

推动黄河流域数据中心节水势在必行

在数字化时代，数据中心作为信息社会的基础设施，其重要性日益凸显。然而，随着数据中心规模的快速扩张，其能耗与水资源消耗问题也日益严峻。近期，谷歌数据中心用水量占其总用水量的 93%，且呈现增长趋势。这一数据不仅反映了全球数据中心行业的普遍现象，也为我们思考黄河流域数据中心节水问题提供了重要参考。

文 | 霍婧 赵卫东 赛迪智库节能与环保研究所（工业和信息化部碳达峰碳中和研究中心）

一、谷歌环境报告数据解读

（一）数据中心用水量规模惊人

谷歌报告显示，2022 年该公司总共消耗了 56 亿加仑（约合 212 亿升）的水，这一数字相当于大约 3.185 万个奥运标准游泳池的水量，大约可以填满 1.5 个西湖。用水量激增的原因之一便是正在全球范围内迅猛发展的人工智能（AI），用水的并不是 AI 模型本身，而是数据中心的散热系统。据了解，AI 模型在计算时，数据中心会产生大量热量，为了使其保



赛迪网官方微信



数字经济官方微信

持平稳运行，需要耗费水资源来为其降温。2022 年谷歌增加的水资源消耗中的大部分就用于数据中心散热，比例高达 93%。与往年同期相比，这一用水量还增加了 20%，显示出随着算力的增长数据中心用水需求呈快速增长态势。

（二）水在数据中心中的用途越来越广

数据中心在运行过程中会产生大量的热量，主要来源于服务器、存储设备和其他电子设备的运行。为了保持设备

在适宜的温度范围内运行，防止过热导致的性能下降或损坏，数据中心必须采用有效的冷却措施。这些措施通常包括使用冷水机、冷却塔和空调系统等。数据中心的耗水主要用于冷水机、冷却塔等冷却系统的运行。近年来随着数据中心向绿色节能、高密度、超大规模方向发展，传统风冷型制冷技术的散热能力无法满足需求，导致服务器温度过高，影响性能和稳定性，水冷系统因其高效制冷和大制冷量的优势，得到了广泛应用。另外，在“双碳”战略背景下，数据中心节能降碳的重视度不断提高，水冷系统方案或将得到更多应用，这无疑将进一步加剧水资源消耗问题。

二、黄河流域数据中心节水形势十分紧迫

（一）“东数西算”工程推动黄河流域成为数据中心集聚区

我国于 2022 年启动了“东数西算”工程，“东数西算”工程是国家推进数字经济高质量发展的重大战略部署，旨在通过构建数据中心、云计算、大数据一体化的新型算力网络体系，将东部算力需求有序引导到西部，优化数据中心建设布局，促进东西部协同联动。在这一战略框架下，黄河流域多数省份作为西部的重要区域，被赋予了成为数据中心集聚区的潜力与机遇。内蒙古、甘肃、宁夏等地被列为算力网络国家枢纽节点地区，承担着承接东部算力需求、优化算力布局的重要任务。例如内蒙古和林格尔新区、宁夏中卫市、甘肃庆阳都被

确定为全国数据中心集群之一，这将为黄河流域吸引更多的数据中心建设和投资。未来，黄河流域将成为我国数据中心的重要布局地。

（二）黄河流域面临水资源短缺的严峻现实

然而，黄河流域的水资源状况却不容乐观。黄河流经地区主要为干旱、半干旱和半湿润地区，降水量相对较少且分布不均。这就导致黄河流域的水资源总量有限，难以满足日益增长的需求。黄河流域水资源量仅占全国的 2%，多年平均降水量仅为长江流域的 40%，人均水资源总量不到全国人均资源总量的 30%。多年平均水资源总量 647 亿立方米，不到长江的 7%。更为严重的是，黄河流域的水资源开发利用率已高达 80%，远超 40% 的生态警戒线。这意味着黄河流域的水资源已经处于高度紧张状态，难以承受更多新增用水需求。

（三）数据中心快速发展为黄河流域带来用水压力

随着“东数西算”工程的推进和黄河流域数据中心规模的快速扩大，黄河流域数据中心用水需求将大幅增加。如内蒙古乌兰察布地区在数据中心建设方面具有领先地位和显著优势，多家知名数据中心企业在乌兰察布市落户和运营，形成了数据中心产业集聚效应，造就了“南贵北乌”的大数据发展格局。近日，基于对地下水资源的保护和合理利用，内蒙古乌兰察布地区出台了《关于禁止集宁区大数据企业使用地下水冷却降温的通知》，明确规定：辖区内大数据企

业一律禁止使用地下水冷却降温，并要求督促辖区内使用地下水冷却的大数据企业制定使用风冷或置换水源的计划及实施方案，并尽快完成技术改造。

乌兰察布数据中心的发展历程给予警示，未来如果不采取有效措施加以控制和管理，数据中心将给黄河流域带来巨大的用水压力，进一步加剧水资源短缺问题。因此，推动黄河流域数据中心节水工作已迫在眉睫。

三、推动黄河流域数据中心节水的策略与建议

（一）强化以水定产，合理布局数据中心

1. 合理规划数据中心布局

应合理规划黄河流域数据中心布局，充分考虑水资源承载能力。一是通过科学选址和合理布局，将数据中心尽量建设在气温相对较低、水资源相对丰富的地方，以减少用水量，提高用水效率。选择水资源相对丰富的地区建设数据中心，可以确保数据中心在运营过程中有足够的水资源供应。同时，这些地区通常也具备良好的生态环境和较低的用水成本。选择气温相对较低地区建设数据中心，可以减少冷却系统的用水量，并降低能耗。例如，可以选择黄河流域中上游的某些地区，这些地区夏季气温相对较低，有利于数据中心的节能降耗。二是推动数据中心分层布局。根据黄河流域不同地区的资源禀赋和发展水平，采用分层布局的策略，在资源条件较好的地区建设高端数据中心和云计算中心，

满足高端用户的需求；在资源条件相对较差的地区建设基础数据中心和边缘计算节点，满足一般用户的需求。

2. 强化水资源刚性约束

应强化水资源刚性约束，以水定产。在数据中心建设和运营过程中，应严格执行水资源管理制度和用水定额标准，确保数据中心用水符合国家和地方水资源管理要求。一是制定严格的水资源管理制度。根据黄河流域的水资源状况和数据中心的实际需求，制定合理且严格的数据中心用水定额标准，包括冷却、清洁、绿化等各环节的用水量。实施许可制度，数据中心在建设和运营前，需向当地水行政主管部门申请取水许可，并提交详细的水资源利用方案。只有经过审批并获得许可，方可开始建设和运营。二是严格执行用水定额标准。在数据中心内部安装先进的用水监测和计量设备，实时监控各环节的用水量，确保数据准确可靠。定期对数据中心的用水情况进行评估，检查是否超出用水定额标准。对于超出标准的部分，要求数据中心采取措施进行整改。对于违反水资源管理制度和用水定额标准的数据中心，依法依规进行处罚，包括罚款、限期整改，甚至吊销取水许可等。

（二）研发推广节水技术，提升数据中心水效

应大力研发和推广数据中心节水技术。一是利用可再生能源散热。利用黄河流域丰富的太阳能、风能等可再生资源，为数据中心提供清洁、可再生的能源支持，减少对传统能源的依赖。同时，

这些能源可直接用于数据中心的散热系统，如采用热能回收技术，将散热过程中的余热转化为其他用途（如供暖、热水供应等），进一步提高能源利用效率，降低对环境的影响。二是提升风冷系统效能。优化风冷系统设计，如采用更高效的空气流动路径、增强换热器的热交换效率、引入智能温控系统等，以减少对冷却水的依赖。此外，结合室外环境条件，如自然冷却技术，可以显著降低能耗和水耗。三是研发节水型冷却技术。建立闭环冷却水系统，实现冷却水的循环利用，减少水资源消耗和废水排放。将服务器等关键设备直接浸没在绝缘、低沸点的冷却液中，通过热交换器将热量带走，这种方式可以极大地提高散热效率，同时几乎不消耗水资源。利用喷淋系统或相变材料，在设备表面形成短暂的液态或气态冷却层，快速带走热量，这些技术同样能有效降低水耗。四是智能化与数字化管理。引入物联网（IoT）、大数据、AI 等技术，实时监测数据中心的各项运行参数，包括水耗、能耗、温度、湿度等，通过算法优化控制策略，实现精准调控。建立能耗和水耗模型，预测未来趋势，为节能减排提供科学依据。实施远程监控和维护，减少现场操作，提高运维效率。

（三）鼓励与其他行业 and 部门进行用水协同共享

一是利用农业、工业、生活等领域的中水或废水来满足数据中心的用水需求，通过先进的废水处理技术，将来自农业灌溉排水、工业生产排水和生活污水处

理后的中水或再生水，用于数据中心的冷却系统、清洁维护等非饮用水需求。这不仅可以减少对清洁水资源的依赖，还能有效降低数据中心的运营成本。同时确保回收的中水或废水达到数据中心用水的水质标准，特别是要关注可能存在的微生物、化学物质等污染物，以保障数据中心设备的稳定运行和人员健康。二是将数据中心的冷却水或废热用于其他领域，如温室种植、渔业养殖、供暖供热等。将数据中心产生的冷却水或废热引入温室，可为植物提供适宜的生长环境，促进温室农业的发展；同时，也可以将废热用于水产养殖，如鱼类、虾类等，提高养殖效率。在冬季或寒冷地区，数据中心产生的废热可用于周边居民区、商业区或工业区的供暖，实现能源的梯级利用。建立高效的热能回收系统，将废热转化为可利用的热能，用于供暖供热。三是推动再生水输配管网覆盖范围内的数据中心，在设备冷却水、机房加湿等方面采用再生水。加强再生水输配管网建设，政府和企业应共同努力，建设和完善再生水输配管网，确保再生水能够稳定、可靠地输送到数据中心。政府应出台相关政策，鼓励数据中心使用再生水，并给予一定的税收减免、补贴等激励措施。数据中心应根据再生水的特性，对冷却系统、加湿系统等设备进行改造和升级，以确保其适应再生水的水质和使用要求。

责任编辑：金烨 jinye@staff.ccidnet.com