

“十二五”国家重点出版物出版规划项目

西部地形 困难区域测图的 原理与方法

Principle and Methodology of
Western China Topographic Mapping

张继贤 燕琴 张力等 著



测绘出版社

“十二五”国家重点出版物出版规划项目

西部地形困难区域测图的原理与方法

Principle and Methodology of Western China Topographic Mapping

张继贤 燕琴 张力 等 著

测绘出版社

· 北京 ·

© 张继贤 2013
所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

内 容 简 介

本书是一部较为系统介绍我国西部地形困难区域测图原理和方法的专著。全书共分 7 章,第 1 章对国家重大测绘专项——国家西部 1:5 万地形图空白区测图工程进行了介绍;第 2 章介绍了稀少控制的高分辨率航空航天遥感影像测图技术;第 3 章介绍了合成孔径雷达高精度测图的技术方法;第 4 章介绍了多源信息融合的影像解译与判读的原理和方法;第 5 章介绍了地形困难区域测图外业生产远程安全监控的技术与系统;第 6 章介绍了国家西部 1:5 万地形图空白区测图工程中产品的设计及制图表达;第 7 章对测图技术发展进行了展望。

本书可供从事摄影测量、遥感、地形测绘、资源环境遥感监测和遥感应用、测绘安全生产监控等领域人员,以及农、林、地矿等部门的测绘地理信息科技工作者、高等院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

西部地形困难区域测图的原理与方法/张继贤等著. —北
京:测绘出版社, 2013. 1
ISBN 978-7-5030-2744-4

I. ①西… II. ①张… III. ①地形测图—研究—西北
地区②地形测图—研究—西南地区 IV. ①P217

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 316933 号

责任编辑	赵福生	封面设计	李 伟	责任校对	董玉珍
出版发行	测绘出版社	电 话	010—83060872(发行部)		
地 址	北京市西城区三里河路 50 号		010—68531609(门市部)		
邮政编码	100045		010—68531160(编辑部)		
电子信箱	smp@sinomaps.com	网 址	www.chinasmp.com		
印 刷	三河市博文印刷厂	经 销	新华书店		
成品规格	184mm×260mm				
印 张	32.25	字 数	825 千字		
版 次	2013 年 1 月第 1 版	印 次	2013 年 1 月第 1 次印刷		
印 数	0001—2000	定 价	150.00 元		
书 号	ISBN 978-7-5030-2744-4/P·627				
审 图 号	GS(2012)2099 号				

本书如有印装质量问题,请与我社门市部联系调换。

序 一

1999年,国家决定开始实施西部大开发战略,基础地理信息资料的需求迫在眉睫,然而,我国西部南疆沙漠、青藏高原和横断山脉等地区,由于气候、环境、交通等条件,以及以往测绘技术装备水平的限制,尚有200万平方千米的国土没有1:5万比例尺地形图这种高精度的基础地理信息资料,西部大开发战略的实施受到严重影响。为了缓解这一状况,2003年,张继贤研究员带领团队开展西部困难地区测图关键技术试验和测图技术可行性研究。2005年9月,国务院正式批准开展“国家西部1:5万地形图空白区测图工程”(以下简称西部测图工程)。西部测图工程是当时国家测绘地理信息局建局以来组织开展的最大的一个国家重大测绘专项。

西部测图工程涉及范围广、测图任务重、技术难度高,十分艰巨。国家测绘地理信息局决定成立西部测图工程实施领导小组和工程项目部,具体组织西部测图工程实施,并由张继贤研究员担任项目部主任和西部测图工程总工程师,负责项目的组织实施并技术负责。张继贤研究员勇挑重担,多方协调,精心策划,通过科技创新、管理创新、产品创新、安全创新和质量创优,使得西部测图工程顺利地展开。

西部测图工程区域地形复杂,交通困难,极端天气和自然灾害频繁,这些给工程建设带来了人身安全威胁、外业测绘所不达、无通信保障、数据获取困难等诸多难题。为此,必须利用现代测绘高新技术手段取代传统的人海战术,才能实现空白区的测图任务。项目按照“产学研用”相结合的模式,组建了以高分辨率航空航天遥感影像测图技术团队、雷达测图技术团队、智能解译技术研究团队、安全监控系统研发团队、西部区域特色制图技术研究团队等为主的十几个团队,通过重大测绘科技专项和开放课题的模式,集中国内优势资源,强强联合,攻克了西部测图工程中一系列技术难关,取得了显著的成效。产生的一系列创新成果造就了西部测图工程在我国基础测绘中的“五个首创”:首次大规模采用高分辨率的卫星条带立体影像(90%以上)测图;首次采用大范围稀少控制点卫星立体影像整体区域网平差技术;首次构建了我国自主知识产权的机载多波段多极化干涉SAR测图系统;首次创建了测绘外业生产安全监控系统;首次规模化生产了影像地形图、晕渲地形图、地表覆盖图等我国1:5万地形图新品种。西部测图工程的顺利实

施,形成了地形困难地区测图的技术体系和工艺流程,推动了行业技术进步与升级。

本著作的出版,是对西部测图工程的一个全面的技术总结,也是对地形困难地区测图技术方法的系统阐述,对我国测绘地理信息技术发展将产生深远的影响。



国家测绘地理信息局副局长
国家西部测图工程领导小组组长

序 二

地图是人类文明的载体,地图是国民经济建设的先导。随着技术进步和发展的需求,地图的内容、种类也变得愈加丰富,由传统单一的纸质地图,发展到现代丰富的电子地图和地理信息产品。

1:5万比例尺地形图作为我国国家基本比例尺地形图之一,是国家经济建设、社会发展和国家安全必不可少的基础图件。由于气候、环境、交通等条件和以往测绘技术装备水平的限制,在我国西部南疆沙漠、青藏高原和横断山脉等地区,有200多万平方千米的国土没有1:5万比例尺地形图,成为了我国陆地国土1:5万比例尺地形图空白区,严重影响和制约着国家西部大开发战略的实施。为此,国务院决定设立国家重大测绘专项——国家西部1:5万地形图空白区测图工程(以下简称西部测图工程),在“十一五”期间全面完成200万平方千米5032幅1:5万地形图范围的地形图和地表覆盖图的测图任务,建成西部地区1:5万基础地理信息数据库和专题信息数据库,以及为中央地方两级政府部门与行业单位服务的基础地理信息公共平台。

西部测图工程区域平均海拔在4500m以上,是著名的“生命禁区”、“死亡之海”、“世界屋脊的屋脊”和“世界第三极”所在的区域,地形复杂,交通困难,极端天气和自然灾害频繁,因此此项测图工程呈现出施测面积“大”、外业布控“难”、测图任务“重”、技术要求“高”、安全威胁“多”的特点。为保障工程建设任务的顺利完成和测图生产的作业安全,必须利用现代测绘高新技术手段,实现上述空白区的测图任务。

西部测图工程实现了多项地形困难区域测图的技术创新:

首次发展了稀少或无控制的大范围航空航天遥感影像自主定位与区域网平差技术,解决了外业控制难题,平均5600~8000km²的面积仅需1个地面控制点组,由于外业控制点的大量减少,使外业工作量减少至不到原来的1/10。

首次构建了大范围卫星影像测图技术系统PixelGrid,实现了西部区域大范围卫星影像测图,立体像对快速采集区域数字高程模型和数字正射影像的生产效率达到40万平方千米/月的处理能力。

突破了多项雷达测图关键技术,研制了国内首套具有自主知识产权的机载多波段多极化干涉SAR测图系统,构建了雷达测图技术体系,解决了云雾和冰雪覆

盖区域的测图难题,并实现了航空航天雷达测图,填补了国内在该领域的空白,推动了 SAR 产业发展。

研发了西部区域地物半自动智能解译技术,首次构建了管理-调度-采集-编辑-质检一体化与多源数据集成的解译平台 FeatureStation,解决了目前人机交互解译精度相对较低、效率不高、劳动强度大等一系列问题。

首次研制了测绘外业生产安全监控系统平台,对外业生产进行实时全程监控,实现了外出人员和车辆“看得见、能通信、可计量”,确保了测绘外业生产处于“人人、事事、时时”三受控状态,有力保障了“零伤亡”目标的实现。

发展了地理信息应用快速构建与分析建模,构建了西部公共基础地理信息平台,提供较全面的西部地区资源环境经济信息,为国家西部大开发战略的继续实施提供信息服务支撑。

提出了适合西部特征的地形图新要素和系列地图新产品,发展了西部区域特色制图技术,规模化生产了我国 1:5 万比例尺的影像地形图、晕渲地形图、地表覆盖图等。

此专著的出版是对西部测图工程系列创新技术的全面总结,将进一步带动测绘生产模式向信息化测绘的转型,推动我国测绘地理信息技术水平的提高与测绘地理信息产业的进步。

陈俊勇

中国科学院院士

国家西部测图工程专家咨询委员会主任

前 言

2003年8月,在国家测绘局(现更名为国家测绘地理信息局)的领导下,笔者开始组织编制“国家西部1:5万地形图空白区测图工程”(以下简称西部测图工程)初步方案,并带领团队开始地形困难区域测图关键技术的攻关,构建地形困难区域测图关键技术体系。

当时,传统的航空影像测图技术应用已经成熟,但是在我国西部200万平方千米的1:5万地形图空白区范围内,天气多变,地形复杂,交通困难,面临人身安全威胁、外业测绘所不达、无通信保障、数据获取困难等诸多难题,采用常规光学航空影像和常规测绘作业几乎是不可能的。西部测图工程需要突破稀少或无需地面控制点的影像地形测量和全天时全天候的雷达影像地形测量技术、困难地区地形半自动信息提取与智能解译和制图技术、人员安全保障和通信保障技术,建立基于高分辨率测绘卫星、机载雷达测图、低空遥感系统等多种地形测量困难地区数据快速获取平台,形成困难区域高分辨率地理信息获取和测图的技术方法。

西部测图工程首要考虑的就是稀少或无控制的大范围航空航天遥感影像自主定位和大范围高分辨率卫星影像测图技术。2002年5月4日,法国空间研究中心SPOT-5发射,星上载有2台高分辨率几何成像装置(HRG)、1台高分辨率立体成像装置(HRS)、1台宽视域植被探测仪(VGT)等,空间分辨率最高可达2.5 m,前后模式实时获得立体像对。利用此数据,法国空间研究中心获取了全球的立体卫星影像数据。笔者组织了稀少控制点的高分辨率卫星影像测图技术的攻关,2006年,研制并成功开发了高分辨率遥感影像数据一体化测图系统PixelGrid,该系统极大地减少了外业工作量,提高了工作效率,在西部测图工程中得到了广泛的应用。

我国西部横断山脉地区,由于常年云雾覆盖、山峦沟壑,很难获取光学影像数据,故只能利用合成孔径雷达进行测图。在当时,国内的合成孔径雷达技术还不能满足实际生产的需要,一个有效的方式就是从国外引进一套机载合成孔径雷达测图软硬件系统,消化吸收后直接用于生产,但限于西方对我国的技术壁垒,除了自主创新没有任何出路。从2004年开始,经过我国科研人员的合作攻关,于2010年研制成功我国首套具有自主知识产权的机载多波段多极化干涉SAR测图系统,构建了雷达测图技术体系,解决了云雾和冰雪覆盖区域的测图难题,并实现了航空航天雷达测图,填补了国内在该领域的空白,成功用于横断山脉区域的测图工作。

我国西部地区具有景观多样、地物稀少、地形特征丰富、地表信息贫乏、人员难以到达等特点,因此针对西部测图地物要素解译的问题,开展了西部区域地物半自动智能解译技术研究,研制了地学知识辅助的半自动提取与智能解译技术系统,构建了管理-调度-采集-编辑-质检一体化与多源数据集成的解译平台。该平台集平面采集和立体测量于一体,形成多维影像地理要素三维智能解译系统,满足从1:500至1:10万比例尺的4D产品生产、成果输出、项目数据管理等遥感影像综合解译的一体化管理,形成了遥感影像智能解译人机协助一体化作业链,解决了目前人机交互解译精度相对较低、效率不高、劳动强度大、依赖解译人员的专业水

平等一系列问题。

西部测图工程也面临着设计开发适合西部特征的地形图新要素和适应于我国西部地区的地形图新产品、人员难以到达区域的外业调绘,以及外业安全生产监控与救援等多项难题,通过产学研相结合的技术攻关,形成了西部地形困难区域测图的技术和方法,保证了西部测图工程的顺利完工,也实现了西部测图工程科技创新的目标。

本专著是系统介绍我国西部地形困难区域测图原理与方法的专著,共分7章,第1章对西部测图工程进行了简要介绍;第2章介绍了稀少控制的高分辨率航空航天遥感影像测图技术;第3章介绍了合成孔径雷达影像高精度测图的技术方法;第4章介绍了多源信息融合的影像解译与判读的原理和方法;第5章介绍了地形困难区域测图外业生产远程安全监控技术;第6章介绍了西部测图工程中产品的设计及制图表达;第7章对未来测图技术进行了展望。

本书由张继贤拟定大纲,组织撰写。各章节主要执笔人为:第1章张继贤、燕琴、高武俊;第2章张力、张继贤、程春泉、艾海滨;第3章张继贤、黄国满、燕琴、赵争、程春泉、卢丽君;第4章张继贤、李海涛、顾海燕、杨景辉、高武俊;第5章张福浩、刘纪平、徐胜华、张继贤;第6章苏山舞、黄洁、陈棉、燕琴、于荣花、殷红梅;第7章张继贤、程春泉、翟亮、谢文寒、高武俊。全书由高武俊整理,最后由张继贤统稿、审定。

在本书出版之际,笔者感谢西部测图工程专家咨询委员会的科学指导和大力支持。为解决西部测图工程建设中存在的诸多技术难题,国家测绘地理信息局专门成立了西部测图工程专家咨询委员会。该委员会由陈俊勇院士担任主任,李德仁院士为副主任,由宁津生院士、刘经南院士、张祖勋院士、刘先林院士、王仁享院士、高俊院士、王家耀院士、杨元喜院士、龚健雅院士、杨凯教授、陈军教授、林宗坚教授、周成虎研究员、廖小罕研究员十四位专家为委员。西部测图工程的总体设计、技术设计和五个单项工程设计及西部测图工程中的重大技术问题都是在专家委员会的指导和审议下完成的。在西部测图工程专家咨询委员会的建议下,国家测绘地理信息局有针对性地设立了地形困难区域航空航天遥感快速测图技术系统和多波段多极化干涉 SAR 测图系统两个重大科技专项,确保了科技创新目标的实现,为西部测图工程的顺利实施提供了重要的技术支撑。

笔者感谢国家测绘地理信息局、中国测绘科学研究院、国家测绘地理信息局西部测图工程项目部等部门和单位的支持,特别感谢国家测绘地理信息局李维森副局长、陈俊勇院士为本书作序,感谢为本书作出贡献的所有同志。

由于作者水平有限,书中缺点错误在所难免,恳请读者不吝批评指正。

目 录

第 1 章 西部测图困难典型区:西部测图工程简介	1
§ 1.1 西部测图工程概况	3
1.1.1 工程背景	3
1.1.2 工程范围	4
1.1.3 工程目标和任务	5
1.1.4 工程主要成果	7
§ 1.2 西部测图技术与方法	7
1.2.1 采用现代地理空间信息集成技术	7
1.2.2 分区制定科学合理的技术方法	8
1.2.3 西部测图工程主要技术创新	15
§ 1.3 西部测图工程应用成效	16
参考文献	18
第 2 章 稀少控制的高分辨率航空航天遥感影像测图技术	19
§ 2.1 新型航空航天光学遥感成像系统研究进展	21
2.1.1 高分辨率航天光学遥感成像系统及其研究进展	21
2.1.2 新型数字航空光学遥感成像系统及其研究进展	25
2.1.3 无人机及中小像幅数字航空成像系统	29
§ 2.2 高分辨率航空航天遥感影像高精度定位理论与方法	31
2.2.1 坐标系及坐标转换	32
2.2.2 高程系统及转换	37
2.2.3 传感器姿态表现形式与转换	37
2.2.4 GPS/IMU 辅助的框幅式数字航空影像几何定位与区域网平差模型	41
2.2.5 ADS40/80 推扫式数字航空影像几何定位与区域网平差模型	46
2.2.6 光学卫星遥感影像几何定位与区域网平差模型	53
2.2.7 遥感影像稀少控制点定位原理与布控方法	61
2.2.8 大范围区域稀少控制航空航天遥感影像区域网平差技术试验	66
§ 2.3 多角度多视影像匹配模型与自动化遥感数据处理	84

2.3.1	影像匹配技术及算法综述	84
2.3.2	基于成像几何约束的多角度多视影像匹配模型	89
2.3.3	大重叠率数字航空及无人机影像自动空三转点技术	98
2.3.4	基于多角度多视影像、多重匹配特征的 DEM/DSM 自动提取技术	120
§ 2.4	高精度、大区域遥感影像图快速制作技术	132
2.4.1	基于立体卫星影像自由网平差技术的 DOM 制作	132
2.4.2	基于已有地理信息数据的无控制卫星影像交叉定位及影像图制作	133
2.4.3	光学遥感影像自动化色彩校正技术	140
2.4.4	大范围正射影像拼接线自动选择技术	153
§ 2.5	基于高速网络的 CPU/GPU 集群分布式遥感影像数据处理	159
2.5.1	基于 GPU 的遥感影像并行处理技术	159
2.5.2	基于高速网络的集群分布式遥感影像数据处理技术	167
§ 2.6	高分辨率航空航天遥感影像数据处理系统 PixelGrid	175
2.6.1	高分辨率遥感影像数据处理系统 PixelGrid 主要特点	175
2.6.2	产品知识产权状况	176
2.6.3	推广应用情况	177
2.6.4	系统硬件组成及硬件系统的配置	177
参考文献		181
第 3 章 合成孔径雷达影像高精度测图		189
§ 3.1	SAR 测图基本原理	191
3.1.1	SAR 影像几何构像模型	191
3.1.2	干涉 SAR 测图原理	194
3.1.3	立体 SAR 测图原理	195
3.1.4	极化 SAR 测图原理	196
§ 3.2	SAR 影像区域网平差	198
3.2.1	机载 SAR 影像区域网平差	199
3.2.2	星载 SAR 影像区域网平差	202
§ 3.3	SAR 影像几何精校正	203
3.3.1	SAR 影像几何纠正	203
3.3.2	SAR 正射影像后处理	206
§ 3.4	多模型 SAR 立体测量	210

3.4.1 立体 SAR 提取 DEM	211
3.4.2 SAR 立体测图	216
3.4.3 多视向侧视立体测图	219
§ 3.5 SAR 干涉测量	220
3.5.1 技术概要	220
3.5.2 复数影像配准	222
3.5.3 干涉影像生成	223
3.5.4 基线估计	223
3.5.5 平地效应去除	225
3.5.6 相位滤波	225
3.5.7 相位解缠	226
3.5.8 外部 DEM 辅助下的精化处理	227
3.5.9 地理编码	229
§ 3.6 多源信息联合测图	231
3.6.1 数据准备	231
3.6.2 融合处理	232
3.6.3 融合后处理	232
§ 3.7 西部测图工程 SAR 测图应用	233
3.7.1 机载多波段多极化干涉 SAR 数据获取集成系统	234
3.7.2 SAR 影像区域网平差试验与应用	236
3.7.3 SAR 影像制作 DEM 产品	244
3.7.4 SAR 影像制作 DOM 产品	248
3.7.5 SAR 影像制作 DLG 产品	251
3.7.6 SAR 影像制作地表覆盖图产品	252
参考文献	253
第 4 章 多源信息融合的影像解译与判读	257
§ 4.1 多源信息融合与解译理论	259
4.1.1 多源信息融合理论	259
4.1.2 遥感影像解译与判读理论	262
§ 4.2 多源信息融合方法	273
4.2.1 像素级统一融合模型	273

4.2.2 面向对象的融合方法研究	279
4.2.3 面向应用的多源数据融合方法	283
§ 4.3 遥感影像解译与判读	285
4.3.1 困难地区地表覆盖解译分类体系及技术规程	285
4.3.2 基于地学知识的地物解译	293
4.3.3 面向对象解译	295
4.3.4 地物要素解译	306
4.3.5 三维立体解译	318
§ 4.4 分布式解译系统	324
4.4.1 系统概述	324
4.4.2 总体设计	324
4.4.3 系统结构	326
4.4.4 作业流程	341
§ 4.5 多源遥感影像解译与判读试验	344
4.5.1 卫星遥感影像测图试验	344
4.5.2 雷达影像测图试验	349
4.5.3 低空遥感影像测图试验	351
4.5.4 地表覆盖遥感分类试验	352
参考文献	362
第 5 章 困难区域测图外业生产安全远程实时监控	367
§ 5.1 远程实时监控基本原理	369
5.1.1 技术原理	369
5.1.2 监控流程	369
§ 5.2 移动目标的管理模型与方法	371
5.2.1 移动目标空间模型	371
5.2.2 HCMOST 数据模型	373
5.2.3 HCMOST 模型构建	376
5.2.4 HCMOST 模型性能	379
§ 5.3 移动目标自适应定位与通信技术	379
5.3.1 基本原理	380
5.3.2 硬件设计	384

5.3.3 软件设计	385
§ 5.4 监控信息安全交换技术	386
5.4.1 信息安全交换理论	387
5.4.2 隔离交换硬件设计	387
5.4.3 信息交换软件设计	391
§ 5.5 监控信息三维可视化技术	391
5.5.1 总体结构	391
5.5.2 数据组织与调度管理方法	391
5.5.3 三维场景可视化方法	393
5.5.4 三维路径插值算法	399
5.5.5 三维可视化软件系统	400
§ 5.6 安全自救移动终端技术	401
5.6.1 安全自救移动应急的特点和问题	401
5.6.2 PDA 数据组织模型	402
5.6.3 数据分割与索引	402
5.6.4 移动定位与通信	405
5.6.5 系统功能	406
§ 5.7 西部测图安全监控系统	407
5.7.1 系统目标	407
5.7.2 总体架构与应用模式	407
5.7.3 数据库架构	408
5.7.4 系统集成与部署	408
5.7.5 应用情况	410
参考文献	412
第 6 章 产品设计与制图表达	413
§ 6.1 产品信息内容设计	415
6.1.1 地表覆盖产品内容设计	415
6.1.2 地形图要素内容扩充	419
6.1.3 影像地形图和晕渲地形图内容设计	423
6.1.4 地图集产品内容设计	426
§ 6.2 产品信息制图表达	451

6.2.1 地图信息可视化设计	451
6.2.2 大型地图集作品表达方式设计	457
6.2.3 影像地形图制图表达	465
6.2.4 晕渲地形图制图表达	471
6.2.5 地形图新要素制图表达	471
§ 6.3 本章小结	473
参考文献	474
第7章 展 望	475
§ 7.1 网络模式下的测图	477
§ 7.2 实时化移动测图	478
§ 7.3 基于天基网的无控制点测图技术	480
§ 7.4 基于遥感感知网的智能化测图	482
§ 7.5 信息化测绘新时代	483
参考文献	486

第

1

章

西部测图困难典型区：西部测图工程简介

国家基础地理信息是国家经济建设、社会发展和国防安全不可或缺的基础性信息资源。我国幅员辽阔，拥有广阔的东部海洋国土和大片复杂的西部内陆山地、高原、沙漠地形等区域。我国西部地形测量的困难区域主要分布在西部广阔国土、西部国境线地区。长期以来，由于社会经济条件的限制和测绘技术手段的落后，缺乏详细的大比例尺地形图等基础地理信息资料。因此需要构建西部困难区域地形测量技术方法，解决我国困难地区高分辨率地形信息获取和处理能力不足的问题。

随着我国社会经济条件和人民生活水平的大幅度改善和提升，以及国家西部大开发、可持续发展、能源和资源战略的实施，对获取全国土地大比例尺、高分辨率基础地理信息的需求越来越迫切。例如，西部作为我国资源、能源和可持续发展的重要战略区，西部测图困难地区内蕴含着丰富的石油、矿藏、森林、水利和生物物种资源，是我国重要能源和矿产资源的主要接替区，其资源与环境在全国可持续发展中占据非常重要的战略地位。现在和未来，区域地球物理、矿产资源勘查、水文地质调查和地质填图等重大的地质调查更多地集中在西部测图困难区域内，迫切需要大比例尺地形图的支持才能顺利展开。基础地理信息的缺失，严重制约了西部大开发的进程与可持续发展战略的实施。

我国西部青藏高原、塔里木盆地和横断山脉等 200 余万平方千米的国土一直没有 1 : 5 万比例尺地形图，严重制约了西部大开发的进程与可持续发展战略的实施。为此，国务院决定设立国家重大测绘专项——国家西部 1 : 5 万地形图空白区测图工程（西部测图工程），在“十一五”期间全面完成 200 万平方千米 5 032 幅 1 : 5 万地形图和地表覆盖图的测图任务，建成西部地区 1 : 5 万基础地理信息数据库和专题信息数据库，并搭建为中央地方两级政府部门与行业单位服务的基础地理信息公共平台。

西部测图工程区域是西部测图困难典型区域，工程区域平均海拔 4 500 m 以上，是著名的“生命禁区”、“死亡之海”、“世界屋脊的屋脊”和“世界第三极”所在地，地形复杂，交通困难，极端天气和自然灾害频繁，给工程建设带来人身安全威胁、外业测绘无法到达、无通信保障、数据获取困难等诸多难题。我国曾于 20 世纪 70 年代组织了青藏高原 1 : 10 万地形图测图大会战，

会战中有 100 多名测绘人员受伤致残, 42 人献出宝贵生命。为此, 必须利用现代测绘高新技术手段取代传统的人海战术, 实现空白区的测图任务。

西部测图工程需要突破稀少或无需地面控制点的影像地形测量和全天时全天候的雷达影像地形测量技术、困难地区地形半自动信息提取与智能解译和制图技术、人员安全保障和通信保障技术, 建立基于高分辨率测绘卫星、机载雷达测图和低空遥感系统的多种困难地区地形测量数据快速获取平台, 形成困难区域高分辨率地理信息获取和测图技术方法。西部测图工程技术不仅代表着西部地形困难区域测图的技术方法, 而且对极地测绘、海岸带测绘、月球与火星等星体测绘和其他测图困难区域具有重要的参考和借鉴价值。