

# 9

## Hue, Saturation, Value Color Model

# HSV 色彩模式

圆柱坐标系中色彩呈现方式



我把心和灵魂投入到绘画中，并在这个过程中失去了理智。

***I put my heart and my soul into my work, and have lost my mind in the process.***

—— 文森特·梵高 (Vincent van Gogh) | 荷兰后印象派画家 | 1853 ~ 1890



- ◀ `colorsys.hsv_to_rgb()` 将 HSV (色相、饱和度、亮度) 颜色空间中的颜色值转换为 RGB (红、绿、蓝) 颜色空间中的颜色值
- ◀ `matplotlib.pyplot.scatter()` 绘制散点图
- ◀ `numpy.append()` 将给定的数组或值添加到另一个数组的末尾，返回一个新的数组，用于在 NumPy 中实现数组的扩展和拼接操作
- ◀ `numpy.column_stack()` 将两个矩阵按列合并
- ◀ `numpy.empty()` 创建指定形状 NumPy 空 (未初始化) 数组
- ◀ `numpy.linspace()` 在指定的间隔内，返回固定步长的数据
- ◀ `numpy.meshgrid()` 创建网格化数据
- ◀ `numpy.ones_like()` 用来生成和输入矩阵形状相同的全 1 矩阵

## 9.1 HSV 色彩空间

RGB 和 CMYK 颜色模型都是面向硬件的，而 HSV 模型更贴合人眼对颜色的感知。

HSV 三个字母分别代表色调 (Hue)、饱和度 (Saturation)、明暗度 (Value)。和 HSV 类似的色彩空间叫 HSL；HSL 中的 L 代表亮度 (lightness)。

`matplotlib.colors.hsv_to_rgb()` 可以将 HSV 色号转换为 RGB 色号。注意，Matplotlib 中 HSV 色号的三个数值也都是在  $[0, 1]$  之间。

`matplotlib.colors.rgb_to_hsv()` 则将 RGB 色号转换为 HSV 色号。图 7 所示为 RGB 色彩空间到 HSV 和 HSL 色彩空间的转换示意图。特别值得我们关注的是旋转、投影这两步，具体如图 1。本书第 28 章专门讲解三维空间的几何变换。

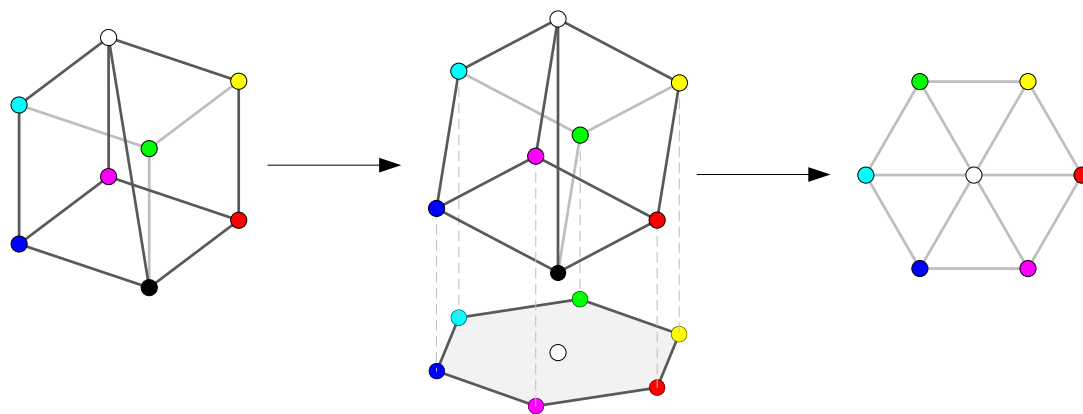


图 1.RGB 色彩空间的旋转和投影，图片改编自 Wikipedia

### 色调

HSV 中的 H 代表色调 (Hue)。色调一般用角度度量，取值范围为  $0^\circ \sim 360^\circ$ 。

如图 2 所示，从红色开始按逆时针方向计算，红色为  $0^\circ$ ，绿色为  $120^\circ$ ，蓝色为  $240^\circ$ 。红绿蓝的补色分别是黄色 ( $60^\circ$ )，青色 ( $180^\circ$ )、品红 ( $300^\circ$ )。

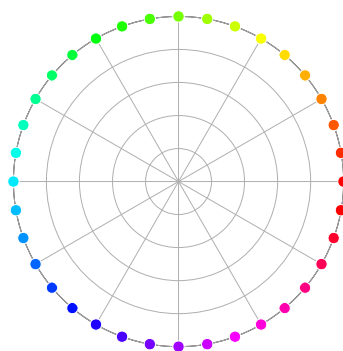


图 2. 色调

图 2 采用的坐标系叫做极坐标系。

在图 3 所示极坐标系中， $r$  称为**极径** (radial coordinate 或 radial distance)， $\theta$  称为**极角** (angular coordinate 或 polar angle 或 azimuth)。

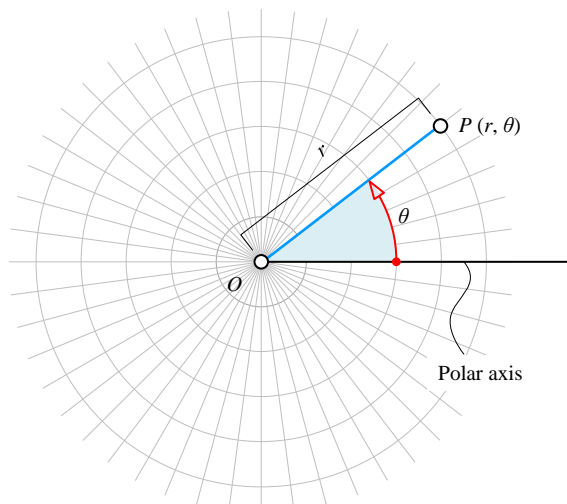


图 3. 极坐标

### 饱和度

S 代表饱和度 (Saturation)。饱和度的取值范围为 0% ~ 100%，这个值越大，颜色越艳丽。从极坐标角度来看，H 就是极角，S 就是极径。

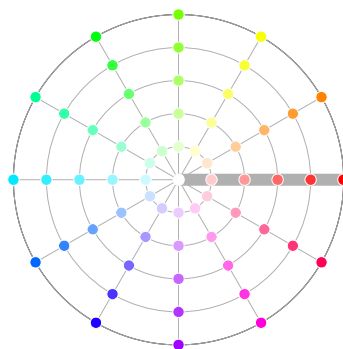


图 4. 饱和度

➡ 《数学要素》第 5 章将介绍极坐标系。

### 明暗度

V 代表明暗度 (Value)。V 通常取值范围为 0% (黑) 到 100%。如图 5 所示，引入 V，我们将平面极坐标延展成三维圆柱坐标系。

➡ 《数学要素》第 6 章介绍圆柱坐标系。

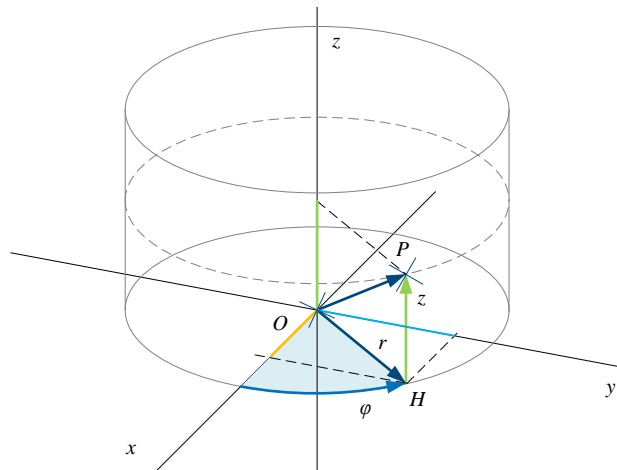


图 5. 圆柱坐标

## 9.2 两种可视化方案

如果说 RGB 色彩空间是一个实心立方体的话，那么 HSV 色彩空间则是一个实心圆柱体。下面，我们将讨论 HSV 色彩空间的两种可视化方案，具体如图 6 所示。

图 6 (a) 所示为极坐标网格，图 8 所示为  $V$  取不同值时 HSV 色彩空间“切片”。容易发现这种可视化方案的缺点是，内外圈的散点数量一样多，越往内圈，散点越密。

图 6 (b) 这个可视化方案解决这一问题，每一层圆圈散点数和圆圈半径成正比。这样整幅图的散点看上去类似均匀分布。图 9 便是采用这种方案绘制的可视化方案。

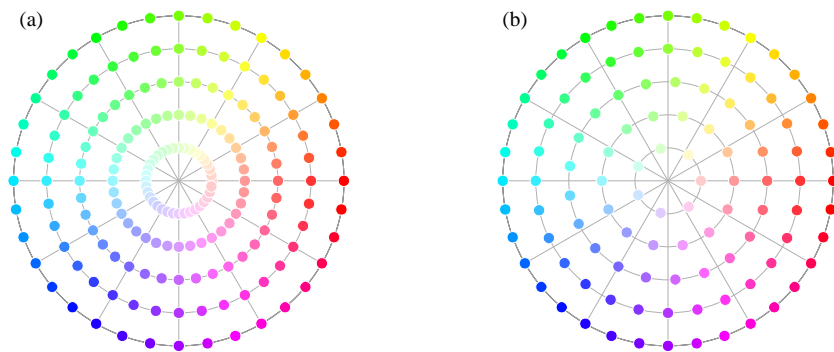


图 6. 两种可视化方案：极坐标网格、均匀分布



Jupyter 笔记 BK\_2\_Ch08\_1.ipynb 和 BK\_2\_Ch08\_2.ipynb 分别绘制图 8、图 9 子图。

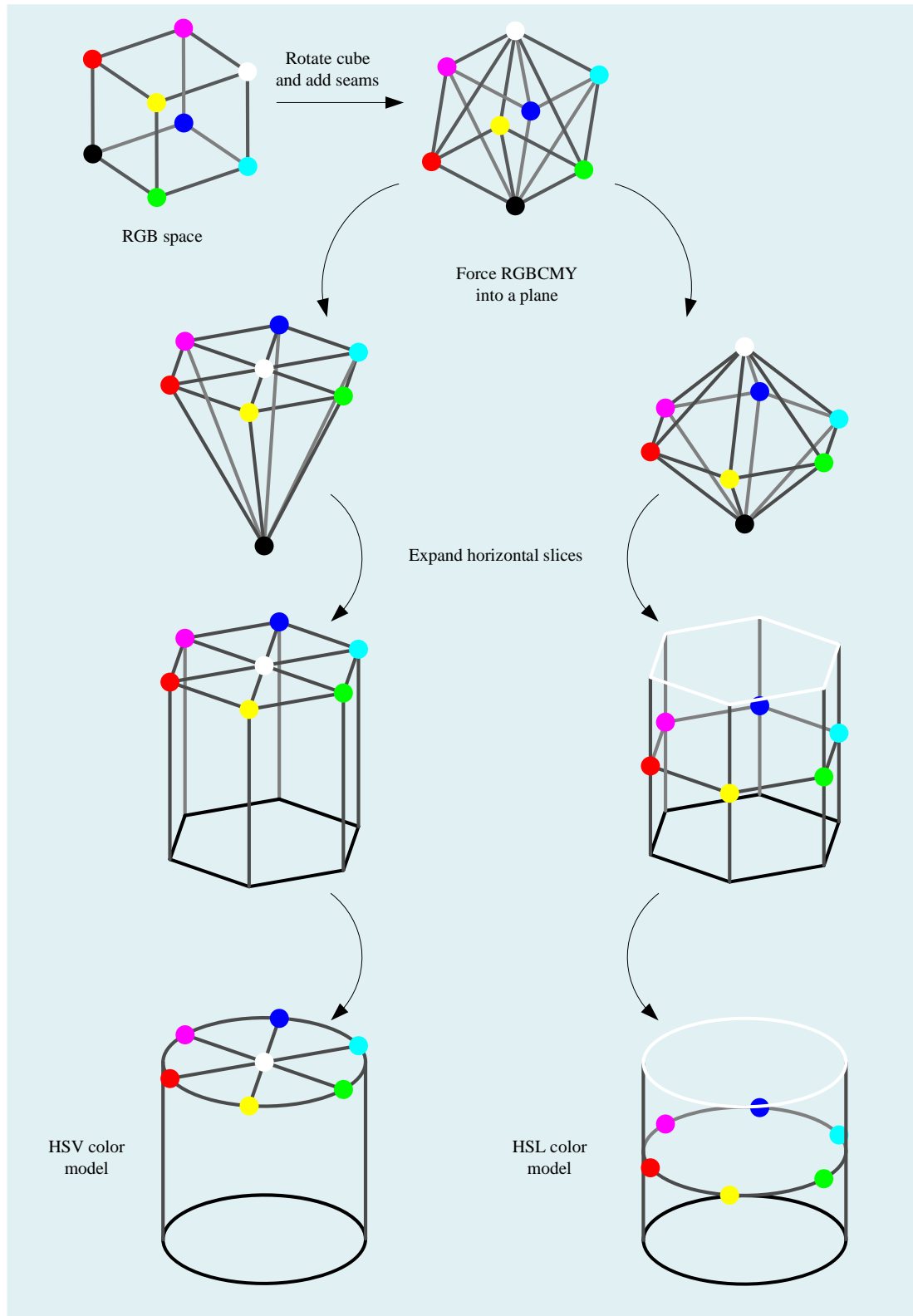


图 7. RGB、HSV、HSL 色彩模型之间的关系，图片改编自 Wikipedia

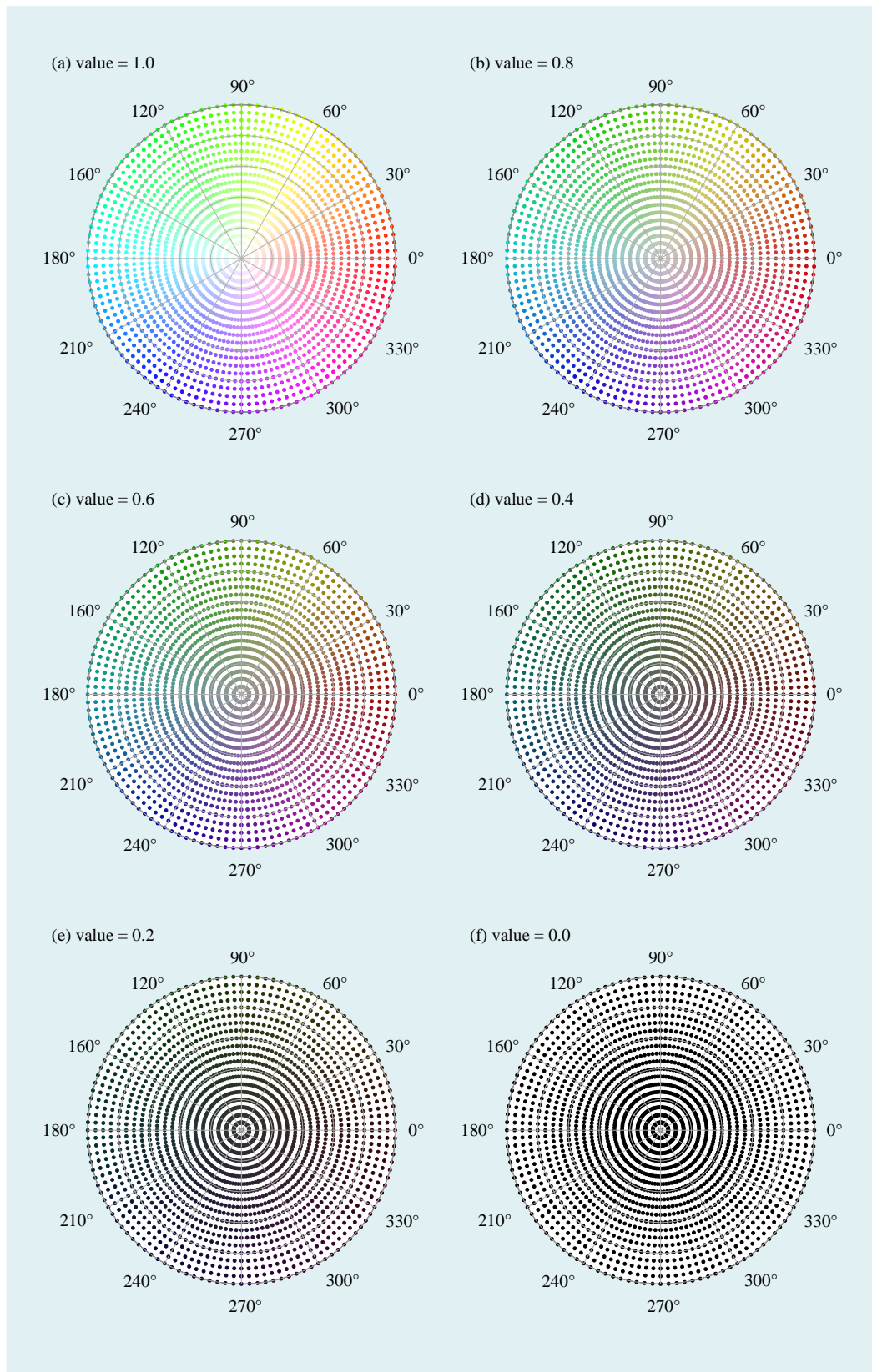


图 8. HSV 色彩空间，极坐标网格数据

本 PDF 文件为作者草稿，发布目的为方便读者在移动终端学习，终稿内容以清华大学出版社纸质出版物为准。

版权归清华大学出版社所有，请勿商用，引用请注明出处。

代码及 PDF 文件下载：<https://github.com/Visualize-ML>

本书配套微课视频均发布在 B 站——生姜 DrGinger：<https://space.bilibili.com/513194466>

欢迎大家批评指教，本书专属邮箱：[jiang.visualize.ml@gmail.com](mailto:jiang.visualize.ml@gmail.com)



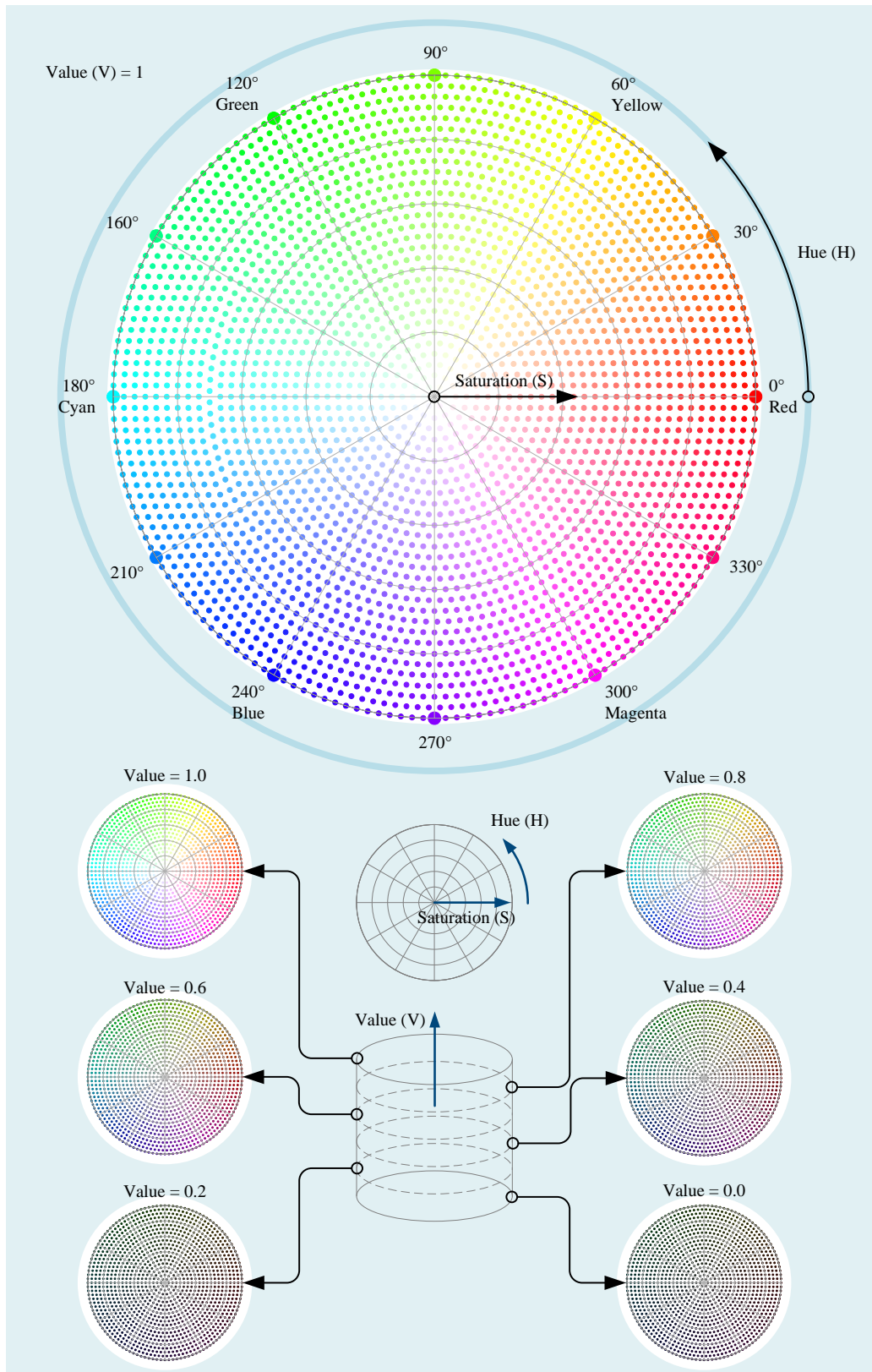


图 9. HSV 色彩空间，散点均匀

本 PDF 文件为作者草稿，发布目的为方便读者在移动终端学习，终稿内容以清华大学出版社纸质出版物为准。

版权归清华大学出版社所有，请勿商用，引用请注明出处。

代码及 PDF 文件下载：<https://github.com/Visualize-ML>

本书配套微课视频均发布在 B 站——生姜 DrGinger：<https://space.bilibili.com/513194466>

欢迎大家批评指教，本书专属邮箱：[jiang.visualize.ml@gmail.com](mailto:jiang.visualize.ml@gmail.com)