

HUANGHEYUANQU SHUIYUAN HANYANG BAOHU YU ZHILI KAIFA YANJIU

黄河源区水源涵养保护 与治理开发研究

李海荣 曹廷立 唐梅英 杨国宪 编著



黄河水利出版社

黄河源区水源涵养保护与 治理开发研究

李海荣 曹廷立 唐梅英 杨国宪 编著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书在全面分析黄河源区基本情况及特点的基础上,系统研究了黄河源区径流变化情况及其成因、黄河源区生态环境演变及影响因素。本书提出了黄河源区治理开发与保护的任务和总体布局;深入分析了水源涵养保护、水资源利用与保护、干流梯级开发等各项治理开发与保护措施;提出了黄河源区监测系统建设和流域管理意见;分析了河段治理开发与环境保护的关系。本书可供从事区域发展规划、水资源开发利用与保护的水利工作者、科技人员及相关人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

黄河源区水源涵养保护与治理开发研究/李海荣等编
著. —郑州:黄河水利出版社,2011.6
ISBN 978-7-80734-966-2

I. ①黄… II. ①李… III. ①黄河-水资源-资源
保护-研究 ②黄河-水资源-治理-研究 IV. ①TV211.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 257180 号

策划组稿:简 群 电 话:13608695873 E-mail:w_jq001@163.com
0371-66026749

出 版 社:黄河水利出版社

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:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:13.25

插页:1

字数:238 千字

印数:1—1 000

版次:2011 年 6 月第 1 版

印次:2011 年 6 月第 1 次印刷

定价:38.00 元

前 言

黄河源区水系发达,支流众多,雪山、冰川、湖泊、湿地广布,是黄河的主要产流区之一,其径流量占黄河流域多年平均径流量的 38.6%,素有黄河“水塔”之称。该地区由于海拔高,气候恶劣,人口稀少,长期以来基本处于自然状态,被视为“天然生态稳定区”,在历次黄河治理开发规划中,该地区的综合治理几乎没有涉及。随着社会经济的发展,在本地区加快了公路、水电工程等基础设施建设,加大了对本地区水能资源、矿产资源、高原植物资源的开发利用。但是,由于缺少综合性规划,该地区的开发处于无序状态,水资源和生态环境得不到有效的保护。

黄河源区是黄河的主要产流区之一,发挥水源涵养作用是黄河源区的重要功能。近年来,由于自然因素和人为因素的共同作用,黄河源区生态环境问题突出,水源涵养能力降低,水资源减少。黄河流域是资源性缺水地区,黄河源区来水量的减少,加剧了黄河流域水资源紧缺状况,严重威胁到黄河流域及沿黄省区经济社会的可持续发展,威胁到黄河的健康生命。因此,从保护黄河“水塔”角度来看,急需开展水源涵养保护研究。

黄河源区干流河段蕴藏了丰富的水能资源,但由于该地区海拔高、交通不便、生态环境脆弱,经济社会发展对该河段水电开发要求并不迫切,一直没有对该河段的梯级开发进行系统规划,仅是根据不同时期的水力资源普查成果,初步拟定了梯级工程布局 and 开发规模。进入 21 世纪,我国经济社会快速发展,对电力的需求越来越大,作为水电资源的丰富地区,黄河源区河段水电开发进程逐步加快。由于缺少系统的梯级开发规划,目前黄河源区河段梯级开发建设缺乏规划依据。为了合理开发水电资源,使该地区干流水电梯级开发建设规范化、程序化,避免对该地区及黄河干流河道生态带来较大影响,并考虑长远的水力资源条件,迫切需要对该河段梯级工程进行系统规划,明确该河段的开发任务,规范工程建设报批程序,指导河段梯级开发建设。

多年以来,由于该地区自然条件恶劣和长期投入不足,水文水资源测报系统建设严重落后,水土保持及水环境监测基本上是空白。水文水资源测报系统监测站点少,监测能力低下,数据的可靠性和时效性没有保证,不能满足水资源预报和调度的需要。水土保持、地下水及水环境监测尚处于空白,不能够及时掌握

黄河源区下垫面及水环境变化情况。为提高黄河源区水文水资源、水环境及水土保持监测能力和水平,及时掌握该地区水文水资源及下垫面变化情况,急需开展该地区的水文水资源、水环境和水土保持监测建设。

黄河源区水资源情势的变化、生态环境的恶化和水电梯级开发的加快,已引起国家领导人和有关部门的高度重视。2001年10月1日,温家宝总理对青海省江河治理与保护工作作了重要批示;11月21日,国家科学技术部就江河源区生态治理与保护科研工作作了安排;12月3日,水利部要求部水文局、黄河水利委员会(简称黄委)、长江水利委员会,加强青海省三江源与青海湖水资源监测,抓紧基础性工作,为江河源区生态治理与保护规划作好准备。2003年1月,国务院批准青海三江源自然保护区晋升为国家级自然保护区。2004年8月至9月上旬,黄委组织机关和委属单位负责人、专家,对黄河源区进行了科学考察,随后又召开了高层次专家研讨会,通过多学科、多部门的交流,寻求解决黄河源区问题的对策。

《黄河源区水源涵养保护与治理开发研究》结合黄委组织开展的黄河龙羊峡以上河段综合规划开展了研究工作。本书在全面分析黄河源区基本情况及特点的基础上,系统研究了黄河源区径流变化情况及其成因、黄河源区生态环境演变及影响因素。本书提出了黄河源区治理开发与保护的任务和总体布局;深入分析了水源涵养保护、水资源利用与保护、干流梯级开发等各项治理开发与保护措施;提出了黄河源区监测系统建设和流域管理意见;分析了河段治理开发与环境保护的关系。

《黄河源区水源涵养保护与治理开发研究》主要由李海荣、曹廷立、唐梅英、杨国宪完成,其中李海荣执笔第1章,曹廷立执笔第2、3、5、10章,唐梅英执笔第6、7、8章,杨国宪执笔第4、9章,全书由李海荣统稿。此外,马冰、宋红霞、叶春江、蔡春祥、崔鹏、崔长勇等为本研究做了大量工作,在此致谢!

编著者

2010年5月

目 录

前 言

第 1 章 黄河源区流域概况	(1)
1.1 地形和地貌	(1)
1.2 河流水系	(2)
1.3 水文气象	(3)
1.4 区域地质	(6)
1.5 土地及自然资源	(7)
1.6 冻 土	(8)
1.7 生态环境与自然保护区	(9)
1.8 社会经济	(14)
第 2 章 治理现状及存在的主要问题	(15)
2.1 治理现状	(15)
2.2 存在的主要问题	(20)
第 3 章 研究任务及总体布局	(24)
3.1 研究任务	(24)
3.2 主要依据	(24)
3.3 治理开发与保护任务	(25)
3.4 基本思路和总体布局	(26)
第 4 章 水源涵养保护	(30)
4.1 黄河源区径流变化及成因分析	(30)
4.2 生态环境演变及影响因素	(44)
4.3 水源涵养保护布局	(49)
4.4 水源涵养保护工程措施及规模	(53)
第 5 章 水资源利用与保护	(65)
5.1 水资源分区	(65)
5.2 水资源量	(66)
5.3 水资源开发利用现状	(67)
5.4 水资源利用	(74)

5.5	水资源保护	(88)
第6章	干流河段梯级开发	(100)
6.1	梯级规划工作历史概况	(100)
6.2	河段开发任务	(102)
6.3	梯级工程布局	(111)
6.4	梯级工程规划	(131)
第7章	监测系统建设	(163)
7.1	水文水资源测报系统建设	(163)
7.2	水土保持监测系统建设	(168)
第8章	流域管理	(179)
8.1	流域管理与行政区域管理的事权划分	(179)
8.2	管理机制	(180)
8.3	综合管理措施	(181)
8.4	科学研究	(187)
第9章	治理开发对环境影响分析	(189)
9.1	环境保护目标	(189)
9.2	环境现状分析	(190)
9.3	环境影响预测	(194)
9.4	环境保护对策措施	(201)
9.5	分析结论和建议	(202)
第10章	结 语	(204)
参考文献		(206)

第1章 黄河源区流域概况

黄河源区(黄河龙羊峡以上河段)位于北纬 $32^{\circ}09'$ ~ $36^{\circ}33'$,东经 $95^{\circ}53'$ ~ $103^{\circ}25'$,西北隔东昆仑—布尔汗布达山与柴达木盆地相接,西南依巴颜喀拉山、岷山与长江流域相邻,东侧有西倾山与洮河、隆务河相隔。本区域面积 $131\,420\text{ km}^2$,占黄河流域面积的16.5%,涉及青海省玉树藏族自治州、果洛藏族自治州、海南藏族自治州、黄南藏族自治州,以及甘肃甘南藏族自治州、四川阿坝藏族羌族自治州。其中青海省面积为 $104\,931\text{ km}^2$,占全区面积的79.8%;甘肃省面积 $9\,434\text{ km}^2$,占全区面积的7.2%;四川省面积 $17\,055\text{ km}^2$,占全区面积的13.0%。

1.1 地形和地貌

本地区位于青藏高原东北部,自东北向西南依次横亘着西北—东南走向的西倾山、阿尼玛卿山和巴颜喀拉山,构成本区基本地形骨架。本区地形高差变化大,平均高程达 $4\,079\text{ m}$,最高山峰是阿尼玛卿山的玛卿岗日峰,海拔 $6\,282\text{ m}$,而出口处河谷高程低于 $2\,700\text{ m}$ 。

科曲河口以上:该区为高原湖盆草原区,平均高程 $4\,478\text{ m}$ 。地形相对平坦、低洼,排泄不畅,形成了大片的湖泊、沼泽湿地。本河段河谷较宽,草滩广阔,滩丘相间,无明显分界。

科曲河口—沙曲河口:该区属高山峡谷区。黄河穿行于巴颜喀拉山与阿尼玛卿山相夹的峡谷地带,沿程川峡相间,著名的官仓峡谷即位于该区。区内平均高程 $4\,303\text{ m}$,地势由西北向东南倾斜,沟深坡陡,相对高差较大,河谷高程一般为 $3\,500\sim 3\,800\text{ m}$,山脊高程在 $4\,500\text{ m}$ 以上。

沙曲河口—玛曲:该区属青、川、甘高原丘陵山地区。该区像一个被岷山、巴颜喀拉山托起的盆碟,向着西面的白雪皑皑的阿尼玛卿山,是著名的松潘草原盆地。区域内南部以丘陵状高原为主,切割轻微,平均高程 $3\,648\text{ m}$,相对高差 $300\sim 500\text{ m}$,山脊高程 $3\,800\sim 4\,300\text{ m}$;北部以平原沼泽为主,地势低洼,草地沼泽发育,大小海子星罗棋布,残丘状基岩山包散布在沼泽草地之中,地面高程多在 $3\,400\sim 3\,600\text{ m}$,相对高差一般不到 200 m 。河谷宽度 $5\sim 7\text{ km}$,局部达 10 km ,河道蜿蜒曲折,曲流、岔流及牛轭湖地貌十分发育。

玛曲—唐乃亥:该区东邻西倾山,西靠阿尼玛卿山,呈东南—西北的狭长分布。区内平均高程 3 970 m,河流下切较深,山脊平均高程达 4 500 m 以上,河谷高程在 3 200 m 左右,玛卿岗日峰及黄河的第二长峡谷——拉加峡谷(全长 216 km)均位于该区。

唐乃亥—龙羊峡:黄河出唐乃亥,经过野狐峡,汇入龙羊峡水库,区域平均高程 3 282 m,山脊与河谷高差仍较大。该区属于干热河谷地貌,植被较少,土地沙化严重。

1.2 河流水系

黄河源区干流总长 1 687 km,平均比降 1.51‰。沿途支流众多,共有入黄一级支流 56 条,其中流域面积大于 1 000 km² 的有 24 条,流域面积大于 3 000 km² 的有多曲、热曲、达日河、东柯曲、白河、黑河、泽曲、切木曲、巴沟、曲什安河、大河坝河、芒拉河等 12 条。

干流发源于约古宗列曲,在黄河沿以上区域,湖沼众多,以扎陵湖、鄂陵湖为中心的淡水湖群水面面积达 1 340 km²,黄河贯穿两大湖,出鄂陵湖口 65 km 为黄河沿,以上区域亦称为“黄河源头区”,其间有扎曲、卡日曲、多曲、勒那曲等支流汇入。

黄河沿—吉迈水文站,河长 324 km,平均比降 1.12‰,有尕拉拉措和以岗纳格玛措、日格措为中心的两个湖群,面积达 197 km²。较大支流有热曲、优尔曲、科曲、达日河等。

吉迈水文站—沙曲河口,河长 338 km,平均比降 1.18‰。支流从两岸高山上一路直下呈羽状汇入黄河,流域面积较小,数量众多,河流短,比降陡。较大支流有当曲、西科河、东科河、吉迈河、沙曲等。

沙曲河口—玛曲,河长 250 km,平均比降 0.59‰。黄河从西北向穿山出谷,经过湖盆中心唐克附近骤转 180° 的大弯向北西流出,形成了九曲黄河的第一曲。河谷开阔,右岸支流发育,主要有贾曲、白河、黑河汇入。其中白河发源于邛崃山,河长 303 km,流域面积达 5 529 km²,位于黄河源区最南端。黑河发源于岷山,河长 490 km,流域面积达 7 750 km²。白河、黑河由南向北流经地势平缓的若尔盖大草原。若尔盖草原地区地形坡度较小,河道弯曲摆荡,蜿蜒其间。

玛曲—唐乃亥,河长 371 km,平均比降达 1.98‰。左岸有切木曲、曲什安河、大河坝河等支流汇入,右岸有泽曲、巴沟汇入。

黄河自唐乃亥向下经野狐峡进入龙羊峡水库库区,分别有芒拉河、沙沟等支

流汇入。

黄河源区干流及主要支流特征值见表 1-1。

表 1-1 黄河源区干流及主要支流特征值

河名	区间或断面	集水面积 $F(\text{km}^2)$	河道长度 $L(\text{km})$	河道平均 比降(‰)	流域形状 系数 F/L^2
黄 河	河源—黄河沿站	20 930	270	2. 28	0. 29
黄 河	黄河沿站—吉迈站	24 089	324	1. 12	0. 23
黄 河	吉迈站—沙曲河口	19 082	338	1. 18	0. 17
黄 河	沙曲河口—玛曲站	21 947	250	0. 59	0. 35
黄 河	玛曲站—唐乃亥站	35 924	371	1. 98	0. 26
多 曲	多曲河口	6 085	159. 7	3. 4	0. 24
热 曲	热曲河口	6 596	190. 9	2. 8	0. 18
白 河	白河河口	5 529	303	2. 1	0. 06
黑 河	黑河河口	7 750	490	1. 0	0. 03
切木曲	切木曲河口	5 550	150. 9	16. 4	0. 24
曲什安河	曲什安河口	5 787	201. 8	10. 1	0. 14

1.3 水文气象

1.3.1 径流

据 1956 ~ 2000 年资料统计,黄河唐乃亥站多年平均实测径流量 203.8 亿 m^3 ,考虑人类活动影响因素还原后,黄河源区多年平均地表水资源量 206.67 亿 m^3 。由此可知,黄河源区人类活动用水较少。黄河源区地下水可开采量很小,仅有 6 084 万 m^3 。黄河源区地表水资源具有如下特点:

(1) 径流量丰富,是黄河地表水资源的主要来源区。黄河源区地表水资源量占黄河流域多年平均地表水资源总量 534.8 亿 m^3 的 38.6%,是黄河地表水资源的主要来源区。

(2) 地区分布不均。黄河源区河段径流量主要来自吉迈至军功区间,该区

间径流量占唐乃亥站实测径流量的 66.6%, 而流域面积仅占唐乃亥以上面积的 43.8%; 黄河沿以上的源头区, 面积占唐乃亥以上面积的 17.2%, 径流量仅占唐乃亥站实测径流量的 3.6%。

(3) 年内、年际变化较大。黄河源区的河川径流主要集中在 6~10 月, 占全年的 70% 以上。据唐乃亥站 1956~2005 年资料统计, 最大年径流量为最小年径流量的 3.1 倍。径流的年际变化呈丰枯交替出现, 还出现过连续丰水年和连续枯水年情况, 如 1956~1960 年、1969~1974 年、1994~2004 年是三个连续枯水段, 平均年径流量分别为 161.9 亿 m^3 、175.2 亿 m^3 、158.8 亿 m^3 , 较唐乃亥站 1956~2000 年多年平均实测年径流量偏枯 14.0%~22.1%。

1.3.2 洪水

黄河源区的洪水主要由降雨形成。一般自 5 月下旬至 6 月, 青藏高原区进入雨季, 黄河干流开始涨水, 出现全年第一个小高峰。7 月上旬至 8 月中旬, 随着太平洋副热带高压北移, 降水量比 6 月大大增加, 洪水量也突增。但由于这一时期主要受西风槽和高原低涡切变影响, 除个别年份如 1904 年、1964 年有较长的持续性的大范围降雨外, 一般降雨持续天数较短, 洪水量级相对不大。8 月下旬至 9 月上旬, 随着太平洋副热带高压南退西伸, 冷、暖空气在本流域上空停滞时间较长, 可产生持续时间较长的连阴雨, 往往造成全年最大洪水, 如 1946 年、1967 年、1968 年、1981 年洪水。唐乃亥站实测最大洪峰流量 5 450 m^3/s , 洪水历时 35~40 d, 45 d 洪量 119.7 亿 m^3 , 发生在 1981 年 9 月。

1.3.3 泥沙

黄河源区湖泊沼泽众多、植被良好, 来沙量较少。据唐乃亥站 1960~2005 年实测资料统计, 黄河源区年平均来沙量 1 309.5 万 t, 7~10 月平均来沙量为 970.0 万 t; 来沙量最大的年份为 1989 年, 来沙量为 4 095.5 万 t, 来沙量最小的年份为 1969 年, 来沙量为 426.7 万 t。

1.3.4 气候及气温

黄河源区属青藏高原气候区, 区内各分区平均高程变化大, 南北跨越近 4 个纬距, 东西跨越近 8 个经距, 受暖湿空气影响程度不同, 自北向南分属高原亚寒带的半干旱、半湿润及湿润气候区, 唐乃亥至龙羊峡区则属高原温带干旱气候区。受高原季风和地理环境影响, 主要气候特点为太阳辐射强、日照时间长; 冬季严寒, 低温持续时间长, 夏季较凉爽, 气温不高, 昼夜温差大, 但气温的年较差

较小;湿度低,干、雨季分明;多大风、霜冻、冰雹、雷暴、雪灾等灾害性天气,还有气压低、含氧量少等高原特有气候特征。

区内大部分地区年平均气温在 0°C 以下,玛多为 -4.1°C ,久治与同德均为 0.3°C 。气温的分布特点是由西北向东南温度逐渐递增,西部的巴颜喀拉山、中部的阿尼玛卿山以及东部的西倾山地区为本区域的低温区。本地区冬季严寒,1月气温最低,平均气温都在 -10°C 以下,最低处可达 -17°C (玛多),极端最低气温在 $-30\sim-40^{\circ}\text{C}$,最低可达 -48.1°C (玛多)。夏季凉爽,一般仅5~9月平均气温在 0°C 以上,8月气温最高,极端最高气温在 $22\sim28^{\circ}\text{C}$,最高仅 28.1°C (同德)。

1.3.5 降水及湿度

降水特点是西北少、东南多,源头区玛多站多年平均年降水量仅314 mm,到东南部的红原站达762.4 mm。降水量主要集中在5~10月(占全年的85%以上),具有明显的季节性。降水特点是雨区笼罩面积大、降水历时长、强度小。降水区域有时可以遍及整个黄河源区,主要雨区多偏于区域中、南部;整个降水过程可以持续30 d以上;中心最大日降水量一般不足50 mm,以中、小强度的持续阴雨为主。从降水量月分配看,流域西北部与东南部有明显不同,西北部呈7月最大的单峰型,东南部呈6~7月大、8月上中旬小、8月下旬至9月大的双峰型。由于海拔高,气温低,全年降雪日数占年降水日数比例较大,除兴海、同德等最北部低海拔地区外,黄河源区全年降雪天数均大于100 d。

黄河源区地势高、气温低、大气中水汽含量少。年平均水汽压在 $3.2\sim5.3\text{ hPa}$ 范围内。年内各月份水汽压随温度升高而有所增加。1月份平均水汽压最小,北部的玛多、兴海、同德等站均不到 1.0 hPa ,流域最南端的若尔盖草原地区也仅为 1.4 hPa 。7月各站水汽压达到最大,多在 $7\sim9\text{ hPa}$,若尔盖草原地区高达 10 hPa 以上。相对湿度夏半年高于冬半年。1~3月各站平均相对湿度大多在40%~60%,7~9月大多在70%~90%。

1.3.6 蒸发

年平均蒸发量的分布特点是:气温高、相对湿度小的地区蒸发量较大,高程低、气温高的地区蒸发量较大。位于流域最北端的兴海站年平均气温达 1.1°C ,年平均相对湿度仅为50%,而年蒸发量为1502 mm,为全区最大。位于最南部的若尔盖站、红原站,虽然相对湿度高(分别为69%、70%),但由于年平均气温较高,其蒸发量分别为1159 mm、1247 mm。玛沁站相对湿度处于中等(为

65%),因其海拔较高,蒸发量为 1 118 mm,为全区最小。从蒸发量的月份分配看,最大月蒸发量出现在 5 月或 7 月,最小月蒸发量出现在 12 月至翌年 1 月。

1.4 区域地质

1.4.1 区域地质构造

根据青海省区域地质资料,黄河源区位于松潘—甘孜印支褶皱系北部的青海南山冒地槽带和西倾山中间地块部位。

1.4.1.1 青海南山冒地槽带

本带北至青海南山,南至阿尼玛卿山以北,东至西倾山中间地块渐变过渡,西与柴达木准地台以南北向基底断裂为界。地表以三叠系隆务河群和古浪堤组为主。北半部中生代侵入岩、火山岩和新生代山间盆地发育,构造线以 NWW 向为主;南半部地质情况单一,构造线以近 EW 向和 NE 向为主。本区出露最老地层为二叠系下统 P1、中下三叠统组成褶皱基底构造层,岩浆岩分布于青海南山及同仁地区,时代多为晚印支期和燕山期,与柴达木准地台边缘环状花岗岩带迥然不同。上三叠统主要为陆相火山岩,角度不整合于中下三叠统之上。

1.4.1.2 西倾山中间地块

本地块位于青海南山地槽带之东南,阿尼玛卿优地槽带、巴颜喀拉冒地槽带以东。主体在川甘境内郎木寺、迭部、武都一线以南,阿坝、红原、若尔盖一带。西倾山—若尔盖是印支褶皱系内地中间地块,该中间地块四周被地槽所包围,具有三层结构,基底、盖层和大型山间盆地拗陷。当四周地槽在晚古生代—三叠纪接受巨厚沉积时,它呈水下稳定隆起;当周围地槽于三叠纪闭合,褶皱回返时,它于侏罗纪初下陷形成山间盆地,于更新世初,在博卡雷克塔格—玛沁断裂和军功断裂夹持下,西倾山地区断块上升出露地表,并总体向 NWW 方向左旋滑动。

1.4.2 区域断裂

青海省区域断裂构造十分发育,常密集成带分布,不少断裂延长上千公里,并有长期活动性。黄河源区主要区域断裂构造按展布方向可分为 3 组,以 NWW 向和近 EW 向断裂为主,NNW 向和近 SN 向、NE 向断裂次之。

青海南山断裂带(F13)、鄂拉山断裂带(F44)、阿尼玛卿深断裂系(F24)及规划区域南部的玛多—阿坝断裂(F27、F28),燕山期—喜马拉雅期均有不同程度的继承性活动,且多为晚更新世和全新世活动断裂,沿断裂带地震活动频繁且

强烈。

1.4.3 地震

根据《中国地震目录》统计,黄河源区的玛多、达日、久治、玛沁等地,现代中强震较为集中(最大地震为1947年3月17日青海久治附近,大于7级);其次是青海同德、甘肃碌曲、四川阿坝附近。

根据国家2001年出版的《中国地震动峰值加速度区划图(1:400万)》(GB 18306—2001),黄河源区官仓以下坝址区地震动峰值加速度为 $0.10 \sim 0.15g$,对应地震基本烈度为Ⅶ度;官仓以上坝址区地震动峰值加速度为 $0.20g$,对应的地震基本烈度为Ⅷ度。

1.5 土地及自然资源

黄河源区植被以高寒草地为主,空间连片分布,景观结构单一,草地面积占总面积的71.73%。水体与湿地面积占总面积的9.86%,仅次于草地面积。林地面积占总面积的5.93%,集中分布于东部的兴海县、玛沁县、同德县、河南县、甘德县、久治县、玛曲县和红原县一带。丘陵旱地和平地旱地面积占总面积的0.96%,主要分布在本区西北部,其中贵南县、同德县较多,兴海、共和、泽库和若尔盖县也有少量分布,其中大部分已开垦为耕地。荒漠、裸土、裸岩等未利用土地面积占总面积的11.44%,还有少量的建设用地(仅占总面积的0.08%)。

黄河源区干流河段,径流稳定,落差集中,水力资源丰富,但高程较高,交通不便,水电资源开发前期工作开展很少。根据估算,该河段水力资源理论蕴藏量为6417 MW,技术可开发装机容量为7980 MW,年发电量为334.1亿kW·h。黄河源区干流河段具有高原湖盆和高山峡谷相间的地貌特征,官仓峡、拉加峡、野狐峡等峡谷地段,河道较窄,比降较陡,具有较好的水梯级开发条件。

黄河源区蕴藏着丰富的矿产资源,涉及能源、冶金、化工、建材等基础工业矿物原料,储量占全国保有储量潜在价值的19%以上。有色金属矿产资源有金、银、铜、铅、锌、锡、锑、镍、铬、钨等;非金属矿产资源有煤、石棉、石膏、石灰石、石英石、硅灰石等。

黄河源区特殊的地理位置和独特的地貌特征决定了其具有丰富的生物多样性、物种多样性、基因多样性、遗传多样性和自然景观多样性。严酷的高寒环境,构成了独特的生命存衍区。森林中孕育了地域特色突出、种类丰富、产量高、质量好、开发前景广阔的中草药植物640余种(如大黄、红芪、藏茵陈、红景天、羌

活、冬虫夏草等),食用菌 250 余种(如羊肚菌、猴头菌、茶银耳等),野生花卉植物 360 余种。森林环境下还残存一些具有重要科学研究价值和经济价值的珍稀濒危植物。

区内旅游资源丰富,既有圣洁的辽阔草原、茂密的原始森林、巍峨的雪山、风光秀丽的高原湖泊,也有浓郁的民族风情、神秘的宗教寺院、众多的文化古迹和红色旅游景点。国家西部大开发战略的实施,改善了该地区的交通、通信和环境状况,为发展当地旅游业创造了良好的基础条件。青海省已开发的旅游景区有阿尼玛卿大雪山、都兰国际狩猎场、“海藏咽喉”日月山和全国最大的人工湖龙羊峡水库;四川省以长征路为主线,在若尔盖草原开发出一条“红色”旅游线路;甘肃甘南州草原素有“天下第一草原”的美誉,又有藏传佛教圣地之一的夏河拉卜楞寺,现已开发有玛曲县黄河首曲湿地和碌曲县尕海—则岔湿地草原两大旅游景区。

1.6 冻 土

据南水北调西线工程通天河—雅砻江调水区冻土遥感调查研究,认为黄河源区的高平原、阿尼玛卿山、巴颜喀拉山、高原区为片状多年冻土分布区,本区东南和东北部除个别高山有零星岛状多年冻土外,大部分为季节冻土区。兴海、泽库、同德一带多年冻土分布高程下界北坡为 3 840 m,南坡为 4 000 m,多年冻土深度可达 20 ~ 49 m。据统计分析,多年冻土下界的高程变化与地理纬度有密切关系,鄂拉山 3 850 ~ 4 000 m,阿尼玛卿山 4 000 ~ 4 050 m,大武—甘德段及巴颜喀拉山一带为 4 150 ~ 4 200 m,久治一带为 4 150 ~ 4 200 m,四川阿坝 4 250 ~ 4 300 m 的高山、沼泽地中保存零星岛状多年冻土。

据统计,大约纬度降低 1° ,下界升高 130 m,下界处年平均气温在 $-2.5 \sim -3.5^{\circ}\text{C}$ 。

阿尼玛卿山主峰玛卿岗日峰海拔 6 282 m,周围有 57 条冰川,总面积 125.5 km^2 ,冰川末端高程 4 350 m,整条冰川的垂直高差可达 1 800 m。北坡雪线高程为 4 950 ~ 5 000 m,南坡为 5 050 ~ 5 200 m,北坡雪线附近降水可达 800 mm,冰川外缘分布大面积的多年冻土,在阴坡多年冻土的下界高程为 4 000 ~ 4 100 m,阳坡为 4 200 ~ 4 300 m,季节融化层厚度为 0.5 ~ 1.2 m。巴颜喀拉山北坡多年冻土下界高程 4 100 m 左右,南坡 4 200 m 左右才形成多年冻土。本区大约海拔每升高 100 m,多年冻土厚度增加 13 ~ 17 m。多年冻土的年平均地温为 $0 \sim -1.5^{\circ}\text{C}$,多年冻土厚度一般在 10 ~ 60 m,最薄 3 ~ 10 m。

各分区冻土分布范围及面积见表 1-2。

表 1-2 黄河源区冻土分布情况分析

分区	东曲河口 以上	东曲— 吉迈	吉迈— 沙曲河口	沙曲河口 —玛曲	玛曲— 唐乃亥	唐乃 亥以上	占唐乃亥 的比例(%)
分区面积 (km ²)	32 604	12 415	19 082	21 947	35 924	121 972	100
多年冻土下界 高程(m)	4 200	4 150	4 200	4 250	4 000		
多年冻土面积 (km ²)	28 103	12 087	8 558	95	14 135	62 977	51.6
季节性冻土面积 (km ²)	3 000	245	10 189	20 514	20 458	54 405	44.6

注:唐乃亥以上季节冻土面积是扣除水域面积后的汇总值。

1.7 生态环境与自然保护区

黄河源区河流密布,湖泊、沼泽众多,雪山冰川广布,是世界上海拔高、面积大、湿地类型丰富的地区。黄河总水量的 38.6% 都来自于该地区。历史上,该地区是水草丰美、湖泊星罗密布、野生动植物种群繁多的高原草甸区,被称为生态和生命的“净土”。进入 20 世纪 90 年代以来,由于降水量减少、气温升高,加之人类活动的影响,该地区冰川、雪山逐年萎缩,众多江河、湖泊和湿地缩小、干涸;沙化、水土流失的面积不断扩大;荒漠化和草地退化问题日益突出;长期的乱垦滥伐使草地和森林遭到严重破坏;虫鼠害肆虐;珍稀野生动物盗猎严重;无序的黄金开采及冬虫夏草的采挖屡禁不止;受威胁的生物物种占总生物物种数的 20% 以上,远高于世界 10% ~ 15% 的平均水平。

该地区生态环境的恶化引起了国家和各级政府的高度重视,相关部门先后在该地区建立了多个国家级、省级自然保护区,主要保护区的情况如下。

1.7.1 青海三江源自然保护区

三江源地区地处青藏高原腹地,位于青海省南部,是长江、黄河、澜沧江三大河流的发源地。青海省人民政府于 2000 年 5 月批准建立三江源省级自然保护区。2003 年 1 月经国务院批准,三江源自然保护区晋升为国家级自然保护区。三江源自然保护区面积规划为 15.23 万 km²,涉及黄河流域河源区青海省境内面积约 4.14 万 km²,占黄河流域黄河源区总面积的 32%。其主要保护对象为高

原湿地生态系统、国家与青海省重点保护动物、典型高寒草甸与高山草原植被、高原森林生态系统及特有植被。

三江源自然保护区共有 18 个核心区,其中黄河流域 6 个。

1.7.1.1 约古宗列核心区

约古宗列是黄河源头区,为一个东西 40 多 km、南北 60 余 km 的椭圆形盆地,位于曲麻莱县麻多乡的黄河源头。核心区面积 953.47 km^2 ,主要保护对象为源头区河流、湖泊和沼泽。距雅拉达泽山约 30 km 处的小泉不停喷涌,汇成溪流在星宿海之上进入黄河源流玛曲,是扎陵湖、鄂陵湖水量的重要补给区。盆地内星罗棋布地密集着无数大小不一、形状各异的水泊和海子,形成了较完整的高寒湿地生态系统,栖息着黑颈鹤、雪豹、藏羚、藏野驴等珍稀动物。

1.7.1.2 扎陵—鄂陵湖核心区

该区位于玛多县境内,扎陵湖、鄂陵湖是黄河干流源头上两个最大的淡水湖,对黄河源头水量具有巨大的调节功能。核心区面积 $2\,317.22 \text{ km}^2$,扎陵湖约为 520 km^2 ,鄂陵湖约为 610 km^2 ,其他 $1\,187.22 \text{ km}^2$ 。区内鸟类近 80 种,主要有黑颈鹤、斑头雁、赤麻鸭、玉带海雕、金雕等。

1.7.1.3 星星海核心区

该区位于玛多县,距县城不到 30 km,黄河干流从此穿过。核心区面积 932.98 km^2 ,是以保护湖泊及沼泽为主体功能的核心区。内有湖泊、沼泽地 242 km^2 ,占核心区面积的 26%。区内珍稀鸟类种类多、数量大,主要有黑颈鹤、玉带海雕、金雕、大天鹅等。

1.7.1.4 年保玉则核心区

年保玉则山又称果洛山,在久治县境内,是巴颜喀拉山东南段的一座著名山峰,具有神秘瑰丽的色彩。年保玉则山是长江、黄河流域的重要分水岭,以西、以南属长江水系,以东、以北属黄河水系。核心区面积 291.12 km^2 ,是以保护雪山、冰川及四周湖泊为主体功能的核心区。区内有冰川 5.20 km^2 ,湖泊 14.9 km^2 ,灌木林 68.2 km^2 。在雪线以上,分布有现代冰川;山体四周有 360 多个大小湖泊;灌木林和草地则分布在果洛山中下部。野生动物有白唇鹿、猓狍、熊、雪豹、马麝、雪鸡等。

1.7.1.5 阿尼玛卿核心区

该区位于玛沁县西北部的阿尼玛卿山,是藏区的四大圣山之一。核心区面积 505.74 km^2 ,是以保护永久性雪山和冰川为主体功能的核心区。在海拔超过 5 000 m 的山峰上可见古冰川地貌,如冰斗、角峰等,具有完整的高寒冰川地貌,内有冰川 57 条,其中位于东北坡的哈龙冰川长 7.7 km,面积 23.5 km^2 ,垂直高