

紫坪铺电厂2号机组定子绝缘击穿处理

唐永钢, 尹冲, 张璇

(四川省紫坪铺开发有限责任公司, 四川成都 610091)

摘要:此次紫坪铺电厂2号机组检修过程中定子绝缘击穿事件,通过故障点查找、更换线棒后,消除了设备严重缺陷,对水轮发电机的绝缘故障处理积累了实践经验;同时,又对我们在今后的工作中提出了更高要求,在进行设备安装、维护、验收时,需严格按照相关规范标准和设备技术资料进行操作,加强质量控制,提高设备可靠性,确保机组连续安全可靠运行。

关键词:定子线棒;绝缘击穿;故障查找;工艺流程

中图分类号: [TM622]; [TV734.2+1]; U214.9+4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-2184(2018)04-0057-03

0 引言

紫坪铺电厂2号机组在2005年12月安装阶段进行定子交流耐压时,A相146槽下层线棒槽口垫块处发生绝缘击穿,经检查原因为线棒制造缺陷所致。2006年1月,更换A相146槽下层线棒后交流耐压试验仍未通过,检查发现定子B相187槽下层线棒上端部绝缘击穿。鉴于出现两次线棒击穿现象,随后对2号机组定子线棒进行了全面修复,处理后定子交流耐压试验合格。紫坪铺电厂2号机组于2006年2月投运至今,分别在2008年和2012年进行了B修和A修作业,每次定子交流耐压试验合格。

1 定子绕组绝缘击穿过程

2017年11月1日,紫坪铺电厂2号机组进行A修作业,依据DL/T596-1996《电力设备预防性试验规程》相关要求,进行发电机修前预防性试验,按照定子绕组绝缘电阻、定子绕组直流电阻、定子绕组泄漏电流和直流耐压、定子绕组交流耐压、定子绕组交流耐压后绝缘电阻的试验顺序依次进行,前三项试验数据合格。进行第四项定子绕组交流耐压时,定子A相绕组加压到19.8 kV时(试验电压应为20.7 kV),定子发出“啪、啪、啪”放电声,交流耐压试验设备保护动作跳闸。切除试验设备电源后,测量A相定子绕组绝缘电阻为0,判定A相线棒击穿。

2 定子线棒绝缘击穿后检查及备件准备情况

2017年11月2日,对2号机定子绕组B、C相进行交流耐压检查,B、C相试验电压20.7 kV

持续1 min通过,耐压后绝缘电阻测量合格。试验证明,B、C相绕组正常。

备件备件准备:首先依据“水轮发电机设备说明书”列出定子线棒处理所需材料清单,随后对现有材料备件进行复核,并及时联系生产厂家提供所缺材料。现场备用线棒数量共78根,依据DL/T596-1996《电力设备预防性试验规程》相关要求抽检14根[1],合格率100%。

3 查找故障点

2017年11月6日,通过“夜间加压观察法”查找定子线棒故障点。在发电机内部均匀分布6人监视加压过程,A相绕组首次通电即出现放电声,交流耐压试验设备保护动作跳闸,第二次通电检查发现放电点位于定子208槽中部位置,但无法明确上层还是下层线棒击穿。

2017年11月8日,拆除208槽线棒上下端部绝缘盒,将208槽线棒并头块固化的环氧胶清理干净,使用乙炔焊对并头块加温,使焊缝融化,拆除并头块。使用乙炔焊时用湿润的石棉布包裹相邻绝缘盒及线棒漏出铁芯的部分,并不时加水冷却,防止烧伤相邻设备。拆除208槽槽楔、斜楔、波纹板等,拔出208槽上层线棒后,检查发现208槽上层线棒中部有明显放电痕迹、表面绝缘层有损伤现象(图1)。为检查A相其余线棒有无故障,拔出208槽上层线棒后,对A相剩余线棒进行第三次交流耐压试验,试验电压20.7 kV持续1 min通过,由此判定此次定子绕组绝缘击穿故障点为208槽上层线棒。

4 定子线棒绝缘击穿原因

收稿日期:2018-05-23

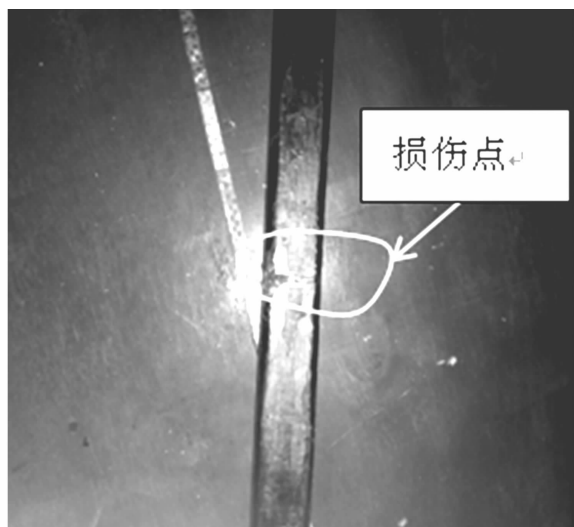


图1 208槽上层线棒绝缘层损伤点

造成发电机定子线棒绝缘击穿的原因很多。

4.1 材料及制造方面

(1)国内外大型发电机主绝缘材料承受电压的基础材料普遍使用粉云母纸,补强材料为玻璃布或涤纶纤维毡,粘合剂为环氧树脂剂体系,耐热等级为F级。分析比较国内外云母带的组分、主绝缘固化后的性能、绝缘结构的介质损耗、击穿场强以及电老化寿命可知:国内绝缘体系存在云母含量不高,绝缘结构的耐电热老化寿命不长等问题。

(2)由于制造工艺原因,定子绕组某些局部部位可能存在绝缘薄弱、不紧固或绝缘层间存在气隙,发电机在运行过程中如果气隙间电压达到间隙的击穿电压,便会发生故障放电,而且随着发电机运行时间的增长,绝缘层在热、电、机械及环境等各种应力的影响下,会进一步劣化,最终导致绝缘层开裂、剥落、槽楔松动,以及半导体垫条涂层功能丧失。

4.2 安装方面

在线棒安装过程中,打槽楔操作不当可能损坏线棒绝缘层。另外,在装压定子铁芯过程中,如果硅钢片叠片不整齐,或者定子铁芯通风槽钢及端部压指压装固定不良,都会造成发电机运行时发生振动,磨损绝缘最终导致线圈和主绝缘被击穿。

4.3 检修维护方面

定子绕组在机组检修时,由于起吊、搬运和施工作业中受碰撞、刮擦,会使定子绕组发生局部或绝缘表面受伤,虽然在进行绝缘试验时合格,但问

题却潜伏其中。

4.4 运行环境方面

(1)碳刷粉尘、制动风闸粉末与轴承油槽油雾混合物吸入到发电机内并附着在定子、转子表面;其一,影响定子散热,加速定子绝缘材料老化;其二,在定子线棒绝缘漆表面吸附的碳刷金属粉尘与油雾形成了一种半导体的薄膜,这层薄膜和导线之间夹着绝缘,就像许多电容器并联,在电压的作用下,线棒端部形成电容电流回路,电容电流沿着绝缘表面由金属粉尘等组成的导电路径流向铁芯,易使运行中处于高电位的线棒槽口部位的半导体材料受热老化。

(2)机组频繁开机并网或受到电网系统冲击时,冲击电流产生的大电动力将造成线棒在槽内振动,磨损线棒防晕层、主绝缘,导致定子线棒起晕。电晕产生热效应、臭氧,加剧损坏主绝缘中的有机物,逐渐发展就会使线棒绝缘损坏、击穿。

(3)机组振动过大,线棒与绑绳及间隔垫块之间出现摩擦,防晕半导体层破坏发生电晕腐蚀,从而造成槽部和端部线圈主绝缘击穿。特别是,2008年5月12日,距紫坪铺电厂以西约17公里的汶川映秀镇发生了里氏8.0级大地震,震中烈度达11度,强烈的振动对机组绝缘可能造成一定隐患。2017年,紫坪铺电厂已完成4台机组的配重工作,现机组振动情况已得到很大改善,运行状况良好。

(4)空冷式发电机,由于冷却器的水温要低于发电机内部温度,若发电机内有较大的湿度时,机内结露现象就容易发生。虽然机组运行过程中结露现象不易发生,但如果出现机组停机时间过长时,就会由于结露导致发电机受潮,使发电机的绝缘性能降低。根据《立式水轮发电机使用维护说明书》有关要求,当发电机长期停机时,必须采用一定的方法维持发电机内部温度不低于 10°C 。

根据线棒损伤现象和处理情况初步分析,外加本台机组在投产初期安装过程中做定子线棒整体耐压试验时就出现过线棒击穿的情况。故此次定子线棒绝缘击穿的原因为:208槽上层线棒在安装过程中受安装工艺及机械外力的作用,线棒绝缘层受到部分损坏,造成该区域绝缘降低;且该机组于2006年投运至今已十余年,运行过程中受机组振动、发热老化、“5·12”汶川大地震等多重

因素的影响,加剧了线棒绝缘老化、绝缘降低的速度;在额定电压 13.8 kV 时能正常运行,隐患不易暴露,当试验电压至 19.8 kV 时导致了该根定子线棒绝缘击穿事件的发生。

5 定子线棒处理工艺流程

5.1 定子 208 槽线棒嵌入、并头块焊接及绝缘盒安装

(1)对 208 槽上下部并头块进行加热矫形,矫形完后用砂纸对并头块进行打磨除去表面的氧化层。

(2)打磨之前对该处及周围区域做好防护,防止异物残留在定子内。

(3)安装 208 槽底及两侧环氧玻璃布板。

(4)将试验合格的上层线棒嵌入槽内,调整好线棒上下距离,位置调整好后,现场自制木楔,将线棒撑起防止线棒向下位移。

(5)在线棒和并头块间放两层银焊片,用大力钳将并头块和线棒夹紧,用两把火焰枪对并头块进行加热焊接,对局部未焊到的区域用银焊条进行补焊,做到接触边饱满,焊接前做好相邻设备的防护工作。

(6)绑扎线棒间隔块,安装槽楔波纹板、打紧槽楔。打槽楔时,应注意通风沟的方向;槽楔下垫条伸出槽口的长度不得超越槽楔,尤其不允许与线棒高电阻半导体漆相碰;槽楔上通风沟与铁芯通风沟的中心对齐,偏差不得大于 3 mm;所有槽楔伸出铁芯槽口长度应符合设计要求,相互高差不大于 5 mm;槽楔表面不得高出铁芯内圆表面。

(7)定子槽楔打完后,应按照规定子装配要求,利用 $\varnothing 2$ 玻璃丝绳,对下端部槽楔进行绑扎,绑扎后在 $\varnothing 2$ 玻璃丝绳表面涂刷 792 室温固化胶。槽楔打完后彻底清扫检查。

(8)绝缘盒安装:用绝缘盒灌注胶 J0978(A、B 组份 100:12 搅拌均匀,重量比)与云母粉混合

在一起现场配制的绝缘腻子,绝缘腻子刚好不流动为宜。使用封堵泥将上部绝缘盒封堵,下部绝缘盒使用支撑调整合适高度。灌注胶注入前使用塑料布、破布等对线棒端部及下机架机坑地面进行防护,避免灌注胶滴落。待灌注胶固化后,拆除所有支撑及防护。灌注胶时需及时清理流出的胶,避免多余的胶流入低阻段。进行绝缘盒浇灌时,应一次性灌满。

5.2 预防性试验

待绝缘腻子凝固干燥后,对 2 号机组 A 相进行交流耐压试验,试验电压 20.7 kV 持续 1 min 通过,耐压后绝缘电阻、吸收比及极化指数测量合格。

6 结 语

发电机定子绕组是发电机的核心部件,一旦发生绝缘击穿故障,因定子绕组结构复杂,工艺繁琐,现场施工条件限制多,恢复难度极大。此次紫坪铺电厂 2 号机组检修过程中定子绝缘击穿事件,通过故障点查找、更换线棒后,消除了设备严重缺陷,对水轮发电机的绝缘故障处理积累了实践经验;同时,又对我们在今后的工作中提出了更高要求,在进行设备安装、维护、验收时,需严格按照相关规范标准和设备技术资料进行操作,加强质量控制,提高设备可靠性,确保机组连续安全可靠运行。

参考文献:

- [1] DL/T596-1996《电力设备预防性试验规程》
- [2] 东方电机《立式水轮发电机使用维护说明书》

作者简介:

- 唐永钢(1982-),男,重庆大足人,工程师,从事水电站运行工作;
尹冲(1978-),男,四川营山人,工程师,从事水电站电气一次检修工作;
张璇(1987-),女,四川汉源人,助理工程师,从事水电站电气一次检修工作。

(责任编辑:卓政昌)

叶巴滩水电站 504 号公路隧道顺利贯通

8 月 3 日 9:00,随着轰隆一声巨响,一缕亮光从 504 号公路隧道开挖掌子面透进来,标志着叶巴滩水电站 504#公路隧道顺利开挖贯通。504 号公路隧道为大坝左岸缆机平台唯一施工通道,隧道在大坝标进场施工前实现贯通,为工程主体大坝标开工建设创造了良好的条件,有利保障了工程建设目标的实现。504 号公路隧道为城门洞型,净断面为 7 m \times 5 m,洞身长 1 170 m。隧道地质条件复杂,在施工过程中多次出现涌水、塌方现象。叶巴滩分公司通过精心组织,科学管理,按照“短进尺、弱爆破、强支护、勤量测、快封闭”的原则组织施工,形成全员管安全、重质量、保进度良好建设局面,隧道单月最大开挖进尺曾达 201 m,使得隧道顺利实现了开挖贯通。