



关于地热水理疗评价指标沿革的探讨

薄本玉¹, 杨朝阳^{2*}, 谭肖波¹, 邢学睿³, 孙家柱¹, 石艳¹

(1. 山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014; 2. 济南大学水利与环境学院, 山东 济南 250022; 3. 中国冶金地质总局山东局, 山东 济南 250101)

摘要:在国家“双碳”战略目标的背景下,作为可再生清洁能源的地热能越来越受到国家的重视。近年来,地热水广泛应用于供暖、发电及理疗等领域。为合理评价地热水的理疗价值,本文详细梳理了自1989年以来我国发布的有关地热水理疗价值评价的标准,发现锰、偏硼酸、偏磷酸、镭、氟、锶等9个评价指标存在变动,温度和矿化度因适用范围及定义的不同发生改变。评价了典型组分对人体的影响,深化了人们对理疗评价指标的认识,对地热水理疗评价标准中的指标提出建议。

关键词:地热水;理疗天然矿泉水;评价指标

中图分类号:P314

文献标识码:A

doi:10.12128/j.issn.1672-6979.2024.11.006

引文格式:薄本玉,杨朝阳,谭肖波,等.关于地热水理疗评价指标沿革的探讨[J].山东国土资源,2024,40(11):37-41. BO Benyu, YANG Zhaoyang, TAN Xiaobo, et al. Study on the Evolution of Geothermal Water Physiotherapy Evaluation Indicators[J]. Shandong Land and Resources, 2024, 40(11): 37-41.

0 引言

在“双碳目标”的推动下,地热能逐渐在发电、供暖、理疗、温泉、养殖等领域崭露头角^[1]。关于地热水的理疗价值,自古以来备受人们青睐。而有关地热水理疗评价标准繁多,本文旨在通过详细梳理与有关地热水理疗价值评价的标准,完成对地热水理疗价值相关评价指标的分析与讨论,深化人们对理疗评价指标的认识,对地热水的理疗价值做出合理与客观的评价。

1 地热水的理疗作用

地热能是赋存于地球内部岩土体、流体和岩浆体中,能够为人类开发和利用的热能^[2]。地热水是地表以下水温高于当地年平均气温的地下水,实践上把25℃作为划分热水和冷水的界限^[3]。

地热水作为一种清洁、环保、具有多功能性的可再生绿色资源,已被广泛应用于发电、供暖、洗浴、养

鱼、理疗等领域^[4-7]。地热水富含对人体健康有益的特殊化学组分、矿物盐类、微量元素、气体组分、放射性元素、水温大于36℃适合人体水疗、保健、养生,具有一定的理疗价值,被称为理疗天然矿泉水资源^[8-9]。

地热水的理疗作用表现为物理作用和化学作用,物理作用体现在地热水可依靠自身温度、所造成的浮力和静压以及流动时所产生的机械冲击,实现降低神经兴奋性,促进血液循环,缓解身体疲劳,加速新陈代谢等作用^[9-10];化学作用则体现在地热水既通过离子和化学成分进入体内所达到的理疗作用,又可以使化学物质通过附着于人体表面而产生对皮肤的刺激作用,如偏硅酸可以增强骨骼,降低心脑血管疾病发病率^[9]。

2 评价标准发展历程

医疗矿泉水现在称之为理疗矿泉水,在地质勘探规范里面有定义和标准,但没有专门的国家标准。

收稿日期:2024-02-16;修订日期:2024-03-21;编辑:王敏

基金项目:国家自然科学基金项目(42272288)

作者简介:薄本玉(1978—),女,山东东营人,高级工程师,从事水文地质、地热地质、古生物化石等研究;E-mail: bbytxb@126.com

* 通讯作者:杨朝阳(2002—),女,山东德州人,本科生在读,从事应急管理方面的研究;E-mail: yzyann88@163.com

因此,本文对医疗矿泉水和理疗天然矿泉水的评价标准进行梳理与介绍。

2.1 国家标准

20世纪80年代,国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会以1981年全国疗养学术会议修订的医疗矿泉水分类标准、地矿部水文地质研究所编写的《地下热水普查勘探方法》(地质出版社)、卫生部文件[73]卫军管第26号《关于北京站热水井水质分析和疗效观察工作总结报告》等为依据,发布实施了《地热资源地质勘查规范》(GB/T 11615—1989)^[11],该标准列出了16项地热水理疗价值评价指标,如氟、溴、偏硅酸、偏硼酸和镭等,以及相对应的14种矿水类型。同时有医疗价值浓度、矿水浓度、命名矿水浓度三个等级。

1992年10月7日,国家技术监督局发布了《天然矿泉水地质勘探规范》(GB/T 13727—1992)^[8],该规范提出了水文地热工作的要求,并根据1981年全国疗养学术会议修订的医疗矿泉水水质分类标准、地矿部水文地质工程地质研究所编写的《地下热水普查勘探方法》(地质出版社1973)等制定了医疗矿泉水水质标准。该规范于1993年4月1日实施,是我国首部指导天然矿泉水(医疗及饮用矿泉水)勘探、评价及开发保护的规范。该规范附录B医疗矿泉水水质标准(参考件)列出了18项医疗矿泉水水质标准成分,包括温度、矿化度、锶等。评价标准分有医疗价值浓度、矿水浓度、命名矿水浓度三个等级,为了便于和后面只有矿水命名的单一标准进行区分,将其称之为“分级标准”。

2010年11月10日,由国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会发布的《地热资源地质勘查规范》(GB/T 11615—2010)给出了理疗热矿泉水水质标准,该标准在GB/T 13727—1992《天然矿泉水地质勘探规范》(附录B医药矿泉水水质标准基础上略作修改,取消了锰、偏硼酸、偏磷酸、镭等4个意义不明或对人体有害的矿水类型^[12]。

2016年8月29日,国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会发布了《天然矿泉水资源地质勘查规范》(GB/T 13727—2016)^[13],该规范在GB/T 13727—1992基础上,完善了天然矿泉水资源的定义;更新了理疗天然矿泉水资源界限指标,取消了氟、锶、锂、钡、锰、偏硼酸、偏磷酸、镭等8个矿水类型,增加了锑水类型,分析项目调整为11项;简化

了指标及标准,不再分医疗价值浓度、矿水浓度、命名矿水浓度等而是直接根据各分析项目的指标进行水的命名;温度由 $\geq 34^{\circ}\text{C}$ 、矿化度 $< 1\ 000\ \text{mg/L}$ 共同限制下的淡温泉矿水名称,调整为温度 $> 36^{\circ}\text{C}$,由溶解性总固体代替矿化度,指标调整为 $> 1\ 000\ \text{mg/L}$,对应的矿水名称分别为温矿(泉)水、矿(泉)水。该标准于2017年3月1日实施,成为后续诸多地热类相关规范的主要参考之一。其中,2020年自然资源部发布实施的《地热资源评价方法及估算规程》(DZ/T 0331—2020)完全依据该规范给出了理疗热矿水水质标准。

2017年,国家旅游局发布实施了《温泉旅游泉质等级划分》(LB/T 070—2017)标准^[14],该标准给出了12项指标,三级标准。与《地热资源地质勘查规范》(GB/T 11615—2010)之理疗天然矿泉水水质指标相比,取消了温度和矿化度两项,其余指标和分级标准都一样。

2.2 山东省地方标准

2020年山东省市场监督管理局发布实施的《单井地热资源评价技术规程》(DB 37/T 4243—2020)附录E理疗热矿水水质标准完全参考了《地热资源地质勘查规范》(GB/T 11615—2010)给出了理疗热矿泉水水质标准^[15]。

2021年,山东省市场监督管理局发布《地热资源勘查技术规程》(DB 37/T 4253—2021),该规范在《天然矿泉水资源地质勘查规范》(GB/T 13727—2016)的基础上,取消了对人体有害的锑水类型^[16]。

3 讨论与建议

3.1 各评价标准对比分析

由历来地热水各标准指标调整对比分析表可知(表1),锰、偏硼酸、偏磷酸、镭、氟、锶、锂、钡、锑、镭9个指标存在改动,但其改动原因均为是否有益于人体健康,如《地热资源地质勘查规范》(GB/T 11615—2010)取消了锰、偏硼酸、偏磷酸、镭4个意义不明或对人体有害的矿水类型,《天然矿泉水资源地质勘查规范》(GB/T 13727—2016)增加了锑,取消了氟、锶、锂、钡、锰、偏硼酸、偏磷酸、镭8个矿水类型。而《地热资源勘查技术规程》(DB 37/T 4253—2021)附录E理疗天然矿泉水水质指标中取消了锑水类型,但其在理疗热矿水评价中也明确指

出应按附录 E 或 GB/T13727 对热矿水属于何种类型的理疗天然矿泉水做出评价^[16]。又因按砷在水中的含量及其对人体的作用可划分医疗砷水和饮用砷水,可供沐浴和饮用,微量的砷摄入人体内,具有生血刺激作用和促进生物生长、繁殖的功能。饮用

砷水可治疗各种贫血、慢性失血性贫血、慢性疟疾、病后体质虚弱、寄生虫贫血等病症;浴用可治疗牛皮癣、风湿症等。因此,若依据一级标准评价理疗热矿水的水质时,通常采纳《天然矿泉水资源地质勘查规范》(GB/T 13727—2016)给出的标准。

表 1 历来各标准指标调整对比分析

标准	规范	行业标准	实施年份	成分/项	分级	说明
国家标准	《地热资源地质勘查规范》(GB/T 11615—1989)	医疗热矿水水质标准	1989 年	16	分三个等级	
	《天然矿泉水地质勘探规范》(GB/T13727—1992)	医疗矿泉水水质标准	1992 年	18	分三个等级	增加了温度和矿化度两个指标
山东省地方标准	《地热资源地质勘查规范》(GB/T 11615—2010)	理疗天然矿泉水水质指标	2010 年	14	分三个等级	取消了锰、偏砷酸、偏磷酸、镭等 4 个意义不明或对人体有害的矿水类型
	《天然矿泉水资源地质勘查规范》(GB/T 13727—2016)	理疗天然矿泉水水质指标	2016 年	11	分一个等级	增加了砷,取消了氟、锶、锂、钡、锰、偏磷酸、偏磷酸、镭等 8 个矿水类型
	《温泉旅游泉质等级划分》(LB/T 070—2017)	温泉泉质等级划分表	2017 年	12	分三个等级	比《地热资源地质勘查规范》(GB/T 11615—2010)之理疗天然矿泉水水质指标取消了温度和矿化度两项,其余指标和分级标准都一样
	《单井地热资源评价技术规程》(DB37/T 4243—2020)	理疗热矿水水质标准	2020 年	14	分三个等级	完全参考了《地热资源地质勘查规范》(GB/T 11615—2010)给出了理疗热矿泉水水质标准
	《地热资源勘查技术规程》(DB 37/T 4253—2021)附录 E	理疗天然矿泉水水质指标	2021 年	10	分一个等级	依据《天然矿泉水资源地质勘查规范》(GB/T13727—2016)略作修改,取消了对人体有害的砷水类型

另外,温度、矿化度也有变动,表现为《温泉旅游泉质等级划分》(LB/T 070—2017)取消了温度和矿化度两项指标,该标准适用于向消费者提供温泉服务、理疗保健的温泉旅游企业,且泉质等级划分正文中已明确采用温度和矿化度两项指标进行温泉、优质温泉、冷泉等类型的分类。各标准分级情况也有变动,存在三级标准和一级标准三级。标准包括医疗价值浓度、矿水浓度、命名矿水浓度三个等级;一级标准则为不再分医疗价值浓度、矿水浓度、命名矿水浓度等而是直接根据各分析项目的指标进行水的命名,如《地热资源地质勘查规范》(GB/T 11615—2010)分三个等级,《天然矿泉水资源地质勘查规范》(GB/T 13727—2016)分一个等级。因此,当分析对象的成分达不到命名矿水的标准而满足有医疗价值浓度或矿水浓度时,可以选择三级标准进行命名。

此外,在不同时期中仅有温度的评价标准值由 34℃变为 36℃,但其原因为定义的不同。在《中国医疗矿泉水定义和分类的初步方案修改方案》中给出了医疗矿泉的定义,即凡地下自然涌出或用人工开采的,含有微量元素、气体、放射性元素中的至少一种,或矿化度 ≥ 1 g/L,或具有 34℃以上温度,具

有疾病预防、保健、治疗、康复作用的矿泉;理疗天然矿泉水资源则在《天然矿泉水资源地址勘查规范》(GB13727—2017)中有着明确定义,即从地下天然涌出或经钻孔采集,含有一定量矿物盐类、微量元素或特殊气体成分或水温大于 36℃的适合人体水疗、保健、养生的天然矿泉水。同时,碳酸水的命名浓度由 >1000 mg/L 调成了 >500 mg/L,氡水的命名浓度由 129.5 Bq/L 调成了 >110 Bq/L。

纵观现行的各地热类规范或标准中,关于理疗热矿水的水质标准,通常采纳《地热资源地质勘查规范》(GB/T 11615—2010)给出的标准(三级标准)或《天然矿泉水资源地质勘查规范》(GB/T 13727—2016)给出的标准(一级标准)。如《单井地热资源评价技术规程》DB 37/T 4243—2020 采用的是前者,而《地热资源评价方法及估算规程》(DZ/T 0331—2020)^[17]、《地热资源勘查技术规程》(DB 37/T 4253—2021)借鉴的是后者。

3.2 对人体健康有影响的典型组分分析

水质的衡量标准一般包括感官指标和理化指标,理化指标是天然矿泉水是否具有理疗价值的重

要体现。在历来地热水理疗价值的评价指标中随处可见理化指标的身影,部分理化指标的介绍如下:

(1)锰(Mn):作为人体及动植物所必需的微量生物活性元素之一,锰参与多种酶的合成,具有促进生长发育、提高免疫力和保护心、脑血管等作用,过量时,会对神经系统、肺、肝、心脑血管和生殖器官造成损害^[18];缺锰时,易引起骨质疏松、糖尿病、贫血和肿瘤等疾病^[19]。

(2)氟(F):适量的氟在促进生长发育、繁殖,增强骨骼强度,保护牙齿健康,提高造血功能等方面发挥着重要作用,缺氟时,易引起龋齿,同时还会影响骨骼结构;氟过量时,易发生氟斑牙、氟骨症、骨质疏松等疾病^[20]。此外,氟过多对神经系统、消化系统、生殖泌尿系统、内分泌和免疫功能等具有不同程度的不良影响^[21]。

(3)碘(I):碘不仅是一种生物必需的微量元素,是甲状腺激素的必要原料,无论是缺碘还是碘摄入过量,都会导致甲状腺肿;同时碘也是智力元素,会影响儿童的智力^[22]。缺碘会引起神经及精神症状,如认知发育障碍和先天性异常。

(4)铁(Fe):铁是血红蛋白和肌红蛋白及多种酶的重要组成部分,在维持正常的造血功能,氧的运输和储存,能量代谢及生长发育等方面发挥着重要的作用,缺铁时,易发生贫血;铁过量时,易导致急性铁中毒^[23]。

综上,无论是已被地热水理疗价值评价标准删除的锰氟等元素,还是未被删除的碘铁等元素,当其含量处于合理的范围时,均可促进人体生命健康。但当其低于或高于某阈值时,将会对人体健康产生危害。

3.3 对地热水理疗价值评价指标的建议

首先,pH在水质评价标准中占据一席之地。不论是在《地下水质量标准》(GB/T 14848—2017)、《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2022),还是在其他水质标准之中,pH都是常规指标中感官性状和一般化学指标的重要衡量标准之一。且在世界卫生组织健康水的七项国际标准中也明确规定,水的pH必须在7.0~8.0之间,呈弱碱性。

其次,由地热水理疗作用的表现可知,地热水可从化学方面发挥理疗作用。化学物质可通过附着人体表面对皮肤产生刺激作用,如温泉水可分为碱性、中性、酸性等类型,不同酸碱度的温泉发挥着特有的

理疗作用。地热水可通过离子和化学成分进入体内所达到的理疗作用^[9]。由李明礼^[24]的研究可知,人体血液的酸碱度对机体生命活动具有显著影响,在人体常见的pH中,除了消化道和排泄液呈酸性之外,人体新陈代谢和正常生理功能的细胞和组织液均呈现弱碱性,同时弱碱性水因不易溶解,携带一些酸性物质或高价态金属,可以防止人体体液中酸性物质过剩和一些高价态金属进入体内。

此外,当pH处于合适范围内,可促进人体生理活动的进行。虽人体缓冲系统可维持人体pH保持在正常水平,但当其失控,人体pH过高或过低时,则会导致碱中毒或酸中毒^[25]。由刘居芳等^[25]研究可知,人体为弱碱性的环境(pH为7.4左右)时,体内极为复杂的各种生化作用才可以发挥作用,从而保证人体健康。

另外,在2017年发布的中国医疗矿泉定义与分类方案专家共识中,专家也指出增加酸碱度该项指标,不同的pH对皮肤发挥着不同的作用,酸碱度对评价矿泉的医疗作用具有重要的参考意义^[26]。

虽然地热水理疗评价指标中存在二氧化碳、硫化氢等反映水质酸碱程度的指标,但“pH”更具有直观性,因此本文建议将“pH”该项指标添加至地热水理疗价值评价指标标准之中。

4 结论

(1)地热水理疗价值评价标准制订均以对人体有益为理疗矿水评价的基本原则,维护人体健康。

(2)当前,通常以《地热资源地质勘查规范》(GB/T 11615—2010)和《天然矿泉水资源地质勘查规范》(GB/T 13727—2016)为依据制订更加合理的地热水理疗价值评价标准。

(3)当分析对象的成分达不到命名矿水的标准而满足有医疗价值浓度或矿水浓度时,应借鉴《地热资源地质勘查规范》(GB/T 11615—2010)给出的三级分级标准,以便使评价更可行。

(4)基于上述分析,本文建议将“pH”该项指标添加至地热水理疗价值评价指标标准之中。

致谢:本文撰写过程中得到济南大学水利与环境学院邢立亭教授的指导,论文修改阶段得到审稿专家和编辑的耐心指导,笔者受益良多,在此一并表示感谢。

参考文献:

- [1] 郭旭升, 计红梅. “双碳”目标引领地热产业发展[N]. 中国科学报, 2023-09-20(003).
- [2] NB/T 10097-2018. 地热术语[S].
- [3] GB/T 15218-2021. 地下水资源储量分类分级[S].
- [4] 贾伍慧, 刘凯, 张垚垚, 等. 穹窿控制型地热流体质量评价[J]. 地球学报, 2024, 45(1): 80-90.
- [5] 马龙, 贾琛, 张晔, 等. 菏泽地区鄆城地热田地热化学特征及成因研究[J]. 山东国土资源, 2024, 40(3): 101-105.
- [6] 孟祥玲, 王庆兵, 杨培杰. 山东省地热资源开发利用现状调查与问题分析[J]. 山东国土资源, 2021, 37(11): 36-42.
- [7] 孔凡杜, 邵银川, 邹双英, 等. 地源热泵系统低负荷运行状态下能效分析及效益潜力评价研究[J]. 山东国土资源, 2023, 39(3): 44-47.
- [8] GB/T 13727-1992. 天然矿泉水地质勘探规范[S].
- [9] 高鹤, 王思维, 姜峰. 伊-舒断陷盆地地热水的特点及其理疗作用[J]. 内江科技, 2022, 43(12): 19-21.
- [10] 杨建, 邱燕燕, 王心义. 地热水医疗保健作用评价[J]. 焦作工学院学报(自然科学版), 2004(6): 447-450.
- [11] GB/T 11615-1989. 地热资源地质勘查规范[S].
- [12] GB/T 11615-2010. 地热资源地质勘查规范[S].
- [13] GB/T 13727-2016. 天然矿泉水资源地质勘查规范[S].
- [14] LB/T 070-2017. 温泉旅游泉质等级划分[S].
- [15] DB37/T 4243-2020. 单井地热资源评价技术规程[S].
- [16] DB37/T 4253-2021. 地热资源勘查技术规程[S].
- [17] DZ/T 0331-2020. 地热资源评价方法及估算规程[S].
- [18] 荆俊杰, 谢吉民. 微量元素锰污染对人体的危害[J]. 广东微量元素科学, 2008(2): 6-9.
- [19] 沈炜东, 杨晓美. 微量元素锰与医学相关性的国内研究[J]. 实用医药杂志, 2004(7): 660-662.
- [20] 田爱欣, 王玮. 微量元素氟和人体健康[J]. 中国食物与营养, 2008(3): 53-54.
- [21] 王量, 范红结. 过量氟对动物机体的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2014, 41(4): 119-122.
- [22] 傅天华. 智力元素—碘[J]. 微量元素与健康研究, 2019, 36(3): 71-72.
- [23] 李岩, 霍军生. 微量元素铁与人体健康[J]. 肥料与健康, 2022, 49(6): 25-27.
- [24] 李明礼. 西藏典型理疗地热矿泉的成因及功效研究[D]. 成都: 成都理工大学, 2018: 1-9.
- [25] 刘居芳, 张长庆, 杨海良. 饮食对人体 pH 的影响[J]. 世界最新医学信息文摘, 2015, 15(32): 177.
- [26] 肖振, 张恩达, 林敏. 中国医疗矿泉定义与分类方案专家共识(2017年)[J]. 中国疗养医学, 2017, 26(6): 668-672.

Study on the Evolution of Geothermal Water Physiotherapy Evaluation Indicators

BO Benyu¹, YANG Zhaoyang², TAN Xiaobo¹, XING Xuerui³, SUN Jiazhu¹, SHI Yan¹

(1. Shandong Geo-engineering Exploration Institute, Shandong Jīnan 250014, China; 2. Water Conservancy and Environment College of University of Jīnan, Shandong Jīnan 250022, China; 3. Shandong Bureau of China General Administration of Metallurgical Geology, Shandong Jīnan 250101, China)

Abstract: Under the background of national “Double carbon” strategy, as a renewable and clean energy, geothermal energy has been paid more and more attention. In recent years, geothermal water has been widely used in heating, power generation and therapy fields. In order to evaluate the physiotherapy value of geothermal water reasonably, the standards of physiotherapy value of geothermal water published in our country since 1989 have been introduced, it is found that evaluation indexes of Mn, MA, PA, Ra, F, Sr have been changed, and the temperature and salinity have been changed with different definition. The effects of typical components on human body have been evaluated, and the understanding of physiotherapy evaluation indexes has been deepened.

Key words: Geothermal water; physiotherapy natural mineral water; evaluation index