

## 山东省煤田矿坑水资源化综合利用区划

赵庆令<sup>1</sup>,李清彩<sup>1</sup>,万森<sup>2</sup>,段淑倩<sup>1</sup>

(1.山东省鲁南地质工程勘察院,山东 兖州 272100;2.山东省物化探勘查院,山东 济南 250013)

**摘要:**矿坑水资源化利用是煤矿区解决水资源供需矛盾、改善生态环境的必然选择。该文分析了山东省煤田矿坑水资源化综合利用的可行性,以及矿坑水综合利用区划的设计思路,并在此基础上,提出了合理的矿坑水资源化综合利用区划,为山东省矿坑水资源化综合利用提供了科学依据。

**关键词:**综合利用;资源化;区划;矿坑水

**中图分类号:**TD743      **文献标识码:**B

**引文格式:**赵庆令,李清彩,万森,等.山东省煤田矿坑水资源化综合利用区划[J].山东国土资源,2016,32(8):47-52.ZHAO Qingling, LI Qingcai, WAN Miao, etc. Comprehensive Utilization Division of Pit Water in Coal Mines in Coalfields in Shandong Province[J].Shandong Land and Resources, 2016,32(8):47-52.

山东省煤炭资源丰富<sup>[1]</sup>,随着煤炭资源的大规模开发,矿坑水大量外排,对矿区附近水环境、生态环境和社会经济可持续发展产生的负面影响愈发突出<sup>[2-3]</sup>;另外,山东省为我国北方17个主要缺水省份之一,人均拥有地下水资源量不足全国平均水平的1/6,水资源供需紧张<sup>[4]</sup>。矿坑水资源化利用已成为亟待研究和解决的问题<sup>[5]</sup>。

## 1 山东省煤田矿坑水利用可行性分析

### 1.1 山东省煤矿矿井水涌水总量大,利用率低,并且涌水总量相对稳定

经调查统计,山东省煤田矿坑水涌水总量为76.39万 $\text{m}^3/\text{d}$ (2.788亿 $\text{m}^3/\text{a}$ )。由于矿区涌水量受煤田地质构造、煤田面积、煤田开采程度、煤田开采层位等因素的影响,各个煤田的矿坑水涌水量不尽相同,由图1可知,济宁煤田、滕州煤田、巨野煤田的涌水量占据前三位置,其矿坑水涌水量均大于8万 $\text{m}^3/\text{d}$ ,而五图煤田的矿坑水涌水量最少,仅为0.466万 $\text{m}^3/\text{d}$ 。

尽管山东省煤田矿坑水产出量巨大,但是综合利用量为23.70万 $\text{m}^3/\text{d}$ ,总利用量仅占涌水总量的31.02%,其利用率处于较低水平,矿坑水外排量达

到52.69万 $\text{m}^3/\text{d}$ 。目前,山东省煤田矿坑水主要用于井下生产(如喷淋、灌浆、降温、消防等)、地面日常用水(如降尘、洗浴、绿化、清洁等)、洗煤厂用水及火电厂冷凝补充用水,如图1所示,其中煤田井下生产用水量所占比重较大,约占煤田总利用量的50%;而电厂用水受限于煤矿建设规模的限制,所占比重最小,仅为总利用量的8.3%。山东省煤田矿坑水利用率最高的煤田是陶枣煤田,如图1所示,利用率为70.55%,主要是因2007年4月9日,陶枣煤田内袁庄煤矿突水后,为保证小型煤矿企业安全生产,由已经闭坑的山家林煤矿承担排水任务,该矿坑排水不仅水量较大(1921.9 $\text{m}^3/\text{h}$ ),而且水质较好(奥灰涌水),目前,全部直接用于周边城镇工业供水;其次为兖州煤田,其利用率是46.99%,不足50%;利用率最低的煤田是章丘煤田,仅为5.39%。

另外,根据矿井的水文地质资料分析及矿井多年的矿井水排放证明,矿区的排水总量相对稳定,并且以后随着煤炭采区工作面的延伸,矿井水涌水量将有增无减<sup>[6-7]</sup>。

### 1.2 煤矿矿井水基本上属于无毒的生产废水,开发利用风险较小

山东省煤矿矿坑水水质特征为:①悬浮物含量

收稿日期:2015-12-09;修订日期:2016-01-07;编辑:曹丽丽

基金项目:山东省煤田矿坑水资源化综合利用调查评价与示范项目(鲁国土资字[2013]853号)

作者简介:赵庆令(1983—),男,山东单县人,工程师,主要从事环境影响评价及仪器分析工作;E-mail:zqlzb@126.com

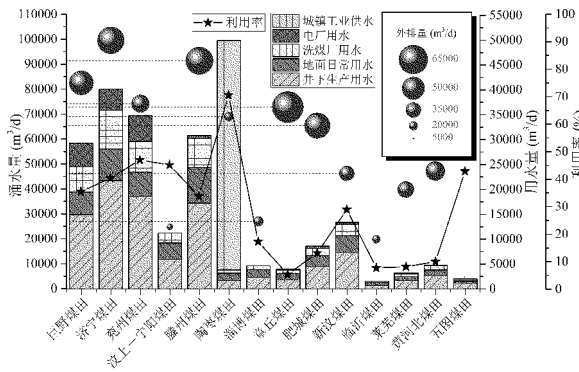


图 1 山东省煤田矿坑水利用现状柱状图

较高,水体混浊,一般呈灰黑色;②pH 值介于 7~9,属于弱碱性废水;③钠离子、硫酸根离子、溶解性总固体含量偏高,属于高矿化度微咸水;④化学需氧量较高;⑤铵盐、亚硝酸盐、硫化物含量轻度超标;⑥重金属指标大多未检出。而矿井水中悬浮物通常以煤粉、岩尘污染为主;化学需氧量通常是矿坑水受到一定程度的有机腐烂坑木,粪便以及少量的焦油、机油的污染所致,基本上属于有机无毒、矿化度不太高的生产废水,经一定程度处理净化后,可以作为各项生产用水,深度处理后甚至可作为生活用水。鉴于此,煤矿矿坑水的治理工艺应以悬浮物和化学需氧量指标为主(初级净化,促使符合地表水环境质量Ⅲ类标准要求),兼顾溶解性总固体、硫酸根离子、钠离子指标(深度净化,促使符合更高级别标准要求)。

### 1.3 具有成熟的水处理技术与方法

在城市供水、污染物控制排放和煤矿矿井疏干水自主利用的过程中,已经积累了丰富、经济、先进且成熟的各种水处理方法,可以将任何天然或污染水质处理为满足任何用水功能要求的水质<sup>[8-10]</sup>,主要包括沉淀、深度过滤、混凝、氧化、生物降解、生物滤池、离子交换除盐与软化、电渗析、反渗透、膜吸附、消毒等一系列可供选择的水处理工艺和技术方法<sup>[11]</sup>。

### 1.4 煤田区域水资源缺乏

山东省煤炭资源富集区又往往是水资源缺乏区,许多矿区生产生活用水十分紧张,水资源的短缺严重影响了矿区的经济发展和人们生活水平的提高<sup>[3]</sup>。对于水资源相对缺乏和生态环境脆弱的山东省煤田矿区,煤矿矿坑水是一种非常宝贵的自然资源,无论对山东煤炭能源工业的发展、矿区农业经

济以及区域生态环境保护都具有重要的意义。

## 2 矿坑水资源化综合利用规划思路

矿井水资源化综合利用首先立足于矿山自身状况,同时与当地工农业与城市供水相结合,根据目前各个矿山矿坑排水的水质、水量、水温等数据,结合矿区所处位置及周边经济发展状况,因地制宜地提出不同的开发利用方式。主要包括井下生产用水(如喷淋、灌浆、降温、消防等)、地面日常用水(如降尘、洗浴、绿化、清洁等)、洗煤厂用水、火电厂冷凝补充用水、水生种植养殖、农田林地灌溉、城镇工业供水、水源热泵、生态育水等 9 项利用方式,其中井下生产用水、地面日常用水、洗煤厂用水和电厂冷凝补充用水均为厂矿企业必需用水。

(1)水生种植养殖。大多煤矿矿区范围内,因采矿活动所致出现了不同程度的地表塌陷区域,可以通过挖深垫浅等方法修建鱼塘,一方面可以用于水生养殖,通常可以采用网箱养鱼的方法,把水面分割成若干片,分片进行投料与管理以提高养殖质量与效益。另一方面也可以用于水生种植,通常可以在鱼塘边缘地区种植莲藕、菱角、芡等水生植物,既可净化水体环境、增加水面含氧量,又可增加经济收入。

(2)农田、林地灌溉。大多煤矿矿区范围内农田、林地众多,梯级利用后且经过净化处理的矿坑水可作为灌溉用水,既可以节省地表水量、减少对地下水的开采量,同时还可以节省灌溉成本,增加农民收入。因此,将处理后的矿坑排水用作农田林地灌溉也是一种节约用水、变废为宝的好手段。

(3)城镇工业供水。近几年,随着国民经济快速发展和城市建设的扩容,城乡用水量急速增长,水资源的供需矛盾也日趋尖锐。积极寻找新的水源或可替代的水源已是刻不容缓的事情,而利用煤矿矿坑排水深度处理后进行供水则为解决这一问题提供了新的有效途径。如兖州煤田、济宁煤田、巨野煤田、临沂煤田、淄博煤田、陶枣煤田、莱芜煤田、章丘煤田等煤田的部分煤矿企业距离经济开发区较近,因此建议矿井水净化处理后,因地制宜地向周边城镇工业供水。

(4)水源热泵。山东省煤矿矿井水水温大多集中在 19~23℃,巨野煤田的煤矿矿井水温略高些,为

30~40℃<sup>[12]</sup>。矿井水通过井下处理后经排水系统排至地面,利用水源热泵提取热量后,可以应用于井口防冻、职工浴池、建筑物采暖及制冷、恒温养殖种植等<sup>[13-15]</sup>。由于水源热泵技术需投资较大,成本回收期较长,但其环境效益非常明显,因此建议一些大型煤矿企业(如巨野煤田、济宁煤田、兖州煤田、滕州煤田的多数煤矿企业)及矿井涌水量较大的煤矿企业(如黄河北煤田、肥城煤田的部分煤矿企业)开发利用,一些小型煤矿以及部分待闭坑煤矿(如章丘煤田、淄博煤田、陶枣煤田、临沂煤田、汶上-宁阳煤田、五图煤田的多数煤矿企业)则不予考虑。另外,应注重的是,水源热泵用水可以梯级利用,再次经净化处理后用于水生种植养殖、农田林地灌溉、城镇工业供水等其他用途,以提高利用效率。

(5)生态育水。对于处理后未能及时利用的矿井水资源(农业灌溉用水具有阶段性、集中性的特点,不用则已,一旦用水往往用水量巨大),通常是遭到白白排弃,造成了水资源的极大浪费。因此对这部分水一定要净化处理后加以存储,可因地制宜,利用大面积地表低洼地段,比如先把矿井排水存储在大型采空塌陷坑内(如济宁煤田<sup>[16-17]</sup>、滕州煤田<sup>[18]</sup>、兖州煤田<sup>[19]</sup>、巨野煤田<sup>[20]</sup>、肥城煤田<sup>[21]</sup>分布着较大面积的采空塌陷区),再对储水采取统一规划,排蓄结合,完全可以充分利用矿井水资源,变废为宝,这无论从理论上还是从实践上分析都会具有良好的效果。另外,也可在大面积浅水区建设生态湿地公园,在大面积深水区建设水上乐园、水上娱乐城等,这不但可使蓄水工程增值、增效,同时也为当地增加了一个新的旅游景点和新产业。

### 3 山东省矿井水资源化综合利用区划

依据前述资源化综合利用规划的设计思路,提出了合理的山东省矿井水资源化综合利用建设规划设计,区划基准年为 2015 年,如图 2 所示。

巨野煤田:区内各个矿山矿井水温偏高(30~40℃),矿井水通过井下处理后经排水系统排至地面,首先利用水源热泵提取热量后,部分热能可以应用于井口防冻、职工浴池、建筑物采暖等,另外还可将部分热量用于温室养殖种植(比如热带观赏鱼、热带观赏花卉)以提高经济收益。另外,将水源热泵利用后的矿井水收集进一步“按用途分质净化”处理,用于井下生产、地面日常用水、洗煤厂用水、火

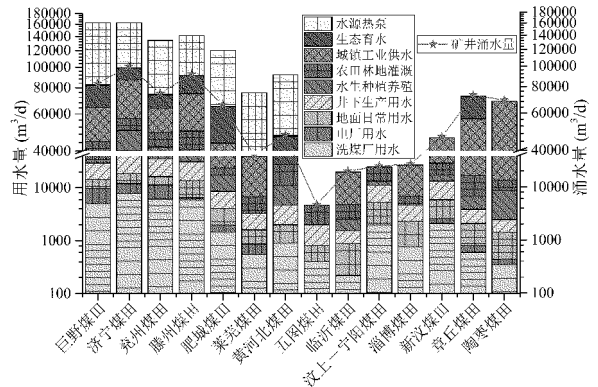


图 2 山东省煤田矿坑水资源化综合利用区划柱状图

电厂冷凝补充用水、水生种植养殖、农田林地灌溉、城镇工业供水等用途(图 3),缓解该区供水紧张,减少地下水资源的开采量,以控制该区地面沉降地质灾害的发展,同时改善当地居民的饮用水水质。对未能及时利用的矿井水资源,可因地制宜,存储在大面积地表低洼地段,使巨野煤田的矿井水的利用率达到 196.9%。

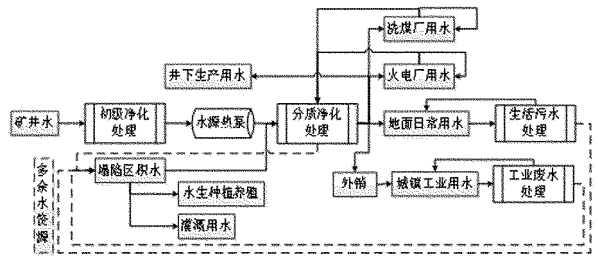


图 3 山东省煤田矿坑水资源化综合利用流程图 I

济宁煤田:区内各个矿山矿井水温集中在 19~23℃,济宁二号煤矿、济宁三号煤矿、金桥煤矿、泗河煤矿、唐口煤矿、王楼煤矿、湖西煤矿、杨营煤矿等 8 所煤矿均为中、大型煤矿,具有一定的经济基础,并且矿井涌水量也较丰富,因此,建议这些煤矿首先利用水源热泵提取热能后再将矿井水加以利用。将水源热泵利用后的矿井水收集进一步“按用途分质净化”处理,先满足井下生产、地面日常用水、洗煤厂用水、火电厂冷凝补充用水等煤矿企业必需用水,再用于水生种植养殖、农田林地灌溉、城镇工业供水等(图 3)。由于本煤田内采空塌陷坑众多,可因地制宜大力发展水生种植养殖业;对未能及时利用的矿井水资源,应存储在大面积塌陷区内,比如,可将济宁北湖大型塌陷区建设成为水上乐园,使蓄水工程增值、增效。规划后,济宁煤田的矿井水的利用率将

达到 163.3%。

**兖州煤田:**与济宁煤田相类似,区内各个矿山矿井水温集中在 19~23℃,采空塌陷坑众多,鲍店煤矿、岱庄煤矿、单家村煤矿、东滩煤矿、兴隆庄煤矿、南屯煤矿、田庄煤矿等 7 所煤矿均为中、大型煤矿,具有一定的经济基础,并且矿井涌水量也较丰富,因此,建议这些煤矿首先利用水源热泵提取热能后再将矿井水加以利用。将水源热泵利用后的矿井水收集进一步“按用途分质净化”处理,先满足井下生产、地面日常用水、洗煤厂用水、火电厂冷凝补充用水等煤矿企业必需用水,再用于水生种植养殖、农田林地灌溉、城镇工业供水、生态育水等(图 3),使矿井水的利用率达到 180.9%。

**汶上-宁阳煤田:**将矿井水“按用途分质净化”处理,用于井下生产、地面日常用水、洗煤厂用水、水生种植养殖、农田林地灌溉、城镇工业供水等用途(图 4),缓解该区供水紧张,减少地下水资源的开采量,以控制该区地面沉降地质灾害的发展,同时改善当地居民的饮用水水质,使矿坑水的利用率达到 100%。

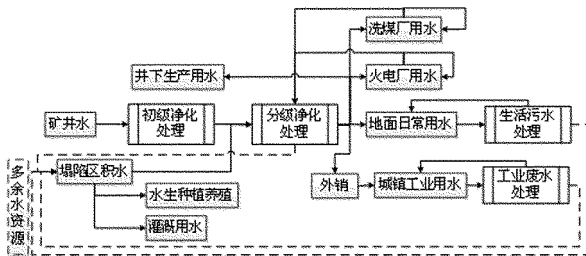


图 4 山东省煤田矿坑水资源化综合利用流程图 II

**滕州煤田:**与济宁煤田、兖州煤田相类似,区内各个矿山矿井水温集中在 19~23℃,东大煤矿、富安煤矿、滨湖煤矿、柴里煤矿、级索煤矿、邵阳煤矿、田陈煤矿、高庄煤矿、锦丘煤矿、北徐楼煤矿等 10 所煤矿均为中、大型煤矿,具有一定的经济基础,并且矿井涌水量也较丰富,因此,建议这些煤矿首先利用水源热泵提取热能后再将矿井水加以利用。将水源热泵利用后的矿井水收集进一步“按用途分质净化”处理,先满足井下生产、地面日常用水、洗煤厂用水、火电厂冷凝补充用水等煤矿企业必需用水,再用于水生种植养殖、农田林地灌溉、城镇工业供水等。由于滕州煤田内采空塌陷坑众多,可因地制宜大力发展水生种植养殖业;对未能及时利用的矿井水资源,

应存储在大面积塌陷区内(图 3),比如,可将临南四湖塌陷区群建设成为生态湿地公园,使蓄水工程增值、增效。规划后,滕州煤田的矿井水的利用率将达到 154.7%。

**陶枣煤田:**该煤田地处枣庄市经济开发区,区内厂矿企业众多。将矿井水“按用途分质净化”处理后,首先满足井下生产、地面日常用水、洗煤厂用水、火电厂冷凝补充用水等煤矿企业必需用水,再重点用于城镇工业供水,最后用于水生种植养殖、农田林地灌溉等用途(图 4),缓解该区供水紧张,减少地下水资源的开采量,以控制该区地面沉降地质灾害的发展,使矿井水的利用率达到 100%。

**淄博煤田:**与陶枣煤田相类似,该煤田地处淄博市市区,区内厂矿企业众多。将矿井水“按用途分质净化”处理后,首先满足井下生产、地面日常用水、洗煤厂用水等煤矿企业必需用水,再重点用于城镇工业供水,最后用于市区公园草地、林地灌溉等用途(图 4),缓解该区供水紧张,减少地下水资源的开采量,使矿井水的利用率达到 100%。

**章丘煤田:**将矿井水“按用途分质净化”处理,先满足井下生产、地面日常用水、洗煤厂用水、火电厂冷凝补充用水等煤矿企业必需用水,再用于水生种植养殖、农田林地灌溉、城镇工业供水等(图 4)。由于章丘煤田内厂矿企业众多,可因地制宜大力开发城镇工业供水;对未能及时利用的矿井水资源,应存储在大面积地表低洼处(如水库、湖泊),规划后,章丘煤田的矿井水的利用率将达到 100%。

**肥城煤田:**区内各个矿山矿井水温集中在 19~23℃,查庄煤矿、杨庄煤矿、曹庄煤矿、国家庄煤矿等 4 所煤矿均为中、大型煤矿,具有一定的经济基础,并且矿井涌水量也较丰富,因此,建议这些煤矿首先利用水源热泵提取热能后再将矿井水加以利用。将水源热泵利用后的矿井水收集进一步“按用途分质净化”处理,先满足井下生产、地面日常用水、洗煤厂用水、火电厂冷凝补充用水等煤矿企业必需用水,再用于水生种植养殖、农田林地灌溉、城镇工业供水等(图 3)。由于肥城煤田内采空塌陷坑众多,可因地制宜大力发展水生种植养殖业;对未能及时利用的矿井水资源,应存储在大面积塌陷区内,比如,可将湖屯镇内的大面积塌陷区群建设成为生态湿地公园,使蓄水工程增值、增效。规划后,肥城煤田的矿井水的利用率将达到 184.2%。

新汶煤田:将矿井水“按用途分质净化”处理后,首先满足井下生产、地面日常用水、洗煤厂用水、火电厂冷凝补充用水等煤矿企业必需用水,再用于农田林地灌溉、城镇工业供水、水生种植养殖等用途(图4),缓解该区供水紧张,减少地下水资源的开采量,以控制该区地面沉降地质灾害的发展,使矿井水的利用率达到100%。

临沂煤田:该煤田地处临沂市经济技术开发区,区内厂矿企业众多。将矿井水“按用途分质净化”处理后,首先满足井下生产、地面日常用水、洗煤厂用水等煤矿企业必需用水,再重点用于城镇工业供水,最后用于水生种植养殖、农田林地灌溉等用途(图4),缓解该区供水紧张,减少地下水资源的开采量,以控制该区地面沉降地质灾害的发展,使矿井水的利用率达到100%。

莱芜煤田:区内各个矿山矿井水温集中在19~23℃,潘西煤矿为大型煤矿,具有一定的经济基础,并且矿井涌水量非常丰富<sup>[22]</sup>(达到38 304 m<sup>3</sup>/d),因此,建议先利用水源热泵提取热能后再将矿井水加以利用,将水源热泵利用后的矿井水收集进一步“按用途分质净化”处理,先满足井下生产、地面日常用水、洗煤厂用水、火电厂冷凝补充用水等煤矿企业必需用水,再用于城镇工业供水、农田林地灌溉等(图3)。由于莱芜煤田内厂矿企业众多,可因地制宜大力开发城镇工业供水,使矿坑水的利用率达到190.6%。

黄河北煤田:区内各个矿山矿井水温集中在19~23℃,邱集煤矿、赵官煤矿、新阳煤矿等煤矿的矿井涌水量非常丰富,因此,建议先利用水源热泵提取热能后再将矿井水加以利用,将水源热泵利用后的矿井水收集进一步“按用途分质净化”处理,先满足井下生产、地面日常用水、洗煤厂用水等煤矿企业必需用水,再用于农田林地灌溉、水生种植养殖等(图3)。由于黄河北煤田内农田林地众多,可因地制宜大力开发农田林地供水,对未能及时利用的矿井水资源,应存储在大面积地表低洼处(如水库、湖泊),规划后,黄河北煤田的矿井水的利用率将达到195.4%。

五图煤田:五图煤田的煤田面积和矿井涌水量均较小,且远离市区。建议将矿井水“按用途分质净化”处理后,先满足井下生产、地面日常用水、洗煤厂用水等煤矿企业必需用水,再用于农田林地灌

溉(图4),使矿坑水的利用率达到100%。

## 4 结论

依据资源化综合利用规划的设计思路,提出了合理的山东省矿坑水资源化综合利用建设区划。巨野煤田、济宁煤田、兖州煤田、滕州煤田、肥城煤田、莱芜煤田、黄河北煤田等煤田首先利用水源热泵提取热能后再将矿坑水加以利用,将水源热泵利用后的矿坑水收集进一步“按用途分质净化”处理,先满足井下生产、地面日常用水、洗煤厂用水、火电厂冷凝补充用水等煤矿企业必需用水,再用于水生种植养殖、农田林地灌溉、城镇工业供水等,对未能及时利用的矿坑水资源,应存储在大面积塌陷区内,使矿坑水的利用率均高于150.0%;而汶上-宁阳煤田、章丘煤田、陶枣煤田、淄博煤田、新汶煤田、临沂煤田、五图煤田等煤田适于将矿坑水“按用途分质净化”处理,用于井下生产、地面日常用水、洗煤厂用水、火电厂冷凝补充用水、水生种植养殖、农田林地灌溉、城镇工业供水等用途,使矿坑水的利用率均达到100.0%。

建议将煤矿矿井水资源利用纳入当地水资源规划体系。政府和有关部门应加强引导,高涌水量矿区、缺水严重矿区及大型产煤矿区应配合当地相关部门及企业,组织编制该矿区矿井水利用发展规划,将其纳入矿区或地区水利规划中。对于水资源严重不足的煤矿,要合理开发利用好其矿井水资源,逐步减少对地表水及地下水资源的开发,实现矿井水资源对其的有效替代,使矿井水的合理开发利用成为优化与改变当地水资源结构的有效途径。

## 参考文献:

- [1] 张增奇,梁吉坡,李增学,等.山东省煤炭资源与赋煤规律研究[J].地质学报,2015,89(12):2351-2362.
- [2] 冯克印,刘善军,董强,等.山东省主要矿山排水对地下水系统影响研究[J].中国地质灾害与防治,2010,21(3):125-128.
- [3] 曾庆铭,施龙青.山东省煤炭开采对水资源的影响分析及对策研究[J].山东科技大学学报(自然科学版),2009,28(2):48-52.
- [4] 刘青勇,张保祥,董广清.山东省水资源可持续利用研究[J].山东农业大学学报(自然科学版),2005,36(4):577-580.
- [5] 何绪文,杨静,邵立南,等.我国矿井水资源化利用存在的问题与解决对策[J].煤炭学报,2008,33(1):63-66.
- [6] 孔庆友,姚春梅,何国幸,等.山东省济宁及枣庄地区煤矿矿坑

- 排水综合利用规划建议[J].山东国土资源,2004,20(2):45-48.
- [7] 赵蕻,谢兴友.山东省金阳煤矿矿井水文地质特征分析及涌水量预测[J].山东国土资源,2015,31(8):37-41.
- [8] 赵厚斌,崔东峰,徐细波.混凝澄清+超滤反渗透工艺处理天池煤矿矿井水[J].能源环境保护,2015,29(2):29-32.
- [9] 李海亚.矿井污水处理研究——基于高效一体化全自动净水装置/超滤系统联合工艺[J].能源与节能,2015,19(12):85-86.
- [10] 潘凌潇,刘汉湖,何春东.顾桥煤矿矿井水深度处理:超滤+反渗透系统设计研究[J].中国矿业,2013,22(6):47-50.
- [11] 鞠鑫,李韵,刘晓威,等.关于煤矿废水的处理研究进展[J].能源环境保护,2015,29(6):4-6.
- [12] 李公岩,刘红,李霖,等.巨野煤田矿坑热水特征及其开发利用[J].山东国土资源,2011,27(9):33-37.
- [13] 赵志钊,马宁,魏巍,等.矿井系统中水源热泵应用技术探析——以山东省济宁梁宝寺煤矿为例[J].山东国土资源,2013,29(6):62-66.
- [14] 段泽敏,马素霞,郭千中.矿井余热资源利用技术[J].煤矿安全,2014,45(9):68-71.
- [15] 辛嵩,张建树,齐晓峰,等.矿井水热能回收利用技术研究[J].煤炭技术,2015,34(10):304-307.
- [16] 姬宗皓.济宁地区煤炭塌陷区生态恢复与治理研究[J].山东国土资源,2008,24(12):1-2.
- [17] 张欣,付尚伟,蔡德水,等.济宁市采煤塌陷地引湖充填复垦模式初探[J].山东国土资源,2012,28(8):42-44.
- [18] 皮士然,枣庄矿区采煤塌陷现状及防治对策[J].山东国土资源,2005,21(4):15-18.
- [19] 王天祥,张文学,宋朝辉.兖州市采煤塌陷地生态治理模式探讨[J].山东国土资源,2011,27(9):30-32.
- [20] 刘广柱.利用黄河泥沙治理巨野煤田沉陷区初探[J].山东国土资源,2010,26(10):69-70.
- [21] 吕庆元,王凤华,朱文丰,等.肥城市采煤塌陷区动态变化遥感调查[J].山东国土资源,2010,26(8):29-33.
- [22] 谢秀君,季伟,薛栋梁.潘西煤矿19煤层底板突水危险性评价研究[J].山东煤炭科技,2014,21(12):175-176.

## Comprehensive Utilization Division of Pit Water in Coal Mines in Coalfields in Shandong Province

ZHAO Qingling<sup>1</sup>, LI Qingcai<sup>1</sup>, WAN Miao<sup>2</sup>, DUAN Shuqian<sup>1</sup>

(1. Lunan Geo - engineering Exploration Institute, Shandong Yanzhou 272100, China; 2. Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China)

**Abstract:** Pit water resourcelization is the inevitable choice to solve the imbalance between water supply and demand, and improve ecological environment. Herein, the feasibility of resourcelization and comprehensive utilization of pit water in coalfields in Shandong province have been investigated, and pit water regionalization has been analyzed as well. Based on the investigation, reasonable regionalization for pit water resourcelization in Shandong province has been proposed.

**Key words:** Comprehensive utilization; resourcelization; division; pit water