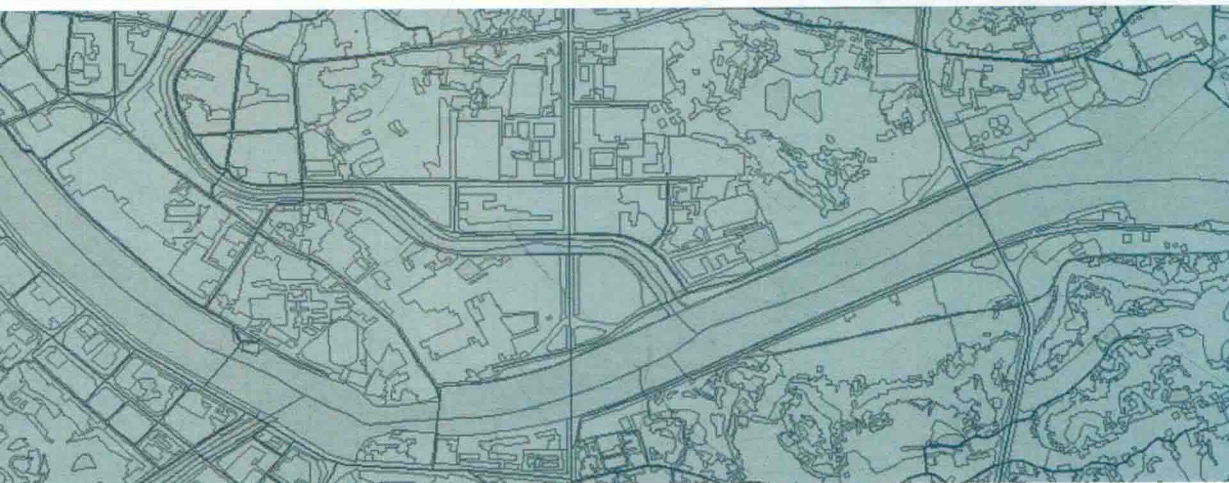


测绘地理信息成果信息化 质检平台构建技术研究

■ 李冲 著

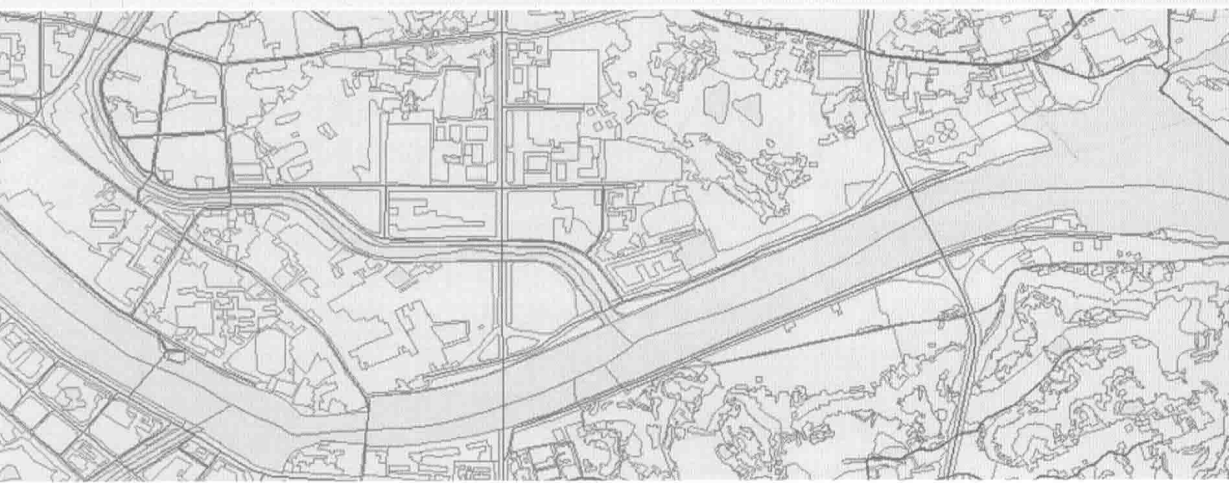


WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

测绘地理信息成果信息化 质检平台构建技术研究

■ 李冲 著



WUHAN UNIVERSITY PRESS
武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

测绘地理信息成果信息化质检平台构建技术研究/李冲著. —武汉:武汉大学出版社,2019.3

ISBN 978-7-307-20680-9

I.测… II.李… III. 测绘—地理信息系统—质量检查—研究
IV.P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 022960 号

责任编辑:胡 艳 责任校对:汪欣怡 整体设计:韩闻锦

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮箱:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:湖北恒泰印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:30.25 字数:663千字 插页:3

版次:2019年3月第1版 2019年3月第1次印刷

ISBN 978-7-307-20680-9 定价:120.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

序 一

信息化是当今时代发展的大趋势。政府为提高政府机关的办事效率、降低运作成本，进而为民众与企事业组织提供高效快捷服务，正在推进政务信息化，并以信息化带动政务活动的法制化；企业为达到降低库存、提高生产效能和质量、快速应变的目的，正在推进企业管理信息化，按需向社会提供信息化服务。随着计算机、网络、移动通信、人工智能等为代表的信息技术在经济社会发展方方面面的广泛深入的应用，信息已经成为继物质、能源之后的又一种重要战略性资源。

联合国教科文组织相关文献表明，人类活动所涉及的信息 80% 以上与地理位置有关。由此可见，推进信息化进程需要丰富的空间地理信息为基础，而空间地理信息的质量则是保障信息化建设的前提。以数据获取实时化、数据处理自动化、数据管理智能化、信息服务网络化、信息应用社会化为主要特征的信息化测绘技术体系已初步建成，测绘地理信息数据的类型更加丰富，数据体量呈几何倍数增长，其数据组织结构更加复杂，如何高效、准确地对测绘地理信息质量进行检验检测，是我们当前迫切需要解决的问题。

该书作者针对空间地理信息数据质量检验检测做了大量的研究和实践工作，并将地理信息质量理论、信息技术、网络技术、数据库技术进行了有效结合，通过不断地总结、探索，从测绘地理信息质检信息化的角度，提出了集管理、检查、评价、报告生成为一体的综合性质检平台的构建理念。在此基础上，结合当前主流的数据类型，讨论了空间地理信息数据质检系统的构建方法。这些成果对于推进测绘地理信息质量检验检测工作向信息化迈进有重要参考价值。

综观全世界，测绘科技经历了从传统模拟阶段到数字化阶段，再到信息化阶段的进步，目前正在朝着智能化方向发展。我衷心希望有更多相关领域的学者、工程师投身于测绘地理信息质量理论和检验检测技术这一研究领域，为测绘地理信息数据更好地服务于信息化建设贡献力量。



中国工程院院士
2018 年 10 月，武汉

序 二

测绘地理信息成果在国家安全、经济社会发展、信息化建设、自然资源管理、突发事件应急处置中发挥着越来越重要的作用，其成果质量关系到国计民生和社会发展的科学决策。当前，测绘地理信息成果类型多、结构复杂、技术要求精细、数据量大、现势性要求高、服务范围广，依靠人工或简单的人机交互的检查方式和手段已无法高效准确地检测评估其质量状况。

研究信息化测绘体系下测绘地理信息成果的质量检验新模式，构建具有管理功能的信息化质检平台，实现多种成果质量检验的分类管理、快速检查与评价，提高检验效率和科学性，对于保障测绘地理信息成果应用的可靠性具有重要意义。

我国测绘质检理论研究起步较晚，测绘界从事这一领域的人才较少，测绘质检信息化距离应用需求还有很大差距，四川省测绘地理信息领域的同行，一直紧跟测绘质检发展的前沿，在测绘质检的标准研制和软件研发方面做了大量工作，该书作者一直致力于研究探索新的检验技术，书中提出的基于最小粒度算子库的多层次质检方法，在我国测绘质检领域是一个重大创新；提出的采用 1+N 模式，综合利用计算机技术、信息技术和数据库技术，搭建信息化质检平台，对于推进测绘质检技术进步，提升测绘质检信息化水平有重要的应用价值。

全书以信息化质检平台和目前主流测绘地理信息数据质检系统的构建为主线，中间还穿插了很多检验理论、内容、方法以及典型质量问题案例，内容丰富，可为测绘质检领域的工作者学习借鉴。



国家测绘产品质量检验检测中心主任

2018 年 10 月，北京

前 言

信息化测绘质检作为信息化测绘的一项重要工作，不仅为我国测绘地理信息产品和成果的应用及推广提供保障，也是改造质检工艺流程、革新质检服务模式、提高质量评价效率、推进测绘地理信息转型升级不可缺少的组成部分。本书是关于测绘地理信息成果质检信息化研究与实践的初步提炼和总结，包括信息化管理模式下质检业务的网络化管理、质检共用数据库的构建，以及目前主流测绘地理信息成果质检系统的构建方法。对于不同类型的数据成果，从理论、标准与检验实践相结合的角度，总结了其质量检验的要点、常见问题，给出了部分自动化检查算法的设计以及相应系统的设计理念与功能解析，可为今后随着社会需要而涌现的其他新型测绘地理信息数据的质检自动化、信息化提供借鉴。

本书在撰写过程中得到了很多专家学者的帮助，国家测绘产品质量检验测试中心的张莉、张鹤、赵海涛、韩文立，四川测绘地理信息局的周社、曾衍伟、黄瑞金、曾文军在平台的构建理念方面多次给予指导，谭理、李东辉、余银普、华劼、汤权参与了本书的策划和章节编排工作，谭明建对全书的内容进行了审定。为本书提供材料、参与本书撰写的还有四川省测绘产品质量监督检验站的很多专家，他们是：黄献智、王珊、陈华、张胜书、王辉、邓智文、李昊霖、阳建逸、余毅、余东静、李倩、陈琰如、杨川、何鑫星、曹兵、陈珂、张晓、刘云青。

本书的研究成果是在测绘公益性科研专项（201512018）、国家重点研发计划（2016YFF0201300）、四川省测绘地理信息科技支撑项目（J2013ZC08、J2014ZC13、J2015ZC06、J2017ZC07）的资助下完成的，书中还借鉴了大量相关书籍和文章，在此一并表示感谢。

由于作者水平有限，书中的观点和论述难免存在偏颇乃至疏漏之处，欢迎读者交流指正。

李 冲

2018年5月，成都

目 录

第1章 概述	1
1.1 测绘地理信息质检发展历程	1
1.1.1 模拟测绘时期	1
1.1.2 数字化测绘时期	2
1.1.3 信息化测绘时期	3
1.2 新时代测绘地理信息质检	4
1.2.1 新时代测绘地理信息特点	4
1.2.2 新时代测绘地理信息质量内涵	5
1.2.3 新时代测绘地理信息质检面临挑战	6
1.2.4 新时代测绘地理信息质检应具有的特征	7
1.2.5 新时代测绘地理信息质检的任务	8
第2章 平台设计理念	11
2.1 设计基础	11
2.1.1 设计的目的	11
2.1.2 设计的原则	12
2.1.3 设计的视角	12
2.1.4 设计的细节	13
2.1.5 设计中难题的解决	13
2.2 架构设计	14
2.2.1 总体架构设计	14
2.2.2 网络化模式设计	16
2.3 逻辑设计	17
2.3.1 功能布局	17
2.3.2 逻辑关系	17
2.4 功能设计	21
2.4.1 管理子系统功能设计	21
2.4.2 质检子系统功能设计	21
2.4.3 辅助插件功能设计	22
2.4.4 检查算子库功能设计	24

第3章 平台数据库构建	28
3.1 关系数据库	28
3.1.1 关系数据结构	28
3.1.2 关系的性质	29
3.1.3 关系数据操作	30
3.1.4 数据库语言 SQL	30
3.2 数据库设计理论	31
3.2.1 函数依赖与联系	31
3.2.2 范式规则	32
3.3 数据库产品的选择	32
3.3.1 Oracle	33
3.3.2 SQL Sever	33
3.3.3 Access	33
3.3.4 DB2	33
3.3.5 Sybase	34
3.3.6 MySQL	34
3.3.7 PostgreSQL	34
3.4 平台数据库表分类	36
3.4.1 用户管理类	36
3.4.2 项目管理类	36
3.4.3 质量检查类	37
3.4.4 质量评价类	37
3.4.5 数据类	39
3.5 平台数据库概念结构	40
3.5.1 项目	41
3.5.2 任务	41
3.5.3 作业	41
3.5.4 数据	42
3.5.5 产品级别	42
3.5.6 产品类别	42
3.5.7 检查算子	42
3.5.8 检查规则	45
3.5.9 检查方案	46
3.5.10 错误记录	46
3.5.11 规则状态	48
3.5.12 用户规则	48
3.5.13 算子映射	48

3.5.14	质量元素	49
3.5.15	质量元素	49
3.5.16	检查项	49
3.5.17	质量统计	50
3.5.18	用户信息	51
3.5.19	角色关系	51
3.5.20	权限关系	51
3.5.21	消息	52
3.5.22	检查模板	52
3.6	平台数据库逻辑结构	53
3.7	数据库的物理结构	64
3.7.1	基础环境创建	64
3.7.2	数据库实例创建	67
3.7.3	设置数据库监听	69
3.7.4	数据库表空间创建	69
3.7.5	数据库表创建与管理	70
3.7.6	关于批处理式创建	73
第4章	数字线划图质检系统	74
4.1	前言	74
4.2	DLG 数据检查与质量控制	74
4.2.1	数据内容	74
4.2.2	生产方式	75
4.2.3	质量检查内容与方法	78
4.2.4	当前主要质检手段	81
4.2.5	典型质量问题及分析	82
4.3	系统设计	87
4.3.1	系统开发平台	87
4.3.2	系统总体架构	87
4.3.3	系统模块功能	89
4.4	典型检查算子	92
4.4.1	算子化指标体系	92
4.4.2	模板对比类检查算子	95
4.4.3	拓扑一致性检查算子	96
4.4.4	属性一致性检查算子	99
4.4.5	要素关系检查算子	104
4.4.6	位置接边检查算子	111

4.4.7 几何异常检查算子	112
4.5 系统展示及应用	113
4.5.1 系统展示	113
4.5.2 应用实例	124
第5章 数字高程模型质检系统	128
5.1 前言	128
5.1.1 DEM 概念及形式	128
5.1.2 DEM 的应用	130
5.2 DEM 生产工艺	131
5.2.1 地形图获取方式	131
5.2.2 摄影测量方式	132
5.2.3 激光点云获取方式	133
5.2.4 地面实测	134
5.3 DEM 质量控制	134
5.3.1 质量检查内容与方法	134
5.3.2 检查步骤和要点	136
5.3.3 典型质量问题及分析	137
5.4 系统设计及功能实现	141
5.4.1 系统开发平台	141
5.4.2 系统设计	141
5.4.3 功能实现	142
5.5 典型检查算子	145
5.5.1 检查指标	145
5.5.2 检查算子	145
5.6 系统展示及应用	148
5.6.1 系统展示	148
5.6.2 应用实例	153
第6章 数字正射影像质检系统	155
6.1 前言	155
6.2 DOM 生产工艺	155
6.3 DOM 质量控制	156
6.3.1 质量检查内容与方法	156
6.3.2 检查步骤和要点	158
6.3.3 常见问题及分析	160
6.4 质检系统设计	164

6.4.1	质检方案管理	165
6.4.2	质量检查	165
6.4.3	结果管理	166
6.5	典型检查算子	166
6.5.1	影像接边	167
6.5.2	格网参数	169
6.6	系统展示及应用	171
6.6.1	系统展示	171
6.6.2	应用实例	173
第7章	基础性地理国情监测检查与评价系统	177
7.1	前言	177
7.1.1	地理国情监测的背景与意义	177
7.1.2	地理国情监测的类型	178
7.1.3	地理国情与基础测绘的关系	178
7.2	成果内容与生产工艺	180
7.2.1	成果内容	180
7.2.2	生产工艺流程	185
7.3	质量检验	187
7.3.1	质量检验内容与方法	187
7.3.2	检验步骤	189
7.3.3	质量检查与控制要点	192
7.3.4	常见质量问题	195
7.4	系统设计及实现	208
7.4.1	系统结构	208
7.4.2	系统平台	212
7.4.3	系统功能实现	213
7.5	典型检查算子	217
7.5.1	算子化指标体系	217
7.5.2	面向不规则境界线的矢量面接边检查算子	224
7.5.3	遥感影像解译样本拍摄点标绘位置检查算子	226
7.5.4	国情监测数据快速比对算子	229
7.5.5	国情监测数据更新类型正确性检查算子	234
7.6	系统展示及应用	240
7.6.1	国情要素、地表覆盖分类及生产元数据检验系统	240
7.6.2	解译样本检验系统	242
7.6.3	应用实例	244

第 8 章 1: 50000 地形数据动态更新质检系统	250
8.1 前言	250
8.1.1 技术发展	250
8.1.2 动态更新生产方式	251
8.2 1: 50000 地形数据检查与质量控制	254
8.2.1 生产各环节质量控制	254
8.2.2 质量控制难点	256
8.2.3 当前主要质检手段	262
8.3 系统设计及功能实现	263
8.3.1 系统设计理念	263
8.3.2 系统功能实现	265
8.4 典型检查算子	270
8.4.1 算子化指标体系	270
8.4.2 特色检查算子	272
8.5 系统展示及应用	277
8.5.1 系统展示	277
8.5.2 应用实例	280
第 9 章 地下管线普查数据质检系统	283
9.1 前言	283
9.2 地下管线普查与质量控制	284
9.2.1 普查内容	284
9.2.2 普查流程	285
9.2.3 质量检查内容与方法	286
9.2.4 当前主要质检手段	289
9.3 系统设计及功能实现	290
9.3.1 系统开发平台	290
9.3.2 系统设计理念	291
9.3.3 系统功能实现	294
9.4 典型检查算子	297
9.4.1 算子化指标体系	299
9.4.2 空间碰撞检查算子	301
9.4.3 管线连通流向检查算子	304
9.4.4 管线间的管径连接状态检查算子	306
9.5 系统展示及应用	308
9.5.1 外业巡检系统	308
9.5.2 内业检查系统	311

9.5.3 应用实例	317
第 10 章 数字航空影像质检系统	321
10.1 前言	321
10.2 数字航空摄影与质量控制	322
10.2.1 数字航空摄影	322
10.2.2 数字航空摄影生产流程	323
10.2.3 质量检查内容与方法	324
10.2.4 当前主要质检手段	327
10.3 系统设计及实现	327
10.3.1 系统开发平台	327
10.3.2 系统设计理念	328
10.3.3 系统功能实现	331
10.4 关键算子设计及实现	333
10.4.1 算子化指标体系	333
10.4.2 影像匹配	334
10.4.3 像片重叠度	340
10.4.4 像片旋偏角	341
10.4.5 像片旋角	341
10.4.6 航线弯曲度	342
10.4.7 航高保持	343
10.4.8 覆盖保证	343
10.4.9 地面分辨率	344
10.5 系统功能与应用	345
10.5.1 功能展示	345
10.5.2 应用实例	351
第 11 章 GNSS 控制网质检系统	355
11.1 GNSS 控制网布设实施	355
11.1.1 设计准备	355
11.1.2 外业实施	356
11.1.3 数据处理	356
11.1.4 资料整理	357
11.2 质量检验重点内容	358
11.2.1 观测质量	358
11.2.2 计算质量	359

11.2.3 数学精度	360
11.3 系统设计与实现	361
11.3.1 系统设计	361
11.3.2 系统展示	363
第12章 大比例尺地形图质检系统	372
12.1 前言	372
12.1.1 大比例尺地形图的范围	372
12.1.2 大比例尺地形图质检的发展	373
12.2 大比例尺地形图质量检验	374
12.2.1 检验内容	374
12.2.2 质检手段	375
12.3 系统设计及功能实现	375
12.3.1 系统开发平台	375
12.3.2 运行环境	376
12.3.3 系统设计理念	376
12.3.4 系统功能实现	377
12.4 关键算子设计	380
12.4.1 平面精度最近点识别	380
12.4.2 基于特征的高程点自动识别	380
12.5 系统展示及应用	383
12.5.1 外业巡查系统	383
12.5.2 内业检查系统	390
12.5.3 系统应用	395
第13章 数学精度检测库管理系统	398
13.1 前言	398
13.2 数学精度检测内容及方法	399
13.2.1 检测内容	399
13.2.2 检测方法	400
13.2.3 检测点选取	400
13.2.4 数学精度得分统计	401
13.3 系统设计	402
13.3.1 设计理念	402
13.3.2 功能设计	403
13.4 系统实现	405

13.4.1	建立检测点数据库	406
13.4.2	检测点管理	409
13.4.3	精度统计	410
第 14 章	监督抽查管理系统	412
14.1	概述	412
14.1.1	质量监督抽查的意义	412
14.1.2	质量监督抽查总体情况	412
14.2	监督抽查工作的开展	413
14.2.1	监督抽查的概念	413
14.2.2	监督抽查的作用	414
14.2.3	监督抽查的特性	414
14.2.4	监督抽查的依据	416
14.2.5	监督抽查实施	416
14.3	系统设计与实现	420
14.3.1	系统开发平台	420
14.3.2	系统设计理念	421
14.3.3	系统功能实现	422
14.4	系统展示及应用	423
14.4.1	功能展示	423
14.4.2	应用实例	426
第 15 章	质检报告管理系统	428
15.1	开发背景	428
15.2	系统设计	429
15.2.1	需求分析	429
15.2.2	架构设计	429
15.2.3	功能设计	430
15.2.4	模块设计	432
15.2.5	数据库设计	433
15.3	系统开发要点	439
15.3.1	开发技术	439
15.3.2	模板制作	440
15.3.3	核心代码及调试	442
15.4	系统展示	445

第 16 章 展望	449
16.1 基于云计算的质检平台	449
16.2 智能化质检平台	450
16.3 基于多传感器低空无人机的外业巡检平台	451
参考文献	452

第1章 概述

1.1 测绘地理信息质检发展历程

测绘地理信息的发展历史悠久，自远古时代人们就知道在简易地图上标识猛兽的位置，以避免危险。我国半坡遗址的新石器时代先民已知道运用地形和水文简单知识，把村落选址在近水、避洪的浐河二级阶地上。本章主要介绍近代以来我国测绘地理信息的发展以及质检技术的发展。

近代以来，测绘地理信息经历了从模拟时代向数字时代、又由数字时代向信息时代的全面变革，测绘地理信息成果也从传统的单一纸质地图发展到了多样化的地理信息产品。下面将对模拟测绘、数字化测绘、信息化测绘时期的测绘地理信息质检历史进行简要的回顾。

1.1.1 模拟测绘时期

从20世纪50年代到90年代，测绘生产以模拟测绘技术为支撑，主要依靠平板仪、光学经纬仪、光学水准仪等简单的生产工具辅以粗重的手工制作等模拟方式，完成测绘基准建设和纸质地形图测制。模拟测绘具有生产工具笨重、作业方法陈旧、劳动强度大、工期时间长、成果形式单一等特点。测绘地理信息产品的检验分“两级检查，一级验收”，中队级检查一遍，部门级检查一遍，一旦出现质量问题，将面临全部返工重做，工作量相当巨大。

这个时期地理信息产品的作业特点是大部分手工作业。其作业流程为：先通过计算器等工具手工算出测绘成果，然后通过手工进行地图数字化，产品质量受作业员水平和人为因素影响较大。检验的手段非常落后，需要打印出纸图与已有测绘资料逐项对照检查或在计算机上与模拟资料逐项检查，检查效率低下。检查内容主要是地形图的图形信息及有限的地图注记信息。检查依据没有规范化，可供参考的国家标准尤其是作业规程较少，不能满足实际工作需要。质量检验工作的实际标准以设计人员的项目设计书和作业细则为主，使得检验结果受检验人员的主观因素影响较大，容易造成漏检或误检。