

# 关于电力通信用 DC/DC 馈线短路问题的研究

冷旭东<sup>1</sup>, 王坚<sup>2</sup>

(1.深圳市泰昂电子有限公司, 深圳 518000; 2.武汉供电设计院变电部, 湖北 武汉 430013)

**摘要:** 分析了电力专用通信 DC/DC 直接挂于操作电源直流母线上, 当发生馈线短路故障时 DC/DC 因自身短路保护而导致馈线开关不能可靠跳闸的问题, 试验验证了此问题发生的机理, 以及在 DC/DC 输出母线并联适当电解电容解决此问题的有效性。

**关键词:** 操作电源直流母线; 电力通信; DC/DC

## Study on short circuit fault of electric power communication DC/DC feeder line

LENG Xu-dong<sup>1</sup>, WANG Jian<sup>2</sup>

(1.Shenzhen TIEON Electronic Technology Co.,LTD,Shenzhen 518000,China;  
2.Wuhan Power Supply Design Institute, Wuhan 430013,China)

**Abstract:** The paper analyzes how the DC/DC communication power(particular for power system) is connected to DC bus directly, and the problem when feeder switch short circuit occurs,it will not trip reliably due to its own protection of DC/DC. The result verifies the mechnism when the problem occurs and the effectiveness to slove it by adding electrolysis electric capacity in the terminal of DC/DC bus.

**Key words:** operation power DC bus; power communication; DC/DC

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)13-0114-04

## 1 问题的由来

### 1.1 历史由来

随着电力系统专业化管理改革的不断深化, 通信电源单独配置充电设备、蓄电池组的技术模式是否改为采用电力专用 DC/DC 直接挂于操作电源取得通信电源模式, 成为技术讨论的焦点。

实际上采用电力专用 DC/DC 直接挂于操作电源取得通信电源并非新生事物, 据考察浙江临海市 110 kV 变电站采用此种模式已成功运行十年, 操作电源蓄电池组容量的选择、通信电源稳压精度、通信电源纹波系数等问题均有较好解决, 目前提出的焦点问题集中在: 当电力通信专用 DC/DC 模块一条馈线支路发生短路故障, 如何保证在 DC/DC 短路保护情况下, 故障馈线支路开关能可靠跳闸切除故障, 同时不影响通信电源正常供电。

### 1.2 问题的提出

图 1 为传统通信电源接线方式, 图 2 为电力通信专用 DC/DC 模块直接挂于直流母线原理图。

问题的理论依据: 当馈线短路时, DC/DC 直接

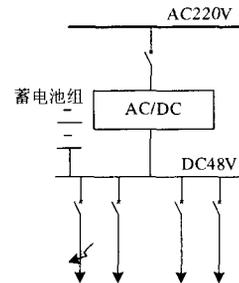


图 1 传统通信电源接线方式馈线短路示意图

Fig.1 Short circuit fault of feeder line in traditional communication power connection style

挂于直流母线方式, 存在 DC/DC 短路保护时间与馈线开关短路跳闸时间匹配问题: 如果 DC/DC 短路保护先于馈线开关短路跳闸动作, 则因 DC/DC 短路保护不再有电流输出, 使馈线开关不能短路跳闸, 致使短路故障馈线支路不能切除, DC/DC 保持短路保护状态, 使一个馈线支路的短路故障影响整个母线供电。而传统通信电源接线方式中, AC/DC 与 DC/DC 一样, 同样存在短路保护问题, 但不同

的是, 由于蓄电池组直接挂在通信电源输出母线上, 当 AC/DC 短路保护时, 由蓄电池提供短路电流, 使馈线开关短路保护动作, 不存在时间配合问题。

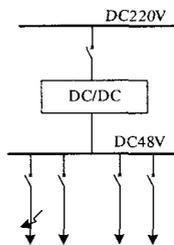


图 2 DC/DC 挂于直流母线馈线短路示意图

Fig.2 Short circuit fault of feederline in DC/DC directly connect with DC bus bars of operation electric power source

## 2 解决问题的理论分析

### 2.1 解决问题的难点

解决问题的难点在于馈线开关脱扣曲线是一定的, 而 DC/DC 为保护功率器件, 短路保护一般采用硬件保护方式, 保护时间不能延长。

以梅兰日兰开关 CH65H-C 直流馈线开关为例, 其脱扣曲线如图 3。

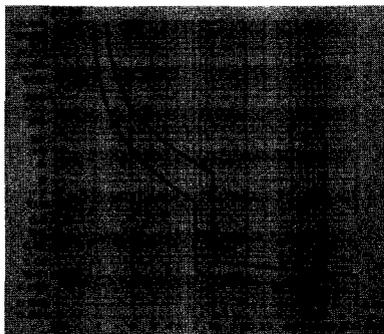


图 3 C65H-DC 开关脱扣曲线

Fig.3 C65H-DC switch short circuit trip curve

从曲线可看出:  $(I/I_n) > 7$ , 开关脱扣时间为 10 ms 左右,  $(I/I_n) > 100$  时, 最小脱扣时间为 4 ms,  $(I/I_n) < 7$ , 要 500 ms 时间以上。而目前 DC/DC 短路保护采用硬件比较器方式, 保护时间极短。

### 2.2 解决方法的理论分析

应找到简便可行的办法替代传统设计中的蓄电池组, 在馈线支路短路引起 DC/DC 模块短路保护时, 提供故障电流保证微断开关可靠跳闸, 达到去除故障目的。

可想到的方法可行性分析:

(1) 利用操作直流电源抽头提供故障电流: 此方法涉及操作直流电源与通信 48 V 电源分属不同接地系统, 怎么隔离问题, 另外从操作直流电源抽

头提供故障电流是否会影响操作直流电源运行, 难于预料。此方法不可行。

(2) 修改 DC/DC 模块设计: 此方法涉及固定设计怎么和各种馈线开关匹配问题, 同时过长的短路保护时间可能对功率器件造成危险。此方法不可行。

(3) 并联适当电解电容, 利用储存的电荷放电, 提供故障电流: 此方法涉及的电解电容不需太高的耐压, 只需  $> 63$  V 即可; 同时电解电容成本低, 易安装实现。需要验证并联适当电解电容后, 馈线短路开关能否可靠脱扣, DC/DC 模块上电时会有冲击现象, 怎样选取电解电容容量, 微断开关脱扣过程电压电流波形是否满足要求。

## 3 关于通信用 DC/DC 馈线短路的试验

为此研发人员作了如下实验。

试验目的:

(1) 验证电力通信专用 DC/DC 存在馈线支路短路故障开关短路脱扣问题, 并了解其作用过程;

(2) 验证在通信 48 V 母线上并联适当的电解电容解决问题的可行性。

试验设备:

(1) 爱默生 DC/DC 模块 HD4825-3 2 台 (额定输出电流 25 A)

(2) 梅兰日兰开关 CH65H-DC 开关  
额定电流 2 A 1 只; 额定电流 6 A 1 只; 额定电流 10 A 1 只; 额定电流 20 A 1 只; 额定电流 32 A 1 只。

(3) Tektronix 数字存储示波器 TDS1012B 1 台

配置 A622 电流探头 1 只

实现步骤:

实验一、验证通信电源 DC/DC 馈线短路时是否存在模块短路保护与开关脱扣时间配合问题

接线如图 4。其中 QF1 带 1.1 A 负载; QF2 为模拟的故障支路空开; 选用模块为艾默生 HD4825-3; QF3 为输出端短路。

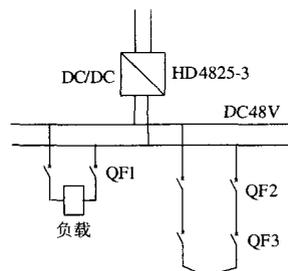


图 4 通信电源馈线短路实验接线图

Fig.4 Connection about short circuit test of DC/DC feeder line  
试验记录如表 1。

表 1 开关脱扣情况实验记录

Tab.1 Test record of situation of the switch trip

QF2 空开 额定电流 /A	QF2 短路 跳闸情况	开关脱扣时间/ms	最大短 路电流/A
2	跳闸	1.0~5.0	56.0
6	80%次数跳闸	20.0~50.0	108.4
10	未动作	$\infty$	125.0

试验结果表明：确实存在电力通信 DC/DC 馈线支路短路开关不能可靠脱扣问题，但并非所有情况下馈线开关都不能脱扣。

实验二、通信电源馈线短路过程中模块保护过程及开关脱扣原因

仍然使用图 4 的接线电路。使用示波器 CH1 监测 DC/DC 模块 MOS 功率器件驱动回路电压波形，CH2 分别检测母线电压/馈线短路电流波形。实验结果如下：

图 5 为 C6A 馈线开关支路金属短路 MOS 驱动电压、母线电压波形。上面波形为 MOS 管驱动电压波形，下面波形为 DC/DC 短路馈线输出电压波形。

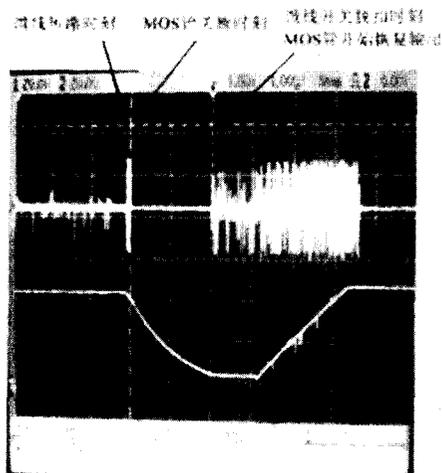


图 5 馈线金属短路 MOS 驱动电压、母线电压波形

Fig.5 The waveform of MOS drive voltage and bus voltage in metal short circuit of DC/DC feeder line

图 6 为 C6A 馈线开关支路金属短路 MOS 驱动电压、短路电流波形。上面波形为 MOS 管驱动电压波形，下面波形为 DC/DC 短路馈线输出短路电流波形。

馈线短路时 MOS 驱动电压



图 6 馈线金属短路 MOS 驱动电压、短路电流波形

Fig.6 The waveform of MOS drive voltage and short current in short circuit of DC/DC feeder line

从图中可以看出：在馈线支路发生金属性短路时，MOS 功率管很快进入保护状态。根据实验数据：MOS 功率管进入保护状态时间 < 1 ms。也就是说，支持有时馈线开关脱扣的故障电流，并非由 DC/DC 功率管导通后提供。经验证为 DC/DC 输出端并联的电解电容提供了馈线开关脱扣的故障电流。

由此结果可以推测：只要在母线上并联足够容量的电解电容就能保证：在馈线支路发生金属性短路，DC/DC 短路保护后，由并联的电解电容提供足够的故障电流就能保证馈线开关可靠脱扣。

实验三、验证在 DC/DC 输出母线上并联足够电解电容是否能保证开关可靠脱扣。

#### 电解电容选择方法

##### (1) 确定馈线短路最大故障电流

实验表明，馈线短路最大故障电流取决于馈线金属性短路时短路回路的阻抗参数。实际操作时，可通过对各馈线支路馈线开关合闸情况下，在馈线开关输出端金属性短路，使用精密测阻抗仪器方便地测得。从而由欧姆定律计算出馈线短路最大故障电流  $I_{dmax}$ 。

##### (2) 确定母线电压最大允许压降。

根据通信电源标准：通信设备受电端允许变动范围为 -40 ~ -57 V，可算出母线电压最大允许压降  $\Delta U = 57 - 40 = 17$  V。

##### (3) 计算电解电容最大放电量

根据计算出的馈线短路最大故障电流  $I_{dmax}$  对照开关脱扣曲线，选择维持开关脱扣的最大时间，并乘以可靠系数，选择为 1.2，得到电解电容最大放电时间  $T_{tz}$ ，则电解电容最大放电量  $\Delta Q = I_{dmax} * T_{tz}$ 。

## (4) 计算需要并联的电解电容容量

计算公式推导:

假设正常工作时,电容电量为  $Q_1$ , 对应电压为  $U_1$ ; 假设馈线短路经电容放电, 使馈线开关跳闸后, 电容电量为  $Q_2$ , 对应电压为  $U_2$ ;

$$C=Q_1/U_1=Q_2/U_2$$

$$Q_2*U_1 - Q_1*U_2=0$$

$$Q_2*U_1 - Q_1*(U_1 - \Delta U) = 0$$

$$(Q_2 - Q_1) * U_1 + Q_1 * \Delta U = 0$$

$$Q_1 * \Delta U - (Q_1 - Q_2) * U_1 = 0$$

$$Q_1 * \Delta U - \Delta Q * U_1 = 0$$

$$Q_1 = (\Delta Q * U_1) / \Delta U$$

$$C = \Delta Q / \Delta U = (I_{dmax} * T_{tz}) / \Delta U$$

## (5) 选择电解电容耐压

一般选择  $>63\text{ V}$  即可。

按此方法选择并联的电解电容并实验以 C65-DC C20A 微断开关馈线回路为例。

取  $I_{dmax}=200\text{ A}$ ,

$T_{tz}=1.2*10\text{ ms}=12\text{ ms}$ ,  $U_1=53\text{ V}$ ,  $\Delta U=17\text{ V}$ 。

$$C=(200*12)/(1000*17)=0.141\text{ F}$$

实验结果表明: 对于通信 DC/DC 馈线回路只要开关额定电流  $<20\text{ A}$ , 在母线上并联  $>0.141\text{ F}$ ,  $63\text{ V}$  电解电容, 就能保证馈线支路金属性短路下馈线开关可靠脱扣, 且保证电压下降范围在通信电源要求范围内。

(上接第 93 页 continued from page 93)

放在不同的定值区, 通过切换定值区来适应不同的运行方式。但笔者认为, 由于现场值班人员不一定能够很好地掌握保护定值区的切换操作和理解各个保护区的定值适应的运行方式, 因此, 不建议一条线路的保护装置存放多套定值, 因为这样极容易造成定值区切换上的错误和定值单管理上的混乱, 而且这种错误比较隐蔽, 非专业人员很难发现, 而且也增加了调度部门的工作量。因此, 靠切换定值区来实现的方案还是有其不足、有风险, 不建议采用。

### 3 结束语

通过修改保护装置的软件功能增加线路后备保护的“灵敏快速段”及其切换逻辑, 增加一块硬压板及其相应的二次开入回路, 实现线路后备保护灵敏段的“正常段”和“快速段”通过硬压板的投退来切换。线路后备保护灵敏段的“正常段时间定值”按正常的配合要求整定, 而“快速段时间定值”主要作为线路两套纵联保护均退出运行的情况下临时使用, 鉴于其作用, 整定“快速段时间定值”时

实验四、验证在 DC/DC 输出母线上并联足够电解电容下, DC/DC 是否能无冲击开机。

由于 DC/DC 开机时均有开机限流功能, 最大开机电流不会大于额定电流。

实验结果表明: 在 DC/DC 输出母线上并联足够电解电容下, DC/DC 能无冲击开机。

### 4 结语

(1) DC/DC 挂于直流母线存在馈线开关短路脱扣时间匹配问题属于小机率发生问题, 但从技术研究层面应加以重视, 研究解决办法。

(2) 在研究解决方法时, 在  $48\text{ V}$  母线上并接足够容量的电解电容器是简单易行的办法。

### 参考文献

- [1] DL/T 5044-2004, 电力工程直流系统设计技术规程[S].
- [2] DL/T 459-2000, 电力系统直流电源柜订货技术条件[S].
- [3] YD/T731-2002, 通信用高频开关整流器[S].

收稿日期: 2008-07-14; 修回日期: 2008-07-25

作者简介:

冷旭东(1968-), 男, 高级工程师, 从事微机继电保护、站用电源相关智能设备开发研究; E-mail: coldxudong@126.com

王坚(1974-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事电力系统二次设计工作。

需要考虑系统稳定的要求, 同时还需要考虑和相邻线路纵联保护的配合。这个方案容易实现, 而且可以极大地方便现场运行, 建议继电保护装置生产厂家将其作为标准配置。

### 参考文献

- [1] 王梅义. 高压电网继电保护运行技术[M]. 北京: 电力工业出版社, 1981.  
WANG Mei-yi. The Operation Technology of High Voltage Electrical Power Network Relay Protection[M]. Beijing: Electric Power Industry Press, 1981.
- [2] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护规定汇编(第二版)[Z]. 北京: 中国电力出版社, 2000.  
National Electric Power Dispatching and Communication Center. The Rule Compile of Electrical Power System Relay Protection, 2nd ed[Z]. Beijing: China Electric Power Press, 2000.

收稿日期: 2008-08-18

作者简介:

李本瑜(1975), 男, 高级工程师, 主要从事电力系统继电保护技术管理工作。