

第 1 章 航空发动机控制概论

1.1 航空发动机控制的目的和要求

1.1.1 控制的目的

航空发动机控制的工作过程是一个极其复杂的气动热力过程,而且这种气动热力过程是伴随飞机的飞行过程进行的。也就是说,航空发动机的工作范围是在如图 1—1 所示的整个飞行包线内,随着飞行条件(飞行高度、速度和大气条件)的变化,热力过程也将发生很大的变化。另外,由于飞机的战术技术要求,航空发动机在使用过程中,需要根据飞行的要求,经常地迅速地改变工作状态。显然,对于这样一个复杂多变的热力过程如不加以控制,航空发动机是根本不能正常工作的。

随着航空发动机战术技术要求的提高和航空动力设计技术、新材料、新工艺的不断发展,现代航空发动机的单位推力、推重比、飞行使用范围和作战适用性是不断提高的。为了适应更高的飞行速度、飞行高度、飞行姿态以及发射武器的需要,发动机必须配有适应能力很强的超声速进气道;为了进一步提高排气速度,获得更大的推力,甚至要求产生反推力和矢量推力,发动机必须带有收扩喷管(拉瓦尔喷管)和矢量喷管。这种现代航空发动机的工作状况将变得更加严酷苛刻,发动机必须在高增压比、高流量比(涡轮风扇发动机)和更高的涡轮前燃气温度下工作,亦即航空发动机是在接近性能的极限状态下工作。由此可见,发挥航空发动机的最佳性能与保证安全之间的矛盾十分突出,为了使航空发动机的技术性能得到更好地发挥,工作可靠性得到保障,使用寿命得到延长,必须对航空发动机进行更加复杂的自动控制。例如:为了保证发动机的工作状态与所要求的飞行状态相适应,必须对慢车到最大状态的推力(功率)进行控制;为了在最大状态的基础上进一步获得最大推力,必须通过加力燃油量和喷口面积的控制对加力状态进行控制;为了保证在亚声速和超声速飞行时发动机与进气道工作匹配,减小动力装置外阻力,达到高的推进效率,必须随飞行状态的变化相应地控制超声速进气道;为了提高机动性,必须对发动机的加速、减速和起动燃油量进行控制,保证发动机安全可靠地工作,不喘振、不超温、不熄火;为了保证在宽广的飞行条件和多种使用范围内发动机工作安全,还必须对转子最大转速、涡轮前最高温度、压气机出口最高压力和温度、最小燃油量等进行控制。随着航空发动机功能复杂性的增加、飞行范围的扩大和战术技术性能的不断提高,要求对更多的参数进行更精确的控制,从而使航空发动机控制的复杂程度不断增加。

以上分析可见,贯穿航空发动机整个工作过程的基本矛盾是性能与安全之间的矛盾。既要充分地发挥航空发动机的战术技术性能,又要保证航空发动机工作可靠。所以,航空发动机控制的目的是用自动控制的方法解决航空发动机性能与安全的矛盾。或者说,航空发动机控制的目的在于使其在任何环境条件和任何工作状态下都能稳定可靠地运行,并且充分发挥其性能效益。

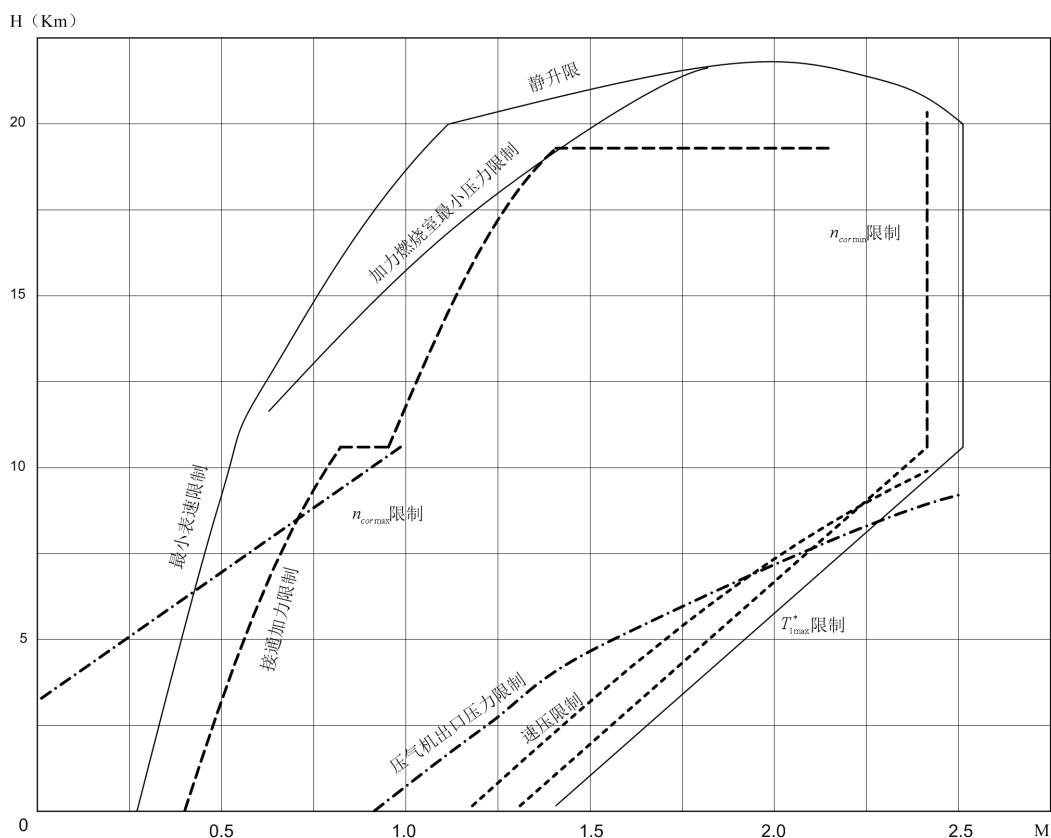


图 1-1 飞行包线

1.1.2 航空发动机对控制的要求

航空发动机对控制的要求，有主要性能要求、可靠性要求、维修性要求等。

1.1.2.1 主要性能要求

控制系统要全面地满足航空发动机的性能要求，最有利的发挥航空发动机的最佳性能，保证航空发动机的性能良好。例如，发动机在最大工作状态下，能发出最大推力；在巡航状态下，能有尽可能低的燃油消耗率；慢车状态时保证净推力最小；当发动机在过渡工作状态下，如发动机在起动、加减速、接通与断开加力时，能快速操纵、过渡时间短并且不喘振、不熄火。

1.1.2.2 可靠性、维修性要求

控制系统不但要有良好的控制品质，如控制要稳定、准确性要高、过渡过程品质要好，以满足航空发动机性能和作战适应性的要求。还要有良好的结构性能，工作可靠、适应性强、抗污染，故障率低、寿命长，并考虑到有必要的余度装置；还要便于维修、调整，应有良好的可达性、可测性和防错性等。