

蒲石河抽水蓄能电站发变组 继电保护的设计及特点

杨光华¹, 栾德艳², 常颖¹, 彭惊¹

(1. 中水东北勘测设计研究有限责任公司, 吉林 长春 130021;

2. 辽宁蒲石河抽水蓄能有限公司, 辽宁 丹东 118216)

摘要:介绍了蒲石河抽水蓄能电站发变组继电保护的配置及设计情况。发变组继电保护具有双重化配置、高可靠性软件切换、保护不依赖监控而独立运行等特点。针对现场调试过程中出现的问题,优化了背靠背启动过程断路器跳闸方案,重新选择了转子一点接地保护装置,分析了定子接地保护的正确动作,增加了控保屏下的铜带接地。现场调试的经验可供其他抽水蓄能电站借鉴参考。

关键词:发变组;继电保护;设计;接地保护;蒲石河抽水蓄能电站

Design of Generator-transformer Unit Relay Protection and Its Characteristics in Pushihe Pump-storage Power Station

Yang Guahua¹, Luan Deyan², Chang Ying¹, Peng Liang¹

(1. China Water Northeast Investigation, Design and Research Co., Ltd., Changchun 130021, Jilin, China;

2. Liaoning Pushihe Pumped Storage Power Station Co., Ltd., Dandong 118216, Liaoning, China)

Abstract: The configuration and design of generator-transformer unit relay protection in Pushihe Pump-storage Power Station is introduced herein. The relay protection has characteristics of two sets of protection system stand-by to each other, more reliable software switching, and independent operation without relying on monitoring system. For solving the problems discovered in the commissioning tests, the breaker tripping scheme during back-to-back starting process is optimized, the rotor one-point grounding protection equipment is re-selected, the right operation of stator grounding protection is analysed, and the copper grounding to unit control and protection board is also added. The experiences of commissioning tests can be as references to other pumped-storage power stations.

Key Words: generator-transformer unit; relay protection; design; grounding protection; Pushihe Pumped-storage Power Station

中图分类号:TM772(231)

文献标识码:B

文章编号:0559-9342(2012)05-0075-03

蒲石河抽水蓄能电站安装4台单机容量300 MW的水泵水轮机—发电电动机组,总装机容量1200 MW,出线电压等级500 kV。发电机与主变压器之间的连接采用发电机—变压器单元接线方式,每2组单元在变压器的高压侧联合,以1回500 kV出线送至丹东北变电所。电站500 kV部分共装设3组断路器,构成2进1出三角形电气主接线形式。首台4号机组已于2011年12月30日完成了15天试运行。

1 发变组保护配置

1.1 发电电动机保护配置

发电电动机共配置A、B 2套保护,A套保护配

置有:纵联差动保护、过负荷保护、轴电流保护、横差保护、95%定子接地保护、过激励保护、低电压过流保护、失磁保护、失步保护、逆功率保护、过电压保护、发电工况相序保护、发电工况负序过流保护、低频保护、水泵工况负序过流保护、水泵工况低功率保护、次同步过流保护、水泵工况相序保护。B套保护配置有:纵联差动保护、过负荷保护、转子一点接地保护、横差保护、100%定子接地保护、过激励保护、低电压过流保护、失磁保护、

收稿日期:2012-03-12

作者简介:杨光华(1965—),男,吉林长春人,高级工程师,长期从事水电站电工二次专业的设计工作。

失步保护、逆功率保护、过电压保护、发电工况相序保护、发电工况负序过流保护、低频保护、水泵工况负序过流保护、水泵工况低功率保护、次同步过流保护、水泵工况相序保护、发电电动机出口断路器失灵保护。

1.2 励磁变压器保护配置

励磁变压器共配置 A、B 2 套保护, A 套保护为速断保护, B 套保护为过流保护。

1.3 主变压器保护配置

主变压器共配置 A、B 2 套保护。A 套保护有: 纵联差动保护、过激励保护、过流保护、零序电流保护、低压侧接地保护。B 套保护有: 纵联差动保护、过激励保护、过流保护、零序电流保护、低压侧接地保护。

变压器本体保护包括: 重瓦斯保护、轻瓦斯保护、温度保护、压力释放装置、冷却系统保护、油位保护。变压器本体保护的功能在主变压器 B 套保护屏内实现。当主变 A 或 B 套微机保护退出后, 非电量保护仍然能跳闸、停机、报警等。

2 发变组保护设计的特点

2.1 双重化配置

蒲石河发变组继电保护装置采用西门子的数字式微机保护。包括发电电动机和主变压器、励磁变的保护, 采用双重化配置。发电机保护两面屏, 分别装有发电机的 A、B 套保护, 各自独立。变压器保护两面屏, 分别装有变压器的 A、B 套保护, 各自独立。当东北电网急需蒲石河担任调峰、填谷、调频和事故备用时, 如果此时发电机的 A (B) 套保护或变压器的 A (B) 套保护其中 1 套或 2 套同时故障需要退出时, 剩下的发电机的 B (A) 套保护和变压器的 B (A) 套保护, 机组仍可以有保护允许短期继续运行。如果此时发电机的 B (A) 套保护或变压器的 B (A) 套保护其中一套或两套同时有故障需要退出时, 剩下的发电机的 A (B) 套保护和变压器的 A (B) 套保护, 机组仍然可以有保护允许短期继续运行。真正实现了双重化。

2.2 高可靠性的软件切换

与常规机组保护相比, 抽水蓄能机组的保护要考虑换相和低频特性。利用软件切换方便的特点, 按照不同工况, 投入、切除、闭锁保护。

2.3 两套定子接地的投切情况

定子接地采用外加 20 Hz 电源的保护。在机组的启动过程中, 两套定子接地保护之间按如下顺序配合: 0~10 Hz 时 A 套 95% 定子接地保护自动退出, B 套 100% 定子接地保护自动投入; 10~40 Hz 时 A

套 95% 定子接地保护自动投入, B 套 100% 定子接地保护自动退出; 40~50 Hz 时 A、B 两套定子接地保护均自动投入, 保护整个定子绕组范围。

2.4 保护不依赖监控而独立运行

抽水蓄能电站运行工况复杂, 不同运行工况需要配置不同的继电保护、不同的定值以及不同的保护跳闸输出。蒲石河抽水蓄能电站发变组保护设计对以下 2 个方案进行了研究。

(1) 方案一。由计算机监控系统提供运行工况条件或外部搭接逻辑实现保护投退功能。由于继电保护对可靠性的要求远大于监控系统, 在事故情况下, 需要继电保护 100% 可靠动作, 而计算机监控系统很难满足这一要求。

(2) 方案二。发变组保护不依赖监控而独立运行。为使继电保护不依赖监控而独立运行, 我们利用西门子的 7UT613, 7UM622, 7UT635, 7UM612 等保护装置本身具有的开关量输入通道及逻辑编程功能, 将发电机出口断路器、拖动开关、被拖动开关、换相开关、短路开关、中性点接地开关、导叶位置开关等开关量信号, 经过逻辑组合, 编制出抽水运行工况、抽水调相工况、发电运行工况、发电调相工况、电气制动工况、抽水启动工况等, 这些工况可能不完全符合机组实际工况, 但能够涵盖机组的运行工况, 简单、可靠、实用。当计算机监控系统故障时, 发变组保护仍能独立运行。

经研究, 设计最终采用方案二, 蒲石河发变组保护能够不依赖监控而独立运行, 增加了机组运行的可靠性。

3 现场调试中遇到的问题

3.1 背靠背启动过程事故处理

发电机在背靠背启动过程中发生故障时, 由于处于低频状态, 连接 2 台机组的断路器不能分闸。当频率低于 20 Hz 时, 如果分开机组出口的断路器, 就会烧毁该断路器。如果单独分开一台发电机的磁场断路器, 又会造成发电机失磁, 为此, 我们考虑同时跳开两台机的磁场断路器的方法, 既可以跳闸灭磁, 又不会扩大事故。要保证两台机的磁场断路器同时跳开, 这就需要通过硬接线下发跳闸命令。由于两台机组背靠背启动时, 拖动、被拖动组合较多, 硬接线跳闸逻辑将十分复杂。设计单位与西门子公司合作, 利用保护装置的跳闸矩阵, 增加背靠背跳闸条件, 由监控预先沟通跳闸通道, 一旦发生故障, 可立即将拖动、被拖动机组同时跳闸灭磁。该方案具有接线简单、可靠, 可在其他抽水蓄能工

程的发变组保护中应用。

3.2 转子一点接地保护选择

在现场调试过程中,发现发变组的供货商西门子公司和励磁系统的供货商阿尔斯通公司分别提供了一套转子一点接地保护。

阿尔斯通公司成套供货的 MX3IPG2A 转子接地保护,经查该保护装置接地电阻设置值为 0.2~4 kΩ。根据 DL/T 5177—2003《水力发电厂继电保护导则》中“保护装置的灵敏度不宜低于 10~20 kΩ”。设计单位认为阿尔斯通励磁屏成套供货的 MX3IPG2A 转子接地保护定值灵敏度不能满足我国继电保护整定要求。

西门子公司提供的转子一点接地保护,采用了西门子公司独特的 1~3 Hz 低频方波注入式原理,灵敏度高达 80 kΩ。保护能连续不断地监测励磁绕组的对地绝缘值。可有效消除大型机组转子回路对地电容对转子接地保护的影响;可有效消除励磁电压变化对转子接地保护的影响;可有效消除励磁回路高次谐波(主要为 300 Hz)对转子接地保护的影响;可不受机组运行状态的影响,在停机的过程中依然有效。

因此,最终选用了西门子转子一点接地保护装置,取消了阿尔斯通励磁屏成套供货的转子一点接地保护装置。

3.3 有关定子接地保护正确动作的分析

在 SFC 拖动 4 号发电电动机组的启动过程中,多次发生 100% 定子接地保护动作跳闸、停机。经

现场测量,4 号发电电动机组的定子阻值大于整定值,定子的绝缘情况良好。但 SFC 装置回路,在启动初期 0~5 Hz 时阻值小于定子接地的整定值,因此 100% 定子接地保护动作是正确的,说明 SFC 装置回路的绝缘阻值不合格。

由于 SFC 的供货商没有即时查出 SFC 装置接地的原因,为不影响水泵工况调试的直线工期,设计单位采用临时措施,在 0~5 Hz 时闭锁 100% 定子接地保护的跳闸,仍保留报警功能。确保 SFC 成功拖动 4 号发电电动机组,向上库抽水。随后 SFC 供货商查出 SFC 装置接地的原因是输入变的星形绕组的中性点不正确接地,因此现场取消当 0~5 Hz 时闭锁 100% 定子接地保护跳闸的临时措施。

西门子的定子接地保护,在线监测定子回路的阻值,在 SFC 拖动 4 号机组的调试工程中,起到了监测报警的作用。

3.4 增加控保屏下的铜带接地

蒲石河的洞口中控楼、副厂房 13.20 m 高程、发电机层、地下 GIS 室、地面 500 kV 开关站控保屏当初没有设铜带接地。在此之前,我院常规电站及蓄能电站控保屏也没有设铜带接地。经调研其他工程的安全鉴定经验及参考专家意见,结合蒲石河部分地方已经施工完毕的情况,在施工过程中,将上述地点的控保屏增加了铜带接地,增加了发变组继电保护装置和其他保护装置的抗电磁干扰的能力。

(责任编辑 高瑜)

广告目次

长沙华能自控集团华自科技股份有限公司	··· 封二	郑州机械研究所	····· 前插 12
西安联能自动化工程有限责任公司	····· 前插 1	北京奥技异电气技术研究所	····· 前插 13
国网电力科学研究院南京南瑞集团公司	·····	埃克森美孚公司	····· 前插 14
·····	前插 2、3	挪曼尔特(上海)贸易有限公司	····· 前插 15
北京时代中基科技发展有限公司	····· 前插 4	株洲南方阀门股份有限公司	····· 前插 16
中国水电十一局郑州科研设计有限公司	··· 前插 5	山西黄腾化工有限公司	····· 后插 1
杭州国电大坝安全工程有限公司	····· 前插 6	北京木联能软件技术有限公司	····· 后插 2
柳州欧维姆机械股份有限公司	····· 前插 7	西安联能自动化工程有限责任公司	····· 后插 3
基康仪器(北京)有限公司	····· 前插 8	北京中水科海利工程技术有限公司	··· 后插 4、封三
南京科明自动化设备有限公司	····· 前插 9	中铁岩峰成都科技有限公司	····· 内 93
北京华科同安监控技术有限公司	····· 前插 10、11	无锡俊达机电制造有限公司	····· 内 94