



齐文杰

遥感应用第四事业部

三维空间信息系统 在部队战斗力提升方面的应用

一、引言

全球信息化正在引发当今世界的深刻变革，重塑世界政治、经济、社会、文化和军事发展的新格局。随着信息化理论和技术在世界军事领域的应用，信息化成为世界新军事变革的核心内容。作为军事信息化的重要领域，GIS技术正经历着一场由二维平面系统向三维系统的变革。三维GIS是完善GIS空间处理和分析能力，拓展GIS信息表现形式的一项技术。基于数字高程模型（DEM）和数字正射影像图（DOM）的三维GIS提供了处理、分析地理数据及相关属性信息的直观手段，再叠加相应的地理要素后就可以获得表现力丰富的三维数字地图。

自古以来，军事家总是希望能居高临下，纵览整个战区或战场的地形特征及变化态势，从而赢得战争的胜利。如今，随着高新技术尤其是三维地理信息技术的广泛运用，借助于电脑的三维模拟功能，军事指挥官可以通过电脑屏幕、多点触控装置等先进设备身临其境地进入到战争场景，使现代军事指挥更具有了先进性和时代性。在三维空间信息系统中我们可以形象、直观、真实地模拟两军对垒的实际兵力部署、武器装备情况、飞机舰船的实时位置、打击特效等以空间立体的方式表示出来；可以通过实时标绘的方式将战场情况实时的反映出来，使指挥官能够掌握战场的实时状况，真正的达到运筹帷幄而决胜千里。

二、军事信息化对三维空间信息系统的需求

军事信息化建设是战斗力提升的重要内容，而部队战斗力集中体现于：军事情报、作

战指挥、后勤保障和武器装备这四方面。

1. 军事情报

在战争中有着举足轻重的作用，可以使指挥人员了解敌方的态势，预测和评估敌方行动对我方的影响，从而辅助作战计划的制定。军事情报对三维空间信息系统的需求主要有：

- ◎异构、多元海量数据的集成；
- ◎综合情报态势的仿真；
- ◎基于情报和空间信息的威胁分析及评估。

2. 作战指挥

无论是指挥人员的指挥决策，还是单兵作战，都必须对战场的地理环境和态势有深刻地了解，从而辅助指挥决策。作战指挥对三维空间信息系统的需求主要有：

- ◎复杂战场环境仿真；
- ◎二、三维一体化；
- ◎兵棋推演及辅助决策。

3. 后勤保障

现代战争节奏快、消耗大、战场区域广，后勤保障成为了决定战争胜负的重要因素之一。后勤保障对三维空间信息系统的需求主要有：

- ◎营区及物资管理；
- ◎教学训练；
- ◎基于最优路径分析的人员及物资调配；
- ◎选址分析。

4. 武器装备

信息化战争中高科技武器大量应用，武器装备性能的提升在信息化战争中起着关键性的作用。武器装备对三维空间信息系统的需求主要有：

- ◎北斗卫星的应用；
- ◎武器性能评估及仿真。

三、三维空间信息系统军事解决方案

部队战斗力提升对三维空间信息系统有很多需求，那么三维空间信息系统现在已经解决了哪些问题呢？近年来，EV-Globe通过在军事信息化方面的努力，已经解决了其中的部分需求，并形成了比较成熟的军事解决方案，主要包括：三维综合态势仿真、数字战场、兵棋推演、后勤综合管理、雷达及电子对抗、空天三维显控和人民防空，如图1所示。

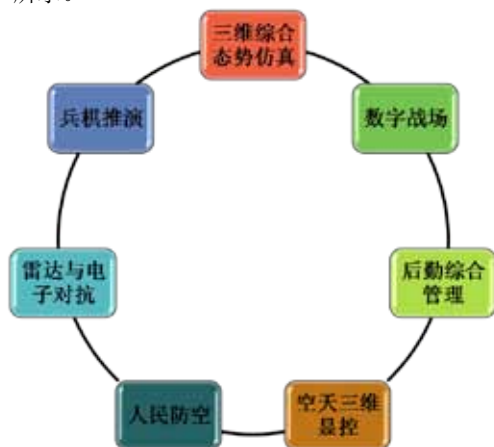


图1 军事解决方案

1. 三维综合态势仿真

该解决方案能够集成多源监视数据（雷达、GPS、北斗、AIS、HLA、数据链等）接口；支持TCP、UDP数据传输协议；支持陆、海、空、天、电实时态势三维仿真、筛选和统计，如图2-5所示；支持态势数据记录和回放。

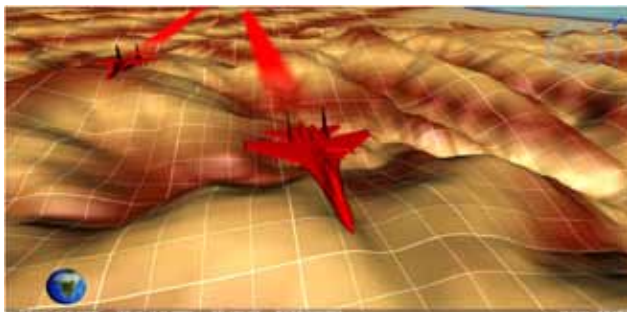


图2 空情态势



图3 海情态势



图4 天情态势

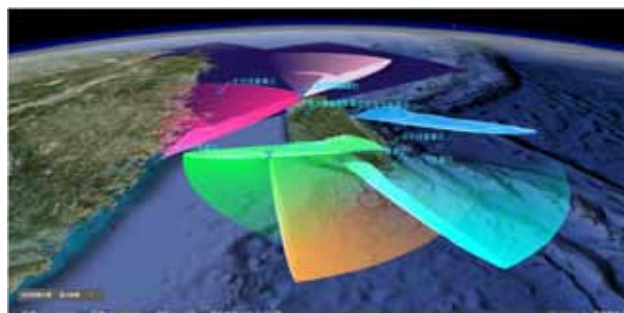


图5 电磁态势

2. 数字战场

该解决方案实现陆、海、空、天兵力要素集成；多元、异构、海量地理数据集成；复杂战场电磁环境三维展现；丰富水文气象环境三维表达；逼真的军事特效（烟雾、爆炸、体积云、全球动态海水等）仿真。如图6-7所示：



图6 兵力部署

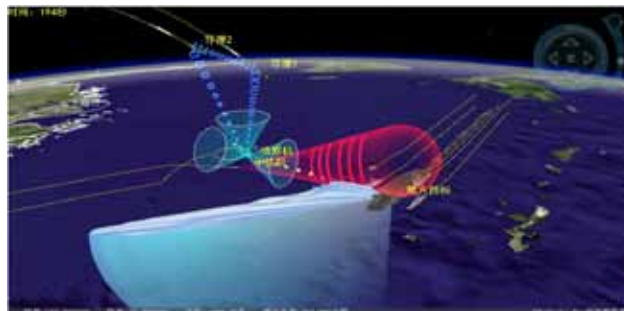


图7 电磁环境

3. 兵棋推演

该解决方案支持二三维一体化统一模式多客户端协同标绘；能够基于作战规则制作想定方案，预设整个作战过程；支持动画特效和时间驱动的作战想定推演；并实现基于专业的数学模型库和三维空间分析工具进行作战效能评估。如图8-11所示：

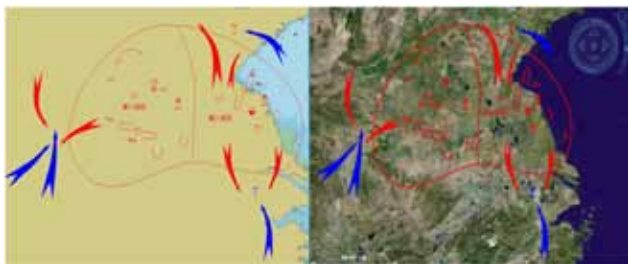


图8 二三维标绘

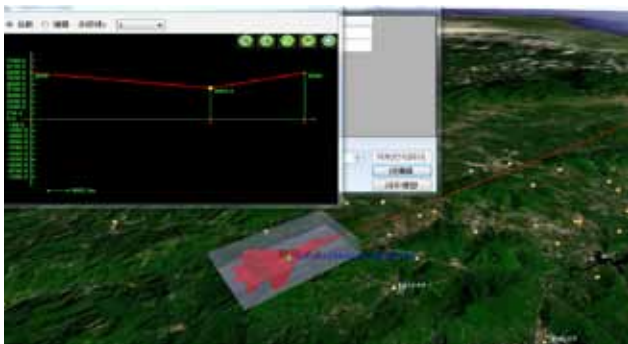


图9 方案制定



图10 方案推演

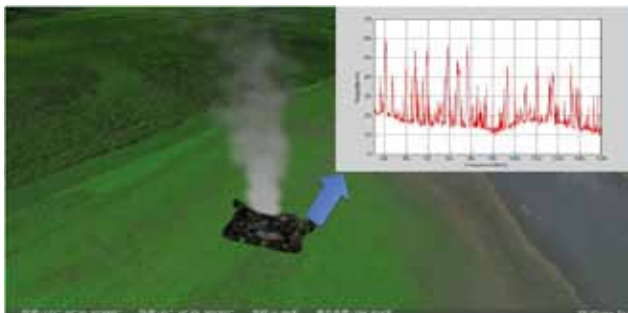


图11 作战效能评估

4. 后勤综合管理

该解决方案实现营区及物资的综合管理；支持地上、地下设备设施的可视化管理；支持人员及物资的智能化调配；机场、营区及阵地选址辅助分析；能够模拟真实战场环境，辅助教学训练。如图12-15所示：



图12 后勤设备管理

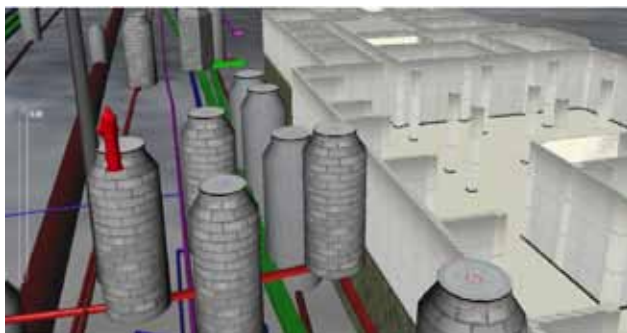


图13 地下设备可视化管理

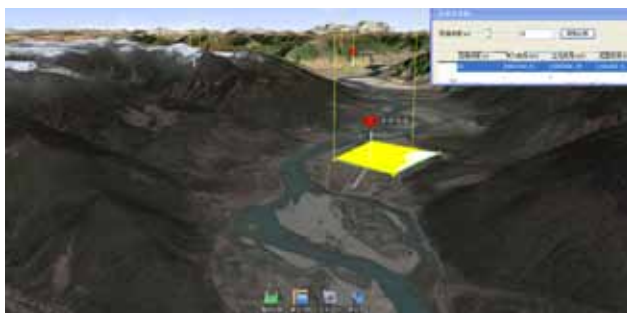


图14 选址辅助分析



图15 教学模拟训练

5. 雷达与电子对抗

该解决方案实现了基于地形数据、建筑设施的雷达选址；支持各类雷达信号（波瓣、包络体、扫描轨迹）仿真；支持各类电磁装备信号（干扰、激光、红外、卫星等）仿真；支持基于电磁信号的分析计算（遮蔽、融合、剖面、探测）；支持基于电磁信号的实时对抗过程计算和仿真。如图16-19所示：

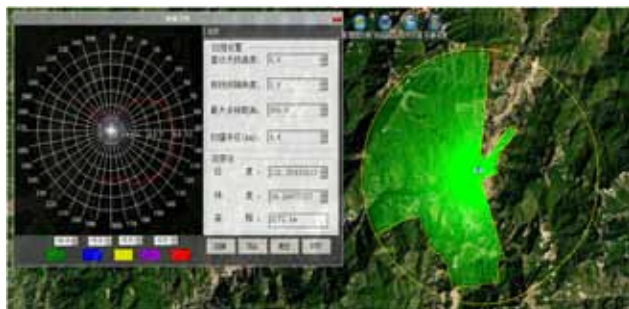


图16 雷达选址分析

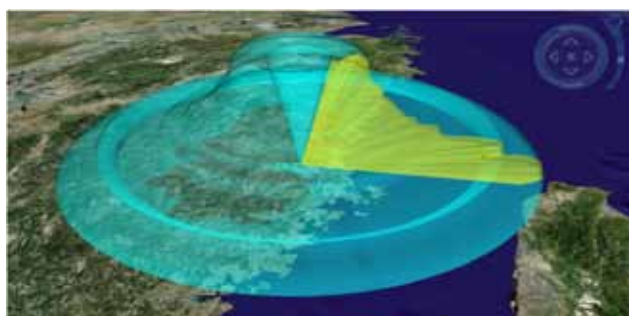


图17 包络体仿真

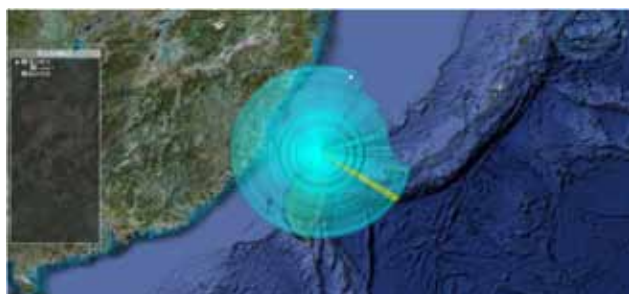


图18 地形遮蔽分析

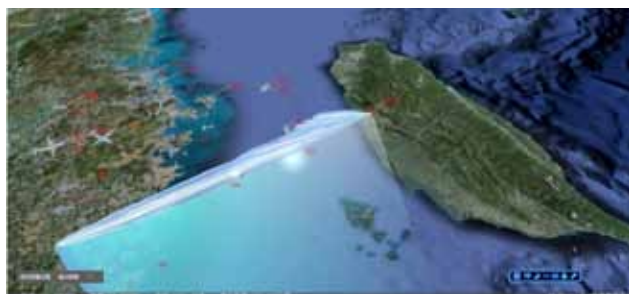


图19 雷达探测分析

6. 空天三维显控

该解决方案可实现遥感数据、二三维一体化数字地球和空天管理的集成；支持多源异类（目标信号、情报）信息接入和融合处理；多目标、多任务下航天器及运载工具的运行状态及环境的实时显控；航天器及运载工具点火、调姿、分离、入轨、返回等全过程实时仿真、测控。其功能组合设计具备全平台特性，可广泛用于国内外各类空天任务。如图20-22所示：

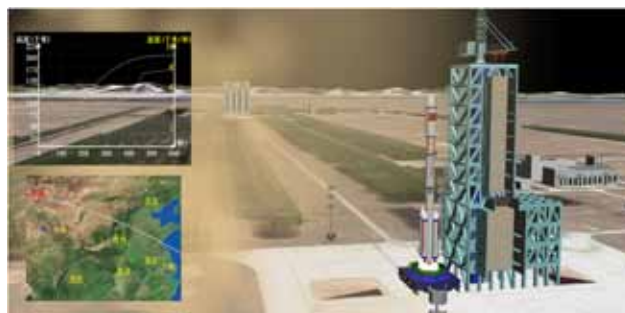


图20 发射场三维展现

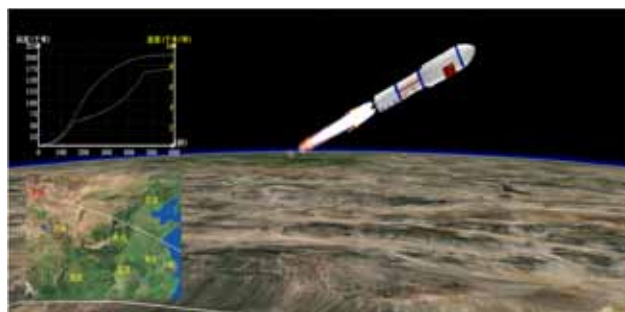


图21 火箭运行姿态仿真及分析



图22 返回舱测控

四、小结

随着军事信息化建设的不断深入，三维空间信息系统在军事信息化建设中应用越来越多，发挥的作用也越来越重要。因此，三维空间信息系统对部队战斗力提升具有重要意义，是我军信息化装备不可缺少的重要组成部分。



李凯

遥感应用第六事业部

三维空间信息系统 在数字海洋建设上的应用

一、数字海洋建设相关背景

数字地球概念提出之后，世界各国给予了高度关注，并在诸多领域开展了研究和应用工作。我国通过多年的研究、探索和实践，结合海洋领域的信息积累和技术发展现状以及海洋事业发展对海洋信息化工作的实际需求，提出了数字海洋的建设构想，并开展了数字海洋信息基础框架的构建工作。

我国的数字海洋建设目前主要有以下成果：

◎数字海洋数据仓库建成，“908”专项调查建成了覆盖我国海域数据类型最全面、信息内容最丰富的第一个大型海洋信息库，目前入库数据总量已达48TB。

◎数字海洋主干网络已经搭建成功，搭建覆盖了11个沿海省（自治区、直辖市）和国家海洋管理、科研、业务等18个节点单位。

◎大批量海洋项目经验积累，数字海洋建设经过“908”专项、海岛动态监视监测、海域动态监视监测等大项目的支持，已经取得了一定的进展。

◎三维平台技术水平研发沉淀，在应用上对三维平台提出了更多的技术要求，比如对海洋要素更真实的表达，对移动客户端的支持等。

二、数字海洋三维领域建设构成

数字海洋在三维领域的建设主要面向以下三个方面：

海洋数据：包括遥感影像、数字专题图等空间数据，以及海洋环境、资源、经济、人口、海洋产业、海洋灾害等不同类别的调查、观测、统计的非空间数据建设。

操作平台：包括个人计算机终端、移动

终端以及中心服务器的建设。

应用模块：包括海岛海岸带、海域管理、海洋环境、海洋资源、海洋经济、应急救援、设施管理、维权执法等应用模块的建设。

数字海洋在三维领域的建设构成如图1所示：



三、EV-Globe V5.0在数字海洋中的技术特色

EV-Globe V5.0在数字海洋中的技术特色包括四个方面，分别是全海洋要素三维技术支持、全海洋背景空间数据支持、全端支持和全平台支持。

1.全海洋要素三维技术支持

EV-Globe平台为数字海洋的建设提供全海洋要素的三维技术支持，这些三维技术分别包括：

【海洋三维要素展示表达】

EV-Globe平台基于海底地形数据，能够

实现海水水面、水下、以及水面和水下的建筑物、舰船、生物的真实效果展示；基于海上气象数据，能够实现雨、雪、云、雾等自然现象的动态模拟。

海洋三维要素展示表达效果如图2所示：



图2 海洋三维要素展示表达效果

【二三维一体化效果支持】

包括二维、三维数据一体化显示，二维、三维空间量算与空间监测分析以及对主流三维建模软件成果格式的支持。

二三维一体化支持效果如3图所示：

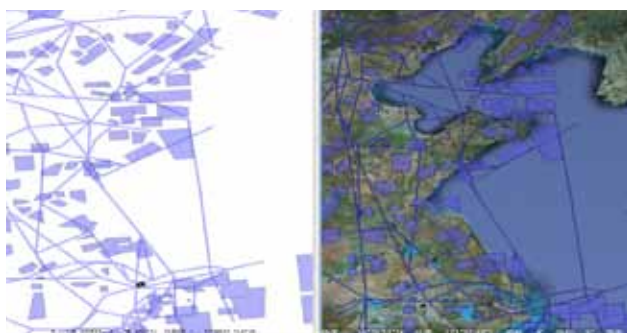


图3 二三维一体化支持效果

【海洋动力学模型支持】

EV-Globe平台基于温度、盐度、密度、台风、洋流、风暴潮、气象云图等实时数据或者数学模型数据，能够实现海洋要素的动态表现。平台对海洋动力学模型的支持具有全海洋空间尺度的数据展示和高效渲染的特点。

海洋动力学模型支持效果如图4所示：

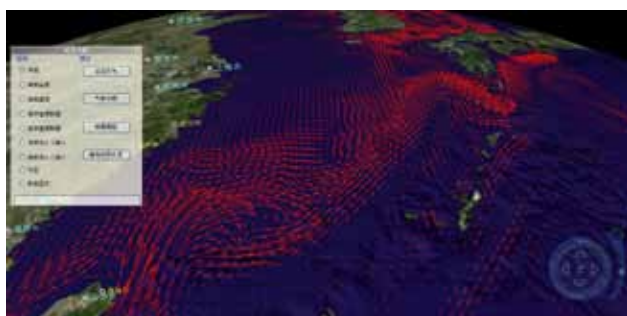


图4 海洋动力学模型支持效果

2. 全海洋背景空间数据支持

EV-Globe平台为数字海洋的建设提供全海洋背景空间的数据支持，这些背景数据分别包括：

- ◎沿海九省两市航空影像数据；
- ◎沿海岸线卫星影像数据；
- ◎沿海九省两市行政区划数据；
- ◎全国沿海90米及30米的地形数据；
- ◎中国沿海周边800米海底地形数据；
- ◎中国部分沿海60米海底地形数据。

3. 全端支持

EV-Globe平台为数字海洋的建设提供全端支持，主要包括以下三个方面：

- ◎支持iOS系统移动客户端开发；
- ◎支持Android系统移动客户端开发；
- ◎与移动、手持设备结合，实现三维实地体验。

4. 全平台支持

EV-Globe平台为数字海洋的建设提供全平台支持，主要包括以下几个方面：

- ◎跨系统：支持Windows、Linux、Unix等多种操作系统；
- ◎跨移动终端：支持iOS、Android系统的手持移动终端；
- ◎跨设备：支持机载、车载、船载等设备的安装部署；
- ◎多语言开发：支持C++、Java、.NET等多语言、多环境二次开发。

四、基于EV-Globe在数字海洋中的应用介绍

1. 海岛及海岸带监测管理

基于EV-Globe实现海岛及海岛周边的海上、海面、海下的环境展示，以及资源分布管理查询。主要应用方向包括：海岛地形展示、海岛规划审批、海岛资源管理、海岸线管理等。

海岛及海岸带监测管理应用的效果如图5所示：



图5 海岛及海岸带监测管理应用效果

2. 海域使用监视监测管理

在“国家海域动态监视监测三维管理系统”的基础上,通过对海域功能区划数据、权属数据、海域使用现状数据、遥感数据的分析,有效地对海域使用进行监视监测,主要应用方向包括:海域功能区划数据展示、海域使用现状数据查询、海洋权属数据查询、海域成果模拟展示等。

海域使用监视监测管理的应用效果如图6所示:



图6 海域使用监视监测管理应用效果

3. 海洋环境监测与查询分析

环境监测分析主要包括对海岸带地质地貌、水质、水文气象、沉积环境质量等进行监测、查询分析,主要应用方向包括:海洋环境情况展示、海洋环境情况查询、海洋环境情况统计、海洋环境情况分析等。

海洋环境监测与查询分析的应用效果如图7所示:

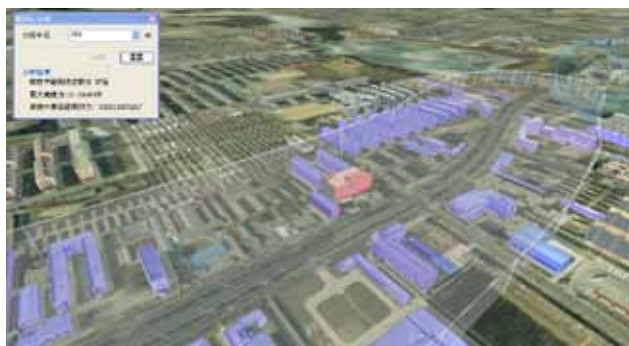


图7 海洋环境监测与查询分析应用效果

4. 海洋经济、资源统计分析

基于EV-Globe的应用系统按照省市县三个级别,对海岛数量、面积、岸线长度、海域使用情况、人口等进行统计、输出、打印。主要应用方向包括:海岛数量

面积分析、海岛岸线长度分析、海洋经济统计、海域使用现状统计等。

海洋经济、资源统计分析的应用效果如图8所示:

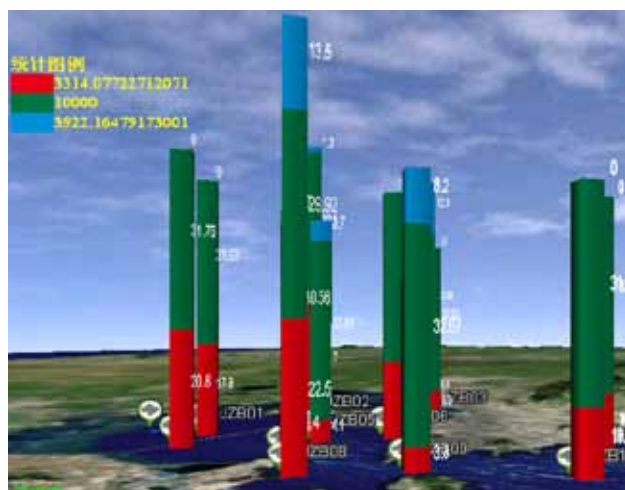


图8 海洋经济、资源统计分析应用效果

五、数字海洋的展望与探讨

数字海洋系统工程的建设任重而道远,并且涉及了当今海洋信息领域、空间信息科学领域以及计算机科学领域中众多基础理论与关键技术,包括海洋信息处理技术、海洋数据组织与管理技术、海洋信息共享与交换技术、海洋信息可视化与虚拟现实技术等。

EV-Globe V5.0为数字海洋的可视化与虚拟现实提供了绝佳的平台,平台不仅能够丰富的表现海洋地理环境的位置和变化,而且能够动态的表达和模拟各种海洋要素或海洋现象,为进一步分析海洋信息和现象的变化规律提供了有效手段,是有效认识和研究海洋的方法和平台。

关于数字海洋建设的展望,笔者认为有以下四个发展的方向可以和各位读者进行探讨,分别是:

◎充分利用移动设备发展成果,提供更加多样精准的海洋调查手段。

◎基于三维空间信息系统的海洋大数据集成、挖掘、应用。

◎沉浸式三维仿真海洋环境,提升海洋规划、开发的效率与科学性。

◎高效、灵活的海洋数据融合与分发机制,满足多样化的应用需求。

EV - Globe 应对智慧城市建设



王春生

遥感应用第一事业部

一、智慧城市建设带来的挑战

智慧城市是未来城市发展的方向，很多研究机构和专家都对如何建设智慧城市进行了深入研究，国内多个城市已经开始智慧城市试点建设工作。

在科技部国际科技合作项目《创新2.0视野下的智慧城市》的文章中，对智慧城市的描述是：“基于物联网、云计算等新一代信息技术以及维基、社交网络、FabLab、LivingLab、综合集成法等工具和方法的应用，营造有利于创新涌现的生态。利用信息和通信技术（ICT）令城市生活更加智能，高效利用资源，导致成本和能源的节约，改进服务交付和生活质量，减少对环境的影响，支持创新和低碳经济。”

在IBM的《智慧的城市在中国》白皮书中对智慧城市基本特征界定为：“全面物联、充分整合、激励创新、协同运作四个方面”。

从智慧城市的各类描述和定义中我们可以得出，智慧城市的特征至少包含融合、大数据和移动智能三个方面。对我们地理信息行业而言，地理信息平台作为智慧城市建设中支撑层的重要部分，必须能够很好的适应智慧城市建设带给我们的新特征。因此，智慧城市的新特征也成为地理信息平台的新挑战。

二、EV-Globe的应对之策

针对智慧城市带来的融合、大数据和移动智能等方面的挑战，EV-Globe已经做了积极并富有成效的准备工作。研发团队经过三年的不懈努力，推出了全新的EV-Globe V5.0版本，该全新版本在效果和效率两方面都有了很

大提升，解决了技术层面的部分挑战。

1.融合方面

随着物联网等新技术的发展，各类数据的融合度越来越高。作为应用层的地理信息平台需要能够融合不同行业、不同时空的数据和不同的软硬件平台，这是地理信息平台发展的方向之一。

在融合方面，EV-Globe在信息的融合及平台的融合两个方向做了一系列工作，如图1所示。



图1 EV-Globe融合方面的应对方案

在信息融合上，EV-Globe实现了二三维信息的融合、设计体系与GIS体系的融合以及全空间信息的融合。

【二三维信息的融合】

在传统应用模式中，我们将客观世界中的物体抽象成点、线、面数据，利用二维系统对抽象数据进行可视化管理；我们将客观世界中的物体建成三维模型，利用三维系统对客观世界进行真实模拟。二维系统和三维系统采用了两套不同的数据和不同的管理机制。

而EV-Globe V5.0通过软件架构调整，实现了二三维的一体化管理，除了传统意义上的二三维联动，还实现了数据同源和协同编

辑。二三维系统后台共用同一份数据，当我们利用二维系统对数据进行编辑时，后台数据发生变化，三维场景也会随之发生变化（如图2所示）。从而使EV-Globe实现了真正的二三维一体化。

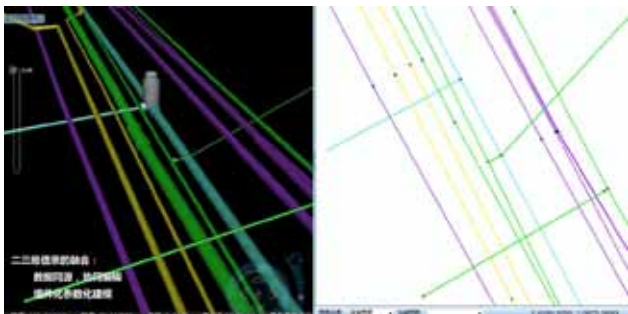


图2 EV-Globe二三维一体化

在二维抽象数据变化到三维场景自动变化的过程，EV-Globe采用了组件化和参数化的建模方式。组件化就是将复杂物体拆分成各类标准化的组件，如地下室三维模型可以拆分为基础、地面、柱子、结构墙等组件（如图3所示）；参数化就是每类组件根据自身参数进行精确计算，建立三维模型，下图中的柱子根据其长宽高等参数进行计算，构建三角网，附着相应贴图，就产生了下图中的三维柱子。

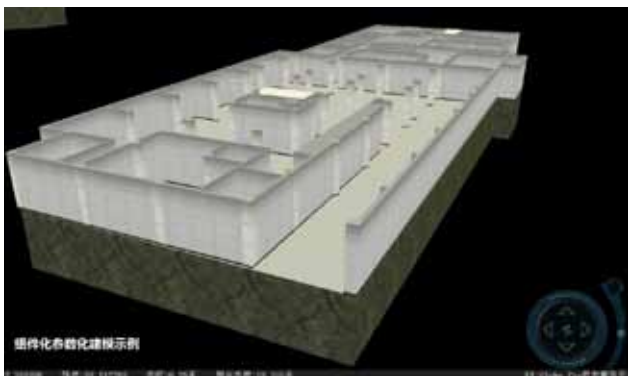


图3 组件化参数化建模示例图

【设计体系和GIS体系的融合】

在各个行业的应用中，设计体系积累了大量的设计成果，而在信息系统的建设过程中这些设计成果很难直接利用，尤其是三维设计成果。这一方面造成了设计成果不能充分地利用，另一方面信息系统中还需要进行数据处理或者是三维模型构建，造成大量的工作浪费。

EV-Globe能够无缝集成设计成果，优化处理后高效运行。无需安装任何CAD产品或插件，EV-Globe就能够直接加载DWG、DGN数据，对设计成果进行展示和管理，实现了设计体系和GIS系统的融合。另外，EV-Globe对设计成果数据进行了大量的优化工作，使得在保持设计成果

的精细化程度不变前提下，实现对大量设计成果数据的承载，如图4、图5所示。



图4 EV-Globe中设计成果精细化显示

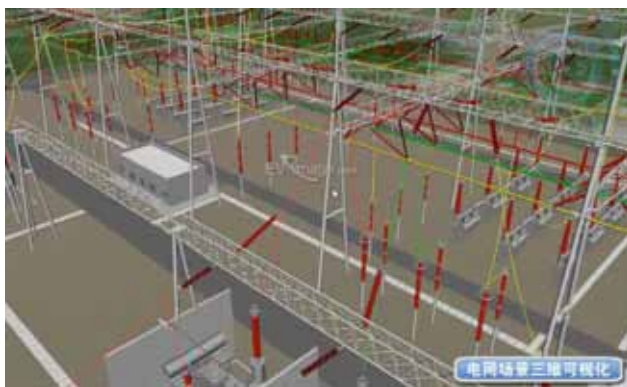


图5 EV-Globe加载大量设计成果

【全空间信息的融合】

在系统融合的过程中，融合的信息数据可能是太空中的卫星信号，也可能是地下的管线信息。因此，EV-Globe很早就提出来了全空间的概念，实现了全空间数据的融合，从太空、空中、地表到水下、地下，实现了一体化表达，如图6、图7、图8所示。

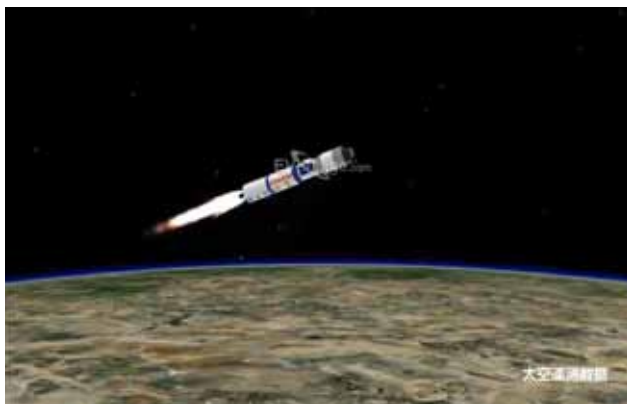


图6 EV-Globe对太空数据的表达



图7 EV-Globe对地表数据的表达

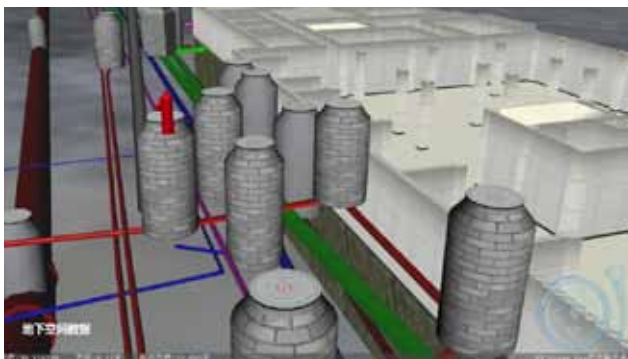


图8 EV-Globe对地下空间数据的表达

在平台融合方面，EV-Globe实现了数据库平台的融合、图形库的融合、开发语言的融合以及应用平台的融合。

【数据库平台的融合】

EV-Globe实现了对各类主流数据库平台的兼容及统一化应用。对我们常用的不同级别数据库Oracle、DB2、sqlserver、MySQL、SQLite等都能够支持，屏蔽了底层各类数据库差异，实现统一化的接口应用。

【图形库的融合】

EV-Globe V5.0支持DricetX和OpenGL两种图形库，解决了不同显卡对不同图形库支持程度差异带来的系统性能下降的问题。因此，EV-Globe V5.0无论在什么样的硬件环境中，都能够保障最高的运行效率。

【开发语言的融合】

EV-Globe V5.0提供C++、C#和Java语言的SDK开发包，使不同开发背景的用户都能够快速应用。这三类开发语言基本上涵盖了GIS应用系统开发的所有开发语言。因此，无论我们的二次开发用户是什么样的开发背景，都能够利用EV-Globe快速开发需要的应用系统。

【应用平台的融合】

EV-Globe实现了跨平台应用，可部署在各类主流的操作系统上，实现应用平台的融合。无论是PC机操作系统Windows、Linux、Unix、Mac等还是移动终端操作系

统Android、iOS，都能够高效的运行EV-Globe以及在EV-Globe基础上开发的应用系统。

因此，在融合方面，EV-Globe既实现了数据的融合，又实现了各类软硬件平台的融合。智慧城市建设给我们带来的融合方面的各种挑战已经迎刃而解。

2. 大数据方面

由于智慧城市建设过程中数据采集能力的增强、对数据质量要求的提高、各类数据的融合等一系列因素的推动，我们正在进入一个大数据时代。对大数据的高效存储、计算和处理是我们GIS平台必须面临的挑战。

EV-Globe为了应对大数据时代的到来，在大数据可视化和大数据应用两个方面都做了卓有成效的工作，如图9所示。



图9 EV-Globe大数据方面的应对之策

在大数据的可视化方面，EV-Globe根据不同类型数据的特点进行了大量的优化工作，能够加载多类海量数据高效运行，包括海量基础地理数据、海量城市管理数据以及高密度的工业数据。

【海量基础地理数据】

在基础地理数据方面，随着我们对数据精度要求的不断提高，整个数据量都在爆发式增长。EV-Globe V5.0在基础地理数据加载方面设计了新的空间索引算法和新的LOD规则，整个系统的运行效率有了大幅度提升。图10展示了EV-Globe V5.0的基础地理数据加载效果。



图10 基础地理数据加载效果

【海量城市管理数据】

城市管理数据的特点是数据量大，范围分布广。针对这些特点，EV-Globe设计了单独的城市场景管理模块，对海量城市市场景数据进行高效渲染和管理。管理的城市市场景包括地上建筑、线路、地下管线、地下建构筑物 and 地质等空间数据。图11、图12展示了EV-Globe的部分场景效果。



图11 EV-Globe城市三维场景

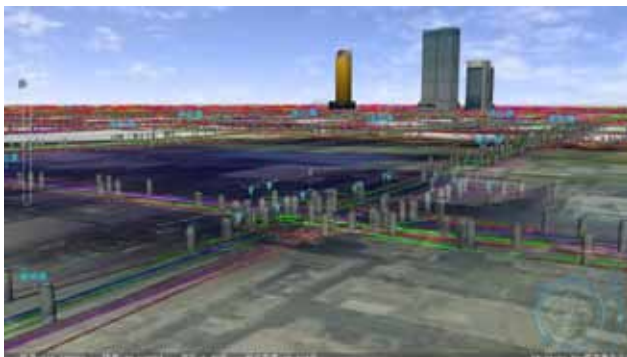


图12 EV-Globe地下空间场景

【高密度工业数据】

工业数据往往是在很小的区域集中了大量的工业模型，针对工业模型的特征，EV-Globe采取了一系列优化措施，使得高密度的工业模型能够在平台上高效运行，如图13所示。



图13 EV-Globe加载的炼化厂高密度三维模型

在大数据应用方面，EV-Globe在服务端基于Hadoop架构进行分布式部署，并基于该架构实现了分布式计算，实现了大数据的高效存储和运算。

EV-Globe已经实现了对多类海量数据的高效渲染和对大数据的快速存储及运算，为大数据时代的到来做好了准备。

3. 移动智能

随着移动互联网技术的发展，移动智能终端的应用越来越广泛，移动GIS已经开始进入人们的日常生活。为了能够适应新的形势，提供更好的服务，EV-Globe推出了三维移动GIS平台。

EV-Globe移动平台经过严格测试，能够高效运行于市场上主流的平板电脑、手机以及部分专业移动设备。以后也会推出定位、导航、数据管理等服务，使EV-Globe移动平台既可以方便地作为数据采集的终端，也可以方便地作为数据应用的终端。

三、EV-Globe应用案例

在应对智慧城市建设方面，EV-Globe采取了一系列措施在很多项目中得到了很好的应用，下面具体介绍两个相关案例。

1. 天津市地下空间信息综合管理系统

该系统实现了对天津市整个地下空间管线、建构筑物 and 地质环境海量数据的动态统一管理，系统已经实现日常化应用，为地下空间规划利用和应急决策提供很好的辅助支持作用。

在数据融合方面，系统融合了二三维数据，实现了数据同源和协同编辑，如图14所示。后台对地下管线、地下建构筑物 and 地质环境均实现了自动建模和更新，三维部分无需人工维护，为三维系统的日常化应用奠定基础。

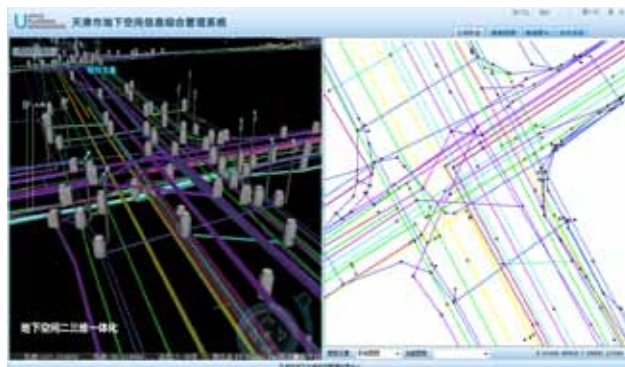


图14 天津市地下空间二三维融合

在大数据方面，系统加载了整个天津市地下空间的各类数据，包括超过三万公里的地下管线及相应的附属物、

特征点等数据以及地下室、地铁、人防、地质等数据，实现一体化高效运行，如图15所示。

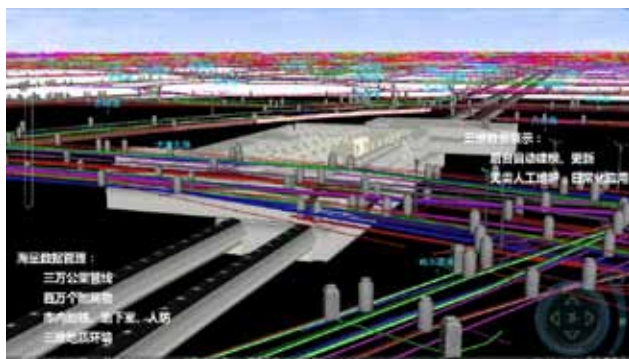


图15 天津市地下空间海量数据

另外，该系统在海量数据和高效运行的基础上提供了丰富的应用功能，包括多种模式的浏览定位，专业数据的查询统计，各类空间量算，专题分析和辅助决策功能，为业务人员日常化的应用提供了专业平台。

2. 北京地铁三维综合展示系统

该系统实现了对北京各地铁站的综合展示，包括按照CAD图纸建立的真实车站模型、站内设备设施模型（如图16所示），仿真的客流运行及列车运行展示，实时监控视频展示，设备设施属性展示等，实现了地铁车站的虚拟化，为地铁的运营、评估及应急指挥提供了三维决策平台。

在信息融合方面，系统将地铁站仿真模型融入三维地理信息系统，融合了客流仿真信息、设备状态信息、监控视频信息等多元信息数据。



图16 地铁站内环境真实模拟

在大数据方面，该系统实现了超过五千客流的在线实时仿真，并能将乘客按照年龄和性别进行分类模拟，表现其行李携带、团体出行及乘车流程（包括客流从排队购票到安检进站，再到上下车等），如图17所示。



图17 地铁站内大客流仿真

系统从仿真三维模型、设备实时信号到监控视频，都能真实地再现地铁站场景，建设虚拟的地铁站内系统，不需到达现场即可实现和现场看到一样的效果，为地铁运营人员、应急指挥人员提供真实、有效的决策平台，如图18所示。



图18 地铁站场景真实再现

四、未来愿景

随着智慧城市的发展和完善，我们生活的环境将变得更加高效、便捷、方便、友好。在智慧城市建设过程中，EV-Globe也将不断应对新的挑战，适应新的形势，为政府、企业及个人提供更完善、更智慧的解决方案。未来，EV-Globe将实现相关各行业数据的深入支持，承载各类海量数据高效运行，结合专业平台提供专业化应用，继续深化移动智能等一系列服务，为智慧城市的建设贡献我们的一份力量。



陈超

武汉软件研发中心

EV - Globe

移动平台解决方案

EV-Globe V5.0推出了全平台的概念,这意味着EV-Globe向着提供全方位的GIS平台解决方案迈出了一大步。全平台的“全”字有着多方面的含义,这里仅对EV-Globe针对移动平台的解决方案进行介绍。

EV-Globe V5.0是一个跨平台的产品,这里的跨平台指的是通过同一套SDK代码,同时支持多个操作系统和硬件平台:一套代码,随处编译。这一方面意味着EV-Globe V5.0底层代码的维护工作量大大减轻,另一方面也意味着EV-Globe V5.0的SDK接口、绝大多数功能特性在各个平台上都是一致的。EV-Globe V5.0支持的操作系统平台包括:Windows XP/Vista/7/8、Linux (Ubuntu/Suse)、Mac OS X、Android 2.x/3.x/4.x、iOS 5/6等。

EV-Globe V5.0同时是一个跨语言的产品,这里的跨语言指的是EV-Globe V5.0向二次开发者提供C++/C#/Java几种主流开发语言的二次开发包,并且提供了在各个SDK的内部层次上用这三种语言进行扩展的能力。这一方面意味着二次开发商可以延续他们熟悉的技术体系进行二次开发,而不需要学习新的语言;另一方面也意味着二次开发者将能够更加快速地扩展应用功能甚至对SDK本身进行扩展。

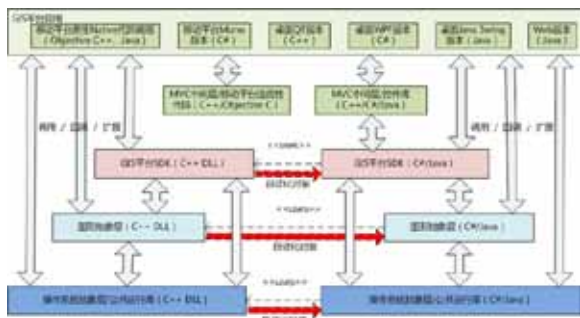


图1 EV-Globe V5.0技术路线

图1展现了EV-Globe V5.0的技术路线, EV-Globe V5.0通过操作系统抽象层隔离了平台差异、通过图形抽象层隔离了渲染系统差异、通过MVC中间层隔离了界面差异、通过自动化封装技术各个层次上都为二次开发者提供了可扩展的C++/C#/Java接口。

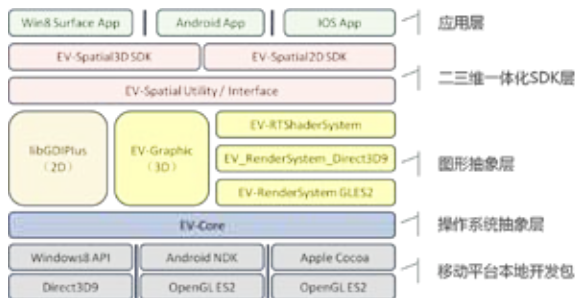


图2 EV-Globe V5.0移动平台产品体系结构

图2展现了EV-Globe V5.0移动平台产品的体系结构。在Android、iOS和Windows 8这几大主流移动平台上,都是直接在各平台的本地开发包的基础上构建操作系统抽象层,在操作系统抽象层之上进行开发。在图形抽象层,三维部分将OpenGL ES/ES2、D3D9渲染系统进行了抽象;二维部分使用了libGDIPlus作为绘制引擎。在二三维一体化SDK层,所有平台共用同一套代码。在应用层,可以在不同的平台上使用各平台特有的应用开发框架进行开发。

EV-Globe V5.0 产品系列中包含三款移动平台产品：EV-Globe V5.0 For Android Preview、EV-Globe V5.0 For iOS Preview和EV-Globe V5.0 For Windows 8 Surface Preview。这三款Preview产品展现的功能包括：全球DOM、DEM展现、城市模型展现、触屏操控、镜头飞行、自然环境等。图3、图4分别展现了EV-Globe移动版数字地球和EV-Globe移动版数字城市的效果。



图3 EV-Globe移动版数字地球



图4 EV-Globe移动版数字城市

EV-Globe V5.0 移动平台产品继承了EV-Globe V5.0 SDK的大部分功能特色，这些功能特色包括：

◎大尺度数字地球建模及DOM/DEM展现；数字地球自然环境展现（星空、太阳、月亮、大气圈、天空盒、动态云层、海水）；城市静态模型、特效的管理与展现。

◎贴地与非贴地的矢量图层扩展显示。

◎随时间变化的全局光照效果、气候效果；全局阴影。

◎粒子特效和水面特效等。

◎场景节点动画、关键帧动画、骨骼动画、镜头动画。

EV-Globe V5.0 移动平台解决方案中最重要的部分就是对开发者的支持。首先会提供各移动平台的二次开发包：

◎EV-Globe For Android SDK（C++/C#/Java）

◇EV-Globe For Android 二次开发手册

◇EV-Globe For Android 开发环境搭建指南

◇EV-Globe For Android 应用示例

◎EV-Globe For iOS SDK（C++/C#/Java）

◇EV-Globe For iOS 二次开发手册

◇EV-Globe For iOS 开发环境搭建指南

◇EV-Globe For iOS 应用示例

◎EV-Globe For Windows 8 SDK（C++/C#/Java）

◇EV-Globe For Windows 8 二次开发手册

◇EV-Globe For Windows 8 开发环境搭建指南

◇EV-Globe For Windows 8 应用示例

EV-Globe V5.0 移动平台解决方案在每个平台上都至少为二次开发者提供两条以上的开发路线，下面具体进行介绍：

◎在Android平台上为二次开发者提供了三条技术路线：

◇使用Java SDK，在Eclipse开发环境中用Java进行Android应用开发

◇使用C++ SDK，自己封装JNI，在Eclipse开发环境中用Java进行Android应用开发

◇使用C# SDK 及 Mono For Android，在MonoDevelop开发环境中用C#进行Android应用开发

◎在iOS平台上为二次开发者提供了两条技术路线：

◇使用C++ SDK，在XCode开发环境中用Objective-C++进行iOS应用开发

◇使用C# SDK及Mono Touch，在MonoDevelop开发环境中用C#进行iOS应用开发

◎在Windows 8平台上为二次开发者提供了两条技术路线：

◇使用C++ SDK，在Visual Studio开发环境中用C++进行Windows 8应用开发

◇使用C# SDK，在Visual Studio开发环境中用C#进行Windows 8应用开发

以上多次提到了Mono，有必要对Mono进行简短的介绍。Mono是对微软.Net类库的一个第三方实现，它提供了Linux、Android、iOS等Mono版本。它使得开发者在Linux、Android、iOS这些非Windows平台使用C#开发应用程序成为了可能。Mono有自己的开发环境，叫做MonoDevelop，在Windows、Linux、MacOS等主流桌面系统上都有MonoDevelop的版本。使用Mono开发C#应用必须在MonoDevelop中进行。

移动平台上的三维GIS应用并没有随着移动平台的硬件条件的飞速进步而蓬勃发展，现阶段有很多因素制约着移动平台三维GIS的应用。首先是软硬件环境的制约，包括内存和显存容量的限制；移动平台的三维API只支持基本的固定管线渲染或者有限的可编程管线编程能力；普通手机甚至平板电脑的屏幕尺寸并不适合浏览包含大量细节的三维场景；电池续航能力。其次是移动平台硬件标准的制约，移动平台的软硬件的多样化，还没有形成类似的PC行业标准化硬件；各种技术标准和技术体系都需要让开发者学习，增加了开发者的成长难度。最后，移动平台三维GIS应用在以往人们的认知中，只是能看一看，没有实际的价值，如何突破仅仅能看一看的功能定位一直是三维GIS厂商不停探索的方向。

EV-Globe移动平台解决方案将与位置、移动互联、物联网、电子商务、行业应用等紧密结合，同时依托公司的主营业务，开创移动平台三维GIS应用的新天地。



王文成

遥感应用第七事业部



刘星丽

遥感应用第七事业部

EV - Globe 助力气象数据可视化

近年来国家气象局加强气象工程科学设计和评估，三维空间地理信息系统在国家气象局的重点工程里已经发挥了重要的作用，如在山洪地质灾害防治工程、气象监测与灾害预警工程、气象卫星、天气雷达监测分析等重大工程里得到了更深入的应用。因此三维空间地理信息系统在气象预报、气象灾害监测预报预警、公共气象服务、短期气候预测、应对气候变化、气象预报预测等方面都有着更加广阔的空间。同时目前海量气象数据管理与共享、气象数据分析展现、精细化气象预测预报、公共气象服务、气象应急指挥等气象各专业用途的需求，对气象三维空间地理信息系统也带来了新的挑战和机遇。

一、气象数据可视化对三维GIS平台要求

1. 气象数据管理的要求

气象业务服务领域最突出的特点就是实时业务居多，事实性要求高。而且要满足准确的预报，就需要使用大量的观测、探测数据。因此面对实时性高、数据分布地域广、数据量庞大等需求，三维GIS平台需在气象资料的存储、管理及查询提供高效地数据引擎。

2. 气象分析与气候数据模型的整合

气象业务部门根据各自的需求已经建立起水文气象站点数据采集的数据库，并且在多种数据资料的提取、加工、应用等具有专业化的流程，例如气温变化趋势的预测方法、致灾暴雨风险评估等。如何在三维场景中利用地形高度、经纬度、人文环境对气象专业的数据模型加以整合、分析并以直观地显示手段加以表达是目前气象三维GIS的主要发展方向。

3. 气象信息三维模拟算法优化与计算效率

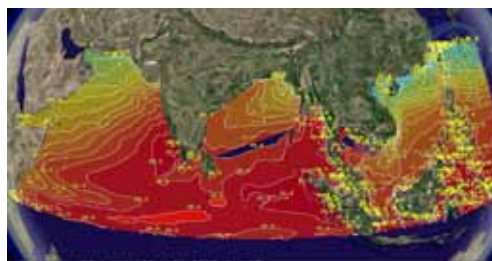
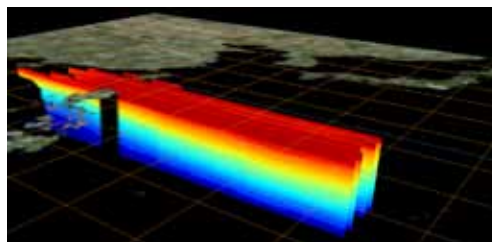
对于气象预报应用来说，系统不仅有大量的气象数据需要处理和计算，同时还有海量的地形数据需要加载。从系统应用的角度来说，不仅将各类水文、天气现象模拟出来，而且还要考虑系统数据量大、数据种类繁多等带来的一系列问题。

二、EV-Globe在气象数据产品可视化中的应用

1. 气象数值产品的三维表达

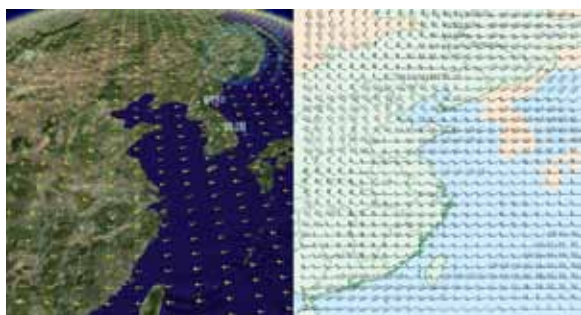
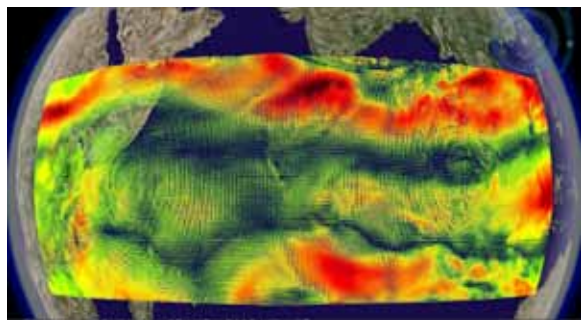
【等值线等值面类产品可视化】

主要实现对气象保障信息的等值线和等值面可视化表达。根据气象保障信息的数据类型（通常为格点数据），经过一系列数据解析、配准和校验后，能够实现对不同时空分辨率的格点场数据的等值线和等值面渲染。



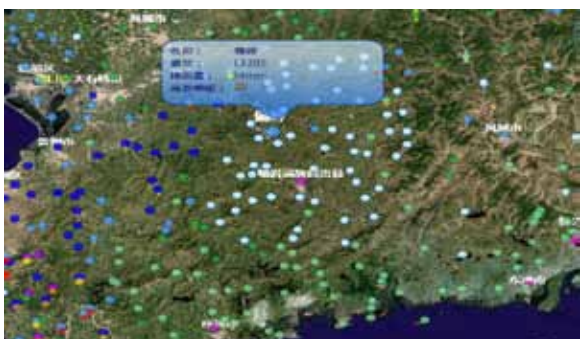
【矢量场类产品可视化】

主要实现气象保障信息的矢量表达，包括数据的方向、大小、高度等信息，矢量的表现形式为箭矢、风羽、曲线等，根据三维场景观察角度的不同能够实现矢量场的抽希。



【单场（站）类产品显示】

能够实现单场（站）或区域文本类产品的显示，根据场（站）的空间坐标信息，在三维场景中以不同的符号表示不同类型的场（站），点击感兴趣的场（站），能够查询和显示不同时间、时次或时效的场（站）数据。



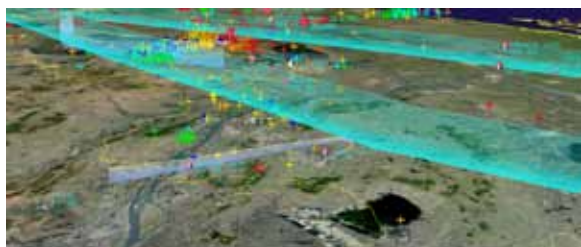
【图形图像类产品显示】

能够实现卫星遥感、雷达扫描等图形图像数据的显示。对于在时间序列上具有连续变化的数据能够实现多期数据的动态演示，如卫星云图；根据图形图像数据的某一特征值，可实现图形图像数据的三维展示。



【垂直剖面曲线类产品显示】

主要实现垂直剖面曲线类产品的显示。显示要求气象数据在立体空间具有层次性，根据每一层的数据构造气象空间体数据，进而能够绘制垂直剖面曲线，将气象数据某一剖面数据在三维环境中呈现。



【要素场玫瑰图形类产品显示】

主要实现基于三维数字地球的要素场玫瑰图形类产品的显示，如海流玫瑰图，读取海流的十六方位的平均流速数据，以箭矢的方式表示流向和流速，并以圆圈表示海流大小的参照值。



2. 天气环境三维模拟

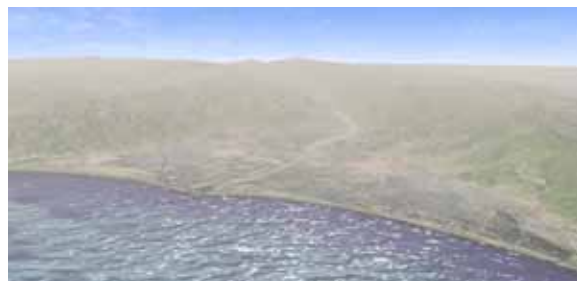
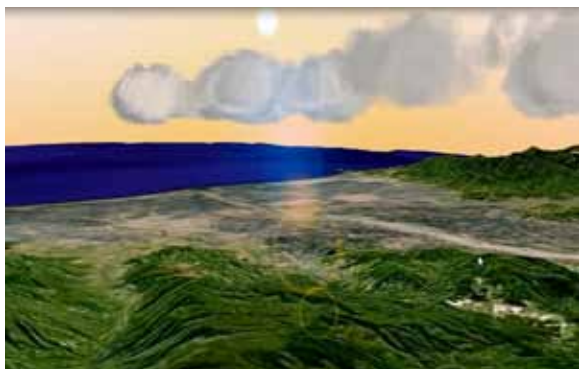
【三动态纹理表达】

海浪、闪电等都是具有不规则运动规律的自然现象，且不断变化；通过构建三维顶点，按照特定的数学模型，为每个顶点赋予不同的纹理坐标，且纹理坐标不断变化，驱动纹理变化，从而模拟海浪和闪电不断交替发生的自然现象。



【粒子特效模型】

雨、雪、云、雾等自然现象具有形状不规则、光照不均匀、且动态变化等特性。在三维可视化技术中，粒子是模拟不规则模糊物体的最简单有效的方法。基于粒子模型，建立雨、雪、云、雾等自然现象的数学模型，并计算光照、颜色、时空变化等信息，最终将这些信息反馈给粒子模型，从而模拟各种自然现象。



【气象灾害预警、监测及评估】

基于EV-Globe三维空间地理信息平台可以将实况预报的降水、雷电、气温、风向、风速以及卫星云图、雷达回波强度等资料在三维场景中定位显示。面向气象业务人员直观掌握、评估、预测气象灾害数据并结合地形、水系、城镇乡村居民等地理数据和社会经济数据等做出更有针对性的暴雨洪水及山洪、泥石流等灾害的预警和评估。



三、展望

目前看来，三维地理信息技术在气象行业的应用还主要局限于对气象要素的管理及二三维展示方面，在气象分析、决策及专业服务方面仍处于摸索阶段。如何将宏观复杂的气象信息逼真的展示在人们眼前、如何将海量多元的气象信息广泛服务于人们的日常生活中、如何将先进的地理信息系统有效的应用于气象灾害预报预警中一直是气象部门联合IT企事业单位思考的问题。北京国遥新天地信息技术有限公司基于EarthView全系列遥感数据及EarthView全空间信息软件两大主要业务，积极与气象部门合作，致力于研发出一系列科学实用的气象服务系统。

EV - Globe 在空管领域中的应用



陈彬

遥感应用第九事业部

一、概述

北京国遥新天地信息技术有限公司数字空天技术应用中心依托自主采集大规模高分辨率航空遥感影像数据——“中科高清”遥感影像产品和领先的自主知识产权国产软件“全平台三维空间信息软件EV-Globe”，在空中交通管理自动化以及航空领域中进行了广泛的应用研究。

多年来，中心以三维平台EV-Globe为基础，构建了面向空管自动化系统的二三维一体化的地理信息平台，对空管自动化系统提供基础地理信息平台支撑。中心还结合空中交通管理业务进行了一系列拓展应用研究，积累了多项相关专项技术，包括：多源监视信息融合、二三维一体化态势显控、Web模式跨平台态势显控、飞行计划处理、飞行冲突告警、飞行地形告警、通信导航设施效能评估、航空气象显示、空域流量分析、空域容量评估等。

二、数据

公司自主采集的广东省、福建省、江苏省、浙江省、安徽省、湖南省、湖北省、山东省、河南省、河北省、辽宁省、吉林省等地高精度影像/地形数据，可作为空中交通管理各类自动化系统的基础数据。



图1 遥感影像数据

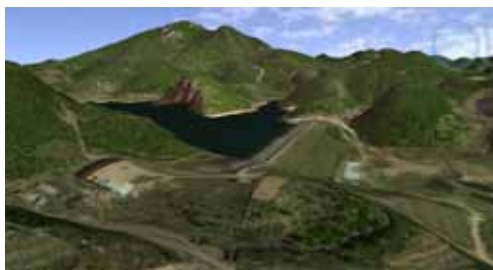


图2 DEM地形数据

三、软件

1. 二三维一体化基础地理信息平台

二三维一体化的地理信息平台将海量影像数据、高程数据以及空管业务所涉及的矢量数据一体集成管理，并实现了各类数据综合高速浏览、一体管理。表现在二三维一体化的三个特性：数据源一致，可视化效果一致和操控一致。平台利用高清影像数据、高精度高程数据，还原出真实的地形、地貌，更可同时模拟云、雨、雪等天气状况，构建出逼真的飞行环境。



图3 三维场景



图4 自然环境

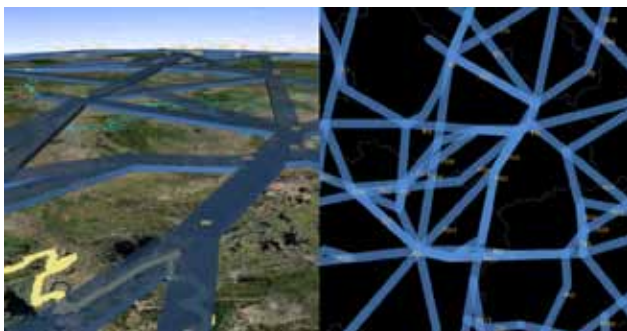


图5 二三维一体化基础地理信息平台

2. 态势显控

【多源监视信息处理】

支持多种原始雷达格式信息接入，包括826、雷神、马可尼、汤姆逊等；

支持ADS-B信号接入；

支持ADS-C、CPDLC信号的接入和发送；

支持多源监视数据融合处理。

【飞行计划处理】

支持民用航空飞行动态固定电报接入、生成；

支持飞行动态信息与监视信息相关，生成综合空中交通态势，并对航空器进行“计划-航迹”一致性监视。

【“二三维一体化”态势显控】

通过二维模式，可以宏观的掌握空管要素，例如空域、航路、航线、导航设施，以及实时的空情态势。

通过三维模式，可以掌握二维模式所不能表现的在垂直方向的细节，例如空域之间的高度关系，航空器与航空器、航空器与地形的安全间隔等。

通过二三维一体，可同时掌握宏观态势和细节要素。

二三维一体化平台可对二维和三维展示界面进行同步操作，包括放大、缩小、水平移动、旋转等。



图6 空中态势显示

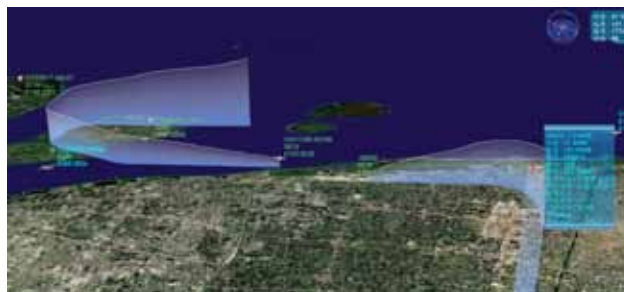


图7 终端区三维运行态势

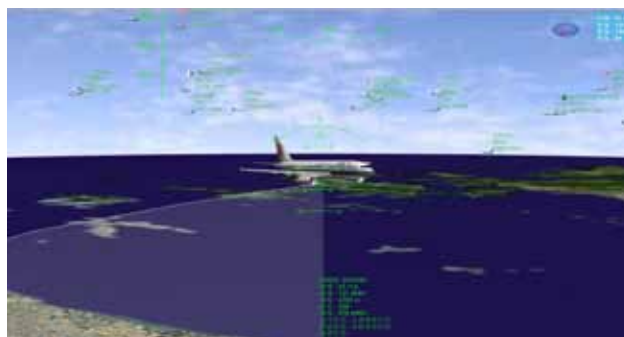


图8 三维重点目标跟踪

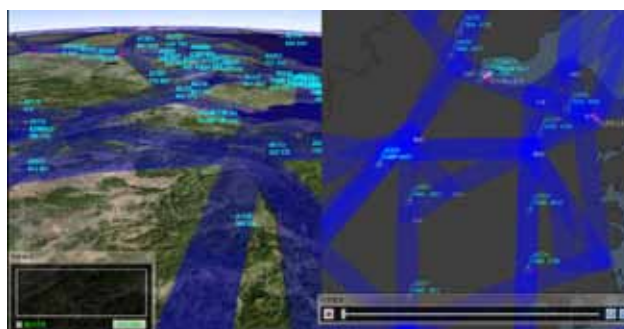


图9 二三维一体化态势显控

【跨平台态势显控】

基于Web浏览器实现的跨平台实时动态目标显控系统，可用于态势信息的远程发布。经过权限认证的用户在任意一台电脑上通过浏览器即可实现实时态势监视。

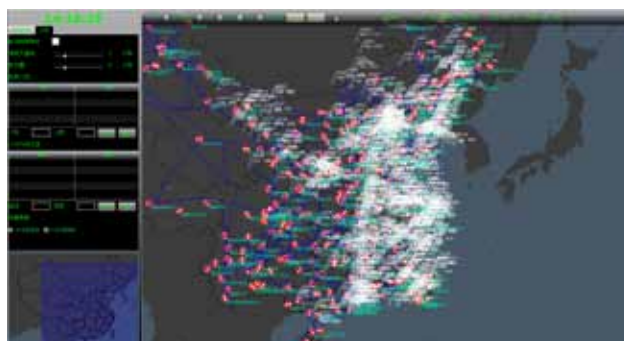


图10 基于Web的矢量背景态势显示

◎支持在5000批次以上动态目标的发布，保持500毫秒/次以上的刷新率

◎支持多平台，包括Windows、Unix、Linux、Mac OS等操作系统

◎支持矢量背景地图

◎支持影像背景与矢量叠加地图

◎支持协同操作

◎支持不同权限用户定制不同范围、高度、类型的航迹

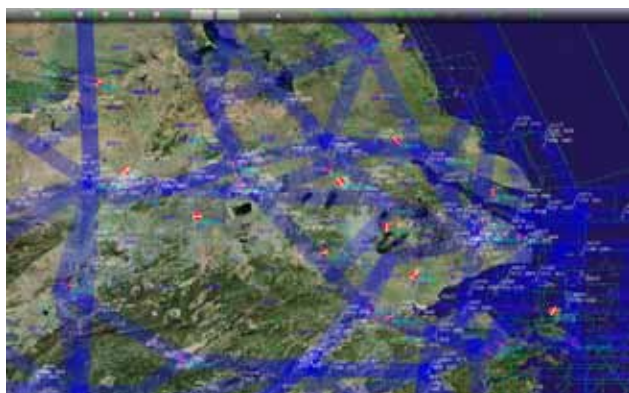


图11 基于Web的影像与矢量叠加背景态势显控

3. 告警支持

传统空管自动化系统采用多边形、马赛克等方式设置告警区域，EV-Globe空管告警支持利用大范围高精度DEM高程数据、高精度数字城市模型，还原真实环境的地形地貌，结合内置的高速三维空间运动推算算法，实现飞行全程的连续告警，对复杂地形、城市低空等具有一定危险性的飞行提供较好的预告警支持。更可接入影响飞行安全的天气系统信息并计算其对航路以及航空器的影响，在满足一定阈值时触发预告警。

◎最低安全高度告警

◎前视地形/障碍物告警

◎短期飞行冲突告警

◎危险天气系统告警



图12 城市低空飞行-前视障碍物告警

4. 运行仿真

【通信导航设施效能评估仿真】



图13 设备通视分析

支持通信导航设施无线电信号三维波形的生成，将其与地形数据相匹配，计算出无线电波在三维空间的覆盖范围、遮蔽情况。

支持将三维的计算结果分高度层投影到平面，生成各高度层的信号覆盖图，可为雷达、甚高频电台、ADS-B台站、VOR台、DEM台等无线电设施的效能评估提供辅助支持。

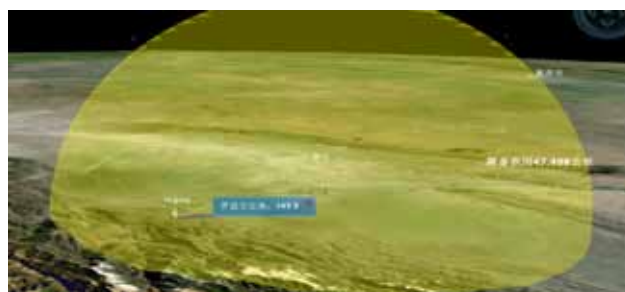


图14 设备作用范围

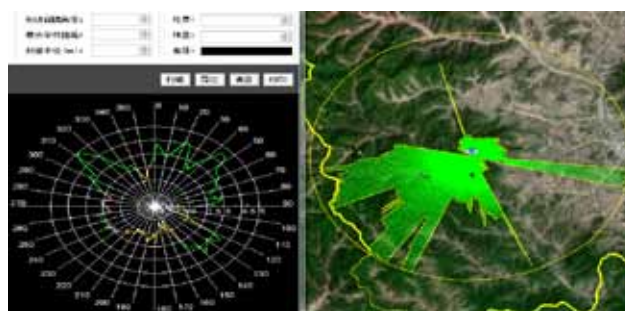


图15 设备覆盖范围

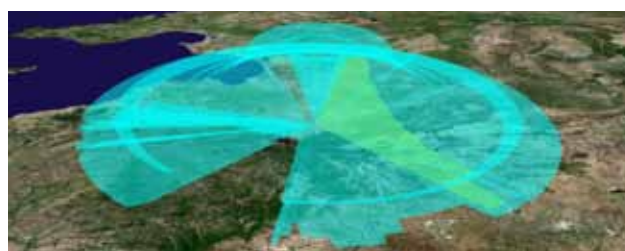


图16 设备效能分析

【飞行仿真】

4D预案仿真。支持三维环境下飞行预案的制作，用户可根据需要定制航空器的4D飞行轨迹。



图17 4D预案编辑

民用航空固定电报飞行计划仿真。支持领航计划报（FPL）、起飞报（DEP）等固定电报接入。收到起飞报后按照对应的领航计划报包含的航线、高度、速度信息开始模拟飞行。飞行过程中提取领航计划报的机型、航空公司等信息自动选择相应的机型并加载对应航空公司涂装。

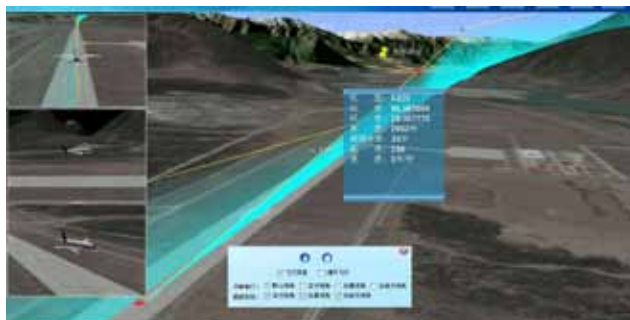


图18 飞行仿真多视角视景

自由飞行。用户可利用飞行摇杆等外设控制飞机自由飞行，可模拟大幅度的机动飞行。

支持三维多角度视景，包括前视、后视、侧视、座舱等视景。



图19 座舱视景

支持将航空器的飞行轨迹以826雷达信号的形式输出，为其他系统提供监视信息。

【机场运行仿真】

支持比较全面的机场运行动态仿真。

机场设施三维建模。包括塔台、候机楼、导航台等设置。

机场运行规则建模。支持定制场面的滑行规则，定制进离场航线。

场面活动目标监视、告警。对场面上活动的运动目标的距离进行实时监控，并在距离过近、航空器违反滑行程序时触发告警。

塔台三维视景仿真。支持塔台内部仿真，用户可以以塔台的视角来监控整个机场的运行。

航空器运行仿真。可支持航空器从推出、滑行、滑跑、起飞、降落、滑入停机位的全过程三维模拟。



图20 起落航线上看机场



图21 场面



图22 正在起飞的飞机上看机场

5. 航空气象

利用卫星、雷达、区域自动观测站等多种观测资料生成影响飞行安全的天气系统三维态势，包括卫星云图、高空风场、高空急流、闪电分布、积冰指数、颠簸指数等，并支持按观测时刻回放天气系统的演化过程。



图23 卫星云图

结合航路、空域数据，可计算出天气系统对航路、空域的影响范围，推测影响的时间范围，为飞行计划调配、流量控制提供决策参考。

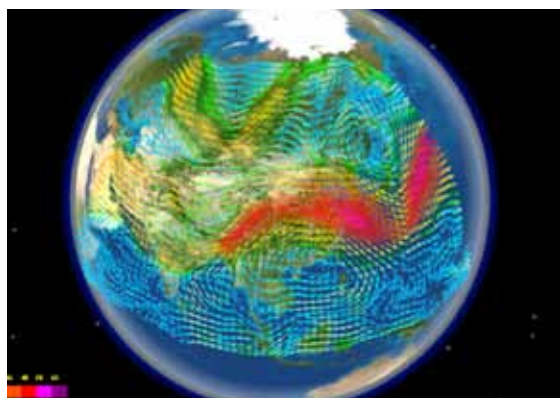


图24 高空风场

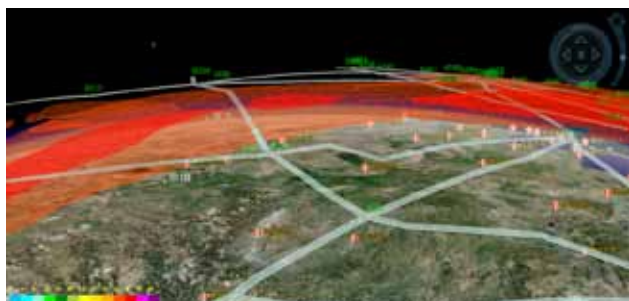


图25 高空急流



图26 闪电分布

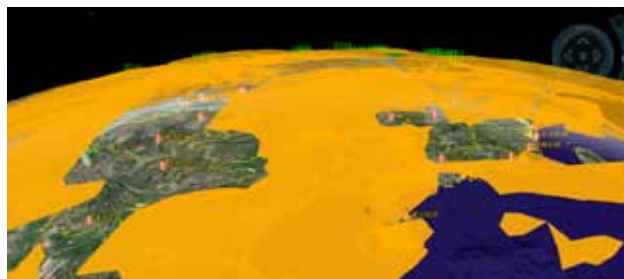


图27 积冰指数

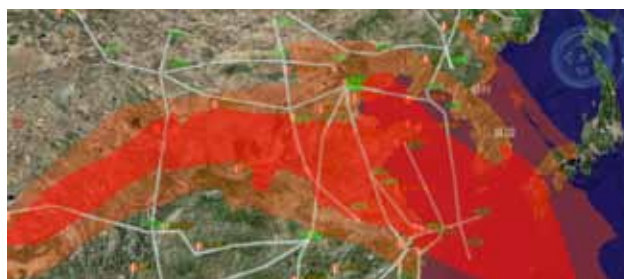


图28 颠簸指数

6. 空域技术

【空域管理】

通过飞行流量预测、空域使用各方要求、空中交通流向与分布等，对飞行情报区、管制区、航路、航线、进离场航线、禁区、限制区、危险区等空域进行规划与设计，为空域的精细化管理提供支撑。

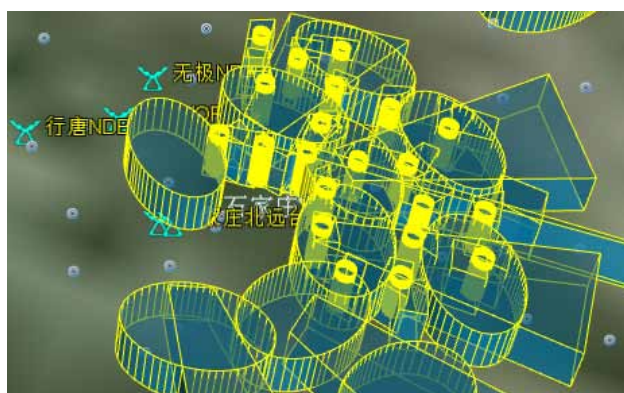


图29 三维空域结构

支持二维、三维环境下空域的可视化编辑，也提供接口支持其他格式空域数据的导入。

【空域运行态势监视】

对当前空域（包括航路、航线）的运行情况进行统计分析，对空域运行的繁忙程度进行评估，对空域运行的宏观态势进行可视化的展现。

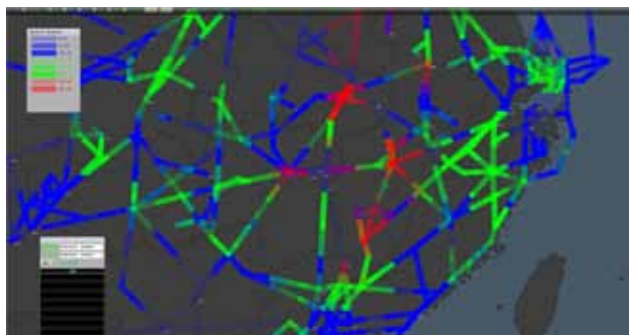


图30 全国繁忙航段态势

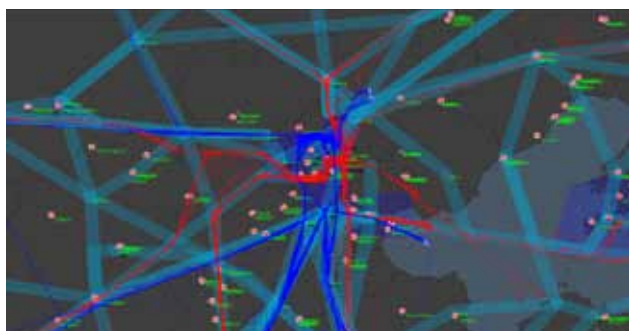


图31 终端区航迹线重演分析

- ◎空域运行热度分析
- ◎空域运行态势回放
- ◎终端区起降架次分析
- ◎终端区航迹线分析

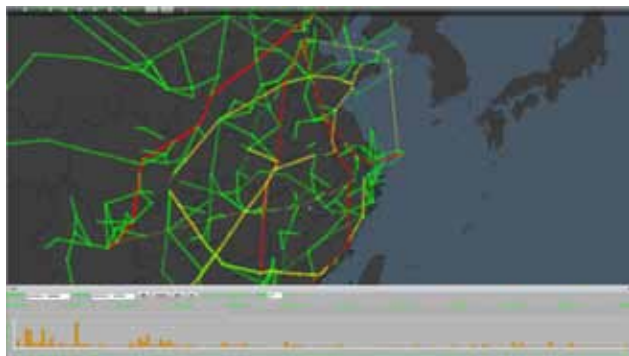


图32 全国航路流量变化情况回放

【空域容量评估】

支持对全国航路的流量数据进行7×24小时不间断的定量分析。对航路运行期间产生的海量航迹、统计数据进行存储，并结合Web GIS实现在线可视化，支持对数据的可靠性进行验证和校准，并根据统计结果评估航路的容量。

针对航路运行的三方面特性进行统计。

流量。即单位时间内进入指定航路指定高度层的航空器的数量。

- ◎正向流量

- ◎反向流量
- ◎加入流量
- ◎穿越流量
- ◎航路加入概率

间隔。航路运行过程中，同高度层上航路上的航空器的纵向间隔。

- ◎航路最大间隔
- ◎航路最小间隔
- ◎航路平均间隔

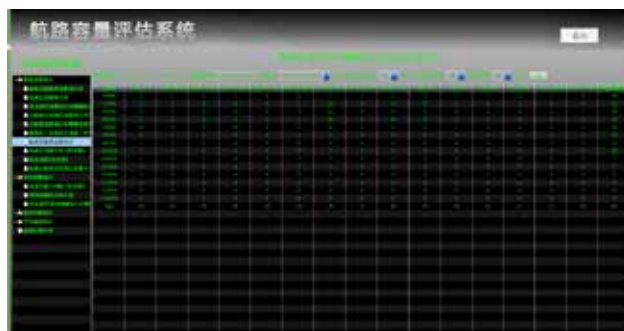


图33 航路各航段流量统计

速度。航路运行过程中，在某一时间段或者某一时刻航路中运行的航空器的速度特征。

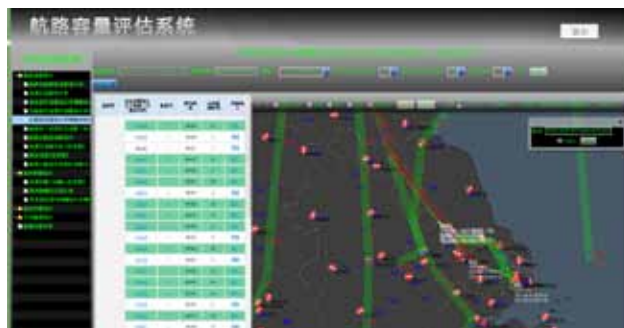


图34 全航路流量统计详细情况

- ◎航路最大速度
- ◎航路最小速度
- ◎航路平均速度

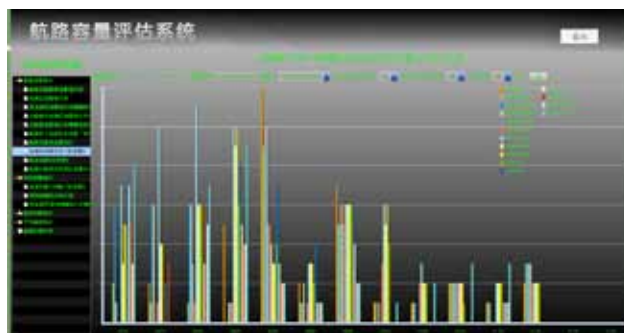


图35 高度层流量分布

输电工程 数字化勘测设计平台



胡天硕

遥感应用第八事业部

一、平台建设背景

随着电力体制改革的推进，主辅分离的完成，勘测设计企业开始向工程公司转型。为了适应这种变化，设计企业需要将设计产品延伸至输变电工程全过程当中，同时积极地扩展业务范围和规模，引进先进设计方法和手段，提高设计工作效率，降低设计成本，提升企业竞争力。而三维数字化建设工程作为一种全新的设计管理工具，为设计企业打开了突破传统、勇于求新的探索之路。

近年来，随着国网、南网公司信息化建设的不断深入，设计单位利用信息技术手段不断提升设计水平，完善数字化设计产品。目前，发电及变电工程的三维数字化建设已经相对成熟，在设计效率和质量方面都已取得卓越的成绩。虽然输电三维数字化设计起步较晚，但在不懈探索实践的过程中，从设计理念到技术手段都得到逐步提高，并已有部分设计单位开始了示范应用。但电网建设规模大、网架密集、输电线路涉及资料多，目前迫切需要一个能够使各专业统一、协调、有效地进行可视化业务应用的平台，提供跨专业设计服务，实现各专业设计成果的及时共享和整合。国遥新天地的输电工程数字化勘测设计平台正在这个领域中进行积极地尝试，并取得了令人满意的成果。

SLWCAD的升级版)的基础上进行研发，旨在为电力设计院的输电工程数字化勘测设计业务、工程总承包业务、系统规划业务等提供基础数据集成共享管理、架空线路选线、输电工程数字化设计、设计成果可视化管理及数字化移交服务的三维数字化电力勘测设计平台。

输电工程数字化勘测设计平台的建设基于统一的数据库，对设计资源进行规范整合。数据库包括基础地理数据、电网专题数据、工程成果数据、典型设计模型数据、规程规范库五大子库。平台逻辑架构设计基于成熟的四层架构，分别是数据层、访问层、服务层和应用层，如图1所示：

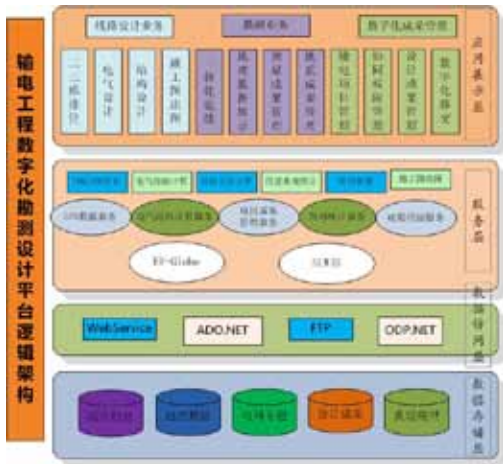


图1 输电工程数字化勘测设计平台逻辑架构图

二、系统总体设计

输电工程数字化勘测设计平台是在EV-Globe全平台三维空间信息软件(国遥公司自主研发的国内领先的三维GIS平台)和SLW3D架空送电线路三维设计平台(道亨公司开发的国内应用最广泛的输电线路设计软件

平台针对勘测和输电两大业务，集成开发了多个专业应用功能模块，包括GIS基础功能、工程项目管理、基础数据管理、勘测业务、一体化选线、电气设计、结构设计、成果管理、数字化移交及系统配置管理十个功能模

块，系统整体功能结构如图2所示：

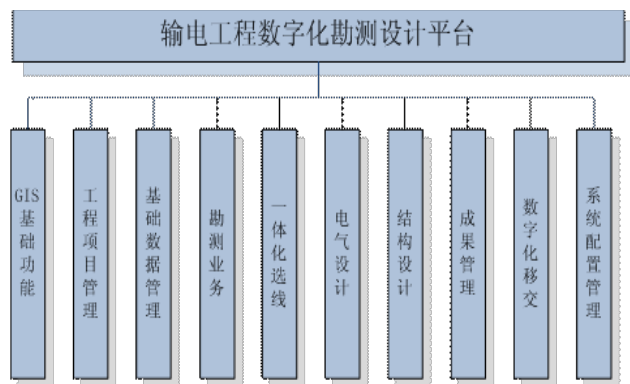


图2 系统功能模块框架图

三、系统主要功能应用

1. 工程项目管理

平台以工程为单位对工程项目进行管理，每个工程项目都可创建独立的工程工作空间以及工程工作目录，实现项目数据结构维护、项目计划维护、专业目录结构维护、专业人员设计权限设置等功能，并向客户提供对线路电压等级、阶段、工程、选线线路等信息管理维护及定位检索功能。



图3 工程信息维护

2. 数据管理

平台提供完善的数据管理功能，通过构建一个数据资源库实现对基础地理数据、电网专题数据、工程成果数据、典型设计模型数据、规程规范数据的有效管理，为输电线路的规划及设计提供数据支撑。提供不同类型数据的入库、编辑、共享、发布、浏览、查询、统计、更新、删除、维护以及输出功能。

序号	工程名称	电压等级	工程阶段	负责人	联系电话	所属单位	是否归档
1	110kV...线路工程	110kV	初步设计	张三	138...	广东电网	否
2	220kV...线路工程	220kV	施工图设计	李四	139...	广东电网	是
3	500kV...线路工程	500kV	可行性研究	王五	137...	广东电网	否
4	110kV...线路工程	110kV	初步设计	赵六	136...	广东电网	否
5	220kV...线路工程	220kV	施工图设计	孙七	135...	广东电网	是
6	500kV...线路工程	500kV	可行性研究	周八	134...	广东电网	否
7	110kV...线路工程	110kV	初步设计	吴九	133...	广东电网	否
8	220kV...线路工程	220kV	施工图设计	郑十	132...	广东电网	是
9	500kV...线路工程	500kV	可行性研究	冯十一	131...	广东电网	否
10	110kV...线路工程	110kV	初步设计	陈十二	130...	广东电网	否

图4 工程数据管理

3. 勘测业务管理

勘测业务管理是为勘测各专业提供地理数据可视化、图层管理、二三维地图编辑等GIS平台基本功能，同时还能够提供数据版本管理、符号工具、数据快速建模、地图数字化、坐标系统配置与转换等功能。

针对测量专业平台提供调绘数据的建模管理、地图编辑、量算分析、空间分析功能；针对地质岩土专业，能够提供基于GIS平台的地质专题图管理、勘探数据管理分析及可视化建模、钻孔数据管理；针对水文气象环保专业，能够提供水文气象数据管理及专业分析功能。

针对各专业成果，平台建立勘测各专业成果管理规范，建立统一编码，实现勘测成果规范化统一管理、成果建模及成果提交功能。



图5 地质专业数据资料管理

4. 一体化选线

平台提供输电线路前期选线及路径优化功能，基于大量已有的基础地理信息数据、调绘数据以及专题数据，实现线路路径绘选、路径优化调整、初步智能选线、线路统计分析、方案对比、调绘编辑等功能，并提供二维和三维数据同步显示、编辑、浏览服务，支持根据选线结果进行三维杆塔预排位和选线成果可视化，最终输出路径图。



图6 方案比选

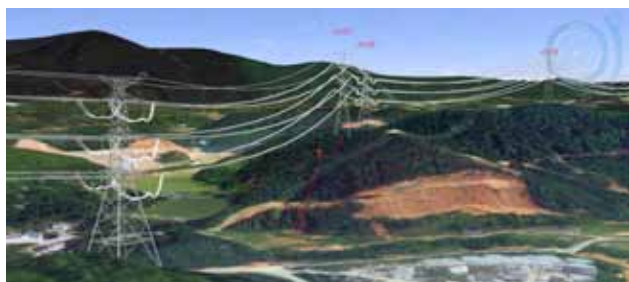


图7 选线成果可视化

5. 交互排杆定位

平台支持EV-Globe与道亨SLW3D架空送电线路三维设计软件之间的交互排杆定位。通过构建输电线路三维实景走廊，平台从传统二维排位升级为二维、三维实景交互排位，可打开二维平断面、三维线路实景、传统地形图等多个窗口同时操作，便于设计人员多角度全方位地观察杆塔排位情况。在杆塔排位过程中平台提供了全功能校核计算，包括导线对地距离校验、弧垂校验等功能。



图8 实景排位及校核计算

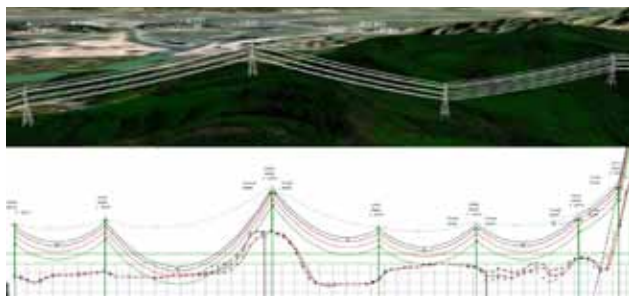


图9 排位交互

6. 电气结构计算及校验

平台提供满足线路工程设计需求及国家行业标准规范的电气计算、结构计算以及校验功能，包括连续档、孤立档力学计算、逐塔荷载计算、转角塔跳线计算、导线风偏计算、不平衡张力计算、跨越距离计算、电磁环境计算等，并实现对校验计算结果的三维可视化。

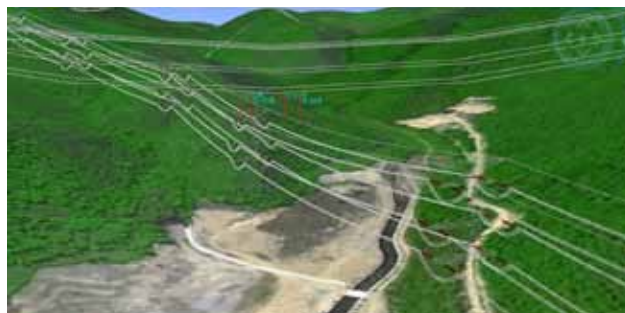


图10 交叉跨越分析

7. 参数化建模

平台支持基于线路设计成果的三维线路快速参数化建模，通过单个或批量输入通用地物基本参数，能自动快速完成几何模型构建。支于在数字地球上显示线条输电线路，用户可以自定义电力线路的粗细、颜色等信息，实现电网设备的三维真实再现，并通过控制模型容量，实现电网设备模型的流畅真实模拟展示。三维设计线路参数化建模包括以下几个方面：

【杆塔建模】

根据线路设计参数从系统内部杆塔模型库调用相应杆塔模型，并根据提供的杆塔坐标自动加载“栽种”到三维场景中的相应位置。如果系统库没有相应的杆塔模型，系统提供模型维护工具，能够从杆塔设计DWG图纸中交互生成该类型杆塔模型，并自动入库共享管理。

【绝缘子串建模】

根据线路设计参数从系统内部绝缘子模型库中调用相应的绝缘子串模型，并根据其在杆塔上的悬挂参数进行自动组装生成整体杆塔模型。与杆塔模型库相同，如果系统库没有相应的绝缘子串模型，系统提供模型维护工具，能够子设计DWG图纸中交互生成该类型绝缘子塔模型，并自动入库共享应理。

【导地线建模】

系统可以根据每一档的设计弧垂参数及绝缘子串上挂点情况自动生成导地线模型，并能够进行风偏弧垂展示。

【移动模型】

设置移动方向，进行模型移动。可提供绝对位置输入和相对位为对杆塔模型进行移动操作，同时导地线模型能

够实时更新。

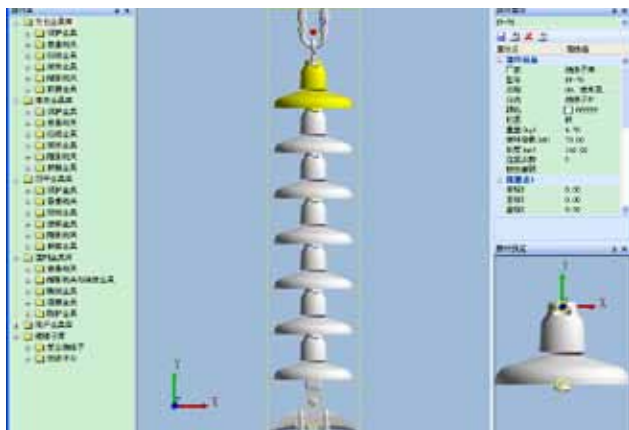


图11 绝缘子串建模

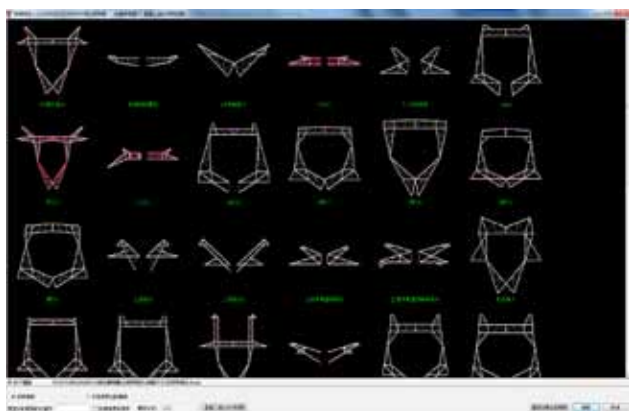


图12 杆塔模型

8. 数字化设计成果管理

平台支持对线路设计过程资源、设计文档数据等设计成果的可视化管理。实现对线路杆塔塔位成果进行入库，将设计好的线路塔位成果导入目标工程中，供用户查看，塔位成果导入完成后，系统自动定位到工程所在位置，能够与可视化三维杆塔模型进行关联。设计文档管理包括入库和维护两部分，通过设计文档可视化管理应用，实现对线路工程设计阶段电气、结构以及其它专业设计产品，包括各种图纸资料的管理。用户可以分专业、分卷册，将资料导入数据库中，系统根据用户选择的专业和卷册自动生成图纸编号，方便用户入库后进行查询、调阅及下载等操作。用户也可选择与院内生产管理系统或者档案管理系统进行对接来实现对设计文档成行的数字化管理。

系统支持对送电设备模型、设备台账、资料信息进行关联关系维护管理。支持显示属于某项工程的设备设施分类列表、模型预览、属性信息、资料信息。



图13 设计文档入库

9. 数字化移交

基于输电线路系统规划、可研选线、初步设计、三维数字化施工图设计、设计成果可视化管等各环节的线路工程规划设计全生命周期工作，平台实现了各环节相关地理背景数据、规程规范资料、勘测过程及成果数据资料、线路专业设计过程及成果数据资料、线路杆塔设备三维模型供的可视化规范管理。在此基础上，平台提供了两种方式的定制数字化移交功能。一种是成果数据打包，一种是成果打包结合移交平台。两种方式均可以对移交的数据类型、成果颗粒度、成果输出格式、加密规则及完整性要求对其进行定制。以此可以满足业主单位的规程规范要求。

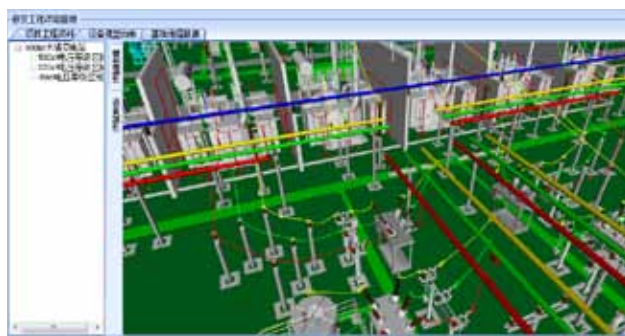


图14 数字化移交

四、结语

输电工程数字化勘测设计平台提供了一套面向输电工程设计流程的解决方案，在为输电线路工程设计提供数据支撑的同时，也给予线路设计一种全新的业务操作体验。平台提升了输电专业与勘测专业之间的协同工作效率，增强了从数据管理到专业设计的流程性，进一步完善了输电工程数字化设计全生命周期成果的三维可视化管理效果。通过输电工程数字化勘测设计平台的应用，我们有理由相信很快三维设计理念就能够扩展到系统规划部门以及基建、生产管理部门。