

## 顏色感測器 TCS230 及顏色識別電路

隨著現代工業生產向高速化、自動化方向的發展，生產過程中長期以來由人眼起主導作用的顏色識別工作將越來越多地被相應的顏色感測器所替代。例如：圖書館使用顏色區分對文獻進行分類，能夠極大地提高排架管理和統計等工作；在包裝行業，產生包裝利用不同的顏色和裝潢來表示其不同的性質或用途。目前的顏色感測器通常是在獨立的光電二極體上覆蓋經過修正的紅、綠、藍濾波片，然後對輸出信號進行相應的處理，才能將顏色信號識別出來；有的將兩者集合起來，但是輸出類比信號，需要一個 A/D 電路進行採集，對該信號進一步處理，才能進行識別，增加了電路的複雜性，並且存在較大的識別誤差，影響了識別的結果。TAOS (Texas Advanced Optoelectronic Solutions) 公司最新推出的顏色感測器 TCS230，不僅能夠實現顏色的識別與檢測，與以前的顏色感測器相比，還具有許多優良的新特性。

### 1 .TCS230 晶片的結構框圖與特點:

TCS230 是 TAOS 公司推出的可編程彩色光到頻率的轉換器，它把可配置的矽光電二極體與電流頻率轉換器集成在一個單一的 CMOS 電路上，同時在單一晶片上集成了紅綠藍 (RGB) 三種濾光器，是業界第一個有數位相容介面的 RGB 彩色感測器，TCS230 的輸出信號是數位量，可以驅動標準的 TTL 或 CMOS 邏輯輸入，因此可直接與微處理器或其他邏輯電路相連接，由於輸出的是數位量，並且能夠實現每個彩色通道 10 位元以上的轉換精度，因而不需要 A/D 轉換電路，使電路變得更簡單，圖 1 是 TCS230 的引腳和功能框圖。

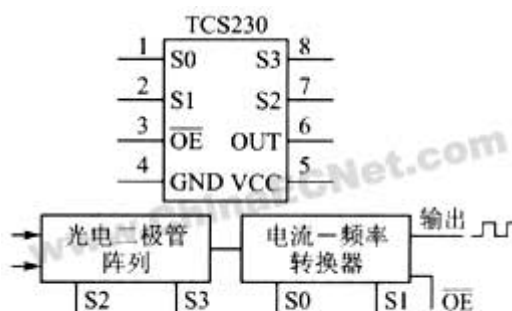


圖 1 TCS230 的引腳和功能框圖

圖 1 中，TCS230 採用 8 引腳的 SOIC 表面貼裝式封裝，在單一晶片上集成有 64 個光電二極體，這些二極體分為四種類型，其 16 個光電二極體帶有紅色濾波器；16 個光電二極體帶有綠色濾波器；16 個光電二極體帶有藍色濾波器，其餘 16 個不帶有任何濾波器，可以透過全部的光資訊，這些光電二極體在晶片內是交叉排列的，能夠最大限度地減少入射光輻射的不均勻性，從而增加顏色識別的精確度；另一方面，相同顏色的 16 個光電二極體是並聯連接的，均勻分佈在二極體陣列中，可以消除顏色的位置誤差。工作時，通過兩個可編程的引腳來動態選擇所需要的濾波器，該感測器的典型輸出頻率範圍從 2Hz—500kHz，用戶還可以通過兩個可編程引腳來選擇 100%、20% 或 2% 的輸出比例因數，或電源關斷模式。輸出比例因數使感測器的輸出能夠適應不同的測量範圍，提高了它的適應能力。例如，當使用低速的頻率計數器時，就可以選擇小的定標值，使 TCS230 的輸出頻率和計數器相匹配。

從圖 1 可知：當入射光投射到 TCS230 上時，通過光電二極體控制引腳 S2、S3 的不同組合，可以選擇不同的濾波器；經過電流到頻率轉換器後輸出不同頻率的方波 (占空比是 50%)，不同的顏色和光強對應不同頻率的方波；還可以通過輸出定標控制引腳 S0、S1，選擇不同的輸出比例因數，對輸出頻率範圍進行調整，以適應不同的需求。

下面簡要介紹 TCS230 晶片各個引腳的功能及它的一些組合選項。

S0、S1 用於選擇輸出比例因數或電源關斷模式；S2、S3 用於選擇濾波器的類型；OE 反是頻率輸出使能引腳，可以控制輸出的狀態，當有多個晶片引腳共用微處理器的輸出引腳時，也可以作為片選信號，OUT 是頻率輸出引腳，GND 是晶片的接地引腳，VCC 為晶片提供工作電壓，表 1 是 S0、S1 及 S2、S3 的可用組合。

表 1 S0、S1 及 S2、S3 的組合選項

S0	S1	輸出頻率定標	S2	S3	濾波器類型
L	L	關斷電源	L	L	紅色
L	H	20%	L	H	藍色
H	L	20%	H	L	無
H	H	100%	H	H	綠色

## 2 .TCS230 識別顏色的原理

由上面的介紹可知，這種可編程的彩色光到頻率轉換器適合於色度計測量應用領域，如彩色列印、醫療診斷、電腦彩色監視器校準以及油漆、紡織品、化妝品和印刷材料的程序控制和色彩配合。下面以 TCS230 在液體顏色識別中的應用為例，介紹它的具體使用。首先瞭解一些光與顏色的知識。

### (1) 三原色的感應原理

通常所看到的物體顏色，實際上是物體表面吸收了照射到它上面的白光（日光）中的一部分有色成分，而反射出的另一部分有色光在人眼中的反應。白色是由各種頻率的可見光混合在一起構成的，也就是說白光中包含著各種顏色的色光（如紅 R、黃 Y、綠 G、青 V、藍 B、紫 P）。根據德國物理學家赫姆霍茲（Helmholtz）的三原色理論可知，各種顏色是由不同比例的三原色（紅、綠、藍）混合而成的。

### (2) TCS230 識別顏色的原理

由三原色感應原理可知，如果知道構成各種顏色的三原色的值，就能夠知道所測試物體的顏色。對於 TCS230 來說，當選定一個顏色濾波器時，它只允許某種特定的原色通過，阻止其他原色的通過。例如：當選擇紅色濾波器時，入射光中只有紅色可以通過，藍色和綠色都被阻止，這樣就可以得到紅色光的光強；同時，選擇其他的濾波器，就可以得到藍色光和綠色光的光強。通過這三個值，就可以分析投射到 TCS230 感測器上的光的顏色。

### (3) 白平衡和顏色識別原理

白平衡就是告訴系統什麼是白色。從理論上講，白色是由等量的紅色、綠色和藍色混合而成的；但實際上，白色中的三原色並不完全相等，並且對於 TCS230 的光感測器來說，它對這三種基本色的敏感性是不相同的，導致 TCS230 的 RGB 輸出並不相等，因此在測試前必須進行白平衡調整，使得 TCS230 對所檢測的"白色"中的三原色是相等的。進行白平衡調整是為後續的顏色識別作準備。在本裝置中，白平衡調整的具體步驟和方法如下：將空的試管放置在感測器的上方，試管的上方放置一個白色的光源，使入射光能夠穿過試管照射到 TCS230 上；根據前面所介紹的方法，依次選通紅色、綠色和藍色濾波器，分別測得紅色、綠色和藍色的值，然後就可計算出需要的 3 個調整參數。

當 TCS230 識別顏色時，就用這 3 個參數對所測顏色的 R、G 和 B 進行調整。這裏有兩種方法來計算調整參數：1、依次選通三顏色的濾波器，然後對 TCS230 的輸出脈衝依次進行計數。當計數到 255 時停止計數，分別計算每個通道所用的時間，這些時間對應於實際測試時 TCS230 每種濾波器所採用的時間基準，在這段時間內所測得的脈衝數就是所對應的 R、G 和 B 的值。2、設置計時器為一固定時間（例如 10ms），然後選通三種顏色的濾波器，計算這段時間內 TCS230 的輸出脈衝數，計算出一個比例因數，通過這個比例因數可以把這些脈衝數變為 255。在實際測試時，室外同樣的時間進行計數，把測得的脈衝數再乘以求得的比例因數，然後就可以得到所對應的 R、G 和 B 的值。

## 3 應用中需要注意的問題

- 1、顏色識別時要避免外界光線的干擾，否則會影響顏色識別的結果，最好把感測器、光源等放置在一個密閉、無反射的箱子中進行測試。
- 2、對光源沒有特殊的要求，但是光源發出的光要儘量集中，否則會造成感測器之間的相互干擾。
- 3、當第 1 次使用 TCS230 時，或 TCS230 識別模組重啓、更換光源等情況時，都需要進行白平衡調整。