

黄河流域河流与湖泊

HUANGHE LIUYU HELIU YU HUPO

马永来 蒋秀华 刘东旭 等著

非外借



黄河水利出版社

黄河 流域河流与湖泊

马永来 蒋秀华 刘东旭 等著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书是配合黄河流域河流与湖泊基本情况普查而撰写的著作,介绍了黄河河湖普查的内容、技术路线和主要成果,同时对黄河河湖地理特征中的几个重大创新点和认识展开了论述。

全书内容丰富,资料翔实,图文并茂,是一部实用性很强,具有知识性、科普性和资料性的著作。不仅能为治黄事业提供重要的基础信息支撑,而且可以成为治黄工作者有益的工具书,也可供有关部门、大专院校相关专业师生和关心黄河的社会人士阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

黄河流域河流与湖泊/马永来等著. —郑州:黄河水利出版社,2017. 6

ISBN 978 - 7 - 5509 - 1173 - 4

I. ①黄… II. ①马… III. ①黄河流域 - 河流 - 水利调查 ②黄河流域 - 湖泊 - 水利调查 IV. ①TV21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 161828 号

组稿编辑:王路平 电话:0371 - 66022212 E-mail:hhsllwlp@126.com

出 版 社:黄河水利出版社

网址:www.yrcp.com

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:河南瑞之光印刷股份有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:13.5

插页:5

字数:340 千字

版次:2017 年 6 月第 1 版

印次:2017 年 6 月第 1 次印刷

定价:120.00 元



前 言

黄河像一条金色巨龙,横亘于中国大地,在漫长的历史进程中,哺育了伟大的中华民族,创造了灿烂的中华文化,被誉为中华民族的摇篮、炎黄子孙的“母亲河”。

据地质考证,约 160 万年前,黄河流域只是一些互不连通的湖盆水系,经历了百万年的地壳运动和河流侵蚀演变,逐渐构成黄河水系的雏形,直到距今约 1 万年前才形成从河源到入海上下贯通的河流^[1]。

黄河在古籍中称“河”,列为“四渎之宗”,因水呈黄色,《汉书》始有“黄河”之名。《尚书·禹贡》是最早记载黄河的地理著作,后人把《尚书·禹贡》中描述的黄河河道称“禹河”。《水经注》是我国第一部以水道为纲记述河流水系的专著,记载我国河流多达 1 250 条,其中有黄河的流经、变迁和地志交通风情等的详细描述。

翻阅历代史书,很难找到标有黄河流域边界的水系图,更难发现有关黄河流域的面积和河长的定量数据。

新中国成立初期,曾采用民国时期的旧地形图,量算出黄河流域面积为 737 699 km²,河长为 4 845 km。《黄河水文年鉴》从 1951 年到 1970 年都是采用这个数据。20 世纪 50 年代初在编制《黄河综合利用规划技术经济报告》时,根据当时的百万分之一地形图,量算黄河流域面积为 745 000 km²,河长仍为 4 845 km。在 1955 年第一届全国人民代表大会二次会议上,邓子恢副总理作《关于根治黄河水害和开发黄河水利的综合规划的报告》时曾引用了这个数据。

20 世纪 70 年代,黄河水利委员会与沿黄各省(区)水文部门协作,对凡曾设有水文测站的河流和虽未曾设站但集水面积在 1 000 km² 以上的河流进行了河长、面积、比降、河流沿程纵断面距离及高程等系统的量算。当时采用的是 1969 年以前国家出版的 1:5 万地形图(部分是 1:10 万和 1:50 万地形图),用手工在地形图上勾绘分水线和河道线,采用求积仪和分规仪直接在地形图上量算面积和河长。其成果经水电部〔73〕水电水字第 100 号文批复,同意“将新成果专册刊印,公布使用”^[2]。1977 年黄河水利委员会(以下简称黄委)刊印了《黄河流域特征值资料(1977 年)》(简称《77 本》,下同)并正式公开使用。《77 本》成果中黄河流域集水面积为 752 443 km²,黄河干流河长 5 464 km,从此“万里黄河”就有了科学依据。并指出黄河发源于约古宗列曲,流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东九省(区)(此前提流经八省(区)),于山东利津县经刁口河流路入渤海。

《77 本》成果一直沿用至今,在治黄工作中发挥了重大作用。由于黄河流域某些自然情况以及水文站网发生了很大变化,加上当时量算技术和手段的局限性等,《77 本》存在

着诸多问题。据此,2005 年黄委水文局开展了“黄河流域特征值复核与补充”工作,采用国家最新出版的 1:5 万地形图和先进的 MAPGIS 软件量算技术,分水线和河道线仍是手工在地形图上勾绘,最后汇编成《黄河流域特征值(2008 年)》(简称《08 本》,下同)。新成果中黄河流域集水面积为 $807\,995\text{ km}^2$,河长 $5\,568\text{ km}$ 。成果中除因量算技术手段以及河流变化等改变了干流和部分支流的面积与河长数据外,还将鄂尔多斯内流区和沙珠玉河流域以及河口区准三角洲面积划进了黄河流域。《08 本》成果于 2008 年 9 月通过黄委审查和正式验收,2009 年 4 月又在黄委主任办公会议上向委领导作了汇报,委领导对流域特征数据和几个关键技术问题的处理给予了充分肯定。

在《08 本》成果准备向水利部上报时,国务院决定于 2010 ~ 2012 年开展第一次全国水利普查。全国水利普查的重要项目之一是开展全国河流湖泊基本情况普查,这是有史以来首次全面系统地在全国范围内开展河湖普查。

全国河流湖泊基本情况普查(简称河湖普查,下同)的内容是:①普查流域面积为 50 km^2 及以上河流河名、位置、流域面积、河长和数量,重点查清流域面积为 100 km^2 及以上河流的流域水系自然特征(如河源河口坐标和高程、比降等)、水文特征(如水文(位)站坐标、站以上面积、河长、流域降雨径流深、历史最大洪水等);②普查常年水面面积在 1 km^2 及以上湖泊的名称、位置、水面面积和数量,重点查清水面面积在 10 km^2 及以上湖泊的形态特征(如水深、容积、水质等)。全国河湖普查采取内业分析与外业调查相结合、自上而下与自下而上相结合的工作模式。内业工作主要是利用“3S”技术对多源信息进行综合分析提取特征数据,并继承与应用现有成果^[3]。

自上而下是首先由国普办河湖组根据 1:5 万国家基础地理信息、中巴资源卫星影像数据、2.5 m 分辨率遥感影像图等提取河湖水系结构、流域边界以及河湖自然特征和形态特征数据,并制成图表下发给流域和省(区)河湖组进行核对;自下而上是流域和省(区)河湖组依据现有河湖特征数据对国普办河湖组下发数据进行核对,如发现疑异,通过内业分析、调研咨询,必要时进行外业查勘,找出原因,进行反馈,上下协商共同处理。流域和省(区)河湖组还要量测、普查填报各自管辖的水文(位)站的水文特征数据。

为此,黄委成立黄委第一次全国水利普查领导小组(下设办公室,简称委普办),并将黄河流域河湖普查工作交由黄委水文局承担。黄委水文局成立了黄河流域(片)河湖普查领导小组(下设黄委河湖组)。

因全国河湖普查的内容和《08 本》有共同之处,鉴于这一情况,为了保证黄河流域特征值的统一性和权威性,黄委水文局采取了谨慎态度,经研究决定暂时不向水利部上报《08 本》成果,同时分别向水利部水文局(全国河湖普查领导管理单位)和南京水利科学研究院(全国河湖普查技术支撑单位)汇报了《08 本》的工作情况和主要成果,并提出全国河湖普查工作和《08 本》成果的衔接和统一问题。经协商达成以下共识:①《08 本》成果暂不上报和公开。②同意《08 本》成果中将鄂尔多斯内流区和沙珠玉河流域划归黄河流域,同意黄河河口区面积取黄河河口流路规划范围,同意《08 本》确定的黄河河源和河口位置等。③可以用《08 本》成果数据校核国普办河湖组获取的数据,若流域面积相对误差的绝对值小于 3%,河流长度相对误差的绝对值小于 5%,说明两者的数据都符合精度



要求,但最后数据必须统一采用河湖普查的数据。对于超误差标准的河湖特征数据,黄委河湖组需通过 1:5 万电子影像图或纸质地形图对水系结构、河源河口位置、流域边界、河流走势等进行内业复核,必要时通过专家咨询、现场查勘等方式找出原因,并和国普办河湖组协商后确定是否需要修改。④在共同确认新的黄河流域河湖普查数据后,随即修改《08 本》部分数据,使之成为新的《黄河流域特征值》。

在国普办、黄委和黄委水文局各级领导的支持和关怀下,在沿黄各省(区)河湖组的协作下,黄委河湖组经过三年多的努力工作,全面完成了黄河流域(片)的河湖普查任务,按时保质保量提交了《黄河流域(片)河湖基本情况普查报告》(包括西北诸河区),同时也及时修改了《08 本》的部分成果,形成新的《黄河流域特征值》。

黄委河湖组在完成黄河流域河湖普查任务的同时,通过工作实践累积了一些经验,增长了不少知识。为了很好地总结这次河湖普查的成绩和经验,特编写《黄河流域河流与湖泊》一书。本书共分 4 章,第 1 章概述,介绍河湖普查的目标、内容、技术路线、工作流程、质量控制及技术约定等;第 2 章介绍黄河流域河湖普查的主要成果;第 3 章是对有关黄河河湖地理特征的几个问题的论述和处理;第 4 章是黄河流域河湖特征值新数据和原数据的对比分析。

《黄河流域河流与湖泊》是一部实用性很强,具有知识性、科普性和资料性的著作,介绍了黄河流域标准以上的河流湖泊的数量、分布、名录、编码以及河湖的地理水文特征信息,并对新提取的河湖特征值进行新旧对比、分析,说明新旧特征值变化的原因,同时对重要的河湖地理特征的意义、定义、界定原则和方法进行了全面论述。

著作中首次介绍了河湖普查获取的黄河流域集水面积为 $813\,122\text{ km}^2$,黄河河长 $5\,687\text{ km}$;流域面积在 50 km^2 以上的河流有 4 157 条,其中面积大于 $1\,000\text{ km}^2$ 的河流有 199 条,大于 $10\,000\text{ km}^2$ 的河流有 17 条;水面面积大于 1.0 km^2 的湖泊共 146 个,其中水面面积大于 10 km^2 的湖泊有 23 个,大于 100 km^2 的湖泊有 3 个。著作中还对黄河流域有关地理特征重大问题的处理进行了论述,并提出了某些观点和创新点。例如,从流域水资源总量和流域集水面积有机联系这个角度,提出将沙珠玉河流域和鄂尔多斯内流区正式划归黄河流域,从而改变了过去的只考虑地表汇流条件决定流域界的“自然地理”概念;在分析黄河河口演变规律的基础上,根据新时期黄河河口综合治理的新思路和维持黄河健康生命的新理念,提出了新的界定黄河河口区面积的原则,从而将传统的以现行入海流路两岸大堤为界作为河口区面积,改变为以现代河口准三角洲为界作为河口区的面积;提出了像黄河这样的大江大河,在界定河源、河口以及干支流关系时,在考虑自然地理因素的同时,必须重视人与地域的历史关系,要考虑具有历史传承意义的人文因素等。以上种种论述,将黄河流域的地理特征赋予了新的内涵。

全书资料翔实、内容丰富、图文并茂,不仅能为黄河流域规划治理、防汛抗旱减灾、水资源利用管理、水生态环境保护等提供重要基础信息支撑,而且可以成为治黄工作者有益的工具参考书。

本书编写人员有马永来、蒋秀华、刘东旭、张春岚、张石娃、霍小虎、乔永杰,张遂业对全书进行了认真的审核。参加黄河流域河湖普查的人员还有罗思武、程晓明、郭邵萌、马

志瑾、李焯、王玉明、李红良、拓展翔、李玉山、孔福广、李学春、马志刚、和晓应、王德芳、田志刚、郭宝群、徐建华等,吕光圻是河湖普查和著作撰写的技术顾问。在编写本书的过程中,薛松贵、赵勇、张俊峰、陈效国、胡一三、邓盛明、杨含峡、谷源泽、王玲、马秀峰、李良年、吴燮中、牛占等专家给予了悉心的指导,并提出很多宝贵意见,在此表示衷心的感谢!

作者
2016 年 10 月



目 录

◆ 前 言

◆ 第1章 概 述

- 1.1 河湖普查背景 (1)
- 1.2 河湖普查目标、内容 (3)
- 1.3 技术路线、工作流程和质量控制 (4)
- 1.4 黄委河湖普查的职责和工作 (11)
- 1.5 主要成果和创新点 (13)
- 1.6 河湖特征值技术规定 (14)

◆ 第2章 黄河流域河湖普查主要成果

- 2.1 首次清查和编制标准以上的河湖名录与编码 (18)
- 2.2 最新的黄河河长和流域集水面积 (23)
- 2.3 界定新的黄河河源与河口 (29)
- 2.4 首次全面普查标准以上河湖地理水文特征值 (32)
- 2.5 全面查清黄河流域标准以上河湖的数量与分布 (51)
- 2.6 提供全新的黄河水文测站地理特征信息 (72)
- 2.7 鄂尔多斯内流区和沙珠玉河流域正式划归黄河流域 (85)
- 2.8 提出界定黄河河口区面积的新原则和新范围 (86)

◆ 第3章 有关流域特征问题的论述和处理

- 3.1 关于河源的论述暨黄河、渭河等河源的界定 (88)
- 3.2 关于河口的论述暨黄河、渭河等河口的确定 (106)
- 3.3 关于干支流关系的论述暨湟水干支流的确定 (114)
- 3.4 关于沙珠玉河和鄂尔多斯内流区的论述和处理 (120)
- 3.5 关于黄河河口区面积的界定 (132)
- 3.6 关于东平湖新湖区归属问题 (138)

◆ 第4章 河湖普查成果和现有成果对比分析

- 4.1 现有成果简介 (145)
- 4.2 黄河流域主要特征值对比分析 (151)
- 4.3 黄河主要支流河源、河口对比分析 (158)

4.4	鄂尔多斯内流区边界对比分析	(160)
4.5	流域面积大于 1 000 km ² 河流的特征值对比分析	(163)
4.6	水文(位)站基本断面坐标和控制面积、河长对比分析	(175)
4.7	河流名称对比分析	(182)

◆ 参考文献

.....	(186)
-------	-------

◆ 附表和附图

附表 1	黄河流域面积大于 1 000 km ² 的河流主要特征值统计表
附表 2	黄河流域水面面积大于 1 km ² 的湖泊特征值统计表
附表 3	黄委管辖的基本水文站特征信息统计表
附图 1	黄河流域主要水文(位)站分布图
附图 2	黄河流域降水量站分布图
附图 3	黄河流域水系图
附图 4	黄河流域上游区上段水系图
附图 5	黄河流域上游区下段水系图
附图 6	黄河流域中游区水系图(不含渭河流域)
附图 7	黄河流域渭河水系图
附图 8	黄河流域下游区水系图
附图 9	黄河部分干支流相对位置示意图



第1章 概述

1.1 河湖普查背景

黄河是我国第二条万里巨川,源远流长,历史悠久,在国内外享有盛名。

黄河发源于青藏高原巴颜喀拉山东麓的约古宗列曲,流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东等九省(区),在山东省垦利县注入渤海。

黄河流域横贯我国东西,东西长约 2 000 km,南北宽约 1 100 km。

黄河流域幅员辽阔,地形地貌差别很大。从西到东横跨青藏高原、内蒙古高原、黄土高原和黄淮海平原四个地貌单元。流域地势西高东低,西部青藏高原平均海拔在 4 000 m 以上,由一系列高山组成,常年积雪,冰川地貌发育;中部地区海拔在 1 000 ~ 2 000 m,为黄土地貌,水土流失严重;东部主要由黄河冲积平原组成,河道高悬于地面之上,受洪水威胁很大。

黄河共分上、中、下游三个河段。内蒙古河口镇以上为黄河上游,其间较大河流(流域面积 1 000 km² 以上)有 100 条(不含鄂尔多斯内流区中的河流)。黑山峡以上干流河段水力资源很丰富,是全国重点开发建设的水电基地之一。黑山峡至河口镇的黄河两岸为宁蒙灌区,是黄河流域重要的农业基地,由于该地区降水少、蒸发大,加上灌溉引水和河道渗漏损失,致使黄河水量沿程减少。

河口镇至河南桃花峪为黄河中游,黄河中游是黄河洪水和泥沙的主要来源区,其间较大河流(流域面积 1 000 km² 以上)有 87 条。河口镇至禹门口(简称北干流,下同)是黄河干流上最长的一段连续峡谷,河段内支流绝大部分流经水土流失严重的黄土丘陵沟壑区,是黄河泥沙特别是粗泥沙的主要来源区。该河段水力资源也很丰富,是黄河第二大水电基地,峡谷下段有著名的壶口瀑布。禹门口至三门峡区间,黄河流经汾渭地堑,河谷展宽,其中禹门口至潼关(简称小北干流,下同),河道宽浅散乱,冲淤变化剧烈;河段内有汾河、渭河两大支流相继汇入,渭河也是黄河洪水和泥沙的主要来源区。三门峡至桃花峪区间,小浪底以上是黄河的最后一段峡谷,出峡谷后黄河逐渐进入平原地区。

黄河干流自桃花峪以下为黄河下游。黄河下游河道成为“地上悬河”,直接汇入黄河的支流很少,在该区间仅有 7 条河流域面积在 1 000 km² 以上。目前,黄河下游河床已高出大堤背河地面 3 ~ 5 m,除南岸东平湖至济南区间为低山丘陵外,其余全靠堤防挡拦洪水。历史上下游堤防决口泛滥频繁,给两岸人民带来沉重的灾难。黄河入海口因泥沙淤积,不断延伸、摆动,近 40 年间,由于黄河在河口地区的泥沙淤积,年平均净造陆面积

25 ~ 30 km²。

黄河流域文化灿烂,物产丰富,地大物博,其间纵横交错的河流和星罗棋布的湖泊,是地理环境的重要组成部分和重要资源,更是人类赖以生存的自然条件。黄河流域的水利工程发展迅速,水库、水电站、灌溉工程、水土保持工程、水环境监测工程、防洪工程等,遍布整个流域,为黄河流域国民经济建设、综合开发利用发挥了巨大效益,提供了有力的支撑条件。

随着社会经济的发展、水电建设技术水平和水资源利用率的提高以及河流水文和径流特性的变化,水资源原用基础成果数据已不能准确地反映我国水力资源现状,尤其是对于众多的河流湖泊数量及其特征值,目前全国尚缺统一标准把控下的数量统计和特征值量算。现用成果的基础性、可比性、权威性远远不够。为进一步查清我国水利资源状况,以便更好地开发和利用水资源,国务院决定开展第一次全国水利普查。从 2010 年到 2012 年,利用三年的时间,按要求完成普查工作任务。

水利普查是一项重大的国情国力调查,是国家资源环境调查的重要组成部分,是国家基础水信息的基准性调查。开展全国水利普查是为了全面查清我国江河湖泊和水利工程的基本情况,系统掌握我国江河湖泊开发治理保护状况,摸清经济社会用水状况,了解水利行业能力建设情况,建立国家基础水信息平台,为国家经济社会发展提供可靠的基础水利信息支撑和保障。开展全国水利普查,有利于谋划水利长远发展,科学制定水利及国民经济和社会发展规划;有利于加强水利基础设施建设与管理;有利于实行最严格的水资源管理制度,推进水资源合理配置和高效利用;有利于深化水利管理体制改革,增强水利公共服务能力;有利于提高全社会水患意识和水资源节约保护意识,推进资源节约型、环境友好型社会建设。

水利普查分河湖普查、水利工程普查、经济社会用水普查、河湖开发治理保护普查、水土保持普查、行业能力建设普查、灌区专项普查和地下水取水井专项普查。水利普查工作由国务院直接领导,具体工作落实在水利部。

河流湖泊基本情况是国民经济和社会发展的重要基础性、资源性、公益性信息。开展河湖普查,统一普查标准、内容和方法,获得全面系统的河湖基本情况信息,将填补国家基本国情信息体系中河湖信息的空白,既是国家制定经济社会发展战略,促进经济社会科学发展的迫切需要,也是强化水资源管理,有效推进民生水利事业,谋划水利长远发展的迫切需要。因此,开展河湖普查对于促进我国经济社会和水利事业发展都具有十分重要的意义。河湖普查是其他七项普查的基础,情况复杂,技术性强、工作量大,所以设为专项,排水利普查诸项目之首位。

黄河流域的河湖普查工作由黄委水利普查领导小组(下设办公室)领导,具体普查工作落实在黄委水文局。

众所周知,流域下垫面是陆面水文循环过程的载体,也是人类的生息繁衍地。同时下垫面资料也是水文水资源基础研究、水安全水环境水生态等应用研究不可缺少的重要基础资料。在地质构造运动和降水的双重作用下,下垫面分隔为一个个相对独立的单元(流域),同时大单元又套小单元(大流域套小流域)。每个单元内的水系特征、流域特征,如集水面积、河道长度、河道区段平均比降及河源、河口测控节点的地理坐标(包括高



程)、节点距河源或河口的距离等,直接影响水文循环的过程,产生不同的流域洪水干旱特性,影响人类活动对流域的综合开发利用。因此,普查河流湖泊的主要特征(水系特征、流域特征和水文特征)是一项重要的基础工作。河流湖泊的主要特征是关于河流湖泊的基本国情资料,同时也是水利信息化的重要内容,对流域规划开发和综合管理具有重要的基础性作用,对国家国土资源规划、水资源开发利用和保护、防汛抗旱减灾、饮水安全、山地灾害防治、生态环境保护等具有重要的支撑作用。

河湖普查是在国家行业主管部门统一领导下,充分利用国家基础地理信息数据库建设成果、高分辨率卫星遥感影像和“3S”等高新技术,突出基础性、系统性和权威性,在统一普查内容、统一技术手段、统一技术标准的基础上,对全国河湖进行普查。

黄河流域河流湖泊普查,是一次历史性的重要举措,是在高层面对黄河流域特征值成果的更新。黄河流域河流湖泊普查,对黄河的治理开发意义重大,不但必要,而且非常迫切。

1.2 河湖普查目标、内容

1.2.1 河湖普查目标

通过对标准以上河流湖泊主要特征的普查,建立河流湖泊主要特征(水系特征、流域特征和水文特征)基础数据库和基于地理信息系统(GIS)的河流信息管理系统,编撰河流湖泊普查成果报告,提出我国迄今为止最权威、最系统和最完整的有关河流湖泊的基本国情资料,填补该领域的空白,为国家经济社会又好又快发展、水文学与水资源的学科发展,及全社会普及河流湖泊基本知识提供基础性数据。

1.2.2 河湖普查内容

- (1)流域面积为 50 km^2 及以上河流的名称、位置、流域面积与数量和常年水面面积在 1 km^2 及以上湖泊的名称、位置、水面面积和数量;
- (2)流域面积为 100 km^2 及以上河流的流域水系自然特征、水文特征和常年水面面积在 10 km^2 及以上湖泊的形态特征;
- (3)现有水文(水位、降水量)站的地理坐标和水文站控制的流域自然特征;
- (4)流域面积为 100 km^2 及以上河流的流域多年平均年降水深和径流深以及相应河流的实测与调查历史最大洪水。

1.2.3 河湖普查具体项目

- (1)河流名称:河流名称以 1:5 万地形图上标注的河名为准。
- (2)河源:河流补给的源头。一般按“唯长唯远”原则确定,有异议时按“多原则综合判定,科学支撑约定俗成”的原则处理。源头的位置用经纬度表示,单位为度、分、秒。
- (3)河口:河流注入海洋、湖泊(库)、上一级河流或消失于沙漠的终端,分为入海河口、入湖河口、支流河口、消失于沙漠的河口。河口的位置用经纬度表示,单位为度、

分、秒。

(4) 流域面积:由流域出口断面(或坝址、水文站断面)以上的分水线所包围的集水区域,单位为 km^2 。

(5) 河长:河流自河源至河口的中泓线长度,单位为 km 。

(6) 河流平均比降:河流河源至河口的平均比降。采用等面积法计算河道比降,应用 1:5 万数字高程模型(DEM)数据(分辨率为 25 m)直接计算,单位为‰。

(7) 水文站、水位站和降水量站基本情况:普查站名、站点类别、站点地址和坐标、站点观测要素、设站起始年月等。

(8) 水文测站的坐标:统一用全球定位系统(GPS)在现场观测,记至 0.1"。

(9) 流域多年平均年降水深:用 1956 ~ 2000 年多年平均年降水深等值线图量算,单位为 mm 。

(10) 流域多年平均年径流深:用 1956 ~ 2000 年多年平均年径流深等值线图量算,单位为 mm 。

(11) 实测和调查最大洪水情况:普查流域内实测和调查最大洪水发生断面(用地名和经纬度坐标表示)、洪峰流量(单位为 m^3/s)及发生时间。

(12) 湖泊名称:以 1:5 万地形图上标注的名称为准。

(13) 湖泊常年水面面积:指 2003 年 12 月至 2009 年 12 月期间多时相遥感影像数据识别的所有湖泊水面面积序列的中值。

(14) 咸淡水属性:按矿化度分为淡水湖(矿化度 $< 1 \text{ g/L}$)、咸水湖(矿化度 $1 \sim 35 \text{ g/L}$)、盐湖(矿化度 $\geq 35 \text{ g/L}$)。

(15) 河流级别:入海、汇入内陆湖和消亡于沙漠的河流级别为 0 级,流入 0 级的河流为 1 级河流,流入 1 级的河流为 2 级河流,以此类推。

(16) 岸别:本级河流位于上一级河流的左岸或右岸,分别用 1 和 2 表示。

(17) 跨界类型:普查分跨国并跨省、跨国、跨省、跨县以及县界内五类,分别用 1、2、3、4、5 表示。

1.3 技术路线、工作流程和质量控制

1.3.1 技术路线

1.3.1.1 充分利用“3S”技术

采用先进的“3S”技术进行数据提取和内业分析,为河流湖泊普查成果资料提供质量保障。

由“3S”技术支撑的河流流域和湖泊面积、流域边界以及其他主要特征的普查,可大大提高工作效率和保证成果质量。基于遥感技术(RS)高分辨率遥感影像提供最新下垫面信息,为湖泊水面面积的提取和内业结果核对等工作服务;GPS 设备为提供野外普查点、线、面对象的高精度经纬度坐标,湖泊水深和容积外业普查提供关键技术服务;GIS 为流域边界和数字水系的自动提取提供关键技术平台。



1. 本次普查数据源来源^[3]

(1) 1:5万地形图资料;

(2) 多时相(2003年12月至2009年12月)分辨率为20 m的中巴资源卫星遥感影像数据;

(3) 单一时相(最近3年)分辨率为2.5 m的数字正射影像(DOM)数据。

除全国1:5万国家基础地理信息数据库中的DEM数据外,还有覆盖全国及跨境地区、分辨率为30 m的DEM数据,不同分辨率多时相的其他卫星影像数据以及各种与河湖普查有关的已有成果等。流域边界划分、数字水系提取、平原水网区河流选定、水面面积的提取等关键环节均采用多源数据进行综合比对分析;流域面积、河长等信息核对也采用多源数据进行综合分析。

2. 内业数据源的提取

(1) 1:5万DEM数据为根据1:5万等高线数据(图1.3-1中黑色线)和等高点数据(图1.3-1中黑色点)用数学模型形成的间距为25 m的高程点网格数据(图1.3-1中的红色点)。

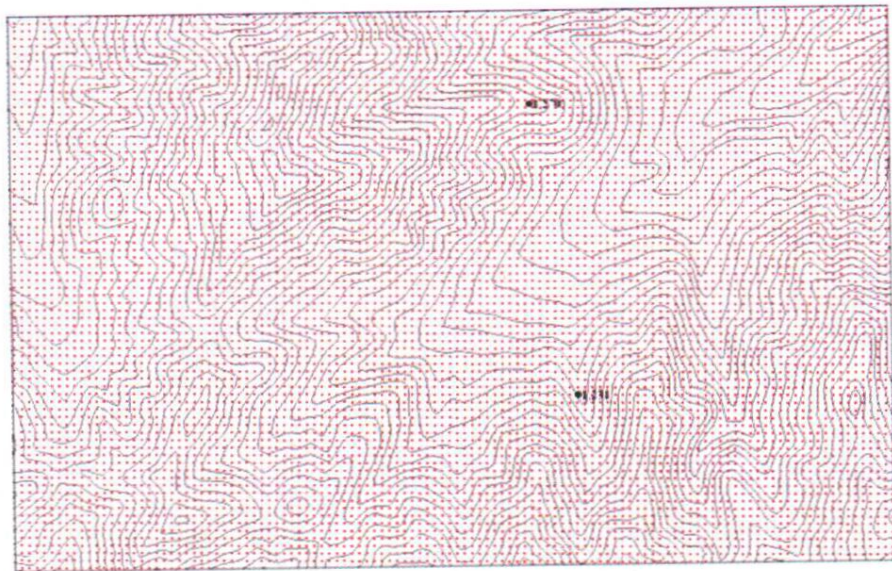


图 1.3-1 高程点网格数据

(2) 1:5万数字线划地图(DLG)数据指地形图的水系数据(见图1.3-2中的蓝色线)。



图 1.3-2 DLG 水系

(3)多时相(2003 年 12 月至 2009 年 12 月)分辨率为 20 m 的中巴资源卫星遥感影像数据(见图 1.3-3)。

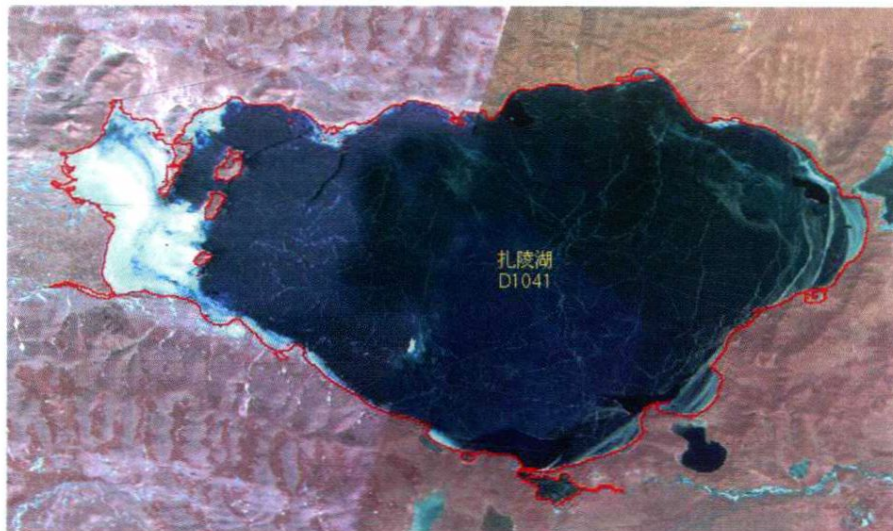


图 1.3-3 卫星遥感影像数据

3. 关键基本要素的提取

1) 流域边界提取

流域边界的提取主要根据 25 m 间距的数字高程网格数据,由 GIS 软件来实现,可提高流域边界划分的工作效率和成果精度,克服人工勾绘流域边界的可能误差。

数字流域边界是由以 25 m 为基本单位的折线组成的封闭多边形。由图 1.3-4 可见数字流域边界(粉红色线)与等高线(黑色线)的匹配程度。

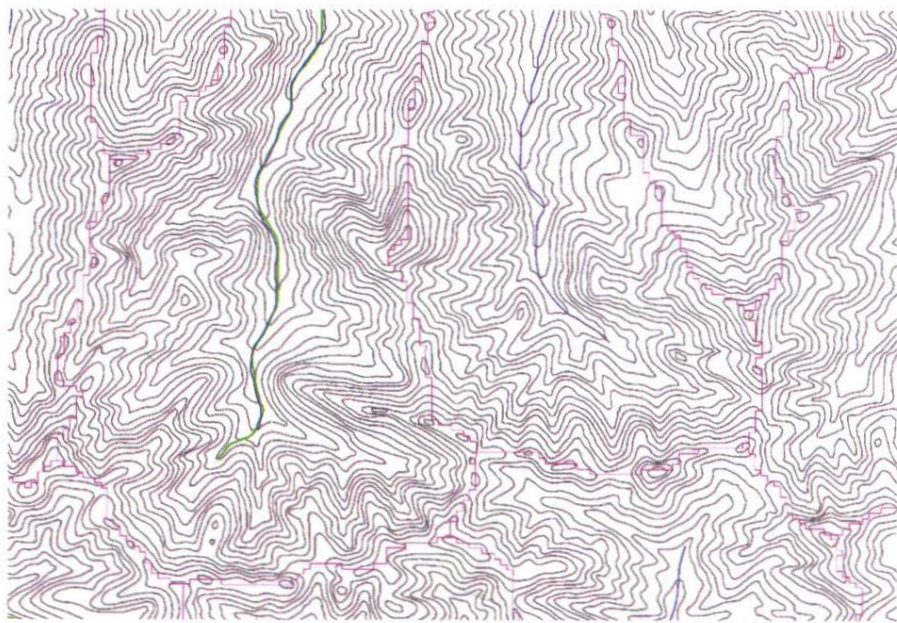


图 1.3-4 数字流域边界

图 1.3-5 中粉红色线为数字流域边界,黑色线为等高线,蓝色箭头红色线表示每个 25 m 网格的水流方向。

2) 河流提取

为方便计算流域内任意一点的集水面积,本次普查没有直接应用 1:5 万 DLG 的水系数据(见图 1.3-6),而是根据 25 m 间距的数字高程网格数据,由 GIS 软件提取数字河流。为提高数字河流的精度,先把 1:5 万 DLG 水系与数字高程网格数据进行融合,然后再用 GIS 软件提取数字河流,并提取数字河流任一断面的集水面积、河流比降等要素。数字河流也是由以 25 m 为基本单位的折线组成的线。由图 1.3-7 可见数字河流(草绿色线)与

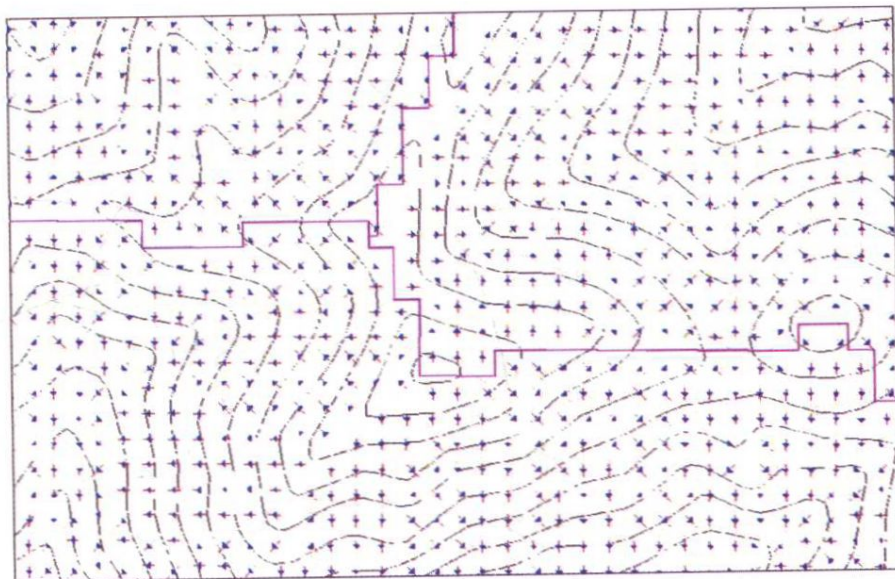


图 1.3-5 数字流域边界示意图

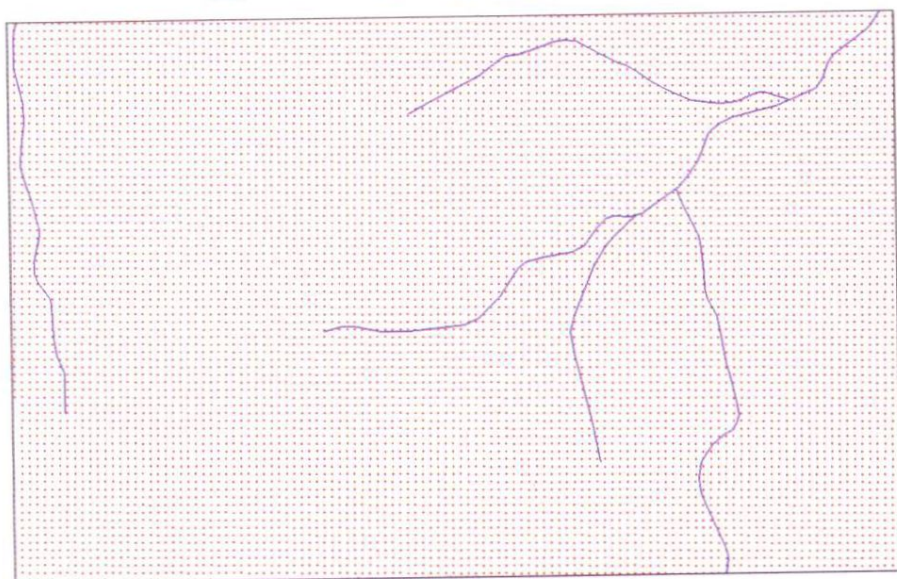


图 1.3-6 数字河流与 DLG 水系

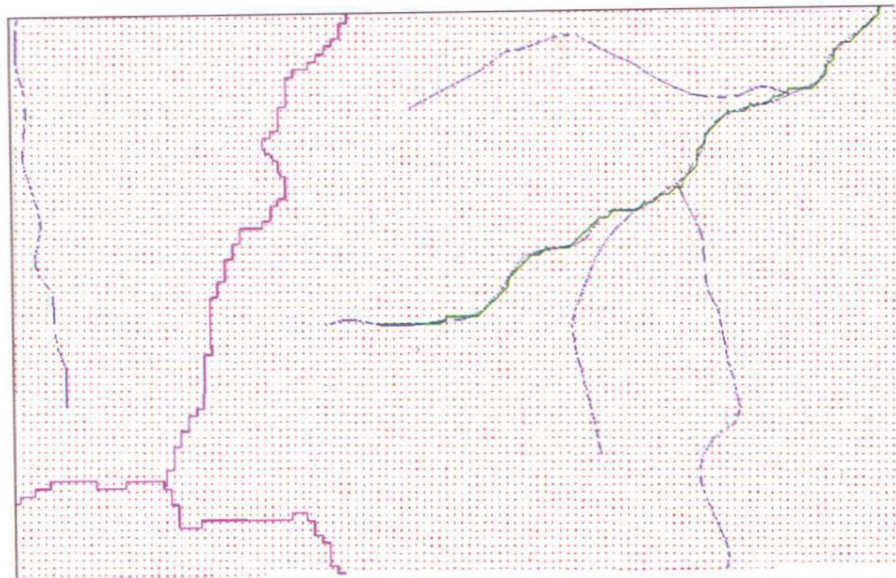


图 1.3-7 河流提取示意图(一)

1:5万 DLG 水系(蓝色线)的匹配程度。

图 1.3-8 中粉红色线为数字流域边界,绿色线为数字河流,粉红色虚线为数字河流第一个断面的流域集水边界(面积为 0.2609 km^2),右侧黑色虚线为数字河流第一断面下游 25 m 断面新增的流域集水边界(面积为 0.0028 km^2),左侧黑色虚线为数字河流第一个断面比上游 25 m 断面新增的流域集水边界(面积为 0.0712 km^2 ,上游 25 m 断面的集水面积为 0.1897 km^2 ,未达到数字河流形成的集水面积阈值)。由此可见数字河流与 1:5

万 DLG 水系的最大不同在于数字河流的每个断面均有确切的集水边界。

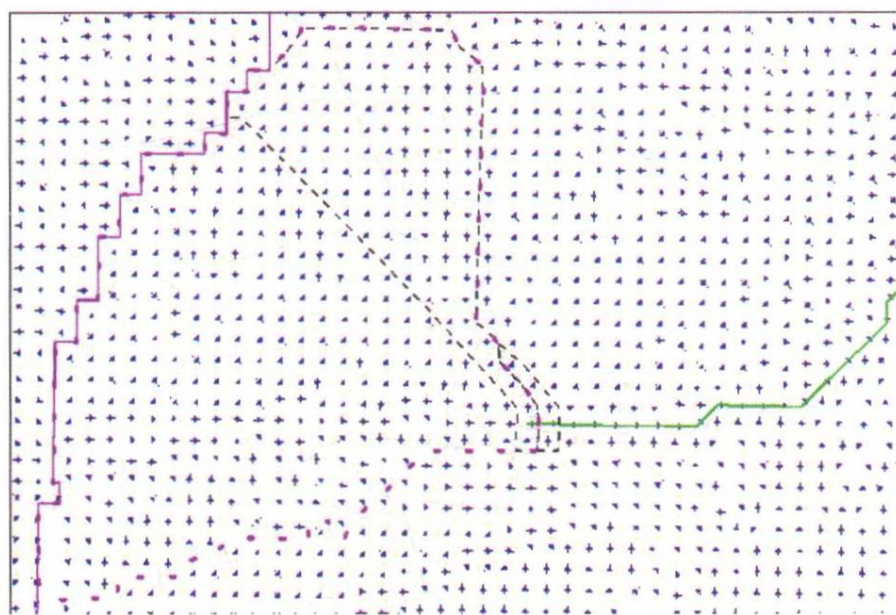


图 1.3-8 河流提取示意图(二)

4. 湖泊水面面积提取

湖泊水面面积的提取主要依据分辨率为 20 m 的遥感影像数据和 1:5 万的 DOM 和 DLG 湖泊边界数据,由 RS 和 GIS 软件来实现。

首先直接对多时相的遥感影像进行湖泊水面边界提取,并据此计算湖泊水面面积,然后根据湖泊水面面积系列确定普查选用的湖泊水面面积,再对相应时相的遥感影像利用 1:5 万的 DOM 数据进行精校正,最后再次提取湖泊的水面边界,并据此计算普查的湖泊水面面积。

湖泊水面边界是由以 20 m 为基本单位的折线组成的封闭多边形,由图 1.3-9 可见湖泊水面边界(红色线)与影像的匹配程度。

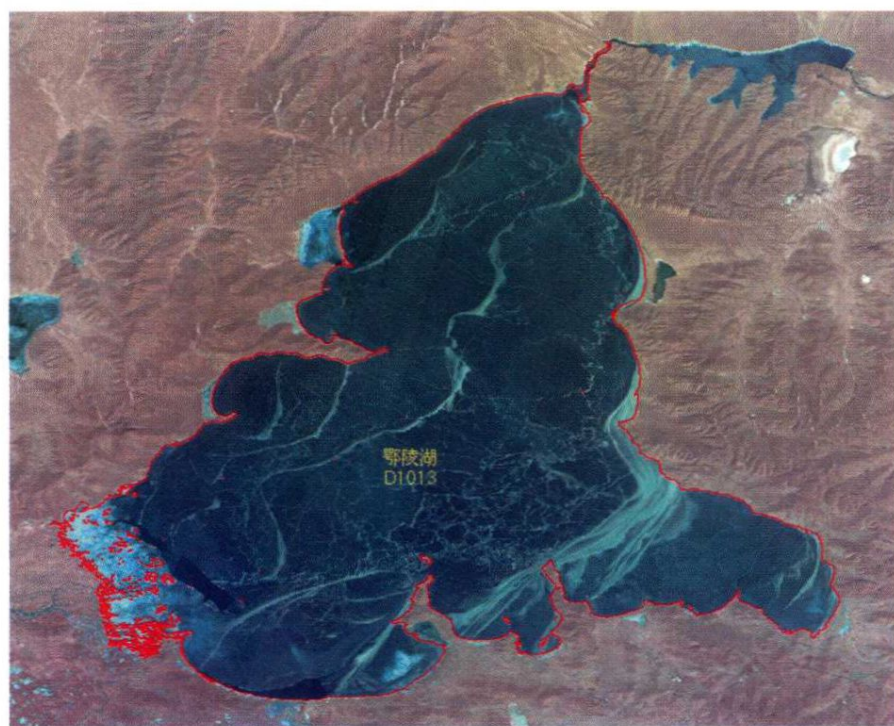


图 1.3-9 湖泊水面面积提取

1.3.1.2 内业与外业相结合

在河湖普查中,大量的数据都是通过“3S”技术从内业分析中提取的,如流域分水线、河流主槽线,量算流域、湖泊面积和河流长度、比降等。内业工作同时也为野外实地调查