美国229

航空标准化与质量 专刊2

国外标准汇编

飞行模拟器

本手册中引用的标准、规范仅作“参考资料”使用，如需采用，必须以现行有效版本的标准、规范为准。[illegible]院总工程师办公室 1997.10

航空标准化与质量编辑部

航空标准化与质量 专刊2

（一九八八年六月）

编　　辑　航空标准化与质量编辑部
出版发行　北京市一六六五号信箱
内部发行　　1988年6月出版

美国229

前　言

飞行模拟器包括工程研究飞行模拟器和训练飞行模拟器，它对评价飞机总体结构设计、飞机性能和战术技术要求以及培训飞行员等方面起着重要作用。

我国对飞行模拟器的研制工作起步较晚，到六十年代初才开始注意到，并加速了这项工作的开展。到目前已相继研制出不同用途的工程飞行模拟器及训练模拟器，现已有大、中、小型的训练模拟器投入使用。随着航空事业的发展，飞行模拟器在航空领域中将起更加重要的作用。但时至今日，我国还没有制订飞行模拟器的性能规范和鉴定标准，这将直接影响飞行模拟器的设计规范化、鉴定的依据和使用效果。目前，我们要想评价飞行模拟器的水平，在很大程度上是凭借飞行员的感觉，很不科学，缺少客观、定量的标准。因此，这个问题不解决就会阻碍飞行模拟器的发展。为此，部模拟器办公室组织了部内有关厂、所、院、校的同志，选择了美国军用标准、美国联邦航空局标准中的有关“飞行模拟器”部分汇编成册，本刊以专辑形式出版，供我国从事飞行模拟器事业的工程技术人员借鉴、参考，并希望在消化、吸收国外标准的基础上，结合我国的实际情况，尽快编制出我国的飞行模拟器性能规范和鉴定标准。

航空标准化与质量

编　辑　部

目　录

MIL—T—9212B(USAF)1967

飞行训练器、飞行模拟器通用技术要求

1. 范围……(1)
2. 适用文件……(1)
3. 要求……(2)
4. 质量保证条款……(33)
5. 交货准备……(45)
6. 注释……(45)

MIL—T—82342B(1970)

飞机座舱程序训练器的通用规范

1. 范围……(47)
2. 有关文件……(47)
3. 要求……(47)
4. 质量保证条款……(56)
5. 交货准备……(56)
6. 附注……(56)

MIL—STD—1644(TD)1979

训练器系统的软件开发标准

1. 范围……(57)
2. 参考文档……(57)
3. 定义……(57)
4. 总体需求……(59)
5. 详细需求……(61)
5.1　功能基线……(61)
5.2　系统工程和软件分析需求……(62)
5.3　程序设计需求……(63)
5.4　软件生产……(68)
5.5　程序操作……(70)
5.6　软件测试需求……(70)
5.7　质量保证……(72)
5.8　配套管理……(74)
5.9　管理控制……(75)
6.　其它……(77)

MIL—D—83468(USAF)1975

实时训练模拟器的数字计算机系统

1. 范围……(78)
2. 参考文档……(78)
3. 需求……(78)
3.0 计算机系统……(78)
3.1 计算系统设备……(78)
3.2 计算机程序系统……(83)
3.3 支援需求……(87)
3.4 应用的术语……(88)
4. 质量保证条款……(89)
5. 组装……(91)
6. 附注……(91)

MIL—I—82356(1969)

飞机训练设备模拟仪表的通用规范

1. 范围……(94)
2. 有关文件……(94)
3. 要求……(95)
4. 质量保证条款……(98)
5. 交付准备……(99)
6. 附注……(100)
MIL—I—82356 修订 1 (1972)……(109)
附件 MIL—I—82356/1～27 美国军用单篇规范……(110)

FAA 咨询通报 AC120—40(1983)

飞机模拟器及其视景系统的鉴定

1. 目的……(112)
2. 删改说明……(112)
3. 背景情况……(112)
4. 详述……(112)
5. 定义……(113)
6. 模拟器的鉴定方法……(114)
7. 模拟器初期或升级鉴定程序……(115)
8. 模拟器、运动系统及视景系统的升级……(117)
9. 正当权利……(117)
FAA 咨询通报 AC120—40(1983) 附录……(117)

MIL—STD—1558(1974)

空勤人员训练模拟器六自由度运动系统要求

1. 范围……(130)

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

2. 应用文件……(130)
3. 定义……(130)
4. 要求……(130)

MIL-T-9212B(USAF)

1967.6.28

代 替

MIL-T-9212A(USAF)

1957.11.4

美国军用规范

飞行训练器、飞行模拟器通用技术要求

1. 范围

1.1 本规范包括飞机飞行模拟器和训练器的通用技术要求，涉及从全任务飞行模拟器到着陆进场基本任务飞行训练器的全部型号。本规范为所有这种训练器的设计和性能提供了通用指标。

2. 适用文件

2.1 招标或请求投标之日有效的下列版本的文件，在本文规定的范围内，构成本规范的一部分。

规范

MIL-T-27474 地面训练设备通用技术要求

标准

MIL-STD-470	系统及设备可维护性方案技术要求
MIL-STD-471	可维护性论证
MIL-STD-781	指数分布的可靠性试验
MIL-STD-785	系统及设备可靠性方案技术要求
MIL-STD-803	宇航系统及设备的环境工程设计标准
MIL-STD-826	电磁干扰试验要求及试验方法
MIL-STD-859	航空压力测量设备的标准校准表
MIL-STD-876	实时训练模拟器的数字计算系统

出版物

美国空军公报

NO.124 飞行模拟器设计需要的飞机数据

供货方因特定采购任务而需要的规范、标准、图纸和出版物的副本，应向采购方索取或按合同签订官员的指示取得。

2.2 其他出版物 在本文规定的范围内，下列文件构成本规范的一部分。除另有规定外，应采用招标或请求投标之日有效的版本。

美国采暖、致冷和空调工程师学会

指南和数据手册

（申请副本应致函美国采暖、致冷和空调工程师学会——纽约东第47街345号，邮政编码：纽约10017。）

3. 要求

3.1 部件　如果适用，训练器应由下列主要部件或单独系统组成：

项　目	要　求
飞行座舱	3.5.1
教员台	3.5.2
操作台	3.5.3
无线电设备及雷达系统	3.5.4
计算系统	3.5.5
运动系统	3.5.6
电视监控系统	3.5.7
模拟的目标飞机发生器	3.5.8
视景模拟系统	3.5.9
导航和战术模拟	3.5.10

3.2　通用规范　本文例外附加规定，MIL-T-27474 的技术要求将用作本规范的要求。如果两个规范有抵触，应以本规范为准。

3.3　设计和制造

3.3.1　真实的或模拟的零部件的使用

从成本和方便的观点考虑，如果使用真实飞机指示器（包括仪表）和零件对政府有利，而且可靠性令人满意，就应使用真实指示器（包括仪表）和零件。

考虑到训练器的初始成本和使用寿命期内的后勤保障，而且需要满足可靠性要求或更经济实用的话，应使用模拟的或综合的部件。

3.3.2　公用电源　除公用电源电路用来依靠主电源工作，并在训练器电源其余部分断开后该电路仍可工作外，公用电源应按 MIL-T-27474。电源电路应包括灯、公用电源插座及维护用内部电话系统。为了使用方便，公用电源系统应该容易接近。

3.3.2.1　故障指示灯　应该安装有足够后退能力、卷线式加长故障指示灯，以便能延伸到全部检查的维护点。在 3.3.12 中规定了附加说明的要求。

3.3.2.2　公用电源插座　在整个训练器上，公用电源插座应该位于或在所有主要维修点附近，包括飞行座舱。

3.3.2.3　维护用内部电话系统　维护用内部电话系统应按照 3.5.4.1.9 中的规定。

3.3.3　热耗散　应该使用 MIL-T-27474 的热耗散要求。此外，释放相当热量的装置或组合装置应该用下列一种或一种以上选择方案冷却：

a. 封闭式再循环机械空调系统，带有远距离安装的冷凝器。安装的冷却管路应该有足够的长度，以便可以把冷凝器安装在训练器厂房的外面。

b. 接到训练器厂房外面或从训练器厂房外面接入的支管和导管带有传输叶片，供用户向训练器厂房或从训练器厂房通风的选择。如果支管或管道和电缆线路采用地板下的压力通风系统，定期清理时，应该容易接近。

c. 训练器的全部或大部分应完全保持在一个装有空调的外壳内。管道或管路应安装在

外壳与训练器厂房外部之间或安装到外部的冷凝器装置上。

d. 远距离安装的主要生热装置，例如液压动力装置。

注：所用的全部空调系统的冷凝器部分应该是空气冷却的。

3.3.3.1 温度极限 在不工作条件下，训练器应承受－20℉～＋130℉的温度而不产生持续永久性损坏。如本标准所规定，设计的训练器应该在60℉～100℉的室温环境中工作。对100℉和100℉以下的任何进口空气温度，在设备外壳内的环境空气温度不应上升到110℉以上。如果使用要求更严格环境条件的部件，应包括这种环境条件的条款，象在相应出版物中提出注意事项。

3.3.3.2 人员舱 应该提供维护飞行舱和操作及教员台的设备，温度和湿度按照良好的工业空调习惯作法。在连续工作条件下，在训练器中，除了学员、教员及操作者的正常人数外，最多还可容纳3人。飞行舱中冷却和加热的温度控制应由正常的飞机空调控制机构完成。设计的空调系统应该满足68℉～110℉的环境温度要求，在美国本土范围内，湿度条件应符合美国采暖、致冷和空调工程师学会标准平均值(如该学会指南和数据手册所规定)。

3.3.3.3 通风 要求强迫通风符合最大温度上升要求时，在闭路循环的排气管或排气支管上应安装一台鼓风机。进气管或进气支管应装有可更换的纤维过滤器或可重复使用的金属过滤器。通过每个舱的空气流量的正确比例是通过固定尺寸的排气口或可调的排气口控制的。通过机舱壳或管道的空气速度每分钟不应超过900英尺，在学员、教员、操作者或观察者的工作区域，空气速度不应超过300英尺。

3.3.4 分解和组装 在不使用专用工具的情况下，训练器应能分解成主要部分。除非详细规范(见6.3)中另有规定，分解时，各部分不大于6英尺宽、7英尺高和10英尺长。每部分应安装在一个经适当加强的金属基座上，并允许用叉车从下部抬起。除运动系统和安装的部分之外，每个基座应装有带调平千斤顶的完全旋转式小脚轮。若认为适当，在得到采购方批准的前提下，可以用滑行架代替小脚轮。

3.3.5 训练器框架 训练器框架应适当加强，以便在正常使用期间支承训练器，并承受运输时所产生的振动。

3.3.6 最大尺寸 安装的训练器的最大尺寸要尽可能小，符合MIL-STD-803的要求。

3.3.7 设计模型 在确定总布局的最后要求之前，应制做一台训练器的原尺寸模型。该模型根据需要应尽可能完整，以便评价总的布局及下列设备的安装：

a. 相互有关的部件的安装(见3.1)。

b. 建议的分工及遮光帘。

c. 所有控制台的踏梯、入口和门。

d. 正驾驶员、副驾驶员、领航员和工程师、仪表面板的配置。原尺寸面板及仪表的硬纸板复制件认为可以满足要求。

e. 正、副驾驶员的驾驶杆和驾驶盘以及可能妨碍教员视线的飞行座舱其他操作机构。

f. 学员的所有座椅。

g. 正、副驾驶员操纵台(除手柄和指示器之外)，硬纸板复制件认为可以满足要求。

h. 照明设备(教员台、操作台和辅助飞行舱)。

i. 面板涂漆和刻度试样(教员和操作者区域)。

j. 空调管道和通风调温装置的配置(训练器内部)。

k. 计算机及其他控制柜(带完整示意图的典型控制柜足可以满足要求)(见 6.9)。

l. 计算机柜进气和排气系统(只有一个控制柜),包括建议的全套进气和排气系统管线示意图。

m. 所有控制柜和面板的原尺寸复制件,包括位于教员和操作者区域的控制机构和指示器及所要求管线的示意图。为便于适应不同布局,复制件应单独制做。舱位模型用木头、硬纸板等制做是比较合适的。

n. 操作者和教员座椅、烟灰缸等。

o. 电源插座的位置及维护用的内部电话系统。

p. 建议的计算机方框图、程序清单并在典型计算解法的流程图表格中给出程序设计技术的实例。

q. 烟发生器系统的容量、位置、材料、化学成份和管道。

r. 符合 3.5.2 和 3.5.3 节的教员台和操作台的控制调节指示器。

模型制造中使用的材料应具有足够的自承重强度,且不需要支承加速负载和实际训练器的连续正常使用。

3.3.7.1 总体布局的批准 在制做总体布局模型之前,应编制训练器的总体布局图,供采购部门审查和批准(见 6.2b 和 6.2c)。图纸应包括安装和操作训练器需要的土建及设施的全部数据。

3.3.8 输入功率 训练器应能够用 MIL-T-27474 中规定的电源工作。在操作者、教员和计算机区域应装有应急联锁电源断开装置。

3.3.9 设计准则 训练器的设计和试验应该以代表被模拟飞机的性能和物理特性为根据。作为训练器设计准则的全部数据资料应特别由采购部门批准。数据可以从采购部门、机体制造厂家、发动机制造厂家及采购部门批准的其他渠道获得。

3.3.9.1 冲突设计准则数据 如果有相矛盾的数据,推荐的选择应和选择证明一并提交采购部门批准。

3.3.9.2 设计更改 在训练器设计冻结之后,当能得到最新飞机数据时,应对其进行审查,确定哪些更改应反映到训练器设计中,以便保持训练器的特性的性能与飞机的特性和性能一致。

3.3.9.3 飞机数据参数提纲 通报 NO. 124 应作为获得数据的参考提纲。

3.3.9.4 经批准的设计准则数据 在数据审批会议期间(见 6.8),承包者应提供以前未曾提交的冲突数据的全部资料和设计训练器要使用的全部数据清单(见 6.2b)供采购方审批。该清单应包括下列内容:

a. 数据的具体使用目的。

b. 报告号。

c. 图号。

d. 页码号。

e. 段落号(如果适用)。

f. 图号(如果适用)。

除非会议期间另有规定,这些数据将构成业经批准的设计准则数据,应由承包者反映在训练器的设计中,并且应该是所有武器系统性能模拟的根据。如果承包者对具体数据文件或其

中的部分没有提出反对意见，总的文件应被认为是经批准的数据。

3.3.10 可靠性 应按照 MIL-STD-785 完成训练器所有部件的可靠性程序。要求和要验证的平均无故障时间或其他可靠性指标规定在详细规范中（见 6.4）。当详细规范在定量可靠性要求方面涉及该文件时，MIL-STD-781 中规定的平均无故障时间应不少于 40 小时，包括计算机。对可靠性的一次故障，规定为训练器的任何部件不能按照本规范的性能极限或补充或代替该规范的详细规范的性能极限运行。

3.3.10.1 使用寿命 设计和制造的训练器累积有效使用寿命不少于 30 000 小时。

3.3.11 可维护性 承包者应按照 MIL-STD-470 实施可维护性大纲，包括训练器的所有部件。要求和要验证的定量维护停机时间要求应符合详细规范。可维护性大纲应包括一项由承包者进行的研究，得出可维护性要求，当与设备故障和维护次数综合在一起时，这些要求能得出不大于训练器累积工作时间 0.2 的累积维护工时。这种维护工时应包括训练器停机或工作情况下的校正性维护和预防性维护，校准和检修，但不包括供货和行政管理时间。这些维护工时还包括训练器通电或断电情况下进行的可拆卸组件的全部维修任务。

3.3.12 照明

3.3.12.1 飞行舱照明 除正常飞行舱照明外，如果要求使教员在无目视困难的条件下能观察学员的操作情况，还应安装补充照明设备。照明亮度应该是可以改变的。设计的飞行舱允许完全变暗。

3.3.12.2 教员和操作台的照明 教员和操作台应提供照明，以便能使人满意地照亮所有面板、记录仪、仪器和控制机构。照明的设置不应给学员教员动作的信号。

3.3.12.3 维修照明 在训练器的飞行舱区域和可能需要维修而通常较暗的其他区域应从公用电源电路提供照明。要防止所有的灯泡突然破裂。每组灯应由一个通—断开关控制。

3.3.12.4 维修进行中的指示灯 可以接通训练器主电源的所有操作台上应安装带一个通—断开关、标有维修正在进行的警告灯。熄灭维修正在进行指示灯时，所有开关必须全部断开。如果任何一个开关处在接通位置，就不可能接通训练器的主电源。

3.4 性能 除非详细规范中另有规定，应该对飞机的所有系统及性能特性进行模拟。如果规范中没有另作规定，所有提到的飞机、设备、子系统、控制机构、仪表等的操作或性能应理解为在地面和在空中飞行两部分的模拟。

3.4.1 仪表指示 仪表指示应按给定各种条件下的设计准则，在本规范规定的公差极限范围内反映飞机的性能。

3.4.2 精确度 除非另有规定，在飞机的生产单位可以接受的公差范围内，在相应的飞行和地面操纵条件下，仪表指示和操纵力应该与被模拟飞机的仪表指示和操纵力相同。

3.4.3 公差 在下列被模拟的具体飞行器适用的公差范围内，设计的训练器其工作应符合设计准则。在设计准则规定的整个工作范围内，不管认为是正常还是异常，这些公差都应该是适用的。公差所适用的性能应随设计准则中规定的全部变量变化。本文所列公差项目的每项变量应在设计准则中说明。除非另有规定，规定的百分公差是对设计准则中考虑的特定条件下的绝对值而言的。除另有规定之外，本文规定的公差数字应解释为正负（±）值。如果对一个具体参数规定两个或两个以上的公差值，应控制重要点的较大值。本文规定的公差在可以读出值的任何地方都是适用的；即在计算机、操作台、飞行座舱等设备上。如果飞机仪表或指示器的公差大于本文规定的公差，3.4.3.2 节的运行公差及要求是适用的。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

3.4.3.1 通用公差 本文所列具体公差没有包括的任何飞机或飞机设备的性能、安定性和控制应符合下列适用于涉及单独参数的通用公差的设计基准。公差适用于一条具体曲线的因变数或自变数。

a. 沿任何轴线的单独力 最大值的2%或0.2%

b. 绕任何轴的单独力矩 最大值的3%或0.3%

c. 总质量 1%

d. 惯性矩 最大值的1%或0.1%

e. 角加速度 5%

f. 线性加速度 5%

3.4.3.2 曲线斜率 除本文和详细规范中规定的公差之外，训练器性能的任何曲线形状应该与设计准则的曲线形状相同。训练器性能曲线和设计准则的任何部分的二次导数符号应该是一样的。如果一种曲线的一部分用一组直线表示，二次导数符号应该由连续线段斜率变化的方向来表示。如果从设计准则获得的曲线部分和训练器性能曲线是线性的而且是连续的，在相同的X值上，两条曲线的斜率应该都是±10°。进行曲线斜率比较之前可将曲线斜率变换成X和Y，以获得最好的曲线拟合，使在变换前或变换后，训练器的性能曲线点不落在公差界限之外。只有当训练器曲线和设计准则曲线处在相同比例刻度上时才允许对曲线进行比较。

3.4.3.3 动力装置公差 动力装置的公差如下：

a. 动力操纵杆的位置 75%功率以上为2%，75%功率以下为5%，或最大值的0.5%。

b. 燃油流量 5%，或最大值的0.5%

c. 燃油流量变化率 25%

d. 燃油消耗量 5%，或最大值的0.3%

e. 燃油压力 10%，或最大值的0.1%

f. 燃油压力变化率 25%

g. 燃油温度 5%

h. 燃油温度变化率 25%

i. 发动机转速(转/分) 0.5%

j. 发动机加速度 10%

k. 发动机风转转速 5%

l. 慢车调速发动机转速 2%

m. 排气温度 从空车至75%功率为3%，75%功率以上为1.5%

n. 排气温度变化率 25%

o. 滑油压力 5%

p. 滑油压力变化率 25%

q. 滑油温度 10%或最大值的5%

r. 滑油温度变化率 25%

s. 涡轮进气温度 5°

t. 涡轮进气温度变化率 25%

u. 压力比	巡航速度以下2%，巡航速度或巡航速度以上1%
v. 压力比变化率	25%
w. 推力	2%，或最大值的0.2%
x. 扭矩压力	300英寸磅
y. 扭矩压力变化率	25%
z. 正常巡航和起飞动力状态下的轴马力	20制动马力，别处50制动马力
aa. 发动机振动	20%

3.1.3.4 空气动力公差　空气动力公差如下：

a. 真空速对指示空速	0.5%，或1海里
b. 指示马赫数对真实空速	2%，或最大值的0.5%
c. 临界速度指示器	2海里
d. 操纵面偏转对操纵杆偏转	从0°～10°为5%，从10°～最大操纵杆偏转为0.5°
e. 操纵力对操纵杆偏转	5%，或最大值的1%
f. 操纵面偏转分别对常值俯仰角速度、滚转角速度和偏航角速度	5%，或最大操纵面偏转的1%
g. 操纵面偏转分别对俯仰加速度、滚转加速度和偏航加速度	5%，或最大操纵面偏转的1%
h. 纵向静安定性(操纵面偏转对常值俯仰姿态)	5%，或最大操纵面偏转的1%
i. 侧向静安定性(操纵面偏转对常值偏航角度)	5%，或最大副翼操纵面偏转的1%；5%，或最大方向舵操纵面偏转的1%
j. 动安定性：	
振幅	5%
周期	5%
阻尼系数	5%
K. 低频增益：	
(1) 在任一条件下	5%
(2) 在相同条件下对不同的操纵面偏转	相互之间的2%
l. 瞬态响应周期	5%或0.1秒
下降比或超调百分比	5%
相同条件下操纵面偏转不同振幅的周期	相互之间的5%
相同条件下操纵面偏转的不同振幅的下降比或超调百分比	相互之间的2%
m. 起飞	
姿态	0.3°
空速	2海里
到起飞速度的时间	+0，−2秒
n. 失速－指示空速	1%，或1海里

o. 抖振	1%，或 1 海里
p. 最大空速(零爬升率)	1%
q. 制动时间	10%
r. 动压	3%
s. 爬升率	5%，或每分钟 50 英尺

3.4.3.5 导航容限 导航容限如下：

a. 航向记录仪位置计数器	0.5 英里
b. 中间着陆航线飞行/进场记录仪轨迹	(无风)1°；(有风)2°
c. 中间着陆航线飞行/进场记录仪地面距离	(无风)2%；(有风)3%
d. 相对方位	2°
e. 着陆航向信标波速定位	30 英尺
f. 着陆航向信标波速进场方位	1°
g. 下滑道波束定位	10 英尺
h. 下滑道波束角度	6 弧分
i. 陀螺进动速度	25%，或每小时 2°
j. 转弯角速度	2%
k. 爬升率—(高度变化/时间对指示爬升率)	10%，或每分钟 20 英尺
l. 磁差	2°
m. 高度记录器：	
高度偏差	0.5%
绝对高度	10 英尺，或 0.5%
距离	1%
n. 机场海拔高度	10 英尺
o. 信号衰减对距离	信号强度的 25%
p. 无线电射束宽度	20%
q. 距离指示器	0.5%
r. 无线电信标台位置	0.1 英里
s. 下滑道偏差记录器	5 英尺

3.4.3.6 重复仪表公差 重复仪表指示与飞行舱仪表指示的最大偏差：

a. 高度	20 英尺
b. 航向	1°
c. 指示空速	2%
d. 爬升率	2.5%，或每分钟 10 英尺
e. 姿态：	
俯仰	0.25 杆宽，或 20%
倾斜	1%
f. 转弯侧滑仪：	
转弯指针	1/8 指针宽度，或 12.5%
侧滑指示器	1/8 球直径，或 12.5%

g. 加速度表	0.1g
h. 排气温度	1°
i. 涡轮进气温度	1°
j. 发动机速度	0.5%
k. 马赫表	0.005M
l. 燃油面	1°(旋转)
m. 测速表	0.5%
n. 燃油流量	50 磅/小时
o. 滑油压力	2 磅/平方英寸
p. 滑油温度	4°
q. 百分比推力	0.5%
r. 外界空气温度	1°
s. 发动机压力比	0.002
t. 其他	2°转动,或最大值的 1%

3.4.3.7 系统公差 除非另有规定,系统公差如下所述:

a. 燃油传送速度	20%
b. 液压系统压力	3%
c. 液压系统的压力速率及液压系统工作能力	25%
d. 电压	1%
e. 负荷表和电流表	5%
f. 功率(电气)	5%
g. 电气装置负载	5%
h. 滑油量	20%
i. 滑油传送速度	20%
j. 水量速率	25%
k. 水量(最大)	10%
l. 除冰循环速度	5%
m. 表面和管道温度	8%,或最大值的 5%
n. 座舱高度	100 英尺
o. 收放时间	1 秒
p. 一般时间延迟(开关至灯发亮)	10%
q. 操纵力对操纵杆偏转(油门、前轮操纵)	10%
r. 压缩空气压力	3%
s. 压缩空气压力速率	25%
t. 压缩空气系统工作能力	25%
u. 配平系统响应速度	10%
v. 着陆和整流罩通风片限定位置	2%
w. 作动器响应时间	1 秒
x. 着陆时的高度表	20 英尺

y. 应急罗盘	3°
z. 外部气温	2°
aa. 加速度表	0.1g
bb. 放气压力	5%
cc. 座舱高度变化率	每分钟 20 英尺，或 10%
dd. 螺旋桨顺桨时间	2 秒

3.5 部件细节及性能 在适用于被模拟飞机的范围内，部件细节及性能如下：

3.5.1 飞行舱 飞行舱应该由相应飞机飞行舱的复制件组成，包括座舱盖。应提供全部仪表、指示器、压力表、控制机构、灯、断路器和开关，而且安装位置应该与被模拟飞机上的安装位置一样。所有部件应该有像相应飞机上所标出的适当工作极限。

3.5.1.1 机组成员舱 被模拟的机组成员舱应在详细规范中作出规定。

3.5.1.2 入口 在总体布局模型审查会上应提出并最后确定教员台和操作台的入口。

3.5.1.3 力和力矩效应 应按照所有可能的重量、重心、阻力布局操纵面位置和推力的各种组合，模拟基本力和力矩的变化效应。

3.5.1.3.1 在设计准则极限范围内，训练器算出的空气动力性能，沿着和围绕 3 个主要轴应该有完全的自由度。力和力矩应按照飞机的运动方程产生运动的模拟。由于运动的结果，在本文规定的公差范围内，反作用力应产生相应的性能和安全性，包括空气动力和惯性交感及结构挠性效应。

3.5.1.3.2 应包括总重和重心对所有飞行性能的影响。燃油消耗和输送及武器和货物投放应自动沿 3 个体轴改变总重和重心位置。对于任何飞机布局形式，总重和重心可以从操纵台上进行调整。位于操纵台上的指示器指示总重，并用平均空气动力弦的百分比指示重心。

3.5.1.4 失速 应该用相应的仪表指示、操纵杆抖动和运动抖振模拟失速。训练器失速之后，与空速和掉高度有关的失速特性是近似的。高度、姿态、飞机布局型式、空速、总重和重心会影响失速特性。失速特性应符合设计准则。

3.5.1.5 坠毁 有以下情况应模拟坠毁效应：(1)当模拟触地时，如果起落架没有放下和锁定，下降速度超过飞机极限，或飞机姿态不在相应极限范围内；(2)在飞行中，当模拟的性能超过结构极限时；(3)由教员任选。坠毁指示，如非常明亮的闪光，明显的红色灯、音响效果、仪表、冻结以及相应的超控开关应该按详细规范中的规定。在坠毁高度和空速度条件下，坠毁复位控制机构应使飞机回到平直飞行姿态。其他参数可根据需要，利用本规范或详细规范中所述的相应控制机构重调。

3.5.1.6 音响模拟 在所有飞行阶段和地面操作期间，应根据大致位置、频率和振幅模拟飞机乘员舱中的重要音响。可能需要的典型音响如下：

a. 气流。

b. 着陆轮胎啸声。

c. 发动机运转。

d. 液压系统工作。

e. 电气系统工作。

f. 起落架工作。

g. 座舱增压系统工作和爆发性减压。

h. 冷却组件。

i. 辅助动力装置。

j. 压缩机失速。

k. 最大性能条件下飞行产生的结构噪音或气流噪音。

l. 雨和冰雹。

应提供音响效果的通—断/强度控制机构。应清楚标明该控制机构的正常位置。当音响模拟设备处正常工作状态时，训练器的外部声音，例如液压系统、训练器空调、运动系统、电动发电机等学员是听不见的。音响系统的输出是通过扬声器或按需要安装的其他设备实现的，以便模拟飞机的音响环境。音响环境发生器的频率是可调整的，这样在得到飞机音响的准确数据后能够很容易地进行模拟。

3.5.1.7 飞机系统 训练器应包括完整自动地模拟所有的飞机系统。每个系统都是飞机系统一个完整模拟装置，因此，被模拟系统的功能程序流程图与实际系统的功能图相符合。应包括系统部件，例如电动机、阀、调节器等的特性。以便产生正确的系统静态和动态性能。按照需要，训练器至少应包括下列项目，其工作应按本规范和详细规范中的规定：

a. 升力和阻力变量。

b. 起落架。

c. 减速板(刹车)。

d. 动力装置及有关的起动、操作和应急控制机构及按详细规范中规定的子系统。

e. 自动驾驶仪。

f. 滑油系统。

g. 液压系统。

h. 发动机冷却及进气系统。

i. 燃油系统、空中加油。

j. 电气系统、外部电源、蓄电池、断路器及照明。

k. 过热、火警和灭火。

l. 防冰和除冰系统。

m. 氧气系统。

n. 通风。

o. 导航。

p. 火力控制。

q. 冷气。

r. 轰炸投弹。

s. 飞行舱增压及空调。

t. 电子对抗和电子反干扰措施。

u. 敌我识别系统/电码选编识别装置。

v. 特殊武器。

w. 照相侦察。

x. 雷达

y. 红外线。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com