

青藏高原的水资源

主编○洛桑·灵智多杰

汤奇成 何希吾
赵楚年 著

青藏高原环境与发展丛书

国家科学技术委员会
中国藏学研究中心
社会经济研究所

重点课题

青藏高原环境与发展系列丛书

青藏高原的水资源

汤奇成 何希吾 赵楚年 著

主编○洛桑·灵智多杰

中国藏学出版社

回责任编辑:李 烨 回封面设计:李建雄 回版式设计:天 朗

图书在版编目(CIP)数据

青藏高原的水资源/汤奇成,何希吾,赵楚年著.

北京:中国藏学出版社,2002

(青藏高原的环境与发展丛书/洛桑·灵智多杰主编)

ISBN 7-80057-602-7

I. 青… II ①汤…②何…③赵…

III. 青藏高原-水资源-研究 IV. TV213

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 106374 号

青藏高原的水资源

汤奇成 何希吾 赵楚年 著

中国藏学出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京牛山世兴印刷厂印刷

开本:850×1168 1/32 印张:6.625 字数:155千 插页:2

2003年6月第1版第1次印 印数:2000册

ISBN 7-80057-602-7/Z·309

定价:13.50 元

· 内容提要 ·

本书是一本全面阐述中国青藏高原水资源的著作。随着中国西部大开发的逐渐深入,作为西部的重要组成部分——青藏高原的资源与环境问题越来越引起人们广泛的关注,其中以水资源尤为突出。本书在汇集已有资料的基础上,对青藏高原的地表水和地下水资源作了全面的分析和评价,并在此基础上对开发利用的前景以及水资源与社会经济持续发展的关系作了较深入的阐述。

本书属科普读物,可供从事地理、水文水资源、环境等领域的科研、生产与管理人员参考,也可供大专院校有关专业的师生和广大中学师生阅读。

目 录

前 言	1
第一章 自然概况	3
第一节 地形地貌	3
第二节 气候	9
第三节 土壤	15
第四节 植被	18
第二章 水资源的重要性	24
第一节 “中华水塔”——亚洲巨川的发源地	24
第二节 保护生命之源	32
第三节 水资源与可持续发展	34
第三章 河流、湖泊与冰川分布	39
第一节 河流的分布	39
第二节 湖泊的分布	48
第三节 冰川分布	53
第四节 沼泽的分布	60

第四章 地表水资源	63
第一节 河川径流水文特征及其变化	63
第二节 湖泊水文特征及其变化	74
第三节 冰川水文特征及其变化	80
第五章 地下水资源	87
第一节 水文地质条件分析	87
第二节 地下水资源特征	93
第三节 地下水资源	100
第六章 水质	109
第一节 河川径流地质	109
第二节 湖泊水质	113
第三节 地下水水质	120
第四节 冰川水质	122
第七章 水力资源	126
第一节 河流水力资源	126
第二节 水力资源特点	128
第三节 水力资源开发利用	136
第四节 加速水力资源开发利用的途径与措施	142
第八章 水资源分区	146
第一节 水资源总量及其分布	146
第二节 分区的原则	148
第三节 各地区水资源概况	156

第九章 水资源开发利用	166
第一节 开发利用现状	166
第二节 水资源开发利用前景	173
第三节 水资源开发利用对策	176
第十章 水资源与社会经济可持续发展	181
第一节 水资源在社会经济发展和生态环境中的作用	181
第二节 水资源的可持续利用	185
第三节 水资源与社会经济可持续发展	190
参考文献	200

前 言

青藏高原是祖国的一块宝地,素有“世界第三极”之称。它西起帕米尔,东迄横断山脉,北界祁连山,南抵喜马拉雅山,是全球海拔最高的巨型构造地貌单元,也是我国独特的地理区域,为我国西部地区重要的组成部分。

随着西部大开发的逐步深入,不仅要求对青藏高原形成、演化等理论性问题进行深入研究,而且要求对青藏高原的资源、环境等问题从定性到定量有一定的分析研究。

作为自然资源重要组成部分的水资源,一直被人们所瞩目。但是迄今为止,对青藏高原的水资源,还没有较确切的数量和质量的分析 and 计算成果。

为此,我们在汇集已有研究成果的基础上,对青藏高原地区地表水、地下水、水质、水能资源等有关水资源的各个方面进行了较全面的分析和计算,以期在现有条件下对其得出较科学的认识。

由于水平有限,时间仓促,有些问题研究得不够深透,难免有错误和不足之处,敬请广大读者不吝指教。

本书共有 10 章,第一、二、三、五、六、八、九章由汤奇成执笔,第四章由赵楚年执笔,第七、十章由何希吾执笔,全书由汤奇成统稿、定稿。

第一章 自然概况

青藏高原的范围,包括西藏自治区和青海省的全部,以及云南的西北部、四川西部、甘肃西南部和新疆维吾尔自治区南部,共6个省(自治区)的38个地区(市、自治州),共211个县(市、自治县)的全部或部分。青藏高原的总面积约为850万平方公里,约占中国陆地总面积的四分之一。

第一节 地形地貌

青藏高原平均海拔在4000米以上,号称“世界屋脊”,许多科学家称之为与北极、南极并列的地球的第三极。

按照板块学说,青藏高原的隆起是由于冈瓦纳古陆、欧亚板块与太平洋板块的挤压碰撞而造成的。第三纪以来,它在北纬 27° — 40° 的中纬度地区拔地而起,在喜马拉雅地壳运动中不但形成了喜马拉雅山脉,而且导致了青藏高原的强烈隆起。据研究,青藏高原强烈隆起的时代开始于1000万年前上新世,那时的青藏高原地区,海拔约1000米左右,在距今约200—300万年的时间内,

原始的青藏高原才大面积地被抬升到现在的高度。喜马拉雅山与青藏高原自第四纪以来已累计上升了 3500—4000 米,每年平均上升约 2 毫米。其中晚更新世以来的 15 万年中,上升了约 1500 米,年平均上升量可达 10 毫米。近年的测量表明,青藏高原的东南部仍在迅速上升,上升量达到每年 3.7—12.7 毫米。

青藏高原是我国最高的一级的地形阶梯,海拔平均为 4000—5000 米。高原上耸立着一系列近东西走向或北西走向的山脉,它们的海拔都在 5000—6000 米,许多高峰超过 7000 米。高原的北侧有昆仑山、巴颜喀拉山、唐古拉山、冈底斯山、念青唐古拉山等山脉。雄踞高原南侧的是世界上最高的山脉——喜马拉雅山,其海拔平均在 6000 米以上,珠穆朗玛峰是世界第一高峰,海拔 8848.13 米。在高原的东侧,山脉的走向纷纷转为南北或近南北走向,形成了闻名于世的横断山高山峡谷带。在高原内部的巨大山脉间,地势宽阔而平缓,湖盆星罗棋布,许多亚洲大河都从这里发源,然后切穿高原边缘的高山峻岭,往东、往南奔流。

一、阿尔金山—祁连山

阿尔金山与祁连山位于青藏高原的北缘,以当金山口分界,当金山口以西称阿尔金山,以东称祁连山。

阿尔金山全长约 500 公里,西宽东窄,介于 18—50 公里间,山顶海拔 3500—4000 米,最高峰龙苏巴勒山,海拔 6295 米。阿尔金山气候干旱,雪线海拔约 5000 米,终年积雪较少。

祁连山全长约 1000 公里,宽 200—300 公里,山峰海拔在 4000 米以上,最高峰团结峰位于疏勒南山,海拔 5827 米。祁连山的气候属于半湿润,雪线海拔 4460—5100 米,共有冰川面积 1973 平方公里。祁连山北坡的高山冰雪融水对甘肃省河西走廊的灌溉农业有一定的意义。祁连山北侧山地陡峻,相对高差约 2000 米,

而南侧山峦起伏,相对高差仅 500—1000 米,祁连山西段的党河南山地貌的垂直变化是干燥剥蚀山区的典型。祁连山东段山区有古冰川遗迹、河流的侵蚀阶地和冲积小块平原及山间盆地。祁连山东端是我国青藏高原、黄土高原和干旱地区三大地理单元的交汇点。祁连山有林带的分布。黄河及湟水河谷,气候相对湿润温暖,是青海省最重要的农业区。

二、昆仑山

昆仑山西起帕米尔高原,东至四川省的西北部,长约 2500 公里,西昆仑山宽 150 公里,平均海拔约 6000 米。它的北侧相对高出塔里木盆地 4000—5000 米,南侧是一系列的山前洼地、湖盆和宽谷,以及海拔约 5000 米的藏北高原。整个昆仑山脉有冰川面积 12538 平方公里,约占青藏高原冰川总面积的 24.7%。其中汉克里雅山口至甜水海一段的冰川面积就达 3000 平方公里以上,是昆仑山系最大的冰川群,著名的玉龙冰川长 25 公里。西昆仑山的高山冰雪融水是塔里木盆地南缘河流的重要补给来源。

东昆仑山在北纬 32° — 36° 、东经 87° — 102° 的区间内共分为 3 支。

(1)南支为可可西里山—巴颜喀拉山。可可西里山平均海拔 5600 米,最高峰木孜塔格峰 7723 米,附近有冰川发育,最大冰川面积达 1000 平方公里,冰舌上发育有冰塔林。可可西里山区跨越青藏两省区,为青藏高原最北面的湖群区,也是长江上游通天河的支流楚玛尔河的发源地。

巴颜喀拉山平均海拔 5000 米左右,最高峰 5267 米,山脊终年积雪,有少量冰川分布。北坡平缓,南坡深切多峡谷,是长江与黄河的分水岭,在河源区有水网沼泽湖群分布。

(2)中支为阿尔格山—博卡雷克塔格—布尔汉布达山—阿尼

玛卿山(也称积石山),全长 1300 公里,平均海拔 5000 米以上。阿尔格山最高峰布喀达坂峰海拔 6860 米,阿尼玛卿山最高峰玛卿岗日峰 6282 米,都有冰川积雪分布。东支地势自西向东逐渐降低,其中博卡雷克塔格—布尔汉布达山段,发源青海柴达木盆地绿洲的水源,盆地自西向东的楚拉克阿拉干河、格尔木河、诺木洪河这些柴达木盆地最重要的河流都发源于此。这一段昆仑山支脉与格尔木市的最近距离仅 20 公里,但高度相差 2800 米左右。在昆仑山东段的阿尼玛卿山四周,则完全是一派高山峡谷的环境。白色的高峰周围分布着 17 座独立的山峰,32 条大河和无数的溪沟。这里能够看到明显的植物垂直带的分布,还栖息着许多野生动物。

(3)北支为祁漫塔格山。它位于阿尔金山、阿尔格山之间,呈西北—东南向横在新疆的东南隅和青海柴达木盆地之间,海拔 4000 米以上的山体长约 360 公里,宽 15—75 公里,平均海拔 4500 米。气候干燥,降水稀少,高山几乎没有积雪覆盖,山体的中部有宽谷,一些不大的河流从山上流向戈壁,迅速潜入地下。

三、喀喇昆仑山—唐古拉山

喀喇昆仑山主体在新疆与克什米尔的交界线上,山体比较完整,降水充沛,是全国冰川分布的中心之一,冰川作用十分发育。在我国境内的冰川面积约有 6295 平方公里,山体中高峰林立,在海拔 8000 米以上的高峰就有 4 座,其中乔戈里峰海拔 8611 米,是世界第二高峰。青藏高原上的喀喇昆仑山主要是主体山脉的东延部分,长约 500 公里,平均海拔 6000 米以上,冰川不太发育。从东经 82° 左右再向东延伸,则山体变得零散,海拔高度下降,不像一座高山了。

唐古拉山长约 6000 公里,山体最宽处在 150 公里以上,平均海拔 5500 米,其中海拔在 6000 米以上的山峰就有 10 余座,在长

江源头就有 6 座。最高峰格拉丹冬雪山,海拔 6621 米,其附近有冰川 40 余条,面积 600 多平方公里,是长江的源头。唐古拉山脉也是长江与怒江上游的分水岭。

四、冈底斯山—念青唐古拉山

冈底斯山—念青唐古拉山系西起狮泉河,东抵横断山脉的伯舒拉岭,是绵延连续的东西向的弧形山系,全长约 1600 公里,宽 40—200 公里,平均海拔 5800—6000 米。这个山系的地势,中间稍低,南翼陡峭,北翼平缓,它是藏北与藏东南的界山,也是西藏地区内、外流水系的主要分水岭。

冈底斯山脉从东经 80° 向东南方向延伸至 85° 附近,然后转为东西走向,直到东经 90° ,全长约 1100 公里,平均海拔 5800 米,冰川总面积约 2188 平方公里。在东经 85° 以西的冈底斯山两侧气候干燥,植被覆盖率很低,只是在湍急河流的岸边河滩地有小块牧草分布。东经 85° 以东的冈底斯山北麓地势起伏不大,成为内流湖群区。湖区的南面是雅鲁藏布江较宽的河谷,气候逐渐湿润,是高原主要的农牧区之一。在拉孜—日喀则一带,海拔 4000 米以下为麦类的集中产区,每亩产量可高达 500 斤,是我国麦类种植高度最高的地区。

念青唐古拉山全长约 600 公里,平均海拔 5000 米,西段高大雄伟,东段山体较低,但山体陡峻,阻挡了沿雅鲁藏布江河谷北上的暖湿气流,所以在山区形成了巨大的冰川群,整个山系冰川面积达 5898 平方公里,占青藏高原冰川总面积的 11.7%,其东段是我国海洋性冰川发育最典型的区域,仅易贡湖北岸的勒曲藏布就有海洋性冰川面积超过 800 平方公里,其中最大的卡钦冰川长达 35 公里,总面积 172 平方公里,是青藏地区最大的冰川。波密南山的阿扎冰川长度近 20 公里,冰舌末端的海拔高度约为 2400 米,已经

达到当地茶叶种植的上限,是青藏高原下伸至海拔最低的一条冰川,从河谷至山地的植被垂直带分布非常显著和规律,其中有森林分布,是青藏高原重要的林区,也是雅鲁藏布江流域中段农作物种植面积最大、总产量最多的地区。

五、喜马拉雅山

喜马拉雅山全长 2400 公里左右,宽约 200—300 公里,是青藏高原上最南缘最雄伟的一条东西走向的弧形山系。其主体部分位于我国与尼泊尔、印度等国的国界线上。喜马拉雅山一般可分为三段:东段指南迦巴瓦峰至绰莫拉利峰之间,中段为绰莫拉利峰向西至纳木那尼峰,西段是纳木那尼峰至喀喇昆仑山的东端。中段的喜马拉雅山高峰林立,海拔在 7000 米以上的山峰就有 40 余座,海拔超过 8000 米以上的超高峰有 9 座,其中 4 座位于我国的边境。世界最高峰珠穆朗玛峰,海拔 8884.13 米,位于中尼的国界线上。整个喜马拉雅山脉冰川在我国境内的面积达 11055 平方公里,占青藏高原冰川总面积的 21.8%。

喜马拉雅山的南部地势非常陡峻,从山岭到恒河平原以大约 6000 米的急剧落差形成异常雄伟的景观。由于雨量充沛,流水侵蚀力量极强,河流形成许多深切的峡谷或障谷。而下切力量较弱的小河谷大多被发育成悬在半空的悬谷,落差可达几十米,形成壮观的瀑布或跌水。喜马拉雅山北坡的地形比较平缓,与高原湖盆的相对高差仅 1500 米左右,而且这里降水稀少,河流的切蚀能力弱,形成了河谷地形宽坦,堆积地貌发育的地方。

喜马拉雅山脉被源出于北坡的河流切割开,造成深邃的大峡谷,其中最著名的雅鲁藏布江大拐弯峡谷,经过实地研究,现已确认为世界第一大峡谷。另外,还有在印度河上游的朗钦藏布(象泉河)、森格藏布(狮泉河)的大峡谷等的也很有名。喜马拉雅山脉还

有许多水流切割成的深谷,虽然没有贯通山系的南北两侧,但如亚东的康布曲、樟木的波曲河、吉隆的吉隆藏布等都是深入山体几十公里的恒河上游的支流,这些深谷与两岸的高大山体相对高差达4000米以上,成了河水南流、水汽北上的“通道”。这些“通道”在国境线附近的海拔下降至2000米左右,使得喜马拉雅山南坡的暖湿气流沿山隙深谷向山区伸进几十公里,犹同“湿舌”。这些深谷的气候温暖湿润,森林繁茂,完全是亚热带的景观。

总之,青藏高原多山地。第一,许多的山体发育了冰川,特别是我国独特的大面积的海洋性冰川,使得高山冰雪融水成为河川径流的主要补给来源之一。第二,喜马拉雅山的暖湿气流的通道,形成了强大的河川径流,使雅鲁藏布江成为我国水量仅次于长江、珠江和黑龙江的第四大河。

第二节 气候

青藏高原的气候非常独特,这对高原的水资源有很大的影响。18世纪俄国学者伏耶依柯夫曾经有一句名言:河流是气候的产物,现在看来,这句话应该修正为“河流是气候与其他自然地理要素相互作用及人类活动的产物”。尽管如此,气候因素对水资源的形成仍然起着重要的作用。在讨论气候情况前,让我们先回顾一下青藏高原气候的变迁。

一、青藏高原气候变迁

研究表明,当青藏高原还未形成时,青藏地区的冬季并不寒冷,而夏季干热,当高原隆升到海拔约1000米时,气候变得比较温暖湿润。

对青藏高原第四纪(距今约 350 万年)的气候研究表明,四次冰期及三次间冰期期间的气候变化大致是,冰期气温比现今低 4—6℃,三个间冰期气温高于现今 2—10℃,而降水比现代多,年降水量最多可达 1000 毫米左右。

从树木年轮方法研究的结果表明,从公元初期以来近 2000 年的青藏高原气候变化趋势,大体上与我国东部地区一致。根据拉萨站的资料,最近 20 多年来气温有所上升,气候呈明显的变暖趋势。同样,自 19 世纪末至 20 世纪初,一般年降水量在 1000 毫米以上,个别年份可达 1500 毫米,但本世纪 40 年代后期至 50 年代初平均年降水量只有 700 毫米,变旱的趋势是明显的。

这种变暖变旱的趋势在冰川和湖泊得到了反映。青藏高原山区的冰川遗迹表明,历史上冰川曾经发生过多大的消和长。但是最近几十年,无论是珠穆朗玛峰的绒布寺冰川、祁连山区的冰川,消融都大于积累,退缩非常明显。这种现象不仅在青藏高原,包括天山山地和整个中亚的冰川都处于明显的退缩状态,这一点正说明了气候在变为干暖。

湖泊的情况也大致类似。青藏高原多数湖泊呈退缩现象,水位下降,湖面积缩小,湖水矿化增高,有的从过去常年有水,现在变成季节性湖泊,有些内流湖正在逐渐干涸。内流湖的兴衰,表明了气候的变化,因为它们主要依靠雨水和融水的补给。

研究表明,中更新世以来,高原上有过 8—10 次较重的干旱过程,使多数湖泊出现 8—10 次大退缩。青藏高原的湖泊第四纪时远比今日大,有的比目前水面大几倍。青海湖是我国最大的湖泊,面积 4458 平方公里,湖面高程 3195 米。目前的青海湖与 1 万多年前相比,湖水在东西方向上至少退缩 20 公里以上,水位区下降急剧,整个湖水面积减少三分之一。现今,总的变化趋势依然是湖水持续退缩。西藏的羊卓雍湖从 1980 年起水位连续下降,不到