

[首页](#) | [所况简介](#) | [机构设置](#) | [科研成果](#) | [科研队伍](#) | [国际交流](#) | [所地合作](#) | [党群工作](#) | [创新文化](#) | [图书馆](#) | [研究生博士后](#) | [信息公开](#)

新闻动态

您当前所在位置: 首页>新闻动态>科研进展

[图片新闻](#)[综合新闻](#)[学术活动](#)[科研进展](#)[媒体报道](#)

邮箱登录

用户名: @ iet.cn密码: [登录](#)

科研机构

[国家能源风电叶片研发\(实验\)中心](#)[能源动力研究中心](#)[轻型动力实验室](#)[循环流化床实验室](#)[分布式供能与可再生能源实验室](#)[储能研发中心](#)[传热传质研究中心](#)[先进燃气轮机实验室](#)[无人飞行器实验室](#)[新技术实验室\(筹\)](#)

轻型航空发动机制式起动技术研究进展

发稿时间: 2021-03-10 作者: 杨光伟 来源: 轻型动力实验室 【字号: 小 中 大】

制式起动, 亦称火药起动或者炮式起动, 是指利用固体火药燃气发生器使发动机在较短的时间内达到较高的稳定转速。然而由于制式起动加速过程迅猛, 燃烧室点火条件十分恶劣, 同时要求达到100%起动和点火成功率, 因此技术难度相对较高。

为全面获取某型航空发动机的制式起动特性, 有效解决制式起动技术难题, 轻型动力实验室研究团队针对该型发动机的制式起动过程进行了地面起动和高空起动研究, 制定了制式起动控制系统框图(图1)。

在地面起动研究中, 研究人员重点分析了初始油门量及起动后期油门量等因素对起动特性的影响, 完成了发动机地面制式起动供油规律匹配及起动特性优化。为研究初始油门量对制式起动前期转子加速率的影响, 对比分析了3种不同油门量下的转子加速特性, 研究表明, 提高初始油门量, 发动机的前期加速率增加并不明显, 即对缩短起动时间的贡献并不大。因此, 在制式起动前期应重点考虑点火的最佳油气比, 以确保燃烧室可靠点火和快速传焰。为研究最大油门量对制式起动后期转子加速特性的影响, 对比分析了4种不同最大油门量下的起动特性(图2), 可以看出, 在一定油门范围内, 提高最大供油量可显著增加起动后期加速率和最高稳定转速, 但当最大油门量高于某一值后, 进一步提高油门百分比, 转子加速率基本不变, 即对缩短总起动时间的收益已不大。因此, 为更好地适应和优化制式起动后期转子加速特性, 在起动时间允许的前提下, 最大油门量可采用某一中间值, 当此油门量不足以使发动机加速至目标最高转速时, 可在 $n=80\sim 85\%$ 后介入PID控制方式进行供油或增加第二阶跃油门。

在制式起动高空研究中, 基于小型航空发动机高空试车台, 研究人员对比分析了采用五头部压力雾化喷嘴和十头部压力雾化喷嘴时的发动机起动特性。研究表明, 在高空制式起动时, 采用十头部喷嘴的发动机起动特性要明显优于采用五头部喷嘴的起动特性, 主要表现在发动机点火成功后的火焰稳定性和转速稳定性上。图3为分别采用五头部喷嘴和十头部喷嘴时发动机在10000米高空进行制式起动时的主燃油供油边界。此处供油边界是指发动机点火成功后, 燃烧室介入主燃油供油(转速加速段供油)时不熄火, 或雾化喷嘴燃油在高速撤出时, 发动机仍能保持转速稳定爬升的最小油门百分比和最大油门百分比。由图3可知, 相比五头部喷嘴, 采用十头部雾化喷嘴可较大程度拓宽发动机制式起动时主燃油供油边界。在高空起动研究中, 研究人员还针对发动机分别采用两种雾化喷嘴的风车起动特性进行了对比分析, 研究表明, 采用十头部雾化喷嘴的发动机具有更宽的风车起动速度边界。进一步研究表明, 高空补氧点火不仅能提高制式起动发动机的高空点火性能和起动加速性能, 还可提高发动机的起动空域和起动速度, 因此采用高空补氧点火是解决发动机高空制式起动困难的有效途径。

在上述工作的基础上, 研究人员在高空试验台上完成发动机整机高空制式起动试验, 图4给出了发动机在H=11公里、Ma0.6工况下起动点火瞬间, 结果表明, 该型发动机能够实现高空12公里宽速域范围内快速起动, 起动时间小于6秒。获得了发动机高空制式起动特性, 确定了发动机制式起动包线(含风车起动包线), 积累了大量的宝贵数据, 为后续将研究所研制的系列高效费比发动机应用奠定了坚实基础。

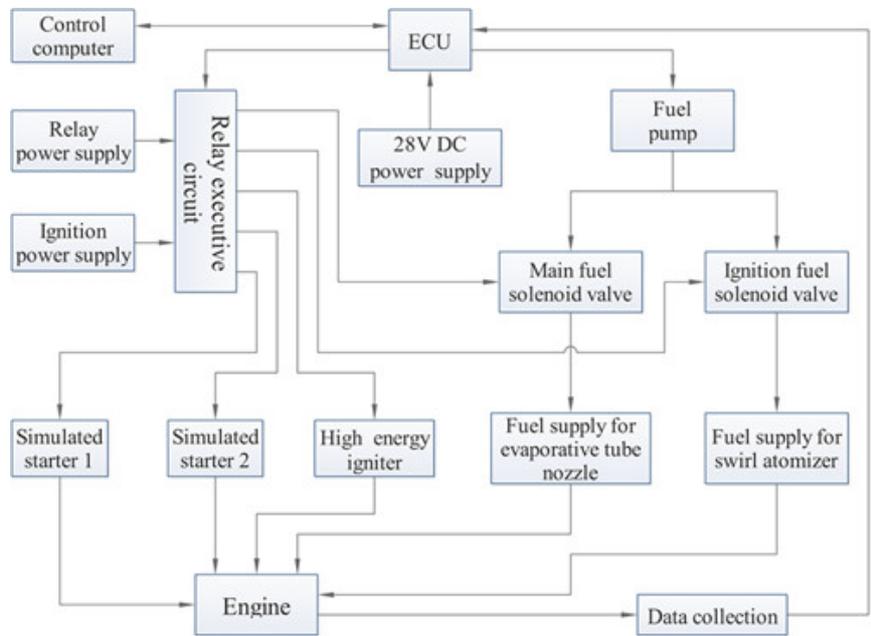


图1 制式起动控制系统框图

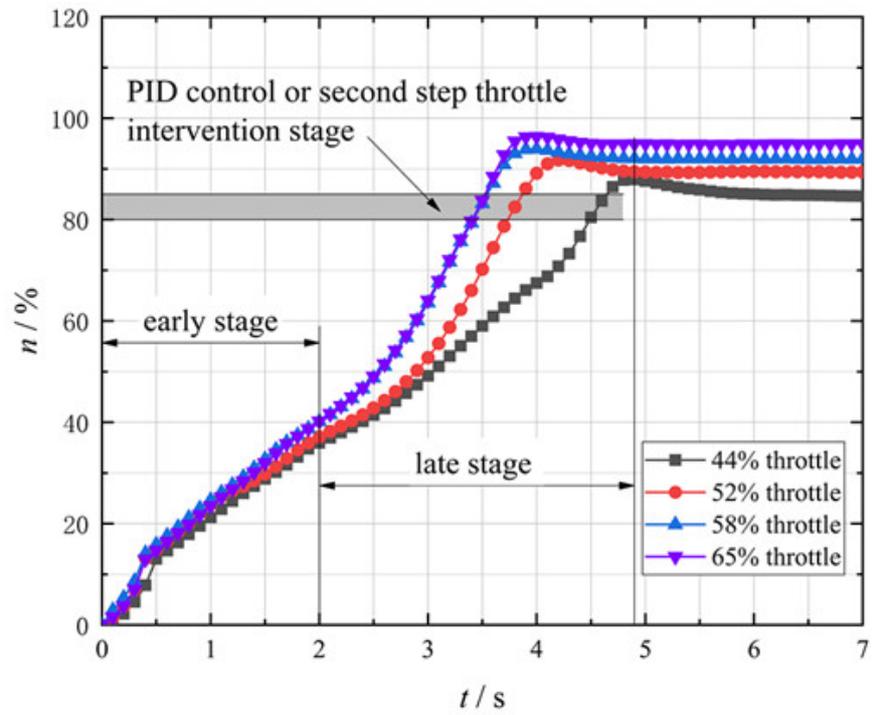


图2 不同最大油门量下的加速特性对比

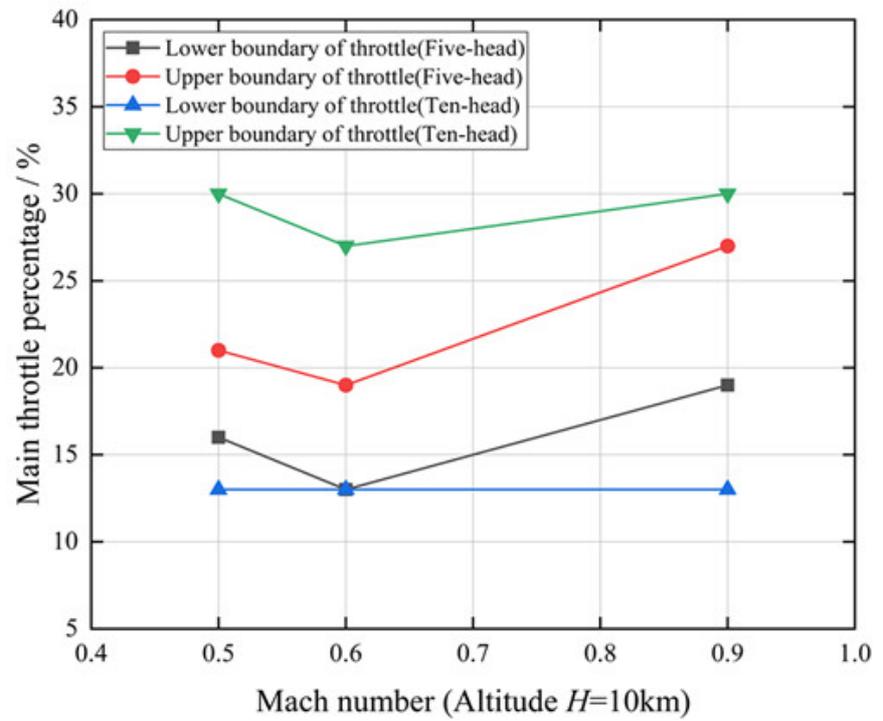


图3 高度H=10km时, 不同马赫数条件下的主燃油供油边界

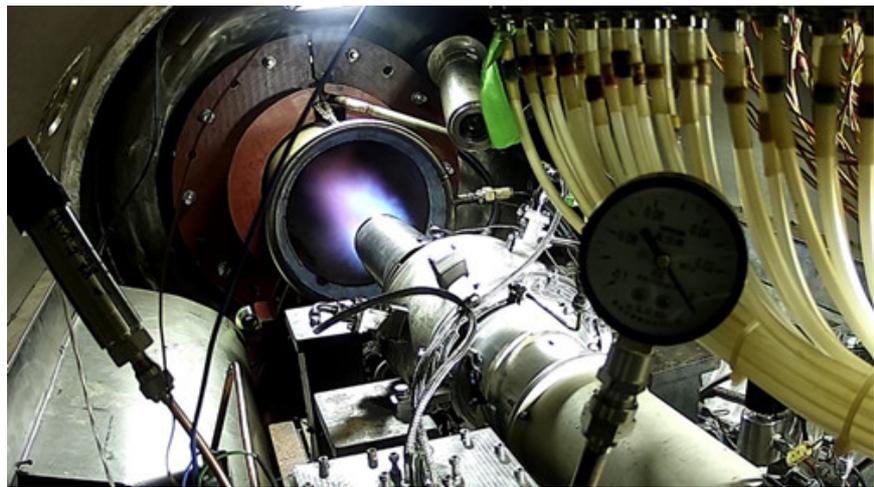


图4 发动机在H=11km, Ma=0.6工况下起点点火瞬间

评论

相关文章