

# 山西地热资源开发利用状况分析

孙文

(山西省水文水资源勘测局, 山西太原 030016)

[摘要] 山西省具有丰富的低温地热资源,被直接应用于采暖、洗浴、温泉疗养、温泉种植、养鱼、矿泉水生产等,产生了巨大的社会、经济和环境效益。介绍了山西区域地质条件,总结了山西地热开发利用状况,分析了在地热开发利用中存在的各种问题,提出了相关建议,指出山西地热开发利用的发展前景。

[关键词] 地热资源; 开发; 利用; 存在问题

[中图分类号] P641.6

[文献标识码] B

[文章编号] 1004-6603(2016)01-0001-06

## 1 地热资源概况

山西具有较丰富地热能资源。山西地热资源的形成类型与分布受本省地质构造、水文地质条件等诸多因素的控制。全省地热资源形成类型按地热水资源形成的地质作用和赋存条件,可分为新生代沉积断陷盆地型和褶皱隆起断裂型两种类型的中低温地热资源。新生代沉积断陷盆地型为山西省地下热水资源的主要类型,山西地质构造的特点是受祁吕贺系前弧东翼的控制又遭到新华夏体系的干扰,在山西中部形成了呈多字型雁行排列的新生代沉积断陷盆地,自北而南为大同盆地、忻州盆地、太原盆地、临汾盆地、运城盆地。这些盆地也是新构造活动强烈的地区,盆地中部和边缘断裂构造十分发育,绝大部分破坏性地震也集中在这一地区,为著名的地震带。物探资料表明,有的深大断裂,直断至地壳深处,切至莫霍面,如沿断裂有新生代玄武岩多期喷发亦可证实。临汾盆地人工地震探测资料也说明汾河断裂已切至莫霍界面。一系列深大断裂,形成沟通热源和热水活动的通道。盆地土覆巨厚的松散细粒堆积,形成很好的保温盖层。大气降水入渗及地表水渗漏补给,水量较大,地下水的补给、径流和排泄条件较好。深部的地热以传导的方式向地表运动,并将岩石及其充填的孔隙水、裂隙水,经深部热能加热而形成地热水,贮存在松散沉积层的孔隙热储层内,或贮存于盆地基底的基岩裂隙岩溶热储层内,通过传导或水热对流,向地面运动。因此,在盆地边缘断裂带及盆地基底部分隆起部位,形成与分布着多处地热导常区,地热梯度一般为 $1.6\text{--}2.1\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ,高者可达 $2.6\text{--}3.1\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ,北起天镇县长城脚下,南至临猗县黄河岸边,均有温泉,地热井出露,水温在 $41\text{--}61\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,最高达 $61\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。褶皱隆起构造类型地热水资源,主要分布在构造隆起地区,受断裂构造控制,活动性断裂发育。大气降水和河水渗入补给经深循环而形成地热水,水温较高,矿化度一般小

于 $6\text{--}7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。如浑源县汤头温泉区,位于恒山隆起带东端与唐河断裂带复合部,温泉水温在 $41\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上。孟县寺平安温泉区,构造单元属五台山隆起带南端,太行山断裂隆起带西侧,与漳沱河谷三组断裂带的交汇处,总矿化度 $1000\text{--}10000\text{mg/L}$ 。迄今为止,山西还没有发现近代火山或岩浆活动类型的中、高温地热资源。全省调查、勘探、开发利用的地热能资源仅限于热水型地热的热效益。主要分布在省内中部大同、忻州、太原、临汾、运城等E大盆地的临猗、夏县、襄汾、曲沃、太原、清徐、忻州、定襄、原平、阳高、天镇、浑源等RA个县市区内。从已发现的上述地热田中地热水出露点看,相对集中在运城、临汾、忻州、大同F大盆地中。全省勘探考察发现水温在 $41\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上的地热水出露点AII多处,其中天然出露的温泉AE个,水温以 $41\text{--}51\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的热水为主,F6、LI的热水次之,L6以上的地热水点较少。

## 2 地热形成的地层条件

山西省地层发育较为齐全。由老至新有:太古界(阜平群、五台群);元古界(漳沱群);震旦亚界(震旦系);古生界(寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系);中生界(三叠系、侏罗系、白垩系);新生界(第三系、第四系)。缺失志留系、泥盆系及下石炭系。上奥陶系地层。地层展布状况大致是:以五台山、恒山、云中山、吕梁山、中条山、太行山出露的前震旦系地层为核心,向外由老到新依次分布有震旦系、寒武系、奥陶系;以云岗、宁武、静乐、沁水、陕甘宁等构造盆地中央分布的侏罗系、三叠系为中心,向四周依次出露二叠系、石炭系。二者相结合就是山西省地层展布的基本格局。这样的格局,形成于侏罗纪之后。上第三系和第四系,除厚度不大的分布于全省各地外,巨大厚度的堆积则集中于几个大的新生界断陷盆地中。其中奥陶系W寒武系灰岩、白云岩中岩溶发育,是良好的地下冷水和热水的主要存贮空

[收稿日期] 2016-01-16

[作者简介] 孙文(1961-),男,安徽霍山人,工程师,主要从事水源地勘测、区域水文地质调查研究与地下水管理工作。

间,各新生界断陷盆地上巨厚的覆盖层构成了形成地热的热储存

## i 地下热水资源的开发利用

### i Q 地下热水资源开发与利用现状

地热资源集热、矿水为一体,除可以用于洗浴、医疗保健、休闲疗养以外,还可以用于发电、供暖、养殖、农业种植、纺织印染、食品加工等方面。此外,地热资源的开发利用可带动地热资源勘察、地热井施工、地面开发利用工程设计、施工、地热装备生产、水处理、环境工程及餐饮、旅游度假等发展,可大量增加社会就业,促进经济发展,提高人民生活质量。因此,世界上有地热资源的国家均将其作为优先开发的再生能源,培植各具特色的地热产业,在缓解常规能源供应紧张和改善生态环境等方面发挥了明显作用。

根据调查资料,山西省地热区主要分布大同、忻州、太原、阳泉、临汾、晋城、运城。其中大同市共有地下热水区R处,分别位于天镇县、阳高县和浑源县;忻州市有地下热水区L处,分别位于忻州市城区西北6cK、奇村、忻州市城区北rK、顿村、忻州市城区西北部卢野村、忻州市长征路西逯家庄、定襄县受录乡汤头村、原平市沿沟乡大营村;太原市有地热区R处,分别位于万柏林区、晋源区和小店区;阳泉市有地热区6处,位于孟县;临汾市有地热区L处,分别位于古县、洪洞、尧都区、襄汾、侯马、曲沃;晋城市有地热区6处,位于沁源县;运城市共有地热区F处,分别位于夏县、新绛县、万荣县、临猗县、朔州、晋中、长治和吕梁没有发现可开发利用的地热资源。山西省地热井详细情况见表6。

据史料记载,我国开发利用地热已有11111多年的历史,是世界上利用地热资源较早的国家之一。早在公元前11111年的东周61时代,孔子的弟子就有记载。我国历史上对地热资源的开发利用大多限于对温泉的直接利用上,且主要用于医疗和洗浴方面。解放以后随着国家经济的发展,系统进行了地热资源勘查与开发,山西省地热资源的开发和利用也得到较大的发展,主要用来进行地热供暖(见表RWA)。医疗保健、洗浴和旅游度假、养殖、农业温室种植和灌溉、工业生产、矿泉水生产等方面。并逐步开发了地热资源梯级利用技术、地下含水层储能技术等。随着山西省旅游业的发展,不少地方利用当地地热资源及秀丽的山水景色开发以温泉浴、度假村、娱乐为一体的地热旅游项目;据统计,用于医疗保健的地热田在全省已有611多处,遍及全省R多个市、县;工业生产目前主要用于纺织印染、洗涤、制革、造纸、机械、木材加工、盐分析取、化学萃取等行业与粮食烘干等,其中温泉区地下热水在纺织工业及化工工业方面均获得较好的利用和效益;利用地热水生产饮用天然矿泉水有近E1处,以利用矿化度1.0L~E以下、温度E1以下的地热水为主,相继生产了沙力士、童力宝、威斯可达、迷尔希、保健酷、万达等多种天然矿泉水饮料,畅销省内外。

### i Q 地热资源开发利用中存在的主要问题

### ROAC6 地域分布不均衡

山西省地热资源主要分布在大同的天镇、阳高、忻州奇村、临汾侯马等地,而且是集中在少数的几个村落,这些地方地处偏僻、交通不便、经济较落后,加之这些地方煤炭资源又比较丰富,很大程度上制约了区内地热资源的开发。地热能利用前景较差,因此,大量中低温热水白白流失。

### ROAOA 环境问题

地热资源利用所带来的自身的一些环境问题,如过量开发地区引起水位下降和地面沉降,破坏了自然景观;热水中一些有害气体、放射性物质随同流体进入地面空间,对大气造成污染;化学成分复杂的地热水利用后直接排放,也会侵蚀土地、污染水源、破坏生态平衡等。

### ROACR 可持续发展问题

地热资源是在特定的地质、构造、水文地质条件和水文地球化学环境条件下形成的,由于埋藏深,补给途径远,再生能力弱,其资源量是有限的,并非取之不竭。要保持其资源的长期连续稳定开采,做到有计划合理开发利用,防止盲目无序随意开采造成资源浪费和环境地质问题的发生,否则就会造成资源的快速枯竭。目前,人们对地热资源的特点认识不清,将地热混同于一般的矿产资源或水资源,开发利用水平低,过量开采和浪费现象严重,造成地热资源得不到合理开发和有效保护,不能实现可持续开发利用的目的。

### ROACF 制度法规不健全

(6) 管理体制不完善,职责不清,部分地区存在多部门重复管理现象,导致地热开发管理混乱,无人普查勘探和进行资源评价。

(A) 地热资源利用结构单一,缺乏综合利用。梯级开发的法规。地热利用以洗浴为主,不仅浪费了地热资源,而且降低了地热资源开发企业的经济效益。

(R) 经济法规不平衡。利用地热资源只向国家交纳补偿费,并非向市场有偿购买。而其采暖收费却执行同燃煤、燃油的统一标准。这样,使供水、供热单位有明显的效益,对效益的追逐导致了开发过热,易于形成掠夺式开发的趋势。

### i Q 保护性开发和利用地下热水资源

### ROAC6 奇村地下热水动态分析

选取奇村sR、sLB两热水井6ccB。11111年66年的埋深、水温年平均值资料,作出相应过程线、曲线图进行分析。见图6、图A、图R、图F。埋深、水温年内变化特征:埋深、水温动态变化基本一致,即水温是随着埋深的升降而升降。

年际变化特点:从过程线可以看出,水温、埋深整体呈衰减状态,6ccBWA11111年sR热水井的水温累计下降FQ11,埋深累计下降E0F1÷,sLB热水井的水温累计下降cQ11,埋深累计下降RQ1F÷,有时虽有回升,但不能恢复。

整体上看奇村的热水井的水温和埋深都在逐年下降,主要与人工开采有关,如果不加限制,任其发展下去,久而久之,不仅是水温和埋深下降问题,这些热水井的开采费用将大幅度增加,最后这些热水井有可能枯竭,尤其可见,我们不要认为地热

资源是取之不尽用之不竭的,只看到眼前利益而大幅度开采,应采取措施对地热资源进行限制性、保护性开采。

**限制和保护性开发地下热水资源是特有的地理环境决定**

山西省属我国中西部地区的内陆省份,远离海洋,且有太行山屏障,形成了典型的大陆性季风气候特征。一十年九旱,全省水资源严重缺乏,大部分地区工、农业生产和生活主要靠地下水资源,植被严重不良,不管是水资源还是植被,一旦遭到破坏就不能恢复。而地热资源如果过量开发就会带来的自身的一些环境问题:水位下降、地面沉降、破坏自然景观;热水中一些有害气体、放射性物质随同流体进入地面空间,对大气造成污染;化学成分复杂的地热水利用后直接排放,也会侵蚀土地、污染水源、破坏生态平衡等。另外,地热资源是在特定的地质、构造、水文地质条件和水文地球化学环境条件下形成的,由于埋藏深,补给途径远,再生能力弱,其资源量是有限的,并非取之不竭,只有做到有计划、保护性合理开发利用,才能防止盲目、无序、随意开采造成资源浪费和环境地质问题的发生,防止地热资源的快速枯竭。

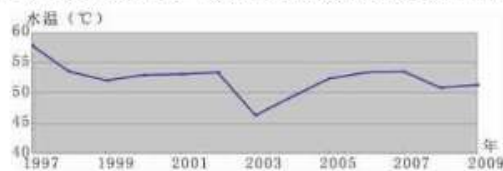
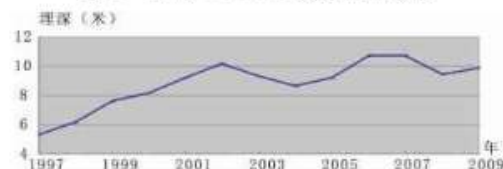
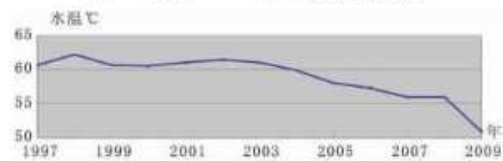


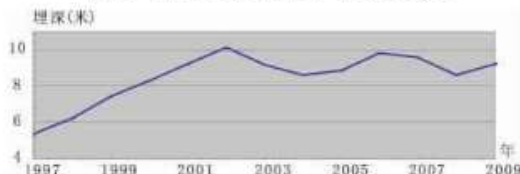
图6 奇村sR年平均水温曲线图



图A 奇村sR年平均埋深曲线图



图R 奇村sLB水温年平均曲线图



图F 奇村sLB年平均埋深曲线图

## a 结论与建议

### aQe 结论

(6) 山西地热资源的分布特点是:南部地区多于中、北部

地区。盆地、平川区多于山区,人工揭露的多于天然出露的,中、低温的多于高温的。从热水的矿化度、硬度、 $d$ 值、所含离子、气体的成份等水化学成份指标看,符合一般地下热水水化学规律。从地貌特征上看,全省地下热水分布,绝大多数热水点集中分布在盆地和黄土台垣区,以中、低热水为主。基岩山区地下热水点较少,但山区热水点水温却较高,均在 $40^{\circ}\text{C}$ 以上。从大同、忻州、太原、临汾和运城五大盆地中地热田和地下热水点的分布来看,有多、少、多的规律,即地热田和地下热水点相对地更集中于忻州、临汾和运城三大盆地中。从与断裂构造的关系上看,全省地下热水出露处几乎都有不同规模的断裂构造存在。

(A) 地下热水的动态特征主要体现在三个方面:水位、水温和开采量的变化。地下热水和周围低温地下水的过量开采,是导致地下热水动态变化的直接原因。

(B) 随着山西省经济的发展,地下热水的利用进入了一个新的时期,地热资源勘查与开发也同步进行,而且应用范围日益广泛,利用主要是:取暖、洗浴、疗养、水产养殖等方面,其中洗浴在地下热水利用中占主导地位。

### aOr 建议

(6) 对已开采的地下热水井的水温、水质、水位、开采量、流量进行长期监测,为下一步合理开发利用和科学管理地热资源提供科学依据。

(A) 加强地热资源勘查评价:地热资源开发的风险比较大,要降低地热资源开发的风险和成本,就必须加强地热资源的勘查评价工作,现在划分的地热田都是区域性的,要设计施工某一个地热井,在点上要多做物探工作。

(B) 依靠科技进步和创新,推进地热产业的发展。加强梯级利用、综合开发、合理布局、限量开采。加强省内外地热勘查与开发利用科技交流。

(F) 加强人们对地热资源的综合利用价值和产业化开发利用意义的认识,实现地下热水的可持续开发利用,加强环境保护,力争在地下热水的开发利用中无环境污染。

## 参考文献

- [6] 孙颖,刘久荣,韩征,等.北京地热资源开发利用状况.安徽农业技术,2010,18(6): 261-262.
- [A] 李强.山西地下热水的分布及特征分析.山西水利科技,2011,31(4): 45-47.
- [R] 田延山,李明朗,白治.中国地热资源及开发利用.中国环境科学出版社,2010.
- [F] 孙颖,刘久荣,韩征,等.北京地热资源开发利用状况.安徽农业技术,2010,18(6): 261-262.
- [E] 姜建军,陶庆法,胡杰.我国地热资源开发利用现状、存在问题与建议.热能,2011,61(5): 1-4.
- [L] 朱家玲.国内外地热资源开发利用概况.热能,2011,61(1): 1-4.
- [B] 冯聪.我国地热资源开发利用现状、存在问题与建议.热能,2011,61(1): 1-4.