



LED 灯具的频闪

目录

1. 前言.....	2
2. 频闪的发生.....	2
3. 相关 LED 灯具的频闪的规格.....	3
4. 评价方法.....	4
5. 评价结果.....	5
6. 总结.....	14

日本日亚化学工业株式会社

<http://www.nichia.co.jp>

491 Oka, Kaminaka-Cho, Anan-Shi, TOKUSHIMA 774-8601, JAPAN

Phone: +81-884-22-2311 Fax: +81-884-21-0148

1. 前言

荧光灯等部分灯具在电源频率为 50/60 赫兹或成倍的 100/120 赫兹时，灯光会反复出现亮暗。这时可能会因此感觉到频闪。

LED 灯具也相同。根据灯具中使用的 LED 驱动电源，也有可能发生频闪。如果频闪程度严重，可能引发眼睛疲劳、不舒服等对人体健康带来危害。另外在一些灯具规格中也有对频闪制定基准，不满足频闪基准的灯具可能因此不能贩卖。因此在灯具设计中防止频闪非常重要。

但是对频闪的感受程度因人而异，另外根据光输出波形的不同人的感觉也会发生变化。本应用指南将对人体对怎样的波形容易感觉到频闪进行评价。

※ 本应用指南中的评价结果并不对 LED 的性能进行说明。另外评价结果也只是日亚独自的见解，并不对灯具的设计进行保证。希望客户一定对灯具的频闪进行确认。

2. 频闪的发生

LED 的应答速度很快，如图 1 所示，LED 瞬间的亮度和流入 LED 的电流值基本成正比。在亮暗差异较大且周期较长（频率较低）时才会容易感觉到频闪。即使瞬间的明暗差异较大，在 PWM 等高频脉冲下驱动时，人眼也不会感觉到频闪。

使用简易、廉价的 LED 驱动电源时，如图 2 所示，驱动电源的输出不够平滑，电流的振幅较大，频率也较低的比较多（商用电源频率的倍数 100~120Hz），因此容易感觉到频闪。另外也可能出现电流值超过绝对最大额定值的情况，所以必须在设计中注意。

如图 3，如果驱动电源的光输出平滑，不会感觉到频闪。

因此造成灯具频闪的原因是 LED 的驱动电源，所以驱动电源的选择和设计就显得非常重要。

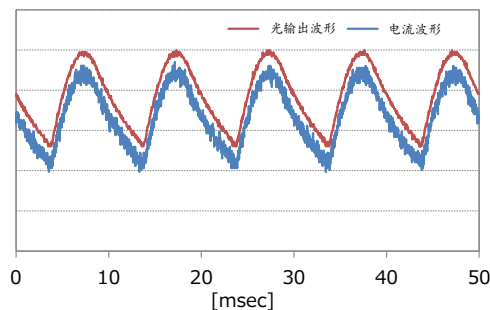


图 1. LED 电流波形和光输出的关系

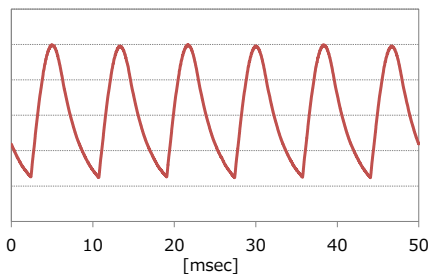


图 2. 电流波形例

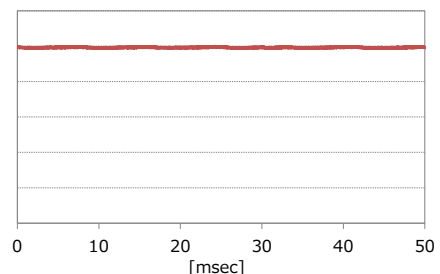


图 3. 电流波形例

3. 相关 LED 灯具的频闪的规格

在日本的《电气用品安全法》(PSE) 中规定“一般照明用 LED 光源，光输出不感觉到闪烁”，并且关于“光输出不感觉到闪烁”的定义，必须满足以下其中 1 个条件。

- 1) 光输出无缺失 (缺失: 在峰值 5% 以下), 并且频率大于等于 100Hz。
- 2) 光输出频率大于等于 500Hz。

图 4 的频率为 100Hz, 最小值也在波峰的 80% 以上, 所以满足 1) 的定义。而图 5, 光输出有缺失, 频率也在 500Hz 以下, 所以 1) 和 2) 都不能满足, 因此光输出如图 5 的灯具不符合《电气用品安全法》的规定。

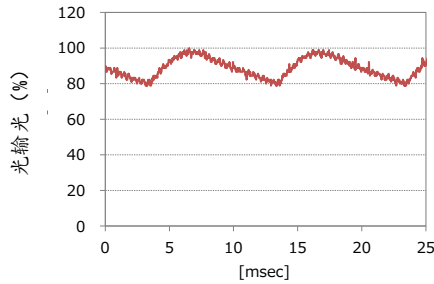


图 4. 满足 PSE 的波形例

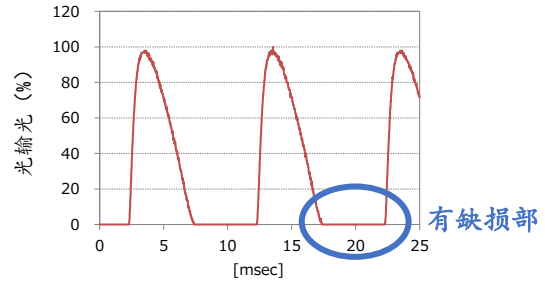


图 5. 不满足 PSE 的波形例

另外评价频闪的参数包括有频闪百分比 (Flicker Percentage) 和频闪指数 (Flicker Index)。能源之星 (International Energy Star Program) 计划中虽然没有对其范围进行规定, 但是要求对这些数值进行记录。

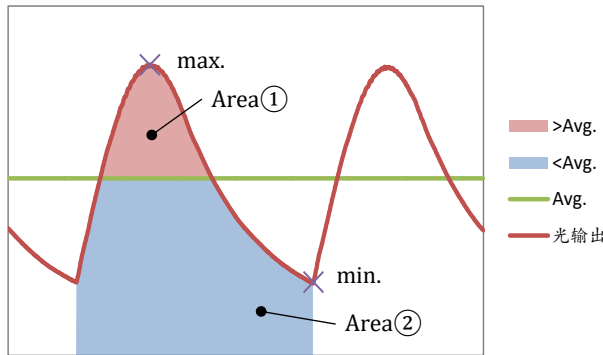


图 6. 频闪百分比和频闪指数

频闪百分比

$$= 100 \times \frac{\max - \min}{\max + \min} [\%] \quad (\text{方程式 1})$$

频闪指数

$$= \frac{\text{Area ①}}{\text{Area ①} + \text{Area ②}} \quad (\text{方程式 2})$$

- ※ Area ①: 平均值以上的面积
- Area ②: 平均值以下的面积

频闪百分比 (方程式 1) 是计算出光输出波形的最大值和最小值之差占最大值和最小值之和的百分比。数值越小, 说明频闪越小 (如果是 0%, 表示无频闪, 为完全直流波形)。数值越大, 说明频闪越大 (如果是 100%, 表示有完全不发光的期间)。

频闪指数 (方程式 2) 是计算出平均值以上的光输出面积占整个光输出面积的比例, 数值在 0~1 之间。和频闪百分比一样, 频闪指数也是越小, 说明频闪越小。

但是以上的参数都没有考虑到频率, 因此并不是数值大的波形就一定会感觉到频闪 (例如: 即使有缺损部, 频闪百分比为 100%, 如果频率在数 kHz 以上, 也不会感觉到频闪。)

4. 评价方法

4.1. 光检出装置

对频闪进行评价时可以使用示波器对光输出波形进行确认，但是这时需要测量仪器对光输出进行测量。使用照度计进行测量时，选择测量速度可以满足光输出波形频率的照度计。将从照度计输出的模拟信号吸收到示波器中，这样通过示波器对输出的波形进行确认。

另外也可以使用光电二极管等感光元件和增大信号幅值的增幅器构造成光检出电路，这时也需要连接示波器表示出波形。

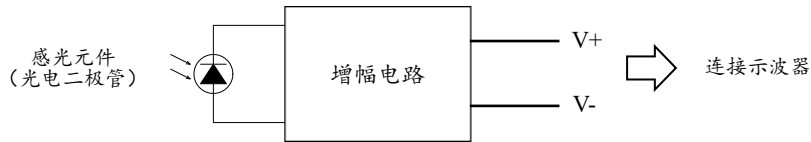


图 7. 光检出电路例

4.2. 评价方法

在如图 8 和 9 的试验中进行了以下评价。

- 改变 LED 驱动电源的输出电流，对不同输出电流下的光输出波形进行测量，同时也从感官上对频闪进行确认。
- 在 50~500Hz 的范围内改变供给电源的频率，因此对不同频率下的频闪情况进行确认。（因为 LED 驱动电源是使用二极管电桥整流，所以整流后的光输出频率为 100~1kHz）。
- 在 LED 驱动电源中有使用使 LED 驱动电源的输出波形平滑的电容。增减电容量，由此使波形振幅发生变化，由此对不同振幅下的频闪进行确认。

对频闪进行评价时，除了对以下 3 项参数进行确认外，也对直视下的灯具发光部的闪烁状况、灯具照射下的文字书写等一般动作及快速挥动手时的频闪状况进行确认。

- 相对光输出波形最大值 100% 的最小值
- 频闪百分比（Flicker Percentage）
- 频闪指数（Flicker Index）

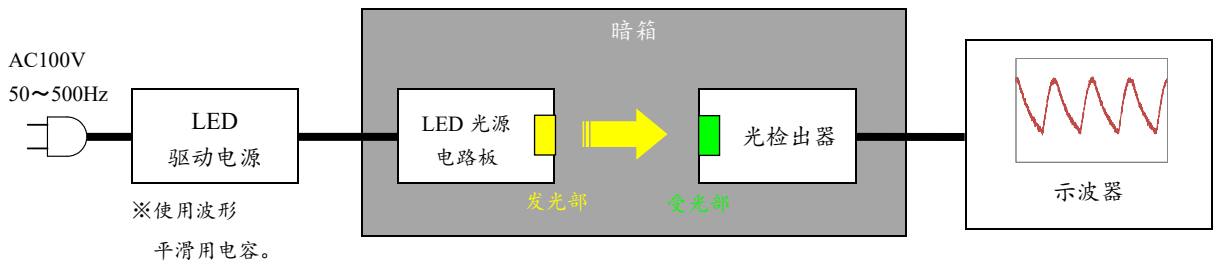


图 8. 评价方法（波形测量）

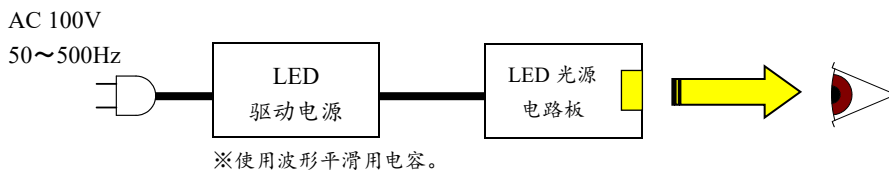


图 9. 评价方法（感官上的评价）

5. 评价结果

5.1. 波形测量

5.1.1. 频率 100Hz

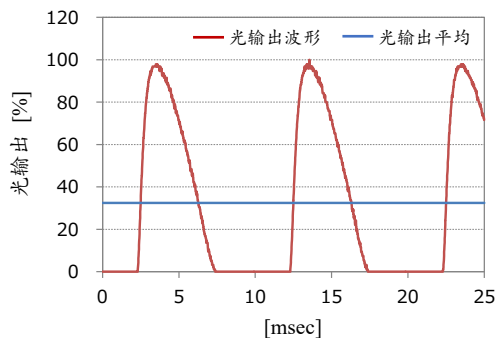


图 10. 100Hz-1

波形最小值: 0 [%]
 频闪百分比: 100 [%]
 频闪指数: 0.55
 感官上的频闪评价: 感觉到频闪

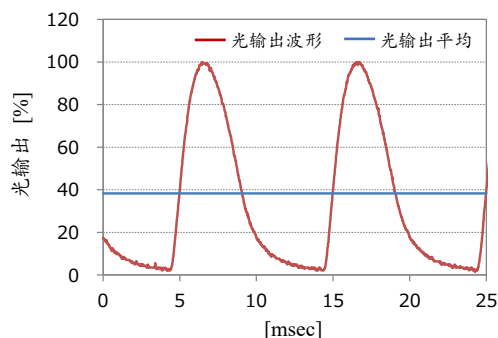


图 11. 100Hz-2

波形最小值: 1 [%]
 频闪百分比: 97 [%]
 频闪指数: 0.42
 感官上的频闪评价: 感觉到频闪

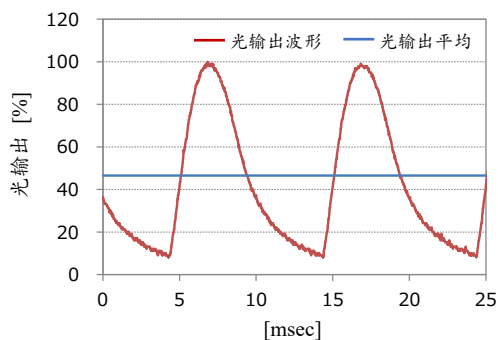


图 12. 100Hz-3

波形最小值: 8 [%]
 频闪百分比: 85 [%]
 频闪指数: 0.30
 感官上的频闪评价: 感觉到频闪

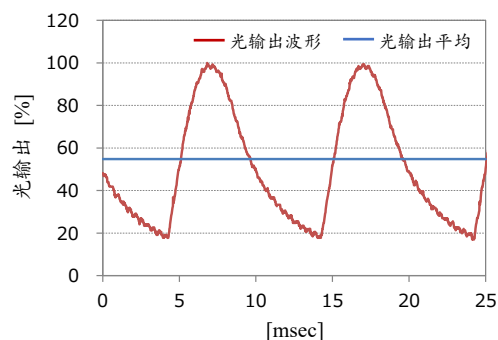


图 13. 100Hz-4

波形最小值: 17 [%]
 频闪百分比: 71 [%]
 频闪指数: 0.22
 感官上的频闪评价: 感觉到频闪

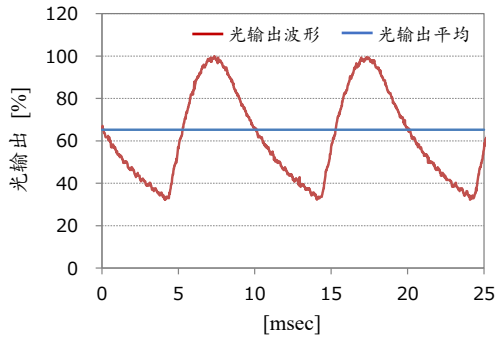


图 14. 100Hz-5

波形最小值: 32 [%]
 频闪百分比: 51 [%]
 频闪指数: 0.15
 感官上的频闪评价: 未感觉到频闪

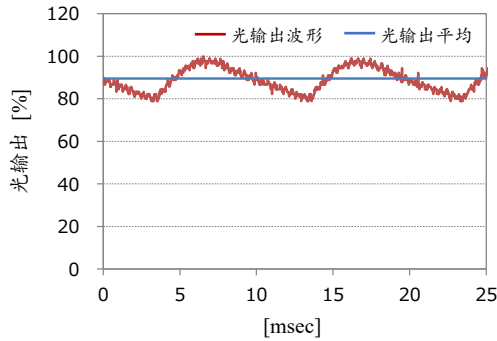


图 15. 100Hz-6

波形最小值: 78 [%]
 频闪百分比: 13 [%]
 频闪指数: 0.03
 感官上的频闪评价: 未感觉到频闪

5.1.2. 频率 150Hz

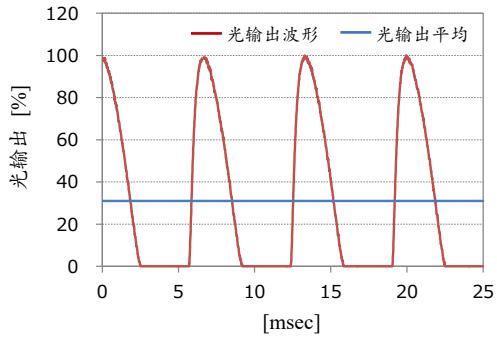


图 16. 150Hz-1

波形最小值: 0 [%]
 频闪百分比: 100 [%]
 频闪指数: 0.55
 感官上的频闪评价: 感觉到频闪

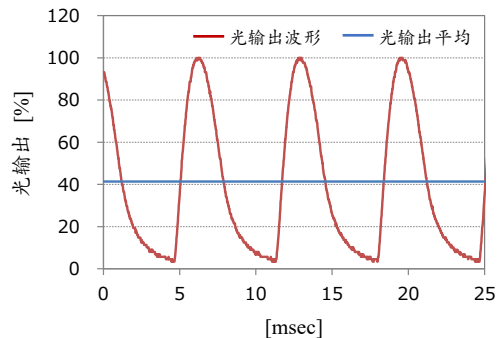


图 17. 150Hz-2

波形最小值: 3 [%]
 频闪百分比: 93 [%]
 频闪指数: 0.38
 感官上的频闪评价: 感觉到频闪

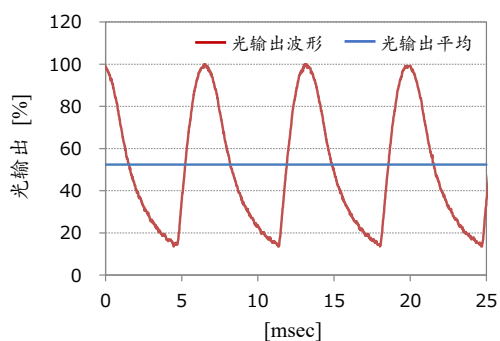


图 18. 150Hz-3

波形最小值: 14 [%]
 频闪百分比: 76 [%]
 频闪指数: 0.25
 感官上的频闪评价: 感觉到频闪

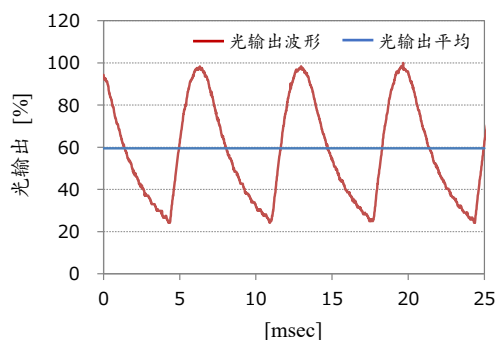


图 19. 150Hz-4

波形最小值: 24 [%]
 频闪百分比: 61 [%]
 频闪指数: 0.18
 感官上的频闪评价: 快速动作下感觉到频闪

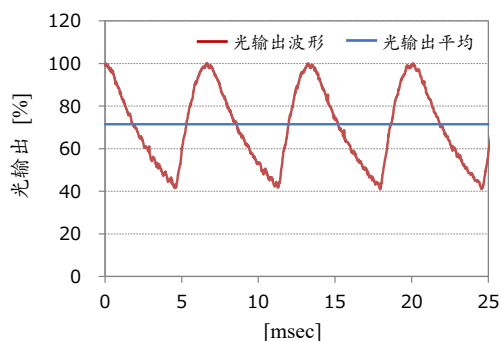


图 20. 150Hz-5

波形最小值: 41 [%]
 频闪百分比: 42 [%]
 频闪指数: 0.11
 感官上的频闪评价: 未感觉到频闪

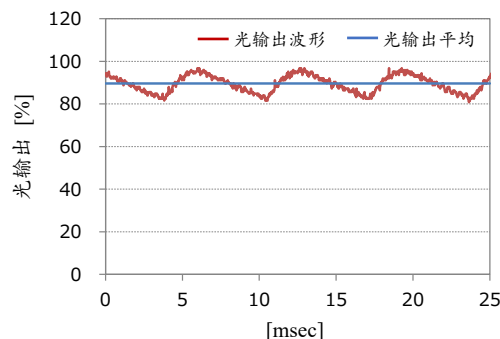


图 21. 150Hz-6

波形最小值: 81 [%]
 频闪百分比: 11 [%]
 频闪指数: 0.02
 感官上的频闪评价: 未感觉到频闪

5.1.3. 频率 300Hz

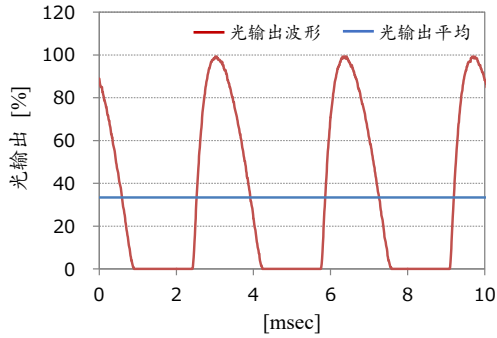


图 22. 300Hz-1

波形最小值: 0 [%]
 频闪百分比: 100 [%]
 频闪指数: 0.53
 感官上的频闪评价: 感觉到频闪

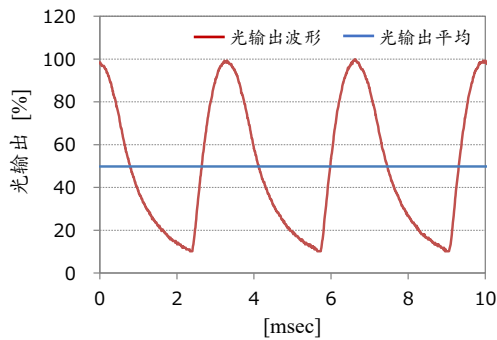


图 23. 300Hz-2

波形最小值: 10 [%]
 频闪百分比: 81 [%]
 频闪指数: 0.28
 感官上的频闪评价: 快速动作下感觉到频闪

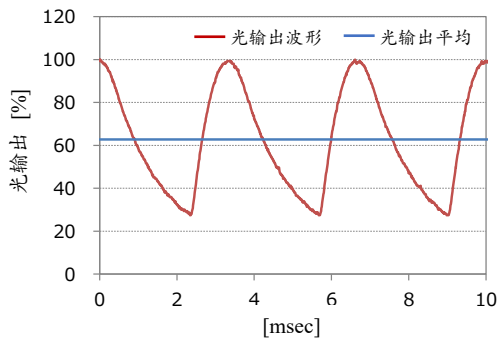


图 24. 300Hz-3

波形最小值: 26 [%]
 频闪百分比: 59 [%]
 频闪指数: 0.17
 感官上的频闪评价: 快速动作下感觉到频闪

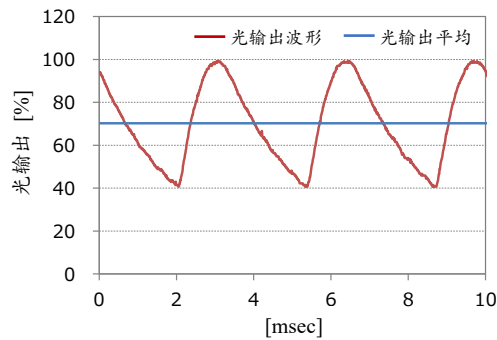


图 25. 300Hz-4

波形最小值: 40 [%]
 频闪百分比: 43 [%]
 频闪指数: 0.12
 感官上的频闪评价: 未感觉到频闪

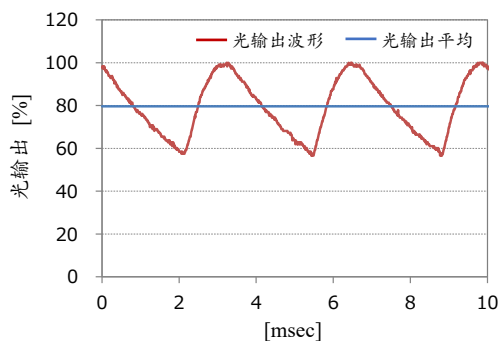


图 26. 300Hz-5

波形最小值: 57 [%]
 频闪百分比: 28 [%]
 频闪指数: 0.07
 感官上的频闪评价: 未感觉到频闪

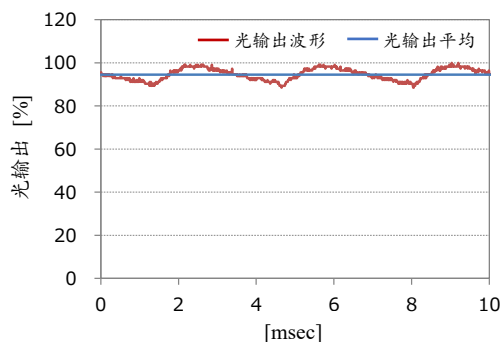


图 27. 300Hz-6

波形最小值: 89 [%]
 频闪百分比: 6 [%]
 频闪指数: 0.01
 感官上的频闪评价: 未感觉到频闪

5.1.4. 频率 500Hz

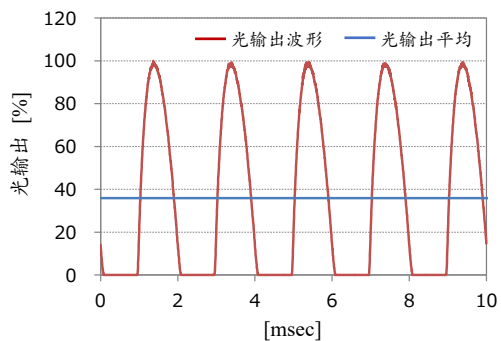


图 28. 500Hz-1

波形最小值: 0 [%]
 频闪百分比: 100 [%]
 频闪指数: 0.51
 感官上的频闪评价: 快速动作下感觉到频闪

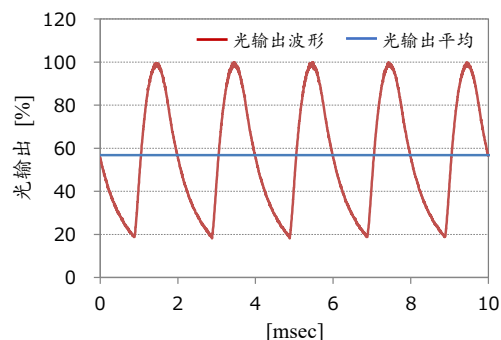


图 29. 500Hz-2

波形最小值: 18 [%]
 频闪百分比: 69 [%]
 频闪指数: 0.22
 感官上的频闪评价: 未感觉到频闪

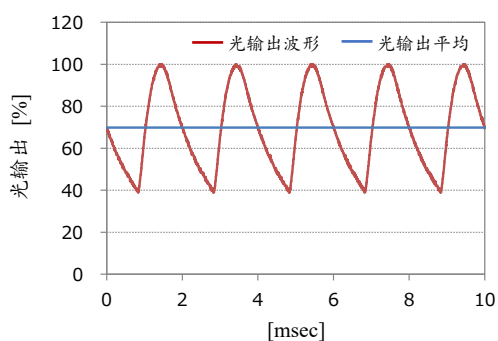


图 30. 500Hz-3

波形最小值: 39 [%]
 频闪百分比: 44 [%]
 频闪指数: 0.13
 感官上的频闪评价: 未感觉到频闪

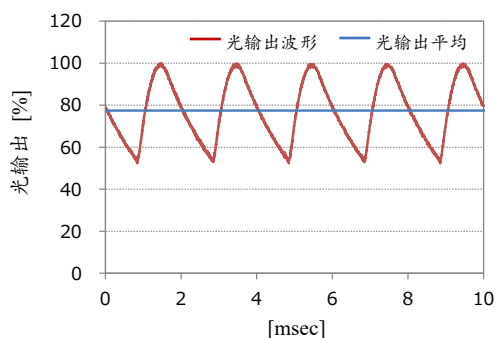


图 31. 500Hz-4

波形最小值: 52 [%]
 频闪百分比: 31 [%]
 频闪指数: 0.08
 感官上的频闪评价: 未感觉到频闪

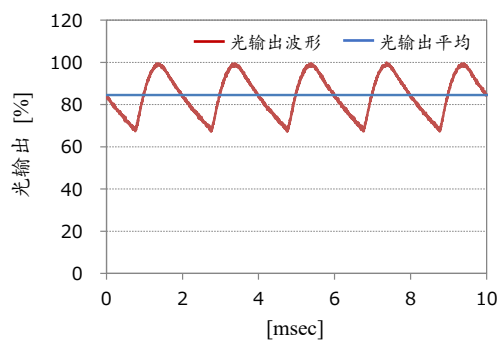


图 32. 500Hz-5

波形最小值: 67 [%]
 频闪百分比: 20 [%]
 频闪指数: 0.05
 感官上的频闪评价: 未感觉到频闪

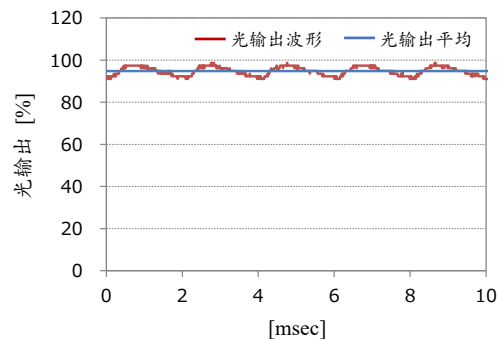


图 33. 500Hz-6

波形最小值: 91 [%]
 频闪百分比: 5 [%]
 频闪指数: 0.01
 感官上的频闪评价: 未感觉到频闪

5.1.3. 频率 1kHz

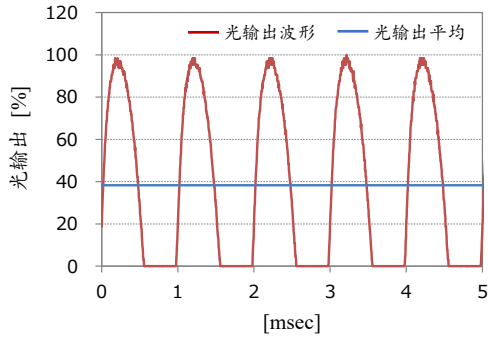


图 34. 1kHz-1

波形最小值: 0 [%]
 频闪百分比: 100 [%]
 频闪指数: 0.48
 感官上的频闪评价: 未感觉到频闪

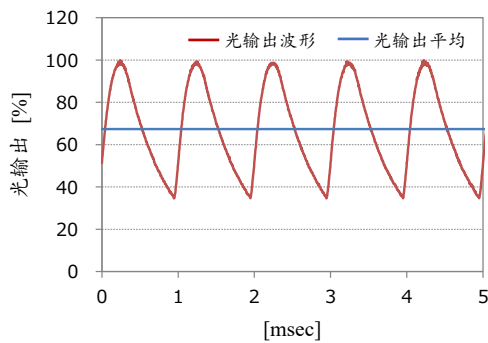


图 35. 1kHz-2

波形最小值: 35 [%]
 频闪百分比: 49 [%]
 频闪指数: 0.14
 感官上的频闪评价: 未感觉到频闪

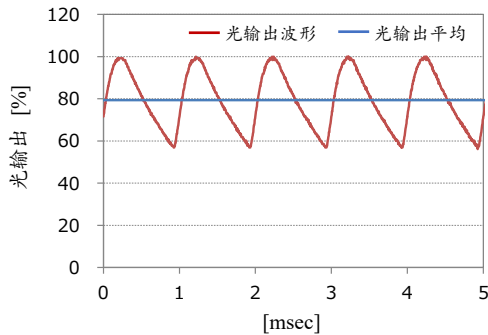


图 36. 1kHz-3

波形最小值: 56 [%]
 频闪百分比: 28 [%]
 频闪指数: 0.08
 感官上的频闪评价: 未感觉到频闪

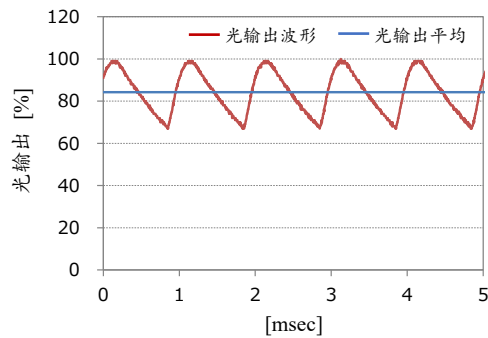


图 37. 1kHz-4

波形最小值: 67 [%]
 频闪百分比: 20 [%]
 频闪指数: 0.05
 感官上的频闪评价: 未感觉到频闪

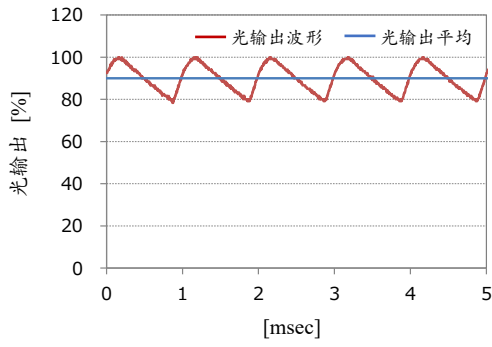


图 38. 1kHz-5

波形最小值: 78 [%]
 频闪百分比: 12 [%]
 频闪指数: 0.03
 感官上的频闪评价: 未感觉到频闪

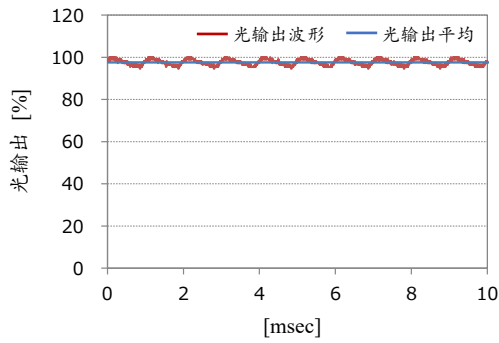


图 39. 1kHz-6

波形最小值: 95 [%]
 频闪百分比: 3 [%]
 频闪指数: 0.01
 感官上的频闪评价: 未感觉到频闪

5.2. 频闪评价

将 5.1 中测量的波形和频闪感官评价结果如图 40~42 所示。

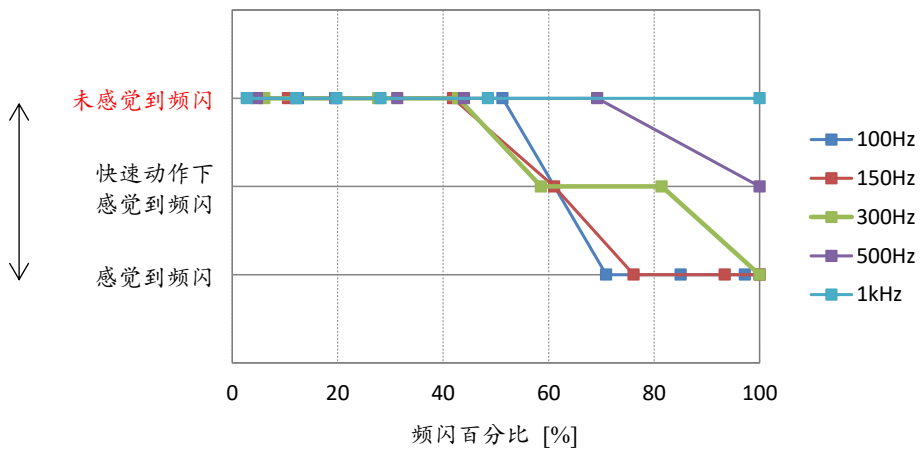


图 40. 不同频闪百分比下的频闪感官结果

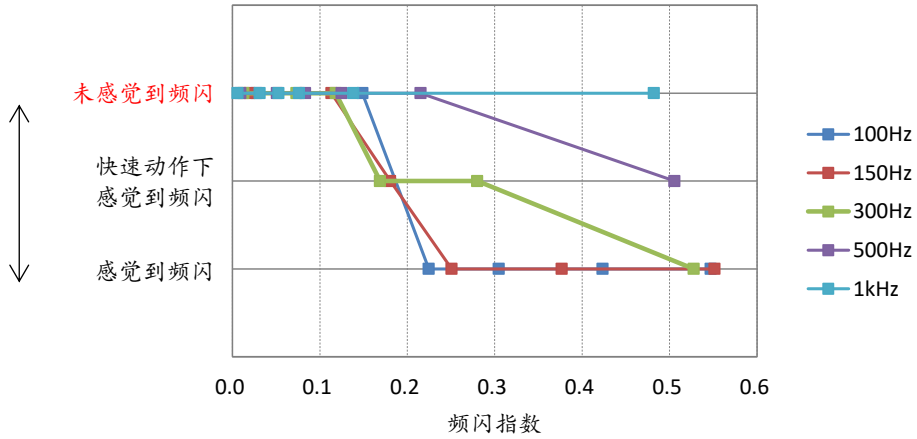


图 41. 不同频闪指数下的频闪感官结果

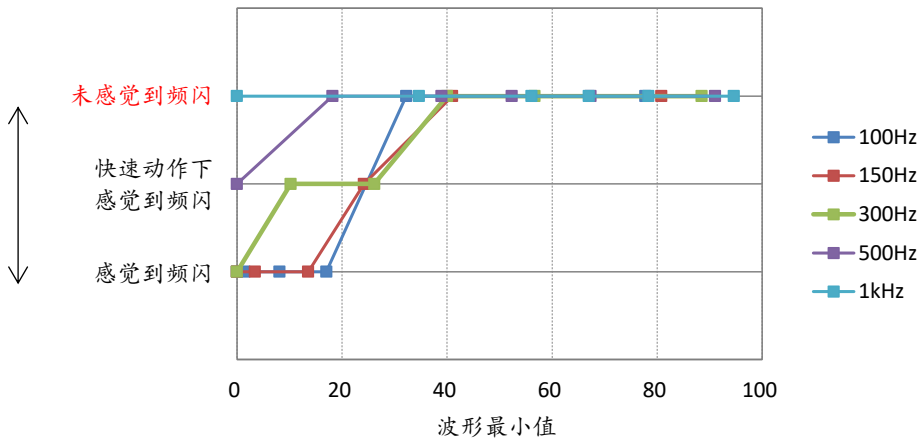


图 42. 不同波形最小值下的频闪感官结果

如图 40 频闪百分比在 40% 以下，或如图 41 频闪指数在 0.1 以下时，100Hz 以上的所有频率下都不会感觉到频闪。

频率越高，越不容易感觉到频闪。在频率达到 1kHz 时，无论频闪百分比和频闪指数的数值为多少，都不会感觉到频闪。

另外根据图 42，当波形最小值在 40% 以上时，无论频率为多少，都不会感觉到频闪。

虽然在日本《电气用品安全法》(PSE) 中规定“光输出无缺失（缺失：在峰值 5% 以下），且频率大于等于 100Hz 的光不会感觉到频闪”，但是经过敝公司的试验评价，即使满足以上基准，也有可能感觉到频闪。

另外频闪百分比只是根据波形的最小值和最大值计算出来的，所以频闪百分比和波形最小值的关系如图 43 所示。

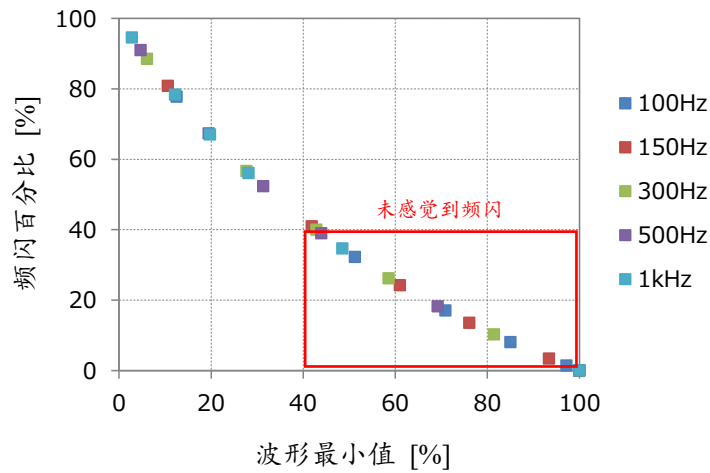


图 43. 波形最小值和频闪百分比的关系

6. 总结

本应用指南是改变光输出波形的振幅和频率后，对不同振幅和频率下的频闪感官情况进行评价。另外因为本次评价结果只是测量者的主观感受，所以在不同测量者、测量环境和光输出（不同脉冲频率的光输出、矩形波、三角波等特殊波形）下，评价结果会出现差异。

因此客户应该对灯具不会出现频闪进行确认，另外也应该对实际使用的 LED 驱动电源不会引起灯具的频闪进行确认。

免责声明

本应用指南由日亚提供，是日亚制作及管理的技术参考资料。

在使用本应用指南时，应注意以下几点。

- 本应用指南中的内容仅供参考，日亚并不对其做任何保证。
- 本应用指南中记载的信息只是例举了产品的代表性能和应用例，并不代表日亚对日亚及第三者的知识产权及其他权利进行保证，也不代表同意对知识产权授权。
- 关于本应用指南内容，虽然日亚有注意保证其正确性，但是日亚仍然不能对其完整性，正确性和有用性进行保证。
- 因本应用指南的利用、使用及下载等所受的损失，日亚不负任何责任。
- 本应用指南的内容可能被日亚修改，并且可能在变更前、后都不予通告。
- 本应用指南的信息的著作权及其他权利归日亚或许可日亚使用的权利人所有。未经日亚事先书面同意，禁止擅自转载、复制本应用指南的部分或所有内容等（包括更改本应用指南内容进行转载、复制等）。