窟野河流域煤水矛盾研究

GREENPEACE
绿色和平

绿色和平编写的《窟野河流域煤水矛盾研究》报告，保持了其一贯的客观性，并凸显了其国际领先的专业性。该报告逻辑清晰、数据分析细致且结论合理到位。可以看出，在基于有限的公开数据的基础上，这份报告全面、严谨地分析了该流域当前和 2020 年的用水形势，绿色和平一定做了大量基础、扎实的工作。

从分析报告结果不难看出，煤炭工业在受到水资源制约的同时，也同样制约着水资源的开发及应用。如何在不破坏环境生态的前提下，合理且高效地利用水资源，是目前急需解决的问题。绿色和平的这本报告，对我们这方面的工作具有重要的借鉴意义。

——中国工程院院士、水文水资源专家 王浩

2015 年 12 月 21 日，陕西省榆林市神木县，窟野河近年来已经成为季节性河流。© 念山 / 绿色和平

摘要

我国是世界第一煤炭生产和消费大国，包括煤炭开采、洗选、燃煤发电以及煤化工在内，煤炭产业的整个生产和消费过程都高度耗水。但我国的煤炭资源和水资源多呈逆向分布特点。尤其在我国西北部的黄河流域，煤炭资源占全国煤炭储量的 50% 左右，但年径流量仅占全国的 2%，人均水量为全国平均的 23%。特别是黄河中游的“几”字湾地区，拥有国家重点建设的神东煤炭基地和陕北煤炭基地，但水资源却极度缺乏。位于该区域的黄河一级支流——窟野河，是“煤水矛盾”问题突出的典型流域。

窟野河流域是黄河中游重要的水量补给来源，但流域生态环境脆弱、极易水土流失且产生的洪水富含粗泥沙，是造成黄河下游河道严重淤积的主要来源之一。与此同时，窟野河流域煤炭资源极其丰富，位于我国探明煤炭储量最大的神府东胜煤田腹地。由于近年来煤炭开采、燃煤发电和煤化工相关煤炭产业的快速发展，窟野河流域的用水需求攀升，流域内水资源供需矛盾尖锐。根据《窟野河流域综合规划环境影响报告书 (简本)》，该流域基准年 (以 2010 年为现状水平年) 需水量为 23116 万 m^3，而供水量仅 15563 万 m^3，缺水量为 7553 万 m^3，缺水率高达 32.7%。水资源供需失衡的后果之一是窟野河流域天然径流量的锐减，其干流温家川断面近 10 年实测径流量比 1956~2000 年均值减少 73%，河道断流已成常态。除此之外，流域内水环境也污染严重，水质监测断面全年、非汛期基本为劣 V 类，水功能区达标率仅为 25%。

本研究根据公开渠道收集到的煤炭采选、燃煤发电和煤化工产业的现状及规划发展规模，经综合比较国家标准、行业标准、地方标准以及国家相关部委出台的政策规范后，选用相应的煤炭产业用水定额，估算了 2020 年窟野河流域煤炭产业的需水量。估算结果显示，若规划中的发展目标全部实现，到 2020 年窟野河流域煤炭产业总需水量将达到 19806 万 m^3，其中煤炭采选需水 13205 万 m^3，燃煤发电需水 2035 万 m^3，煤化工需水 4566 万 m^3。2020 年窟野河流域煤炭产业需水量已接近基准年全流域总需水量，且高于 2020 年流域本地水资源可供水总量 18845 万 m^3。再考虑因人口增加和生活水平提高而带来的生活用水量的刚性需求增长量、国民经济除煤炭业外的其他行业发展带来的用水量的增加等，窟野河流域仅靠本地可供水量完全无法满足未来需求，流域水资源和水环境将严重超

载。在此情况下，除了继续超采地下水和外流域调水，无其他途径获取清水资源。但窟野河流域基准年缺水率已经高达32.7%，部分平原区超采地下水已形成了大面积的地下水降落漏斗，未来进一步超采地下水不仅于国家最严格水资源管理制度相悖，也面临着巨大的生态环境风险。而且黄河本身水资源也已经严重超载，无多余水量可调。就此看来，窟野河流域煤水矛盾将进一步激化，煤炭产业与民生、农业和生态抢水问题将愈加突出。

研究还提出，煤矿开采是造成窟野河流域地表水资源锐减、河道断流的最主要原因。煤炭开采改变了窟野河流域“三水”(降水、地表水、地下水)之间的转化关系，直接破坏了地下水含水层结构，改变了地下水的储水条件和补给、径流、排泄条件，导致地下水位的大幅下降，形成严重的地下水降落漏斗，造成地面沉降、塌陷和地裂缝等地质灾害。煤炭开采还改变了窟野河流域的下垫面条件，加剧了水土流失进程和土地荒漠化，导致窟野河流域洪水富含粗泥沙，自然的水沙关系被破坏，对下游河道的淤积产生严重的影响。此外，煤炭采选、燃煤发电和煤化工产业排放的大量废污水，是窟野河流域最主要的污染源，严重威胁到流域经济社会和生态环境的可持续发展。

进一步扩大窟野河流域的煤炭产业规模将使当地的水资源问题更加严重，为实现窟野河流域的可持续发展，本研究建议：

1、坚持“量水发展，以水定煤”。加强水资源开发利用控制红线管理，严格控制窟野河流域和区域用水总量。严格限制超出区域水资源、水环境承载能力的煤炭开采、煤电和煤化工项目的发展。严格控制煤炭新增产能，加快淘汰煤炭落后产能，支持可再生能源的发展。

2、实施最严格水资源管理制度。强化鄂尔多斯煤电基地和陕北煤电基地开发规划水资源论证及建设项目水资源论证工作，将其作为窟野河流域经济发展规划及工业项目规划的先决条件。

3、严格执行窟野河流域水功能区限制纳污的红线管理要求，加大流域内污水治理与资金投入力度，有效减少污染物入河排放量，努力改善流域水环境。

4、加强矿坑排水和再生水等非常规水源利用。

目录

摘要 ····· 2

1. 前言 ····· 6

2. 窟野河流域水资源开发利用现状与煤炭业发展概况 ····· 9

2.1 流域概况与水资源开发利用现状 ····· 10

2.1.1 流域概况 ····· 10

2.1.2 流域供用水现状 ····· 11

2.2 水文水资源演变 ····· 12

2.3 经济社会发展现状 ····· 12

2.4 煤炭业发展概况 ····· 13

2.5 水资源开发利用中存在的问题 ····· 14

2.5.1 煤水矛盾严重，水资源供需矛盾尖锐 ····· 14

2.5.2 河流天然径流量锐减，河道断流已成常态 ····· 14

2.5.3 生态环境脆弱，水土流失加剧 ····· 15

2.5.4 水环境污染严重 ····· 15

3. 窟野河流域煤炭产业需水量测算 ····· 16

3.1 窟野河流域煤炭采选业需水量测算 ····· 17

3.1.1 煤炭采选业规模 ····· 17

3.1.2 煤炭采选业需水定额 ····· 18

3.1.3 煤炭采选业需水量测算 ····· 19

3.2 窟野河流域燃煤发电产业需水量测算 ····· 20

3.2.1 燃煤发电产业规模 ····· 20

3.2.2 燃煤发电产业需水定额 ····· 20

3.2.3 燃煤发电产业需水量测算 ····· 23

3.3 窟野河流域煤化工产业需水量测算 ····· 23
3.3.1 煤化工产业规模 ····· 23
3.3.2 煤化工产业需水定额 ····· 23
3.3.3 煤化工产业需水量测算 ····· 24
3.4 窟野河流域煤炭产业总需水量 ····· 24
4. 窟野河流域供需水分析 ····· 25
4.1 可供水量预测 ····· 26
4.2 水资源供需水分析 ····· 26
5. 煤炭产业发展对水资源及水生态环境的影响分析 ····· 27
5.1 对地表水资源的影响 ····· 28
5.2 对地下水资源的影响 ····· 28
5.3 对水环境的影响 ····· 29
5.4 对水土保持和水沙关系的影响 ····· 30
6. 结论与建议 ····· 31
6.1 研究结论 ····· 32
6.2 建议 ····· 34
参考文献 ····· 36
附录一 窟野河流域煤矿统计数据及需水量计算 ····· 38
附录二 窟野河流域燃煤发电厂统计数据及需水量计算 ····· 38
附录三 窟野河流域煤化工项目统计数据及需水量计算 ····· 40

1 前言

2013 年 5 月 4 日 内蒙古鄂尔多斯，煤炭堆放在窟野河上游乌兰木伦段的河道上。© 邱波 / 绿色和平

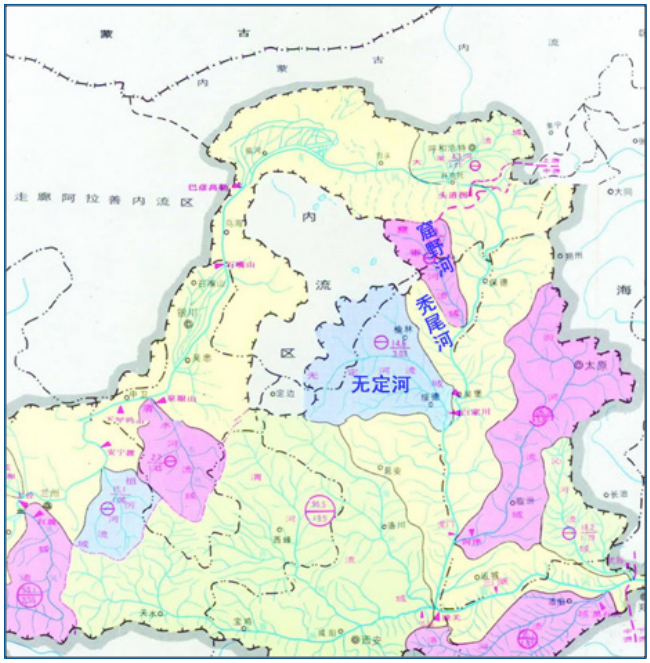
煤炭资源是世界上储量较大的能源之一，煤炭的开发和消耗处于其他能源的前列。我国煤炭储量居世界第三位，占世界煤炭总储量的 12.6%，但生产量却高达世界总量的近一半，是煤炭的生产大国。同时，我国也是煤炭消费大国，我国煤炭消费量占总能源消费量的 70%，远高于美国的 22% 和世界的平均水平 [1]。煤炭产业是对淡水资源需求量最大的产业之一。包括煤炭开采、洗选、燃煤发电和煤化工在内的煤炭生产消费全过程均与水资源紧密相关，水资源不仅是煤炭产业发展的支撑要素和基础性生态要素，也是其发展的重要制约因素。而在我国，煤炭资源和水资源呈逆向分布特点。煤炭资源储量西多东少、北富南贫，我国水资源分布却是南多北少。以昆仑山—秦岭—大别山一线为界，该线以北地区的煤炭资源占全国的 90.13%，以南地区只占 9.7%；该线以南水资源丰富，占全国水资源总量的 78.6%，以北水资源短缺，仅占 21.4% [2]。尤其是处于我国西北部的黄河流域，煤炭资源十分丰富，“已探明煤产地 (或井田) 685 处，保有储量约 5500 亿吨，占全国煤炭储量的 50% 左右”[3]，但水资源却相对缺乏，多年平均河川天然径流量 534.8 亿 m^3，年径流量仅占全国的 2%，人均水量为全国平均的 23% [3]。

特别是黄河中游的“几”字湾，在地理上是典型的生态脆弱区和黄河重要水源补给段，同时也是中国规划和开发中的大型煤炭基地所在地。这片区域已探明的煤炭资源占中国煤炭探明储量的四分之一。国家重点建设的十四个亿吨级大型煤炭基地中的两个也扎根于此

（神东亿吨级煤炭基地和陕北亿吨级煤炭基地）。“几”字湾地区多为干旱、半干旱地区，气候干燥，降水量低，普遍降雨量仅在 200-350mm 之间，蒸发量却高达 2000mm，水资源极度缺乏 [4]。

这片区域拥有三条黄河中游一级支流，由黄河上游至下游依次是窟野河、秃尾河和无定河（见图 1-1），均位于 “几”字湾处黄河的右岸，流域相邻。这三条支流有着非常相似的水文水资源条件：均处干旱半干旱区，降水稀少而蒸发量大，水资源贫乏；均处黄土高原侵蚀地区，极易水土流失，生态环境极其脆弱；河道径流尤其洪水均含沙量大、颗粒粗，是造成黄河下游河道严重淤积的主要原因之一。这三条河流也是黄河中游重要的水量补给来源。

图 1-1 窟野河、秃尾河和无定河水系位置图



窟野河、秃尾河和无定河流域范围内均蕴藏着丰富的煤炭资源，煤炭开采、燃煤发电和煤化工及相关产业发达，人类活动频繁。但由于区域内煤炭产业加速扩张，其与民生抢水、与农业抢水、与生态抢水情况愈演愈烈，致使流域内水资源供需矛盾尖锐，地下水超采严重，窟野河甚至出现了严重的河道断流现象，近年来已经成为一条季节性河流。除了煤炭业的急剧发展造成的水资源供需矛盾外，该流域的水生态环境也受到重大影响。煤炭开采直接破坏了地下水含水层结构，改变了地下水的储水条件和补给、径流、排泄条件，极大影响了流域地表水与地下水的补给转换关系。煤炭开采还改变了流域的下垫面条件，易引起土壤沙化和水土流失。另外，煤炭采选、煤电和煤化工产业排放的大量废污水，造成流域污染严重，严重威胁到流域经济社会和生态环境的可持续发展。

为此，本报告针对三条支流中“煤水矛盾”最为突出的窟野河流域开展典型研究，阐述煤炭产业的发展对窟野河流域水资源的严重影响，并针对这种影响提出相应的对策建议。

2016 年 1 月 22 日，陕西省榆林市的一家煤化工厂。© 念山 / 绿色和平

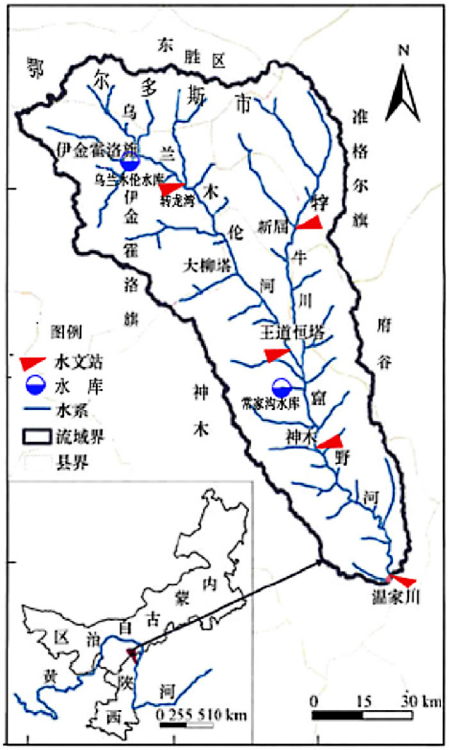
2 窟野河流域水资源开发利用现状与煤炭业发展概况

2.1 流域概况与水资源开发利用现状

2.1.1 流域概况

窟野河发源于内蒙古自治区鄂尔多斯市东胜区巴定沟，河流自西北流向东南，在流经鄂尔多斯市东胜区、康巴什新区、伊金霍洛旗、准格尔旗后，于神木县后石圪台进入陕西省境内，而后在神木县店塔镇房子塔处汇入最大支流特牛川，穿过神木县城区后，在神木县贺家川镇沙峁头村注入黄河。“支流特牛川与干流的交汇口以上为乌兰木伦河，交汇口以下称窟野河”[5]。窟野河流域总面积 8706 km^2，其中内蒙古自治区境内 4635 km^2，陕西省境内 4071 km^2；干流全长 242 km，其中内蒙古自治区境内 94 km，陕西省境内 148 km[6]。主要支流有乌兰木伦河、特牛川、考考乌素沟、常家沟、黄羊城沟、永兴沟、麻家塔沟、西沟、大路沟、解家堡沟、温家川等。窟野河流域水系图见图 2-1。

图 2-1 窟野河流域水系图



窟野河流域属北温带半干旱大陆性季风气候，1956~2000 年系列多年平均降水量为 368.2mm，年际变化大，年内分布不均，多以暴雨形式集中在 7~9 月份，暴雨历时短、强度大，暴雨降水量占全年降水量的 63%，产生的洪水具有陡涨陡落、洪峰尖瘦、峰高量小的特点 [6]。

窟野河流域位于黄土高原与毛乌素沙漠的过渡地带，是黄河流域土壤侵蚀最严重的地区。窟野河流域土质疏松，土壤沙化严重，植被稀疏、覆盖率低，水蚀与风蚀交替进行，极易发生水土流失，流域水土流失面积占全流域面积的 95%[6]。

窟野河流经黄河中游多沙粗沙区，其中属于黄河粗泥沙集中来源区的面积为 4001km^2，占全黄河粗泥沙集中来源区总面积的 21%。“流域具有产沙量、输沙量年内分配集中，年际变化大的特点”，“主要集中在汛期的几场暴雨洪水中，其产沙量一般占年产沙量的 96% 以上，输沙量占全年输沙量的 92.2%”[6]。这样的高含沙水流，特别是粗沙含量很高的水流，是造成黄河下游河道严重淤积的主要来源，对黄河河道危害很大。

窟野河流域 1956~2000 年系列多年平均河川天然径流量 5.54 亿 m^3。从时间分布来看，窟野河流域水资源量年内不均，汛期来水占年径流量的 62% 左右；年际分布也不均匀，“河

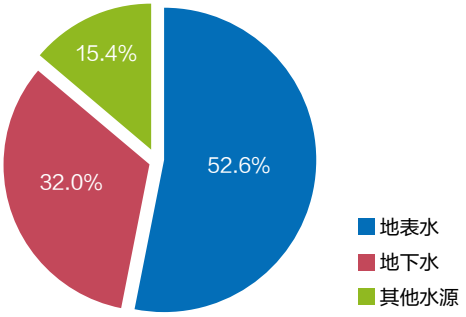
川天然径流量最大最小年值比高达 16.9，年际变差系数为 0.67”[6]。从区域分布来看，窟野河流域水资源量主要集中在窟野河中游和支流特牛川，“转龙湾以上、转龙湾至神木、特牛川、神木至入黄口等分区水资源量分别占窟野河流域水资源总量的 21.6%、36.9%、25.3% 和 16.3%”[6]。

2.1.2 流域供用水现状

窟野河流域内无大型水库，有中型水库 2 座，分别为乌兰木伦水库和常家沟水库，这两座水库是流域内最主要的蓄水工程。

乌兰木伦水库是山丘水库，位于鄂尔多斯市境内乌兰木伦河上游，坝址控制流域面积 328km^2，坝址多年平均径流量 1487 万 m^3。乌兰木伦水库原始总库容 9880 万 m^3，调洪库容 2478 万 m^3，兴利库容 476 万 m^3[7]。常家沟水库位于神木县境内窟野河支流常家沟上游，水库调节库容 680 万 m^3，主要任务是城镇、工业和农业供水，主要供水对象为店塔工业园区工业用水、附近居民生活用水和农业灌溉用水，年供水总量 402 万 m^3[8]。

图 2-2 窟野河流域供水水源结构图



根据《窟野河流域综合规划环境影响报告书（简本）》[6]，窟野河流域基准年[9]多年平均供水量为 15563 万 m^3，其中地表水供水量 8190 万 m^3，地下水供水量 4973 万 m^3，其他水源 2400 万 m^3，分别占供水总量的 52.6%、32.0% 和 15.4%。其他水源主要指中水回用和疏干水利用。窟野河流域各水源供水结构图见图 2-2。

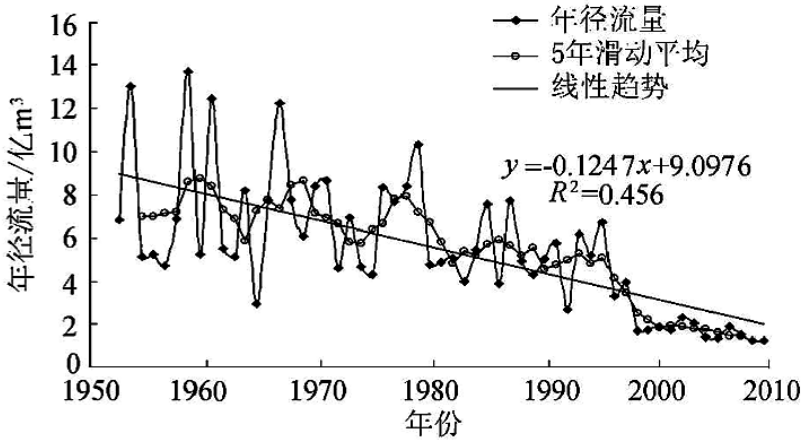
窟野河流域内基准年需水量为 23116 万 m^3，相较于基准年供水量 15563 万 m^3，窟野河流域缺水量为 7553 万 m^3，缺水率高达 32.7%[6]。窟野河流域缺水主要依靠地下水超采和外流域调水来满足。

2.2 水文水资源演变

窟野河流域 1966~1979 年平均降水量为 401.5mm，1980~1998 年平均降水量有较大幅度减少，降至 364.1mm，1999~2012 年平均降水量在此基础上又略有增加，达到 379.8mm[10]。1999~2012 年平均降水量少于 1966~1979 年均值，但与 1956~2000 年均值 368.2mm 相比，降水量偏多了 3.15%。但鉴于煤炭开采、水保工程等强人类活动影响，

窟野河流域 2001~2010 年系列多年平均河川天然径流量仅为 2.54 亿 m^3，比 1956~2000 年系列多年平均值 5.54 亿 m^3 减少了 3 亿 m^3，减少幅度高达 54%，尤其是汛期减少幅度更大，接近 70%[6]。

图 2-3 窟野河流域温家川站和王道恒塔站年径流变化图



温家川是窟野河流域最下游控制站，也是窟野河入黄河口控制站。图 2-3[11] 为温家川站年径流量变化趋势图。由图 2-3 明显可以看出，温家川站年径流量呈现明显的衰减趋势。

2.3 经济社会发展现状

窟野河流域涉及内蒙古自治区鄂尔多斯市的东胜区、康巴什新区、伊金霍洛旗、准格尔旗和陕西省榆林市的神木县、府谷县共 2 省 (区)2 市 6 县 (区、旗)。其中神木县包括县城和大部分重要乡镇在内的土地面积的 49% 均位于窟野河流域。而府谷县基本上仅有两个乡镇位于该流域。

2010 年窟野河流域总人口 87.8 万人，大部分集中于神木以上窟野河干流河谷两岸，其中城镇人口 73.0 万人，农村人口 14.8 万人，城镇化率高达 83%。其中榆林市境内流域城镇化率为 70%，鄂尔多斯市境内流域城镇化率为 89%[6]。

窟野河流域地处黄河中游“能源金三角”中，属于国家重要的能源重化工基地，区内经济发展迅速，建设了一批能源重化工园区和工业集中区。窟野河流域工业园区主要分布在神木以上河段，其中转龙湾以上河段为鄂尔多斯市的工业园区，转龙湾至神木段工业园区则更为密集，工业化水平高，除部分园区属于鄂尔多斯市外，其他主要属于神木县。窟野河神木以下河段基本没有工业园区，工业经济发展较为落后。

窟野河流域基准年万元 GDP(国内生产总值)用水量为 16.1m^3 [6]，基准年用水量为 23116 万 m^3，则推算窟野河流域 GDP 约为 1436 亿元，人均 GDP 约为 16.4 万元。第二产业是流域经济生产的最主要产业，而煤炭产业又是第二产业的支柱。鄂尔多斯市煤炭产业占工业增加值的 60% 以上，直接财政贡献率也在 45% 以上 [12]。依据《神木县国民经济和社会发展第十二个五年规划》[13]，2012 年神木县煤炭业产值占全县规模以上工业总产值的 72%。

2.4 煤炭业发展概况

窟野河流域煤炭资源极其丰富，是陕北煤电基地的一部分，且其所处的鄂尔多斯、榆林地区位于《全国主体功能区规划》[14] 中的呼包鄂榆地区是国家层面重点开发区域之一，功能定位为全国重要的能源、煤化工基地。

神府东胜煤田坐落在内蒙古自治区鄂尔多斯市伊金霍洛旗与陕西省榆林市神木县交界处。神府东胜煤田按行政区域划分为两部分，位于陕西北部榆林市的称为神府煤田，位于内蒙古南部鄂尔多斯市的称为东胜煤田。神府东胜煤田分布面积达 26565km^2，煤炭储量为 1922 亿吨，占全国已探明储量的 1/4，为我国探明储量最大的煤田，也是世界上七大煤田之一。列入近期开发的矿区面积为 2756 km^2，煤炭储量 282 亿吨，其中位于窟野河流域的矿区面积 2482 km^2，主要分布在转龙湾至神木县区间的干流及上流乌兰木伦河两侧 [11,15]。神府东胜煤田煤炭资源埋藏浅、易开采、煤层赋存稳定，各主要煤层均属特低灰、特低硫、特低磷，中高发热量、高挥发分的长焰煤和不黏煤 [16]，是世界上少有的优质动力煤和气化用煤，在国际能源市场上具有很强的竞争力。目前神府东胜煤田已建成为一个特大型的优质煤和出口煤的生产基地。

内蒙古鄂尔多斯市已探明煤炭资源储量 2017 亿吨，预测远景储量超万亿吨。全市现有煤矿 330 座(露天煤矿 153 座，井工煤矿 177 座)，总设计生产能力 7.58 亿吨 / 年，平均单井生产能力 230 万吨 / 年。全市累计建成投产的选煤厂 182 座，设计入洗能力 5.6 亿吨 / 年，原煤洗选率达到 90%[12]。

陕西省榆林市神木县储煤面积达 4500km^2，占全县总面积的 59%，已探明储量 500 多亿吨。2009 年神木县境内共有煤矿 162 座，产能 17832 万吨 / 年，共建有选煤厂 37 座，设计总规模 13930 万吨 / 年。2009 年神木县煤炭开产量 1.44 亿吨，2010 年达到 1.60 亿吨 [13]，2014 年煤炭开产量增长到 2.29 亿吨 [17]，与 2009 年相比，近 5 年来神木县煤炭开产量年均增长 9.7%。

2015 年 12 月 21 日，陕西省榆林市神木县，窟野河近年来已经成为季节性河流。© 念山 / 绿色和平

2.5 水资源开发利用中存在的问题

2.5.1 煤水矛盾严重，水资源供需矛盾尖锐

窟野河流域工业以煤炭产业为主导。作为高耗水行业，煤炭产业一方面消耗了大量清水资源，另一方面又破坏了天然的水循环系统，污染了水资源，导致水资源可利用量的减少，加剧了流域的供需水矛盾。窟野河流域内基准年需水量为 23116 万 m^3，而供水量仅为 15563 万 m^3，缺水量为 7553 万 m^3，缺水率高达 32.7%。为满足不断增长的用水需求，窟野河流域部分经济发达的平原区域已经严重超采地下水 [18,19]，并形成了大面积的地下水降落漏斗。

随着流域内煤炭产业的持续发展，煤炭业需水量也将随之增加，窟野河流域供需水矛盾将进一步加剧。

2.5.2 河流天然径流量锐减，河道断流已成常态

《窟野河流域综合规划环境影响报告书（简本）》中指出，窟野河干流温家川断面近 10 年实测径流量大幅减少，与 1956~2000 年均值相比，近 10 年平均实测年径流量值仅为 1.64 亿 m^3，减少幅度达到了 73%，窟野河天然径流量锐减。

进入 20 世纪 90 年代以来，受流域来水减少、水资源及煤炭资源开发加剧等因素的影响，窟野河年年发生断流，2001-2005 年每年断流都超过 100 天，2002 年甚至达到了 220 天，超过年天数的 60% [11]。

2.5.3 生态环境脆弱，水土流失加剧

窟野河流域现状土地利用类型以草地为主，其面积占流域总面积的64.3%，但植被覆盖程度较差，植被覆盖度总体为5~15%左右，小于15%的区域占总面积的82.6%，生态环境非常脆弱[6]。

窟野河流域水土流失面积占全流域面积的95%，水土流失强度大，水土侵蚀模数高达3.85万吨/km^2[20]，是黄河流域土壤侵蚀最严重的地区之一。而目前窟野河流域水土流失治理程度较低，大部分区域水土流失未得到有效控制。随着近年来煤炭产业的快速发展，窟野河流域水土流失现象加剧。

2.5.4 水环境污染严重

目前，流域已初步形成以煤炭产业(包括煤炭采选、燃煤发电、煤制油和煤制气等)为主的工业结构，2010年窟野河流域工业排放的废水约占到流域点污染源废污水总量的64.3%，是干流和支流**特**牛川水污染物的主要来源[6]。窟野河流域废污水主要分布在转龙湾以上、转龙湾至神木，两区域废污水占到流域排放总量的79.9%[6]。

《窟野河流域综合规划环境影响报告书(简本)》中水质评价数据显示，窟野河干流石圪台断面非汛期为劣Ⅴ类，主要超标因子为石油类、总磷；大柳塔断面全年、汛期、非汛期水质均为劣Ⅴ类，主要超标因子为氨氮、COD、石油类等；温家川断面全年、非汛期均为Ⅳ类，汛期为Ⅲ类，全年、非汛期主要超标因子为氨氮。支流**特**牛川贾家畔断面全年、非汛期均为劣Ⅴ类，汛期为Ⅳ类，主要超标因子为COD、总磷。窟野河流域评价水功能区16个，其中仅4个达标，水功能区达标率25%，“主要超标因子为氨氮、COD、石油类等，不达标水功能区主要分布在窟野河干流乌兰木伦水库以下，**特**牛川准格尔旗以下，以及麻家塔沟等支流。此外，窟野河干流、支流**特**牛川内蒙古、陕西两省省界水功能区全年均不能达标”。

2015 年 12 月 21 日，陕西省榆林市神木县，一座自燃的煤矿。© 念山 / 绿色和平

3 窟野河流域煤炭产业需水量测算

为了更直观地体现窟野河流域的“煤水矛盾”，进一步考察未来煤炭产业对窟野河流域水资源的巨大需求，本研究报告同样采用《窟野河流域综合规划环境影响报告书(简本)》中的近期水平规划年，即对2020年需水量进行预测。采用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2020年的需水量。

需水量测算步骤如下：

(1)根据政府部门公布的产业信息和企业公布的规划数据，统计得到截至2015年窟野河流域内煤炭产业现状和规划规模并保守估计，除以上现状和规划规模外，按照2016至2020年该流域煤炭产业不再有其他新增项目进行测算；

(2)综合比较国家标准、行业标准、地方标准以及国家相关部委出台的政策规范，合理确定煤炭产业用水定额。对于煤炭产业现状规模，若地方标准符合国家标准和行业标准范围，则采用地方标准，以体现当地实际情况，否则采用国家标准和行业标准的最节水定额。对于煤炭产业规划新增规模，则结合国家相关部委最新出台的政策规范，选用代表国内清洁生产先进水平的最节水定额。

(3)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。

3.1 窟野河流域煤炭采选业需水量测算

3.1.1 煤炭采选业规模

煤炭采选业是指开采地下煤炭资源并进行物理加工的行业，划分为煤炭开采和煤炭洗选加工两个子行业。

依据本研究统计(附录一)，截至2015年6月窟野河流域内煤矿有209座，煤炭年开采量约为43082万吨，其中位于内蒙古自治区鄂尔多斯市境内的煤矿有132座，煤炭开采量为25165万吨；位于陕西省榆林市的煤矿有77座，煤炭开采量为17917万吨。

当前世界经济疲软，煤炭需求量不断减少。国内经济增长放缓、经济结构不断优化调整，经济发展步入新常态，连同国家能源结构调整和大气污染治理，煤炭行业经过“黄金发展期”后，开始进入产能过剩、市场疲软和转型发展的新时期。未来煤炭消费总量控制将是我国能源发展和改革的战略导向之一，通过淘汰部分落后产能和关闭部分资源枯竭矿井化解煤炭产能过剩，不断推进煤炭产业转型升级将是煤炭产业发展的必然选择。因此，未来窟野河流域的部分落后产能和资源枯竭的矿井将被淘汰，煤炭资源进行整合，部分煤矿转型升级。基于以上因素，本研究按照未来五年内窟野河流域内煤炭开采总量基本保持现状来进行保守估算。

3.1.2 煤炭采选业需水定额

煤炭采选业用水主要为防尘洒水、灌浆用水、机械设备冷却用水、矸石山冲扩堆用水、矿井冬季保温蒸汽用水、洗选煤用水等。其中防尘洒水和洗选煤用水是耗水量较高的项目。

煤炭采选业是高耗水行业。我国各行业部门都对煤炭采选业的用水定额进行了限制。根据中华人民共和国国家环境保护标准《清洁生产标准煤炭采选业》(HJ 446—2008)[21]，原煤生产水耗定额根据清洁生产水平以及开采方式不同从 0.1m³/t 到 0.4m³/t，选煤补水量分为 0.1m³/t 和 0.15m³/t 两档。具体定额情况详见表 3-1。

表 3-1《清洁生产标准煤炭采选业》用水定额标准

项目		一级	二级	三级
原煤生产水耗 (m³/t)	井工煤矿（不含选煤厂）	≤ 0.1	≤ 0.2	≤ 0.3
	露天煤矿（不含选煤厂）	≤ 0.2	≤ 0.3	≤ 0.4
选煤补水量 (m³/t)		≤ 0.1		≤ 0.15

注：一、二、三级为煤炭采选业生产过程清洁生产水平的技术指标，其中一级为国际清洁生产先进水平；二级为国内清洁生产先进水平；三级为国内清洁生产基本水平。

全国各省、自治区和直辖市也相应出台了地方行业用水定额标准，对煤炭采选业的用水进行了规范和限定。其中，内蒙古自治区《行业用水定额》(DB15/T 385—2015)[22] 中限定烟煤和无烟煤类别煤炭开采井工矿和露天矿用水定额分别为 0.2m³/t 和 0.25m³/t，动力煤洗选用水定额为 0.1 m³/t。陕西省 2014 年发布的《行业用水定额》(陕西省地方标准 DB61/T 943—2014)[23] 对煤炭采选业用水定额又细分了 A 定额和 B 定额。A 定额代表先进用水定额，主要用于新建、改扩建、再建项目的用水控制上限，井工煤矿和露天煤矿开采用水定额分别为 0.1m³/ t 和 0.2m³/ t，煤洗选用水定额为 0.1m³/ t；B 定额代表通用用水定额，主要用于已建项目的用水控制上限，井工煤矿和露天煤矿开采用水定额分别为 0.2m³/ t 和 0.3m³/ t，煤洗选用水定额为 0.14m³/ t。由于本研究将 2020 年规模按照维持 2015 现状、不再新改扩建来保守估算，因此此处选用用于已建项目的 B 定额。内蒙古与陕西省煤炭采选行业用水定额标准详见表 3-2。

表 3-2 内蒙古与陕西省煤炭采选业行业用水定额标准

区域	类别	项目	定额单位	定额值		开采方式
				A	B	
陕西	烟煤和无烟煤	原煤	m³/ t	0.1	0.2	井工煤矿
			m³/ t	0.2	0.3	露天煤矿
		煤洗选	m³/ t	0.1	0.14	
内蒙古	烟煤和无烟煤	原煤	m³/ t	0.2		井工煤矿
			m³/ t	0.25		露天煤矿
		煤洗选	m³/ t	0.1		动力煤

由表 3-1 和表 3-2 的对比可以看出，与国家环境保护标准《清洁生产标准煤炭采选业》(HJ 446—2008) 相比，内蒙古自治区与陕西省煤炭采选业用水定额均在《清洁生产标准煤炭采选业》的限值内，均满足该标准的要求。

综合以上分析，考虑到内蒙古自治区与陕西省两地的行业用水定额更能代表当地实际情况，本次研究窟野河流域煤炭采选业需水定额采用这两地的行业用水定额标准。如前所述，窟野河流域煤矿基本属于神府东胜煤田，主要煤层均属长焰煤和不黏煤，煤质优良，是世界上少有的优质动力煤和气化用煤。根据《中国煤炭分类标准》(GB/T 5751-2009) [24]，长焰煤和不黏煤均属于烟煤，因此本次预测煤炭采选定额选用烟煤和无烟煤类别的定额。

3.1.3 煤炭采选业需水量测算

神府东胜矿区约占窟野河流域总面积的 84%，而神府东胜矿区煤炭开采技术以井工开采为主 [25]。鉴于详细资料数据和时间的限制，窟野河流域煤矿难以做到一一明确井工煤炭开采量和露天煤炭开采量，因此除年煤炭开采量 300 万吨以上的 30 座煤矿全部明确开采方式外，其余中小煤矿均按照井矿保守测算需水量。

鄂尔多斯市现状原煤洗选率达到 90% [12]，本次研究窟野河流域整体原煤洗选率也取 90%。

根据窟野河流域煤炭开采量、洗选量及相应用水定额，计算得到窟野河流域煤炭采选业 2020 年总需水量为 13205 万 m^3，其中煤炭开采需水量 8682 万 m^3，煤炭洗选需水量 4523 万 m^3。详见表 3-3。

表 3-3 窟野河流域煤炭采选业需水量

鄂尔多斯市需水量		榆林市需水量		合计总需水量		
煤炭开采	煤炭洗选	煤炭开采	煤炭洗选	煤炭开采	煤炭洗选	总计
5099	2265	3583	2258	8682	4523	13205

单位：万 m^3

由于井工煤矿开采需水定额小于露天煤矿，本次研究中中小煤矿暂按井工煤矿测算，原煤洗选率也取了鄂尔多斯市的现状值，因此上述计算结果可能小于流域煤炭采选业的实际总需水量。

3.2 窟野河流域燃煤发电产业需水量测算

2015 年 12 月 21 日，陕西省榆林市的一家燃煤电厂。© 念山 / 绿色和平

3.2.1 燃煤发电产业规模

根据本研究的统计数据（附录二），窟野河流域内燃煤发电总装机规模为 5332MW，位于鄂尔多斯市境内的发电总装机规模为 656MW，位于榆林市境内的为 4676 MW。其中截至 2015 年底燃煤发电规划和在建（包括处于新获环评批复、环评公示和选址）阶段的装机规模为 2720MW，均位于榆林市。

从年发电量来看，窟野河流域燃煤发电现有机组年发电量约 304.8 亿 KW · h，其中鄂尔多斯市 35.3 亿 KW · h，榆林市 269.5 亿 KW · h。

3.2.2 燃煤发电产业需水定额

燃煤发电的用水项目主要有凝汽器及辅机冷却器的冷却水、冲灰及冲渣水、锅炉补给水、工业冷却水以及生活用水等。其耗水主要包括循环水的蒸发、排污、冲灰水的消耗、废水排放及煤场喷淋等。

燃煤发电厂冷却方式主要存在两大类：湿冷和空冷。其中湿冷方式又包括循环供水冷却和直流供水冷却。相较于空冷方式，湿冷的耗水量非常大，尤其是循环供水冷却方式，其消耗量可占到电厂总耗水量的 70%[26]。《国家发展改革委关于燃煤电站项目规划和建设有关要求的通知》[27] 和环境保护部的《燃煤火电企业环境守法导则》[28] 均要求，在水资源紧缺的我国北方地区，原则上燃煤电厂均采用空冷技术。本研究报告从公开信息途径收集到了流域内多数燃煤电厂的冷却方式，对于无法确定冷却方式的燃煤电厂，则根据以上政策要求按照空冷方式估算。

为严格控制燃煤发电行业的高耗水，国家、地方以及行业都对燃煤发电业的用水定额进行了限制。《取水定额 第 1 部分：火力发电》(GB/T 18916.1—2002)[29] 规定了单位发电量取水量定额指标与装机取水量定额指标 (表 3-4)。

表 3-4 单位发电量取水量定额指标

类别	机组冷却方式	单机容量 <300MW	单机容量 ≥ 300MW
发电量	循环冷却供水系统	≤ 4.80	≤ 3.84
	直流冷却供水系统	≤ 1.20	≤ 0.72
装机容量	循环冷却供水系统	≤ 1.00	≤ 0.80
	直流冷却供水系统	≤ 0.20	≤ 0.12

单位：m^3 / MW · h

《中华人民共和国电力行业标准——火力发电厂节水导则 (DL/T 783—2001)》[30] 也对火电行业用水量进行了限定：单机容量为 125MW 及以上新建或扩建的凝汽式电厂，全厂发电水耗率不应超过表 3-5 范围的上限 (考核指标)，并力求降至表 3-5 范围的下限 (期望指标)。

表 3-5 单机容量 125MW 及以上新建或扩建凝汽式电厂全厂发电水耗率指标

供水系统	单机容量 <300MW	单机容量≥ 300MW
采用淡水循环供水系统	0.70 ~ 0.90 (2.52 ~ 3.24)	0.60 ~ 0.80 (2.16 ~ 2.88)
采用海水直流供水系统	0.10 ~ 0.20 (0.36 ~ 1.72)	0.06 ~ 0.12 (0.216 ~ 0.432)
采用空冷机组	0.15 ~ 0.30 (0.54 ~ 1.08)	0.13 ~ 0.20 (0.468 ~ 0.72)

注：表格中括号内数据为单位换算成 m^3/MW · h 后的定额值

单位：m^3 / s · GW

窟野河流域涉及的内蒙古自治区和陕西省正在执行的《行业用水定额》(陕西省地方标准 DB61/T 943—2014) 和《行业用水定额》(内蒙古自治区地方标准 DB15/T 385—2015) 火力发电部分也对燃煤发电给出了各自的用水定额标准。详见表 3-6 和 3-7。

表 3-6 陕西省火力发电行业用水定额标准

类别	机组冷却方式	< 300MW	300MW 级	600MW 级及以上
发电量 (定额单位：m^3 / MW · h)	循环水冷	3.2	2.75	2.4
	空冷	0.95	0.63	0.53
装机容量 (定额单位：m^3 / s · GW)	循环水冷	0.88	0.77	0.7
	空冷	0.23	0.13	0.12

注：单机容量 300MW 级包括：300MW ≤单机容量 < 500MW 的机组；单机容量 600MW 级及以上包括：单机容量≥ 500MW 机组。

表 3-7 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·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·GW）	循环冷却	1.2	0.67	0.63	0.62
	直流冷却	0.4	0.18	0.11	0.10
	空冷	0.4	0.15	0.11	0.10

为指导和推动燃煤发电企业依法实施清洁生产，提高资源利用率，保护和改善环境，2015 年国家发展改革委、国家环境保护部和国家工业和信息化部联合制定并发布了《电力行业（燃煤发电企业）清洁生产评价指标体系》[31]，提出了燃煤发电企业的耗水定额，详见表 3-8。

表 3-8 电力行业（燃煤发电企业）清洁生产评价指标体系

类别	分级	Ⅰ级基准值	Ⅱ级基准值	Ⅲ级基准值
循环冷却机组单位发电量耗水量	600MW 级及以上	1.49	1.56	1.68
	300MW 级	1.55	1.63	1.71
	＜ 300MW	1.70	1.78	1.85
直流冷却机组单位发电量耗水量	600MW 级及以上	0.29	0.31	0.33
	300MW 级	0.30	0.32	0.34
	＜ 300MW	0.36	0.39	0.41
空气冷却机组单位发电量耗水量	600MW 级及以上	0.31	0.34	0.37
	300MW 级	0.32	0.35	0.38
	＜ 300MW	0.39	0.41	0.45

注：表中Ⅰ级为国际清洁生产领先水平；Ⅱ级为国内清洁生产先进水平；Ⅲ级为国内清洁生产基本水平。

单位：m^3/MW·h

对比以上国家标准、行业标准、地方标准、国家部委规范，可以看出它们都对火力发电（燃煤发电）行业用水进行了严格的限制。从以上标准发布或执行的时间上来看，基本上呈现了标准越来越严格的现象。综合分析以上定额规范之间的关系，考虑窟野河流域的实际情况，本次研究窟野河流域现状燃煤发电厂的需水定额拟采用内蒙古自治区和陕西省的地方标准，而新规划和在建的燃煤发电按国家最新发布的《电力行业（燃煤发电企业）清洁生产评价指标体系》的Ⅱ级定额计算。

3.2.3 燃煤发电产业需水量测算

根据窟野河流域各区域燃煤发电总装机规模和年发电量及对应取用水定额，计算得到窟野河流域燃煤发电产业总需水量为2035万m^3。其中鄂尔多斯市境内燃煤发电产业需水量为395万m^3，榆林市境内需水量为1640万m^3。已投产运行的燃煤发电产业需水量为1558万m^3，处于规划和在建阶段的燃煤发电项目需水量为477万m^3。

3.3 窟野河流域煤化工产业需水量测算

2015年12月19日，陕西省榆林市的一个煤化工厂。© 念山 / 绿色和平

3.3.1 煤化工产业规模

以煤炭为原料的相关化工产业统称为煤化工。煤化工按不同的工艺路线可以分为煤焦化、煤气化和煤液化，现代煤化工产业主要包括煤制油、煤制天然气、煤制烯烃、煤制乙二醇等。

目前窟野河流域内存在的煤化工产业主要为煤制油和煤制天然气。根据本研究的统计数据（附录三），窟野河流域内煤制油总规模为338万吨，已投产规模为126万吨，2020年前规划建设规模为212万吨；煤制天然气规模为40亿立方米，其中已投产运行的煤制天然气规模为4亿立方米，新增规模为36亿立方米。

3.3.2 煤化工产业需水定额

作为水资源高消耗产业，煤化工工艺中主要用水环节包括循环冷却系统、脱盐水处理系统、凝结水回收利用系统、蒸汽系统等。其中冷却水是最主要的用水单元。

根据上报国务院的《“十二五”煤化工示范项目技术规范(送审稿)》[32](2011年)中包含的《“十二五”煤化工示范项目能效和资源目标》，国家对煤间接液化、煤制天然气、煤经甲醇制烯烃、煤制合成氨、煤制乙二醇、低品质煤提质六大领域示范项目的吨产品新鲜水用量进行了规定，对应单位产品新鲜水耗分别不超过11m^3/吨油品、6.9 m^3/千立方米、22 m^3/吨烯烃、6 m^3/吨合成氨、9.6 m^3/吨乙二醇和0.15 m^3/吨标准煤。

根据国家能源局于2015年7月7日发布的《关于规范煤制燃料示范工作的指导意见》(第二次征求意见稿)[33]，新建示范项目应符合以下技术指标：

(1)煤制油示范项目(费托合成路线)能效≥42%，生产1吨油品煤耗≤3.7吨标煤、新鲜水用量≤7 m^3。

(2)煤制气示范项目(固定床气化路线)能效≥56%，生产1000标立方米天然气的煤耗≤2.3吨标煤、新鲜水用量≤5.5 m^3。

(3)煤制气示范项目(气流床气化路线)能效≥51%，生产1000标立方米天然气的煤耗≤2.3吨标煤、新鲜水用量≤5 m^3。

(4)采用组合气化方案的煤制气示范项目应符合各单项指标按不同气化路线产品所占比例加权平均折算后的组合指标。

综合分析上述政策和规范，考虑其发布时间，窟野河流域内规划新增的煤制油和煤制天然气耗水定额拟采用国家能源局《关于规范煤制燃料示范工作的指导意见》(第二次征求意见稿)中设定的相关技术指标的最高限值。即煤制油耗水定额为7m^3/吨油品；煤制气耗水定额由于目前无法确定项目气化路线，因此取两种路线的均值5.25m^3/1000标立方米。

3.3.3 煤化工产业需水量测算

根据上文提到的数据资料，窟野河流域现状煤制油年用水量为917万m^3，煤制天然气年用水量为275万m^3。

根据窟野河流域新增煤制油和煤制天然气规模及对应耗水定额，计算得到流域内新增煤制油和煤制天然气需水量分别为1484万m^{3}和1890万m^3，合计新增煤化工产业需水量3374万m^3。预计2020年窟野河流域煤化工产业总需水量将达到4566万m^3。

3.4 窟野河流域煤炭产业总需水量

综合以上煤炭采选业、燃煤发电产业和煤化工产业的需水量，预测2020年窟野河流域煤炭产业总需水量为19806万m^3，其中煤炭采选将占到66.7%左右，燃煤发电占10.3%，煤化工占23.0%。

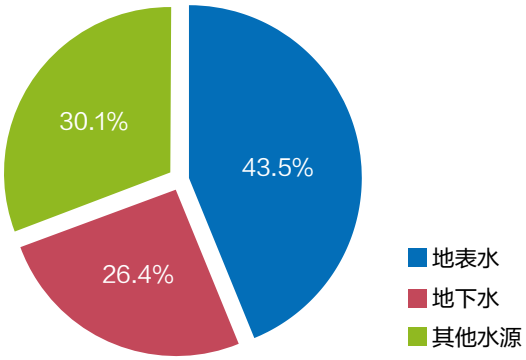
2015 年 12 月 20 日，陕西省榆林市神木县，冬天的窟野河。© 念山 / 绿色和平

4 窟野河流域供需水分析

4.1 可供水量预测

根据《窟野河流域综合规划环境影响报告书(简本)》，规划2020年窟野河流域本地水资源可供水总量为18845万m^3，其中地表水供水量维持2010年实际供水量8190万m^3；地下水实行压采，退还流域内浅层平原区地下水超采量，扣除外流域调水，本地地下水规划开采量为4973万m^3；加大中水回用量和疏干水利用量，其他水源可利用总量增加到5682万m^3；以上水源分别占可供水总量的43.5%、26.4%和30.1%。2020年窟野河流域可供水水源结构图见图4-1。

图4-1 2020年窟野河流域可供水水源结构图



与基准年多年平均供水量相比，2020年窟野河流域可供水量仅其他水源有所增加，地表水供水量和地下水供水量则保持不变。

4.2 水资源供需水分析

据本研究预测，2020年窟野河流域包括煤炭采选、燃煤发电和煤化工在内的煤炭产业需水量为19806万m^3，几乎是基准年包括各用水部门在内的全部需水量的86%，并比基准年可供水总量还多27%。由此可见，窟野河流域煤炭产业在未来五年内的水资源需求量极高。

2020年规划水平年窟野河流域本地水资源可供水总量为18845万m^3 [6]，仅与2020年煤炭产业的预测需水量接近。再考虑到2010年以来因人口增加和生活水平提高而带来的生活用水量的刚性需求增长量、国民经济除煤炭业外的其它行业发展带来的用水量的增加等，窟野河流域2020年本地可供水量完全无法满足需水要求。除了继续超采地下水和外流域调水，无其他途径获取清水资源。

然而一方面窟野河流域部分平原区已经超采地下水并形成了大面积的地下水降落漏斗。窟野河流域未来进一步超采地下水不仅于国家最严格水资源管理制度相悖，也面临着巨大的生态环境风险。另一方面，根据《黄河流域综合规划(2012-2030)》，黄河本身已是水资源严重匮乏：1995～2007年黄河河川径流年平均消耗量约300亿m^3，消耗率大于70%，已超过了黄河水资源的承载能力，现状年的全流域实际总缺水量约95亿m^3 [3]。黄河基本无多余水量可调入窟野河流域。

因此，煤炭产业的发展与窟野河流域的水资源条件不符，已经严重超过了窟野河流域的水资源承载能力。煤炭产业的发展严重影响整体工业用水规模，势必占用其他非工业用水才能满足需求，激化煤水矛盾，煤炭产业与民生抢水、与农业抢水、与生态抢水情况将越来越严重，从而引起水资源及生态环境恶化的连锁反应。

2015 年 12 月 21 日，陕西省榆林市神木县，窟野河。© 念山 / 绿色和平

5 煤炭产业发展对水资源及水生态环境的影响分析

5.1 对地表水资源的影响

据国内学者研究，煤炭开采会导致地表裂缝和地表塌陷，受煤矿开采“三带”(即冒落带、裂缝带和弯曲下沉带)的影响，坡面漫流、地表径流会沿裂隙带渗漏流失而逐渐减少，从而加快了降水入渗速度和地表水向地下水的转化，地表水和降水入渗量均有较大程度的增加，导致地表径流量的减少[34]。煤炭开采还人为改变了自然的“三水”(降水、地表水、地下水)之间的转化关系，天然的水循环系统被破坏。在采区范围内，“三水”均补给矿坑水。煤炭开采疏干矿坑水，地下水位大幅降低，将降低地下水位与河水位之间的水利梯度，造成地下水对基流的补给量减少，导致天然河川基流量的大幅衰减。若地下水位降至河床以下，将掠取地表水量至地下，导致河流断流[34]。在露天煤炭开采条件下，煤炭开采对地表水与浅层地下水系统的影响更为直接，范围更大，而且影响是永久性的、难以恢复[35]。

《窟野河流域综合规划环境影响报告书(简本)》分析认为窟野河近10年河川径流减少主要原因为降水变化和人类活动影响，以煤炭开采、水保工程和城镇化建设为主体的人类活动是窟野河天然河川径流量锐减的主要原因。国内学者也对窟野河煤炭开采与河道径流衰减开展了大量深入的研究。范立民[36]分析认为，除气候变化等自然原因外，20世纪90年代以来的高强度煤炭开采是造成窟野河流量衰减和断流的主要原因。刘二佳等人[20]分析认为1997~2005年间煤炭开采对窟野河流域径流减少的贡献率达52.27%。蒋晓辉等人[15]通过数理统计和黄河月水量平衡模型模拟发现窟野河流域1997~2006年间煤炭开采导致的河道径流减少量占该阶段径流变化的54.8%。郭巧玲等人[11]的研究成果表明煤炭开采是影响窟野河径流锐减的主导因素，其对1999~2010年间河道径流的影响量占该时段变化量的71.13%。

由以上煤炭开采与地表水资源之间的关系分析和相关学者研究成果，可充分证明，煤炭开采是窟野河流域地表水资源锐减、河道断流的最主要原因。可以预测，如果不加控制地继续大规模的煤炭开采，又不注重水资源保护，窟野河流域地表水资源将进一步减少，河道断流现象将更为严重。

5.2 对地下水资源的影响

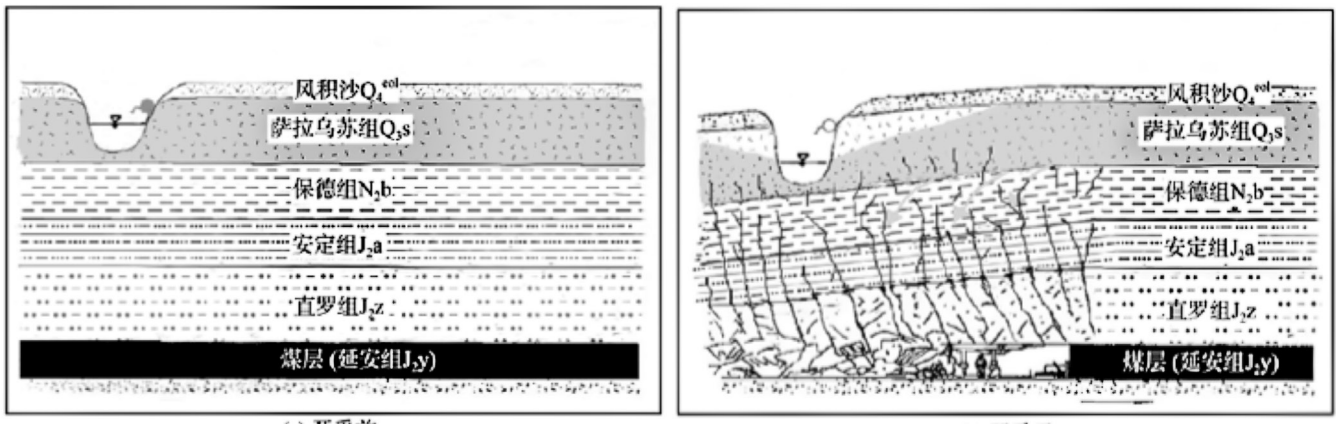
窟野河流域地层从地表向下分别是风积沙(Q_4^{eol})、萨拉乌苏组(Q_3s)、保德组(N_2b)、安定组(J_2a)、直罗组(J_2z)以及煤炭的主要开采层延安组(J_2y)，具有供水意义的含水层为第四系萨拉乌苏组松散孔隙潜水含水层，正常情况下，该流域的煤层位于萨拉乌苏组含水层之下(其位置示意图见图5-1a)[11,34]。

煤炭开采后会形成采空区，进而引起顶板岩层的变形和破裂，煤层上覆岩层中会形成导水裂隙带，部分裂隙将贯通直罗组、安定组和保德组，并与萨拉乌苏组含水层沟通，改变了

矿区水文地质条件以及地下水的补给、径流、排泄条件。窟野河流域地下水的流场、流向发生改变，含水层中的水被动导入矿坑中，将引发周围潜水和基岩裂隙地下水向井巷、采空区排泄，集聚成矿坑水然后人为抽出地表，导致潜水由水平径流、排泄为主转化为以垂向渗漏为主，引起地下水位大幅下降[11,34](见图 5-1b)。煤炭开采影响范围以内的一些大泉因此而断流或消失。地下水位的下降不但影响了当地居民正常的生产、生活取水需求，也影响了区域的植被生长，加剧了土地沙化和水土流失。地下水位的大幅下降，还产生了严重的地下水降落漏斗，造成地面沉降、塌陷和地裂缝等地质灾害。窟野河流域地面沉降区内已造成工厂、居民区房屋墙壁开裂、地基下沉，部分建筑物的抗震能力下降等问题，直接影响居民生产生活。另外，窟野河流域地下水以降水入渗补给为主，而流域降水量先天不足，地下水的恢复将需要漫长的时间。

图 5-1 煤炭开采对含水层的影响示意图

注：图 5-1 来自参考文献 35



5.3 对水环境的影响

窟野河流域具有供水意义的含水层为第四系萨拉乌苏组松散孔隙潜水含水层，煤炭的主要开采层为延安组 (J_2y)，此煤层位于含水层之下。天然状态下含水层与煤系地层自然相隔，但煤炭开采后，破坏了这种自然的阻隔和煤层原有的稳定环境，含硫的煤层充分与含水层中的地下水接触，在氧化条件下，矿坑水短时间内就会形成酸性水，并且溶入很多煤中污染物[37]。若酸性矿坑水不是经过处理后回用于生产而是直接排放，将对地表水和地下水造成严重的污染。酸性矿坑水会随着煤炭开采深度的逐渐加深而污染深层地下水。若排放至地表，则会破坏土壤的团粒结构，导致土壤板结，影响植被。若排入河道，酸性水将降低河道 PH 值，导致鱼类等水生物死亡，危害河流水生态环境。

窟野河流域煤炭洗选需水量达到 4523 万 m^3。煤炭的洗选会产生大量的洗选废水。洗选废水中所含污染物的种类和浓度随煤质和洗选方法的不同而有较大的不同。洗选废水的处理方法应科学选定，洗选废水若处理不当或处理不完全，将对窟野河流域的水环境产生严重的影响。

燃煤发电厂为点源污染，其排放废水按来源可以分为冲灰废水、工业废水和生活污水。冲灰废水主要来自除尘、冲灰、排渣后经浓缩池或灰场澄清的灰水；工业废水常是多种废水的混合物，主要包括转动机械的冷却水、轴封水、输煤栈桥冲洗水、煤场淋水、厂房内各处的清扫冲洗水；生活污水来源于厂内生活污水、雨水等[38]。其中冲灰废水因排放量大，且污染种类繁多，含量变化大，是电厂对水环境影响的主要污染源[39]。

煤化工中的废水主要是指焦化废水。焦化废水是指煤制焦、煤气净化及焦化产品回收等过程中产生的废水，主要来源有：煤热加工形成的冷凝水；煤气净化过程中产生出来的废水；粗苯等工序生产过程中产生的废水。其中以蒸氮过程中产生的含氨废水为主要污染来源[40]。焦化废水成分复杂，含污染物质的种类可达 300 多种，难降解物质多，如烷烃、烯烃、多环芳烃、杂环类污染物，同时污水中还包含有氰化物、硫化物、单元酚等诸多高毒性物质。煤化工废水的处理已经成为制约我国煤化工产业发展的一大瓶颈。若煤化工废水未达标处理或未经处理直接排放，将对窟野河流域水环境带来灾难性的影响。

5.4 对水土保持和水沙关系的影响

煤炭开采会带来剧烈的地表扰动，往往会导致地表裂缝和地表塌陷，使地表潜水沿裂缝向深层渗漏，裂缝区周围植被因生长所需水分缺少而受损，植被的破坏又会加剧这一过程。同时，土壤结构产生松动，地表会出现更多的松散物，土壤更易遭受侵蚀和沙化，从而导致严重的水土流失[41]。

窟野河流域属北温带半干旱大陆性季风气候，且位于黄土高原与毛乌素沙漠的过渡地带，植被稀疏覆盖率低，地表组成物质主要为黄土、风沙土和砒砂岩，颗粒粗。窟野河流域本身就极易产生水土流失，流域内煤炭资源的大规模开采诱发和加剧了这种原生地貌的水土流失进程，加剧了土地荒漠化。

窟野河流域降水量年内分布极其不均，多以暴雨形式集中在 7~9 月份，暴雨历时短、强度大。遇到煤炭开采区产生的水土流失，将发生强烈的水力侵蚀，暴雨产生的洪水将富含粗泥沙。这种高含粗泥沙水流改变了流域内自然的水沙关系，对下游河道的淤积产生严重的影响。煤炭开采是加剧这一过程和影响的最主要原因。

2013 年 4 月 26 日内蒙古鄂尔多斯， 乌兰木伦镇的一家露天煤矿。© 邱波 / 绿色和平

6 结论与建议

6.1 研究结论

1、作为黄河重要一级支流，窟野河流域存在一系列水资源问题

窟野河作为黄河中游“几”字湾处的一级支流，是黄河中游重要的水量补给来源，流域生态环境脆弱、极易水土流失且产生的洪水富含粗泥沙，是造成黄河下游河道严重淤积的主要来源之一。窟野河对黄河流域来说具有非常重要的作用。

窟野河流域基准年需水量为 23116 万 m^3，煤炭采选、燃煤发电和煤化工等煤炭产业是主要用水户，而基准年供水量仅 15563 万 m^3，缺水量为 7553 万 m^3，缺水率高达 32.7%[6]。目前窟野河流域存在一系列的水资源问题：

(1) 煤水矛盾严重，水资源供需矛盾尖锐；
(2) 河流天然径流量锐减，河道断流已成常态；
(3) 生态环境脆弱，水土流失严重；
(4) 水环境污染严重，窟野河流域水质监测断面全年、非汛期基本为劣 V 类，水功能区达标率仅为 25%。

2、煤炭开采是窟野河流域地表水资源锐减、河道断流的最主要原因

窟野河流域 2001~2010 系列多年平均河川天然径流量比 1956~2000 系列锐减 54%，汛期减幅接近 70%[6]。窟野河干流温家川断面近 10 年实测径流量与 1956~2000 年均值相比大幅减少，减少幅度达到了 73%[6]。20 世纪 90 年代以来，窟野河年年发生断流，2001-2005 年每年断流都超过 100 天，2002 年断流天数超过了年天数的 60%[11]。

煤炭开采改变了窟野河流域“三水”(降水、地表水、地下水)之间的转化关系，天然的水循环系统被破坏，矿区水文地质条件与地下水的补给、径流、排泄条件以及地下水的流场、流向均发生改变，导致潜水由水平径流、排泄为主转化为以垂向渗漏为主，从而引起地下水位的大幅下降，将降低地下水位与河水位之间的水利梯度，造成地下水对河道基流的补给量减少，导致天然河川基流量的大幅衰减。煤炭开采是窟野河流域地表水资源锐减、河道断流的最主要原因。

3、2020 年煤炭产业需水量超过全流域规划可供水总量，煤水矛盾激化，窟野河流域水资源和水环境无法承载未来发展

窟野河流域内当前煤炭年开采量约为 43082 万吨，考虑到煤炭产能调整的新形势，本研究按照未来五年内窟野河流域内煤炭开采总量基本保持稳定来进行保守估算，经用水定额法测算包括开采与洗选在内的煤炭采选业总需水量为 13205 万 m^3。

根据公开渠道可获得的数据与审批情况，截至 2015 年流域内燃煤发电总装机规模为 5332 MW，其中处于规划和在建阶段的煤电装机规模为 2720MW；年总发电量约 304.8 亿 KW · h，其中新增年发电量为 138.3 亿 KW · h。经用水定额法测算，窟野河流域燃煤发电产业总需水量 2035 万 m^3。

煤化工方面，流域内煤制油总规模为 338 万吨，煤制天然气规模为 40 亿立方米。其中新增煤制油规模为 212 万吨，新增煤制天然气规模为 36 亿立方米。经用水定额法测算，窟野河流域煤化工产业总需水量为 4566 万 m^3。

综上，窟野河流域煤炭产业总需水量为 19806 万 m^3，已接近基准年全流域总需水量 23116 万 m^3，且高于流域本地水资源可供水总量 18845 万 m^3。再考虑流域内生活和其他工业产业等用水量的刚性增长，窟野河流域仅靠本地可供水量完全无法满足未来需求，已经严重超过了窟野河流域的水资源和水环境承载能力。除了继续超采地下水和外流域调水，无其他途径获取清水资源。但窟野河流域基准年缺水率已经高达 32.7%[6]，部分平原区超采地下水并形成了大面积的地下水降落漏斗。黄河本身水资源也已经严重超载，无多余水量可调。窟野河流域煤水矛盾将进一步激化，煤炭产业与民生抢水、与农业抢水、与生态抢水问题愈加突出。

4、煤炭产业发展对水资源及水生态环境造成严重影响

煤炭产业快速发展除了造成窟野河流域地表水资源锐减、河道断流外，还对流域水环境产生严重影响。煤炭开采过程中形成的酸性矿坑水溶入了多种煤中污染物，污染性强，易随煤炭开采而污染深层地下水，若不加处理排放地表会破坏土壤结构，导致土壤板结，影响植被，进入河道则会降低河道 PH 值，危害河流水生态环境。窟野河流域煤炭洗选也会产生大量的洗选废水，是水环境污染的一大隐患。燃煤发电的冲灰废水，排放量大，且污染种类繁多，含量变化大，是发电厂对水环境的主要污染源。煤化工产业污染物成分最复杂，处理难度最大，一旦排入窟野河流域，将对流域水环境带来灾难性的影响。

另外，大规模煤炭开采诱发和加剧了窟野河流域的水土流失进程和土地荒漠化，导致窟野河流域洪水富含粗泥沙，改变了流域内自然的水沙关系，对下游河道的淤积产生严重的影响。

综上所述，窟野河流域面临着严重的煤水矛盾，煤炭产业的发展与水资源条件极度不符，严重超过了窟野河流域的水资源和水环境承载能力。调整产业结构、严控煤炭开采总量、重新评估和科学调整流域新增煤炭开采、燃煤发电、煤化工规模，做到“以水定煤”、“量水发展”。

6.2 建议

1、坚持量水发展，以水定煤

加强水资源开发利用控制红线管理，严格控制窟野河流域和区域用水总量。对流域内煤炭基地开发的布局和规模以及煤炭产业项目根据“以水定产”的原则重新评估，做出科学调整，严格限制超出区域水资源、水环境承载能力的煤炭开采、煤电和煤化工项目的发展。严格控制煤炭新增产能，加快淘汰煤炭落后产能，支持可再生能源的发展。

《内蒙古鄂尔多斯煤电基地规划环境影响报告书》（2013）[42] 指出，“鄂尔多斯地区至 2020 年新建机组规模为 4600 万千瓦装机，加上现有的约 1200 万千瓦装机，2020 年鄂尔多斯市总装机约 5800 万千瓦”，但若结合该规划和现有供水量来看，区域内的水资源量缺口在 934 万 m^3 到 5884 万 m^3 之间，水资源供给形势严峻，不足以支撑如此规模的装机规划以及煤电基地的长期开发。2014 年，在内蒙古自治区能源开发局局长发表的一篇文章中，鄂尔多斯煤电基地 2020 年新增电力装机数字已降为 2200 万千瓦 [43]，与上文提到的 4600 万千瓦的数字相比，下调将近 50%。

2、实施最严格水资源管理制度

根据《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》[44] 和《水利部办公厅关于做好大型煤电基地开发规划水资源论证的意见》[45]，强化鄂尔多斯煤电基地和陕北煤电基地开发规划水资源论证及建设项目水资源论证工作，将其作为窟野河流域经济发展规划及工业项目规划的先决条件。对未依法完成水资源论证工作的建设项目，不予审批。及时公开水资源论证数据和审批信息，鼓励公众参与监督项目用水情况，促进水资源管理政策高效实施；细化各煤炭基地、煤矿、燃煤发电厂和煤化工厂的取、用、排水相关指标，加强用水监控和排污监控。

2013 年 6 月 13 日 内蒙古鄂尔多斯与陕西榆林交界处的煤炭广告牌。© 邱波 / 绿色和平

3、严格执行窟野河流域水功能区限制纳污的红线管理要求

加大流域内污水治理与资金投入力度，加快截污治污工程建设，积极推进工业园区和城镇地区污水处理设施建设，有效减少污染物入河排放量，努力改善流域水环境。做好窟野河流域的水生态保护和水资源保护工作。

4、加强非常规水源利用

煤电基地燃煤电厂建设与煤矿开采等项目用水应统筹安排、综合利用。流域内燃煤电厂建设生产用水水源应优先取用矿坑排水和再生水，严格控制使用地表水，严禁使用除矿坑排水以外的地下水。

参考文献

[1] Guiyu Yang, Jianhua Wang, Weiwei Shao, Hao Wang.the Relationship between China's Coal Resource Development and Water Resource [J]. Energy Procedia, 2015, 75(2): 2548-2555.

[2] 唐霞，曲建升 . 我国能源生产与水资源供需矛盾分析和对策研究 [J]. 生态经济，2015，31(10)：50-52.

[3] 水利部黄河水利委员会 . 黄河流域综合规划 (2012 ~ 2030 年)[M]. 郑州：黄河水利出版社，2013.

[4] 邵律 , 唐天林 , 万永长 . 中国经济增长第四极 : 黄河几字湾经济区构建的战略意义 [J]. 上海经济，2014(4): 20-25.

[5] 郭巧玲，陈新华，刘培旺，方海军 . 窟野河流域径流变化及人类活动对其的影响率 [J]. 水土保持通报，2014，34(4)：110-117.

[6] 窟野河流域综合规划环境影响报告书 (简本).“窟野河流域综合规划环境影响评价”第二次信息公开黄河网 http://www.yellowriver.gov.cn/zwzc/gzgb/gg/201403/t20140326_141451.html.2014-03-26.

[7] 乌兰木伦水库简介 . 鄂尔多斯市水利网 .http://www.ordossl.gov.cn/slgc/sljs/200910/t20091029_93540.html.

[8] 神木柠条塔工业园区 . 神木县柠条塔工业园区水资源利用方案研究 [EB/OL]. http://www.smntt.cn/News/Show.asp?id=225. 2013-07-24.

[9] 基准年，即为了将各种基准参数统一到一个水平上而选取的重点分析社会经济和技术指标、现状参数的年份。《水资源供需预测分析技术规范》(SL 429—2008) 中指出，基准年供需分析是在现状供用水的基础上，扣除现状供水中不合理开发的水量，并按不同频率的来水和需水进行供需分析。依据《窟野河流域综合规划环境影响报告书 (简本)》，设定的现状水平年为 2010 年。

[10] 谷晓伟，陈丽，董国涛 . 近 50 a 来窟野河流域水文情势变化研究 [J]. 人民黄河，2014，36(12) : 25-27.

[11] 郭巧玲，韩振英，杨琳洁，熊新芝 . 煤矿开采对窟野河地表径流影响的水文模拟 [J]. 水利水电科技进展，2015，35(4)：19-23.

[12] 鄂尔多斯新闻网 . 吹响煤炭工业第三次创业的号角——鄂尔多斯市全力推进煤炭产业科学发展采记 [EB/OL].http://www.ordosnews.com/news/2015-12/02/content_137931.htm. 2015-12-02.

[13] 中国煤炭工业发展研究中心，神木县人民政府 . 神木县煤炭工业十二五规划 (2011-2020 年)，2011.

[14] 国务院关于印发全国主体功能区规划的通知，国发〔 2010 〕46 号，http://www.gov.cn/zwgk/2011-06/08/content_1879180.htm

[15] 蒋晓辉，谷晓伟，何宏谋. 窟野河流域煤炭开采对水循环的影响研究 [J]. 自然资源学报，2010，25(2) : 300-307.

[16] 李强，李永春，陈大勇，刘海平 . 神东矿区水资源可持续利用问题研究 [J] 干旱区资源与环境，2013，27(9): 141-147.

[17] 神木县人民政府网 . 神木县情 [EB/OL].http://www.sxsm.gov.cn/zjsm/gailan/201601/t20160107_216829.html.2016-01-07.

[18] 范立民. 黄河中游一级支流窟野河断流的反思与对策 [J]. 地下水，2004，26(4) : 236-237,241.

[19] 雷泳南，张晓萍，张建军，刘二佳 . 窟野河流域河川基流量变化趋势及其驱动因素 [J]. 生态学报，2013，33(5)：1559-1568.

[20] 刘二佳，张晓萍，张建军，雷泳南，谢名礼 . 1956-2005 年窟野河径流变化及人类活动对径流的影响分析 [J]. 自然资源学报，2013，28(7)：1159-1168.

[21] HJ 446—2008，清洁生产标准煤炭采选业 [S]. 北京：中国环境科学出版社，2008.

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

[23]DB61/T 943—2014，行业用水定额 [S].2014.
[24] GB/T 5751—2009，《中国煤炭分类标准》[S].2014.
[25] 肖建荣，玛喜毕力格，王彦丽 . 鄂尔多斯煤化工发展与水资源保护的研究 [J]. 北方环境，2013，25(10)：110-112.
[26] 马建春 . 火电厂200MW机组循环水三种冷却方式投资分析及比较 [J]. 电力标准化与技术经济，2007，(3)：36-40.
[27]《国家发展改革委关于燃煤电站项目规划和建设有关要求的通知》(发改能源〔2004〕864 号)，http://www.nea.gov.cn/2012-01/04/c_131262602.htm.
[28] 环境保护部 (2013)《燃煤火电企业环境守法导则》http://www.gdep.gov.cn/zcfg/bmguizhang/201311/P020131113569351141044.pdf.
[29] GB/T 18916.1—2002，《取水定额 第一部分：火力发电》[S].2002.
[30] DL/T 783—2001，火力发电厂节水导则 [S].2001.
[31] 中华人民共和国国家发展和改革委员会，中华人民共和国环境保护部，中华人民共和国工业和信息化部 . 关于发布电力 (燃煤发电企业) 等三项清洁生产评价指标体系的公告 [EB/OL]. http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbgg/201504/t20150420_688586.html.2015-04-15.
[32] 全国煤化工信息站 . “十二五”煤化工示范项目技术规范 (送审稿) 摘录 [J]. 煤化工，2011，(6)：20.
[33] 国家能源局 .《关于规范煤制燃料示范工作的指导意见》(第二次征求意见稿) 公开征求意见 [EB/OL]. http://zfxxgk.nea.gov.cn/auto83/201507/t20150707_1945.htm. 2015-07-07.
[34] 吕新，王双明，杨泽元，卞惠瑛，刘燕 . 神府东胜矿区煤炭开采对水资源的影响机制 [J]. 煤田地质与勘探，2014，24(2)：54-57，61.
[35] 娄华君，庄健鸿 . 煤矿开采区水、土地与煤炭资源同步利用模式研究 [J]. 资源科学，2007，29(5)：90-96.
[36] 范立民．陕北地区采煤造成的地下水渗漏及其防治对策分析 [J]. 矿业安全与环保，2007，34 (5) : 62-64.
[37] 杨绍萍，丁坚平，曹兴民 . 煤矿开采对毕节地区地下水环境的影响研究 [J]. 地下水，2009，31(6)：103-104，182.
[38] 中国污水处理工程网 . 火电厂灰水处理 [EB/OL]. http://www.dowater.com/jishu/2011-03-16/43844.html.2011-03-16.
[39] 管菊根，荣鸿敏 . 我国火电厂灰水污染问题的一些探讨 [J]. 热力发电，1986.
[40] 陈孝娥，黄载春，马兰，唐士豹，王刚，刘立新 . 煤化工行业环境污染现状及对策建议 [J]. 攀枝花学院学报，2008，25(6)：9-11.
[41] 王姣雯 . 浅谈煤矿开采区的水土流失与防治 [J]. 污染防治技术，2010，23(5)：49-51.
[42]《内蒙古鄂尔多斯煤电基地规划环境影响报告书》，2013 年 12 月，http://www.ordoshb.gov.cn/ywgl/hjpj/glxx/201312/P020131203370890418735.pdf
[43] 李杰翔，《全面提升清洁能源输出基地建设水平》，内蒙古日报，http://szb.northnews.cn/nmgrb/html/2014-08/24/content_1137978.htm.
[44]《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》(国发〔2012〕3 号)，http://www.gov.cn/zwgk/2012-02/16/content_2067664.htm.2011-02-16.
[45]《水利部办公厅关于做好大型煤电基地开发规划水资源论证的意见》，http://www.mwr.gov.cn/zwzc/tzgg/tzgs/201312/t20131217_520799.html.2013-12-12.

附录一　窟野河流域煤矿统计数据及需水量计算

区域	项目	定额单位	定额值	开采类型	开采量（万吨）	需水量（万 m^3）
内蒙古	原煤	m^3/t	0.2	井工煤矿	23845	4769
		m^3/t	0.25	露天煤矿	1320	330
	煤洗选	m^3/t	0.1	洗选率 90%	22649	2265
陕西	原煤	m^3/t	0.2	井工煤矿	17917	3583
		m^3/t	0.3	露天煤矿	–	–
	煤洗选	m^3/t	0.14	洗选率 90%	16125	2258
合计						13205

注：1. 以上煤矿信息资料是根据国家能源局发布的截至 2015 年 6 月的内蒙古自治区鄂尔多斯市和陕西省榆林市的煤炭生产能力情况表统计的。依据该表显示的煤矿所在地，比照窟野河流域范围，核定了流域内煤矿及煤炭开采量。

2. 根据收集分析公开信息，确定了 300 万吨及以上规模的 30 座煤矿的开采方式。鉴于详细资料数据和时间的限制，其余中小煤矿均按照井矿保守测算需水量。

附录二　窟野河流域燃煤发电厂统计数据及需水量计算

区域	电厂名称	装机规模	冷却方式	发电量（MW · h）	用水定额（m^3/MW · h）	需水量（万 m^3）
内蒙古鄂尔多斯市	内蒙古汇能集团蒙南发电公司	2×60MW	循环冷却	753960	2.45	185
	神东电力公司上湾热电厂	2×150MW	空冷	1630200	0.58	95
	神华煤制油化工有限责任公司鄂尔多斯分公司	2×100MW	空冷	945800	0.58	55
	鄂尔多斯东方热电有限责任公司	2×12MW	循环冷却	111216	4.32	48
	鄂尔多斯乌兰煤炭集团瑞丰热电有限责任公司	2×6MW	空冷	90756	1.44	13

陕西省榆林市	朱盖塔电厂	2×30MW	空冷注3	312060	0.95	30
	神木国华发电有限责任公司	220MW	空冷注3	1367300	0.95	130
	神华神东电力郭家湾电厂	2×300MW	空冷	2614800	0.63	165
	陕西莱德集团华盛综合发电有限公司	2×30MW	空冷	367140	0.95	35
	神木大柳塔电厂	24MW	空冷	206748	0.95	13
	陕西龙华煤焦电集团有限责任公司（神木县龙华阳光发电有限责任公司）	4×6+3×25MW	空冷注3	829224	0.95	79
	陕西恒源煤电集团发电有限公司	2×12+4×25MW	空冷注3	1086240	0.95	103
	陕西煤业化工集团神木电化发展有限公司	3×25+2×100MW	空冷	2409000	0.95	229
	神华阳光神木发电有限责任公司（国神集团店塔发电公司）	2×135MW	空冷	2034720	0.95	193
	府谷县方正自备发电有限责任公司	2×12MW	空冷注3	210240	0.95	20
	神木县洁能综合利用发电有限公司	4×50MW	空冷	1752000	0.95	166
	神华神东电力店塔电厂（改建）	2×660MW	空冷	7260000	0.34	247
	神华国华陕西神木热电厂（新建）	4×350MW	空冷	6566000	0.35	230
合计						2035

注：1. 根据中国电力联合会发布的年鉴、陕西省国家重点监控企业检测信息发布平台、环境保护部及地方环境保护部门发布的环境影响评价审批和公示信息以及地方政府发布的项目规划选址公示等信息来源，在此基础上比照窟野河流域范围，核选出截至2015 年 12 月 31 日在运行、规划和建设中的该流域燃煤电厂清单。

2. 表中燃煤电厂的装机规模、冷却方式和发电量等信息取得方式包括注 1 中提到的信息来源以及企业公开发布的数据信息，其中在陕西省国家重点监控企业检测信息发布平台上获取的燃煤电厂的相应数据来源于该平台 2014 和 2015 年企业自行监测开展情况年度报告。

3. 5 家无法明确冷却方式的燃煤电厂，按照空冷保守计算。

附录三 窟野河流域煤化工项目统计数据及需水量计算

编号	项目名称	规模	用水定额	需用水量（万 m^3）
1	神华鄂尔多斯108万吨/年直接煤制油	108 万吨 / 年	--	665
2	神华鄂尔多斯 18 万吨 / 年间接煤制油（一期第一条生产线）	18 万吨 / 年	--	252
3	神华鄂尔多斯直接煤制油（一期二、三条生产线）	212 万吨 / 年	7m^3/ 吨	1484
4	神华鄂尔多斯煤制气项目	20 亿立方米	5.25m^3/1000 标立方米	1050
5	汇能鄂尔多斯煤制气项目（一期）	4 亿立方米	--	275
6	汇能鄂尔多斯煤制气项目（二期）	16 亿立方米	5.25m^3/1000 标立方米	840
合计				4566

注：根据绿色和平组织在2013年发布的《噬水之煤：神华鄂尔多斯煤制油项目超采地下水和违法排污调查报告》（http://www.greenpeace.org/china/Global/china/publications/campaigns/climate-energy/2013/shenhua2013-rpt.pdf）统计的地处窟野河流域的神华煤制油和煤制气在运行项目和规划；以及根据公开信息途径收集到的处于环境影响评价评审和验收阶段的项目以及企业发布的项目规划，综合整理的项目信息。

2016 年 1 月 24 日，陕西省榆林市神木县，夕阳中的一座燃煤电厂。© 念山 / 绿色和平

GREENPEACE
绿色和平

绿色和平是一个全球性环保组织，致力于以实际行动积极推动的改变，保护地球环境与世界和平。

地址：中国北京市东城区东四十条甲 25 号嘉诚有树 B 座 303A
邮编：100007
电话：+86（10）65546931
传真：+86（10）64087851

www.greenpeace.cn