

WBH-812

**微机变压器保护装置
技术说明书**

编制：

校核：

审核：

审定：

2005.9

前 言

感谢您使用许继电气股份公司研制生产的 WBH-812 型微机变压器保护装置。WBH-812 型微机变压器保护装置完全符合 ISO-9001 产品质量标准。采用全汉化技术，调试、打印报告全汉化输出。

本说明书适用于 WBH-812 型微机变压器保护装置 Ver1.42 软件版本。

目 录

1	概述	1-1
1.1	应用范围	1-1
1.2	功能特点	1-1
1.3	保护配置	1-2
2	技术参数	2-1
2.1	机械及环境参数	2-1
2.2	额定电气参数	2-1
2.3	主要技术指标	2-2
3	产品原理介绍	3-1
3.1	差动保护	3-1
3.2	过流保护	3-5
4	装置硬件介绍及典型接线	4-1
4.1	装置整体介绍	4-1
4.2	装置背视示意图	4-2
4.3	结构与安装	4-2
4.4	WBH-812 保护装置端子图	4-3
4.5	WBH-812 装置输出触点	4-4
5	定值清单	5-1
5.1	WBH-812/2 的保护整定清单.....	5-1
6	附录一 保护装置整定计算	6-1
6.1	差动保护整定计算	6-1
7	附录二 比率差动保护各侧电流相位差的补偿	7-1
8	附录三 装置通讯说明（IEC 60870-5-103 规约）	8-1
8.1	保护软压板遥信	8-1
8.2	保护软压板控制	8-1
8.3	状态信息	8-1
8.4	故障信息	8-1
8.5	告警信息	8-2
8.6	自检信息	8-2

1 概述

1.1 应用范围

WBH-812 微机型变压器保护装置适用于 110kV 电压等级各种接线方式的变压器。WBH-812 装置实现变压器的差动保护，差动保护采用二次电流自动调整相位的方法，并提供了可靠的励磁涌流判据，可以实现四侧差动。

1.2 功能特点

- 强抗干扰能力

软硬件设计上采取充分的抗干扰措施，6U 全封闭机箱，整体面板，强弱电严格分开，装置的抗干扰能力大大提高，对外的电磁辐射也满足相关标准。

- 强大的自检功能

完善的 A/D 采样回路自检能避免 A/D 采样出错导致的装置误动；开出回路自检可以准确检测任一路开出回路断线或开出击穿故障，发出告警并可靠闭锁保护；定值自检能够检测定值存储区出错、定值越限等；具备 +5V、±15V 电源自检功能，当电源电压不正常时，装置发告警信息，并闭锁保护。

- 先进的励磁涌流判据

变压器空载合闸时采用相电流判别励磁涌流，避免了变压器相位补偿过程中其他相励磁涌流对本相励磁涌流的影响，涌流特点更加鲜明；采用按相综合开放判据，在带故障空投时差动保护可快速动作。

- 可靠的 TA 饱和判据

采用“时差法”+“虚拟制动电流法”抗区外 TA 饱和方案。利用区外 TA 饱和时差动电流比制动电流晚出现且差动电流存在间断的特征，在区外故障 TA 饱和时可靠闭锁保护，在区外故障 TA 饱和转区内故障时快速开放保护，确保了差动保护的可靠性。

- 可靠的比率差动保护

采用多段、多折线的方法，能够快速切除区内严重故障，同时也保证轻微故障、复杂故障的灵敏度。采用长短数据窗结合的多重算法，大大提高软件的抗干扰能力。

- 变压器联结组别可灵活整定

通过整定变压器的钟点数及各侧接线型式，可以满足现场各种不同联结组别变压器的保护需要。

- 友好的人机界面

彩色液晶大屏幕显示，采用全中文仿 Windows 菜单模式，结构清晰，使用方便，美观实用。

- 独特的传动试验设计

可选择“按通道传动”和“按保护传动”两种方式，不仅能检验现场各跳闸回路的接线，还可以在不施加电流电压的情况下，检验各个保护的动作跳闸情况。

- 完善的事件记录功能
可记录 100 次故障、8 次故障波形、200 次异常信息。录波数据与 COMTRADE 兼容。
- 强大的通讯功能
提供两组 RS-485 通信串口，一个 RS-485 共享打印接口，一个 RS-232 通信串口，可选作 PC 调试口或就地打印口。每个串口的作用、波特率及校验方式均可以灵活配置。通信接口兼容性、开放性，支持 IEC60870-5-103 通讯规约。
- 完善的打印功能
具有手动启动录波并打印功能，可打印出正常时各侧的电流电压的幅值、相位，方便用户在变压器投运时进行各侧电流电压的极性校验。

1.3 保护配置

图 1-3-1 为 WBH-812 保护在 110kV 变压器典型接线（高压侧为内桥接线）的应用配置方案。

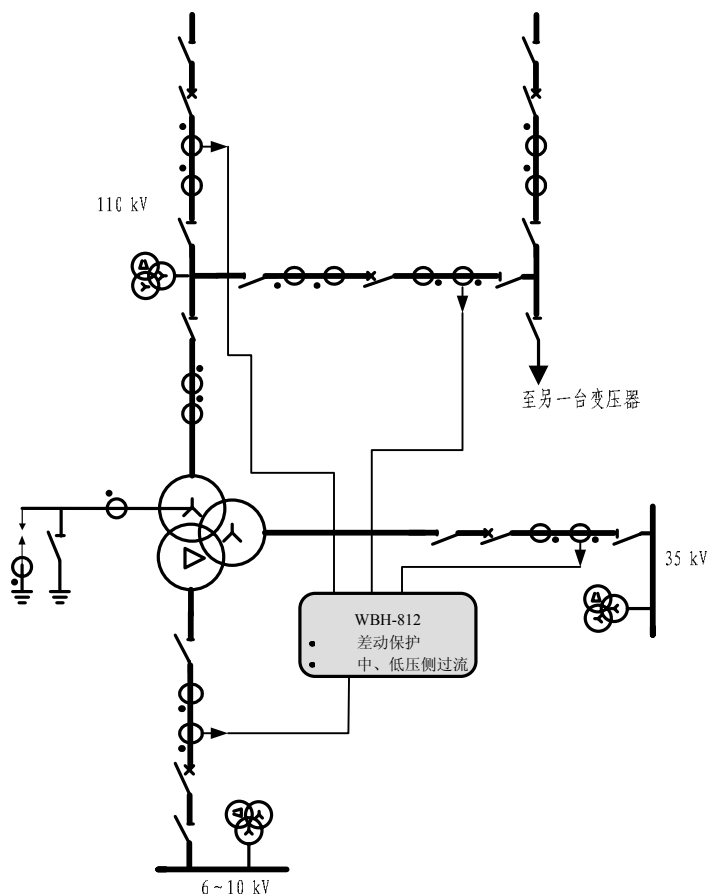


图 1-3-1 WBH-812 在三圈变中的典型应用配置

1.3.1 WBH-812 主保护装置的典型配置

配置如表 1-3-1 所示：

表 1-3-1

序号	保护名称	时限	备注
1	比率差动		包括：TA 断线、差流越限、差流速断、比率差动，增量差动
2	中压侧过流	1	对两圈变，此保护用压板退出
3	低压侧过流	1	对低压侧带分支的变压器，以此保护代替低压侧 A 分支过流
4	低压侧 B 分支过流	1	对低压侧不带分支的变压器，此保护用压板退出
<p>注 1、变压器的中、低压侧发生区外故障时，由于后备保护装置直流电源故障而造成保护拒动时有发生，严重地威胁变压器的安全运行和电网的稳定，为了避免这种情况的发生，在本装置中为变压器的中、低压侧各设一段过流保护，其所用电流互感器与差动用电流互感器共用，作为变压器的后备保护，该保护动作后作用于跳变压器各侧断路器。</p> <p>注 2、低压侧带分支时，低压侧 A、B 分支各设一段过流保护，低压侧 A 分支过流保护用低压侧过流保护代替。低压侧不带分支时，低压侧 B 分支过流保护要用软压板退出。</p> <p>注 3、对两圈变，中压侧过流保护可用硬压板和软压板退出。</p>			

2 技术参数

2.1 机械及环境参数

2.1.1 机械结构

机箱结构尺寸：259.3mm×266mm×256.2mm

安装方式：嵌入式

2.1.2 机械性能

工作条件：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：能承受严酷等级为 I 级的振动耐久，冲击及碰撞检验。

2.1.3 环境条件

工作温度：-10℃~+50℃，24 h 内平均温度不超过 35℃；

贮存温度：-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：80 kPa~110 kPa；

相对湿度：最湿月的月平均最大相对湿度为 90%，同时该月的月平均最低温度为 25℃且表面无凝露。最高温度为 40℃时，平均最大相对湿度不超过 50%。大气压力：80 kPa~110 kPa。

2.2 额定电气参数

2.2.1 额定交流数据

额定交流电流 I_n ：5 A 或 1 A；

额定交流电压 U_n ：线电压 100 V，相电压 $100/\sqrt{3}$ V；

额定频率：50 Hz。

2.2.2 额定直流数据

220V 或 110V，允许偏差 +15%，-20%。

2.2.3 打印机辅助交流电源

220V，0.7A，50Hz/60Hz，允许变化范围 80%~110%。

2.2.4 采样频率

微机保护采样及录波频率 1200Hz，系统频率跟踪范围 40Hz~60Hz。

2.2.5 功率消耗

交流电压回路：当为额定电压时，每相不大于 0.5 VA；

交流电流回路：当额定电流为 1 A 时，每相不大于 0.5 VA；当额定电流为 5 A 时，每相不大于 1 VA；

直流回路：正常运行时，每个保护箱逻辑回路不大于 35 W，开入回路每路不大于 1.5 W；保护动作时，每个保护箱逻辑回路不大于 50 W，开入回路每路不大于 1.5 W。

2.2.6 热稳定性

$2 I_n$ 电流下，长期运行；

$10 I_n$ 电流下，允许运行 10 s；

$40 I_n$ 电流下，允许运行 1 s。

2.3 主要技术指标

2.3.1 动作时间

差流速断：不大于 20 ms(1.5 倍整定值)；

比率差动：不大于 30 ms(2 倍整定值)。

2.3.2 保护定值整定范围和定值误差

差流越限整定范围： $0.1 I_n \sim 1.0 I_n$ ，误差不超过 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.01 I_n$ ；

差动最小动作电流整定范围： $0.2 I_n \sim 1.0 I_n$ ，误差不超过 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.01 I_n$ ；

差动最小制动电流整定范围： $0.5 I_n \sim 1.2 I_n$ ；

比率制动系数整定范围： $0.3 \sim 0.7$ ，误差不超过 $\pm 5\%$ ；

二次谐波制动系数整定范围： $0.15 \sim 0.20$ ，正误差不超过 +0.03，负误差不超过 0；

差流速断整定范围： $3 I_n \sim 10 I_n$ ，误差不超过 $\pm 2.5\%$ ；

2.3.3 记录容量

2.3.3.1 故障录波内容和故障事件报告容量

保护跳闸记录跳闸前 4 个周波、跳闸后 6 个周波所有电流电压波形；

保护装置可循环记录 100 次故障事件报告。

2.3.3.2 正常波形记录容量

正常时保护可记录 10 个周波所有电流电压波形，以供记录或校验极性。

2.3.3.3 异常记录容量

可循环记录 200 次事件记录和装置自检报告。事件记录包括软、硬压板投退、开关量变位等；装置自检报告包括硬件自检出错报警、装置长期起动的等。

2.3.4 对时方式

外部正脉冲秒对时；

监控系统绝对时间的对时报文。

2.3.5 输出触点

2.3.5.1 信号触点容量

允许长期通过电流：5 A；

切断电流：0.3 A(DC 220 V, $\tau=5$ ms)。

2.3.5.2 跳闸出口触点容量

允许长期通过电流：10 A；

切断电流：0.3 A(DC 220 V, $\tau=5$ ms)。

2.3.5.3 辅助继电器触点容量

允许长期通过电流：5 A；

切断电流：0.3 A(DC 220V, $\tau=5$ ms)。

2.3.6 绝缘性能

绝缘电阻：装置所有电路与外壳之间的绝缘电阻在标准实验条件下，不小于 100 M Ω ；

介质强度：装置的额定绝缘电压小于 60 V 的电路与外壳的介质强度能耐受交流 50 Hz, 电压 500 V(有效值), 历时 1 min 试验, 其它电路与外壳的介质强度能耐受交流 50 Hz, 电压 2 kV(有效值), 历时 1 min 试验, 而无绝缘击穿或闪络现象。

2.3.7 冲击电压

装置的导电部分对外露的非导电金属部分外壳之间, 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。

2.3.8 寿命

电寿命：装置输出触点电路在电压不超过 250 V, 电流不超过 0.5 A, 时间常数为 5ms \pm 0.75 ms 的负荷条件下, 产品能可靠动作及返回 1 000 次；

机械寿命：装置输出触点不接负荷, 能可靠动作和返回 10 000 次。

2.3.9 抗干扰能力

辐射电磁场干扰试验：符合 GB/T 14598.9 规定的严酷等级的辐射电磁场干扰。

快速瞬变干扰试验：符合 GB/T 14598.10 规定的严酷等级为 IV 级的快速瞬变干扰。

脉冲群干扰试验：符合 GB/T 14598.13 规定的频率为 1 MHz 及 100 kHz 衰减振荡波 (第一个半波为电压幅值共模为 2.5 kV, 差模为 1 kV) 脉冲群干扰。

抗静电放电干扰试验：符合 GB/T 14598.14 规定的严酷等级为 III 级的抗静电放电干扰。

工频磁场抗扰度试验：符合 GB/T 17626.8-1998 中第 5 章规定的严酷等级为 IV 级的工频磁场干扰。

脉冲磁场抗扰度试验：符合 GB/T 17626.9-1998 中第 5 章规定的严酷等级为 IV 级的脉冲磁场干扰。

浪涌抗扰度试验：符合 IEC 60253-22-5:2002 中第 4 章规定的严酷等级为 III 级的浪涌骚扰。

射频场感应的传导骚扰抗扰度试验：符合 IEC 60253-22-6:2001 中第 4 章的规定。

工频干扰试验：符合 IEC 60253-22-7:2003 规定的工频干扰。

3 产品原理介绍

3.1 差动保护

变压器的主保护必须满足电力系统对继电保护的四个基本要求，即：可靠性、速动性、选择性、灵敏性。单独靠一种动作特性或一个动作方程是不可能满足上述要求的。为了满足电力系统对继电保护的上述要求，本装置中主保护由比率差动、增量差动、差流速断、差流越限告警、TA 断线告警组成，提供完备的主保护解决方案。

3.1.1 比率差动保护

比率差动保护能反映变压器内部相间短路故障、高（中）压侧单相接地短路及匝间层间短路故障，既要考虑励磁涌流和过励磁运行工况，同时也要考虑 TA 断线、TA 饱和、TA 暂态特性不一致的情况。

由于变压器联结组不同和各侧 TA 变比的不同，变压器各侧电流幅值相位也不同，差动保护首先要消除这些影响。本保护装置利用数字的方法对变比和相位进行补偿，方法参见第 7 章附录二，以下说明均基于已消除变压器各侧电流幅值相位差异的基础之上。

3.1.1.1 比率差动动作方程

$$\begin{cases} I_{op} > I_{op.0}, \text{当 } I_{res} \leq I_{res.0} \\ I_{op} \geq I_{op.0} + S(I_{res} - I_{res.0}), \text{当 } I_{res.0} < I_{res} \leq 6I_e \\ I_{op} \geq I_{op.0} + S(6I_e - I_{res.0}) + 0.6(I_{res} - 6I_e), \text{当 } I_{res} > 6I_e \end{cases} \quad (3-1-1)$$

I_{op} 为差动电流， $I_{op.0}$ 为差动最小动作电流整定值， I_{res} 为制动电流， $I_{res.0}$ 为最小制动电流整定值，S 为比率制动系数整定值，各侧电流的方向都以指向变压器为正方向。

3.1.1.1.1 对于两侧差动：

$$I_{op} = |\dot{I}_1 + \dot{I}_2| \quad (3-1-2)$$

$$I_{res} = |\dot{I}_1 - \dot{I}_2| / 2 \quad (3-1-3)$$

\dot{I}_1 ， \dot{I}_2 分别为变压器高、低压侧电流互感器二次侧的电流。

3.1.1.1.2 对于三侧及以上数侧的差动：

$$I_{op} = |\dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dots + \dot{I}_k| \quad (3-1-4)$$

$$I_{res} = \max\{|\dot{I}_1|, |\dot{I}_2|, \dots, |\dot{I}_k|\} \quad (3-1-5)$$

式中： $3 \leq K \leq 4$ ， \dot{I}_1 ， \dot{I}_2 ， \dots ， \dot{I}_k 分别为变压器各侧电流互感器二次侧的电流。

3.1.1.2 比率差动动作特性

如图 3-1-1 所示：

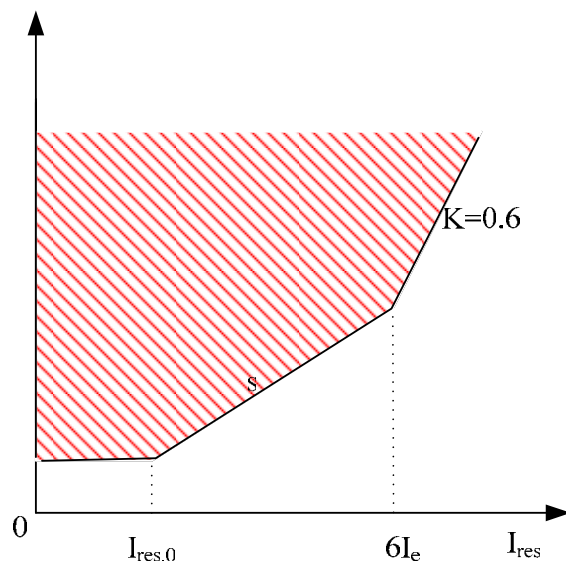


图 3-1-1 比率差动动作特性

3.1.1.3 比率差动保护逻辑图

如图 3-1-2 所示：

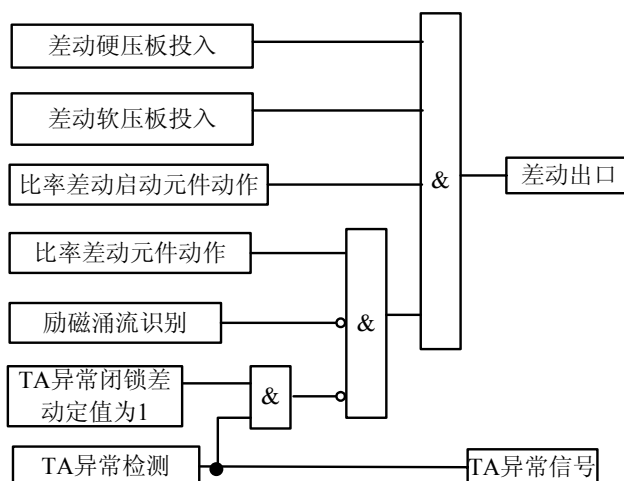


图 3-1-2 比率差动保护逻辑图

3.1.1.4 励磁涌流判据

变压器差动保护所感受到的励磁涌流包括空投变压器、区外故障切除恢复性涌流，和应涌流和带负荷投运变压器时的励磁涌流。三相变压器在上述工况中各相所感受到的励磁涌流的大小不一致，也就是说各相中的谐波含量与基波的比值不一致，但是总有一相电流中的二次谐波与基波的比值较大。所以利用“或”闭锁的方式来识别励磁涌流。

动作方程：

$$I_{op,2} > K_2 * I_{op,1}$$

式中： $I_{op,2}$ 为差流中的二次谐波， $I_{op,1}$ 差流中的基波， K_2 为整定的二次谐波系数。

如果某相差流满足上式，同时闭锁三相差动。

本装置在采用二次谐波“或”闭锁的同时采用空投主变过程中故障识别专利技术，短时投入按相综合开放判据，既能正确识别励磁涌流，又能在空投故障变压器时快速可

靠地开放差动保护，提高在空投变压器于故障时差动保护的動作速度。

3.1.1.5 TA 饱和判据

为防止在变压器区外发生故障等状态下的 TA 饱和所引起的比率制动式差动保护误动作，本装置设有 TA 饱和判据。由铁磁元件的“B-H”曲线可知，区外故障起始时和一次电流过零点附近 TA 存在一个线性转变区，因此，区外故障 TA 饱和时，差动电流波形不完整，存在间断。采用时差法判断出为变压器区外故障后，如果判断出差动电流不完整，存在间断，则闭锁差动保护。并采用虚拟制动量的 TA 饱和识别专利技术，既能有效防止区外故障保护误动作，又能保证在区内故障及区外故障发展成为区内故障时保护的快速动作。

3.1.1.6 TA 断线判据

TA 断线判据分为两种情况，一种为未引起差动保护启动的 TA 断线判别，一种为引起差动保护启动的 TA 断线判别。

引起差动保护启动的 TA 断线判别：

当三相电流都大于 0.2 倍的额定电流时，启动 TA 断线判别程序，满足下列条件认为 TA 断线：

- a. 本侧三相电流中至少一相电流不变；
- b. 最大相电流小于 1.2 倍的额定电流；
- c. 任意一相电流为零。

未引起差动保护启动差动保护的 TA 断线判别：

满足下列条件认为 TA 断线，延时 10s 发 TA 断线信号：

- a. 零序电流大于 0.1 倍的额定电流；
- b. 最大相电流小于 0.25 倍的额定电流；
- c. 任意一相电流为零。

通过定值“TA 断线闭锁差动”控制 TA 断线判别出后是否闭锁差动保护。当“TA 断线闭锁差动”整定为“0”时，判别出 TA 断线后不闭锁差动保护，整定为“1”时，判别出 TA 断线后闭锁差动保护。

3.1.2 增量差动保护

增量差动不受正常运行的负荷电流的影响，具有比比率差动更高的灵敏度，由于比率差动保护的制动电流的选取包括正常的负荷电流，变压器发生弱故障时，比率差动保护由于制动电流大可能延时动作或者不动作。增量差动主要解决变压器轻微的匝间故障，高阻接地故障。

3.1.2.1 动作方程

$$I_{op} > 0.2I_e \quad (3-1-6)$$

$$I_{op} > 0.8I_{res} \quad (3-1-7)$$

其中： $I_{op} = | \Delta \dot{I}_1 + \Delta \dot{I}_2 + \dots + \Delta \dot{I}_k |$ ；

$$\Delta \dot{I}_d = \Delta \dot{I}_1 + \Delta \dot{I}_2 + \dots + \Delta \dot{I}_n$$

$\Delta \dot{I}_{\max}$ 为 $\Delta \dot{I}_1, \Delta \dot{I}_2, \dots, \Delta \dot{I}_n$ 中幅值最大者;

$$I_{res} = |\Delta \dot{I}_{\max} - (\Delta \dot{I}_1 + \Delta \dot{I}_2 + \dots + \Delta \dot{I}_n - \Delta \dot{I}_{\max})| = |\Delta \dot{I}_d - 2\Delta \dot{I}_{\max}|$$

3.1.2.2 动作特性

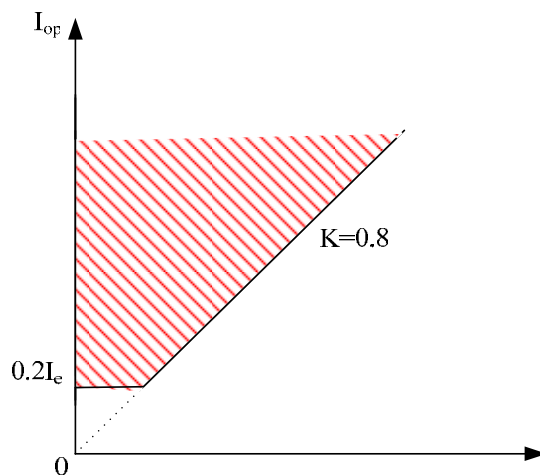


图 3-1-3 增量差动保护动作特性图

3.1.3 保护逻辑图

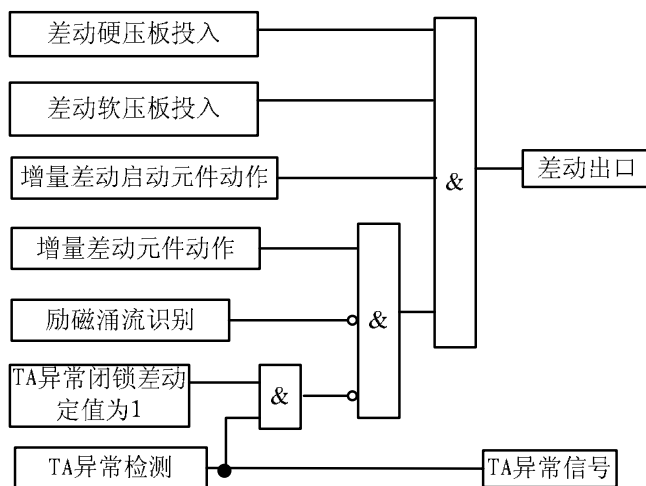


图 3-1-4 增量差动保护逻辑图

3.1.4 差流速断保护

由于比率差动保护需要识别变压器的励磁涌流和过励磁运行状态，当变压器内部发生严重故障时，不能够快速切除故障，对电力系统的稳定带来严重危害，所以配置差流速断保护，用来快速切除变压器严重的内部故障。

当任一相差流电流大于差动速断整定值时差流速断保护瞬时动作，跳开各侧断路器。

3.1.4.1 差流速断保护逻辑图

差流速断保护逻辑图如图 3-1-5 所示：

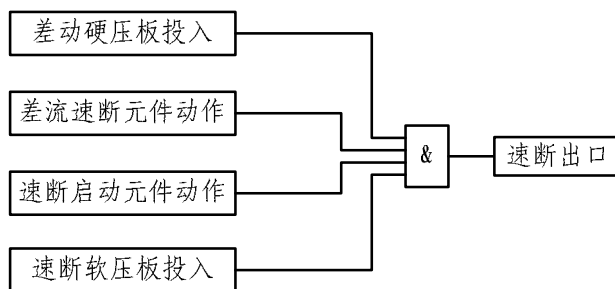


图 3-1-5 差流速断保护逻辑图

3.1.5 差流越限保护

当任一相差流电流大于差流越限整定值时差流越限保护延时动作，报差流越限信号。差流越限保护逻辑图如图 3-1-6 所示：

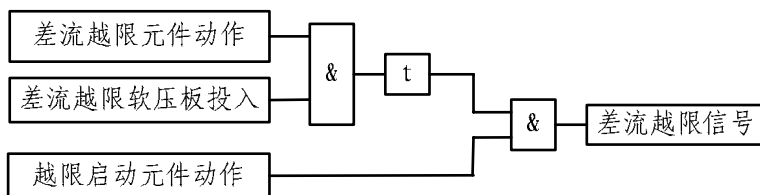


图 3-1-6 差流越限保护逻辑图

3.2 过流保护

变压器的中、低压侧发生区外故障时，由于后备保护装置直流电源故障可能造成保护拒动，严重地威胁变压器的安全运行和电网的稳定，为了避免这种情况的发生，在本装置中为变压器的中、低压侧各设一段过流保护，作为变压器的后备保护，该保护动作后作用于变压器各侧断路器。

3.2.1 判据说明

当任一相电流满足 $I > I_{op}$ 条件时，保护动作。

I_{op} 为动作电流整定值。

3.2.2 过流保护的逻辑图

如图 3-2-1 所示：

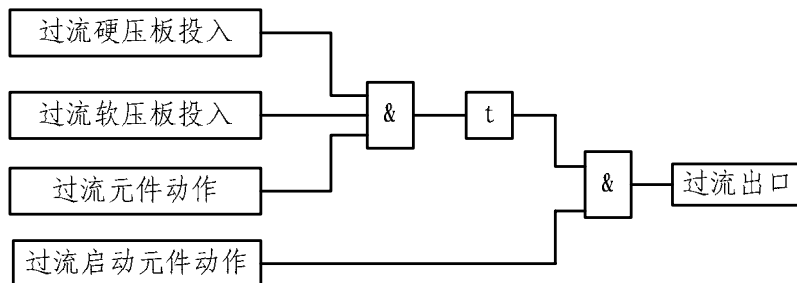


图 3-2-1 过流保护的逻辑图

4 装置硬件介绍及典型接线

4.1 装置整体介绍

4.1.1 硬件平台

保护装置采用新一代 32 位基于 DSP 技术的通用硬件平台。整体大面板，全封闭机箱，硬件电路采用后插拔的插件式结构，CPU 电路板采用 6 层板，并采用表面贴装技术，提高了装置可靠性。

装置核心部分采用德州仪器公司(Texas Instruments)的 32 位数字信号处理器 TMS320C32，主要完成保护的出口逻辑及后台功能，使保护整体精确、高速、可靠。

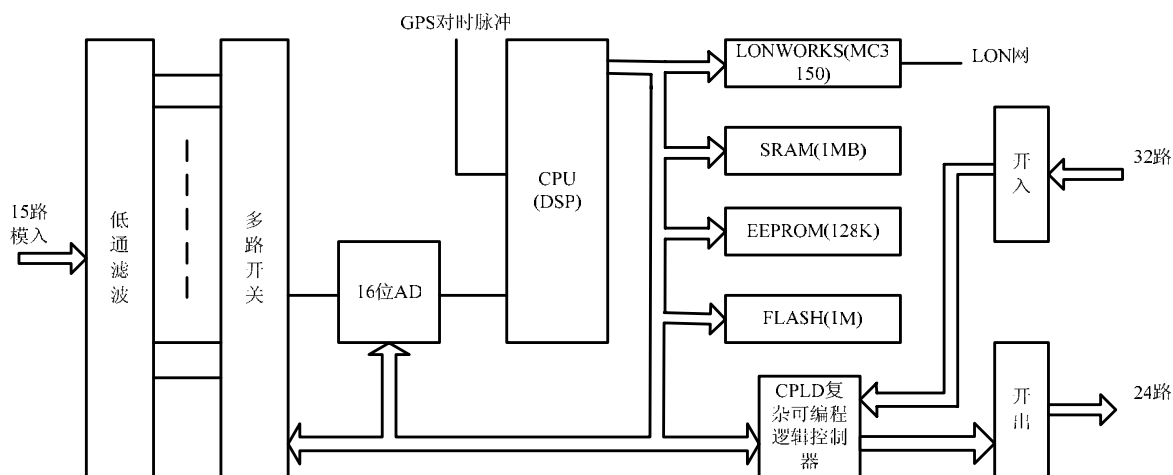


图 4-1-1 CPU 部分硬件框图

4.1.2 软件平台

软件平台采用 ATI 公司的 RTOS 系统 NUCLEUS PLUS。RTOS 是一个经过严格测试的内核，保证软件运行的稳定性。

4.1.3 与综合自动化监控系统接口说明

系统应用总体框图如图 4-1-2 所示：

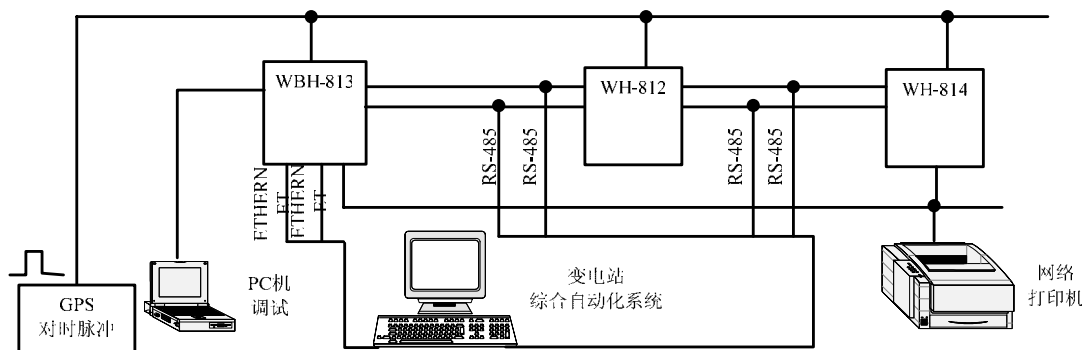


图 4-1-2 系统总体框图

装置以串行通信或网络通信方式与变电站监控系统相联,可对变电站监控系统上送事件报告、告警信息等,并可由远方实现保护投退功能。

设有两组独立的通讯接口 RS-485 或 Ethernet 灵活配置,支持 IEC60870-5-103 通讯规约。通过配套规约转换器可满足 Ethernet 组网要求,并可适应多种通信规约,满足 110kV 电压等级变电站综合自动化的要求。

4.2 装置背视示意图

WBH-812 保护装置背视示意图如图 4-2-1 所示:



图 4-2-1 WBH-812 装置背视示意图

4.3 结构与安装

19 in 半宽 6 U 机箱。机箱外形尺寸和安装开孔尺寸如图 4-3-1 和图 4-3-2 所示:

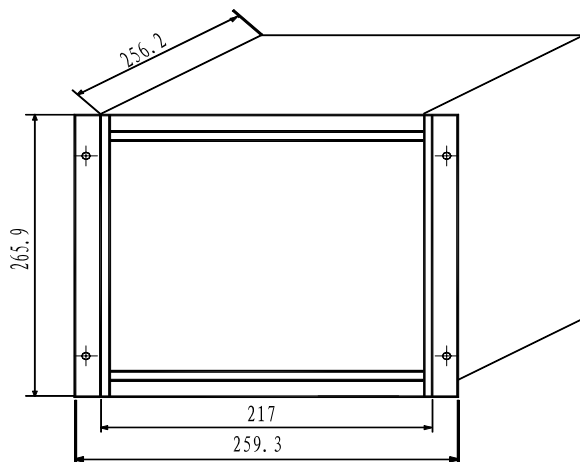


图 4-3-1 机箱外形尺寸

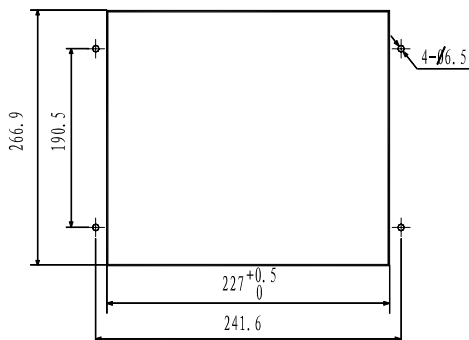


图 4-3-2 安装开孔尺寸

4.4 WBH-812 保护装置端子图

WBH-812 保护装置端子图如图 4-4-1 所示:

5#			4#			3#			2# (上)			1#		
电源插件			差动CPU			开入开出			交流输入			交流输入		
编号	名称	作用	编号	名称	作用	编号	名称	作用	编号	名称	作用	编号	名称	作用
1	未用		1	RXD	232 打印机接口	1	比率差动硬压板		1	Ia1	第3侧电流	1	Ia1	第1侧电流
2	未用		2	TXD		2	中压侧过电流硬压板		2	Ia2		2	Ia2	
3	未用		3	GND		3	低压侧过电流硬压板		3	Ib1		3	Ib1	
4	未用		4	RX+	485	4	信号复归开入		4	Ib2		4	Ib2	
5	未用		5	RX-		5	开入公共端 (电源负端)		5	Ic1		5	Ic1	
6	未用		6			6		Ic2		6		Ic2	6	
7	直流消失1	告警触点	7			7	中央信号公共端		7	Ia'1	第4侧电流	7		第2侧电流
8			8		8	Ia'2		8						
9	直流消失2	电	9			9	动作于跳闸的保护动作	中央信号	9	Ib'1		9	Ia'1	
10			10		10	动作于信号的保护动作			10	Ib'2		10	Ia'2	
11	电源+	源	11			11	装置故障	远动信号	11	Ic'1		11	Ib'1	
12			12			12	远动信号公共端		12	Ic'2		12	Ib'2	
13	电源-		13			13					13	Ic'1		
14			14	对时脉冲	GPS对时	14	动作于跳闸的保护动作				14	Ic'2		
15	接地GND		15	24 V GND	24 V开入负公共端(外接)	15	动作于信号的保护动作				15			
			16	24 V GND		16	装置故障				16			
			17	出口1		2# (下)			17					
			18		通讯接口			18						
			19	出口2		13	1-485+	网络串口1	19					
			20		14	1-485-	20							
			21	出口3		15	GND	网络串口2	21					
			22		16		22							
			23	出口4		17	2-485+	网络串口2	23					
			24		18	2-485-	24							
			25	出口5		19	GND	网络串口2	25					
			26		20		26							
			27	出口6					27					
			28						28					
			29	出口7										
			30											
			31	出口8										
			32											

图 4-4-1 WBH-812 装置端子图

注 1、中压侧过流用装置第 2 侧电流回路，若要配此保护则中压侧 TA 二次要接到装置第 2 侧电流回路。

注 2、装置第 1 侧和第 3 侧电流回路一定要用，一般高压侧 TA 二次接装置第 1 侧电流回路，低压侧 TA 二次要接到装置第 3 侧电流回路。

注 3、低压侧 B 分支过流用装置第 4 侧电流回路，若要配此保护则低压侧 B 分支 TA 二次要接到装置第 4 侧电流回路。

4.5 WBH-812 装置输出触点

WBH-812 保护装置触点原理图如图 4-5-1、图 4-5-2 所示：

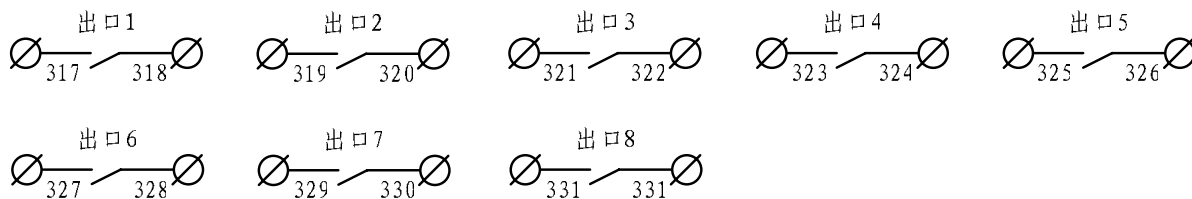


图 4-5-1 WBH-812 装置保护出口触点图

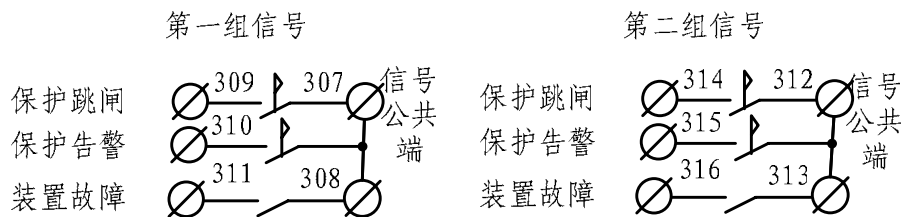


图 4-5-2 WBH-812 装置信号触点图

5 定值清单

5.1 WBH-812/2 的保护整定清单

对应的软件型号：WBH-812/R2。

5.1.1 WBH-812/2 的保护软压板清单

序号	保护软压板名称	备 注
01	比率差动保护	
01	比率差动保护软压板	√: 投入 , ×: 退出
02	差流速断保护软压板	√: 投入 , ×: 退出
03	差流越限软压板	√: 投入 , ×: 退出
04	TA 断线软压板	√: 投入 , ×: 退出
02	中压侧过流保护	
01	中压侧过流保护软压板	√: 投入 , ×: 退出
03	低压侧过流保护	
01	低压侧过流保护软压板	√: 投入 , ×: 退出
04	低压侧 B 分支过流保护	
01	低压侧 B 分支过流保护软压板	√: 投入 , ×: 退出

5.1.2 WBH-812/2 的保护定值清单

对应的软件型号：WBH-812/R2。

序号	保护定值名称	整定范围	步长	备 注
01	比率差动保护			
01	额定电流	$0.1 I_n \sim 1.2 I_n$	0.001A	(指基准侧额定负荷电流)
02	变压器接线钟点数	0~2	1	0: 12 点接线 1: 1 点接线 2: 11 点接线
03	第 1 侧接线型式	1~2	1	1: Y 接线 2: Δ 接线
04	第 2 侧接线型式	0~2	1	0: 退出 1: Y 接线 2: Δ 接线
05	第 3 侧接线型式	1~2	1	1: Y 接线 2: Δ 接线
06	第 4 侧接线型式	0~2	1	0: 退出 1: Y 接线 2: Δ 接线
07	最小动作电流	$0.05 I_n \sim 1.0 I_n$	0.001A	$I_{OP.0}$
08	最小制动电流	$0.1 I_n \sim 1.2 I_n$	0.001A	$I_{res.0}$
09	比率制动系数	0.3~0.7	0.001	S
10	二次谐波制动系数	0.15~0.2	0.001	K_2
11	差动第 1 侧平衡系数	0.1~4	0.001	
12	差动第 2 侧平衡系数	0.1~4	0.001	见注 2
13	差动第 3 侧平衡系数	0.1~4	0.001	
14	差动第 4 侧平衡系数	0.1~4	0.001	见注 2
15	速断动作电流	$0.5 I_n \sim 10 I_n$	0.001A	
16	TA 断线闭锁差动	0~1	1	1: 闭锁 0: 不闭锁

	17	差流越限电流	$0.02 I_n \sim 1.0 I_n$	0.001A	
	18	差流越限延时	$0.1 s \sim 10 s$	0.001s	
02	中压侧过流保护				见注 3
	01	动作电流	$0.02 I_n \sim 10.0 I_n$	0.001A	
	02	延时时间	$0.1 s \sim 10 s$	0.001s	
03	低压侧过流保护				见注 4
	01	动作电流	$0.02 I_n \sim 10.0 I_n$	0.001A	
	02	延时时间	$0.1 s \sim 10 s$	0.001s	
04	低压侧 B 分支过流保护				见注 5
	01	动作电流	$0.02 I_n \sim 10.0 I_n$	0.001A	
	02	延时时间	$0.1 s \sim 10 s$	0.001s	

注 1、定值“变压器接线钟点数”及各侧“接线型式”

变压器接线钟点数是其它侧线电势相对于第 1 侧线电势相位差而言，当整定为“0”时，则各侧一次接线型式要一致、各侧线电势与第 1 侧线电势同相位，为 12 点接线。整定为“1”时，则表明一次接线型式与第 1 侧不同的侧的线电势滞后于第 1 侧线电势 30° ，为 1 点接线，若有某侧接线型式与第 1 侧相同，则该侧线电势与第 1 侧线电势同相位，为 12 点接线，整定为“2”时，则表明一次接线型式与第 1 侧不同的侧的线电势超前于第 1 侧线电势 30° ，为 11 点接线，若有某侧接线型式与第 1 侧相同，则该侧线电势与第 1 侧线电势同相位，为 12 点接线。

装置第 1 侧电流回路和第 3 侧电流回路一定要用，其它侧不用时，将该侧“接线型式”整定为“0”。“接线型式”

示例：对 Y/Y/ Δ -12-11 的三圈变，高压侧不是内桥接线，低压侧带分支，高压侧、中压侧、低压侧 A 分支和低压侧 B 分支的 TA 二次分别接于第 1、2、3、4 侧电流回路，则“变压器接线钟点数”整定为“2”，第 1、2、3、4 侧“接线型式”分别整定为：“1”、“1”、“2”、“2”。

注 2、装置第 1 侧电流回路和第 3 侧电流回路一定要用，其它侧不用时，将该侧“平衡系数”整定为“0.1”。

注 3、中压侧过流用装置第 2 侧电流回路，若要配此保护则中压侧 TA 二次要接到装置第 2 侧电流回路。

注 4、低压侧 TA 二次接到第 3 侧电流回路。

注 5、低压侧 B 分支过流用装置第 4 侧电流回路，若要配此保护则低压侧 B 分支 TA 二次要接到装置第 4 侧电流回路。

5.1.3 WBH-812/2 的保护出口清单

序号	出口 保护出口名称	1	2	3	4	5	6	7	8
01	比率差动保护								
	01 TA 断线出口 (见注 2)	×	×	×	×	×	×	×	×
	02 差流越限出口 (见注 3)	×	×	×	×	×	×	×	×

	03	比率差动保护出口	√或×	√或×	√或×	√或×	√或×	√或×	√或×	√或×
	02	中压侧过流保护								
	01	中压侧过流保护出口	√或×	√或×	√或×	√或×	√或×	√或×	√或×	√或×
	03	低压侧过流保护								
	01	低压侧过流保护出口	√或×	√或×	√或×	√或×	√或×	√或×	√或×	√或×
	04	低压侧 B 分支过流保护								
	01	低压侧 B 分支过流保护出口	√或×	√或×	√或×	√或×	√或×	√或×	√或×	√或×
备注	<p>注 1、√：选中，即保护动作时启动该出口， ×：不选，即保护动作时不启动该出口。</p> <p>注 2、TA 断线的出口已固定，即便修改它的出口矩阵也不会改变它的出口方式。</p> <p>注 3、差流越限保护的出口已固定，即便修改它的出口矩阵也不会改变它的出口方式。</p>									

6 附录一 保护装置整定计算

6.1 差动保护整定计算

6.1.1 最小动作电流的整定

$I_{op,0}$ 为差动保护的最小动作电流，应按躲过变压器额定负载运行时的最大不平衡电流整定，即： $I_{op,0} = K_{rel}(f_{i(n)} + \Delta U + \Delta m)I_b$

式中：

I_b 为变压器基准侧的额定电流归算到 TA 二次侧的值；

K_{rel} 为可靠系数， $K_{rel} = 1.3 \sim 1.5$ ；

$f_{i(n)}$ 为电流互感器在额定电流下的变比误差。TA 为 10P 型时 $f_{i(n)} = 0.03 \times 2$ ，TA 为 5P 型或 TP 型时 $f_{i(n)} = 0.01 \times 2$ 。

ΔU 为变压器分接头调节引起的误差（相对额定电压的百分数）；

Δm 为 TA 变比未完全匹配产生的误差， Δm 一般取 0.05。

一般情况下可取：

$$I_{op,0} = (0.5 \sim 0.8)I_b$$

6.1.2 最小制动电流的整定

$$I_{res,0} = (0.8 \sim 1.0)I_b$$

6.1.3 比率制动系数 S 的整定

6.1.3.1 最大不平衡电流的计算

6.1.3.1.1 三圈变压器

$$I_{umb,max} = K_{st} K_{aper} f_i K_s I_{s,max} + \Delta U_H K_{s,H} I_{s,H,max} + \Delta U_M K_{s,M} I_{s,M,max} + \Delta m_1 K_{s,1} I_{s,1,max} + \Delta m_2 K_{s,2} I_{s,2,max}$$

式中： K_{st} 为 TA 的同型系数， $K_{st} = 1.0$

K_{aper} 为 TA 的非周期系数， $K_{aper} = 1.5 \sim 2.0$ （5P 或 10P 型 TA）或 $K_{aper} = 1.0$ （TP 型 TA）

f_i 为 TA 的比值误差， $f_i = 0.1$ ；

$I_{s,max}$ 为外部短路时流过靠近故障侧的 TA 的最大外部短路周期分量电流(故障侧 TA

二次值);

K_s 为故障侧平衡系数;

ΔU_H 、 ΔU_M 为调压侧 (高压侧、中压侧) 带负荷调压所引起的相对误差;

$I_{s.H.max}$ 、 $I_{s.M.max}$ 分别为在所计算的外部短路时, 流过调压侧 (高压侧、中压侧) TA 的最大周期分量电流(相应侧 TA 二次值);

$K_{s.H}$ 、 $K_{s.M}$ 分别为调压侧 (高压侧、中压侧) 平衡系数;

$I_{s.1.max}$ 、 $I_{s.2.max}$ 分别为在所计算的外部短路时, 流过非靠近故障点的另两侧 TA 的最大周期分量电流(相应侧 TA 二次值);

$K_{s.1}$ 、 $K_{s.2}$ 分别为非靠近故障点的另两侧的平衡系数;

Δm_1 、 Δm_2 为由于 1 侧和 2 侧的 TA 变比不完全匹配而产生的误差, 初选可取
 $\Delta m_1 = \Delta m_2 = 0.05$ 。

6.1.3.1.2 两圈变压器

$$I_{umb.max} = (K_{st} K_{aper} f_i + \Delta U + \Delta m) K_s I_{s.max}$$

式中的符号与三圈变压器一样。

6.1.3.2 对应差动动作电流的计算

对应差动动作电流为:

$$I_{op.max} = K_{rel} I_{umb.max}$$

K_{rel} 为可靠系数, 可取 1.2~1.3;

6.1.3.3 比率制动系数的计算

比率制动系数为:

$$S = \frac{I_{op.max} - I_{op.0}}{I_{res.max} - I_{res.0}}$$

$I_{res.max}$ 为计算最大不平衡电流时所用的外部短路时差动保护的制动电流, 它与差动保护原理、制动电流的选取有关。

一般取 $S = 0.5$ 。

6.1.4 灵敏度的计算

在系统最小运行方式下, 计算变压器出口两相金属性短路的最小短路电流 $I_{s.min}$ (为

靠近故障侧的 TA 二次值), 如果变压器具有单侧电源运行的可能性, 则以单侧电源的情况计算, 然后计算相应的差动电流 I_{op} 。同时计算此故障时相应的制动电流 I_{res} ; 在动作特性曲线上查出与此制动电流 I_{res} 相应的动作电流边界值 $I_{op.set}$; 则灵敏系数 K_{sen} 为:

$$K_{sen} = \frac{I_{op}}{I_{op.set}} \quad \text{要求 } K_{sen} \geq 2.0。$$

以单侧电源运行两圈变为例:

$$\text{差动电流: } I_{op} = |\dot{I}_1 + \dot{I}_2| = I_1 = K_s I_{s.min}$$

$$\text{制动电流: } I_{res} = |\dot{I}_1 - \dot{I}_2| / 2 = K_s I_{s.min} / 2$$

其中 K_s 为故障侧平衡系数。

在比率制动差动保护动作特性曲线上以 $I_{res} = K_s I_{s.min} / 2$ 值查出相应的动作电流边界值 $I_{op.set}$, 则灵敏系数:

$$K_{sen} = \frac{I_{op}}{I_{op.set}} = \frac{K_s I_{s.min}}{I_{op.set}}$$

6.1.5 谐波制动系数的整定

利用二次谐波来防止励磁涌流误动的差动保护, 二次谐波的比表示差流中的二次谐波分量与基波分量的比值。一般二次谐波制动比可整定为 0.15~0.20, 推荐整定 0.15。

6.1.6 差流速断的整定

为了加速切除变压器严重的内部故障, 常常增设差流速断保护, 其动作电流按照超越励磁涌流来整定, 即:

$$I_{op} = K_{rel} I_{e.max}$$

式中: $I_{e.max}$ 为变压器实际的最大励磁涌流。

K_{rel} 为可靠系数, 可取 1.15~1.30。

实际的最大的励磁涌流很难测量。一般取 $I_{op} = (4 \sim 8) I_b$ 。

差流速断保护的灵敏度系数按正常运行方式下保护安装处两相金属性短路计算, 要求 $K_{sen} \geq 1.2$ 。

6.1.7 差流越限的整定

正常情况下监视各相差流，如果任一相差流大于差流越限定值，发出差流越限信号。

7 附录二 比率差动保护各侧电流相位差的补偿

变压器各侧 TA 二次采用星形接线，二次电流直接接入本保护装置。各侧电流的方向都以指向变压器为正方向。

变压器各侧 TA 二次电流相位由软件调整，装置采用 $\Delta \rightarrow Y$ 的转换方式，Y 侧减零序电流。转换公式有三种，如下所示：

$$\begin{cases} \dot{i}_a = \frac{2}{3}\dot{i}_{aY} - \frac{1}{3}\dot{i}_{bY} - \frac{1}{3}\dot{i}_{cY} \\ \dot{i}_b = \frac{2}{3}\dot{i}_{bY} - \frac{1}{3}\dot{i}_{cY} - \frac{1}{3}\dot{i}_{aY} \\ \dot{i}_c = \frac{2}{3}\dot{i}_{cY} - \frac{1}{3}\dot{i}_{aY} - \frac{1}{3}\dot{i}_{bY} \end{cases} \quad (7-1-1)$$

$$\begin{cases} \dot{i}_a = (\dot{i}_{a\Delta} - \dot{i}_{c\Delta})/\sqrt{3} \\ \dot{i}_b = (\dot{i}_{b\Delta} - \dot{i}_{a\Delta})/\sqrt{3} \\ \dot{i}_c = (\dot{i}_{c\Delta} - \dot{i}_{b\Delta})/\sqrt{3} \end{cases} \quad (7-1-2)$$

$$\begin{cases} \dot{i}_a = (\dot{i}_{a\Delta} - \dot{i}_{b\Delta})/\sqrt{3} \\ \dot{i}_b = (\dot{i}_{b\Delta} - \dot{i}_{c\Delta})/\sqrt{3} \\ \dot{i}_c = (\dot{i}_{c\Delta} - \dot{i}_{a\Delta})/\sqrt{3} \end{cases} \quad (7-1-3)$$

\dot{i}_{aY} 、 \dot{i}_{bY} 、 \dot{i}_{cY} 为 Y 侧 TA 二次电流， $\dot{i}_{a\Delta}$ 、 $\dot{i}_{b\Delta}$ 、 $\dot{i}_{c\Delta}$ 为 Δ 侧 TA 二次电流， \dot{i}_a 、 \dot{i}_b 、

\dot{i}_c 为校正后的各相电流。

若“变压器接线钟点数”设为 12 点，各侧“接线型式”均为 Y 接线，则各侧均用公式 7-1-1 转换，Y 侧减零序电流。

若“变压器接线钟点数”设为 12 点，各侧“接线型式”均为 Δ 接线，则各侧均不再转换。

若“变压器接线钟点数”设为 1 点，且“I 接线型式”为 Y 接线，则“接线型式”为 Y 接线的侧，均用公式 7-1-1 转换，减零序电流；而“接线型式”为 Δ 接线的侧，均用公式 7-1-3 转换。

若“变压器接线钟点数”设为 1 点，且“I 接线型式”为 Δ 接线，则“接线型式”为 Y 接线的侧，均用公式 7-1-1 转换，减零序电流；而“接线型式”为 Δ 接线的侧，均用公式 7-1-2 转换。

若“变压器接线钟点数”设为 11 点，且“I 侧接线型式”为 Y 接线，则“接线型式”为 Y 接线的侧，均用公式 7-1-1 转换，减零序电流；而“接线型式”为 Δ 接线的侧，均用公式 7-1-2 转换。

若“变压器接线钟点数”设为 11 点，且“I 侧接线型式”为 Δ 接线，则“接线型式”为 Y 接线的侧，均用公式 7-1-1 转换，减零序电流；而“接线型式”为 Δ 接线的侧，均用公式 7-1-3 转换。

8 附录三 装置通讯说明 (IEC 60870-5-103 规约)

8.1 保护软压板遥信

序号	软压板名称	报文类型	FUN	公共地址 (CPU1)	传送原因	遥信 INF
1	T A 断线软压板	1	194	1	1	179
2	比率制动式差动软压板	1	194	1	1	94
3	增量差动软压板	1	194	1	1	98
4	差流速断软压板	1	194	1	1	96
5	差流越限软压板	1	194	1	1	177
6	中压侧过流软压板	1	194	10	1	144
7	低压侧过流软压板	1	194	11	1	144
8	低压侧 B 分支过流软压板	1	194	13	1	144

8.2 保护软压板控制

序号	软压板名称	报文类型	FUN	公共地址 (CPU1)	传送原因	控制 INF
1	T A 断线软压板	20	194	1	20, 21	80
2	比率制动式差动软压板	20	194	1	20, 21	30
3	增量差动软压板	20	194	1	20, 21	40
4	差流速断软压板	20	194	1	20, 21	32
5	差流越限软压板	20	194	1	20, 21	76
6	中压侧过流软压板	20	194	10	20, 21	99
7	低压侧过流软压板	20	194	11	20, 21	99
8	低压侧 B 分支过流软压板	20	194	13	20, 21	99

8.3 状态信息

序号	硬压板名称	报文类型	FUN	公共地址	传送原因	IN F	开入位置序号
1	比率制动式差动硬压板	1	194	1	1	40	1
2	中压侧过流硬压板	1	194	10	1	41	2
3	低压侧过流硬压板	1	194	11	1	41	3
4	低压侧 B 分支过流硬压板	1	194	13	1	41	4
5	检修压板	1	194	1	1	64	4
6							

8.4 故障信息

序号	故障名称	报文类型	FUN	公共地址 (CPU1)	传送原因	IN F	动作量值

1	比率制动式差动	2	195	1	1	62	十八个电流
2	差流速断	2	195	1	1	61	十五个电流
3	增量差动	2	195	1	1	63	十八个电流
4	中压侧过流	2	195	10	1	100	三个电流
5	低压侧过流	2	195	11	1	100	三个电流
6	低压侧 B 分支过流	2	195	13	1	100	三个电流
7							

8.5 告警信息

序号	事件名称	报文类型	FUN	公共地址 (CPU1)	传送原因	INF
1	TA 断线	1	194	1	1	206
2	差流超限	1	194	1	1	161
3						

8.6 自检信息

序号	信息名称	报文类型	FUN	公共地址 (CPU1)	传送原因	INF
1	装置故障 (+5V 自检出错)	1	194	1	1	191
2	AD 出错	1	194	1	1	197
3	RAM 出错	1	194	1	1	193
4	EEPROM 出错	1	194	1	1	195
5	继电器回路出错	1	194	1	1	201
6	定值自检出错	1	194	1	1	222
7	定值区变化	1	194	1	1	224