

DCS  
SERIES

  
THE FIGHTER COLLECTION

  
Eagle Dynamics

*Mustang*

P-51D

**DCS: P-51D 野马**  
飞行手册

亲爱的用户，

感谢您购买 **DCS: P-51D 野马**！**DCS: P-51D 野马**是美国第二次世界大战传奇的战斗机：**P-51 野马**的模拟器，也是 **PC 战斗模拟器《数字战斗模拟》（DCS）**系列的第三个组件。

和之前的 **DCS** 产品一样，**DCS: P-51D** 致力于对飞机模型的再现，包括外部模型和驾驶舱，还有所有的机械系统和空气动力学特性。与此同时，**DCS: P-51D** 通过将您置身于控制一架强劲的、螺旋桨驱动、活塞发动机的战斗机，给您在 **DCS** 里提供一种全新的体验。野马的设计远早于可以辅助飞行员控制的电传系统，或者可以远距离精确攻击目标的精确制导炸弹和超视距导弹问世之前。因此驾驭野马是令人兴奋和有挑战性的。强劲而又优雅，**P-51** 既有飞行的魔术，也是致命的空战力量，是人与机械的合二为一。

作为世界最大的二战重建飞机收集团体之一的操作者，在 **The Fighter Collection (TFC)** 的我们在 **Eagle Dynamics (ED)** 的开发组很幸运，能够运用我们自己真实的 **P-51D** 及其飞行员，来确保 **DCS** 模型是有史以来这种机型最精确的虚拟飞机重建之一。这也离不开大量的外部研究和文档、通向 **TFC** 的机库的场地跑道和软件开发期间 **TFC** 飞行员们难以计量的交流和测试。

本手册的内容大部分基于当年飞机服役的年代真实成熟的 **P-51D** 手册。

向第二次世界大战勇敢的飞行员致敬！我们祝愿您能够把这架真正的飞行传奇飞上天空，进行战斗，并从中得到享受。

真诚的，

**DCS: P-51D 野马**开发团队

DCS: [www.digitalcombatsimulator.com](http://www.digitalcombatsimulator.com)

论坛: <http://forums.eagle.ru>

© 2012-2015 The Fighter Collection

© 2012-2015 Eagle Dynamics

所有的商标和注册商标是其各自拥有者的财产

# 目录

目录.....	3
一个古老的印第安传说.....	11
介绍.....	13
飞机概览.....	17
总体描述.....	17
规格.....	17
<b>P51D</b> 主要组成部件.....	19
机身.....	22
座舱盖.....	22
机翼.....	23
尾段.....	26
飞行操纵.....	26
操纵面控制锁.....	26
起落架.....	27
刹车系统.....	28
发动机.....	30
增压器.....	32
化油器.....	33
战争应急动力.....	34
螺旋桨.....	35
燃油系统.....	36
液压系统.....	39
滑油系统.....	40
冷却剂系统.....	42
电气系统.....	43
氧气系统.....	45
大致供氧时间.....	46

环境系统 .....	47
无线电设备 .....	47
装甲 .....	49
武器 .....	49
<b>驾驶舱 .....</b>	<b>53</b>
前仪表板图例 .....	54
左侧图例 .....	56
右侧图例 .....	57
前仪表板指示和控制器 .....	58
K-14 射击瞄准具 .....	58
仪表板 .....	60
真空系统仪表 .....	60
全静压系统仪表 .....	63
发动机仪表 .....	66
其他仪表 .....	69
发动机控制面板 .....	73
前开关面板 .....	75
燃油关断和选择阀 .....	77
起落架警告灯 .....	78
停放刹车 .....	78
左侧控制器 .....	80
油门弧座 .....	80
散热器空气控制面板 .....	82
配平片控制 .....	84
化油器空气控制 .....	85
襟翼控制 .....	85
炸弹齐投手柄 .....	86
起落架手柄 .....	87
右侧控制器 .....	89

座舱盖控制 .....	89
氧气调节器 .....	89
识别灯 .....	90
电气控制面板 .....	91
AN/APS-13 护尾雷达 .....	93
SCR-522-A VHF 无线电 .....	93
SCR-695-A IFF 无线电 .....	95
AN/ARA-8 归航仪 .....	95
BC-1206“Detrola”无线电测距接收器 .....	96
驾驶舱加温和通风控制 .....	98
膝板地图 .....	99
<b>飞行特性 .....</b>	<b>101</b>
一般特性 .....	101
操作限制 .....	102
载荷系数限制 .....	102
发动机限制 .....	103
空速限制 .....	103
仪表标记 .....	104
特殊飞行条件 .....	108
满机身油箱 .....	108
反操作性 .....	108
副油箱 .....	108
低空飞行 .....	108
高空飞行特性 .....	108
高速俯冲 .....	109
最大指示空速 .....	110
压缩性 .....	111
滑翔 .....	112
失速 .....	113

尾旋.....	114
高性能机动.....	114
仪表飞行.....	115
结冰.....	115
<b>正常程序.....</b>	<b>118</b>
外部检查.....	118
开车前准备.....	118
开车.....	125
关车.....	127
滑行.....	128
起飞前检查.....	128
起飞.....	130
正常起飞.....	130
最短距离起飞.....	130
侧风起飞.....	131
起飞后.....	131
着陆.....	131
下降.....	131
进场检查.....	132
着陆程序.....	132
着陆后.....	133
特殊着陆条件.....	134
侧风着陆.....	134
阵风着陆.....	134
湿着陆.....	134
着陆复飞.....	134
寒冷天气操作.....	135
开车.....	135
起飞前.....	135

起飞.....	135
起飞后.....	135
飞行中发动机操作.....	136
飞行中系统操作.....	136
进场.....	136
<b>应急程序 .....</b>	<b>138</b>
发动机应急 .....	138
发动机过热.....	138
发动机故障.....	138
螺旋桨失控.....	140
起火.....	140
着陆应急 .....	141
在不确定的地形迫降.....	141
机腹着陆.....	141
夜间迫降.....	141
刹车故障 .....	142
液压系统故障 .....	142
电气系统故障 .....	143
轮胎故障 .....	143
水上迫降 .....	143
无线电程序.....	144
进场和触水.....	144
跳伞 .....	144
高空跳伞.....	145
尾旋时跳伞.....	145
水上跳伞.....	145
<b>战斗应用 .....</b>	<b>147</b>
机枪.....	147
使用 K-14 射击瞄准具瞄准.....	147

目标图样. 对与错.....	150
K-14 射击瞄准具的飞行前检查.....	151
使用 K-14 射击瞄准具的机枪射击.....	151
炸弹.....	152
投放炸弹.....	152
应急炸弹和副油箱投放.....	152
火箭弹.....	152
射击火箭弹.....	152
<b>无线电通信.....</b>	<b>155</b>
简易通信启用.....	155
简易通信未启用.....	155
无线电通信窗口.....	156
<b>F1 僚机.....</b>	<b>156</b>
F1 导航.....	157
F2 交战.....	157
F3 用以下武器攻击.....	157
F4 机动.....	158
F5 重新加入编队.....	159
<b>F2 小队.....</b>	<b>159</b>
F1 导航.....	159
F2 交战.....	159
F3 用以下武器攻击.....	160
F4 机动.....	160
F5 编队.....	160
F6 重新加入编队.....	166
<b>F3 第二机队.....</b>	<b>167</b>
F1 导航.....	167
F2 交战.....	167
F3 用以下武器攻击.....	168

F4 机动.....	168
F5 重新加入编队.....	168
小队成员应答 .....	168
F4 联合末端攻击引导员 .....	169
F5 空管 .....	172
F7 空中预警机.....	173
F8 地勤人员 .....	174
<b>附录.....</b>	<b>176</b>
空军基地数据 .....	176
莫尔斯码字母表 .....	177
开发人员 .....	180
<b>EAGLE DYNAMICS .....</b>	<b>180</b>
管理人员.....	180
编程人员.....	180
艺术家与声音 .....	181
质量保证.....	182
科学支持.....	182
信息技术和客户服务.....	182
第三方.....	183
测试人员.....	183
特别鸣谢.....	184
简体中文手册翻译.....	184

# 一个古老的印第安传说



## 一个古老的印第安传说

很久以前，有个年轻的印第安勇士，他的部落正在进行战争。他的大伯把他叫到帐篷里。“孩子，”他大伯是部落首领之一，说道：“你应该加入我们的勇士一起战斗。你年龄不大，但是身体强壮，头脑灵活。我们很需要你。所以我决定授予你一个伟大的荣耀，”大伯继续说道：“你将得到我饲养的最好的骏马——那匹来自西方平原的漂亮年轻的野马。”

小伙子脸上露出了高兴的表情。他很清楚，在部落里只有最幸运的人才有权骑着那些高速、生气勃勃和耐力持久的小野马前去战场。

“但是掌握这批骏马需要花点时间，”大伯警告到：“和这动物在一起你必须长时间有耐心的努力。在能证明你能很好的控制它之前，不允许你和长辈们一起去杀敌。”

从那以后，年轻的勇士受到各种羡慕的目光。因为野马漂亮很养眼，也是部落里最快的马。这使年轻勇士更渴望战斗。所以仅仅几周后他找到了大伯，说：“我已经准备好加入战斗。”

首领把这个以自己那匹暴躁的野马为傲的年轻勇者带到了森林中的一块大空地上，来看看他和那匹新上手的骏马的表现如何。在最初的测试里就很烈，孩子摔了好几次。

“孩子，”大伯说：“你无视了我的警告。我们这里没有比我给你的那匹更好的马了。它很快，充满力量和毁灭性。你必须让它知道你是它的主人。否则，就像你看到的，你没法长时间骑在它背上。”

从那以后，受到教训的年轻勇士勤奋地驯他的马。现在他得到了它的速度与勇敢，并得到控制。尽管有信心，但是他从不炫耀自己的技能。他大伯在适当的时候，再次让孩子进行测试。这次年轻勇者完全掌控了野马。他长时间努力地工作，因为他真的想要成功。人马合一，骏马能够响应骑手最微小的指令。上了年纪的大伯心理暖暖的。

从那以后的几年，年轻勇者和他完美控制的无与论比的野马，赢了一场又一场的战斗。敌人的勇士骑着劣等的动物，永远跟不上他娴熟的表现。没人骑得比他更好，没人击败他。年轻勇者的行动成为了传说。他很长寿，并有很多后代——他们一直津津乐道于他们著名祖先的英雄事迹。

# 介绍



U.S. ARMY P51C-10-NA-A  
SERIAL NO. 43-25147  
CREW WEIGHT 200 LBS.

SPECIAL PROJECT NO.  
SERVICE THIS AIRPLANE WITH  
GRADE 100/300 FUEL IF NOT  
AVAILABLE T.O. 08-5-1 WILL BE  
CONSULTED FOR EMERGENCY ACTION  
SUITABLE FOR AROMATIC FUEL.



## 介绍

就像西南印第安勇士战斗中最喜欢的是小的、高速的野马，第二次世界大战中年轻的、刚获得翼章的战斗机飞行员，几乎无一例外都想要飞著名的、与那柔滑有力的战马同名的 P-51。

毫无疑问，P-51 确实是一架为飞行员而生的飞机。通过一个又一个任务可以证明，它不仅是能比对手更好的保存自己。它的速度和航程是一流的。它从低空到高达 40000 英尺都能保持有效的操作。它的机动性和装载能力也可与其他任何飞机一较高下。

P-51 是战争期间第一种完全基于战斗经验设计的飞机。北美航空公司（NAA）在德国空军开始压制欧洲之时开始了设计。当时已经通过现代空战得到了很多实际经验。

P-51 最初构想是源于 1940 年英国从寇蒂斯怀特公司获得了 P-40 的生产许可。NAA 的总裁回答说公司能够自己开发并同时准备生产比 P-40 更好的战斗机。第一架原型机命名为 NA-73X 于 1940 年 10 月 26 日首飞。这是非常规快速设计和生产规划的成果。

第一架实用的野马于 1941 年 10 月交付皇家空军（RAF），命名为野马 Mark-I 系列。这些飞机于 1942 年夏天执行首次行动。武器装载是两挺 .50 口径和四挺 .30 口径机枪，由于高空性能有一定的限制，他们主要执行侦察和扫场任务——俯冲至低空，扫射火车、部队和敌方设施。

P-51 是敦刻尔克战斗后第一种美国生产回到英吉利海峡对面作战的飞机。不久之后，它们获得了另一个记录。它们是世界第一种能够全程从英格兰基地起飞，深入打击德国的单发飞机。强力的小野马如此成功，所以美国陆军航空队（USAAF）决定吸收这种飞机自己用。

此后有了两种改进型——P-51A 战斗机（在 RAF 命名为野马 Mark-II）和一种攻击机版本，被称作 A-36“阿帕奇”。这种攻击机改型装备了炸弹架和俯冲减速板，以及六挺 .50 口径机枪。由此，这个 A-36 使野马成为了一个三面手——战斗机、攻击机和俯冲轰炸机。以这些角色，它在盟军攻占西西里岛和意大利的空战历史中书写了重要的一页。



图 1: P-51A 野马在试飞中。地点位于美国加利福尼亚州英格尔伍德，北美航空工厂附近。1942 年 10 月

截止当时，野马由艾利逊 V-1710 系列发动机提供动力。它们不能提供满意的高空性能。当时急需开发高空、大航程的战斗机，野马貌似无法满足这些条件。于是配备单速增压器的艾利逊发动机被替换为配备双速增压器，更强劲的罗斯·罗伊斯梅林发动机。伴随其他一些改进，螺旋桨桨叶从三叶增加到了四叶。由此形成了 P-51B 和 C（B 在西海岸制造，C 在得克萨斯制造，除此以外它们是一样的），在皇家空军称为野马 Mark-III。

新的改型被证明是毫无疑问的成功。德国空军学到了得在任何高度都得害怕它。在航程方面，新野马第一次使战斗机从伦敦到柏林全程为重型轰炸机护航成为了可能。之后，野马为轰炸机全程护航至波兰。当英格兰、苏联和意大利的大三角穿梭袭击开始后，P-51 系列是第一种能够进行完全环大陆作战的战斗机。这个大三角的一个边大概有 1600 英里长！



图 2: P-51B

P-51D 版本的野马保留了前任的所有伟大特性，还添加了重要的改进。其中主要的特点是“气泡”座舱盖增加了飞行员的可视性、更方便的驾驶舱布局和机翼上六挺 .50 口径机枪提供的更强大的火力。“D”型还有新的背鳍，以改进由于增加了驾驶舱可视性，对机身背部区域改变而引起的航向稳定性问题。



图 3: P-51D

P-51D 生产了超过 8000 架，成为了第二次世界大战期间最有名的野马。直到战局临终，P-51 系列不仅在欧洲战场，同时也活跃在地中海和远东战场。它的远程能力和优越的性能使其在深入日本心脏的任务中成为轰炸机理想的护航战斗机。



图 4: P-51D 和 P-51B

# 飞机概览



# 飞机概览

## 总体描述

北美航空 P-51D 战斗机是一架单座、下单翼飞机，由一个帕卡德公司制造的 12 缸 V-1650-7 液冷罗尔斯·罗伊斯“梅林”发动机提供动力。发动机配有双速双级增压器和自动进气压力调节器。发动机驱动一个四叶汉密尔顿标准的液压动力恒速螺旋桨。

帕卡德发动机在海平面提供大约 1490 马力的动力。增压器在低速模式下临界高度大约在 14000 英尺，在高速模式下最优高度大约在 27000 英尺。最大高度大约是 40000 英尺。增压器的增压比低速大约是 6:1，高速时是 8:1。

机身是半硬壳、全金属结构。全金属机翼分成两块，在飞机的中心线连接，是完全悬臂结构。翼型是层流设计，即使在高速下也能提供低阻力特性。尾部是有织物覆盖的金属升降舵和方向舵操纵面。飞机完全用冲击铆钉——这也是对其高速有贡献的一个因素。

两个位于机翼根部的油箱总容量为 184 美制加仑，另一个 85 加仑的机身油箱位于驾驶舱后面。

武器方面包含机翼内六挺 .50 口径机枪。每个机翼下可以装一个流线型炸弹架，各可挂一个 100、300 或 500 磅炸弹、深水炸弹或者化学槽。炸弹架可以很容易的拆除。炸弹也可替换为每个容量为 75 或者 110 美制加仑的可抛弃副油箱，以供长途飞行。机翼下也可挂载最多 10 枚非制导火箭弹，也可在装载了炸弹同时携带 6 枚火箭弹。

## 规格

P-51D 的规格：

- 翼展 - 37 英尺
- 全长 - 32 英尺 3 英寸
- 机高（机尾放下）- 12 英尺 2 英寸
- 螺旋桨直径 - 11 英尺 11 英寸 2 英寸英寸
- 桨距设置 - 23° 到 65°
- 机翼面积 - 233.19 平方英尺

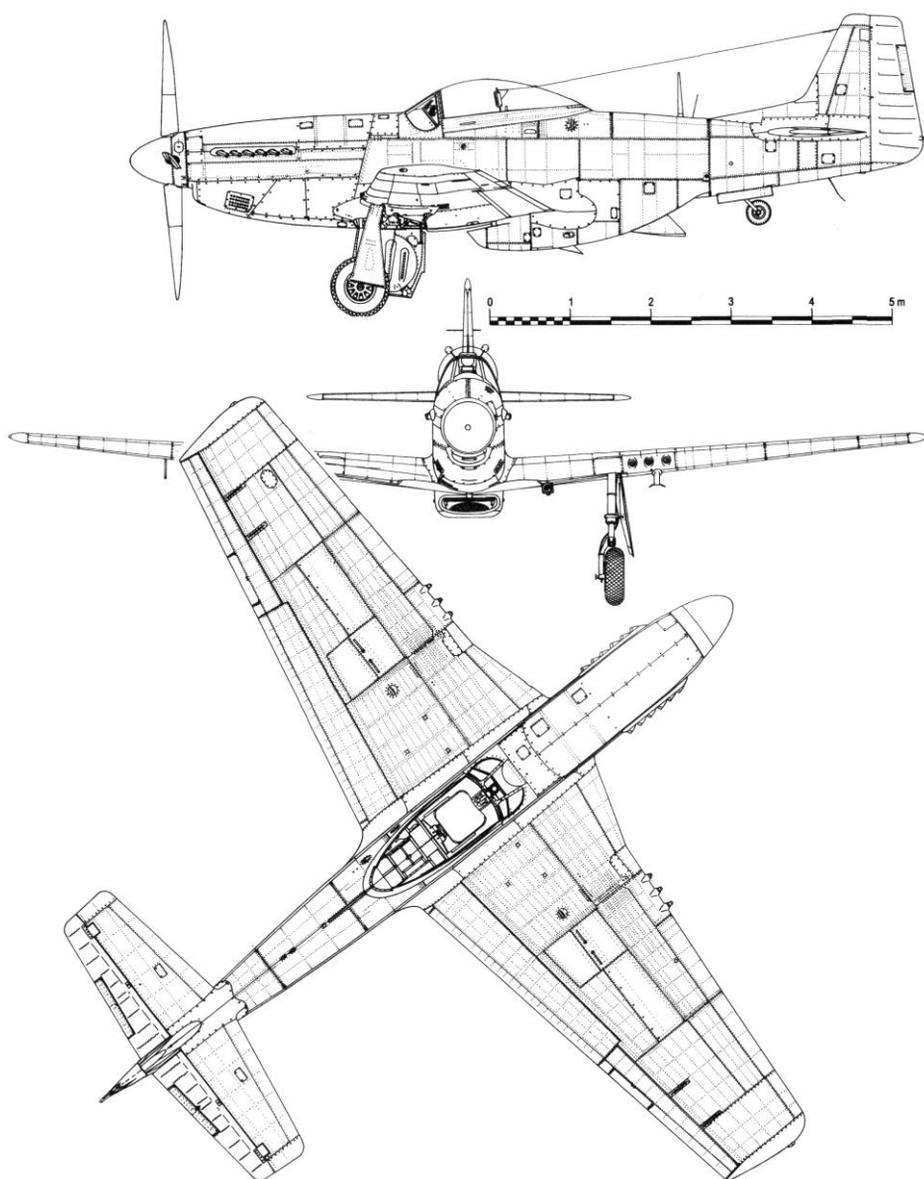


图 5: P-51D 三视图

## P-51D 主要组成部件

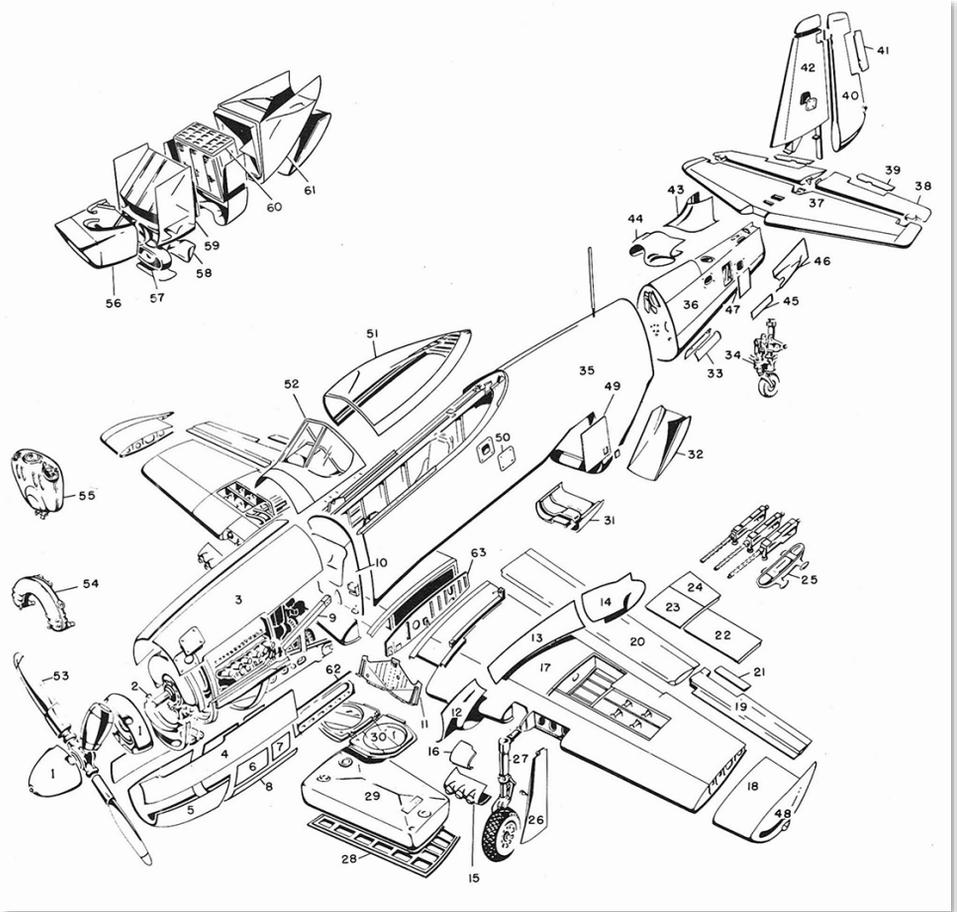


图 6: P-51D 主要装配部件

- |             |            |
|-------------|------------|
| 1. 螺旋桨毂盖    | 5. 发动机底罩前部 |
| 2. 发动机安装前支架 | 6. 发动机底罩中部 |
| 3. 发动机顶罩    | 7. 发动机底罩后部 |
| 4. 发动机中罩    | 8. 发动机底罩下部 |

9. 发动机安装总承
10. 防火墙总承
11. 机翼中部隔框
12. 翼根整流罩前部
13. 翼根整流罩中部
14. 翼根整流罩后部
15. 机枪头总承
16. 起落架检修门
17. 外翼面板
18. 翼尖总承内部
19. 副翼总承
20. 襟翼总承
21. 副翼配平调整片总承
22. 弹药舱门
23. 机枪舱门前部
24. 机枪舱门后部
25. 机翼炸弹架
26. (起落架)支柱整流板
27. 起落架支柱
28. 油箱门
29. 燃油单元
30. 主轮整流门
31. 冷却剂散热器检修盖
32. 散热器气道后部
33. 尾轮门
34. 尾轮总承
35. 机身总承前盖
36. 机身总承后盖
37. 水平安定面
38. 升降舵
39. 升降舵配平调整片
40. 方向舵
41. 方向舵配平调整片
42. 垂直尾翼
43. 垂直尾翼根部整流罩前部
44. 尾翼整流罩, 前部
45. 尾翼整流罩, 下部
46. 安定面整流罩尾部
47. 保护盖总承
48. 翼尖总承外部
49. 保护盖总承
50. 保护盖总承
51. 座舱盖
52. 风挡总承
53. 螺旋桨叶片
54. 冷却剂头部水箱集成
55. 滑油箱
56. 散热器进气道前部
57. 滑油冷却器
58. 滑油冷却器出口
59. 散热器风道前部
60. 散热器总承
61. 风道后部
62. 排气管整流罩
63. 机翼中肋



## 机身

机身是半硬壳式铝合金结构的，包含三个部分：发动机座、主机身和后段。发动机座是箱形结构的，通过四个点与防火墙连接，在两侧向前延伸到发动机下面。发动机座承担了飞机防火墙之前所有部件的底部支撑功能。主机身是四纵梁型结合倒A字形结构，位于飞行员座椅后方。飞行员座椅后方提供装甲板，它是防火墙的一部分。机身后段容纳了尾轮总承，并支持飞机的尾部。

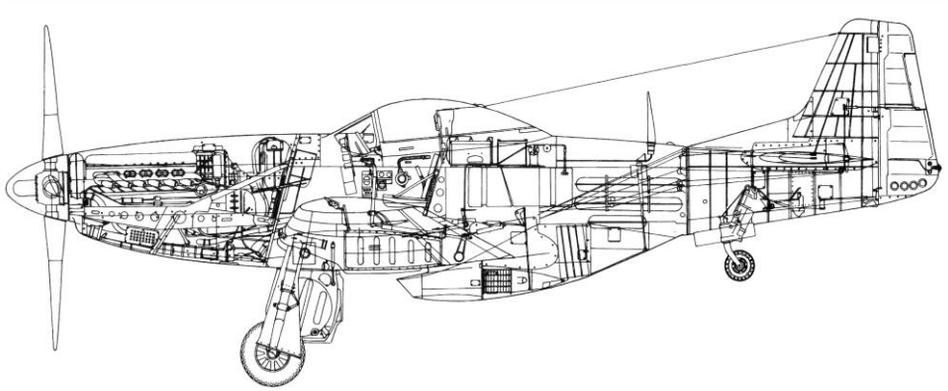


图 7: P-51D 机身

## 座舱盖

P-51D 是有特色的泪滴型座舱盖设计，飞行员可以毫无限制的观察飞机的周围。座舱盖通过操作驾驶舱右侧的手摇柄来向前或后滑动。座舱盖可以通过机身右侧座舱盖下的一个释放按钮从外部解锁。风挡前部的平面部分是装甲板玻璃。

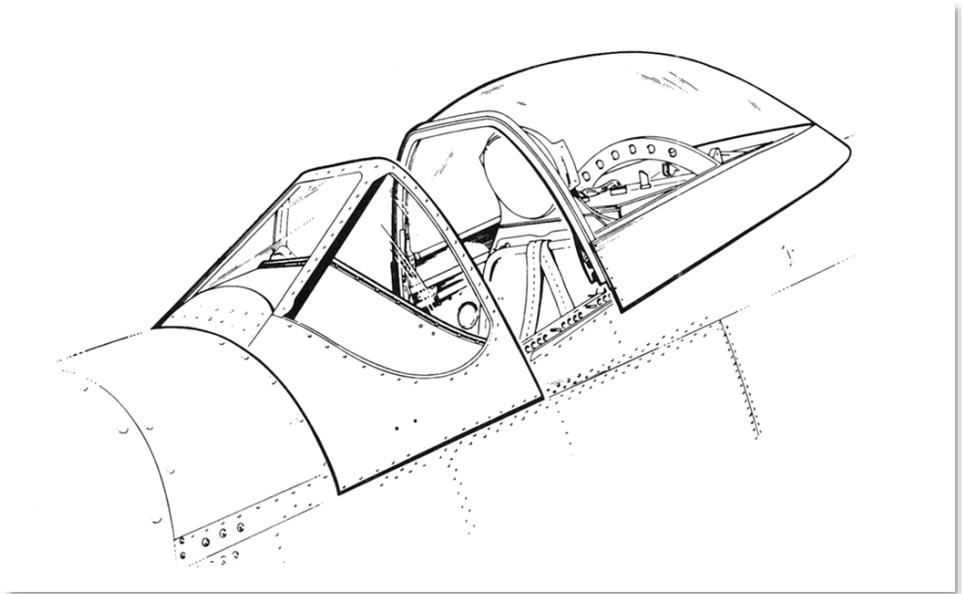


图 8: P-51D 座舱盖

## 机翼

翼型是完全悬臂结构、双翼梁、层流翼。完全填充并由手工打磨。机翼前缘的上下表面有表面涂层覆盖，以确保翼型部分的平滑。金属覆盖的副翼经过静态、动态和空气动力学平衡。左侧副翼装有一个配平调整片，可由驾驶舱内控制。在副翼和机身之间是液压操作的密封襟翼。

机翼的效率会受到表面的裂痕、凹陷和擦伤的影响而降低。

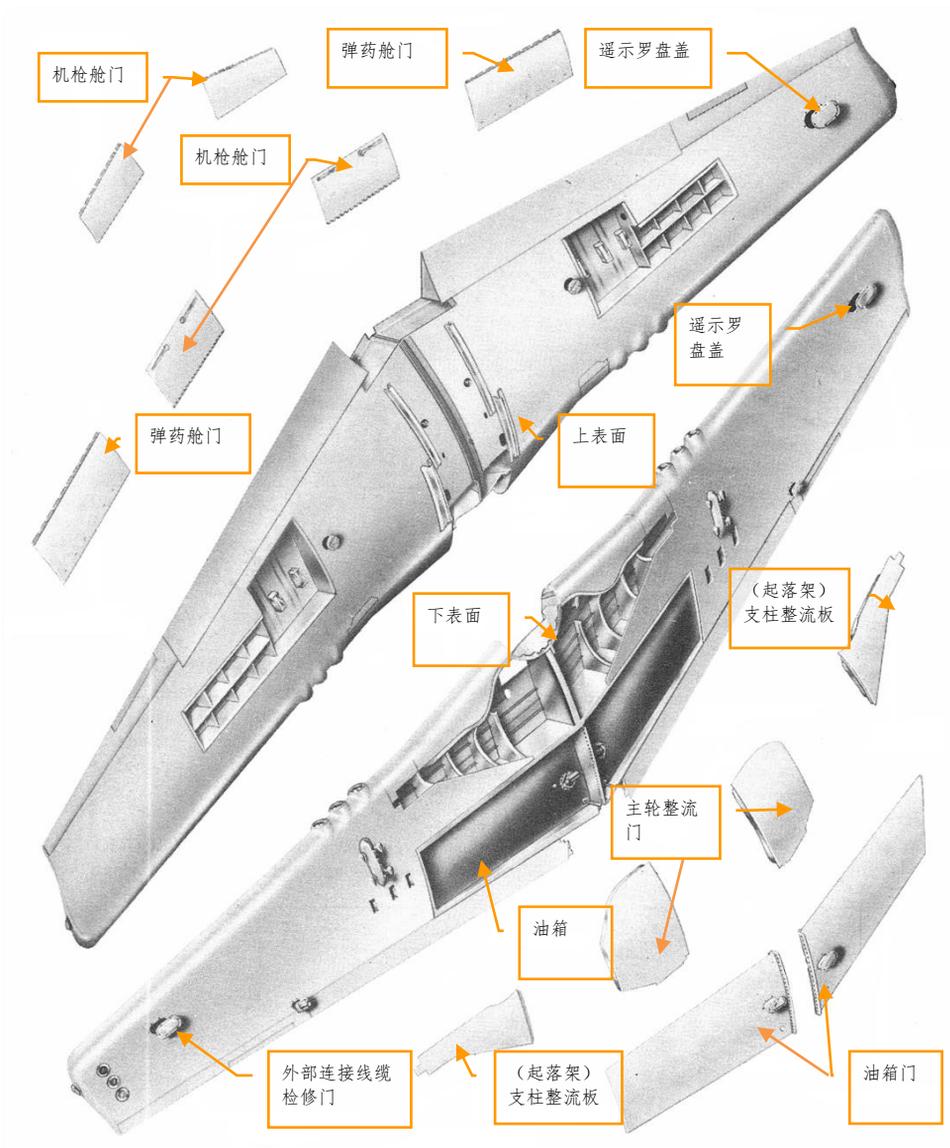
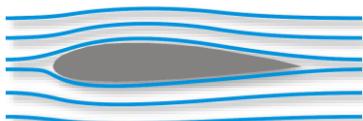


图 9: P-51D 机翼总装

在工厂曾经进行测试，发现如果沿着机翼前缘贴上直径 1/16 英寸的线，飞机将无法升空。霜会对机翼产生同样的效果。因此必须注意，机翼结霜时要取消任何尝试起飞的念头。

P-51 有着在那个年代独特的层流翼。这是由美国国家航空咨询委员会（NACA）研发的。传统机翼设计的特点是剖面的最大厚度大概在在前缘后的 1/5 弦长处，向上方拱起为主。相比之下，层流翼的最大厚度远离机翼前缘，而且上下拱起程度几乎相同。这种设计减少了吹过机翼的湍流，因此减小了阻力，提高了速度和航程。P-51 还因为把腹部散热器安装在机身的后下方而减小了阻力，因为这样能使机身截面减到最小。

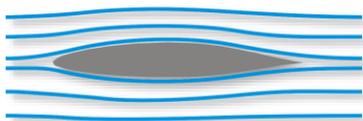
层流翼的小截面使野马能避免大部分困扰着当时其他许多高性能战斗机的压缩性俯冲问题。



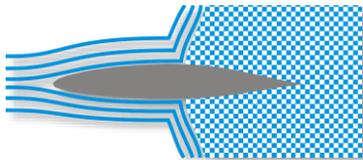
常规翼型. 正常气流.



常规翼型. 压缩性.



层流翼型. 正常气流.



层流翼型. 压缩性.

## 尾段

尾段包含水平安定面、垂直安定面、升降舵和方向舵。升降舵和方向舵装有可由驾驶舱控制的配平调整片。前缘装有铅配重，以对升降舵和方向舵满足静态和动态平衡。

和早期的 B-C 型相比，P-51D 在垂直安定面前有一个特有的背鳍，以增强横向控制和结构强度。

## 飞行操纵

副翼、升降舵和方向舵由传统的驾驶杆和脚蹬控制。副翼内部是密封的，所以不会有气流从副翼和机翼之间的开口通过。这样可以减轻驾驶杆的杆力，并同时增加舵效。

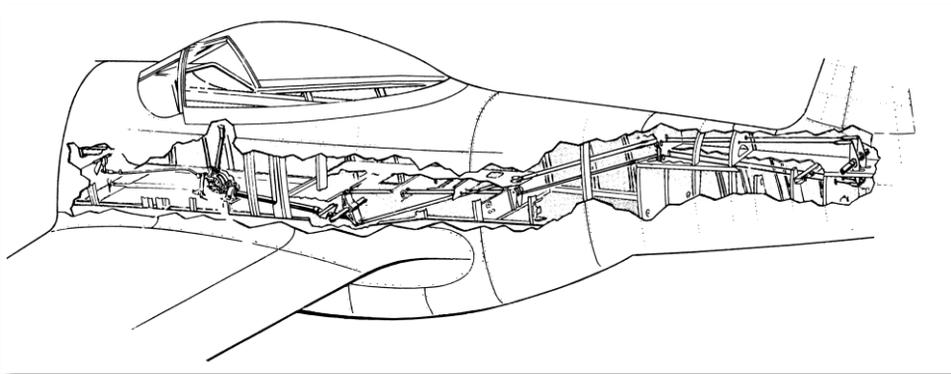


图 10: P-51D 升降舵控制系统

尾段的操纵面偏转角度限制如下：方向舵： $\pm 30^\circ$ ，升降舵： $+30^\circ/-20^\circ$ 。副翼的行程可以被调整成如下设置： $\pm 10^\circ$ 、 $\pm 12^\circ$ 、 $\pm 15^\circ$ 。襟翼从机身完全延展到副翼，液压驱动，由驾驶舱左侧的一个手柄控制。襟翼运动范围有  $47^\circ$ ，并能停在任何需要的位置，只要通过移动控制杆到面板上写着的相应角度即可。襟翼从完全收起到完全放下需要 11-15 秒。

左副翼、方向舵和升降舵的调整片控制也在驾驶舱的左侧。每个控制轮都配有相应的调整片角度指针。脚舵可以根据腿长，通过每个脚蹬内侧的一个杆子进行调整。

## 操纵面控制锁

操纵面控制锁在驾驶杆的底部。要锁定控制，把驾驶杆移动到锁定臂并同时拉出臂上的把手；然后放开把手，把驾驶杆锁定到位。这将锁定所有的操纵面。方向舵在移动到中点时钩住并锁定。要解除锁定，拉出把手，弹簧向前移开。注意，锁定片上有两个孔。当使用底部的孔时，尾轮和驾驶杆一起锁定。使用顶部的孔可以让尾轮  $360^\circ$  自由旋转，让飞机可以被拖行。

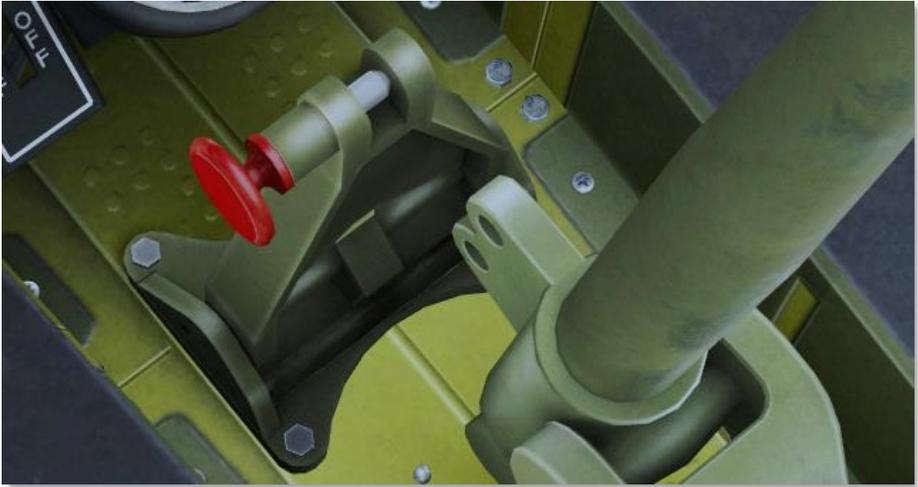


图 11: 操纵面控制锁

## 起落架

起落架包括两个主轮和一个尾轮。所有三个单元都是通过驾驶舱左侧的起落架控制杆实现完全液压操作，并可同时收放。当起落架收起，主轮完全收入机翼内，尾轮完全收入机身。尾轮是可操控的，并可全向旋转。当驾驶杆放平后拉，尾轮锁定；在这个位置，尾轮可以通过蹬舵向左或向右偏转 $6^{\circ}$ 当驾驶杆放平前推，尾轮解除锁定，可以自由旋转。

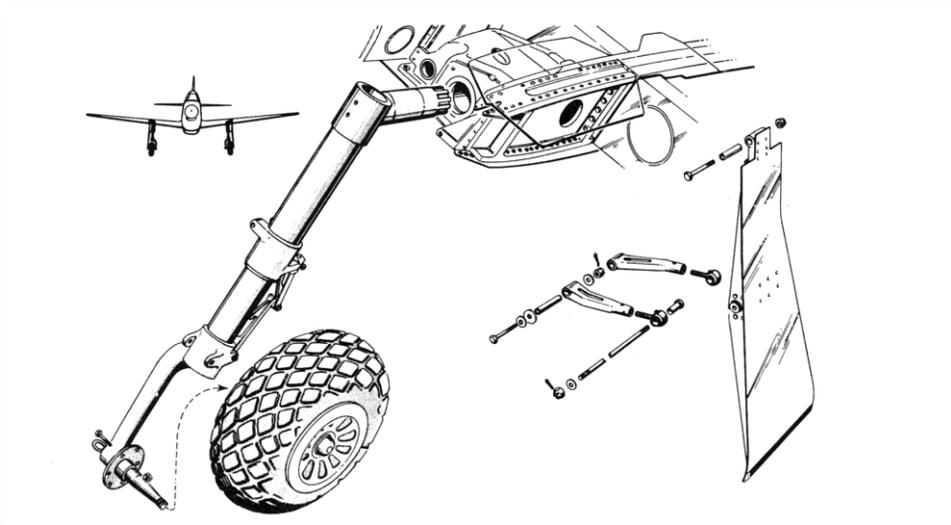


图 12: P-51 主起落架箱、整流板和避震器

起落架需要 10-15 秒移动到位置。当遇到需要起落架放下后立刻收起的情况，比如复飞，必须要注意只能在完全放下并锁定后再收起起落架。在锁定前收起起落架有损坏起落架或者整流门的风险。

在紧急情况下，可以通过驾驶舱前面板液压压力表上的红色把手来放下起落架。拉起这个把手将释放液压管线里的压力，当起落架控制杆在 DOWN 位置时使轮子靠自己的重力放下。在液压释放的情况下可能需要轻轻滚转，使飞机左右摇动，以确保起落架锁定到位。

和早期的 P-51B-C 型相比，P-51D 的起落架系统重新设计以减轻重量。之前型号用来防止飞行员意外在地面上收起起落架的机轮承重 (WOW) 保险机构被取消了。因此当操作 D 型时，必须注意当飞机在地面时不能动起落架控制杆。

**操作 P51D 时，当飞机在地面时不得把起落架控制杆设置到 UP 位置！**

着陆灯安装在左轮舱内部，并与起落架一同收起。有个自动切断开关使着陆灯在收起位置时不会点亮。

## 刹车系统

主起落架轮刹车系统使用液压驱动的碟式刹车。每个刹车由位于仪表板正前方的独立的主刹车缸操作。刹车可有选择性的通过集成在方向脚舵总承上的趾尖踏板控制。

刹车系统完全与总液压系统分开，但是主刹车缸直接从液压系统的储罐内获得液压液。储罐内的标准管道布局确保即使失去正常液压操作时也能保留有供刹车操作的液压液。

刹车系统里的停放刹车可以长时间保持机轮锁定状态；停放刹车控制把手就在仪表板的中部下方。

起飞后，要注意不要通过踩刹车让机轮停止转动。如果刹车在过量的地面使用中发热，他们可能会锁死。起落架和轮舱的设计使得在通常情况下，即使把旋转的机轮收入轮舱也不会产生有害效果。

## 发动机

P-51D 的发动机是美国帕卡德汽车公司制造的液冷 12 缸罗斯·罗伊斯梅林 V-1650-7 发动机。它装有喷注型化油器、一个双速、双级增压器，在起飞时能提供超过 1400 马力。

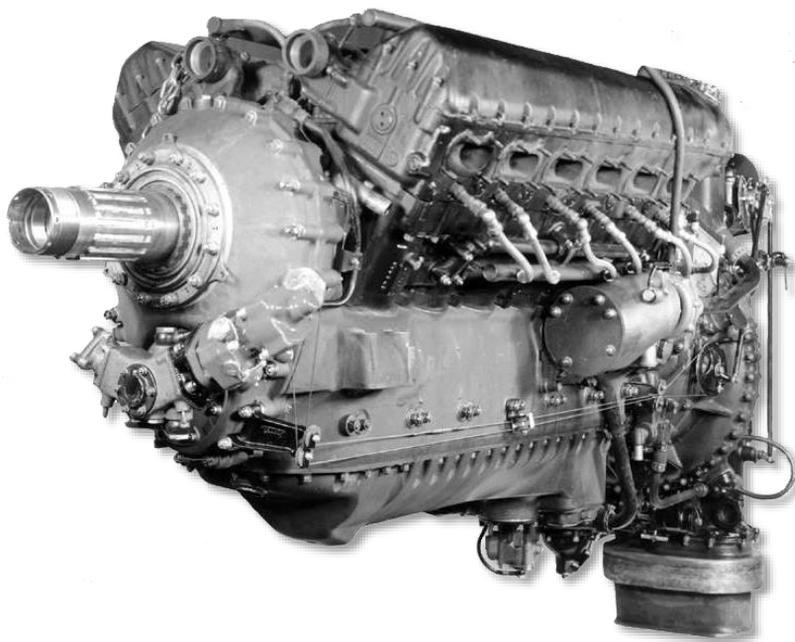


图 13: 帕卡德梅林 V-1650

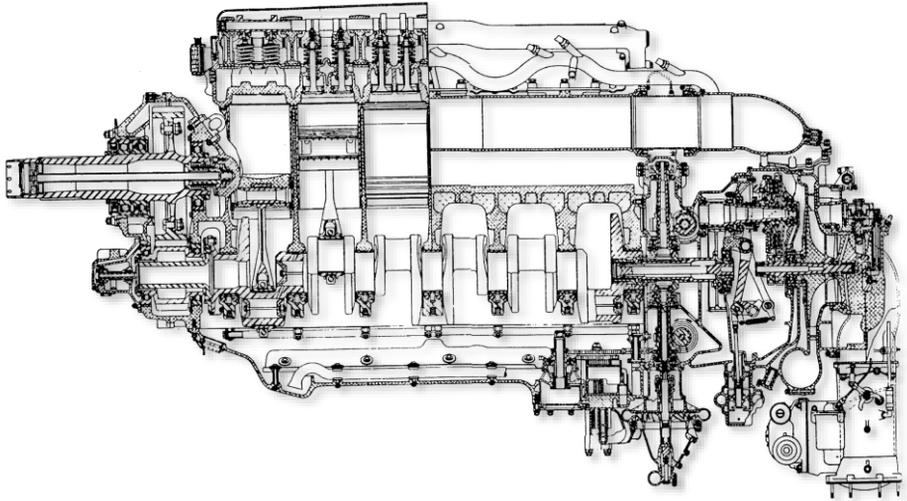


图 14: 帕卡德梅林 V-1650

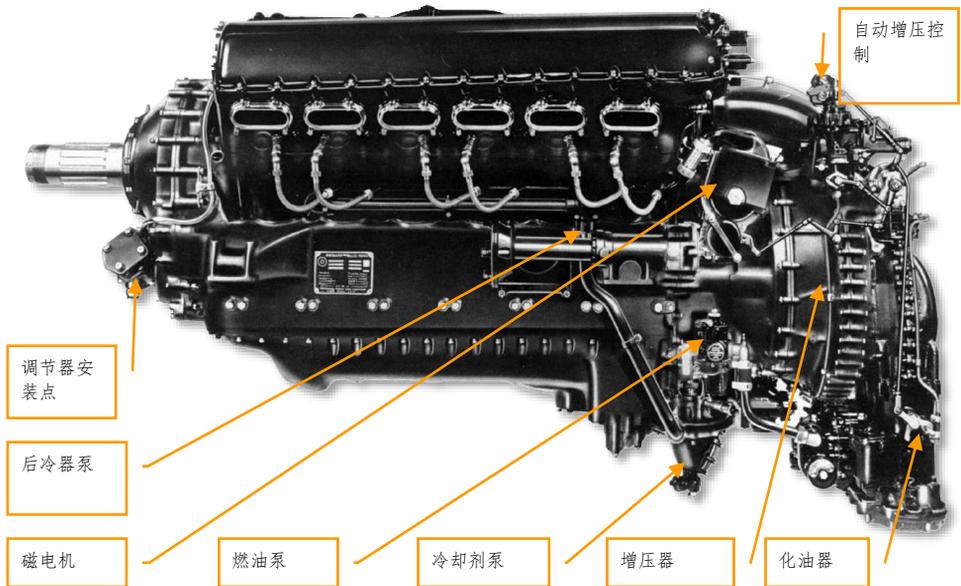


图 15: 帕卡德梅林 V-1650

发动机状态:									
运行条件	转/分	进气压力	马力	临界高度 (冲压开)	临界高度 (无冲压)	增压器	混合比控制位置	燃油流量 (Gal/Hr/Eng.) U.S.	最大持续时间 (分钟)
起飞	3000	61	1400	海平面	海平面	低	Run/AR	150	5
战争应急	3000	67	1595	17000	11700	低高	Run/AR	166	5
			1295	28800	23200		Run/AR	160	
军用	3000	61	1450	19800	13700	低高	Run/AR	158	15
			1190	31200	25600		Run/AR	144	
最大持续	2700	46	1120	20500	17500	低高	Run/AR	111	持续
			940	34400	29500		Run/AR	106	
最高巡航	2400	36	790	19500	17000	低高	Run/AL	70	持续
	2400	35	640	30200	28200		Run/AL	70	

## 增压器

安装在帕卡德梅林发动机上的增压器包括两级风机，把空气在相比直接吸入要高的多的压力下从化油器进气口输送到活塞，允许更多的燃油-空气混合物进行燃烧，以此提高动力输出。

增压器可以工作在低或高模式，可以自动或者由飞行员手动选择设置。在正常运行时，高模式大约在 14500 到 19500 英尺高度自动启动。具体取决于化油器吸入的空气量。高模式可以把空气从增压器到发动机的增压比从 5.8 比 1 提高到 7.35 比 1。

增压器可以由仪表板上的开关手动控制。开关有三个位置 – AUTOMATIC、LOW 和 HIGH。



图 16: 增压器

正常操作时，增压器开关应保持在 **AUTOMATIC** 位置。在这个位置，增压器由一个干式气压开关控制，它会自动根据需要切换到“低”或者“高”风机模式。这个开关被调整到会比在切到高风机的高度低约 1500 英尺左右，把增压器切回低风机。这样可以避免高风机在到达切换模式的高度附近时反复开关。如果干式气压开关故障，增压器会自动回到低风机模式。

仪表板上手动开关的 **LOW** 位置允许在高空以低风机模式使用增压器。这样能够在高空飞行时提供更大的航程，一般用于长途飞行。

仪表板上手动开关的 **HIGH** 位置用于在地面手动测试增压器的高风机。必须用手当把开关保持在 **HIGH** 位置，因为松开手时，它会自动弹回 **LOW** 位置。

当处于高速时，手动开关变有个指示灯会亮起。按下指示灯可以测试灯是否正常工作。

## 化油器

化油器可以把从进气口吸入的空气自动与燃油混合，输送至增压器、进气歧管，直至到气缸进行燃烧。

帕卡德梅林发动机装有喷注型的化油器和自动进气压力调节器。进气压力调节器仅在压力超过 41in.Hg(英寸汞柱)时有效。自动压力调节器可以缓解飞行员在各种高速度爬升、下降时为了保持恒定进气压力而忙于调节油门的情况。飞行员只要根据需要的压力设置好油门位置，压力稳定器会完成其它工作。在爬升时，它逐渐打开化油器的蝶型阀，下降时慢慢关闭，以此自动补偿不同高度时的气压变化。

空气经过发动机下的一根长化油器进气道进入化油器。飞机靠前进的速度压迫空气（冲压）直接进入化油器。这叫做冲压空气。

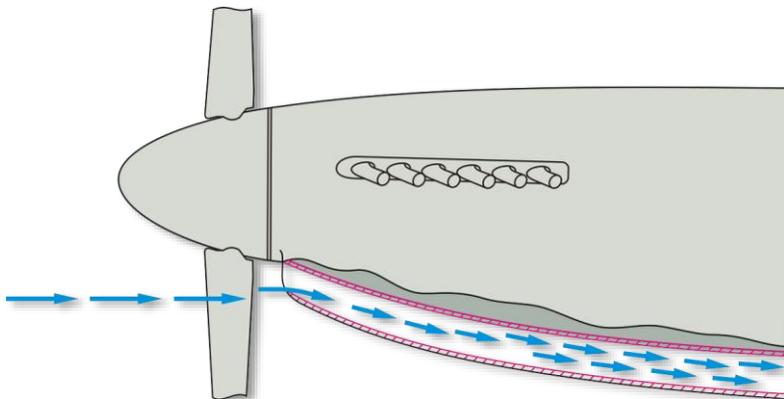


图 17：冲压效应

如果进气道被冰或者其他异物堵塞，管道内有个门会自动打开，允许发动机舱里的热空气进入化油器。

在正常运行中应始终使用冲压空气。不过在极端的结冰或者尘埃情况下，驾驶舱左边操作台上的化油器空气控制允许飞行员选择使用未冲压的过滤空气，或者后期机型的未冲压的热空气。为了获得热空气，热空气控制杆必须设置到 **HOT AIR**，并且把冷空气控制杆设置到 **UNRAMMED FILTERED AIR** 位置。如果冷空气控制杆设置到 **RAM AIR** 位置，热空气控制是无效的。

在 12000 英尺以上不能使用热空气。在高空使用会影响化油器的高度补偿，可能导致混合比过度贫油。

## 战争应急动力

为了在极端条情况下提供额外的动力，油门可以推过顶部的限制门，推破保险线。发动机即可打开至其绝对极限，提供比普通最大油门 61 in.Hg 多近 6 in.Hg 的额外进气压力。（混合比设置为 **RUN** 或 **AUTO RICH**，转速设置到 3000 RPM。）这个油门保留叫做战争应急动力（**WEP**），应仅在极端情况下使用如果一次使用超过 5 分钟，发动机的重要部件可能损坏。

**WEP** 在 5000 英尺以下不会带来好处。在此高度下油门本身就能提供足以超过发动机运行限制的动力。

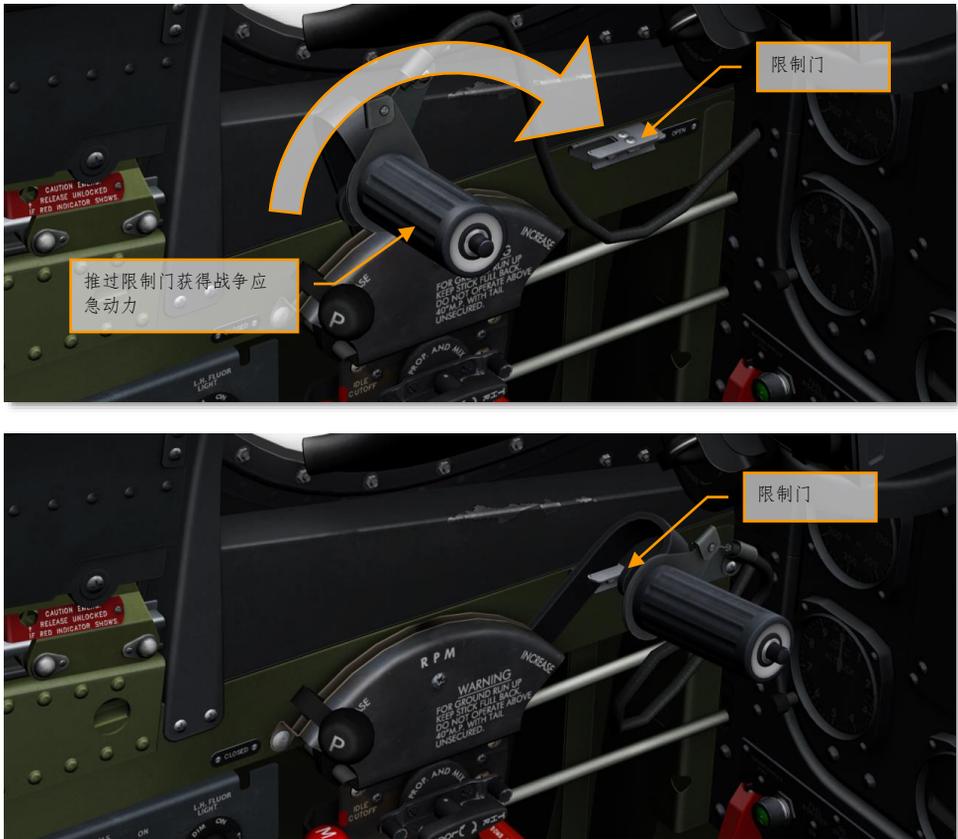


图 18：战争应急动力

## 螺旋桨

P-51D 的螺旋桨是汉弥尔顿标准、四叶、液压驱动的恒速螺旋桨。直径 11 英尺 2 英寸。桨距范围是 42°，低距 23°，高距 65°。螺旋桨转速通过驾驶舱内油门弧座上的螺旋桨控制杆控制。螺旋桨调节器自动调节桨距以在 1800 到 3000 RPM 范围内根据螺旋桨控制设置保持恒定转速。螺旋桨不能顺桨。

## 燃油系统

野马有两个主油箱，每个机翼里一个。主油箱每个容量 92 加仑，总共 184 加仑。一个 85 加仑的辅助油箱安装在驾驶舱后的机身内。也可以在炸弹架上挂载两个可抛弃的战斗副油箱。有 75 加仑和 110 加仑两种。算上两个 110 加仑的副油箱，飞机的燃油总量是 489 美制加仑。



图 19：燃油选择阀

油箱和燃油管都是自密封的。辅助的副油箱不是自密封的。通常操作时燃油通过发动机驱动的泵进入化油器，压力为 16-19 PSI。另外，每个内部油箱里有一个电力驱动的增压泵。增压泵防止在高空出现蒸汽堵塞，确保在所有飞行条件下提供足够的燃油供应，如果发动机驱动的泵故障，也能为正常发动机运作提供足够的燃油至化油器。可抛弃副油箱没有增压泵。不过，副油箱里有持续并受控的 51 bs./sq.in.（磅每平方英寸）的压力。压力来源于真空泵。这是来源于发动机主燃油泵以外的压力。

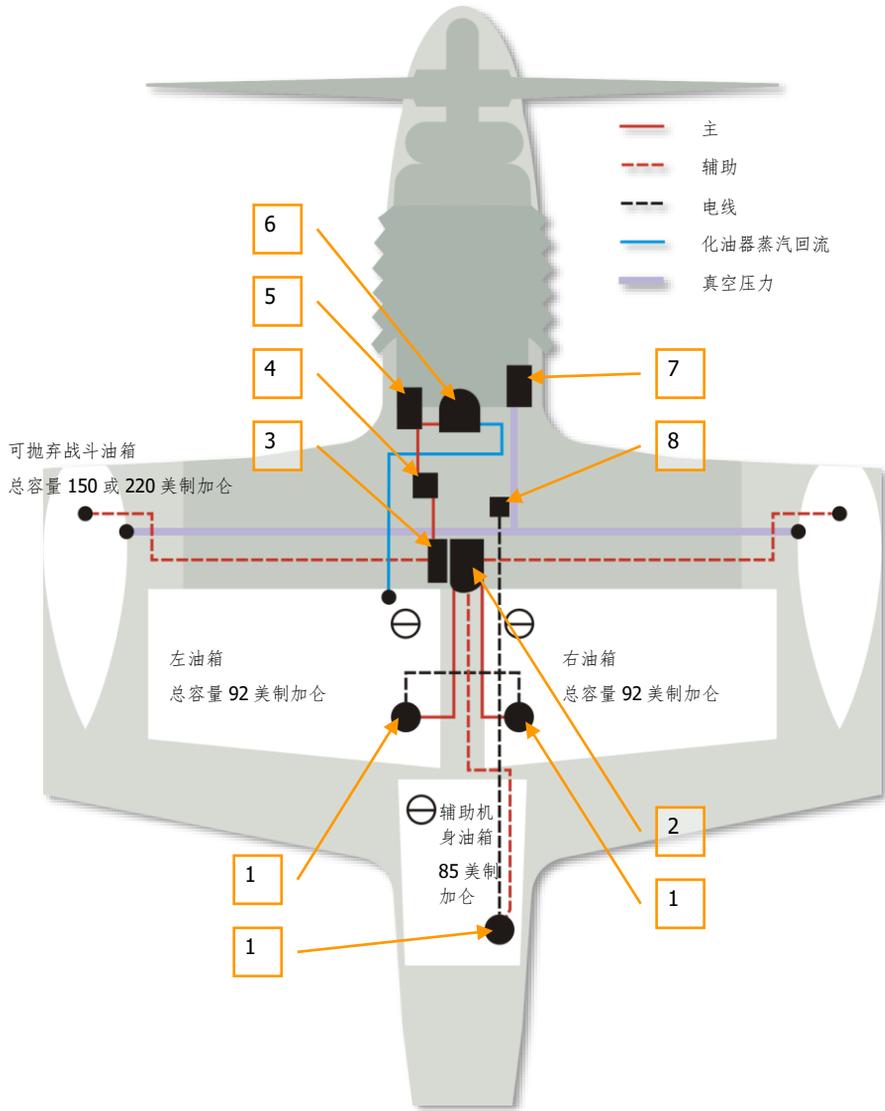


图 20: P-51 燃油系统

1. 增压泵

2. 燃油选择阀
3. 燃油关断阀
4. 燃油滤清器
5. 发动机驱动泵
6. 化油器
7. 真空泵
8. 增压泵开关

油箱不互相连通，必须通过切换油箱来维持平衡。三个增压泵通过前开关面板上的同一个开关控制。油箱之间的选择方法是把增压泵开关打开，然后把燃油选择阀旋转到想要的油箱。

主油箱和机身油箱的燃油存量通过**油量表**观察。副油箱没有油量表。

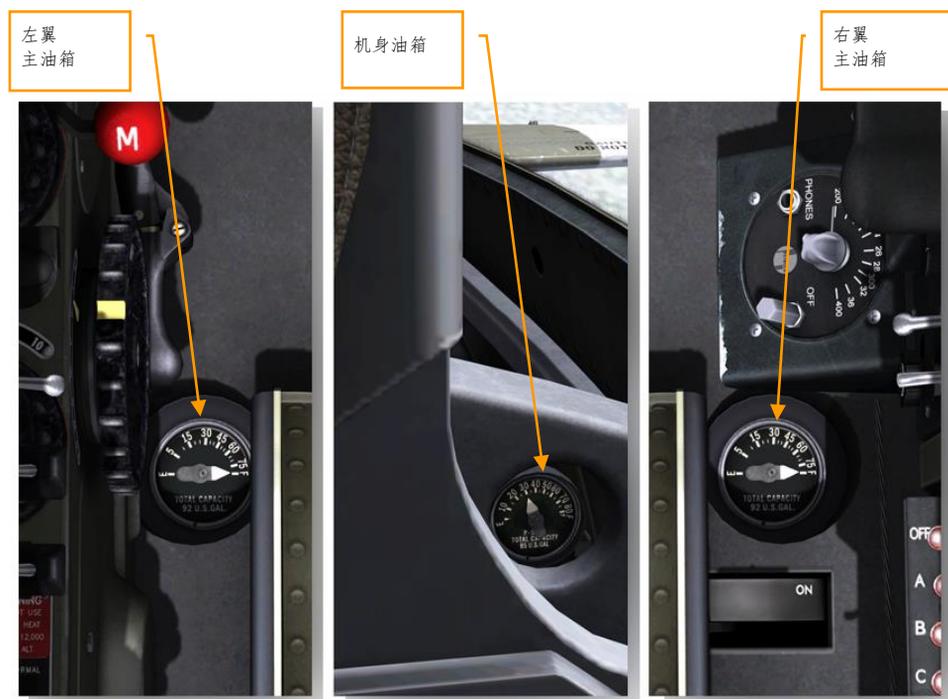


图 21: 油量表

化油器为燃油喷射型，有独立的慢车切断装置，并配备了一条延伸至左侧油箱的蒸汽回流管。如果蒸汽消除杆里的针阀处于打开位置，蒸汽排出管可能成为燃油返回管道。应总是先使用左油箱以确保有足够的空间给返回的燃油。

切换油箱时，不要把选择器阀停在任何空的油箱位置，或当没有装副油箱时停在副油箱位置。发动机断油会导致发动机故障。在这种情况下，立刻按照下列步骤操作：

1. 把燃油选择转到有油的油箱；
2. 确认增压泵开关在 ON 的位置；
3. 当发动机稳定后，根据需要设置油门。

## 液压系统

P-51D 装有两套独立的液压系统。一个是操作起落架和襟翼的主动力系统。另一个系统是脚蹬刹车系统。两个系统间唯一的联系是它们从同一个蓄液槽获得液压油。蓄液槽里有个 3 立方英寸容量的杯，这样即使遇到主动力系统的液压油全部失去的情况，刹车还能操作。

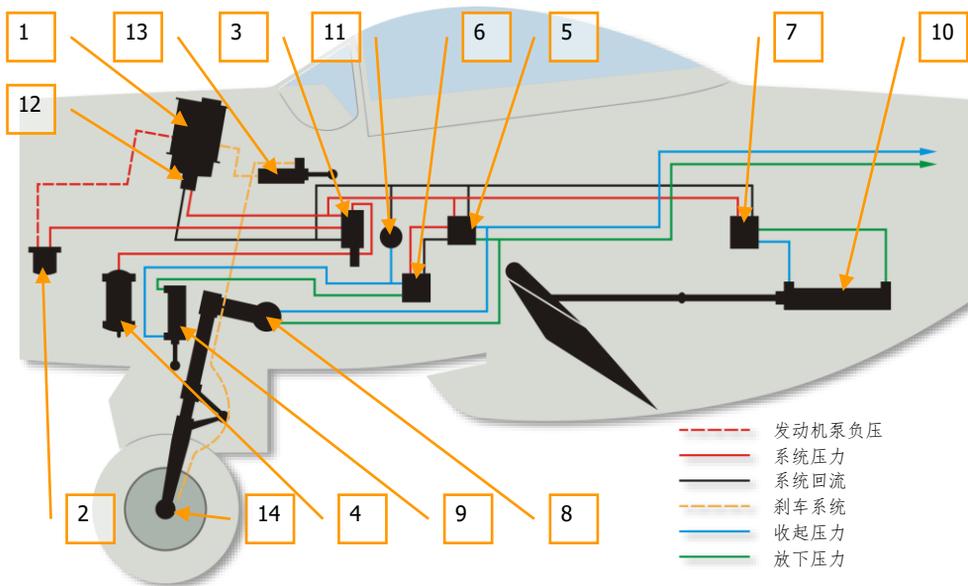


图 22：液压系统

1. 蓄液槽
2. 发动机驱动泵
3. 卸荷溢流阀

4. 蓄压器
5. 起落架控制阀
6. 整流门控制阀
7. 襟翼控制阀
8. 起落架动作筒
9. 整流门动作筒
10. 襟翼动作筒
11. 应急释压阀
12. 止回阀
13. 主刹车缸
14. 碟式刹车

在主动力系统里，一个泵永久与发动机连接保持 800 -1100 lbs/sq.in. 1100 lbs/sq.in.压力。发动机运行时，当液压低至 800 -850 磅，发动机卸荷阀将承载液压系统。当液压达到 1050-1100 磅时，它会卸载液压系统。液压泵故障时，没有可供应襟翼操作的备用系统。

所有型号的 P-51 飞机都在液压系统里加入了[起落架整流门应急释放手柄](#)。这个手柄的目是当拉起时，将释放整流门液压缸的压力，并使液压油直接流回蓄液槽。手柄拉起达到效果后，将其推回可以重新恢复液压系统的正常操作。因此，如果进行了应急起落架释放程序，可以推回手柄再尝试正常襟翼操作。如果襟翼放下失败，没有可用的应急程序。

## 滑油系统

滑油系统包括一个在防火墙前的滑油箱和机身下气道里的散热器。滑油系统的总容量是 21 美制加仑。滑油箱是漏斗式的——也就是说，它设计有漏斗或隔间，便于快速暖机，也使飞机在不利的姿态下或在系统中滑油量很少的情况下飞行成为可能。

当滑油箱满时，P-51 可以以任何姿态飞行。当滑油箱只有 1/4 满时，飞机也能进行垂直爬升或俯冲，并能持续提供良好的润滑。然而，当飞机倒飞时，因为滑油无法到达回油泵，滑油压会下降。因此，倒飞必须被限制在 10 秒内。

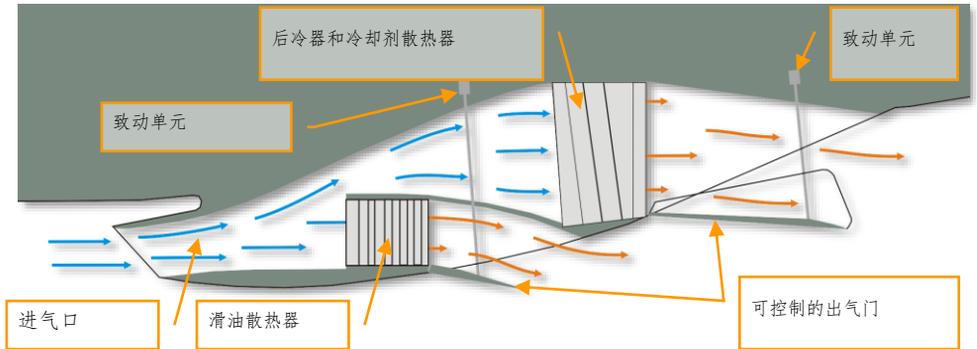


图 23: P-51D 散热器

气道底部的出气门控制着滑油温度。通常情况下这个门自动操作。不过，当发动机在地面运行或者自动调节器在空中损坏时，它也能手动操作。这可以通过滑油散热器空气控制开关来实现，位置在驾驶舱左侧的[散热器空气控制面板](#)上。开关有三个位置：AUTOMATIC、OPEN 和 CLOSE。保持开关在 OPEN 或者 CLOSE 位置足够长时间可以把门设置到任何位置（大约 20 秒），然后把开关回中。

滑油系统使用标准空军滑油冲淡装置。这允许用汽油冲淡滑油，使得在环境温度低于 40°F (4.4°C) 时更容易开车。要冲淡滑油，需要发动机慢车、冷却剂散热器全开直到滑油温度低于 50°C。然后，在关车前，用前面板发动机控制面板上的滑油冲淡开关冲淡滑油。这样在下次开车前滑油就冲淡了。当暖机时，滑油里的汽油会很快蒸发。



图 24: 滑油冲淡开关

如果发动机温度高，应关车让滑油温度冷却至大约 40°C。然后可以再次开车。滑油应按照上面说的方法冲淡。

两分钟的滑油冲淡对于任何低至 10°F (-12.2°C) 的环境温度是足够的了。当在低于 10°F (-12.2°C) 的情况下开车，可能需要对发动机和滑油加温。这种情况下冲淡的持续时间根据当地的条件会有所不同。

滑油系统的规格为：

	温度 [°C]	压强 [lbs/sq.in.]
最低	40	60
理想	70 - 80	70 - 80
最高	90	90

## 冷却剂系统

P-51 的散热器位于驾驶舱后机身下的大气道里，因此 P-51 发动机的冷却与那个年代其他大部分战斗机的非常不同。发动机由两个独立的冷却系统冷却。第一个系统冷却发动机本身，第二个（叫做后冷却系统）冷却增压器的油气混和物。每个系统有各自独立的功能，不相互连接。它们虽然通过同一个大散热器，但不在同一个管道里。

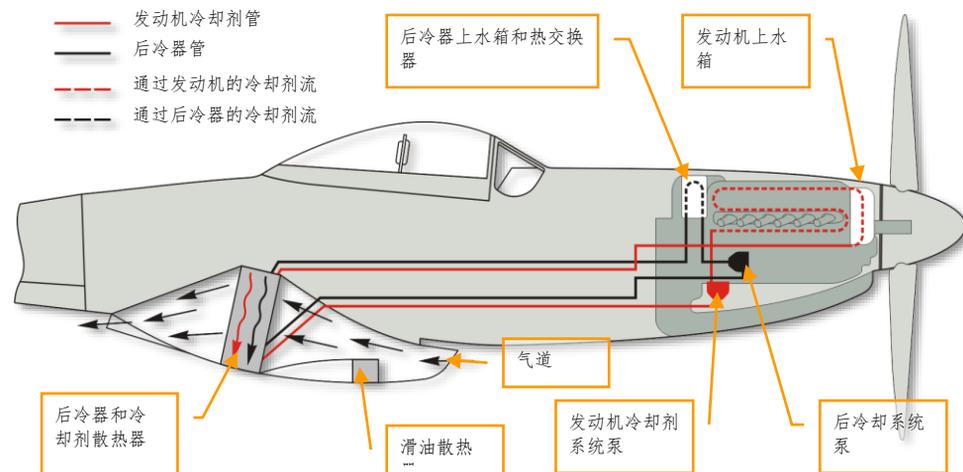


图 25：冷却剂系统流

发动机的冷却剂系统是个高压系统（30 PSI），容量是 16.5 美制加仑。后冷却系统的操作压力较低（20 PSI），容量是 5 美制加仑。

冷却剂是乙烯乙二醇和水的混合物，并经过防腐处理。有两个种型号：D 型用于正常情况，比例是 30% 的乙二醇和 70% 的水；C 型用于冬季（低于 10°F, -12.2°C），比例是 70% 的乙二醇和 30% 的水。

在气道的底部有个排气门，用于控制冷却剂的温度。这个门的操作类似于滑油散热器的门。一般它自动工作，但也可以用驾驶舱左侧[散热器空气控制面板](#)上的冷却剂空气控制开关来手动控制。

冷却剂系统的规格为：

	温度 [°C]
最低	60
理想	100 - 110
最高	121

## 电气系统

电气系统是一个 24 伏直流（DC）系统，为飞机的各个系统操作提供电源，包括控制和照明设备。系统采用飞机的金属结构作为公用的回路地电位。

电气系统会依靠电池运行，直到发动机达到 1500-1700 RPM，发电机被一个电压调节器切入回路。然后发电机为系统提供电力，同时给电池充电。在机身右侧的后缘襟翼处装有一个外部电池插座。



图 26：电气控制面板

为了防止过载导致电气系统的损坏，飞机上使用了断路器。这样避免了使用熔断器，并使在飞行中复位断开的回路成为可能。

断路器复位按钮在[电气控制面板](#)上。通过一块覆盖了所有开关的垂直“凸”板可以一次同时复位所有的按钮。电流表也在电气控制面板上。电流表显示了发电机的电流大小，同时可以显示发动机转速到 1500-1700 RPM 时发电机是否正常切入回路。

电池就在飞行员装甲板后的无线电室里。电池和发电机的切断开关在电气控制面板上。当发动机运行时发电机开关应始终处于打开的状态。发电机的最大正常充电率是 100 安培。

**起飞前应检查电流表。如果发电机充电电流超过 50 安培则不应尝试起飞。**

电气系统控制应急燃油泵、遥示罗盘、皮托管加热器、机枪加热器、射击瞄准具、无线电、化油器空气温度表、冷却剂温度表、投弹、告警灯、断路器、滑油冲淡系统和敌我识别自毁装置控制。受电气系统控制的照明包括驾驶舱灯、左轮舱里的着陆灯、安装在右翼下的识别灯和安装在翼尖和方向舵上的标准航行灯。

除了仅在启动时使用的点火线圈，点火系统与电气系统是完全独立的，即使在电气系统故障的情况下也会继续正常工作。点火电力由磁电机提供，开关在前开关面板上。因为大负载，P-51D 的启动器很容易过热。尝试启动时不应使用启动器超过 20 秒，使用 15 秒后应有 5 分钟的冷却时间。

## 氧气系统

P-51D 的氧气系统是个低压的按需型系统。在任何高度一个调节器会自动提供正确需要的氧气量。氧气系统的控制器和仪表位于驾驶舱的右前侧，包括一个自动混合调节器、一个压力表和一个氧气示流器，当飞行员吸气时它会打开，呼气时会关闭。

氧气供应来自安装在机身油箱后面的四个氧气罐。两个 D-2 和两个 F-2 氧气罐总容量是 3000 立方英寸。系统正常完整的压力是 400PSI。

**氧气是易燃的！要采取一切预防措施确保滑油、油脂和所有此类易燃材料远离任何氧气设备，包括呼吸面罩。**

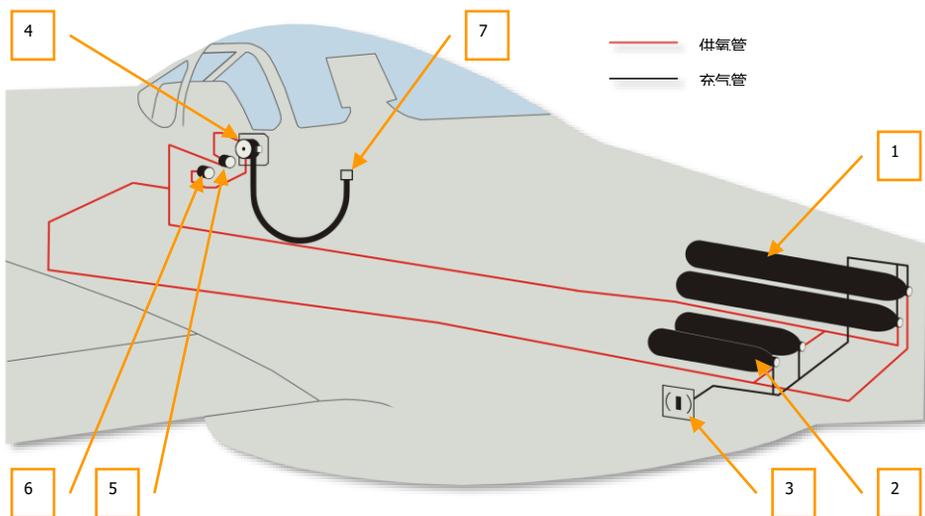


图 27：氧气系统

1. F2 型低压氧气瓶
2. D2 型低压氧气瓶
3. 充气阀
4. 氧气调节器

5. 压力表
6. 氧气示流器
7. 氧气面罩软管

## 大致供氧时间

耗氧量取决于许多不同的因素，所以以下仅为一个近似的供给时间。这些时间是基于系统内 400PSI 的初始压力。

高度 [英尺]	正常氧气	100% 氧气	应急
40000	11.4 小时	11.4 小时	12.6 分钟
35000	8.1	8.1	12.6
30000	6.0	6.0	12.6
25000	6.0	4.9	12.6
20000	7.1	3.3	9.0
15000	8.1	2.7	9.0
10000	10.2	2.1	9.0

当飞机上升到高空，温度通常相当低，氧气瓶被冷却。当气瓶变冷，氧气表压力减小，有时候会减得的很快。每当气瓶温度下降 100°F (55.6°C)，可以预计压力表下降 20%。这种压力快速下降不是警报。所有的氧气还在，如果飞机下降到低高度，压力会再次上升。当飞机在平飞或者下降时氧气压力迅速下降，那是不正常的，应被视为氧气泄漏或损失的表现。

缺氧症（缺氧引起的不良影响）可能不会立即在给飞行员的正常空气供应停止时开始。缺氧症发病效果出现可能延迟半个多小时，也可能是几秒钟，这大部分取决于高度和其他因素。下面的表格说明了在氧气流停止后近似的有效意识时间（TUC）。

高度 [英尺]	TUC
15000	30 分钟或更长
18000	20-30 分钟
22000	5-10 分钟
25000	3-5 分钟
28000	2.5-3 分钟
30000	1-3 分钟

35000	30-60 秒
40000	15-20 秒
45000	9-15 秒
50000	6-9 秒

## 环境系统

用于加温驾驶舱和风挡除霜的热空气来自冷却剂散热器后圆顶上的一个接口，通过一个软管到达飞行员座椅后面。然后空气通过驾驶舱里飞行员座椅右前方的热空气出口阀。经过除霜阀的热空气经过一个分配器，到达连接着除霜管的风挡。这两个阀是闸门式的。阀门手柄上连着个指针，指示门的位置。

用于冷却和驾驶舱通风的空气由散热器前部上方的一个气道引入，通过一个软管到达飞行员座椅后的阀门。两根小一点的软管连接到阀门，把冷空气通至出口，出口位于座舱盖滑轨下飞行员座椅两边。可以通过飞行员座椅右前方地板上的手柄控制阀门。

## 无线电设备

P-51D 的无线电设备包括一个用于语音通信和无线电导航的 SCR-522 VHF（甚高频）无线电、一个 Detrola LF（低频）无线电接收器、一个 AN/ASP-13 护尾雷达和一个 SCR-695A IFF（敌我识别）无线电。

所有的无线电设备都储存在驾驶舱后面的机身里。控制分组在驾驶舱的右侧。每套设备都有一个专用的天线布置：VHF 天线在驾驶舱后面垂直伸出机身；Detrola 的线型天线从后装甲板连接到垂直尾翼的顶部；AN/APS-13 的天线棒水平的从垂直尾翼两边伸出；IFF 天线从机翼底部伸出。

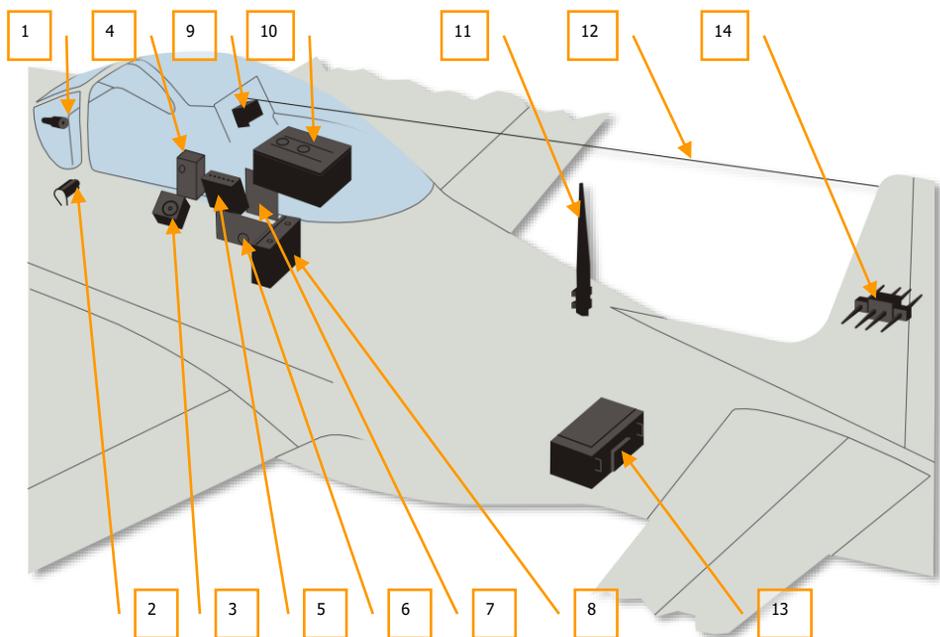


图 28: 无线电设备

1. AN/APS-13 信号灯
2. 传声器按钮
3. Detrola 电台
4. AN/APS-13 控制面板
5. SCR-522-A 控制面板
6. AN/APS-13 信号铃
7. IFF 控制面板
8. SCR-522-A 直流发电机
9. 天线继电器盒
10. SCR-522-A 电台
11. SCR-522-A 无线电桅杆
12. Detrola 天线
13. AN/APS-13 电台

## 14. AN/APS-13 天线

## 装甲

飞机上有三处装备了装甲板：飞行员座椅的后背、发动机和机身之间开口处安装的防火墙，和螺旋桨毂后、冷却剂水箱前。此外，防弹的挡风玻璃和发动机本身也能为飞行员提供对迎面火力的保护。

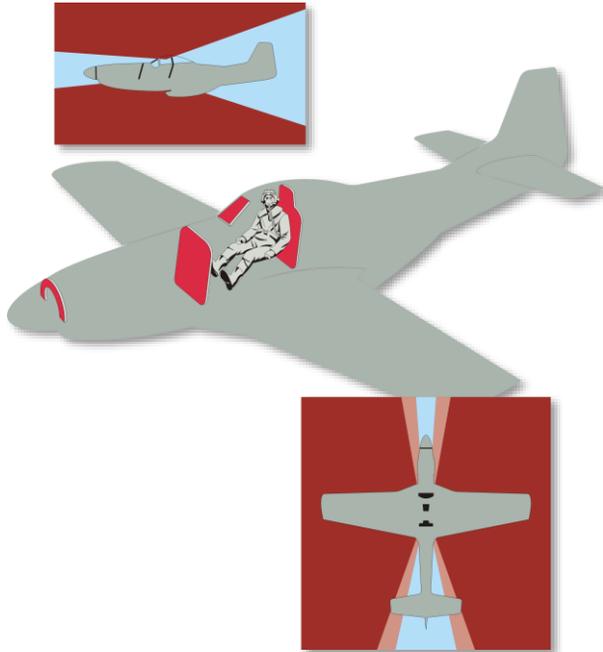


图 29: P-51D 装甲

## 武器

P-51D 配有六挺自由射击的.50 口径机枪，每侧机翼里 3 挺。机枪在地面上手动装填，当按下驾驶杆把手前面的机枪扳机时同时射击。最大载弹量是内侧机枪每挺 400 发，中间和外侧机枪每挺 270 发。总弹药量是 1880 发。机枪可以在地面上根据任务的战术需要调整不同的交汇点。通常情况下交汇点设置到 250-300 码（229-274 米）。驾驶舱内不显示剩余弹药量。



图 30: P-51D 武器

如果任务需要长时间射击，可以拆除每侧机翼上的中间机枪。这样可以使每个外侧机枪装弹 500 发。

每侧机翼可安装一个可拆卸的炸弹架。可装载 100、250 或 500 磅炸弹。如果未装炸弹，化学烟雾罐或可抛弃副油箱可以悬挂在炸弹架上。炸弹通过按下驾驶杆把手顶端的炸弹-火箭弹投放开关释放。

除了机枪和炸弹，还可以安装最多 10 个 5 英寸火箭弹，每侧机翼 5 个，进行对地攻击任务。如果带了炸弹或者副油箱，只能装六个火箭弹，每侧机翼 3 个。火箭弹通过按下驾驶杆把手顶端的炸弹-火箭弹投放开关发射。



**图 31: 驾驶杆**

飞机配备了一个 K-14 射击瞄准具，安装在仪表罩的中心线上。射击瞄准具包含固定和陀螺驱动的光学系统，可以计算距离从 200 到 800 码范围内目标的正确提前角。K-14A 射击瞄准具在固定环上标有距离线，用于火箭弹瞄准。

P-51D 配备了一个照相枪，安装在左翼的前缘。

# 驾驶舱



## 驾驶舱

P-51D 驾驶舱里的仪表和控制设备的分组使有限的空间效率最大化。驾驶舱里既能加温，又能通风。飞行员的座椅被设计为能同时适应坐垫式和背包式降落伞。靠背里填充了木棉，可以当作救生工具使用。座椅可以上下调整，不过不能前后调整。驾驶舱左侧有一个小型折叠式靠手，可以在长途飞行时增加舒适性。驾驶舱里装了标准的安全带和肩带。座椅左侧有个杆子可以让飞行员放松安全带的张力，使其可以前倾。



图 32: P-51D 驾驶舱

驾驶舱分为三个主要区域：前仪表板包括 K-14 射击瞄准具、仪表板和前开关面板；右侧包括座舱盖控制、氧气系统控制、电气控制面板和无线电系统控制；左侧包括发动机、配平和其它控制。

## 前仪表板图例

P-51D 的前仪表板上装着 K-14 射击瞄准具及其附属控制设备、仪表板、发动机控制面板、起落架告警灯、前开关面板、燃油系统阀门开关和一些其他指示和控制装置。

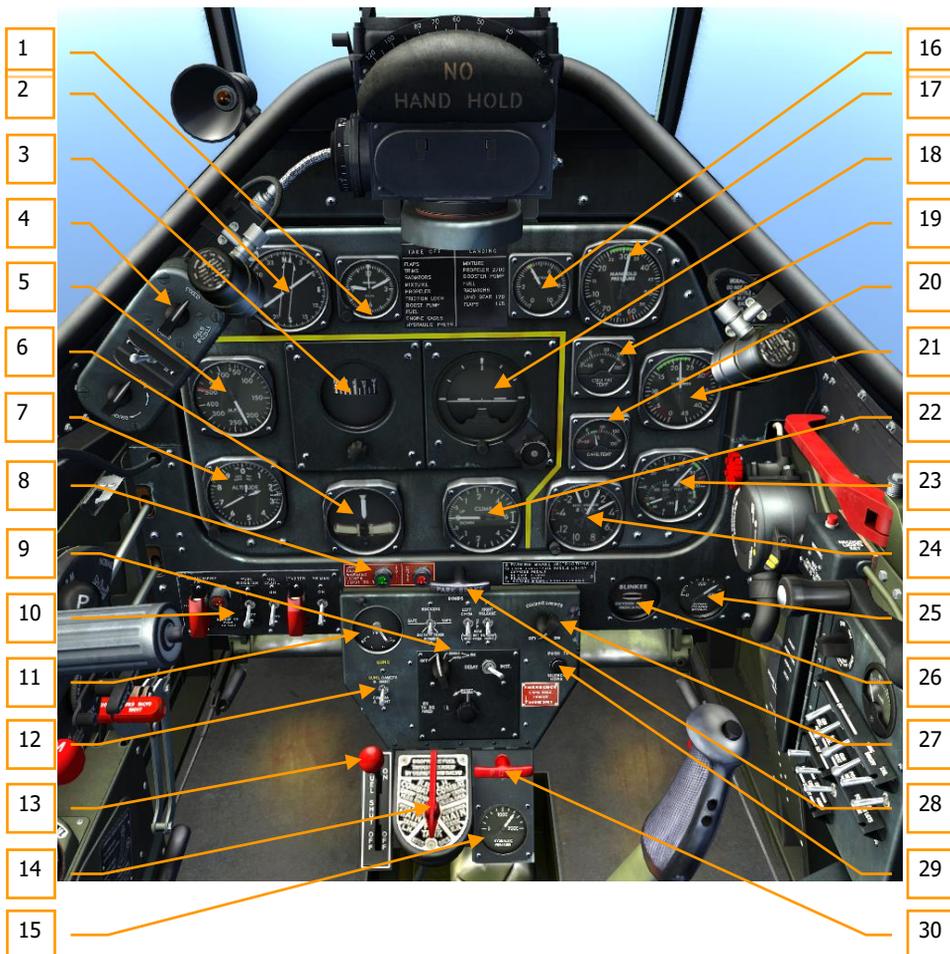


图 33: P-51D 驾驶舱前仪表板

- |            |                 |
|------------|-----------------|
| 1. 时钟      | 4. 射击瞄准具选择-调光面板 |
| 2. 无线电指示罗盘 | 5. 空速表          |
| 3. 航向陀螺    | 6. 转弯侧滑仪        |

7. 高度表
8. 起落架警告灯
9. 外部挂载控制开关
10. 发动机控制面板
11. 点火开关
12. 机枪、照相枪和瞄准具开关
13. 燃油关断阀
14. 燃油选择阀
15. 液压压力表
16. 负压计
17. 进气压力表
18. 飞行指示仪
19. 冷却剂温度
20. 化油器空气温度
21. 转速表
22. 升降速度表
23. 发动机三用表（滑油温度、燃油和滑油压力表）
24. 加速度表
25. 氧气压力表
26. 氧气示流器
27. 驾驶舱照明控制
28. 停放刹车手柄
29. 喇叭静音按钮
30. 起落架整流门应急释放手柄

## 左侧图例

驾驶舱的左侧包括发动机和机械系统的主要控制，还有信号枪座和炸弹齐投手柄。

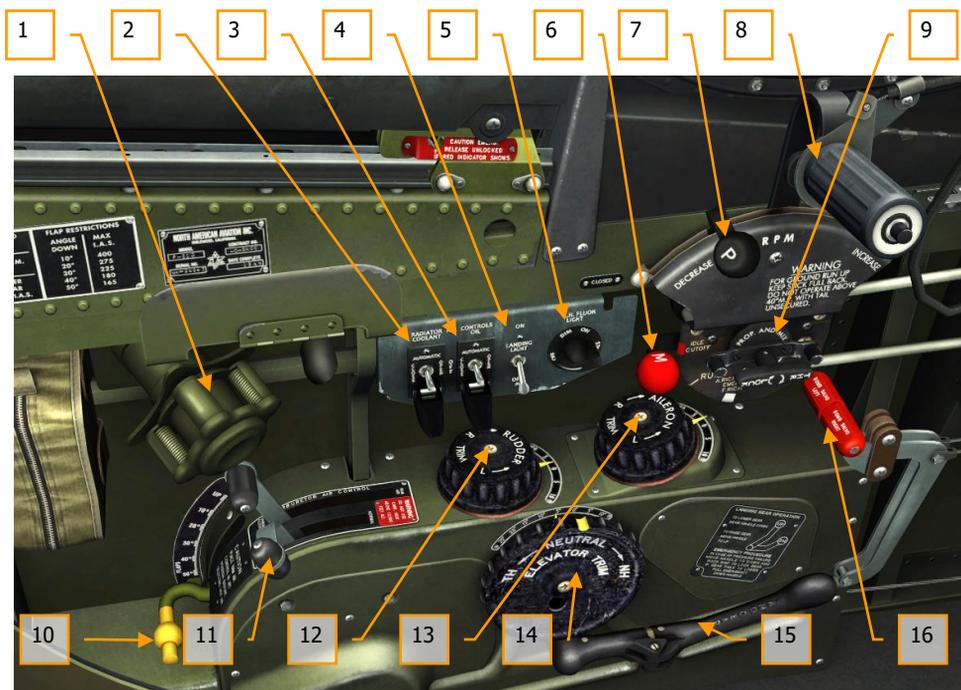


图 34：P-51D 驾驶舱左侧

- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| 1. 信号枪座         | 9. 油门弧锁        |
| 2. 冷却剂散热器空气控制开关 | 10. 襟翼控制手柄     |
| 3. 滑油散热器空气控制开关  | 11. 化油器空气控制    |
| 4. 着陆灯开关        | 12. 方向舵配平调整片控制 |
| 5. 左闪光灯开关       | 13. 副翼配平调整片控制  |
| 6. 混合比控制        | 14. 升降舵配平调整片控制 |
| 7. 螺旋桨控制        | 15. 起落架控制      |
| 8. 带有传声器按钮的油门手柄 | 16. 炸弹齐投手柄     |

## 右侧图例

驾驶舱的右侧包括氧气调节器、座舱盖控制、控制电气系统的电气控制面板和无线电系统控制。

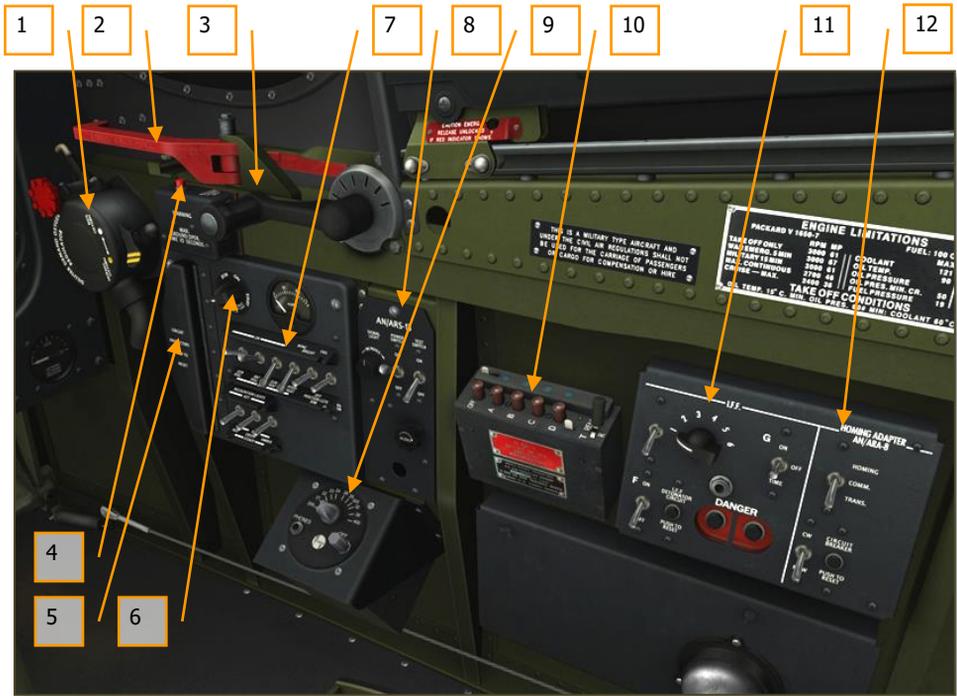


图 35: P-51D 驾驶舱右侧

- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| 1. 氧气调节器        | 7. 电气控制面板      |
| 2. 应急座舱盖释放手柄    | 8. 护尾雷达控制面板    |
| 3. 座舱盖手摇曲柄      | 9. Detrola 控制盒 |
| 4. 识别灯按键开关      | 10. VHF 控制盒    |
| 5. 断路器（在板后面）复位板 | 11. IFF 控制面板   |
| 6. 右荧光灯开关       | 12. 导航控制面板     |

## 前仪表板指示和控制器

本节将详细概述安装在前仪表板上的指示和控制器。

### K-14 射击瞄准具

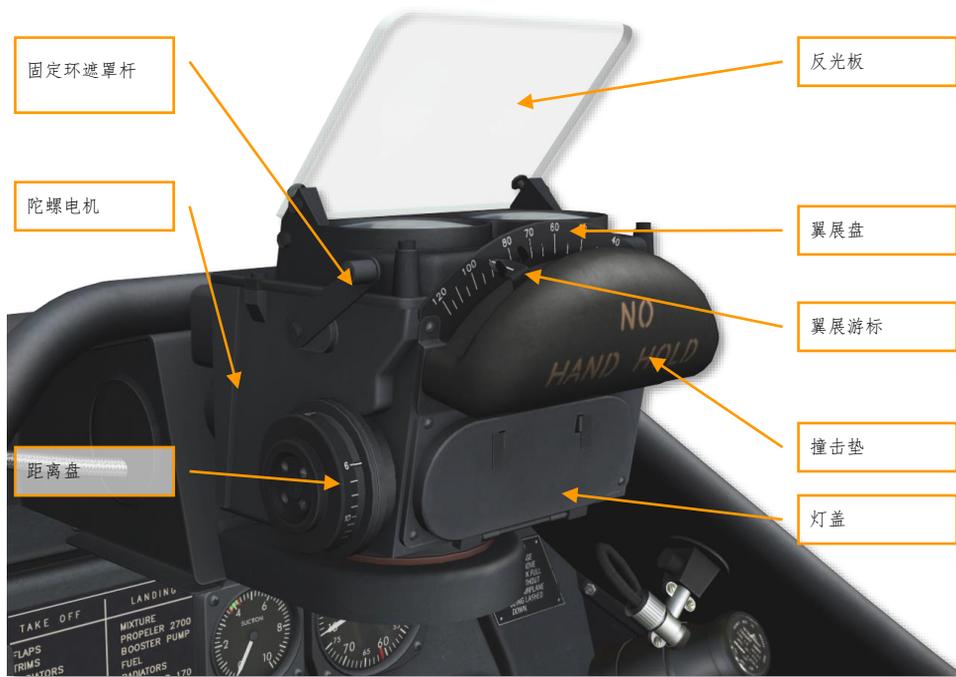


图 36: K-14 计算射击瞄准具

P-51D 配备了 K-14 射击瞄准具，安装在仪表罩的中心线上。这种射击瞄准具包含固定和陀螺驱动的光学系统，可以计算距离从 200 到 800 码范围内目标的正确提前角。

固定光学瞄准系统投射一个十字在反光玻璃上，周围环绕着一个 70 密位的环。拉下射击瞄准具左侧的遮罩杆可以把环隐去。固定环主要用于对地攻击，并作为对空射击的备用环。陀螺环投射一个直径可变的，由六个菱形小点围成的圆和一个中心小点。陀螺环主要用于攻击空中目标。



图 37: K-14 瞄准具光环

光环类型和亮度通过在仪表罩左侧下面的选择-调光面板设置。这个面板上还有一个双位开关用来控制陀螺机构。这个开关应该始终处在 ON 的位置。

调节射击瞄准具前的翼展刻度到目标的翼展。然后旋转油门把手调节距离，直到陀螺图像的菱形刚好套住在瞄准视野里目标的翼展。需要保持至少一秒的目标跟随才能使计算有效。

#### 射击瞄准具选择-调光面板

K-14 射击瞄准具的选择-调光面板在仪表罩左侧下方，用于开关瞄准具、设置瞄准具模式和调整瞄准具亮度。



图 38: K-14A 射击瞄准具选择-调光面板

**陀螺选择开关**，陀螺选择开关控制射击瞄准具陀螺，有 FIXED、FIXED & GYRO 以及 GYRO 三个位置。这三个位置允许射击瞄准具处于固定环、固定环与修正环结合或者仅用修正环模式。

**陀螺电机开关**，设置到 ON 或 OFF 位置，用于打开或关闭陀螺电机。

**瞄准具调光旋钮**。用于调整射击瞄准具光环亮度，旋钮设置范围从 DIM 到 BRIGHT。

在着陆时，陀螺选择开关应设置到 **FIXED** 位置，以防损坏陀螺。

## 仪表板

大多数的主要仪表安装在仪表板上。飞行仪表组合在左边，发动机仪表在右边。液压压力表是例外，它在前开关面板的下面。此外油量表在驾驶舱的地板和后面，电流表在电气开关和断路器面板上。



图 39：P-51D 驾驶舱仪表板

仪表可以大致分为四种：真空系统仪表、全静压系统仪表、发动机仪表和其他仪表。

## 真空系统仪表

真空系统仪表动力源于发动机驱动的真空气泵。包括飞行指示仪、转弯侧滑仪、航向陀螺和负压机。

### 飞行指示仪

AN5736 飞行指示仪（陀螺地平仪）显示一个微缩的飞机和一个陀螺驱动的地平线条。这个仪表用于在仪表飞行时指示飞机的纵向和横向姿态。地平线条最大可以指示  $60^\circ$  仰角和  $100^\circ$  坡度。仪表顶部的针在坡度刻度上指示当前坡度，刻度从  $0^\circ$  到  $90^\circ$ ，每小格  $30^\circ$ 。锁定旋钮用来锁定仪表。要操作锁定旋

钮，左击拉出旋钮并顺时针旋转鼠标滚轮置锁定位置。要解锁仪表，用鼠标滚轮逆时针旋转旋钮。地平线旋钮用来调整地平线高度。要操作地平线旋钮，把鼠标放在上面然后旋转滚轮设置地平线的高低。



图 40: 飞行指示仪

### 转弯侧滑仪

AN5820 转弯侧滑仪是陀螺型转弯仪和球型坡度（侧滑）仪的结合。侧滑仪是一个充液弯管，内有可以自由滚动的侧滑球，会根据重力和离心力的方向移动位置。侧滑仪用于在转弯时通过把球控制在中间的参考线之间来最小化侧滑。这个仪表没有锁定旋钮。

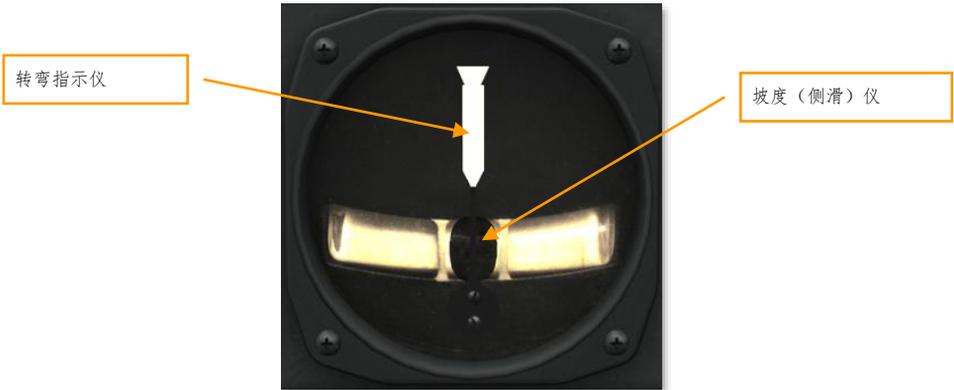


图 41: 转弯侧滑仪

### 航向陀螺

AN5735 陀螺方向仪是对磁罗盘的补充，用于使飞机保持在一条直航线上。这个仪表是非磁性的。飞机相对的左右转动显示在环形刻度上，刻度与和罗盘上的一样。仪表有个锁定旋钮。正常使用前解锁陀螺方向仪。仪表锁定后可以手动旋转航向刻度。要锁定仪表，点击锁定旋钮按下并同时旋转鼠标滚轮调节航向。

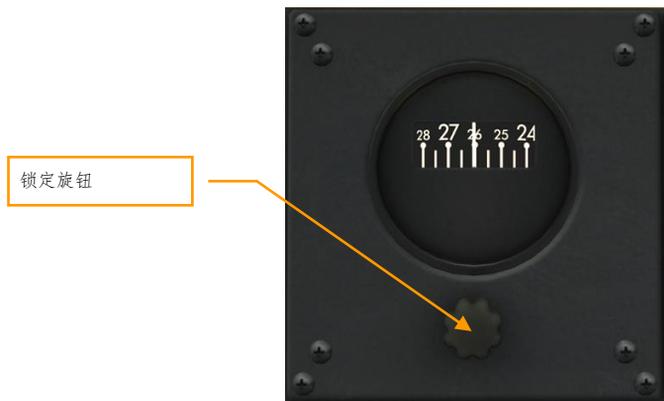


图 42：航向陀螺

## 负压计

AN5771-5 真空系统负压计显示真空泵是否为系统提供适当的真空。仪表的刻度从 0 到 10，以英寸汞柱 (inHg) 为单位表示压力。如果仪表读数低于 3.75 或高于 4.25，那么压力是不正常的，真空系统仪表的读数是不可靠的。正常吸力读数是 4.00 inHg。



图 43：负压计

## 全静压系统仪表

全静压系统仪表依靠皮托管的动静气压工作。皮托管在右翼下方，静压板在机身蒙皮上。它们包括空速表、高度表和升降速度表。

### 空速表

F-2 型空速表是个灵敏的压差计，测量皮托管的动压和静压之差。仪表显示指示空速 (IAS)，刻度从 0 到 700 mph (英里每小时)。从 50 到 300 mph 范围的每小格刻度是 10 mph，以上是 50 mph 每小格。红线表示在 5000 英尺高度及以下最大允许指示空速是 505 mph。



图 44：空速表

高度高于 **5000** 英尺时，红线指示空速会下降。当飞行高度高于 **5000** 英尺时应应对最大允许指示空速的下降有所准备！

### 高度表

AN5760-2 高度表通过测量飞机所处的大气压来判断高度。这个仪表有 3 根针。最短的针单位是万英尺，中等的针单位是千英尺，长针的单位是百英尺。例如，下图的显示是 29500 英尺。

仪表表面的右侧有个高度表气压调定窗，以英寸汞柱 (inHg) 为单位显示参考海平面气压。参考气压可以通过旋转参考气压旋钮调整。



图 45：AN5760-2 气压高度表读数 29500 英尺

## 升降速度表

AN5825 升降速度表显示飞机爬升或者下降的速率。仪表的刻度是正负方向从 0 到 6000 英尺，以英尺每分钟为单位显示垂直速度。在表面刻度 0 到 1000 英尺之间的每小格是 100 英尺，之上是 500 英尺每小格。升降速度表的作用是在转弯时保持恒定的高度，以及在仪表飞行时保持恒定的爬升或者下降率。



图 46：升降速度表

## 发动机仪表

发动机仪表包括进气压力表、转速表、化油器空气温度表、冷却剂温度表和发动机三用表。

### 进气压力表

进气压力表用于调整油门到需要的发动机动力位置。当油门手柄向前推，一个节流蝶阀打开，允许更多的空气通过化油器，经过增压器压缩，最终进入歧管，到气缸里燃烧。

D-10 型进气压力表是一个防蒸汽的绝对压力表。仪表的压力单位是英寸汞柱 (inHg)，刻度从 10 到 75 inHg。每小格刻度 1 inHg。绿色区域表示正常操作范围是 26-36 inHg。红线指示完全军用动力在 61 inHg。当运行在战争应急动力状态，进气压力可以最大增高到 67 inHg。



图 47：进气压力表

### 转速表

转速表提供显示发动机转速。仪表刻度从 0 到 4500，以每分钟百转数 (RPM) 显示发动机转速。每小格刻度 100 RPM。绿色区域表示正常操作转速是 1600-2400 RPM。红线表示最高正常转速是 3000 RPM。



图 48：转速表

#### 化油器空气温度表

AN5790-6 化油器空气温度表显示通过化油器气道的空气温度。仪表以摄氏度 (°C) 显示温度，刻度从 -70°到 150°C。每小格刻度 10°C。绿色区域表示正常操作温度是 10° - 30°C。红线表示最高温度是 40°C。



图 49：化油器空气温度表

#### 冷却剂温度表

冷却剂温度表显示冷却剂液体的温度。仪表以摄氏度 (°C) 显示温度，刻度从 -70°到 150°C。每小格刻度 10°C。绿色区域表示正常操作温度是 100°-110°C。红线表示最高冷却剂温度是 121°C。



图 50：冷却剂温度表

### 发动机三用表

发动机三用表把三个仪表组合在一起，显示滑油温度、滑油压力和燃油压力。



图 51：发动机三用表

**滑油温度表.**滑油温度表占据发动机三用表的上半部分。仪表刻度从 0 到 100，以摄氏度 (°C) 显示滑油温度。每小格刻度为 5°。绿色区域表示正常操作温度是 70° - 80°C。红线表示最高滑油温度是 90°C。

**滑油压力表.**滑油压力表在发动机三用表的左下方。仪表以磅每平方英寸 (PSI) 的单位显示滑油压力，刻度从 0 到 200 PSI。仪表的每小格刻度是 10 PSI。绿色区域表示正常操作压力是 70-80 PSI。红线表示最低允许压力是 50 PSI，最高允许压力是 90 PSI。

**燃油压力表。**燃油压力表在发动机三用表的右下方。仪表以磅每平方英寸（PSI）的单位显示燃油压力，刻度从 0 到 25 PSI。仪表的每小格刻度是 1 PSI。绿色区域表示正常操作压力是 12-16 PSI。红线表示最低允许压力是 12 PSI，最高允许压力是 19 PSI。

## 其他仪表

其他仪表包括遥示罗盘、时钟、氧气示流器、氧气压力表、液压压力表、油量表、电流表和加速度表。

### 遥示罗盘

P-51D 上的遥示罗盘代替了以前飞机上传统的磁罗盘，尽管有些型号还保留着传统的磁罗盘作为备份。遥示罗盘单元安装在左翼上，以电子的方式传送读数到仪表板上的仪表。这种罗盘在飞机机动时不会漂移或波动。能够提供航向陀螺没有的精度。不过，航向陀螺仍然作为备份安装，以防电气系统故障。

遥示罗盘包括一个静态的航向盘、一个当前磁航向箭头和一个目标磁航向箭头。仪表的旋钮用于调整（旋转）目标磁航向箭头到需要航向。

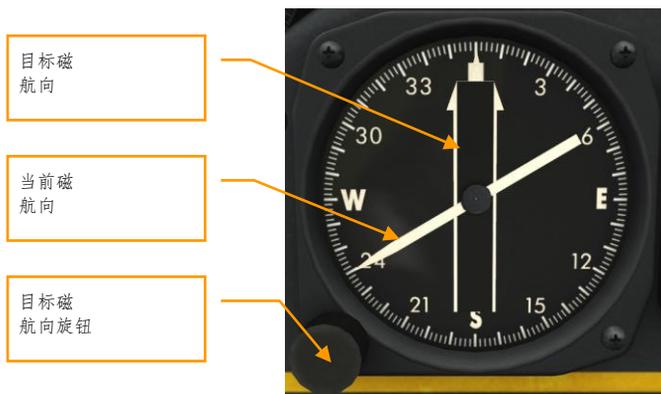


图 52：遥示罗盘

### 时钟

时钟安装在仪表板的左上方。旋钮用来设置时间。要操作旋钮，用鼠标左键点击拉出然后旋转鼠标滚轮来设置时间，然后再用鼠标左键点击一下把旋钮恢复到按下位置。

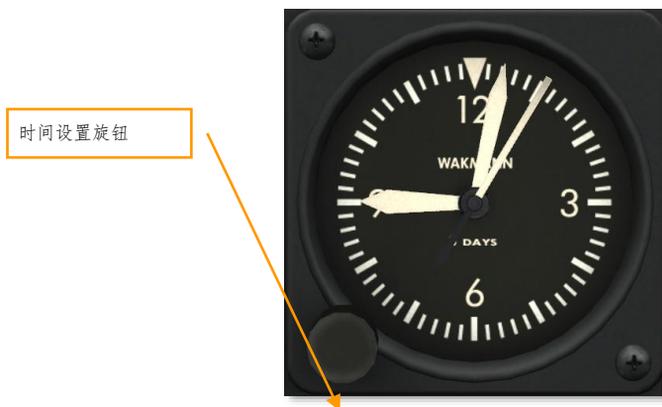


图 53: 时钟

### 氧气示流器

氧气示流器在仪表板的右下角，紧靠氧气压力表的左边。这个仪表显示了飞行员吸进和呼出的氧气流。当飞行员吸气时，指示门打开，氧气通过系统。当飞行员呼气，氧气停止流动，指示门关闭。



图 54: 氧气示流器

### 氧气压力表

氧气压力表在仪表板的右下角，显示氧气系统的压力。仪表的单位是磅每平方英寸（PSI）。刻度从 0 到 500 PSI，每小格 50 PSI。系统正常的全压是 400 PSI。注意，氧气压力读数可能因为随着高度上升，氧气瓶冷却而下降。反过来，压力会随着高度降低，气瓶加温而增高。平飞或下降时氧气压力快速下降是不正常的，可能表示氧气系统泄漏或故障。



图 55: 氧气压力表

#### 液压压力表

液压压力表在前仪表板的底部，停放刹车手柄上面。仪表显示液压系统里液体的压力，单位是磅每平方英寸 (PSI)。仪表刻度从 0 到 2000 PSI，每小格 200 PSI。液压系统的正常压力是 1050 (+/- 50) PSI。



图 56: 液压压力表

#### 油量表

每个主油箱和机身油箱都有一个油量表。主（机翼）油箱的油量表在座椅左右两侧的地板上。机身油箱的油量表在飞行员左侧的座椅后面。

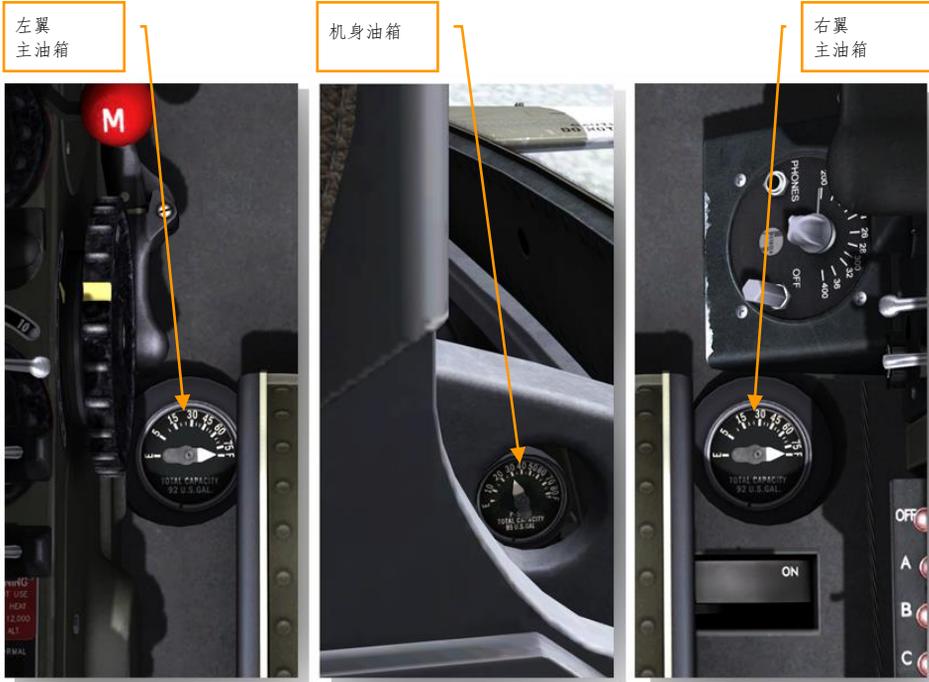


图 57: 油量表

### 加速度表

AN-5745 加速度表显示机身的过载（G 力）。仪表刻度从-5 到 12G，每小格 1G。仪表分别用三根指针显示当前的 G 和最后一次复位后最大和最小 G 读数记录。复位旋钮用来复位最大和最小指针。要操作复位旋钮，用鼠标左键点击它。两条红线分别表示最大允许过载是-4G 和+8G。



图 58: 加速度表

## 发动机控制面板

发动机控制面板位于前仪表板的左下方，包括一些控制发动机系统的开关。

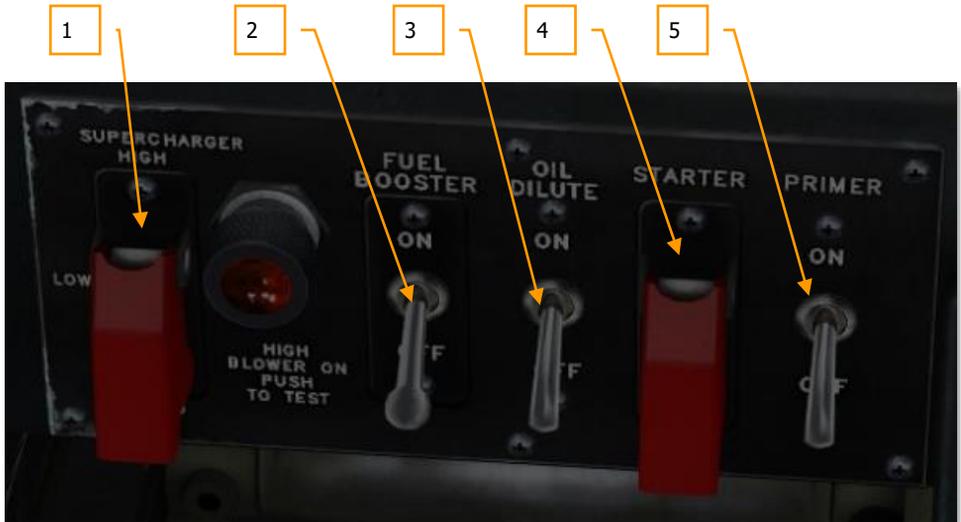


图 59: 发动机控制面板

1. 增压器风机开关。增压器风机开关有三个位置：AUTO、LOW 和 HIGH。

- **AUTO.** 在 AUTO 模式，增压器自动操作，在 14500-19500 英尺高度根据空气冲压量，把风机从低切换到高模式。增压器在比这个高度低 1500 英尺处把风机从高切换到低模式，以防在边界高度附近反复切换高低模式。AUTO 模式是增压器的正常设置。
- **LOW.** 设置开关到 LOW 把增压器手动设置到低模式。在低模式操作增压器可以在长途飞行时获得最大的燃油使用效率。
- **HIGH.** 设置开关到 HIGH 把增压器手动设置到高模式。必须持续按住开关在 HIGH 位置才能保持高模式。放开开关增压器会恢复到低模式。

当增压器在高模式时，边上有个琥珀色指示灯会亮。指示灯可以按下以检测。

关于增压器系统更详细的描述，参见飞机概览章节的[增压器](#)部分。

**2. 燃油增压泵开关.** 设置燃油增压泵开关到 ON（上）位置将为两个主油箱和机身油箱里的增压泵提供电力。各增压泵通过选择在前仪表板底部，对应油箱的燃油选择阀启用。

关于燃油系统更详细的描述，参见飞机概览章节的[燃油系统](#)部分。

**3. 滑油冲淡开关.** 设置滑油冲淡开关到 ON（上）位置将用汽油冲淡滑油。当发动机在温度低于 40°F（-12.2°C）时开车可能需要冲淡滑油。

关于滑油系统更详细的描述，参见飞机概览章节的[滑油系统](#)部分。

**4. 启动开关.** 启动开关用于开车。开关装有弹簧，需要保持在 ON（上）位置来执行启动。

**不要持续操作启动开关超过 15 秒。**

**5. 注油开关.** 注油开关用于向发动机注入燃油。开关装有弹簧，需要保持在 ON（上）位置来执行注油。当注油开关保持在 ON 位置，燃油通过注油管进入进气歧管。一般对于冷车，3 或 4 秒的注油足够了。对于热车一般一秒足够。发动机应仅在转动时注油。

## 前开关面板

前开关面板包括一些武器控制开关，还有点火选择开关、驾驶舱灯开关和喇叭静音按钮。

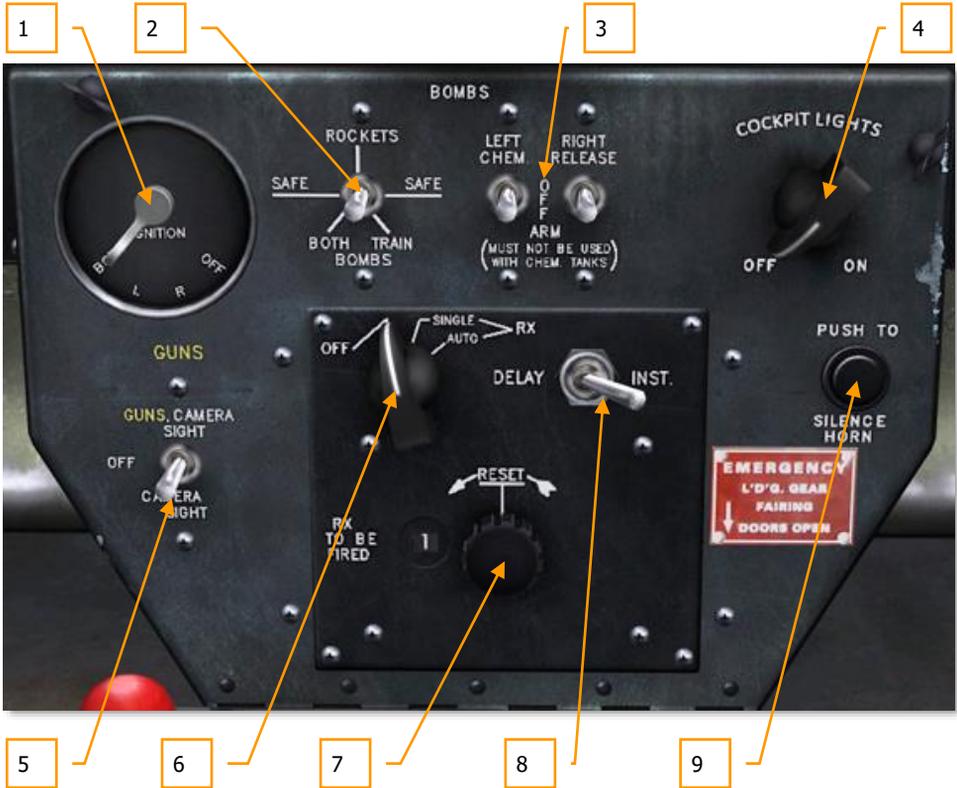


图 60：前开关面板

**1. 点火选择开关。** 点火选择开关控制用于为发动机点火系统供电的磁电机，有四个可选位置：OFF、R（右）、L（左）和 BOTH。

- **OFF.** 磁电机关闭。
- **R.** 右磁电机用于开车。
- **L.** 左磁电机用于开车。
- **BOTH.** 两个磁电机都用于开车。

正常情况下两个磁电机都用于开车。

**2. 炸弹-火箭弹选择开关.** 炸弹-火箭弹选择开关控制外挂武器射击的选择，有四个可选位置：SAFE、ROCKETS、BOMBS BOTH 和 BOMBS TRAIN。

- **SAFE.** 设置到 SAFE，外挂武器不会释放。
- **ROCKETS.** 设置到 ROCKETS，火箭弹将根据火箭弹控制面板上的释放设置发射。
- **BOMBS BOTH.** 设置到 BOMBS BOTH，按一下 炸弹-火箭弹释放按钮，两个炸弹或者副油箱会同时释放。
- **BOMBS TRAIN.** 设置到 BOMBS TRAIN，第一次按下炸弹-火箭弹释放按钮，左侧炸弹或副油箱释放，右侧炸弹或副油箱在第二次按下炸弹-火箭弹释放按钮时释放。

**3. 炸弹预位开关.** 炸弹预位开关控制左右炸弹的预位，也用于开始释放左右外挂化学吊舱的化学剂或烟雾。开关有三个可选位置：OFF、ARM 和 CHEM RELEASE。

- **OFF.** 炸弹没有解除保险。这个位置用于在未解除保险状态抛弃炸弹。
- **ARM.** 炸弹解除引信保险。化学吊舱不能设置到这个位置。
- **CHEM RELEASE.** 当携带了外部化学或烟雾吊舱，设置左或右开关到化学释放位置将开始释放所选吊舱的化学剂或烟雾。一旦目视确认化学剂或烟雾释放，开关可以设置回 OFF。化学剂或烟雾会继续释放直到放完。

**4. 驾驶舱灯开关.** 驾驶舱灯开关控制两个驾驶舱灯的状态和亮度。

**5. 机枪保险开关.** 机枪保险开关控制解除机枪保险或者操作照相枪。开关有三个可选位置：OFF、GUNS & CAMERA SIGHT 和 CAMERA SIGHT。

- **OFF.** 机枪不射击，照相枪不工作。
- **GUNS & CAMERA SIGHT.** 在这个位置，按下机枪扳机会持续射击并操作照相枪。
- **CAMERA SIGHT.** 在这个位置，按下机枪扳机会操作照相枪，但是机枪不射击。

**6. 火箭弹释放开关.** 火箭弹释放开关控制火箭弹释放模式，有三个可选位置：OFF、SINGLE 和 AUTO。

- **OFF.** 火箭弹不发射。
- **SINGLE.** 每次按下炸弹-火箭弹释放开关发射一枚火箭弹。可以用火箭弹计数控制旋钮设置特定的火箭弹发射。
- **AUTO.** 在自动模式，按下炸弹-火箭弹发射开关时火箭弹连续（一枚接一枚）发射。所有十枚火箭弹在大约一秒内被发射。

**7. 火箭弹计数器.** 火箭弹计数器窗根据挂架号码显示下一枚被发射的火箭弹。左翼挂架为#1、3、5、7 和 9。右翼挂架为#2、4、6、8 和 10。注意，如果装了炸弹，挂架 7、8、9 和 10 不会安装。火箭弹控制计数面板的旋钮用选择想要发射的火箭弹挂架。在任务开始前应该设置到 1。

**8. 火箭弹延时开关.** 火箭弹延时开关用于设置火箭弹引信的模式。当设置到 DELAY，火箭弹在撞击后一会儿再引爆。当设置到 INST，撞击瞬时即引爆。

9. 喇叭静音按钮。喇叭静音按钮用于静音起落架告警喇叭。

## 燃油关断和选择阀

流向发动机的燃油由燃油关断阀和燃油选择阀控制，两个阀都在驾驶杆前面，前仪表板的底部。



图 61：燃油关断和选择阀

**燃油关断阀。**燃油关断阀杆机械连接到左轮舱里的燃油关断阀。燃油关断阀控制所有从油箱流向发动机驱动泵的油流。阀可设置为 ON（打开）或 OFF（关闭）。

**燃油选择阀。**燃油选择阀控制哪个油箱给发动机供油。一次只能选择一个油箱。可选的设置包括：

- **FUS. TANK** - 机身油箱
- **MAIN TANK L.H.** - 左主油箱
- **MAIN TANK R.H.** - 右主油箱
- **R.H. COMBAT DROP TANK** - 右副油箱
- **L.H. COMBAT DROP TANK** - 左副油箱

两个主（机翼）油箱的油量表在飞行员座椅两侧的驾驶舱地板上。机身油箱的油量表在座椅后，飞行员的左肩后面。

## 起落架警告灯

在仪表板底部的起落架警告灯用于警示飞行员起落架系统的状态。当油门收到低于最小巡航条件而起落架门关闭、起落架收起锁定，或者油门处于任何位置但是起落架门打开，起落架放下未锁定或者收起锁定时，红色不安全灯会亮起，驾驶舱里的告警喇叭会响起。

下面的图表列举了起落架警告灯可能出现的情况：

油门和起落架状态		安全/不安全灯
油门 起落架门 起落架 信号灯	收起 关闭 收起并锁定或放下且未锁定  不安全	
油门 起落架门 起落架 信号灯	任何位置 打开 放下且未锁定或收起并锁定  不安全	
油门 起落架门 起落架 信号灯	任何位置 任何位置 放下并锁定  安全	
油门 起落架门 起落架 信号灯	向前推 关闭 收起并锁定  熄灭	

## 停放刹车

停放刹车手柄在仪表板的底部中间，起落架警告灯的右边。



图 62: 停放刹车

要使用停放刹车，拉出停放刹车手柄，踩下刹车踏板，释放刹车踏板，然后释放停放刹车手柄。要释放停放刹车，踩下踏板即可。

永远不要在刹车热的时候使用停放刹车。刹车盘可能锁死。

### 起落架整流门应急释放手柄

起落架整流门应急释放手柄在仪表板的底部，与燃油选择阀相邻，就在液压压力表上面。当液压系统故障，可以使用这个手柄机械释放液压压力，并在把起落架手柄放到 DN（放下）位置后放下起落架整流门。当起落架放下，可能需要摇动飞机以确保起落架锁定到位。释放手柄也用于飞机停好后，用来释放液压压力，打开整流门。打开整流门会把起落架手柄机械的锁定在放下位置。



图 63: 起落架整流门应急释放手柄

## 左侧控制器

本节将详细介绍驾驶舱左侧的控制器。

### 油门弧座

油门弧座包括带有无线电一键通话按钮的油门控制手柄、螺旋桨控制杆、混合比控制杆和阻尼锁。

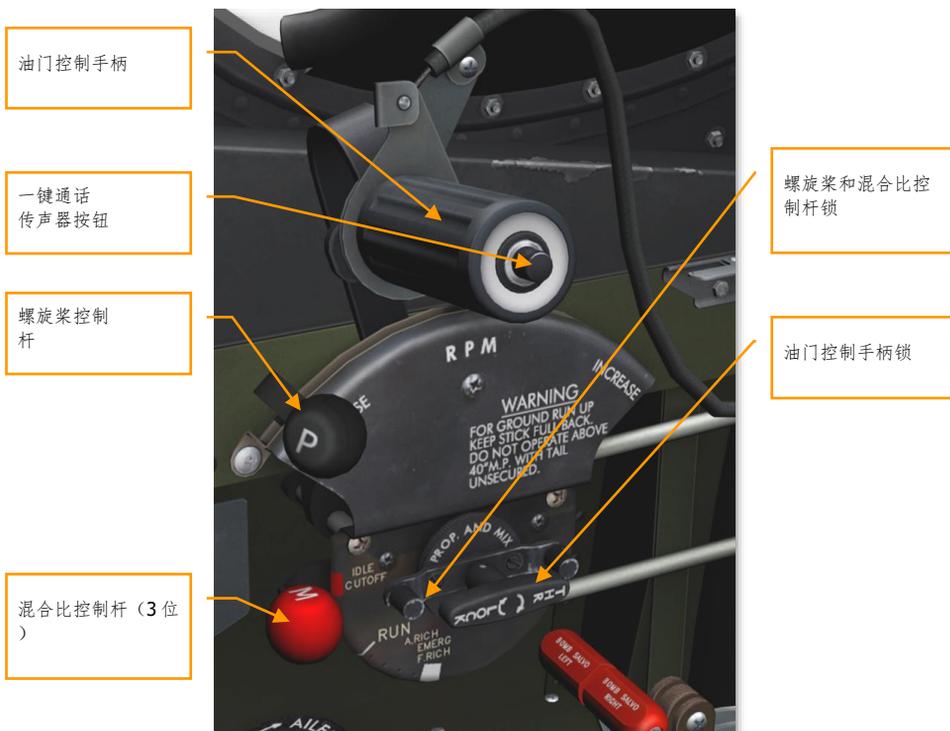


图 64：油门弧座

**油门控制手柄。**油门控制手柄 通过开关发动机的节流蝶阀来设置所需的进气压力。一个在上部桁梁上的油门限位组件允许油门控制杆满行程的时候可以获得 67 inHg 的进气压力。不过，桁梁上有个油门限位把杆限制在 61 inHg 进气压力位置——完全军用动力设置。在这个位置安装了条跨越这个限位门的保险线。当推过门获得战争应急动力（最高至 67 inHg 进气压力）时，保险线会断，表示已经超过了 61 inHg 进气压力。

油门手柄上有个旋转把手，用于调整 K-14 射击瞄准具的距离设置。

**无线电一键通话按钮。**油门手柄包含无线电一键通话按钮，按下时激活 VHF 发送机。

**油门控制手柄锁。**油门控制手柄锁用于调整油门控制手柄的阻尼。

**螺旋桨和混合比控制杆锁。**螺旋桨和混合比控制杆锁用于调节螺旋桨控制杆和混合比控制杆的阻尼。

**螺旋桨控制杆。**螺旋桨控制杆用于控制螺旋桨转速。螺旋桨调节器设计为在低位时保持 1800 RPM，在高位时保持 3000 RPM。调节器自动调节桨距以保持设置的转速。当需要最高性能时使用高转速设置，例如起飞和战斗，低转速设置用于在要求不高的飞行状态下最大限度提高燃油经济性并减少发动机磨损。对于标准进气压力和转速设置，参见[发动机额定功率表](#)。

**混合比控制杆。**混合比控制杆用于设置燃油/空气混合比。早期的飞机上有四个可选位置：IDLE CUTOFF、AUTO LEAN、AUTO RICH 和 FULL RICH。后期的飞机上，AUTO LEAN 和 AUTO RICH 位置被一个 RUN 位置代替。

- **IDLE CUTOFF.** IDLE CUTOFF 位置用于开关车。当停车后应该设置到此位置，以确保发动机未运转时没有燃油进入化油器。
- **RUN.** RUN 位置是发动机操作的标准设置，用于正常的起飞、爬升、着陆和战斗。
- **FULL RICH.** FULL RICH 位置是个应急设置，仅在化油器故障时使用，以确保发动机有足够的供油。

## 散热器空气控制面板

散热器空气控制面板包括冷却剂散热器空气控制开关、滑油散热器开关、着陆灯开关和左侧驾驶舱荧光灯电位开关。



图 65：散热器空气控制面板

**1. 冷却剂散热器空气控制开关。**通过双联散热器的气流由机械连接着气道后部冷却剂鱼鳞板的电致动器控制。散热器空气控制面板上的冷却剂空气控制开关控制着致动器的操作。开关有四个可选位置：AUTOMATIC、OPEN、CLOSE 和 OFF。

- **AUTOMATIC.** 这是所有正常操作时开关应设置的标准位置。开关通过一个装有弹簧的护盖保持在此位置。开关设置在 AUTOMATIC 位置时，冷却剂温度调节冷却剂鱼鳞板开或关的量。
- **OPEN.** 开关的 OPEN 位置装有弹簧，必须手动保持在此位置以进一步打开冷却剂鱼鳞板。在 OPEN 位置释放开关会自动把它设置到 OFF 位置。OPEN 位置可以用于地面操作，或在飞行时根据需要手动调节冷却剂鱼鳞板。
- **CLOSE.** 开关的 CLOSE 位置装有弹簧，必须手动保持在这个位置以进一步关闭冷却剂鱼鳞板。在 CLOSE 位置释放开关会自动把它设置到 OFF 位置。CLOSE 位置可以用于地面操作，或在飞行时根据需要手动调节冷却剂鱼鳞板。
- **OFF.** 散热器的冷却剂鱼鳞板控制被禁用。

**2. 滑油散热器空气控制开关。**滑油散热器空气控制开关控制滑油散热器排气口鱼鳞板的电动致动器，致动器位于气道底部的中段。开关有四个可选位置：AUTOMATIC、OPEN、CLOSE 和 OFF。

- **AUTOMATIC.** 这是所有正常操作应设置的标准开关位置。当设置到 AUTOMATIC，一个调压器根据滑油温度自动启动或停止致动器，以移动滑油散热器排气口鱼鳞板。

- **OPEN.** 在鱼鳞板自动控制故障，导致发动机三用表里滑油温度读数不正常时，可以通过把开关设置到 OPEN 位置手动打开滑油散热器排气口鱼鳞板。
  - **CLOSE.** 在鱼鳞板自动控制故障，导致发动机三用表里滑油温度读数不正常时，可以通过把开关设置到 CLOSE 位置手动关闭滑油散热器排气口鱼鳞板。
  - **OFF.** 滑油散热器排气口鱼鳞板的控制被禁用。
- 3. 着陆灯开关.** 着陆灯开关用于通过把开关设置到相应的位置打开或关闭着陆灯。当操作起落架时，着陆灯的收起和放下由机械方法自动控制。着陆灯回路里包含一个保险开关，当灯收起时自动切断电流。

**尽量在地面操作时少用着陆灯，以避免过热和损坏。**

- 4. 左侧荧光灯电位器.** 这个电位器控制左仪表板荧光灯。要打开灯，先把电位器设置到 START 位置，然后在 ON 和 DIM 的范围内调节亮度设置。注意，右侧荧光灯用位于 [电气控制面板](#) 上的右侧荧光灯电位器控制。

## 配平片控制

配平片控制 安装在驾驶舱的左侧，用于控制升降舵、方向舵和副翼的配平片。



图 66：配平片控制

**升降舵配平片控制轮。**升降舵配平片控制轮安装在左控制台的垂直面版上，通过两根缆绳连接到升降舵配平片。顺着 NH 箭头方向向前转动滚轮使飞机头重。顺着 TH 箭头方向转动滚轮导致尾重。

**方向舵配平片控制旋钮。**方向舵配平片控制旋钮水平安装在左侧控制台上，标有“R”（右）和“L”（左）标记和指示箭头。一个相连的指针显示了配平片移动的度数。

**副翼配平片控制旋钮。**副翼配平片控制旋钮水平安装在左侧控制台上，标有“R”（右）和“L”（左）标记和指示箭头。一个相连的指针显示了在左副翼上的配平片移动的度数（右副翼上的配平片可以在地面上调整）。

## 化油器空气控制

外部冷冲压空气 进入在机头螺旋桨毂下的进气口，向化油器移动，进入发动机。当遇到尘埃或结冰条件，在进气口前端的一扇门可以从驾驶舱里使用冲压空气控制杆机械关闭，迫使空气通过两侧发动机整流罩上带孔（和过滤器）的板进入。进气道里还有扇门可以用热空气控制杆打开，允许发动机舱的暖空气进入化油器。如果使用热空气，冲压空气控制杆应设置在 **UNRAMMED FILTERED AIR**，以防冷冲压空气进入化油器。



图 67：化油器空气控制

**冲压空气控制杆。**冲压空气控制杆开关化油器进气道前部的冲压空气门。杆有两个位置：**RAM AIR** 和 **UNRAMMED FILTERED AIR**。在 **RAM AIR** 位置，前部进气口开，冲压空气进入进气道通向化油器。在 **UNRAMMED FILTERED AIR** 位置，冲压空气门关，空气从两侧过滤器进入化油器。正常飞行操作应使用冲压空气（杆设置到 **RAM AIR**）。**UNRAMMED FILTERED AIR** 可以用于严重冰冻或尘埃条件。

**热空气控制杆。**热空气控制杆有两个位置：**NORMAL** 和 **HOT AIR**。当设置到 **NORMAL**，热空气门关闭，根据冲压空气控制杆设置，冲压空气或未冲压的过滤空气进入化油器。当设置到 **HOT AIR**，热空气门打开，发动机舱里的暖空气进入化油器。注意，暖空气门装有弹簧，当结冰或其他异物堵塞时会因化油器的吸力自动打开。

**不要在 12000 英尺以上高度使用 HOT AIR。这样做会影响化油器的高度补偿并导致燃油混合比过度贫油。**

## 襟翼控制

机翼襟翼手柄位于驾驶舱左侧，控制台后面。手柄有六个位置：**UP**、**10°**、**20°**、**30°**、**40°**和 **50°**。每个位置都装有卡位。注意，正常起飞时襟翼收起。可以设置放下襟翼 **15-20°**用于最短距离起飞。



图 68：襟翼控制

## 炸弹齐投手柄

两个炸弹齐投手柄位于驾驶舱左侧仪表板后，可以用于在正常使用炸弹-火箭弹释放开关电动释放故障时，应急释放炸弹或副油箱。两个手柄安装在一起，可以同时用一个手操作。要进行安全投弹，确认炸弹预位开关设置在 OFF。



图 69：炸弹齐投手柄

## 起落架手柄

起落架手柄安装在驾驶舱左侧座椅前面，用于收起和放下起落架。手柄有两个位置——UP（收起）和 DN（放下）。起落架手柄通过机械连接定位起落架选择阀。手柄区内装有弹簧卡位，必须向内侧拉起才能从一个位置移动到另一位置。当**起落架整流门应急释放手柄**拉起（整流门放下），起落架手柄被机械锁定。这样可以防止当飞机在地面上时意外收起手柄。当飞机在地面移动时，如果起落架手柄设置到 UP，起落架会收起。



图 70: 起落架手柄

## 右侧控制器

本节将详细介绍位于驾驶舱右侧的控制器。

### 座舱盖控制

驾驶舱座舱盖控制包括座舱盖手摇曲柄和座舱盖应急释放手柄。



图 71：座舱盖控制

**座舱盖手摇曲柄。**座舱盖手摇曲柄用于在正常和安全条件下从驾驶舱内打开或关闭座舱盖。手摇曲柄的手柄上有个弹簧锁，转动手柄前必须按下。座舱盖前后滑动，可以沿着滑轨设置在任何需要的位置。可以通过松开手摇曲柄上的弹簧锁然后在打开位置转完一圈来锁定座舱盖在打开位置。

**座舱盖应急释放手柄。**红色的座舱盖应急释放手柄就在座舱盖手摇曲柄前面。手柄通过拉向飞行员操作。这样导致锁定座舱盖弹簧锁机械释放，允许气流把座舱盖吹走。

### 氧气调节器

AN6004 氧气调节器安装在驾驶舱的右侧，仪表板的后面。氧气调节器有个隔板，驱动一个阀门，允许氧气流过调节器。在调节器里氧气根据大气压和各种量的空气混合。一个控制阀允许飞行员关闭空气进气，这样导致纯氧流进面罩。调节器还有一个应急阀，让氧气从旁路绕过调节器直接流入面罩。一条反馈管把氧气导入氧气示流器，以显示调节器是否工作。

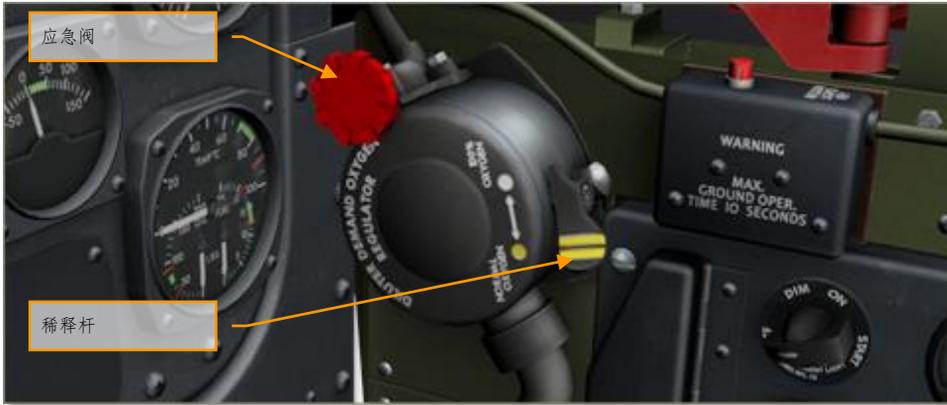


图 72: 氧气调节器

**稀释杆.** 稀释杆位于调节器盒边，可以设置的位置有 NORMAL OXYGEN 和 100% OXYGEN。稀释杆手动操作空气关断阀，杆设在 100% OXYGEN 时允许调节器提供纯氧。正常操作时，稀释杆应留在 NORMAL OXYGEN 位置，允许在任何给定高度空气和氧气按照适当的比例混合。

**应急阀.** 调节器有个独立的氧气应急阀。当阀逆时针旋转，持续的氧气流允许从旁路绕过调节器流进面罩。

## 识别灯

P-51D 装有三个识别灯——红色、绿色和琥珀色，安装在右翼下面。每个灯在电气控制面板上都有一个开关，可以设置为持续点亮，或在用电气控制面板上方盒子上的按键开关来闪烁和熄灭。

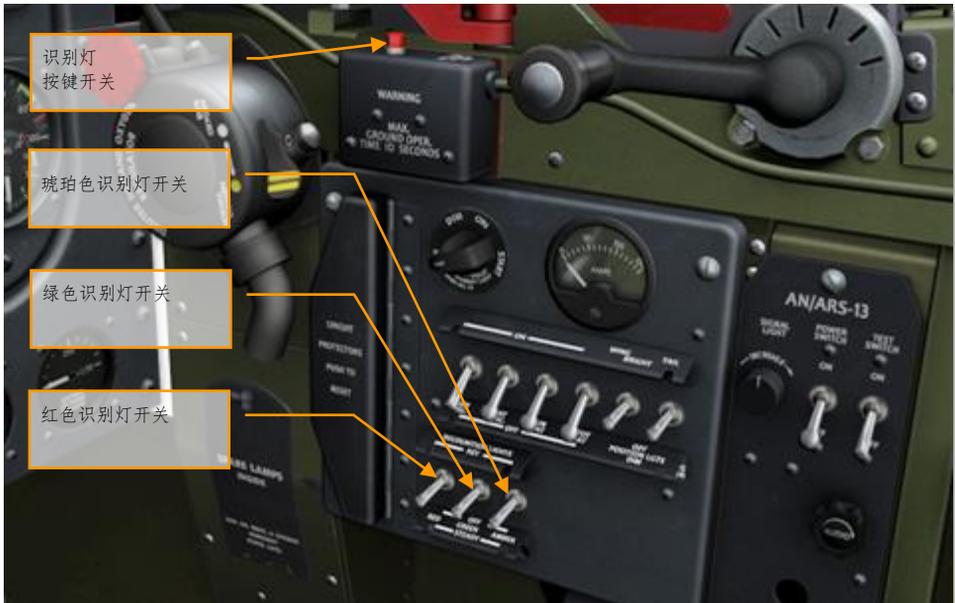


图 73：识别灯

**识别灯按钮开关。**按钮开关用于当灯在电气控制面板上设置为 KEY 时开关识别灯。

**识别灯开关。**红色、绿色和琥珀色识别灯开关有三个可选位置：OFF、STEADY 和 KEY。当设置到 STEADY，灯持续点亮。当设置到 KEY，每次按下和释放按钮开关时灯点亮和熄灭。当设置到 OFF，灯保持熄灭。

**在地面上不要持续操作识别灯超过 10 秒。这样可能因为热量导致塑料镜头融化。**

## 电气控制面板

电气控制面板位于驾驶舱右侧，包括断路器面板、右侧荧光灯电位器开关、电流表和一系列其他系统控制开关。

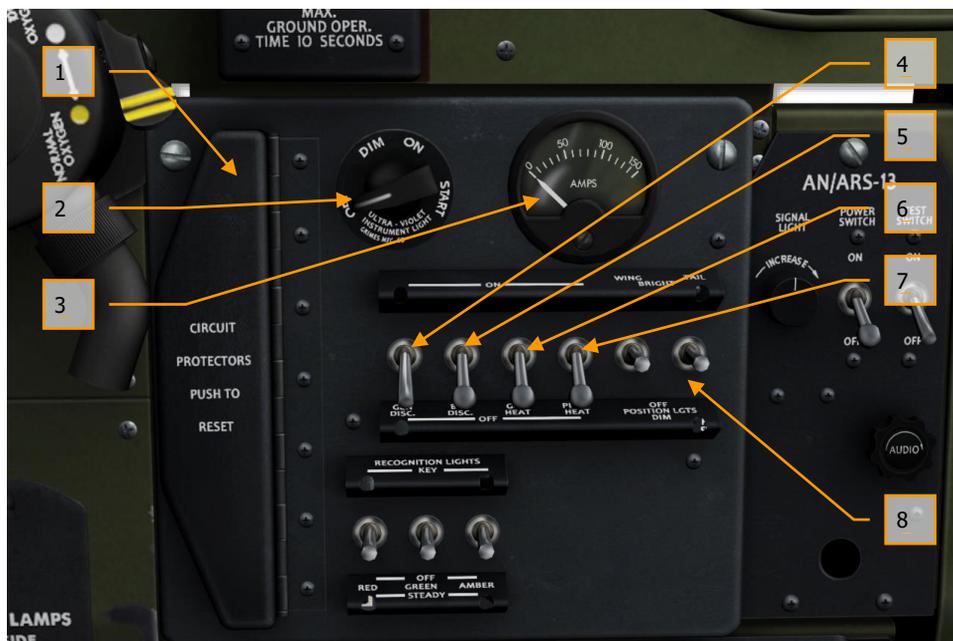


图 74：电气控制面板

- 1. 断路器面板。** 断路器面板上有一排断路器。各回路如果过载,断路器会弹起,可以按回复位。一个主“凸”板覆盖了面板,允许飞行员按下凸板,一次复位所有断路器。
- 2. 右侧荧光灯电位器。** 这个电位器控制右仪表盘荧光灯。要打开灯,先把开关设置到 START 位置,然后在 ON 和 DIM 设置之间调整亮度。注意,左荧光灯用在 [散热器空气控制面板](#) 上的左侧荧光灯电位器控制。
- 3. 电流表。** 电流表显示发电机供应的电流。仪表刻度从 0 到 150 安培,每小格 10 安培。正常最大电流是 100 安培,且仅能短时间使用。如果读数超过 50 安培,不应执行起飞。
- 4. 发电机切断开关。** 发电机切断开关有两个位置: ON 和 OFF。当设置为 ON,发动机转速超过约 1200 RPM 时发电机向电气系统提供电力。当设置为 OFF,发电机不发电。飞机上所有电气设备均由发电机供电,除了遮示罗盘,它从逆变器获得电力。
- 5. 电池断开开关。** 电池开关有两个位置: ON 和 OFF。当设置为 ON,电池向电气系统供电。当设置为 OFF,电池不供电。当使用外部电源启动时,开关应设置为 OFF,以节省电池。当发动机在运转且外部电源断开连接时,开关应设置到 ON 位置。
- 6. 机枪加温开关。** 机枪加温开关用于启用或禁用对安装在每挺机枪盖上的电加温器供电。机枪加温应该在有必要的飞行时保持打开。

**7. 皮托加温开关.** 皮托加温开关用于启用或禁用对皮托管加温器的供电。皮托加温应该在飞行有必要时保持打开。在地面时皮托加温应设为 **OFF**，因为没有足够气流冷却加温器防止过热。

**8. 位置灯.** 机翼和机尾配置灯开关控制飞机机翼和机尾上的位置灯。每个开关有三个可选位置：**OFF**、**DIM** 和 **BRIGHT**。

## AN/APS-13 护尾雷达

AN/APS-13 护尾雷达是一个轻型雷达套件，当一架飞机从后方接近时，它提供驾驶舱警告。警告灯安装在前仪表板的左上，警铃安装在座椅附近的驾驶舱壁上。

AN/APS-13 控制面板包括电源开关、检测开关、警告灯亮度电位器开关和 VHF 装置音量旋钮。

在低空飞行时，护尾雷达可能因地面信号反射响起警报。



图 75: AN/APS-13 护尾雷达

## SCR-522-A VHF 无线电

SCR-522-A 指令无线电是个按钮控制的收发机，操作频段是 **100 - 156 MHz**，用于无线电归航和双向语音通信。控制盒在驾驶舱右侧电气控制面板后面。一个传声器按钮在油门手柄上。无线电工作在四个设置好的波道中的一个上。每个波道的频率在任务编辑器里由任务设计者在地面上设定好，飞行时不能改变。飞行时飞行员通过波道选择按钮选择需要的波道。有个模式开关允许选择用油门传声器按钮遥控（**REM**）、连续接收（**R**）或连续发送（**T**）。

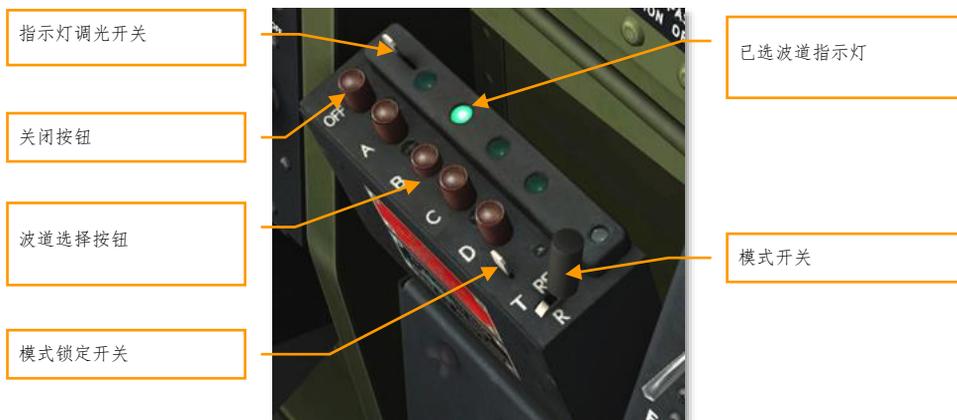


图 76: SCR-522-A VHF 无线电

**指示灯调光开关.** 指示灯亮度开关用一个调光盖遮住已选波段指示灯，以减小驾驶舱里的眩光。

**关闭按钮.** 当按下，关闭按钮禁用无线电。

**波段选择按钮.** 波段选择按钮用于选择接收和发送的波段。一次只能选择一个波段。

- “A”波段一般用作正常空对空或空对地管制通信。
- “B”波段通用于所有装有 VHF 设备的塔台。正常用于与塔台联系获得起飞着陆指引。
- “C”波段经常用于联系归航台。
- “D”波段正常用于空对地联系测向台，作为一个特殊的频率，频率定期由联系单位自动选择。

**已选波段指示灯.** 已选波段指示灯在某波段被选为接收和发送时亮起。

**模式锁定开关.** 模式锁定开关用于锁定模式开关在已选位置。当模式锁定开关设置在上位置，模式开关被一个锁定机构锁定。当模式锁定开关设置在下位置，模式开关保持在 R（接收）位置，可以移动到带有弹簧的 T（发送）位置，以允许飞行员在不能使用遥控传声器按钮操作发送器的情况时说话。当从 T 位置放开，模式开关回到 R 位置，连续接收通信。当模式锁定开关在下位置时，模式开关不能被设置到 REM（遥控）位置。

**模式开关.** 模式开关有三个可选位置：REM（遥控），R（接收）和 T（发送）。当设置到 REM，无线电由油门传声器按钮操作，松开传声器按钮时接收，按下时发送。当设置到 R，无线电处于连续接收模式。当设置到 T，无线电处于连续发送模式。

你可以通过设置右边 AN/APS-13 护尾雷达上的旋钮来控制 VHF 音量。

## SCR-695-A IFF 无线电

SCR-695-A IFF（敌我识别）电台允许自动发送，或识别接收到的来自装有适当设备的友方空中或地面单位发送的询问信号。它也可用于发送紧急或遇难信号。IFF 控制包括一个编码选择开关，提供六个代码选择，一个紧急开关用于发送求救信号，以及一个 ON-OFF 控制开关。



图 77: SCR-695-A IFF 无线电

在 DCS: P-51D 野马中，SCR-695-A IFF 无线电不能使用。

## AN/ARA-8 归航仪

AN/ARA-8 归航适配器装置与 SCR-522-A 指挥无线电一起使用，允许在 120-140 兆赫的频率范围内对任何发射载体进行归航。此外，该设备可用于空对空归航，以达到会合的目的。可以对连续波（CW）和调制连续波（MCW）信号进行归航。归航信号以耳机中的声音信号形式提供给飞行员，当发射台在左边时，莫尔斯码字符 D（-●●）；当发射台在右边时，莫尔斯码字符 U（●●-）。

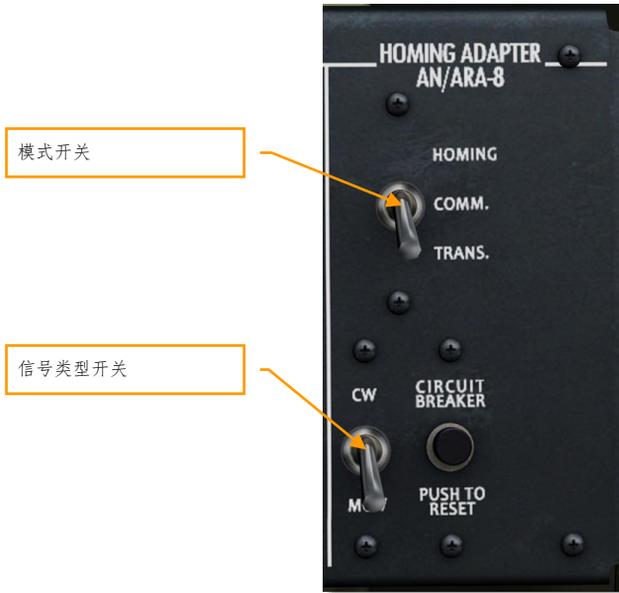


图 78: AN/ARA-8 归航适配器

**模式开关.** 模式开关用于设置适配器的工作模式。当设置为 HOMING 时, 适配器处于归航模式, 归航音频信号通过耳机提供给飞行员。在这种模式下, 不会听到来自 VHF 无线电的语音通信。当设置为 COMM. 时, 适配器不用于归航, VHF 无线电的语音通信提供给飞行员的耳机。当设置为 TRANS. 时, 适配器使用无线电发送信号, 作为其他飞机的信标。

**信号类型开关.** 信号类型开关用于设置归航的信号类型 - 连续波 (CW) 或调制连续波 (MCW)。

在 DCS: P-51D 野马中, AN/ARA-8 归航适配器无法使用。

## BC-1206“Detrola”无线电测距接收器

由于飞机上安装的 SCR-522-A 无线电指挥装置是甚高频的, BC-1206 "Detrola" 无线电测距接收器用于接收 200-400 千赫的低频范围内的信号。Detrola 位于驾驶舱右侧的底部, 在座位的前面。Detrola 只是一个接收器, 并不发射。然而, 可以同时使用 Detrola 和 VHF 指挥无线电。Detrola 的控制装置包括开关/音量旋钮和调谐旋钮。



图 79: BC-1206“Detrola”无线电测距接收机

在 DCS: P-51D 野马中，Detrola 不能使用。

## 驾驶舱加温和通风控制

P-51D 配备了向驾驶舱提供冷热空气，以及为挡风玻璃提供除霜空气。

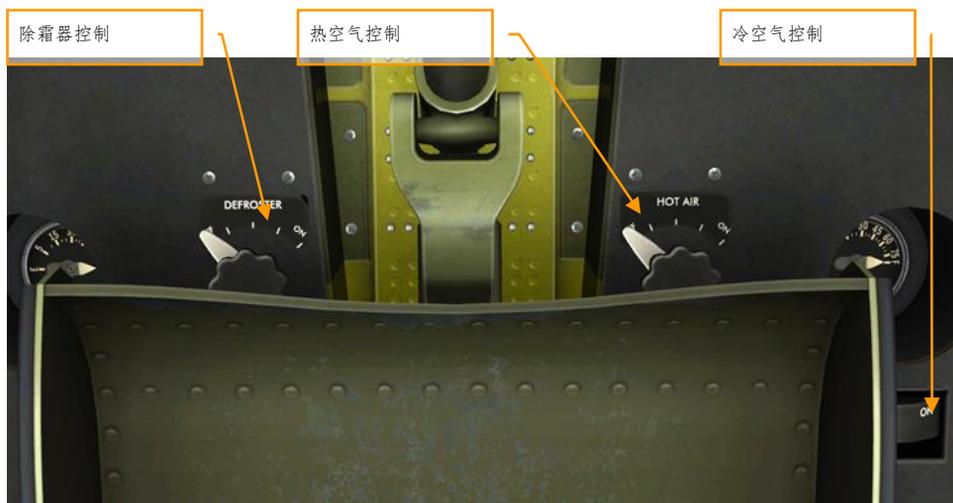


图 80: 驾驶舱加温和通风控制

**除霜控制旋钮。**挡风玻璃除霜控制旋钮位于驾驶舱的地板上，在座椅下方的左侧。该控制装置可以设置为开、关或任何中间位置，并机械地控制风管中的闸阀。

**热空气控制旋钮。**驾驶舱热空气控制旋钮机械地控制着一个门型阀门，位于飞行员驾驶舱的地板上，在座椅的右前缘下面。该控制装置可以设置为开、关或任何中间位置，并机械地控制风管中的闸阀。

**冷空气控制手柄。**冷空气控制手柄位于驾驶舱地板上飞行员座位的右侧。手柄有两个可能的位置：ON 和 OFF。控制手柄的机械操作可以使冷空气从位于飞行员座位后面的两个出口流出。

## 膝板地图

为了帮助导航，驾驶舱内有一张膝板地图。地图可以在任何时候在驾驶舱打开，通过按住[K]命令来快速瞥一眼，或者用[右 SHIFT+K]命令来切换开和关。地图上显示的是飞行计划图，最初是以起始航路点为中心。[ ]（左括号）和[ ]（右括号）命令可用于改变膝板页面，它在地图视图上循环飞行计划航路点。

此外，[右 CTRL + K]命令可以用来在地图上放置一个标记点。标记点表示飞机在地图上的位置，飞机的航向，以及放置标记点的游戏时间。

当飞行员在驾驶舱内启用时，也可以在飞行员的左腿上查看膝板（[右 SHIFT + P]）。



图 81: 膝板地图

# 飞行特性



# 飞行特性

## 一般特性

P-51D 总体是一架非常好的操控的飞机。正常装载下所有的操纵很轻且稳定。轻轻的、稳定的杆力足以执行任何常规的机动。在各种速度的平飞、爬升或俯冲时，需要的操纵力很轻，并且可以通过调整配平片稳定。不过，配平片本身很灵敏，需要小心调整。方向舵和升降舵配平会在速度或发动机动力输出改变时有轻微改变。

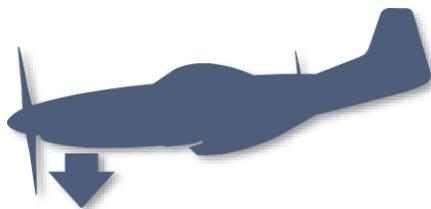
飞机的红线速度是指示空速 505 mph (IAS)，最高俯冲发动机转速是 3240 RPM。要特别注意不要在低空尝试陡俯冲，因为飞机的加速非常快。

飞机容易进入高速失速，不过并不比其他高速飞机严重。在比失速速度高约 5 到 10 MPH 时尾部会有抖振产生。要改出失速只要放松拉杆的力。改出几乎是瞬间完成的。

从普通失速改出也是一样的。也有抖振，不过发生在大约比失速速度高 3 到 5 英里每小时的时候。

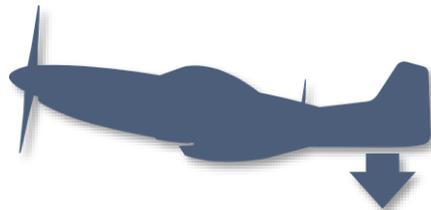
飞机的飞行特征一般是正常的。当配平为一般巡航速度时，当抬起机头，速度下降，飞机会有头重倾向。在同样的巡航条件下，如果压低机头速度上升，飞机会有与速度成正比的尾重倾向。

当你放下襟翼，飞机变得头重。

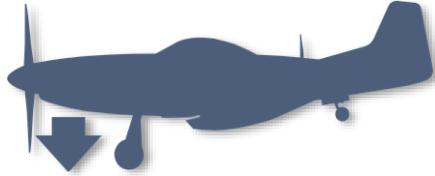


当你收起襟翼，飞机变得尾重。

当你收起起落架，飞机变得尾重。



当你放下起落架，飞机变得头重。



类似的，当收起或放下襟翼和起落架是可以预计有飞行姿态的变化。阻力增加导致飞机降低机头，阻力降低导致抬头。

P-51 不能保持持续侧滑。副翼控制不够使飞机保持在一个侧滑角里。不过，可以短时间维持侧滑以规避敌人的射击。当尝试任何侧滑时，应该在 200 英尺以上改出以防撞地。

随着在飞机的发展过程中，新设备被加装上飞机，特别是安装在驾驶舱后面的无线电设备和机身油箱，重心 (CG) 向后移动。这个导致拉杆需要的力减小。本来每增加 1G 需要 6 磅，而 P-51D 需要的力只有 1.5 磅每 G。此外，当加速度超过 4G 时，杆力开始反向。必须特别小心在急拉杆和盘旋时不要忽视或者让机身超载。

## 操作限制

### 载荷系数限制

P-51D 的结构载荷限制是 +8G 和 -4G (加上标准安全系数 1.5)。下图展示了总重 (GW) 9000 磅时对于不同指示空速和三个高度段的载荷系数限制。

要计算不同 GW 时的最大 G 载荷，读取图表中所需的空速和高度段的最大载荷，乘以 9000，再除以预计的 GW。举例：要计算 11000 磅 (即带有挂载的 P-51D) GW，在 10000 英尺以 225 mph IAS 飞行的最大 G 载荷，根据下列步骤：

- 读取图表中 225 mph IAS 在 10000 英尺高度的最大 G 载荷 (4G)
- 把图表读数乘以 9000 ( $4 \times 9000 = 36000$ )
- 把结果除以目标 GW ( $36000 / 11000 = 3.27G$ )

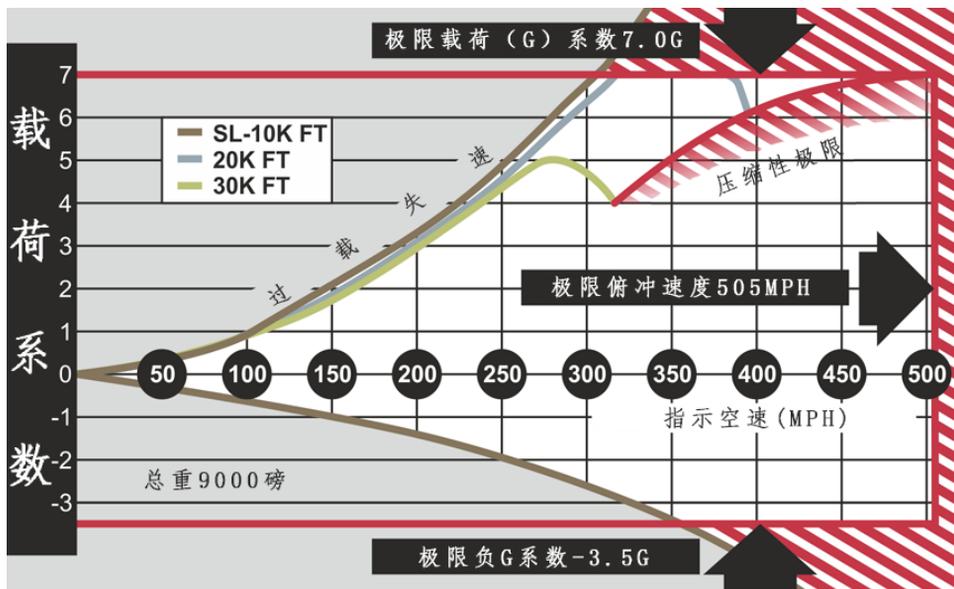


图 82: 载荷系数限制

除非机身油箱油量低于 40 加仑且未挂载副油箱和/或炸弹，否则不允许进行特技飞行。

### 发动机限制

最高俯冲发动机转速是 3240 RPM。避免在低风机增压器模式时操作转速低于 1600 RPM。避免在高风机增压器模式时操作转速低于 2000 RPM。

### 空速限制

标在空速表上的红线标记表示 5000 英尺以下最大允许空速 (505 mph)。当高度高于 5000 英尺，最大允许指示空速必须对高度根据 [最大指示空速](#) 图调整。

不要超越下列机翼襟翼设置空速限制：

襟翼放下角度 [度]	最大指示空速 [mph]
10	400

20	275
30	225
40	180
50	165

当挂载了 75 加仑的可抛弃副油箱，不要超过指示空速 400 mph。在侧滑时不要让空速低于指示空速 110 mph。

## 仪表标记

正常飞行的飞行和发动机制限制都包含在驾驶舱里的特殊标示牌上。包括下列限制：



图 83：最大起飞进气压力 - 61 in. HG (155 cm HG) (红色标记)。操作范围 26 - 36 in. HG (66.04 - 91.44 cm HG) (绿色区域)。



图 84:

最大允许滑油温度 **90°C (194°F)**，滑油操作温度 **70-80°C (158-176°F)**。

最大允许滑油压力 **90 lbs./sq. in.**。最小允许滑油压力 **50 lbs./sq. in.**。滑油操作压力范围 **70-80 lbs./sq. in.**。

最大燃油压力 **19 lbs./sq. in.**。最小允许燃油压力 **12 lbs./sq. in.**。燃油操作压力范围 **12-16 lbs./sq. in.**。



图 85: Max. 起飞转速 3000。操作范围 1600-2400。



图 86: 最大允许指示空速 505 mph (808 km/h, 440 节)



图 87: 最大冷却剂温度 121°C (250°F), 操作范围 100-110°C (212-230°F)



图 88: 理想的化油器空气温度范围 15-30°C (59-86°F), 最高 40°C (104°F)

## 特殊飞行条件

### 满机身油箱

当机身油箱装了超过 25 加仑汽油，必须特别小心驾驶杆。在这种情况下，飞机的飞行特性发生很大变化——油箱里的燃油越多变化越大。当机身油箱里的燃油超过 40 加仑，必须避免任何高性能机动。燃油重量把重心后移，导致飞机在机动时非常不稳定。

### 反操作性

当机身油箱满的时候，飞机重心后移非常远，以至于基本无法配平到放手平飞状态。同时，当试图急拉杆或转弯时，会因高 G 作用在重心后移的机身上的效果导致杆力方向反转。例如，一旦在盘旋时有了 G 载荷，飞机会自然的加紧拉杆，可能需要推杆以保持平衡。类似的，当用重心后移的飞机改出俯冲时，飞机有过急改出的趋势，可能需要从拉杆改为推杆以保持理想的拉起率。

这种重心影响杆力到反向操作趋势叫做反操作性。对于 P-51，当机身油箱装了可观量的燃油，可以预见这种效果。当机身油箱里的油量下降到一半以下时，反操作性快速减小。此外，P-51D 在升降舵控制系统曲拐上增加了配重。配重减小了为克服反操作性趋势需要推杆的力。

### 副油箱

当装备了副油箱，只允许进行正常姿态的飞行。携带副油箱时仅能进行正常爬升盘旋和下降。

### 低空飞行

当在超低空飞行，飞机应被配平至稍稍尾重，以避免在飞行员注意力暂时从飞机控制上被吸引走时飞机机头掉向地面。

### 高空飞行特性

P-51D 的 2 级、2 速增压器能够提供充足的动力直到 35000 英尺以上。作为一般规律，高度越高，要达到相同反应的操纵移动量更大。

增压器的风机会在 14500 到 19500 英尺之间自动切换到高速。这种变化会伴随着暂时的动力波动和进气压力增加，直到进气压力调节器跟上。在下降时增压器切回到低风机时没有明显的效果。作为预防措施，应留意增压器控制开关。如果琥珀色灯在低于 12000 英尺时没有熄灭，增压器应手动设置到 LOW。当运行在高风机，必须小心平稳操纵油门。因为粗糙的操作会导致发动机喘振，大幅降低在高空的机身效率，增加控制力度。

## 高速俯冲

P-51 是个优秀的俯冲平台，这要感谢它简洁的设计、层流翼、出色的空气动力学特性和小迎风面。它能达到惊人的速度，因此有必要在俯冲时特别小心。下表展示了各种俯冲角的安全拉起高度。这些数值基于持续 4G 的拉起，在 4000 英尺高度改出进入平飞。

如果飞机为平飞配平后开始俯冲，不建议在俯冲时使用配平片。如果真的需要，飞机可以在俯冲时使用配平，但是必须非常小心。因为配平片的输入非常灵敏。必须小心不能把飞机配平成头重。

**注意附表，显示了各种角度俯冲改出所需的最低安全高度。这些数值基于持续的 4G 加速度，这是普通飞行员可以承受不黑视的值。**

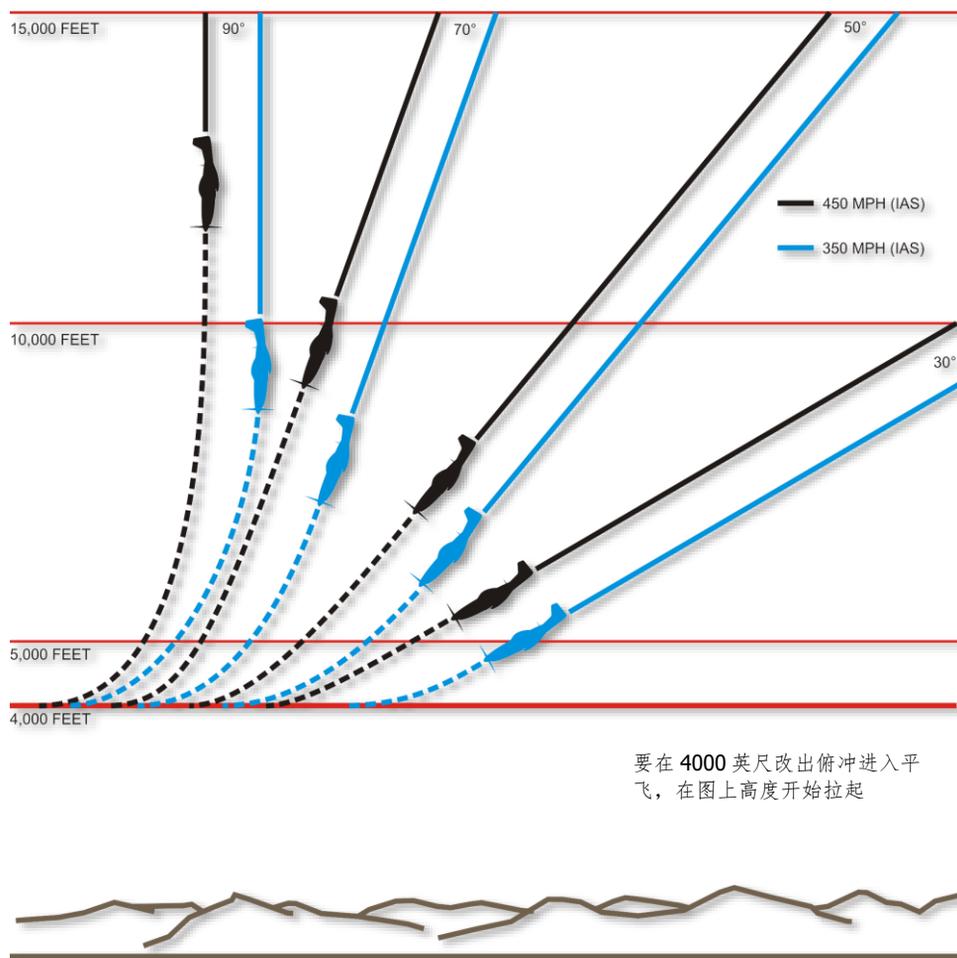


图 89: 最小安全高度

## 最大指示空速

P-51 在不同高度的最大安全指示空速 (IAS) 在下图给出。注意在 5000 英尺以上，数值小于 505 mph IAS。也就是说，P-51 的红线速度不是固定值，是根据高度变化的值。高度越高，最大允许指示空速越低。到达超过最大允许的速度会使机翼和其他机身结构部分过载。最大指示空速

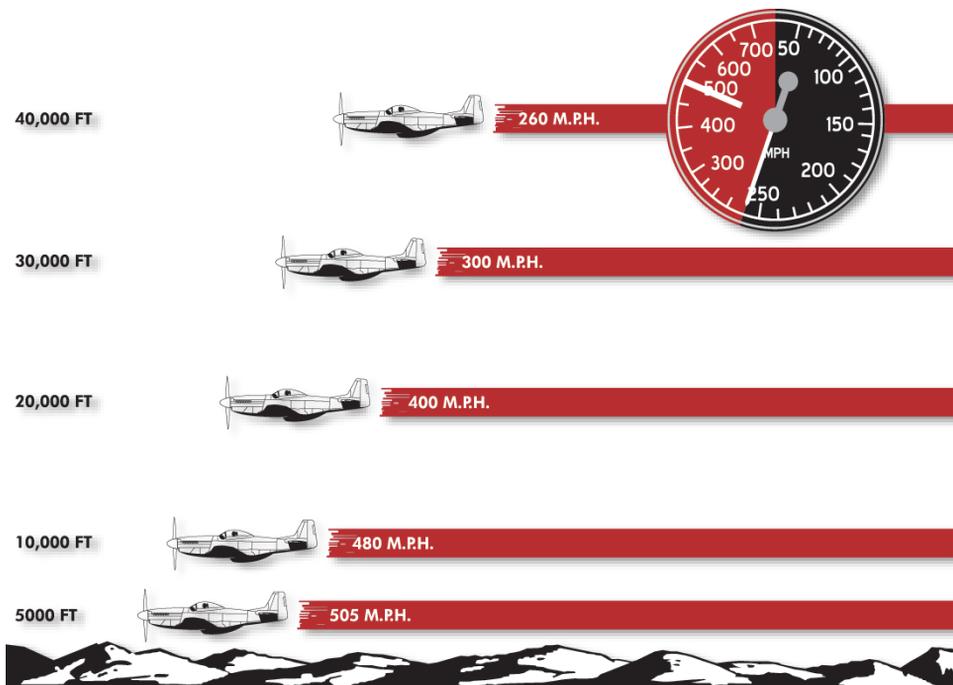


图 90：最大指示空速

## 压缩性

压缩性效果导致飞机在接近声速时失去控制，也是高度上升最大指示空速减小的原因。飞机的升力特性大部分被破坏，阻力急速增加。飞机的稳定性、操纵和配平特性受到影响。尾部抖振或者操纵变硬，或者飞机开始不可控制的俯仰和颠簸，或者不可控制的滚转和偏航，或者这些效果的组合。如果飞机继续在不可控制的俯冲里增速，要么巨大的声障冲击波振动导致结构失效，或者飞机在压缩性俯冲中坠毁。

在 P-51 上，压缩性的第一个效果是控制杆的“磕”，驾驶杆偶尔在飞行员的手里轻微跳动。如果允许空速增大，移动会变大成“走”杆，驾驶杆不可控制的向前后移动，导致飞机俯仰力矩的“颠簸”特性。随着速度增加，这种效果会变得越来越强。

要避免俯冲时的压缩性效果，非常重要的一点是要在当前高度的安全速度进入俯冲，并在俯冲过程中小心监视空速。下面的表格用真空速（TAS）和指示空速（IAS）给出了不同高度的安全起始俯冲速度。

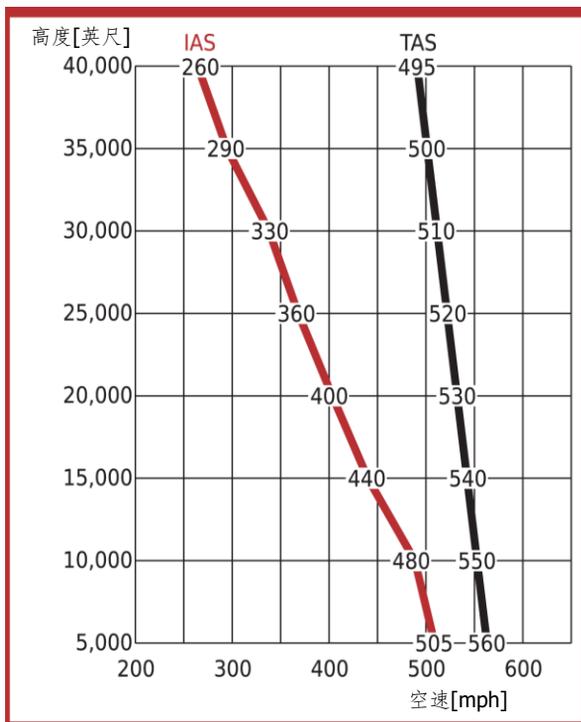


图 91: 最大允许俯冲速度

## 滑翔

P-51 可以安全的最低以高于失速速度 25% 的速度滑翔。一般装载情况下，在各高度这个速度在指示空速 125 mph 左右——这个速度随着飞机重量增加而变大。最优无动力滑翔速度是 175 mph。

起落架和襟翼收起时，滑翔飞行轨迹很平。不过在这种条件下，机头抬得高，向前视界比较差。放下襟翼或起落架会降低安全滑翔速度，大大地使滑翔角变陡，并增加下降率。

下表列出了各种高度开始以 175 mph IAS 无动力滑翔获得的水平滑翔距离：

高度 [英尺]	40000	35000	30000	25000	20000	15000	10000	5000
距离 [英里]	115	101	87	72	58	43	29	14

## 失速

当飞机不能产生控制飞行足够的升力时，会发生失速，一般会发生在两个机翼中的一个上。这会导致各种程度的失去控制，最坏的情况可能导致翻转或失控尾旋。P-51 的失速特性普遍来说是温和的，可改出的。一般来说，失速前机身会抖振。失速速度很大程度上取决于飞机的总重和外部挂载。放下襟翼会大大降低失速速度。

在 P-51 上从失速改出是正常的。在最早期，简单的松开驾驶杆和舵让机头下降就能恢复控制。如果发生机翼下坠的情况，蹬反舵松开驾驶杆就能恢复控制。

下列表格以 mph 为单位列出了各种飞行条件下近似的主动进入无动力失速的速度：

	总重 [lbs]	起落架收起 襟翼收起			起落架放下 襟翼放下 45°		
		水平	30° 坡度	45° 坡度	水平	30° 坡度	45° 坡度
仅安装机翼 挂架	10000	106	115	128	101	110	123
	9000	101	109	121	94	103	116
	8000	94	102	114	87	98	108
挂炸弹、 副油箱、 或火箭弹	12000	119	128	143	113	123	136
	11000	113	122	137	107	117	131
	10000	108	116	130	102	111	124
	9000	102	110	123	95	105	117

## 尾旋

### 无动力尾旋

总的来说，P-51D的尾旋不舒服，因为有严重的振荡。偶尔左尾旋的振荡会在三圈后减弱，但是右尾旋的振荡不会。当控制进入尾旋，飞机向尾旋方向旋转半圈，机头会下降到接近垂直。一圈结束时，机头抬起过地平线，尾旋减慢，偶尔会出现几乎完全停止。然后飞机旋转半圈，机头下降到地平线下**50-60度**，然后继续像第一圈那样。在螺旋位置保持控制需要的力非常沉重，舵的抖振变得很明显。当控制改出时，机头下坠到接近垂直位置，尾旋加速，然后在**1到1又1/4圈**时停止。

### 无动力尾旋改出

左右尾旋的改出程序是一样的。蹬反舵时，机头轻微下降。尾旋加速大约**1到1又1/4圈**，然后停止。舵力开始时轻，在第一个半圈的一秒内变得非常重，然后再尾旋停止时减小到零。正常情况下一般用下列方法改出：

- 控制尾旋。
- 蹬满反舵。
- 飞机对舵有反应（停止旋转）后杆中立。
- 舵回中，尾旋结束，完成改出。

### 有动力尾旋

P-51不应故意进入有动力尾旋。在有动力尾旋，飞机机头保持**10到20度**高于地平线，直到油门完全收回前改出操纵对飞机没有效果。

### 有动力尾旋改出

完全关闭油门然后使用无动力尾旋的改出操纵。保持蹬满反舵和杆中立直到改出起效。蹬舵后需要转五或六圈，损失高度**9000到10000英尺**。

## 高性能机动

P-51D有出色的特技飞行品质。驾驶杆和舵的力很轻，副翼操纵在所有速度都很出色。高性能机动主要的安全考虑是高度。

飞机能够轻松执行战斗转弯（急上升转弯）、跃升转弯半滚倒转、慢滚、筋斗、殷麦曼（半筋斗翻转）和分离S（半滚倒转）等机动。不过，记住倒飞必须限制在**10秒**内，因为倒飞位置会失去滑油压力，回油泵不能工作。

当执行筋斗时，在顶点时需要拉杆，因为机头不会自己下坠。如果不拉杆，飞机有背着爬升的趋势。

P-51D的空气动力学特性使快滚这类机动无法满意的实现。激进的尝试快速滚转飞机可能导致动力尾旋。

**高性能机动只能在机身油箱油量少于40加仑时进行。**

## 仪表飞行

### 高度控制

在给定的空速和动力设置下，爬升或下降率根据俯仰，也就是机头姿态的变化而变化。在高速时，非常小的俯仰改变会立刻导致高爬升或下降率，伴有快速的获得或失去高度。因此，当在低空以仪表条件飞行，比如仪表进场时，主要的安全准则是：*保持低空速。*

### 坡度控制

转弯指针是陀螺驱动的，仅能显示转弯率，与速度无关。因此，对于一个给定的转弯率，协调转弯的滚转角取决于真空速。一个在 1000 英尺高度和指示空速 200 MPH 的标准速率转弯需要大约 27° 坡度。但是在 25000 英尺，完成指示空速 200 MPH 的标准速率转弯需要大约 37° 坡度，因为在那个高度真空速超过了 300 MPH。

进入大坡度转弯时升降舵的操作弄压力快速变化，这时非常容易无意识的改变你的俯仰。根据上面的解释，这些机头姿态微小的改变，在高速时会导致大高度改变。当在接近地面仪表飞行时这是非常危险的。这种危机可以通过保持低空速来避免。当空速降低，给定转弯率所需的滚转角大大减小，操纵的问题也成比例的减少。

### 操纵灵敏度

由于 P-51 的灵敏度，自始至终在集中精神在仪表上是必要的。精确的配平控制是极端重要的，它将大大有助于身体放松，使得更容易把注意力集中在仪表飞行的各种不相关的细节上。应根据需要经常仔细的配平。

### 仪表进场

在将要接近起始进场点时，空速降低到指示空速 150 mph，襟翼放下到 10°。保持低空速可以简化无线电程序，并提高了对飞机的操纵。

在完成起始进场后，五边进场以指示空速 130 mph 进行，放下起落架，襟翼放下到 15°。

尽管五边进场速度很大程度上取决于云幕条件，但仍然推荐使用 130 mph 和 15° 襟翼。

## 结冰

结冰通常发生在风挡、机翼、安定面、垂直尾翼和副油箱前部。一发现结冰的迹象，立刻改变高度离开结冰空气层。积冰会增加阻力，降低升力，需要增加动力保持高度和速度。如果机翼积冰，做比正常时更宽、平缓和高速的转弯，尤其在进场和着陆时。谨慎使用襟翼。记住，结冰增大失速速度。确认皮托加温器在结冰条件下打开。

结冰也可能在进气口发生，影响发动机的性能。当化油器空气温度在 -10°C (14°F) 和 +15°C (59°F) 之间时化油器结冰形成最快。不过，化油器结冰可以在任何时刻形成，即使外界温度高达 32°C (90°F)，温度露点差高达 12°C (54°F)。化油器结冰的形成难以探测，因为自动进气压力调节器保持恒定的进气压力。仅有的告警是发动机的震动。

要防止化油器结冰，设置化油器冲压空气控制杆到 **UNRAMMED FILTERED AIR**，把热空气控制杆设置到 **HOT AIR**。这两个控制要一起用。如果使用化油器热空气没有消除震动，用完全起飞动力设置运行发动机一分钟以清洁发动机。如果是化油器结冰导致震动，根据需要使用热空气防止进一步的结冰形成。

如果进气道被冰堵塞，则无论化油器空气控制的位置如何，热空气会自动进入进气口。

# 正常程序

BLADE SERIAL NO. AP917233  
BLADE ASSEM. NO. 156-2481  
LOW ANGLE 42 IN. RAD. 22.8  
HIGH ANGLE 42 IN. RAD. 57.8

REMOVE BEFORE

ING GEAR  
SPECTION

## 正常程序

### 外部检查

外部检查从驾驶舱开始,顺时针移动经过左翼、发动机、右翼,最后是机尾部分。在环绕飞行走的过程中,检查全机身是否有皱褶、铆钉松动、凹痕和检修门松动。要特别注意以下几点:

- 检查轮胎。检查充气是否适当,特别是不能充气不足,也不能磨损到磨损点。
- 检查起落架避震器的间隙。两个避震器的间隙应相等,约  $3\frac{7}{16}$  英寸。
- 检查皮托管以确认皮托管罩已移除。
- 确认机枪舱门的盖子固定牢固。
- 检查油箱盖,确保关闭妥当。
- 观察飞机时,检查所有的 **Dzus** 紧固件,特别是在机头部分的。同时确认检查整流罩上的螺栓,特别是那些在机翼和机身之间的。

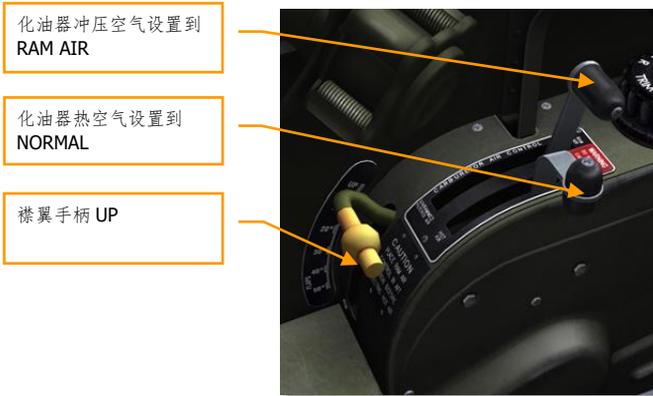
### 开车前准备

进入驾驶舱后,立即确认点火开关在 **OFF** 位置,混合比控制在 **IDLE CUT-OFF** 位置。从左到右执行下列驾驶舱检查:

- 机身燃油——检查机身油箱油量表(飞行员座椅后,左侧)。



- 襟翼手柄——UP。
- 化油器冲压空气控制——向前至 **RAM AIR** 位置(除非需要使用 **FILTERED AIR**)。
- 化油器热空气控制——向前至 **NORMAL** 位置(除非需要使用 **HOT AIR**)。

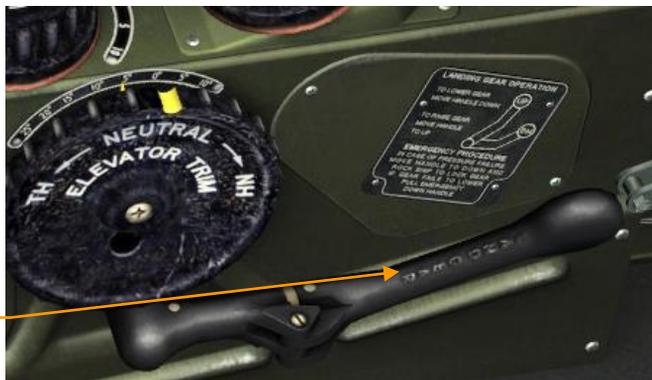


• 配平片

- 方向舵配平：向右 6°。
- 副翼配平：0°。
- 升降舵配平：0°（机身油箱少于 25 加仑燃油）或 2-4°头重（机身油箱多于 25 加仑燃油）。



- 起落架手柄——DOWN。

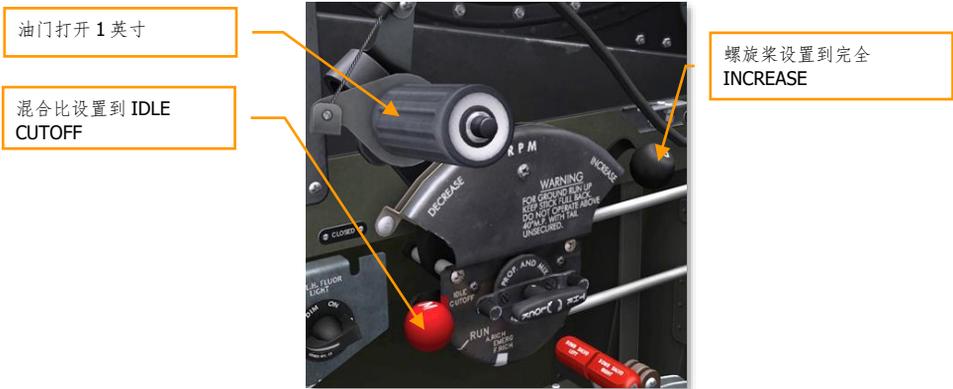


起落架  
手柄 DOWN

- 左油量表——检查仪表，位于左侧地板上。



- 混合比控制——IDLE CUTOFF。
- 螺旋桨控制——完全向前至 INCREASE。
- 油门——打开 1 英寸。



- 射击瞄准具陀螺选择开关——FIXD。
- 射击瞄准具陀螺电机开关——ON。



- 武器开关
  - 火箭弹开关 SAFE。
  - 炸弹开关 OFF。
  - 机枪保险开关 OFF。



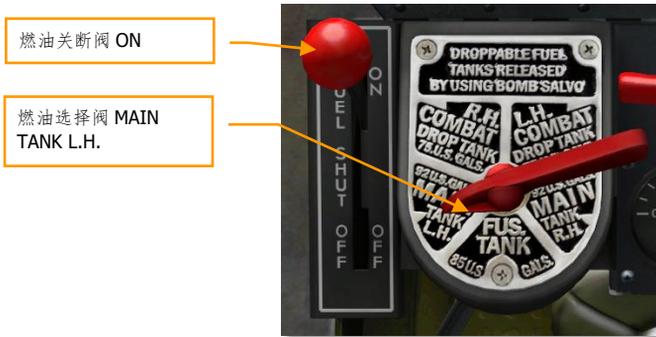
- 高度表——根据需要调零或拨正到机场高度。



- 陀螺仪表——解锁陀螺方向仪（默认解锁）和飞行指示仪。
- 操纵——检查驾驶杆和舵的操纵确认没有约束。观察操纵面的反应是否正确。
- 停放刹车——设置。不要尝试用脚刹车驻留飞机。



- 增压器——AUTO（默认设置）。
- 燃油关断阀——ON。
- 燃油选择阀——设置到左翼油箱。



- 右油量表——检查仪表，位置在右侧地板上。



- 燃油增压泵——ON。



- 电池和发电机开关——ON。

电池 ON

发动机 ON



- 冷却剂和滑油散热器鱼鳞板控制开关——手动操作从 CLOSE 到 OPEN，听声音检查门是否运作。发动机在地面运行时保持两个鱼鳞板都完全打开（起飞时鱼鳞板设置到 AUTOMATIC）。

对于所有的地面操作，滑油和冷却剂散热器鱼鳞板必须完全打开以防过热。

滑油散热器鱼鳞板控制开关

冷却剂散热器鱼鳞板控制开关



- 注油和启动——完成了从左到右的检查后，你已经准备好了，按照后面的程序开车。在此之前，根据任务，应检查下列项目：
  - 在任何飞行前，按下并检查起落架告警灯。
  - 如果需要使用氧气，检查氧气压力表压力 400 PSI。

- 如果预计要进行夜间飞行，检查所有必要的照明——仪表荧光灯、驾驶舱旋转灯、位置和识别灯，还有着陆灯。

## 开车

完成启动前检查后，根据下列程序开车：

- 冷车注油三到四秒，热车注油一秒。
- 打开起动机开关盖，把开关保持在 **START** 位置以操作起动机，开始旋转发动机（[Home]键）。



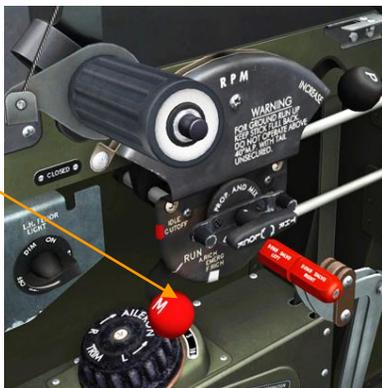
- 在螺旋桨叶六次经过座舱盖后，在继续操作起动机的同时把点火开关设置到 **BOTH**。



- 开车后，把混合比控制移动到 **RUN** 并释放起动机开关。

如果发动机转了几圈后停止，再多注一秒油。

混合比设置到 RUN



如果开车后停车，立刻把混合比控制返回 IDLE CUT-OFF。

- 检查滑油压力在 30 秒内达到至少 50 PSI。如果没有，关车。
- 慢车到 1200-1300 RPM 直到滑油温度达到 40°C 且滑油压力稳定。
- 检查负压计显示真空压力在 3.75 到 4.25"。
- 检查所有的发动机仪表。确认他们没有超过或低于其限制。
- 发动机暖机后，慢车到 1000 RPM 或稍低。这样能保持发动机清洁，但不会太热。



如果因为任何原因需要在地面上把发动机进气压力拉到超过 40”，先确认飞机已锚定。

## 关车

要关车，执行以下程序：

- 设置螺旋桨控制完全向前。这样使发动机下次启动更容易。
- 慢车到 1500 RPM。
- 燃油增压泵——OFF。
- 把混合比控制移动到 **IDLE CUT-OFF**，当转速跌过 700 RPM 时打开油门。转速在 700 RPM 以上时不要打开油门，因为这时突然打开油门会把燃油放进化油器，导致复燃——发动机爆震并再次试图点火。
- 点火开关——OFF。
- 关闭所有的电力开关。别忘了电池开关。
- 锁定驾驶杆，把化油器空气杆移动至 **UNRAMMED FILTERED AIR**。

- 如果要使用停放刹车，给一定的时间让它们冷却，否则可能锁死。避免使用停放刹车，除非受到条件限制或者需要通宵固定飞机。

请参考下表，了解飞行时的进气压力和发动机转速限制的图表，以及发动机仪表限制。

#### 飞行进气压力和转速限制表

	最大巡航	最大持续	起飞最大	军用动力	战争应急
进气压力[英寸]	42	46	61	61	67
转/分	2400	2700	3000	3000	3000

#### 发动机仪表限制表

	冷却剂温度	滑油温度	滑油压力	燃油压力
最低	-	-	50 PSI	14 PSI
理想	100°-110°C	70°-80°C	70-80 PSI	16-18 PSI
最高	121°C	105°C	-	19 PSI

## 滑行

当飞机处于3点接地姿态，机头阻碍了前方视界。这意味着滑行时，必须持续走锯齿形（或S形转弯）路线。

打开座舱盖滑行。这样不仅有助于观察，还能使驾驶舱在地面保持冷却。在常规的滑行中，保持驾驶杆向后拉过中点。这样可以锁定尾轮，使其能根据脚踏在左右各6°范围内转动。在地面转角进行急转时，推杆解锁尾轮。在这个位置尾轮可以全向旋转。小心别在解锁尾轮前开始急转弯——会有卡住的趋势。

滑行时收住油门，并尽可能少用刹车。在滑行道浪费很多汽油和烧掉刹车是毫无意义的。

## 起飞前检查

在起飞前执行下列起飞前检查：

- 主要操纵：
  - 检查操纵面能自由运动。
- 仪表和开关：
  - 高度表拨正完毕。
  - 陀螺方向仪设置完毕。
  - 飞行指示仪设置完毕。
  - 所有仪表读数在理想范围内。
  - 所有开关和控制正确的位置。
- 燃油系统：
  - 检查燃油选择手柄在 MAIN TANK L.H.。确认选择器在卡位里。
  - 燃油增压泵开关设置到 ON。
  - 注油开关设置到 OFF。
- 襟翼：
  - 设置起飞襟翼（正常起飞用 UP，最短距离起飞放下 15-20°）。
- 配平：
  - 方向舵配平：向右 6°。
  - 副翼配平：0°。
  - 升降舵配平：0°（机身油箱少于 25 加仑燃油）；2-4°头重（机身油箱多于 25 加仑燃油）。
- 起飞前试车：
  - 检查螺旋桨杆在完全 INCREASE 位置。
  - 动力检查——推油门到 2300 RPM。在这个转速，进气压力应该比场压低 1/2 in.Hg，误差范围是 +/- 1/2 in.Hg。

进气压力如果超过场压表示发动机没有提供最大动力，应该进行检查。

- 点火系统检查
  - 在 2300 RPM，螺旋桨设置为完全 INCREASE 时，把点火开关从 BOTH 移动到 L，回到 BOTH，然后移动到 R，回到 BOTH。检查中让发动机在 BOTH 位置稳定转速。右磁电机的最大允许转速减小是 100 RPM，左磁电机的最大允许转速减小是 130 RPM。如果转速减小多于允许值，火花塞需要去铅处理。
- 慢车转速检查——发动机慢车至 650 到 700 RPM，调节油门防止慢车停车。

- 加速和减速检查——混合比设置在 RUN 位置，从慢车推油门到 2300 RPM。发动机应该加速和减速平稳，没有回火的趋势。
- 化油器冲压空气控制杆设置到 RAM AIR（仅在有需要时设置到 UNRAMMED FILTERED AIR 或 HOT AIR 位置）。
- 混合比控制设置到 RUN。
- 增压器控制设置到 AUTO。
- 滑油和冷却剂散热器空气控制开关设置到 AUTOMATIC。

机尾没有绑定的地面试车时不要超过 40 in.Hg。飞机有可能拿大顶。

## 起飞

### 正常起飞

执行下列程序进行正常起飞：

- 确认起飞区域干净，检查五边进场有无进场飞机。
- 松开刹车，对准起飞航向。
- 平滑稳定推油门到起飞动力（61 in.Hg MP 和 3000 RPM）。
- 不要尝试过早抬起机尾，会增加方向不稳定性。推杆会导致尾轮解锁，使操纵困难。最佳起飞程序是保持住机尾直到有足够的速度给方向舵操纵，然后允许慢慢抬起机尾。当机尾抬起进入稳定起飞姿态时保持航向可能需要踩一点舵。

推荐使用 61 in.Hg 和 3000 RPM 动力进行起飞。起飞滑行开始后应尽快达到此动力。不过要平稳的推油门，中间不要停。突然变化动力产生的扭矩效应可能导致飞机方向的失控。

当执行编队起飞，可以用低一点，55 in.Hg 的动力设置起飞。这样可以留给僚机增加动力到大于长机的空间，以保持相对位置。

如果在起飞滑跑时发动机发生振动，立刻把油门收小 4 或 5 in.Hg，在条件允许的情况下完成起飞。收小油门可以减小爆震和预燃强度并减小发动机故障的概率。如果起飞时遇到这种情况，下次飞行前必须更换火花塞。

起飞时避免突然增加发动机动力！要平滑稳定。

### 最短距离起飞

要完成最短距离起飞，放下襟翼到 15 - 20°。保持飞机在三点接地姿态，直到飞机自己以这个姿态离地。起飞后让空速增加，超过 100 mph 后开始爬升。当空速达到安全值时收起起落架。在 200 英尺高度以上收起襟翼。

## 侧风起飞

推荐使用下列程序进行侧风起飞：

- 推油门至起飞动力（61 in.Hg 和 3000 RPM）。
- 稳住机尾直到有足够速度进行方向舵操纵。速度应稍高于正常起飞。
- 用足够的副翼控制保持机翼水平，甚至向来风侧稍带坡度。
- 牢牢保持飞机在跑道上，直到有足够速度进行平滑干净的拉起。
- 起飞后，侧向来风以抵消偏流。

## 起飞后

起飞完毕后立刻按下列步骤操作：

- 向内侧再向上拉动起落架杆，收起起落架。确认杆进入 UP 卡位。最短距离起飞时，高度至少达到 200 英尺，获得足够的空速，确认没有障碍后收起襟翼。
- 检查冷却剂和滑油温度，还有滑油压力。

**起飞后不要用刹车停止机轮转动，以防刹车盘锁死。**

- 到达 500 英尺高度后，油门收至 46"进气压力，转速减小至 2700 RPM。
- 根据需要为爬升姿态重新配平。
- 检查所有仪表工作正常，参数在正常范围内。确认电流表显示发电机输出适当的电流。刚起飞时，充电率不应超过 100 安培，5 分钟内应降回正常的 50 安培。如果电流没有减小，把发电机断开开关调到 OFF，然后返回机场。另外在起落架收起后检查液压读数接近 1000 PSI。

最优爬升速度大约是 170 mph。

## 着陆

### 下降

下降前，把风挡除霜控制旋钮调到 ON。下降可以在各种安全速度下进行，推荐的最低速度是比失速速度高 25%。起落架和襟翼收起时，下滑道很平，机头较高。在这种情况下前方视界比较差。在交通繁忙区域，应使用一系列“S 转弯”以防可能的相撞。放下襟翼或起落架，或都放下，会大大增加滑翔角和下降率。

## 进场检查

当为了着陆进场机场，执行进场检查，包括下列步骤：

- 燃油——选择最满的内部油箱来着陆。
- 燃油增压泵——设置到 ON。
- 混合比控制——设置到 RUN（早期的飞机是 AUTO RICH）。
- 化油器冲压和热空气控制杆——根据需要。
- 滑油和冷却剂散热器空气控制开关——AUTOMATIC。
- 以 3000 RPM 和 61 in.Hg 运行 1 分钟以清洁发动机。
- 螺旋桨控制——向前至 2700 RPM。
- 起落架——移动杆到 DOWN。检查指示器显示起落架放下并锁定。注意，起落架应在不高于 170 mph 时放下。
- 襟翼——完全放下。注意，襟翼通常在四转弯进入五边时放下。
- 肩部安全带——锁紧，并向前倚靠来测试。

使用的起落航线可能因机场和当地条件而不同。无论使用何种起落航线，保持航线足够靠近机场，并有足够高度，确保即使失去动力也能把飞机安全带回机场。

准备离开编队着陆时，控制你的空速。速度越大，减速的距离越长。离开编队应在速度小于 200-225 mph 时进行。

## 着陆程序

准备着陆时执行下列步骤：

- 放下起落架前减速到 170 mph 以下。
- 放下起落架时，确认控制手柄在 DOWN 并锁定。检查起落架指示灯。确认液压回到约 1000 PSI。放下起落架的时候要准备好感到飞机头重。调整升降舵配平来补偿。
- 在起落航线保持指示空速约 150 mph。
- 当四转向五边进场，指示空速低于 165 mph 时放下襟翼。
- 一旦对准五边且襟翼放下，保持指示空速约 115-120 mph。
- 当确认着陆进场正确，关闭油门。
- 接触跑道前，用受控的拉平进场脱离下滑道，以 3 点接地姿态在跑道的前三分之一接地。
- 在跑道上保持飞机在 3 点姿态直到飞行速度降低，飞机大约在 90 mph 速度接地。

驾驶杆中立或拉杆时尾轮是锁定的，所以接地后的转向是有限的。保持拉杆直到充分减速，可以准备离开跑道进行滑行。

滑行转弯时不要试图推杆松开尾轮。在开始转弯前松开尾轮。

下面的插图展示了着陆程序：

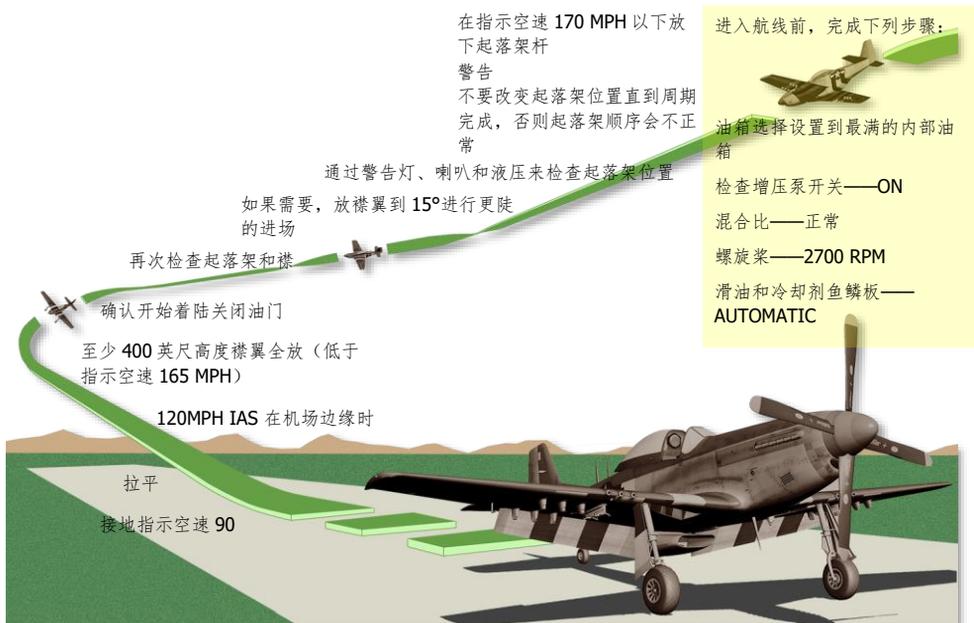


图 92: 进场和着陆程序

## 着陆后

着陆后，尽快离开跑道，并执行下列步骤：

- 设置油门到 1000 RPM。
- 打开座舱盖。
- 设置滑油和冷却剂散热器空气控制开关到 OPEN。全开后松开开关到 OFF。
- 完全收起襟翼。
- 设置配平片回中。
- 设置螺旋桨控制到完全 INCREASE。

- 设置燃油增压泵到 OFF。

## 特殊着陆条件

### 侧风着陆

推荐的侧风着陆程序如下：

- 保持比正常进场稍高的空速。
- 向来风方向稍倾斜机翼以抵消偏流，保持飞机对准跑道。
- 在接地前改平机翼。
- 确认接地后保持拉杆，这样尾轮仍然锁定。
- 如果侧风过强、不稳定，或难以预测，使用两点着陆。任何明显的侧风时用一半的襟翼着陆。

如果需要在进场时侧身移动，确认在着陆前修正。永远不要侧身着陆，因为起落架会有很大应力。

### 阵风着陆

在阵风条件下，保持比正常稍高的速度，以减小在阵风之间突然失去升力的可能性。注意阵风对飞机的影响。阵风有膨胀效应的趋势。当阵风停止，飞机会因失去升力下坠，导致撞击地面。

使用一半的襟翼执行阵风条件下的着陆。

### 湿着陆

湿着陆使用刹车时需要特别注意。防止抱死刹车，否则可能导致失去控制的侧滑。如果前风挡的能见度差，使用风挡两边的玻璃板。

## 着陆复飞

如果在着陆时发生或可能发生问题，不要犹豫，复飞。推荐的复飞程序如下：

- 在 2700 RPM 快速但平稳推油门至 46"。避免突然增大动力，以防因扭矩效应导致失控的可能。
- 随着动力增加，用右舵和向右配平抵消向左的扭矩。
- 收起起落架。
- 配平飞机以减轻升降舵杆力。
- 当指示空速达到 120 mph，高度达到 500 英尺，收起襟翼。逐步收起襟翼，每次 10°。襟翼收起时观察姿态变化。

- 根据需要为持续飞行设置滑油和冷却剂散热器鱼鳞板。

不要突然和大幅度移动油门。所有的操纵都要平滑，以免失控。

如果飞机已为着陆配平，可能需要可观的推杆力量保持低头，直到升降舵重新配平。

保持航线直很重要，直到获得足够空速再收起襟翼和开始机动。

## 寒冷天气操作

### 开车

低温开车程序需要比正常更多的注油，在点火后立刻注油直到发动机运行平稳。一般不认为在起转的全阶段连续注油是有害的，但仅在发动机转动的时候注油。

发动机点火前不要打开混合比控制，以防过多的燃油进入进气系统。如果发动机在起转了 2 分钟后还没启动，关闭起动机，在下次尝试前冷却一分钟。

如果运行了 30 秒仍没有滑油压力，或者在地面操作几分钟后压力降到 0，立刻关车并检查，以防过度磨损和损坏。

### 起飞前

- 在进行点火系统检查之前，踩住刹车，让发动机运转起来，直到火花塞燃烧干净，发动机运转平稳。
- 检查飞行操纵能自由运动。
- 根据需要使用化油器加温，使化油器空气温度保持在限定范围内，以改善起飞时的发动机运行。
- 起飞前把皮托管加温开关调到 ON。

### 起飞

开始起飞滑跑时，尽可能快地将油门推进到起飞功率，以确保可以获得额定的起飞功率。如果无法达到需要的动力，终止起飞，因为发动机可能发生了故障。

### 起飞后

打开机枪加温器。

## 飞行中发动机操作

根据需要使用化油器加温以改善燃油蒸发和避免战斗时化油器结冰。不过不要在 12000 英尺以上使用化油器加温。由此产生的过度贫油会因为化油器的高度补偿产生的热量的导致发动机振动。

**因为装有恒速螺旋桨和自动进气压力调节器，除了不正常的发动机运行外，很难发现化油器结冰。**

## 飞行中系统操作

在极低温时，大约每半小时急速增加一次螺旋桨转速，大约 200 RPM，以确保持续的转速调节。当转速表显示能够正常调节时马上回到理想的巡航转速。

## 进场

- 由于逆温经常发生在寒冷环境，避免发动机在下降时过冷。
- 当外界气温低于-12°C (10°F)，使用化油器加温。
- 在五边进场前至少一分钟关闭所有不必要的用电设备，以在发电机断开时，减少电池的负载。
- 踩刹车以铲除积冰。

# 应急程序



# 应急程序

## 发动机应急

### 发动机过热

发动机过热可以通过下面一个或多个效果识别：冷却剂溢流阀弹出、冷却剂超过最高温度，或有白烟从排气口冒出。飞行中的发动机过热可能有下列原因导致：

- 用大动力爬升，但是低于推荐的空速。也就是说，进入气道的空气不够。要解决这个问题，改平，减小动力并增加空速。
- 自动鱼鳞板控制工作不正常。这种情况下，用开关手动控制鱼鳞板，观察仪表看问题是否解决。
- 滑油用完了。这种情况可以在滑油压力表上发现。即使鱼鳞板全部打开发动机还是会继续过热。这个问题无法解决，所以保持尽可能低的转速和动力，尽快着陆。
- 冷却剂用完了。即使鱼鳞板全部打开发动机还是会继续过热。这个问题无法解决，所以保持尽可能低的转速和动力，尽快着陆。发动机失效前你可能只有大约 10 分钟。
- 超过了发动机的操作限制。根据设备的类型，确认化油器空气设置在 **RAM AIR**。检查混合比控制看是否设置在 **RUN** 或 **AUTO RICH** 位置。

如果条件有利于停车着陆且过热持续，可以考虑在着陆前关车的可能性。

### 发动机故障

发动机故障分成两种主要类别：突然发生的和提供足够告警的。突发故障很罕见，一般仅在点火或供油完全失效时发生。大多数发动机故障是逐步发生的，并会给飞行员足够的告警以显示可能就要发生故障。运行极端粗糙的发动机、失去滑油压力、正常飞行时过高的冷却剂温度、进气压力降低和波动的转速都表示即将发生故障。当有迹象表明发动机即将发生故障时，飞行员应立刻着陆。

### 空中开车

如果发动机在空中停车，你有足够高度电话，可以尝试重新启动，条件是发动机不是因明显的机械原因停车。除非发动机抱缸或发生内部结构故障，即使在最小滑翔速度时，螺旋桨也会随风转动。如果空速不慎降至螺旋桨停转，飞机应稍压低机头以重新获得速度。在几乎所有情况下，螺旋桨会重新开始旋转。如果有必要，可以用起动机转动发动机。在用起动机前所有没必要的用电设备都应关闭。检查油箱选择手柄在最满的油箱后执行启动程序。

### 起飞滑跑时发动机故障

如果发动机小心使用，使用前彻底检查，在起飞时故障的概率可以大大降低。如果发动机在起飞滑跑飞机离地前发生故障，执行下列程序：

- 完全关闭油门。
- 根据需要使用刹车以实现快速停止。
- 如果怀疑是否能安全停止在跑道上，点火开关应设置到 OFF，燃油关断阀杆设置到 OFF。
- 如果跑道仍然不够进行安全停车，难以避开障碍物的话，抛弃所有外部挂载，把起落架手柄移到 UP 位置。
- 摇开座舱盖或拉下座舱盖应急释放手柄。
- 停稳后，尽快离开飞机，并待在机外。

### 起飞后发动机故障

如果发动机在起飞后不久发生故障，飞行员必须快速思考并采取正确的行动，以免失去过多的速度，没有足够的安全地面可供降落。执行下列步骤：

- 如果发动机开始故障，把混合比控制移到 FULL RICH（或 EMERGENCY RICH）。
- 如果故障继续，立刻降低机头以保持空速。
- 如果装了炸弹或副油箱，拉下炸弹齐投手柄抛弃。
- 拉下座舱盖应急释放手柄抛弃座舱盖。
- 如果不确定能否安全着陆，移动起落架手柄到 UP。
- 如果时间允许，放下襟翼。
- 混合比控制移动到 IDLE CUTOFF。
- 点火开关调到 OFF。
- 燃油关断杆移动到 OFF。
- 电池断开开关调到 OFF。
- 紧固肩部安全带。
- 直接向前着陆。
- 着陆后，离开并待在机外。

### 飞行时发动机故障

如果发动机在飞行时开始故障，立刻把混合比控制移到 FULL RICH（或者 EMERGENCY RICH）。如果发动机在飞行中故障，可以弃机、水上迫降或带回机场进行停车着陆。要在停车时着陆，执行这些步骤：

- 立刻降低机头使空速不跌过失速速度。保持指示空速高于失速速度。

- 如果安装了副油箱和炸弹，在非人口稠密区用炸弹齐投杆抛弃它们。
- 设置燃油关断杆到 OFF。
- 设置电池断开开关到 OFF，除非需要用电力操作照明或无线电。
- 选择着陆区域。如果在机场附近，通知塔台。小心判断转弯，计划迎风着陆。
- 压低头、放低座椅，拉下座舱盖应紧急释放手柄抛弃座舱盖。
- 如果有长跑道可用，时间和高度允许很好地计划一个进场，设置起落架手柄到 DN。如果在其他任何条件下着陆，保持起落架收起。
- 设置襟翼到 30°，留着剩下的 20°用于五边进场时弥补可能的错误。确认可以安全着陆后完全放下襟翼。
- 迎风着陆。
- 着陆后，离开并待在机外。

## 螺旋桨失控

螺旋桨调节器故障很罕见，可能你永远也不会遇到。当确实发生时，螺旋桨失控，也就是桨叶进入完全的低桨距，导致发动机转速高达 3600 RPM 或更高。很明显，转速必须立刻降低，否则发动机会被完全毁坏而需要迫降或跳伞。

如果遇到螺旋桨失控的情况，执行下列程序：

- 拉回油门到 3240 RPM，这是发动机的最大允许俯冲转速。
- 抬起机头减速，如果在高空飞行，逐步回到一个中等的高度。保持速度在指示空速 140 mph 左右。
- 当到达机场，放下起落架，进行正常着陆。

## 起火

当遇到起火，保持座舱盖完全关闭。打开座舱盖会导致快速充满烟雾。类似的，不要放下起落架，因为这样也可能把火吹进驾驶舱。

如果发动机起火，尝试按照下面步骤控制火势：

- 混合比控制到 IDLE CUTOFF。
- 燃油关断杆到 OFF。
- 油门关闭。
- 点火开关到 OFF。
- 电池断开开关到 OFF，除非需要用电操作无线电或照明。

当起火后在驾驶舱里时，覆盖所有身体暴露部分，包括眼睛。如果火情需要跳伞，到准备离开飞机时再打开座舱盖。解开安全带前不要抛弃座舱盖，配平飞机，把腿收回蹲在座椅上准备跳出。然后拉下座舱盖应急释放手柄，向右上方猛冲，用头把座舱盖顶开。

## 着陆应急

### 在不确定的地形迫降

如果在不确定的地形迫降是不可避免的，不要犹豫，尝试机腹着陆。放轮迫降应只在能够绝对确认安全的情况下使用。

### 机腹着陆

如果机腹着陆不可避免，最好着陆在硬表面上。在松软地面上，气道有埋入地下的趋势，不仅会突然停下飞机，还会导致比硬表面机腹着陆更大的机身损坏。

#### 机腹着陆程序

- 保持机轮收起。
- 抛弃任何副油箱和炸弹。
- 放低座椅，低下头，抛弃座舱盖。
- 确认肩带和安全带锁定。
- 使用约 30° 的襟翼直到快要着陆。确认着陆区域后完全放下襟翼。
- 保持约 120-130 mph 的速度直到接地。
- 3 点姿态进场，以降低飞机速度。
- 接地前关掉开关。
- 飞机一停稳，尽快离开并移动到安全距离外。
- 除非附近有救援，待在飞机附近帮助搜救队确定你的位置。如果条件允许，可以考虑使用滑油或汽油点燃一个信号火堆。

### 夜间迫降

如果需要在夜间迫降，推荐跳伞，除非能见度条件异常的好。不要尝试在夜间迫降——即使是机腹着陆——除非与地面管制有无线电联系，直接指引你到附近的已知机场，并确认飞机有足够的条件安全着陆。

## 刹车故障

记住刹车系统不是由飞机的液压系统操作的，每个刹车由自己的独立压力缸，通过使用刹车踏板操作。因此，两个刹车同时故障的可能性极低。当一个刹车故障，一般总是可以用另一个来停止飞机。

如果在滑行时失去一个刹车，使用另一个（好的）刹车和可锁定的尾轮。立刻关闭油门和开关。如果因此速度过高，锁定好的刹车，在地上打转直到飞机停下。

如果在检查磁电机时刹车失效，立刻收回油门，并用好的刹车保持飞机在地面上打转。

如果在着陆时，你知道刹车不可操作——或者你怀疑是这种情况——用允许的最低安全速度进场和着陆。使用全襟翼和你最好的技术进行 3 点着陆。接地后切断混合比控制来完全关车。用停转的螺旋桨制造额外的刹车效果帮助你着陆得尽可能短。

如果刹车锁住了，不要尝试主轮型（机尾抬起）着陆。如果这样做，你要么螺旋桨擦地，要么拿大顶。

## 液压系统故障

如果液压系统故障，记住你可以拉起应急旋钮放下起落架。程序如下：

- 把起落架控制手柄放到 **DOWN** 位置。这样可以释放保持起落架位置的机械锁。
- 拉起红色应急旋钮。这会释放管道里的液压，允许起落架靠自己的重量放下。

起落架可能没有足够的力量锁定到位。要避免这个问题，持续拉起红色应急手柄时左右摇飞机，直到起落架卡进锁定位置。

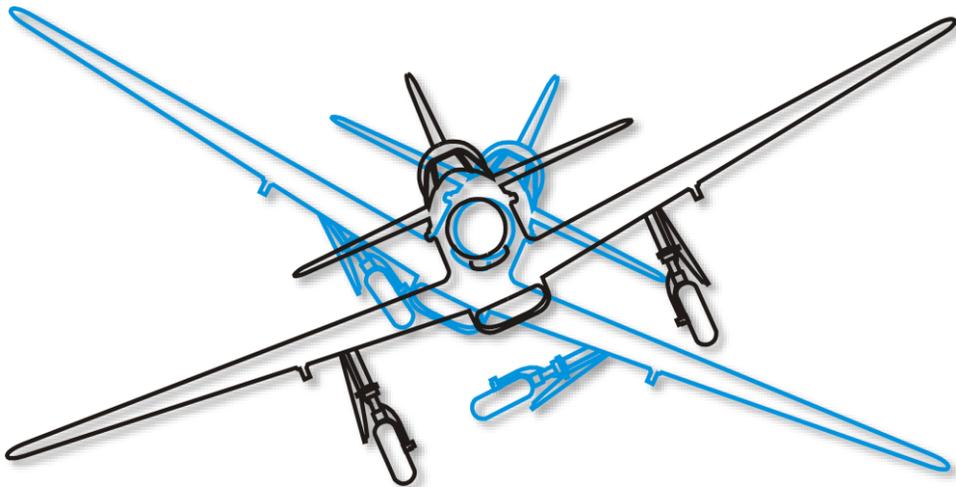


图 93：摇它锁定它

尾轮一般可以毫无困难锁定。如果没有，加速飞机，迫使部分放下的尾轮因大的气压进入锁定位置。或者，进行一个俯冲然后一个拉起，让足够的加速度迫使尾轮放下。

## 电气系统故障

飞机的电气系统回路受到右侧面板上断路器的保护。这些开关由一个覆盖着它们带铰链的凸板控制，可以一次复位所有的按钮，免去了寻找正确开关的必要性。

如果一个回路过载，断路器会稍弹出面板。要复位，等待几秒钟让开关冷却，然后用力推下凸板。如果开关立刻再次弹起，给更长时间的冷却然后再试一次。如果反复尝试仍然无法复位开关，没什么其他办法能修复它。回路很可能短路，无法在飞行时修复。

如果电流表显示电气系统有故障，电池过度充电，把发电机断开开关设置到 **OFF**。小心不要对电池过充电。

无论何时发电机关闭后，无线电应保守使用，因为它会很快耗尽电池。

如果电流表显示电池充电不足，检查发电机断开开关以确认没有意外调到 **OFF**。如果发电机开关设置在 **ON** 但是电池仍然没有适当充电，仅在需要的时候使用无线电。充分利用电池内剩余的电量。

记住，如果电气系统完全失效，点火系统可以继续靠磁电机运行。不过，滑油和冷却剂气道会不可操作，因为它们用电力控制。

## 轮胎故障

如果在着陆进场时胎压低或者爆胎，执行 **3** 点着陆。除非必要，不要使用刹车。使用时仅能轻轻地使用对侧的刹车，并需要足够的反舵来保持飞机直线前进。

如果右轮胎漏气，着陆在跑道的左侧，左轮胎漏气着陆在右侧。

如果完全失去胎压，不要尝试用轮毂着陆。执行机腹着陆。

## 水上迫降

除非是最后手段，永远不要尝试用 **P-51** 进行水上迫降。战斗机没有为浮在水上而设计，而且 **P-51** 有更大的下潜的趋势，因为气道在机身下面。它会在 **1.5** 到 **2** 秒内沉没。

**P-51** 有可能成功在水面迫降，也有几次成功的案例。不过这是非常冒险的情况。如果在水域上遇到问题，不可能到达陆地时，跳伞优先于水面迫降。在大部分情况下，可以拉起至少 **500** 英尺来进行安全跳伞。遇到这种情况，进行一个尽可能陡的爬升，在飞机达到最高高度时离开飞机。跳伞时推荐从右侧离开飞机，因为滑流可以帮助安全的离开尾部区域。

## 无线电程序

在水上迫降前参考下面“在水面跳伞”章节的内容进行正确的无线电程序。只要条件允许，尽可能多地完成程序。救援的成功率很大程度上取决于空中/海上救援单位是否能够获得准确的事件位置。

## 进场和触水

根据水面的情况估测风速。如果判断风速低于 35 mph，沿与波浪平行的方向触水。仅在风速大于 35 mph 或海面平静时迎风迫降。

保持机轮收起，根据可用的动力成比例的使用襟翼，以获得最小的向前速度和最低下降率。以 3 点姿态进场，遵守下列程序：

- 放低座椅，低下头，抛弃座舱盖。
- 抛弃副油箱和炸弹，如果安装了。
- 松开降落伞安全带。
- 确认肩带和安全带锁定并拉紧。
- 保持 120 mph 空速。
- 接地前关掉开关。
- 以正常着陆姿态触水。
- 接触后的减速会非常猛烈。当飞机停止，你不会有多于 2 秒的时间离开驾驶舱，所以准备好快速执行下列步骤：
- 解开安全带。
- 跳出驾驶舱，从降落伞包里拉出救生筏。
- 解开降落伞安全带后立即对奶罩（“Mae West”）救生衣充气。
- 对救生筏充气，然后爬进去。
- 始终保持穿上救生衣，即使在浅水区。同时如果可能，尝试打捞降落伞，因为可能对救援有帮助。

## 跳伞

当飞机可控时，P-51D 有好几种跳伞的方法。不过推荐按照跳伞程序来，因飞机无论是在受控、起火还是尾旋时它都基本一样。

- 将飞机减速到合理安全的最低速度——通常大约 150 mph。跳伞时速度越低，风险越小。不要减速到失速，特别是在没有动力的情况下。
- 放低座椅，低下头，抛弃座舱盖。

- 断开耳机和氧气管的连接，松开安全带和肩带。
- 把自己拉到座椅上，两腿弯曲蹲在座椅上。
- 头部朝向右翼后缘跳出，除非因为起火或者其他原因需要从左侧离开。

## 高空跳伞

如果在高空遇到问题，在跳伞前尝试降低高度。如果不可能降低高度，打开氧气调节器上的应急旋钮，做几次深呼吸，让你的肺充满氧气。在自由落体的过程中尽可能长时间摒住呼吸，以减少高空稀薄的冷空气带来的问题。还有，在高空跳伞时，推荐保持自由落体直到达到低高度，因为在高空打开降落伞会给身体带来更大的 G 载荷。

## 尾旋时跳伞

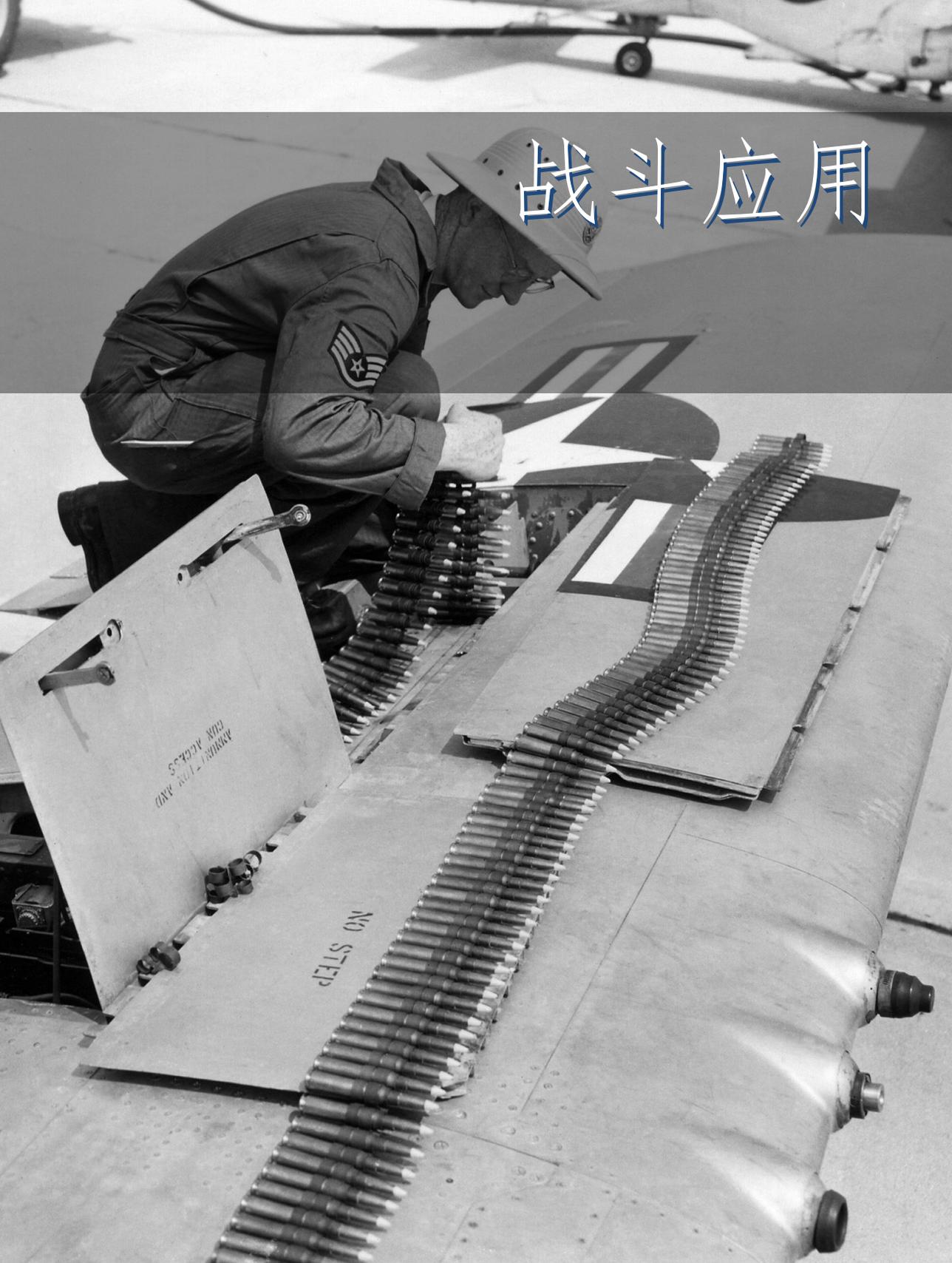
当在尾旋时跳伞，推荐从尾旋内侧跳出，反对从外侧跳出。这样可以帮助防止在跳出时撞击机身。

## 水上跳伞

当在水上跳伞，执行明确的无线电程序很关键，可以增大快速救援的可能性。如果可能，爬升高度以增大 VHF 无线电的距离，帮助空中/海上救援单位获得你的位置。无线电程序的一般步骤如下：

- 向僚机通告你的状况。
- 如果安装了 IFF 套件，把应急开关调到 ON。
- 发送“Mayday”（求救信号）三次，然后是你飞机的呼号三次。
- 第一次发送使用设定好的空地通信频率。如果在这个频率无法建立通信，使用任何其它可用的频率与地面台建立联系。
- 如果时间允许，提供下列信息：
  - 估计的位置和时间。
  - 航线和速度。
  - 高度。
  - 跳伞或水上迫降的意图。
- 在跳伞前，断开 VHF 控制开关上的安全线，把开关切到 T/R。
- 如果情况正常了，没有必要跳伞了，确认在相同的波道取消遇难呼号。

# 战斗应用



## 战斗应用

在本节，我们将概述 P-51D 的武器应用。

### 机枪

#### 使用 K-14 射击瞄准具瞄准

K-14 射击瞄准具包含两个光环：补偿（陀螺）环和固定环。在固定环里，一个十字准线代表瞄准中心。两个光环可以同时或选择性使用。同时使用两个环可以利用瞄准线到陀螺环的位置提供有用的提前量显示。这种情况下，最好遮住固定环的光环以使射击瞄准具的瞄准线清晰。



图 94: K-14 瞄准具光环

固定环包含十字准线和一个 70 密位环（未遮罩时）。陀螺环包含一个点和环绕着的六个菱形。要使用陀螺环，通过机动飞机，把小点直接移动到目标上，保持敌机被六个菱形环绕直到完成击杀。

射击瞄准具面板的正面包含一个翼展标尺，刻度从 30 到 120 英尺。标尺用于在交战前设置匹配预计的敌机的翼展。

油门控制手柄包含旋转把手。把手通过线缆和滑轮与射击瞄准具连接，末端是一个带有刻度从 600 到 2400 英尺的测距滑轮。



图 95: 带有旋转把手的油门控制手柄

当把手位于完全逆时针位置，表盘上的指针指示 2400 英尺。当旋转把手时，距离表盘指示器会移动以显示设置的目标距离。

当飞机机动把小点移动到敌机上时，持续旋转把手调整菱形环的大小，直到目标被菱形的内侧套住。射击前小点必须被保持在目标上一秒，以给瞄准具计算正确提前角的时间。

要想象一个连接菱形内侧的虚拟圆环，形成一个连续的瞄准环。

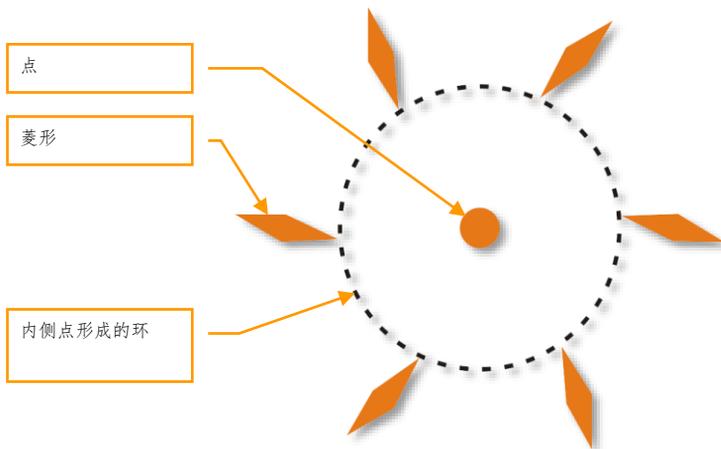


图 96: 陀螺环

当准备交战时，把手应设置到最小距离 600 英尺。当从一个目标切换到另一个时也应如此。

当开始瞄准一个目标时，距离应保持在最小设置，直到小点在目标上或附近。然后用把手通过把目标套在菱形内侧环里设置正确的距离。这个程序减少过度测距，防止过多修正，可以最快达到射击条件。

当目标飞机呈直角时—— $90^\circ$ 偏差射击——则无法用机翼来设置光环大小，即使目标带有坡度。对于大多数飞机，从驾驶舱到机尾末端的距离接近翼展的一半。因此，可以把小点放在驾驶舱，假想的环接触机尾来进行正确的瞄准。

注意环要在机尾的最末端，不是仅到总承上。

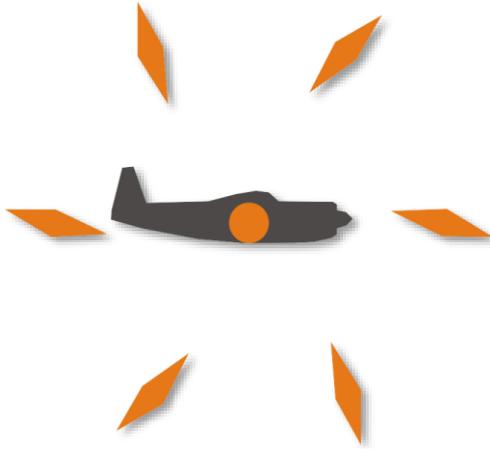


图 97：目标  $90^\circ$

如果机翼和机身都不是直角，框架必须比飞机稍大，以补偿观察角度。如果机翼和机身呈  $45^\circ$ ，用翼尖和机尾测距时应该在目标的两侧增加  $1/6$  的直径，或者  $1/3$  的半径。这是最大的允许值。光环直径的十分之一可以满足大多数的要求。



图 98: 目标的机翼和机身呈 45°

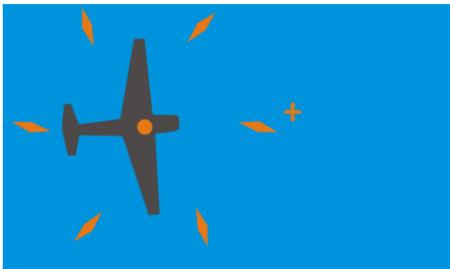
当固定十字和点的分离显示出允许有较长的提前量，大约 85 至 100 密位，任何小的测距误差都会被距离放大，使远距离射击变得不可行。当显示仅有小提前角，小的测距误差无关紧要。在最大距离射击仍然有效。

当接近目标到距离小于 600 英尺时，菱形可以被完全忽略。可以简单的把小点压在目标上进行有效射击。

陀螺和固定环都显示在反射板上。他们通过准直透镜聚焦到无穷远。视差效应已降至最低，这可以防止在飞行员通过射击瞄准具移动视线时，目标相对于光环的偏移。

下面的插图展示了一些可能的交战情况下正确和错误的瞄准方案。

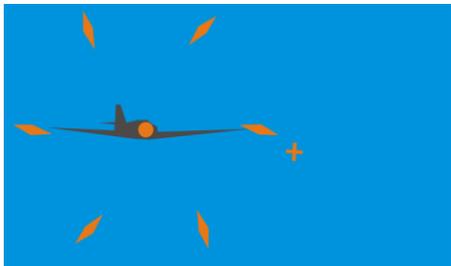
## 目标图样. 对与错



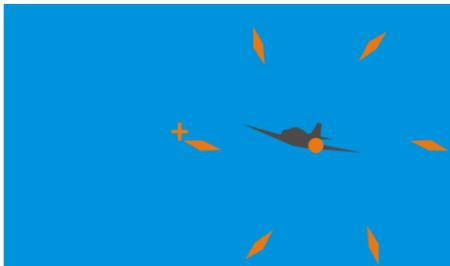
正确——你现在距离正好。开火！



不正确——小点不在目标上。



正确——菱形环符合目标的翼展。



不正确——菱形环太大，导致距离和提前角错误。



正确——侧面攻击时环应少许大于机身长度，因为翼展大于长度。



不正确——菱形内尖构成的虚拟环应符合目标的翼展。

## K-14 射击瞄准具的飞行前检查

起飞前按照下列步骤检查瞄准具：

- 机枪保险开关设置到 **GUNS, CAMERA & SIGHT**。
- 陀螺选择开关设置到 **FIXED & GYRO**。两个光环图形都应出现在反光玻璃上。
- 旋转瞄准具亮度电位器获得理想的亮度。
- 在地平线上找个点；确认陀螺环图像的点重叠在固定环的十字上。
- 旋转油门旋转把手从最小到最大距离检查陀螺环图像操作。

## 使用 K-14 射击瞄准具的机枪射击

瞄准具的正常飞行操作如下：

- 机枪保险开关设置到 **GUNS, CAMERA & SIGHT**。
- 识别目标；然后设置翼展调节杆到符合目标飞机的翼展。
- 驾驶飞机，让目标出现在陀螺环内，旋转油门旋转手柄直到陀螺环的菱形符合目标的尺寸。
- 距离变化时持续旋转把手使陀螺环符合目标大小。平稳跟踪目标一秒；然后开火。
- 开火时持续测距和跟踪。

## 炸弹

### 投放炸弹

下列是释放炸弹的标准程序：

- 设置炸弹预位开关到 **ARM** 位置。
- 设置炸弹-火箭弹选择开关到 **BOTH** 进行同时释放或 **TRAIN** 进行单独释放。
- 按下在驾驶杆上的炸弹-火箭弹释放按钮释放炸弹。如果炸弹-火箭弹选择开关设置在 **TRAIN**，炸弹-火箭弹释放按钮只释放左侧炸弹。再按一下炸弹-火箭弹释放按钮会释放右侧挂架上的炸弹。

注意，炸弹可以在飞机俯仰姿态从 **30度** 爬升到垂直俯冲的范围内释放。

**垂直俯冲时不要在侧滑角大于 5 度时释放炸弹。那样可能会让炸弹砸到螺旋桨。**

### 应急炸弹和副油箱投放

位于驾驶舱左侧仪表盘后面的炸弹齐投手柄，可以在正常电动释放故障时手动释放炸弹或副油箱。

## 火箭弹

当射击火箭弹时，射击瞄准具陀螺选择开关应设置到 **FIXED**。

### 射击火箭弹

要射击火箭弹，执行下列步骤：

- 把火箭弹计数旋钮调到 **1**。
- 设置炸弹-火箭弹选择开关到 **ROCKETS**。
- 要预位火箭弹头部引信在撞击后延时引爆，设置延时开关到 **DELAY**。

- 要单发火箭弹，设置火箭弹释放控制开关到 **SINGLE**，每次按下驾驶杆上的炸弹-火箭弹释放按钮发射一枚火箭弹。
- 要连续射击火箭弹，设置火箭弹释放控制开关到 **AUTO**，并在发射火箭时按住炸弹火箭弹释放按钮约一秒钟。

# 无线电通信



## 无线电通信

有两种可选的使用无线电的模式，取决于在游戏设置选项卡里的“简易通信”选项。这个设置同时决定游戏里操作无线电菜单的按键命令。

因为 P-51 的 SCR-522AVHF AM 无线电受限于 5 个波道，你只能和你载入的无线电频率一样的实体进行通信。无线电频率在任务编辑器里由任务设计者设置，并应写入任务简报里。

### 简易通信启用

无线电通信窗口按下 [N] 反斜杠键（这是美国键盘，其他语言键盘可能不同）进入。选择命令后可以选择无线电或对讲机（如果需要的话），而且自动调频（如果需要的话）。[N] 键也用于关闭命令菜单。

当无线电菜单显示，接收者以不同颜色显示，如下：

- 无线电最后一次调到的频率的接收者是白色的。
- 无线电频率可以调到，但不是现在所选频率的接收者是灰色的。
- 因为距离或地形遮挡、地表曲率因素无法联系到的接收者是黑色的。

每个接收者都会列出它们的调制/频率。当你选择接收者，适当的无线电会自动被调频让你与其通信。

当启用简易通信模式，下列“快速”命令快捷键也是可用的：

[左 WIN + U] 请求 AWACS 基地航向。

[左 WIN + G] 命令小队攻击地面目标。

[左 WIN + D] 命令小队攻击防空目标。

[左 WIN + W] 命令小队掩护我。

[左 WIN + E] 命令小队继续任务然后返回基地。

[左 WIN + R] 命令小队继续任务然后重新加入编队。

[左 WIN + T] 命令小队散开/收拢编队。

[左 WIN + Y] 命令小队重新加入编队。

### 简易通信未启用

当简单通信模式关闭，按键发送（PTT）按钮 [右 ALT + \] 用于打开无线电命令面板。PTT 按钮打开关闭当前选择的无线电的无线电通信窗口。

当列出接收者，没有颜色区别，同时也不列出他们的调制/频率。这是更真实的游戏模式，需要你知道每个接收者正确的调制/频率，必须在正确的无线电上手动设置频率。

## 无线电通信窗口

顶层接收者列表：

如果使用“简易通信”，不在任务里出现的接收者不会列出。

**F1. 僚机...**

**F2. 小队...**

**F3. 第二机队...**

**F4. 联合末端攻击引导员...**

**F5. 空管...**

**F7. 空中预警机...**

**F8. 地勤人员...**

**F10. 其他...**

**F12. 关闭**

热键可以直接执行结构里的任何命令。可以在控制选项里查找。

要退出无线电通信，也可以按 ESC 键。

## F1 僚机

在无线电通信主窗口中选择了 F1 僚机后，你可以选择发送基础类型的信息给你的 2 号僚机。它们是：

**F1. 导航...**

**F2. 交战...**

**F3. 用以下武器攻击...**

**F4. 机动...**

**F5. 重新加入编队**

**F11. 上一个菜单**

**F12. 关闭**

## F1 导航...

导航选项允许你引导你的僚机去想去的地方。

**F1. 在此盘旋.** 你的僚机会在它当前位置盘旋直到你发出重新加入编队命令。

**F2. 返航.** 你的僚机会返航并在飞行计划设置的机场降落。

**F11. 上一个菜单**

**F12. 关闭**

## F2 交战...

交战选项允许你引导你的僚机攻击特定类型的目标。发出命令后僚机会尝试确定特定类型目标的位置并攻击。

**F1. 攻击敌军地面目标.** 僚机会攻击任何它可以定位的地面目标。

**F2. 攻击敌军装甲车辆.** 僚机会攻击任何它可以定位的坦克、步兵战车和装甲运兵车。

**F3. 攻击敌军火炮.** 僚机会攻击任何它可以定位的火炮或多管火箭发射器。

**F4. 攻击敌军防空.** 僚机会攻击任何它可以定位的敌方高射炮和地对空导弹单位。

**F5. 攻击敌军运载车辆.** 僚机会攻击任何它可以定位的补给、运输、燃油、发电、指挥控制和工程单位。

**F6. 攻击敌军步兵.** 僚机会攻击敌方步兵单位。注意步兵单位很难发现，除非他们在运动或者发射武器。

**F7. 攻击敌军舰船.** 僚机会攻击敌方水面舰艇。注意大部分水面舰艇全副武装，P-51 不是很适合攻击这种目标。

**F8. 攻击敌机.** 僚机会攻击任何它可以定位敌方固定翼和旋翼航空器。

**F11. 上一个菜单**

**F12. 关闭**

## F3 用以下武器攻击...

鉴于 F2 交战命令允许你给你的僚机下达基础命令来攻击一种目标类型，F3 用以下武器攻击系列命令不仅允许你决定目标类型，也可以决定攻击的方向和使用的武器类型。这是以分层的方式进行的，首先选择目标类型，然后是武器类型，最后是攻击航向。然后僚机会尝试定位特定类型的目标，根据你指定的武器和攻击航向进行攻击。F2 交战选项可以快速发布，F3 用以下武器攻击选项提供更多的控制。

**目标类型.** 这个选项映射了 F2 交战命令，允许你决定你希望僚机攻击的地面目标的类型。

- F1. 攻击敌军地面目标.** 僚机会攻击任何它可以定位的地面目标。
- F2. 攻击敌军装甲车辆.** 僚机会攻击任何它可以定位的坦克、步兵战车和装甲运兵车。
- F3. 攻击敌军火炮.** 僚机会攻击任何它可以定位的火炮或多管火箭发射器。
- F4. 攻击敌军防空.** 僚机会攻击它可以定位的敌方高射炮和地对空导弹单位。
- F5. 攻击敌军运输车辆.** 僚机会攻击任何它可以定位的补给、运输、燃油、发电、指挥控制和工程单位。
- F6. 攻击敌军步兵.** 僚机会攻击敌方步兵单位。注意步兵单位很难发现，除非他们在运动或者发射武器。
- F7. 攻击敌军舰船.** 僚机会攻击敌方水面舰艇。注意大部分水面舰艇全副武装，P-51D 不是很适合攻击这种目标。

**武器类型.** 当你选择了目标类型，会给你一个武器类型的列表。选择你希望僚机对目标使用的武器类型。包括：

- F2. 普通航空炸弹...**
- F4. 火箭弹...**
- F6. 机炮...**

**攻击航向.** 在你选择了僚机使用的武器类型后，第三也是最后一步是决定僚机使用的攻击航向。这可以有效避免飞跃敌方防空区域。选项包括：

- F1. 默认.** 僚机会用最直接的航向攻击目标。
- F2. 北.** 僚机会从南到北攻击目标。
- F3. 南.** 僚机会从北到南攻击目标。
- F4. 东.** 僚机会从西到东攻击目标。
- F5. 西.** 僚机会从东到西攻击目标。

## F4 机动...

虽然你的僚机一般会很好地知道何时和如何进行机动，但有时你可能想给他/她一个非常具体的机动命令。这可以是对威胁做出反应或更好的建立一次攻击。

- F1. 向右急转.** 这个指令会命令你的僚机做一个最大 G 的右转。
- F2. 向左急转.** 这个指令会命令你的僚机做一个最大 G 的左转。
- F3. 向上急转.** 这个指令会命令你的僚机做一个最大 G 的爬升。
- F4. 向下急转.** 这个指令会命令你的僚机做一个最大 G 的俯冲。
- F7. 向右搜索.** 僚机会在当前航线上执行一个 360 度右盘旋并搜索目标。

**F8. 向左搜索.** 僚机会在当前航线上执行一个 360 度左盘旋并搜索目标。

**F9. 往回飞 10 海里并返回.** 你的僚机会从当前航向执行一个 180 度转弯然后飞 10 海里。到达后，它会再转 180 度回到原航向。

## F5 重新加入编队

发布这个命令会指引你的僚机停止当前的任务重新加入你的编队。

## F2 小队

在无线电通信主窗口中选择了 F2 小队后，你可以选择发送基础类型的信息。它们是：

**F1. 导航...**

**F2. 交战...**

**F3. 用以下武器攻击...**

**F4. 机动...**

**F5. 编队**

**F6. 重新加入编队**

**F11. 上一个菜单**

**F12. 关闭**

## F1 导航...

导航选项允许你引导你的小队去想去的地方。

**F1. 在此盘旋**

**F2. 返航**

**F11. 上一个菜单**

**F12. 关闭**

这些命令映射自僚机导航命令，可以应用于所有小队成员。

## F2 交战...

交战选项允许你引导你的小队攻击特定类型的目标。发出命令后小队会尝试确定特定类型目标的位置并攻击。

**F1. 攻击敌军地面目标**

**F2.** 攻击敌军装甲车辆

**F3.** 攻击敌军火炮

**F4.** 攻击敌军防空

**F5.** 攻击敌军运输车辆

**F6.** 攻击敌军步兵

**F7.** 攻击敌军舰船

**F8.** 攻击敌机

**F11.** 上一个菜单

**F12.** 关闭

这些命令映射自僚机导航命令，可以应用于所有小队成员。

## F3 用以下武器攻击...

这些命令映射自僚机用以下武器攻击命令，可以应用于所有小队成员。这些命令和上面所述的僚机用以下武器攻击一样工作。

## F4 机动...

**F1.** 向右急转

**F2.** 向左急转

**F3.** 向上急转

**F4.** 向下急转

**F7.** 向右搜索

**F8.** 向左搜索

**F9.** 往回飞 10 海里并返回

**F11.** 上一个菜单

**F12.** 关闭

这些命令映射自僚机机动命令，可以应用于所有小队成员。

## F5 编队

在编队菜单，你可以选择小队的编队队形，你是小队长机。

**F1.** 一字横队

**F2.** 一字纵队

**F3.** 楔形编队

**F4.** 右梯形编队

**F5.** 左梯形编队

**F6.** 四机指尖

**F7.** 四机展开

**F8.** 松散编队

**F9.** 紧密编队

**F11.** 上一个菜单

**F12.** 关闭

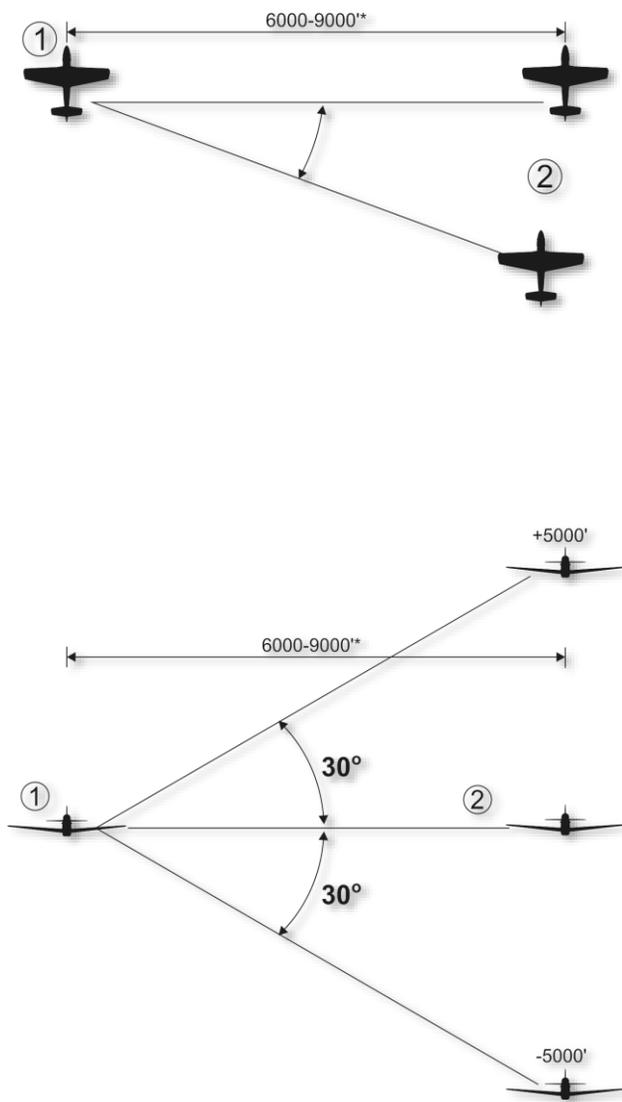


图 99: F1 一字横队



图 100: F2 一字纵队

位置可能根据长机在 4000-12000 英尺范围内修改。

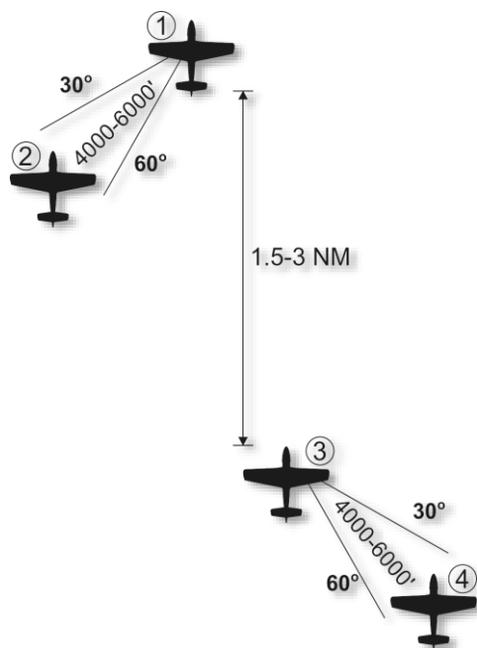


图 101: F3 楔形编队

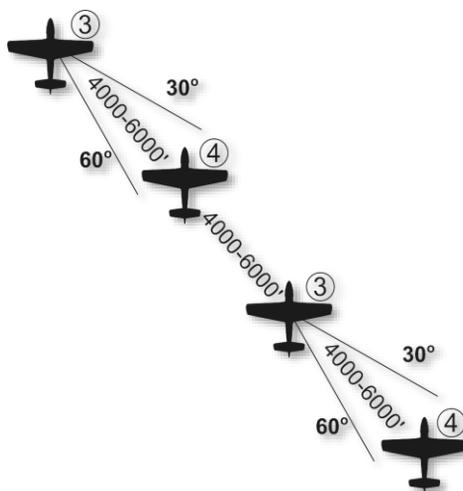


图 102: F4 右梯形编队

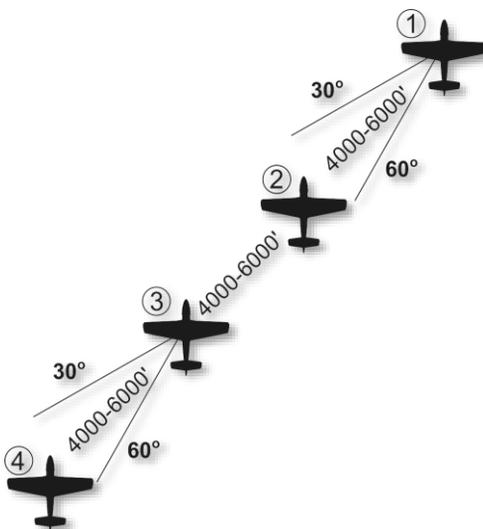


图 103: F5 左梯形编队

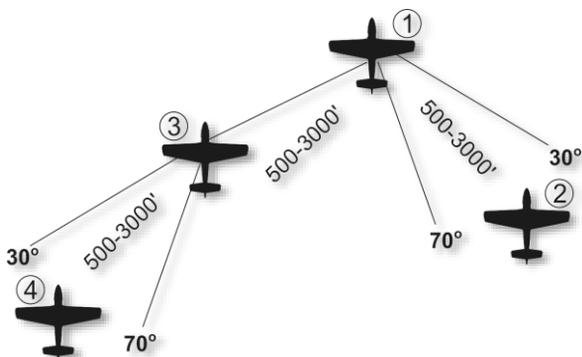


图 104: F6 四机指尖

位置可能根据长机在 4000-12000 英尺范围内修改。



图 105: F7 四机展开

位置可能根据长机在 4000-12000 英尺范围内修改。

**F8. 松散编队.** 在当前编队增大飞机间的距离。

**F9. 紧密编队.** 在当前编队减小飞机间的距离。

## F6 重新加入编队

发布这个命令会指引你的小队停止当前的任务重新加入你的编队。

## F3 第二机队

在无线电通信主窗口中选择了 F3 第二机队后，你可以选择发送基础类型的信息给你小队的第二分队。第二分队包含小队的 3 和 4 号机，3 号机作为分队长机。当发布命令给第二分队，3 号和 4 号机共同执行命令。这些命令是：

**F1. 导航...**

**F2. 交战...**

**F3. 用以下武器攻击...**

**F4. 机动...**

**F5. 重新加入编队**

**F6. 退出**

**F11. 上一个菜单**

**F12. 关闭**

### F1 导航...

导航选项允许你引导你的第二分队去想去的地方。

**F1. 在此盘旋**

**F2. 返航**

**F11. 上一个菜单**

**F12. 关闭**

这些命令映射自僚机导航命令，可以应用于第二分队。

### F2 交战...

交战选项允许你引导你的第二分队攻击特定类型的目标。发出命令后第二分队会尝试确定特定类型目标的位置并攻击。

**F1. 攻击敌军地面目标**

**F2. 攻击敌军装甲车辆**

**F3. 攻击敌军火炮**

**F4. 攻击敌军防空**

**F5. 攻击敌军运输车辆**

**F6.** 攻击敌军步兵

**F7.** 攻击敌军舰船

**F8.** 攻击敌机

**F11.** 上一个菜单

**F12.** 关闭

这些命令映射自僚机机动命令，可以应用于第二分队。

## F3 用以下武器攻击...

这些命令映射自僚机机动命令，可以应用于第二分队。

## F4 机动...

虽然你的第二分队一般会很好地知道何时和如何进行机动，但有时你可能想给他/她一个非常具体的机动命令。这可以是对威胁，例如来袭的 SAM 做出反应，或更好的建立一次攻击。

**F1.** 向右急转

**F2.** 向左急转

**F3.** 向上急转

**F4.** 向下急转

**F7.** 向右搜索

**F8.** 向左搜索

**F9.** 往回飞 10 海里并返回

**F11.** 上一个菜单

**F12.** 关闭

这些命令映射自僚机机动命令，可以应用于第二分队。

## F5 重新加入编队

发布这个命令会指引你的第二分队停止当前的任务重新加入你的编队。

# 小队成员应答

在向任何小队成员发送无线电信息后，你将收到两种应答中的一种：

**应答者的小队编号（2、3 或 4）**。当小队成员会执行命令，它会简单的应答他的飞行编号。

(小队成员编号) 无能为力。当小队成员不能执行命令，它会应答它的小队编号然后跟着“无能为力”。  
举例：“2，无能为力”

## F4 联合末端攻击引导员

根据战场情况，攻击的 JTAC 引导水平可能不同。有三类末端攻击引导：

**1类：**当风险评估需要 JTAC 目睹获得攻击飞机和受攻击目标时他们使用 1 类引导。这是三类中最常用和最严格的。1 类最常用于友军“近得危险”的情况。

**2类：**2 类引导用于 JTAC 希望引导个别的攻击，但是评估为要么无法目睹接触攻击的飞机或被攻击的目标，要么攻击的飞机无法在发射武器前到达获得标记/目标的位置。

**3类：**当战术风险评估显示 CAS 攻击误伤友军的风险很低，可以使用 3 类的引导。这是受限制最少的类型。

为了与 JTAC 通信，任务里至少需要有一个 (JTAC)。任何单位可以被指定为 JTAC。JTAC 有个指定的无线电频率，用于联系他们。对于 P-51，这必须是 VHF AM 无线电。

### JTAC 交战流程

要联系一个 JTAC，打开主无线电菜单 ([N] 或 [右 ALT + N])。按 F4 从无线电主菜单里选择联合末端攻击引导员。

选择“联合末端攻击引导员”后，会显示一个任务里 JTAC 的列表，还有他们的频率和呼号（如果使用简单通信）。选择你想联系的 JTAC。如果你使用真实无线电，你需要确认正确的无线电调到了 JTAC 所在的正确的频率（常列在任务简报里）。如果使用简单通信，会自动设置正确的无线电和频率。然后会提示你准备登记和选择你拥有执行任务的时间（游戏时间）。

当你登记，你会自动通过无线电发送关键信息给 JTAC，包括：

- 你的任务号码
- 与起始点 (IP) 的相对位置和你的高度
- 你装备了什么武器
- 你可以飞多久 (小时+分钟)

然后你会自动询问 JTAC 给你什么任务。

暂停一会儿后，JTAC 会回复使用的末端引导类型 (1、2 或 3)，然后问你是否可以接收 9 行报文。9 行报文是标准简报形式，提供关键信息给飞行员以执行攻击。当你准备好了，按 [N] 或 [右 ALT + N] 键查看无线电菜单，然后按 F1“准备确认”。

JTAC 会按照下列读 9 行报文：

1. 攻击开始的起始点 (IP)。这是一个由任务编辑器创建的点。
2. 目标的攻击航向和任何需要的偏置

3. 到目标的距离
4. 目标的高度 (MSL)
5. 目标类型
6. 目标的 UTM 坐标
7. 目标如何标记 (无、白磷 (WP) 或红外照射器)
8. 附近的友方地面部队
9. 脱离的引导点

完成 9 行报文后, JTAC 会自动询问你是否准备好接收备注。备注是不包含在 9 行报文内的附加信息。准备好后按 [N] 或 [右 ALT + \] 然后是 [F1]。JTAC 然后会播报备注, 通常包括使用的武器、天气信息和/或攻击航向。

你需要复诵目标的位置和高度, 和其他可用的数据, 例如最终攻击航向。要这样做, 按 [N] 然后 [F1]。

此时, 交战可能因 JTAC 标示目标的方式而不同: 坐标、烟雾或红外照射器。我们将逐一讨论:

#### 仅有坐标的标示:

当 JTAC 不能直接目视目标 (2 类和 3 类的经常情况), 它只能以 MGRS 坐标来标示目标。

收到目标点数据后, JTAC 会允许你进攻。

攻击完成后, 按 [N] 或 [右 ALT + \] 然后按 [F1] “攻击完成”。

#### 烟雾标示:

收到目标点数据后, JTAC 会要求你进入 IP 时报告。当你准备好从 IP 继续到目标, 按 [N] 或 [右 ALT + \] 和 [F1] “进入攻击起始点”, 开始攻击。如果你从 IP 进入, JTAC 会叫你继续。

此时, 你需要等待 JTAC 用烟雾标记目标。当你进入目标 10 海里范围内, 目标会被白色烟雾标记, JTAC 会播报“观察烟雾标记”。当你看到烟雾, 按 [N] 或 [右 ALT + \] 然后是 [F1] “发现标记”。JTAC 会回报到烟雾标记到目标的相对位置。

一旦航向对准目标, 按 [N] 或 [右 ALT + \] 然后 [F1] “进入”以表示你开始攻击。如果 JTAC 看一切都好, 他会允许你开火。如果不是, 他会取消攻击。当你投放了武器, 按 [N] 或 [右 ALT + \] 然后 [F1] “关闭”。

根据你攻击的结果, 你会被允许再次攻击或允许离开。如果允许再次攻击, 你需要从攻击的 IP 进入阶段开始程序。

#### 红外照射器标示:

红外照射器, 或红外魔杖在低照度条件下代替烟雾标记。要看见红外照射器, 你必须戴上夜视镜 (NVG)。红外照射器表现为在 JTAC 和目标的一条线。

使用红外照射器的大部分流程和使用烟雾标记是一样的。仅有的区别是“脉冲”和“8 字形指示目标”选项, 分别是叫 JTAC 闪烁红外指点器, 或者摇动指点器。

#### 其他 JTAC 无线电选项:

在一个 JTAC 引导的攻击中，JTAC 菜单允许一些上面没有提到的选项。包括：

**重复简报.** JTAC 会重复 9 行报文简报。

**我的目标是什么?** JTAC 会重复他要求你摧毁的目标类型。

**接触.** 这个命令让 JTAC 核实在目标位置的是正确的目标。你会报告接触，然后提供目标描述和 MGRS 坐标。JTAC 会应答肯定的确认或告警接触了错误的目标。在其应答里，JTAC 也会提供到正确目标的指引。

**请求毁伤效果评估.** JTAC 会向你更新被指引的目标的状态。

**无法执行.** 通知 JTAC 你无法实施指示的任务。

**退出.** 结束 JTAC 引导。

## F5 空管

这个模拟的空中交通管制（ATC）系统和你飞机所处的位置有关：在停机坪还是跑道上/已经升空。

ATC VHF FM 联系频率：

阿纳帕-维迪泽瓦：121.0 MHz

巴统：131.0 MHz

格连吉克：126.0 MHz

古达乌塔：130.0 MHz

科布列季：133.0 MHz

库塔伊西：134.0 MHz

克拉斯诺达尔-中心区：122.0 MHz

克拉斯诺达尔-帕什科夫斯基：128.0 MHz

克雷姆斯克：124.0 MHz

迈科普-汉斯卡亚：125.0 MHz

矿水城：135.0 MHz

莫兹多克：137.0 MHz

纳尔奇克：136.0 MHz

新罗西斯克：123.0 MHz

塞纳基-科尔奇：132.0 MHz

索契-阿德勒：127.0 MHz

索甘卢：139.0 MHz

苏呼米-巴布沙拉：129.0 MHz

第比利斯-罗奇尼：138.0 MHz

瓦兹亚尼：140.0 MHz

别斯兰：141.0 MHz

因为 P-51 的 SCR-522AVHF AM 无线电受限于 5 个波道，你只能和你载入的无线电频率一样的实体进行通信。无线电频率在任务编辑器里由任务设计者设置，并应写入任务简报里。

## 停机坪启动

在可以与 ATC/地面指挥通信获得开车许可前，你需要首先打开并运行你的 VHF AM 无线电。

无线电运行后，按 [V] 或 [右 ALT + V] 打开无线电菜单，然后按 F1 “请求启动”。

如果你有僚机，他们现在也会开车。

飞机启动并设置好后，选择 [F1] “请求滑行至跑道”。当收到许可，你可以滑行到滑行道的“跑道头等待”区域——滑行道上进入跑道前的区域。

如果你有僚机，他们现在也会滑行到跑道。

当你停在等待区域，按 [V] 或 [右 ALT + V] 和 [F1] “请求起飞”。当获得许可，你可以滑行上跑道并起飞。

## 跑道或空中启动

如果你不是从停机坪启动，你可以通过按 [V] 或 [右 ALT + V] 键联系 ATC。按了以后选择 [F5] “空管”。

如果你使用“简易通信”，会有一个机场 ATC 和他们联系频率的列表。选择你希望联系的机场 ATC。如果没有使用简单通信，你首先需要按下设定好你想着陆的 ATC 频率的无线电波道按钮。

一旦选择了机场 ATC，你可以发送“归航”信息以表示你意图在那里着陆，或发送“请求方位”信息，那样 ATC 会给你提供到达机场的指引。

当你选择“归航”，ATC 会应答你下列信息：

- 飞向着陆起始点的航向。
- 到着陆起始点的距离。
- QFE，机场高度的大气压。
- 在哪条跑道上着陆。

然后你可以无线电联系：

- “请求着陆”表示你意图着陆在指引的跑道。
- “取消归航”表示你不会着陆在指引的跑道。
- “请求导航帮助”请求导航援助以到达机场。

如果你请求了着陆，并处于五边进场，第二次无线电请求，如果跑道干净，ATC 塔台会提供许可。塔台也会提供风向和风速。

着陆后，前进至停机区域，关闭飞机。

## F7 空中预警机

在主无线电菜单选择了 F7 空中预警机选项后，会列出任务里友方 AWACS 的列表，和他们 VHF AM 联系频率。对应的设置你的 VHF AM 无线电，联系想要的 AWACS 后，会给你如下选项：

**F1. "靶眼"位置.** 发送这个请求到 AWACS 后他会提供你到任务设置的靶眼/锚点的航向和距离。

**F2. 最近己方机场位置.** 发送这个请求到 AWACS 后他会提供你到任务指定的着陆基地的航向、距离和 ATC 频率。

**F4. 请求最近敌机信息.** AWACS 会提供最近的敌机的航向、高度和目标进入角。

**F5. 请求战场信息.** 发送这个请求到 AWACS 后他会提供你到已知敌方空中威胁的方位、距离和高度。

AWACS 会根据敌方空中群组距离的不同有不同的应答：

- **如果 BULL (超过 50 海里)：** (你的小队呼号)，(AWACS 呼号)，新战场信息，<发现的群组数量> 机队。首要敌方机队，靶眼位置<方位>方位, 距离<距离>, <高度范围>。第二机队，靶眼方位<方位>方位, 距离<距离>, <高度>。(这样重复最多三组)
- **如果 BRA (不到 50 海里)：** (你的小队呼号)，(AWACS 呼号)，新战场信息，<发现的群组数量>机队。首要敌方机队，敌情 (BRA) <方位>方位, 距离<距离>, hits <高度范围>。第二机队，敌情 (BRA) <方位>方位, 距离<距离>, hits <高度范围>。(这样重复最多三组)

## F8 地勤人员

着陆在友方机场滑行到停机坪后，你可以通过按 **F8** 选项显示地勤人员菜单，来联系地勤进行重新装弹和加油。

# 附录

561

## 附录

## 空军基地数据

空军基地	跑道	塔康, 波 道	ILS	塔台通 信
UG23 古达乌塔 - 班布拉 (阿布哈兹)	15-33, 2500m			130.0
UG24 第比利斯 - 索甘卢 (格鲁吉亚)	14-32, 2400m			139.0
UG27 瓦兹亚尼 (格鲁吉亚)	14-32, 2500m	22X (VAS)	108.75	140.0
UG5X 科布列季 (格鲁吉亚)	07-25, 2400m	67X (KBL)	07 ILS - 111.5	133.0
UGKO 库塔伊西 - 科皮特纳里 (格鲁吉亚)	08-26, 2500m	44X (KTS)	08 ILS - 109.75	134.0
UGKS 塞纳基 - 科尔奇 (格鲁吉亚)	09-27, 2400m	31X (TSK)	09 ILS - 108.9	132.0
UGSB 巴统 (格鲁吉亚)	13-31, 2400m	16X (BTM)	13 ILS - 110.3	131.0
UGSS 苏呼米 - 巴布沙拉 (阿布哈兹)	12-30, 2500m			129.0
UGTB 第比利斯 - 罗奇尼 (格鲁吉亚)	13-31, 3000m		13 ILS - 110.3 31 ILS - 108.9	138.0
URKA 阿纳帕 - 维迪泽瓦 (俄罗斯)	04-22, 2900m			121.0
URKG 格连吉克 (俄罗斯)	04-22, 1800m			126.0
URKH 迈科普 - 汉斯卡亚 (俄罗斯)	04-22, 3200m			125.0
URKI 克拉斯诺达尔-中心区 (俄罗斯)	09-27, 2500m			122.0
URKK 克拉斯诺达尔-帕什科夫斯基 (俄罗斯)	05-23, 3100m			128.0
URKN 新罗西斯克 (俄罗斯)	04-22, 1780m			123.0
URKW 克雷姆斯克 (俄罗斯)	04-22, 2600m			124.0
URMM 矿水城 (俄罗斯)	12-30, 3900m		12 ILS - 111.7 30 ILS - 109.3	135.0
URMN 纳尔奇克 (俄罗斯)	06-24, 2300m		24 ILS - 110.5	136.0
URMO 别斯兰 (俄罗斯)	10-28, 3000m		10 ILS - 110.5	141.0

URSS 索契-阿德勒 (俄罗斯)	06-24, 3100m		06 ILS - 111.1	127.0
XRMF 莫兹多克 (俄罗斯)	08-27, 3100m			137.0

## 莫尔斯码字母表

莫尔斯码	字母表	
	俄文	拉丁文
•-	А а	A a
-•••	Б б	B b
•--	В в	W w
--•	Г г	G g
-••	Д д	D d
•	Е е	E e
•••-	Ж ж	V v
--••	З з	Z z
••	И и	I i
-•-	К к	K k
•-••	Л л	L l
--	М м	M m
-•	Н н	N n
---	О о	O o
•--•	П п	P p
•-•	Р р	R r
•••	С с	S s
-	Т т	T t
••-	У у	U u
••-•	Ф ф	F f
••••	Х х	H h
-•-•	Ц ц	C c

---•	Ч ч	О о
----	Ш ш	Ch ch
--•-	Щ щ	Q q
-•--	Ы ы	Y y
••--	Ю ю	U u
•-•-	Я я	A a
•---	Й й	J j
-••-	Ь ь	X x
••-••	Э э	E e

莫尔斯码	完整数字
•----	1
••---	2
•••--	3
••••-	4
•••••	5
-••••	6
--•••	7
---••	8
----•	9
-----	0
莫尔斯码	简化数字
•-	1
••-	2
•••-	3
••••-	4
•••••	5

-••••	6
-•••	7
-••	8
-•	9
-	0

莫尔斯码	标点符号
•-•-•-	句号/句点 (.)
-•-•-•	分号 (;)
---•••	冒号 (:)
•••••	点/小数点分隔符 (.)
••---••	问号 (?)
•-••-•	引号 (")
--••--	逗号 (,)
-•---•	左括号 ((
-•---•-	右括号 ())

## 开发人员

### Eagle Dynamics

#### 管理人员

Nick Grey	项目总监, The Fighter Collection 总监
Igor Tishin	项目开发经理, Eagle Dynamics 总监, 俄罗斯
Andrey Chizh	助理开发和质量保证经理, 技术文档
Alexander Babichev	项目经理
Matt "Wags" Wagner	制作人, 游戏和技术文档, 游戏设计
Jim "JimMack" MacKonochie	制作人
Eugene "EvilBivol-1" Bivol	助理制作人
Matthias "Groove" Techmanski	本地化管理

#### 编程人员

Dmitry Baikov	系统, 联机, 声音引擎
Ilya Belov	GUI, 地图, 输入
Nikolay Brezin	烟雾效果, 新的模型格式支持
Maxim Zelensky	航空器, AI 航空器, 飞行动力学, 损伤模型
Andrey Kovalenko	AI 航空器, 武器
Ilya "Dmut" Levoshevich	AI 车辆, 船舶, 触发器
Alexander Oikin	航空电子学, 航空器系统
Evgeny Pod'yachev	插件, 构建系统
Alexey Smirnov	效果, 图形
Timur Ivanov	效果, 图形
Konstantin Stepanovich	AI 航空器, 无线电, 任务编辑器

Oleg "Olgerd" Tischenko	航空电子学
Vladimir Feofanov	AI 航空器的飞行动力学
Konstantin Tarakanov	GUI, 任务编辑器
Sergey "Klen" Chernov	武器, 传感器
Alexey "Fisben" Shukailo	航空电子学
Kirill Kosarev	AI 地面单位、安装程序、任务生成器
Alexander "SFINX" Kurbatov	AI 车辆, 船舶
Eugene Gribovich	航空电子学
Dmitri Robustov	地景
Denis Tatarnicev	地景
Alexey Petruchik	地景
Dmitri Kaplin	地景
Oleg "Legus" Pryad'ko	武器
Sergey "Lemon Lime" Chernov	动态大气

## 艺术家与声音

Yury "SuperVasya" Bratukhin	航空器, 车辆, 武器模型
Alexander "Skylark" Drannikov	GUI 图形, 航空器模型
Stanislav "Acgaen" Kolesnikov	驾驶舱、航空器、武器模型
Timur Tsigankov	航空器, 车辆, 船舶, 武器模型
Eugeny "GK" Khizhnyak	航空器, 车辆
Pavel "DGambo" Sidorov	航空器模型
Constantine Kuznetsov	声音工程师
Kirill Grushevich	建筑, 地景
Sergey "tama" Ashuiko	建筑, 地景
Konstantin Miranovich	建筑, 地景
Andrey "LISA" Reshetko	人物

## 质量保证

Valery "USSR_Rik" Khomenok	首席测试员
Ivan "Frogfoot" Makarov	测试
Sergey "Foreman" Gusakov	测试
Michael "Yurcha" Urevich	测试
Andrey "Andrey Andreevich" Kryutchenko	本地化

## 科学支持

Dmitry "Yo-Yo" Moskalenko	动力学、系统、弹道学的数学模型
Alexander "PilotMi8" Podvoisky	任务编辑器文档

## 信息技术和客户支持

Alexander "Tez" Sobol	客户支持, 网站, 论坛
Konstantin "Const" Borovik	系统和网络管理员, 网站, 论坛
Andrey Filin	系统和网络管理员

## 第三方

Zachary "luckybob9" Sesar – 瞭望塔的 3D 模型，掩体，电线塔的修正模型

Andrea "Heater" Papaleo – P-51D 涂装；Big Beautiful Doll, Ferocious Frankie, Miss Velma, Italian Air Force 1952

Thomas "Tomcatz" Schultz – 航展观众

## 测试人员

Gavin "159th\_Viper" Torr  
Nikolay "Agm" Borisov  
Darrell "AlphaOneSix" Swoap  
Pascal "Cougar" Bidegare  
Carlos "Design" Pastor Mendez  
Guillaume "Dimebug" Leleve  
Valery "=FV=BlackDragon" Manasyan  
James "Eddie" Knight  
Kiko "Mistral" Becerra  
Daniel "EtherealN" Agorander  
Frank "Feuerfalke" Bender  
George "GGTharos" Lianeris  
Matthias "Groove" Techmanski  
Dmitry "Laivynas" Koshelev  
Zachary "Luckybob9" Sesar  
Ed "Manawar" Green  
Gennedy "Marks" Tagiltsev  
Michael "MoGas" Stobbe  
Stephen "Nate--IRL--" Barrett  
Craig "Nemises" Reynolds  
Jon Espen "Panzertard" Carlsen  
Roberto "Radar Rider" Benedi Garcia  
Maxim "RIMM" Boitsov  
Rick "rjetster" Ladomade  
Steve Davies  
Roberto "Vibora" Seoane Penas  
Erich "ViperVJG73" Schwarz  
Peter "Weta43" McAllister  
Paul "paulrkiii" Kempton  
Nick "BlueRidgeDX" Landolfi  
Evan "Headspace" Hanau  
Shawn "StrongHarm" Burton  
Jesus "mvgas" Gastonrivera  
Alexander "BillyCrusher" Bilievsky  
Christopher "Mustang" Wood  
Chris "Ells228" Ellis

Timothy "WarriorX" Westmore  
Werner "derelor" Siedenburg

特别感谢所有开放测试者。

## 特别鸣谢

Sergey Archakov 提供 P-51 的照片

Stephen "Nate IRL" Barrett 为测试做出了巨大贡献

## 简体中文手册翻译

张炯 "Bill Einstein"