尼古拉•图皮金：欧洲能源体系还能经受多少场危机？

“可我实在不明白，你们打算用什么取暖。天然气不要，核能也不发展……难道准备烧木柴？可木柴还得去西伯利亚找……你们连木柴都没有。”– ***弗拉基米尔•普京****，2010年11月26日在柏林经济论坛上的讲话。*

十六年前，这番话听起来更像一句带有政治意味的调侃。那么，十六年过去，欧洲的能源体系究竟发生了什么变化？

我想弄清楚，欧洲究竟为2026—2027年冬季做好了多少准备。起初，我查的是地下储气库的库存数据，却很快发现：仅凭储气量，远远看不清问题。真正重要的不只是库里还有多少天然气，还包括它能以多快的速度被采出、输送到用户手中；一旦供应中断，又能用什么来填补缺口。

一个问题的答案，又引出了更多问题：跨境天然气互联管道究竟如何运行？如果风电连续多日出力不足，会发生什么？紧急采购的费用由谁承担？各国财政能否承受额外负担？

于是，我决定只讨论那些能够用公开数据、研究成果和预测报告加以核查的因素：基础设施的物理极限、市场供需状况、财政约束，以及权威机构发布的气候展望。中东局势再度升级、台海发生危机、美国政策突然转向，或者出现重大自然灾害，都可能改变局面。但我无意预测这些事件是否会发生。

研究到最后，我意识到，更值得追问的并不是欧洲今冬究竟够不够用气，而是能源供应、工业、金融体系与公共财政这四个彼此关联的领域，究竟能同时承受多少重冲击。

这不是能源专家的定论，也不是智库发布的正式报告，而是一个人试图弄懂一件起初看似并不复杂的事情。我希望邀请读者与我一起，沿着这些问题逐步寻找答案。

不妨先从最初的问题说起： **入冬之前，欧洲地下储气库究竟储存了多少天然气？**

欧洲迎冬：家底究竟有多厚？

与2010年相比，欧洲如今对俄罗斯管道天然气的依赖大幅下降，却更加倚重全球液化天然气（LNG）市场。供应来源和运输路线更加多元，但储气库的库存明显低于去年：10

月1日，欧盟储气库充满率为72%，而2025年同期为83%；到10月21日，充满率升至74.6%，约合845太瓦时（TWh）。德国的缺口尤其突出，充满率仅约61%。

欧洲天然气输送系统运营商网络（ENTSOG）10月发布的评估认为，在相当广泛的条件下，欧洲天然气基础设施仍有能力满足需求。不过，如果遇上寒冬，而液化天然气供应又受到限制，必须压减的需求与可能无法得到满足的需求合计可达437太瓦时，约合400亿立方米。这相当于10月21日欧盟储气库库存的一半以上。要弥补这一缺口，只能增加供应、减少消费，或者两者并举。

如果严寒、风电出力偏低和进口供应中断同时出现，欧洲将面临艰难取舍：要保障居民供暖，就可能需要压减工业用气；要稳定能源供应，就得让家庭承担更高账单，或由政府财政承担更多成本。

下文将说明，一次冲击如何放大另一次冲击的后果。如果"完美风暴"真的出现，欧洲还能在市场上买到所需的天然气吗？还是只能压缩需求？答案不仅取决于储气库库存，还取决于不同大洲的天气、全球LNG市场的供需，以及四套相互牵连的体系能否顶住压力：能源供应、工业、金融市场和公共财政。

1. 储气库有气，不等于供应有保障

欧盟的总体数字掩盖了成员国之间的巨大差异。据欧洲天然气基础设施协会（Gas Infrastructure Europe，GIE）统计，截至2026年10月21日，德国储气库充满率仅61.1%，荷兰为64.7%；法国的情况明显好得多，达到87.4%，意大利则达到90%。德国拥有欧盟最大的地下储气容量，实际库存却低于意大利：德国为151太瓦时，意大利为183太瓦时；法国为108太瓦时，荷兰为93太瓦时。

根据欧盟规定，储气库应在10月1日至12月1日期间达到90%的充满率目标，不过2025至2027年设有豁免和更灵活的安排。问题还在于经济账。正如俄罗斯能源与金融研究所（IEF）指出的那样，过去那套"夏天低价买气、冬天高价卖气"的生意，如今已不再稳稳赚得回来。夏季气价过高，储气交易商就可能承担库存亏损，向地下储气库注气的积极性也随之下降。

即使达到这一储气目标，也不意味着冬季用气高峰时一定能及时供上足够的天然气。

储气库里有多少气，与每天最多能提取多少气，是两个不同的概念。随着库存下降，一些储气库内部压力随之降低，最大日采出能力也会减弱。气还在地下，却未必能以原来的速度取出来。

在ENTSOG的一项压力测试情景中，欧洲储气库到冬季结束时可能只剩约11%的库存。届时，倒春寒或突发供应中断都会格外棘手：系统已经缺少应对需求突然上升的余地。因此，真正的安全余量不能只看储气库充满率，还要看整个冬季能否持续维持足够的日采出量。

2. 德国的天然气账本：库存61%，气价突破每兆瓦时90欧元

德国对天然气市场的冲击尤为敏感。居民供暖和重工业都离不开天然气，德国的长输管网还承担着向邻国输气的任务。即使没有实际断供，价格大幅上涨也可能让德国经济付出沉重代价。

德国联邦网络局公布的数据显示，10月13日至19日这一周，德国通过管道进口天然气17.4太瓦时，通过本国LNG接收终端进口1.6太瓦时。接收终端的平均利用率仅为37.2%。监管机构认为当前供应稳定、发生供应紧张的风险较低，但同时提醒：储气水平明显低于上年，到冬季结束时，库存可能降至很低的水平。

乍看之下，LNG接收终端连一半产能都没有用到，似乎意味着还有充足的后备空间。但闲置接收能力只说明港口还能接更多气，并不保证国际市场上一定买得到，也不保证货船来得及送到。

还有一道限制：德国储气库在2027年2月1日须达到至少30%的充满率目标。即使满足这一指标，也不能保证冬末再次遭遇严寒时，储气库能以足够快的速度采出天然气。

对德国来说，眼下的问题与其说是气够不够，不如说是气有多贵。在化学工业中，天然气既是燃料，也是生产原料。氨和化肥生产，以及玻璃、陶瓷行业，都高度依赖天然气。在金属加工和机械制造业，高昂的天然气与电力成本还会沿产业链层层传导。

10月20日，欧洲天然气交易基准TTF价格自2022年底以来首次突破每兆瓦时90欧元。影响已在工业部门显现。化肥生产商雅苒（Yara）表示，第三季度高气价和需求推迟抑制了利润率与出货量。公司根据能源成本和生产条件调整了欧洲工厂的开工水平。作为衡量经营表现的重要指标，其调整后息税折旧摊销前利润（EBITDA）由上年同期的8.04亿美元降至6.75亿美元。

单看天然气供需平衡，工业减产仿佛是一件好事：消耗少了，就能把气留给其他用户。但从整个经济看，结果恰恰相反：产量减少、工时缩短、收入下降、税收缩水。能源系统争取到了一口喘息的机会，代价却由工厂、工人和财政共同承担。

因此，德国真正的薄弱环节，未必是找不到天然气来源，而是要让一个高耗能经济体持续获得供应，成本可能高到难以承受。

3. 57座反应堆：法国能为欧洲能源市场稳住阵脚吗?

与德国不同，法国大部分电力来自核电，因此受天然气价格波动的直接影响较小。国际原子能机构（IAEA）的数据显示，法国共有57座在运核反应堆，总装机容量约63吉瓦。2025年，核电贡献了法国约68%的发电量。法国电力集团（EDF）预计，2026年和2027年每年的核电发电量均为350至370太瓦时。相比之下，隶属于俄罗斯国家原子能公司的Rosenergoatom旗下俄罗斯核电站，2025年总发电量为218.3太瓦时。按预测，法国核电站年发电量约为这一数字的1.6至1.7倍。

与此同时，截至10月21日，法国储气库充满率约87%，处于相对较高水平。天然气库存与核电装机相结合，使法国成为稳定欧洲能源市场的重要力量：它既有储气可用，又能向邻国出口电力，减少邻国对燃气发电的需求。不过，这种支撑能力并非没有边界。

核反应堆需要定期停机检修，也可能发生计划外故障。一些核电站的运行还受河流水位和水温制约。2026年夏季，部分河流水位偏低、水温异常升高，导致数座核电站不得不暂时限制出力。

法国还有一个特点：电采暖十分普遍。严寒来袭时，国内用电需求会急剧增长，法国可能不得不减少电力出口，优先保障本国用户。如果寒潮又碰上多座反应堆停运，法国甚至可能从电力净出口国变为净进口国。

因此，法国确实能够帮助邻国缓解能源危机，但前提是自身还有富余发电能力，跨境输电线路也有足够容量。对德国而言，这份支援尤其重要；可在最需要它的时候，它也可能恰恰无力提供。

4. 同一个市场，各有各的软肋

意大利入冬时储气量约183太瓦时，储气库充满率达到90%，起点相对有利。不过，该国相当一部分电力来自燃气发电。一旦水电出力下降，或者用电需求上升，天然气消耗就会随之增加。

西班牙拥有大型LNG接收终端，海运进口条件也十分便利。难点在于把气继续送往中欧：穿越比利牛斯山脉的管道输送能力有限。即使西班牙接收终端还有闲置容量，新增天然气也未必能送到德国用户手中。

凭借接收终端、储气设施和交易网络，荷兰仍是欧洲重要的天然气枢纽之一。然而，截至10月21日，该国储气库充满率仅64.7%，明显低于欧盟平均水平。

中欧、东欧和东南欧的内陆国家必须依靠邻国转输天然气。气运到了欧盟境内的接收终端，还远远不够：它还要穿过数个国家的输气网络，而每一段管网都可能存在瓶颈。ENTSOG在评估中特别指出了这些区域性限制。

英国的处境较为特殊。它虽已退出欧盟，却仍是欧洲天然气市场的重要参与者。英国的气源包括北海本国气田、来自挪威及欧洲大陆的管道供气，以及LNG进口。但英国自身的储气能力很小。2026年7月14日，英国政府在答复议会质询时公布，其储气容量约为17亿立方米，仅相当于平均冬季需求的七天。因此，英国尤其依赖现有气源持续稳定供货；需求一旦增加，还要与欧洲大陆争夺额外的LNG船货。

欧洲天然气库存总量充足，并不意味着每个用户都能得到所需的气。有的国家气多，却难以跨境输送；有的国家建有接收终端，储气量却不足；还有一些国家的天然气需求对天气变化尤其敏感。

各国市场通过贸易和合同连接在一起，但天然气最终仍要沿着具体线路运送。于是，下一个问题来了：怎样才能真正把气送到最需要的地方？

5. 管道、压力与瓶颈：有气，还得运得到

想象一下高峰时段的一条六车道高速公路。驶向狭窄出口的车辆排起长队，堵塞一路延伸到主车道，连不打算驶离高速的车辆也被拖慢。主路再宽，出口通行能力不足，拥堵就无法避免。

欧洲天然气网络也有类似特点：长输管道、压缩机站、LNG接收终端、储气库，以及连接各国管网的互联设施共同组成一张大网。每一个环节，都有自己的输送上限。

国家之间。 比利牛斯山脉的输气通道是一个直观例子：西班牙LNG终端能够接收的天然气，远多于现有管道可以继续输送到法国的数量。包括阿尔卑斯山通道在内的其他线路，还受气流方向及相邻网络剩余容量的影响。

国家内部。 大型储气库与工业用户往往并不位于同一区域。德国不少天然气设施集中在北部，而许多大用户位于南部。平时，管网能够满足需求；到了用气高峰，关键就看特定输送通道还剩多少能力。

压力与压缩机。 压缩机站负责维持必要的输气压力，但设备能力毕竟有限。此外，部分储气库越接近耗尽，最大日采出量就越低。严寒高峰期决定系统表现的，往往是最薄弱的环节，而不是整个网络的平均能力。

输送方向的改变。 2022年以前，俄罗斯天然气工业股份公司每年向欧洲供应约1500亿立方米管道天然气；到2025年，供应量已降至约180亿立方米，“土耳其溪”（TurkStream）成为仅存的运营线路。这一变化，使西部LNG终端和北部输气通道在中东欧供气中的作用显著上升。

欧洲已调整输气系统，使天然气能够从西向东输送，但并非每条管道都能在两个方向上输送同样多的气。

所以，即使欧洲总体供气充足，个别地区仍可能出现短缺。而当缺口不再局限于某一地区，而是波及整个大陆时，瓶颈便从管道转移到了全球LNG市场。

6. 美国为何无法在短时间内大幅增加对欧LNG供应

美国已成为欧盟最大的外部LNG供应国。美国出口产能仍在扩大，船货也可以根据市场价格调整去向。据美国能源信息署（EIA）统计，2026年上半年美国LNG日均出口量为4.93亿立方米。该机构10月预测，随着新产能投运，2027年上半年日均出口量将增至5.30亿立方米。

还有一个因素可能推高欧洲对美国LNG的需求：从2027年1月1日起，欧盟将停止依据长期合同进口俄罗斯LNG。根据俄罗斯能源与金融研究所的估计，2026年第三季度俄罗斯LNG占欧盟LNG进口量的10.4%，其中相当一部分来自诺瓦泰克（NOVATEK）的亚马尔LNG项目。欧洲买家必须在供暖季正值高峰之际，寻找替代供应。

然而，大西洋彼岸的供气量并不能说增就增。生产能力、运输基础设施，以及美国国内市场状况，都构成现实限制。

生产。 天然气要抵达欧洲接收终端，必须先开采，再经管道运至液化工厂，完成液化、装船，最后横渡大西洋。出口工厂如果已接近满负荷运行，就不可能突然大幅增产。欧洲终端再空闲，没有额外LNG可装船，也无济于事。

基础设施。 美国主要LNG出口设施集中在墨西哥湾沿岸。严寒、停电、设备故障和管道问题都可能干扰运行。2021年的“乌里”（Uri）冬季风暴曾导致美国天然气系统大范围受扰；2022年6月，Freeport LNG事故又使一座大型出口工厂停产较长时间。这类事件足以明显削减全球市场的供应量。

国内市场与政治。 美国LNG出口商采购天然气的市场，同时也负责满足本国居民供暖和工业需求。无论哪一党执政，华盛顿的政治逻辑都很清楚：没有哪位总统愿意看到美国人在冬天挨冻；取暖账单每多出一美元，都可能转化为执政者失去的一张选票。如果出口威胁国内供应或推高本土价格，限制出口的呼声就会迅速出现。

不过，政府也不能一夜之间按下出口“暂停键”。现有出口许可与合同受到法律和具有约束力的协议保护。市场的反应通常比政治决策更快：美国国内气价上涨，出口商购买原料气的成本就会上升，海外买家购买美国LNG的价格也可能随之提高。

美国政府干预LNG出口政策并非没有先例。2024年1月，白宫暂停审查向未与美国签订自由贸易协定的国家发放新LNG出口许可的申请，已有出口不受影响。相关暂停措施于2025年解除，但这一事件表明，LNG出口许可确实可能成为政策调控工具。

对欧洲而言，结论并不复杂：美国LNG增加了选择，却不能保证欧洲在需要时一定能买到足够的额外供应。如果亚洲与欧洲的需求同时上升，价格上涨的速度，完全可能快于美国扩大出口的速度。

7. 亚洲与欧洲：下一船LNG会驶向哪里?

欧洲争夺现货LNG船货时，主要竞争对手是亚洲市场。卖家会综合考虑运输成本，将船货卖给出价最有吸引力的买家。欧洲TTF和亚洲JKM是两个关键价格指标。但报价再高，也不能保证买到额外供应：全球市场上可能根本没有尚未落实买家的货源。

10月，竞争已在加剧。路透社10月22日引用Kpler估计称，亚洲当月LNG进口量可能达到2331万吨，为三个月以来最高。10月16日当周，东北亚JKM现货价格升至每百万英热单位29.30美元，接近2月底水平的三倍。即便如此，买家仍在持续采购。

中国拥有国内天然气生产能力、来自俄罗斯和中亚的管道供气、储气设施，以及在一定条件下用煤炭替代的选择。2025年，俄罗斯天然气工业股份公司通过“西伯利亚力量”管道向中国供应了388亿立方米天然气。这些管道气降低了中国对全球LNG市场的敞口。LNG价格高企时，中国可以压缩现货采购，甚至转售部分合同船货。2022年就曾出现过

原计划运往中国的部分LNG转而供应欧洲的情况。但寒冬会改变这笔账：中国自己也需要额外天然气。Kpler预计，2026年10月中国LNG进口量将从9月的520万吨升至547万吨。

日本和韩国更加依赖海运天然气。两国相当一部分LNG供应由长期合同锁定。例如，日本仍从俄罗斯"萨哈林2号"项目进口LNG；2025年，日本买家占该项目总出货量的58%。天气温和、库存充足时，两国无需大量补购现货：预计日本10月进口量将降至447万吨，能源企业持有的LNG库存高于上年同期。2022年，两国曾帮助欧洲获得额外船货。可一旦遭遇严重寒潮，这些气也将优先留给本国市场。

印度与东南亚对高气价更敏感。LNG涨价后，一些买家会减少进口、改用其他燃料，或者压减工业生产。这可能为欧洲腾出部分船货，但价格往往不低。而气价回落时，印度和东南亚买家又会重新进入市场，与欧洲争夺供应。

亚洲LNG需求，首先取决于天气、天然气库存，以及能否使用其他燃料。暖冬可能让亚洲释放部分船货供欧洲采购；寒冬则会推高需求，使市场竞争更加激烈。

价格高，并不必然意味着出现实际断供。市场往往先通过价格机制，迫使有替代选择的买家减购或停购。但若严寒恰好撞上供应中断，即使价格创下纪录，欧洲也未必能买到额外的LNG，尤其在海运通道同时受阻时。

8. 霍尔木兹海峡：远方的供应缺口，如何传导到欧洲

俄罗斯高等经济大学在2025年的一份研究中预计，北美和中东新增LNG产能将有助于缓解欧洲需求高峰。然而，2026年波斯湾地区的危机改变了这一前景。

中东冲突爆发前，全球海运LNG贸易量的近五分之一经过霍尔木兹海峡，其中主要来自卡塔尔。这些天然气大部分原本驶向亚洲，但欧洲同样感受到了冲击。随着惯常供应受扰，亚洲买家加大采购美国LNG的力度，而美国也是欧盟的重要气源。

到2026年10月，途经海峡的运输虽已部分恢复，但仍明显低于危机前水平。卡塔尔延长了对部分欧洲及亚洲客户的供应限制。国际气价上涨，而其他生产国填补缺口的能力有限。

欧盟能源监管机构合作署（ACER）5月发布的分析展示了风险规模：如果2026年全年经霍尔木兹海峡的LNG运输完全中断，全球LNG供应量将比2025年低270亿立方米。这并

非对实际损失的预测，而是用来衡量持续危机可能对全球供应造成多大冲击的情景测算。

霍尔木兹海峡的运输障碍已加剧欧洲与亚洲争夺LNG的竞争。但影响全球天然气市场的并不只有地缘政治。这个冬天，天气也可能同时改变几大洲的天然气需求、发电量与海上运输条件。

9. 厄尔尼诺：三大洲的天气，如何牵动天然气市场

2026—2027年冬季可能出现有观测记录以来最强的厄尔尼诺事件之一。美国国家海洋和大气管理局（NOAA）10月8日评估认为，2027年1月至3月维持强或极强厄尔尼诺状态的概率超过83%。赤道太平洋中东部海温升高，会改变气压分布、大气环流和急流的位置；这些变化还能通过行星尺度的罗斯贝波传播数千公里，影响北美、大西洋、北极与欧亚大陆。

对能源系统而言，比整个冬季的平均气温更重要的，往往是异常天气出现的先后顺序。长时间回暖之后，可能突然遭遇寒潮；正常的西风环流也可能被持续的阻塞高压取代。天然气需求、风电与水电出力、能源生产和海运，都会随之变化。

极地涡旋：北极与中国之间的气候联系。 平流层极地涡旋是其中一个重要环节。大气波动可能使其减弱或发生位移，从而改变欧亚大陆上空的环流。2026年9月，中国气候研究人员在《Atmospheric Research》发表了一项基于1961—2021年数据的研究，发现极地涡旋向亚洲一侧偏移，与中国大部分地区、尤其是中东部地区冬季偏冷存在统计联系。研究还指出，北大西洋涛动及欧亚大陆上空的大气波活动也是重要影响因素。这并不意味着今冬极地涡旋必然偏向中国。强厄尔尼诺可能增强大气扰动，而NOAA10月评估认为，准两年振荡（QBO）的西风位相一般更有利于维持涡旋稳定。因此，值得持续关注的是涡旋的位置与强度、西伯利亚高压的变化，以及持续性阻塞高压是否形成。这些环流形势可能为北极冷空气大举南下东亚创造条件。

东北亚：短暂寒潮，需求骤增。 2023—2024年冬季就提供了一个案例。当时在强厄尔尼诺背景下，中国东部经历了数次冷空气过程，并在2024年2月出现降雪和冻雨。研究人员将其与北大西洋上空急流的变化、罗斯贝波传播及西伯利亚高压增强联系起来。对全球LNG市场来说，持续数周的严寒就可能足以改变价格走势。如果寒潮同时席卷中国、日本和韩国，天然气需求将明显增加，能够留给欧洲的现货船货便会减少。

欧洲：风力与阻塞高压之间。 季节预测显示，欧洲西北部初冬可能较为温和、风力偏强，这有助于降低供暖需求、增加风电发电量。但在厄尔尼诺影响下，1月或2月的大气环流可能发生转变。持续性阻塞高压可能带来寒冷和长时间少风天气，形成德国人所称的“Dunkelflaute”，即风电与光伏出力同时低迷的时期。缺少的电力必须由其他电源填补，其中就可能包括更多燃气发电。出现的时间同样重要：如果这种局面发生在冬末，储气库已被消耗一部分，部分设施的最大采出速度也已下降。严寒每多持续一周，剩余库存就会消耗得更快。

美国：冬季风暴与LNG出口。 NOAA10月展望指出，美国南部今冬可能更加湿润，风暴活动也可能增多，而这里正集中了大量天然气生产设施、输气管道和墨西哥湾沿岸LNG出口终端。冻雨、结冰和停电，都可能暂时扰乱供应。部分气候模型还认为，1月至4月美国东南部偏冷的概率较高，不过NOAA官方展望更为谨慎，并未预测具体寒潮。在本就紧张的全球市场上，冬季后半段美国出口哪怕短暂停顿，也可能产生明显影响。

水与航运：从巴拿马到东南亚。 厄尔尼诺已经对海运产生影响。由于降雨不足，巴拿马运河管理局在2026年9月将每日船舶通行名额从38个降至34个，随后进一步降至32个。对从美国驶往亚洲的LNG运输船来说，这意味着排队、延误，甚至绕行更长航线。船舶在途时间增加，运费上升，市场上可调配的运力也随之减少。东南亚降雨偏少还可能压缩水电发电量，迫使当地增加燃煤或燃气发电，进一步增加LNG需求。南欧也受降雨和水库蓄水量影响，不过厄尔尼诺与当地天气之间的联系不那么直接。

即使2026年的厄尔尼诺非常强，也不等于能源危机注定发生。美国北部与东亚如果偏暖，反而会减少天然气消费；欧洲若迎来温和多风的冬季，也有助于缓解能源系统的压力。

风险不在于季节平均值，而在于极端事件可能碰巧叠加。整个冬季即便总体温和，不同地区的异常天气仍可能同时出现：亚洲连续两周严寒、欧洲长时间风电低迷、美国LNG出口又发生中断。需求上升之际，供应却收紧。如果可用气源、储气库采出能力和海运资源原本就接近极限，这种叠加就格外危险。

10. 一份储备，要应对多重风险

厄尔尼诺可能同时影响全球能源系统的多个环节，但天气并非唯一威胁。这些风险大多为分析师、能源企业和监管机构所熟知，也都有相应的备用方案、储备和应急预案。真正麻烦的是，多种不利事件在同一时间集中爆发。

风光出力“双低”时期（Dunkelflaute）。 长时间无风、日照不足，会迫使电力系统启用备用机组、增加进口或压减用电。如果用燃气电站弥补缺口，天然气需求就会增加。

水电出力下降。 干旱和水库低水位会限制意大利、西班牙等国的水力发电。减少的电量需要由其他电源补足，其中也包括燃气机组。

挪威供气中断。 挪威仍是欧盟最大的天然气供应国。如果某个大型生产或运输枢纽长期停运，管道供气就会减少，欧洲不得不增加LNG采购和储气库采出量。

法国核电机组停运。 非计划检修，或计划检修恰好撞上寒潮，可能迫使法国减少电力出口。邻国必须另找替代电源，其中包括燃气发电。

基础设施受损。 事故、网络攻击或人为破坏，都可能使管道、压缩机站、LNG终端或跨境输电线路停运。后果有多严重，取决于受损设施的重要性和修复所需时间。

全球LNG供应减少。 霍尔木兹海峡运输受阻、出口设施停产和亚洲需求上升，都会压缩可供交易的LNG船货。欧洲不仅要付出更高价格，还可能不得不更快消耗本国储气库存。

政府应急措施。 冻结居民终端价格、设置价格上限、发放补贴或实行行政配给，可以在一定程度上保护消费者，却也可能扩大财政支出。如果批发价格受到严格限制，供应商增加供气的积极性还可能下降。政府补偿高气价，与直接设定严格的价格上限，对市场产生的影响并不相同。

这些风险如果单独出现，欧洲能源系统通常还能至少部分化解。但若几件事一起发生，又会怎样？

不妨想象一家工厂，安排了一名熟悉工序的机动替班工。一个员工请病假，替班工就能顶上，生产线照常运转；可如果三个人同时请假，一个人就无法替代三个人的岗位。备用人手确实存在，却不足以填补所有缺口。

能源系统也是这个道理。额外的天然气供应、备用电站和储气库存，可以分别弥补某一环节的故障。但如果气温下降、风电出力减少、进口供气同时收紧，三种问题都需要动用同一份有限的天然气资源。

更棘手的是，一处故障会让另一处问题雪上加霜。风力不足，燃气电站就要烧更多天然气，储气库消耗加快；市场上缺少可用的LNG船货，价格便会继续上涨；能源成本高到难以承受，工业企业就不得不减产，冲击随之传导到就业、银行和公共财政。

即便最终找到了额外天然气，并及时运抵欧洲，仍有一个问题绕不过去：谁来付钱？紧急采购、救助能源企业、扶持工业，都需要真金白银。欧洲各国的财政空间同样不是无限的。

11. 公共财政：渡过能源危机，需要付出多大代价？

2022至2023年，欧洲各国政府曾投入巨额资金，保护居民和企业免受能源价格暴涨的冲击。但决定提供援助，与真正筹到支付援助的钱，是两回事。尤其当账单动辄高达数千亿欧元时，更是如此。

德国：有财政余地，动用起来却不容易

按照欧盟统计局2026年第二季度的数据，德国公共债务约占GDP的63%，相对较低。但德国《基本法》（Grundgesetz）对联邦政府举债设有限制。所谓"债务刹车"（Schuldenbremse）原则上将常规联邦预算的结构性新增借款控制在GDP的0.35%以内，法律规定的例外情况除外。

2025年3月，德国放宽了部分限制：超过GDP 1%的国防和安全支出不再受到通常的债务约束，并设立规模最高5000亿欧元的基础设施投资特别基金。遇到紧急情况，《基本法》也允许扩大借款，但必须由联邦议院另行作出决定，并提出债务偿还计划。因此，德国并不缺少紧急财政支持工具；难点在于取得政治共识，而这需要时间。

2022年的危机足以说明，政府账单可能有多大。德国当年宣布了一项最高2000亿欧元的能源稳定计划，还不得不救助大型天然气进口商Uniper。需要强调的是，2000亿欧元是该计划的支出上限，而不是实际花掉的金额。

法国：借钱限制较少，融资成本却更高

法国没有德国式的宪法"债务刹车"，但公共债务负担明显更重：2026年第二季度末相当于GDP的119.1%。2025年财政赤字为GDP的5.1%，而法国仍受到欧盟过度赤字程序约束，需要逐步缩小赤字。

对巴黎来说，最直接的限制是新增借款越来越贵。10月21日，法国10年期国债收益率触及5%，创下二十多年来的高位。在财政与政治不确定性持续存在的背景下，投资者要求更高的回报。

法国也有应对能源价格冲击的经验。上一轮危机期间，政府推出能源"价格保护盾"（*bouclier tarifaire*），限制居民能源账单的涨幅。但这并没有让天然气本身变便宜，只是把原本需要家庭支付的一部分费用转由财政承担。

类似措施当然可以再次实施。但新增的每一笔财政支出，都必须与高债务、昂贵的融资成本和已有预算承诺放在一起权衡。

约束不同，难题相同

德国的财政空间更大，但动用资金受到更严格的规则约束；法国在预算决策上相对灵活，却背负更高债务，也必须支付更高利息。

两国都能较快向个别企业和能源公司提供支持。真正困难的是，如果高气价持续数月，甚至延续到冬季之后，政府是否有能力长期、大规模地补贴居民与工业。

企业承受能源涨价的冲击，往往比政府作出决定更快。生产线也许能够重新启动，但失去的订单、关闭的工厂和搁置的投资，却很难原样找回来。

因此，问题已不仅是有没有足够的气，还包括为了维持能源供应，究竟由谁承担代价：居民通过缴纳账单，企业通过利润缩水，政府通过财政补贴，还是未来的纳税人通过更高的公共债务？

而且，财政援助方案尚未敲定，金融压力可能就已开始累积。能源价格骤升，再叠加潜在的供应短缺，会立即给企业、银行和金融市场带来冲击。

12. 寒潮未至，资金链可能先吃紧：金融体系如何放大能源冲击

天然气价格急剧上涨，可能在实际断供发生之前，就引发金融危机。企业需要更多现金支付能源账单，银行放贷更加谨慎，能源企业还必须为交易所合约追加更多保证金。气仍在管道中流动，资金压力却可能已经沿着经济链条扩散。

企业信贷

以一家玻璃厂为例。随着天然气账单不断攀升，企业利润率持续下降。玻璃熔炉不能简单停上几周，再重新开机：停炉、降温需要严格控制工艺，操作不当还可能损坏设备。于是，工厂即便利润越来越薄，也不得不继续生产，并动用现金储备支付能源费用。

几个月后，流动资金开始难以覆盖日常开支，工厂只好向银行申请追加贷款。银行看到的却是一张越来越难看的财务报表：利润下降、债务增加、复苏前景不明。贷款利率更高，担保要求也随之提高。企业不得不在采购原料、维护设备和偿还债务之间作出艰难选择。

减产的影响还会传给供应商、运输公司和客户。有人失去订单，有人拿不到足够的产品，还有人遇到付款延迟。银行必须为可能出现的不良贷款计提更多拨备，利润受到挤压，也可能影响它继续向其他企业放贷的能力。

政府则两头承压：收入减少，支出增加。工厂减产意味着税收下降，同时扶持企业、帮助职工又需要额外预算。如果几十家工厂都面临同样的困境，能源危机便会逐步影响银行体系和公共财政。

然而，居民家中未必有任何停暖，天然气仍在输送，电站仍在运转，工厂也不一定已经关门。经济危机却可能悄然展开。起因只是能源贵到了企业难以承受的程度。

保证金追缴：利润以后兑现，现金今天就要到位

欧洲能源企业常用期货和其他衍生品合约，提前锁定未来天然气与电力的交易价格。这能够减少价格剧烈波动的风险，却也带来了另一种压力。

价格一旦大幅变化，交易所就可能要求企业立即为未平仓头寸追加现金担保。这就是所谓的*保证金追缴（margin call）*。即便一笔交易最终不会亏损，企业也可能需要先拿出现金。利润要等合同结算后才会实现，保证金却必须今天就交。

2022年9月，挪威Equinor估算，欧洲能源企业为满足交易头寸的担保要求，合计可能需要约1.5万亿欧元。这是对潜在流动性需求的估计，而非实际亏损。国际清算银行后来也指出，保证金要求急剧增加，曾给能源企业的资金状况带来巨大压力。

大型能源公司也许还能获得银行贷款或政府担保。但当价格突然飙升时，许多市场参与者会同时需要现金。银行不可能无限扩大信贷，而政府甚至在天然气真正断供之前，就可能背上新的或有负债。

贸易信用保险

危机还有一条不太显眼的传播渠道。Allianz Trade、Atradius和Coface等公司为企业提供贸易信用保险，保障客户拖欠或无法支付货款的风险。当某个行业的财务状况恶化时，保险公司可能收缩愿意承保的信用额度。

这又给制造商添了一层难题。天然气已经涨价，银行放贷也更加谨慎，如今保险公司可能不愿继续为原有规模的赊销提供保障。供应商转而要求预付款，采购商必须筹措更多现金，交易因此延迟。

汇率与政府债券

许多国际能源合同以美元计价。如果欧元贬值，欧洲买家进口天然气的成本还会进一步上升。影响程度取决于汇率，而汇率又受到利率、投资者行为和全球经济形势等多重因素影响。

政府举债也可能更加昂贵。如果投资者要求更高的主权债券收益率，各国政府就必须以更不利的条件融资，能源补贴和企业救助计划也就更难筹钱。国债收益率上升还可能抬高银行贷款利率，因为银行及企业的融资成本往往与主权债市场状况相关。

因此，能源供应即使没有中断，金融危机也可能已经酝酿成形。冲击还不止于工业与金融。就算政府保障了供气和供暖，另一个问题仍然存在：普通家庭负担得起能源账单吗？

13. 管道里有气，家里却发冷：高能源价格的社会代价

有天然气，居民就一定用得起吗？

按照紧急供气保障规则，居民家庭属于优先保护的用户。但免于断供，不等于免于高账单。批发气价上涨会在多大程度上、以多快速度传导到家庭，取决于零售价格制度、供气合同以及政府补偿措施。

能源系统在技术上可能运行正常，一些居民却不得不将室温调低到损害健康的程度。储气库和管道里有气、电站照常发电，并不意味着欧洲每个家庭都负担得起温暖的住房。

欧盟统计局长期追踪一个指标：有多少人无力让自己的住房保持足够温暖。2023年，这一比例占欧盟人口的10.6%；2024年为9.2%，2025年仍有8.8%。

2022年能源危机之后，情况虽逐步改善，但8.8%仍意味着，欧盟大约每11个人中，就有1个人无法承担充分供暖的费用。

对一个靠微薄养老金生活的老人来说，能源危机与政府或天然气企业眼中的景象完全不同。管道正常供气，暖气片也能发热，但新一张取暖账单已经贵得难以支付。老人可能只好调低室温，关上不常用的房间，一天大部分时间都待在家里最暖和的那一间。

省下的钱要留给食品和药品。可随着室温下降，冰冷的墙面可能结露，潮湿和霉菌随之滋生。对患有慢性病的人而言，这种节省可能带来严重的健康后果。

统计报表上，一切甚至可能显得很正常：天然气从未断供，没有发生事故，消费量还下降了。但这未必是节能效率提高的结果，也可能只是有人已无力负担自己过去习以为常的室内温度。

低温住房为何危及健康

世界卫生组织指出，室内低温与高血压、呼吸系统及心血管疾病风险上升，以及心理健康状况恶化存在关联。世卫组织建议，寒冷季节普通人群的室内温度以至少**18°C**为宜；老人、幼儿和慢性病患者可能需要更高的室温。

问题不只是屋里冷。水电气等生活费用过高，还会迫使家庭压缩食品、药品和其他必需品支出。居住在保温条件较差住房中的人尤其脆弱：他们为供暖支付更多费用，房屋却更难留住热量。

这种社会代价很难精确计算。年龄、慢性病、季节性传染病以及其他许多因素都会影响健康。因此，不能只依据疾病发生率或死亡率来衡量能源危机的社会成本。还应关注究竟有多少人被迫降低室温，减少日常必需支出。

在政府部门的高层办公室里，能源危机往往被换算成储气库充满率、天然气价格和数十亿欧元的财政支持。官员们讨论价格、补贴以及需求可以削减多少。整个冬天，他们的办公室大概依然温暖。真正的问题是：那些本应受到政策保护的家庭，屋里究竟会有多冷？

结语：十六年后，真正的问题已经变了

普京2010年在柏林的那番话，似乎给出了一个简单答案：放弃某种能源，就可能面临另一种能源短缺。但2026年的现实要复杂得多。欧洲维持了供应，建起新的接收终端，重新调整能源流向，也减少了消费。它对既有管道线路的依赖降低了，却更加依赖全球LNG市场、海上运输，以及供应商迅速响应需求变化的能力。

下一场能源危机，可能从远离欧洲的地方开始：亚洲突然遭遇寒潮，美国某个LNG出口终端停运，或中东航运通道受阻。如果欧洲自身又陷入持续无风天气，局面还会进一步恶化。最先出现的是价格上涨和高耗能产业减产，随后冲击传导至银行、公共财政与千家万户。

为了保障居民供暖，可以压缩工业用气。但每节省一立方米天然气，都可能对应着少生产的一批产品、缩水的一笔利润、关停的一座工厂，以及推迟的一项投资。危机持续得越久，代价就越大。

因此，2026—2027年冬季真正需要追问的，不是欧洲会不会冻僵，而是它能同时承受多少重冲击，又要付出多大的经济与社会代价，才能维持正常供能。

欧洲减少了对俄罗斯管道天然气的依赖，却并未摆脱对外部能源供应的依赖。如今，欧洲能源体系的韧性，越来越取决于全球LNG市场、海上运输网络，以及各国政府处理危机后果的能力。

而对普通欧洲人来说，这道复杂的能源算式，最后可能只剩下两个最直观的答案：家里有多暖，取暖账单有多贵。

作者：*尼古拉·图皮金（Nikolai Tupikin），非营利自治组织"里海2030"执行主任、独联体记者联盟会员，发表过50余篇有关应用核物理与纳秒电子学的科研论文。*

永久链接：https://sng.fm/36111-eu-energy-26-27.html

俄语版: https://sng.fm/36105-eu-energy-26-27.html

资料来源与延伸阅读

以下列出撰写本文时参考的主要资料，供希望核查数据或进一步了解相关问题的读者使用。这并非穷尽所有文献的正式书目，而是一份便于查证与延伸阅读的资料清单。

引文及历史背景

1. **RBC（俄罗斯商业咨询社）**，2010年11月26日。《普京建议德国人去西伯利亚取柴》（俄文原题：《В. Путин предложил немцам съездить за дровами в Сибирь》）。用于核对文首引语的地点、日期与基本内容。https://www.rbc.ru/economics/26/11/2010/5703e0c89a79473c0df176ae

2. **World Nuclear News**，2010年12月1日。Putin suggests Germans replace nuclear with firewood（普京建议德国人用木柴替代核能）。从德国能源政策背景出发，对上述讲话进行独立的英文报道。https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Putin-suggests-Germans-replace-nuclear-with-firewod

引言及第1节：天然气储备、安全余量与注气经济性

3. **Gas Infrastructure Europe（GIE）**：AGSI+（欧洲地下储气库库存数据库）。提供欧盟及各国地下储气库每日库存量、充满率等指标。本文2026年10月21日数据据此整理：欧盟约74.6%、845太瓦时；德国61.1%；法国约87%；意大利约90%；荷兰约65%。复核时应选择2026年10月21日这一历史气日，而不是查看网页当前数值。运营数据后续可能修订。https://agsi.gie.eu/

4. **ENTSOG**，2026年10月8日。发布《2026/27年冬季供气展望及2027年夏季概览》（Winter Supply Outlook 2026/27 with Summer 2027 Overview）的官方公告，评估欧洲天然气基础设施的抗风险能力。437太瓦时对应寒冬、LNG供应受限及俄罗斯管道供气处于最低水平的情景，指需要压减的需求与可能无法满足的需求之和，并非必然发生的断供规模。冬末储气库约11%的库存水平也属于该情景。2026年10月1日的初始充满率为72%。https://www.entsog.eu/media/38034
ENTSOG完整报告也可通过以下链接获取，所链文件为报告正文，而非新闻公告：https://www.entsog.eu/sites/default/files/2026-10/SO0072-26_Winter%20Supply%20Outlook%202026-27.pdf。

5. **Gas Infrastructure Europe**，2026年10月9日。Europe enters winter with historically low storage levels, reinforcing the need for LNG imports and storage flexibility（欧洲以历史较低储气水平迎冬，凸显LNG进口和储气灵活性的重要性）。解释ENTSOG压力情景中237至437太瓦时的估算、冬末库存可能偏低的情况、日采出能力及晚季寒潮风险。https://www.gie.eu/press/europe-enters-winter-with-historically-low-storage-levels-reinforcing-the-need-for-lng-imports-and-storage-flexibility/

6. **欧盟委员会（European Commission）**。Gas storage – Gas storage rules 2025–2027（天然气储备及2025—2027年储气规则）。介绍90%的储气目标、10月1日至12月1日的达标窗口，以及适用的豁免和灵活性规定。https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-security/gas-storage_en

7. **欧盟委员会**，2026年10月8日。EU gas system prepared for the winter despite lower storage levels（尽管库存偏低，欧盟天然气系统仍已做好迎冬准备）。官方评估供气体系的韧性、LNG的作用及安全余量收窄的情况。https://energy.ec.europa.eu/news/eu-gas-system-prepared-winter-despite-lower-storage-levels-2026-10-08_en

8. **《专家》杂志（Ekspert）**，2026年10月7日。叶卡捷琳娜·恰班：《欧洲天然气供应模式失灵》（俄文原题：《Схема обеспечения газом Европы дала сбой》），引用俄罗斯能源与金融研究所研究主任阿列克谢·别洛戈里耶夫的评论。用于说明：夏冬天然气价差已不足以稳定保证注气和储存的盈利性。https://expert.ru/ru/tek/skhema-obespecheniya-gazom-evropy-dala-sboy

第2节：德国的天然气、价格与工业

9. **德国联邦网络局（Bundesnetzagentur）**：Aktuelle Lage Gasversorgung（天然气供应最新形势）。每周更新德国供气状况。2026年10月13日至19日当周报告显示，管道天然气进口约17.4太瓦时，德国LNG终端接收约1.6太瓦时，终端平均利用率37.2%，并包含供应中断风险评估。由于网页持续更新，复核时须查找对应周报，而不能直接采用网页最新数据。https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Gasversorgung/aktuelle_gasversorgung/start.html

10. **德国联邦网络局**：Current status of gas supply / Gas storage levels（天然气供应现状及储气水平）。介绍德国天然气库存及2月1日的储气目标，一般要求为30%，部分设施适用不同标准。https://www.bundesnetzagentur.de/EN/Areas/Energy/SecurityOfSupply/GasSupply/start.html

11. **Investing.com**，2026年10月20日（基于洲际交易所ICE的数据）。European natural gas prices top €90 per MWh for first time since 2022（欧洲天然气价格自2022年以来首次突破每兆瓦时90欧元）。报道称TTF近月期货盘中突破90欧元，并不意味着当日收盘价一定高于该水平。https://www.investing.com/news/commodities-news/european-natural-gas-prices-top-90-per-mwh-for-first-time-since-2022-93CH-4959837

12. **Yara International（雅苒国际）**，2026年10月22日。Yara reports solid 3Q amid market volatility（雅苒公布市场波动下的第三季度业绩）。2026年第三季度调整后EBITDA为6.75亿美元，上年同期为8.04亿美元；公告还涉及高气价对经营的影响及欧洲生产安排的调整。https://www.yara.com/corporate-releases/yara-reports-solid-3q-amid-market-volatility/

13. **Yara International**：Third-quarter results 2026（2026年第三季度业绩）。季度报告及演示文稿入口，包含分地区经营指标。https://www.yara.com/investor-relations/latest-quarterly-report/

第3节：法国核能

14. **国际原子能机构（IAEA）**：Country Nuclear Power Profiles: France（法国核电国别概况）。法国在运反应堆57座，总装机约63吉瓦，2025年核电约占全国发电量的68%。https://cnpp.iaea.org/public/countries/FR/profile/highlights

15. **法国电力集团（EDF）**，2025年12月18日。Estimated nuclear generation in France（法国核电发电量预测）。预计2026和2027年法国核电年发电量为350至370太瓦时，并讨论机组维护计划的影响。https://www.edf.fr/en/the-edf-group/dedicated-sections/journalists/all-press-releases/estimated-nuclear-generation-in-france

16. **世界核协会（World Nuclear Association）**，2026年10月16日更新。France – World Nuclear Outlook Report（法国核能展望）。提供法国核电机组运行可靠性，以及2026年河流水位偏低、水温过高对发电造成限制的补充信息。https://world-nuclear.org/our-association/publications/world-nuclear-outlook-report/france---world-nuclear-outlook-report

17. **俄罗斯国家原子能公司（Rosatom）**，电力事业部2025年度公开报告。俄罗斯核电站发电量为2183.49亿千瓦时，约合218.3太瓦时，本文第3节将其与EDF对法国核电发电量的预测比较。该数字对应Rosenergoatom管理的核电站，不包括俄罗斯国家原子能公司参股的所有海外核电站。https://www.report.rosatom.ru/rea

第4—5节：各国市场、天然气输送与Gazprom

18. **ENTSOG**：European Gas Flow dashboard（欧洲天然气流量信息平台）。展示跨境天然气流向、运输走廊及欧洲输气基础设施，可用于区分"全欧总体有气"和"某一线路能否实际输送"两种情况。https://gasdashboard.entsog.eu/

19. **英国议会 / 能源安全与净零排放部**，2026年7月14日答复，书面质询第16797号。英国天然气储存容量约17亿立方米，约相当于七天平均冬季需求。https://questions-statements.parliament.uk/written-questions/detail/2026-07-07/16797

20. **Gas Infrastructure Europe**：Storage Database（2026年版储气设施数据库）。列出各地下储气库的有效工作气量、设计注气能力和采出能力等技术参数。https://www.gie.eu/transparency/databases/storage-database/

21. **Reuters（路透社）**，2025年12月30日。Russia's pipeline gas exports to Europe fall by 44% to the lowest in decades（俄罗斯对欧管道天然气出口下降44%，创数十年新低）。根据欧洲输气数据计算，Gazprom在2021年向欧洲（不含土耳其）供应1484亿立方米天然气，2025年约为180亿立方米；TurkStream成为仅存的对欧供气通道。https://www.reuters.com/business/energy/russias-pipeline-gas-exports-europe-fall-by-44-lowest-decades-2025-12-30/

第6—8节：美国、俄罗斯LNG、亚洲、霍尔木兹与全球天然气市场

22. **美国能源信息署（EIA）**，2026年9月1日。U.S. LNG exports rose 23% in the first half of 2026 because of higher capacity（产能扩大推动2026年上半年美国LNG出口

增长23%）。2026年上半年日均出口174亿立方英尺，下半年预测为173亿立方英尺，2027年上半年预测为187亿立方英尺。本文已将这些数据换算为每日百万立方米。https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=68064

23. **美国能源部（US Department of Energy）**，2025年1月20日。U.S. Department of Energy Reverses Biden LNG Pause（美国能源部撤销拜登政府时期LNG许可审查暂停措施）。记录了2024年启动的新增LNG出口许可审查暂停安排的终止。https://www.energy.gov/articles/us-department-energy-reverses-biden-lng-pause-restores-trump-energy-dominance-agenda

24. **路透社**，2026年10月22日。Asia buys more LNG despite surging prices, El Niño clouds outlook（尽管价格飙升，亚洲仍增加LNG采购，厄尔尼诺令前景更不确定）。引用Kpler预测：2026年10月亚洲LNG进口2331万吨，其中中国547万吨、日本447万吨；同时讨论亚洲市场价格与LNG船货竞争。https://www.reuters.com/commentary/reuters-open-interest/asia-buys-more-lng-despite-surging-prices-el-nino-clouds-outlook-2026-10-22/

25. **欧盟能源监管机构合作署（ACER）**，2026年。Analysis of the European LNG market developments（欧洲LNG市场发展分析）。在2026年全年霍尔木兹海峡LNG运输完全停止的情景下，ACER估计全球LNG供应将比2025年低270亿立方米。该数字并非相对海峡正常开放情景减少270亿立方米，更不是欧洲单独损失270亿立方米。https://acer.europa.eu/monitoring/MMR/LNG_market_developments_2026

26. **欧盟条例（EU）2026/261**，2026年1月26日通过，2月2日刊登于《欧盟官方公报》，规定逐步停止进口俄罗斯天然气。对于指定截止日期前签署的长期俄罗斯LNG合同，过渡期于2027年1月1日结束；其他合同类型有不同期限。若供气安全受到威胁，条例允许在紧急情况下有限期暂停实施禁令。https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/LSU/?uri=CELEX:32026R0261 条例全文：https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32026R0261

27. **欧盟理事会**，2026年1月26日。Russian gas imports: Council gives final green light to a stepwise ban（欧盟理事会最终批准分阶段禁止进口俄罗斯天然气）。官方说明实施时间表：俄罗斯LNG进口从2027年初逐步退出，管道天然气进口则在更晚阶段退出。https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-

releases/2026/01/26/russian-gas-imports-council-gives-final-greenlight-to-a-stepwise-ban/

28. **俄罗斯能源与金融研究所（IEF）**，2026年10月21日。《受限的天然气：欧洲禁令之后俄罗斯LNG将流向何处？》（俄文原题：《Скованный газ: куда пойдёт российский СПГ после запрета на поставки в Европу》），阿列克谢·别洛戈里耶夫为《福布斯》撰写的评论，由研究所网站转载。估算2026年第三季度俄罗斯占欧盟LNG进口量的10.4%，上年同期为10.0%。这是专家估算，并非欧盟统计局的正式统计。https://fief.ru/media/news/skovannyy-gaz-kuda-poydet-rossiyskiy-spg-posle-zapreta-na-postavki-v-evropu/

29. **路透社**，2026年7月13日。EU imports record LNG volumes from Russia's biggest plant（欧盟从俄罗斯最大LNG工厂进口创纪录船货）。2026年上半年，欧盟从亚马尔LNG项目接收136船、共997万吨LNG，说明该项目在欧洲供应中仍占重要位置；997万吨这一数字未在文章正文中引用。https://www.reuters.com/business/energy/eu-imports-record-lng-volumes-russias-biggest-plant-2026-07-13/

30. **路透社**，2025年12月25日。Russia's Gazprom supplied 38 bcm of gas to China via Power of Siberia pipeline in 2025（Gazprom于2025年通过"西伯利亚力量"管道向中国供气约380亿立方米）。Gazprom披露的实际输华量为388亿立方米，后续公布的更精确数字为388.4亿立方米。https://www.reuters.com/business/energy/russias-gazprom-supplied-38-bcm-gas-china-via-power-siberia-pipeline-2025-2025-12-25/

31. **路透社**，2026年4月21日，依据萨哈林能源公司年度报告。2025年，日本买家占"萨哈林2号"LNG出货量的58%，中国占23.9%；项目总出口量约1030万吨。俄文转载：https://lenta.profinansy.ru/news/9253341

32. **俄罗斯高等经济大学（HSE University）**世界经济与国际事务学院。Global Business Monitor: Sectoral and Regional Trends. 2025 Annual Edition（《全球商业监测：行业与区域趋势·2025年度版》），"石油与天然气"部分第2页。研究作者预计，北美及2026年底前后中东新增的LNG产能，有助于缓和欧洲需求峰值。该预测形成于中

东危机发生之前。https://www.hse.ru/mirror/pubs/share/1134660873.pdf 版本页面：https://wec.hse.ru/gbm/2025annual/

第9节：厄尔尼诺、极地涡旋与天气引发的物流限制

33. **NOAA气候预测中心**，2026年10月8日。ENSO Diagnostic Discussion（ENSO诊断讨论）。评估2027年1月至3月出现强或极强厄尔尼诺的概率超过83%，并说明当时ENSO的观测状态。这属于概率性的季节预测，并非对某一次寒潮或"风光双低"事件的具体预报。
https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc.shtml

34. **NOAA**，2026年10月15日。El Niño looms large over U.S. Winter Outlook（厄尔尼诺成为美国冬季展望的重要因素）。官方展望认为，美国北部偏暖、南部偏湿的可能性增加。该材料与风暴风险有关，但不能据此断言LNG出口终端必然停运。
https://www.noaa.gov/news-release/el-nino-looms-large-over-us-winter-outlook

35. **Ke Ma、Quanliang Chen、Xin Zhou、Yingying Zhong**，2026年9月4日。The influence of stratospheric polar vortex shifts on winter temperatures in China: Role of the North Atlantic Oscillation（平流层极地涡旋位移对中国冬季气温的影响：北大西洋涛动的作用），《Atmospheric Research》，文章编号109313；DOI：10.1016/j.atmosres.2026.109313。研究分析极地涡旋偏向亚洲一侧与中国冬季气温异常之间的统计关系，以及大气波的作用，并未预测2026—2027年冬季一定会出现这种环流形势。https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2026.109313

36. **巴拿马运河管理局**，2026年8月。Panama Canal Adopts Additional Measures to Address Reduced Precipitation in the Canal Watershed（巴拿马运河因流域降雨不足采取进一步措施）。宣布因降水偏少而限制每日船舶通行名额。
https://pancanal.com/en/panama-canal-adopts-additional-measures-to-address-reduced-precipitation-in-the-canal-watershed/

37. **ICIS**，2026年8月21日。Panama Canal cutting daily transit slots in September amid strengthening El Niño（厄尔尼诺增强之际，巴拿马运河将于9月减少每日通行名额）。第9节所用数据来自该报道：允许通行的日名额从38个降至34个，之后进一步降至32个。

https://www.icis.com/explore/resources/news/2026/08/21/11230088/panama-canal-cutting-daily-transit-slots-in-september-amid-strengthening-el-nino/

38. **Ma Y.等**，2025年11月22日。Severe 2023/2024 Winter Subseasonal Weather Extremes Over Eastern China: Two Pathways of ENSO Impacts（2023/2024年冬季中国东部季节内极端天气：ENSO影响的两条路径），《Geophysical Research Letters》，DOI：10.1029/2025GL119268。为正文涉及的北大西洋罗斯贝波列、西伯利亚高压增强、中国东部寒冷和冻雨提供科研依据。研究针对2023—2024年冬季，并非预测2026—2027年冬季。https://doi.org/10.1029/2025GL119268

39. **NOAA气候预测中心**，2026年10月15日。Prognostic Discussion for Long-Lead Seasonal Outlooks（长期季节预测讨论）。官方评估2026—2027年冬季的气温和降水异常，为NOAA总体冬季展望提供补充。
https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/predictions/90day/fxus05.html

第11节：德国与法国的公共财政

40. **欧盟统计局（Eurostat）**，2026年10月21日。Government debt at 88.8% of GDP in euro area – second quarter of 2026（2026年第二季度欧元区政府债务占GDP的88.8%）。法国公共债务占GDP的119.1%，德国为63.4%，正文将后者概括为“约63%”。https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-euro-indicators/w/2-21102026-bp

41. **德国联邦议院**，2025年3月18日。Mehrheit für Reform der Schuldenbremse（多数议员支持改革债务刹车）。介绍德国债务规则修订、部分国防开支豁免及最高5000亿欧元的基础设施特别基金。
https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2025/kw12-de-sondersitzung-1056916

42. **德国联邦议院**，2022年10月21日。200 Milliarden Euro Abwehrschirm gegen gestiegene Gas- und Strompreise beschlossen（批准2000亿欧元能源价格防护方案）。作为2022年能源稳定机制的历史背景；2000亿欧元是授权上限，并非实际支出。
https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2022/kw42-de-stabilisierungsfond-915612

43. **德国联邦财政部**，2022年12月22日。Einstieg des Bundes bei Energieversorger Uniper SE vollzogen（联邦政府完成入股能源供应商Uniper SE）。确认Uniper的财务稳定措施及国家经济稳定基金（WSF）的作用。https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Pressemitteilungen/Finanzpolitik/2022/12/2022-12-22-einstieg-bund-bei-uniper-vollzogen.html

44. **法国国家统计与经济研究所（INSEE）**，2026年3月27日。In 2025, the public deficit stands at 5.1% of GDP（2025年公共赤字占GDP的5.1%）。确认法国2025年一般政府财政赤字为GDP的5.1%。https://www.insee.fr/en/statistiques/8961174

45. **路透社**，2026年10月21日。French 10-year bond yields hit 5%, highest since 2002（法国10年期国债收益率升至5%，创2002年以来新高）。报道法国10年期国债收益率在交易期间达到5%。https://www.reuters.com/world/europe/french-10-year-bond-yields-hit-5-highest-since-2002-2026-10-21/ 路透社报道的可访问转载：https://ca.investing.com/news/economy-news/french-10year-bond-yields-hit-5-highest-since-2002-4892758

第12节：没有实际断供，也可能发生金融危机

46. **Reuters / Euronews**，2022年9月6日。Europe power firms need 1.5 trillion euros in margin calls, Equinor says（Equinor称，欧洲电力企业可能需要1.5万亿欧元应对追加保证金要求）。Equinor对交易头寸潜在担保需求的公开估计，并非能源企业的实际亏损规模。https://www.euronews.com/2022/09/06/ukraine-crisis-gas-equinor

47. **国际清算银行（BIS）**，2023年9月13日。Margins and liquidity in European energy markets in 2022（2022年欧洲能源市场的保证金与流动性），《BIS Bulletin》第77期。解释保证金要求变化及其给能源企业造成的流动性压力。https://www.bis.org/publications/bulletin-77-margins-and-liquidity-european-energy-markets-2022

48. **Allianz Trade / Atradius / Coface**。三家公司的官方网站，用作贸易信用保险及买家违约风险的背景资料。https://www.allianz-trade.com/ https://group.atradius.com/https://www.coface.com/

第13节：能源贫困与健康

49. **欧盟委员会 / 欧盟统计局。**Energy poverty（能源贫困）。无法让住房保持足够温暖的欧盟居民比例：2023年10.6%，2024年9.2%，2025年8.8%。
https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/energy-consumers-and-prosumers/energy-poverty_en

50. **欧盟统计局（Eurostat）**，数据表`ilc_mdes01`。Inability to keep home adequately warm（无力维持住房充分温暖）。该指标的原始统计数据集。
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ilc_mdes01/default/table

51. **世界卫生组织（WHO）**，2018年。WHO Housing and health guidelines（《世卫组织住房与健康指南》）。关于室内适宜温度、低温环境的健康风险，以及老人、儿童和慢性病患者特殊脆弱性的建议。
https://www.who.int/publications/i/item/9789241550376

52. **WHO Housing and Health Guidelines**（《世卫组织住房与健康指南》），第4章：Low indoor temperatures and insulation（室内低温与保温）。提出寒冷季节普通人群室内温度18°C的基准值，并说明脆弱人群可能需要更高温度。
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535294/