

公司名称
中铁第四勘察设计院集团有限公司

项目地址
中国，湖北

应用软件
Autodesk® Revit®
Autodesk® Civil 3D®
Autodesk® Inventor®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® InfraWorks® 360
Autodesk® Simulation CFD
Autodesk® Vault

挑战复杂山地 加速城市腾飞

BIM技术在武襄十铁路全专业的应用

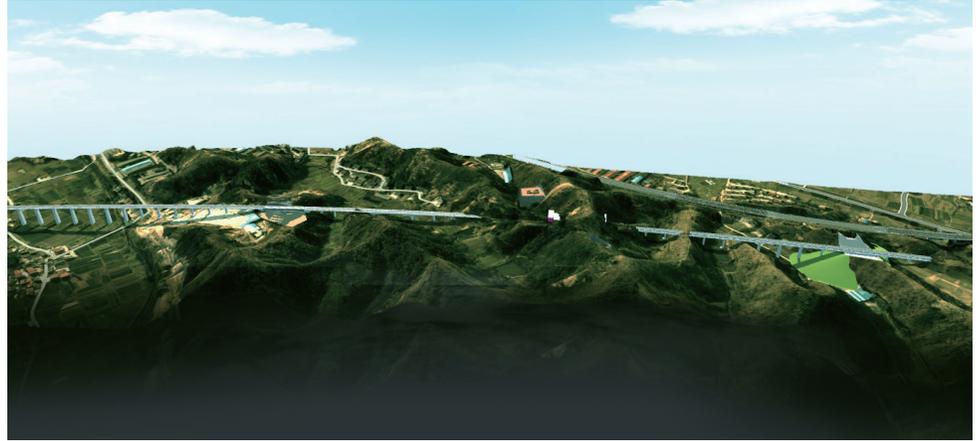


图1 整体鸟瞰图

“以前的高铁设计，多采取CAD电脑二维平面制图，而通过BIM手段，可实现设计专业之间数据的协同与共享。对于施工图设计来说，三维立体模型可以关联所有的平、立、剖图纸，避免传统设计中可能出现的差错漏现象，大大提高出图效率。

—许永宏
信息中心副总工程师
中铁第四勘察设计院集团有限公司

中铁第四勘察设计院集团有限公司（铁四院）成立于湖北省武汉市，是世界500强企业中国铁建的国有全资子公司，现有职工4500余人，是国家认定企业技术中心及国家委托铁路、城市轨道交通专业投资咨询评估单位，综合实力位居全国勘察设计百强前列。40多个勘察设计专业，20余项甲级及专项资质，使铁四院具备了服务现代交通建设全产业链的综合技术优势。

铁四院积极推进“一主两翼”发展战略，经营领域覆盖铁路、公路市政工程、城市轨道交通、水下隧道、高层建筑、机场、港口工程、城市地下管网、海绵城市建设、城区一体化建设等基础设施建设各方面，构建了勘察设计、工程总承包，监理咨询、海外工程、资本运营、房地产和高端制造七大业务板块协同发展的格局。

作为国际工程咨询工程师联合会（FIDIC）团体会员，铁四院积极开辟海外市场，经营足迹遍及亚洲、欧洲、美洲、澳洲和非洲等20多个国家和地区。先后获得“全国文明单位”、“全国五一劳动奖状”、“中央企业先进集体”、“全国优秀勘察设计院”、“中国AAA级信用企业”、“全国守合同重信用单位”、建国60周年全国勘察设计行业“十佳自主创新企业”等荣誉。目前正向打造现代交通工程建设领域“国内一流、国际知名”的综合品牌的目标迈进。

作为中国铁路BIM联盟8家发起单位之一，铁四院2012年起开始启动铁路BIM标准体系的前期研究，参与了体系框架和联盟标准的制定，并将专业协同设计作为推动铁路工程BIM技术革新的突破重点。

一、项目概况

武襄十铁路是武汉至西安快速铁路的重要组成部分，项目地质条件复杂多变，桥隧比例高达67.5%。铁四院以该项目为试点，开展19个专业参与BIM技术应用研究，打通专业BIM设计壁垒，为后续铁路BIM设计明确技术路线。

BIM技术是以3D技术为基础，在电脑上可呈现出三维立体的模型，并集成从设计到施工的各种相关信息。在地质条件非常复杂、设计和施工难度大等不利条件下，将二维平面设计图纸变成3D立体模型，可实现在有限的设计周期内，完成多方案比选并以更直观的方式呈现，即便非专业人员也能一目了然。

新建工程孝感东至十堰北段线路长度399.054km，共设大中桥219座，共185446.83延长米，桥梁长度占线路全长的46.47%；隧道33座66941延长米，占线路全长的17.53%；路基143.666km，占线路全长的36.0%；桥隧总长255.388km，桥隧比64.0%。

本项目选取DK418+300.00至DK426+599.27（即武当山西站至王家庄隧道出口）进行试

点，完成综合20个专业的完整BIM设计，本项目含中间站1个（武当山西站）、线路、地质、路基、桥梁10座、框架桥一个、涵洞5个、隧道3个，约合正线长度8.3公里。全线采用BIM技术手段，试点铁路行业全专业BIM协同设计。

二、项目实施难点

(1) 项目参与专业多，站前站后专业设计跨度大的情况，协同设计如何开展？

(2) 大体量数据模型信息，软硬件如何支持？

(3) 项目中除站房BIM设计外，其他专业BIM设计流程还不成熟，如何规范化、标准化开展BIM设计？

(4) 业内普遍头疼的三维地质实体模型构建如何解决？

(5) 路基设计断面复杂、多变，如何精细化设计，让所有断面与地形完全匹配？

(6) 本项目中隧道专业工作量大，超过总里程数的30%，如何提高设计效率，以满足整体协同进度？

三、针对项目实施难点的解决方案

(1) 协同设计

项目探索并实现了基于Autodesk Vault平台的铁路多专业的协同设计。通过Autodesk Vault协同设计平台，各专业可实现模型高度共享，实现项目的集中管控、规则定制和资料互提。在Autodesk Vault平台下，设定人员权限，制定各专业资料互提规范、命名规则等，对符合设计要求的可提交，不符合要求的，则不让提交。

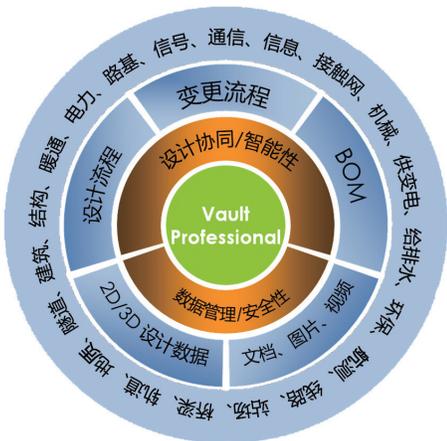


图2 各专业协同设计图

(2) 标准化、规范化设计

制定了结合铁四院铁路专业设计特点和业务设计流程，本项目确立了基于欧特克的软件设计平台和设计流程。其次，结合其他项目成功的经验和铁四院BIM设计专业的特点，制定了武襄十铁路设计的设计资源标准、设计行为标准、交付标准及武襄十铁路BIM设计导则。开发了构件库管理系统。结合例会制度、专题研讨制度、Autodesk Vault协同平台搭建以及应用铁路EBS、IFD标准等举措，确保了武襄十铁路BIM项目实施的标准化、统一化。



图3 相关标准和实施导则

(3) BIM云平台

为解决大体量模型导致机器性能不足的问题，项目搭建了能有效聚合、分配IT资源的高性能BIM云平台，将用户类型分为重度用户和一般用户，重度用户则将相关的资源（内存、显卡、CPU等）配置高一点，而轻度用户则配置按照一般的配置进行，以用户使用起来不感觉到卡顿为基础，从而实现资源实时调整与优化，满足设计硬件需求。

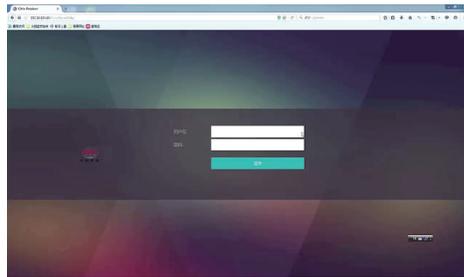


图4 BIM云平台

(4) 复杂地质体设计

地质专业首先基于地形曲面及三维线路模型，通过Autodesk Civil 3D软件，沿路线高密度采样生成包含地形信息的多个横断面，一般在2~5米一个；然后，基于平纵横断面复杂关系建立三维地层的思路，通过二次开发，实现多个横断面批量填绘地层。之后，利用自己开

发的插件，将附带地层信息的全线所有横断面一次性耦合形成三维地层曲面；最终通过Autodesk Civil 3D曲面间建立实体功能，完成三维地质模型，解决了地质实体建模难题。

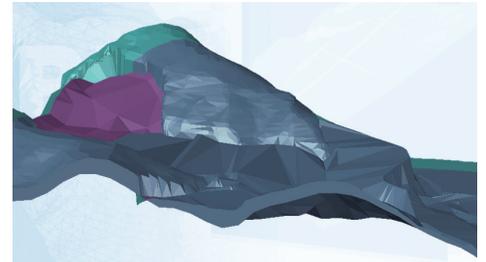


图5 三维地质实体

(5) 路基的精细化设计

对于复杂路基设计，项目采用Autodesk Civil 3D部件编辑器，利用可视化编程手段构建路基部件。然后以“搭积木”的方式，将多种参数化“标准”路基结构按不同路基断面形式进行装配。最终将装配沿三维路线随地形曲面自适应生成路基模型，路基可沿线路根据需要进行自动生成，并可实现、挡土墙、排水沟等一系列的设计，从而解决了路基与地形曲面联动难题。基于路基模型，实现了路基横断面的出图和算量工作，实现了路基BIM正向动态设计。

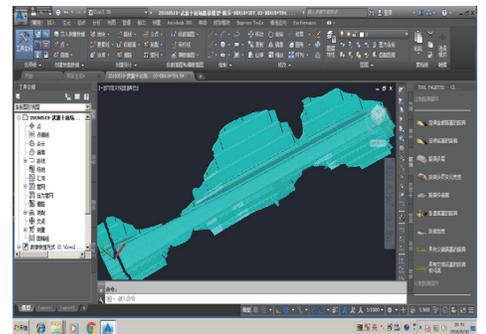


图6 路基设计模型

(6) 隧道高质量、快速设计

一是构建了2万余件隧道完善的标准库；二是利用iLogic功能定制，实现参数驱动隧道洞口、钢筋等模型生成；三是根据隧道设计装配原则，利用Autodesk Inventor二次开发插件，该插件可根据需要快速根据隧道的需要实现自动装配，一条1.2公里长的隧道，原来手动装配需要2天，通过该程序仅需要几分钟即可完成。通过这些手段在短期内完成了6座隧道的设计，合约2.5公里，解决了重复性工作多、隧道定位难的难题，有效提高了隧道设计效率。

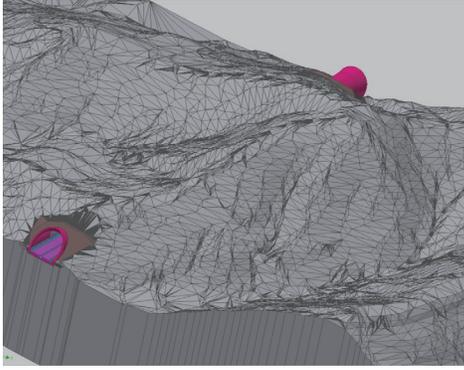


图7 隧道设计模型

四、BIM应用成果

武襄十铁路全专业的BIM设计主要以欧特克的软件平台为基础进行全专业的BIM设计。航测专业通过无人机获取航测数据，并提供正遥感影像图，地质专业采用勘探的地质素材建立三维地质模型，线路专业在正遥感影像图和三维地质模型的基础上进行铁路的三维选线工作。



图8 三维正遥感影像图

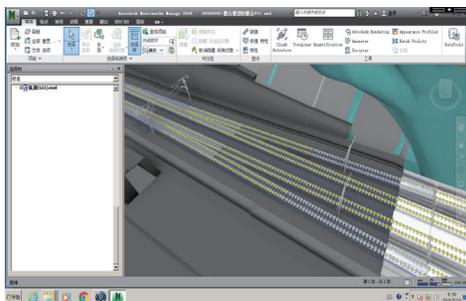
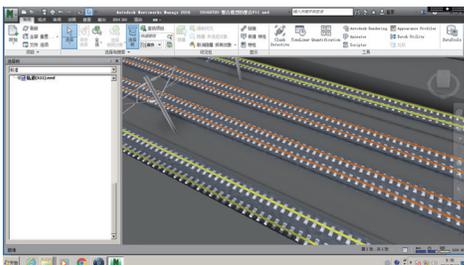


图9 轨道以及道岔模型

在站前专业完成本专业的设计之后，站后专业开始进行本专业的设计，建筑、结构、暖通等专业完成武当山西站模型的建立，电力专业完成站房、隧道照明设计、供变电专业完成供变电所模型设计，接触网专业完成桥梁、隧道、路基、站场等接触网的设计，环保专业进行在桥梁和路基段进行声屏障的设计，通信专业完成沿线的通信铁塔的设计等。



图10 武当山西站站房

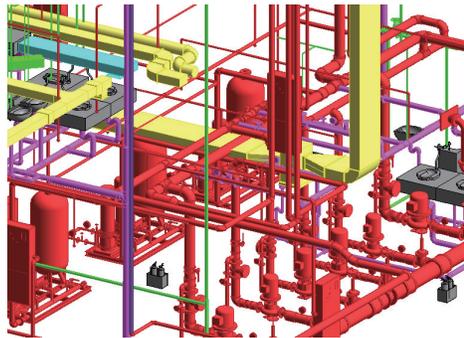


图11 管线综合

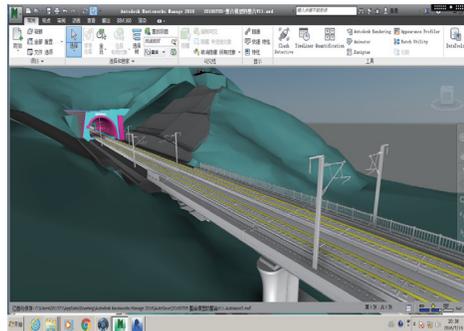


图12 桥隧轨接触网

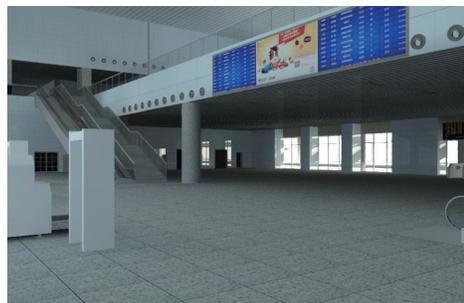


图13 站内装修

“以Autodesk Revit和Autodesk Civil 3D等软件为基础的BIM解决方案能以虚拟方式对项目进行可视化和模拟，并可用于文档制作、专业制图、数据管理和协作，从而进一步发挥BIM的强大优势。

—操锋
信息中心工程师
中铁第四勘察设计院集团有限公司

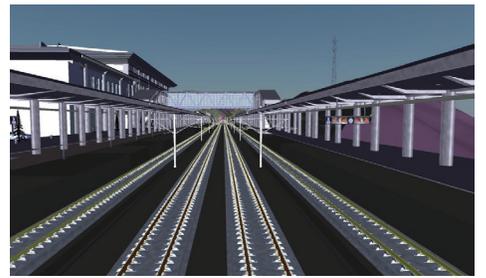


图14 站场模型



图15 隧道、桥梁、路基及通信模型

在模型设计完成以后，进行相关的出图、算量、中国铁路联盟相关BIM标准的验证及相关的专题研究工作，如在线校核、隧道的有限元分析和施工交底等专题研究。

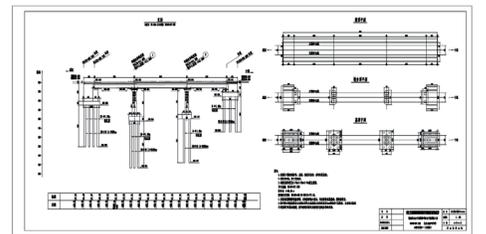


图16 出图

在武襄十铁路全专业的BIM应用中各专业基于Autodesk Vault软件进行全专业的协同设计，并在模型的基础上进行了出图、算量、隧道的有限元分析以及部分专业的中国铁路BIM联盟EBS、IFD等相关标准的验证，提升了铁路各专业设计的品质，验证了铁路BIM联盟相关标准的可行性。

“将BIM技术应用到轨道交通的设计中是一个趋势，其优化了原有二维设计的设计流程，有效的控制了工程质量，降低了30%工程运维成本，提升了项目品质。

—陈萍
信息中心工程师
中铁第四勘察设计院集团有限公司

表3 武当山西1号大桥工程数量

ParentID (构件从属类型)	Name (材料类型)	Description (构件类型)	Value (数量)	Unit (单位)	备注
正线1号墩	C35钢筋混凝土	墩身	164.2	m ³	通桥(2009)4301-1
正线1号墩	C40钢筋混凝土	垫石	2	m ³	通桥(2009)4301-1
正线1号墩基础	C35钢筋混凝土	承台	109.74	m ³	
正线1号墩基础	C35钢筋混凝土	桩身	169.6	m ³	
正线2号墩	C35钢筋混凝土	墩身	164.2	m ³	通桥(2009)4301-1
正线2号墩	C40钢筋混凝土	垫石	2	m ³	通桥(2009)4301-1
正线2号墩基础	C35钢筋混凝土	承台	109.74	m ³	
正线2号墩基础	C35钢筋混凝土	桩身	172.8	m ³	
正线3号墩	C35钢筋混凝土	墩身	125.5	m ³	通桥(2009)4301-1
正线3号墩	C40钢筋混凝土	垫石	2	m ³	通桥(2009)4301-1
正线3号墩基础	C35钢筋混凝土	承台	109.74	m ³	
正线3号墩基础	C35钢筋混凝土	桩身	157.1	m ³	
3线2号墩	C35钢筋混凝土	墩身	143.1	m ³	通桥(2009)4301-1
3线2号墩	C40钢筋混凝土	垫石	1.5	m ³	通桥(2009)4301-1
3线3号墩	C35钢筋混凝土	墩身	103.2	m ³	通桥(2009)4301-1
3线3号墩	C40钢筋混凝土	垫石	1.5	m ³	通桥(2009)4301-1
3线1号墩	C35钢筋混凝土	墩身	143.1	m ³	通桥(2009)4301-1
3线1号墩	C40钢筋混凝土	垫石	1.5	m ³	通桥(2009)4301-1
3线1号墩基础	C35钢筋混凝土	承台	152.22	m ³	
3线1号墩基础	C35钢筋混凝土	桩身	228.9	m ³	
3线2号墩基础	C35钢筋混凝土	承台	67.26	m ³	

图17 工程算量

工程名称	工程编号	工程日期	工程地点	工程内容	备注
DK420-1712-DK420-1812	0000000001	2012	湖北	襄樊至随州段	正线
DK420-1712-DK420-1812	0000000002	2012	湖北	襄樊至随州段	正线
DK420-1812-DK420-1912	0000000003	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-1912-DK420-2012	0000000004	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-2012-DK420-2112	0000000005	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-2112-DK420-2212	0000000006	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-2212-DK420-2312	0000000007	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-2312-DK420-2412	0000000008	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-2412-DK420-2512	0000000009	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-2512-DK420-2612	0000000010	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-2612-DK420-2712	0000000011	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-2712-DK420-2812	0000000012	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-2812-DK420-2912	0000000013	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-2912-DK420-3012	0000000014	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-3012-DK420-3112	0000000015	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-3112-DK420-3212	0000000016	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-3212-DK420-3312	0000000017	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-3312-DK420-3412	0000000018	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-3412-DK420-3512	0000000019	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-3512-DK420-3612	0000000020	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-3612-DK420-3712	0000000021	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-3712-DK420-3812	0000000022	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-3812-DK420-3912	0000000023	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-3912-DK420-4012	0000000024	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-4012-DK420-4112	0000000025	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-4112-DK420-4212	0000000026	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-4212-DK420-4312	0000000027	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-4312-DK420-4412	0000000028	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-4412-DK420-4512	0000000029	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-4512-DK420-4612	0000000030	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-4612-DK420-4712	0000000031	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-4712-DK420-4812	0000000032	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-4812-DK420-4912	0000000033	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-4912-DK420-5012	0000000034	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-5012-DK420-5112	0000000035	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-5112-DK420-5212	0000000036	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-5212-DK420-5312	0000000037	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-5312-DK420-5412	0000000038	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-5412-DK420-5512	0000000039	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-5512-DK420-5612	0000000040	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-5612-DK420-5712	0000000041	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-5712-DK420-5812	0000000042	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-5812-DK420-5912	0000000043	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-5912-DK420-6012	0000000044	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-6012-DK420-6112	0000000045	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-6112-DK420-6212	0000000046	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-6212-DK420-6312	0000000047	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-6312-DK420-6412	0000000048	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-6412-DK420-6512	0000000049	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-6512-DK420-6612	0000000050	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-6612-DK420-6712	0000000051	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-6712-DK420-6812	0000000052	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-6812-DK420-6912	0000000053	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-6912-DK420-7012	0000000054	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-7012-DK420-7112	0000000055	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-7112-DK420-7212	0000000056	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-7212-DK420-7312	0000000057	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-7312-DK420-7412	0000000058	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-7412-DK420-7512	0000000059	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-7512-DK420-7612	0000000060	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-7612-DK420-7712	0000000061	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-7712-DK420-7812	0000000062	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-7812-DK420-7912	0000000063	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-7912-DK420-8012	0000000064	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-8012-DK420-8112	0000000065	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-8112-DK420-8212	0000000066	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-8212-DK420-8312	0000000067	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-8312-DK420-8412	0000000068	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-8412-DK420-8512	0000000069	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-8512-DK420-8612	0000000070	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-8612-DK420-8712	0000000071	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-8712-DK420-8812	0000000072	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-8812-DK420-8912	0000000073	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-8912-DK420-9012	0000000074	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-9012-DK420-9112	0000000075	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-9112-DK420-9212	0000000076	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-9212-DK420-9312	0000000077	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-9312-DK420-9412	0000000078	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-9412-DK420-9512	0000000079	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-9512-DK420-9612	0000000080	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-9612-DK420-9712	0000000081	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-9712-DK420-9812	0000000082	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-9812-DK420-9912	0000000083	2012	湖北	随州至随州段	正线
DK420-9912-DK420-10012	0000000084	2012	湖北	随州至随州段	正线

图18 中国铁路BIM联盟EBS标准验证

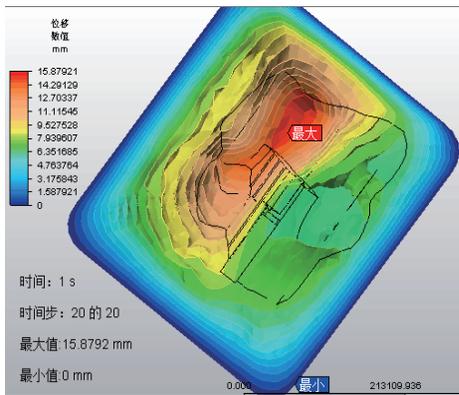


图19 隧道有限元分析

五、总结

1、基于欧特克平台，本项目作为行业内首次完整的铁路全专业BIM设计应用，在轨道交通行业全专业的BIM应用研究的重要里程碑，极具参考、示范价值。

2、在武襄十铁路全专业的BIM应用中各专业基于Autodesk Vault软件进行全专业的协同设计，并在模型的基础上进行了出图、算量、隧道的有限元分析以及部分专业的中国铁路BIM联盟EBS、IFD等相关标准的验证，提升了铁路各专业设计的品质，验证了铁路BIM联盟相关标准的可行性。

3、BIM由于具备可视化、碰撞检查、自动统计工程量等诸多优点而成为未来工程设计的发展方向。武襄十铁路项目应用BIM技术，设计成果具有可视化的优势，可直观、形象地进行设计交底指导施工，也可为多平台BIM设计提供指导。

4、通过在BIM云平台上的实践，为下一步铁四院BIM云平台的优化部署提供了参考。