

无极灯电源中磁路优化设计的研究

刘晋敏

(国网四川电力公司技能培训中心,四川 成都 610072)

摘要:在无极灯实际应用中,由于其磁性元件与相应器件之间的参数有着较大的离散性,容易引发磁性元件发热量过大以及谐振电路工作不稳定的问题,从而极大地限制了无极灯的生产与其进一步的推广应用。结合实际工作经验,就无极灯电源中的磁性元件问题展开了研究并提出了一种磁路优化设计方案,以期实现无极灯产品的低成本与稳定性。

关键词:无极灯;电源磁路;优化设计;研究

中图分类号:

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2013)06-0118-02

在提倡低碳经济的今天,我们更应注重节能型新型光源的推广和使用。无极灯是高频无极放电灯的简称,其作为当前照明领域中的一种新型光源,因其高光效、无频闪、长寿命以及绿色环保等特点,在水电厂公共照明、道路照明、广场照明等多个领域中都拥有着广泛的应用。然而,由于其电源中磁性元件和其它器件之间往往存在着较大的参数离散性而导致电源电路的工作不稳定,生产成本也相对较高。因此,做好无极灯电源中磁路的优化设计,对提高其产品的稳定性和降低生产成本都具有重要的意义。

1 无极灯电源磁路

无极灯电源主要由功率耦合器、泡体以及高频发生器三个部分组成,而其中高频发生器的电路是构成无极灯电源的核心电路,其所包含的磁性元件也是作为高频发生电路中谐振电路的关键性器件,磁性材料的参数及性能对无极灯电源的可靠性、寿命长度以及稳定性都具有重要影响。

通常,我国使用的高频无极灯电源的工作频率在 2.2 ~ 3 MHz 之间。在这种频率条件下,若磁性材料出现磁滞损耗、涡流损耗或磁路参数匹配不当等问题,都容易造成无极灯的高频变压器发热量增大,而铁氧体磁芯也会随其温度的增加而造成磁饱和度下降,从而导致高频发生器出现电路失谐的问题,严重时甚至会引发无极灯的损坏或熄灭。为此,应做好无极灯电源中的磁路优化设计,并重点解决磁性材料与其它器件之间的参数匹配问题。

收稿日期:2013-09-08

2 无极灯电源中磁路的优化设计

2.1 高频发生器电路的设计

由于高频发生器中的电子镇流器是较为昂贵且精密的电子产品,在设计时,可采用并联谐振串联负载变换器的拓扑结构,以及双极式电子镇流器的拓扑结构,并与自激式电子镇流器的工作原理充分结合,进而对高频发生器的电路实行优化设计。如图 1 所示,即为高频发生器电路的优化设计。该设计中,主要包括高频发生器电路、匹配电路以及点火电路三个部分,并采用 RCD 箝位电路作为高频发生器 MOS 管的保护电路。

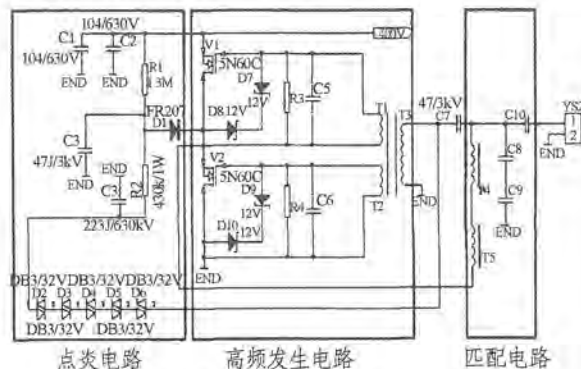


图 1 高频发生器电路优化设计图

2.2 高频发生器工作频率的选取

高频发生器的工作频率即为无极灯的工作频率,也是电子镇流器的输出频率。在对高频发生器工作频率进行选取时,应重点考虑耦合效率问题以及电磁干扰问题这两个方面的因素。

(1) 耦合效率问题。耦合效率问题应重点考虑所选用的工作频率能将高频电磁场能量耦合到放电腔内。通常,在耦合效率较低时,高频发生器

的工作效率亦较低。而当高频发生器的工作频率达到 1.6 MHz 时,其耦合效率可上升到 85% 左右。因而在高频发生器工作频率的选择上,考虑到耦合效率问题,适宜选择 1.6 MHz 以上的工作频率。

(2)电磁干扰问题。电磁干扰问题则应当重点考虑能最大化地减少无极灯工作时对环境的电磁干扰,因此,高频发生器的工作频率应当避开常用的无线电波频率。通常无线电波的中波频率小于 1.6 MHz,而短波频率则大于 4 MHz。因此,考虑到电磁干扰问题,适宜选择 1.6 MHz 到 4 MHz 之间的工作频率。

而在实际优化设计中,综合考虑工艺因素、器件参数的离散变化等因素的影响,可选择 2.2 ~ 3 MHz 作为高频发生器的工作频率,这也符合当前国际标准的规定。

(3)电路磁性材料的选择。当选择 2.2 ~ 3 MHz 作为高频发生器的工作频率时,对电路磁性材料的选择也有一定的要求,若磁性材料选择不当,有可能导致无极灯整机温度上升并影响到其使用寿命与使用性能。为此,应从居里温度、磁导率平衡及损耗几个角度出发进行磁性材料的选择。

由于磁性材料的磁导率与居里温度成反比,若无极灯工作时泡体温度为 80 °C 左右,考虑到线圈和磁芯的损坏发热,则磁芯的温度可能为 90 °C ~ 100 °C,因此,磁性材料应选择其居里温度在 120 °C 以上较为适宜。在满足居里温度的基础上,应选择磁导率较高的磁性材料,通常选择磁导率在 2 000 ~ 3 500 H/m 之间较为合适。同时,由于磁性材料在工作过程中会造成一定功率上的损耗并带来温度的上升,因此,在磁性材料选择时,还应当将功率和损耗因素结合起来进行考虑。综合以上几点优化设计要求以及价格因素,可选择低频段性能良好的锰锌铁氧体作为电路的磁性材料。

(4)磁路参数的匹配实验分析。在实验中选用的锰锌铁氧体的具体参数如表 1 所示,其中工作频率与开关频率选择的是 2.65 MHz。该实验中 MOS 管选用 5N60C,源极电源与栅极电压的耐压值均为 ± 30 V,最大输出电压和最大峰值电流分别为 12 V 和 4.5 A。

表 1 高频发生器磁性参数表

$\mu_m/\text{mH} \cdot \text{m}^{-1}$	B_s/T	$H_c/\text{A} \cdot \text{m}^{-1}$	B_r/T
0.33	0.205	253	0.157

通过实验我们发现,锰锌铁氧体作为磁性材料并采用上述优化设计,无极灯电源能够正常工作且实测效果良好,无极灯电源的固有频率基本匹配。其中,实验中 MOS 管的输出波形以及功率电感的输出波形分别如图 2、3 所示。当磁路所散发出的热量过多、超过规定数值时,就会导致灯灭的现象出现。应在磁路组件中进行参数离散的试验,以对磁路参数与电源性能之间存在的关系进行确定,将误差控制在最小的范围中,实现参数最理想的状态。

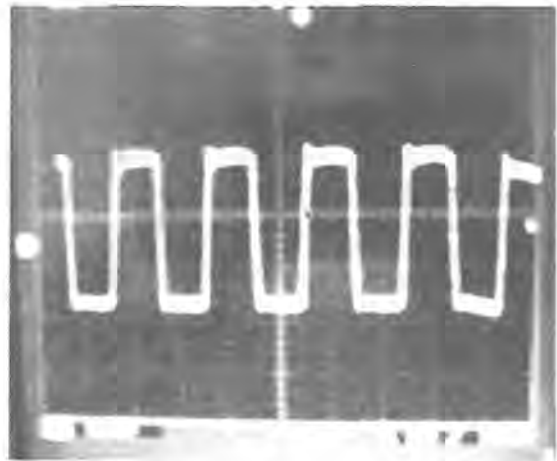


图 2 MOS 管输出波形图

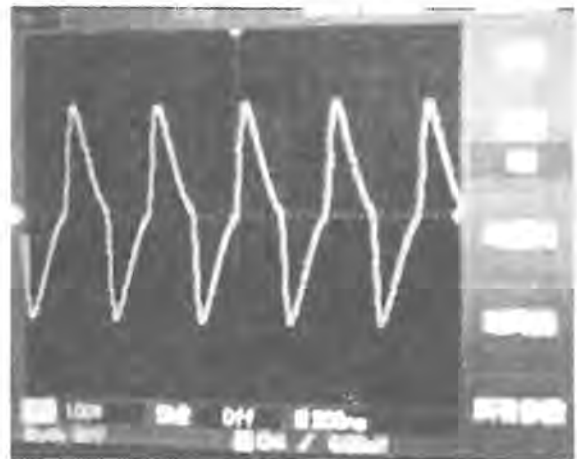


图 3 功率电感输出波形图

3 结 语

笔者从无极灯电源中磁性材料的情况及容易出现的问题出发,就电源中磁路进行了相应的优

(下转第 121 页)

(6) 在机组空转运行的同时,监测了机组下导瓦温。在确认下导瓦隙没有松动的前提下,观察到虽然下导摆度测值随机组运行时间增加而缓慢增长,但下导瓦温并无异常。

经过上述排查,初步确定造成此异常摆度的原因并非是由于机组运转轴线发生变化所致,故将问题集中到机组下导轴承油盆处。

4 成功消除机组异常摆度的措施

经过前后三次进场及多次试验,排除了多方面的因素,笔者提出引起此异常现象产生的原因:下导油盆盖羊毛毡密封垫与转轴摩擦导致其受热不均而发生热膨胀所致,而机组实际的运行轴线并没有发生变化。这也能较好地解释下导摆度测值缓慢增长而下导瓦温并无异常这一矛盾现象。

据此,笔者提出了先拆除羊毛毡密封垫并检查瓦隙有无松动再开机试验的处理意见。经过协商,业主和安装单位接受了这一建议,拆除了两台机组下导油盆处的羊毛毡密封垫并重新调整了瓦隙。两台机组重新开机至空转工况,1、2 号机组下导摆度测值分别约为 304 μm 和 248.7 μm。两台机组运行 2 h 后,其下导摆度测值无明显变化。

最后,分别对两台机组进行了平衡处理,基本

消除了其转动部分的质量失衡后,1、2 号机组下导摆度测值分别约为 118.8 μm 和 203.1 μm,均较大幅度地小于 300 μm 的瓦隙值,两台机组的振动、摆度均在规程要求的优秀范围内。至此,两台机组下导摆度随运行时间的增加而缓慢增长的异常现象得以圆满消除。

5 结 语

水轮发电机组导轴承处的油盆盖常采用羊毛毡密封垫,但绝大部分机组并没有出现某水电站两台机组所遇到的异常现象,对此,更深入地研究还有待于进一步的试验证实。

水轮发电机组的振动原因往往是多方面,各种因素累积的结果,而较大的振动、摆度所引起的事故也常常较为严重。随着水电站越来越自动化、智能化,对机组的振动、摆度监测也越来越重视,因此,对此类异常振动现象原因进行的分析、处理以及取得的成功经验希望能给遭遇类似异常现象的水电站提供一定的参考和借鉴。

作者简介:

先 嘉(1982-),男,四川犍为人,助理工程师,从事水电站机组调试试验工作;
吴 博(1986-),男,四川双流人,助理工程师,从事水电站机组调试试验工作。 (责任编辑:李燕辉)

作者简介:

吴 健(1979-),男,四川成都人,工程师,国家注册质量工程师,国家注册经济师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
刘春花(1980-),女,四川成都人,工程师,国家注册经济师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

参考文献:

[1] 张卫平,等.绿色电源—现代电能变换技术及应用[M].北京:科学出版社,2001.

作者简介:

刘晋敏(1963-),女,山西右玉人,电气实验师,学士,从事教学及科研工作。(责任编辑:李燕辉)

整体移动式满堂脚手架在长河坝水电站省道 S211 复建公路 II 标 3 个紧急停车带二衬混凝土施工中的成功应用,表明其在类似工程施工项目工程量小、工期短、后续无类似工程使用的情况下非常值得推广应用。
(上接第 119 页)
化设计,通过对高频发生器电路中磁性材料参数对电源性能影响关系的明确,从而使设计中磁路的参数与其它器件的参数离散值能够在误差范围内进行匹配,进而实现了对无极灯电源中磁路参数进行优化的目的。

我国可再生能源发电量占全国总发电量 20%

2013 年 8 月 26 日召开的第十二届全国人大常委会第四次会议听取了全国人大常委会执法检查组关于检查《中华人民共和国可再生能源法》实施情况的报告。报告透露,截至 2012 年底,我国可再生能源发电装机规模占总发电装机比例达 28%,可再生能源发电量约占全国总发电量的 20%。报告指出,截至 2012 年底,我国水电装机容量为 2.49 亿 kW,风电并网装机 6 300 万 kW,太阳能光伏发电装机 650 万 kW,太阳能热水器总集热面积 2.58 亿 m²,浅层地热能应用面积 3 亿 m²,各类生物质年利用量 3 000 万 t 标准煤。报告同时指出,可再生能源的开发利用对提高人民群众生活质量和改善生态环境发挥了积极作用。全国小水电年发电量为 2 173 亿 kW·h,解决了 3 亿多人口的用电问题。2012 年全国沼气年产量 750 多亿 m³,折合 2 500 多万 t 标准煤,相当于年减少二氧化碳排放 6 000 多万 t。可再生能源建筑应用面积快速增长,有效降低了建筑能耗。