

基于 Autodesk 平台的市政 BIM 设计软件 二次开发及应用

汪 勇¹, 付 豪², 曹珂瑞³, 尹鹏程⁴

(重庆市设计院有限公司, 重庆市 400015)

摘 要:为解决在两江新区至长寿区快速通道项目(下称江长项目)中遇到的工程体量大、设计周期短、建模任务重和路线调整频繁等问题。基于 Autodesk 平台 BIM 设计软件进行二次开发,实现以下功能点:超大范围场地模型的快速创建;对传统设计成果的快速转化,即 EICAD 数据的解析与 C3D 三维路线对象的自动生成;BIM 模型的高质量创建,即大型桥梁、隧道模型的自动创建;编码工具的应用等。通过综合应用以上工具,项目组探索出一条适合超大型市政工程 BIM 设计的应用流程,为推动市政工程 BIM 正向设计打下坚实基础。

关键词: BIM; Civil3D; Revit; 二次开发

中图分类号: U412.36; TU17

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)10-0238-08

1 概 述

1.1 项目简介

两江新区到长寿区快速通道位于重庆市两江新区东侧和长寿区西部,南起于三环高速,顺接快速路六纵线,北沿铜锣山东侧,经石船、统景,跨越御临河,穿越明月山至长寿晏家后,北止于菩提山北侧渝巫路,接顺现状菩提北路。

项目全长 23.61 km,标准路幅宽度 29 m,包括特长隧道 1 座(晏家隧道约 4.46 km),中隧道 1 座(龙门桥隧道),跨御临河桥梁 1 座,主线桥 17 座,互通立交 4 座(双桥立交、统景立交、河泉立交、齐心大道立交),建设投资约 79.73 亿元。该项目总体布置如图 1 所示。

1.2 项目难点

项目是连接重庆市两江新区与长寿区的重要通道,作为重庆市的重点工程,项目投资金额高(79.73 亿)、设计工期紧、工程技术复杂、安全风险高。

项目体量大,衍生出一系列难题,如地形面积大,处理难;路线众多,调整难;结构形式复杂,构建难。常规 BIM 设计思路已不能很好的应对本项目。故项目组对 BIM 设计工具进行定向二次开发以解决本项目中遇到的实际问题。

对于场地设计,本项目原始勘察资料包含较多

异常的测量点与等高线。为快速清除勘察资料中的异常数据,项目组通过自研算法并对 Civil3D 进行二次开发,实现自动识别并删除出差点,实现超大范围场地模型的创建。

路线设计为道路设计的核心。路线中储存的信息是本项目最为基础的设计要素之一,也是多专业协同的核心数据。本项目受规划方案及用地红线影响,路线数量众多,路线设计调整频繁。为应对此难题,项目组自研 Civil3D 辅助工具,实现对 EICAD 路线资料的自动识别,并将其转化为 Civil3D 路线对象。本方法的应用,不仅解决了项目设计工期短,路线设计变更频繁等问题,还将传统二维设计形式与三维设计模式的衔接,为 BIM 正向设计的落地,打下坚实基础。

受地形起伏变化影响,本项目结构数量众多,结构形式复杂。使用传统设计思路推进 BIM 设计时,出现诸如上部结构翼缘扭曲,隧道衬砌漏面等情况。项目组根据 Revit 特性,以及实际需要,通过二次开发,研发特定 Revit 辅助工具,较为理想的解决了上述问题。除此之外,该工具的运用不仅大幅提升了结构模型的创建效率与准确性,还极大缩短了设计周期,提升了设计成果的质量。

项目组通过对 Civil3D 和 Revit 等传统 BIM 设计软件进行二次开发,大幅提升了 BIM 模型的创建效率与准确性,为顺利完成江长项目,推动 BIM 技术在大型市政工程中的应用,打下了坚实基础。

收稿日期: 2022-12-20

作者简介: 汪勇(1974—),男,学士,教授级高级工程师,从事道桥设计工作。

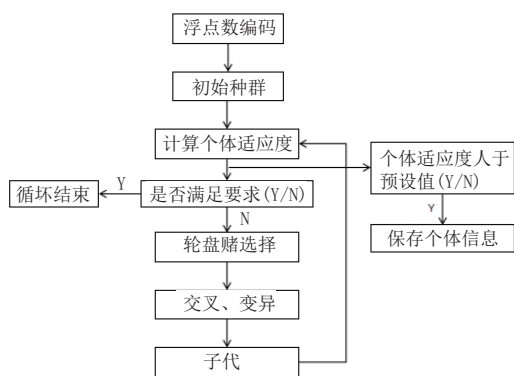


图4 处理出差点技术路线图

单独编码。

(2)在每个编码范围内随机选取一些点,作为初始种群。

(3)根据点的编码,确定点在曲面上位置,将点在此处的斜率作为个体的适应度。斜率的值越大,适应度越高。与传统遗传算法不同的是,在每轮迭代过程中,如果个体的适应度大于预设值,则记录该个体,并在循环结束后将其作为出差点并删除。

(4)采用轮盘赌选择(Roulette Wheel Selection),确定用来遗传的个体。根据个体的适应度,计算选择概率。

(5)将选择的个体作为父代,通过交叉形成子代,开始循环直至找到满意的解,对于本问题,可以设置斜率的值作为停止条件。

本项目原始勘察资料中包含 1 748 326 个地形点,经处理后,共清理 155 864 个出错测量点,项目组顺利得到满足设计要求的地形数据(见图 5)。该辅助工具的研发与应用,为项目顺利推进提供了有力保障。

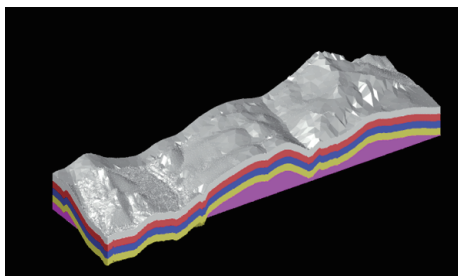


图5 两江新区到长寿区快速通道项目数字地形

2.2 二次开发结合 Civil3D 快速创建数字地形

截至本文撰稿时,本项目为重庆市最长市政路,设计速度 80 km/h,双向 6 车道。项目沿线周边水系发达,建筑、轨道、铁路众多,交通组织复杂。设计要求根据沿线地块功能、性质,结合地形地貌,合理进行路线平、纵设计,为地块整治和开发利用创造条件,提高土地价值。故本项目路线数量众多,线路设

计调整较为频繁。

2.2.1 传统 Civil3D 路线建模流程及存在的不足

Civil3D 可通过“路线创建工具”,通过交点法和积木法进行路线设计,也可通过转换功能将选取的图元转换为路线对象。

但是 Civil3D 软件本地化程度较低,使用 Civil3D 进行路线设计时存在以下不足:一是软件层面缺乏对国内最新规范的支持;二是自带的路线图元类型、路线样式和路线标签样式与国内设计人员使用习惯差异较大。三是相比传统的二维设计软件,缺乏一些常用的设计工具,特别是使用 Civil3D 进行出图时,需要进行深度定制。

2.2.2 通过自研插件快速创建三维路线对象

路线设计中的包含信息是最为基础的设计要素,也是多专业协同的核心数据^[1]。为解决 2.2.1 中所提到的不足,保持传统设计人员设计习惯基本不变,推动 BIM 正向设计在行业内落地,项目组采用 EICAD 进行路线平曲线设计,开发 Civil3D 插件解析 EICAD 平曲线设计成果,并自动在 Civil3D 中创建路线三维对象,实现了二维设计数据到三维数据的无缝传递。技术路线如图 6。

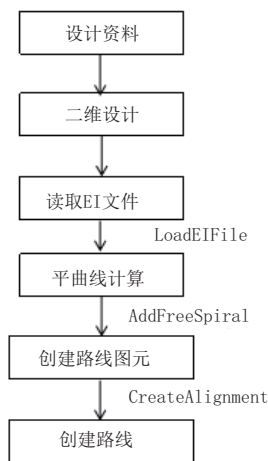


图6 创建 Civil3D 线形技术路线图

EICAD 是一款基于 AutoCAD 的交互式道路与立交设计软件,在市政工程路线设计中应用较为广泛^[2]。为实现设计数据的流转,本文基于 Civil3D 的路线功能进行二次开发,通过解析 EICAD 数据生成可供 Civil3D 读取的数据,利用 Civil3D 的创建路线 API 一键创建路线模型,解决了二维路线平曲线设计数据到三维路线平曲线设计数据的无缝精确转换问题,实现了在 Civil3D 中快速建立路线对象的功能。开发环境选择 C#.Net4.5.2、Python 与 C3D 2018 SDK。

使用 Civil3D API 创建路线对象时,需要通过平面曲线计算路线图元,具体计算方法可参考文献[4],使用的 API 见表 1。

表 1 Civil3D 创建路线对象 API

类别	API	API 参数
直线	AddFixedLine	直线起点与终点
圆曲线	AddFixedCurve	圆曲线起点、终点、半径、转向
缓和曲线	AddFreeSpiral	前图元、后图元、A 值、转向、缓和曲线类型

基于 Python3.8 和科学计算库 Numpy, Sympy 编写上述计算程序,通过线程通讯传递参数与计算结果,在主程序中创建直线与圆曲线图元。

创建直线与圆曲线图元后,根据图元关系,即可创建抛物线图元,之后设定路线名称、样式、桩号、图层、标签集样式等,可实现通过程序自主在 Civil3D 中创建路线对象。

本项目通过对 Civil3D 进行二次开发,实现了 EICAD 设计数据到 Civil3D 设计数据的无缝精确流转,大幅提升 BIM 设计的精度和效率。经综合评估,此项技术在本次项目共节省工期 5 d,为保证工程顺利完工打下了坚实基础。

3 二次开发结合 Revit 在市政结构工程中的运用

3.1 传统 Revit 结构设计流程及存在的不足

传统的 BIM 桥梁设计流程:通过二维图纸,创建上部结构轮廓族,再将轮廓族沿桥梁中心线进行放样融合生成桥梁上部结构,隧道同理。

在江长项目中,传统设计流程存在以下问题:一是结构数量多,设计时间成本大幅增加;二是结构类型复杂,存在大量异形结构,传统 BIM 设计方式无法满足业主要求。因此项目组通过对 Revit 进行二次开发,以提高设计效率、节省时间成本、解决异形结构构建等问题。

3.2 二次开发环境及其应用

本项目结构形式复杂,数量众多。项目包含大型桥梁 18 座,互通立交 3 座,穿山隧道 3 条,其中晏家隧道全长 4.45 km。面对如此大体量、短工期的情况,运用传统 BIM 设计模式已无法很好的完成此次设计任务。因此项目组考虑基于 Revit 研发专用市政辅助工具,以提高设计效率,提升模型精度。该工具还成功实现结构模型自动生成 CAD 图纸等功能。

开发环境为 C#.NET Framework4.5.2、Revit

2018 SDK。

Revit 为 Autodesk 公司为建筑、结构 BIM 设计研发的综合设计工具,在土建 BIM 设计领域被广泛应用。Revit 有很强的拓展性,为开发者提供了大量 API(接口),第三方开发者能够根据自己的需求调用这些 API,实现将自己开发的功能集成到 Revit 上,使之成为软件中的一个模块。

本章将阐述,通过对 Revit 进行二次开发,实现将项目组需求与 Revit 相结合,实现对原有 BIM 结构设计思路的优化,实现参数化快速建模、提高 BIM 设计效率,提升 BIM 模型的质量,同时扩展 Revit 软件功能,使其更加符合市政工程 BIM 设计的使用需求,促进 BIM 正向设计的发展。

3.3 二次开发在桥梁中的应用

3.3.1 变截面上部结构

本项目桥梁数量多且结构复杂,以主线 14 号桥为例,主线 14 号桥上跨匝道 B 线、晏家联络道、现状河道及还建道路,综合考虑桥梁跨越以及景观效果,同时考虑到桥梁的经济性布置,桥梁分为左右两幅桥设置,左幅桥梁第三、四、五联,右幅桥梁第一、二、三、七联上部结构采用预制预应力混凝土 T 梁,左幅桥梁第一、二联,右幅桥梁第四、五、六联上部结构采用现浇预应力混凝土连续箱梁的结构形式,单箱多室等截面直腹式箱梁。该桥梁结构对模型精度要求较高,传统 BIM 设计精度有限,且模型不稳定,故不能满足本项目要求。为提升 BIM 模型的精度,项目组采用二次开发的方式来创建桥梁 BIM 模型。

对于变截面上部结构,传统建模方式通常是创建一个参数化轮廓族,并利用 Dynamo 驱动参数化轮廓族进行放样,生成完整上部结构。该方法的问题在于生成的模型构造不稳定,由于参数化的原因,箱梁翼缘处极易出现变形的情况,如图 7 所示。



图 7 变截面结构异常

为解决此问题,项目组对 Revit 进行二次开发,调用其内部高权限 API 创建模型。思路如下:

(1) 中心线解析

将道路中心线导入 Revit 的方式通常有两种^[5]:

方法一是通过 Civil3D 数据报告功能,将道路中心点报告数据进行相对坐标处理,把处理好的点报告数据导入 Excel 表格,利用点数据生成空间曲线;

方法二是直接将 Civil3D 中的道路中心线转化为带有高程的空间曲线,通过 API 中的 Autodesk.Revit.UI.Selection 手动拾取道路中心线。

本节采用第一种方式进行展示。利用 NPOI 程序框架解析目标 Excel 并获取相应数据,再利用 System.IO.FileStream 和 NPOI 框架对 Excel 表格进行处理,获取道路中心点的空间坐标信息,丢弃无效数据。利用 ReferencePointArray()方法将每一组三维坐标转化为自适应点,然后通过 NewCurveByPoints()方法将各自适应点连接成空间三维曲线。其中道路中心点数据如图 8 所示。

站	站	站	站	站	站	站	站	站	站
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130
131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
161	162	163	164	165	166	167	168	169	170
171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190
191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
211	212	213	214	215	216	217	218	219	220
221	222	223	224	225	226	227	228	229	230
231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
241	242	243	244	245	246	247	248	249	250
251	252	253	254	255	256	257	258	259	260
261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
271	272	273	274	275	276	277	278	279	280
281	282	283	284	285	286	287	288	289	290
291	292	293	294	295	296	297	298	299	300
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310
311	312	313	314	315	316	317	318	319	320
321	322	323	324	325	326	327	328	329	330
331	332	333	334	335	336	337	338	339	340
341	342	343	344	345	346	347	348	349	350
351	352	353	354	355	356	357	358	359	360
361	362	363	364	365	366	367	368	369	370
371	372	373	374	375	376	377	378	379	380
381	382	383	384	385	386	387	388	389	390
391	392	393	394	395	396	397	398	399	400
401	402	403	404	405	406	407	408	409	410
411	412	413	414	415	416	417	418	419	420
421	422	423	424	425	426	427	428	429	430
431	432	433	434	435	436	437	438	439	440
441	442	443	444	445	446	447	448	449	450
451	452	453	454	455	456	457	458	459	460
461	462	463	464	465	466	467	468	469	470
471	472	473	474	475	476	477	478	479	480
481	482	483	484	485	486	487	488	489	490
491	492	493	494	495	496	497	498	499	500
501	502	503	504	505	506	507	508	509	510
511	512	513	514	515	516	517	518	519	520
521	522	523	524	525	526	527	528	529	530
531	532	533	534	535	536	537	538	539	540
541	542	543	544	545	546	547	548	549	550
551	552	553	554	555	556	557	558	559	560
561	562	563	564	565	566	567	568	569	570
571	572	573	574	575	576	577	578	579	580
581	582	583	584	585	586	587	588	589	590
591	592	593	594	595	596	597	598	599	600
601	602	603	604	605	606	607	608	609	610
611	612	613	614	615	616	617	618	619	620
621	622	623	624	625	626	627	628	629	630
631	632	633	634	635	636	637	638	639	640
641	642	643	644	645	646	647	648	649	650
651	652	653	654	655	656	657	658	659	660
661	662	663	664	665	666	667	668	669	670
671	672	673	674	675	676	677	678	679	680
681	682	683	684	685	686	687	688	689	690
691	692	693	694	695	696	697	698	699	700
701	702	703	704	705	706	707	708	709	710
711	712	713	714	715	716	717	718	719	720
721	722	723	724	725	726	727	728	729	730
731	732	733	734	735	736	737	738	739	740
741	742	743	744	745	746	747	748	749	750
751	752	753	754	755	756	757	758	759	760
761	762	763	764	765	766	767	768	769	770
771	772	773	774	775	776	777	778	779	780
781	782	783	784	785	786	787	788	789	790
791	792	793	794	795	796	797	798	799	800
801	802	803	804	805	806	807	808	809	810
811	812	813	814	815	816	817	818	819	820
821	822	823	824	825	826	827	828	829	830
831	832	833	834	835	836	837	838	839	840
841	842	843	844	845	846	847	848	849	850
851	852	853	854	855	856	857	858	859	860
861	862	863	864	865	866	867	868	869	870
871	872	873	874	875	876	877	878	879	880
881	882	883	884	885	886	887	888	889	890
891	892	893	894	895	896	897	898	899	900
901	902	903	904	905	906	907	908	909	910
911	912	913	914	915	916	917	918	919	920
921	922	923	924	925	926	927	928	929	930
931	932	933	934	935	936	937	938	939	940
941	942	943	944	945	946	947	948	949	950
951	952	953	954	955	956	957	958	959	960
961	962	963	964	965	966	967	968	969	970
971	972	973	974	975	976	977	978	979	980
981	982	983	984	985	986	987	988	989	990
991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000

图 8 道路中心点数据

(2) 闭合曲线组成放样轮廓

生成桥梁上部结构需要选择桥梁横断面轮廓,在中心线的基础上进行空间放样融合的操作,如图 9 所示。轮廓通常选择在 Revit 中使用公制常规模型来绘制。生成上部结构的技术路线如下:

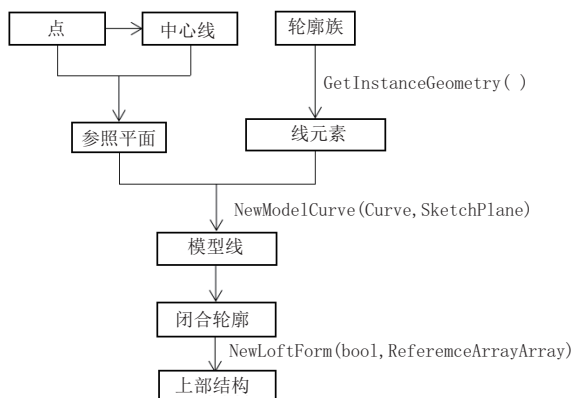


图 9 上部结构二次开发技术路线图

a. 根据 3.2.1 中(1)的方法获得桥梁中心线,利用 API 中 Plane.CreateByNormalAndOrigin 创建并获取空间曲线上关键控制点的法向平面;

b. 使用公制常规模型绘制上部结构轮廓族,外轮廓和箱室轮廓分两次创建;并将轮廓族旋转放置于法向平面上,如图 10 所示;

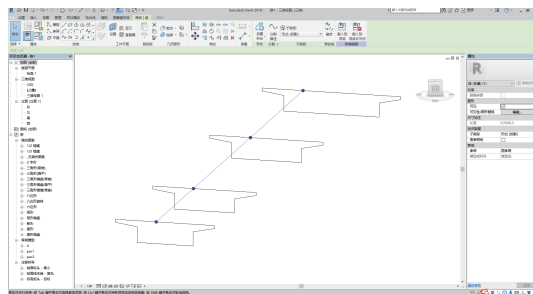


图 10 轮廓示意图

c. 找到闭合轮廓并对其进行分组。通过 GetInstanceGeometry()方法将已经绘制好的轮廓族转化为 GeometryElement, 遍历其中每一项为直线 Line 的元素, 将其转化为模型线 ModelCurve 对象, 最后通过 ReferenceArray 将闭合轮廓成组;

d. 通过 LookupParameter().Set()将参数化族与设计参数相结合,并附上相应参数值;

e. 利用 ReferenceArrayArray()生成放样融合可用的闭合轮廓, 再通过 NewLoftForm (bool, ReferenceArrayArray)创建上部结构,如图 11 所示。

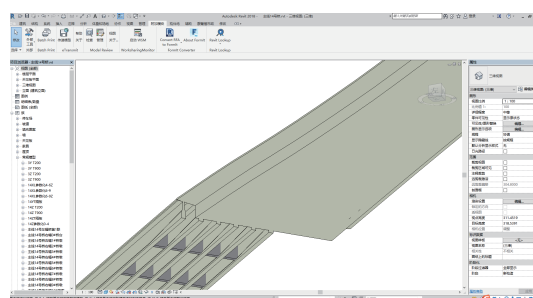


图 11 上部结构模型示意图

3.3.2 桥台桥墩的生成和放置

根据桥台与桥墩结构类型重复性大的特点,项目组考虑用参数化控制桩的长度、桥台宽度等,通过对族参数的设置和传值,实现下部结构的参数化生成,提高模型生成效率。

下部结构的放置主要分为放置点位置和旋转角度两个部分,精确放置点位可由 Civil3D 导出数据后,Revit 直接读取,旋转角度部分,对于桥台和桥墩的二次开发应用过程如下:

a. 旋转角度可等价于空间曲线上某点的切向量方向和下部结构初始方向的水平夹角,因此考虑借

助向量叉积的运算来得出所需的旋转角度。

对于向量 a 和向量 b :

$$\vec{a} = (x_1, y_1, z_1)$$

$$\vec{b} = (x_2, y_2, z_2)$$

a 和 b 的叉积可写作:

$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ x_1 & y_1 & z_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 \end{vmatrix}$$

$$= (y_1 z_2 - y_2 z_1)i - (x_1 z_2 - x_2 z_1)j + (x_1 y_2 - x_2 y_1)k$$

其集合意义为在三维几何中, 向量 a 和向量 b 的叉积结果是一个向量, 该向量垂直于向量 a 和向量 b 所构成的平面。

因此为计算下部结构旋转角度, 首先可先利用 Hermite Spline.Tangents [] 和 Curve.Get Points ().get_Item ().Position 得到曲线上点的切线和点坐标, 通过 Plane.CreateByNormalAndOrigin 生成曲线上各点的法向平面; 接下来用 Plane.CreateByOriginAndBasis 创建一个新平面垂直于水平面, 所需的参数有三个: 平面原点——与法向平面原点相同; BasisX——法向平面的法向量与 $(0, 0, 1)$ 的叉积所得向量; BasisY—— $(0, 0, 1)$ 向量。

由此可得到一个新的竖向平面, 该平面的法向量方向与下部结构原始方向的夹角即为所需旋转角度。

b. 将桩号对应的桥台和桥墩族载入到 Revit 项目文件, 并把族名称及桩号导入 Excel 表格, 使用 NPOI 框架对表格进行读取操作。

在文档中创建 FamilyInstance 将下部结构放置在指定位置, 然后在各点位处创建一条方向为 $(0, 0, 1)$ 旋转参照直线, 最后对已经放置的族使用 ElementTransformUtils.RotateElement 按水平角度进行旋转, 效果如图 12 所示。



图 12 桥台和桥墩模型示意图

3.4 二次开发在隧道中的应用

3.4.1 隧道主体

本项目共有三个隧道, 分别是龙门桥隧道、经开区隧道和晏家隧道。其中晏家隧道为特长隧道, 长约 4.46 km, 衬砌类型多达二十余种, 结构复杂, 模型设

计有一定难度。

隧道主体设计易遇到的问题与桥梁设计相似, 主要表现为隧道主体变形、隧道漏面、剪切异常等, 如图 13 所示。

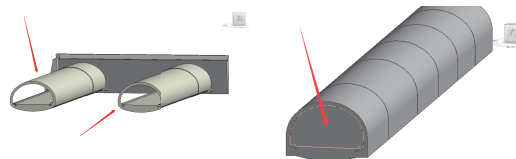


图 13 隧道主体异常情况

因此, 项目组继续对 Revit 进行二次开发, 调用其 API 创建隧道模型。隧道模型设计过程与桥梁类似, 首先通过 C3D 解析道路中心线, 然后通过闭合曲线组成隧道衬砌轮廓, 最后在中心线上对轮廓进行放样融合操作, 此处不再赘述。其技术路线图如下。

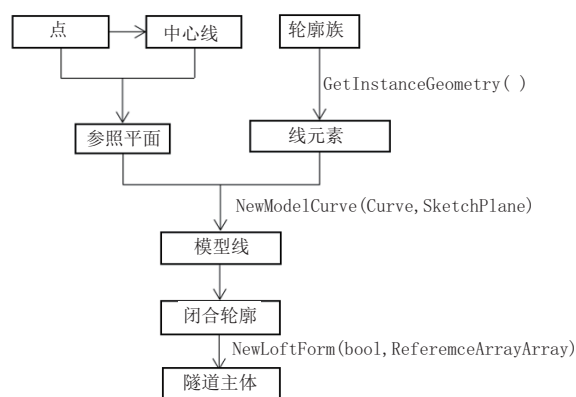


图 14 隧道二次开发技术路线图

3.4.2 隧道横通道

为保证模型的真实性和精准度, 项目组利用二次开发进行了隧道横通道的设计工作。

(1) 横通道主体

以左线桩号为基准, 截取中心线上横通道所在的点位, 利用 Line.CreateBound() 方法创建一条直线, 直线与该点在曲线上的法向量相互垂直。再通过 NewLoftForm() 方法将横通道轮廓在该直线上进行放样操作, 得到横通道主体。

(2) 横通道剪切

重新创建一个隧道主体模型, 并将 NewLoftForm (bool, ReferenceArrayArray) 方法中的 bool 条件设为 false, 即可得到一个空心隧道实体。再将空心隧道主体与横通道进行剪切, 便生成出一个与隧道主体贴合的横通道模型。最后利用同样的方式实现隧道主体与横通道的剪切, 就可以得到一个既保证了模型真实性、又达到设计精度的横通道模型(见图 15)。

3.5 BIM 二次开发在项目工程中的应用

高精度 BIM 模型的创建, 为后期模型在工程中

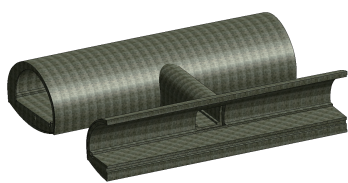


图 15 隧道主体与横通道模型结构

的应用提供了必要条件。

3.5.1 工程量统计

利用 LookupParameter 节点,查找构件的体积参数,并将参数按需展示出来,按此思路进行二次开发,即可形成专门的工程量查询工具,效果如图 16、17 所示。

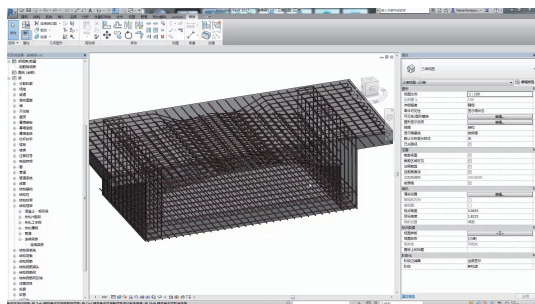


图 16 箱梁钢筋示意图

[illegible]

图 17 箱梁钢筋示意图

3.5.2 为构件添加模型属性及编码

本项目结构数量多,为便于 BIM 设计成果在可视化平台中进一步应用,项目组需为构件添加模型属性和统一编码,但原生的 Revit 并未具备上述功能。此处考虑对软件进行定向开发,利用 Family-Manager.AddParameter()方法将编码写入构件的自定义属性,实现对构件的编码功能。

添加模型属性时将属性名称和属性值储存在 Excel 表格中,利用 Epplus 框架解析并读取属性表。将 AddParameter 方法中的参数组属性设为 PG_AD-

SK_MODEL_PROPERTIES(模型属性),用以创建属性分组,如图 18 所示。

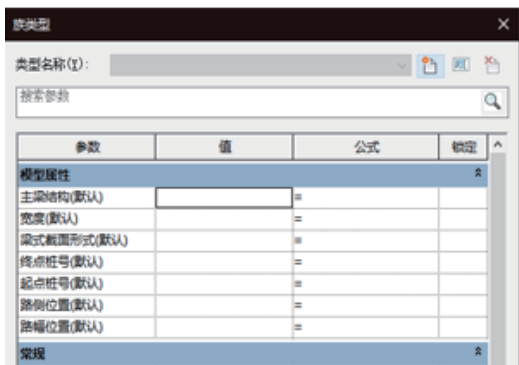


图 18 为构件添加模型属性

为构件添加编码时,利用 Eppplus 读取编码表。由于编码数量巨大,因此还需创建编码过滤器来筛选出所需的编码类型,如图 19。



图 19 编码过滤器

选择对应编码后利用 AddParameter()方法对构件进行循环编码并生成模型属性,如图 20 所示。

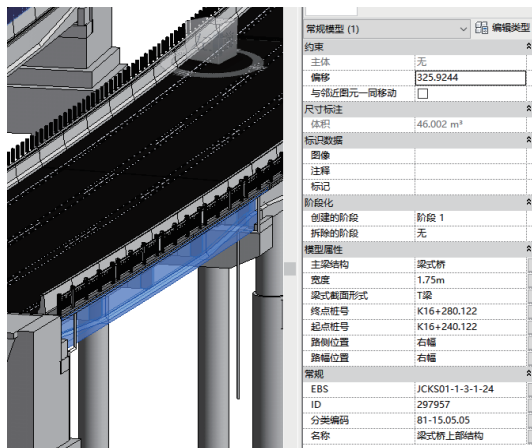


图 20 构件模型属性

4 结 语

对于场地设计,通过自建数学模型,自主开发插件识别并删除出差点,提升了大型场地模型的创建精度与效率。

对于路线设计,本项目路线调整频繁,为满足设计要求,项目组实现对 EICAD 路线数据的解析,将解析后的成果导入 Civil3D,驱动其快速生成三维路线对象。该工具的应用,不仅实现了二维路线数据到三维路线对象的无缝转换,数据的闭环转移,还保留了传统道路设计师的设计习惯,为 BIM 道路正向设计提供有力支撑。

对于结构设计,本项目结构形式复杂,数量众多,BIM 设计和应用都有不小难度。本文抓住问题,深入研究,针对模型异常情况配套开发了 Revit 插件来辅助设计。该插件的应用不仅大幅提高了建模效率,缩短了设计周期,还有效提升了模型的精度。该

插件的运用为二次开发在市政结构专业的大胆尝试,为 BIM 结构正向设计探索了新的方向。

本文对 Civil3D 与 Revit 进行二次开发,较好的解决了在江长项目 BIM 设计中遇到的各类问题,相比传统设计方式,共节省工期 22 d,为保障项目顺利完成,推动 BIM 技术在山地城市大型市政工程中的应用打下坚实基础。

参考文献:

- [1] 曹睿明.BIM 技术在道路工程中的应用[D].南京:东南大学,2017.
- [2] 同济大学建筑设计研究院集团有限公司.EICAD 与 IFC 的路线数据自动转换方法,介质及系统:中国,CN202011372224[P].2021-03-16.
- [3] 许金良.《道路勘测设计》毕业设计指导[M].人民交通出版社,2004.
- [4] 闻道秋,贡云兰.不完全缓和曲线的计算[J].公路交通科技,2002,19(1):37-39,4.
- [5] 汪勇,付豪.BIM 可视化编程技术在桥梁上的应用——Dynamo 初探[J].城市道桥与防洪,2021(1):187-190.

(上接第 232 页)

略,提高桥梁病害数据集的质量与规模,同时将本文方法迁移到其它设施的表观病害检测中,如建筑外立面、大坝、烟囱等。

参考文献:

- [1] 赵荣欣,王枫,吴华勇,等.桥梁病害自动检测研究综述[J].施工技术(中英文),2023,52(9): 1-6.
- [2] 厉狄龙,沈剑,毛江鸿,等.无人机在沿海腐蚀环境桥梁病害巡检中的应用[J].低温建筑技术,2018,40(3): 128-130,137.
- [3] 张鹏,杨军.无人机在大跨径桥梁病害图像采集中的应用[J].交通世界,2020(7): 80-81.

- [4] 石浩.无人机在公路应急抢险及桥梁日常巡检中的应用[J].甘肃科技纵横,2020,49(4): 61-63,88.
- [5] 姚建平,蔡德钧,安再展,等.铁路无人机巡检研究应用现状与发展趋势[J].铁道建筑,2021,61(7): 1-4.
- [6] 魏培勇,金晓武,焦利,等.铁路无人机巡检技术研究与应用[J].铁道建筑,2023,63(4): 108-113.
- [7] 张祖勋,杨生春,张剑清,等.多基线-数字近景摄影测量[J].地理空间信息,2007(1): 1-4.
- [8] Ultralytics. 2023. YOLOv8.<https://github.com/open-mmlab/mmyolo/blob/dev/configs/yolov8/README.md>.