

# 世界地热资源开发应用现状

郑秀华

(中国地质大学 北京 工程技术学院 北京 100083)

**摘要** 阐述了目前世界地热资源开发应用的概况以及世界主要国家地热资源利用的情况,分析了近年来世界地热资源开发利用发展速度减缓的原因,展望了世界地热资源开发利用的前景。

**关键词** 地热资源;开发利用;装机容量;发电量

中图分类号:P314.2 文献标识码:C 文章编号:1000-3746(2001)01-0006-02

## 1 概述

来自地球深处的地热能,分布在世界很多地区并得到相当广泛的应用。据估算全世界的地热储量为  $14.5 \times 10^{22}$  kJ,相当于  $4948 \times 10^{12}$  t 标准煤。

根据目前技术水平,钻井深度 3000 m 被认为是开发利用地热资源的经济界限。表 1 是 22 个国家地热能源发电的情况。

表 1 世界主要国家地热发电装机容量 MW

国家	1995 年	2000 年	2000 年比 1995 年增加
阿根廷	0.67	0	-0.67
澳大利亚	0.17	0.17	0
中国	28.78	29.17	0.39
哥斯达黎加	55	142.5	87.5
萨尔瓦多	105	161	56
埃塞俄比亚	0	8.52	8.52
法国	4.2	4.2	0
危地马拉	0	33.4	33.4
爱尔兰	50	170	120
印度尼西亚	309.75	589.5	279.75
意大利	631.7	785	153.3
日本	413.705	546.9	133.195
肯尼亚	45	45	0
墨西哥	753	755	2
新西兰	286	437	151
尼加拉瓜	70	70	0
菲律宾	1227	1909	682
葡萄牙	5	16	11
俄罗斯	11	24	13
泰国	0.4	0.3	-0.1
土耳其	20.4	20.4	0
美国	2816.7	2228	-588
总计	6833.475	7975.06	1141.485

从表 1 可以看出,1995~2000 年期间,世界地热资源的应用得到了持续发展,装机容量从 6833 MW 发展到 7974 MW,但发展速度从 1980~1990 年间的 22.5%(5 年)降到了 1995~2000 年间的 16.7%(5 年)(见表 2)。菲律宾通过

建设 682 MW 地热能成为世界地热发展最快的国家。意大利、新西兰和爱尔兰的地热能发展规模大约在 153、151 和 120 MW。随着哥斯达黎加建设 87.5 MW、萨尔瓦多建设 56 MW、危地马拉建设 33 MW 地热发电站,中美洲地区呈现出一派发展地热资源欣欣向荣的景象。在最近 5 年,埃塞俄比亚第一次建设了 8.52 MW 地热电站,俄罗斯通过在远东地区修建一座 12 MW 地热电站而掀起了地热建设的高潮。

表 2 1980~2005 年世界地热发电装机总容量

年份	地热发电装机容量/MW	区间 /年	增加百分比 /%
1980	3887		
1985	4764	1980~1985	22.6
1990	5832	1985~1990	22.4
1995	6833	1990~1995	17.2
2000	7974	1995~2000	16.7
2005(预计)	11398	2000~2005	42.9

## 2 世界主要国家地热资源利用情况

### 2.1 澳大利亚

1986 年在南澳大利亚的 Mulka 养牛厂建设了一个 20 kW 试验地热发电厂。1991~1992 年在 Birdsville 和 Queensland 建了一个 150 kW 发电厂。到 1999 年地热每季发电量大约  $9 \times 10^5$  kW·h。联邦和私人对投资干热岩项目产生了浓厚的兴趣,1999 年 4 月太平洋电力公司被允许在 Muswellbrook 地区进行钻探。钻探准备进行 4 个阶段,大约用 4 年时间,花费 2380 万澳元。

### 2.2 中国

中国已发现地热异常 3200 处,已打地热井 2000 多眼,评价的地热田有 50 多处。中国的地热主要应用于取暖(面积近 800 万  $m^2$ )、水产养殖(面积近 300 万  $m^2$ )、浴疗(1600 多处)、农业和医药等。1977 年以来,几个中高温地热资源被开发应用于发电。在过去 10 年,地热资源发展大约增长了 12%。1995 年预测中国西藏南部潜在地热能有 1000 MW,云南有 570 MW,四川有 170 MW,台湾大约有 100 MW。

中国最大的地热发电厂在西藏的羊八井,1999 年总装机容量是 25.18 MW,18 口大约 200 m 深的地热井提供 140~

收稿日期:2000-11-24

作者简介:郑秀华(1965-),女(汉族),辽宁康平人,中国地质大学(北京)讲师,博士在读,地质工程专业,从事空气泡沫钻进工艺的优化设计研究工作,北京市昌平区学院路 29 号。

160℃热水。1977年第一次修建的地热发电站花费了4000多万美元,1979年以来发电 $5 \times 10^8$  kW·h,到1993年底一年发电量达到 $1 \times 10^8$  kW·h。电站供应了拉萨市夏天41%、冬天60%的电力。在过去5年,为了保证资源和控制电厂排放出热水的污染,正在执行一个1850 m深井的试验项目。

在四川、西藏、云南已勘探了几个地热田,地热电厂也建在7个地区。1995~1998年6月,执行了5个地热发电厂项目,总装机容量是29.166 MW,每年能发电 $1 \times 10^8$  kW·h。在过去5年,研究了羊八井深层地热和云南省地热资源开发问题。这期间,地热开发的重点是中低温地热资源,现在已有1620多个地热正在使用。

### 2.3 爱尔兰

地热装机容量达170 MW,占全国总装机的13.04%,到2005年计划安装16 MW。现在地热能每年产生 $1.138 \times 10^9$  kW·h电量,到2000年占全国发电量的14.7%。在Bjarnarflg地区,1969年使用280℃的地热建立了3.2 MW发电站。在Krafla地区,1996年打了4口地热井,1997年建设了第二座30 MW发电站。该地区地热资源的温度是210℃,压力0.77~0.22 MPa(7.7~2.2 bar),1999年该地区装机容量为60 MW,发电量 $4.64 \times 10^5$  kW·h。在Nesjavalltr地区,2个单机发电为30 MW电站于1998年10~11月投入使用。现正在考虑扩建一个30 MW电站,使总装机容量达到90 MW。国家能源部继续执行勘探地热田计划,1995~1999年,共钻探了8口高温地热井、241口低温地热井。

### 2.4 意大利

1995~1999年期间,地热发电装机容量增加到785 MW,1999年发电量达 $4.403 \times 10^9$  kW·h,占全国装机容量的1.03%,发电量的1.68%。在Lardarello, MT. Amtata和Lattera地区,安装了260 MW,2000年1月正在修建105 MW发电站。1995~1999年,已投入生产的有229 MW。从1995年开始,打了33口生产井、2口回灌井,井深2000~4000 m。在Tuscany的Travale-Radtcondolt地区,打了一口著名的地热井,高温地热的出水率达70 kg/s,单井装机能力达30~40 MW。计划在这口井附近建设一座60 MW的发电站。

### 2.5 日本

1995年1月1日,在11个地热田中安装了总容量为312.3 MW的12个发电机组,该装机容量相当于1999年全国总装机容量的0.23%,发电量的0.36%。发电厂的规模从Yanatzu-Ntshiyama的65 MW到Ktrtshtma的100 kW。政府1995~1999年投资4.671亿美元,比1990~1994年的6.32亿美元和1985~1990年的7.273亿美元有所减少。

### 2.6 墨西哥

在3个地热田安装了755 MW的装机容量,占全国总装机容量的2.11%,总发电量的3.16%。Cerro Prteto地区的装机容量达620 MW,有9个发电机组,平均工作效率为92.4%,计划在2000年增加第4个20 MW机组。Los Azufres地区的装机容量达93 MW,有8个5 MW发电机组,一个50 MW发电机组,地热温度265~360℃,井深835~2095 m。Los Humeros的装机容量达42 MW,1990和1993年投产了7个5 MW发电机组,计划2002年增加50 MW装机容量。

Ansaldo-Makrotek发电站使用7口320~340℃、0.8 MPa(8 bar)的地热水,井的深度为1600~2225 m。在Cerro

Prteto地区,1995~1999年钻探了41口生产井和1口回灌井。在Los Azufres地区,钻探了1口生产井、1口回灌井,最后在这个地区施工了72口井。在Los Humeros地区,施工了4口生产井、1口回灌井,现在已施工了40口井。到2005年将增加325 MW地热发电装机容量,这将略为提高地热发电在全国的比例,最大约为4%。

### 2.7 俄罗斯

在Kamchatka Peninsula和Kurtle岛,1994~1999年进行了地热勘探,共钻探了78口生产和回灌井,一个12 MW电站投入使用,1999年电站和输送线路正在建设。1966年建设了Pauzhetkal 1 MW发电站,1980年进行了扩建,到现在一直在工作,1999年产生了 $3.5 \times 10^7$  kW·h电量。随后在1979年开始进行勘探活动,钻探了255~2266 m深的基岩井82口,在Sveuro-Mutnovka地热田开发的17口地热井,浅层蒸汽资源的热量是2100~2700 kJ/kg,700~900 m深的地热水热量是1000~1500 kJ/kg。1998年施工的平均热量在1600 kJ/kg,流量在330 kg/s。现在正在供应12 MW与3个4 MW发电站。1999年输送线路建设完工,整个地热电站开始发电,供应Kamchatka的电力达到23 MW。这个能力仅仅相当于全国装机容量的0.01%,发电量的0.01%。

### 2.8 美国

美国一直积极应用地热发电,1980~1989年增长18%,1990~1998年增长0.14%,增长速度明显降低。地热装机容量从1990年的2774 MW、1995年的2816 MW,降到2000年的2228 MW。2000年地热装机容量占全国总装机容量的0.25%,地热发电量大约占全国能源供应量的0.4%。在加利福尼亚,1994年以来就没有修建地热发电站的计划,到2002年计划增加98 MW地热发电站。在Nevada,正在10个地方修建195.7 MW的地热发电站,1990~1999年修建了4座发电站,现在没有发展新电站的计划,主要原因是电价非常低。在加利福尼亚,1996~1998年仅有13口生产井和7口回灌井,在其他地区,钻井活动也较少,在Nevada,1995~1999年钻探了28口生产井。1997年美国能源部终止了在Valles Caldera进行干热岩实验项目。

## 3 世界地热资源开发利用发展速度减缓的原因

由于受经济的影响,在最近5年世界地热资源开发利用的主要国家放慢了钻井速度。世界地热资源快速发展的势头受到抑制。国际地热低速发展的主要原因是(1)常低的石油价格限制了包括地热资源在内的其他能源的使用;(2)在地热资源处在发展过程中时东南亚发生了经济危机;(3)受可预测地热资源量的限制。

随着东南亚经济的复苏,石油价格的升高,下一个5年,世界上许多国家将十分重视具有环保作用的地热能源的开发和利用,使地热资源成为广泛应用的能源。

### 参考文献:

- [1] Gerald, W. Hutter. 1995~2000年世界地热能应用情况[J], 2000.
- [2] 张振国,等. 中国地热开发利用现状与发展对策[J], 2000.
- [3] Ushering in a geothermal millennium[J]. GRC transactions, Vol 24.