

CHAIDAMU JIESHUIXING YANHU ZIYUAN
KAIFA YU SHENGTAI BAOHU JISHU



柴达木节水型盐湖资源 开发与生态保护技术

贾绍凤 吕爱锋 等著



黄河水利出版社

柴达木节水型盐湖资源开发与 生态保护技术

贾绍凤 吕爱锋 等著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书针对柴达木循环经济试验区面临的水资源短缺和生态环境脆弱的困境,围绕柴达木节水型盐湖资源开发和生态保护技术开展了理论研究与技术研发。主要内容是对课题成果的凝练与提升,旨在作为国务院批准建设的国家级柴达木循环经济试验区工程的重要支撑技术,能够为柴达木循环经济试验区水资源保障、生态的保护、循环经济的发展、节水型社会的建设提供重要技术支持和决策依据。

本书可作为水利、生态、资源等相关学科人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

柴达木节水型盐湖资源开发与生态保护技术/贾绍凤等
著. —郑州:黄河水利出版社,2017. 12
ISBN 978 - 7 - 5509 - 1918 - 1

I. ①柴… II. ①贾… III. ①柴达木盆地 - 盐湖 - 资源
开发 - 研究 IV. ①P941.78

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 311132 号

组稿编辑:李洪良 电话:0371 - 66026352 E-mail:hongliang0013@163.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:虎彩印艺股份有限公司

开本:890 mm × 1 240 mm 1/16

印张:16.5

字数:381 千字

印数:1—1 000

版次:2017 年 12 月第 1 版

印次:2017 年 12 月第 1 次印刷

定价:80.00 元

前 言

柴达木循环经济试验区是2005年10月国务院批准的13个国家级循环经济产业园区之一,由此拉开了柴达木循环经济区建设的序幕。2006年3月,全国人民代表大会第十届四次会议批准把青海柴达木循环经济试验区列为国家推进的重点循环经济产业试验园区;2009年4月10日,国家科技部正式批准青海海西蒙古族藏族自治州为国家可持续发展试验区。2010年3月15日,国务院正式批复《青海省柴达木循环经济试验区总体规划》。这意味着享有“聚宝盆”之称的柴达木盆地的资源开发上升为了国家战略,同时意味着我国面积最大的循环经济试验区进入了加快转变经济发展方式的新阶段。柴达木循环经济试验区的发展,不仅是青海省经济振兴的希望所在,同时具有全国性的战略意义。

柴达木盆地是国家西部大开发特色优势产业基地、青海省经济社会发展最具活力的区域及维护青藏高原生态屏障的有效组成部分,承担着支撑青海省经济社会发展、支援西藏建设的重任。柴达木盆地占我国总产量95%以上的钾肥是影响我国粮食安全的非常重要的国家战略物资,保障当地钾肥的生产具有全国性的战略意义。但仍存在诸多不利因素制约着柴达木循环经济试验区的发展。柴达木盆地属高原大陆性气候,以低温、干旱、少雨、风大为主要特点,使得该区水资源短缺、生态系统脆弱,生态环境的敏感性和不稳定性等问题突出,严重制约了该区社会—生态—经济的协调发展。

水资源是该区经济发展的主要制约因素之一。柴达木盆地属干旱地区,特殊的自然条件决定了水资源严重短缺,而柴达木盆地的工业项目大多数属高耗水工业,加之水资源区域分布与工农业生产布局不相匹配的矛盾,加剧了水资源的短缺。试验区建设几年以来,已经遇到了严重的水资源短缺问题。例如,青海盐湖集团百万吨钾肥项目由于淡水补给不足,采卤区采补严重失衡,已经形成5 000多 km^2 的降落漏斗;国家重点开发项目东西台吉奈尔湖锂资源的开发面临淡水资源不足;工业用水挤占农业用水问题已经显露。将来更大规模的经济开发带来的水资源供需矛盾将会进一步加剧,而由此可能带来的农业用水和生态用水被挤占的风险也会随之增大。如何提高该区水资源的供给量,保障钾肥生产已经迫在眉睫。

绿洲防护林退化、荒漠化日趋扩大是制约柴达木经济发展的另一大因素。柴达木盆地的荒漠大部分是地质时期干旱和半干旱气候条件自然形成的。随着柴达木盆地的不断开发,人类活动的加剧,过度放牧、樵采、开垦等不合理的利用土地,荒漠化日趋扩大。盆地沙漠化大致经历了三个阶段的人为因素的影响,20世纪五六十年代大规模开荒,六七十年代挖草皮建草库仑,80年代大量开采沙金,使土地荒漠化逐步加强。柴达木盆地的海西蒙古族藏族自治州,1950年耕地只有969.8 hm^2 ,1954~1960年开荒7.5万 hm^2 ,1964~1974年开荒1.2万 hm^2 ,20年间共计开荒8.7万 hm^2 ,到1977年实际种植仅4.4万 hm^2 ,弃耕4.9万 hm^2 。进入80年代,弃耕地得到一定程度的复耕,但因缺乏管理,往往都采取掠夺性经营,时耕时弃,土壤风蚀大大加剧。1966~1989年,柴达木盆地草场植被

不同程度地遭受破坏,面积达 120.5 万 hm^2 。随着柴达木循环经济试验区建设的逐渐深入,人口迅速增加,人对自然环境的作用更加明显,高强度利用土地资源,给本来就脆弱的沙区生态系统的冲击和压力越来越大。在柴达木地区,严酷的自然条件和严重的风沙与水土流失所形成的恶劣生态环境,使得这一地区开展的林业生态工程建设和生态恢复工作面临极大挑战。开展因地制宜的高寒内陆盆地节水型绿洲防护林建设关键技术的攻关,开发柴达木盆地沙漠化防治技术集成与示范是柴达木盆地生态环境保护与恢复的当务之急。

针对柴达木循环经济试验区面临的水资源短缺和生态环境脆弱的困境,在国家科技支撑计划课题“盐湖矿区生态保护与水资源高效利用技术集成与示范”(2012BAC09B05)的支持下,由中国科学院地理科学与资源研究所牵头,联合江苏艾特克环境工程设计研究院有限公司、青海大学、青海省水利水电科学研究所、青海中航资源有限公司、北京林业大学、青海省水文水资源勘测局、青海省气象科学研究所等七家单位,围绕柴达木节水型盐湖资源开发和生态保护技术开展了理论与技术研发。本书的主要内容是对课题成果的凝练与提升,旨在为国务院批准建设的国家级柴达木循环经济试验区工程提供重要支撑技术,能够为柴达木循环经济区水资源保障、生态的保护、循环经济的发展、节水型社会的建设提供重要的技术支持和决策依据。

本书撰写人员及撰写分工如下:前言由贾绍凤撰写;第1章由吕爱锋、贾绍凤、李其江撰写;第2章由贾绍凤、吕爱锋、韩雁、李其江、肖宏斌撰写;第3章由王晓等撰写;第4章由王晓、娄华君、张金旭撰写;第5章由徐岗、李润杰、贺康宁撰写;第6章由李润杰、张金旭撰写。本书由贾绍凤、吕爱锋负责大纲的制定和统稿。感谢各位撰稿人的积极配合和辛勤劳动。

作 者

2017 年 3 月

目 录

前 言

第1章 柴达木盆地概况	(1)
1.1 自然概况	(1)
1.2 柴达木水资源状况	(4)
1.3 柴达木盆地生态	(6)
1.4 柴达木盆地盐湖资源	(7)
1.5 社会经济概况	(8)
参考文献	(10)
第2章 柴达木洪水资源评价与水资源配置	(11)
2.1 洪水资源评价与预报	(11)
2.2 基于水权的水资源配置理论	(41)
2.3 水资源综合配置技术	(50)
参考文献	(61)
第3章 洪水补充卤水钾盐浓度控制技术研发	(62)
3.1 试验材料成分、结构和分析方法	(63)
3.2 马海盐矿中各离子的溶解规律研究	(65)
3.3 正交试验法确定低品位钾矿溶解的最佳条件	(69)
3.4 盐矿中 K^+ 、 Na^+ 的溶解动力学研究	(72)
3.5 三维稳态渗流有限元数值模型的建立	(75)
3.6 渗透系数和孔隙率的测定	(79)
3.7 驱动溶解试验	(83)
第4章 利用洪水补充盐湖卤水技术示范	(98)
4.1 示范区建设技术路线	(98)
4.2 马海盐田示范点试验	(119)
第5章 抗旱抗寒抗盐植生品种选育与机能复合材料	(125)
5.1 抗旱抗寒抗盐植生品种选育	(125)
5.2 荒漠化防治机能复合材料研发	(200)
参考文献	(241)
第6章 基于新型多功能材料和微灌技术的沙害防治技术示范	(250)
6.1 示范区概况	(250)
6.2 示范区建设与评价	(251)

第 1 章 柴达木盆地概况

1.1 自然概况

1.1.1 位置与行政区划

柴达木盆地(简图见图 1-1)为我国四大盆地之一,是青藏高原北部边缘一个巨大的山间盆地,位于北纬 35°00′~39°20′、东经 90°16′~99°16′。从自然界限来说,柴达木盆地为一封闭的内陆盆地,西北、东北和南面分别被阿尔金山、祁连山和昆仑山所环绕。以山脊分水岭为界,柴达木盆地流域总面积 27.50 万 km²,其中四周山区面积 15.08 万 km²,底部盆地平原面积 12.42 万 km²。本次以 SRTM 90 m 数字高程数据为基础,Landsat 卫星影像校对,对流域分区边界进行了重新划分,采用兰伯特等角圆锥投影坐标系统,北纬 34°、38°作为双标准纬线,31.2°作为原点纬度,量算得柴达木流域总面积为 27.623 3 万 km²。其中,四周山区面积为 14.570 1 万 km²,底部盆地平原面积为 13.053 1 万 km²。

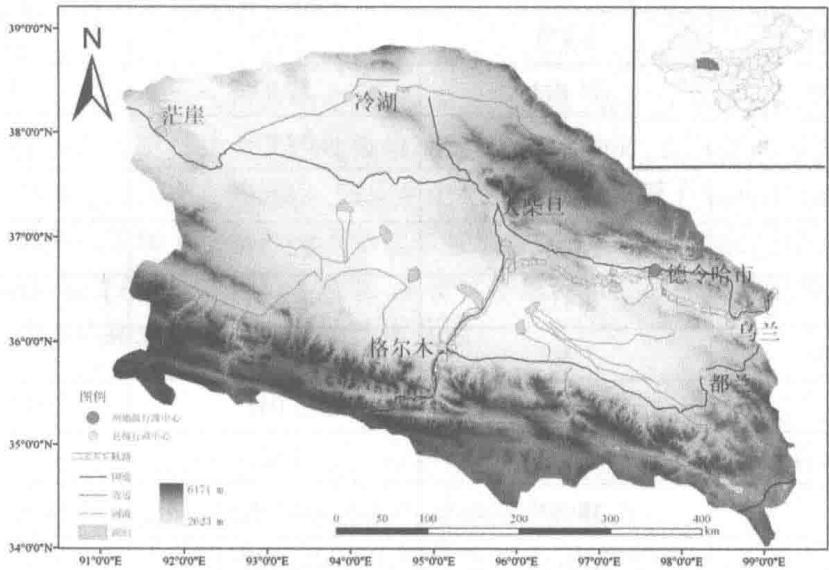


图 1-1 柴达木盆地简图

按 2001 年国务院批复的甘肃、青海、新疆边界量算,柴达木盆地青海省管辖面积 23.891 0 万 km²,盆地西部 1.841 4 万 km²归新疆维吾尔自治区管辖,盆地北部 1.890 9 万 km²归甘肃省管辖。青海所属部分,除南部有少部分分别归青海省果洛藏族自治州(简称果洛州)玛多县(5 047 km²)和玉树藏族自治州(简称玉树州)治多县(5 415 km²)、曲玛莱县(7 381 km²)管辖外,属青海省海西蒙古族藏族自治州(简称海西州,首府驻德令哈市)

管辖的面积为 221 067 km²。

青海省海西蒙古族藏族自治州北部与甘肃省酒泉市相连,东部与本省海南藏族自治州相接,南部与本省果洛藏族自治州及玉树州分界,西部与新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州接壤,下辖格尔木市(不包括唐古拉山乡)、德令哈市(不包括哈拉湖流域)、都兰县、乌兰县(不包括茶卡盆地)、茫崖、冷湖、大柴旦三行委以及天峻县。天峻县大部分属青海湖流域,仅生格乡小部分属柴达木盆地。柴达木盆地行政区划基本情况见表 1-1。

表 1-1 柴达木盆地行政区划基本情况

区域	土地面积(km ²)		
	小计	山区	平原
柴达木盆地	276 232	145 701	130 531
其中:			
青海省	238 909	123 742	115 167
海西州	221 067	105 899	115 167
茫崖行委	32 044	8 394	23 650
冷湖行委	17 743	1 198	16 545
大柴旦行委	20 913	6 727	14 186
德令哈市	23 096	17 673	5 423
乌兰县	9 979	4 245	5 734
格尔木市	71 013	38 875	32 138
都兰县	45 364	27 873	17 491
天峻县	915	914	
玉树州	12 796	12 796	
治多县	5 415	5 415	
曲玛莱县	7 381	7 381	
果洛州	5 047	5 047	
玛多县	5 047	5 047	
甘肃	18 909	10 232	8 677
新疆	18 414	11 727	6 687

1.1.2 地形地貌

柴达木盆地作为祁昆褶皱的一部分,是封闭的中新生代断陷盆地。断陷始于侏罗纪,经过多次的构造运动和断裂运动先形成盆地雏形,后来又经过多次的变迁逐步形成了现在的盆地格局和自然景观。

从地形上看,柴达木盆地地势高峻,具有明显的四周高、中间低的特点。昆仑山、祁连

山和阿尔金山耸立在柴达木盆地四周,平均海拔均在4 000 m以上,盆地最高点位于东昆仑山布喀茫乃峰(又称布喀达坂峰),海拔6 860 m;盆地内部海拔在2 676~3 200 m,最低点位于盆地中部的达布逊湖南缘。从地貌上看,柴达木盆地地貌复杂多样,从盆地四周边缘到盆地中心依次为高山、戈壁、固定半固定沙丘和风蚀丘陵、细土平原带、沼泽、盐沼、湖泊等地貌类型。盆地四周为极高山、高山及山原切割谷地,中间为宽阔的盆地。盆地中又发育有次一级的小盆地,主要有尕斯湖盆地、马海盆地、苏干湖盆地、大小柴旦盆地、德令哈盆地、蓄集盆地、希里沟盆地、察汗乌苏盆地等。在高山和盆地的过渡带上为中山丘陵。各地貌类型具有明显的垂直分布规律。在极高山和高山带,以冰川和边缘作用及冻胀和冻融作用为主,发育冰川冻土地貌;海拔在4 000 m以下的中山丘陵带,受盆地干燥气候影响,干燥作用十分强烈,发育为剥蚀山地貌;在高原面以下流水作用明显,发育为河流谷地等侵蚀地貌和洪积扇、洪积平原等流水堆积地貌;在柴达木盆地各湖泊周围,广泛发育有湖泊沉积地貌;柴达木盆地西部还存在着广泛的风蚀风积地貌;另外喀斯特地貌、黄土地貌及与海岸地貌相似的湖岸地貌亦有分布。

1.1.3 土壤特征

根据国家土地分类的原则、规定及分类依据,将柴达木盆地土壤划分为15个土类。其中,分布于山区的主要有灰褐土、石质土、粗骨土、山地草甸土、高山草甸土、高山草原土、高山漠土和高山寒漠土。

棕钙土分布于柴达木盆地东部即脱土山—怀头他拉一线以东的山间盆地洪积扇河流两岸阶地。灰棕漠土分布于柴达木盆地西部,在怀头他拉—脱土山一线以西的山前洪积扇、山前坡积裙、风蚀残丘和洪积扇中上部,直至盆地西缘,海拔3 600 m以下的广大地区均有分布。新积土分布于柴达木盆地那棱格勒河、巴音郭勒河、香日德河等河流的下游或出山口地段河漫滩。风沙土在祁连山、阿尔金山、柴达木盆地、昆仑山均有分布,以柴达木盆地分布最为集中。草甸土主要分布于柴达木盆地各河沿岸低洼地段、河漫滩、泉水溢出地段及湖滨洼地、低平积水地等,呈斑块状、条带状零星分布。沼泽土是隐域性水成土壤,高山盆地均有分布。盐土广泛分布于柴达木盆地。

1.1.4 气候特征

柴达木盆地具有典型高寒干燥大陆性气候特点,由于地域辽阔、地形复杂,盆地又可分为干旱荒漠区和高寒山区,两个气候区的气候特征差异很大。

柴达木盆地中心为干旱荒漠区,由于地处大陆腹地,海拔较低,四周高山环绕,西南暖湿气流难以进入,所以降水稀少,气候干燥,相对湿度低,水汽含量少,大气透明度好,日照时间长,太阳辐射强,气温较高,无霜期较短。盆地四周为高寒山地,该区地势高峻、气候寒冷,海拔为3 500~6 860 m,年均气温在0℃以下的时间长达6个月以上。因海拔较高,空气干洁稀薄,日照时间较长,太阳辐射较强。

就整个盆地而言,降水稀少,属于旱带。从空间分布上降水量自东南向西北递减,东南部降水多在100~300 mm,西北部降水量仅25 mm左右,山地多于平原。受地形和纬度的影响,盆地气温中间高、四周低,南部高、北部低。气温最低的1月,盆地内最低气温为

-16.1 ~ -9.8 ℃,山区为 -17.2 ~ -14.7 ℃;最高的7月,平均盆地内为13.5 ~ 19.2 ℃,山区为5.6 ~ 10.4 ℃。盆地日照时间长,太阳辐射强,年日照时数普遍在3 100 h以上。盆地全年8级以上大风有18 ~ 137 d,平均风速一般为3 ~ 4 m/s。

1.2 柴达木水资源状况

1.2.1 河流水系

受地理位置、地形、降水的影响,盆地河流具有数目多而分散、流程短而水量小的特点。四周山区降水量大,高山终年积雪,冰川广布,河流均源于此,流向盆地中部。在山区,河网密度大,支流多且长,干支流呈格子状水系。河流出山口后,水量一般逐渐减少或变为季节性河段或中途消失。因地势平坦,水流之间汇入、分出,甚至跨水系汇入、分出,很难确定主河槽,河道多呈扇状或辫状分流。

柴达木盆地受新构造运动的影响,被分割成多个次一级盆地,进而形成多个辐合向心水系。盆地内大的水系包括尕斯库勒湖水系、苏干湖水系、马海湖水系、大柴旦湖水系、小柴旦湖水系、库尔雷克湖水系、都兰湖水系、台吉乃尔湖水系、达布逊湖水系、霍鲁逊水系等。

河网在地区分布上很不均匀,多雨的东南部和东北部水系发育,河网较密集、径流相对丰沛;干旱少雨的西北部,则河流稀疏;中部为大面积的无径流区。

柴达木盆地年径流超过1.0 亿 m³的河流有8条,分别为那棱格勒河、格尔木河、香日德河、大哈尔腾河、巴音郭勒河、诺木洪河、察汗乌苏河、塔塔棱河等(其主要水文特征见表1-2)。另外,从新疆流入柴达木盆地的斯巴利克河和阿达滩河,其年径流均超过1.0 亿 m³,在流入盆地前均已潜入地下,在盆地内溢出,形成泉集河。

表 1-2 柴达木盆地主要河流水文特征

河名	站名	集水面积 (km ²)	河长 (km)	天然径流量 (亿 m ³)	年径流深 (mm)	年径 流系数
那棱格勒河	那棱格勒	21 898	396	10.34	47.2	0.26
格尔木河	格尔木	18 648	323	7.75	41.5	0.20
香日德河	香日德	12 339	231	4.63	37.5	0.33
大哈尔腾河	花海子	5 967	340	2.68	44.9	0.29
巴音郭勒河	德令哈	7 281	200	3.34	45.8	0.19
诺木洪河	诺木洪	3 773	123	1.56	41.3	0.17
察汗乌苏河	察汗乌苏	4 437	152	1.60	36.0	0.50
塔塔棱河	小柴旦	4 771	180	1.20	25.2	0.30

据在河流年径流总量中各项补给所占比例不同,将河流按主要补给来源划分为地下

水补给型,冰雪融水和地下水补给型,降水和冰雪融水补给型,降水和地下水补给型及冰雪融水、降水和地下水补给(混合)型五种类型。

(1)地下水补给型:柴达木盆地的主要河流多数属地下水补给类型,河水以地下水补给量为主,占年径流总量的50%以上,主要有铁木里克河、都兰河等,另外巴音郭勒河下游河段亦属此类。其特点是补给来源稳定,河水流量年内及年际变化相对较小。

(2)冰雪融水和地下水补给型:其冰雪融水补给量占年径流总量的40%左右,主要有沙柳河和察汗乌苏河。冰雪融水对河流的补给量主要与河流流域积雪面积、体积有关,还受气温及融化水至河流之间下垫面水文地质条件的影响,一般在3月中旬随气温回升积雪开始融化,4月融水量较大,之后随积雪的减少,河水补给源转化为以地下水为主,10月后全由地下水补给,流量逐渐趋于稳定。

(3)降水和冰雪融水补给型:河流主要依赖于流域内的降水和冰雪融水直接补给,占年径流总量的90%以上,以塔塔棱河最为典型。其特点是河流量年内年际变化主要受降水和冰雪融水的控制,河水流量年内及年际变化大而明显,与降水量和冰雪融水量呈同步变化,动态极不稳定。

(4)降水和地下水补给型:巴音郭勒河、诺木洪河、托索河、香日德河、奈金河等河流主要受降水和地下水补给,其特点是河水流量的年内变化主要受降水的影响,枯水期河流皆靠地下水补给,河流量稳定,汛期(6~10月)河水由降水和地下水同时补给,河水流量猛增,径流量年内分配与降水过程相吻合,汛期径流量占全年径流总量的50%以上。

(5)冰雪融水、降水和地下水补给(混合)型:鱼卡河、格尔木河、那陵格勒河、大哈勒腾河和小哈勒腾河等河水由冰雪融水和地下水混合补给。其特点是河流量年内年际变化既有地下水补给型河流变化相对较小的特点,又有冰雪融水补给型河流3月有春汛的特点,还有降水补给型河流6~10月汛期流量较大的特点。冰雪融水对河流的补给量主要与流域的冰川和积雪面积及体积有关,还受气温及融化水距河流之间的下垫面水文地质条件影响,以土尔根达坂山、柴达木山之间的河流为例,估算冰川冰融水对河流的补给量,以大哈勒腾河为最大,小哈勒腾河最小。

1.2.2 水资源概况

作为封闭内陆水系且受地形、降水的影响,柴达木盆地的河流具有数目多而分散、流程短而量小的特点。盆地内共有大小河流70余条,年平均流量大于 $0.5\text{ m}^3/\text{s}$ 的河流有37条,主要有那陵格勒河、格尔木河、香日德河、察汗乌苏河、巴音郭勒河等。大于 1 km^2 的各类湖泊有42个,总湖泊面积 $1\,967.7\text{ km}^2$,湖水总储量107亿 m^3 ,其中淡水90亿 m^3 ,主要湖泊有可鲁克湖、托索湖、阿拉克湖、哈拉湖等。

柴达木盆地年均地表径流总量44.10亿 m^3 (1956~2000年),其中丰水年($P=20\%$)为52.49亿 m^3 ,平水年($P=50\%$)为43.78亿 m^3 ,枯水年($P=75\%$)为37.54亿 m^3 ,特枯年($P=95\%$)为29.66亿 m^3 。盆地的地下水可分为山区基岩地下水,平原区松散岩类孔隙水和第三纪油田水。地下水总量为38.97亿 $\text{m}^3/\text{年}$,山丘区地下水资源量为33.34亿 $\text{m}^3/\text{年}$,平原区地下水资源量为37.16亿 $\text{m}^3/\text{年}$,二者重复量为31.53亿 $\text{m}^3/\text{年}$ 。

盆地内自产水资源为51.96亿 m^3 ,加上新疆入境水量2.87亿 m^3 ,盆地内水资源总量

为 54.83 亿 m^3 。据预测,柴达木盆地最大可用水量 39.73 亿 m^3 ,其中地表水最大可用量 23.86 亿 m^3 ,地下水 15.87 亿 m^3 。

1.2.3 水资源开发利用现状

经过 60 多年的建设,柴达木盆地水利工程得到了很大发展,形成了以调蓄水库为龙头、渠系配套为框架的农灌供水系统;机井和输水管道、蓄水池相结合的农牧区人畜饮水供水系统;以地下水为主的城镇自来水及工矿企业供水系统的多元供水模式。根据水利普查统计,截至 2011 年,柴达木盆地共建水库 22 座,总库容 3.76 亿 m^3 ,兴利库容 2.22 亿 m^3 ,其中的大中型水库有 3 座,为温泉水库、小干沟水库和黑石山水库。规模以上引水工程 86 处,提水工程 26 处,地下水水源地 18 处,规模以上机电井 558 眼,水电站 20 座,水闸 57 座,泵站 4 处。

2011 年水利工程实际供水量 9.11 亿 m^3 (不含卤水使用量 5.05 亿 m^3),占盆地多年平均水资源总量的 16.6%,可见水资源利用总量并不大,大部分地区仍有潜力可挖。

1.3 柴达木盆地生态

柴达木盆地的植被分布,深受其气候特征的影响。除盆地中心地带盐壳、盐湖,盆地西北的风蚀残丘和沙漠、戈壁荒漠以及祁连山、昆仑山高山积雪、冰川和高山裸岩、碎石带寒漠等无植被外,柴达木盆地的植被可分为荒漠植被、森林植被、山地和河谷灌丛植被、草原植被、草甸植被、垫状植被、高山流石坡稀疏植被、沼泽与水生植被和栽培植被 9 个类型。荒漠植被是柴达木盆地的主要植被类型,大面积分布于察汗乌苏盆地、德令哈盆地、大小柴旦盆地、马海盆地、阿尔金山东南和昆仑山北坡的戈壁砾石带内,其生存环境严酷,雨少、风大、沙多、土瘠、盐碱、蒸发强烈。天然森林植被在柴达木盆地的发育很受限制,主要是以针叶林的形式呈片段状分布在盆地东部边缘山地,且覆盖率很低。山地和河谷灌丛植被主要分布在高寒山地带和较大河流中下游的河谷、滩地。高山草甸化草原灌丛的植被种类较荒漠灌丛丰富,结构较复杂,覆盖度也较高。草原植被在柴达木盆地主要有高寒草原和荒漠化草原两类,前者主要分布在祁连山西段和柴达木盆地东南边缘山坡、盆地高山的浑圆平坦顶部以及昆仑山地宽谷盆区,而后者则较广泛地分布在柴达木盆地各山体的下部。草甸植被分布面积较大,主要位于祁连山(海拔 3 800 ~ 4 200 m)、昆仑山(海拔 4 000 ~ 4 500 m)、柴达木盆地和山间小盆地的低洼地及河滩湖滨溢水滩地。垫状植被一般呈块状或狭带状分布,占据着平缓的冰碛低丘、寒冻风化形成的流石坡坡麓以及平缓的山隘。高山流石坡稀疏植被是山地垂直分布及其耐寒、耐旱的稀疏植被,广泛分布于祁连山、昆仑山的高山雪线以下的流石坡雪斑和高山冰川舌下部地段。沼泽与水生植被面积较小,呈不连续状零散分布在柴达木盆地的湖泊、山麓潜水溢出带以及山地垭口和冰川下缘等地段。栽培植被面积较小,主要分布于海拔 3 200 m 以下的“荒漠绿洲”地带,对灌溉依赖性较高。

1.4 柴达木盆地盐湖资源

柴达木盆地中,星罗棋布地分布着数十个大小不等的卤水湖、半干涸盐湖和干涸盐湖,总面积约 31 800 km²,占盆地总面积的 26.5%,其中蕴藏着极其丰富的盐湖矿产资源,素有“盐的世界”之称。主要的钾镁盐矿床分布在盆地中、西部,硼矿床和锂矿床分布在盆地中部,锶矿床分布在盆地西部;盐湖矿床遍布柴达木盆地。

根据资料统计,截至 2000 年年底,青海省累计探明盐湖矿产总储量 346 420 Gt,潜在经济价值 167 433.83 亿元,占全省矿产资源潜在总价值的 97%。探明矿产储量以湖盐、镁盐、芒硝、石膏为主,四者的潜在经济价值占盐湖矿产的 94.71%,其中湖盐高达 73.08%。钾盐、硼矿、锂矿、锶矿的开发前景较好,其潜在经济价值达 5 931.72 亿元。

钾盐:已编入储量表的矿产地 30 处,保有氯化钾储量 441 050 kt(其中液体矿 419 220 kt)。主要有察尔汗、昆特依、大浪滩和马海 4 个大型矿床,其保有氯化钾储量 394 750 kt,是省内钾盐开发的主要资源基础。

镁盐:已编入储量表的矿产地 39 处(其中氯化镁 25 处,硫酸镁 14 处),保有氯化镁储量 3 109 Gt,硫酸镁储量 1 673 Gt,合计 4 782 Gt。主要有察尔汗、昆特依、大浪滩 3 个特大型矿床和马海、一里坪、西台吉乃尔湖 3 个大型矿床可供开发利用。

硼矿:已编入储量表的矿产地 14 处,保有 B₂O₃ 储量 11 511 kt。固体硼矿以大柴旦湖为主,保有 B₂O₃ 储量 4 651 kt,液体硼矿以察尔汗盐湖为主,保有 B₂O₃ 储量 4 040 kt,二者均为特大型硼矿床。此外,小柴旦湖、一里坪和西台吉乃尔湖矿床探明 B₂O₃ 储量也达到大型矿床规模。这些矿床均可供开发利用。

锂矿:已编入矿产储量表的锂矿产地 10 处,保有 LiCl 储量 13 873.9 kt。有察尔汗盐湖、东台吉乃尔湖和西台吉乃尔湖 3 个特大型矿床,一里坪 1 个大型矿床,共保有 LiCl 储量 12 357 kt,可供开发利用。

锶矿:已编入储量表的矿产地 3 处,保有 SrSO₄ 储量 15 892 kt。集中分布在大风山和尖顶山 2 个特大型矿床中,可供开发利用。

盐湖资源是青海省得天独厚的优势资源。青海盐湖资源具有三大特点:一是探明储量大,钾盐、镁盐、芒硝、锂矿和锶矿 5 种矿产居全国第一位;湖盐、硼矿和溴居全国第二位;石膏、天然碱和铷居全国第三位;碘居全国第四位。二是品位较高,如一里坪和东台吉乃尔湖的锂,卤水中 LiCl 的平均含量高达 2.2~3.12 g/L,比美国大盐湖中锂含量高出 5~8 倍,但其中含镁较高,镁、锂分离较困难;大柴旦盐湖和东台吉乃尔湖的卤水经日晒后, B₂O₃ 高度富集,其含量可达 2.5% 左右。三是类型全,资源组合好。从化学成分看,既有氯化物型,又有硫酸盐型和碳酸盐型;按矿种分有钾镁盐矿、湖盐矿、硼矿、锂矿和 84 锶矿等;按元素分有 Na、Mg、K 等主元素和 B、Li、Br、I、Rb 等伴生元素。

柴达木盆地盐湖众多,对盐湖科学研究工作而言,需要根据盐湖的自然状态,对其成因、类型、物质组成和演化等进行研究,对盐湖开发而言,则需要根据资源条件、开发

条件和区域布局来合理划分盐湖区域。盐湖资源的开发,涉及规划、招商等诸多方面,有必要按照开发要求和资源管理方式,将柴达木盆地盐湖划分为不同的区域。

(1)察尔汗钠、镁、钾、锂盐区。包括南霍鲁逊、北霍鲁逊、团结湖、协作湖、达布逊湖、新湖、大别勒湖、小别勒湖、东陵湖、涩聂湖和察尔汗干盐湖。

(2)东台吉乃尔、西台吉乃尔、一里坪锂、镁、钾盐区。包括东台吉乃尔湖、西台吉乃尔湖及东、西台吉乃尔干盐湖、一里坪干盐湖。

(3)大、小柴旦硼酸盐、锂、钾、镁盐区。包括大柴旦湖、小柴旦湖。

(4)马海钾、镁盐区。包括巴伦马海湖、德尊马海湖、马海干盐湖和牛郎织女湖。

(5)昆特依钾、镁盐区。包括钾湖、北部新盐带、大盐滩干盐湖、大熊滩干盐湖。

(6)察汗斯拉图芒硝区。包括察汗斯拉图干盐湖。

(7)大浪滩钠、钾、镁盐区。包括梁北凹地、梁南凹地、梁东凹地、梁西凹地、咸水泉凹地、盐滩凹地、黑北凹地、黄瓜梁凹地、风南凹地等干盐湖。

(8)尕斯库勒钾、镁盐区。尕斯库勒湖及其干盐滩。

(9)茶卡-柯柯钠盐区。包括茶卡、柯柯、柴凯等盆地东缘盐湖。

(10)大风山天青石锑盐区。包括大风山、尖顶山、碱山等矿床。

1.5 社会经济概况

柴达木盆地在新中国成立以前,主要是游牧区,1949年人口仅1.95万人,耕地面积只有3万亩,工业生产几乎没有。新中国成立以后,随着国营农场的建立,种植业得到发展。开垦面积在20世纪50年代末曾达到129万亩。柴达木盆地矿产资源非常丰富,从50年代开始,国家组织科研力量对盆地的资源进行勘探,并陆续开发。改革开放以来,特别是西部大开发以来,柴达木盆地的工业得到迅速发展,建成一大批具有地方特色的工业项目,形成了以石油、天然气、电力、有色金属、盐化工和煤炭开采加工为主的支柱产业,工业已成为拉动国民经济增长的主导产业。2005年国务院批准将青海省柴达木循环经济柴达木盆地列为国家第一批13个循环经济试点产业园区之一,成为柴达木经济发展新的契机。

2012年盆地常住人口45.9万人,非农业人口31.3万人,主要居住在格尔木市、德令哈市、希里沟镇、察汗乌苏镇、大柴旦镇、茫崖镇和冷湖镇等主要城镇,城镇化水平68.3%,见表1-3。

盆地内截至2012年建成了16处万亩以上灌区、7处千亩以上灌区,灌溉总面积已达72.26万亩,其中农田灌溉面积46.3万亩、林地灌溉面积20.81万亩(含城市生态绿化)、草原灌溉面积9.2万亩。

大小草食牲畜存栏139.4万头(只),猪存栏2.0万头(只)。粮食总产量9.13万t,油料总产量1.13万t,蔬菜总产量4.34万t,枸杞总产量2.64万t(见表1-3)。

表 1-3 柴达木盆地人口与农牧业状况统计

地区	常住人口 (万人)			农村灌溉面积 (万亩)				牲畜头数 (头(只))				城市生态用水 面积(万亩)	
	小计	城镇	乡村	小计	农田	林地	草地	小计	大牲畜	羊	猪	绿化 面积	水面 面积
合计	45.9	31.3	14.6	72.0	46.3	16.6	9.1	139.4	8.3	129.1	2.0	4.31	0.05
茫崖	3.4	3.4	0	0.2			0.2	3.2	0.2	3.0		0.03	
冷湖	0.5	0.5		0									
大柴旦	1.5	1.4	0.1	2.2	0.2	0.8	1.2	7.4	0.3	7.1	0	0.28	
德令哈	6.8	4.1	2.7	20.11	11.1	4.9	4.4	25.2	0.9	23.3	1.0	0.30	
乌兰	3.5	1.4	2.1	7.0	5.1	1.8	0.1	30.1	1.2	28.7	0.2	0.09	
格尔木	22.5	18.4	4.1	9.3	5.6	3.5	0.2	18.8	1.5	17.2	0.1	3.45	0.05
都兰	7.6	2.1	5.5	32.9	24.3	5.6	3.0	54.7	4.2	49.8	0.7	0.16	

柴达木盆地规模以上工业企业 2012 年达 71 家,较上年增加 11 家,主要工业产品品种已由 1978 年 12 种增加到现在的 60 余种。2012 年原油产量 205 万 t,原煤 2 096.43 万 t,钾肥(实物量)569.57 万 t,发电量 36.97 亿 kWh,原盐 253.47 万 t,天然气 63.5 亿 m³,铁矿石成品矿 217.67 万 t,铅精矿含铅量 4.23 万 t,锌精矿含锌量 5.82 万 t,原油加工量 143.13 万 t,黄金 5 233 kg。

2012 年,柴达木盆地的国内生产总值(GDP)完成 501.4 亿元。其中:第一产业增加值为 15.0 亿元,增长 30.8%,第二产业增加值为 393.3 亿元,增长 16.9%,第三产业增加值为 93.1 亿元,增长 16.6%。第一、二、三产业增加值占 GDP 的比重为 3.0:78.4:18.6。人均生产总值达到 114 871 元(人民币)。2012 年城镇居民人均可支配收入 21 252 元,农牧民人均纯收入 7 916 元(见表 1-4)。

表 1-4 2012 年柴达木盆地国内生产总值统计

(单位:亿元)

地区	总计	第一产业						第二产业			第三产业
		小计	农业	林业	牧业	渔业	农林牧渔 服务业	小计	工业	建筑业	
合计	192.6	4.1	1.5	0.2	2.2	0	0.2	152.7	137.6	15.1	35.8
茫崖	56.5	0			0			55.2	54.7	0.5	1.3
冷湖	4.8							4.4	4.0	0.4	0.4
大柴旦	15.1	0.1			0.1			13.8	13.6	0.2	1.2
德令哈	17.4	1.0	0.2	0.1	0.5	0	0.2	8.0	5.6	2.4	8.4
乌兰	3.0	0.7	0.1	0.1	0.5	0	0	1.7	1.3	0.4	0.6
格尔木	90.0	0.7	0.5	0	0.2	0	0	67.0	56.5	10.5	22.3
都兰	5.8	1.6	0.7	0	0.9		0	2.6	1.9	0.7	1.6

参 考 文 献

[1] 曹文虎,等. 卤水资源及其综合利用技术[M]. 北京:地质出版社, 2004.

[2] 刘燕华. 柴达木盆地水资源合理利用与生态保护[M]. 北京:科学出版社,2000.

第2章 柴达木洪水资源评价与水资源配置

2.1 洪水资源评价与预报

2.1.1 柴达木盆地洪水特征分析

2.1.1.1 洪水成因及特点

由于柴达木盆地降水主要集中在山区,故洪水亦主要在山区形成。洪水按成因分,可分为积雪融水型洪水和暴雨型洪水。从洪水出现的时间来划分,可分为春汛和夏汛两大类。

1. 春汛

春汛是指每年3~4月发生的洪水。洪水形成一是与冬季(10月至次年3月)积雪厚度有关,二是与温度有关,当上述两个条件均具备时,即发生春汛。柴达木盆地春汛较为明显的河流有察汗乌苏河、苏干河、鱼卡河、沙柳河、诺木洪河、哈图河、奈金河等,春汛洪水的主要特点如下:

- (1)出现时间早。通常柴达木河春汛从3月中旬开始,一直延续到5月初。
- (2)洪峰流量的大小与冬季积雪厚度和气温密切相关。如位于柴达木盆地东南部的察汗乌苏河,每年10月至次年3月降水量占全年降水量的18.2%,每到春季,遇有气温回升,便发生洪水。如1974年、1973年10月至1974年3月,降水量达42.3 mm,占当年降水量的22.8%,3月29日气温回升,便发生洪水,一直持续到5月上旬才结束,见图2-1。察汗乌苏河春汛洪水往往比夏汛洪水流量更大。

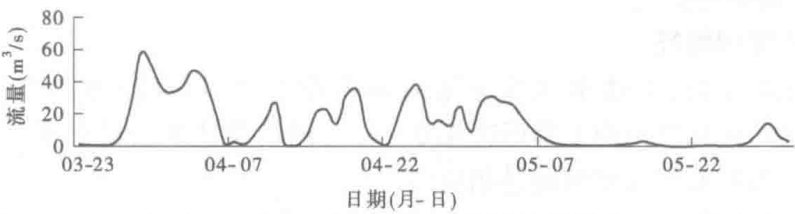


图 2-1 1974 年察汗乌苏河春汛洪水过程线

- (3)春汛洪水一般具有一日一峰,峰高量小,起涨快、退水亦快的特点。通常从峰谷到峰顶仅5 h。
- (4)洪峰具有连续性。当流域内冬季积雪量较大、春季气温时高时低时,其洪峰也时高时低,直至积雪融化完。

2. 夏汛

夏汛是柴达木盆地的主要洪水,多发生在6~8月,分融雪型洪水和暴雨型洪水。