

智能变电站合并单元采样响应时间及保护装置处理方式分析

陈光华, 王朋飞, 贺春, 郑蓬

(许昌开普检测技术有限公司)

摘要:介绍智能变电站合并单元采样延时概念和国内主流制造企业生产合并单元的额定延时值。分析试验中发现的合并单元额定延时时间发生改变的现象,从厂家解释和试验结果分析上对试验现象进行剖析。介绍国内主流制造企业的保护装置对合并单元额定延时的处理方式,对比分析各厂家处理方式的不同,以及当合并单元额定延时变化时,各厂家保护装置的不同反应。

关键词:合并单元; 额定延时; 保护装置

0 引言

随着智能变电站发展和建设的不断深入,合并单元在过程层得到了广泛应用。在智能变电站站数据流中,合并单元是连接一次和二次设备的纽带和桥梁,担负着数据传输的作用,是智能变电站二次设备的唯一数据来源。

目前,在国家电网公司的智能变电站设计和应用中,合并单元的数据输出一般采用点对点模式。该种模式不依赖时间同步,靠合并单元的采样响应时间和固定帧间隔保证数据的同步性和精度。这种应用模式下,合并单元的采样响应时间就显得尤为重要,是保护装置接收到的数据在时间轴上进行对齐的关键。合并单元的采样响应时间是一个需要测量的量,在合并单元输出的 SV 报文中规定了一个通道作为额定延时参数,该额定延时要求能准确反映合并单元实际的采样响应时间,保护装置解析报文后利用额定延时对数据进行对齐。

实际上,不同制造企业生产的合并单元设备额定延时存在不同,不同类型的合并单元设备因为现场情况要求的不同,额定延时也会存在变化。因此,有必要对各制造企业生产的合并单元设备的额定延时以及保护装置对额定延时的处理方式进行分析,指导智能变电站现场运维人员的工作。

1 合并单元采样响应时间的定义

合并单元采样值报文响应时间为采样值自合并单元接收端口输入至输出端口输出的延时。

合并单元装置输出 SV 报文中标称的采样响应时间(即额定延时)应与装置实际采样响应时间一致,误差不应超过 10us。

在合并单元专业检测过程中,从额定延时的设定看合并单元主要分为 2 类:

- 1) 需要级联母线合并单元数据的合并单元,如:220kV 间隔合并单元和 500kV 间隔电压合并单元
- 2) 不需要级联母线合并单元数据的合并单元,如:220kV 母线合并单元、500kV 间隔电流合并单元。

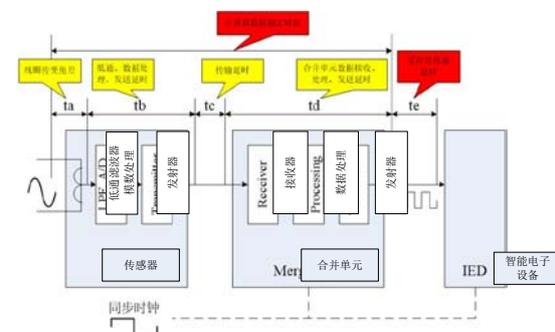


图 1 合并单元的采样延时原理示意图

以上两种合并单元的额定延时在研发设计和标准要求上都不相同。

2 需级联母线合并单元数据的情况

2.1 标准要求

级联母线合并单元的间隔合并单元采样响应时间不大于 2ms。

2.2 厂家结果

表 1 需要级联母线合并单元数据的情况

序号	厂家	装置类型	采样响应时间 (ms)
1	许继电气	220kV 间隔	1.750
2	南瑞继保	220kV 间隔	1.000
3	南瑞科技	220kV 间隔	1.932
4	上海思源	220kV 间隔	1.550
5	北京四方	220kV 间隔	1.627
6	长园深瑞	220kV 间隔	1.750
7	国电南自 I	220kV 间隔	1.308
8	国电南自 II	220kV 间隔	1.990
9	西电自动化	220kV 间隔	1.279
10	新宁光电	220kV 间隔	1.285
11	东方电子	220kV 间隔	1.750
12	南京磐能	220kV 间隔	1.750
13	正泰电气	220kV 间隔	1.750
14	江苏金智	220kV 间隔	1.768
15	许继电气	500kV 间隔电压	0.750
16	南瑞继保	500kV 间隔电压	1.000
17	南瑞科技	500kV 间隔电压	0.932 ¹
18	上海思源	500kV 间隔电压	0.800 ¹
19	北京四方	500kV 间隔电压	0.501 ¹
20	国电南自 I	500kV 间隔电压	1.308
21	国电南自 II	500kV 间隔电压	1.990
22	长园深瑞	500kV 间隔电压	1.750

3 不需级联母线合并单元数据的情况

3.1 标准要求

合并单元采样响应时间不大于 1ms。

3.2 厂家结果

表 2 不需要级联母线合并单元数据的情况

序号	厂家	装置类型	采样响应时间 (ms)
1	南瑞科技	500kV 间隔电流	0.790
2	许继电气	500kV 间隔电流	0.800
3	南瑞继保	500kV 间隔电流	1.000
4	上海思源	500kV 间隔电流	0.800
5	国电南自 I	500kV 间隔电流	0.558
6	国电南自 II	500kV 间隔电流	0.990
7	许继电气	220kV 母线	0.750
8	南瑞继保	220kV 母线	1.000
9	南瑞科技	220kV 母线	0.932
10	上海思源	220kV 母线	0.800
11	北京四方	220kV 母线	0.501
12	国电南自 I	220kV 母线	1.308
13	国电南自 II	220kV 母线	1.990
14	长园深瑞	220kV 母线	1.750
15	南瑞科技	220kV 母线	0.790
16	积成电子	220kV 母线	0.835
17	江苏金智	220kV 母线	0.515
18	东方电子	220kV 母线	0.750
19	南京磐能	220kV 母线	0.750
20	北京四方	220kV 母线	0.627

4 采样响应时间试验现象分析

4.1 试验现象

在合并单元专业检测过程中,我们发现 2 个厂家 220kV 间隔合并单元装置的采样响应时间出现以下现象:

1) 南瑞继保

上电后,被测 220kV 间隔合并单元在未接入母线合并单元的级联光纤情况下,装置发出

的采样值报文额定延时为 1ms，除级联通道外其它通道品质均为有效（已接收到取 I 母电压的 GOOSE）。

之后，为被测装置接入级联母线合并单元数据的光纤，装置发出的采样值报文额定延时变为 1.5ms，同时所有采样值通道数据品质变为无效，持续 10ms 后所有通道品质变为有效。

2) 长园深瑞

被测 220kV 间隔合并单元装置在进行交变湿热检验过程中，其实际采样响应时间由标称的 1.75ms 变为 2.25ms。

4.2 厂家解释

(1) 南瑞继保

对于已经投运的变电站来说，任何合并单元之间 SV 的传送延迟是固定的，所以当 MU 检测到级联的 SV 延迟有变化的时候，必然会闭锁相关的 SV 数据。

由于厂家之间的互操作性的问题，对于间隔 MU，其级联的母线 MU 可能是不同厂家的，所以为了达到最好的性能，做了延迟的自适应。比如当间隔 MU 不需要级联时，延迟只需要 1000us。当级联的 A 厂家母线 MU 延迟为 500us 时，则间隔 MU 的延迟不需要变；当级联的 B 厂家母线 MU 延迟为 1000us 时，间隔 MU 的延迟由于需要等母线数据，所以延迟自动加长比如为 1500us。由此达到最佳的延迟时间。而如果固定间隔 MU 的延迟时间，当级联 MU 的延迟比较大的时候，有可能造成数据的外插，数据不可预期。

如果延迟变化保护不做任何处理就直接采用数据，是有风险的，很有可能造成数据的严重错误。

(2) 长园深瑞

装置内部的晶振存在虚焊，湿热环境导致晶振异常，停顿了 2 个中断，SV 报文停发。晶振恢复后 SV 报文向外发送时晚了 2 个中断，导致采样响应时间增加 500us。

4.3 后续分析

厂家合并单元装置在模数转换中的采样率为 4K，输出的 SV 报文中每一秒包括 4000 帧报文，每帧报文之间的帧间隔为 250us。装置在模数转换过程需要内部晶振将秒脉冲等间隔分配为 4000 份，然后通过 FPGA 模块实现重采样，最终形成数字报文后从光纤以太网口发出。

从试验现象和厂家实现机理上讲，当装置 FPGA 芯片或晶振的正常工作受到影响时，装置的内部采样脉冲容易发生紊乱，重采样过程受到影响时，输出报文时刻就可能延迟，采样响应时间就可能会产生变化。

5 合并单元额定延时变化时保护装置的处理方式

在 220kV 及以上电压等级的断路器保护装置的专业测试中，模拟合并单元额定延时变化（采样响应时间也随之变化），从已测的 6 个厂家保护装置处理方式的不同之处看，可以分为 2 类：

第一，不同厂家保护装置所支持的最大额定延时不同，如表 3 所示：

表 3 各厂家保护装置支持的最大额定延时统计

序号	厂家	最大额定延时 (us)
1	南瑞继保	3000
2	南瑞科技	2000
3	许继电气	2000
4	北京四方	1730
5	国电南自	2500
6	长园深瑞	2000

备注：标准规定合并单元的最大额定延时不大于 2000us。

(1) 如接收合并单元的额定延时小于保护装置支持的最大额定延时，则保护正常动作。

(2) 如接收合并单元的额定延时大于保护装置支持的最大额定延时，则闭锁保护。

同时，由表 3 中各厂家装置的设置可以推断可知：

(1) 南瑞继保的最大额定延时设置大于 2ms，当接收端合并单元输出 SV 报文的采样响

应时间大于 2ms（已不满足标准要求，但未超过 3ms）时，该厂家保护装置依然正确动作，于 2ms，当接收端合并单元输出的采样响应时间大于其设定值但未超过标准要求的 2ms 时，该厂家保护装置会闭锁保护，这种情况下该厂家保护装置与其它厂家的合并单元配合时会出现问题。

第二，在最大额定延时范围内，当接收的合并单元 SV 报文的额定延时变化时不同厂家保护装置的处理方式不同，如表 4 所示：

表 4 接收合并单元采样响应时间变化时保护装置的处理

序号	厂家	额定变化时的处理
1	南瑞继保	装置提示“通道延时变化”告警，同时闭锁保护，重启装置后开放保护
2	南瑞科技	
3	许继电气	无告警提示，不闭锁保护
4	北京四方	
5	长园深瑞	
6	国电南自	装置提示“电流采样异常闭锁保护”告警，延时 120ms 后开放保护

备注：试验时，合并单元额定延时变化时，采样

并且不会有告警提示。

(2) 北京四方的最大额定延时设置小响应时间也随之变化。

6 结论

合并单元担负着变电站数据中转和传输的重要作用，是二次设备数据的源头，需严把质量关。合并单元的额定延时对保护装置接收、解析和对齐数据至关重要，如果额定延时出现问题或者保护装置的处理方式存在问题，容易导致事故的发生。

对合并单元额定延时进行统计和研究，记录各制造企业合并单元设备额定延时的异同以及变化规律，分析保护装置对于额定延时的处理方式，对于指导智能变电站运维工作有较大帮助。

参考文献

- [1] 王策, 郑杨. 张建华智能变电站合并单元延时的检测方法[J]. 浙江电力, 2014(9):27-29.
- [2] 苟怀强, 熊颢新, 贾林泉, 张弦, 王晨璐. 基于改进小波突变点检测的合并单元额定延时测试方法研究[J]. 陕西电力, 2015, 43(12):38-42.