

# 福建省地热能学科发展报告

1、福州大学 2、福建省地质工程勘察院 3、福建南方地热矿泉研究院 赵云华<sup>1</sup> 赵亮亮<sup>2</sup> 简文彬<sup>3</sup> 黄德斌<sup>3</sup>

[摘要] 地热能是一种洁净的新能源,福建地热资源丰富,已发现温泉点计 203 处,居全国第五位,以温度计最高 121.5℃居全国第四位。已探明水热型地热资源量 61522940m<sup>3</sup>/年,约相当于 35.16 万吨/年标准煤,从福建地质构造条件分析,我省东南部蕴藏有大于 150℃的高温地热资源,具备地压地热、干热岩地热开发潜在条件;若通过热泵技术加大开发低温地热资源后,我省现已探明地热资源仅占地热总蕴藏量的一小部分,地热能必将成为福建经济持续发展新的增长点之一。地热资源开发利用历史悠久,20 世纪 70 年代以后,进入地热资源开发利用高潮期,主要应用于城市集中供热、温泉旅游、水产养殖,医疗保健,农业利用、体育训练、地震观测等方面。地热能开发利用的原则是:统一规划,科学开发,加强管理,综合利用,集中供热,多能互补,保护环境,讲求效益。建议加强地热资源勘探评价,依据有关法律法规,出台具体有利于地热能开发利用的优惠政策,做到政策扶持、资源保障,加强国际合作、鼓励多渠道资金投入,以加快我省地热能开发利用步伐。

[关键词] 地热资源 开发利用现状 学科发展 对策措施

## 1 引言

地热能是指蕴藏于地球内部可供人类经济开发和利用的地热资源。按其属性和赋存状态,地热能可分五种类型:蒸汽型地热、水热型地热、地压地热、干热岩地热、岩浆地热。除水热型目前已达到普遍开发利用外,其余四类尚处在研究试点或探索之中。按温度分级,将地热能分为高温地热资源(温度≥150℃)、中温地热资源(温度在 90~150℃之间)和低温地热资源(温度<90℃)。地热能与太阳能、风能等同属清洁的新能源,随着煤、石油、天然气等常规能源不断消耗减少,地热能是人类社会发展、经济建设和人们生活中将发挥着其它资源不可替代的重要作用。

福建省是地热资源较为丰富的省份之一,主要为中低温水热型地热资源。作为水热型地热资源的天然露头——温泉

遍布全省,温泉分布特征自北而南,由西向东,即由内陆山区至滨海地区温泉密度逐渐增大,约 80%的温泉分布在闽清—永定一线以东,其中以南靖至厦门一带最为密集,我省温泉分布与地震震中分布有明显的一致性,说明地质构造对温泉的形成具有重要作用。从温泉点数计,福建仅次于西藏、云南、四川、广东等省(区),居全国第五位;从已揭露最高温度计,则次于西藏、云南、台湾之后,位居全国第四位。

## 2 福建省地热能学科发展现状

### 2.1 地热能资源

据调查统计,全省大于 30℃的温泉有 193 处,分布在 49 个县(市区),其中大于 80℃的有 13 处,另据温泉水中二氧化硅温标计算预测深部热储温度,全省大于 150℃的有 7 处,90~150℃的有 161 处,小于 90℃的有 34 处,见表 1、表 2。

表 1 福建省温泉分布一览表

温度 处 分地区	实测温度(℃)					预测热储温度(℃)		
	<30	30~49	50~69	70~89	≥90	<90	90~149	≥150
宁德	1	1				1	1	
南平	4	4				6	2	
三明	2	16	8	3		11	16	2
龙岩		10	17	6		9	24	
福州	2	11	9	4	1	2	23	2
莆田		9	3			1	11	
泉州	1	12	10	3		2	23	1
厦门		4	4	1	1		9	1
漳州		23	25	7	1	3	52	1
总计	10	90	76	24	3	35	161	7

表 2 福建省 80℃ 温泉一览表

序号	位置名称	温度 (℃)	水量 (L/S)	矿化度 (g/L)	水化类型	热储岩层	SiO <sub>2</sub> 温标 温度	备注
1	福州市区	97	113.5	0.3—0.9	HCO <sub>3</sub> Na	花岗岩	161	530m 深 107℃, 日开采量实际 已达 1 万吨
2	连江县贵安	84	34.7	0.37	HCO <sub>3</sub> -Na	花岗岩	140	钻孔孔口温度
3	安溪县龙门	87	5.6	0.33	HCO <sub>3</sub> ·SO <sub>4</sub> -Na	凝灰熔岩	143	钻孔孔口温度
4	德化县南埕	89	3.5	0.44	HCO <sub>3</sub> ·SO <sub>4</sub> -Na	花岗岩	152	泉水温度
5	厦门市杏林湾	91	49.8	14.5	CL-Na-Ca	花岗岩	154	钻孔孔口温度
6	厦门市汤岸	85	11.0	9.1	CL-Na-Ca	花岗岩	136	钻孔孔口温度
7	漳州市区	105	87.84	10.5	CL-Na-Ca	花岗岩	164	钻孔孔口温度, 98m, 121.5℃
8	永安市洪田热西	81	6.0	0.8	HCO <sub>3</sub> -Na-Ca	花岗岩	157	钻孔孔口温度
9	南靖县汤坑	80	46.3	0.46	SO <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> -Ca	花岗岩	121	钻孔孔口温度
10	平和县南胜	81	2.7	0.42	HCO <sub>3</sub> ·SO <sub>4</sub> a-Na	花岗岩	138	钻孔孔口温度
11	长汀县河田	80	11.0	0.57	HCO <sub>3</sub> ·SO <sub>4</sub> a-Na	花岗岩	138	泉水温度
12	清流县高赖	84	13.0	0.54	HCO <sub>3</sub> ·SO <sub>4</sub> a-Na	花岗岩	137	钻孔孔口温度
13	大田县太华汤泉	81	6.0	0.40	HCO <sub>3</sub> -Na	花岗岩	161.3	泉水温度

20 世纪 70 年代以来, 通过调查勘探, 初步探明现有天然温泉和勘探水热型地热资源储量为: 61522940m<sup>3</sup>/年, 相当 35.16 万 t/年标煤; 在现有地热异常区地热资源量为 38.3×10<sup>18</sup> J, 相当于 13.07 亿 t 标煤; 在可能存在地热异常区, 地热资源量为 298.8×10<sup>18</sup>J, 相当于 102 亿吨煤。

### 2.2 地热资源勘查

福建省地热资源系统的勘查工作始于 1970 年, 为了进行地热发电试验, 首先对南靖汤坑地热进行勘探, 此后相继开展了福州盆地、漳州市区、连江县贵安、厦门杏林湾、永泰县城关、莆田市涵江等地热资源勘查工作。同时于 20 世纪 70 年代结合全省 1/20 万区域水文地质调查工作, 对全省温泉进行全面调查, 查明大于 20℃ 以上温泉 208 处(包括冷矿泉)。改革开放以后, 自 1987 年至 1996 年由国家计委、福建省计委、省科委、福州市科委投资委托福建省能源研究会地热专业委员会对福建省地热资源开发利用现状进行调查, 于 1987 年编写了《福州地热资源的勘探、开发和综合利用报告》, 1988 年完成了“福州地区地热资源评价及其开发利用对策”的科研课题。于 1989 年完成了“福建省龙岩地区地热资源评价及其开发利用对策”, 1992 年完成了“福建省闽南地区地热资源调查评价与规划”, 1996 年完成了“福建省闽北地区地热资源调查评价报告”等科研课题。上述科学研究报告, 都通过了政府有关部门组织的专家评审。这些研究成果, 为福建省地热能的开发利用提供了依据。结合地热资源开发利用, 由地方财政或私人出资, 相继进行多处地热勘查工作, 如连江县岱云、德化县蕉溪等。截至 2008 年, 通过地热勘查、有

地质资料储量并经主管部门审批的项目批准 C 级以上地热资源储量为 64600 万 m<sup>3</sup>/d (部分小于 1000m<sup>3</sup>/d 未统计在内), 见表 3。

表 3 1970—2008 年经储量审批地热勘查矿区(热田)一览表

序号	矿区(热田)名称	允许可采资源量 m <sup>3</sup> /d	温度 (℃)	热能 Mw
1	南靖县汤坑	4000	78	11.24
2	福州市区	9800	72	24.69
3	漳州市区	7600	80	23.10
4	莆田市涵江区	4500	56	7.85
5	连江县贵安	7000	65	15.26
6	永泰县城关	3000	70	7.27
7	安溪县榜寨	2000	70	4.85
8	德化县蕉溪	2000	70	4.85
9	连江县岱云	4000	65	8.72
10	永泰县葛岭	1000	63	2.08
11	厦门市杏林湾	4000	90	13.57
12	厦门市汤岸	2000	80	6.23
13	龙海市港尾	1200	75	3.43
14	连城县蒋屋	1500	70	3.63
15	连城县新泉	1000	65	2.18
16	云霄县孙坑	4000	70	9.69
17	云霄县陈岱	3000	65	6.54
18	闽侯县双龙	2400	70	5.82
	总计	64000		137.95

### 2.3 地热能开发利用

福建省开发利用地热资源首先是从开发利用温泉开始的,已有 1000 多年的历史,主要应用于洗浴和育秧等。进入 20 世纪 70 年代以后,实施科研与生产相结合,把地热能作为新能源进行开发。1971 年福建省科委投资立项在南靖建地热发电厂未成功,此后推行中低温地热水直接利用逐渐应用到城镇地热水供应、医疗保健、水产养殖、农业利用、温泉旅游、工业利用、体育锻炼等。据不完全统计,全省各行业已开发利用地下热水总量已达 1900 万  $\text{m}^3/\text{d}$ ,约占已探明地热资源总量的 30%。

### 2.3.1 城镇地热水集中供热

为了改善城镇投资环境,发展旅游、温泉医疗保健,提高房地产开发附加值,改善环境,提高人民的生活品位,一些市县开始将城镇附近的温泉引入城区,向旅游宾馆、居民住宅、医院、温泉游泳池等集中供应地热水。

福州市于 1986 年 12 月建成我国第一家温泉试验水厂(现为福州温泉供应公司北区温泉水厂),开创了我国地热水集中供热的先河。目前,福州市温泉供应公司北区、南区水厂日均供应温水量为  $5500\text{m}^3$ ,年供应量为  $130 \times 10^4\text{m}^3$ ,约占福州地热田总开采量的 56%,主要供应福州市中心的旅游宾馆、酒店、大厦、公寓以及机关、企(事)业单位的住宅等用户。

安溪县于 1993 年 1 月建成了我国输水距离最长的地热引水工程,将龙门镇榜寨温泉水,经 21.8km 的地热保温输水管道,引到安溪县城关。该工程设计供应地热水能力为  $2400\text{m}^3/\text{d}$ 。在安溪县城关地热引水工程的技术成果和建设经验的推动下,连江、同安、德化、南靖等县陆续建成了城关地热供热工程。

2005 年,福州融侨房地产公司建成 30km 地热输水管道,将闽侯县双龙温泉水引到福州市融侨房地产开发区,提高了住宅小区品位,创造了较好的经济效益。

### 2.3.2 温泉旅游

进入 20 世纪 90 年代,温泉旅游业逐步兴起。2001 年以后,在厦门、福州、漳州、闽清、永泰、连江、云霄等地相继建成了一批具有国内一流水平的温泉宾馆和温泉度假区,以温泉为特色,振兴旅游业,促进当地经济发展。如厦门日月谷温泉度假区和五星级温泉宾馆、永泰县青云山御温泉温泉宾馆、福州金汤温泉度假区、闽清县黄楮林天然温泉、大明谷温泉度假区、漳州龙佳温泉山庄、连江县贵安温泉高尔夫游乐场、云霄陈岱温泉旅游山庄等。

### 2.3.3 水产养殖

福建省地热能应用于水产养殖较早,但大规模科学养殖则始于上世纪 80 年代,如长汀河田温泉鱼已成为当地特产。

地热养鳗业始于 1980 年,经过 80 年代和 90 年代初的发

展,全省利用地热养殖淡水鳗鱼的水面已达 2200 多亩,当时成为重要的出口创汇水产品,但由于种种原因,1995 年以后开始萎缩。目前,除保留具有一定规模的地热养鳗场外,有的转产养殖名贵观赏鱼和高营养价值的水产品。

### 2.3.4 农业利用

福建省已将地热能用于水稻育秧、冬季制种、农作物育苗、培育红萍或水生饲料、果树育苗、蔬菜种植、名贵药材和名贵香料的栽培、花卉栽培、食用菌培养、家禽孵化育雏,以及农业科学试验等方面。

### 2.3.5 温泉医疗保健

福建省在金鸡山工人温泉疗养院、漳州工人温泉疗养院、福建省老年医院先后开设了矿泉治疗室,设有全身盆浴、机械水疗、水中运动、药物水疗等温泉水疗设施。利用热矿泉浴疗,可治疗运动系统、消化系统、内分泌系统、心血管系统、神经系统、呼吸道系统及皮肤等疾病 30 多种,疗效显著。

### 2.3.6 工业利用

福建省对地热能的工业利用始于上世纪 70 年代,已成功用于制冷、干燥、皮革、脱酯、漂洗、染色、发酵等工艺。此外,曾在南靖县汤坑,进行了地热发电的试验,由于地热水温低,发电没有经济效益,而终止发电试验。

地热烘干方面,先后在连江县贵安、永泰县城峰镇和漳州市建成了“地热烘干厂”,用于水果、香菇烘干、蔬菜脱水和农副产品加工。

### 2.3.7 温泉旅游训练

省体委利用连江县贵安温泉,修建一座“福建省游泳运动中心”,作为水上运动项目的训练基地,供福建省游泳队、跳水队、水球队、蹼泳队等水上运动项目训练使用。漳州市体委利用漳州市区地热资源,把花园式的漳州人民游泳场,建成了全国地市一级少有的全年候综合性水上训练中心。此外,在安溪、建瓯、永泰等县(市),也建成了一批标准比较高的供体育锻炼用的温泉游泳池。

### 2.3.8 地震观测

省地震局从 1971 年开始,利用地热水井进行地震观测。通过监测地热水的水位、水温、水化学成分的变化,研究地震的孕育和发生规律。

## 2.4 地热能开发利用科学研究

### 2.4.1 研究机构

为了适应地热资源开发利用不断发展的需要,福建有关部门成立专门研究机构或设立地热专题研究组。从事地热能研究的单位有:福建省能源研究会地热专业委员会、福建南方地热矿泉研究院、福建省农业科学院地热农业利用研究所、福建省水产养殖研究所、福州市能源利用研究所、漳州市能源研究所、福建省第二水文地质工程地质队、福建省第一水

文地质工程地质队、厦门地质工程勘察院、福州大学等。

#### 2.4.2 主要地热科研成果

##### 2.4.2.1 地热回灌

福州地热田回灌试验由福建省地质矿产局和福建省科委投资,由福建省第二水文地质工程地质队和福州市能源利用研究所承担,该项试验于1975、1988、1990年先后进行三次。试验证明,通过人工补给回灌冷水可以达到使地下热水提高水温、淡化水质、增加地下热水开采量、防止地面下沉,是改善和提高花岗岩构造裂隙型地热资源可持续开发利用的有效措施。该成果获得地质矿产部科技三等奖。

##### 2.4.2.2 地热制冷

该项目由福建省科委、福州市科委投资,由福州大学、福州市能源研究所、福州冷冻厂等有关科研、教学、生产单位合作研制了一套“双级氨吸收式地热水制冷”试验装置,于1981年12月通过省科委主持的技术鉴定。该项目获得福建省1982年科技成果三等奖。地热制冷装置的试验成功,为低焓地热水的利用开辟了一条新的途径。

##### 2.4.2.3 地热开发利用与保护规划

受安溪县人民政府的委托,1991年福建省能源研究会地热专业委员会先后完成了“安溪县地热资源评价及其开发利用对策研究”、“安溪县地热引水工程可行性研究报告”、“安溪县地热引水工程设计”,为安溪县开发利用地热资源提供了科学依据。

福建省能源研究会地热专业委员会、漳州市工程咨询公司,受漳州市计委的委托,于1989年7月完成了“漳州市区地热资源综合利用总体规划”和“漳州市国家节能示范项目可行性研究报告”的编制。1989年8月在北京通过专家评审。

福建省能源研究会地热专业委员会,受福州市建设委员会的委托,于2000年5月完成了“福州市中心城地下热水资源保护与开发利用专业规划”(2000—2015年)的编制工作,并通过了专家评审。该规划是“福州城市总体规划”的一个专业规划,已报经福州市人民政府批准实施。

##### 2.4.2.4 农副业地热利用研究

福建省农科院地热农业利用研究所、省水产研究所等开展地热农业、水产养殖研究取得的主要成果有:

在地热农副业利用方面,先后完成了“地热在养禽业上综合利用研究”、“地热可控温室花果木扦插苗床工程研究”、“地热在农业上利用研究示范基地”等科研项目研究任务。

有关科研单位的地热水产养殖研究,如“中国对虾和长毛对虾越冬及人工育苗研究”、“牡蛎人工育苗及养成技术研究”、“华贵节孔扇贝冬季育苗技术研究”、“罗非鱼冬春季雄性苗种生产工艺研究”、“热带鱼、观赏鱼的冬繁培育研究”、

“温流水高密度非洲鲫鱼越冬研究”。

此外,有关教学、科研单位还分别对福州、漳州地热水对各种金属材料的腐蚀进行了挂片试验和理论分析研究。

#### 2.5 地热能开发利用中存在的问题

(1)地热资源勘查评价不能满足开发利用的需要。除早期由国家投资勘查的福州、漳州、南靖汤坑等地热田外,在其他地热开发项目中,地热资源保证程度很低。

(2)缺乏统一规划。如温泉养殖遍地开花,而养殖用热则主要在低温的冬季,因此,大部分时间里,温泉白白流掉,造成了资源浪费。

(3)对国外技术交流和新技术的推广应用不够。如地热开采井的自动化管理、地热泵技术、地热能与太阳能互补利用和地热水质对养殖水产品质量影响的研究等先进技术和科研成果,未能及时引进推广,相互之间亦缺少交流。

(4)管理体制尚未理顺,存在着行政职能交叉、重复收费等现象。

(5)评价地热资源开发价值时,往往偏重于经济效益,而忽视社会效益和环境效益。

### 3 福建省地热能学科发展展望

#### 3.1 地热能学科发展面临的机遇

地热能作为一种洁净的新能源,它的研发利用对环境不构成污染,与太阳能、风能等相比不受气候因素制约,在当今世界处于能源危机、环境污染加剧,各国都采取措施应对节能减排任务的形势下,为地热能学科等新能源开发利用提供了良好的发展机遇,将成为福建省新的经济增长点之一。

首先,国家出台了一系列加快新能源发展的产业政策。我国国民经济发展“十一·五”规划纲要建议中提出要“建立资源节约型、环保友好型社会”以来,相继制定完善了《可再生能源法》、《节约能源法》,为地热能等新能源和可再生能源成为可持续发展战略组成部分提供了法律保证。

第二,人们环保意识和自然保健意识的增强促进了地热能开发利用产业的发展。地下水是新能源的组成部分,同时也是一种极具保健功能的医疗矿水资源,它的医疗保健作用已获世界公认,近年来,我省温泉旅游、温泉保健理疗业蓬勃发展,极大地促进了地热资源开发利用。

第三,社会发展进步和人民生活水平提高,为地热能开发利用提供了经济投入的资金保证。对于地热能的开发,除了国家纳入国民经济总体规划进行投资建设外,在我省的私人企业、外资企业等也有很大的积极性,相继建设或正在建设一批具国内一流水平的地热开发项目。

#### 3.2 地热资源勘查评价和开发利用技术水平

##### 3.2.1 地热资源勘查评价技术

进入 21 世纪,石油勘探技术广泛应用于地热能勘查评价领域,随着电子计算机普及应用,地热能地球物理勘探技术、深井钻探技术水平有明显提高。我省地热能钻探井深度已超过 1000m,国内钻井深度可达 3000~5000m。

近年我省已引进可控源谐波大地电磁法(HACSMT)物探,广泛应于福州、厦门等多处地热资源勘查工作,取得显著效果。此外,电子信息技术还广泛应用地下热水的动态监测和地热资料信息处理等方面。

### 3.2.2 地热资源开发利用技术

我国地热能除西藏拉萨高温热能应用于工业化地热发电之外,主要是中低温热水直接就地利用。自从我省实施通过保温管道输送地热水异地利用成功后,在一定程度上解决了地热资源地理分布上的局限性,扩大了地下热水的开发利用领域。

地热热泵的成功应用扩大了地热能的利用效率,在欧洲和美国,热泵数量自 1995 年至今每年以 9.7%速度增长。热泵是先进的热能利用技术,可将低温位热能“泵送”(交换传递)到高温位提供利用。热泵为地热能的开发又打开了一个新窗口,是扩大地热资源效率的有效途径。将改变过去传统意义上所谓“地热资源分布上有局限性”的观念。

### 3.3 地热资源潜力分析

地热资源的生成与地球岩石圈板块发生、发展、演化及其相伴的地壳热状态、热历史有着密切的内在联系,特别是与构造应力场、热动力场有着直接的联系,从全球地质构造现点来看,大于 150℃的高温地热资源带基本上都出现在地壳表层各大板块的边缘,如板块碰撞带、板块开裂部位和现代裂谷带;小于 150℃中低温地热资源则分布于板块内部的活动断裂带、断陷谷和拗陷盆地地区。

福建省地处台湾海峡西岸,新生代以来,受太平洋、菲律宾板块与欧亚板块碰撞影响,形成了以隆起山地为骨架的现代地貌,其 NE、NNE 和 NW 向构造发育,花岗岩和火山岩广布,由于台湾岛弧不断向北西方向推挤,形成 NW 向张性深大断裂,构成地下水运移储存条件,具备地热型地热资源、干热岩地热资源和地压地热资源开发前景。今后除进一步勘查开发 30℃以上地下热水资源外,可结合具体工程建设项目利用热泵技术勘查开发小于 30℃的低温地热能;闽南沿海的厦门、漳州地区是寻找高温地热和干热岩地热资源的有利地区;在福建东部海域新生代沉积拗陷盆地,是寻找地压型地热资源的有利地区,据此分析,福建省地热资源极为丰富,具有广阔的开发前景,已探明地热资源储量仅是蕴藏量的一小部分。

## 3.4 福建省地热能学科发展战略

### 3.4.1 地热能开发利用的指导思想、原则

指导思想是以福建省国民经济发展规划为依据,从实际出发,充分发挥地热资源的优势,为实施科教兴国和可持续发展战略服务,为进一步改善人民生活、美化环境、推动社会全面进步服务,为促进国民经济持续快速健康发展、加快海峡西岸经济区建设服务。

开发利用的原则是:统一规划,加强管理;科学开发,综合利用;因地制宜,突出特色;集中供热,多能互补;保护环境,讲求效益。

开发利用的主要方向是温泉旅游、医疗保健、城镇集中供热、房地产开发、农副业、水产养殖和干热岩地热发电等。

### 3.4.2 地热能学科研究目标

(1)加强高温、干热岩地热资源和地压地热赋存条件科学研究。

(2)在福州等地热井密集区,开展井群优化布局、开源节流的措施研究。

(3)开展花岗岩地区大口径和 2000~5000m 地热钻井及成井工艺研究。

(4)地热集中供热设备及管网腐蚀与防护材质提高使用寿命的研究。

(5)加强热泵技术研究,推广低温地热利用和地热空调制冷技术。

(6)地热能综合利用经济分析和环境保护的研究。

(7)开展温泉理疗保健机理研究。

(8)加强从地下热水中提取有用矿物元素的研究。

(9)利用信息技术,提高地热资源利用技术与管理水平,构建福建地热资源数据库系统,为地热开发提供数据管理、工程分析与设计平台。

## 4 发展地热能学科的对策措施

### 4.1 制定地热资源开发利用与管理的法规

根据国家颁布的《矿产资源法》、《可再生能源法》、《节约能源法》、《水法》、《环境保护法》、《城市规划法》等有关法律,结合我省的实际情况,制定地热资源开发利用与管理办法及其实施细则,使地热开发利用与管理工作走上法制化的轨道,依法办地热。

### 4.2 组织编制各市、县(区)地热资源开发利用与保护规划

根据各市、县(区)的地热资源条件,结合该地区社会经济发展需要,在当地人民政府有关部门的领导下,编制一个科学的、开源与节流并举、开发与保护并重的地热资源发展规划,并把它纳入当地经济和社会发展总体规划,逐步实施。

### 4.3 建立地热开发专项基金

主要从以下几个渠道筹措:①政府财政拨款;②地热能

源补偿费、温泉区征地配套费、地热水开采费等收费按规定比例提成；③在地热勘查、施工、开发经营单位的税收中，按一定比例返回的资金；④友好国家、集体、个人的捐赠。地热开发专项基金，主要投入到地热资源勘查、资源保护、管理和科研中去，使地热开发事业呈良性循环、滚动发展。

#### 4.4 依靠科技，充分发挥地热开发示范工程的作用，推动地热资源开发利用高效、低耗、持续、健康的发展

通过抓好地热开发示范工程的建设，培育典型，总结经验，推动面上的地热资源开发利用。

#### 4.5 改革地热管理与经营体制

按照社会主义市场经济的要求，引入竞争机制，不断探索地热管理与经营新体制。强化基础管理，落实有关法律、法规规定的各项管理办法，不断完善和提高基础设施的配套建设和技术含量，提高基础资料的准确性。应用高新技术，建立和优化系统的科学管理模型，实现对地热水资源的规范化、自动化管理。

#### 4.6 加强对地热资源的保护，建立地热资源保护区

#### 4.7 对地热水动态进行长期监测

建立自动化监测系统和地热水动态模型，定期对地热资源及地热田的环境质量进行评价。

#### 4.8 加强对地热开发利用的环保工作

对高矿化度的地热尾水排放，要采取必要的措施，努力做到符合科学、经济要求的尾水排放标准，避免对生态、环境造成影响。

#### 4.9 地热开发实施优惠政策，鼓励多渠道筹集资金

包括国家和地方政府财政拨款、企业或个人集资、银行贷款以及引进外资等。此外，还要争取联合国开发计划署、世界银行以及友好国家赠款或贷款。

#### 4.10 加强对地热开发技术的交流与合作

积极开展国际、国内地热技术的交流与合作，引进国际、国内高新技术及先进设备，培养地热开发工程技术人才，把福建省的地热资源保护与开发利用提高到一个新水平。

#### 4.11 加强对地热开发利用的综合分析评估

地热开发项目的确定与实施，应首先进行地热开发项目可行性研究和经济效益评估，不论工业利用，还是发展医疗、旅游事业，都必须对投入与产出作经济分析比较，择优开发，以避免由于盲目发展而造成的资源浪费和经济损失。

### 5 结语

进入 21 世纪，随着国民经济高速发展，能源危机、环境污染等问题成为世界各国的关注焦点。太阳能、风能、地热能等新能源的开发利用在常规能源中所占比例逐渐提高。与太阳能、风能等新能源相比，地热能是一种在开采利用时间上具有可人为调控使用的优势。福建省地处太平洋西缘构造活动带，蕴藏丰富地热资源，至目前为止，经调查评价的以 30℃ 以上地下水为主体的中低温水热资源仅占全省地热能的一小部分，此外还有小于 30℃ 的大面积分布的低温地热和漳州—厦门沿海一带高温地热，东部海域的地压地热资源有待进一步探索研究和开发。当前在法规建设、行政管理、基本建设资金投入上还存在很多制约地热能开发利用的因素。建议今后政府应依据新能源相关法律法规结合我省实际制定实施细则，出台具体有利于地热能开发利用的优惠政策，做到政策扶持，资金保障，加大地热能科技投入，促进地热能可持续开发利用，同时鼓励私人资本投入和吸引外资，加强国际合作以加快我省地热能开发利用步伐，为海峡西岸经济区建设做出贡献。

#### 课题组成员：

1. 赵国华，福建省能源研究会地热专业委员会主任，福建南方地热矿泉研究院院长，教授级高级工程师。
2. 赵亮亮，福建省地质工程勘察院助理工程师，在读中国地质大学工程硕士研究生。
3. 简文彬，福州大学环境与资源学院副院长，博士生导师，教授。
4. 黄德赋，福建省能源研究会地热专业委员会副秘书长，福州大学副教授。