

doi: 10.3969/j.issn.1001-358X.2018.05.016

# 基于 Cesium 的“天地图·甘肃”三维地图建设技术研究

张丽侠 杨建科

(甘肃省基础地理信息中心, 甘肃 兰州 730000)

**摘要:** 文中选择基于 Cesium 开源三维地图引擎框架建设“天地图·甘肃”三维地图模块。文中介绍了 Cesium 的特点, 并对 terrain 数据生产、天地图图层调用、三维功能开发等技术进行了研究。实现了“天地图·甘肃”三维模块建设, 并成功上线运行。

**关键词:** 三维 WebGIS (3D-WebGIS); “天地图·甘肃”; Cesium; terrain 数据

**中图分类号:** TD672      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-358X(2018)05-0067-05

## Research on 3D map construction technology of “Map World · Gansu” based on Cesium

Zhang Lixia, Yang Jianke

(Provincial Geomatics Center of Gansu, Lanzhou 730000, China)

**Abstract:** In the paper, Cesium open source 3D map engine framework was selected to build the “Map World · Gansu” three-dimensional map module. Features of Cesium were introduced, and the technologies of terrain data production, the invocation of Map World layer and the development of 3D function and so on were studied. Construction of three-dimensional module of “Map World · Gansu” was realized and successfully went online.

**Key words:** three-dimensional WebGIS (3D-WebGIS); “Map World · Gansu”; Cesium; terrain data

大数据时代,网络三维可视化已成为地理过程动态模拟、可视化分析、协同决策等方面不可缺少的重要手段<sup>[1]</sup>。随着三维可视化技术与 WebGIS 的迅速发展,Web 三维 GIS 开发条件已经逐步成熟,3D-WebGIS 技术既实现了三维地理信息系统直观、可视化展示空间信息和三维空间分析的强大功能,又具有 WebGIS 跨平台、开发效率高、易于扩展、建设成本低、用户操作简单等优点,符合了人们对信息时效性和数据共享的要求,也大大促进了三维 GIS 技术的大众化发展。

国家地理信息公共服务平台公众版“天地图”,是目前我国基础地理信息数据资源最全的互联网服务网站<sup>[2]</sup>,这些数据以二维矢量、二维影像、三维等三种模式全方位、多角度展现,可漫游、能缩放。“天地图”三维模块发展经历了客户端插件版、Web 无插件版的历程,在运行速度、整体稳定性和用户体验上都有了很大的提高。省级节点“天地图·甘肃”的三

维模块尚未建设,为了与天地图主站的服务内容更好的保持一致,打破互联网传统二维地图浏览模式的局限,进一步拓展“天地图·甘肃”地理信息服务的深度和广度、提升地理信息服务能力和水平,亟需充分利用“天地图·甘肃”数据资源,开发“天地图·甘肃”三维地图服务。

### 1 Cesium 概述

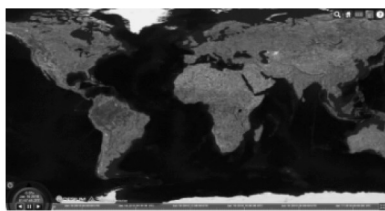
近年来在 GIS 领域出现了 WorldWind、OSSIM-Planet、Cesium 等几款优秀的开源三维可视化框架<sup>[3]</sup>,文中选择 Cesium 框架开发三维模块。Cesium 是一套 JavaScript 开源库,可在浏览器中绘制三维虚拟地球和二维平面地图,无需任何插件,并且 Cesium 基于 Apache 开源协议,开发简单、成本低,支持用户根据研究内容,通过修改代码实现功能定制。

Cesium 框架具有以下几个特点<sup>[4]</sup>:

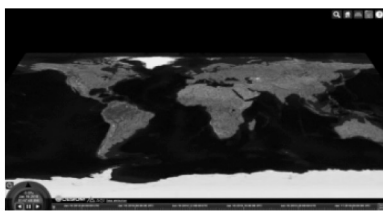
(1) 一个 API,三种视图展示。Cesium 支持二维

引用格式: 张丽侠 杨建科. 基于 Cesium 的“天地图·甘肃”三维地图建设技术研究[J]. 矿山测量 2018, 46(5): 67-71.

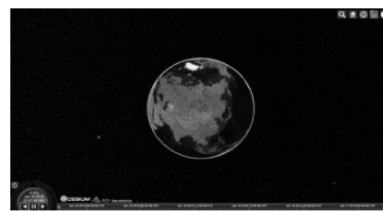
地图(2D)、哥伦布视图(2.5D)以及三维地球(3D)。



二维地图(2D)



哥伦布视图(2.5D)



三维地球(3D)

图1 Cesium支持的三种视图

(2) 动态地理空间数据的可视化,可使用以下几类数据<sup>[5]</sup>:

①通过 CZML 数据格式创建数据驱动的时间动态变化的场景。CZML 是一个基于 JSON 模式,描述地理空间数据及其随时间变化的属性;

②可实现全球高程数据的可视化,从而表现出高低起伏的地形;

③可从多个数据源中创建影像图层,主要包括 WMS、TMS、WMTS、OpenStreetMap、BingMap、ArcGIS 地图服务及标准的影像文件。图层之间可以相互堆叠,且可动态设置每个图层的亮度、透明度、色度及饱和度等;

④可动态可视化 GeoJSON、KML、GML 等多种格式的矢量数据;

⑤可使用 COLLADA 和 glTF 格式的数据创建三维模型;

⑥可绘制多种几何图形,并且为几何图形设置不同的外观。主要包括折线、多边形、椭圆形和球形等图形。

## 2 terrain 三维地形数据生成

Cesium 中的地形系统是一种由流式瓦片数据生

成地形的技术。Cesium js 支持两种类型的地形, STKWorldTerrain 和 SmallTerrain<sup>[6]</sup>。

STKWorldTerrain 是基于 quantizedmesh 的高分辨率地形,类似于 TIN 三角网地形,可充分利用 GL 中的 Shader 来渲染,效果逼真,并在 Cesium 社区在线提供了免费地形瓦片供用户调用,这些地形数据在全球不同地区一般采用不同精度的高程数据。但目前 STKWorldTerrain 地形尚未公开其生成原理。

SmallTerrain 是基于 heightmap 的中等分辨率地形,渲染出的地形效果虽不如 quantizedmesh 的地形,但能基本还原地球表面的地形起伏。目前已有开源工具可以将 tif 格式的地形数据生成这种规范的 terrain 文件,文中利用 gdal2srtmtiles.py 转换工具将 GeoTIFF 格式的 DEM 高程数据生成 terrain 文件,并配置到 Webserver 下进行发布,实现 Cesium 下三维 WebGIS 的开发。

gdal2srtmtiles - demo.py 程序生成 terrain 文件需要在程序文件中设置相关参数:指定该程序在本地的存放位置和层级数,设置本地 DEM 数据的存储位置和成果 terrain 文件的输出路径,如图 2 所示。

```

2589 # =====生成程序所在位置=====生成数据层级
2590
2591 if __name__ == '__main__':
2592     sys.argv = ['C:\\terrain\\t7-gdal2srtmtiles-demo.py', '--cesium', '--resume', '-z', '0-8',
2593               '-p', 'geodetic', ['C:\\terrain\\demdata\\srtm_60_08.tif'], ['C:\\terrain\\terrain_tiles']]
2594     print(sys.argv)
2595     argv = gdal.GeneralCmdLineProcessor( sys.argv )
2596     if argv:
2597         gdal2tiles = GDAL2Tiles( argv[1:] ) DEM高程文件位置
2598         gdal2tiles.process()
2599
2600
2601
2602
2603
2604
2605
2606
2607
2608
2609
2610
2611
2612
2613
2614
2615
2616
2617
2618
2619
2620
2621
2622
2623
2624
2625
2626
2627
2628
2629
2630
2631
2632
2633
2634
2635
2636
2637
2638
2639
2640
2641
2642
2643
2644
2645
2646
2647
2648
2649
2650
2651
2652
2653
2654
2655
2656
2657
2658
2659
2660
2661
2662
2663
2664
2665
2666
2667
2668
2669
2670
2671
2672
2673
2674
2675
2676
2677
2678
2679
2680
2681
2682
2683
2684
2685
2686
2687
2688
2689
2690
2691
2692
2693
2694
2695
2696
2697
2698
2699
2700
2701
2702
2703
2704
2705
2706
2707
2708
2709
2710
2711
2712
2713
2714
2715
2716
2717
2718
2719
2720
2721
2722
2723
2724
2725
2726
2727
2728
2729
2730
2731
2732
2733
2734
2735
2736
2737
2738
2739
2740
2741
2742
2743
2744
2745
2746
2747
2748
2749
2750
2751
2752
2753
2754
2755
2756
2757
2758
2759
2760
2761
2762
2763
2764
2765
2766
2767
2768
2769
2770
2771
2772
2773
2774
2775
2776
2777
2778
2779
2780
2781
2782
2783
2784
2785
2786
2787
2788
2789
2790
2791
2792
2793
2794
2795
2796
2797
2798
2799
2800
2801
2802
2803
2804
2805
2806
2807
2808
2809
2810
2811
2812
2813
2814
2815
2816
2817
2818
2819
2820
2821
2822
2823
2824
2825
2826
2827
2828
2829
2830
2831
2832
2833
2834
2835
2836
2837
2838
2839
2840
2841
2842
2843
2844
2845
2846
2847
2848
2849
2850
2851
2852
2853
2854
2855
2856
2857
2858
2859
2860
2861
2862
2863
2864
2865
2866
2867
2868
2869
2870
2871
2872
2873
2874
2875
2876
2877
2878
2879
2880
2881
2882
2883
2884
2885
2886
2887
2888
2889
2890
2891
2892
2893
2894
2895
2896
2897
2898
2899
2900
2901
2902
2903
2904
2905
2906
2907
2908
2909
2910
2911
2912
2913
2914
2915
2916
2917
2918
2919
2920
2921
2922
2923
2924
2925
2926
2927
2928
2929
2930
2931
2932
2933
2934
2935
2936
2937
2938
2939
2940
2941
2942
2943
2944
2945
2946
2947
2948
2949
2950
2951
2952
2953
2954
2955
2956
2957
2958
2959
2960
2961
2962
2963
2964
2965
2966
2967
2968
2969
2970
2971
2972
2973
2974
2975
2976
2977
2978
2979
2980
2981
2982
2983
2984
2985
2986
2987
2988
2989
2990
2991
2992
2993
2994
2995
2996
2997
2998
2999
3000

```

图2 terrain 文件参数

下图是调用 gdal2srtmtiles - demo.py 程序生产的 terrain 地形文件构建的三维场景,从不同视角浏览发现场景中存在裂缝,经过多组数据实验,均存在地形裂缝问题,期待该软件在后续能解决这一算法问题。

## 3 基于 Cesium 开发“天地图·甘肃”三维模块

### 3.1 “天地图·甘肃”的三维地形数据

为了提高用户体验效果,避免自主生产的地形数据存在裂缝这一缺陷,项目组选择在线调用 Ce-

siumTerrainServer——高分辨率全球地形数据<sup>[7-8]</sup>,

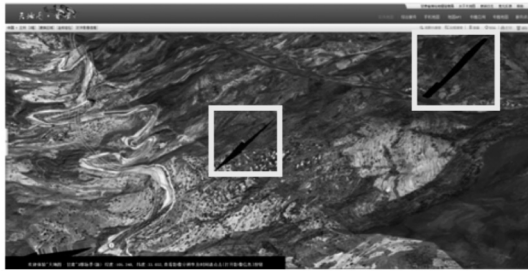


图3 三维场景中存在的裂缝

该数据是 AGI 在线提供的 quantized - mesh v1.0 格式的高精度地形瓦片数据,支持地形光照和水流效果。它不存在地面裂缝,并且精度高,完全满足运行在互联网上的“天地图·甘肃”三维地图的需求。

Cesium 通过 Terrain Provider 的实现类请求服务器端的高程瓦片数据,然后计算高程点信息,最后创建并可视化地形数据<sup>[9]</sup>。在线调用地形数据加载实现代码:

```
//调用在线 quantized - mesh v1.0 地形瓦片服务
var stk_terrainProvider = new Cesium.CesiumTerrainProvider({
    url: 'https://assets.agi.com/stk-terrain/v1/tilesets/PAMAP/tiles',
    requestVertexNormals: true,
    requestWaterMask: true});
```

### 3.2 影像数据

三维地图影像采用“天地图·甘肃”WMTS 格式影像服务<sup>[10]</sup>,保证了三维的访问速度和影像质量,同时叠加影像注记切片服务和甘肃省境界线切片服务,并对影像注记进行了随视点距离的变化自动隐藏处理,提高了三维界面的整洁性和浏览效率。



开发者可以通过构建 Imagery Provider 接口的实现类,并指定服务器端 url 地址来访问影像地图服务,从而获得影像瓦片数据。“天地图·甘肃”影像、影像注记服务调用实现代码:

```
//调用“天地图·甘肃”影像服务
imageryProvider: new Cesium.WebMapTileServiceImageryProvider({
    url: 'http://service.gsmap.cn/img_w/wmts-service=wmts&request=GetTile&version=1.0.0&LAYER=img&tileMatrixSet=w&TileMatrix={TileMatrix}&TileRow={TileRow}&TileCol={TileCol}&style=default.jpg',
    layer: "tdtgs_img",
    style: "default",
    format: "image/jpeg",
    tileMatrixSetID: "tdtgs_img"}),
//调用“天地图·甘肃”影像注记服务
viewer.imageryLayers.addImageryProvider(new Cesium.WebMapTileServiceImageryProvider({
    url: "http://service.gsmap.cn/cia_w/wmts-service=wmts&request=GetTile&version=1.0.0&LAYER=cia&tileMatrixSet=w&TileMatrix={TileMatrix}&TileRow={TileRow}&TileCol={TileCol}&style=default.jpg",
    layer: "tdtAnnoLayer",
    style: "default",
    format: "image/jpeg",
    tileMatrixSetID: "GoogleMapsCompatible",
    show: false
})));
```

在“天地图·甘肃”电子地图页面中添加了三维地图服务。选择【三维】即可进入三维地图服务窗口。



图4 三维地图界面

### 3.3 “天地图·甘肃”三维地图功能实现

三维地图模块基于“天地图·甘肃”的软件框架开发。三维模块除了具有基于鼠标操作的放大、缩

小、漫游、视角调整和坐标显示等常用功能外,添加 map3dCsum 类,调用“天地图·甘肃”电子地图的 map 类, map3dCsum 与 map 类共同实现了二三视

图范围同步,即二三维视图切换后会保持视野范围不变,如 map3dCsum 与 query 实现地名搜索, map3dCsum 与 citychange 实现城市切换, map3dCsum

与相关专题服务类实现专题数据在三维中的展示,除此还实现了市县乡三级快速定位、坐标定位、影像信息加载等功能。



图5 二三维视图范围同步切换



三维地名搜索



三维坐标定位



三维城市切换



三维市县乡快速定位



三维机动车单行道



三维轨道交通路线

图6 三维地图功能

#### 4 结 语

通过对 WebGIS 和 Cesium 框架技术的研究,利用“天地图·甘肃”地图服务数据搭建了三维地图模块,建设成本低,填补了目前“天地图·甘肃”三维地图服务的空白,与“天地图”主站地图服务模式一致,

提高了用户体验效果,拓展了“天地图·甘肃”平台服务的深度和广度。随着“天地图”的发展及用户需求的日益提高,三维地图的用户体验和服务能力也将不断完善和提高。后续可从两方面入手进一步展开研究:一是地形数据方面,可按需下载 AGI 提供的高精度 quantizedmesh 瓦片,实现本地化部署,这样既

保证了地形精度,又提高了访问效率,同时研究利用自有 DEM 数据生产更加精细的地形服务;二是三维功能方面,研究基于 Cesium 的三维鼠标绘图、三维量测、三维空间分析以及粒子效果等三维功能。

#### 参考文献:

- [1] 牛艺博. 基于 Web GL 的地理信息三维可视化技术研究[D]. 兰州: 兰州交通大学 2015.
- [2] 周耀学,卫东,邱文. 省级地理信息公共服务平台服务体系构建[J]. 测绘通报 2011 (8): 23-25.
- [3] 张铎. 基于瓦片数据的 Web GIS 三维可视化研究[D]. 抚州: 东华理工大学 2017.
- [4] 高云成. 基于 Cesium 的 Web GIS 三维客户端实现技术研究[D]. 西安: 西安电子科技大学 2014.
- [5] Patrick Cozzi. Cesium [EB/OL]. [2014]. <http://cesiumjs.org/>.
- [6] kamijawa [EB/OL] cesiumjs 开发实践(四)地形介绍. [2014]. <https://my.oschina.net/u/1585572/blog/290481>.
- [7] Homme Z. Cesium - terrain - server [EB/OL]. (2016-04-07). [2016-10-09]. <http://github.com/geo-data/cesium-terrain-server>.
- [8] Todd S. Cesium - API Reference [EB/OL]. [2016-10-09]. <http://cesiumjs.org/refdoc.html>.
- [9] 杨健. 真实感三维地形漫游系统的研究与实现[D]. 广州: 华南理工大学 2010.
- [10] 甘肃省测绘地理信息局. “天地图·甘肃”建设专栏 [EB/OL]. [2011.12]. <http://www.gsmap.cn/guide/index.html>.

作者简介: 张丽侠(1983-),女,助理工程师,现主要从事三维地理信息系统建设方面的工作。

(收稿日期: 2018-03-09)

(上接第58页)

总共减少了 759.74km<sup>2</sup>,绿洲面积从 2010 年的 3 371.60 km<sup>2</sup>增加到 2016 年绿洲面积为 3 790.31 km<sup>2</sup>; (3) 研究期内,研究区年均温呈增长趋势,年降水量则整体呈微弱下降,年均气温和年降雨的变化与沙漠/绿洲面积变化之间的相关性非常低,因此推测研究区内沙漠面积的减少、绿洲面积的增加主要得益于规划的实施这一人为因素。

#### 参考文献:

- [1] 董苗,刘普幸,张彦龙,等. 1975-2014 年河套绿洲城市化遥感监测与区域差异分析[J]. 水土保持通报 2016, 36(4): 1-8.
- [2] 王琪,史基安,张中宁,等. 石羊河流域环境现状及其演化趋势分析[J]. 中国沙漠 2003(1): 48-54.
- [3] 颀耀文,陈发虎,王乃昂. 近 2000 年来甘肃民勤盆地绿洲的空间变化[J]. 地理学报 2004(5): 662-670.
- [4] 陈翔舜,高斌斌,王小军,等. 甘肃省民勤县土地荒漠化现状及动态[J]. 中国沙漠 2014, 34(4): 970-974.
- [5] 周俊菊,张恒玮,张利利,等. 综合治理前后民勤绿洲景观格局时空演变特征[J]. 干旱区研究 2017, 34(1): 79-87.
- [6] 任珩,赵成章,安丽涓. 基于突变级数法的民勤绿洲水资源管理政策绩效评价[J]. 资源科学 2014, 36(5): 922-928.
- [7] 张华,吴睿,康雅茸. 民勤绿洲梭梭同化枝光合生理特性与形态[J]. 草业科学 2018(2): 371-379.
- [8] 张华,张改改,吴睿. 基于 GF-1 卫星数据的面向对象的民勤绿洲植被分类研究[J]. 干旱区地理 2017, 40(4): 831-838.
- [9] 杨怀德,冯起,黄珊,等. 民勤绿洲水资源调度的生态环境效应[J]. 干旱区资源与环境 2017, 31(7): 68-73.
- [10] 魏轩,周立华,陈勇,等. 民勤绿洲水资源利用的综合效益评价[J]. 冰川冻土 2015, 37(6): 1688-1696.
- [11] 赵明瑞. 民勤县生态现状调查与分析[J]. 甘肃林业, 2017(5): 20-21.

作者简介: 王晶(1982-),女,汉族,甘肃兰州人,硕士研究生,工程师,主要研究方向为地理国情监测。

(收稿日期: 2018-03-12)