

Research on the Exploitation and Utilization of Geothermal Resources in Diantan Town, Tengchong City, Yunnan Province

Chaoyin Yu¹, Manping Xie^{1,2,3}, Yuning Zhang^{1,2,3}, Mingqi Dong¹, Wenxiu Qi¹,
Hongzheng Tian¹, Xingquan Wang¹

¹College of Tourism & Geography Science, Yunnan Normal University, Kunming Yunnan

²Key Laboratory of Plateau Lake Ecology & Global Change, Yunnan Normal University, Kunming Yunnan

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

Email: eagle21@126.com

Received: Jun. 29th, 2016; accepted: Jul. 23rd, 2016; published: Jul. 26th, 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 are sustainable and renewable clean energy on Earth. China is a great country with geothermal resources and rich in geothermal resources storage. Since the exploitation and utilization of geothermal resources in China are mainly directly used, utilization rate is low. Due to lack of funds, low technical content, the incomplete equipment and facilities, lack of deep scientific research and long-term development plans on the exploitation and utilization of geothermal resource, dynamic monitoring of geothermal resources is insufficient and the government supervision is inadequate, which lead to prominent unreasonable exploitation and thermal pollution phenomenon, and also cause serious waste of geothermal resources. This study is based on the geothermal resources in Diantan town area, Tengchong city, to analyze its exploitation and utilization status, and in addition puts forward relative proposals and suggestions, in order to improve the energy structure and be a steppingstone to the economic development of the region.

Keywords

Geothermal Resources, Clean Energy, Development and Utilization

腾冲滇滩镇地热资源开发利用研究

余朝银¹, 谢曼平^{1,2,3}, 张云鹰^{1,2,3}, 董明琪¹, 戚文秀¹, 田洪正¹, 王兴权¹

¹云南师范大学旅游与地理科学学院, 云南 昆明

²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

³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29日; 录用日期: 2016年7月23日; 发布日期: 2016年7月26日

摘要

地热资源是地球上可持续的再生清洁能源, 我国是地热资源大国, 地热资源储量丰富。但由于目前我国地热资源的开发利用以直接利用为主, 利用率较低, 资金不足, 技术含量低且设施设备不完善, 对深层次的地热资源开发利用缺乏科学研究和长期的发展规划, 对地热资源的动态监测不足, 政府监管力度不够, 导致不合理开采和热污染现象凸显, 对地热资源造成严重浪费。本文以腾冲市滇滩地区地热资源为例, 分析其开发利用现状, 并提出相对的意见和建议, 为改善该地区的能源结构, 推动该地区的经济发展做铺垫。

关键词

地热资源, 清洁能源, 开发利用

1. 前言

地热资源是指蕴藏在地球内部的能为人类开发利用的清洁、绿色、可再生的地热资源[1]。根据历史文献记载, 两三千多年前, 人类就已经开发利用地热资源, 但早期的利用方式主要为直接利用, 比如洗浴、取暖等, 随着时代的进步和科技发展, 地热资源慢慢出现在农业和工业当中。世界上至少有 300 个国家以各种方式享有地热资源, 利用规模不尽相同, 其中利用技术较成熟的国家有冰岛、法国、美国、日本、新西兰等国。我国地热资源丰富, 地热资源分布广泛, 但是地区分布不均匀。我国云南、西藏、台湾地区地热资源分布较多, 且热储值高, 开发前景广阔。但是高温地热一般存在于地质活动性强的全球板块的边界, 即火山、地震、岩浆侵入等多发地区[2]。因此, 造成了我国地热资源开发难度大、开发利用效率低等特点。我国的云南省腾冲地热就属于高温地热, 热泉出露点多, 温度高, 热水资源稳定。但该地区与腾冲的热海热泉相比, 地热资源的勘测、研究和开发利用明显不足, 与国内外一些地区的开发利用更显薄弱, 因此, 进一步的研究该区域的地热资源开发利用具有重要意义。

2. 研究区域概况

滇滩镇(见图 1)位于腾冲市的北部边陲, 地理坐标为北纬 24°15'25", 东经 98°45'30"。该区域距离腾冲县城 50 公里, 距离缅甸克钦邦第一经济特区板瓦 12 公里, 滇滩镇属于热带季风气候, 年平均降水量 1520 mm, 年平均蒸发量 1601 mm, 相对湿度 79%, 年平均气温 14℃~15℃, 冬无严寒夏无酷暑, 气候垂直分带明显, 平均海拔 1750 千米, 多西南风。该区域地区处于欧亚板块与印度板块的碰撞地带, 欧亚

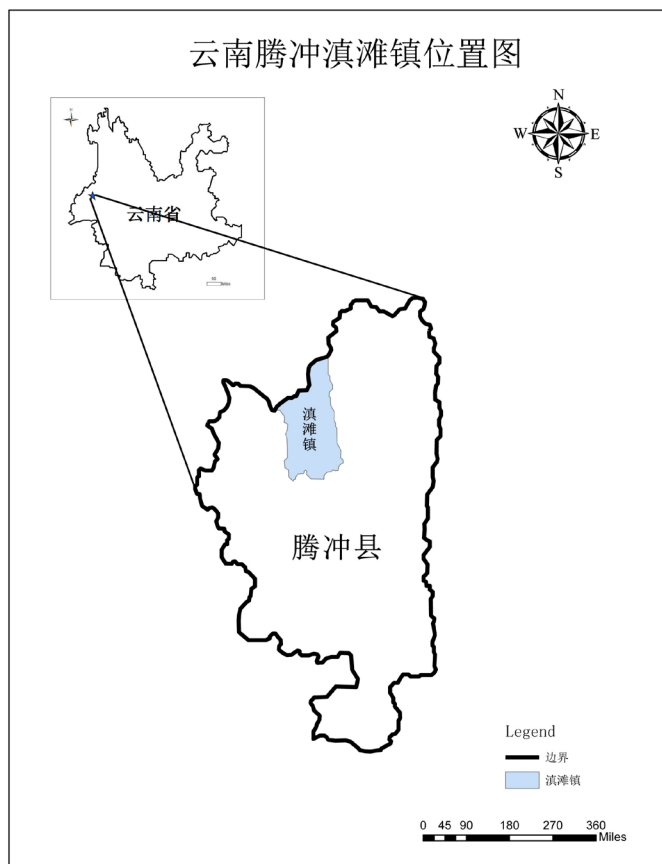


Figure 1. The position of Diantan Town, Tengchong County, Yunnan Province

图 1. 云南腾冲滇滩镇位置示意图

板块仰冲抬升拉张，断裂构造发育，地壳不稳定，火山活动明显。其中腾冲滇滩地热资源区位于滇西地槽褶皱系与高黎贡山腾冲褶皱带和腾冲复向斜北部，因此腾冲的复向斜喜山运动在该地区表现得极为强烈。滇滩地热资源显示区处于南北走向的滇滩火山堰塞断裂盆地，该区断裂呈北西-南北-南西走向，盆地内一般高程为 1700~1850 米，地形有河流切割，V 型谷发育明显。

3. 腾冲滇滩地热显示区资源

3.1. 腾冲滇滩镇地热显示区水文状况

本人于 2016 年 1 月 10 日~2 月 5 日期间对腾冲滇滩镇地热资源温泉出露点进行流量、温度实测(见表 1)，测量仪器有电子温度计和便携式流量流速仪。并对其资源利用状况进行简单的分析。

3.1.1. 测量方法

1) 在测量温度时，先把电子温度计数值调为 0，然后把温度计的感应器直接放到温泉出露点的热水中，待温度计上的数值上升到出现一个固定值后，按下固定键，把温度计从水中取出，然后把温度计的数值记录下来，如此重复三遍，最后取中间值。

2) 在测量流量时，事先把便携式流量流速仪连接好，先算出水流的横截面，把所有界面调好，再把流量仪的感应探头放入流动的水中，按下开始键，测速时间为 1 分钟，到一分钟时，再按下结束键，仪器自动计算流量。如此重复 3 遍，最后取中间值。

Table 1. The survey of geothermal resources in Diantan Town, Tengchong County
表 1. 腾冲滇滩地热资源情况调查表

序号	地热名称	流量	温度	利用状况
1	瑞滇温泉群	2.16 m ³ /h	52℃	较差
2	竹园温泉群	4.43 m ³ /h	56℃	一般
3	锦源温泉群	5.18 m ³ /h	54℃	一般
4	仙人洞温泉群	4.39 m ³ /h	63℃	良好
5	滇越温泉群	2.14 m ³ /h	69.7℃	较差
6	金泽温泉群	4.17 m ³ /h	91℃	一般
7	洁明温泉群	3.45 m ³ /h	77.3℃	一般
8	腊幸温泉群	3.21 m ³ /h	69.7℃	一般
9	供销社温泉群	4.967 m ³ /h	72.3℃	良好
10	兴鑫温泉群	2.07 m ³ /h	54℃	较差
11	沙坡温泉群	2.15 m ³ /h	58℃	较差
12	大沟边温泉群	1.74 m ³ /h	35℃	较差
13	云峰山温泉群	2.68 m ³ /h	53.4℃	较好

3.1.2. 温泉利用状况分析

现在对滇滩镇地热资源的利用状况分析，主要是从利用的方式、资源节约、浪费、资源利用带来的经济价值方面分析。开发利用状况“较好”的为在节约资源利用的同时，创造更多的经济效益，并且开发是投入的资金较多，管理方面也是较为合理，多为旅游、沐浴、疗养等开发方式为主；温泉利用“良好”的一般为资源节约型的利用，利用方式主要为沐浴方式，有明显的经济收入和开发资金投入，开发经营管理合理；利用状况“一般”的主要是家庭经营方式，开发时资金投入不够，资源浪费不明显，在带来的经济效益方面也不明显，经营管理明显存在不足；利用状况“较差”的为资源浪费严重，有的直接没有资金投入，任由温泉流出，或是开发是投入资金较少，设施设备较差，少有人管理，有很少的经济收益，但是造成资源浪费严重。

腾冲滇滩地热显示区主要集中分布在腊幸街 - 大沟边热显示区，该区域长 1.05 千米，宽 0.35 千米，面积约为 0.37 平方千米，这里集中温泉 33 个，多以泉群出现，最高水温达 91℃，最低温度为 35℃，最大出水量为 5.18 m³/h，其他温泉一般水温为 50℃~70℃，属于中温、中高温热泉。如表 1 所示。

腾冲滇滩地热显示区地热资源丰富，水质良好，水源稳定，受季节变化较小，地热资源集中分布，温度多在 50℃~70℃之间，属于中温、中高温地热资源。但是目前开发利用状况不够好，资源结构利用不合理，开发利用过程中造成严重浪费。

3.2. 腾冲滇滩地热显示区的资源分布

由图 2 和图 3 可知，腾冲滇滩地热显示区主要集中分布在腊幸街 - 大沟边热显示区，该区域长 1.2 千米，宽 0.37 千米，面积约为 0.4 平方千米，这里集中温泉出露点 32 个，大多以泉群出现。

4. 地热资源利用前景分析

4.1. 发展地热资源的生态意义

在全球气候变暖和一次性能源日益枯竭的大环境下，对于寻找可再生的绿色清洁能源成了迫在眉睫的任务，因此，地热资源的开发利用迎来了良好的大环境。腾冲滇滩地热显示区地热资源丰富，水质良



Figure 2. The distribution of geothermal area in Diantan Town, Tengchong County
图 2. 腾冲滇滩地热显示区分布图



Figure 3. The distribution of geothermal resources in Diantan Town
图 3. 滇滩地热资源分布大致区域

好，热储值高，水资源稳定，同时，该地区离县城 50 公里，有较好的客源，结合目前腾冲正在实施的旅游发展战略，可以使得该地区的地热资源得到良好利用。地热资源作为绿色、可再生资源，在地热丰富的我国已经得到了较好的开发和利用[3]。目前，该地区的能源结构仍然以水电和薪柴为主，煤炭储量较少，能源结构单一，以薪柴作为能源结构不仅使植被短时间难以恢复，同时对生态环境造成一定破坏，污染环境，所以发展地热能对解决该地区的能源环境单一具有极大的社会效益，对生态环境保护起到促进作用，使生态环境得以休养生息，水土得到保持促进生态环境的良性循环具有积极意义。也是解决该地区能源建设问题的经济而又现实的途径。目前世界上仍然以煤炭、石油、天然气作为主要的能源，但是在资源日益枯竭、环境日益恶化的今天，发展清洁无污染的、可持续发展的新能源势在必行。

4.2. 发展地热资源的社会经济意义

开发利用地热资源的决定因素，在于地热资源开发利用之后所取得的社会经济影响。随着热泵、回灌等地热新技术的采用，地热资源的开发和节约必将成为 21 世纪新的经济增长点[4]。在地热资源的开发利用过程中所带动的基础设施建设、地热勘查、地热设施施工、地热发电等都会极大的促进当地居民就业。通过地热旅游所带动住宿、餐饮、服务业等第三产业的发展，对促进当地经济发展具有深远意义和影响。在腾冲滇滩地区建立地热资源发电及综合利用体系，将会促进我国的地热资源的科学研究及相关工程技术的提高，促进地质科学考察，带动旅游业和相关工农业的发展，这在经济技术上是可行的，同时是势在必行，在整个滇西乃至国内外起到示范作用。

地热资源作为可再生资源，对于发展循环可再生经济具有重要意义，对促进该地区的能源结构和经济发展具有革命性意义。目前，地热能的直接利用发展十分迅速，收到了良好的经济技术效益，节约了能源[5]。随着时代进步，科学技术发展和地热资源开发利用研究所取得的成果，地热资源广泛的应用在工业、农业和旅游业等第三产业。腾冲滇滩地热集中分布在腊幸街 - 大沟边周围 0.37 平方公里的范围内，该地区人口集中，对地热资源的利用有较好的消费基础和较好的资源利用基础设施建设基础，对于提升人们生活水平和增加居民可支配收入、扩大边疆政治影响力具有重要作用。

5. 地热资源开发利用现状分析

5.1. 腾冲的地热资源开发利用现状

目前，我国的地热资源开发利用结构不合理，开发方式单一，基本上以钻井取水的直接利用方式为主。基本上用于生活沐浴和农业养殖，缺乏进一步的开发利用，没能为当地的社会经济发展和能源环境改善做出贡献，资源利用结构不合理，导致地热资源浪费严重。同时，政府政策和监管力度不够，缺乏资金上的扶持，以资源掠夺式的低成本开采现象严重，开发后的利用率极低，基本都是家庭自主开发、管理、经营，导致地热资源环境破坏，有的地区造成热污染严重。目前，我国特别是西部及华北平原地区基本没有开展大规模的地热资源勘查开发规划，全国地热资源的总量仅仅是一个概数，尚未取得公认的数据[6]。在我国此种地热资源利用背景下，极大地影响了腾冲滇滩地区的地热资源开发利用和资源开发利用规划的制定以及地热资源的产业化发展，难以形成相应的产业规模。地热资源的开发利用大多以日常生活和农牧业方面的直接利用为主，深层次的开发利用经验、技术尚且不足。目前世界上地热资源利用按利用的能量排序是供暖、洗浴、热泵、温室、水产、工业和发电[7]。

5.2. 滇滩镇地热资源的利用现状

目前，该地区的地热资源利用以直接利用为主，主要用于沐浴疗养和水产养殖，在腊幸街 - 大沟边温泉区域，直接在温泉出露点建造澡池，基本都是家庭个体开发、管理、经营，缺乏资金支持和合理科学的长期发展规划，地热资源浪费现象严重，地热资源很难运用于日常生活和改善该地区的能源结构单一现象，同时很难促进社会经济发展和提高人民生活水平。目前，该区的云峰山温泉的开发利用以旅游、沐浴和疗养为主，以旁边的云峰山风景旅游区为依托，建立起了以旅游、休闲疗养沐浴为一体的地热温泉利用措施，在该地区的地热资源开发利用中起到模范作用，但是，在开发利用过程中，仍然存在资源浪费、梯级开发不合理。因此，该腾冲滇滩地区的地热资源在开发利用和科学合理的发展、规划中，应该改善能源环境，同时要加强政府的政策、资金、技术支持，做好地热资源开发利用过程中的地质地热变化的动态监测。及时掌握地热田相关指标的变化情况，及时调整开发利用方案，保护好地热资源[8]。使地热资源开发进入到可持续发展的良性循环中，使社会效益最大化和大幅度提高人民生活水平。

6. 腾冲滇滩地热资源开发措施

目前, 地热资源开发利用条件日趋成熟, 为我国地热资源的大规模开发利用奠定了良好基础[9]。我国北京、天津、云南、台湾等省市, 已经有了一定的地热资源开发利用经验, 所取得的社会经济效果明显。腾冲滇滩地热资源丰富, 热泉温度高, 分布相对集中, 因此, 在开发利用过程中, 能较好的发挥区位优势, 同时结合国内外的已有的地热资源开发利用的先进技术和经验, 该地区的地热资源将会得到较好的开发利用。初步规划见附录 1~3。

6.1. 以康复、疗养、娱乐、旅游、度假为一体的综合开发

目前, 腾冲依托独特的地理位置和丰富的旅游文化资源, 正在实施旅游大发展战略, 旅游得到大幅度发展。滇滩热泉距离县城 50 公里, 对于吸收城里旅游的人口具有较大潜力, 同时, 随着人们生活水平的提高, 人们对于旅游、娱乐、疗养度假有了新的认识。该地区地热资源相对集中, 基本集中在腊幸街 - 大沟边人口稠密的地区, 且现在已有开发经验, 对于开发旅游小镇具有得天独厚的地位。同时可以借鉴腾冲热海热泉的开发利用经验, 以康复、疗养、娱乐、旅游、度假为一体的综合开发措施具有很高的可行性。

6.2. 以地热发电——沐浴、养殖、温室等为一体的梯级开发

该地区水资源丰富, 可以利用水电和地热发电相结合, 改善该地区的能源结构单一现象, 目前地热发电在国内外已得到良好的利用和具有先进的经验。在发电后的热水可进行沐浴、养殖、温室等, 不仅节约了生产成本, 同时作为清洁的可再生资源, 减少了环境污染, 控制该地区的自然生态恶化, 使地热资源得到很好地利用, 很大程度上扩充了地热资源的利用空间。减少煤炭、薪柴等一次性能源的消耗和避免地热资源在开发利用中的浪费。地热资源开发利用的范围很广, 是由其多功能特点决定的[10]。因此腾冲滇滩地区在地热资源开发利用中, 要注重地热资源的多功能特点, 科学合理开发, 进行科学合理的发展规划, 按不同的功能和用途, 综合利用地热资源, 最大限度地提高资源利用效率, 从而获得高的社会效益, 为以后的地热资源研究与开发利用积累技术经验。同时, 腾冲滇滩地热资源在开发过程中应建立合理的长期规划, 建立动态监测体系, 对地热水的尾水进行处理, 满足标准的尾水进行回灌, 有节制的进行开采, 避免直接造成资源的衰减和二次污染。对于用做农业的地热水资源, 应进一步的调查其矿化度及氟等重金属污染物指标, 避免造成土壤和农田的污染。

6.3. 以工业、农业为一体的地热资源利用方式

很多工业和农业在一定程度上是互补的, 在地热资源的开发利用上, 可以利用这一特性来进行资源的节约和合理化生产, 不仅能解决地热资源开发利用中带来的热污染问题, 避免较高水温的热水直接排入水体从而破坏原有的生态环境, 同时还节约了工农业的生产成本, 对于促进当地的经济发展和提高居民生活水平和居民生活品味具有极大的促进作用。

6.4. 地热资源具体利用方式

通过对滇滩镇地热资源综合经济及自然条件分析, 笔者认为该地区的地热资源利用比较适合多层次的有梯度的开发利用方式, 其中以地热发电和建设开发旅游小镇最为合适。因为目前腾冲旅游业正在呈上升趋势, 结合滇滩镇的云峰山风景旅游区, 以地热资源为依托, 建设旅游小镇是一条切实可行的途径。其中电站应该依据地热资源勘探得出的具体数据来确定电站的规模大小。而旅游小镇则可以选择统一开发分散式管理的开发方式, 把所有温泉联系起来, 又以统一式的开发, 分散式的管理, 最大限度的利用

资源, 避免统一管理的浪费现象。

7. 讨论

据有关调查表明[11], 地热水由于温度高和深循环过程中的水-岩相互作用, 一般都含有一些特殊的化学成分。若这些特殊化学成分长期排放在环境中, 必将导致生态环境恶化, 在短时间内难以恢复。若此时地热水的矿化度也很高, 直接渗透到土壤中, 就会生成大量的盐类物质, 造成盐碱化, 影响农作物的生产。河北省的某县城中就曾出现将含氟的尾水直接排放到农田中, 导致土壤严重污染, 耕地变成荒地的悲剧。因此, 腾冲滇滩地热水中氟等重金属元素是否超标, 及其矿化程度如何, 还需进一步调查研究。

另据地质学家研究发现[11], 大多数地区地热水的年龄都在一万年以上, 其补给源非常远, 循环的周期也很长。地热资源形成年代非常久远, 热水的循环更新周期非常缓慢, 假如无节制的开发, 没有科学的长期规划, 地热资源必将枯竭。但若将地热水的尾水进行相应的处理, 当满足回灌水质标准时进行回灌, 不仅能够加快对热水的补给速度与补给量, 同时还能保持热储流体压力的恒定, 以消除尾水直接排入环境造成的影响, 延长地热的使用寿命, 实现资源的可持续利用。所以, 在腾冲滇滩地热资源的开发中也应注意此问题, 应建立动态监测体系, 对地热水的尾水进行处理, 满足标准的尾水进行回灌, 避免二次污染, 有节制合理的进行开发。

8. 结论

1) 我在腾冲滇滩地热资源显示区共发现 33 个温泉出露点, 呈 13 个泉群出现, 最高温度 91℃, 最低温度 35℃; 最大流量为 5.18 m³/h, 最小流量为 1.74 m³/h。

2) 这些温泉在开发利用时, 存在资源利用效率低、浪费严重、资源结构利用不合理和开发资金投入不足等问题, 有的地区出现热污染现象。

3) 该地区能源结构单一, 以薪柴作为能源所带来的环境恶化现象严重。

4) 针对以上这些问题, 我得出该地区应该建地热发电站和发展温泉旅游小镇来弥补该地区的能源环境单一、资源开发结构不合理和环境污染等问题(部分可见附录 1~3)。同时, 发展温泉旅游小镇可以促进当地的经济的发展, 提高居民生活水平, 对于扩大该地区的边疆地缘政治影响和促进地热资源勘测、地热开发利用技术具有促进作用。

致 谢

感谢上海世格装潢设计工程有限公司的杨霄设计师在效果图上的帮助。同时, 在手绘小镇总体规划图过程中我校 12 级艺术设计专业(环境艺术设计方向)的申亚杰也给予了很大帮助, 在此一并表示感谢!

参考文献 (References)

- [1] 张金华, 魏伟. 我国的地热资源分布特征及其利用[J]. 中国国土资源经济, 2011, 24(8): 23-24, 28.
- [2] 方雅娟. 我国地热分布与板块构造关系的初步探讨[J]. 水文地质工程地质, 1982(6): 8, 16.
- [3] 孔维臻. 地热资源开发利用经济评价研究[D]: [博士学位论文]. 武汉: 中国地质大学, 2013.
- [4] 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): 23-25.
- [5] 毕玉荣. 地热资源开发应用现状及前景综述[J]. 勘探开发, 2011(3): 172.
- [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): 170-173.
- [7] 詹麒. 国内外地热开发利用现状浅析[J]. 理论月刊, 2009(7): 71-75.
- [8] 尤孝才, 姚书振, 颜世强, 胡小平. 我国地热资源勘查开发利用及保护对策[J]. 中国矿业, 2007(6): 1-3.

- [9] 徐军祥. 我国地热资源与可持续开发利用[J]. 中国人口资源与环境, 2005, 15(2): 139-141.
- [10] 廖忠礼, 张予杰. 地热资源的特点与可持续开发利用[J]. 中国矿业, 2006, 15(10): 8-11.
- [11] 杨丽君. 地热资源开发引起的地址问题[J]. 中国科技期刊数据库学术论坛, 2015(45): 163-164.

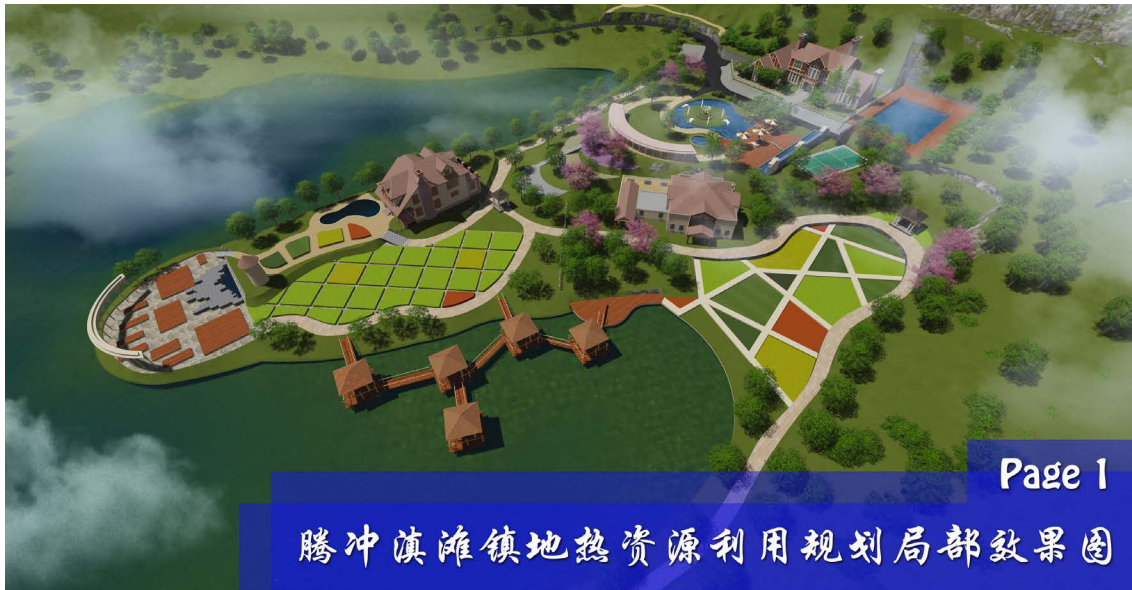
附录 1 小镇总体规划图

Appendix 1 The overall plan of the Town



附录 2 腾冲滇滩镇地热资源利用规划局部效果图之一

Appendix 2. One of the partial design of geothermal resources utilization plan in Diantan Town, Tengchong County



温泉旅馆

温泉沐浴设施+温泉游泳池的组合，可增加温泉的有效利用率，提高旅馆入住率和消费水平。

本设计针对不同消费人群，既有高档的室内桑拿、美容等服务，也有低档的室外汗蒸服务。规划上，可把室外汗蒸的床直接铺设在温度较高，但水量少的温泉流经的地方。

桑拿疗养



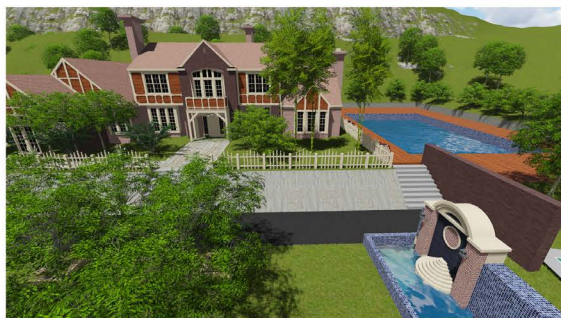
附录 3 滇滩镇地热资源利用规划局部效果图之二

Appendix 3. The Other of the Partial Design of Geothermal Resources Utilization Plan in Diantan Town, Tengchong County



 彩色沙滩

 水景观赏区



沐浴疗养中心



期刊投稿者将享受如下服务：

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>