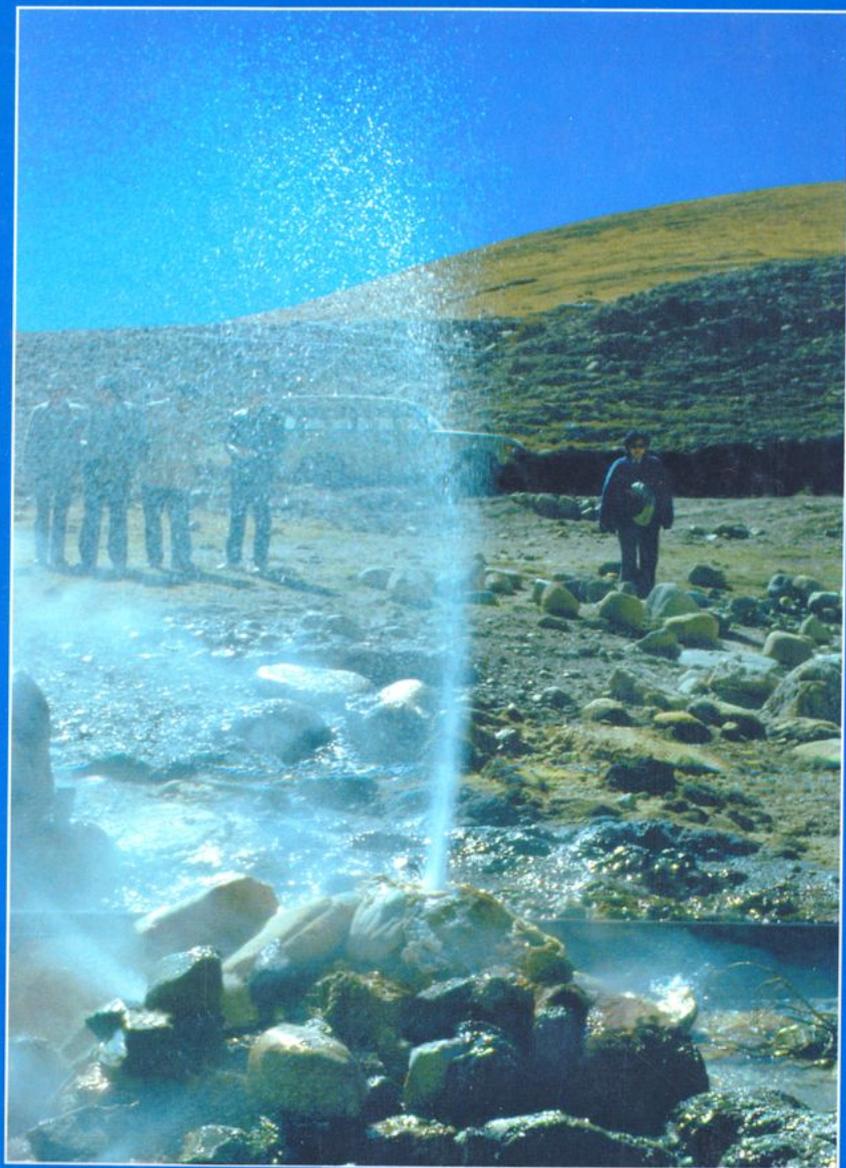


佟 伟 廖志杰 刘时彬  
张知非 由懋正 章铭陶 著



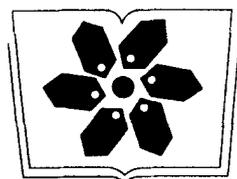
# 西藏温泉志



科学出版社

“氤氲沸燠兮野突泉温”

——[清]和宁,1801,《西藏赋》。



中国科学院科学出版基金资助出版

# 西藏温泉志

佟 伟 廖志杰 刘时彬 著  
张知非 由懋正 章铭陶

科学出版社

2000

# Thermal Springs in Tibet

*by*

Tong Wei      Liao Zhijie      Liu Shibin  
Zhang Zhifei      You Maozheng      Zhang Mingtao

Science Press, Beijing

2 0 0 0

# 《西藏温泉志》凡例

## ——代序

1. 本志的宗旨是整理和保存中国科学院青藏高原综合科学考察队地热专题组 1973 至 1989 年实地考察资料,并吸收前驱以及后继考察者的成果,以形成类似辞书性质的西藏温泉汇编。

2. 本志以中国科学院青藏高原综合科学考察队地热专题组历年编写的各种记录、材料、报告和论著为基础,计有:

- 野外工作记录簿以及据此编写的各种中间材料;
- 《西藏羊八井热田地热资源初步评价》,以下以及正文引用时均简作《羊八井》;
- 《西藏羊八井热田某些实验和测试工作》,简作《羊八井补》;
- 《西藏南部的地热资源》,简作《南部》;
- 《西藏阿里地区的地热资源》,简作《阿里》;
- 《西藏那曲地区的地热资源》,简作《那曲》;
- 《西藏昌都地区的地热资源》,简作《昌都》;
- 《西藏泽格丹湖的地热资源》,简作《泽格丹湖》;
- 科学出版社 1981 年版《西藏地热》,简作《西热》。

凡不属上列资料的引文,本志将在引用处予以相应注记。

3. 与以前的工作相比,本志刻意考究温泉的名称以及地名的汉译确切与否,并力图使其靠拢法定的汉译名称;另外为了确定温泉区的行政区属和地理坐标,查找历来考察人员难以履及或者遗漏的温泉区,本志也将下列文献列为基础资料:

- 中国人民解放军总参谋部测绘局和西藏军区测绘局历年测制的 1:10 万地形图;
- 西藏自治区测绘局 1978 年版 1:100 万《西藏自治区政区图》,简作《1:100 万图》;
- 西藏自治区革命委员会测绘局和国家测绘总局测绘科学研究所编 1978 年版《西藏自治区地名录》(乙种本),简作《地名录》;
- 中国地名委员会、西藏自治区人民政府编 1993 年版《西藏自治区地名志》(上下两卷),简作《地名志》(上或下);
- 武振华主编中国藏学出版社 1995 年版《西藏地名》,简作《西名》;
- 西藏自治区测绘局编中国地图出版社 1996 年版《西藏自治区地图册》,简作《地图册》。

尽管做了很多考究,但是本志仍然难以避免藏语地名(尤其是温泉名称)的多重汉译。

历史文献是既成事实,因而历史地名也似乎只能和现今地名相互比照而不能彼此否定。所幸不论藏语地名有多少种汉译,其音译转写(即用汉语拼音字母拼写藏语地名的语音)却只能有一种。如羊八井的汉译名曾有羊井、杨八景、秧巴建和阳巴尖等,其音译转写却只有 Yangbajain(而非 Yangbajing!);又如玛旁雍错的汉译名曾有马法木错、马品木错和马品木达赖池等,而音译转写只有 Mapam Yumco(不可将 Yumco 分成 Yum Co)等。由

此只要有根有据,本志将在每个温泉(实难做到)和关键地名之下加注其音译转写,而且曾想用音译转写代替汉名用于温泉区名称。例如,如果用 Daggyai 作为西藏最大间歇泉区的名称,就完全可以避免打加与搭各加等汉译名称之间的歧误,只是目前还不可能做到这一步。本志特别提醒有可能撰写英文稿的专家教授们,当您涉及西藏地名的汉文名称时不可按汉语发音拼写地名,如不可将昌都翻成 Changdu,而应写作 Qamdo;也不可将晋觉曲灿译成 Jinjue Qucan,而应是 Jiggyob Qucaïn(汉字曾译几脚曲灿或机脚曲灿)等等。

4. 本志按照自西向东自北向南的顺序分为七章,即第一章为西藏自治区西部的阿里地区,第七章为西藏自治区东部的昌都地区。另外还有第八章“中国藏区温泉史海钩沉”。除第八章外,每一章开头均根据《西名》和《地图册》对该地区作一简介(仅阿里地区注有音译转写 Ngari)。每一地区所属的县(或市)作为该章的节(节的序号免),其出场顺序一般也是由西向东从北至南,如第四章拉萨市第一节(后三字免)为当雄县(ZDX),位于该行的正中,当雄县后括号内的字母为其代码,Z代表藏,DX为当雄音译转写 Damxung 的缩写。代码一般为三个字母,有时为了避免重复而不得使用四个字母,如拉孜、洛扎和林周就不得不分别采用 ZLZ、ZLZA 和 ZLHZ 作代码。每一县的开头也根据《西名》和《地图册》对该县作一简介,内容包括该县藏语名称的音译转写、藏语含意、不同的汉译名称、建制沿革以及年平均气温等。县属温泉的排列原则上也从西向东由北及南,但《地名志》所载温泉因汇入较晚,本志只好使其屈居每县之末。

5. 本志每一温泉的记述顺序大体一致,即先列代码和编号,继之以名称,然后是行政区属、地理坐标和海拔、泉区概况及泉水样品化学分析结果等。需要注意的是代码编号和泉区的名称,现举例予以说明:

例一 ZTR4(82) 洛洛曲灿,洛洛沸泉,鲁鲁下沸泉;

例二 ZNR1(44) 打加间歇喷泉,搭各加间歇喷泉;

例三 ZZB9 扎布耶盐湖-微温泉系统。例一表示洛洛曲灿是西藏定日县第 4 号泉。括号内的 82 表示《西热》附表一的编号,也意味此泉我们或其他人在 70 年代中期考察过。首列名称见于《地名录》(相应处均予注明),因而是“法定名称”,但藏语曲灿一如汉语温泉,只说明泉是温热的而不涉及泉水的温热程度。第二名称表示洛洛曲灿是泉口温度已达到当地高程下水沸腾温度的沸泉,但它只有一半(洛洛)而不是整体的法定名称。第三名称是《西热》附表一用名,也是本志建议(仅仅是建议!)废弃的名称;

例二表示打加间歇喷泉是西藏昂仁县第 1 号泉,括号内数字含意同例一。首列名称不见于《地名录》,因此不具有“法定效力”,但打加却是 Daggyai 的《地名录》法定汉译名,因此打加间歇喷泉构成本志的推荐(仅仅是推荐!)名称。搭各加既不见于《地名录》又是 Daggyai 的非正确汉译,只是《西热》附表一用名。因此可以考虑予以废弃;

例三代码及编号后没有括号及括号内数字,表示扎布耶盐湖-微温泉系统是不见于《西热》的本志新成员。这些温泉或者是 1979 年后的考察成果,或者是源于其他文献、从地形图上查得,或者是根据当地知情者告示的信息编录的。

6. 本志将泉口温度高于当地多年年平均气温 5℃ 左右至 20℃ 定义为微温泉,21℃ 至 35℃ 为低温温泉,36℃ 至 45℃ 为温泉,46℃ 至 80℃ 为热泉,81℃ 至略低于当地水沸点温度为亚沸泉,等于或略高于当地水沸点温度则为沸泉。另外凡是从地形图和《地名志》上查得的温泉,尽管不知其温度的高低,本志也一律泛称为温泉。本志强调广义的温泉而非地

热,因此不论泉区地表分布范围多么广,估算的开发潜力多么大,只要没有经过详细的勘探,本志均不赋予地热田之名。根据这项准则,本志仅编录朗久、羊易、羊八井和那曲镇4个地热田。

7. 除了美妙的景观和博大精深的科学内涵以外,温泉的多种功能皆来源于泉水及其所负载的热能量和水溶化学组分。只要有分析资料可循,本志均在相应泉区之后附上泉水分析结果,其中  $t_s$  表示取样温度,  $pH_f$  为野外测得的 pH 值,  $pH_L$  为分析室测得的 pH 值, TDS 为水溶固体物质总量(total dissolved solids),单位 g/L,各种组分(如 Na、K 等)一律不加离子电荷,其单位为 mg/L, na 表示未分析(not analysed)或缺数据(not available), nd 表示未检出(not detected)。大部分数据来源于《西热》附表二。本志引用的其他来源数据将在引用处予以注明。《西热》数据的分析单位已在该书中说明。1979 年以后的泉水样品是由北京大学地质学系和地理学系分析室分析的。需要说明的是某些具有特殊疗效的温泉(如 ZND1 卡布桑臭水)和毒泉(如 ZMK5 毒久温泉)的医理和毒理都不是一般化学分析能够解决的。

8. 附件一试图使读者对西藏各个地区的各类温泉数量一目了然,至于每名温泉在本志里的栖居之所请查询附件二。

9. 本志的编写基础是实地考察,尤其是中国科学院青藏高原综合科学考察队地热专题组进行的实地考察。历年参加考察的人员有:佟伟、张知非、廖志杰、由懋正、刘时彬、朱梅湘、过帼颖、沈敏子、王德新、穆治国、王向民、王凤桐、吕金才、姜常义、戴绍楠、邓宝山、李修平、唐加品、杨少平、奚小环、陈百明(以上北京大学地质学系和地理学系);章铭陶、顾学再、周长进、郑亚新(以上中国科学院自然资源综合考察委员会);朱立、肖树棠、许绍卓、吴龙林、宋鸿林、王新华(以上中国地质大学(武汉))。

还有许多长年奋战在青藏高原的专家教授们虽然没有参加专题组的考察活动,但对《西热》乃至本志的出台却起了不可估量的作用,如中国科学院青海盐湖研究所的张彭熹、郑喜玉和陈克造,南京地理与湖泊研究所范云琦,中国地质科学院郑绵平,地质矿产部探矿工程研究所汪仲英和汤松然,物化探研究所朱炳球,成都地质矿产研究所刘振声和王洁民,西藏自治区地质矿产厅次仁达,西藏地热地质大队梁廷立、覃昌龙、多吉、骆慕宾、王立新、王向民、洛桑丹增,西藏区域地质调查大队马冠卿,成都地质学院贾疏源和罗梅,西藏地热开发公司顿主佳参、周成友、蒋勋烈、马健全和于和平,拉萨市畜牧局吴文春,以及电力工业部热工研究院蒋祥军、刘志江和韩升良等。

10. 藏族同胞对高原上温泉的钟爱达到了神化的地步。“爱屋及乌”,我们历年的温泉考察也得到藏族同胞最热情的关爱和支持,他们无偿地充当向导和翻译,提供他们了解的一切信息,弥补了考察人员“瞬间观测”的局限性。县政府领导甚至放下手头工作陪同我们远驱几十乃至上百里去泉区考察。这种藏汉一家的深情厚谊不仅使我们终生难忘,也使《西藏温泉志》倍增光彩。

中国青藏高原研究会理事长刘东生院士、副理事长孙鸿烈院士以及现任秘书长何希吾和前任秘书长温景春教授等对本项工作一直给予亲切的关怀和持久而有力的支持,作者向他们表示最诚挚的敬意和感谢。

封面照片为羊易地热田卜母曲沟口的沸喷泉,1988 年摄。

# 目 录

(县名后括号内为该县代码,括号后为该县温泉在本志中的起始页码)

《西藏温泉志》凡例——代序	
第一章 阿里地区	1
日土县(ZRT)1 噶尔县(ZGR)4 札达县(ZZD)12 革吉县(ZGG)15 普兰县(ZBR)21 改则县(ZGZ)28 措勤县(ZCQ)33	
第二章 日喀则地区	36
仲巴县(ZZB)36 萨嘎县(ZSG)41 吉隆县(ZGY)43 聂拉木县(ZNLM)43 昂仁县(ZNR)45 定日县(ZTR)55 拉孜县(ZLZ)58 谢通门县(ZXTM)60 萨迦县(ZS'G)68 定结县(ZDG)70 岗巴县(ZKB)70 南木林县(ZNML)72 白朗县(ZBN)78 江孜县(ZGYZ)78 康马县(ZKM)79 亚东县(ZYD)81 仁布县(ZRB)82	
第三章 那曲地区	84
尼玛县(ZNMA)84 双湖特别区(ZSH)95 申扎县(ZXZ)100 班戈县(ZBG)104 安多县(ZAD)111 那曲县(ZNQ)121 聂荣县(ZNYR)134 嘉黎县(ZJL)139 比如县(ZBRU)141 索县(ZSX)147 巴青县(ZBQ)149	
第四章 拉萨市	157
当雄县(ZDX)157 尼木县(ZNM)187 堆龙德庆县(ZDD)189 拉萨市城关区(ZLS)191 林周县(ZLHZ)192 墨竹工卡县(ZMK)193	
第五章 山南地区	196
浪卡子县(ZNGZ)196 贡嘎县(ZKG)197 洛扎县(ZLZA)198 扎囊县(ZCN)199 乃东县(ZND)200 桑日县(ZSR)200 曲松县(ZQS)201 措美县(ZCM)203 错那县(ZCNA)210 加查县(ZGC)214 隆子县(ZLNZ)215	
第六章 林芝地区	219
工布江达县(ZGGD)219 米林县(ZML)220 林芝县(ZNC)220 墨脱县(ZMD)221 波密县(ZBM)222 察隅县(ZZY)225	
第七章 昌都地区	231
丁青县(ZDQ)231 洛隆县(ZLR)234 类乌齐县(ZRWQ)235 昌都县(ZQD)236 八宿县(ZBX)239 察雅县(ZCY)244 左贡县(ZZG)248 江达县(ZJD)252 贡觉县(ZKJ)253 芒康县(ZMKM)254	
第八章 中国藏区温泉史海钩沉	260
参考文献	281
附件一 西藏各县市温泉分类统计表	283
附件二 《西藏温泉志》录入的温泉名称索引	286

# CONTENTS

Preface	
Chapter 1 Ngari Prefecture	1
Rutog County(ZRT) <sup>①</sup> Gar County (ZGR)4 Zanda County(ZZD)12 Gè'gyai County(ZGG)15 Burang County(ZBR)21 Gêrzê County(ZGZ)28 Coqên County(ZCQ)33	
Chapter 2 Xigazê Prefecture	36
Zhongba County(ZZB)36 Saga County(ZSG)41 Gyirong County(ZGY)43 Nyalam County(ZNLM)43 Ngamring County(ZNR)45 Tingri County(ZTR)55 Lhazê County (ZLZ)58 Xaitongmoin County (ZXTM)60 Sa'gya County(ZS'G)68 Dinggyê County(ZDG)70 Kamba County(ZKB)70 Namling County(ZNML)72 Bainang County(ZBN)78 Gyangzê County(ZGYZ)78 Kangma County(ZKM)79 Yadong County(ZYD)81 Rinbung County(ZRB)82	
Chapter 3 Nagqu Prefecture	84
Nyima County(ZNMA)84 Shuanghu Special District(ZSH)95 Xainza County(ZXZ)100 Bangoin County(ZBG)104 Amdo County(ZAD)111 Nagqu County(ZNQ)121 Nyainrong County(ZNYR)134 Jiali County(ZJL)139 Biru County(ZBRU)141 Sog County(ZSX)147 Baqên County(ZBQ)149	
Chapter 4 Lhasa City	157
Damxung County(ZDX)157 Nyêmo County(ZNM)187 Doilungdêqên County(ZDD)189 Lhasa Urban District(ZLS)191 Lhünzhub County(ZLHZ)192 Maizhokunggar County(ZMK)193	
Chapter 5 Shangnan Prefecture	196
Nanggarzê County (ZNGZ)196 Konggar County(ZKG)197 Lhozhang County(ZLZA)198 Chanang County(ZCN)199 Nêdong County(ZND)200 Sangri County (ZSR)200 Qusum County(ZQS)201 Comai County(ZCM)203 Cona County (ZCNA)210 Gyaca County (ZGC)214 Lhünzê County (ZLNZ)215	
Chapter 6 Nyingchi Prefecture	219
Gongbo'gyamda County (ZGGD)219 Mainling County (ZML)220 Nyingchi County (ZNC)220 Mêdog County(ZMD)221 Bomê County(ZBM)222 Zayü County(ZZY)225	
Chapter 7 Qamdo Prefecture	231
Dêngqên County(ZDQ)231 Lhorong County(ZLR)234 Riwoqê County(ZRWQ)235 Qamdo County (ZQD)236 Baxoi County(ZBX)239 Chagyab County(ZCY)244 Zogang County(ZZG)248 Jomda County(ZJD)252 Kongjo County (ZKJ)253 Mangkam County (ZMKM)254	
Chapter 8 The Ancient Records of Thermal Springs in The Tibetan Areas of China	260
Reference	281
Appendix 1 Classified Statistics of The Thermal Springs in Every Counties of The Tibetan Autonomous Region	283
Appendix 2 Name Index to Thermal Springs in The Tibentan Autonomous Region	286

① The characters in brackets behind each County denote the code of relevant County, and the figure after every bracket shows the initial page of relevant County in this monograph.

# 第一章 阿里地区

《西名》页4:藏语阿里的音译转写为 Ngari,意为领地、属民。汉字曾译纳里速、俄力思。1951年和平解放。1954年为阿里总管。1960年改设阿里专区。1970年改名阿里地区至今。面积约为29.7万km<sup>2</sup>。人口5.4万。辖噶尔、札达、普兰、日土、革吉、改则、措勤等县。地区行政公署驻狮泉河镇。

## 日土县(ZRT)

《西名》页419和《地图册》页149:藏语日土的音译转写为 Rutog,实指当地的一小山形如藏族使用的长枪上安装的枪叉支架顶。汉字曾译如妥、鲁多克、卢多克、罗多克、日托(宋)茹拖、如朵宗(清)。曾为日土宗。1960年改设日土县。面积约7.1万km<sup>2</sup>。人口0.5万。辖4区12乡30村民委员会。县人民政府驻德汝。年平均气温0℃。

**ZRT1 泉水湖西微温泉**<sup>①</sup> 位于多马区松西乡西北,泉水湖西南端,新藏公路旁侧。80°08′58″E,34°44′50″N。海拔5130m。泉区位于一北西向断裂之上,西南盘为白垩系,东北盘为侏罗系。泉水从砂岩夹灰岩的岩层中涌出,温度仅3℃,涌水量却高达800L/s。泉水主要化学组分为: $t_3$ 3℃, pH 8.04, TDS 0.26; Na 16.88, K 1.22, Ca 30.92, Mg 19.76, Li nd, NH<sub>4</sub> nd; CO<sub>3</sub> nd, HCO<sub>3</sub> 124.30, SO<sub>4</sub> 48.36, Cl 26.59, F 0.40; SiO<sub>2</sub> 4.50, HBO<sub>2</sub> na, As na; HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Mg-Ca。

**ZRT2 龙木错西微温泉**<sup>②</sup> 位于多马区松西乡北,龙木错西端,新藏公路东侧。80°20′20″E,34°35′55″N。海拔4880m。泉水出自古生代灰岩,温度8℃,流量1000L/s。泉水的主要化学组份如下: $t_3$ 8℃, pH 8.52, TDS 0.60; Na 87.00, K 7.59, Ca 45.97, Mg 35.04; CO<sub>3</sub> 4.78, HCO<sub>3</sub> 191.85, SO<sub>4</sub> 112.36, Cl 125.86, F nd; SiO<sub>2</sub> na, HBO<sub>2</sub> na, As na; Cl-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Na-Mg-Ca。

《地名录》页222注龙木错的音译转写为 Lungmu Co。《地名志》(下)页848龙木错作鲁木错(80°26′E,34°36′N),音译转写为 Lum Co,藏语含义为沸腾,因地下水涌出,故名。为凹地湖泊,地下水成河,东西向呈葫芦状,水面积近100km<sup>2</sup>。咸水。西岸2km通新藏公路。

① 资料来源:西藏地质局区域地质调查大队编,1:100万日土幅区域地质调查资料。考察时间1985年7月。成都理工大学罗梅教授提供。1972年一版1:10万地形图9-44-41(界山大坂)幅于泉水湖西南角有一冷泉点。《地名志》(下)页848注泉水湖(80°09′E,34°46′N)的音译转写为 Qumig Co,并云其为凹地湖泊,水面积8km<sup>2</sup>,咸水,西南湖岸有泉。

② 资料来源同ZRT1。考察时间1984年5月。1972年一版1:10万地形图9-44-53(加藏马利)幅龙木错西岸边有3个泉点,西北岸边尚有2泉点,海拔5017m。

**ZRT3(5) 曲真热贡温泉** 位于多马区松西乡东,龙木错东南丛山的山谷中<sup>①</sup>。80°33′45″E,34°33′40″N。海拔5200m。藏语热贡意为乱石堆。泉区面积 $1.3 \times 10^5 \text{m}^2$ ,有温水塘、温水沼泽等,泉塘对径1~2m,温度33~43℃,总流量15L/s,塘中多藻类植物,塘周多黄色钙华。整个泉区棕黄色钙华沉积规模巨大。周边山上的岩石受强烈蚀变成白色(褪色现象),说明曲真热贡过去有过温度比较高和范围比较大的水热活动。

1976年8月15日考察时采集的泉水样品分析结果如下: $t_s$ 42℃,pH<sub>F</sub>6,pH<sub>L</sub>6,TDS 0.842;Na 155,K 18.5,Ca 86.3,Mg 37.4,Li 0.43,Rb 0.05,Cs 0.1,NH<sub>4</sub> na;CO<sub>3</sub> nd,HCO<sub>3</sub> 545,SO<sub>4</sub>68.4,Cl 158;F 0.3;SiO<sub>2</sub> 32.7,HBO<sub>2</sub> 5.67,As 0.017;HCO<sub>3</sub>-Cl-SO<sub>4</sub>-Na-Ca-Mg。

**ZRT4(6) 乔各路马微温泉,野马滩微温泉**<sup>②</sup> 位于多马区政府驻地西北约9km,多马乡或松西乡内。80°18′45″E,33°45′48″N。海拔4425m。泉水出自白垩纪红色砂砾岩。1976年8月9日考察时测温为7℃,流量50L/s。未取水样。《地名志》(下)页847注松西乡内野马滩为河名,音译转写为Ringsug Ri。《地名志》(下)页839有村名曲若(80°14′E,33°44′N)，“曾名乔路”,音译转写为Quro,藏语含义为死水。位于多马乡驻地西南30km,扎惹西,多马河北岸。

**ZRT5(7) 秋嘎江低温温泉**<sup>③</sup> 位于多马区政府驻地东南9km,松西乡内。80°27′20″E,33°40′45″N。海拔4450m。泉水涌自白垩纪石灰岩,温度21.5℃,流量20L/s。1976年8月9日考察时采集的泉水样品分析结果如下: $t_s$  21.5℃,pH<sub>L</sub> 6,pH<sub>L</sub> na,TDS 0.313;Na 29.0,K 2.75,Ca 45.2,Mg 20.9,Li 0.08,Rb 0.05,Cs 0.1,NH<sub>4</sub> na;CO<sub>3</sub> nd,HCO<sub>3</sub> 265,SO<sub>4</sub> 18.8,Cl 28.9,F 0.3;SiO<sub>2</sub> 32.7,HBO<sub>2</sub> 2.11,As 0.008;HCO<sub>3</sub>-Cl-Ca-Mg-Na。

**ZRT6 日松桥南微温泉**<sup>④</sup> 属日松区德汝乡,日松区政府南侧日松桥(《地名志》(下)页810注日松桥音译转写为Risum Qiao)南端。79°50′E,33°10′N。海拔4330m。泉水出自砂页岩,温度8℃,流量5L/s。泉水的分析结果如下: $t_s$  8℃,pH 7.78,TDS 0.26;Na 19.00,K 1.68,Ca 31.12,Mg 11.98,Li 0.20;CO<sub>3</sub> nd,HCO<sub>3</sub> 174.97,SO<sub>4</sub> 9.06,Cl 19.12,F 0.19;SiO<sub>2</sub> 17.12,HBO<sub>2</sub> na,As na;HCO<sub>3</sub>-Ca-Mg。

**ZRT7 西昆仑火山低温温泉** 位于多马区松西乡东北,西昆仑南坡,郭扎错北。80°53′20″E,35°08′11″N。海拔约5500m。西昆仑南坡有第三纪熔岩台地。泉水沟上源西支的扇形地中,耸立着数座火山锥。在昆仑峰南坡中峰冰川外缘有多处丘状泉华,水中喷

① 1976年一版1:10万地形图9-44-54(马敦普)幅于龙木错东南有2个冷泉点但无曲真热贡一名。第一点位于龙木错东南4.3km,湖滨戈壁滩与山脚之间,坐标与ZRT3合,但海拔为4960m;第二点位于龙木错东南8.7km,处于“散尔多”与“拉康巴”大山之中,泉水出自北山麓坡地,南侧亦为戈壁滩,其坐标为80°34′40″E,34°31′18″N。海拔5300m。第二泉点很难接近,虽有小道可通,但要翻山步行10余公里方能抵达泉区。《地名志》(下)页844松西乡内无曲真热贡名条。

② 《地图册》页147于多马区政府西北11.2km处有村名乔路。1976年一版1:10万地形图9-44-77(多玛)幅于乔路东北7~8km有二个冷泉点,相距约1km,西南点用蓝字名为“乔各路马”,海拔4425m,东北点无名,海拔4428m,二泉汇流除形成沼泽外,西南流经3.5km注入多玛河。乔各路马以东为戈壁滩,名野马滩。

③ 1976年一版1:10万地形图9-44-77(多玛)幅有此泉点但未注温字,东侧有地名“求可得将木”而无秋嘎江之名,疑二者为同一地名的谐音汉译名。冷泉点恰在公路拐弯处东侧。《地名志》(下)页839多马乡和页844松西乡均未查到秋嘎江名条。

④ 资料来源同ZRT1。考察时间1984年6月。(地名录)页221:日松音译转写为Risum。1971年版1:10万地形图9-44-100(日松)幅无日松桥之名,亦无泉水注记。

气,其水温分别为 18℃ 至 10℃。在郭扎错湖北的古冰碛洼地中,多处出现泥火山,喷砂体星罗棋布。表层为蜂窝状硫黄沉积。下为灰黑色砂和黄色细砂。所开挖的一个泥火山,地表温度 25℃,地下 20cm 处地温为 11℃,2m 深处测得地温为 17.6℃。由于地热的影响,该地区已成为连续多年冻土区中的融区<sup>①</sup>。

**ZRT8 郭扎错东微温泉<sup>②</sup>,泽普郭尺错东微温泉** 位于多马区松西乡拉竹龙村西北约 13km,郭扎错以东。81°22'E,35°04'N。海拔 5190m。泉水涌自浅变质岩,温度 4℃,流量 10L/s。泉水水样的主要化学组分如下: $t_s$ 4℃, pH 7.91, TDS 1.93; Na 392.50, K 16.00, Ca 51.79, Mg 38.24, Li 1.90; CO<sub>3</sub>nd, HCO<sub>3</sub> 845.39, SO<sub>4</sub>190.57, Cl 402.04, F na; SiO<sub>2</sub> na, HBO<sub>2</sub> na, As na; HCO<sub>3</sub>-Cl-Na。

**ZRT9(8) 扎普低温温泉** 位于热帮区扎普<sup>③</sup>乡政府驻地东北侧。80°48'36"E, 33°18'24"N。海拔 4334m。泉区位于近东西向的班公错断裂带上。泉水涌自侏罗纪灰岩,温度 18℃,涌水量 200L/s。1976 年 8 月 25 日考察时采集的水样分析结果如下: $t_s$ 18℃, pH<sub>F</sub> na, pH<sub>L</sub> na, TDS 0.39; Na 30.0, K 2.30, Ca 73.1, Mg 29.9, Li 0.07, Rb nd, Cs 0.1, NH<sub>4</sub> na; CO<sub>3</sub> nd, HCO<sub>3</sub>311, SO<sub>4</sub>46.5, Cl 28.9, F 0.5; SiO<sub>2</sub>16.4, HBO<sub>2</sub>0.81, As 0.006; HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Cl-Ca-Mg-Na。

**ZRT10(23) 木司曲灿,木实热不卡热泉,弗野热泉,帕野热泉<sup>④</sup>** 位于热帮区扎普乡东部,民卓茶卡东北 50km 的弗野(山峰,6390m)东麓。81°52'25"E,33°24'25"N。海拔 4800m。泉区呈北东向展布,面积 100m×300m。泉水出自近南北向的黄色钙华丘顶部,主要泉口有三,皆为直径约 0.5m 的小泉坑,温度均为 60.5℃,强烈鼓泡作沸腾状,总流量约 5L/s。主泉华丘的钙华呈黄色松散土状,丘高大于 6m,丘脚有许多小渗眼,温度 30~40℃。泉华丘南侧有一片老钙华,由霏石晶簇组成,有的呈锥状体,锥高达 2m,现已无泉水溢出,且已遭受溶蚀。泉华丘所在地弗野山东麓的基岩有石灰岩和石英岩,并受辉长岩侵入。构造极其复杂,破碎强烈。灰岩为含单通道筵的礁灰岩,时代属早二叠世。

考察时间为 1976 年 8 月 23 日。采集的水样分析结果如下: $t_s$ 60.5℃, pH<sub>F</sub>6~7, pH<sub>L</sub> na, TDS 2.88; Na 1000, K 43.0, Ca 40.3, Mg 17.0, Li 1.72, Rb 0.20, Cs 0.5, NH<sub>4</sub> na; CO<sub>3</sub> nd, HCO<sub>3</sub> 2070, SO<sub>4</sub>69.0, Cl 396, F 4.4; SiO<sub>2</sub>76.4, HBO<sub>2</sub>35.6, As 0.009; HCO<sub>3</sub>-Cl-Na。

**ZRT11 久尔曲鲁玛酸水泉** 位于乌江乡东南部,拉日(热)拉新北侧。80°01'E, 33°33'N。曾用名乌鲁漫布。久尔曲鲁玛的音译转写为 Gyurqu Luma,藏语含义为酸水泉

① 资料引自郑本兴、文启忠、刘嘉麒,1993,西昆仑山早更新世和全新世的火山活动,青藏高原研究会召开的青藏高原与环球变化学术讨论会(成都)论文摘要(未刊)。

② 资料来源同 ZRT1。考察时间 1984 年 6 月。《地名录》页 222:郭扎错音译转写为 Gozha Co。1976 年版 1:10 万地形图 9-44-31(郭扎错)幅(81°00'~81°30'E, 35°00'~35°20'N)郭扎错东的干沟内无任何泉水注记。《地名志》(下)页 848 郭扎错作泽普郭尺错,音译转写为 Zibugumchég Co。

③ 《地名录》页 221:扎普音译转写为 Zapug。1976 年版 1:10 万地形图 9-44-102(扎甫)幅于扎甫公社西共有泉点 21 个,均未注温字,分布范围 80°48'30"~45'30"E,33°17'30"~19'30"N。海拔 4334~4312m。泉水均向西流 20km 后注入埃永错。

④ 第一名称见《地名志》(下)页 833。其“音译转写为 Musi Quacain,藏语含义为硫磺温泉。位于扎普乡驻地果尔共村东北 100km。有两个泉眼,泉水南流 3km 入沼泽滩。”第二名称见《地图册》页 147、1:10 万和 1:100 万地形图;第三名称见《地图册》页 147,为山峰(海拔 6390m)名,1:100 万图亦作弗也;第四名称见《西热》页 120。1976 年一版 1:10 万地形图 9-44-92(木实热不卡)幅于弗野主峰(6390m)东南麓(距主峰 19km)有泉点二并标有二温字,旁用蓝字注其名为“木实热不卡”,泉水南流汇入一沼泽。周边无帕野一名。1:100 万图也有木实热不卡一名。

水。有东西长约 10km 的线状泉眼群,汇流成河西流,为昂麦贡源头,西流入错木昂拉仁波(班公湖)。新藏公路经此。信息引自《地名志》(下)页 816。

**ZRT12 鲁玛垂姆温泉** 位于德汝乡,日土县治奇娃铺村东北 63km,常木错与阿永错之间。 $80^{\circ}25'E, 33^{\circ}28'N$ 。鲁玛垂姆的音译转写为 Luma Choimo,藏语含义为温泉。系泉眼,流量小,通乡路。信息引自《地名志》(下)页 812。

**ZRT13 鲁麻咋曲灿** 位于鲁麻卡乡(1:100 万图作热帮乡,驻地龙门卡)政府驻地芨村东南 38km。 $80^{\circ}31'E, 32^{\circ}45'N$ 。曾用名球泽。鲁麻咋曲灿音译转写为 Lumaka Qu-cain。藏语曲灿的含义为温泉,但此处仅为一浅沟名,并无温泉。信息引自《地名志》(下)页 837。

【后记】 **基阿姆温泉(印度实际控制区)** 位于羌臣摩河东(左)侧一支流南岸一小沟内,东距国境线 2km,距西隆格巴尔玛河 2.5km。 $78^{\circ}57'10"E, 34^{\circ}18'00"N$ 。海拔 4820m。1972 年版 1:10 万地形图 9-44-62(尼英里)幅无温泉注记,但有基阿姆温泉名。

## 噶尔县(ZGR)

《西名》页 155-156 和《地图册》页 141:藏语噶尔的音译转写为 Gar。意为宿营地、营盘,并引伸为兵营、驻军队的地方。汉字曾译克尔、堆噶尔。曾为噶尔宗。1960 年改设噶尔县。面积约 1.7 万  $km^2$ 。人口 0.8 万,辖 4 区 1 镇 11 乡 36 村民委员会。县人民政府驻狮泉河镇。年平均气温  $0.2^{\circ}C$ 。

**ZGR1 磔穆绰克热泉,典角热泉** 位于扎西岗区扎西岗乡磔穆绰克<sup>①</sup>村西南 3km 的山沟中。 $79^{\circ}26'42"E, 32^{\circ}40'36"N$ 。海拔 4700m。1976 年 7 月于噶尔县考察时被告知此地有温度很高的热泉,泉口上方蒸汽升腾,手不可伸入泉水之中,有硫磺味,当地建有浴室,围岩为花岗岩。磔穆绰克也可能存在沸泉。

**ZGR2 西桑温泉<sup>②</sup>** 位于扎西岗区扎西岗乡,扎西岗哨所对岸,森格藏布(狮泉河)河谷的河床中。 $79^{\circ}36'30"E, 32^{\circ}34'00"N$ 。海拔 4200m。1976 年于噶尔县考察时被告知此温泉每逢夏季均为狮泉河淹没,温度流量不明,但知其泉口出露于噶尔藏布断裂带上,围岩为白垩纪石灰岩。

**ZGR3(1) 朗玛低温温泉** 位于扎西岗区朗玛<sup>③</sup>乡,森格藏布与噶尔藏布汇合前的森格藏布右岸峡谷南侧。 $79^{\circ}50'E, 32^{\circ}28'N$ 。海拔 4260m。1976 年 7 月 31 日实地考察时仅见一温水沼泽。其中泉口温度为  $19^{\circ}C$ ,但据访问得知其附近实为一热泉。流经附近的森格藏布河水于冬季不封冻。周围为白垩纪圆笠虫石灰岩。未取水样。

**ZGR4 阿拉依山温泉** 位于扎西岗区朗玛乡朗玛村后阿拉依山小山沟中。 $79^{\circ}47'E, 32^{\circ}20'N$ 。海拔约 5000m。1976 年于噶尔县考察时得知此泉温度虽然不高,流量也小,但

① 取名顺序从《地图册》页 139。据《地名录》页 219,二名之音译转写均为 Dēmōqok。1972 年版 1:10 万地形图 9-44-111(科龙尔)幅有温泉注记,也有磔穆绰克和典角二名,后者被括于括号内。温泉点点于典角西南 3km,桑格藏布西(左)侧一支沟北(左)岸边。

② 《阿里》页 34 作为访问点给名“狮泉河中”。

③ 《地名录》页 219:朗玛的音译转写为 Langmar。

可能为一温泉。周围为拉达克花岗岩。

**ZGR5(2) 奇乌低温温泉,起乌低温温泉,几乌低温温泉,纠泉<sup>①</sup>** 位于昆萨区索卖乡起乌(即奇乌)村西南阿拉依山小山沟内。79°53'E,32°14'48"N。海拔4700m。1976年7月30日实地考察时量得的温度为35℃,流量1.5至2L/s。周围为喜马拉雅期花岗岩。水样分析结果如下: $t_s$ 35℃, pH<sub>F</sub>6, pH<sub>L</sub> na, TDS 0.264; Na 52.0, K 1.00, Ca 25.5, Mg nd, Li 0.07, Rb 0.05, Cs 0.1, NH<sub>4</sub> na; CO<sub>3</sub> nd, HCO<sub>3</sub> 111, SO<sub>4</sub> 64.9, Cl 13.7, F 6.0; SiO<sub>2</sub> 43.7, HBO<sub>2</sub> 3.24, As nd; HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Cl-Na-Ca。

**ZGR6(11) 南木如沸泉,那不如沸泉,那木加沸泉** 位于昆萨区那不如乡<sup>②</sup>政府驻地东偏北2km,噶尔藏布西(左)岸边,噶尔藏布与其西侧来汇之支流布穷沟河的汇合口南侧。1977年版1:10万地形图8-44-5(噶尔亚沙)幅有温泉注记。80°09'56"E,31°55'17"N。海拔4400m。噶尔藏布紧邻花岗岩组成的冈底斯山脉西南麓,在河流左岸一级阶地上出现三泉口,温度分别为85℃、84℃和66℃,间距为5m和15m。由主泉口往东约100m的噶尔藏布左岸岸边,从阶地坡脚的河床相砾石层中漫流出温度高达68℃的热水。沸泉区的总流量约10L/s,附近无泉华沉积,但地面广布盐霜。1976年7月5日考察时采集的水样分析结果如下: $t_s$ 84℃, pH<sub>F</sub>7, pH<sub>L</sub>7, TDS 0.79; Na 230, K 5.5, Ca 9.86, Mg nd, Li 0.85, Rb 0.10, Cs 0.1, NH<sub>4</sub> na; CO<sub>3</sub> nd, HCO<sub>3</sub> 188, SO<sub>4</sub> 158, Cl 179, F 15.0; SiO<sub>2</sub> 87.3, HBO<sub>2</sub> 74.1, As 4.13; Cl-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>-Na。

**ZGR7 曲锐温泉,曲润温泉,曲润果温泉** 位于昆萨区那不如(《地名志》(下)页787改作南木如,音译转写为Namru)乡牧点曲润果东偏北2km,冈底斯山曲润沟中。80°16'00"E,31°51'25"N。海拔4640m。1977年版1:10万地形图8-44-5(噶尔亚沙)幅和1:100万地形图均有温泉注记。未作实地考察,温度和流量不详,但知其周围为花岗岩。第一名称见《地名志》(下)页789:“曾名曲润。音译转写为Qurü,藏语含义为臭水。温泉,水西流2km断。东西两侧有牧点”。

**ZGR8(10) 朗久地热田** 位于左左区朗久<sup>③</sup>乡,朗久河与朗弄河交汇处。80°21'40"E,32°21'48"N。海拔4500m。1976年8月26日实地考察时,朗久地热田尚是一处由温泉、热泉、放热地面与泉华沉积组成的热泉区。泉区面积约400m×400m。主要泉口位于朗久河右岸小山丘边,最高温度78℃,流量很小,泉口拔河约10m。泉区的早期泉华为硅华,呈脉状充填于火山碎屑岩裂隙中;晚期为钙华,分布于现有泉水溢出的泉口附近。主泉口附近盐华极多。朗久河左岸为大片放热地面,盐碱分布广泛,地面寸草不生,主要泉口有三,温度分别为63.2℃、52.2℃和51℃,总流量小于1L/s。放热地面上有许多大小不一的温水塘,大者对径可达20m,泉水均不外流,塘水强烈鼓泡,温度在21℃左右。朗久

① 奇乌一名见《地名志》(下)页792,其音译转写为Qiu。起乌一名见于1:10万地形图。1:100万图于此泉西南噶尔县与札达县交界处有山峰名“起乌日”(海拔6314m)。几乌一名见西藏自治区民政厅1988年12月有关文件。纠则为《西热》页120用名。

② 1997年版1:10万地形图8-44-5(噶尔亚沙)幅及1:100万图均作那不如。《地名录》页219:那不如之音译转写为Namru;但西藏自治区民政厅1988年12月颁布的有关文件将那不如改称那木加。《地图册》页139亦作那木加;而《地名志》(下)页787将那不如或那木加改为南木如,音译转写同为Namru。

③ 《地名录》页219:朗久之音译转写为Langju。1977年一版1:10万地形图9-44-125(狮泉河)幅于狮泉河南侧一支流(无名)左岸与朗弄汇合口西南角有温泉注记。左左区位于其正东6km。温泉点的周围并无朗久一名。《地名志》(下)页798朗久亦作郎久。

温泉区的泉水总量约 5—10L/s。

1976 年测得泉区的每秒天然热流量当量于 32.6MW,其中放热地面( $5 \times 10^4 \text{m}^2$ )温度 20℃,放热强度为 418W,计得天然热流量为 20.9MW;朗久河地表径流 2000L/s,穿过泉区后温度从 12.5℃ 升高到 13.7℃,带走的热量为 10.0MW,温泉区排出的热泉水(10L/s 计)释出的天然热流量为 1.7MW。

成都地质学院赴朗久科学考察小组自 1987 年起在朗久温泉区周围进行详细的地质制图,建立了其周围的地层层序<sup>①</sup>。

泉区最老的地层是横亘于其北部的羊台山灰岩,时代为早二叠世。最老的岩浆岩为肉红色中粗粒钾长石花岗岩,作岩基产出,其同位素定年为 84Ma,分布于泉区南侧的取嘎勒山一带。

界于二者之间的砾岩称朗久砾岩,为石灰岩质砾岩,厚约 300m,海相塌积成因,在泉区西部此砾岩覆于白垩系朗山组( $K_{1,2}$ )之上,故朗久砾岩可能为晚白垩世沉积。

泉区内缺失老第三系,但新第三系分布普遍,以巨厚砂砾岩和火山岩为主,时代属中新世,层序如下:

- $N_1^1$  黑云母粗面岩类、英安质火山碎屑岩,厚 500m,其同位素定年为 27Ma;
- $N_1^2$  流纹质火山岩夹棕红色砂砾岩层,厚 400m,为 23Ma 的岩脉所穿插;
- $N_1^3$  灰色灰紫色安山岩,于格肉登登覆于  $N_1^1$  之上,厚 200m,同位素定年为 22Ma;
- $N_1^4$  灰黄色石英粗面岩和正长斑岩,构成取嘎勒山主体,同位素定年 20Ma,厚 500m;
- $N_1^5$  灰黄色含硅化木的砂砾岩,覆于  $N_1^4$  之上。

泉区内缺失上新统和下更新统。中更新统为含砾的棕红色砂层,分布零星。晚更新统分布普遍,早期为冰碛层( $Q_3^1$ ),含大理石和安山岩漂砾; $Q_3^2$  为冲积砾石层,属间冰期沉积; $Q_3^3$  为冰碛层,几乎全由羊台山灰岩构成漂砾。全新统  $Q_4$  包括冲积、洪积、坡积和沼泽沉积等,沿沟谷和斜坡分布。第四纪时在热田东侧还有过小规模火山喷发,可能为  $Q_3$  的喷出物。

区内断裂构造纵横交错,多期活动,主要的断裂系统有:

1. 北西西向断裂系。本断裂系在卫星影像图上是右行平移的噶尔藏布断裂带东北盘伴生的大型压扭性构造带,在后期构造运动中又多次复活;
2. 北北西和北东向共轭断裂系。为南南西-北北东向挤压力所形成;
3. 北北东向(或近南北向)的追踪张扭性断裂系统;
4. 环状断裂系统,与火山活动主要与  $N_1^4$  的石英粗面岩喷发有关。

现将中国科学院青藏高原综合科学考察队地热专题组 1976 年 8 月 26 日考察朗久温泉区时采集的泉水样品分析结果(括号外数字)<sup>②</sup> 和成都地质学院 1987 年赴阿里考察组所采集的钻孔水分析结果(括号内依次列出 3、5、8、9 和 12 号钻孔水数字)<sup>③</sup> 罗列如下:  
 $t_s$  78℃,  $pH_F$  na,  $pH_L$  7.8(8.15, 8.2, 8.15, 8.2, 8.15), TDS 2.04(2.270, 2.150, 2.060, 2.030, 2.210); Na 573(595.8, 585.2, 552.2, 576.6, 605.2), K50(65.91, 65.3,

① 成都地质学院赴朗久科学考察小组,1989,西藏阿里地区朗久热田地热开发前景再议,内部资料。

② 引自《西热》页 134。

③ 引自成都地质学院赴阿里考察组,1988,西藏阿里地区朗久热田科学考察报告,内部资料。

62.93, 63.02, 66.95), Ca 32.1(32.04, 14.85, 30.48, 27.75, 34.39), Mg 8.66 (3.32, 1.66, 3.32, 2.13, 1.66), Li 4.95(6.14, 5.94, 5.78, 5.95, 6.04), Rb 0.56, Cs 3.81, NH<sub>4</sub> 1.26, Fe 0.15, Mn 0.063, Al 0.034, Cu 0.0034, Pb 0.0057, Zn 0.03; CO<sub>3</sub> 3.75(111.7, 81.90, 50.40, 3.15, 37.80), HCO<sub>3</sub> 445(403.63, 403.64, 515.76, 611.68, 573.41), SO<sub>4</sub> 342(327.63, 387.73, 306.23, 348.19, 332.57), Cl 430(399.06, 379.02, 382.66, 382.18, 386.32), F 4.54(7.80, 8.0, 8.2, 8.8, 8.8), Br 3.98, I 0.062; SiO<sub>2</sub> 137(175, 190, 185, 174.63, 185), HBO<sub>2</sub> 212(246.15, 218.07, 214.95, 225.40, 246.15), As 6.5(5.0, 5.0, 7.0, 8.0, 9.0), H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 6.00; Cl-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Na。

廖志杰根据上列分析数据计算了泉区或朗久地热田的地球化学温标温度,其中钻孔水的 SiO<sub>2</sub> 温标温度计算采用绝热冷却公式,热泉水用传导冷却公式,钾镁和钾钠温标温度用 Giggenbach(1986)<sup>①</sup>公式,钠钾钙温标温度用 Fournier(1981)<sup>②</sup>经验公式。计算结果如下:

	78℃泉	3号孔	5号孔	8号孔	9号孔	12号孔
$t_{\text{SO}_2}$	156	161	165	164	161	164
$t_{\text{KM}}$	111	134	145	132	140	146
$t_{\text{KN}}$	222	240	241	243	240	240
$t_{\text{NKC}}$	183	199	212	193	202	198

考虑到地表排放的热泉水可能受到冷水的掺混,致使各种温标温度都有所降低。钻孔水的平均温标温度为: $t_{\text{SO}_2}$  163℃,  $t_{\text{KM}}$  140℃,  $t_{\text{KN}}$  240℃,  $t_{\text{NKC}}$  200℃,其中  $t_{\text{KM}}$  很可能反映浅层热储的平衡温度,  $t_{\text{KN}}$  则是热储深部的水岩反应平衡温度,而  $t_{\text{NKC}}$  则是热储的平衡温度。上表的  $t_{\text{SO}_2}$  比  $t_{\text{NKC}}$  低约 40℃,可能是水溶 SiO<sub>2</sub> 在离开热储后发生了沉淀,或者流出的是混合水,而且混合后再未达到平衡。考虑到  $t_{\text{KM}}$  比  $t_{\text{SO}_2}$  低 20℃,因此前一种可能性似较合理。如果将上述化学组分中的 Na、K 和 Mg 值投影到 Giggenbach(1986)三角图上,则 78℃泉的点位于浅层水区内,钻孔水的点均接近于局部平衡区与浅层水区的边界线附近,表明目前钻孔排出的热水实际上也是被大量冷水掺合的混合水。

自 1984 年起,西藏自治区有关部门在朗久热泉区 400m×300m 范围内共钻成了 13 口井,其中 11 口是在 300m×150m 范围内沿一北东向断裂钻进的。井孔间距仅 10 余米。终孔深度一般约为 100m 左右。这些浅钻孔给出的信息除水化学以外尚有以下几点:

1. 钻得的最高工作温度为 105℃,最低为 91℃。单井最大流量为 179.38t/h,最小为 22.6t/h。流量最大的 7、8、9 号孔单井放喷时流量分别为 179.38、173.64 和 173.06t/h,群井放喷时流量分别下降为 156.35、157.79 和 157.79t/h,合计约 471.93t/h。它们都打在同一降水漏斗内,因而相互干扰很严重<sup>③</sup>;

① Giggenbach, W.F., 1986, Graphical technique for the evaluation of water/rock equilibration conditions by use of Na, K, Mg and Ca-contents of discharge waters, Proc. of 7th NZ Geothermal Workshop, pp37~41.

② Fournier, R.O., 1981, Application of water geochemistry to geothermal exploration and reservoir engineering, in L. Rybach and L.J.P. Muffler eds., Geothermal Systems: Principles and Case Histories, John Wiley & Sons, pp 109~144.

③ 成都地质学院赴朗久科学考察小组,1989,西藏阿里地区朗久热田地热开发前景再议,内部资料。

2. 朗久热田没有完好的盖岩层;

3. 浅孔钻及的热水层可能是花岗岩风化壳的网状裂隙带和相当深度的石英斑岩层的裂隙带所构成。该裂隙带内由于上行热水与下渗冷水相混合,致使形成明显的硅化层。硅化层基本上是一表层热水层;

4. 表层热水层的温度将略高于 105℃,但低于浅层热储的钾镁平衡温度 140℃。表层热水层的水是以冷水为主的混合水,且流量极大;

5. 朗久热田的热储可能存在于 85Ma 的钾长花岗岩中,其渗透性是次生的。这种裂隙型热储 0 将为勘探和开发带来很大的困难。

6. 朗久热田应是高温热水系统。如果当地高程下的沸点温度取 85℃,而表层热水层的温度为 105℃,如按沸点深度曲线方程  $t = 69.56Z^{0.2085}$  计算,则沸腾面的深度应是 3.6m。热储流体应是高氯的饱和水。

成都地质学院赴阿里科学考察小组在《再议》(1989)中认为“为了满足狮泉河镇能源之需求,1984 年始进入对朗久热田的地热开发阶段,在不足 1km<sup>2</sup> 内施钻 13 孔,由于热田地质不明,地热资源分布特征不清,虽修建了发电能力达 2000~4000kW 的地热电站,但实际最高发电能力仅 600~700kW,该量仅能满足厂内用电及外输消耗,并且发电极不稳定,电厂营运极不正常。于是,朗久热田是否有足够的地热资源以供发电,成为广泛关注的问题之一”<sup>①</sup>。

为此,廖志杰按照 D. E. White 等<sup>②</sup>(1976)提出的体积法估算了朗久热田的热储热能量和持续 30a 的发电潜力。热储面积按《再议》取 0.4km<sup>2</sup>,热储厚度假定在 3km 深的钻孔中为 1km,岩层的体积热容取 2.7J/(cm<sup>3</sup>·℃),热储温度分别取 150℃ 和 200℃,朗久的年平均气温为 0℃,则热储热能量分别为:

$$q_{R150^{\circ}\text{C}} = 2.7\text{J}/(\text{cm}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}) \times 0.4 \times 10^{15} \text{cm}^3 \times (150 - 0)^{\circ}\text{C} = 1.62 \times 10^{17} \text{J};$$

$$q_{R200^{\circ}\text{C}} = 2.7\text{J}/(\text{cm}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}) \times 0.4 \times 10^{15} \text{cm}^3 \times (200 - 0)^{\circ}\text{C} = 2.16 \times 10^{17} \text{J}.$$

因为热储岩体为块状花岗岩,故其采收率取 0.2,则井口热能量分别为:

$$q_{W150^{\circ}\text{C}} = 1.62 \times 10^{17} \text{J} \times 0.2 = 3.24 \times 10^{16} \text{J}$$

$$q_{W200^{\circ}\text{C}} = 2.16 \times 10^{17} \text{J} \times 0.2 = 4.32 \times 10^{16} \text{J}.$$

如果到热储中部的深度为 2.5km,则有用功和热储热能量的比率分别为  $W_A/q_{R150^{\circ}\text{C}} = 0.044$  和  $W_A/q_{R200^{\circ}\text{C}} = 0.055$ 。

井口有用功分别为:

$$W_{A150^{\circ}\text{C}} = 1.62 \times 10^{17} \text{J} \times 0.044 = 7.13 \times 10^{15} \text{J}$$

$$W_{A200^{\circ}\text{C}} = 2.16 \times 10^{17} \text{J} \times 0.055 = 1.188 \times 10^{16} \text{J}.$$

在最佳单次闪蒸工况下,利用系数在 150℃ 和 200℃ 时分别取 0.25 和 0.29,则 30a 的电能分别为:

① 据编者所知,由于套管固井质量不良,于冷水不能起有效的阻隔作用,致使在井孔运行时冷水乘虚而入,井口温度迅速下降,蒸汽扩出率渐趋于零,电站只好停运。“休息”一段时间以后,井孔又会有所“康复”,如此运停停。西藏地热开发公司总工程师蒋勋烈曾前往视诊,建议修井,后果如何尚不得而知。

② White, D. E. and Williams, D. L., eds., 1976, Assessment of geothermal resources of the United States—1975; U. S. Geological Survey, Circular 726, 155p.

$$E_{150^{\circ}\text{C}} = 7.13 \times 10^{15} \text{J} \div (30 \times 31.55 \times 10^6 \text{s}) \times 0.25 = 1.73 \text{MWe}.$$

$$E_{200^{\circ}\text{C}} = 1.188 \times 10^{16} \text{J} \div (30 \times 31.55 \times 10^6 \text{s}) \times 0.29 = 3.6 \text{MWe}.$$

即在上述条件下,如果热储温度为 $150^{\circ}\text{C}$ ,则热田的电量为 $1.73\text{MWe}$ 可维持 $30\text{a}$ ;如果热储温度为 $200^{\circ}\text{C}$ ,则发电量在 $30\text{a}$ 内可发 $3.6\text{MWe}$ 。这一数字可能偏低,因为热储面积估计值仅取 $0.4\text{km}^2$ 。如果热储厚度和其它参数不变,仅其面积提高到 $1\text{km}^2$ ,则当热储温度为 $150^{\circ}\text{C}$ 时, $30\text{a}$ 内的发电容量可增至 $4.7\text{MWe}$ ,当热储温度为 $200^{\circ}\text{C}$ 时,发电容量将增至 $9\text{MWe}$ 。朗久是距离狮泉河镇最近而又有一定开发潜力的地热田,但只要井口温度不超过 $105^{\circ}\text{C}$ (何况不能长久保持!),其发电能力最多也只能是 $0.79\text{MWe}$ 。改变这种状况的唯一出路是不用表层热水层,在查明热田基本地质情况下,设法开采深部热储(如果有的话),朗久热田定会为狮泉河镇提供所需要的电力。

**ZGR9(12,13) 巴尔沸泉群,阿布纳布曲珍** 位于门士区索多(《地名志》(下)页783索多改为索堆,音译转写为Sogdoi)乡东南牧点巴尔<sup>①</sup>西南 $6\text{km}$ ,格巴江曲西(左)侧支流啥母曲大峡谷北(左)岸陡崖下,门士-噶尔县城公路西南侧 $5\text{km}$ ,距啥母曲汇入格巴江曲处约 $6\text{km}$ ,距大峡谷出口约 $1.5\text{km}$ 。 $80^{\circ}24'18''\text{E}$ , $31^{\circ}26'43''\text{N}$ 。海拔约 $4700\text{m}$ 。《西热》页120根据“新疆某煤田地质勘探队测温”资料列入二沸泉。12号即巴尔II,温度 $84^{\circ}\text{C}$ ,流量不明;13号即巴尔I,温度“ $93^{\circ}$ ”,并云其主要显示类型为水热爆炸和沸泉。《西热》附图一亦标出巴尔I和巴尔II。现查1977年版1:10万地形图8-44-17(卡站)幅于啥母曲大峡谷段中部有一温泉注记,泉名曲珍,峡谷名阿布纳布。除此点以外,啥母曲大峡谷上下游再无其他泉水标记。本志由此将巴尔I和巴尔II“合二而一”。

啥母曲大峡谷位于阿伊拉山中,深狭陡峭。1976年7月考察时由于没有向导,企图从峡谷强行通过,结果因水深流急,跌水重重而未能到达沸泉区。据了解,新疆地质局煤田地质勘探队1973年夏在调查门士煤矿时曾到过此泉区。当时测得的泉水温度为 $84^{\circ}\text{C}$ 和 $93^{\circ}\text{C}$ 。 $93^{\circ}\text{C}$ 泉口为一喷泉。沸水斜向东南喷入峡谷,喷高近 $2\text{m}$ 。当年门士区干部还告知,此泉区于 $20\text{a}$ 前曾发生过一次爆炸。爆炸时喷出大量红色粘土和石块。中国科学院青藏高原综合科学考察队地热专题组1976年考察时,于距泉区约 $500\text{m}$ 的峡谷中量得河水的温度为 $21^{\circ}\text{C}$ (当时一般河水温度在 $11^{\circ}\text{C}$ 左右),河水的流量约 $0.5\text{m}^3/\text{s}$ ,由此估算河水带走的热量即达 $20.9\text{MWt}$ 。当时还见到从岩体裂隙中流出温水,约 $35^{\circ}\text{C}$ ,手抚岩石亦无凉感。阿布纳布峡谷谷口出露超基性岩类,并曾发现明显的铬铁矿矿化现象。泉区附近则出露石炭-二叠纪的黑色板岩。

西藏自治区地矿局地热地质大队编1991年版《西藏自治区地热资源区划》页34有“巴尔沸喷泉区”的简要记述:“出露于北西向噶尔藏布活动构造带南侧。区内发育北北东、北西及近南北向三组断裂,近南北向断裂使附近山体呈陡崖地貌(图1-1)。区内出露三叠系黑色板岩,其东北部板岩超覆于基性-超基性岩体之上。水热显示沿北东向断裂谷谷底呈线状展布。显示类型主要是沸喷泉,其次是热泉、泉华等。泉口有数十个。都很小,水温 $75^{\circ}\text{C}$ 。喷泉喷高一般为 $0.2\sim 0.5\text{m}$ ,主喷泉位于近南北向断裂和北东向断裂交汇处,泉口三个,紧密排列,喷高 $14\text{m}$ ,汽水柱直径 $0.5\text{m}$ ,喷口温度 $93^{\circ}\text{C}$ 。泉华主要为钙华,有少量硅华,呈层状斜披于谷侧坡脚,厚数米。主喷口沉淀方解石晶体,并有硫黄析

① 《地名录》页220:巴尔的音译转写为Bar。