

---

# 目 录

<b>第一章 总论</b> .....	<b>1</b>
1.1 概述.....	1
1.2 项目提出的背景和建设的必要性.....	3
1.3 编制依据及研究范围.....	4
1.4 指导思想和技术原则.....	5
1.5 可行性结论.....	6
<b>第二章 项目目标及效果</b> .....	<b>8</b>
2.1 国家发展规划及政策.....	8
2.2 项目实施的条件和优势.....	8
2.3 项目建设的必要性.....	10
2.4 主要设计方案及主机设备.....	11
2.5 项目建设的社会效益和经济效益.....	12
<b>第三章 工程技术方案</b> .....	<b>14</b>
3.1 设计原则.....	14
3.2 工程技术改造设计方案.....	14
水源热泵制取生活热水系统总投资估算表.....	37
<b>第四章 节 能</b> .....	<b>55</b>
4.1 节能设计依据与有关标准规范.....	55
4.2 能源消耗种类、数量分析.....	55

---

4.3 当地能源供应状况分析 .....	56
4.4 主要节能措施及节能效果 .....	56
<b>第五章 环境保护及事故应急处理措施.....</b>	<b>60</b>
5.1 主要污染源及污染物 .....	60
5.2 环保监督 .....	61
5.3 事故应急处理措施 .....	61
<b>第六章 劳动保护与安全卫生.....</b>	<b>62</b>
6.1 运行过程中职业危害因素分析 .....	62
6.2 防治措施 .....	62
<b>第七章 消 防.....</b>	<b>65</b>
7.1 设计依据 .....	65
7.2 消防设计 .....	65
7.3 消防通道设计 .....	65
7.4 电气消防设计 .....	66
<b>第八章 施工条件和进度计划.....</b>	<b>67</b>
8.1 原则与步骤 .....	67
8.2 勘察设计与设备订货 .....	67
8.3 调试与试运转 .....	67
8.4 项目实施计划 .....	68
8.5 组织管理措施 .....	68
8.6 操作维护措施 .....	68
8.7 生产组织 .....	69

---

<b>第九章 投资估算与资金筹措</b> .....	<b>70</b>
9.1 投资估算依据.....	70
9.2 项目技改工程总投资估算.....	70
9.3 投资估算总额.....	75
9.4 实施资金筹措.....	76
9.5 投资计划.....	76
<b>第十章 项目技术经济评价</b> .....	<b>77</b>
10.1***煤矿利用矿井水处理后的中水废热燃煤锅炉经济分析.....	77
10.2**煤矿富源矸石电厂节能技改经济分析.....	77
10.3**煤矿提取电厂冷却塔循环水废热制取洗浴热水项目经济分析.....	78
10.4 原堂井煤矿提取矿井回风废替代燃煤锅炉经济性分析.....	78
<b>第十一章 结论与建议</b> .....	<b>79</b>
11.1 项目主要风险及其防范措施.....	79
11.2 结论与建议.....	79

---

# 第一章 总论

## 1.1 概述

### 1.1.1 项目承担单位

项目名称：\*\*矿业集团煤矿矿区水源热泵及余热废热综合利用

建设规模：

#### 1.\*\*\*煤矿利用矿井水处理中水废热替代燃煤锅炉项目：

利用水源热泵提取矿井水和生活污水的废热，把低品位热能转变为高品位热能，供矿区井口防冻、职工洗浴和矿区采暖。经过工程技术改造去掉九台燃煤锅炉，设备改造为九台水源热泵机组，项目总投资额为 2756.3 万元。

#### 2.\*\*煤矿富源煤矸石电厂余热回收循环利用项目：

该项目把矸石电厂的余热全部综合利用，大大降低生产运行成本。本工程改造需增加的设备为凝汽器节能补水装置、排污扩容器排气余热回收装置、余汽回收罐和炉渣余热回收装置等，项目总投资额为 942.1 万元。

#### 3.\*\*煤矿利用电厂冷却塔循环水废热制取洗浴热水项目：

利用电厂的冷却塔循环水的废热来加热矿区和生活区洗浴热水工程，变废为宝，还减少环境热污染。工程改造需要增加的设备为板式换热器、系统循环水泵、保温蓄水箱、系统管路和水源热泵机组等，项目总投资额为 928.1 万元。

#### 4.\*\*煤矿\*\*井提取矿井回风废热替代燃煤锅炉项目：

把矿井回风废热利用喷淋塔提取出来做为水源热泵机组的热源，把低品位的热能转变为高品位热能，利用于井口防冻、矿区供暖和职工洗浴。该项目改造工程需要增加的设备为冷却塔、喷淋塔、系统循环水泵、板式换热器、系统管路和水源热泵机组等，项目总投资额为 754.5 万元。

项目承办单位： \*\*矿业（集团）有限责任公司

项目负责人：（董事长）

\*\*矿业（集团）有限责任公司的前身为成立于 1878 年（清光绪·四年）的中兴矿局，1956 年成立\*\*矿务局，1998 年改制为\*\*

矿业（集团）有限责任公司。经过近几年的快速发展，现已发展成为一个集煤炭生产与加工、机械研制、煤焦化工、热电联产、建筑建材、铁路运输、造船水运、森林采伐、地产物流、家用电器、地质勘探、工程设计与监理、生物工程及加工贸易等于一体，发展区域涉足“五省多国”的大型企业集团。为全国企业 500 强，全国纳税 200 佳，山东省百强企业，被中宣部、国务院国资委授予“全国典范企业”。

近年来，\*\*矿业（集团）有限责任公司以科学发展观为指导，坚持走新型工业化道路，创新发展思维，以建设资源节约型、环境友好型企业为目标，按照“资源循环式利用、企业循环式生产、产业循环式组合”的思路，大力拓展以煤为基础，电、化、建综合利用为支撑的循环经济新产业集群，努力转变经济增长方式，塑造企业竞争新优势，逐步进入资源综合利用、能源高效转化、经济快速增长、效益稳步提升的良性发展轨道。

#### 1.1.2 可研报告编制单位

##### 1.1.3 水源热泵及余热废热综合利用节能示范项目设计和实施单位

山东同方能源工程技术有限公司

法人代表：黄德洪

山东同方能源工程技术有限公司是北京中青国能投资控股、专业致力于以节能减排科研、投资、运营、生产等于一体的集成服务型的高科技企业。公司是典型的青年创新、创业、就业标杆企业，依托清华大学和中国矿业大学雄厚的科研技术实力，整合国内一流的专家团队，倾力打造中国工业节能领军企业。公司注册在泰安高新技术开发区，是开发区的重点企业之一。

山东同方专注于工业节能。二〇〇七年，分别完成了自主创新和具备自有知识产权体系的煤矿井下降温除湿系统、煤矸石砖厂余热综合利用系统、煤矿井口防冻系统、电厂循环水供暖系统及热电厂整体运营及节能改造等多个独创性的标杆项目。预计

2008 年度企业销售总额会达到 1.7 亿元,中青国能-山东同方将迅速成长为国内节能行业的标杆企业,尤其会成为在工业节能主要是煤基产业链上的节能集成服务方面的领航和示范企业。同时,公司采用合同能源管理(EMC)的模式完成多个节能投资项目,并和开滦建设集团、韩国三星株式会社达成战略合作伙伴关系,共同开展中国的节能减排事业。

山东同方是新矿集团和泰山玻纤的合作共建单位,双方设有合作共建办公室,承接两个大型企业集团的节能减排项目,协助两家集团完成“十一五”期间的节能减排任务。

山东同方设有节能专家委员会,汇集了中国工程院院士江亿、中国煤炭科学院院长朱德仁、中国电气与节能学会会长-奥运场馆电气节能总工程师洪元颐、世界银行中国能效项目首席专家徐飞、清华大学燃烧中心-博士生导师吕俊复、清华大学燃烧中心、锅炉节能专家蒋文彬、中国煤炭工业清洁生产中心主任张绍强...等一批国内一流节能专家作为公司发展的坚实技术后盾。

## 1.2 项目提出的背景和建设的必要性

### 1.2.1 项目背景

近年来,随着我国工业化、城镇化进程加快,我国能源消费增长速度明显快于经济增长速度,经济发展面临的能源约束矛盾日益突出,主要矿产资源人均占有量不足世界平均水平的一半,能源利用率只有约 32%,比国外先进水平低 10 多个百分点。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》提出“十一五”期末单位国内生产总值能源消耗比“十五”期末降低 20%左右,主要污染物排放总量减少 10%的约束性指标。今年“两会”期间,国家领导人和专家再次强调了大力扶持节能型电采暖新技术、推进热泵、蓄能等新技术、新产品的开发、研制和应用,并对一些已投产、正在运行的节能产品进行了充分的肯定。

在国家发改委公布的全国千家高耗能企业中煤炭行业有 58 家,\*\*矿业(集团)有限责任公司是其中之一。为此,\*\*矿业(集团)有限责任公司加强“3341”节能减排系统工程实施,拟实施以下重点工程。

## 1.2.2 项目建设的必要性

### 1.2.2.1 符合国家宏观形势发展的需要



节能是我国经济和社会发展的—项长远战略方针，也是当前—项极为紧迫的任务。能源短缺和环境污染已成为全球性的两大危机，严重威胁着人类的生存与发展。政府在“—十五”规划纲要中，第一次将“单位 GDP 能耗降低 20%，主要污染物排放减少 10%”作为两项约束性“硬指标”列入发展目标。可以预见，中国经济社会发展在未来很长—段时间内都会将节能降耗促进经济结构调整和经济增长方式转变摆在更加突出的战略位置。煤炭企业是能源消耗大户，作为\*\*矿业集团实施节能降耗工程刻不容缓，煤炭系统节能改造及余热废热资源利用工程的实施，能够节约大量的能源，在提高企业经济效益的同时，还能够为国家实现“—十五”规划目标贡献自己的力量。

### 1.3 编制依据及研究范围

1、山东同方能源工程技术有限公司所做的山东新巨龙能源公司矿区矿井水余热综合利用可行性分析报告；

2、新汶矿业集团公司潘西协庄煤矿副井新风系统井口防冻工程方案；

3、国家及山东省有关政策、法规、规定；

4、现行有关技术规范、规定；

5、国家发展改革委员会关于项目可行性研究报告内容深度规定要求；

6、\*\*矿业（集团）有限责任公司各矿区供暖用热系统平面图；

7、《中华人民共和国节能技术政策大纲》 2006

8、《建筑给水排水设计规范》； GB50015—2003

9、《国家节能减排综合性工作方案》（2007）；

10、《地源热泵系统工程技术规范》 GBJ50366—2005

11、《采暖通风与空气调节设计规范》 GBJ19—87

12、《建筑设计防火规范》 GBJ16—87

13、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB50242—2002

14、《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB50243—2002

15、《高层民用建筑设计防火规范》 GB50045—95

16、《简明空调设计手册》

17、《建设项目环境保护管理条例》 国务院令第 253 号



18、国家发展改革委节能中长期专项规划[发改环资 [2004]2505 号];

本项目可行性研究的范围，主要依据\*\*矿业（集团）有限责任公司提出的项目设想，从施工规模、技改方案、技术成熟和设备先进的方面选择，节能技改工程建设、投资和经济效益等方面研究其在技改技术和经济上的可行性，并提供一个投资省和经济回收快的最佳改造方案。并做出分析结论，拟定项目技术方案，估算建设所需资金，为决策提供依据。编制设计方案，包括工程方案比较及推荐方案的设计，设备配置、工期、质量要求，并进行经济指标估算。本报告重点对\*\*矿业（集团）有限责任公司下属单位节能技术改造项目进行方案设计、可行性分析，并注重环境保护、资源循环利用，提高资源利用效率，降低能源消耗，防止发生环境污染事故。

#### 1.4 指导思想和技术原则

1、确保工程和设备质量：要求本节能技改工程项目的各项性能指标达到和超过国家标准（GB13544-2000）的各项要求，以期达到节能降耗无污染的目的。

2、采用成熟的先进技术和成套的工程设备，既保证工程项目的先进性，又保证工程项目的运行可靠性。

3、最大限度的节约基建投资，降低工程成本。

4、充分考虑节能环保等方面的要求，贯彻以人为本的方针，确保企业可持续发展。

5、为配合\*\*矿业（集团）有限责任公司目前与今后发展的要求，加强企业节能与环境保护配套设施的建设，提高企业生存竞争能力，以及从保护资源，防止环境污染发生，在进行多种方案研究的基础上，确保\*\*矿业（集团）有限责任公司余热余汽余温综合利用项目的顺利实施。

6、节能技改工程设计既要考虑采用工艺先进、技术可靠、能实现自动化控制和集中管理方便的方案，又经济合理、节省占地、节约能源、降低运行管理费用。

7、根据企业自身的财力以及未来的发展规划，在充分考虑近、远期结合的前提下，合理确定建设规模。

8、采用现代化技术手段，实现自动化控制和管理，做到技术可靠，经济合理，达到现行的国家和地方有关标准、规定和规范。

9、充分考虑各矿区地形因素和利用现有设施，选取高效、经济的资源综合利用技术，充分利用企业现有废弃资源。

## 1.5 可行性结论

### 1.5.1 项目建设可行性

1、本项目建设符合国家产业发展政策和省、市清洁生产发展规划，得到国家和地方领导的重视和支持。

2、各矿区基础设施较为配套完善，有现成的用于生活的供电、供水、食宿设施，交通运输条件较好，生产技术力量较强。

3、建设单位组织机构健全、经营良好，项目的建设的技术依托、合作单位技术力量强，为项目的顺利实施奠定了坚实的基础。

### 1.5.2 综合技术效益

1、本次技改项目利用\*\*矿业（集团）有限责任公司的余热废热废弃资源，经工程技术改造，每年可节约标煤量 17584.5 万吨。符合国家的产业政策和可持续发展战略。

2、本项目投资总额为 5381 万元，正常年节约运行成本为近 1534.8 万元，投资利润率为 28.5%，投资无风险，节能减排社会效益良好。

3、本项目年减排 CO<sub>2</sub>4.57 万吨，年减排 SO<sub>2</sub>321.4 吨，年减排灰渣等杂物 4587.3 吨，社会环境保护效益显著。

本项目实施后，不仅可以为企业增加可观的利润收入，直接增加企业经济效益，并且还节约了能源，大幅减少热源污染，符合国家清洁生产的产业政策。项目基本无废水、固废污染，并且还可削减废气污染负荷，是一项利国利企业的的技改工程，是典型的节能、环保、增效的技术。本项目社会效益和经济效益较好，应该尽快进行项目实施，使项目效益尽早实现。

项目的可行性结论可以通过表 1-1 综合技术效益指标具体反映：

--

项目效益汇总表

改造方案	节能量 (吨标煤)	减排量(吨)	投资 (万元)	节约资金 (万元)	投资回 收 期 (年)	备注
利用水源热泵提取矿井水和生活污水的废热，把低品位热能转变为高品位热能，供矿区井口防冻、职工洗浴和矿区采暖。经过工程技术改造去掉九台燃煤锅炉，设备改造为九台水源热泵机组。	7361	CO <sub>2</sub> 量：19138.6 SO <sub>2</sub> 量：132.5	2756.3	550.6	5	
为了充分利用电厂余热余汽，对电厂由凝汽器补水、排污扩容器和锅炉排渣排出的余热通过增设排气余热余汽回收节能装置进行回收利用。	6391.5	CO <sub>2</sub> 量：16617.9 SO <sub>2</sub> 量：115.05	942.1	650	1.45	
利用电厂的冷却塔循环水的废热来加热矿区和生活区洗浴热水工程，变废为宝，还减少环境热污染。工程改造需要增加的设备为板式换热器、系统循环水泵、保温蓄水箱、系统管路和水源热泵机组等。	2076.7	CO <sub>2</sub> 量：5399.4 SO <sub>2</sub> 量：37.38	928.1	207.7	4.5	
把矿井回风废热利用喷淋塔提取出来做为水源热泵机组的热源，把低品位的热能转变为高品位热能，利用于井口防冻、矿区供暖和职工洗浴。该项目改造工程需要增加的设备为冷却塔、喷淋塔、系统循环水泵、板式换热器、系统管路和水源热泵机组等。	1755.3	CO <sub>2</sub> 量：4563.8 SO <sub>2</sub> 量 31.6	754.5	126.5	6	
合计	17584.5	CO <sub>2</sub> 量：45719.7 SO <sub>2</sub> 量：316.5	5381	1534.8	3.5	

---

## 第二章 项目目标及效果

### 2.1 国家发展规划及政策

在《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十一个五年规划的建议》中，“建设资源节约型、环境友好型社会”作为基本国策，被提到前所未有的高度。并要求“十一五”期间 GDP 万元产值的综合能耗下降 20%。

《建议》称，要“大力发展循环经济”。坚持开发节约并重、节约优先，按照减量化、再利用、资源化的原则，大力推进节能、节水、节地、节材，加强资源综合利用，完善再生资源回收利用体系，全面推行清洁生产，形成低投入、低消耗、低排放和高效率的节约型增长方式。

近年来，山东省委、省政府站在可持续发展的战略高度，高度重视和强化环境保护与节能工作，使山东环境保护与节能事业走出低谷，跨入了新的历史阶段。2007 年，山东省采取措施，进一步加强环境保护与节能工作，努力改善人居环境质量。签定环境保护与节能目标责任书，将约束性指标纳入省委、省政府对各级党委、政府的年度目标考核内容。大力实施生态山东建设。

国家在“十一五”发展规划中明确提出，发展经济必须改变经济的增长方式，即工业生产走保护环境、清洁生产、做到资源的综合利用的可持续发展道路。因此，\*\*矿业（集团）有限责任公司委托山东同方能源工程技术有限公司根据其企业基本情况，选择中青国能科技发展有限公司热泵技术，在矿业集团内实施节能技改工程。

### 2.2 项目实施的条件和优势

节能技改项目的实施是倡导国家“节能减排”政策，也是枣矿集团具体实施“33412”节能减排工程的需求。

#### 2.2.1. \*\*\*\*煤矿利用矿井水处理中水的废热替代燃煤锅炉项目

矿区办公和公寓楼、职工洗浴和井口防冻等冬季供暖建筑物仍在采用燃煤锅炉。燃煤锅炉效率低，能耗大，还污染严重。为了降低能耗减少污染，减少设施用地，水源热泵替代燃煤锅炉势在必行。另外矿区矿井水每天涌水量丰富，矿井水污水处理量很大，处理后的达标中水温度常年基本恒定，温度不低于 15℃，正是水源热泵利用的较好热源。水源热泵机组制热能效比高达 4.5 以上，只消耗少量的电能，产生高达 4.5 倍以上的热能，低能耗无污染。

### 2.2.2\*\*煤矿石电厂凝汽器节能补水装置

以往电厂中汽轮机凝汽器的补水方式为将化学补充水补入凝汽器的热井中，此种补水方式只是纯粹的补水，并不能提高机组的经济性。根据等效焓降法理论通过在凝汽器的喉部增加一套补水装置，根据凝汽器喉部的尺寸，确定凝汽器内“补水节能装置”的管道布置方式的位置，补入水通过“补水节能装置”雾化地从喉部补入，并形成“雾化带”，流经轴封冷却器、抽气器、低压加热器后到达除氧器。这一过程，产生的效能为：

① 补充水吸收了一定的热量，使给水温度大幅度提高，提高了热功转换效率。

② 水在凝汽器中吸收排汽热量，减少了一定份额的余热损失，强化了热交换，降低了排汽温度，改善了机组真空。

③ 凝汽器对补水进行真空除氧，提高了整个回热系统的除氧能力，降低了对管道设备的腐蚀。

④ 有利于机组接带负荷。

### 2.2.3 富源煤矿石电厂排渣余热回收循环利用

目前，许多地方在开发煤矿石发电项目时，没有周全地考虑废渣的处理和热能利用问题，造成了一定的环境污染和大量的能源浪费。随着人们对环境保护和能源节约的日益重视，合理用能、节约用能已经成为一种趋势。锅炉炉膛内充分燃烧后的炉渣外排时的温度为 900℃，温度极高，有很大的余热余温利用空间。富源煤矿石电厂采用三台型号为 HBSL-IV-15 水冷渣机作为锅炉排出炉渣余热余温回收利用装置，炉膛内充分燃烧后的

---

炉渣外排时经水冷渣机换热，将凝结水或除盐水加热后送入除氧器，进入锅炉水循环，同时炉渣的温度由 920℃ 下降至 70-80℃ 左右，被排入渣仓外销。



#### 2.2.4 富源煤矸石电厂排汽余热回收循环利用

为了充分利用电厂余热余汽，富源煤矸石电厂对除氧器排出的废气及由锅炉定期排污和连续排污扩容器排出的废气通过增设两套排气余热回收节能装置进行回收利用。设备安装后能将除氧器及各种热力设备排出得高温余汽进行冷却回收利用，使排汽余热得以充分循环再利用，不仅回收了废热达到了节能的效果，而且彻底消除了排汽的噪音污染和对环境的热污染。

#### 2.2.5\*\*煤矿提取电厂冷却塔循环水废热制取洗浴热水项目：

电厂冷却循环水常年温度保持在 20℃ 以上，夏季温度在 30℃ 以上，冷却水通过冷却塔散热，据分析冷却塔散热至少能带走电厂 45% 的热量，造成周围环境热污染，这种废热是水源热泵系统利用的良好热源。利用热泵机组和板式换热器双重提取冷却水热量，使水源热泵制热效率高，节能效果显著。

#### 2.2.6\*\*煤矿\*\*井提取矿井回风废替代燃煤锅炉项目：

经考察调研矿井回风温度常年保持在 22℃ 以上，风量稳定，是热泵机组利用的较好热源，通过系统改造和先进技术创新，把废热利用起来，供矿区办公楼和公寓楼供暖及制取洗浴热水，会大大节省资源，减少环境热污染。

### 2.3 项目建设的必要性

建设本项目的意义在于改变调整枣矿集团的用能结构，降低运行成本，减少环境污染。本项目的建设是提高余热余汽余温（三余）以及地热能综合利用率和环境保护的需要。工业“三余”资源利用率的高低，是衡量一个地区经济发展水平和现代化程度的重要标志之一；地热能也是国家和世界大力提倡的重点开发项目，综合规划利用地热能有利于推进“十一五节能减排”政策的顺利实施。多年来，在国家政策的引导下，利用“三余”和地热能的技术有了很大的发展，利用途径不断扩大，技改项目在逐年增加。

1994 年 3 月，国务院常务会议讨论通过了《中国 21 世纪议程—中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书》，专门设立了“开展清洁生产和生产绿色产

---

品”

这一领域。1997年4月，国家环保总局制定并发布了《关于推行清洁生产的若干意见》，要求地方环境保护主管部门将清洁生产纳入已有的环境管理政策中，以便更深入地促进清洁生产。

随着国家对经济增长方式的调整，即不以牺牲环境为代价来发展经济，走清洁生产、可持续发展的道路，国家对环境保护和节能工作的重视程度不断增加，对工矿企业节能情况、能源消耗情况更加关注，清洁生产的开展节能降耗成为一个企业发展、壮大并走向成功的必经之路。

## 2.4 主要设计方案及主机设备

### 2.4.1\*\*\*煤矿利用矿井水处理后的中水废热替代燃煤锅炉方案

利用污水和矿井水处理中水废热为热源，水源热泵充分吸收中水废热，把低品品位的热能转化为高品位的热能供矿区供暖。

水源热泵供暖系统的主要设备由水源热泵机组、系统循环水泵、自动化控制和管道阀门管件等组成。

### 2.4.2 富源煤矸石电厂余热余汽回收循环利用方案

为了充分利用电厂余热余汽，对电厂由凝汽器、排污扩容器和锅炉排渣排出的余热余汽通过增设排气余热余汽回收节能装置进行回收利用。设备安装后能将各种热力设备排出的高温余汽进行冷却回收利用，使排汽余热得以充分循环再利用。

煤矸石电厂节能技改项目的主要设备由凝汽器节能补水装置、排污余热回收循环利用装置和炉渣余热回收利用装置等组成。

### 2.4.3\*\*煤矿提取电厂冷却塔循环水废热制取职工洗浴热水方案

利用电厂冷却塔循环水废热为热源，水源热泵吸收冷却塔循环水废热，把低品品位的热能转化为高品位的热能供矿区供暖。

水源热泵供暖系统的主要设备由水源热泵机组、板式换热器、系统循环水泵、自动化控制和管道阀门管件等组成。

### 2.4.4\*\*煤矿\*\*井提取矿井回风井废热替代燃煤锅炉方案

通过喷淋塔提取矿井回风井废热，作为水源热泵的热源，把低品品位的热能转化为高品位的热能供矿区供暖。

---

水源热泵供暖系统的主要设备由水源热泵机组、板式换热器、喷淋塔系统、系统循环水泵、自动化控制和管道阀门管件等组成。

#### 2.4.5 公用工程

2.4.5.1 自建变、配电所。

2.4.5.2 工程系统用水全部来自枣矿集团下属单位的自备水厂。

#### 2.4.6 土建工程

水源热泵供暖系统只是改造燃煤锅炉房，原有管路基本保持不变，机房也是利用原来锅炉房，不增加新的土建，利用面积只有锅炉房的三分之一，还减少炉渣存放使用土地；矸石电厂的节能技改项目是在原来装置的基础上增加节能和“三余”回收设备，基本不增加土建设施；提取电厂冷却水废热制取洗浴热水工程和矿井回风废热供矿区采暖用热工程是在原来系统的基础上进行改造，也基本不增加土建设施。

### 2.5 项目的社会效益和经济效益

2.5.1\*\*\*煤矿利用矿井水处理后的中水废热替代燃煤锅炉社会效益和经济效益分析

利用矿井水处理后的中水废热替代燃煤锅炉技术改造项目总投资 2756.3 万元，标煤为 7276 吨，年可节约 730 余万元。减排二氧化碳 18917.6 吨，减排二氧化硫 131 吨。另外还减少了大量炉渣排放和锅炉排污治理费用。

#### 2.5.2 富源煤矸石电厂节能技术改造社会效益和经济效益分析

对煤矸石电厂锅炉进行节能化改造后，完全回收了原来排掉的余热余汽，一方面节约了能源，另一方面也节约了水资源。优化了系统运行方式，提高了安全性，又具有良好的经济效益。本项目总投资 942.1 万元，实施后，年可节约标煤 6391.5t，年节省运行成本 650 余万元，具有显著的经济效益和社会效益。

2.5.3\*\*煤矿提取电厂冷却塔循环水废热制取洗浴热水工程社会效益和经济效益分析

提取电厂冷却水废热制取洗浴热水工程总投资 928.1 万元，实施后年节约标煤量为 2076.7 吨，年节约运行费用为 210 余

万元，减排二氧化碳 5376.02 吨，减排二氧化硫 37.38 吨，减少 14536.6 吨蒸气散失。可见该工程改造既能节约资源，又减少了环境污染。

#### 2.5.4\*\*煤矿\*\*井提取矿井回风废热替代燃煤锅炉项目社会效益和经济效益分析

提取矿井回风废热替代燃煤锅炉项目总投资 754.5 万元，实施后年节约标煤量为 1755.3 吨，年节约运行费用为 175 余万元。二氧化碳 4563.78 吨，减排二氧化硫 31.6 吨。还净化了回风有害气体的排放，减少了环境污染。

综上所述，能技术改造项目的实施共计投入资金 5381 万元，现节能量 17584.5 万吨标煤，可实现节能效益 1534.8 万元，减排 CO<sub>2</sub> 约 45719.7 吨，减排 SO<sub>2</sub> 约 316.5 吨。该项目的实施将有力地推动矿区节能产业的发展，起到示范带动作用，前景广阔。该项目投资收益率高、节能效益好，且有效实现污染物减排，具有较好的经济效益、社会效益和环境效益。

---

## 第三章 工程技术方案

### 3.1 设计原则

工艺设计基本原则：根据工程项目的性质要求以及资源条件，工程设计遵循“切合实际、经济合理、技术先进、安全适用、符合基本建设要求”的原则。

贯彻节能原则：所有工程设备均选用节能产品，在项目各项指标要求的前提下，尽量降低装机容量，从而达到节能的目的。

### 3.2 工程技术改造设计方案

#### 3.2.1 水源热泵替代燃煤锅炉供矿区空调制冷采暖设计方案

结合矿区的污水和矿井水处理的中水资源丰富，选取水源热泵机组把低品位热能提升为高品位热能工矿区采暖和职工洗浴切实可行。在原来的锅炉房位置内放置水源热泵机组，并且\*\*矿和\*\*矿的污水处理中水调节水池均在锅炉房附近，给改造锅炉房带了很多便利，省却很多室外预埋管路，大大节省投资和工期；中水流量基本能满足热泵机组要求。

##### 3.2.1.1 \*\*矿利用矿井水处理中水废热替代燃煤锅炉项目

###### 3.2.1.1.1 矿区供暖热负荷计算

**\*\*副井热负荷：**

井口最大新风量：5400 m<sup>3</sup>/min，即 90 m<sup>3</sup>/s

冬季室外计算最低温度：-10 °C

相对湿度 60%（含湿量 0.61 g/kg）

井口进风温度 2 °C，含湿量保持不变

$$Q_1 = \rho v (h_1 - h_2) = 90 \times 1.29 \times (8.59 - (-7.65)) = 1885 \text{ kW}$$

**\*\*矿区办公和公寓供暖热负荷：**

**\*\*矿区总建筑面积为 41692 m<sup>2</sup>**

单位面积热负荷为 60W/m<sup>2</sup>

$$Q_2 = 41692 \times 0.06 = 2501 \text{ kW}$$

矿区总供暖热负荷为  $Q_1 + Q_2 = 1885 + 2501 = 4386 \text{ kW}$



\*\*矿职工洗浴热负荷：

\*\*煤矿矿井职工 1200 人，日生活热水耗水量按每人 0.25 m<sup>3</sup> 计算（包括池浴和淋浴），生活热水日总耗水量 300 m<sup>3</sup>，水温为 45℃。

年生活热水日耗热量

$$Q=CM \Delta t =4.186 \times 300 \times (45-15)=37674000\text{KJ}$$

生活热水热功率 436kW

### 3.2.1.1.2 设备选型

矿区供暖

根据以上热负荷计算，选取 SRSW-400-2 两台机组属于常温水源热泵机组，单台制热量为 1500.9kW，额定功率为 310.6 kW，完全能满足井口防冻、办公楼和公寓楼采暖要求，另外夏季还可供办公楼和公寓楼空调制冷；SRSW-ZGW-480M-4 是高温机组，制热量为 1523.8kW，额定功率为 441.8kW，也完全能满足除井口防冻、办公楼和公寓楼以外的建筑采暖要求。

职工洗浴

选用太阳能和热泵联动制取职工洗浴热水，太阳能集热面积为 800 平米，在夏季能制取生活热水 100 吨以上，其余季节水温达不到时，水源热泵来补充，选取水源热泵机组为 SRSW-125-1，制热量为 473.8 kW，额定功率为 100.5kW。

### 3.2.1.1.3 循环水泵选型

暖气片供暖侧水泵保留原来水泵，在热泵机组热源侧需增加三台热源侧循环泵（两用一备），把中水和沉淀的矿井水输送到水源热泵机组供机组循环利用；另外矿办公楼和公寓楼及井口防冻供暖侧循环系统增加三台循环水泵。

热源侧循环泵单台泵流量： 200 m<sup>3</sup>/h

水泵扬程： 20m                  水泵额定功率： 18.5kW

供暖侧循环水泵单台流量： 300 m<sup>3</sup>/h

水泵扬程： 32m                  水泵额定功率： 37kW

洗浴热水循环水泵流量： 91 m<sup>3</sup>/h



水泵扬程：17m                      水泵额定功率：11kW

#### 3.2.1.1.4 水源热泵系统的运行费用

采用水源热泵机组的年运行费用：

热泵机组的负荷运行系数为 0.58，电费为 0.58 元/度，冬季运行 120 天，每天 24 小时。

三台热泵机组的总功率为： $310.6 \times 2 + 441.8 = 1063 \text{kW}$

热源侧循环水泵的总功率为： $18.5 \times 2 = 37 \text{kW}$

用户侧循环水泵的总功率为： $37 \times 2 = 74 \text{kW}$

冬季供暖水源热泵运行费用：

$(1063 \times 0.58 + 37 + 74) \times 24 \times 120 \times 0.58 = 1215283$  元

太阳能和热泵联合制取职工洗浴热水年综合运行费用：

$(100.5 + 15) \times 0.45 \times 24 \times 365 \times 0.58 = 264074$  元

#### 3.2.1.1.5 节标煤量计算

\*\*煤矿一年冬季实际燃煤量：4000 吨原煤。

热泵机组年耗电量为：

$(1063 \times 0.58 + 37 + 74) \times 120 \times 24 + 455301 = 2550616 \text{kWh}$

国家能源折标系数表

能源名称	计量单位	当量折标系数	等价折标系数	来源
标准煤	t	1	1	国标
电力	万 kWh	1.229	3.6	查表
原煤	t	0.7143	0.7143	统计计算

燃煤锅炉燃煤折标煤量： $4000 \times 0.7143 = 2857$  吨

热泵机组年耗电量折合标煤量：

$255.06 \times 1.229 = 313.5$  吨

节约标煤量： $2857 - 313 = 2544$  吨

### 3.2.1.1.6 投资预算

水源热泵采暖系统和职工洗浴系统总投资估算表

序号	项目名称	单位	数量	单价	合计(元)	备注
1	水源热泵机组	项	1	4593398	4593398	制热量: Q=4855.6kW
2	太阳能集热器	项	1	1336600	1336600	职工洗浴
3	热源侧循环水泵	台	3	35500	106500	
4	供热循环泵	台	5	26500	132500	
5	系统补水泵	套	1	35000	35000	变频泵
6	中水供水管道	项	1	350000	350000	含管网施工和预埋
7	机组基础	项	1	165000	165000	
8	机组系统阀门附件	项	1	90000	90000	
9	机房配电	项	1	270000	270000	
10	机房镀锌钢管	项	1	66000	66000	
11	井口防冻设备材料及安装	项	1	140000	140000	
12	外围管网改造	项	1	860000	860000	
13	安装人工及调试费	项	1	80000	80000	
14	工程总价				8224998	

### 3.2.1.1.7 投资效益分析

本项目总投资 822.5 后，年可节约标煤 2544 吨，年节省运行费用 250 余万元，减排 CO<sub>2</sub>6684.6 吨，减排 SO<sub>2</sub>46.3 吨，具有显著的经济效益和社会效益。

### 3.2.1.2 \*\*矿利用矿井水处理中水废热替代燃煤锅炉项目

#### 3.2.1.2.1 矿区供暖热负荷计算

**\*\*南北两副井热负荷：**

井口最大新风量：5400 m<sup>3</sup>/min，即 90 m<sup>3</sup>/s

冬季室外计算最低温度：-10 ℃

相对湿度 60%（含湿量 0.61 g/kg）

井口进风温度 2 ℃，含湿量保持不变

$$Q_1 = \rho v (h_1 - h_2) = 90 \times 1.29 \times \{8.59 - (-7.65)\} = 1885 \text{ kW}$$

副井总热负荷为 1885 × 2 = 3770 kW

**\*\*矿区办公和公寓供暖热负荷：**

**\*\*矿区总建筑面积为 92000 m<sup>2</sup>**

单位面积热负荷为 60 W/m<sup>2</sup>

$$Q_2 = 92000 \times 0.06 = 5520 \text{ kW}$$

矿区总供暖热负荷为  $Q_1 + Q_2 = 5520 + 3770 = 9290 \text{ kW}$

**\*\*矿职工洗浴热负荷：**

**\*\*煤矿矿井职工 2500 人，日生活热水耗水量按每人 0.25 m<sup>3</sup> 计算（包括池浴和淋浴），生活热水日总耗水量 625 m<sup>3</sup>，水温为 45℃。**

年生活热水日耗热量

$$Q = CM \Delta t = 4.186 \times 625 \times (45 - 15) = 78487500 \text{ KJ}$$

生活热水热功率 908 kW

#### 3.2.1.2.2 设备选型

矿区供暖

根据以上热负荷计算，选取常温水源热泵机组 SRSW400-2 制热量为 1500.9kW，额定功率为 310.6kW，完全能满足井口防冻、办公楼和公寓楼采暖要求，另外夏季还可供办公楼和公寓楼空调制冷；选用水源热泵高温机组 SRSW-ZGW480M-4 制热量为 1523.8kW，额定功率为 441.8kW，也完全能满足除井口防冻、办公楼和公寓楼以外的建筑采暖要求。

### 职工洗浴

选用太阳能和热泵联动制取职工洗浴热水，太阳能集热面积为 1700 平方米，在夏季能制取生活热水 210 吨以上，其余季节水温达不到时，水源热泵来补充，选取水源热泵机组 SRSW-245-1 制热量为 969kW，额定功率为 197.1kW。

#### 3.2.1.2.3. 循环水泵选型

暖气片供暖侧水泵保留原来水泵，在热泵机组热源侧需增加三台热源侧循环泵（两用一备），把中水和沉淀的矿井水输送到水源热泵机组供机组循环利用；另外矿办公楼和公寓楼及井口防冻供暖侧循环系统增加三台循环水泵。

热源侧循环泵单台泵流量： 200 m<sup>3</sup>/h

水泵扬程： 20m                  水泵额定功率： 18.5kW

供暖侧循环水泵单台流量： 300 m<sup>3</sup>/h

水泵扬程： 32m                  水泵额定功率： 37kW

洗浴热水循环水泵流量： 95 m<sup>3</sup>/h

水泵扬程： 17m                  水泵额定功率： 17.5kW

#### 3.2.1.2.4 水源热泵系统的运行费用

采用水源热泵机组的年运行费用：

热泵机组的负荷运行系数为 0.58，电费为 0.58 元/度，冬季运行 120

---

天，每天 24 小时。

六台热泵机组的总功率为： $310.6 \times 4 + 441.8 \times 2 = 2126\text{kW}$

热源侧循环水泵的总功率为： $18.5 \times 4 = 74 \text{kW}$

用户侧循环水泵的总功率为： $37 \times 4 = 148 \text{kW}$

冬季供暖系统水源热泵运行费用：

$$(2126 \times 0.58 + 74 + 148) \times 24 \times 120 \times 0.58 = 2430566 \text{ 元}$$

太阳能和热泵联合制取职工洗浴热水年综合运行费用：

$$(197.1 + 30) \times 0.45 \times 24 \times 365 \times 0.58 = 519232 \text{ 元}$$

### 3.2.1.2.5 节标煤量计算

\*\*煤矿一年冬季实际燃煤量：7500 吨原煤。

热泵机组年耗电量为：

$$(2126 \times 0.58 + 74 + 148) \times 120 \times 24 + 895237 = 5085867.3 \text{kWh}$$

国家能源折标系数表

能源名称	计量单位	当量折标系数	等价折标系数	来源
标准煤	t	1	1	国标
电力	万 kWh	1.229	3.6	查表
原煤	t	0.7143	0.7143	统计计算

燃煤锅炉燃煤折标煤量： $7500 \times 0.7143 = 5357 \text{ 吨}$

热泵机组年耗电量折合标煤量：

$$508.59 \times 1.229 = 625 \text{ 吨}$$

节约标煤量： $5357 - 625 = 4732 \text{ 吨}$

### 3.2.1.2.6 投资预算

水源热泵采暖系统和职工洗浴系统总投资估算表

序号	项目名称	单位	数量	单价	合计(元)	备注
1	水源热泵机组	项	1	8173053	8173053	制热量: Q=9051 KW
2	太阳能集热器	项	1	2960686	2960686	职工洗浴
3	热源侧循环水泵	台	6	35500	213000	
4	供热循环泵	台	10	26500	265000	
5	系统补水泵	套	2	35000	70000	变频泵
6	中水供水管道	项	1	1630000	1630000	含管网施工和预埋
7	机组基础	项	1	330000	330000	
8	机组系统阀门附件	项	1	180000	180000	
9	机房配电	项	1	680000	680000	
10	机房镀锌钢管	项	1	320000	320000	
11	井口防冻设备材料及安装	项	1	2700000	2700000	
12	外围管网改造	项	1	1656000	1656000	
13	安装人工及调试费	项	1	160000	160000	
14	工程总价				19337739	

### 3.2.1.2.7 投资效益分析

本项目总投资 1933.8，年可节约标煤 4732 吨，年节省运行费用 470 余万元，减排 CO<sub>2</sub>12303.2 吨，减排 SO<sub>2</sub>85.18 吨，具有显著的经济效益和社会效益。

### 3.2.2 富源煤矸石电厂余热回收循环利用设计方案

#### 3.2.2.1 富源热电公司基本现状

##### 一、富源热电公司设备现状

富源电厂所用锅炉为 UG-240/9.8—M6 型高温高压循环流化床锅炉，其主汽流量 240t/h，主汽压力 9.8Mpa，主汽温度 540℃，其特点为高效、低污染、循环流化燃烧方式，煤种适应性较广。锅炉及其辅机在从设计到设备配置上均充分考虑了余热利用。

汽机型号为：C50—8.83/0.981—



3 型高压单缸、抽汽式、冲动式汽轮机，额定功率 50MW，额定抽汽量 160t/h，最大抽汽量 200t/h，转速 3000rpm/min，回热级数 6 级（分别带 2 台高加+1 台除氧器+3 台低加）。

## 二、余热余汽余温利用现状

### （一）锅炉：

#### 1. 燃料余热利用

炉膛内燃料燃烧与受热面进行换热后随烟气飞出炉膛的小物料经旋风分离器分离出来，再返回炉膛，再次实现循环燃烧。

#### 2. 热烟气余热利用

经炉膛燃烧后排出的热烟气为了充分利用其余热，又在锅炉尾部竖井烟道布置了以下换热设备，分别是：高温过热器、低温过热器，以加热汽包分离出来的饱和蒸汽，使蒸汽温度从 317℃经吸热变为 540℃。低温过热器下面布置了三组膜式省煤器，其作用是将锅炉给水经热烟气再次加热，使温度从 215℃上升至 266℃后进入汽包。省煤器下方又布置了一、二次空气预热器各两组，其作用是将进入炉膛内的一、二次风经热烟气进行预热，由常温加热至 207℃左右。锅炉排出的热烟气经以上换热设备充分利用其余热后，烟气温度从 930℃左右下降至 135℃左右。135℃的尾部烟气经电除尘后由引风机送入脱硫塔进行湿法脱硫，烟气温度下降至 65-70℃左右，排出烟囱。

#### 3. 炉渣余热利用

炉膛内充分燃烧后的炉渣外排时经水冷冷渣机换热，将凝结水或除盐水加热后送入除氧器，进入锅炉水循环，同时炉渣的温度由 920℃下降至 70-80℃左右，被排入渣仓外销。

### （二）余热余汽利用情况

---

主蒸汽经汽轮机做功后的乏汽利用汽轮机下部设置的六级抽汽被抽出进行余热回收利用和作为工业用蒸汽。其中一二级抽汽分别送入二号、一号高压加热器，以加热锅炉给水，三级抽汽作为工业用抽汽，其中一部分送入高压除氧器，加热并对低压水进行除氧，另一部分被送入矿区热用户；第四、五、六级抽汽分别送入 1#2#3#低压加热器，以加热锅炉低温低压给水。汽机门杆漏气及汽封漏气分别接入除氧器和轴封加热器，以利用其余热进行换热。剩余乏汽经冷凝器冷却后变成凝结水再经预热后被送入锅炉。

### 3.2.2.2 技改优化说明

富源热电公司技术人员紧紧围绕“依靠科技进步，提升企业活力，增强企业竞争力，提高经济效益”这一主题，注重树立节能意识，在机组启停、负荷调整期间，严格升温升压曲线，严格大、小机油温、振动控制和主、辅设备超参数运行控制，合理安排机组和辅机方式，并注重机组启停、不同的负荷工况、不同的环境因素和不同煤种的影响，在优化重要运行方式和参数的同时，进一步加强了小设备、小系统和小参数的优化。电厂还鼓励技术人员对设备进行技术改造和革新，依靠科技进步，提出设备系统改造方案，科学论证，进行节能挖潜改造。先后从电厂的余热、余能、余汽的综合利用上和合理调节运行方式上下功夫，实现节能及综合利用的目的。

### 3.2.2.3 实施凝汽器补水节能降耗技术

凝汽器补水节能降耗改造技术是电力部推广的重点节能措施。它是通过近几年来发展起来的一门热工理论等效焓降法，确定某一运行工况偏离标准工况时对机组热经济性的影响。根据等效焓降法理论通过在凝汽器的喉部增加一套补水装置，把化学补水合理喷入，使排出的汽体迅速冷却，从而提高机组的真空和回热经济性，同时使进入除氧器的水温提高，含氧量降低，提高除氧器除氧效率。采用该装置后，煤耗可下降3克/千瓦时以上。

#### (1) 凝汽器补水节能降耗技术工作原理

以往电厂中汽轮机凝汽器的补水方式为将化学补充水补入凝汽器的热井中，此种补水方式只是纯粹的补水，并不能提高机组的经济性。根据等效焓降法理论通过在凝汽器的喉部增加一套补水装置，根据凝汽器喉部的尺寸，确定凝汽器内“补水节能装置”的管道布置方式的位置，补入水通过“补水节能装置”雾化地从喉部补入，并形成“雾化带”，流经轴封冷却器、抽气器、低压加热器后到达除氧器。这一过程，产生的效能为：

① 补充水吸收了一定的热量，使给水温度大幅度提高，提高了热功转换效率。

② 水在凝汽器中吸收排汽热量，减少了一定份额的余热损失，强化了热交换，降低了排汽温度，改善了机组真空。

③ 凝汽器对补水进行真空除氧，提高了整个回热系统的除氧能力，降低了对管道设备的腐蚀。

④ 有利于机组接带负荷。

## (2) 改造情况和有关参数的确定

根据现场系统的特点，选定系统补水的来源是从除盐水母管中补水，决定补入凝汽器喉部的位置为凝汽器喉部上支架下方，空间尺寸为 4780mm\*2580mm。

补入凝汽器的水量受到以下主要因素的制约：即受到凝结水泵、主抽汽器、轴封冷却器、低压加热器通流能力的限制。其次，受到除氧能力的限制。对于确定的机组与凝汽器补水装置，其除氧能力是确定的，若补水量过大，它将无法将补充水中的含氧量达到要求值以下，造成凝结水含氧量超标，从而腐蚀凝结水管道。再者，在运行中，补充水量还应该与机组所接带的负荷匹配。

根据公司机组情况，所用具体规格型号如下：

表 3.1 补水节能装置规格

规格型号	补水量 (t/h)	需用喷嘴 1.5T/H
BS—50	50	34

## (3) 操作和安装注意事项

① 根据凝汽器喉部的尺寸，确定凝汽器内“补水节能装置”的管道布置方式为补水管道和凝汽器喉部支架之间进行点焊。

② 在补水至凝汽器管路上，利用现有流量孔板流量指示在汽机盘 DCS 画面，给运行人员调整补水量提供依据。

③ 为使运行人员及时方便地了解凝汽器水位，及时调整补入水流量，采用现有阀门控制流量。

- ④ 运行人员可根据机组经济参数及负荷，调整补入水流量。
  - ⑤ “补水装置”在凝汽器内的支承应固定牢靠，防止松动。
- (4) 凝汽器节能补水装置改造情况示意图

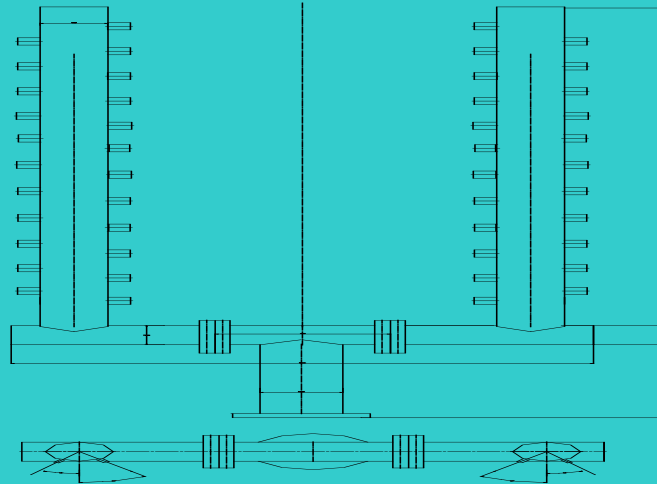


图 3.1 补水装置样式图

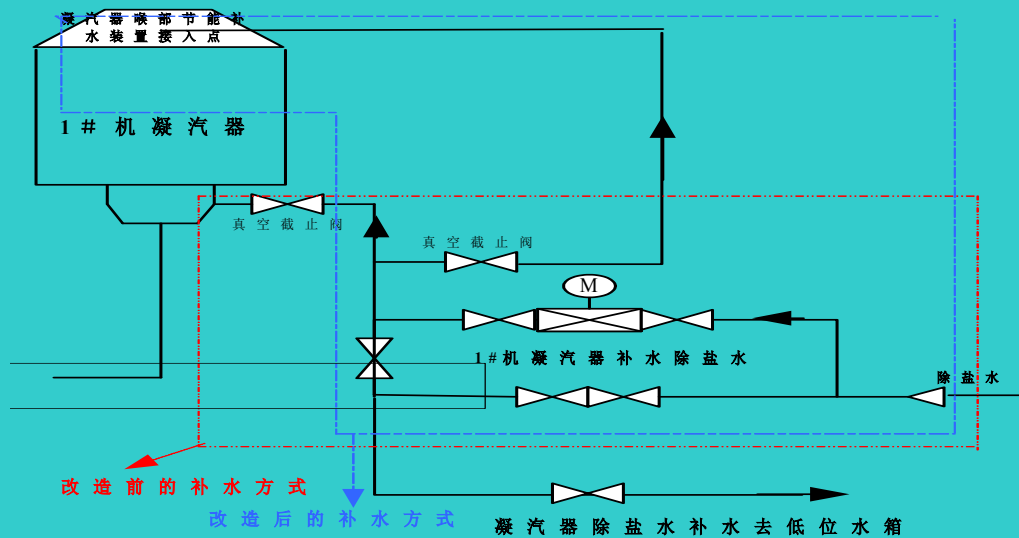


图 3.2 凝汽器节能补水装置改造情况示意

### 3.2.2.4 采用余热余汽节能回收综合利用技术

煤矸石电厂的余热资源主要有以下几个方面：

第一，锅炉启停和汽轮机组启停时排出的各种疏水及运行时锅炉的排污水

第二，灰渣排出炉膛时，有较高的温度，流化床炉的灰渣温度一般在 900℃左右，而且量比较大”充分利用灰渣余热可大大提高电厂的热效率。

第三，汽轮机组做完功后的排气余热。

富源热电公司煤矸石电厂积极贯彻落实集团公司及上级各部门的“认真做好节能减排工作”和“加强余汽余热余能利用”的指示精神，该公司多次对现有设备进行调查，制定了相应的技术改造规划措施，充分利用公司的余热余汽余能，体现了节能减排和综合利用的思想。

#### (1) 排汽余热节能回收利用装置技术

为了充分利用电厂余热余汽，富源热电公司对电厂由除氧器排出的废气及由锅炉定期排污和连续排污扩容器排出的废气通过增设两套排气余热回收节能装置进行回收利用。设备安装后能将除氧器及各种热力设备排出得高温余汽进行冷却回收利用，使排汽余热得以充分循环再利用，不仅回收了废热达到了节能的效果，而且彻底消除了排汽的噪音污染和对环境的热污染。

##### 第一，排汽余热节能回收利用装置工作原理

定排扩容器、疏水扩容器顶部均设有排汽孔，利用除氧器部分蒸汽的动力，及时将给水中离析出的气体排出壳体，以此来保证稳定的除氧效果，但将带来一定的工质和热损失。排汽管上设置排汽阀，用来调整排汽和排汽的多少，当其开度较小时，排汽量减少且排汽不畅，除氧器内气体分压力增加，给水含氧量达不到要求标准。随着阀门开度加大，排汽增多，携带气体量增加，给水含氧量迅速减小，但工质及热损失增加。余热回收节能装置的主要用途是将除氧器等其他设备排出的高温余汽进行冷却，同时加热冷却水，使排汽余热得以充分利用，是节能效益非常可观的新型节能设备，且有利于控制排汽噪音。



排汽余热回收节能装置结构主要有以下几方面组成：塔体、冷却板、汽水分配盘、上下封头、冷却水进水口、出水口等组成。余汽通过冷却器内，然后调整补给水的流量来调节到疏水箱的水温。冷却水由进水口进入塔体内，到达上冷却板。当水位超过缓冲板时，经过冷却孔流到中冷却板上，再由中冷却板流到下冷却板，在此过程中，冷却蒸汽同时再被加热，最后由出水口流入疏水箱，循环再利用。将定排扩容器、疏水扩容器排气（汽）从进汽口引入余汽回收罐，使其与从进水口引入的补充水或凝结水进行混合传质，在内部传质介质的作用下，水、汽充分接触，“进水”将“进汽”所含的水蒸汽吸收后从罐底出口排入疏水箱中，不凝气从罐顶放空口排入大气。为了保证汽、水能够充分接触，进水通过喷淋装置向下喷淋，这样可使进水在罐体截面上分布均匀，又使进水呈半雾化状态，可以大大强化进水对水蒸汽的吸收。另外，罐内不锈钢板网填料，不变形、不腐蚀，可以长期使用，无需维修、更换，在罐顶排汽口前加装一除沫器，可以降低最终排汽的含汽量。

## 第二，排汽余热节能回收利用装置型号参数

### ① 锅炉定期排污、连续排污扩容器排汽回收装置参数

表 3.2 排污扩容器排汽回收装置参数表

序号	项目	单位	参数	备注
1	扩容器排汽回收装置	套	YQ-1200	1 套
2	工作压力	MPa	0.49	表压
3	工作温度	℃	158	
4	设计压力	MPa	0.65	
5	设计温度	℃	200	
6	工作介质		水、蒸汽	
7	焊缝系数		0.85	
8	主要受压元件材质		Q235-B	





10	腐蚀裕度	mm	1.0
11	全容积	M3	3.5
12	运行方式		定压
13	除氧头内径	mm	Φ 1200
14	除氧头壁厚	mm	8
15	总高	mm	~2200
16	总重	kg	~1860

### 第三，排汽余热回收装置改造工艺流程示意图

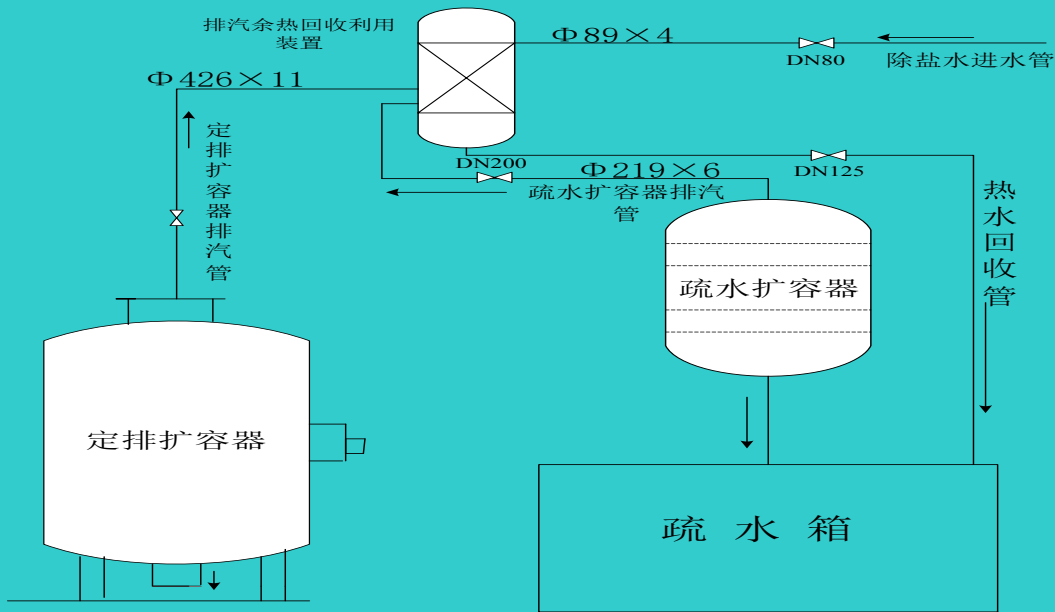


图 3.4 锅炉定期排污扩容器排汽余热回收利用工艺流程

### 锅炉定期排污扩容器排汽余热回收利用工艺流程

#### (2) 锅炉方面余热的利用现状

富源热电公司所用锅炉为 UG-240/9.8—M6 型高温高压循环流化床锅炉，其主汽流量 240t/h，主汽压力 9.8Mpa，主汽温度 540℃

，其特点为高效、低污染、循环流化燃烧方式，煤种适应性较广。锅炉及其辅机在从设计到设备配置上均充分考虑了余热利用。

### ① 燃料余热利用

炉膛内燃料燃烧与受热面进行换热后随烟气飞出炉膛的小物料经旋风分离器分离出来，再返回炉膛，再次实现循环燃烧。

### ② 热烟气余热利用

经炉膛燃烧后排出的热烟气为了充分利用其余热，又在锅炉尾部竖井烟道布置了以下换热设备，分别是：高温过热器、低温过热器，以加热汽包分离出来的饱和蒸汽，使蒸汽温度从 317℃ 经吸热变为 540℃。低温过热器下面布置了三组膜式省煤器，其作用是将锅炉给水经热烟气再次加热，使温度从 215℃ 上升至 266℃ 后进入汽包。省煤器下方又布置了一、二次空气预热器各两组，其作用是将进入炉膛内的一、二次风经热烟气进行预热，由常温加热至 207℃ 左右。锅炉排出的热烟气经以上换热设备充分利用其余热后，烟气温度从 930℃ 左右下降至 135℃ 左右。135℃ 的尾部烟气经电除尘后由引风机送入脱硫塔进行湿法脱硫，烟气温度下降至 65-70℃ 左右，排出烟囱。

### ③ 锅炉排渣余热回收利用装置技术

#### 第一，排渣余热回收利用装置工作原理

目前，许多地方在开发煤矸石发电项目时，没有周全地考虑废渣的处理和热能利用问题，造成了一定的环境污染和大量的能源浪费。随着人们对环境保护和能源节约的日益重视，合理用能、节约用能已经成为一种趋势。锅炉炉膛内充分燃烧后的炉渣外排时的温度为 900℃，温度极高，有很大的余热余温利用空间。富源热电公司采用三台型号为 HBSL-IV-15 水冷冷渣机作为锅炉排出炉渣余热余温回收利用装置，炉膛内充分燃烧后的炉渣外排时经水冷冷渣机换热，将凝结水或除盐水加热后送入除氧器，进入锅炉水循环，同时炉渣的温度由 920℃ 下降至 70-80℃ 左右，被排入渣仓外销。

冷渣机实际上是一种热交换器。锅炉排放的热渣在冷渣机的热交换室里与冷却水进行热交换，水吸收渣的余热后，水温升高到设计所要求的温度或调节至用户需要的温度，从而实现了炉渣剩余热能的吸收、转移及再利用，达到节能的目的。排渣余热回收利用工艺流程(图 3.5)

## (2) 汽机方面余热余汽的利用现状

汽机型号为：C50—8.83/0.981—3 型高压单缸、抽汽式、冲动式汽轮机，额定功率 50MW，额定抽汽量 160t/h，最大抽汽量 200t/h，转速 3000rpm/min，回热级数 6 级（分别带 2 台高加+1 台除氧器+3 台低加）。主蒸汽经汽机做功后利用汽机下部设置的六级抽气进行余热回收利用和作为工业用蒸汽。其中一、二级抽汽分别送入一号、二号高压加热器，以加热锅炉给水；三级抽汽作为工业用抽气，其中一部分送入高压除氧器，加热并对低压给水进行除氧；另一部分被送到滕南医院、铁运处、供电处、矿工厂、及生活区作取暖共热用。第四、五、六级抽汽分别送入 1#2#3#低压加热器，以加热锅炉低温低压给水；汽机门杆漏气及汽封漏气分别接入除氧器和轴封加热器，以利用其余热进行换热。剩余乏汽经冷凝器冷却后变成凝结水再经过预热后被送入锅炉。

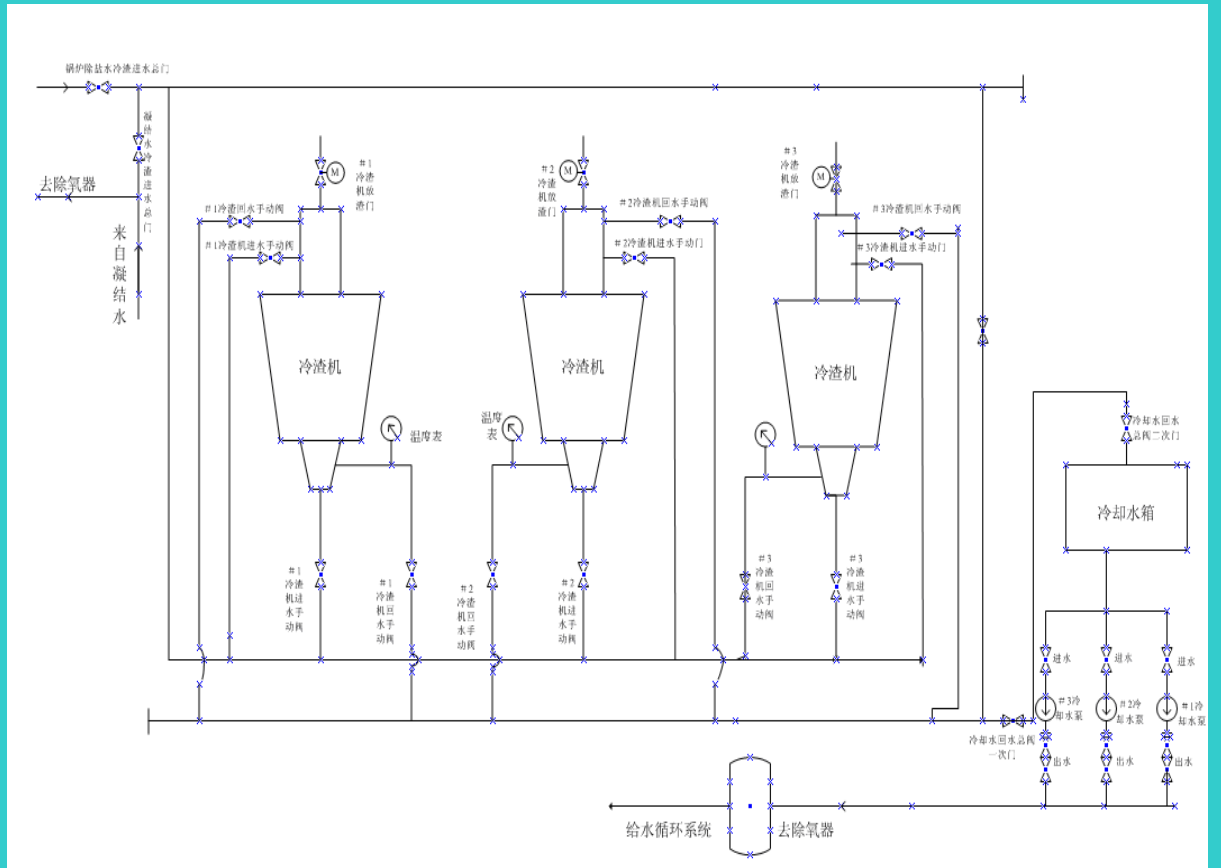


图 3.5 排渣余热回收利用工艺流程

### 3.2.2.5 经济效益分析

#### 3.2.2.5.1 凝汽器补水节能分析

以往电厂中汽轮机凝汽器的补水方式为将化学补充水补入凝汽器的热井中，此种补水方式只是纯粹的补水，并不能提高机组的经济性。为此，富源公司进行了技改，在凝汽器喉部加装节能补水装置，可以提高补水的温度，还可以降低排汽温度，提高了汽轮机的真空，凝汽器对补水进行真空除氧，提高了整个回热系统的除氧能力，且有利于机组接带负荷，这带来了较好的经济效益。可用等效焓降法予以经济性分析：以富源热电公司凝汽器加装 50 吨/时补水装置计算，年可补水达到 37.5 万方，正常补水到除氧器温度是  $\geq 25^{\circ}\text{C}$ ，而补到凝汽器后水温经吸热可达到  $45^{\circ}\text{C}$ 。 $25^{\circ}\text{C}$  时水的焓值为 105.2 焦耳/公斤， $45^{\circ}\text{C}$  时水的焓值为 188.8 焦耳/公斤，差值是 83.6 焦耳/公斤。

①  $83.6 \text{ 焦耳/公斤} \div 4.2 \text{ 焦耳} = 19.9 \text{ 卡/公斤} = 19.9 \text{ 大卡/吨}$ （注：补 1 吨水吸热后所提高的热能为 19.9 大卡）

②  $19.9 \text{ 大卡/吨} \times 375000 \text{ 吨} = 7462500 \text{ 大卡}$

③  $\text{年节标煤} = 7462500 \div 7000 \div 80\% = 1332.6 \text{ 吨}$

7000—标煤发热量 大卡/吨

80%—锅炉效率

1000—标煤价格 元/吨

$1332.6 \times 1000 = 1332600 \text{ 元/年}$

即每年可节约生产成本折合人民币 133.26 万元，经济效益非常明显。

#### 3.2.2.5.2 余热回收节能效益分析

##### (1) 排气余热回收节能效益

为了充分利用电厂的余气余热，富源公司利用了许多回收节能装置，取得了较理想的经济效益。排气余热回收装置主要包括高压除氧器、锅炉定期、连续排污排气节能装置。排汽余热装置将除氧器及各种热力设备排出的高温余汽进行冷却回收利用，同时加热冷却水，使排汽余热得以充分循环再利用，由此产生了客观的经济效益。

### 第一、高压除氧器余热回收效益。

① 工质方面：高压除氧器的排气量根据《设计手册》一般按出力的 1.5% 计算，富源热电公司 1 台高压除氧器出力 270t/台，排气量（汽水混合物）为 4.05t/h，取 50% 为蒸汽，则蒸汽排放量为 2.025t/h，考虑设备检修、停运等因素，计算时取运行时间为 300 天，投入冷却器全部回收后，一年可回收凝结水为 14580t ( $2.025 \times 24 \times 300 = 14580t$ )，按除盐水成本 7 元/t 计算，每年可节约生产成本 102 060 元。

② 热量方面：高压除氧器的运行参数为：0.6MPa/158℃，饱和蒸汽焓值为：2087.64kJ。1 台高压除氧器年总排放热量： $304.37 \times 108 \text{ kJ}$  ( $14580 \times 1000 \times 2087.64$ )。按燃煤的标准发热量：29309kJ(7000kcal/kg) 计算，高压除氧器年总排放热量折合标煤为 1038.51t ( $304.37 \times 108 \text{ kJ} / 29309 \text{ kJ} = 1038.51t$ )，标煤价格按 1000 元/t，每年可节约生产成本 103.85 元 ( $1038.51t \times 1000 \text{ 元/t}$ )。综合工质、热量两项效益，每年可降低生产成本 114.06 元。

### 第二、锅炉定期排污和连续排污扩容器余热回收效益。

① 工质方面：锅炉定期排污和连续排污扩容器得排气量根据《设计手册》锅炉排污率 2% 计算，富源热电公司 1 台锅炉 240t/h，取 50% 为蒸汽，则每天蒸汽排放量为 51.84 吨，考虑设备维修，停运等因素，取运行时间为 300 天，投入冷却器全部回收后，一年可以回收凝结水为 15552t ( $51.84 \times 300 = 15552$ )。按除盐水成本 7 元/t 计算，

---

每年可节约生产成本 108864 元 ( $15552 \times 7 = 108864$ )。

② 热量回收方面：

锅炉排污运行参数为：0.8 MPa/158℃



，饱和蒸汽焓值为 3055.68kJ/kg。年总排放热量为  $475.22 \times 108 \text{kJ}$  ( $15552 \times 1000 \times 3055.68 = 475.22 \times 108$ )。按燃煤的标准发热量：29309kJ(7000kcal/kg)计算，锅炉排污废气年总排放热量折合标煤为 1621.4t ( $475.22 \times 108 / 29309 = 1621.4 \text{t}$ )。标煤价格按 1000 元/t，每年可节约生产成本 162.14 万元( $1621.4 \text{t} \times 1000 \text{元/t}$ )。综合工质、热量两项效益，每年可降低生产成本 173.03 元(108864 元+1621400 元)。因此通过排汽余热回收节能装置所带来的总的经济价值为 287.08 万元，由此带来的经济效益也是十分可观的。

## (2) 排渣余热回收节能效益

锅炉炉膛内充分燃烧后的炉渣外排时的温度为 900℃，温度极高，有很大的余热余温利用空间。富源热电公司采用三台型号为 HBSL-IV-15 水冷冷渣机作为锅炉排出炉渣余热余温回收利用装置，将循环水系统除盐水作为水冷冷渣机冷却水源，以达到降低排渣温度，减少锅炉的热损失，提高锅炉的热效率。以该公司的三台冷渣机计算，年可利用除盐水循环量达到 35 万吨，正常冷渣机的除盐水温度是  $\geq 25^\circ\text{C}$ ，经冷渣机吸热后除盐水的水温达到 80℃。25℃时水的焓值为 105.2j/kg，80℃时的水焓值为 335.29j/kg，差值是 230.09j/kg。具体计算过程为： $230.09 \text{ j/kg} / 4.18 \text{ j}=55 \text{ 千卡/吨}$ （相当于一吨水吸热后所提高的热能为 55 千卡/吨）。35 万吨水所提高的热量则为 1925 万千卡 ( $55 \text{ 千卡/吨} \times 35 \text{ 万吨} = 1925 \text{ 万千卡}$ )。按标准煤发热量为 7000 大卡/吨，锅炉的效率为 80%来计算，年节煤 3437.5 吨 ( $19250000 / 7000 / 80\% = 3437.5 \text{ 吨}$ )。按标准煤价为 1000 元/吨计算，每年可节约煤炭价值为 343.75 万元 ( $3437.5 \text{ 吨} \times 1000 \text{ 元/吨}$ )，经济效益十分显著。

本项目总投资 942 万元，实施后，年可节约标煤 6391.5t，年节省资金 640 余万元，具有显著的经济效益和社会效益。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/245143204104011221>