

## RGB 和 LAB 互转实例和注意点

本文以色卡中标识的 Lab 和 RGB 值互转为例，介绍 RGB 和 Lab 的转换方法和注意事项。

### 关键事项

1. 一个非常好非常好的空间转换工具：[http://www.brucelindbloom.com/index.html?Eqn\\_Lab\\_to\\_XYZ.html](http://www.brucelindbloom.com/index.html?Eqn_Lab_to_XYZ.html)，输入某个空间的值后，点击对应空间左边的按钮即可
2. 具体如何转换的原理，直接谷歌搜索看维基百科，感觉维基百科上的公式很清楚

如上面所说，其实大部分空间转换只要看维基百科就行，但 Lab 和 RGB 有些注意点需要额外说明。主要是他们的转化**涉及到参考白点**，需要特别注意！

我们将尝试将色卡的 Lab 值和 RGB 值转换，下图是参考值的一部分截图：

| No. | Number     |                                                                                     | sRGB |     |     | CIE L*a*b* |        |        | Munsell Notation<br>Hue Value / Chroma |            |
|-----|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|-----|------------|--------|--------|----------------------------------------|------------|
|     |            |                                                                                     | R    | G   | B   | L*         | a*     | b*     |                                        |            |
| 1.  | dark skin  |    | 115  | 82  | 68  | 37.986     | 13.555 | 14.059 | 3 YR                                   | 3.7 / 3.2  |
| 2.  | light skin |  | 194  | 150 | 130 | 65.711     | 18.13  | 17.81  | 2.2 YR                                 | 6.47 / 4.1 |

### Lab 转 XYZ 转 RGB

Lab 和 RGB 转换需要有 XYZ 空间这个媒介来进行，先看 Lab 转到 XYZ，维基百科的公式为：

#### From CIELAB to CIEXYZ [edit]

The reverse transformation is most easily expressed

$$\begin{aligned}X &= X_n f^{-1}\left(\frac{L^* + 16}{116} + \frac{a^*}{500}\right) \\Y &= Y_n f^{-1}\left(\frac{L^* + 16}{116}\right) \\Z &= Z_n f^{-1}\left(\frac{L^* + 16}{116} - \frac{b^*}{200}\right)\end{aligned}$$

where

$$f^{-1}(t) = \begin{cases} t^3 & \text{if } t > \delta \\ 3\delta^2 \left(t - \frac{4}{29}\right) & \text{otherwise} \end{cases}$$

and where  $\delta = \frac{6}{29}$ .

公式中有  $X_n$ 、 $Y_n$ 、 $Z_n$ ，而这就要涉及到参考白点的事情了，不同的参考白点这三个值不一样，常见的 D50 和 D65 如下：

照明体 D<sub>65</sub> 和 D<sub>50</sub> 2° 视场三刺激值及色品坐标值

| 照明体             | 三刺激值  |        |        | 色品坐标值  |        |
|-----------------|-------|--------|--------|--------|--------|
|                 | $X_n$ | $Y_n$  | $Z_n$  | $x_n$  | $y_n$  |
| D <sub>65</sub> | 95.04 | 100.00 | 108.89 | 0.3127 | 0.329  |
| D <sub>50</sub> | 96.42 | 100    | 82.49  | 0.3457 | 0.3600 |

而色卡中 Lab 是 D50 下的，所以我们使用对应的 Xn、Yn、Zn 即可转为对应的 XYZ 空间值。

|     |                      |  |     |     |     |        |        |        |   |       |
|-----|----------------------|--|-----|-----|-----|--------|--------|--------|---|-------|
| 22. | neutral 5 (.70*)     |  | 122 | 122 | 121 | 50.867 | -0.153 | -0.27  | N | 5 /   |
| 23. | neutral 3.5 (.1.05*) |  | 85  | 85  | 85  | 35.656 | -0.421 | -1.231 | N | 3.5 / |
| 24. | black (1.50*)        |  | 52  | 52  | 52  | 20.461 | -0.079 | -0.973 | N | 2 /   |

Cie L\*a\*b\* values use Illuminant D50 2 degree observer sRGB values for illuminate D65.

转之后，就要把 XYZ 转到 RGB，这里维基百科没有，网上找的公式如下：

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.2404542 & -1.5371385 & -0.4985314 \\ -0.9692660 & 1.8760108 & 0.0415560 \\ 0.0556434 & -0.2040259 & 1.0572252 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

但其实这里是不对的，涉及到参考白点!! 具体可以看：[http://www.brucelindbloom.com/index.html?Eqn\\_RGB\\_XYZ\\_Matrix.html](http://www.brucelindbloom.com/index.html?Eqn_RGB_XYZ_Matrix.html)

如下图所示，这个网页上给的矩阵，都是由对应的参考白点的，这才是正规的。而我们在前面说了，色卡的 Lab 是 D50 下的值，因此其转换后的 XYZ 也是 D50 下的值。所以我们要用 D50 对应的矩阵！

| RGB Working Space | Reference White | RGB to XYZ [M] |           |           | XYZ to RGB [M] <sup>-1</sup> |            |            |
|-------------------|-----------------|----------------|-----------|-----------|------------------------------|------------|------------|
| Adobe RGB (1998)  | D65             | 0.5767309      | 0.1855540 | 0.1881852 | 2.0413690                    | -0.5649464 | -0.3446944 |
|                   |                 | 0.2973769      | 0.6273491 | 0.0752741 | -0.9692660                   | 1.8760108  | 0.0415560  |
|                   |                 | 0.0270343      | 0.0706872 | 0.9911085 | 0.0134474                    | -0.1183897 | 1.0154096  |
| AppleRGB          | D65             | 0.4497288      | 0.3162486 | 0.1844926 | 2.9515373                    | -1.2894116 | -0.4738445 |
|                   |                 | 0.2446525      | 0.6720283 | 0.0833192 | -1.0851093                   | 1.9908566  | 0.0372026  |
|                   |                 | 0.0251848      | 0.1411824 | 0.9224628 | 0.0854934                    | -0.2694964 | 1.0912975  |

| RGB Working Space | Reference White | RGB to XYZ [M] |           |           | XYZ to RGB [M] <sup>-1</sup> |            |            |
|-------------------|-----------------|----------------|-----------|-----------|------------------------------|------------|------------|
| Adobe RGB (1998)  | D50             | 0.6097559      | 0.2052401 | 0.1492240 | 1.9624274                    | -0.6105343 | -0.3413404 |
|                   |                 | 0.3111242      | 0.6256560 | 0.0632197 | -0.9787684                   | 1.9161415  | 0.0334540  |
|                   |                 | 0.0194811      | 0.0608902 | 0.7448387 | 0.0286869                    | -0.1406752 | 1.3487655  |
| AppleRGB          | D50             | 0.4755678      | 0.3396722 | 0.1489800 | 2.8510695                    | -1.3605261 | -0.4708281 |
|                   |                 | 0.2551812      | 0.6725693 | 0.0722496 | -1.0927680                   | 2.0348871  | 0.0227598  |
|                   |                 | 0.0184697      | 0.1133771 | 0.6933632 | 0.1027403                    | -0.2964984 | 1.4510659  |

最终用这个矩阵：

|      |     |           |           |           |            |            |            |
|------|-----|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| sRGB | D50 | 0.4360747 | 0.3850649 | 0.1430804 | 3.1338561  | -1.6168667 | -0.4906146 |
|      |     | 0.2225045 | 0.7168786 | 0.0606169 | -0.9787684 | 1.9161415  | 0.0334540  |
|      |     | 0.0139322 | 0.0971045 | 0.7141733 | 0.0719453  | -0.2289914 | 1.4052427  |

所以这里就是注意 XYZ 转到 RGB 的矩阵需要根据 XYZ 空间的参考白点，注意不是 RGB 空间的参考白点哦（sRGB 的参考白点是 D65，但是我们上面是根据 XYZ 参考白点 D50 进行选择）

## RGB 转 XYZ 转 Lab

这种就反过来即可。即把上面的矩阵 M 求逆矩阵就行…注意还是 XYZ 空间的参考白点（即最后 Lab 空间的参考白点）

转到 XYZ 空间之后，再转 Lab 空间：

$$L^* = 116 f(Y/Y_n) - 16,$$

$$a^* = 500(f(X/X_n) - f(Y/Y_n))$$

$$b^* = 200(f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n))$$

where  $t$  is  $X/X_n$ ,  $Y/Y_n$ , or  $Z/Z_n$ :

$$f(t) = \begin{cases} \sqrt[3]{t} & \text{if } t > \delta^3 \\ \frac{1}{3}t\delta^{-2} + \frac{4}{29} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\delta = \frac{6}{29}$$

## 代码

Matlab 有直接可以用的代码：

### ▼ Convert XYZ color to sRGB Specifying Whitepoint

Convert an XYZ color value to sRGB specifying the D50 whitepoint.

```
xyz2rgb([0.25 0.40 0.10], 'WhitePoint', 'd50')
```

Python 的代码如下：

```
def LAB2RGBlinear(Lab):
    L, a, b = Lab[0], Lab[1], Lab[2]

    # D50 LAB to D50 XYZ
    Xn = 96.422 / 100
    Yn = 100 / 100
    Zn = 82.521 / 100

    finv = lambda x: np.where(x > 6/29, x**3, 3 * (6/29)**2 * (x - 4/29))
    X = Xn * finv(1/116 * (L + 16) + 1/500 * a)
    Y = Yn * finv(1/116 * (L + 16))
    Z = Zn * finv(1/116 * (L + 16) - 1/200 * b)

    # D50 XYZ to D65 RGB Linear
    M1 = np.array([
        [3.1338561, -1.6168667, -0.4906146],
        [-0.9787684, 1.9161415, 0.0334540],
        [0.0719453, -0.2289914, 1.4052427]
    ])
    return M1.dot([X, Y, Z])
```

```

# (3x3) @ (3x1) = (3x1)
rgb = np.dot(M1, np.vstack((X, Y, Z)))
return rgb[:, 0]

def RGBlinear2LAB(rgb):
    # D65 RGB Linear to D50 XYZ
    M1 = np.array([
        [3.1338561, -1.6168667, -0.4906146],
        [-0.9787684, 1.9161415, 0.0334540],
        [0.0719453, -0.2289914, 1.4052427]
    ])
    M1 = np.linalg.inv(M1)
    XYZ = np.dot(M1, rgb)
    X, Y, Z = XYZ[0], XYZ[1], XYZ[2]

    # D50 XYZ to D50 LAB
    Xn = 96.422 / 100
    Yn = 100 / 100
    Zn = 82.521 / 100

    f = lambda x: np.where(x > (6/29)**3, x**(1/3), (1/3) * x * (6/29)**(-2) + 4/29)
    L = 116 * f(Y / Yn) - 16
    a = 500 * (f(X / Xn) - f(Y / Yn))
    b = 200 * (f(Y / Yn) - f(Z / Zn))

    return np.array([L, a, b])

```

更详细的代码可以看 [asset](#) 文件夹