

## 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 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 (.105*)		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