

强度规范使用中的几个问题探讨

曹康家

(西安 72 信箱, 西安, 710089)

PROBLEMS STUDY—CONCERN OF STRENGTH SPECIFICATION APPLICATION

Cao Kangjia

(Box 72 of Xi'an, Xi'an, 710089)

摘要 贯彻“军用飞机强度和刚度规范”既不能照搬规范条文, 又必须维护规范的严肃性, 目前更应强调其严肃性。从实践中提出制定型号规范的重要性。正确理解和贯彻规范中有关重量、重心位置的规定。

关键词 结构设计规范, 飞机设计, 重量, 重心

中图分类号 V215.1

Abstract The paper is concerned with some principles to carry out “Military Specification of Airplane Strength and Rigidity”. The items of the specification must not be copied indiscriminately and seriousness must be upheld on which more emphasis should be put especially at the moment. The importance of establishing project specification is pointed out through practice. It is important to understand properly and implement the stipulations about weight and the position of gravity centre.

Key words structural design criteria, aircraft design, weight(mass), center of gravity

××机是我国自行设计的飞机, 是首次比较全面贯彻“军用飞机强度和刚度规范”^[1] (以下简称“国军标”)的型号, 积累了许多经验。

1 维护国军标的严肃性

在前期, 由于对规范的规定理解不深, 容易产生照搬的倾向。而目前, 强调贯彻“国军标”的严肃性具有特别重要的意义。国军标不是一般的咨询性文件, 它具有一定程度的指令性, 绝不能随心所欲而采取实用主义态度。飞机在实际飞行当中所作的机动动作是千变万化的, 人们不可能依这些情况一一计算载荷和强度, 只能将这些情况进行高度抽象和概括, 以几种典型的理想化的情况来代表实际飞行当中所遇到的各种复杂情况, 因此它与实际飞行情况存在着很大差别。借口“国军标”中的一些规定与实际情况存在着差别而不予贯彻是不对的。

就我国的实际情况而言, 我们自行设计的飞机尚少, 应该承认还缺乏设计飞机的系统的经验, 对于飞行数据的积累、整理和分析工作开展得很不够, 没有形成自己的统计数据; 另一方面, 国外强度规范的背景材料很少, 所以我们对国外强度规范的认识还很肤浅。

鉴于上面这些情况, 在处理规范的一些规定时应特别谨慎, 对于不能贯彻或不能完全贯彻的条款, 或对一些规定和指标要作修改时, 应作必要的理论和计算分析, 经过审定

1992年12月24日收到, 1993年7月8日收到修改稿

和批准后再实施,以维护规范的严肃性,保证飞机安全,充分发挥飞机的性能。

2 制定型号规范的重要性

制定型号规范是顺利开展型号设计,提高设计质量的重要保证。

国军标是针对各种型号军用机而编写的,它具有通用性。特定型号有其本身的特点,所以,对国军标中的每一条规定都应作详尽的分析,针对本型号的情况,决定贯彻实施的原则和方法,对此写出论证意见。

在飞机设计中,各专业都有自己所应依据的规范,例如操纵品质规范、性能规范、外挂物及其悬挂装置规范等,这些规范着眼于各自的专业,它们既相互联系,又难免存在一些差别和矛盾。对一个型号而言,就需要用型号规范将其统一起来。

在实践中,由于没有制定型号规范,各专业忙于自己的工作,彼此协调不够,待工作进行到一定程度,矛盾暴露出来,此时处理起来十分棘手。在设计中出现的大多数问题都在各专业的接口部分,这也说明了制定型号规范的重要性。

型号规范的制定是一件十分严肃而技术性很强的工作,需要协调各专业之间的关系,应在总师统一领导下组织有经验的人员进行。这可能要化费相当的精力和时间,这是值得的。型号规范的制定几乎与方案论证同时进行,在型号设计初期就应进行评审,这将会避免许多反复,提高设计质量,加快设计进度。型号规范一旦审定,应作为指令性文件对待。随着设计工作的进一步开展,矛盾进一步暴露,认识进一步深化,所以到一定阶段需对型号规范进行修订,但这仅是局部性的修改。

3 重量

重量是进行载荷、强度计算的重要参数。国军标中与飞行载荷密切相关的主要是 4 个重量:基本飞行设计重量、最大设计重量、最大军械重量和最小飞行重量。

在飞机设计当中出现过两种意见:一种是认为应从最小飞行重量至最大设计重量的所有重量都进行飞行载荷计算。另一种意见是反对在最大设计重量时计算飞行载荷。

这两种意见都具有片面性。

对第一种意见从原则上讲是对的,表面上看来似乎也是万无一失的,但实践证明没有太大的必要。正确的途径是根据长期实践经验,确定几个基本重量作为计算点,对于另外的个别的特征重量进行补充校核计算。这在工程上是一种可行的科学方法,国军标的制定就是采取这一思路。

在国军标中基本飞行重量是一个最重要的重量,它与其对应的最大限制过载一起,确定了飞机的总体强度水平。确定这一重量是至关重要的。一般取飞机爬升至作战高度,进入作战,将进行大的机动动作时,此时全机重量(包括基本外挂武器)为基本飞行设计重量,这是一个典型化的重量。

国军标规定,当重量大于基本飞行设计重量时,应在保证 $n_y G$ 不变的条件下,检查飞机强度,但过载系数 n_y 不得大于最大设计重量所对应的规范值¹。此值要比基本飞行设计重量所对应的最大限制过载小 50%左右(以歼击机为例),而歼击机的最大设计重量

注:1 在《军用飞机强度和刚度规范》第二册飞行载荷 2.4 节 b 条规定:“……但过载系数 n_y 不得小于最大设计重量所规定的值”,应改为“……但过载系数 n_y 不得大于最大设计重量所规定的值”。修改理由另文叙述。

一般小于 2 倍基本飞行重量, 所以对应基本飞行重量的 $n_1 G$ 必大于对应最大设计重量的 $n_{y_2} G_{\text{最大}}$ 。这说明, 飞机的总体强度水平仍由飞机基本飞行设计重量所控制。

提出上面第二种意见反对用最大设计重量计算载荷和强度的理由是在实际飞行当中, 飞机的重量肯定小于最大设计重量, 这反映的是事实, 但对强度规范的规定是无法用是否符合实际情况这一简单标准来决定取舍的。

在国军标 2.24.1.1.5 空投阵风准则这一节中明确规定了必须考虑最大设计重量, 而实际空投时, 飞机重量必小于最大设计重量, 这就是很好的证明。

在 50 年代飞机设计中, 飞机重量变化范围不大, 其飞机各部件的严重受载情况变化也不大, 故可用一个典型重量来控制飞机强度水平。苏联 50 年代强度设计指南中就只规定了基本飞行设计重量。但随着飞机的发展, 重量范围变化越来越大, 重心位置变化也比较大, 企图用一个重量来包容各部件的严重受载情况是困难的。例如立尾载荷与 $n_1 G$ 的关系不大, 却受重心位置影响很大。因此在 MIL-A-8860^[2] 中又提出了最大设计重量, 它作为基本飞行设计重量的补充, 与基本飞行设计重量一起成为飞行载荷必须考虑的重量(除个别条款作了特殊说明外)。同样原因, 当外挂武器不断增加的情况下, 重量变化更大, 因此, 在 MIL-A-008860^[3] 中提出了最大军械重量。

4 重心位置

国军标 2.5 节中有关重心位置规定的含义是在考虑实际对称和非对称有效装载分布、飞机姿态、加速度、耗油顺序和飞机柔性影响之后的重心位置是实际可达到的, 在设计中要在这个实际可达到的重心位置前后再加一上容差(在说明中建议取 1.5% 机翼平均气动弦长)。

这个规定看来不合理。应将上述这些影响包含在容差内, 而不是包含在可达的实际最前和最后位置。理由如下:

(1) MIL-A-008861 中对这一问题作了规定, 其正确的理解和翻译应是后一种。

(2) 在 MIL-A-008861 中对该容差值规定为 1.5% 机翼平均气动弦长。此值应理解为经过统计分析后的经验数据。飞机姿态、加速度和飞机柔性对飞机重心位置的影响是十分难于确定的, 只能采用统计的经验数据。所以不可能在使用了经验数据之后再再来一个不包括在这个经验数据之内, 又是无法确定其确切数值的因素需要考虑。

(3) 在《飞机结构通用规范》(MIL-A-87221)的 3.2.6 重心位置一节中规定: 重心位置应分别与 3.2.4 和 3.2.5 所规定的重量分布和重量相对应, 并加上和减去一个容差, 该容差考虑了制造偏差和机体装载、飞行姿态及其变化可能引起的偏差。这里就明确了容差的具体含义。

参 考 文 献

- 1 军用飞机强度和刚度规范. 北京: 国防科学技术工业委员会, 1984.
- 2 Military Specification of Airplane Strength and Rigidity. MIL-A-8860(ASG), 18. May. 1960.
- 3 Military Specification of Airplane Strength and Rigidity. MIL-A-008860(USAF), 31. March. 1971.