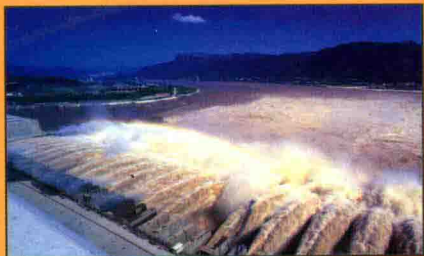


长江泥沙来源

与堆积规律研究

CHANGJIANGNISHALAIYUANYUDUIJIGUILUYANJIU

周凤琴 唐从胜 编著

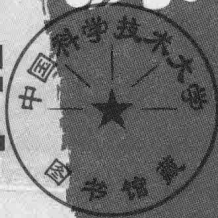


长江泥沙来源

与堆积规律研究

CHANGJIANGNISHALAIYUANYUDUIJIGUILÜYANJIU

周凤琴 唐从胜 编著



长江出版社

图书在版编目(CIP)数据

长江泥沙来源与堆积规律研究/周凤琴,唐从胜编著.

武汉:长江出版社,2008.12

ISBN 978-7-80708-594-2

I.长… II.①周…②唐… III.①长江—泥沙—来源—研究②长江—泥沙—河道淤积—研究 IV.TV152

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第199351号

长江泥沙来源与堆积规律研究

周凤琴 唐从胜 编著

责任编辑:贾茜 徐汉宁

装帧设计:刘斯佳

出版发行:长江出版社

地址:武汉市解放大道1863号

邮 编:430010

E-mail:cjpub@vip.sina.com

电 话:(027)82927763(总编室)

(027)82926806(市场营销部)

经 销:各地新华书店

印 刷:湖北通山金地印务有限公司

规 格:787mm×1092mm

1/16

29印张 6页彩页

680千字

版 次:2008年12月第1版

2008年12月第1次印刷

ISBN 978-7-80708-594-2/TV · 99

定 价:86.00元

(版权所有 翻版必究 印装有误 负责调换)

《长江泥沙来源与堆积规律研究》

编著人员

编 著 周凤琴 唐从胜

参 编 孙舒拉 王豫鄂 周 莉

阳华芳 王宝蒂 赵 蕾

单剑武 高志斌 吕金林



序

长江为我国第一大河,流域面积广阔,气候温和,雨量充沛,很早以前古人就在这片沃土上定居耕耘,繁衍生息。据考古发现,在距今1万年前后的史前时代,长江中下游地区已出现水稻耕作。在春秋战国以来的历史时期,古人为发展农业生产兴修水利和开通水上航运,修建了如都江堰、灵渠、南北大运河及江浙海塘等大型水利及航运工程,至今仍在发挥着重要作用,为中华民族的发展和文明创造了历史的功勋。当今长江巨型的三峡水利枢纽工程的建成和南水北调中线、东线工程的兴建,更创造了水利史上的奇迹。今天的长江流域已发展成为重要的经济区,并将为我国国民经济、社会的持续发展发挥着愈来愈重要的作用。

但随着人口的增多,加之自然环境自身的演变,人地矛盾加大,生态环境不断恶化,其中与泥沙相关的问题亦愈来愈突出。长江上游的水土流失加剧,崩塌、滑坡、泥石流、山洪等山地灾害频繁,广大人民群众生命财产遭受严重损失;中下游广大平原地区由于泥沙不断淤积,加上历史上人工筑堤围垦,湖泊逐年萎缩,河床加积抬高,江湖水位上升,洪水泛滥成灾。泥沙淤积对水库等水利工程的影响在于不仅使效益减退,甚至威胁其存亡;在航运工程中浅滩碍航日趋严重,部分支流因泥沙淤积造成航程缩短等,所以泥沙问题已成为当今众多环境问题中的关键问题之一。

新中国成立后,大江上下开始了大规模的水利建设,相关部门纷纷开展了深入的研究工作,长江水利委员会肩负重任,为治理开发长江编制流域综合利用规划,并开展了大规模的勘测调查研究,多年来积累了大量资料成果。三峡水利枢纽工程兴建,其泥沙问题引起世人广泛关注和高度重视,又组织全国众多相关科研院所,高等院校和水利、航运等部门,更深入地进行了系列研究,不仅为长江治理开发的规划设计提供了可靠依据,而且也推动了长江泥沙研究工作向前发展。

《长江泥沙来源与堆积规律研究》系作者博览群书,在前人研究成果的基础上,结合数十年的工作实践体验编写而成。从多学科多角度综合进行了系统的分析讨论,内容涵盖长江流域的侵蚀产沙、泥沙运行堆积和江湖地理环境变迁等,其中对长江泥沙的主要来源、形成条件、堆积区分布、河床地貌与床沙组成、江湖变迁特征及发展趋势和存在的问题等都作了较为详细的阐述,尤其对河床微地貌的类型与形成机理、床沙组成和江湖变迁成因及发展趋势等问题提出了一些具有一定创新的见解。该书内容丰富,以地质、地貌、水文、泥沙、河道和历史地理等多学科相结合,理论与实践相结合,宏观与微观相结合、历史与现代相结合为基本特

点,论点明确,重点突出,层次分明,数据翔实,是作者多年潜心研究的结果。该书的出版发行,在泥沙理论研究和工程实践上都具有较为重要的指导意义,也是一部从地学观点出发,系统研究、综合论证河流泥沙及水库泥沙的新作,可供广大水文泥沙工程技术部门、科研院所、大专院校师生应用参考。

还要指出,本书作者是一位长期在基层工作的工程科技干部,平日承担繁重的指令性科技任务。通过长年现场观察积累,反复认识,结合多学科已有理论,潜心探究,终于完成了此一理论与实践相结合的著作,实属不易,值得提倡和鼓励。

长江的治理开发任重而道远,还有很多工作要做,希望广大科技工作者加强研究,认真总结,不断创新,加深对长江的认识,为继续治理、开发、维护健康长江,促进人水和谐作出贡献。是为序。

中国工程院院士

文伏波

2008年12月于武汉

前 言

长江全长 6300 余 km,干流流经青、藏、蜀、滇、渝、鄂、湘、赣、皖、苏、沪等 11 个省、自治区、直辖市注入东海;支流布及陇、陕、黔、豫、桂、粤、闽、浙等 8 省及自治区的部分地区,流域面积约 180 万 km^2 ,占全国总面积的 18.75%。多年平均入海水量约为 9560 亿 m^3 ,约相当于黄、淮、海、滦等河川年径流总量的 5.5 倍,占我国河川径流总量的 36% 左右,为我国第一大河,长度仅次于尼罗河和亚马孙河,水量仅次于亚马孙河及刚果河,均分别位居世界第三。

长江流域地处我国大陆的中南部,地理坐标:东经 $90^{\circ}33' \sim 122^{\circ}25'$,北纬 $24^{\circ}30' \sim 35^{\circ}45'$,流域地势西高东低,组成高、中、低三级巨型阶梯。气候除西部部分地区外,一般温和、雨量充沛。长江中下游平原土地肥沃,农业发达,湖泊星罗棋布,中国五大淡水湖中的 4 个分布于此,为我国“鱼米之乡”。长江不仅水量大,落差亦达 5400m 左右,水能资源极为丰富。长江流域航运发达,干支流通航河道计 3600 余条,干流横亘于我国中南部,为水上交通的东西大动脉,素有“黄金水道”之称。长江流域自然条件优越,物产丰富,在我国占有重要地位。但随流域自然环境的演变和人口增多、森林植被的破坏等诸多因素影响,20 世纪水土流失严重,以长江的径流和泥沙特征与世界多沙大河流相比,虽含沙量较低,但因年径流量大,其干流的悬移质年均输沙量,宜昌站高达 5.30 亿 t,大通站亦达 4.71 亿 t,仅次于我国黄河和印度、孟加拉国的恒河及布拉马普特拉河等,远比美国的密西西比河等为高。长江泥沙主要产于上游,并以水力侵蚀为主,但部分地区山地崩塌、滑坡和泥石流等时有发生,有的地区还相当严重,在空间分布上具有明显的区域性和地带性。如云南东川小江每年暴发泥石流达 500 ~ 1000 次,个别年份在 1000 次以上,有“泥石流博物馆”之称。另如四川岷江,1933 年 8 月 25 日茂县叠溪发生强烈地震,引发滑坡堵江,蓄水形成大、小海子和叠溪等 3 座堰塞湖,后因洪水两座溃决,而叠溪的天然水库至今尚存;2008 年 5 月 12 日汶川 8.0 级大地震,又激发山体大量滑坡,并形成唐家山等 34 处堰塞湖。长江上游所产泥沙输移出三峡进入中下游平原后,由于河床比降减缓,大量泥沙落淤,致使沿江湖泊萎缩,再加人工筑堤围垦,在新构造运动长期继续沉降的背景条件下,河床抬高,江水位上升,洪水泛滥成灾。仅 1860 年以来的 140 多年间发生全江性大洪水年就达 7 次,先后有 1860 年、1870 年、1896 年、1931 年、1935 年、1954 年、1998 年等。历史上堤防决溢成灾也频繁发生,洪涝灾害已成为历代广大人民群众心腹大患。工程泥沙方面的水库淤积和河道浅滩碍航等都已成为突出的泥沙问题。长江流域水库的泥沙淤积有的相当严重,如大渡河的龚咀水库,1971 年蓄水运行,至 1986 年的 15 年中淤积泥沙达 2.2096 亿 m^3 ,约占总库容的 71.3%。长江部分河段因泥沙淤积形成浅滩碍航时有发生,如长江中游松滋口的芦家河,城陵矶下游的界牌河段等,长江口因拦门沙碍航,20 世纪末每年挖沙量达 1400 ~ 1800 万 m^3 ,以保航道畅通;长江部分支流河段也因泥沙淤堵造成通航里程缩短等。由于水土流失,造成长江上游多山地灾害,土地贫脊,中下游平原地区洪水泛滥,全流域生态环境恶化;对于水库及航运工程,不仅使库容减少,而且危及水库寿命,并造成河道淤堵碍航等,泥沙问题已向人们提出了日趋严峻的挑

战。早在新中国成立之初,国家为缓减长江洪水灾害就加固堤防,兴建荆江分洪工程等;为治理和开发长江之需,下达了编制长江流域规划的任务,水利部长江水利委员会肩负历史重任,组织广大规划、设计、科研和水文、泥沙、河道、地质、测量等科技人员深入一线,加强调查研究,开展大规模勘测,会同沿江水利和航运部门以及全国有关科研院所和高等院校做了大量工作,撰写了大量工程技术报告和科研论著。泥沙研究也随长江的治理开发相继得到发展,特别是20世纪70年代以来,随着葛洲坝和三峡工程的动工兴建,长江的泥沙问题众所关注。在我国众多相关科研单位、高等院校的大力协作下,许多知名专家学者情系长江,关心三峡,积极投身泥沙研究工作的科研行列,更增强了科研力度。在泥沙研究手段上采用原型观测、数学模型计算和物理模型试验相结合的途径,取得了长足的进步,提高了研究深度和广度,推动了长江泥沙科学的发展。数十年来为长江的治理开发取得了丰硕的科研成果,积累了大量宝贵资料。

本书为较系统地反映了长江泥沙来源、输移堆积与河道及地理环境变迁等的泥沙研究专著。系以长江水利委员会有关水文、河道、泥沙、地质地貌、科研部门等的大量实测、试验资料成果为基础,并广泛参阅其他单位和专家学者有关长江泥沙的研究成果,在前人研究的基础上编写而成。该书的基本特点:①研究内容:为多学科的有机结合,涉及多学科、多领域。②时空特点:研究时段长,包含全新世早中期的地质时期、人类历史时期和现代等;研究空间大,以长江干流为重点,部分问题还含主要支流流域区。即时间上的古今相结合,空间上的宏观与微观相结合。③使用资料:以原型观测和室内外试验资料成果为主,并含物理模型和模拟试验等多手段、多学科的研究成果。④研讨方法:遵循理论与实践紧密结合的途径,在广泛参阅资料和综合前人研究成果的基础上力求创新,试图探讨20世纪末三峡建坝以前,人为干扰因素相对较小时期自然条件下的长江产沙、输移堆积的泥沙运行与河道及地理环境的演变规律,影响因素及形成机理等。本书旨在为泥沙治理服务的同时,也为探讨泥沙与河道及环境的相关性研究交流信息,抛砖引玉,促进长江泥沙研究工作的发展。本书以内容丰富,数据翔实,论点明确,论据可信,图文并茂等作为编写努力的目标。

该书在长江委技术委员会的关怀和水文局的领导下,经选题安排立项,由荆江水文水资源勘测局承担编辑完成。在编写过程中,受到长江委技术委员会的关怀和重视,文伏波院士自始至终给予热情的支持、鼓励和指导,得到长江委水文局领导和科教部门的关心,并得到季学武、罗钟毓等教授级高级工程师的支持和鼓励,在此谨向他们表示衷心的感谢。并对长江委杨贤溢总工,水文局向治安总工生前的鼓励和指导表示诚挚的谢意和深切的怀念。

在编写过程中,由于本书内容包含的时段长,空间大,涉及面广,问题复杂,限于作者水平,有不足或不当之处在所难免,诚请有关专家、学者、同行及读者批评斧正,并致谢意。

目 录

第一篇 流域侵蚀产沙

第一章 流域侵蚀产沙的背景	2
第一节 地形地貌	2
一、流域地貌特征	2
二、流域水系特征	3
第二节 地质基础	5
一、地层与岩性	5
二、流域地质构造	7
三、流域新构造运动特征	9
第三节 气候与水文特征	12
一、流域气候基本特征	12
二、流域降水	12
三、流域暴雨	13
四、流域径流特征	14
第四节 植被环境	16
一、流域植被类型分区	16
二、流域森林覆被概况	17
第五节 人类活动	18
一、人为侵蚀	18
二、水土保持与水库拦沙	20
第二章 流域侵蚀产沙类型	22
第一节 流域分区侵蚀产沙的类型与强度	22
一、流域西部区	22
二、流域中部区	28
三、流域东部区	32
第二节 流域主要侵蚀产沙的类型与特征	35
一、流域主要侵蚀产沙类型	35
二、主要侵蚀产沙类型的分布特征	37
三、主要侵蚀产沙类型的形成条件	42
第三章 流域侵蚀产沙的特征	54
第一节 流域侵蚀产沙	54
一、流域水土流失面积	54
二、流域主要干支流水土流失面积及侵蚀产沙量	56

第二节 侵蚀产沙的级配组成特征	58
一、侵蚀产沙的级配组成	58
二、侵蚀产沙类型与粒径组成特征	61
第三节 侵蚀产沙的输移比	63
第四章 长江泥沙的来源	68
第一节 悬移质泥沙来源的地区组成及特征	68
一、长江上游悬移质泥沙来源的地区组成	68
二、长江中下游悬移质泥沙来源的地区组成	72
三、长江悬移质来沙特征	75
第二节 推移质泥沙来源的地区组成及特征	79
一、长江卵石推移质的地区组成	79
二、长江沙砾石推移质的输移量特征	83
第三节 输移泥沙的级配组成	84
一、长江悬移质泥沙的级配组成	84
二、长江推移质泥沙的级配组成	87
第四节 长江泥沙的主要来源与发展趋势	90
一、长江泥沙的主要来源	90
二、长江上游来沙的发展趋势	90

第二篇 泥沙堆积与床沙组成

第五章 长江泥沙的沉积分布	95
第一节 长江泥沙沉积的地貌环境	95
一、概述	95
二、泥沙沉积地貌环境的形成	95
三、泥沙沉积的地貌环境类型	96
第二节 长江泥沙的分段沉积	98
一、青南江源河段的泥沙沉积	98
二、金沙江河段的泥沙沉积	99
三、长江上游川江宜宾—奉节河段的泥沙沉积	103
四、长江上游三峡河段的泥沙沉积	106
五、长江中游宜昌—鄂城河段的泥沙沉积	108
六、长江中下游鄂城—江阴河段的泥沙沉积	112
七、长江河口段的泥沙沉积	116
第三节 长江泥沙的沉积特征	118
一、长江泥沙的运行特征	118
二、流域主要沉积区的分布与粒径组成特征	120
三、长江泥沙沉积的主要影响因素	122
第六章 长江第四纪沉积	125
第一节 长江上游山地河谷及盆地区的沉积	125
一、青南江源盆谷区	125

二、金沙江峡谷区	127
三、川江四川盆地区	133
四、长江三峡山地区	136
第二节 长江中下游平原地区的沉积	139
一、江汉—洞庭平原区	139
二、九江—黄梅平原区	150
三、长江下游带状平原区	154
第三节 长江三角洲地区的沉积	159
一、长江陆上三角洲等平原区	159
二、长江水下三角洲沉积区	164
第四节 长江第四纪沉积物特征	167
一、第四纪沉积的空间分布	167
二、第四纪沉积物的成因类型与岩性组成特征	172
第七章 河床的几何形态与微地貌	179
第一节 河床的几何形态特征	179
一、河床的平面形态特征	179
二、河床的横断面特征	192
三、河床的纵剖面特征	194
四、河床几何形态的基本特征与影响因素	201
第二节 河床微地貌	206
一、河床深槽	207
二、河床浅滩	212
三、河床洲滩	215
第三节 河岸地貌类型	238
一、岸滩	238
二、岸坡	243
第八章 床沙组成	249
第一节 长江上游河段的床沙组成	249
一、金沙江河段的床沙组成	249
二、川江宜宾—奉节河段的床沙组成	256
三、三峡河段的床沙组成	276
第二节 长江中游宜昌—城陵矶河段的床沙组成	285
一、干流河段的床沙组成	285
二、主要支流河段的床沙组成	300
第三节 长江中下游城陵矶—江阴河段的床沙组成	303
一、河床组成概况	303
二、干流河段的床沙组成	304
三、主要支流河段的床沙组成	315
第四节 长江河口段的床沙组成	317
一、河口段的区域沉积分布特征	317
二、河口段的床沙组成	318

三、河口三角洲及东海邻区水域表层泥沙的岩性组成	320
第五节 床沙组成的基本特征	323
一、长江卵石河段的床沙组成特征	323
二、宜昌—城陵矶河段洲滩的床沙组成特征	333
三、城陵矶下游河段的粗粒床沙组成特征	338
四、床沙的岩性组成在泥沙来源来量研究中的重要意义	344

第三篇 河道与环境变迁

第九章 长江河道的历史变迁与河型特征	351
第一节 河道的历史变迁及特征	351
一、河道历史变迁的背景概况	351
二、典型区域性河段的历史变迁	352
三、长江河道历史变迁的空间特征	378
第二节 河型的历史演变特征	382
一、长江上游河段的河型演变特征	382
二、长江中下游河段的河型演变特征	385
三、长江三角洲河口段的河型演变特征	399
四、关于长江河型问题的小结与讨论	400
第十章 长江泥沙与环境	406
第一节 区域产沙与生态环境恶化	406
一、水土流失产沙引发山地灾害,造成生态环境恶化	406
二、水土流失产沙造成土地退化,农田荒废	407
第二节 泥沙淤积与洪水泛滥	409
一、上游山地河道淤堵、山间平原河段洪水泛滥成灾	409
二、中下游平原河床加积抬高,江水位上升,洪涝灾害频繁	412
第三节 泥沙与江湖地理环境变迁	418
一、泥沙淤积与中下游平原的江湖变迁	419
二、中下游平原湖泊的成因类型与分期	426
第四节 泥沙与水利及航运工程	430
一、泥沙与水库淤积	430
二、泥沙与航道浅滩	432
三、泥沙与河道及堤防工程	434
第五节 长江河道及地理环境的演变趋势	440
一、主要影响因素的变化动态与趋势	440
二、可持续发展中存在的主要问题与对策思考	443
后 记	450
附 图	451

第一篇

第一篇

流域侵蚀产沙



第一章 流域侵蚀产沙的背景

第一节 地形地貌

一、流域地貌特征

1. 长江的形成

长江河长 6300 余 km,横贯中国大陆东西,流域面积约 180 万 km^2 ,东西直距达 3000 余 km,南北宽除江源和芜湖下游及三角洲外,一般达 1000km 以上。

在距今 2 亿年前的三叠纪时,今青海南部及西藏等地区尚为古特提斯海,今四川盆地和长江三峡的西部地区均系东延的海湾,其长江中下游的南部仍属海域,仅除北部为亚欧古陆东缘地势较高外,全区以海为主,后经一系列构造运动变海为陆。距今约 1.8 亿年前三叠纪末期的印支运动,江源的昆仑山、巴颜喀拉山和金沙江的横断山开始出现,秦岭突起、云贵高原出现,长江中下游的南部隆起成陆,其间出现的断陷盆地和槽状凹地,成为古长江发育的基础和原始雏形,但整体地形还是东高西低,保持水往西流格局。至距今 1.4 亿年前的侏罗纪时又发生了燕山运动,山体进一步上升,地处长江上游的唐古拉山形成,青藏高原发生缓慢抬升,四川盆地拗陷下降,川鄂间的三峡山地和长江中下游的大别山隆起,长江流域陆地面积进一步扩大,古特提斯海向西退缩。距今约 1 亿年前的白垩纪时,四川盆地发生缓慢的均衡上升,长江中游的江汉、洞庭盆地相继下沉。在距今 0.3 亿~0.4 亿年前的第三纪始新世时,又发生了强烈的喜山运动,随青藏高原大幅度抬升,古特提斯海消失,长江流域全区隆升成陆。特别是上新世末以来由于印度板块进一步向北俯冲,太平洋板块向西挤压,中国大陆发生了以青藏高原为主体的三大构造事件。第一事件:上新世末—第四纪早更新世初的强烈抬升运动;第二事件:早更新世中晚期的次强烈抬升运动;第三事件:为晚更新世中、晚—全新世早期的强烈差异性升降运动。三次构造事件的造貌结果使中国西部的青藏高原进一步抬升崛起,东部的长江中下游由缓慢的上升转为部分下降。根据古地磁和重力资料分析:至今印度板块仍以每年 5~6cm 的速度继续向喜马拉雅山俯冲,青藏高原仍继续上升,全流域区以西升东降为基本特征。由于自三叠纪以来,历经印支运动、燕山运动和喜山运动,特别是第四纪以来的新构造运动,在内外营力的共同作用下,至中更新世,中国大陆西高东低的三大地貌阶梯基本成型。由于流域西部强烈隆起,东部下降,地形的相对高差增大,流水活跃,溯源侵蚀加剧,使早更新世初期还为分段发展的古长江原型,通过切穿巫山,水流向东贯通三峡而逐渐形成统一的长江水系。

2. 地貌特征

根据长江流域地形地貌的阶梯状、多层状的特点,其可划分为三大阶梯。第一级西

部高原高山区:为四川广元—雅安—云南东川一线以西的长江上游地区,由青南、川西高原和横断山等高原高山所组成,面积约 60.19 万 km^2 。地势由西北向东南倾斜。其北部为江源的高原浅谷区,一般高程为 4500 ~ 5000m,河谷宽浅,切割深度仅 200 ~ 300m,构成高原浅谷地貌;南部为金沙江高山峡谷区,一般高程为 3000 ~ 4500m,河谷切割深度为 500 ~ 2500m,山高谷深,水流湍急,形成高山峡谷地貌,少数 5000m 以上极高山区尚有冰川地貌发育。第二级中部中低山、丘陵区:包括广元—雅安—东川与襄樊—宜昌—凯里两线之间的流域中部地区,由秦巴山地、四川盆地和鄂黔山地组成,面积约 57.75 万 km^2 ,除四川盆地海拔 250 ~ 800m 的低山丘陵外,其余山地高程 500 ~ 2000m,并以中山为主。第三级为东部低山丘陵、平原区:含襄樊—宜昌—凯里一线以东的长江中下游地区,由淮阳低山丘陵、江南丘陵和长江中下游平原组成,面积约 62.38 万 km^2 ,低山丘陵区高程小于 1000m,并以 500m 以下为主,长江中下游平原高程在 150m 以下。三级阶梯连接部分由“大斜坡”地形过渡,其一、二级阶梯过渡带由陇南、川滇高、中山组成,一般高程为 2000 ~ 3500m,部分山峰在 4000m 以上,地形起伏大,岭谷高差达 1000 ~ 2000m,是强烈地震、崩塌、滑坡、泥石流的多发区。二、三级阶梯间的过渡带由南阳盆地、江汉洞庭两湖平原以西的岗丘和湘西丘陵等组成,一般高程为 200 ~ 500m,地形起伏平缓,由山地向平原渐变过渡。

流域地貌类型复杂多样,高差悬殊,由极高、高、中、低等山地和高原、丘陵及平原组成,流域内山地、高原、丘陵占 84.7%,平原占 11.3%,河流湖泊等水面占 4%。其中高山高原主要分布于流域西部地区,中部以中山为主,低山多见于淮阳山地及江南丘陵等东部地区,丘陵主要分布于川中、陕南、湘西、湘东、赣西、赣东和皖南等地。排列组合主要受大地构造所控制,大致以岷山、邛崃山、大小凉山和玉龙雪山等南北向山系为界,以西的青南、藏东、川西山系呈北、北西及北西西向,诸如唐古拉山、巴颜喀拉山等;以东的川鄂黔湘赣地区等山系则呈北东向,如龙门山、齐岳山、武夷山等;北部秦巴山地受北西、北西西向构造所控,南部的南岭山地除冷水江及以南地区有部分受南北向褶皱影响外,主要为北东向走向,大体组合呈东西向排列。流域周边多由山地围绕,北有昆仑山、巴颜喀拉山、秦岭、大别山和淮阳丘陵,南有唐古拉山、横断山、云贵高原、南岭、武夷山和天目山及皖南丘陵等。由于流域外围多山突起,腹地的丘陵、平原、河谷组成相对低地,长江中下游平原在宏观上构成流域阶梯状斜坡上的巨型凹槽向东展布。

二、流域水系特征

1. 水系组成

干流水系:长江全长 6300 余 km,流域面积约 180 万 km^2 ,分为上、中、下游。上游从江源至湖北省宜昌,长 4504km,集水面积约 100 万 km^2 ;中游自宜昌至江西省鄱阳湖口,全长 955km,集水面积 68 万 km^2 ;下游为鄱阳湖口至长江河口,全长约 938km,集水面积约 12 万 km^2 。上、中、下游长度百分数分别为 70.4%、14.9%、14.7%,面积百分数分别为 55.5%、37.8%、6.7%。

支流水系:长江支流众多,共计 7000 余条,其中流域面积大于 1000 km^2 的支流 437 条,大于 3000 km^2 的支流 170 条,大于 1 万 km^2 的支流 49 条,大于 8 万 km^2 的支流有雅砻江、岷江、嘉陵江、乌江、湘江、沅江、汉江和赣江等 8 条,其中嘉陵江流域面积

达 16 万 km^2 居首, 汉江 15.9 万 km^2 次之; 年水量最大为岷江 877 亿 m^3 , 次为嘉陵江 704 亿 m^3 , 8 条河流多年平均流量都大于 $1500\text{m}^3/\text{s}$, 均超过黄河。河流长度: 长江水系支流长度超过 500km 的有 18 条, 其中有 6 条支流的长度超过 1000km, 依次为汉江、雅砻江、嘉陵江、大渡河、乌江和沅江等, 其中最长为汉江 1577km, 次为雅砻江 1571km。

天然湖泊: 长江水系以湖泊众多为特征。据 1984 年统计, 流域内计有湖泊面积 1.52 万 km^2 , 接近全国湖泊总面积的 1/5。其中江源的咸水湖、盐湖约占流域湖泊总面积的 4%; 滇北、黔西高原湖泊约占 4%; 中下游平原地区湖泊约占 92%, 主要湖泊依次有鄱阳湖、洞庭湖、太湖和巢湖等四大淡水湖, 湖泊面积分别为 3210km^2 、 2691km^2 、 2338km^2 和 782km^2 。按成因类型主要有冰蚀湖、构造湖、堰塞湖、渍水湖、岩溶湖、瀉湖和牛轭湖等。

人工湖泊: 由于水库等大量兴建, 人工湖已成为湖泊的一种独特类型。至 1990 年, 长江流域大中小型水库已达 8.3387 万座, 其中蓄水 1 亿 m^3 以上的大型水库 1992 年统计为 127 座, 现今水库和人工运河等与长江干支流连成一体, 已成为长江水系的重要组成部分。湖泊分布特点: 长江上游数量少, 湖水深度大; 中下游的平原湖泊数量多, 水深小, 部分面积广大。

2. 河网密度

长江由青南高原腹地发源东流入海, 横贯中国大陆三级地貌阶梯, 众多支流入汇, 组成巨大的树枝状水系, 由于流域面积广阔, 区域地质地貌条件、大气降水和地表径流环境的差异, 加上人为工程影响, 流域河网分布趋势, 密度由东向西递减。长江上游大部分地区因降水量偏小, 河网密度偏小, 一般在 $0.5\text{km}/\text{km}^2$ 以下, 唯成都平原一般达 $1.2\text{km}/\text{km}^2$, 部分地区河网密度高达 $2.7 \sim 3.5\text{km}/\text{km}^2$; 中下游平原地区河网密度一般在 $0.5\text{km}/\text{km}^2$ 以上, 山丘区可超过 $0.7\text{km}/\text{km}^2$; 长江三角洲地区, 因受人工开挖疏浚影响, 河网密度达 $6.4 \sim 6.7\text{km}/\text{km}^2$, 长江三角洲南部的杭嘉湖平原河网密度最高达 $12.7\text{km}/\text{km}^2$, 不仅是长江中下游, 而且也为全国河网最稠密的地区。

3. 河流类型

据河流地貌形态特征, 长江水系分类如下:

①山地峡谷型河流: 主要包括干流的三峡河段、金沙江河段和支流的雅砻江中下游、岷江上游及其支流大渡河、嘉陵江上游及支流白龙江和赤水河、乌江、清江、沅江及汉江上游等河段。这类河流流经青藏高原、云贵高原及其边缘山地、秦岭、大巴山地等, 流域面积占长江流域总面积的一半以上, 河谷切割深、落差大、水量丰富, 水能资源蕴藏量占全流域的 70% 以上, 人口较少, 矿藏和森林资源丰富, 土地利用率低。

②丘陵平原型河流: 包括四川盆地的川江河段、长江中下游河段, 支流岷江中下游、沱江、嘉陵江中下游和资水、湘江、汉江中下游、赣江等, 这类河流出自峡谷, 大部分流经丘陵和平原, 水能资源相对较少, 人口较为密集, 土地利用率高。

③冲湖平原型河流: 中下游直接汇入江湖的中小河流, 流域面积小, 耕地面积大, 人口稠密, 洪涝灾害严重, 如太湖水系等。

第二节 地质基础^①

为了长江流域综合利用的规划设计需要,长江水利委员会(下简称长江委)地质勘测部门等多年来曾系统地在大江上下开展了大规模的地质勘察研究,并在有关部门的参与下,搜集和提供了大量资料和研究成果。总体反映长江流域地层齐全、岩性组成丰富、地质构造复杂、新构造运动活跃,为流域产沙提供了重要的物质基础和条件。

一、地层与岩性

1. 地层特征

长江流域面积广大,地层发育齐全,自晚太古界以来,元古界、古生界、中生界至新生界的第四系地层均有出露,并有岩浆岩广泛分布,岩性岩相复杂。分层概述如下。

第四系(Q):地质年代为距今约 2×10^6 年(2Ma)以来,堆积物岩性主要由粘性土、砂土和砾卵石等组成,成因类型与分布主要有江源青南高原的冰川冰水沉积,陇南风成黄土,成都平原的冲洪积和包括洞庭湖、鄱阳湖、太湖、巢湖等在内的长江中下游平原的河湖沉积及豫西南南阳盆地的河流沉积等,一般分布广泛,厚度大小悬殊。

第三系(R):地质年代为距今 67 ~ 2Ma,岩性主要由红色泥岩、黏土岩、砂岩、粉砂岩、砂砾岩、泥灰岩等组成,部分地区有石膏和油页岩、煤及玄武岩、正长斑岩、花岗斑岩、灰岩等。零星分布于青南、江汉平原、云南、秦岭及湘赣等地区。

白垩系(K):距今 137 ~ 67Ma,岩性主要由夹有火山岩及石膏的红色砾岩、砂岩、泥岩等组成,部分地区有玄武岩、火山岩、凝灰岩、花岗岩、闪长岩和白云岩等。主要集中在分布于四川盆地西北部通江—苍溪—绵阳地区和洞庭湖湘江、沅江及鄱阳湖的赣、抚、信、饶诸水地带,零星分布于青南、鄂西及江南丘陵芜湖以东地区等。

侏罗系(J):距今 195 ~ 137Ma,岩性主要由间于煤层的泥岩、泥灰岩、砂岩组成,次为砾岩、粉砂岩等,部分地区有火山岩系和花岗岩、闪长岩、正长岩等岩浆岩系等出露。主要分布于四川盆地、江源的南部地区以及川滇山地,鄂西、黔西北以及湘西地区等有零星出露;岩浆岩系则主要分布于鄂东大别山、苏皖南部和赣中南一带。

三叠系(T):距今 230 ~ 195Ma,岩性主要由灰岩、夹煤层或膏盐的砂岩以及板岩间夹灰岩等组成,次为泥岩、泥灰岩、页岩等,部分地区有火山岩、花岗岩、闪长岩、正长岩等零星出露。主要集中在分布于流域西部的青南、横断山、陇南、川滇山地等流域西部广大地区,鄂黔山地及长江中下游的湘赣地区有零散分布;岩浆岩零星分布于治多—理塘以西和康滇地轴、龙门山和西秦岭及湘赣等地区。

二叠系(P):距今 285 ~ 230Ma,岩性主要由灰岩、砂岩、页岩、砂页岩、夹煤层等组成,次为泥灰岩、硅质岩,另有板岩、片岩、白云岩、大理岩和岩浆岩系的玄武岩、火山岩、花岗岩、闪长岩及基性岩、超基性岩等出露。主要分布地区为金沙江巴塘—中甸,川滇山地等,青南以及湘西南、黔东、鄂东、赣西地区为零星出露。

石炭系(C):距今 350 ~ 285Ma,岩性以灰岩、泥岩、页岩、砂岩、白云岩为主,另有板

^①杨先坤主编,严沛漩编辑.长江流域综合利用规划报告(工程地质).水利部长江水利委员会,1990年.