

## 使用 *LightTools* 設計反射罩

*LightTools* 能夠用來設計和分析多樣化照明系統的性能。最近，北美的 Yorka 把 *LightTools* 用於重新設計一個分段式反射罩的停車燈。透過 *LightTools* 精準的分析原始設計的發光強度和照明分佈分析，我們能夠矯正設計上的問題、符合 SAE 的標準以及建構一個令人滿意的原型。這份文件敘述如何達到重新設計的目的。

### 分析原始設計

第一步是在最初的原型中模擬原始的系統去重現這些問題來觀察。這個分段式停車燈反射罩原始的幾何物件是使用 IGES 輸入功能來輸入到 *LightTools* 裏（見圖 1）。接著 3157 的電燈泡被加入到各個區域。在圖 2 上所示是一個近場的 3157 燈泡模型。另外，設定了反射表面的特性和增加兩個接收器來進行照明分析。一個接收器是測量遠場的發光強度，另一個是表面接收器測量打在尾燈外部透鏡上的照明分佈。

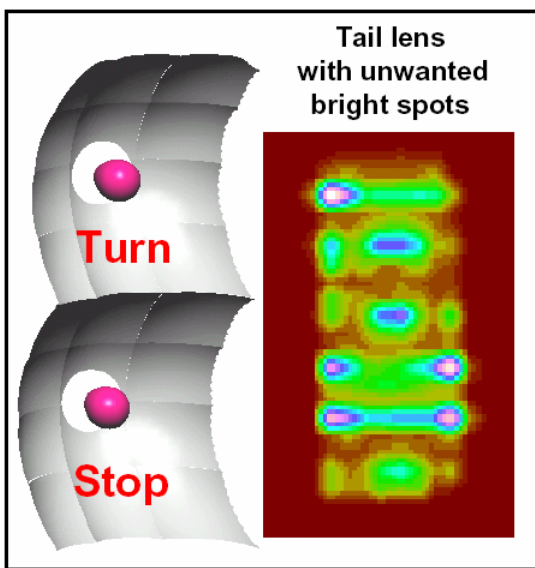


圖 1、在 *LightTools* 裏建構原始系統：使用分段式反射罩的雙功能車燈。分析後發現會有討厭的條紋現象，無法達到 SAE J585 和 J586 的規定。

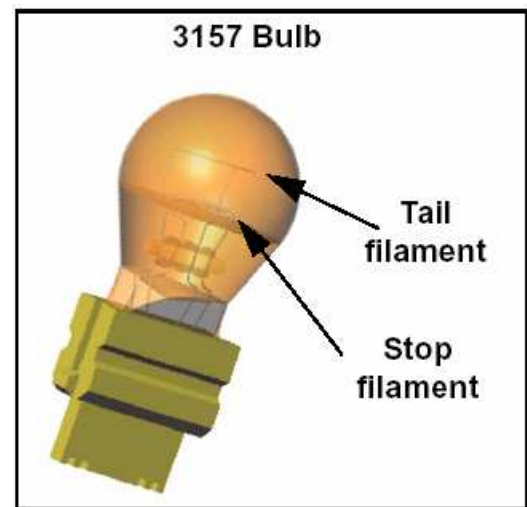


圖 2、近場的 3157 電燈泡模型：這個燈泡有兩個燈絲，而每次僅有一個被點亮。停車燈為主要的燈絲最亮為 33MSCP（平均球面燭光強度），而尾燈為次要的燈絲僅產生 3MSCP。

原始設計的模擬分析確認了兩個主要的問題：

- 討厭的亮痕：亮點和條紋在透明的尾燈外部被看出。圖1的模擬顯示出燈絲經由個別的分割區域將光線集中在尾燈外部的觀察面上。
- 太強的光線：因為有太多的光線集中在尾部，這組車燈的表現無法通過SAE J585尾燈



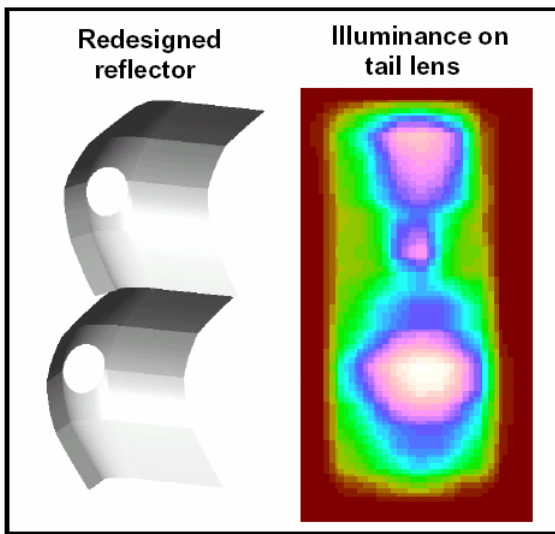


圖 5、重新設計反射罩的形狀：這個重新設計是使用分散光線的反射切片（左邊圖面）。尾燈外部的照明結果（右邊）顯示亮點與條紋都被消除了。光型目前已大面積的散佈均勻。

每一個反射罩的光形都必須符合SAE的規定（例如，大概是水平 $\pm 20^\circ$ ，垂直 $\pm 10^\circ$ ）。光源中心的選擇（主要或次要的燈絲）是自由的參數。透過切片設計把主要燈絲的中心作為光源的中心，相較於停車和轉彎時的功能，尾燈的角度分佈增加了，如圖6所示。這使得在保持停車與轉彎時的峰值強度下，尾燈的相對強度降低了。

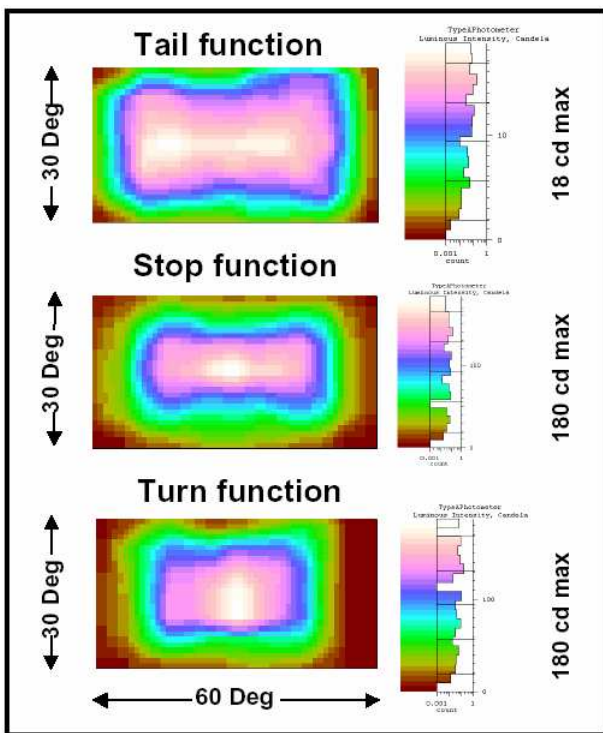


圖 6、模擬重新設計的反射罩光度：一個遠場接收器對於停車、轉彎時和尾燈用 A 型的光度計為操作目的。所產生的停車、轉彎時和尾燈作用的光形全部都符合根據 SAE 水平 $\pm 20^\circ$ 、垂直 $\pm 10^\circ$ 的形狀要求。尾燈角度的增加與停車和轉彎時的關係改善了整體性能。

重新設計後的反射罩把原始尾燈的峰值從45燭光減弱至18燭光，符合SAE J585規定最大的25燭光。而停車和轉彎時的最大強度仍然保持不變，滿足了SAE的停車燈和尾燈之間5：1的要求比例。即使尾燈使用兩個電燈泡，而停車時僅用一個結果還是達到了。

## 比較模擬和實際的表現

尾燈特性的模擬和原型的實際量測非常符合。表1列出在尾燈各個測試點的結果，這些結果的誤差在5~10%的範圍內。表2所列出轉彎的量測結果同樣與模擬是一致的。測試點是使用A型光度計的分析指令所計算可以符合大部分的SAE標準。

這個範例說明了LightTools的照明功能如何幫助汽車外部照明系統的設計和分析。遠場和表面接收器所收集的光線順利地預測尾燈、轉彎和停車時的光度，儘管尾燈照明時有討厭的亮點和條紋都可以將問題解決。

**表 1：重新設計的尾燈結果（模擬值與實際值）SAE J585 的規定**

Test-Point	Simulated Cd	Actual Cd	Requirement	Pass/Fail
10U-5L	13.6	10.2	0.7	
5U-20L	14.3	12.7	0.5	
5D-20L	13.9	11.9	0.5	
10D-5L	9.8	9.7	0.7	
-----	-----	-----	-----	-----
ZONE 1	51.7	44.5	2.4	PASSED
-----	-----	-----	-----	-----
5U-10L	15.5	14.3	1.4	
H-10L	16.6	16.8	1.4	
5D-10L	13.1	13.2	1.4	
-----	-----	-----	-----	-----
ZONE 2	45.3	44.3	4.2	PASSED
-----	-----	-----	-----	-----
5U-V	15.5	16	3.1	
H-5L	16.9	17.3	3.5	
H-V	16.4	18.3	3.5	
H-5R	17.1	18.4	3.5	
5D-V	12	14.1	3.1	
-----	-----	-----	-----	-----
ZONE 3	77.9	84.1	16.8	PASSED
-----	-----	-----	-----	-----
5U-10R	15.8	15.5	1.4	
H-10R	17.3	18.8	1.4	
5D-10R	14.2	15.4	1.4	
-----	-----	-----	-----	-----
ZONE 4	47.4	49.7	4.2	PASSED
-----	-----	-----	-----	-----
10U-5R	13.1	12	0.7	
5U-20R	16.8	15.5	0.5	
5D-20R	15.9	15.4	0.5	
10D-5R	13.1	9.9	0.7	
-----	-----	-----	-----	-----
ZONE 5	58.8	52.8	2.4	PASSED

**表 2：重新設計的轉彎結果（模擬值與實際值）SAE J588 的規定**

Test-Point	Simulated Cd	Actual Cd	Requirement	Pass/Fail
10U-5L	90.7	101.8	16	
5U-20L	31.4	27.5	10	
5D-20L	32.6	31	10	
10D-5L	48.9	54.6	16	
-----	-----	-----	-----	-----
ZONE 1	203.7	214.9	50	PASSED
-----	-----	-----	-----	-----
5U-10L	101.9	106.1	30	
H-10L	99.6	104.2	40	
5D-10L	103.4	98.5	30	
-----	-----	-----	-----	-----
ZONE 2	304.9	308.8	100	PASSED
-----	-----	-----	-----	-----
5U-V	121.3	127.7	70	
H-5L	129.4	112.5	80	
H-V	150	144.3	80	
H-5R	131.8	140.1	80	
5D-V	154.6	140.5	70	
-----	-----	-----	-----	-----
ZONE 3	687.1	665.1	380	PASSED
-----	-----	-----	-----	-----
5U-10R	107.5	131.2	30	
H-10R	119	135.1	40	
5D-10R	120.7	131.4	30	
-----	-----	-----	-----	-----
ZONE 4	347.2	397.7	100	PASSED
-----	-----	-----	-----	-----
10U-5R	77.5	100.9	16	
5U-20R	54.9	67.5	10	
5D-20R	61	73.6	10	
10D-5R	77.5	66.2	16	
-----	-----	-----	-----	-----
ZONE 5	270.9	308.2	50	PASSED

Optical Research Associates要感謝北美Yorka的Dave Crossman提供量測結果。