



中国首颗民用测绘卫星——“资源三号” 数据处理和应用*

唐新明 周 平

(国家测绘地理信息局卫星测绘应用中心 北京 100830)

摘要 2012年1月9日发射的我国首颗民用立体测图卫星“资源三号”是我国自主设计、研制和处理的精度最高的卫星。该卫星充分继承了我国资源卫星系列的平台技术,装载前后下视3台全色相机(下视相机分辨率2.1米,前后视相机分辨率3.5米)、1台多光谱相机(分辨率5.8米)、3台星敏感器和2台双频GPS接收机,实现对地三维摄影和多光谱探测,并获取相机成像时刻的高精度轨道与姿态测量数据。地面处理系统利用定期在轨几何检校成果,研究构建了“资源三号”测绘卫星高精度严密成像几何模型和有理函数模型。建立了满足测绘以及相关行业需求、与国内外成熟先进商业卫星接轨的“资源三号”影像产品体系。生产的“资源三号”影像产品无控制点平面精度达到10米,高程精度达到6米,带控制点平面精度达到3—4米,高程精度达到2—3米,处于国际同类领先水平,全面满足1:5万和1:2.5万比例尺的立体测图(平原、丘陵、山地和高山区)的精度要求,并可开拓研究其在1:1万比例尺困难区测图应用的可行性。目前,“资源三号”测绘卫星在轨运行正常,卫星测绘应用成果丰硕,数据已开始全面应用于我国1:5万基础地理信息产品生产以及更大比例尺地图的修测更新和地理国情监测,正积极服务于国土、规划、林业、农业、减灾等行业,并参与国际交流和合作。

关键词 “资源三号”(ZY-3),测绘卫星,卫星测绘

DOI:10.3969/j.issn.1000-3045.2013.Z01.012



唐新明研究员

1 概述

“资源三号”测绘卫星(ZY-3)是我国首颗民用高分辨率光学传输型立体测图卫星(图1)。卫星集测绘和资源调查功能于

一体,用于长期、连续、稳定地获取覆盖全国的高分辨率立体影像和多光谱影像,生产全国基础地理信息1:5万测绘产品,开展1:2.5万以及更大比例尺地图的修测和更新,开展国土资源调查和监测^[1],全面服务于地理国情监测等国家重大工程。2008年3月工程正式立项,2012年1月9日11时17分,于太原卫星发射中心由CZ-4B运载火箭成功发射。2012年7月30日,卫星正式由中国航天科技集团公司五院移交到卫星主用户——国家测绘地理信息

* 收稿日期:2013年3月28日

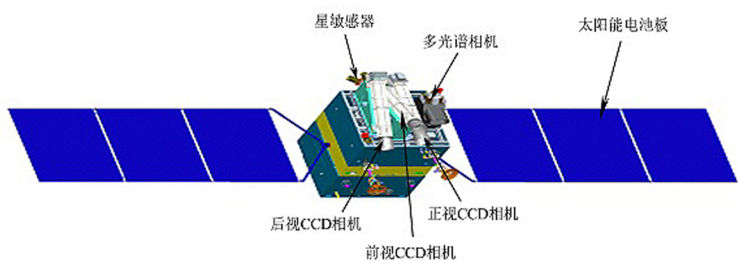


图1 ZY-3 卫星结构图

局,开展业务运行。

卫星测绘需要较高的几何精度。根据1:5万立体测图的精度和技术要求,在国家国防科工局、航天科技集团等有关部门的大力支持下,国家测绘地理信息局卫星测绘应用中心的研究人员通过理论推导、模拟仿真、试验验证全面系统地论证了ZY-3卫星所需的平台以及主要传感器,并与卫星研制部门一起,制定了ZY-3卫星研制的总体技术指标,以保障卫星总体技术指标的控制和测图精度的实现。ZY-3卫星充分继承我国资源系列使用的卫星平台技术,装载3台全色相机按照前视、正视和后视的方向,形成三线阵对地摄影,根据立体视觉的形成原理,形成立体全色影像;装载1台多光谱相机分别在蓝、绿、红和近红外4个不同波段上判断地面物体的属性;装载3台高精度星敏感器和双频GPS接收机用于获取相机成像时刻的高精度轨道与姿态测量数据,星上GPS实时定轨精度优于10米(1σ),事后精密定轨精度优于0.2米(1σ),姿态稳定度优于 $5\times 10^{-4}\text{ }^{\circ}/\text{s}$ (3σ)。卫星平台主要技术参数如表1所示。

ZY-3卫星设计制作精、测图精度高,影像数据量大,服务应用广。卫星原始影像经过地面校正与处理形成了满足规范

要求的高质量测绘遥感影像产品、测绘4D产品及多种专题产品,影像产品无控制点情况下平面精度达到10米,高程精度优于6米,达到或超过国外成熟商业卫星同等分辨率情况下的几何精度,并已全面应用于我国1:5万基础地理信息产品生产,以及更大比例尺地图的修测、更新和地理国情监测,正积极服务于国土、

规划、林业、农业、减灾等行业,并着眼于世界,积极参与国际合作和交流。为国家安全、国民经济建设和社会发展提供独立自主的信息保障。

2 ZY-3 测绘卫星影像产品制作技术

2.1 ZY-3 测绘卫星成像几何模型

建立我国自主测绘卫星的高精度成像几何模型,生产卫星影像产品和测绘产品,是卫星测绘应用的核心技术问题。研究人员针对ZY-3卫星的特

表1 ZY-3测绘卫星平台主要参数

卫星重量		2 650 千克
设计寿命		5 年
轨道	类型	太阳同步圆轨道
	高度	505 千米
	倾角	97.421 度
	回归周期	59 天
	轨道周期	97.716 分钟
	重访周期	5 天
	降交点地方时	10 点 30 分
相机	地面分辨率	下 视:2.1 米 前后视:3.5 米 多光谱:5.8 米
	光谱范围	三线阵:0.5—0.8 μm 多光谱蓝谱段:0.45—0.52 μm 多光谱绿谱段:0.52—0.59 μm 多光谱红谱段:0.63—0.69 μm 多光谱近红外:0.77—0.89 μm
	量化比特数	10 比特
	单载荷	大于 50 千米
覆盖宽度	立体	大于 45 千米



点,建立了两种成像模型,来描述地物点的影像坐标 (x, y) 和地面坐标 (X, Y, Z) 之间的数学关系,一是严密成像几何模型,二是有理函数模型。

基于线阵CCD成像瞬间各CCD探元扫描地面的视线方向矢量构建了ZY-3卫星影像的严密成像几何模型,通过求解成像瞬间各CCD探元的视线方向与地球椭球模型的交点,建立像点与地面点之间一一对应的关系^[2]。在不考虑大气折射影响的条件下,建立ZY-3卫星影像的严密成像几何成像模型^[3,4]:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{WGS84} = \begin{bmatrix} X_{GPS} \\ Y_{GPS} \\ Z_{GPS} \end{bmatrix} + m R_{J2000}^{WGS84} R_{star}^{J2000} (R_{star}^{body})^T \left\{ \begin{bmatrix} Dx \\ Dy \\ Dz \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} dx \\ dy \\ dz \end{bmatrix} + R_{camera}^{body} \begin{bmatrix} \tan(\Psi_Y) \\ \tan(\Psi_X) \\ -1 \end{bmatrix} * f \right\}$$

其中 $[X \ Y \ Z]_{WGS84}^T$ 表示地面一点P在WGS84下的三维笛卡尔坐标, m 为比例系数, f 为相机主距。

为了得到相机主光轴的位置和姿态,需要将GPS和星敏测定的数据转为相机的位置和指向。因此需通过地面测定GPS相位中心在卫星本体坐标系中3个偏移 $[Dx \ Dy \ Dz]^T$ 、星敏感器本体系和卫星本体系之间的坐标旋转关系 R_{star}^{body} 、相机在卫星平台上安装矩阵 R_{camera}^{body} 和 $[dx \ dy \ dz]^T$ 以及CCD线阵上每个像元在相机坐标系的指向角 (ψ_X, ψ_Y) 等。

有理多项式(RFM)模型是目前高分辨率光学推扫卫星普遍采用的通用几何模型,能达到与严密成像几何模型近似的精度^[5],并具有相对较高的计算效率。在严密成像模型的基础上,采用溯源方法,建立了ZY-3卫星影像产品的RFM模型^[3],并采用与地形无关的方式计算RFM模型参数^[6,7]。经过测试分析,ZY-3卫星RFM模型替代严密成像几何模型的精度优于0.01个像元,ZY-3卫星产品已全面使用RFM模型代替严密成像几何模型进行测图和相关应用。

卫星发射中冲力影响以及在轨运行的物理环

境变化均会引起地面测量的卫星各类成像参数(载荷安装、CCD焦面排列及镜头畸变等参数)的改变,同时卫星姿轨测量系统的系统性偏差,也会降低卫星几何定位精度。因此,需进行定期在轨几何检校^[8-10],利用高精度地面控制数据消除卫星在轨成像中影响几何定位精度的系统误差,提高卫星影像的几何质量。其中,通过对外方位元素检校可以消除姿轨测量、载荷安装等系统偏差,提高ZY-3卫星影像无控制点定位精度;通过内方位元素检校来消除镜头畸变影响,提高ZY-3卫星影像带控制点纠正精度。

2.2 ZY-3测绘卫星产品体系

根据ZY-3卫星载荷的成像特点和用户需求分析,我们对ZY-3卫星

遥感影像数据按处理级别和地理定位精度进行了产品定义和分级,主要包含的测绘遥感影像产品如表2所示。

传感器校正产品、系统几何校正产品和几何精纠正产品均支持核线(前后/前正/后正)、三线阵立体(前正后)和两线阵立体(前后)等立体配置模式。针对测绘遥感影像产品中正视影像,提供全色、多光谱、全色多光谱融合三种波段配置。

2.3 ZY-3测绘卫星产品处理流程

根据ZY-3卫星影像产品的定义,地面处理系统实现从卫星下传原始数据到各级影像产品的处理和生产,具体生产流程如图2所示。

2.3.1 传感器校正产品生产流程

传感器校正产品作为第1级影像产品,是进行实际测图应用最广泛的分发产品,后续其他遥感影像产品及测绘产品均可基于传感器校正产品进行生产。其处理过程中最重要的即为多片CCD影像的拼接处理。为了获得较大的扫描带宽和较高的分辨率,ZY-3卫星采用多片TDI CCD线推扫的方式成像,该成像方式获取的卫星影像是各片CCD的影像,CCD影像之间存在一定的重叠。由于卫星设计和制作工艺的限制,CCD之间在沿轨方向存在一定的错位,使得各片CCD影像利用重叠像

表2 ZY-3 测绘卫星遥感影像产品体系

产品分级	产品说明	备注
原始数据	对原始获取的影像数据进行解格式和分条带后形成原始数据产品,该产品未作辐射和几何校正处理,保留相机原始成像的辐射和几何特征	
传感器校正产品	对原始影像数据经过辐射校正和传感器校正(包括 CCD 条带拼接、积分时间规划、内方位元素规划等),但没有经过几何处理的影像产品。该级产品一般附带有影像的轨道、姿态和相机参数文件及 RFM 参数文件	类似于 SPOT5 的 Level 1A*产品;DigitalGlobe 的 Basic 级别产品
系统几何校正产品	利用传感器校正产品按照一定的地球投影和该成像区域的平均高程,以一定地面分辨率投影在地球椭球面上的影像产品。影像带有相应的投影信息。该产品附带 RFM 模型参数文件	类似于 SPOT5 的 Level 2A 产品;DigitalGlobe 的 Ortho Ready Standard*产品不
几何精纠正产品	在系统几何校正产品或传感器校正产品的基础上,利用控制点消除了部分轨道和姿态参数误差,将产品投影到地球椭球面上的几何产品。该产品附带 RFM 模型参数	
正射纠正产品	利用精细的 DEM 和地面控制点进行正射纠正后的影像产品,改正了由于地形起伏而造成的像点位移,因此不再提供 RFM 参数文件,但带有相应的地理编码	类似于 SPOT5 的 Level 3A 产品;DigitalGlobe 的 Ortho 产品
数字正射影像产品	在正射纠正产品基础上附加地名、境界等地理要素之后的影像产品,范围一般按地形图分幅计算	

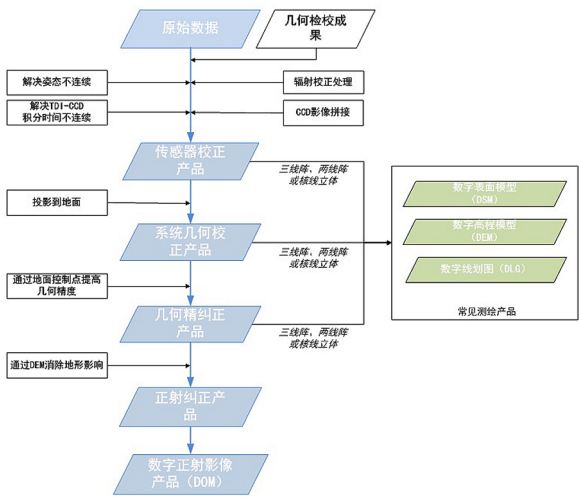


图2 ZY-3 影像产品处理流程

素直接拼成的大的影像不满足线中心投影,而各片 CCD 影像单独进行处理又会增加大量工作。地面处理系统采用基于虚拟 CCD 重成像的方式消除内

外畸变,生成无畸变的传感器校正产品,该产品利用理想无畸变 CCD 重成像完成了影像的拼接,生成视觉无缝且几何无缝的影像^[3,11-12]。其制作流程如图3所示。

2.3.2 系统几何和精纠正产品生产技术流程

系统几何校正产品是在传感器校正产品的基础上按照一定的地球投影,以一定地面分辨率投影在地球椭球面上的几何产品,两种产品之间存在一一对应关系,利用该对应关系和传感器校正产品的成像几何模型,可以建立起系统几何校正产品上像素点与地面点坐标之间的转换关系^[13]。几何精纠正产品是在系统几何校正产品或传感器校正产品的基础上,利用一定数量的控制点消除了部分轨道和姿态参数误差,提高了定位精度,将产品投影到用户选择的投影和参考大地基准下的几何影像产

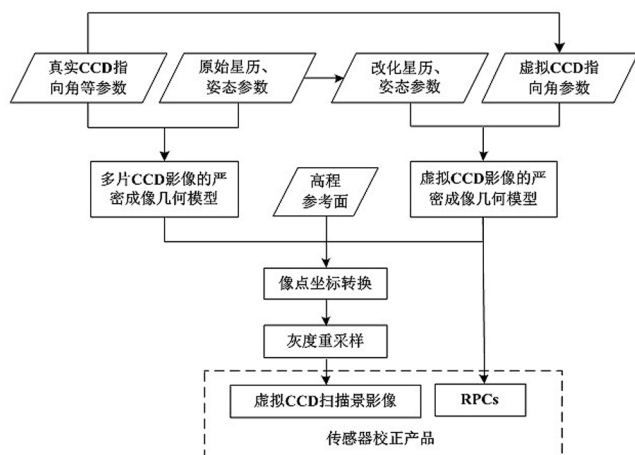


图3 传感器校正产品影像生产流程图

品。几何精纠正产品和系统几何校正产品的三维几何模型的制作方法一致。而基于像方的仿射变换模型在理论分析和实验数据实验中表明,分别在4角点布设1个控制点即可满足平差精度需要,控制点在高程上没有要求^[14,15]。系统几何校正产品和几何精纠正产品的制作流程近似,其建立了像点坐标与传感器校正产品影像像点的对应关系(下文中将系统几何校正产品和几何精纠正产品统一表述为纠正后影像),而传感器校正产品的成像模型建立了影像坐标与地面点(或物方坐标)的对应关系,两者一起构成了系统几何校正产品和几何精纠正产品的正变换(图4)。虚线框中为精纠正产品模型精化过程。

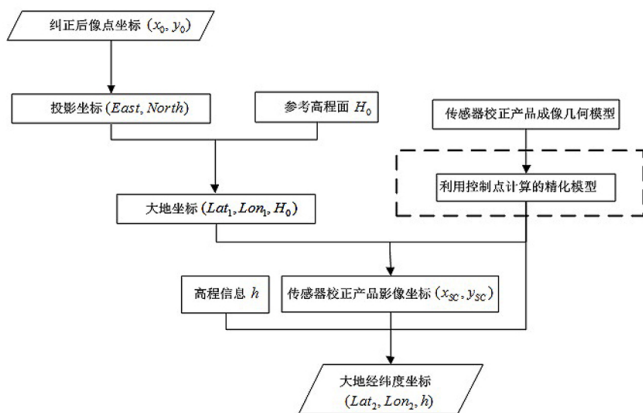


图4 系统几何校正产品与几何精纠正产品的三维几何模型正变换

2.3.3 正射纠正产品生产技术流程

正射纠正产品与几何精纠正产品的制作流程近似,区别在于高程坐标的获取方式,正射纠正产品的高程值是通过投影坐标内插DEM获得的。由于在制作过程中,正射纠正产品改正了因地形起伏引起的投影差,因此正射纠正产品不再需要带有几何模型进行进一步的处理。

正射纠正产品经过附加地名、境界等地理要素、范围一般按标准比例尺地形图分幅计算后形成数字正射影像产品,其精度与正射纠正产品精度一致。

2.4 ZY-3 测绘卫星产品几何精度

2.4.1 ZY-3 影像产品几何精度分析

利用高精度地面控制点,针对国内外10个不同区域的ZY-3前正后视三线阵全色传感器校正影像进行了区域网平差试验,分别采用无控制点平差和带控制点平差两种平差方案进行,试验结果如表3所示。

综合上述10个测区的区域网平差结果,ZY-3卫星传感器校正产品的区域网平差精度达到无控制点时平面精度8.972米,高程精度4.836米,在四角布设控制后平面精度2.979米,高程精度2.002米。无控制点时平差精度最好达到平面5.62米,高程1.883米;最差达到平面15.115米,高程8.657米。带控制点时平差精度最好达到平面0.519米,高程1.226米;最差达到平面4.570米,高程3.761米。部分区域平差精度差异较大可能是由于人工量测控制点的像点坐标不准导致。

结果表明,地面处理系统生产的ZY-3星遥感影像产品在无控制点时,甚至可以尝试直接用于1:5万基础地理信息的平面更新。在有控制点时,可以全面满足1:5万立体测图(平原、丘陵、山地和高山区)的精度要求,以及1:2.5万立体测图(山地和高山区)精度需求,并可开拓研究其在1:1万困难区测图应用的可行性。

表3 ZY-3影像区域网平差几何精度

区域	轨道号	成像时间	无控制点时精度 (中误差)(单位:米)		有控制点时精度 (中误差)(单位:米)				
			平面	高程	检查点	平面	高程	控制点	检查点
咸宁	2479	2012-06-20	10.020	4.250	23	0.571	1.219	4	19
兰州	351	2012-02-01	6.299	5.021	8	2.926	2.078	4	4
委内瑞拉	350	2012-02-01	7.150	3.710	8	2.551	1.063	4	4
齐齐哈尔	1749	2012-05-03	10.238	5.192	21	3.612	1.343	4	12
齐齐哈尔	4364	2012-10-22	11.329	2.720	35	3.854	2.303	4	31
太行山	305	2012-01-29	5.62	6.59	645	2.631	2.364	11	634
	381	2012-02-03							
	457	2012-02-07							
登封	381	2012-02-03	10.097	1.883	36	2.597	1.583	4	32
安平	609	2012-02-18	15.115	8.297	474	1.703	1.494	4	470
渭南	3064	2012-07-28	7.4246	8.6565	63	4.5702	3.7611	9	54
	4699	2012-11-13							
	4858	2012-11-23							
连云港	5033	2012-12-05	10.33566	6.5170	18	4.0696	2.7913	4	14
平均			8.972	4.836		2.979	2.002		

2.4.2 基于ZY-3影像产品的测绘产品生产与检验

将河北安平实验区的前正后视三线阵传感器校正影像,利用4个控制点平差后,采用密集匹配技术^[16,17]生产该区域的DSM(图5),在此基础上生产正射影像(图6),利用470个外业GPS点作为检查点检查其精度,DSM的高程中误差为2.01米,正

射影像的平面中误差为1.34米。

此外,在轨测试期间,相关省局和单位还进行了基于ZY-3卫星数据的1:5万测图产品生产试验工作,采用黑龙江哈尔滨、陕西延安、四川阿坝和法国马赛等典型地区的ZY-3传感器校正影像(包括三线阵立体影像与多光谱影像)为数据源,按照标

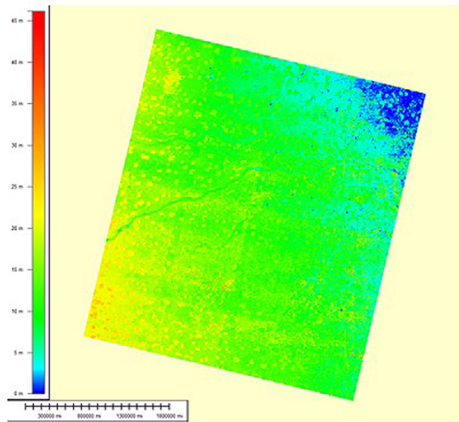


图5 前后视影像自动匹配生成的DSM示意图

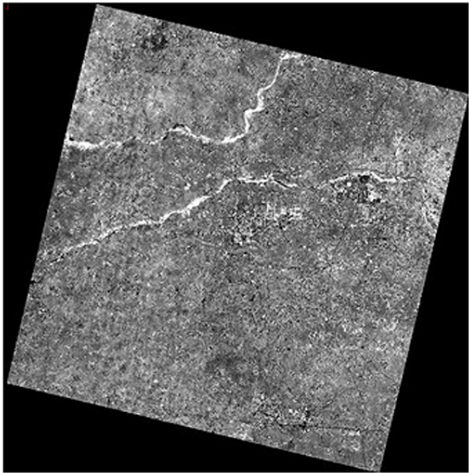


图6 利用正视影像和自动匹配生成的DSM生产的DOM示意图



准的测绘行业生产规范流程,对1:5万要素数据规定中的要素采用全数字立体观测的作业方法进行立体测图,开展包括1:5万比例尺的数字线划图(DLG)、数字高程模型(DEM)、数字表面模型(DSM)、数字正射影像(DOM)的试生产,分析资源三号卫星遥感影像在1:5万地理信息产品生产上的适用性和精度情况,结果如表4所示:

表4 基于ZY-3测绘卫星影像的测绘产品精度检查

测区	产品	平面中误差 (单位:米)	高程中误差 (单位:米)	检查点数目
哈尔滨测区 (平地)	DLG	4.67	1.18	32
	DEM	—	1.27	11
	DOM	3.04	—	25
延安测区 (山地)	DLG	7.72	3.18	47
	DEM	—	4.43	58
	DOM	4.73	—	58
阿坝测区 (高山地)	DEM	—	2.77	56
	DOM	2.37	—	55
法国马赛测区 (山地)	DSM	—	3.00	大于100

结果表明,基于ZY-3卫星影像产品制作的DLG、DSM、DEM、DOM产品精度均能够满足我国1:5万测图的精度要求。同时目视条件下,卫星影像产品的清晰度、对比度、目视解译能力、地物识别能力均达到或优于国外同类卫星水平,满足1:5万测图作业需求。

3 ZY-3测绘卫星数据应用

根据ZY-3卫星数据服务政策和产品分级体系,针对获取的卫星下传数据,传感器校正产品100%生产,其他影像产品按需生产。目前,地面应用系统每天接收、处理和存储ZY-3卫星数据4—6轨,数据量约1790GB,合计2500多标准景。截至2013年初完

成约1600轨传感器校正产品生产,合计约10万标准景,有效数据(云量≤20%)覆盖范围约3500万平方公里(含重复覆盖),实现了国内70%的覆盖。并形成成为国家相关部门和地方测绘部门提供可靠、及时卫星影像产品的分发能力。ZY-3卫星数据接收和生产情况如表5和图7、图8所示。

截至2012年12月中旬,通过自主研发的门户

网站和分发服务系统,已面向国内外各应用行业的近400家单位提供了ZY-3卫星数据产品及应用服务,提供数据量3万余景,总数据量达20TB,覆盖面积超过3500万平方公里。

其中,ZY-3卫星为全国1:5万基础地理信息数据库更新工程提供了720多万平方公里影像,为国家基础地理信息公共服务平台“天地图”提供了150多万平方公里的影像,为“927”工程海岛礁测绘提供了45万平方公里的影像。向国土、规划、林业、农业、减灾等行业多家单位提供了1600万平方公里

数据和应用服务。

此外,ZY-3卫星着眼于世界,积极参与国际合

表5 ZY-3卫星数据接收及生产情况(截至2012年12月15日)

区域	景数(正视)		面积(万平方公里)	
	全部数据	有效数据 (云量≤20%)	全部数据	有效数据 (云量≤20%)
全球	98 076	31 374	5 550	3 160
中国	30 660	9 001	950	760
欧洲	2 670	788	270	120
亚洲	71 395	24 771	2 770	2 040
南美	6 984	1 296	530	220
北美	2 014	531	230	82
澳洲	4 421	2 158	300	230
非洲	2 731	640	460	130

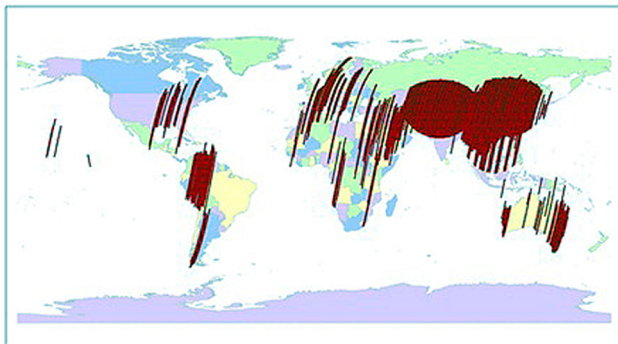


图7 ZY-3测绘卫星全球区域数据覆盖情况

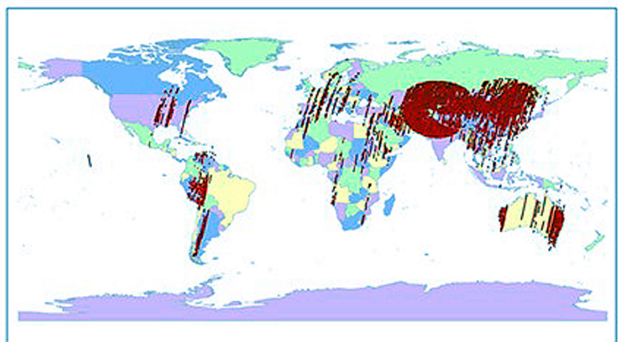


图8 ZY-3测绘卫星全球有效数据覆盖情况

作,向德国、法国、美国、澳大利亚、英国、伊朗、日本、韩国、老挝、马来西亚、蒙古、尼泊尔、巴基斯坦、泰国、越南等20个国家和地区提供了200万平方公里的影像数据。

4 结束语

ZY-3测绘卫星的成功发射实现了我国民用测绘卫星“零的突破”,有效扭转了民用航天立体测绘业务依赖国外遥感数据的局面,对我国测绘事业的发展具有革命性意义,是我国卫星测绘发展史上一座的里程碑^[18,19]。卫星成功发射并业务化运行至今,ZY-3卫星达到了既定的设计目标,影像的辐射质量和几何定位精度明显优于设计指标,对比法国SPOT5 HRS、日本ALOS-PRISM和印度P5,ZY-3卫星的测图精度达到或超过国外同类商业卫星,结束了我国卫星精度长期低下的历史,标志着我国几何高精度卫星载荷平台研制水平和地面处理水平

达到了一个新的高度。

参考文献

- 1 http://www.sasmac.cn/portal_space/, (2013,02. Available).
- 2 SPOT Image. 2002. SPOT Satellite Geometry Handbook, S-NT-73_12-SI, Edition 1, Revision. <http://www-igm.univ-mlv.fr/~riazano/publications/GAELP135-DOC-001-01-04.pdf>(2013,02. Available)
- 3 唐新明,张过,祝小勇等. 资源三号测绘卫星三线阵成像几何模型构建与精度初步验证. 测绘学报,2012;41(2):191-198.
- 4 李德仁. 我国第一颗民用三线阵立体测绘卫星——资源三号测绘卫星. 测绘学报,2012;41(3):317-322.
- 5 Dial G F, Bowen H, Gerlach B et al. IKONOS satellite, sensor, imagery, and products. Remote Sensing of Environment, 2004,88(1-2):23-36.
- 6 OGC (OpenGIS Consortium). 1999. The OpenGIS abstract Specification, Topic 7: The Earth Imagery Case, <http://www.opengis.org/public/abstract/99-107.pdf>.
- 7 Tao V C, Hu Yong. A comprehensive study of the rational function model for photogrammetric processing. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 2001, 67(12):1347-1357.
- 8 Poli D, Toutin T. Review of developments in geometric modelling for high resolution satellite pushbroom sensors. The Photogrammetric Record, 2012, 27(137):58-73.
- 9 Jacobsen K. Calibration of optical satellite sensors. International Calibration and Orientation Workshop EuroCOW. Casteldefels. 2006.
- 10 Leprince S, Muse P, Avouac J P. In-Flight CCD distortion calibration for pushbroom satellites based on subpixel correlation. Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, 2008, 46(9):2675-2683.
- 11 张过,刘斌,江万寿.利用虚拟CCD线阵进行星载光学传感器内视场拼接技术研究,中国图象图形学报,2012,17(6):696-701.
- 12 胡芬.三片非共线TDI CCD成像数据内视场拼接理论与算法研究.武汉大学,2010.



- 13 张过,厉芳婷,江万寿等. 推扫式光学卫星影像系统几何校正产品的3维几何模型及定向算法研究. 测绘学报, 2010, 39(1):34-38.
- 14 Grodecki J, Dial G. Block adjustment of high-resolution satellite images described by rational polynomials. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 2003, 69(1): 59-68.
- 15 Zhang G, Li Z, Pan H B et al. Orientation of spaceborne SAR stereo pairs employing the RPC adjustment model. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2011, 49(7):2782-2792.
- 16 张力,张继贤. 基于多基线影像匹配的高分辨率遥感影像DEM自动生成,测绘科学,2008,(S2):35-39.
- 17 张过,陈钊,潘红播等. 基于有理多项式系数模型的物方面元最小二乘匹配, 测绘学报,2011,40(5):592-597.
- 18 徐德明,王春峰,徐永清. 中国测绘地理信息创新报告. 北京: 社会科学出版社,2012.
- 19 国家测绘地理信息局. 科学发展 跨越前进. 北京: 测绘出版社,2012.

唐新明 国家测绘地理信息局卫星测绘应用中心研究员,博士生导师,ZY-3应用系统总师。1966年出生。主要从事GIS和航天摄影测量的研究与应用工作。E-mail:txm@sasmac.cn

Data Processing and Application of the China's First Civilian Surveying and Mapping Satellite ZY-3

Tang Xinming Zhou Ping

(Satellite Surveying and Mapping Application Center, National Administration of Surveying, Mapping and Geo-information, Beijing 100830, China)

Abstract ZiYuan-3 (ZY-3), launched on January 9, 2012, is China's first civilian stereo mapping satellite and has the highest precision in China. ZY-3 is equipped with three panchromatic cameras, i.e., a forward looking camera with GSD 3.5 m, a backward looking camera with GSD 3.5 m, and a nadir camera with GSD 2.1 m, one multi-spectral camera with GSD 5.8 m, three star sensors, and two dual-frequency GPSs. ZY-3 can acquire high-precision result of the attitude and orbit determination at the imaging time. The processing system fulfills the on-orbit geometric calibration and builds up the rigorous model of high-precision sensor and Rational Function Model (RFM) of ZY-3 satellite. Standard products can meet the requirements of surveying and mapping and related realms. The planar accuracy (without ground control point) of the ZY-3 image product is better than 10 m and vertical accuracy is better than 6 m. With ground control points, the planar accuracy reaches 3~4 m and the vertical accuracy reaches 2~3 m, which completely meet the requirements of 1:50000 and 1:25000 stereo mapping. The image products can even be applied for 1:10000 scale map updating. At present, ZY-3 satellite is running on orbit stably. The products are now being used for updating of 1:50000 basic geographic information products, and national geographical situation surveillance. Many applications have also been achieved in the field of land resources, planning, forestry, agriculture, and natural disaster reduction, and international collaborations are undergoing.

Keywords ZiYuan-3 (ZY-3), mapping satellite, satellite surveying and mapping

Tang Xinming Ph.D., Researcher, Ph.D. supervisor, the director of ZY-3 surveying satellite application system, his research focuses on GIS, space photogrammetry, and related application. E-mail:txm@sasmac.cn