

安谷水电站发电机注入式定子接地保护的应用及存在的问题

刘高, 梁兵钰

(中国水电建设集团圣达水电有限公司, 四川 乐山 614013)

摘要:南瑞继保 RCS-985 注入式定子接地保护在安谷水电站应用中出现了以下几个问题: 专用 CT 位置、电源烧损以及对转速测量装置、同期装置影响等几个问题, 对其产生的原因进行了分析, 介绍了所采用的处理方式。该接地保护在设计和调试中避免相同问题的出现提供了一些经验教训。

关键词:注入式定子接地保护; 注入电源; 转速测量; 同期装置; 安谷水电站

中图分类号:TV7; TV734; TV735

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)01-0030-03

1 概述

发电机注入式定子接地保护具有很多优点: (1) 整个定子绕组各处具有相同的保护灵敏度, 不受接地位置的影响。(2) 低频信号和发电机的工频、分数次谐波、整数次谐波频率不同, 机组正常运行或振荡时不会影响接地故障电阻阻值的计算; 保护不受发电机运行工况的影响。在发电机静止、起停过程、空载运行、并网运行等各种工况下, 该保护均能可靠工作。(3) 接地电阻跳闸判据设置了独有的安全电流限制技术, 当接地故障电流很小时, 可避免不必要的机组停机。(4) 采用注入回路阻抗精确补偿技术, 无需测试接地变压器的详细参数, 直接进行现场模拟接地故障试验即可完成参数补偿。(5) 可监视定子绕组绝缘的缓慢变化。笔者介绍了注入式定子接地保护在安谷水电站应用中出现的问题及采取的解决方法。

安谷水电站位于四川省乐山市市中区安谷镇与沙湾区嘉农镇接壤的大渡河干流上, 为大渡河干流梯级开发中的最后一级。坝址距上游沙湾水电站约 35 km, 下游距乐山市区 15 km。电站采用一级混合式(河床式厂房加长尾水渠)开发, 电站正常蓄水位高程 398 m, 安装容量为 $4 \times 190 \text{ MW} + 1 \times 12 \text{ MW}$ (生态机组) 的轴流转桨式水轮发电机组, 属国家大(一)型规模电站。

该电站首台机组于 2014 年 12 月 8 日并网, 至 2015 年 8 月第 5 台机组并网发电, 1 年内 5 台机组全部建成投产。

收稿日期: 2017-09-25

安谷水电站采用南瑞 RCS-985 发电机保护, 其注入式定子接地保护是由 RCS-985U 低频注入电源和 RCS-985 保护装置两部分共同实现。其中, RCS-985U 定子接地保护辅助电源装置提供外加低频电源, 将低频电压电流信号注入到发电机定子绕组中; RCS-985 发电机保护装置检测注入低频电压、电流信号, 当发电机定子绕组发生接地故障时, 所注入的电压、电流信号随之发生变化, RCS-985 可准确计算出接地故障电阻的阻值, 完成注入式定子接地保护。

2 注入式定子接地保护装置在安谷水电站中的应用

2.1 注入式定子接地保护配置的具体情况

RCS-985U 电源辅助装置现场保护接线情况见图 1。装置输出的低频电压加在发电机中性点接地变压器负载电阻 R_n 两端, 通过接地变压器将低频信号注入到发电机定子绕组上。负载电阻 R_n 两端的电压经分压器分压后得到电压 $U_{\omega 0}$; 另外, 通过中间变流器(即中间 CT) 得到电流 $I_{\omega 0}$ 。将电压 $U_{\omega 0}$ 和电流 $I_{\omega 0}$ 引至 RCS-985 保护装置中。

2.2 保护原理及接地电阻判据

当发电机定子绕组对地绝缘正常时, 注入到定子绕组的低频电流主要是流过定子绕组对地电容的电容电流, 当对地绝缘受到破坏、出现接地故障时, 所注入的电流将流过接地故障点, 出现一部分电阻性电流。保护装置检测到注入的低频电压、电流, 通过导纳法可准确计算出接地故障时的

过渡电阻值,计算出的电阻值与定子绕组的接地故障位置无关,可以反映发电机 100% 的定子绕组单相接地。

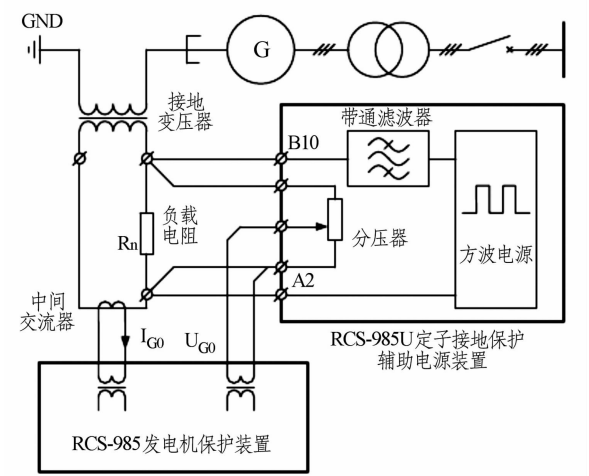


图 1 保护接线示意图

- 该保护具有以下特点：
- (1) 保护范围为 100% 定子绕组,包括发电机中性点,无保护死区。
 - (2) 整个定子绕组各处具有相同的保护灵敏度,不受接地位置影响。
 - (3) 低频信号和发电机的工频、分数次谐波、整数次谐波频率不同,机组正常运行或振荡时不会影响接地故障电阻阻值的计算,保护不受发电机运行工况的影响。在发电机静止、起停过程、空载运行、并网运行等各种工况下,该保护均能可靠工作。
 - (4) 可监视定子绕组绝缘的缓慢变化。
 - (5) 注入到发电机绕组上的低频电压不超过 1% ~3% 的额定相电压,不会损坏定子绕组的绝缘。

接地电阻判据反映发电机定子绕组接地电阻的大小,设有两段接地电阻定值,高定值段作用于报警,低定值段作用于延时跳闸,延时可分别整定。

低定值段(跳闸段)动作方程为:

$$R_E < R_{E.SET.L} \quad \text{AND} \quad I_{G0} > I_{SAFE}$$

高定值段(报警段)动作方程为:

$$R_E < R_{E.SET.H}$$

式中 R_E 为发电机定子绕组接地电阻(一次值); $R_{E.SET.H}$ 和 $R_{E.SET.L}$ 分别为发电机定子绕组接地电阻的高、低定值(一次值); I_{G0} 为流过发电机接地设备的零序电流(二次值); I_{SAFE} 为对应于发电机定子接地安全电流的定值(二次值)。对于低定值的跳闸段,只有接地电流超过设定的安全电流

定值方允许跳闸。

3 安谷水电站注入式定子接地保护在调试中出现的问

3.1 注入式定子接地保护专用 CT 安装位置问题

#1 机组投运前,投入注入式定子接地保护电源后,保护一直动作,检测接地电阻值为 0.64 Ω,反复检查发电机一次回路,没有装设接地线,绝缘电阻值很高,在中性点柜检查发现注入式定子接地保护专用 CT 旁的一根二次接地有变化。图 2 显示的是由 1 号位置改到 2 号位置的情况。

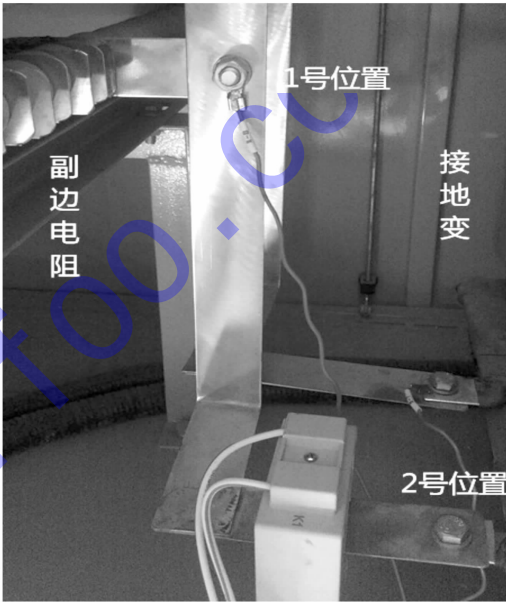


图 2 专用 CT 安装位置示意图

该接线的变化造成注入式接地保护检测对象发生变化(图 3、4)。

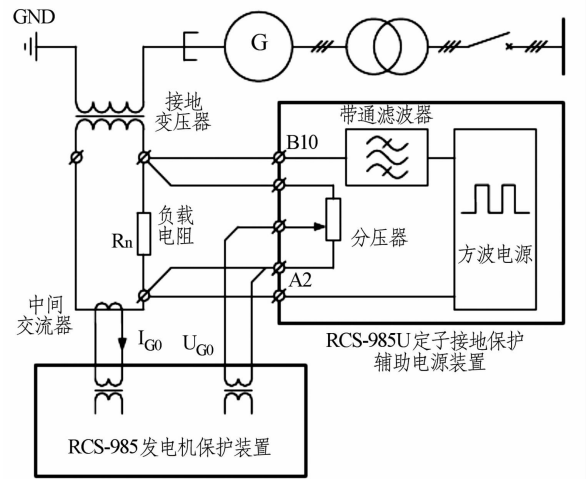


图 3 CT 位置对测量电流电压影响示意图

