

p5.js

互联网创意编程

李子旻 蔡蔚妮 李伟 编著

互联网 + 艺术的美妙碰撞

编程 + 互动的独特趣味

让艺术变得触手可及



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

p5.js

互联网创意编程

李子旸 蔡蔚妮 李伟 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

p5.js 是一个以 Processing 语言为基础的 JavaScript 库,经常用于互联网数据可视化和互动艺术创作。它继承了 Processing 语言的初衷,通过简单的编程即可表达数字创意。本书共 12 章,全面介绍了 p5.js 的功能和使用方法,包括 p5.js 基础图形绘制、p5.js 语法、响应互动、运动和几何变换、函数和对象、数组、图片、视频、音频等内容,可供高等学校数字媒体艺术设计类专业学生、相关从业人员和编程爱好者学习使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

p5.js 互联网创意编程/李子旸,蔡蔚妮,李伟编著. —北京:电子工业出版社,2019.6
ISBN 978-7-121-36374-0

I. ①p… II. ①李… ②蔡… ③李… III. ①JAVA语言—程序设计 IV. ①TP312.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第073044号

责任编辑:章海涛

印 刷:天津嘉恒印务有限公司

装 订:天津嘉恒印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

开 本:720×1000 1/16 印张:13.75 字数:266千字

版 次:2019年6月第1版

印 次:2019年6月第1次印刷

定 价:79.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: liuy01@phei.com.cn。

— 序 —

回想这几年数字媒体艺术专业的教学与研究工作，虽然其中很多经验和方法不是一本书所能叙述的，但是希望这本书可以成为高等学校数字媒体艺术设计类专业学生学习创意编程的入门书籍。

第一次接触 Processing 语言是在 2010 年，那时我还在法国贝桑松大学多媒体专业就读研究生二年级。当时就感觉这种参数化的艺术创作形式非常新颖且具有吸引力，之后又学习了广州美术学院谭亮老师的经典中文著作——《Processing 互动编程艺术》，该书对我之后的数字媒体艺术创作和教学有着非常深远的影响。近年来，随着移动互联网的普及，Processing 语言的 JavaScript 版本 p5.js 面世，让互联网与艺术形成了一次美妙的碰撞，人们可以借助互联网进行艺术创作，体验互动艺术结合互联网带来的便利性与趣味性。

近半年，我一直在进行这本书的编写工作。它不仅是我教学资料的总结，更融合了我对互联网创意编程的理解。由于国内 p5.js 的中文书籍和资料非常少，因此在编写过程中难免会有不足之处，还望读者谅解并提出宝贵意见。

感谢 p5.js 创始人 Lauren McCarthy 女士对我撰写中文版 p5.js 书籍的支持。感谢我的学生们带给我的灵感和启发，感谢丁沐榕、王军艺、倪家赫、任柏滔、唐宇昂、于文媛、丁梦茹同学，他们的优秀作品为本书的出版做出重要贡献，感谢电子工业出版社的刘瑀老师及其团队，感谢我的同事对本书提出的宝贵建议。最后，特别感谢家人对我的支持和理解。

李子旻

2019 年 6 月于北京



— 前 言 —

我早就想写一本关于互联网创意编程的书，与同行们交流和分享些许教学与研究的体会，但迟迟找不准切入点，想不透互联网艺术的意义到底是什么。近几年，我做了些关于互动艺术的项目，看了很多与数字媒体艺术相关的展览，从中或多或少汲取了一些经验。特别是下面提到的两件事情让我感受深刻，促使我对未来数字媒体艺术的表现形式有了更多的思考。

第一件事情是做时光绘画装置实验。这是我于 2016 年参与的某商家的一个互动艺术项目，即用户拿着发光体在暗室中挥动，用摄像头捕捉光运动的像素点并记录下来，形成图像。项目前期测试做起来很有意思，但在展览现场却没有达到预期的效果。在和用户交流的过程中才领悟到：用光在暗室中绘画和用笔在纸上绘画，虽然场景和手法不同，但创作构图同样需要绘画功底。我们之前做原型测试的时候找的都是艺术设计专业的学生。他们有绘画基础，因此可以使用光笔轻松地做出各种图形。而在展示现场，测试者千差万别，大多数人没有绘画能力。一位年轻女性用户的反馈就很直白，她觉得这个东西好玩儿，很有意思，但对她来说操作太难，哪里还有自信在暗室中用光笔画出理想的图案啊?!

第二件事情是我于 2018 年参加 Barbican Centre（巴比肯艺术中心）在北京举办的一个展览。这个主题为“Digital Revolution（数字革命）”的展览讲述了电子游戏发展史，并对未来数字化媒介进行了实验和探索，是一个值得看的数字媒体艺术展，可惜有不少的展品是几年前的。我在感叹数字媒体艺术的发展实在是太快的同时，也观察和研究了观展人群及其兴趣。我把观众大致分为 80～90 后、90～95 后、95～00 后几个年龄段，随访了一些人。可以这样说，这些年龄段的人的价值观基本上代表着未来 10 年甚至 20 年主流人群的价值观。受访者背景各异，其中仅有一小部分人接受过艺术类专业教育，但所有的人对数字媒体交互

艺术的兴趣都很高。无论是电子游戏还是一些富有创造性的交互展品，他们都很喜欢，只是希望没有很复杂的交互过程，且不用特殊的专业技能就可以参与互动创作。

这两个事例看似有些矛盾，我们一方面在强调大众参与，一方面又强调专业基础；一方面强调应用效果，一方面又强调社会效益；一方面强调娱乐性，一方面又强调艺术品位。其实，这些问题正是当前数字媒体艺术发展面临的难点。众所周知，数字媒体艺术是伴随着计算机科学技术和网络媒体技术的发展而形成的新兴艺术门类。作为技术支持工具的计算机及其配套设备是工业标准化的产物，而艺术的生命力又在于它的个性化和独创性，这就要求我们在标准化的条件限制下尽最大可能去展现和张扬艺术品的个性与特色。再看网络媒体技术，大众化是它的本质特征。今天的世界已经被互联网和移动社交媒体环绕，信息不断丰富带给受众的已经不仅仅是艺术欣赏。人们对美和创造力的追求非但没有因为信息爆炸而丧失，而且还在不断地升级。参与、体验、再创作成为一种新的时尚。人们喜欢用一些可以做微创造的艺术表现工具来展示自我，并把一些有意思的东西分享和曝光出去；进而，人们不再喜欢陈旧的表现形式，总想深入一些问题，掺杂一些自己的东西和思想到艺术品中。这也许就是为什么诸如抖音、脸萌、Faceu 和 ZEPETO 这些 App 能够火爆起来的原因吧。此外，单就艺术本身来说，视觉艺术与听觉艺术、实景艺术与虚拟艺术、动态艺术与静态艺术都有各自的特性。数字媒体出现以后，创作、保存、复制和传播的方式发生了很大改变，多种艺术元素和艺术形式的高度融合也成为了现实，传统作品至高无上的唯一性规则已经受到很大冲击。

综上所述，如何实现工具标准化、应用大众化、艺术个性化的有机结合，是数字媒体艺术发展面临的实际问题。当然，这些问题的解决有待于深入的理论研究和探索。但从应用角度来看，设备改良、软件选择、程序设计等手段可能更加可行。因此，目前有很多高校在数字媒体艺术专业开设了程序设计课程，或许通过艺术专业学生强化程序设计在艺术创作中的作用，是促进“数字技术+媒体传播+艺术创作”有机结合的一条有效途径。基于这一认识，我们选择 p5.js 编程语言作为切入点，试图针对高等学校数字媒体艺术设计类专业学生的思维特点，编撰一部基于互联网创意编程的教材。

本书的显著特点是注重实用，除介绍少量而又必要的概念之外，尽量避开繁

冗的文字叙述，代之以多种绘图方法和大量示例程序。凡是涉及操作功能的，都与示例相联系，并且每一个示例程序都已测试通过。用户只要理解正确，准确输入，就可以得到满意的结果，即使是从未接触过程序设计的初学者也可以快速入门。

本书适合高等学校数字媒体艺术设计类专业学生、相关从业人员和编程爱好者学习使用。希望读者在掌握 p5.js 编程要领后，可以在网页上做出有意思的互动作品。希望本书可以让更多人亲身体验到互动艺术的魅力。

李子旻

2019 年 6 月于北京

— 目 录 —

第 1 章 p5.js 概述 / 001

- 1.1 易懂的一门语言 / 002
- 1.2 p5.js 的功能与特性 / 002
- 1.3 进入 p5.js 的圈子 / 003
- 1.4 下载 p5.js 库 / 003
- 1.5 开发环境 / 004
- 1.6 开启第一个程序 / 004
- 1.7 草图的重要性 / 007

第 2 章 绘制图形 / 009

- 2.1 画布 / 009
- 2.2 基本形状 / 010
- 2.3 自定义形状 / 017
- 2.4 绘图顺序 / 022
- 2.5 颜色填充 / 023
- 2.6 描边属性 / 028
- 2.7 企鹅 01 / 030
- 练习 / 032

第 3 章 语法 / 033

- 3.1 了解变量 / 033
- 3.2 创建变量 / 035
- 3.3 变量类型 / 038
- 3.4 系统变量 / 038
- 3.5 简单运算 / 040

3.5.1 算术运算符 / 040

3.5.2 关系运算符 / 042

3.5.3 逻辑运算符 / 043

3.6 条件语句 / 043

3.6.1 if 语句 / 043

3.6.2 else 语句 / 044

3.7 for 循环 / 046

3.8 setup 和 draw 函数 / 056

3.9 控制台 / 057

3.10 注释 / 058

3.11 映射 / 058

3.12 企鹅 02 / 060

练习 / 062

第 4 章 响应互动 / 063

4.1 鼠标响应 / 063

4.2 鼠标单击 / 068

4.3 键盘响应 / 069

4.4 企鹅 03 / 072

练习 / 074

第 5 章 运动和几何变换 / 075

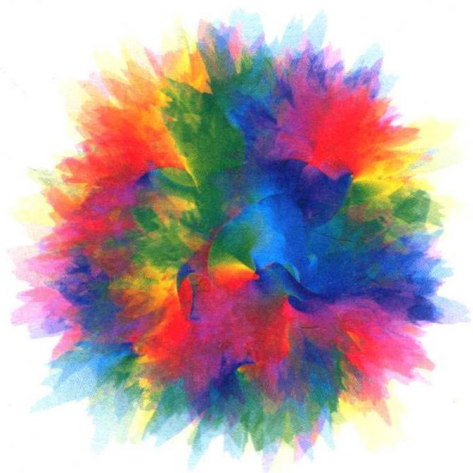
5.1 移动 / 075

5.2 旋转 / 078

5.3 随机 / 081



5.4 平移函数 translate / 093	第 9 章 视频 / 146
5.5 旋转函数 rotate / 094	9.1 视频文件 / 146
5.6 缩放 / 096	9.2 实时视频流 / 151
5.7 push 和 pop 函数 / 098	练习 / 156
5.8 企鹅 04 / 099	第 10 章 图片和视频处理进阶 / 157
练习 / 101	10.1 像素数组 / 157
第 6 章 函数和对象 / 102	10.2 像素绘制图片 / 161
6.1 函数 / 102	10.3 视频像素处理 / 166
6.2 面向对象编程 / 112	10.4 实时视频流像素处理 / 175
6.2.1 定义类 / 113	练习 / 185
6.2.2 创建对象 / 116	第 11 章 音频 / 186
6.3 企鹅 05 / 121	11.1 加载音频 / 186
练习 / 124	11.2 麦克风声音捕获 / 191
第 7 章 数组 / 125	11.3 p5.js 创建声音 / 193
7.1 使用变量绘图 / 125	练习 / 196
7.2 创建数组 / 127	第 12 章 使用库创作 / 197
7.3 对象与数组 / 133	12.1 p5.scribble 库 / 198
7.4 企鹅 06 / 135	12.2 p5.play 库 / 203
练习 / 136	练习 / 207
第 8 章 图片 / 137	附录 / 208
8.1 加载图片 / 139	后记 / 209
8.2 预加载 preload 函数 / 144	参考文献 / 210
练习 / 145	



第1章 p5.js 概述



p5.js 是什么？它是如何诞生的？这得从 2001 年讲起。艺术家 Casey Reas 和 Ben Fry 是美国麻省理工学院媒体实验室（M.I.T Media Lab）美学与计算小组的成员。该小组成立于 1996 年，由著名的计算机艺术家 John Maeda 领导。其开发了 Design By Numbers 语言并且一直致力于研究计算机程序与艺术表现的完美结合。过去，C++ 和 Java 是人们经常使用的编程语言，然而这两种编程语言让大多数艺术家感到烦恼，尤其是没有接触过编程的艺术家和设计师，编写这两种类型的代码对他们来说是非常困难的事情。Casey Reas 和 Ben Fry 也意识到了这一点。在 Design By Numbers 语言的影响下，他们开发出了一款让设计师、艺术家和其他非程序员都能够轻松使用的计算机编程语言——Processing。

艺术与科技的巧妙结合，碰撞出让人意想不到的火花。通过 Processing，设计师和艺术家可以更好地、更简单地使用代码来表现创意，不再被烦琐的编程语言束缚思维，而是可以将注意力集中在图像与交互方式上面。这些年，Processing 已经广泛应用于艺术、人文科学、数据可视化、计算机科学等很多领域。

几年前，Casey Reas 和 Ben Fry 联系了 Lauren McCarthy，一起讨论并设想 Processing 在 Web 上呈现的可能性。他们带着这个想法，带着 Processing 的初衷，创建了 p5.js 这个 JavaScript 库，实现了 Web 端的互动艺术创作，释放出互联网创意编程的巨大魅力。

第一个 p5.js 的测试版于 2014 年 8 月推出，从那时起，它便在全世界范围内被设计师和艺术家使用。p5.js 能有今日的成就，要归功于千万名艺术家与程序员的努力。他们修复核心功能漏洞、编写示范与案例、无私地分享代码，这些因素缺一不可。p5.js 希望可以继承 Processing 的理念，在 Web 上继续做出好的创意，让更多的人接触到互动编程艺术，学习使用代码创作互动艺术作品的方法。

p5.js 可以制作基于网页的图像、动画和交互作品。输入一行绘制点的代码，会有一个像素点显示在屏幕上。将绘制代码稍加变化，像素点可能会变成一个椭圆形。再多写几行代码，椭圆便能跟随鼠标指针移动。试着添加一些描绘颜色的代码后，当单击鼠标时，椭圆会改变颜色。在编写和修改代码的过程中，一步一步实现图形的绘制与互动，是一件非常有趣的事情。为了让使用 Processing 的用户能更好地适应 Web 开发，p5.js 尽可能地遵循 Processing 的语法。但是，毕竟 p5.js 使用 JavaScript 语言构建，而 Processing 使用 Java 语言构建，两种语言有着不同的模式。因此，有时在编写过程中不得不偏离 Processing 的语法。不过 p5.js 与其他 JavaScript 库可以完美地兼容，从功能到工具上实现无缝集成，从而对熟悉 Web 或前端开发但不了解创意编程的用户是非常友好的。

在接下来的章节中，本书将阐述 p5.js 提供的各种绘图和互动方法。

1.1 易懂的一门语言

编程也有它的语言体系，这一点与人类语言非常像。p5.js 属于 JavaScript 语系，它与 JavaScript 的语法结构基本相同。但是 p5.js 更加简单且易于使用，它将很多功能进行了封装，用户只需要输入一个函数名就可以执行某个复杂功能。正因为有了这些简单易懂的函数，p5.js 成为了适合学习互联网创意编程的入门语言。

1.2 p5.js 的功能与特性

p5.js 由许多工具和模块组成，它们以不同的组合方式协同工作。一个 p5.js

程序短则几行，长则数千行、数万行。因此，它的灵活性与适应性需要更深入的研究。另外，一些 p5.js 的外部库进一步将它扩展，实现了图片、音频、视频、3D 等处理功能，并通过 HTML 添加按钮、滑块、输入框，实现了各种形式的数据输入。

1.3 进入 p5.js 的圈子

任何人都可以去 p5.js 的官方网站 (p5js.org) 免费下载开发包进行学习和创作。p5.js 是一个免费、自由、开源的软件。它本着开放共享的精神，希望用户登录 p5js.org 分享和发布自己的项目和经验。同时，也可以登录 OpenProcessing 网站 (免费的 Processing 艺术家作品分享网站) 与世界各地的艺术家进行探讨交流 (如图 1.1 所示)。



图 1.1

OpenProcessing 网站

1.4 下载 p5.js 库

访问 p5.js 的官方网站 p5js.org (如图 1.2 所示)，在 Download 菜单中可以下载最新版本的 p5.js 开发包。

由于本书所有示例均使用 0.7.1 版本，因此强烈建议读者从本书提供的链接下载本书的资源压缩包，其中包括了 p5.js 0.7.1 版本开发包、所有示例文件及素材。

本书资源压缩包下载地址：<https://share.weiyun.com/5xCNNia>。



(资源下载)

EN ES 简体中文



图 1.2

p5.js 官方网站主页

资源压缩包解压后将得到“资源”文件夹，将其中“开发包”文件夹下的“p5”文件夹（p5.js 0.7.1 版本开发包）拖至硬盘的某个位置。

1.5 开发环境

除了开发包，还需要下载一个代码编辑器。代码编辑器类似于文本编辑器，它可以进行代码的编写。建议使用 Sublime 或者 Notepad++，这两个代码编辑器都可以在它们的官方网站下载。

1.6 开启第一个程序

完成上述工作便可以开启第一个程序了！“p5”文件夹内已经有一个创建好的空项目——“empty-example”文件夹。打开“empty-example”文件夹将会看到两个

文件：“index.html”和“sketch.js”。使用代码编辑器将它们打开并浏览里面的内容。

查看“index.html”文件会发现，它仅仅是为了给程序建立架构，它将需要用到的 p5.js 库文件和另一个名为“sketch.js”的文件（需要编写 p5.js 代码的文件）链接在一起。创建这些链接的 HTML 代码如下：

```
<script src="../p5.min.js"></script>
<script src="../addons/p5.dom.min.js"></script>
<script src="../addons/p5.sound.min.js"></script>
<script src="sketch.js"></script>
```

本书并不是为了学习 HTML 语言，因此无须对此 HTML 文件执行任何操作，读者只需要将重心放在“sketch.js”文件上面即可。接下来，使用编辑器浏览“sketch.js”文件，会看到下面的代码，这里才是开始编写 p5.js 代码的地方：

```
function setup() {
  //put setup code here
}
function draw() {
  //put drawing code here
}
```

学习过 Processing 的读者对上述结构会感觉非常熟悉，代码分为两部分：setup 函数和 draw 函数。每个部分都有特定的功能。凡是设置程序初始状态的代码，建议写在 setup 函数里面，例如，设置画布大小、刷新频率、色彩模式等。关于图形绘制的功能代码建议写在 draw 函数里面，例如，设置颜色填充、绘制矩形、绘制直线、绘制图像像素等。这里暂且将这些详细的功能放到一边，本书后面会对这些功能进行详细讲解。

与前几节不同，学习后面章节要做的不仅仅是阅读，实践与练习才是最重要的事情。在理解了一些代码的基本含义后，请使用键盘输入这些代码并尝试进行改变，绘制出不一样的艺术图形。首先，尝试着画一些简单的图形。

例 1-1 绘制一条线段

在 draw 函数内，输入以下内容：

```
background(200);
line(50, 50, mouseX, mouseY);
```

完整的代码结构如下：

```
function setup() {  
  }  
function draw() {  
  background(200);  
  line(50, 50, mouseX, mouseY);  
}
```

上述代码执行的结果是：绘制一条线段，其中一个顶点的位置距离画布最左边 50 像素，距离画布最顶部 50 像素，另一个顶点会跟随鼠标指针移动。将示例保存并使用 Web 浏览器（推荐使用 Chrome 浏览器）查看代码的运行效果。双击“index.html”文件，或在浏览器中选择并打开“index.html”文件。如果输入的代码无误，那么将会在浏览器中看到一条跟随鼠标指针移动的线段。

上面这个示例是在“empty-example”文件夹中完成的创作。但是，如何建立新项目呢？最简单的方法是：单击“empty-example”文件夹，直接复制粘贴并将文件夹重命名，例如，命名为“myFirstProject”或“1-1”或其他能够表达作品内容的名称。创建好新的文件夹后，就可以在代码编辑器中打开新文件夹下的“sketch.js”文件开启新篇章。

读者练习本书的每个示例前，请使用不同的文件夹名称创建项目，以便日后方便查找（建议使用本书的示例编号命名文件夹名称，例如，将文件夹命名为“1-1”）。另外，应记住随时保存代码。养成经常保存代码的好习惯，在面对突发状况时就可以从容应对。

下面这个示例将尝试做一些更有趣的图形。

例 1-2 绘制连续的线条

复制空项目“empty-example”文件夹并重命名文件夹名称。进入新创建的文件夹并打开“sketch.js”文件进行本例的编写（效果图如图 1.3 所示）。

```
function setup() {  
  createCanvas(600, 600);  
}  
function draw() {  
  if (mouseIsPressed) {
```

```
stroke(220);  
} else {  
  stroke(0);  
}  
line(300, 300, mouseX, mouseY);  
}
```

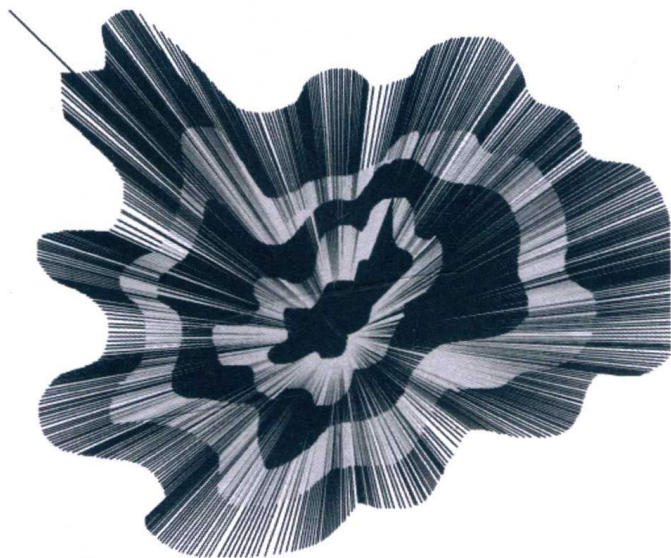


图 1.3

例 1-2 效果图

这个示例创建了宽、高都是 600 像素的画布，鼠标指针可以在画布上移动并绘制出一些黑色的线段。单击鼠标，线段将变为灰白色。与其他计算机语言一样，p5.js 只认识代码，因此需要严谨的语法结构和缜密的逻辑思维。只要一点一滴地进行练习，终会慢慢适应它。这里尝试着理解代码的含义，但不要着急，后面的章节还会学到更多关于绘图和互动的知识。读者学完整本书后，可以再回过头来看看这个示例，将会有不一样的感受。

1.7 草图的重要性

在正式学习 p5.js 的内容前，需要强调关于图形草图与构思的重要性。Casey Reas 在接受创想计划采访时特别谈到了绘制草图。草图是一种非常有意思的

p5.js 互联网创意编程

思考方式，它便于快速地将想法记录下来。在 p5.js 的创作中，并不建议直接进行图形代码的编写，而是应该先在纸上绘制一些原型草图（如图 1.4 所示），然后再用代码把想要表现的图形呈现在屏幕上。

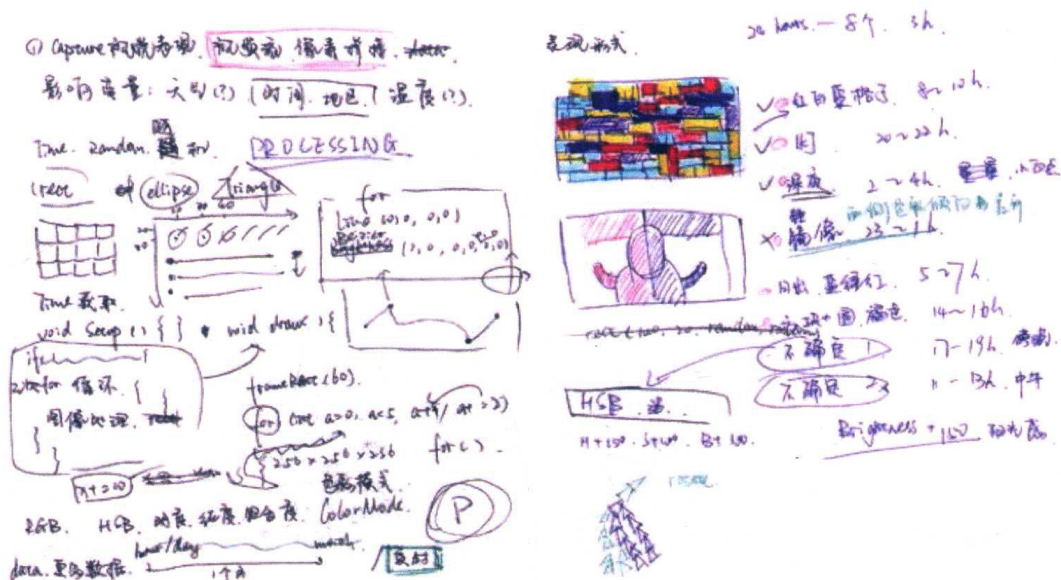


图 1.4

随着草图从纸张转移到屏幕上，画面产生了新的可能性（作者：王军艺）