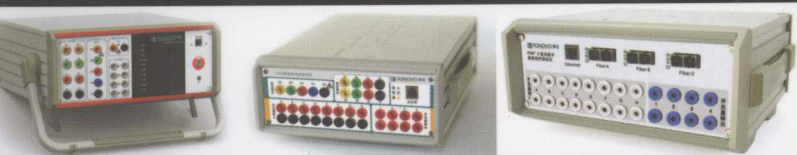


● 韩笑 向前 邢素娟 主编

电厂微机保护

微机保护测试技术丛书



测试技术

DIANCHANG
WEIJI BAOHU
CESHI JISHU



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

微机保护测试技术丛书

电厂微机保护 测试技术

● 韩笑 向前 邢素娟 主编



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书重点介绍了电厂微机保护测试技术的基本原理和方法,详细说明了发变组保护各项常用保护功能的原理并采用实例说明具体测试方法。

本书共七章,依次为发变组保护测试准备、通用电流电压量保护及其测试、具有阻抗特性保护及其测试、纵差动保护原理及其测试、发电机匝间短路保护及其测试、其他保护原理及其测试、继电保护自动测试系统等。

本书既可作为从事继电保护施工、安装、检修人员的技术读物,也可作为从事继电保护工作人员的培训教材,并可作为本科或专科院校电气工程及其自动化专业的教材及工程实训的指导书。

图书在版编目(CIP)数据

电厂微机保护测试技术 / 韩笑, 向前, 邢素娟主编
— 北京: 中国水利水电出版社, 2010.5
(微机保护测试技术丛书)
ISBN 978-7-5084-7536-3

I. ①电… II. ①韩… ②向… ③邢… III. ①计算机
应用—电力系统—继电保护装置—测试技术 IV.
①TM774-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第098112号

书 名	微机保护测试技术丛书 电厂微机保护测试技术
作 者	韩笑 向前 邢素娟 主编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 13.5印张 320千字
版 次	2010年6月第1版 2010年6月第1次印刷
印 数	0001—6000册
定 价	31.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

微机保护测试技术丛书之一的《电网微机保护测试技术》已经面世4年，期间收到许多读者的来信、来电，称该书能解决电网数字式保护测试工作的重点、难点问题，对降低继电保护调试工作难度，提高工作效率及检验质量大有帮助，作者甚感欣慰。在电厂工作的同志也来信、来电，盼望《电厂微机保护测试技术》能够早日面世。然而，电厂微机保护种类繁多、保护功能庞杂，可编写的内容非常多，保护装置的更新换代也非常快；另一方面微机保护测试仪近年来也在不断地更新技术，加之作者水平、精力有限，造成本书迟迟未能付梓，深感愧疚，在此谨表歉意。

本书叙述重点在于发电机变压器组（简称发变组）保护的测试，作者的思路是：电厂的机组容量升级带来的主接线设计方案多倾向于发电机变压器组构成的单元接线，使发变组保护得到广泛应用，同时也进一步促进了生产厂家发变组保护技术的日趋成熟，发变组保护测试已成为电厂保护测试中的重中之重。从事继电保护测试的工作者，如能掌握发变组保护的测试技术，定能触类旁通。本着“授人以鱼不如授人以渔”的想法，作者从研究发变组保护入手，结合数字式发变组保护装置，进行大量的测试工作，并请教了南瑞继保、国电南自等研究、生产单位和发电厂的诸多同行专家，历时3年，写成了本书。

《电网微机保护测试技术》面世后，有读者反映篇中的叙述缺乏通用性，如果采用不同的测试装置、不同的保护装置，略显不便。作者也深刻意识到该问题，在本书中做了许多改进。将写作重点转移到测试过程中的实验接线、测试量的施加、测试过程的描述等方面，尽可能用图说明问题。本书也参考了《微机发变组保护现场检验规程》^[1]，在书中明确了测试的相关指标，供测试人员参照。

发变组保护功能非常多，同一种保护可能有多种原理，不同保护的功能实现基本原理也可能类似，只是在输入量值及动作行为上存在差异。如果按照发变组保护说明书所述依次说明，难免繁琐，不符合书籍编辑要求。作者初步按继电保护原理的难易顺序，对发变组保护功能进行了简单的分类：将过电流保护、复合电压闭锁过电流保护、零序过电流保护等归入通用电流电

压量保护及其测试；将低阻抗保护、失磁保护、失步保护归入具有阻抗动作特性保护及其测试；将发电机纵差动、发变组纵差动保护归入纵差动保护及其测试；发电机匝间短路保护；分类存在难度的其他发变组保护。这样的分类纯属适应成书的需要，绝无创造发变组保护新理论之意，各章名称难免失当，且有武断之嫌，如某些发电厂的失磁保护或者失步保护并不一定采用阻抗原理。对此，作者郑重声明：本书中只对该类保护进行阻抗特性原理及测试方法的说明，并不是断言该类保护一定采用阻抗原理。另外，测试方法示例中的保护定值设置及测试量的设置仅供参考，应根据现场实际情况加以修正。

本书共七章，依次为发变组保护测试准备；通用电流电压量保护及其测试；具有阻抗特性保护及其测试；纵差动保护原理及其测试；发电机匝间短路保护及其测试；其他保护原理及其测试；继电保护自动测试系统简介等。

本书在编写过程中，注重于实用性、适用性、可读性，与实际联系较为紧密，在叙述方法上保持了本套丛书的特点，比较符合现场操作人员的使用。

本书由韩笑、向前、邢素娟主编；参与本书编写工作的还有扬州第二发电厂的谢文涛，北京博电公司的王坤、周青明、周平等；参与本书编辑工作的有叶森、高法、蒋勇、吴淳天、郭晶晶、潘爱峰、姜雪、孙靓、付涵、陶宏宇、王劲松、张文烨、赵晓华、季小雨、许丽、苏雯艳、杨星雨、孔祥莹、朱旭玮、宋强、朱文龙、胡万剑、刘研、胡皓杰、周玲、郑宇、张强、陈艺等。南瑞继保电气有限公司的徐超、樊焕军，国电南京自动化股份有限公司的刘宪明、苏秀峰，扬州供电公司的局鸿、王友，内蒙古包头第二热电厂的李强等在本书的编写过程中提出了大量宝贵的意见与建议。本书编写过程中，参阅了国内外许多公司的有关技术资料，并得到广大从事继保工作同仁的支持，在此一并向他们表示感谢！

书中错误疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正，也真诚地欢迎广大同仁一起参与《电网微机保护测试技术》及本书的修订工作以及本丛书其他分册的编著工作，让我们共同将该丛书系列建设成真正适合于工程应用环境的专业书籍。作者的联系方式，Email: hxslqc@jlonline.com。

作者

2010年3月

目 录

前言

第一章 发变组保护测试准备

第一节	发变组保护的配置	1
	一、600MW (300MW) - 500kV 发变组单元保护配置方案	1
	二、300MW - 220kV 发变组单元保护配置方案	8
	三、125MW 机组 (三绕组变压器) 保护配置方案	13
第二节	检验测试准备	16
	一、检验人员的准备	16
	二、技术资料的准备	16
	三、检验装置、工具、备品备件的准备	16
	四、现场发变组保护测试工作环境的准备	17
第三节	选用测试仪的标准	17
	一、操作的可靠性与方便性	17
	二、带负载能力	17
	三、自检系统	18
	四、有效值精度	18
	五、输出的精度	18
	六、暂态波形的准确性	18
	七、波形控制	18
	八、电磁污染	18

第二章 通用电流电压量保护及其测试

第一节	过电流保护及其测试	20
	一、保护构成原理	20
	二、RCS-985 定子过负荷保护测试	22
	三、RCS-985 负序过负荷保护测试	24
第二节	复合电压闭锁过流保护及其测试	25
	一、保护构成原理	26
	二、复压闭锁过流测试 (DGT-801)	28
第三节	零序电流保护及其测试	30

一、保护构成原理	30
二、RCS-985 零序保护测试	32

第三章 具有阻抗特性保护及其测试

第一节 发电机失磁保护及其测试	34
一、保护构成原理	34
二、测试项目要求	40
三、RCS-985 异步边界阻抗圆手动测试	40
四、DGT-801 异步边界阻抗圆自动测试	43
第二节 低阻抗保护及其测试	46
一、保护构成原理	46
二、RCS-985 发电机阻抗保护自动测试	47
第三节 失步保护的基本原理	50
一、保护基本原理	50
二、保护构成原理	52
三、测试项目及测试方法	54
四、RCS-985 失步保护测试	55
五、DGT-801 失步保护的自动测试方法	58

第四章 纵差动保护原理及其测试

第一节 发电机纵差动保护及其测试	60
一、保护构成原理	60
二、RCS-985 比率特性的设置和平衡系数计算	65
三、RCS-985 发电机差动测试	67
四、DGT-801 发电机差动测试	70
第二节 发变组（变压器）纵差动保护及其测试	72
一、保护构成原理	73
二、测试的相关说明	76
三、RCS-985 发变组差动测试	77
四、DGT-801 发变组差动测试	81

第五章 发电机匝间短路保护及其测试

第一节 发变组匝间短路保护原理及测试有关问题说明	83
一、保护构成原理	83
二、测试有关问题的说明	87
第二节 DGT-801 匝间短路保护定值测试	89
一、DGT-801 单元件横差定值测试	89
二、DGT-801 裂相横差测试（以二分支为例）	90

第三节	RCS-985 纵向零序电压测试（以二分支为例）	91
一、	保护设置	91
二、	纵向零序电压保护定值测试方法一（RCS-985）	92
三、	纵向零序电压保护定值测试方法二（RCS-985）	94
四、	测试项目要求	95

第六章 其他保护原理及其测试

第一节	发电机定子单相接地保护及其测试	97
一、	保护构成原理	97
二、	测试的相关说明	101
三、	基波零序电压式定子接地保护测试（RCS-985）	101
四、	发电机三次谐波电压比率测试（RCS-985）	103
五、	三次谐波电压差动保护测试（RCS-985）	105
第二节	发电机逆功率保护及其测试	106
一、	保护构成原理	106
二、	RCS-985 发电机逆功率保护测试	107
第三节	发电机频率异常保护及其测试	110
一、	保护构成原理	110
二、	RCS-985 频率异常保护测试	111
第四节	误上电保护、启停机保护原理及测试	113
一、	误上电保护原理及测试	113
二、	启停机保护及其测试	122
第五节	发电机转子绕组接地保护及其测试	124
一、	保护原理（RCS-985）	125
二、	RCS-985 发电机转子一点接地保护测试	125

第七章 继电保护自动测试系统

一、	测试中心	129
二、	闭环监视	135
三、	试验报告	136

附 录

附录 A	某电厂 DGT-801 发变组保护定值单	141
附录 B	某电厂 RCS-985A 发变组保护定值单	157
附录 C	某电厂一台发变组保护 RCS-985 装置与回路全部检验作业指导书	179
参考文献		206

第一章 发变组保护测试准备

目前，越来越多的发变机组采用单元接线方式，发电机机端不设断路器，数字式发电机变压器组保护（以下简称发变组保护）成为发电厂中最为重要的电力主设备保护，其保护范围涉及发电机、主变压器、发电机端封闭母线等，各种保护功能综合于一体，且具备保护双重化。在从事电厂微机保护测试工作之前，首先要了解发变组保护装置的原理及其测试方案、发变组保护测试应准备的工作以及发变组保护的相关配置及主要的保护功能。

第一节 发变组保护的配置

以南京南瑞继保电气有限公司（以下简称南瑞继保）所生产的 RCS-985 发电机变压器成套保护装置（以下简称 RCS-985）及国电南京自动化股份有限公司（以下简称国电南自）所生产的 DGT-801 发电机变压器成套保护装置（以下简称 DGT-801）为例说明发变组保护主保护及后备保护的配置方案。

一、600MW（300MW）-500kV 发变组单元保护配置方案

（一）电气量主保护

1. 主保护配置方案 1

以 RCS-985 所提供的主保护配置方案 1 为例说明，其保护配置图如图 1-1 所示。图中 TA 为电流互感器，TV 为电压互感器。配置方案表如表 1-1 所示。该方案特点是：发电机—变压器组差动保护（以下简称发变组差动）取 TA5 即高压厂用变压器（以下简称厂高变）高压侧电流，即发变组差动的保护范围不含厂高变；除主变高压侧引出线部分外，发变组差动基本包含了主变压器差动及发电机差动的保护范围；厂高变差动保护取高压侧两只的电流及低压侧两分支的电流，另外励磁变压器（以下简称励磁变）采用差动保护。

表 1-1 600MW（300MW）-500kV 发变组主保护配置表（RCS-985 方案 1）

保护类别	保 护 名 称	涉及的 TV	涉及的 TA
主保护	87GT 发电机变压器组差动		TA3、TA5、TA7
	87MT 主变差动		TA1、TA2、TA4
	87G 发电机差动		TA6、TA7
	87GS 发电机匝间	TV2	TA05
	87AT 厂高变差动		TA5、TA8、TA9、TA10
	87ET 励磁变差动		TA11、TA12

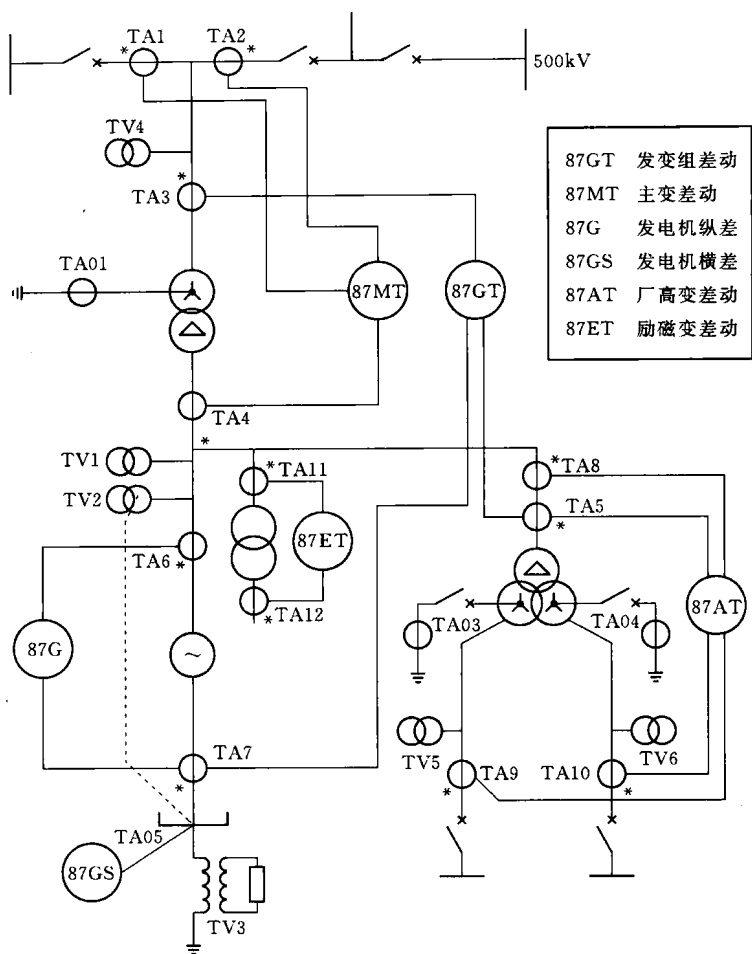


图 1-1 600MW (300MW) - 500kV 发变组主保护配置图 (RCS-985 方案 1)

2. 主保护配置方案 2

以 RCS-985 所提供的主保护配置方案 2 为例说明，其保护配置图如图 1-2 所示。配置方案表如表 1-2 所示。该方案特点是：不设发变组差动保护；发电机差动、主变压器差动、厂高变差动的保护范围相互独立；厂高变差动保护取高压侧两只 TA（电流互感器）的电流及低压侧两分支的电流；励磁变采用差动保护。

表 1-2 600MW (300MW) - 500kV 发变组主保护配置表 (RCS-985 方案 2)

保护类别	保 护 名 称	涉及 TV	涉及 TA
主保护	87MT 主变差动		TA1、TA2、TA5、TA6
	87G 发电机差动		TA6、TA7
	87GS 发电机匝间	TV2	TA05
	87AT 厂高变差动		TA5、TA8、TA9、TA10
	87ET 励磁变差动		TA11、TA12

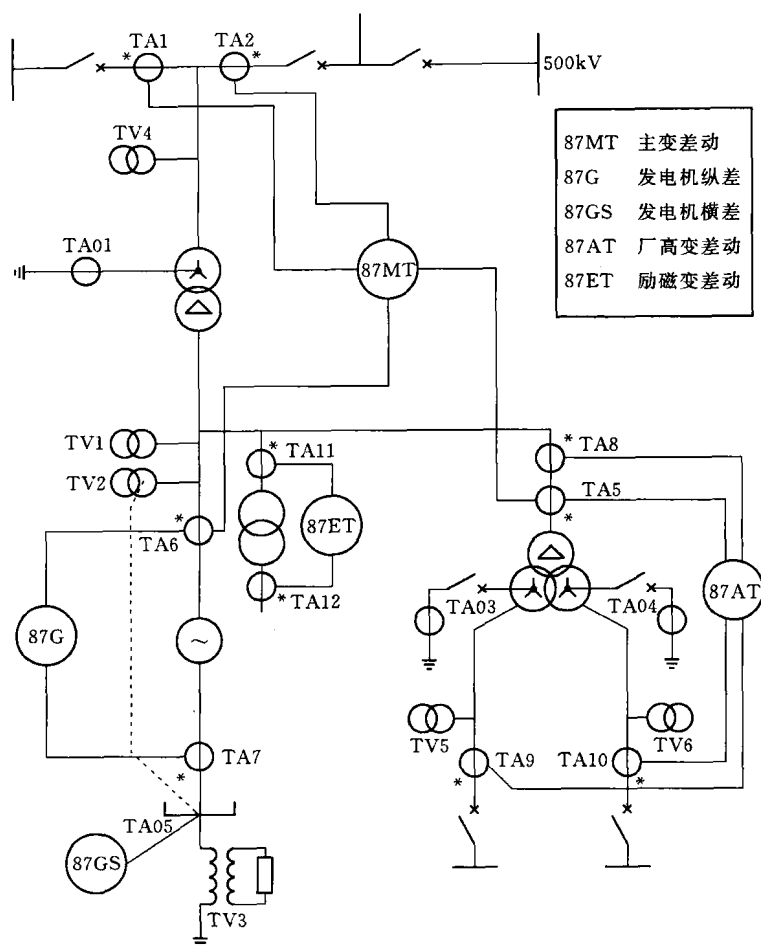


图 1-2 600MW (300MW) - 500kV 发变组主保护配置图 (RCS-985 方案 2)

3. 主保护配置方案 3

以 DGT-801 所提供的主保护配置方案为例说明，其保护配置图如图 1-3 所示。配置方案表如表 1-3 所示。该方案特点是：发变组差动包含了发电机差动、主变压器差动、厂高变差动等保护范围；厂高变差动保护取厂高变高压侧一只 TA 的电流及低压侧两分支的电流；励磁变采用电流速断保护。

表 1-3 600MW (300MW) - 500kV 发变组主保护配置表 (DGT-801)

保护类别	保护名称	涉及 TV	涉及 TA
主保护	87GT 发电机变压器组差动		TA1、TA2、TA7、TA9、TA10
	87MT 主变差动		TA1、TA2、TA5、TA6
	87G 发电机差动		TA6、TA7
	87GS 发电机匝间	TV2	TA05
	87AT 厂高变差动		TA5、TA9、TA10
	51ET 励磁变速断		TA11

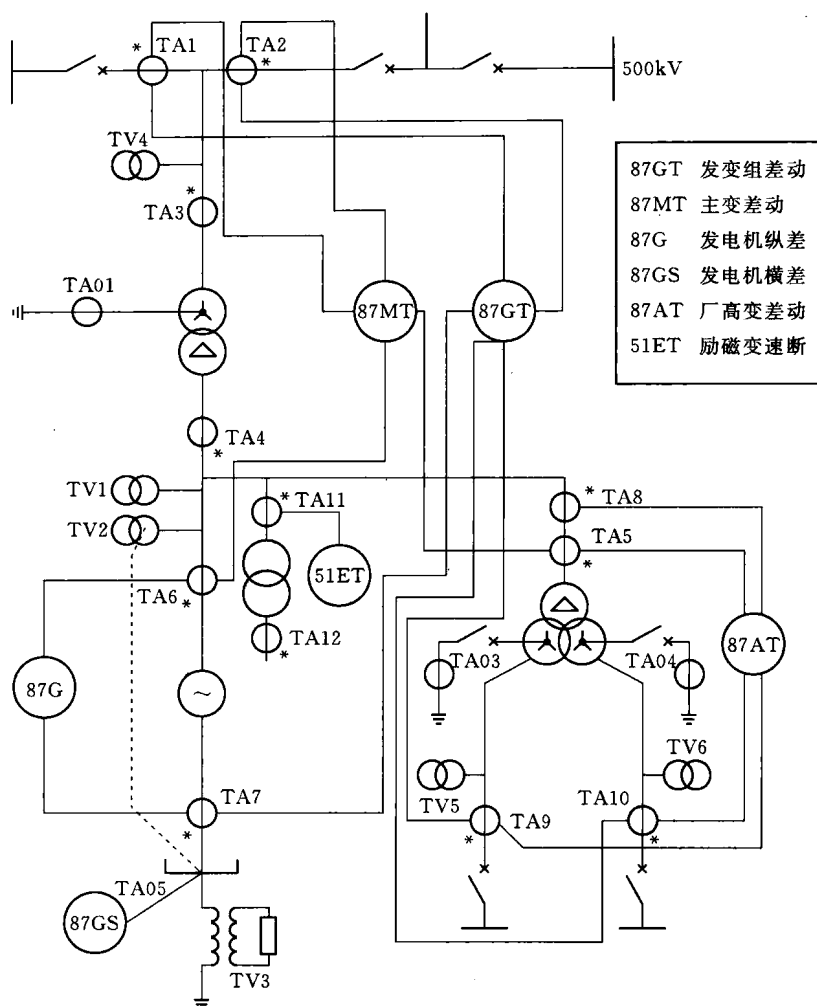


图 1-3 600MW (300MW) - 500kV 发变组主保护配置图 (DGT-801)

(二) 电气量后备保护

RCS-985 所提供的后备保护配置图如图 1-4 所示，配置方案表如表 1-4 所示。DGT-801 后备保护配置方案图与图 1-4 基本类似，配置方案表如表 1-5 所示。

表 1-4 600MW (300MW) - 500kV 发变组后备保护配置表 (RCS-985)

保护类别	保 护 名 称	涉及 TV	涉及 TA
发电机后备 及异常运行 保护	59N 匝间短路	TV2	
	64G 95%定子接地	TV1	
	64G 100%定子接地	TV1	
	64F1 转子一点接地		
	64F2 转子二点接地		
	21 阻抗	TV1	TA6 (TA7)

续表

保护类别	保 护 名 称	涉及 TV	涉及 TA
发电机后备 及异常运行 保护	51V 复合电压过流	TV1	TA6 (TA7)
	51 对称过负荷		TA6 (TA7)
	46 不对称过负荷		TA6 (TA7)
	40 失磁	TV1	TA6 (TA7)
	68 失步	TV1	TA6 (TA7)
	32R 逆功率	TV1	TA6 (TA7)
	32RP 程序逆功率	TV1	TA6 (TA7)
	59 过电压	TV1	
	95G 过励磁 (反时限)	TV1	
	81 低频	TV1	
	60 电压平衡 TA 断线	TV1、TV2	
	51 启停机	TV1	TA6 (TA7)
主变压器后备 和异常运行 保护	21 阻抗	TV4	TA3
	95T 过励磁	TV4	
	51ST 复合电压过流	TV4	TA3
	40 误上电保护	TV1	TA3
	51N 零序电流		TA01
	51 过负荷		TA3
	51 通风启动保护		TA3
厂高变后备和 异常运行保护	51ST 复合电压过流	TV5、TV6	TA8
	51A A 分支过流保护		TA9
	51B B 分支过流保护		TA10
	51NA A 分支零序过流		TA03
	51NB B 分支零序过流		TA04
	51 过负荷		TA8
	51 通风启动保护		TA8
励磁变 保护	51 过流保护		TA11
	51 过负荷		TA11
其他保护	失灵启动		
	非全相运行保护		
	TA 断线		除零序 TA 外所有 TA
	TV 断线	除 TV3 外所有 TA	

表 1-5 600MW (300MW) - 500kV 发变组后备保护配置表 (DGT-801)

保护类别	保 护 名 称	涉及 TV	涉及 TA
发电机后备及 异常运行保护	64G 100%定子接地	TV1	
	64F1 转子一点接地		
	64F2 转子二点接地		
	51V 复合电压过流	TV1	TA7
	51 对称过负荷		TA7
	46 不对称过负荷		TA7
	40 失磁	TV1	TA6
	68 失步	TV1	TA6
	32R 逆功率	TV1	TA6
	32RP 程序逆功率	TV1	TA7
	59 过电压	TV1	
	95G 过励磁 (反时限)	TV1	
	81 低频	TV1	
	51 起停机	TV1	TA6 (TA7)
主变压器后备和 异常运行保护	21 阻抗	TV4	TA3
	95T 过励磁	TV4	
	40 误上电保护	TV1	TA3
	51N 零序电流		TA01
	51 过负荷		TA3
	51 通风启动保护		TA3
厂高变后备和 异常运行保护	51ST 复合电压过流	TV5、TV6	TA8
	51A A 分支过流保护		TA9
	51B B 分支过流保护		TA10
	51NA A 分支零序过流		TA03
	51NB B 分支零序过流		TA04
	51 过负荷		TA8
	51 通风启动保护		TA8
励磁变 保护	51 过流保护		TA11
	51 过负荷		TA11
其他保护	失灵启动		
	非全相运行保护		
	TA 断线		除零序 TA 外所有 TA
	TV 断线	除 TV3 外所有 TA	

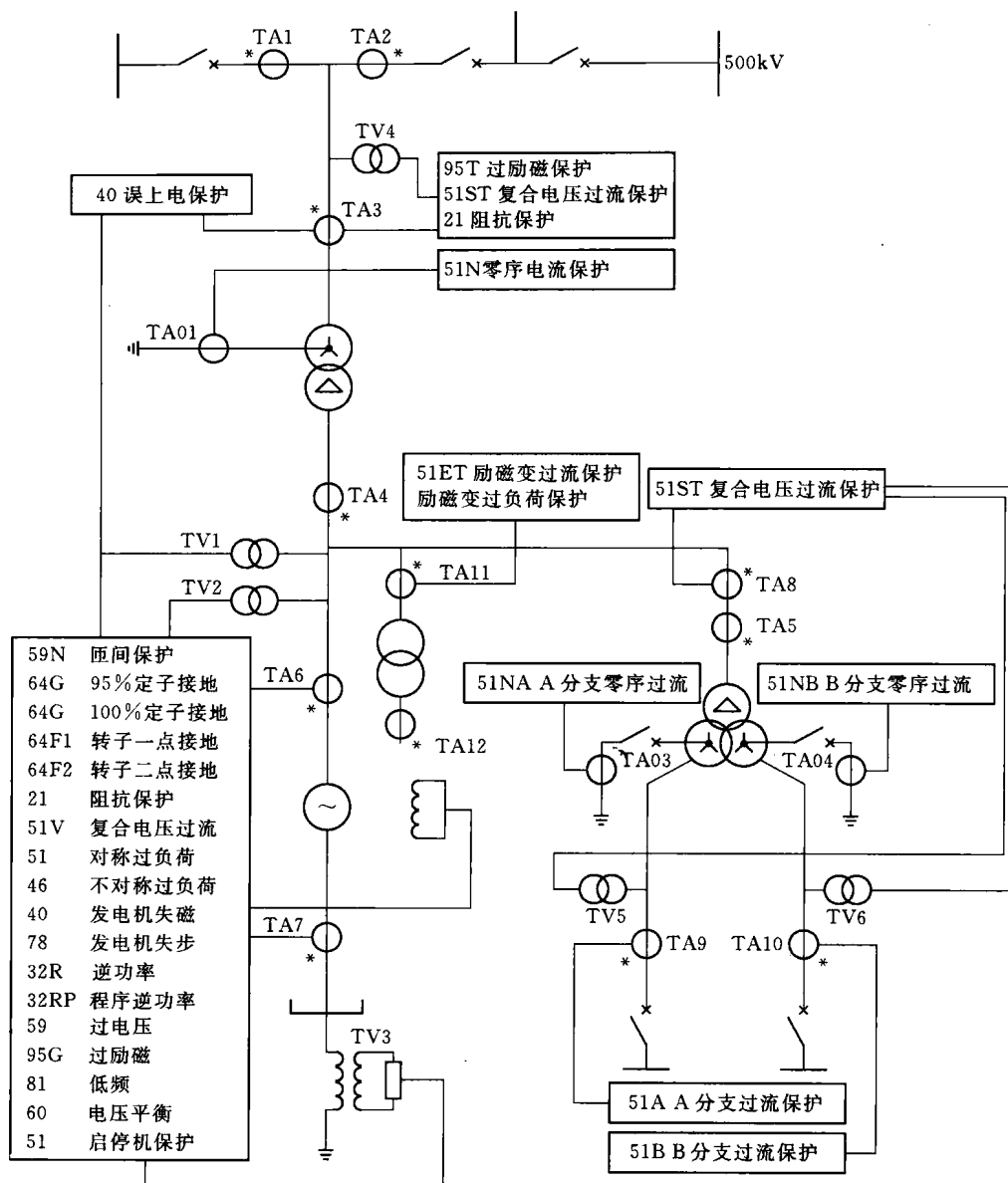


图 1-4 600MW (300MW) - 500kV 发变组后备保护配置图 (RCS-985)

(三) 非电量保护

以 DGT-801 装置为例, 其中瞬时出口的瓦斯等非电量接点直接启动出口继电器, 保护装置可发信和进行打印管理等; 需延时出口的非电量经保护装置发出口和信号。非电量保护主要设有以下两部分。

1. 主变部分

主变保护主要有瓦斯、温度、绕组温度、压力释放、冷却器全停、油位等保护。

2. 厂高变部分

厂高变保护主要有瓦斯、温度、压力释放、冷却器全停、油位等保护。

二、300MW-220kV 发变组单元保护配置方案

(一) 电气量主保护

1. 主保护配置方案 1

以 RCS-985 所提供的主保护配置方案为例说明，其保护配置图如图 1-5 所示。配置方案表如表 1-6 所示。该方案特点是：不设发变组差动保护；发电机差动、主变压器差动、厂高变差动的保护范围相互独立；厂高变差动保护取高压侧两只 TA 的电流及低压侧两分支的电流；励磁变采用差动保护。

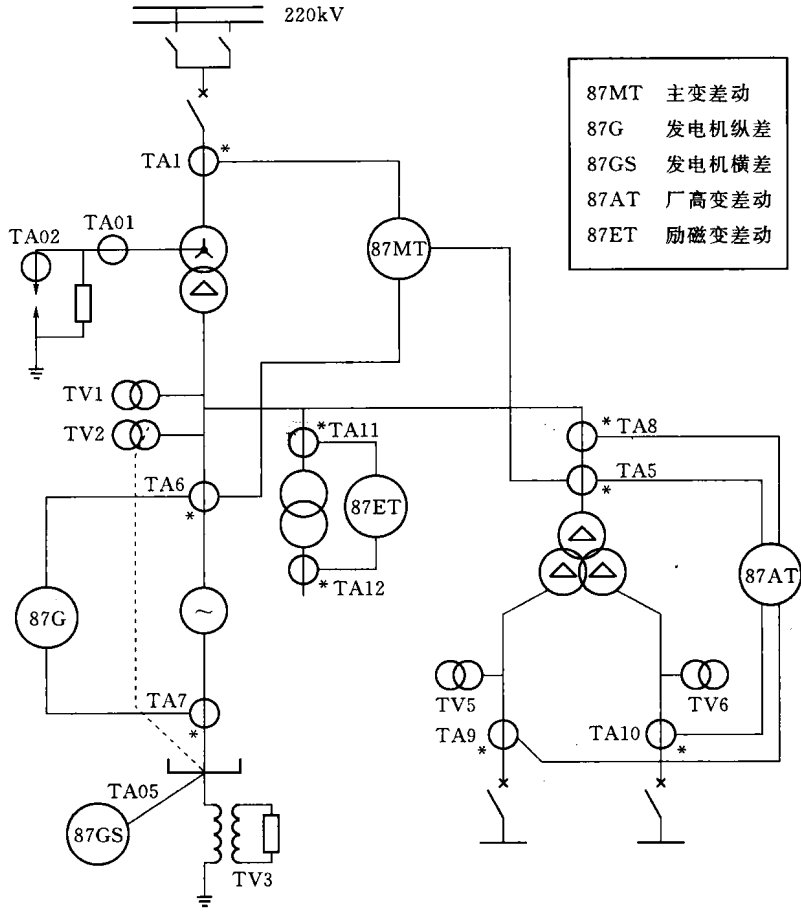


图 1-5 300MW-220kV 发变组主保护配置图 (RCS-985)

表 1-6 300MW-220kV 发变组主保护配置表 (RCS-985)

保护类别	保 护 名 称	涉及 TV	涉及 TA
主保护	87MT 主变差动		TA1、TA5、TA6
	87G 发电机差动		TA6、TA7
	87GS 发电机匝间	TV2	TA05
	87AT 厂高变差动		TA5、TA8、TA9、TA10
	87ET 励磁变差动		TA11、TA12

2. 主保护配置方案 2

以国电南自 DGT-801 发电机变压器成套保护装置 (以下简称 DGT-801) 所提供的主保护配置方案为例说明, 其保护配置图如图 1-6 所示。配置方案表如表 1-7 所示。由图 1-6 可见, 该方案特点是: 发变组差动包含了发电机差动、主变压器差动、厂高变差动等保护的范

围; 厂高变差动保护取高压侧一只 TA 的电流及低压侧两分支的电流; 励磁变采用电流速断保护。

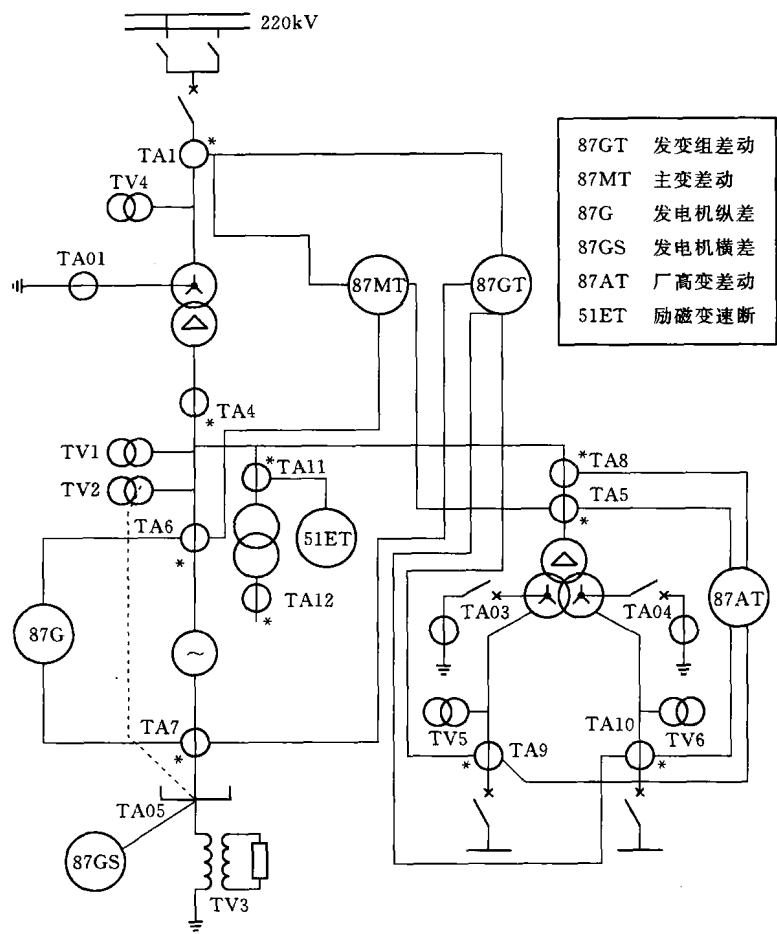


图 1-6 300MW-220kV 发变组主保护配置图 (DGT-801)

表 1-7 300MW-220kV 发变组主保护配置表 (DGT-801)

保护类别	保 护 名 称	涉及 TV	涉及 TA
主保护	87GT 发电机变压器组差动		TA1、TA7、TA9、TA10
	87MT 主变差动		TA1、TA2、TA6
	87G 发电机差动		TA6、TA7
	87GS 发电机匝间	TV2	TA05
	87AT 厂高变差动		TA5、TA9、TA10
	51ET 励磁变速断		TA11