**Mapbox**

**技术调研**

**变更记录**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **版本号** | **修改点说明** | **变更人** | **变更日期** | **审批人** | **审批日期** |
| V1.0 | 新建文档 | 薛冰冰 | 2016.05.23 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

注：对该文件内容增加、删除或修改均需填写此修订记录，详细记载变更信息，以保证其可追溯性。

**目 录**

[1. 引言 5](#_Toc452129541)

[2. 自定义地图 5](#_Toc452129542)

[2.1. 注册Mapbox帐号 5](#_Toc452129543)

[2.2. 上传数据 6](#_Toc452129544)

[2.2.1. 新建数据集 7](#_Toc452129545)

[2.2.2. 上传数据 8](#_Toc452129546)

[2.3. 定制地图样式 8](#_Toc452129547)

[2.4. 发布地图 11](#_Toc452129548)

[2.5. 分享地图 12](#_Toc452129549)

[3. Mapbox服务技术特性 14](#_Toc452129550)

[3.1. 地理数据 15](#_Toc452129551)

[3.2. 地图投影 15](#_Toc452129552)

[3.3. 切片方案 15](#_Toc452129553)

[3.3.1. Google切片方案 16](#_Toc452129554)

[3.4. 地图样式 17](#_Toc452129555)

[3.4.1. 根节点 18](#_Toc452129556)

[3.4.2. Sources 19](#_Toc452129557)

[3.4.3. Sprite 19](#_Toc452129558)

[3.4.4. Glyphs 20](#_Toc452129559)

[3.4.5. Transition 20](#_Toc452129560)

[3.4.6. Layers 20](#_Toc452129561)

[3.4.7. Types 28](#_Toc452129562)

[3.5. 矢量切片 29](#_Toc452129563)

[3.5.1. 原理 30](#_Toc452129564)

[3.6. UTFGrid 31](#_Toc452129565)

[3.7. 开发者工具 31](#_Toc452129566)

[3.7.1. 地图客户端 32](#_Toc452129567)

[4. 自主矢量瓦片服务实现概要 35](#_Toc452129568)

[4.1. 数据来源 35](#_Toc452129569)

[4.2. 数据展示 35](#_Toc452129570)

[5. 其他矢量瓦片服务方案 35](#_Toc452129571)

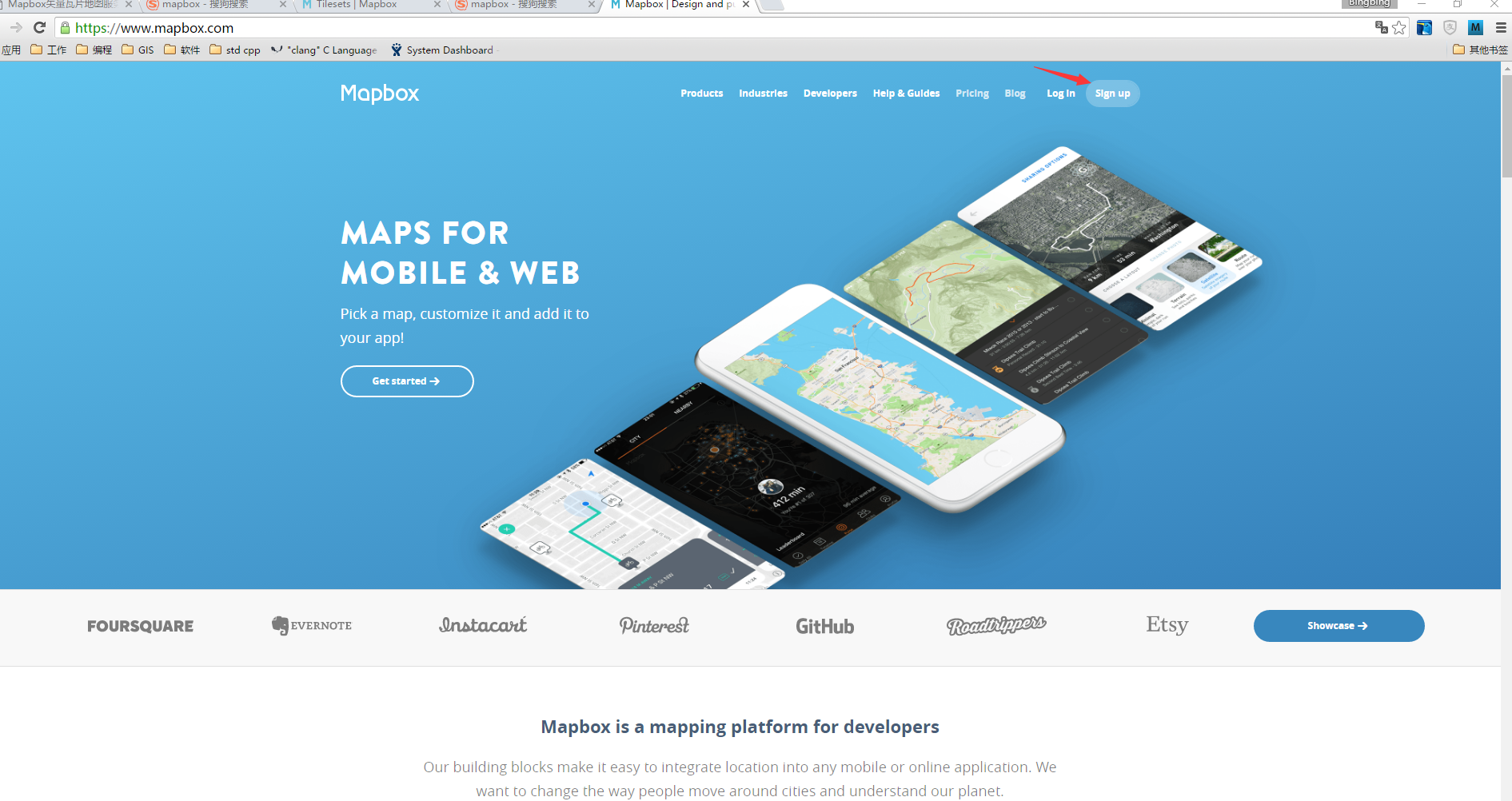
# 引言

本文首先介绍Mapbox制作地图步骤，然后分别从数据来源，数据格式,数据投影,矢量瓦片原理，地图样式定义，地图展现,其他内容等七项内容介绍Mapbox的地图服务。

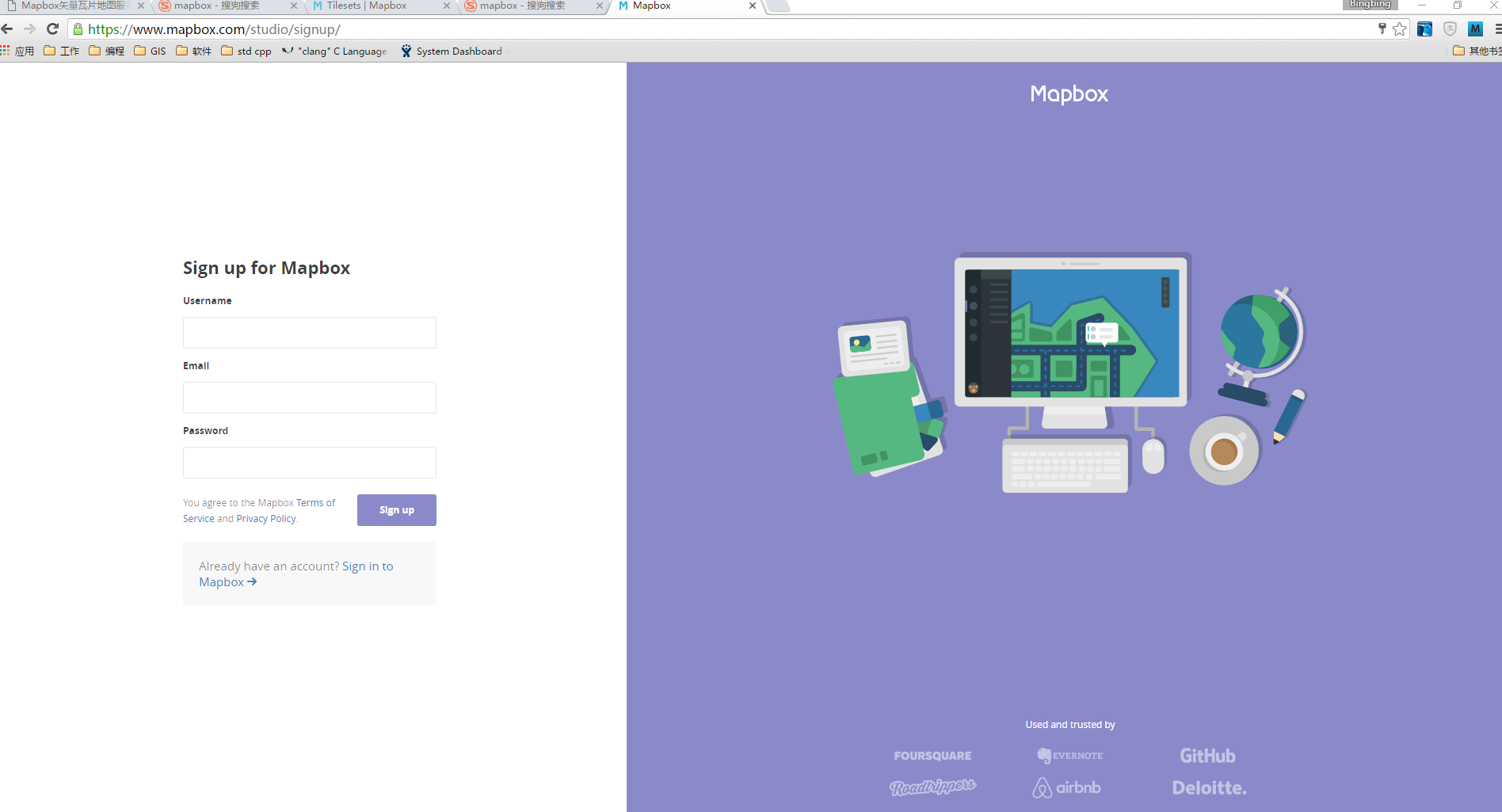
# 自定义地图

## 注册Mapbox帐号

第一步：进入Mapbox主页，点击注册，如下图：

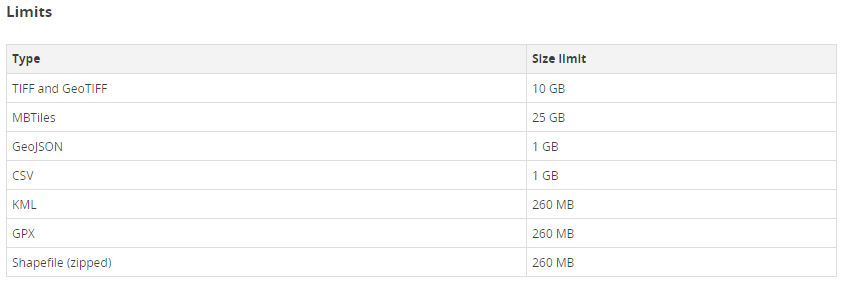


第一步：填写注册信息，点击注册，如下图：



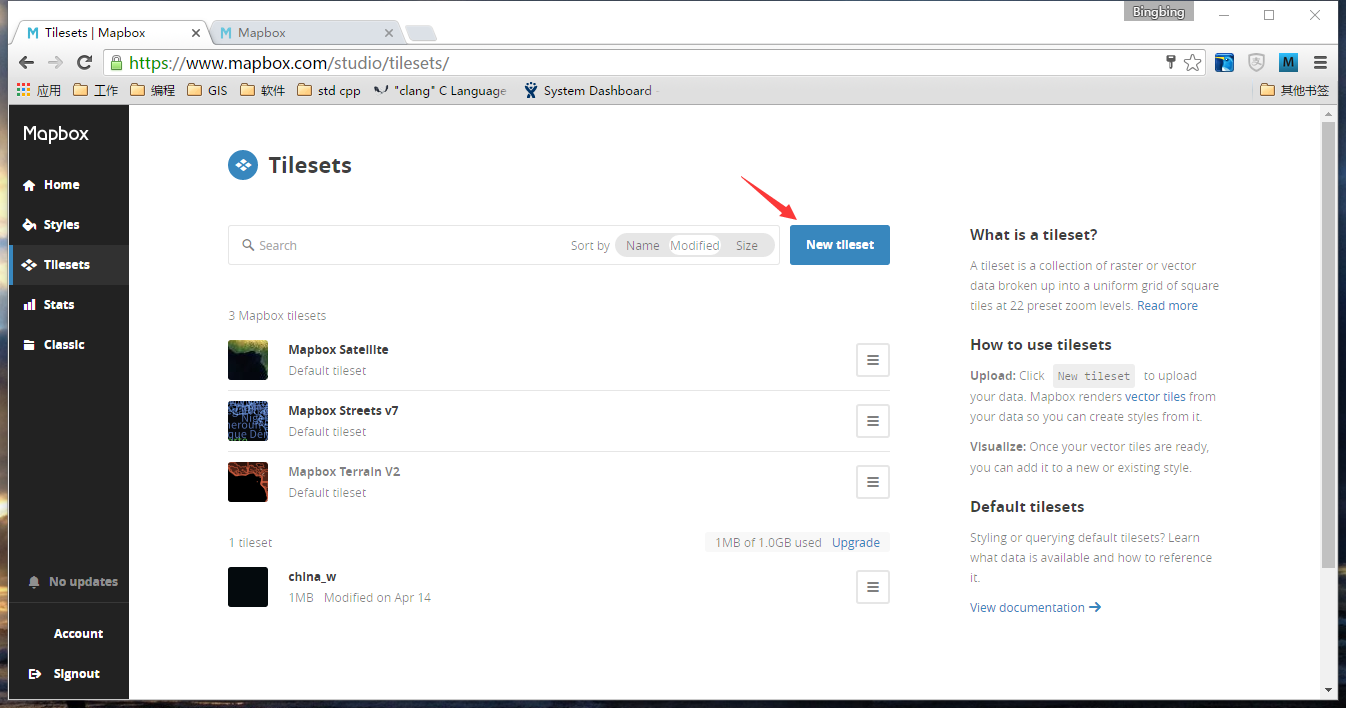
## 上传数据

Mapbox对上产的地理数据有一定的格式限制，支持的矢量地理数据格式有shapefile(需要实现压缩)、GeoJSON,MBTiles,KML,GPX,CSV六种，而仅支持TIFF和GeoTIFF两种栅格数据。并且不同数据格式上传的数据文件大小是有限制的，限制的量化标准如下表：

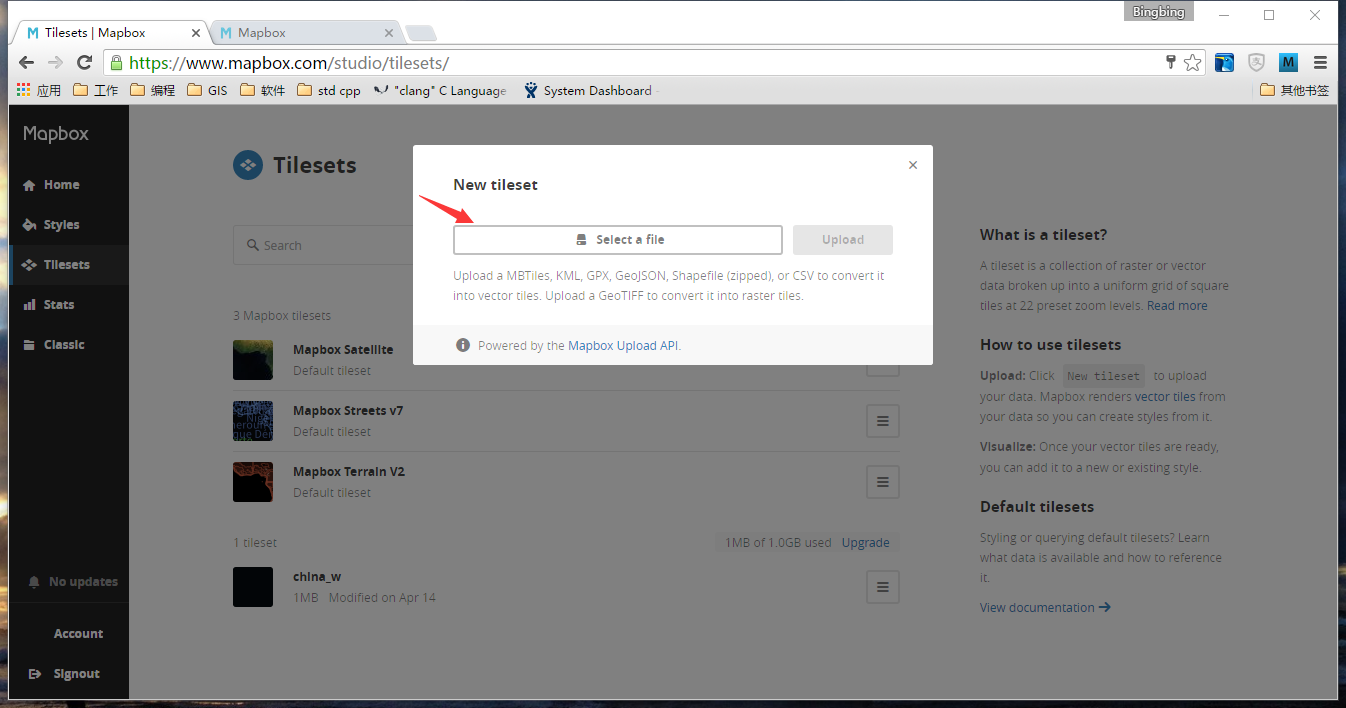


上传的数据最终都会被转换为瓦片集，并且在上传的过程中一旦Mapbox检测到数据非法则上传失败。上传地理数据到Mapbox的服务时，地理数据会先上传到S3（Simple Storage Service，一种公开的存储服务，有付费的Amazon S3服务可用）服务上，然后Mapbox服务根据上传数据的状态将上传的数据处理成切片集。

### 新建数据集



### 上传数据

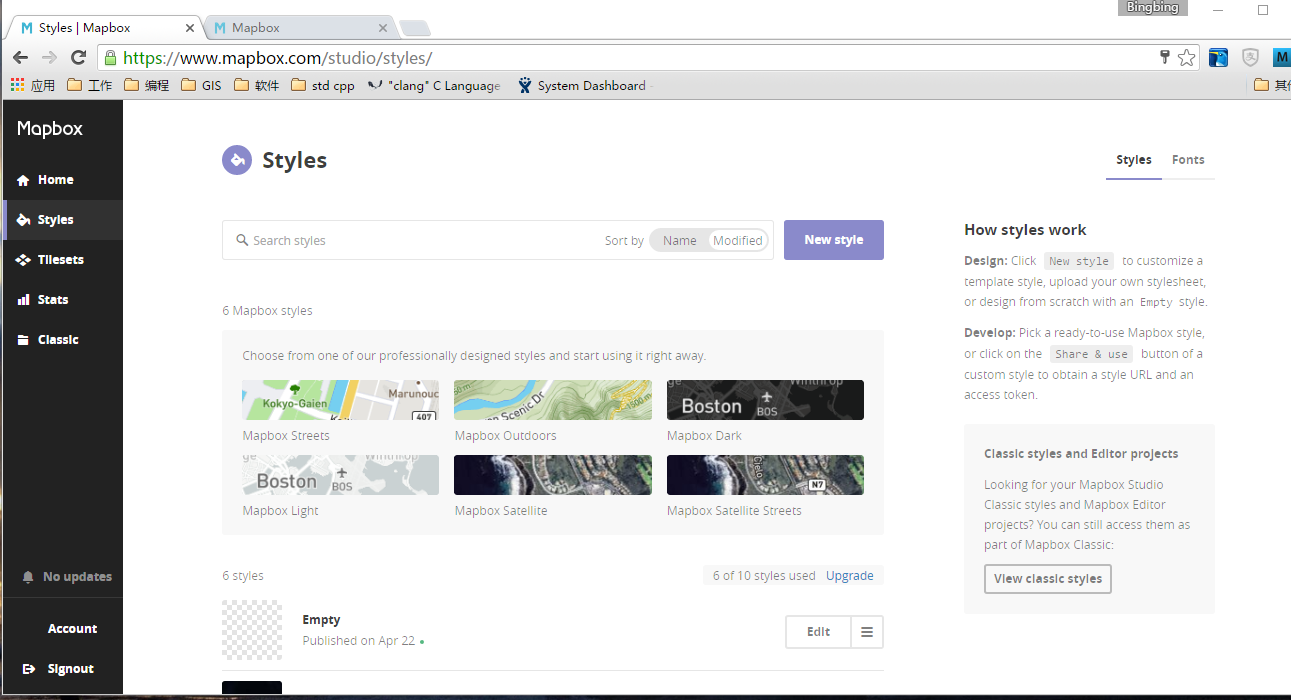


## 定制地图样式

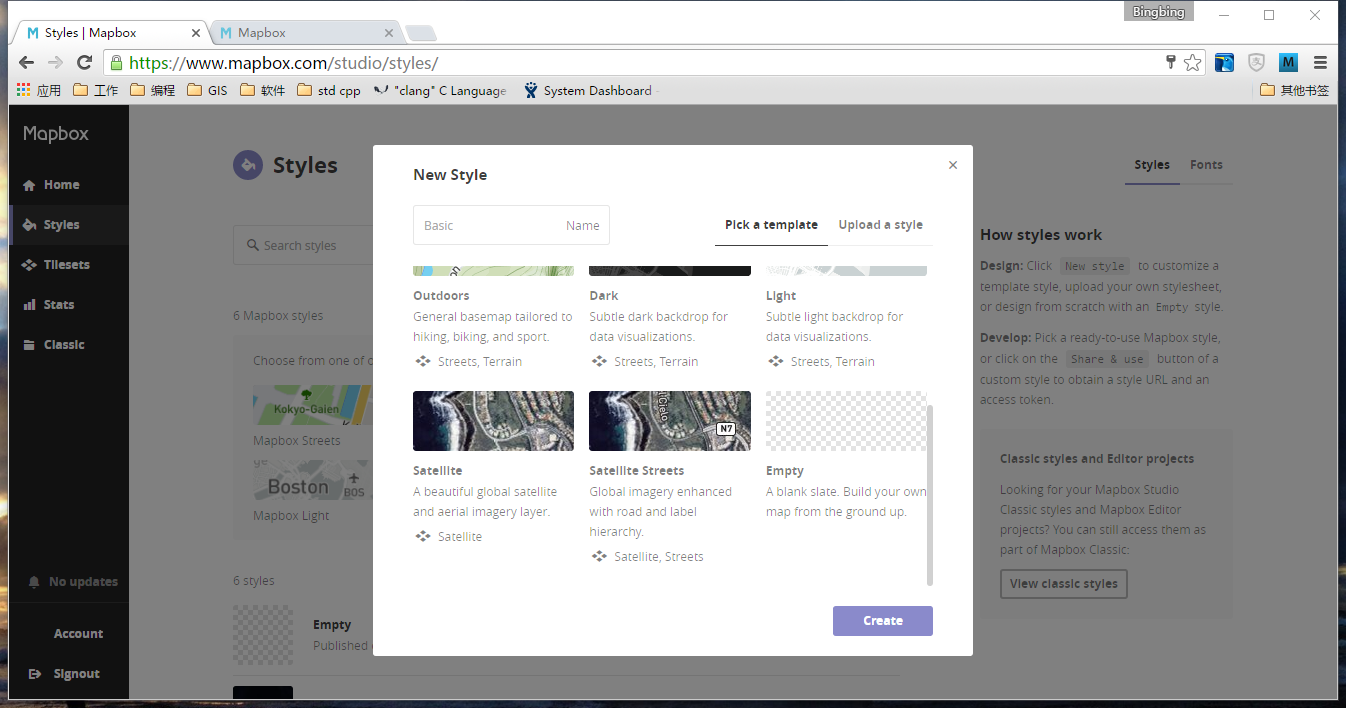
Mapbox提供了多种编辑地图样式的工具有TileMill、Mapbox Studio Classic和Mapbox Studio，其中TileMill和Mapbox Studio Classic是C/S客户端并且Mapbox官方建议使用B/S客户端Mapbox Studo，下面就介绍使用Mapbox Studio定制地图样式。

使用Mapbox Studio可以新建、编辑上传地图样式，地图样式是一个JSON格式的文件。地图样式文件将地理数据和样式定义连接起来形成最终我们见到的地图。地图样式文件包括数据源、地图、地物显示符号三大部分组成，详细的说明见后文。

Mapbox Studio地图样式控制主界面如下：

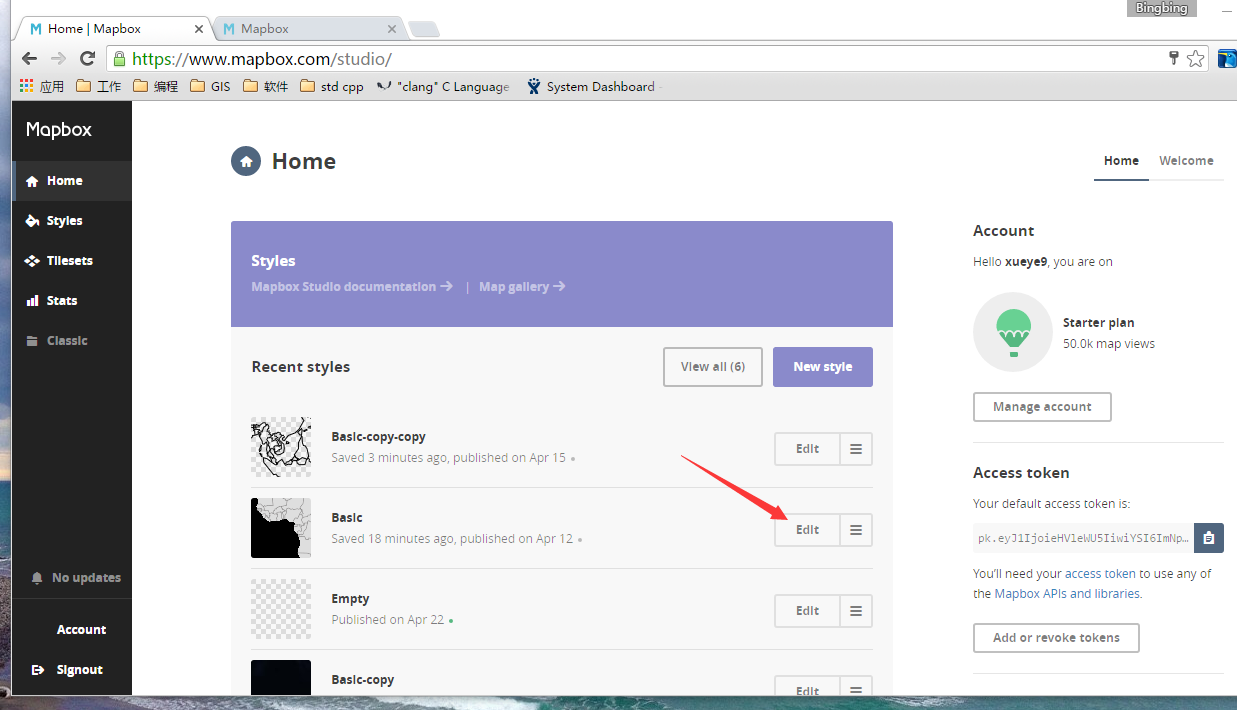


Mapbox Studio 新建地图样式界面：

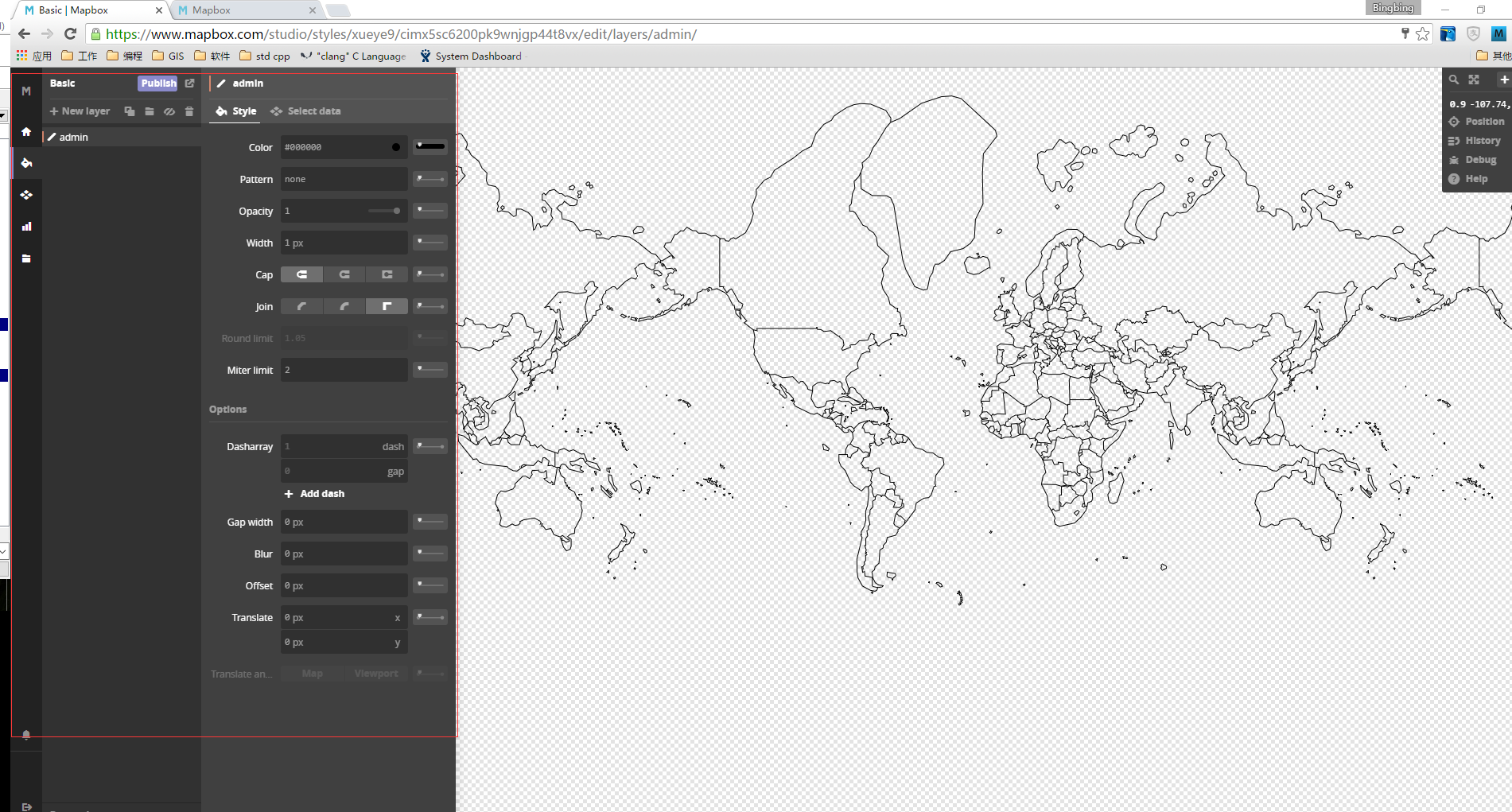


新建地图样式可以选择一个地图样式模版，也可以上传一个地图样式文件。

Mapbox Studio编辑地图样式：

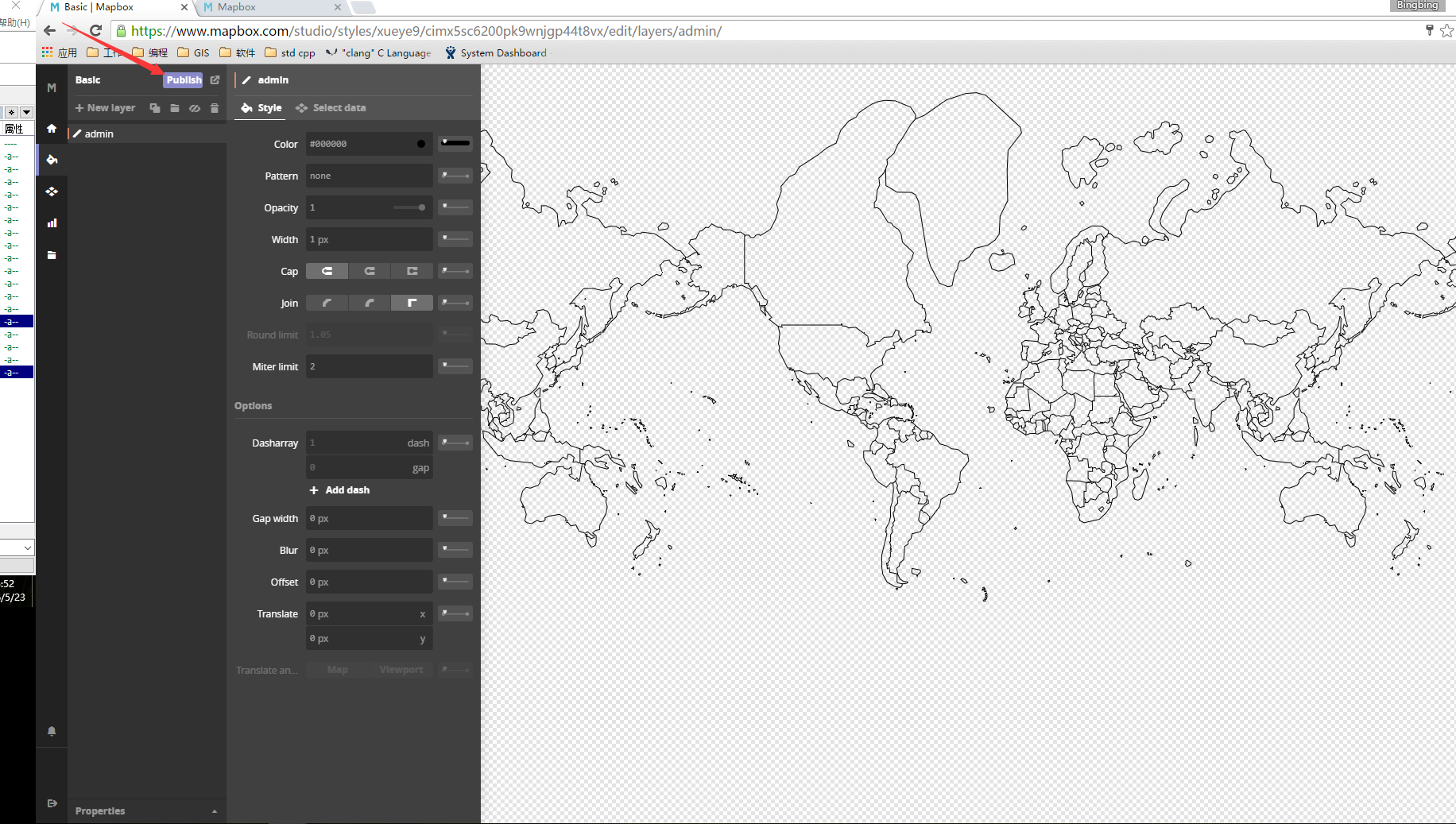


Mapbox编辑地图样式内容，如下图子名为Basic的地图样式包含一个名为admin线图层，可以看到可以对线的颜色、样式、透明度、线宽、线断点样式、线拐点样式、平移量等一些显示符号属性进行修改，还可以通过Select data面板更改样式连接的瓦片集。



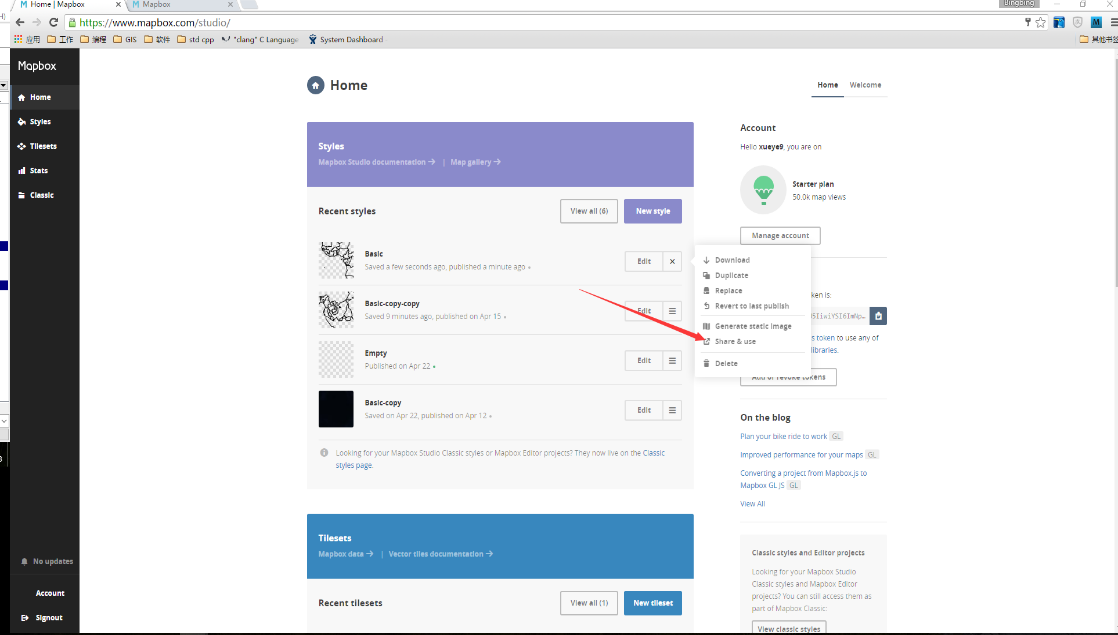
## 发布地图

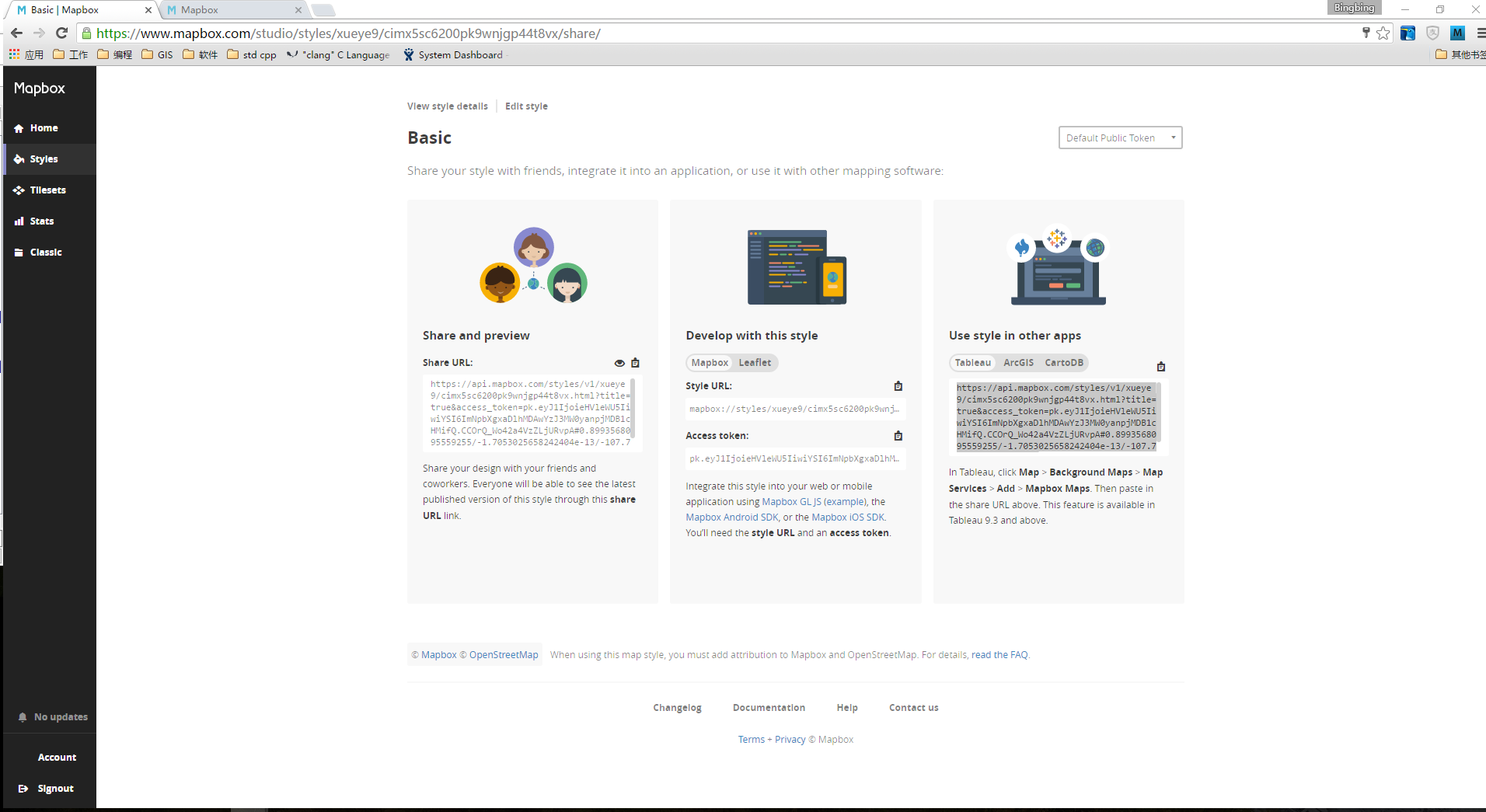
发布地图相当于将编辑或新建的地图样式保存到自己的Mapbox的账户中，以方便将这些保存了样式的地图共享出去。如下图为将2.3节编辑的地图样式发布的例子：



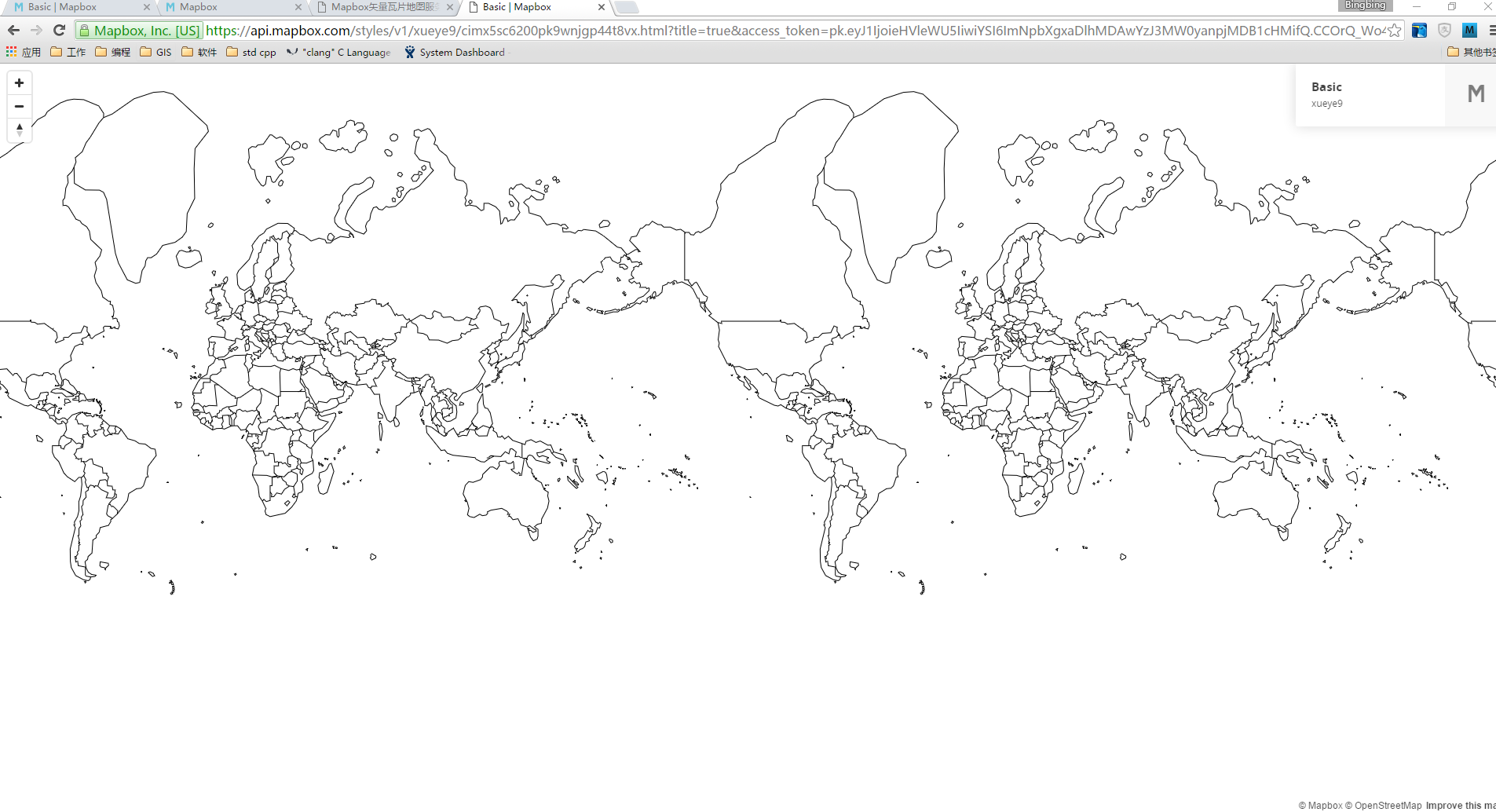
## 分享地图

对于以发布的地图样式可以直接分享出去。分享的地图可以通过浏览器直接浏览，也可以通过Mapbox的客户端Mapbox GL JS、Mapbox Android SDK、Mapbox iOS SDK展示分享的地图，也可以通过Leaflet展示分享的地图。同时，也可以将分享的地图展示在第三方的程序中，如Tableau、ArcGIS、CartoDB。





下图是通过上面分享到浏览器的连接展示的地图效果：

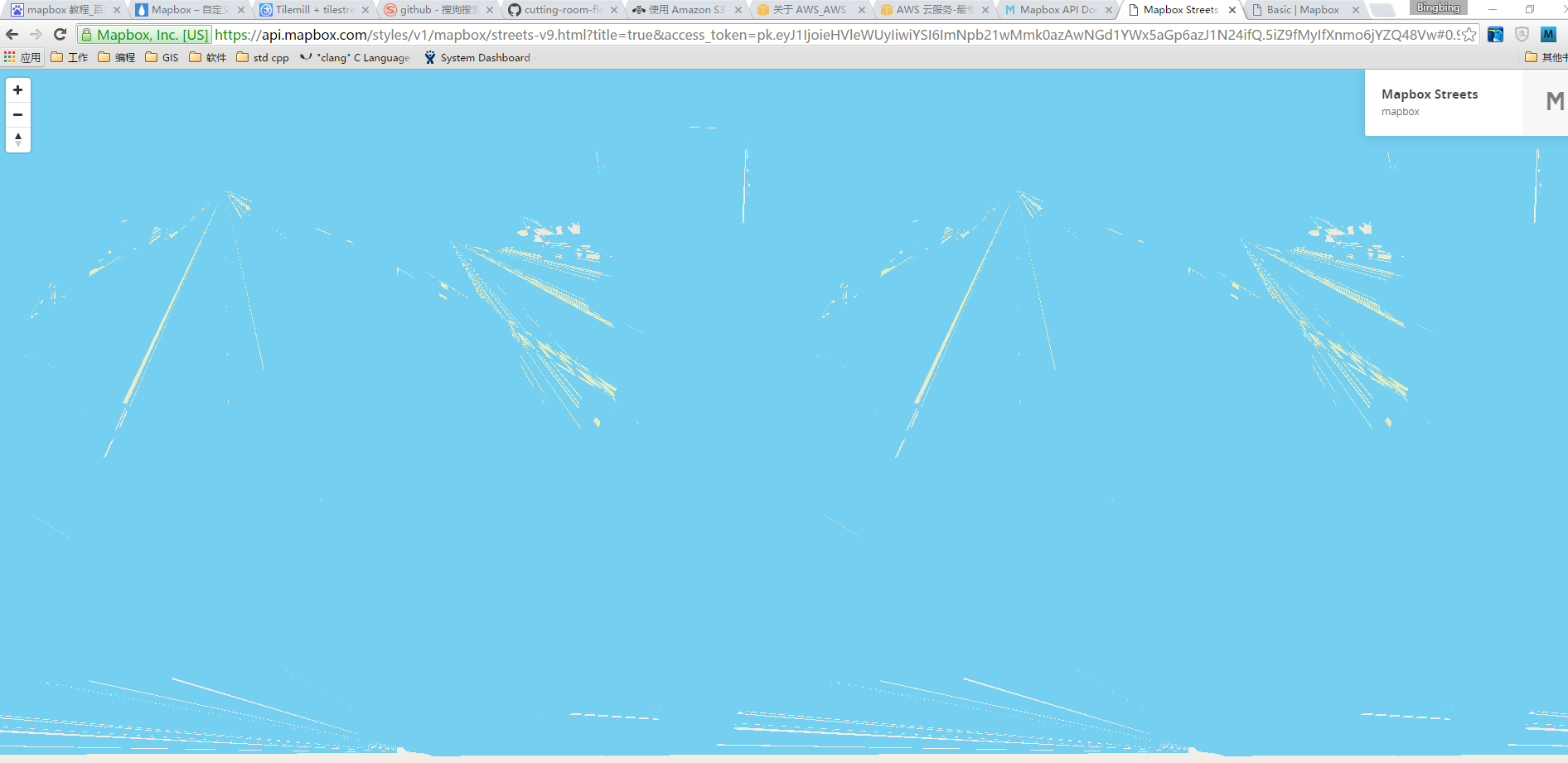


# Mapbox服务技术特性

Mapbox目标是构建世界最漂亮的地图。起初Mapbox是Openstreet的一个子项目，后来发展为一个独立的项目。Mapbox在Openstreet的矢量瓦片的基础上进行了完善，并且已经形成了相对稳定的标准。

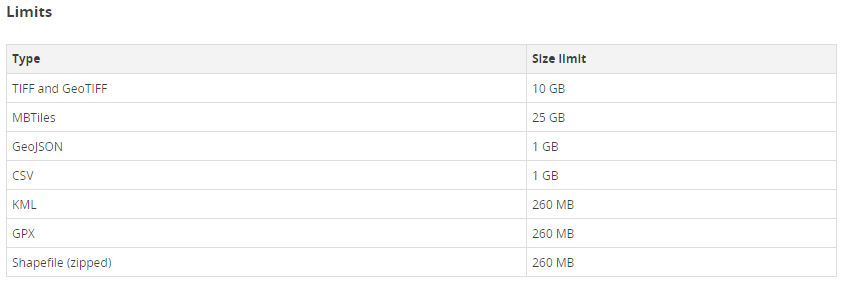
Mapbox有几十个开源项目托管在Github上，这些项目包括若干技术标准、Mapbox展示客户端、测试代码和示例代码。需要说明的是Mapbox的服务代码不是开源的。

在学习Mapbox制作地图的过程中，发现上传数据到Mapox的过程很慢，而且Mapbox访问延时有点长，怀疑是因为其没有在国内的服务器的原因。最近几天Mapbox的JS客户端好像出了了点问题，因为有些访问到的地图是不对的。如下图是这几天访问的Mapbox一幅默认地图：



这个地图我在5月上旬访问的效果还是正常的。正确的效果是途中浅蓝色的都应该是水洗地理要素，因为水系绘制在此地图的最上层，所以其他地理要素图层被遮盖，途中浅黄色的的陆地。

## 地理数据

从格式上地理可以分为矢量数据和栅格数据两大类，Mapbox支持有限的几种矢量数据和栅格数据，并且所有的地理数据在上传的过程中都会被处理为瓦片集，对于栅格数据使用类似WMTS服务的切片方式进行切片，矢量数据的处理相对多样化一些，一种是将矢量数据渲染成图片后生成矢量瓦片，另一种是生成Mapbox的矢量切片，生成矢量切片的技术方案是本文讨论的一个重点。Mapbox支持的地理数据和限制如下表：

另外Mapbox要求所有的数据都必须包含坐标系信息，这个坐标系信息是生产切片必须的。

## 地图投影

Mapbox使用Google Map的Web 摩卡拖投影坐标系进行地图展示，也就是说所有的地理数据都会被投影到Google Web 摩卡拖投影坐标系下，这就是3.1节要求所有地理数据必须有投影坐标系信息的原因。

地图的坐标系分为地理坐标系和投影坐标系，简单的说地理坐标系是地理位置的球面坐标表示，坐标单位是度。投影坐标系是地理位置的平面表示，一般情况小坐标单位是米。投影的原理是用一定的算法将球面坐标投影到平面上。真实的投影原理是一向专门的技术，由于和本文的关联不大，不在本文档中展开介绍，如需要了解地图投影的详细原理请参考专业的地理学书籍。

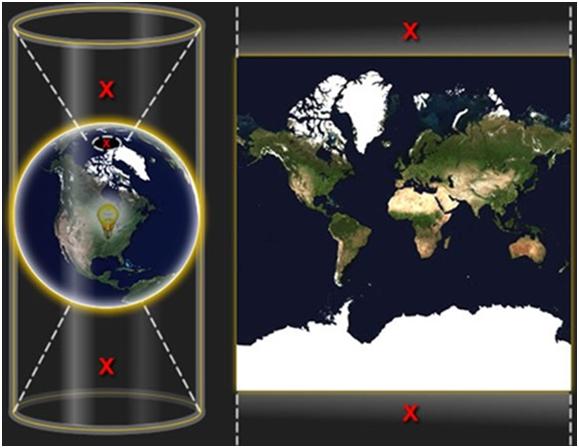
网络上介绍Web 摩卡拖投影的文章：<http://blog.csdn.net/elfc2000/article/details/6883882> 。

## 切片方案

目前地图切片技术广泛的应用在各大地图服务中，国内的百度地图、天地图、高德地图，国外的Google地图Bing地图等都是使用地图切片的方式提供互联网地图的。这项技术最开始是Google提出并应用在自己的Web地图上的，目前此技术已经成熟，OGC（开放地理空间信息联盟）制定了针对该技术的服务应用标准WMTS。Mapbox使用了Google切片方案，下面对Google的切片方案进行简要的介绍。

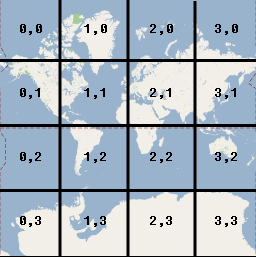
### Google切片方案

Google地图采用的是Web墨卡托投影（如下图），为了方便忽略了两极变形较大的地区，把世界地图做成了一个边长等于赤道周长的正方形（赤道长度为6378137米），原点在正方形中心，即经纬度为（0,0）处。Web墨卡托投影的X，Y坐标取值范围为：[-20037508.3427892,20037508.3427892]，对应的经度取值范围为[-180,180]，对应的纬度范围则为[-85.05112877980659，85.05112877980659。



摩卡拖投影

Google切片方案规定单张地图切片是256\*256个像素的栅格图。Google的切片方案把地球投影后形成的正方形划分为2 的 level(缩放级别) 次幂个地图瓦片，原点在左上角，类似于像素坐标系，如下图所示：

Google 切片方案示例

地图缩放级别的分辨率（Resolution），是指某缩放级别每个像素代表的实际距离；地图比例尺(Scale)，是指某缩放级别图上一米代表的实际距离，如下是地图缩放级别和地图比例尺在指定分辨率（DPI）的计算关系

1. 默认使用屏幕分辨率为96
2. 算法：
3. dpi=96，即表示每英寸96像素，1英寸=2.54厘米。
4. 比例尺与分辨率的关系：Scale=Resolution×每米的像素个数，
5. 即有Scale = Resolution×(96\*100)/2.54
6. 则Resolution = Scale\*2.54/(96\*100)

通过切切片的规范，可以计算出已知等级、行号、列号切片对应的Web 摩卡拖投影坐标系的地理范围。同样可以通过一个Web摩卡拖的地理坐标计算出这个坐标点所属的已知等级的地图切片的行列号。

## 地图样式

栅格化的地理数据可以认为是固定了地图样式的地理数据显示，也就是说栅格化的地理数据是无法改变地图显示样式的。目前绝大多数的Web地图都采用栅格地图瓦片的方式提供地图服务，这种方案的优点有：可提供快速的浏览展示效果、网络传输量小、服务端无需负载的空间查询和渲染逻辑处理，其缺点是无法修改地图样式，当需要同样地理数据但是样式不同的时候必须重新生产栅格地图切片。

传统的矢量地理数据，可以通过不同的地图样式定义展现为不同的地图，MapSever和GeoServer都提供了这种通过不同的地图样式定义连接同一份矢量地理数据产生不同的地图。这种传统生产地图的服务有WMS服务，但是WMS服务服务是无法支持高并发的访问的，也就说WMS服务的效率不佳。

矢量瓦片技术拥有栅格瓦片占用空间小（网络传输量小）、高并发、服务端逻辑简单、可定制地图样式等优点，可以说矢量瓦片技术拥有栅格瓦片的优点的同时还可以像WMS服务一样快速的重定义地图的显示样式。矢量瓦片的缺点是瓦片数据的可读性差而且必须用特定的客户端才能将矢量瓦片展示出来。矢量瓦片的技术开始由Openstreet提出，又被Mapbox优化并发扬广大，目前Mapbox的矢量瓦片技术已经比较成熟。矢量瓦片技术是近几年GIS行业内比较领先的技术，今年ESRI公司（ArcGIS的厂商）也宣布将在ArcGIS10.4中新增矢量瓦片服务。

矢量瓦片相当于是矢量数据，其本质是Protobuf编码的二进制文件，详细的矢量切片格式将在下文讨论。地图样式文件定义了显示符号、图层、连接数据、标注等信息，地图样式定义文件相当于ArcGIS的mxd（地图文档）文件。

Mapbox的地图样式文件是一个JSON格式文件，在其官网上有一个单独的章节介绍，而且内容是很多的，Mapbox地图样式参考：<https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/> 。下面对地图样式参考进行介绍

### 根节点

根借点定义了地图展示效果、数据源、图层。根节点有如下属性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 属性名 | 值类型 | 必要性 | 说明 |
| version | enum | 必须 | 样式表版本好，必须是8 |
| name | string | 可选 | 样式名称 |
| metadata |  | 可选 |  |
| center | array | 可选 | 默认地图显示中信点坐标，经纬度 |
| zoom | number | 可选 | 默认缩放级别 |
| bearing | number | 可选 | 可能是容差，默认0，单位：度 |
| pitch | number | 可选 | 间距，默认：0，单位：度 |
| sources |  | 必须 | 数据源 |
| sprite | string | 可选 | url，可认为是用于填充的资源 |
| glyphs | string | 可选 |  |
| transition |  | 可选 |  |
| layers | array | 必须 | 图层组定义，图层按此顺序绘制 |

如下以一个根节点的例子：

{

"version": 8,

"name": "Mapbox Streets",

"sprite": "mapbox://sprites/mapbox/streets-v8",

"glyphs": "mapbox://fonts/mapbox/{fontstack}/{range}.pbf",

"sources": {...},

"layers": [...]

}

### Sources

数据源定义地图展示的数据。通过“type”属性声明数据类型，数据类型必须是vector，raster、geojson、image、video其中之一。新增一个数据源由于没有详细的样式定义所以不能立即显示。图层组用来关联数据原和可是化状态。这就使使用同一数据源展示为不同的的样式成为可能，例如公路和高速公路的区分。

可通过TileJSON文件文件定义矢量瓦片的获取模版，显示的最大和最小比例尺，例如：

"mapbox-streets": {

"type": "vector",

"tiles": [

"http://a.example.com/tiles/{z}/{x}/{y}.pbf",

"http://b.example.com/tiles/{z}/{x}/{y}.pbf"

],

"maxzoom": 14

}

在样式文件通过url的方式定位到上边的TileJSON文件,如下:

"mapbox-streets": {

"type": "vector",

"url": "http://api.example.com/tilejson.json"

}

其他数据类型（raster、geojson、image、video）的数据源配置请参考其官方文档。

### Sprite

此属性提供一个URL模版加载用于悬在background-pattern, fill-pattern, line-pattern, and icon-image的样式属性。例如：

"sprite": "mapbox://sprites/mapbox/bright-v8"

一个可用的Sprite必须提供两个文件：

* 一个索引文件，这是一个JSON格式的文件，用来描述Spirte中的影像。文件内容必须是一个JSON对象，对象的key被用做样式定义文件的属性值，这个对象还描述了显示范围（长度和宽度的属性），图片的像素分辨率和图片在Sprite中的位置。如下是一个包含单一图像的索引文件内容：

{

"poi": {

"width": 32,

"height": 32,

"x": 0,

"y": 0,

"pixelRatio": 1

}

}

* 影像文件，PNG格式的影像文件

### Glyphs

此属性定义一个用于加载signed-distance-field属性的PBF属性。

### Transition

定义全局转换默认值。如下：

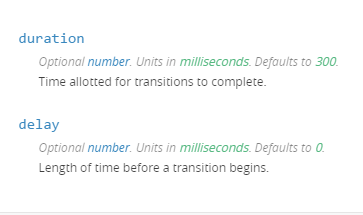
"transition": {

"duration": 300,

"delay": 0

}

这个属性没研究明白，原文如下：



### Layers

此属性描述当前样式文件可用图层列表。图层类型用“type”属性声明，“type”必须是background, fill, line, symbol, raster, circle其中之一。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 属性名 | 类型 | 必要性 | 说明 |
| id | string | 必须 | 必须唯一的图层名 |
| type | enum | 可选 | fill, line, symbol, circle, raster, background其中之一 |
| metadata |  | 可选 |  |
| ref | string | 可选 | 引用另一个图层 |
| source | string | 可选 | 数据源描述 |
| source-layer | string | 可选 | 所使用矢量瓦片作为数据源的图层使用，当提供多个图层时该属性是必须的 |
| minzoom | number | 可选 | 最小显示比例尺 |
| maxzoom | number | 可选 | 最大显示比例尺 |
| interactive | boolean | 可选 | 默认*false，*是否可以查询要素数据用于互动 |
| layout |  | 可选 | 图层的布局属性 |
| paint |  | 可选 | 图层默认绘画属性 |
| paint.\* |  | 可选 | 特定的绘画声明，名字是.号之后的字符串 |

Layers有两个子属性layerout和parint属性，如下是layerout属性说明：

#### background

Layerout属性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| visibility | enum | 可选 | visible, none，默认visible，图层可见性。 |

Paint属性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| background-color | enum | 可选 | 背景色，默认#000000，有background-pattern是不可用 |
| background-pattern | string | 可选 | sprite名字*，* |
| background-opacity | number | 可选 | 北京透明度，默认1。 |

#### fill

Layerout属性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| visibility | enum | 可选 | visible, none，默认visible，图层可见性。 |

Paint属性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| fill-antialias | boolen | 可选 | 是否进行反锯齿绘制，默认true |
| fill-opacity | string | 可选 | 填充透明度，默认1*，* |
| fill-color | color | 可选 | 填充颜色 |
| fill-outline-color | color | 可选 | 有填充样式是该属性无效，外框线颜色。 |
| fill-translate | array | 可选 | 偏移值 |
| fill-translate-annchor | enum | 可选 | map，viewport。默认map控制是否偏移。 |
| fill-pattern | string | 可选 | sprite名字，填充样式 |

#### line

Layerout属性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| line-cap | enum | 可选 | butt, round, square，*默认*butt(?,圆头，方头) |
| line-join | eum | 可选 | bevel, round, miter，*默认*miterr（线连接点形状） |
| line-miter-limit | number | 可选 | *line-join = miter*是必须的，尖冒锐角长度。 |
| line-round-limit | number | 可选 | *line-join = round*是必须的，圆角阴影。 |
| visibility | enum | 可选 | visible, none，默认visible，图层可见性。 |

Paint属性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| line-opacity | number | 可选 | 透明度 |
| line-color | color | 可选 | 颜色，默认#000000 |
| line-translate | array | 可选 | 单位*pixels*，默认0,0.偏移量。 |
| line-translate-anchor | enum | 可选 | map, viewport。默认map，有*line-translate此参数是必须的。* |
| line-width | number | 可选 | 线宽，单位*pixels*，默认*0* |
| line-gap-width | number | 可选 | 线头宽度，单位*pixels*，默认*0* |
| line-offset | number | 可选 | 线偏移量，单位*pixels*，默认*0* |
| line-blur | number | 可选 | 线渐变，单位*pixels*，默认*0* |
| line-dasharray | array | 可选 | 单位参考line widths. 有 line-pattern属性时该属性不可用。 |
| lint-pattern | string | 可选 | sprite的名称，无缝样式的图片必须是偶数单位长度。 |

#### symbol

Layerout属性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| symbol-placement | enum | 可选 | 布局样式。point, line。默认point。 |
| symbol-spacing | number | 可选 | 两符号锚点间距离，单位：*pixels，*默认*250。*当symbol-placement = line此属性为必须的。 |
| symbol-avoid-edges | boolean | 可选 | 为true是符号不穿越瓦片边缘以避免碰撞。 |
| icon-allow-overlap | boolean | 可选 | 如果为true图片强制置顶显示。 |
| icon-ignore-placement | boolean | 可选 | 强制置顶显示。默认false，有icon-image属性时此属性为必须。 |
| icon-optional | boolean | 可选 | 默认false，有icon-image属性时必须，有text-field属性时必须。  If true, text will display without their corresponding icons when the icon collides with other symbols and the text does not. |
| icon-rotation-alignment | enum | 可选 | map、viewport，默认viewport。需要icon-image属性。地图旋转的参照物。 |
| icon-size | number | 可选 | 需要icon-image属性。默认1。图标缩放因子。 |
| icon-image | string | 可选 | 带tokens的字符串用于获取数据属性。 |
| icon-rotate | number | 可选 | 顺时针图标的角度，单位度，默认0。 |
| icon-padding | number | 可选 | 用于检测符号碰撞的包围盒外延。需要icon-image属性。 |
| icon-keep-upright | boolean | 可选 | 方式图标颠倒渲染（true），默认false。需要icon-image、icon-rotation-alinment=map、symbolrplacement=line。 |
| icon-offset | array | 可选 | 图标相对锚点的偏移，默认0，0。需要icon-image。 |
| icon-rotation-alignment | enum | 可选 | 文字选装的参照物，map、viewport，默认viewport。需要text-field。 |
| text-field | string | 可选 | 文字标注内容，要素属性使用{field\_name} |
| text-font | array | 可选 | 显示文字的字体，默认*Open Sans Regular,Arial Unicode MS Regular*，需要text-field |
| text-size | number | 可选 | 字体大小，需要text-field，单位pixels，默认为16。 |
| text-max-width | number | 可选 | 最大文字宽度，单位em，默认10。需要text-field。 |
| text-line-height | number | 可选 | Optional[*number*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#number). Units in em. Defaults to1.2. Requires text-field.  Text leading value for multi-line text. |
| text-letter-spacing | number | 可选 | Optional[*number*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#number). Units in em. Defaults to0. Requires text-field.  Text tracking amount. |
| text-justify | enum | 可选 | Optional[*enum*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#enum). One of left, center, right. Defaults tocenter. Requires text-field.  Text justification options. |
| text-anchor | enum | 可选 | 文字停靠锚点。center, left, right, top, bottom, top-left, top-right, bottom-left, bottom-right这些值之一。 |
| text-max-angle | number | 可选 | 最大调整字符的角度。单位*degrees，*默认*45。*需要*text-field、*需要*symbol-placement = line* |
| text-rotate | number | 可选 | 文字旋转角度（顺时针）。默认0，需要text-fild。 |
| text-padding | number | 可选 | 侦测碰撞的包围盒外延，需要texxt-field。 |
| text-keep-upright | boolean | 可选 | 避免颠倒渲染。  Optional*[boolean](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/" \l "boolean)*. Defaults totrue. Requires text-field. Requires text-rotation-alignment = map. Requires symbol-placement = line.  If true, the text may be flipped vertically to prevent it from being rendered upside-down. |
| text-transform | enum |  | Optional[*enum*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#enum). One of none, uppercase, lowercase. Defaults tonone. Requires text-field.  Specifies how to capitalize text, similar to the CSS text-transform property. |
| text-offset | array |  | 文字偏移量。  Optional[*array*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#array). Units in ems. Defaults to0,0. Requires text-field.  Offset distance of text from its anchor. Positive values indicate right and down, while negative values indicate left and up. |
| text-allow-overlap | boolean | 可选 | 是否允许文字遮盖  Optional[*boolean*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#boolean). Defaults tofalse. Requires text-field.  If true, the text will be visible even if it collides with other previously drawn symbols. |
| text-ignore-placement | boolean | 可选 | 强制显示  Optional[*boolean*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#boolean). Defaults tofalse. Requires text-field.  If true, other symbols can be visible even if they collide with the text. |
| text-optional | boolean | 可选 | 强制显示  Optional[*boolean*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#boolean). Defaults tofalse. Requires text-field. Requires icon-image.  If true, icons will display without their corresponding text when the text collides with other symbols and the icon does not. |
| visibility | enum | 可选 | 可见性  Optional[*enum*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#enum). One of visible, none. Defaults tovisible.  The display of this layer. none hides this layer. |

Paint属性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| icon-opacity | number | 可选 | 图标透明度  Optional[*number*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#number). Defaults to1. Requires icon-image.  The opacity at which the icon will be drawn. |
| icon-color | color | 可选 | 图标颜色  Optional[*color*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#color). Defaults to#000000. Requires icon-image.  The color of the icon. This can only be used with sdf icons. |
| icon-halo-translate | color | 可选 | 图标晕颜色  Optional[*color*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#color). Defaults torgba(0, 0, 0, 0). Requires icon-image.  The color of the icon’s halo. Icon halos can only be used with sdf icons. |
| line-halo -width | number | 可选 | 图标晕宽度  Optional[*number*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#number). Units in pixels. Defaults to0. Requires icon-image.  Distance of halo to the icon outline. |
| icon-halo-blur | number | 可选 | 应该是晕的渐变效果  Optional[*number*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#number). Units in pixels. Defaults to0. Requires icon-image.  Fade out the halo towards the outside. |
| icon-translate | number | 可选 | Optional[*array*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#array). Units in pixels. Defaults to0,0. Requires icon-image.  Distance that the icon’s anchor is moved from its original placement. Positive values indicate right and down, while negative values indicate left and up. |
| icon-translate-anchor | enum | 可选 | Optional[*enum*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#enum). One of map, viewport. Defaults tomap. Requires icon-image. Requires icon-translate.  Control whether the translation is relative to the map (north) or viewport (screen). |
| text-opacity | number | 可选 | 文字透明度  Optional[*number*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#number). Defaults to1. Requires text-field.  The opacity at which the text will be drawn. |
| text-color | color | 可选 | 文字颜色  Optional[*color*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#color). Defaults to#000000. Requires text-field.  The color with which the text will be drawn. |
| text-halo-color | color | 可选 | 文字晕颜色  Optional[*color*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#color). Defaults torgba(0, 0, 0, 0). Requires text-field.  The color of the text’s halo, which helps it stand out from backgrounds. |
| text-halo-width | number | 可选 | 文字晕宽度  Optional[*number*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#number). Units in pixels. Defaults to0. Requires text-field.  Distance of halo to the font outline. Max text halo width is 1/4 of the font-size. |
| text-halo-blur | number | 可选 | 文字晕渐变  Optional[*number*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#number). Units in pixels. Defaults to0. Requires text-field.  The halo’s fadeout distance towards the outside. |
| text-translate | array | 可选 | Optional[*array*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#array). Units in pixels. Defaults to0,0. Requires text-field.  Distance that the text’s anchor is moved from its original placement. Positive values indicate right and down, while negative values indicate left and up. |
| text-translate-anchor | enum | 可选 | Optional[*enum*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#enum). One of map, viewport. Defaults tomap. Requires text-field. Requires text-translate.  Control whether the translation is relative to the map (north) or viewport (screen). |

#### raster

Layerout属性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| visibility | enum | 可选 | 可见性。  Optional[*enum*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#enum). One of visible, none. Defaults tovisible.  The display of this layer. none hides this layer. |

Paint属性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| raster-opacity | number | 可选 | 透明度  Optional[*number*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#number). Defaults to1.  The opacity at which the image will be drawn. |
| raster-hue-rotate | color | 可选 | 颜色轮上的旋转颜色  Optional[*number*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#number). Units in degrees. Defaults to0.  Rotates hues around the color wheel. |
| raster-brightness-min | number | 可选 | 图像的最小亮度  Optional[*number*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#number). Defaults to0.  Increase or reduce the brightness of the image. The value is the minimum brightness. |
| raster-brightness-max | number | 可选 | 图像最大亮度  Optional[*number*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#number). Defaults to1.  Increase or reduce the brightness of the image. The value is the maximum brightness. |
| raster-saturation | number | 可选 | 图像饱和度  Optional[*number*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#number). Defaults to0.  Increase or reduce the saturation of the image. |
| raster-contrast | number | 可选 | 图像对比度  Optional[*number*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#number). Defaults to0.  Increase or reduce the contrast of the image. |
| raster-fade-duration | number | 可选 | 衰减间隔  Optional[*number*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#number). Units in milliseconds. Defaults to300.  Fade duration when a new tile is added. |

#### circle

Layerout属性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| visibility | enum | 可选 | 可见性  Optional[*enum*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#enum). One of visible, none. Defaults tovisible.  The display of this layer. none hides this layer. |

Paint属性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| circle-radius | number | 可选 | 圆半径  Optional[*number*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#number). Units in pixels. Defaults to5.  Circle radius. |
| circle-color | color | 可选 | 圆颜色  Optional[*color*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#color). Defaults to#000000.  The color of the circle. |
| circle-blur | number | 可选 | 渐变  Optional[*number*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#number). Defaults to0.  Amount to blur the circle. 1 blurs the circle such that only the centerpoint is full opacity. |
| circle-opacity | number | 可选 | 透明度  Optional[*number*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#number). Defaults to1.  The opacity at which the circle will be drawn |
| circle-translate | array | 可选 | Optional[*array*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#array). Units in pixels. Defaults to0,0.  The geometry’s offset. Values are [x, y] where negatives indicate left and up, respectively. |
| circle-tanslate-anchor | number | 可选 | Optional[*enum*](https://www.mapbox.com/mapbox-gl-style-spec/#enum). One of map, viewport. Defaults tomap. Requires circle-translate.  Control whether the translation is relative to the map (north) or viewport (screen) |

### Types

Mapbox的类型定义和解释。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 解释 | 示例 |
| color | 支持多种颜色定义语法，如HTML-style hex values, rgb, rgba, hsl, and hsla。而且也支持预定义的颜色名称。 | {  "line-color": "#ff0",  "line-color": "#ffff00",  "line-color": "rgb(255, 255, 0)",  "line-color": "rgba(255, 255, 0, 1)",  "line-color": "hsl(100, 50%, 50%)",  "line-color": "hsla(100, 50%, 50%, 1)",  "line-color": "yellow"  } |
| enum | 枚举，是一组固定的字符串值。 | {  "text-transform": "uppercase"  } |
| string | 双引号包含的内容 | {  "text-field": "{MY\_FIELD}"  } |
| boolen | 布尔值 | {  "fill-enabled": true  } |
| number | 数值 | {  "text-size": 24  } |
| array | 中括号逗号分割的内容 | {  "line-dasharray": [2, 4]  } |
| function | 功能函数，功能函数可以改变地图外观。 | {  "circle-radius": {  "stops": [  // zoom is 5 -> circle radius will be 1px  [5, 1],  // zoom is 10 -> circle radius will be 2px  [10, 2]  ]  }  } |
| Filter | 筛选器 | 存在性筛选器：  ["has", *key*] *feature[key]* exists  ["!has", *key*] *feature[key]* does not exist  对比筛选器  ["==", *key*, *value*] equality: *feature[key]* = *value*  ["!=", *key*, *value*] inequality: *feature[key]* ≠ *value*  [">", *key*, *value*] greater than: *feature[key]* > *value*  [">=", *key*, *value*] greater than or equal: *feature[key]* ≥ *value*  ["<", *key*, *value*] less than: *feature[key]* < *value*  ["<=", *key*, *value*] less than or equal: *feature[key]* ≤ *value*  set Membership Filters：  ["in", key, v0, ..., vn] set inclusion: feature[key] ∈ {v0, ..., vn}  ["!in", key, v0, ..., vn] set exclusion: feature[key] ∉ {v0, ..., vn}  Combining Filters  ["all", f0, ..., fn] logical AND: f0 ∧ ... ∧ fn  ["any", f0, ..., fn] logical OR: f0 ∨ ... ∨ fn  ["none", f0, ..., fn] logical NOR: ¬f0 ∧ ... ∧ ¬fn |

## 矢量切片

Mapbox矢量切片标准是Protobuff的内容定义，目前已经迭代了四个版本，其以开源代码仓库的方式托管在github上，项目名为[vector-tile-spec](https://github.com/mapbox/vector-tile-spec)。值的一体的是Mapbox读写Potobuff文件的方式并不是使用的Google开源的Protobuff的项目的代码编译结果，而是Mapbox在Google的开源Protobuff项目的源代码中抽取了一部分头文件（包含功能实现）进行矢量切片文件（vector.pbf）读写操作的，该项目的原代码同样托管在github上，项目名为[protozero](https://github.com/mapbox/protozero)。在[protozero](https://github.com/mapbox/protozero)文档中可以找到[protozero](https://github.com/mapbox/protozero)项目的优势是：

1. 只有头文件，免去了库依赖
2. 适用与结构相对固定的Protobuff文件的读写（喜优参半）

在研究过程中使用Protobuff原声库生成的文件在还原矢量瓦片时是不成功的，而且在Mapbox的多个开源代码仓库中都存在.proto的矢量瓦片标准定义，而且文件内容都是不同的，这样的文件内容曾在Mapbox的研究初期给我造成了很大的疑惑。最终，我使用[protozero](https://github.com/mapbox/protozero)的头文件按照[vector-tile-spec](https://github.com/mapbox/vector-tile-spec)矢量瓦片定义将矢量瓦片文件内容成功读取了出来,同样[protozero](https://github.com/mapbox/protozero)将一个GeoJSON格式的矢量瓦片写成vector.pbf矢量瓦片的工作也顺利完成了。

矢量切片的Protobuff格式定义不在本文当里展开讨论，如欲了解详细的标准定义请参考Mapbox的开源项目[vector-tile-spec](https://github.com/mapbox/vector-tile-spec)。

### 原理

矢量瓦片本质上是Protobuff文件，通过巧妙的设计将原本占用空间很大的地理数据编码为原来的几十分一。属性数据通过在图层级别保存一份列表，要素通过一对无符号 整形数字连接到属性数据列表，以此来减少存储属性占用的空间。对于占用空间最多地理数据，使用像素点坐标来存储,因为像素点坐标是一对整形值，所以可以使用Protobuff 的varint编码方式进行编码。varint编码的特点是越小的整数占用的空间越小，所以在生产矢量切片时Protobuff文件使用相对点坐标进行存储，例如:[[1,1],[2,2],[4,4]]的三点线 存储的时候表示为[[1,1],[1,1],[2,2]]。这样就充分利用了varint的编码特点减小了产生矢量瓦片的大小。

Mapbox使用Google Map的地图切片方案进行切片，不同之处仅在于输出的地图瓦片格式不同，Mapbox生产矢量瓦片,而Google Map生产栅格瓦片。矢量瓦片本质上是地理数据的像素化描述，而栅格瓦片其本质是一张图片。那么在展示时矢量瓦片时是可以定制为不同的样式的，而栅格瓦片内容只能直接展示。栅格瓦片可以通过常用的图片浏览软件观察其内容而矢量 瓦片就没有这样的优势了，矢量瓦片的缺点就是它是一个封闭的二进制文件，无法通过第三方浏览软件进行浏览。

根据Google Map的切片方案原理可以知道固定等级、行号、列号的瓦片，其对应的地理范围是固定的。Mapbox规定矢量瓦片的默认长宽为4096\*4096像素，对应地理范围内的坐标点 按照比例换算为像素坐标点。假设瓦片的地理范围为bbox，在这个范围内的地理坐标(mercX，mercY)换算为像素坐标（pixelX，pixelY）的计算公式如下：

pixelX = (mercX - bbox.minX)/bbox.width \* 4096

pixelY = (bbox.maxY - mercy)/bbox.height \*4096

经过换算后，很多距离足够近（换算为像素距离后小于一个像素）的地理坐标会变成相同的像素坐标点，这些相同的像素点坐标只会写入矢量瓦片文件一次，这种情况减少了坐标 点的传输，而且还会裁剪掉很多微小的图形。

关于Protobuff的编码原理请参考：<http://www.ibm.com/developerworks/cn/linux/l-cn-gpb/> 。

## [UTFGrid](https://github.com/mapbox/utfgrid-spec)

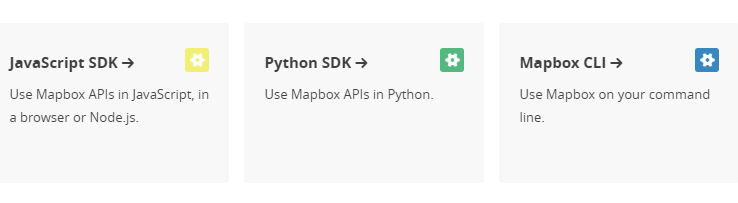
该技术用于在浏览器端展示交互数据，相当于描述属性的瓦片。该技术的特点是硬件依赖性小，而且交互速度很快。典型的应用是在地图上滑动鼠标时，在地图上的某个位置展示鼠标位置的地理要素的特性。其原理是使用一个json文件的数据描述瓦片位置的的属性key值（一个UTF-8的单个字符），然后用这个字符定位到属性值。详细的标准请参考其标准定义<https://github.com/mapbox/utfgrid-spec> 。[TileStache](http://tilestache.org/)的官网文档说明中声明支持产生UTFGrid数据。

## 开发者工具

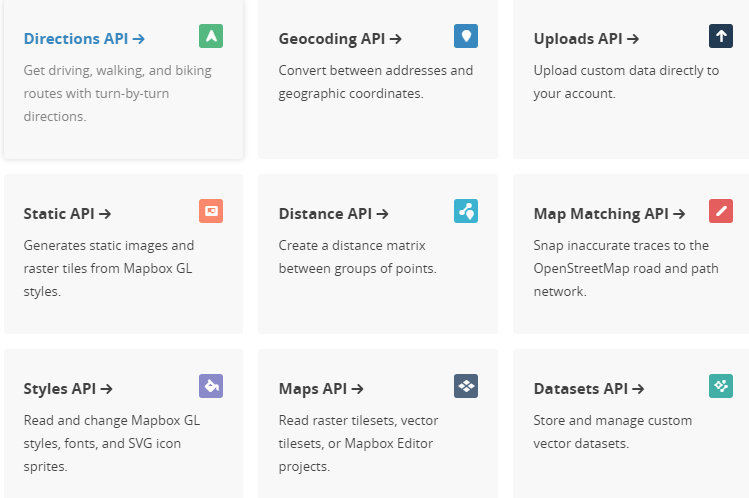
Mapbox提供了多种方便的二次开发工具，包括三个地图客户端：



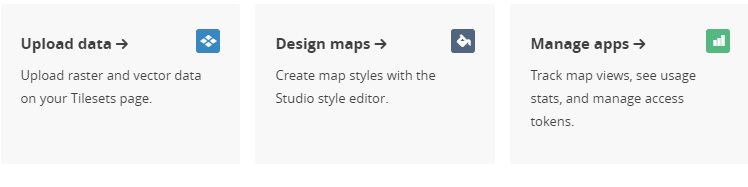
三个SDK：



Mapbox的web服务的简单REST API：



通过Mapbox Studio管理自己的数据、账户和地图，如下：

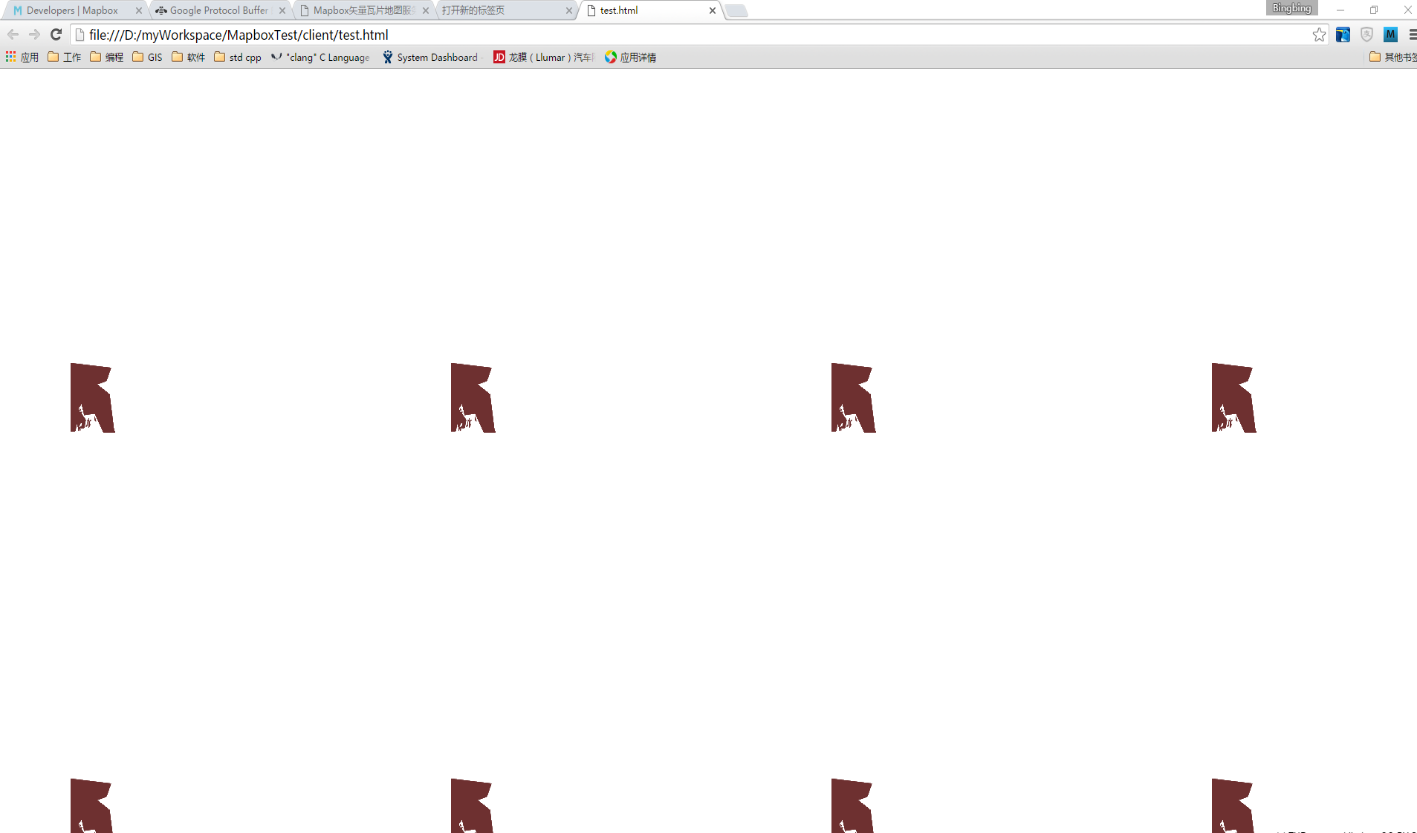


### 地图客户端

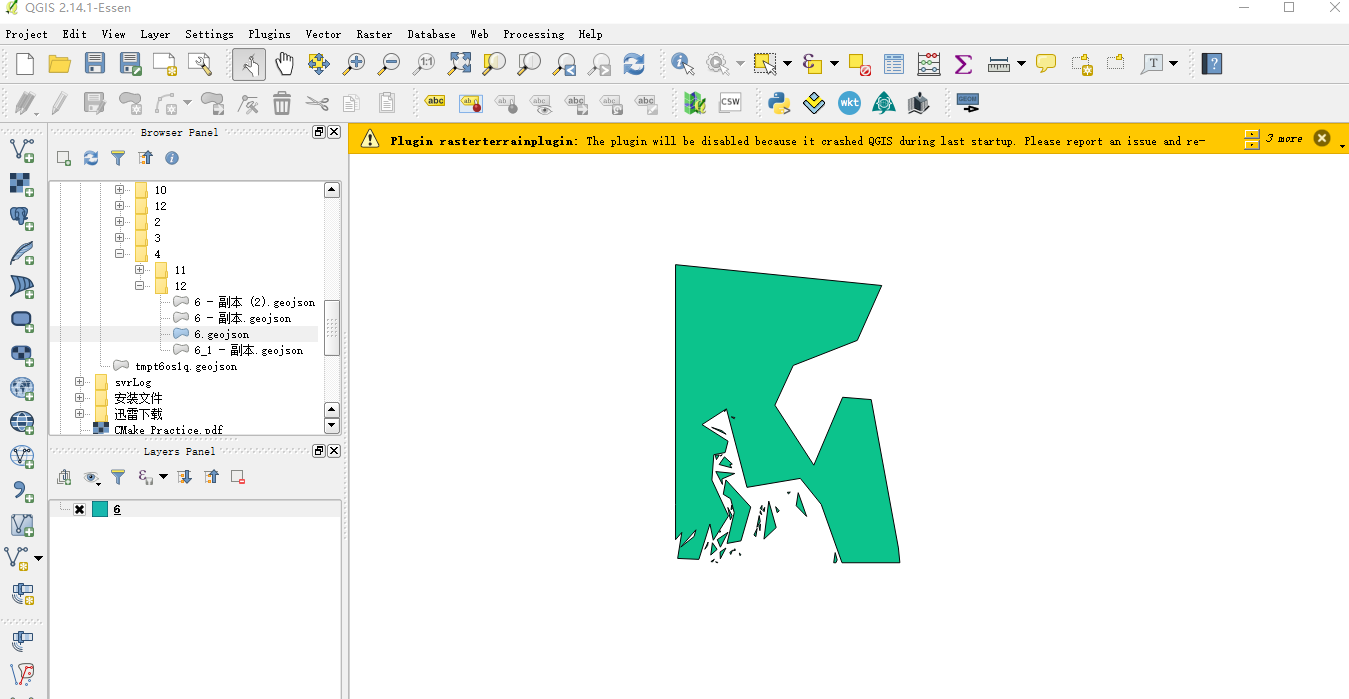
地图客户端是目前我们要关注的重点，在Mapbox的开源代码仓库中可找到三个地图客户端对应的不同源代码仓库，分别Mapbox GL JS对应[mapbox-gl-js](https://github.com/mapbox/mapbox-gl-js)开源代码仓库，Mapbox iOS SDK和Mapbox Android SDK对应[mapbox-gl-native](https://github.com/mapbox/mapbox-gl-native)开源代码仓库。

#### mapbox-gl-js

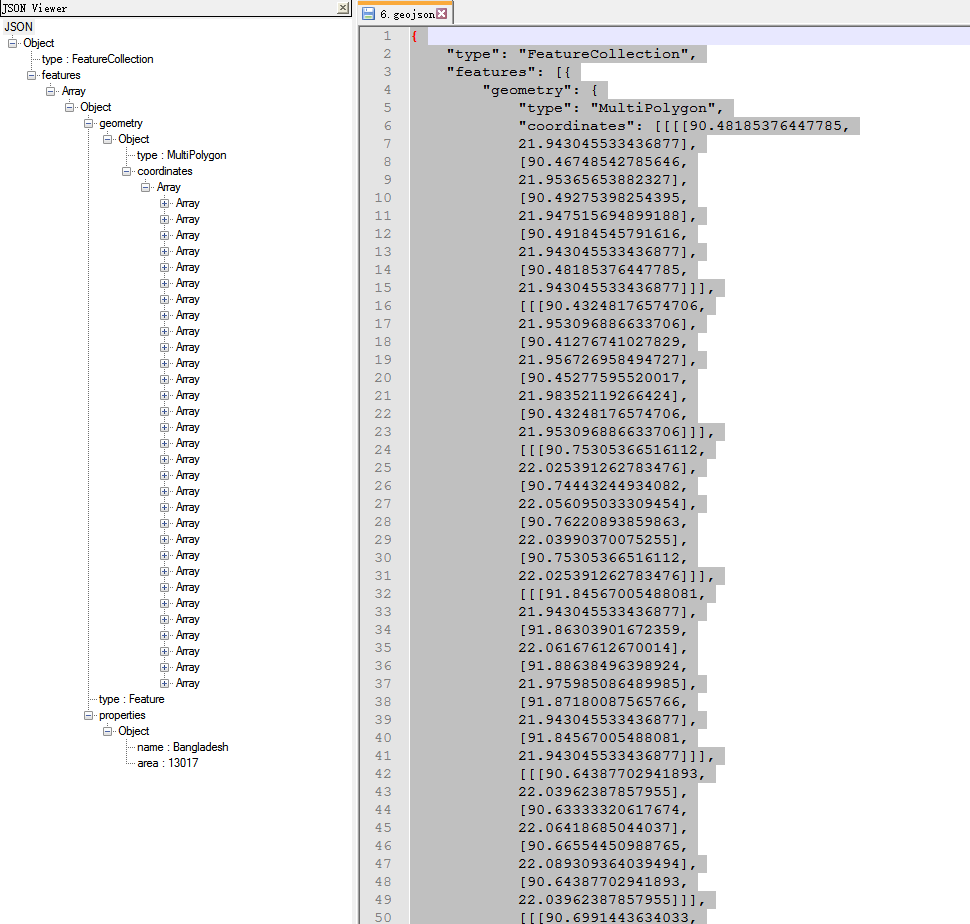
这个地图客户端使用JavaScript实现，使用WebGL进行地图绘制。目前在windows上chrome上已经可以使用该客户端展示由TileStache切出的GeoJSON格式的矢量瓦片的转换成果。Dome如下所示：



下图是使用QGis打开上面TileStache切存储的GeoJSON格式的矢量瓦片：



如下，是GeoJSON瓦片的文本内容的一部分：



GeoJSON：<http://geojson.org/>。

#### mapbox-gl-native

如题，是Mapbox的本地地图客户端，这个客户端使用C++实现，使用swig开源库将C++的接口绑定成java、Objective-C 或 Swift、python等开发接口。需要注意的该本地客户端使用了带有C++14特性的编译器进行编译（目前有clang++ 3.5或更高版本g++-5或更高版本的C++编译器有C++14特性）。目前微软的Visual Studio系列使用的C++编译器尚无完整支持C++14特性的编译器。在ubuntu上曾尝试使用g++5.6编译器编译该开源项目，非常遗憾的是项目可以编译通过，但是在链接过程报错，由于Linux下的编译经验不足和时间限制没有进步一研究该项目的编译工作。

在研究矢量瓦片读取的过程中，将该客户端读取矢量瓦片的代码抽出放在Visual Studio 15下进行编译，再修改了几处使用C++14特性的代码后，可以顺利使用这些代码进行矢量瓦片的读取。

# 自主矢量瓦片服务实现概要

## 数据来源

通过购买或自绘的方法得到原始的地理数据，然后将这些地理数据规范为shapefile文件，最后，使用开源切片服务[TileStache](http://tilestache.org/)将shapefile切成GeoJSON格式的矢量瓦片。

因为Mapbox地图客户端无法展示GeoJSON格式的矢量瓦片，所以通过程序（无开源项目可用，需要实现）将GeoJSON格式的矢量瓦片转换为vector.pbf的矢量瓦片。地图样式数据的制作由于不能使用Mapbox Studio所以，需要按照地图样式标准编写地图样式存放在服务端或者开发出类似Mapbox Studio的B/S客户端程序。同样的原因，我们矢量地图服务在第一期的实现中不建议加入Mapbox Studio中类似上传数据的功能。

## 数据展示

使用Mapbox的地图客户端[mapbox-gl-js](#_mapbox-gl-js)或[mapbox-gl-native](#_mapbox-gl-native)展示服务数据。使用Mapbox的地图客户端进行服务数据的展示，省去了开发地图展示客户端的工作量（开发和测试）。但是，使用Mapbox的地图客户端意味着我们的矢量地图服务提供的样式数据和地理数据以及标注数据必须符合Mapbox的规范。

目前使用[mapbox-gl-js](#_mapbox-gl-js)展示转换的vector.pbf格式的矢量数据是可以的，见[mapbox-gl-js](#_mapbox-gl-js)的示例。C++的本地客户端[mapbox-gl-native](#_mapbox-gl-native)展示工作因为无法编译[mapbox-gl-native](#_mapbox-gl-native)开源项目而不能进行demo展示。所以Mapbox的矢量瓦片的本地地图客户端还有一定的技术攻关未通过。

# 其他矢量瓦片服务方案

网上有一种使用[TileStache](http://tilestache.org/)生成GeoJSON格式的矢量瓦片，用[openlayer](http://openlayers.org/)3展示GeoJSON格式矢量瓦片的方案。在去年进行政区索引的工作中了解到[openlayer](http://openlayers.org/)3可以直接展示GeoJSON数据，所以推断这种方案是可行的，但是没有进行进一步的研究工作。

另外，同等级相同行列号的瓦片范围内的地理数据序列化到vector.pbf矢量瓦片占用的空间是序列化到GeoJSON文件中的几十到几百分之一（官网介绍）。在研究过程中发现一份真实数据倍数相差26倍，如下如：

C:\Users\xueye\AppData\Roaming\Tencent\Users\375146010\QQ\WinTemp\RichOle\2XUIA]O%%JZ8Y64%967RQZU.png

相同地理数据的不同瓦片格式的矢量瓦片

![C:\Users\xueye\AppData\Roaming\Tencent\Users\375146010\QQ\WinTemp\RichOle\5)](@]2DN`]GK(KNVL4OC{A.png](data:image/png;base64,) 

GeoJSON矢量瓦片信息 vector.pbf矢量瓦片信息

经过简单的计算可以得到数据压缩比:

8122．0/307.0 = 26.456