

美国能源之星紧凑型荧光灯标准规范的研究

李为军

国家电光源质量监督检验中心（上海）

国家灯具质量监督检验中心，上海时代之光照明电器有限公司

摘要：本文研究了现行美国能源之星紧凑型荧光灯适用规范CFLs-4.0版本与已替代的CFLs-3.0版本的在光度性能测试、电气性能测试要求上差异性。同时，结合我国现行紧凑型荧光灯标准，分析并比较美国能源之星紧凑型荧光灯适用规范CFL-4.0在能效、性能考核和包装要求上与我国现行的紧凑型荧光灯国家标准对电子节能灯要求的异同点。

关键词：紧凑型荧光灯，能源之星，能效，标准

The Study on CFLs Standard Specification of American Energy

Star program requirements

Li Wei-jun

National Center of Supervision&Inspection on Electric Light Source Quality (Shanghai)

China National Lighting Fitting Quality Supervision Testing Center (CLTC).

Shanghai Alpha Lighting Equipment Testing Ltd.(SALT)

Abstract: This paper researches the difference of American ENERGY STAR program requirements for compact fluorescent lamps (CFLs) partner commitments final version 4.0 and ENERGY STAR Eligibility Criteria Energy-Efficiency Criteria- Version 3.0 in Photometric Performance Requirements and Electrical Performance Requirements. At the same time, based on the present CFLs internal national standards, the gap of lamp efficacy, lamp functionality requirements and product package information requirements on compact fluorescent light between China and current America ENERGY STAR Program Requirements for CFLs were analyzed and compared.

Keywords: Compact Fluorescent Lamps; Energy Star; Energy efficacy; Standard

目前，能源与环境问题越来越为国际社会所瞩目，逐步淘汰白炽灯、推广节能灯已成为节能减排的重要措施之一。许多国家纷纷出台政策制定节能灯能效政策或标准来保障节能灯的能效水平，禁止不符合最低要求的产品在本国市场上流通销售。例如，为了鼓励消费者和企业用节能紧凑型荧光灯取代白炽灯，持续推动节能计划，美国于2008年3月7日又出台了紧凑型荧光灯能源之星适用规范CFLs-4.0版本，用来替代2004年1月1日生效的CFLs-3.0版本。欧盟已于2009年9月1日起分阶段开始执行紧凑型荧光灯的生态设计的第244/2009/EC号法规。

由于我国是全球紧凑型荧光灯生产大国，美国和欧洲是主要的出口市场，这些条例的颁布将对我国荧光灯产品出口产生重大影响。由于不同国家的节能灯项目都有自己的产品准入标准或规范，所以，了解和跟踪国际上其它国家在照明产品方面的各项政策是非常迫切的，尤其是美国“能源之星”的照明产品认证的相关指令政策和认证标准体系。

本文将重点分析现行美国能源之星紧凑型荧光灯适用规范 CFLs-4.0 版本与已替代的 CFLs-3.0 版本的差异性以及研究和比较了我国现行的紧凑型荧光灯标准对电子节能灯能效、性能指标及包装上的要求与美国现行能源之星紧凑型荧光灯适用规范 CFLs-4.0 的异同点。

一、美国能源之星 CFL-4.0 版本和 CFL-3.0 版本差异性

美国能源之星紧凑型荧光灯适用规范 CFLs-4.0 版本与 2008 年 3 月 7 日正式生效，用来替换 2004 年 1 月 1 日生效的 CFLs-3.0 版本。新的 CFL-4.0 版本较 CFL-3.0 版本不论是产品覆盖范围上还是能效指标要求上都进行了改进（见表 1）。

- (1) 产品涉及的覆盖范围。从表上可以清楚的看出，较之前的 CFLs-3.0 版本，CFLs-4.0 版本在产品覆盖范围上更加丰富。例如，CFL-3.0 版本只提到裸灯、带罩灯（不带反射器）、带罩灯（带有反射器）三种类别，而 CFL-4.0 版本产品范围包括：裸灯（固定输出）、裸灯（可在 2 个方向或 3 个方向上调光）、带罩灯（没反射罩）和室外带反射罩/凹筒灯/ /室内使用带反射罩的 CFL。
- (2) 同类产品不同功率最低能效要求。与之前的 CFL-3.0 版本相比，新的 CFL-4.0 版本在能效指标上进行了提升，功率区间也进行了细分。例如，现行 CFL-4.0 版本要求 11W 裸灯最低能效为 55 lm/W, 较 CFL-3.0 要求的 45 lm/W 提高了近 22%。而且 CFL-4.0 版本对中等型号螺口灯头和烛形螺口灯头的荧光灯最低能效指标分别做了限定。
- (3) 显色指数 (CRI)。CFL-3.0 版本要求 10 个受试样品的显色指数平均值只要大于 80.0 就算合格。而现行的 CFL-4.0 版本不仅要求显色指数平均值大于 80, 更明确规定 CRI 小于 77 样品不超过 3 个。

表 1 能源之星 CFLs-3.0 版本和 CFLs-4.0 版本对紧凑型荧光灯光度性能测试的要求

光度性能测试要求				
能源之星要求（标准版本 3.0）		能源之星要求（标准版本 4.0）		
灯管功率 (W) & 构型	最小能效: 1m/W (基于初始的流明数据)	灯管功率 (W) & 构造	最小能效: 1m/W (基于初始的流明数据)	
			中等型号螺口灯头	烛形螺口灯头
裸灯:		裸灯 (固定输出)		
P < 15W	45.0	P < 10 W	50	50
P ≥ 15W	60.0	10W ≤ P < 15W	55	55

		P \geq 15W	65	NA
带罩灯（无反射罩）		裸灯（可在2个方向或3个方向上调光）		50
P<15W	40.0			NA
15W \leq P<19W	48.0	P<15W	50	
19W \leq P<25W	50.0	P \geq 15W	60	
P \geq 25W	55.0			
带反射罩		带罩灯（没反射罩）		
P<20W	33.0	P \leq 7W	40	35
P \geq 20W	40.0	7W<P<15W	45	45
		15W \leq P<25W	50	NA
		P \geq 25W	60	NA
		室外带反射罩/嵌顶投光灯/室内带反射罩		
		P<20W	33	
		P \geq 20W	40	
显色指数（CRI）	10个受试样品的平均值应大于80.0。	显色指数（CRI）	>80(10个测试样品平均值), 低于3个样品 CRI < 77	
相关色温（CCT）	合作伙伴必须确认下面认定的相关色温的一个去标识他们的产品。至少测试10个样品中的9个样品在100小时老练之后的CCT落在麦克亚当色椭圆之内。			
1000小时流明维持	受试的10个灯管的平均流明输出测量须大于初始（100小时）流明输出的90%。（测试基于1000小时的额定寿命。）			
40%额定寿命的流明维持	在40%型号额定寿命（依据ANSI C78.5, 条款4.10）下，10个受试样品的平均值应大于初始（100小时）额定的80.0%			

表2 能源之星 CFLs-3.0 版本与 CFLs-4.0 版本对电气性能测试的要求

电气性能测试要求		
	能源之星要求（CFLs-3.0）	能源之星要求（CFLs-4.0）
功率因数	>0.5	
上升时间	<3min	<1 min（不含汞）
		<3min（含汞）、罩灯、室外反射器
启动时间	<1 s	
瞬态保护	相同。按照ANSI/IEEE C62.41 A类别要求	
工作频率	\geq 40.0kHz	
电磁干扰	相同，符合FCC47 CFR 第2部分和第18部分	
灯头	E26/E24	E26/E12
汞含量	/	P<25W: \leq 5mg/灯 25W \leq P \leq 40W: \leq 6mg/灯

表2呈现了能源之星 CFLs-3.0 版本与 CFLs-4.0 版本对电气性能测试要求。从表2中可以看出，在功率因数、瞬态保护、启动时间、工作频率和电磁干扰参数测试要求上两个版本是一样的，但在上升时间、灯头及汞含量参数上有所不同。例如，对于上升时间来说，CFLs-4.0 版本对含汞（<3 min）和不含汞（<1min）上升时间有不同的规定，而 CFLs-3.0 版

本要求所有产品上升时间小于 3min。在汞含量上，现行的 CFLs-4.0 版本对不同功率的荧光灯作了限定，而 CFLs-3.0 版本在电气性能要求上对产品汞含量没有明确给出。

在寿命性能测试和包装要求上，CFLs-3.0 版本和 CFLs-4.0 版本基本相同，只是在 CFL 与白炽灯的等效上的更细。具体见表 3。

表 3 能源之星合格 CFL/白炽灯等效表

	能源之星要求 (标准版本 3.0)	能源之星要求 (标准版本 4.0)
A-形状的白炽灯泡 (瓦)	典型光通量 (lm) (排除球形、反射器或装饰 CFL)	
25	/	≥250
40	≥450	≥450
60	≥800	≥800
75	≥1,100	≥1,100
100	≥1,600	≥1,600
125	/	≥2,000
150	≥2,600	≥2,600
30-70-100	/	≥1,200
50-100-150	/	≥2,150

二、能源之星 CFLs-4.0 与我国国家标准的差异

(1) 覆盖范围

能源之星 CFLs-4.0 涵盖了对自镇流紧凑型荧光灯和灯系统的要求，包括：

- A. 带有集成电子镇流装置的中等螺口灯头或烛台型螺口灯头的 CFL；
- B. 最大直径 9 英寸的环型灯和方型灯（最大边长为 8 英寸含已试验并与灯管一起包装中等电子镇流器）；
- C. 带有集成电子镇流器的中等螺口灯头或烛台式螺口灯头的 CFL，在裸的灯管上有半透明的灯罩，灯罩可为球状、子弹状、鱼雷状或其他形状；
- D. 带有集成电子镇流装置的中等螺口灯头 CFL，有开放或封闭式的反射器。这种灯主要用来替换宽光束的反射型白炽灯；

目前中国 GB/T 17263-2002 普通照明用自镇流荧光灯 性能要求标准范围适用于额定电压 220V、频率 50Hz 交流电源，标称功率为 5W~60W，采用螺口灯头或卡口灯头，在家庭和类似场合普通照明用的，把控制启动和稳定燃点部件集成一体的自镇流荧光灯能源效率标识，不适用于带罩的自镇流荧光灯。

所以，从标准对产品的覆盖范围来看，我国国家标准覆盖范围过小。随着社会可以的发展和人民生活水平的提高，节能灯种类也将趋于多样化，所以，我国应及时扩大产品的覆盖范围。

(2) 紧凑型荧光灯等效规定

在紧凑型荧光灯能效要求上，我国《中华人民共和国实行能源效率标识的产品目录(第三批)》及相关产品实施规则要求自 2008 年 6 月 1 日起，在中国生产、销售和进口的自镇流荧光灯照明产品均必须粘贴能效标识，低于能效等级 3 级产品均不得在中国生产、销售、进口。目前我国紧凑型荧光灯涉及的标准是 GB19044-2003 和 GB/T 17263-2002，依据 GB 19044-2003 的现行有效版本中能效等级判断方法的要求，自镇流荧光灯能效等级分为 3 级，

其中1级能效最高，各等级的初始光效值应不低于表4的规定。

表4 我国紧凑型荧光灯能效等级

标称功率 范围(W)	初始光效(1m/W)					
	能效等级(色调:RR, RZ)			能效等级(色调:RL, RB, RN, RD)		
	1	2	3	1	2	3
5~8	54	46	36	58	50	40
9~14	62	54	44	66	58	48
15~24	69	61	51	73	65	55
25~60	75	67	57	78	70	60

在能效指标要求上，美国能源之星对于不同应用类型的产品有不同的能效要求指标，例如，裸管，涂层，球型和户外反射器CFL能效要求和对于嵌顶投光灯/室内使用反射器CFLs，而我国现行的标准中只对裸管的自镇流荧光灯给出能效考核指标。基于初始的流明数据的最低能效指标分析，美国能源之星CFLs-4.0对CFL产品能效的要求上整体高于我国相应国家标准（参考表1）。在特定的瓦数上有时甚至高于我国2级能效要求。例如，以某款15W，RR裸管CFL有固定光输出的CFL为例，按照能源之星CFLs-4.0的要求，要求最低能效为65 lm/W，该能效要求较我国的能效限值标准2级61 lm/W还要高出4 lm/W。

(3) 性能要求的比较

表5 美国能源之星CFLs-4.0和我国国家标准对CFL性能要求对照表

性能参数要求		
	美国能源之星CFLs-4.0要求	我国GB/T17263-2002
功率因数	>0.50 (使用NVLAP或A2LA认可的实验室)	在额定电压和频率下工作时，其实际功率因数不得比制造商的标称值低0.05
上升时间	裸管(没汞)，<1min。 裸灯(含汞)、罩灯、室外反射器 <3min， (需NVLAP或A2LA认可的实验室)	≤3min(参考，不考核)
启动时间	<1s。 (需NVLAP或A2LA认可的实验室)	电感式≤10s，电子式≤4s。
工作频率	≥40.0kHz (自愿认证)	/
颜色特性	10个测试样本的平均值>80.0， 并且不得有超过两个样品的显色指数<77.0。 色品容差≤7 (需NVLAP认可的实验室)	不同色调有不同的显色性要求 RR/RZ≥80；RL/RB≥82； RN/RD≥84；品容差≤5
光通维持率	1000小时>90%。 40%额定寿命>80%。 不超过3个样品的流明输出小于75% (需NVLAP认可的实验室)	燃点2000h，其光通量维持率不得低于80%
平均额定寿命	≥6,000小时 对所有E26中等螺口CFL灯≥8,000小时，	≥6000h

	(必须完成包装商声明的额定寿命测试) (NVALP, A2LA, 或ISO9000认可实验室或机构)	
快速循环压力测试	关闭各5min。灯每2 h循环一次, 至少6个样品中的5个样品灯须满足或超过最低的循环次数。 (NVALP, A2LA, 或ISO9000认可实验室或机构)	/
汞含量	P<25W: ≤5mg/灯 25W≤P≤40W: ≤6mg/灯	≤10 mg/灯
电磁干扰	符合 FCC 47 CFR 包括 Part 2 (设备授权) 和 Part 18 (发射限制和技术标准) 对消费者射频频照明设备要求和限制 (FCC实验室或制造商实验室, 该实验室必须列在FCC官方工程和科技网址上, 要么被NVLAP认可要么被A1LA认可)	/
瞬时保护	按照ANSI/IEEE C62. 41 (1991年5月1日), A类, 7 冲击。7 次冲击中有一次失败, 即试验失败, 不符合标准。 (自愿认证)	/
谐波	/	≤3%
初始光效/光通量	/	必须满足GB/T17263-2002表1的规定。带罩灯的初始光效不得低于表1值的80%

3.1美国能源之星要求

美国能源之星CFLs-4. 0共提出11个参数, 分别为功率因数, 上升时间, 启动时间, 显色指数, 光通维持率、平均额定寿命、快速循环压力测试、汞含量、电磁干扰、瞬态保护。其中, 瞬时保护和工作频率为自愿认证参数, 其余参数除了汞含量外, 均要求被NVALP(美国国家自愿实验室认可组织), A2LA(美国实验室认可协会)或指定体系认可实验室进行检测。

3.2中国国家标准

我国现行节能灯国家标准对功率因数, 上升时间, 启动时间, 显色指数, 光通维持率、平均额定寿命、汞含量、谐波、初始光效/光通量 共9个参数有相应的要求, 而另外的快速循环压力测试、电磁干扰和瞬态保护为美国能源之星CFLs-4. 0所规定的。而我国标准要求的谐波、初始光效/光通量参数指标在美国能源之星CFLs-4. 0是没有的。

3.3 差异性分析

3.3.1. 功率因数

美国能源之星CFLs-4. 0规定受试的10个样品的功率因数平均值须大于0. 50。而我国国家标准GB/T17263-2002中对功率因数是这么要求的, 就是自镇流荧光灯在额定电压和频率下工作时, 其实际功率因数不得比制造商的标称值低0. 05。这就是说, 如果一个功率为11W的灯, 制造商所标称的功率为0. 5的话, 如果每只灯实测功率大于0. 45, 也就是平均值等于0. 45, 不低于0. 45可就作为合格判定, 而按照美国能源之星对CFL的要求, 则属于不合格产品。因此, 美国对功率因数的要求更加严格。

3.3.2上升时间

美国能源之星规定, 对于裸管(没汞), 受试的10个样品的平均值必须小于1分钟。而对于裸灯(含汞)、罩灯、室外反射器, 受试的10个样品的平均值必须小于3分钟。而且规定

制造商必须指明该产品是否包含汞，而我国国标GB/T 17262-2002规定小于3分钟。而且，美国能源之星要求使用NVLAP或A2LA认可的实验室进行该参数的检测，而我国对该参数的考核只是作为参考量，不做考核要求。所以，在上升时间要求上要比美国宽松。

3.3.3 启动时间

美国能源之星规范要求平均10个测试样品应小于1s.，必须使用NVLAP或A2LA认可的实验室进行该参数的检测，而我国标准只要求电感式 $\leq 10s$ ，电子式 $\leq 4s$ 。我国的标准明显偏低。

3.3.4 光通维持率

我国国标要求是燃点2000小时时的光通量维持率不得低于80%。相比之想，美国能源之星CFLs-4.0要求更高。美国能源之星要求，1000小时额定寿命下的平均维持率必须大于初始值（100小时老练）的90%。40%额定寿命条件下的平均流明维持率必须大于初始值（100小时老练）的80%。不超过3个样品的流明输出小于75%。

3.3.5 平均额定寿命

平均额定寿命要求较美国能源之星标准要低。美国能源之星标准要求受测的10个样品平均额定寿命 $\geq 6,000$ 小时，对所有E26中等螺口CFL灯，平均额定寿命 $\geq 8,000$ 小时。我国国标GB/T 17262-2002和GB/T 17263-2002对寿命的要求是额定平均寿命不低于6000小时。

在寿命测试中对具体环境条件和操作循环规范上也有差异。GB/T 17263-2002，寿命实验应该在15-40度的环境中进行，应避免通风过大，灯不得受到强烈振动和冲击，而且试验时，灯每燃点24小时应关闭8次，关闭时间应为10-15分钟，接通时间至少应为10分钟。而能源之星对寿命测试的要求为测试环境温度15-35度。如果温度范围超过此温度，测试应终止。操作循环上要求180分钟开，20分钟关，也明显不同于我国国标现行的标准要求。

3.3.6 汞含量

在汞含量限制上，美国要求比较严格， $P < 25W: \leq 5mg/灯$ ， $25W \leq P \leq 40W: \leq 6mg/灯$ ，我国在HJ/T230中限量为10 mg/灯，大大高于美国能源之星的要求。

3.3.7 颜色特性

美国能源之星CFLs-4.0规范要求10个测试样本的平均值必须大于80.0，并且不得有超过两个样品的显色指数低于77.0，色品容差 ≤ 7 。而我国针对不同色调有不同的显色性要求，例如， $RR/RZ \geq 80$ ， $RL/RB \geq 82$ $RN/RD \geq 84$ ，且色品容差 ≤ 5 ，整体上，我国在颜色特性的要求高于美国能源之星现行CFLs-4.0的要求。

3.3.8 光通维持率

美国能源之星CFLs-4.0版本对光通维持要求：1000小时额定寿命下的平均维持率必须大于初始值（100小时老练）的90%。40%额定寿命条件下的平均流明维持率必须大于初始值（100小时老练）的80%。不超过3个样品的流明输出小于75%。我国相应标准规定灯在燃点2000小时时，其光通量维持率不得低于80%。技术指标要求上明显高于我国现行国家标准所规定的要求。

3.3.9 其他

美国能源之星 CFLs-4.0 对快速循环压力测试、电磁干扰、瞬时保护、工作频率等技术参数做了相应要求，其中快速循环压力测试更是要求由 NVALP, A2LA, 或 ISO9000 认可实验室或公司来进行测试。而我国标准没有此要求。但是谐波、初始光效/光通量包装要求是我国标准所要求的测试参数，美国能源之星没有这方面的考核。

4 包装要求

4.1 美国能源之星对产品上的包装要求。

美国能源之星CFLs-4.0对包装上规定，对于具体型号必须呈交电子或硬盘文档。包装必须包括以下信息：

- 型号;
- 瓦数;
- 光输出 (须平均100小时);
- 平均额定寿命;

--相关色温。制造商须指明如下相关色温的一个: 2700K, 3000K, 3500K, 4100K, 5000K 或6000K来标识他们地产品。10个测试样品中地9个在100小时流明测量中色温必须落7步ANSI MacAdam 椭圆内。对于CCT品质保证要求。

--质保 (基于应用类型和标准平均小时天)。产品包装上必须声明“质保”或“有限质保”, 并含有方便顾客投诉的800 免费电话, 或邮件地址, 或网址(如果可用)。家用: 质保和有限质保声明必须至少为24 个月或2 年, 从购买日开始, 每日使用不少于3 小时。商用: 质保和有限质保声明必须为12 个月或1 年, 从购买日开始。

--等价于白炽灯 (如果被要求)。见表3。

--启动温度。包装上必须声明使用的最低启动温度或地理区域, 以及任何其他满足ANSI C78.5, 条款4.7 启动时间所规定的, 在环境温度为25+/-5℃ 和额定电压下, 启动时间不超过2s 对于电子高频单元来说, 对于电磁部件不超过4s。当在90%额定电压和最低规定的启动温度下, 分别不超过5s和10s。

--电磁干扰;

--不兼容控制和例外用途。灯管包装必须清晰声明任何已知的与光电控制、调光器或定时装置的不兼容性。另外, 包装上应声明特殊的另外用途 (例如, 不宜用CFL的设备);

--语言。英文、或法文和其他语言, 将在加拿大销售的产品, 必须包含有英文和法文;

--汞标签。产品包装语言对汞含量的要求必须包括以下规定:

- (1) 用一个圆圈里带有Hg标志符号;
- (2) 灯含有“汞”;
- (3) www.epa.gov/bulbrecycling, 也可以用www.lamprecycle.org替换 www.epa.gov/bulbrecycling, 只要在交换的主页上保持一个明显地到EPA网址的超级连接。

4.2 中国国家标准对CFL产品包装要求

我国的标准GB19044中没有提出产品信息标识的有关内容。GB/T 17263-2002和GB/T 17263-2002条款8对每只灯的标志, 每只灯包装、文包装盒和包装箱上的语言。灯运输等给出了规定, 但与美国能源之星所要求的相比, 在包装要求上还存在有明显的欠缺。

5 小结

美国能源之星现行的CFLs-4.0规范对紧凑型荧光灯适用标准在性能要求、能效考核指标及包装要求上均领先于我国现行国家标准, 这对我国节能灯照明产品出口美国的企业提出更高的挑战, 也为照明产品检测机构的把关和服务工作提出更高的要求。对出口企业来说, 应积极对产品设计进行升级, 提高技术水平和改进生产工艺, 以适应不断变化和不断提高的技术壁垒。对检测机构来说, 应对美国能源之星照明产品相应规范要求的检测项目进行研究。深入了解“能源之星”照明产品认证的相关指令和检测标准体系。建立针对重点照明产品“能源之星”应对措施, 包括政策, 标准体系以及根据上述提议建立相应的检测平台, 必要时开展能源之星标准宣贯, 以满足国内出口企业的要求, 减少因标准差异带来的贸易壁垒。

参考文献:

- [1]GB/T 17263-2002 普通照明用自镇流荧光灯 性能要求

- [2]GB/T 17263-2002 单端荧光灯 性能要求
- [3]GB 19044-2003 普通照明用自镇流荧光灯能效限定值及能效等级
- [4] ENERGY STAR Program Requirements and Criteria for CFLs - Version 4.0 Final Version - March 7, 2008
- [5] ENERGY STAR Program Requirements and Criteria for CFLs - Version 3.0 - Oct 30, 2003
- [6] ANSI C 78.5-2003 电灯 荧光自镇流灯 性能指南