

500 kV 变电站扩建改造二次接线注意事项及措施

苏晓

(中国南方电网超高压输电公司南宁局, 广西 南宁 530028)

摘要: 主要介绍 500 kV 南宁变电站扩建改造工程概况, 针对保护的二次接线进行难点分析及交待注意事项。此类改造难点在于考虑主变压器保护接线与母线保护接线, 特别与失灵回路相关联的二次接线, 在改造工程开始前应认真核对图纸并充分理解二次回路的设计思想。经过改造后的南宁变电站有效提高了对南宁地区的供电可靠性。

关键词: 改造; 二次接线; 危险点; 母线保护; 主变保护

Secondary wiring notes and measures in 500 kV substation extension and reconstruction

SU Xiao

(Nanning Electric Power Bureau, EHV Transmission Company, Nanning 530028, China)

Abstract: This paper introduces a general situation of extension and reconstruction project of Nanning 500 kV transformer substations and analyzes the secondary wiring of protection and confessed notes. The difficulty is that it needs considering transformer protection secondary wiring and bus protection secondary wiring in such a reconstruction project, particularly the secondary circuit wiring associated with the failure. Before the start of the reconstruction project, engineers should carefully check the drawings and understand the design idea of the secondary circuit fully. Nanning transformer substation after reconstruction effectively improves power supply reliability in Nanning.

Key words: reconstruction; secondary wiring; danger point; bus protection; transformer protection

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)03-0125-03

0 引言

500 kV 南宁变电站于 2002 年 5 月 20 日成功投运, 当时站内有一台容量为 750 MW 的主变, 500 kV 部分采用 3/2 接线; 220 kV 部分采用双母接线, 6 回 220 kV 出线。由于地处地区行政中心, 为提高供电可靠性, 2007 年开始扩建第二台容量为 750 MW 的主变, 并将 220 kV 主接线由双母线改造为双母线四分段。此次改造工程量较大, 特别二次接线比较复杂。本文将以南宁变电站为例, 从保护装置二次接线的角度对 500 kV 变电站扩建改造的危险点及注意事项进行分析。

1 改造概况

500 kV 南宁变电站原有一台容量为 750 MW 主变, 站内 220 kV 主接线为双母线。改造后南宁变电站拥有两台容量为 750 MW 主变, 220 kV 主接线形式为双母线四分段(主接线如图 1); 母线保护由双套母差加公用失灵保护组成, 主变保护由原来的阿尔斯通保护改造为 RCS-978 及 RCS-974FG 保护,

并根据母线分段及主变扩建增加电压切换箱及站用变备自投。保护小室采取分散式布置。其中主变保护与 35 kV 侧保护布置在主变小室, 220 kV 保护根据母线分段情况配置布置在另外两个 220 kV 小室。

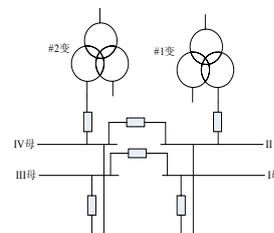


图 1 南宁变 220 kV 主接线

Fig.1 220 kV primary power system of Nanning substation

2 保护改造危险点及注意事项

2.1 母线保护

改造前南宁变电站 220 kV 母线仅有一套 BP-2B 母线保护实现母差及失灵保护功能, 不符合南方电网继电保护反事故措施要求。此次扩建改造将 220 kV 双母线四分段, 采取母差与失灵功能分别

由双套 BP-2B 与 BP-2C 保护来分别实现的方法,其中增加的三套 BP-2B 与原有的一套 BP-2B 母差保护作为双母母差保护,两套 BP-2C 母差保护作为公用失灵保护。

2.1.1 主变失灵启动回路

南宁站主变回路设计启动回路如图 2,为简化接线,500 kV 主变中压侧开关通常仅设置操作箱,所以将母差动作跳中压侧开关接点 TJR 与主变动作启动接点并联接入主变 C 柜(即主变非电量保护)启动回路,这样无论主变或者母线故障时,都可以启动主变 C 柜保护进行失灵延时判别。

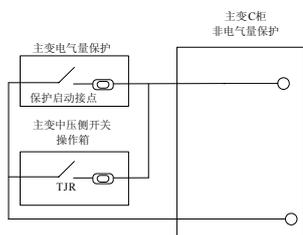


图 2 开关失灵启动主变回路

Fig.2 Breaker malfunction start up circuit of main transformer

2.1.2 母线与主变接线

主变保护进行更换后,考虑母线故障时主变开关失灵的情况下,此时需要母差保护启动主变开关失灵跳主变三侧,南宁站采用母差保护动作(TJR)启动主变失灵后,同时由 TJR 与 C 柜的时限 2 启动母线失灵接点(图 3)启动母线失灵保护,满足条件后主变非电量保护三跳出口切除主变各侧开关,接线如图 4。

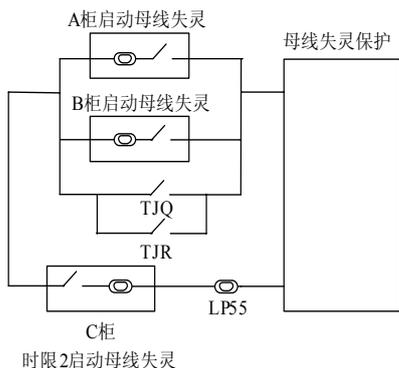


图 3 主变启动母线失灵回路

Fig.3 Main transformer malfunction start up circuit

2.1.3 母线与母线接线

双母线进行分段后,分段开关作为一个特殊间隔仅有操作箱,考虑母线故障时,分段开关失灵对非故障母线的影

响。分段可以视其为一回特殊线路,当母线故障或者分段开关死区故障时,由故障母线的母差保护作为启动,经过非故障母线保护进行过流判断并跳开母线相关的开关。接线如图 5。

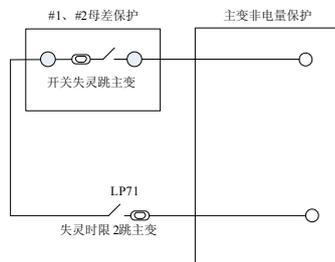


图 4 母线启动主变失灵回路

Fig.4 Bus start up malfunction circuit of main transformer

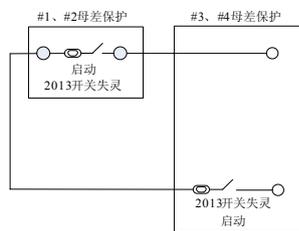


图 5 分段开关失灵启动回路

Fig.5 Section breaker malfunction start up circuit

2.1.4 母线保护改造危险点及注意事项

(1) 母线保护改造中需要将原电流回路改接至新母差保护及失灵回路,并采用升流试验确定:a. 变比是否准确;b. 停运保护、测控的新电流回路及相别、极性是否正确。进行升流试验时,注意在现场 CT 端子箱及运行母差保护端子中将升流的电流回路断开并使用绝缘胶带将端子包好,并进行三相短接,防止升流过程中运行母差保护误跳闸以及电流回路开路运行。(2) 由于母线分段开关失灵启动回路需要在两个保护小室间穿插,施工安全风险大,必须组织施工人员加强学习工作要求及危险点控制,认真分析图纸并加强工作监护,如需进行分段开关失灵启动试验,必须保证差动保护出口跳闸压板在退出状态,投运前组织好竣工验收。

2.2 主变保护

主变扩建作为此次工程重点,不但增加一台容量为 750 MW 主变,且对原主变保护进行更换。统一使用 RCS-978(第一套电气量 A 柜)、RCS-978(第二套电气量 B 柜)及 RCS-974FG(非电气量 C 柜)作为主变保护。

2.2.1 主变与母线接线

主变与母线之间关系主要考虑当主变故障时,主变开关失灵对母线的影

时主变开关失灵, 短路电流经过主变后产生电压降, 如果母线失灵保护复压闭锁将会导致失灵保护拒动的严重后果, 必须先解除母线失灵复压闭锁, 然后再启动母线失灵保护, 跳开母线相关开关。当电气量保护动作时, 非电气量保护经过短延时解除 BP-2C 复压闭锁 (如图 6), 另一对触点经过长延时启动 BP-2C 母线失灵保护跳开母线上相关开关 (如图 3)。并设置 LP55、LP81 压板作为主变检修时退出的压板, 可靠切断主变与失灵保护的联系。

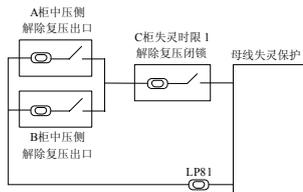


图 6 解除复压闭锁回路

Fig.6 Block diagram of dissolving multiple voltage blocking

2.2.2 主变与开关接线

当主变故障时, 由于主变保护动作已经将出口输出至三侧开关, 所以不考虑主变开关失灵后联跳主变三侧开关的情况。

2.2.3 主变保护改造难点分析及危险点

(1) 接入主变高压侧电流回路时应注意主变保护是否采取外部取和电流方式 (如图 7), 如果采取外部取和电流, 考虑到 5012 开关检修状态下进行合闸试验时串内线路出现故障, 此时相当于 5012CT 两端接地, 停运的 5012CT 此时相当于接入一个负载较小的励磁阻抗, 5011CT 的短路电流经分别流入线路保护及 5012CT, 降低了线路保护的灵敏度, 甚至造成线路保护拒动。所以站内有 3/2 主接线的应尽量选用电流内部取和的主变保护, 两个 CT 电流回路分别进入主变保护后在保护内部取和, 受汲出电流影响小, 特别当主变保护有 CT 饱和判据时应尽量使用内部取和, 否则两个 CT 电流外部叠加后波形失真, 使判据误差变大。如果因条件限制采用外部取和电流方式时, 应注意在高压侧停电后, 在端子箱 B 处将电流回路断开并三相短接。(2) 由于主变保护二次接线与母线失灵保护有关, 主变小室距离公用失灵保护所在小室有一定距离, 对电磁屏蔽有较高要求, 工作中应当注意电缆屏蔽层铠甲和接地焊接点是否良好, 防止交流通过电缆间的电容感应到直流控制回路。(3) 对于主变故障, 主变开关失灵联跳主变三侧开关的考虑值得商榷, 如果主变保护范围内发生故障时, 主变保护已经向其三侧开关发出跳闸命令, 可以不考虑主变故障时中压侧开关失灵再次联跳主变三侧, 过多二次接线反而

容易出现接线错误导致保护误动作。

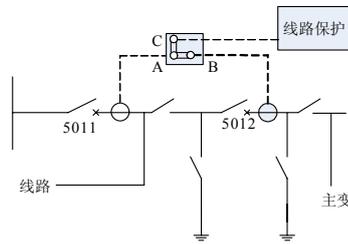


图 7 检修状态电流接线

Fig.7 Current connection in maintenance status

2.3 电压切换装置

220 kV 母线改造为四分段, 运行方式更加灵活, 为保证 CVT 检修时不退出保护而增加三套电压切换箱, 切换把手 BK 与母联开关 (分段开关) 间隔的刀闸 IG (IIG)、开关 DL 动合触点串在一起驱动切换继电器 QJ。当母联 (分段) 开关运行而 CVT 检修时, 将切换把手切至自动, 切换继电器带电将另一段母线电压引入检修 CVT 所在二次小母线, 参见图 8。

2.3.1 电压切换装置危险点

电压切换装置在改造中极易出错, 应注意: (1) 严禁母联间隔辅助触点未正确接入电压切换装置回路。当两段母线分列运行后, I 母冷备用二次回路通过一直闭合的并列接点 (QJ) 连在一起, 导致反充电流过大使 CVT 二次空开 ZKK 跳开, 母线上的线路保护失压的严重后果; (2) 切换继电器触点初始状态, 此项工作也应作为验收检查的重点, 投运前对电压切换箱应进行细致的全面检验, 确保触点位置与实际位置对应 (此前其他单位出现过厂家对操作箱做辅助触点试验后未复归触点至初始状态), 不允许 1YQJ、2YQJ 触点同时闭合或者断开, 否则会导致两段母线通过 1YQJ、2YQJ 触点出现环流跳开 CVT 二次空开 ZKK。(3) 核对电压回路相序, 确保电压二次回路相序正确, 防止两段电压并列时出现二次电压回路短路。

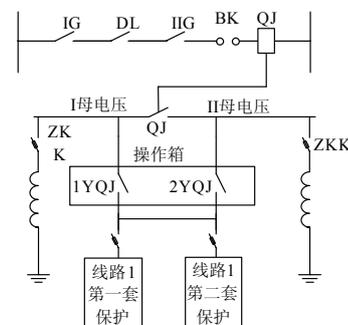


图 8 电压并列回路接线图

Fig.8 Parallel voltage circuit

(下转第 152 页 continued on page 152)

参考文献

[1] IEEE P1564_00_14, Voltage Sag Indices – Draft 1.1[Z]. 2000.

[2] Brooks D L, Dugan R C, Wacławski M, et al. Indices for Assessing Utility Distribution System RMS Variation Performance[Z].

[3] Bollen M H J, Dan Sabin D. International Coordination for Voltage Sag Indices[Z]. IEEE, 2006: 1-6.

[4] IEC 61000-2-8 Voltage Sags and Short Interruptions on Public Electric Power Supply Systems with Statistical Measurement Results[R]. Draft Technical Report, 2002.

[5] IEC 61000-4-11, Voltage Sags Short Interruptions and Voltage Variations Immunity Tests[S].

[6] Voltage Sag Indices Draft 2, Working Document for IEEE [Z]. 2001.

[7] Chan J Y, Milanovic J V. Severity Indices for Assessment of Equipment Sensitivity to Voltage Sags and Short Interruptions[A]. in: IEEE Power Engineering Society General Meeting[C]. 2007. 1-7.

[8] Bonatto B D, Niimura T, Dommel H W. A Fuzzy Logic Application to Represent Load Sensitivity to Voltage Sags[A]. in: Proceedings of 8th International Conference on Harmonics and Quality of Power[C]. 1998. 60-64.

[9] Shen Cheng-Chieh, Lu Chan-Nan. A Voltage Sag Index Considering Compatibility Between Equipment and Supply[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 2007: 996-1002.

[10] Bollen M H J, Sabin D D. Voltage Sag Indices Recent Developments in IEEE Task Force[A]. in: Quality and Security of Electric Power Delivery System[C]. Montreal:

2003. 7-10.

[11] Martinez J A, Martin-Armedo J. Voltage Sag Studies in Distribution Networks Part III: Voltage Sag Index Calculation[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 2006, 21(3).

[12] 陶顺, 肖湘宁. 电压暂降对配电系统可靠性影响及其评估指标的研究[J]. 中国电机工程学报, 2005, 25(21): 63-69. TAO Shun, XIAO Xiang-ning. Study on Distribution Reliability Considering Voltage Sags and Acceptable Indices[J]. Proceedings of the CSEE, 2005, 25 (21) : 63-69.

[13] Thallam R, Koellner K. SRP Voltage Sag Index Methodology Experience and FAQs[A]. in: IEEE PES P1564 TF Meeting[C]. Las Vegas: 2003.

[14] De Capual Claudio, De Falco Stefano, Liccardo A, et al. A dsPic-Based Measurement System for the Evaluation of Voltage Sag Severity Trough New Power Quality Indexes[A]. in: IEEE Virtual Environments International Conference on Human-Computer Interfaces, and Measurement Systems[C]. Giardini Naxos(Italy): 2005.

[15] Dugan R C, McGranaghan F, Santoso S, et al. Electrical Power System Quality, Second Edition[M]. 2002.

[16] Mamo X, Javerzac J. Power Quality Indicators[A]. in: IEEE Porto Power Tech Conference[C]. Porto(Portugal): 2001.

收稿日期: 2009-03-02; 修回日期: 2009-04-15

作者简介:

林焱 (1974-) 男, 硕士, 高工, 主要从事电能质量技术监督及电力电子研究工作; E-mail: zxm0804@163.com

吴丹岳 (1964-) 男, 硕士, 高工, 主要从事电力系统分析及电能质量等方面的管理及研究工作。

(上接第 127 页 continued from page 127)

3 结论

500 kV 南宁变电站经过扩建改造后, 大大提高对地方供电及站用电的可靠性, 母线四分段的运行方式更为灵活。此类改造涉及面广, 保护二次接线复杂, 危险点多。如果不加强工作前对图纸、保护原理以及设计思想的学习和工作中对危险点的控制, 那么人为原因造成事故的几率将大大提高。经过此次改造, 不但大大提高了电网的安全稳定运行, 从改造难点、危险点分析中吸取了丰富的经验, 提高了驾驭电网的能力, 还对其他 500 kV 变电站的改造工程也提供了借鉴参考作用。

参考文献

[1] 广西电力工业勘察设计院. 500 kV 南宁变改造工程[Z]. 2007. Guangxi Electric Power Designing Institute. Reconstruc-

tion Project of Nanning Substation[Z]. 2007.

[2] 王梅义. 电网继电保护应用[M]. 北京: 中国电力出版社 1999. WANG Mei-yi. Power Grid Relay Protection Applications[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1999.

[3] DL/T559-94, 220kV~500kV 电网继电保护装置运行整定规程[S]. DL/T559-94, 220kV~500kV Power Protection Devices of Setting Running Order[S].

[4] 王维俭, 侯炳蕴. 大型机组继电保护基础[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004. WANG Wei-jian, HOU Bing-yun. Large Unit-based Relay[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2004.

收稿日期: 2009-02-26

作者简介:

苏晓 (1984-) 男, 本科, 助理工程师, 从事电力系统继电保护工作. E-mail: 176391311@qq.com