

# 基于 CityEngine CGA 语言的高速 铁路程序化三维建模 ——辅助连淮扬镇铁路镇江段沿线改造规划决策

刘鑫龙<sup>1</sup>, 夏佳毅<sup>2</sup>

(1. 镇江市勘察测绘研究院, 江苏 镇江 212004; 2. 江苏省基础地理信息中心, 江苏 南京 210093)

**摘要:**借助于 CityEngine CGA 语言规则, 实现了高速铁路程序化三维建模, 与传统手工建模相比较, 该模型在建模效率、模型质量、模型复用性等方面做出了改善。通过对 CGA 语言的研究, 依托盒模型原理, 将高速铁路模型瓦解, 划分为桥墩、桥体、桥面 3 个部分, 根据各部分特点, 综合使用 comp()、split()、envelope() 等函数, 最终生成准确、真实的铁路三维模型, 在城市级三维系统中再现铁路建造后场景, 辅助沿线的房屋拆迁、道路改造, 从多角度评估、分析改造方案, 为精准规划、科学决策提供数据支撑。

**关键词:** CityEngine CGA; 高速铁路; 程序化建模; 连淮扬镇; 规划决策

**中图分类号:** P209      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1672-5867(2022)08-0256-03

## Procedural 3D Model of High-Speed Railway Based on CityEngine CGA Language: Assist the Decision of Planning Reform in Zhenjiang's Section of Lianhuaiyangzheng Railway

LIU Xinlong<sup>1</sup>, XIA Jiayi<sup>2</sup>

(1. Zhenjiang Survey and Mapping Institute, Zhenjiang 212004, China;  
2. Provincial Geomatics Center of Jiangsu, Nanjing 210093, China)

**Abstract:** With the help of the CityEngine CGA language, procedural 3D model of high-speed railway is achieved. Compared with the traditional manual model, the modeling efficiency, model quality and model reusability are improved. Through the study of the CGA language, relying on the principle of the box model, the high-speed railway model is disintegrated and divided into three parts: bridge piers, bridge body, bridge deck. According to the characteristics of these parts, with the help of functions such as comp(), split(), envelope(), accurate and real model is produced. After the railway model is imported in the City's 3D system, experts can analysis the planning reform from various angles and help them to make the accurate decision.

**Key words:** CityEngine CGA; high-speed railway; procedural model; Lianhuaiyangzheng railway; planning reform

## 0 引言

连淮扬镇高速铁路, 北起连云港, 南至镇江, 连接了江苏南北, 是贯通苏南、苏中、苏北的重要通道。铁路在镇江市境内与沪宁城际接轨, 借此融入全国铁路网络, 为苏北苏中各市去往南京、上海等全国各地提供了极大的交通便利。

连淮扬镇高速铁路镇江段横穿了镇江市主城区, 铁路的修建, 涉及到沿线的房屋拆迁、道路改造, 为了满足铁路建设和运行条件, 准确评估拆迁体量和道路改造成效, 综合运用虚拟三维技术, 将连淮扬镇铁路三维模型纳入镇江市三维辅助决策系统, 从多角度评估、分析改造方案, 为精准规划、科学决策提供数据支撑。

基于 CityEngine CGA 语言可以实现高速铁路的程序

收稿日期: 2020-12-14

作者简介: 刘鑫龙(1988-), 男, 江苏常州人, 工程师, 硕士, 2013年毕业于河海大学测绘工程专业, 主要从事地理信息三维可视化方面的应用与研究。

化三维建模,基于桥墩二维点带高度信息,点连线,线成面,面变体,精准再现铁路三维模型,相比较传统手工建模,使得大量现有的基础 GIS 数据不需要转换即可使用<sup>[1]</sup>,构建的铁路三维数据真实再现设计方案,后期还可以支持铁路三维模型复杂性定制,提供可控、自由的定制方案,适配不同体量的数据加载。

### 1 总体思路

CGA (Computer Generated Architecture) 作为 City-Engine 语言,建模思路是基于二维地理信息数据,运用规则脚本进行模型构建,通过循环迭代,从而实现三维模型的由简入繁,创造更多的细节<sup>[2]</sup>,如图 1 所示。

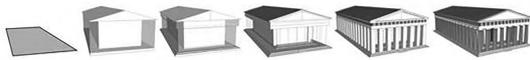


图 1 CityEngine CGA 建模原理

Fig. 1 The modeling principle of CityEngine CGA

基于 CityEngine CGA 语言的高速铁路自动化三维建模在分析铁路设计方案的基础上,提取铁路桥梁墩台的中心,存储为点状要素,在该要素创建编号、高度和旋转角度属性字段,记录各个桥梁墩台的编号、高度和旋转角度,使用 ArcGIS 的要素转 3D 工具,根据要素的高度和编号次序,创建带三维高度数值的铁路桥梁墩台点和铁路中心线,在该三维点和三维线导入 CityEngine 后,根据铁路设计方案展成带高度的三维面,依托 CGA 脚本语言,在三维面生成三维规则体后,进行循环迭代,先后生成桥墩、桥体、桥面乃至铁路接触网支架等细节。建成流程如图 2 所示。

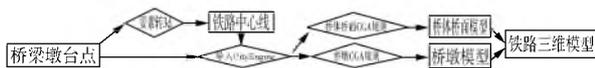


图 2 铁路三维模型构建流程图

Fig. 2 The construction flow chart of railway 3D model

## 2 基于 CityEngine 的高速铁路程序化三维建模

### 2.1 数据准备

在准备三维点和三维线的同时,使用 3dMax 软件制作桥梁墩台和铁路接触网支架等基础部件,带贴图导出为 Obj 格式,一并制作路基、铁轨、栏杆等纹理贴图,作为连淮扬镇高速铁路三维模型基础数据<sup>[3]</sup>。

### 2.2 总体布局

连淮扬镇高速铁路镇江段三维模型总体可以分为 3 大部分,如图 3 所示。

### 2.3 数据预处理

将三维点和三维线导入 CityEngine 项目工程,在三维线节点选择状态下,选中所有节点,在 Intersection Parameters 中设置 type 为 Junction(连接点模式),cornerStyle 设置为 Arcs(弧形模式),在线形选择状态下,选中所有线段,在 Street Parameters 中设置 StreetWidth 宽度为 6,其他默认

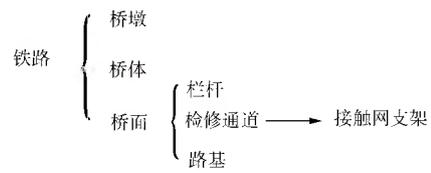


图 3 铁路模型分类

Fig. 3 The classification of railway model

设置为 0,打开 Shapes 面板,可见铁路三维中心线展成带指定宽度的三维面。

在 CGA 文件头部加入约定属性,事先定义桥体高度、检修通道宽度等接口字段,便于后期调整铁路模型尺寸<sup>[4]</sup>。

规则如下:

```
attrrailBridgeHeight = 3.51
attraccessRoadWidth = 0.75
Lot→
```

Extrude( railBridgeHeight) //根据桥体高度挤出盒模型

Comp(f) { top: bridgeDeck | bottom: bridgeBottom | side: ponticSides } //将盒模型分为上、下、侧等 3 类面,其中 bridgeDeck 对应桥面,bridgeBottom 对应桥体底面,ponticSides 对应桥体。

### 2.4 桥墩制作

桥梁墩台是单独的 CGA 文件,规则如下:

Attr angle = 0 //与三维点中 angle 属性字段进行自动匹配

Lot→

```
s(0.5, 1, 0.2) //设置桥墩模型长、宽、高比例
```

```
i("pillar.obj") //引入已有桥梁模型
```

rotate( rel, pivot, 0, angle, 0) //根据设计角度旋转桥墩,旋转参数设置为相对模式,中心旋转

```
center( xyz) //旋转之后,将桥墩模型强制居中
```

```
t(0, -0.5, 0) //将桥墩平移至真实位置
```

### 2.5 桥体制作

桥体侧面细分为 2 个部分,分为上层的基座侧面和下层的类弧形侧面,如图 4 所示。

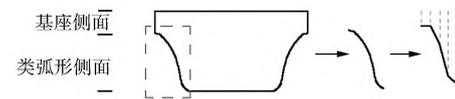


图 4 桥体模型制作流程

Fig. 4 The build flow chart of bridge model

根据各自特点,CGA 规则如下:

ponticSides→

```
split( z, unitSpace, 0) { 1: baseSide | 2.51: arcSide } //在 z 轴方向,根据高度数值划分为 2 个部分对基座侧面进行纹理赋予设置:
```

baseSide→

```
setupProjection(0, scope.xy, 2.5, 2.5) //设置贴图尺寸,为 2.5×2.5 方格网大小
```

texture(“images/lhyz-jdcm.jpg”)//选择对应的贴图文件

projectUV(0)//根据贴图文件类型设置 UV 参数

对类弧形侧面,使用 envelope 方法,通过多次迭代近似可以生成弧形侧面,此次建模综合考虑数据荷载,只使用了 3 次,其中 1 次 CGA 规则如下:

arcSide→

envelope(normal,0.5,0,45)//设置斜面为法线模式,角度设置为 45°,最大高度为 0.5,前基面高度为 0

mirror(false,true,false)//镜像模式,根据左右位置进行镜像

comp(f){1:aslantSide|side:NIL}//此时 1 代表索引序号为 1 的斜面,设置其他面为空

对名为 aslantSide 的面进行纹理设置:

AslantSide→

setupProjection(0,scope.xy,2.5,2.5)

texture(“images/lhyz-qlcm.jpg”)

projectUV(0)

以上代码在桥体类弧形侧面进行纹理设置时通用,不受代码前后位置影响。

对于 bridgeBottom,由于类弧形侧面的缩进,需要对桥体底面进行宽度适应性设置,CGA 规则如下:

bridgeBottom→

comp(f){1:NIL|10:bridgeBottomBed|1:NIL}//将缩进部分去除,保留弧形底部基底面,重命名为 bridgeBottomBed,下面是对该部分进行的贴图参数设置:

bridgeBottomBed→

setupProjection(0,scope.xy,2.5,2.5)

texture(“images/lhyz-qldm.jpg”)

projectUV(0)

## 2.6 桥面制作

对桥面进行进一步细分,分为左右两侧栏杆区、两侧检修通道区、路基区,CGA 规则如下:

bridgeDeck→

split(v,unitSpace,0){0.25:railing|1.5:overhaulAccess|9:railBed|1.5:overhaulAccess--|0.25:railing}//根据功能分为 3 类 5 个区域,分类划分依据各自宽度值

在 railing 里调用 extrude 挤出函数,将栏杆拉成长方体,为了减少整体模型面数,在长方体左右顶部用贴图纹理模拟实体栏杆。

overhaulAccess→

overhualbase//overhualAccess 派生出 overhualbase 和

electricTestle 两个相同要素,其中 overhualbase 用于检修通道模型的构建;electricTestle 用于接触网支架的构建

electricTrestle→

split(u,unitSpace,0){0.1:NIL|0.1:Pole|49.7:NIL}\*|0.1:NIL}//按照 50 米间隔,设置接触网支架,Pole 用于下一步事先制作的接触网支架模型的引入,通过 i(“\*.obj”)形式。

在 overhualbase 和 railBed 用事先制作的贴图纹理模拟表达区域特征。

## 3 辅助连淮扬镇镇江段沿线改造规划决策

当前镇江市建有覆盖中心城区 300 km<sup>2</sup> 三维场景,建立的连淮扬镇高速铁路三维模型通过 obj 格式导入 3dMax<sup>[3]</sup>,最终融入到镇江中心城区三维场景,结合碰撞分析、三维可视化判断,准确评估铁路修建后涉及到的沿线房屋拆迁体量和道路改造工作量,并从多角度评估、分析改造方案,为精准规划、科学决策提供数据支撑。

## 4 结束语

CityEngine CGA 语言通过循环迭代实现复杂模型程序化制作,将以往工作繁琐、重复度高的铁路尤其是高速铁路三维模型制作过程简单化,实现一次编程多次使用,且适用地铁、高架桥、道路等三维建模,后期根据场景范围还可以个性化定制铁路三维模型复杂度,使得大量现有的基础 GIS 数据不需要转换即可使用,为高速铁路项目的规划决策提供了技术支持。

## 参考文献:

- [1] 吕永来,李晓莉.基于 CityEngine 平台的高速铁路建模方法的研究与实现[J].测绘,2013,36(1):19-22.
- [2] Esri(中国)信息技术有限公司. CityEngine 中文教程[G].北京:Esri(中国)信息技术有限公司,2012.
- [3] 魏小娟.运营高速铁路智能车站房建运维 BIM 和 GIS 三维翻模方法研究—以京沪高速铁路车站示范[C]//第十三届中国智能交通年会论文集.天津:中国智能交通协会,2018.
- [4] 范伦,韩健.基于 CityEngine CGA 规则的三维数字城市建模[J].城市勘测,2019(3):58-61.
- [5] 魏远航,朱钱洪,李晓俊. CityEngine 导出 OBJ 模型变形原因分析与解决方法[J].电脑知识与技术,2020,16(18):10-11,18.

[编辑:任亚茹]

## (上接第 255 页)

- [14] 石宁,卢辰龙,杨登科,等.基于拉格朗日插值的灰色模型卫星钟差预报[J].测绘技术装备,2018,20(4):5-7.
- [15] 张峰,黄继勋,王颂邦.基于拉格朗日插值的光纤陀螺时延补偿方法[J].中国惯性技术学报,2017,25(5):676-680.
- [16] 蒲莉莉,刘斌.高密度地质灾害易发区面向对象信息提

取研究[J].测绘与空间地理信息,2020,43(10):33-36,40.

- [17] 吴家铖,刘成龙,畅卫杰,等.特大型悬索桥运营期维护测量内容与方法研究[J].测绘与空间地理信息,2020,43(10):52-56.

[编辑:任亚茹]