

高频无极灯耦合效率的分析

陈 鹏, 朱月华, 黄如喜

(南京工业大学 电光源材料研究所, 江苏 南京 210015)

[摘要] 针对高频无极灯在工艺和性能上存在的问题,对无极灯的耦合效率进行了综合技术分析.对影响无极灯光效耦合效率的各种因素进行了综合系统的试验研究,分析了测试结果,提出了工艺上的改进要素,为进一步提高无极灯的光效提供了依据.结果表明,高频无极灯的耦合器在改进制作工艺后,无极灯的光效在耦合效率上得到了较大的提高,具有良好的应用前景.

[关键词] 高频无极灯,耦合效率,电磁感应耦合器,电感量

[中图分类号] TM 923.5 [文献标识码] A [文章编号] 1672-1292(2010)02-0027-03

Analysis of the Coupling Efficiency of the High-Frequency Induction Lamp

Chen Peng Zhu Yuehua Huang Ruxi

(Institute of Light Sources Materials, Nanjing University of Technology, Nanjing 210015, China)

Abstract In view of the fact that there are still problems in the craft and the performance of the high frequency inductive lamp, the paper has made a comprehensive technological analysis of the coupling efficiency of the inductive lamp. It has conducted a comprehensive and systematic experimental study of the various kinds of factors influencing the coupling efficiency of the inductive light, and the test results are analyzed, and the essential factors in the craft improvement are proposed to provide the basis for further enhancing the light effect of the inductive lamp. The result indicated that the light effect of the inductive lamp was greatly raised in the coupling efficiency, and after the improvement manufacture craft, the high frequency inductive lamp coupler has the good application prospect.

Key words high-frequency induction lamp, coupling efficiency, electromagnetic induction coupling mechanism, inductance

1 研究现状

高频无极灯是一种电磁感应耦合型无极放电荧光灯,具有高光效、高显色性、无频闪和长寿命的优良特性,是集电子技术、光电技术、真空技术于一体,具有良好发展前景的新一代高科技气体放电光源产品^[1,2].近20年来,随着科学技术的不断发展,高频无极灯在高频发生器和灯泡上的许多关键技术都得到了基本解决,比如:功率损耗大幅度降低,泡体的制造工艺和配方已越来越成熟,慢性漏气、冷爆和脱粉等现象已逐步克服,EMC电磁干扰问题已得到很好的控制.可是依然存在很多问题,如:无极灯的光效仍需进一步提高,无极灯的工作功率不稳定且与标称值相差很大等等^[3].针对目前市场上不同厂家生产的85~165W的高频无极荧光灯的耦合器做了电感量测试,其电感量的差别很大,就是同一型号规格的耦合器,因为生产厂家的不同,电感量的范围也不一样,其总体范围大致在12.0~16.0 uH之间;而且不论耦合器上使用的磁芯的材质、粗细、磁通量的不同,其绕制在耦合器上感应线圈的匝数基本都是30匝,这些都是造成无极灯质量参差不齐、光效无法得到更进一步提高的原因之一.

考虑到高频无极灯的光效可分解为:辐射效率、耦合效率以及UV到可见光的转换效率3部分,而辐射效率主要与灯泡内的真空质量、填充气体以及表面负载有关;耦合效率主要与耦合器的电感量、耦合器的磁芯有关;UV到可见光的转换效率主要与荧光粉性能、涂粉工艺、烤粉工艺有关,我们着重对如何提高高频无极灯的耦合效率进行了研究.分析了电磁感应耦合器的工作原理和结构,对耦合器中各参数之间的

收稿日期: 2010-02-10
通讯联系人: 朱月华,高级工程师,研究方向: 发光材料. E-mail: zyhua99@163.com

关系做了试验和探讨,同时对无极灯在使用不同电感量的电磁感应耦合器时在光效上的差别进行了试验对比,给出了一个能最佳激发高频无极灯光效的耦合器的电感量范围,并给出了耦合器制备的改进工艺,为如何提高高频无极灯的耦合效率提供了依据.

2 实验材料和仪器

电感线圈选用的是铁氟龙高温线来绕制,高频磁芯是镍锌材料的无极灯耦合器专用磁管,另外自制了一批可通用于 85~165 W 的无极灯灯泡(外径为 110 mm、F6500)和 85 W、120 W、135 W、165 W 的高频发生器(镇流器).

电感量测试:采用 LCR 自动测量仪测试耦合器的电感量.无极灯光效的测试:采用定标的积分球和电参数测量仪,测试无极灯的功率、电流、光通量.

3 测试结果与讨论

3.1 测试结果

3.1.1 磁芯体积的变化对电感量的影响

保持电感线圈的匝数不变(28 圈),改变高频磁芯的体积大小配制电磁感应耦合器,并测试其电感量.试验数据见表 1.

从表 1 中可以看出,在电感线圈匝数不变的情况下,电感量随着磁芯体积的增大而变大.

3.1.2 电感线圈匝数的变化对电感量的影响

选定同一规格的磁芯,通过改变电感线圈的匝数,我们得到如下的试验数据,见表 2

从表 2 中可以看出耦合器的电感量随着电感线圈匝数的增加而变大,线圈匝数每增加 2 圈,电感量大约增加 1.3 uH

3.1.3 电感量的变化对无极灯光效的影响

将电感量为 9.0~16.0 uH 的电磁感应耦合器与无极灯泡、高频发生器互相匹配后,分别测试无极灯的光效.测试结果见表 3

表 3 耦合器电感量的变化对无极灯光效的影响

Table3 The influence of the change in inductance to light effect

序号	耦合器的 电感量 /uh	无极灯 功率 /W	无极灯 光效 /(lm /W)	序号	耦合器的 电感量 /uh	无极灯 功率 /W	无极灯 光效 /(lm /W)
1	9.0~ 12.0	无法启动或有启动不好、频闪的现象		6	14.2	85	75
						120	70
						135	67
						165	67
2	12.2			7	14.8	85	74
						120	71
						135	70
						165	68
3	12.8			8	15.2	85	63
						120	57
						135	56
						165	51
4	13.2			9	15.8	85	61
						120	55
						135	54
						165	50

表 1 磁芯体积的变化对电感量的影响

Table1 Magnetic core volume change to inductance quantity influence

序号	磁芯规格 /mm	电感量 /uH
1	∅18x7.6x32	11.8
2	∅17x9x52	12.9
3	∅18x10x52	13.4
4	∅19x10x52	14.0
5	∅19x10x60	15.5

表 2 电感线圈匝数变化对电感量的影响

Table2 The influence of the change in number of electromagnetic induction coils turns to inductance

序号	线圈匝数	电感量 /uH
1	20	9.03
2	22	10.32
3	24	11.68
4	26	13.01
5	28	14.37
6	30	15.66

从表 3 我们发现,首先当耦合器的电感量低于 12.0 uH 的时候,无极灯的启动有问题,光通无法输出;其次当耦合器的电感量在同一数值范围内时,相同功率的无极灯的光效变化并不大;最后当耦合器的电感量范围在 14.0~15.0 uH 范围内时,无极灯在不同功率时的光效最高如图 1 所示。

3.2 讨论

高频无极荧光灯的放电是电磁感应耦合器所产生的高频电场的作用,通过电磁感应所产生的涡旋电场。无极灯的“无电极”在于感生涡旋电场,并不因为频率的升高,使电子来回运动,因此不需要降低电极频率,仍然可以产生无极放电。所以无极灯的放电空间(即等离子区)虽然减去了电极损耗,却增加了线圈与磁芯的损耗。另外,电磁感应耦合器和放电空间的等离子体电流之间可视为高频变压器,感应线圈可看作是变压器的初级线圈,环状的等离子体电流被视为次级线圈,这使得无极灯管内的感生电势很难提高。由此可见,要想提高无极灯光效的耦合效率,就必须有效控制磁芯的功耗,合理控制耦合器的电感量。

4 结论

我们对影响无极灯光效耦合效率的各种因素进行了综合系统的试验研究,综合以上各个试验结果可知,要提高无极灯的耦合效率,电磁感应耦合器的电感量范围宜控制在 14.0~15.0 uH 并根据此电感量范围和高频磁芯体积的大小合理应用电感线圈的匝数。因而为进一步提高无极灯的光效提供了依据。结果表明,高频无极灯的耦合器在改进制作工艺后,无极灯的光效得到了较大的提高,具有良好的应用前景。

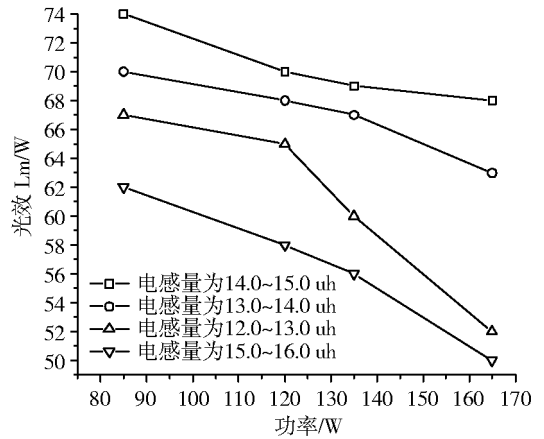


图 1 耦合器的电感量与无极灯光效的关系

Fig.1 The relationship among inductance and light effect

[参考文献] (References)

- [1] Shaffer JW, Godyak V A. The development of low frequency high output electrodeless fluorescent lamps [J]. J of the ESNA, 1999, 28(1): 142-148
- [2] Whamby D O. Electrodeless lamps for lighting [J]. EE Proceedings-A, 1993, 140(6): 465-473
- [3] 谢立山. 高频无极灯原理和发展前景及在实际工程中的应用 [J]. 深圳特区科技, 2005(Z1): 465-472
Xie Lishan. The high frequency electrodeless discharge lamp principle future view and practical applications on engineering [J]. Shenzhen Science and Technology, 2005(Z1): 465-472 (in Chinese)
- [4] 任文华. 用于无电极荧光灯的高频电子镇流器的研究 [J]. 照明工程学报, 1999(1): 12-18
Ren Wenhua. A study of high frequency electronic ballast as electrodeless fluorescent lamp [J]. China Illuminating Engineering Journal 1999(1): 12-18 (in Chinese)
- [5] 王颖凯, 郭远东. 高频无极灯电源端子骚扰电压整改实例 [J]. 安全与电磁兼容, 2008(5): 65-66
Wang Yingkai, Guo Yuandong. A rectification example of the mains terminal disturbance voltage of an electrodeless discharge lamp [J]. Safety and EMC, 2008(5): 65-66 (in Chinese)
- [6] 李莹, 罗毅. 无极灯电子镇流器的频域分析与设计 [J]. 电力自动化设备, 2007(12): 81-84
Li Ying, Luo Yi. Frequency-domain analysis and design of electronic ballasts for electrodeless lamp [J]. Electric Power Automation Equipment 2007(12): 81-84 (in Chinese)
- [7] 李雪, 张俊喜. 锰锌铁氧体结构性能的研究及发展概况 [J]. 材料导报, 2008(8): 9-13
Li Xue, Zhang Junxi. Research on structure and properties of Mn-Zn ferrite and its development [J]. Materials Review, 2008(8): 9-13 (in Chinese)
- [8] 王尔镇, 梁伟熠, 王春锋. 无电极放电灯的新进展 [J]. 照明工程学报, 2002(9): 21-26
Wang Erzhen, Liang Wei yi, Wang Chunfeng. New development of electrodeless discharge lamps [J]. China Illuminating Engineering Journal 2002(9): 21-26 (in Chinese)

[责任编辑: 刘 健]