

# 通用电气：迈向HA级燃机时代 奔赴“双碳”新蓝海

绿色发展，美丽中国，“碳达峰、碳中和”已成为国民经济发展的目标。中国正构建以新能源为主体的新型电力系统，助力绿色低碳转型发展。而作为未来新型电力系统的重要支撑，天然气发电的地位会愈发重要。

新能源，新革命。在天然气发电领域，燃气轮机掺氢燃烧技术成为了新趋势。在天然气中加入氢气，可以显著削减温室气体的总排放量，并减少作为化石燃料的天然气的消费量。依托于燃气发电成熟的设备基础设施，逐步加大掺氢比例向氢能过渡，最终将使发电灵活、高效的燃气轮机转变为完全零碳排放的燃氢轮机。

GE 燃气发电集团的 HA 级燃机是世界上最大、最高效，也是全球近几年装机增长速度最快的燃气轮机之一，特别适用于纯凝发电，因为效率高、功率大，也特别适合调峰，与可再生能源进行互补，具备电网调峰、气网调峰等功能。

GE 燃气发电集团目前在全球已经有 142 台 HA 级燃机订单，78 台投运，累计超过 159 万运行小时数。带着前沿的技术、成熟的投运经验，GE 燃气发电集团可以为助力中国的“碳达峰、碳中和”作出什么样的贡献？



中国天津华电军粮城电厂



惠州大亚湾石化区综合能源站效果图

## 硬核优势： 灵活调峰 低碳清洁

H 级是什么？全球重型燃气轮机的技术趋势、客户认可度以及市场趋势，都是从 B、E、F 向 H 级过渡。因为 H 级效率最高、出力最大，既适用于纯凝，又适用于调峰，它的技术先进性决定了它将会扮演更加重要的角色。

2016 年，全球首个配置 GE 9HA 燃机的电厂——法国布尚电厂投运，成功创下实测联合循环全厂净效率 62.22% 的吉尼斯世界纪录；全球首座 9HA.02 燃机电厂——马来西亚 Track 4A 电厂成功投运，并斩获《POWER》杂志 2021 年度最佳电厂奖项。目前除了欧美，HA 级燃机在亚洲的装机量也已经很大，中国就有 9 台订单。

作为全球青睐的燃机，它的独特优势是什么？第一是灵活，它可以兼顾基荷与调峰的作用。GE HA 级燃机作为基荷电源，出力大、效率高。9HA.01 燃机电厂一拖一联合循环出力可达 661 兆瓦，9HA.02 燃机可达到 838 兆瓦。

在调峰性能方面，9HA 燃机有一

级可调导叶和三级可调静叶，相比 F 级一级可调导叶，部分负荷效率更高。另外，微孔预混燃烧室 DLN2.6e 的轴向燃料分级燃烧，以及简化的燃机冷却系统设计，赋予了 9HA 燃机更强的灵活性来快速启动和调负荷，便于补偿日益增长的新能源的供电波动。9HA 联合循环电厂甚至可以在不到 30 分钟内启动，快速响应电网的需求。

“2017 年 8 月 23 日台风‘天鸽’在珠海市金湾区沿海地区登陆，广东 80% 的电网停了，珠海横琴热电厂的 2 台 GE 9E 燃机成功实施黑启动，拉起了整个片区的电网，包括澳门的供电。燃气轮机具有灵活、可靠、快速启动的特性，以及黑启动和孤网运行的能力，对电网的安全可靠运行发挥着非常大的支持作用。”GE 燃气发电集团中国区重型燃机销售总经理、哈电通用燃气轮机（秦皇岛）有限公司总经理马俊说。

HA 级燃机的独特优势远不止如此。天然气掺氢可以提高天然气燃烧效率，同时具有节能环保效益，是天然气发电未来实现零碳排的关键路径之一。GE 在韩国服役的一台 6B 燃机，采用 70%—95% 含氢量（按体积计）的燃料，

已运行 20 余年。目前，GE 在全球已有超过 100 台采用低热值含氢燃料机组在运行，累计运行小时数超过 800 万小时，其中部分机组的燃料含氢量超过 50%。

从不同机型看，GE 旗下 E/B 级燃机已具备 100% 燃氢能力，其功率最大、最高效的 HA 级燃机掺氢能力为 50%。GE 的目标是在 2030 年之前实现 HA 级燃机 100% 燃氢能力，最终实现零碳排放。

## 深耕中国： 落地本土 逐绿而行

奋楫笃行，臻于至善；行而不辍，履践致远。作为燃机发电领域的领军型企业，GE 的足迹已经遍布全球，如今，GE 正不断奔跑，努力为中国的双碳之路作出更大贡献。

2021 年 1 月，首台搭载微孔预混燃烧室的 GE 9HA.01 燃气轮机于中国天津华电军粮城电厂成功投运，这是中国首座投入商业运行的 9HA.01 燃机电厂，100% 负荷修正后的联合循环效率为 63.36%，是目前国内投运的燃机机组中效率最高的。

2021 年 12 月 7 日，广东省能源集团旗下的惠州大亚湾石化区综合能源站正式向 GE 及哈电集团订购联合循环 9HA.01 重型燃气轮机的联合循环机组。项目投产后，两台燃机将采用 10%（按体积计算）的氢气掺混比例与天然气混合燃烧，并可以在未来提高其掺氢燃烧比例，成为中国内地首座天然气—氢气双燃料 9HA 电厂。

2021 年 12 月，深圳能源集团股份有限公司为其旗下的深圳能源光明电源基地项目订购了包含 3 台 GE 9HA.01 燃气轮机在内的联合循环机组。项目建成后，将满足深圳市西部快速增长的电力负荷需求，改善深圳西部电网结构，提高电网供电可靠性，并缓解沙角电厂退役对深圳西部电网的影响，同时有效提升广东省电力供应保障能力和系统调峰能力。

截至目前，GE 燃气发电在国内共有 4 个 HA 级燃机项目，涵盖 9 台 HA 级燃机，包含 6 台 9HA.01 燃机及 3 台 9HA.02 燃机，总装机量突破 6.4 吉瓦。

为了更好地服务中国，2018 年，GE 和哈电集团成立了一个新的合资公司——哈电通用燃气轮机（秦皇岛）有限公司。这个新的合资公司超越以往部件级合资厂，是 GE 在中国建立的亚洲唯一一个燃机整机制造生产基地。合资公司将实现 9F.05 和 9HA 级燃机热通道部件、燃烧室部件等本地化生产，产业链也将逐步转移到中国，合资公司将为客户提供真正的本土化制

造与一站式全生命周期的服务，不仅能为客户降低成本，满足市场需求，还能在运输周期、交付周期提供强有力的保障。目前，GE 服务客户的响应速度变得更快，交货期从国产化之前的 20 个月以上缩短到了 14 个月，中国市场成为全球交货期最短的一个市场。

浙江是能源消费大省，在助力浙江绿色发展之路上，GE 是否有信心？“我们将提供最先进的技术和解决方案、最强的服务，应用到浙江市场，也希望能够与浙江的大型能源企业、发电企业一起探索与合作，为浙江的能源转型作出应有贡献。”马俊说。



GE 9HA 燃气轮机



深圳能源光明电源基地规划图

（图由通用电气提供）



**GE VERNOVA**  
Our portfolio of energy businesses

# 引领能源新纪元

在部分地区上述计划可能会受到当地法规影响