



LDS-161 数字式线路保护装置

使用说明书

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

二零零六年八月

LDS-161 数字式线路保护装置

使用说明书

编制：司玲玲，郑巍，唐志远

校核：董志平

审定：刘 全

版本号：V1.0

文件代号：0LD• 462• 011

出版日期：2006-08

目 录

1. 装置简介	1
2. 技术指标	2
2.1. 额定工作电源.....	2
2.2. 额定交流数据.....	2
2.3. 交流回路过载能力.....	2
2.4. 功率消耗.....	2
2.5. 出口触点.....	2
2.6. 主要技术数据.....	2
2.7. 绝缘性能.....	5
2.8. 冲击电压.....	5
2.9. 抗干扰能力.....	5
2.10. 机械性能.....	5
2.11. 环境条件.....	5
3. 装置结构	5
4. 装置硬件	6
4.1. 装置命名规则.....	6
4.2. 装置重量.....	6
4.3. 硬件说明.....	6
5. 保护原理	13
5.1. 保护启动.....	13
5.2. 工频变化量距离继电器元件 (ΔZ 继电器).....	14
5.3. 距离继电器元件.....	15
5.4. 振荡闭锁元件.....	19
5.5. 相继速动功能.....	20
5.6. TV断线后两段式过流保护功能.....	21
5.7. 零序电流保护功能.....	22
5.8. 三相一次重合闸.....	23
5.9. 合闸后加速功能.....	24
5.10. 过负荷保护功能.....	25
5.11. 低周减载功能.....	25
5.12. 故障录波功能.....	27
5.13. 系统实时自检功能.....	27
5.14. 装置实时自检功能.....	28
5.15. 装置的选相方案.....	29
5.16. 开关量输入.....	29

6. 安装调试	29
6.1. 对测试仪器的要求.....	29
6.2. 装置的一般检验.....	29
6.3. 主要定值整定说明.....	30
6.4. 定值校验.....	32
7. 运行维护	34
7.1. 装置投运前检查.....	34
7.2. 保护动作信号.....	34
7.3. LCD显示.....	34
7.4. 运行与维护.....	34
8. 贮存保修	34
8.1. 产品包装.....	34
8.2. 贮存条件.....	35
8.3. 保修时间.....	35
9. 供应成套性	35
9.1. 随产品供应的文件.....	35
9.2. 随产品供应的配套件.....	35
10. 订货须知	35
11. 附录	36
11.1. 附录 1: LDS-161 遥信说明.....	36
11.2. 附录 2: LDS-161 遥测说明.....	37
11.3. 附录 3: LDS-161 遥控说明.....	37
11.4. 附录 4: LDS-161 控制字说明.....	38
11.5. 附录 5: LDS-161 软压板清单.....	40
11.6. 附录 6: LDS-161 定值清单.....	40
11.7. 附录 7: LDS-161 配置清单.....	42
11.8. 附录 8: LDS-161 通道系数定义.....	44
11.9. 附录 9: LDS-161 开入说明.....	45
12. 附图	46
12.1. 附图 1: LDS-161 AC板原理图.....	46
12.2. 附图 2: LDS-161 I/O板原理图.....	47
12.3. 附图 3: LDS-161 操作回路原理图.....	48
12.4. 附图 4: LDS-161 端子定义.....	49

1. 装置简介

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。

装置满足变电站综合自动化系统的要求。

装置主要特点：

- 先进的设计理念保证了装置的优良性能；
- 采用 DSP 和串行的 14 位 A/D 同步采样技术；
- 软硬件设计标准化、模块化，便于现场维护和装置功能的升级；
- 灵活的通讯方式：可选的现场总线（CAN-BUS）或以太网通讯方式。
- 完善的硬件实时自检功能。

保护功能配置：

- 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/ Δ 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、合闸压力闭锁告警、

跳闸压力闭锁告警、隔离检修功能；

- 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 LDS-2003 变电站综合自动化系统通讯，可完成远方监视、控制和操作功能。

2. 技术指标

2.1. 额定工作电源

- DC 220 V 或 DC110V（默认 DC 220V，如需 DC 110V 订货时注明）。

2.2. 额定交流数据

- 额定交流电流 I_n : 5A 或 1A（默认 5A，如需 1A 订货时注明）；
- 额定交流相电压 U_n : $100/\sqrt{3}$ V；线电压 U_n : 100V；线路抽取电压 100V 或 $100/\sqrt{3}$ V；
- 频率 f_n : 50Hz。

2.3. 交流回路过载能力

- 施加 $1.2U_n$ 装置可持续工作；
- 施加 $2I_n$ 装置可持续工作；
- 施加 $10I_n$ 持续 10s；
- 施加 $40I_n$ 持续 1 s 后无绝缘损坏。

2.4. 功率消耗

- 直流回路不大于 15W；
- 交流回路不大于 0.5VA/相。

2.5. 出口触点

在电压不超过 250 V，电流不超过 0.5A，时间常数为 5 ± 0.75 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 5 A。

2.6. 主要技术数据

2.6.1. 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: $0.08I_n \sim 20 I_n$ (I_n 为 TA 二次额定值，未注明均为 5A)。

2.6.2. 动作时间误差

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

2.6.3. 动作误差

- 电流电压动作误差：≤±3%或±0.02In（Un）；
- 距离元件动作误差：≤±3%或±0.01Ω，暂态超越≤±5%；
- 测距误差：±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：≤±3°；
- 检同期角度误差：≤±3°；
- 频率动作误差：≤±0.02Hz。

2.6.4. 距离保护元件

2.6.4.1. 动作值

- 整定范围：0.02Ω～25Ω（相间 IV 段为 30Ω）；
- 整定级差：0.01Ω。

2.6.4.2. 动作时间

- 整定范围：0.0～9.99s；
- 整定级差：0.01s。

2.6.5. 零序保护元件

2.6.5.1. 动作值

- 整定范围：0.1In～20In；
- 整定级差：0.01A。

2.6.5.2. 动作时间

- 整定范围：0.0～9.99s；
- 整定级差：0.01s。

2.6.6. 过电流保护元件

2.6.6.1. 动作值

- 电流整定范围：0.1In～20In；
- 整定级差：0.01A。

2.6.6.2. 动作时间

- 整定范围：0.0 ~ 9.99s;
- 整定级差：0.01s。

2.6.7. 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° 。

2.6.8. 低周减载功能

2.6.8.1. 低周频率

- 整定范围：46~50 Hz;
- 整定级差：0.01 Hz。

2.6.8.2. 低压闭锁低周电压定值

- 整定范围：30V~100V;
- 整定级差：0.1V。

2.6.8.3. 低周减载动作时间

- 整定时间：0.1 ~20.00s;
- 整定级差：0.01s。

2.6.8.4. 低周减载滑差 $\Delta F/\Delta T$

- 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 $\pm 5\%$ 。

2.6.9. 低压减载功能

2.6.9.1. 电压定值

- 整定范围：10V~100V;
- 整定级差：0.1V。

2.6.9.2. 低压减载动作时间

- 整定时间：0.1 ~20.00s;
- 整定级差：0.01s。

2.6.9.3. 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。

2.7. 绝缘性能

2.7.1. 绝缘电阻

- 装置所有电路与外壳之间绝缘电阻在标准实验条件下，不小于 100MΩ。

2.7.2. 介质强度

- 装置所有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，而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%。

2.8. 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。

2.9. 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 IV 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 III 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 IV 级的快速瞬变干扰试验。

2.10. 机械性能

- 工作条件：装置能承受严酷等级为 1 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 1 级的振动耐久、冲击耐久及碰撞检验。

2.11. 环境条件

- 环境温度
 - 工作：-10℃ ~ +50℃；
 - 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：不大于 95%，无凝露；
- 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。

3. 装置结构

本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，外形及开孔如下图 3-1 和图 3-2 所示，端子具体定义见附图 4。

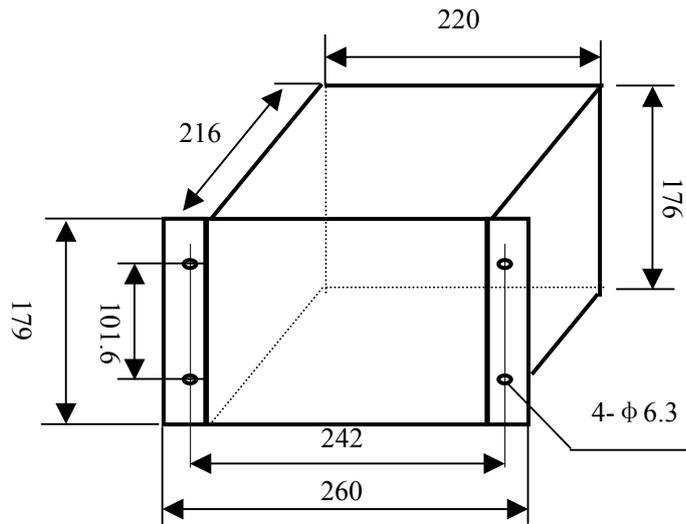


图 3-1 箱体结构图

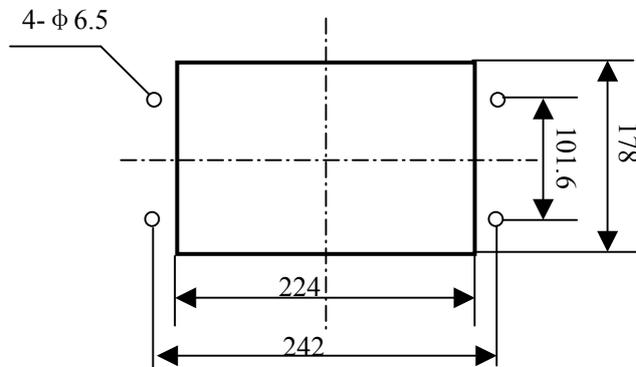
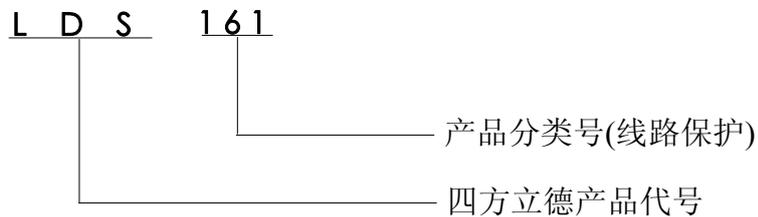


图 3-2 开孔尺寸图

4. 装置硬件

4.1. 装置命名规则



4.2. 装置重量

- 装置净重 5 千克。

4.3. 硬件说明

本装置包括 5 个功能插件，从左到右依次为交流插件、DSP 插件、电源插件、出口插件、操作插件；另外有人机对话的 MMI 板和背板。

4.3.1. 交流插件

交流插件上共有 10 个模拟量输入变换器，用于将二次交流信号（三相电压、三相电流、零序电流、一个邻线电流、零序电压、一个线路侧电压）隔离变换为小电压信号，在 DSP 插件上经调整后输入到 A/D，交流插件的原理图如附图 1 所示。

4.3.2. DSP 插件

DSP 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，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；用具有多重写闭锁功能的串行 E²PROM 保存定值、系数和配置，确保这些参数不被误修改；模数转换采用转换精度为 14 位，转换时间约 5 μ s，除 2 个通道用于电压自检，其余 14 个通道用于对外部输入量的模数转换；有 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 个出口命令）；DSP 通过 RS232 口与液晶 MMI 板通讯，并通过 CAN-BUS 或以太网通讯与上位管理机交换数据。

4.3.3. 出口插件

出口插件接收 DSP 下发的命令并完成控制命令的输出，该插件共有十一个独立的命令输出，其中有二个配有信号继电器，完成信号灯指示和信号输出实现与常规变电所的信号配合。装置故障或失电时该插件装置故障继电器返回发出装置故障信号，详见附图 2 所示。

4.3.4. 电源插件

电源插件采用 220V（110V 可选）交直流两用的开关电源，可输出 +5V/3A、 \pm 12V/0.2A、+24V/0.2A。其中 +5V 用于 DSP 系统、 \pm 12V 用于 A/D 采集部分、24V 用于开入和开出量。

4.3.5. 操作回路插件

该插件接收来自出口插件的控制命令，完成操作机构的跳闸、合闸操作及防跳跃功能；实现压力异常告警及压力降低闭锁跳合闸功能；控制回路断线后，发控制回路断线信号。原理图见附图 3 所示。

4.3.6. 人机对话板（MMI 板）使用说明

本装置设计为便捷的键盘操作和 160 \times 80 汉化液晶显示，为用户提供了友好的使用界面。用户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。此外，系统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。

4.3.6.1. 键盘功能

-  键：命令菜单选择，显示光标上移或数字“加”，以下简称“上移”键；
-  键：命令菜单选择，显示光标下移或数字“减”，以下简称“下移”键；
-  键：显示光标左移，以下简称“左移”键；
-  键：显示光标右移，以下简称“右移”键；
-  键：命令退出，返回上级菜单，以下简称“退出”键；
-  键：命令菜单或数据确认，以下简称“确认”键。
-  键：复归按钮，以下简称“复归”键。

4.3.6.2. 工作界面

模块上电后即点亮工作界面，在没有用户操作也没有故障告警情况下该画面保持 2~3 分钟，然后转入循环显示工作界面（图 5-0）。

按“确认”键可由该界面进入用户操作界面；有故障出现时从循环显示工作界面进入故障告警界面。

4.3.6.3. 用户操作界面

- 用户操作界面是一个多级菜单结构，从静态工作界面按“确认”键首先进入主菜单（图 5-1）；在主菜单按“退出”键或一分钟无操作，便可从用户操作界面回到静态工作界面。
- 主菜单有七个选项，可通过按“上移”键或“下移”键在其中作循环选择，手型标志的位置标示了所选的项；选好项后按“确认”键便进入相应项的下级内容。

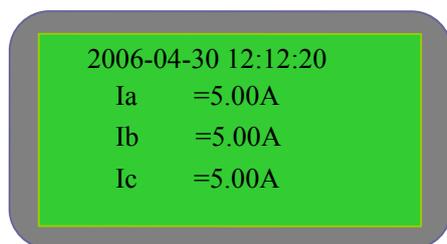


图 5-0

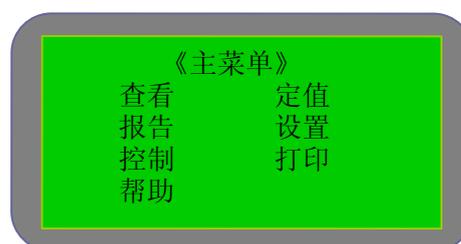


图 5-1

- 查看：包括刻度、开入、压板、状态。可通过按“上移”键或“下移”键循环选择；也可按“退出”键退回到主菜单，如图 5-1-1。选择“刻度”进入图 5-1-2 界面，按“上移”键或“下移”键可查看各测量值，计算值；选择“开入”进入图 5-1-3 界面，查看各开入状态；选择“压板”进入图 5-1-4 界面，查看各软压板状态；选择“状态”进入 5-1-5 界面，可以查看“事故状态”、“告警状态”、“装置故障”，分别与全遥信中的遥信点相对应，选择“事故状态”，进入 5-1-6 界面，其他状态信息与事故状态类似。

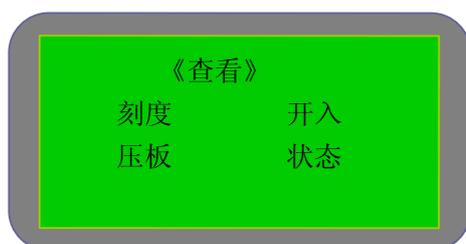


图 5-1-1



图 5-1-2



图 5-1-3

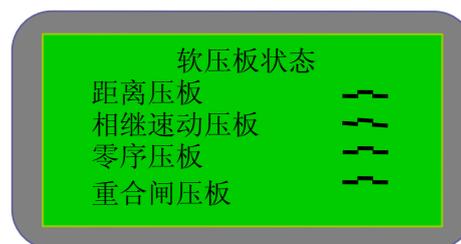


图 5-1-4

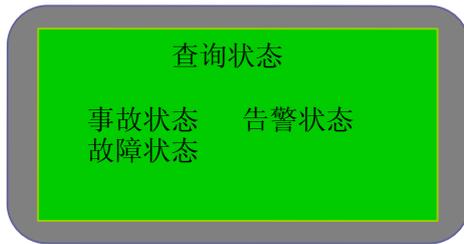


图 5-1-5

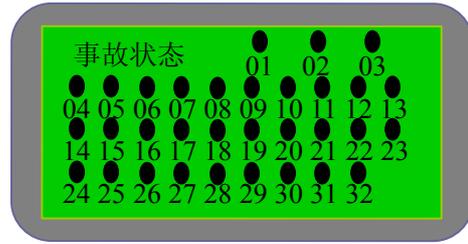


图 5-1-6

- 定值：在主菜单选择“定值”可用于阅读和修改定值。鉴于数据的重要性，在固化定值之前需要输入密码 8888。选择定值菜单，进入图 5-2 界面，可通过按“上移”键或“下移”键在其中循环选择，选择后按“确认”键进入该项下级菜单；按“退出”键回到前一级菜单。



图 5-2

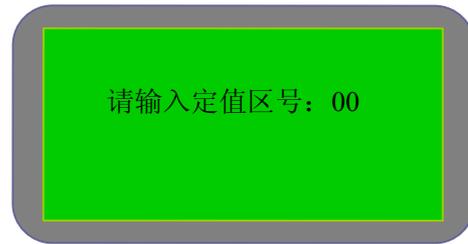


图 5-2-1A

- 1) 定值修改：在定值菜单中选择“定值修改”进入定值修改界面，如图 5-2-1A，用户可输入定值区号，输入方法如下：用下划线“_”标注编辑位，编辑位的值可通过按“上移”键或“下移”键改变。输入结束后按“确认”键确认。（其它数据的输入方法与此相同，此处不再一一说明）。定值区号输入确认后进入各定值修改界面，如图 5-2-1B 所示，通过按“上移”键或“下移”键修改各定值。按“退出”键回到定值菜单。

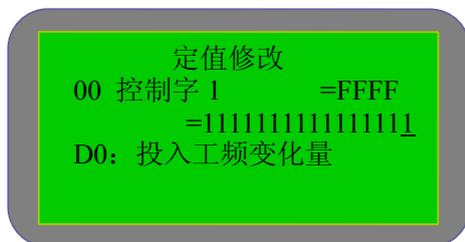


图 5-2-1B

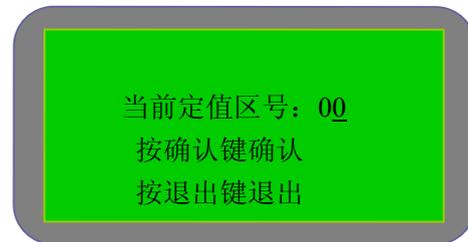


图 5-2-2

- 2) 切定值区：在定值菜单中选择了“切定值区”进入定值区切换界面，如图 5-2-2，可以改变当前定值区号，确认后要求输入密码 8888。

- 报告：在主菜单选择“报告”，进入报告界面，如图 5-3。有三个选项：MMI 报告（面板中保存的报文）、CPU 报告（CPU 中保存的报文）、删除（删除面板中保存的报文）。选择“MMI 报告”，屏幕界面如图 5-3-1，按“上移”键或“下移”键选择相应的报文，按“确认”键查看该条报文，如图 5-3-1A 所示，按“左移”键“右移”键查看上一条或下一条报文，按“上移”键“下移”键翻页报文。选择“CPU 报告”，屏幕界面见图 5-3-2，选择相应类型的报告后，进入图 5-3-2 A，选择报告编号，按“确认”键进入报告显示，选择“删除”，屏幕界面见图 5-3-3。确认需输入密码 9876。



图 5-3

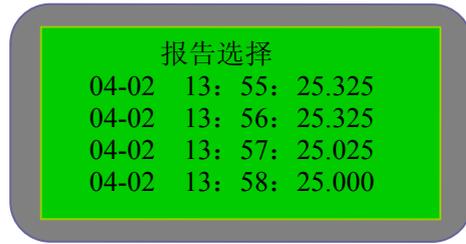


图 5-3-1

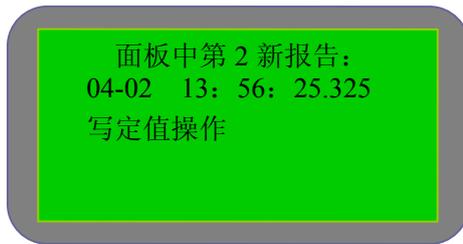


图 5-3-1A



图 5-3-2

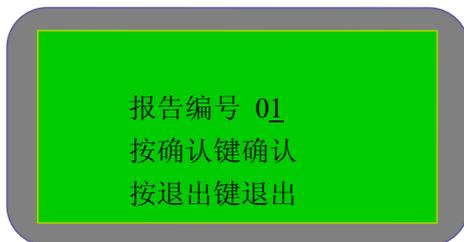


图 5-3-2A

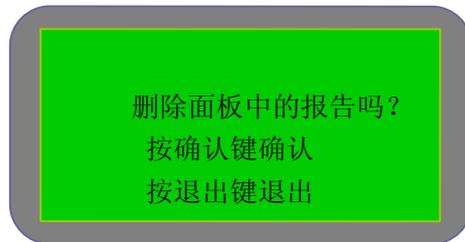


图 5-3-3

➤ 设置：在主菜单选择“设置”，进入图 5-4 所示界面。

1) 时钟修改：在“设置”中选择“时钟修改”，进入图 5-4-1 所示界面，用下划线“_”标注编辑位，按“左移”键“右移”键改变编辑位的位置，编辑位的值可通过按“上移”键或“下移”键改变，输入结束后按“确认”键确认。

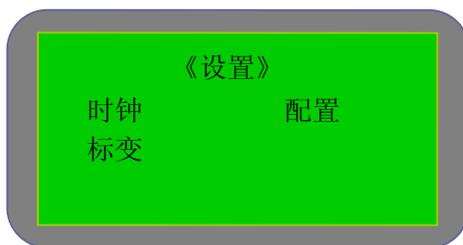


图 5-4



图 5-4-1

2) 配置：在“设置”中选择“配置”，进入图 5-4-2 所示界面，修改配置方法与修改定值相同，固化配置的密码为 8888。

3) 标变：在“设置”中选择“标变”，进入图 5-4-3 所示界面，可以对各项标变进行修改，修改方法与修改定值相同，固化标变的密码为 8888。



图 5-4-2

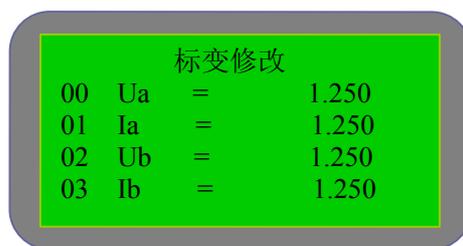


图 5-4-3

- 控制：在主菜单选择“控制”，进入控制界面，如图 5-5。有两个选项：压板投退（软压板投退）、开出传动（测试出口）。选择压板投退如图 5-5-1，按“上移”键或“下移”键选择所要投退的压板，选定压板后出现界面 5-5-2，确认键为投压板；退出键为退压板，操作须输入密码 8888；选择开出传动与压板投退的操作方法相同。

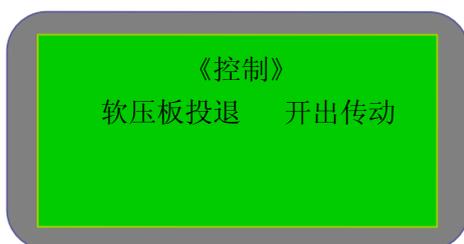


图 5-5

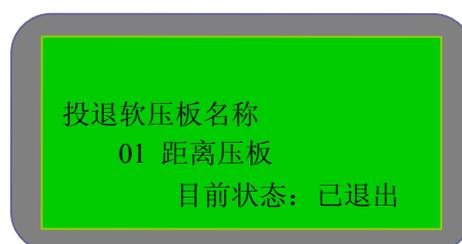


图 5-5-1

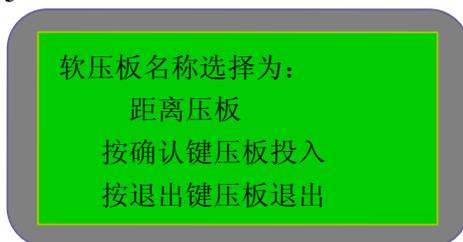


图 5-5-2

- 打印：在主菜单选择“打印”，进入图 5-6 界面，可以选择打印定值、打印报告和打印录波。
- 帮助：在主菜单中选择“帮助”，进入帮助界面（见图 5-7），有三个选项：关于（关于本公司的一些信息）、版本（调取 MMI 版本号、CPU 版本号和 CPU 程序校验码）和操作（对于本面板操作方法的简单说明）。

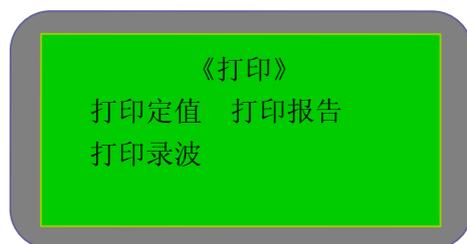


图 5-6



图 5-7

4.3.6.4. 故障告警状态

当系统发生了故障或有开关动作时，进入故障告警状态，滚屏向用户显示故障或告警信息，如图 5-8 所示。用户收到告警后，可按“退出”键回到操作界面对系统作相应处理，告警状态或处理故障期间，如再次故障或动作，则显示最新告警、故障信息。

故障复归：在非静态工作界面及故障报告界面下，按“复归”键，可使系统故障报文和信号灯复归。

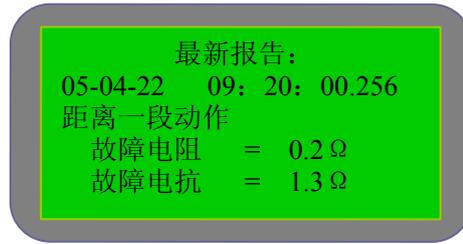


图 5-8

4.3.6.5. 屏幕保护状态

为延长液晶显示器的使用寿命，当无键盘操作和无故障告警超过 1 分钟时，熄灭背光进入循环显示工作界面，当有按键操作或新的故障告警，点亮背光开始正常显示。

5. 保护原理

5.1. 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。

5.1.1. 相电流差突变量启动元件

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

$\Delta I_{\varphi\varphi}$ 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。

5.1.2. 零序电流突变量启动元件

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

5.1.3. 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。

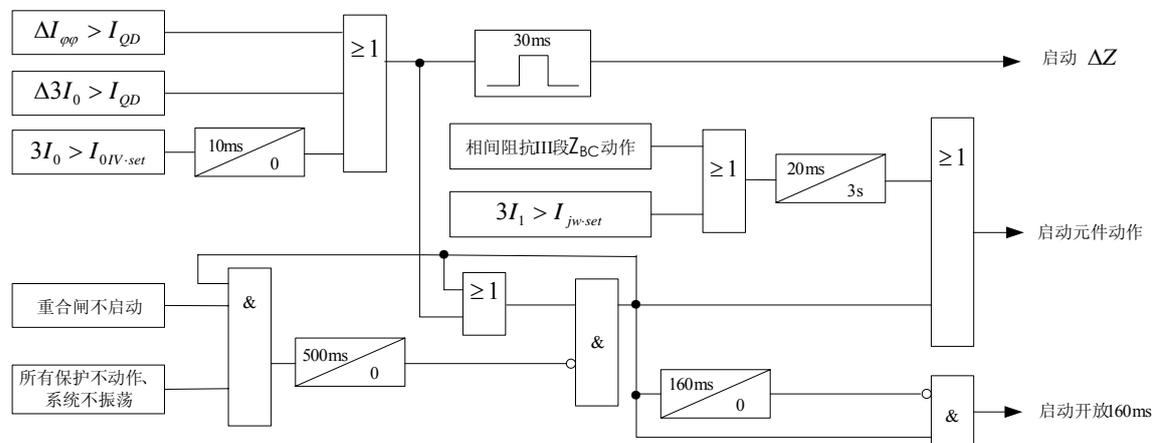
$$3I_0 > I_{0IV.set}; t > 10ms$$

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

5.1.4. 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。启动元件的逻辑框图如下图所示:



5.2. 工频变化量距离继电器元件 (ΔZ 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。

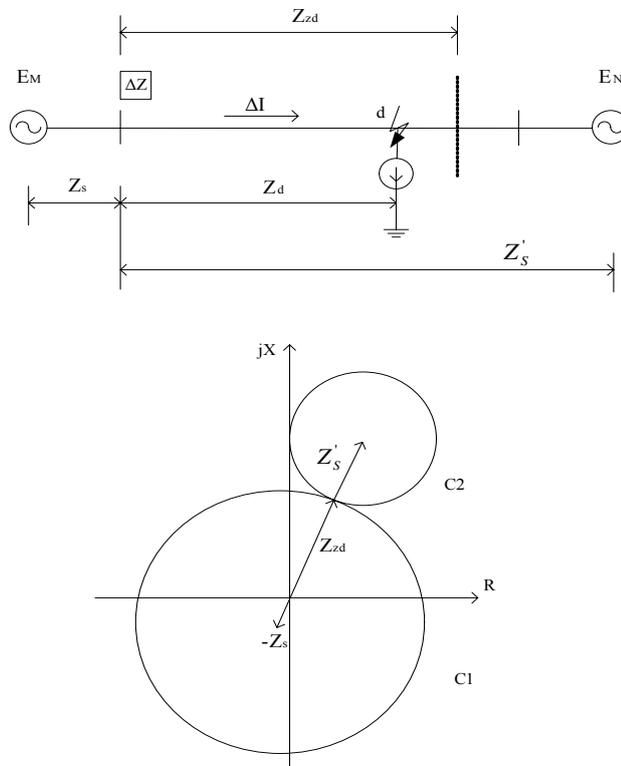
其动作方程为： $|\Delta U_{0P}| > U_Z$

对于接地距离继电器： $\Delta U_{0p\varphi} = \Delta U_{\varphi} - \Delta(I_{\varphi} + k3I_0)Z_{ZD}$ φ 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

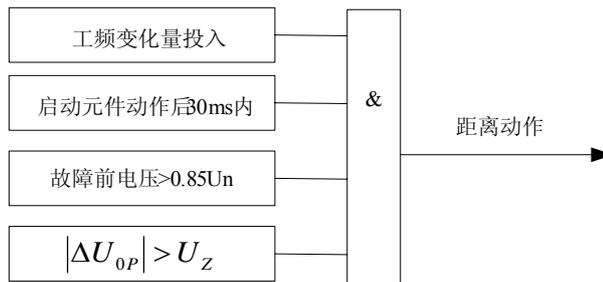
其中 Z_{ZD} 为整定阻抗，本装置固定为 $0.7Z_L$ (Z_L 为全线路阻抗)； k 为零序补偿系数； U_Z 为门槛电压，本装置取 $1.05U_n$ 和故障前的工作电压的大者。

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：



5.3. 距离继电器元件

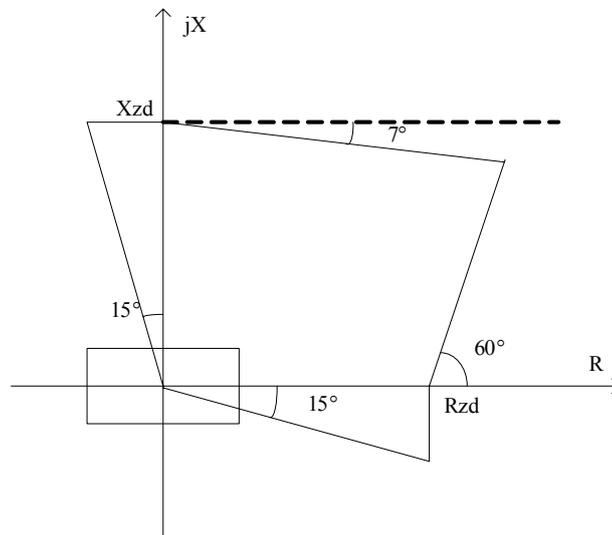
本保护共设计四段式相间距离保护、三段式接地距离元件。接地距离主要用于切除单相接地故障；相间距离用于切除所有的相间故障；相间距离的 IV 段用于 Y/Δ 接线变压器低压侧故障的远后备，有较好的灵敏度。此外，为了适应在特殊场合下 II 段不能同时满足动作范围和动作时间的要求，本保护在距离 II 段中附加了一个灵敏 II 段，其中距离 II 段与下一级保护的 I 段配合，保证快速性；灵敏 II 段按保证灵敏度整定而根据选择性设置其动作时间。

接地阻抗的测量公式为： $Z_{\varphi} = U_{\varphi} / (I_{\varphi} + k3I_0)$ 其中： φ 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。

5.3.1. 距离元件的动作特性

相间距离与接地距离的 I、II、III 段动作符合如下图的多边形特性：



其中各段公用同一个电阻值 R_{ZD} ，且此值可以灵活调整以提高线路允许过渡电阻的能力，以及对长线路躲开负荷阻抗的能力。多边形的上边界下倾角 7° 是为防止保护区末端经过渡电阻短路时可能出现的超越动作；下边界伸向第四象限的 15° ，为保证出口经过渡电阻短路时能可靠动作；左侧边界伸向第二象限的 15° 是为金属性短路时保证可靠性。叠加的小矩形特性是为保证TV在线路侧时出口短路电压很小时能够被可靠切除，而其动作的方向性靠有电压记忆的正序极化电压方向元件闭锁，电压记忆时间 200ms，记忆作用消失后方向元件自保持；当手合或重合到三相短路故障线路而没有记忆电压时方向元件瞬间退出；对于距离III段可选“带偏移特性”，此时距离III段的动作区包括小矩形区域。小矩形动作区的定值见下表：

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

5.3.2. 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。

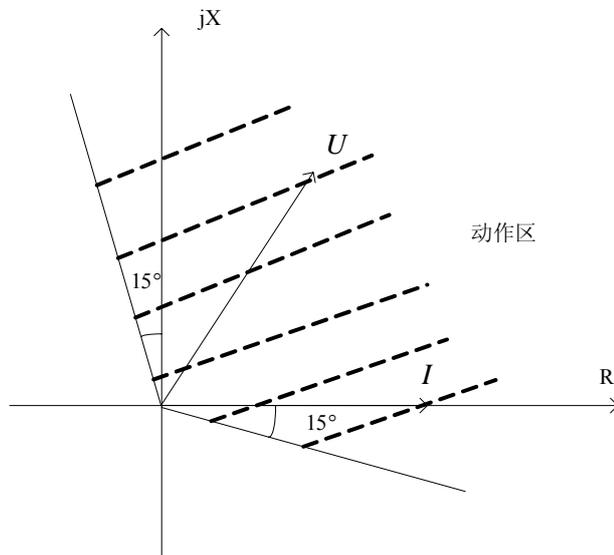
正序极化电压是以当前相为基准相的正序分量。如 A 相为： $U_{1a} = (U_a + \alpha U_b + \alpha^2 U_c) / 3$ ；B 相为 $U_{1b} = (U_b + \alpha U_c + \alpha^2 U_a) / 3$ ；AB 相间元件为： $U_{1ab} = (U_{ab} + \alpha U_{bc} + \alpha^2 U_{ca}) / 3$ 等。可见对于非对称性故障，由于非故障相电压的引进使方向元件具有更广的适应范围。

正序极化电压的动作区为： $-15^\circ \leq \arg \frac{U_{1\varphi}}{I_\varphi + k3I_0} \leq 105^\circ$ ；其中 φ 对应 A、B、C 三相。

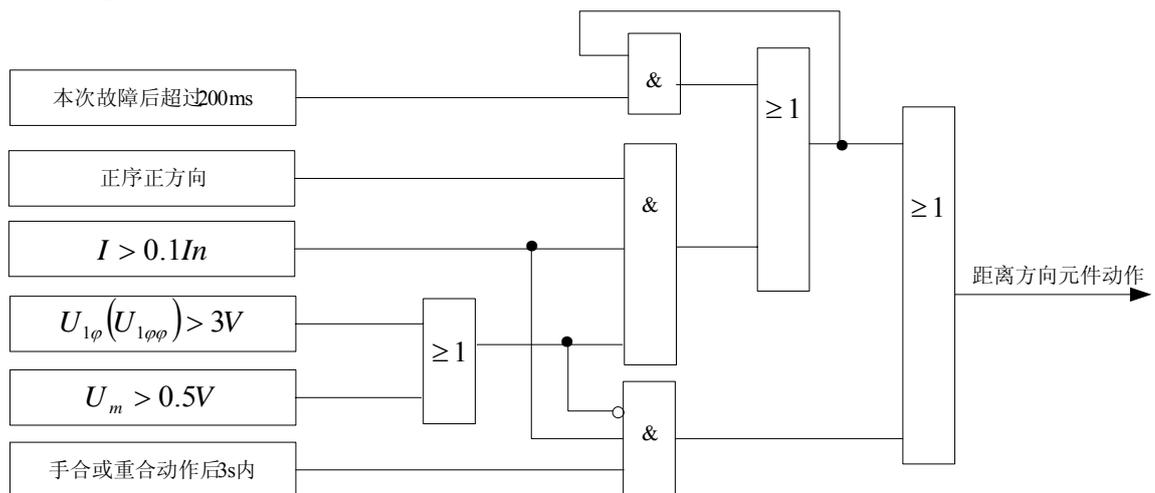
$-15^\circ \leq \arg \frac{U_{1\varphi\varphi}}{I_{\varphi\varphi}} \leq 105^\circ$ ；其中 $\varphi\varphi$ 对应 AB、BC、CA 三相。当采用记忆电压时上式的 $U_{1\varphi}$ 、 $U_{1\varphi\varphi}$

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：



距离继电器方向元件的动作逻辑如下图所示：



其中 $U_{1\varphi}$ ($U_{1\varphi\varphi}$) 为以当前相为基准的正序极化电压； U_m 为当前相记忆电压； I 为当前相电流。

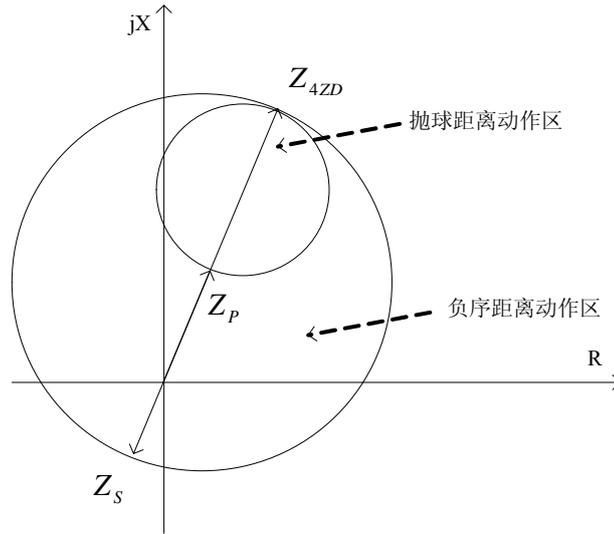
5.3.3. 相间距离第 IV 段保护的动作特性

相间距离第 IV 段保护主要是作为对侧 Y/Δ 降压变压器低压侧故障的远后备保护。中低压系

统降压变压器的阻抗大于线路阻抗，在变压器低压侧故障时由于对侧母线上电源助增作用，使线路第Ⅲ段距离保护的灵敏度不足，同时又由于 Y/Δ 降压变压器高、低压侧相位差 30°，使得对低压侧两相短路故障不能正确反映距离，又因为降压变压器低压侧故障时常伴随变电站直流电源消失，由于远后备灵敏度不足，常导致变电站设备的严重烧损。因此，线路保护的远后备十分重要。

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： $(Z_p < Z_{4ZD})$



5.3.3.1. 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。

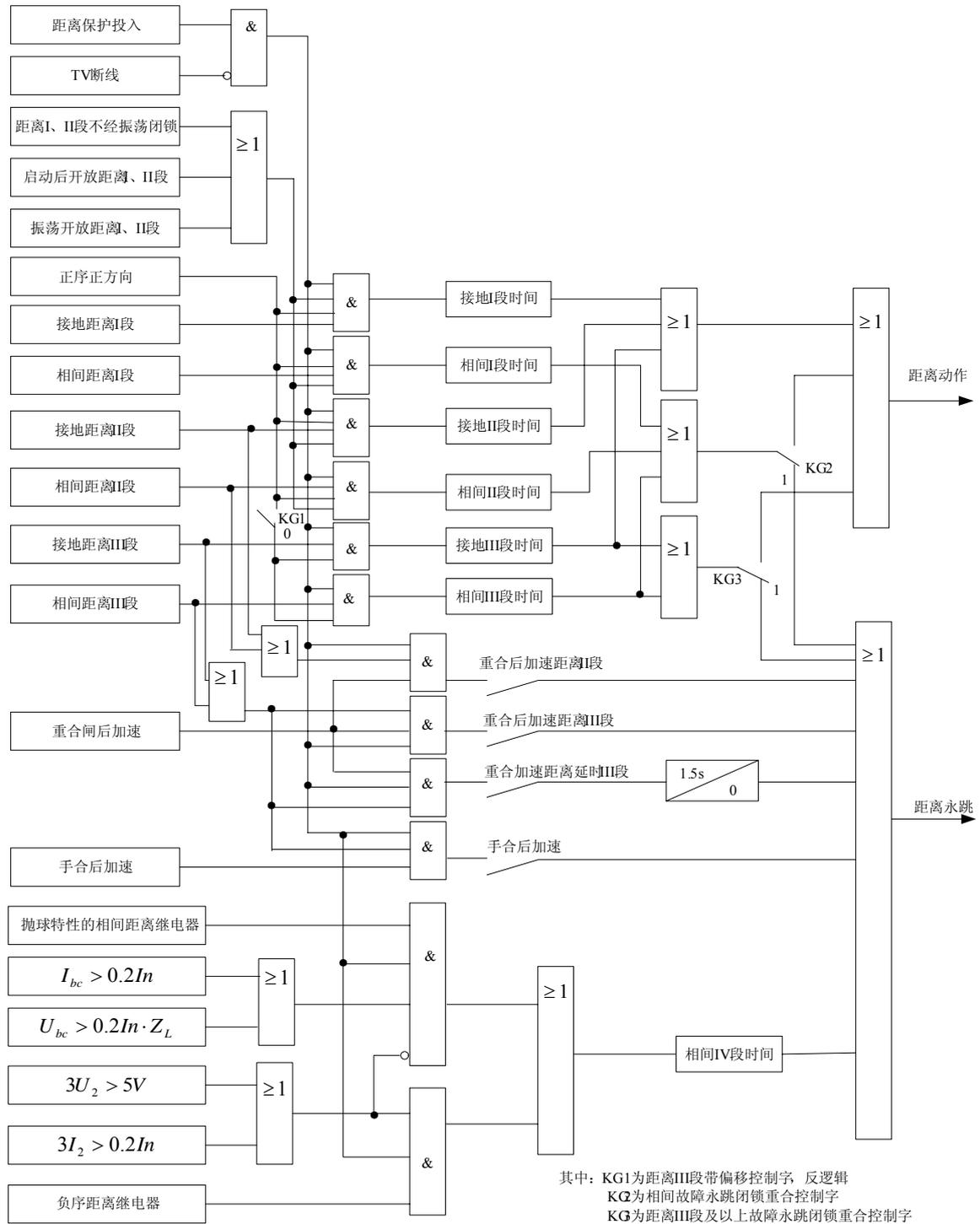
5.3.3.2. 抛球特性的相间距离继电器

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

5.3.4. 距离保护的逻辑如下图所示：



注：本说明书的逻辑框图中所有以开关表示的控制字意义为：开关接通则两侧电位相同，开关断开则后级电平与前级无关，而后级电平在逻辑图中不起作用，即对于逻辑“与”的输入为“1”；对于逻辑“或”的输入为“0”。以后均遵循此原则。

5.4. 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办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。

5.4.1. 振荡判断元件

本装置在系统运行的两种情况下进入振荡闭锁处理程序。

5.4.1.1. 启动元件动作后 160ms 内距离 I、II 段不动作

启动元件动作后 160ms 内循环计算六种阻抗,若距离 I 段动作则瞬时出口,距离 II 段动作则突破此时间限制一直动作下去,直到故障被切除,距离 I、II 段均不动作则进入振荡闭锁处理程序。其中 160ms 的时间设计可以使装置躲过由于系统振荡而引起保护误动作,160ms 后保护不动作即认为是由于系统扰动或振荡引起启动元件动作而进入振荡闭锁程序。

5.4.1.2. 装置判断静稳破坏即进入振荡闭锁处理程序

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。

5.4.2. 振荡中区内故障开放距离 I、II 段保护判断元件

如果判断系统已经进入振荡状态,由于此时启动元件动作起始 160ms 以内开放距离 I、II 段条件已经被闭锁,所以即使发生区内短路故障也不能及时由该元件切除,故装置设计了在振荡中发生区内故障开放距离 I、II 段保护判据,开放条件同时兼顾了区外故障时可靠不动作。

5.4.2.1. 不对称故障开放保护

$$|I_0| + |I_2| > m|I_1| \quad \text{其中 } m = 0.66$$

参数 m 的选择可以保证区外故障时不启动,而区内故障时又能及时动作。为了防止振荡系统切除时零序和负序电流不平衡输出引起保护的误动,该元件延时 50ms 动作,不满足条件立即返回。

5.4.2.2. 对称故障开放保护

在启动元件开放 160ms 后或系统振荡过程中,如发生三相故障,保护不能及时开放。所以必须根据振荡与三相短路的区别确定判据,本装置根据传统的振荡中心电压判据实现,实现方法包括以下两项:

- 满足 $-0.03U_n < U_1 \cos \varphi_1 < 0.08U_n$ 超过 150ms 后开放距离 I、II 段。两个参数的选择可以根据最大振荡周期 3s 时验证。振荡时满足上式的时间一定小于 150ms,所以超过 150ms 的时候一定是发生三相短路了;
- 满足 $-0.1U_n < U_1 \cos \varphi_1 < 0.25U_n$ 超过 500ms 后开放距离 I、II 段。此判据为第一判据的后备,其设计原理与第一判据相同。
不满足以上条件该元件立即返回。

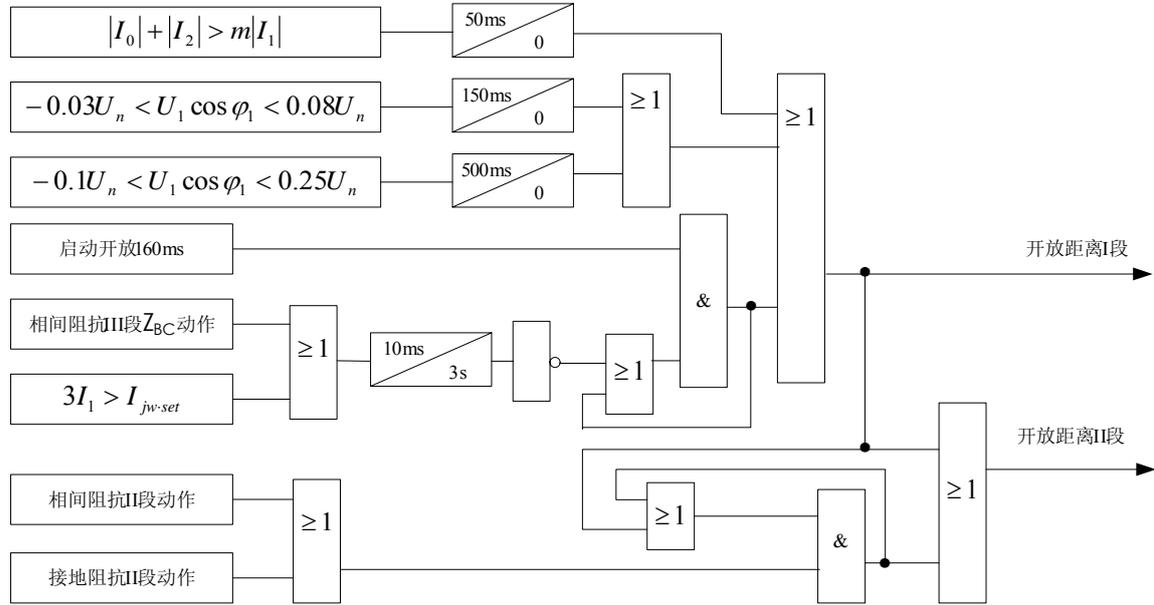
其中 U_n 为额定相电压; U_1 为正序相电压; φ_1 是补偿后的阻抗角 $\varphi_1 = \varphi + (90^\circ - \varphi_1)$; φ 是正序电压电流阻抗角, φ_1 是线路阻抗角。

5.4.3. 振荡平息元件

由于振荡过程中闭锁了启动元件，所以必须在振荡平息后及时开放。同时满足以下条件超过 3s 后认为振荡平息：

- 所有阻抗元件均在 III 段动作区以外，相间阻抗同时在 IV 段以外；
- 正序电流小于静稳破坏电流。

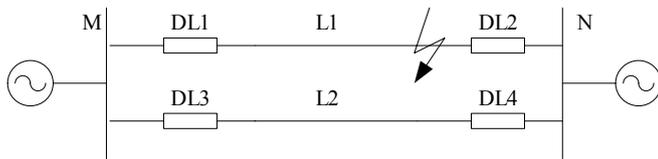
5.4.4. 振荡处理的逻辑框图如下图所示：



5.5. 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。

5.5.1. 双侧电源的双回线相继速动



如图在 L1 的末端发生故障，M 侧 DL1 的距离保护 II 段 (2Z) 和 III 段 (3Z) 均动作，DL3 的 III 段 (3Z) 动作，当 N 侧靠近故障点的 DL2 瞬时跳开后，DL3 的 III 段 (3Z) 返回。利用相邻线路距离 III 段的这种动作行为可构成相继速动功能，使 DL1 加速跳开而无需等待距离 II 段动作。这样在两台装置中设计一组信号输入和一组信号输出用来接收和发送“加速信号”。3Z 动作后立即复归时输出“加速信号”；2Z 动作过程中满足以下条件时加速动作立即跳开本侧开关 DL1：

- 双回线相继速动功能投入；
- 本线路 2Z 动作；
- 故障开始时没有收到“加速信号”，其后 300ms 内又收到“加速信号”；
- 本线路 2Z 在满足以上条件后经 20ms 仍不返回。

5.5.2. 单侧电源双回线负荷端的相继速动

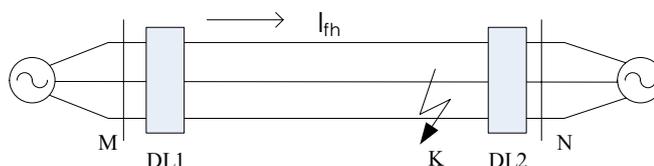
在如上系统中如果 M 侧无电源，即为负荷端时，DL3 的 3Z 不可能动作，所以不能实现相继速动，而可利用负荷端保护在对侧 DL2 跳闸前后感受电流变化来实现加速功能。故障开始时 DL1、DL3 保护感受故障电流很小，而且 DL3 感受反方向故障电流，当 DL2 跳开后，DL1、DL3 的保护感受电流突然增大。

所以判断满足以下条件时本侧的 2Z 立即跳开本侧开关 DL1：

- 双回线相继速动功能投入；
- 本侧 DL1 的 2Z 动作；
- 故障开始后 300ms 内未收到同侧另一回线的加速信号；
- 300ms 内 DL1 的任一相电流相对故障开始时增大 4 倍以上；
- 同侧另一回线有电流（门槛 $0.08I_n$ ）（相邻线路电流 I_x ）；
- 本侧 2Z 满足上述条件后经 40ms 不返回。

5.5.3. 单回线不对称故障相继速动功能

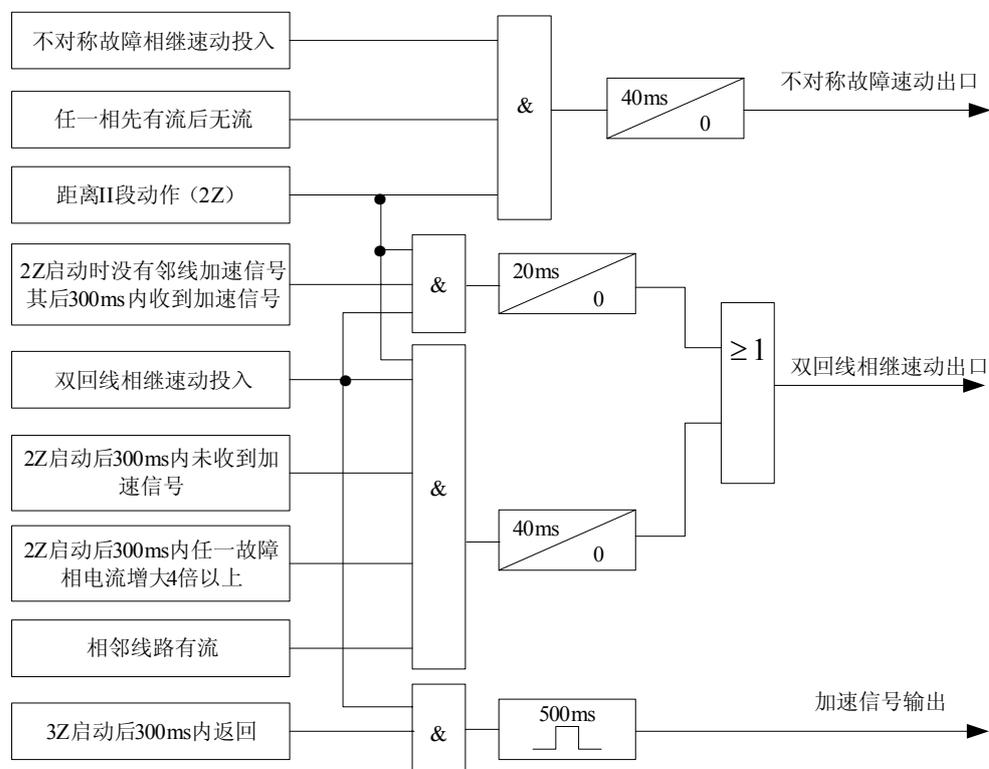
不对称故障时利用近故障侧三相跳闸后，非故障相电流消失的特点实现不对称故障的相继速动。当线路末端K点不对称故障时，非故障相仍有负荷电流 I_{fh} ，在N侧速动保护三相跳闸后非故障相电流消失而确认为对侧断路器已经跳闸，加速本侧距离II段动作出口跳开DL1。



所以判断满足以下条件时本侧的 2Z 立即跳开本侧开关 DL1：

- 不对称故障相继速动功能投入；
- 本侧 DL1 的 2Z 动作；
- 有一相电流故障时有流（大于 $0.16I_n$ ）突然变为无电流（小于 $0.08I_n$ ）；
- 本侧 2Z 满足上述条件后经 40ms 不返回。

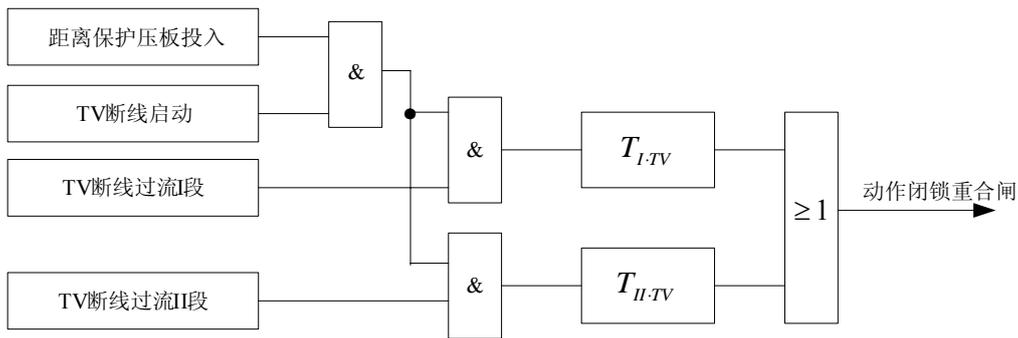
5.5.4. 相继速动的动作逻辑如下图所示：



5.6. 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。



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。

5.7. 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。

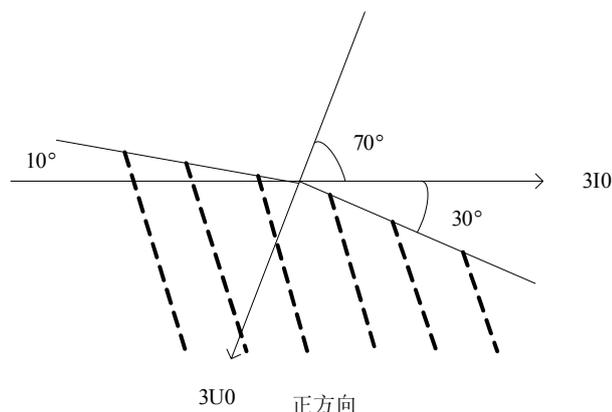
零序保护的 IV 段定值也作为辅助零序启动的门槛，所以必须小于其它各段定值，即使零序保护退出，也需设置零序 IV 段定值，零序 IV 动作后永跳。

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时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。

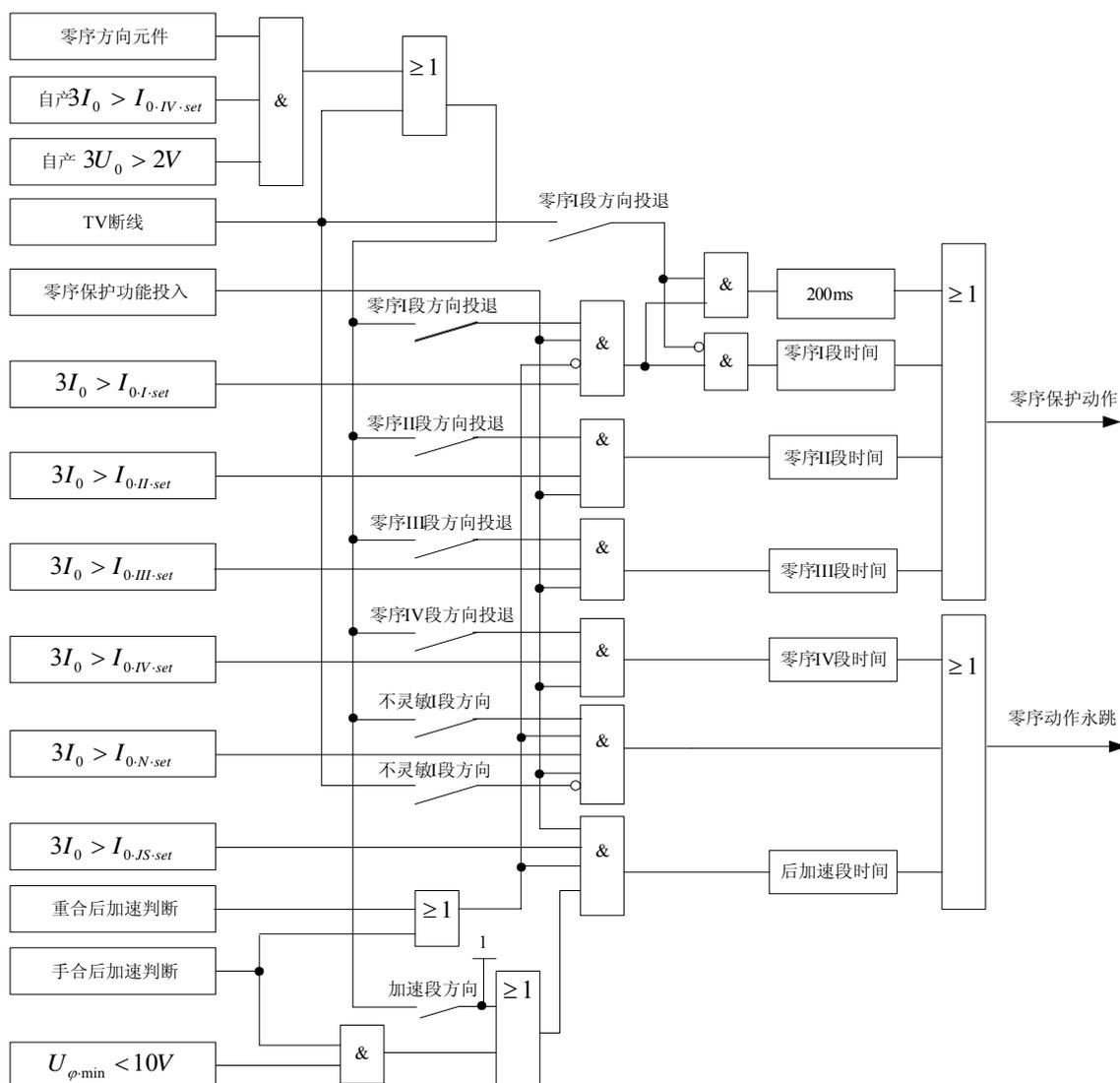
本装置幅值比较及方向元件的零序电压均取自自产 $3U_0$ ，零序电流的幅值取自外接零序电流互感器，方向元件由自产产生。TV 断线后及自产 $3U_0 < 2V$ 时零序方向元件退出。外接零序电流的极性以母线流向线路为正。

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。

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° ，最大灵敏角 -110° 。



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。

5.8. 三相一次重合闸

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。

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：闭锁重合闸的保护动作（零序 IV 动作、零序加速段动作、零序不灵敏 I 段动作、低周减载动作、低压减载动作、可选择的距离 III 段及以上保护动作、可选择的相间故障动作、过负荷跳闸动作、TV 断线后各种保护动作等）；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：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。

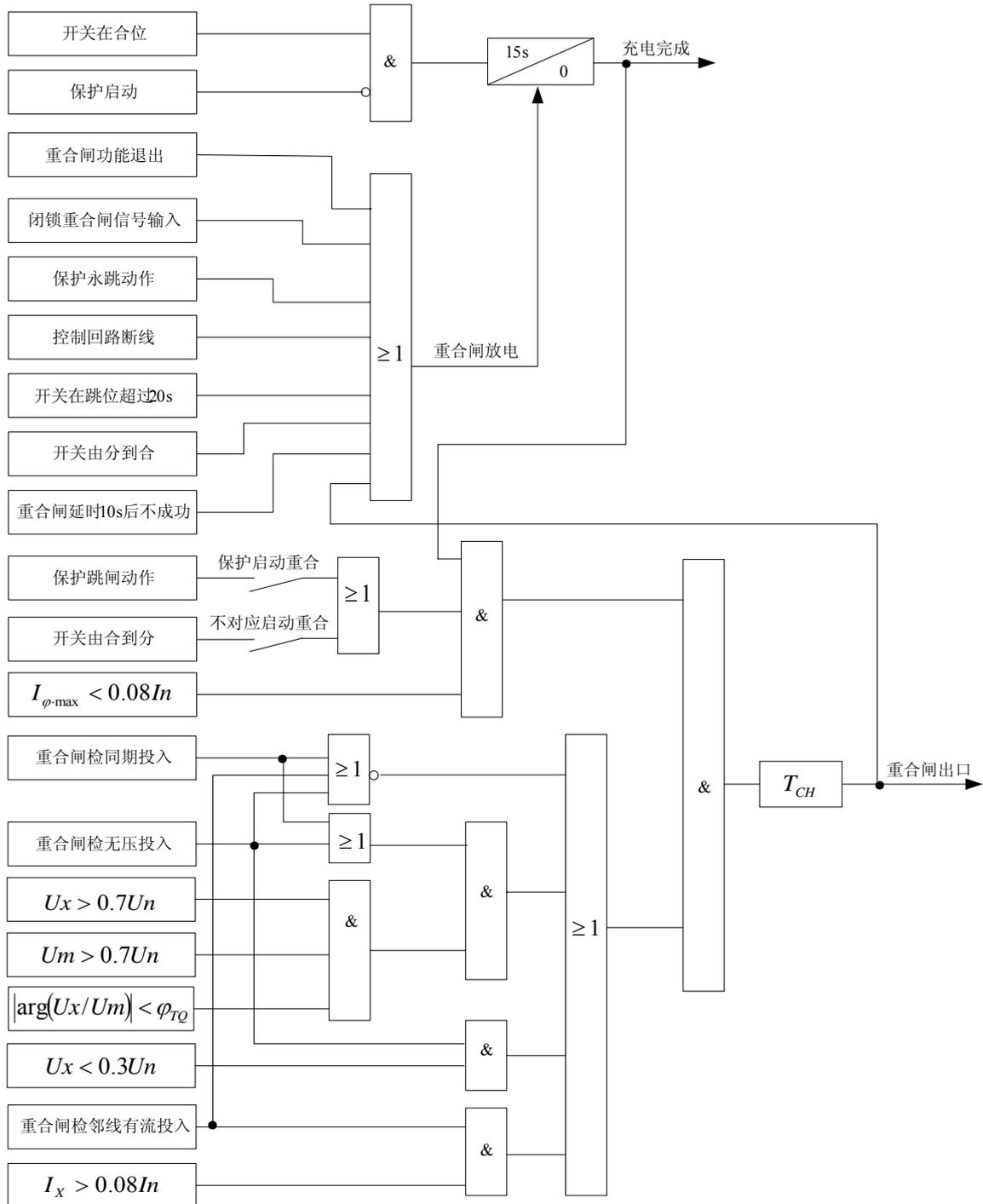
重合闸方式可选：“检同期”、“检无压”、“检相邻线路有流”；重合闸投入但各种方式均不选择时认为无条件重合。

检同期重合在检测同期电压在“重合闸同期角度”内达到重合闸时间后立即重合，否则搜索同期点，10s后不同期即重合失败。

重合闸检无压时，无压固定取0.3倍的额定电压；检测线路无压后延时重合闸时间立即重合，线路有压则自动改为检同期逻辑。

检相邻线路有流重合，当并架线路侧未装设线路抽取装置无法获取同期电压时，装置可通过检测相邻线路的一相电流 I_x 有流（大于 $0.08I_n$ ）而作为重合条件。

重合闸动作逻辑如下图所示：



5.9. 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），如果延时保护的动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。

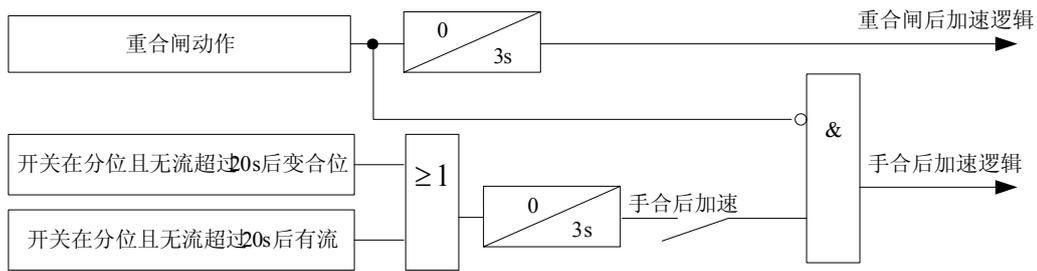
手合后加速指断路器长时间在分位后（超过 20s），断路器由分到合或有流（ $I_{\phi} > 0.08I_n$ ）

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。

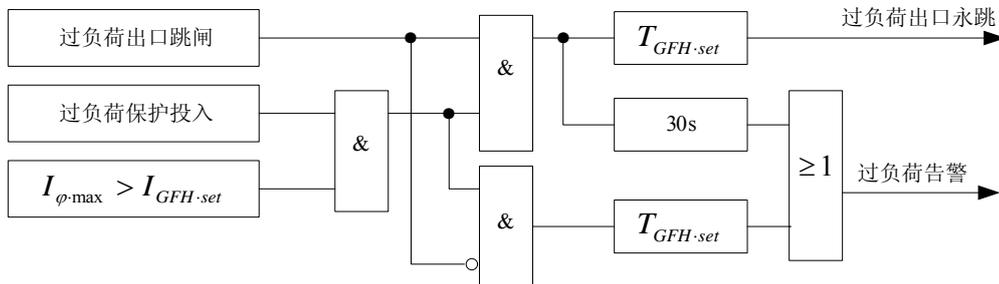
后加速的逻辑如下图所示：



5.10. 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：



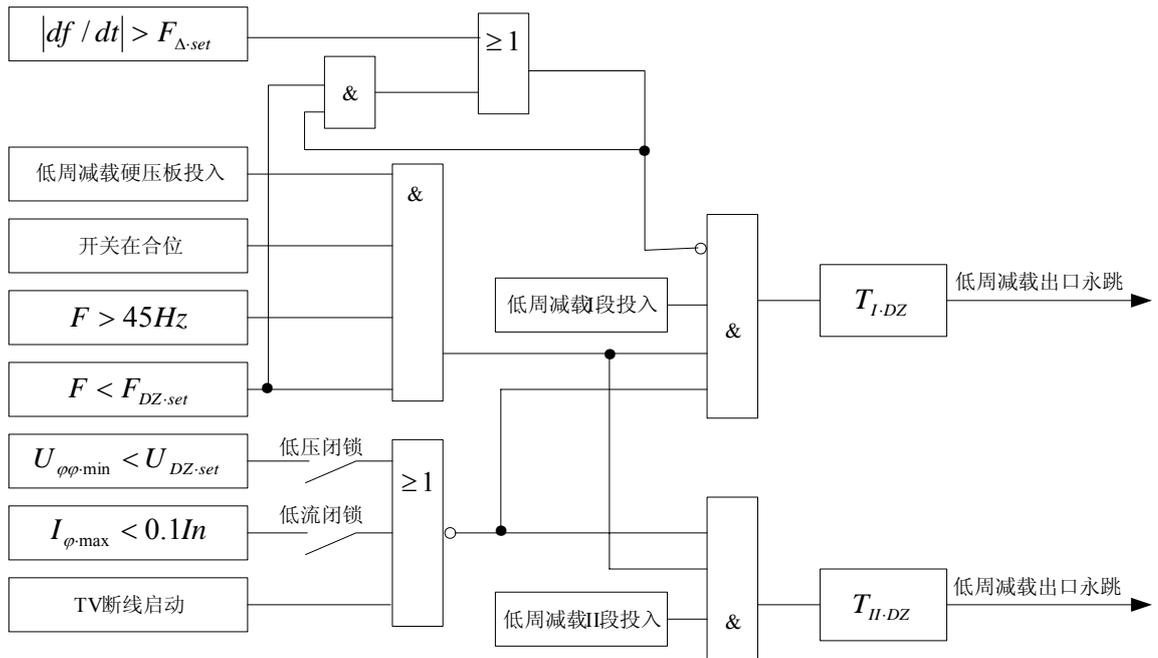
5.11. 低周减载功能

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（最大相电流均小于 $0.1I_n$ ）、低压闭锁（最小线电压小于低压闭锁定值）、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：



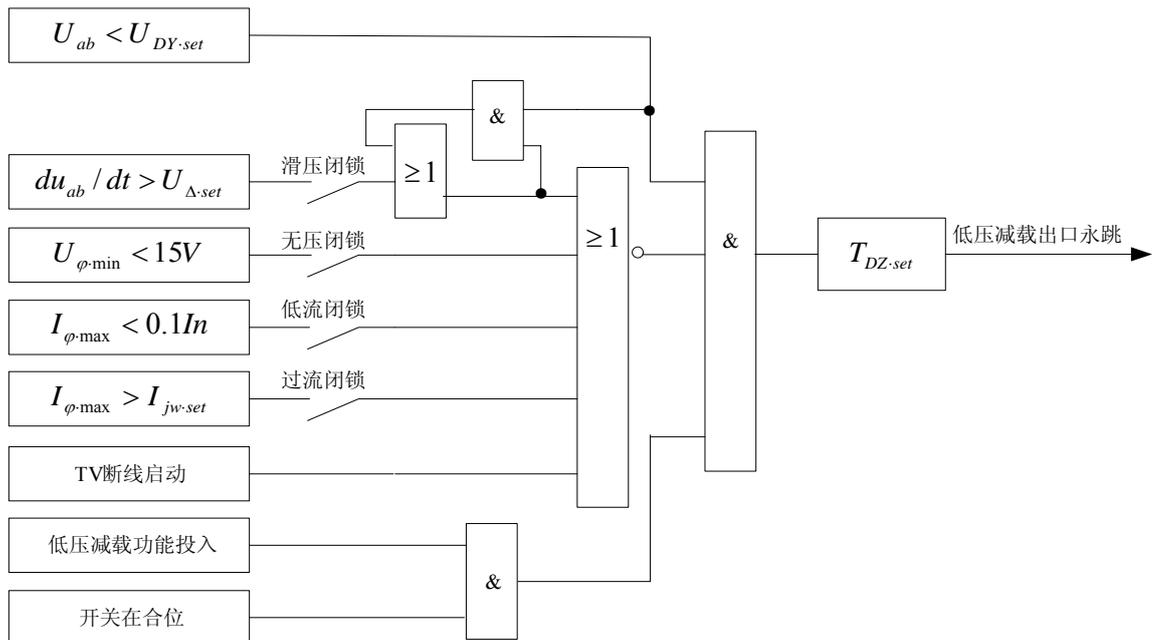
其中： T_{I-DZ} 和 T_{II-DZ} 为低周减载的一段和二段延时定值； $F_{DZ.set}$ 为低周减载频率定值； $F_{\Delta.set}$

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。

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。其动作逻辑如下图所示。

设置低流闭锁（三相电流均小于 $0.1In$ ）、过流闭锁（任一相电流大于静稳破坏电流定值）、无压闭锁（任一相电压小于 $15V$ ）、滑压闭锁（线电压最大 $du_{\varphi\varphi}/dt$ 大于滑压闭锁定值，滑压闭锁后闭锁信号保持直到电压恢复到定值以上后复归。）、TV 断线闭锁。



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。

5.12. 故障录波功能

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。

本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、3I₀、UA、UB、UC，录波次数不少于 10 次。

5.13. 系统实时自检功能

装置在没有启动的前提下进行以下系统量的实时自检。

5.13.1. TA 断线检测（控制字可投退）

TA 断线时可能会引起启动元件动作（电流突变），所以必须尽快的使保护复归并确认 TA 断线，以避免保护误动作。

装置检测自产 3I₀ 大于零序 IV 段定值并持续一段时间后报 TA 断线，当自产 3I₀ 返回 100ms 后 TA 断线信号复归。其动作逻辑如下图所示：



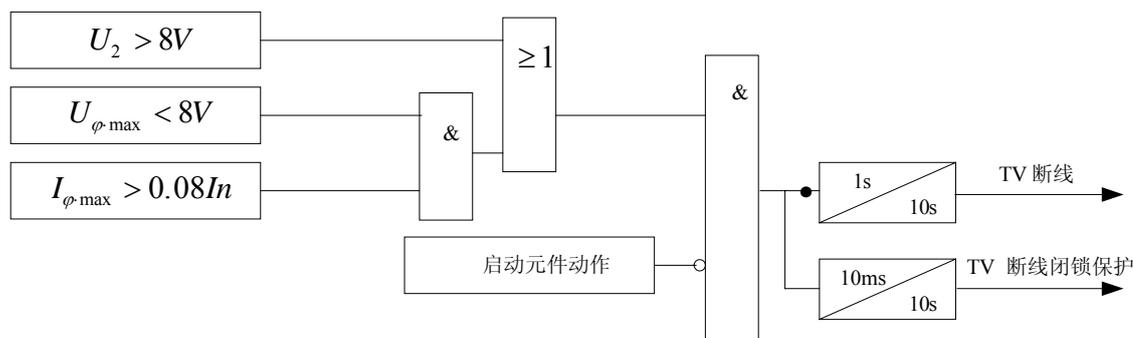
5.13.2. TV 断线检测（控制字可投退）

由于 TV 断线后会直接导致装置对系统运行状态的错误判断而引起不正确的动作行为，所以本装置对 TV 进行实时自检并瞬间闭锁保护延时 1s 发信号，同时根据控制字选择闭锁各种保护功能，电压恢复正常后 10s 装置恢复正常运行状态。其动作逻辑如下图所示。

装置判断 TV 断线的条件为在未启动的前提下满足以下任一条件：

- 负序电压大于 8V，检单相或两相失压。
- 三相电压均小于 8V，且任一相电流大于 0.08I_n 或断路器在合位（无控制回路断线），检三相失压。

当距离保护功能投入时（软、硬压板同时投入），TV 断线后距离保护元件退出，同时两段式电流保护自动投入，TV 恢复后两段式电流保护退出同时距离保护元件自动投入。TV 断线后所有方向元件自动退出，同时可以选择退出经零序方向闭锁的零序 I 段、II、III、IV 段功能。

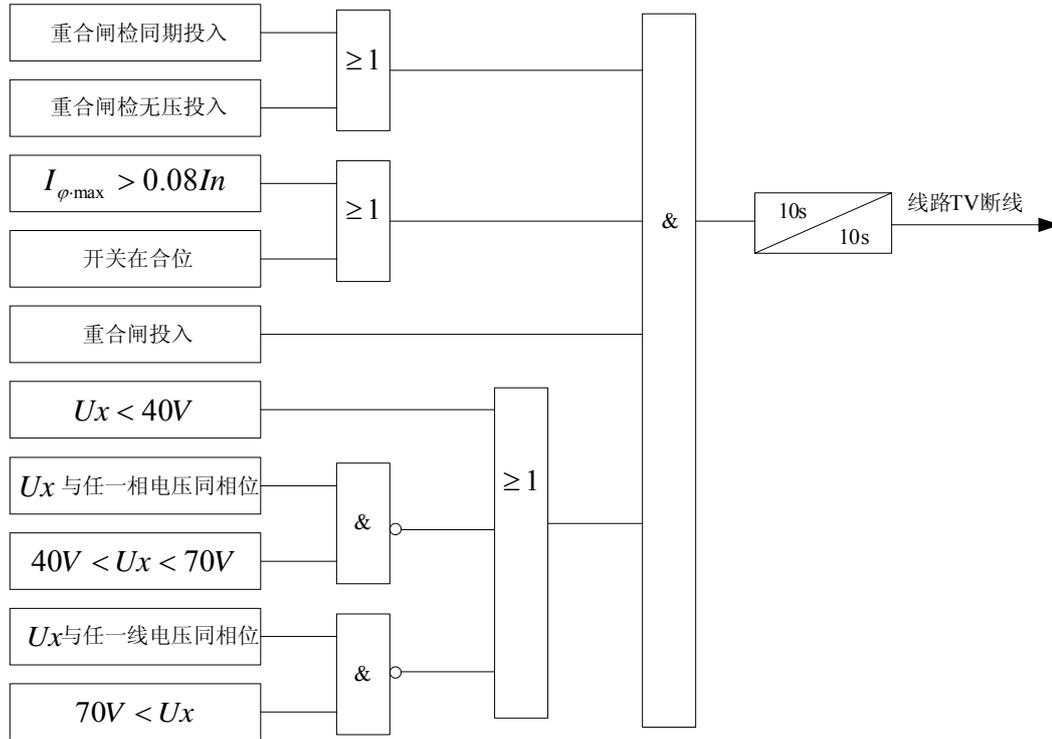


5.13.3. 线路 TV 异常检测（控制字可投退）

线路 TV 异常检测可以实时监视线路 TV 断线或线路侧 TV 电压不能与母线电压的任意相合理同期的异常情况。

当重合闸投入且整定为重合闸检同期或检无压方式时，断路器在合位或任一相电流大于 $0.08I_n$ 时线路 TV 断线异常检测功能投入。满足动作条件经 10s 延时报“线路 TV 异常”，同时闭锁重合闸，线路电压恢复正常后经 10s 延时信号复归并退出闭锁重合闸。

其动作逻辑如下图所示：



5.13.4. 控制回路断线检测（控制字可投退）

装置检测控制回路断线信号，检测到控制回路断线后重合闸放电。

5.13.5. 断路器位置检测（控制字可投退）

断路器在分位同时三相无流，认为线路不在运行状态，开放准备手合于故障线路加速跳闸元件；如果线路有流但断路器在分位报断路器位置异常。设置控制字投退。

5.13.6. 合闸压力闭锁和跳闸压力闭锁告警

装置检测到合闸压力闭锁开入或跳闸压力闭锁开入时，经延时告警。合闸压力闭锁告警后重合闸放电。

5.13.7. 隔离检修状态

装置设置 G12 为隔离检修开入时，检测到 G12 开入后，闭锁 CAN 网报文。

5.14. 装置实时自检功能

装置在没有启动的前提下对硬件进行实时自检。

5.14.1. 模拟量通道的求和自检（控制字可投退）

装置实时计算由自产得到的 $3I_0$ 、 $3U_0$ 与外接 $3I_0$ 、 $3U_0$ 的幅值进行比较，其电流差值超过 $0.1I_n$ 、电压差值超过 8V 持续时间超过 3s 即发模拟量采集故障信号。

5.14.2. 其它硬件自检

装置同时对 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。

5.15. 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。

5.16. 开关量输入

- 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，直接作用于保护的动作为；
- 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。

6. 安装调试

本装置及其所组屏柜出厂前都经过严格的保护功能、动作逻辑、辅助功能及例行检测等试验，证明保护性能的完好和接线的正确。辅助功能试验包括通信、操作显示界面等内容；例行试验包括装置或屏柜的绝缘、耐压、抗干扰及老化试验等内容。另考虑到本装置具有软硬件自检功能，可将故障部位准确定位到芯片；交流采样回路无可调元件，其精度由出厂调试保证。故现场安装调试首先检查运输和安装时是否有损坏、装置和屏柜对外部接线及与其他相关设备的联系等内容是否正确；着重校验保护定值、装置的状态量输入、跳合闸输出回路及信号回路部分。以下的调试步骤虽然是针对装置，但最好以屏柜为对象进行，即检测时包括屏柜内接线。

6.1. 对测试仪器的要求

- 微机式继电保护试验仪，此仪器可以给试验人员带来很大方便；
- 常规的继电保护试验仪，一般要求它可以模拟系统常见的各种故障，包括瞬时性故障和永久性故障。也就是说，它可以输出由正常运行的三相电流电压忽变至故障电流电压的模拟量，还可以接受保护动作后输出的开关量，以便实现故障量的切除和再故障；
- 符合继电保护测量等级要求的标准电流、电压表，以便对保护交流量采样精度进行校核；
- 检查保护输出触点通断的万用表。

6.2. 装置的一般检验

6.2.1. 通电前检验

- 检查装置的型号、参数是否与订货一致；
- 检查外观是否有损坏和松动；
- 检查各插件中元器件是否有松动、脱落、损坏；
- 各插件插拔接触是否可靠；
- 门板 LCD 扁平电缆连接是否可靠。

6.2.2. 通电检验

装置带电后不允许插拔插件。带电后：面板上运行灯亮、其它灯均不亮；LCD 有显示(装置无故障，无通信异常报警)，经 2~3 分钟后进入屏幕保护状态。此时装置处于正常工作状态，方可按下列步骤进行检验。

6.2.2.1. LCD 显示检查

- LCD 显示基本分为屏幕保护状态、静态工作界面、用户操作界面三种方式，根据产品使用说明有关章节进行检查。

6.2.2.2. 装置遥信输入回路检查

- 从装置后端子将+24V 分别与各遥信输入端子连接，此时在 LCD 应有开入量变化，否则应检查开入量电路是否有问题。

6.2.2.3. 电流电压刻度值检查

- 按端子排图所示将电流和电压接入装置，所施加的电流和电压值与装置的液晶显示值误差满足技术指标要求。

6.2.2.4. 通道系数检查

- 输入到装置的各交流量通道系数出厂时已调配好，用户不需再调整。

6.2.3. 传动试验

当装置检查完毕后可与实际系统配合做传动试验，其目的检查装置与系统接线是否正确、装置工作是否正常。

6.2.3.1. 手动合闸检查

- 断路器在跳闸位置，利用屏上 QK 操作开关、手动放置在合闸位置，此时，断路器动作合闸，面板上合位灯亮。

6.2.3.2. 手动跳闸检查

- 断路器在合闸位置，利用屏上 QK 操作开关、手动放置在跳闸位置，此时，断路器立即跳闸，面板上跳位灯亮。

6.2.4. 绝缘性能检查

- 每台装置出厂前都做过耐压试验，在现场安装使用前建议不必再做耐压试验、应按要且测定绝缘电阻。

6.3. 主要定值整定说明

装置有两种定值类型：投退型（控制字）和数值型（整定值），装置提供了丰富的保护功能和告警功能，用户可通过整定相应的投退型定值，选择所需的保护和告警功能；数值型定值可置为相应整定范围内的任意值。

附录 6（LDS-161 定值清单）列出了装置的全部定值，由于定值较多，为便于管理。附录 6 按保护种类分成 11 组。建议用户定值单也按附录 6 的次序整理。

6.3.1. 保护功能投退说明

6.3.1.1. 软硬压板说明

距离、零序、过流相继速动、低周减载，低压减载及重合闸等整体功能不用时，可将相应的压板退出。本装置提供两种压板方式，即软硬压板串联方式和硬压板方式（屏上压板）。出厂默认配置为软硬压板串联方式；若用户仅需硬压板，将相应的软压板（见附录 5：软压板清单）全部投入或由我公司工程人员更改出厂默认配置。如用户仅需软压板，则在相应的遥信输入端（见附录 1 中“开入状态字”）与+24V 短接。

6.3.1.2. 控制字说明

本装置共设有五个 16 位二进制数方式控制字（控制字一～控制字五），每位控制功能见附录 4：LDS-161 控制字说明。控制字位的意义均指定位“1”，即控制字位的功能投入时该位控制字位为“1”；退出时该位为“0”。

6.3.2. 主要定值整定原则

6.3.2.1. 线路参数整定

- 被保护线路全长：按实际线路整定，单位为公里（km），用于测距计算；
- 保护线路全长正序阻抗值：按实际线路全长阻抗整定，用于测距计算、工频变化量保护范围及相间距离四段抛球特性的抛球量；
- 线路正序阻抗角 φ_L 定值：按线路实际参数整定。

6.3.2.2. 启动元件定值

- 突变量电流定值：该定值应保证在最小运行方式下故障相电流有足够灵敏度，一般整定在 $0.2 I_n$ ；
- 静稳破坏电流定值：该定值按躲最大负荷电流整定，并应留有一定裕度。

6.3.2.3. 距离保护定值

- 相间距离电阻定值为：相间距离一、二、三段公用，是四边形特性的右边界，相间故障时电弧电阻较小，因此，相间距离电阻定值不宜太大，应按可靠地躲过负荷整定，一般为最大负荷阻抗的电阻分量 $R_{Fn}/3$ ；
- 接地距离电阻定值：为接地距离一、二、三段公用，按照躲负荷阻抗和有一定切除经大电阻接地故障的能力综合考虑整定，一般为最大负荷阻抗的电阻分量 $R_{Fn}/1.5$ ，同时不超过接地距离Ⅲ段电抗定值的 $1/2$ ；

- 零序电流补偿系数： $K_0 = \frac{Z_{L0} - Z_{L1}}{3Z_{L1}}$ ，其中 Z_{L0} 和 Z_{L1} 分别为线路零序和正序阻抗；此参数应

采用实测值整定，如无法实测时可取理论值减去 0.05 作为整定值。

- 一、二、三段距离保护电抗定值：相间一段按全线路阻抗的 $80\% \sim 90\%$ 整定；接地一段按全线路阻抗的 $80\% \sim 85\%$ 整定（对于有互感的线路应适当减小）；整定计算时应根据阻抗多边形（四边形）特性进行电抗定值折算，若相间或接地距离整定阻抗定值为 Z_{zd} ，应由 Z_{zd} 折算出四边形动作特性 X 方向的定值 X_{zd} ，计算公式为：

$$X_{zd} = Z_{zd} \left(\sin \varphi_L + \frac{\cos \varphi_L}{8} \right)$$

其中： φ_L ——线路正序阻抗角

- 工频变化量距离继电器：动作阻抗按线路全长阻抗的 70%固定，不需要整定。

6.3.2.4. 零序电流保护

- 不灵敏一段电流定值：本定值用于合闸于线路故障时，瞬时加速保护，故该定值按躲过断路器三相不同时合闸于负载或变压器产生的最大不平衡电流整定，且不小于一段定值；
- 零序加速段电流定值：本定值按最小运行方式下本线路末端接地故障最小零序电流并考虑一定裕度整定，一般该定值比不灵敏一段定值要小；
- 零序加速段时间定值：按躲过断路器最大的不同时合闸时间整定，一般可整定为 0.1s；
- 零序一段定值按线路全长 80%整定；二段定值与相邻线路的零序一段定值配合，并保证线路末端接地故障有足够的灵敏度；三段作为相邻线路接地的后备保护并具有足够的灵敏度

进行整定；

- 零序电流四段定值：该定值同时作为辅助启动元件及零序功率方向元件的判别定值，原则上按切除单相高阻接地故障的灵敏度整定；若退出零序四段保护，则零序四段定值可按辅助启动元件判别定值进行整定；一般按躲过稳态最大零序不平衡电流整定，定值取 $0.1I_n \sim 0.3I_n$ ；
- 若零序一、二、三、四段未投方向，则不受 TV 断线影响；当 TV 断线后所有方向元件自动退出，带方向的不灵敏一段保护自动退出，其它所有带方向的零序电流保护转为零序过流保护，动作出口闭锁重合闸；TV 断线后带方向的零序一段转为零序过流时，出口延时为 $\max(200\text{ms}, \text{零序一段时间定值})$ ；
- 若选择“TV 断线退出带方向的零序一段”，则 TV 断线时零序一段退出；若选择“TV 断线退出带方向的二、三、四段”，则 TV 断线时带方向的零序二、三、四段退出。

6.4. 定值校验

现场定值校验仅需检验各保护各段可整定的定值，固定部分的定值无需校验。校验时，只需检验某一段定值的 $\pm 5\%$ 及模拟一次反方向故障即可，其余可由装置保证。

6.4.1. 定值输入

装置经 6.2（一般检验）完毕后，证明装置是完好的，在投运前按要求通过面板键盘将全部保护定值输入到装置中。

6.4.2. 距离保护定值校验

仅投距离保护软硬压板及各段保护控制字，做如下试验。

- 外加相角等于 90° ，故障电流 $I=I_n$ 、故障电压 $U=0.95IX_{zd,1}$ ($X_{zd,1}$ 为一段电抗定值)，模拟 ABC 相瞬时性故障，经一段时间后面板上“保护跳闸”灯亮的同时，液晶屏上显示相间距离一段“跳闸报告”。
- 外加相角等于 90° 、故障电流 $I=I_n$ 、故障电压 $U=1.05IX_{zd,1}$ ，模拟 ABC 相瞬时性故障，距离保护不动作。
- 外加相角等于 0° 、故障电流 $I=I_n$ 、故障电压 $U=0.95IR_{zd,1}$ ($R_{zd,1}$ 为一段电阻定值)，模拟 ABC 相瞬时性故障，经一段时间后面板上“保护跳闸”灯亮的同时，液晶屏上显示相间距离一段“跳闸报告”。
- 外加相角等于 0° 、故障电流 $I=I_n$ 、故障电压 $U=1.05IR_{zd,1}$ ，模拟 ABC 相瞬时性故障，距离保护不动作。
- 外加相角等于 90° 、故障电流 $I=I_n$ 、故障电压 $U=0.95(1+K_0)IX_{zd,1}$ ，分别模拟 A、B、C 相瞬时性接地故障，经一段时间后面板上“保护跳闸”灯亮的同时，液晶屏上显示接地距离一段“跳闸报告”。
- 外加相角等于 90° 、故障电流 $I=I_n$ 、故障电压 $U=1.05(1+K_0)IX_{zd,1}$ ，分别模拟 A、B、C 相瞬时性接地故障，距离保护不动作。
- 外加相角等于 0° ，故障电流 $I=I_n$ 、故障电压 $U=0.95(1+K_0)IR_{zd,1}$ ，分别模拟 A、B、C 相瞬时性接地故障，经一段时间后面板上“保护跳闸”灯亮的同时，液晶屏上显示接地距离一段“跳闸报告”。
- 外加相角等于 0° ，故障电流 $I=I_n$ 、故障电压 $U=1.05(1+K_0)IR_{zd,1}$ ，分别模拟 A、B、C 相瞬时性接地故障，距离保护不动作。
- 距离保护二段、灵敏二段及三段定值校验按以上规定的试验方法进行，仅调整定值。
- 外加相角等于线路正序阻抗角（灵敏角）、故障电流 $I=I_n$ （或 $I=0.4I_n$ ）、故障电压 $U=0.95IZ_{zd,4}$ ($Z_{zd,4}$ 为相间四段阻抗定值)，分别模拟 AB、BC、CA、ABC 相瞬时性故障，经四段时间后面板上“保护跳闸”灯亮的同时液晶屏上显示相间距离四段“跳闸报告”。

- 外加相角等于线路正序阻抗角，故障电流 $I=I_n$ （或 $I=0.4 I_n$ ）、故障电压 $U=1.05I_{zd.4}$ ，分别模拟AB、BC、CA、ABC相瞬时性故障、距离保护不动作。
- 模拟反方向故障，外加相角等于 $180^\circ+\varphi_L$ （ φ_L 为线路正序阻抗角）、故障电流 $I=4I_n$ 、故障电压 $U=0V$ ，分别模拟单相、两相及三相故障，各段保护均不动作。

6.4.3. 零序电流保护

仅投入零序电流保护软硬压板及所有零序段的保护和方向控制字，做如下试验。

- 模拟A相正方向（外加相角等于 -110° ）接地故障，施加故障电压 $\dot{U}_A=30V \angle -110^\circ$ ，分别加各段故障电流 $\dot{I}_A=1.05I_{Ozd.N} \angle 0^\circ$ （ I_{Ozd} 为零序电流定值，N为一段、二段、三段、四段），经整定时间后面板上“保护跳闸”灯亮的同时，液晶屏上显示相应的零序段“动作报告”。
- 模拟A相正方向（外加相角等于 -110° ）接地故障，施加故障电压 $\dot{U}_A=30V \angle -110^\circ$ ，分别加各段故障电流 $\dot{I}_A=0.95I_{Ozd.N} \angle 0^\circ$ ，零序电流保护不动作。
- 模拟A相正方向（外加相角等于 -110 度）接地故障，施加故障电压 $\dot{U}_A=30V \angle -110^\circ$ ，故障电流 $\dot{I}_A=1.05I_{ON} \angle 0^\circ$ （ I_{ON} 为不灵敏一段电流定值），面板上“保护跳闸”灯亮的同时，液晶屏上显示零序不灵敏一段“动作报告”。
- 模拟A相正方向（外加相角等于 -110° ）接地故障，施加故障电压 $\dot{U}_A=30V \angle -110^\circ$ ，故障电流 $\dot{I}_A=0.95I_{ON} \angle 0^\circ$ ，零序电流保护不动作。
- 模拟A相反方向（外加相角等于 70° ）接地故障，施加故障电压 $\dot{U}_A=30V \angle 70^\circ$ 、故障电流 $\dot{I}_A=1.2I_{ON} \angle 0^\circ$ ，零序方向电流保护不动作。

6.4.4. 距离保护整组检验

距离保护整组试验应与重合闸配合检验。使用继电保护测试仪，从保护屏端子施加交流模拟量除测保护整组动作时间和重合闸时间外，还应通过检验距离保护的阶梯特性测各段保护的动作时间（应与整定时间一致）。

6.4.5. 零序电流保护整组检验

零序电流保护整组试验应与重合闸配合检验。除测零序保护整组动作时间外，还应通过检验零序保护的阶梯特性测各段保护的动作时间（应与整定时间一致）。

6.4.6. 带断路器传动试验

此项试验是送电前的最后一项试验，试验前要对所有回路进行检查，除一次刀闸拉开，电压互感器TV及电流互感器TA尚未带电外，其他条件均与运行状态一致。试验用直流电压为80%的直流额定电压。

试验时，交流电流回路电缆从端子排打开，交流电压回路小开关一定要打开，以防止影响接于该TV回路其他保护或向TV反充电。用继电保护测试仪给交流电压、电流回路施加故障电流、电压，用断路器的辅助触点完成断路器跳开后，复归测试仪的故障状态。

做正方向故障时，整个控制室及监控设备的各个动作信号应完全正确，断路器跳合闸动作正确，断路器各种控制回路工作和指示也完全正确。

6.4.7. 用一次电流、电压检验装置运行状态

线路送电带负荷后，接入装置的交流电流、电压的相别和相位正确性必须检验。当负荷电流大于 $0.08 I_n$ 时，在装置液晶屏上观察实时负荷电流、保护安装处实时电压，电压超前电流的角度，应与控制屏盘系统潮流一致。有出入时应用相位表核实；一致时装置进入正常运行状态。

7. 运行维护

7.1. 装置投运前检查

当装置接到系统中，在投运前应对以下项目做进一步检查。

- 通入直流电源、运行灯、分位灯亮，其余灯灭；
- 检查输入装置交流量各相序及极性应正确无误；
- 各开入量应符合设计要求；
- LCD 显示开始亮，经 2~3 分钟后转入屏幕保护状态；
- 保护压板设置和连接是否符合要求。

满足上述要求保护处于正常工作状态。

7.2. 保护动作信号

- 保护动作：在液晶上提示相应信息；
- 运行灯消失：说明装置失电、装置故障、保护程序不正常；
- 告警灯亮：装置故障、TV 断线或有过负荷告警信息等；
- 跳位灯与合位灯：在正常运行时合位灯亮，当保护成功跳闸后跳位灯亮。

7.3. LCD 显示

- 当系统有故障或运行异常时，装置发出保护跳闸或告警同时，LCD 在液晶界面上显示出提示信息，按“退出”键退出该界面。

7.4. 运行与维护

- 在运行中不允许带电拔插件；
- 在运行中不允许做保护传动实验；
- 在运行中可通过 LCD 显示观察输入量的数值及断路器的运行状态。

为了对事故的分析，在运行中应记录系统及保护的运行状态。

8. 贮存保修

8.1. 产品包装

- 产品在包装前应将可动部分固定；
- 每台产品应用防水材料包好，在装入有一定防震性能的包装盒内；
- 产品随机文件，附件及易损件应按产品标准和说明书的规定一并包装和供应。
- 运输条件
- 包装好的户内使用产品在运输过程中贮存温度为 $-25^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于

95%。产品可承受此环境中的短期贮存。

8.2. 贮存条件

- 产品应保存在温度为-10° C~+40° C，相对湿度不大于80%，周围不含有碱性、酸性或其他腐蚀性、爆炸性气体的防雨防雪的室内。

8.3. 保修时间

- 在用户完全遵守说明书规定的运输、安装贮存和使用的条件下，产品出厂之日起两年内如发生产品损坏，制造厂负责更新或修理。
- 非特殊订货，产品的使用期限不超过十年。

9. 供应成套性

9.1. 随产品供应的文件

- 产品合格证或产品检验证明书一份；
- 附有原理接线图的使用说明书一份；
- 装箱单一份。

9.2. 随产品供应的配套件

- 易损零部件及易损元器件；
- 产品附件；
- 合同中规定的备品备件。

10. 订货须知

用户选用 LDS-161 装置，需提供以下相应说明及参数：

- 直流电压额定值；
- 产品型号、名称、订货数量；
- 交流电流、电压和频率额定值；
- 客户培训要求；
- 供货地址及时间；
- 所需配件备件及其他要求。

11. 附录

11.1. 附录 1: LDS-161 遥信说明

开入状态字 (遥信 1-16)

序号	状态字意义	序号	状态字意义	序号	状态字意义	序号	状态字意义
01	远方操作允许	05	低周减载压板	09	零序压板	13	邻线加速输入
02	合闸压力闭锁	06	低压减载压板	10	重合闸压板	14	保留
03	跳闸压力闭锁	07	距离压板	11	时钟同步输入	15	跳闸位置
04	闭锁重合闸输入	08	相继速动压板	12	隔离检修输入	16	合闸位置

事故状态字 1 (遥信 17-32)

序号	状态字意义	序号	状态字意义	序号	状态字意义	序号	状态字意义
01	工频变化量	05	相间 III 段	09	接地灵敏 II 段	13	TV 断线 I 段过流
02	相间 I 段	06	相间 IV 段	10	接地 III 段	14	TV 断线 II 段过流
03	相间 II 段	07	接地 I 段	11	双回线相继速动	15	保留
04	相间灵敏 II 段	08	接地 II 段	12	不对称相继速动	16	保留

事故状态字 2 (遥信 33-48)

序号	状态字意义	序号	状态字意义	序号	状态字意义	序号	状态字意义
01	零序不灵敏 I 段	05	零序 IV 段	09	过负荷动作	13	保留
02	零序 I 段	06	零序加速段	10	低周减载 I 段	14	保留
03	零序 II 段	07	重合闸动作	11	低周减载 II 段	15	保留
04	零序 III 段	08	距离后加速	12	低压减载动作	16	事故总信号

告警状态字 (遥信 49-64)

序号	状态字意义	序号	状态字意义	序号	状态字意义	序号	状态字意义
01	测频异常	05	TA 断线	09	过负荷告警	13	保留
02	控制回路断线	06	线路 TV 异常	10	合闸压力闭锁告警	14	保留
03	备用	07	求和自检告警	11	跳闸压力闭锁告警	15	保留
04	母线 TV 断线	08	开关位置异常	12	保留	16	重合闸已充电

备用状态字 (遥信 65-80)

序号	状态字意义	序号	状态字意义	序号	状态字意义	序号	状态字意义
01	保留	05	保留	09	保留	13	保留
02	保留	06	保留	10	保留	14	保留
03	保留	07	保留	11	保留	15	保留
04	保留	08	保留	12	保留	16	告警总信号

装置故障状态字 (遥信 81-96)

序号	状态字意义	序号	状态字意义	序号	状态字意义	序号	状态字意义
01	CPU 故障	05	跳闸故障	09	配置参数错	13	切换定值组号错误
02	ROM 故障	06	A/D 故障	10	补偿系数出错	14	写配置错误
03	RAM 故障	07	出口自检故障	11	传定值错误	15	写系数错误
04	E2 故障	08	保护定值错	12	写定值错误	16	CAN 总线错误

软压板状态字（遥信 97-112）

序号	状态字意义	序号	状态字意义	序号	状态字意义	序号	状态字意义
01	距离压板	05	低周减载压板	09	保留	13	保留
02	相继速动压板	06	低压减载压板	10	保留	14	保留
03	零序压板	07	保留	11	保留	15	保留
04	重合闸压板	08	保留	12	保留	16	保留

备用（遥信 113-128）

序号	状态字意义	序号	状态字意义	序号	状态字意义	序号	状态字意义
01	保留	05	保留	09	保留	13	保留
02	保留	06	保留	10	保留	14	保留
03	保留	07	保留	11	保留	15	保留
04	保留	08	保留	12	保留	16	保留

11.2. 附录 2: LDS-161 遥测说明

遥测全数据包括：Ua、Ub、Uc、Uab、Ubc、Uca、3U0、Ux、Ia、Ib、Ic、3I0、Ix、U2、F、Φua、Φub、Φuc、Φuab、Φubc、Φuca、Φ3u0、Φux、Φia、Φib、Φic、Φ3i0、Φix、共 28 项。

故障数据的报文格式在如上的格式后面增加：故障电阻、故障电抗、故障距离、故障相共 32 项。

Ia、Ib、Ic、3I0、Ix、的计算公式为 $Y \cdot 170/8192$ (A)；Ua、Ub、Uc、Uab、Ubc、Uca、U2、3U0、Ux 的计算公式为 $Y \cdot 170/8192$ (V)；F 的计算公式为 $50 + Y \cdot 2/8192$ Hz（全遥测）；事故后 F 的计算公式为 $Y/1000$ Hz；角度 Φ 的计算公式： $1/100$ ；故障电阻电抗计算公式： $1/100$ ；故障距离变比： $1/100$ 。故障相的定义如下：

00	无选相结果	04	AB 相短路	08	BC 相接地
01	A 相接地	05	BC 相短路	09	CA 相接地
02	B 相接地	06	CA 相短路	0A	ABC 三相短路
03	C 相接地	07	AB 相接地	0B	备用

11.3. 附录 3: LDS-161 遥控说明

序号	CAN 点号	名称	命令
1	3	遥控跳	跳
2	4	遥控合	合
3	81H	距离压板	投
4	82H		切
5	83H	相继速动压板	投
6	84H		切
7	85H	零序压板	投
8	86H		切
9	87H	重合闸压板	投

10	88H		切
11	89H	低周减载压板	投
12	8AH		切
13	8BH	低压减载压板	投
14	8CH		切
15	8DH	备用	投
16	8EH		切
17	8FH	备用	投
18	90H		切
17	91H	备用	投
18	92H		切

11.4. 附录 4: LDS-161 控制字说明

控制字一

序号	对应位	置 1 的意义	置 0 的意义
01	D0	工频变化量投入	工频变化量退出
02	D1	相间 I 段投入	相间 I 段退出
03	D2	相间 II 段投入	相间 II 段退出
04	D3	相间灵敏 II 段投入	相间灵敏 II 段退出
05	D4	相间 III 段投入	相间 III 段退出
06	D5	相间 IV 段投入	相间 IV 段退出
07	D6	接地 I 段投入	接地 I 段退出
08	D7	接地 II 段投入	接地 II 段退出
09	D8	接地灵敏 II 段投入	接地灵敏 II 段退出
10	D9	接地 III 段投入	接地 III 段退出
11	D10	距离 III 段带偏移投入	距离 III 段带偏移退出
12	D11	距离 I、II 段不经振荡闭锁	距离 I、II 段经振荡闭锁
13	D12	距离 III 段闭锁重合	距离 III 段不闭锁重合
14	D13	相间故障闭锁重合	相间故障不闭锁重合
15	D14	双回线相继速动投入	双回线相继速动退出
16	D15	不对称相继速动投入	不对称相继速动退出

控制字二

序号	对应位	置 1 的意义	置 0 的意义
01	D0	零序不灵敏 I 段投入	零序不灵敏 I 段退出
02	D1	零序 I 段投入	零序 I 段退出
03	D2	零序 II 段投入	零序 II 段退出
04	D3	零序 III 段投入	零序 III 段退出
05	D4	零序 IV 段投入	零序 IV 段退出
06	D5	零序加速段投入	零序加速段退出
07	D6	零序不灵敏段方向投入	零序不灵敏段方向退出

08	D7	零序Ⅰ段方向投入	零序Ⅰ段方向退出
09	D8	零序Ⅱ段方向投入	零序Ⅱ段方向退出
10	D9	零序Ⅲ段方向投入	零序Ⅲ段方向退出
11	D10	零序Ⅳ段方向投入	零序Ⅳ段方向退出
12	D11	零序加速段方向投入	零序加速段方向退出
13	D12	TV断线后退出带方向零序Ⅰ段	TV断线后不退出带方向零序Ⅰ段
14	D13	TV断线退出带方向零序Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ段	TV断线不退出带方向零序Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ段
15	D14	保留	保留
16	D15	保留	保留

控制字三

序号	对应位	置1的意义	置0的意义
01	D0	保护启动重合闸投入	保护启动重合闸退出
02	D1	不对应启动重合闸投入	不对应启动重合闸退出
03	D2	重合闸检同期投入	重合闸检同期退出
04	D3	备用	备用
05	D4	重合闸检无压投入	重合闸检无压退出
06	D5	重合闸检邻线有流投入	重合闸检邻线有流退出
07	D6	保留	保留
08	D7	保留	保留
09	D8	手合后加速投入	手合后加速退出
10	D9	后加速距离Ⅱ段投入	后加速距离Ⅱ段退出
11	D10	后加速距离灵敏Ⅱ段投入	后加速距离灵敏Ⅱ段退出
12	D11	后加速距离Ⅲ段投入	后加速距离Ⅲ段退出
13	D12	后加速距离Ⅲ段带延时投入	后加速距离Ⅲ段带延时退出
14	D13	保留	保留
15	D14	过负荷保护投入	过负荷保护退出
16	D15	过负荷出口跳闸投入	过负荷告警投入

控制字四

序号	对应位	置1的意义	置0的意义
01	D0	低周减载Ⅰ段投入	低周减载Ⅰ段退出
02	D1	低周减载Ⅱ段投入	低周减载Ⅱ段退出
03	D2	低压闭锁低周投入	低压闭锁低周退出
04	D3	低流闭锁低周投入	低流闭锁低周退出
05	D4	低压减载投入	低压减载退出
06	D5	低流闭锁低压减载投入	低流闭锁低压减载退出
07	D6	无压闭锁低压减载投入	无压闭锁低压减载退出
08	D7	滑压闭锁低压减载投入	滑压闭锁低压减载退出
09	D8	过流闭锁低压减载投入	过流闭锁低压减载退出
10	D9	保留	保留
11	D10	保留	保留
12	D11	保留	保留
13	D12	保留	保留
14	D13	保留	保留
15	D14	保留	保留

16	D15	保留	保留
----	-----	----	----

控制字五

序号	对应位	置 1 的意义	置 0 的意义
01	D0	母线 TV 断线检测投入	母线 TV 断线检测退出
02	D1	TA 断线检测投入	TA 断线检测退出
03	D2	线路 TV 异常检测投入	线路 TV 异常检测退出
04	D3	控制回路断线检测投入	控制回路断线检测退出
05	D4	断路器位置检测投入	断路器位置检测退出
06	D5	求和自检投入	求和自检退出
07	D6	保留	保留
08	D7	保留	保留
09	D8	保留	保留
10	D9	保留	保留
11	D10	保留	保留
12	D11	保留	保留
13	D12	保留	保留
14	D13	保留	保留
15	D14	保留	保留
16	D15	保留	保留

11.5. 附录 5: LDS-161 软压板清单

序号	内容	序号	内容
01	距离压板	09	保留
02	相继速动压板	10	保留
03	零序压板	11	保留
04	重合闸压板	12	保留
05	低周减载压板	13	保留
06	低压减载压板	14	保留
07	保留	15	保留
08	保留	16	保留

11.6. 附录 6: LDS-161 定值清单

序号	定值种类	含义	整定范围	步长	备注
1	控制字	控制字 1	0000~FFFFH		
2		控制字 2	0000~FFFFH		
3		控制字 3	0000~FFFFH		
4		控制字 4	0000~FFFFH		
5		控制字 5	0000~FFFFH		
6	线路参数	线路全长	0~300km	0.1km	
7		线路全长正序阻抗	0.00~25.00Ω	0.01Ω	
8		备用			
9		线路正序阻抗角	50°~85°	1°	
10	启动元件	突变量启动电流	0.1In~2 In	0.01A	
11		静稳破坏电流	0.2In~4 In	0.01A	

12	相间距离定值	相间电阻定值	0.02~25Ω	0.01Ω	In = 5A
13		相间 I 段电抗定值	0.02~25Ω	0.01Ω	
14		相间 II 段电抗定值	0.02~25Ω	0.01Ω	
15		相间灵敏 II 段电抗定值	0.02~25Ω	0.01Ω	
16		相间 III 段电抗定值	0.02~25Ω	0.01Ω	
17		相间 IV 段阻抗定值	0.02~30Ω	0.01Ω	
18		备用			
19		相间 I 段时间定值	0.0~9.99s	0.01s	
20		相间 II 段时间定值	0.1~9.99s	0.01s	
21		相间灵敏 II 段时间定值	0.1~9.99s	0.01s	
22		相间 III 段时间定值	0.1~9.99s	0.01s	
23		相间 IV 段时间定值	0.1~9.99s	0.01s	
24		接地距离定值	接地电阻定值	0.02~25Ω	0.01Ω
25	接地 I 段电抗定值		0.02~25Ω	0.01Ω	
26	接地 II 段电抗定值		0.02~25Ω	0.01Ω	
27	接地灵敏 II 段电抗定值		0.02~25Ω	0.01Ω	
28	接地 III 段电抗定值		0.02~25Ω	0.01Ω	
29	接地 I 段时间定值		0.0~9.99s	0.01s	
30	接地 II 段时间定值		0.1~9.99s	0.01s	
31	接地灵敏 II 段时间定值		0.1~9.99s	0.01s	
32	接地 III 段时间定值		0.1~9.99s	0.01s	
33	零序补偿系数		0.00~3.00	0.01	
34	零序保护定值	零序不灵敏段电流	0.1In~20 In	0.01A	
35		零序 I 段电流定值	0.1In~20 In	0.01A	
36		零序 II 段电流定值	0.1In~20 In	0.01A	
37		零序 III 段电流定值	0.1In~20 In	0.01A	
38		零序 IV 段电流定值	0.1In~20 In	0.01A	
39		零序加速段电流定值	0.1In~20 In	0.01A	
40		零序 I 段时间定值	0.0~9.99s	0.01s	
41		零序 II 段时间定值	0.1~9.99s	0.01s	
42		零序 III 段时间定值	0.1~9.99s	0.01s	
43		零序 IV 段时间定值	0.1~9.99s	0.01s	
44		零序加速段时间定值	0.1~2.99s	0.01s	
45	TV 断线后两段式电流	TV 断线后 I 段电流	0.1In~20 In	0.01A	
46		TV 断线后 II 段电流	0.1In~20 In	0.01A	
47		TV 断线后 I 段时间	0.0~9.99s	0.01s	
48		TV 断线后 II 段时间	0.0~9.99s	0.01s	
49	过负荷定值	过负荷电流定值	0.1In~4 In	0.01A	
50		过负荷时间定值	1~3600s	1s	
51	重合闸定值	重合闸时间	0.1~9.99s	0.01s	
52		重合闸同期角度	10°~50°	1°	
53	低周减载定值	低周减载频率定值	46.00Hz~50.00Hz	0.01Hz	
54		低周减载低压闭锁定值	30V~100V	0.1V	线电压
55		低周减载滑差闭锁定值	0.1~10.0Hz/s	0.1Hz/ s	
56		低周减载 I 段时间定值	0.1s~20.00 s	0.01 s	

57		低周减载Ⅱ段时间定值	0.1s~20.00 s	0.01 s	
58	低压减载定值	低压减载电压定值	30V~100V	0.1V	线电压
59		滑压闭锁电压定值	10V~99.9V/s	0.1V/s	线电压
60		低压减载时间定值	0.1s~20.00s	0.01s	

说明:

- 1、本装置近似认为线路的正序阻抗角和零序阻抗角相等，所以零序补偿系数采用实数表示。
- 2、由于零序不灵敏段在开关合闸后 3s 内瞬时投入，所以可以按照断开断路器不同时合闸的最大零序电流整定；同时，如果线路带有变压器支路，同时考虑断开变压器的励磁涌流整定。另外，由于此时退出了零序Ⅰ段，所以在不考虑以上因素时可以把零序不灵敏段定值整定和零序Ⅰ段一致，而不能简单的退出零序不灵敏段保护。

11.7. 附录 7: LDS-161 配置清单

编号	名称	配置意义	整定范围	整定级差
01	通讯地址	通讯地址	000~64	1
02	通用控制字	通用控制字的意义	0000H~FFFFH	1
03	遥控控制字	遥控控制字的意义	0000H~FFFFH	1
04	出口控制字 1	距离Ⅰ、Ⅱ段出口	0000H~FFFFH	1
05	出口控制字 2	距离Ⅲ、Ⅳ段出口	0000H~FFFFH	1
06	出口控制字 3	距离后加速出口	0000H~FFFFH	1
07	出口控制字 4	相继动作出口	0000H~FFFFH	1
08	出口控制字 5	过流动作出口	0000H~FFFFH	1
09	出口控制字 6	零序Ⅰ、Ⅱ段出口	0000H~FFFFH	1
10	出口控制字 7	零序Ⅲ、Ⅳ段出口	0000H~FFFFH	1
11	出口控制字 8	零序加速段出口	0000H~FFFFH	1
12	出口控制字 9	过负荷出口	0000H~FFFFH	1
13	出口控制字 10	低周减载出口	0000H~FFFFH	1
14	出口控制字 11	低压减载出口	0000H~FFFFH	1
15	出口控制字 12	重合闸出口	0000H~FFFFH	1
16	出口控制字 13	出口控制字 13	0000H~FFFFH	1
17	出口控制字 14	出口控制字 14	0000H~FFFFH	1
18	出口控制字 15	出口控制字 15	0000H~FFFFH	1
19	出口控制字 16	出口控制字 16	0000H~FFFFH	1
20	出口控制字 17	出口控制字 17	0000H~FFFFH	1
21	出口控制字 18	出口控制字 18	0000H~FFFFH	1
22	出口控制字 19	出口控制字 19	0000H~FFFFH	1
23	出口控制字 20	出口控制字 20	0000H~FFFFH	1
24	遥信延时 1	遥信 1 去抖延时	0.00S~9.99s	0.01s
25	遥信延时 2	遥信 2 去抖延时	0.00S~9.99s	0.01s
26	遥信延时 3	遥信 3 去抖延时	0.00S~9.99s	0.01s
27	遥信延时 4	遥信 4 去抖延时	0.00S~9.99s	0.01s
28	遥信延时 5	遥信 5 去抖延时	0.00S~9.99s	0.01s
29	遥信延时 6	遥信 6 去抖延时	0.00S~9.99s	0.01s
30	遥信延时 7	遥信 7 去抖延时	0.00S~9.99s	0.01s
31	遥信延时 8	遥信 8 去抖延时	0.00S~9.99s	0.01s
32	遥信延时 9	遥信 9 去抖延时	0.00S~9.99s	0.01s

33	遥信延时 10	遥信 10 去抖延时	0.00S~9.99s	0.01s
34	遥信延时 11	遥信 11 去抖延时	0.00S~9.99s	0.01s
35	遥信延时 12	遥信 12 去抖延时	0.00S~9.99S	0.01S
36	遥信延时 13	遥信 13 去抖延时	0.00S~9.99s	0.01s
37	遥信延时 14	遥信 14 去抖延时	0.00S~9.99s	0.01s
38	遥信延时 15	遥信 15 去抖延时	0.00S~9.99s	0.01s
39	遥信延时 16	遥信 16 去抖延时	0.00S~9.99s	0.01s
40	遥信极性	遥信极性	0000H~FFFFH	1
41	测量 K ₁	发送数据阈值	3~8	1
42	测量 K ₂	发送变化数据死区值	5~20	1
43	备用			
44	备用			
45	控母断线 T	控制回路断线延时	0.00S~19.9s	0.1s
46	合闸压力闭锁 T	合闸压力闭锁告警延时	0.00S~19.9s	0.1s
47	跳闸压力闭锁 T	跳闸压力闭锁告警延时	0.00S~19.9s	0.1s
48	遥控长延时 T	遥控长延时	0.0S~65.5s	0.1s
49	遥控短延时 T	遥控短延时	0.0S~65.5s	0.1s

其中装置通讯地址以相互总线上的不同装置区别。测量电流、电压的零漂用测量K₁值去除，出厂时整定为 008，发送变化数据的死区值整定测量K₂，出厂时整定为 005，如总线挂装置量过多，适当调整K₁、K₂防止总线过忙。用户可以根据接点状况，自行整定遥信去抖延时，出厂时延时时间整定为 0.02s。遥信极性用来取反遥信的状态。遥控长、短延时设置遥控出口的保持时间，缺省为 1s。

通用控制字的意义

序号	对应位	置 1 的意义	置 0 的意义
01	D0	额定电流为 1A	额定电流为 5A
02	D1	G12 为隔离检修开入	G12 备用
03	D2	CAN 网速度为 50K	CAN 网速度为 100K
04	D3	保留	保留
05	D4	保留	保留
06	D5	保留	保留
07	D6	保留	保留
08	D7	保留	保留
09	D8	保留	保留
10	D9	保留	保留
11	D10	保留	保留
12	D11	保留	保留
13	D12	保留	保留
14	D13	保留	保留
15	D14	保留	保留
16	D15	G11 为时钟分同步开入	0: G11 备用

遥控控制字的意义

序号	意义	序号	意义
01	1: 命令 1 出口用遥控长延时	09	1: 命令 9 出口用遥控长延时

	0: 命令 1 出口用遥控短延时		0: 命令 9 出口用遥控短延时
02	1: 命令 2 出口用遥控长延时 0: 命令 2 出口用遥控短延时	10	1: 命令 10 出口用遥控长延时 0: 命令 10 出口用遥控短延时
03	1: 命令 3 出口用遥控长延时 0: 命令 3 出口用遥控短延时	11	保留
04	1: 命令 4 出口用遥控长延时 0: 命令 4 出口用遥控短延时	12	保留
05	1: 命令 5 出口用遥控长延时 0: 命令 5 出口用遥控短延时	13	保留
06	1: 命令 6 出口用遥控长延时 0: 命令 6 出口用遥控短延时	14	保留
07	1: 命令 7 出口用遥控长延时 0: 命令 7 出口用遥控短延时	15	保留
08	1: 命令 8 出口用遥控长延时 0: 命令 8 出口用遥控短延时	16	保留

出口控制字的意义

序号	意义	序号	意义	序号	意义	序号	意义
01	出口命令 1	05	出口命令 5	09	出口命令 9	13	保留
02	出口命令 2	06	出口命令 6	10	出口命令 10	14	保留
03	出口命令 3	07	出口命令 7	11	保留	15	保留
04	出口命令 4	08	出口命令 8	12	保留	16	保留

出口控制字的相应位为 1 则使相应的出口动作，为 0 则相应出口不动。

11.8. 附录 8: LDS-161 通道系数定义

编号	名称	定值意义	整定范围	整定级差
01	Ua	A 相电压系数	0.000~9.999	0.001
02	Ia	A 相电流系数	0.000~9.999	0.001
03	Ub	B 相电压系数	0.000~9.999	0.001
04	Ib	B 相电流系数	0.000~9.999	0.001
05	Uc	C 相电压系数	0.000~9.999	0.001
06	Ic	C 相电流系数	0.000~9.999	0.001
07	3U0	零序电压系数	0.000~9.999	0.001
08	3I0	零序电流系数	0.000~9.999	0.001
09	Ux	线路电压系数	0.000~9.999	0.001
10	Ix	相邻线电流系数	0.000~9.999	0.001
11	Nc	保留	0.000~9.999	0.001
12	Nc	保留	0.000~9.999	0.001
13	Nc	保留	0.000~9.999	0.001
14	Nc	保留	0.000~9.999	0.001
15	U+12	A/D 自检用	0.000-9.999	0.001
16	U-12	A/D 自检用	0.000-9.999	0.001
17	UA 相位补偿角	A 相电压补偿角度	-15° ~+15°	0.01°
18	IA 相位补偿角	A 相电流补偿角度	-15° ~+15°	0.01°
19	UB 相位补偿角	B 相电压补偿角度	-15° ~+15°	0.01°

20	IB 相位补偿角	B 相电流补偿角度	-15° ~+15°	0.01°
21	UC 相位补偿角	C 相电压补偿角度	-15° ~+15°	0.01°
22	IC 相位补偿角	C 相电流补偿角度	-15° ~+15°	0.01°
23	3U0 相位补偿角	零序电压补偿角度	-15° ~+15°	0.01°
24	I0 相位补偿角	零序电流补偿角度	-15° ~+15°	0.01°
25	UX 相位补偿角	线路电压补偿角度	-15° ~+15°	0.01°
26	Ix 相位补偿角	相邻线电流补偿角度	-15° ~+15°	0.01°
27	备用	备用		

通道系数出厂时已整定好，用户不需整定，整定计算公式为：

$$K = (F_s / F_x) * K_o$$

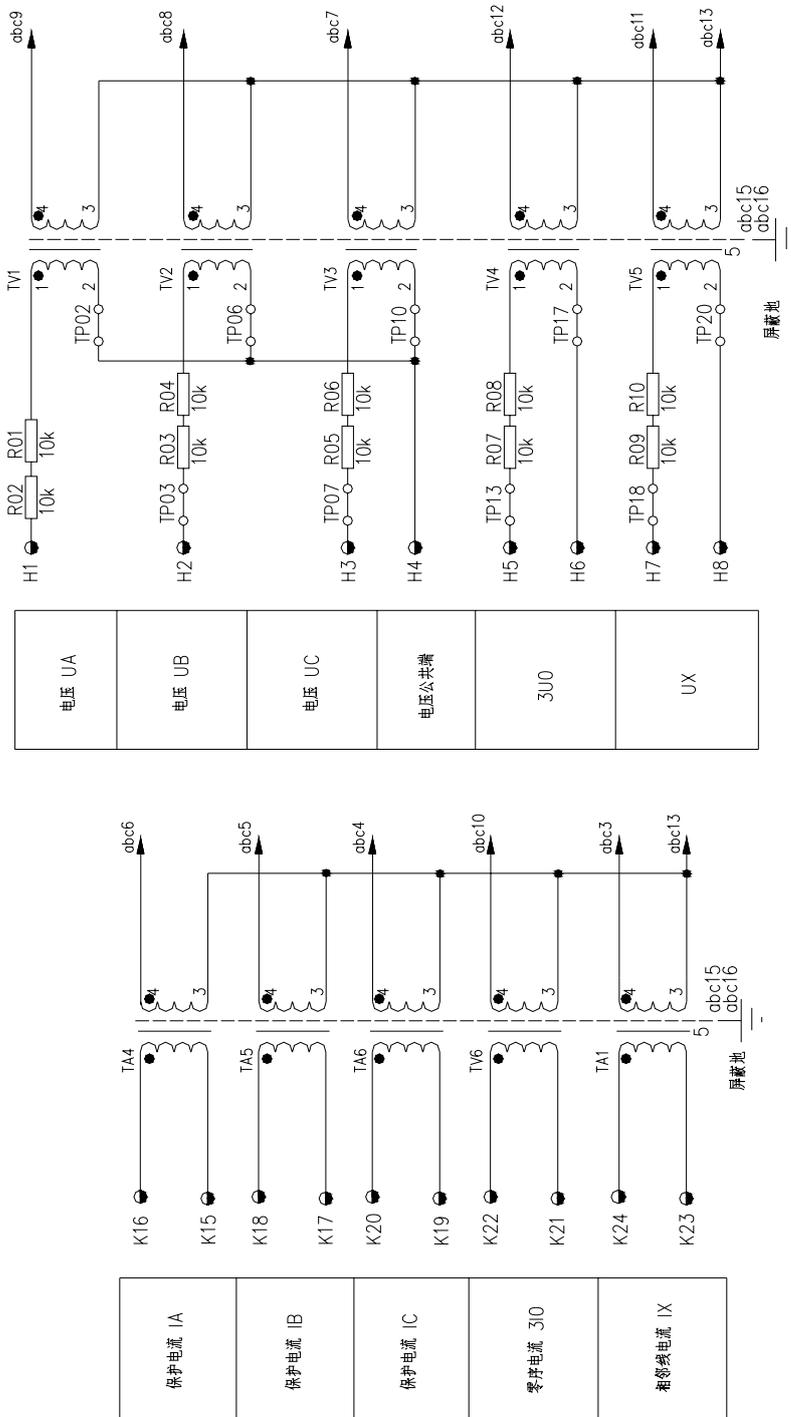
Fx: 装置显示值 Fs: 施加激励量 K: 本通道系数 Ko: 旧系数
 相位补偿角是用于补偿装置内部互感器造成的相角误差，用户无需整定。

11.9. 附录 9: LDS-161 开入说明

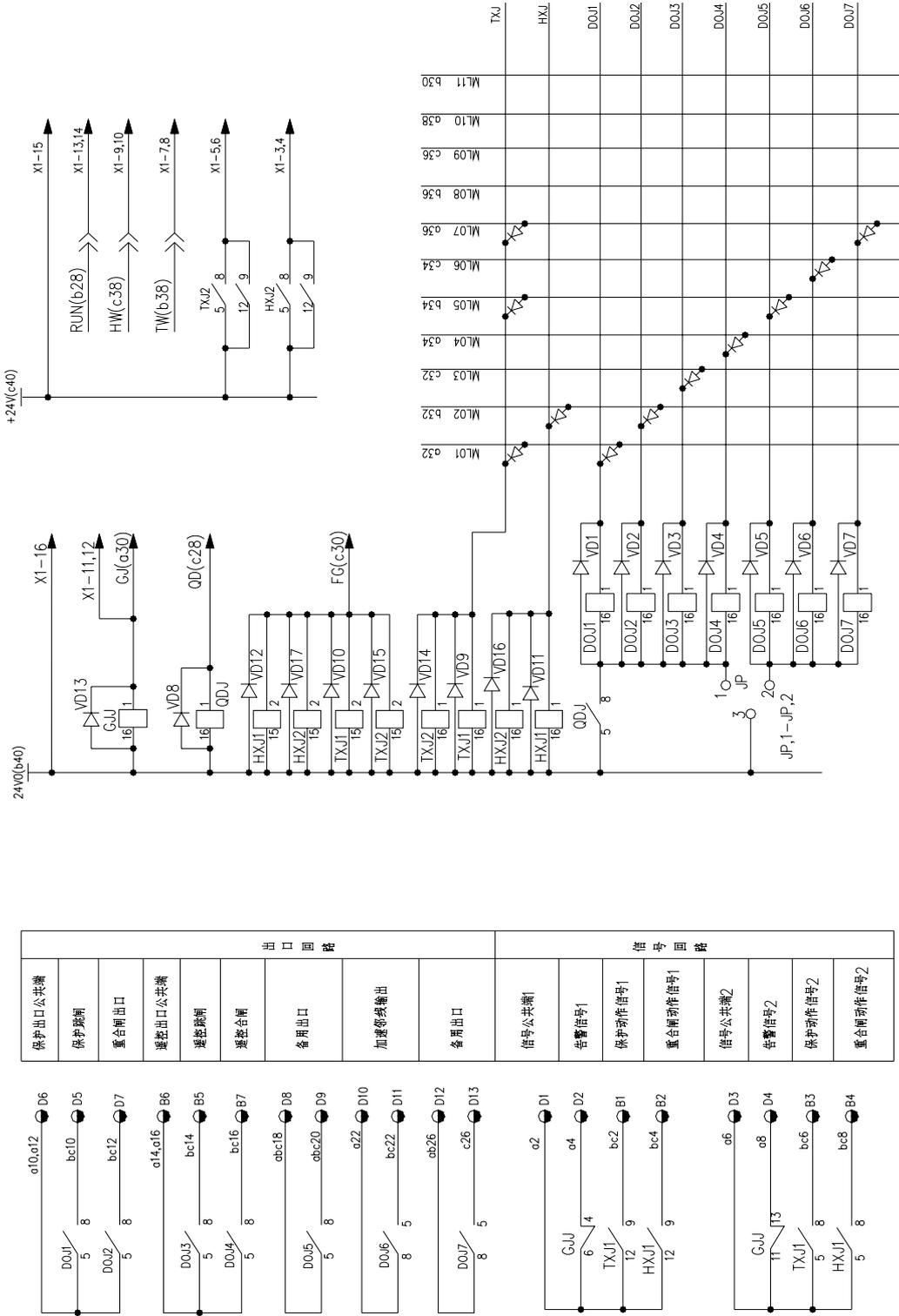
遥信点号	MMI 显示	端子排	说明
遥信 1	远方操作允许	G1	远方操作允许
遥信 2	合闸压力闭锁	G2	合闸压力闭锁
遥信 3	跳闸压力闭锁	G3	跳闸压力闭锁
遥信 4	闭锁重合闸	G4	闭锁重合闸
遥信 5	低周减载压板	G5	低周减载投入
遥信 6	低压减载压板	G6	低压减载投入
遥信 7	距离压板	G7	距离投入
遥信 8	相继速动压板	G8	相继速动投入
遥信 9	零序压板	G9	零序投入
遥信 10	重合闸压板	G10	重合闸投入
遥信 11	时钟同步信号	G11	时钟同步开入
遥信 12	隔离检修状态	G12	隔离检修开入
遥信 13	邻线加速信号	G13	邻线加速开入
遥信 14	备用	G14	备用
遥信 15	跳闸位置	G15	跳闸位置
遥信 16	合闸位置	G16	合闸位置

12. 附图

12.1. 附图 1: LDS-161 AC 板原理图

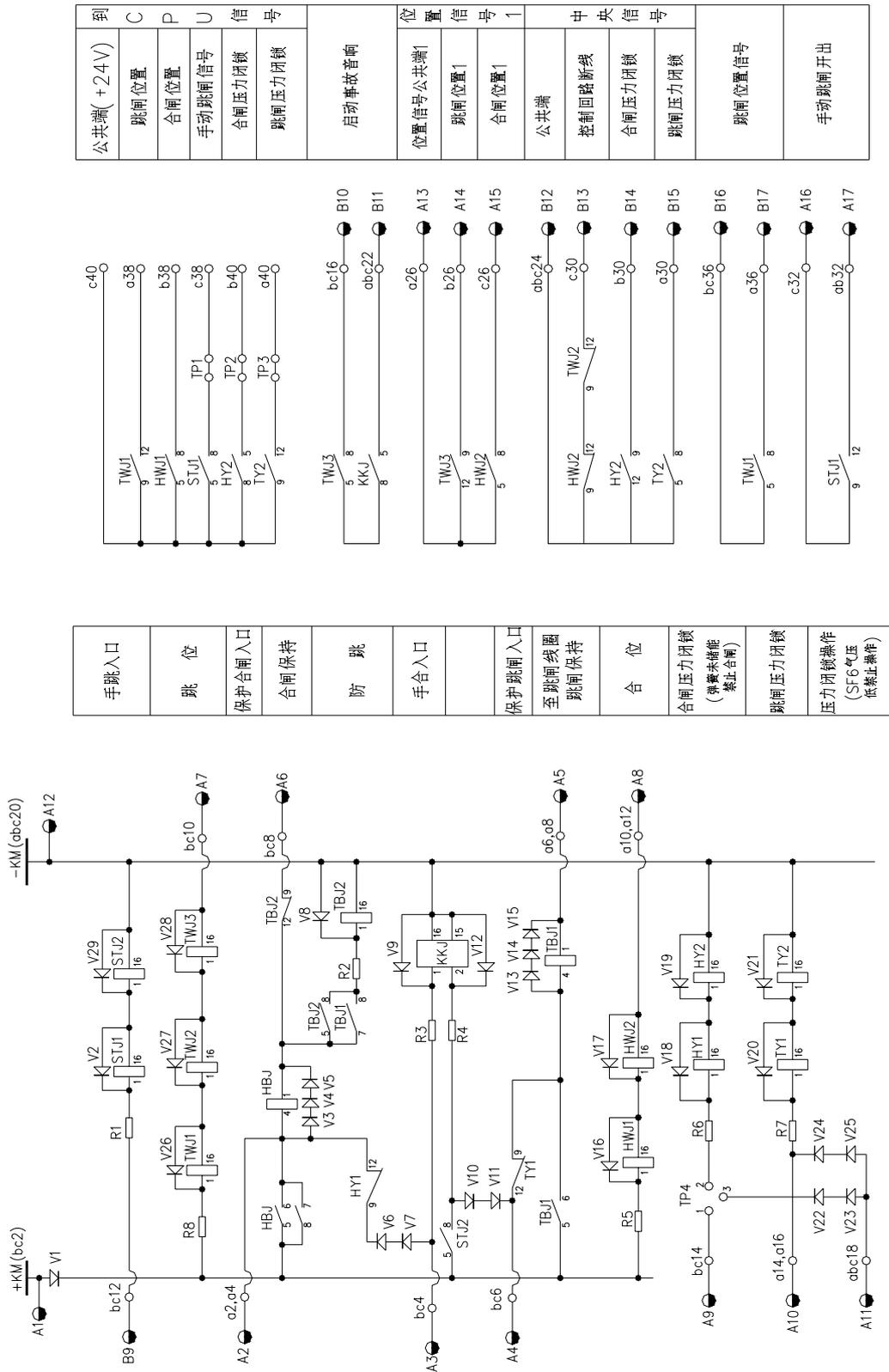


12.2. 附图 2: LDS-161 I/O 板原理图



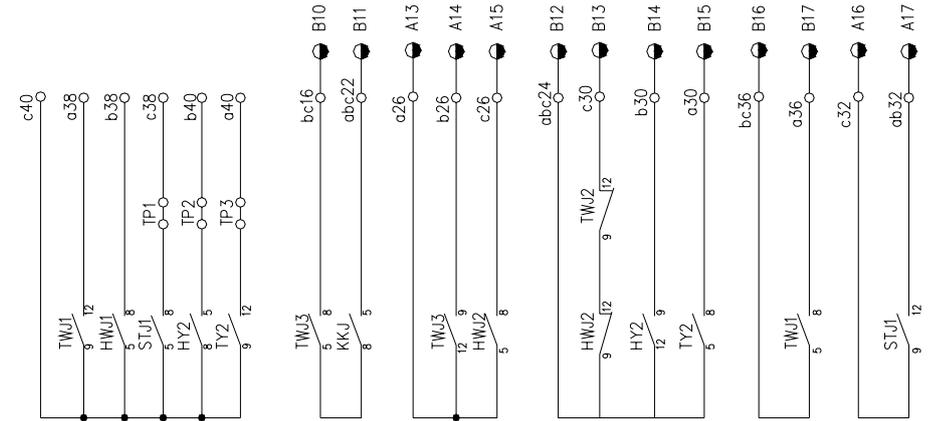
二极管阵列V11,V1T,V22,V2H,V33,V44,V55,V5T,V66,V77,V7T

12.3. 附图 3: LDS-161 操作回路原理图



手跳入口
跳位
保护合闸入口
合闸保持
防跳
手合入口
保护跳闸入口
至跳闸线圈跳闸保持
合位
合闸压力闭锁 (弹簧未储能 禁止合闸)
跳闸压力闭锁
压力闭锁操作 (SF6气压 低禁止操作)

公共端(+24V)	到
跳闸位置	C
合闸位置	P
手动跳闸信号	U
合闸压力闭锁	信号
跳闸压力闭锁	信号
启动事故音响	
位置信号公共端1	位置
跳闸位置1	信号
合闸位置1	1
公共端	
控制回路断线	中央
合闸压力闭锁	信号
跳闸压力闭锁	信号
跳闸位置信号	
手动跳闸开出	



注: 线圈TP1, TP2, TP3

12.4. 附图 4: LDS-161 端子定义

A		B		C		D		E		F		G		H		K	
1	+KM	1	保护跳闸信号1	1	远方操作允许	1	信号公共端1	1	直流正电源	1	+24V 电源	1	合闸操作允许	1	母线电压IA	1	保护电流IA
2	合闸入口	2	重合闸动作信号1	2	合闸压力闭锁	2	告警信号1	2	直流负电源	2	CANH	2	合闸压力闭锁	2	母线电压UB	2	保护电流IB
3	手合入口	3	保护跳闸信号2	3	跳闸压力闭锁	3	信号公共端2	3	机壳接地	3	CANH	3	跳闸压力闭锁	3	母线电压UC	3	保护电流IB'
4	跳闸入口	4	重合闸动作信号2	4	闭锁重合闸	4	告警信号2	4		4	CANL	4	闭锁重合闸	4	母线电压UN	4	保护电流IC
5	全跳闸线圈	5	遥控跳闸出口	5	低阻减载投入	5	遥控跳闸出口	5		5	CANG	5	低阻减载投入	5	零序电压UN	5	保护电流IC'
6	至合闸线圈	6	遥控出口公共端	6	低阻减载投入	6	遥控出口公共端	6		6		6	低阻减载投入	6	零序电压UN	6	零序电流3I0
7	跳位至合闸机械闭锁	7	遥控合闸出口	7	距离投入	7	遥控合闸出口	7		7		7	距离投入	7	相线电压UN	7	相邻线电流IX
8	合位至跳闸机械闭锁	8	手跳入口	8	相流投入	8	备用出口	8		8		8	相流投入	8	保护电流IA'	8	保护电流IA
9	合闸压力闭锁	9	启动事故音响	9	零序投入	9	备用出口	9		9		9	零序投入	9	保护电流IB'	9	保护电流IB
10	跳闸压力闭锁	10	公共端	10	重合闸投入	10	加速邻线输出	10		10		10	重合闸投入	10	保护电流IC'	10	保护电流IC
11	跳闸压力闭锁操作	11	控制回路断线	11	时钟同步开入	11	加速邻线输出	11		11		11	时钟同步开入	11	零序电流3I0'	11	零序电流3I0
12	-KM	12	合闸回路断线	12	故障检修状态	12	备用出口	12		12		12	故障检修状态	12	相邻线电流IX'	12	相邻线电流IX
13	公共端	13	跳闸回路断线	13	邻线加速开入	13	信号复归	13		13		13	邻线加速开入	13		23	
14	绿灯	14	公共端	14	备用	14	-24V	14		14		14	备用	14		24	
15	红灯	15	公共端	15		15		15		15		15		15			
16	手跳开入	16	跳闸位置信号	16		16		16		16		16		16			
17		17		17		17		17		17		17		17			