

# Analysis and Research on the Development and Utilization of Geothermal Resources and Their Problems in the Main Urban Area of Kunming

Wenxiu Qi<sup>1</sup>, Manping Xie<sup>1,2,3</sup>, Mingqi Dong<sup>1</sup>, Chaoyin Yu<sup>1</sup>, Hongzheng Tian<sup>1</sup>,  
Xingquan Wang<sup>1</sup>, Yunying Zhang<sup>1,2,3\*</sup>

<sup>1</sup>College of Tourism & Geography Science, Yunnan Normal University, Kunming Yunnan

<sup>2</sup>Key Laboratory of Plateau Lake Ecology & Global Change, Yunnan Normal University, Kunming Yunnan

<sup>3</sup>Yunnan Provincial Key Laboratory of Geographical Process & Environmental Change on the Plateau, Yunnan Normal University, Kunming Yunnan

Email: \*eagle21@126.com

Received: Jun. 7<sup>th</sup>, 2016; accepted: Jun. 27<sup>th</sup>, 2016; published: Jun. 30<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

Geothermal resources, as a kind of combination of the mineral resources and water resources, are a clean, precious and available mineral resource, which is a trinity of heat, mining and water. By analyzing the geological structure of Kunming, to study the geothermal distribution pattern in Kunming City and the relationships between geothermal and geological structure, their development, utilization and various environmental problems at present were summarized. At the same time, we put forward some feasible solutions and countermeasures to provide a basis for management decisions.

## Keywords

Kunming City, Geothermal Resource, Exploitation, Environment Problem

---

# 昆明主城区地热资源开发利用情况和问题分析研究

戚文秀<sup>1</sup>, 谢曼平<sup>1,2,3</sup>, 董明琪<sup>1</sup>, 余朝银<sup>1</sup>, 田洪正<sup>1</sup>, 王兴权<sup>1</sup>, 张云鹰<sup>1,2,3\*</sup>

\*通讯作者。

文章引用: 戚文秀, 谢曼平, 董明琪, 余朝银, 田洪正, 王兴权, 张云鹰. 昆明主城区地热资源开发利用情况和问题分析研究[J]. 地球科学前沿, 2016, 6(3): 255-263. <http://dx.doi.org/10.12677/ag.2016.63027>

<sup>1</sup>云南师范大学旅游与地理科学学院, 云南 昆明

<sup>2</sup>云南师范大学高原湖泊生态与全球变化重点实验室, 云南 昆明

<sup>3</sup>云南师范大学高原地理过程与环境云南省重点实验室, 云南 昆明

Email: eagle21@126.com

收稿日期: 2016年6月7日; 录用日期: 2016年6月27日; 发布日期: 2016年6月30日

## 摘 要

地热资源作为一种具有矿产资源和水资源的双重性,是集热、矿、水三位一体的清洁、宝贵、可利用的矿产资源。本文主要通过分析昆明市的地质构造,研究昆明城区的地热分布格局以及地热与地质构造之间的关系,总结地热资源现阶段的开发利用情况和存在的各种环境问题。并提出合理可行的解决措施与对策以供管理决策提供依据。

## 关键词

昆明主城区, 地热资源, 开发, 环境问题

## 1. 引言

地热资源是指在当前技术经济和地质环境条件下,能够从地壳内科学、合理地开发出来的可再生、可持续使用的热能量及其伴生的有用组分,一般集中分布构造板块边缘一带[1]。地热资源具备其他可再生资源无可比拟的优越性,促进中国可再生资源的建设,实现资源的可持续发展。目前,世界上对于地热资源的开发利用方式主要以发电为主,空间采暖、洗浴、医疗、旅游、种植、养殖等方面为辅[2]。地热资源丰富且开发利用较好的国家主要为意大利、美国、冰岛、日本、新西兰及印度尼西亚等。1904年,意大利建立世界上第一座地热发电站[3];美国虽是后起之秀,却领跑世界地热关键技术;冰岛凭借得天独厚的自然条件以及国家统一管理地热能的方针,被视为世界地热开发的楷模;日本核泄漏后,清洁能源再次受到重视,政府推出了多重政策支持地热发电[4]。国外对于地热资源的研究主要集中在技术应用层面,而我国,则主要是从开采地热资源的技术、地热资源开发利用、环境保护和地质学角度等方面进行研究[5]。我国真正意义上对地热资源的开发利用始于20世纪70年代[6],且主要集中在北京[7] [8]、天津[9]、西藏[10]、辽宁[11] [12]、吉林[13]、山东[14]-[16]、河北[17] [18]、河南[19]-[21]、山西[22]、陕西[23]、甘肃[24]、青海[25] [26]、安徽[27]、福建[28] [29]、海南[30]等地,西南地区鲜见报道。

昆明作为云南省的省会城市,盆地地质构造复杂,本文以昆明为例,对昆明盆地断层活动性进行调查研究,并查明地热资源在昆明的分布情况,分析其目前所存在问题和原因,为昆明市地热资源的合理开发与保护提供借鉴意义。

## 2. 研究区域概况

### 2.1. 昆明主城区的分布

昆明市城市总体规划确定昆明主城规划区总面积500平方公里(含滇池水45平方公里),划分为北城、东城、西城和南城四个片区,北城为昆明主城区,东城即呈贡新区,南城是晋城-新街新城,西城则为昆阳-海口新城(见图1)。

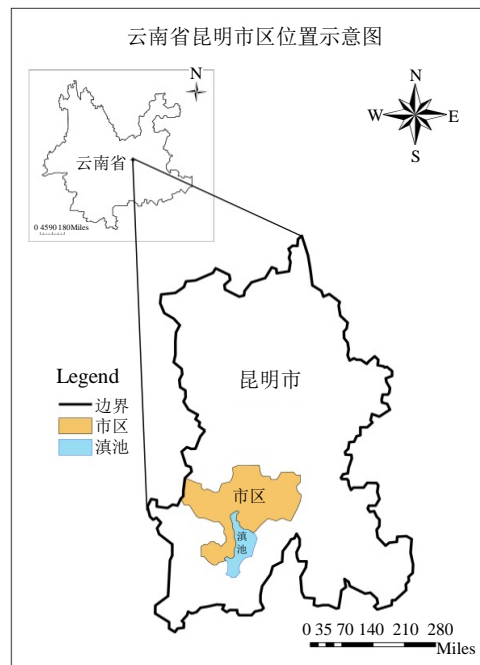


Figure 1. Kunming city figure  
图 1. 昆明市市区图

## 2.2. 区域地质背景

昆明地区的地层主要是以沉积岩的碳酸盐岩、碎屑岩为主，并伴随少量晚二叠世晚期的基性火山岩出现。昆明地热田的地层，由新生界第三系和第四系，古生界二叠系、石炭系、泥盆系、寒武系及新元古界震旦系地层构成[31]，地热田位于晚新生代拗陷盆地内，属于大型中、低温地热田，拗陷盆地的封闭型热储能力，有良好的盖层，新生界和古生界的地层为隔热隔水盖层，Z<sub>2</sub>dn 白云岩为热储层，组成一个完整热储构造[32]，有利于昆明地热田的形成和存储。

昆明位于普渡河断裂与小江断裂之间，普渡河至西山断裂之间的断裂对盆地的形成演化及水热活动起主要控制作用[33]，昆明的主控造力为南北向构造力，是深大的断裂，深切地壳数十公里，是深部热源的主要通道，也是形成本区断裂型热储的条件，为断陷湖积盆地滇中高原南北条带状，整体地势结构由东北向西南微倾斜。

昆明地温梯度分为：3 个强增温带，5 个强增温区，梯度 < 4°C/100m。埋藏深度影响着地温的垂向变化，埋藏越深，垂向变化越大，温度越高，反之越小。地温场受断裂，基地构造控制，南坝、巫家坝是强热异常区。

## 3. 昆明主城区活断层的研究

### 3.1. 昆明主城区活断层的确定

参考云南省地震局昆明盆地活断层探测结果和中国有色金属工业昆明勘察设计院小新册区调报告，结合中国地震局全国活断层的最新研究成果，调查发现昆明盆地主要受到西山断裂束和盘龙江断裂束控制[34]。昆明市区主要受到西山断裂束的主断层普渡河 - 西山断裂(F1)、盘龙江断裂束的主断层黑龙潭 - 官渡断裂(F2)以及对呈贡新区影响最大的白邑 - 横冲断裂(F3)、大春河 - 一朵云断裂(F4)、富民 - 呈贡断裂(F5)这五条活断层的控制(见图 2)。

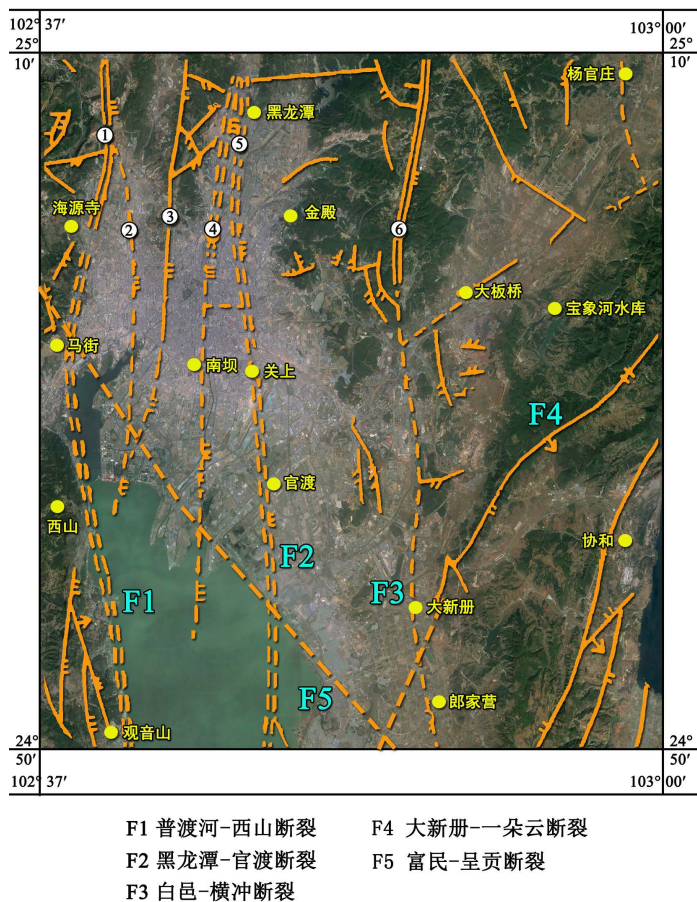


Figure 2. The active fault distribution in Kunming basin  
图 2. 昆明盆地活断层展布图

### 3.2. 活断层对水文特征的影响

地热异常及其水文地球化学特征与地质构造有直接关系，昆明盆地中心及主干断裂地带，因受深部热流控制，水温较高；盆地边缘地带，因受山区的碳酸盐岩溶水越流补给，温度较低。而根据氢氧同位素测定分析，认为昆明地下热水是由盆地外围大气降水渗入补给[35]。指盆地周围岩溶山地地下水接受的大气降水，通过断裂补给热储而形成的。补给和径流缓慢而微弱，局部含水层接受上覆含水层或含水断裂带的补给，地下热水的天然流场平缓，动态较为稳定。从这个意义上说，昆明市地下热水再生缓慢，短期内不可恢复，可开采资源量有限。

### 3.3. 活断层与温泉分布之间的关系

昆明断层的构造有利于控制地热田的形成与分布，昆明地热田西邻普渡河-西山断裂，东至白邑-横冲断裂带，南抵太平关、大渔村东北向断裂束，北以莲花池断裂为界，其分布面积约为 450 km<sup>2</sup>。

在昆明整个区域内，昆明的地热资源主要集中分布于昆明主城区，既昆明滇池以北的市区内，根据调查昆明温泉酒店的分布情况调查发现(见图 3)，昆明大中型温泉酒店、会所以及温泉度假村在开发地热资源时，主要沿着黑龙江-官渡断裂带、白邑-横冲断裂带、普渡河-西山断裂带分布，由此可见地热资源的分布直接受到地质结构的影响，并且地热水的分布与活断层存在着伴生的关系，既地质结构复杂的活断层附近往往都具有丰富的地热资源，昆明主城区的地质结构复杂多样，地热资源非常丰富。

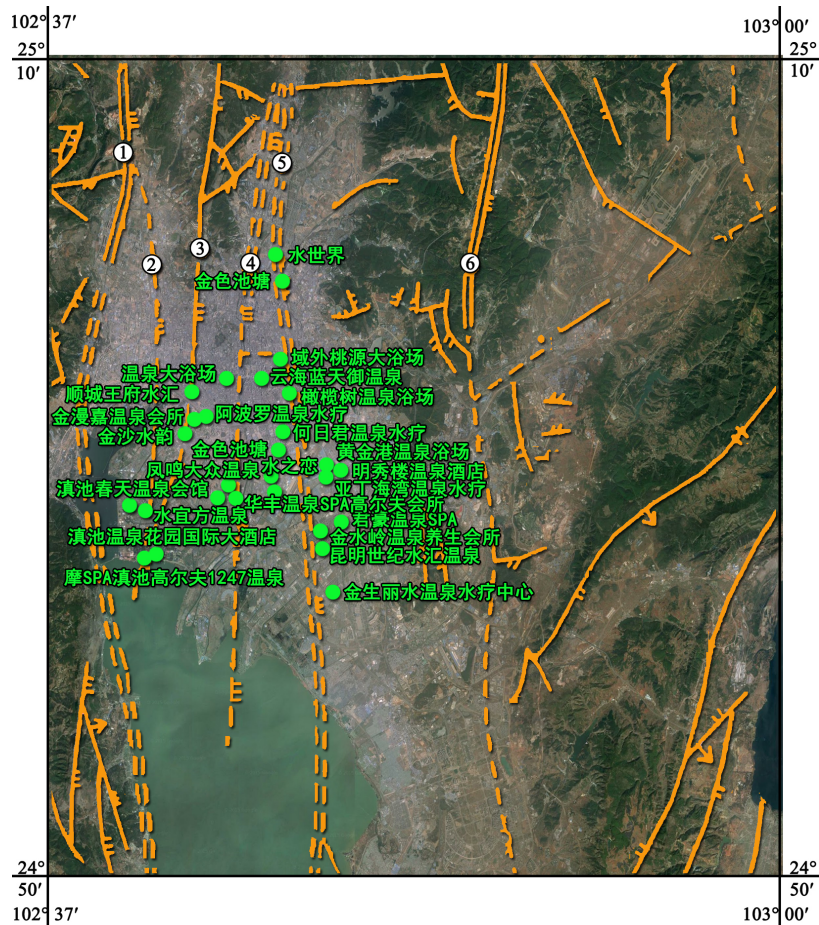


Figure 3. Fault and linear spring dew point distribution  
图 3. 断层与线状温泉出露点分布图

## 4. 昆明主城区地热资源开发利用情况

### 4.1. 开发利用现状

地热资源可以直接利用于工业、农业、矿业、疗养等方面，利用范围较广。昆明地热资源开发的利用历史悠久，而昆明地下热水是我国仅有的几个大城市所发现的珍贵矿泉水，含有微量特殊矿物质的化学组分元素 20 余种，如硅酸、氟、硫、铁、银、锰、钡、锌、铜、镍、镭、氧等，其中有的已达到医疗矿水和饮用矿水标准。

目前为止在昆明主城区内已凿井百余口，集中分布在滇池路沿线、海埂区和关上等，占总井数的 80% 以上。据初步统计，每天的开采量大约为 37,500 立方米[36]。昆明地热资源开发利用主要以沐浴疗养、休闲娱乐、医疗保健、天然饮用为主，直接利用于温泉酒店、宾馆、会所，疗养以及度假村等，属于简单低质的利用，据不完全统计昆明目前地下热水资源主要利用在温泉酒店、会所约为 300 余家，而在 1999 年温泉宾馆、酒店有 90 余家，可见在短短几年间，地热资源开发量以及开发规模增长迅速。

### 4.2. 地热温泉给昆明带来的优势

昆明作为一个现代国际旅游大都市，而温泉旅游开发已经成为度假旅游的主要类型之一，昆明地热水资源丰富，为发展温泉旅游提供了基本保障。

温泉的本质是具有治疗、疗养、保健的功效,温泉洗浴已经成为人们生活中最天然的身体保健享受,不仅可以强身健体,而且还可以对各种疾病有独特的疗效作用,并可以起到药物起不到的作用。不仅如此温泉还可以作为矿泉水供人饮用,发展养殖业,种植业,以及地热孵化,这些产业都具有很强的开发潜质,但是目前昆明由于缺乏技术指导,开采集中,导致地热资源出现枯竭等原因,在这些领域并没有很显著的应用,反而将温泉地热水主要用来开发旅游业,建设温泉酒店、会所以及度假村等娱乐场所,利用结构单一且利用率低。

#### 4.2.1. 温泉对酒店会所的影响

根据对昆明城区温泉,酒店会所,温泉的分布以及相关价格的调查资料表明(表 1),昆明主城区的温泉酒店集中分布在活断层附近,由于在断层构造附近的地热田内,地热水资源丰富,温度温和,进行开采的地热水综合质量比较高,使得在活断层上的地热田的温泉酒店、会所的淋浴,桑拿价格高于其他地区,但温泉热水质量远远高于其他地区,为更多的人提供了更为优质的服务。

#### 4.2.2. 温泉对小区房价的影响

从居住小区房产价格角度来分析,在地热田范围内的昆明主城区经济活动较强、人口稠密、建筑密集林立,在地热田上修建有多个大型住宅房产开发项目。根据对昆明主城区各小区房价的走访调查中显示(表 2),近年来由于地热水的开发利用越来越频繁,开发商为了吸引更多的人购买自己的住宅小区,抽取温泉地热水作为小区内的热水供应,根据调查显示在昆明具有温泉的小区房价持续走高,远远高于普通小区房价,例如昆明世纪城叠春苑小区近年来由于温泉的不断升值,导致这里的房价高达 10,046 元每平方米,同样的由于温泉地热水的原因怡康温泉花园小区房价上升为 10,477 元每平方米。相反的,在没有温泉的小区内除了由于交通地理位置的原因导致房价上升的小区外,昆明普通住宅平均房价约为 7000 元/m<sup>2</sup>,远远低于温泉小区的价格。

可见,温泉地热水的分布对昆明城区温泉,酒店会所,以及小区的价格都会有明显的影响。调查显示了有的酒店会所以及温泉小区住户不仅用温泉供暖、洗澡,甚至连冲马桶都用上了地热水,利用率低并造成严重的浪费,对尾水也不经任何处理直接排放,产生热水污染的问题。目前由于温泉酒店、小区长时间无限制的抽取地下水热水资源,导致热水资源减少,很多小区的温泉设施已经取消,甚至小区内出现水位下降,地面沉降等严重的地质问题。

### 4.3. 开发利用存在的问题

地热作为昆明的新型能源资源有着巨大的发展潜力,昆明作为云南省最早开发地热资源的地区,地热资源十分丰富,地热的开发利用也越来越受到社会各界的重视。但随着昆明社会经济文化的快速发展,人们对城区内的地下热量需求迅速增加,使得区内的开发规模日益扩大。由于不合理的开发利用,各类环境,社会问题也逐渐显现出来,产生的问题有:

#### 1) 集中开采,资源枯竭,地面沉降。

昆明主城区地热井的分布较为集中,过量的开采已经导致在主城区很多地方已经出现温泉断流现象,同时这些地区也开始出现地面水位持续下降,地面沉降等问题,在区内已形成了小板桥-巫家坝-小街-海埂-河尾村(见图 4)约 300 km<sup>2</sup>的沉降带,沉降中心的累计沉降量达 227.5 mm 以上,平均沉降速率约 20 mm/a,近期达 30.3 mm/a,王棋营-小坝、黑林铺以及翠湖、五华山、交三桥、东风广场等主要城区也出现明显下沉现象[37]。巫家坝部分地区由于开采孔过于集中,造成水位下降,水位下降速率约 1.36~4.59 m/a,降幅达到平均 1.355 m,这些问题直接影响了地热田的使用寿命和可持续发展。现在无节制过量开采已经成为我们不可忽视的问题。

**Table 1. The price of hot spring in Kunming**  
**表 1. 昆明温泉洗浴单价表**

序号	温泉名称	价格(元/人)
1	橄榄树温泉浴场	68
2	水世界	77
3	黄金港温泉浴场	56
4	水立方 SPA 温泉会所	178
5	金色池塘温泉大浴堂	158
6	华丰温泉 SPA 高尔夫会所	138
7	金色池塘(北辰分店)	120
8	圣水清泉水疗会所	118
9	云海蓝天御温泉	280

**Table 2. House prices of settlement in Kunming**  
**表 2. 昆明温泉小区房价表**

序号	小区名称	价格(元/m <sup>2</sup> )	小区名称	价格(元/m <sup>2</sup> )
1	七彩俊园	16,468	和谐家园	9300
2	世纪城叠春苑小区	10,046	海轮国际	6375
3	怡康温泉花园小区	10,477	亚龙小区	6940
4	海康温泉花园	9220	南苑小区	8107
5	银海温泉花园小区	7796	华谊花园	7288
6	金马源温泉花园	10,866	博欣盛世	10,000



**Figure 4. The subsidence surface of Xiaoban Bridge-Wujia Dam-Xiaojie Street-Haigeng-Hewei Village**  
**图 4. 小板桥 - 巫家坝 - 小街 - 海埂 - 河尾村沉降面**

2) 资源利用结构单一、综合利用率低。

目前昆明地热资源，地下开采属于一次性开采，独立分散，没有合理的环境质量评价，成熟的开采技术与专业人员，导致开发层级比较低，并且地热资源主要利用于温泉酒店、会所、度假村等休闲娱乐场所，利用资源的利用结构比较单一，综合利用率与回收率较低，地热水就地排放，产生热水污染等问题，严重影响生态环境，产生生态负效应。

3) 缺乏统一规划与管理。

昆明在地热资源的开发利用中，没有合理的总体规划和方案，没有建立健全完整的开采审批制度以及法律法规约束力度不够，致使在很多地区内大量的钻孔开采井密集，导致区域水位下降，地面沉降，环境污染等严重问题。

#### 4) 缺乏科学技术的指导。

在地热资源开采的过程中,由于没有正确的科学技术的指导,很多区域利用简单的技术抽取地热水,造成地质结构的破坏,严重影响地热田的再生以及随意的排放污水,没有合理利用地热水,造成资源浪费,并产生热水污染。

### 5. 地热资源可持续发展的对策

昆明盆地由于独特的地质构造,形成了丰富的地热资源,促进了当地的经济的发展。但由于昆明市地下热水再生缓慢,短期内不可恢复,可采资源量有限,加之不合理的开发利用,因此,出现了区域水位下降,地面沉降,资源枯竭,生态环境污染严重等一系列负效应。故针对以上问题,现提出以下建议:

政府需要加大管理力度,严格控制新增开采井的数量,合理布井;同时采用地热田开采动态监测,包括开采过程中的地热井产量、温度、压力、水质以及水位的观测,及时掌握地热流体的开采动态,有利于及时发现并解决地热田所存在的问题;加快引导高新技术产业,确保地热水的综合利用,并将地热水的热量用以生活取暖和制冷[38],农业的种植与栽培,还可以用以疗养理疗(包括饮用矿泉水)等方面;政府还应建立健全法律法规,进行统一规划与管理,对昆明地区的地热资源进行统筹规划,合理布局,并严格制定法律法规,做到有法必依,执法必严,违法必究;加大对地热资源的勘探投入,并提高开采技术水平,满足开发的需求。

对于市民应节约资源,合理进行地热水的排放,减少热水污染对环境的破坏,积极实施可持续发展,达到循环经济,科学管理,减少浪费,加强废气水的处理和再利用。

### 6. 结论

文本介绍了昆明主城区内活断层与地热资源的关系,详细阐述了活断层对地热资源的影响,以及地热资源的利用情况和现状,全面分析了昆明主城区地热资源的开发对温泉、小区以及环境的影响,最终得出以下结论:

1) 昆明盆地主要受到西山断裂束与盘龙江断裂束控制,其中最主要的活断层有普渡河-西山断裂(F1)、黑龙潭-官渡断裂(F2)、白邑-横冲断裂(F3)、大春河-一朵云断裂(F4)、富民-呈贡(F5)等。

2) 昆明盆地的活断层直接影响着地热田的地热异常及其水文地球化学特征的变化,控制地热田的地热水温度。

3) 昆明主城区的温泉出露点与活断层有直接的伴生关系,既地热资源产生和分布受活断层的控制。

4) 昆明盆地主城区活断层周围地热田的存在对昆明温泉酒店、会所以及小区房价的走高有直接的关系。

5) 昆明主城区受到不同活断层控制,地热资源丰富,温泉出露点众多,但昆明市地下热水再生缓慢,短期内不可恢复,可采资源量有限,加之不合理的开发利用现象严重,导致昆明主城区的地热水减少,以及地面沉降,水位下降等问题出现。

6) 建立健全法律法规,统一规划与管理,制定合理的开采计划已经成了昆明发展地热资源的必经之路。

### 参考文献 (References)

- [1] 廖忠, 礼杰, 陈文彬, 智敏. 兴国. 地热资源的特点与可持续开发利用[J]. 中国矿业, 2006, 15(10): 6-10.
- [2] 张克冰, 赵素萍, 薛江波. 国内外地热资源开发利用的现状与发展思路[J]. 理论导刊, 2002(8): 58-60.
- [3] 樊智. 论地方政府在地热资源开发利用中的责任——以东营市中心城区为例[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东师



范大学, 2012.

- [4] 中国国土资源报社. 国际视野下的地热资源开发利用[J]. 国土资源, 2014(1): 56-57.
- [5] 韩晓旭. 关中盆地地热资源可持续开发利用法律对策研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安建筑科技大学, 2012.
- [6] 詹麒, 崔宇. 我国地热资源开发利用现状与前景分析[J]. 理论月刊, 2010(8): 170-172..
- [7] 孙颖, 刘久荣, 韩征, 王树芳, 何政伟. 北京市地热资源开发利用状况[J]. 安徽农工业科学, 2009, 37(16): 7564-7566.
- [8] 孔祥军. 北京东南部地热资源开发利用特殊现象分析[J]. 城市建设理论研究, 2015, 5(28): 2472-2473.
- [9] 穆春一, 靳宝珍. 天津地热资源开发利用及其供暖实例浅析[J]. 中国国土资源经济, 2009, 22(2): 37-39.
- [10] 谢鄂军. 西藏地热资源开发利用方案探讨[J]. 西藏科技, 2002(3): 16-27.
- [11] 关尼亚. 发挥资源优势 打造温泉旅游胜地——辽宁省开展地热资源开发利用潜力调查与评价[J]. 国土资源, 2011(8): 33-35.
- [12] 王金龙. 浅谈阜新市区地热资源开发利用[J]. 中国新技术新产品, 2013(19): 144-145.
- [13] 张颖. 关于加快吉林省地热资源开发利用的建议[J]. 能源与节能, 2013(10): 70-71.
- [14] 郭振花, 孙希华. 山东省商河县地热资源开发利用前景分析[J]. 资源开发与市场, 2007, 23(3): 234-235.
- [15] 高兵艳, 彭文泉, 高庆, 王峰, 柳耀君. 东阿县城区地热资源开发利用浅议[J]. 城市地质, 2012, 7(1): 8-10.
- [16] 彭文泉, 赵海滨, 戚树林, 梁云汉, 吕小红. 聊城市城区地热地质特征与地热资源开发利用[J]. 城市地质, 2014, 9(2): 23, 36-38.
- [17] 刘晓威, 李宏, 李本军. 魏县地热资源开发利用[J]. 工程勘察(增刊), 2010(S1): 837-841.
- [18] 杨立顺. 唐山沿海地区地热资源开发利用及前景[J]. 中国环境管理干部学院学报, 2011, 21(1): 23-25.
- [19] 王清利, 管华, 李斌. 河南省地热资源开发利用及对策研究[J]. 地质找矿论丛, 2003, 18(3): 294-297.
- [20] 王心义, 黄丹. 河南省地热资源开发利用现状评价[J]. 地下水, 2010, 32(1): 54-55.
- [21] 徐军用. 汝南县地热资源开发利用与保护研究[J]. 地下水, 2014, 36(4): 79-81.
- [22] 卢建斌. 山西省地热资源开发利用及保护对策[J]. 山西水利, 2015, 31(7): 7.
- [23] 杨航征, 韩晓旭. 陕西省地热资源开发利用和法律保护对策研究[J]. 法制与社会, 2013, 10(28): 284-285.
- [24] 杨丽丽, 李惠芬, 黄亮, 张兴平. 甘肃省通渭县温泉地热资源开发利用分析[J]. 科技视界, 2013(12): 14-15.
- [25] 李成英, 黄强, 黄鑫. 互助县地热资源开发利用与保护[J]. 科技风, 2013(11): 151.
- [26] 许伟林, 于漂罗. 西宁市地热资源开发利用前景分析[C]//中国能源研究会地热专业委员会. 中国地热资源开发与保护——全国地热资源开发利用与保护考察研讨会论文集: 2007年卷. 腾冲: 中国能源研究会, 2011: 147-150.
- [27] 何兴强, 侯其标. 亳州市地热资源开发利用的环境风险与对策[J]. 安徽地质, 2015, 25(1): 23-27.
- [28] 庄庆祥. 关于东山干热岩地热资源开发利用的探讨[J]. 能源与环境, 2015(3): 5-6.
- [29] 庄庆祥. 福建省干热岩地热资源开发利用研究[J]. 能源与环境, 2016(1): 6-7.
- [30] 国家特邀国土资源监察专员赴海南调研组. 海南地热资源开发利用与水资源保护调研报告[J]. 中国国土资源经济, 2008, 21(8): 25-27.
- [31] 丁健博, 丽萍. 云南地热资源及开发利用[J]. 云南地质, 1996, 15(3): 299-302.
- [32] 陈葆仁, 洪在吉, 汪福圻. 地下水水动态及其预测[M]. 北京: 科学出版社, 1988.
- [33] 谈树成, 薛传东, 赵筱青, 等. 昆明盆地地下热水资源可持续利用研究[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2001, 23(4): 310-315.
- [34] 于小芳, 谢曼平. 昆明盆地活断层风险评价[J]. 地球科学前沿, 2015, 5(4): 271-282.
- [35] 任允文. 浅谈昆明地热的开发利用及规划管理[C]//中国能源研究会地热专业委员会. 第三次全国地热学术会议论文集: 1989年卷. 淄博: 北京科学技术出版社, 1989: 373-377.
- [36] 薛传东, 李峰, 谈树成, 李宝珠, 尹牡丹, 秦德先. 昆明市地下热水资源开发利用的对策研究[J]. 地质灾害与环境保护, 2001, 12(4): 25-29.
- [37] 姜朝松, 樊友心, 邵德晟, 等. 昆明市地面沉降[M]. 昆明: 云南科技出版社, 1999: 26-51.
- [38] 马伟斌, 汪集晔, 龚宇烈. 地热利用技术(可再生能源丛书) [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 32-56.

**再次投稿您将享受以下服务：**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>