

西藏阿里地区地下水资源的形成分布特征

简 武,许 模,康小兵

(成都理工大学环境与土木工程学院,成都 610059)

摘 要:分析了西藏阿里地区自然地理环境、水资源形成和分布及其利用状况,基于区内地下水资源形成环境条件的差异,本区地下水资源体系可分为南部河谷冲洪积层地下水系统和北部内流湖盆地地下水系统。南部河谷冲洪积层储水条件较为优越,且补给水源充分,其地下水和地表水构成了一个统一的水资源系统和完整的水生态体系;而北部内流湖盆地地区多为湖相沉积,且受气象因素制约,水资源多以固体形式存在,因而地下水资源总体贫乏。最后根据区内地下水的分布情况,对区内地下水提出了开发利用前景,提出了具体的对策和措施。

关键词:地下水;内流湖盆;河谷冲洪积层地下水;开发利用前景;阿里

中图分类号: P641.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)01-0123-03

The Forming and Distribution Characteristic of the Groundwater Resource in Ali Area of Tibet

JIAN Wu, XU Mo, KANG Xiao-Bin

(The College of Environmental and Civil Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: The physical geography environment, the forming and distributing of the water resource in Ali area of Tibet are analyzed, basing on the difference of the groundwater resource forming environment, the water circulation system can be divided into alluvium and diluvium groundwater of rivervale in south and flows-in lake basin groundwater in north. The reserves of alluvium and diluvium groundwater has better deposited condition, and the supplement of water resource is abundant; but most of flows-in lake basin area is lacustrine facies sediment, and for the weather, water resource exist mainly as solid form, and the groundwater resource is indigence. At last, according to the distributing of the groundwater, the authors put forward the foreground of the exploitation and using, and corresponding countermeasures.

Key words: groundwater; flows-in lake basin; alluvium and diluvium groundwater of rivervale; foreground of exploitation and using; Ali

1 引 言

阿里地区地处藏西北,以喜马拉雅山以北和念青唐古拉山以西的高原湖盆地带为主,地域辽阔,达 30 万 km²,平均海拔 4 500 m 以上,是世界上海拔最高的高原。由于受自然、社会、历史等因素的制约和影响,阿里地区普遍存在缺水少水问题,本文从阿里地区地下水资源的构成和影响因素入手,分析了地下水资源的形成和分布特征,提出水资源合理开发利用的对策和措施,为研究阿里地区地下水资源可再生性机理提供科学依据。

2 区域概况

2.1 地形地貌

阿里地区位于我国西南边疆,西藏自治区的西部,占据青藏高原西北隅——羌塘高原核心地带。境域地理坐标为东经 78°23′40″至 86°11′51″,北纬 27°40′40″至 35°42′55″,东西跨经度 7°48′11″,南北跨纬度 6°02′15″。地势高亢,平均海拔高度约 4 663 m,为青藏高原之冠^[1]。区内地形结构十分复杂,从南到北以纬向排列依次有喜马拉雅山、阿伊拉山、冈底斯山、昂隆日岗山、喀喇昆仑山、昆仑山等弧形山系,构成

高原骨架,它们共同向西北并归,最终收敛于被称为“群山之颠”的帕米尔高原。在各大山系和其支脉之间,分布着宽窄不一的条带状构造谷地和断陷盆地,形成了层次清晰的岭谷相间地貌格局。其总的地形趋势为由南到北高原面次第升高,各大山系的主脊线则逐渐降低。阿里北部地区主要分布为带状谷地和湖盆地,而南部多为高原山地,在山地之间发源有许多河流,如在昂隆日岗山和冈底斯山之间的狮泉河、在冈底斯山与阿伊拉山之间的狮泉河支流噶尔河。

2.2 气 象

阿里地区基本属于高原季风气候,夏季一般为青藏高原高压控制,印度洋季风可沿河谷进入,造成降水,但其影响远不及高原东部。冬春主要受西风环流影响,造成大风和强降温。在地理位置、海拔高度、太阳辐射、地形和大气环流的综合影响下,全区形成了不同气候区。总的来看阿里地区具有高寒缺氧、气压低、多雷暴、多冰雹、降水少、蒸发量大、日照时间长、大风盛行的特点。

2.3 水 文

阿里地区山高水长,河川发育,湖泊众多,如图 1 所示。流域面积大于 10 000 km² 的河流有朗钦藏布、森格藏布和措勤藏布,主要河流还包括马甲藏布和阿毛藏布。河流走向

* 收稿日期:2006-10-23

作者简介:简 武(1979-),男,硕士研究生,环境科学,研究方向:水资源与水环境。

多呈北西—南东向,与区域构造线及山脉走向一致^[2]。

阿里北部地区无较大河流,小河都是内陆水系,大多数小河流属间歇河。西部地区的高山槽谷有冈底斯山脉、喜马拉雅山脉的伸延部分,山间有狮泉河、噶尔藏布、象泉河等源头,这些属于外流水系。西南地区以冈底斯山为界,冈底斯以南以外流水系为主,有雅鲁藏布江水系和印度河水系上游的干支流。

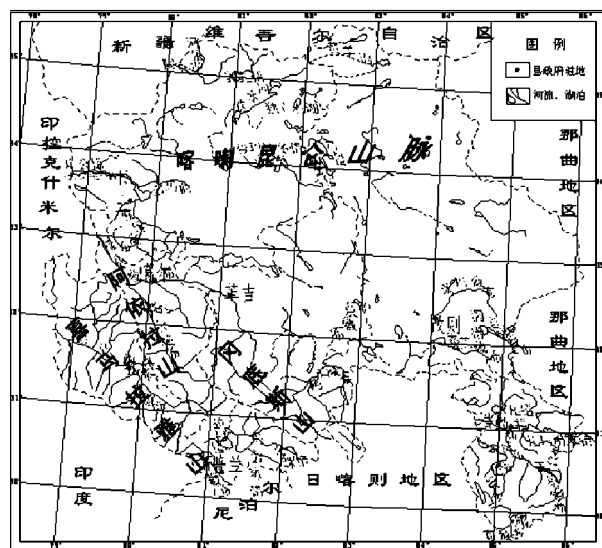


图 1 阿里地区山脉水系分布图

2.4 区域地质概况

阿里地区出露地层从震旦系至第四系均有,沉积巨厚,发育程度因地而异。前第四纪地层从前震旦系一直到新近系,其中侏罗系、三叠系、二叠系和石炭系分布较广。第四纪地层主要分布在海拔相对较低的山间湖盆区和沟谷带,其成因类型以湖相沉积和冰水相沉积为主,次为冲积、洪积、风积、冰碛、沼泽堆积、火山熔岩堆积和各种混合型堆积。

阿里地区地史上岩浆活动比较频繁,岩体分布广泛,岩类齐全,表现为不同类型、不同时期的侵入岩和火山岩。在空间分布上呈有规律的带状。

阿里地区山脉众多,横跨冈底斯山脉、喜马拉雅山西段、昂隆日岗山、喀喇昆仑山中西段,北部为昆仑山。依据构造形迹的力学性质、展布方向、组合形态及形成和活动时期等特点,可划分为喀喇昆仑弧形构造带、羌塘东西向构造带及棋盘格式构造、冈底斯(昂龙岗日段)北西西向构造带、喜马拉雅北西西向构造带。区内断裂构造十分发育,并以走向断裂为主导,自白垩纪的燕山晚期运动海水退出后,新构造运动十分活跃。

阿里地区地处青藏高原腹地,西部众山汇集,地势高亢,现代冰川雪被发育;而东部羌塘高原区,地形相对开阔平坦,山脉起伏不大,山间湖盆广布。这是该地区内、外地质作用长期共同改造和促进的。强烈的新构造运动造就和奠定了阿里的基本格架,而冰川、冰缘、流水等又不断的刻画、塑造出了各种地貌形态。

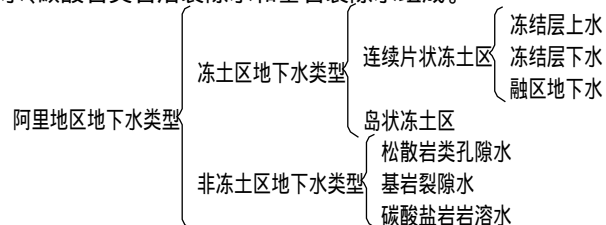
3 区域水文地质条件

3.1 含水岩组划分

西藏阿里地区,除了受到地质构造、地貌、地层岩性、气候及水文等因素的影响,还主要受多年冻土的控制,因此地下水赋存规律及各含水岩组的分布及富水性均有较大差异,形成多年冻土区和非冻土区二个的水文地质区,而其中冻土区又可分为连续片状冻土区和岛状冻土区。如下式所示。

按照地下水赋存条件,可将冻土区地下水中的冻结层上水划分为松散岩类冻结层上水和基岩类冻结层上水;融区地

下水分为可分为河湖融区地下水与断裂带融区地下水;冻结层下水划分为松散岩类冻结层下水和基岩类冻结层下水,而非冻土区地下水则由松散岩类孔隙水、碎屑岩类裂隙孔隙水、碳酸岩类岩溶裂隙水和基岩裂隙水组成。



3.2 地下水补、径、排条件

阿里地区地下水的补、径、排是区内地形、地貌、地质构造、地层岩性、气候、水文等相互统一的综合表现。内陆湖泊、外流水系流域的地下水的补、径、排条件尽管有所差异,但基本模式相似。

区内地下水主要接受大气降水和冰雪融水的补给,它们是山区地下水的补给来源。而第四纪松散覆盖层潜水主要受大气降水补给,在山前地带还接受地下水的侧向补给。在土层之下的基岩裂隙水及岩溶水,在沟谷切割地带可接受到大气降水和地表水补给,在其他地区则主要接受上部松散岩类地下水的渗入补给。而盆地边缘地带主要接受山区基岩裂隙水的侧向补给。山区河流进入平原地段时地表水大量渗入补给地下水。

盆地与谷地是地下水的径流和排泄区。冻结层下水径流滞缓,基岩裂隙水循环迅速,碎屑岩类裂隙水补、径、排条件较差,松散岩类孔隙水的补、径、排条件良好。

3.3 地下水化学特征

阿里地区矿化度小于 1 g/L 的淡水泉占泉总数的 58%,矿化度 1~3 g/L 的泉占泉总数的 30%,矿化度大于 3 g/L 的泉占泉总数的 12%,表明本区地下水以淡水为主。矿化度较高的地下水主要为温度较高的温泉,如高温泉水温 94℃,矿化度 3.42 g/L。

从泉水的酸碱度看,阿里地区地下水的 pH 值介于 6~9 之间,pH=6.9~8 的中性水占 44%,pH<6.5 的弱酸性水占 30%,pH>8 的弱碱性水占 26%,冷泉水与温泉水的 pH 值特征差异不明显。

地下水的总硬度一般都不高,大概在 0.033~20.6 g/L,泉水的沉积物都为钙质泉华,少数温泉水出现硅华(如高温泉和郎久温泉)。

4 地下水资源的形成分布特征

4.1 水资源的形成特点

受海拔高度、地形及水汽输送条件等因素的影响,阿里地区年降水分布极不均匀。从整体看,降雨量从西南向东北减少,由于受地形的影响,南部山区降雨明显增加,而北部盆地平原降雨骤减。山区的降雨量常是盆地的数倍到数十倍,阿里地区绝大部分降雨量集中在山区。沿西喜马拉雅山脉多年平均降水量为 300 mm,局部地区在 300 mm 以上,而北部盆地平原地区多年平均降水量不足 100 mm,是西藏降水量最少的地区。

阿里地区年平均蒸发量在 2 341.6~2 707.2 mm 之间,在空间上西北部大于东南部,低海拔处大于高海拔处。北部盆地平原地区由于辐射强、日照时间长、气压低、植被差,蒸发量很大,蒸发现象十分显著,降水量大部分消耗与蒸发。而南部山区由于有山体遮挡,植被较好,海拔较高,辐射较弱,蒸发量同比减少了许多^[3]。

由于山地的屏障,阿里北部盆地平原地区气流下沉增温不利于水汽的凝结,而成为干燥少雨的地区,对于径流的形

成十分不利。与盆地平原地区相反,南部山地有较多的降水量,是径流形成区,广大的高山流域面积使河川径流量十分丰富;此外北部平原盆地由于远离海洋,深居内陆,各路气流沿途补充少,且受四周高山阻挡,故水汽抵达该区时水汽含量甚微,造成气候干燥,降水稀少。而南部山地海拔较高,高大的山体截获较多的水汽。

由喜马拉雅山等山脉所环绕的大小断陷盆地所构造的阿里地区,有着它独特的一面。这些高大的山体对截留环流水汽,形成有效降水起了重要作用,同时,高大山体的顶峰终年积雪,并发育了巨大的冰川,为盆地平原的地表径流和地下水提供了可靠的补给水源。这是阿里地区地下水形成的得天独厚的有利条件。

综上所述,阿里地区地下水资源的地区性差异显著。大流域地下水丰富,但质量较差;小流域地下水量虽少,但质量优,且均为淡水,同时表现出山地地下水质量明显优于盆地平原的特征。阿里地区人口较少,人类活动主要分布在河流附近,城镇一般也在河流的中下游,主要开采第四系地下水。

阿里地区地下水天然资源总量为 $393\ 367.99 \times 10^4\ \text{m}^3/\text{a}$ 。区内地下水多以泉水形式出露,直接开发利用程度较低,基本上处于未开发状态,剩余量占可开采资源量的95%以上。地下水的开发利用有一定的潜力^[4]。

4.2 地下水资源的分布特征

阿里地区地下水资源的分布规律除了受地层岩性、地质构造等因素的控制。地下水主要分布于:

(1) 藏北内陆断陷盆地河谷平原区,这里发育着星罗棋布的湖泊,区内湖泊海拔在 $4\ 300 \sim 5\ 400\ \text{m}$ 之间,湖水呈闭流状态,各湖泊自成一封闭流域,大气降水、冰雪融水和地表水是地下水的主要补给源,地下水径流、排泄方式为“向心式”,即以湖盆为汇集中心的向心状水系。湖泊周围普遍发育第四系的砂卵砾石层,为地下水提供了良好的径流环境。湖泊周围的基岩山顶冰川融化水,补给基岩裂隙水,在坡脚低洼处以泉群形成溢出,泉群汇集成小河补给湖水。许多湖泊处在断陷盆地中,沿断裂带发育大量泉群或泉带,流量一般较大。地下水水质主要与径流排泄条件有关,除局部地段外,大多为矿化度小于 $1\ \text{g/L}$ 的淡水。

(2) 藏南山前冲-洪积倾斜平原区分布有较厚的第四系松散物质,孔隙率高,又有出山地表水的大量渗漏补给,沿山前形成了一系列富水地段,为地下水提供了良好的赋存条件。冈底斯山、阿伊拉山、昂隆门冈山等山前冲-洪积倾斜平原有丰富的地下水。如发源于冈仁波齐峰北坡的狮泉河,向北流入进阿里,近河地段地下水埋藏较浅,在河两侧小沟谷有大量的泉水补给河水,大量冰雪融水也是其地下水的充沛补给源。山前较厚的第四系松散堆积层是该流域地下水赋存的主要场所,发育密集的泉溪及干旱气候条件下的蒸发、蒸腾为地下水主要排泄方式。由于山前冲-洪积层的巨大储水空间和极好的渗透性,常形成大型的天然地下水库。

4.3 地下水资源转化的主要特征

阿里北部盆地平原内降水稀少,为小产流区,南部山区降水丰富,为产流区。地下水资源的形成和变化以山区水资源在盆地平原区内的转化为基本特征。这种特殊气候特点,意味着阿里地区的山区水资源(包括降水和冰雪融水)成为内陆河流和盆地平原地下水的主要补给来源。盆地平原地下水和地表水是同一补给源的两种表现形式,且具有密切的

水力联系。地下水位的高低,随地表径流量的大小而变化。当地表水为丰水期时,地下水水位为高水位;当地表水为枯水期时,地下水水位为低水位。

地表水与地下水的相互转化是内陆盆地水资源循环的基本方式。水资源的循环转化运动,都是从山前平原上部河水渗漏开始,到洪积扇前缘溢出带再出露地表转化为河水为止。在循环过程中,水量一次比一次减少,泉水逐渐消失,最后以少量地表径流汇集于湖盆洼地,消耗于蒸发或潜入地下,完成整个水循环过程。

内陆盆地平原的水资源一般都是按流域分布,地表水和地下水构成统一的水资源系统、独立的水文单元和完整的生态系统。

在冲积平原区,垂直入渗补给和侧向水平径流补给为主要补给源。流域主要农耕灌区大多分布于此,故主要的垂直补给源为渠系和灌溉、水库入渗。承压水由于顶板的存在,主要接受上游区的侧向径流补给。区内潜水除少部分以冲沟泉流和排水渠方式排泄外,部分以蒸发方式排泄;承压水大部分越流补给潜水,而后蒸发排泄,少部分侧向径流补给下游区。流域之间的过渡地带水资源贫乏,生态与环境脆弱。

内陆盆地平原的山前地带广泛分布有较厚的松散沉积物,颗粒粗,孔隙率大,往往形成天然地下水库,有巨大的调节开发潜力。

5 地下水资源合理开发利用的对策和措施

5.1 地下水资源开发利用存在的主要问题

地下水资源开发利用中可能存在许多的问题,比如地下水资源开发利用缺乏地域统筹规划和统一管理、用水技术和工艺比较落后,加剧地下水资源的短缺、水资源综合开发利用模式与生态环境协调不够等。由于缺乏统筹规划和统一管理可能导致局部地区地下水开采严重,而其他地区开采落后,从而导致地下水系统失衡,打破了地下水的良性循环。用水技术和工艺的落后使得工业用水严重浪费,水的重复利用率低,而农田灌溉同样也存在巨大的浪费。在流域水资源开发方面,一些地区忽视地表水地下水的相互转化特点,盲目的蓄水引水,导致了流域下游河流量及泉流量的减少,潜伏着生态环境恶化的隐患。

5.2 地下水资源开发利用的对策和措施

阿里地区特殊的自然地理环境、水资源贫乏及其时空分布不均等特点,决定了该区隶属于资源型缺水地区。可以预见,随着经济的发展,缺水将是区内一个长期而尖锐的问题。解决水资源紧缺的问题一定要协调好水源开发与生态环境之间的关系。为此,特提出如下对策与措施:

(1) 根据各阿里地区不同的水文地质条件采取不同的措施,合理利用地下水,涵养水源,加强环境保护,使地下水补、径、排条件朝着良性循环的方向发展。

(2) 调整阿里地区工业布局,严禁污染严重的企业在防污性能脆弱区布设,对工业三废推行排放合理化、减量化、无害化、资源化管理,实行污水资源化^[5]。

(3) 加强阿里地区地表水、地下水相互调剂与人工补给,充分利用洪水资源,加强节水。

(4) 尽快健全和建立阿里地区的地下水监测网和预警系统,随时掌握地下水质量状况,为地下水合理开发利用和及时地防治污污提供科学依据。

参考文献:

- [1] 西藏地矿局区调大队. 西藏全区 1:100 万区域地质调查报告[R]. 1987.
- [2] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏河流与湖泊[M]. 北京: 科学出版社, 1984.
- [3] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏冰川[M]. 北京: 科学出版社, 1984.
- [4] 西藏自治区国土资源厅. 西藏自治区地下水资源评价[Z]. 2002.
- [5] 西藏阿里地区行政公署. 西藏自治区阿里地区能源工业发展规划[Z]. 2003.