## 尾喷管

超机动性、隐身、超视距打击和超声速巡航等是当前先进战机的几个主要标准，而超机动性、超声速和隐身三者都与尾喷管息息相关。

**尾喷管与超声速**

尾喷管与超声速的缘分，我们得从气体的这个特性说起：

亚声速（速度低于当地声速）气体在截面不断变小的管道中会加速。

超声速（速度高于当地声速）气体在截面不断变小的管道中会减速，在截面增大的管道中反而会加速。

高温高压的燃气在尾喷管里不断膨胀加速，最终以高速排出，使发动机获得推力。对于喷气式战斗机（现代先进战机一般装配小涵道比涡扇发动机），尾喷管排出的燃气速度越快，航空发动机获得的推力就越大。

早期的喷气式战机多是亚声速或低超声速的，因此可以采用纯收敛型喷管，但是不适用于高超声速飞行。于是，收敛-扩张型喷管出现了。先收敛让亚声速气体膨胀加速，到了声速以后再扩张让超声速气体继续膨胀加速。

喷管的形式、喉道面积和出口面积必须和发动机流量、压比相匹配。发动机在工作时提供给尾喷管的空气流量和压强并不是固定值，往往跟随工作状态不断发生变化，因此有必要对喷管的喉道面积和出口面积不断进行调节，可调喷管也应运而生。

**尾喷管与超机动性**

聊得火热的论坛贴吧里，“矢量喷管”几乎成了先进战机的代名词。轴对称矢量喷管、转向矢量喷管、二元矢量喷管、气动矢量喷管等等都是军迷们的热门话题。事实上，矢量喷管不仅能为飞机提供向前飞行的推力，而且还可补充或取代气动舵面对飞机进行控制，甚至帮助飞机实现短距起飞和垂直起降等，大大增强了飞机的机动性。

轴对称矢量喷管结构轻质高效，具有良好的气动性能，使飞机不需要做较大的改装即可实现矢量推进。

转向矢量喷管可以向下偏转至与地面垂直，使喷气流垂直向下喷射，帮助飞机实现垂直起降等。

二元矢量喷管具有矩形构型，在红外隐身方面具有明显优势，同时更有利于实现与飞机后机身高度一体化的设计。

气动矢量喷管依靠二次流注入使喷管主流发生偏转从而形成推力矢量，主要针对未来高推重比发动机排气系统，具有重量轻、零件数量少等特点。

**尾喷管与隐身性**

发动机隐身技术是战机隐身的重要一环，其内容涵盖减小发动机可观察部件的探测反射特征、降噪和红外抑制技术，而尾喷管的改造能很大程度上改善发动机的隐身性能。

改变尾喷管的气流稳定性是发动机降噪的主要途径之一。锯齿形尾喷口、微喷射流等技术均能达到不错的效果。

发动机尾喷口的燃气流是飞机红外辐射的主要来源之一。伊拉克战争期间，几乎所有的伊拉克战机都是被红外制导导弹击落的。遮掩尾喷管、尾喷管周围涂隔热涂层或加红外挡板、全长加力筒体隔热屏、改变尾喷口方向等，都是实现红外抑制、增强发动机隐身性能的有效方式。