

试论大型发电机绕组电气故障

韩冬

天津市松正电动科技有限公司 天津 300000

摘要:在当前大型发电机组运行的过程中,绕组电器故障是常见的故障。从故障的发生情况来看,大型发电机绕组电气故障发生一般是在发电机的定子以及转子两部分。而且对于大型发电机的运行来说,由于在发电机运行过程中会有较为明显的不对称运行情况发生,这些情况的存在也必然会严重影响绕组。通过本文的研究,促使我们在进行大型发电机组运行过程中,能够结合相应运行情况的评估了解大型发电机组在运行时是否有绕组电气故障发生,避免由于故障的存在,对大型发电机组的顺畅运行带来负面、消极影响。

关键词:发电机;绕组电气故障;运行

引言:大型发电机一旦发生绕组电气故障,必然会危害发电机的正常工作效果。所以,做好大型发电机绕组电气故障研究工作,才能提高大型发电机运行安全性及稳定性。

1 大型发电机转子绕组所造成的电气故障问题

对于大型发电机转子绕组而言,也会诱发一系列的电气故障问题。主要的故障包括:

1.1 匝间短路导致电气出现故障

在大型发电机运行的过程中,一种常见的电气故障就是匝间短路问题。之所以会有这种情况出现,是源于转子绕组的绝缘体被损坏。也正是因为如此,致使在发电机运行时,一般会有较高的绕组短路情况发生。特别是绕组绝缘被损坏的情况下,这种现象有较高的发生概率。这是因为由于绝缘的破坏,导致定子绕组会有局部过热的情况出现。在出现局部过热后,会导致绕组绝缘体在局部受热因素影响下,有更为严重的损坏情况,导致恶性循环。^[1]这种情况也会导致转子在运行过程中不具备较好稳定性,诸如转子出现松动或是振动情况。在有振动情况出现后,由于离心力作用,会导致转子绕组匝间线在振动的作用下偏离原来位置,导致转子绕组端部有明显的热变形发生,在这种作用下,最终催生转子绕组匝间短路的情况。(如图一)



图(一) 发电机定子框型线棒

1.2 定子绕组电气故障

同步电机定子绕组是大型发电机绕组电气故障常发部位,其故障类型包含支路匝间短路、同相不同支路匝间短路、相间短路等。而且大型发电机中同步电机定子绕组出现的概率较高,还容易引发严重后果。比如,同步电机定子绕组发生故障后,易造成较大的短路电流,会引发过热问题从而引起大型发电机结构部件燃烧、损毁现象,还将产生较强破坏力的电磁力,引起负序磁场,并超过标准警戒红线,直至损毁转子^[2]。

1.3 接地电气故障

单点接地故障与两点接地故障是转子绕组电气故障中最为常见的两种故障。引起接地电气故障的主要原因是励磁电阻的绝缘层出现破坏问题,导致励磁绕组的导体与转子铁锈接触。其中绕组接地的单点接地故障非常常见,被认为是一种常见的异常运行状态,其一般不会造成较为严重的后果。导致这种认知的主要原因是单点接地故障发生后,励磁电源会产生非常大泄漏电阻,因此在一定程度上限制了接地泄漏的电流大小。但是当出现另一个接地点时,即两点接地故障时,则会极大的降低励磁电源的泄漏电阻,从而造成匝间短路问题,引起非常严重的短路故障。在我国大型发电机运行过程中,两点接地故障已经引发了多次严重事故。当出现转子绕组两点接地故障时,故障显示一般在控制屏上表现为励磁电流和定子电流突然增大、励磁电压和机端出口电压下降,同时功率因素增加,伴随着强烈的振动。这种情况下,应该执行紧急停机操作,以确保不会导致设备的损坏^[3]。

2 转子绕组两点接地故障的危害较大

2.1 主要表现为以下:当出现转子绕组两点接地故障时,这种状态下绕组部分会出现短接问题,那么会引

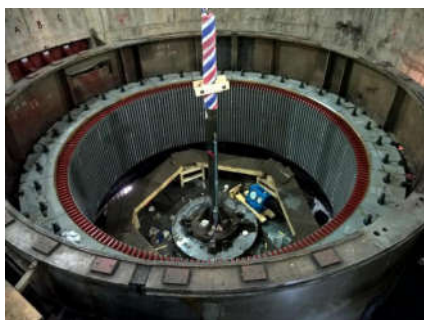
起励磁绕组的滞留电阻降低,同时励磁电流上升。这种情况下,当匝数比较多时,则会导致发电机的的主磁通量的减少,那么发电机的感性无功输出会下降,导致机端电压下降,但是会引起定子电流快速升高;如果发生转子绕组两点接地故障时,那么在绕组短接方向的磁极磁势会降低,但是其他磁极的磁势并不会因此而改变,仍然保持原有的大小。这就造成了转子磁通量的平衡性被打破,同时会出现径向电磁力导致转子因受力不平衡而振动。振动的剧烈程度直接与短路的圈数以及励磁电流的大小相关。另外,转子绕组两点接地故障也会以轴系或者电机出现磁化问题。发生转子绕组两点接地故障后,由于在两个接地点之间形成了回路,那么会造成回路之间的励磁绕组短路,如果两点之间较远,那么会产生非常大的短路电流,短路电流会造成严重的过热问题,在严重情况下,可能会引起火灾^[4]。

一般来说转子绕组两点接地故障会产生较大危害,具体可做如下归纳:故障发生后,绕组部分将发生短接,容易引发励磁绕组直流电阻下降、励磁电流上升。若此时匝数很多,会造成发电机主磁通量降低、发电机感性无功输出下降,引发机端电压下降及定子电流突增问题。

故障发生后,绕组短接方向磁极磁势明显降低,但其它磁极磁势大小未变,此时将打破转子磁通量平衡,产生径向电磁力,破坏转子受力平衡,引发振动。一般短路圈数、磁极电流大小直接影响振动剧烈程度^[5]。

故障发生后,两接地点构成了回路,会引发回路间磁极绕组短路;若两点相隔甚远,则会出现较大短路电流,并造成过热现象,此时极易诱发火灾。

该故障成因主要是“发电机运行时转子持续维持运转状态,所以,线圈会承受较大离心力,伴随时间的流逝,在离心力持续作用下,转子绕组会出现松动,并引发绕组绝缘层老化、损坏等问题,且励磁电流引发的热效应会加速该过程。”同时,转子长期工作后,绕组上会落满污垢等,所以必须定期清理维护、检查,及时发现、处理问题,才能避免故障的发生。(如图二)



图二 (水轮发电机定子现场安装图)

3 绕组电气故障解析方法

该方法适用于研究发电机故障行为及校准接地保护装置。操作时,选在专门实验室内,通过建立动模机组对发电机故障试验进行模拟,从而获取有关数据,然后通过与真实运行状况对比后,制定预防对策,并对发电机进行优化处理^[6]。

4 发电机定子故障的预防措施

在发电机运行过程中,应严格控制出入口风温和定子温升,杜绝出现定子超温现象,发电机大修期间应彻底清理发电机定子线棒和铁芯风道,进而提高散热效率,有效降低定子绝缘老化速度。

发电机制造厂家在设计制造过程中应严把质量关,对直线段线棒进行防磨处理,增加槽间垫条,运行过程中要防止频繁大幅度增减负荷,积极治理系统内的谐波分量。

在发电机运行期间,应积极治理轴承供油压力等参数,防止汽轮机油进入发电机内部。一旦发生污染事故应对整个定子铁芯进行油污清洗、通风孔疏通,检查线棒腐蚀浸渍情况。尤其要重点排查线棒鼻端手包绝缘,必要时进行耐压试验。(如图三)



图三 (水轮发电机转子图)

综合所述,损坏是个不断累计的过程,为了减少定子接地事故的发生,在定子安装、检修和运行过程中,严格按照规范和厂家技术要求进行施工,并提出以下建议:

严格执行绕组端部的绑扎工艺,增强对鼻端、引线、渐开线部位的绑扎连接,以增加端部各部件的整体强度,提高端部抗振能力和抵御短路冲击的能力。

对于污染较为严重的机组,其大修周期可根据实际情况缩短,及时清除油污以减小其对机组的腐蚀。

发电机检修期间,必须检查槽口的封口槽楔,对松动的槽楔要重新处理。同时检查绕组槽口部位的半导体防晕层是否受到磨损,如果出现磨损,可用注射器将半导体漆顺槽壁与绕组的间隙灌入,以修补磨损部位,防止绕组电晕放电腐蚀。

定期对发电机端部油污进行清洗,以提高端部整体

绝缘的强度。

可加装发电机定子绝缘局部放电监测仪,随时监测发电机定子绝缘的放电的变化,及时判发电机定子绕组绝缘情况以保证发电机组安全稳定运行,也可为故障检修及周期维护提供依据。在运行过程,加强对绕组温度的监测,密切关注绕组温度变化趋势,制定合理的检修计划,及时消除隐患,确保机组的长期可靠运行。

总结:总之,在大型发电机运行的过程中,其有相对复杂的运行机理。在过程中,绕组结构可能受到的影响要素也相对较多。对于大型发电机的运行而言,其有相对稳固的绕组结构,较少会遭受机械损伤,为此在有电气故障呈现的情况下,要求运维人员必须要科学合理的进行绕组电气故障的分析和评价,基于分析结果给出科学合理的故障解决方案。

参考文献:

- [1]丁鹏飞.大型发电机绕组电气故障分析[J].新型工业化,2021,11(05):192-193.
- [2]郭艳霞,张广利.大型发电机绕组电气故障分析[J].内蒙古石油化工,2009,35(13):58-59.
- [3]张诚.大型发电机绕组电气故障分析[J].山西焦煤科技,2009(S1):26-27.
- [4]李兴平.大型发电机绕组电气故障分析[J].科技咨询导报,2007(23):102.
- [5]晓强,刘俊勇,杨可,雷霞.大型发电机绕组电气故障分析[N].中国电力报,2005-12-29(007).
- [6]党晓强,刘俊勇,杨可,雷霞.大型发电机绕组电气故障分析[J].四川电力技术,2005(05):12-14.