

DOI:10.3969/j.issn.1004-6933.2013.05.018

云南省腾冲县地热温泉的特性与开发利用

冯春红

(云南省水文水资源局保山分局,云南 保山 678000)

摘要:对腾冲县地热温泉的地热显示,温泉分布,温泉水量、水温、水化学特性进行分析。结果表明,腾冲县地热显示类型复杂,自然出露温泉分布广泛,出水量大,水温高。对 10 处温泉进行水质检测,表明这些温泉均有一定医疗价值。但是腾冲县地热温泉的现状开发利用程度较低,建议对腾冲县地热温泉进行科学规划和保护,加强水质监测,进行多元开发。

关键词:地热温泉;水资源特性;水资源开发;腾冲县

中图分类号:P314.1 文献标志码:A 文章编号:1004-6933(2013)05-0086-04

Characteristics and exploitation and utilization of geothermal springs in Tengchong County, Yunnan Province

FENG Chunhong

(Baoshan Branch of Yunnan Provincial Hydrology and Water Resources Bureau, Baoshan 678000, China)

Abstract: In this study, we analyzed the geothermal manifestation, the distribution of springs, the amount of spring water, water temperature, and hydro-chemical characteristics of geothermal springs in Tengchong County, Yunnan Province. The results show that the geothermal springs in Tengchong County have complex types of geothermal manifestations, and naturally emergent thermal springs are widely distributed, with a large amount of water and a high water temperature. The water quality at ten sites of thermal springs was tested, and the results show that all these thermal springs have medical effects. However, the geothermal springs in Tengchong County have been exploited to a limited extent at present. We suggest scientific planning and protection, an enhancement of water quality monitoring, and multi-development of these geothermal springs.

Key words: geothermal spring; water resources characteristics; water resources exploitation; Tengchong County

1 研究区基本概况

1.1 地理位置

腾冲县地处云南省西部边陲,位于东经 98°46′~99°05′,北纬 24°38′~25°52′之间,东以高黎贡山山脊与隆阳区交界,南以龙川江与龙陵县相望,西南与梁河、盈江两县毗邻,正西和西北与缅甸接壤,东西最大横跨距 69 km,南北最大纵距 137 km,国境线长 148.075 1 km,国土面积 5 686.8 km²。腾冲县是古“西南丝绸之路”通向东南亚和南亚的枢纽,是著名的侨乡和省级历史文化名城。

1.2 地形地貌

腾冲县地处高黎贡山横断山脉南端偏西部位,是伊洛瓦底江最东的支流源头所在地。境内地形地貌复杂,北高南低,东高西低,呈马蹄形山坝相间盆地,龙川江、大盈江、槟榔江 3 大主要河流均发源于腾冲县,高山、平川、河谷参差错落,境内最高点为高黎贡山大脑子山峰,海拔为 3 780.2 m,最低点为南部新华乡的速庆江边,海拔 930 m,高差 2 850.2 m。火山地貌为腾冲县的一大特点,有明显的火山锥 20 多个,主要分布在腾冲县中部,突出的有打鹰山、马鞍山、老龟坡、来凤山等,其中打鹰山相对高度达 645 m。

作者简介:冯春红(1977—),男,工程师,从事水文水资源调查评价与研究工作。E-mail:fchong888@163.com

1.3 气候

腾冲县位于西南季风气候区,由于受印度洋暖湿气流的影响,加上地形地貌复杂,气温、降水、日照的地区分布和垂直分布差异明显,形成典型的立体气候,具有明显的低纬度山地季风气候特点,一年四季不明显,大致可分为干湿两季,其中5—10月为雨季,其余月份为干季。腾冲县多年平均降水量1520 mm,多年平均蒸发量1601 mm,相对湿度79%,多年平均气温14.8℃,最冷的1月平均气温为7.5℃,最热的8月平均气温为19.8℃,年最高气温30.5℃,年最低气温-4.2℃,无霜期234 d,平均风速1.6 m/s,多西南风。

1.4 流域水系

腾冲县境内的河流均属伊洛瓦底江流域,分属大盈江和瑞丽江2大水系,河流流向多为自北向南。大盈江发源于猴桥镇五台山和狼牙山一带,源地高程3595 m,源头段称大岔河,中段称槟榔江,下游称大盈江。大盈江在腾冲境内的面积为2118.9 km²,河长54.6 km。瑞丽江发源于明光乡中河头山,源地高程3263 m,上游称明光河,在固东附近段称磨龙河,与西沙河汇合后称龙江(大江),在曲石乡两江口与龙江(小江)汇合后称为龙川江,下游称瑞丽江。龙川江在腾冲境内的面积为3567.9 km²,河长190.2 km。

1.5 地质构造

腾冲县位于青、藏、滇、缅、印尼巨型“歹”字型构造体系的西支中段弧形构造带,以高黎贡山—三台山弧形构造带、腾冲—梁河弧形构造带和槟榔江弧形构造带为骨架,发育有泸水—瑞丽大断裂、大盈江断裂、固永—梁河东部断裂带和高黎贡山构造带、古永—盈江旧城构造带。“歹”字型构造体系在上

古生代开始发育,在侏罗、白垩纪强烈的燕山运动时期定型,继已形成的泸水—瑞丽大断裂以西,再次发育了龙川江断裂带,并伴有大量的花岗岩类侵入及热力、动力变质作用。

2 地热显示

腾冲县的地热显示类型复杂,水热活动强烈,具有独特的地质现象和强大的地热资源潜力,故有“地热之乡”之称^[1]。腾冲县的地热显示主要以温泉占大多数,部分出露以高温沸泉、热泉和喷泉形式存在。另外还有地热蒸汽、喷汽孔和冒汽地面、毒汽孔、低温碳酸泉出露。温泉出水区内泉华种类齐全,普遍发育。

从腾冲县地质构造来看,腾冲县区域内的水热活动显示与岩浆侵入、火山活动、变质岩带的分布以及近期活动断裂系统关系密切,其空间展布明显与区域构造带相吻合,主要包括7个地热异常区、8个地热田,见表1^[2]。

3 温泉分布

现已查明腾冲县境内自然出露地热温泉(群)64处,平均88.9 km² 范围内分布有1个温泉(群),全县约73%的乡镇分布有温泉^[2]。从腾冲县的地形来看,大体可分为东、中、西3个南北走向的泉群带,这种带状分布是由区域构造方向和地貌条件所决定的。东带泉群沿龙川江两岸分布,出露于龙川江及其支流河谷中,分布有地热温泉18处。中带泉群出露于龙川江上游和大盈江及其支流河谷,分布有地热温泉19处。西带泉群多集中于槟榔江上游古永河谷和大盈江上游缅箐河河谷,分布有地热温泉27处。

表1 腾冲县地热地质分布特性

地热异常区	特 性	地热田
大塘—界头—石墙地热异常区	位于腾冲—梁河与高黎贡山弧形构造带交接部分,受龙川江隐伏断裂控制,南北延伸呈带状,长54 km,宽4~14 km	大塘热田 石墙热田
上云—芒棒—五合地热异常区	位于腾冲—梁河与高黎贡山—三台山弧形构造带交接部位,芒棒第三纪断陷盆地中,受龙川江隐伏断裂控制。南北长约32 km,东西宽约4~6 km。东依高黎贡山变质岩带,西傍燕山期花岗岩体,其间被第三系碎屑岩类和火山岩类覆盖,沿断裂带有火山口分布	
攀枝花—清河街地热异常区	位于腾冲—梁河弧形构造水热活动带南部,东西两侧为燕山期花岗岩体,中部为下古生界变质岩,东缘沿龙川江隐伏断裂有第三纪和第四纪火山岩分布。残缺不全的南北向构造体系成分被包容于弧形构造带之中。主要受龙川江隐伏断裂、硝塘—新华街断裂等制约	攀枝花热田
勐连街地热异常区	位于腾冲—梁河弧形构造水热活动带,腾冲盆地东南山区中。受清河街—官坡脚、林场断裂控制,广布燕山期花岗岩,并有零星第三系碎屑岩和第四系火山岩覆盖。地热异常区呈向东凸之弧形弯曲。主要受花岗岩风化带裂隙水补给	
瑞滇—腾冲—梁河—旧城地热异常区	位于腾冲—梁河与槟榔江弧形构造带交接部位,受大盈江地质断裂控制,呈向南东凸之弧形弯曲,长约140 km,宽约6~12 km,地热显示类型多样,为腾冲县区域内水热活动最强烈的地热异常区,属地热流体高温带	热海热田 瑞滇热田
胆扎—中和地热异常区	位于槟榔江弧形构造水热活动带,主要受勐洪—茂福断裂控制,呈南南东向弧形带状展布,长约70 km,宽约5~8 km。燕山期花岗岩和中生代地层广泛分布,局部有第四纪火山岩覆盖	胆扎热田 石花洞热田
黑泥塘—关上地热异常区	分布于槟榔江弧形构造水热活动带,呈近南北向长条状展布,长约28 km,宽5~7 km,受槟榔江地质断裂控制,两侧为燕山期花岗岩和下古生界变质岩,中部沿断裂分布古生界地层,局部地段被新生界火山岩覆盖。断裂发育,纵横交织,地下热水从断裂带、裂隙带溢出,区内有黑泥塘热田	黑泥塘热田

4 热源分析

腾冲县地处“歹”字型构造体系和三江经向构造体系的复合部位,应力集中,为构造强化区。晚近和近代的地壳运动剧烈,在大盈江断裂带表现更甚。活动性主干断裂沟通深部热源,热流体沿导热断裂系统上升。同时,第四纪以来火山活动频繁,从深部携带出巨大流体,成为地热的内在条件。

腾冲县地热的热源基本上有 3 种类型,分别是岩浆余热型、放射性元素衰变型和断裂深循环型,并以岩浆余热型为主。岩浆余热型热源主要分布在高黎贡山以西地区,晚近期岩浆活动和火山喷发强烈,推测地壳较浅处存在岩浆上涌现象。热水化学组分中某些象征性离子,如高浓度的 Cl 、 CO_2 、 F 、 Na 、 SiO_2 等,也证实热源与岩浆热扩散有关^[3]。该类型温泉主要分布于腾冲—梁河地热带,从低温碳酸泉到高温泉,特别是中高温—高温泉多属此种类型。放射性元素衰变型热源主要在龙川江隐伏断裂南端上云—芒棒一带,水中铀、镭、氡离子富集。由于放射性元素衰变产生强大的热量,致使地下水温升高,个别温泉成为弱—中等放射性水。断裂深循环型热源主要分布于怒江南北向构造水热活动带,古生界与中生界碳酸盐岩层广布,厚度巨大,岩浆侵入和火山活动远不及西部强烈,地下水主要通过断裂系统进行深部循环加热而得,以低—中温为主,但水量较大,矿化度低,与一般淡水化学类型差异小,多属碳酸盐型水。

5 地热温泉水资源特性

5.1 水量

腾冲县境内现已查明的 64 处地热温泉(群),全部为自然出露,总出水量为 209.3 L/s,即 1.81 万 m^3/d ,660.7 万 m^3/a 。

地热温泉(群)出水量超过 15 L/s 的温泉有 2 处,占温泉总数的 3.1%。最大的是界头镇大塘村中寨里澡塘温泉,共实测出水点 4 个,总出水量为 16.7 L/s,折合日出水量为 1 610 m^3 ,年出水量达 59.76 万 m^3 。出水量 10~14.9 L/s 的温泉有 4 处,占温泉总数的 6.3%,其出水量共 33.1 L/s,占温泉总出水量的 15.8%。出水量为 5~9.9 L/s 的温泉共有 7 处,占温泉总数的 10.9%,其出水量共 51.9 L/s,占温泉总出水量的 24.8%。出水量 1~4.9 L/s 的温泉共有 28 处,占温泉总数的 43.8%,其出水量共 65.5 L/s,占温泉总出水量的 31.3%。出水量 0.5~0.9 L/s 以下的有 14 处,占温泉总数的 21.9%,其出水量共 9.7 L/s,占温泉总出水量的 4.6%。出水量 0.5 L/s 以下的有 7 处,占温泉总数的 14.1%,其出水

量共 1.9 L/s,占温泉总出水量的 0.9%。

5.2 水温

腾冲县境内地热温泉水温大于 90℃ 的温泉共有 4 处。水温最高的是滩滇镇腊幸竹园温泉和清水乡朗蒲村热海温泉群的蛤蟆嘴出水点,实测水温达 98℃;其次是荷花乡朗蒲村热水塘温泉山庄,实测水温达 95℃;新华乡太和村硝塘村民小组太和澡堂,实测水温 92℃。水温低于 34℃ 的温泉共有 5 处。水温最低的是猴桥镇胆扎社区小街生菌田澡塘,实测水温 28℃。根据 GB/T 11615—2010《地热资源地质勘查规范》^[4],水温大于等于 25℃ 的泉水可统称为温泉,大于等于 34℃ 的温泉为理疗热矿水。

5.3 水化学类型

地下热水在长期地质发展过程中,受地质结构、岩性、地下水运动、热源体和热力等条件影响,进行强烈的溶滤、浓缩及阳离子交替吸附作用,形成了独特的化学成分。腾冲县区内地热温泉分布广泛,水化学类型复杂,主要有: $\text{HCO}_3\text{-Na}$ 、 $\text{HCO}_3\text{-CaMg}$ 、 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 、 $\text{HCO}_3 \cdot \text{CO}_3\text{-Na}$ 、 $\text{HCO}_3\text{-Ca} \cdot \text{Na} \cdot \text{Mg}$ 、 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4\text{-Na}$ 、 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4\text{-Na} \cdot \text{Ca}$ 、 $\text{CO}_3 \cdot \text{SO}_4\text{-Na}$ 等类型。区内以 $\text{HCO}_3\text{-Na}$ 型水最多,主要分布于怒江以西的花岗岩、变质岩的中高温—高温热水带,矿化度为 0.1~0.7 g/L。 $\text{HCO}_3\text{-CaMg}$ 型、 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型水主要分布于怒江低—中温热水带之碳酸盐类分布区, $\text{HCO}_3 \cdot \text{CO}_3\text{-Na}$ 型、 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Ca} \cdot \text{Na} \cdot \text{Mg}$ 型水集中分布于腾冲—梁河弧形构造热水带的高温中心,矿化度为 1.0~2.5 g/L,出露于燕山期花岗岩和上第三系花岗质砂砾岩中。 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4\text{-Na}$ 型、 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4\text{-Na} \cdot \text{Ca}$ 型、 $\text{CO}_3 \cdot \text{SO}_4\text{-Na}$ 型水多见于高黎贡山区和西部变质岩带,其矿化度小于 0.5 g/L。

根据云南省水环境监测中心保山分中心 2011 年 12 月对腾冲县境内 10 处温泉水样的水质检测结果显示,所检测的温泉均有医疗价值,其中,8 个水样中氟的质量浓度超过 2 mg/L,达到命名矿水的标准。界头镇硝塘河边澡塘、界头镇大塘温泉的温泉水样符合 GB 5749—2006《生活饮用水卫生标准》^[5],其他温泉水样中主要是氟化物、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TDS 等指标超标,见表 2。

6 地热资源的开发利用现状及特点

腾冲县对地热资源的利用历史已久,具体起始时间无文字记载^[1]。现状利用形式主要为洗浴、医疗、养殖、种植。随着社会经济的发展,腾冲县旅游业迎来了前所未有的发展时期,各地依托当地温泉资源兴建了温泉洗浴澡堂、旅店、宾馆和高端的 SPA 养生会所等。从全县地热资源开发利用情况来看,主要表现为以下特点。

表 2 腾冲县地热温泉水质检测结果

温泉名称	pH 值	$\rho(\text{Fe})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{Mn})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{Cu})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{Zn})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{Cl})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{SO}_4^{2-})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{TDS})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{总硬度})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$
镇头镇硝塘河澡塘	7.57	<0.050	<0.050	<0.010	<0.050	1.07	9.460	116	175.00	1.1
镇头镇大塘温泉	7.18	<0.050	<0.050	<0.010	<0.050	1.37	5.930	141	188.00	1.1
镇头镇麻栎山温泉	7.79	0.073	<0.050	<0.010	<0.050	16.20	10.200	816	307.00	1.0
界头镇热水塘温泉	6.53	<0.050	<0.050	<0.010	<0.050	31.00	<0.007	1240	169.00	1.8
界头镇石墙温泉	6.70	0.022	<0.050	<0.010	<0.050	54.10	<0.007	1410	282.00	1.2
滇滩镇腊幸温泉	7.80	<0.050	<0.050	<0.010	<0.050	162.00	20.400	1200	62.10	1.2
猴桥镇轮马新澡塘	8.45	<0.050	<0.050	<0.010	<0.050	6.49	7.840	218	21.40	1.4
猴桥镇胆扎大澡塘	8.42	<0.050	<0.050	<0.010	<0.050	3.33	4.740	57	5.83	1.3
猴桥镇八里温泉	7.90	<0.050	<0.050	<0.010	<0.050	38.80	39.300	295	52.40	1.1
中和乡欢喜坡温泉	8.73	<0.050	<0.050	<0.010	<0.050	3.40	9.080	157	13.60	1.1

温泉名称	$\rho(\text{挥发酚})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{As})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{Cd})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{Hg})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{CN})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{F})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{NO}_3^{-}\text{-N})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{NO}_2^{-}\text{-N})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{Cr}^{6+})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$
镇头镇硝塘河澡塘	<0.002	0.0035	<0.0005	<0.0001	<0.002	0.156	2.590	<0.02	<0.001	<0.004
镇头镇大塘温泉	<0.002	0.0050	<0.0005	<0.0001	<0.002	0.223	3.020	<0.02	<0.001	<0.004
镇头镇麻栎山温泉	<0.002	<0.0010	<0.0005	<0.0001	<0.002	2.750	<0.002	1.47	<0.001	<0.004
界头镇热水塘温泉	<0.002	<0.0010	<0.0005	<0.0001	<0.002	3.210	<0.002	0.58	<0.001	<0.004
界头镇石墙温泉	<0.002	<0.0010	<0.0005	<0.0001	<0.002	4.300	<0.002	3.10	<0.001	<0.004
滇滩镇腊幸温泉	<0.002	1.0100	<0.0005	<0.0001	<0.002	6.890	<0.002	<0.02	<0.001	<0.004
猴桥镇轮马新澡塘	<0.002	0.0095	<0.0005	<0.0001	<0.002	12.100	2.720	<0.02	<0.001	<0.004
猴桥镇胆扎大澡塘	<0.002	0.0053	<0.0005	<0.0001	<0.002	12.200	1.010	0.10	<0.001	<0.004
猴桥镇八里温泉	<0.002	0.0090	<0.0005	<0.0001	<0.002	6.360	2.930	<0.02	<0.001	<0.004
中和乡欢喜坡温泉	<0.002	0.0064	<0.0005	<0.0001	<0.002	19.300	2.180	<0.02	<0.001	<0.004

a. 腾冲县地热温泉资源极为丰富,但总体开发利用水平低。腾冲县地热资源丰富的地区对地热资源的利用主要以洗浴开发和农业灌溉为主,未能建立地热产业,使宝贵的地热资源停留在低层次、低效益的开发水平上。

b. 地热资源开发规模较小。随着腾冲县旅游业的快速发展,近几年通过招商引资,对部分温泉资源进行了开发建设,开发利用规模较大的温泉主要有3处,即热海温泉、玛御谷温泉和荷花温泉。其他温泉的开发利用,多数是以个人开设的澡堂、旅馆等粗放经营形式存在,还有少部分为当地村民集体共建的非营利性公共澡堂。

c. 地热资源的开发利用程度与地理位置相关。交通便利、人口密集地区,地热资源开发利用程度较高。而猴桥镇胆扎、轮马村的部分地热温泉,因地理位置偏僻,交通不便,温泉水资源仅用于当地农业灌溉。

d. 缺乏科学合理的地热温泉开发利用规划,重开发利用,轻节约保护,保护地热温泉资源意识不强。

7 建 议

a. 加强对地热水资源的管理,编制科学合理的地热水资源保护规划及开发利用方案,提出地热资源可持续开发利用和保护的区划意见,保持资源的长期连续稳定开发,防止盲目随意开发造成资源浪

费和环境地质问题的发生。

b. 在开发地热资源过程中,要强化开发利用与节约保护并重的意识,积极推广应用高新技术与设施,提高地热资源开发的科技含量,推广节约型、效益型的地热资源开发利用模式,以提高地热利用率,减少资源浪费。

c. 温泉旅游应该从单一的功能开发、粗放经营、低层次服务,向多元化、人性化、高水准个性服务的方向发展,同时要注重温泉的地域文化主题和主导特色产品的提炼和打造,更加注重温泉资源的整合与配套开发。

d. 在温泉产品开发中,要加强对温泉水质的监测,积极宣传温泉理化性质有益健康的特点和功效。

e. 加强对地热温泉的日常监测,深入开展地热温泉的分析研究。

参考文献:

[1] 腾冲县水利电力局. 腾冲县水利志[M]. 腾冲:腾冲县水利电力局,1987:38-40.

[2] 云南省水文水资源局保山分局. 腾冲县地热热水资源调查报告书[R]. 保山:云南省水文水资源局保山分局,2012.

[3] SL/T238—1999 水资源评价导则[S].

[4] GB11615—2010 地热资源地质勘查规范[S].

[5] GB5749—2006 生活饮用水卫生标准[S].

(收稿日期:2013-01-25 编辑:彭桃英)