 个电流小于有流定值

出现以上三条则判为 TA 断线。

### ➤ TV 断线判别

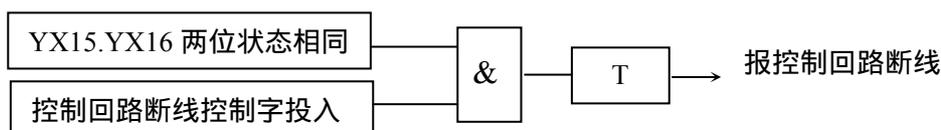
在电动机正常工作状态下,以下二个条件之一得到满足,持续时间 5 秒后,装置发“TVDX”报文及相关遥信,并点亮告警灯:

1. 三相电压均小于 20V,某相电流大于 0.2A,判为 TV 断线。
2. 负序电流小于 0.5A,负序电压大于 8V,判为 TV 断线。

TV 断线可由控制字 KG2 投退。TV 断线后可由控制字 KG2 设定是否闭锁电压保护。

#### 3.1.14 控制回路断线

控制回路断线逻辑框图如下:



YX15、YX16 为本操作回路断路器的跳位和合位, T 为控制回路断线的延时时间,通过配置菜单里的控母断线 T 整定。

#### 3.1.15 弹簧未储能告警

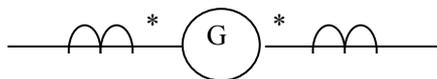
装置的 G2 端子为弹簧未储能外部开入,高电平时,延时 25s 判为弹簧未储能告警。当信号返回时,CPU 自动收回告警信号。

## 3.2 LDS-237 保护功能原理

### 3.2.1 差动保护

#### 3.2.1.1 差动电流与制动电流

电流互感器各侧极性都以指向保护对象为同极性端,见下图:



差动电流与制动电流分别为:

$$I_{acd} = | \dot{I}_{a1} + \dot{I}_{a2} | \quad I_{azd} = | \dot{I}_{a1} - \dot{I}_{a2} | / 2$$

$$I_{bcd} = | \dot{I}_{b1} + \dot{I}_{b2} | \quad I_{bzd} = | \dot{I}_{b1} - \dot{I}_{b2} | / 2$$

$$I_{ccd} = | \dot{I}_{c1} + \dot{I}_{c2} | \quad I_{czd} = | \dot{I}_{c1} - \dot{I}_{c2} | / 2$$

其中  $I_{acd}$ 、 $I_{bcd}$ 、 $I_{ccd}$  分别为 A 相、B 相、C 相的差动电流;

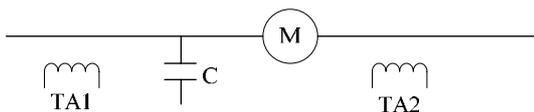
$I_{azd}$ 、 $I_{bzd}$ 、 $I_{czd}$  分别为 A 相、B 相、C 相的制动电流;

$I_{a1}$ 、 $I_{b1}$ 、 $I_{c1}$  分别为机端侧电流侧 A 相、B 相、C 相的二次电流;

$I_{a2}$ 、 $I_{b2}$ 、 $I_{c2}$  分别为中性点侧电流 A 相、B 相、C 相的二次电流。

#### 3.2.1.2 电机启动

当电机按下列方式接线时,



其中：C—无功功率补偿电容

M—电机

TA1、TA2 为电流互感器

由于电机上电时，会出现电容器的暂态电流，从而短时会引起很大差动电流，为了避免差动保护误动，启动时，延时 150ms 再投电机差动保护，该功能可由控制字选择。如接线不按所述接线，则可选择不断时。

### 3.2.1.3 差动速断保护

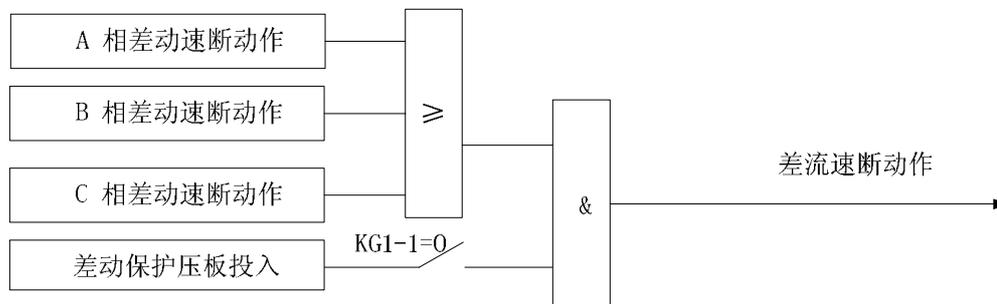
差速断保护判据为：

$$\text{Max}(I_{cd}) > ISD$$

其中：Max(I<sub>cd</sub>)----三相差动电流的最大值

ISD—差动速断电流定值

逻辑框图如下：



### 3.2.1.4 比率制动保护

比率制动保护判据如下：

$$\begin{cases} I_{cd} > ICD & \text{如果 } I_{zd} < IB \\ I_{cd} > KID(I_{zd} - IB) + ICD & \text{如果 } I_{zd} \geq IB \end{cases}$$

式中：I<sub>cd</sub>、I<sub>zd</sub> - 为差动电流和制动电流；

ICD、IB—差动最小动作电流定值和制动特性的拐点电流值，拐点电流固定为 0.9 倍的电动机额定电流。

KID - 制动系数。

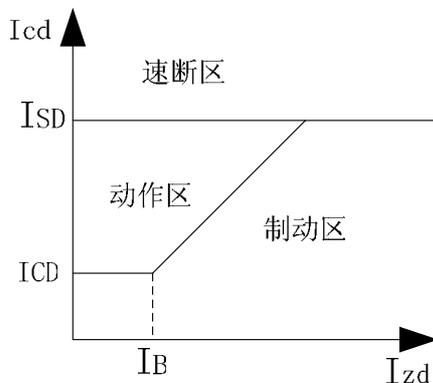


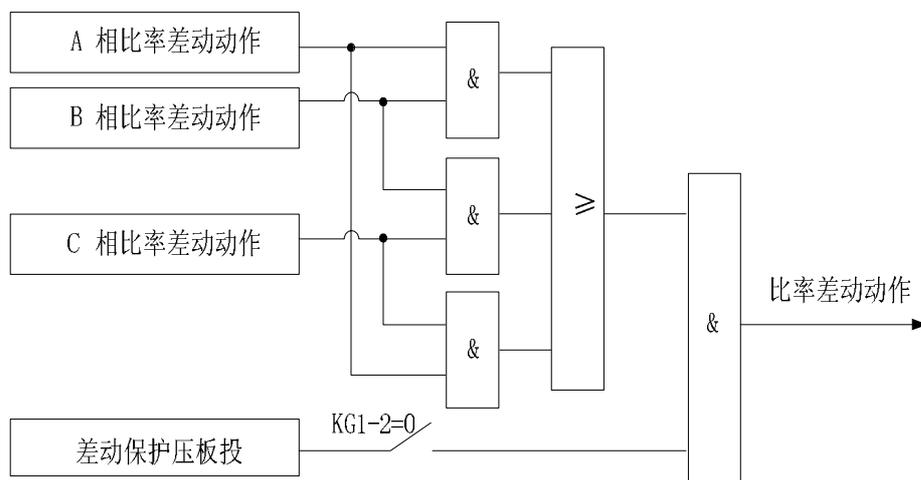
图 带比率制动特性的发电机差动保护动作特性

逻辑框图如下：

1) 单相比率制动差动



2) 两相及三相比率制动差动



3.2.1.5 差流告警

当差动电流大于 80%差动最小动作电流定值时，延时 5 秒后发告警信号，并点亮面板告警灯。当差动电流恢复正常时，CPU 自动收回告警信号。

3.2.2 过流 I 段保护

过流 I 段保护相当于电流速断保护，作为电动机相间故障的主保护。在电动机启动过程中，过流 I 段定值自动升为原定值的两倍，电动机启动完成后，自动恢复原定值。

## 过流 I 段保护判据

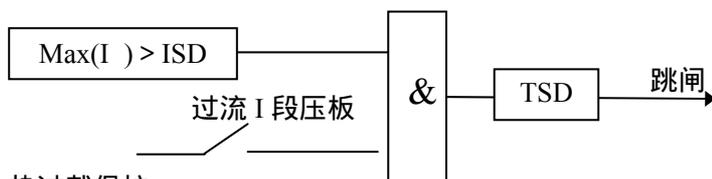
 $\text{Max}(I) > \text{ISD}$ 

ISD 为过流 I 段电流定值, I 为相电流。

 $T > \text{TSD}$ 

TSD 为过流 I 段延时。

## 逻辑框图



## 3.2.3 热过载保护

当过热累积量大于 75%时发出告警信号；当过热累积量大于 100%时，则发出口跳闸命令；跳闸成功后清热积累值。保护采用反时限元件，它是动作时限与被保护元件中电流大小相配合的保护元件：

$$T = \frac{100 * TS}{K1 * \left(\frac{I1}{IVI}\right)^2 + 6 * \left(\frac{I2}{IVI}\right)^2 - 1.05^2}$$

TS-----电机发热时间常数；

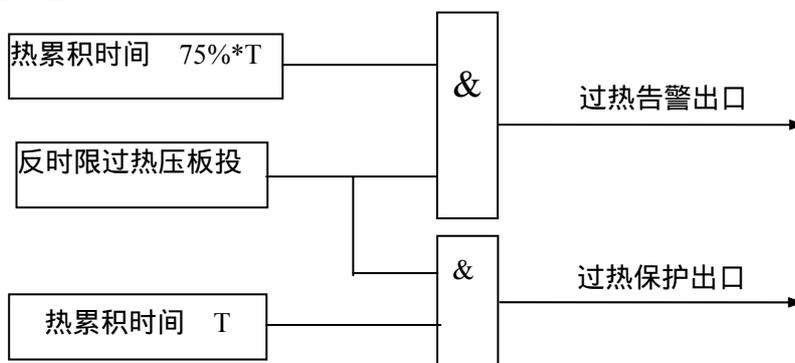
IVI----相电流反时限电流定值 (0.5 ~ 99.9A)；

K1-----正序电流发热系数，电动机启动过程中按电动机负荷能力整定，  
电动机运行过程中自动为 K1=1；

I1-----电动机实际运行电流的正序分量；

I2-----电动机实际运行电流的负序分量。

逻辑框图如下：



## 3.2.4 负序过流保护

负序过流保护只设 I 段保护，在电动机启动过程中，负序电流定值自动升为原定值的两倍；启动完成后，自动恢复原定值。

## 保护判据

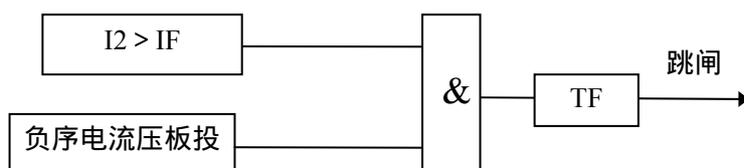
 $I2 > \text{IF}$ 

IF 为电动机负序电流定值, I2 为负序电流；

 $T > \text{TF}$ 

TF 为负序电流延时。

## 逻辑框图



### 3.2.5 电机启动时间长和堵转保护

包含电动机启动时间长保护和堵转保护，启动时间长保护只在启动过程中投入，启动完成后自动退出。堵转保护在启动过程中退出，正常运行时自动投入。

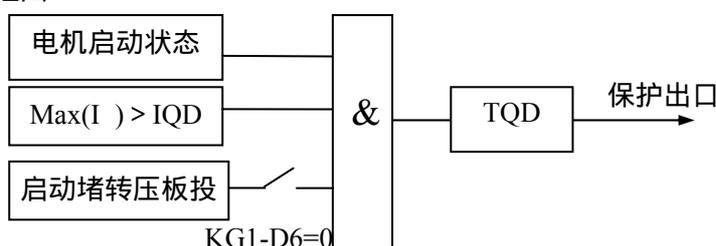
#### 3.2.5.1 电动机启动时间过长保护

其动作条件如下：

$\text{Max}(I) > IQD$                        $IQD$  为电动机启动电流定值， $I$  为相电流。

$T > TQD$                                  $TQD$  为启动时间定值。

逻辑框图



其中  $I$  为相电流， $IQD$  为启动电流定值， $TQD$  为启动时间定值。

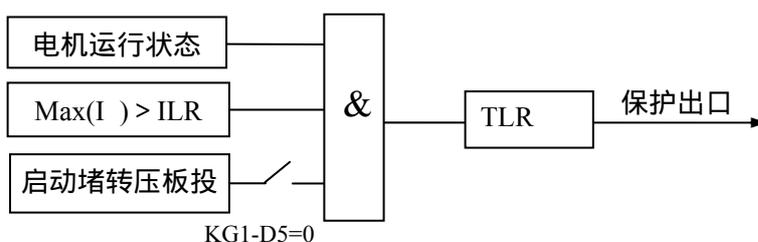
#### 3.2.5.2 堵转保护

堵转保护判据如下：

$\text{Max}(I) > ILR$                        $ILR$  为电动机堵转电流定值， $I$  为相电流。

$T > TLR$                                  $TLR$  为堵转延时定值。

逻辑框图



其中  $I$  为相电流， $ILR$  为电动机堵转电流定值， $TLR$  为堵转延时定值。

#### 3.2.6 电动机启动判据

- 三相电流有一相大于“ $I_{YL}$ ”开始计时，持续时间在“ $TQD$ ”内（在这期间电动机三相电流最大值大于额定电流定值）为电动机启动过程；
- 三相电流有一相大于“ $I_{YL}$ ”，持续时间大于“ $TQD$ ”后电流小于  $IQD$ （电机启动电流定值）或者三相电流均小于额定电流定值，则电动机进入正常运转过程；
- 三相电流均小于“ $I_{YL}$ ”，为电动机停机，并重新进行 1 和 2 判别

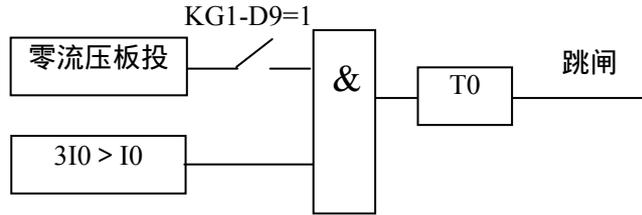
#### 3.2.7 零序过流保护

零序过流保护可动作于跳闸或告警，可由控制字选择。零序过流保护判据如下：

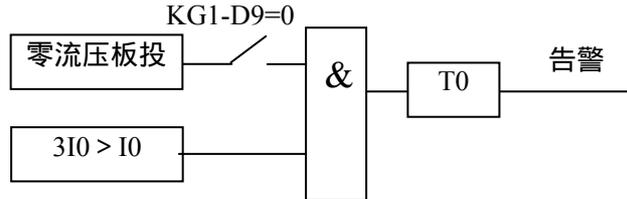
$3I_0 > I_0$                                  $I_0$  为电动机接地零流跳闸定值；

$T > T_0$   $T_0$  为零序过流跳闸延时；

零序电流跳闸逻辑框图



零序电流告警逻辑框图



### 3.2.8 电动机电压保护

#### 3.2.8.1 低电压保护

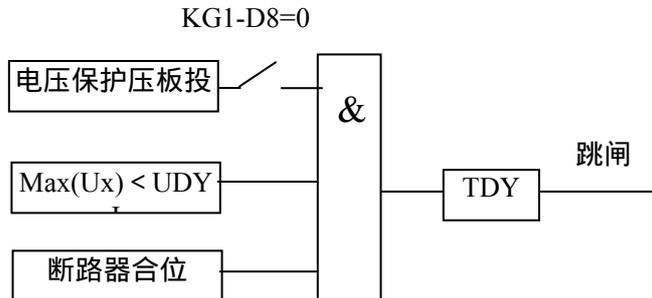
低电压保护动作条件如下：

$\text{MAX}(U_x) < \text{UDY}$   $\text{UDY}$  为低电压定值， $U_x$  为线电压。

$T > \text{TDY}$   $\text{TDY}$  为低电压延时定值。

断路器合

逻辑框图



#### 3.2.8.2 电压反相序保护

电压反相序保护判据

断路器合位

$\text{Max}(U_x) > \text{UDY}$

$U_2 > 2 * U_1$

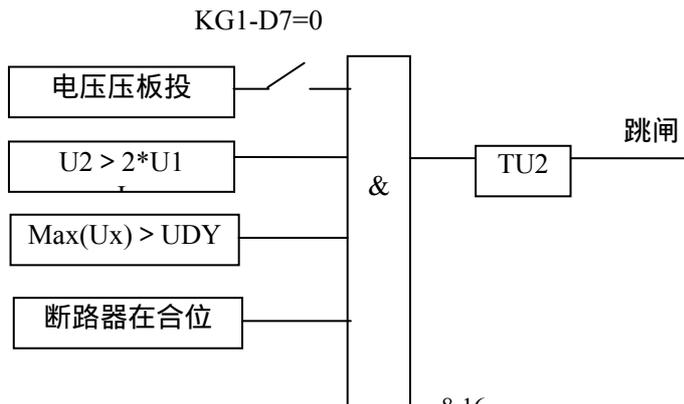
$T > \text{TU}_2$

$\text{UDY}$  为低电压定值， $U_x$  为线电压；

$U_2$  为负序电压， $U_1$  为正序电压；

$\text{TU}_2$  为电压反相序延时定值。

逻辑框图



### 3.2.9 直跳开入

本装置可选用两路开入直跳（即 G6、G7）。G6、G7 可由控制字 KG2 的 D2、D3 位分别设置为直跳或遥信。当 G6 或 G7 接高电平时，保护跳闸出口。当电机无流且信号返回时，CPU 收回跳闸信号。

### 3.2.10 告警开入

本装置可选用两路告警开入（即 G4、G5）。G4、G5 可由控制字 KG2 的 D0、D1 位分别设置为告警或遥信。当 G4 或 G5 接高电平时发出告警信号，当信号返回时，CPU 自动收回告警信号。

### 3.2.11 TA 断线监视和 TV 断线监视功能

#### 3.2.11.1 TA 断线判别

六路电流（机端三相保护电流和中性点三相保护电流）中有一相小于有流定值（IYL），其它五个电流大于有流定值，且最大电流小于 5A，持续时间 10 秒后，装置发“TA 断线”报文及相关遥信，并点亮告警灯。TA 断线可由控制字 KG1-D13 投退。TA 断线后可由控制字 KG1-D11 设定是否闭锁负序过流保护、KG1-D10 设定是否闭锁单相比率制动差动保护

#### 3.2.11.2 TV 断线判别

在电动机正常工作状态下，以下二个条件之一得到满足，持续时间 10 秒后，装置发“TV 断线”报文及相关遥信，并点亮告警灯：

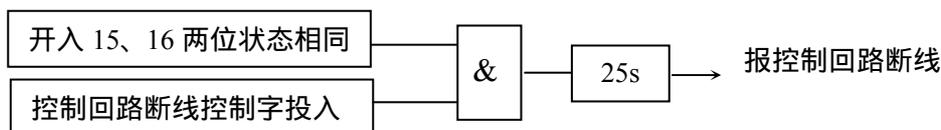
- 1) 三相电压均小于 20V，某相电流大于有流定值（IYL），判为 TV 断线；
- 2) 负序电流小于 0.5A，负序电压大于 8V，判为 TV 断线。

TV 断线可由控制字 KG1-D14 投退。TV 断线后可由控制字 KG1-D12 设定是否闭锁电压保护。

### 3.2.12 控制回路断线告警

装置的开入 15、开入 16 为本操作断路器的跳位和合位，当两开入状态相同，延时 25s 判为控制回路断线，本功能可由控制字 KG2-D11 投退。当控制回路告警时，点亮面板告警灯。当信号正常时，CPU 自动收回告警信号。

控制回路断线逻辑框图如下：



### 3.2.13 弹簧未储能告警

装置的 G2 端子为弹簧未储能外部开入，高电平时，延时 25s 判为弹簧未储能告警。并点亮面板告警灯。当信号正常时，CPU 自动收回告警信号。

### 3.2.14 过负荷告警

在电机启动过程中，过负荷告警自动退出，在电机启动完成后，过负荷告警自动投入。当过负荷告警时，点亮面板告警灯并发出告警信号。恢复后，CPU 自动收回告警信号。

判据如下：

1.  $\text{MAX}(I_x) > I_{PH}$        $I_x$  --- 机端三相电流， $I_{PH}$  为过负荷定值。
2.  $T > T_{PH}$                $T_{PH}$  为过负荷延时定值。

### 3.3 装置的监控功能

LDS-236、LDS-237 具有遥测、遥信、遥控、遥脉功能，通过 CAN 上送给监控

#### 3.3.1 LDS236 的遥测功能

遥测量有 11 项内容：Iac、Ibc、Icc、3I0、Uab、Ubc、Uca、P、Q、F、cos ；

二次值转换方法：

Iac、Ibc、Icc、3I0 的计算公式为  $Y*8.5/8192$  (A)；

Uab、Ubc、Uca 的计算公式为  $Y*170/8192$  (V)；

P、Q 的计算公式为  $Y*170*8.5*\sqrt{3}/8192$ W (VAR)；

Cos 的计算公式为  $Y/8192$ ；

F 的计算公式为  $50+Y*2/8192$ Hz。

Y 为遥测中发送的二进制数数据，代表 P、Q、f、Cos 的 Y 为有符号数。

#### 3.3.2 LDS237 的遥测功能

遥测量有 22 项内容：I1a、I1b、I1c、I2a、I2b、I2c、Uab、Ubc、Uca、I0、Ia、Ib、Ic、Iac、Ibc、Icc、Iaz、Ibz、Icz、P、Q、cos 。

二次值转换方法：

电动机两侧电流 I1a、I1b、I1c、I2a、I2b、I2c 的计算公式为  $Y*170/8192$  (A)；

测量电流 Ia、Ib、Ic、零序电流 3I0 的计算公式为  $Y*8.5/8192$  (A)；

差动电流 Iac、Ibc、Icc、制动电流 Iaz、Ibz、Icz 的计算公式为  $Y*170/8192$  (A)；

Uab、Ubc、Uca 的计算公式为  $Y*170/8192$  (V)；

P、Q 的计算公式为  $Y*170*8.5*\sqrt{3}/8192$ W (VAR)；

Cos 的计算公式为  $Y/8192$ ；

Y 为遥测中发送的二进制数数据。代表 P、Q、f、Cos 的 Y 为有符号数。

#### 3.3.3 遥信采集

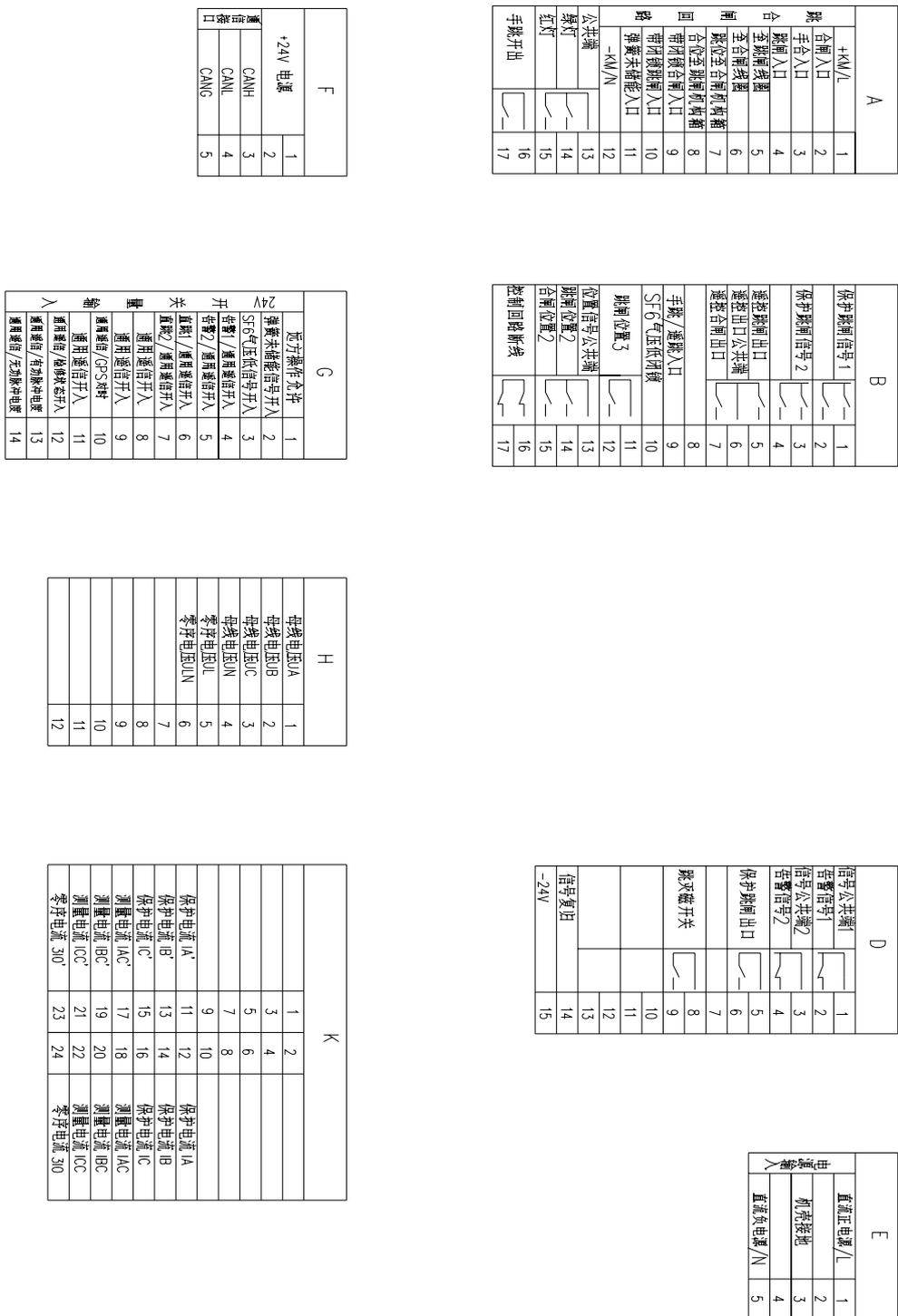
装置有 16 个开关量输入，定义见附录端子排图，均为“1”有效；YX15、YX16 为操作回路断路器的跳位、合位信号，在装置内部经背板引入 CPU 插件。遥信公共端为+24V。

#### 3.3.4 遥控

对于远方下发的遥控选择命令，装置在判定与本装置地址相同且报文校验正确后，记忆选择的点号并将该报文返校上位机；对于远方下发的遥控执行命令，装置在判定与本装置地址相同且报文校验正确后，进一步对点号进行审查，只有当点号与记忆的遥控选择点号一致且未出界，装置才发命令驱动相应的出口继电器。装置也具有遥控功能压板投退。

## 4 附录

### (一) LDS-236 数字式电动机保护测控装置背面端子图



LDS-236 背板端子图

(二) LDS-237 数字式电动机保护测控装置背面端子图

A	
1	+KM/L
2	合闸入口
3	手合入口
4	跳闸入口
5	全跳闸线圈
6	至合闸线圈
7	跳至合闸线圈
8	合位至跳闸线圈
9	带闭锁合闸入口
10	带闭锁跳闸入口
11	弹簧未储能入口
12	-KM/N
13	公共端
14	绿灯
15	红灯
16	手跳开出
17	

B	
1	保护跳闸信号 1
2	保护跳闸信号 2
3	速度跳闸出口
4	速度出口公共端
5	速度跳闸出口
6	速度跳闸出口
7	速度跳闸出口
8	手跳/遥控入口
9	SF6 气压低闭锁
10	跳闸位置 3
11	跳闸位置 1
12	跳闸位置 2
13	位置信号公共端
14	跳闸位置 2
15	跳闸位置 1
16	控制回路断线
17	

D	
1	信号公共端 1
2	信号公共端 2
3	信号公共端 2
4	信号公共端 1
5	保护跳闸出口
6	
7	
8	跳灭磁开关
9	
10	
11	
12	
13	信号复归
14	
15	-24V

E	
1	直流正电源/L
2	机壳接地
3	机壳接地
4	直流负电源/N
5	

F	
1	+24V 电源
2	
3	CANH
4	CANL
5	CANC

G	
1	就地操作闭锁
2	弹簧未储能信号开入
3	SF6 气压低信号开入
4	告警/通用通信开入
5	告警/通用通信开入
6	直跳 2 / 通用通信开入
7	直跳 1 / 通用通信开入
8	通用通信开入
9	通用通信开入
10	通用通信/GPS 时
11	通用通信开入
12	通用通信/检修状态开入
13	通用通信/有闭锁中电流
14	通用通信/无闭锁中电流

H	
1	母线电压UA
2	母线电压UB
3	母线电压UC
4	母线电压UN
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

K	
1	机端侧保护电流AJ
2	
3	
4	
5	机端侧保护电流AJ
6	机端侧保护电流BJ
7	机端侧保护电流BJ
8	机端侧保护电流BJ
9	机端侧保护电流BJ
10	机端侧保护电流BJ
11	机端侧保护电流BJ
12	机端侧保护电流BJ
13	中性点侧保护电流AZ
14	中性点侧保护电流AZ
15	中性点侧保护电流AZ
16	中性点侧保护电流AZ
17	中性点侧保护电流AZ
18	中性点侧保护电流AZ
19	测量电流AC
20	测量电流AC
21	测量电流CC
22	测量电流CC
23	零序电流3I0
24	零序电流3I0

LDS-237 背板端子图

## 九、LDS-246 数字式备用电源自投装置

### 1 概述

LDS-246 数字式备用电源自投装置适用于高压侧内桥接线方式、单母线分段、线路变压器组接线的自投和互投方案，并可根据用户的不同要求制定动作方案。LDS-246 具有分段保护功能，主要功能如下：

- 分段断路器三段过流保护功能，可作为母线充电保护用；
- 低压分段断路器或桥开关自投；
- 变压器互投；
- 进线互投；
- 过负荷联切：分三时限切除部分负荷；
- TV 断线监视功能；
- 面板上具有汉字液晶显示功能，使用键盘操作，可方便实现测量跟踪，在线修改定值或投退某些保护功能；
- 装置通过现场总线与 LDS-2003 变电站综合自动化系统通讯可完成远方监视、控制功能。

### 2 主要技术数据

#### 2.1 三段式过流保护

##### 2.1.1 动作值

整定范围： $0.2I_n \sim 10I_n$ ；

整定级差：0.01A；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%；平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

##### 2.1.2 动作时间

整定范围：0.00 ~ 9.99s；

整定级差：0.01s；

动作时间的准确度：在 2 倍的动作电流下测得动作时间一致性不大于 20ms，动作时间平均误差不超过  $\pm 30\text{ms}$ 。

#### 2.2 自投和互投有压、无压定值

整定范围：20V~120V；

整定级差：0.01V；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 3%，平均误差不超过  $\pm 3\%$ 。

#### 2.3 自投、互投充电时间及延时定值

自投、互投充电时间为 20s；

延时时间整定范围：0.00 ~ 9.99s；

延时时间整定级差：0.01s；

动作时间的准确度：在 2 倍的动作值下（或 0.5 倍动作值）测得动作时间一致性不大于 20ms，动作时间平均误差不超过 ± 30ms。

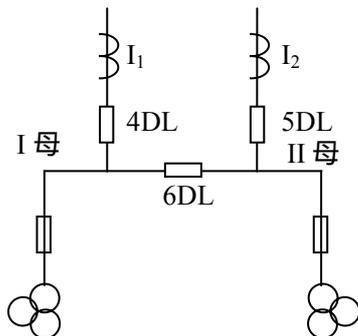
### 3 装置原理

#### 3.1 保护功能原理

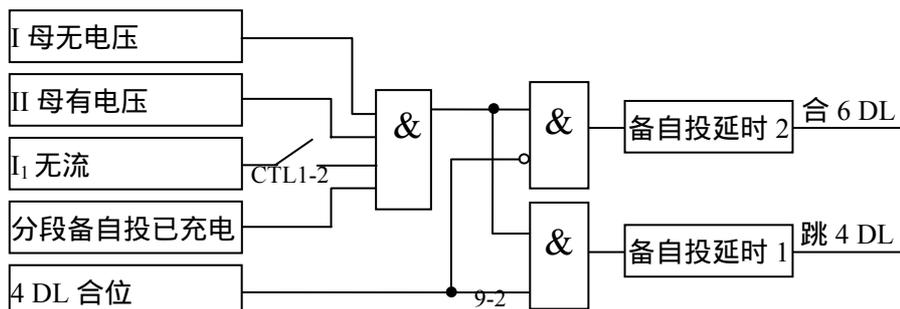
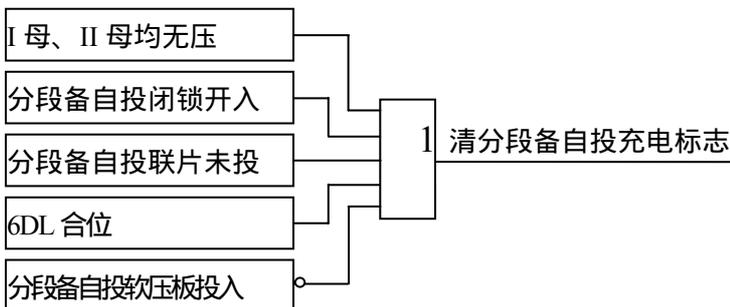
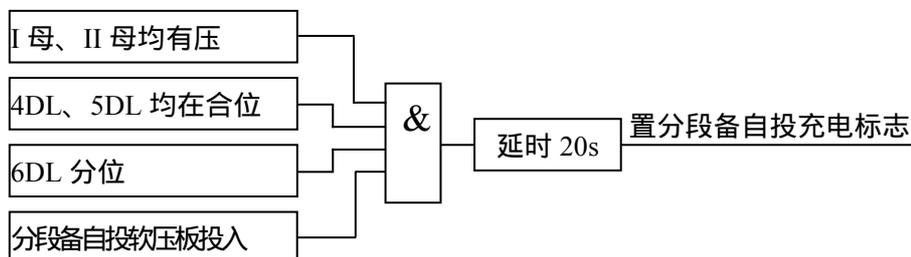
本装置用跳位、合位双遥信判断断路器位置，判在合位且不在跳位为断路器合位，判在跳位且不在合位为断路器跳位。

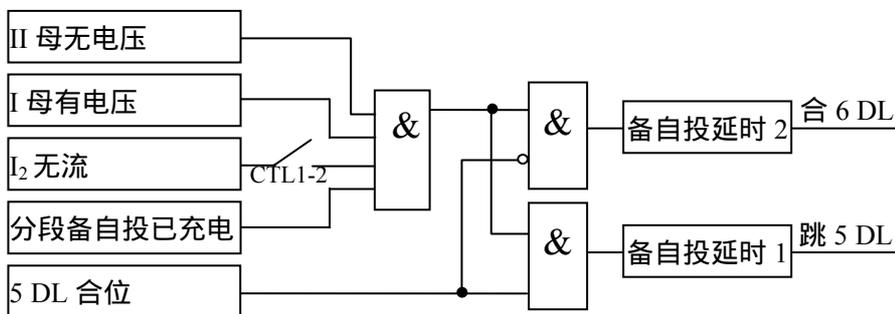
##### 3.1.1 分段或桥备用电源自投功能

本装置可同时完成分段或桥备用电源自投和变压器备用电源自投功能，装置自动判断备用电源自投的方式，4DL 和 5DL 为两个进线断路器，6DL 为分段断路器，接线图如下：



➤ 分段备自投的充电、放电、动作的逻辑框图如下：

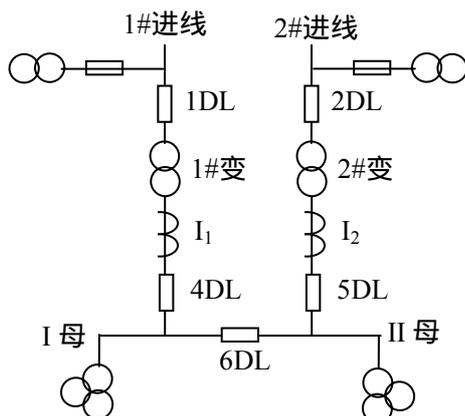




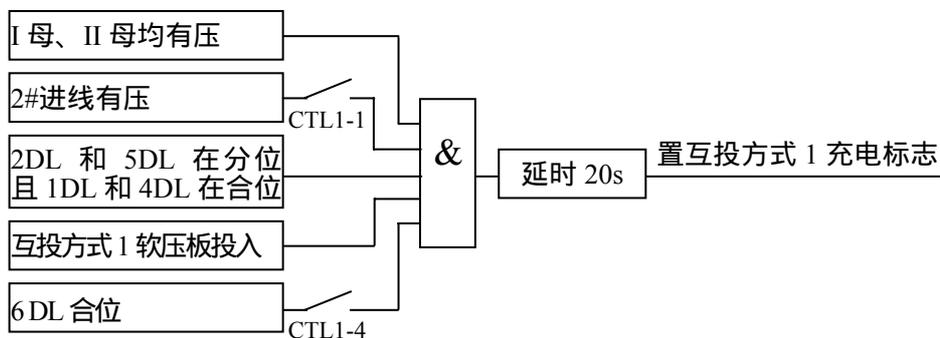
CTL1-2 进线检无流投入控制字。

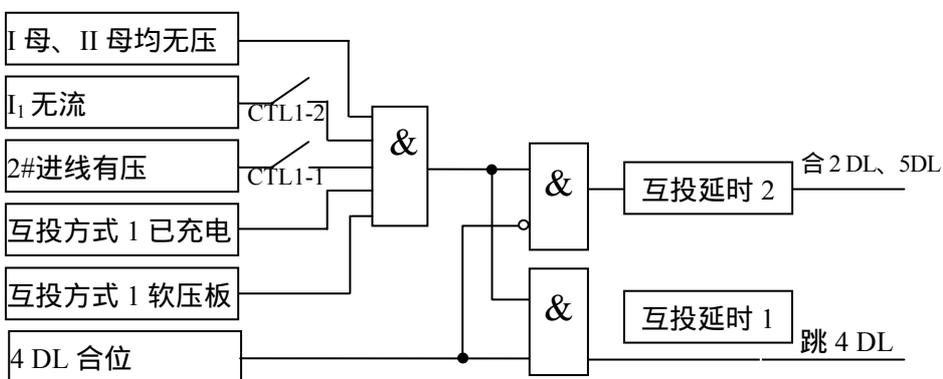
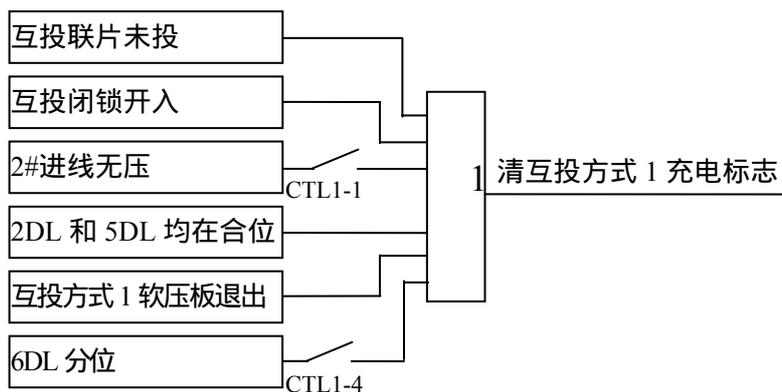
### 3.1.2 变压器备用电源自投功能

该功能可通过软件控制字整定为进线备用电源自投，接线图如下：

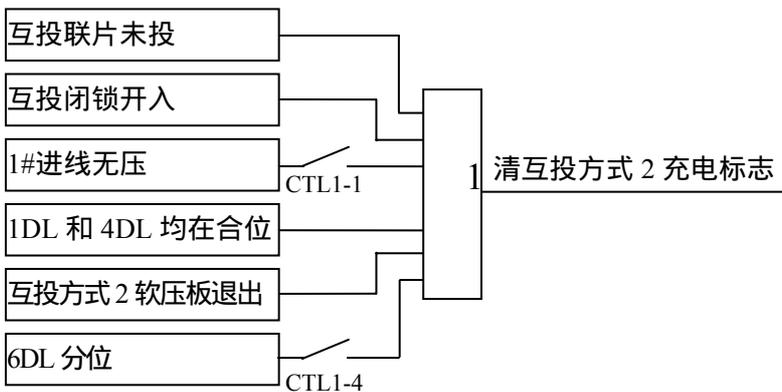
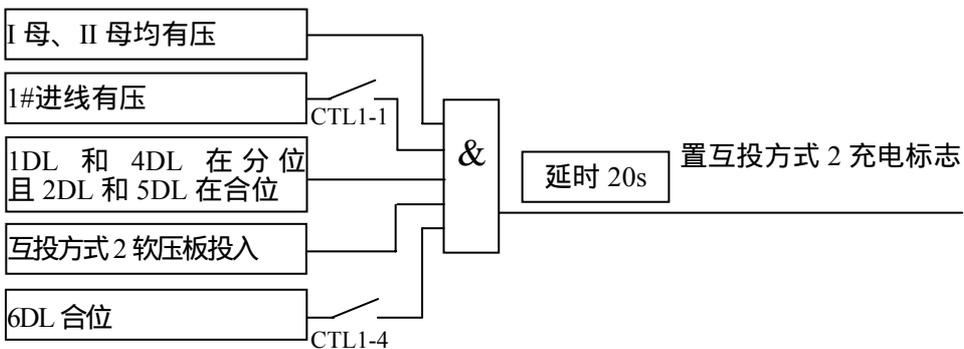


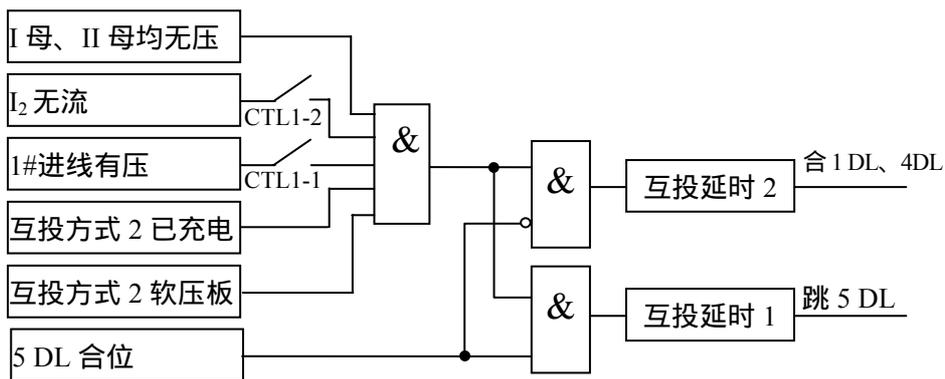
➤ 变压器互投方式1的充电、放电、动作的逻辑框图如下：





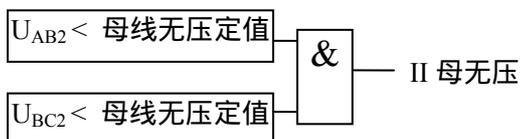
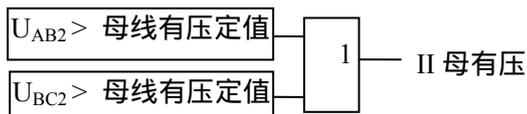
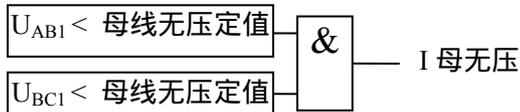
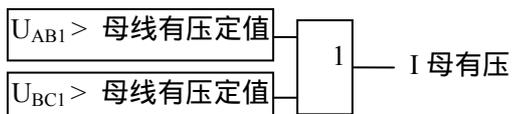
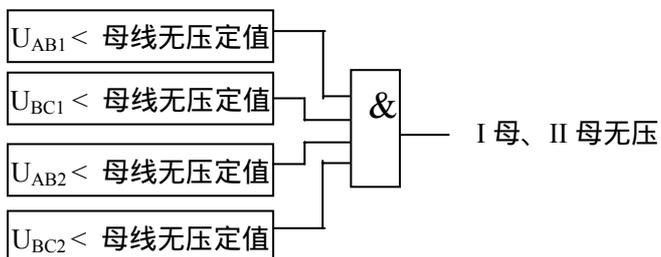
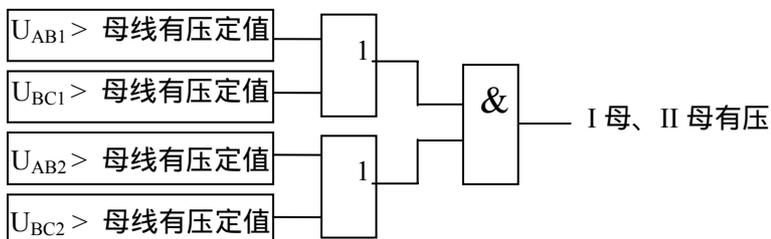
➤ 变压器互投方式 2 的充电、放电、动作的逻辑框图如下：





互投方式 1 为 2DL、5DL 在跳位，1DL、4DL 在合位，2#变压器在备用状态；  
互投方式 2 为 1DL、4DL 在跳位，2DL、5DL 在合位，1#变压器在备用状态。

➤ 分段备自投和变压器备自投判母线有压及无压判据如下：

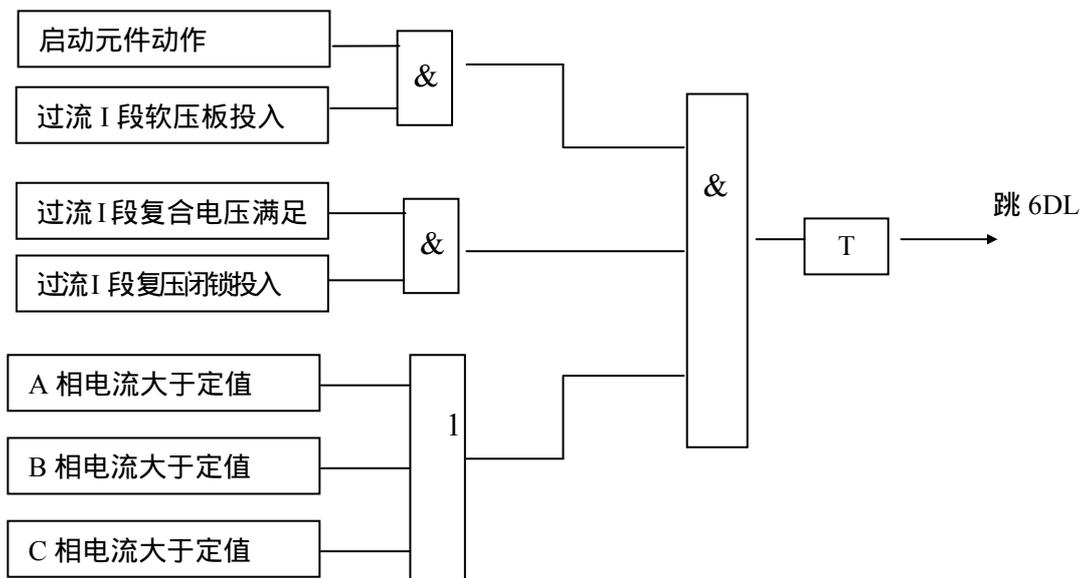


### 3.1.3 进线互投功能

进线互投的接线图同分段备用电源自投的接线图，逻辑框图同变压器互投的逻辑框图，仅将 CTL1-3 置为 0，此时装置不再检 1DL、2DL 的位置。

### 3.1.4 复压闭锁过流保护功能

复合电压闭锁过流保护共为三段三时限，I 段、II 段和 III 段各有一时限，以过流 I 段为例，复合电压闭锁过流逻辑框图如下：

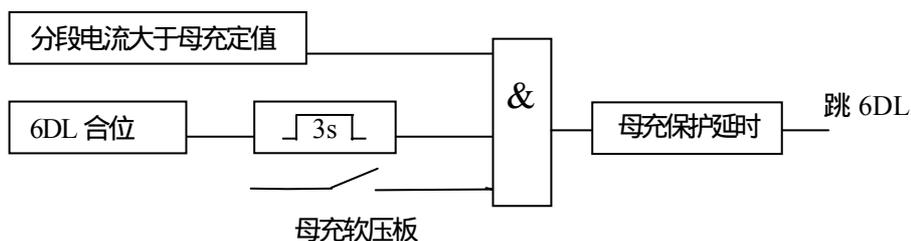


其中复合电压指母线电压的复合电压，电流指保护电流，过流 I 段、过流 II 段同过流 III 段，仅过流 III 段无充电保护功能。

### 3.1.5 母充保护功能

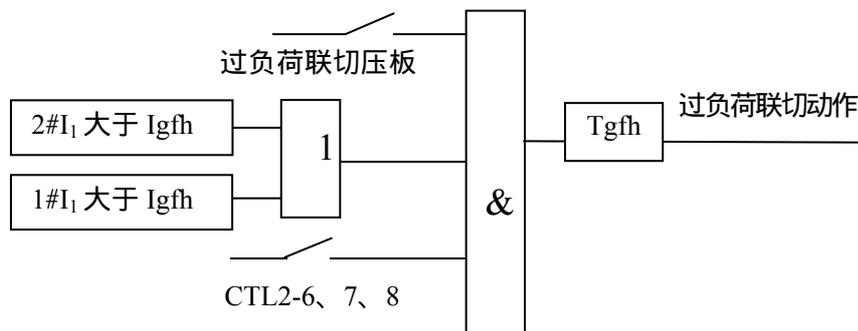
本装置具有母充保护功能，可通过整定软件控制字使此功能仅在母线充电时投入，当分段备自投动作后可投入母充保护功能。

母充保护逻辑图如下：



## 3.1.6 过负荷联切功能

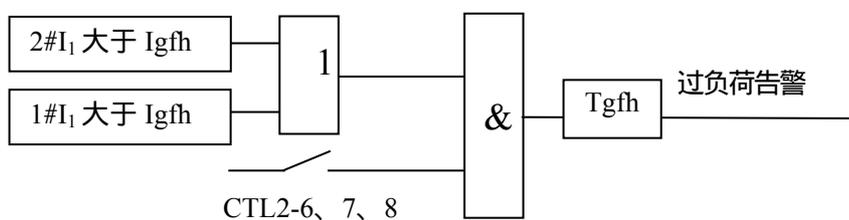
➤ 过负荷联切框图如下：



I<sub>1</sub> 为进线电流，I<sub>gfh</sub>、T<sub>gfh</sub> 为过负荷电流定值和延时时间。

## 3.1.7 过负荷告警功能

➤ 过负荷告警框图如下：

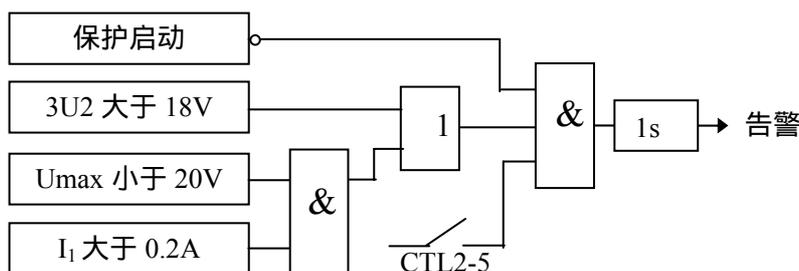


I<sub>1</sub> 为进线电流，I<sub>gfh</sub>、T<sub>gfh</sub> 为过负荷电流定值和延时时间。

## 3.1.8 TV 断线监视功能

可对 I 母线和 II 母线 TV 断线进行监视。

I 母线 TV 断线监视逻辑框图如下：



其中 3U<sub>2</sub> 为 I 母线的负序电压，U<sub>max</sub> 为 I 母线三个线电压中最大的线电压，I<sub>1</sub> 为 I 母线进线电流值。II 母线 TV 断线监视逻辑框图同上图类似。

## 3.2 装置的监控功能

## 3.2.1 遥测功能

装置采集 I 母电压 U<sub>ab1</sub>、U<sub>bc1</sub>，II 母电压 U<sub>ab2</sub>、U<sub>bc2</sub>；1#进线（变压器）电压 U<sub>x1</sub>，2#进线（变压器）电压 U<sub>x2</sub>；1#进线（变压器）电流 I<sub>T1</sub>，2#进线（变压器）电流 I<sub>T2</sub> 及母线分段电流 I<sub>a</sub>、I<sub>b</sub>、I<sub>c</sub>。装置可以在汉化面板上显示测量量和计算量，并将这些数据送至面

板和通过 CAN 总线送至 LDS-2003 变电站综合自动化系统，监控主站可以随时调用数据。遥测全数据包括 13 项内容：Ia、Ib、Ic、Ux1、Ux2、IT1、IT2、Uab1、Ubc1、Uab2、Ubc2、IU2、2U2。

二次值转换方法：

Ia、Ib、Ic 的计算公式为  $Y*170/8192(A)$ ；

IT1、IT2 的计算公式为  $Y*8.5/8192(A)$ ；

Ux1、Ux2、Uab1、Ubc1、Uab2、Ubc2、IU1、2U2 的计算公式为  $Y*170/8192(V)$ ；

Y 为遥测中发送的二进制数数据。

### 3.2.2 遥信采集

装置有 16 个开关量输入，定义见附录端子排图，均为“1”有效；YX15、YX16 为操作回路断路器的跳位、合位信号，在装置内部经背板引入 CPU 插件。

对于每个遥信在配置中可设定相应的遥信延时，做为该位遥信采集时的去抖时间；遥信信号采用硬件滤波和软件去抖措施，保证遥信信号采集的准确性，避免装置误发信号。另外每个遥信在配置中的遥信极性控制字中有相应的位标定其极性（位序号与遥信位序号相对应），若某个遥信位的极性为“1”，当相应的外部接点打开时，遥信值为“0”；接点闭合时，遥信值为“1”，极性为“0”时相反。

遥信公共端为+24V。

### 3.2.3 遥控

对于远方下发的遥控选择命令，装置在判定与本装置地址相同且报文 CRC 校验正确后，记忆选择的点号并将该报文返校上位机；对于远方下发的遥控执行命令，装置在判定与本装置地址相同且报文 CRC 校验正确后，进一步对点号进行审查，只有当点号与记忆的遥控选择点号一致且未出界，装置才发命令驱动相应的出口继电器。

## 4 附录

LDS-246 数字式备用电源自投装置背面端子图

A	
+KM/L	1
合闸入口	2
手合入口	3
联锁入口	4
至断路器线圈	5
至合闸线圈	6
至合闸保持线圈	7
至合闸保持线圈	8
至合闸保持线圈	9
至合闸保持线圈	10
至合闸保持线圈	11
至合闸保持线圈	12
至合闸保持线圈	13
至合闸保持线圈	14
至合闸保持线圈	15
至合闸保持线圈	16
至合闸保持线圈	17

B	
过流保护	1
第一秒开出	2
过流保护	3
第二秒开出	4
备用开出	5
备用开出	6
备用开出	7
备用开出	8
手操/遥控入口	9
SF6气压低闭锁	10
闭锁位置3	11
位置信号公共端	12
跳闸位置-1	13
合闸位置-2	14
控制回路	15
跳线信号	16
跳线信号	17

C	
保护跳闸信号	1
备投跳闸信号	2
备投跳闸信号	3
备投跳闸信号	4
分段跳闸信号	5
分段跳闸信号	6
分段跳闸信号	7
备投SOL	8
备投SOL	9
备投SOL	10
备用开出	11
备用开出	12
备用开出	13
备用开出	14
备用开出	15

D	
信号公共端	1
信号公共端	2
信号公共端	3
信号公共端	4
信号公共端	5
信号公共端	6
信号公共端	7
信号公共端	8
信号公共端	9
信号公共端	10
信号公共端	11
信号公共端	12
信号公共端	13
信号公共端	14
信号公共端	15

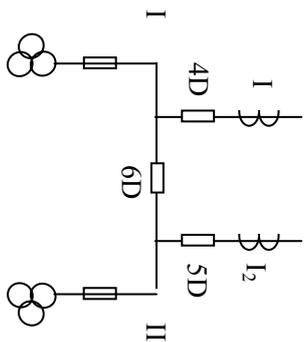
E	
直流正电源/L	1
机壳接地	2
直流负电源/N	3
直流负电源/N	4
直流负电源/N	5

F	
+24V 电源	1
CMH	2
CANL	3
CANL	4
CANL	5

G	
远方操作允许	1
断路器储能信号输入	2
SF6气压低信号输入	3
断路器储能/储能状态输入	4
断路器/GPS闭锁	5
外部闭锁输入	6
通用遥信输入	7
通用遥信输入	8
通用遥信输入	9
通用遥信输入	10
通用遥信输入	11
4Q1 合闸位置输入	12
4Q1 跳闸位置输入	13
5Q1 合闸位置输入	14

H	
母线电压 UA1	1
母线电压 UB1	2
母线电压 UC1	3
母线电压 UA2	4
母线电压 UB2	5
母线电压 UC2	6
母线电压 UA2	7
母线电压 UB2	8
母线电压 UC2	9
进线电压 UA1	10
进线电压 UB1	11
进线电压 UC1	12

K	
保护电流 A	15
保护电流 B	17
保护电流 C	19
保护电流 D	20
保护电流 E	21
保护电流 F	22
保护电流 G	23
保护电流 H	24



LDS-246/1 分段或进线自投方式背板端子图

A	
+KM/L	1
合闸入口	2
分闸入口	3
至断路器	4
至断路器	5
至断路器	6
至断路器	7
至断路器	8
至断路器	9
至断路器	10
至断路器	11
至断路器	12
至断路器	13
至断路器	14
至断路器	15
至断路器	16
至断路器	17

B	
过流报警	1
第一组开闭	2
过流报警	3
第二组开闭	4
备用开闭	5
备用开闭	6
备用开闭	7
备用开闭	8
手操/遥控入口	9
SF6气压低报警	10
跳闸位置3	11
位置信号公共端	12
跳闸位置2	13
合闸位置2	14
合闸位置1	15
控制回路	16
报警信号	17

C	
保护报警信号	1
报警信号	2
保护报警信号2	3
报警信号2	4
分限保护报警	5
分限保护报警	6
分限保护报警	7
分限保护报警	8
各报台5DL	9
各报台5DL	10
各报台2DL	11
各报台2DL	12
各报台1DL	13
各报台1DL	14
各报台1DL	15

D	
信号公共端	1
报警信号	2
信号公共端2	3
报警信号2	4
分限保护报警	5
分限保护报警	6
分限保护报警	7
分限保护报警	8
各报台4DL	9
各报台4DL	10
过流报警	11
第三组开闭	12
信号复归	13
-24V	14
-24V	15

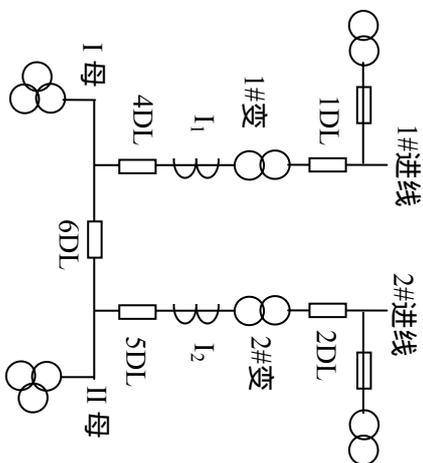
E	
直流电源/L	1
报警接地	2
报警接地	3
直流电源/N	4
直流电源	5

F	
24V 电源	1
24V 电源	2
24V 电源	3
24V 电源	4
24V 电源	5

G	
远方操作开闭	1
远方操作开闭	2
远方操作开闭	3
远方操作开闭	4
远方操作开闭	5
远方操作开闭	6
远方操作开闭	7
远方操作开闭	8
远方操作开闭	9
远方操作开闭	10
远方操作开闭	11
远方操作开闭	12
远方操作开闭	13
远方操作开闭	14

H	
母联电压U01	1
母联电压U01	2
母联电压U01	3
母联电压U01	4
母联电压U02	5
母联电压U02	6
母联电压U02	7
母联电压U02	8
母联电压U04	9
母联电压U04	10
母联电压U02	11
母联电压U02	12

K	
保护电流A	1
保护电流B	2
保护电流C	3
保护电流C	4
保护电流C	5
保护电流C	6
保护电流C	7
保护电流C	8
保护电流C	9
保护电流C	10
保护电流C	11
保护电流C	12
保护电流A	13
保护电流A	14
保护电流B	15
保护电流B	16
保护电流B	17
保护电流B	18
保护电流C	19
保护电流C	20
保护电流C	21
保护电流C	22
保护电流C	23
保护电流C	24



LDS-246/2 主变压器互投背板端子图

## 十、LDS-200 数字式测量控制装置

### 1 概述

LDS-200 数字式测量控制装置是变压器及其它设备测控功能的辅助装置。可采集交流电流、交流电压、所用变电压、所用变电流、直流母线电压、变压器油温及环境温度等；并具有 60 路遥信/遥脉输入，可用于主变有载调压开关分接头档位、断路器和刀闸信号、电度表的脉冲电度计数及其他公共遥信的采集；具有 14 个遥控输出，可用于有载调压开关分接头控制输出及断路器、刀闸的遥控操作等。其基本配置如下：

- 遥测功能：14 路模拟量，2 路温度量，4 路直流电压量输入，可满足以下需求：
  - 母线电压 ( $U_a, U_b, U_c, 3U_0$ )  $\times 2$ ，计 8 路（额定 100V 或 380V 可选）；
  - 线路电流 ( $i_a, i_b, i_c$ )  $\times 2$  或 ( $i_a, i_c$ )  $\times 3$  可选，计 6 路（5A 或 1A 可选）；
  - 两路变压器热偶温度测量（5V 或 4~20mA 可选）；
  - 四路独立的直流测量（220V 或 110V 可选）。
- 遥信/遥脉功能：60 路遥信/遥脉输入，可满足以下需求：
  - 闭锁调压及分接头档位（二进制或 BCD 码）（7 路）；
  - 断路器、隔离开关就地操作闭锁（2 路）；
  - 通用遥信开入（38 路）；
  - 通用遥信开入或时钟同步输入（1 路）；
  - 通用遥信开入或脉冲电度输入（12 路）。
- 遥控功能：14 个遥控输出，可满足以下需求：
  - 有载调压开关分接头升、降、停控制；
  - 主变高、中、低三侧断路器的分、合；
  - 主变高压侧电动隔离刀闸的分、合；
  - 其它遥控输出。
- 面板上具有汉字液晶显示功能，采用键盘操作，可方便地查看运行参数及状态、在线修改定值或投退某些功能；面板上还具有运行、告警信号指示灯。
- 装置通过 CAN 现场总线接入 LDS-2003 变电站综合自动化系统，可完成远方监视、控制和操作功能。

### 2 主要技术数据

#### 2.1 遥测精度

- 电流、电压：0.2 级；
- 有功、无功：0.5 级；
- 温度误差： $\pm 1$ ；
- 直流：0.5 级。

#### 2.2 遥信分辨率

- 不大于 2ms。

### 3 装置的监控功能

#### 3.1 遥测功能

LDS-200 测控装置有取自测量 TA 的电流  $I_{a1}$ 、 $I_{b1}$ 、 $I_{c1}$ 、 $I_{a2}$ 、 $I_{b2}$ 、 $I_{c2}$  (或  $I_{a1}$ 、 $I_{c1}$ 、 $I_{a2}$ 、 $I_{c2}$ 、 $I_{a3}$ 、 $I_{c3}$ )；取自 TV 的电压  $U_{a1}$ 、 $U_{b1}$ 、 $U_{c1}$ 、 $U_{a2}$ 、 $U_{b2}$ 、 $U_{c2}$ 、 $U_3$ 、 $U_4$ ；还可以测量六个直流量。每周波采样 32 点，运用付氏算法计算各电压 (电流) 有效值，有功功率、无功功率及功率因数，并将这些数据通过 CAN 总线送至 LDS-1310 通讯管理单元，遥测全数据包括 36 项内容： $F$ 、 $U_{a1}$ 、 $U_{b1}$ 、 $U_{c1}$ 、 $U_{ab1}$ 、 $U_{bc1}$ 、 $U_{ca1}$ 、 $U_{a2}$ 、 $U_{b2}$ 、 $U_{c2}$ 、 $U_{ab2}$ 、 $U_{bc2}$ 、 $U_{ca2}$ 、 $I_{a1}$ 、 $I_{b1}$ 、 $I_{c1}$ 、 $P_1$ 、 $Q_1$ 、 $\cos 1$ 、 $I_{a2}$ 、 $I_{b2}$ 、 $I_{c2}$ 、 $P_2$ 、 $Q_2$ 、 $\cos 2$ 、 $U_3$ 、 $U_4$ 、 $I_3$ 、 $I_4$ 、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $DC_1$ 、 $DC_2$ 、 $DC_3$ 、 $DC_4$ ，档位。对于两组三相电流输入方式， $I_3$ 、 $I_4$  的遥测位为空的，遥测值为 0；对于三组两相电流输入方式， $I_{b1}$ 、 $I_{b2}$  的遥测值分别为通过 a、c 两相计算合成的， $I_3$ 、 $I_4$  的遥测值为  $I_{a3}$ 、 $I_{c3}$  的输入值。

电压的计算公式为： $Y \cdot 450 / 8192$  (V)；

电流的计算公式为： $Y \cdot 8.5 / 8192$  (A)；

$P$ 、 $Q$  的计算公式为： $Y \cdot 450 \cdot 8.5 \cdot \sqrt{3} / 8192$  (W / VAR)；

$\cos$  的计算公式为  $Y / 8192$ ；

$F$  的计算公式为  $50 + Y \cdot 2 / 8192$  Hz；

油温  $T_1$ 、 $T_2$  的计算公式为  $Y \cdot 10 / 8192$  (V)；

DC 的计算公式为  $Y \cdot 500 / 8192$  (V)；

档位的计算公式为  $Y / 100$  (档)；

$Y$  为全数据中发送的 14 位二进制数。

#### 3.2 遥信/遥脉采集

装置有 60 路开关量输入，38 路只作为通用遥信开入，另外 22 路通过定值整定既可作为通用遥信开入，又可作为其他输入；其中，2 路可作为断路器、隔离开关就地操作闭锁开入，7 路可作为闭锁调压及分接头档位开入，1 路可作为时钟同步输入，12 路可作为脉冲电度输入。每个遥信在配置清单的遥信极性控制字中有相应的位标定其极性 (位序号与遥信序号相对应)；若某遥信的极性为“1”，则当相应的外部接点打开时，遥信值为“0”；当相应的外部接点闭合时，遥信值为“1”(极性为“0”时相反)。

每一个开关量输入除了在硬件上都有 RC 滤波外，在软件上还有软件去抖处理。每一个开关量输入在配置清单中都有一个与之对应的遥信去抖延时；程序每 1 毫秒扫描一次，任何同以前扫描状态不同的输入都带有时间标记，并作为一个可能的变位储存起来；同时根据设定的遥信延时起启动计时器，当设定时间到，对该输入量再次扫描，如果它保持不变，则认为有效变位并将该点状态连同时标一起存入状态缓冲区。硬件滤波和软件去抖的并用保证了遥信采集的准确性，使装置不会误发遥信。

#### 3.3 遥控

装置中设有 14 路遥控输出。对于远方下发的遥控选择命令，装置在判定与本装置地址相同且报文 CRC 校验正确后，记忆选择的点号并将该报文返校上位机；对于远方下发的遥控执行命令，装置在判定与本装置地址相同且报文 CRC 校验正确后，进一步对点号进行审查，只有当点号与记忆的遥控选择点号一致且未出界，装置才发命令驱动相应的出口继电器。

# 4 附录

## LDS-200 数字式测控装置背面端子图

A	
遥控出口1	1
遥控公共端	2
遥控出口2	3
告警信号	4
有载调压分/	5
有载调压分/	6
有载调压分/	7
有载调压分/	8
有载调压分/	9
有载调压分/	10
有载调压分/	11
遥控出口5	12
遥控出口6	13
遥控出口7	14
遥控公共端	15
遥控出口8	16
遥控出口9	17
遥控公共端	18
遥控出口10	19
	20

B	
-24V	1
温度1 (0~5V)	2
温度2 (0~5V)	3
温度3 (0~5V)	4
温度4 (0~5V)	5
直流电压1 (0~250V)	6
直流电压2 (0~250V)	7
直流电压3 (0~250V)	8
直流电压4 (0~250V)	9
直流电压5 (0~250V)	10
直流电压6 (0~250V)	11
直流电压7 (0~250V)	12
直流电压8 (0~250V)	13
直流电压9 (0~250V)	14
直流电压10 (0~250V)	15
直流电压11 (0~250V)	16
直流电压12 (0~250V)	17
直流电压13 (0~250V)	18
直流电压14 (0~250V)	19
直流电压15 (0~250V)	20

C	
D1 远方操作允许	1
远方操作允许	2
远方操作允许	3
远方操作允许	4
远方操作允许	5
远方操作允许	6
远方操作允许	7
远方操作允许	8
远方操作允许	9
远方操作允许	10
远方操作允许	11
远方操作允许	12
远方操作允许	13
远方操作允许	14
远方操作允许	15
远方操作允许	16
远方操作允许	17
远方操作允许	18
远方操作允许	19
远方操作允许	20

D	
通用遥信输入	1
通用遥信输入	2
通用遥信输入	3
通用遥信输入	4
通用遥信输入	5
通用遥信输入	6
通用遥信输入	7
通用遥信输入	8
通用遥信输入	9
通用遥信输入	10
通用遥信输入	11
通用遥信输入	12
通用遥信输入	13
通用遥信输入	14
通用遥信输入	15
通用遥信输入	16
通用遥信输入	17
通用遥信输入	18
通用遥信输入	19
通用遥信输入	20

E	
通用遥信输入	1
通用遥信输入	2
通用遥信输入	3
通用遥信输入	4
通用遥信输入	5
通用遥信输入	6
通用遥信输入	7
通用遥信输入	8
通用遥信输入	9
通用遥信输入	10
通用遥信输入	11
通用遥信输入	12
通用遥信输入	13
通用遥信输入	14
通用遥信输入	15
通用遥信输入	16
通用遥信输入	17
通用遥信输入	18
通用遥信输入	19
通用遥信输入	20

F	
+24V	1
	2
	3
直流电压1	4
直流电压2	5
直流电压3	6
直流电压4	7
直流电压5	8
直流电压6	9
直流电压7	10
直流电压8	11

G	
测量电压UA1	1
测量电压UB1	2
测量电压UC1	3
测量电压UN1	4
测量电压UA2	5
测量电压UB2	6
测量电压UC2	7
测量电压UN2	8
测量电压U3	9
测量电压UN3	10
测量电压U4	11
测量电压UN4	12
	13
	14
	15
	16
	17
	18
	19
	20

K			
测量电流IA1	1	2	测量电流IA1'
测量电流IB1/IC1	3	4	测量电流IB1'/IC1'
测量电流IC1/IA2	5	6	测量电流IC1'/IA2'
测量电流IA2/IC2	7	8	测量电流IA2'/IC2'
测量电流IB2/IA3	9	10	测量电流IB2'/IA3'
测量电流IC2/IC3	11	12	测量电流IC2'/IC3'
	13	14	
	15	16	
	17	18	
	19	20	
	21	22	
	23	24	

LDS-200 背板端子图

## 十一、LDS-209 数字式电压监控及自动并列装置

### 1 概述

LDS-209 数字式电压监控及自动并列装置是 LDS-2003 综合自动化系统的一部分，可完成电压切换功能，且增加了电压采集、上送等许多自动化功能。基本功能如下：

- 根据 TV 并列逻辑驱动 TV 并列继电器闭合或复归；
- #1、#2 母线低电压、过电压、接地保护功能，母线绝缘监察功能；
- 面板上具有汉字液晶显示功能，采用键盘操作；
- 装置通过 CAN 现场总线接入 LDS-2003 变电站综合自动化系统，可完成远方监视、控制和操作功能。

### 2 主要技术数据

#### 2.1 母线线电压过电压定值

整定范围：3V ~ 120V；

整定级差：1V；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

#### 2.2 母线线电压低压定值

整定范围：3V ~ 120V；

整定级差：1V；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

#### 2.3 接地保护出口定值

整定范围：3V ~ 120V；

整定级差：1V；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

#### 2.4 绝缘监察电压定值

整定范围：10V ~ 100V；

整定级差：1V；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

#### 2.5 母线电压有压定值

整定范围：3V ~ 120V；

整定级差：1V；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

#### 2.6 母线电压无压定值

整定范围：3V ~ 120V；

整定级差：1V；

动作值的准确度：一致性不大于动作值的 5%，平均误差不超过  $\pm 5\%$ 。

#### 2.7 动作时间

整定范围：0.1 ~ 499.9s；

整定级差：0.1s；

动作时间的准确度：在 2 倍动作值下测得动作时间一致性不大于 20ms，动作时间平均误差不超过 ± 30ms。

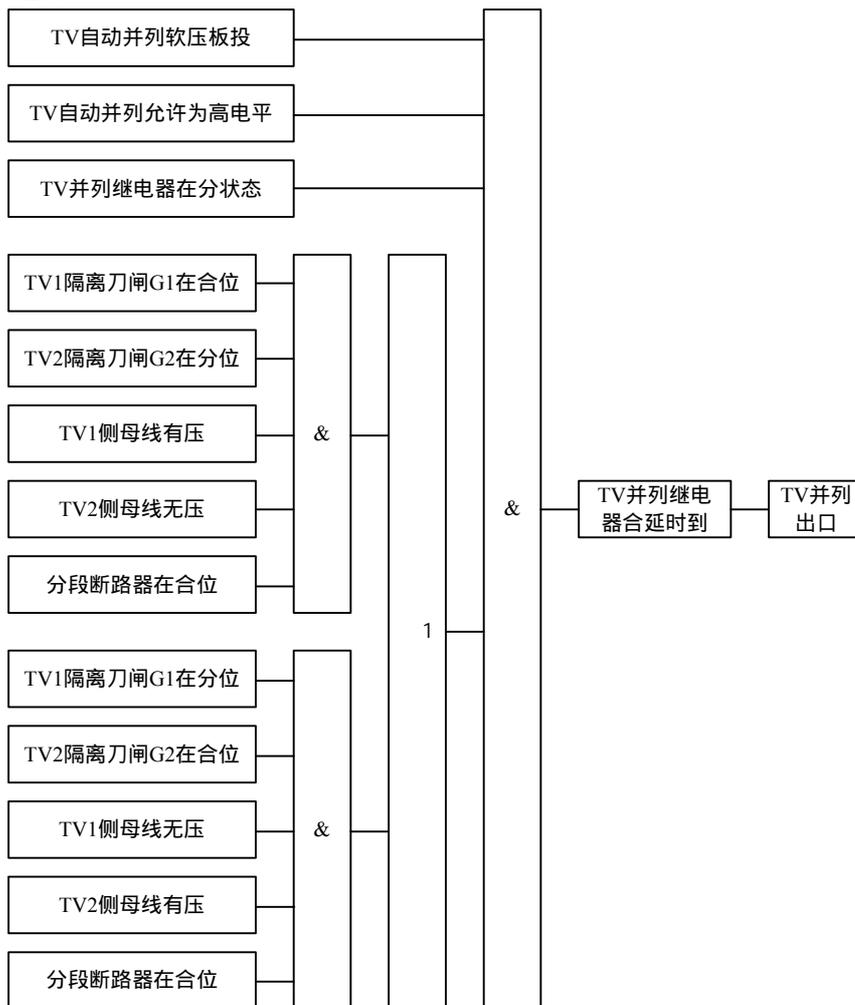
### 2.8 遥信分辨率

不大于 2ms。

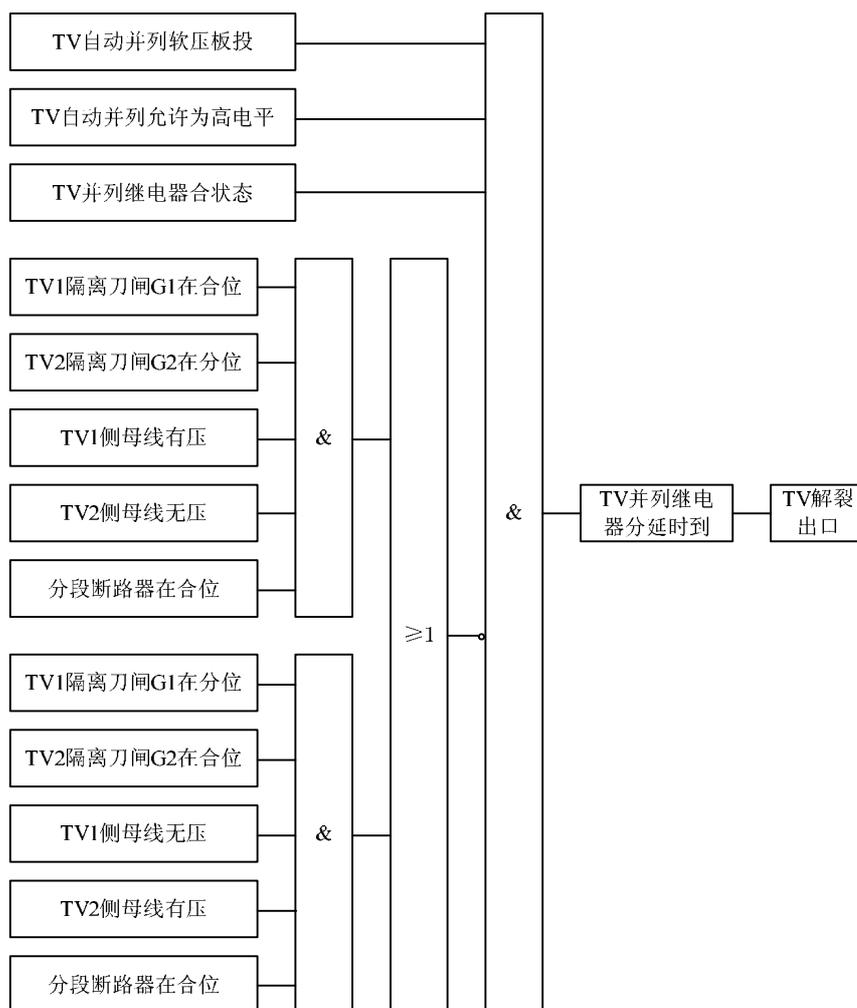
## 3 原理及功能

### 3.1 TV 动作逻辑

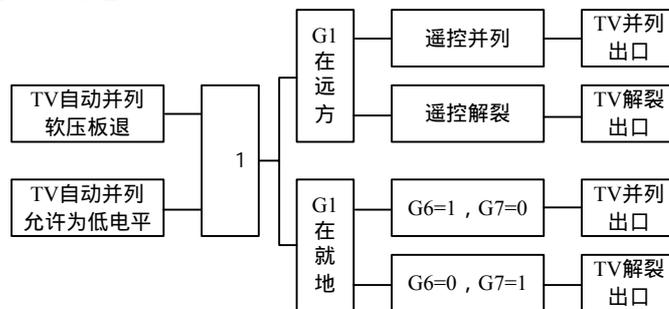
#### 1) TV 并列逻辑



#### 2) TV 解列逻辑



3) 手动和远方并列逻辑



关于 TV 并列逻辑的说明:

(1) 母线有压判据为

(a)  $\text{Max}(U_x) > U_Y$

(b)  $T > 500\text{ms}$

其中： $U_x$ ---三相母线线电压

$U_Y$ ---母线有压定值

(2) 母线无压判据为

(a)  $\text{Max}(U_x) < U_W$

(b)  $T > 500\text{ms}$

其中： $U_x$ ---三相母线线电压

$U_W$ ---母线无压定值

### 3.2 低压出口

每段母线分别有低压保护，定值是一样的

#### #1 母线低电压判据

- (1) 低压压板投
- (2)  $KG1.0=0$
- (3)  $\text{Min}(U_x) < U_L$  ;  $U_L$  为电压定值,  $U_x$  为#1 母线三相线电压 ;
- (4)  $T > T_L$  ;  $T_L$  为低电压延时定值。
- (5) TV1 隔离刀闸 G1 在合位

#### #2 母线低电压判据

- (1) 低压压板投
- (2)  $KG1.5=0$
- (3)  $\text{Min}(U_x) < U_L$  ;  $U_L$  为低电压定值,  $U_x$  为#2 母线三相线电压 ;
- (4)  $T > T_L$  ;  $T_L$  为低电压延时定值。
- (5) TV2 隔离刀闸 G2 在合位

当低电压判据满足要求时，低电压出口继电器一直动作直到电压恢复正常

### 3.3 过压出口

每段母线分别有过压保护，定值是一样的

#### #1 母线过电压判据

- (1) 过压压板投
- (2)  $KG1.1=0$
- (3)  $\text{Max}(U_x) > U_H$  ;  $U_H$  为过电压定值,  $U_x$  为#1 母线三相线电压 ;
- (4)  $T > T_H$  ;  $T_H$  为过电压延时定值。
- (5) TV1 隔离刀闸 G1 在合位

#### #2 母线低电压判据

- (1) 过压压板投
- (2)  $KG1.6=0$
- (3)  $\text{Max}(U_x) > U_H$  ;  $U_H$  为过电压定值,  $U_x$  为#2 母线三相线电压 ;
- (4)  $T > T_H$  ;  $T_H$  为过电压延时定值。
- (5) TV2 隔离刀闸 G2 在合位

当过电压判据满足要求时，过电压出口继电器一直动作直到电压恢复正常

### 3.4 接地保护出口

每段母线分别有接地保护，定值是一样的

#### #1 母线接地保护判据

- (1) 接地保护压板投
- (2)  $KG1.2=0$
- (3)  $3U_0 > U_{0H}$  ;  $U_{0H}$  为过电压定值,  $3U_0$  为#1 母线零序电压 ;
- (4)  $T > T_{0H}$  ;  $T_{0H}$  为零序电压延时定值。
- (5) TV1 隔离刀闸 G1 在合位

#### #2 母线接地保护判据

- (1) 接地保护压板投
- (2) KG1.7=0
- (3)  $3U_0 > U_{0H}$ ;  $U_{0H}$  为零序电压定值,  $3U_0$  为#2 母线零序电压;
- (4)  $T > T_{0H}$ ;  $T_{0H}$  为零序电压延时定值。
- (5) TV2 隔离刀闸 G2 在合位

当零序电压判据满足要求时, 零电压出口继电器一直动作直到零序电压恢复正常

### 3.5 绝缘监察

监视母线接地, 每段母线分别绝缘监察, 其判据为

#1 母线绝缘监察判据

- (1) TV 不断线
- (2) KG1.4=0
- (3)  $3U_0 > U_{0J}$
- (4)  $U_x < 30V$
- (5)  $T > T_{0J}$

其中:  $U_{0J}$ ---绝缘监察电压

$T_{0J}$ ---绝缘监察延时

$U_x$ ---1#母线三个相电压, 某相电压小于 30V, 则报某相绝缘监察告警。如  $U_a < 30V$ , 则报 A 相绝缘监察告警。

#2 母线绝缘监察判据

- (1) TV 不断线
- (2) KG1.9=0
- (3)  $3U_0 > U_{0J}$
- (4)  $U_x < 30V$
- (5)  $T > T_{0J}$

其中:  $U_{0J}$ ---绝缘监察电压

$T_{0J}$ ---绝缘监察延时

$U_x$ ---2#母线三个相电压

当判断母线接地时, 发出绝缘监察告警

### 3.6 电压异常判断

电压异常能判断单相 TV 断线或两相 TV 断线, 其判据为

- (1)  $U_2 > 8V$
- (2)  $T > 20$  秒

其中  $U_2$ ---负序电压, 当判断为 TV 断线时, CPU 发出电压异常告警。

### 3.7 遥测功能

保护装置采集取自 TV 的电压  $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $3U_0$ 。每周波采样 24 点, 运用付氏算法计算各电压的有效值。装置可以在汉化液晶面板上显示测量值和计算值, 并将这些数据通过 CAN 总线送至 LDS-1310 网络信息管理与控制装置, 在监控主站上可以随时调用数据。

二次值转换方法：

$U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $3U_0$  的计算公式为  $Y \cdot 170/8192$  (V)；

$f$  的计算公式为  $50 + Y \cdot 2/8192$  Hz。

$Y$  为遥测数据中发送的二进制数。

### 3.8 遥信功能

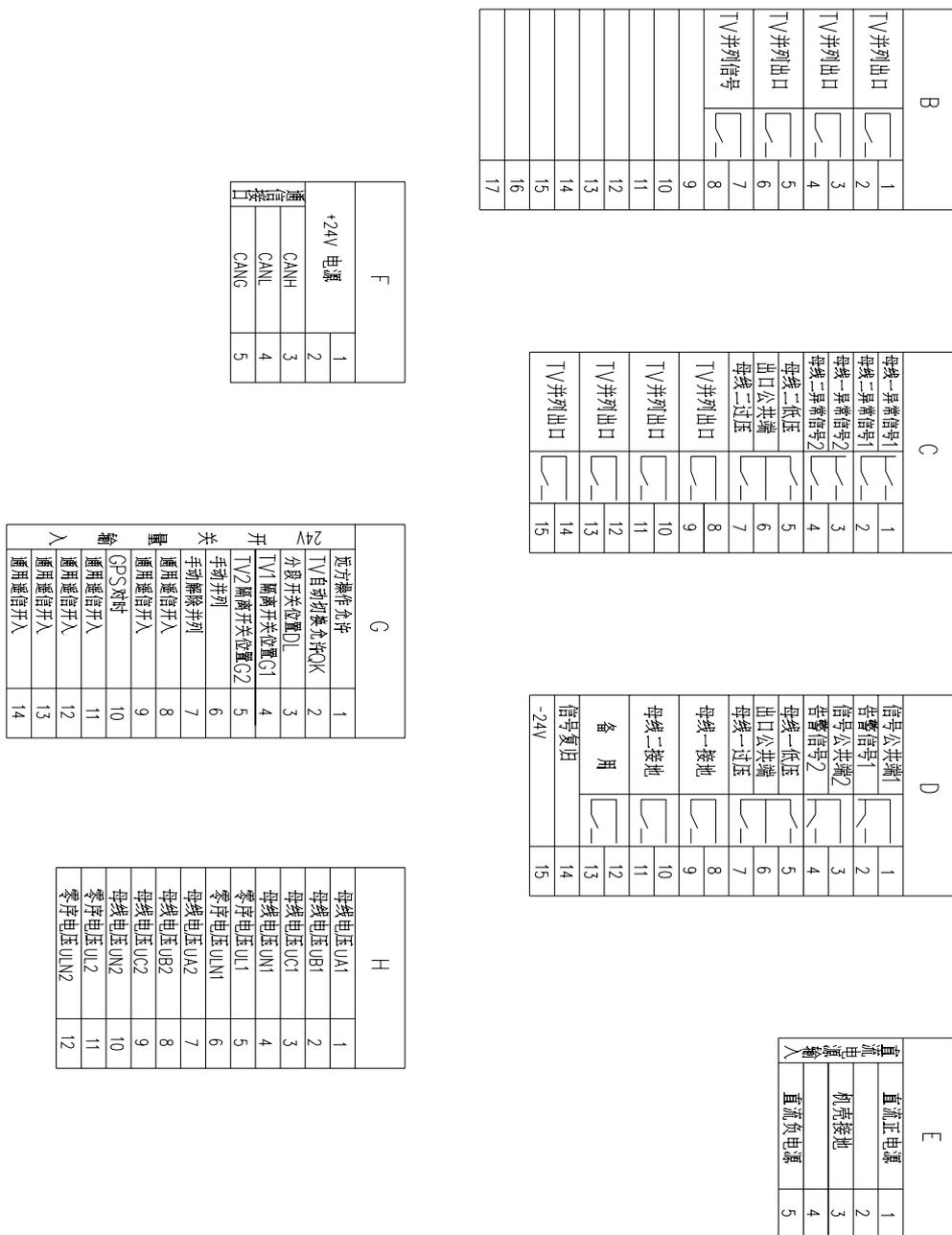
装置有 14 路开关量输入，定义见附图，均为 1 有效。遥信信号采用硬件滤波和软件去抖措施保证了遥信信号采集的准确性，避免装置误发信号。遥信公共端为+24V。

### 3.9 遥控功能

对于远方下发的遥控选择命令，装置在判定与本装置地址相同且报文 CRC 校验正确后，记忆选择的点号并将该报文返校上位机；对于远方下发的遥控执行命令，装置在判定与本装置地址相同且报文 CRC 校验正确后，进一步对点号进行审查，只有当点号与记忆的遥控选择点号一致且未出界，装置才发命令驱动相应的出口继电器。

## 4 附录

LDS-209 数字式电压及自动并列装置背面端子图



LDS-209 背板端子图

## 十二、LDS-161 数字式线路保护装置

### 1 概述

LDS-161 数字式线路保护装置采用国际先进的 DSP 和表面贴装技术，工艺成熟可靠，是线路单元的间隔层设备。适用于 110kV 及以下中性点直接接地或经小电阻接地的大电流接地系统输电线路的主保护及后备保护。基本功能如下：

- 工频变化量距离继电器保护元件用于快速切除线路近距离故障；
- 四段式相间距离保护元件用于切除线路各种相间故障，其中第 IV 段用于对 Y/ 接线变压器低压侧故障的远后备保护；
- 三段式接地距离保护元件用于切除线路单相接地故障；
- 零序不灵敏 I 段、组合式四段零序方向过电流保护和独立的零序加速段；
- TV 断线后的两段式过电流保护，用于 TV 断线距离保护退出时应急投入的保护；
- 双回线相继速动功能，包括双侧电源的相继速动和单侧电源负荷端的相继速动；
- 单回线不对称故障的相继速动功能；
- 三相一次自动重合闸功能，有保护启动和不对应启动重合闸两种方式，重合闸还具有检同期、检无压和检邻线有流功能；
- 合闸后加速功能，有重合闸后加速和手动合闸后加速两种方式；
- 过负荷保护，过负荷出口可选择跳闸或告警；
- 两时限低周减载功能，具有低压闭锁、无流闭锁和 TV 断线闭锁功能，低周减载 I 时限经滑差闭锁，II 时限不经滑差闭锁；
- 低压减载功能：具有低流闭锁、无压闭锁、滑压闭锁和 TV 断线闭锁功能；
- 故障选相和测距功能；
- GPS 时钟同步输入；
- 具有操作箱、故障录波、信号、TV 断线、TA 断线检测等功能；
- 面板上具有汉字液晶显示和简易键盘，还具有运行、告警、跳位、合位、保护跳闸和保护重合闸指示灯；
- 装置通过现场总线与 DSM（数字变电站管理系统）通讯，可完成远方监视、控制和操作功能。

### 2 主要技术数据

#### 2.1 交流回路精确工作范围

- 相电压：0.5V ~70V；
- 线路抽取电压：0.5V ~120V；
- 电流：0.08In~20 In（In 为 TA 二次额定值，未注明均为 5A）。

#### 2.2 动作时间误差

- 工频变化量动作时间： $<20\text{ms}$ （线路 60% 内故障）；近端故障 $<15\text{ms}$ ；
- 距离保护固有动作时间： $<30\text{ms}$ （0.7 倍整定值）；
- 零序保护固有动作时间： $<25\text{ms}$ （1.2 倍整定值）；
- 过电流保护固有动作时间： $<30\text{ms}$ （1.2 倍整定值）；
- 延时保护动作时间误差： $<\pm 1\%$ 或 $\pm 20\text{ms}$ （0.7 或 1.2 倍整定值）；
- 低周减载动作时间误差： $<\pm 50\text{ms}$ 。

### 2.3 动作误差

- 电流电压动作误差： $\leq \pm 3\%$ 或 $\pm 0.02I_n$ （ $U_n$ ）；
- 距离元件动作误差： $\leq \pm 3\%$ 或 $\pm 0.01$ ，暂态超越 $\leq \pm 5\%$ ；
- 测距误差： $\pm 2\%$ （金属性短路，同时不考虑装置外部原因）；
- 方向元件角度误差： $\leq \pm 3^\circ$ ；
- 检同期角度误差： $\leq \pm 3^\circ$ ；
- 频率动作误差： $\leq \pm 0.02\text{Hz}$ 。

### 2.4 距离保护元件

- 动作值  
整定范围： $0.02 \sim 25$ （相间 IV 段为 30）；  
整定级差： $0.01$ 。
- 动作时间  
整定范围： $0.0 \sim 9.99\text{s}$ ；  
整定级差： $0.01\text{s}$ 。

### 2.5 零序保护元件

- 动作值  
整定范围： $0.1I_n \sim 20I_n$ ；  
整定级差： $0.01\text{A}$ 。
- 动作时间  
整定范围： $0.0 \sim 9.99\text{s}$ ；  
整定级差： $0.01\text{s}$ 。

### 2.6 过电流保护元件

- 动作值  
电流整定范围： $0.1I_n \sim 20I_n$ ；  
整定级差： $0.01\text{A}$ 。
- 动作时间  
整定范围： $0.0 \sim 9.99\text{s}$ ；  
整定级差： $0.01\text{s}$ 。

### 2.7 重合闸功能

- 重合闸充电延时：15 s；
- 重合闸延时整定范围：0.0 ~ 9.99s；
- 重合闸延时整定级差：0.01s；
- 检同期整定范围：10° ~50°；
- 检同期整定级差：1°。

## 2.8 低周减载功能

- 低周频率  
整定范围：46~50 Hz；  
整定级差：0.01 Hz。
- 低压闭锁低周电压定值  
整定范围：30V~100V；  
整定级差：0.1V。
- 低周减载动作时间  
整定时间：0.1 ~20.00s；  
整定级差：0.01s。
- 低周减载滑差 F/ T  
整定范围：0.1 ~ 10.0Hz/s；  
整定级差：0.1Hz/s；  
动作值的准确度：不大于 0.1Hz/s 或 ± 5%。

## 2.9 低压减载功能

- 电压定值  
整定范围：10V~100V；  
整定级差：0.1V。
- 低压减载动作时间  
整定时间：0.1 ~20.00s；  
整定级差：0.01s。
- 低压减载滑压  $du/dt$   
整定范围：10V~99.9V /s；  
整定级差：0.1V/s；  
动作值的准确度：平均误差不超过 ± 1.0V/s。

# 3 保护原理

## 3.1 保护启动

LDS-161 的启动元件包括 3 部分，启动元件任一动作后接通出口继电器的电源同时距离保护、零序保护、过电流保护等功能投入；此外，装置还具有静稳破坏检测元件，此元件动作后直接进入振荡闭锁程序同时使装置启动，是装置启动元件的补充。部分保

护如过负荷、重合闸、低周减载及低压减载等不受启动元件控制。

### 3.1.1 相电流差突变量启动元件

$$\Delta I_{\varphi\varphi} > I_{QD} \quad \text{其中 } \Delta I_{\varphi\varphi} = |i_k - 2i_{k-T} + i_{k-2T}|$$

$\Delta I_{\varphi\varphi}$  对应 AB、BC、CA 相；k 为采样点；T 周期； $I_{QD}$  为整定值，一般建议为  $0.2I_n$ 。此算法对共模干扰及频率波动引起的误差有一定的抑制作用，同时有较高的灵敏度。

### 3.1.2 零序电流突变量启动元件

$$\Delta 3I_0 > I_{QD}, \text{ 零序电流采用外接零序互感器；其中 } \Delta 3I_0 = |i_k - 2i_{k-T} + i_{k-2T}|$$

### 3.1.3 辅助零序启动元件

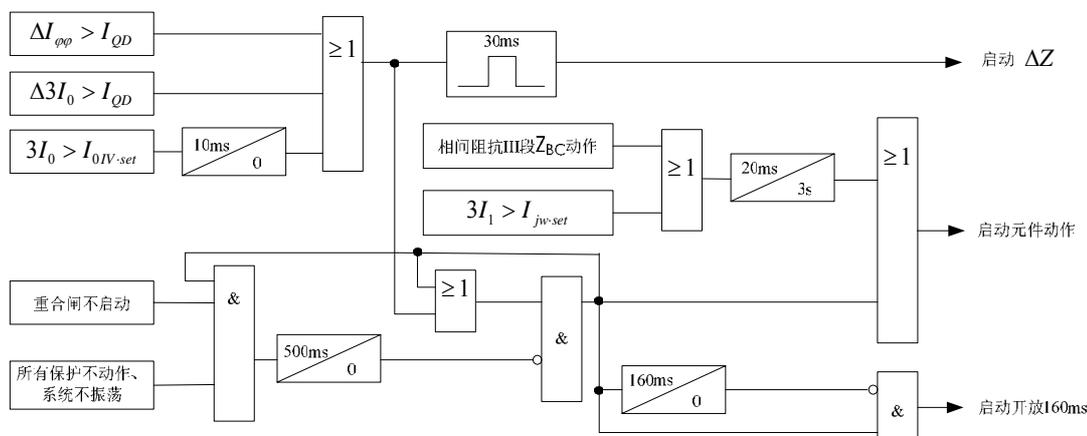
作为突变量原理的补充，用于防止远距离接地或大电阻接地时突变量不灵敏的可能。 $3I_0 > I_{0.IV.set}$ ； $t > 10ms$

零序电流采用外接零序互感器； $I_{0.IV.set}$  为零序 IV 段定值； $t$  为持续时间。

### 3.1.4 静稳破坏检测元件

在装置未启动时，正序电流大于静稳破坏电流 ( $I_1 > I_{jw.set}$ ) 或相间阻抗元件 ( $Z_{BC}$ ) 进入距离 III 段范围内超过 20ms 后即判断为系统静态稳定破坏。装置具有智能无故障快速复归功能，启动元件动作后所有故障检测元件均不启动并持续 500ms 后整组复归。保证了再次故障发生时的快速反应。

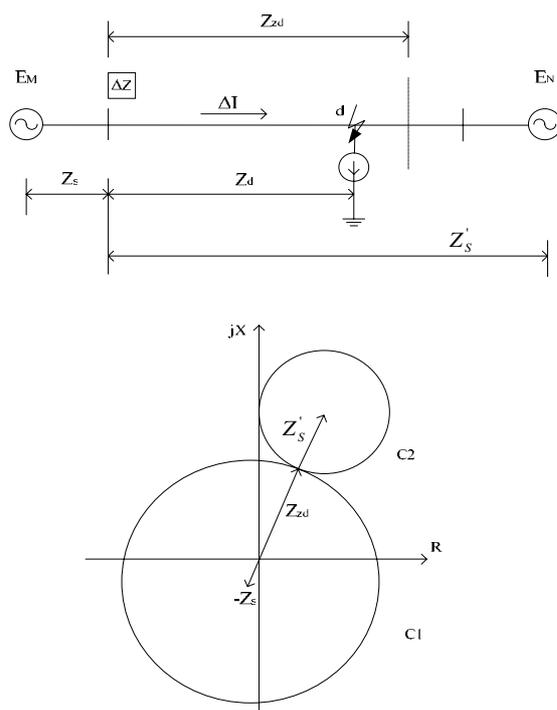
### 3.1.5 启动元件的逻辑框图



## 3.2 工频变化量距离继电器元件 ( Z 继电器 )

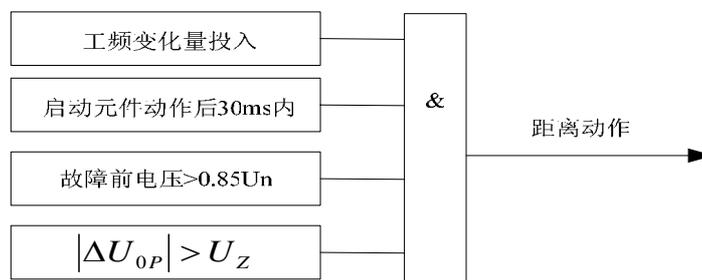
工频变化量距离继电器是反应故障前后补偿电压的工频变化量而构成，它具有动作方向明确、允许过渡电阻能力强、出口短路无死区、经过渡电阻故障时无超越、可适应有串联补偿电容的线路等优点。同时工频变化量不反应系统振荡，无需振荡闭锁。其动作方程为： $|\Delta U_{0p\varphi}| > U_Z$ ；对于接地距离继电器： $\Delta U_{0p\varphi} = \Delta U_{\varphi} - \Delta(I_{\varphi} + k3I_0)Z_{ZD}$ ， $\varphi$  对应 A、B、C 三相；对于相间距离继电器： $\Delta U_{0p\varphi\varphi} = \Delta U_{\varphi\varphi} - \Delta I_{\varphi\varphi} Z_{ZD}$ ， $\varphi\varphi$  对应 AB、BC、CA 三相。其中  $Z_{ZD}$  为整定阻抗，本装置固定为  $0.7Z_L$  ( $Z_L$  为全线路阻抗)； $k$  为零序补偿系数； $U_Z$  为门槛电压，本装置取  $1.05U_n$  和故障前的工作电压的大者。

动作阻抗特性如下图所示：其中 C1 为正方向动作区；C2 为反方向动作区。



本保护在启动后 30ms 内投入，在不满足闭锁条件的前提下依次计算 6 种补偿电压的工频变化量，满足动作方程瞬间出口切除故障，能快速切除线路 60% 范围内各种故障，在动作阻抗 95% 范围内动作时间小于 20ms。

其动作逻辑框图如下图所示：

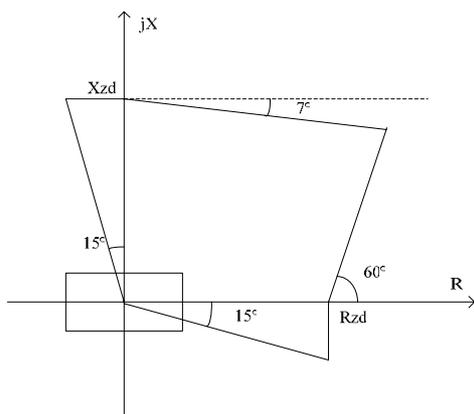


### 3.3 距离继电器元件

本保护共设计四段式相间距离保护、三段式接地距离元件。接地距离主要用于切除单相接地故障；相间距离用于切除所有的相间故障；相间距离的 IV 段用于 Y/ 接线变压器低压侧故障的远后备，有较好的灵敏度。此外，为了适应在特殊场合下 II 段不能同时满足动作范围和动作时间的要求，本保护在距离 II 段中附加了一个灵敏 II 段，其中距离 II 段与下一级保护的 I 段配合，保证快速性；灵敏 II 段按保证灵敏度整定而根据选择性设置其动作时间。接地阻抗的测量公式为： $Z_{\varphi} = U_{\varphi} / (I_{\varphi} + k3I_0)$ 。其中： $\varphi$  对应 A、B、C 三相； $k$  为零序补偿系数，近似为实数； $3I_0$  为外接零序电流。所有电流的极性以母线流向线路为正。相间阻抗的测量公式为： $Z_{\varphi\varphi} = U_{\varphi\varphi} / I_{\varphi\varphi}$  其中： $\varphi\varphi$  对应 AB、BC、CA 三相。

#### 3.3.1 距离元件的动作特性

相间距离与接地距离的 I、II、III 段动作符合下图的多边形特性：



小矩形动作区的定值见下表：

X 取值	当 $X_{zd} < 5/I_n$ ，取 $X_{zd}/2$ 当 $X_{zd} > 5/I_n$ ，取 $2.5/I_n$ ( $I_n=1A$ 或 $5A$ )
R 取值	8 倍上述 X 取值与 $R_{zd}/4$ 两者中小者

### 3.3.2 距离元件的方向特性

距离继电器的动作区已经具有了较好的方向性,但在出口处短路时由于故障电压接近为 0,所以本保护增加了正序补偿电压与相电流的方向特性元件,三相短路采用记忆电压与故障后电流进行比相。正序极化电压是以当前相为基准相的正序分量。正序极化电压的动作区为：

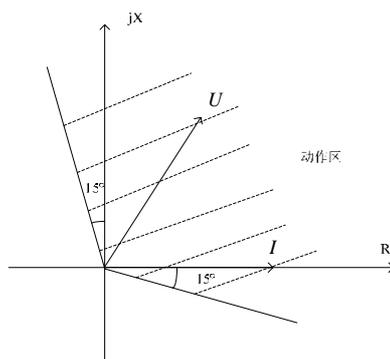
$$-15^\circ \leq \arg \frac{U_{1\varphi}}{(I_\varphi + k3I_0)} \leq 105^\circ ; \text{其中 } \varphi \text{ 对应 A、B、C 三相。}$$

$$-15^\circ \leq \arg \frac{U_{1\varphi\varphi}}{I_{\varphi\varphi}} \leq 105^\circ ; \text{其中 } \varphi\varphi \text{ 对应 AB、BC、CA 三相。}$$

当采用记忆电压时上式的  $U_{1\varphi}$ 、

$U_{1\varphi\varphi}$  分别用记忆的相电压和线电压替换。

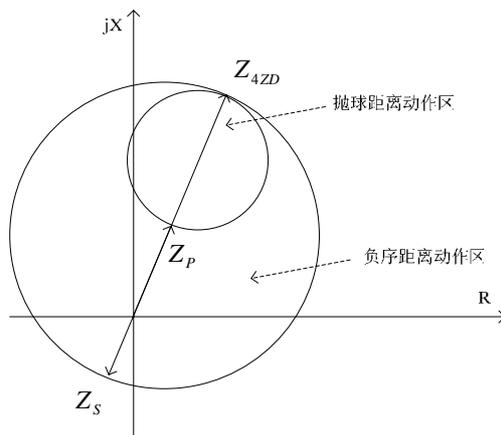
距离继电器的方向元件的动作特性如下图所示：



### 3.3.3 相间距离第 IV 段保护的动特性

本装置采用负序距离继电器和一个抛球特性相间距离继电器圆满的解决了线路的远后备保护的灵敏性和可靠性。

相间 IV 段的动作区如下图所示： $(Z_p < Z_{4zd})$



### 3.3.4 负序距离继电器元件

主要保护变压器低压侧不对称故障,其动作方程为比较补偿后的负序电压和正序电压的幅值。动作方程为:

$$|U_{OP2}| \geq |U_{OP1}|$$

$$U_{OP2} = U_2 - I_2 Z_{4ZD} \quad ; \quad U_{OP1} = U_1 - I_1 Z_{4ZD}$$

其中:  $U_1$ 、 $U_2$  分别为保护安装处的正序电压和负序电压;  $I_1$ 、 $I_2$  分别为保护安装处的正序电流和负序电流;  $Z_{4ZD}$  为 IV 段整定定值,  $Z_{4ZD} = 1.2(Z_L + kZ_T)$ ,  $Z_L$  和  $Z_T$  分别为线路和变压器的阻抗,  $k$  为最大助增系数。

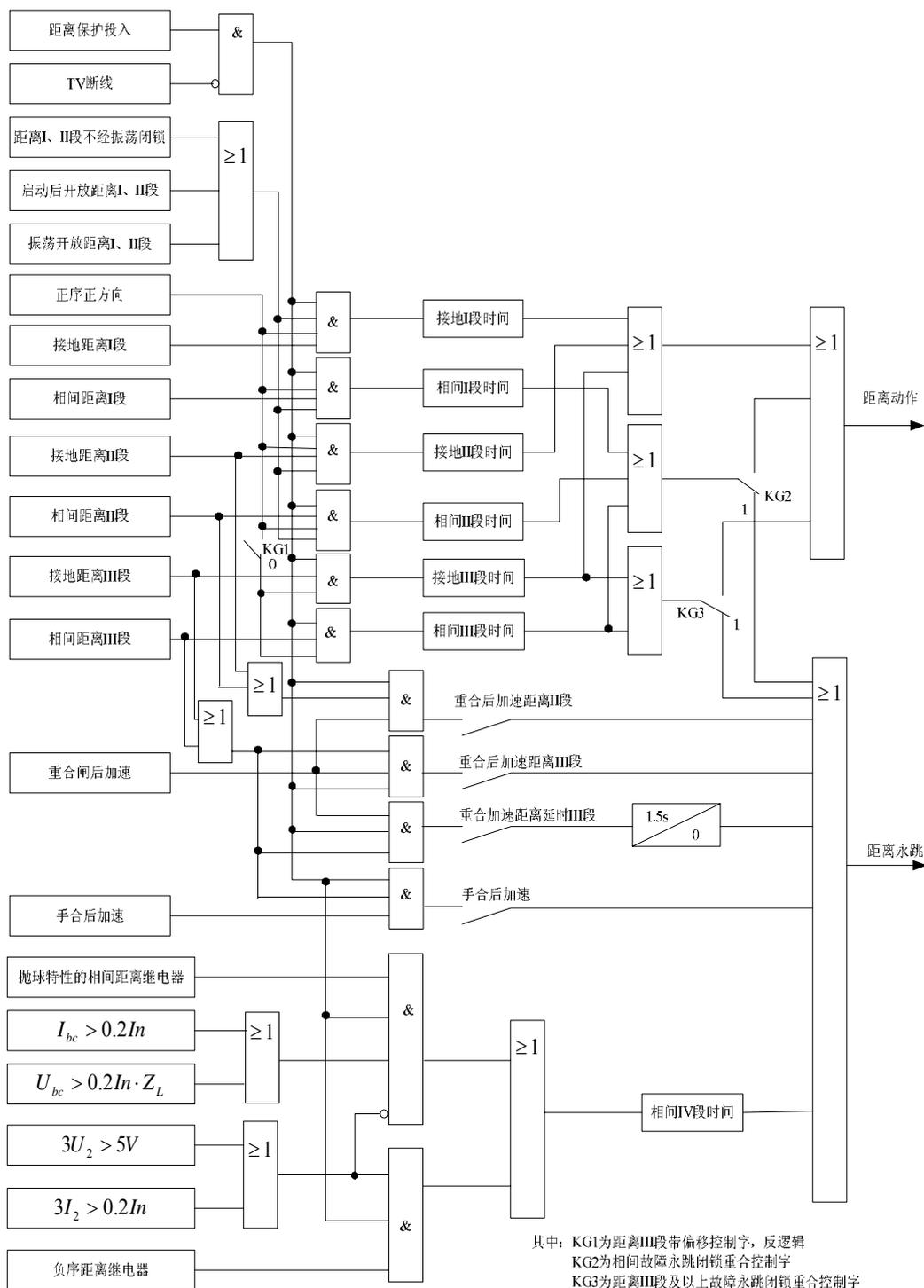
### 3.3.5 抛球特性的相间距离继电器

抛球特性的相间距离继电器用来保护变压器低压侧三相短路故障,所以只需计算任一组相间特性,本装置仅计算 BC 元件,其动作方程为:

$$270^\circ \geq \text{Arg} \frac{U_{bc} - I_{bc} Z_p}{U_{bc} - I_{bc} Z_{4ZD}} \geq 90^\circ$$

其中:  $Z_p$  为  $1.2 Z_L$ ;  $Z_L$  为线路全长阻抗;  $Z_{4ZD}$  为相间 IV 段距离的阻抗定值。

### 3.3.6 距离保护的逻辑如下图所示:



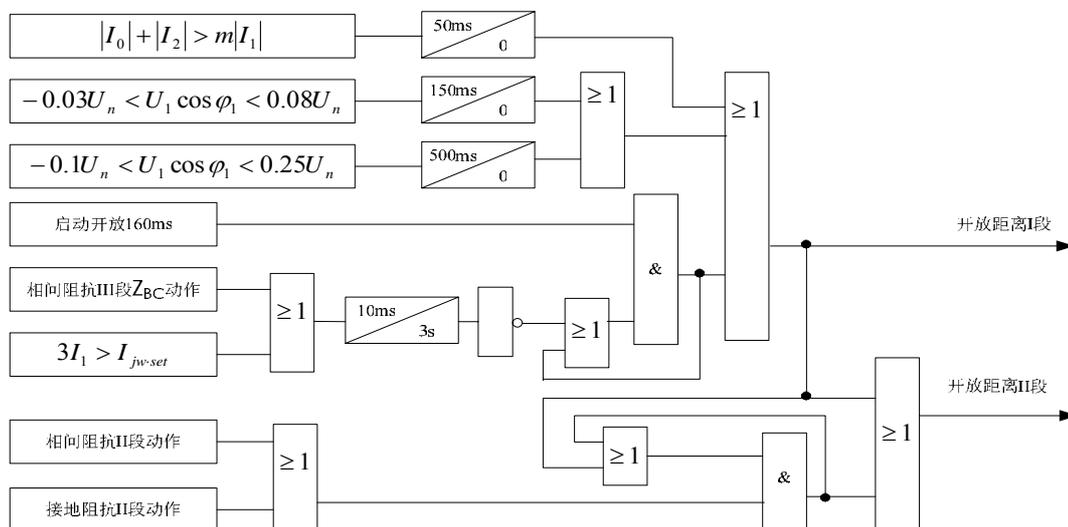
### 3.4 振荡闭锁元件

本装置的振荡闭锁元件除继承我国长期行之有效的方法即在启动元件动作后160ms内开放保护外,还具有在先振荡后区外故障时能可靠闭锁;在先振荡后区内不对称故障时瞬时开放保护;在先振荡后区内三相对称性故障时经短延时开放保护。因此,本振荡闭锁元件克服了传统距离保护在系统振荡后只能由距离III段长延时切除故障的缺陷。特性如下:

- 启动元件动作后160ms内距离I、II段不动作

- 装置判断静稳破坏即进入振荡闭锁处理程序
- 振荡中区内故障开放距离 I、II 段保护判断元件
- 不对称故障开放保护
- 对称故障开放保护
- 振荡平息开放保护

振荡处理的逻辑框图如下图所示：

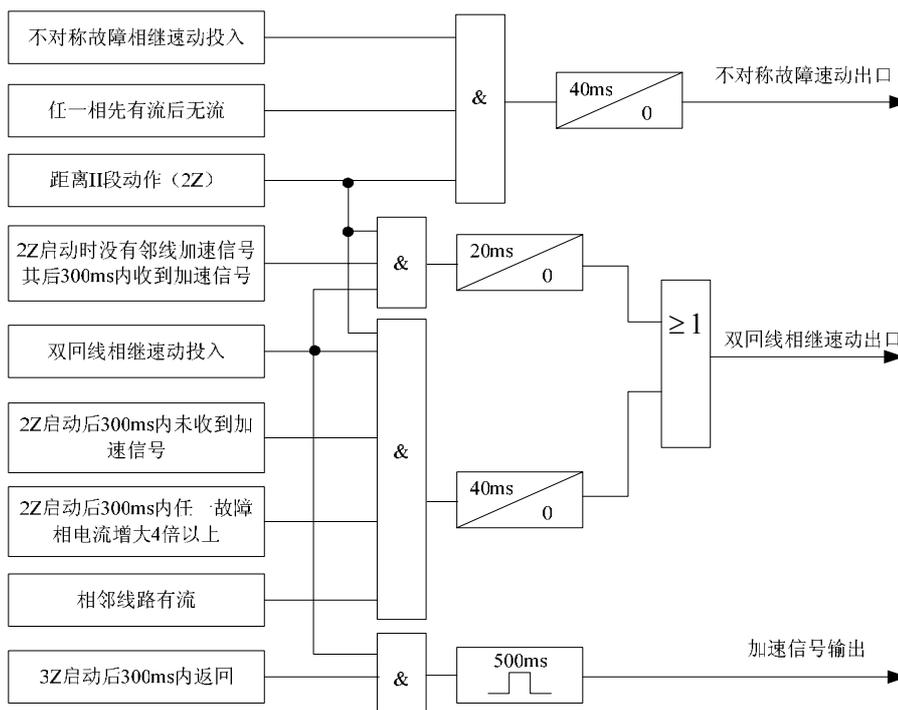


### 3.5 相继速动功能

本装置在保留阶段式保护的前提下取其超范围元件构成末端故障相继速动功能。即：

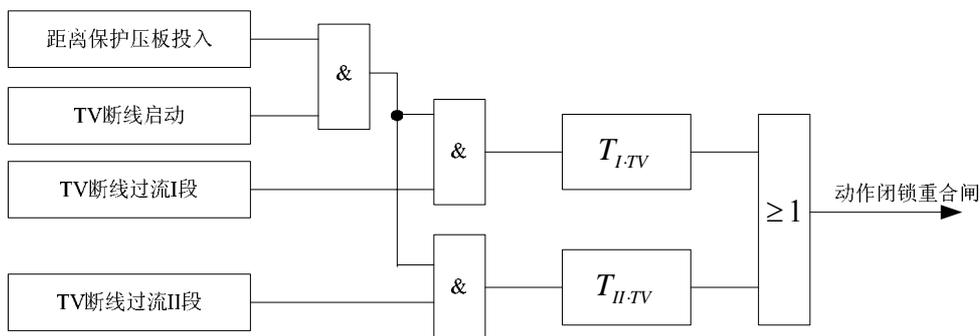
- 双侧电源的双回线相继速动
- 单侧电源双回线负荷端的相继速动
- 单回线不对称故障相继速动

相继速动的动作逻辑如下图所示：



### 3.6 TV 断线后两段式过流保护功能

两段式电流保护仅在距离保护软、硬压板投入并出现 TV 断线的情况下临时投入做为线路的紧急状态保护，无方向闭锁和电压闭锁，出口永跳闭锁重合闸。如下图：



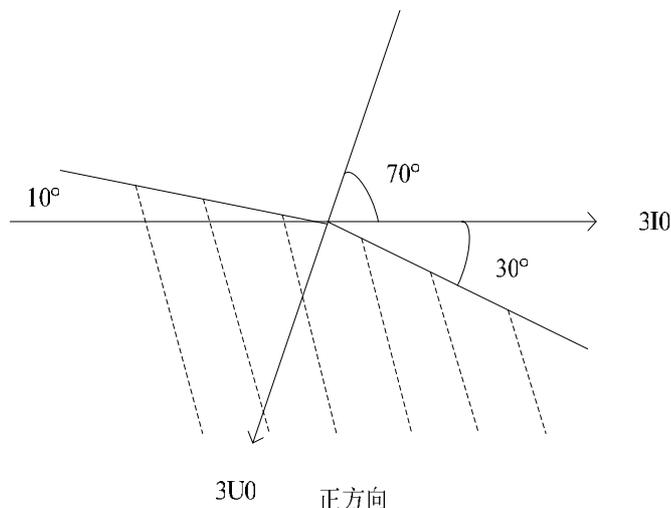
其中： $T_{I-TV}$  为 TV 断线后过流 I 段延时时间； $T_{II-TV}$  为 TV 断线后过流 II 段延时时间。

### 3.7 零序电流保护功能

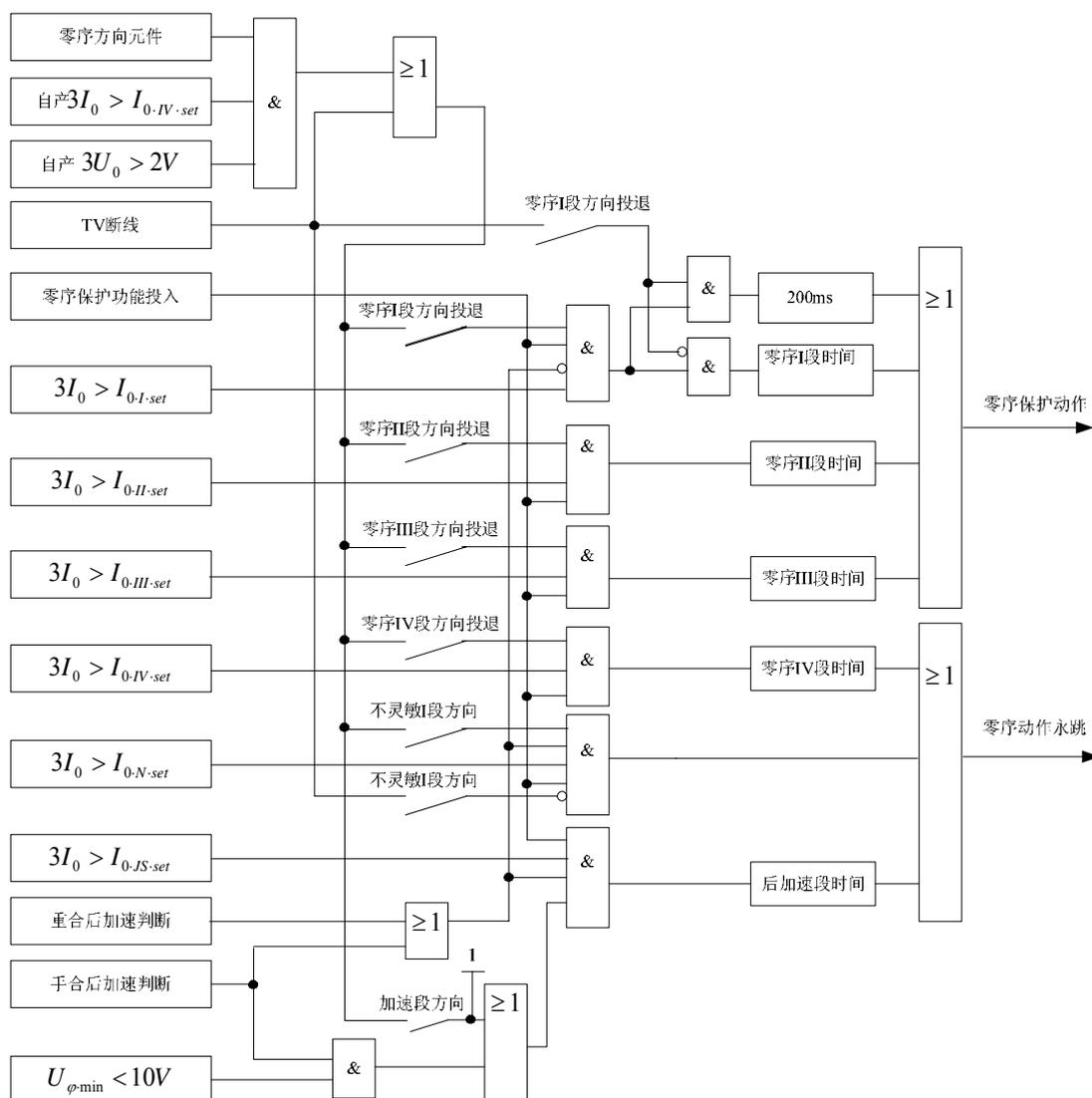
本装置零序电流保护包括四段零序电流保护、不灵敏 I 段和加速段，各段均可以选择方向闭锁，其中各段均设有独立的控制字投退。零序保护的 IV 段定值也作为辅助零序启动的门槛；不灵敏 I 段仅用在断路器合闸或重合闸瞬间投入切除严重故障，其定值按躲过开关的不同步合闸产生的最大零序电流整定，且不小于零序 I 段定值；同时，由于瞬间退出了零序 I 段保护，所以零序 I 段定值可以按选择性和灵敏度配合整定。

本装置幅值比较及方向元件的零序电压均取自自产  $3U_0$ ，零序电流的幅值取自外接零序电流互感器，方向元件由自产产生。TV 断线后及自产  $3U_0 < 2V$  时零序方向元件退出。外接零序电流的极性以母线流向线路为正。TV 断线后所有方向元件自动退出，同时带方向的零序不灵敏 I 段退出，带方向零序 I 段可选退出或至少 200ms 延时动作，带方向的零序 II、III、IV 段可选退出，TV 断线后零序保护动作永跳闭锁重合闸。

本装置零序方向元件的动作区为： $-190^\circ \leq \arg \frac{3U_0}{3I_0} \leq -30^\circ$  即动作区  $160^\circ$ ，最大灵敏角  $-110^\circ$ 。



零序电流保护的逻辑如下图所示：



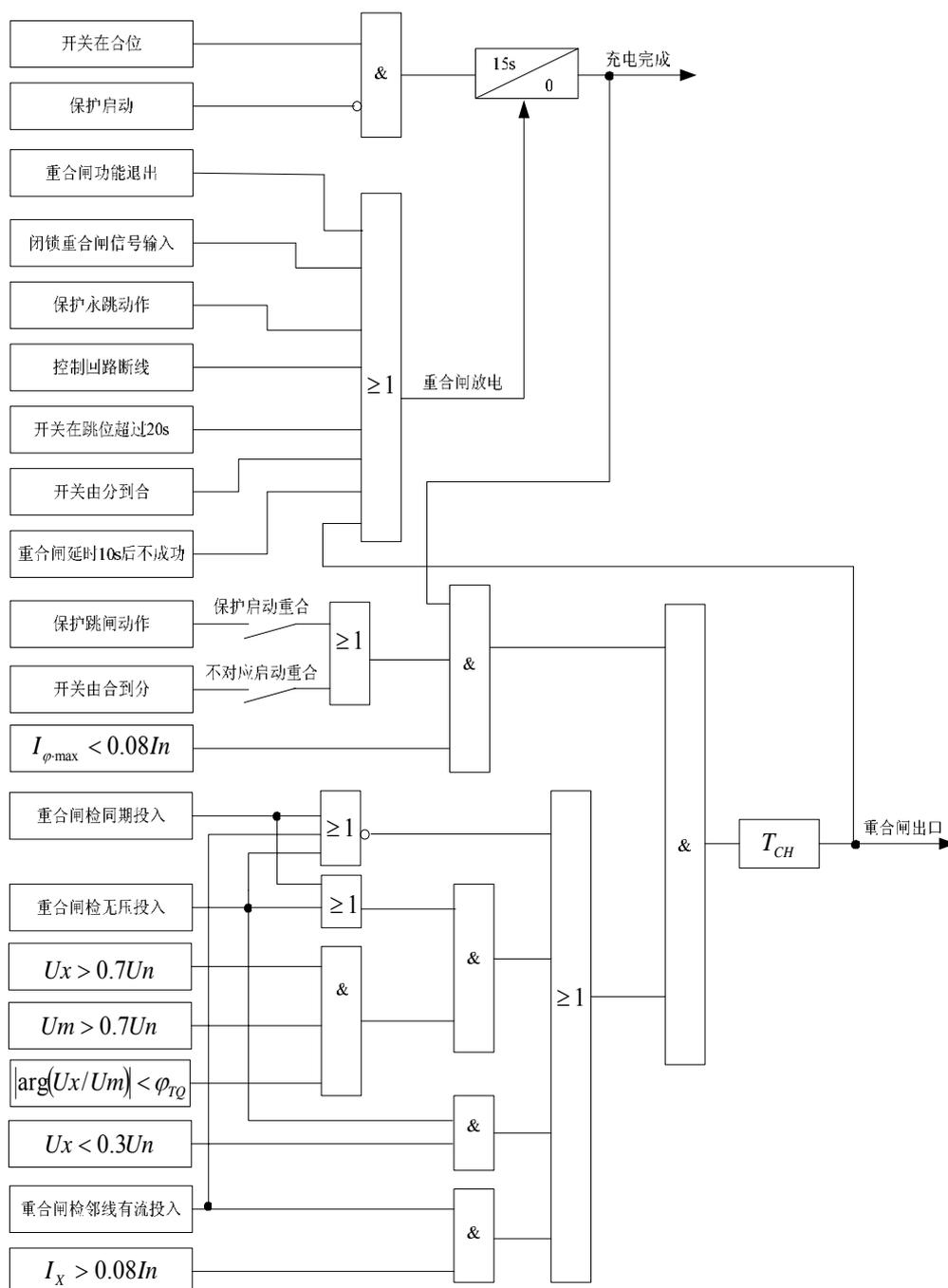
其中： $I_{0-I-set}$ 、 $I_{0-II-set}$ 、 $I_{0-III-set}$ 、 $I_{0-IV-set}$ 、 $I_{0-N-set}$ 、 $I_{0-JS-set}$  分别表示零序 I 段、II 段、III 段、IV 段、不灵敏 I 段及加速段的电流定值； $U_{\phi-min}$  表示相电压的最小值。

### 3.8 三相一次重合闸功能

本装置兼顾了保护启动和不对应启动两种重合闸方式，运行中只要开关由合到分、重合闸投入且充电完成立即启动重合闸。设置独立的保护启动重合闸和不对应启动重合闸控制字。手动跳闸和遥控跳闸通过遥信引入装置使重合闸放电。几个过程如下：

- 重合闸充电条件：开关在合位；重合闸功能投入；无闭锁重合闸输入；持续 15s 后充电完成。
- 重合闸放电条件：闭锁重合闸的保护动作；闭锁重合闸的遥信输入；控制回路断线；开关在跳位超过 20s；开关由分到合位；重合闸功能退出；重合闸动作等。
- 重合闸动作条件：重合闸充电完成；保护跳闸动作或开关由合到分启动；重合闸经重合闸时间后检测合闸条件满足立即重合，重合闸脉冲宽度 200ms。
- 重合闸方式可选：“检同期”、“检无压”、“检相邻线路有流”；重合闸投入但各种方式均不选择时认为无条件重合。

重合闸动作逻辑如下图所示：

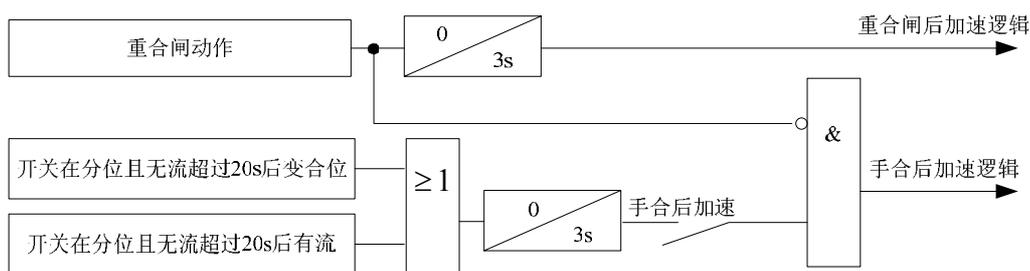


### 3.9 合闸后加速功能

合闸后加速功能分为重合闸后加速和手合后加速，分别设有独立控制字。后加速动作的出口时间按照躲开开关合闸三相不同步设计固定经 100ms 延时（零序加速段时间定值超过 100ms 时取整定时间），如果延时保护的動作相电流的二次谐波含量超过基波的 20% 则经 200ms 延时（零序加速段时间定值超过 200ms 时取整定时间）。

- 重合闸后加速即重合闸命令后启动后加速，返回时间 3s。
- 手合后加速指断路器长时间在分位后（超过 20s），断路器由分到合或有流（ $I_{\varphi} > 0.08I_n$ ）置手合后加速标志，返回时间 3s。
- 重合闸启动后加速的保护：可选择的距离保护延时段、零序加速段。
- 手合启动后加速的保护：距离 III 段、零序加速段。

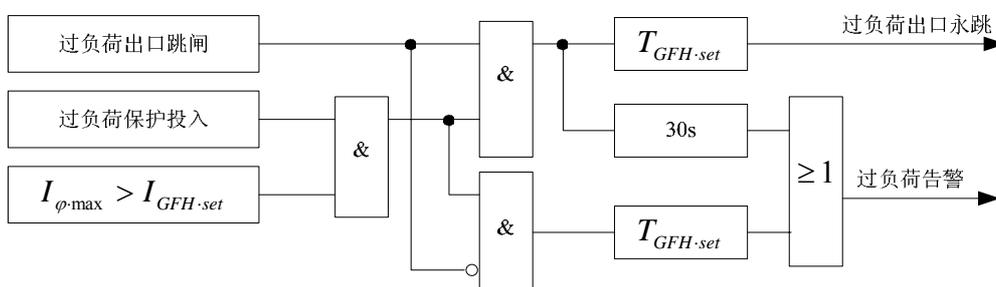
后加速的逻辑如下图所示：



### 3.10 过负荷保护功能

过负荷保护设有独立的投退控制字和出口选择控制字。如果出口选择为跳闸，则固定在 30s 时发告警信息并按照延时时间出口跳闸，过负荷出口跳闸闭锁重合闸。

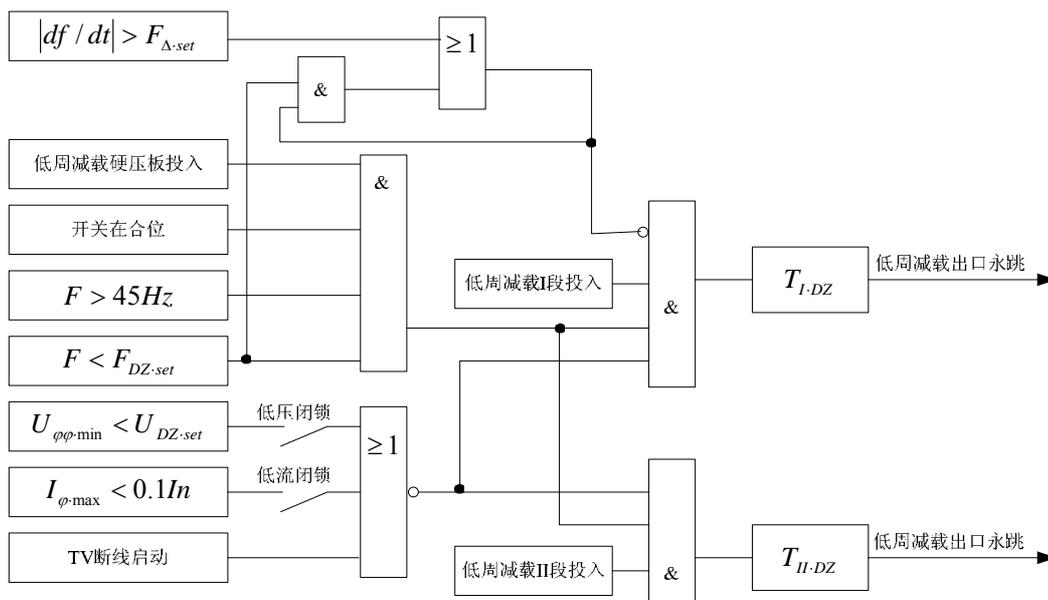
过负荷保护的逻辑如下图所示：



### 3.11 低周减载功能

装置设有针对本线路的低周减载功能，设有软硬压板串联控制，低周减载动作后闭锁重合闸，设有两个时限，I 时限有滑差闭锁，II 时限无滑差闭锁 ( $df/dt$  大于滑差闭锁定值)。设置低流闭锁、低压闭锁、TV 断线闭锁。滑差闭锁后闭锁信号保持直到频率恢复到定值以上后复归。

低周减载的动作逻辑如下图所示：



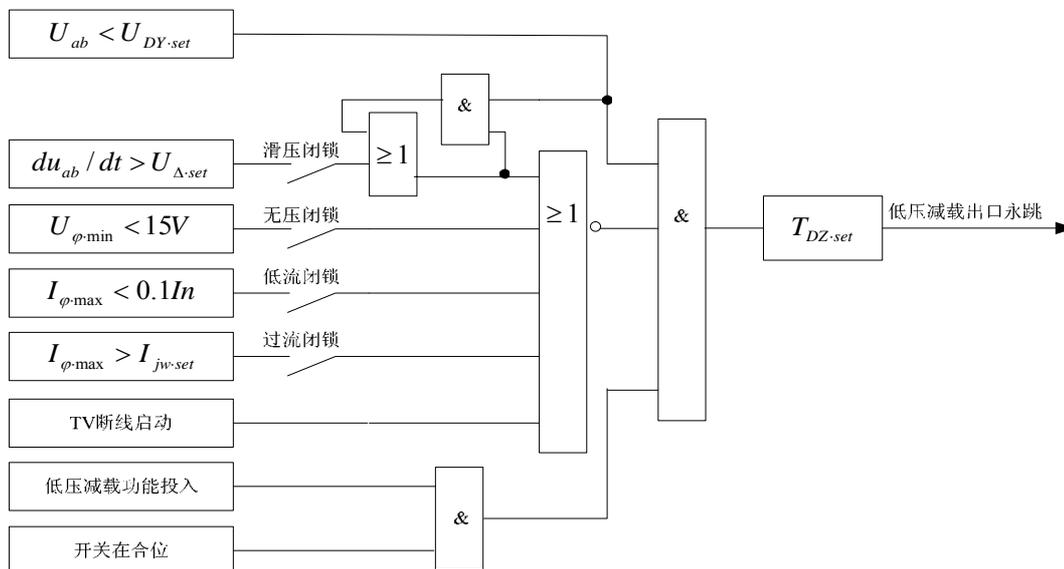
其中： $T_{I-DZ}$  和  $T_{II-DZ}$  为低周减载的一段和二段延时定值； $F_{DZ-set}$  为低周减载频率定值； $F_{\Delta-set}$

为频率滑差闭锁定值； $I_{\varphi-max}$  为相电流的最大值； $U_{\varphi\varphi-min}$  为线电压的最小值。

### 3.12 低压减载功能

装置设有针对本线路的低压减载功能，设有软硬压板串联控制，低压减载动作后闭锁重合闸。低压减载的参考电压为线电压。设置低流闭锁、过流闭锁、无压闭锁、滑压闭锁、TV 断线闭锁。

其动作逻辑如下图所示。



注： $U_{DY.set}$  为低压减载电压定值； $U_{\Delta.set}$  为滑压闭锁定值； $U_{\phi.min}$  为相电压的最小值； $I_{\phi.max}$  为相电流最大值； $I_{jw.set}$  为静稳破坏电流定值。

### 3.13 故障录波功能

本装置的故障录波数据主要用于分析系统运行工况的突然变化及装置相应的动作行为，既利于分析故障原因又利于继电保护的改进。装置采用故障启动和故障切除的双重录波方式，既能得到故障启动时故障数据的实时信息又能得到故障切除瞬间系统的工作状态，这样既有利于分析故障类型又利于分析继电保护装置的动作行为。装置分别记录故障启动及故障消失的前 2 个周波后 4 个周波的数据，采样满度为每周波 32 点，记录通道为 IA、IB、IC、3I<sub>0</sub>、UA、UB、UC，录波次数不少于 10 次。

### 3.14 系统实时自检功能

本装置在没有启动的前提下进行以下系统量的实时自检。

- TA 断线检测（控制字可投退）
- TV 断线检测（控制字可投退）
- 线路 TV 断线检测（控制字可投退）
- 控制回路断线检测（控制字可投退）
- 断路器位置检测（控制字可投退）

### 3.15 装置实时自检功能

本装置在没有启动的前提下对硬件进行实时自检。

- 模拟量通道的求和自检（控制字可投退）
- 其它硬件自检如：A/D、RAM、EEPROM、ROM、硬件测频回路、开关量输入输出回路等核心器件进行实时自检。

### 3.16 装置的选相方案

由于装置的动作不完全依赖于选相结果,所以装置只是在距离保护动作后根据各阻抗元件的测量结果及序电流分量进行综合判断确定故障相。

该选相方案从根本上解决了发展性故障或转换性故障时选相元件的可能误动作。

### 3.17 装置的开关量输入

本装置有 16 个开关量输入,作为保护功能的硬压板和系统外部运行状态的输入,直接作用于保护的動作行为;对于每个开关量输入在配置中可设定相应的消抖延时和极性控制,若某个开关量输入位的极性为“1”,则当相应的外部接点闭合时,开关量输入值为“1”;接点打开时,开关量输入值为“0”,(极性为“0”时相反);开关量输入公共端为+24V。硬件滤波和软件去抖的并用保证了开关量输入采集的准确性。

## 4 附录

### LDS-161 数字式线路保护装置背面端子图

A		
+KM	跳	1
合闸入口	跳	2
手跳入口	跳	3
跳闸入口	跳	4
至跳闸线圈	跳	5
至合闸线圈	跳	6
跳位至合闸机械箱	跳	7
合位至跳闸机械箱	跳	8
合闸压力闭锁	回路	9
跳闸压力闭锁	回路	10
压力闭锁操作	回路	11
-KM	公共端	12
绿灯	公共端	13
红灯	公共端	14
手跳开出	公共端	15
	公共端	16
	公共端	17

B		
保护跳闸信号1	跳闸位置信号	1
重合闸动作信号1	跳闸位置信号	2
保护跳闸信号2	跳闸位置信号	3
重合闸动作信号2	跳闸位置信号	4
遥控跳闸出口	跳闸位置信号	5
遥控出口公共端	跳闸位置信号	6
遥控合闸出口	跳闸位置信号	7
手跳入口	跳闸位置信号	8
启动事故音响	跳闸位置信号	9
公共端	跳闸位置信号	10
控制回路断线	跳闸位置信号	11
合闸压力闭锁	跳闸位置信号	12
跳闸压力闭锁	跳闸位置信号	13
	跳闸位置信号	14
	跳闸位置信号	15
	跳闸位置信号	16
	跳闸位置信号	17

D		
信号公共端	信号公共端	1
告警信号1	信号公共端	2
信号公共端2	信号公共端	3
告警信号2	信号公共端	4
保护跳闸出口	信号公共端	5
保护出口公共端	信号公共端	6
保护合闸出口	信号公共端	7
备用出口	信号公共端	8
备用出口	信号公共端	9
加速邻线输出	信号公共端	10
备用出口	信号公共端	11
备用出口	信号公共端	12
信号返回	信号公共端	13
-24V	信号公共端	14
	信号公共端	15

E		
直流正电源	直流正电源	1
机壳接地	直流正电源	2
直流负电源	直流正电源	3
	直流正电源	4
	直流正电源	5

F		
+24V 电源	重合闸投入	1
	重合闸投入	2
	重合闸投入	3
	重合闸投入	4
	重合闸投入	5

G		
远方操作允许	重合闸投入	1
合闸压力闭锁	重合闸投入	2
跳闸压力闭锁	重合闸投入	3
闭锁重合闸	重合闸投入	4
低电压减载投入	重合闸投入	5
距离投入	重合闸投入	6
相流速断投入	重合闸投入	7
零序投入	重合闸投入	8
重合闸投入	重合闸投入	9
重合闸投入	重合闸投入	10
重合闸投入	重合闸投入	11
重合闸投入	重合闸投入	12
重合闸投入	重合闸投入	13
重合闸投入	重合闸投入	14

H		
母线电压IA	母线电压IA	1
母线电压IB	母线电压IB	2
母线电压IC	母线电压IC	3
母线电压IN	母线电压IN	4
零序电压IN	零序电压IN	5
零序电压IN	零序电压IN	6
线路电压IX	线路电压IX	7
线路电压IX	线路电压IX	8
		9
		10
		11
		12

K		
保护电流IA	保护电流IA	1
保护电流IB	保护电流IB	2
保护电流IC	保护电流IC	3
保护电流IA	保护电流IA	4
保护电流IB	保护电流IB	5
保护电流IC	保护电流IC	6
保护电流IA	保护电流IA	7
保护电流IB	保护电流IB	8
保护电流IC	保护电流IC	9
保护电流IA	保护电流IA	10
保护电流IB	保护电流IB	11
保护电流IC	保护电流IC	12
保护电流IA	保护电流IA	13
保护电流IB	保护电流IB	14
保护电流IC	保护电流IC	15
保护电流IA	保护电流IA	16
保护电流IB	保护电流IB	17
保护电流IC	保护电流IC	18
保护电流IA	保护电流IA	19
保护电流IB	保护电流IB	20
保护电流IC	保护电流IC	21
保护电流IA	保护电流IA	22
保护电流IB	保护电流IB	23
保护电流IC	保护电流IC	24

LDS-161 背板端子图

## 十三、LDS-011B 网络打印机适配器

### 1 概述

LDS - 011B 网络打印机适配器是 LDS - 2003 变电站综合自动化系统的配套产品，用于接收 CAN 网中需要打印的数据，并将其转换为串口数据，驱动打印机进行打印。其基本功能如下：

- 可设定打印保护和测控装置的地址范围；
- 打印 CAN 现场总线上的事件报文；
- 打印 CAN 现场总线上的 SOE 报文；
- 打印保护装置的定值；
- 打印保护功能投退信息；
- 打印保护装置的故障录波图；
- 打印保护和测控装置的采样值。

### 2 技术指标

CAN 网接口：1 个，波特率 20K bps~1M bps。

打印串口：1 个，用于和 EPSON LQ300K 打印机相连。其通讯格式为 19200bps，8-1-n。

### 3 结构

本装置采用盒式结构，外壳封闭；盒两边接线。

外形尺寸：宽 × 高 × 长=70 × 35 × 154mm，如下图所示。



打印机接口装置外形图

### 4 硬件说明

LDS - 011B 网络打印机适配器是针对 EPSON LQ300K 打印机专门设计的专用适配器，将 CAN 现场总线信息送至打印机设备。该适配器采用嵌入式数字信号处理器（DSP）构成处理系统，独特的设计和先进的表面贴安装工艺大大提高了系统的可靠性和抗干扰能力；硬

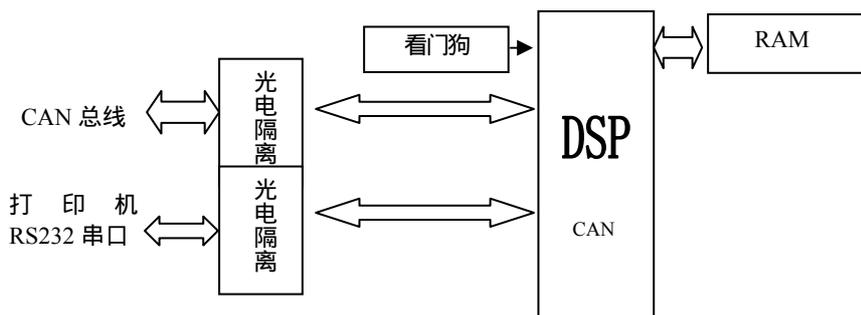
件具有两级看门狗保证系统在异常时能及时复位 ;完善的软硬件自检还能使系统在运行时保证各种参数完好无损 ;整个打印机接口包含 CPU、32kWord RAM、CAN 现场总线通讯电路、电源、RS232 打印串口。

#### 4.1 电源

电源采用交直流两用的开关电源，输入交流 220V 或直流 220V 均可。开关电源输出为两组 5V，一组 5V 用于 CPU 系统，另一组 5V 用于通讯。

#### 4.2 CPU 部分

硬件框图如下：



CPU 部分提供一个 RS232 口和 CAN-BUS 现场总线接口，RS232 接口用于实现与打印机通讯发出打印命令。CAN-BUS 接口接受 CAN 现场总线上各装置的打印指令。

#### 4.3 安装指南

本装置采用 9 针 D 芯头与打印机串行口相连接 ,其串口的以 19200bps ,8-1-n 参数送出。

定义如下：

芯号	信号		方向	内容
2	发送数据	TXD	出	打印盒传送串行数据
3	接收数据	RXD	进	打印盒接收串行数据
4	打印机数据终端准备好	DTR	进	当打印机准备接受数据时为正 当打印机未准备时为负
5	信号地	GND		

打印机部分采用 25 芯 DB 插头串行口其定义如下：

芯号	信号	方向	内容
2	发送数据	出	打印机传送串行数据
3	接收数据	进	打印机接收串行数据
7	信号地		
20	打印机数据终端准备好	出	当打印机准备接受数据时为正 当打印机未准备时为负

CAN 现场总线部分有一个两芯凤凰插头座，用于接 CAN 现场总线的双绞线，接受 CAN 现场总线的信息。

电源部分有一个三芯凤凰插头座，用于接交直流 220V 电源。

#### 4.4 使用说明

安装接线完成后即可运行，打印机与打印机适配器同时上电的情况下，打印机打印：

**LDS-011B 汉化打印机驱动 Ver. 1.0**  
**北京四方立德公司 2003.12**

如先开打印机后开适配器电源，打印机亦打印上面标头。

但先开打印机适配器电源，后开打印机，打印机初始化后，不打印标头，这是正常现象，不会影响任何使用。

## 5 打印功能

### 5.1 打印 CAN 现场总线上的事件报文

打印机自动监听 CAN 现场总线上信息，当装置发生保护动作、告警、压板变位等事件时，打印机自动打印出时间、装置地址、装置类型、事件内容。

### 5.2 打印 CAN 现场总线上的 SOE 报文

当保护装置有 SOE 报文时，打印机自动打印出时间、装置地址、装置类型、SOE 内容。

### 5.3 打印保护装置的定值

当某个装置需要打印定值时，在装置面板上操作向装置的 CPU 板发出请求打印定值命令，保护装置通过 CAN 现场总线向打印机接口发送定值，打印机打印时间、装置地址、装置类型、定值名称及定值和已投入的保护压板。

### 5.4 打印保护压板投退信息

当保护装置某一压板投退时，打印机自动打印时间、装置地址、装置类型、压板名称、投退状态。

### 5.5 打印保护装置的故障录波图；

当保护装置有录波数据时，在装置面板上操作向装置的 CPU 板发出请求打印录波数据命令，保护装置通过 CAN 现场总线向打印机接口发送录波数据，打印机打印录波时间、装置地址、装置类型、各通道的录波曲线，每周打印 32 点采样值。

### 5.6 打印保护和测控装置的采样值

当某个装置需要打印采样值时，在装置面板上操作向装置的 CPU 板发出请求打印采样值命令，保护装置通过 CAN 现场总线向打印机接口发送各采样通道当前一周波的 32 点采样值，打印机打印时间、装置地址、装置类型、各通道 32 点的采样值。

## 十四、LDS-022 规约转换器

### 1 概述

LDS-022 规约转换器是 LDS-2003 变电站综合自动化系统的配套产品，应用于外部智能设备接入 LDS-2003 系统，完成外部智能设备报文转成四方立德 CAN 网报文功能

### 2 技术指标

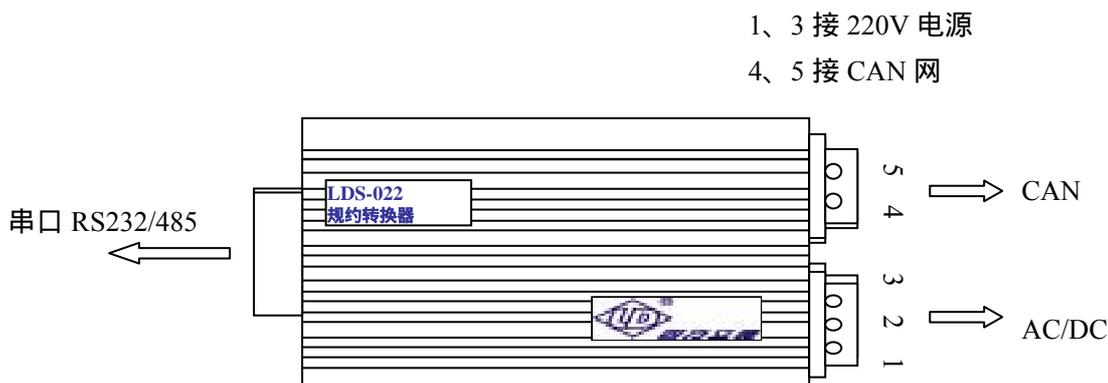
CAN 网接口：1 个，波特率 50K bps 或 100K bps 可选

串口：2 个，其中：串口 1 用于规约转换，其波特率可设定；串口 0 用于设定规约转换器的参数。其参数为 9600，8，n，1

### 3 结构

本装置采用盒式结构，外壳封闭；盒两边接线。

外形尺寸：宽×高×长=70×35×154mm，如下图所示。



图示：LDS-022 装置外形图

### 4 硬件说明

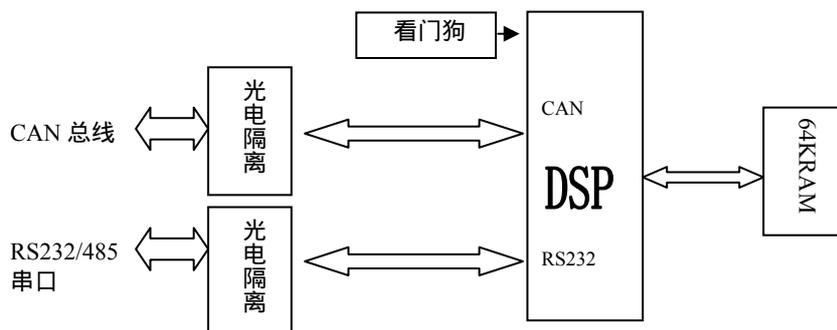
LDS - 022 规约转换器装置采用 56F807 为核心部分的嵌入式数字信号处理器(DSP)构成处理系统，独特的设计和先进的表面贴安装工艺大大提高了系统的可靠性和抗干扰能力；硬件具有两级看门狗保证系统在异常时能及时复位；完善的软硬件自检还能使系统在运行时保证各种参数完好无损；整个规约转换器包含 CPU、CAN 总线通讯电路、电源、RS232 串口。

#### 4.1 电源

电源采用交直流两用的开关电源，输入交流 220V 或直流 220V 均可。开关电源输出为两组+5V，一组+5V 用于 CPU 系统，另一组+5V 用于通讯。

#### 4.2 CPU 部分

硬件框图如下：



CPU 部分提供两个 RS232 口和一个 CAN—BUS 现场总线接口，其中一个 RS232 接口用于实现与 PC 机通讯用于参数设定，另一个串口将所需报文输入或输出。

### 4.3 安装指南

#### (1) 9 芯串口

在 9 芯串口中包含两个串口，即串口 1 与串口 0，其中串口 1 可选择为 RS485 或 RS232，跳线如下：

串口选择	TXD	RXD
RS485	2-3 短路	2-3 短路
RS232	1-2 短路	1-2 短路

#### 9 芯串口定义

管脚号	描述	备注
1		
2	串口 1 接收/A	选择 RS232 时为串口 1 收发 选择 RS485 时为 A、B
3	串口 1 发送/B	
4		
5	串口 1 地	
6	串口 0 接收	串口 0 只有 RS232 接口
7	串口 0 发送	
8		
9		

一般串口 1 用于规约转换，串口 0 用于参数设定，可用专用的设定软件对规约转换器进行配置

## (2) CAN 网线

CAN 网部分配有一个两芯凤凰插头座 ,用于接 CAN 网的双绞线 ,接受 CAN 网的信息 , CAN 网的波特率可通过跳线选择

JP302	定义
短路	100K
断开	50K

两芯凤凰插头座定义 :

CAN	定义
1	+
2	-

注 : 在 CAN 网的末端需接 120  $\Omega$  电阻 , 同时 CAN 网线有正负之分  
电源部分分配有一个三芯凤凰插头座 , 用于接交直流 220V 电源

## 5 运行与维护

LDS-022 装置将其它外部智能设备的报文通过 RS232/RS485 接收 , 通过 CPU 转化为四方立德的 CAN 报文 , 发送到 CAN 网。每一种外部智能设备需厂家提供规约文本单独编程。装置运行过程中应注意以下几点 :

- 1、如通讯不正常 , 应检查 CAN 网的正负极性接的是否正确 , 如 LDS-022 在 CAN 网末端看网络上是否接上了匹配电阻。
- 2、当装置接到系统中 , 通入电源 , 运行灯应闪烁 ( 1 秒 1 次 )。
- 3、如 CAN 有数据时 , CAN 网通讯灯应闪动 , 串口灯也应闪动。
- 4、在运行中 , 严禁带电插拔装置各接口。

## 十五、LDS-031 规约转换器

### 1 概述

LDS-031 规约转换器是变电站综合自动化及配网自动化在通讯方面的配套产品，支持本公司的 LDS-2003 和 LDS-2003M 系列保护设备；其基本功能是：完成 CAN 网上各设备报文的接收，转换为兼容 CSC2000 规约的报文，通过以太网上送当地监控主站或远动主机；同时，对监控主站或远动主机下传的 CSC2000 格式报文进行转换，发送给相应的 CAN 网设备。

### 2 技术指标

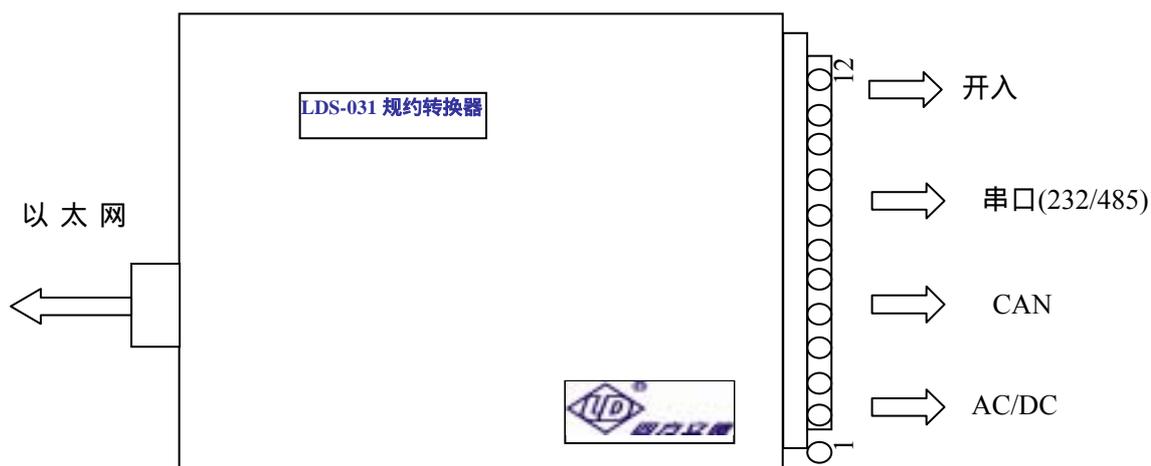
CAN 网接口：1 个，波特率 50K bps

以太网接口：1 个

### 3 结构

本装置采用盒式结构，外壳封闭；盒两边接线。

外形尺寸：宽×高×长=100×47×153mm，如下图所示。



图示：LDS-031 装置外形示意图

### 4 硬件说明

LDS-031 CAN 转以太规约转换器是为我公司 CAN 网内部规约专门设计的 CAN 网信息送至 PC 的专用适配器，该装置采用美国 TI 公司 32 位高性能嵌入式数字信号处理器 TMS320F2812 为核心部分构成处理系统，独特的设计和先进的表面贴安装工艺大大提高了系统的可靠性和抗干扰能力；硬件具有两级看门狗保证系统在异常时能及时复位；完善的软硬件自检还能使系统在运行时保证各种参数完好无损；整个规约转换器包含 CPU、CAN 总线通讯电路、电源、RABBIT3000 功能模块。

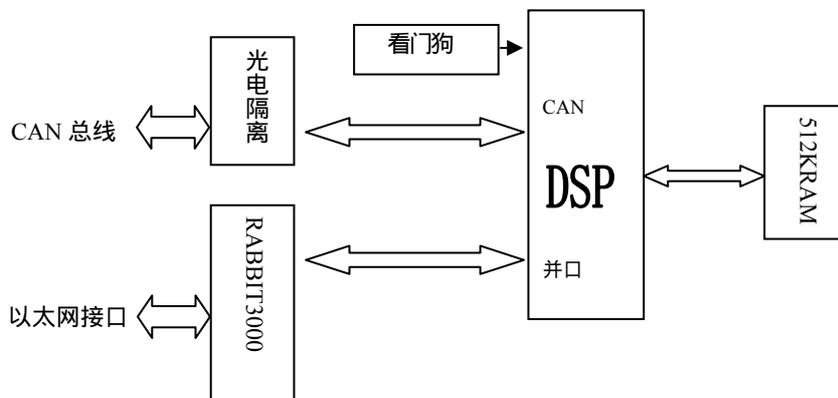
#### 4.1 电源

电源采用开关电源，输入 220V（交/直流）。开关电源输出为一组+5V，通讯部分的

电源由电源芯片提供电源，实现内外隔离。

#### 4.2 CPU 部分

其硬件框图如下：



CPU 部分提供一个并口和一个 CAN 现场总线接口，并口与 RABBIT3000 功能模块通讯，并通过其以太网口实现与 PC 机通讯。

## 5 安装指南

### ➤ 以太网线

RJ45 以太网线,如与电脑网卡直接相连需做成对等网线，以太网口的 IP 地址为 192.168.1.144,发送端口号为 1888 ,接收端口号为 1889 ,录波的发送端口号为 1886 ,录波接收端口号为 1887

### ➤ CAN 网线

CAN 网部分用于接 CAN 网的双绞线，接受 CAN 网的信息，CAN 网的波特率为 50K bps。

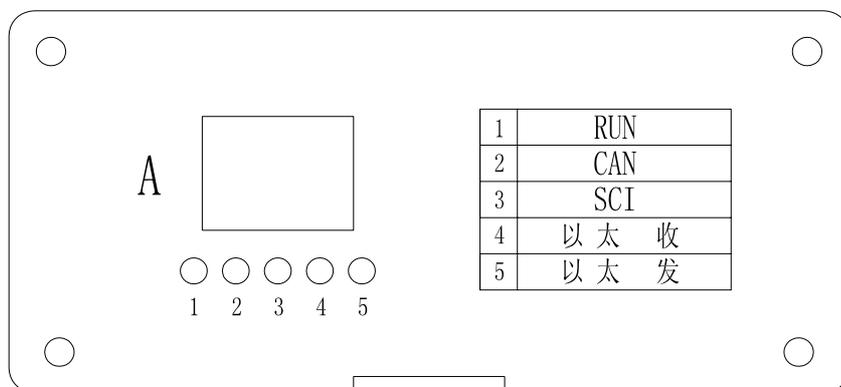
注：在 CAN 网的末端需接 120 电阻，同时 CAN 网线有正负之分

## 6 运行与维护

- 如通讯不正常，应检查 CAN 网的正负极性接的是否正确，在 CAN 网上是否网络匹配电阻。
- 当装置接到系统中，通入电源，运行灯应闪烁。
- 如 CAN 有数据时，CAN 网通讯灯应闪动。
- 在运行中，严禁带电插拔装置各接口。

## 7 附录

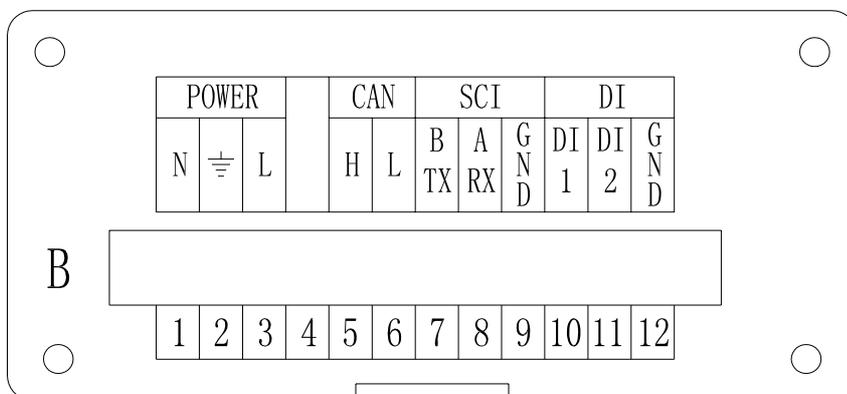
### (一) 侧面板 A 端子图



A 为以太网接口。

灯序号	含义
1	RUN, 装置正常运行标志 (1 秒闪动一次)
2	CAN, CAN 网络数据收发标志 (如闪动表示 CAN 网有数据)
3	SCI, 串口数据收发标志
4	以太网收, 如点亮表示 LDS-031 以太有数据接收
5	以太网发, 如点亮表示 LDS-031 以太有数据发出

### (二) 侧面板 B 端子图



端子号	含义	端子号	含义
1	220V 电源 (交直流均可)	7	TX, 备用串口发送端
2		8	RX, 备用串口接收端
3	220V 电源 (交直流均可)	9	GND, 备用串口地
4		10	DI1, 备用开入 1
5	CANH, CAN 网络正端	11	DI2, 备用开入 2
6	CANL, CAN 网络负端	12	GND, 外部 24V 地 (备用开入用)

## 十六、LDS-041 网络协议转换器

### 1 概述

LDS-041 网络协议转换器是 LDS-2003 变电站综合自动化系统及 LDS-2003M 配网自动化系统的配套产品,基本功能是:将 CAN 网上各设备报文转换为兼容 CSC2000 规约的 LON 网报文,通过 LON 网接入 CSC2000 综合自动化系统,并可对监控主站或远动主机下传的 CSC2000 格式报文进行转换,发送给相应的 CAN 网设备。

### 2 技术指标

CAN 网接口: 1 个, 波特率 100K bps

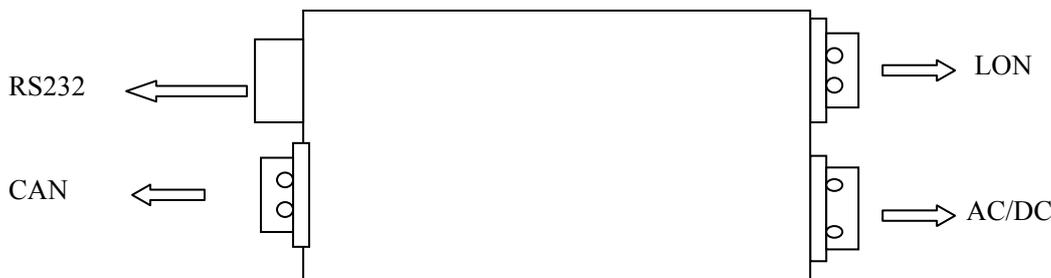
LON 网接口: 1 个, 通讯速率 78K bps

设置串口: 1 个, 用于参数设置, 其通讯参数为 9600,8-1-n

### 3 结构

本装置采用盒式结构, 外壳封闭; 盒两边接线。

外形尺寸: 宽×高×长=100×47×153mm, 如下图所示。



图示: 网络协议转换器外形图

### 4 硬件说明

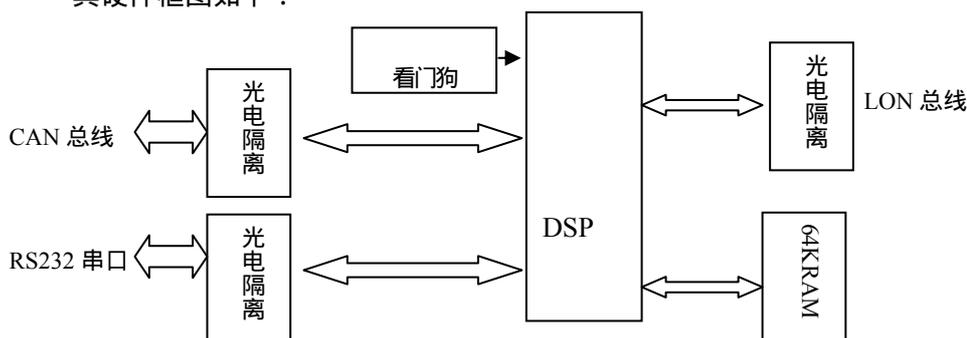
LDS-041 是为了与 LON 网装置兼容性而设计的 CAN 网向 LON 网进行协议转换的装置, 该装置采用 DSP56F807 为核心部分的嵌入式数字信号处理器 (DSP) 构成处理系统, 独特的设计和先进的表面贴安装工艺大大提高了系统的可靠性和抗干扰能力; 硬件具有两级看门狗保证系统在异常时能及时复位; 完善的软硬件自检还能使系统在运行时保证各种参数完好无损; 整个转换器包含 CPU、外扩 RAM、CAN 总线通讯电路、LON 总线通讯电路、电源、RS232 设置串口。

#### 4.1 电源

电源采用交直流两用的开关电源, 输入交流 220V 或直流 220V 均可。开关电源输出为两组+5V, 一组+5V 用于 CPU 系统, 另一组+5V 用于通讯。

#### 4.2 CPU 部分

其硬件框图如下:



CPU 部分提供一个 RS232 口、一个 CAN 现场总线接口和 LON 现场总线接口，其中 RS232 接口用于实现参数设置，CAN 接口收发 CAN 网报文，LON 接口收发 LON 网报文，在 DSP 中对数据进行处理。

## 5 功能描述

### 5.1 地址分配

LDS-041 网络协议转换器的四遥点号按地址分配各遥测点号、遥信点号、遥控点号遥脉点号。装置地址从设置软件设定的源地址开始，连续地址分配，最大地址为起始地址加 16，最多可接 16 个装置。每个装置的遥测点数为 16 个、遥信点数为 32 点、遥控点数 8 点、遥脉点数 2 点。每一类型装置的遥测点、遥信点、遥脉点、遥控点是固定的。对于测控装置它占用两个连续地址，遥测为 32 个，遥信为 64 个，遥控点数 8 点。

### 5.2 报文转换列表

操 作	LON 网报文	CAN 网报文
遥控	收到 1E 报文	转发 04 报文
	转发 3C 报文	收到 24 报文
	收到 1A 报文	转发 05 报文
	转发 15 或 26 报文	收到 25 报文
遥测	转发 30 报文	收到 3A、3D 报文
遥信	转发 30 07 报文	收到 3C 报文
SOE	转发 30 10 报文	收到 22 报文
电度	转发 30 0A 报文	收到 3E 报文
事件（保护）报文	转发 27 报文	收到 63 11 报文
告警报文	转发 28 报文	收到 63 22 报文
事件报文	转发 28 报文	收到 63 11 报文
下传固化定值	收到 89 报文	转发 07 报文（暂存数据）
	转发 B3 报文	收到 27 报文（取暂存数据）
	收到 1E 63 报文 返送 3C 报文	
	收到 1A 63 报文	转发 08 报文（暂存数据）
	收到 26 和 15 报文	转发 28 报文（取暂存数据）
读定值	收到 23 16 报文	转发 09 报文
	转发 33、B3 报文	收到 29 报文
调版本	收到 23 06 报文	转发 46 报文
	转发 33 09 报文	收到 66 报文
调采样值	收到 23 07 报文	转发 4E 报文
	转发 33 09 报文	收到 6E 报文

## 6 运行与维护

LDS-041 装置在运行使用过程中应注意以下几点：

- 如通讯不正常，应检查 CAN 网的正负极性接的是否正确，另 LDS-041 在 CAN 网末端看网络上是否接上了匹配电阻。
- 当装置接到系统中，通入电源，运行灯应闪烁（1 秒 1 次）。
- 如 CAN 有数据时，CAN 网通讯灯应闪动，串口灯也应闪动。
- 在运行中，严禁带电插拔装置各接口。

## 十七、LDS-1310 网络信息管理与控制装置

### 1 概述

LDS-1310 网络信息管理与控制装置是变电站综合自动化系统中一种新型的网络信息管理装置，简称网络信息管理机，主要用于 LDS-2003 变电站综合自动化等系统数据通信，也适用于其他需要通讯接口转换的应用。

### 2 功能特点

本装置将 CAN 现场总线通信转化为以太网或 RS-232、RS-485 通信方式，以便与其它设备或调度部门之间进行实时的数据交换；同时完成 CAN 现场总线上所有测量、控制、保护、信号等数据汇总工作。以 RS-232、RS-485 或以太网通信方式传输，可与调度系统按相关通讯规约连接，构成分散式 RTU 系统。

LDS-1310 采用性能卓越的工业级 32 位 CPU，使用通用性强、稳定的嵌入式 WinNT 操作系统，具有配置灵活、易于扩展、适用规约多、调试维修方便等优点，装置运行稳定、功能可靠、易于掌握。

装置具有以下特点：

- 拥有高性能的硬件。采用工业级 32 位 CPU 及工业级 104 体系，不但功能强大，而且性能稳定、易于扩展。
- 接口丰富，容易扩展。LDS-1310 采用 CAN 现场总线连接技术，可管理多达 128 个保护测控设备，同时具有 8 个（4 或 8 可选）串口（可设定为 RS-485 或 RS-232 方式），可与调度端或智能电力测控设备连接，本装置具有 2（1 或 2 可选）个以太网口，用以连接当地监控或调度端。
- 选用 128M 电子盘装载稳定且易用的嵌入式 WinNT 操作系统，稳定可靠。
- 支持多种通讯协议。与智能电力测控设备之间可以通过 MDL/T634-1997(IEC60870-5-101)、DL/T667-1999(IEC60870-5-103)、DL/T634.5104-2002(IEC60870-5-104)、DNP3.0、 $\mu$ 4F、8890CDC-TYPEII、FERRANTIVAN-COMM、POLLING、部颁 CDT、SC1801、MODBUS 等各种规约同调度系统相连。多种通讯规约可同时运行。
- 软件模块化设计，规约组态灵活方便。LDS-1310 的软件按照模块化设计，并可根据用户的要求提供特性配置，满足用户的需要。
- 调试简单，界面友好。由于采用大家熟悉的 WINDOWS 操作系统--嵌入式中文操作系统 WinNT，所有软件都基于此操作系统开发，中文界面，窗口操作，不但易于操作而且软件通用性强。
- 支持双机冗余设计。采用双机热备，通过实时数据库实现各种信道及管理机的热备，安全可靠。
- 宽带宽，保障系统实时性。CAN 现场总线具有可靠高效的特点，总线速度可以设定为 20K~1M，以太网的速度为 10M，可满足大容量信息传输的要求。

### 3 技术数据

#### 3.1 工作电源

电压：AC/DC220 V；

频率：50.0 Hz；

功耗：整机不大于 8 W。

### 3.2 RS-232 端口

速率：300、600、1200、2400、4800、9600、19200、57600、115200；  
光电隔离输入输出。

### 3.3 RS-485 端口

速率：300、600、1200、2400、4800、9600、19200、57600、115200；  
最大传输距离：1.2 km；  
光电隔离输入输出。

### 3.4 CAN 接口

速率：20K~1M；  
最大传输距离：5.0 km；  
误码率： $<10^{-19}$ ；  
光电隔离输入输出。

### 3.5 以太网端口

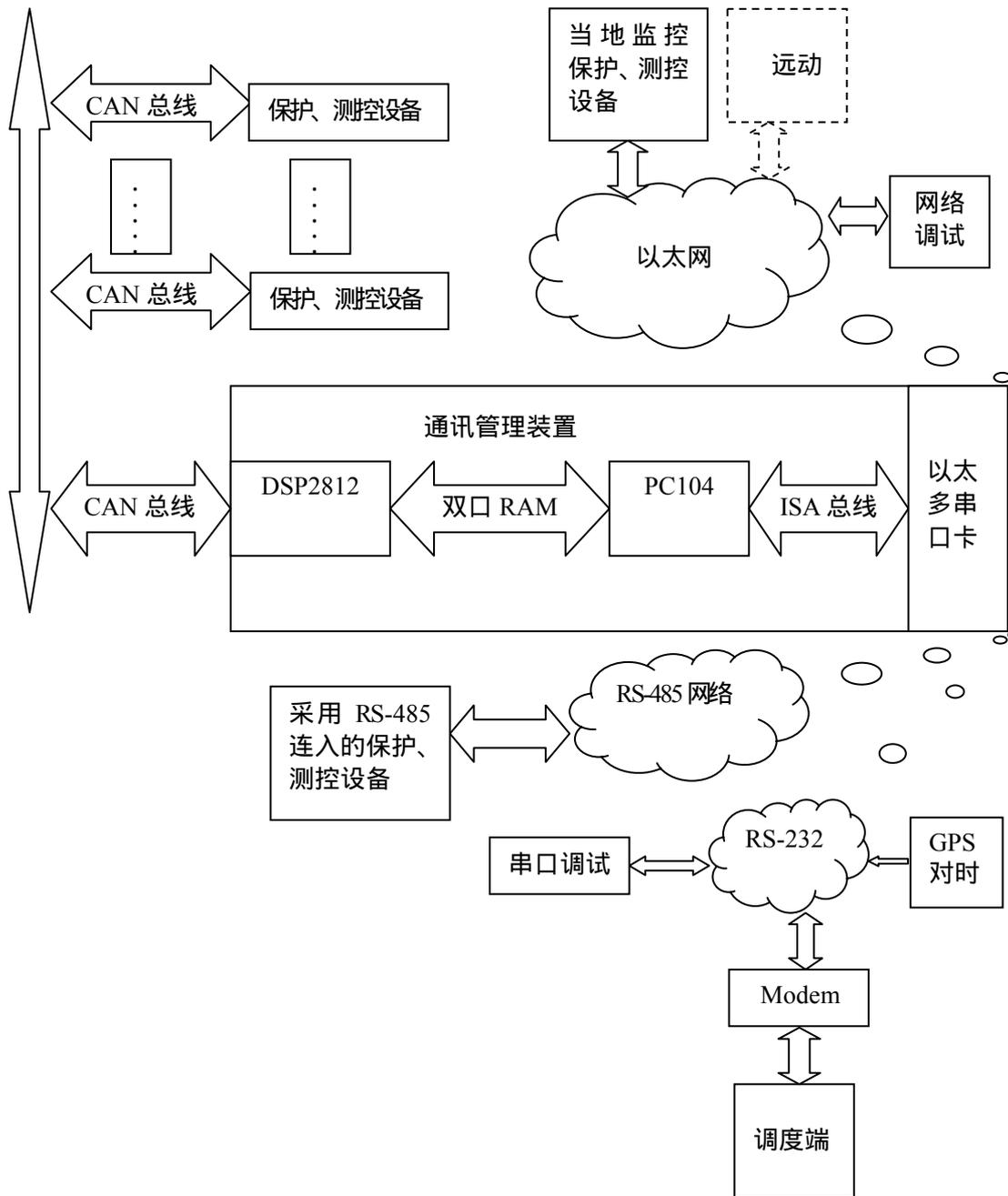
速度：10 兆；  
接口：(a)双绞线以太网接口：标准 10BASE-T，RJ45 接口；  
(b)光纤式以太网接口：标准 10BASIC-FL，850nm 多模光纤，ST 接口

### 3.6 告警继电器和故障继电器输出

在电压不超过 250V，电流不超过 0.5A，时间常数为  $5 \pm 0.75\text{ms}$  的直流有感回路中，装置输出触点的断开容量为 50W，长期允许接通电流不超过 5A。

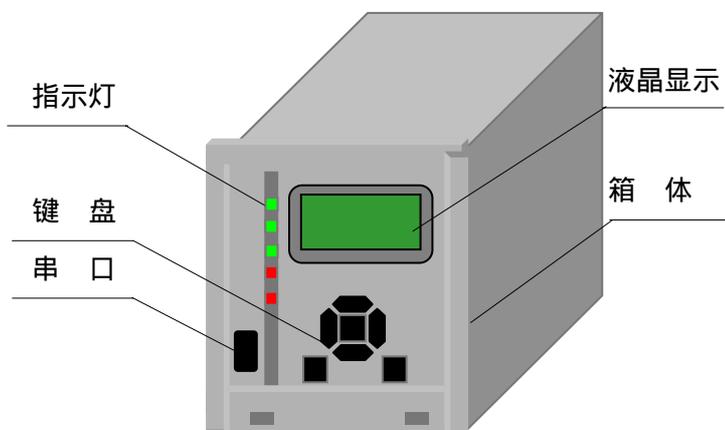
## 4 硬件原理

### 4.1 硬件功能原理图



## 4.2 装置前面板指示灯说明

装置示意图如下所示



### 4.2.1 面板指示灯

面板共有 5 个灯，均由 CPU 控制输出，定义如下：

- (1) CPU1 的运行灯 (绿色) 正常时每秒闪烁一次
- (2) CPU2 的运行灯 (绿色) 正常时每秒闪烁一次
- (3) CAN 网运行灯 (绿色) 正常时每秒闪烁一次
- (4) 告警 (红色)
- (5) 备用 (红色)

### 4.2.2 液晶显示

➤ 主菜单：



时钟：可修改装置时钟

PC 通讯：计算机与装置通讯切换

版本：调取面板和 CPU 板的软件版本号

关于：关于本公司的信息

➤ 正常显示

正常运行时循环显示如下内容：

显示 8 个串口、2 个以太的通讯状态，(有小灯闪烁即为正在通讯)

显示 CAN 网在线装置地址

显示 CPU 的告警信息

### 4.3 装置插件说明

装置插件示意图如下所示：

1 电 源	2 以 太 串 口 卡 1	3 以 太 串 口 卡 2	4 主 控 板
-------------	---------------------------------	---------------------------------	------------------

➤ 主控板：

主控板是由工业 32 位 DSP2812 和工控 PC104 单板电脑及其周边元器件构成。DSP2812 主要负责收集 CAN 现场总线上的装置信息，然后把收集的信息传送给 PC104，并负责把 PC104 发来的信息下发到各装置。PC104 主频不低于 300M，采用低功耗 CPU，整个系统发热量很小，不需要风扇散热，操作系统采用嵌入式 Windows NT，各项规约都用组态的形式封装在 Windows NT 系统下，用户可灵活配置。另外此板还设有调试串行口，供组态调试用。

➤ 以太串口卡：

本装置可设有多块以太串口卡，每块以太串口卡有一个以太网端口和四个串行端口，每个串口均可设定工作模式（RS-232/485）；以太网口用于接入当地监控机，还可以接入需要网络连接的保护、测控设备及用以太网方式完成的远动通信，还可接入调试机，用于现场调试。串口主要连接 RS-232/485 设备，还可以连接 Modem 与远方通信。

## 5 系统配置

系统配置的拓扑结构如下所示：

