

包头市再生水利用配置规划 (2023-2025 年)

《包头市再生水利用配置规划（2023-2025）》审查意见

2023年3月30日，市水务局在包头市组织有关单位和专家（名单附后）召开了《包头市再生水利用配置规划（2023-2025）》（以下简称《规划》）专家评审会，专家组听取了编制单位——中国城市规划设计研究院的汇报，进行了认真审议和充分讨论，形成评审意见如下：

一、包头市本地水资源贫乏，黄河客水取水指标有限，随着地区经济社会的快速发展，水资源短缺已经成为制约包头市经济社会高质量发展的重要因素。目前，包头市再生水利用还存在较大潜力，加快推进污水再生利用是解决包头市水资源短缺瓶颈的有效途径之一。为落实国家关于污水再生利用的各项政策要求、缓解包头市水资源供需矛盾、更好地开展区域再生水循环利用以及国家典型地区再生水利用配置试点示范，促进全市再生水利用，编制包头市再生水配置规划十分必要。

二、《规划》工作基础扎实，目标明确，总体思路清晰，配置依据充分，方案科学合理，满足任务书要求，具有较强的可操作性，可作为规划期包头市再生水配置利用的依据。

三、《规划》对包头市污水设施、再生水设施以及再生水利用现状进行了分析；在全市水资源总体配置方案的基础上，预测了2025年包头市再生供需分析，提出了包头市再生水配置重点领域、水量配置具体原则，提出了各旗县区的再生

水水量配置方案，并对配置方案的合理性进行分析，预测结果及配置方案基本合理。

四、《规划》针对包头市再生水利用面临的水质问题，提出了水质保障方案，提出了中心城区再生水工程规划建设以及保障措施，各项方案措施切实可行。

综上，专家组一致同意《规划》通过审查，尽快报批实施。

专家组组长：刘惠忠

2023年3月31日

附：《包头市再生水利用配置规划》专家审查委员会名单

序号	姓名	工作单位	职务职称	专家签字
1	刘惠忠	内蒙古自治区水文总局 (退休)	教授级高级 工程师	刘惠忠
2	李东生	内蒙古自治区城乡人居 环境发展促进中心	总工程师	李东生
3	李卫平	内蒙古科技大学	教授	李卫平
4	曲世华	包头市生态环境技术保 障中心	高级工程师	曲世华
5	梁文涛	水利部牧区水利科学研 究所研究室	高级工程师	梁文涛
6	杜 瑞	包头市再生水资源及污 水处理有限责任公司	高级工程师	杜瑞
7	李 强	包头市水务局(退休)	教授级高级 工程师	李强

前 言

加快推进污水的再生利用对优化供水结构、增加水资源供给、保障城市经济社会可持续发展、保障水生态安全具有重要意义。《中华人民共和国黄河保护法》第五十九条提出“黄河流域县级以上地方人民政府应当推进污水资源化利用，国家对相关设施建设予以支持。黄河流域县级以上地方人民政府应当将再生水、雨水、苦咸水、矿井水等非常规水纳入水资源统一配置，提高非常规水利用比例。景观绿化、工业生产、建筑施工等用水，应当优先使用符合要求的再生水。”《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》提出，要统筹地表水与地下水、天然水与再生水、当地水与外调水、常规水与非常规水，优化水资源配置格局，积极推动再生水、雨水、苦咸水等非常规水利用，实施区域再生水循环利用试点。

包头市是黄河流域典型的“资源型”缺水城市，由于近年来经济社会的快速发展，已经出现黄河水超载、局部地下水水位下降等问题，同时老工业基地转型升级和推进经济社会高质量发展众多重点项目也存在用水需求缺口。目前，包头市再生水利用尚处于起步阶段，面临再生水利用设施不健全、再生水水质不能完全满足需求、污水再生利用机制体制不尽完善等问题。2022年包头市市政再生水利用率为28.6%，存在较大的提升空间。因此，加快推进再生水利用对于包头市具有极其重要性、极其必要性和极度紧迫性，意义重大。

一是落实党和国家各项政策的具体实践。《中华人民共和国黄河保护法》、中共中央、国务院印发的《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》以及国家发展改革委等印发的《关于推进污水资源化利用的指导意见》（发改环资〔2021〕13号）等

文件对再生水利用提出了一系列要求。

二是破解水资源困境，保障经济社会可持续发展的重要抓手。当前，包头市不仅面临着解决现有企业用水指标的任务，同时又要满足大量新增工业用水需求，工业用水供需矛盾突出。必须全力加快推进再生水利用，解决供需矛盾。

三是打造国内再生水循环利用典范的必然选择。包头市作为首批区域再生水循环利用试点城市以及首批国家典型地区再生水利用配置试点城市，以试点为契机，积极探索再生水利用的新思路、新模式，为缺水地区再生水利用提供新进经验。

为深入贯彻落实《中华人民共和国黄河保护法》、黄河流域生态保护和高质量发展国家战略以及国家关于污水资源化利用相关的文件要求，严格落实“四水四定”，加快推进黄河水超载治理，解决水资源供需矛盾，更好地开展区域再生水循环利用试点示范，促进全市再生水利用，本规划按照“总量控制，统一配置；因地制宜、科学配置；保障安全，加强管控。”的原则，制定包头市再生水配置方案，并提出再生水供水设施的规划方案建议，为包头市再生水的开发、利用提供依据。

目 录

1 规划总则	
1.1 规划背景	
1.1.1 国家法规政策要求	
1.1.2 内蒙古自治区政策要求	
1.1.3 包头市政策要求	
1.1.4 包头市加强再生水利用必要性	
1.2 规划范围与年限	
1.3 规划原则	
1.3.1 总量控制，统一配置	
1.3.2 因地制宜、科学配置	
1.3.3 保障安全，加强管控	
1.4 规划依据	
1.4.1 法律法规	
1.4.2 政策文件	
1.4.3 标准规范	
1.4.4 相关规划	
1.5 规划目标	
1.5.1 统筹配置	
1.5.2 能力达标	
1.5.3 分质供水	
1.5.4 多源互通	
1.6 技术路线	
2 概述	
2.1 城市概况	
2.1.1 区位与行政区划	
2.1.2 自然地理	
2.1.3 河流水系	
2.1.4 水文地质	
2.1.5 社会经济	
2.2 水资源条件与开发利用现状	
2.2.1 水资源条件	

2.2.2 开发利用现状	
2.3 相关规划简介	
2.3.1 上位规划	
2.3.2 专项规划	
3 水资源总体配置方案	
3.1 包头市需水量预测	
3.1.1 综合生活需水量预测	
3.1.2 工业需水量预测	
3.1.3 农业需水量预测	
3.1.4 生态需水量预测	
3.1.5 总需水量预测	
3.1.6 用水结构变化	
3.2 可供水量	
3.2.1 地表水	
3.2.2 地下水	
3.2.3 非常规水资源	
3.2.4 可供水量预测结果	
3.3 总量控制及水资源配置方案	
3.4 供需平衡分析与解决方案	
3.4.1 供需平衡分析	
3.4.2 节水潜力分析	
3.4.3 供需缺口解决方案	
4 再生水利用现状及问题	
4.1 污水与再生水设施现状	
4.1.1 污水处理设施现状	
4.1.2 再生水设施现状	
4.2 再生水利用现状	
4.2.1 现状可供水量	
4.2.2 现状利用情况	
4.3 主要问题	
5 再生水供需情况分析	
5.1 可供水量及时空分布特征	
5.1.1 中心城区可供水量	

5.1.2 外五旗县区可供水量.....

5.1.3 市域预测可供水量预测结论.....

5.1.4 时间变化规律.....

5.1.5 空间分布情况.....

5.2 需水量及时空分布特征.....

5.2.1 再生水利用分类.....

5.2.2 工业用水.....

5.2.3 生态用水.....

5.3 小结.....

6 再生水配置方案.....

6.1 配置策略.....

6.1.1 系统谋划，统筹配置.....

6.1.2 工业优先，兼顾生态.....

6.1.3 总量平衡、空间均衡.....

6.1.4 时间匹配、水质达标.....

6.2 用户水量配置.....

6.2.1 工业用水配置方案.....

6.2.2 生态用水配置方案.....

6.3 方案空间布局合理性分析.....

6.3.1 供水分区.....

6.3.2 分区内供需平衡校核.....

6.4 方案时间匹配合理性与调蓄调度方案.....

6.4.1 供需时间匹配与调蓄调度需求分析.....

6.4.2 可利用调蓄空间分析.....

6.4.3 水量调度方案.....

7 再生水水质保障方案.....

7.1 排污企业源头净化与管控.....

7.1.1 重点行业源头净化设施建设.....

7.1.2 制定污水排入下水道水质管控要求.....

7.1.3 加强排污企业监管与整治.....

7.2 工业用水水质净化.....

7.2.1 净化模式.....

7.2.2 净化设施执行标准.....

8 中心城区再生水工程规划建议.....

8.1 污水厂与再生水厂规划.....

8.1.1 现有污水厂扩建.....

8.1.2 污水及再生水厂规划新建.....

8.1.3 小结.....

8.2 输配设施规划.....

8.3 其它配套设施.....

8.3.1 再生水调蓄与水质净化工程.....

8.3.2 水务一体化管控平台.....

8.3.3 配套设施项目汇总.....

8.4 工程实施方案.....

8.4.1 2023年完工项目.....

8.4.2 2024年完工项目.....

9 规划实施保障.....

9.1 法治保障.....

9.2 组织保障.....

9.2.1 加强组织领导.....

9.2.2 强化责任落实.....

9.2.3 建立监督机制.....

9.3 制度保障.....

9.3.1 纳入水权管理.....

9.3.2 落实用地政策.....

9.3.3 健全价格形成机制.....

9.3.4 制定鼓励政策.....

9.3.5 推行专业化运维.....

9.4 资金保障.....

9.4.1 充分利用中央专项资金及债券.....

9.4.2 探索创新多元融资渠道.....

9.5 科技保障.....

9.5.1 推进技术支撑.....

9.5.2 实施监测预警.....

9.5.3 完善再生水全过程管控要求.....

9.5.4 加强宣传教育.....

1 规划总则

1.1 规划背景

1.1.1 国家法规政策要求

随着经济发展和社会进步，各行各业对水资源的需求不断增加。国家高度重视节水工作，积极寻求多种途径缓解水资源紧缺矛盾，再生水也因此成为关注重点，并逐步出台了一系列政策标准，以进一步推动再生水行业健康有序地发展。“十四五”期间我国污水处理及非常规水资源利用稳步推进，再生水利用为主要增量空间。

《中华人民共和国水法》（2016年7月第二次修订）第五十二条提出：降低城市供水管网漏失率，提高生活用水效率；加强城市污水集中处理，鼓励使用再生水，提高污水再生利用率。

《中华人民共和国黄河保护法》第五十九条中要求：黄河流域县级以上地方人民政府应当推进污水资源化利用，国家对相关设施建设予以支持。黄河流域县级以上地方人民政府应当将再生水、雨水、苦咸水、矿井水等非常规水纳入水资源统一配置，提高非常规水利用比例。景观绿化、工业生产、建筑施工等用水，应当优先使用符合要求的再生水。

2021年10月28日国家发展改革委、水利部、住房城乡建设部、工业和信息化部、农业农村部印发的《“十四五”节水型社会建设规划》要求“鼓励结合组团式城市发展，建设分布式污水处理再生利用设施。缺水地区城市新建城区提前规划布局再生水管网、调蓄设施、人工湿地净化设施等，有序开展建设”，“放开再生水、海水

淡化水政府定价，推进按照优质优价原则供需双方自主协商确定”，“推广示范产城融合用水新模式，有条件的工业园区与市政再生水生产运营单位合作，建立企业点对点串联用水系统。鼓励园区建设智慧水管理平台，优化供用水管理”，“将再生水、海水及淡化海水、雨水、微咸水、矿井水等非常规水源纳入水资源统一配置，逐年扩大利用规模和比例。缺水地区严格控制具备使用非常规水源条件但未有效利用的高耗水行业项目新增取水许可”，“缺水地区坚持以需定供，分质、分对象用水，推进再生水优先用于工业生产、市政杂用、生态用水。实施区域再生水循环利用工程。创新服务模式，鼓励第三方机构提供污水资源化利用整体方案。到2025年，全国地级及以上缺水城市再生水利用率超过25%”。

2021年10月8日，中共中央、国务院印发《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》，第六章“加强全流域水资源节约集约利用”中要求：实施最严格的水资源保护利用制度，统筹天然水与再生水、常规水与非常规水，优化水资源配置格局，提升配置效率，实现用水方式由粗放低效向节约集约的根本转变。同时，积极推动再生水、雨水、苦咸水等非常规水利用，实施区域再生水循环利用试点。

2021年12月，水利部、国家发展改革委、住房城乡建设部会同工业和信息化部、自然资源部、生态环境部印发《典型地区再生水利用配置试点方案》（水节约〔2021〕377号），《方案》将在缺水地区、水环境敏感地区、水生态脆弱地区为重点，选择典型代表性强、再生水利用配置基础好、再生水需求量大的县级及以上城市开展试点。提出以下试点目标：“十四五”期间，试点城市以加强再生水利用规划布局和配置管理为重点，因地制宜制定规划目标、创新配置方式、拓展配置领域、完善产输设施，建立健全相关激励政策，大幅提高再生水利用率。缺水地区试点城市再生水利用率达

到 35%以上，京津冀地区试点城市达到 45%以上，其它地区试点城市达到 25%以上。到 2025 年，在再生水规划、配置、利用、产输、激励等方面形成一批效果好、能持续、可推广的先进模式和典型案例。

《“十四五”城镇污水处理及资源化利用发展规划》明确要求到 2025 年，全国地级及以上缺水城市再生水利用率达到 25%以上，京津冀地区达到 35%以上，黄河流域中下游地级及以上缺水城市力争达到 30%。还提出要加强再生利用设施建设，推进污水资源化利用，新建、改建和扩建再生水生产能力不少于 1500 万 m³/d 的主要任务。《规划》为“十四五”时期城镇污水收集处理、资源化利用和污泥无害化资源化处理处置设施建设与运行提出了清晰的时间表、任务书和路线图。

2021 年 1 月 4 日，国家发展改革委联合科技部、工业和信息化部、财政部、自然资源部、生态环境部、住房和城乡建设部、水利部、农业农村部、市场监管总局印发了《关于推进污水资源化利用的指导意见》（发改环资〔2021〕13 号）。《意见》共五章二十条，对再生水替代常规水资源，用于工业生产、市政杂用、居民生活、生态补水、农业灌溉、回灌地下水等，以及从污水中提取其它资源和能源做了详细要求，既从全局全领域出发，强调了再生水纳入水资源统一配置，又突出城镇、工业、农业农村等重点领域，分区分类指明了污水资源化利用的具体路径。

2021 年 12 月 28 日，生态环境部会同发展改革委、住房和城乡建设部、水利部编制发布了《区域再生水循环利用试点实施方案》（环办水体〔2021〕28 号），将黄河流域确定为再生水循环利用的重点试点范围，要求黄河流域局积极参与帮助指导流域内地方开展再生水循环利用试点。方案要求，到 2025 年，在区域再生水循环利用的建设、运营、管理等方面形成一批效果好、能持续、可复制，具备全国推广价值

的优秀案例。主要任务包括：合理规划布局、强化污水处理厂运行管理、因地制宜建设人工湿地水质净化工程、完善再生水调配体系、拓宽再生水利用渠道和加强监测监管。

2021 年 12 月 29 日，工业和信息化部、国家发展改革委、科技部、生态环境部、住房和城乡建设部、水利部联合印发《工业废水循环利用实施方案》（工信部联节〔2021〕213 号），提出到 2025 年力争规模以上工业用水重复利用率达到 94%左右，钢铁、石化化工、有色等行业规模以上工业用水重复利用率进一步提升，工业用市政再生水量大幅提高，万元工业增加值用水量较 2020 年下降 16%，基本形成主要用水行业废水高效循环利用新格局。

1.1.2 内蒙古自治区政策要求

内蒙古自治区高度重视再生水利用配置工作，先后出台的多项水资源相关政策文件和规划方案中均对再生水利用配置提出了要求。

自治区下达的“2025 年各盟市用水总量和强度双控目标”中对包头市非常规水利用量指标要求为不低于 1.17 亿 m³/年。

2022 年 08 月 31 日，内蒙古自治区住房和城乡建设厅印发《内蒙古自治区“十四五”黄河流域生态保护和高质量发展城乡建设行动方案》，其中“二、实施城乡水资源节约行动”的（一）科学统筹水资源利用提到：加大再生水利用。合理安排污水处理厂网布局建设，推动再生水规模化利用。鼓励工业园区与再生水生产单位合作，推广点对点供水。同时鼓励再生水用于城市道路清扫、绿化灌溉等。推进再生水用于生态补水，鼓励将城市污水处理厂再生水用于河道生态补水。到 2025 年，黄河流域

缺水城市再生水回用率达到35%以上。另外还提到“绿化用水应以再生水为主”和“推进节水改造工程，推进节水项目节水技术和工艺升级，提升再生水回用率”。

2022年2月，自治区党委和政府印发了《内蒙古自治区黄河流域生态保护和高质量发展规划》，要求“实施最严格的水资源保护利用制度，统筹天然水与再生水、常规水与非常规水，优化水资源配置格局，提升配置效率，实现用水方式由粗放低效向节约集约的根本转变”。以及“积极推动再生水、雨水、苦咸水等非常规水利用，实施区域再生水循环利用试点，在城镇逐步普及建筑中水回用技术和雨水集蓄利用设施”。

2021年12月，《内蒙古自治区“十四五”水资源配置利用规划》，要求“将疏干水、再生水等非常规水源纳入水资源统一配置。工业生产用水优先配置非常规水源，逐步置换工业取用地下水”，“各盟市特别是呼和浩特市和包头市应当加大再生水在工业和城镇绿化方面的利用”和“加快城镇污水处理与回用设施建设与改造，提高污水处理率与再生利用水平，城镇生态景观、工业生产、城市绿化等应优先使用再生水”。

2021年2月7日，自治区人民政府印发《自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，要求“推进城镇污水管网收集体系建设，加快工业园区等开发区污水处理设施建设，加大再生水回用力度，再生水回用率不低于40%”，“鼓励城市再生水循环利用，开展再生水用于农业灌溉示范应用”和“开展重点企业节水和再生水回用改造”。

1.1.3 包头市政策要求

中共包头市委员会、包头市人民政府印发的《包头市推进水资源节约集约利用三

年攻坚行动方案（2023-2025年）》提出，加强再生水利用，到2025年新增城市再生水配置利用能力6000万m³以上。同时扎实高效做好国家典型地区再生水利用配置试点城市、区域再生水循环利用试点城市建设工作，强化再生水配置利用、完善再生水配置设施、扩大再生水利用范围，推动污水处理厂提质增效、工业废水循环利用、再生水有效利用等水资源综合科学利用工作。

中共包头市委办公室、包头市人民政府办公室印发《包头市关于深入推进用水权改革的实施意见》，《意见》强调要充分发挥市场机制作用，建成归属清晰、权责明确、流转顺畅、监管有效的用水权制度体系。突出用水权明晰，按计划逐年推进明晰工业、农业、商业、服务业等用水户的用水权。突出价格机制作用，分类确定工业、农业用水权交易指导价，实行超定额超计划累进加价制度，对农业节水进行适当奖补，倒逼、激励用水户节水。突出发挥市场和政府两个作用。实行水权交易市级统筹，搭建市级水权交易平台，制定水权交易管理办法，推进形成用水权市场化交易流转和政府收储再配置的灵活高效的用水方式。突出优化再生水工作，做好再生水确权，推动企业优先使用再生水，推动再生水净化和水网建设、不断提升再生水供给能力，强化企业污水达标排放管理。

1.1.4 包头市加强再生水利用必要性

1.1.4.1 缓解水资源紧缺，解决黄河水供需矛盾的关键措施

包头市地处干旱半干旱地区，水资源短缺。根据《内蒙古自治区第三次全国水资源调查评价》初步成果，包头市多年平均水资源总量为6.08亿m³，人均本地水资源量210m³，仅为全国人均水资源量的1/10，属于严重缺水的城市。包头市水资源呈现

以下特征：一是地表水开发利用难度大、保证率低。境内河流多为山谷季节性河流，大量径流消耗于水面蒸发损失及下渗，地表水蓄水工程蓄水能力有限。二是地下水开发强度高，局部超采。《内蒙古自治区人民政府关于公布自治区地下水超采区及禁采区和限采范围的通知》（内政发[2015]3号）、《水利部关于黄河流域水资源超载地区暂停新增取水许可的通知》（水资管[2020]280号）等文件将昆都仑区和土默特右旗划定为地下水超采区。同时，山北地区的地下水补给困难，近年来出现了地下水位逐渐下降的趋势。三是黄河水水量、时空、用途均受限。包头市过境黄河取水指标为5.5亿m³，但包头市已出现超指标取用黄河水的问题。水资管[2020]280号文中将包头市划定为黄河干流地表水超采区。因此，开展再生水利用，对解决包头市水资源短缺的问题具有重要意义。

1.1.4.2 解决包头市新增工业用水需求的主要途径

根据《中华人民共和国黄河保护法》第五十一条，除生活用水等民生保障用水外，黄河流域水资源超载地区不得新增取水许可；水资源临界超载地区应当严格限制新增取水许可。同时，以硅产业为代表的新兴产业在包头市发展迅猛，用水需求量巨大。

《中共包头市委员会 包头市人民政府 关于实施创新驱动发展战略大力发展战略性新兴产业的意见》（包党发〔2023〕1号）提出打造“世界绿色硅都”的目标。2023年，全市多晶硅产能、单晶拉棒产能在全国占比将达到40%、切片产能、电池片产能、组件产能也大幅提升，基本形成一定规模的光伏装备全产业链，产业集群产值达到2000亿元；到2025年，光伏装备产业集群产值达到6000亿元。

因此，在水资源供需矛盾突出的情况下，加强再生水利用成为解决包头市的各类新增工业用水需求的重要途径。

1.1.4.3 打造国内再生水循环利用典范的必然选择

包头市作为国内首批区域再生水循环利用试点城市以及首批国家典型地区再生水利用配置试点城市，应在试点实施方案的基础上，编制再生水配置规划，进一步优化再生水利用规划布局、强化再生水利用配置管理、完善再生水生产输配设施、建立健全再生水利用政策，以试点为契机，积极探索再生水利用的新思路、新模式，为缺水地区再生水利用提供先进经验。

1.2 规划范围与年限

本次规划核心范围为包头市中心城区，研究范围为市域行政辖区范围，包括昆都仑区、青山区、东河区、九原区、石拐区、白云鄂博矿区、土默特右旗、固阳县和达尔罕茂明安联合旗。

规划现状年为2021年，规划期限为2023年至2025年。

1.3 规划原则

1.3.1 总量控制，统一配置

依据自治区水资源控制指标要求，强化用水总量和强度双控，科学分析经济社会和生态环境对水资源的需求。按照《中华人民共和国黄河保护法》等法规政策要求，将再生水纳入全市水资源统一调配，统筹考虑黄河水、地表水、地下水等各类水资源的供需情况确定配置方案。实现多水源联合调度、优化配置，实现优水优用，全面系统推进污水资源化利用工作。统一考虑水量和水质，统一安排生产和生态用水。

1.3.2 因地制宜、科学配置

坚持从实际出发，根据包头市水资源供需状况、发展水平、基础条件、利用成本等因素，合理确定再生水利用目标、任务和措施，综合考虑供需双方的水量、水质、时间变化和空间分布规律，实现优水优用、按用定质、按质定管，合理选择重点领域和利用途径。

1.3.3 保障安全，加强管控

针对再生水用户建立公共供水（黄河水）和再生水双水源供水体系，保障水量安全；通过加强排污企业源头排水水质管控，并建立园区净化和企业净化相结合的方式，保障水质安全。以再生水管理体系为依托，建立再生水区域循环利用风险防范体系，严格进出水管理，规范设施运行维护，完善应急处置管理机制，有效保障再生水利用安全。

1.4 规划依据

1.4.1 法律法规

1. 《中华人民共和国水法》（2016.7.2 修正）
2. 《中华人民共和国环境保护法》（2015.1.1 修正）
3. 《中华人民共和国水污染防治法》（2017.6.27 修正）
4. 《中华人民共和国黄河保护法》（2023.4.1 实施）
5. 《取水许可和水资源费征收管理条例》（2006.4.15 实施）

6. 《水污染防治行动计划》（2015.4.16 实施）
7. 《排污许可管理条例》（2021.1.24 实施）
8. 《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》（2012.1 实施）
9. 《内蒙古自治区节约用水条例》（2012.12.1 实施）
10. 《内蒙古自治区水污染防治条例》（2020.1.1 实施）
11. 《内蒙古自治区饮用水水源保护条例》（2017.9.29 实施）
12. 《内蒙古自治区地下水保护和管理条例》（2021.11.16 实施）
13. 《包头市饮用水水源保护条例》（2019.12.27 实施）
14. 《包头市节约用水管理办法》（2006.5.1 实施）
15. 《包头市水资源管理条例》（2012.5.1 实施）
16. 《包头市供水条例》（2011.2.1 实施）

1.4.2 政策文件

1. 《工业废水循环利用实施方案》（2021.12.29 实施）
2. 《区域再生水循环利用试点实施方案》（2021.12.24 实施）
3. 《典型地区再生水利用配置试点方案》（2021.12.20 实施）
4. 《关于加强城市节水工作的指导意见》（2021.12.17 实施）
5. 《黄河流域水资源节约集约利用实施方案》（2021.12.6 实施）
6. 《“十四五”节水型社会建设规划》（2021.11.8 实施）
7. 《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》（2021.10.8 实施）
8. 《“十四五”黄河流域城镇污水垃圾处理实施方案》（2021.8.17 实施）

9. 《“十四五”城镇污水处理及资源化利用发展规划》（2021.6.6 实施）
10. 《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》（2021.2.2 实施）
11. 《关于推进污水资源化利用的指导意见》（2021.1.4 实施）
12. 《内蒙古自治区黄河流域生态保护和高质量发展规划》（2022.2 实施）
13. 《内蒙古自治区“十四五”水资源配置利用规划》（2021.12 实施）
14. 《内蒙古自治区“十四五”黄河流域生态保护和高质量发展城乡建设行动方案》（2022.8.31）
15. 《内蒙古自治区人民政府关于印发自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要的通知》（2021.2.7 实施）

1.4.3 标准规范

1. 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）
2. 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）
3. 《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）
4. 《城镇污水再生利用工程设计规范》（GB50335-2016）
5. 《城市污水再生利用分类》（GB/T18919-2002）
6. 《城市污水再生利用景观环境用水水质》（GB/T18921-2019）
7. 《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）
8. 《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）
9. 《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）
10. 《水回用导则再生水分级》（GB/T41018-2021）

11. 《水回用导则再生水厂水质管理》（GB/T41016-2021）
12. 《水回用导则污水再生处理技术与工艺评价方法》（GB/T41017-2021）
13. 《内蒙古自治区行业用水定额标准》（DB15/T385-2020）
14. 《水资源规划规范》（GB/T51051-2014）
15. 《水资源供需预测分析技术规范》（SL429-2008）

1.4.4 相关规划

1. 《包头市国民经济与社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标》（包头市人民政府，2021 年）
2. 《包头市“十四五”水安全保障规划》（包头市水务局，2021 年）；
3. 《包头市“十四五”城市再生水利用发展规划（2021—2025）》（包头市住房和城乡建设局，2021 年）
4. 《包头市园林绿化“十四五”发展规划》（包头市生态环境局，2021 年）
5. 《包头市城市再生水利用配置试点实施方案》（包头市人民政府，2022 年 6 月）
6. 《包头市黄河干流地表水资源超载治理方案》（包头市水务局 2021 年 12 月）

1.5 规划目标

以加强再生水科学配置与利用为重点，合理测算用水需求、统筹各类水资源配置，建立健全相关激励政策和保障措施，形成供需平衡、时空协调、量质匹配的配置方案。

1.5.1 统筹配置

将再生水纳入水资源统一配置体系。全面分析各类水源和各个用户的空间、时间、水量、水质等供需特征，综合考虑各类法规政策要求，因地制宜制定经济技术最优配置方案。

1.5.2 能力达标

2023~2025 年新增再生水利用能力 6000 万 m³ 以上。2023 年至 2025 年再生水利用能力分别新增 2500 万 m³、2000 万 m³、1500 万 m³ 以上。

到 2025 年，全市再生水利用量达到 1.17 亿 m³ 以上，达到自治区双控指标要求。

1.5.3 分质供水

通过再生水设施建设，解决水质障碍。根据用水需求实行差别化供水、按需定供、按用定质、按质管控，实现分质供水、水尽其用。

1.5.4 多源互通

打通输配系统堵点、连接断点、实现再生水多水源互联互通，提高供水保证率、管网通达率和覆盖率。常规水和再生水双水源供水，常规水用于保障园区生活、夏季调峰及应急，保证用水安全。

1.6 技术路线

本规划技术路线分为现状与问题分析、目标与技术路线、再生水可供给量与需求

分析、再生水配置策略与方案、再生水水质保障、设施规划建设及规划实施保障等内容，具体如下图所示：

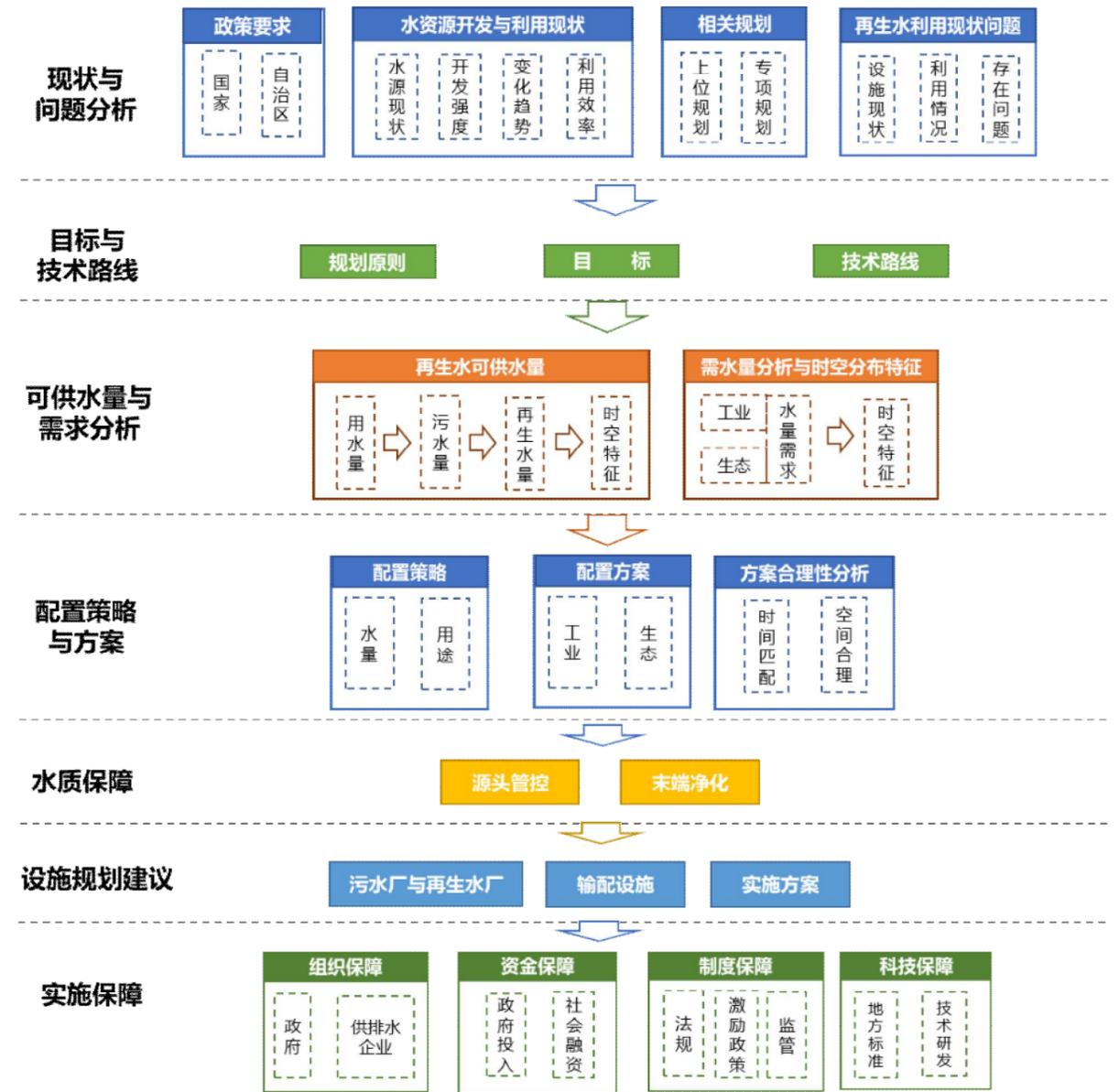


图 1-1 规划技术路线图

2 概述

2.1 城市概况

包头，别称九原、鹿城，内蒙古自治区辖地级市，地处渤海经济区与黄河上游资源富集区交汇处，南临黄河，东西接土默川平原和河套平原，阴山山脉横贯中部。包头境内有阴山山脉的大青山、乌拉山（以昆都仑河为界），山峰平均海拔 2000 米，最高峰海拔 2324 米。全市由中部山岳地带、山北高原草地和山南平原三部分组成，呈中间高，南北低，西高东低的地势。黄河流经包头市境内，公路、铁路两桥并行飞架黄河南北。是国家呼包银榆经济带和内蒙古呼包鄂经济圈的重要组成部分，东距北京 600 多公里。包头是拥有地方立法权的较大的市，内蒙古最大的工业城市，是中国境内以冶金、稀土、机械工业为主的综合性工业城市，中国重要的基础工业基地和全球轻稀土产业中心，被誉称“草原钢城”、“稀土之都”。包头先后获得联合国人居奖、中国人居环境范例奖、国家森林城市、国家园林城市、国家卫生城市和中国优秀旅游城市等荣誉。

2.1.1 区位与行政区划

包头地理坐标东经 109°15′~110°26′，北纬 40°15′~42°43′海拔 1067.2 米。总面积 27768 平方千米。包头城市建成区面积 360 平方千米，市中心区面积 315 平方千米。市辖 5 个市辖区、1 个县、1 个矿区、2 个旗及一个国家级高新技术产业开发区。即昆都仑区、青山区、东河区、九原区、石拐区、固阳县、土默特右旗、达尔罕茂明安

联合旗、白云鄂博矿区和包头稀土高新技术产业开发区。

2.1.2 自然地理

包头位于内蒙古高原的中部稍西部位，横亘中国北部的阴山山脉，使包头地貌明显形成北部高原草原、中部山岳横亘、南部平原广阔的地貌单元，形成了局部上是中间高、南北低，总体上是西北高、东南低的地形特征。中部山岳区东西长约145公里，南北宽约50公里，群峰连绵、层峦叠嶂，北坡平缓，南坡陡峭，形成一道地貌“脊梁”。

2.1.3 河流水系

包头市境内河流多为山谷季节性河流，分属黄河水系和内陆河水系。黄河水系流域面积为5879.44平方公里，境内由西向东依次分布有大小76条河流，由北向南汇入黄河水系的这些河流中，除昆都仑河、五当沟、水涧沟、美岱沟常年有水外，其余河沟为季节性时令内陆河水系，流域面积为19180.56平方公里，主要分布在固阳县和达茂旗境内，较大河流有艾不盖河、查干布拉河、塔布河、开令河、乌兰苏木河、讨来图河、阿其因高勒河、扎达盖河、乌兰伊力更河等，其中艾不盖河是境内最大的内陆河流，发源于固阳春坤山，主河道长度192公里，流域面积7185.5平方公里，常年有水，多年平均径流量2168万m³；塔布河为间歇性河流，其余均为季节性洪水河。黄河流域的五大沟系的多年平均径流量为1.17亿m³（包括山区地下水转化为河流基流部分）。

黄河是包头市唯一的一条过境河流，也是包头市稳定的供水水源。黄河在包头市境内长约216公里，水面宽130~458米，水深1.6~9.2米，水面比降1/10000左右，平

均流速 $1.4\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均径流量 $259.56\text{亿}\text{m}^3$ 。

昆都仑河是包头市境内最大的黄河支流，大青山与乌拉山的天然分界。其上游俗称北齐沟，南北流向，发源于固阳县，流经包头市区，在哈林格尔乡注入黄河。全长143公里，有支流23条，流域面积2716平方公里。属季节性河流，山洪多发生于7、8月，下游建有昆都仑水库。

东河，原名博托河。从郊区后营子乡魏君坝，向西流经井子沟、鸡毛窑子、开州窑子、刘宝窑子，尔后穿市区，过铁路，沿邓家营于西侧流入黄河。流程24公里，河道最宽处500米，最窄处60~70米，为季节性河流，平时干涸无水，雨季山洪下泄，流量 $620\text{m}^3/\text{s}$ 。

西河，季节性河流，上游由东、西沟汇合而成，两沟之水汇于石桥纳主河道，绕旧城西北角，南环路西侧，尔后穿市区，过铁路，顺二道沙河流入黄河。流程17.18公里，上游宽16米，下游宽35米，平均坡降2~6%，流量 $50\sim 60\text{m}^3/\text{s}$ 。

南海子是黄河改道南移后形成的湖泊和滩头草地，总面积1600公顷，其中水面300多公顷，是包头市内最大、最集中的生态空间。

2.1.4 水文地质

包头市处在半干旱区与干旱区的交接地带，常年多风少雨，降雨量少，蒸发量大，多年平均降水量256.6mm到346mm不等，年平均蒸发量2000-2200mm。由于气候系统受季风和地形影响，降水量的年内分配极不均匀，主要集中在汛期（6~9月），汛期降水量占年降水量的75%以上，冬季（12月~3月）的降水量仅占年降水量的4.7%。而汛期主要集中在7、8月，占全年降水量的54.8%；最大月降水量在8月份，占全年降

水量的30%。人均水资源量约 224m^3 ，仅为全国人均占有水资源量的10.72%，早在1972年，包头就被列为全国严重缺水城市之一。

2.1.5 社会经济

包头市2021年全年地区生产总值3293.0亿元，全年人均地区生产总值121331元。年末全市常住人口271.8万人，其中城镇人口235.7万人，乡村人口36.1万人，常住人口城镇化率为86.7%。

2.2 水资源条件与开发利用现状

2.2.1 水资源条件

根据《内蒙古自治区水资源及其开发利用调查评价》，包头市自产多年平均水资源总量 $7.26\text{亿}\text{m}^3$ ，其中地表水资源量为 $2.13\text{亿}\text{m}^3$ ，地下水资源量为 $6.13\text{亿}\text{m}^3$ ，重复计算量为 $1.00\text{亿}\text{m}^3$ 。水资源可利用总量为 $6.15\text{亿}\text{m}^3$ ，其中地表水资源可利用量为 $1.03\text{亿}\text{m}^3$ ，地下水资源可开采量为 $5.12\text{亿}\text{m}^3$ ，地表水资源可利用量与地下水资源可开采量之间的重复计算量为 $0.01\text{亿}\text{m}^3$ 。

表 2-1 2021 年包头市水资源量（万 m^3 ）

	地表水		地下水		水资源总量	水资源可利用总量
	资源量	可利用量	资源量	可开采量		
市区	3800	1628	20798.15	17852.14	22979.82	19480.68
石拐区				2343.32		2343.32
土右旗	4017	1928	14973.82	14747.89	16129.73	16676
固阳县	10258	5129	14292.43	8711.3	20313.23	13840

达茂旗	3245	1623	11242.44	7551.02	13196.87	9174
合计	21320	10308	61306.84	51205.67	72619.65	61514

2.2.2 开发利用现状

2.2.2.1 水源结构

(1) 总体结构

2021年包头市用水总量105276万m³。其中，地表水1459万m³，占比1.4%，黄河水62113万m³，占比59.0%；地下水35383万m³，占比33.6%；再生水6322万m³（包含包钢再生水回用量），占比6.0%。

表 2-2 2021 年包头市用水量（万 m³）

	地表水	黄河水	地下水	再生水	合计
农业	930	29042	29190	0	59163
工业	329	19896	2147	5365	27737
综合生活	0	9375	3715	0	13090
生态环境	200	3799	331	957	5286
总计	1459	62113	35383	6322	105276

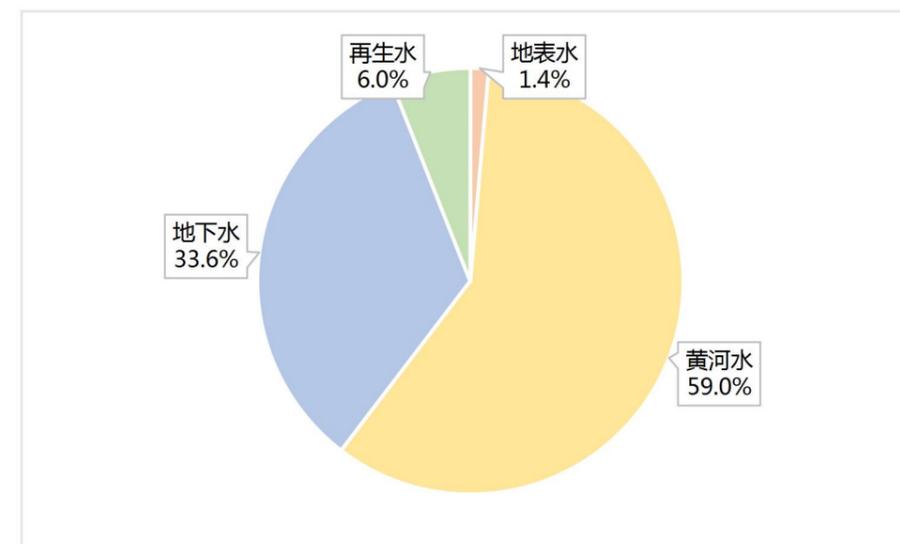


图 2-1 2021 年包头市用水总量构成

(2) 工业用水水源结构

2021年包头市工业用水以黄河水为主，占比71.7%；地表水占1.2%，地下水占7.7%，再生水占19.3%。

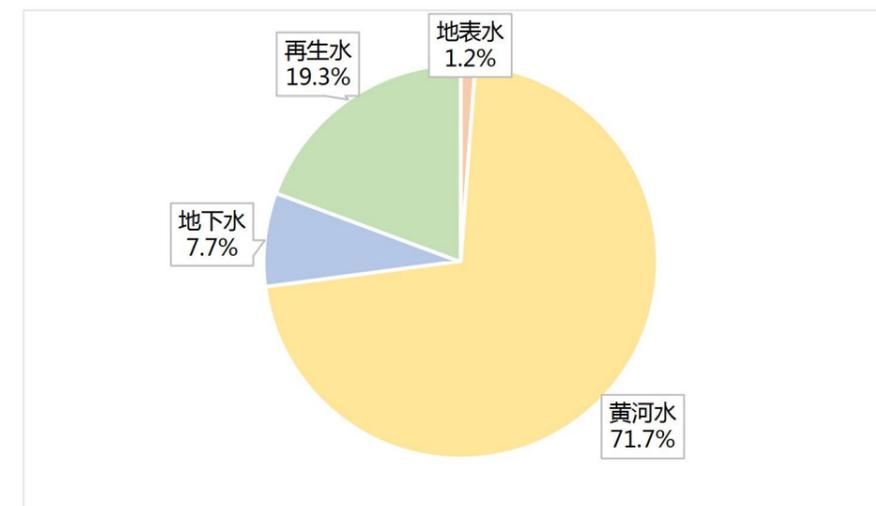


图 2-2 2021 年包头市工业用水量构成

(3) 生态环境用水水源结构

2021年包头市生态环境用水以黄河水为主，占71.9%；地表水占3.8%，地下水

占 6.3%，再生水占 18.1%。

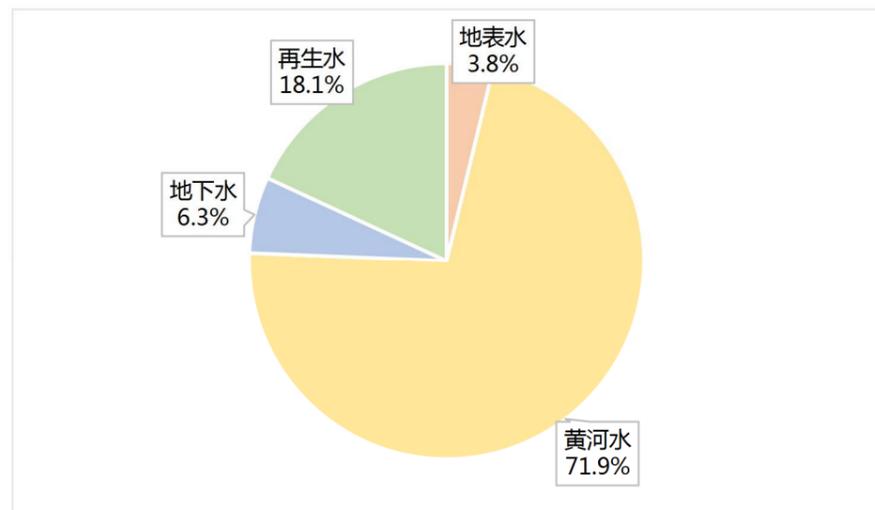


图 2-3 2021 年包头市生态环境用水量构成

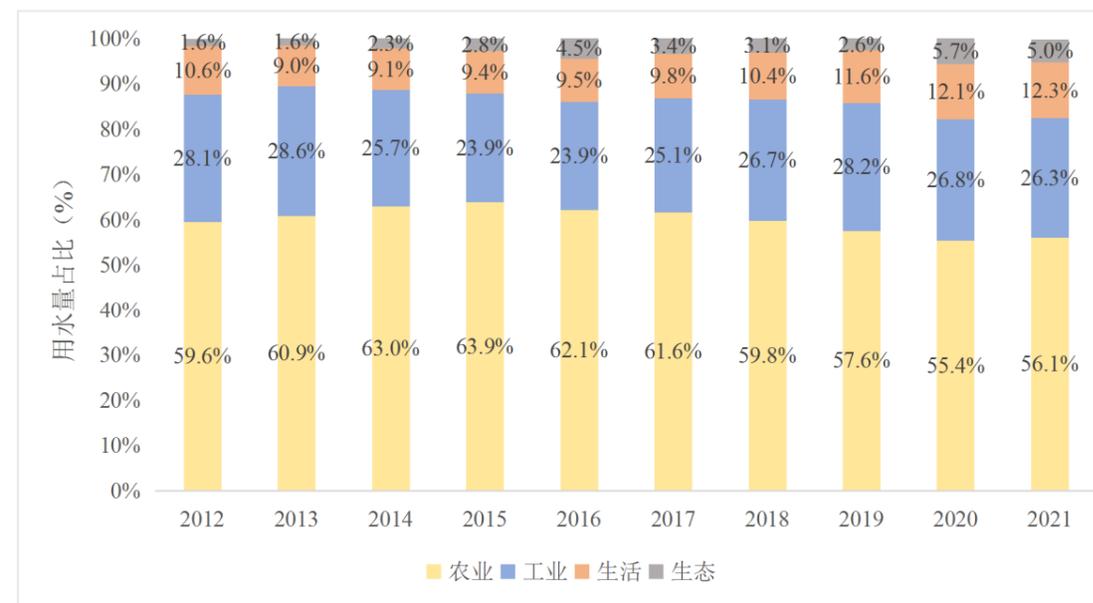


图 2-5 2012-2021 年包头市用水水量构成图

2.2.2.2 用水变化趋势

(1) 用水总量保持稳定

包头市 2012 年至 2021 年用水总量在 10.2~10.7 亿 m³ 波动，总量保持稳定，2021 年较 2012 年仅增长了 1.54%。

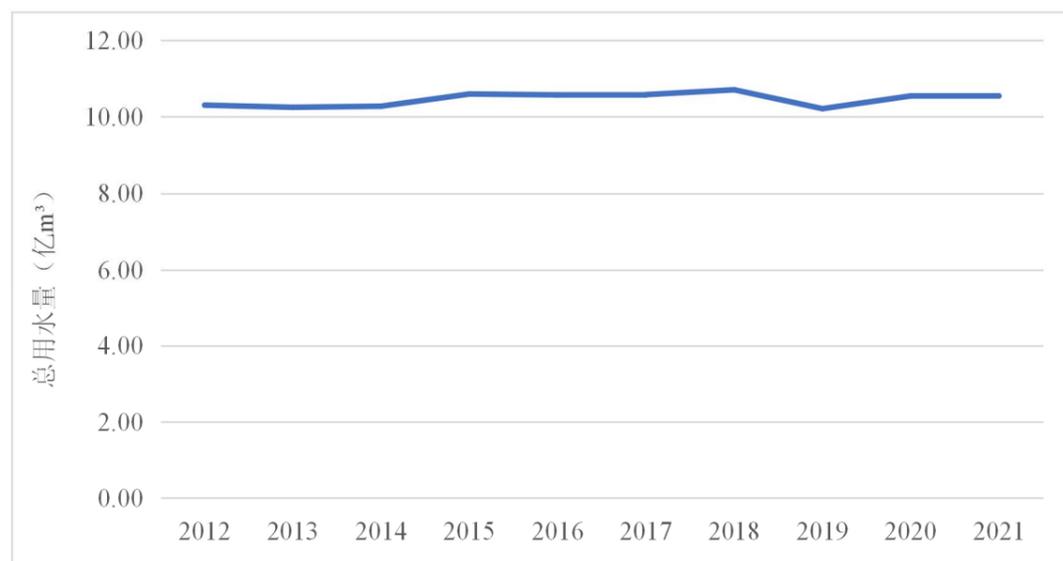


图 2-4 2012-2021 年包头市用水总量历年变化

(2) 用水效率显著提高

2012~2021 年包头市常住人口增长 2%，GDP（按照以 2012 年为基准的不变价格计算）增长 80.2%，包头以有限的水资源支撑了经济社会的快速发展。人均综合用水量变化趋势与用水总量基本一致，2012 年与 2021 年分别为 389m³、387m³，基本维持不变。万元生产总值用水量下降 43.7%（按照以 2012 年为基准的不变价格计算）。

2.2.2.3 现状用水水平

本节对包头市现状年的用水构成进行分析，并对再生水重点应用领域—工业用水的用水效率进行评价。

(1) 用水构成

2021 年，全市用水总量为 10.53 亿 m³。从用水类型的构成上看，农业用水 5.92 亿 m³，占比最大，为 56.2%；工业用水 2.77 亿 m³，占比 26.3%；综合生活用水 1.31 亿 m³，占比 12.4%；生态用水 0.53 亿 m³，占比 5.0%。

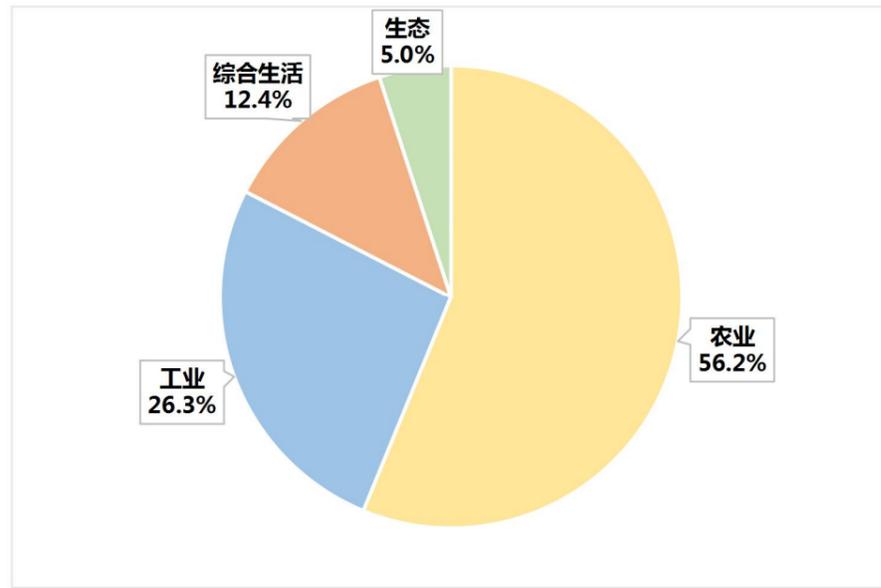


图 2-6 2021 年包头市用水构成图

工业和农业用水量各占一半，白云区主要以生活用水为主。

表 2-3 2021 年包头市各旗县区用水构成（万 m³）

	农业	工业	综合生活	生态	合计
市区及九原	13754.76	25982.08	11082.72	4310.67	55130.22
石拐区	440.27	443.97	89.67	0	973.91
土右旗	36077.88	432.90	1031.01	505.19	38046.99
固阳县	4393.44	701.15	350.49	178.00	5623.08
达茂旗	4496.34	128.73	298.80	122.40	5046.26
白云区	0	48.53	237.39	170.00	455.92
总计	59162.69	27737.36	13090.07	5286.26	105276.38

从空间分布上看，市区及九原用水总量占比最大，为 52.4%，其次是土右旗，占比 36.1%。固阳县、达茂旗、石拐区、白云区依次占比是 5.3%、4.8%、0.9%、0.4%。

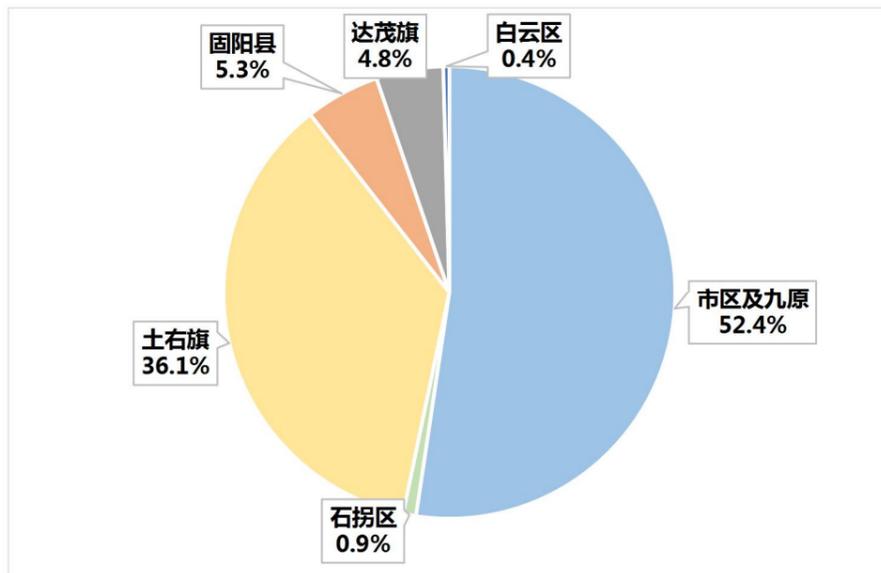


图 2-7 2021 年包头市各旗县区用水总量占比图

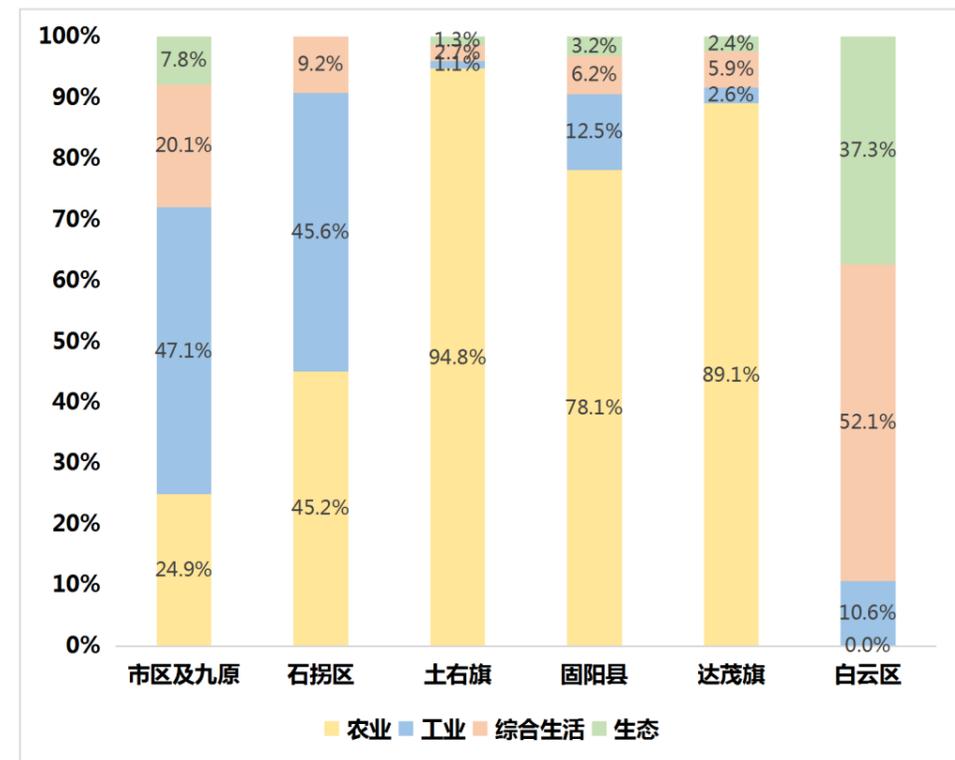


图 2-8 2021 年包头市各旗县区用水构成

从各旗县区用水构成占比图可以看出，市区及九原的用水总量中工业用水量占比最大，土右旗、固阳县、达茂旗用水总量中农业用水量占比最大，石拐区用水总量中

（2）工业用水

近年来，包头市工业用水效益不断提升，以2017年不变价计算，2017年至2021年万元工业增加值用水量下降27.4%。

与自治区平均水平以及鄂尔多斯等工业城市对比，2021年包头工业增加值用水量低于内蒙古自治区平均水平，但高于鄂尔多斯等工业城市。由于包头市工业结构以钢铁、火电、煤化工等行业为主，因此与沿黄主要城市进行对比，包头市工业用水效率处于下游水平。

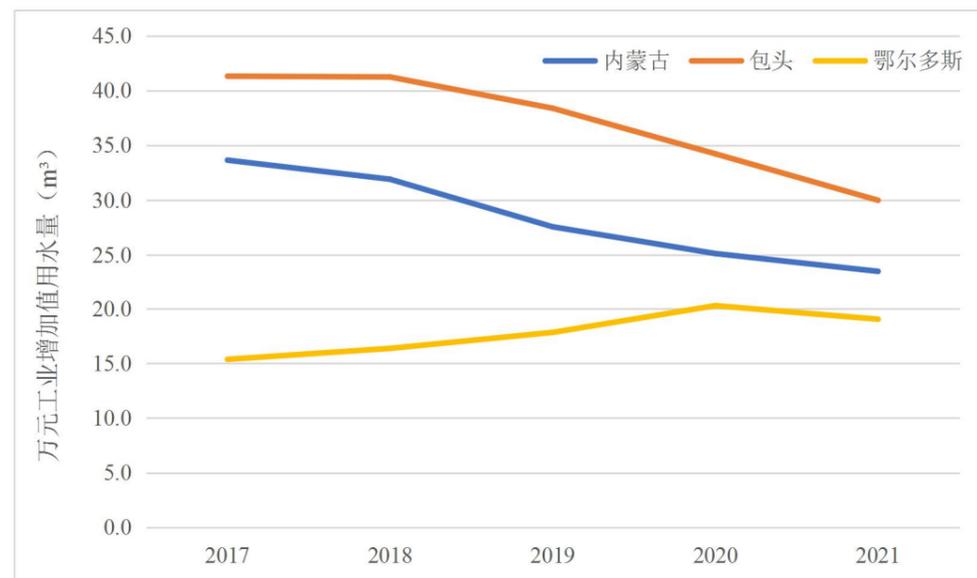


图 2-9 2017年~2021年内蒙古主要城市万元工业增加值用水量 (以2017年不变价计算)

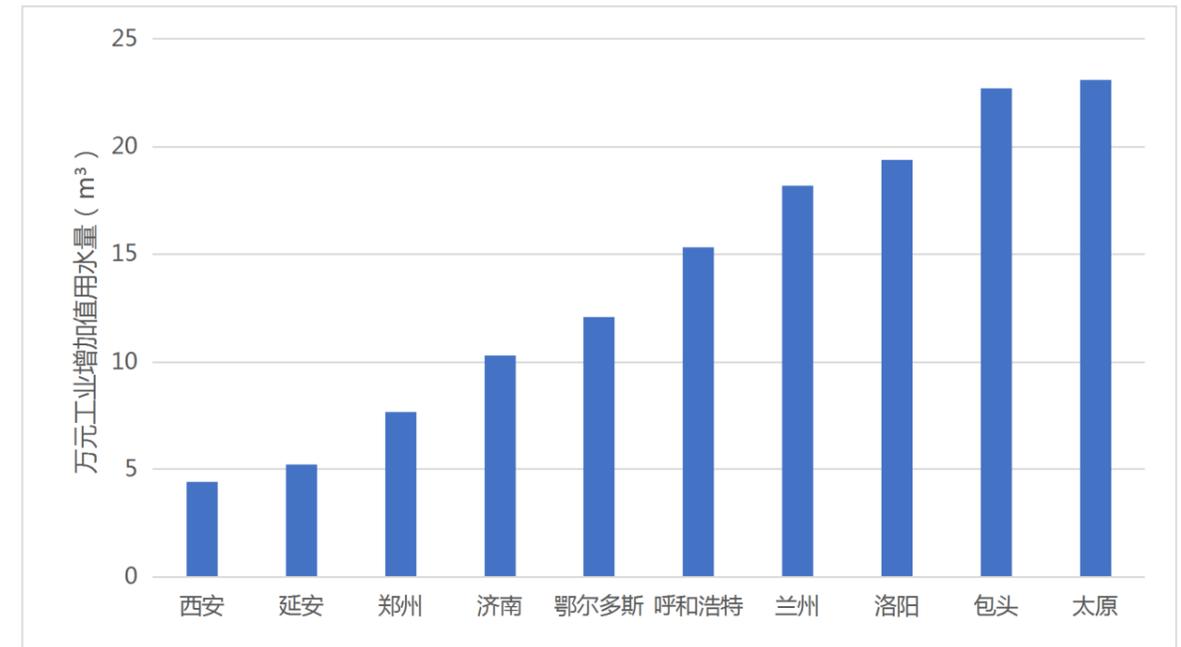


图 2-10 2021年沿黄主要城市万元工业增加值用水量 (以当年价计算)

2.3 相关规划简介

2.3.1 上位规划

《包头市国土空间总体规划（2021—2035年）》是包头市全域开展国土空间资源保护、开发、利用、修复和实施国土空间管理的行动纲领，是编制下位国土空间总体规划、详细规划、相关专项规划和开展各类开发保护建设活动、实施国土空间用途管制的基本依据。

《包头市国土空间总体规划（2021—2035年）》提出构建完善的再生水利用系统，加大再生水回用力度，创建国家再生水循环利用试点城市；加大投入，提高再生水水质标准，除工业使用外，还需满足绿化浇洒、市政杂用水、农田灌溉、河道景观的需求。至2035年，中心城区污水回用率达到80%以上，城关镇污水回用率达到60%，

乡镇污水回用率达到40%以上。

市域各重点乡镇结合近期建设重点，尤其是对绿地比较集中的地区和工业区敷设中水管线，增加污水处理厂深度处理设施，进行再生水设施建设，实现区域性分质供水。根据用水对象的不同，再生水水质应分别满足工业循环冷却用水、市政杂用水、绿化浇洒用水、景观补水以及农田灌溉用水的要求。至2035年，中心城区设置再生水厂8座，供水能力达到100万m³/d，再生水利用率达到75%以上。

2.3.2 专项规划

2.3.2.1 包头市“十四五”城市再生水利用发展规划（2021—2025）

《规划》提出到2025年，城市再生水利用率达到40%以上（国家要求25%以上），年平均提高3.6个百分点；污水再生利用设施满足再生水用水要求和区域环境保护要求，形成产水、输水、用水相适应的再生水利用系统；出水水质全部达到国家要求的污水厂排放标准；初步实现智能化管理手段。到2035年，再生水基本实现应用尽用，再生水利用实现全过程智能化管理。

《规划》确定的主要任务为：

（一）合理确定系统布局。将包头市中心城区内城市再生水系统分为北郊、南郊、万水泉、东河东、西郊、九原、东兴七个系统。配合近期重点地区的开发建设，相应做好再生管道的设计建设，适当考虑远景发展的需要，保障近期重点地区发展的需要。

（二）加强再生利用设施建设。结合现有污水处理设施提标升级扩能改造，系统规划城镇污水再生利用设施，合理确定再生水利用方向，推动实现分质、分对象供水，优水优用。

（三）扩大再生水利用范围。推进工业生产、园林绿化、道路清洗、车辆冲洗、建筑施工等领域优先使用再生水。鼓励工业园区与市政再生水生产运营单位合作，推广点对点供水。

（四）健全考核激励机制。将再生水利用目标任务纳入本地相关规划，落实责任主体，强化监督考核。

（五）推行专业化运行维护。建立立足本地、人员稳定的专业化队伍，建立常态化建设管养机制，严格按照相关标准定额实施运行维护。

（六）推进信息系统建设。推行排水户、干支管网、泵站、污水处理厂、河湖水体数据智能化联动和动态更新，开展常态化监测评估，保障设施稳定运行。

2.3.2.2 包头市城市再生水利用配置试点实施方案

《方案》针对包头市城市再生水利用效率低和再生水利用设施不健全等问题，加快推进再生水管网设施建设、完善再生水利用机制体制、创新激励机制政策和再生水利用宣传工作，为满足不同领域不同行业用水企业生产过程中对再生水水量、水质的需求。方案亮点为创建典型工业缺水城市再生水利用配置示范园区（企业）。

2022年—2025年，包头市将完成再生水相关任务5大项，各类小项8项。修订和制定再生水利用各类办法条例2部，编制再生水利用配置规划1项；再生水利用率达到40%以上，新建再生水管网50km，完成污水处理厂提质增效工程4处，实施再生水管网项目3大项、总规模50km。

《实施方案》确定的重点任务为：

（1）优化再生水利用规划布局

成立再生水利用配置试点领导小组。包头市人民政府是实施再生水利用配置试点的责任主体，成立由政府主管副市长为组长，各相关部门主要领导为成员的再生水规划、利用、配置试点领导小组。

（2）加强再生水利用配置管理

修订《包头市再生水管理办法》。一是细化落实分工方案，强化依法治污鲜明导向。二是再生水管理机制、再生水利用激励机制。三是完善再生水的供给优惠政策。四是再生水的消费刺激政策。

编制《包头市再生水配置利用规划》。明确再生水利用配置的目标、再生水厂建设布局、输配管网布置方案、分行业再生水配置方案、工业园区再生水配置方案、再生水利用配置安全保障措施等。

（3）扩展工业再生水利用领域和规模。

加快推动工业企业再生水循环利用；积极推进工业园区废水资源化利用；再生水利用配置示范园区、企业建设。

（4）完善再生水生产输配设施。

一是再生水管线工程：包头市希望园区再生水管线工程（万水泉污水处理厂-东方希望铝业）、包头市再生水管线一期工程（万水泉污水处理厂-火炬路）和北部区域二道沙河再生水管线工程。二是污水处理厂提质增效工程：包头市万水泉污水处理厂二期工程和包头市污水处理厂提质增效技改项目。

2.3.2.3 包头市区域再生水循环利用试点实施方案

《实施方案》围绕“两河一湖”区域再生水循环利用体系，通过试点建设补齐关键环节。提出到2025年，包头市再生水资源利用水平、供应可靠性和安全性大幅提

升，城市再生水利用率达到40%以上的试点目标，基本形成适应包头市经济社会发展和生态文明建设需要的再生水资源循环利用体系，构建起包头市水生态环境保护和再生水产业高质量发展相互促进的新格局，有力支撑尾间排口水量控制目标达成，显著改善水生态环境质量，将包头市打造为区域再生水循环利用在黄河流域的先行示范区，为黄河流域生态环境保护和高质量发展探索可复制、可推广的“包头模式”。

《实施方案》确定的重点任务为：

根据包头市区域再生水利用发展目标、已有基础和现存的问题，以建设包头市“两河一湖”区域再生水循环利用示范点为目标，从统筹制定再生水区域循环利用相关规划、提升污水再生处理与运行管理能力、建设人工湿地水质净化工程、完善再生水调配体系、拓宽再生水利用渠道、加强政策制度建设、加强监测监管体系建设等方面开展区域再生水循环利用试点城市建设工作。

（一）建设“两河一湖”区域再生水循环利用示范点

1. 四道沙河区域再生水循环利用示范点。建设以“水质净化厂—人工湿地净化—河道输配—草原涵养提质—库塘调蓄—城市杂用—水质净化厂”为关键环节的四道沙河区域再生水循环利用示范点。

2. 二道沙河区域再生水循环利用示范点。建设以“水质净化厂—人工湿地净化—河道补水—生态河道建设—再生水深度处理—工业利用—水质净化厂”为关键环节的二道沙河区域再生水循环利用示范点。

3. 南海湖区域再生水循环利用示范点。建设以“水质净化厂—人工湿地净化—黄河滩涂湿地涵养—景观湖泊生态修复—工业水源地建设—工业利用—水质净化厂”为关键环节的南海湖区域再生水循环利用示范点。

（二）统筹制定再生水区域循环利用相关规划

一是加强规划有效衔接。强化“多规合一”，将区域再生水循环利用试点工作实施方案与各项“十四五”规划及中长期规划统筹衔接。二是统筹再生水资源配置。将再生水全面纳入水资源统一配置体系，促进再生水与常规水源统一规划、统一配置。三是统筹再生水设施布局。将再生水利用和区域水资源规划纳入国土空间总体规划，合理确定规划区内再生水系统布局，确保再生水供需平衡、净化能力与调蓄能力匹配。

（三）提升污水处理与运行管理能力

一是提升污水收集处理能力。推进城市污水管网全覆盖，补齐“毛细血管”，同时推进城市老旧管网更新修复和雨污合流改造，提升城市污水收集率。二是加强水质净化厂水源管理。接纳含有有毒有害污染物的工业废水的水质净化厂，不纳入区域再生水循环利用体系。三是规范水质净化厂运维管理。确保再生水运营单位具备与再生水供水规模相适应的运营资金、专业技术力量、应急抢险队伍及设备，具备有关法律、法规规定的证照。四是严格水质净化厂末端监管。督促再生水运营单位健全再生水水质检测制度，设置水质检测机构，配备相应的检验技术人员和仪器设备，做好再生水水质检测工作。

（四）建设人工湿地水质净化工程

一是人工湿地水质净化工程。到2024年，人工湿地建设（修复）面积达76.4万m²，人工湿地出水水质达到地表水Ⅴ类水标准。二是河湖生态缓冲带保护和恢复。到2024年，滨河缓冲带建设面积达30.2万m²。

（五）完善再生水调配体系

一是再生水调蓄库塘。到2024年，再生水储存调蓄容量达420万m³。充分利用自然河道和地形特征，逐步实现“水脉相连、纵横交接、调蓄共用、绿色循环”的自然水景风貌。二是再生水输配管网建设。形成再生水“产、供、输、蓄”一体的生态保护和资源利用体系。到2024年，再生水输配管网长度达到265.13km。

（六）拓宽再生水利用途径

一是保障再生水生态利用。加大再生水生态补给力度，解决包头市河道生态流量保障不足、断面水质亟待改善等突出问题。二是推进再生水工业利用。将再生水纳入区域水资源统一配置，逐年提高现有工业企业再生水利用比例。三是加强再生水城市杂用。推进园林绿化、道路冲洗、车辆清洗、建筑施工等优先使用再生水。

（七）加强政策制度建设

建立健全区域再生水循环利用管理和激励政策。修订《包头市再生水管理办法》。对排水户开展常态化联合执法检查。完善区域再生水循环利用市场机制。

（八）加强监测监管和安全保障体系建设

一是加强水质净化厂进出水监测。加大前端工业企业废水排放的监管力度。二是推行人工湿地和调蓄库塘专业化运维。建立立足本地、人员稳定的专业化队伍，建立常态化建设管养机制。三是强化再生水利用安全保障。确定再生水利用设施的管理和维护责任。四是推进再生水设施信息系统建设。依法建立再生水设施信息系统并定期更新，或依托现有平台完善相关功能，实现再生水设施信息化、账册化管理。

3 水资源总体配置方案

3.1 包头市需水量预测

根据城市用地布局和人口规模预测，对包头市 2025 年需水量进行分类预测，包括综合生活需水量、工业需水量、农业需水量、生态需水量。

3.1.1 综合生活需水量预测

综合生活需水量包括城镇综合生活需水量和农村居民生活需水量。

3.1.1.1 市域人口规模与城镇化水平预测

(1) 人口变化趋势

根据《包头市统计年鉴》，2021 年包头市常住人口为 271.78 万人，其中城镇人口 235.63，城镇化率为 86.70%。对包头市近 10 年常住人口进行分析，总人口呈现出逐年增长趋势，近 10 年年均增长率为 0.22%，近 5 年年均增长率为 0.23%。

包头市近 10 年城镇化率不断提高，由 2012 年的 81.74% 增长到 2021 年的 86.70%。七普数据显示，城镇化率最低的为固阳县 45.52%，最高的为白云区 100%。

表 3-1 2012-2021 年包头市常住人口统计表

年份	城镇人口(万人)	农村人口(万人)	年末总人口(万人)	城镇化率
2012	217.81	48.65	266.46	81.74%
2013	220.94	45.98	266.92	82.77%
2014	222.94	44.61	267.55	83.33%
2015	224.42	43.60	268.02	83.73%

年份	城镇人口(万人)	农村人口(万人)	年末总人口(万人)	城镇化率
2016	227.25	41.39	268.64	84.59%
2017	230.13	39.25	269.38	85.43%
2018	231.47	38.47	269.94	85.75%
2019	232.48	37.99	270.47	85.95%
2020	233.52	37.51	271.03	86.16%
2021	235.63	36.15	271.78	86.70%

各旗县区近 10 年常住人口变化趋势表明，中心城区人口逐年增加，2021 年中心城区人口占总人口的 82.9%；外五旗县区人口流失严重，均呈现出人口负增长趋势。

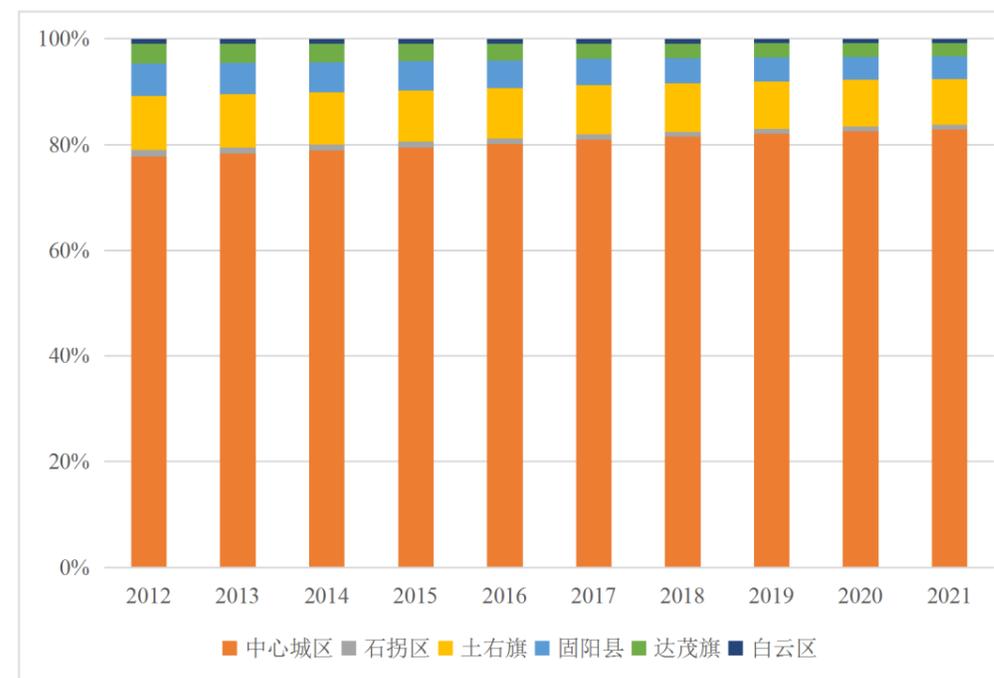


图 3-1 2012-2021 年包头市各行政区常住人口占比变化图

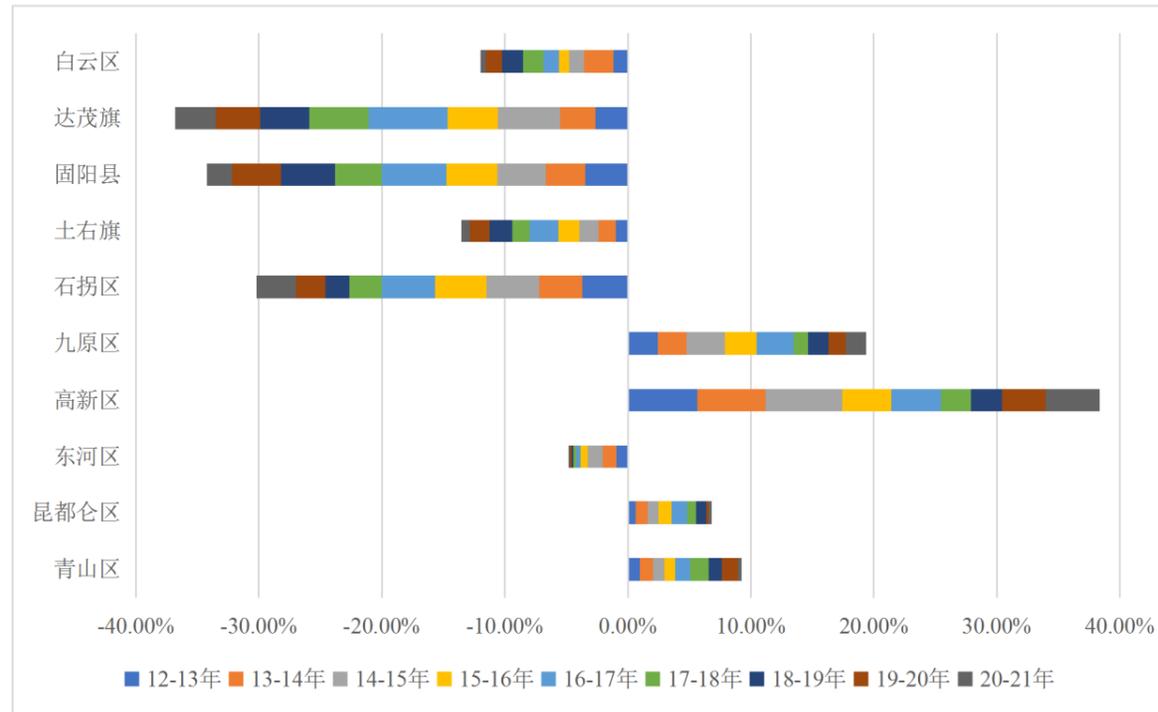


图 3-2 2012-2021 年包头市各旗县区年增长趋势图

表 3-2 2012-2021 年包头市各旗县区常住人口统计表

年份	中心城区	石拐区	土右旗	固阳县	达茂旗	白云区	合计
2012	207.40	3.25	27.01	16.46	9.79	2.55	266.46
2013	209.11	3.13	26.74	15.89	9.53	2.52	266.92
2014	211.06	3.02	26.37	15.38	9.26	2.46	267.55
2015	213.18	2.89	25.96	14.77	8.79	2.43	268.02
2016	215.35	2.77	25.52	14.16	8.43	2.41	268.64
2017	218.12	2.65	24.92	13.42	7.89	2.38	269.38
2018	220.03	2.58	24.57	12.91	7.51	2.34	269.94
2019	221.98	2.53	24.11	12.34	7.21	2.30	270.47
2020	223.76	2.47	23.73	11.85	6.95	2.27	271.03
2021	225.24	2.39	23.56	11.61	6.72	2.26	271.78

(2) 人口预测方法

方法一：综合增长率法

参考近 5 年包头市常住人口变化趋势，得出各区的年均增长率，采用综合增长率法对各旗县区进行人口预测。

$$P_j = P_0 (1+r)^n$$

其中： P_j —规划期末总人口； r —人口年均增长率； n —规划年数。

基于 2021 年包头市全市域现状常住人口 271.78 万人，预测到 2025 年常住人口为：

$$Y_{2025} = 271.78 (1+2.44\%)^4 = 274.44 \text{ 万人}$$

方法二：时间序列法

根据 2012-2021 年市域总人口数据，通过时间趋势外推法建立一元线性回归方程分析包头市人口变化规律。其回归模型为：

$$P_t = b_1 \cdot Y_t + b_0$$

其中： P_t —第 t 年的市域总人口； Y_t —第 t 年年份； b_0, b_1 —回归系数。

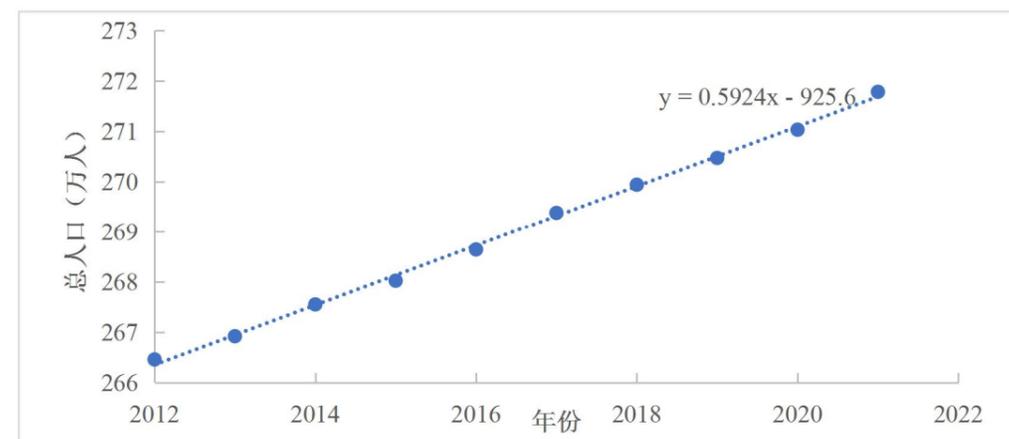


图 3-3 包头市近 10 年总人口变化趋势图

回归结果为： $y=0.5924x-925.6$ ，其中 x 为规划年时间序列。回归拟合及外推预测得出 2025 年人口规模为：

$$Y_{2025}=0.5924 \times 2025-925.6=274.01 \text{ 万人}$$

表 3-3 时间趋势外推法计算规划年总人口规模一览表

	现状（2021年）	规划（2025年）
总人口（万人）	271.78	274.01

（3）人口综合预测结果

综合以上两种预测方法，根据对近 10 年包头市常住人口的变化发展趋势分析，考虑到未来包头市在统筹发展下，人口集聚，加上《中共中央国务院关于优化生育政策促进人口长期均衡发展的决定》等国家优化生育政策的出台，最终得到包头市常住人口到 2025 年为 274.44 万。

（4）城镇化水平预测

①方法一：时间趋势外推法

表 3-4 2012 年-2021 年包头市城镇化率

年份	城镇化率
2012	81.74%
2013	82.77%
2014	83.33%
2015	83.73%
2016	84.59%
2017	85.43%
2018	85.75%
2019	85.95%
2020	86.16%
2021	86.70%

根据 2012 年-2021 年包头市城镇化率，通过时间趋势外推法进行分析，建立模型 $y=10.801\ln(x)-81.34$ ，其中 x 为规划年，拟合曲线得出 2025 年城镇化率为 89.2%。

②方法二：综合增长率法

根据 2012 年-2021 年包头市城镇化率，可知近 10 年包头市城镇化率年均增长 0.50%，因此预测 2025 年城镇化率为 88.7%。

③城镇化综合预测结果

综合以上两种预测方法的预测结果，结合《包头市国土空间规划》及包头市现状，预测 2025 年包头市城镇化率为 88.5%。

（5）市域人口及城镇化预测结果

综合上述分析，2025 年包头市中心城区及外五旗县区人口预测结果如下：

表 3-5 2025 年包头市人口及城镇化率预测结果

	城镇人口（万人）	农村人口（万人）	总人口（万人）	城镇化率
中心城区	219.26	12.84	232.10	94.47%
石拐区	1.62	0.54	2.16	75.00%
土右旗	11.58	10.69	22.27	52.00%
固阳县	5.02	5.02	10.04	50.00%
达茂旗	3.15	2.58	5.72	55.00%
白云区	2.15	0.00	2.15	100%
合计	242.78	31.67	274.44	88.46%

3.1.1.2 用水定额选取

（1）城镇综合生活用水定额

①趋势外推法

随着人民生活水平的不断提高，2021 年包头市人均综合生活用水量为 131L/人·d，

较 2017 年增长了 30L/人·d，参考近 5 年增长趋势，采用趋势外推法建立线性曲线拟合，得出包头市 2025 年城镇综合生活用水定额为 168L/人·d。

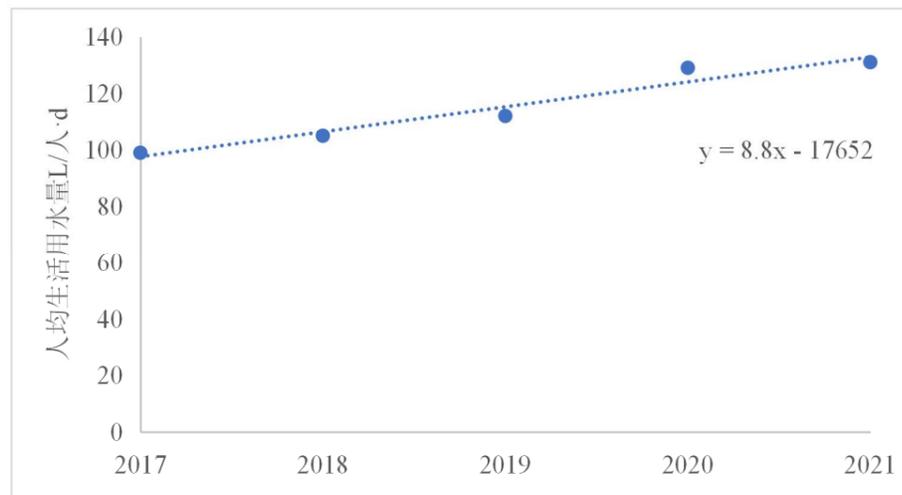


图 3-4 包头市 2017-2021 年人均生活用水量变化图

②标准规范参考

《室外给水设计标准》（GB50013-2018）中指出综合生活用水定额应根据当地国民经济和社会发展、水资源充沛程度、用水习惯，在现有用水定额基础上，结合城市总体规划和给水专业规划，本着节约用水的原则，综合分析确定。根据平均日综合生活用水定额的要求，选取适宜的综合生活用水定额指标。

表 3-6 平均日综合生活用水定额[L/(人·d)]

城市类型	超大城市	特大城市	I 型大城市	II 型大城市	中等城市	I 型小城市	II 型小城市
一区	210~410	180~360	150~330	140~300	130~280	120~260	110~240
二区	150~230	130~210	110~190	90~170	80~160	70~150	60~140
三区	-	-	-	90~160	80~150	70~140	60~130

③周边等体量城市对比

2021 年人均综合生活用水量较呼和浩特及鄂尔多斯偏低，具备一定上升空间。

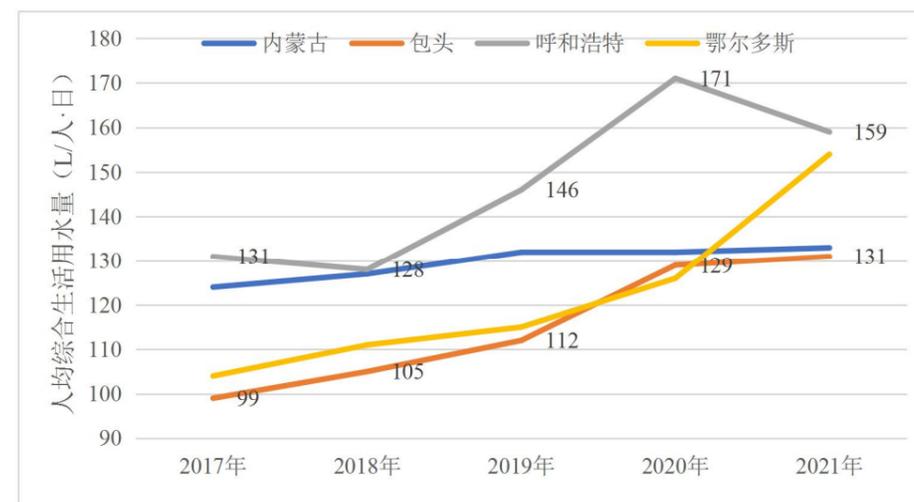


图 3-5 2017—2021 年内蒙古主要城市人均综合生活用水量

综上，最终确定 2025 年包头市城镇综合用水定额为 155-165L/人·d。

(2) 农村生活用水定额

根据近 10 年《包头市水资源公报》显示，农村人均生活用水量由 2012 年的 43L/d 增长到 2021 年的 65L/d，增长了 51%，年均增长 2.2L/d，考虑到农村人均生活用水量近几年增速减缓，参考 2021 年内蒙古全区农村人均生活用水量（91.7L/d），预测到 2025 年包头市农村生活用水定额为 65-75L/人·d。

(3) 小结

各旗县区 2025 年城镇综合及农村生活用水定额预测结果如下：

表 3-7 2025 年城镇综合及农村生活用水定额预测结果 (L/人·d)

	城镇综合生活	农村生活
中心城区	165	75
石拐区	155	70
土右旗	155	70
固阳县	155	65
达茂旗	155	65
白云区	165	—

3.1.1.3 预测结果

根据上述人口及综合生活用水定额的预测结果，预测 2025 年包头市综合生活用水量为 15362 万 m³。

表 3-8 2025 年预测综合生活用水量（万 m³）

	城镇综合	农村生活	合计
中心城区	13205	351	13556
石拐区	91	14	105
土右旗	655	273	928
固阳县	284	119	403
达茂旗	178	61	239
白云区	129	0	129
合计	14543	819	15362

3.1.1.4 趋势法校核

根据《内蒙古水资源公报》，2013~2021 年间，包头市综合生活用水量呈现出逐年上升趋势，2021 年较 2013 年增长 0.38 亿 m³，2021 年较 2017 年增长 0.26 亿 m³。采用趋势外推法，预测到 2025 年综合生活需水量 1.56 亿 m³。

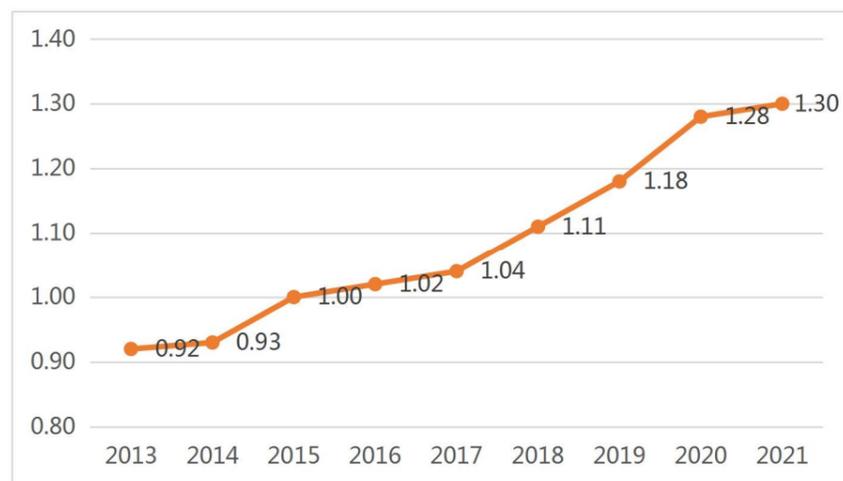


图 3-6 2013-2021 年包头市综合生活用水量趋势图

趋势外推法预测结果与定额法预测结果较为接近，因此采用定额法的预测结果。

3.1.2 工业需水量预测

包头市近 10 年工业用水量总体保持稳定，但由于 2025 年前以硅材料企业为代表的工业企业大量落户投产，工业用水量将显著增加，趋势法及指标法不适宜于 2025 年工业用水量的预测，因此 2025 年采用调研统计法进行预测。

包头市 2021 年工业用水量为 27737 万 m³。根据对全市的调研情况进行统计，并对各个企业的用水需求采用定额法或者同行业比对法进行校核，预测到 2025 年新增工业用水量为 11502 万 m³，因此 2025 年工业用水量为 39239 万 m³。

表 3-9 包头市 2025 年新增工业用水需求表

序号	企业名称	单位性质	所在旗县区	较 2021 年新增水量 (万 m ³)
1	包头晶澳太阳能科技有限公司	新增	青山区	917
2	弘元新材料（包头）有限公司	新增	青山区	1117
3	包头阿特斯阳光能源科技有限责任公司	新增	青山区	112
4	内蒙古通威多晶硅有限公司	现有	昆都仑区	1383
5	包头美科硅能源有限公司	现有	昆都仑区	450
6	内蒙古鑫元硅材料科技有限公司	新增	昆都仑区	500
7	龙马高端风能装备	新增	昆都仑区	145
8	双良硅材料（包头）有限公司	新增	高新区	930
9	包头华鼎铜业发展有限公司	现有	高新区	9
10	包头威丰新材料有限公司	现有	高新区	0
11	内蒙古大全新能源有限公司	新增	九原区	1200
12	内蒙古光威碳纤有限公司	新增	九原区	70
13	包头中远防务材料有限公司	新增	九原区	4
14	明拓铁素体不锈钢有限公司	新增	九原区	86
15	内蒙古鑫国镨新能源材料有限公司	新增	九原区	30

序号	企业名称	单位性质	所在旗县区	较 2021 年新增水量 (万 m³)
16	包头永和新能源材料产业园项目	新增	九原区	600
17	内蒙古杉杉新材料有限公司	现有	九原区	22
18	国能包头煤化工有限责任公司升级示范项目	现有	九原区	730
19	石拐区工业园区（经纬能化、亚新等）	现有	石拐区	609
21	新特硅材料	新增	土右旗	300
22	包头市洲际汇鑫石化科技有限公司	新增	土右旗	2.82
23	内蒙古德隆墟环保科技有限公司	新增	土右旗	0.73
24	内蒙古尤佳医疗科技有限公司	新增	土右旗	100
25	内蒙古博明医疗用品有限公司	新增	土右旗	38.5
26	内蒙古豪安能源科技有限公司	新增	土右旗	30.6
27	包头康碳复合材料科技有限公司	新增	土右旗	2.4
28	腾冲鸿鑫新型材料有限公司	新增	土右旗	32
29	内蒙古康顺有限公司	新增	土右旗	3.6
30	内蒙古晶辉循环科技有限公司	新增	土右旗	65.12
31	内蒙古鼎泰万邦新能源科技有限公司	新增	土右旗	1.8
32	内蒙古草原荣昇食品有限公司	新增	土右旗	0.23
33	内蒙古金粮安食品有限公司	新增	土右旗	0.03
34	内蒙古恒泰裕丰新材料有限公司	新增	土右旗	21.25
35	内蒙古蒙绥元食品有限责任公司	新增	土右旗	10
36	内蒙古蒙源宜康科技有限公司	新增	土右旗	3
37	苏州鸿博斯特超净科技有限公司	新增	土右旗	0.1
38	内蒙古信博食品有限责任公司	新增	土右旗	1.1
39	内蒙古中皓精细化工有限公司	新增	土右旗	2.28
40	内蒙古屹原生物科技有限公司	新增	土右旗	1.38
41	内蒙古辉腾能源化工有限公司	新增	土右旗	371.4
42	弘元新材料	新增	固阳县	400
43	东方日升新能源	新增	固阳县	250
44	内蒙古华电氢能科技有限公司	新增	达茂旗	18.876
45	远景能源集团	新增	达茂旗	327
46	水木明拓（达茂）氢能源科技有限公司	新增	达茂旗	200

序号	企业名称	单位性质	所在旗县区	较 2021 年新增水量 (万 m³)
47	内蒙古海达新材料科技有限公司	新增	达茂旗	13.22
48	内蒙古金鄂博氟化工有限责任公司	新增	达茂旗	90
49	白云区	新增	白云区	300
	合计			11502

3.1.3 农业需水量预测

包头市农业需水预测主要包括农业灌溉需水量和牲畜业需水量。

3.1.3.1 农业灌溉需水量

近十年农业用水稳定在 5.8-6.8 亿 m³ 之间。2025 年预测用水量维持现状水平。

3.1.3.2 牲畜业需水量

表 3-10 包头市畜牧业需水量预测表

地区	大牲畜			小牲畜			生猪			畜牧业需水量 (万 m³)
	需水定额 (L/头·d)	数量 (万头)	需水量 (万 m³)	需水定额 (L/头·d)	数量 (万头)	需水量 (万 m³)	需水定额 (L/头·d)	数量 (万头)	需水量 (万 m³)	
中心城区	55.00	4.3	86.32	8.00	25.45	74.31	38.00	6.82	94.59	255
石拐区	55.00	0.01	0.20	8.00	3.5	10.22	38.00	0.14	1.94	12
土右旗	55.00	9.61	192.92	8.00	106.6	311.27	38.00	8.34	115.68	620
固阳县	55.00	0.5	10.04	8.00	56.2	164.10	38.00	2.06	28.57	203
达茂旗	55.00	6.38	128.08	8.00	44.01	128.51	38.00	1.56	21.64	278
白云区	0.00	0	0.00	8.00	0	0.00	38.00	0	0.00	0
总计	55.00	20.8	417.56	8.00	235.77	688.45	38.00	18.92	262.42	1368

3.1.3.3 农业需水量预测结果

2025年农业需水量预测结果为59357万m³。

表 3-11 包头市 2025 年农业需水量预测结果

	农业灌溉需水量	畜牧业需水量	合计
中心城区	12261	255	12516
石拐区	314	12	326
土右旗	37259	620	37879
固阳县	3907	203	4109
达茂旗	4249	278	4527
白云区	0	0	0
总计	57989	1368	59357

3.1.4 生态需水量预测

3.1.4.1 城市绿化

根据《2022年包头市统计年鉴》，2021年包头市园林绿化面积为11746公顷，其中中心城区9720公顷。2021年中心城区绿化用水为1928万m³，每年绿化灌溉按照180天计算，现状单位面积绿化用水量为1.10L/（m²·d），远低于《内蒙古行业用水定额》（DB15/T385-2020）中公园绿地灌溉定额先进值1.9L/（m²·d），仅与附属绿地和区域绿地的灌溉定额先进值1.1L/（m²·d）相当。因此，包头市现状绿化灌溉用水量严重不足。

《包头市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标》提出深化“三百米见绿，五百米见园”绿化行动，到2025年建成区绿地覆盖率由42.8%提高至44.55%，同时考虑2025年建设用地的增长，预计到2025年全市园林绿化面积

将达到12387公顷。

根据《内蒙古行业用水定额》（DB15/T385-2020）中城市绿化管理中的绿化用水定额指标，结合包头市绿化用水现状，以及包头市各类绿地构成，确定2025年绿化用水定额为1.8L/（m²·d）。绿化周期为180天，预测到2025年包头市绿化用水为4013万m³。

3.1.4.2 市政杂用

根据《2022年包头市统计年鉴》可知，2021年全市人均城市道路面积为18.91平方米，市区为17.69平方米。根据调研可知现状市区道路浇洒水量为35.8万m³。道路浇洒天数按照210天/年，因此现状用水定额为0.05L/（m²·d），用水定额偏低。

根据《包头市国土空间规划》可知，2025年包头市道路网密度将达到8千米/平方公里，预计到2025年包头市道路面积将达到4574万平方米，参考《内蒙古行业用水定额》（DB15/T385-2020）中场地、道路浇洒定额标准，结合包头市现状，确定2025年道路浇洒用水定额为0.3L/（m²·d），道路浇洒周期从4月15日到10月15日，共210天，综上，预测到2025年包头市道路浇洒用水为288万m³。

3.1.4.3 大青山生态用水及河道生态补水

根据《包头市大青山生态应急水源工程可行性研究报告》，大青山生态用水需求1591万m³/年，其中大青山绿化用水642万m³/年，中心城区河流生态恢复补水（包括昆都仑河、北郊景观河、四道沙河和二道沙河）948.5万m³/年。通过泰弘2号泵站和输水管道向昆河、东河、北郊截洪沟、二道沙河、四道沙河等进行补水。

3.1.4.4 小结

根据城市绿化、道路浇洒、河道补水的需求分析结果，最终确定 2025 年包头市生态用水需求为 5893 万 m³。中心城区及各个旗县区的生态用水需求如下表所示：

表 3-12 包头市各旗县区 2025 年生态需水量

行政区	生态需水量（万 m ³ ）
中心城区	5169
石拐区	65
土右旗	350
固阳县	140
达茂旗	78
白云区	90
合计	5893

3.1.5 总需水量预测

汇总生活用水、工业用水、农业用水和生态用水的预测结果，得到 2025 年包头市需水量预测结果，合计 119851 万 m³。各区域分类型蓄水量预测结果如下表所示：

表 3-13 2025 年包头市各旗县区需水量预测汇总表（万 m³）

分区	综合生活	农业	工业	生态	总计
中心城区	13556	12516	34287	5169	65529
石拐区	105	326	1053	65	1549
土右旗	928	37879	1421	350	40578
固阳县	403	4109	1351	140	6003
达茂旗	239	4527	778	78	5622
白云区	129	0	349	90	568
全市	15362	59357	39239	5893	119851

3.1.6 用水结构变化

2021 年包头市的用水量为 105276 万 m³，其中农业占 56%，工业占 26%，生活占 13%，生态占 5%。

2025 年包头市预测需水量为 119851 万 m³，其中农业占 49%，工业占 33%，生活占 13%，生态占 5%。用水结构较 2021 年有所调整，工业需水量占比较 2021 年提高。



图 3-7 包头市用水结构对比图

3.2 可供水量

3.2.1 地表水

本规划中，地表水包括过境黄河水及本地地表水，两类水资源可供水量预测如下：

3.2.1.1 黄河水

根据《国务院办公厅转发国家计委和水电部关于黄河可供水量分配方案报告的通知》（国办发〔1987〕61号），方案以 1980 年实际用水量为基础，认真研究了有关

省（区、市）的灌溉发展规模、工业和城市用水增长以及大中型水利工程兴建的可能性，黄河流域总引用水量比 1980 年增加 40%以上。对沿黄各省区的耗水量指标进行了分配，将黄河 580 亿 m³/a 的水资源总量扣除冲沙、生态、损失之后的 370 亿 m³/a 的耗水量指标分配到沿黄 9 个省区以及河北省和天津市。其中，内蒙古自治区分得的耗水量指标为 58.6 亿 m³/a，其中按行政区划分，包头市分得 5.5 亿 m³/a。包头市按照取水口及用水类型对指标进行了分配。其中农业 3.45 亿 m³/a，工业和生活 2.05 亿 m³/a。由于黄河水泥沙含量较大，受计量方式的影响，规划年黄河水沉沙后的可利用量将仅为 5.29 亿 m³/a。

表 3-14 包头市黄河水初始水权明细表

序号	取水口	指标用水类型	使用范围	初始分配水权指标 (万 m ³)
1	包钢水源地	工业	中心城区	12000
2	磴口水源地	生活	中心城区	1500
3	画匠营子水源地	生活、工业	中心城区	7000
4	磴口扬水灌区	农业	土右旗	18200
5	民族团结灌区	农业	土右旗	7000
6	三湖河灌区	农业	九原区	2300
7	沿黄小泵站	农业	土右旗	7000
	合计			55000

根据水利部《关于内蒙古宁夏黄河干流水权转换试点工作的指导意见》（水资源[2004]159号）、内蒙古自治区人民政府《关于黄河干流水权转换实施意见（试行）的通知》（内政字[2004]395号），包头市开始开展市内黄河水水权转换工作，实施包头市黄河灌区水权转让一期工程，通过土右旗黄河水灌区节水改造，转换黄河水水权指标 5747 万 m³。其中包头市黄河一期水权转让节水工程已核验水量 3447 万 m³，

包头市大青山水源工程水权转让节水工程 2300 万 m³。

3.2.1.2 本地地表水

包头市现有水库 10 座，其中中型水库 4 座，小型水库 6 座。计划新建水库 3 座。预计 2025 年可供水量 7106 万 m³。由于包头市河流多为季节性河流，蒸发量大，难以形成径流，因此本地地表水资源利用较为困难。各水库的功能及蓄水能力如下：

表 3-15 包头市水库一览表

序号	水库名称	类型	所在地区	规模	总库容 (万 m ³)	功能	2025 年可供水量 (万 m ³)
1	昆都仑水库	现状	市区	中型	7850	防洪、供水、生态保护、旅游	2500
2	美岱水库	现状	土右旗	中型	2040	防洪为主、集灌溉、供水、旅游观光等	947
3	阿塔山水库	现状	固阳县	中型	6464	供水防洪为主，兼有拦沙等	233
4	黄花滩水库	现状	达茂旗	中型	1480	防洪为主，兼顾灌溉养殖等	10
5	清水湾水库	现状	达茂旗	小（1）型	242.5	防洪为主兼顾灌溉	23
6	艾不盖河水库	现状	达茂旗	重点小（1）型	168	防洪为主兼顾灌溉	33
7	杨油坊水库	现状	达茂旗	小（1）型	998	防洪为主兼顾灌溉	225
8	青龙湾水库	现状	达茂旗	小（1）型	462.2	防洪为主兼顾灌溉	120
9	东泉子沟水库	现状	达茂旗	小（1）型	19.94	防洪为主兼顾灌溉	6
10	温都不令水库	现状	达茂旗	小（1）型	62.06	防洪为主兼顾灌溉	9
11	敕勒川水库	新建	土右旗	中型	2300	防洪为主兼灌溉	1000
12	五当沟水库	新建	石拐区	中型	2595	防洪为主兼灌溉	1000
13	下湿壕水库	新建	固阳县	小型		防洪为主兼灌溉	1000
合计							7106

（1）昆都仑水库

昆都仑水库位于内蒙古包头市西北部黄河支流昆都仑河下游沟口处，距市辖区约 10 公里左右，是国家重点中型水库。控制流域面积 2581km²，总库容 7850 万 m³，

兴利库容 880 万 m³，死库容 1130 万 m³，防洪库容 2871 万 m³，设计供水能力 1500 万 m³/a。设计洪水标准为 1000 年一遇。设计洪水位 1170.90m，校核洪水位 1173.95m，汛限水位 1162.75m，下游河道最大安全泄洪流量为 1170m³/s。水库是融防洪、供水、生态保护、旅游为一体的综合性水利工程。经过 62 年运行，库区淤积量达 3300 万 m³，占总库容的 42%，淤积程度比较严重，造成防洪库容不足，供水能力减弱，兴利功能衰减，已严重影响城市防洪和供水功能的正常发挥。现开展清淤工作清淤后将增加有效库容 2500 万 m³，基本恢复原设计库容，有效提高防洪能力及兴利效益。

（2）美岱水库

美岱水库位于土右旗美岱沟下游沟口处，是一座以防洪为主、集灌溉、供水、旅游观光等为一体的中型水库。水库控制流域面积 896km²，总库容 2040 万 m³，兴利库容 978 万 m³，死库容 185 万 m³，防洪库容 160 万 m³，设计供水能力 94 万 m³/a。设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 100 年一遇。设计洪水位为 1159.39m，校核洪水位为 1166.48m。2020 年美岱水库年实际供水量为 942 万 m³。

（3）黄花滩水库

黄花滩水库位于达茂旗塔尔红河下游百灵庙镇东南 13km 处，是一座以防洪为主，兼顾灌溉养殖等综合利用的中型水库。水库以上流域面积 1200km²，总库容 1480 万 m³，其中，正常蓄水位以下库容 378 万 m³，兴利库容 295 万 m³，调洪库容 1049 万 m³，死库容 200 万 m³。设计洪水标准为 100 年一遇，设计洪水水位 1409.7m；校核洪水标准为 1000 年一遇，校核洪水水位 1411.49m；正常蓄水位 1405.90m，防洪高水位 1408.48m。水库每年可供水水量 305 万 m³。

（4）阿塔山水库

阿塔山水利枢纽工程（简称水库）位于黄河一级支流昆都仑河上游，包头市固阳县境内。水库的主要功能以供水防洪为主，兼有拦沙，等综合利用。水库总库容 6464 万 m³，其中死库容 294 万 m³，兴利库容 2543 万 m³，调洪库容 3627 万 m³，防洪库容 283 万 m³；正常蓄水位 1400.3m，校核洪水位 1409.53m，设计洪水位 1405.08m，汛期限制水位 1400.3m，死水位 1386.1m，设计洪水标准为 100 年一遇，校核洪水标准为 1000 年一遇。水库建成后，每年可供水量 325 万 m³。

3.2.2 地下水

根据《内蒙古自治区第三次全国水资源调查评价》可知，包头市地下水可开采量为 3.61 亿 m³。在用水现状的基础上，综合考虑各地区地下水控制指标情况，保证各地区地下水合理利用量，预测 2025 年包头市地下水可供水量分别为 33442 万 m³。

表 3-16 包头市地下水可开采量（万 m³）

指标	地下水可开采量	2021 年	2025 年
市区	11433	13804.89	13800
石拐区	2000	895.84	800
土右旗	7042	6841.52	7042
固阳县	7495	5104.59	6052
达茂旗	7833	5045.74	5738
白云区	300	285.92	168
全市	36103	31978.48	33600

3.2.3 非常规水资源

3.2.3.1 再生水

（1）中心城区再生水量

① 城镇综合生活用水量

根据需水量预测可知，包头市中心城区 2025 年城镇综合生活用水量为 13250 万 m³（含石拐新区），较 2021 年城镇综合生活用水量 10917 万 m³ 新增 2333 万 m³。

② 工业用水量

包头市中心城区 2021 年工业用水量为 25982 万 m³。根据对中心城区的调研情况进行统计，并对各个企业的用水需求采用定额法或者同行业比对法进行校核，预测到 2025 年新增工业用水量为 8305 万 m³，中心城区 2025 年新增工业用水需求如下：

表 3-17 中心城区 2025 年新增工业用水需求表

序号	企业名称	所在旗县区	2025 年需水量	较 2021 年新增需水量
1	包头晶澳太阳能科技有限公司	青山区	1000	917
2	弘元新材料（包头）有限公司	青山区	1500	1117
3	包头阿特斯阳光能源科技有限责任公司	青山区	210	112
4	内蒙古通威多晶硅有限公司	昆都仑区	1550	1383
5	包头美科硅能源有限公司	昆都仑区	450	450
6	内蒙古鑫元硅材料科技有限公司	昆都仑区	500	500
7	龙马高端风能装备	昆都仑区	145	145
8	双良硅材料（包头）有限公司	高新区	930	930
9	包头华鼎铜业发展有限公司	高新区	150	9
10	内蒙古大全新能源有限公司	九原区	1200	1200
11	内蒙古光威碳纤有限公司	九原区	70	70
12	包头中远防务材料有限公司	九原区	4	4

13	明拓铁素体不锈钢有限公司	九原区	85.76	86
14	内蒙古鑫国镨新能源材料有限公司	九原区	30	30
15	包头永和新能源材料产业园项目	九原区	600	600
16	内蒙古杉杉新材料有限公司	九原区	22	22
17	国能包头煤化工有限责任公司升级示范项目	九原区	730	730
	合计			8305

上述新增工业用水中，内蒙古大全新能源有限公司、国能包头煤化工有限责任公司等用水大户均为废水零排企业，能够排放废水的企业其用水量共 4755 万 m³。

③ 污水量预测

➤ 定额系数预测法

◆ 污水排放系数

综合生活污水的污水排放系数参考包头市实际情况以及《城市排水工程规划规范》（GB50318），综合确定为 0.8。工业废水污水排放系数根据包头市存在大量污水零排放企业的现状、包头市工业废水排水量调研情况以及近 5 年污水排放量校核结果，综合确定取 0.2。

◆ 污水量计算

预计 2025 年较 2021 年新增污水量 2817 万 m³，计算过程如下表所示：

表 3-18 2025 年新增污水量预测表（定额系数预测法）

	新增用水量（万 m ³ ）	排放系数	污水量（万 m ³ ）
城镇综合生活	2333	0.8	1866
工业	4755	0.2	951
合计			2817

2021 年现状污水量为 13848 万 m³，2025 年新增污水量 2817 万 m³，因此预计 2025 年污水量为 16665 万 m³。

➤ 趋势预测法

根据 2012 年-2021 年包头市《城建统计年鉴》中心城区污水量数据，拟合曲线，得出 2025 年污水量为 16295 万 m³。

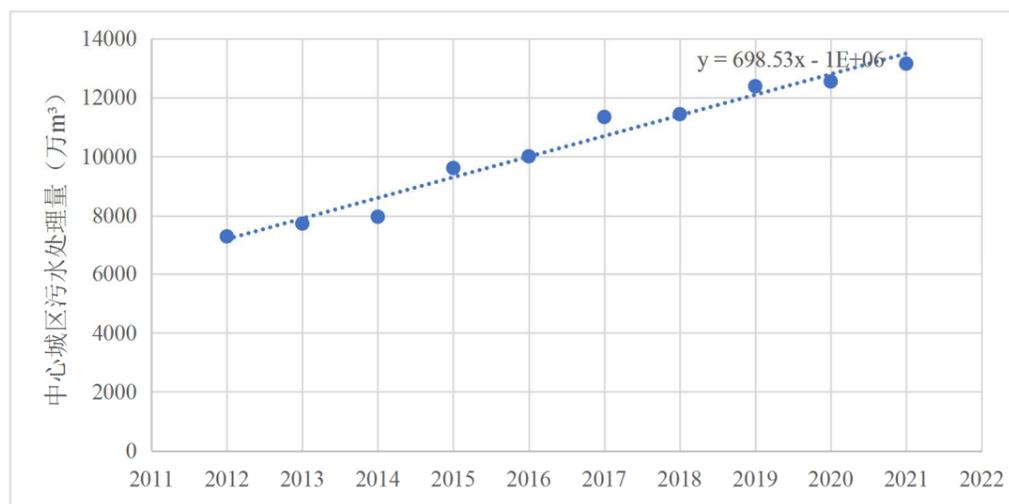


图 3-8 2012 年-2021 年包头中心城区污水处理量拟合图

➤ 预测结果

定额及统计预测法计算法得出 2025 年中心城区再生水可供水量为 13332 万 m³，现状趋势预测法得出 2025 年再生水可供水量为 13036 万 m³，两种方法的相对偏差为 2%，偏差较小。最终以定额及统计预测法得出的数据作为预测结果。

根据《城镇污水再生利用工程设计规范》（GB50335-2016）结合包头市污水处理厂的进出水比例，确定再生水的产水量为污水量的 80%，最终以定额系数预测法得出的数据作为预测结果，因此到 2025 年包头市中心城区可供再生水量为 13332 万 m³。

(2) 外五旗县区可供水量

①综合生活用水量

根据需水量预测结果可知，包头市外五旗县区 2025 年城镇综合生活用水量为

1338 万 m³。

②工业用水量

包头市外五旗县区现状工业用水量为 1755 万 m³。根据对各个旗县区的调研情况进行统计，并对各个企业的用水需求采用定额法或者同行也对比法进行校核，预测到 2025 年新增工业用水量为 3196 万 m³，因此 2025 年工业用水量为 4951 万 m³。

表 3-19 外五旗县区 2025 年新增工业用水需求表

序号	企业名称	所在旗县区	2025 年需水量	较 2021 年新增需水量
1	石拐区工业园区	石拐区	609	609
2	新特硅材料	土右旗	300	300
3	包头市洲际汇鑫石化科技有限公司	土右旗	2.82	2.82
4	内蒙古德隆墟环保科技有限公司	土右旗	0.73	0.73
5	内蒙古尤佳医疗科技有限公司	土右旗	100	100
6	内蒙古博明医疗用品有限公司	土右旗	38.5	38.5
7	内蒙古豪安能源科技有限公司	土右旗	30.6	30.6
8	包头康碳复合材料科技有限公司	土右旗	2.4	2.4
9	腾冲鸿鑫新型材料有限公司	土右旗	32	32
10	内蒙古康顺有限公司	土右旗	3.6	3.6
11	内蒙古晶辉循环科技有限公司	土右旗	65.12	65.12
12	内蒙古鼎泰万邦新能源科技有限公司	土右旗	1.8	1.8
13	内蒙古草原荣昇食品有限公司	土右旗	0.23	0.23
14	内蒙古金粮安食品有限公司	土右旗	0.03	0.03
15	内蒙古恒泰裕丰新材料有限公司	土右旗	21.25	21.25
16	内蒙古蒙绥元食品有限责任公司	土右旗	10	10

17	内蒙古蒙源宜康科技有限公司	土右旗	3	3
18	苏州鸿博斯特超净科技有限公司	土右旗	0.1	0.1
19	内蒙古信博食品有限责任公司	土右旗	1.1	1.1
20	内蒙古中皓精细化工有限公司	土右旗	2.28	2.28
21	内蒙古屹原生物科技有限公司	土右旗	1.38	1.38
22	内蒙古辉腾能源化工有限公司	土右旗	371.4	371.4
23	弘元新材料	固阳县	400	400
24	东方日升新能源	固阳县	250	250
25	内蒙古华电氢能科技有限公司	达茂旗	19	19
26	远景能源集团	达茂旗	327	327
27	水木明拓（达茂）氢能源科技有限公司	达茂旗	200	200
28	内蒙古海达新材料科技有限公司	达茂旗	13.22	13.22
29	内蒙古金鄂博氟化工有限责任公司	达茂旗	90	90
30	白云区	白云区	300	300
	合计			3196

➤ 定额系数预测法

◆ 污水排放系数

综合生活污水的污水排放系数参考包头市实际情况以及《城市排水工程规划规范》（GB50318），综合确定为0.8。工业废水污水排放系数根据包头市工业废水排水量调研情况以及近5年污水排放量校核结果，综合确定为0.2。

◆ 污水量计算

根据目前包头市污水厂处理进厂量与出厂量的比例，得出污水厂产水系数为0.8，则包头市污水厂可供再生水量为1642万m³。

综上，2025年可供再生水量为14975万m³。

(2) 再生水预测结论

根据对包头市中心城区及外五旗县区2025年的城镇生活、工业用水量及污水量进行论证分析，得出2025年包头市市域污水厂再生水可供水量为14975万m³。各旗县区结果如下表所示：

表 3-20 包头市再生水可供水量（万 m³）

行政分区	2025年可供水量
中心城区	13332
石拐区	221
土右旗	647
固阳县	398
达茂旗	238
白云区	138
合计	14975

3.2.3.2 苦咸水

根据《土默特右旗劣质（高矿化）地下水区地下水资源评价》成果，土右旗苦咸水资源量为8853.14万m³，结合现状开采量，预计2025年苦咸水可供水量为3000万m³。

3.2.3.3 雨水

根据现状利用量，预计2025年雨水的可供水量为200万m³，可用于生态用水。

3.2.4 可供水量预测结果

综上所述，包头市 2025 各类水资源可供水量为 111780 万 m³，汇总如下：

表 3-21 规划年包头市可供水量（万 m³）

年份	地区	地表水	黄河水	地下水	再生水	雨水	苦咸水	合计
2025 年	中心城区	2500	26097	13800	13332			55729
	石拐区	1000	773	800	221			2794
	土右旗	1947	25600	7042	647	200	3000	38436
	固阳县	1233	400	6052	398			8083
	达茂旗	426	30	5738	238			6432
	白云区	0	0	168	138			306
	总计	7106	52900	33600	14974	200	3000	111780

(2) 地下水的配置主要依据现状用水情况，并针对超采地区进行适当压减。

(3) 再生水的配置综合考虑用水紧迫性、供需双方的时空匹配程度等因素，优先配置给工业用户，并重点保障部分生态用水。

表 3-22 总量控制下的分解指标（万 m³）

规划年	旗县区	地表水	再生水	地下水	小计
2025 年	中心城区	26097	13332	13800	53229
	石拐区	773	221	800	1794
	土右旗	25600	647	7042	33289
	固阳县	400	398	6052	6850
	达茂旗	30	238	5738	6006
	白云区	0	138	168	306
	全市	52900	14974	33600	101474

3.3 总量控制及水资源配置方案

根据内蒙古水利厅下发的《2025 年各盟市用水总量和强度双控目标》可知，包头市 2025 年用水总量为 9.82 亿 m³，其中非常规水资源利用量应大于 1.17 亿 m³。

根据 2023 年 4 月开始实施的《中华人民共和国黄河保护法》中第四十九条和第五十一条规定，对水资源临界超载地区严格限制新增取水许可，加强了对黄河水资源取水的限制。

2025 年包头市水资源配置按照以下原则

(1) 地表水（含黄河干支流取水）的配置主要根据各个取水口的水量和用途确定，并考虑输配水工程的覆盖范围以及供水设施联网等因素。

结合现状用水构成及总量控制下的分解指标对各用水类型进行了配置，配置方案如下：

表 3-23 2025 年综合生活用水配置方案（万 m³）

行政区	综合生活配置水量				需水量	缺水量	缺水率
	地表水	地下水	再生水	小计			
中心城区	6082	2284	0	8366	13556	5191	38.3%
石拐区	73	32	0	105	105	0	0.0%
土右旗	0	928	0	928	928	0	0.0%
固阳县	100	303	0	403	403	0	0.0%
达茂旗	0	239	0	239	239	0	0.0%
白云区	0	129	0	129	129	0	0.0%

全市	6255	3916	0	10171	15362	5191	33.8%
----	------	------	---	-------	-------	------	-------

表 3-26 2025 年生态用水配置方案（万 m³）

行政区	生态配置水量				需水量	缺水量	缺水率
	地表水	地下水	再生水	小计			
中心城区	0	200	1906	2106	5169	3063	59.26%
石拐区	0	65	0	65	65	0	0.00%
土右旗	0	91	259	350	350	0	0.00%
固阳县	0	0	140	140	140	0	0.00%
达茂旗	0	0	78	78	78	0	0.00%
白云区	0	0	80	80	90	10	11.34%
全市	0	356	2463	2819	5893	3073	52.16%

表 3-24 2025 年农业用水配置方案（万 m³）

行政区	农业配置水量				需水量	缺水量	缺水率
	地表水	地下水	再生水	小计			
中心城区	2300	10216	0	12516	12516	0	0.00%
石拐区	0	326	0	326	326	0	0.00%
土右旗	25100	5723	0	30823	37879	7056	18.63%
固阳县	0	4109	0	4109	4109	0	0.00%
达茂旗	20	4507	0	4527	4527	0	0.00%
白云区	0	0	0	0	0	0	0.00%
全市	27420	24881	0	52301	59357	7056	11.89%

表 3-27 2025 年全市各旗县区水资源配置方案（万 m³）

地区	总配置水量				需水量	缺水量	缺水率
	地表水	地下水	再生水	小计			
中心城区	26097	13800	10620	50517	65529	15012	22.91%
石拐区	773	436	340	1549	1549	0	0.00%
土右旗	25600	7042	498	33140	40578	7438	18.33%
固阳县	400	4813	720	5932	6003	71	1.19%
达茂旗	30	4896	378	5304	5622	318	5.65%
白云区	0	168	335	503	568	65	11.45%
全市	52900	31155	12891	96946	119851	22905	19.11%

表 3-25 2025 年工业用水配置方案（万 m³）

行政区	工业配置水量				需水量	缺水量	缺水率
	地表水	地下水	再生水	小计			
中心城区	17715	1100	8714	27529	34287	6758	19.71%
石拐区	700	13	340	1053	1053	0	0.00%
土右旗	500	300	239	1039	1421	382	26.91%
固阳县	300	400	580	1280	1351	71	5.27%
达茂旗	10	150	300	460	778	318	40.86%
白云区	0	39	255	294	349	55	15.72%
全市	19225	2302	10128	31655	39239	7585	19.33%

3.4 供需平衡分析与解决方案

3.4.1 供需平衡分析

供需水量缺口是需水量与自治区双控要求下配置水量之间的差值。2025 年供需水量缺口达到 2.29 亿 m³，占 2025 年需水量的 19.1%。市区及九原供需水量缺口最大，占全市供需水量缺口的 65.5%，其中工业占 29.5%，综合生活占 22.7%，生态占 13.4%。土右旗供需水量缺口占全市供需水量缺口的 32.5%，其中农业占 30.8%，工业占 1.7%。

可看出，目前供需水量缺口最大的分别是土右旗的农业用水、市区及九原的工业和生活用水。

表 3-28 2025 年各区域水资源供需水量缺口（万 m³）

	综合生活	农业	工业	生态	合计
市区及九原	5191	0	6758	3063	15012
石拐区	0	0	0	0	0
土默特右旗	0	7056	382	0	7438
固阳县	0	0	71	0	71
达茂旗	0	0	318	0	318
白云区	0	0	55	10	65
全市	5191	7056	7585	3073	22905

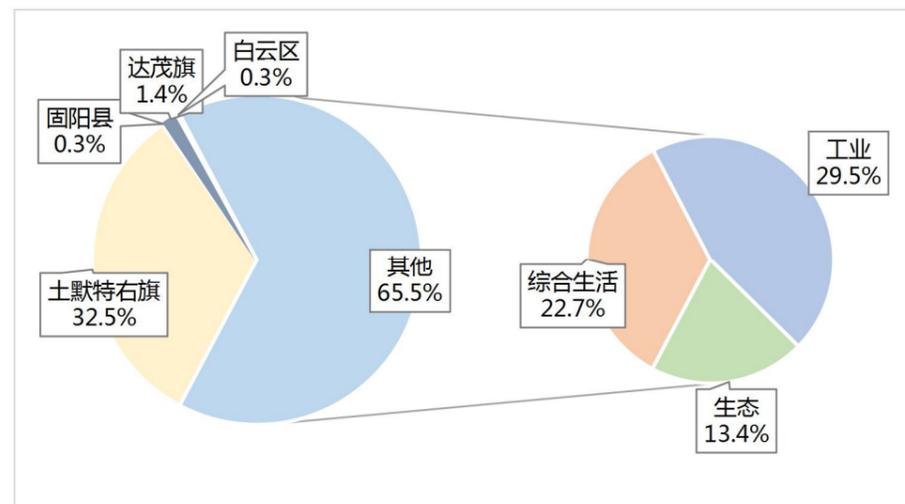


图 3-9 2025 年各区域水资源供需水量缺口占比

3.4.2 节水潜力分析

3.4.2.1 农业节水潜力分析

根据《包头市水资源节约集约利用规划》的预测结果，2025 年包头市农业节水潜力为 3661 万 m³。耕地灌溉节水潜力占 96.1%，林地灌溉节水潜力占 3.9%。土右旗农业节水潜力最大，占 84.5%。

表 3-29 2025 年包头市农业节水潜力

	耕地灌溉节水潜力	林地节水潜力	合计
市区	343.46	142	485.46
石拐区	5.77		5.77
土右旗	3093.51		3093.51
达茂旗	36.96		36.96
固阳县	39.33		39.33
包头市	3519.02	142	3661.02

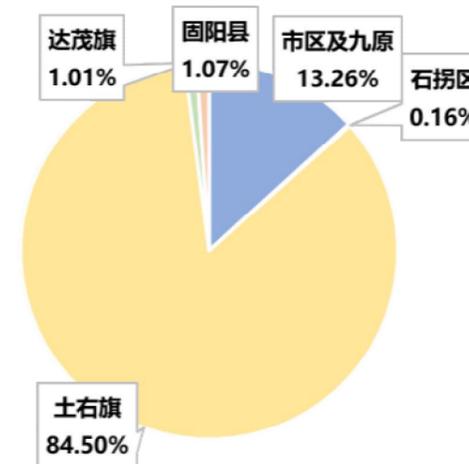


图 3-10 各旗县区农业节水潜力占比

3.4.2.2 工业节水潜力分析

根据《包头市水资源节约集约利用规划（2023-2035）》的分析结果，全市工业节水潜力企业单位产品取水量全部达到先进值可节水 2040.92 万 m³，全部达到领跑值可节水 4261.36 万 m³。

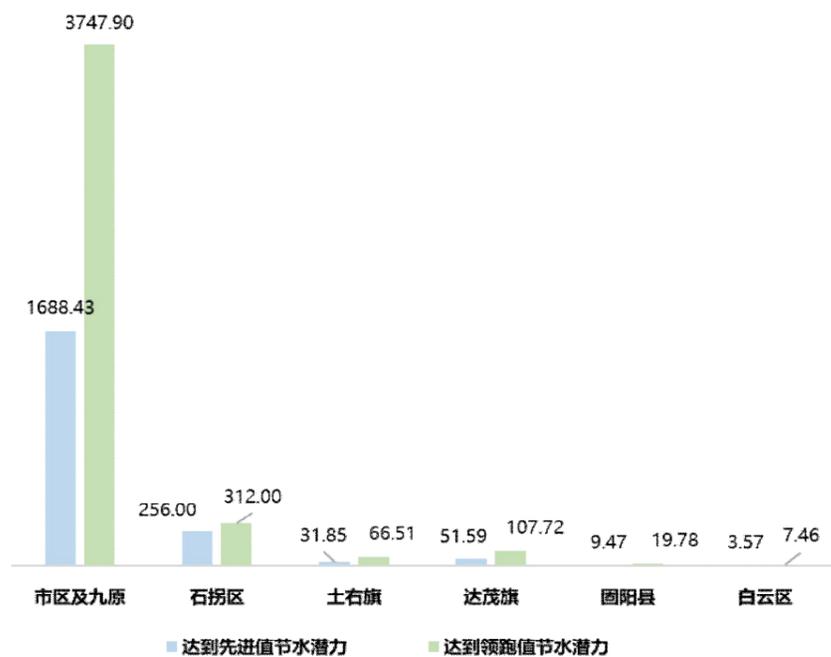


图 3-11 2025 年包头市工业节水潜力

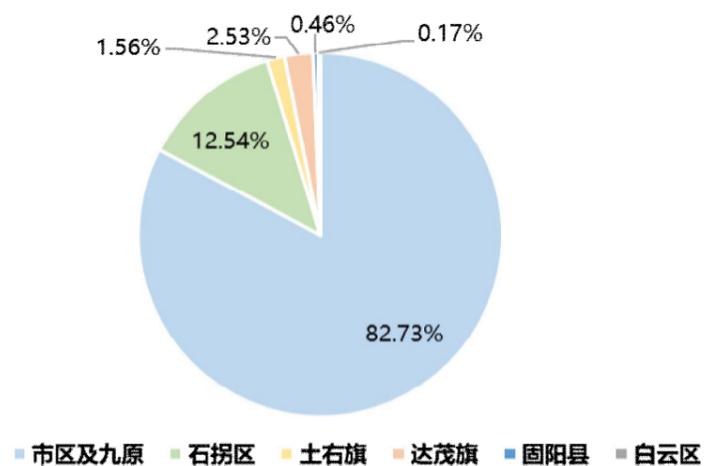


图 3-12 2025 年各旗县区工业节水潜力占比（达到定额先进值）

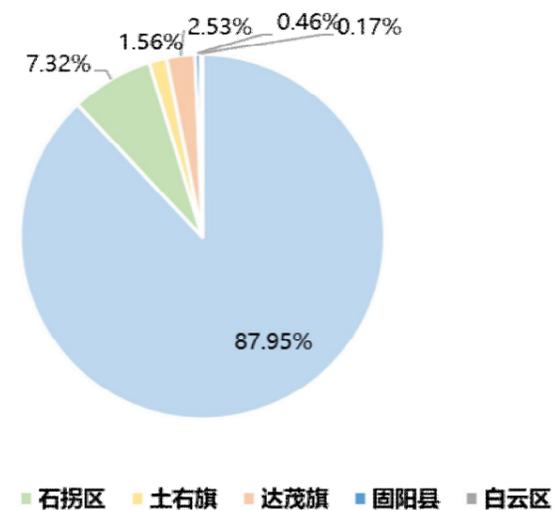


图 3-13 2025 年各旗县区工业节水潜力占比（达到定额领跑值）

3.4.2.3 生活节水潜力

2021 年包头市管网漏损率为 9.09%，2025 年内蒙古自治区用水总量管控目标中包头市的目标管网漏损率为 7%，因此 2025 年包头市生活节水潜力等于 2021 年公共供水量乘以现状管网漏损率与目标管网漏损率之差，为 404 万 m³。

3.4.2.4 预测节水量

根据《包头市水资源节约集约利用规划》的分析结果，2022 年至 2025 年全市农业、工业、生活节水重点工程预估节水量分别为 3100 万 m³、2299 万 m³、404 万 m³，合计为 5802 万 m³。

表 3-30 包头市 2022 年-2025 年节水重点工程预测节水量（万 m³）

地区	农业	工业	生活	合计
市区及九原	6	2266	404	2670
石拐区	/	18	/	18
土右旗	3094	1	/	3095
固阳县	/	13	/	13

达茂旗	/	1	/	1
全市	3100	2299	404	5802

3.4.3 供需缺口解决方案

3.4.3.1 非常规水资源利用

非常规水资源除了再生水，生态分水、苦咸水、雨水等。

①小白河凌汛期生态分水水量约为 3600 万 m³。

②根据《土默特右旗劣质（高矿化）地下水区地下水资源评价》成果，土右旗苦咸水可供水量预测为 8853 万 m³。2021 年土右旗农业苦咸水用水量为 3403.6 万 m³，2022 年为 1627 万 m³，考虑到土右旗目前为地下水超采区，2025 年苦咸水利用量控制在 3000 万 m³。

③土右旗目前雨水利用量为 200 万 m³，用于生态补水。

表 3-31 2025 年非常规水资源可利用量（除再生水）（万 m³）

地区	2025 年
市区及九原	3600（生态分水）
石拐区	/
土右旗	3000（苦咸水）、200（雨水）
固阳县	/
达茂旗	/
白云区	/
全市	6800

3.4.3.2 供需缺口解决方案

（1）农业用水缺口

2025 年全市农业供需水量缺口为 7056 万 m³，全部在土右旗。2025 年土右旗农业预测节水量为 3094 万 m³，苦咸水可利用量为 3000 万 m³，则剩余缺口为 962 万 m³。剩余农业供需水量缺口，建议通过以下方式之一或者组合方式解决：

方案一：提高农业节水力度，通过合理耕作，增施有机肥；化学改良，降低土壤盐碱危害等治理方式，减轻耕地盐碱化程度，从而进一步降低灌溉水量。

方案二：根据现有灌溉水平测算，在土右旗休耕耕地灌溉面积 3.2 万亩；

（2）工业供需缺口解决方案

2025 年全市工业供需水量缺口为 7585 万 m³，其中市区及九原为 6758 万 m³，土右旗为 382 万 m³，固阳县为 71 万 m³，达茂旗为 318 万 m³，白云区为 55 万 m³。2025 年市区及九原、土右旗、固阳县、达茂旗的工业预测节水量分别为 2266 万 m³、1 万 m³、13 万 m³、1 万 m³，则全市工业用水剩余缺口为 5304 万 m³，其中市区及九原为 4492 万 m³，土右旗为 381 万 m³，固阳县为 58 万 m³，达茂旗为 317 万 m³，白云区为 55 万 m³。

2025 年剩余工业供需水量缺口建议通过以下方式之一或者组合方式解决：

方案一：进一步挖掘节水潜力，企业单位产品用水量全部达到领跑值。市区及九原可新增节水量 1482 万 m³，土右旗可新增节水量 66 万 m³，固阳县可新增节水量 7 万 m³，达茂旗新增节水量 107 万 m³，白云区新增节水量 7 万 m³。

方案二：坚持“四水四定”，减少部分用水效益低的企业的新增工业用水量。

方案三：增加休耕耕地灌溉面积，并将节水量通过水权转让将取水指标转移至缺水地区。根据现有灌溉水平测算，市区及九原需休耕 18.2 万亩，土右旗需休耕 0.2 万亩，固阳县需休耕 0.1 万亩，达茂旗需休耕 1 万亩。

方案四：积极争取自治区黄河二期水权转让，向其它盟市购买水权。

（3）综合生活供需缺口解决方案

2025年全市综合生活供需水量缺口为5191万 m^3 ，全部在市区及九原。2025年市区及九原综合生活预测节水量为404万 m^3 ，则剩余缺口为4787万 m^3 。

2025年剩余综合生活供需水量缺口建议通过以下方式之一或者组合方式解决：

方案一：积极争取自治区黄河二期水权转让，向其他盟市购买水权。

方案二：减少部分用水效益低的企业的新增工业用水量。

方案三：增加休耕耕地灌溉面积节约农业用水，通过水权转让将取水指标转移至缺水地区。根据现有灌溉水平测算，市区及九原需休耕19.4万亩。

（4）生态供需缺口解决方案

2025年全市生态供需水量缺口为3073万 m^3 ，其中市区及九原为3063万 m^3 ，白云区为10万 m^3 。市区及九原有小白河凌汛期生态分水为3600万 m^3 ，则剩余缺口为白云区10万 m^3 。

白云区10万 m^3 生态供需水量缺口可通过延长浇洒间隔、减少道路浇洒及绿化浇洒次数或减少景观水补给量解决。

4 再生水利用现状及问题

4.1 污水与再生水设施现状

4.1.1 污水处理设施现状

包头市全市域共有市政污水处理厂 12 座，总设计处理规模为 73.2 万 t/d，实际处理能力为 52.15 万 t/d，2022 年实际处理量为 41.94 万 t/d。所有污水处理厂出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准，出水部分进行回用，大部分排放。

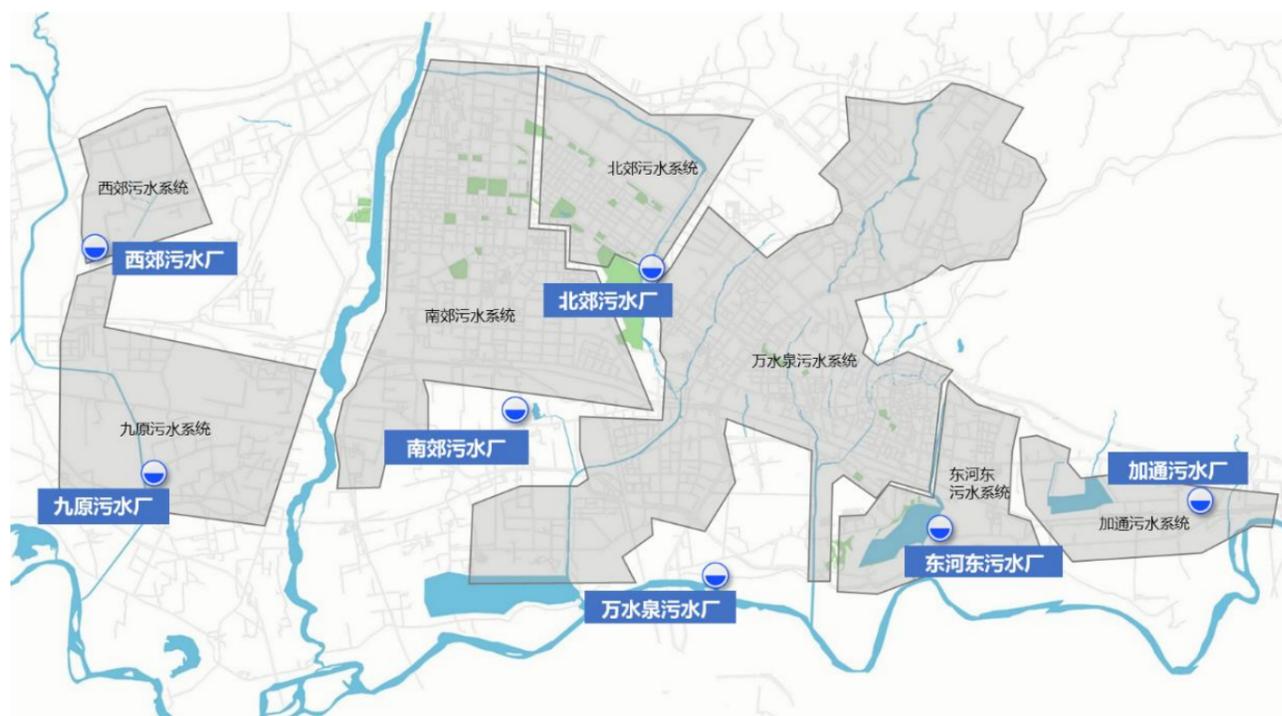


图 4-1 包头市中心城区污水厂及服务范围

包头市中心城区已建成并投入使用的污水处理厂共 7 座，处理能力 44.45 万 t/d。中心城区污水处理厂的运行负荷已接近 90%，部分污水厂处于超负荷或者近满负荷运

行状态。其它旗县已建成并投入使用的污水处理厂共 5 座，设计处理规模为 7.7 万 t/d，运行负荷为 41%。近十年，包头市城市污水处理量由 7299 万 m³ 增长至 13150 万 m³，污水处理能力增长 53%，2021 年包头市中心城区污水处理率为 96.33%，较 2012 年增长 11%。

表 4-1 包头市污水处理设施一览表

序号	污水厂名称	位置	设计规模 (万 t/d)	实际处理能力 (万 t/d)	实际处理量 (万 t/d)	出水水质	出水去向
1	北郊污水处理厂	青山区	10	7.5	7.43	一级 A	尾闾工程, 部分回用
2	西郊污水处理厂	昆都仑区	3	0.35	0.35	一级 A	/
3	东河东污水处理厂	东河区	5.5	5.5	5.17	一级 A	东河槽, 部分回用
4	加通污水处理厂	东河区	2	2	1.24	一级 A	园区回用
5	万水泉污水处理厂	高新区	20	7.5	9.59	一级 A	尾闾工程
6	南郊污水处理厂	高新区	20	20	14.47	一级 A	尾闾工程, 部分回用
7	九原污水处理厂	九原区	5	1.6	0.93	一级 A	尾闾工程, 部分回用
8	石拐污水处理厂	石拐区	0.7	0.7	0.21	一级 A	园区回用
9	土默特右旗污水处理厂	土右旗	3	3	1.50	一级 A	园区回用
10	固阳县金山镇污水处理站	固阳县	2	2	0.5	一级 A	园区回用
11	达茂污水处理厂	达茂旗	1	1	0.3	一级 A	园区回用
12	白云区污水处理厂	白云区	1	1	0.5	一级 A	园区回用
合计			73.2	52.15	41.94		

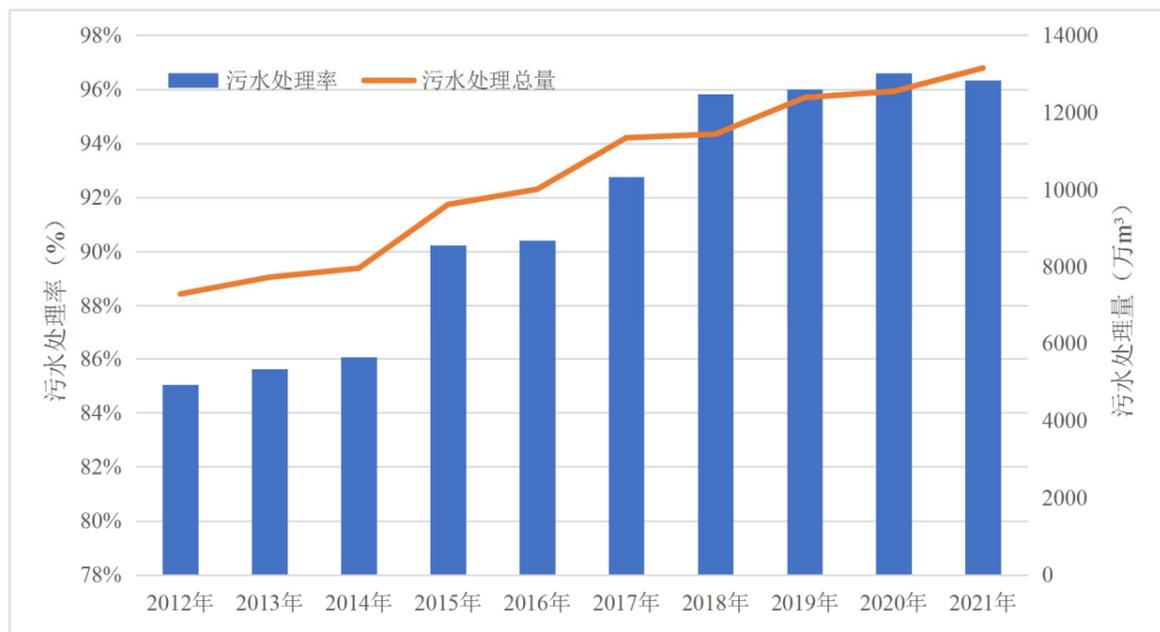


图 4-2 2012年-2021年包头市污水处理情况

4.1.1.1北郊污水处理厂

北郊污水处理厂位于青山区建设路以北、赛罕路以东、四道沙河以西，承担青山区民族东路、富强路以东，建华路以西，110国道以南（含110国道以北部分污水）及钢铁大街、建设路北的城市污水处理。污水设计处理规模10万t/d，实际处理规模7.5万t/d，采用同步脱氮除磷改良A²/O工艺，深度处理采用混凝、高密度沉淀池、转盘纤维滤布滤池工艺，出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级A排放标准。



图 4-3 包头市北郊污水处理厂区图

4.1.1.2西郊污水处理厂

昆区西郊污水处理厂位于西郊钢铁稀土工业园区西南部，南绕城公路西侧，包钢尾矿坝北侧。主要接纳园区生活、生产废水及周边城镇生活污水，设计处理工艺为：粗格栅+细格栅+旋流沉砂+水解酸化+TU氧化沟+二沉池+二氧化氯消毒+混凝沉淀+D型滤池，2016年运行，由于进水水量小，处理规模由3万t/d改为0.35万t/d，经处理后的污水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级A排放标准。



图 4-4 包头市西郊污水处理厂区图

4.1.1.3 东河东污水处理厂

东河东污水处理厂位于南海湿地公园以东，邓家营子村南 200 米处。承担东河区东部城区的污水处理，污水设计处理能力为 5.5 万 t/d，采用同步脱氮除磷改良型 A²/O 工艺，深度处理采用连续流活性砂滤池工艺，2004 年 12 月建成投入运行。2009 年进行改扩建，污水处理采用改良 A²/O 工艺，经处理后的污水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 排放标准。



图 4-5 包头市东河东污水处理厂区图

4.1.1.4 加通污水处理厂

加通污水处理厂位于包头国家生态工业（铝业）示范园区核心区东南角铝业产业园区纬四路东段，东临南绕城公路，南临京包铁路，承担铝业产业园区工业及部分生活的污水、沙尔沁镇生活污水及磴口饮用水水源地保护区集中收集的散排污水（包括铝厂生活区域和糖厂生活区域污水）处理。主要接纳园区企业排放生活污水和生产废水及园区周边生活污水；设计处理能力 2 万 t/d，现实际处理规模为 2 万 t/d，采用 A²/O+MBBR+反硝化滤池+磁混凝工艺，2020 年 6 月投入使用。经处理后的污水水质

达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 排放标准。



图 4-6 包头市加通污水处理厂区图

4.1.1.5 万水泉污水处理厂

万水泉污水处理厂包伊公路南、画匠营子村西侧，承担新都市中心区、九原区、东河区西部、滨河新区、202 地区和装备制造业园区的污水处理。污水处理设计处理规模为 15 万吨/日，污水处理采用同步脱氮除磷改良型 A²/O+MBBR 工艺，深度处理采用磁混凝工艺。污泥处理采用浓缩带式一体机处理。经处理后的污水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 排放标准。



图 4-7 包头市万水泉污水处理厂鸟瞰图

4.1.1.6南郊污水处理厂

南郊污水处理厂位于包哈公路以北，沼潭南路以东，主要接纳昆区全部、青山区部分城镇生活污水和包头稀土高新技术产业开发区（建成区和希望园区）排放污水，设计处理能力达到 20 万 t/d，采用 A²/O+高效反应沉淀池、滤布滤池工艺，2011 年投入使用。经处理后的污水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 排放标准。



图 4-8 包头市南郊污水处理厂区图

4.1.1.7九原污水处理厂

九原污水处理厂位于九原林场南侧，承担九原新型工业园区的污水处理；2010 年 9 月开工建设，污水处理采用改良 A²/O+MBR 膜处理工艺，设计处理能力为 5 万 t/d，2015 年 6 月投入使用，现状实际处理规模为 1.6 万 t/d。经处理后的污水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 排放标准。

4.1.1.8石拐污水处理厂

石拐污水处理厂位于石拐区工业园内，主要接纳石拐工业园区生产、生活污水以

及石拐旧区生活污水。设计处理能力 0.7 万 t/d，采用 CASS 工艺，经处理后的污水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 排放标准。

4.1.1.9土默特右旗污水处理厂

土默特右旗污水处理厂位于土右工业园内，主要接纳土右工业园内生产、生活污水。设计处理能力 3 万 t/d，采用 CASS 工艺，经处理后的污水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 排放标准。

4.1.1.10固阳县金山镇污水处理站

固阳县金山镇污水处理站位于固阳县金山工业园内，主要接纳工业园内生产、生活污水。设计处理能力 2 万 t/d，采用 CWSBR 工艺，经处理后的污水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 排放标准。

4.1.1.11白云区污水处理厂

白云区污水处理厂位于白云区工业园内，主要接纳工业园内生产、生活污水。设计处理能力 1 万 t/d，采用浮链式多级 A/O 工艺，经处理后的污水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 排放标准。

4.1.1.12达茂污水处理厂

达茂污水处理厂位于达茂旗工业园内，主要接纳工业园内生产、生活污水。设计处理能力 1 万 t/d，采用 UBF 工艺，经处理后的污水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 排放标准。

4.1.2 再生水设施现状

4.1.2.1 再生水水源

包头市再生水水源来自于现状污水厂尾水，多依托污水处理厂配套建设或仅为污水处理厂一个处理车间，主要采用混凝、沉淀、曝气生物滤池等对污水处理厂出水进行再处理。

从实际供水量来看，目前供水负荷较高的为北郊污水厂。以 2021 年供水数据为例，北郊污水厂的供水量中，30%用于绿化杂用。由于绿化杂用水仅在 4~10 月份的白天（且当日无有效降雨）用水，因此用水量波动较大，导致北郊厂从总量上虽然供水负荷约为 50%，但夏季白天供水量已达上限，无尾水外排。这一问题可通过后续进一步增加北郊污水厂调蓄容积加以解决。

表 4-2 包头市再生水设施一览表

序号	污水厂名称	供水能力 (万 m ³ /d)	现状实际 供水量 (万 m ³ /d)	主要用户
1	北郊污水处理厂	7.5	3.27 (用水高峰期 白天已达最大 供水能力)	北方联合电力包头第二热电厂、北方联合电力包头第三热电厂、城市绿化等
2	西郊污水处理厂	0.35	0.19	/
3	东河东污水处理厂	4	0.70	包头东华热电有限公司
4	加通污水处理厂	2	1.24	包头东华热电有限公司、内蒙古华云新材料有限公司、包头市森都碳素有限公司、凯普松电子科技(包头)有限公司等
5	万水泉污水处理厂	7.5	3.81	/
6	南郊污水处理厂	5.5	1.21	河西电厂等
7	九原污水处理厂	1.6	0.88	明拓集团铝业科技有限公司等
8	石拐污水处理厂	0.56	0.11	石拐工业园
9	土默特右旗污水处理 厂	2.4	1.08	土右工业园
10	固阳县金山镇污水处 理站	1.6	0.49	金山工业园
11	达茂污水处理厂	0.8	/	/
12	白云区污水处理厂	0.8	0.38	巴润工业园



图 4-9 包头市中心城区现状再生水设施分布图

各污水处理厂深度处理工艺、处理规模以及再生水主要用户如下：

（1）北郊污水处理厂

深度处理采用混凝、高密度沉淀池、转盘纤维滤布滤池工艺，出水达到国标 GB18918-2002 一级 A 排放标准，再生水设计供水规模为 8 万 m³/d。主要供给城市绿化、北方联合电力包头第二热电厂、北方联合电力包头第三热电厂等。

（2）西郊污水处理厂

深度处理采用絮凝沉淀+Y 型滤池及 AAO+MBR 膜工艺，出水达到 GB18918-2002 一级 A 排放标准，再生水生产能力达到 0.35 万 m³/d，主要供给包头市大安钢铁有限责任公司、北方联合电力包头第一电厂等。

（3）东河东污水处理厂

深度处理采用连续流活性砂滤池工艺，再生水出水达到 GB18918-2002 一级 A 排放标准，再生水设计供水规模为 4 万 m³/d。主要供给包头东华热电有限公司、包头铝业（集团）有限责任公司、森都碳素有限公司、凯普松电子科技（包头）有限公司。

（4）加通污水处理厂

出水达到 GB18918-2002 一级 A 排放标准，再生水设计供水能力为 2.0 万 m³/d，主要供给包头铝业（集团）有限责任公司等工业企业。

（5）万水泉污水处理厂

深度处理采用，深度处理采用磁混凝工艺，再生水设计供水能力达到 15 万 m³/d。部分出水用于生态河道补水。

（6）南郊污水处理厂

深度处理采用混凝→沉淀→过滤工艺，再生水生产能力目前为 5.5 万 m³/d，主要

供给华电内蒙古能源有限公司包头发电分公司。

（7）九原污水处理厂

深度处理采用 MBR 膜处理工艺，出水达到 GB18918-2002 一级 A 排放标准，再生水设计供水能力为 4.0 万 m³/d，主要供给明拓集团铬业科技有限公司、包头海平面高分子有限公司、包头东方希望碳素有限公司等，部分出水用于生态河道补水。

（8）石拐污水处理厂

出水达到 GB18918-2002 一级 A 排放标准，再生水生产能力为 0.56 万 m³/d，主要用于石拐工业园区工业、绿化。

（9）土默特右旗污水处理厂

出水达到 GB18918-2002 一级 A 排放标准，再生水生产能力为 2.4 万 m³/d，主要用于土右旗新型工业园区工业、绿化。

（10）固阳县金山镇污水处理站

出水达到 GB18918-2002 一级 A 排放标准，再生水生产能力为 1.6 万 m³/d，主要用于金山工业园区工业、绿化。

（11）白云区污水处理厂

出水达到 GB18918-2002 一级 A 排放标准，再生水生产能力为 0.8 万 m³/d，主要用于巴润工业园区工业、绿化。

（12）达茂污水处理厂

出水达到 GB18918-2002 一级 A 排放标准，再生水生产能力为 0.8 万 m³/d，主要用于巴润工业园区工业、绿化。

4.1.2.2 再生水管网

现有再生水管网主要以污水厂为核心，覆盖其周边部分重点用水企业以及绿化用水。中心城区再生水输配系统主要划分为北郊再生水系统、南郊再生水系统、东河东再生水系统。

（1）北郊再生水系统

共有建设路管线、青山路管线和三电厂管线等 8 个管线。该区域主要由北郊再生水厂提供再生水，经管网输配后用于第二热电厂、第三热电厂冷却循环水等一般工业用水和市政杂用、绿化浇洒用水。

（2）东河东再生水系统

共有利郎路管线、东脑包路管线和环城路管线等 10 个管线。该区域由东河东再生水厂提供再生水，经管网输配后用于东华热电厂冷却循环水等。

（3）南郊再生水系统

共有南郊再生水厂出厂管线、南绕城公路管线、阿尔丁大街管线等 10 个管线。该区域由南郊再生水厂提供再生水，经管网输配后用于河西电厂等。

4.2 再生水利用现状

4.2.1 现状可供水量

4.2.1.1 中心城区可供水量

再生水以污水处理厂的尾水为水源，可供水量即污水处理厂尾水水量。中心城区现状 7 座污水处理厂 2021 年污水处理量为可供水量为 11864 万 m³。各污水厂再生水可供水量如下表所示：

表 4-3 包头市中心城区再生水现状可供水量明细表

序号	污水厂名称	2021 年再生水可供水量（万 m ³ ）
1	北郊污水处理厂	2848
2	东河东污水处理厂	1061
3	万水泉污水处理厂	3059
4	九原污水处理厂	382
5	润通污水处理厂	160
6	西郊污水处理厂	37
7	南郊污水处理厂	4317
	合计	11864

4.2.1.2 外五旗县区可供水量

外五旗县区 5 座污水处理厂 2021 年可供水量为 1051 万 m³。

表 4-4 包头市外五旗县区再生水现状可供水量明细表

序号	污水厂名称	2021 年再生水可供水量（万 m ³ ）
1	石拐污水处理厂	76
2	土默特右旗污水处理厂	533
3	固阳县金山镇污水处理站	178
4	达茂污水处理厂	94
5	白云区污水处理厂	170
	合计	1051

4.2.2 现状利用情况

根据《包头市水资源公报》，包头市近 10 年再生水利用量平均在 6000 万 m³ 左右（包含包钢再生水回用量），主要用于工业及生态，其中 80% 用于工业、电厂冷却等，近十年平均为 5100 万 m³。

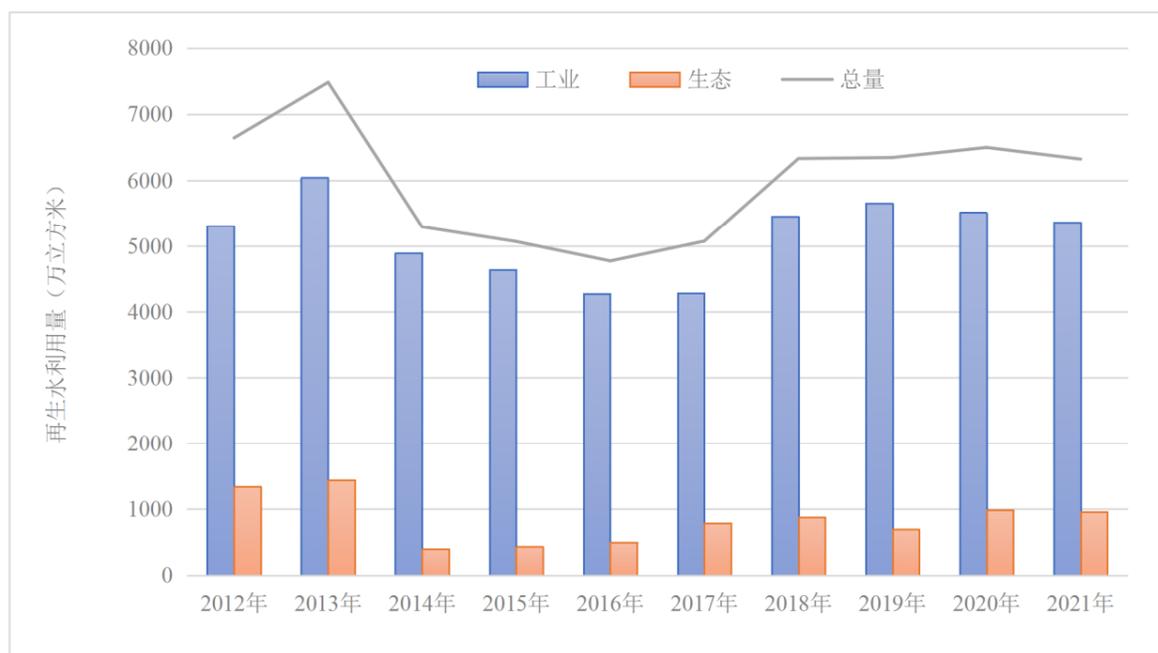


图 4-10 包头市近 10 年再生水利用量

2021 年，由全市市政污水厂供水的再生水回用量 3153 万 m³（不包含包钢再生水回用量），利用率 22.7%，在黄河流域主要城市处于较低水平。2022 年，由市政污水厂供水的再生水回用量 3846 万 m³，利用率 28.6%。

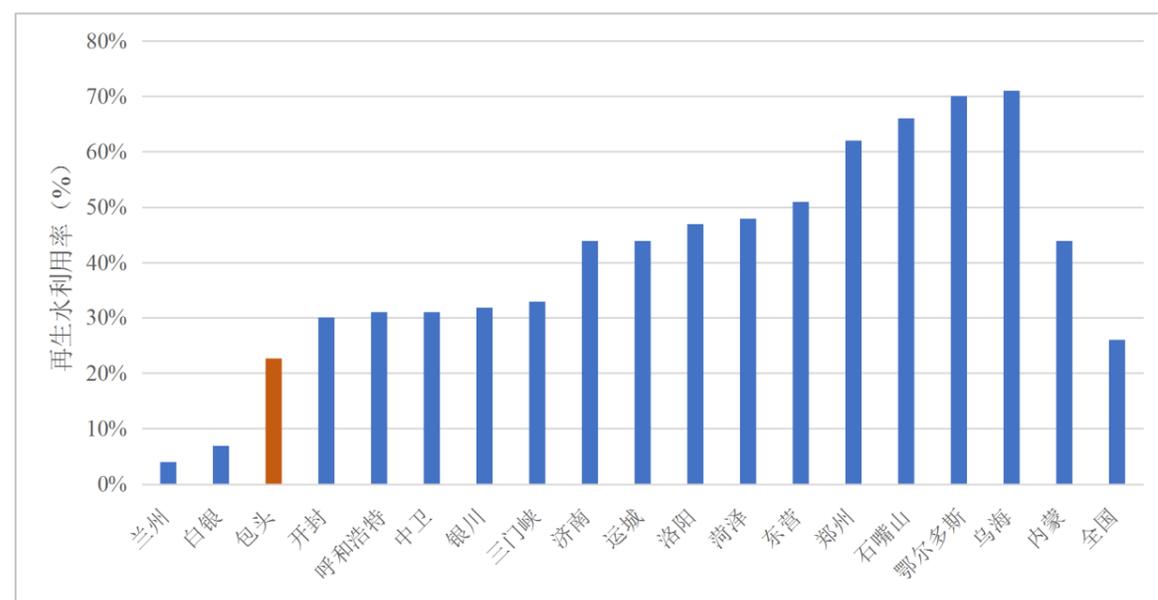


图 4-11 2021 年黄河流域主要城市再生水利用率（住建部《2021 年城市建设统计年鉴》）

表 4-5 包头市再生水利用现状一览表

序号	用户	用途	用水量 (万 m ³)		供水厂
			2021 年	2022 年	
1	北方联合电力包头第三热电厂	工业、绿化	457.87	525.38	北郊污水处理厂
2	北方联合电力包头第二热电厂	工业、绿化	349.94	323.54	
3	包头市园林绿化事业发展中心赛汗塔拉城中湿地草原管护所	绿化	47.28	32.13	
4	包头稀土高新区公用事业管理局	绿化	105.45	138.31	
5	包头市九原区园林市政公用事业发展中心	绿化	26.55	14.00	
6	包头市青山区信访局	绿化	0.53		
7	包头市青山区住房和城乡建设局	绿化	12.21	22.56	
8	内蒙古北方重工业集团有限公司服务保障事业部	绿化	1.27	2.00	
9	包头市园林绿化事业发展中心	绿化	155.85	127.90	
10	包头市园林绿化建筑工程公司	绿化	0.12		
11	包头市消防支队	绿化	0.56	0.29	
12	包头市昆都仑区住房和城乡建设局	绿化	0.47		
13	北郊水鹤智能卡用水单位	绿化、环境	1.18		
14	河西电厂	工业、绿化	944	586.61	南郊污水处理厂
15	明拓集团铝业科技有限公司	工业	0.12	23.65	九原污水处理厂
16	包头东华热电有限公司	工业、绿化	491	317.60	东河东污水处理厂、加通污水处理厂
17	包头铝业（集团）有限责任公司	工业、绿化	219.49	268.56	
18	包头市森都碳素有限公司	工业、绿化	43.54	44.79	
19	凯普松电子科技(包头)有限公司	工业、绿化	10.46	21.95	
20	石拐工业园区	工业、绿化	75.74	40	石拐污水处理厂
21	金山工业园区	工业、绿化	178	149	固阳县金山镇污水处理站
22	巴润园区	工业、绿化	170	141	白云区污水处理厂
23	土右工业园区	工业、绿化	393.25	267	土默特右旗污水处理厂

4.3 主要问题

（1）再生水利用率较低，存在较大提升空间。

《包头市城市再生水利用配置试点实施方案》要求到2025年包头市城市市政再生水利用率达到40%以上。2022年包头市市政再生水利用率仅为28.6%，距目标差距较大。

中共包头市委员会、包头市人民政府印发的《包头市推进水资源节约集约利用三年攻坚行动方案（2023-2025年）》提出，加强再生水利用，到2025年新增城市再生水配置利用能力6000万m³以上。同时扎实高效做好国家典型地区再生水利用配置试点城市、区域再生水循环利用试点城市建设工作，强化再生水配置利用、完善再生水配置设施、扩大再生水利用范围，推动污水处理厂提质增效、工业废水循环利用、再生水有效利用等水资源综合科学利用工作。

在自治区下发的《2025年自治区用水总量和强度双控目标》中，包头市非常规水资源利用量下限为1.17亿m³，再生水作为包头市主要的非常规水资源，目前现状利用量有限，远不能达到要求。

（2）处理设施不健全，利用配套设施不完善

2015年国务院印发的《水污染防治行动计划》（简称“水十条”）中要求“强化经济技术开发区、高新技术产业开发区、出口加工区等工业集聚区污染治理。集聚区内工业废水必须经预处理达到集中处理要求，方可进入污水集中处理设施。新建、升级工业集聚区应同步规划、建设污水、垃圾集中处理等污染治理设施。”目前，包头市现状污水处理厂除加通污水处理厂、九原污水处理厂、西郊污水处理厂为铝业产业园、九原工业园、昆区金属深加工园园区配套污水处理厂外，其余主要为城镇生活

污水处理厂，青山装备园区、高新区工业园区无配套的工业废水处理设施，随着单晶硅企业大规模的入驻园区，其污水排放量大，含盐量高，高氟等特点，现有污水处理厂处理工艺已无法大量接纳处理此类污水，造成污水处理厂排放污水溶解性固体含量较高，出水水质得不到保障，对接纳水体黄河和回用带来影响。

再生水管网设施建设滞后，再生水管网各自以再生水厂为核心，各系统间相对独立，不能形成闭环联网，无法解决供用水不平衡的矛盾。现有再生水利用管网仅能供给部分电力企业和局部城市绿化用水，工业园区及园区外具备再生水利用的重点用户再生水供给管网不配套，再生水生产供给能力不能得到充分发挥，不能满足再生水集中利用的需求。

（3）工业废水进入市政污水处理厂，导致出水含盐量较高。

由于装备制造园区、稀土高新区等工业园区未建设工业污水处理厂，导致大量工业污水进入市政污水管网，而常规生物工艺对其去除效果有限。目前包头市污水处理厂按照《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级A排放标准执行，与盐分指标有关的溶解性总固体等指标未纳入该排放标准，不作为考核指标，从而导致再生水中溶解性总固体、氯离子等指标不能满足不同用户用水要求。工业企业使用再生水需进一步处理，且处理成本较高，致使再生水用户受到局限。

（4）污水再生利用机制体制不尽完善

包头市现有《包头市再生水管理办法》为2012年颁布，办法内容有些未涉及现状再生水利用中存在的实际问题，再生水利用的管理、支持激励政策不完善，建设推进和运行保障措施不配套。再生水资源的配置与管理、工业企业废水排放管控、再生水回用设施建设、运营与水资源利用分属水务局、城管局、水务集团等部门和企业管

理，污水资源化缺乏统一管理机制和完善的优惠支持政策，城镇污水处理与利用设施独立运行，未能形成污水再生利用设施的规模、用水途径、布局及建设方式的总体设计与系统集成，制约再生水“分类、分质”利用。目前已在实施的再生水利用优惠政策普遍缺乏具体的落实措施，有政策未实施，有政策不适用等，缺乏用水户使用再生水的激励机制，缺乏相应的财政支撑。

5 再生水供需情况分析

5.1 可供水量及时空分布特征

采用定额法及统计法预测 2025 年包头市各旗县区再生水可供水量，并采用趋势预测法进行校核。

5.1.1 中心城区可供水量

5.1.1.1 用水量预测

（1）综合生活用水量

①人口预测

➤ 人口现状及变化趋势

根据《2022年包头市统计年鉴》，2021年中心城区常住人口为225.24万人，占总人口的82.9%。除东河区外，近10年中心城区各区常住人口整体呈逐年增长趋势。中心城区2021年城镇化率为94.17%，除九原区外，城镇化率均在90%以上。

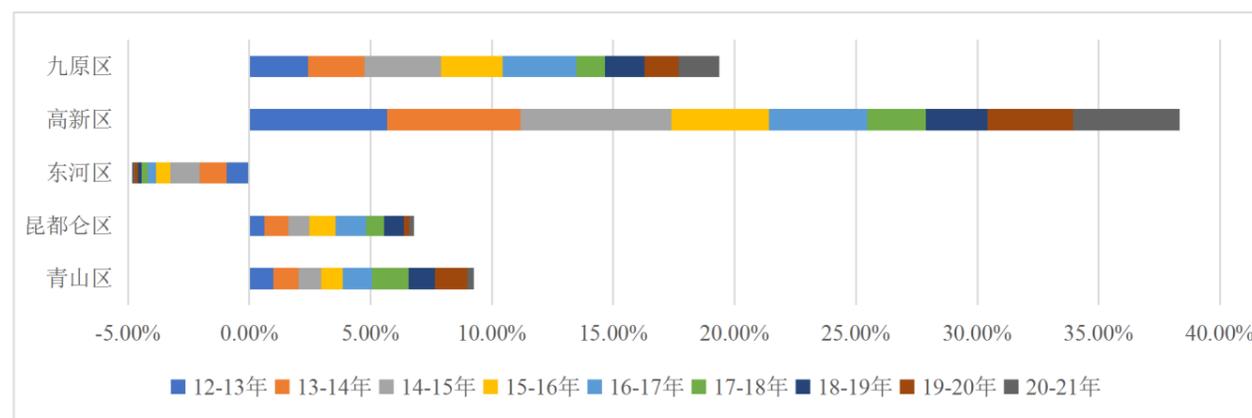


图 5-1 包头市中心城区人口增速变化图

表 5-1 2012-2021 年包头市中心城区常住人口统计表

年份	昆都仑区	青山区	东河区	九原区	高新区	合计
2012	73.79	48.97	50.78	20.62	13.24	207.40
2013	74.24	49.45	50.31	21.12	13.99	209.11
2014	74.97	49.97	49.75	21.61	14.76	211.06
2015	75.63	50.43	49.15	22.29	15.68	213.18
2016	76.45	50.88	48.85	22.86	16.31	215.35
2017	77.41	51.50	48.69	23.55	16.97	218.12
2018	77.98	52.27	48.57	23.83	17.38	220.03
2019	78.61	52.84	48.49	24.22	17.82	221.98
2020	78.79	53.54	48.42	24.56	18.45	223.76
2021	78.95	53.69	48.37	24.97	19.26	225.24

➤ 预测方法及过程

采用综合增长率法对中心城区各区进行人口预测。计算公式如下：

$$P_j = P_0 (1+r)^n$$

其中： P_j = 规划期末总人口； r = 人口年均增长率； n = 规划年数。

根据近 5 年包头市常住人口变化趋势，得出各区的年均增长率为 7.53‰，

基于 2021 年包头市中心城区现状常住人口 225.24 万人，预测到 2025 年中心城区常住人口为：

$$Y_{2025} = 225.24 \times (1+7.53\%)^4 = 232.10 \text{ 万人}$$

➤ 城镇化率预测

根据《包头市国土空间总体规划（2021—2035年）》的预测结果，2025年中心城区城镇化率为94.5%。

➤ 人口预测结果

预测2025年中心城区人口将达到232.10万人，其中城镇人口219.26万人。因市政及工业园区污水厂服务范围仅覆盖城镇人口，因此采用城镇人口计算用水量。

此外，北郊污水厂及万水泉污水厂服务范围还包括石拐新区，该区域人口预测为0.81万人，因此2025年污水处理厂服务范围内的人口为220.07万人。

② 城镇综合生活用水定额

➤ 趋势外推法

随着生活水平的不断提高，2021年包头市人均综合生活用水量为131L/人·d，较2017年增长了30L/人·d，根据近5年增长趋势，采用趋势外推法建立线性曲线拟合得出中心城区2025年城镇综合生活用水定额为168L/人·d。

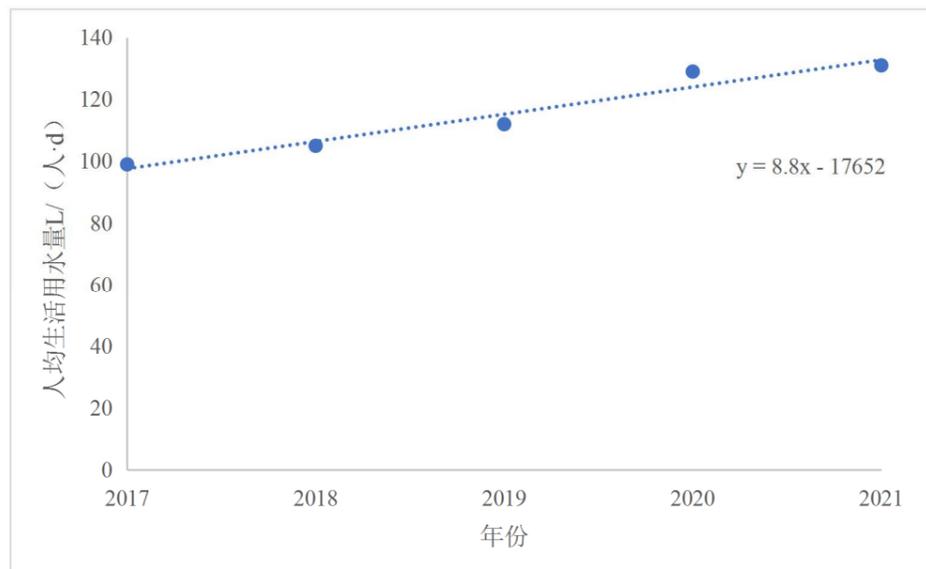


图 5-2 包头市 2017-2021 年人均生活用水量变化图

➤ 标准规范

《室外给水设计标准》（GB50013-2018）中要求综合生活用水定额应根据当地国民经济和社会发展、水资源充沛程度、用水习惯，在现有用水定额基础上，结合城市总体规划和给水专业规划，本着节约用水的原则，综合分析确定。根据表 5-2 平均日综合生活用水定额的要求，选取适宜的综合生活用水定额指标。

表 5-2 平均日综合生活用水定额[L/(人·d)]

城市类型	超大城市	特大城市	I 型大城市	II 型大城市	中等城市	I 型小城市	II 型小城市
一区	210~410	180~360	150~330	140~300	130~280	120~260	110~240
二区	150~230	130~210	110~190	90~170	80~160	70~150	60~140
三区	-	-	-	90~160	80~150	70~140	60~130

包头属于三区 II 型大城市，平均日综合生活用水定额为 90~160 L/(人·d)。

➤ 参考周边城市

2021年包头市人均综合生活用水量略低于内蒙古自治区平均水平，远低于呼和浩特及鄂尔多斯，因此具备一定上升空间。

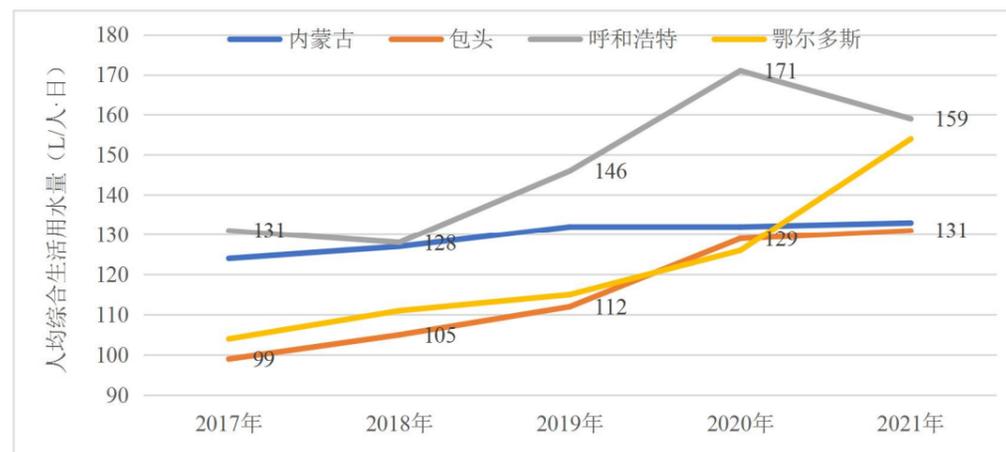


图 5-3 2017—2021 年内蒙古主要城市人均综合生活用水量

综上，最终确定 2025 年包头市中心城区城镇综合生活用水定额为 165L/（人·d）。

③预测结果

综上，包头市中心城区 2025 年城镇综合生活用水量为 13253 万 m³，较 2021 年城镇综合生活用水量 11083 万 m³ 新增 2333 万 m³。

（2）工业用水量

①预测方法

包头市近 10 年工业用水量总体保持稳定，但由于 2025 年前以硅材料企业为代表的工业企业大量落户投产，工业用水量将显著增加，趋势法及指标法不适宜于 2025 年工业用水量的预测，因此本规划采用调研统计法进行预测。

②预测结果

包头市中心城区 2021 年工业用水量为 25982 万 m³。根据对中心城区的调研情况进行统计，并对各个企业的用水需求采用定额法或者同行业比对法进行校核，预测到 2025 年新增工业用水量为 8305 万 m³，因此 2025 年工业用水量为 34287 万 m³。

中心城区 2025 年新增工业用水需求如下表所示：

表 5-3 中心城区 2025 年新增工业用水需求表

序号	企业名称	所在旗县区	2025 年需水量	较 2021 年新增需水量
1	包头晶澳太阳能科技有限公司	青山区	1000	917
2	弘元新材料（包头）有限公司	青山区	1500	1117
3	包头阿特斯阳光能源科技有限责任公司	青山区	210	112
4	内蒙古通威多晶硅有限公司	昆都仑区	1550	1383
5	包头美科硅能源有限公司	昆都仑区	450	450
6	内蒙古鑫元硅材料科技有限公司	昆都仑区	500	500

7	龙马高端风能装备	昆都仑区	145	145
8	双良硅材料（包头）有限公司	高新区	930	930
9	包头华鼎铜业发展有限公司	高新区	150	9
10	内蒙古大全新能源有限公司	九原区	1200	1200
11	内蒙古光威碳纤有限公司	九原区	70	70
12	包头中远防务材料有限公司	九原区	4	4
13	明拓铁素体不锈钢有限公司	九原区	85.76	86
14	内蒙古鑫国镨新能源材料有限公司	九原区	30	30
15	包头永和新能源材料产业园项目	九原区	600	600
16	内蒙古杉杉新材料有限公司	九原区	22	22
17	国能包头煤化工有限责任公司升级示范项目	九原区	730	730
	合计			8305

上述新增工业用水中，内蒙古大全新能源有限公司等用水大户均为废水零排企业，能够排放废水的企业其用水量共 4755 万 m³。

5.1.1.2 污水量预测

（1）定额系数预测法

①污水排放系数

综合生活污水的污水排放系数参考包头市实际情况以及《城市排水工程规划规范》（GB50318），确定城市为 0.8。工业废水污水排放系数根据包头市包头市工业废水排水量调研情况以及近 5 年污水排放量校核结果，综合确定为 0.2。

②污水量计算

预计 2025 年较 2021 年新增污水量 2817 万 m³，计算过程如下表所示：

表 5-4 2025 年新增污水量预测表（定额系数预测法）

	新增用水量（万 m ³ ）	排放系数	污水量（万 m ³ ）
综合生活	2333	0.8	1866
工业	4755 (未计算零排企业)	0.2	951
合计	—	—	2817

2021 年现状污水量为 1.38 亿 m³，2025 年增量 0.28 亿 m³，因此预计 2025 年污水量为 1.66 亿 m³。

（2）趋势预测法

根据 2012 年-2021 年包头市《城建统计年鉴》中心城区污水量数据，拟合曲线，得出 2025 年污水量为 16295 万 m³。

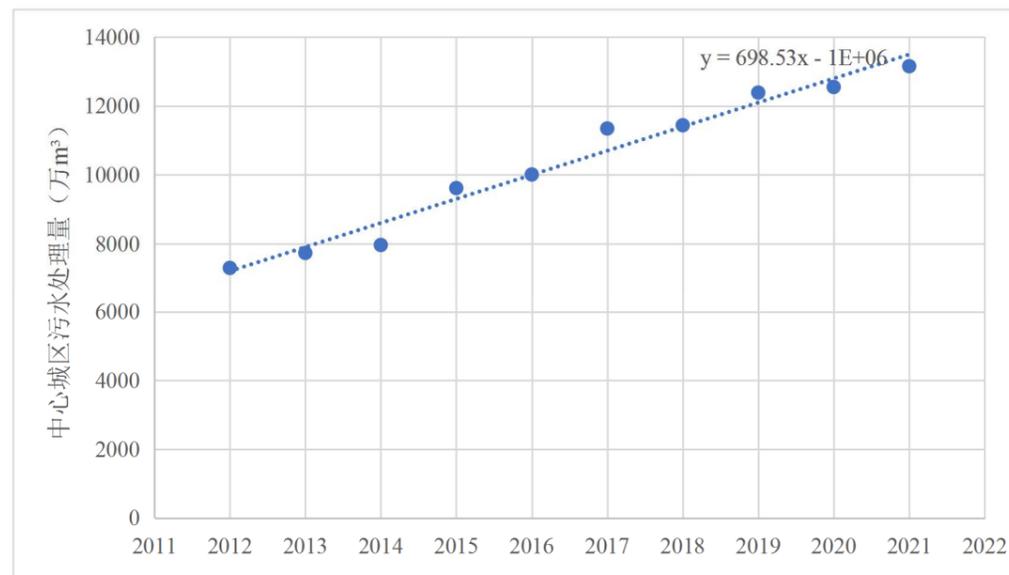


图 5-4 2012 年-2021 年包头中心城区污水处理量拟合图

（3）预测结果

定额及统计预测法计算法得出 2025 年中心城区污水量为 13800 万 m³，现状趋势预测法得出 2025 年再生水可供水量为 16295 万 m³，两种方法的相对偏差为 2%，偏差较小。最终以定额及统计预测法得出的数据作为预测结果。

5.1.1.3 再生水可供水量预测

根据包头市现状中心城区各污水厂尾水量与进厂水处理量的比值，确定 2025 年污水厂尾水量（即再生水可供水量）与污水处理量的比值为 0.8，因此 2025 年中心城区再生水可供水量为 13332 万 m³。

5.1.2 外五旗县区可供水量

5.1.2.1 用水量预测

（1）综合生活用水量

①人口预测

➤ 人口变化趋势

根据《2022 年包头市统计年鉴》，2021 年包头市外五旗县区常住人口为 46.54 万人，其中石拐区 2.39 万人、土右旗 23.56 万人、固阳县 11.61 万人、达茂旗 6.72 万人、白云区 2.26 万人。通过分析近 10 年常住人口变化趋势可知，外五旗县区人口流失严重，均呈现出人口负增长趋势。

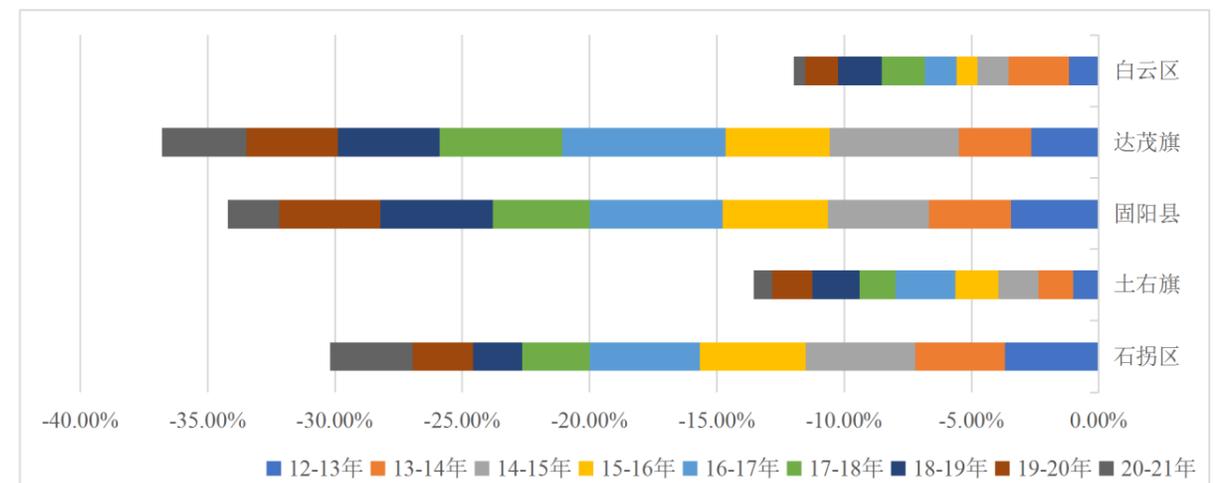


图 5-5 2012-2021 年包头市外五旗县区年人口增长趋势图

表 5-5 2012-2021 年包头市各旗县区常住人口统计表

年份	石拐区	土右旗	固阳县	达茂旗	白云区	合计
2012	3.25	27.01	16.46	9.79	2.55	59.06
2013	3.13	26.74	15.89	9.53	2.52	57.81
2014	3.02	26.37	15.38	9.26	2.46	56.49
2015	2.89	25.96	14.77	8.79	2.43	54.84
2016	2.77	25.52	14.16	8.43	2.41	53.26
2017	2.65	24.92	13.42	7.89	2.38	51.26
2018	2.58	24.57	12.91	7.51	2.34	49.91
2019	2.53	24.11	12.34	7.21	2.30	48.49
2020	2.47	23.73	11.85	6.95	2.27	47.27
2021	2.39	23.56	11.61	6.72	2.26	46.54

➤ 预测方法

结合近 5 年包头市常住人口变化趋势，得出各区的年均增长率，采用综合增长率法对外五旗县区各旗县区进行人口预测。

$$P_j = P_0 (1+r)^n$$

其中：P_j=规划期末总人口；r=人口年均增长率；n=规划年数。

基于 2021 年包头市外五旗县区现状常住人口 46.54 万人，预测到 2025 年外五旗县区常住人口为：

$$Y_{2025} = 46.54 (1-2.34\%)^4 = 42.34 \text{ 万人}$$

➤ 城镇化率预测

根据《包头市国土空间总体规划（2021—2035 年）》的预测结果，2025 年中心城区城镇化率为 66.4%。

➤ 预测结果

根据对近 10 年包头市常住人口的变化趋势分析，结合《中共中央国务院关于优化生育政策促进人口长期均衡发展的决定》等国家优化生育政策，对各旗县区进行规划年人口预测，预测 2025 年包头市外五旗县区常住人口为 42.34 万人，根据城镇化率为 66.4%，预测城镇人口为 23.52 万人。

②生活用水定额

趋势外推法：随着人民生活水平的不断提高，2021 年包头市人均综合生活用水量为 131L/人·d，较 2017 年增长了 30L/人·d，参考近 5 年增长趋势，采用趋势外推法建立线性曲线拟合得出中心城区 2025 年城镇综合生活用水定额为 168L/人·d。

标准规范参考：《室外给水设计标准》（GB50013-2018）中要求综合生活用水定额应根据当地国民经济和社会发展、水资源充沛程度、用水习惯，在现有用水定额基础上，结合城市总体规划和给水专业规划，本着节约用水的原则，综合分析确定。根据表 5-5 及 5-2 平均日综合生活用水定额[L/(人·d)]的要求，选取适宜的综合生活用水定额指标。

综上，最终确定 2025 年包头市外五旗县区中石拐区、土右旗、固阳县、达茂旗城镇综合生活用水定额为 155L/人·d，白云区城镇综合生活用水定额为 165L/人·d。

③预测结果

综上，包头市外五旗县区 2025 年城镇综合生活用水量为 1338 万 m³。

(2) 工业用水量

包头市近 10 年工业用水量总体保持稳定，但由于 2025 年前以硅材料企业为代表的工业企业大量落户投产，工业用水量将显著增加，趋势发及指标法不适宜于 2025 年工业用水量的预测，因此本规划采用调研统计法进行预测。

包头市外五旗县区现状工业用水量为 1755 万 m³。根据对各个旗县区的调研情况进行统计，并对各个企业的用水需求采用定额法或者同行也对比法进行校核，预测到 2025 年新增工业用水量为 3196 万 m³，因此 2025 年工业用水量为 4951 万 m³。

表 5-6 外五旗县区 2025 年新增工业用水需求表

序号	企业名称	所在旗县区	2025 年需水量	较 2021 年新增需水量
31	石拐区工业园区	石拐区	609	609
32	新特硅材料	土右旗	300	300
33	包头市洲际汇鑫石化科技有限公司	土右旗	2.82	2.82
34	内蒙古德隆墟环保科技有限公司	土右旗	0.73	0.73
35	内蒙古尤佳医疗科技有限公司	土右旗	100	100
36	内蒙古博明医疗用品有限公司	土右旗	38.5	38.5
37	内蒙古豪安能源科技有限公司	土右旗	30.6	30.6
38	包头康碳复合材料科技有限公司	土右旗	2.4	2.4
39	腾冲鸿鑫新型材料有限公司	土右旗	32	32
40	内蒙古康顺有限公司	土右旗	3.6	3.6
41	内蒙古晶辉循环科技有限公司	土右旗	65.12	65.12
42	内蒙古鼎泰万邦新能源科技有限公司	土右旗	1.8	1.8
43	内蒙古草原荣昇食品有限公司	土右旗	0.23	0.23
44	内蒙古金粮安食品有限公司	土右旗	0.03	0.03
45	内蒙古恒泰裕丰新材料有限公司	土右旗	21.25	21.25
46	内蒙古蒙绥元食品有限责任公司	土右旗	10	10
47	内蒙古蒙源宜康科技有限公司	土右旗	3	3

48	苏州鸿博斯特超净科技有限公司	土右旗	0.1	0.1
49	内蒙古信博食品有限责任公司	土右旗	1.1	1.1
50	内蒙古中皓精细化工有限公司	土右旗	2.28	2.28
51	内蒙古屹原生物科技有限公司	土右旗	1.38	1.38
52	内蒙古辉腾能源化工有限公司	土右旗	371.4	371.4
53	弘元新材料	固阳县	400	400
54	东方日升新能源	固阳县	250	250
55	内蒙古华电氢能科技有限公司	达茂旗	19	19
56	远景能源集团	达茂旗	327	327
57	水木明拓（达茂）氢能源科技有限公司	达茂旗	200	200
58	内蒙古海达新材料科技有限公司	达茂旗	13.22	13.22
59	内蒙古金鄂博氟化工有限责任公司	达茂旗	90	90
60	白云区	白云区	300	300
	合计			3196

5.1.2.2 污水量预测

①污水排放系数

综合生活污水的污水排放系数参考包头市实际情况以及《城市排水工程规划规范》（GB50318），确定城市为 0.8。工业废水污水排放系数根据包头市存在大量污水零排放企业的现状、包头市工业废水排水量调研情况以及近 5 年污水排放量校核结果，取 0.2。

②可供再生水量

根据目前包头市污水厂处理进厂量与出厂量的比例，得出污水厂产水系数为 0.8，则包头市污水厂可供再生水量为 1642 万 m³。

5.1.3 市域预测可供水量预测结论

根据对包头市中心城区及外五旗县区 2025 年的城镇生活、工业用水量及污水量进行论证分析，得出 2025 年包头市市域污水厂再生水可供水量为 14975 万 m³，各旗县区预测结果如下表所示：

表 5-7 包头市再生水可供水量（万 m³）

行政分区	2025 年可供水量
中心城区	13332
石拐区	221
土右旗	647
固阳县	398
达茂旗	238
白云区	138
合计	14975

5.1.4 时间变化规律

包头市城市用水量受温度影响明显，温度越高，用水量越大，污水产生量也呈现同样的规律。根据 2021 年包头市污水处理量逐月变化趋势，对再生水可供水量进行逐月分解，从而得到 2025 年包头市再生水逐月可供水量。



图 5-6 2025 年包头市可供水量逐月变化图

5.1.5 空间分布情况

(1) 各水厂水量情况

根据各个污水厂的服务范围进行分区域预测，得到 2025 年各个污水厂的实际污水处理量以及尾水排放量（再生水可供水量）。具体结果如下表所示：

表 5-8 2025 年包头市各污水处理厂尾水排放量

所在区域	污水处理厂	污水处理量 (万 m ³ /年)	尾水排放量 (万 m ³ /年)
中心城区	北郊污水处理厂	3347	2678
	南郊污水处理厂	6042	4834
	东河东污水处理厂	1889	1511
	万水泉污水处理厂	4097	3278
	九原污水处理厂	556	445
	西郊污水处理厂	246	197
	加通污水处理厂	486	389
石拐区	石拐污水处理厂	276	221
土右旗	土右旗污水处理厂	809	647
固阳县	固阳县金山镇污水处理站	498	398
达茂旗	达茂污水处理厂	298	238
白云区	白云区污水处理厂	173	138
合计			14975

(2) 再生水处理及输配损失

根据目前包头市污水厂处理进水量与出水量的比例，得出污水厂产水系数为 0.8，则包头市污水厂可供再生水量为 14975 万 m³，参考《城镇污水再生利用工程设计规范》（GB50335），根据再生水配置水量的用途，确定工业输配水及生态用水输配水

的管网漏损率，综合确定城镇再生水配水管网的漏损水量按再生水利用水量的5%，为519万m³，未预见用水量（即对于在工程设计中难以预测的各项因素而准备的用水量）按再生水利用水量与配水管网的漏损水量之和的8%确定为872万m³。

5.2 需水量及时空分布特征

5.2.1 再生水利用分类

随着污水处理技术的发展，再生水逐渐成为城市供水水源的重要组成部分，被广泛用于工业、农业、园林绿化。在《城市污水再生利用分类》（GB/T18919-2002）中将城市污水再生利用类型分为（1）农、林、牧、渔业用水；（2）城市杂用水；（3）工业用水；（4）环境用水；（5）补充水源水等五类。

表 5-9 城市污水再生利用类别

序号	分类	范围	示例
1	农、林、牧、渔业用水	农田灌溉	种籽与育种、粮食与饲料作物、经济作物
		造林育苗	种籽、苗木、苗圃、观赏植物
		畜牧养殖	畜牧、家畜、家禽
		水产养殖	淡水养殖
2	城市杂用水	城市绿化	公共绿地、住宅小区绿化
		冲厕	厕所便器冲洗
		道路清扫	城市道路的冲洗及喷洒
		车辆冲洗	各种车辆冲洗
		建筑施工	施工场地清扫、浇洒、灰尘抑制、混凝土制备与养护、施工中的混凝土构件和建筑物冲洗
		消防	消火栓、消防水炮

3	工业用水	冷却用水	直流式、循环式
		洗涤用水	冲渣、冲灰、消烟除尘、清洗
		锅炉用水	中压、低压锅炉
		工艺用水	溶料、水浴、蒸煮、漂洗、水力开采、水力输送、增湿、稀释、搅拌、选矿、油田回注
		产品用水	浆料、化工制剂、涂料
4	环境用水	娱乐性景观环境用水	娱乐性景观河道、景观湖泊及水景
		观赏性景观环境用水	观赏性景观河道、景观湖泊及水景
		湿地环境用水	恢复自然湿地、营造人工湿地
5	补充水源水	补充地表水	河流、湖泊
		补充地下水	水源补给、防止海水入侵、防止地面沉降

5.2.1.1 工业用水

在包头市城市用水中，工业占比较大。再生水回用于工业，其优势在于：①紧邻水源，就近取用避免长距离引输；②水源稳定，保证率高，水量丰枯波动相对较小。

5.2.1.2 城市杂用及生态环境补水

为了保证城市居民的健康，再生水回用于城市杂用项前应经过紫外消毒等工艺进行消毒；考虑到再生水运输需要区别于常规水源供水管道，为了节约成本，应该在城市内合理设置取水点，供环卫车辆补水，供水范围应涵盖风景区、森林公园、城市主要绿地、人员密集街道等；从保护环境质量的角度看，景观用水需要满足氮磷等指标，防止蓝绿藻的产生，在城市河道景观内可以通过建设人工湿地使水质达标和水体生态稳定。

5.2.1.3 农业用水

与城市杂用类似，农牧渔业用水水质主要考虑生态风险；但是从城市集中性污水处理厂或再生水厂到农灌区距离长，管道建设成本高，再生水回用于农业的成本较高。

5.2.1.4 小结

综合考虑包头市水资源供需现状以及再生水利用的可行性，到2025年，包头市再生水利用主要以工业用水、城市杂用、生态环境补水为主，暂不考虑农业用水。

5.2.2 工业用水

包头市工业用水最具普遍性和代表性的用途是工业循环冷却补充用水，工业领域的再生水回用除作为工业冷却水外，还可以作为产品处理用水、原料用水及锅炉补给水等。再生水项目应首先选择长期、稳定和用水量大的工业企业作为再生水回用的主要用户，容易形成规模效益，可利用市场经济的价格杠杆实现良性发展的目的。

5.2.2.1 水量需求

经过对包头市各旗县区工业企业的调研及资料收集，对以下几类工业企业用户的再生水利用需求进行了统计分析：（1）以公共供水（黄河水）为水源，但是没有黄河水用水指标的企业。按照黄河水超载治理要求，需要将工业用水置换为再生水。（2）新增工业用水需求。（3）现状再生水用户中，用水结构中公共供水（黄河水）的占比偏高，有待进一步优化。（4）处于现状、在建或者规划供水管网覆盖范围内的其它企业。

经统计，全市上述4类工业企业再生水需求量为17560万m³。其中中心城区工

业企业再生水需水量为14218万m³，外五旗县区工业再生水需水量为3342万m³。

上述企业中，2021年和2022年再生水使用量分别为2867万m³和2426万m³。工业再生水利用量仍存在巨大增长空间。各个工业企业需水量以及现状再生水利用情况如下表所示：

表 5-10 包头市工业再生水现状及潜在用户需求及现状使用情况

序号	用户	所在园区	2025年需水量 (万 m ³)	现状再生水 用水量 (万 m ³)	
				2021年	2022年
1	北方联合电力包头第二热电厂	青山区	783	350	324
2	弘元新材料（包头）有限公司	青山装备园区	1500		
3	包头晶澳太阳能科技有限公司	青山装备园区	1000		
4	包头阿特斯阳光能源科技有限责任公司	青山装备园区	210		
5	北方联合电力包头第三热电厂	东河区	650	458	525
6	包头东华热电有限公司	东河区	500	491	318
7	包头铝业（集团）有限责任公司	东河区	560	219	269
8	包头市森都碳素有限公司	包头铝业产业园区	49	44	45
9	凯普松电子科技(包头)有限公司	包头铝业产业园区	118	10	22
10	内蒙古通威多晶硅有限公司	昆区金属深加工园区	1550		
11	内蒙古鑫元硅材料科技有限公司	昆区金属深加工园区	500		
12	包头美科硅能源有限公司	昆区金属深加工园区	450		
13	包头市大安钢铁有限责任公司	昆区金属深加工园区	153	0	5
14	东方希望包头稀土铝业有限责任公司	高新区希望工业园区	2500		
15	包头华鼎铜业发展有限公司	高新区希望工业园区	150		
16	包头威丰新材料有限公司	高新区希望工业园区	33		

序号	用户	所在园区	2025年需水量 (万 m ³)	现状再生水 用水量 (万 m ³)	
				2021年	2022年
17	双良硅材料（包头）有限公司	高新区滨河新区	930		
18	内蒙古普拉特交通能源有限公司	九原区	120		
19	明拓集团铝业科技有限公司	九原工业园区	32		24
20	华电内蒙古能源有限公司包头发电分公司	九原区	1100	944	587
21	包头东方希望碳素有限公司	九原区	130		
22	内蒙古大全新能源有限公司	九原工业园区	1200		
23	石拐区工业园区	石拐区工业园区	799	76	
24	土右工业园区	土右工业园区	836		
25	金山工业园区	金山工业园区	758		
26	巴润园区	巴润园区	649		
27	白云区	白云区	300		
	合计		16724	2592	2119

5.2.2.2水质需求

包头市工业再生水用户以电厂和硅材料企业为主，生产用水主要以循环冷却水为主，因此水质需满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923）表 1 中敞开式循环冷却水系统补充水的要求，化学毒理学指标还应符合 GB18918 中“一类污染物”和“选择控制项目”中各项指标限值的规定。目前再生水水源水质执行的标准为《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级 A 排放标准，水源水质标准与用户需求水质标准的具体指标对比见表 5-11。

通过对比可以看出，《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级 A 排放标准对溶解性总固体、铁、锰、氯离子、二氧化硅、总硬度、总碱度、

硫酸盐等指标的限值均未做要求，因此，污水厂尾水还需进一步处理才能满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923）表 1 中敞开式循环冷却水系统补充水的要求。

表 5-11 再生水水源水质与工业用户需求水质主要指标对比

控制指标	GB 18918-2002 中的一级 A 排放标准	GB/T 19923 中的敞开式循环冷却水系统补充水水质标准
pH 值	6~9	6.5-8.5
悬浮物 (SS) (mg/L)	10	--
浊度 (NTU)		≤5
色度 (度)	30	≤30
生化需氧量 (BOD ₅) (mg/L)	10	≤10
化学需氧量 (COD) (mg/L)	50	≤60
铁 (mg/L)		≤0.3
锰 (mg/L)		≤0.1
氯离子 (mg/L)		≤250
二氧化硅 (SiO ₂)		≤50
总硬度 (以 CaCO ₃ 计 mg/L)		≤450
总碱度 (以 CaCO ₃ 计 mg/L)		≤350
硫酸盐 (mg/L)		≤250
氨氮 (以 N 计/mg/L)	5	≤10
总磷 (以 P 计/mg/L)	1	≤1
溶解性总固体 (mg/L)		≤1000
石油类 (mg/L)	1	≤1
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.5	≤0.5
余氯 (mg/L)		≥0.05
粪大肠菌群 (个/L)	1000	≤2000

5.2.2.3 时空特征

(1) 时间变化

具有再生水使用需求的工业企业中，用水约 70% 为循环冷却用水，气温对蒸发损失水量存在显著影响，因此不同季节的企业用水量存在较大差异。包头市四季气温变化明显，全年温差最大在 30 度左右（表 5-12）。根据《工业循环水冷却设计规范》（GB/T50102）中进塔干球空气温度选取适宜的系数（表 5-13），计算开式循环冷却塔蒸发损失率，进而得到逐月的需水量。

表 5-12 包头市历史月份气温表

月份	平均高温（℃）	平均低温（℃）
1月	-2	-16
2月	4	-11
3月	11	-3
4月	18	2
5月	25	9
6月	30	15
7月	30	17
8月	27	15
9月	24	10
10月	15	1
11月	7	-6
12月	-2	-16

开式循环冷却塔蒸发损失率计算公式：

$$P_e = K_{ZF} \cdot \Delta t \times 100\%$$

式中： P_e —蒸发损失水率；

K_{ZF} —系数（1/℃），可按表 5-13 取值

表 5-13 蒸发水量系数选取表

进塔干球空气温度（℃）	-10	0	10	20	30	40
系数（ K_{ZF} ）	0.0008	0.0010	0.0012	0.0014	0.0015	0.0016

计算结果表明，包头市再生水需水量存在季节性差异，用水高峰集中在 6-8 月。

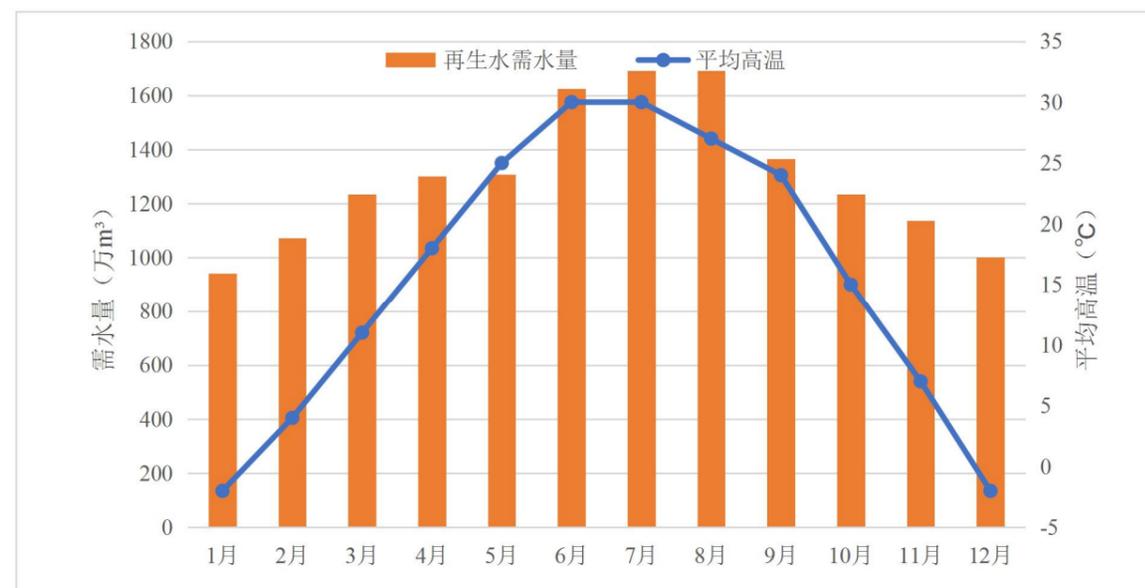


图 5-7 2025 年包头市工业需水量与历史高温逐月变化图

(2) 空间分布

从空间分布上看，工业再生水用水需求主要集中在中心城区，分别为昆都仑区 2653 万 m³、青山区 3493 万 m³、东河区 1877 万 m³、高新区 3613 万 m³、九原区 2582 万 m³、石拐区 799 万 m³、土右旗 836 万 m³、固阳县 758 万 m³、达茂旗 649 万 m³、白云区 300 万 m³。主要企业包括电厂用户（如北方联合电力包头第二热电厂、北方联合电力包头第三热电厂、华电内蒙古能源有限公司包头发电分公司、东方希望包头稀土铝业有限责任公司）和硅材料企业（如包头晶澳太阳能科技有限公司、弘元新材料（包头）有限公司、内蒙古通威多晶硅有限公司、内蒙古大全新能源有限公司）等。

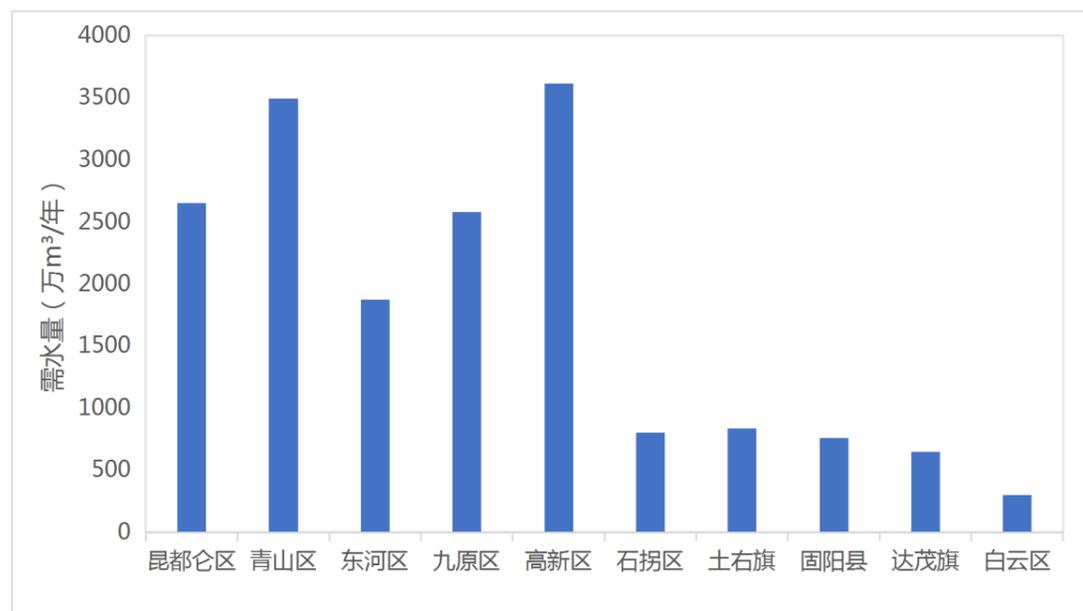


图 5-8 2025 年包头市各旗县区工业再生水需水量

5.2.3 生态用水

5.2.3.1 水量需求

目前，国内城市再生水循环利用的主要用途为生态用水，包括绿化、道路浇洒、河道补水等，因此包头市具备将城市各类生态用水置换为再生水的可能。下面对包头市各类生态用水的总体需求进行分析预测，为后续再生水配置提供参考。

(1) 城市绿化

根据《2022 年包头市统计年鉴》，现状包头市园林绿化面积为 11746 公顷，其中中心城区 9720 公顷。2021 年中心城区绿化用水为 1928 万 m³，每年绿化灌溉按照 180 天计算，现状单位面积绿化用水量为 1.10L/（m²·d），远低于《内蒙古行业用水定额》（DB15/T385-2020）中公园绿地灌溉定额先进值 1.9 L/（m²·d），仅与附属绿地和区域绿地的灌溉定额先进值 1.1 L/（m²·d）相当。因此，包头市现状绿化

灌溉用水量严重不足。

《包头市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标》提出深化“三百米见绿，五百米见园”绿化行动，到 2025 年建成区绿地覆盖率由 42.8% 提高至 44.55%，同时考虑 2025 年建设用地的增长，预计到 2025 年全市园林绿化面积将达到 12387 公顷。

根据《内蒙古行业用水定额》（DB15/T385-2020）中城市绿化管理中的绿化用水定额指标，结合包头市绿化用水现状，以及包头市各类绿地构成，确定 2025 年绿化用水定额为 1.8 L/（m²·d）。绿化周期为 180 天，预测到 2025 年包头市绿化用水为 4013 万 m³。

(2) 市政杂用

根据《2022 年包头市统计年鉴》可知，全市人均城市道路面积为 18.91 平方米，市区为 17.69 平方米。根据调研可知现状市区道路浇洒水量为 35.8 万 m³。道路浇洒天数按照 210 天/年，因此现状用水定额为 0.05L/（m²·d），用水定额偏低。

根据《包头市国土空间规划》可知，2025 年包头市道路网密度将达到 8 千米/平方公里，预计到 2025 年包头市道路面积将达到 4574 万平方米，参考《内蒙古行业用水定额》（DB15/T385-2020）中场地、道路浇洒定额标准，结合包头市现状，确定 2025 年道路浇洒用水定额为 0.3L/（m²·d），道路浇洒周期从 4 月 15 日到 10 月 15 日，共 210 天，综上，预测到 2025 年包头市道路浇洒用水为 288 万 m³。

(3) 大青山生态用水及河道生态补水

根据《包头市大青山生态应急水源工程可行性研究报告》，大青山生态用水需求 1591 万 m³/年，其中大青山绿化用水 642 万 m³/年，中心城区河流生态恢复补水（包

括昆都仑河、北郊景观河、四道沙河和二道沙河）948.5万 m³/年。通过泰弘2号泵站和输水管道向昆河、东河、北郊截洪沟、二道沙河、四道沙河等进行补水。

（4）小结

根据城市绿化、道路浇洒、河道补水的需求分析结果，最终确定2025年包头市生态用水需求为5893万 m³。中心城区及各个旗县区的生态用水需求如下表所示：

表 5-14 包头市各旗县区 2025 年生态需水量

行政区	生态需水量（万 m ³ ）
中心城区	5169
石拐区	65
土右旗	350
固阳县	140
达茂旗	78
白云区	90
合计	5893

5.2.3.2 水质需求

（1）城市绿化和道路浇洒

目前再生水水源水质执行的标准为《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级 A 排放标准，城市绿化和道路浇洒用水水质应符合《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）的要求。水源水质标准与用户需求水质标准的具体指标对比见表 5-15。

表 5-15 再生水水源水质与绿化杂用水质需求主要指标对比

序号	项目	GB 18918-2002 中的一级 A 排放标准	GB/T18920-2020 中的城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工用水水质要求
1	pH	6~9	6.0~9.0
2	色度，铂钴色度单位	30	30
3	嗅		无不快感
4	浊度/NTU		≤10
5	五日生化需氧量(BOD ₅)/(mg/L)	10	≤10
6	氨氮/(mg/L)	5	≤8
7	阴离子表面活性剂/(mg/L)	0.5	≤0.5
8	溶解性总固体/(mg/L)		1000(2000) ^a
9	溶解氧/(mg/L)		≥2.0
10	总氯/(mg/L)		≥1.0(出厂)，≥0.2 ^b (管网末端)
11	大肠埃希氏菌/(MPN/100mL 或 CFU/100mL)		无 ^c
12	氯化物 ^d (Cl ⁻)/(mg/L)		≤350
13	硫酸盐 ^d (SO ₄ ²⁻)/(mg/L)		≤500

注：
a.括号内指标值为沿海及本地水源中溶解性固体含量较高的区域的指标。
b.用于城市绿化时，不应超过 2.5mg/L。
c.大肠埃希氏菌不应检出。
d.选择性控制项目及限值。

通过对比可以看出，《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级 A 排放标准对嗅、浊度、溶解性总固体、总氯、大肠埃希氏菌、氯化物、硫酸盐等指标的限值均未做要求，因此，针对污水厂尾水水质还需进一步检测，判断其是否满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）的要求。

（2）城市景观用水

目前再生水水源水质执行的标准为《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB

18918-2002)中的一级 A 排放标准,城市景观用水水质应符合《城市污水再生利用 景观环境用水水质》(GB/T 18921-2019)的要求。水源水质标准与用户需求水质标准的具体指标对比见表 5-16。

表 5-16 再生水水源水质与景观用水水质需求主要指标对比

序号	项目	GB 18918-2002 中的一级 A 排放标准	GB/T 18921-2019			景观湿地环境用水
			观赏性景观环境用水			
			河道类	湖泊类	水景类	
1	基本要求		无漂浮物,无令人不愉快的嗅和味			
2	pH 值	6~9	6.0~9.0			
3	生化需氧量 (BOD ₅)	10	≤10	≤6	≤10	
4	浊度		≤10	≤5	≤10	
5	总磷 (以 P 计)	1	≤0.5	≤0.3	≤0.5	
6	总氮 (以 N 计)	15	≤15	≤10	≤15	
7	氨氮 (以 N 计) ②	5	≤5	≤3	≤5	
8	粪大肠菌群数/ (个/L)	1000	≤1000			≤1000
9	色度 (稀释倍数)	30	≤20			

通过对比可以看出,《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)中的一级 A 排放标准与《城市污水再生利用 景观环境用水水质》(GB/T 18921-2019)中的观赏性景观环境用水以及景观湿地环境用水的水质要求基本一致,不需要对污水厂尾水进行深度处理。

5.2.3.3 时空分析

(1) 空间分布

从空间分布来看,生态用水需求主要分布在中心城区,包括绿化、道路浇洒以及河道补水。2025 年中心城区及各个旗县区的生态用水需求如下表所示:

表 5-17 包头市各旗县区生态需水量

行政区	生态需水量 (万 m ³)
中心城区	5169
石拐区	65
土右旗	350
固阳县	140
达茂旗	78
白云区	90
合计	5893

(2) 时间分布

包头市绿化用水需求主要集中在 4-10 月之间。道路浇洒主要集中在 4 月 15 日到 10 月 15 日之间。冬季对生态用水的需求较少。

大青山生态用水以及河道补水的供水水源一部分为污水厂尾水直接供水,一部分通过调蓄工程调蓄后供水,暂不考虑供需之间时间不匹配的影响。

将城市绿化、道路浇洒生态用水需求进行逐月分解,结果如下图所示:

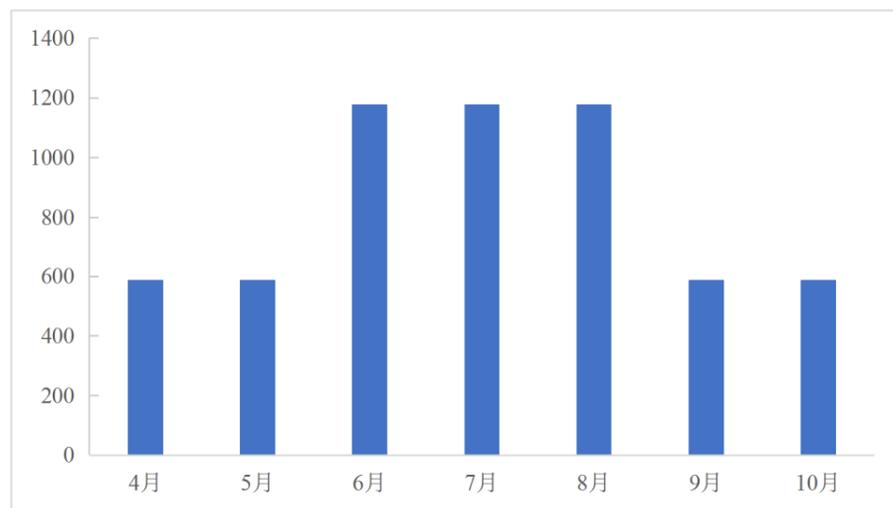


图 5-9 2025 年包头市生态需水量逐月变化

从上图可以看出，包头市生态用水对再生水的需求主要集中在 4~10 月份，其中夏季 6~8 月需求量最大。

5.3 小结

(1) 可供水量

2021 年包头市再生水可供水量为 12915 万 m³，其中中心城区可供水量 11864 万 m³，外五旗县区可供水量 1051 万 m³。根据 5.1.1.3 中的预测结果，2025 年包头市再生水可供水量 14974 万 m³，其中中心城区可供水量 13332 万 m³，外五旗县区可供水量 1642 万 m³。

(2) 需水量

根据 5.2.2.1 中工业再生水用户的选取原则，全市 4 类再生水潜在工业用户对再生水的需求量为 17560 万 m³。其中，中心城区工业企业再生水需水量为 14218 万 m³，外五旗县区工业再生水需水量为 3342 万 m³。

根据 5.2.3.1 中生态需水量的预测结果，全市 2025 年生态需水量为 5893 万 m³。其中，市中心城区生态需水量 5169 万 m³（包括绿化及道路浇洒需水量 3578 万 m³，大青山绿化及河道补水量 1591 万 m³），外五旗县区生态需水量（全部为绿化及道路浇洒需水量）723 万 m³。

(3) 供需态势分析

从供需水量分析可以看出，2025 年再生水供需缺口约为 8000 万 m³，主要集中在中心城区。因此在再生水的配置过程中，应综合考虑供需双方的空间分布、水质匹配、时间匹配等因素，使再生水资源能够得到充分利用。

6 再生水配置方案

6.1 配置策略

6.1.1 系统谋划，统筹配置

坚持系统思维，全面分析各类水源和各个用户的空间、时间、水量、水质等供需特征，将再生水与其它各类常规和非常规水资源全部纳入水资源统一配置。在符合各类法规政策要求的前提下制定经济技术最优方案。

6.1.2 工业优先，兼顾生态

（1）重点配置领域分析

根据第5章的预测结果，2025年再生水存在约8000万m³的供需缺口，因此需要明确再生水配置的重点领域。以下从用水紧迫性、供需时间匹配性、供需水质匹配性和供需空间匹配性4个方面进行分析，结果如下表所示：

表 6-1 包头市再生水配置策略对比

	用于工业	用于生态
用水紧迫性	一是要完成现状无黄河水指标企业的整改任务，二是要解决新增企业用水需求，紧迫性高，水量需求大。	新增需求量较小，紧迫性较低。
供需时间匹配性	用水与排水峰谷基本同步，供需匹配程度较高，对调蓄空间需求较小。	5~10月用水，且主要集中在当日无有效降雨的白天用水。一日内及不同月份间的用水峰谷波动大，需要巨大的水量调蓄空间，否则将导致每天夜间以及冬季大量再生水无法利用而排放。

供需水质匹配性	需要进一步净化。可根据用户	仅北郊、东河东污水厂水质基本满足绿化杂用要求，其它污水厂出水需要进一步净化。且因用户分散，需要进行在现状污水厂内进行深度净化。
空间匹配性	园区内企业相对集中，管网建设量较小。	用户分布过于分散，需要建设大量输配管网。

从上述分析可以看出，包头市再生水应优先配置给工业用户。

（2）各领域重点配置对象分析

为解决包头市黄河水超指标取水以及新增工业用水需求，将再生水优先配置给工业用户，同时兼顾生态与市政杂用。

工业用户配置按照以下原则：（1）优先实施无用水指标企业的水源置换。为解决现状无指标使用黄河水企业的用水需求，应将新增再生水配置水量优先置换该类企业的黄河水。（2）新增工业优先配置再生水。按照《中华人民共和国 黄河保护法》等法规政策要求，黄河水资源超载地区的新增工业用水需求应优先利用再生水。（3）设施覆盖范围内能用尽用。在再生水仍有余量的情况下，推进再生水供水设施覆盖范围内，现状再生水用户的用水结构优化和其它工业用水大户的黄河水源置换。现状再生水用户中，用水结构有待进一步优化，再生水比例可以进一步提高的，应增加再生水利用量。

生态用水重点保障。首先是保障现状再生水管网覆盖区域的绿化用水。其次，满足大青山绿化用水以及城市河道生态补水需求，同时发挥非用水高峰期的河道调蓄功能。

6.1.3 总量平衡、空间均衡

首先是总量上实现供需平衡，再生水配置总量与各污水厂可供水量相匹配，通过区域管网联通实现再生水的空间调配。其次是在各供水组团内，保证水源供水能力与用户需求间的供需平衡，实现水源与用户的空间均衡。

6.1.4 时间匹配、水质达标

首先，通过分析污水厂尾水水量与用户需求水量的逐月变化规律，保证在不同时间段内实现供需平衡。其次，同一供水区域内的用户水质要求应保持一致，并根据用户水质需求提出水质保障措施，保障供水水质安全。

6.2 用户水量配置

根据再生水配置策略，针对包头市不同地区和行业用水需求，确定再生水配置方案。到2025年，包头市配置再生水12891万 m^3 （不含包钢厂区内回用量），其中工业10428万 m^3 （中心城区供水10034万 m^3 ，外五旗县区供水394万 m^3 ），绿化杂用908万 m^3 ，大青山生态用水及河道生态补水1555万 m^3 。配置总量满足自治区水利厅对包头市水资源双控要求中提出的非常规水资源年利用量不低于1.17亿 m^3 的要求。其中，由中心城区供水的工业、生态及绿化杂用再生水配置量11940万 m^3 ，该配置量较2021年中心城区再生水利用量2870万 m^3 （不含包钢厂区内回用量）增加8070万 m^3 。增量中7515万 m^3 用于工业，1555万 m^3 用于大青山生态以及市区河道补水。增量满足《包头市水资源节约集约利用三年攻坚行动方案（2023-2025）》中提出的要求。

6.2.1 工业用水配置方案

6.2.1.1 水量配置原则

按照“优先解决现状无黄河水指标企业用水，兼顾新增用水需求”的总体原则进行配置。针对不同类型的工业用户，采用不同的具体配置原则：

（1）为所有再生水工业用户预留公共供水（黄河水）水量，提供双水源供水保障：①为企业的生活用水以及再生水供水系统出现停水时的应急供水预留公共供水指标；②黄河一期水权转让已签协议的用户已经取得了一定量的黄河水用水指标，配置再生水时需扣除已签协议水量。

（2）需要进行水源置换的无黄河用水指标的用户：按照其生产用水需求配置再生水水量。

（3）电厂以及其它以火力发电用水为主的工业用户：该类用户主要为再生水现状用户，再生水用水条件较为成熟。参考包头市中心城区主要电厂（北方联合电力有限责任公司包头第三热电厂、华电内蒙古能源有限公司包头发电分公司、包头东华热电有限公司供热分公司等）2021年以及2022年的用水结构的平均水平，配置再生水的比例在75%以上。

（4）其它现状再生水用户：主要根据现状再生水用水量进行配置。

（5）光伏制造行业的硅材料企业：属于新增再生水用户。除去（2）、（3）、（4）中已配置再生水水量，剩余可配置于工业的再生水水量约为4900万 m^3 ，而硅材料企业的用水需求约为8100万 m^3 。因此，综合考虑再生水可供水量和用水需求，硅材料企业按照用水总量的约60%配置再生水。其余用水需求需通过用水权转让购买黄河水指标解决。

6.2.1.2 水量配置结果

综合考虑上述原则，工业企业共配置再生水 10428 万 m³，主要集中在青山区、高新区、九原区等。新增配置量 7515 万 m³，其中 2627 万 m³ 为置换现状公共供水（黄河水）的水量，4888 万 m³ 为解决新增工业用水需求的水量。

表 6-2 包头市各旗县区工业再生水配置方案（万 m³）

旗县区	基于用水现状配置量	新增配置量	合计
昆都仑区	5	800	805
青山区	350	1899	2249
东河区	1240	0	1240
九原区	924	826	1750
高新区	0	2670	2670
石拐区	40	300	340
土右旗	239	0	239
固阳县	60	520	580
达茂旗	0	300	300
白云区	55	200	255
合计	2913	7515	10428

（1）昆都仑区配置方案

根据 6.2.1.1 确定的配置原则，昆都仑区再生水潜在用户包括内蒙古通威多晶硅有限公司、内蒙古鑫元硅材料科技有限公司、包头美科硅能源有限公司、包头市大安钢铁有限责任公司等，各个潜在用户 2025 年需水量合计 2653 万 m³（详见表 3-9）。其中，已配置的黄河一期水权指标 481 万 m³。

根据 6.2.1.1 中的工业用再生水水量配置原则，昆都仑区配置再生水 805 万 m³。

其中基于用水现状配置量 5 万 m³，主要供给包头市大安钢铁有限责任公司；新增配置再生水水量 800 万 m³，主要供给内蒙古通威多晶硅有限公司、内蒙古鑫元硅材料科技有限公司、包头美科硅能源有限公司等。其余用水需求通过用水权交易购买黄河水用水权解决。



图 6-1 昆都仑区主要再生水工业用户分布图

（2）青山区配置方案

根据 6.2.1.1 确定的配置原则，青山区再生水潜在用户包括供给弘元新材料（包头）有限公司、包头晶澳太阳能科技有限公司、包头阿特斯阳光能源科技有限责任公司以及北方联合电力包头第二热电厂等，各个潜在用户 2025 年需水量合计 3493 万 m³（详见表 3-9）。其中，已配置的黄河一期水权指标 15 万 m³。

根据 6.2.1.1 中的工业用再生水水量配置原则，青山区配置再生水水量 2249 万 m³。其中基于用水现状配置量 350 万 m³，主要供给北方联合电力包头第二热电厂；新增配置再生水水量 1899 万 m³，主要供给弘元新材料（包头）有限公司、包头晶澳太阳能科技有限公司、包头阿特斯阳光能源科技有限责任公司以及现状用户北方联合

电力包头第二热电厂的增量部分。其余用水需求通过用水权交易购买黄河水用水权解决。



图 6-2 青山区主要再生水工业用户分布图

(3) 东河区配置方案

根据 6.2.1.1 确定的配置原则，东河区再生水潜在用户包括包头东华热电有限公司、内蒙古华云新材料有限公司、包头铝业有限公司、包头市森都碳素有限公司、凯普松电子科技(包头)有限公司等，各个潜在用户 2025 年需水量合计 1877 万 m³（详见表 3-9）。其中，已配置的黄河一期水权指标 235 万 m³。



图 6-3 东河区主要再生水工业用户分布图

根据 6.2.1.1 中的工业用再生水水量配置原则，东河区配置再生水水量 1240 万 m³，全部为基于用水现状配置量，主要供给包头东华热电有限公司、内蒙古华云新材料有限公司、包头铝业有限公司、包头市森都碳素有限公司、凯普松电子科技(包头)有限公司等。其余用水需求通过用水权交易购买黄河水用水权解决。

(4) 九原区配置方案

根据 6.2.1.1 确定的配置原则，九原区再生水潜在用户包括华电内蒙古能源有限公司包头发电分公司、明拓集团铬业科技有限公司、内蒙古普拉特交通能源有限公司、华电内蒙古能源有限公司包头发电分公司、内蒙古大全新能源有限公司等，2025 年需水量合计 2582 万 m³（详见表 3-9）。其中，已配置的黄河一期水权指标 29 万 m³。

根据 6.2.1.1 中的工业用再生水水量配置原则，九原区配置再生水水量 1750 万 m³。其中基于用水现状配置量 924 万 m³，主要供给华电内蒙古能源有限公司包头发电分公司、明拓集团铬业科技有限公司等；新增配置再生水水量 826 万 m³，主要供给内蒙古普拉特交通能源有限公司、华电内蒙古能源有限公司包头发电分公司、内蒙古大全新能源有限公司等。其余用水需求通过用水权交易购买黄河水用水权解决。



图 6-4 九原区主要再生水工业用户分布图

（5）高新区配置方案

根据 6.2.1.1 确定的配置原则，高新区再生水潜在用户包括东方希望包头稀土铝业有限责任公司、包头华鼎铜业发展有限公司、包头威丰新材料有限公司、双良硅材料（包头）有限公司等，各个潜在用户 2025 年需水量合计 3613 万 m³（详见表 3-9），无已配置的黄河一期水权指标 29 万 m³。

根据 6.2.1.1 中的工业用再生水水量配置原则，高新区配置再生水水量 2670 万 m³，全部为新增配置再生水水量，主要供给东方希望包头稀土铝业有限责任公司、包头华鼎铜业发展有限公司、包头威丰新材料有限公司、双良硅材料（包头）有限公司。其余用水需求通过用水权交易购买黄河水用水权解决。



图 6-5 高新区主要再生水工业用户分布图

（6）其它旗县区配置方案

石拐区配置再生水 340 万 m³。其中基于用水现状配置 40 万 m³，主要由石拐污水处理厂供应；新增配置再生水水量 300 万 m³，由万水泉污水厂、东河东污水厂等水厂供水，主要供给石拐区工业园区工业企业。

土右旗配置再生水 239 万 m³，全部为基于现状配置，水源为土右旗污水厂，主

要供给土右工业园区工业自用。

固阳县配置再生水 580 万 m³。其中，基于用水现状配置 60 万 m³，主要由金山污水处理站供应给金山工业园；新增配置再生水水量 520 万 m³，由山北供水工程供应，主要供给弘元新材料、东方日升新能源等。

达茂旗配置再生水 300 万 m³，全部为新增配置量，由山北供水工程供水，主要供给远景能源、北方稀土等。

白云区配置再生水 255 万 m³。其中，基于用水现状配置 55 万 m³，由白云污水处理厂供应；新增配置 200 万 m³，由山北供水工程供水，主要供给宝山矿业公司等。

6.2.2 生态用水配置方案

包头市生态用水共配置再生水 2463 万 m³，其中绿化杂用 908 万 m³，大青山生态及河道补水 1555 万 m³。中心城区及各旗县区用于生态的再生水配置方案如下表所示：

表 6-3 包头市回用于生态的再生水配置方案（万 m³）

旗县区	绿化杂用	大青山生态及河道补水	合计
中心城区	351	1555	1906
石拐区	0	0	0
土右旗	259	0	259
固阳县	140	0	140
达茂旗	78	0	78
白云区	80	0	80
合计	908	1555	2463

从空间分布上看，中心城区配置用于生态环境的再生水 1906 万 m³，其中绿化杂用 351 万 m³（主要基于现状用户配置），大青山生态及河道补水 1555 万 m³。土右旗 259 万 m³，主要供给工业园区绿化。固阳县 140 万 m³，主要用于金山工业园区绿化。达茂旗 78 万 m³，巴润工业园区绿化。白云区生态用水 80 万 m³，主要用于工业园区绿化。

6.3 方案空间布局合理性分析

6.3.1 供水分区

根据水源位置、现状及在建再生水管网布局以及用户分布，将中心城区划分为 4 个再生水供水分区，分别为高新-九原-昆都仑供水分区、青山-石拐供水分区、东河供水分区和山北供水分区。各分区的范围及主要水源如下图所示。



图 6-6 中心城区再生水供水分区图

高新-九原-昆都仑供水分区，水源主要为南郊污水厂、万水泉污水厂、九原污水厂、西郊污水厂出水，主要供给高新区、九原区和昆都仑区的工业企业。

青山-石拐供水分区水源主要为万水泉污水厂、北郊污水厂等，主要供给青山区及石拐区工业企业。

东河供水分区水源主要为东河东污水厂及加通污水厂，主要供给东河区工业企业。

山北供水分区主要供给固阳县、达茂旗和白云区，水源主要为南郊污水厂。

6.3.2 分区内供需平衡校核

由于工业及绿化杂用水的水量大、用水不间断，供水保障要求较高，因此对各个分区的可供水量及工业和绿化杂用配置水量进行供需平衡校核，结果如表 6-4 所示。可以看出，各个分区的可供水量可以满足配置水量要求，且各个污水厂供水量占可供水量的比例均可以控制在 80%左右。

表 6-4 包头市各供水分区配置水量

供水分区	配置水量 (万 m ³ /年)	配置供水量 (万 m ³ /年)						
		南郊 污水厂	万水泉及 新建污水厂	九原 污水厂	西郊 污水厂	北郊 污水厂	东河东 污水厂	加通 污水厂
高新-九原-昆都仑	5225	2710	2005	360	150	0	0	0
青山-石拐	3075	0	600	0	0	1675	800	0
东河	714	0	0	0	0	0	399	315
山北	1020	1020	0	0	0	0	0	0
绿化、道路浇洒用水	351	0	0	0	0	351	0	0
各分区合计	10385	3730	2605	360	150	2026	1199	315
水厂可供水量	13332	4834	3278	445	197	2678	1511	389

6.4 方案时间匹配合理性及调蓄调度方案

6.4.1 供需时间匹配与调蓄调度需求分析

再生水供需双方在水量上均存在季节性变化，因此需要对逐月供需水量的平衡情况进行分析。对于已配置再生水的工业用户，假设各月份再生水在其工业用水量中占比保持不变，中心城区可供水量与工业及绿化杂用水的用水量逐月变化如下图所示：

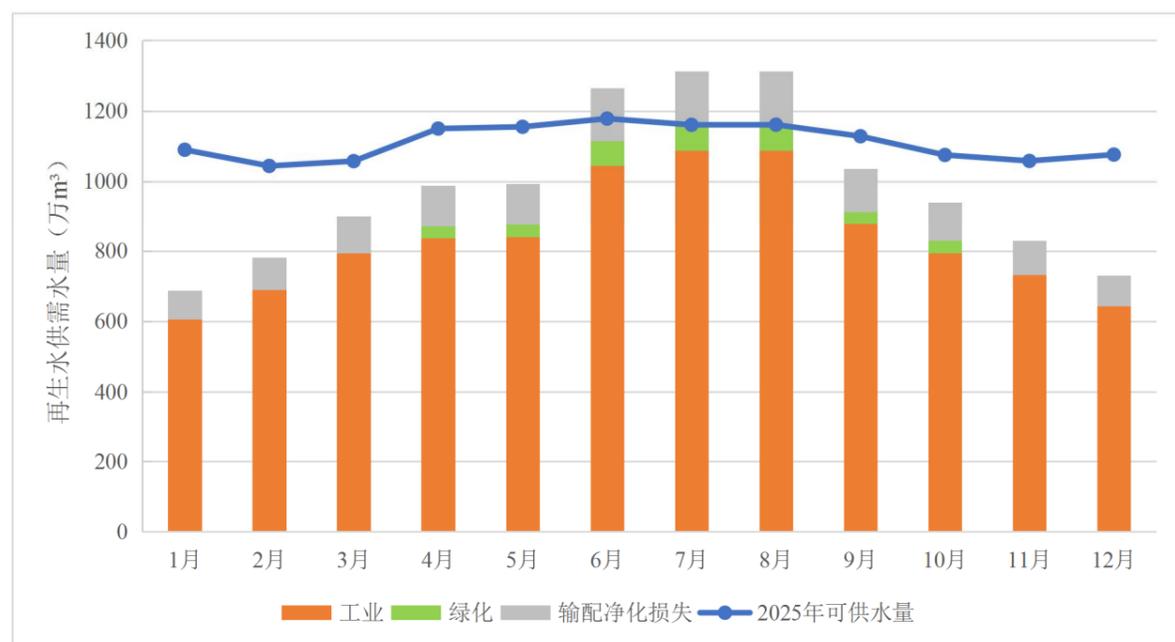


图 6-7 可供水量与配置水量逐月变化图（假设各月份工业用水中再生水占比保持不变）

从上图可以看出，包头市的再生水供需关系可以分为三个时段。逐月供需情况具体数据见表6-5。

(1) 用水高峰期（6~8月）

6~8月，各污水厂产生的再生水仅能基本满足已配置的工业及绿化杂用水的需求，仍存在缺口390万m³。大青山绿化及河道生态补水无法直接供给，需要利用调蓄水量。

(2) 用水水平峰期（4~5月、9~10月）

4~5月以及9~10月期间，工业及绿化用水量有所下降，各污水厂的尾水水量有余额，平均每月可以为大青山生态用水和河道补水供水138万m³，能够基本满足其用水需求。

(3) 用水低谷期

11月~次年3月期间，工业用水需求进一步下降，且无绿化及道路浇洒等用水需求。剩余水量约1394万m³需要进行调蓄，用于补充6-8月生态用水。

表 6-5 包头市再生水逐月供需情况（假设各月份工业用水中再生水占比保持不变）

月份	可供水量	工业用水	绿化杂用水	漏损水量 (用水量 5%)	未预见水量 (8%)	剩余水量 (大青山绿化及 河道补水)	需调蓄 水量
1月	1090	606	0	30	51	402	402
2月	1044	690	0	34	58	261	261
3月	1057	794	0	40	67	157	157
4月	1150	836	35	44	73	162	
5月	1155	840	35	44	74	162	
6月	1178	1045	70	56	94	-87	
7月	1160	1087	70	58	97	-152	
8月	1161	1087	70	58	97	-151	
9月	1128	878	35	46	77	93	
10月	1075	794	35	41	70	134	
11月	1058	732	0	37	61	228	228
12月	1076	644	0	32	54	346	346
合计	13332	10034	351	519	872	1555	1394

6.4.2 可利用调蓄空间分析

包头市中心城区可用于再生水调蓄的空间包括河道及湿地公园两类，调蓄水体的总调蓄容量992万m³，各个调蓄水体的调蓄容积如下表所示：

表 6-6 包头市中心城区再生水调蓄空间

调蓄水体	调蓄容积（万 m ³ ）	建设状态
昆都仑河（110 国道—黄河大街）	330	现状
北郊截洪沟（110 国道—银海路桥）	18	现状
四道沙河（110 国道—建设路、建华路—包神铁路）	118	现状
二道沙河（包环铁路—京包铁路）	50	现状
东河（龙泉大街—南绕城）	56	现状
南海湖	420	在建
合计	992	

（1）河道调蓄

根据《包头市河道生态补水方案》，包头市中心城区的5条主要河道的部分河段建有橡胶坝，可以实现水资源的梯级调蓄，包括：昆都仑河（110国道—黄河大街）、北郊截洪沟（110国道—银海路桥）、四道沙河（110国道—建设路、建华路—包神铁路）、二道沙河（包环铁路—京包铁路）、东河（龙泉大街—南绕城）。

（2）湿地调蓄

根据《包头市区域再生水循环利用试点实施方案》，正在实施的南海湖水体治理与生态修复工程完成后（计划2023年12月完工），可以将南海湖可作为再生水的调蓄库塘，提供再生水调蓄库塘容量约420万m³，发挥巨大的水量蓄存与调节作用，

从而有效应对不同用户在不同季节和不同时段的水需求波动，使南海湖成为工业用水和城市杂用水备用水源。

6.4.3 水量调度方案

从以上分析可以看出，对于已配置再生的水企业，如果各月份工业用水中再生水比例保持不变，会出现部分月份的供需不匹配。一是在6~8月份工业及绿化杂用水出现390万m³缺口；二是在11月~次年3月，需要将1394万m³再生水进行调蓄，而包头市中心城区可利用再生水调蓄空间仅992万m³，无法满足调蓄需求。因此，对于季节性调蓄需求，需要通过利用水体空间调蓄和调整不同月份工业用水中再生水占比的组合方式加以解决。

（1）调整工业用水中再生水比例

在工业用户的再生水配置方案中，对于硅材料企业配置的再生水量约占其用水总量的60%左右，电厂用户约占其用水总量的75%，该比例距离其生产用水在总用水量中的占比尚存在一定空间，因此可以通过削峰填谷的方式对工业用户的再生水逐月供水量进行优化调整，以缓解夏季再生水供需矛盾，具体方式为：在6~8月份将工业用户中再生水的占比降至50%~60%，在11月~次年3月将工业用户中再生水的占比提高至80%~90%。优化调整后的逐月供需关系如下表所示：

表 6-7 包头市再生水逐月供需情况（各月份工业用水中再生水占比优化调整后）

月份	可供水量	工业用水	绿化杂用水	漏损水量 (用水量 5%)	未预见水量 (8%)	剩余水量 (大青山绿化及 河道补水)	需调蓄 水量
1月	1090	773	0	30	51	213	213
2月	1044	794	0	34	58	143	143
3月	1057	794	0	40	67	157	157
4月	1150	836	35	44	73	162	
5月	1155	840	35	44	74	162	
6月	1178	878	70	56	94	103	
7月	1160	920	70	58	97	38	
8月	1161	920	70	58	97	38	
9月	1128	878	35	46	77	93	
10月	1075	815	35	41	70	111	
11月	1058	794	0	37	61	157	157
12月	1076	790	0	32	54	180	180
合计	13332	10034	351	519	872	1555	849

（2）利用水体空间调蓄生态用水

优化调整后，用水高峰期6~8月可以满足工业及绿化用水需求，全年在用水低谷期的调蓄需求为849万m³，现状及再生调蓄工程可满足调蓄要求。

（3）再生水净化厂及工业用户建设调蓄池

为应对一日内的供需水量变化以及供水系统故障导致的短期停水，应在泵站、再生水厂及再生水工业用户端建设调蓄水池，以保障再生水的供水安全。

7 再生水水质保障方案

7.1 排污企业源头净化与管控

7.1.1 重点行业源头净化设施建设

7.1.1.1 重点管控行业

制约包头市再生水作为工业水源回用的重要因素就是企业排放的废水中含有大量盐类物质，由于该类物质在以生物处理工艺为主的污水处理中难以去除，导致溶解性总固体（TDS）、氯化物等指标超出再生水回用相关标准，再生水用户无法直接利用。

高含盐废水是工业废水中极为常见的一类废水，它指的是废水溶液中含有较高浓度的无机盐成分。高含盐废水的来源一般较为广泛，化工、医药、生物、印染、光伏等行业的产业生产过程中均会产生较大量的含盐废水，这些含盐废水中除了含有如钠离子、氯离子、硫酸根以及钙镁离子等常见的无机盐物质外，还会含有诸如 COD 等指标代表的有机物质。不同行业的含盐废水中的无机盐成分一般都有着较大的差异，某些行业甚至含有较大污染的重金属离子等。调查发现，包头市高盐废水重点排放行业有：光伏、煤化工、钢铁、电厂、明胶、等行业。

（1）光伏行业硅材料加工高盐废水

光伏产业的生产工序较多，废水的来源主要是各个生产工序以及处理工序，主要包括有工序生产废水、工序装置冲洗废水、尾气处理产生的废水、酸洗废水和厂内生活废水等。光伏行业的废水有着自己的行业特征，一般均含有洗涤剂、硅、氢氟酸和

其它含量较多的盐类物质。另外根据对包头市光伏企业的调查，光伏行业产生高盐废水另一个主要原因为工业水源溶解性总固体含量偏高（TDS 约为 500~800mg/L），企业反渗透浓水、循环冷却水排水溶解性总固体经过浓缩后更高。

（2）煤化工高盐废水

煤化工高含盐废水水质盐分高且成分复杂，杂质离子组分较多；COD 含量比较高；含有一些容易结垢的离子，比如硬度及可溶性硅；不同项目采用不同的主工艺，废水组分多变，水质不确定性比较大。

（3）电厂脱硫废水

火电厂脱硫废水主要来源于湿法脱硫(FGD)工艺产生的废水，主要特点是高悬浮物，高盐度(高 Cl^- 、高 SO_4^{2-})、高腐蚀性、高硬度、及含有部分重金属，且水质波动大。

（4）生物明胶生产废水

明胶生产废水主要来源于脱脂、磷酸氢钙合成、浸灰、中和、提胶 5 个工段。每个生产工序排出的废水水质、水量差别很大。合成废水为含磷的高浓度有机及高盐废水。

7.1.1.2 源头净化措施与技术

（1）源头净化措施

要加强排污企业源头管控，首先各企业通过分析废水高盐原因与排放环节，为生产过程控盐提供依据，并通过以下措施进行源头净化，确保企业排入市政污水管网的废水达到《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）：（a）通过对原材料、生产工艺和废水处理工艺等方面的改进，从清洁生产入手寻找降低废水中含盐量

的技术措施；（b）企业工业水源采用高品质再生水有利于降低废水的含盐量；（c）针对企业的末端排污，各企业根据高盐水排水量及排水水质，确定最佳高盐水处置方案，新建或改造现有工艺废水处理工艺，增加脱盐工艺。

（2）高盐废水脱盐工艺

高盐废水排放企业当外排水溶解性固体含量超标时，各企业应根据高盐水排水量及排水水质，确定最佳高盐水处置方案。可通过建设高盐废水浓缩、蒸发结晶工程，并经过经济性分析确定采取分盐或混盐工艺，实现溶解性总固体的分离以及再生水高效回用；也可通过对高盐水进行适当浓缩，淡水达标排放，浓水寻找第三方处置。目前，高盐废水进行处理通常采用“预处理-浓缩减量-结晶分盐”的组合工艺，最终产出 NaCl 和 Na₂SO₄ 并回收利用，从而实现高盐废水的“分盐零排放”目标。



图 7-1 典型高盐废水处理工艺流程

典型的高盐废水脱盐与零排放系统应包含前端的预处理单元和膜浓缩单元，其中蒸发结晶分盐工艺是废水零排放系统的核心，该工艺常用技术包括：

①蒸发工艺

蒸发工艺是将含盐废水进行深度浓缩，通常作为膜浓缩单元和结晶单元之间的衔接。含盐废水的蒸发一般采用耦合了机械蒸汽再压缩（MVR）技术的高效降膜蒸发

工艺。

②结晶工艺

结晶单元是整个废水零排放系统的终端。因为含盐废水组分复杂多样，直接结晶得到的是混合盐，也叫杂盐。通常采用强制循环闪蒸结晶工艺来实现蒸发浓缩液中的盐的结晶。

③分盐结晶工艺

分盐结晶工艺需要将含盐废水中的主要盐分提取出来实现资源化回用，对于煤化工等高耗水行业而言，含盐废水中的主要盐分为氯化钠和硫酸钠。对于含盐废水的分盐结晶，当前主要有两条核心工艺路线，一是膜法分盐结晶工艺，二是热法分盐结晶工艺。因每个项目水质都不尽相同，分盐结晶的实际工艺路线各异，需根据特定条件选择最适合的工艺路线。

④膜法分盐工艺

膜法分盐结晶工艺的核心在于利用纳滤（NF）膜对一二价盐的选择性进行初步分离。纳滤膜对一价离子透过率高，在高浓度下几乎完全透过，而对二价离子的透过率很低，因此利用纳滤膜的这种性质，将废水中的主要盐分（NaCl 和 Na₂SO₄）进行分离。

⑤热法分盐工艺

热法分盐结晶工艺主要是利用 NaCl 和 Na₂SO₄ 溶解度随温度变化的差异进行分离。典型的工艺路线是将含盐废水经过预处理和膜浓缩后，经 MVR 降膜蒸发进行深度浓缩，在规模大幅减量后进入冷冻结晶单元。冷冻结晶过程将废水中的绝大部分硫酸钠盐以芒硝结晶形式析出，芒硝再经过热熔成硫酸钠的饱和溶液后做蒸发结晶产出

无水硫酸钠盐。冻结结晶过程的母液以氯化钠为主，去往氯化钠蒸发结晶单元产出氯化钠盐。

7.1.1.3 典型行业废水脱盐工艺

以生物明胶行业为例，明胶主要是由动物皮肤、骨、肌膜、肌腱等结缔组织中的胶原部分降解而成，目前明胶是非常重要的天然生物高分子材料之一，已被广泛应用于食品、医药及化工产业。

明胶废水主要有如下特点：（a）COD 含量很高，碱性大，pH 值为 11 左右，主要是因为废水中含有大量的动物油脂、蛋白质等。同时明胶废水的氨氮含量为 70mg/L 左右，大约存在 1000~2500mg/L 的钙离子。（b）含有大量骨渣和石灰渣，SS 含量约为 1000~3000mg/L；少量的磷酸根存在于明胶废水中，因此容易和钙离子发生反应，生成磷酸钙沉淀，进而会产生大量的剩余污泥，加大了明胶废水的处理难度。（c）含有大量以乳状油形式存在的有，单纯采用隔油和沉淀的方法很难达到完全去除的目的，并且油也很难在生化系统得到降解，所以通常要预先进行分离，以此来降低后续生化处理的难度。

目前采用的生物降解的或者化学处理方法，由于含盐量高，都需要通过从系统外加入大量的淡化水对明胶废水进行稀释生化处理，造成淡水资源的浪费。可通过对明胶高盐废水进行资源化处理，明胶回收利用，有机磷经氧化产生磷酸钙沉淀，经净化处理作为磷肥使用，氯化钙经进一步氧化制成次氯酸钙副产品，处理后的淡化水回用，实现资源化零排放。

7.1.1.4 工业废水源头净化典型案例

（1）陕西某煤化工厂矿井水深度处理零排放工程

建设规模：1200m³/h

工艺：膜浓缩+MVR 蒸发浓缩+蒸发结晶分盐。

产品水：作为化工项目循环水站和脱盐水站补水使用。

结晶盐：工业无水硫酸钠 I 类一。



图 7-2 陕西某煤化工厂矿井水深度处理零排放装置

（2）包头某高纯晶硅企业高盐水项目

建设规模：600m³/d

工艺：预处理除硅除碳+MVR 预浓缩+三效逆流蒸发浓缩产品水：蒸发冷凝水回用。

结晶盐：片状四水氯化钙作为产品外卖给需求企业。



图 7-3 包头某高纯晶硅企业高盐水处理装置

(3) 南通某钢铁企业“分盐结晶”废水零排放工程

建设规模：1400m³/h

工艺：纳滤分盐+蒸发结晶。

产品水：除盐水全部回用。

结晶盐：氯化钠工业盐产品，纯度达到 99%



图 7-4 南通某钢铁企业“分盐结晶”废水零排放处理装置

(4) 煤化工零排放分盐项目

建设规模：煤化工浓盐水 200m³/h，煤矿疏干水 1000m³/h。

产品水：除盐水全部回用。

结晶盐：硫酸钠产品达到了《工业无水硫酸钠》I类一等品，氯化钠达到了《工业盐》一级品标准，杂盐量少于总盐量的 10%。

工艺流程图如下：

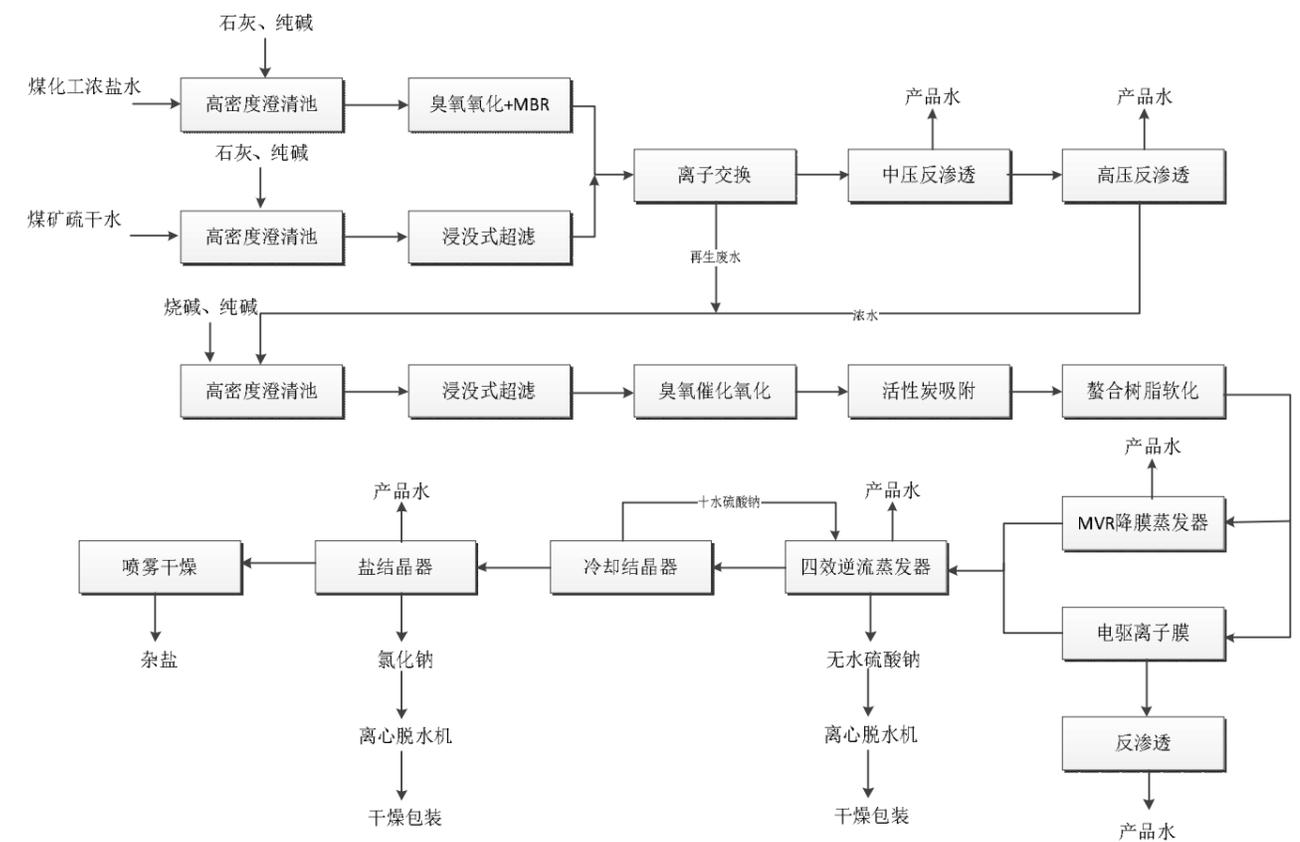


图 7-5 煤化工废水零排放分盐工艺流程图

7.1.2 制定污水排入下水道水质管控要求

7.1.2.1 水质管控背景

在标准方面，目前国家已经出台了《城镇污水再生利用工程设计规范》(GB50335)、《建筑中水设计标准》(GB50336)、《再生水水质标准》(SL368)、《城市污水再生利用分类》(GB/T18921)、《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920)、《城市污水再生利用景观环境用水水质》(GB/T18921)、《城市污水再生利用工业用水水质》(GB/T19923)、《水回用导则再生水分级》(GB/T41018)、《水回用导则再生水厂水质管理》(GB/T41016)等污水再生利用系列标准，为有效利用城市污水资源和保障污水处理的质量安全，提供了技术支撑。

由于包头市工业门类多、工业废水成分复杂，且部分工业园区没有工业废水处理厂，大量工业废水进入市政污水处理厂后，盐类等物质难以去除，导致溶解性总固体等指标远远超出再生水回用水质标准中的限值要求。目前包头市再生水厂按照污水排放一级 A 标准控制水质，但是该标准中并未对溶解性总固体等指标做出要求。针对包头市影响再生水利用的关键指标，需制定内容科学、合理、可操作，符合包头市实际的地方纳管标准，规范企业排水行为。

7.1.2.2 水质管控重点内容

包头市城市排水及再利用系统中“工业废水排放如市政污水管网—污水处理并排放—再生水深度净化利用”三个环节分别执行《污水排入城镇下水道水质标准》(GB31962-2015)中的 A 级标准、《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中的一级 A 标准、《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923-2005)中的敞

开式循环冷却水系统补充水水质标准，三个标准中关键指标汇总如下：

表 7-1 污水排放与再生回用标准关键指标对比

序号	指标	《污水排入城镇下水道水质标准》中的 A 级标准	《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标准	《城市污水再生利用 工业用水水质》敞开式循环冷却水系统补充水水质标准
1	pH 值 (25℃)	6.5~9.5	6~9	6.5~8.5
2	悬浮物	400	10	30
3	浊度	/	/	5
4	色度	64	30	30
5	BOD ₅	350	10	10
6	COD _{Cr}	500	50	60
7	铁	5	/	0.3
8	锰	2	/	0.1
9	Cl ⁻	500	/	250
10	SO ₄ ²⁻	400	/	250
11	总硬度 (以 CaCO ₃ 计)	/	/	450
12	总碱度 (以 CaCO ₃ 计)	/	/	350
13	NH ₃ -N	45	5 (8)	1
14	总磷 (以 P 计)	8	0.5	1
15	溶解性总固体	1500	/	1000
16	余氯	8	/	≥0.05
17	石油类	15	1	1
18	二氧化硅 (以 SiO ₂ 计)	/	/	50
19	粪大肠菌群	/	1000	2000
20	阴离子表面活性剂	20	0.5	0.5

从表中可以看出，包头市制定污水排入下水道水质地方标准的重点包括两类指标：

①在排入下水道标准中的限值远高于再生水回用标准的限值，且常规污水生物处理工艺难以去除的指标，如溶解性总固体、铁、锰、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 。

②在排入下水道标准、污水综合排放标准中均未对限值做出要求，但是在再生水回用标准中做出了限值要求，有必要对源头排放进行管控，如：总硬度（以 CaCO_3 计）、总碱度（以 CaCO_3 计）、二氧化硅（以 SiO_2 计）等。

7.1.3 加强排污企业监管与整治

严格落实《包头市推进水资源节约集约利用三年攻坚行动方案（2023-2025年）》的要求，由市政排水监管部门牵头，限期完成各项监管与超标排放企业的整治工作。

（1）加强排污和排水许可监管。

严格落实排污许可、排水许可相关制度，取得排污、排水许可证方可向市政管网排放。严格排水企业监管，强化工业废水排水源头管控，排水水质要同时符合排污、排水许可证要求和下游集中污水处理工艺要求。

（2）强化工业排水管理。

2023年3月，制定工业园区（产业园区）排水管理指导意见，健全完善管理机制，强化工业废水处理和排放管理。

（3）加大执法力度。

2023年，加大城市排水管网远程监控建设，力争实现全覆盖；建立联合执法机制，通过网络信息化手段，全面开展城区污水排放专项执法检查，重点查处整治雨污混搭、污水盐类指标超标排放等突出问题。

（4）实施突出问题整治。

2024年6月，对盐类等指标超标，不满足排污、排水许可证要求和下游集中污水处理工艺要求的排水企业完成废排水整治，逾期未完成整治或排水水质仍不符合要求的，依照有关规定处理。

7.2 工业用水水质净化

7.2.1 净化模式

7.2.1.1 可选择的净化模式

针对包头市污水厂的工艺现状以及再生水存在的水质问题，需要新建净化设施，对现状污水厂出水进行深度净化后才能满足用户的水质需求，可以选择的净化模式包括以下三种：

（1）模式一

全部源头净化，即在现有污水厂内建设深度净化设施。具体方案为在北郊污水厂、万水泉污水厂、南郊污水厂、九原污水厂、装备园区工业污水厂（新建）及高新区工业污水厂（新建）内建设深度净化设施，建设规模应与污水厂污水处理规模相匹配，深度处理设施总规模为55万t/d。

（2）模式二

全部末端净化，即全部由用水企业自建净化设施。由各个再生水工业用户根据自身水质需求自建净化设施。

（3）模式三

过程与末端净化相结合，即因地制宜选取园区集中建深度净化厂或企业自建净化

设施的方式。部分再生水大用户（如希望铝业）自建净化设施；对于工业园区内集中分布的工业用户，根据其水量水质需求在园区内新建再生水深度净化厂，进行分质供水。需新建再生水厂4座，预计总规模21万t/d。

7.2.1.2 净化模式比选

（1）模式一

①该模式的优势为：工程集中建设，实施主体少，有利于工程的推进。

②该模式的弊端包括：

- 规模大，投资高；
- 无法根据用户水质需求分质供水，灵活性差；
- 远距离输送高品质水，水质保障风险高；
- 部分污水厂无设施建设用地。

（2）模式二

①该模式的优势为：水质保障效果好。

②该模式的弊端包括：

- 建设主体多，工程量大，建设周期不可控；
- 对于用水量较小的用户，设施建设吨水投资及运行成本较高；
- 部分企业无设施建设用地。

（3）模式三

①该模式的优势为：

- 方案灵活性高，可根据用户水质需求及自身建设条件确定建设模式；
- 根据园区用户的水质共性需求确定水质标准，且净化后输送距离短，水质得

到有效保障；

- 建设规模适中；
- 建设周期相对可控，并根据企业投产情况分期建设；
- 以旗县区为主体，属地管理，

②该模式相对模式一及模式二，不存在明显弊端。

因此，结合包头市再生水利用系统现状，再生水配置与利用的特点和发展阶段，兼顾再生水利用安全，建议整体采用模式三建设净化设施，从而形成“企业小循环，园区中循环，区域大循环”再生水资源利用格局。

7.2.2 净化设施执行标准

（1）对于回用于单一用途的再生水系统，其出水水质应满足相应用途的国家标准；

（2）对于向服务区域内多用户供水的城市再生水厂，当再生水回用于多种用途时，其出水水质应取相应各种用途国家水质标准的最高标准；根据配置方案中确定的工业用户的水质需求，拟建设的再生水净化厂出水水质应达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005）中的敞开式循环冷却水系统补充水水质标准。

（3）个别水质要求更高的工业用户（如锅炉软化用水、供热管网软化水、硅材料企业切片过程的冲洗用水等），可自行补充建设处理设施进一步净化，直至达到其水质需求。

8 中心城区再生水工程规划建议

根据工业用户再生水配置方案，为保障再生水供水系统供水能力和水质达到要求，保障配置方案的实施。本规划提出了中心城区再生水工程规划方案建议，为《包头市再生水建设规划》、《包头市城市供水专项规划》等相关规划的编制提供参考。

8.1 污水厂与再生水厂规划

8.1.1 现有污水厂扩建

目前正在实施的现有污水厂扩建项目 4 项，包括北郊污水厂、九原污水厂和西郊污水厂的提质增效工程，以及万水泉污水厂二期工程。根据表 4-2 确定的 2025 年各污水厂污水量预测情况进行校核，扩建工程完工后，各污水厂处理能力可满足 2025 年中心城区污水处理需求。4 项污水厂扩建工程的具体规模如下：

表 8-1 污水处理厂扩建工程规模

序号	污水厂	污水处理规模（万 t/d）	
		现状	扩建后
1	北郊污水厂	7.5	10
2	万水泉污水厂	7.5	15
3	九原污水厂	1.6	5
4	西郊污水厂	0.35	1.35

8.1.2 污水及再生水厂规划新建

（1）设施建设必要性分析

为解决青山装备制造园区、稀土高新区无工业污水处理厂的问题，按照中央环保督察整改要求，需要在上述工业园区内各建设一座工业污水处理厂，从而解决弘元、晶澳、阿特斯和双良等光伏企业的高盐废水处理问题。此外，九原工业园区大全等新增企业的工业废水也存在高盐、高氟等问题，因此有必要新建工业污水厂进行收集处理。

为解决现状污水厂出水水质无法达到工业再生水回用水质标准的问题，满足青山装备制造园区、稀土高新区、九原工业园区、金属深加工园区以及山北地区新增再生水用户的用水需求，需要在上述工业园区内新建再生水厂。

根据上述污水厂及再生水厂建设需求，结合各工业园区内用户分布、现状及规划管网情况、污水及再生水厂用地情况，确定在青山装备制造园区、稀土高新区、九原工业园区分别新建 1 座污水处理及再生水净化厂，在收集园区内常规工艺难以处理的工业废水的同时，为园区企业供应再生水（再生水供水设施的水源还需要由其它市政污水处理厂的尾水进行补充），同时在大青山生态应急水源工程 2 号泵站附近建设再生水厂 1 座，为山北地区（固阳县、达茂旗）的工业园区新增企业供应再生水。

（2）设施规模测算

根据新建污水厂服务范围内的各企业排水量计算污水处理规模。依据包头市再生水用户不同季节用水量测算，再生水用水量用水日变化系数为 1.3。根据配置方案确定的各个工业用户用水量，计算再生水厂规模。各水厂的污水处理规模、再生水供水规模、污水来源、再生水净化来源以及供水对象如下表所示：

表 8-2 污水处理与再生水净化厂新建工程规模

序号	污水厂	规模 (万 t/d)		污水处理设施	再生水净化设施	
		污水处理	再生水供水	进水来源	进水来源	供水对象
1	装备园区污水处理及再生水净化厂	5	10	弘元、晶澳、阿特斯工业废水	本厂净化后污水及万水泉、东河东污水厂	弘元、晶澳、阿特斯
2	高新区污水处理及再生水净化厂	1.5	1.5	双良等周边企业	本厂净化后污水及万水泉污水厂	双良
3	九原区污水处理及再生水净化厂	0.5	10	九原区新增工业企业废水	本厂净化后污水及南郊、万水泉、九原污水厂	大全、明拓、东方希望碳素、通威、美科、鑫元等、固阳、达茂工业园区以及部分大青山绿化用水

根据 4.2.2.2 中工业用水水质需求分析的结果，再生水用户生产用水主要以循环冷却水为主，因此规划再生水净化厂的出水水质应满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923）表 1 中敞开式循环冷却水系统补充水的要求，化学毒理学指标还应符合 GB18918 中“一类污染物”和“选择控制项目”中各项指标限值的规定。

8.1.3 小结

根据上述污水厂及再生水厂规划，2025 年包头市中心城区污水处理能力将达到 64 万 t/d，深度净化再生水供水能力 21 万 t/d。工业再生水供水系统形成“企业小循环、园区中循环、全市大循环”相结合的循环利用体系。

结合各项目立项及实施情况，将上述污水厂及再生水厂扩建、新建项目汇总如下：

表 8-3 污水厂与再生水厂工程汇总

序号	项目名称	建设内容	投资 (万元)	状态
1	包头市污水处理厂提质增效技改项目	1.北郊污水处理厂：污水处理能力由 7.5 万 t/d 提升到 10 万 t/d；再生水供应能力由 7.5 万 t/d 提升到 10 万 t/d；	26860	在建
2		2.九原污水处理厂：建设规模为 5 万 t/d，再生水供应能力提升到 4 万 t/d；新建九原污水处理厂--九原尾间泵站再生水管线 7.7km。		
2	包头市万水泉污水处理厂二期工程	1.新建 1 座生物池及污泥泵站、2 座二沉池、2 座初沉污泥浓缩池及排泥泵房，10 万 t/d 深度处理配套设备。 2.建设万水泉污水厂一二道沙河联通管线。	79479	在建
3	硅产业区集中污水回用处理厂项目	将西郊污水厂现有 0.3 万 t/d 处理规模提升至 0.35 万 t/d，新建 1 万 t/d 深度污水处理规模，达到一级 A 为 0.35 万 t/d，高品质再生水供水能力为 0.5 万 t/d。	15190	在建
4	包头装备制造产业园区水资源集中处置供应中心	在装备制造园区建设污水处理及再生水净化厂一座，污水处理规模 5 万 t/d，再生水供水规模 10 万 t/d	109842	新建
5	九原工业园区污水资源化利用项目	在九原工业园区建设污水处理及再生水净化厂一座，污水处理规模 0.5 万 t/d，再生水供水规模 10 万 t/d，其中一期 5 万 t/d，二期 5 万 t/d。	128716	新建
6	包头稀土高新区	在高新区建设污水处理及再生水净化厂一座，污水处理规模 1.5	23469	新建

新建污水处理及再生水厂的分布如下图所示：

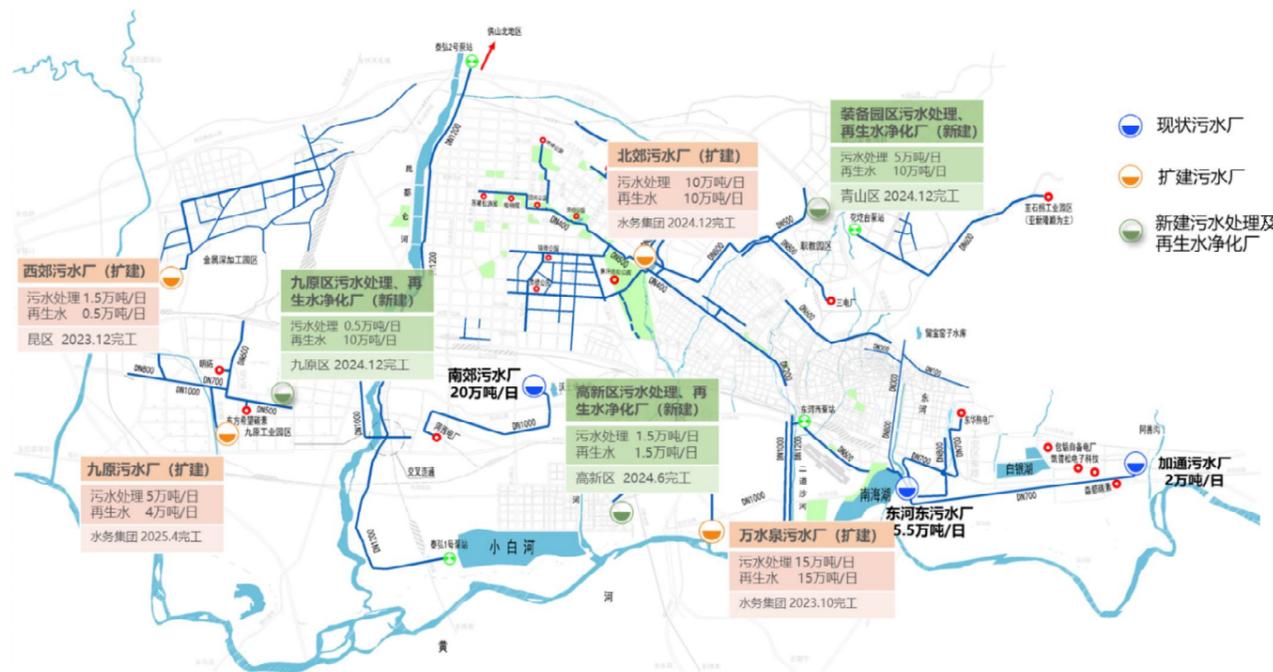


图 8-1 污水处理厂及再生水厂建设工程分布图

(3) 出水水质要求

污水资源化利用项目	万 t/d, 再生水供水规模 1.5 万 t/d		
合计		383556	

8.2 输配设施规划

根据再生水用户水量配置方案、供水分区划分方案确定再生水输配设施规划方案，实现各个工业园区再生水管网的互联互通。在建和新建输配设施工程共 14 项（其中 2 个管网建设项目分别包含在包头市污水处理厂提质增效技改项目、包头市万水泉污水处理厂二期工程中），其中在建工程 4 项，新建项目 10 项。各项工程概况如下：

（1）包头市希望园区再生水管线工程（万水泉污水处理厂—东方希望铝业）（在建）：将万水泉污水处理厂的再生水送往高新区、九原区和昆都仑区。

（2）万水泉污水厂—二道沙河再生水管线工程（在建）：联通万水泉污水厂与二道沙河再生水管线，该工程属于万水泉污水处理厂二期工程的内容。

（3）北部区域二道沙河再生水管线工程（京包铁路—京藏高速）（在建）：将东河污水厂及万水泉污水厂再生水送至青山区和石拐区。

（4）包头金属深加工园区工业供水管网建设工程（在建）：金属深加工园区内部再生水输配管线工程。

（5）包头市二道沙河再生水管线工程（三电厂—花圪台）及再生水提升泵站工程（新建）：以北部区域二道沙河再生水管线工程（京包铁路—京藏高速）再生水管线末端为起点，铺设至石拐新区花圪台泵站，新建再生水总管管线将东河污水厂、万水泉污水厂、北郊污水厂再生水送至青山区及石拐区，新建再生水管线将再生水送至

青山区，新建再生水管线将再生水送至石拐区，同时沿线新建再生水城中提升泵站 1 座、城北泵站 1 座。

（6）九原-西郊污水处理厂管线连通（金属深加工园区引中水再利用工程）（新建）：将再生水送往昆都仑区，将现有再生水管线九原污水处理厂至西郊污水处理厂段管线连通。

（7）九原污水厂—九原尾间泵站再生水管线（新建）：南郊及万水泉污水厂的尾水经过昆河泵站加压后，通过该管线输送至九原区。该工程属于包头市污水处理厂提质增效技改项目的一部分。

（8）包头市九原区再生水管网工程项目（新建）：九原区建设一体化泵站 1 座，在九原工业园区内敷设新建再生水厂至用户的输配管线。

（9）昆河再生水枢纽泵站工程（新建）：建设枢纽泵站及调蓄设施，将南郊污水厂、万水泉污水厂再生水通过枢纽泵站送往高新区、九原区、昆都仑区、山北地区。

（10）装备园区再生水管线工程（花圪台泵站-园区净化厂）：将再生水通过花圪台泵站送往装备园区净化厂（新建），本次管线工程暂不考虑装备园区工业污水厂建成后园区内再生水的循环利用。

（11）园区通威股份公司 5 万吨高纯晶硅及配套新能源项目 2 标段污水带压管网、提升泵站建设项目（新建）：完善金属深加工园区污水收集设施，提高园区污水收集率和西郊污水厂处理负荷。

（12）南郊污水厂至大青山生态应急管线连通工程（新建）：新建南郊污水厂供水管线，与希望园区再生水管线进行连接，保障大青山生态应急供水，该工程属于九原工业园区污水资源化利用项目二期工程的内容。

(13) 包头市山北地区供水工程新建项目（新建）：将南郊污水厂再生水送至山北地区，解决山北固阳、白云、达茂旗园区缺水问题。

(14) 包头市市本级绿化用水管网建设工程（新建）：完善中心城区再生水绿化管网。

各工程的建设内容如下表所示：

表 8-4 输配设施建设内容及投资估算

序号	项目名称	建设内容	投资 (万元)	状态
1	包头市希望园区再生水管线工程（万水泉污水处理厂—东方希望铝业）	铺设再生水管线，管径为 DN1200，管线长 20 公里。管线路径为万水泉污水处理厂—途径南绕城公路—红旗大道—沼南大街—南绕城公路—希望园区	28578	在建
2	万水泉污水厂—二道沙河再生水管线工程	联通万水泉污水厂与二道沙河再生水管线，管径 DN1000。	—	在建
3	北部区域二道沙河再生水管线工程（京包铁路—京藏高速）	铺设 DN1200 再生水管线 8.5 公里，管线起点为京包铁路，延二道沙河向北铺设，途经哈屯高勒路、建设路、青山路、110 国道，210 国道南侧，终点为九原区鹿苑康城小区以东。	15161	在建
4	包头金属深加工园区工业供水管网建设工程	建设区域北至 110 国道北侧，南至爱业路，西至兴华大街，东至东环路。管线一园区工业供水管网管线全长 10km，管线二园区工业供水管网管线全长 3.5km。	6750	在建
5	包头市二道沙河再生水管线工程（三电厂—花圪台）及再生水提升泵站工程	以北部区域二道沙河再生水管线工程（京包铁路—京藏高速）再生水管线末端为起点，铺设至石拐新区花圪台泵站，新建 DN1000、DN800、DN600 再生水管线约 3.2 公里，同时沿线新建再生水城中提升泵站 1 座、城北泵站 1 座。	10320	新建
6	九原-西郊污水处理厂管线连通（金属深加工园区引中水再利用工程）	新建中水供水管线 8.5 公里，主供水管管径 DN800。管线起点为纬四路现状再生水管线，终点为包头金属深加工园区向西郊污水处理厂，再生水供应能力为 6 万 m ³ /d。	14840	新建
7	九原污水厂—九原尾閤泵站再生水管线	九原污水厂至九原尾閤泵站联通管线，管径 DN1000	—	新建

序号	项目名称	建设内容	投资 (万元)	状态
8	包头市九原区再生水管网工程项目	建设一体化泵站 1 座，敷设中水管线 25950 米。其中 DN400 中水管线 4600 米，DN300 中水管线 6500 米，DN200 中水管线 14850 米。	11620	新建
9	昆河再生水枢纽泵站工程	再生水增压泵站 1 座，调蓄水池 2 万 m ³ ，DN1200 管线公里	10000	新建
10	装备园区再生水管线工程（花圪台泵站-园区净化厂）	建设 DN1200 再生水管线 3 公里	3000	新建
11	园区通威股份公司 5 万吨高纯晶硅及配套新能源项目 2 标段污水带压管网、提升泵站建设项目	建设长度为 2560m、管径 DN300 污水管线，1 万吨/日污水提升泵站一座。	608	新建
12	南郊污水厂至大青山生态应急管线连通工程	主要建设内容：铺设再生水管线，管径为 DN800，管线长 4.5 公里，再生水增压泵站 1 座。管道分为两段：管道路径为南郊污水厂至南绕城公路与沼南大街处与希望园区再生水管线汇合	-	新建
13	包头市山北地区供水工程新建项目	主要建设内容为泰弘 2#泵站至百灵庙镇总长 278.17 公里输水管线工程 and 山前加压站、固阳金山工业园区加压站，配套建设 1 套公辅设施。	193725	新建
14	包头市市本级绿化用水管网建设工程	完善中心城区再生水绿化管网，提升再生水绿化灌溉覆盖率	14000	新建
合计			308602	

14 项输配设施规划如下图所示：



图 8-2 输配设施工程示意图

四道沙河（包神铁路至南绕城公路段）主要存在如下问题：河流功能简单化甚至丧失，季节性河道，河道生态蓄水量无法得到保障，物种单一，生态系统脆弱，生态系统功能退化，景观设施匮乏，景观效果差。

为此，有必要实施二道沙河（包兰铁路至入黄口段）生态治理及南海湿地修复保护工程，对二道沙河（包兰铁路至入黄口段）及四道沙河（包神铁路至南绕城公路段）进行生态治理，促进河道及湿地生态系统朝着健康、稳定的方向发展，并针对包头市水资源短缺的现状，对流经河道及湿地的生态再生水进行循环利用。项目的实施不仅可以明显改善河道及湿地生态系统环境，也可提高区域生态系统的稳定性，并通过对水资源的合理、可持续利用可促进包头经济社会的可持续发展。

②建设内容

该项目包括二道沙河（包兰铁路至入黄口段）生态治理工程、水资源循环利用工程、四道沙河湿地水质净化工程三部分。

二道沙河（包兰铁路至入黄口段）生态治理工程范围自包兰铁路桥至沿黄景观路段河道，总长度约 5.3 公里。新建一座 6 万吨/日的调水泵房，配套建设 DN1000 调水管道，将 6 万吨/日的尾间工程出水调至二道沙河包兰铁路桥处；改造北郊水质净化厂与二道沙河污水收集干管汇合处检查井，将北郊水质净化厂暂不回用的尾水直接引入二道沙河河道；在二道沙河（包兰铁路至入黄口段）河道内设置跌水堰、安装人工水草、种植挺水植物、沉水植物、陆生植物，利用二道沙河（包兰铁路至入黄口段）河道构建河道走廊湿地，对污水进行深度处理，处理后出水作为湿地生态保护工程的补水。

8.3 其它配套设施

8.3.1 再生水调蓄与水质净化工程

(1) 二道沙河（包兰铁路至入黄口段）生态治理及南海湿地修复保护工程

①工程概况与建设目的

二道沙河（包兰铁路至入黄口段）主要存在如下问题：堤防防洪标准低，河道淤积，河道现状断面不能满足泄洪要求；河流形态几何化，河流功能简单化甚至丧失；季节性河道，河道生态需水量无法得到保障；入河污染物总量大，水质为劣 V 类；物种单一，水体自净能力差，生态系统脆弱；景观设施匮乏，景观效果差。

水资源循环利用工程以流经湿地的再生水为处理水源，处理规模 10 万吨/日，建设内容包括进水泵房、格栅间、水处理车间、清水池、送水泵房、变配电间、污泥浓缩池、排泥泵房、综合加药间、锅炉房、南海湿地取水管道、输水管道及配套设施等，将处理达标的回用水经送水泵房送至用水户，实现水资源的循环利用。

四道沙河湿地水质净化工程包括利用四道沙河（包神铁路至南绕城公路段）河道构建 75 亩潜流湿地及表流湿地、引水及取水管线工程、附属设施工程。

（2）内蒙古包头黄河南海子湿地保护恢复工程

①工程概况与建设目的

南海湖是一个只有进水没有出水的浅水尾间湖泊。近年来，南海湖出现水质恶化，水生生态系统遭到破坏，底泥淤积严重等问题。水质恶化和水生生态系统破坏降低了南海湖的服务功能，水质型缺水情况日益紧迫。底泥淤积不但导致库容减少，还源源不断释放污染物，成为重大的内源污染。

根据南海湖水质提升的迫切性和当前情况，拟针对南海湖全湖水域面积内，开展生态修复工程，从水量、水质和景观等三个方面提升南海湖服务功能。

②建设内容

建设内容包括湿地生态修复工程和鸟类栖息地构建，主要通过对流经南海子湿地核心区入黄的二道沙河再生水进行湿地生物净化、进水渠河道清淤、水系连通和廊道建设、湿地恢复保育及鸟类栖息地构建提升南海子湿地的生态环境，使湿地生态系统达到良性循环，有效改善水禽栖息地环境和湿地水质，恢复湿地生物多样性。

（3）南海湖水体治理与生态修复工程

①工程概况与建设目的

目前，南海湖水质恶化，水生生态系统遭到破坏，底泥淤积严重。水质恶化和水生生态系统破坏降低了南海湖的服务功能，水质型缺水情况日益紧迫。底泥淤积不但导致库容减少，还源源不断释放污染物，成为重大的内源污染。

根据南海湖水质提升的迫切性和当前情况，拟针对南海湖水域面积内开展外源污染控制、清淤、强化净化型健康水生态系统构建、生态系统调整提升工层等建设内容，从水量、水质和景观等三个方面提升南海湖服务功能。工程完成后，南海湖可作为再生水的调蓄库塘，发挥巨大的水量蓄存与调节作用。

②建设内容

本项目拟针对南海湖全湖水域面积内（333 公顷）开展外源污染控制工程、内源污染源控制工程；沉积物氮、磷等营养盐移除及抑制释放工程、湖泊食物网恢复工程、生态驳岸构建工程、底泥生态清淤工程、水体生态修复工程等。通过相关工程建设，使南海湖水质稳定达到 V 类水标准。

主要建设内容包括南海湖湖水带水清淤、对原土坝进行生态化堆岛、南海湖循环注入符合景观水体要求的湖水、逐步恢复南海湖的水环境及自然生态环境等。

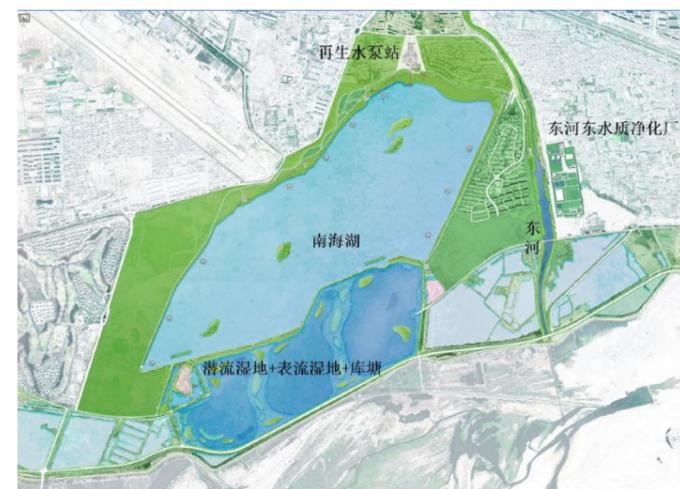


图 8-3 南海湖水体治理与生态修复工程平面图

（4）四道沙河沃土壕段生态修复与水资源循环利用工程

①工程概况与建设目的

本工程位于包头市九原区麻池镇下沃土壕村，属于四道沙河沃土壕段。本项目起点为包神铁路与河道交汇处，终点至麻池镇公益性公墓附近，全长 2.4km。计划利用四道沙河的天然河道，建设四道沙河人工湿地水质净化工程和滨河缓冲带建设等 2 个子项工程。项目实施后，可通过四道沙河人工湿地进一步净化南郊污水厂的出水，削减氨氮、总磷等主要污染物指标，净化后的再生水可作为四道沙河的河道补水。



图 8-4 四道沙河沃土壕段生态修复与水资源循环利用工程范围

②建设内容

本项目对沃土壕退水渠重点进行水污染综合治理和生态修复，包括水环境污染治理及生态提升工程和附属工程。其中，人工湿地水质净化系统占地面积 13.5 万 m²，最大处理规模为 2.5 万 m³/d，滨河缓冲带建设面积为 4.2 万 m²。

（5）赛汗塔拉公园水系改造工程

①工程概况与建设目的

为应对赛汗塔拉城中草原自然补水不足草原生态退化问题，本项目计划通过对赛汗塔拉公园场地内部人工河与四道沙河的生态治理与改造，以净水、储水、节水、再生水利用等绿色手段涵养草原。

场地范围内现有人工河、四道沙河两条河道，最终汇流入场地南侧人工湖内，河道无稳定来水，仅在雨季有上游溢流及道路雨水进入场地，水量常年亏负致使沿线草原旱化、退化严重。解决场地生态补水、提升园内河道生态净化能力、提升水质改善草原生态环境等任务已经迫在眉睫。

②建设内容

建设内容包括市政建设工程、人工湿地水质净化工程和河道生态改造工程三部分。

市政建设工程：建设雨水调蓄池一座（约 4000m³），敷设污水管道约 5km，对现状一体化污水泵井进行改造。

人工湿地水质净化工程：强化预处理单元，潜流+表流人工湿地水质净化区合计 2.4 万 m²。

河道生态改造工程：河道生态驳岸改造工程，河道湿地植物种植提升工程，雨水湿地建设工程，场地水系循环工程。上述工程合计建设滨河缓冲带 26 万 m²。

8.3.2 水务一体化管控平台

为保障再生水纳入全市水资源的统一调配体系，确保实现从取水、供水、用水、排水、污水处理到深度净化、再利用全链条的水量、水质监管，提升包头市水资源保障监管能力，打造“数字水网”，规划建设水务一体化管控平台一座。

主要包括4项主要功能：①.建立取水、供水、用水、排水基础数据库和智能感知系统；②对水资源全生命周期进行智慧管理；③建成包头水资源节约集约利用指挥中心、运维中心、展示中心，支撑水资源决策指挥、保障数字水网运行，展示包头智水成效④建立数字化资产运维平台，对数字化资产统一管理与维护，保障数字水网安全运行。

8.3.3 配套设施项目汇总

对上述2类再生水配套设施工程建设内容及投资汇总如下：

表 8-5 再生水配套设施建设项目汇总

序号	项目名称	建设内容	投资（万元）	状态
1	包头市水资源保障能力提升项目（数字水网）	建设包头市数字水网调度信息中心及平台系统，统一汇集基础设施、运行调度、监督管理等信息，加强水资源管供用排全链条、全流程、全要素监管。	10500	新建
2	二道沙河（包兰铁路至入黄口段）生态治理及南海湿地修复保护工程	二道沙河（包兰铁路至入黄口段）生态治理工程；南海湿地修复保护工程；水资源循环利用工程。	34019	在建
3	内蒙古包头黄河南海子湿地保护恢复工程建设项目	对流经南海子湿地核心区入黄的二道沙河再生水进行湿地生物净化、进水渠河道清淤、水系连通和廊道建设、湿地恢复保育及鸟类栖息地构建。	11670	在建

4	包头市南海湖水体治理与生态修复工程项目	南海湖湖水带水清淤、对原土坝进行生态化堆岛、南海湖循环注入符合景观水体要求的湖水、逐步恢复南海湖的水环境及自然生态环境等，增加再生水调蓄容量420万m ³ 。	30496	在建
5	四道沙河沃土壕段生态修复与水资源循环利用工程	建设人工湿地水质净化系统13.5万m ² ，最大处理规模为2.5万m ³ /d，滨河缓冲带建设面积为4.2万m ² ，可净化南郊水厂出水用于河道补水。	7260	新建
6	赛汗塔拉公园水系改造工程	（1）市政建设工程：建设雨水调蓄池一座（约4000m ³ ），敷设污水管道约5km，对现状一体化污水泵井进行改造。（2）人工湿地水质净化工程：强化预处理单元，潜流+表流人工湿地水质净化区合计2.4万m ² 。（3）河道生态改造工程：河道生态驳岸改造工程，河道湿地植物种植提升工程，雨水湿地建设工程，场地水系循环工程。上述工程合计建设滨河缓冲带26万m ² 。	15600	新建
合计			109545	

8.4 工程实施方案

8.4.1 2023年完工项目

2023年完工的再生水工程建设工程9项（北郊污水厂与九原污水厂提质增效工程合并为“包头市污水处理厂提质增效技改项目”实施，因此实际实施8个项目），包括4座污水厂改造（实际实施3个项目），再生水输配工程2项，水务一体化管控项目1项，再生水调蓄与水质净化工程2项。上述工程完工后，可以为4家新增再生水用户供水：东方希望包头稀土铝业有限责任公司、包头威丰新材料有限公司、包头华鼎铜业发展有限公司、内蒙古普拉特交通能源有限公司。

2023年完工项目的建设单位、建设内容及竣工时间如下表所示：

表 8-6 2023年完工再生水建设项目

序号	项目名称	建设单位	建设内容	状态	竣工时间
1	包头市污水处理厂提质增效技改项目	水务集团	1.北郊污水处理厂：污水处理能力由 7.5 万 t/d 提升到 10 万 t/d； 再生水供应能力由 7.5 万 t/d 提升到 10 万 t/d；	在建	2023 年 12 月
2			2.九原污水处理厂：建设规模为 5 万 t/d，再生水供应能力提升到 4 万 t/d；新建九原污水处理厂--九原尾间泵站再生水管线 7.7km。		
3	万水泉污水处理厂二期工程	水务集团	1.新建 1 座生物池及污泥泵站、2 座二沉池、2 座初沉污泥浓缩池及排泥泵房，10 万 t/d 深度处理配套设备。 2.建设万水泉污水厂一二道沙河联通管线。	在建	2023 年 10 月
4	硅产业区集中污水回用处理厂项目	昆都仑区	将西郊污水厂现有 0.3 万 t/d 处理规模提升至 0.35 万 t/d，新建 1 万 t/d 深度污水处理规模，达到一级 A 为 0.35 万 t/d，高品质再生水供水能力为 0.5 万 t/d。	在建	2024 年 6 月
5	包头市希望园区再生水管线工程	水务集团	铺设再生水管线，管径为 DN1200，管线长 20 公里。管线路径为万水泉污水处理厂—途径南绕城公路—红旗大道—沼南大街—南绕城公路—希望园区。	在建	2023 年 12 月
6	包头金属深加工园区工业供水管网建设工程	昆都仑区	建设范围北至 110 国道北侧，南至爱业路，西至兴华大街，东至东环路。管线一园区工业供水管网管线全长 10km，管线二园区工业供水管网管线全长 3.5km。	在建	2023 年 12 月
7	包头市水资源保障能力提升项目（数字水网）	水务局	建设包头市数字水网调度信息中心及平台系统，统一汇集基础设施、运行调度、监督管理等信息，加强水资源管供用排全链条、全流程、全要素监管。	新建	2023 年 12 月
8	二道沙河（包兰铁路至入黄口段）生态治理及南海湿地修复保护工程	水务集团	二道沙河（包兰铁路至入黄口段）生态治理工程；南海湿地修复保护工程；水资源循环利用工程。	在建	2023 年 12 月
9	南海湖水体治理与生态修复工程	东河区	南海湖湖水带水清淤、对原土坝进行生态化堆岛、南海湖循环注入符合景观水体要求的湖水、逐步恢复南海湖的水环境及自然生态环境等，增加再生水调蓄容量 420 万 m ³ 。	在建	2023 年 8 月

8.4.2 2024 年完工项目

2024 年需完工的再生水工程建设项目共 15 项，其中污水及再生水厂项目 3 项，再生水输配工程 9 项，再生水调蓄净化工程 3 项。上述工程完工后，可为中心城区 8 家主要再生水用户供水，同时为山北地区用户供水。中心城区新增再生水用户包括：内蒙古通威多晶硅有限公司、内蒙古鑫元硅材料科技有限公司、包头美科硅能源有限公司、弘元新材料（包头）有限公司、包头晶澳太阳能科技有限公司、包头阿特斯阳光能源科技有限责任公司、内蒙古大全新能源有限公司、双良硅材料（包头）有限公司。

2024 年完工项目的建设单位、建设内容及竣工时间如下表所示：

表 8-7 2024 年完工再生水建设项目

序号	项目名称	建设单位	建设内容	状态	竣工时间
1	包头装备制造产业园区水资源集中处置供应中心	青山区	新建污水处理及再生水厂 1 座，污水处理规模为 5 万 t/d。再生水供水规模 10 万 t/d。建设内容包括污水处理系统、再生水净化系统以及与各类配套辅助系统。	新建（已立项）	2024 年 12 月
2	包头稀土高新区污水资源化利用项目	高新区	新建污水处理及再生水厂 1 座，污水处理规模为 1.5 万 t/d。再生水供水规模 1.5 万 t/d。建设内容包括污水处理系统、再生水净化系统以及与各类配套辅助系统。 进水管线：管径 DN500，长度约 1km；供水管线：管径 DN500，长度约 1km。	新建（编制可研）	2024 年 6 月
3	九原工业园区污水资源化利用项目	九原区	新建污水处理及再生水厂 1 座（一期），污水处理规模为 0.5 万 t/d。再生水供水规模 10 万 t/d。建设内容包括污水处理系统、再生水净化系统以及与各类配套辅助系统。	新建（编制可研）	2024 年 12 月
4	九原-西郊污水处理厂管线连通（金属深加工园区引中水再利用工程）	昆都仑区	新建中水供水管线 8.5km，主供水管管径 DN800。管线起点为纬四路现状再生水管线，终点为包头金属深加工园区向西郊污水处理厂，再生水供应能力为 6 万立方米/日。	新建（已立项）	2023 年 12 月

序号	项目名称	建设单位	建设内容	状态	竣工时间
5	北部区域二道沙河再生水管线工程（京包铁路—京藏高速）	水务集团	铺设 DN1200 再生水管线 8.5km，管线起点为京包铁路，延二道沙河向北铺设，途经哈屯高勒路、建设路、青山路、110 国道，210 国道南侧，终点为九原区鹿苑康城小区以东。	在建	2024 年 12 月
6	包头市二道沙河再生水管线工程（三电厂—花圪台）及再生水提升泵站工程	水务集团	以北部区域二道沙河再生水管线工程（京包铁路—京藏高速）再生水管线末端为起点，铺设至石拐新区花圪台泵站，新建 DN1000、DN800、DN600 再生水管线约 3.2 公里，同时沿线新建再生水城中提升泵站 1 座、城北泵站 1 座。	新建（已立项）	2024 年 12 月
7	昆河再生水枢纽泵站工程	水务集团	再生水增压泵站 1 座，调蓄水池 2 万 m ³ ，DN1200 管线 1km。	新建（编制实施方案）	2024 年 12 月
8	装备园区再生水管线工程（花圪台泵站-园区净化厂）	青山区	建设 DN1200 再生水管线 3km	新建（编制可研）	2024 年 6 月
9	包头市九原区再生水管网工程项目	九原区	建设一体化泵站 1 座，敷设中水管线 25950 米。其中 DN400 中水管线 4600 米，DN300 中水管线 6500 米，DN200 中水管线 14850 米	新建（已立项）	2024 年 12 月
10	园区通威股份公司 5 万吨高纯晶硅及配套新能源项目 2 标段污水带压管网、提升泵站建设项目	昆都仑区	建设长度为 2560m、管径 DN300 污水管线，1 万吨/日污水提升泵站一座。	新建（已立项）	2024 年 6 月
11	包头市山北地区供水工程新建项目	市水务局	主要建设内容为泰弘 2#泵站至百灵庙镇总长 278.17km 输水管线工程 and 山前加压站、固阳金山工业园区加压站，配套建设 1 套公辅设施。解决山北固阳、白云、达茂旗园区缺水问题。	新建（已立项）	2024 年 12 月
12	包头市市本级绿化用水管网建设工程	城发集团	完善中心城区绿化管网，提升再生水绿化灌溉面积	新建（已立项）	2024 年 8 月

序号	项目名称	建设单位	建设内容	状态	竣工时间
13	内蒙古包头黄河南海子湿地保护恢复工程建设项目	东河区	对流经南海子湿地核心区入黄的二道沙河再生水进行湿地生物净化、进水渠河道清淤、水系连通和廊道建设、湿地恢复保育及鸟类栖息地构建。	在建	2024 年 12 月
14	四道沙河沃土壕段生态修复与水资源循环利用工程	生态环境局	建设人工湿地水质净化系统 13.5 万 m ² ，最大处理规模为 2.5 万 m ³ /d，滨河缓冲带建设面积为 4.2 万 m ² ，可净化南郊水厂出水用于河道补水。	新建（方案论证）	2024 年 12 月
15	赛汗塔拉公园水系改造工程	市城管局	（1）市政建设工程：建设雨水调蓄池一座（约 4000m ³ ），敷设污水管道约 5km，对现状一体化污水泵井进行改造。 （2）人工湿地水质净化工程：强化预处理单元，潜流+表流人工湿地水质净化区合计 2.4 万 m ² 。 （3）河道生态改造工程：河道生态驳岸改造工程，河道湿地植物种植提升工程，雨水湿地建设工程，场地水系循环工程。上述工程合计建设滨河缓冲带 26 万 m ² 。	新建（方案论证）	2024 年 12 月

9 规划实施保障

9.1 法治保障

结合国家和自治区相关政策法规、其它城市先进经验及包头市实际情况，加快相关规章制度修订工作。在原有《包头市再生水管理办法》的基础上，于2023年完成《再生水管理条例》的制订，为再生水利用提供法律支撑保障。主要内容修改建议如下：

- （1）明确再生水利用设施的范围。
- （2）优化部门管理职能，由市城市管理局负责全市再生水利用管理工作。旗县区人民政府住房和城乡建设负责本行政区域内的再生水利用管理工作。
- （3）加大对再生水利用设施建设的财政资金支持，提高再生水利用率。
- （4）拓宽再生水设施建设融资渠道。
- （5）鼓励采用政府购买的方式使用再生水。
- （6）通过表彰奖励的方式提高单位和个人积极性，推动再生水利用工作。
- （7）结合水资源紧缺实际，规定具备再生水利用条件的应当使用再生水，促进再生水利用。
- （8）增加对再生水利用设施验收合格的规定。
- （9）鼓励污废水转化为优质再生水。建议增加条文：鼓励和支持改善再生水水质的科学研究和技术开发，推动污废水转化为优质再生水。
- （10）明确排水户、污水处理厂、再生水厂及再生水用户的合规义务，包括强制

的法律法规和非强制的标准规范和合同约定。

（11）按照各自职能对排入市政污水管网的污废水进行监管，确保再生水水质。

（12）根据实际工作需要，约束再生水运营单位的行为。

（13）完善各类禁止性行为。

9.2 组织保障

9.2.1 加强组织领导

充分发挥包头市节约用水领导小组的统筹指导作用，加强对各部门的统一领导，协调、督导各政府部门切实负起责任，形成部门合力，统筹推进全市再生水利用工作。由领导小组及其办公室负责组织协调各项工作，建立各旗县区、相关部门协同联动机制，推进各部门之间的联系、沟通和合作。领导小组定期召集联席会议，沟通全市再生水管理工作进展、协商解决相关问题。

9.2.2 强化责任落实

领导小组及其办公室应明确各旗县区、有关部门的具体职责分工。各旗县区、有关部门要成立相应领导机构，按照职责分工组织实施各自承担的工作任务，要各尽其职、各负其责，做到责任到位、措施到位、落实到位，确保各项工作取得实效。各旗县区、有关部门要完善保障落实机制，进一步明确、细化相关部门具体工作任务，确保工作任务专人盯、专人抓、专人管；主要负责人要担负起第一责任人职责，亲力亲为、一抓到底。

9.2.3 建立监督机制

严格监督再生水纳入水资源统一配置的要求，进一步加强对取水的管理，倒逼再生水利用。强化污水处理达标排放监管，做好各污水处理厂进水前端管控，严格依法管控和执法，工业废水进入市政排水管网和城镇生活污水处理厂要满足国家和地方相关管控标准。严格执行排水许可制度，实施工业污水排放监督检查，对工业废水进入市政污水收集设施情况进行排查，经评估认定污染物不能被城镇污水处理厂有效处理或可能影响污水处理厂出水稳定达标的，应限期退出。

9.3 制度保障

9.3.1 纳入水权管理

再用水权改革是发挥市场机制作用促进水资源优化配置和集约节约安全利用的重要手段，是强化水资源刚性约束的重要举措。加强再生水利用，一方面是解决包头市黄河水超采问题的主要途径。另一方面，按照《中华人民共和国黄河保护法》等相关法规和政策的要求，黄河流域水资源超载地区不得新增黄河水取水许可。因此，再生水也是解决包头市新增工业用水需求的主要途径。健全管控和激励机制，将再生水纳入水权确权、交易范围。

制定用水权交易管理办法，规范取用水权交易。设立市级水权交易平台，为水权交易和收储提供服务。加快推进水权交易系统与取水许可电子证照等信息系统互联互通，支撑水权交易安全、高效、规范开展。2023年，建成水权交易平台，制定交易规则，开展水权交易。

取用户通过调整产品和产业结构、改进工艺、节水等措施节约水资源的，按照相关规定，在取水许可有效期和取水限额内可以有偿转让相应的取水权。有偿取得用水权的工业企业，节约水量在用水权有效期和限额内可进行交易；无偿取得用水权的，须补缴用水权相关费用后，按照相关规定进行用水权交易。农业用户确权量与年度计划量形成的用水权余量，可在农业内部进行不超过一年短期市场交易，收益全部归农业用户所有；通过节水改造形成的稳定节余水量水权可进行中长期交易，县级以上地方人民政府或其授权的水行政主管部门可以进行回购和收储，在保证区域内农业合理用水需求的前提下向工业进行市场交易的，按比例分配交易收益。

市、县两级有关部门可结合实际设立“水银行”，根据水资源总量、发展需求、供需形势等因素，对用水权进行回购和收储。对政府投资实施的节水改造工程节约的水量、因公共设施建设征用土地而形成的空置用水权、再生水水权，可由政府进行统一收储。对无偿取得用水权的用户，通过用水审计节余的用水权，因破产、关停、被取缔、迁出包头市所持有的用水权，由政府无偿收回。农业用户出让的水权，可由政府进行回购，在保障区域灌溉用水需求的前提下，进行重新配置或交易。对于政府收储的用水权，在同等条件下优先支持保障战略性新兴产业和“世界稀土之都”、“世界绿色硅都”建设需求，综合评估资金成本和社会效益后，可分期按比例收取交易费，并给予一定政策支持。

推行再生水和常规水按比例配置、双水源保障供给，鼓励符合条件的工业企业优先使用再生水。根据企业用水需求，对已配置使用再生水、2024年底前用再生水（一级A标准）置换自来水及新上项目使用再生水的企业，无偿配置再生水水权。对企业自己投资建设再生水净化、减排控污项目的，给予该项目用地、专项资金等支持。

采取免收水权使用费以及政府补贴等多种途径，不断提升再生水价格竞争力。

再生水水权由政府统一收储，2025年开始使用再生水的企业，通过市场交易和有偿配置获得再生水水权。再生水水权交易指导价原则上不高于地表水水权交易指导价，再生水用水权有效期与工业用水权一致，期限届满通过市场交易取得。

鼓励国有企业、社会资本和用水企业共同发力，完善再生水利用配套设施，推动再生水水网建设，统筹再生水与自来水协调供应，形成供给有力、保障安全的供水体系。加强企业污水达标排放管理，实行远程在线监控，开展常态化检查，对不达标的依法给予处罚。

9.3.2 落实用地政策

将污水再生利用设施及配套管网建设用地纳入国土空间总体规划，预留足够的项目用地并落实用地和选址要求。项目实施过程中，政府部门应积极协助再生水生产企业推动征拆等事宜，推动企业再生水管网建设。

9.3.3 健全价格形成机制

按照市场化方向，发挥市场杠杆调控作用，完善再生水价格形成机制，促进污水再生利用。根据国家相关要求建立使用者付费制度，放开再生水政府定价，再生水价格实行市场调节价，由再生水供应企业和用户按照以质定价、优质优价的原则协商确定。再生水价格的制定可遵循效率公平和补偿成本、保本微利的原则，有利于实现污水再生利用企业的良性发展，促进资源的有效配置。对于提供公共生态环境服务功能的河湖湿地生态补水、景观环境用水使用再生水的，鼓励采用政府购买服务的方式推

动污水资源化利用。再生水价格倡导实施累退价格制度。

9.3.4 制定鼓励政策

制定再生水开发利用的投融资、财政奖补、税费减免、配套管网建设、项目支持等激励政策，在再生水生产和使用过程中给予政策引导和支持，培育再生水利用市场，提高再生水用户积极性，提升再生水利用比例。按照“谁先用、谁受益”的原则，从具备再生水供水条件之日起，在一定年限内由政府对用户进行资金补助。资金补助按照“先利用、后补助、补助金额逐年递减”的方式，按实际利用的再生水水量，给予再生水利用资金补助。对再生水利用比例较高的工业企业，可考虑适当减免常规水源利用需缴纳的水资源税费。加大对再生水生产供应企业扶持力度，提高再生水生产供应企业投资与运营的积极性。

9.3.5 推行专业化运维

推广实施供排水一体化，“厂一网一河（湖）”一体化专业化运行维护，由专业化运营单位负责区域再生水管网的运行管理和用户服务、水费收取等。建立人员稳定的专业化队伍，形成常态化建设管养制度，严格按照相关标准实施运行维护。鼓励居住社区将内部管网养护工作委托市政排水管网运行维护单位实施，并建立政府和居民共担的费用保障机制。

9.4 资金保障

9.4.1 充分利用中央专项资金及债券

用好中央预算内投资、中央专项建设资金和地方政府专项债券资金，发挥政府资金“四两拨千斤”的引导作用，通过产业引导基金、担保基金、信托基金、社会资本合作（PPP）等方式不断吸引社会资本参与再生水设施和配套管网建设，并在项目融资、财政补贴、发行地方政府专项债券等方面予以支持，提高社会资本参与再生水利用设施投资、建设和运营的积极性，形成可持续的建设经营模式。

9.4.2 探索创新多元融资渠道

积极探索多元化、多渠道的投融资体系和建设运营模式，创新投融资产品与服务，探索不动产信托投资基金（REITs）和资产证券化（ABS）等融资开发模式，鼓励金融机构在风险可控、商业可持续的前提下给予中长期信贷支持，探索项目收益权、特许经营权等质押融资担保。

9.5 科技保障

9.5.1 推进技术支撑

增强科技支撑，推广普及先进适用技术工艺，鼓励再生水企业不断改进技术，降低成本。推动再生水利用关键技术的研发、创新、示范和推广，积极开展再生水利用系统、理论、技术、标准、政策等领域的研究，大力支持再生水水质特性与特征指标、

关键风险因子与控制标准、处理技术与工艺、输配与水质稳定控制研究。通过科技攻关摸索适用于包头的实施技术，并在试点研究的基础上推广应用。围绕再生水利用设施建设运营管理需求，加强专业技术人才、管理人才的建设培养，对人员开展针对性技术培训，将再生水利用的技术要点及时、全面、深入地嵌入各个环节，逐步培养出本地一流技术力量。

9.5.2 实施监测预警

开展水质监测预警，加强监督执法与应急处置，切实保障再生水资源安全高效利用。加强污水资源化水质全过程监测，建立水厂出水水质在线实时监控系统，严格对水厂出水水质的监督性监测，确保水质达标排放。逐步建立覆盖再生水利用全过程的风险防控预警体系，完善应急处置机制，制定突发事件应急预案。建立再生水利用管理平台系统，应用现代化信息技术，逐步实现全市再生水利用运行监管数据的动态管理和实时信息监督管理，提升再生水利用的监管、预警和应急能力。

9.5.3 完善再生水全过程管控要求

发挥标准引领作用，完善城市污水纳管水质的地方标准，配套建设差别化污染物排放要求和标准，制定再生水利用相关技术规范、管控要求规范，强化标准约束。制定再生水利用设施标准和运维标准，对再生水管道、设备等的材料、性能、设计等作出规定，为再生水利用设备、管材的选择及设施的运维提供指导。建立适应包头市城市发展定位的科学系统的水资源再生利用标准体系。

9.5.4 加强宣传教育

加大对再生水利用的宣传力度和知识普及，提高社会对再生水的认知度，提高污水再生利用的公众接受度，消除公众顾虑，增强使用意愿。通过多种形式广泛深入开展科普宣传，借助示范工程、展馆等宣传平台，展示再生水利用新技术和新设备，宣传国内外再生水资源开发利用的成功经验与实例，增强公众水资源可持续发展意识、生态节水意识。完善公众参与机制，充分发挥舆论监管、社会监督和行业自律作用，营造全社会共同参与再生水推广利用的良好氛围。