



遥感数据质量改善之 信息校正

沈焕锋 李慧芳 李星华 张良培 著



科学出版社

遥感数据质量改善之信息校正

沈焕锋 李慧芳 李星华 张良培 著



科学出版社

北京

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229,010-64034315,13501151303

内 容 简 介

在遥感成像过程中,传感器、光照、大气、地表等因素都可能导致影像内部或影像之间出现明显的辐射差异。本书针对以上因素,系统开展遥感影像辐射差异校正方法的研究。针对单幅影像,主要论述线阵扫描传感器影像的相对辐射校正方法、框幅式成像的亮度不均匀校正方法、云雾校正方法、地形辐射校正方法、建筑物阴影校正方法等;针对多时相或多传感器数据,主要探讨高分辨率遥感影像镶嵌中的辐射差异校正方法、多源遥感数据的归一化校正方法等。

本书不仅适合遥感、测绘、信号处理等相关专业的本科生、硕士生和博士生参考阅读,而且对从事遥感信息处理与应用方向的科技工作者也具有较大的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

遥感数据质量改善之信息校正/沈焕锋等著. —北京:科学出版社,2018.6
ISBN 978-7-03-056908-0

I. ①遥… II. ①沈… III. ①遥感数据—数据处理 IV. ①TP751.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 049195 号

责任编辑:高 嵘 李亚佩 / 责任校对:董艳辉
责任印制:彭 超 / 封面设计:苏 波

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

武汉精一佳印刷有限公司印刷
科学出版社发行 各地新华书店经销

*

开本:787×1092 1/16

2018年6月第 一 版 印张:13 3/4

2018年6月第一次印刷 字数:352 000

定价:138.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

航空航天遥感技术是探测地球表层信息的重要手段,在诸多领域具有广泛的应用。其中,遥感影像及其特征参量产品是空间信息与地学知识的载体,其数据质量直接影响着遥感应用的广度与深度。遥感成像过程极其复杂,传感器、光照、大气、地表等多种因素都可能对数据的辐射质量产生影响,导致遥感信息出现偏差甚至缺失,从而难以实现对地球陆表状况的准确表达与精细刻画。因此,通过遥感数据的质量改善处理,消除降质因素的影响、弥补观测能力的不足、提升数据的应用潜力,是遥感应应用中一个重要的基础性问题。

近年来,遥感数据的质量改善研究越来越受到广泛关注,国际摄影测量与遥感学会(ISPRS)第三委员会专门成立了遥感数据质量工作组,电气和电子工程师协会(IEEE)地球科学与遥感协会期刊 *IEEE JSTARS* 组织了遥感数据质量改善的特刊。国内外学者开展了卓有成效的研究,产出了诸多可喜的研究成果。然而,遥感降质因素多样,大多数研究往往主要针对其中的一种或几种辐射降质问题,这导致目前针对该问题进行全面、系统分析的书籍还未见出版。有鉴于此,作者希望基于多年的研究积累,整理出版一套全面介绍遥感数据辐射质量改善的书籍。我们从遥感降质特点出发,将遥感数据辐射质量改善划分为三个层次,形成《遥感数据质量改善之信息复原》《遥感数据质量改善之信息校正》《遥感数据质量改善之信息重建》三部曲。其中,第一部主要介绍遥感影像中常见的噪声和模糊的复原问题;第二部主要阐述各种原因引起辐射差异的校正问题;第三部主要研究传感器故障、厚云导致地表缺失信息的重建问题。

本书是“三部曲”的第二部,主要研究由传感器因素、光照条件、大

气影响、地表形态等导致的辐射差异校正问题。针对线阵扫描传感器影像中的条纹与条带问题,重点讲述面向探元响应不均匀的相对辐射校正方法;针对框幅式成像中传感器与光照因素导致的辐射畸变问题,系统研究遥感影像整体亮度不均匀的校正方法;针对大气条件对遥感成像的辐射不均匀影响,分别探讨遥感影像高保真同态滤波云雾去除方法与空谱自适应暗原色去雾方法;针对山区地形起伏引起的辐射差异问题,研究顾及投射阴影的地形校正方法;针对高分辨率遥感影像中建筑物等地物的阴影,进行阴影检测与修复的深入分析;针对影像镶嵌中的辐射差异问题,系统研究包含辐射配准、接缝线计算与查找、羽化校正的无缝镶嵌方法流程;针对多源遥感数据的辐射不一致问题,重点阐述基于粗分辨率参考的多源遥感数据的归一化处理框架与评价方法。

本书是武汉大学地学感知数据质量改善与融合应用研究室(SendImage)多年研究工作的系统归纳、修订与完善,部分工作已在国内外刊物上发表。本书由沈焕锋主笔与统稿,李慧芳、李星华、张良培合作完成。袁强强、程青、李杰、曾超、岳林蔚等参与讨论并提出了宝贵建议,多名已毕业或在读研究生在前期研究和本书撰写过程中付出了辛勤的劳动,包括甘文霞、张弛、管小彬、罗爽、冯蕊涛、袁全、徐黎明、王晓静、钱研、兰霞、惠念、付云洁、李洪利等,在此表示衷心的感谢。

在本书研究与撰写过程中,得到了多位老师的指导与帮助,包括武汉大学李德仁院士、龚健雅院士、李平湘教授、刘耀林教授、杜清运教授、龚威教授、张洪艳教授、吕锡亮教授、钟燕飞教授、江万寿教授、王密教授,中国科学院西北生态环境资源研究院李新研究员、黄春林研究员,中国科学院遥感与数字地球研究所张兵研究员、张立福研究员、李国庆研究员、柳钦火研究员、仲波副研究员,清华大学洪阳教授、龙笛研究员,美国密西西比州立大学杜谦教授,意大利帕维亚大学 Paolo Gamba 教授,同济大学童小华教授,中山大学黎夏教授、刘小平教授,中南大学吴立新教授,湖南大学李树涛教授,北京师范大学陈晋教授、陈云浩教授,南京大学李满春教授、杜培军教授,香港中文大学黄波教授,香港浸会大学吴国宝教授,中国地质大学王毅教授、王力哲教授,北京市遥感信息研究所周春平研究员等,在此表示诚挚的谢意。

本书的研究与出版得到了多个项目的资助,包括国家自然科学基金优秀青年科学基金项目“遥感信息与应用”(41422108)、面上项目“高分辨率遥感影像的软阴影检测与高保真修复方法研究”(41401396)、国家高技术研究发展计划(863 计划)“星机地综合观测定量遥感融合处理与共性产品生产系统”(2013AA12A301)、“万人计划”青年拔尖人才计划等。

由于作者水平有限,书中不足和疏漏之处在所难免,敬请各位专家、同行不吝指正。关于对本书的任何批评与建议,请发送至作者邮箱:shenhf@whu.edu.cn。

沈焕锋
2018年1月

本书涉及的缩略词

- 6S:second simulation of the satellite signal in the solar spectrum 一种大气辐射校正模型
- ACORN:atmospheric correction now 一种大气辐射校正模型
- APDP:automatic piecewise dynamic program 自动分段动态规划查找法
- ASTER:advanced spaceborne thermal emission and reflection radiometer (Terra 卫星)
高级星载热辐射热反射探测仪
- GDEM V2:global digital elevation model version 2 全球数字高程模型第二版
- ATCOR:atmospheric and topographic correction 大气与地形校正模型
- ATSR-2:along track scanning radiometer 2 沿轨扫描辐射计二号
- AVHRR:advanced very high resolution radiometer 高级甚高分辨率辐射仪
- AWiFS:advanced wide field sensor 高级广角传感器
- BRDF:bidirectional reflectance distribution function 双向反射分布函数
- CCD:charge coupled device 电荷耦合器件
- CDWB:cosine distance weighted blending 余弦反距离加权法
- CEBRS:china-brazil earth resources satellite 中巴地球资源卫星
- CS:cast shadows 投射阴影
- CSVF:variational framework considering cast shadows 顾及投射阴影的变分框架
- DEM:digital elevation model 数字高程模型
- DN:digital number 数字量化值
- DOS:dark object subtraction 暗目标大气校正方法
- emCAC:evaluation method based on a comparison with atmospherically corrected data
基于大气校正的评价方法
- emCMS:evaluation method based on a comparison of the normalized results of multiple
sensors 多源数据对比评价方法
- emCUS:evaluation method based on a comparison between the upscaled normalized

- result and the reference data 结果升尺度评价方法
- emCV:evaluation method based on the idea of cross-validation 基于交叉验证的评价方法
- emOMRI:evaluation method based on the use of only one medium-resolution image 单
景数据评价方法
- emSCU:evaluation scheme using synchronous coarse-resolution reference data through
upsampling 联合采样评价方法
- emSMRI:evaluation method based on the use of synchronous medium-resolution images
同步中分辨率数据评价方法
- EO-1:earth observing mission 1 (美国)地球观测卫星一号
- ETM+:enhanced thematic mapper 增强型专题绘图仪(搭载于美国 Landsat-7 卫星)
- FLAASH:fast line of sight atmospheric analysis of spectral hypercubes 一种高光谱快
速大气校正模型
- FY:feng yun satellite 风云卫星
- GCLM:the global cluster-specific linear model 全局类内拟合归一化模型
- GF-1:gaofen-1 高分一号卫星
- GloLM:the global linear model 全局拟合归一化模型
- GOES:geostationary operational environmental satellite 地球静止轨道业务环境卫星
- GW:gray world 灰度世界
- HSI:hue, saturation, intensity 色调 饱和度 亮度
- HCV:hue, chroma, value 色调 色度 明度
- HMD:histogram match degree 直方图匹配度
- HOT:haze optimized transformation 云雾最优变换
- HSV:hue, saturation, value 色调 饱和度 明度
- HYDICE:hyperspectral digital image collection experiment 高光谱数字影像采集仪器
- IQR:interquartile range 四分位距
- IRC:integrated radiometric correction 综合辐射校正模型
- LAI:leaf area index 叶面积指数
- LCLM:the local cluster-specific linear model 局部类内拟合归一化模型
- LEDAPS:landsat ecosystem disturbance adaptive processing system 陆地卫星生态系
统干扰自适应处理系统
- LMM:local moment matching 区域矩匹配
- LOWTRAN:low spectral resolution transmission 低光谱分辨率传输模型
- LSQ:least square regression 最小二乘法
- LUT:lookup table 查找表
- MAD:mean absolute difference 平均绝对误差
- MODIS:moderate-resolution imaging spectroradiometer 中分辨率成像光谱仪

- MODTRAN: moderate resolution atmospheric transmission 中分辨率大气传输模型
- MRD: mean relative difference 平均相对误差
- MSE: mean squared error 均方差
- MSS: multispectral scanner 多光谱扫描仪
- NDVI: normalized difference vegetation index 归一化植被指数
- NLSR: non-local regularized shadow removal 非局部正则化阴影去除模型
- PSNR: peak signal to noise ratio 峰值信噪比
- R^2 : coefficient of determination 决定系数
- RDMR: relative difference of median radiance 中值相对差异
- RMSE: root mean square error 均方根误差
- SAVM: spatially adaptive variational method 空间自适应变分方法
- SCS: sun-canopy-sensor 太阳-冠层-传感器模型
- SCS+C: sun-canopy-sensor+C 太阳-冠层-传感器+C模型
- SD: shadow detection 阴影检测
- SEC: statistical empirical correction 统计-经验校正模型
- SH: synthetic horizontal images 模拟水平地表
- SI: shadow index 阴影指数
- SLC: scan line corrector 行校正器
- SPOT: systeme probatoire d'observation de la terre 法国的一个地球观测系统
- SPOT VEGETATION: systeme probatoire d'observation de la terre vegetation 地球观测系统植被探测器
- SR: synthetic real 模拟起伏地表
- SR: surface reflectance 地表反射率
- SSIM: structural similarity index 结构相似性指数
- TM: thematic mapper 专题制图仪
- TOA: top of the atmosphere 大气顶层
- TV: total variation 全变差
- UCF: university of central florida 中佛罗里达大学
- VECA: variable empirical coefficient algorithm 变经验系数模型
- VFR: variational framework Retinex 变分 Retinex 法
- WP: white patch 白板
- YIQ: luma, in phase, quadrature 亮度, 色彩从橙色到青色, 色彩从紫色到黄绿色
- ZY-3: ziyuan-3 资源三号卫星

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景与意义	1
1.2 本书研究内容	3
参考文献	5
第 2 章 线阵扫描传感器探元响应不均匀校正方法	8
2.1 引言	8
2.2 基于定标数据的相对辐射校正	9
2.2.1 相对辐射校正模型	9
2.2.2 相对辐射校正处理流程	12
2.3 基于影像自身统计信息的辐射校正	15
2.3.1 局部条带处理	16
2.3.2 CCD 片间整体校正	17
2.3.3 CCD 阵列拼接处理	19
2.4 相对辐射校正的评价方法	19
2.4.1 列均值与标准差曲线	20
2.4.2 广义噪声	21
2.5 小结	23
参考文献	23
第 3 章 框幅式相机影像的亮度不均匀校正方法	25
3.1 影像亮度不均匀的成因	25

3.2 影像亮度不均匀校正的经典方法	28
3.2.1 Mask 匀光法	28
3.2.2 同态滤波法	29
3.2.3 Wallis 滤波法	30
3.3 基于 Retinex 理论的亮度不均匀校正	31
3.3.1 Retinex 理论	31
3.3.2 随机路径法	32
3.3.3 变分 Retinex 法	33
3.3.4 空间自适应的变分亮度校正方法	34
3.3.5 实验结果与分析	36
3.4 快速变分亮度校正方法	41
3.4.1 高斯金字塔框架	41
3.4.2 分裂 Bregman 求解	43
3.4.3 实验结果与分析	44
3.5 小结	48
参考文献	48
第 4 章 遥感影像云雾校正方法	51
4.1 引言	51
4.2 遥感影像薄云与雾霭校正的典型方法	53
4.2.1 基于多源或多时相信息的云雾校正方法	53
4.2.2 基于特征提取的云雾校正方法	54
4.2.3 基于先验假设的云雾校正方法	56
4.2.4 基于波段融合的云雾校正方法	58
4.3 基于同态滤波的高保真去薄云方法	58
4.3.1 传统同态滤波的云雾去除方法	58
4.3.2 高保真同态滤波云雾去除方法	59
4.3.3 薄云去除实验与分析	67
4.4 基于暗原色先验的去雾方法	71
4.4.1 暗原色先验理论与去雾原理	71
4.4.2 空谱自适应暗原色去雾方法	74
4.4.3 去雾实验与分析	79
4.5 小结	83
参考文献	83

第 5 章 遥感影像的地形辐射校正方法	87
5.1 地形阴影的形成机理	87
5.2 现有的地形校正方法	89
5.2.1 经典的地形校正方法	90
5.2.2 太阳-冠层-传感器的方法	92
5.2.3 基于单像素点的改进方法	93
5.2.4 校正方法小结	94
5.3 地形辐射校正的评价方法	95
5.3.1 目视分析	95
5.3.2 统计指标评价	96
5.3.3 模拟定量验证	97
5.4 顾及投射阴影的地形校正方法	99
5.4.1 阴影检测方法	100
5.4.2 变分地形校正框架	101
5.4.3 变分地形校正框架的适用性	103
5.5 地形辐射校正实验与分析	103
5.5.1 玉龙山区域影像处理	104
5.5.2 武夷山区域影像处理	108
5.6 小结	111
参考文献	111
第 6 章 高分辨率遥感影像阴影校正方法	115
6.1 高分辨率遥感影像中阴影的成因及特性	115
6.2 阴影检测的典型方法	117
6.2.1 基于亮度-色度空间分割的检测方法	117
6.2.2 结合近红外信息的检测方法	118
6.2.3 基于影像抠图的检测方法	120
6.3 阴影去除的典型方法	121
6.3.1 泊松方程法	122
6.3.2 直方图匹配法	123
6.3.3 基于类别的阴影处理链	124
6.4 非局部正则化约束的遥感影像阴影补偿方法	125
6.4.1 软阴影检测方法	126
6.4.2 非局部正则化的阴影去除方法	126

6.5	实验结果与分析	133
6.5.1	阴影检测	133
6.5.2	阴影去除	136
6.5.3	对比实验	141
6.6	小结	143
	参考文献	143
第7章	遥感影像镶嵌中的辐射差异校正方法	147
7.1	引言	147
7.2	辐射配准	148
7.2.1	辐射配准基本方法	148
7.2.2	基于局部统计信息的辐射配准方法	152
7.2.3	辐射配准实验	154
7.3	接缝线计算与查找	156
7.3.1	接缝线查找的基本方法	156
7.3.2	自动分段动态规划接缝线查找方法	160
7.3.3	接缝线查找实验	164
7.4	羽化校正	167
7.4.1	羽化校正基本方法	168
7.4.2	基于余弦反距离加权的方法	171
7.4.3	羽化校正实验	172
7.4.4	联合实验	174
7.5	小结	175
	参考文献	176
第8章	多源遥感数据的归一化校正方法	178
8.1	研究背景	178
8.1.1	基于物理模型的绝对校正方法	179
8.1.2	基于半物理模型的归一化校正方法	180
8.1.3	基于统计模型的归一化校正方法	180
8.2	基于粗分辨率参考数据的辐射归一化方法	181
8.2.1	归一化校正的基本原理	181
8.2.2	顾及尺度效应的处理策略	183
8.2.3	多源遥感数据归一化模型	185

8.2.4 局部类内拟合归一化处理流程	186
8.3 归一化校正的评价方法	188
8.3.1 大气校正评价方法	188
8.3.2 结果升尺度评价方法	189
8.3.3 交叉验证评价方法	189
8.3.4 多源数据对比评价方法	190
8.3.5 单景数据评价方法	190
8.3.6 同步中分辨率数据评价方法	191
8.3.7 联合降采样评价方法	192
8.3.8 评价方法的总结	193
8.4 实验与分析	194
8.4.1 单景数据评价实验	194
8.4.2 同步中分辨率数据评价实验	196
8.4.3 联合降采样评价实验	198
8.4.4 多源数据对比实验	200
8.5 小结	203
参考文献	203

第 1 章 绪 论

1.1 研究背景与意义

航空航天遥感在成像瞬间往往受到多种内在和外在因素的干扰,包括传感器结构与状态、光照条件、大气分布、地表形态等(图 1.1)(李慧芳,2013;方子岩等,2011;徐萌等,2006;Schowengerdt,2006)。不同类型的干扰因素作用于观测过程,经常导致影像内部或影像之间出现明显的辐射差异。影像内部的辐射差异主要指同类地物在同一影像的不同区域表现出辐射不一致的现象,影像之间的辐射差异指多时相或多源影像在辐射表征上出现的时空不一致问题。

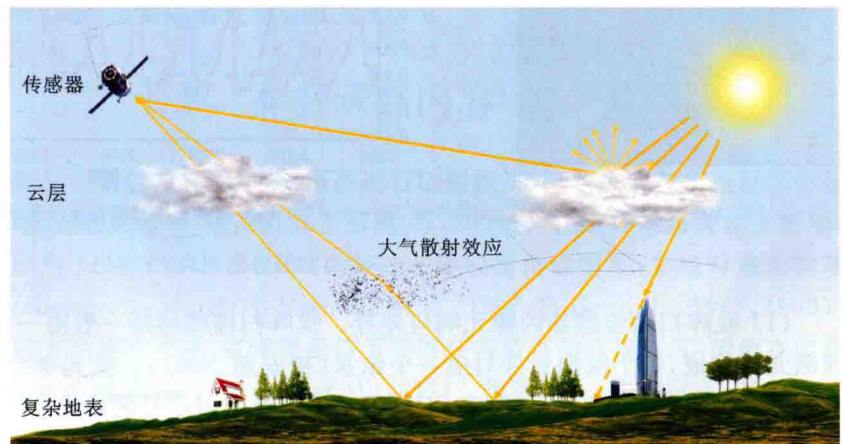
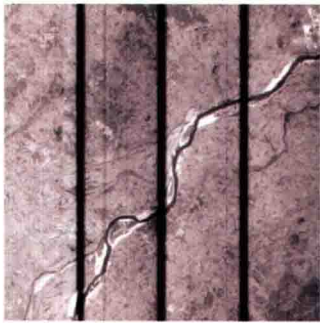


图 1.1 遥感成像过程图

如图 1.2 所示,列出了遥感数据中常见的辐射差异表现形式,由传感器、光照、大气、地表等不同因素独立或联合导致而成。



(a) 线阵探元响应差异



(b) 框幅式影像辐射不均匀



(c) 薄云



(d) 雾霭



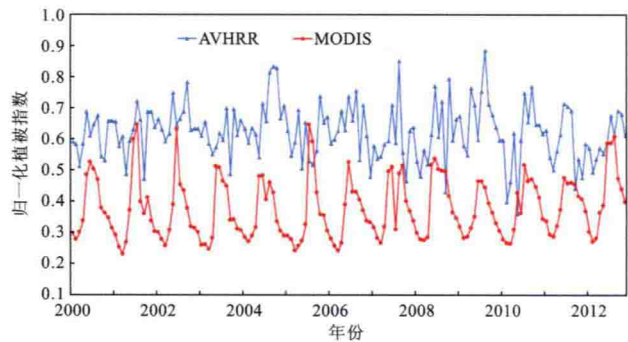
(e) 地形阴影



(f) 建筑物阴影



(g) 接缝线



(h) 两种传感器的植被指数产品

图 1.2 多类型的信息不均

(1) 线阵扫描传感器的探元响应差异。线阵扫描传感器一般由一定数量行状分布的探测元件构成,每个探测元件对应一个像素(梅安新,2001)。受光学空间响应、电荷耦合元件(CCD)暗电流等因素的影响,不同感光元件对辐射信号的响应存在不一致问题,在影像上也就对应出现如图 1.2(a)所示的条状辐射突变(徐伟伟,2011;赵晓熠等,2010;Dinguirard et al.,1999;Wang et al.,1997)。

(2) 框幅式相机影像的辐射不均匀。框幅式相机成像受到镜头曝光色散的影响,产生虚光效应,均匀地表的曝光度在成像焦平面的中心最强,离中心越远曝光度越弱,导致

成像平面的边缘部分比中心部分亮度值偏低(易尧华等,2003;朱述龙等,2000)。此外,成像瞬间的光照条件对影像亮度的影响与 CCD 的几何分布相关,面阵中心与边缘的光照条件差异显著,从而综合导致影像中出现亮度分布的高低差异(潘俊,2008;胡庆武等,2004;利尔桑德等,2003)。两者综合影响产生的辐射不均匀如图 1.2(b)所示。

(3) 大气分布导致的薄云与雾霭。当大气中的水汽浓度过于饱和时,水分子就会聚集在微尘等凝结核的周围形成小水滴,并进一步聚集形成云或雾(史俊杰等;2015;李海巍,2012;沈文水等,2010;贺辉等,2009)。源于大气散射效应,受云雾影响较大的影像区域辐射亮度显著增高,与受云雾影响较小的区域形成明显的辐射差异(刘泽树等,2015;Shen et al.,2014;Li et al.,2012),如图 1.2(c)和图 1.2(d)所示。

(4) 地表形态导致的地形和建筑物阴影。在山区,地形起伏会导致阳坡与阴坡之间出现明显的辐射差异,表现形式即为地形阴影(Li et al.,2014,2016;Teillet et al.,1997;Funka-Lea et al.,1995),如图 1.2(e)所示;在高分辨率遥感影像的城市区域,建筑物的投射阴影导致局部地表入射能量减弱,信息被削弱且信噪比较低(方涛等,2016;Zhang et al.,2014;李慧芳,2013),如图 1.2(f)所示。

(5) 综合因素导致的时空不一致。在对多景影像进行镶嵌时,在拼接处如不进行特殊处理往往会出现明显的辐射差异(Mills et al.,2009;卢军,2008;Szeliski,2006),如图 1.2(g)所示;另外,多源遥感定量产品也经常呈现明显的参量不一致问题,如图 1.2(h)所示,两种传感器获取的归一化植被指数(NDVI)产品差异显著。这两种辐射/参量差异的产生,通常是多种因素共同作用的结果(甘文霞等,2014;Trishchenko et al.,2002;Teillet et al.,2001;Li et al.,1996;)

显而易见,以上多种干扰因素导致的辐射信息差异,不但影响数据的视觉效果,也会降低影像的解译精度与定量应用能力。因此,发展高效的信息校正方法,消除影像内部或影像之间的辐射差异,具有重要的研究与应用意义。

1.2 本书研究内容

为了消除遥感数据中辐射差异的影响,需要进行辐射校正处理,主要包括绝对辐射校正与相对辐射校正两大类(武星星等,2013;丁丽霞等,2005)。在绝对辐射校正方法中,较为经典的方法是利用 LOWTRAN、MODTRAN、6S 等辐射传输模型,实现对地表物理量的逼近反演(Kotchenova et al.,2006;Vermote et al.,1997;Berk et al.,1987,1999)。基于辐射传输模型的方法理论严谨,在常规条件下能够获得较高的反演精度,因此在定量遥感中应用广泛(Berk et al.,2005;Acharya et al.,1999)。然而,在一些情况下,基于统计模型的相对辐射校正方法更具优势(张鹏强等,2006;张友水等,2006)。首先,辐射传输模型一般适用于大中尺度建模,难以对细微尺度、复杂的辐射过程进行模拟,特别是针对高分辨率遥感影像中的薄云、建筑物阴影等问题,无法进行有效的处理;其次,绝对辐射校正模型往往过程复杂,涉及的参数众多,而有些应用并不需要绝对的地表反射率,这时利用相对辐射校正模型反而更加简单易行。因此,本书主要从相对辐射校正的角度,阐述对

多种辐射差异的高精度校正方法。

全书共分 8 章,章节结构如图 1.3 所示,具体内容介绍如下。

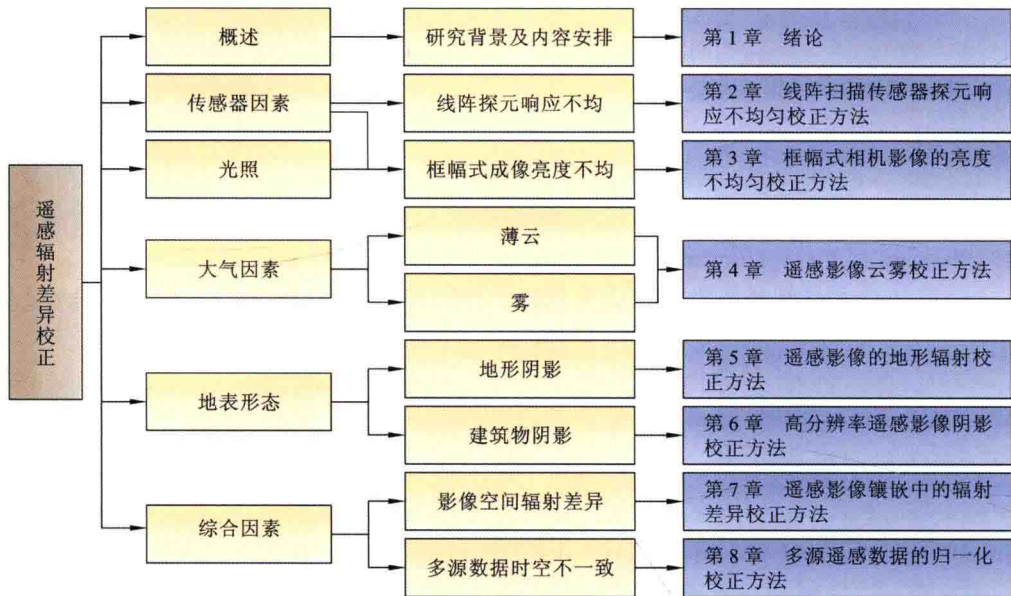


图 1.3 章节结构图

第 1 章,绪论。主要介绍本书的研究背景与意义,归纳遥感数据辐射差异的来源与表现特征,并对本书的组织结构进行概述。

第 2 章,线阵扫描传感器探元响应不均匀校正方法。主要针对线阵扫描传感器探元响应差异导致的辐射不均匀问题,介绍基于定标数据和基于影像自身统计信息的相对辐射校正方法,并结合国产卫星实例进行实验分析。

第 3 章,框幅式相机影像的亮度不均匀校正方法。在航空框幅式相机遥感成像中,面中心投影、光照条件联合会造成能量分布差异,影响真实地表信息的表达。在对传统方法进行介绍的基础上,重点阐述一种空间自适应的变分校正模型,实现对影像亮度分布不均匀的精确校正,并进一步介绍一种快速优化方法,提高计算效率。

第 4 章,遥感影像云雾校正方法。充分分析薄云和雾霭对遥感影像辐射信息的影响,对传统云雾校正方法进行总结与归纳,并分别针对薄云与雾霭降质的空间分布特征提出校正方法:高保真同态滤波云雾去除方法与空谱自适应暗原色去雾方法,并通过大量的实验验证方法的有效性。

第 5 章,遥感影像的地形辐射校正方法。地形起伏造成山体阴影,包括自有阴影与投射阴影,其中高大山体产生的投射阴影常常被忽视。系统总结经典的地形校正模型,并对其校正效果进行验证与比较分析;在此基础上,针对崎岖山地中存在的投射阴影,重点介绍一种顾及投射阴影的地形校正框架,可同时实现对自有阴影与投射阴影的辐射畸变校正。