

7SD686/7SJ686 矢量差动调试大纲

V4.0 2024.8

一 差动保护类型确认

在 7SJ686 V4.83/7SD686 V4.01 及以上，在电力系统数据中 0620 差动保护类型 选为“电流矢量差动保护”，本文档适用于固件版本 V5.30 及以上。

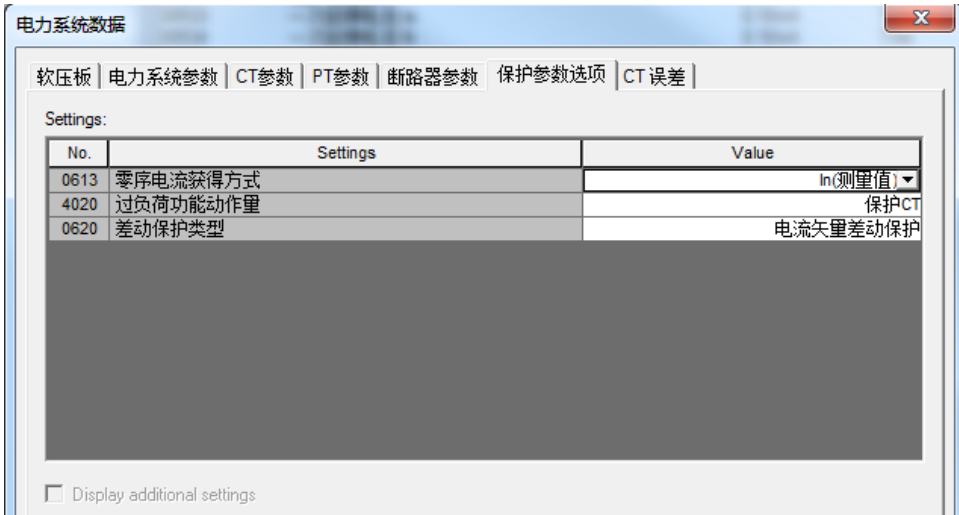


图 1 差动保护类型切换

注意：更改 0620 参数后装置需要断电重新启动后才能生效。

二 光纤链路检查

第一步：测量光纤通道的衰减值必须小于允许值，具体参数见下表。

接头类型	LC
光纤类型	单模
波长	1310nm
允许通道衰减	16dB
最远传输距离	24km

第二步 检查通讯拓扑

两侧装置均已工作的情况下，检查装置，应该没有通道故障信号，并提示拓扑完成，光纤差动保护投入。如果出现差动保护退出等故障信号，请检查装置的事件记录，重点关注如下消息：

地址	信息	故障及处理
18800	差动保护两侧参数不符	检查两侧装置配置中 0114 带变压器：一端为 VLD 纯线路，一端为 VLD 线变组会导致
18589	差动两侧装置程序不兼容	检查两侧电力系统参数 0620 差动保护类型：一端为 VLD，一端为 CCP 会导致
18593	本侧拓扑设置不合理	检查光纤差动拓扑 2643、2644 主从装置识别码是否正确：本侧主从识别码相等会导致
18594	两侧拓扑设置不一致	检查光纤差动拓扑 2643、2644 主从装置识别码是否正确：识别码设置错误会导致
18603	多装置 ID 相同	1) 检查光纤差动拓扑 2642 两侧主从设置是否正确：两侧均设置为主/从装置会导致 2) 检查光纤通道是否自环：自环会导致

注：两侧的 7SD686 / 7SJ686 固件版本要保持一致。

主装置：

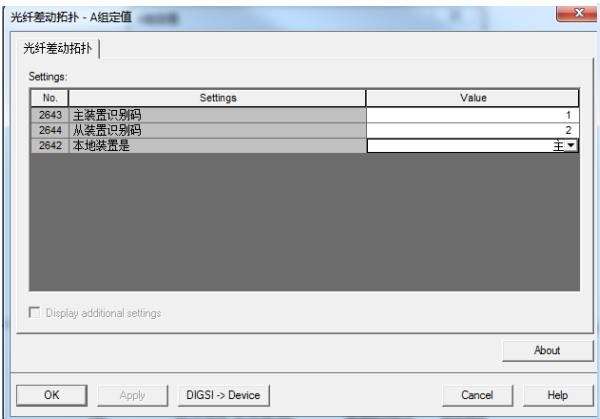


图 2 主装置拓扑定值

从装置：

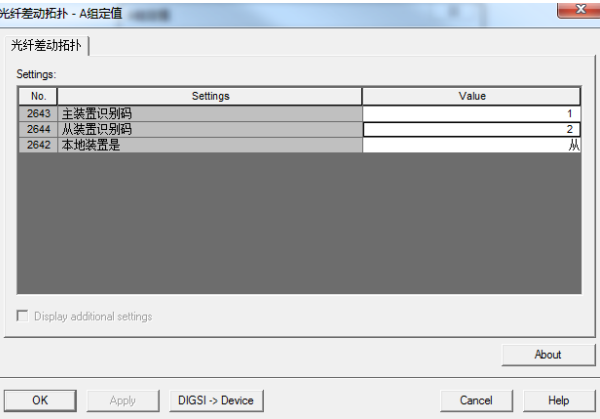


图 3 从装置拓扑定值

第三步：检查装置的误码率

通过 DIGSI “测量\二次值\光纤通讯接口” 或继电器面板 “菜单\测量\光纤通讯接口\” 查看装置的光纤通讯接口信息。

光纤通讯接口 - 12/ - 7SJ686V483 / 4.83.09sde / 7SJ686 V4.8 Var/7SJ686 V04.83.09		
Number	Measured value	Value
18745	每分钟准码率=	100.000 %
18746	每小时准码率=	100.000 %
18766	每分钟发送报文=	12001
18777	每分钟接收报文=	12000
18767	每分钟接收到正确报文=	12000
18768	每分钟接收到错误报文=	0
18778	每分钟丢失报文=	0
18769	每小时发送报文=	119921
18779	每小时接收报文=	119919
18770	每小时接收到正确报文=	119919
18771	每小时接收到错误报文=	0
18780	每小时丢失报文=	0
18744	传输延时=	0.221 ms
18763	光模块输出功率=	-10.9 dBm
18764	光模块输入功率=	-11.4 dBm
18765	光模块功率裕度=	0.0 dB
18775	光模块温度=	39.0 °C
18776	光模块偏置电流=	16.4 mA

图 4 测量\二次值\光纤通讯接口

注意：需要重点关注几个信息：

- 1) 18745(每分钟准码率)和 18746(每小时准码率)，代表数据传输正确率。

2) 18744 传输延时，它代表着数据通过 PDI 传输可能造成的延时，正常情况下不会大于 0.230 ms

3) 18765 功率裕度 (dB)=对端装置光模块输出功率 (dBm) 减 本端装置光模块输入功率 (dBm) 正常情况下，功率裕度不应该大于 16dB。

备注：

dBm 计算公式： $10\lg P$ P 为功率值，单位 mW；
0dBm 对应 1mW， -3dBm 对应 0.5 mW， -6dBm 对应 0.25 mW；
dBm 减 dBm 实际上是两个功率相除，代表功率增益，单位是 dB。

第四步：单端光口功能检测方式

如果两端装置仍不能正常通讯可以将装置的光口自环测试其光口功能是否正常，测试方法如下：
将装置光口的发送和接收直连，

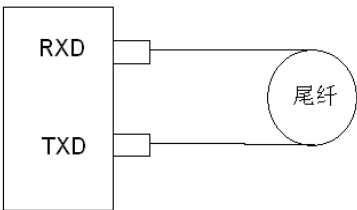


图 5 尾纤连接示意图

当光口功能正常且尾纤连接正确时，装置事件记录应该提示 18590 PDI 收到自发数据：

Number	Indication	Value	Date and time
00055	装置复位	ON	16.05.2017 11:11:56.045
03120	差动保护投入	OFF	16.05.2017 11:12:27.816
03148	差动保护被闭锁	ON	16.05.2017 11:12:27.816
18591	PDI接收到错误数据	ON	16.05.2017 11:12:27.916
18598	PDI通讯同步	OFF	16.05.2017 11:12:28.398
18592	PDI通讯故障	ON	16.05.2017 11:12:33.650
18603	多装置ID相同	ON	16.05.2017 11:12:33.650
18602	拓扑完成	OFF	16.05.2017 11:12:33.650
18591	PDI接收到错误数据	OFF	16.05.2017 11:12:33.795
18592	PDI通讯故障	OFF	16.05.2017 11:12:33.795
18590	PDI收到自发数据	ON	16.05.2017 11:12:33.795
18602	拓扑完成	ON	16.05.2017 11:12:33.795
18598	PDI通讯同步	ON	16.05.2017 11:12:34.404

图 6 装置自环时事件记录

注意：自环模式下差动保护是闭锁的，自环模式仅作为调试本端光口的一个手段。

三 定值说明和整定原则

1) CT 数据:

CT 一次额定电流和二次额定电流在地址 **0204 CT 一次额定电流**和 **0205 CT 二次额定电流** 设置。

Settings:

No.	Settings	Value
0204	CT一次额定电流	600 A
0205	CT二次额定电流	1A
0217	零序CT一次额定电流	60 A
0218	零序CT二次额定电流	1A

图 7 CT 额定电流默认定值

注意：变压器参数只有当线路带变压器的应用下出现，即 0114 带变压器选是的时候才会开放。

No.	Function	Scope
0103	定值组切换功能	启用
0115	过流保护	禁用
0116	零序过流保护	禁用
0113	光纤差动保护	启用
0114	带变压器	是
0150	电压保护	禁用
0170	断路器失灵保护	禁用
0171	自动重合闸功能	启用
0124	过负荷	禁用
0145	加速保护功能	禁用
0182	跳合闸回路监视	禁用
	自定义 1 ... 20	请选择

Settings:

No.	Settings	Value
1107	变压器额定容量	7.6 MVA
1162	变压器联结组钟点数	0
1163	变压器中性点接地方式	接地

图 8 变压器相关参数默认定值

2) 启动元件

差动保护 - A组定值

通用 差动保护 联跳

Settings:

No.	Settings	Value
2940	电流突变量启动定值	0.20 A
2943	零序启动电流定值	0.10 A
2915	差动一段定值	2.0 A
2908	差动二段定值	0.30 A
2908	差动二段合闸定值	0.30 A
2911	差动二段延时	0.00 sec
2953	零序差动定值	0.20 A
2944	零序差动动作延时	100 ms

☐ Display additional settings

About

OK Apply DIGSI -> Device Cancel Help

图 9 差动保护默认定值

差动保护设有启动元件，只有当两侧启动元件都启动，差动保护才会出口跳闸，同时为了防止弱馈侧(有压无流或者无压无流)装置无法正常启动，增加了辅助启动元件。

当以下两种情况满足其中之一时，差动启动元件启动。

- 两侧电流启动元件都启动。
- 两侧有一侧电流启动元件启动，另一侧辅助启动元件启动。

电流启动元件包括相电流突变量启动元件或零序过流启动元件。任意一相电流启动条件满足时，启动元件启动。

启动条件为：

1. 相电流突变量元件启动

当相电流突变量大于给定定值 **2940 电流突变量启动定值** 时，电流启动元件启动，启动后展宽 7s 开放差动保护。

2. 零序过流元件启动

当外接和自产零序电流同时大于 **2943 零序启动电流定值** 时，零序启动元件启动。

3. 辅助启动元件

增加电压和断路器位置作为辅助判据。任意一个辅助条件满足时，辅助启动元件启动。启动条件为：

1) 低电压启动

当相电压低于 85 % 的相额定电压时，低电压启动元件启动。

2) 断路器处于分位

注意：

1. 为保证线路弱馈侧能够启动，弱馈侧如果不接入电压，则必须退出 PT 断线闭锁功能，确保差动保护一侧电流启动元件启动即可动作。在 Firmware V5.06 及之后版本，PT 断线功能不影响低电压开放弱馈功能，即如果没有电压接入，装置判断该侧弱馈条件始终满足，当对侧有电流启动元件启动时，差动保护即可动作。
2. 开放差动保护是为符合国内线路差动保护的相关标准和使用习惯。如果不使用该功能，则可将两侧装置的定值 **2940 电流突变量启动定值** 设为 0，装置进入纯差动跳闸模式。

3) 差动保护

1. 相电流差动保护 (2906 差动二段定值, I-diff >)

7SD686/7SJ686 差动继电器在 **2906 差动二段定值 (I-diff >)** 所设置的差动值指的是继电器扣除了 CT 误差和长线路充电电容电流后的纯差动电流，因此你可不需要考虑 CT 的非线性和饱和所造成的误差。

差动值和制动量的计算公式为：

$$ID = |I_{Rel1} + I_{Rel2}|$$

$$IS = I_{RESTR} + Sync.error \approx Idiff > + \epsilon_1 \cdot |I_{Rel1}| + \epsilon_2 \cdot |I_{Rel2}| + 1.4\% \cdot I_N$$

在此:

$I_{diff} >$ = 在地址 2906 所设的定值

ε_1 = 取决于本侧继电器流过的电流对应的参数 0306 或 0303 的误差值

ε_2 = 取决于对侧继电器流过的电流对应的参数 0306 或 0303 的误差值

例 1:

定值	Relay 1	Relay 2
0204	600A	600A
0205	5A	5A
0300	1.00	1.00
0306	3.0%	5.0%
0303	10.0%	15.0%
2906 ($I_{diff} >$)	5.00A	5.00A

当流进装置的电流小于额定电流 5A 时使用 0306 参数计算,
当流进装置的电流大于额定电流 5A 时使用 0303 参数计算,
请看下面计算例子:

1) 当流过线路电流为: **400A**

二次侧电流:

$$I_{Rel 1} = 400 \cdot 5A / 600 = 3.33A \quad ; \quad I_{Rel 2} = 400 \cdot 5A / 600 = 3.33A$$

$$ID = 0A$$

$$IS \approx 5A + 0.03 \cdot 3.33A + 0.05 \cdot 3.33A + 1.4\% \cdot 5 = \underline{\underline{5.3364A}}$$

2) 当流过线路电流为: **800A**

二次侧电流:

$$I_{Rel 1} = 800 \cdot 5A / 600 = 6.66A \quad ; \quad I_{Rel 2} = 800 \cdot 5A / 600 = 6.66A$$

$$ID = 0A$$

$$IS \approx 5A + 0.1 \cdot 6.66A + 0.15 \cdot 6.66A + 1.4\% \cdot 5 = \underline{\underline{6.735A}}$$

例 2:

当 2906 ($I_{diff} >$) 设为 3A, 在 RELAY 2 加试验动作电流为:

$$ID > IS$$

$$I_{Rel 2} > \approx I_{diff} > + \varepsilon_1 \cdot |I_{Rel 1}| + \varepsilon_2 \cdot |I_{Rel 2}| + 1.4\% \cdot I_N$$

$$I_{Rel 2} > \approx 3 + 0 + 5\% \cdot |I_{Rel 2}| + 1.4\% \cdot 5$$

$$I_{Rel 2} > \approx 3.23$$

0300、0306、0303 参数建议设置值:

CT Class	Standard	Error at Rated Current		Error at Short-Circuit Limit Current	Setting		
		Transformation	Angle		定值0300	定值0306	定值0303
5P	IEC 60044-1	1.0 %	±60 min	≤5 %	≤1.50 *)	3.0 %	10.0 %
10P		3.0 %	—	≤10 %	≤1.50 *)	5.0 %	15.0 %
TPX	IEC 60044-1	0.5 %	±30 min	ε ≤10 %	≤1.50 *)	1.0 %	15.0 %
TPY		1.0 %	±30 min	ε ≤10 %	≤1.50 *)	3.0 %	15.0 %
TPZ		1.0 %	±180 min ±18 min	ε ≤10 % (only I~)	≤1.50 *)	6.0 %	20.0 %
TPS	IEC 60044-1 BS: Class X				≤1.50 *)	3.0 %	10.0 %
C100 to C800	ANSI				≤1.50 *)	5.0 %	15.0 %

*) 如果 $n'/n \leq 1.50$ 0300 按照实际计算值设定; 如果 $n'/n > 1.50$ 0300 设定为1.50

2. 零序电流差动保护 (2953 零序差动保护定值)

对于高过渡电阻接地故障, 采用零序差动具有较高的灵敏度。经 100 ms 延时启动以躲避暂态过程中产生的零序差流。

动作方程为:

$$Idiff0 > 0.75 \cdot I_{rest0}$$

$$Idiff0 > I_{0-start}$$

当装置带灵敏 CT 或选择线变组差动时, 零序差动保护线自动退出。

4) 差动保护定值整定说明

1. 2915 一段定值 ($I-diff >>$):

纯线路时, 设置为 1~2 倍

2. 2906 二段定值 ($I-diff >$):

二段定值需要躲过正常运行时的电容电流, 可以取 2~3 倍电容电流, 且大于 15% I_n 。

3. 2908 二段合闸定值

一般情况同 2906 二段启动定值。

举例求解稳态电容电流:

$$\text{方程: } I_c = 3.63 \cdot 10^{-6} \cdot U_N \cdot f_N \cdot C_{Op'} \cdot l$$

其中: I_c 一次侧充电电流 A

U_N 一次侧线路电压 kV

f_N 线路频率 Hz

$C_{Op'}$ 每公里的电容值 nF/km(典型值: 线路 8 nF/km, 电缆 250 nF/km)

l 线路长度 km

假设一条长为 4 km 的 35kV 电缆

$$I_c = 3.63 \cdot 10^{-6} \cdot 35 \text{ kV} \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 250 \text{ nF/km} \cdot 4 \text{ km} = 6.35 \text{ A}$$

若 CT 变比为 200/1, 折算到 2 次值为 $3 \times 6.35\text{A} / 200 = 0.10\text{A}$, 由于二段启动值最少需要大于 15%In 则 2906 二段启动定值= 0.15A; 2908 二段合闸定值=0.15A。

5) CT 断线

用户可以在 4701CT 断线监视 参数可选择退出、闭锁、自动解锁和告警，4716 CT 断线自动解锁 定值仅当 4701 参数选择自动解锁时生效：



CT断线监视	00251	检测到CT断线
	18736	A相CT断线
	18737	B相CT断线
	18738	C相CT断线
	18739	对端A相CT断线
	18740	对端B相CT断线
	18741	对端C相CT断线

图 10 CT 断线默认消息

四 差动保护现场调试方法

由于实际现场两个电站的距离较远，差动保护通常使用一侧装置的单端测试模式独立调试差动功能，方法如下：

通过装置面板进入测试模式：“菜单/控制/冻结保护功能/设置/光纤差动保护测试模式” 设置为 ON。（设成 OFF 即退出测试模式）

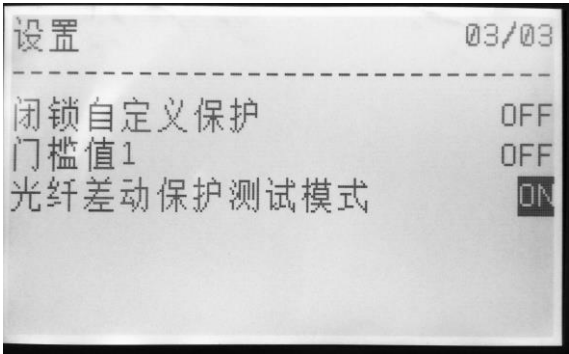


图 11 测试模式投退（HMI）

也可以通过 DIGSI 进入测试模式：“控制/冻结保护功能/投退光纤差动保护测试模式”，点击 INC 差动保护进入测试模式。（点击 OUT 按钮 即退出测试模式）

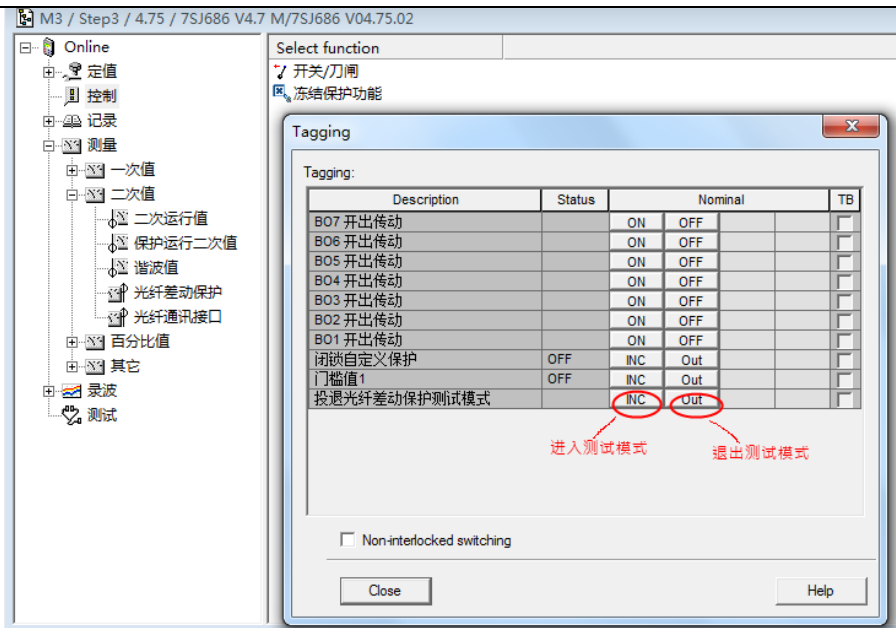


图 12 测试模式投退（DIGSI）

本地差动保护进入测试模式后，对侧差动被闭锁，本地差动功能可独立测试不依赖于通讯。在这种模式下可以校验动态启动阈值和稳态启动阈值的精度。
注意：调试完毕后，必须退出测试模式，并检查两侧差动功能正常运行。

五 投运后检查

一次线路充电(负载电流必须大于额定电流的 10%), 从保护装置的面板“菜单\测量\测量量本侧/对侧”读出两侧电流各相位本侧及对侧幅值和两侧各相位的相角差为 180°，与预期符合就可以正常投运了。

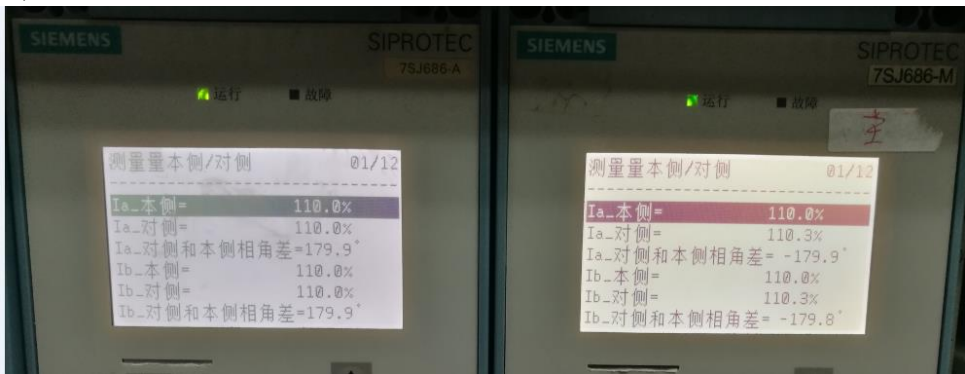


图 13 菜单\测量\测量量本侧/对侧