



WFB-820C 微机发电机保护装置技术
及使用说明书
(Version 1.00)

许继电气股份有限公司

XJ ELECTRIC CO., LTD.

WFB-820C 微机发电机保护装置

WFB-820C 系列微机发电机保护测控装置是许继最新推出的 C 系列产品之一，它是许继秉承数十年来在电力系统二次设备制造领域的成功经验，为用户提供的具有高品质、高性价比的保护测控一体化装置。WFB-820C 系列微机发电机保护测控装置主要应用于 100MW 及以下的小型发电机，完成发电机的保护和测控功能。WFB-821C 装置实现发电机差动、横差等主保护功能，WFB-822C 装置实现发电机的异常、后备、非电量保护及测量、控制功能，可满足主保护、后备保护和异常保护合理分开且相互独立的配置要求，可配合电厂自动化系统完成相应的自动化功能。

- ◇ 许继独立产权的“VLD”可视化工具，软件可靠性高。
- ◇ 具备离线的逻辑仿真功能，可实现事故分析“透明化”。
- ◇ 装置采用全封闭机箱，强弱电严格分开，抗干扰能力强，硬件回路的全面自检。
- ◇ 配置 2 个以太网口，支持 IEC 61850 通讯规约。
- ◇ 对时方式支持 SNTP、B 码、1588、GPS 脉冲对时。
- ◇ 完善的事件保护处理，可存储最新 200 条事件报告记录，200 条动作报告记录，可记录 100 个周波的电流电压。
- ◇ 友好的人机界面，全中文类 Windows 菜单模式，结构清晰，使用方便。
- ◇ 保护功能配置齐全，可通过配置工具实现保护功能的选配，满足客户的个性化需求。

感谢您使用许继电气股份有限公司的产品。为了安全、正确、高效地使用本装置，请您务必注意以下重要提示：

-  本说明书仅适用于 WFB-820C 微机发电机保护装置。
-  请仔细阅读本说明书，并按照说明书的规定调整、测试和操作。如有随机资料，请以随机资料为准。
-  为防止装置损坏，严禁带电插拔装置各插件、触摸印制电路板上的芯片和器件。
-  请使用合格的测试仪器和设备对装置进行试验和检测。
-  装置如出现异常或需要维修，请及时与公司服务热线联系。

我公司保留对本说明书进行修改的权利；产品与说明书不符时，以实际产品为准，恕不另行通知。

2014.05 第 01 版

目录

1	技术指标.....	4
1.1	额定数据	4
1.2	装置功耗	4
1.3	环境条件	4
1.4	抗干扰性能	4
1.5	绝缘性能	5
1.6	机械性能	5
1.7	保护定值整定范围及误差.....	5
1.8	测量精度	8
1.9	触点容量	8
2	装置硬件.....	9
2.1	机箱结构	9
2.2	插件配置及说明	9
2.3	装置背面端子图	10
2.3.1	WFB-821C/R1 背面端子图 1.....	13
2.3.2	WFB-821C/R1 背面端子图 2.....	14
2.3.3	WFB-821C/R2 背面端子图 1.....	11
2.3.4	WFB-821C/R2 背面端子图 2.....	12
2.3.5	WFB-822C/R1 (R2) 背面端子图 1.....	15
2.3.6	WFB-822C/R1 (R2) 背面端子图 2.....	16
2.3.7	操作回路接线原理图	17
3	装置功能.....	18
3.1	装置功能实现方式	18
3.2	典型功能配置	18
3.3	保护功能	19
3.3.1	发电机差动保护	19
3.3.2	横差保护 (零序电流型)	21
3.3.3	励磁保护	21
3.3.4	定子接地保护	22
3.3.5	转子接地保护	25
3.3.6	失磁保护	26
3.3.7	逆功率保护	28
3.3.8	复压 (记忆) 过流保护.....	28
3.3.9	负序过流保护	29
3.3.10	对称过负荷保护	30
3.3.11	过电压保护	31
3.3.12	低电压保护 (调相失压)	31
3.3.13	频率异常保护	31
3.3.14	TV 异常判据原理	32

3.3.15	发电机并网开入方式选择.....	32
3.3.16	发变组比率制动式差动保护（两侧）.....	33
3.3.17	复压过流保护.....	35
3.3.18	过负荷（有载调压闭锁、通风启动）保护.....	35
3.3.19	接地告警保护.....	36
3.3.20	本体（非电量）保护说明.....	36
3.3.21	控制回路异常告警.....	36
3.3.22	弹簧未储能、压力异常告警.....	36
3.3.23	装置故障告警.....	37
3.3.24	测控功能.....	37
3.3.25	保护报告.....	37
3.3.26	模拟量信息.....	38
4	装置使用说明.....	39
4.1	定值整定.....	39
4.1.1	发电机比率差动保护.....	39
4.1.2	横差保护.....	40
4.1.3	发电机复压过流保护.....	41
4.1.4	定子接地保护.....	42
4.1.5	零序（方向）过流定子接地保护整定.....	42
4.1.6	三次谐波定子接地保护.....	42
4.1.7	转子接地保护.....	43
4.1.8	对称过负荷保护.....	43
4.1.9	负序过流保护.....	44
4.1.10	失磁保护.....	44
4.1.11	过电压保护.....	46
4.1.12	逆功率保护.....	47
4.1.13	频率异常保护.....	47
4.1.14	过流保护.....	47
4.1.15	过负荷保护.....	47
4.1.16	TV 异常保护.....	48
4.1.17	比率制动差动保护.....	48
4.1.18	复压过流.....	49
4.1.19	接地告警保护.....	50
4.2	保护投退及定值.....	51
4.2.1	WFB-821C/R1 装置定值.....	51
4.2.2	WFB-821C/R1 装置组合控制字定值.....	52
4.2.3	WFB-821C/R2 装置系统定值.....	52
4.2.4	WFB-821C/R2 装置保护定值.....	52
4.2.5	WFB-821C/R2 装置组合控制字定值.....	53
4.2.6	WFB-822C/R1(R2)装置保护定值.....	54
4.2.7	WFB-822C/R1(R2)装置组合控制字定值.....	56
4.2.8	软、硬压板.....	57
4.2.9	保护开出整定.....	57
4.2.10	GPS 对时.....	59

4.2.11	录波、打印	59
4.2.12	网络通信	59
4.3	动作信息及说明	59
5	调试及异常处理.....	59
5.1	调试说明	59
5.2	程序检查	59
5.3	开关量输入检查	59
5.4	继电器开出回路检查	59
5.5	模拟量输入检查	60
5.6	整组试验	60
5.7	异常处理	60
6	投运说明及注意事项.....	60
7	贮存及保修.....	61
8	订货须知.....	61
9	规约点表.....	62
9.1	WFB-821C 装置信息	62
9.2	WFB-822C 装置信息	64

1 技术指标

1.1 额定数据

- a. 额定电源电压: DC220V 或 DC110V(订货注明), 允许变化范围: 80%~115%;
- b. 额定交流数据:
 - 交流电压: $100/\sqrt{3}$ V 或 100V
 - 额定频率: 50Hz;
 - 励磁电压: 500V;
- c. 热稳定性:

交流电压回路:	长期运行	1.2Un
交流电流回路:	长期运行	2In
	1s	50In;
- d. 动稳定性:
 - 半周波: 100In。

1.2 装置功耗

- a. 交流电压回路: 每相不大于 1VA;
- b. 交流电流回路: In=5A 时每相不大于 1VA; In=1A 时每相不大于 0.5VA;
- c. 保护电源回路: 正常工作时不大于 12W; 保护动作时不大于 15W。

1.3 环境条件

- a. 环境温度:
 - 工作: $-10^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ 。

储存: $-25^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$, 运输环境温度为: $-40^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ 。相对湿度不大于 80%, 周围空气中不含有酸性、碱性或其它腐蚀性、爆炸性气体的防雨、防雪的室内; 在极限值下不施加激励量, 装置不出现不可逆转的变化, 温度恢复后, 装置应能正常工作。

相对湿度: 最湿月的月平均最大相对湿度为 90%, 同时该月的月平均最低温度 25°C 且表面无凝露。最高温度为 $+40^{\circ}\text{C}$ 时, 平均最大湿度不超过 50%。

相对湿度: 最湿月的月平均最大相对湿度为 90%, 同时该月的月平均最低温度 25°C 且表面无凝露。最高温度为 $+40^{\circ}\text{C}$ 时, 平均最大湿度不超过 50%。

- b. 相对湿度:

最湿月的月平均最大相对湿度为 90%, 同时该月的月平均最低温度 25°C 且表面无凝露。最高温度为 $+40^{\circ}\text{C}$ 时, 平均最大湿度不超过 50%。

- c. 大气压力: 80kPa~110kPa (相对海拔高度 2km 以下)。

1.4 抗干扰性能

- a. 脉冲群干扰试验: 符合 GB/T14598.13-2008 规定的要求。
- b. 快速瞬变干扰试验: 符合 GB/T14598.10-2007 第四章规定的要求。
- c. 辐射电磁场干扰试验: 符合 GB/T14598.9-2002 第四章规定的要求。
- d. 静电放电试验: 符合 GB/T14598.14-1998 中 4.1 规定的要求。
- e. 电磁发射试验: 符合 GB/T14598.16-2002 中规定的要求。
- f. 工频磁场抗扰度试验: 符合 GB/T17626.8-2006 第 5 章规定的要求。
- g. 脉冲磁场抗扰度试验: 符合 GB/T17626.9-1998 第 5 章规定的要求。
- h. 阻尼振荡磁场抗扰度试验: 符合 GB/T17626.10-1998 第 5 章规定的要求。
- i. 浪涌抗扰度试验: 符合 IEC 60255-22-5:2002 第 4 章规定的要求。
- j. 传导骚扰的抗扰度试验: 符合 IEC 60255-22-6:2001 第 4 章规定的要求。

- k. 工频抗扰度试验：符合 IEC 60255-22-7:2003 第 4 章规定的要求。

1.5 绝缘性能

- a. 绝缘电阻：各带电的导电电路分别对地(即外壳或外露的非带电金属零件)之间，交流回路和直流回路之间，交流电流回路和交流电压回路之间，用开路电压为 500V 的测试仪器测试其绝缘电阻值不应小于 $100M\Omega$ 。
- b. 绝缘电阻：各带电的导电电路分别对地(即外壳或外露的非带电金属零件)之间，交流回路和直流回路之间，交流电流回路和交流电压回路之间，用开路电压为 500V 的测试仪器测试其绝缘电阻值不应小于 $100M\Omega$ 。
- c. 介质强度：装置通信回路和 24V 等弱电输入输出端子对地能承受 50Hz、500V(有效值)的交流电压，历时 1min 的检验无击穿或闪络现象；其余各带电的导电电路分别对地(即外壳或外露的非带电金属零件)之间，交流回路和直流回路之间，交流电流回路和交流电压回路之间，能承受 50Hz、2kV(有效值)的交流电压，历时 1min 的检验无击穿或闪络现象。
- d. 冲击电压：装置通信回路和 24V 等弱电输入输出端子对地，能承受 1kV(峰值)的标准雷电波冲击检验；其各带电的导电端子分别对地，交流回路和直流回路之间，交流电流回路和交流电压回路之间，能承受 5kV(峰值)的标准雷电波冲击检验。

1.6 机械性能

- a. 振动响应：装置能承受 GB/T 11287-2000 中 4.2.1 规定的要求。
- b. 冲击响应：装置能承受 GB/T 14537-1993 中 4.2.1 规定的要求。
- c. 振动耐久：装置能承受 GB/T 11287-2000 中 4.2.2 规定的要求。
- d. 冲击耐久：装置能承受 GB/T 14537-1993 中 4.2.2 规定的要求。
- e. 碰撞：装置能承受 GB/T 14537-1993 中 4.3 规定的要求。

1.7 保护定值整定范围及误差

1.7.1 发电机比率制动式差动保护

- ★ 最小动作电流整定范围： $0.2I_e \sim 1.5I_e$ ，误差不超过 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.01I_n$ ；
- ★ 最小制动电流整定范围： $0.5 I_e \sim 2.0 I_e$ ；
- ★ 制动特性斜率整定范围： $0.3 \sim 0.7$ ，误差不超过 $\pm 5\%$ ；
- ★ 差动动作时间：在 2 倍整定值下，动作时间不大于 30ms；
- ★ 保护方案选择：0 为循环闭锁方式、1 为三取一方式、2 为三取二方式；
- ★ 保护 TA 异常功能可投退；
- ★ (大电流闭锁差动) 闭锁电流： $2.0 I_e \sim 20.0 I_e$ 。

1.7.2 横差保护（零序电流型）

- ★ 横差一段动作电流整定范围： $0.1A \sim 20.0A$ ，误差不超过 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.01 I_n$ ；
- ★ 横差一段动作延时可整定为： $0.1 s \sim 100s$ ；
- ★ 横差二段动作电流整定范围： $0.1A \sim 20.0A$ ，误差不超过 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.01 I_n$ ；
- ★ 横差二段，施加两倍定值动作电流，动作时间不大于 40mS。

1.7.3 励磁过流速断保护

- ★ 过流速断动作电流整定范围： $0.1A \sim 50A$ ，误差不超过 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.01I_n$ ；
- ★ 施加两倍定值动作电流，动作时间不大于 40mS。

1.7.4 励磁过流、过负荷保护

- ★ 过流动作电流整定范围：0.1A~50A，误差不超过±2.5%或±0.01I_n；
- ★ 过流动作延时整定范围：0.1s~100s；
- ★ 过负荷动作电流整定范围：0.1A~50A，误差不超过±2.5%或±0.01I_n；
- ★ 过负荷动作延时整定范围：0.1s~100s。

1.7.5 定子接地保护

- ★ 基波零序动作电压整定范围：1V~50V，误差不超过±2.5%或±0.05V；
- ★ 基波零序动作延时整定范围：0.1s~100s；

1.7.6 零序（方向）过流定子接地保护

- ★ 基波零序动作电流整定范围：0.005A~10A；
- ★ 方向可投退，方向可选择；
- ★ 基波零序闭锁电压整定范围：1V~50V，可投退；
- ★ 动作延时整定范围：0.1s~100s。

1.7.7 三次谐波定子接地保护

- ★ 并网前谐波比系数范围：0.1~20；
- ★ 并网后谐波比系数范围：0.1~20；
- ★ 方案二谐波比系数范围：0.1~2；
- ★ 三次谐波方案可选；
- ★ 三次谐波延时范围：0.1s~100s。

1.7.8 转子接地保护

- ★ 接地电阻高定值整定范围：0.5kΩ~50kΩ，误差不超过±10%或±0.5 kΩ；
- ★ 接地电阻低定值整定范围：0.5kΩ~50kΩ，误差不超过±10%或±0.5 kΩ；
- ★ 接地电阻高定值延时整定范围：1.0s~100s，误差不超过±1%定值+1s；
- ★ 接地电阻低定值延时整定范围：1.0s~100s，误差不超过±1%定值+1s；
- ★ 接地位置变化量动作值整定范围：2%~20%，误差不超过±10%或±1；
- ★ 转子两点接地延时整定范围：1.0s~100s，误差不超过±1%定值+1s。

1.7.9 失磁保护

- ★ 阻抗的最大灵敏角为 $270^\circ \pm 5^\circ$ ；
- ★ 阻抗动作值整定范围：
系统联系电抗 Z_s：0.1Ω~100.0Ω；暂态电抗 X_d：0.1Ω~600.0Ω；
异步阻抗 Z₁：0.1Ω~100Ω，异步阻抗 Z₂：0.1Ω~600Ω，误差不超过±2.5%或±0.1Ω；
- ★ 励磁低电压：10.0V~400.0V；
- ★ 机端低电压：50.0V~100.0V；
- ★ 延时整定范围：0.1s~100s。

1.7.10 逆功率保护

- ★ 动作区：在 $90^\circ \sim 270^\circ$ 之间不小于 175° ；
- ★ 动作功率整定范围：1W~100W；
- ★ 动作延时整定范围：0.1s~1000s。

1.7.11 负序过流保护

- ★ 负序电流动作值整定范围：0.1A~50A，误差不超过±2.5%或±0.01I_n；
- ★ 延时整定范围：0.1s~100s。

1.7.12 对称过负荷保护

- ★ 定时限启动电流整定范围：0.1A~50.0A，误差不超过±2.5%或±0.01I_n；
- ★ 定时限速断段电流整定范围：0.1A~50.0A，误差不超过±2.5%或±0.01I_n；
- ★ 反时限启动电流整定范围：0.1A~50.0A，误差不超过±2.5%或±0.01I_n；
- ★ 过负荷常数 K 整定范围：1~100；
- ★ 定时限延时整定范围：0.1s~100s；
- ★ 反时限延时长限整定范围：0.1s~100s；
- ★ 反时限延时下限整定范围：10s~5000s；
- ★ 散热系数 α 整定范围：0~1.0；
- ★ 反时限延时误差(与计算值 $t = \frac{K}{I_*^2 - (I + \alpha)}$ 比较)

1.7.13 过电压保护

- ★ 动作电压整定范围：50V~180V，误差不超过±2.5%或±0.05V；
- ★ 动作延时整定范围：0.1s~100s。

1.7.14 频率异常保护

- ★ 低频一段 f₁ 整定范围：44Hz~50Hz，整定误差不超过±0.02Hz；
- ★ 低频二段 f₂ 整定范围：44Hz~50Hz，整定误差不超过±0.02Hz；
- ★ 过频一段 f₃ 整定范围：50Hz~60Hz，整定误差不超过±0.02Hz；
- ★ 过频二段 f₄ 整定范围：50Hz~60Hz，整定误差不超过±0.02Hz；
- ★ 频率保护返回值与动作值之差不超过±0.04Hz；
- ★ 延时整定范围：0.1s~300s；
- ★ 带低压闭锁。

1.7.15 复压(记忆)过流保护

- ★ 负序相电压整定范围：1V~50V，误差不超过±2.5%或±0.05V；
- ★ 相间低电压整定范围：0V~100V，误差不超过±2.5%或±0.05V；
- ★ 动作电流整定范围：0.1A~50.0A，误差不超过±2.5%或±0.01I_n；
- ★ 记忆功能可投退；
- ★ 延时时间整定范围：0.1s~100s。

1.7.16 低电压（调相失压）保护

- ★ 相间低电压整定范围：10V~100V，误差不超过±2.5%或±0.05V；
- ★ 延时时间整定范围：0.1s~100s。

1.7.17 并网开入方式选择

- ★ 发电机并网开入方式可选。

1.7.18 操作控制回路保护

- ★ 弹簧储能时间：1s~100s；
- ★ 控制回路异常可投退。

1.7.19 开关量保护

- ★ 机组故障延时：0s~5000s；
- ★ 励磁故障延时：0s~5000s；
- ★ 温度高延时：0s~5000s；
- ★ 开入一延时：0s~5000s；
- ★ 开入二延时：0s~5000s；
- ★ 开入三延时：0s~5000s。

1.7.20 发变组差动保护

- ★ 最小动作电流整定范围： $0.2I_n \sim 1.5I_n$ ，误差不超过 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.01I_n$ ；
- ★ 最小制动电流整定范围： $0.5I_n \sim 2.0I_n$ ；
- ★ 制动特性斜率整定范围：0.3~0.7，误差不超过 $\pm 5\%$ ；
- ★ 二次谐波制动系数整定范围：0.15~0.30 误差不超过 ± 0.05 ；
- ★ 差流速断整定范围： $1.0I_n \sim 15.0I_n$ ，误差不超过 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.01I_n$ ；
- ★ 动作时间：在 2 倍整定值下，差流速断不大于 35ms、差动动作时间不大于 40ms；
- ★ 保护 TA 异常闭锁功能可投退。

1.7.21 （变压器）接地告警保护

- ★ 零序动作电压整定范围：1V~50V，误差不超过 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.05V$ ；
- ★ 动作延时整定范围：0.1s~100s。

1.7.22 （变压器高压侧）复压过流

- ★ 负序相电压整定范围：1V~50V，误差不超过 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.05V$ ；
- ★ 相间低电压整定范围：0V~100V，误差不超过 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.05V$ ；
- ★ 动作电流整定范围：0.1A~50.0A，误差不超过 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.01I_n$ ；
- ★ 延时时间整定范围：0.1s~100s。

1.7.23 （变压器高压侧）过负荷（有载调压闭锁、通风启动）

- ★ 动作电流整定范围： $0.02I_n \sim 10I_n$ ，误差不超过 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.01I_n$ ；
- 动作延时整定范围：0.1s~100s。

如无特殊说明时误差：

- ★ 保护电流、电压：误差不超过 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.01I_n$ ；电压：误差不超过 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.05V$ ；
- ★ 延时：定时限：0s~2s(含 2s)范围内不超过 30ms，大于 2s 范围内不超过整定值的 $\pm 2\%$ ；
- ★ 反时限延时：理论动作时间位于 0s~2s(含 2s)范围内不超过 100ms，大于 2s 时不超过理论值的 $\pm 2.5\%$ 。

1.8 测量精度

- a. 各模拟量的测量误差不超过额定值的 $\pm 0.2\%$ ；
- b. 功率测量误差不超过额定值的 $\pm 0.5\%$ ；
- c. 开关量输入电压，分辨率不大于 2ms；
- d. 脉冲量输入电压 24V，脉冲宽度不小于 10ms；
- e. 频率测量误差不超过 $\pm 0.02\text{Hz}$ 。

1.9 触点容量

信号触点容量

允许长期通过电流：5A；切断电流：0.3A(DC220V， $\tau=5\text{ms}$)。

跳闸出口触点容量

允许长期通过直流电流：10A；保持电流：不大于 0.5A；切断电流：0.3A(DC220V, $\tau=5\text{ms}$)。

2 装置硬件

装置采用加强型单元机箱，按抗强振动、强干扰设计；确保装置安装于条件恶劣的现场时仍具备高可靠性。不论组屏或分散安装均不需加设交、直流输入抗干扰模块。面板上包括液晶显示器、信号指示灯、操作键盘、USB 口等。

2.1 机箱结构

装置用 JJX-74/结构 6U、19 × 1/2in 机箱，外形尺寸如图 2-1-1 所示：

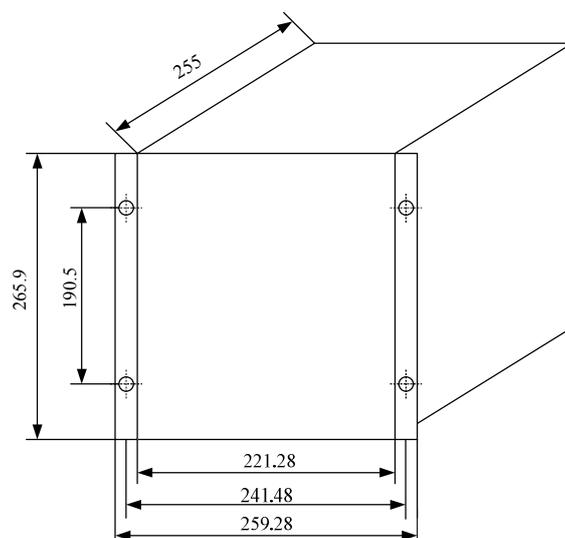


图 2-1-1 组屏方式装置箱体尺寸

装置的安装开孔尺寸如图 2-1-2 所示：

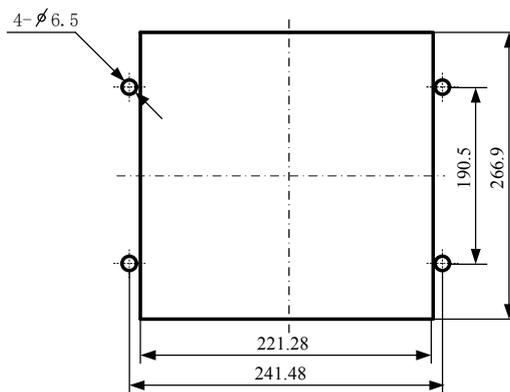


图 2-1-2 装置安装开孔尺寸

2.2 插件配置及说明

保护装置采用后插拔抗干扰结构由以下插件构成：交流变换插件、CPU 插件、信号插件、电源插件、以及人机对话插件，装置背视图见下图：

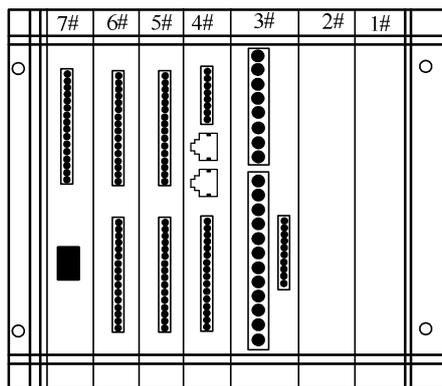


图 2-2-1 WFB-821C 装置背视图

保护装置采用后插拔抗干扰结构由以下插件构成：本体插件、交流变换插件、直流变换插件、CPU 插件、信号插件、电源插件、以及人机对话插件，装置背视图见下图：

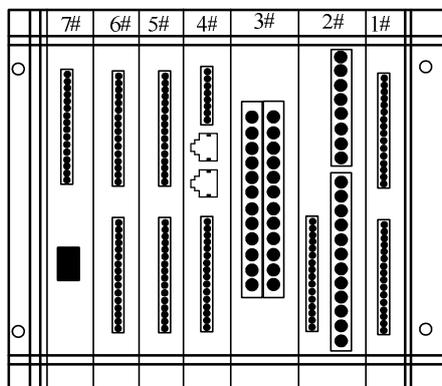


图 2-2-2 WFB-822C 装置背视图

2.3 装置背面端子图

保护装置的插件组成有多种组合(由工程设计选型),图中给出了所有插件的使用端子编号,不再分别列出几种型号机箱的端子图。装置中没有对应插件时,对应位置为空插件,其它插件的端子位置及编号不变。**注：工程使用时,请先确定机箱型号,对于装置上的备用端子或空端子,现场禁止另外接线。**

装置电源插件的 DC 24 V 可以作为本装置硬压板开入电源使用,不允许引出到外部,以免外部回路造成装置运行故障。装置 CPU 插件上的开入为 DC 24 V,外部强电开入需要经过转换后才能直接接入。

2.3.1 WFB-821C/R1 背面端子图 1

5#信号插件		4#CPU 插件			3#交流变换插件					
501	出口 1-21	401	RXD/485+	可 打 印	319	GND	屏 蔽 接 地	301	I _{ta}	机 端 电 流
502	出口 1-22	402	TXD/485-		320			302	I _{ta'}	
503	出口 2-21	403	0V		321	U _a		303	I _{tb}	
504	出口 2-22	404	485_2+		322	U _b		304	I _{tb'}	
505	出口 3-21	405	485_2-		323	U _c		305	I _{tc}	
506	出口 3-22	406	0V		324	U _n		306	I _{tc'}	
507	出口 4-21	407	GPS+ (B)		325	3U0		307	I _{na}	
508	出口 4-22	408	GPS- (B)		326	U _n		308	I _{na'}	
509	保护跳信 2		以太 网 口 1	327	3U0'	匝 间 零 序	309	I _{nb}	中 性 点 电 流	
510				328	U _{n'}		310	I _{nb'}		
511	告警信号 2			311	I _{nc}					
512	信号母线 2			312	I _{nc'}					
513			以太 网 口 2							
514										
515										
516										
517		409	检修状态							
518		410	外部复归							
519		411	差动保护							
520		412	匝间保护							
521		413	励磁保护							
522		414	电气制动							
523		415	机组故障							
524		416	励磁故障							
525		417	温度高							
526		418	开入一							
527		419	公共端 1(24V-)							
528		420	开入二							
529		421	开入三							
530		422	公共端 2(24V-)							
531		423	GPS(24V+)							
532		424	GPS(24V-)							
				313	I ₀	横 差				
				314	I _{0'}					
				315	I _A	励 磁 变 电 流				
				316	I _{A'}					
				317	I _C					
				318	I _{C'}					

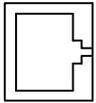
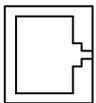
注：WFB-821C 中 6#插件不使用为空插件，对应端子为空端子，CPU 插件开入为 DC24 V。

2.3.2 WFB-821C/R1 背面端子图 2

7#电源插件			6#信号插件	
701	24V+	输出	601	出口 1-11
702	24V 地		602	出口 1-12
703	公共端 5		603	出口 2-11
704	出口 5-1 (开)		604	出口 2-12
705	出口 5-2 (闭)		605	出口 3-11
706	公共端 6		606	出口 3-12
707	出口 6-1 (开)		607	出口 4-11
708	出口 6-2 (闭)		608	出口 4-12
709	公共端 7		609	保护跳信 1
710	出口 7-1 (开)		610	
711	出口 7-2 (闭)		611	告警信号 1
712	失电告警		612	信号母线 1
713	失电告警		613	
714	电源+	输入	614	
715	电源-		615	
716	大地		616	
			617	
			618	
			619	
			620	
			621	
			622	
			623	
			624	
			625	
			626	
			627	
			628	
			629	
			630	
			631	
			632	

注：装置 6#插件不使用为空插件，对应端子为空端子。

2.3.3 WFB-821C/R2 背面端子图 1

5#信号插件		4#CPU 插件			3#交流变换插件												
501	出口 1-21	401	RXD/485+	可 打 印	319	GND	屏 蔽 接 地	301	Iha	主 变 高 压 侧 电 流							
502	出口 1-22	402	TXD/485-		320			302	Iha'								
503	出口 2-21	403	0V		321	Ua		主 变 电 压	303		Ihb						
504	出口 2-22	404	485_2+		322	Ub	304		Ihb'								
505	出口 3-21	405	485_2-		323	Uc	305		Ihc								
506	出口 3-22	406	0V		324	Un	306	Ihc'									
507	出口 4-21	407	GPS+ (B)	B 码	325	3U0	接 地 零 序	307	Iha	发 电 机 中 性 点 电 流							
508	出口 4-22	408	GPS- (B)		326	Un		308	Iha'								
509	保护跳信 2			以 太 网 口 1	327	3U0'	备 用	309	Ihb								
510					328	Un'		310	Ihb'								
511	告警信号 2				311	Ihc											
512	信号母线 2				312	Ihc'											
513				以 太 网 口 2													
514																	
515																	
516																	
517		409	检修状态														
518		410	外部复归														
519		411	差动保护														
520		412	横差保护														
521		413	励磁保护														
522		414	电气制动														
523		415	机组故障								313	I0	横 差				
524		416	励磁故障								314	I0'					
525		417	温度高								315	IA	励 磁 变 电 流				
526		418	热工保护								316	IA'					
527		419	公共端 1(24V-)								317	IC					
528		420	复压过流								318	IC'					
529		421	开入一														
530		422	公共端 2(24V-)														
531		423	GPS(24V+)														
532		424	GPS(24V-)														

注：WFB-821C 中 6#插件不使用为空插件，对应端子为空端子，CPU 插件开入为 DC24 V。

2.3.4 WFB-821C/R2 背面端子图 2

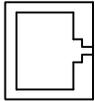
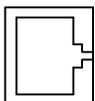
7#电源插件			6#信号插件	
701	24V+	输出	601	出口 1-11
702	24V 地		602	出口 1-12
703	公共端 5		603	出口 2-11
704	出口 5-1 (开)		604	出口 2-12
705	出口 5-2 (闭)		605	出口 3-11
706	公共端 6		606	出口 3-12
707	出口 6-1 (开)		607	出口 4-11
708	出口 6-2 (闭)		608	出口 4-12
709	公共端 7		609	保护跳信 1
710	出口 7-1 (开)		610	
711	出口 7-2 (闭)		611	告警信号 1
712	失电告警		612	信号母线 1
713	失电告警		613	
714	电源+	输入	614	
715	电源-		615	
716	大地		616	
			617	
			618	
			619	
			620	
			621	
			622	
			623	
			624	
			625	
			626	
			627	
			628	
			629	
			630	
			631	
			632	

注：通风启动、有载调压只能整定出口 5~7 作为出口。

2.3.5 WFB-822C/R1 (R2) 背面端子图 1

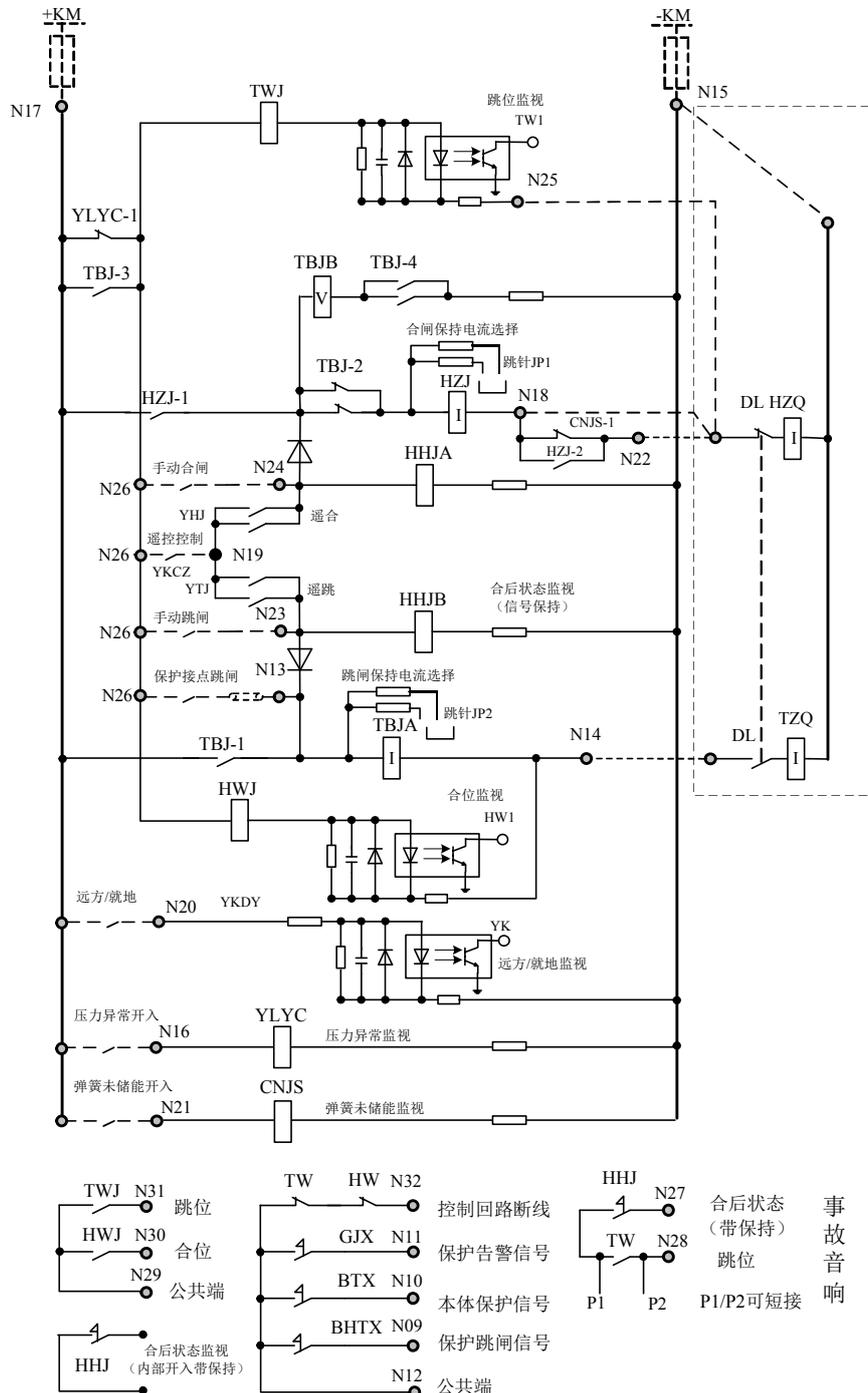
3#直流变换插件						2#交流变换插件				1#本体插件 (R2) (DC 220V/110V)				
机端测量电流	Ia2	302	301	Ia1	机端测量电流		201		101	非电量闭锁 1(闭)				
	Ib2	304	303	Ib1			202		102	非电量闭锁 1(闭)				
	Ic2	306	305	Ic1			203		103	非电量闭锁 2(开)				
零序	Io2	308	307	Io1	零序		204		104	非电量闭锁 2(开)				
		310	309	Rot	大轴		205		105	非电量出口 1				
励磁-	Ufd-	312	311	Ufd+	励磁+		206		106	非电量出口 1				
励磁+	Ufd2+	314	313	Ufd1+			207		107	非电量出口 2				
励磁-	Ufd2-	316	315	Ufd1-			208		108	非电量出口 2				
		318	317					109	非电量出口 3					
保护及测量	Uc	320	319	Un	保护及测量			110	非电量出口 3					
	Ua	322	321	Ub				111	非电量出口 4					
		324	323					112	非电量出口 4					
<p>注：本插件工程使用时需将端子 311、314 两个“励磁+”短接后接入励磁电压+；将端子 312、316 两个“励磁-”短接后接入励磁电压-。其中 311、312 端子为励磁测量用；314、316 端子为切换回路使用。</p>								113						
								114						
								115						
								116						
						221		209	Ia	机端保护电流	117	重瓦斯		
						222		210	Ia'		118	跳闸压板		
						223	3U0t	机端零序	211		Ib	119	压力释放	
									212		Ib'	120	跳闸压板	
						224	Un		213	Ic	121	冷却器故障		
									214	Ic'	122	跳闸压板		
						225	3U0n	中性点零序	215	I1	备用	123	温度高	
									216	I1'		124	跳闸压板	
						226	Un'		217			125	油位异常	
									218			126	跳闸压板	
								219		127		开入一		
								220			128	跳闸压板		
					129	轻瓦斯								
					130	开入二								
					131	开入三								
					132	开入公共端								

2.3.6 WFB-822C /R1 (R2) 背面端子图 2

7#电源插件			6#信号插件		5#信号插件		4#CPU 插件		
701	24V+	输	601	出口 1-21	501	出口 1-11	401	RXD/485+	可 打 印
702	24V 地		602	出口 1-22	502	出口 1-12	402	TXD/485-	
703	公共端 5	603	出口 2-21	503	出口 2-11	403	0V		
704	出口 5-1 (开)		604	出口 2-22	504	出口 2-12	404	485_2+	
705	出口 5-2 (闭)	605	出口 3-22	505	出口 3-11	405	485_2-		
706	公共端 6	606	出口 3-22	506	出口 3-12	406	0V		
707	出口 6-1 (开)		607	出口 4-21	507	出口 4-11	407	GPS+ (B)	B 码
708	出口 6-2 (闭)	608	出口 4-22	508	出口 4-12	408	GPS- (B)		
709	公共端 7		609	保护跳信 2	509	保护跳信 1			以 太 网 1
710	出口 7-1 (开)	610	本体信号 2 (R2)	510	本体信号 1 (R2)				
711	出口 7-2 (闭)	611	告警信号 2	511	告警信号 1				
712	失电告警		612	公共端 2	512	公共端 1			以 太 网 2
713	失电告警	613		513	保护跳接入				
714	电源+	输	614		514	跳闸线圈 1			
715	电源-		615		515	控制电源-			
716	大地		616		516	回路压力异常			
			617		517	控制电源+	409	检修状态	
			618		518	合闸线圈	410	外部复归	
			619		519	遥控控制	411	失磁	
			620		520	远方/就地	412	负序过流	
			621		521	弹簧储能	413	对称过负荷	
			622		522	合闸线圈 2	414	复压过流	
			623		523	手动跳闸	415	频率异常	
			624		524	手动合闸	416	定子接地	
			625		525	跳位监视	417	转子接地	
			626		526	压力闭锁	418	电压异常	
			627		527	事故音响 1	419	公共端 1 (24V-)	
			628		528	事故音响 2	420	逆功率	
			629		529	公共端	421	断路器并网	
			630		530	合位信号	422	公共端 2 (24V-)	
			631		531	跳位信号	423	GPS (24V+)	
			632		532	回路断线	424	GPS (24V-)	

注：WFB-822C /R1 中无 n510 本体信号，6#插件不使用时为空插件，对应 6#插件为空端子，CPU 插件开入为 DC24 V。

2.3.7 操作回路接线原理图



注：图中虚线框内部分以及虚线连线均为外部接线，本图为控制回路原理接线说明。

跳合闸保持电流分 0.25、0.5、1.0A 三档由工程确定档位，0.5 档短一路（1.0 档短 2 路）电阻，短接相应的焊盘。跳针 JP 是调动作精度用的厂内确定，现场不允许调节。

装置 5#信号插件操作控制回路接线图

3 装置功能

3.1 装置功能实现方式

装置中的保护功能、出口、参数等可在线配置。保护功能模块化，形成保护功能的标准模板库。根据工程需要，将广泛应用的几种功能配置设计为典型功能配置，并给出典型功能配置文件。工程应用时可以直接选用这些典型功能配置，或在这些典型功能配置基础上定制工程特定的功能配置。用配置工具可以实现装置的工程配置定制。

3.2 典型功能配置

WFB-820C 系列微机发电机保护装置分为 WFB-821C 和 WFB-822C 两个装置，软件 WFB-821C/R1 和 WFB-822C/R1 版本构成一套完整的发电机保护；软件 WFB-821C/R2、WFB-822C/R2 版本构成一套小型发变组保护；工程应用中由工程设计选定具体的软件版本。

装置不同版本的保护功能配置如下：

序号	保护功能	备注
WFB-821C/R1 (R2)		
1	发电机比率差动	(仅 R1 版本有) 三种方式选择
2	发电机差流越限	(仅 R1 版本有)
3	发电机 TA 异常	(仅 R1 版本有)
4	横差	
5	励磁过流速断	
6	励磁过流保护	
7	励磁过负荷	
8	电气制动开入	外部开入闭锁比差
9	机组故障	外部开入
10	励磁故障	外部开入
11	温度高	外部开入
12	开入一	外部开入
13	开入二	外部开入
14	发变组比率差动	(仅 R2 版本有)
15	发变组差流速断	(仅 R2 版本有)
16	发变组差流越限	(仅 R2 版本有)
17	发变组 TA 异常	(仅 R2 版本有)
18	变压器复压过流	(仅 R2 版本有)
19	变压器过负荷	(仅 R2 版本有)
20	变压器通风启动	(仅 R2 版本有)
21	变压器有载调压	(仅 R2 版本有)
22	变压器接地告警	(仅 R2 版本有)
23	变压器 TV 异常	(仅 R2 版本有)
WFB-822C/R1 (R2)		
1	发电机(对称)过负荷	带限时速断段
2	复压(记忆)过流	两段各一时限
3	基波零序电压定子接地	
4	零序(方向)过流定子接地	两段各一时限(零序电压闭锁)
5	三次谐波定子接地	方案可选
6	转子一点接地高、低定值	

7	转子两点接地	加谐波电压闭锁
8	负序过流	两段各带一延时
9	失磁（综合判据）	三段判据可投退
10	过电压	一段一时限
11	逆功率（可由测量模块实现）	两段各一时限
12	低频	两段
13	过频	两段
14	TV 异常	可闭锁相应保护
15	低电压	
16	9 路非电量保护（非电量开入）	（仅 R2 版本有）可不经 CPU 驱动出口
测 控 功 能	机端断路器的三相操作回路	
	控制回路异常告警	
	弹簧未储能（压力异常）告警	
	遥信开入采集、装置遥信变位、事故遥信	
	正常断路器遥控分合、4 路电度脉冲输入	
	Ia、Ib、Ic、Ua、Ub、Uc、P、Q、f、COSφ、Uab、Ubc、Uca 等模拟量的遥测	

3.3 保护功能

3.3.1 发电机差动保护

发电机比率制动式差动保护是发电机内部相间短路故障的主保护，保护考虑 TA 饱和、TA 回路断线等 TA 异常情况。

差动动作方程如下：

$$\begin{cases} I_{op} > I_{op.0} & (I_{res} \leq I_{res.0}) \\ I_{op} \geq I_{op.0} + S(I_{res} - I_{res.0}) & (I_{res.0} < I_{res} \leq 4I_e) \\ I_{op} \geq I_{op.0} + S(4I_e - I_{res.0}) + 0.6(I_{res} - 4I_e) & (I_{res} > 4I_e) \end{cases} \quad (3-1-1)$$

式中： I_{op} 为差动电流， $I_{op.0}$ 为差动最小动作电流整定值， I_{res} 为制动电流， $I_{res.0}$ 为最小制动电流整定值， S 为比率制系数。各侧电流的方向都以指向发电机为正方向，见图 3-1-1。

$$\text{差动电流： } I_{op} = \left| \dot{I}_T + \dot{I}_N \right|$$

$$\text{制动电流： } I_{res} = \left| \dot{I}_T - \dot{I}_N \right| / 2$$

式中： \dot{I}_T 、 \dot{I}_N 分别为机端、中性点二次侧电流，TA 的极性见图 3-1-1。

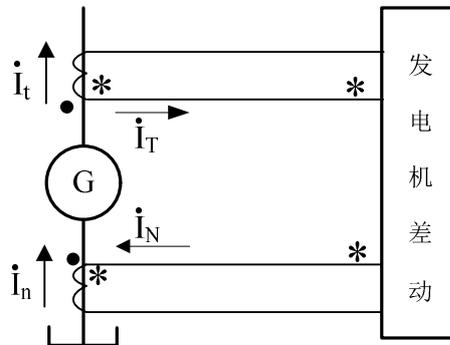


图 3-1-1 TA 极性接线示意图

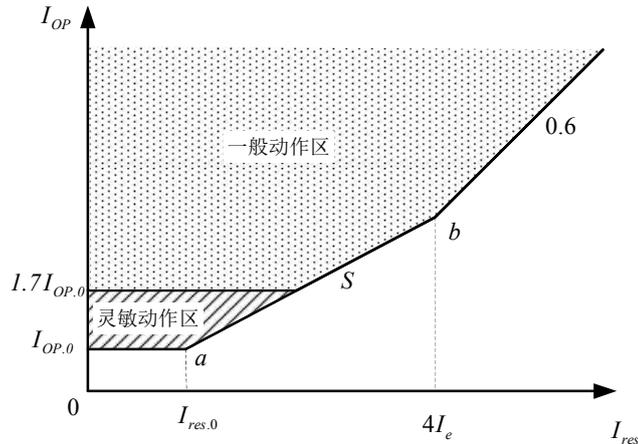


图 3-1-2 比率差动保护动作特性
发电机比率制动式差动保护的逻辑，如图 3-1-3 所示：

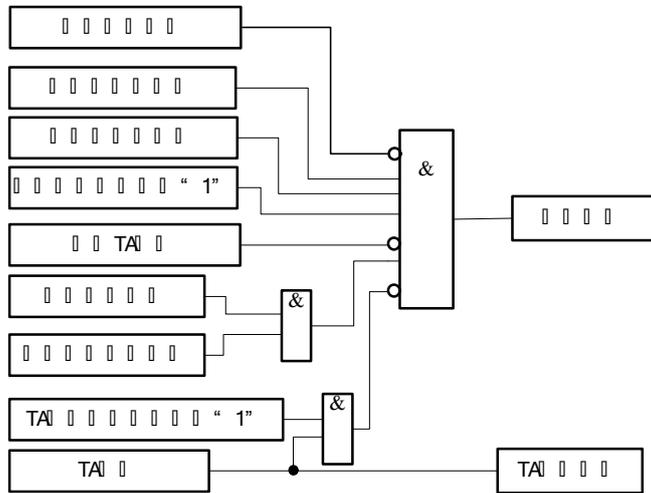


图 3-1-3 发电机差动保护逻辑框图

差动方案选择控制字：

保护设有方案选择控制字：控制字设定为“1”时发电机差动保护为“三取一”出口方式，即任一相差流满足动作方程时保护动作；控制字设定为“2”时发电机差动保护为“三取二”出口方式，即任两相差流同时满足动作方程时保护动作；控制字设定为“0”时发电机差动保护为“循环闭锁”出口方式，即某一相差流满足动作方程，同时负序电压满足保护动作条件时保护动作（负序电压值为 4V），或两相差流同时满足时动作。

在机组电气制动过程中，由电气制动接点闭锁发电机差动保护。

TA 饱和判据：

保护设有 TA 饱和判据，以防止在发电机区外发生故障等状态下的 TA 饱和所引起的比率制动式差动保护误动作。保护采用虚拟制动量的 TA 饱和识别专利技术，既能有效防止区外故障保护误动作，又能保证在区内故障及区外故障发展成为区内故障时保护的快速动作。

TA 异常判别：

当任一相差流大于 0.1 倍的额定电流且任一侧零序电流大于 0.1 倍的额定电流时，启动 TA 异常判别程序，同时满足下列条件认为 TA 异常：

a) 引起差动保护启动的 TA 异常判别：当任一相差流大于 0.1 倍的额定电流且任一侧零序电流大于 0.18 倍的额定电流时，启动 TA 异常判别程序，同时满足下列条件认为 TA 异常：

本侧三相电流中至少一相电流不变；最大相差流小于 1.2 倍的额定电流；任意一相电流为

零。

b) 未引起差动保护启动的 TA 异常判别：同时满足下列条件认为 TA 异常，延时 10s 发 TA 异常信号：零序电流大于 0.1 倍的额定电流；最大相电流小于 0.35 倍的额定电流；任意一相电流为零。

c) TA 异常保护，具有闭锁差动保护功能，控制字为“1”时闭锁，为“0”时不闭锁。

通过定值“TA 异常闭锁差动”控制 TA 异常判别出后是否闭锁差动保护。当“TA 异常闭锁差动”整定为“0”时，判别出 TA 异常后不闭锁差动保护，整定为“1”时，判别出 TA 异常后闭锁差动保护。

注：若“方案选择控制字”选择使用方案“2”时发电机差动保护为“三取二”出口方式，TA 异常后不宜闭锁差动保护，将“TA 异常闭锁差动”定值整定为“0”不闭锁差动保护。

差流越限保护：

当任一相差流电流满足差流越限动作值，延时发差流越限信号，保护可通过保护投退控制字，单独投退。

大电流闭锁发（电机）差动保护：该保护仅用于发电机机端断路器因选型不当，断开容量过小，差动保护动作跳闸时无法断开严重故障下的机端断路器。保护选取机端 TA 判别故障电流大小（和定值比较），大电流过流保护动作后闭锁发电机差动动作出口，同时替代发电机差动动作出口，一般动作于主变高压侧断路器和发电机差动保护动作时除机端断路器外的动作对象（即动作于除机端以外的其它对象切除故障）。为避免扩大动作范围，保护约 30ms 动作，可消除故障初期其它分量的影响。该保护作为一个特殊补充，一般发电机保护不能投入该保护，以免扩大事故范围。

3.3.2 横差保护（零序电流型）

高灵敏零序电流型横差保护，作为发电机内部匝间、相间短路及定子绕组开焊的主保护。保护检测发电机定子多分支绕组的不同中性点连线电流(即零序电流) $3I_0$ 中的基波成分，保护具有三次谐波阻波功能，三次谐波滤过比不小于 100。

为了避免横差保护在外部振荡等特殊工况波动时出现误动，同时不影响内部故障时的灵敏性和速动性，保护配置为两段，一段配置带短延时的灵敏段，二段为较高定值的速断段，两段保护可通过保护投退控制字分别选择投退。横差一段保护经延时 t 动作于出口；横差二段保护作为横差速断段快速动作于出口。

保护动作方程： $I_{op} \geq I_{set}$

式中： I_{op} 为横差动作电流， I_{set} 为横差动作电流整定值。

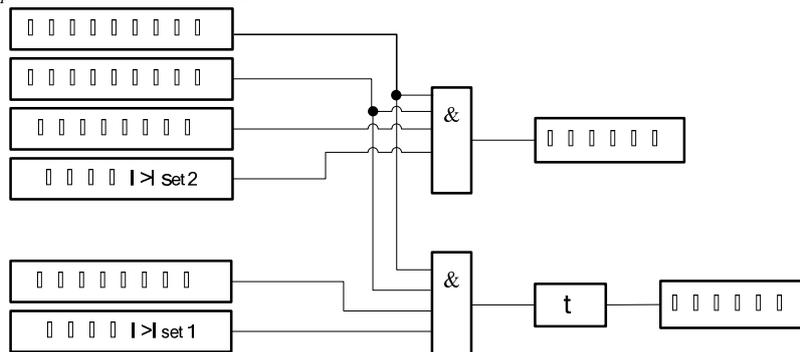


图 3-2-1 横差保护逻辑框图

3.3.3 励磁保护

保护装置设在励磁变高压侧，由过流速断、过流和过负荷保护构成，接成 A、C 两相式，逻辑框图如图 3-3-1：

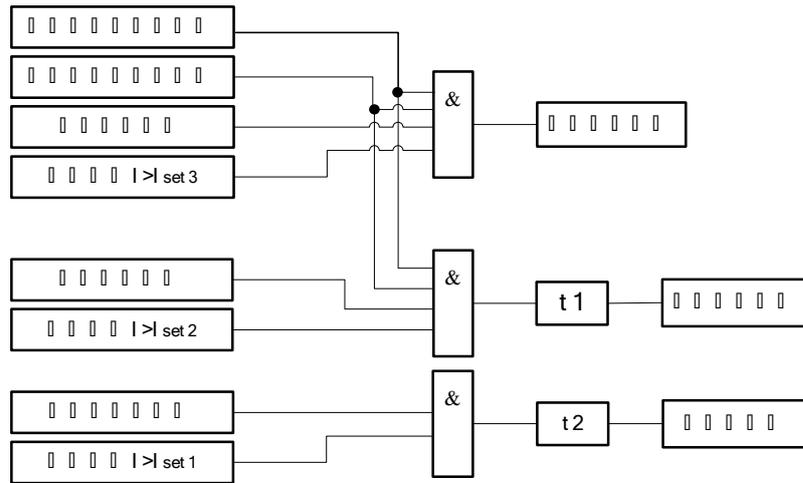


图 3-3-1 励磁保护逻辑框图

3.3.4 定子接地保护

基波零序电压定子接地保护:

基波零序电压原理一般保护发电机 85%~95%范围的定子单相接地故障,当发电机定子绕组发生单相接地时,基波零序电压大于定值时保护动作,保护可投退。

动作判据为: $|3U_0| > U_{op}$, 保护延时动作;

其中: $3U_0$ 为基波零序电压, TV 则取机端开口零序电压, 带 TV 异常闭锁; U_{op} 为基波零序电压整定值。

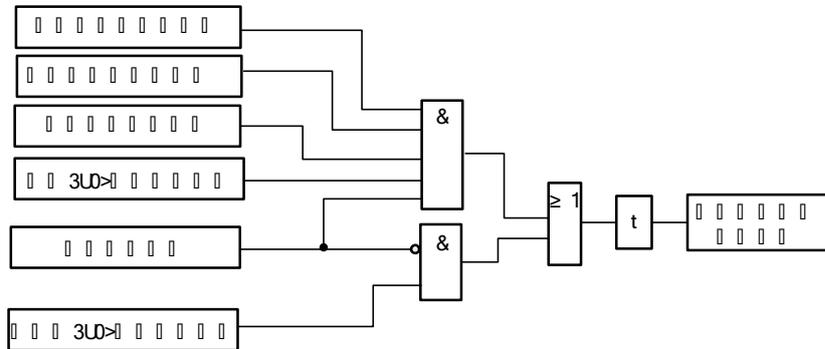


图 3-4-1 基波零序定子接地逻辑框图

零序(方向)过流定子接地保护:

对于采用两机一变或三机一变的扩大单元接线方式、中性点接地方式为不接地或经配电变压器接地的发电机组,可采用零序方向过流型定子接地保护。其中零序电流取自发电机机端零序专用 TA,以零序电流作为动作判据,以零序功率方向元件区分发电机定子绕组单相接地故障和发电机机端其他支路单相接地故障,保证在发电机内部发生定子绕组单相接地故障时可靠动作。

方向元件 TA 与 TV 的极性接线图:

零序功率方向元件接入保护装置的 TA 和 TV 极性如图 3-4-2 所示。

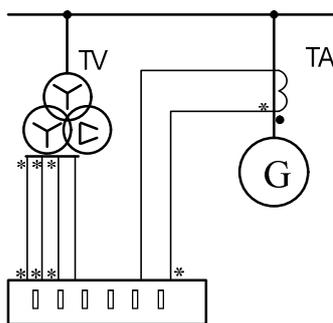
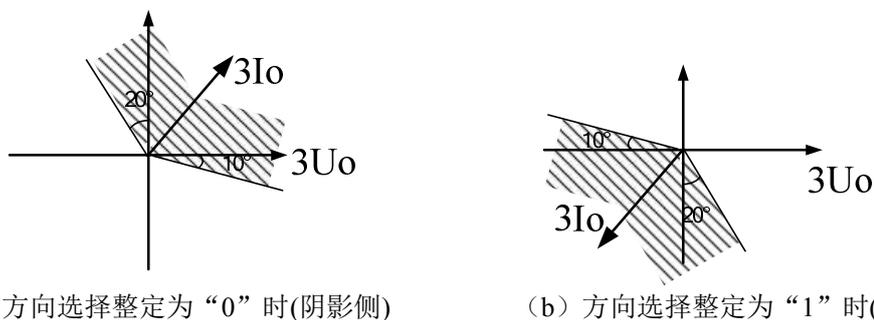


图 3-4-2 零序方向元件 TA 与 TV 间的极性连接图

零序过流保护的方向元件判别电流为专用零序电流，方向电压为自产零序电压，TV 异常时可选择是否闭锁方向元件。若 TV 异常时不闭锁方向元件，TV 异常时方向元件满足，保护为过流保护；若 TV 异常时闭锁方向元件，投入方向元件时保护被闭锁，不会动作。保护有自产零序方向闭锁电压（大小为 2V）和专用零序电流最小为 0.005A。另外保护设有专用零序电压闭锁功能，电压大小可整定，功能可投退。

方向元件动作特性：

两段零序（方向）过流保护，可通过整定相关控制字选择是否带方向或改变方向指向。例如：定值“零序一段方向投退”整定为“1”时，表示方向元件投入，整定为“0”时，表示退出方向元件；定值“零序一段方向选择”整定为“1”时，表示零序电流不满足图 3-4-2 的接线原则，专用零序 TA 极性端远离发电机，整定为“0”时，表示零序电流满足图 3-4-2 的接线原则，专用零序 TA 极性端靠近发电机。零序功率方向元件的动作特性如图 3-4-3 所示，保护逻辑框图如图 3-4-4 所示。



(a) 方向选择整定为“0”时(阴影侧)

(b) 方向选择整定为“1”时(阴影侧)

图 3-4-3 零序功率方向动作区（图中动作区电压固定变电流）

注意：以上图示的零序功率方向动作特性均是基于零序方向元件 TA、TV 接线极性符合图 3-4-2 所示接线原则情况下的。否则以上说明将与实际情况不符。

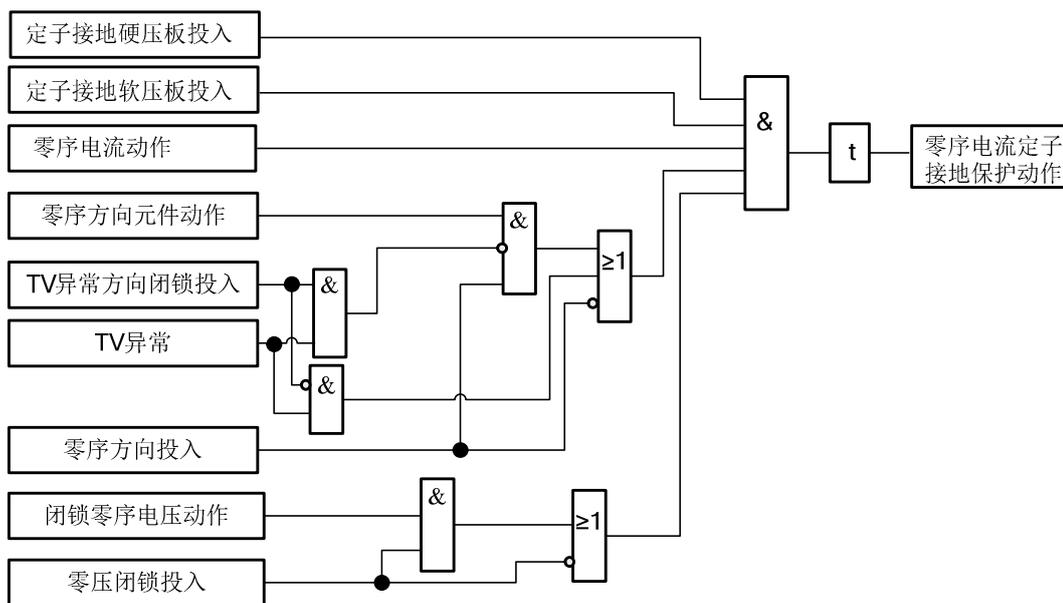


图3-4-4 零序（方向）过流定子接地保护逻辑框图

三次谐波定子接地保护：

三次谐波定子接地保护动作判据为：

$$\text{方案 0: } \left| U_{3s} \right| \geq K' \left| K_p' U_{3n} \right|$$

$$\text{方案 1: } \left| U_{3s} + K_p K_p' U_{3n} \right| \geq K'' \left| K_p' U_{3n} \right|$$

其中 U_{3s} 和 U_{3n} 分别为发电机机端 TV 开口三角绕组和中性点 TV 输出中的三次谐波分量。

K_p' 为中性点 TV 的变比调整系数，按照单相接地故障时中性点开口三角输出二次电压额定值 100V 为基准(和机端折算到统一基准)，不论该实际输出额定二次电压是多少，均按折算到 100V 整定，该值按反比计算后输入。例如实际中性点 TV 输出额定二次电压为 50V 时输入系数为 2，若是输出 200V 时输入系数为 0.5。该值在系统定值“中性点开口三角变比”中整定，没有整定修改时该值为 1。

方案 0 中 K' 为“谐波比系数”，有“并网前谐波比系数”、“并网后谐波比系数”两套定值，根据机组并网前和并网后装置实测的最大三次谐波电压比分别整定，采用断路器辅助接点自动切换定值。方案 0 在机组运行时可全程投入。

方案 1 中 K'' 为“方案二谐波比系数”； K_p 为“矢量系数”（分为幅值和相角两个值），在机组并网后通过控制字“三次谐波补偿计算投退”由保护装置自动进行计算 K_p 并在界面显示，用户须将显示值的幅值和相角输入到对应的保护定值项中，需要再次修改该值时，需要再次退出后投入“三次谐波补偿计算投退”后读取显示值。方案 1 仅在机组并网后投入，保护逻辑框图见图 3-4-5。

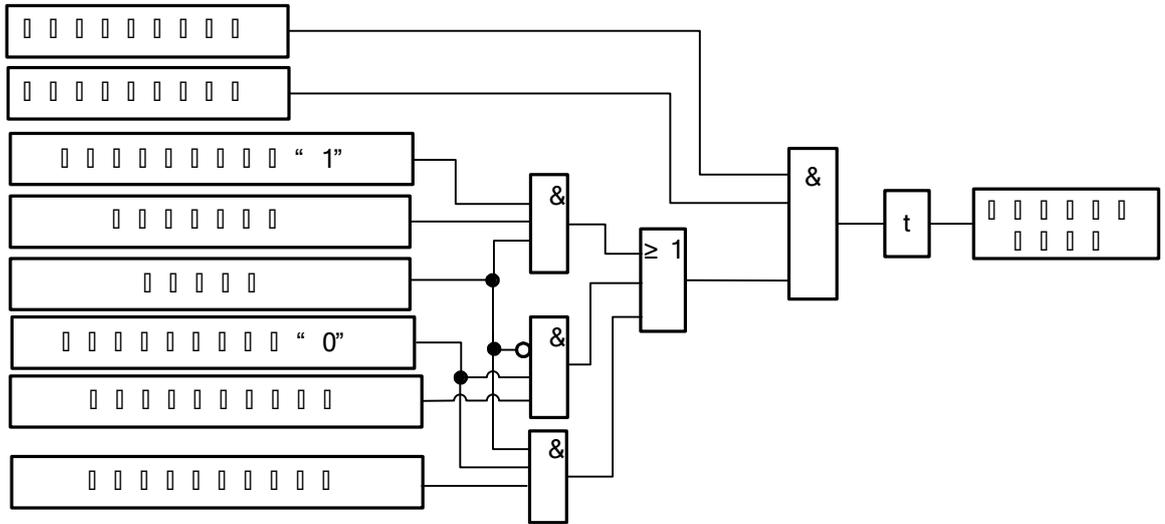


图3-4-5三次谐波定子接地保护逻辑框图

3.3.5 转子接地保护

发电机转子接地保护主要反映转子回路一点或两点接地故障，由转子接地高定值保护、转子接地低定值保护及转子两点接地保护构成。

转子一点接地（高、低定值）保护：

采用乒乓式开关切换原理，通过求解两个不同的接地回路方程，实时计算转子接地电阻值和接地位置。原理图见图 3-5-1 所示。其中： S_1 、 S_2 为由微机控制的电子开关， R_g 为接地电阻， α 为接地点位置（转子电压负端为 0，转子电压正端为 100%）， E 为转子电压， R_1 为测量电阻。

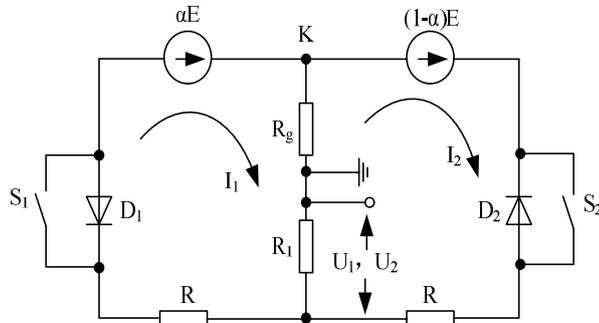


图 3-5-1 转子一点接地保护切换采样原理示意图

当 R_g 小于接地电阻高定值时，经延时发转子一点接地信号，当 R_g 小于接地电阻低定值时，经延时保护动作，转子一点接地高、低定值两段保护可根据需要通过保护投退控制字分别选择投退。

转子两点接地保护：

当发生转子一点接地故障时，并不会马上对发电机造成严重危害，但若再相继发生第二点接地故障，则将严重威胁发电机的安全。转子两点接地保护由转子一点接地保护启动。

转子一点接地保护动作后（保护原理同前所述），通过延时发信号，同时保护装置继续测量接地电阻和接地位置，并自动投入两点接地保护判据，若已测得的 α 值变化，当其变化值 $\Delta\alpha$ 超过整定值时，保护装置就确认为已发生转子两点接地故障，保护动作。保护判据为：

$$|\Delta\alpha| > \alpha_{set} \quad \alpha_{set} \text{ 为转子两点接地位置变化整定值。}$$

对于发电机转子发生两点接地故障时，气隙磁场的对称性被破坏，定子绕组会产生二次谐

波电压，取大于正常运行时最大的二次谐波电压值作为转子两点接地保护的闭锁判据，一般该电压取 0.5V。

二次谐波电压动作判据： $U_{2w} > 0.5V$ ，其中 U_{2w} 为机端定子电压二次谐波值。

转子接地保护逻辑如图 3-5-2 所示：

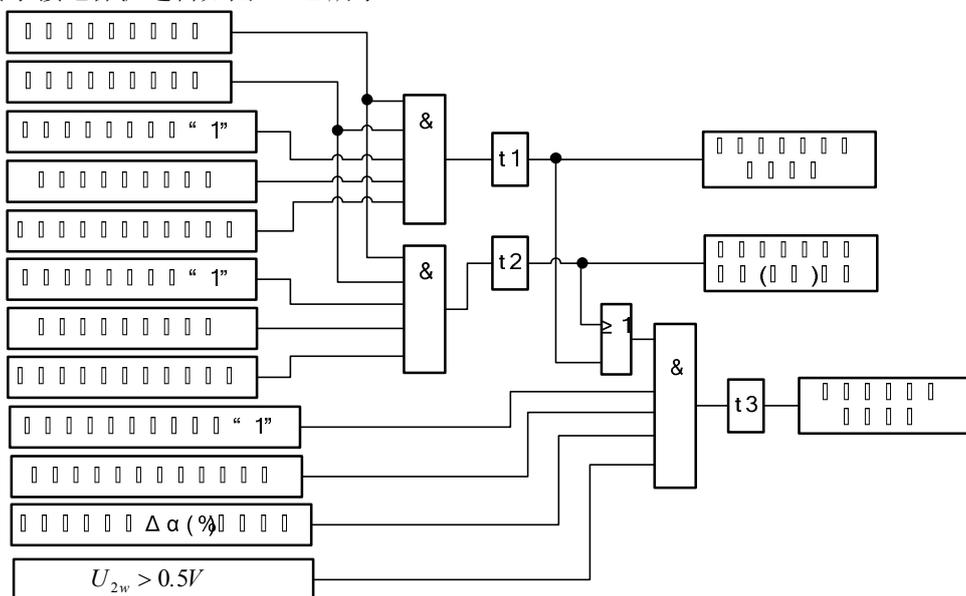


图 3-5-2 转子接地保护逻辑框图

3.3.6 失磁保护

发电机励磁系统调节异常或故障使励磁电压异常降低或消失，从而导致发电机与系统间失步，对机组本身及电力系统的安全造成重大危害。失磁保护由静稳阻抗、异步阻抗判据、励磁低电压判据、机端低电压判据组成，具体逻辑参看逻辑图。

静稳阻抗判据：

阻抗扇形圆动作判据匹配发电机静稳边界圆，采用 0° 接线方式 (U_{ab} 、 I_{ab})，动作特性见图 3-6-1 所示，失磁后，机端测量阻抗轨迹由图中第 I 象限随时间进入第 IV 象限，达静稳边界附近进入圆内。扇形与 R 轴的夹角 $10^\circ \sim 15^\circ$ 为了躲开发电机出口经过渡电阻的相间短路，以及躲开发电机正常进相运行，静稳边界阻抗判据满足后，经延时（至少 1~1.5s 以躲开系统振荡），保护动作于信号。

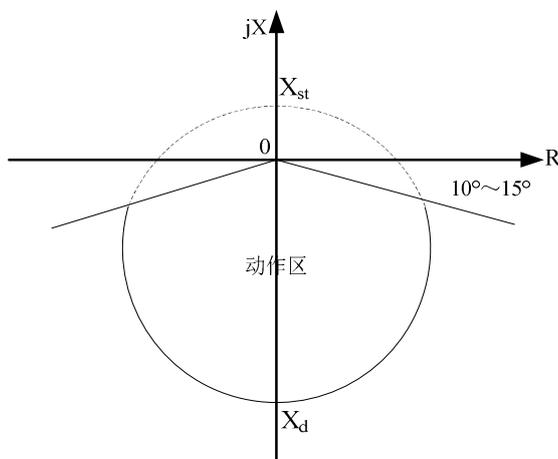


图 3-6-1 静稳边界阻抗判据动作特性

需指出，发电机产品说明书中所刊载的 X_d 值是铭牌值，用“ $X_{d(\text{铭牌})}$ ”符号表示，它是非饱和值，它是发电机制造厂家以机端三相短路但短路电流小于额定电流的情况下试验取得的，误差大，计算定值时应注意。

稳态异步阻抗判据：

发电机发生能导致失步的失磁，总是先到达静稳边界，然后转入异步运行，进而稳态异步运行。该判据的动作圆为下抛圆，它匹配发电机的稳态异步边界圆，特性曲线见图 3-6-2。

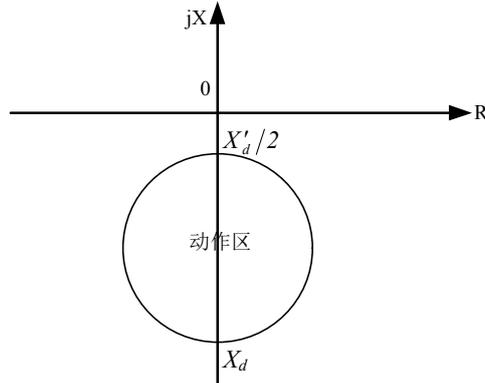


图 3-6-2 异步阻抗特性曲线

稳态异步阻抗判据满足后，经延时（躲开系统振荡，可比静稳判据延时短），保护动作跳闸。

励磁低电压判据：

为了保证在机组空载运行、轻载运行情况下失磁时保护能可靠动作，或为了全失磁及严重部分失磁时保护能较快出口，附加装设整定值为固定值的励磁低电压判据，其动作方程为：

$$U_{fd} \leq U_{fd.set}$$

式中， $U_{fd.set}$ 为励磁低电压动作整定值，一般可取 $U_{fd.set} = 0.8U_{fd0}$ 。

机端低电压判据：

发电机失磁后，引起机端电压降低，进而可能引发局部电网电压崩溃，因此，在失磁保护配置方案中，设有发电机机端低电压判据，即 $U_g \leq U_{gset}$ ， U_{gset} 可取 $(0.8 \sim 0.9)U_{gn}$ 。该判据主要判断发电机失磁时对机端母线电压的影响，并适当考虑厂用电的工作电压要求。

$$U_g \leq U_{gset}$$

保护逻辑图：

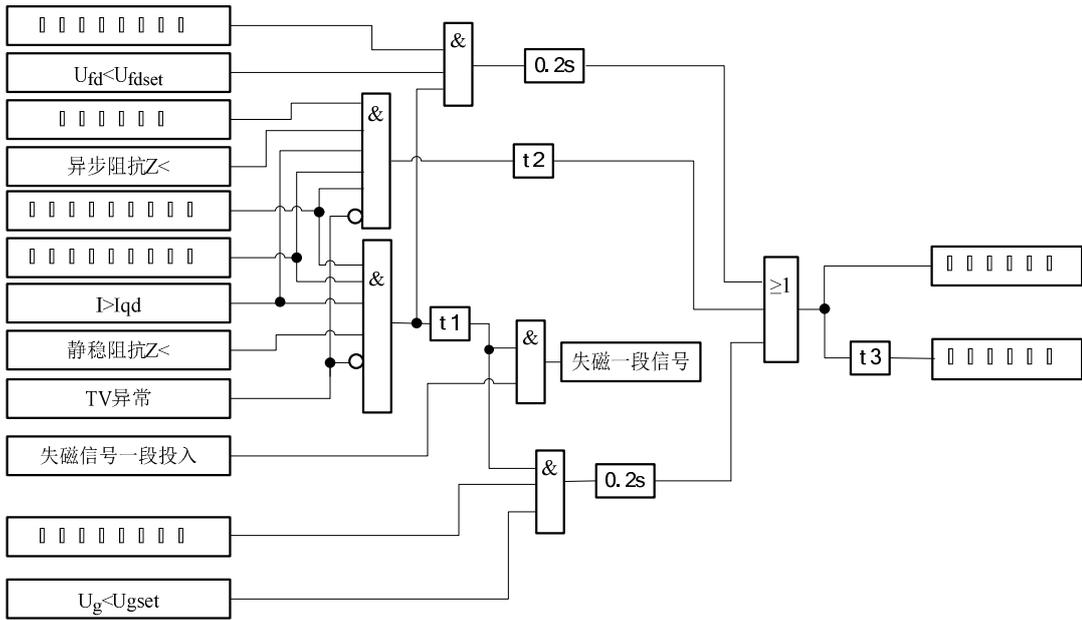


图 3-6-3 失磁保护逻辑框图

3.3.7 逆功率保护

逆功率保护作为汽轮发电机出现有功功率倒送，发电机变为电动机运行异常工况的保护。逆功率保护反应发电机从系统吸收有功功率的大小。

电压取自发电机机端 TV，电流取自发电机机端测量 TA。保护按三相接线，有功功率为：

$$P = U_a \cdot I_a \cdot \cos \phi_a + U_b \cdot I_b \cdot \cos \phi_b + U_c \cdot I_c \cdot \cos \phi_c$$

ϕ 为电压超前电流的角度，动作判据为：

$$P + P_{set} < 0 \quad P_{set} \text{ 为逆功率保护动作整定值（大于零）。}$$

逆功率保护一段延时发信号，逆功率保护二段延时可用于跳闸。

逆功率保护逻辑框图见图 3-7-1：

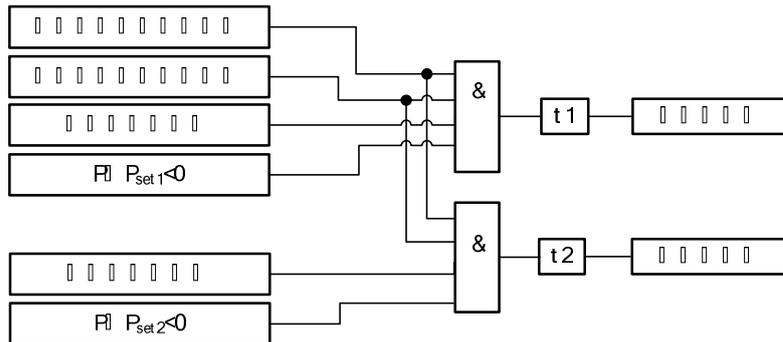


图 3-7-1 逆功率保护逻辑图

3.3.8 复压（记忆）过流保护

发电机复压（记忆）过流保护作为发电机的后备保护，当用于自并励发电机的后备保护时，电流带记忆功能。复压（记忆）过流保护由复合电压元件、三相过流元件“与”构成，过流的记忆功能可投退。复压（记忆）过流保护配有两段各一时限，若保护出口跳分段或母联时，应不投入记忆功能。

1) 复合电压元件

满足下列条件之一时，复合电压元件动作。

$U_1 < U_{op}$ U_{op} 为低电压整定值， U_1 为三个线电压中最小的一个；

$U_2 > U_{2.op}$ $U_{2.op}$ 为负序电压整定值， U_2 为负序电压（取相电压值）。

2) 过流元件

过流元件接于电流互感器二次三相回路中，当任一相电流满足下列条件时，保护动作。

$I > I_{op}$ I_{op} 为动作电流整定值。

3) TV 异常复压闭锁

机端 TV 出现异常时，复合电压是否动作取决于“TV 异常复压闭锁元件”控制字的整定。“TV 异常复压闭锁元件”控制字的整定及含义：

TV 异常复压闭锁元件为“1”—TV 异常后，闭锁复压元件判据不开放，保护不能动作（电流大于 1.2Ie 后开放 TA 异常闭锁），保护才能动作；

TV 异常复压闭锁元件为“0”—TV 异常后，复压元件判据满足开放保护，保护为过流保护。复压（记忆）过流保护逻辑框图见图 3-8-1：

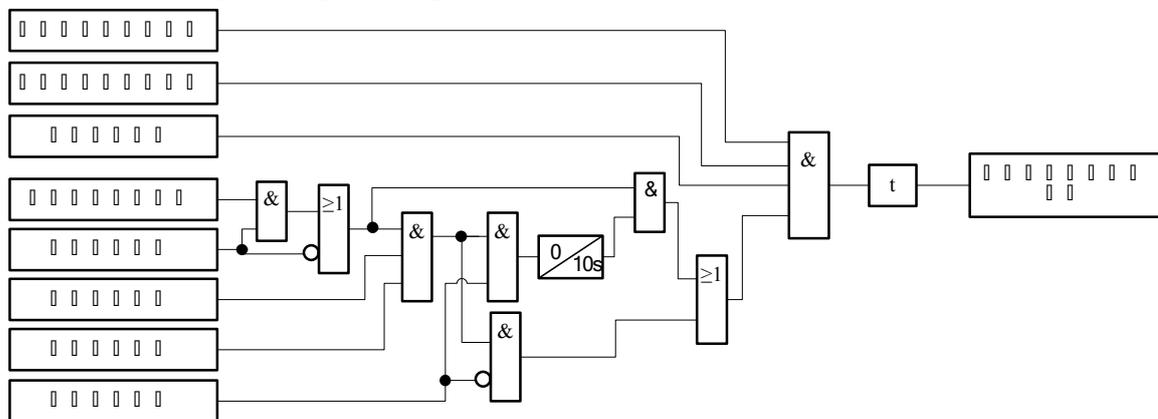


图 3-8-1 复压(记忆)过流保护逻辑框图

3.3.9 负序过流保护

作为发电机不对称故障和不对称运行时，负序电流引起发电机转子表层过热的保护，可兼作系统不对称故障的后备保护。序过流保护由两段各一时限组成。保护由两段各一时限组成，负序过流定值由发电机转子表层允许的负序过流能力确定。负序过流一段延时按和外部有配合设备关系整定，并发告警信号；负序过流二段延时由发电机允许的负序过流承受时间决定。负序过流二段不考虑在灵敏度和动作时限方面与其它相间短路保护的配合。负序过流保护配有两段各一时限。

保护的逻辑框图见图 3-9-1：

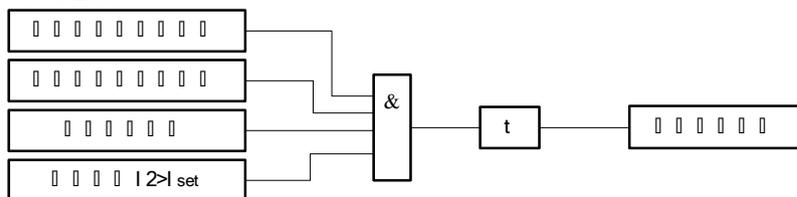


图 3-9-1 负序过流保护逻辑框图

3.3.10 对称过负荷保护

发电机对称过负荷保护主要保护发电机定子绕组的过负荷或外部故障引起的定子绕组过电流，接成三相式，取其中的最大相电流判别，由定时限告警和反时限过负荷、过负荷速动段三部分组成。

定时限告警按发电机长期允许的负荷电流能可靠返回的条件整定。反时限过负荷按定子绕组允许的过流能力整定。过负荷速动段按可靠故障电流阈值设定，以减少过负荷大电流的持续时间。反时限过负荷按定子绕组允许的过流能力整定发电机定子绕组承受的短时过电流倍数与允许持续时间的关系为：

$$t = \frac{K}{I_*^2 - (1 + \alpha)}$$

式中：K—定子绕组过负荷常数；

I_* —定子额定电流为基准的标么值；

α —与定子绕组温升特性和温度裕度有关，一般为 0.01~0.02。

发电机对称过负荷保护特性曲线见图 3-10-1：

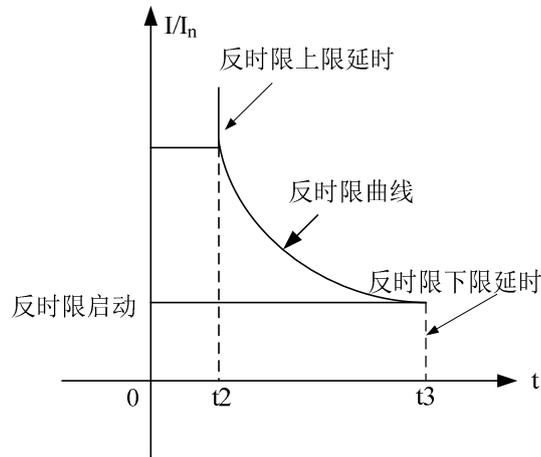


图 3-10-1 对称过负荷反时限特性曲线

对称过负荷保护逻辑框图见图 3-10-2：

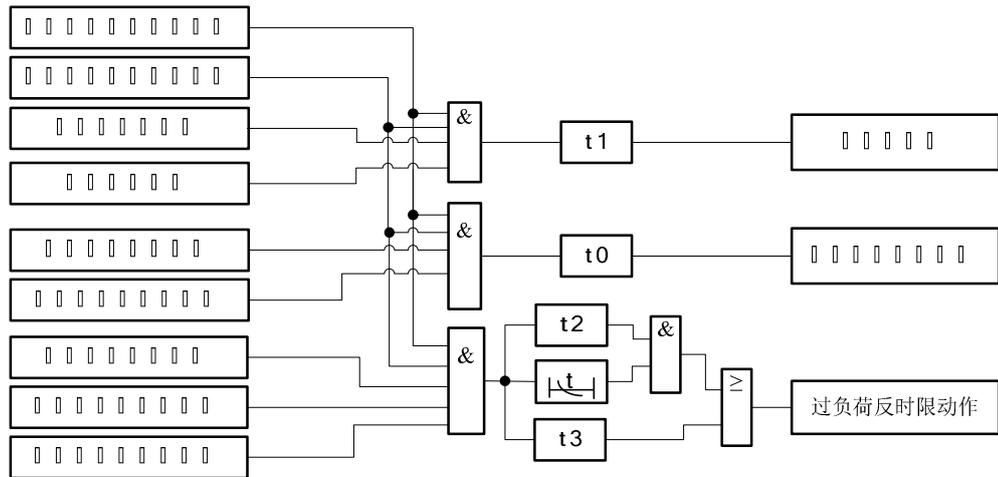


图 3-10-2 对称过负荷逻辑框图

3.3.11 过电压保护

过电压保护主要用于防止电压过高时对发电机定子绕组绝缘状况发生损害。过电压保护取三相线电压，当任一线电压大于整定值，保护短延时动作。

过电压保护逻辑框图如图 3-11-1 所示：

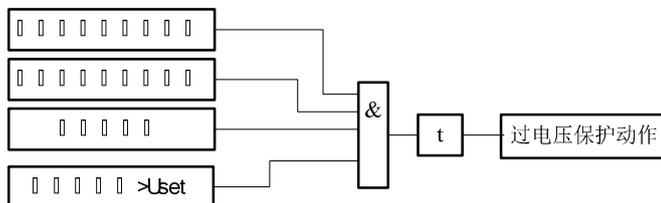


图 3-11-1 过电压保护逻辑框图

3.3.12 低电压保护（调相失压）

保护主要用于防止因外部调节等原因造成机端电压过低，从而对机端厂用设备等造成危害。低电压保护取三相线电压最大值，保护短延时动作，保护受 TV 异常和发电机断路器并网接点开入闭锁。

低电压保护逻辑框图如图 3-12-1 所示：

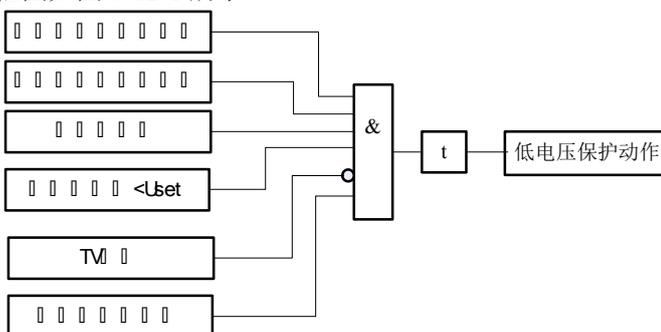


图 3-12-1 低电压保护逻辑框图

3.3.13 频率异常保护

低频运行会使汽轮机叶片受到疲劳损伤，故装设低频保护。低频保护反映系统频率的降低，并设有低电压闭锁，即发电机退出运行时低频保护也自动退出运行。

频率异常保护用于保护汽轮机。为了保障机组的安全，装设频率异常保护以监视频率状况，当达到规定值时，动作于信号或跳闸停机。频率异常保护由低频保护和过频保护组成，保护中设有低电压和发电机并网状态闭锁，以判别机组是否投入运行。

低频保护通过两个低频定值 f_1 、 f_2 将频率范围分为两个低频率段，且 $f_2 < f_1 < 50\text{Hz}$ 。

一段 $f < f_1$ 时，延时 t_1 动作；

二段 $f < f_2$ 时，延时 t_2 动作；

过频保护原理为防止较长时间系统有功过剩，保护设有两段过频保护，定值 f_3 、 f_4 将频率范围分为两个高频率段 $f_4 > f_3 > 50\text{Hz}$ 。

一段 $f > f_3$ 时，延时 t_3 动作；

二段 $f > f_4$ 时，延时 t_4 动作。

频率异常保护逻辑框图见图 3-13-1：

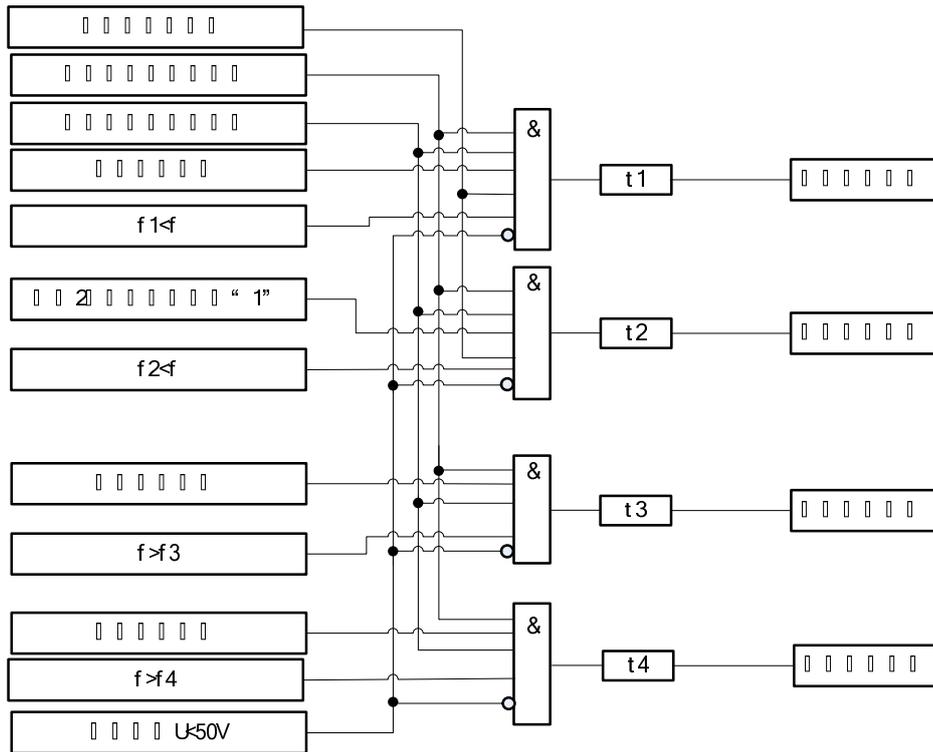


图 3-13-1 频率异常保护逻辑框图

3.3.14 TV 异常判据原理

1) 正序电压小于 30V，同时断路器并网或任一相电流大于 $0.04I_e$ (I_e 为 TA 二次额定负荷电流)。

2) 负序电压大于 8V；

满足上述任一条件，且负序电流、零序电流都小于 $0.24I_e$ ，同时三相电流都小于 $1.2I_e$ 时 (大于 $1.2I_e$ 时 TV 异常闭锁保护功能返回)，延时 10s 报 TV 异常，发 TV 异常告警信号。

3) 若负序电压大于 12V，负序电压大于 4 倍正序电压时，判为接线相序错误，报 TV 异常。

三相正序电压大于 45V 且负序电压小于 6V，认为电压已恢复正常保护返回或三相无压无流并且无并网开入，保护返回。

在 TV 异常期间，根据整定控制字选择是否闭锁有关保护判据，各保护有详细说明。

3.3.15 发电机并网开入方式选择

为满足工程应用的灵活性，WFB-822C 装置使用控制回路时，可不用单独在 CPU 插件 (端子 N21) 处开入发电机机端断路器辅助接点，并网开入接点可以由合位状态开入替代使用 (对应并网开入方式选择控制字设定为 0)。WFB-822C 装置没有使用该控制回路时，必须在 CPU 插件 (端子 N21) 处开入发电机机端断路器合闸辅助接点，表示发电机已经投入运行，以保证保护正常工作 (对应并网开入方式选择控制字设定为 1)。两开入量可通过控制字控制切换使用 (见逻辑图)，其中 TV 异常、低电压、低频、三次谐波定子接地方案二等保护需要使用该开入量。

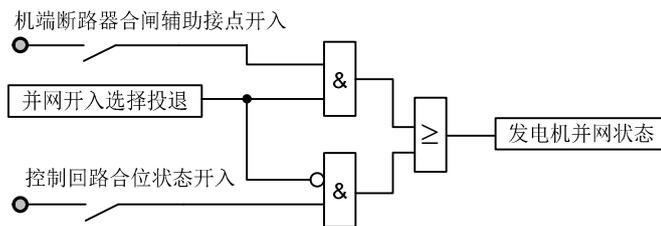


图 3-15-1 并网开入方式选择逻辑框图

3.3.16 发变组比率制动式差动保护（两侧）

比率制动式差动保护能反映发电机变压器组内部相间短路故障、变压器匝间短路故障，既考虑励磁涌流，同时也考虑 TA 异常、TA 饱和、TA 暂态特性不一致的情况。由于变压器联结组不同和各侧 TA 变比的不同，各侧电流幅值相位也不同，保护利用数字的方法对变比和相位进行补偿（具体方法参见 4.1.16 节内容），以下说明均基于已消除各侧电流变比及相位差异的基础上。

比率差动动作方程：

$$\begin{cases} I_{op} > I_{op.0} & (I_{res} \leq I_{res.0}) \\ I_{op} \geq I_{op.0} + S(I_{res} - I_{res.0}) & (I_{res.0} < I_{res}) \end{cases}$$

I_{op} 为差动电流， $I_{op.0}$ 为差动最小动作电流整定值， I_{res} 为制动电流， $I_{res.0}$ 为最小制动电流整定值， S 为比率制动系数整定值，各侧电流的方向都以指向变压器为正方向。

动作电流： $I_{op} = |I_1 + I_2|$ ，制动电流： $I_{res} = |I_1 - I_2|/2$

I_1 ， I_2 分别为变压器高压侧、发电机中性点侧电流互感器二次侧的电流。

比率差动动作特性如图 3-16-1 所示：

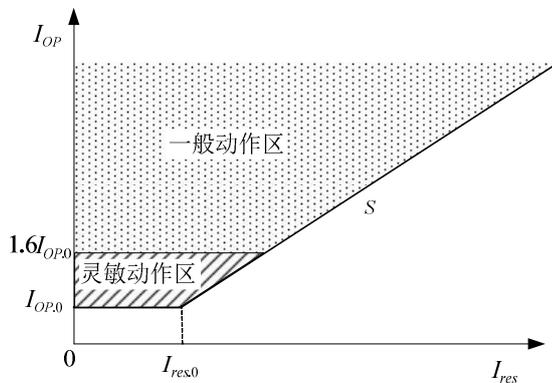


图 3-16-1 比率差动动作特性

比率差动保护逻辑图如图 3-16-2 所示：

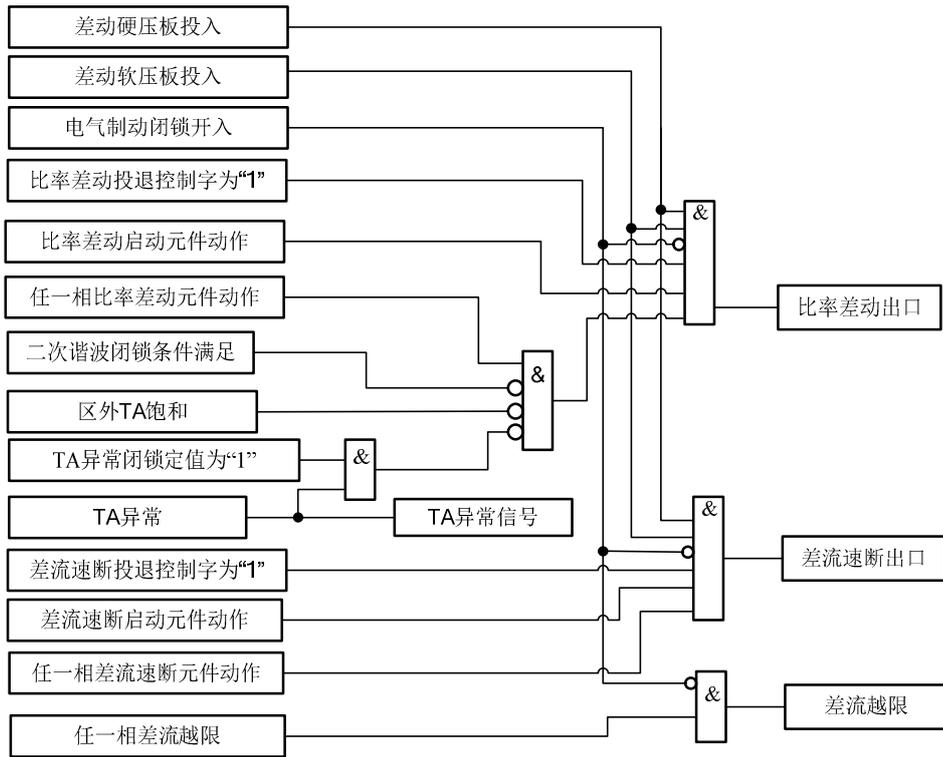


图 3-16-2 比率差动保护逻辑图

比率差动启动条件：

当差动电流大于 0.18 倍的基准电流时，比率制动式差动启动元件动作。

励磁涌流判据：

变压器投切时，励磁涌流中往往有一相含有大量的二次谐波。装置在采用二次谐波“或”闭锁。

$$\text{方程： } I_{op,2} > K_2 * I_{op,1}$$

式中： $I_{op,2}$ 为差流中的二次谐波， $I_{op,1}$ 为差流中的基波， K_2 为二次谐波系数。

如果某相差流满足上式，同时闭锁三相差动保护。

TA 饱和判据：

可以防止发生区外故障 TA 饱和时可能引起的比率制动式差动保护误动作。保护采用虚拟制动量的 TA 饱和识别专利技术，既能有效防止区外故障保护误动作，又能保证在区内故障及区外故障发展成为区内故障时保护的快速动作。

TA 异常判据：

TA 异常判据分为两种情况，一种为未引起差动保护启动的 TA 异常判别，一种为引起差动保护启动的 TA 异常判别。

引起差动保护启动的 TA 异常判别：

- 1) 本侧三相电流中至少一相电流不变；
- 2) 差流小于 1.2 倍的额定电流（基准电流）；
- 3) 任意一相电流为零。

未引起差动保护启动差动保护的 TA 异常判别：

满足下列条件认为 TA 异常，延时 10s 发 TA 异常信号：

- 1) 零序电流大于 0.1 倍的额定电流（基准电流）；

- 2) 最大相电流小于 0.35 倍的额定电流（基准电流）；
- 3) 任意一相电流为零。

通过定值“TA 异常闭锁差动”控制 TA 异常判别出后是否闭锁差动保护。当“TA 异常闭锁差动”整定为“0”时，判别出 TA 异常后不闭锁差动保护，整定为“1”时，判别出 TA 异常后闭锁差动保护。

差流速断保护：

发变组内部发生严重故障时，差流速断保护快速切除故障。当任一相差流大于差动速断整定值时保护瞬时动作于跳闸。

速断启动条件：采用差流大于 0.18 倍基准电流时，差流速断启动元件动作。

差流越限保护：

当任一相差流电流满足差流越限动作值（差动最小动作电流定值的 0.5 倍）时差流越限保护延时 5s 动作，报差流越限信号。

3.3.17 复压过流保护

高压侧复压过流保护作为变压器的后备保护，保护由复合电压元件、三相过流元件“与”构成，保护配有两段各两时限。

1) 复合电压元件

满足下列条件之一时，复合电压元件动作。

$$U_1 < U_{op} \quad U_{op} \text{ 为低电压整定值, } U_1 \text{ 为三个线电压中最小的一个;}$$

$$U_2 > U_{2.op} \quad U_{2.op} \text{ 为负序电压整定值, } U_2 \text{ 为负序电压 (取相电压值)。}$$

2) 过流元件

过流元件接于电流互感器二次三相回路中，当任一相电流满足下列条件时，保护动作。

$$I > I_{op} \quad I_{op} \text{ 为动作电流整定值。}$$

3) TV 异常复压闭锁

机端 TV 出现异常时，复合电压是否动作取决于“TV 异常复压闭锁元件”控制字的整定。“TV 异常复压闭锁元件”控制字的整定及含义：

TV 异常复压闭锁元件为“1”—TV 异常后闭锁复压元件判据判别，闭锁保护动作；

TV 异常复压闭锁元件为“0”—TV 异常后复压元件满足动作条件，保护为过流保护。

复压过流保护逻辑框图见图 3-17-1：

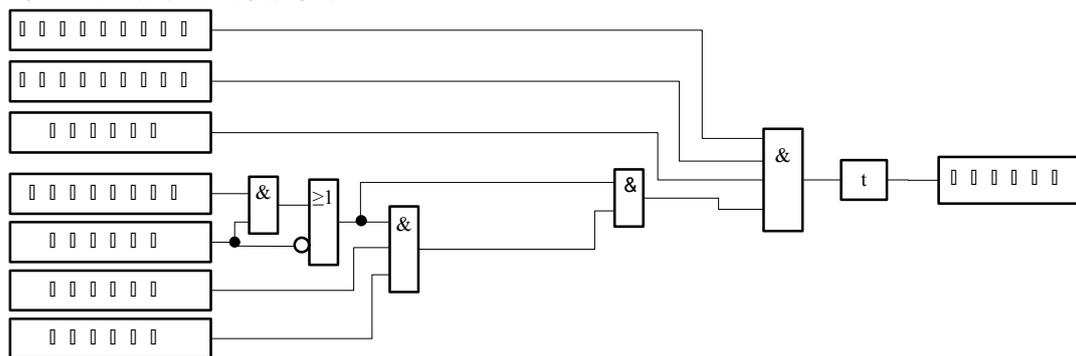


图 3-17-1 复压过流保护逻辑框图

3.3.18 过负荷（有载调压闭锁、通风启动）保护

装置设有三个保护分别对应这三项功能，取最大相电流作为判别。装置给出通风启动触点，有载调压闭锁触点，逻辑框图如图 3-18-1 所示：

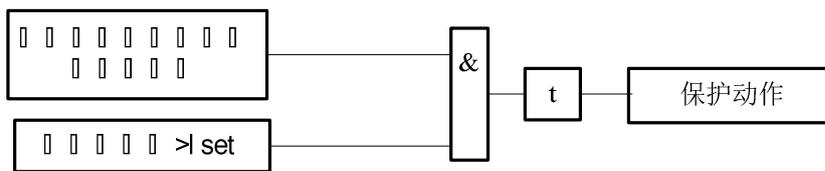


图 3-18-1 过负荷（有载调压闭锁、通风启动）保护逻辑图

工程中有通风启动、有载调压闭锁保护时，只能选择整定 5、6、7 三路出口用于启动通风或闭锁，该组出口不再作为跳闸使用。需要将电源插件中对应出口的跳针功能去除（出口 5 对应短接插针 S1，出口 6 对应短接插针 S2，出口 7 对应短接插针 S3），保护动作时，发相应报告对应出口接点闭合，不点面板的告警灯或跳闸灯。

3.3.19 接地告警保护

接地告警保护主要用于防止变压器高压侧（不直接接地系统）长期接地运行，进而引起设备损坏。保护取零序电压，当零序电压大于整定值，保护短延时告警，逻辑框图如图 3-19-1 所示：

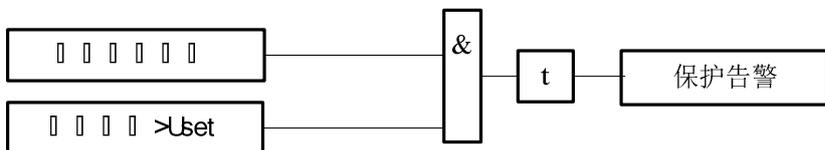


图 3-19-1 接地告警保护逻辑框图

3.3.20 本体（非电量）保护说明

WFB-822C/R2 版本保护装置不需要延时跳闸的本体保护直接发信号，直接通过硬压板去跳闸，CPU 存储本体保护的动作用息，可通过通信将信息传至监控系统，需要通过 CPU 处理的冷却器故障保护逻辑见图 3-20-1。

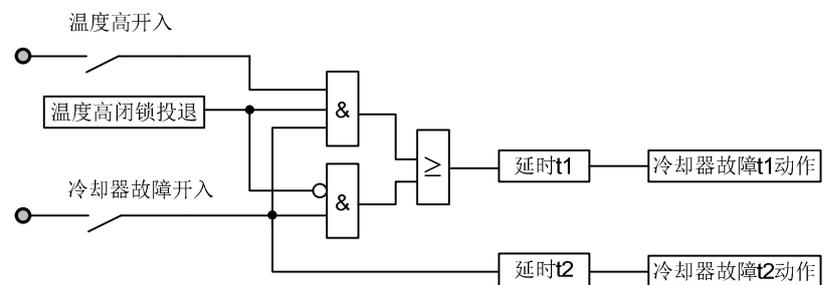


图 3-20-1 冷却器故障保护逻辑框图

WFB-821C 保护装置接到开入量保护后，发告警事件，CPU 存储本体保护的开入信息，经过延时（可整定）后可直接通过跳闸矩阵（可自由设置）去跳闸，也可只发告警信号，并通过通信系统传至监控系统。

3.3.21 控制回路异常告警

装置采集断路器的跳位和合位，当电源正常、断路器位置辅助接点正常时，必然有一个跳位或合位，否则经延时 2s 报“控制回路异常”告警信号（可投退）。控制回路异常告警时不闭锁其它保护。

3.3.22 弹簧未储能、压力异常告警

装置设有机构弹簧未储能或压力异常开入，为适应不同机构储能延时的情况带有弹簧储能时间定值，装置收到开入后若弹簧储能时间超过定值则发告警信号，压力异常开入延时 2s 发告

警信号。机构弹簧未储能时，操作回路闭锁接点自动闭锁合闸操作，压力异常开入时操作回路自动闭锁跳合闸操作（自动闭锁由回路接线完成）。

3.3.23 装置故障告警

保护装置的硬件发生故障（包括：开出回路断线或击穿，A/D 自检出错，EEPROM 出错等），装置的 LCD 可以显示故障信息，并闭锁保护，同时发装置故障告警信号。

3.3.24 测控功能

遥测：装置的测量回路有 1 路独立的交流输入接测量 TA。测量 IA、IB、IC、UA、UB、UC、P、Q、COSΦ、机端 3U0 等。

遥信：保护动作信号及断路器位置遥信、开入遥信等。

遥控：远方控制跳、合闸、压板投退、修改定值等。

3.3.25 保护报告

WFB-821C/R1 保护报告列表

序号	保护告警（事件）	保护故障（SOE）
1	TA 异常	发电机比率差动
2	差流越限	横差一段
3	励磁过负荷	横差二段
4	机组故障	励磁过流速断
5	励磁故障	励磁过流
6	温度高	保护启动（总）
7	开入一	大电流闭锁差动
8	开入二	
9	开入三	
10	装置故障	
11	保护长期启动	
12	GPS 开入消失	

WFB-821C/R2 保护报告列表

序号	保护告警（事件）	保护故障（SOE）
1	TA 异常	发变组比率差动
2	差流越限	发变组差流速断
3	励磁过负荷	横差一段
4	TV 异常	横差二段
5	（主变）通风启动	励磁过流速断
6	有载调压（闭锁）	励磁过流
7	（主变）过负荷	复压过流一段 t1
8	（主变）接地告警	复压过流一段 t2
9	机组故障	复压过流二段 t1
10	励磁故障	复压过流二段 t2
11	温度高	保护启动（总）
12	热工保护	
13	开入一	
14	装置故障	
15	保护长期启动	
16	GPS 开入消失	

序号	保护告警（事件）	保护故障（SOE）
1	失磁一段	基波定子接地
2	逆功率一段	零序电流一段
3	过负荷定时限	零序电流二段
4	转子一点高值	转子一点低值
5	三次谐波定子接地	转子两点接地
6	TV 异常	负序过流一段
7	控制回路异常	负序过流二段
8	弹簧未储能	过流一段
9	控制回路压力异常	过流二段
10	装置故障	失磁二段
11	保护长期启动	失磁三段
12	GPS 开入消失	过电压
13		低电压
14		过频一段
15		过频二段
16		低频一段
17		低频二段
18		保护启动（总）

WFB-822C/R2 保护报告列表

序号	保护告警（事件）	保护故障（SOE）
1	失磁一段	基波定子接地
2	逆功率一段	零序电流一段
3	过负荷定时限	零序电流二段
4	转子一点高值	转子一点低值
5	三次谐波定子接地	转子两点接地
6	TV 异常	负序过流一段
7	控制回路异常	负序过流二段
8	弹簧未储能	过流一段
9	控制回路压力异常	过流二段
10	轻瓦斯	失磁二段
11	重瓦斯	失磁三段
12	油位异常	过电压
13	冷却器故障	低电压
14	冷却器故障 t1	过频一段
15	冷却器故障 t2	过频二段
16	温度高	低频一段
17	压力释放	低频二段
18	开入一	保护启动（总）
19	开入二	
20	开入三	
21	装置故障	
22	保护长期启动	
23	GPS 开入消失	

3.3.26 模拟量信息

WFB-821C/R1 (R2) 模拟量录波数据表：

序号	模拟量名称 R1	模拟量名称 R2
1	机端 Ia	主变 Ia
2	机端 Ib	主变 Ib
3	机端 Ic	主变 Ic
4	中性点 Ia	中性点 Ia
5	中性点 Ib	中性点 Ib
6	中性点 Ic	中性点 Ic
7	横差电流	横差电流
8	励磁 Ia	励磁 Ia
9	励磁 Ic	励磁 Ic
10	机端 Ua	主变 Ua
11	机端 Ub	主变 Ub
12	机端 Uc	主变 Uc
13	机端 3U0	主变 3U0
14	匝间 3U0	备用 3U0

WFB-822C/R1 (R2) 模拟量录波数据表 :

序号	模拟量名称
1	测量 Ia
2	测量 Ib
3	测量 Ic
4	零序电流
5	机端 Ua
6	机端 Ub
7	机端 Uc
8	切换电压
9	励磁电压
10	保护 Ia
11	保护 Ib
12	保护 Ic
13	机端 3U0
14	中性点 3U0

4 装置使用说明

4.1 定值整定

保护整定计算内容仅供为参考，具体整定计算参见相关规程和《大型发电机变压器继电保护整定计算导则》。

4.1.1 发电机比率差动保护

发电机二次额定电流 I_e 计算：

$$I_{gn} = \frac{P_n}{\cos\varphi\sqrt{3}U_{gn}}$$

一次额定电流：

$$I_e = \frac{I_{gn}}{n_{TA}}$$

二次额定电流:

式中: P_n 为发电机额定容量; $\cos\varphi$ 为发电机功率因数。 U^{gn} 为发电机机端额定线电压; I_{gn} 为发电机一次额定电流; n_{TA} 为电流互感器变比。

差动保护的最小动作电流和最小制动电流的定值是标么值 (以额定电流 I_e 为基准)。

最小动作电流 $I_{op.0}$ 整定:

$I_{op.0}$ 为差动保护的最小动作电流值, 按照躲过正常发电机额定负荷下的最大不平衡电流整定。

$$I_{op.0} = K_{rel} \times 2 \times 0.03 I_{gn} / n_a \text{ 或 } I_{op.0} = K_{rel} I_{unb.0}$$

式中: K_{rel} 为可靠系数, 取 1.5; I_{gn} 为发电机一次额定电流;

$I_{unb.0}$ 为发电机额定负荷状态下, 实测差动保护中的不平衡电流。

根据上面计算 $I_{op.0}$ 计算值一般偏小, 因此, 一般可取 $I_{op.0} = 0.5 I_e$ 。

最小制动电流 $I_{res.0}$: 一般取 $I_{res.0} = (0.8 \sim 1.0) I_e$ 。

比率制动系数 S 整定:

发电机外部短路, 差动保护的最大不平衡电流:

$$I_{unb.max} = K_{op} K_{cc} K_{er} I_{K.max}^{(3)}$$

式中: K_{ap} 为非周期分量系数, 取 1.5~2.0; K_{cc} 为互感器同型系数, 取 0.5; K_{er} 为互感器比误差系数, 取 0.1; $I_{K.max}^{(3)}$ 为最大外部三相短路电流周期分量的二次电流值。

按最大外部短路电流下差动保护不误动为条件, 对应的最大动作电流 $I_{op.max}$ 二次电流值为:

$$I_{op.max} = K_{rel} I_{unb.max}$$

式中: K_{rel} 为可靠系数, 取 1.3~1.5。

比率制动系数 S 为:

$$S = \frac{I_{op.max} - I_{op.0}}{I_{max}^{(3)} - I_{res.0}}$$

按上述原则整定的比率制动特性, 当发电机机端两相金属性短路时, 差动保护的灵敏系数一定满足 $K_{sen} \geq 2.0$ 的要求。

比例制动系数一般可取 0.5。

4.1.2 横差保护

横差保护动作电流值整定:

$$I_{set} = K_{rel} \cdot K_{aper} \cdot \sqrt{I_{unb.1.max}^2 + (I_{unb.3.max} / K_3)^2}$$

K_{rel} 为可靠系数, 取 1.3~1.5;

K_{aper} 为暂态系数取 2;

$I_{unb.1.max}$ 为最大外部短路电流时横差 TA 二次侧输出端的基波零序不平衡电流;

$I_{unb.3.max}$ 为最大外部短路电流时横差 TA 二次侧输出端（未经过三次谐波阻波器过滤的）三次谐波不平衡电流；

$I_{unb.1.max}$ 及 $I_{unb.3.max}$ 都可通过机端常规短路试验（ $I \leq I_e$ ）曲线的延伸而获得；

K_3 为三次谐波滤过比，保护装置 $K_3 \geq 100$ 。

由上式计算出的 I_{set} 值可作为保护实际动作电流一段定值，延时一般可整定为 1.0s 或根据经验值设定；二段保护作为速动段，动作值可整定为 1.5~2.0 倍的 I_{set} 或根据经验调整。

4.1.3 发电机复压过流保护

低电压元件整定：

低电压元件为最小线电压，按躲过最低运行电压整定。

1) 对于汽轮发电机，动作电压可按下式整定：

$$U_{op} = \frac{0.6U_{gn}}{n_{TV}}$$

2) 对于水轮发电机，动作电压可按下式整定：

$$U_{op} = \frac{0.7U_{gn}}{n_{TV}}$$

式中 U_{gn} 为发电机机端额定电压； n_{TV} 为电压互感器变比。

灵敏系数按主变压器高压侧母线三相短路的条件校验。

$$K_{sen} = \frac{U_{op} n_{TV}}{X_t I_{Kmax}^{(3)}}$$

式中： $I_{Kmax}^{(3)}$ 为主变高压侧母线金属性三相短路时的最大短路电流；

X_t 为变压器电抗，取 $X_t = Z_t$ 。

要求灵敏系数 $K_{sen} \geq 1.2$ 。低电压元件的灵敏系数不满足要求时，可在主变压器高压侧增设低电压元件。

负序电压元件整定：

负序电压元件应按躲过正常运行时出现的不平衡电压整定，一般取：

$$U_{2op} = \frac{(0.06 \sim 0.08)U_{gn}}{n_{TV}}$$

式中： U_{gn} 为发电机机端额定电压； n_{TV} 为电压互感器变比。

灵敏系数按主变压器高压侧母线两相短路的条件校验。

$$K_{sen} = \frac{U_{2.min}}{U_{2op} n_{TV}}$$

式中： $U_{2.min}$ 为主变高压侧母线两相短路时，保护安装处的最小负序电压。

要求灵敏系数 $K_{sen} \geq 1.5$ 。

过流元件整定计算：

电流元件按躲过最大负荷电流整定，电流元件的动作电流按发电机额定负荷下可靠返回的条件整定：

$$I_{op} = \frac{K_{rel} I_{gn}}{K_r n_{TA}}$$

式中： K_{rel} 为可靠系数，取 1.3~1.5； K_r 为返回系数，取 0.85~0.95；

I_{gn} 为发电机一次额定电流； n_{TA} 为电流互感器变比。

灵敏系数按主变压器高压侧母线两相短路的条件校验。

$$K_{sen} = \frac{I_{K.min}^{(2)}}{I_{op} n_{TA}}$$

式中： $I_{K.min}^{(2)}$ 为主变高压侧母线两相短路时，流过保护的最小短路电流。

要求灵敏系数 $K_{sen} \geq 1.2$ 。

延时整定：

保护延时：需要躲过振荡过程所需要的时间(一般为 1.0~1.5s)，大于相邻元件主变保护的后备保护延时，小于发电机安全的允许时间。保护投入电流记忆功能时，过流元件启动后最大记忆时间为 10s，保护最大延时应小于 10s。

记忆功能整定：

投入电流记忆功能时，过流元件启动后会记忆 10s 时间，防止机端相间故障时随着电压下降过快，电流下降过快，使保护返回。若保护单独动作跳母联、分段等外部设备时应退出记忆功能，否则保护会扩大跳闸范围。保护分两段记忆功能可单独投退。

4.1.4 定子接地保护

基波零序过电压保护整定：

定值零序电压原则上按躲过正常运行时机端三相电压互感器开口三角绕组的最大不平衡基波零序电压整定，工程应用中整定值须躲过系统高压侧和厂变低压侧接地短路时传递到发电机侧的最大零序不平衡电压。保护经延时动作于跳闸或信号，延时时间一般应大于高压侧接地后备保护（或其它方向选择接地保护）的最大延时时间。

4.1.5 零序（方向）过流定子接地保护整定

保护电流取机端专用零序 TA，机端装设专用 TA 时应注意选取合理的变比。

动作电流值：根据区内、区外故障时（以 TA 安装位置分界）对地电容等参数计算对地零序电流值，按可靠区分区内、外的零序电流值整定。即按可靠躲过机端区外接地故障时的流过专用 TA 的零序电流值整定，以免误动作，保护电流定值最小定值为 5mA。

退出方向元件时，保护为零序过流保护；投入零序方向保护时（取自产 2V 零序电压闭锁方向元件即自产零序电压大于 2V 开放方向元件），需要确定零序 TA 保护接线方向的正确性（装置可通过控制字改变该接线极性），方向保护动作延时根据需要的配合关系设定，或根据经验设定。

零序闭锁电压：取机端 TV 开口三角电压 3U₀，零序电压闭锁元件可投退。

延时时间：取下列两个条件的最小值，即机组的接地故障持续运行承受时间与其它可能的优先级接地保护的配合时间。

4.1.6 三次谐波定子接地保护

三次谐波定子接地保护动作判据为：

$$\text{方案 0: } \left| U_{3s} \right| \geq K' \left| K_p' U_{3n} \right|$$

$$\text{方案 1: } \left| U_{3s} + K_p K_p' U_{3n} \right| \geq K'' \left| K_p' U_{3n} \right|$$

其中 I_{3s} 和 I_{3n} 分别为发电机机端 TV 开口三角绕组和中性点 TV 输出中的三次谐波分量。 K'_p 为中性点 TV 的变比调整系数，按照单相接地故障时中性点开口三角输出二次电压额定值 100V 为基准(和机端折算到统一基准)，不论该实际输出额定二次电压是多少，均按折算到 100V 整定，该值按反比计算后输入。例如实际中性点 TV 输出额定二次电压为 50V 时输入系数为 2，若是输出 200V 时输入系数为 0.5。该值在系统定值“中性点开口三角变比”中整定，没有整定修改时该值为 1。

方案 0 中 K' 为“谐波比系数”，有“并网前谐波比系数”、“并网后谐波比系数”两套定值，根据机组并网前和并网后装置实测的最大三次谐波电压比分别整定(考虑一定可靠系数如 1.5)，采用断路器辅助接点自动切换定值。方案 0 在机组运行时可全程投入。

方案 1 中 K'' 为“方案二谐波比系数”； K'_p 为“矢量系数”(分为幅值和相角两个值)，在机组并网后通过控制字“三次谐波补偿计算投退”由保护装置自动进行计算 K'_p 并在界面显示，用户须将显示值的幅值和相角输入到对应的保护定值项中，需要再次修改该值时，需要先退出，后投入“三次谐波补偿计算投退”后读取显示值。 K'' 一般整定为 0.3~0.5，保护仅在并网后投入使用。

4.1.7 转子接地保护

转子一点接地保护整定：接地电阻整定值取决于正常运行时转子回路的绝缘水平。保护采用乒乓式原理，一般接地电阻高定值可整定为 10kΩ 及以上，延时 5s~10s；接地电阻低定值可整定为 10kΩ 及以下，延时 5s~10s。

转子两点接地保护整定：转子一点接地保护动作后保护装置自动投入转子两点接地保护。转子两点接地保护接地位置变化动作值一般可整定 5%~10%，延时一般可整定为 1.0s~3.0s。

4.1.8 对称过负荷保护

发电机对称过负荷保护主要保护发电机定子绕组的过负荷或外部故障引起的定子绕组过电流，接成三相式，取其中的最大相电流判别，由定时限告警和反时限过负荷、过负荷速断段三部分组成。

定时限告警电流按发电机长期允许的负荷电流能可靠返回的条件整定。

$$I_{op} = \frac{K_{rel} I_{gn}}{K_r n_{TA}}$$

式中： K_{rel} 为可靠系数，取 1.05；

I_{gn} 为发电机一次额定电流； n_{TA} 为电流互感器变比；

K_r 为返回系数，取 0.85~0.95，条件允许时取较大值；

定时限延时

保护延时按躲过后备保护的最大延时整定。

反时限过负荷特性

反时限过流按定子绕组允许的过负荷能力整定，由电机制造厂家提供的定子绕组允许的过负荷能力确定。发电机定子绕组承受过负荷电流允许持续的时间关系为：

$$t = \frac{K}{I_*^2 - (I + \alpha)}$$

式中： K 为定子绕组允许发热时间常数，以电机制造厂家提供的参数为准；

I_* 为以定子额定电流为基准的标么值；

α 为散热常数与定子绕组温升特性和温度裕度有关，一般可取为 0.01~0.02。

反时限启动电流

反时限启动电流 $I_{op.min}$ 按与定时限过负荷保护配合的条件整定：

$$I_{op.min} = K_{C0} I_{op}$$

式中： I_{op} 为定时限启动电流定值； K_{C0} 为配合系数，取 1.05。

反时限延时上限

反时限上限设保护最小延时，与快速保护配合。

反时限延时上限电流 $I_{op.max}$ 按机端三相金属性短路条件整定：

$$I_{op.max} = \frac{I_{gn}}{K_{sat} X_d'' n_{TA}}$$

式中： K_{sat} 为饱和系数，取 0.8；

I_{gn} 为发电机一次额定电流； n_{TA} 为电流互感器变比；

X_d'' 为发电机次暂态电抗(非饱和值)，标么值。

当短路电流小于 $I_{op.max}$ 时，保护按反时限动作特性动作。保护不考虑在灵敏度和动作时限方面与其它相间短路保护的配合。

过负荷速动段按严重过负荷电流判别门槛设定，电流值可根据发电机过负荷曲线的某一特定值确定，用以减少过负荷大电流的持续时间，保护可短延时跳闸。

4.1.9 负序过流保护

保护由两段各一时限组成，负序过流定值由发电机转子表层允许的负序过流能力确定。

负序过流一段延时按和外部有配合设备关系整定，并发告警信号；负序过流二段延时由发电机允许的负序过流承受时间决定。负序过流二段不考虑在灵敏度和动作时限方面与其它相间短路保护的配合。

4.1.10 失磁保护

已知：一台水轮发电机-变压器组经 150km 的 220kV 线路与系统中一枢纽母线相联，该枢纽母线与无限大系统等值发电机间的系统电抗 $X_s^* = 0.025$ (对于基准容量 S_j 为 100MVA 的标么值)。

水轮发电机的额定参数： P_n 为 150MW， U_{gn} 为 15.75kV， $\cos\phi_n$ 为 0.85， X_{d^*} 为 1.09， X_{q^*} 为 0.684， I_{gn} 为 6476A， U_{fd0} 为 180V；

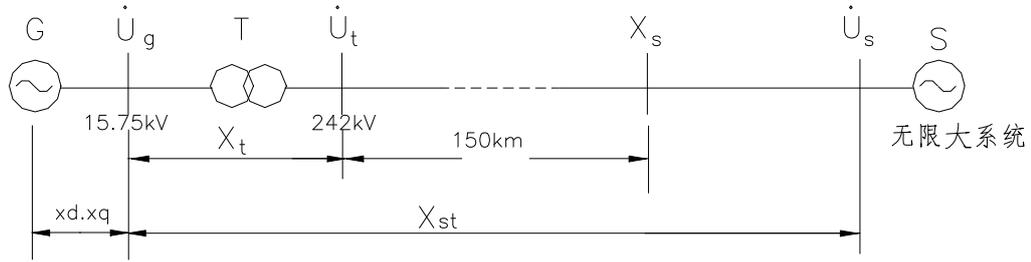
主变的额定参数： S_m 为 180MVA，242/15.75kV，短路电压 U_{k^*} 为 0.13；Y/Δ-11 接线。

机端 TV 变比： $n_{TV} = 15000/100 = 150$ ；

机端 TA 变比： $n_{TA} = 8000/5 = 1600$ 。

求： $U_{fd}(P)$ 元件的整定值 K_{set} 及 P_t 。

解：一次系统图为：



1) 将发电机、变压器、线路、系统电抗等都归算到机端电压 15.75kV 级的有名单位(即欧姆)值。

发电机:

$$X_d = X_{d^*} \times \frac{U_{gn}}{\sqrt{3}I_{gn}} = 1.09 \times \frac{15.75 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6476} = 1.53 \Omega$$

$$(或 X_d = X_{d^*} \times \frac{U_{gn}^2}{\frac{P_n}{\cos \phi_n}} = 1.09 \times \frac{(15.75 \times 10^3)^2}{150 \times 10^6 / 0.85} = 1.53 \Omega)$$

$$X_q = X_{q^*} \times \frac{U_{gn}}{\sqrt{3}I_{gn}} = 0.684 \times \frac{15.75 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6476} = 0.96 \Omega$$

变压器:

$$X_t = U_{k^*} \times \frac{U_{gn}^2}{S_m} = 0.13 \times \frac{(15.75 \times 10^3)^2}{180 \times 10^6} = 0.18 \Omega$$

线路:

$$X_{sl} = 0.4 \times 150 \times \frac{15.75^2}{230^2} = 0.281 \Omega$$

系统等值电抗:

$$X_s = X_{s^*} \times \frac{U_{gn}^2}{S_j} = 0.025 \times \frac{(15.75 \times 10^3)^2}{100 \times 10^6} = 0.062 \Omega$$

发电机机端至无限大系统间的 X_{st} :

$$X_{st} = X_t + X_{sl} + X_s = 0.18 + 0.281 + 0.062 = 0.523 \Omega$$

2) 将上述第(1)项的各值归算到机端 TV、TA 二次侧的值。

$$X_{d(二次)} = X_{d(一次)} \times \frac{N_{TA}}{N_{TV}} = 1.53 \times \frac{1600}{150} = 16.32 \Omega$$

$$X_{st(二次)} = X_{st(一次)} \times \frac{n_{TA}}{n_{TV}} = 0.523 \times \frac{1600}{150} = 5.58 \Omega$$

$$又: U_{s(二次)} = U_{s(一次)} \times \frac{1}{n_{TV}} = 15.75 \times 10^3 \times \frac{1}{150} = 105V$$

$$E_{d0(二次)} = E_{d0(一次)} \times \frac{1}{n_{TV}} = 15.75 \times 10^3 \times \frac{1}{150} = 105V$$

$$空载励磁电压: U_{fd0} = 180V$$

3) 失磁保护整定计算其它事项

失磁保护有关方案中包含的“静稳阻抗”判据的整定计算。其中采用的 X_d 整定值采用：

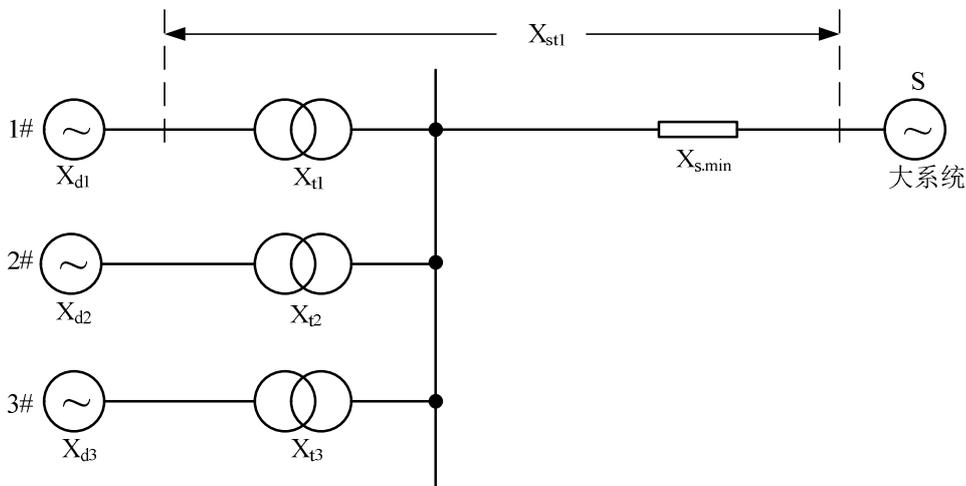
汽轮机： $X_d = 0.8 X_{dm} \times n_{TA} / n_{TV}$

水轮机： $X_d = (X_{dm} + X_{qm}) / 2 \times n_{TA} / n_{TV}$

式中： X_{dm} 为 X_d 的铭牌值； X_{qm} 为 X_q 的铭牌值； n_{TV} 为电压互感器变比； n_{TA} 为电流互感器变比。

建议整定计算中采用的 X_{S1} 等于系统归算到本发电厂主变高压侧母线的系统最小电抗 $X_{S.min}$ （由调度中心告知，对应于最大运行方式）与本发电厂除本发-变组之外其它发-变组的并联电抗相并联的电抗值、再加上本发-变组的主变电抗，即把本发电厂的其它发-变组作为系统的一部分。

例如：



1#发电机失磁保护整定计算中采用的 X_{S1} 值为：

$$X_{S1} = \left[X_{S.min} \parallel \frac{(X_{d2} + X_{t2})(X_{d3} + X_{t3})}{(X_{d2} + X_{t2}) + (X_{d3} + X_{t3})} + X_{t1} \right] \times n_{TA} / n_{TV}$$

式中： $X_{d1} \sim 3$ 为对应机组 X_d 的铭牌值 X_{dm} ； n_{TV} 为电压互感器变比； n_{TA} 为电流互感器变比。“稳态异步阻抗”判据整定计算采用 $0.8 X_{dm}$ 。

异步阻抗整定：“稳态异步阻抗 Z2”判据整定计算采用： $X_d = X_{dm}$ ；

励磁低电压整定：一般可按 0.8 倍空载励磁电压整定；

机端低电压整定：可按厂用电要求或对系统电压的影响，综合考虑整定；

保护延时整定：主要考虑阻抗躲过区外系统振荡的影响来整定。

4.1.11 过电压保护

定子过电压保护定值，应根据发电机制造厂提供的允许过电压能力或定子绕组绝缘状况决定。

1) 对于汽轮发电机，动作电压可按下式整定：

$$U_{op} = \frac{1.3U_{gn}}{n_{TV}}$$

2) 对于水轮发电机，动作电压可按下式整定：

$$U_{op} = \frac{1.5U_{gn}}{n_{TV}}$$

3) 对采用可控硅励磁的水轮发电机，动作电压可按下式整定：

$$U_{op} = \frac{1.3U_{gn}}{n_{TV}}$$

式中： U_{gn} 为发电机机端额定电压； n_{TV} 为电压互感器变比。
保护延时按设备承受能力或按经验值整定。

4.1.12 逆功率保护

动作功率整定按： $P_{op} = K_{rel}(P_1 + P_2)$

式中： K_{rel} 为可靠系数，取 0.5~0.8；

P_1 为汽轮机在逆功率运行时的最小损耗，一般取额定功率的 2%~4%；

P_2 为发电机在逆功率运行时的最小损耗，一般取为 $(1-\eta)P_{gn}$ ， P_{gn} 为发电机额定容量；
 η 为发电机效率，一般取 98.6%~98.7%。

上述定值的计算是基于主汽门关闭情况良好(无泄漏)为前提条件的，若主汽门不能完全关闭，上述定值应根据实际情况调整，以免造成保护拒动。

对于水轮机，为防止因逆功率运行引起水轮机叶片损伤和机组剧烈震动，逆功率定值不宜过大，可取额定功率的 2%~3%或根据运行试验或经验值整定。

4.1.13 频率异常保护

整定原则：对 300MW 及以上的汽轮机，运行中允许其频率变化的范围为 48.5~50.5Hz。低于 48.5Hz 或高于 50.5Hz 时，累计允许运行时间和每次允许的持续运行时间国内尚未正式的统一规定，应综合考虑发电机组和电力系统的要求，并根据制造厂家提供的技术参数确定。保护可动作于信号。当低频保护需要动作于发电机解列时，其低频段的动作频率和延时应注意与电力系统的低频减载装置进行协调。一般情况下，应通过低频减载装置减负荷，使系统频率及时恢复，以保证机组的安全；仅在低频减载动作后频率仍未恢复，从而危及机组安全时才进行机组的解列。因此，要求在电力系统减载过程中不应解列发电机，防止出现频率连锁恶化的情况。

对于小型机组可根据本机组的实际运行工况，设定频率异常保护，但应满足电力系统的运行要求。

4.1.14 过流保护

过流元件按躲过最大负荷电流整定。作为防止外部相间短路引起的变压器过流和内部相间短路的后备保护。

$$I_{op} = \frac{K_{rel} I_{L.max}}{K_r n_{TA}}$$

式中： K_{rel} 为可靠系数，取 1.2~1.3； K_r 为返回系数，一般取 0.85~0.95；

$I_{L.max}$ 为最大负荷电流； n_{TA} 为电流互感器变比。

4.1.15 过负荷保护

定时限过负荷保护的电流元件按正常运行额定励磁电流下能可靠返回的条件整定，动作电流应按躲过绕组的额定电流整定，按下式计算：

$$I_{op} = \frac{K_{rel} I_N}{K_r n_{TA}}$$

式中： K_{rel} 为可靠系数，取 1.05； K_r 为返回系数，一般取 0.85~0.95；

I_N 为被保护绕组的额定电流； n_{TA} 为电流互感器变比。

4.1.16 TV 异常保护

TV 异常保护，需确定 TV 异常后，确定相关保护的闭锁设置，当电流大于相应设备最大负荷电流的 1.2 倍时，认为是故障状态，TV 异常返回，自动开放闭锁。

4.1.17 比率制动差动保护

平衡系数的计算：

TA 的二次侧均接成“Y”型，根据设备参数输入设备参数：变压器额定容量 S_n ；变压器高压侧、低压侧的实际运行线电压 U_h 、 U_l 。高压侧、低压侧的 TA 变比 N_{ha} 、 N_{la} 。装置根据输入的参数自动计算两侧平衡系数。

比率差动保护各侧电流相位差的补偿：

变压器各侧 TA 二次采用星形接线，二次电流直接接入本保护装置。各侧电流的方向都指向变压器为正方向。

各 TA 二次电流相位由软件自动调整，装置采用“Y→△”方式，调整差流平衡。例如对于“Y/△-11”的接线，校正方法如下：

对 Y 侧电流：

$$\dot{I}'_a = (\dot{I}_{aY} - \dot{I}_{bY}) / \sqrt{3} ;$$

$$\dot{I}'_b = (\dot{I}_{bY} - \dot{I}_{cY}) / \sqrt{3} ;$$

$$\dot{I}'_c = (\dot{I}_{cY} - \dot{I}_{aY}) / \sqrt{3} ;$$

\dot{I}_{aY} 、 \dot{I}_{bY} 、 \dot{I}_{cY} 为 Y 侧 TA 二次电流， \dot{I}'_a 、 \dot{I}'_b 、 \dot{I}'_c 为校正后的各相电流。

I_b 为计算平衡系数的二次侧基准电流，一般取变压器额定容量下高压侧的二次电流。

差动保护的最小动作电流和最小制动电流的定值是标么值（以基准侧电流 I_b 为基准）。

最小动作电流 $I_{op.0}$ ：

$I_{op.0}$ 为差动保护的最小动作电流，应按躲过变压器额定负载运行时的最大不平衡电流整定，即：

$$I_{op.0} = K_{rel} (f_{i(n)} + \Delta U + \Delta m) I_b$$

式中：

I_b 为变压器基准侧的额定电流归算到 TA 二次侧的值；

K_{rel} 为可靠系数， $K_{rel} = 1.3 \sim 1.5$ ；

$f_{i(n)}$ 为电流互感器在额定电流下的变比误差。 $f_{i(n)} = 0.03 * 2(10P)$ ， $f_{i(n)} = 0.01 * 2(5P)$

ΔU 为变压器分接头调节引起的误差（相对于额定电压的百分数）；

Δm 为 TA 和 TAA 变比未完全匹配产生的误差， Δm 一般取 0.05。

一般情况下可取： $(0.5 \sim 0.7)I_b$ 。

最小制动电流的整定

$$I_{res.0} = (0.6 \sim 0.8)I_b。$$

比率制动系数 S 的整定

1) 两圈变压器最大不平衡电流的计算

$$I_{unb.max} = K_{st} K_{aper} f_i I_{s.max} + \Delta U I_{s..max} + \Delta m I_{s.max}$$

式中：

K_{st} 为 TA 的同型系数， $K_{st} = 1.0$

K_{aper} 为 TA 的非周期系数， $K_{aper} = 1.5 \sim 2.0$ (5P 或 10P 型 TA) 或 $K_{aper} = 1.0$ (TP 型 TA)

f_i 为 TA 的比值误差， $f_i = 0.1$ ；

$I_{s.max}$ 为流过靠近故障侧的 TA 的最大外部短路周期分量电流；

Δm 为由于两侧的 TA (包括 TAA) 变比不完全匹配而产生的误差，初选可取 $\Delta m = 0.1$ ；

比率制动系数 S 为：

$$S = \frac{K_{rel} I_{unb.max} - I_{op.0}}{I_{res.max} - I_{res.0}}$$

根据上式计算来整定的 S 值，一般取 0.4~0.7。

谐波制动的整定

利用二次谐波来防止励磁涌流误动的差动保护，二次谐波制动比表示差流中的二次谐波分量与基波分量的比值。一般二次谐波制动比可整定为 15%~20%。

差流速断

为了加速切除变压器严重的内部故障，增设差流速断保护，其动作电流按照躲过初始励磁涌流或外部短路最大不平衡电流来整定，即：

$$I_{op} = KI_n / n_{TA} \text{ 或 } I_{op} = K_{rel} I_{unb.max}$$

式中： I_n 为变压器额定电流， n_{TA} 为电流互感器变比；

K_{rel} 为可靠系数， $I_{unb.max}$ 为外部短路最大不平衡电流；

K 为倍数，视变压器容量和系统电抗大小，一般动作电流取 4~8 倍额定电流，或根据经验值设定。

差流速断保护灵敏度系数应按正常运行方式下保护安装处两相金属性短路计算，要求灵敏度系数不小于 1.2。

整定时定值换算为对应标么值 (以变压器额定电流为基准)。

4.1.18 复压过流

过流元件整定计算：

电流元件按躲过变压器的额定电流整定，电流元件的动作电流按下式整定：

$$I_{op} = \frac{K_{rel} I_N}{K_r n_{TA}}$$

式中： K_{rel} 为可靠系数，取 1.2~1.3； K_r 为返回系数，取 0.85~0.95；

I_N 为变压器一次额定电流； n_{TA} 为电流互感器变比。

灵敏系数按下式校验

$$K_{sen} = \frac{I_{K.min}^{(2)}}{I_{op} n_{TA}}$$

式中： $I_{K.min}^{(2)}$ 为后备保护末端两相金属性短路时，流过保护安装点的最小短路一次电流。

要求 $K_{sen} \geq 1.3$ (近后备)或 1.2(远后备)。

低电压元件整定：

低电压元件为最小线电压，按躲过电动机自启动时的电压整定。

1) 当低电压继电器由变压器低压侧电压互感器供电时，动作电压可按下式整定：

$$U_{op} = \frac{(0.5 \sim 0.6)U_N}{n_{TV}}$$

2) 当低电压继电器由变压器高压侧电压互感器供电时，动作电压可按下式整定：

$$U_{op} = \frac{0.7U_N}{n_{TV}}$$

式中 U_N 为额定线电压； n_{TV} 为电压互感器变比。

低电压继电器的灵敏系数按下式校验

$$K_{sen} = \frac{U_{op}}{U_{r.max}/n_{TV}}$$

式中： $U_{r.max}$ 为计算运行方式下，灵敏系数校验点发生金属性相间短路时，保护安装处的最高残压。

要求 $K_{sen} \geq 1.3$ (近后备)或 1.2(远后备)。在校验电流继电器和低电压继电器的灵敏系数时，应分别采用各自的不利正常系统运行方式和不利的短路类型。当低电压继电器灵敏系数不够时，可在变压器各侧装设低电压继电器。

3) 对发电厂中的升压变压器，当低电压继电器由发电机侧电压互感器供电时，还应考虑躲过发电机失磁运行时出现的低电压，动作电压可按下式整定：

$$U_{op} = \frac{(0.5 \sim 0.6)U_N}{n_{TV}}$$

式中 U_N 为额定线电压； n_{TV} 为电压互感器变比。

负序电压元件整定：

负序电压元件应按躲过正常运行时出现的不平衡电压整定，不平衡电压通过实测确定，当无实测值时，根据现行规程的规定可取：

$$U_{2op} = \frac{(0.06 \sim 0.08)U_N}{n_{TV}}$$

式中： U_N 为额定线电压； n_{TV} 为电压互感器变比。

灵敏系数按主变压器高压侧母线两相短路的条件校验

$$K_{sen} = \frac{U_{2.min}}{U_{2op} n_{TV}}$$

式中： $U_{2.min}$ 为后备保护末端两相金属性短路时，保护安装处的最小负序电压值。

要求 $K_{sen} \geq 2.0$ (近后备)或 1.5(远后备)。

4.1.19 接地告警保护

保护装设在主变高压侧（不接地系统），按躲过 TV 开口三角的最大不平衡电压值整定，作

为变压器高压侧单相接地保护，保护动作于告警。

4.2 保护投退及定值

注：由于发电机保护定值参数不轻易修改，为防止现场运行中误切定值区的问题，装置固定一个定值区。整定时，未使用的保护功能应退出控制字，使用的保护功能投入控制字，并对相关的电流、电压及延时定值进行整定。

4.2.1 WFB-821C/R1 装置定值

序号	保护定值名称	定值范围	说明
1	发电机差动控制字	组合控制字	0: 退出 1: 投入
2	保护方案选择控制	0-1-2	0: 循环闭锁 1: 三取一 2: 三取二
3	最小动作电流	0.2~1.5	以额定电流 I_e 为基准标么值,可取 0.5
4	最小制动电流	0.5~2.0	以额定电流 I_e 为基准标么值,可取 0.8
5	比率制动系数	0.3~0.7	可取 0.5
6	差流越限电流	0.1~0.5	
7	差流越限延时	0.1 s~100.0s	
8	横差一段投退	0-1	0: 退出 1: 投入
9	横差一段电流	0.1A~20.0A	
10	横差一段延时	0.1 s~100.0s	
11	横差二段投退	0-1	0: 退出 1: 投入
12	横差二段电流	0.1A~50.0A	
13	励磁保护控制字	组合控制字	0: 退出 1: 投入
14	过流速断动作电流	0.1A~50.0A	
15	过流动作电流	0.1A~50.0A	
16	过流延时	0.1 s~100.0s	
17	过负荷动作电流	0.1A~50.0A	
18	过负荷延时	0.1 s~100.0s	
19	非电量保护控制字	组合控制字	0: 退出 1: 投入
20	机组故障延时	0s~5000.0s	
21	励磁故障延时	0s~5000.0s	
22	温度高延时	0s~5000.0s	
23	开入一延时	0s~5000.0s	
24	开入二延时	0s~5000.0s	
25	开入三延时	0s~5000.0s	
序号	系统定值名称	定值范围	说明
1	GPS 脉冲监视投	0-1	0: 退出 1: 投入
2	额定电流	0.1A~10.0A	运行设备的额定负荷电流 I_e
3	长期启动告警投退	0-1	0: 退出 1: 投入
4	长期启动延时	2.0s~5000.0s	
5	机端电流额定	1A-5A	1A、5A 二次 TA 规格选择，默认为 5A，装置型号确定后不需要另行整定。
6	中性点电流额定	1A-5A	
7	横差电流额定	1A-5A	
8	励磁 A 相电流额定	1A-5A	
9	励磁 C 相电流额定	1A-5A	
10	大电流闭锁差动投退	0-1	0: 退出 1: 投入，无该保护投时必须为 0

11	闭锁电流	2-20	该定值为二次额定负荷电流 I_e 的倍数。
----	------	------	-------------------------

4.2.2 WFB-821C/ R1 装置组合控制字定值

例如：发电机差动保护控制字，表示比率差动投入，差流越限投入，其它保护退出，装置自动计算该值为 0003。

序号	定值名称	定值范围	说明
1	发电机差动控制字	0~0xFFFF	0: 退出 1: 投入
	比率差动投退	0-1	
	差流越限投退	0-1	
	TA 异常投退	0-1	
	TA 异常闭锁差动	0-1	
2	励磁保护控制字	0~0xFFFF	0: 退出 1: 投入
	励磁过流速断投退	0-1	
	励磁过流投退	0-1	
	励磁过负荷投退	0-1	
3	非电量控制字	0~0xFFFF	0: 退出 1: 投入
	机组故障投退	0-1	
	励磁故障投退	0-1	
	温度高投退	0-1	
	开入一投退	0-1	
	开入二投退	0-1	
	开入三投退	0-1	

4.2.3 WFB-821C/R2 装置系统定值

序号	定值名称	定值范围	说明
1	主变额定容量	0.01MVA ~ 400.0MVA	运行设备的额定容量
2	主变接线钟点数	0-2	0: 12 点; 1: 1 点; 2: 11 点
3	高压侧接线型式	1-2	一次侧绕组 1: 星接; 2: 角接
4	低压侧接线型式	1-2	一次侧绕组 1: 星接; 2: 角接
5	高压侧线电压	1.0~120.0	单位 kV, 实际长时间运行值
6	低压侧线电压	1.0~40.0	单位 kV, 实际长时间运行值
7	高压侧 TA 变比	1.0~10000.0	
8	中性点 TA 变比	1.0~10000.0	
9	GPS 脉冲监视投退	0-1	0: 退出 1: 投入
10	长期启动告警投退	0-1	0: 退出 1: 投入
11	长期启动延时	2s~5000.0s	

4.2.4 WFB-821C/R2 装置保护定值

序号	定值名称	定值范围	说明
1	发变组差动控制字	组合控制字	0: 退出 1: 投入, (装置自动计算结果)
2	最小动作电流	0.2~1.5	以额定电流 I_e 为基准标么值,可取 0.5
3	最小制动电流	0.5~2.0	以额定电流 I_e 为基准标么值,可取 0.8
4	比率制动系数	0.3~0.7	可取 0.5
5	二次谐波制动系数	0.1~0.5	
6	差流速断定值	2.0~15.0	以额定电流 I_e 为基准标么值
7	差流越限电流	0.1A~5.0A	

8	差流越限延时	0.1s~100.0s	
9	横差一段投退	0-1	0: 退出 1: 投入
10	横差一段电流	0.1A~20.0A	
11	横差一段延时	0.1s~100.0s	
12	横差二段投退	0-1	0: 退出 1: 投入
13	横差二段电流	0.1A~20.0A	
14	励磁保护控制字	组合控制字	0: 退出 1: 投入
15	过流速断动作电流	0.1A~50.0A	
16	过流动作电流	0.1A~50.0A	
17	过流延时	0.1s~100.0s	
18	过负荷动作电流	0.1A~50.0A	
19	过负荷延时	0.1s~100.0s	
20	主变保护控制字	组合控制字	0: 退出 1: 投入
21	复压负序相电压	1.0V~50.0V	
22	复压相间低电压	0.0V~100.0V	
23	过流一段动作电流	0.1A~50.0A	
24	过流一段延时 t1	0.1s~100.0 s	
25	过流一段延时 t2	0.1s~100.0 s	
26	过流二段动作电流	0.1A~50.0A	
27	过流二段延时 t1	0.1s~100.0s	
28	过流二段延时 t2	0.1s~100.0s	
29	主变过负荷电流	0.1A~50.0A	
30	主变过负荷延时	0.1s~100.0s	
31	通风启动动作电流	0.1A~50.0A	
32	通风启动返回系数	0.50~0.97	
33	通风启动延时	0.1s~100.0s	
34	有载调压闭锁电流	0.1A~50.0A	
35	有载调压闭锁延时	0.1s~100.0s	
36	接地告警动作电压	1.0V~50.0V	零序电压
37	接地告警延时	0.1s~100.0s	
38	非电量保护控制字	组合控制字	0: 退出 1: 投入
39	机组故障延时	0s~5000.0s	
40	励磁故障延时	0s~5000.0s	
41	温度高延时	0s~5000.0s	
42	热工保护延时	0s~5000.0s	
43	开入一延时	0s~5000.0s	

4.2.5 WFB-821C/ R2 装置组合控制字定值

例如：发变组差动保护控制字，表示比率差动投入，差流速断投入，其它保护退出时，值为 0003。

序号	定值名称	定值范围	说明
1	发变组差动控制字	0~0xFFFF	装置自动计算结果
	比率差动投退	0-1	0: 退出 1: 投入
	差流速断投退	0-1	
	差流越限投退	0-1	
	TA 异常投退	0-1	
	TA 异常闭锁差动	0-1	

2	励磁保护控制字	0~0xFFFF	装置自动计算结果	
	励磁过流速断投退	0-1	0: 退出 1: 投入	
	励磁过流投退	0-1		
	励磁过负荷投退	0-1		
3	主变保护控制字	0~0xFFFF		装置自动计算结果
	TV 异常投退	0-1	0: 退出 1: 投入	
	TV 异常闭锁复压	0-1	0: 开放 1: 闭锁	
	过流一段复压投退	0-1	0: 退出 1: 投入	
	过流二段复压投退	0-1		
	过流一段 t1 投退	0-1		
	过流一段 t2 投退	0-1		
	过流二段 t1 投退	0-1		
	过流二段 t2 投退	0-1		
	过负荷投退	0-1		
	通风启动投退	0-1		
	有载调压闭锁投退	0-1		
	接地告警投退	0-1		
4	非电量控制字	0~0xFFFF		装置自动计算结果
	机组故障投退	0-1		0: 退出 1: 投入
	励磁故障投退	0-1		
	温度高投退	0-1		
	热工投退	0-1		
	开入一投退	0-1		

4.2.6 WFB-822C/R1(R2)装置保护定值

序号	定值名称	定值范围	说明
1	接地类保护控制字	组合控制字	0: 退出 1: 投入
2	基波零序电压	1.0V~50.0V	
3	基波电压延时	0.1s~100.0 s	
4	零序一段动作电流	0.005A~10.0A	零序（方向）过流保护
5	零序一段延时	0.1s~100.0 s	
6	零序二段动作电流	0.005A~10.0A	
7	零序二段延时	0.1s~100.0 s	
8	零序闭锁电压	1.0V~50.0V	零序过流一段、二段零序闭锁电压
9	三次谐波方案选择	0-1	方案选择
10	并网前谐波比系数	0.1~20.0	
11	并网后谐波比系数	0.1~20.0	
12	方案二谐波比系数	0.1~2.0	
13	三次谐波补偿计算投退	0-1	0: 退出 1: 投入
14	三次谐波补偿幅值	0.0~20.0	
15	三次谐波补偿角度	0.0~360.0	
16	三次谐波延时	0.1s~100.0 s	
17	转子一点高值	0.5KΩ~50.0KΩ	
18	转子一点高值延时	1.0s~100.0 s	
19	转子一点低值	0.5KΩ~50.0KΩ	
20	转子一点低值延时	1.0s~100.0 s	
21	两点接地延时	1.0s~100.0 s	
22	接地位置变化	2~20	
23	过流类保护控制字	组合控制字	数值为百分比

24	负序一段动作电流	0.1A~50.0A	
25	负序二段动作电流	0.1A~50.0A	
26	负序过流一段延时	0.1s~100.0 s	
27	负序过流二段延时	0.1s~100.0 s	
28	复压负序相电压	1.0V~50.0V	
29	复压相间低电压	0.0V~100.0V	
30	过流一段动作电流	0.1A~50.0A	
31	过流一段延时	0.1s~100.0 s	
32	过流二段动作电流	0.1A~50.0A	
33	过流二段延时	0.1s~100.0 s	
34	过负荷定时限电流	0.1A~50.0A	
35	过负荷定时限延时	0.1s~100.0 s	
36	过负荷速动段电流	0.1A~50.0A	
37	过负荷速动段延时	0.1s~100.0 s	
38	过负荷常数 K	1~100	
39	反时限启动电流	0.5A~50.0A	
40	反时限延时光限	0.1s~100.0 s	
41	反时限延时光下限	10s~5000.0 s	
42	散热常数	0.0~1.0	
43	异常类保护控制字	组合控制字	
44	系统联系电抗 Xst	0.1Ω~100.0Ω	0: 退出 1: 投入
45	静稳阻抗 Xd	0.1Ω~600.0Ω	
46	异步阻抗 X1	0.1Ω~100.0Ω	
47	异步阻抗 Xd	0.1Ω~600.0Ω	
48	励磁低电压	10.0V~400.0V	
49	机端相间低电压	50.0V~100.0V	
50	失磁延时 t1	0.1s~100.0 s	
51	失磁延时 t2	0.1s~100.0 s	
52	失磁延时 t3	0.1s~100.0 s	
53	一段动作逆功率	1.0W~100.0W	
54	一段逆功率延时	0.1s~1000.0 s	
55	二段动作逆功率	1.0W~100.0W	
56	二段逆功率延时	0.1s~1000.0 s	
57	低频一段	44.0Hz~50.0Hz	
58	低频二段	44.0Hz~50.0Hz	
59	低频一段延时	0.1s~300.0 s	
60	低频二段延时	0.1s~300.0s	
61	过频一段	50.0Hz~60.0Hz	
62	过频二段	50.0Hz~60.0Hz	
63	过频一段延时	0.1s~300.0 s	
64	过频二段延时	0.1s~300.0s	
65	过电压相间动作电压	50.0V~180.0V	
66	过电压延时	0.1s~100.0 s	
67	低电压相间动作电压	10.0V~100.0V	
68	低电压动作延时	0.1s~100.0 s	
69	非电量控制字	组合控制字	仅 R2 版本才有
70	冷却器故障 t1 延时	0.1s~5000.0 s	仅 R2 版本才有
71	冷却器故障 t2 延时	0.1s~5000.0 s	仅 R2 版本才有
序号	系统定值名称	定值范围	说明
1	机端二次额定电流	0.1A~10.0A	运行设备的额定负荷电流 I _e
2	中性点开口三角变比	0.10~10.00	见三次谐波定子接地保护说明
3	并网开入方式选择	0-1	0: 控制回路开入 1: 外部辅助接点开入
4	控制回路异常投退	0-1	0: 退出 1: 投入

5	弹簧储能时间		
6	GPS 脉冲监视投	0-1	0: 退出 1: 投入
7	长期启动告警投退	0-1	0: 退出 1: 投入
8	长期启动延时	30.0s~5000.0s	
9	测量电流模入额定值	1A-5A	1A、5A 二次 TA 规格选择, 默认为 5A, 装置型号确定后不需要另行整定。
10	保护电流模入额定值	1A-5A	
11	零序电流模入额定值	1A-5A	
12	备用电流模入额定值	1A-5A	

4.2.7 WFB-822C/R1(R2)装置组合控制字定值

例如: 接地类保护控制字, 表示基波零序电压投入, TV 异常闭锁基波投入, 其它保护退出, 自动计算值为 0003。

序号	定值名称	定值范围	说明
1	接地类保护控制字	0~0xFFFF	
	基波零序电压投退	0-1	基波零序电压保护
	零序电压选择	0-1	选 0 取中性点零序电压, TV 异常不闭锁
	TV 异常闭锁基波	0-1	
	零序电流一段投退	0-1	零序方向过流一段保护
	零序一段方向投退	0-1	
	零序一段方向选择	0-1	
	一段零压闭锁投退	0-1	
	零序电流二段投退	0-1	零序方向过流二段保护
	零序二段方向投退	0-1	
	零序二段方向选择	0-1	
	二段零压闭锁投退	0-1	
	TV 异常方向闭锁	0-1	TV 异常后闭锁零序电流一段、二段方向
	转子一点高值投退	0-1	转子一点接地保护
	转子一点低值投退	0-1	
	转子两点接地投退	0-1	0: 退出 1: 投入
三次谐波接地投退	0-1	0: 退出 1: 投入	
2	过流类保护控制字	0~0xFFFF	
	负序过流一段投退	0-1	0: 退出 1: 投入
	负序过流二段投退	0-1	
	过流一段投退	0-1	0: 退出 1: 投入
	过流二段投退	0-1	
	TV 异常闭锁复压	0-1	0: 开放 1: 闭锁
	过流一段复压投退	0-1	0: 退出 1: 投入
	过流二段复压投退	0-1	
	过流一段记忆投退	0-1	
	过流二段记忆投退	0-1	
	过负荷定时限投退	0-1	0: 退出 1: 投入
	过负荷速动段投退	0-1	
过负荷反时限投退	0-1		
3	异常类保护控制字	0~0xFFFF	
	失磁静稳阻抗投退	0-1	0: 退出 1: 投入
	失磁异步阻抗投退	0-1	
	失磁机端电压投退	0-1	
	失磁励磁电压投退	0-1	
	逆功率一段投退	0-1	0: 退出 1: 投入
逆功率二段投退	0-1		

	低频一段投退	0-1	0: 退出 1: 投入
	低频二段投退	0-1	
	过频一段投退	0-1	
	过频二段投退	0-1	
	过电压投退	0-1	0: 退出 1: 投入
	低电压投退	0-1	
	TV 异常投退	0-1	0: 退出 1: 投入
4	非电量控制字	0~0xFFFF	(仅 R2 版本才有)
	温度高闭锁控制	0-1	0: 退出 1: 投入
	冷却故障 t1 延时	0-1	
	冷却故障 t1 延时	0-1	

4.2.8 软、硬压板

WFB-821C/R1 (R2) 装置保护软、硬压板 (软、硬压板名称相同):

序号	R1 版本名称	R2 版本名称
1	发电机差动保护	发变组差动保护
2	横差保护	横差保护
3	励磁保护	励磁保护
4		复压过流

WFB-822C/R1(R2)装置保护软、硬压板 (软、硬压板名称相同):

序号	R1 版本 (R2) 名称
1	失磁保护
2	负序过流保护
3	过负荷保护
4	复压过流保护
5	频率异常保护
6	定子接地保护
7	转子接地保护
8	电压异常保护
9	逆功率保护

4.2.9 保护开出整定

保护动作信号统一设置为: 保护动作为跳闸的只发跳闸信号, 保护动作为告警的只发告警信号; 若保护动作开出设置有跳闸出口时不应设置告警信号出口, 以免两种信号不能区分。

WFB-821C/R1 (R2) 装置保护开出列表:

其中通风启动、有载调压 (闭锁) 只能选择整定 5、6、7 三路出口用于启动通风或闭锁, 使用该组继电器出口时需去除该路短接插针, 该组出口不再作为跳闸使用, 通风启动、有载调压 (闭锁) 保护动作出口时发报文不再点跳闸灯。

序号	R1 版本名称	R2 版本名称
1	发电机比率差动	发变组差流速断
2	横差保护一段	发变组比率差动
3	横差保护二段	横差保护一段
4	励磁过流速断	横差保护二段
5	励磁过流	励磁过流速断
6	机组故障	励磁过流
7	励磁故障	复压过流一段 t1
8	温度高	复压过流一段 t2
9	开入一	复压过流二段 t1

10	开入二	复压过流二段 t2
11	/	通风启动
12		有载调压（闭锁）
13		机组故障
14		励磁故障
15		温度高
16		热工保护
17		开入一

WFB-822C/R1（R2）装置保护开出列表：

序号	保护开出名称
1	过负荷速动段
2	过负荷反时限
3	负序过流一段
4	负序过流二段
5	复压过流一段
6	复压过流二段
7	低电压
8	过电压
9	逆功率二段
10	失磁二段
11	失磁三段
12	低频一段
13	低频二段
14	过频一段
15	过频二段
16	基波零序电压
17	零序电流一段
18	零序电流二段
19	转子一点接地低值
20	转子两点接地
21	冷却器故障 t1（仅 R2 版本才有）
22	冷却器故障 t2（仅 R2 版本才有）

保护根据工程需要，按每个保护开出，按开出通道名称整定出口对象，具体动作对象由工程设计确定，设置后经过检测无误后记录存档。

装置保护开出通道名称列表：

通道	开出名称	说明
1	出口 1	出口 1 动作
2	出口 2	出口 2 动作
3	出口 3	出口 3 动作
4	出口 4	出口 4 动作
5	出口 5	出口 5 动作
6	出口 6	出口 6 动作
7	出口 7	出口 7 动作
11	告警信号	发告警信号，若保护设置有其它跳闸出口时不要设置告警信号出口。

4.2.10 GPS 对时

装置通过与电厂自动化主站通信，得到年月日时分秒的信息，并配置一个 GPS 对时开入，连接到站内 GPS 接收器的脉冲输出，对时精度误差小于 1ms。采用 B 码对时时，直接接入标准电 B 码即可。

4.2.11 录波、打印

保护启动后可记录三段录波数据约 2s 种数据，或者由独立的故障分析软件，分析故障和装置的跳闸行为。

可以通过装置的第一路 RS-232 接口进行就地打印，或通过后台监控系统打印。

4.2.12 网络通信

装置可采用双以太网通信，可以直接与微机监控或保护管理机通信，规约可采用 DL/T667-1999（IEC-60870-5-103）或 IEC-61850 规约，通过装置菜单设置后重新启动装置即可实现切换。

4.3 动作信息及说明

保护运行中发生动作或告警时，自动开启液晶背光，将动作信息显示于 LCD，同时上传到保护管理机或当地监控。装置面板有复归按钮，也可以用通信命令复归；保护动作后如不复归，信息将不停止显示，信息自动存入事件存贮区。运行中可在“记录”菜单下查阅所有动作信息，包括动作时间、动作值，动作信息掉电保持。

5 调试及异常处理

5.1 调试说明

装置基本免调试，主要是进行以下几条检查。如果检查正常，即表明装置工作正常。

5.2 程序检查

在主菜单下的“版本”菜单下，可查看装置的 CRC 校验码。如果是标准程序，校验码正确，即可认为程序正确，装置的各种功能和逻辑正确。

5.3 开关量输入检查

选择“开入量”菜单，进入开入量状态显示。将装置的开入电源分别接入各开入端子，应显示正确的状态。当断路器在合位或跳位时，HW 和 TWJ 的显示状态应正确。

5.4 继电器开出回路检查

选择“出口传动”菜单，进行通道传动调试。

表 5-4-1 开出传动：

继电器	说明
跳闸出口 1	跳开关，跳闸信号灯亮
跳闸出口 2	跳开关，跳闸信号灯亮
跳闸出口 3	跳开关，跳闸信号灯亮
跳闸出口 4	跳开关，跳闸信号灯亮
跳闸出口 5	跳开关，跳闸信号灯亮
跳闸出口 6	跳开关，跳闸信号灯亮

跳闸出口 7	跳开关，跳闸信号灯亮
告警信号	告警信号灯亮
复归	可复归跳闸或告警信号
遥合	操作回路可以合。仅在 WFB-822C 上配置。
遥跳	操作回路可以分。仅在 WFB-822C 上配置。
本体信号	外部开入非电量动作信号点本体信号灯。仅在 WFB-822C/R2 上配置

按下“复归”键，将表 5-4-1 所示的信号复归掉，也说明复归继电器正常。

5.5 模拟量输入检查

在装置的交流电流、电压输入端加入额定值，在主菜单的“状态”中，可查看各模入量。显示值误差分别为：保护电流不超过额定值的 $\pm 2.5\%$ ，电压不超过额定值的 $\pm 0.5\%$ ，测量电流不超过额定值的 $\pm 0.2\%$ 。

如果某一路误差过大，选择“调试”→“模入设置”菜单下的“系数”项，对该路进行刻度校准，一般经过调试的装置现场不需要修改。

5.6 整组试验

如果上述检查全部正确，装置已基本没有问题。为谨慎起见，可整定装置的定值，然后检查装置的动作情况，确认所使用的保护定值全部正确。

5.7 异常处理

表 5-7-1 异常现象处理：

异常现象	意义	处理方法
控制回路异常	跳、合位同时存在或消失	检查开关辅助触点，+KM，-KM 保险
		检查跳位、合位开入（可退出保护）
TV 异常	TV 异常	检查 TV 二次保险及接线
TA 异常	TA 异常	检查 TA 二次接线
A/D 故障	装置的数据采集回路故障	更换 CPU 插件
开出回路故障	装置的继电器驱动回路故障	更换 CPU 或信号插件
定值出错	定值整定错误	重新整定定值
电源自检出错	电源出错，退出运行	更换电源插件
RAM 出错	RAM 出错，退出运行	更换 CPU 插件
EEPROM 故障	EEPROM 出错，退出运行	更换 CPU 插件

6 投运说明及注意事项

- 检查装置的型号、版本号，各电量参数是否与订货一致。
- 检查直流电源极性是否正确。
- 投运前应严格按 5.1~5.7 所述检查，确认装置及外围回路无误。
- 严格按定值单整定，未投入保护项目应设为退出，确认无误。
- 确认定值无误，并打印存档。
- 检查装置各插件是否连接可靠，各电缆及背后端子是否连接固定可靠。

g) 投运时查看确认保护显示各交流通道是否正常，网络通讯是否正常。

h) 励磁回路绝缘测：

现场需要测试外部转子回路绝缘时，应断开保护回路（断开相关屏柜接线端子包括大轴）以免损坏保护设备。

需要测试装置保护回路绝缘时，应断开外部回路（断开相关屏柜接线端子包括大轴）并断开装置电源。使用乒乓式原理时，将装置的转子接地保护回路端子“209、211、212、214、216”端子短接后测试对地（机壳或接地铜排）测试绝缘；使用注入式原理时，将装置的转子接地保护回路端子“101、104、211、212”端子短接后测试对地（机壳或接地铜排）测试绝缘，具体端子位置见装置端子图。从屏柜端子上测试时，断开外回路和装置电源后，将进装置的“励磁十、励磁一、大轴”端子短接后直接对地（屏体或接地铜排）测试绝缘。

i) 由于转子接地保护投入运行后，会影响转子回路对地的回路构成，因此，有两套转子接地保护装置（双重化配置）时，只能投入一套运行，另一套作为冷备用。

j) 大轴接地应可靠，保证接地碳刷刷与轴间接触良好，应定期检查。

k) 发生转子一点接地时，应有处理方案，不应依靠两点接地保护长期接地运行，两点接地保护建议投发信号由控制人员手动停机检查。

l) 保护动作时应记录有关信息，并及时根据预案处理，如有问题请及时和厂家联系。

7 贮存及保修

产品应保存在环境温度为-40℃~+70℃，相对湿度不大于 80%，周围空气中不含有酸性、碱性或其它腐蚀性及爆炸性气体的防雨、防雪的室内；在极限值下不施加激励量，装置不出现不可逆转的变化，温度恢复后，装置应能正常工作。

8 订货须知

■ 订货时应指明：

- ◆ 产品型号、名称、订货数量；
- ◆ 交流电流、电压及频率额定值；
- ◆ 直流额定电压；
- ◆ 特殊的功能要求及备品备件；
- ◆ 供货地址及时间。

9 规约点表

9.1 WFB-821C 微机发电机保护装置信息

103-规约，版本1.01，日期2013-07。

公共地址（即CPU号）： 0 = MMI； 255 = 广播； 1 = CPU1；

9.1.1 故障信号

公共地址	信号	报文类型	INF	FUN	保护动作结果（报告数据）
1	(复压)过流一段 t 1	2	68	227	
1	(复压)过流一段 t 2	2	69	227	
1	(复压)过流二段 t 1	2	70	227	
1	(复压)过流二段 t 2	2	71	227	
1	发变组差流速断保护	2	90	227	
1	发变组比率差动保护	2	91	227	
1	发电机匝间	2	92	227	(矢量) 机端Ia、Ib、Ic, 负序电压
1	发电机比率差动	2	93	227	(矢量) 机端Ia、Ib、Ic, 中性点Ia、Ib、Ic; A相、B相、C相差动电流; 负序电压
1	励磁(变)速断	2	94	227	励磁Ia、Ic
1	励磁(变)过流	2	95	227	励磁Ia、Ic
1	单元件横差一段	2	96	227	横差电流(一路)
1	单元件横差二段	2	97	227	横差电流(一路)
1	大电流闭锁差动	2	124	227	(矢量) 机端Ia、Ib、Ic
以下为保护启动SOE(上送保护(总)启动)					
1	保护(总)启动	2	1	227	上送总启动
1	(发电机)比率差动启动	2	0	227	分启动
1	横差一段启动	2	0	227	分启动
1	横差二段启动	2	0	227	分启动
1	励磁(变)速断启动	2	0	227	分启动
1	励磁(变)过流启动	2	0	227	分启动
1	大电流闭锁差动启动	2	0	227	分启动
1	(发变组)差流速断保护	2	0	227	分启动
1	(发变组)比率差动保护启动	2	0	227	分启动
1	(复压)过流一段 t 1 启动	2	0	227	分启动
1	(复压)过流一段 t 2 启动	2	0	227	分启动
1	(复压)过流二段 t 1 启动	2	0	227	分启动

1	(复压)过流二段 t 2 启动	2	0	227	分启动
1	其它保护..... (保护分启动)	2	0	227	分启动
1		2	0	227	分启动

9.1.2 告警信号

公共地址	信 号	报文类型	INF	FUN
1	装置故障	1	191	226
1	GPS开入消失	1	240	226
1	(发电机) T A 异常	1	204	226
1	(发变组) T A 异常	1	206	226
1	励磁(变)过负荷	1	233	226
1	发电机(发变组)差流越限	1	121	226
1	T V 异常	1	39	226
1	(主变)过负荷	1	230	226
1	(主变)通风启动	1	143	226
1	(主变)有载调压闭锁	1	147	226
1	主变复合电压	1	239	226
1	主变零序过压 主变(接地告警)	1	240	226
1	励磁(系统)故障	1	170	226
1	断水 t 1	1	171	226
1	断水 t 2	1	172	226
1	热工(保护)	1	173	226
1	温度(过)高	1	174	226
1	机组故障	1	175	226
1	轴电流1	1	176	226
1	轴电流2	1	177	226
1	发电机开入1	1	178	226
1	发电机开入2	1	179	226
1	发电机开入3	1	181	226
1	保护(长期)启动超时	1	180	226
1	事故总	1	212	226
1	预告总	1	213	226
1	定值区变化	1	224	226

9.1.3 状态信号

公共地址	信号	报文类型	INF	FUN
以下为硬压板变位信号				
1	检修压板	1	64	226
1	发变组差动硬压板	1	71	226
1	高压侧(复压)过流硬压板	1	72	226
1	发电机差动硬压板	1	76	226
1	励磁保护硬压板	1	77	226
1	发电机匝间硬压板	1	79	226
1	备用	1	88	226
以下为软压板变位信号				
1	发变组差动软压板	1	151	226
1	(复压)过流软压板	1	152	226
1	发电机(横差)匝间软压板	1	153	226
1	备用	1	154	226
1	发电机差动软压板	1	156	226
1	励磁保护软压板	1	157	226
1	远方修改定值	1	168	226
1	远方控制压板	1	169	226

9.1.4 控制

公共地址	遥控对象	报文类型	INF	FUN
255	信号复归	20	19	226
1	发变组差动软压板	20	30	226
1	发电机差动软压板	20	35	226
1	励磁保护软压板	20	36	226
1	(横差)匝间软压板	20	40	226
1	(复压)过流软压板	20	39	226
1	远方修改定值	20	52	226
1	远方控制压板	20	53	226

9.2 WFB-822C 系列微机发电机保护装置信息

103-规约, 版本1.01, 日期2014-05

公共地址（即CPU号）：0 = MMI；255 = 广播；1 = CPU1；

9.2.1 故障信号

公共地址	信号	报文类型	INF	FUN	保护动作结果
1	零序电流一段(定子接地)	2	98	227	(矢量) 零序电流、自产3U0
1	零序电流二段(定子接地)	2	99	227	
1	基波定子接地	2	100	227	(矢量) 机端3U0、中性点3U0
1	失磁二段	2	103	227	(矢量) 保护Iab、Ibc、Ica·机端Uab、Ubc、Uca;励磁电压;
1	失磁三段	2	104	227	
1	备用	2	105	227	
1	逆功率二段	2	106	227	(矢量) 测量Ia、Ib、Ic·机端Ua、Ub、Uc；发电机有功功率
1	负序过流一段 (t1)	2	108	227	保护I2(负序)
1	负序过流二段 (t2)	2	109	227	
1	过电压	2	110	227	(矢量) 机端Uab、Ubc、Uca
1	低电压	2	111	227	
1	复压过流一段	2	112	227	机端U2 (负序) ; (矢量) 保护Ia、Ib、Ic,机端Uab、Ubc、Uca
1	复压过流二段	2	113	227	
1	转子一点接地低值	2	114	227	励磁电压; 转子接地电阻(kΩ),一点接地位置
1	转子两点接地	2	115	227	接地位置变化
1	过负荷速动段	2	116	227	(矢量) 保护Ia、Ib、Ic
1	过负荷反时限	2	117	227	
1	发电机过频一段	2	118	227	频率 f
1	发电机过频二段	2	119	227	
1	发电机低频一段	2	121	227	
1	发电机低频二段	2	122	227	
1	备用	2	123	227	
1	备用	2	124	227	
以下为保护启动SOE (上送保护 (总) 启动)					
1	保护 (总) 启动	2	1	227	上送总启动
1	过负荷定时限启动	2	0	227	分启动
1	过负荷速动段启动	2	0	227	分启动
1	过负荷反时限启动	2	0	227	分启动
1	负序过流一段启动	2	0	227	分启动

1	负序过流二段启动	2	0	227	分启动
1	复压过流一段启动	2	0	227	分启动
1	复压过流二段启动	2	0	227	分启动
1	低电压启动	2	0	227	分启动
1	过电压启动	2	0	227	分启动
1	逆功率一段启动	2	0	227	分启动
1	逆功率二段启动	2	0	227	分启动
1	失磁一段启动	2	0	227	分启动
1	失磁二段启动	2	0	227	分启动
1	失磁三段启动	2	0	227	分启动
1	低频一段启动	2	0	227	分启动
1	低频二段启动	2	0	227	分启动
1	过频一段启动	2	0	227	分启动
1	过频二段启动	2	0	227	分启动
1	基波定子接地启动	2	0	227	分启动
1	三次谐波定子接地启动	2	0	227	分启动
1	零序电流一段启动	2	0	227	分启动
1	零序电流二段启动	2	0	227	分启动
1	TV 异常告警启动	2	0	227	分启动
1	转子一点高值接地启动	2	0	227	分启动
1	转子一点低值接地启动	2	0	227	分启动
1	转子两点接地启动	2	0	227	分启动
1	备用..... (其它保护分启动)	2	0	227	分启动
1		2	0	227	分启动

9.2.2 告警信号

公共地址	信号	报文类型	INF	FUN
1	装置故障	1	191	226
1	GPS 开入 (脉冲) 消失	1	240	226
1	事故总	1	212	226
1	预告总	1	213	226
1	过负荷定时限	1	235	226
1	转子一点高定值 (信号)	1	118	226
1	失磁一段(信号)	1	111	226
1	逆功率一段(信号)	1	112	226

1	TV 异常	1	38	226
1	复合电压	1	113	226
1	三次谐波定子接地	1	114	226
1	轻瓦斯	1	131	226
1	重瓦斯	1	132	226
1	油位异常	1	133	226
1	冷却器故障	1	134	226
1	冷却器故障 t1	1	135	226
1	冷却器故障 t2	1	136	226
1	温度高	1	137	226
1	压力释放	1	138	226
1	开入一	1	139	226
1	开入二	1	140	226
1	开入三	1	141	226
1	控制回路异常（断线）	1	142	226
1	弹簧未储能	1	143	226
1	压力异常	1	144	226
1	保护启动超时	1	180	226
1	定值区变化	1	224	226

9.2.3 状态信号

公共地址	信号	报文类型	INF	FUN
以下为硬压板变位信号				
1	检修压板	1	64	226
1	复压过流硬压板	1	78	226
1	逆功率硬压板	1	80	226
1	定子接地硬压板	1	81	226
1	失磁硬压板	1	82	226
1	转子接地硬压板	1	83	226
1	电压异常硬压板	1	84	226
1	频率异常硬压板	1	85	226
1	（对称）过负荷硬压板	1	86	226
1	负序过流硬压板	1	87	226
1	备用	1	88	226
以下为软压板变位信号				
1	复压过流软压板	1	158	226
1	备用	1	159	226
1	逆功率软压板	1	160	226
1	定子接地软压板	1	161	226

1	失磁软压板	1	162	226
1	转子接地软压板	1	163	226
1	电压异常软压板	1	164	226
1	频率异常软压板	1	165	226
1	(对称)过负荷软压板	1	166	226
1	负序过流(过负荷)软压板	1	167	226
1	远方修改定值	1	168	226
1	远方控制压板	1	169	226

9.2.4 控制

公共地址	遥控对象	报文类型	INF	FUN
255	信号复归	20	19	226
1	复压过流软压板	20	39	226
1	备用	20	40	226
1	逆功率软压板	20	41	226
1	定子接地软压板	20	42	226
1	失磁软压板	20	43	226
1	转子接地软压板	20	45	226
1	电压异常软压板	20	46	226
1	频率异常软压板	20	47	226
1	负序过流(过负荷)软压板	20	49	226
1	(对称)过负荷软压板	20	51	226
1	远方修改定值	20	52	226
1	远方控制压板	20	53	226
2	遥控断路器	64	48	1

9.2.5 测控信息

公共地址	测控信息	报文类型	INF	FUN
2	远方/就地	41	163	1
2	合闸位置	41	164	1
2	跳闸位置	41	165	1
2	合后状态	41	166	1
2	备用	41	167	1
2	断路器位置	41	168	2
2	备用	41	170	1
2	备用	41	171	1
2	备用	41	172	1

9.2.6 遥测

公共地址	测控信息	报文类型	INF	FUN
2	Ia, Ib, Ic, Ua, Ub, Uc, Uab, Ubc, Uca, P,Q,f, S, cos, 3U0	50	92-106	1

9.2.7 录波

WFB-822C/R1 (R2) 模拟量录波数据表 :

序号	模拟量名称
1	测量 Ia
2	测量 Ib
3	测量 Ic
4	零序电流
5	机端 Ua
6	机端 Ub
7	机端 Uc
8	切换电压
9	励磁电压
10	保护 Ia
11	保护 Ib
12	保护 Ic
13	机端 3U0
14	中性点 3U0

序号	模拟量名称 R1	模拟量名称 R2
1	机端 Ia	主变 Ia
2	机端 Ib	主变 Ib
3	机端 Ic	主变 Ic
4	中性点 Ia	中性点 Ia
5	中性点 Ib	中性点 Ib
6	中性点 Ic	中性点 Ic
7	横差电流	横差电流
8	励磁 Ia	励磁 Ia
9	励磁 Ic	励磁 Ic
10	机端 Ua	主变 Ua
11	机端 Ub	主变 Ub
12	机端 Uc	主变 Uc
13	机端 3U0	主变 3U0
14	匝间 3U0	备用

