

# 化“水患”为“水源”

## 小浪底工程破解黄土高原缺水困局

在极度缺水(人均水资源量仅450立方米)的晋东南地区,山西小浪底引黄工程这一“大水管心脏”工程,过去一直被日均1.5万立方米的巨大地下渗水所困扰,严重威胁工程安全。传统施工模式既大量消耗宝贵新水,又面临渗水直排的生态风险。山西小浪底引黄水务集团有限公司实施“防渗封堵与渗水回用”一体化方案,创新实现“变废为宝”。通过技术封堵,将渗流总量稳定控制在5000立方米/天以内;同时,将收集的渗水净化后100%回用于钻孔灌浆等施工环节,累计节水超8.2万立方米,直接节约成本约18万元。这一实践成功破解了“高涌水”与“缺水”的矛盾,实现了工程安全、资源节约与生态保护的多重目标,为类似地下工程建设提供了可复制的绿色施工范本。

### 背景:黄土高原上的“水困局”——心脏工程的水安全之痛

晋东南地区人均水资源量仅有450立方米,不足全国平均水平的1/5,属于极度缺水区。山西小浪底引黄工程,是滋养晋东南旱塬的战略性水利命脉。然而,其核心动力源——深埋于山体中

的地下泵站,自建设之初就遇到了一个巨大难题:受地下水严重侵袭。位于可溶岩地层中的泵站厂房,如同一个巨大的“水盆”,日均承受着高达1.5万立方米的涌水,在暴雨季节峰值甚至超过6万立方米。如此大量的涌水,严重威胁洞室结构安全与设备寿命。

一边是宝贵的水资源极度稀缺,另一边是威胁工程的涌水无处安放。若直排,可能影响黄河支流生态,泵站的防渗施工(帷幕灌浆)每日还需消耗270立方米的生产用水。若按传统模式抽取新水,无疑会加剧区域水危机。如何破解安全、资源与生态的三

重压力，成为摆在建设单位面前一道必须解答的生态考题。

### 行动：化“水患”为“水源”——一套循环系统的诞生

面对挑战，山西小浪底引黄水务集团有限公司没有选择简单的封堵排放，而是确立了“资源化治水”的更高目标，创造性地将“治水”与“用水”合二为一，打造出一个精密的渗水内部循环系统。

第一步是精准收集与严格质检。重点是在深邃的洞室中，沿主要涌水点构建起混凝土排水网络，将四处漫溢的地下水有序导流至集水井，再提升至地表。这些水首先要接受严格的“体检”——委托第三方机构检测 pH 值、悬浮物、氯化物等关键指标，确保其完全符合《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》中对施工用水的水质要求（如悬浮物 $\leq 30$ 毫克/升，实际控制到 20 毫克/升以内）。

第二步是闭环输送与高效回用。检测合格后，渗水被注入集水箱，通过专用管道系统，直接泵送至施工最前线。其中一部分流向集中制浆站，成为配制灌浆浆液的原料，另一部分输送至地面帷幕钻孔作业点，用于冷却钻头、进行压水试验。整个流程实现了“源头收集—净化保障—定

向回用”的精准控制。

同样重要的是管理与模式的创新。项目建立了三级责任体系与完整的水质检测追溯台账，确保每一滴水都用得明白、用得安全。同时，打破了“先彻底治渗，再考虑用水”的常规时序，创新采用“边防渗、边收集、边回用”的同步推进模式。在封堵作业逐步见效，涌水量从 1.5 万立方米/天逐步稳定至 5000 立方米/天以下的过程中，回用系统已同步成熟运转，实现了工程进度与资源节约的无缝衔接。

### 成果：安全、效益与生态的“三重收获”

这一绿色实践收获了远超预期的综合效益。

安全与生态基础得以夯实：通过有效封堵，地下厂房渗流总量被稳定控制在 4800 ~ 5000 立方米/天的安全范围内，从根本上保障了工程“心脏”的长期安全。同时，杜绝了地下涌水携带泥沙直接排入板涧河（黄河支流），保护了流域水生态平衡。

经济效益直接显现：在 305 天的工期内，累计将 8.2 万立方米的地下渗水转化为施工用水，相当于节约了 550 亩农田一季的灌溉用水。仅此一项，便节省新水采购费用约 18 万元，并减少了水处理设施投入。

社会与行业示范价值凸显：项目将施工人员及周边民众对“非常规水资源利用”的认知度从约 30% 提升至 90%，生动普及了节水理念。其成功实践，形成了一套完整的“防渗封堵—渗水收集—水质检测—施工利用”技术管理流程，为在复杂地质条件下建设绿色水利工程提供了可复制、可推广的重要经验。

### 意义：超越工程本身的生态文明启示

山西小浪底引黄工程地下水回用案例的意义，远不止于解决了一个技术问题，还体现了传统基础设施建设模式的深刻转变，标志着水利工程建设从改变自然迈向与自然和谐共生、循环互惠的新阶段。

这个成功案例说明，将“水患”转变为“水源”，是破解水资源环境约束的关键；建立在精细化管理、一体化系统设计和技术保障基础上的绿色施工，不仅不会增加成本负担，而且能够实现工程安全、降本增效与环境保护的多赢。

这项实践，如同一枚嵌入黄土高原的绿色印章，为同类工程树立了“变废为宝、循环共生”的绿色施工范本。

（供稿：山西小浪底引黄水务集团有限公司）