

零损耗深度限流装置
(KYZRB 型)

使
用
说
明
书

安徽凯宇电气有限公司

1、装置概述

众所周知，电力系统发生短路故障时，短路电流一般为额定电流的十几倍，有时达到几十倍，短路冲击电流甚至超过百倍。这给发电机、变压器、断路器、输电线路等电气设备造成很大危害，而目前即使较好的断路器的开断时间也在几十毫秒以上，这就对它们的热稳定和动稳定有较高的要求。因而开发一种能快速、可靠地限制短路电流的装置，这不仅对电力系统安全、可靠的运行显得十分重要，而且对降低电气设备使用厂家的设备成本也有着十分重要的意义。

针对以上问题，我公司专门研制出 KYZRB 型零损耗深度限流装置。

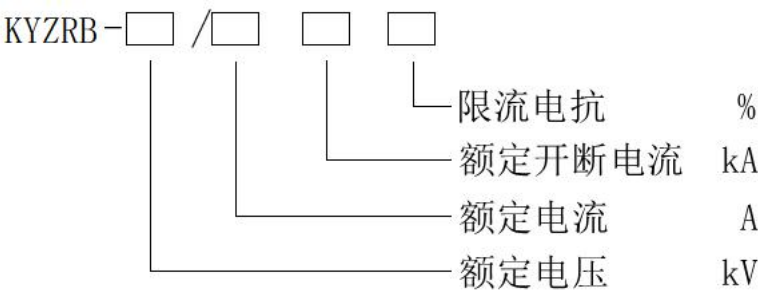
与普通限流电抗器相比，零损耗深度限流装置克服了电抗器正常运行时带来的巨大电能损耗、电压波动和电磁干扰等问题。

与爆炸型大容量高速开断装置与电抗器并联方案相比，可避免更换一次性使用的元件带来的维护工作量加大和运行成本增加的问题，而且还避免了大容量高速开断装置所需的安装空间以及由于柜体与电抗器之间的连接母排导致事故率增加等问题。

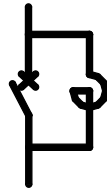
2、型号和图标

2.1 装置型号

零损耗深度限流装置，简称KYZRB



2.2、零损耗深度限流装置图标



3、装置的工作原理

KYZRB 型零损耗深度限流装置主要由高速真空断路器、深度限流电抗、专用电流互感器、高速测控柜以及绝缘套管等组成。高速真空断路器和专用电流互感器与高速测控柜之间通过电缆连接，高速测控柜与监控后台可通过通信电缆进行数据传送，组成监控系统。装置工作时，专用电流互感器将系统电流传输至高速测控柜进行检测，并将系统电流数据及其状态通过通信电缆传送给至监控后台；当电流大于设定值时，高速测控柜通过高速 ARM 芯片和专用算法，在 2ms 内快速计算短路电流及电流过零点的精确时刻，并在过零点之前发出动作信号，驱动高速真空断路器在过零时刻切断电路，确保燃弧时间最短，在 10-18ms 内将短路电流换入深度限流电抗中，同时将开关状态通过电缆传送给高速测控柜及监控后台。

国家权威检测机构——西安高压电器研究所进行的短路电流为 40kA 的限流波形如图 1、2、3 所示

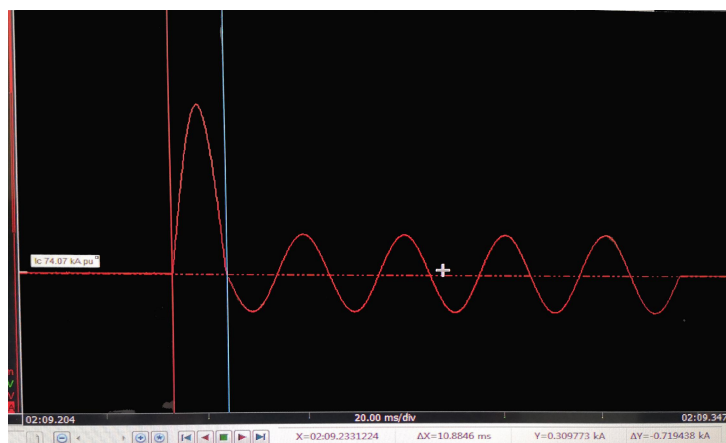


图 1 短路电流换流时间 $t=10.88\text{ms}$

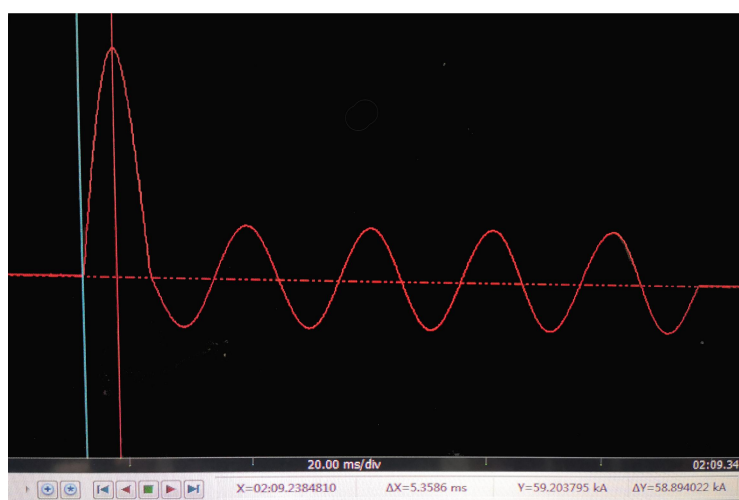


图 2 限流前的短路电流峰值 $i=59.2\text{kA}$

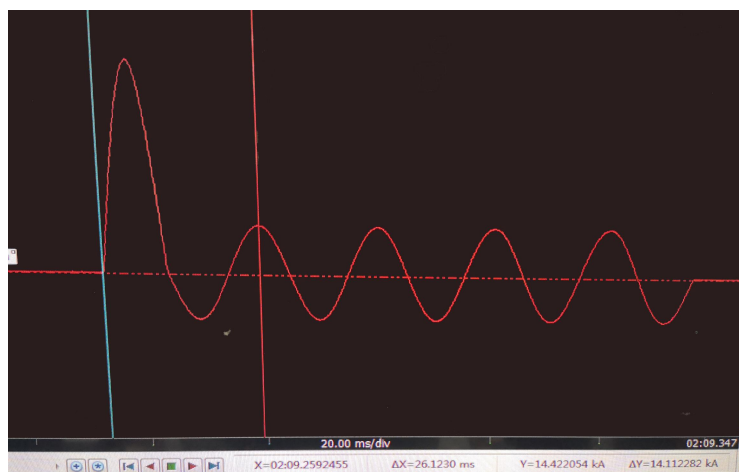


图 3 限流前的短路电流峰值 $i=14.42\text{kA}$

零损耗深度限流装置的总装图如图 4 所示

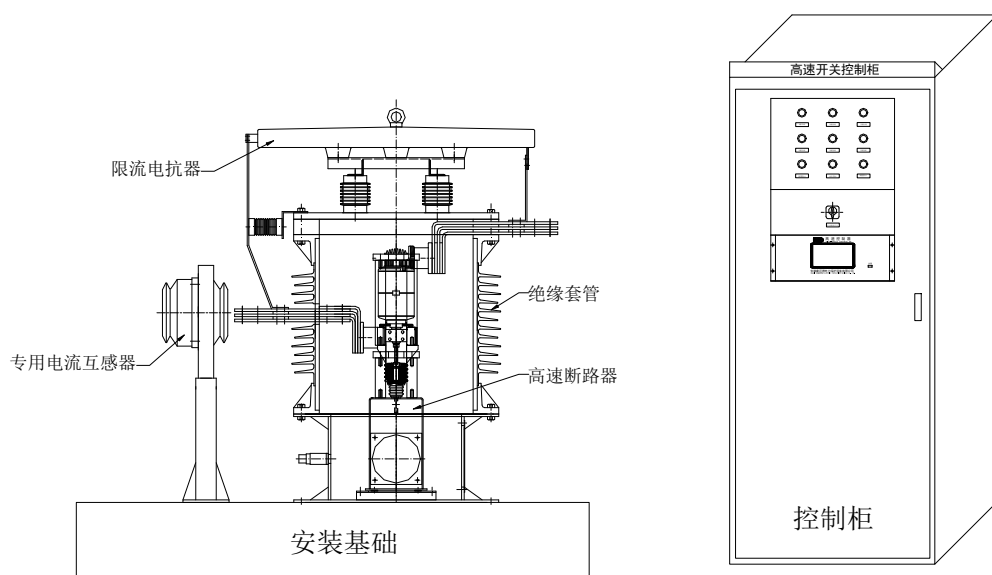


图 4 零损耗深度限流装置总装图

零损耗深度限流装置的实物，如图 5 所示



图 5 零损耗深度限流装置实物图

3.1 深度限流电抗

根据具体的短路电流计算，订制深度限流电抗，电抗率设计范围为 6%-80%，配合高速真空断路器，实现短时深度限流。与常规的普

通限流电抗器相比，深度限流电抗的体积大大减小，限流深度更深。

深度限流电抗如图 6、7 所示。



图 6 深度限流电抗器外形 1



图 7 深度限流电抗器外形 2

3.2 高速控制柜

高速控制柜内主要是由高速控制器、指示灯和转换开关等构成，其中高速控制器是最核心部件。专用电流互感器通过双绞屏蔽电缆与高速控制柜相连，高速控制柜通过专用的快速算法，快速识别故障类型，一旦系统发生短路事故，在 2ms 之内精准预测过零时刻，并在短路电流过零前内发出高速真空断路器的动作信号。

整定值的设定、调整均可以在高速控制器完成，同时高速真空断路器的状态可以在高速控制柜本体和后台监控系统的实时显示。同时后台监控系统通过高速控制柜可以实现对高速真空断路器的远方控制。如图 8 所示

3.3 高速真空断路器

高速真空断路器是零损耗深度限流装置中最核心部件之一，它的固有分闸时间达到 6ms 以下。当系统发生短路事故，高速真空断路器可以在 10-18ms 之内将短路电流转移到深度限流电抗中，在短路电流的首波之后实现电流转移，避免短路电流对系统的冲击。如图 9 所示



图 8 高速控制柜



图 9 高速真空断路器

4、装置技术参数及特点

4.1 装置的技术参数表

序号	参数名称			单位	数值
1	额定电压			kV	12
2	额定电流			A	1250 1600 2000 2500 3150 4000
3	额定频率			Hz	50
4	额定短路开断电流			kA	31.5/40
5	额定短路关合电流			kA	100
6	额定峰值耐受电流			kA	100
7	额定短时耐受电流			kA	40
8	额定短路持续时间			s	2
9	额定 绝缘 水平	1min 工频 耐受电压	极对地，极间	kV	42
			断口间	kV	48
		雷电冲击 耐受电压	极对地，极间	kV	75
			断口间	kV	85
10	机械寿命			次	20000
11	额定短路开断电流开断次数			次	20

12	触头开距	mm	11 ± 1
13	超行程	mm	4 ± 1
14	触头允许磨损厚度	mm	3
15	合闸时间	ms	≤ 16
16	分闸时间	ms	≤ 6
17	触头合闸弹跳时间	ms	≤ 3
18	主回路电阻	$\mu \Omega$	≤ 50
19	合闸同期	ms	≤ 2
20	分闸同期	ms	≤ 2
21	限流电抗率	%	5%—80%

4.2 装置特点

4.2.1 动作速度快

利用快速涡流驱动技术开发的高速真空断路器，合闸时间可以做到 16ms 以内，分闸时间可以做到 6ms 以内；高速测控柜可在 2ms 内判断出短路电流的有效值和过零点并向高速真空断路器发出分闸指令；发生相间短路故障后装置可在 7—8ms 之内快速动作，在短路电流第一次过零点将深度限流电抗投入，实现深度限流。

4.2.2 限流效果好

本装置中深度限流电抗由短时工作的限流电抗器构成。采用特殊限制 TRV 技术的高速真空断路器两端并联深度限流电抗后，开断过程中可以满足瞬态恢复电压 21kV 断口不重燃。对于 6—10kV 系统，只要适当设计深度限流电抗的参数，本装置的限流深度最高可以做到 80%。

4.2.3 使用寿命长

本装置中开关使用快速涡流驱动机构，使用简单的直线运动，

没有复杂的传动机构，磨损极小，机械寿命及可靠性大大提高。同时，本装置系过零点开断，燃弧期间的燃弧量不到普通断路器的10%，开断容量大大提高，触头烧灼小，其触点电寿命呈级数上升。

4.2.4 性能高可靠

本装置的高速真空断路器的驱动部分、控制部分等核心部件均由本公司自主开发，性能稳定可靠，即使在强电磁干扰环境下，仍能可靠运行。同时，控制部分带有实时自检功能，确保其始终可靠运行，各功能信息均能发送后台报警监控。

4.2.5 动作分散小

由于大幅度的缩短了合闸时间并配置了直接驱动的快速涡流驱动机构，合闸分散度可以控制在0.2ms以内，分闸分散度可以做到0.2ms以内。

5、装置使用条件

环境温度：-40~ +50C

海拔高度：≤2000 m

周围空气湿度：日平均湿度≤96%、月平均湿度≤90%

地震烈度：8度（水平加速度0.25g、垂直加速度0.105g）

使用环境：不得有粉尘、煤气、烟气等具有爆炸性、腐蚀性和易燃性的混合物

6、订货须知

用户须提供本装置安装地点的一次主接线图，主变压器额定

容量、额定电压、短路阻抗参数，系统短路阻抗或短路容量，若装设在自备发电机组出口还需提供发电机额定容量、额定电压、功率因数、超瞬变电抗。

本公司专业工程师将根据用户提供的系统参数和现场条件进行个性化设计，待用户签字确认后实施。

用户应明确装置现场布置方式、进出线方式及所要求的限流深度。

7、装置包装、运输、存储和售后

本装置一般采用木箱包装，柜体底座应固定在包装箱底板上。

本装置不宜在三级以下公路上长距离运输，必要时可拆散包装，重要部件尽量不采用公路运输。

长期不用时，应储存在干燥通风的仓库内，不宜长期在户外储存。

质量保证与售后服务

本装置现场调试的技术工作由本公司负责。如果用户提出要求，则本公司可提供现场安装的技术指导。用户应对现场售后服务提供必要的配合与协助。

本装置在运行中或动作后，遇到高速控制器或快速真空断路器故障而不能正常工作时，用户可直接与我公司的技术人员联系处理，切记不可将上述元件自行拆开进行内部

本装置可利用设备定期停电检修的机会，进行清扫、内部元器件检查、预防性试验及动作试验。正常运行时只需定期巡视面板显示、声音是否正常，有无过热、放电等异常现象。

用户在遵守保管及使用规则的情况下，从安装使用之日起 12 个月(或从发货之日起 18 个月，以先到期限者为准)，由于产品质量问题或元器件损坏影响的本装置的正常工作，本公司无偿为用户更换或维修。

本公司对所提供的设备实行终生维修。在上述质量保证期之外以优惠的价格提供备品配件，对所发生的其他费用只收取工本费。

8、产品设计所需参数

8.1 用户应提供系统的电气主接图、短路电流计算书、系统的运行方式、系统中最大配电变压器容量和最大电动机功率以及系统中最小的断路器开断电流。

8.2 用户应提供系统中发电机参数 (P 、 $\cos$ 、 X_d'')、变压器参数 (S 、 U_d)、装置安装的空间尺寸 (长*宽*高)

9、高速控制器的操作说明

高速控制柜的核心部件就是高速控制器，也是零损耗深度限流装置的核心部件之一。高速控制器采用了 5” 真彩长寿命触摸显示屏，人机互动界面设计，操作非常方便。

高速控制器实物如图 10 所示，高速控制器通电后，显示界面如图 11 所示。



图 10 高速控制器



图 11

9.1 图中三相电流值和真空断路器的合分闸状态是实时显示的。

9.2 图中“参数设置”是对保护整定值和动作方式进行调整，单击“参数设置”按键后，出现如图 12 界面。

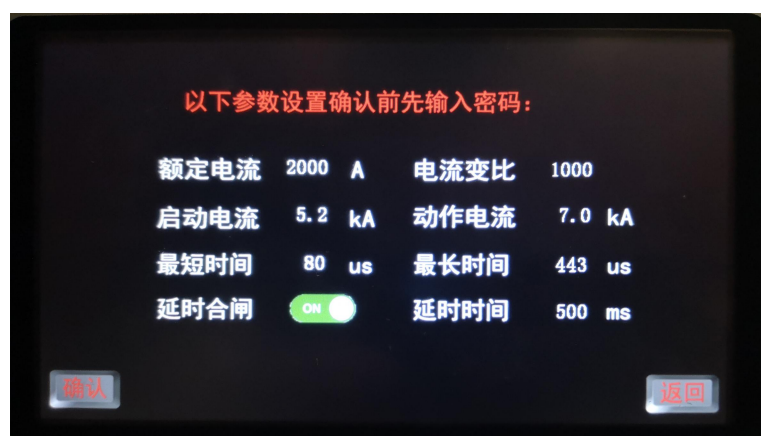


图 12

图中“额定电流”是指零损耗深度限流装置的额定电流；“电流变比”是指电流互感器的变比，如“4000：5”，就应填入“800”；“启动电流”是指控制器启动运算程序必须要达到的瞬时电流值；“动作

电流”是指控制器发出动作指令必须要达到的瞬时电流值；“最短时间”是指控制器在最大短路电流情况下，运算程序最短的运算时间；“最长时间”是指控制器在设定电流情况下，运算程序最长的运算时间；“延时合闸”是指控制器在发出分闸指令后，需不需要再延长一定时间后，再次发出合闸指令；“延时时间”是指控制器在发出分闸指令后，经过设定的延时时间，再次发出合闸指令。

注意：在确定要修改参数时，先要输入密码，默认密码为“888888”，然后再能进行参数的修改。

修改完成后，单击“确认”按键，保存修改的数据，单击“返回”按键返回主界面。

9.3 图中“录波波形”是控制器在发出动作指令的同时，将电流回路中三相电流波形录制下来。单击“录波波形”按键后，出现如图 13 界面。

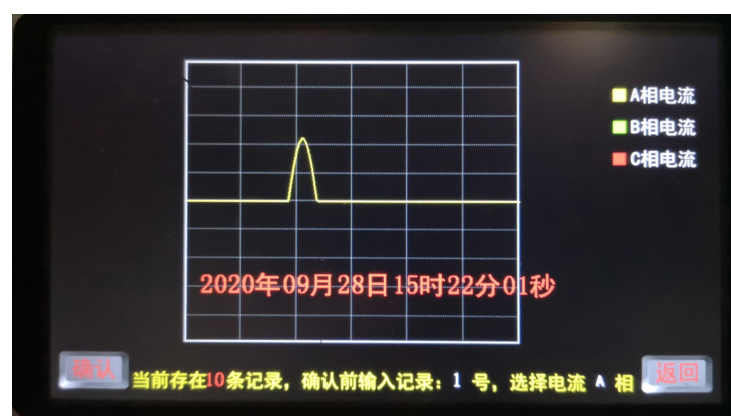


图 13

上图可以单击“0 号”来选择查看哪条记录，同时点“A 相”来选择查看的相别，然后单击“确认”，就会出现录制的电流波形。单击“返回”按键返回主界面。

9.4 图中“数据导出”是将录制的最新 10 条波形数据，通过 USB

接口导出，然后通过电脑中的 EXCEL 软件，就可以将电流波形绘制出来。将 U 盘插入控制器上的 USB 接口，单击“数据导出”，数据就可以考入 U 盘，结束后，控制器会显示“导出成功”。

9.5 图中“时间设置”是用来设置控制系统的时间，单击“时间设置”按键后，出现如图 14 界面。

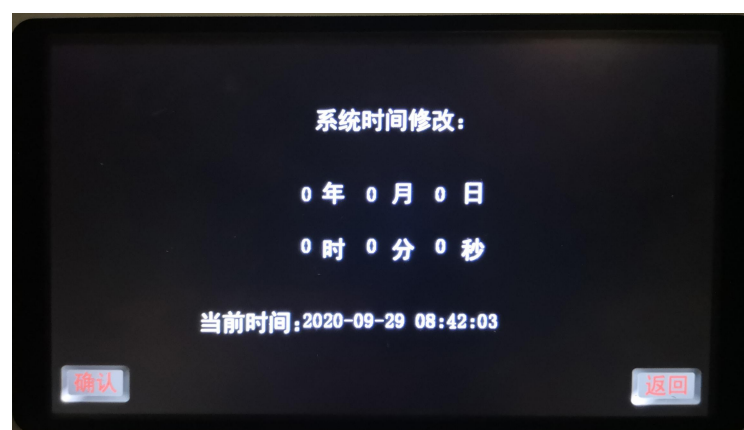


图 14

上图中分别单击“年”、“月”、“是”、“时”、“分”和“秒”，输入准确的数字，最后单击“确认”按键，完成时间设置，单击“返回”按键返回主界面。

9.6 高速控制器的通讯规约

高速控制器通讯规约遵循标准 Modbus 协议

9.6.1 从装置读数据（0x03 命令，十六进制）

03 指令，寄存器地址 0，读 4 个字，依次返回内容如下：

1) 第 1 个字节，依次为采样板通讯状态、接口板通讯状态、触摸屏通讯状态、采样板 AD 检查、主控板 AD 检查、FLASH 芯片检查和电容充电状态，前 6 个为 1 表示不正常，电容充电为 1 表示在充电。

2) 第 2 个字节, bit8 表示系统工作状态 1 表示工作, 0 表示停止, bit7 为 1 表示报警, 0 正常, bit2, bit1, bit0 依次表示 ABC 三相断路器分合状态, 1 表示合, 0 表示分。

3) 第 3、4 字节表示 A 相电流; 第 5、6 字节是 B 相电流, 第 7、8 字节是 C 相电流。

例如: 发送: 01 03 0000 0004 4409

01 控制器地址

03 功能码

0000 起始地址

0004 寄存器个数

4409 CRC16 校验码

返回: 01 03 08 00 87 00 06 00 02 00 04 4A DC

01 控制器地址

03 功能码

08 字节数

00 系统正常

87 运行中, 无报警, 三相合闸

00 06 A 相电流 6A

00 02 B 相电流 2A

00 04 C 相电流 4A

4A DC CRC16 校验

9.6.2 发送数据到控制器 (0x10 命令, 十六进制)

修改通讯地址 0x10, 如把地址 0x01 改成 0xff

发送：01 10 0013 0001 02 00FF E4B3

01 通讯地址

10 功能码

0013 通讯地址存放寄存器地址

0001 寄存器数

02 字节数

00FF 低字节有效，地址修改为 0xff

E4B3 CRC16 校验

如修改成功，

返回：01 10 00 13 00 01 F0 0C

01 通讯地址

10 功能码

0013 通讯地址存放寄存器地址

0001 寄存器数

F0 0C CRC16 校验