

文章编号:1004-7824(1999)06-0015-06

北羌塘中部泉水及其地球化学特征

李明辉

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要:笔者就北羌塘中部自然地理和地质背景概况,论述了区内复杂的水文地质条件和地下水类型,阐述了不同泉水出露状况及其水文地质特征,并对水样测试结果进行了详尽的地球化学分析,从而认为区内地下水水化学组合类型为阳离子以 Na^+ 为主,阴离子以 Cl^- 为主的特点。

关键词:北羌塘;泉水;地球化学

中图分类号:P641.12 文献标识码:A

羌塘,一般指冈底斯山—念青唐古拉以北,昆仑山以南的藏北高原,平均海拔在4500m以上。本文论及的北羌塘中部,系指北纬 $33^{\circ}40' \sim 34^{\circ}00'$,东经 $87^{\circ}00' \sim 89^{\circ}00'$ 之间,面积为 6844km^2 的范围,位于羌塘盆地腹部,绝大部分地区皆杳无人烟,仅在龙尾湖周围有少数牧民居住。该区交通不便,行车困难,给工作带来极大的不便。

1 气象

由于高原不断隆升,使气温逐渐变低,尤其对第四纪以来不同时期全球性气候的冷暖交替变化规律起了叠加和消减的作用。它加强了冰期时的低温值,消减了间冰期时的高温值。到后期不断上升而造成的高海拔这一因素,明显地成为影响高原气候的主要因素。由于高原的不断上升,使得温暖期越来越短,强度也越来越小,而寒冷期相对变长,强度也逐渐变大,形成目前低纬度、高海拔特殊寒冷的大陆性气候(据中国科学院西藏综考队,1976)。气候异常酷寒恶劣,具气压低,严重缺氧,寒冷、干燥、风大、冰雪多、昼夜温差大(一般为 $15 \sim 19^{\circ}\text{C}$)^[1],紫外线辐射强烈,降雨量少而集中,且小于蒸发量。每年5、6月为风季,7、8月为雨季,9月至次年4月为冰冻期,最暖月均温为 $4 \sim 6^{\circ}\text{C}$,年降水量为 $100 \sim 150\text{mm}$ 。降水以阵性固态形式为主,夜雨现象不明显^[1]。

2 河、湖水系

研究区为内流湖盆区,主要表现为逐渐萎缩,干涸的湖泊与湖周向心状分布的短小树状、季节性河流共生,及少数常年性河流(图1)。其中主要的湖泊自西向东有玛尔果茶卡、向阳湖、饮龙湖、龙尾湖和东湖,均属断陷湖。其它小湖泊为侵蚀洼地积水而成。由于区内

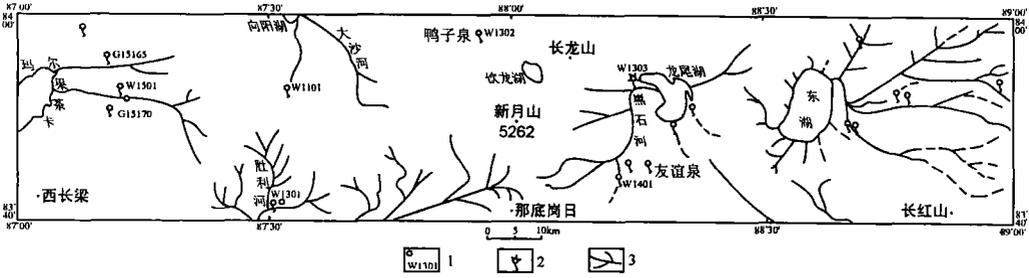


图 1 研究区水系及泉水分布图

1. 泉点及编号; 2. 热泉; 3. 河流

Fig. 1 The distribution of drainage and spring water in the study area

1 = spring site; 2 = hot spring; 3 = stream

降水量小于蒸发量,以及大量的膏盐发育,因而湖泊多为咸水湖,湖周为缀有盐碱沼泽的湖滨平原。区内主要的河流有胜利河、大沙河、江爱藏布、黑石河、温泉沟及东湖湖周的网状水系,其中大多为季节性河流。河、湖的补给源为大气降水、泉水和部分雪山融水。

3 地形地貌

本区为高原冻土及内流湖盆区,河流切割微弱,高原面较完整,地势平缓,为广阔的湖盆宽谷地^[2]。呈现高原低山、丘陵与河湖平原相间,低山、丘陵坡度宽缓,山顶圆滑,河谷湖滨平坦的地貌特点。区内平均海拔 5100m,其中开阔湖盆海拔 4800~5100m,四周为许多超过 5500m 的山峰及高达 6000m 的雪山所环绕。总体地势为中间高,东西部低,大小湖盆众多,湖成平原广布,荒漠及盐碱沼泽发育,局部见古冰川遗迹和现代冰川。

山岭走向与区域构造线延伸方向基本一致,以近东西向为主,部分呈南北向和北东向。

4 地质背景

本区地处北羌塘,出露地层有上三叠统肖茶卡组、中上侏罗统、新第三系和第四系,下白垩统少见。主要岩性为碳酸盐岩、碎屑岩,局部夹蒸发岩,零星分布有燕山中晚期岩体和新第三纪火山岩,以及第四系松散堆积物,其中以碳酸盐岩最发育。

羌塘盆地为特提斯构造域中最大的一个晚古生代复合盆地,形成于羌塘-三江板块的前泥盆纪基底之上。其北界为拉竹龙-金沙江结合带,南界为班公湖-怒江结合带。区内褶皱、断裂发育,岩浆活动强烈,多期构造叠加现象明显,岩石中节理、裂隙发育。这些褶皱、断裂和裂隙影响着地下水的补给、径流和排泄,为地下水的贮存、富集提供了空隙空间。尤其是大断裂对泉水出露具有明显的控制作用。目前区内新构造活动仍在继续,主要表现为高原持续隆升、断层活动、差异升降、地热、地震等,导致了区内地形、地貌及气候的变化,从而改变了区内大气降水、地表水和地下水的活动及转换条件,影响了区内地下水的分布和运动。这些新、老构造的共同作用控制着区内的水文地质特征。

由于区内地层岩性多样,构造背景复杂,特殊的气候条件和地形地貌,造成了本区复杂的水文地质条件,多样的水文地质单元和不同的地下水富集情况。区内地下水类型较齐全,

水量分布各异,据地下水在不同岩组中的赋存条件,水动力特征及含水介质等多因素组合情况,区内地下水类型主要有松散岩类孔隙水、碎屑岩孔隙裂隙水、碳酸盐岩类裂隙溶隙水及基岩裂隙水。其中以松散岩类孔隙水和碳酸盐岩裂隙溶隙水分布较广。

5 泉水出露状况

研究区内出露的泉点较多,分布于玛尔果茶卡东山至东湖东部的广大地域(图1)。出露的地貌特征一般是基岩山坡与缓倾斜河谷的交汇处或湖泊边缘,地质背景则往往位于断层侧旁或基岩与第四系交汇处。断层侧泉水一般呈泉群或串珠状出露,多为上升泉,泉流量一般较大,为常年性泉,多为河流、湖泊的重要补给源(如龙尾湖西、向阳湖南、玛尔果茶卡东),其出露位置常随构造变动而发生变化,比较典型的玛尔果茶卡东山泉(图2),它的位置已随新构造运动向西迁移两次,并形成了三级泉华平台。另一类泉出露于河道或冲沟中,为上游河水下渗形成潜流后,于下游段溢出形成,如东湖东北的数个泉点,多为季节性泉。由于各泉补、径、排条件的差异,泉流量大小不一,泉水水质各异,流量小于 5L/s ,水质从低矿化淡水到高矿化咸水皆有。冷泉与温泉共存。各泉点的出露状况及水文地质特征列表1。

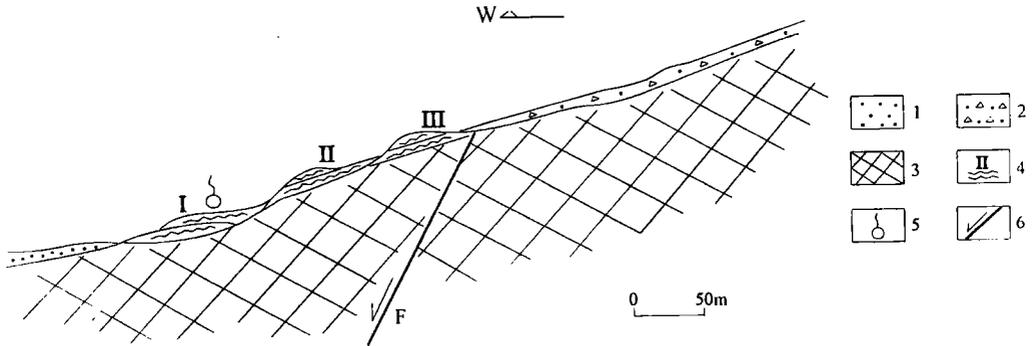


图2 玛尔果茶卡东山山前泉水迁移剖面图

1. 沼积;2. 残坡积;3. 基岩;4. 泉华平台;5. 现代泉眼;6. 第四纪活动断层

Fig.2 Simplified section showing the migration of spring water in the Dongshan area, Margog Caka

1 = smash sediments; 2 = eluvial-pluvial sediments; 3 = basement; 4 = sinter platform;

5 = modern spring mouth; 6 = Quaternary active fault

6 地下水水化学特征

由于主要研究油气与地下水运移的关系,故所采水样多为受断裂构造控制,径流途经较长或经深部循环之后出露的地下水,其余泉点仅作了一些常规物理观测(表2)。

6.1 矿化度

5个水样中,矿化度最大者为W1501,达 3.62g/L ,其次为W1303为 2.552g/L ,W1101为 1.099g/L ,三者都是受断层控制其水循环条件的泉,地表水下渗后,在径流中经强烈矿化后出露形成。W1302和W1401矿化度小于 0.5g/L ,为低矿化淡水,说明其水循环条件好。而W1401出露于河床中,为地表水于上游下渗形成伏流后,在下游溢出而成,因而与地表水极为相似,可代表该地区地表水的类型。

表1 北美塘中部主要泉水简表

Table 1 The distribution and characteristics of the spring water in the study area

点号	泉名	地理位置	物理性质	水文地质特征	产状	成因
W1101	向阳湖南 饮用泉	向湖北西 5164 高地 80°方向 900m 坡脚	无色、无嗅、微甜,水 温较气温低,可饮用	大气降水,冰雪融水补给, 泉群以 5L/s 向湖排泄,水 循环条件好,属 $\text{SO}_4\text{-Cl-Na}$ 型水	下降泉	断层泉
W1301		胜利河 5162 高地 100°方向 1km 缓坡 处	无色、无味、无嗅、无 杂质,水温 6℃,可饮 用	大气降水,冰雪融水补给, 因冰雪掩盖,泉流量不详, 往南西方向排入河中,因地 形平缓,水流缓慢	下降泉	潜水 溢出泉
W1302	鸭子泉	位于缓坡处	无色、无味,有间断 气泡冒出,无嗅,水 温 10℃,可饮用	大气降水,冰雪融水补给, 水循环条件好,泉群流量为 5L/s,属 $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Na}$ 型 水	上升泉	断层泉
W1401	友谊泉	位于河床中	无色、无味、无嗅,可 饮用淡水	由地表河水直接补给的地下 潜流溢出形成,为 $\text{Cl-HCO}_3\text{-Na}$ 型水,低矿化度淡 水	下降泉	潜水 溢出泉
W1303	龙尾湖 温泉	龙尾湖西侧 5110 高地 90°方向 1100m 山前	无色、微咸至咸、无 嗅,水温 30~50℃, 不能饮用	在山前呈北西向分布的串 珠状泉群,据访为常年性温 泉,泉口见翻砂和间断冒气 泡现象,见一级泉华平台, 离现泉口高差约 1m,反映 泉眼往东侧迁移,可能是地 壳抬升、侵蚀基准面下降所 致。单泉流量为 0.01~ 2.0L/s,总泉流量为 5L/s, 大气降水、冰雪融水补给, 往东向龙尾湖排泄,受断层 控制,地下水径流途径长, 封闭条件相对较好,水来自 深部,水型为 Cl-Na ,矿化度 达 2.8g/L	上升泉	断层泉
W1501		玛尔果茶卡东 4960 高地 345°方向 800m 缓坡处	无色、咸味、苦味、无 嗅,有气泡冒出,见 翻砂现象,经检测为 CO_2 气体。水温高 于气温,约 7.5℃,咸 水不能饮用	泉周见三级泉华平台,为钙 华堆积,泉眼逐级往西迁 移,泉水涌出后冷凝成冰。 泉周堆积许多带腐臭味的 黑色淤泥。流量不详。三 级泉华平台可反映新构造 运动的级次和强度。大气 降水补给,水循环条件较 差,矿化度较高,达 4.17g/ L,不能饮用,为 $\text{Cl-SO}_4\text{-Na}$ 型水	上升泉	断层泉
G15155		玛尔果茶卡东 4892 高地 240°方向 1600m 平坝	无色、微咸、无嗅,水 温较低	为第四系孔隙潜水溢出而 成。为大气降水、冰雪融水 补给。由于地形平缓,径流 缓慢,故推测矿化度较高	下降泉	潜水 溢出泉

续表

点号	泉名	地理位置	物理性质	水文地质特征	产状	成因
G15170		玛尔果茶卡东 4966 高地 255° 方向 500m 处山沟	无色、微咸,有气泡、无嗅,气体不燃,推测为 CO ₂ 气体	为第四系孔隙潜水溢出而成,见 2 个泉眼及数个小浸水孔,总流量为 0.01L/s,大气降水补给,径流缓慢	下降泉	潜水溢出泉
	龙尾湖 饮用泉	龙尾湖东岸	无色、无嗅、无味、无气体冒出,可饮用	由地下潜流溢出而成,为上游一系列冲沟中水下渗,经砂砾过滤后溢出,因而水质优良,推测为低矿化度淡水,其主要补给源为地表径流,次为大气降水	下降泉	潜水溢出泉

表 2 北羌塘中部地下水水化学分析结果

Table 2 The hydrochemical analytical results of the groundwater in the study area

样品编号		W1101sh ₁	W1302sh ₁	W1303sh ₁	W1401sh ₁	W1501sh ₁	
化学分析 (mg/L)	阳离子	K ⁺	4.52	3.74	30.70	5.46	14.70
		Na ⁺	237.0	43.8	784.0	135.0	950.0
		Ca ²⁺	81.3	64.3	113.0	34.8	245.0
		Mg ²⁺	48.7	36.5	38.9	16.7	69.2
	阴离子	Cl ⁻	139.56	41.69	993.59	138.27	686.40
		SO ₄ ²⁻	303.00	164.63	321.72	100.42	1107.12
		HCO ₃ ⁻	39.97	259.69	539.69	219.78	1098.05
		CO ₃ ²⁻	204.48	未测出	未测出	未测出	未测出
总硬度(meq/L)		8.07	6.21	8.84	3.11	17.91	
矿化度(g/L)		1.099	0.485	2.552	0.349	3.62	
地下水类型(据矿化度分类)		微咸水	淡水	微咸水	淡水	咸水	
水型	据油田水成因分类	Na ₂ SO ₄	Na ₂ SO ₄	NaHCO ₃	NaHCO ₃	Na ₂ SO ₄	
	据舒卡列夫分类	SO ₄ -Cl-Na	HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Mg	Cl-Na	Cl-HCO ₃ -Na	Cl-SO ₄ -Na	
	据硬度分类	硬水	硬水	硬水	微硬水	极硬水	

6.2 总硬度

总硬度是指水中所含 Ca²⁺ 和 Mg²⁺ 的总量^[3]。总硬度最大者为 W1501, 达 17.91 meq/L, 属极硬水; 其次为 W1303(8.84 meq/L), 属硬水, 与两泉周钙华沉积较为发育特征一致。除 W1401 点为微硬水外, 另两个点为硬水, 表明区内地下水主要为硬水类型, 而地表水类型可用 W1401 点代表为微硬水。

6.3 水化学类型

由化学分析结果可知, 据石油地质油田水成因分类, 区内地下水仅为 Na₂SO₄ 和 NaHCO₃ 两种类型^[4]。Na₂SO₄ 型多属地表水水型, 说明其环境封闭性较差, 水循环条件较好, 与该区普遍发育石膏层有关。该水型的 W1101、W1302 和 W1501 三个泉点皆分布于研究区

西部,水循环区内含膏层发育。W1303 和 W1401 为 NaHCO_3 型,两者皆分布于研究区中部,表明其封闭性较好,该水型一般在油气田区较常见,但 W1401 出露于河床中,且矿化度较低,为有大量地表水补给的淡水。

而舒卡列夫分类是据地下水中 6 种主要离子(K^+ 合并于 Na^+)划分,将毫克当量百分数含量大于 25% 的阴、阳离子进行不同组合^[3],得 5 个泉点的水型分别是 $\text{SO}_4\text{-Cl-Na}$, $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$, Cl-Na , $\text{Cl-HCO}_3\text{-Na}$ 和 $\text{Cl-SO}_4\text{-Na}$ 。除 W1302 为 $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$ 型水外,其余为以 Na^+ 离子含量为主的水化学类型组合。总体上是阳离子以 Na^+ 为主,阴离子以 Cl^- 为主的水化学类型组合,这与研究区海相碳酸盐岩较为发育和干旱的气候条件相吻合。

7 结语

(1) 北羌塘中部地下水出露主要受构造控制,一般是承压性质,为上升泉,矿化度一般较高。

(2) 据油田水成因分类,研究区内地下水为 Na_2SO_4 和 NaHCO_3 两种类型。

(3) 研究区以泉水为代表的地下水主要为硬水类型,以 W1401 泉点为代表推测地表水为微硬水。据舒卡列夫分类,水化学类型组合总体上是阳离子以 Na^+ 为主,阴离子以 Cl^- 为主,与区内海相碳酸盐岩较为发育和干旱的气候条件相吻合。

本文是作者在藏北填图项目工作的基础上,参考相关文献,进行综合研究完成。

参考文献:

- [1] 林振耀等. 北羌塘东部暖季(6~8月)气候特征的初步探讨[J]. 地理学报, 1994, 1: 73—75.
- [2] 王家澄等. 青藏公路沿线的多年冻土[J]. 地理学报, 1979, 1: 1—32.
- [3] 任天培等. 水文地质学[M]. 北京:地质出版社, 1986.
- [4] 潘钟祥等. 石油地质学[M]. 北京:地质出版社, 1986.

The occurrence and geochemistry of the spring water in north-central Qiangtang

LI Ming-hui

(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, China)

Abstract: The hydrogeological conditions and groundwater types are discussed in terms of physical geography and geological background in north-central Qiangtang. The spring occurrence and hydrogeology are outlined. The geochemical analytical results of the water samples show that the cation Na^+ and anion Cl^- are accentuated in the groundwater in the study area.

Key words: North Qiangtang; spring water; geochemistry