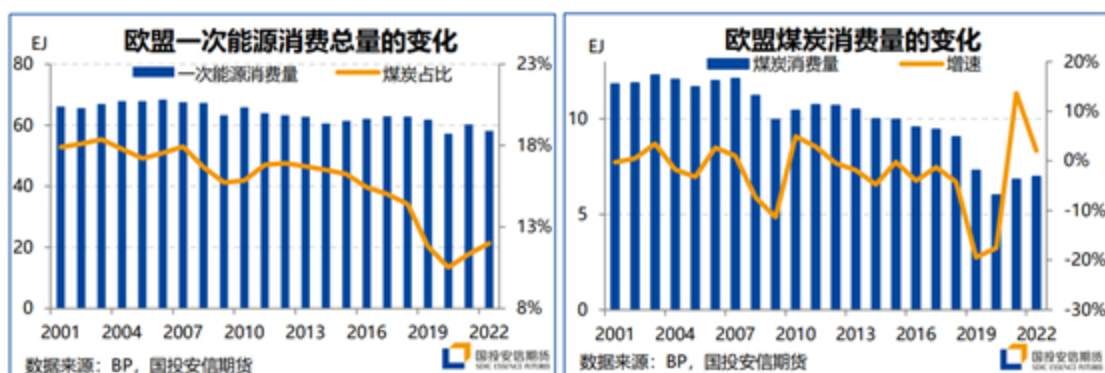


## 电力系统能源转型对大宗商品的影响之一：欧洲经验（上篇）

### 能源转型&碳中和

作为全球对于环保和碳排放政策推行最为积极的地区之一，欧盟也是全球电力消费结构转型中最为领先的地区，煤电退出的进度最快。从一次能源消费的角度来观察，欧盟的煤炭消费量在2003年便已达峰，并自2008年开始出现了持续下降的趋势。在2008-2014年，煤炭消费量下滑的主要原因是欧盟一次能源消费总量的下滑；而2014年之后，由于更为激进的环保政策，尽管一次能源消费总量的下滑并未加速，但煤炭消费在能源消费结构中的占比开始明显下滑，从而导致煤炭消费进一步缩减。2021年以来，由于俄乌冲突带来天然气价格暴涨，煤炭消费占比出现反弹，短期内欧盟电力结构转型的节奏受到了挑战。



实现碳排放的减少是欧盟能源消费转型的核心驱动力，基于此目标欧盟在推动电力系统结构转型的过程中最主要的发力点是退出煤电。本文从煤电退出的角度来分析欧洲电力系统能源转型的进程，认为影响煤电退出的直接因素可以分为政府政策、短期电力市场中煤炭-天然气燃料替代和长期电力市场中新能源的冲击三个方面。下文将具体分析三个维度影响因素的具体内容和2021-2022年欧洲能源危机对电力系统能源转型的反馈，进而推导出这一历史进程对动力煤和天然气消费量的影响节奏。

### 一、政府政策调控

在签署了《京都议定书》、《巴黎协定》等控制碳排放的目标性文件之后，欧盟内部于2021年通过了《欧洲气候法》，明确2030年碳排放量较1990年减量55%的中期目标，和在2050年实现碳净零排放的长期目标。该法案实现了对于减碳目标的强制性法律约束，各成员国也相应推出了自身的气候应对法案，设立了减排目标和退煤时间表。

具体到煤炭领域，欧盟层面并未直接提出具体的煤炭消费削减目标，只在2017年提出了煤炭地区转型倡议 (Initiative for coal regions in transition)，致力于提供技术、资源等帮助来促进欧盟内部涉煤炭产业地区实现能源转型。对于如何退煤的具体执行方式，则由各国自身的法案来决定。以德国为例，作为欧洲大国中煤炭产量和煤电规模最大的国家，2021年9月通过了《燃煤发电减少及终止法案》（简称《退煤法案》），设定了压缩煤电的进度和2038年完全淘汰煤电的最终目标，在方法上实行几轮招标，每轮招标中对于计划规模的煤电站在一定金额上限之下给予补偿以使其关闭。此外德国还通过了《加强煤炭地区结构调整法案》，对于国内三个主要煤矿产区提供资金推动产业转型、建立专项资金鼓励煤矿业老年员工提前退

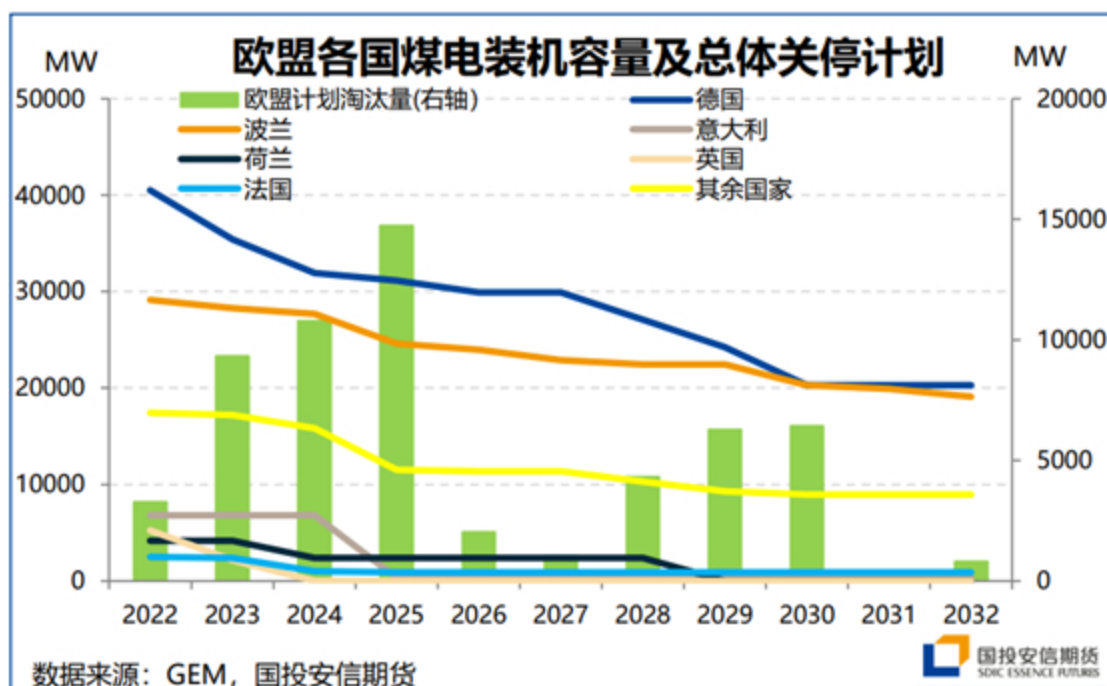
休、对煤电厂和煤矿经济依赖度高的社区进行转型补贴等。

截至2022年，欧盟绝大部分国家均已提出明确的退出煤电计划，其中奥地利、瑞典、葡萄牙等国已在2021之前完成煤电退出，其余大部分国家也计划在2030左右或之前完成煤电退出。德国和波兰作为目前欧盟煤电发电量前两名的大国，受影响较大因而退煤目标明显较晚，分别计划于2038年和2049年完成煤电退出。英国虽已退出了欧盟，但也在2021年提出在2024年完全退出煤电的计划，较此前隶属欧盟时公布的计划提前一年。



数据来源：European Commission，国投安信期货

从煤电站的关停节奏来看，欧洲地区煤电机组的淘汰规模从2012年开始上升，并在近几年维持着相当可观的速度。截至2023年1月，从目前已经确定的煤电站关停计划来看，欧洲煤电站在未来三年的淘汰规模将持续增高，并将于2028-2030年再度上升。可以看到在欧洲的主要国家中，至2025年法国、英国、荷兰和意大利等国会将剩余煤电站基本全部淘汰，而煤电规模最大的德国和波兰也计划在未来10年关停近一半的煤电装机。

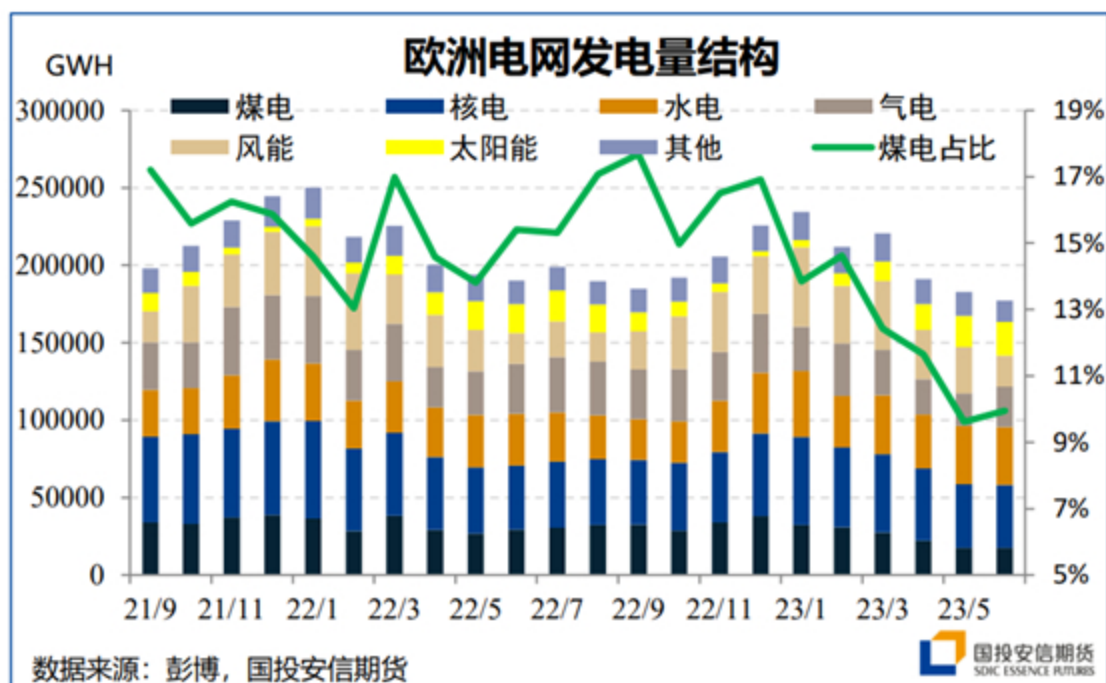


数据来源：GEM，国投安信期货

国投安信期货  
SOCIETY ESSENCE FUTURES

在2022年2月俄乌冲突爆发后，欧洲面临着与俄罗斯能源脱钩和自身经济下行压力加剧的挑战，其煤炭消费转型的节奏受到了干扰。在政策方面，欧盟方面最新政策为2022年5月提出的RePowerEU计划，其内容包括增加天然气供应来源的多样化、建立天然气库存目标、节约油气资源消费等内容。此外与电力市场较为直接相关的，还有加大力度投资可再生能源。在2023年3月已通过的临时决议中提出将2030年可再生能源占比进一步提升至42.5%，并在之后继续投票以将目标提高至45%；此外还计划建立欧洲太阳能产业联盟，计划太阳能装机总量到2025年实现320GW以上，到2030年实现近600GW。

由于能源危机期间欧洲天然气短缺，部分国家暂缓了煤电厂关闭的节奏：德国通过法案将部分煤电厂的使用寿命延长至2023年4月；法国于2022年11月重启了一座600MW的煤电站；英国在2022年12月让2座570MW的煤电机组进行预热。但是从长期目标来看，截至2023年7月，欧盟主要国家并没有推迟退煤计划表，这些重启的煤电站也多数以紧急时刻备用为主。随着2023年新能源发电的好转和欧洲天然气紧张态势缓解，欧洲煤电占比再度出现明显下滑。



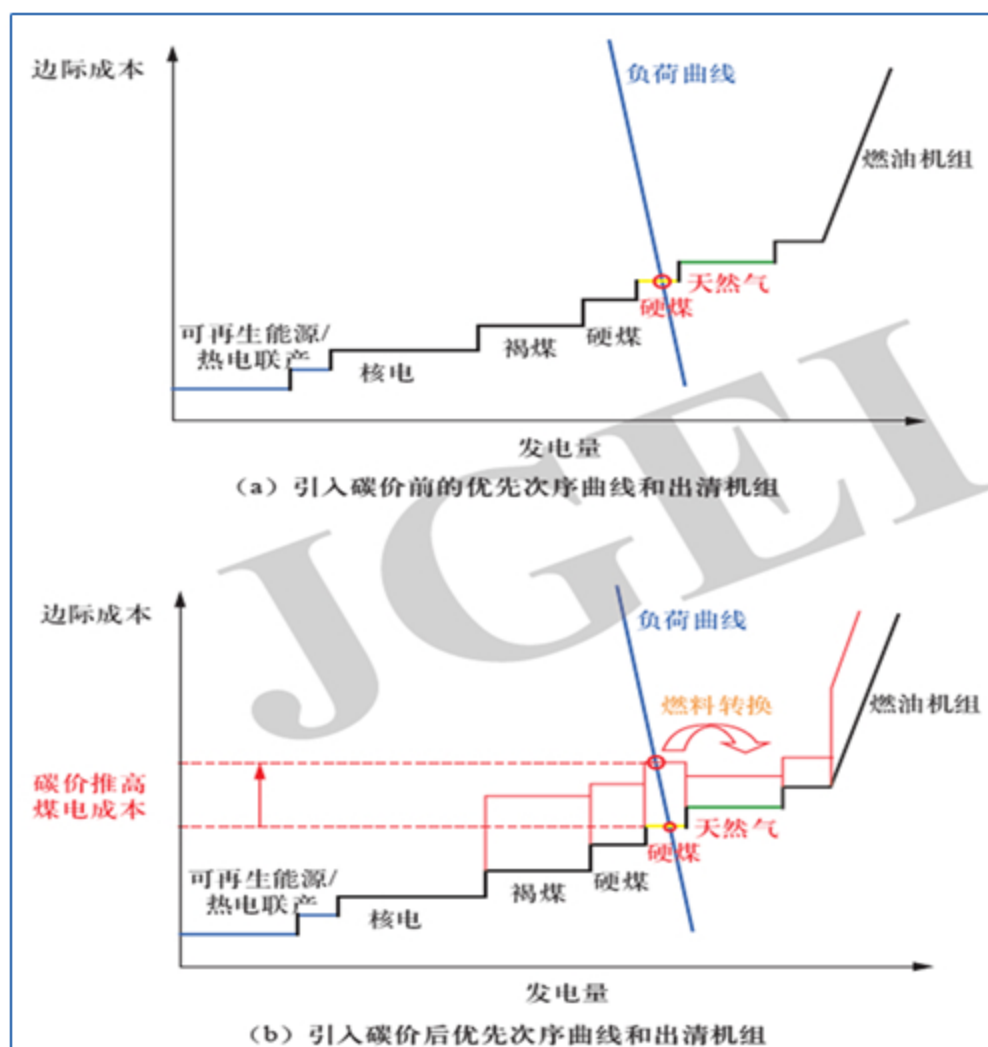
## 二、短期平衡：动力煤-天然气燃料替代

煤电的退出除了政府出于政策目标主动关停外，另一原因是碳税导致其成本高企，亏损压力使得煤电站减少维护，并在使用寿命临近后自行退出。欧盟碳市场是全球运行较早、最为成熟的市场之一，自2005年成立后目前已进入第四阶段（2021-2030年）。各阶段的推进中，碳税的免费配额越来越少、纳入管辖的经济活动越来越多加之欧盟采取收储等调控措施，碳排放权价格总体持续上升，并相应推高了煤电的成本。

在各类型的电源中，新能源具有最好的环保优势，但其发电量受天气影响极不可控；核电与水电的碳排放量也极低，但核电的灵活性较差且欧洲各国出于安全考虑也有退核的计划，水电开发则高度受自然禀赋的影响，因此天然气发电在短期市场平衡中对煤电起到最好的替代作用。据IEA数据，单位百万英热的天然气燃烧释放53.07千克CO<sub>2</sub>，而单位百万英热的煤炭燃烧则会释放95.35千克CO<sub>2</sub>，接近前者的两倍，因此天然气是退煤过程中的核心过渡能源。

在欧洲的日前电力市场中各机组按边际成本高低进行排序，然后由当日竞拍中的最高边际成本者决定市场电价。通常情况下，天然气单位热值价格会高于煤炭，在不考虑碳税成本时煤电会较气电机组更有竞争力；加入碳排放成本后能把煤电的边际成本提升至高于气电的水平，从而实现发电量燃料从动力煤向天然气的转换，这就是碳税带来的煤电-气电替代效应。

图：碳税对欧盟电价边际决定者的影响



数据来源：《欧洲碳市场推动电力减排的作用机制分析》，国投安信期货

在不考虑电厂经营成本时，发电边际成本可粗略认为是：边际燃料成本+对应燃料碳排放量\*碳税价格

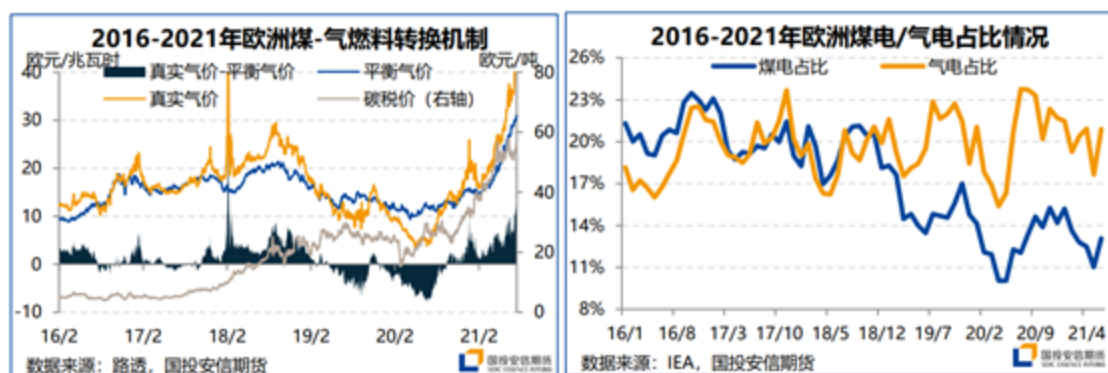
那么当出现：

$$\text{单位发电耗煤量} \times \text{煤价} + \text{单位煤电碳排放量} \times \text{碳税价} = \text{单位发电耗气量} \times \text{气价} + \text{单位气电碳排放量} \times \text{碳税价}$$

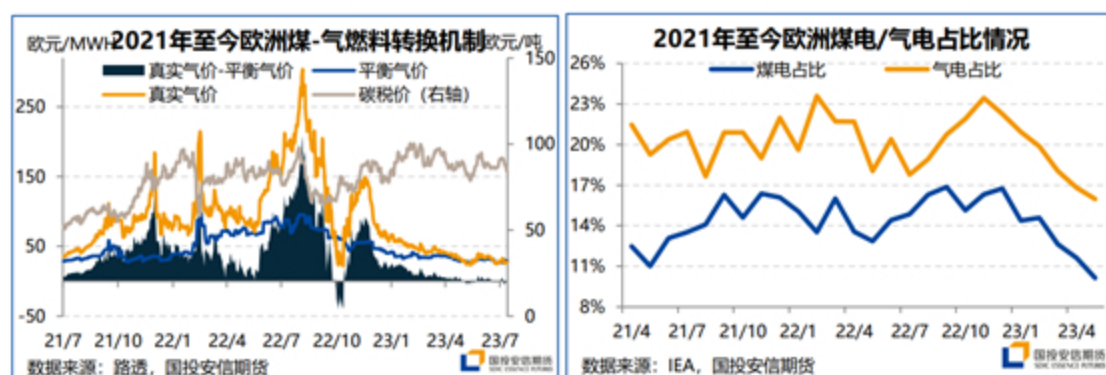
即煤电和气电边际成本相等时，我们可认为煤电与气电形成平衡。由于天然气价格有更强的季节性和波动性，我们更关注气价波动对这一平衡的影响，认为此时计算出的气价是“平衡气价”，若气价低于此“平衡气价”，会出现“煤-天然气转换”，天然气能通过市场竞争对煤炭需求形成挤出，实现在即期电力市场维持供需平衡的同时压减碳排放量的目的。

根据路透数据，假设煤电发电效率为36%，每兆瓦时燃煤发电二氧化碳排放量为0.34吨；气电发电效率为55%，每兆瓦时燃气发电二氧化碳排放量为0.18吨，据此我们可计算出相应的平衡气价。可以看到在2018年之前，碳税价格过低导致真实气价持续高于平衡气价；19年后随着碳税价格进入高位区间，平衡气价跌幅显著小于真实气价，市场出现煤-气转换的有利区间。直到2021年俄欧关系紧张推动欧洲天然气价格迅速拉升，尽管碳税价格也随之上涨，但真实气价仍持续高于平衡气价。

受此影响，我们可以看到19年之前欧洲煤电、气电占比均维持相对平稳，且年内都会在新能源低谷的冬季有所走高。但19年开始两者走势明显分化，煤电占比持续下降，气电占比则稳中有升，体现了当气价回落至平衡气价之下后，动力煤-天然气转换效应的出现。



从气-煤转换方面来看，2021年下半年开始由于天然气价格飙升，气价已持续站稳在平衡气价之上，并在2022年俄乌冲突爆发后愈演愈烈，直到进入22年末随着短缺担忧的缓解价格才逐渐回落，并于2023年二季度后再度接近平衡气价。2021年煤电占比14.1%，22年上升为15.14%，而气电占比在21年和22年均稳定在20-21%。23年上半年由于新能源发电向好和欧洲经济疲软下电力总需求下滑，气电和煤电发电量均出现明显下滑。考虑到碳价维持高位运行且天然气需求持续受到压制，预计真实气价在2023年难以出现去年持续大幅超过平衡气价的情形，下半年内气-煤转换的现象有望出现，在可再生能源出力转弱之前，煤电占比下滑的速度或相对较快。



## 免责声明

国投安信期货有限公司是经中国证监会批准设立的期货经营机构，已具备期货投资咨询业务资格。

本报告仅供国投安信期货有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。如接收人并非国投安信期货客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及推测只提供给客户作参考之用。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的期货或期权的价格、价值可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。客户不应视本报告为其做出投资决策的唯一因素。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所导致的任何损失负任何责任。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，本公司不对其内容的真实性、合法性、完整性和准确性负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。