

祁连山中段地区的热矿泉

中国人民解放军〇〇九二六部队遥感组

祁连山不仅是我国矿产资源的重要产地，而且也是矿泉广泛分布的地区之一。最近几年，我部先后在祁连山中段地区（东经 $98^{\circ}00'$ — $102^{\circ}00'$ ，北纬 $37^{\circ}20'$ — $39^{\circ}20'$ ）进行了大量的区域水文地质勘查工作，对该地区19处热矿泉进行了详细的调查研究。为了与同志们一道探讨这一地区热矿泉的形成条件，现将我部在该区所获的热矿泉资料作一汇综，并提出自己的一些看法供讨论，谬误之处，请批评指正。

一、热矿泉形成的自然地理及地质构造条件

祁连山中段位于青藏高原北部，由走廊南山、陶莱山、陶莱南山、疏勒南山等组成，海拔高程均在4000米以上，最高山峰达6300米。陶莱、黑河等谷地在山脉中间相间排列，海拔高程一般在2900—4000米之间。测区在4500米以上的高山地带终年白雪皑皑，现代冰川发育。

据有关资料，区内年平均气温 -3°C — -6°C ，年降水量400毫米，随地势增高有气温下降、降雨量增多的趋势。广大高山地带的冰雪和降水不仅是区内地下水的主要补给来源，而且也是地表水的发源地。

区内地层出露较全，但大多数热矿泉出露在古生代和元古代地层和部分侵入岩之中，主要岩性为一套巨厚层的石英砂岩、灰岩、花岗岩。

本区位于祁吕山字形构造体系西翼，先后经历了几次大的构造运动。根据1978年第52卷第2期《地质学报》，魏春海同志的“中国祁连山地质构造的基本特征”一文，本区在志留纪末期的祁连运动“使泥盆系普遍以高角度不整合覆于前泥盆纪地层和岩体之上。这次运动造成了一系列总体走向为北 55° — 65° 西相互平行的褶皱、冲断及之相伴生的张、扭性等结构面”。在后期“成熟于白垩纪的祁吕贺兰山字型西翼褶带复合于古河西系之上”。“形成了走廊南山弧形褶带、陶莱山反S形褶带、陶莱南山反S型褶带和拉脊山褶带”。以后又分别经历了康藏系、陇西系、河西系的多次构造运动，使之形成了一系列北西西向的深大断裂和随之伴生的张、张扭性断裂。据有关资料证明，这些断裂目前仍在活动，使祁连山每年上升10.9毫米。这充分说明祁连山区的这些断裂在热矿泉的形成中起着重要的作用。

二、热矿水的温度与物理化学特征

本区热矿水的温度变化主要受主干断裂和低序次张、张扭性断裂规模大小与距现代河床远近所致（图1、表1）。从西部热水沟、江仓、热水煤矿温泉来说，它们均位于北西西向主干大断裂一侧的张性、张扭性断裂（温泉出露地点多有现代冲洪积物覆盖，但在卫片及两侧山上可看到张、张扭性断裂的影象显示和断层错开特征）沟谷中，温度分别为48.5、43、48.5 $^{\circ}\text{C}$ 。有一部分温泉靠近河谷，地下水大量入渗循环，使之热矿泉温度降低，如驼鞍山

热矿泉靠近现代河谷，温度仅有9°C。热矿水温度较低的另一个原因与这里多年冻结有密切关系。

本区热矿泉一般无色透明，微具苦涩味，随泉水上涌产生H₂S臭味。据水质分析，矿化度一般为0.6—1.5克/升。根据表1的水质分析来看，热矿泉的矿化度能够反映泉水出露部位和迳流条件的好坏，如果矿泉出露在坡度较大的山坡部位，矿化度就低。若出露在低凹地带，浓缩作用强烈，矿化度就高。另外根据水化学成分来看，矿化度与岩性亦有着密切的关系，如大通河、热水沟的热矿泉主要含水层为厚层灰岩，HC O₃含量高达1748.2毫克/升。而狮子口热矿泉出露于硅质岩地层之中，HC O₃含量则小于200毫克/升，游C O₂含量为251毫克/升，Si O₂含量为88毫克/升。据当地居民反映除驼鞍山热矿泉有毒死牛羊现象外，其余都可洗澡，并有治疗皮肤病作用。

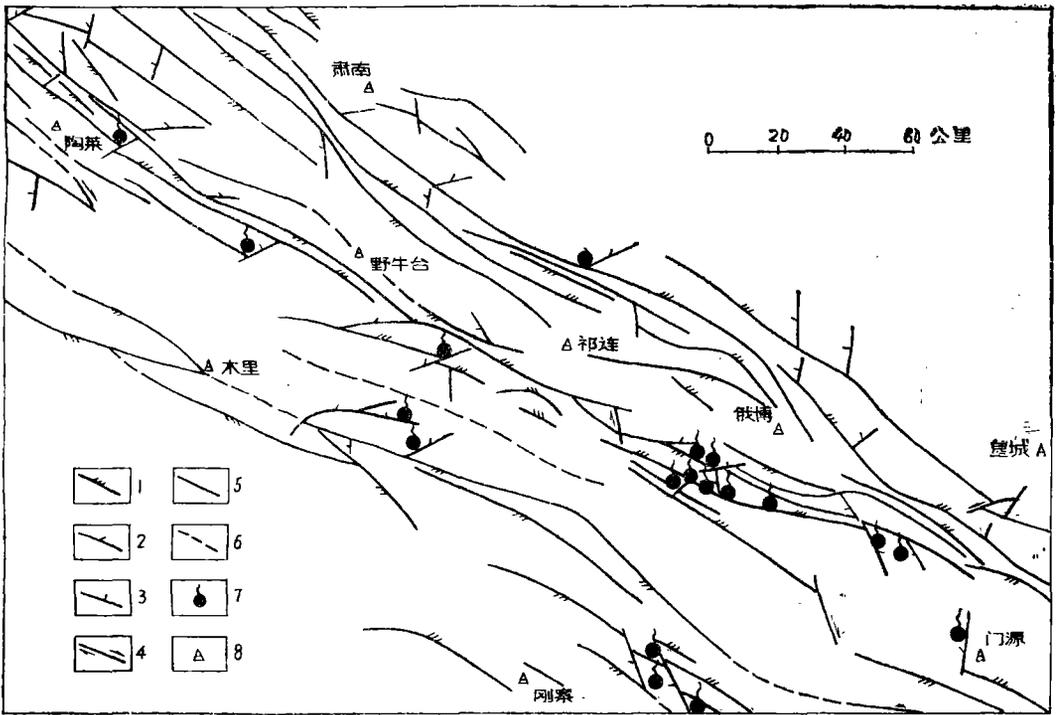


图1 祁连山中段热矿泉分布与构造关系图

- 1—压扭性断裂；2—张扭性断裂；3—张性断裂；4—扭性断裂；5—性质不明断裂；6—隐伏断裂；7—热矿泉；8—居民点

三、热矿泉的形成

根据调查资料看，本区热矿泉主要有两种成因。其一，受北西西向主干压扭性断裂的低序次张、张扭性断裂的控制，区内的17处热矿泉都属于这一类型（图1）。这种成因的热矿泉是基岩裂隙水沿断裂破碎带下渗，在深部进行循环，在地壳内部获得热量，再沿断裂上升形成的。这与刘国昌教授指出的：“祁吕山字形构造西翼的青海温泉，（下转47页）”

表1 温泉主要特征统计表

地点	水温 (T°C)	流量 (秒/升)	主要含水层岩性	物性异常	主要成分(矿化)含量						矿化度 (克/升)	备注
					游CO ₂ (毫克/升)	SiO ₂ (毫克/升)	U (微克/升)	ThO ₂ (克/升)	Ra (克/升)	B ₂ O ₃ (毫克/升)		
江西江仓煤矿北	43	5	大理岩	H ₂ S臭, 涩			3.6	0.7			0.66	
大通沟滩	22	合50	大理岩	同上	151.3						0.92	
大郎沟	10	合	灰岩	同上	474						2.90	有毒
骆驼山	5	0.61	灰岩	同上	251	88				7.40	3.70	
狮子口北	9	0.5	硅质岩	同上	151	11				4.10	0.99	
狮子口	19.5	0.5	灰岩	同上	147	9				1.50	1.53	
硫磺沟	17	合20	灰岩	同上	87	8				0.74	0.88	
白水河	13	合14	灰岩	同上							1.50	
老虎口	8.5	0.17	干枚岩	同上							0.88	
瓦拉马西	25	2.53	石英砂岩	同上							3.71	
大通河	20	6.9	灰岩	同上							1.20	HCO ₃ 含1748.2
扎隆水	10	6.98	灰岩	同上							1.59	
黑泉	10.5	2.16	灰岩	同上								
上天	8		干枚岩	同上								
宝河	5		板岩	同上								
中河	7	14.3	灰岩								0.90	
天上	7	70.4	灰岩	H ₂ S臭, 涩							2.18	
黑泉	7	0.32	砂岩	同上							1.81	
西沟	8		灰岩	同上								
大坂	30	6.3	灰岩	同上	116.2		As 9.6					HCO ₃ 含1213

橄榄石塑性晶体在这种应力场中生成的应力特征机理。因此,可根据橄榄石矿物应力特征推断本岩体在达到目前侵位之前已经历过具塑性特点的固态阶段。当岩体达到目前侵位时,推动岩体前进的单向力显然已经消失,而岩体运移停止,这时岩体与围岩的关系表现为相对静止状态,其应力场特点是围岩的静压力为主。所以,这时残存在橄榄石矿物晶体间隙中的熔融体所生成的橄榄石矿物晶体不具有上述应力特征。

另外,岩体地质概述中已叙述了本岩体在成分上都是北酸南基,表现的是上盘岩石类型含硅酸较高,而下盘含硅酸较低,显示了层状或似层状岩体的岩浆垂直重力分异特点。这种岩浆分异特点与现在岩体都是向北倾的单斜产状不相适应。同样不相适应的现象,在北祁连山岩带的大小超基性岩体中几乎都存在(明显的或不明显的)。说明这种岩浆分异作用是在到达目前侵位以前已经完成并固结。又据共生矿物(橄榄石和顽辉石)对Mg和Fe的分配率(表3—3)估算出的成岩温度在 980°C — 1140°C 之间〔5〕,与目前所知的该岩体与围岩接触蚀变(蛇纹石化、绿泥石化等)温度在 500°C 以下〔4〕相比,也能说明岩体达到目前侵位时,岩浆早已凝固成岩和温度大大降低之后了。因此,结合橄榄石矿物应力特征产生机理的讨论,笔者认为,玉石沟含铬超基性岩体的侵位方式应是冷侵位。

本文主要是综合研究前人资料为基础,结合大量的岩石薄片观察和测试工作而成。在工作中得到李先梓、徐培苍等同志的帮助指导,并对文稿提出了宝贵的修改补充意见,这里仅表谢意。

参 考 资 料

- [1] 地科院矿床所,1977,祁连山中西段铬铁矿床成矿条件及找矿方向研究。地质矿产研究,第4期。
- [2] 王嘉荫,1978,应力矿物概论。地质出版社。
- [3] H·G·F·温克勒,1960,晶体构造和晶体性质。
- [4] 曹荣龙,1979,甘肃大道尔吉含铬岩体接触带和围岩捕虏体变质作用特征及初步模拟实验。成岩成矿实验。科学出版社。
- [5] КОНСТИТУЦИЯ И СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ,1974,8.С.138—144.

(上接56页)几乎完全受北西向主干扭压性断裂的低序次张性或张扭性断裂的控制是完全一致的”。“根据ZK14号钻孔资料:该孔抽水前水温在 44°C ,终孔125.87米时,水温为 48.5°C ,按照地热率推算,热水循环深度在1000—1500米左右”(引自郝景华工程师“刚察大寺”报告)。我们经过其它资料分析,认为这样深度的热水环循带也附合本区其它热矿泉的情况。其二,是花岗岩余热将上部含水层中的地下水转化成热水沿断裂上升而形成的。根据本区的两个温泉资料看,这类温泉温度仅达 $7-9^{\circ}\text{C}$ 。

文中参考了我队有关同志的资料,借此深表谢意。

(参 考 资 料 略)