

CSTAM2012-B03-0269

隔离段三维流场特性及入射激波对隔离段流场影响的研究

李萌¹⁾, 岳连捷, 张新宇

(中国科学院力学研究所高温气体动力学国家重点实验室, 北京 100190)

摘要: 隔离段在超燃冲压发动机中的作用是承受燃烧室内燃料燃烧造成的高反压。超燃冲压发动机在燃烧时, 燃烧室内释放的热量会堵塞来流, 压力升高, 并在上游产生激波串结构。一方面, 气流经过激波减速, 静温静压升高, 有利于燃料的点火; 然而, 如果反压继续增大, 激波串前传, 影响进气道的流场, 可能会造成进气道的不起动。为了防止燃烧室上游的激波串影响进气道的流动, 在进气道与燃烧室之间加入隔离段。

在隔离段的实际工作中, 由于进气道消波不完全等原因, 隔离段进口会受到入射激波及膨胀波的干扰, 而在大多数隔离段的实验和数值模拟中, 隔离段的进口条件为均匀的入口条件。这一差异会对隔离段的流动产生影响, 并需要在隔离段的设计和过程中加以考虑。因此, 本文的主要目的就是研究入射激波对隔离段流场及其抗反压特性的影响。

研究发现, 入射激波对隔离段流场有很大影响。均匀来流入口条件下, 隔离段内的激波串为三维的 V 或 X 形, 在流场的很大区域内, 激波面的法向方向与流动方向之间的夹角为锐角。V 形或 X 形激波串折转的位置并不位于隔离段中心对称面附近, 而是非对称分布, 距离一侧的壁面较近, 距离另一侧的壁面较远; 当隔离段的宽高比较大时, V 或 X 形的激波串在隔离段宽度方向内展开, 这种激波串的分布形式及特点使得激波串的整体长度较长, 对隔离段的抗反压能力有不利的影响。

而在相同的进出口压比及入口马赫数下, 隔离段的入口气流在 $Y > 0$ 的区域设定为水平方向的正常来流, 而在 $Y < 0$ 的区域的来流按照激波关系式求得的参数和气流转折角来模拟入射激波的压缩。入射激波对流场改变主要体现在激波串的形态和长度方面: 在流场的大部分区域, 激波面的法线方向与来流的方向基本一致, 激波面在流场中间部分横向展开, 类似于正激波激波串。在隔离段宽高比较大时, 激波串的长度较短。这表明, 入射激波有助于提高隔离段的抗反压特性。

关键词: 隔离段, 激波串, 入射激波

¹⁾ Email: limeng_1213@126.com