



直流系统防交流窜入及级差配合 技术探讨

马建辉

河北创科电子科技有限公司

<http://www.hbckdz.com>

目 录

第一部分 直流系统绝缘监察技术探讨

第二部分 直流配电保护电器的运行和维护

第一部分

直流系统绝缘监察技术探讨

★ 绝缘监测装置的用途？



- ◆ 监测直流母线电压
- ◆ 监测正负母线对地电压
- ◆ 监测正负母线对地绝缘状态
- ◆ 检测馈线支路对地绝缘状态
- ◆ 通过装置内平衡桥使正负母线对地电压平衡
- ◆ 通过装置监测直流系统对地绝缘状态及各种接地故障，避免误动、拒动、短路等事故发生。

★ 绝缘下降的原因？

- ◆ 产品质量
- ◆ 绝缘老化
- ◆ 安装工艺
- ◆ 运行环境
- ◆ 寄生回路
- ◆ 人为误操作
- ◆ 电池漏液

★ 当前行业内同类产品的不足



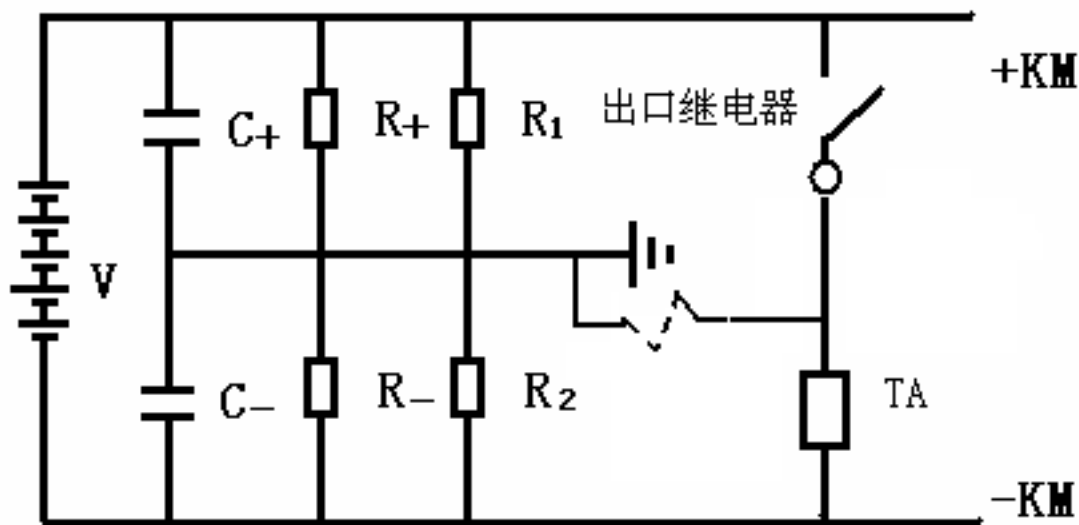
目前行业内的绝缘监测系统具备基本的母线和支路绝缘下降监测功能，但普遍不具备以下功能：

- ◆ 交流窜入监测
- ◆ 直流互串监测
- ◆ 蓄电池接地监测
- ◆ 母线压差补偿等

已经无法满足直流电源系统安全运行的要求。

一点接地误动分析

一点接地误动原理



图中：

R+：正极对地电阻

R-：负极对地电阻

C+：正极对地电容

C-：负极对地电容

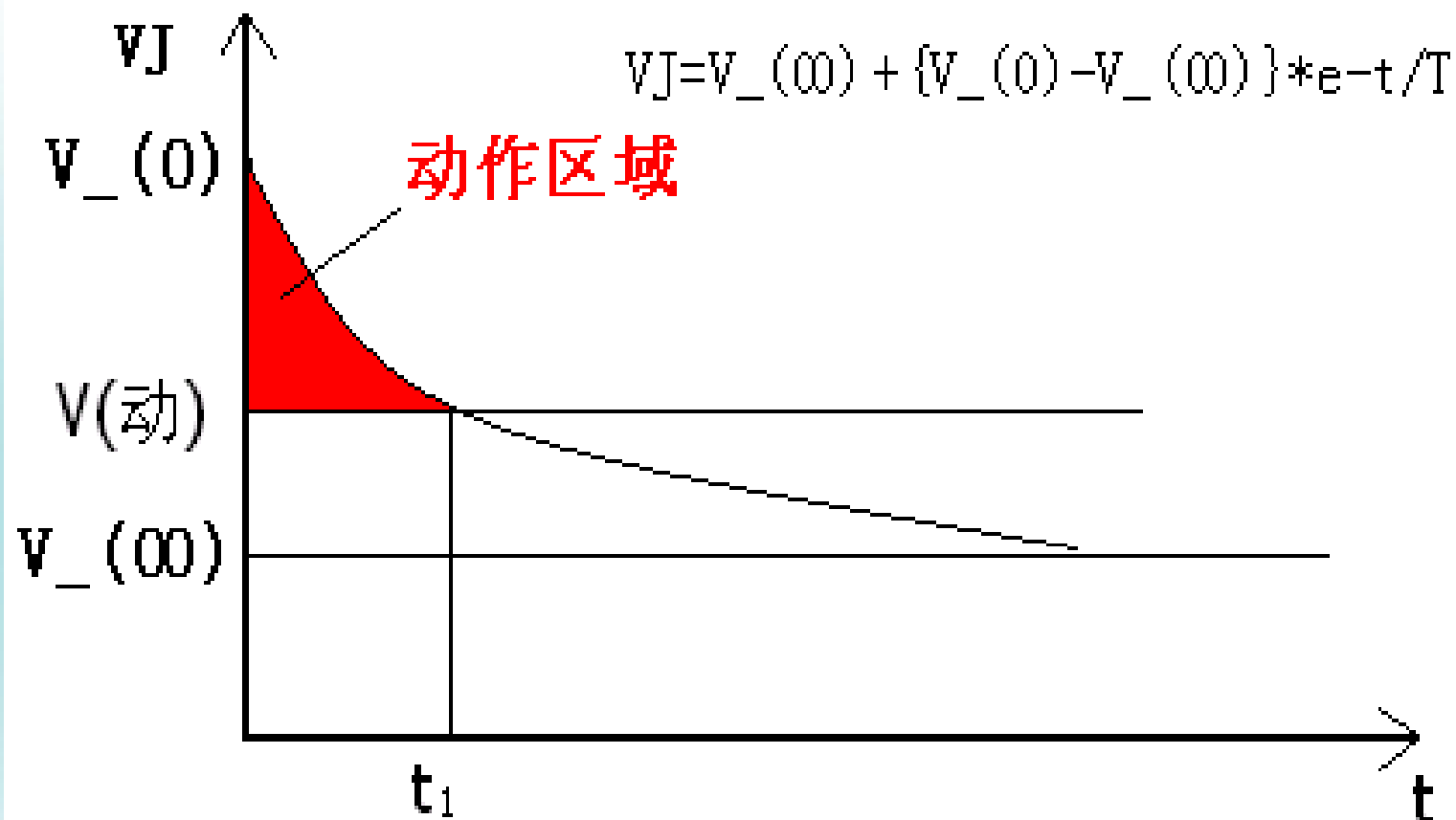
R1：正极桥电阻

R2：负极桥电阻

V：直流母线电压

一点接地误动分析

一点接地误动原理



• 案例类型一：一点接地误动

进入本世纪初，因直流回路保护装置出口继电器线圈正电源侧一点接地，引起保护装置误动的案例呈上升趋势。据不完全统计 10 年内系统因直流系统一点接地引起保护装置误动案例高达 100 多起，平均每年达 10 多起。同时对直流一点接地引起保护出口继电器误动的机理一时无法给出满意的答复。↵

1. 2000 年 4 月 29 日，吴泾第二发电厂直流跳闸出口压板一点接地，引起保护误动；↵
2. 2003 年 3 月 6 日河北衡丰发电因直流接地引起 2*机组误跳闸；↵
3. 2005 年 4 月 6 日鄂电 220kV 总降变因直流一点接地电缆分布电容引起断路器误跳闸；↵
4. 2006 年 6 月 12 日河北南网 500kV 石北变电站母差保护中失灵直跳功能动作出口误动；↵
5. 2008 年 11 月 13 日河北南网 220kV 兆通站直流跳闸回路一点接地，引起保护误动；↵
6. 2009 年 3 月 26 日乐滩水电厂 1*机组出口开关 QF711 因长电缆受直流接地影响分布电容效应引起误跳；↵

★事故案例



- 案例类型一：一点接地误动

广西乐滩水电厂1#机组出口开关QF711误跳事故

2009年03月26日

10时39分，#1机组出口开关QF711突然跳闸，监控系统有如下信号：

10：39：37 #1机故障录波器触发动作

10：39：38开关站溯河II、I线线路断路器保护启动失灵动作

10：38：38：539 #1发电机断路器QF711分闸

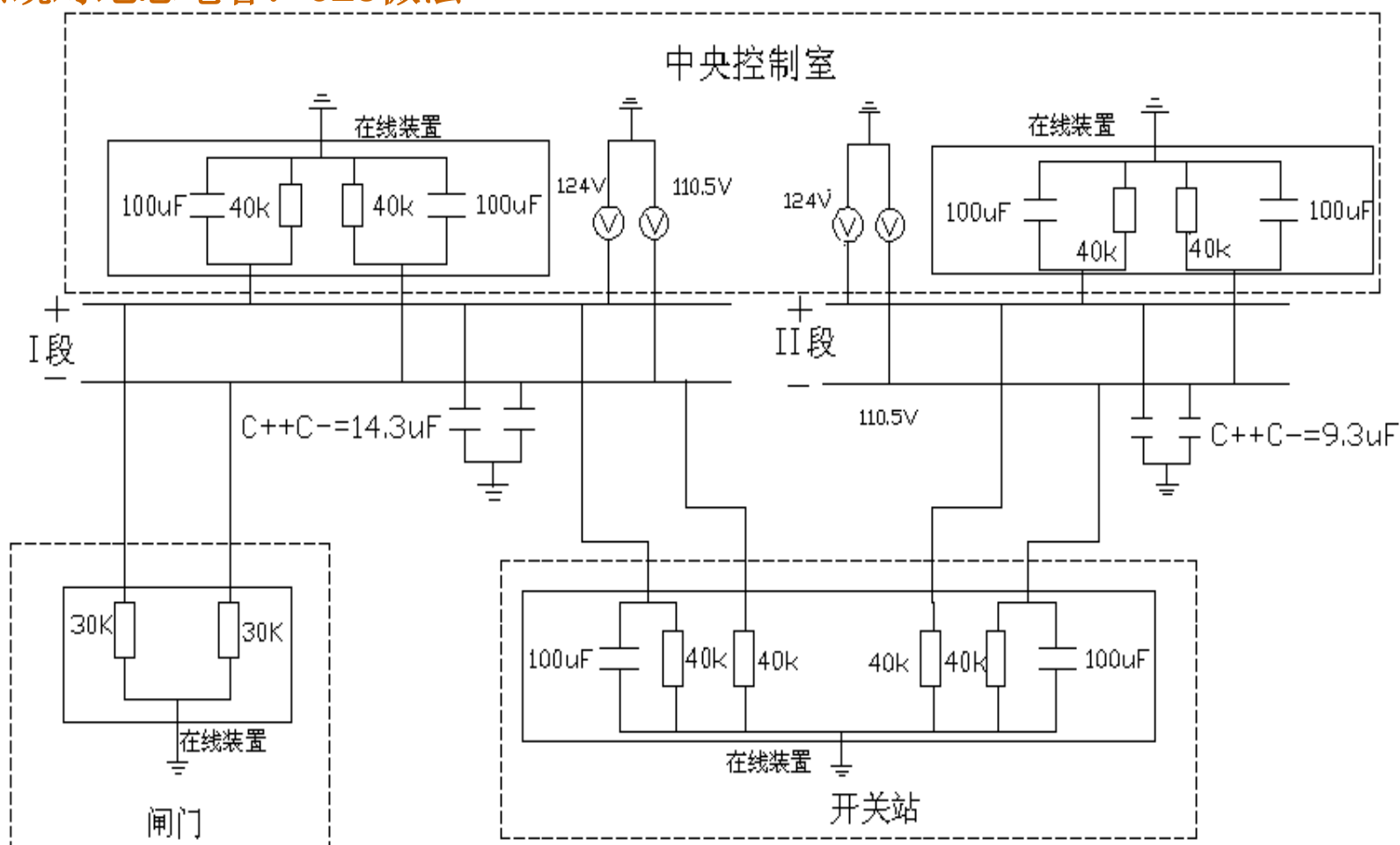
10：39：41#1发电机水轮机115%转速（主配失灵时）动作

★事故案例

2套直流系统并联运行

实际桥电阻=40//40//40//40//30=7.5k

系统对地总电容：623微法



结 论

- 本站直流系统，由于**2**段母线并联运行，多套绝缘装置的平衡桥电阻接入**1**套直流系统，导致实际的平衡桥电阻只有**7.5k**：对于**220V**直流系统来说，明显偏小；接地故障检测灵敏度大大下降，绝缘电阻需降低到**25k/5**套，约**5k**才能告警。
- **3**套绝缘装置内都有约**200**微法对地电容，导致直流系统对地总电容高达**600**多微法。
- 上述**2**个因素都可在一点接地的情况下，引起保护误动

★事故案例



- 案例类型二：交直流互窜误动

陕西延安供电局 330 千伏朱家变电站 事故调查报告书（摘要）

2011 年 8 月 19 日，陕西延安供电局 330 千伏朱家变电站因雨水进入断路器操作机构箱，引起 220 伏交流电源串入直流系统，造成 330 千伏朱家变电站 3332、3330、3311、3310 开关跳闸，1、2 号主变压器及 110 千伏母线失压，15 座 110kV 变电站全停，减供负荷 14.7 万千瓦。

★事故案例

- 案例类型二：交直流互窜误动

三、事故原因及扩大原因

通过现场调查分析和试验验证，造成本次事故的原因是：8月17-19日延安地区连续大雨，朱家变电站110千伏家子I间隔断路器机构箱因密封失效进水，水沿机构箱顶部SF6密度继电器信号电缆外套进入机构箱，滴入箱内温控器，温控器中交、直流电源无可靠隔离措施，进水后交直流之间短路，造成交流220伏串入直流I段，引起接于直流I段的两台主变压器非电量出口中间继电器（主跳）接点抖动并相继出口，造成1、2号主变压器330侧4台断路器全部跳闸，致使朱家变电站110千伏母线失压。

事故暴露出的绝缘检测装置问题

在密封件不能可靠密封的情况下，当空气中的湿度变大或下雨，受雨水或水蒸汽的影响，绝缘薄弱环节的绝缘电阻将下降；

如果有压差（40 V）告警，就可以提前处理；完全有可能避免类似事故发生。

★绝缘监测装置新标准



- ◆ 2012年3月新版《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》规定：
新建或改造站必须带有交流窜直流故障的测记和报警功能，原有直流系统绝缘监测装置需逐步改造使其具备交流窜直流故障的测记和报警功能。
- ◆ DL/T xxx—201x直流电源系统绝缘监测装置技术条件（国能科技[2011]252号文件）规定必须具备以下功能：
 1. 监测交流窜入
 2. 监测蓄电池接地
 3. 监测母线互串
 4. 母线压差补偿
 5. 防止“一点接地”误动

★ CK-JDC新型绝缘监测装置基本原理及功能特点



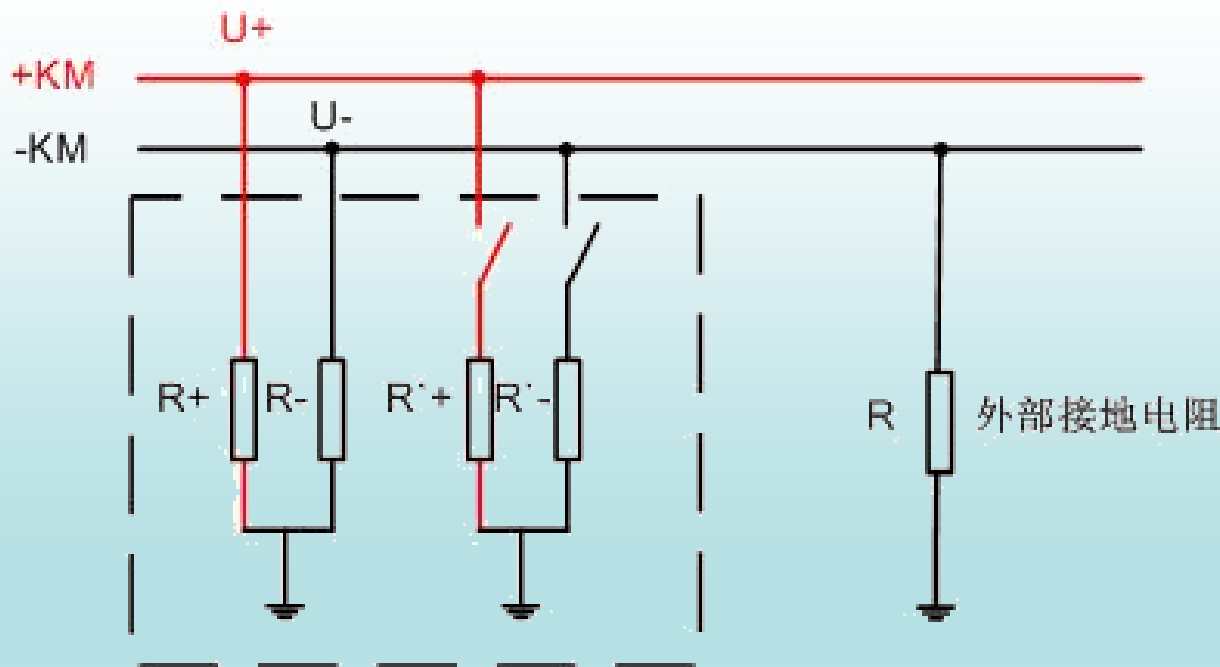
基本原理:

- 1.接地故障判断原理
- 2.故障支路选线原理

功能特点:

- 1.常规功能
- 2.监测交流窜入
- 3.监测母线互窜
- 4.监测蓄电池接地
- 5.母线压差补偿
- 6.智能单臂监测桥
- 7.传感器零点校准
- 8.现场改造施工方便

★ 平衡桥+检测桥基本原理

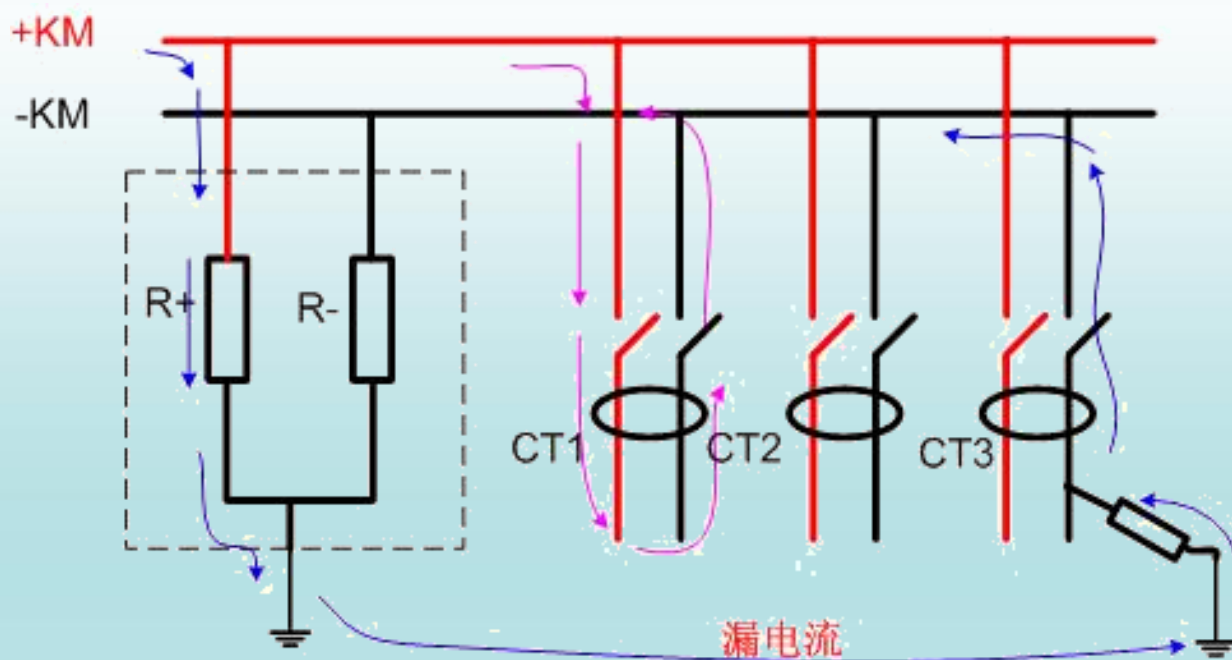


$R+$ 、 $R-$ 为平衡桥电阻。
 $R'+$ 、 $R'-$ 为检测桥电阻。
 R 为外部接地电阻。
 $U+$ 、 $U-$ 为正负母线对地电压。

单极接地——平衡桥

两极平衡接地——检测桥

★漏电流选线原理



R_+ 、 R_- 为平衡桥电阻。
粉红色箭头代表正常负荷电流流向。
蓝色箭头代表漏电流流向。
CT为漏电流传感器。

★功能特点：1. 常规功能

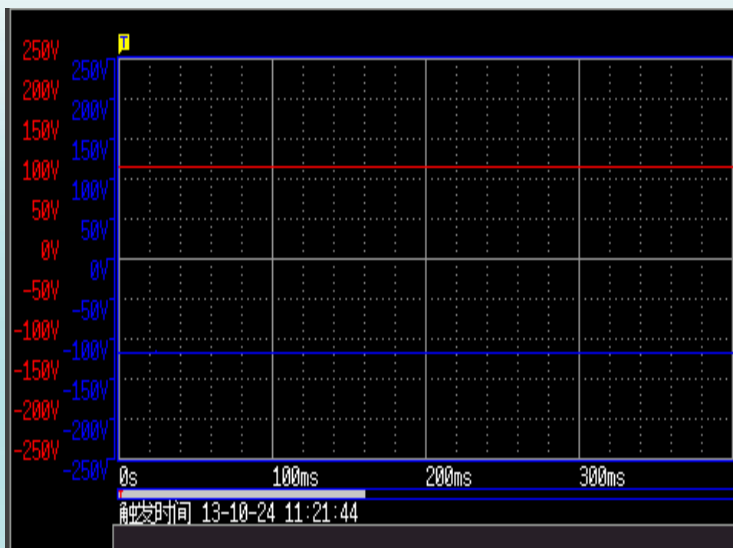


- 功能：实时监测并显示直流系统母线电压、正负母线对地电压、正负母线对地交流电压、正负母线对地绝缘电阻及支路对地绝缘电阻等数据。
- 特点：精度高，可超国标规定精度的**5**倍。

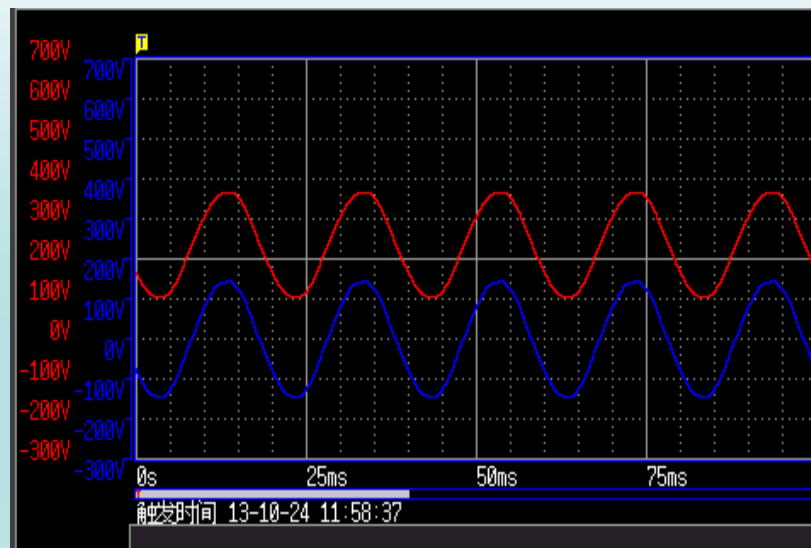
名称	国标章程要求精度	实际达到精度
母线电压	± 1%或以上	± 0.2%
母线对地电压	± 1%或以上	± 0.2%
交流电压	± 5%或以上	± 1%
母线对地绝缘阻值	± 5%、 ± 10%或以上	± 1%、 ± 2%、 ± 5%
支路对地绝缘阻值	± 15%、 ± 20%或以上	不超过± 5%

★功能特点： 2. 监测交流窜入

- 功能：实时采集并显示交流窜入电压值，超过报警门限值时自动发出交流窜入告警信息，并能准确判断交流窜入的故障支路及母线极性。



窜入前电压波形



窜入后电压波形

★交流侵入的危害



1、增加设备误动风险

2、损坏设备

★交流是如何窜入直流系统

1. 维护检修人员施工过程中，操作不当，将交直流电源混接，导致交流源金属性接入。
2. 具有交直流源的户外操作箱，密封不良，雨水进入导致交流窜入直流。
3. 设备老化绝缘下降，导致交流电阻性窜入，例如交流源和直流源接在相邻的端子上，端子绝缘不良导致交流窜入。

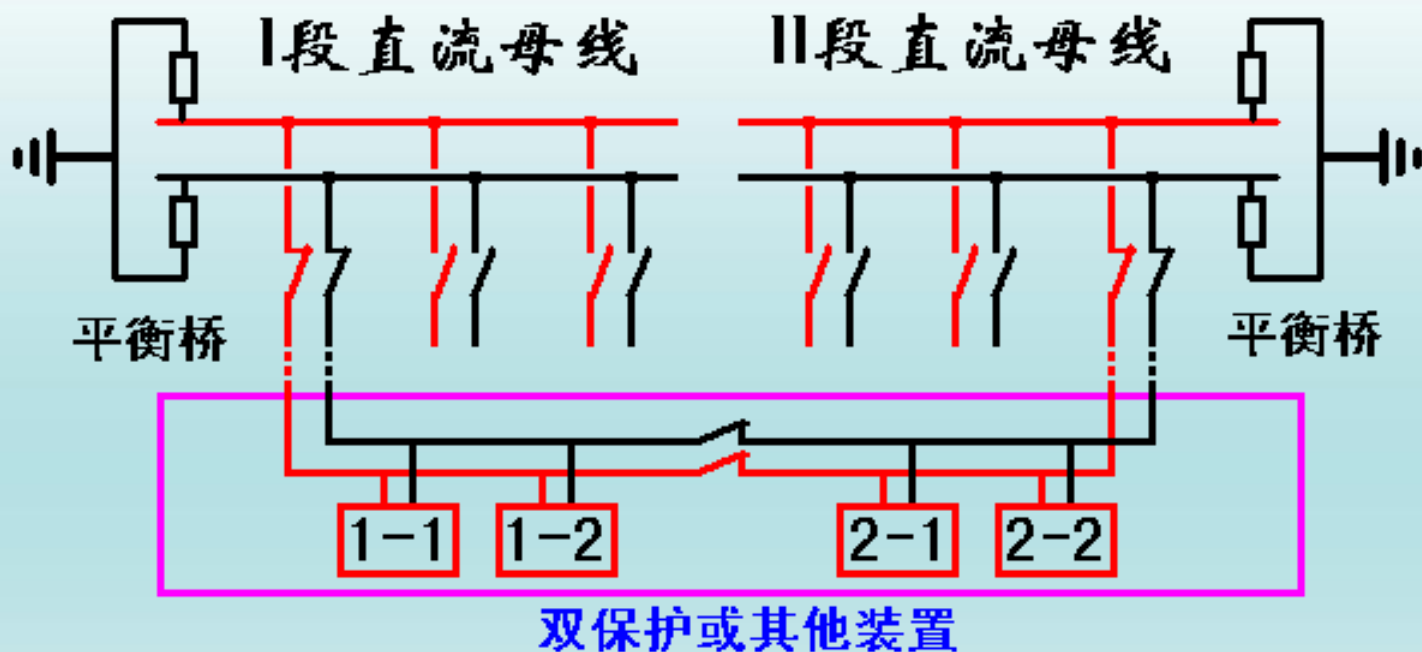
【注意：行业内以交流注入方式检测系统是否接地的设备，存在安全隐患】

★功能特点： 3. 监测直流互串

- ◆功能： 监测互串极性和互串支路
- ◆什么是直流互串？
- ◆直流互串的危害：
 - 1、 导致接地事故扩大。
 - 2、 等同于母联开关的互串环路。
 - 3、 影响现场绝缘监测装置监测判断结果。

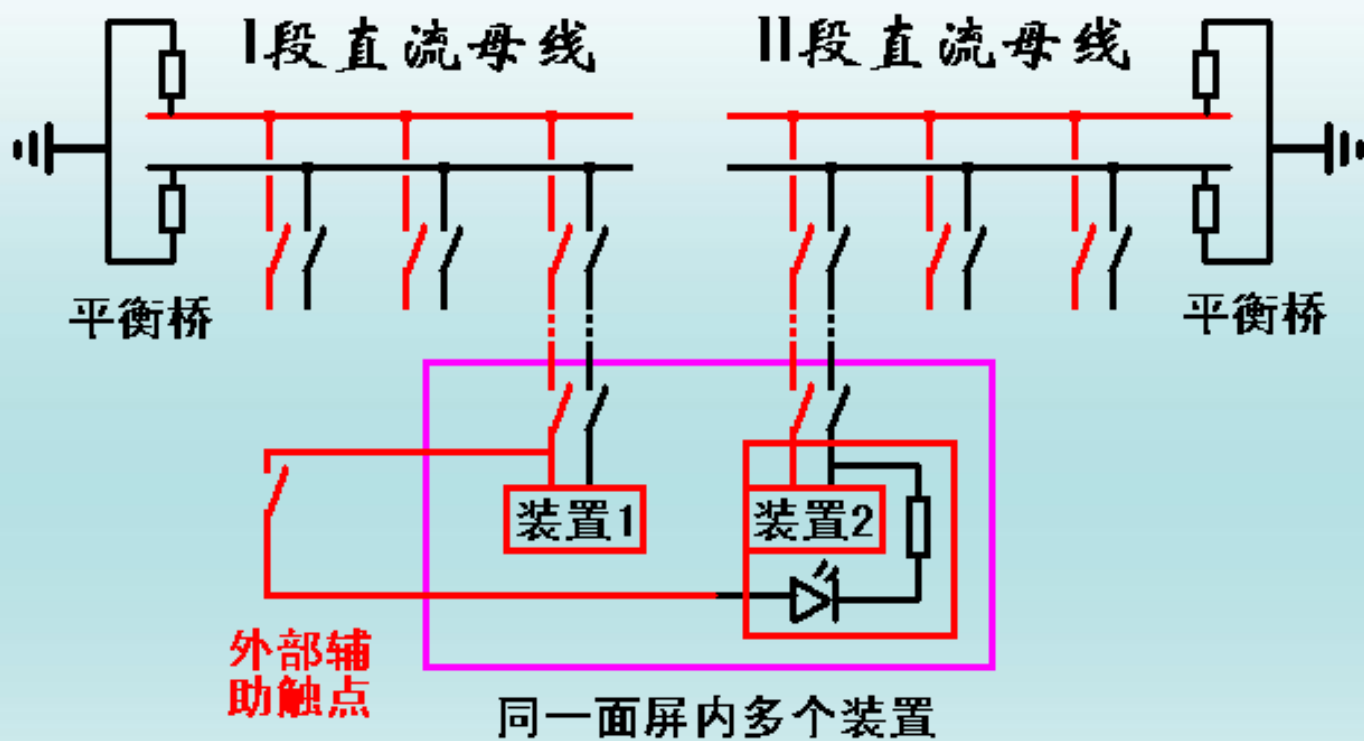
★功能特点：3. 监测直流互串

互串现象1：同极性互串



★功能特点：3. 监测直流互串

环路现象2：异极性互串



★功能特点： 4. 监测蓄电池接地

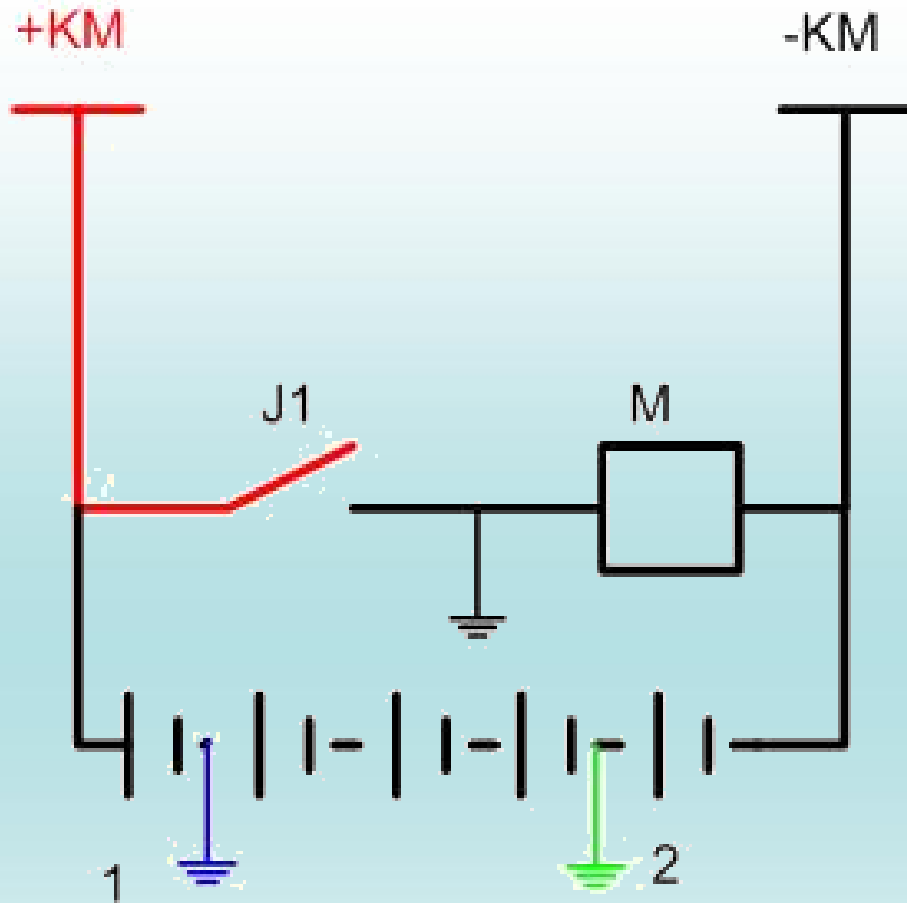
◆蓄电池接地现象：

现场蓄电池漏液，液体流到金属柜架，现场柜架连接地线，导致蓄电池接地。

◆蓄电池接地危害：

- a. 导致误动、拒动、设备损坏、短路等恶性结果。
- b. 导致蓄电池进行不均衡充电，加速蓄电池损坏。

蓄电池接地危害： 误动、拒动、设备损坏

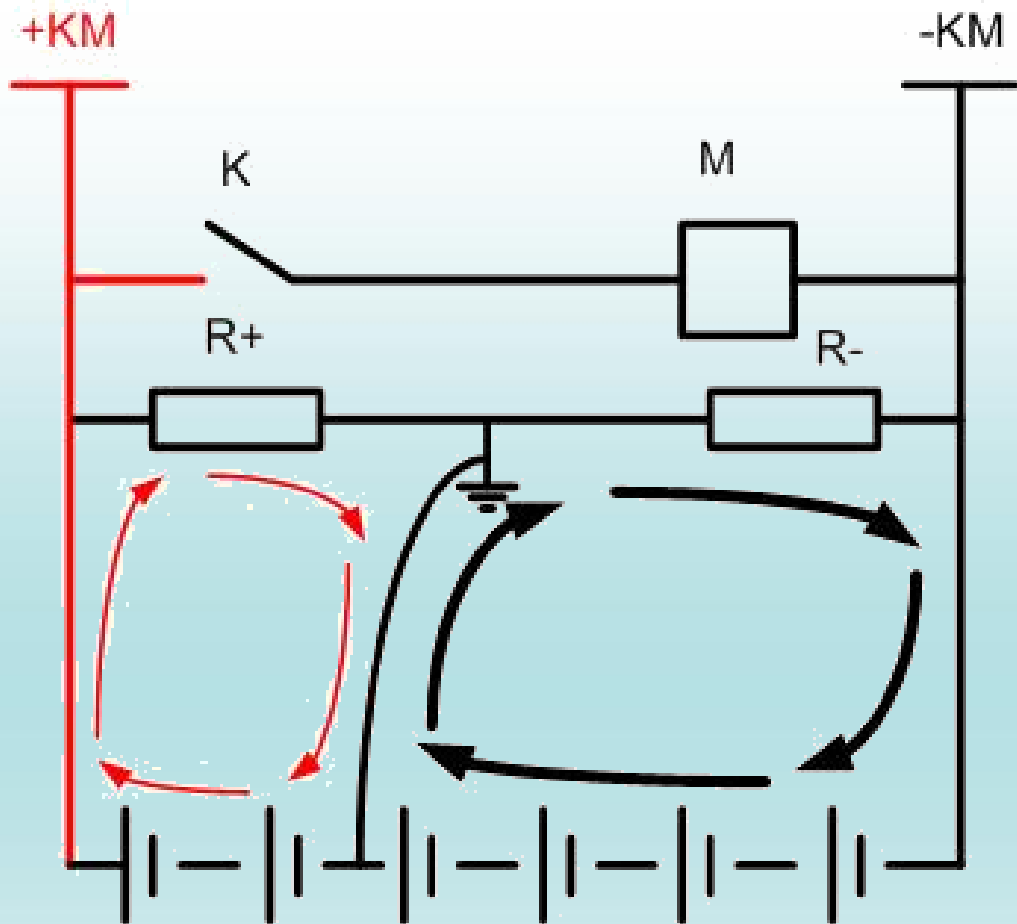


1、假如系统某继电器线圈正电源侧发生接地，此时蓄电池在1处发生接地，此时线圈发生误动机率非常大。

2、假如蓄电池在2处发生接地，线圈误动机率较小，如果正常操作J1节点闭合，就会发生电池短路、节点烧坏、M线圈拒动等事故。

3、假如1处、2处同时发生蓄电池接地，那么将导致蓄电池直接短路。

蓄电池接地危害： 加速蓄电池性能下降



当接地点导致正负对地电压不平衡时，蓄电池组经由平衡电阻形成的放电回路电流不相等，蓄电池的不均衡性加剧，加速性能下降。

★功能特点：5. 压差补偿功能



1.功能：当系统正负对地电压不平衡时，系统通过投切补偿桥，将系统电压最大限度的去恢复平衡。

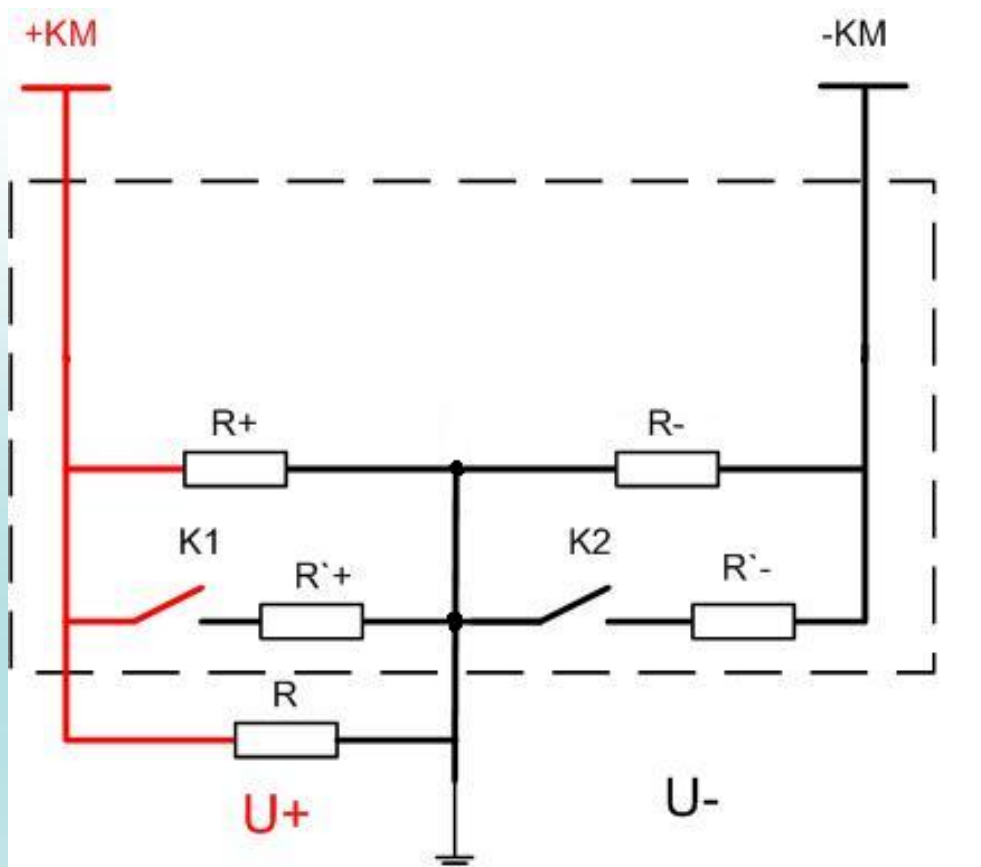
2.补偿条件：系统有三种情况不进行补偿：

a.低阻值接地时不补偿；

b.交流窜入时不补偿；

c.蓄电池接地时不补偿。

压差补偿原理



R_+ , R_- 为平衡桥电阻,
 R'_+ , R'_- 为补偿桥,
 R 为外部接地电阻.

★功能特点：6. 单臂智能检测桥



概念简述：

1.检测桥：也称为不平衡桥。系统出现平衡接地时，平衡桥无法判断此时接地情况，为了检测系统平衡接地，设计了不平衡桥进行投切，得出更多的接地信息用于分析判断。

2.单臂检测桥：电力系统国标规定继电器动作电压不得超过额定电压**55%**。如果系统存在“一点接地”，投切检测桥时负对地电压上升可能导致误动，为避免这种情况，只做负极检测桥，这样投切检测桥时，负极对地电压只降不升。但是此种方法针对低阻平衡接地，检测精度低，难以满足精度要求。

3.智能检测桥：针对单臂检测桥检测低阻接地精度不足缺点，智能检测桥在投切检测桥之前，先对接地情况进行分析，预判投切哪极检测桥既可以保证负极对地电压不超过**55%**，又可以满足测量精度，在检测方式中做出最优选择。

★功能特点：7. 现场改造施工方便



施工期间直流系统正常运行，无需停电、倒负荷等复杂作业，安全可靠：

◆兼容多种主流直流漏电流传感器，对于原有系统漏电流传感器可兼容的，可利用原有漏电流传感器；

◆对于原有系统漏电流传感器不能兼容的，系统配有开口型直流漏电流传感器，可直接在馈线支路安装开口型直流漏电流传感器，无需向直流系统注入任何信号。

★功能特点:

8. 传感器校准功能



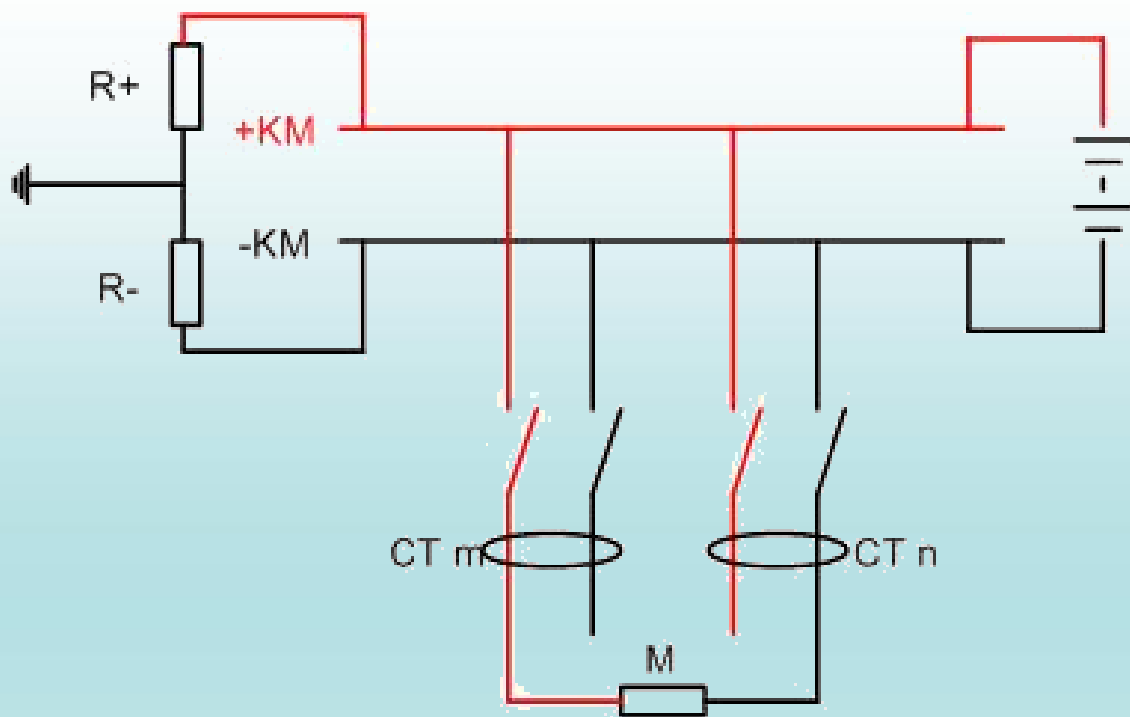
传感器自动、手动零点校准功能，可有效解决传感器长期运行引起零漂、温漂等各种误差导致采集精度下降或误报信号问题。

校准方式:

- ◆开机校准;
- ◆选线校准;
- ◆手动校准。

★现场常见故障

1. 传感器饱和:



由于现场环路互窜的现象，导致传感器输出信号远远大于量程，致使传感器无法使用。

★现场常见故障

2.异常平衡接地现象：



众所周知，直流电源系统出现正负对地等电压是因为绝缘监测装置内部设有平衡桥，人为在正负对地之间加了两个相等的电阻，将正负母线对地电压钳位在相等状态。

现场改造施工中，施工人员拆除原有绝缘监测装置后，测量正负对地电压发现仍然处于等电位状态。经过分析有以下几种情况：

- 一、分布电容引起。
- 二、老设备平衡桥不在绝缘监测装置中。
- 三、确实存在平衡接地。

★现场常见故障

3.施工注意馈线序号排列:



因为现场施工疏忽，将传感器信号输出线胡乱接入，导致线号管和传感器序号对不上，例如I段母线第一排馈线第三个开关，馈线屏上称作**103#**馈线，而传感器输出信号实际接入到采样的**108**去了，导致误报。这样给现场维护人员所带来的维护工作相当麻烦，甚至可能造成其它更严重后果。

因此，现场施工必须严谨、负责。

第二部分

直流配电保护电器的运行和维护

第二部分 直流配电保护电器的运行与维护



直流配电网络简介



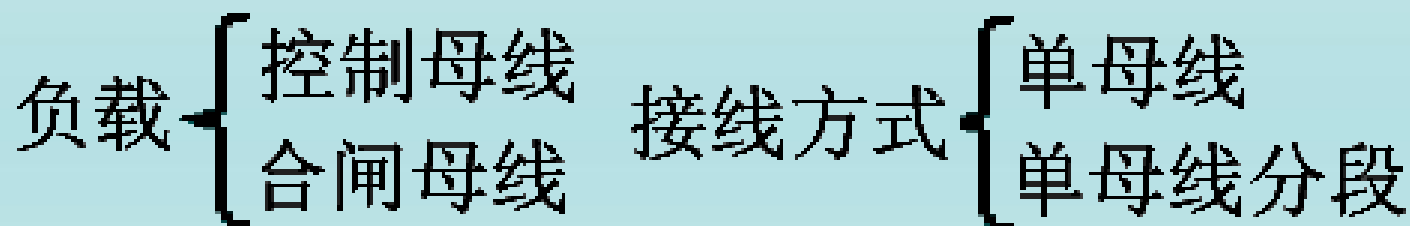
直流开关安秒特性测试



直流系统级差配合校验

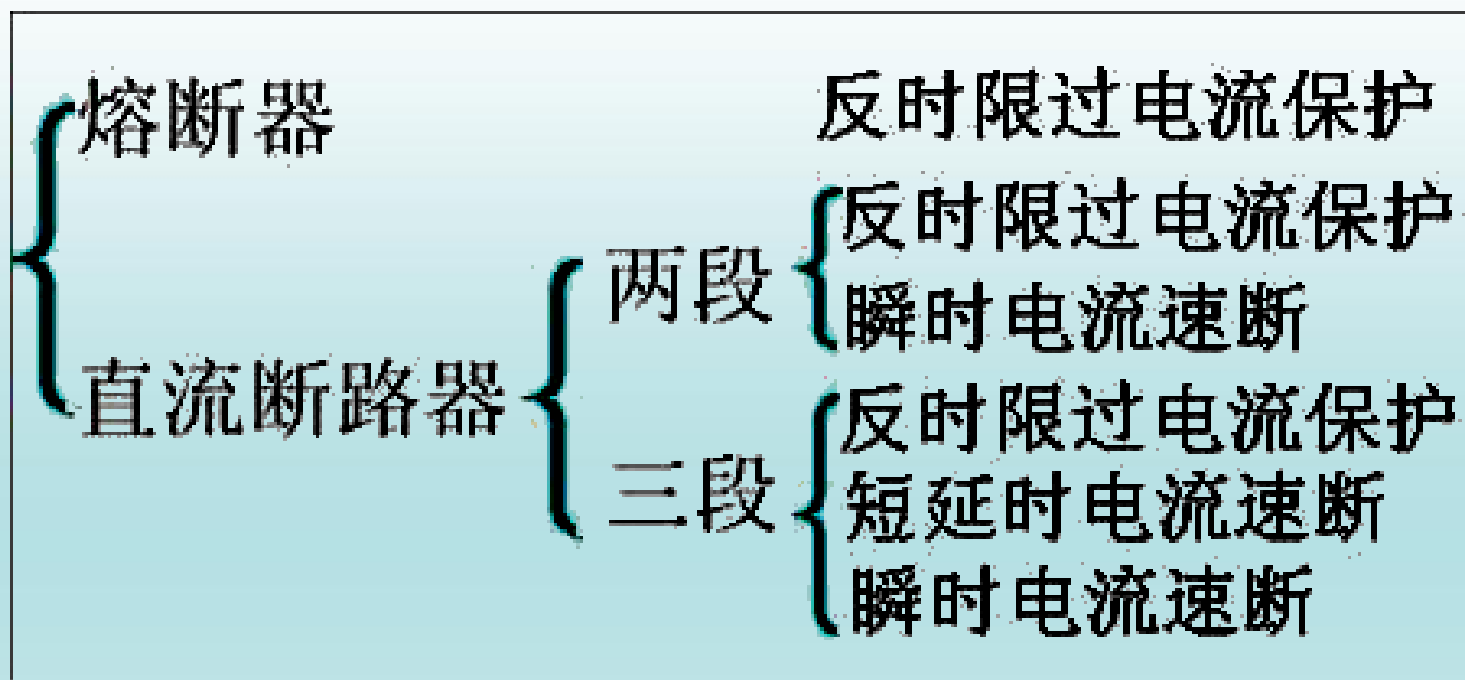
第一节 直流配电网络简介

直流配电网络分类:



第一节 直流配电网络简介

直流配电网络的保护电器分类：



第一节 直流配电网络简介

规程标准

- DL/T5044-2004 《电力工程直流系统设计技术规程》
7.5.2-4 各级断路器的保护动作电流和动作时间应满足选择性要求，考虑上下级差的配合，……。

第一节 直流配电网网络简介

规程标准

- 《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》

5.2.4 严格直流专用空气开关的分级配置管理，防止因直流开关不正常脱扣造成事故扩大。

13.2.2.1 各级熔断器的定值整定，应保证级差的合理配合。

第一节 直流配电网络简介

规程标准

- 《直流电源系统运行规范》

第十二条 （八）直流熔断器和空气断路器应采用质量合格的产品，其熔断体或定值应按有关规定分级配置和整定，并定期进行校核，防止因其不正确动作而扩大事故。

第一节 直流配电网络简介

规程标准

- 《防止直流电源系统事故措施》

第十一条 直流系统熔断器应分级配置，上下及熔体应满足选择性配合要求。一个站的直流熔断器或自动空气断路器，原则上应选用同一制造厂系列产品。使用前宜进行安秒特性和动作电流抽检，同一支路上的空气开关和熔断器不宜混合使用。

第一节 直流配电网络简介

规程标准

- 《直流电源系统技术监督规定》

第二十七条 应加强直流系统熔断器的管理，熔断器应按有关规定分级配置。一个厂、站的直流熔断器或自动空气断路器，原则上应选用同一厂家系列产品。自动空气断路器使用前应进行特性和动作电流抽查。……

第一节 直流配电网络简介



直流开关安秒特性检测及级差配合的重要性？

防止越级跳闸

限制故障在最小范围内!!!

第一节 直流配电网络简介



事故案例

国网安质部关于国网甘肃电力“6.18” 嘉峪关、酒泉地区停电事件的通报

2014年6月18日16时，国网甘肃电力所辖330千伏嘉峪关变电站110千伏嘉汉线、果汉线故障跳闸，330千伏嘉峪关变电站110千伏系统保护和控制直流电源失去，330千伏嘉峪关变电站所供15座110千伏变电站、5座铁路牵引变停电，嘉峪关、酒泉地区损失负荷9.2万千瓦，停电用户17.227万户。

第一节 直流配电网络简介



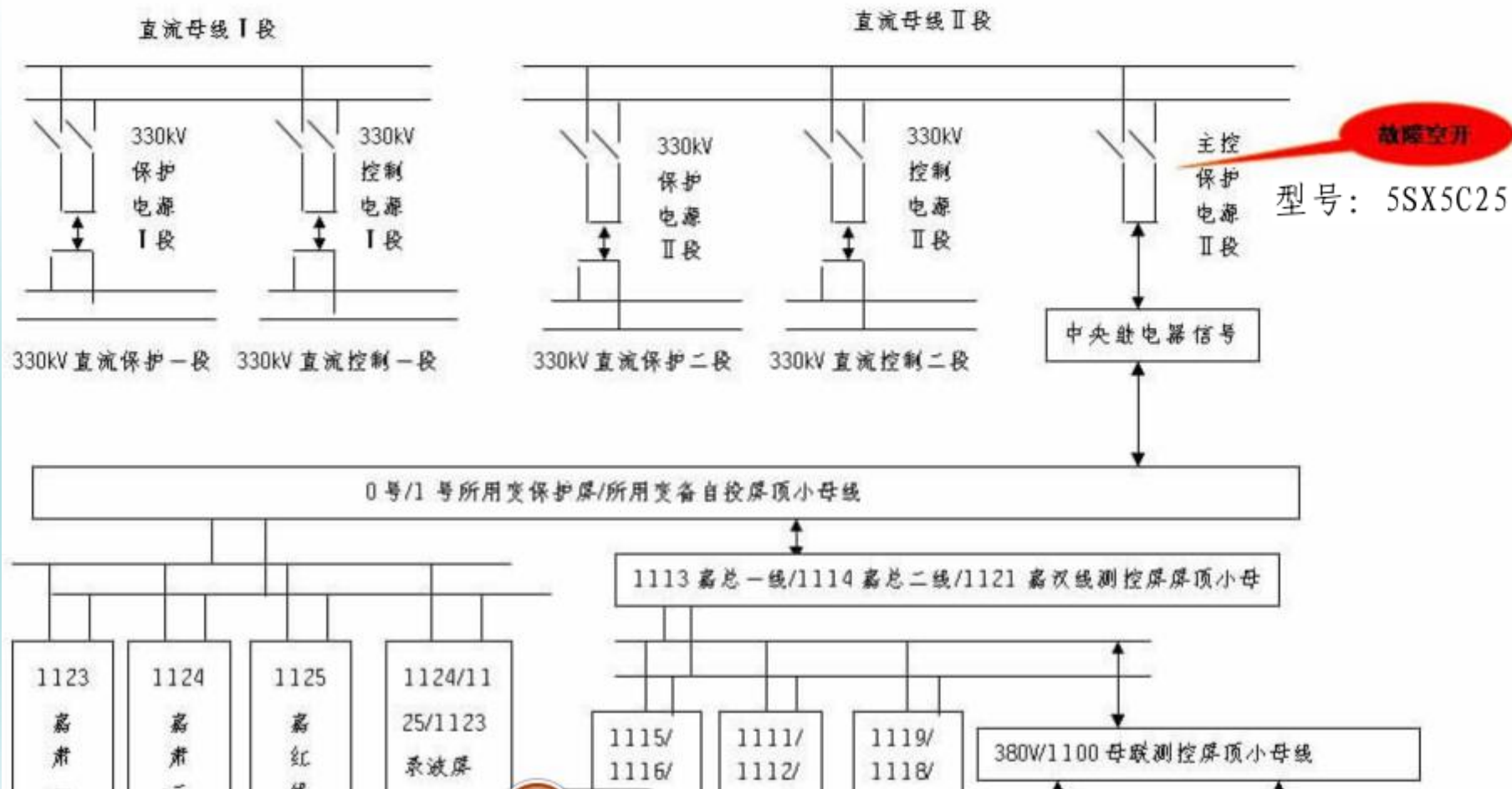
事故原因

事件直接原因：龙卷风将 80 米外的彩钢板卷起，搭挂在同杆架设的 110 千伏嘉汉线（53-54 号杆）、果汉线（28-29 号杆）之间导线上，造成线路 A、B 相间短路后转为三相短路故障。

事件扩大原因：330 千伏嘉峪关变 110 千伏直流电源因总空开内部故障跳闸，造成 110 千伏直流系统失电，

第一节 直流配电网络简介

嘉峪关变电站110KV直流馈线示意图



第一节 直流配电网络简介



直流断路器、熔断器安秒特性和级差配合试验方法

- ◆ 安秒特性 → 单个直流保护电器
- ◆ 级差配合 → 整条直流馈线支路

第二节 直流开关安秒特性测试

CK-DMB型直流断路器安秒特性测试仪



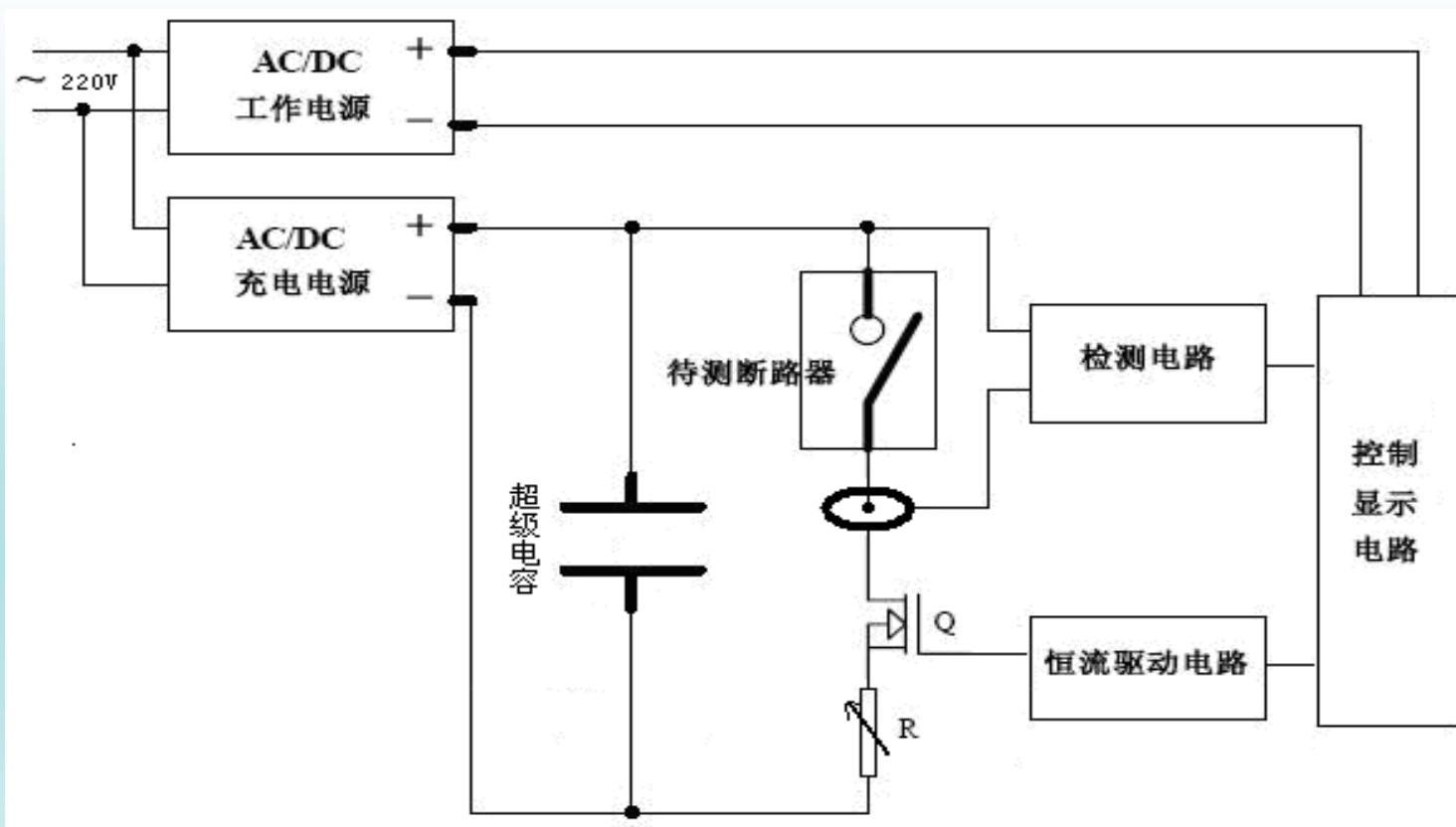
第二节 直流开关安秒特性测试

直流断路器安秒特性测试意义

- 1、检验开关性能是否合格
- 2、辅助判断级差配合的选择性

第二节 直流开关安秒特性测试

安秒特性测试仪原理



第二节 直流开关安秒特性测试

安秒特性测试仪功能特点

- ◆ 触摸屏，可以本机操作，也可通过上位机操作；
- ◆ 测试方式：全点 抽点
- ◆ 可对直流开关过流和短路速断进行测试，精度0.1ms；
- ◆ 超级电容储能技术，安全可靠；
- ◆ 可生产安秒特性曲线、报表，方便直观。

第二节 直流开关安秒特性测试



安秒特性测试仪软件界面

安秒特性测试系统

设置(S) 测试(T) 报表(B) 关于(A)

测试信息

开关编号: 0 测试类型: 全点测试 额定电流: 32 A 生产厂家: 北京人民电器 开关型号: C32 起测倍数: 3 测试间隔: 30

序号	电流(A)	n	T1(ms)	T2(ms)	T3(ms)
1	99.1	3	1831	1457	1407
2	128.8	4	797	847	774
3	159.0	5	506	456	458
4	191.5	6	234	265	261
5	224.8	7	42	61	55
6	256.0	8	3	1	3

系统当前信息

电容电压: 12.00 V 电容状态: 正常 系统状态: 全点测试

测试电流: 120.4 A 测试倍数: 3 测试状态: 等待开关闭合

测试次数: 3 测试时间: 1548 ms 下次测试时间: 0 s

设备已连接

测试初始 生成报表 重做本次 结束测试

清除所有记录 清除第一条 读取记录

Windows Taskbar: CK-DMB直流断路器... 安秒特性测试系统 桌面 12:41

第二节 直流开关安秒特性测试



安秒特性测试过程中应注意的问题

- 1、试验过程中首先要注意直流空气断路器的正负极性。
- 2、设定合理的测试间隔，以便直流空气断路器冷却。
- 3、试验过程中严禁使用普通试验导线代替厂家专用试验导线进行测试。

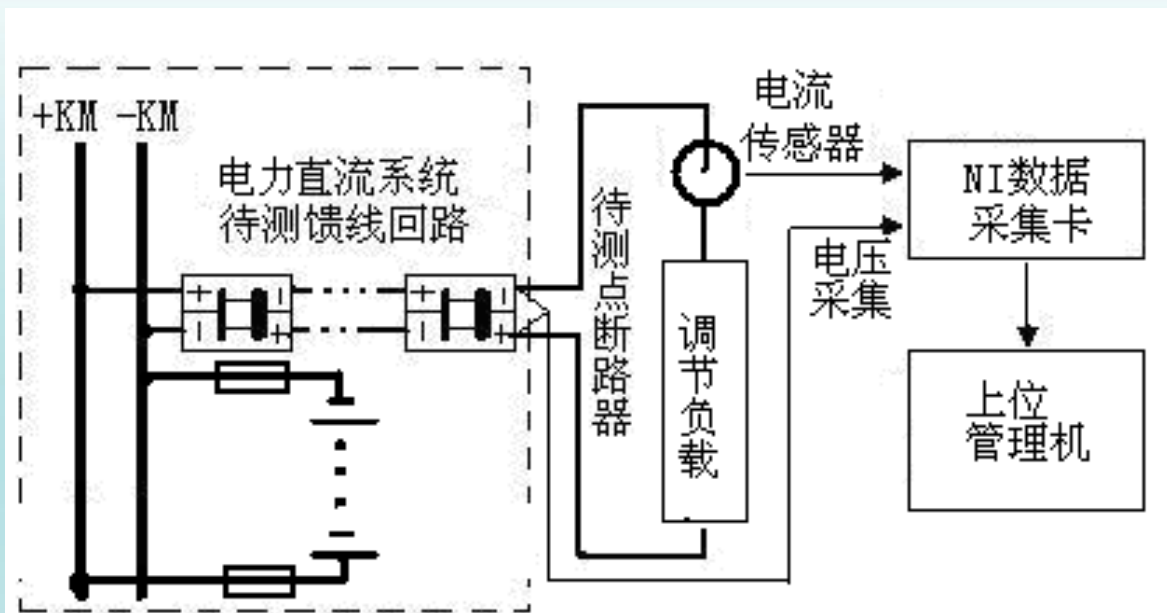
级差配合概念

直流微型断路器常见额定电流规格有：**1A、2A（3A）、6A、10A、16A、20A、25A、32A、40A、50A、63A**，每相邻两者之间为一个级差。
直流空气断路器上下级之间必须保证**2~4个级差**。

第三节 直流系统级差配合测试

级差配合测试方法

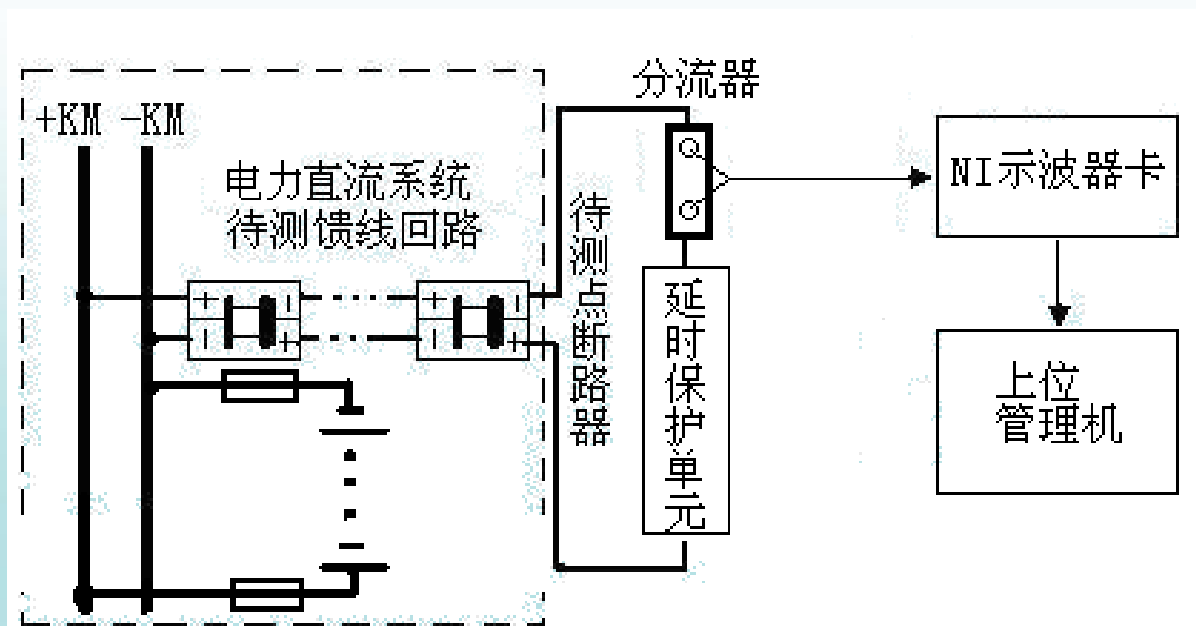
● 小电流预估法



小电流预估法简单安全，可在线测试，但有一定误差，试验结果得出的级差配合概率 $\geq 100\%$ ，预估级差配合符合要求，配合概率 $0\sim 100\%$ ，就提示有越级跳闸的可能。

第三节 直流系统级差配合测试

● 短路模拟校验法



短路模拟校验法真实准确可靠，但有一定越级跳闸风险，通过该试验可直接校验上下级开关级差配合是否合格，同时可看出短路电流大小和开关灭弧特性好坏。

第三节 直流系统级差配合测试

系统组成

测试系统由**上位管理机**和**控制保护装置**组成。**上位管理机**安装有基于LabView8.5平台开发的管理软件，是测试数据管理、分析后台，通过USB2.0接口与数据控制保护装置通讯，人机对话方式控制，操作简单，使用方便；**控制保护装置**可调节负载，实时采集直流电压、电流和波形的高速录制；并控制测试主回路的接通和延时分断，具有事故可人工急停功能，保证测试过程安全可靠。

第三节 直流系统级差配合测试



● 预估测试

SDC-II型电力直流电源保护级差校验系统

系统 关于

国家电网公司 STATE GRID CORPORATION OF CHINA

SDC-II型电力直流电源保护级差校验系统

12年09月10日 9:14:35

信息设置 校验测试 预估测试 报表查询 参数校准 帮助 退出

厂站名称： 电压等级： 充电机型号： 充电机厂家： 蓄电池型号： 蓄电池厂家： 蓄电池容量：	邢台沙河电厂 220 TH230D20 石家庄通合电子 GFM300 东北蓄电池厂 300		
上级开关	型号： 厂家： 额定电流： 安装位置：	GM32M-2300R C20 北京人民电器 25 1#馈线屏	
本级开关	型号： 厂家： 额定电流： 安装位置：	GM32M-2300R 北京人民电器 3 电度表屏	
电流测试点 (A)	2.25 3 3.75		

电流测试点 (A)	电压电流测试值			短路电流预估 (A)
	U1 (V)	U2 (V)	I (A)	
2.25	242.07	240.28	2.08	293.2
	241.9	240.15	2.08	
	241.81	240.1	2.08	
3	241.77	239.39	2.83	40.9
	241.65	239.32	2.83	
	241.6	239.3	2.83	
3.75	241.54	238.69	3.53	备注： 本级差配合概率预测是在直流开关合格的情况下得出。
	241.49	238.62	3.53	
	241.42	238.59	3.53	

开始 停止

OK/S OK/S

第三节 直流系统级差配合测试



● 短路校验

SDC-II型电力直流电源保护级差校验系统

系统 关于

国家电网公司 STATE GRID CORPORATION OF CHINA

SDC-II型电力直流电源保护级差校验系统

12年09月10日 9:37:00

信息设置 校验测试 预测试 报表查询 参数校准 帮助 退出

厂站名称:	邢台沙河电厂
电压等级:	220
充电机型号:	TH230D20
充电机厂家:	石家庄通合电子
蓄电池型号:	GFM300
蓄电池厂家:	东北蓄电池厂
蓄电池容量:	300

上级开关	型号: GM32M-2300R C20 厂家: 北京人民电器
下级开关	型号: GM32M-2300R 厂家: 北京人民电器

额定电流:	25
安装位置:	1#馈线屏

额定电流:	3
安装位置:	电度表屏

电流测试点 (A)

2.25	3	3.75
------	---	------

校验测试

Cursors: X Y
Cursor 0.001376 0.119091

Volts/Div: 20mv 40mv 0.1v 10mv 0.2v 4mv 0.4v

Time/Div: 0.5ms 1ms 2ms 0.2ms 0.5ms 10ms

Coupling: DC

Position: 30

Sample_length: 10000

Sample_rate: 1E+6

Mode: Edge

Type: SGL

Ref_position: 5

测试结果

动作电流 (A): 317.3

弧前时间 (ms): 0.88

灭弧时间 (ms): 1.77

开始 保存 停止

OK/S OK/S

开始 SDC-II型电力直... CH 9:37

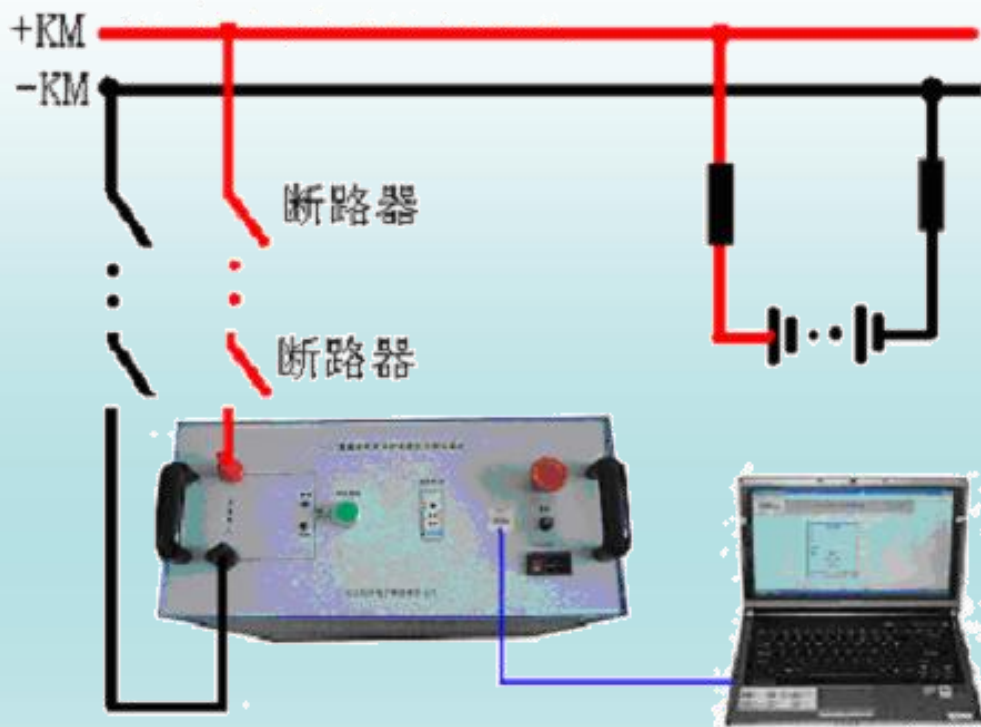
第三节 直流系统级差配合测试

功能特点

- 采用美国NI公司100M数据采集卡，LabView8.5开发平台，采样高速，准确可靠.
- 便携式计算机控制，全汉化图形界面，人机对话方式控制，操作简单，使用方便.
- 具有在线预估和短路校验两种工作模式.

第三节 直流系统级差配合测试

现场测试接线图



蓄电池组通过直流母线依次连接直流馈线开关, 在待测直流开关下口连接控制保护装置; 上位管理机通过USB线控制测试装置, 可进行短路校验或预估测试, 校验直流电源系统级差配合的选择性.

现场应用

本系统在沧州沧东电厂、邢台沙河电厂、河北龙山电厂、河南林州电厂、江苏南热发电有限公司、邯郸供电公司、包头供电局等多家单位现场测试,在线预估精度小于10%,短路校验测试安全可靠,断路器级差配合情况和分断特性一目了然.

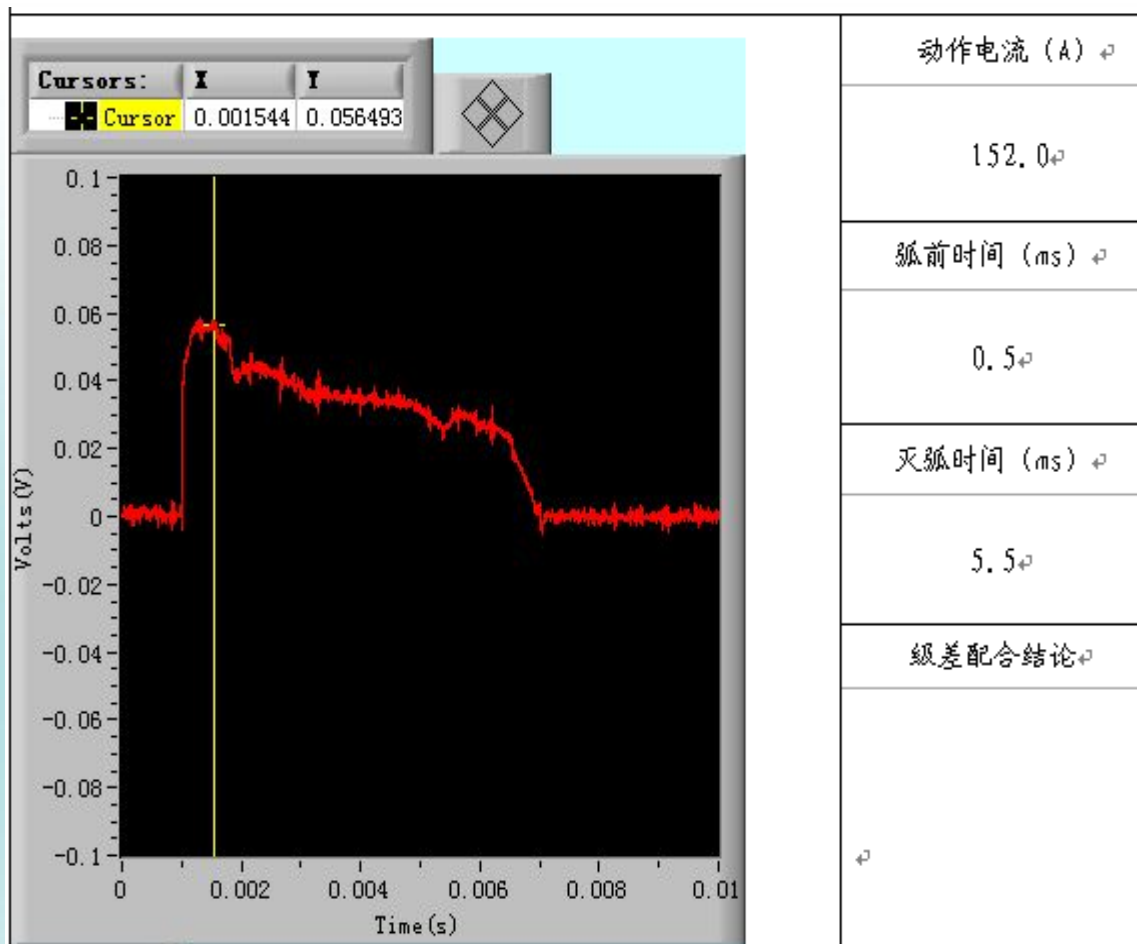
第三节 直流系统级差配合测试

江苏某电厂级差配合试验数据：

级差等级	位置	型号	额定电流
第一级	蓄电池出口开关	NT3-630A	630A
	充电机输出开关	NT2-400A	400A
第二级	1#机直流220V1# 馈线屏	GMB32M-2400R	20A
第三级	1号磨煤机电源柜	S252SDC-B4	4A
受试开关位置	受试开关型号	预估短路电流 (A)	级差配合概率 (%)
试验	S252SDC-B4	160.9	100%
受试开关位置	受试开关型号	短路电流 (A)	是否跳闸
试验	S252SDC-B4	152.0	是

第三节 直流系统级差配合测试

江苏某电厂短路校验测试：在1号磨煤机电源柜S252SDC-B4直流空气断路器下口直接短路，B4瞬时跳闸。上级1#机直流220V1#馈线屏GMB32M-2400R直流空气断路器未跳闸。B4下口短路时短路电流为152A，弧前时间为0.5ms，灭弧时间为5.5ms。试验结论：本次受试直流系统满足级差配合要求。



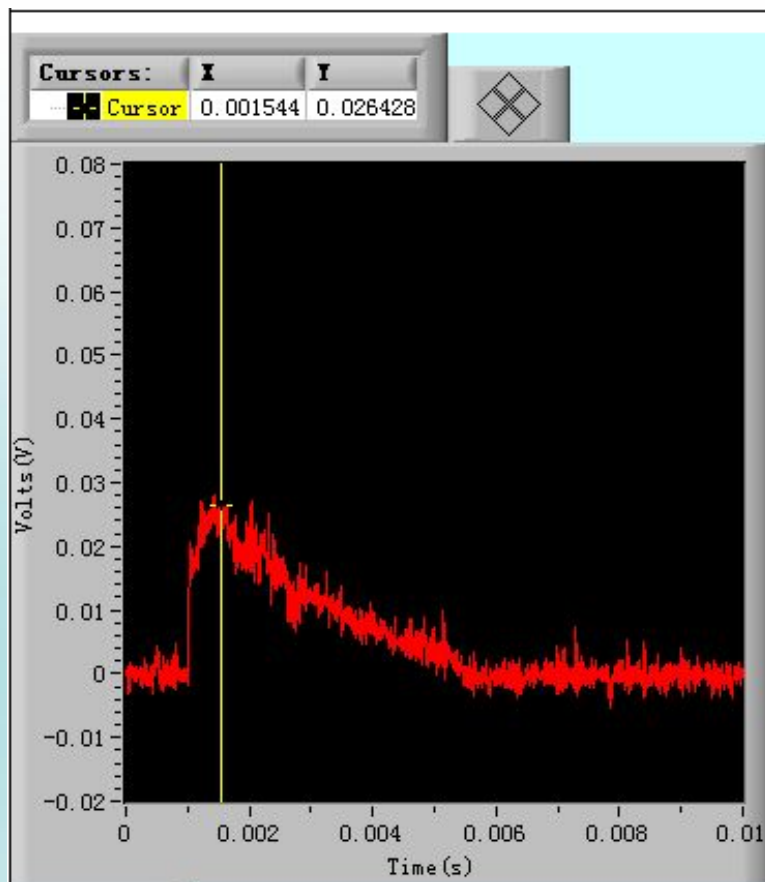
第三节 直流系统级差配合测试

河北某电厂

1#机发变组保护C柜与
2#直流馈线屏级差配
合试验。

直流短路结果：在
S252S B2下口直接短
路，B2瞬时跳闸，上
级S262UC C25没跳。
B2下口短路时短路电
流为69A，弧前时间为
0.5ms，灭弧时间为
3.9ms。

小电流估算：短路
电流为66.5A，估算误
差4.2%。



动作电流 (A) ↕
69.0 ↕
弧前时间 (ms) ↕
0.5 ↕
灭弧时间 (ms) ↕
3.9 ↕
级差配合结论 ↕
↕

第三节 直流系统级差配合测试

级差配合测试过程中应注意的问题

- 1、现场进行直流系统级差配合试验应选择在机组停机检修期间，试验过程中出现越级跳闸，不会造成事故。
- 2、现场进行直流系统级差配合试验时应将该直流系统充电机（整流模块）退出运行，由蓄电池进行供电。
- 3、现场进行直流系统级差配合试验时应先采用级差配合预估试验，根据预估电流大小判断是否进行短路级差配合试验。
- 4、试验中接线时应注意正负极性。
- 5、级差配合试验一般采用抽测的方法，选择具有代表性的开关进行试验。



创造精品
科技为本

谢谢大家！