# 鄂尔多斯市水与能源协同对策研究

中国科学院地理科学与资源研究所

二〇一七年四月

**报告审定**：贾绍凤

**报告编写**：项潇智，梁媛，李媛媛，贾绍凤

**项目研究组成员**：贾绍凤，项潇智，柳文华，吕爱锋，韩雁，朱文彬，严家宝，梁媛，李媛媛，曲波，Rashid Mahmood, Asif Mehmood

**致谢**

感谢能源基金会对本项目提供资助，本报告不代表能源基金会的观点。感谢鄂尔多斯市水务局、发展与改革委员会、杭锦旗黄河南岸灌区等机构对本项目调研的大力支持。感谢能源基金会、美国劳伦斯伯克利国家实验室、国务院发展研究中心、水利部南水北调管理局、煤炭科学技术研究院、中国水利科学研究院、中国农业科学研究院、北京师范大学、中国科学院地理科学与资源研究所等机构专家的支持!

《鄂尔多斯水资源与能源协同对策研究》

# 执行摘要

## 项目目标

针对当前“水、能源和粮食纽带关系”（以下简称“WEF 纽带关系”）概念框架不完善、实现途径不明确、实际案例研究较少等问题，本项目通过梳理“WEF 纽带关系”的提出背景、分析国际上相关的理论成果及典型研究案例，在宏观层面上探讨未来中国 WEF 综合管理的实现思路；同时，重点挑选黄河流域的煤炭城市——鄂尔多斯市为案例研究区，实地调查鄂尔多斯能源基地的发展现状和未来前景，分析地区水、能源、粮食部门的相互作用关系及存在的问题，评价当前各类资源政策、管理机制在研究区内的具体影响，进而结合未来发展形势探讨地区水-能源-粮食综合管理对策。

## 研究内容与思路

报告主要研究内容包括：“WEF 纽带关系”理论框架研究及典型案例分析，鄂尔多斯水资源开发情况及未来供需形势研究，鄂尔多斯市能源、农业部门发展情况及用水分析，鄂尔多斯 WEF 相互作用的主要问题分析，鄂尔多斯水、能源、粮食相关政策评估及协同对策探讨。

根据研究内容的需要，主要研究思路、方法包括：（1）理论实际结合，通过构建理论框架指导案例分析和政策评估，通过实地调查和案例研究检验并完善理论体系；（2）定性与定量相结合，对于宏观理论和政策分析以定性研究为主，对于具体问题（如水资源供需、水资源承载力、资源匹配程度、行业用水等），利用水资源承载力模型、基于规范的水资源及其开发利用评价等方法进行定量化分析；（3）点面结合，报告在运用系统的研究方法同时，力求以点带面，突出所要解决的核心问题，对外围因素采取简要论及的方法处理，对部分对策的前提条件采取假设既定存在处理。

# 主要结论及建议

（1）“水—能源—粮食纽带关系”的实际应用应兼顾资源优化配置、部门协同和人本管理三个方面

“WEF 纽带关系”实质上是水资源综合管理理念在水、能源、粮食危机背景下的延伸和拓展，要求利用水、能源、粮食三个部门的密切联系和相互作用，建立资源综合管理系统，破解当前的资源困境，最终实现可持续发展。当前主流的 WEF 综合管理实现思路可以归纳为三点。一是系统学框架下的协同管理，即通过利益相关者的对话，共享信息、构建情景，制定协调、可持续的资源利用和管理方案，使 WEF 系统产生协同效应。二是经济学视角下的资源优化配置，即依照经济学、运筹学方法设计跨部门的资源优化配置方案，通过对比分析优化现实管理体制中的不合理之处。三是人本管理思想下的人权优先理念，即以保障人权、促进人的全面发展为 WEF 综合管理活动的核心和前提，保障各类部门、社会群体资源配置的公平性，在基层层面解决资源问题。这三种思路实际上是 WEF 管理的核心问题在不同视角下的不同反映，在不同的案例应用中也有不同的侧重，也同是未来 WEF 综合管理模式应当具备的主要特征。

（2）鄂尔多斯境内水资源匮乏且水、能源、粮食资源要素空间分布不匹配

水资源严重短缺是现阶段鄂尔多斯市水-能源-粮食资源管理中最棘手的问题。鄂尔多斯水资源承载力不足（已超载），使得区域内正常生产、生活用水受到干扰，单纯从水资源可利用量的角度衡量，当前鄂尔多斯仍需新增 3.8 亿 $m^3$ 的用水指标（相当于现状水资源可利用量的 16%）以维持经济社会的正常发展。然而由于自然气候和作物种植制度等因素的限制，未来鄂尔多斯市的常规水资源开发潜力和农业节水空间均不大，不得不采取跨地区用水指标转让、再生水开发利用等手段缓解持续增长的水资源压力。但以目前的实际情况来看，由于跨盟市水权转换周期长、再生水推广程度不确定、部门间“争水”冲突加剧等因素，各行业（尤其是能源行业）短时期内能够获得的水资源支撑仍十分有限，水资源瓶颈将进一步制约地区的发展。从水资源、能源、粮食的空间配置来看，目前鄂尔多斯市部分地区存在严重的资源匹配压力。由能源、粮食生产造成的水资源压力

在境内呈明显的东西分化——东部准格尔旗、达拉特旗、伊金霍洛旗和东胜区 4 旗（区）资源匹配压力较大，而西部杭锦旗、鄂托克旗、鄂托克前旗和乌审旗 4 旗的资源匹配压力则相对较小。考虑到鄂尔多斯市整体的水资源压力，未来东部区域（尤其是准格尔旗）能源、农业发展的水资源安全保障形势将更加严峻。

（3）能源需水的快速增长加剧了鄂尔多斯市不同部门间的用水冲突

从行业用水情况来看，缺水问题已明显制约了区域能源产业的发展，而能源取水的增多也引发了尖锐的"能-粮争水"现象。根据未来能源产业规模的变化情况和用水定额，预测 2015-2020 年，鄂尔多斯市能源产业需水量将增长约 2.3 亿 $m^3$，达 4.4 亿 $m^3$，增长率高达 110%；其中煤炭采选、煤电、煤化工用水占比分别为 16%、45%和 39%。到 2035 年，能源产业需水将在 2020 年基础上进一步增长 45%~120%（2.0~5.4 亿 $m^3$），达 6.4~9.8 亿 $m^3$。同时，尽管近年来鄂尔多斯农业部门用水量呈缓慢下降趋势，但由于种养殖结构调整后菜田、林草地用水规模的扩大，市内水权转让工程后农业节水潜力的趋于饱和，预测未来农业部门用水量仍将增长约 1 亿 $m^3$，相当于现状农业用水的 8.5%。作为本市两大用水部门，能源、农业用水量的增长势必进一步加剧两部门的用水冲突，对地区能源及粮食安全保障产生重要影响。另外，考虑到地区未来新增供水难度的增大（乐观估计 2020 年供水量增长 4.2 亿 $m^3$，而非常规水源开发的饱和将限制 2020-2030 年地区供水能力的增加）以及居民生活用水、生态用水的刚性增长，这一争水现象也将随着用水指标的重配而影响到更多部门，并造成更大范围的利益纠纷。

（4）鄂尔多斯市的水、能源、粮食管理系统存在政策目标论证不充分、实施效果不显著、部门协调能力不足等问题

鄂尔多斯市现阶段的水、能源、粮食政策较为准确的把握了宏观形势的要求和地区发展中的关键问题，但仍存有部分弊端需重点关注和解决。首先，在资源政策目标体系层面，某些政策存在目标因果关系不明确、论证不充分、上下级目标不衔接等问题。例如水权转换政策未统筹考虑实际生产效益及后续的生态影响，造成目前大量用水指标闲置的现象。其次，在实施效果和实施手段的层面，当前地区的有关政策措施存在实际效果不显著、手段较单一等问题。例如早期规划了

大量的煤制油（气）项目，但是受国际油价等市场因素的影响，加之产品交易市场及配套措施不健全，致使地区新型煤化工发展速度、规模远低于预期。再者，从管理部门间的关系来看，资源、环境管理体制中出现的同一产业多部门管理、跨部门联系不够紧密、综合性政策实施困难等问题，最显著的是目前鄂尔多斯市水资源管理中责、权、利不明确的问题，相关部门各自为政、多头管理，造成实际工作中冲突频发。对此，报告从调整规划思路、强化政策目标论证、补充配套措施、扩大主管部门管理权限、促进相关部门间沟通交流等角度，为地区 WEF 协同管理提出了具体的政策建议

（5）生态文明先行示范区建设是鄂尔多斯市统筹解决水、能源、粮食问题的重要契机

鄂尔多斯的水资源、能源、粮食发展伴随着一系列的生态影响，生态保护手段转而又会显著地改变地区资源的管理、调控方式，从而也为在生态环境保护视角下统筹解决资源部门的关键问题提供了契机。例如，能源清洁化生产的要求将同时影响到能源产出结构和行业用水效率。又如，新增的河流湖泊生态补水将加大地区水资源压力，而为减少土地盐碱化而推行的先进灌溉方式却会通过促进农业节水缓和这一压力。诸如此类的生态保护措施既对原有资源管理模式提出了挑战，也为在生态环境保护视角下统筹解决资源部门的关键问题提供了契机。目前，鄂尔多斯市在生态文明先行示范区建设过程中，对资源开发与经济社会发展、生态环境保护的平衡与协调机制已有一定程度的认识，但主要工作更多地停留在规划、布局层面上，在具体实施层面缺乏多种资源要素的统一调度机制，检测实际效果时又没有完善的考核、评价体系。因此，在下一阶段生态文明先行示范区建设中，应推进资源、环境类各项指标的统计工作，据此进一步评估、检测生态建设工程中各类资源开发保护的实际协同情况，从而尽快寻找到适宜本地区实际生态情况的资源协同管理措施。

（6）能源密集型地区应借鉴鄂尔多斯市的经验与教训，探索适合本地的资源综合开发管理模式

鄂尔多斯市是资源型经济创新发展综合改革、跨区域水权转让试点工程、清

洁能源输出基地建设等工作重要的先行示范区，积累了丰富的、有效的资源调控和管理经验，同时在实际工作中也暴露出部分问题与难点，此类经验教训应当为国内能源密集型城市或地区重点学习和关注。例如《能源发展战略行动计划(2014-2020 年)》所确定的 14 个大型煤炭基地中，除蒙东、云贵和两淮基地外，其余都存在不同程度的缺水问题。为了应对能源与水资源逆向分布的发展矛盾，能源基地在规划建设期应首先基于所在地的水资源承载力对规划产能进行科学评估，提出合理的发展目标。同时，为了有效提高能源行业风险控制和纠偏能力，能源密集型地区在能源开发管理的过程中应充分把握国际国内能源市场的发展趋势及宏观政策的转变方向，调整、细化能源产业的发展目标，引入、更新节能减排的先进技术手段；关注能源部门的实际生产效益、环境污染情况，配套合理的能源上下游产业链建设和生态保护修复工程，避免出现产能过剩、环境恶化等问题；加强区域内能源行业的统一调度能力，建立健全包括能源部门在内的跨地区、多部门交流沟通、信息共享机制，探索适合本地的资源综合开发管理模式。在此基础上，充分考虑能源开发利用中的水资源安全保障问题，评估区域内主要用水部门（尤其是农业部门）的节水潜力、非常规水源的开发潜力，积极探索论证跨地区调水、水权转让等区域外“开源”措施的可行性，以实现产业发展和水资源保护的双赢。

# 目 录

# 1、国际“水－能源－粮食纽带关系”研究

## 1.1 “水－能源－粮食纽带关系”的提出背景

2011 年在德国波恩召开的“水—能源—粮食安全纽带关系会议” ，首次将水安全、能源安全和粮食安全之间的关系总结为一种“纽带关系”，认为水、能源、粮食是社会经济发展最重要的基础性资源，三部门彼此关联、相互依存，单一领域的问题或举措，均有可能影响甚至破坏三者之间脆弱的平衡关系。由此，会议提出了“纽带关系”概念框架，强调决策应考量水、能源和粮食安全三个领域之间的相互作用关系，从而提高资源综合管理能力、破解当前的资源困境，实现经济社会的可持续发展。

通过概念框架，结合“波恩会议”对“纽带关系”的描述，不难发现“水—能源—粮食纽带关系”（以下简称“WEF 纽带关系”）的两大特征：资源安全的相互依赖（关注资源安全问题）和资源部门的综合管理（诉诸综合管理手段）。反过来看，上述两个特征又可以说是“WEF 纽带关系”产生的实际驱动和理论来源。21 世纪水、能源以及粮食危机的频现以及彼此渗透影响，成为了资源综合管理提出的契机，单一部门视角下的多方面协调发展（主要是水资源综合管理）研究则为多部门的协同管理提供了丰富的经验和技术支撑。

首先，在经济全球化、环境全球化以及资源战略全球化日趋明显的今天，人类社会越发认识到资源安全的重要性。进入 21 世纪，随着全球淡水取用和消耗量以惊人的速度增长，有限的淡水资源正日趋减少，人类社会可持续发展的水危机挑战愈演愈烈；随着世界各国农业、工业、国防、居民生活的能源需求的猛增，国际原油、煤炭等一次能源的供需形势日益紧张、能源价格大幅波动，使得各国都不同程度的处于能源危机之中；2008 年以来的世界粮食危机引起了国际粮价的剧烈震荡和全球粮食储备的持续减少，造成了大范围的饥馑现象，也诱发了多国的政治危机和国际关系的紧张。日渐短缺的淡水资源、变化不定的粮食供给和日益旺盛的能源需求，伴随着三者相互依赖、相互冲突的新特征，使得水、能源、粮食危机出现的成因更为复杂，影响的层面也更为广泛。“水—能源—粮食安全纽带关系”概念正是在多种资源危机和提倡绿色经济的时代背景下所催生的，也因此决定着理论在阐述、延拓以及实际分析时都无法脱离这一“语境”。

其次，作为一个有别于传统资源管理的概念，资源综合管理最初和最广泛的应用是在水资源领域。水资源综合管理（IWRM）概念于 1992 年 1 月在都柏林召开的“21 世纪水与环境发展问题国际研讨会上”被提出，并同年 6 月的联合国环境与发展会议上被进一步强调和丰富。自此之后，许多国际会议和组织机构纷纷开始对水资源综合管理加以关注和讨论。其中，全球水伙伴（GWP）是在联合国机构支持下于 1996 年成立的国际网络组织，其宗旨是促进水资源综合管理，强调不同种类伙伴成员组织合作研究水、土及相关资源的协调开发和管理。波恩会议前的一段时间，正值水资源综合管理理论体系较为成熟和实践经验丰富之时。全球水伙伴针对全球聚焦的水资源、能源和粮食安全问题，结合其网络成员提供的实际管理经验，向会议的协调领导机构——斯德哥尔摩国际环境研究院提出了“水—能源—粮食安全纽带关系”这一资源综合管理的概念，并最终成了会议的主题。因此，从起源上来说，WEF 综合管理是水研究部门为解决绿色经济下主要涉水部门的利益冲突问题而提出的，其实际是对水资源综合管理理念的一种延伸和拓展，这从“纽带关系”把可利用水量作为核心要素，也可见一斑（参考图 1-1，1-2）。

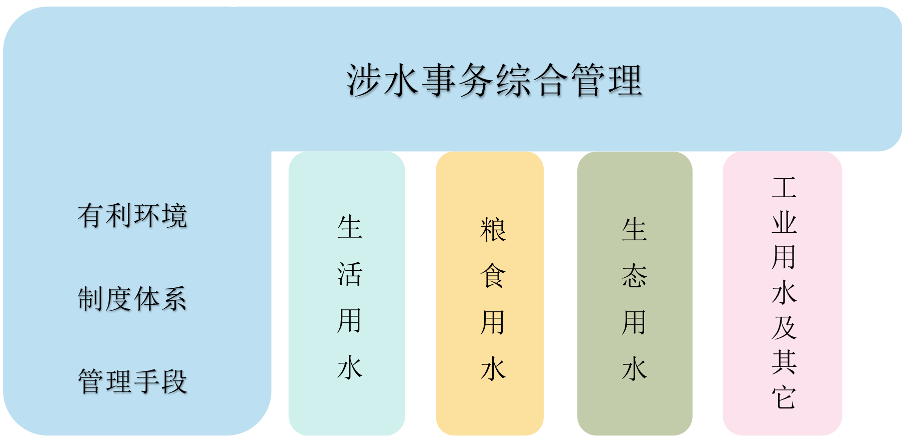



**图 1-1 IWRM 概念简图**

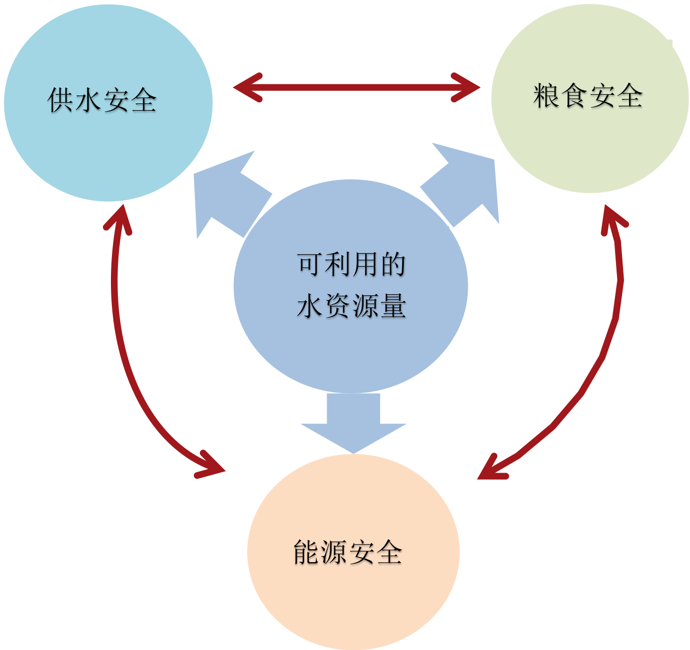



**图 1-2 WEF 概念简图**

## 1.2 水－能源－粮食综合管理实现思路探讨

当下，各国际组织对建立“纽带关系”框架的主要目的都有所阐释。尽管不同表述的侧重点和关注的问题也有所偏差，但均有提及水、能源、粮食三个部门的密切联系和相互作用，并将这一关系引入资源综合管理系统，以之破解当前面临的资源困境，最终实现向可持续发展。这也是 WEF 研究框架的核心内容所在。

针对如何实现“纽带关系”的核心内容，有关研究者对国际组织和专家们建议主要有以下几点：一是关注生态环境效益，维护生态系统服务功能，提倡循环经济，为资源综合管理提供良好的外部环境；二是在政府、私营企业及社会公众之间建立有利于促进部门间政策对话以及政策连贯性的框架平台；三是加强宣传，完善数据收集与公开机制，促进各部门对政策制定以及相关投资计划的理解和认可；四是管理资源需求，建立能够反映资源稀缺性和综合考虑水、能源、粮食之间相互关系的管理机制；五是关注贫困问题，为贫困和弱势群体提供持续稳定的水、能源和粮食资源供应，建立对其有利的财税机制。几类思路的看似大相径庭，而背后却反映着不同理论框架对 WEF 管理的核心问题的不同认识。其中，第一、二、三点是在系统学视角下考虑 WEF 的外部影响和内部协同，第四点考虑的是

经济学中的资源最优配置，第五点则是强调人本管理理念中的人权优先。

从效果上说，WEF 最终追求的提升资源整体利用效率和实现良性可持续发展的目标，与协同管理方法中的“整体协同效应”和“自组织进化”思想是不谋而合的。协同管理最终追求的是产生协同效应，协同效应的产生要经历沟通、竞争、合作和协同四个过程，过程的本质是以要素间的相互关联替代相对与竞争而居主导地位，并产生较强的“相干”效应，从而使整体效益得到增强。所谓的“资源协同”模式的核心实际上是不同管理部门的协商与配合，这反映了资源间的关系很大程度是由人所铸造的，因此资源彼此制约的解除最终也要诉诸于参与者的共识。这里，我们将这种协同管理思路同联合国粮农组织（FAO）提出的“纽带关系”决策框架相结合，概括出“纽带关系”所应关注的要点和管理的核心内容（图 1-3）。

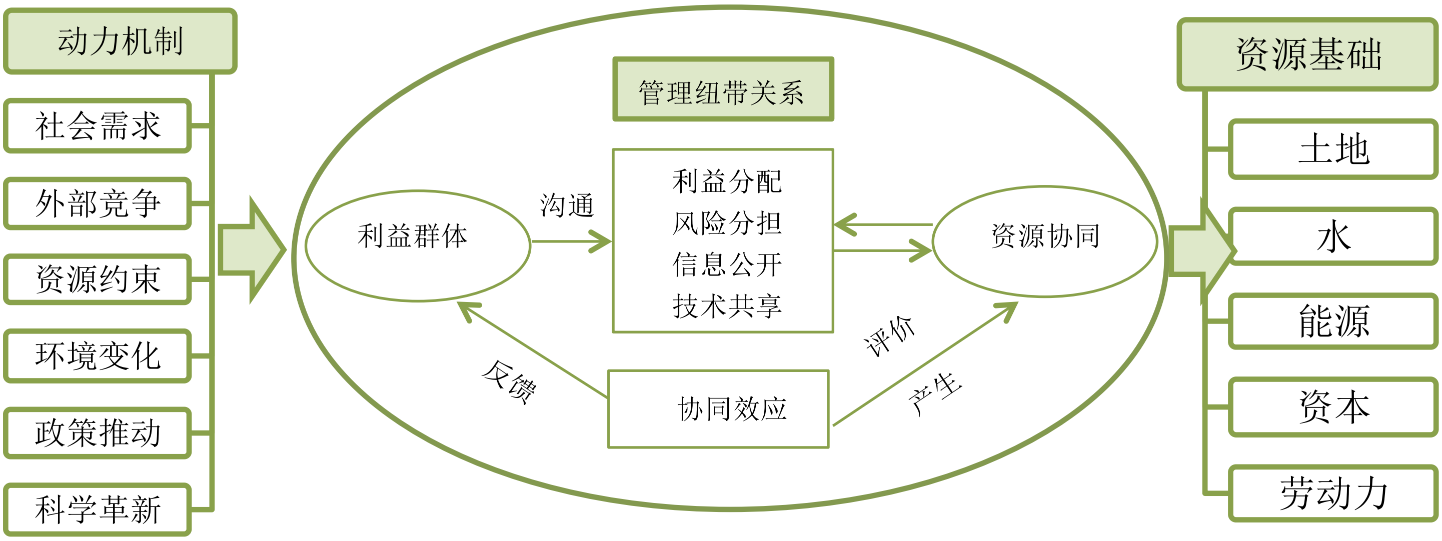



**图 1-3 FAO 框架与协同管理思路相结合**

以经济学视角来看，资源优化配置是通过市场均衡来实现的。在理想市场条件下，通过价格机制的调节作用，使得资源需求者为了追求资源效用最大化，尽量减少对有限资源的耗用并进行合理的配置，即对某种资源在何时、何地、何种部门使用多少数量做出选择，以及各种不同资源在时间、地点、部门的数量分布做出安排。这一过程最终将实现帕累托最优状态，此时资源产生的社会总效用达到最大。这一理论在 WEF 综合管理中也同样适用，每个市场参与者（部门）在追求资源效用最大化的过程中都会被其竞争者的同样行为所制约，这种相互博弈的活动最终引导资源从低效益行业流向高效益行业，并形成市场均衡状态。考虑

到自然资源市场是公共产权与私人产权互相结合的混合型市场，而且现实环境与经济学方法理论条件尚有一定程度的差异，故实际的 WEF 资源配置机制还应当是市场调节、政府调控和社会参与三者的结合。此外，尽管单纯依照经济学、运筹学方法（如一般均衡模型、多目标动态规划等）的资源优化配置方案不一定现实可行，但仍可以通过优化方案与实际方案的对比，找到并分析现实方案的不合理之处，为进一步改善 WEF 管理体制、促进资源优化配置提供依据。

如果从“以人为本”的管理理念出发，保障人权、促进人的全面发展，关注人的基本价值需求是否得到满足，应当成为管理活动的核心和前提。这一思路不仅对 WEF 的管理目标提出了进一步的要求，也为 WEF 途径的具体实现提供了有效保障。例如，水、能源、粮食问题最初往往是作用在社会弱势群体或弱势部门中，这会使得问题的发现和反映会有一定程度的延误，如果能在实际管理活动中优先关注此类群体、行业的资源环境安全，很多重大的资源问题都可以得到预先识别。其次，水、能源、粮食问题会随不同的经济社会发展阶段而产生变化，贫困地区的资源困境很大程度上源于经济水平不高及基础建设薄弱等原因；因此，在管理资源的同时辅以民生改善措施，或将更好地促进问题解决。

## 1.3 具体案例中的“纽带关系”分析及启示

“WEF 纽带关系”是一个整体的系统概念，在实际应用时会受到地区特殊环境和具体问题的影响，资源部门间的渗透程度和作用力度可能深化或减弱，外界影响因素的介入又会打破和重构原有的相互作用体系。这是 WEF 综合分析体系较单一部门资源管理的复杂、困难之处，但也正是资源综合管理的现实作用所在。结合当前国际研究的热点，地区关键的“水—能源—粮食”问题可归纳为以下三个类别：一是长期存在的 WEF 资源困境或隐患，如约旦的水、能源、粮食匮乏局面和巴西塞拉多地区耕地扩张引起的资源环境压力；二是某一部门发展的资源限制或行业竞争，诸如印度农业灌溉引发的水资源和电力供应危机、埃塞俄比亚水电开发对农业及其他部门供水的影响、美国页岩气大规模开采带来的环境问题，又如报告后面详细分析的鄂尔多斯煤炭产业发展引发的“能、粮争水现象”；三是外部因素变化引起的 WEF 关系变化及其对现有管理模式的挑战，例如美国加州的持续大旱、澳大利亚的碳汇农业政策、缅甸水电及农业开发中的大量外商投资。

这里简要介绍、分析印度、缅甸和美国部分地区的案例，为本项目及相关研究提供参考。

（1）印度农业灌溉引发的 WEF 问题和古吉拉特邦模式的启示

印度是世界第二人口大国，拥有丰富的土地资源，农业在其国民经济中具有举足轻重的地位。与耕地数量形成对比的，则是该地区较为缺乏的水资源。印度的水资源只占全球的 4%，且降水主要集中在四个月的雨季，河流径流量的年内变化十分显著，使得印度农业非常依赖地下水。当前印度种植结构中，63%的谷物、85%的甘蔗以及绝大部分的能源作物均需灌溉，长期的地下水灌溉模式已使很多地区出现地下水超采问题，也对局部的水循环产生了影响。伴随着大规模地下水开采，印度农业对能源的依赖也日益加强。目前，印度全国发电量的 20%用于灌溉，水力发电的一半以上用于抽取地下水。

自上世纪六十年代的 “绿色革命”之后，印度日益增加的农业生产资料补贴，在促进农业技术的发展、保障国家粮食安全的同时，也造成了化肥、农药、电力的过度使用以及非农部门借机攫取农业的廉价电力，导致部分地区资源浪费严重、生态环境的恶化。面对这一困境，位于印度西部的古吉拉特邦采取了创新性的“多赢”手段来打破僵局，主要措施有大规模推行雨水收集和微灌技术（如多撒罗瓦项目），制定地下水回补方案，改革农村电力供应机制，降低输配电损失和发展新能源发电等。其中尤以农村电力改革的“Jyotirgram”（JGS）计划最受世界瞩目。该计划于 2003 年开始实施，基本思路是把农业用电和农村中的非农业用电分开，并在电源两端安装仪表，改善对电力核算的准确性。这一措施在保障补贴的“原则”下，减少了电力浪费和偷用电的行为，也间接地提高了灌溉效率，改善了农村地区的生活。通过上述诸措施，古拉吉特邦不仅缓解了水资源和能源安全的严峻局势，也促使农业部门高速发展：2003-2014 年，该邦农业 GDP 平均增长率为 9%左右，为同期印度全国水平的 2~3 倍。

从“水—能源—粮食纽带关系”角度来看，古拉吉特邦的策略选择正是这一思路的现实尝试，简单的政策措施通过连带作用最终产生了多部门的协同效应，从而促进了彼此的共同发展。古拉吉特邦成功的资源管理手段固然值得印度国内外去借鉴、吸收，但同时也一定要考虑到该邦诸多资源环境政策的顺利实施，首先

是得益于邦内的大规模基础设施建设和高速的财政收入增长；因此，在实际推广时，各地区也要注意结合自身实际，不可盲目复制。

（2）境外投资对缅甸水、能源、粮食管理的困扰

缅甸位于中南半岛西部，境内河流众多，水资源、水能资源、耕地资源均十分丰富，具有得天独厚的农业、水电发展条件。与丰富资源形成鲜明对比的，则是缅甸国内农业综合生产能力不强、电力供应紧张的窘境。作为国民经济的支柱产业，缅甸农业深受投入不足、技术落后、生产率低下等一系列问题困扰，水利灌溉设施极少，耕作方式原始，农作物良种繁育和推广体系不完善，使得当前国内农业发展水平严重落后于相邻国家。在电力领域，尽管缅甸水电开发潜力巨大，但受制于经济基础薄弱和基础设施、技术水平落后等因素，水电开发利用程度很低。

近年来，随着国内政治局势的相对缓和，缅甸政治改革持续深化，政府也逐渐开始利用境外资本、技术来破解部门发展的难题。2012 年的《外国投资法》确立了缅甸吸引外国投资的法律基础，加强了国家对外国投资的有效保障。新投资法较以前的投资法更加灵活，允许外资投资电力、矿业、制造业、交通运输、通信、建筑及其他服务业；农业、畜牧水产业虽然列入限制投资领域，但允许外资与缅甸企业按法律规定组建合资企业（并可享受 5 年免税待遇等优惠政策）。《投资法》实行伊始，外国资本便纷纷涌入缅甸，水电及农业领域成为了投资的热点。截至 2014 年，国外对缅甸直接投资的电力项目有 38 个（绝大部分来自中国），总装机容量达 37000 MW，其中水电占据了电站总装机的大部分。当这些项目全部竣工时，缅甸的装机规模将扩大到目前的 15 倍左右。在农业方面，从 FAO 公布的数据来看，自投资政策出台以来，缅甸主要粮食作物——水稻的产量呈持续下降趋势；第一大出口农产品——大豆的产量大体维持稳定；相反，邻国需求较大的经济作物产量则持续高速增长。这很大程度上源于《投资法》实行以来大片耕地被国外商人占据，用于油棕、橡胶等经济作物的生产。

新政策引发的外国资本大量注入，不仅直接影响了水、能源、粮食的利用效率和产能结构，也深刻地改变了三个部门原有的联系状态。坝站修建占用了土地资源，时空上重新分配了河流流量，这对邻近和下游地区居民及农业部门的用水

用地都有所影响；经济作物的大规模增种，短时期内会严重侵占粮食种植的各类资源，危害农民的生计和当地的粮食安全；大量境外、私人参与者进入利益分配体系，权责划分尚不明确，也影响到地区原有的资源管理体系。从长远来看，缅甸未来的水、能源、粮食相互作用将更为复杂多变，其综合管理模式的确立也会更加复杂。值得注意的是，开发所带来的日益突出的资源环境问题，引起了缅甸民众的持续关注。现阶段，多个缅甸本土及国际NGO组织正聚焦于国外企业对国内水资源、种植业、养殖业和环境保护等方面的影响，着手相关的研究调查并监督相关部门的日常工作，从基层层面辅助了管理体制的完善。

（3）美国页岩气开发的环境影响

作为一种新型的、战略性的能源，页岩气正改变着全球经济、贸易和政治格局。近年来，美国页岩气开发得到了快速发展。页岩气产量从2006年的300亿 $m^3$骤增至2009年的近1000亿 $m^3$，促使美国天然气总产量超越俄罗斯成为世界第一大天然气生产国，也因此实现2011年能源的首次出口。页岩气的迅速发展改变了美国天然气供应格局，使美国天然气和液化天然气进口量大幅度下降。据美国能源信息署预测，页岩气将成为美国未来天然气产量增加的主要来源，到2035年页岩气在天然气总产量中占比将提高到50%左右，并预计页岩气储量能够为美国提供100年的能源供应。

与此同时，伴随着“页岩气革命”的则是页岩气开发中涌现的一系列新的资源环境问题，这些问题已经引起了美国政府乃至全球范围的重视。从研究数量和关注程度上来看，有关水资源消耗、水质污染、土地占用和温室气体排放的研究是当前学术界研究（也是我们所关注）的重点。目前，有关页岩气开发对温室气体排放以及大气污染的实际影响，尚存在较大的争议。尽管页岩气作业用柴油机排放的污染物、开采运输中的甲烷泄漏、蓄水池的有机物挥发等等过程确有对大气环境产生不利影响，但天然气作为清洁能源的效益也不容忽视。至于页岩气对水资源和土地资源的影响，现阶段的研究结论是比较统一的。

首先，水资源大量利用和水污染问题主要集中在水力压裂过程中。一般而言，页岩气单井用水量远高于常规天然气，平均约为15000 $m^3$，而其中的80%~90%的水量被用于短暂的水力压裂过程中，因此可能在特定时间内严重影响局部地区

的正常用水。反过来看，淡水资源也成为了页岩气行业发展的重要制约。2012年萨斯奎汉纳河流域委员会（SRBC）因维持河流流量而暂停切萨皮克能源公司和塔利斯曼能源公司的取水许可，就是一个很好的例子。页岩气勘探开发的水质污染问题主要是源于压裂液的使用。除大量的沙石，压裂过程所使用的压裂液中还含有杀菌剂、阻垢剂、润滑剂、表面活性剂和粘土稳定剂等化学添加剂，返排液中还包括高矿化度地层水。如果压裂液返回到地表后处置不当，将会对地表饮用水源产生影响；同样的，压裂液也可通过诱发的地质断层、密封不良的套管壁等通道污染地下饮用水源（如图 2-7）。2009 年美国俄亥俄州、路易斯安纳州和宾夕法尼亚州均发生压裂液污染水体事件，导致当地居民疾病以及牛和鱼类死亡。

与对水资源的影响类似，页岩气对土地的影响可以分为土地占用和土壤污染两个方面。与传统油气开采相比，页岩气井所需设备更多，占地面积也较大；作业同时，大量运水车的进出也意味着需要公路的翻修与新建。除此之外，页岩中的有机质在井场长时间的暴露、淋滤，钻井液、压裂返排液的外渗现象，都有可能对周边土壤造成污染，影响耕作等活动的正常进行。

传统认为美国页岩革命的成功来源于技术突破，但事实上，页岩气能够在美国大规模开发很大程度上是归功于环境法案的修改。2005 年，美国为推动水力压裂技术的快速应用，通过能源政策法案，将水力压裂从许多联邦环境保护法中去除出来。这项免除条款被称为“哈里伯顿漏洞”，而该项法案的推行则使得页岩气的水力压裂技术得到了大规模应用。从这里，可以看出能源的发展既会受到资源、环境的制约，从而迫使其与其他部门相妥协；但当外部条件稍有调整，能源行业也能凭借其强势的地位和足够的政策支持而跳出这一“共同的约束”（前文分析能源危机时也有论及）。因此，在初步利用“水—能源—粮食纽带关系”进行资源管理时，一定要明确讨论未来各个阶段情景下系统可能出现的变化及其应对策略，并建立不同条件下部门“公平对话”的监督保障机制。

（4）美国加州持续干旱引发的灌溉缺水与水力发电减少问题

加州是美国境内人口稠密、经济发达的地区，同时也是一个水资源十分紧缺的地区。在自然条件方面，加州的平均降水量约 580mm，水资源量约 860 亿 $m^3$，约 75%的降水量集中在 11 月至第二年 3 月底。水资源开发在加利福尼亚州

历史上举足轻重，特别是对于该州的农业生产，使加州的农业产值在全美国长年高居榜首，出口量也遥遥领先。同时，加州也是美国能源界的产销大户，从传统的炼油业，到现在最尖端的各类新能源发电，加州的能源体系一应俱全。而在其能源结构中，水电也占到了相当多的比重，据相关报道，正常年份加州全部电力供应中约 15%来自水力发电。

2012-2015 年，美国西南部地区出现持续大旱，大旱导致加州众多水库水位处于历史低位，运行了四十多年的“北水南调工程”也面临无水可调的困境。受该水资源变化的影响，加州政府于 2014 年 1 月宣布停止境内一切调水的农业用水份额，这一状况造成加州中央谷底损失约 40 万英亩的农地，并由此减少了本州 20 多亿美元收入和 7 万个农业就业岗位。在能源方面，连续干旱造成的水力发电减少，造成大面积停电现象，有关部门不得不支付大量的开支来购买天然气电厂生产的电，以填补电力供应的缺口，也使加州二氧化碳排放量为此升高了 8 个百分点。

该案例表明，在全球变化的背景下，自然要素（如流域的气候和水循环过程）的改变很可能对旧有的水利工程、能源供应和粮食生产管理带来极大冲击，并通过它们之间的“纽带关系”产生进一步的连锁反应。面对这类自然环境的变化，特定地区的资源问题或许不能仅凭借区域内的管理手段加以解决，而更多外部支撑手段（比如境外调水、购电等行为）的引入，则赋予了本区域“WEF 纽带关系”更高空间尺度下的特征（例如从外州调水实际上就是从更高尺度的“WEF 纽带关系”中寻求问题的解决）。这一点在后文分析鄂尔多斯 WEF 相互作用的主要问题时有详细分析。

# 2、鄂尔多斯 WEF 现状、趋势及主要问题分析

## 2.1 区域概况

### 2.1.1 自然概况

（1）地理区位。鄂尔多斯市位于内蒙古自治区西南部，地处黄河上中游的鄂尔多斯高原腹地，面积 86752 km²。西、北、东三面为黄河“几”字弯环绕，北隔黄河与“草原钢城”包头市、首府呼和浩特市相望，东临山西，南接陕西，西部毗邻宁夏，“黄河环抱，长城相依”（图 2-1）。

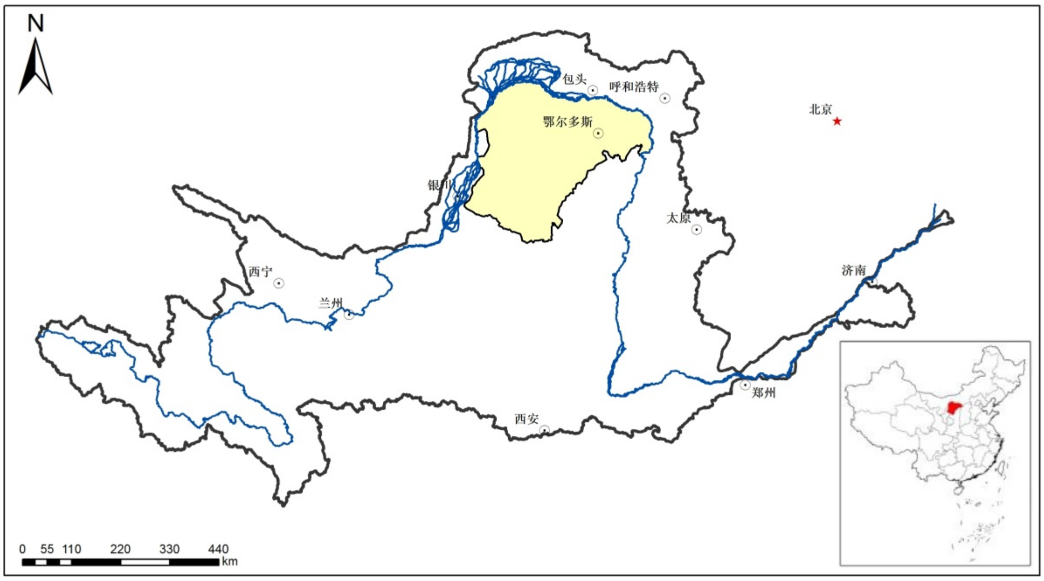



**图 2-1　鄂尔多斯区位示意**

（2）地形地貌。鄂尔多斯市属我国二级台地内蒙古高原的一部分，平均海拔 1400 m，地势西北高东南低，起伏不平。地貌类型复杂多样，大致可划分为 5 大类地貌类型：东部丘陵沟壑和砂岩裸露区、中西部波状高原、西部中低山地、南部及东南部毛乌素沙地和北部库布其沙漠及沿黄冲积平原。

（3）气象气候。鄂尔多斯属北温带半干旱大陆性气候，日照丰富、四季分明、无霜期短、干旱少雨、蒸发量大。年日照时数 2716~3194 h，年平均气温 5.3~8.7℃，年降水量为 150~350 mm，年蒸发量 1500~2500 mm。降水时空分布不均，主要集中于 7~9 月，东南部降水量高于西北部。全年多盛行西风及北偏西风，8 级以上大风日数 3.5 d 以上。

（4）河流水系。鄂尔多斯市境内流域面积大于 100 $km^2$的河流有 27 条，河流水系可分为外流河和内流河，外流河属黄河水系，总流域面积 5.14 万 $km^2$，占鄂尔多斯市总面积的 59.3%，多年平均径流量为 9.30 亿 $m^3$。内流区总面积为 3.53 万 $km^2$，占全市总面积的 40.7%，多年平均径流量 2.50 亿 $m^3$。黄河从西北东三面环绕鄂尔多斯市，自鄂托克前旗的城川镇入境，至准格尔旗的马栅乡出境，流经鄂托克旗、杭锦旗、达拉特旗、准格尔旗，干流长约 800 km。

（5）土壤与植被。鄂尔多斯市境内土壤及植被类型差异较大。北部黄河冲积平原区土壤以草甸土为主，土壤中有机质含量在 1%左右，是鄂尔多斯粮食主要生产地。东部丘陵沟壑区以栗钙土为主，植被以石生针茅草地为主，另有旱生小半灌木、灌木—锦鸡儿、沙蒿、冷蒿为建群种组成的灌丛草地。库布其、毛乌素荒漠区大多为固定半固定沙丘，油蒿、柳林群落为地区特有的天然植被群落。西部波状高原区土壤成分以钙土为主，以小半灌木的荒漠草原植被分布较广。

（6）矿产和资源。鄂尔多斯矿产资源富集，是全国屈指可数的多种资源共生伴生地区，已发现具有工业开采价值的重要矿产资源共计 12 类 35 种。其中煤炭、天然气储量丰富，天然碱、芒硝、石膏、耐火土和石英砂等矿产也有较大的开采价值。鄂尔多斯羊绒素有“纤维钻石”、“软黄金”的美称，同时也是我国在国际市场上少数几个占绝对优势的资源之一。目前已经发展成为中国绒城，世界羊绒产业中心。

### 2.1.2 经济社会发展概况

鄂尔多斯市辖东胜区、康巴什新区、准格尔旗、达拉特旗、伊金霍洛旗、乌审旗、杭锦旗、鄂托克旗和鄂托克前旗共 7 个旗 2 个城区，是以蒙古族为主体，汉族占多数的地级市。根据《鄂尔多斯市 2015 年国民经济和社会发展统计公报》，2015 年鄂尔多斯市常住人口 204.51 万人，其中城镇人口 149.55 万人，占总人口的 73.13%，乡村人口 54.96 万人，占总人口的 26.87%，城镇化率为 73.13%。

2015 年全市地区生产总值 4226.1 亿元，扣除价格因素，比 2014 年增长 7.7%，总产值居内蒙古自治区首位。分产业看，第一产业完成增加值 99.0 亿元，增长 3.3%，对经济增长的贡献率为 0.8%，拉动 GDP 增长 0.1 个百分点。第二产业完

成增加值 2400.0 亿元，增长 8.0%，对经济增长的贡献率为 65.0%，拉动 GDP 增长 5.0 个百分点。第三产业完成增加值 1727.1 亿元，增长 7.5%，对经济增长的贡献率为 34.2%，拉动 GDP 增长 2.6 个百分点。三次产业增加值比例调整为 2.3 : 56.8 : 40.9。

鄂尔多斯全市土壤肥沃，盛产玉米、小麦、油料、甜菜、蔬菜等作物。2015 年全市农作物总播种面积 616.8 万亩，其中粮食作物播种面积 370.4 万亩，油料播种面积 71.7 万亩，蔬菜播种面积 15.7 万亩。全年粮食总产量 147.0 万 t，油料产量 11.9 万 t，甜菜产量 10.0 万 t，蔬菜产量 46.0 万 t。

主要经济指标见表 2-1。

**表 2-1 鄂尔多斯市 2015 年主要社会经济指标表**

| 人口(万人) | | | GDP | 产业增加值（亿元） | | | 播种面积 | 粮食产量 | 农田有效灌溉面积 | 农田实灌面积 | 林牧渔用水面积 | 牲畜年末存栏数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 小计 | 城镇人口 | 乡村人口 | 亿元 | 第一产业 | 第二产业 | 第三产业 | 万亩 | 万 t | 万亩 | 万亩 | 万亩 | 万头 |
| 204.5 | 149.6 | 54.96 | 4226 | 99.0 | 2400.0 | 1721.1 | 616.8 | 147.0 | 442.9 | 298.9 | 93.2 | 1250.0 |

注：数据来自《鄂尔多斯市 2015 年国民经济和社会发展统计公报》。

### 2.1.3 主体功能定位及城市发展方向

根据《全国主体功能区规划》（2010），呼包鄂榆地区是国家级重点开发区域，该区域位于全国“两横三纵”城市化战略格局中包昆通道纵轴的北端，包括内蒙古自治区呼和浩特、包头、鄂尔多斯和陕西省榆林的部分地区。区域的功能定位是：全国重要的能源、煤化工基地、农畜产品加工基地和稀土新材料产业基地，北方地区重要的冶金和装备制造业基地。按《全国主体功能区规划》的能源开发布局要求：鄂尔多斯盆地以煤炭开采加工和火力发电建设为主，同时加大石油、天然气、煤层气和风能开发力度，建设高效清洁大型能源输出地。除满足本地区能源需求外，还应保障京津冀、山东半岛、长江三角洲、珠江三角洲、东陇海、江淮、海峡西岸、中原、长江中游等城市化地区及其周边农产品主产区和重点生态功能区的能源需求。

对应地，在《内蒙古自治区主体功能区规划》（2012）中，“建设鄂尔多斯

能源和新型化工基地”被总结为城市现阶段的发展方向。其主要内容为：依托煤炭、天然气资源优势，采用煤气化联合循环发电（IGCC）、碳捕集等绿色煤电技术，实现煤炭资源清洁高效开发和利用；发展大容量、高参数燃煤机组，推进煤电企业兼并重组，提高规模和档次；鼓励沿河地区发挥水煤组合优势，建设百万千瓦（超）临界机组电源点，通过科学利用煤、气、油、铀等资源，打造国家绿色能源基地。以资源环境承载能力为基础，适度发展现代煤化工产业，推动焦化、聚氯乙烯企业技术进步和升级换代，建设国家新型化工基地等。

## 2.2 水资源开发利用现状及未来供需形势分析

本报告中，主要的水资源概念定义如下：

（1）水资源总量：降水所形成的地表和地下的产水量，即河川径流量和降水入渗补给量之和（地表水资源量+地下水资源量-两者重复量）。

（2）水资源可利用量：在满足一定的生态保护标准下所需生态需水这一前提下，在一定的经济技术水平条件下，有水权保证的、在总水资源量中可以被当地净消耗于生产生活的那部分水资源量。

（3）供水量：不同水平年不同来水情况下，通过各项工程设施，在合理开发利用的前提下，能满足一定的水质要求，可供用户使用的水量。

（4）用水量：用户实际使用的水量，通常是由供水单位提供，也可以是由用水户直接从江河、湖泊、水库（塘）或地下取水获得。

（5）需水量：未来某个水平年用水户在一定价格下对符合质量要求的水的总需求量，即满足一个地区工业、农业、生活、生态发展等所需要的水资源量。

要注意的是：在水资源规划中，现状年的供水量与用水量相等，而规划年的供水量与需水量可能出现一定程度的缺口（预计需水量>预计供水量）。

### 2.2.1 水资源量及可利用量

参考《鄂尔多斯水资源可持续利用规划》、《鄂尔多斯“十三五”时期水资源利用规划》的研究成果。全市多年平均水资源量为 28.5 亿 $m^3$，其中地表水资源量 11.8 亿 $m^3$，地下水 16.7 亿 $m^3$；境内水资源可利用量仅为 14.7 亿 $m^3$，其中地

表水可利用量为 2.4 亿 m³（80%以上来自黄河支流），地下水可开采量 12.3 亿 m³。当前区域地表水水体污染严重，水质较差，地下水水质较为良好（图 2-2）。

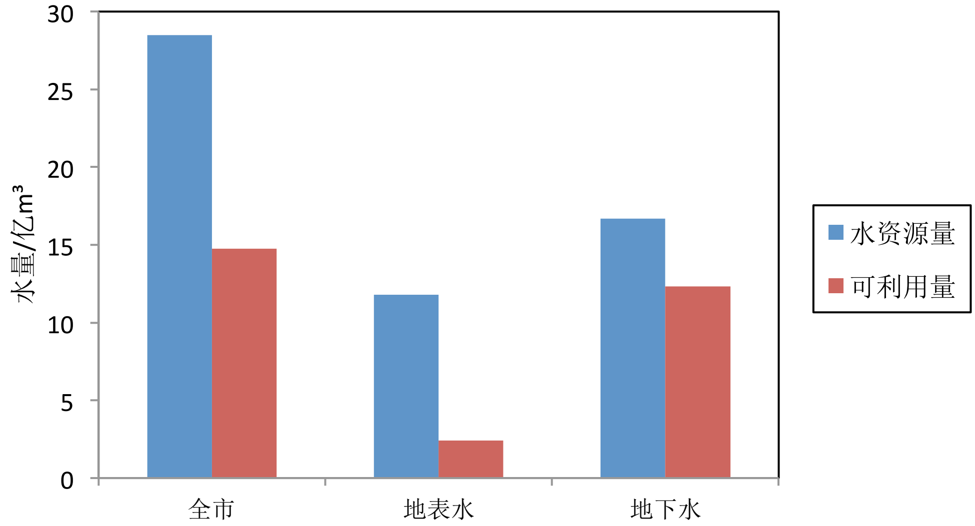



**图 2-2 鄂尔多斯水资源量与可利用量**

分区来看（如表 2-2），乌审旗的多年平均水资源总量和多年平均水资源可利用量分别为 7.7 亿 m³和 4.7 亿 m³，占比均在四分之一以上，为全市最高；东胜区、鄂托克前旗境内水资源量相对较少，在全市中占比分别为 4%和 9%（可利用量占比也与之相近）；达拉特旗、准格尔旗、鄂托克旗、杭锦旗、伊金霍洛旗等 5 旗境内水资源总量相当，总体占比均在 12%左右，但在可利用量方面，准格尔旗（0.9 亿 m³）、伊金霍洛旗（1.2 亿 m³）则远低于达拉特旗（2.4 亿 m³）和杭锦旗（2.2 亿 m³）等农业主产区。

**表 2-2 鄂尔多斯市各分区多年平均水资源量和水资源可利用量**

**单位：亿 m³**

| 行政区划 | 东胜区 | 达拉特旗 | 准格尔旗 | 鄂托克前旗 | 鄂托克旗 | 杭锦旗 | 乌审旗 | 伊金霍洛旗 | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 多年平均水资源总量 | 1.2 | 3.6 | 3.6 | 2.4 | 3.2 | 3.5 | 7.7 | 3.2 | 28.4 |
| 多年平均水资源可利用量 | 0.4 | 2.4 | 0.9 | 1.4 | 1.6 | 2.2 | 4.7 | 1.2 | 14.8 |

注：数据来自《鄂尔多斯水资源可持续利用规划》、《鄂尔多斯“十三五”时期水资源利用规划》。

### 2.2.2 供水设施及供水量现状

供水设施按照水源分为地表水源供水设施、地下水源和其他水源供水设施。鄂尔多斯现状供水设施主要为蓄水、引水、提水、地下水源及其他水源工程。

（1）蓄水工程。现有的 1 座大型水库、4 座中型水库、71 座小型水库为鄂尔多斯市最主要的蓄水工程，2015 年水库供水量 5081 万 $m^3$，其中：达拉特旗 552 万 $m^3$，准格尔旗 1348 万 $m^3$，鄂托克旗 435 万 $m^3$，乌审旗 552 万 $m^3$、伊金霍洛旗 1844 万 $m^3$、杭锦旗 350 万 $m^3$。水库水主要是支撑下游农田灌溉及部分工业、生活、生态景观用水。

（2）引水工程。鄂尔多斯现有引水工程 199 座，大部分是灌区引水闸，根据 2015 年水资源公报，现状引水量为 20821 万 $m^3$。从地域上而言，大多数引水工程集中于杭锦旗，引水主要用于农业灌溉、部分用于工业企业。

（3）提水工程。鄂尔多斯现有提水工程 280 座，其中 9 座取水泵站专为工业供水设置。2015 年全市提水量为 32951 万 $m^3$，其中达拉特旗的提水量约占 50%。

（4）地下水工程。全市现有机电井 158198 眼，其中浅层地下水机井 158182 眼，深层地下水机井 16 眼。2015 年常规地下水供水量 87488 万 $m^3$，包含浅层地下水 77989 万 $m^3$以及深层地下水 9499 万 $m^3$。达拉特旗为浅层地下水开采量居各旗区之首，准格尔旗和乌审旗则为深层地下水工程的分布区。

（5）非常规水源供水工程。目前，鄂尔多斯各旗区均已建成污水处理厂，现共有污水处理厂 19 座，设计污水处理能力为 46.25 万 $m^3/d$。据水资源公报，2015 年鄂尔多斯污水回用水量达 5870 万 $m^3$，主要用于工业和景观生态。除再生水外，疏干水也是本市重要的非常规水源。当前矿井疏干水供水量达 4634 万 $m^3$，主要用于工业生产。

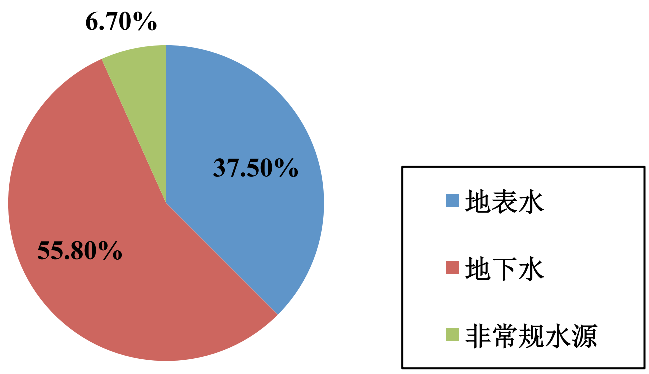



**图 2-3 鄂尔多斯市供水水源结构**

综上，鄂尔多斯 2015 年全市总供水量为 15.7 亿 m³，地表水供水量（蓄、引、提）5.9 亿 m³，占总供水量的 37.5%；地下水供水量 8.7 亿 m³，占总供水量的 55.8%；再生水、疏干水等非常规水源供水量 1.1 亿 m³，占总供水的 6.7%（图 2-3）。

### 2.2.3 用水情况及水资源开发利用程度

（1）用水量及其变化趋势

鄂尔多斯用水户主要包括农业、工业、生活与生态 4 个部门。2015 年全市用水量 15.7 亿 m³，其中：农业用水量 11.8 亿 m³，农田灌溉用水约占该部分水量的 85%；工业用水量为 2.5 亿 m³，集中于火核电、国有规模及以上工业，二者分别占工业用水量的 37.8%和 56.5%；居民生活及城镇公共用水量为 7499 万 m³，约 68.8%用于城镇居民生活；生态环境用水量为 6311 万 m³，全部用于城镇生态环境保护（用水结构见图 2-4）[1]。

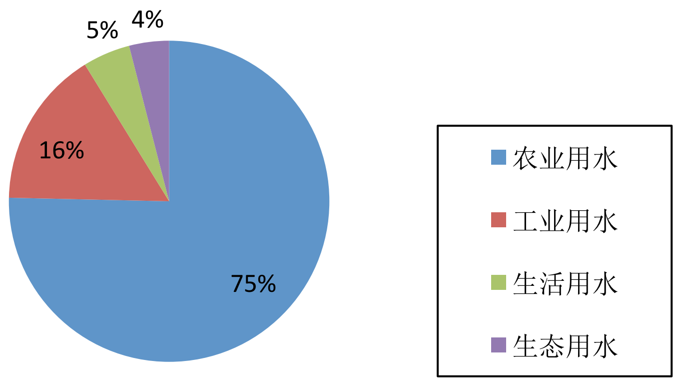



**图 2-4 鄂尔多斯市用水结构**

2000 年至 2015 年，鄂尔多斯全市年用水量由 14.7 亿 m³增至 15.7 亿 m³，增幅为 6.8%。该区间中，2005 年用水量为 17.2 亿 m³，达到用水峰值；之后 2006 至 2010 年间，全市用水量基本稳定在 16.5 亿 m³；2011 年至 2015 年，用水量呈逐年缓慢下降趋势，从 16.6 亿 m³降至 15.7 亿 m³，降幅 5.4%（图 2-5）。用水量的变化情况与农业用水先增后降、工业用水总体上升并维持稳定的趋势相吻合。

[1] 需要说明的是这里的生态用水是指河道外生态用水，包括城镇生态环境用水和农村生态环境用水两部分。《鄂尔多斯“十三五”时期水资源利用规划》中的城镇生态用水统计包括城区绿化、河湖补水和环境卫生用水等，农村生态环境用水主要指红碱淖等湖区的生态补水。

细化至农业、工业两大主要用水部门。2000 年至 2015 年期间，农业用水量由 2000 年的 13.22 亿 m³持续升至 2004 年的 14.87 亿 m³，再逐渐降至 2015 年的 11.81 亿 m³，整体降幅 10.7%，是耕地面积增速减缓情况下农业节水工作、水权转换工程推进的客观反映。工业用水则是呈总体上升的趋势，用水量由 2000 年的 1.18 亿 m³增至 2008 年峰值的 2.68 亿 m³，经 2009 年、2010 年小幅度回落（金融危机期间工业生产广泛受到影响），于 2011-2015 的五年间大致维持在 2.5 亿 m³/ a 上下，这与能源产业（工业用水大户）产出规模的相对稳定关系密切。

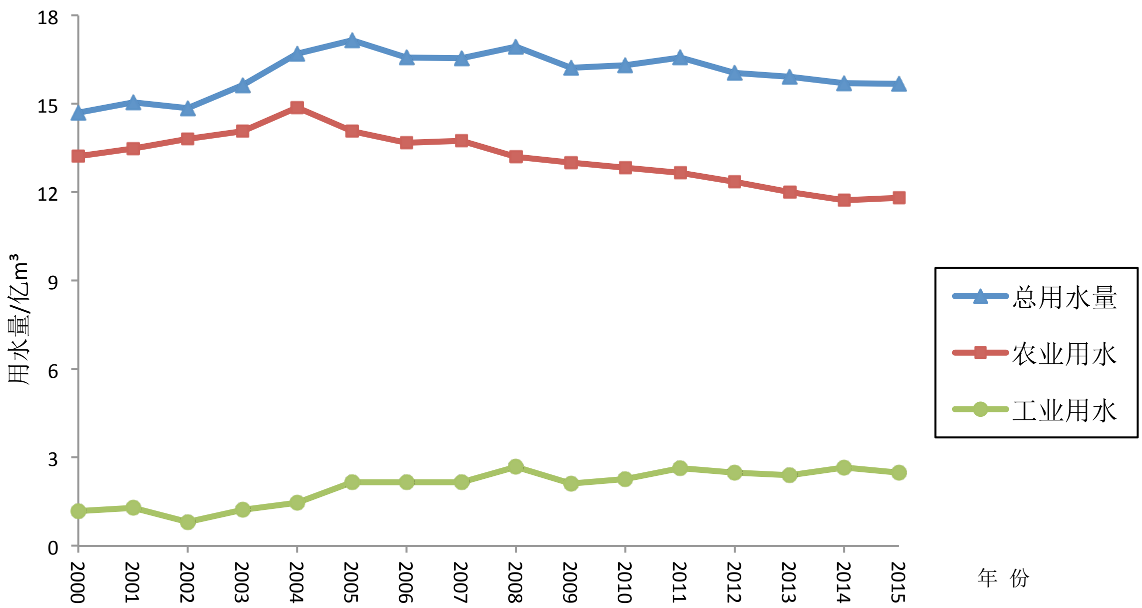



**图 2-5 2000-2015 年鄂尔多斯市用水量变化**

（2）用水组成和用水水平

鄂尔多斯的农业用水水源主要是地下水、黄河水（指初始水权和一、二期水权转换的水量，下同）和当地地表水。根据鄂尔多斯水资源公报，现阶段农业用水近三分之二来自地下水，四分之一左右取自黄河水。目前，鄂尔多斯大型灌区及中小型样点灌区的灌溉亩均毛用水量为 420 m³，同全国平均水平相当，但与渠系建设发达地区相比尚有较大差距。随着用水效率较低灌区渠改工作的推进，灌溉用水将进一步下降，节约出的黄河水、地表水可适当缓解工业水短缺的压力。

鄂尔多斯工业用水的水源主要是黄河水、地下水、当地地表水和非常规水资源。其中黄河水是最主要的水源，占工业用水量的 40%以上，地下水占比在 30%

上下。目前全市工业用水重复利用率达 80%左右，与发达国家 85%~90%的水平尚有一定差距；就万元工业增加值用水量（每万元工业增加值所取用的水量）来看，鄂尔多斯市的用水水平（12 $m^3$/万元）要领先于全区、全国的平均水平。但应注意当前经济发展大背景下，一些用水量大的企业尚未满负荷运行、部分企业处于停产半停产状态，导致该值较低。总体而言，工业部门水资源利用率水平仍然不高，有一定的节水潜力。

鄂尔多斯市生活用水包含城镇公共用水和居民生活用水，用水水源主要是地下水，占总用水供应的 98%以上，极少部分（如伊金霍洛旗农村）为地表水。至于生态用水，供水水源主要是地下水、再生水和地表水，占比分别为 50%、40%和 10%（图 2-6）。

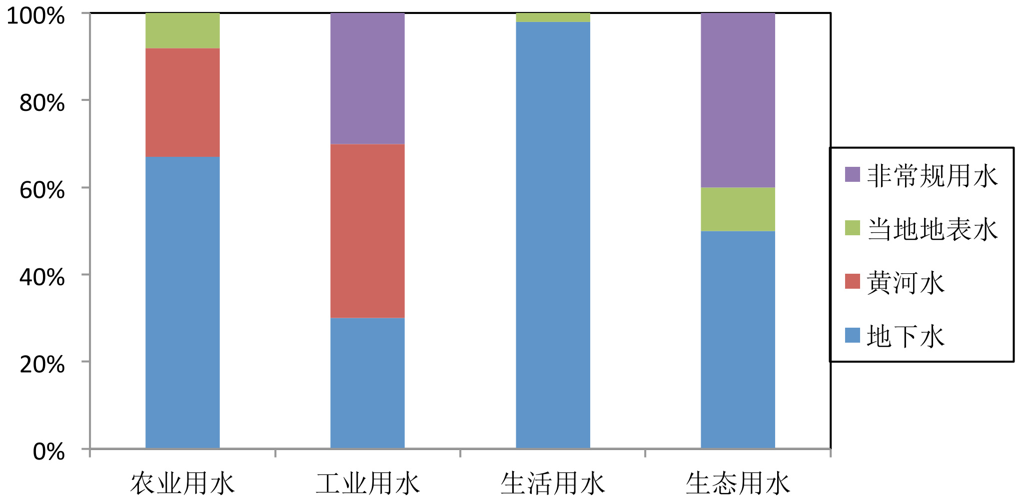



**图 2-6 各部门用水水源组成**

（3）水资源开发利用程度

水资源开发利用程度可用水资源开发利用率来表征，即被开发水量（或用水量）与水资源量的百分比。2015 年鄂尔多斯市地表水总供水量 5.9 亿 $m^3$，其中约 5 亿 $m^3$来自于黄河水，而扣除黄河水后的本地自产地表水开发利用率仅在 7%上下，开发利用程度较低。另外，相较于 7 亿 $m^3$的黄河初始水权指标，黄河水的利用程度也仍有一定的开发潜力。

2015 年鄂尔多斯地下水总供水量 8.7 亿 $m^3$，对应于城市 16.7 亿 $m^3$的地下水资源量（扣除重复量），当前地下水开发利用程度达 55%，仍有一定的开采潜力。但从另一方面看，目前地下水使用量已经占到可开采量（12.5 亿 $m^3$）的 70%左

右，部分旗区如东胜、准格尔、伊金霍洛等已出现超采现象（地下水取水量已超过当地地下水可开采量）。因此，未来鄂尔多斯地下水开发形势依然严峻。

### 2.2.4 当前水资源开发利用中的主要问题

（1）水资源短缺，煤水矛盾突出

鄂尔多斯水资源缺乏，是我国缺水最严重的地区之一。从开发潜力方面而言，境内地表水来源的内流河属季节性河流，径流量小，开发利用价值低；地下水空间分布不均，与用水户需求不尽匹配，且工业等领域地下水开采量受到严格限制。故总体而言，地区常规水资源开发潜力不大。

根据内蒙古自治区水利厅《最严格水资源管理制度实施方案》下达的鄂尔多斯市用水总量控制指标，鄂尔多斯市 2015 年之前用水总量指标为 16.58 亿 $m^3$，2015-2020 年为 16.79 亿 $m^3$，2020-2030 年为 19.94 亿 $m^3$。由于当前用水总量已接近控制目标，地区用水的主要增长点——煤炭工业因用水指标限制而无法立项的现象时有发生[2]。尽管上述“水资源开发利用红线”可能受到未来跨盟市水权转换等工作的影响而调整，但随着“十三五”工业项目的继续落户，需水量也将进一步增加。因此在这一水量短缺、用水控制的大背景下，区域煤炭工业发展的水资源制约将逐步加大，而由此引发的多部门（如煤炭、农业、生态）用水指标争夺的问题也将日益突出。

（2）节水力度不足，非常规水源利用程度较低

经黄河南岸灌区实施一、二期水权转换后，鄂尔多斯农业用水水平和用水效率得到了明显提高，农田灌溉水利用系数由 2000 年的 0.39 提高到 0.48。但当前的节水手段仍以常规的渠道衬砌为主，田间节水发展不足，农业节水管理工作薄弱，未形成综合节水模式。至于工业领域，鄂尔多斯市当前工业（以煤炭产业链为主）用水重复率达 83%，远高于国内平均水平。但在用水工艺的持续更新和改造能力上仍有欠缺，用水方式的多元化和精细化发展也需进一步加强。

目前鄂尔多斯市再生水、矿井疏干水利用率较低，城镇供水结构不合理，污水回收、回用工程设施不完善，尚未形成涉水事务综合管理，统筹管理机制也不

[2] 其中仅取得国家发改委、自治区发改委和经信委核准和出具开展前期工作文件的 6 个项目的需水量就达到 1.2 亿 $m^3$。

够合理（如污水回用未划归水务局管理），加之相关鼓励推动措施还不配套，非常规水资源使用量偏低，未能实现高效利用。

（3）水生态保护力度不足，存在污染和超采现象

近十多年来，受自然条件和人类活动影响（降水减少、人为侵占或取水），鄂尔多斯境内部分河湖的水生态系统受到不同程度的破坏。鄂尔多斯与榆林市交界地带的红碱淖出现了湖水位下降、湖面积减少加快的现象，并由此带来湖水矿化度升高、水质恶化等问题，对濒危动物遗鸥及其它生物生境造成很大的影响；内蒙古萨拉乌苏国家湿地公园，杭锦淖尔和都思兔河两个自治区级湿地自然保护区也有出现水源涵养空间被侵占等现象，乌兰木伦河、无定河等河流的断流现象也频频发生。

此外，市内也存在废污水随意排放的现象，水环境的恶化加剧了水资源的短缺，由此伴随而来的地下水超采则使得生态环境进一步恶化，最终形成了恶性循环。目前，鄂尔多斯境内 25 条河流的 49 个断面中，仅有 19 个断面水质符合 Ⅰ~III类，仅占检查断面数的 36.7%，乌兰木伦河、都思图河、牸牛川等河流主要断面现状水质均为劣Ⅴ类；准格尔旗、伊金霍洛旗、鄂托克旗等境内由于地表水不足，过量开采地下水（供水量占可开采量的比例均超过 110%），造成部分地区地下水位下降，形成降落漏斗。

### 2.2.5 鄂尔多斯市未来供需水形势分析

（1）未来供水情况预测

鄂尔多斯市水资源匮乏，合理利用一切形式的水源对缓解水资源供需紧缺具有重要意义。供水量包括常规水源（主要指地表水和地下水的可供水量）和非常规水源（主要指再生水、矿井疏干水、微咸水等）。报告按照鄂尔多斯市国民经济发展“十三五”规划和水利发展“十三五”规划总体要求，结合地方社会经济发展和各类供水工程布局、开发利用潜力、供水能力等实际情况，参照《鄂尔多斯市水资源可持续利用规划报告》等近期相关规划，对 2020 年鄂尔多斯市供水量进行预测。

未来鄂尔多斯的地表水供应策略是在维修、改扩建现有供水工程基础上，在水源条件好的地区，根据供水需求，新建蓄、引地表水供水工程，以解决国民经

济各业特别是工业园区的水资源需求，供水量将从2015年的5.9亿$m^3$增加到2020年的8.1亿$m^3$（多年平均）。地下水工程则以现状配套完善为主，退还浅层平原区地下水超采量，地下水丰富区适当增加部分供水工程，预计供水量将从2015年的8.7亿$m^3$增至9.1亿$m^3$（多年平均）。再生水、矿井疏干水和微咸水等非常规水源的开发力度将大大增加，用于对水质要求不高的工业和市政环境用水。通过新建污水厂（年污水处理量达2.2亿$m^3$）、提高污水处理率（处理回用率达80%），再生水利用量将从现状的0.6亿$m^3$增加到1.8亿$m^3$；通过对煤炭矿井水利用的统一规划、分配和管理，提高煤炭矿井水的处理和利用率，矿井水利用量将从2015年的0.5亿$m^3$增加到2020年的0.6亿$m^3$；通过加大技术和资金投入，微咸水将逐步开始应用于工业项目，预计2020年利用量将达0.3亿$m^3$。

综合分析，鄂尔多斯市将通过加大水源工程建设，形成以本地水、外调水、非常规水源和应急备用水源等多水源联合的供水保障格局，供水量将由现在的15.7亿$m^3$增加4.2亿$m^3$，达到2020年的19.9亿$m^3$（表2-3），供水增加主要源于地表供水能力和污水再利用能力的提高。

**表2-3 鄂尔多斯市2020年供水情况预测**

单 位：亿$m^3$

| | 保证率 | 地表水 | 地下水 | 其它水 | | | | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 再生水利用量 | 疏干水利用量 | 微咸水利用量 | 小计 | |
| **2015年供水量** | — | 5.9 | 8.7 | 0.6 | 0.5 | 0 | 1.1 | 15.7 |
| **2020年供水量** | P=50% | 7.6 | 8.3 | 1.8 | 0.6 | 0.3 | 2.7 | 18.6 |
| | 多年平均 | 8.1 | 9.1 | 1.8 | 0.6 | 0.3 | 2.7 | 19.9 |
| | P=75% | 7.9 | 10.0 | 1.8 | 0.6 | 0.3 | 2.7 | 20.6 |
| **新增供水** | 多年平均 | 2.2 | 0.4 | 1.2 | 0.1 | 0.3 | 1.6 | 4.2 |

注：2020年不同保证率下地表水、地下水供水量数据来自《鄂尔多斯市“十三五”时期水资源利用规划》。

（2）经济社会需水预测

报告参考《鄂尔多斯市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《鄂尔多斯市城市规划文本》、《内蒙古自治区人民政府批转自治区水利厅关于实行最严格水资源管理制度实施意见的通知》、《黄河内蒙古南岸灌区续建配套与节水改造骨干工程“十三五”可行性研究报告》、《鄂尔多斯市“十三五”时期水资源利用规划》、《内蒙古自治区行业用水定额标准》以及地方政府和行业制定的国

民经济和社会发展规划成果，对未来区域内各产业发展变化情况、用水定额情况进行预测（附录一），并据此估算 2020 年鄂尔多斯经济社会需水情况，结果如表 2-4 所示：

**表 2-4 鄂尔多斯市 2020 年需水情况预测**

单 位：亿 $m^3$

| | 保证率 | 生活需水 | 生产需水 | | | | 生态需水 | 总计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 工业需水 | 农业需水 | 第三产业需水 | 小计 | | |
| **2015 年用水量** | — | 0.7 | 2.5 | 11.8 | 0.1 | 14.4 | 0.6 | 15.7 |
| **2020 年需水量** | P=50% | 0.8 | 6.6 | 10.8 | 0.4 | 17.8 | 1.3 | 19.9 |
| | 多年平均 | 0.8 | 6.6 | 13.1 | 0.4 | 20.1 | 1.3 | 22.2 |
| | P=75% | 0.8 | 6.6 | 15.9 | 0.4 | 22.9 | 1.3 | 25.0 |
| **新增需水** | 多年平均 | 0.1 | 4.1 | 1.3 | 0.3 | 5.7 | 0.7 | 6.5 |

结果显示：2020 年鄂尔多斯市总需水量（多年平均）将达到 22.2 亿 $m^3$，其中生活需水量 0.8 亿 $m^3$，生产需水量 20.1 亿 $m^3$，生态环境需水量 1.3 亿 $m^3$；区域内各行业用水均呈增长态势，总用水量的变化趋势主要由工业、农业用水的变化决定，而生态用水占比也有较大幅度的上升。

（3）未来水资源供需分析

根据上述预测结果：到 2020 年，鄂尔多斯的需水量（多年平均，下同）预测为 22.2 亿 $m^3$，而供水量仅为 19.9 亿 $m^3$，缺水量达 2.3 亿 $m^3$，缺水率达 10.4%（如表 2-5 所示）。

**表 2-5 2020 年水资源供需分析表**

单位：亿 $m^3$

| 保证率 | 供水量 | | | | | | 合计 | 需水量 | 缺水量 | 缺水率（%） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 地表水 | 地下水 | 其它水 | | | | | | | |
| | | | 再生水利用量 | 疏干水利用量 | 微咸水利用量 | 小计 | | | | |
| P=50% | 7.6 | 8.3 | 1.8 | 0.6 | 0.3 | 2.7 | 18.6 | 19.9 | 1.3 | 6.5 |
| 多年平均 | 8.1 | 9.1 | 1.8 | 0.6 | 0.3 | 2.7 | 19.9 | 22.2 | 2.3 | 10.4 |
| P=75% | 7.9 | 10.0 | 1.8 | 0.6 | 0.3 | 2.7 | 20.6 | 25.0 | 4.4 | 17.6 |

需要注意的是：在需水预测方面，报告中关于工、农业的需水估算是基于现状用水水平（见附录一的用水定额），考虑未来“以水定产”约束下地区产业布局、节水条件等因素的改变，则该部分的预测结果略微偏高；在供水方侧，报告认为

非常规水源供水增量将达 1.6 亿 m³，占地区新增供水的 40%左右（表 2-3），但由于目前非常规水资源开发利用的各类工程尚处于建设期，未来的污水处理、回用情况以及矿井疏干水、微咸水的开发情况存在一定的不确定性，该部分供水能否达到预期目标有待更深入的探究。总体来说，"十三五"时期内，鄂尔多斯市的水资源供需矛盾依然十分严峻。

## 2.3 能源行业发展情况及用水分析

### 2.3.1 能源行业发展概况及趋势分析

（1）能源资源条件与能源产业运行现状

能源产业是指采掘、采集和开发自然界能源资源，或将自然资源加工转换为燃料、动力的产业。主要包括：煤炭采选业，石油和天然气开采业，电力、蒸汽、热水生产和供应业，石油加工及炼焦业，煤气生产和供应业以及新能源产业。

作为中国产煤第一地级市，鄂尔多斯煤炭资源不仅储量大、分布广、品种全、煤质好且埋藏浅、厚度深、易开采。全市 70%的地下均埋藏有煤，预测总储量近万亿 t，其中探明储量 2071 亿 t，约占全国的 13.6%。由东到西分布有准格尔、东胜、卓资山三大煤田，有煤矿 330 座（露天煤矿 153 座，井工煤矿 177 座），总设计生产能力 7.58 亿 t/年，累计建成投产的选煤厂 182 座，设计入洗能力 5.6 亿 t/年。鄂尔多斯天然气探明储量约 2.65 万亿 m³，约占全国的 12%，主要分布在苏里格气田、杭锦旗气田和乌审旗气田等，其中苏里格气田是我国陆上最大的整装气田。地区煤层气与页岩气预测资源潜力分别为 5 万亿 m³和 14.56 万亿 m³。除此之外，鄂尔多斯具有很好地可再生能源开发潜力。据测算，鄂尔多斯境内具有开发价值的风能资源总储量在 5000 万 kW 以上，具备发展大型风力发电场的条件；如果能充分利用全市荒漠土地建设太阳能电站，利用适宜种植灌木林地（含宜林荒沙地）种植能源作物，鄂尔多斯市光伏发电装机容量可达 6000 万 kW 以上，提供平茬生物质能力在 1700 万 t 以上。

2015 年，鄂尔多斯能源产业总体保持平稳运行。全年煤炭产量 6.2 亿 t（占全内蒙古自治区的 68%），同比减少 2%；销量 5.4 亿 t，同比减少 3.7%；全市煤炭综合平均价格约每 t 181 元，同比降低 45 元。电力装机总规模达到 1930 万

kW，全年发电量是 738.4 亿 kW•h，同比增长 0.7%，其中煤电总装机规模约 1400 万 kW，年发电量约 640 亿 kW•h，占全市总发电量的 86.7%。截止 2015 年，鄂尔多斯形成现代煤化工产能 1172 万 t，是 2010 年产能的 4.8 倍，全年生产煤制油 89.5 万 t，煤制气 3.4 亿 m³。常规天然气产量 290 亿 m³，同比增长 3.2%。风能、太阳能和生物质能等新能源均得到较好的利用，形成风电装机 30 万 kW，光伏装机 50.12 万 kW，生物质装机 4.8 万 kW。

（2）国内外能源形势与鄂尔多斯能源产业发展预测

根据国际能源署和 BP 能源集团的相关资料，未来 20 年内，全球能源需求将继续增长（预计增长 30%以上），但随着能源供应结构的变化，对碳密集型燃料的需求将越来越少。三大化石燃料中，石油仍然是全球最重要的燃料，供应量将以每年 0.9%的速度稳步增长，但其在能源结构中的份额将继续走低；受益于全球页岩气产量的强劲增长，天然气将成为增长最快的化石燃料，年增长率为 1.8%；煤炭增长预计将大幅放缓，到 2035 年其在能源结构中的份额将滑落至历史低点，彼时天然气将取代煤炭成为第二大燃料源。除此之外，受到成本显著降低的支持，可再生能源（主要包括风能、太阳能和生物质能）将成为增长最快的能源，并由此主导的电力行业转型，预计未来发电量增量的三分之一将源自可再生能源。由于能源效率的更快改进和能源碳强度的降低，未来 20 年，全球碳排放增长速度预计将比过去二十年减少一半，但其持续增长趋势仍要求各国采取进一步的政策行动。

**表 2-6 2015-2035 年中国能源发展预测**

| 指 标 | 单位 | 2015 年 | 2020 年 | 2035 年 |
|---|---|---|---|---|
| 能源消费总量 | 亿 tce | 43 | <50 | 64 |
| 其中：煤炭消费量 | 亿 t | 40 | 41 | <46 |
| 一次能源生产量 | 亿 tce | 36 | 40 | 51 |
| 其中：煤炭产量 | 亿 t | 38 | 39 | 40 |
| 原油产量 | 亿 t | 2 | 2 | 2 |
| 天然气产量 | 亿 m³ | 1350 | 2200 | 4200 |
| 非化石能源产量 | 亿 tce | 5 | 8 | 15 |
| 发电总装机 | 亿 kW | 15 | 20 | >30 |
| 其中：风能、太阳能及生物质能 | 亿 kW•h | 2 | 3 | 10 |

注：2015 年、2020 年预测成果来自《能源发展“十三五”规划》；2035 年数据参考《BP2035 世界能源展望》。

在中国能源方面，参考《能源发展“十三五”规划》的预期目标和 BP（及

IEA）的能源发展预测，列出中国 2020 年、2035 年的能源发展情况，如表 2-6 所示。其中，煤炭消费量和生产量将在 2020—2035 年间达到峰值并有一定程度的回落，天然气的比重将持续增长至 10%以上，石油生产维持稳定但进口依存度将从 60%升至 75%以上；得益于平均成本的再降低以及预期终端用户电价的上升，风能、太阳能等可再生能源的规模将进一步扩大，可再生能源的比重也将进一步升至 30%左右。

作为国家重要的清洁能源输出基地和现代煤化工生产示范基地，鄂尔多斯的能源生产不可避免地受到国内外能源形势的影响。为应对传统能源供应结构调整及碳密集型燃料需求减少带来的挑战，现阶段鄂尔多斯能源产业正在发生“三个转变”，即变燃料煤为原料煤，变输出传统能源为输出清洁能源，变资源单一开发模式为循环高效综合利用模式。预计在未来一段时间内，地区煤炭开采总量将会受到严格限制，煤矿采区回采率和就地转化率将持续提高；防治大气污染将成为推进煤基清洁燃料项目的契机，在常规天然气产量保持稳定的情况下，已拿到路条的煤制油气项目也将进入新的发展期；随着煤矿效益的下降和煤电建设规模的进一步扩大，未来燃煤发电量的占比仍将有一定程度增加；在可再生能源方面，“积极发展风能，稳步发展太阳能，合理发展生物质能，打造风能、太阳能发电‘双百万千瓦基地’”将成为“十三五”期间产业的发展方向。鄂尔多斯主要能源产业及发展方向总结如下（表 2-7）：

**表 2-7 鄂尔多斯主要能源产业及发展方向**

| 能源产业类别 | 天然气产业 | 煤炭产业 | | | 可再生能源产业 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 采煤 | 煤电 | 煤化工 | 风能 | 太阳能 | 生物质能源 |
| 发展目标 | 产量稳定 | 产能控制 | 规模扩大 | 建设加快 | 积极推进 | 稳步发展 | 合理开发 |

具体到每个能源行业来看，常规天然气产量呈稳步发展的趋势，能源部门规划 2020 年产量达 300 亿 m³的目标是符合实际情况的。可再生能源产业有较快增长的趋势，按当地能源部门的乐观估计，2020 年其总产能将达到 300 万 kW 左右，但在电力总装机中的占比仍然不大。至于煤炭产业，随着近年国家政策的调整，鄂尔多斯煤炭产量已达到或接近峰值，即便考虑到煤制油气发展的需求带动，市能源部门也不认为未来煤炭增幅会超过 10%。作为现阶段煤炭产业链中尚能维

持盈利的行业，煤电行业受到市场冲击较小、又有足够的政策扶持，将成为消化过剩煤炭的主要手段，电煤占煤炭消费比重将显著提高。参考有关部门的规划报告（《内蒙古鄂尔多斯煤电基地开发规划》、《鄂尔多斯市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《2016 鄂尔多斯政府工作报告》等），预计 2020 年鄂尔多斯煤电装机将达到 30000 MW 左右，为现状水平的两倍。在煤化工行业方面，鄂尔多斯市乃至全国的传统煤化工产能均已过剩，其生产规模在短期内不会有太大波动。现代煤化工产业方面，煤制油、煤制气、煤制烯烃、煤制乙二醇等 4 类产品是鄂尔多斯煤化工产业技术升级示范的重点，按《鄂尔多斯市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》的规划目标，通过推进伊泰 200 万吨煤制油、神华煤制油二三线项目，北控煤制天然气项目，中天合创能源、中国电力投资集团公司煤制烯烃项目，山东久泰能源集团公司 50 万吨乙二醇等项目，2020 年地区煤制油、煤制气、煤制烯烃、煤制乙二醇产能将分别达到 600 万 t、300 亿 $m^3$、220 万 t 和 100 万 t。需要注意的是，地区制定的煤制气产能目标未能很好地与国家的规划相衔接（《能源发展“十三五”规划》中 2020 年全国煤制气的产能目标仅为 170 亿 $m^3$），预期的产出规模也将很难达成。本报告结合当前煤制气的生产规模和“十三五”期间重点布局的北控煤制天然气项目的生产目标，保守估计 2020 年鄂尔多斯市的煤制气产能将在 60 亿 $m^3$ 上下。

煤炭产业、天然气产业和风能、太阳能、生物质能等可再生能源产业是目前及未来一段时间内鄂尔多斯市主要发展的 3 类能源产业。在行业用水方面，根据相关统计数据，常规天然气和可再生能源产业用水极少（现状用水定额如附录二所示，生物质能源定额值较大，但发展规模有限），低于煤炭产业各部门用水量一个甚至数个量级，对能源产业总的用水程度影响不大，因此下文计算能源产业用水总量时忽略该部分用水情况；换言之，本报告认为鄂尔多斯煤炭产业链的用水量可以反映整个能源产业的用水水平。以下列出煤炭产业链中各行业的产量情况及预测（表 2-8）：

**表 2-8 鄂尔多斯市能源产业现状规模及未来预测**

| 年份 | 煤炭采选（亿 t） | 煤电（亿 kW•h） | 煤化工 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 煤制油（万 t） | 煤制气（亿 $m^3$） | 烯烃（万 t） | 乙二醇（万 t） |
| **2015** | 6.2 | 640 | 89.5 | 3.4 | — | — |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2020** | 7.0 | 1280 | 600 | 60 | 220 | 100 |

注：煤化工行业的产品种类多且规模不一，故以现状产量较大和发展情况较好的煤制油、煤制气、煤制烯烃、煤制乙二醇行业估算整个产业的未来产能；根据产能增长情况认为煤电发电量增长到约为现在的 2 倍。

### 2.3.2 能源产业用水情况及需水测算

为了进一步考察煤炭产业链（能源产业）的实际用水情况，更好地预测未来煤炭产业的发展是否会加剧本地水资源供需矛盾，本研究报告依据实际调查资料，采用用水定额法分别测算煤炭采选业、燃煤发电产业和煤化工产业的需水量，进而得到整个煤炭产业现状年（2015 年）和 2020 年的用水量和需水规模。

需水量测算方法：首先，根据政府部门公布的产业信息、规划数据，结合地区近阶段的政策走向以及走访典型企业的实际调查，了解鄂尔多斯煤炭产业链的现状情况并预测其未来发展规模（如表 2-8）；接下来，按照基准年产业用水数据对应本年产量，计算现状采选煤、煤电、煤化工用水定额值，并对比具体企业实际用水资料和地区行业用水标准检验其合理性，依此估算当前及未来一定时段内各行业的用水定额水平；最后，根据规划年各煤炭产业发展规模和相应用水定额，测算需水量，汇总煤炭采选业、燃煤发电产业和煤化工产业的需水量，计算得到整个煤炭产业需水量。

（1）煤炭采选业用水情况及需水测算

采煤行业的用水环节可以分为井上生产用水、井下生产用水与生活用水；洗煤行业的用水集中在湿法洗煤加工工艺中。根据统计资料，2015 年鄂尔多斯境内年用水量超过 50 万 t 的煤炭采选企业总用水量达 2500 万 $m^3$，低于 50 万 t 年用水的中小型煤炭企业的用水总量约 1500 万 $m^3$，煤炭采选用水共计 4000 万 $m^3$。按此统计数据，对应于本年 6.2 亿 t 的产量，当前采选煤单产新水量仅为 0.066 $m^3$/t，远远低于全国的平均水平和内蒙古的定额值（分别为 0.4~0.6 $m^3$/ t 和 0.2~0.3 $m^3$/t）。但需要注意的是，考虑到研究区广泛分布有规模不一的煤炭企业，地区的用水监测工作很难覆盖到全部企业的全部生产过程（如地下水、矿井水的利用），故相比较煤电、煤化工而言，其统计结果的准确性更值得商榷。

实际调查中，注意到神华准能黑岱沟露天矿的用水来源为单一自来水供应，2014 年煤矿在产煤 3500 万 t 的情况下用水 350 万 t，单产新水量为 0.1 $m^3$/ t，可

较为直观准确的反映地区露天煤矿企业的用水水平。对于井矿企业的用水，往往涉及到多种水源和矿井水的往复使用，从供水端分析时更易产生误差。例如新奥集团王家塔煤矿，按水务局给出的数据，该年产 600 万 t 左右的煤矿年供水量 36 万 m³，日均供水低于 1000 m³，估算煤矿单产用水少于 0.06 m³/ t；而企业调查测算到的煤矿用水量却在 55~70 万 m³/ a（这与矿区日处理 1500~2000 m³污水的情况相符合），则单产用水范围为 0.09~0.12 m³/ t。王家塔煤矿作为地区的新型民营煤矿企业，用水定额很大程度上反映了本地区井工煤矿的一般用水情况，结合露天矿的用水情况，报告以 0.1 m³/ t 作为单产用水量，估算鄂尔多斯现状采选煤用水量实际应在 6000 万 m³/a 上下。在未来一段时间内，随着落后产能的普遍淘汰和节水管理措施的进一步推广，当前的单产用水量仍会有所下降。这里不进一步分析其他因素的影响，仅结合规划的煤炭产量（7 亿 t），保守认为 2020 年的采选煤需水约为 7000 万 m³。

（2）燃煤发电产业用水情况及需水测算

燃煤发电厂用水的主要构成有：冷却系统用水、锅炉补给水、化学自用水、除灰和除渣系统用水；其中，冷却用水占电厂取水量的绝大部分。目前，研究区燃煤发电机组的主要冷却方式为空冷，装机容量占比约 62%（2015 年），其次为循环水冷却方式，占比约 38%。煤电企业的用水来源主要有自来水、河湖库水和再生水三类，在 0.95 亿 m³的煤电总用水量中的占比分别为 46%、40%和 10%。其中，自来水是电厂最主要的水源，广泛地被各地区企业所利用；河湖库水集中供给本市最大煤电企业——达拉特发电厂，该部分用水占到了河湖库水量的 93%。除了以上三类水源，矿井疏干水也是本地区电厂供水的重要补充，目前利用规模已达 300 万 m³/a。

对应于同期的发电量、用水量，2015 年鄂尔多斯地区平均单位发电量用水量为 1.49 m³ / (MW·h)，与内蒙古最新的行业用水定额标准比较一致（附录三），一定程度上反映了地区定额标准对煤电基地用水的指导作用。如果认为 2020 年前鄂尔多斯用水定额水平维持此水平，则届时行业总用水量将在 2 亿 m³上下。

（3）煤化工产业用水情况及需水测算

煤化工行业产品众多，用水环节主要有反应用水、用于加热的水蒸气用水、冷却水、洗涤用水等。根据《煤炭深加工产业示范“十三五”规划》和《现代煤

化工产业创新发展布局方案》的指标要求：在未来示范项目中，煤制气的单位产品新水量为 5.5~6 $m^3/10^3m^3$，煤制油的单位产品新水量为 6~7.5 $m^3/t$，煤制烯烃和煤制乙二醇单位产品新水量分别约为 16 $m^3/t$ 和 10 $m^3/t$（附录四）。如果认为 2020 年研究区除上述 4 类产品外的其他煤化工产品产量维持在 2015 年水平不变（该部分用水量为 5000 万 $m^3$左右，详见附录五），则煤化工产业达到预期规模后将带来约 1.1 亿 $m^3$（1.05~1.15 亿 $m^3$）的新增用水需求，相当于在现状用水规模的基础上增加 190%。届时煤化工的总用水将接近 1.7 亿 $m^3/a$，与煤电行业的用水规模相近。

（4）鄂尔多斯煤炭产业总用水情况及未来需水量

综合以上煤炭、燃煤发电产业和煤化工产业的用水情况和需水量，估算鄂尔多斯煤炭产业的现状用水量为2.14亿$m^3/a$，其中煤炭采选占28%，煤电占44.4%，煤化工占 27.1%；预测 2020 年鄂尔多斯煤炭产业总需水量为 4.4 亿 $m^3$，其中煤炭采选用水占比下降到 16% 左右，煤电用水占比升至 45%，煤化工则升至 39%（表 2-9）。

**表 2-9 鄂尔多斯煤炭产业总用水现状及 2020 年需水量**

单 位：亿 $m^3$

| 年 份 | 煤炭采选 | 煤 电 | 煤化工 | 总 计 |
|---|---|---|---|---|
| **2015** | 0.6 | 0.95 | 0.58 | 2.14 |
| **2020** | 0.7 | 2 | 1.7 | 4.4 |
| 增长率（%） | 17% | 111% | 193% | 106% |

注：2015 年数据中，煤炭采、煤化工选用水数据均为估算值，煤电用水量为统计值。

## 2.4 农业部门发展情况及用水分析

### 2.4.1 农业部门发展概况及趋势分析

截至 2015 年，鄂尔多斯市农作物总播种面积 616.8 万亩。其中粮食作物播种面积 370.4 万亩，油料播种面积 71.7 万亩，蔬菜播种面积 15.7 万亩。全年粮食总产量 147.0 万 t，同比下降 1.6%。油料产量 11.9 万 t，同比增长 15.5%；甜菜产量 10.0 万 t，同比增长 2.6%；蔬菜产量 46.0 万 t，同比增长 8.8%。全年现价农林牧渔及服务业总产值 169.9 亿元，按可比价格计算比上年增长 3.1%。其中，

农业产值 81.0 亿元，增长 6.0%；林业产值 7.4 亿元，增长 3.8%；牧业产值 75.7 亿元，增长 0.1%；渔业产值 2.4 亿元，增长 4.6%；农林牧渔服务业产值 3.4 亿元，增长 3.8%。全市市级以上农牧业产业化重点龙头企业 237 家（国家级 3 家、自治区级 61 家、市级 173 家），年销售收入 500 万元以上农牧业产业化加工企业 185 家，农牧民人均从产业化渠道获得的收入占总收入比重达到 60%。目前，全市拥有农业机械总动力 313.4 万 kW，同比增长 3.5%；拥有大中型拖拉机 3.4 万台，增长 11.8%；农用排灌机械 10.9 万台（套），增长 1.9%。机械耕地面积占农作物总播种面积的比重为 99.3%，机械播种面积占比为 85.9%，机械收割面积占比为 52.7%，农业耕种收综合机械化水平达到 81.3%。

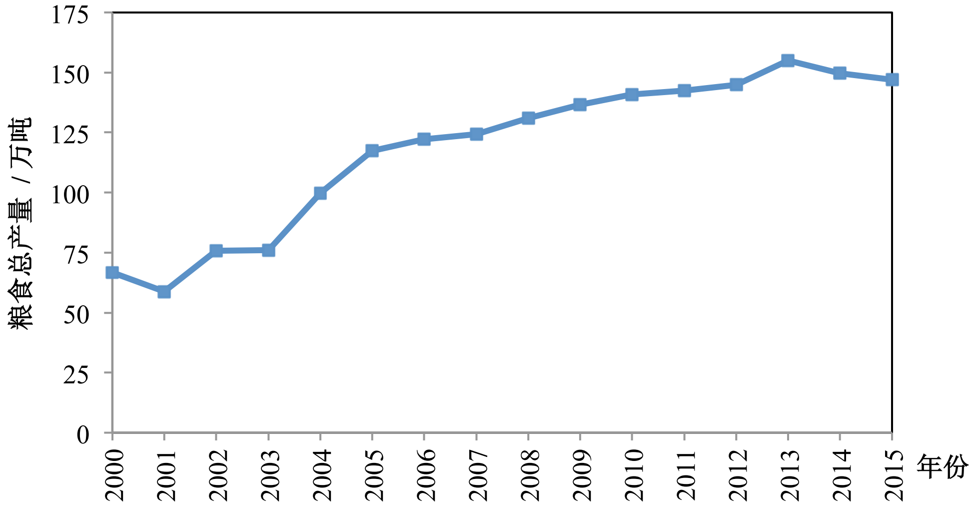



**图 2-7 2000-2015 年粮食总产量变化图**

从近期发展形势来看，受农业供给侧改革影响，鄂尔多斯将在稳定农畜产品产能和产量的基础上，对作物种植结构适当调整。主要目标是减少籽粒玉米种植面积，增加青贮玉米、优质牧草、瓜果蔬菜及杂粮杂豆种植面积，配合畜牧业的调高、调优的计划，实现提质增效。主要任务是围绕农牧业经济“三区”发展规划，按照宜粮则粮、宜草则草、宜牧则牧、宜渔则渔的原则，重点打造沿黄河和无定河流域、西部牧区农牧业规模化产业基地。单从粮食部门来看，玉米种植面积的下降或将引起粮食总产量的持续减少。假设 2020 年前调整目标达成，结合玉米亩产情况估计，粮食年产量将下降到 2008 年 130 万 t 左右。放长远来看，随着经济增长下我国居民的生活水平不断提高，城乡食品消费结构也会持续变化，由之引发的新的农产品供应形势（尤其是肉制品供应的增加）势必要求更多的耕地

以保障生产（饲料、牧草、果蔬等）。这一影响在鄂尔多斯也许并不显著，但考虑到 2000 年后我国新增耕地重心已由东北地区转移到西北地区，上述趋势或将引起鄂尔多斯周边盟市（如阿拉善盟、巴彦淖尔市）的大范围垦殖活动。以现在条件而言，新增耕地的用水保障只能来源于农业部门的实际节水。因此，未来的农业节水行为也许只能供本部门发展的需要，而无法满足甚至会侵夺能源行业的用水。这种间接影响会在后文具体分析。

### 2.4.2 农业部门用水变化趋势分析

农业部门整体的现状用水和未来需水预测，在分析水资源开发利用现状及未来供需形势时已有涉及。自 2000 年后，地区农业用水呈现先升后降的趋势。用水量由 2000 年的 13.2 亿 m³升至 2004 年峰值的 14.9 亿 m³，再逐年下降至现状的 11.8 亿 m³。目前，农田灌溉用水约占鄂尔多斯农业用水的 85%，大型灌区及中小型样点灌区的灌溉亩均毛用水量为 420 m³，农田灌溉水利用系数为 0.48。

报告根据未来地区农田、林草地、鱼塘、牲畜等农业部门的变化情况，估算 2020 年鄂尔多斯农业部门将新增 1.3 亿 m³的用水需求。需水增长主要来自菜田、水浇地及林草地等灌溉用水的增加（三类用水分别增长 7000 万 m³、2400 万 m³和 3200 万 m³）。需要注意的是：为简化分析，报告中未考虑未来农、林、牧、鱼等各行业用水定额的变化情况，预测值会略微地偏大。因此总体而言，农业部门需水量在种、养殖结构调整时期会有所增加但增幅不大（低于 10%）。

## 2.5 鄂尔多斯 WEF 相互作用的主要问题分析

### 2.5.1 水资源短缺，地区水资源承载力的不足

鄂尔多斯地处欧亚大陆腹地，属典型的温带大陆性气候，干旱少雨，全市年平均降水量仅 293. 6 mm，是我国缺水最严重的地区之一。鄂尔多斯境内多年平均水资源量为 14.7 亿 m³，不足以支持全市生产、生活的正常用水，并且从水资源利用价值、分布区位来说，未来地区常规水资源开发潜力也不大。目前，鄂尔多斯市黄河初始水权指标（7 亿 m³）的利用率在 80%左右，考虑到丰枯年的浮动和实时监测不完善等因素，可以认为实际指标已经用完。该部分黄河取水集中

被工业、农业部门利用，并随鄂尔多斯市一、二期水权转换进行再分配，即转移部分的农业灌溉节水至工业（能源）领域。经过市内两期水权转换工程，目前鄂尔多斯市的农业灌溉效率大幅提升，灌溉水利用系数已从0.28提升至0.48左右，接近全国平均水平。由于自然气候（干燥度大、有效降水少）和作物种植制度（作物需水量大）等因素的限制，地区农业节水空间已趋于饱和，农业用水指标也无余量可转让。为应对这一状况，鄂尔多斯市正积极通过跨盟市水权转换、“水沙置换”等手段增加其黄河取水指标，目前已转换 1.35 亿 $m^3$水权用来支撑能源项目的建设。

综上，鄂尔多斯现状的水资源可用量来自境内水资源（14.7 亿 $m^3$）、黄河初始水权指标（7 亿 $m^3$）和新增黄河取水指标（1.35 亿 $m^3$）三部分。为描述、衡量该部分水量对该地区社会经济发展的最大支撑能力，我们引入水资源承载力的概念——在可持续发展原则下，在一定经济技术水平下（包括工农业的规模、产值、用水水平等），在一定的生活福利标准下，某区域的水资源可利用量所能支撑的最大人口规模。报告采用的估算方法如下：

目标函数 $\max P$

约束条件 $W \geq Wp + W_{GDP}$

$Wp = P \times Qp$

$W_{\mathrm{GDP}} = GDP \times Q_{\mathrm{GDP}}$

$GDP/P \geq PCGDPs$

式中：$P$为总人口；$W$为水资源可利用量；$Wp$ 为生活耗水量；$W_{GDP}$为工农业生产耗水量；$GDP$为国内生产总值；$Qp$ 为生活耗水定额；$Q_{GDP}$为工农业万元GDP耗水量；$PCGDPs$ 为人均GDP最低标准，福利水平指标。

计算数据及结果如表 2-10 所示：

**表 2-10 鄂尔多斯市现状水资源承载能力[3]**

| 水资源可利用量(亿 $m^3$) | | | | | 人口 | GDP | $Q_P$ | $Q_{GDP}$ | PCGDPs | 承载能力 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 本市 | 黄河 | 跨盟 | 拦沙换水 | 合计 | 万人 | 亿元 | L/人·d | $m^3$/万元 | 万元/人 | 万人 |
| 14.7 | 7 | 1.15 | 0.2 | 23.05 | 204.56 | 4226 | 83.98 | 62 | 20.67 | 175.66 |

估算结果显示，现阶段鄂尔多斯水资源可利用量所能支撑的的最大人口规模

[3] 表中各项数据参考《鄂尔多斯市“十三五”时期水资源利用规划》。

约为 175.7 万人，低于地区 2015 年的 204.6 万人口。反过来说，单纯考虑水资源可利用量的变动，鄂尔多斯尚需新增 3.8 亿 m³的用水指标以满足区域内经济社会的正常发展。结合前文的水资源供需形势分析，未来工业、农业、生态环境的新增用水需求仍将进一步拉大水资源缺口，其中仅能源行业的用水需求就预期在五年内增长 2.3 亿 m³。以目前的实际情况来看，由于跨盟市水权转换周期长、再生水推广程度不确定、部门间“争水”冲突加剧（后文将详述）等因素，能源部门短时期内能够获得的水资源支撑十分有限，水资源瓶颈将进一步制约产业的发展。可以预见，水资源短缺、水资源承载力不足，将长期作为鄂尔多斯市水、能源、粮食综合管理中最棘手的问题。

### 2.5.2 区域内水、能源、粮食资源要素的空间不匹配

从资源要素的空间配置来看，目前鄂尔多斯市部分地区存在严重的资源匹配压力。如图 2-8，通过考察不同旗（区）的水资源可利用量、原煤产量和火力发电量、粮食总产量情况（水资源可利用量为多年平均值，原煤、火电、粮食产量为 2011-2015 年平均，来源分别见表 2-8、附录六和附录七），可以较直观地看出：北部黄河沿岸的达拉特旗和杭锦旗是鄂尔多斯市粮食主产区，境内水资源条件较好；相反地，原煤、火电生产则更多地集中在东部较为缺水的东胜区、准格尔旗和伊金霍洛旗（达拉特旗例外）。

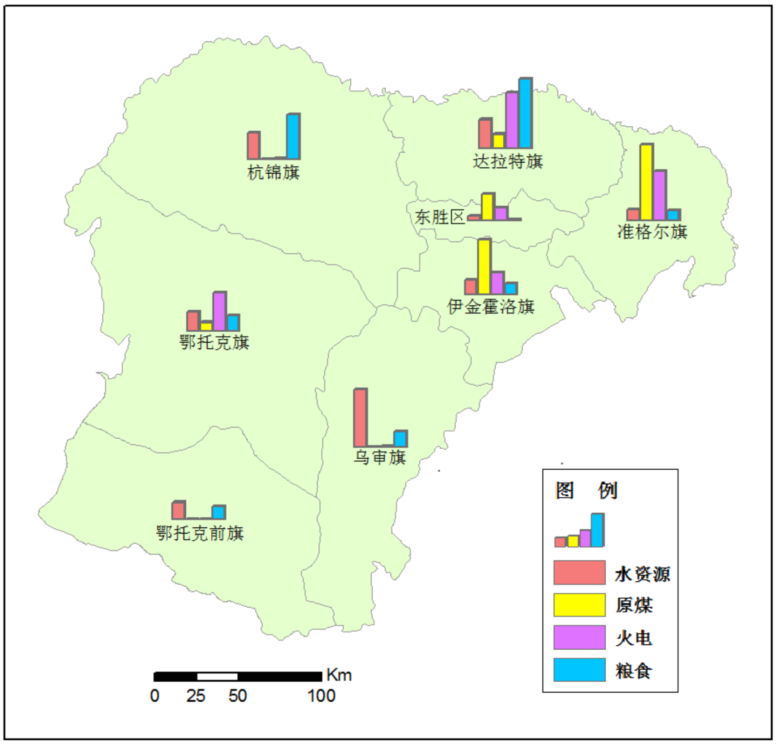
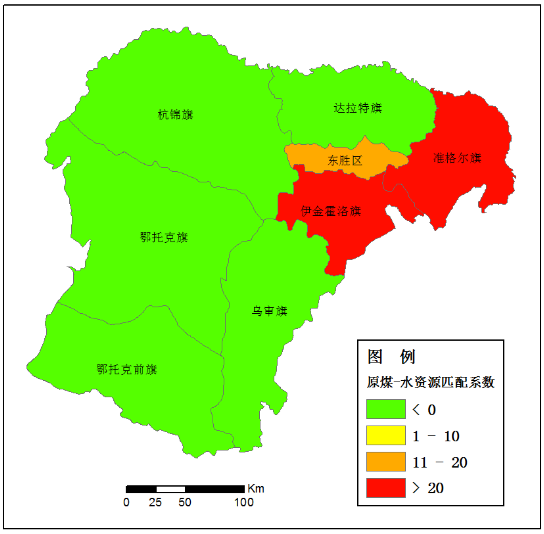
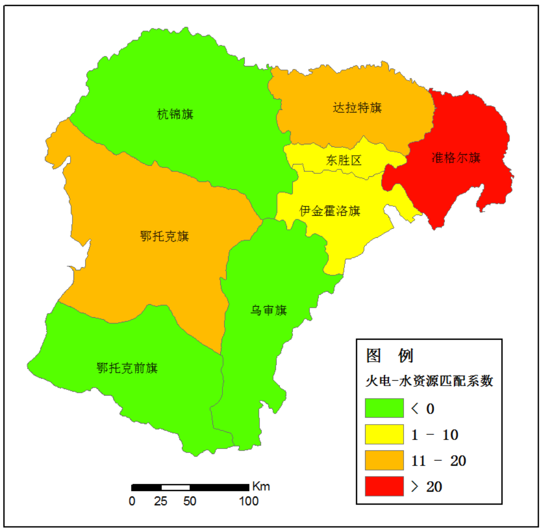



图 2-8 鄂尔多斯市水、能源、粮食要素空间分布



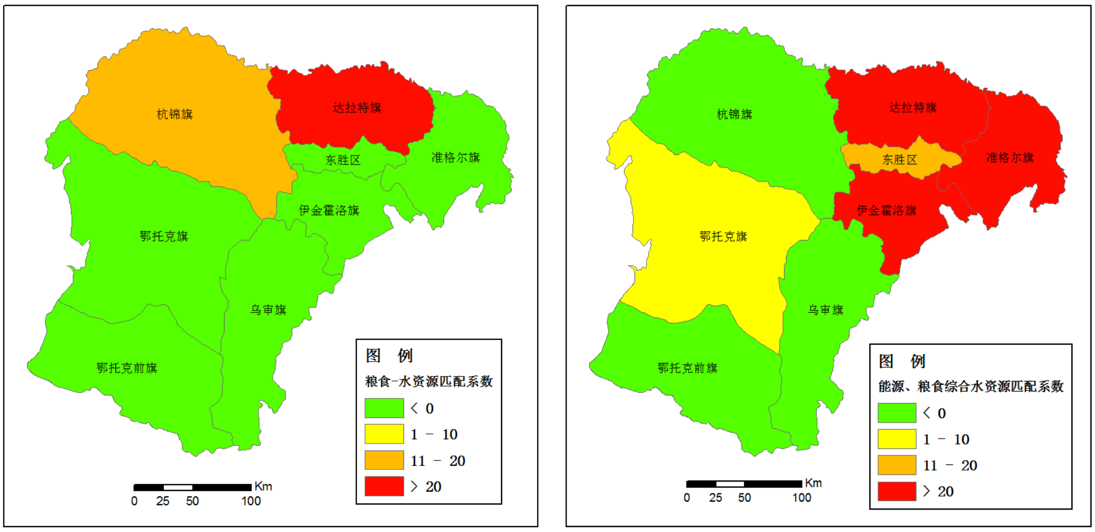



**图 2-9 鄂尔多斯市资源匹配空间格局**

进一步地，我们利用资源匹配系数的方法[4]衡量能源（煤炭、火电）与水资源、农业（粮食）与水资源匹配压力，如图 2-9 所示。目前鄂尔多斯能源产业分布对水资源的压力主要位于区域的东部，其中准格尔旗和伊金霍洛旗的原煤生产与水资源分布重度不匹配，东胜区为中度不匹配；准格尔旗的火电与水资源呈重度不匹配，达拉特旗、鄂托克旗相应的不匹配程度为中度，东胜市与伊金霍洛旗的火电与水资源也有轻度不匹配。另一方面，粮食生产与水资源不匹配的情况出现在北部区域，达拉特旗粮食与水资源重度不匹配，杭锦旗为中度不匹配。说明尽管粮食主产区水资源条件较好，但相比于全市整体水平，农业发展仍会造成较大的水资源压力。综合能源产业、粮食生产分布与水资源的匹配情况来看，能、粮生产造成的水资源压力在鄂尔多斯境内呈明显的东西分化——东部四旗（区）资源匹配压力较大，而西部四旗的资源匹配压力则相对小很多，考虑到鄂尔多斯市整体的水资源匮乏状况，这一市域内的“相对压力”更加说明了东部区域正面临着严重的水资源困境。

**表 2-11 鄂尔多斯市能源、粮食与水资源空间匹配程度**

| | 原煤-水资源 | 火电-水资源 | 粮食-水资 | 能源-粮食-水资源 |
|---|---|---|---|---|

[4] 匹配系数的计算方法如下：$z_{ij}$ 设为第 i 区域的第 j 种要素占全市的比重，$w_i$ 为第 i 区域水资源量占全省的比重，$d_{ij}$ 为第 i 区域的第 j 种要素与水资源的比重差额，即：$d_{ij} = z_i - w_i$。$d_{ij} \leq 0$，说明第 j 种资源要素的空间分布与水资源相匹配，不产生压力。$d_{ij} > 0$，说明第 j 种资源要素的空间分布与水资源不相匹配，其值越大，匹配压力越大，不匹配程度越高。根据本研究的匹配系数计算结果对资源不匹配程度进行分级，以 10、20 作为间断点，依次为轻度不匹配、中度不匹配和重度不匹配。

| | | | 源 | |
|---|---|---|---|---|
| 轻度不匹配 | | 东胜区、伊金霍洛旗 | | 鄂托克旗 |
| 中度不匹配 | 东胜区 | 达拉特旗、鄂托克旗 | 杭锦旗 | 东胜区 |
| 重度不匹配 | 准格尔旗、伊金霍洛旗 | 准格尔旗 | 达拉特旗 | 准格尔旗、达拉特旗、伊金霍洛旗 |

### 2.5.3 现阶段及未来长期存在的能源产业与农业部门用水冲突

从行业用水情况来看，作为 WEF 关系的核心要素，水资源不仅是粮食生产的重要保障，同时也与煤炭开发、利用、转化等一系列过程紧密相关。根据前文预测结果，短期来看（2015 年至 2020 年），鄂尔多斯市能源产业需水量将由 2.14 亿 $m^3$增加至 4.4 亿 $m^3$，农业需水由 11.8 增至 13.1 亿 $m^3$，两部门的新增需水占全市需水增长的 55%左右，超过全市常规水源供水的预期增长量（2.6 亿 $m^3$）。这一情况表明未来鄂尔多斯煤炭产业（尤其是煤电和煤化工）的快速发展趋势将更大程度地影响到其他部门正常用水，激化“煤水矛盾”，而当前煤炭产业与农业争水的情况也将愈来愈重。

**表 2-12　2035 年煤炭产业需水情景分析**

**单　位：亿 $m^3$**

| 就地转化率 | 煤炭采选 | 煤炭加工转化（含煤电、煤化工） | 总　计 |
|---|---|---|---|
| **40%** | 0.8 | 5.6 ~ 7.1 | 6.4 ~ 8.0 |
| **50%** | 0.8 | 6.6 ~ 9.0 | 7.4 ~ 9.8 |

尽管现阶段鄂尔多斯市尚未公布煤炭产业中长期发展预测的研究成果，但结合我们对中国煤炭生产峰值的分析，认为 2035 年鄂尔多斯煤炭产量将在 7.5 亿吨上下。因此，如不考虑节水技术的突破，未来能源产业用水变动的最大影响因素将是煤炭的就地加工转化（主要是煤电和煤化工）程度。2015 年，鄂尔多斯就地转化煤炭约 1 亿吨，就地转化率为 16%，其中约 65%用于煤化工生产，35%用于燃煤发电。2020 年，根据我们前文对煤炭产业链生产情况的预测，彼时全市煤炭就地转化率将升至 30%左右，煤化工、煤电行业转化煤炭占比分别为 66%和 34%[5]。2035 年，考虑到现代煤化工产业前景的不确定性，我们分较保守的 40%

[5] 煤化工煤耗情况参考附录四，文中不列出具体计算过程。

的就地转化率（原地区“十三五”规划中的目标，高于我们对 2020 年的转化率的预测）和较乐观的 50%的转化率（内蒙古平均水平）两种情景对未来煤炭产业需水情况进行估算，结果如表 2-12 所示。估算结果表明，在仅考虑煤炭转换率变化的情景下，2035 年能源产业用水将达到 6.4~9.8 亿 $m^3$，新增用水需求（较 2020 年）2.0~5.4 亿 $m^3$。

由于非常规水源的充分开发和跨盟市水权转换成本的持续增长，地区新增供水的难度将大大增加，能源产业扩张带来的新增用水需求势必将造成新一轮的部门间利益纠纷，未来地区的“能—粮争水”形势也将更加严峻。

### 2.5.4 多种外部因素对 WEF 问题解决途径的影响

从行业外部影响因素来看，生态环境的保护与区域 WEF 问题的最终解决关系密切。鄂尔多斯是我国典型的生态敏感区，境内水、能源、农业的发展伴随着一系列的生态影响。大规模的地表、地下水开采，造成境内河流断流、湖泊沼泽面积减少等问题，部分地区地下水位的大幅下降，产生了严重的地下水降落漏斗，并由此引发了地面沉降、塌陷和地裂缝等地质灾害。露天煤矿采矿、农牧业生产活动的增多，破坏了植被和松动沙土层，降低了地表抗蚀性，使得土地沙漠化、水土流失更为严重，部分灌区的不合理灌溉行为（漫灌、只灌不排等）导致使盐分积累在表层土壤中，形成盐碱灾害。能源工业废水、废气的排放，农业生产面源污染的增加，则造成全市空气质量持续下降，河湖水环境恶化等问题。针对这一系列的生态问题，加大生态系统和环境保护力度成为了当前及未来很长时间内鄂尔多斯健康发展的必要手段，而从结果上看，WEF 的相互作用关系也将在生态保护视角下被重塑。例如，能源清洁化生产的措施将影响鄂尔多斯市的能源产出结构，进而连带改变整个能源行业的用水程度。又如，新增的河流湖泊生态补水将进一步加大地区水资源压力，引发更为剧烈的“能—粮争水矛盾”；但同时，为减少土地盐碱化而采用的先进灌溉方式又将促进农业节水，从而会缓和这一矛盾。诸如此类（生态保护）的行业、部门外影响因素，对未来 WEF 综合管理系统提出了更高的要求，资源调控的方式也将更具多元性。

从区域外部影响因素来看，鄂尔多斯 WEF 相互作用也受限于更高空间尺度下的 “WEF 纽带关系”。首先，从流域（或城市间）的角度而言。根据黄河“八

七分水方案”，内蒙古自治区共分得黄河初始水权 58.6 亿 m³，其中鄂尔多斯仅分得用水指标 7 亿 m³。因此鄂尔多斯在充分挖掘自身农业节水潜力之后，转而开始向邻近盟市（如巴彦淖尔市）置换水指标，亦即所谓的“跨盟市水权转换”，这实际上已经是在流域层面寻求地区能源产业用水的保障。现阶段，黄河流域以全国的 8.3%的土地承担着全国 13.4％的粮食供给任务，黄河流经的内蒙古、河南、山东 3 省区（不计四川）均为国家重要的粮食主产区。在未来，无论是考虑到难以逆转的“北粮南运”格局，还是新增耕地重心向西北地区移动的趋势，黄河流域在保障国家粮食安全中的战略地位都将进一步提升。并且可以预测，随着中国城镇化率的进一步提升和居民饮食消费结构的改变，流域上中游地区将进一步拓荒种植。而到那时，农业节水的目的很可能从支撑能源产业的扩张转变为保障新增的粮食产能，很多黄河流域内的能源基地（包括鄂尔多斯）都将失去新增用水的来源。这种情况下，目前鄂尔多斯面临的困境将蔓延至整个流域层面，而类似于鄂尔多斯的策略，黄河流域又很可能会诉诸于流域外的手段（如南水北调西线工程）解决这一棘手问题。其次，从更宏观的国家层面来说。我国是世界煤炭资源最丰富的国家之一，也是世界上少数几个以煤炭为主要能源的国家，在未来几十年内，中国以煤为主的能源结构不会发生根本性改变，煤炭产业在国民经济中仍会具有举足轻重的地位。鄂尔多斯的能源行业能在缺水困境中不断获取用水指标，并一定程度上改变地区水资源配置格局，也正是得益于这种部门强势。但同时应该看出，相较于水和粮食部门，能源部门受技术革新影响更大，因此而产生的能源供需格局改变又会转而成为水与粮食部门发展的不确定因素。目前，世界能源供需格局日益呈现“生产中心西移、消费中心东倾”的新趋势。在这一能源格局背景下，中国一方面在利用持续的低位油价，有效降低经济的整体负担；一方面又在加快新的能源技术的尝试，摆脱不断扩大的境外能源依存度。当下在鄂尔多斯地区大力推进的煤制油气项目就是此类生产技术上的创新和示范，项目未来的具体规模还要视经济效益和环境影响而定。因此，放长远来看，鄂尔多斯的“能粮争水”现象也许只是特定时期的一个插曲，随着新能源、新技术的推进与普及，水资源很有可能不再是未来能源产业增长的主要限制因素，而农业与能源部门的水资源争夺局面也会得到极大的改观。

# 3、鄂尔多斯水、能源、粮食相关政策分析及协同对策探讨

## 3.1 能源产业的优化升级与发展方向的转变

### 3.1.1 能源产业发展思路变化及主要政策

当前地区能源产业的主要发展思路可概括为“三个转变”和“四个基地”。“三个转变”是指变燃料煤为原料煤，变输出传统能源为输出清洁能源，变资源单一开发模式为循环高效综合利用模式。“四个基地”：一是优质煤炭输出基地，具体要求是到 2020 年煤炭产量控制在 7 亿 t 左右，煤矿采区回采率提高到 78%，原煤洗选率达到 85%以上；二是煤机清洁燃料示范基地（现代煤炭深加工示范项目基地），即以防治大气污染为契机，发展煤制油气等煤机清洁燃料示范项目，重点建设北控、汇能煤制气项目，神华煤制油二、三期项目，加快推进已拿到路条的煤制油气项目；三是绿色电力基地，重点是优化电力结构，进一步扩大煤电规模，输煤输电并举，实现循环绿色低碳电力产业，充分利用煤炭采空区和荒漠化土地发展新能源产业；四是天然气生产基地，力争“十三五”期间常规天然气产量在 300 亿 $m^3$以上，推进液化天然气项目建设，推进常规天然气和煤制气管道建设。

同《鄂尔多斯市煤炭工业发展“十二五”规划》的发展思路对比，“十二五”规划提出的遵循“四个发展”（清洁发展、循环发展、低碳发展、绿色发展）、实现“四个加强”（加强煤炭洗选配一体化，加强资源整合和企业兼并重组，加强煤矸石、高铝粉煤灰、伴生资源综合利用，加强煤电用一体化和煤炭产业延伸）、建设“三个基地”（煤炭生产基地、电力生产基地、现代煤化工基地）在“十三五”时期明显有所改变。其中最为重要的是：受煤炭产能过剩的影响，地区能源产业的侧重点从“发展”、“加强”调整为“转变”，“产量控制”、“就地转化”和“输出”成为了破解当前困境的主要手段。换言之，煤炭产业的发展目标已从扩大规模、保障供给，转变为控制总量、消化过剩、优化结构，注重提高发展质量和效益。具体分煤炭采选、煤电和煤化工三个行业来看：煤矿的落后产能淘汰和调优重组工作将持续推进；通过新建大型坑口电厂，火电企业与煤炭企业互相参股等措施，煤电联营和煤电一体化的进程将大大加快，成为煤炭采选业的重要出路以及煤电基地规模扩大的重要保障；依托于新的能源、环境政策的扶持，煤化工尤其是煤制

油气项目将在短期内重新迎来一个建设期。

基于以上的产业背景和发展思路，鄂尔多斯于 2016 年 5 月颁布了《鄂尔多斯市化解煤炭过剩产能工作方案》（以下简称“方案”），“方案”既是对前一年《内蒙古鄂尔多斯市资源型经济创新发展综合改革试点总体方案》中能源部门主要发展思路的继承，也提出了下一阶段煤炭乃至整个能源行业的工作内容。“方案”的主要目标是 2016 年开始，5 年内有序引导产能小于 60 万 t/年以下的煤矿退出，3 年内单一煤炭企业产能达到 300 万 t /年以上。为此制定的主要工作方向有：严格控制产能总量（不审批、减量置换），加快淘汰落后产能，有序退出过剩产能，加快企业兼并重组，加快煤转电、煤转化工发展和严格限制劣质煤使用。同时，方案中也对配套的政策措施有所说明，除了综合运用兼并重组、债务重组和破产清算等方式，做好职工安置和鼓励技术改造等工作外，加大金融支持和盘活土地资源也成为了两大有力措施。其中金融支持遵循区别对待、有扶有控两个原则，加强对经营遇到困难但经过深化改革、加强内部管理仍能恢复市场竞争力的煤炭企业的金融服务，保持合理融资力度；对煤炭产品有竞争力、有市场、有效益的优质企业继续给予信贷支持，帮助有前景的煤炭企业渡过难关；对兼并重组的煤炭企业实行综合授信，允许符合条件的煤炭企业通过发行优先股、可转换债券等筹集兼并重组资金，支持煤炭企业以采矿权抵押贷款，增加周转资金。在土地资源管理方面，支持退出产能的煤矿用好存量土地，促进矿区更新改造和土地再开发利用；并规定对用地手续完备的腾让土地，转产为生产性服务业等国家鼓励发展行业的，可在 5 年内继续按原用途和土地权利类型使用土地。

### 3.1.2 能源政策影响分析及建议

鄂尔多斯产能化解的相关政策实施不久，但已产生明显的成效。据统计，2016 年 1 至 8 月份，鄂尔多斯原煤产量 3.8 亿 t，同比减少 3086 万 t，下降 7.6%，产量进一步缩减，行业效益持续改善。在煤炭加工转化方面，1-8 月鄂尔多斯规模以上工业企业就地转化煤炭 6212 万 t，较去年同期增加 301 万 t，就地转化率为 19%，同比上升 4.4 个百分点。煤炭就地转化的主要产品分别为：燃煤发电 455.6 亿 KW·h，下降 2.2%；焦炭 461.8 万 t，下降 11.9%；煤制尿素 117.2 万 t，下降 4.6%；煤制油 76.3 万 t，增长 72.6%；煤制甲醇 336 万 t，增长 19.5%；新增煤制

气 3.1 亿 $m^3$。通过以上统计数据的分析和对比，可以看出鄂尔多斯化解过剩产能和以煤为基、多元转化的政策起到了客观的效果，煤炭企业的效益持续改善，煤炭转化尤其是煤制油气的生产工作在降低产能的同时也保持了较快速增长。

尽管效果显著，但目前地区能源政策仍存在发展方向、目标不明确，政策手段、配套措施不完善等问题。首先，在煤炭去产能方面，地区在“煤炭十二五规划”就已明确提出：“优化煤炭生产结构，生产规模在 300 万 t 以下的煤炭生产企业全部退出市场。”但这一目标仍出现在 2016 年化解产能过剩工作的方案中，表明政策目标论证不充分。并且，随着近期（2016 年下半年）煤价持续快速上涨，动力煤需求进一步扩大，国家发改委已对地方和有关企业释放先进产能、加快推进建设煤矿增减挂钩、增加市场供应提出相关要求。这意味着接下来一段时间内的煤炭政策都存在较大的不确定性，究竟是先进产能释放的量多还是去产能的量多，还有待深入研究。按当前管理部门的说法，要坚持企业自愿，既能够实现量上的调控满足供应，又保证减量化生产制度不动摇；但目前这一思路尚未找到很好的实现手段，前期化解产能过剩的工作成果很可能受到影响，从长远来说也不利于未来煤炭政策的顺利实施和稳定的能源管理机制的形成。其次，在煤化工领域，对比国家的《能源发展“十三五”规划》和鄂尔多斯的《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》，可以发现地区制定的煤化工产能目标不尽合理，未能与国家规划相衔接。如表 3-1 中的数据对比，鄂尔多斯“十三五规划”中，2020 年本地煤制气产能目标比全国预期的产能规模还要高。并且为支撑这一规模的煤制气生产，也需另外配置大量的用水指标（高达现状整个地区能源行业用水的 1.5 倍），这在短期内显然无法达成。除此之外，实地调研发现，当前的煤制油气项目目前基本没有政府财政支持，只是依靠贷款和自身补贴，生产出的油气也几乎被企业自身消化利用，这种局面也对未来煤制油气规模的进一步扩大产生了阻碍。

**表 3-1　煤制气产能目标对比及用水规模比较**

| 单位 | 2020 年煤制气产能目标 | | 用水规模（鄂尔多斯境内） | |
|---|---|---|---|---|
| | 全国规划目标 | 鄂尔多斯市目标 | 现状能源产业 | 目标产能下的煤制气行业 |
| 亿 $m^3$ | 170 | 300 | 2.14 | 3.3 |

针对上述问题，报告建议地区在制定能源发展政策（尤其是煤化工和新能源政策）时，要充分考虑能源部门的实际生产效益及宏观政策走向、相关政策冲突

等影响因素，避免制定、执行不合理的目标或方案，引发新一轮的“产能过剩”现象；对现有不合理的能源政策、规划目标要重新论证、及时调整，并补充配套的政策实施和保障手段。其次，建议鄂尔多斯市充分利用当前国际形势和国家政策带来的能源发展新契机，进一步普及先进的火电技术（例如充分学习上海外三电厂的节能减排技术），改进、完善煤基燃料、化工产品的生产技术，减少各类产品的水耗及煤耗量，提高煤炭产业链整体的清洁化生产水平；加强包括风能、太阳能在内的可再生能源的推广应用，积极研究论证页岩气等非常规油气资源的开发条件等，促进本地能源结构逐步向低碳、节水的方向转变。

## 3.2 农业供给侧改革与未来种养殖结构的调整

### 3.2.1 农业供给侧改革思路及主要政策介绍

2016 年的中央一号文件提出：推进农业供给侧结构性改革，加快转变农业发展方式，保持农业稳定发展和农民持续增收，走产出高效、产品安全资源节约、环境友好的农业现代化道路。其中“供给侧结构性改革”一词在 2015 年末召开的中央农村经济工作会议时首度进入公众视野，这次写入中央一号文件，不仅再成舆论焦点，也让农业未来的转型之路备受关注。近年来我国粮食连年增产，供求总量基本平衡，但结构性矛盾问题也十分突出，玉米出现阶段性供过于求，大豆缺口逐年扩大，优质饲草供应不足，有效供给不能适应需求变化。农业供给侧改革关注的正是这一结构和效益问题。为推进农业供给侧结构性改革，中央部署安排了“六优化、一巩固”，即优化产品结构、优化产业体系、优化生产体系、优化区域布局、优化经营体系、优化资源利用方式和巩固提升产能。具体到种植业结构调整，农业部已经决定适当调减非优势区粮食生产，重点是调减东北冷凉区、北方农牧交错区、西北风沙干旱区及西南石漠化区等“镰刀弯”地区的玉米种植面积，调减出的耕地将根据市场需求和农牧发展需要，因地制宜地发展青贮玉米、饲草、杂粮杂豆等作物。

按照农业供给侧结构性改革的要求，立足于农牧业基础条件和产业发展实际，鄂尔多斯于 2016 年 6 月印发了《2016 年全市农牧业产业发展及产业结构调整方案》，明确当下农牧业产业发展及产业结构调整主要目标是：通过建立健全新型农牧业经营、农牧业支持保护和农牧业社会化服务三大体系，大力推进种加养、

产加销、贸工农产业化经营，实现“两稳两增”。“两稳”，即稳定全市农畜产品产能和产量，耕地、草原、渔业水面面积分别稳定在 685 万亩、1 亿亩和 100 万亩以上；减少 30 万亩籽粒玉米种植面积，增加 10 万亩青贮玉米、10 万亩优质牧草、5 万亩瓜果蔬菜和 5 万亩杂粮杂豆种植面积，稳定农作物播种面积 600 万亩以上；畜牧业走调高、调优的路子，实现提质增效，牧业年度牲畜存栏稳定在 1200 万头（只）以上。“两增”，即农牧业增效、农牧民增收，计划完成第一产业增加值 107 亿元，同比增长 3.9%；实现农村牧区常住居民人均可支配收入 16100 元，增长 9%。在种养殖业结构调整方面，将按照宜粮则粮、宜草则草、宜牧则牧、宜渔则渔的原则，重点打造沿黄河和无定河（下称“两河”）流域、西部牧区农牧业规模化产业基地，在“两河”流域重点发展肉羊、肉牛、生猪、乳业、家禽獭兔和瓜果蔬菜产业，在西部牧区梁地草原区重点发展绒山羊、肉牛产业。

### 3.2.2 农业政策评价及建议

在农业方面，供给侧改革在鄂尔多斯市内稳步推进，由于实行时间较短，全市范围内的整体效果还未被统计分析，但在粮食主产区能看到政策明显的成效。作为粮食产量和耕地面积最大的旗区，达拉特旗种植业通过粮改粮、粮改经、粮改饲“三改”措施，粮经饲比例调整为 63 : 20 : 17。全旗共完成农作物总播面积 223 万亩，总播面积 227 万亩，其中，籽粒玉米种植面积 120 万亩，同比下降 17%；种植瓜果蔬菜 13 万亩，增长 30%；优质牧草 24 万亩，增长 14%；青贮玉米 15 万亩，增长 15%。全旗集中规模经营土地面积达到 40 万亩以上，设施农业达到 7400 亩，农牧民专业合作社达到 1240 家，家庭农牧场达到 500 家。到 2016 年三季度末，预计一产增加值将达到 17 亿元，同比增长 4.4%；农村牧区常住农牧民人均可支配收入将达到 10335 元，增长 7.2%。

类似于煤炭去产能政策，鄂尔多斯市农业供给侧改革方案同样存在目标论证不充分的问题。例如，当前各旗区纷纷制定大幅削减玉米种植比例的计划，但仅达拉特旗、鄂托克前旗、准格尔旗等少数旗区的调整目标就超出了全市规定的总量，表明旗区目标与全市目标缺乏一致性。另外，当前的农业政策（改革方案）推行过程中对配套设施建设的关注度不足，对方案实施效果的稳定性也有所影响。例如，目前粮食主产旗区未形成相对稳定的上下游产业链条和销售网络，区域性

市场规模和功能较弱，不能适应大流通、快增长的需要，加之产地市场较为简陋，难以进行长途保鲜运输，应对种养殖结构大幅调整的能力较弱。再者，尽管目前缺少供给侧改革前后的统计，但通过比较相应作物的用水定额标准，预测调整种植结构后灌溉用水的需求很可能进一步增加，这也对农田水利工作提出了新的要求。这点从达拉特旗对所辖的 4 个苏木镇实行“节水增效项目”保证种植结构调整的例子中也有所反映。

针对当前农业政策中出现的目标不一致、配套措施不完善等问题，报告建议：地区农牧业主管部门合理调整各旗区（尤其是粮食主产区）的种植计划，做到上下级规划有效衔接；加快改扩建现有农畜产品产地市场，提升区域性农畜产品批发市场交易水平，建设产后处理和储运体系；引进一批与本市产业种养殖结构调整相适应的涉农龙头企业，支持农业企业精深加工装备改造升级；以规划中 16 个示范片区为核心，集中建设农产品综合性物流园区，部分区域着力拓展休闲观光功能，提升农业附加值，探索农业结构调整后农牧业产业发展新模式。另外，鄂尔多斯也应当进一步强化农业节水改造工作，以应对种养殖结构调整可能带来的水资源影响。建议将未来农业节水工作的重心从减少渗漏量（渠改、灌溉节水工程）向减少蒸散发量和提高水转化率的方向（即“真实节水”）转变，推广先进农艺技术（如平整田地、地膜覆盖、调整作物结构等）和优秀管理措施（如发展配套技术、建立气象灾害预警系统等），进一步挖掘农业产区的节水潜力。

## 3.3 水资源的高效开发利用与涉水事务的统筹管理

### 3.3.1 水资源开发利用思路与主要政策介绍

作为水资源短缺地区，鄂尔多斯为确保经济社会的可持续发展而制定了一系列水资源可持续利用、节约保护的规划和方案。从现状来看，控制需水的合理增长、避免水资源的浪费与不合理利用是当务之急；放长远来看，需要从供水层面逐渐过渡到需水管理以寻求资源型缺水的解决办法。对于这两个议题，当前鄂尔多斯的应对策略大致可以归纳为：提高主要用水行业的水资源利用率和黄河用水指标的争取。

经过一、二期市内水权转让工程[6]，鄂尔多斯市逐步将 2.3 亿 m³的水权从农业部门转移到工业部门，支撑了 39 个工业项目（主要是能源项目）用水。随着可转让水指标的减少以及转让成本的升高（二期水权平均转让价格已高达 17 元/m³），本市内的水权转让工程已基本画上了句号。从更大区域范围来看，邻近鄂尔多斯的盟市（如巴彦淖尔）尚拥有大量的黄河用水指标，是鄂尔多斯市当前及未来一段时间内积极争取的对象。2014 年 5 月，内蒙古自治区启动实施了跨盟市一期水权交易工作，其中分配给鄂尔多斯市用水指标 1.15 亿 m³，目前已配置于地区内的新建煤电项目和煤制天然气项目。但截至 2016 年初，鄂尔多斯市仍有已取得国家发改委、自治区发改委和经信委核准和出具开展前期工作文件且急需配置水指标的项目 6 个，需水量 1.185 亿 m³。并且随着“十三五”工业项目的继续落户，地区需水量将进一步增加，为减缓用水紧张态势，加快推进跨盟市水权转换二期、三期工程已成为下一步工作的重心。除了跨盟市水权转让，鄂尔多斯也在积极探索和实现其他方式的黄河水指标置换，“拦沙换水”便是成功的例子。“拦沙换水”即由政府引导、企业投资，通过实施水土保持工程（主要是拦沙坝工程），拦洪滞沙，减少入黄泥沙，节约黄河冲沙水量，换取黄河用水指标，进而增强当地工业企业生产用水供水能力。2008 年初，鄂尔多斯市政府提出了“水沙置换”的初步构想，经过八年的调研、咨询、协商，黄委会最终于 2016 年 4 月批准先期开展拦沙换水试点探索，同意鄂尔多斯从黄河干流置换水指标 2000 万 m³，使用年限暂定 25 年。

在提高主要行业用水效率方面，无论是宏观的《最严格水资源管理控制目标任务分解》，还是具体到部门的《关于严格施行能源化工项目用水节水措施的通知》等文件，都对当前重要节水领域的主要工作做出了说明：通过严格限制土地开发与扩灌，原则上不予审批新的土地开发，在确保农业用水量不增长的前提下进行土地整理等项目，配套高效节水措施，切实解决好土地扩灌问题；通过提高已获得水指标项目的节水技改力度，在已确立项目用水方案的基础上，优化工艺流程和设备、生产工艺用水方式，最大限度地提高工业部门用水效率；通过对《鄂尔多斯市矿井疏干水及再生水综合利用方案》进行细化并推进落实，强化矿井疏

[6] 其中水权转让一期工程于 2005 年开工建设，2008 年完工，工程共衬砌各级渠道 1402 km，配套各类渠系建筑物 51125 座，完成投资 7.02 亿元，节水 1.56 亿 m³，转让水量 1.3 亿 m³。水权转让二期工程于 2010 年开工建设，规划节水改造面积 94.2 万亩，主要建设内容包括泵站整合、渠道衬砌及渠系建筑物配套改造、渠灌改喷灌 13.03 万亩、渠灌改滴灌 18.32 万亩、畦田改造 45.28 万亩、调整种植结构、对灌区进行信息化配套建设。目前，工程建设基本完成，累计完成投资 12.73 亿元，转换水量 9796 万 m³。

干水及再生水等非常规水资源的统筹管理、高效利用；通过严格执行水资源论证制度和取水许可制度，严格实行水资源有偿使用制度，深化居民、工业、农业水价改革，全面控制违规取用水、排污和水资源浪费行为。

### 3.3.2 涉水政策分析及建议

水资源短缺是鄂尔多斯多个部门发展的最大限制，也决定了鄂尔多斯涉水政策手段的多种多样。尽管地区水资源政策取得了重大的成效，但也应清楚地认识到当前资源政策目标体系中存有因果关系不明确的问题，很多新政策手段并未能很好的服务于政策目标，而管理方式也未能最大程度地维护既得利益，这对政策未来的稳定性提出了极大的挑战。

通过市内一、二期水权转让工程的建设，鄂尔多斯在提高农业灌溉水平的同时为工业项目提供了生产用水，也由此促进了水权制度和农业水价综合改革试点工作，反映水资源稀缺性的管理制度和价格机制正在逐步形成。总体来看，水权转换是一个“多赢”的工程，工业受益，农田灌溉效率提高，农民也节省水费（每亩降低 20 元以上），渠道衬砌等工程还可以减少土地次生盐碱化，大片弃耕的盐碱地被重新利用。但要注意的是，由于水量的转出导致水费收入减少，灌区的管理单位的正常工作因此受到影响，从而也间接地影响到工程效益的后续保障（如水利设施的日常维护）。至于盟市间一期水权转让工作，鄂尔多斯市取得用水指标 1.15 亿 $m^3$，已分别配置于中海油等煤制气项目（除杭锦旗的煤制气项目，其他 3 个都已完成水资源论证）和煤电基地电源点项目。但根据管理部门的资料，近年来跨盟市转让水权的闲置现象比较严重。从 WEF 整体关系而言，闲置的水权不仅未使获得指标的企业破解发展的困境（由于其他因素的限制），也损失了该部分指标所能带给其他企业乃至其他部门的潜在效益。

在提高用水效率方面，鄂尔多斯市强化用水定额管理，按需按质分配水指标，最大程度的追求用水效率。开展灌区节水改造工程建设，大力推广滴灌、喷灌等高效节水措施，严格执行取水许可、水资源费征收、计划用水、超计划用水累进加价等管理制度。截至 2015 年，全市节水灌溉面积已达到 391 万亩，占到了农田有效灌溉总面积的 78%，农田灌溉水利用系数达到 0.48，较控制目标提高 2 个百分点；不变价万元工业增加值用水量降为 19.47 $m^3$/万元，低于控制目标 30

个百分点。但同时也要看到，现阶段鄂尔多斯的非常规水资源利用政策实际效果并不明显，城镇的污水回收、回用工程设施仍不完善，矿井疏干水、再生水利用率低，尚未形成统筹管理的机制，相关鼓励推动措施也不配套。其次，近年来鄂尔多斯市一系列灌区节水灌溉、水库除险加固等水利工程的建设进度严重滞后，计划执行情况很差，这很大程度上是源于专项资金被挤占和前期工作准备不充分。再者，目前鄂尔多斯的工业水价超额累加制度尚未成熟，主要由水资源费等来控制，但相关部门仅是下达收费指标，以收取的费用衡量任务（而非实际的用水量），大大降低了价格机制对水资源浪费行为的约束。

针对上述问题，报告具体提出以下的对策和建议。首先，在规划思路和政策目标层面，需要明确的是鄂尔多斯的缺水不仅是“量”的问题，也很大程度上体现在“用”的方面。用水指标的增多并非意味着可以随意利用和处置，还要综合考虑水工程的实际经济效益（如高昂的水价使企业无法利用）和排水（污水处理）及废水再利用等问题。因此，未来地区供水政策（乃至更高层面的调水政策）的制定要充分论证新增水指标是否为受水区所实际利用，是否有足够的能承受较高水价的优质用户，并妥善安排保证该部分供水高效利用的相应配套设施。其次，在地区水资源管理方面，对于目前管理活动过程中出现的工业用水指标闲置、水资源费征收不到位、再生水开发进程缓慢等问题，可以通过政府购买水权、组织地区相关企业开展水权转让等活动对已有水权进行细分与重配，减少水权闲置现象；通过完善行业用水监测系统和水资源费征收机制，落实并根据实际反馈调整用水超额累加方案，形成合理的水资源价格约束机制，促进各领域对水资源的高效利用；通过制定目标合理的非常规水资源开发方案，加大地方财政对非常规水源工程的投资力度，重新划定与加强水务部门对污水回用等事务的管理权限，形成非常规水资源的高效开发与统筹管理的新局面。至于水权转让带来的灌区水管理部门持续亏损的问题，不仅可以从加大财政补贴力度和调整农业水价改革的角度出发，寻求这一问题的妥善解决；也可以考虑将农户和水管理部门的利益加以“捆绑”，加强、推广农民用水协会的建设，以之辅助基层的水管理工作。放长远来看，合理利用市场机制，建立市级水权交易平台，促进水资源在各行业间合理有偿地流动，将有效避免此类水权闲置、水资源浪费、水务管理困难现象的出现。

## 3.4 WEF 综合管理与生态文明建设时期的新形势

### 3.4.1 水、能源、粮食协同管理现状与主要问题

报告简单梳理了当前鄂尔多斯市水资源、能源、粮食相关的部分管理事务及主要负责部门，如图 3-1 所示。总体看来，地区 WEF 管理活动集中在水务局、农牧业局、煤炭局、发改委和环保局五个部门，各部门分工较为详细、具体。但到特定事项中（节水治污、能源开发、粮食调控及生态保护等），现阶段的管理体系依然存在职能交叉、多头管理等弊端，阻碍各类政策、规划、方案的正常实施，鄂尔多斯的资源、环境综合管理能力和部门协调能力仍需进一步加强。

其中，涉水事务综合管理能力薄弱是最显著的问题。鄂尔多斯市水务局有指导并组织实施全市水污染防治和节约用水工作的职能，但实际管理却主要是工业生产活动。农业生产、城市生活的减排、治污、推广节水技术及设施等工作分属农牧业、城建等部门的权限，并且部分的监督、核查事务又由环保局、国土资源局落实。多头管理、各自为政等现象，使得涉水政策难以顺利实施，水资源高效利用的目标也难以达成，间接地加剧了地区缺水、水污染的问题。再者，在煤炭产业管理中，鄂尔多斯市煤炭局有拟定全市煤炭产业政策、促进煤炭产业结构调整、规划煤炭工业节能减排等重要职能，但其实际管理范围却只在"采选煤"、"煤化工"等行业，而煤电项目的规划、计划、政策及其实施则为鄂尔多斯市发展和改革委员会（下设电力科）的职责，这一情况也为当前全市煤炭产业链的综合管理和整体调度（如去产能方案的实施）带来了一定的困难。另外，尽管鄂尔多斯市发改委已设有专门的协调部门（如资源节约和环境保护科、产业协调科等），负责研究和协调解决不同部门或产业间的重大问题，但其职能更侧重于参与相关规划的编制以及组织拟订综合性的建议，而实际的政策协调机制不够完善，解决跨部门间冲突的能力也比较薄弱。

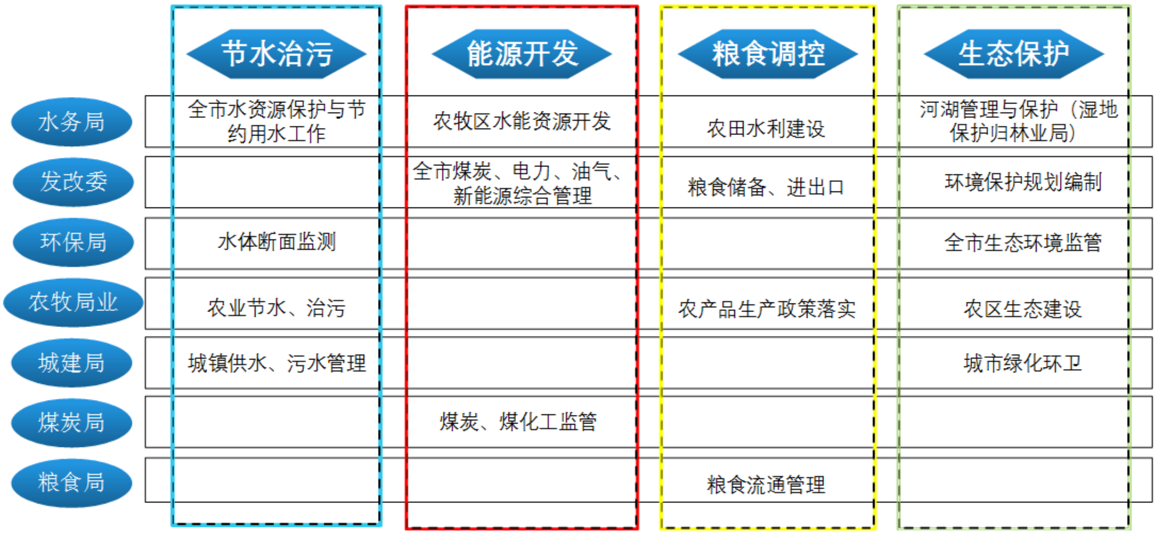



**图 3-1　重点资源、环境事务的权责分布示意**

### 3.4.2 生态文明建设新形势下的 WEF 综合管理途径

在我们的实际分析中，水资源是 WEF 体系的核心和焦点，但综合的、协调的政策却很难由水管理部门抑或其他两个部门单独制定与实施。目前我国尚缺少多部门协商合作的经验，并且从国外尝试来看该进程也十分缓慢和困难，因此短时期内直接对 WEF 综合管理的条件还不成熟。根据前文的描述，鄂尔多斯的水资源、能源、粮食发展伴随着一系列的生态影响，生态保护手段转而又会显著地改变地区资源的管理、调控方式，从而也为在生态环境保护视角下统筹解决资源部门的关键问题提供了契机。现阶段，我国各地的“生态文明建设方案”已经在探索经济社会发展规划、城乡规划、土地利用规划和生态环境保护规划等的“多规合一”，主要任务中的构建合理的农牧业布局、发展现代农牧业、调整优化产业结构、合理开发利用水资源、完善资源产权管理、推动绿色低碳发展等内容都与 WEF 整体效益的提升密切相关。因此，进一步强调生态文明建设的地位，统筹、细化相关的资源环境政策措施，对带动 WEF 综合管理的尝试、推进和最终实现都大有裨益。

具体到地区层面，鄂尔多斯市在生态文明先行示范区建设过程中，对资源开发与经济社会发展、生态环境保护的平衡与协调机制已有一定程度的研究，但更多地停留在规划、布局层面上。下一阶段工作中，应重点加强资源（主要是水资源、能源和粮食）与环境类各项指标的统计能力建设，并通过完善生态文明考核

制度进一步评估、检测各类生态建设工程与资源开发保护的实际协同情况，为建立能体现地方生态文明要求的资源综合管理方式提供现实可行的手段。同时，也应加快建立与其它生态文明先行示范地区间的交流互助机制，共享先进地区经验，有效提高 WEF 协同管理制度创新及先行先试的风险控制和纠偏能力。

再细化至部门层面，针对目前鄂尔多斯市资源、环境管理体制中出现的同一产业多部门管理、跨部门联系不够紧密、综合性政策实施困难等问题，我们建议适当扩大相应资源管理部门的权限，增强发改委下属协调机构的统筹组织和监督管理能力。进一步加大水务局对农牧业、城市生活领域水资源节约、水污染防治工作的监管力度，保障涉水政策、规划的正常实施；加强能源管理部门（煤炭局、发改委等）的日常协作，更高效地统筹、指导全市能源产业链（尤其是煤炭产业链）的开发调度和运行调节；进一步丰富资源节约和环境保护科、产业协调科等机构的职能，依托机构自身优势开展鄂尔多斯市水-能源-粮食协同发展问题的相关研究，促进相关管理部门共享信息、彼此沟通。

## 4、主要结论

（1）“水—能源—粮食纽带关系”的实质是资源协同管理，未来 WEF 综合管理模式应兼顾资源优化配置、部门协同和人本管理三个方面

“WEF 纽带关系”实质上是水资源综合管理理念在水、能源、粮食危机背景下的延伸和拓展，要求利用水、能源、粮食三个部门的密切联系和相互作用，建立资源综合管理系统，破解当前的资源困境，最终实现可持续发展。

当下国际前沿的 WEF 综合管理实现思路可以归纳为三点。一是系统学框架下的协同管理，即通过利益相关者的对话，共享信息、构建情景，制定协调、可持续的资源利用和管理方案，使 WEF 系统产生协同效应。二是经济学视角下的资源优化配置，即依照经济学、运筹学方法设计跨部门的资源优化配置方案，通过对比分析找到现实方案中的不合理之处，为进一步的 WEF 管理体制改革提供依据。三是人本管理思想下的人权优先理念，即以保障人权、促进人的全面发展为 WEF 综合管理活动的核心和前提，保障各类部门、社会群体资源配置的公平性，从而促进资源问题的最终解决。这三种思路实际上是 WEF 管理的核心问题在不同视角下的不同反映，也是未来 WEF 综合管理模式应当具备的三大特征。

（2）鄂尔多斯境内水资源匮乏，水、能源、粮食资源要素空间分布不匹配，能源产业用水的快速增长加剧了行业间的用水冲突

鄂尔多斯市水资源严重短缺，是地区水—能源—粮食资源管理中最主要的问题。由于鄂尔多斯水资源承载力不足（已超载），区域内正常生产、生活用水受到干扰，亟需从区外转入水权以缓解水资源压力。近期，鄂尔多斯已经实施了跨盟市水权转换、“拦沙换水”等工程项目，为黄河沿岸新增能源开发项目的用水提供了较为可靠的保障。但单纯从水资源可利用量的角度衡量，当前鄂尔多斯仍需新增 3.8 亿 $m^3$的用水指标以维持经济社会的正常发展，节流和开源任务依然十分艰巨。

从 WEF 资源要素的空间配置来看，目前鄂尔多斯市部分地区存在严重的资源匹配压力。综合能源产业、粮食生产分布与水资源的匹配情况，能、粮生产造成的水资源压力在鄂尔多斯境内呈明显的东西分化——东部的准格尔旗、东胜区、达拉特旗和伊金霍洛旗 4 旗（区）资源匹配压力较大，而西部杭锦旗、鄂托克旗、

鄂托克前旗和乌审旗等 4 旗的资源匹配压力则相对较小。考虑到目前鄂尔多斯市整体的水资源压力，东部区域（尤其是准格尔旗）未来的能源、农业的水资源安全保障问题将更加突出。

从行业用水情况来看，农业、工业部门为鄂尔多斯用水的主体，而能源产业又是地区工业的主导。现阶段，缺水已明显制约了区域能源产业的发展，能源取水的增多也引发了尖锐的“能-粮争水”现象。根据我们的预测成果，2015-2020 年，鄂尔多斯市能源产业需水量将增长约 2.3 亿 $m^3$，增长率高达 110%；2020-2035 年能源产业需水将在 2020 年基础上进一步增长 45%~120%（2.0~5.4 亿 $m^3$）。考虑到地区节水空间的趋于饱和、未来新增供水难度的增大以及居民生活用水、生态用水的刚性增长，能源争水问题也将随着用水指标的重配而影响到更多部门，并造成更大范围的利益纠纷。

（3）鄂尔多斯市的水、能源、粮食政策存在目标论证不充分、实际效果不显著、手段较单一等问题。产业发展的地区规划未能与国家规划有效衔接，也未统筹考虑水资源供应问题

鄂尔多斯市现阶段的水、能源、粮食的有关政策较好的把握了宏观层面的政策形势，也关注并应对了地区发展中的关键问题，各项政策措施正在逐步完善和得到加强。但仍存在部分问题需要重点关注和解决。首先，在资源政策目标体系层面，某些政策存在目标因果关系不明确、论证不充分、上下级目标不衔接等问题。市内及跨盟市的用水指标置换政策往往只注重用水量本身，而未统筹考虑其实际生产效益及后续的生态影响。市内两期水权转换平均转让价格高达 17 元/$m^3$，为取得用水指标的企业增加了大量的成本负担，加之废水排量的限制、污水再利用的要求，造成目前大量用水指标闲置的现象。受煤炭供需变化、煤炭价格浮动的影响，近期地区煤炭产业的走向在“去产能”与“释放产能”间不断变化，显示了地区煤炭去产能方案目标论证不充分、缺乏稳定性，煤炭调控部门未统筹做好去产能与保供应的安排。在煤化工领域，地区制定的煤化工（尤其是煤制气）产能目标不尽合理，不仅没能与国家规划相衔接，也未统筹考虑煤炭深加工项目的水资源保障，不利于未来煤化工建设工作的正常开展。农业供给侧改革方面，市内各旗（区）均有制定削减玉米种植的计划，但仅少数旗区的调整目标之和便超出了全市规定的总量，表明旗区规划目标与全市目标缺乏一致性。

其次，在实施效果和实施手段的层面，当前地区的有关政策措施存在实际效果不显著、手段较单一等问题。水资源方面，近期的非常规水资源利用政策实际效果并不明显。城镇的污水回收、回用工程设施仍不完善，矿井疏干水利用率低，专项资金被挤占且尚未形成统筹管理的机制，相关鼓励推动措施也不配套，与规划中对新增非常规用水量的预期（2020 年新增约 3.5 亿 $m^3$）差距过大。能源方面，当前的煤制油（气）项目基本未得到政府财政支持，只是依靠贷款和企业自身补贴，生产出的油气产品也无市场消纳，致使地区新型煤化工发展速度、规模远低于预期。在粮食生产方面，地区的农业供给侧改革方案仅仅重视种植结构的调整结果，对后续配套设施（如物流、储藏）的建设关注不足，使得达拉特旗等粮食主产旗（区）未形成相对稳定的上下游产业链条和销售网络，抵御市场风险能力较弱，从而影响了区域粮、经、草比例调整目标（5 : 3 : 2）的按期完成。

（4）地区水、能源、粮食部门综合管理能力、协调能力也亟待加强

从管理部门间的关系来看，资源、环境管理体制中出现了同一产业多部门管理、跨部门联系不够紧密、综合性政策实施困难等问题。最显著的是目前鄂尔多斯市水资源管理中责、权、利不明确的问题，名义上全市水资源开发利用和节约保护工作由鄂尔多斯市水务局负责，但实际却分属水务、矿产、农业、城建等多个部门。在具体的水资源管理活动中，相关部门各自为政且缺少交流协作，造成实际工作中冲突频发，影响了规划、政策中目标的实现。类似的情况同样出现在能源部门，当前鄂尔多斯市发改委与煤炭局对煤炭产业的“分割管理”，也为未来区域内能源产业的整体调度带来了一定的难度。

针对上述政策、管理问题，报告建议：（1）鄂尔多斯市在制定水、能源、粮食发展政策时，要充分把握宏观层面的政策走向，综合考虑各部门的实际生产效益和关键影响因素，做到上下级规划论证充分、有效衔接，对不合理的政策目标要及时调整；（2）补充、调整有关政策方案的配套措施，如完善工业用水监测系统和水资源费征收机制，继续探索水权转换和水权交易，建设与农业结构调整相适应的农产品产后处理和储运体系等；（3）进一步加强鄂尔多斯市水务局对农牧业、城市生活领域水资源节约、水污染防治工作的监管力度，加强发改委下属的资源节约和环境保护科、产业协调科等机构的部门协调工作力度，督促相关资源管理部门的信息共享、沟通合作。

（5）鄂尔多斯市 WEF 综合管理与生态保护关系密切，生态文明先行示范区建设对未来区域内水、能源、粮食问题的同步解决有重要意义

鄂尔多斯境内水、能源和农业等部门的发展建设，带来了一系列的生态问题。地表、地下水的超采，造成境内河流断流、湖泊沼泽面积减少，产生了严重的地下水降落漏斗；露天采矿、农牧业生产活动的增多，破坏了植被和松动沙土层，加剧了土地沙漠化、水土流失等问题；能源工业废水、废气的排放，农业面源污染的增加，则造成全市空气质量下降，河湖水环境持续恶化。在解决此类生态问题的过程中，地区原有的水、能源、农业发展形势及其相互作用关系将有所改变。例如，能源清洁化生产的要求将同时影响到能源产出结构和行业用水效率。又如，新增的河流湖泊生态补水将加大地区水资源压力，而为减少土地盐碱化而推行的先进灌溉方式却会通过促进农业节水缓和这一压力。诸如此类的生态保护措施既对原有资源管理模式提出了挑战，也为在生态环境保护视角下统筹解决资源部门的关键问题提供了契机。

目前，鄂尔多斯市在生态文明先行示范区建设过程中，对资源开发与经济社会发展、生态环境保护的平衡与协调机制已有一定程度的认识。但主要工作更多地停留在规划、布局层面上，在具体实施层面缺乏多种资源要素的统一调度机制，检测实际效果时又没有完善的考核、评价体系。因此，在下一阶段生态文明先行示范区建设中，应推进资源、环境类各项指标的统计工作，据此进一步评估、检测生态建设工程中各类资源开发保护的实际协同情况，从而尽快寻找到适宜本地区实际生态情况的资源协同管理措施。

（6）能源密集型地区应借鉴鄂尔多斯市的经验与教训，有效提高风险控制和纠偏能力，探索适合本地的资源综合开发管理模式

鄂尔多斯市是我国典型的能源密集型城市，通过开展资源型经济创新发展综合改革、跨区域水权转让试点工程、清洁能源输出基地建设等先行示范工作，取得了丰富的水资源、能源及粮食开发利用成果，同时也暴露出一些管理工作的问题与难点，此类经验教训应当为国内能源密集型城市或地区重点学习和关注。

我国北方地区具有“富煤贫水”的资源分布格局，国务院《能源发展战略行动计划 (2014-2020 年)》确定将重点建设的 14 个大型煤炭基地中，除蒙东、云

贵和两淮基地外，其余都存在不同程度的缺水问题。为了应对能源与水资源逆向分布的发展矛盾，参考鄂尔多斯市的有关经验，能源密集型城市应预先考虑能源产业扩张中的水资源安全保障问题，评估区域内水资源所能承载的产业发展规模，制定科学合理的产业发展规划。为了有效提高能源行业风险控制和纠偏能力，报告还建议能源密集型地区在能源开发管理的过程中充分把握国际国内能源市场的发展趋势及宏观政策的转变方向，调整、细化能源产业的发展目标，引入、更新节能减排的先进技术手段；关注能源部门的实际生产效益、环境污染情况，配套合理的能源上下游产业链建设和生态保护修复工程，避免出现产能过剩、环境恶化等问题；加强区域内能源行业的统一调度能力，建立健全包括能源部门在内的跨地区、多部门交流沟通、信息共享机制。此外，还应关注主要用水部门（尤其是农业部门)的节水潜力、非常规水源的开发潜力，积极探索论证跨地区调水、水权转让等区域外“开源”措施的可行性， 以保证未来能源产业发展的水资源供应。

# 参考文献


[1] Lawford, R., Bogardi, J. et al. Basin perspectives on the Water-Energy-Food security nexus. Current Opinion in Environmental Sustainability, 2013, 5: 607–616.

[2] Bazilian, M., Rogner, H. et al. Considering the energy, water and food nexus: Towards an integrated modeling approach. Energy Policy, 2011, 39:7896–7906.

[3] The Great Water Grab How the Coal Industry is Deepening the Global Water Crisis，http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Climate-Reports/The-Great-Water-Grab/

[4] Xiaozhi Xiang, Jesper Svensson & Shaofeng Jia. Will the energy industry drain the water used for agricultural irrigation in the Yellow River basin? [J]. International Journal of Water Resources Development, 2016, 1360-0648 (Online) Journal homepage: http://www.tandfonline.com/loi/cijw20

[5] Nadhir Al-Ansari, N. Alibrahiem et al. Water Demand Management in Jordan[J]. Engineering, 2014, 19-26.

[6] Kattelus M, Rahaman MM, Varis O. Myanmar under reform: Emerging pressures on water, energy and food security. Natural Resources Forum, 2014, 38(2): 85-98.

[7] 马延琛,吴兆雪．中国新能源安全观与实现全球能源安全[J]．东北亚论坛,2007,04:18-22.

[8] 项潇智,贾绍凤．中国能源产业的现状需水估算与趋势分析[J]．自然资源学报,2016,01:114-123.

[9] 黄晓伟．基于自组织理论的供应链资源协同研究[D].哈尔滨工业大学,2010.

[10] 田顺花．水资源的有效规划将结合能源、粮食采取三位一体的思考方式[J]．经济研究导刊,2013,07:61-62.

[11] 童国庆．高效灌溉开启约旦现代农业发展[N]．中国水利报,2013-04-18008.

[12] 李婧．巴西耕地资源空间分异特征研究[D].东北农业大学,2015.

[13] 唐鹏琪．印度古吉拉特邦发展模式的启示[J]．南亚研究季刊,2014,03:45-51+5.

[14] 宗刚,田慧．印度农业地下水灌溉用电电价研究[J]．中国物价,2010,04:40-42+39

[15] 康永兴．埃塞俄比亚农业发展问题分析及建议[J]．世界农业,2013,03:110-113.

[16] 范斯滕贝亨,钱卓洲．埃塞俄比亚引洪灌溉的开发与潜力[J]．水利水电快报,2012,06:22-27.

[17] 张东晓,杨婷云．美国页岩气水力压裂开发对环境的影响[J]．石油勘探与开发,2015,06:801-807.

[18] 冯连勇,邢彦姣,王建良,姜鑫民,翟圣佳．美国页岩气开发中的环境与监管问题及其启示[J].天然气工业,2012,09:102-105+138.

[19] 电力短缺制约缅甸发展[A]．《电站信息》2012 年第 7 期[C].2012:1.

[20] 钱树静,侯敏．缅甸农业政策及粮食安全问题的演变[J]．东南亚研究,2013,03:24-30.

[21] 《国家应对气候变化规划（2014-2020 年）》，http://www.sdpc.gov.cn/gzdt/201411/W020141104591413713551.pdf

[22] DB15/T 385—2015，行业用水定额标准[S].2015.

[23] 内蒙古自治区水利水电勘测设计院，《鄂尔多斯市水资源可持续利用规划》，2013.

[24] 鄂尔多斯市国家发展和改革委员会，鄂尔多斯市国家发展和改革委员会资源型经济创新发展综合改革试点三年实施计划（2015-2017 年），2015.

[25] 鄂尔多斯市统计局，国家统计局鄂尔多斯调查队.鄂尔多斯市 2015 年国民经济和社会发展统计公报，2016.

[26] 内蒙古自治区税利水电勘测设计院，鄂尔多斯市“十三五”时期水资源利用规划，2015.
[27] 2016 年鄂尔多斯市政府工作报告，鄂尔多斯日报，http://ordos.people.com.cn/n1/2016/0127/c175649-28087476.html
[28] 鄂尔多斯水务局，鄂尔多斯市 2015 水资源公报，2015.
[29] 贾绍凤,周长青,燕华云,周宏飞,汤奇成,张捷斌. 西北地区水资源可利用量与承载能力估算[J]. 水科学进展,2004,(06):801-807.
[30] 王颖,邵磊,周孝德,杨方廷. 山西省水资源系统压力综合评价[J]. 水力发电学报,2011,(06):189-198.
[31] 杨军,吴蔚,丛建辉,张波. 煤炭开采与水资源利用保护的耦合关系研究——基于中国 10 个煤炭资源丰裕省份的分析[J]. 生态经济,2016,(02):156-159+164.
[32] 姜秋香,付强,王子龙,姜宁. 三江平原水土资源空间匹配格局[J]. 自然资源学报,2011,(02):270-277.
[33] 《鄂尔多斯市人民政府办公厅关于成立拦沙换水试点探索工程领导小组的通知》，鄂府办发〔2016〕70 号，http://xxgk.ordos.gov.cn/information/ordos_xxw48/msg10204243471.html
[34] 《鄂尔多斯市人民政府关于下达最严格水资源管理制度控制目标任务的通知》，鄂府发〔2014〕36 号，http://xxgk.ordos.gov.cn/information/ordos_xxw45/msg10204225779.html
[35] 《鄂尔多斯市人民政府关于印发化解煤炭过剩产能工作方案的通知》，鄂府发〔2016〕64 号，http://xxgk.ordos.gov.cn/information/ordos_xxw48/msg10204241157.html
[36] 《<鄂尔多斯市清洁能源输出基地发展规划>出台并实施》，http://www.ordos.gov.cn/dtxx/jrordos/201312/t20131225_1035753.html
[37] 《鄂尔多斯市农牧业局关于印发 2016 年全市农牧业产业发展及产业结构调整服务工作方案的通知》，鄂农牧发〔2016〕13 号，http://xxgk.ordos.gov.cn/information/ordos_xxw48/msg10204242696.html
[38] 《北京市发展和改革委员会 内蒙古自治区发展和改革委员会 呼和浩特市人民政府 鄂尔多斯市人民政府 关于合作开展京蒙跨区域碳排放权交易有关事项的通知》，京发改[2016]395 号，http://www.bjpc.gov.cn/zwxx/tztg/201603/t10058058.htm
[39] 刘争胜,杨立彬. 基于粮食安全的黄河流域可新增耕地资源分析[J]. 中国农村水利水电,2015,12:75-77.
[40] 魏丹. 我国粮食生产资源要素优化配置研究[D].华中农业大学,2011.
[41] 张会敏，黄福贵．黄河干流灌区节水潜力及水权转换理论探索[M]．郑州：黄河水利出版社，2009．
[42] 顾大钊等．能源“金三角”煤炭开发水资源保护与利用：2 亿吨级神东矿区水资源保护与利用技术探讨和工程实践[M]．北京：科学出版社，2012．
[43] 王东,张巧梅,张俊兰. 鄂尔多斯市南岸灌区水权转换[J]. 内蒙古水利,2014,06:30-31.
[44] 贾庆丰,初幸福,姚章村. 农业真实节水技术研究[J]. 黑龙江水专学报,2009,04:31-35.

# 附录一：2020 年鄂尔多斯各产业发展变化情况及新增需水估算

| 指 标 | | 增量 | 单位 | 需水定额 | 单位 | 需水增量(万 m³) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 生活 | 城镇人口 | 35.29 | 万人 | 95 | L/(p*d) | 1223.68 |
| | 农村人口 | -26.34 | 万人 | 54 | L/(p*d) | -519.16 |
| 生产 | 水田 | 0 | 万亩 | 463 | m³/亩 | 0 |
| | 水浇地 | 11.01 | 万亩 | 220.5 | m³/亩 | 2427.71 |
| | 菜田 | 33.99 | 万亩 | 206 | m³/亩 | 7001.94 |
| | 林草灌溉 | 35.34 | 万亩 | 90 | m³/亩 | 3180.60 |
| | 鱼塘 | 0 | 万亩 | 500 | m³/亩 | 0 |
| | 牲畜头数 | 147.81 | 万头 | 3.75 | m³/头 | 554.42 |
| | 高用水工业 | 215912.08 | 万元 | 30 | m³/万元 | 647.74 |
| | 一般工业 | 12400676.9 | 万元 | 24 | m³/万元 | 29761.62 |
| | 火电 | 640 | 亿 kW•h | 1.49 | m³/(MW•h) | 9536 |
| | 建筑业 | 1494475.01 | 万元 | 3 | m³/万元 | 448.34 |
| | 第三产业 | 17164130.99 | 万元 | 2 | m³/万元 | 3432.83 |
| 生态 | 绿化 | 1274.68 | $hm^2$ | 4 | L/(m³•d) | 1861.03 |
| | 河湖 | 105 | $hm^2$ | 4950 | $m^3/hm^2$ | 51.98 |
| | 环境卫生 | 1914.86 | $hm^2$ | 3 | L/(m³•d) | 2096.77 |
| | 红碱淖 | — | — | — | — | 3140 |
| 总计 | | | | | | 64845.49 |

## 附录二：天然气及主要可再生能源产业用水定额情况

| 产 品 | 天然气 | 页岩气 | 水力发电 | 风力发电 | 太阳能发电 | 生物质能发电 | 甜高粱种植 | 生物液体燃料生产 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 用水定额 | 2.00 | 3.00 | — | — | 0.02 | 2.10 | 1.05 | 20.00 |
| 单位 | $m^3/10^3m^3$ | $m^3/10^3m^3$ | $m^3/MWh$ | $m^3/MWh$ | $m^3/MWh$ | $m^3/MWh$ | $m^3/10^3hm^2$ | $m^3/t$ |

注：数据参考《中国能源产业的现状需水估算与趋势分析》

## 附录三：内蒙古自治区火力发电行业用水定额标准

| 类 别 | 机组冷却方式 | 50MW 以下 | 300MW 以下 | 300MW 及以上 | 600MW 及以上 |
|---|---|---|---|---|---|
| 发电量（定额单位：$m^3/MW \cdot h$） | 循环冷却 | 4.32 | 2.45 | 2.21 | 2.04 |
| | 直流冷却 | 1.44 | 0.75 | 0.41 | 0.38 |
| | 空 冷 | 1.44 | 0.58 | 0.41 | 0.38 |
| 装机容量（定额单位：$m^3/s \cdot GW$） | 循环冷却 | 1.20 | 0.67 | 0.63 | 0.62 |
| | 直流冷却 | 0.40 | 0.18 | 0.11 | 0.10 |
| | 空 冷 | 0.40 | 0.15 | 0.11 | 0.10 |

注：数据参考《DB15/ T 385—2015 行业用水定额》

## 附录四：中国煤化工示范项目水耗、煤耗指标

| 产 品 | 煤制气 | | | 煤制油 | | | 烯烃 | | | 乙二醇 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 现状值 | 基准值 | 先进值 | 现状值 | 基准值 | 先进值 | 现状值 | 基准值 | 先进值 | 现状值 | 基准值 | 先进值 |
| **单位产品新鲜水耗，$m^3/t$（$m^3/10^3m^3$）** | 8.4 | ≤6 | ≤5.5 | 7~13 | ≤7.5 | ≤6 | 24~32 | ≤16 | — | 25 | ≤10 | — |
| **单位产品原料煤耗，tce/t（$t/10^3m^3$）** | — | ≤1.6 | ≤2 | — | ≤3.5 | ≤2.8 | — | 5 | — | — | 4 | — |

注：基准值、先进值指标参考《煤炭深加工产业示范“十三五”规划》、《现代煤化工产业创新发展布局方案》等文件，是报告研究“十三五时期”鄂尔多斯煤化工项目水耗、煤耗量的预测依据。

## 附录五：鄂尔多斯市 2015 年煤化工企业用水情况调查表

| 序号 | 一般工业企业名称 | 县级行政区 | 所在水资源二级区名称 | 所属行业大类名称 | 用水量（万 $m^3$） | | | | | | 用水计量情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 河湖库水 | 地下水 | 自来水 | 再生水 | 其他淡水 | 合 计 | |
| 1 | 内蒙古恒坤化工有限公司 | 鄂托克前旗 | 内流区（二级） | 煤化工 | | | 138.00 | | | 138.00 | 有 |
| 2 | 内蒙利民煤焦有限责任公司 | 鄂托克旗 | 兰州—河口镇 | 煤焦化 | | | 70.14 | | 38.17 | 108.31 | 有 |
| 3 | 神华蒙西煤化股份有限司 | 鄂托克旗 | 兰州—河口镇 | 煤焦化 | | 32.39 | 68.48 | | | 100.87 | 有 |
| 4 | 内蒙古双欣环保材料股份有限公司 | 鄂托克旗 | 兰州—河口镇 | 煤化工 | | 11.80 | 310.00 | | | 321.80 | 有 |
| 5 | 鄂托克旗红缨煤焦化有限责任公司 | 鄂托克旗 | 兰州—河口镇 | 煤焦化 | | 60.24 | | 5.47 | 20.00 | 85.71 | 有 |
| 6 | 鄂尔多斯冶金股份公司联化项目 | 鄂托克旗 | 兰州—河口镇 | 煤化工 | | 16.06 | 786.00 | | 33.00 | 835.06 | 有 |

注：数据参考《鄂尔多斯市水资源公报》。

# 续附录五：鄂尔多斯市 2015 年煤化工企业用水情况调查表

| 序号 | 一般工业企业名称 | 县级行政区 | 所在水资源二级区名称 | 所属行业大类名称 | 用水量（万 $m^3$） | | | | | | 用水计量情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 河湖库水 | 地下水 | 自来水 | 再生水 | 其他淡水 | 合 计 | |
| 7 | 鄂尔多斯君正能源化工有限责任公司 | 鄂托克旗 | 兰州—河口镇 | 煤化工 | | | 299.00 | | | 299.00 | 有 |
| 8 | 鄂托克旗建元煤焦化有限责任公司 | 鄂托克旗 | 兰州—河口镇 | 煤焦化 | | 19.22 | 97.97 | | 9.26 | 126.45 | 有 |
| 9 | 新能能源有限公司 | 达拉特旗 | 兰州—河口镇 | 煤化工 | | 10.87 | 421.78 | | | 432.65 | 有 |
| 10 | 内蒙古伊泽矿业投资有限公司 | 达拉特旗 | 兰州—河口镇 | 煤化工 | | 17.85 | 405.11 | | | 422.96 | 有 |
| 11 | 鄂尔多斯市亿鼎生态农业开发有限公司 | 杭锦旗 | 兰州—河口镇 | 煤化工 | | | 110.00 | | | 110.00 | 有 |
| 12 | 鄂尔多斯市新杭能源有限公司 | 杭锦旗 | 兰州—河口镇 | 煤化工 | | | 50 | | | 50.00 | 有 |
| 13 | 鄂尔多斯市国泰化工有限责任公司 | 杭锦旗 | 兰州—河口镇 | 煤化工 | | | 105 | | | 105.00 | 有 |
| 14 | 内蒙古伊泰煤制油有限责任公司 | 准格尔旗 | 河口镇—至龙门 | 煤化工 | | | 340.39 | | | 340.39 | 有 |
| 15 | 久泰能源内蒙古有限公司 | 准格尔旗 | 河口镇—至龙门 | 煤化工 | | | 416.78 | | | 416.78 | 有 |
| 16 | 内蒙古三维煤化科技有限公司 | 准格尔旗 | 河口镇—至龙门 | 煤化工 | | | 298.61 | | | 298.61 | 有 |
| 17 | 内蒙古天润化肥股份有限公司 | 准格尔旗 | 河口镇—至龙门 | 煤化工 | | | 79.15 | | | 79.15 | 有 |
| 18 | 内蒙古东华能源有限责任公司 | 准格尔旗 | 河口镇—至龙门 | 煤化工 | | | 395.04 | | | 395.04 | 有 |
| 19 | 国电内蒙古晶阳能源有限公司 | 准格尔旗 | 河口镇—至龙门 | 煤化工 | | | 219.73 | | | 219.73 | 有 |
| 20 | 伊东集团东方能源化工有限责任公司 | 准格尔旗 | 河口镇—至龙门 | 煤化工 | | | 55.98 | | | 55.98 | 有 |
| 21 | 伊东九鼎化工 | 准格尔旗 | 河口镇—至龙门 | 煤化工 | | | 85.76 | | | 85.76 | 有 |
| 22 | 中国神华煤直接液化项目 | 伊金霍洛旗 | 河口镇—至龙门 | 煤化工 | | 512.30 | 170.29 | | | 682.59 | 有 |
| 23 | 内蒙古汇能煤化工有限公司煤制天然气项目 | 伊金霍洛旗 | 河口镇—至龙门 | 煤化工 | 116.88 | | | | | 116.88 | 有 |

注：数据参考《鄂尔多斯市水资源公报》。

## 附录六：2011-2015 年鄂尔多斯市各旗（区）平均能源产量

| 行政区划 | 东胜区 | 达拉特旗 | 准格尔旗 | 鄂托克前旗 | 鄂托克旗 | 杭锦旗 | 乌审旗 | 伊金霍洛旗 | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 原煤产量（亿 t） | 0.9 | 0.5 | 2.6 | — | 0.3 | — | — | 1.9 | 6.2 |
| 煤电发电量（亿 KW•h） | 46.7 | 201.1 | 176.5 | — | 139.2 | 1.8 | 1.1 | 81.5 | 647.9 |

注：数据参考《鄂尔多斯市国民经济和社会发展统计公报》。

## 附录七：2011-2015 年鄂尔多斯市各旗（区）平均粮食产量

单位：万 t

| 行政区划 | 东胜区 | 达拉特旗 | 准格尔旗 | 鄂托克前旗 | 鄂托克旗 | 杭锦旗 | 乌审旗 | 伊金霍洛旗 | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 粮食总产量 | 0.9 | 58.6 | 8.5 | 10.8 | 13.1 | 37.9 | 12.5 | 9.2 | 151.5 |
| 占比 | 0.6% | 38.7% | 5.6% | 7.1% | 8.6% | 25.0% | 8.3% | 6.1% | 100% |

注：数据参考《鄂尔多斯市国民经济和社会发展统计公报》。