

DCS



Eagle Dynamics



THE FIGHTER COLLECTION

Bf109K-4 KURFÜRST



DCS Bf 109 K-4 “选帝侯”

飞行手册

亲爱的用户，

感谢您购买 DCS: Bf 109 K-4。DCS: Bf 109 K-4 是德国二战传奇战斗机的模拟，也是数字战斗模拟（DCS）系列 PC 战斗模拟的第五个组件。

和之前的 DCS 产品一样，DCS: Bf 109 K-4 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。和我们的旗舰产品 P-51D“野马”一样，DCS: Bf 109 K-4 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。“选帝侯”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“选帝侯”是令人兴奋和有挑战性的。强劲而又致命，这飞机的昵称为“选帝侯”为其驾驶者提供了一种令人兴奋的战斗体验，并且对所有 DCS P-51D“野马”的爱好者是一种有价值的挑战。

作为世界最大的二战重建飞机收集团体之一的操作员，在 The Fighter Collection 的我们和在 Eagle Dynamics 的开发组很幸运，能够运用我们密切相关的二战航空知识优势，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 Bf 109 K-4 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。

诚挚的，

DCS: Bf 109 K-4 开发团队

DCS: www.digitalcombatsimulator.com

论坛: <http://forums.eagle.ru>

© 2014-2015 The Fighter Collection

© 2014-2015 Eagle Dynamics

所有的商标和注册商标是其各自拥有者的财产

目录

介绍.....	10
Bf 109 的诞生.....	10
设计特点.....	13
设计竞赛.....	16
命名.....	19
改型.....	19
选帝侯（KURFÜRST）的 K.....	23
飞机概览.....	27
总体描述.....	27
机身.....	29
座舱盖.....	31
机翼.....	31
尾段.....	33
飞行操纵.....	33
起落架.....	38
刹车系统.....	39
发动机.....	39
增压器.....	43
MW-50 水-醇喷注.....	43
螺旋桨.....	45
燃油系统.....	47
液压系统.....	51
滑油系统.....	51
冷却剂系统.....	53
电气系统.....	54
氧气系统.....	57
无线电设备.....	58
装甲.....	60

武器	61
驾驶舱	66
前仪表板图例	67
左侧图例	69
右侧图例	71
驾驶杆	72
前仪表板指示器和控制器	73
<i>Revi 16B</i> 射击瞄准具	74
仪表板	78
炸弹控制板	97
左侧控制器	99
座舱盖手柄、MW/燃油选择器手柄和尾轮锁手柄	99
油门弧座	100
襟翼控制和水平安定面配平手轮	101
挂载应急释放和燃油注油泵手柄	102
右侧控制器	103
MW/燃油排放手柄和散热器模式选择器	103
断路器	104
FuG 16ZY 控制器	106
氧气示流器	107
氧气压力表	108
氧气流量阀	108
副油箱输油监测器	109
飞行特性	111
一般特性	111
操作数据	112
操作限制	113
载荷系数限制	113
发动机限制	114

空速限制.....	114
仪表标记.....	114
压缩性.....	115
滑翔.....	115
失速.....	115
尾旋.....	116
无动力尾旋.....	116
无动力尾旋改出.....	116
有动力尾旋.....	116
有动力尾旋改出.....	116
高性能机动.....	116
仪表飞行.....	117
高度控制.....	117
坡度控制.....	117
操纵灵敏度.....	117
仪表进场.....	117
正常程序.....	119
正常开车.....	119
开车.....	119
暖机.....	122
关车.....	124
飞行.....	126
起飞准备.....	126
滑行.....	127
起飞.....	128
爬升.....	130
巡航.....	130
俯冲和下降.....	133
使用 MW-50 系统.....	134

夜间飞行.....	134
着陆.....	136
应急程序.....	140
发动机应急.....	140
发动机过热.....	140
发动机故障.....	140
起火.....	142
着陆应急.....	143
陆地迫降.....	143
跳伞.....	145
刹车故障.....	146
起落架故障.....	146
电气系统故障.....	146
轮胎故障.....	146
特殊着陆条件.....	148
侧风着陆.....	148
阵风着陆.....	148
湿着陆.....	148
着陆复飞.....	149
战斗应用.....	151
机枪.....	151
用 REVI 16B 射击瞄准具瞄准.....	151
REVI 16B 射击瞄准具的起飞前检查.....	151
使用 REVI 16B 射击瞄准具射击机炮.....	151
炸弹.....	152
投放炸弹.....	152
应急炸弹和副油箱投放.....	153
战斗后.....	153
无线电通信.....	155

简易通信启用	155
简易通信未启用.....	155
无线电通信窗口	156
F1 僚机.....	156
F1 导航.....	156
F2 交战.....	157
F3 用以下武器攻击.....	157
F4 机动.....	158
F5 重新加入编队.....	158
F2 小队.....	158
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.....	165
F3 第二机队	165
F1 导航.....	166
F2 交战.....	166
F3 用以下武器攻击.....	167
F4 机动.....	167
F5 重新加入编队.....	167
小队成员应答	167
F5 空管.....	168
F6 地勤人员	169
附录.....	171
高加索地图机场数据.....	171
NTRR 地图机场数据.....	172
EAGLE DYNAMICS.....	174

管理人员.....	174
编程人员.....	174
陆战部门.....	175
艺术家.....	175
声音.....	175
质量保证.....	175
科学支持.....	176
信息技术和客户支持.....	176
训练任务.....	176
附加涂装.....	176
俄文本地化.....	177
德文本地化.....	177
法文本地化.....	177
捷克文本地化.....	178
中文本地化.....	178
测试人员.....	178
青铜赞助者.....	180
白银赞助者.....	200
黄金赞助者.....	206
铂金赞助者.....	207
钻石赞助者.....	208

介绍



介绍



图 1：飞行中的 Bf 109 E

Bf 109 的诞生

二战中最著名的战斗机之一有个卑微的开始。早在 1933 年，当一个新的政党在德国上台时，很少有人能想到，这个早期的截击机研究项目会导致超过 30000 架产量的飞机在整个欧洲服役，扮演着从对地攻击到侦察的角色，并为世界上大多数领先的战斗机王牌提供了坐骑。

在整个 20 世纪 20 年代和 30 年代初，Luftwaffe（德国空军）已经在秘密地研究军用航空。轰炸机和战斗机的设计被伪装成民用飞机。最终形成 Bf 109 的最早计划也被笼罩在同样的秘密之中。Hermann Göring（赫尔曼·戈林），新任航空部长，于 1933 年 10 月写信给 Theo Croneiß（西奥·柯奈斯）——鲜为人知的飞机制造厂 Bayerische Flugzeugwerke（BFW，巴伐利亚飞机工场）的新任主任。信中写了迫在眉睫的设计竞赛：“高速快递飞机，别的什么都不要，只要单座”。BFW 开始准备建造一架快速民用单座飞机，在需要时可以转换成战斗机。

与此同时，新成立的帝国航空部（RLM, Reichsluftfahrtministerium）的技术部门帝国空军技术部（"C-Amt"），完成了一系列关于未来空战的研究项目。研究的结果是未来飞机的四个大致轮廓：Rüstungsflugzeug（武装飞机）I 为多座中型轰炸机；Rüstungsflugzeug II 为战术轰炸机；Rüstungsflugzeug III 为单座战斗机，而 Rüstungsflugzeug IV 为双座重型战斗机。

单座战斗机的计划发表在文献 L.A.1432/33。

该战斗机需要在 6000 米（19690 英尺）的高度上拥有 400 公里/小时（250 英里/小时）的最高速度，并保持 20 分钟，而总飞行时间为 90 分钟。6000 米的临界高度将在不超过 17 分钟内达到，该战斗机的实用升限为 10000 米。动力装置将是新的容克 Jumo 210，但有一个条件，那就是它可以与更强大但未开发完的戴姆勒-奔驰 DB 600 动力装置互换。

新战斗机要武装有一门 20 毫米 MG C/30 发动机安装机炮，炮管穿过螺旋桨桨毂开火的轴心炮，或者另外两挺安装在发动机整流罩上的 7.92 毫米（.312 英寸）MG 17 机枪；或者一门装在发动机上的轻量 20 毫米 MG FF 机炮，加两挺 7.92 毫米 MG 17 机枪。还明确规定翼载应确保低于 100 千克/平方米。性能以战斗机的平飞速度、爬升率和机动性为顺序评估。



图 2：1939 年德国空军 JG 53 “黑桃”的飞行员在早期的 Bf 109 E-3 前休息

德国航空产业的两大支柱，阿拉多和亨克尔在 1934 年 2 月同时接到了 L.A. 1432/33 要求的开发合同。Bayerische Flugzeugwerke (BFW) 也被邀请参与竞争。BFW 被认为难以取胜。它刚从 1931 年因几次令人瞩目的汉莎航空 BFW M.20 运输机坠毁而破产的状态中恢复过来。第一次坠机夺去了汉斯·哈克马克 (Hans Hackmack) 的生命，他是当时德国汉莎航空公司和德国民航当局负责人埃哈德·米尔希 (Erhard Milch) 的亲密朋友。米尔希被他所认为的 M.20 的设计师威利·梅塞施密特 (Willy Messerschmitt) 对这次坠机的非常冷酷的反应所激怒。这导致了他终生的仇恨。现在被任命为 RLM 的领导人，米尔希不太可能将 RLM 的第一份战斗机合同授予他所鄙视的人。

威利·梅塞施密特当时正在为一家罗马尼亚航空公司设计飞机。梅塞施密特被传唤到柏林，并被明确要求与时俱进，开始为德国工作，他被允许查看新的要求。花了一点时间审阅了规格，梅塞施密特反馈了一个非常不舒服的意见。在他看来，如果按照要求制造，新的战斗机将立即被淘汰，无法赶上现代轰炸机。帝国空军技术部领导面对总参谋长瓦尔特·韦佛 (Walther Wever) 时很明智的看到梅塞施密特建议

的实质，然后合同无条件给了 BFW。威利·梅塞施密特得到了一个全权委托，以制造他所能制造的最好的现代战斗机。



图 3: Bf 109 G-10

第四家公司，福克-沃尔夫，要到 1934 年 9 月才收到一份开发合同的副本。

每家公司被要求提供三架原型机用于 1934 年末的面对面测试。

梅塞施密特项目编号 P.1304 的设计工作开始于 1934 年 3 月，就在获得开发合同后的三周。

设计特点

与早期的 Bf 108 运输机一样，新的设计基于梅塞施密特的“轻质结构”原则，旨在尽量减少飞机上独立部件的数量。这方面的例子可以从两个安装在防火墙上的大型复杂支架的使用中找到。这些支架将较低的发动机支架和起落架的枢轴点合并成一个单元。一个大的连接到防火墙的锻造件安装了主梁连接点并承载了大部分的翼载荷。当代设计实践通常把这些主承载结构安装在机身的不同部分上，负载通过一系列牢固点分散。通过在防火墙集中负载，Bf 109 的结构可以做到相对轻和简单。



图 4：Bf 109 G-2 起落架

这种设计的优点之一是通过 85 度角收起的主起落架连接到机身，使得可以在不附加设备来支持机身的情况下完全移除机翼对其的支持。这也允许简化机翼结构，因为在起飞或着陆时不必再承受负载冲击。这种起落架布局的一个主要弱点是它的窄主轮距，使得飞机在地上时不稳定。为了增加稳定性，支柱稍外八字，产生另一个问题，就是起飞和着陆时的负载冲击沿支柱向上传递时带有角度。



图 5: Bf 109 G-2 尾部

起飞滑跑前半段时 Bf 109 的小方向舵难以控制由螺旋桨强力洗流产生的强烈摆动，和摆动反方向主轮不平衡负载产生的侧向漂移。如果冲击力足够大，枢轴点会破坏，起落架会向外塌进起落架舱。有经验的飞行员报告摆动很容易控制，不过一些缺乏经验的飞行员在起飞时损失了飞机。



图 6: Bf 109 F-4 着陆

因为长腿导致的大停机角，地面上的前视能力很差，侧开座舱盖加剧了这个问题。这表示飞行员必须蜿蜒滑行，这也对八字起落架支柱产生冲击。地面事故是菜鸟飞行员的一个问题，特别是在战争后期，飞行员在被送去实战前得到的训练很少。至少所有 Bf 109 里的 10% 在起飞或着陆事故里损失，其中 1500 例发生在 1939 到 1941 年之间。这个问题持续了近十年，直到固定的“高”尾轮安装在后期 G-10 和 14 以及 K-系列上。



图 7: Bf 109 F-4

从设计的一开始，主要目的是为了易于在前线机场运行时安装发动机、机身武器和其他系统。因此，发动机整流罩由大的，易于移动的壁板组成，由大的开关锁固定。机翼中部下方有个大的壁板可以移除以进入 L 型主油箱，油箱部分安装在驾驶舱地板下，部分在飞行员后部舱壁后。其他小壁板允许容易的进入冷却系统和电气设备。发动机装在两个连接防火墙大型锻造镁合金 Y 型支柱悬臂中。每个支柱由两个安装在防火墙上快卸螺栓固定。所有主管线连接有颜色编码并组合在一处，在可能的情况下，电气设备插入安装在防火墙上接线盒。整个动力装置可以作为一个单元在几分钟内移除或更换。

另一个 Bf 109 先进设计的例子是在机翼里使用单根工字钢主梁，位置比常规更后（为了给收起的机轮足够空间），因此形成了一个刚性的 D 型抗扭箱。当时多数飞机使用双梁，分别靠近机翼的前后缘，但是 D 型箱更有刚性扭力，并免去了后梁的需要。翼型根部是 NACA 2R1 14.2，翼尖是 NACA 2R1 11.35，厚弦比根部 14.2%，翼尖 11.35%。

另一个与竞争设计不同是更高的翼载。R-IV 合同要求翼载低于 100 kg/m^2 ，梅施施密特感觉这是不合理的。根据低翼载和可用的发动机，战斗机可能最终比要追赶的轰炸机慢。



图 8：奥格斯堡，1941 年 - 梅塞施密特公司雷根斯堡 - 上特劳布林装配线

较小的机翼面积有利于获得高速，但是低速飞行会变差，因为较小的机翼需要更多气流来产生足够的升力来维持飞行。为了对此补偿，Bf 109 在机翼上包含了先进的高升力装置，包括自动打开的前缘缝翼和后缘上相当大的弯度变化襟翼。缝翼展开时显著增大机翼升力，大大改进了飞机的水平机动性。梅塞施密特还引入了襟翼放下时副翼也会“放下”，这样增大了有效襟翼面积。放下时，这些装置有效增大了机翼的升力系数。

梅塞施密特的信仰反映在轻量、低阻、简单单翼机、武器放在机身内。这确保机翼非常薄和轻。两挺同步机枪安装在整流罩上，在发动机上方开火，穿过螺旋桨。还设计了可替换的武器，包括单门机炮穿过发动机气缸组炮管开火，在德国被称为发动机轴炮。

设计竞赛

基本模型 5 月完成，更详细设计的模型在 1935 年 1 月完成。RLM 指定这个设计型号为“Bf 109”，是指配给 BFw 的下一个可用型号号码。

第一架原型机 (Versuchsflugzeug 1 或 V1)，民用注册号 D-IABI 在 1935 年 5 月完成，但是新的发动机还没准备好。为了让“R III”设计上天，RLM 通过与罗尔斯-罗伊斯交易使用一架亨克尔 He 70“闪电”作为发动机试车台，获得四台罗尔斯-罗伊斯“茶隼”IV 发动机。梅塞施密特收到了两台这样的发动机，并对 V1 的发动机支架进行了调整，以便将 V-12 发动机竖立起来。V1 于 1935 年 5 月在位于蒙恩施泰滕附近奥格斯堡最南端的机场进行处女航，飞行员是汉斯-迪特里希“布迪”尼采 (Hans-Dietrich “Bubi” Knoetzsch)。四个月的试验飞行后，飞机于 9 月交付给位于雷希林试验中心的德国空军中央试验中心进行设计竞赛。

在 1935 年夏季末，第一台 Jumo 发动机可用了，所以 V2 在 10 月完成，使用了 449 kW (600 HP) Jumo 210A 发动机。V3 紧随其后，是第一台装有机枪的，但是因为采购另一台 Jumo 210 发动机的拖延，直到 1936 年 5 月才飞。

德国空军在雷希林的中央试验军用航空试验和开发设施完成验收测试后，原型机移动到位于波罗的海沿岸特拉夫明德的 E-Stelle 设施进行面对面部分竞争。参与试验的飞机是阿拉多 Ar 80 V3、福克-沃尔夫 Fw 159 V3、亨克尔 He 112 V4 和 Bf 109 V2。1936 年 2 月初 He 112 最先到达，其他原型机随后在月底前到达。

由于大多数德国空军战斗机飞行员在使用敞开式驾驶舱的双翼机，低翼载、轻过载和易于操纵，就像亨克尔 He 51，开始他们对 Bf 109 有诸多批评。恩斯特·乌德特 (Ernst Udet)，一战王牌和世界著名的特技飞行员被邀请到德国空军并被内定成为研发主任，最初对 109 有非常不好的意见。当他第一次看见新战斗机，他告诉梅塞施密特开放驾驶舱，那样飞行员可以感觉到速度；然后要在现有机翼上再加一个机翼、支撑及钢索。否则，他说，Bf 109“永远成不了战斗机”。然而 109 的一次简单的试验飞行立刻改变了他的观点。

109 马上变成了竞争的领先者，与亨克尔 He 112 并列。阿拉多和福克-沃尔夫的产品成为了“后备”项目，万一两个更好的失败时作为保险，最后证明是完全惨败。阿拉多 Ar 80 有海鸥式机翼（在 V3 里用平直梯形机翼代替）和固定带整流罩起落架，超重且动力不足，建造了三架原型机后被放弃。伞翼的 Fw 159，潜在灵感来自同一公司的早期福克-沃尔夫 Fw 56，总是被 E-Stelle 试验设施的员工认为是一架双翼机和气动更高效的下单翼飞机之间的折衷。虽然它有一些先进功能，它采用了新型复杂的可收放主起落架，被证明是不可靠的。



图 9：Bf 109 V2

最初，Bf 109 不被 E-Stelle 试飞员喜欢，因为其陡峭的停机角导致滑行时较差的前向视野；侧开驾驶舱座舱盖在飞行时不能打开；高翼载；然后机翼上的自动前缘缝翼被认为会在特技飞行时无意打开，可能导致坠毁。这后来被战争环境和各国的试验机构的特技飞行试验证实。前缘缝翼和副翼会在急转弯时快速颤振，使得瞄准和操纵困难，最后把飞机带入失速。

亨克尔 He 112，基于缩小版的“闪电”最受德国空军领导的欢迎。He 112 的正面积极方面包括宽轮距和起落架的坚固性（从翼中向外打开，与从翼根打开的 109 相反），驾驶舱内相当好的视野，和低翼载使得着陆更容易。与 Bf 109 相比，它也更便宜。此外，V4 有一体式、清晰视野、滑动驾驶舱座舱盖和一台带有改进型排气系统的更有动力的 Jumo 210Da 发动机。然而，He 112 结构复杂，比 Bf 109 重

18%。很快就清楚了，第一架原型机（V1）的厚机翼翼展 12.6 米（41 英尺 4 英寸）面积 23.2 平方米（249.7 平方英尺）对轻型战斗机不利，降低了飞机的滚转率和机动性。因此，He 112 V4 试用了新机翼，翼展 11.5 米（37 英尺 8.75 英寸）面积 21.6 平方米（232.5 平方英尺）。然而，改进还没有完全测试，根据验收委员会制定的规则，He 112 V4 不能展示，因此落得明显劣势。

由于其更小、更轻的机身，Bf 109 在水平飞行中比 He 112 快 30 公里/小时（20 英里每小时），在爬升和俯冲方面更优。委员会最终裁定 Bf 109 更优，因为梅塞施密特的试飞行员在一系列尾旋、俯冲、快滚和急转弯中展现了 109 的能力，飞行员自始至终完全控制飞机。



图 10: He 112 D

尾旋改出是试飞中非常重要的部分。当时并不存在增压驾驶舱。那个时代的氧气设备也不完善，因此缺氧和空气栓塞的危险非常真实。同时已经明白空战的高度会越来越高，所以 10000 米（30000 英尺）以上的性能被认为是重要的。在氧气失效失去知觉的情况下，战斗机可能需要足够稳定尾旋多圈，直到飞行员在稠密大气中重新恢复知觉，仍然允许尾旋改出。在验收试验过程中，109 原型机向右旋转了 21 圈，然后向左 17 圈，再成功改出。109 留下了良好印象，He 112 似乎没能得到相同的评价，因为试飞行员无法改出尾旋后不得不跳伞。

许多试飞行员被允许任意互换原型机，来获得所有竞争设计的经验。根据 DVL（Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt，德国航空研究院）试飞行员赫尔曼·沃斯特（Hermann Wurster）博士所说，Bf 109 的操纵更轻，优越的滚转率使其更善于特技飞行。Bf 109 因前缘缝翼不容易失速。对比 112 的宽起落架，沃斯特还更喜欢 109 的窄轮距，认为更适合恶劣着陆环境。109 可以在战损或应急时单腿着陆，而 He 112 不行。最后，109 比 He 112 更易于生产和维护。观点稳定的转向威利·梅塞施密特的设计。

3 月，RLM 收到新闻英国超级马林喷火已下令投入生产。因此感觉需要快速决定将胜出设计尽快投入生产，所以在 3 月 12 日，RLM 宣布一份名为 BF 109 优先采购的竞争结果，并下令 BF 109 投产。与此同

时，亨克尔得到指示快速重新设计 He 112。梅塞施密特 109 在 1936 柏林奥运会上首次公开亮相，飞的是 V1 原型机。

命名

开始时飞机被 RLM 定型为 Bf 109，因为设计是由 Bayerische Flugzeugwerke（“巴伐利亚飞机工场”）在 1935 年提交的。BFW 在艾尔哈德·米尔希最终允许威利·梅塞施密特获得公司后，于 1938 年 7 月 11 日更名为梅塞施密特股份有限公司。所有在此日期之后生产的梅塞施密特飞机，例如 Me 210，都带有“Me”名称。尽管 RLM 有规定，梅塞施密特公司的战时文件、RLM 和德国空军损失和强度报告继续同时使用两个名称，有时候甚至会出现同一页上。

所有现存机身上的标识牌都带有官方“Bf 109”名称，包括最后的 K-4 型，在莱比锡的埃拉尔机械厂生产或重组的飞机除外，有时候会刻上错误的 Me 109 钢印。

此飞机由其使用者和对手给出了几个昵称，通常来自制造商的名称（梅萨：Messer, Mersu, Messzer 等），或者飞机的外观：德国空军人员对 G-6 改型的昵称为 Die Beule（“隆起/凸起（者）”），因为其整流罩的特点，鼓包覆盖了 13 毫米（.51 英寸）MG 131 机枪，这个独立的凸盖在 G-10 型引入的上部整流罩重塑时被淘汰，苏联飞行员昵称它为 Hudoi，也就是“瘦子”，因为其圆滑的外观（对比更粗犷的 Fw 190）。“安东，Anton”、“贝尔塔，Berta”、“凯撒，Caesar”、“多拉，Dora”、“埃米尔，Emil”、“弗里德里希，Friedrich”、“古斯塔夫，Gustav”和“选帝侯，Kurfürst”这些名字是根据二战时期德国的拼写字母表，从改型的官方字母名称（如 Bf 109G——“古斯塔夫”）中得出的，这种做法也用于其他德国飞机设计。

改型

Bf 109 在 1934 年由威利·梅塞施密特和罗伯特·鲁塞尔（Robert Lusser）带领的团队设计时，其主要任务是高速、近程截击机。它利用了当时最先进的空气动力学，体现先进的结构设计，领先于它同时代的飞机。闪电战那年，Bf 109 是德国空军仅有的单发战斗机，直到 Fw 190 的出现。

109 的各种型号和子型号从 1937 年持续生产到 1945 年。主要使用的发动机是戴姆勒-奔驰 DB 601 和 DB 605，尽管容克 Jumo 210 型是战前型号的主力。产量最大的 Bf 109 型号是 109G 系列（超过所有 109 的三分之一是 G-6 系列，从 1943 年 3 月到战争结束约生产了 12000 架）。



图 11: Bf 109 B

最早量产型的 A、B、C 和 D 系列由相对低功率，670-700 PS（660-690 HP）的容克 Jumo 210 系列发动机提供动力。这些早期飞机的一部分原型机被转换为使用更有动力的 DB 600 发动机。



图 12: Bf 109 D

当在 1937 年发现 RAF 计划在新的霍克飓风和超级马林喷火式战斗机上装一排 8 枪，于是决定 Bf 109 要更多武器。问题是仅有可安装附加机炮的位置在机翼里。每个机翼里只有一个点，在轮窝和缝翼之间，空间只够一门炮，一挺 7.92 毫米 MG 17 机枪，或者一门 20 毫米 MG FF 或 MG FF/M 机炮。

第一版有机翼机枪的 109 是 C-1，每个机翼里有一挺 MG 17。为了避免重新设计机翼来容纳大弹药箱和舱口，设计了不同寻常的弹药供给，装有 500 发弹药的连续弹带沿着斜道到翼尖，绕过滚轴再沿着机翼返回，向前到枪尾下方，到翼根再绕过另一个滚轴，再回到武器。

从 109F-系列往后，机枪不再装在机翼里。（一个值得注意的例外是阿道夫·加兰德的战场改型的 Bf 109 F-2，每个机翼里装了一门 20 毫米 MG FF/M）。仅有一些计划的 109K-系列型号，例如 K-6，设计在机翼里安装 30 毫米（1.18 英寸）MK 108 机炮。

为了代替机翼内的武器，附加的火力由一对安装在翼下保形机炮吊舱 20 毫米 MG 151/20 机炮提供。尽管附加武器增加了战斗机作为轰炸机毁灭者的效力，但是在操控质量上有不利影响，在对战斗机战斗中降低性能，增大了战斗机在飞行中的摆动趋势。保形机炮吊舱不含弹药重量 135 千克（298 磅）；每门炮有 135 到 145 发炮弹。



图 13: Bf 109 E-4

首个主要重新设计来自 E 系列，包括海军型，Bf 109T（T 代表 Träger，也就是航母）。T 型最终没有越过初始设计阶段，因为德国从未接近拥有过一条可运行的航母。Bf 109E，也就是“埃米尔”，引进了数个结构变更，为了容纳更重，但是显著提高动力到 1100 PS（1085 HP）的戴姆勒-奔驰 DB 601 发动机，以及更重的武器和增加油量。后期型的 E 系列引入了机身炸弹架或用于长途飞行的副油箱，并使用 DB 601N 发动机获得更高的动力输出。109E 首次服役于西班牙内战末期的“秃鹰军团”，也是二战开始的主要型号，直到 1941 年中期 109F 在纯空战任务中取而代之。（1946 年，8 架 109E 在瑞士的多尔尼飞机公司组装，使用许可的成品机身；第九架机身使用散件组装。）



图 14: Bf 109 F-4

1939-40 年的第二次主要重新设计让 F 系列诞生了。“弗里德里希”完全重新设计了机翼，圆形翼尖更利于飞行操控；整流罩和转子组在一起，减小了阻力；散热器安装大大改进了气动，升降舵支撑被移除了，油箱容量增大，武器改进，并增加了装甲。弗里德里希由 1175 PS (1159 HP) DB 601N (F-1、F-2) 或 1350 PS (1332 HP) DB 601E (F-3、F-4) 提供动力。根据 Bf 109 开发的高水准考虑，F 系列放弃了机翼炮，把所有武器集中到机身前部，一对同步机枪在上面，一门 15 或 20 毫米轴炮安装在发动机后，后者穿过气缸组和螺旋桨毂开火。这个配置用于所有子系列型号。少数 Bf 109F 用于 1940 年的不列颠空战后期，此型大规模使用要到 1941 年上半年。

使用液冷发动机的战斗机会因冷却系统被击中而很脆弱。因此，后期的 Bf 109 F、G 和 K 型有两个冷却剂散热器，并装有关断系统。如果散热器泄漏，可以用第二个飞行，两个都关闭的话可以飞至少五分钟。



图 15: Bf 109 G-10

G 系列，也叫“古斯塔夫”，在 1942 年中期推出。其初始型号（G-1 到 G-4）仅在很小的细节与 Bf 109F 有区别，最显著的是更强劲的 1475 PS（1455 HP）DB 605 发动机。奇数型号作为高空战斗机，带有增压驾驶舱和 GM-1 增压器，偶数型号是没有增压的空优战斗机和战斗轰炸机。也存在远程照相侦查型。后期的 G 系列（G-5 到 G-14）生产了大量改型，带有升级的武器，预留了大量预装包，一般工厂安装的包是 Umrüst-Bausätze（常用转换套件），安装在飞机名称里加入一个“U”后缀。现场套件叫做 Rüstsätze，也可用于 G-系列，但是不改变飞机名称。在简化制造过程方面也做了大量的努力。G 型的机身建造时间只要 163 小时，与之对比早期型号的是已经破纪录的 203 小时。

到 1944 年早期，战术需求导致增加了 MW-50 水喷注增压和高性能增压器，提升发动机输出到 1800–2000 PS（1775-1973 HP）。从 1944 年早期开始，一些 G-2、G-3、G-4 和 G-6 转换成双座教练机，叫做 G-12。教官驾驶舱加在原始驾驶舱后面，前后都有加长的玻璃座舱盖覆盖。Rüstsätze 现场改装包和 Umrüst-Bausätze 工厂改装包是整个 RLM 颁布的系统的一部分，在整个德国军用航空工业中，每个机身型号都有自己的一套“R”和/或“U”的编号，用于此类升级包。

选帝侯（Kurfürst）的 K

Bf 109 K 是最后一个参与作战的型号，也是 Bf 109 进化线上的最后一个。K 系列是 Bf 109 眼花缭乱系列序列、型号、改装包和工厂转换件的产物，这使得生产和维护复杂且昂贵——这是战争后期德国难以承担的。RLM 要求梅塞施密特调整 Bf 109 的生产，合并零件、型号等等，来生产一个有更好的零件和设备互换性的统一的、标准的型号。与此同时，存在的设计缺陷要被纠正。新版本的工作开始于 1943 年春天，原型机在当年秋天准备完毕。由于设计上的变化和新的 DB 605D 动力装置的延迟，系列化生产于 1944 年 8 月从 K-4 型号开始。K-4 是唯一大量生产的版本。

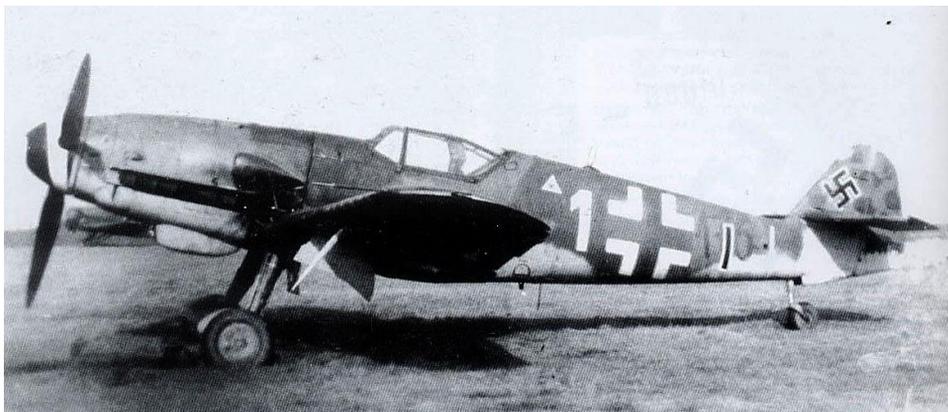


图16: Bf 109 K-4

外观上 K 系列可以从无线电设备舱门位置的变化上分辨出，其向前向上移动到第四和第五隔框之间，还有机身油箱的加油口，向前移动到第二和第三隔框之间。此外，D/F 环向后移动到第二和第三隔框之间的机身顶部脊梁处，一个在机身左侧脚踏点上的小的环形板被移除了。方向舵装有标准的弗莱特纳配平片和两个固定调整片，不过有极少数没有装固定调整片。所有 K-4 装有一个长的可收放尾轮（350 × 135 毫米/14 × 5 英寸），带有两个小蛤式门，尾轮收起时会盖住凹坑。

机翼上有矩形整流罩，用于大型 660 × 190 毫米（26 × 7 英寸）主轮。最初计划用于 G 系列的的小的机轮门安装在轮舱的外侧，收起时覆盖轮子外侧。这个门经常被前线部队移除。无线电设备是 FuG 16ZY，天线安装在左侧机翼外侧下方，以及 FuG 25a IFF 和 FuG 125 赫敏 D/F 设备。在内部，氧气瓶从后部机身被重新安置到右翼。副翼的弗莱特纳配平片也在系列生产飞机上有安装，用于减轻操纵力，但是极其稀有，大部分 K-4 使用和 G 系列相同的副翼系统。

K-4 的武器包括一门 30 毫米（1.18 英寸）MK 108 发动机炮（轴心炮），备弹 65 发，和机头里两挺 13 毫米（.51 英寸）MG 131，每枪备弹 300 发，还有一些 K-4 装了 MG 151/20 作为轴心炮。附加的 Rüstsätze，也即是设备包，例如 300 升（80 美制加仑）副油箱（R III）、最大到 500 千克/1100 磅的炸弹（R I）、翼下 20 毫米毛瑟 MG 151/20 机炮吊舱（R IV）或 21 厘米（8 英寸）Wfr.Gr.21 火箭弹（和古斯塔夫型一样）可以在简单准备后安装；不过在战争的这个阶段，后面两个很少被 Bf 109 部队使用，尽管 III./JG 26 几乎完全装备了安装有 R IV 的 K-4：

.....显然所有分配给 III./JG 26 的 K-4 也在可恨的翼下管子里装了 20 毫米机炮。格奥尔·根特（Georg Genth）军士的常规飞机是一架 G-10，但是他偶尔也飞 K-4。他喜欢 G-10 作为格斗战斗机，因为 K-4 笨重的武器严重的降低了其机动性。

此外，30 毫米（1.18 英寸）MK 108 轴心炮也有问题，战斗中在飞机机动时经常卡壳，让飞行员带着两门沉重的机炮格斗。安装的标准的 Revi 16B 反射瞄准具，预定稍后替换为 EZ 42 陀螺射击瞄准具，尽管这从未发生。

在量产型 K-4 中，动力是由戴姆勒-奔驰 DB 605 DB 或 DC 发动机提供的（非常早期的 K-4 使用的是更早期的 DM）。DB 可以使用 B4 燃油，其配合 MW 50 醇水喷注设备，可以在 6000 米高度产生应急功率达 1600 PS（6600 米最大持续功率为 1160 PS），最大增压器增压为 1.8 ATA 时的起飞功率为在 0 米的 1850 PS。DB 也可以使用更高辛烷值的 C3 燃油，但是禁用 MW 50。经过内部加固的 DC 也可以

使用 B4 或 C3 燃油，可以产生潜在的 2000 PS，但只有在使用 MW 50 的 C3 燃油和 1.98 ata 的增压时，否则功率额定与 DB 的相似。使用了宽弦三叶 VDM 9-12159A 螺旋桨，直径 3 米，和用在 G-6/AS、G-14/AS 和 G-10 上的一样。

交付始于 1944 年 10 月中旬。到 1944 年 11 月为止，534 架由雷根斯堡的梅塞施密特公司交付，到年底有 856 架。到 1945 年 3 月底，雷根斯堡总共交付了 1593 架，之后的生产数字就没有了。由于如此高的生产率，尽管在持续恶战，到 1945 年 1 月底，有 314 架 K-4——大概每四架 109 中就有一架——被列在德国空军第一线部队的手上。最终打算为所有的 Bf109 部队装备 109K，这标志着 109 在喷气机时代之前的最后发展阶段。

使用 MW 50 和最大增压，Bf 109 K-4 是二战期间最快的 109，在 7500 米（24640 英尺）高度达到极速 710 km/h（440 mph）。不用 MW 50，使用 1.80 ATA，K-4 在 9000 米（26528 英尺）达到 670 km/h（416 mph）。不用 MW 50 的初始爬升率是 2775 英尺（850 米）/分钟，使用 MW 50 的是 3563 英尺（1090 米）/分钟。

直到战争结束，Bf109 仍可与对手的战斗机相媲美。然而，在战争的这个阶段，数以千计的德国空军新手飞行员的能力不断下降，这意味着 109 的优势在面对众多的、训练有素的盟军战斗机飞行员时没有什么价值。

飞机概览



飞机概览

总体描述

梅塞施密特 Bf 109 K-4 战斗机是一架单座、下单翼飞机，由 12 缸液冷增压器的倒置 V 型戴姆勒-奔驰 DB 605 活塞发动机提供动力。发动机装有一个单级离心增压器，MW-50 喷注进入增压器进气口。发动机驱动一个三叶恒速螺旋桨。

动力装置包括一个戴姆勒-奔驰 DB 605 DB 发动机，在海平面 2800 RPM 时提供近 1430 马力。通过使用 MW-50 水-醇喷注可以进一步增大到 1850 马力。6000 米平飞最大应急功率是 2800RPM 时的 1600 马力。

Bf 109 的椭圆形轻金属硬壳机身是由两个镜像半块沿纵向合并而成，顶部到底部是宽度的两倍。两个半块是围绕着连接到垂直壁板的纵桁建造的。为了外表面的光滑，壁板埋头铆接。

“选帝侯”的悬臂下单翼是所有梅塞施密特战斗机不变的特点。全金属单梁结构覆盖有埋头铆接的应力金属蒙皮。

全金属尾翼包含尾翼和垂直安定面。它连接到后部机身附件舱壁。

武器包括一门 30 毫米（1.18 英寸）MK 108 发动机装机炮（轴心炮）备弹 65 发，和机头里两挺 13 毫米（.51 英寸）MG 131，每枪备弹 300 发。

Bf 109 K-4 的规格是：

- 翼展——9.92 米
- 全长——9.02 米
- 高度（尾部放下）——2.35 米
- 空重——2800 千克
- 装载后重量——3362 千克
- 机翼面积——16.08 平方米

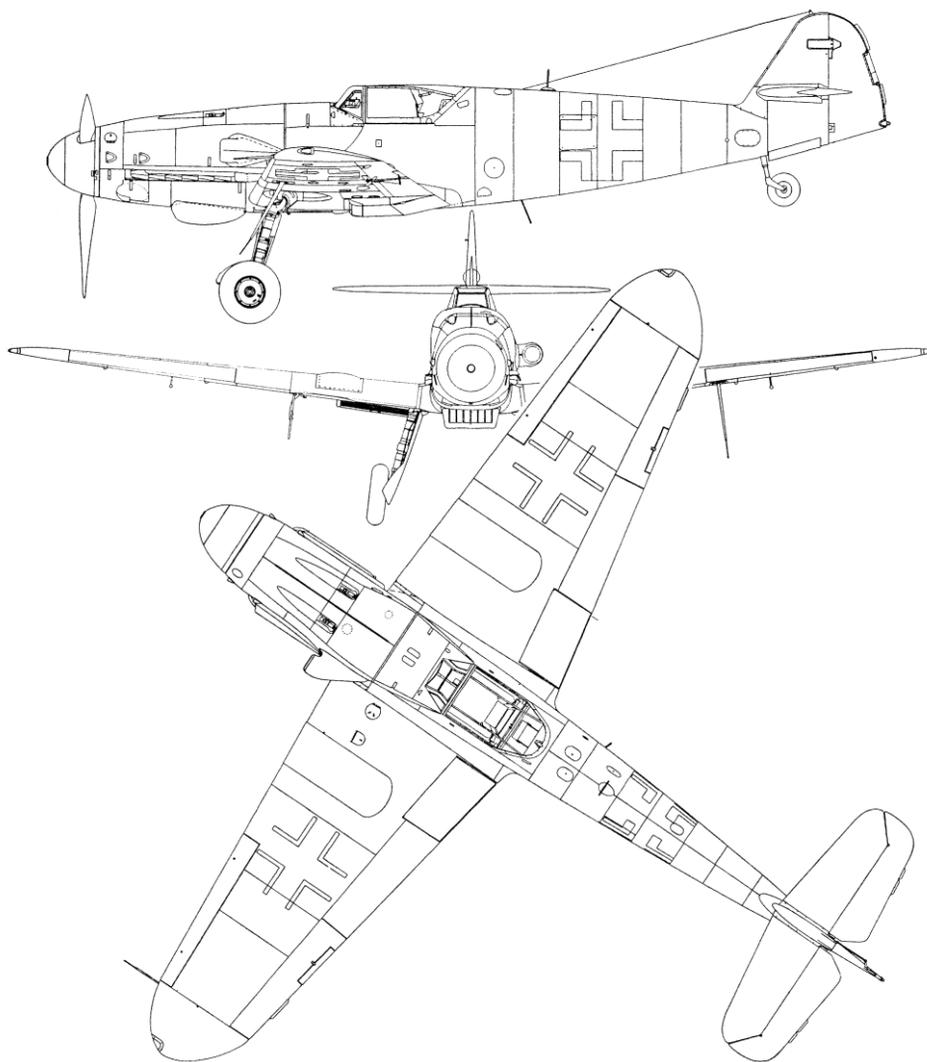


图 17: Bf 109 K-4 三视图

机身

Bf 109 的椭圆形轻金属硬壳机身是由两个镜像半块沿纵向合并而成，顶部到底部是宽度的两倍。两个半块是围绕着连接到垂直壁板的纵桁建造的。为了外表面的光滑，壁板埋头铆接。

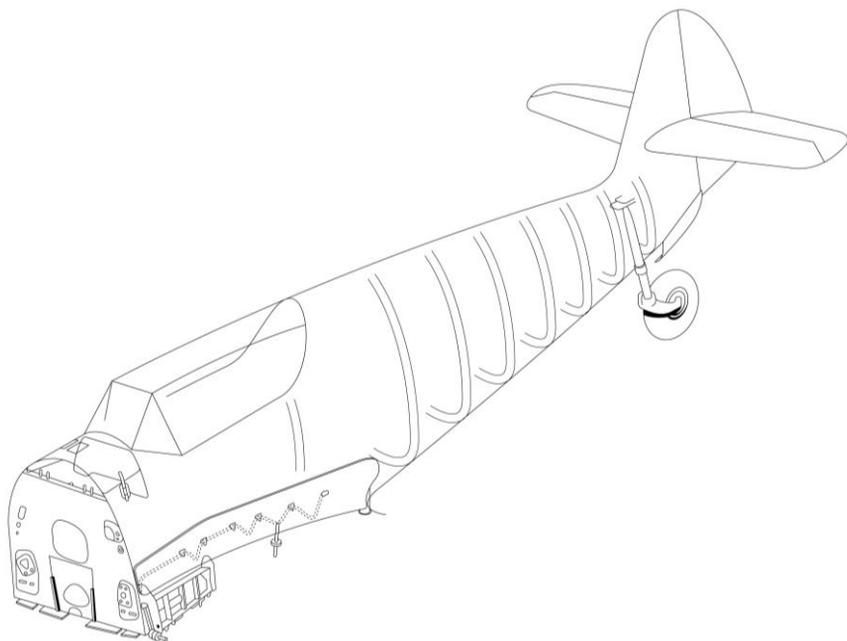


图 18: Bf 109 K-4 机身

最初基于 1930 年代早期的 Bf 108 运输机，Bf 109 很好的承载着梅塞施密特的“轻量构造”原则进入了 1940 年代。飞机独立零件数量最小化的目标可以在使用两个固定在防火墙上的复杂的托架看出。这些托架组合了下方发动机座和起落架枢轴点，成为一个单元。一个大的连接到防火墙的锻造件安装了主梁连接点，承载了大部分的翼载荷。通过在防火墙集中负载，Bf 109 的结构可以做到相对轻和简单。

这种设计的优点之一是通过 85 度角收起的主起落架连接到机身，使得可以在不附加设备来支持机身的情况下完全移除机翼对其的支持。这也允许简化机翼结构，因为在起飞或着陆时不必再承受负载冲击。

其他设计特点传承自 108，包括自动打开的前缘缝翼和封闭座舱盖。

防火墙后的机身经历了 1933 年到 1945 年相对来说没有什么变化。早期改型仍然与初始的 V 原型机相似。Bf 109 D-1 通过增加桁条和壁板的厚度，某种程度上增强了结构，也增强了起落架支柱。

到 1940 年初，各种小的变化已经积累成了显著的全重增加，这对性能有负面影响。“弗里德里希”F 型进行了很多小的气动改进，使结构更流线型。

G系列的机身大体保持不变，一些改型使用木质尾部而不是全金属尾部，因为全面战争条件下供应紧张。

到 1944 年 9 月，第一架 Bf 109 K 开始下线。很大程度上因为 Bf 109 G-14 的临时过渡，K-0 有一个大发动机整流罩。无线电设备舱门向前向上移动到第四和第五隔框之间，机身油箱的加油口向前移动到第二和第三隔框之间。

此外，D/F 环向后移动到第二和第三隔框之间的机身顶部脊梁处，一个在机身左侧脚踩点上的小的环形板被移除了。

座舱盖

109的座舱盖可能比飞机其他任何部分经历了更多的变更和修改，发动机除外。尽管一直致力于封闭座舱盖的设计，1930年代早期的最初的设计的特点是差劲的后向视野，其侧向打开的事实使得着陆和滑行成了悲剧。

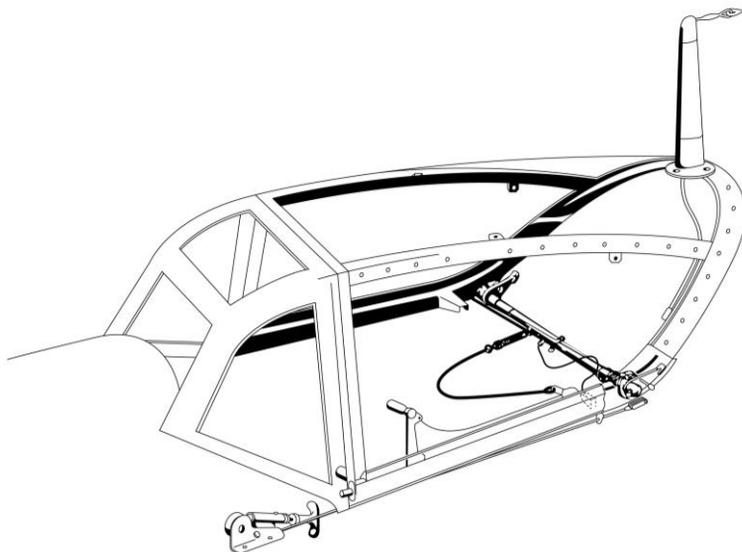


图 19: Bf 109 K-4 艾拉，也就是“加兰德”座舱盖

减小干扰阻力的尝试也使得座舱盖安装得相对发动机整流罩较低，使得驾驶舱对高个子飞行员来说特别狭窄。同时，非常有限的头部空间意味着所有型号的 109 在俯冲时极端有效，减小的阻力使得飞机可以摆脱几乎所有追赶者。

G 系列也是第一款装有增压驾驶舱的 109。这个导致设计了另一个座舱盖，有着更复杂的座舱盖框架。

K 系列装有清晰的艾拉座舱盖，经常被错误标识为“加兰德罩子”，那种有个凸起增加了全向视野并移除了大多数老的“暖棚座舱盖”框架。

机翼

109的特点是悬臂下单翼，所有改型都不变。全金属单梁结构覆盖有埋头铆接的应力金属蒙皮。

另一个 Bf 109 先进设计的例子是在机翼里使用单根工字钢主梁，位置比常规更后（为了给收起的机轮足够空间），因此形成了一个刚性的 D 型抗扭箱。翼型根部是 NACA 2R1 14.2，翼尖是 NACA 2R1 11.35，厚弦比根部 14.2%，翼尖 11.35%。

109的机翼没有外洗，即从翼根到翼尖是同样的角度。当时大多数盟军战斗机的设计是翼根的安装角更大，随着翼展而减小，在翼尖处最小。这给了109机翼对比盟军类似战斗机更大的升力，与此同时其他飞机设计通常用外洗解决的翼尖失速问题在109上使用自动前缘缝翼解决，缝翼在翼尖失速前会正常展开。总的结果是出色的高升力机翼同时难以失速。

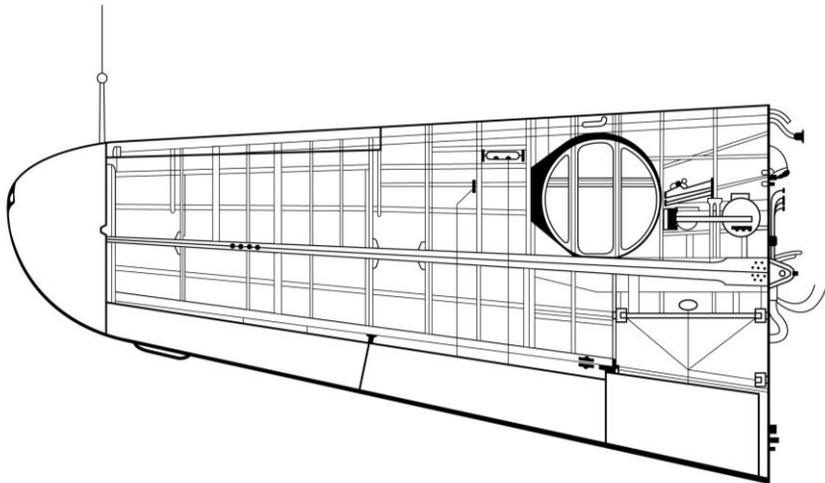


图 20: Bf 109 K-4 机翼

每个机翼有两个点在一个单梁上连接到机身，第三个点在前缘，后者传递扭转负载。机翼采用了创新的铰链后缘，外侧部分的功能作为副翼，内侧部分是襟翼。

机翼中部下方有个大的壁板可以移除以进入L型主油箱，油箱部分安装在驾驶舱地板下，部分在飞行员后部舱壁后。其他小壁板允许容易的进入冷却系统和电气设备。

另一个让109从开始就在竞争中脱颖而出的主要设计特点，就是其更小的机翼面积和更高的翼载。它给了梅塞施密特战斗机闻名的高速，代价是降低低速控制。较小的机翼需要更多气流来产生足够的升力来维持飞行。为了对此补偿，Bf 109在机翼上包含了先进的高升力装置，包括自动打开的前缘缝翼和后缘上相当大的弯度变化襟翼。缝翼展开时显著增大机翼升力，大大改进了水平机动性。109还引入了襟翼放下时副翼也会放下，这样增大了有效襟翼面积。放下时，这些装置有效增大了机翼的升力系数。

整个109的历史里，大多数的机翼变化限于气动弱点，机翼散热器。扰乱气流的结构最后部分地嵌入了F系列的机翼。其他改善气动的尝试包括改变前缘缝翼的面积，和修改副翼及襟翼的设计。

机翼上有矩形整流罩，用于大型660 × 190毫米主轮。最初计划用于G系列的小的机轮门安装在轮舱的外侧，收起时覆盖轮子外侧。这个门经常被前线部队移除。

尾段

Bf 109 K-4 有一个全金属尾部单元，包含尾部单元和垂直安定面。它连接到后部机身附件舱壁。

垂直安定面的主要承载部分是一个斜梁。全金属水平安定面和尾轮总成连接在此梁上。

织物蒙皮的方向舵包含带有一个梁和七个翼肋的金属框架。它有空气动力学突角补偿和质量平衡。它还有一个配平片。因为飞机在飞行中一般非常稳定，配平片只能在地面上调整。

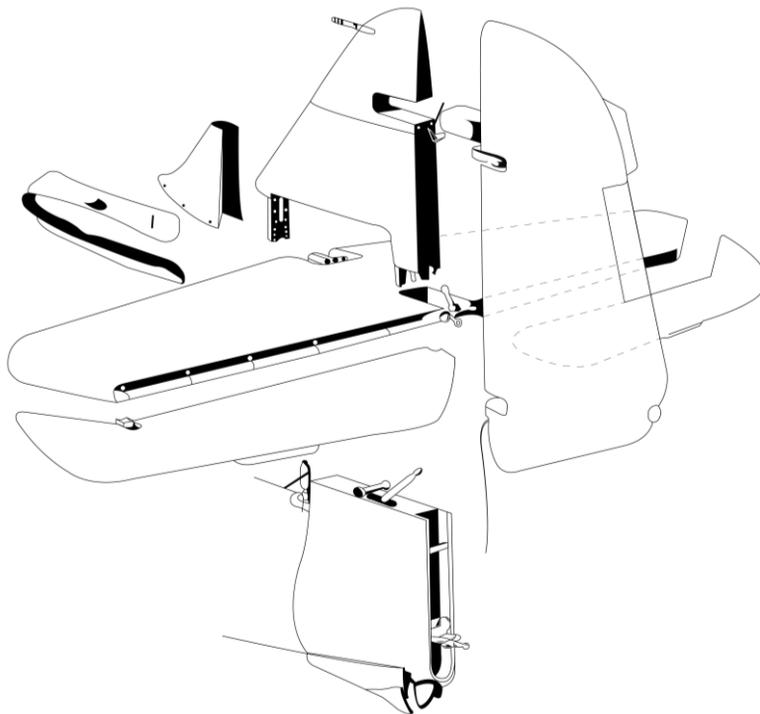


图 21: Bf 109 K-4 尾段

飞行操纵

操纵装置总成包含水平安定面和升降舵、垂直安定面和方向舵、副翼和襟翼。

Bf 109 K-4 是传统操纵模式，操纵面有垂直安定面、方向舵、水平安定面、两片升降舵、两片副翼和襟翼。

下表显示所有操纵面及其行程：

操纵		位置	
可调水平安定面	0-位	0°	
	+ 位	+1° 10'	
	- 位	-6°	
升降舵偏转	水平安定面配平 0''	拉	27°
		推	24°
	水平安定面配平+1° 10'	拉	26°
		推	25°
	水平安定面配平-6°	拉	30°
		推	21°
方向舵偏转		32°	
方向舵弗莱特纳配平片		32°	
副翼偏转		上	22° 40'
		下	11° 20'
弯曲襟翼	0-位	0°	
	放下	40°	
机翼安装角	在 1、7 和 13 翼肋		1° 42'

驾驶杆可以以常规的方式向前和向后移动来操纵升降舵。驾驶杆可以向前移动 15°30'，向后移动 15°30'。

由于飞行中整个水平尾翼可以使用水平安定面配平手轮来配平，升降舵偏转取决于水平尾翼的位置。请查看上表详细了解。

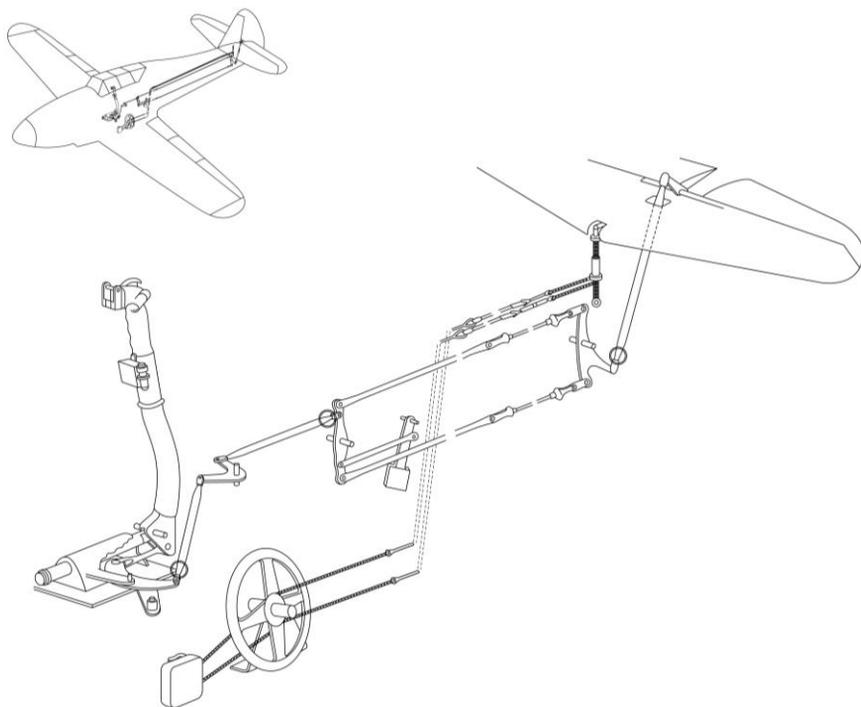


图 22: Bf 109 K-4 升降舵操纵索

驾驶杆也可以以常规的方式侧向移动来操纵副翼。

襟翼位置通过一个位于飞行员左侧的手轮控制。襟翼位置刻度显示在襟翼的根部，可以在驾驶舱里看见。襟翼可以偏转从 0 到 40°，40°位置保留用于着陆，20°通常用于起飞。襟翼手轮转一整圈大致等于 5°的襟翼偏转；因此到起飞位置要转 4 圈，到着陆位置要转 8 圈。

水平尾翼位置通过位于飞行员左边，襟翼手轮边上的手轮控制。有一个驾驶舱指示器在手轮旁，机械指示器上的圆形窗口里显示安装角。负安装角显示有一个减号，例如-2.5，正安装角不带符号，例如 1 表示+1。

水平尾翼移动范围从+1°10'到-6°。

109 K 系列在批量生产的飞机上装有弗莱特纳配平来减轻操纵力，但是生产时常有例外，许多 K-4 使用与 G 系列相同的副翼系统。一些飞机下生产线时只装了地面调节副翼弗莱特纳配平，但是没有升降舵配平，导致杆上力分布不均匀，使得在高速时更难操纵。

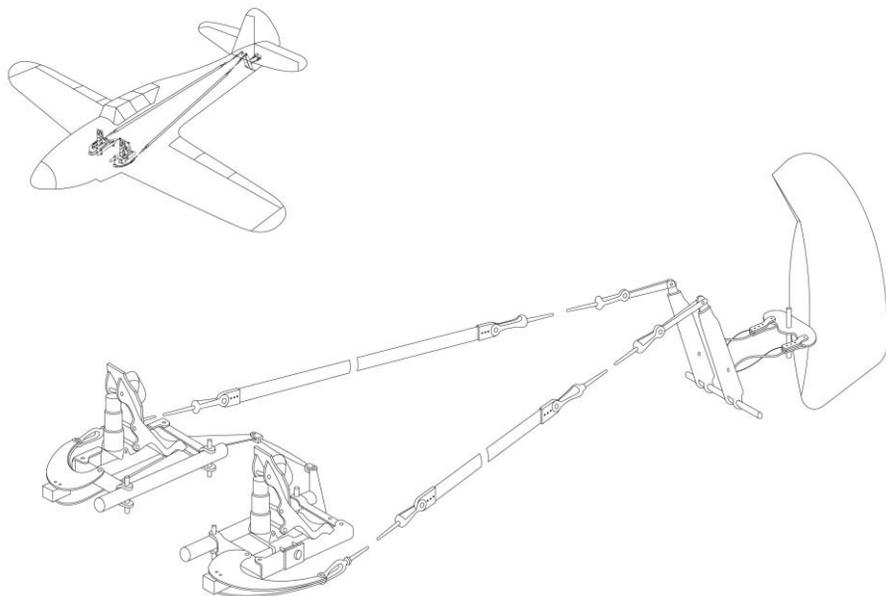


图 23: Bf 109 K-4 方向舵操纵索

飞行员对 109 的操纵意见大相径庭。德国飞行员一般都骂它，然后发现驾驶 109 很快乐。相反，盟军试飞员认为 109 难以操纵，并报告高速时有效机动需要的操纵力实在太大了。意见的不同可能和两边飞行员的习惯有关。盟军飞行员习惯轻操纵力和助力操纵的飞机，所以对他们来说 109 不正常的重，这样的改变显然不好。相反，德国飞行员不习惯奢侈的助力操纵，因此有训练。对他们来说，更大的操纵力才是正常的。许多人有了畅快的经验。不管哪种情况，109 肯定需要飞行员有不少肌肉来机动。

当应用了适当的操纵力，飞机一般易于驾驶。然而，起飞和着陆时左翼突然下坠的趋势是飞机的阿喀琉斯之踵。需要精准的方向舵输入来消除偏航。

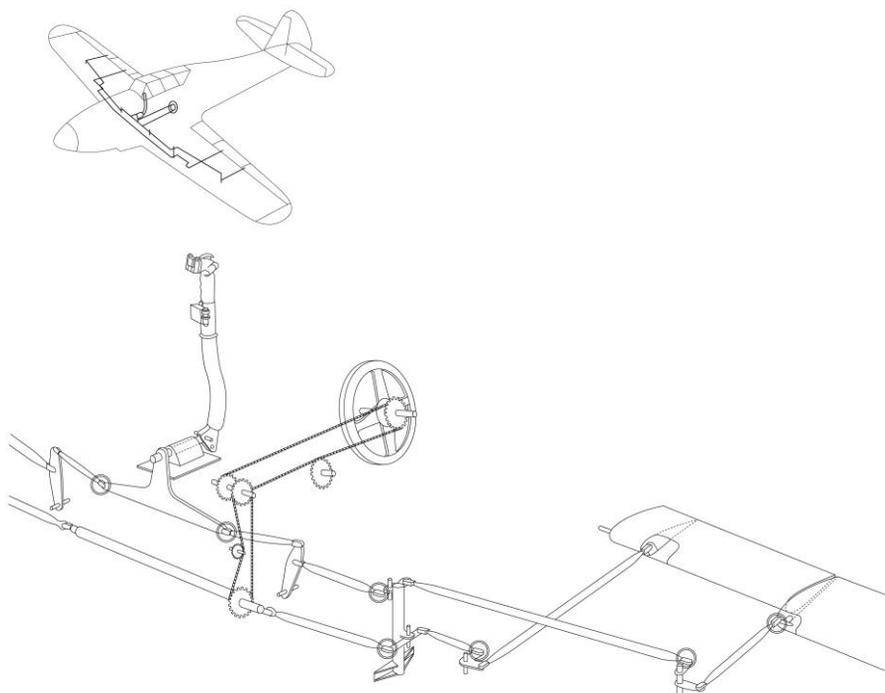


图 24: Bf 109 K-4 副翼操纵索

起落架

Bf 109 装有可收放的窄轮距起落架。机轮用液压收放。还有一套辅助手动系统用来操作起落架。

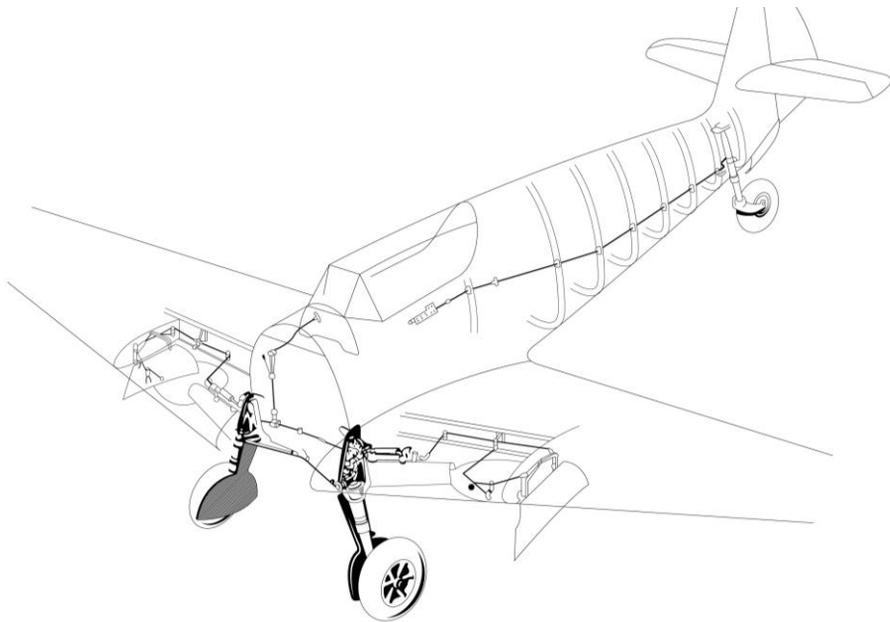


图 25: Bf 109 K-4 起落架

109 的尾轮经历了许多变更。许多早期改型有固定尾轮，K-4 重新引入了可收放型，改进了高速性能。尾轮还有两片小翻盖门，当尾轮收起时盖住轮窝。

起落架由位于驾驶舱左侧的一个按钮控制。

要收起起落架，简单的按下对应的“Ein”（德语“开启”或“进”）按钮然后等待运行完毕。一旦起落架锁定就位，起落架指示器装置上的红灯亮起。

要放下起落架，按下对应的“Aus”（德语“关闭”或“出”）按钮然后等待运行完毕。一旦起落架完全放下，起落架指示器装置上的绿灯亮起。

如果液压失效，主起落架也可以通过拉起应急起落架放下手柄放下。这会解锁减震支柱，然后可以在重力的帮助下放下。

尾轮与主起落架同时收起。

自由旋转的尾轮支柱可以通过位于飞行员左侧肘部附近的控制杆锁定或解锁。

刹车系统

Bf 109 K-4 在两个主轮里都有液压操作的闸瓦。每个都有其独自の液压助力器和刹车线。两个轮子可以独立刹车。

整个系统通过脚踏以常规方式运行。

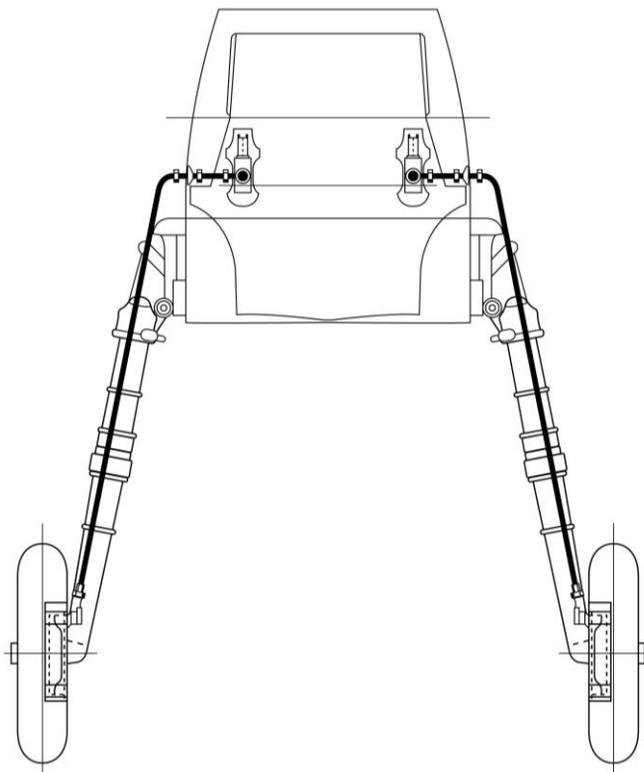


图 26: Bf 109 K-4 刹车系统

发动机

大多数 Bf 109 由各种型号的戴姆勒-奔驰 DB 601 V12 发动机或其衍生型，DB 605 提供动力。Bf 109 K-4 也一样。

动机供应情况经常是德国飞机产业的一个弱点，在 1944 和 1945 年 109K 生产时感觉特别明显。一个 DB 605 的改型安装到量产的 K-4 上。初始计划使用先进的 DB 605L，带有二级增压器，然而一颗幸运的盟军炸弹干掉了—个高空实验室，把 605L 的交付推迟了近一年。因此，量产的 109K 装了 DB 605B、DB 605DC 或 DB 605ASC，只有一些非常晚生产的 K-4 最终收到了 DB 605L。

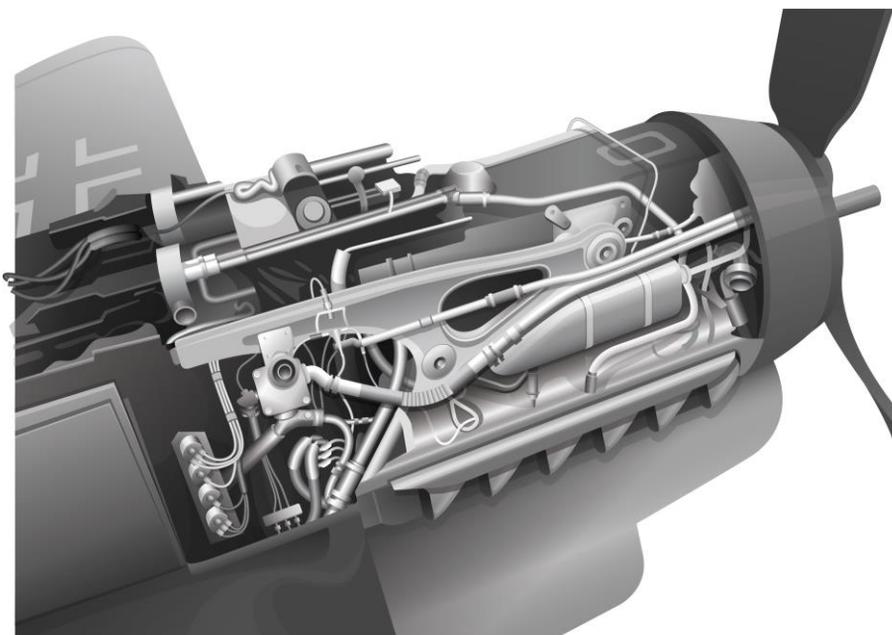


图 27：戴姆勒-奔驰 DB 605

量产的 K-4 常由戴姆勒-奔驰 DB 605DB 或 DC 发动机提供动力。DB 可以使用 B4 燃油，其配合 MW 50 醇水喷注设备，可以在 6000 米高度产生应急功率达 1600 PS（6600 米最大持续功率为 1160 PS），最大增压器增压为 1.8 ATA 时的起飞功率为在 0 米的 1850 PS。DB 也可以使用更高辛烷值的 C3 燃油，但是禁用 MW 50。经过内部加固的 DC 也可以使用 B4 或 C3 燃油，可以产生潜在的 2000 PS，但只有在 使用 MW 50 的 C3 燃油和 1.98 ata 的增压时，否则功率额定与 DB 的相似。

DCS Bf 109 K-4 建模的是 DB 605 DB 发动机。

发动机装在两个连接防火墙大型锻造镁合金 Y 型支柱悬臂中。每个支柱由两个安装在防火墙上的快卸螺栓固定。所有主管线连接有颜色编码并组合在一处，在可能的情况下，电气设备插入安装在防火墙上的接线盒。整个发动机可以作为一个单元在几分钟内移除或更换。

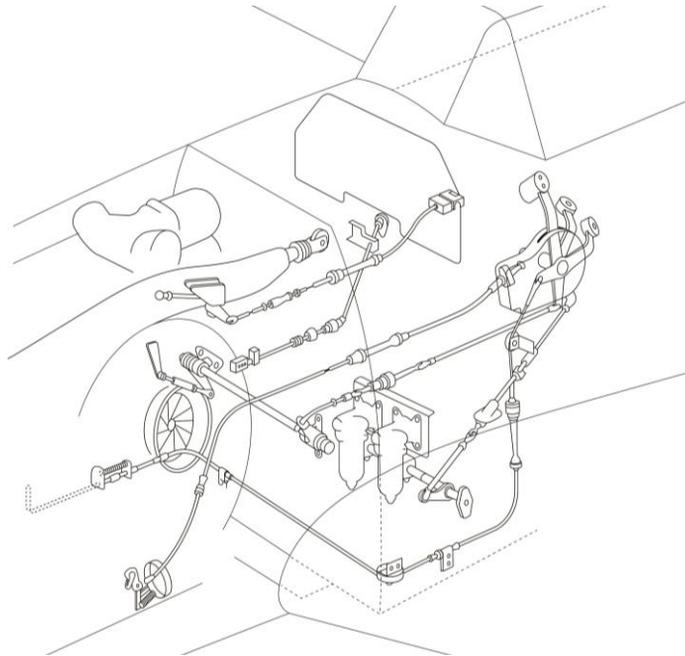


图 28：戴姆勒-奔驰 DB 605 控制图

从设计的一开始，主要目的是为了易于在前线机场运行时安装发动机、机身武器和其他系统。因此，发动机整流罩由大的，易于移动的壁板组成，由大的开关锁固定。

发动机更换是 109 最不可思议的设计创新之一。首次被报道时曾引起轰动。美国海军陆战队少校阿尔·威廉姆斯 (Al Williams)，施耐德奖杯的竞争对手，一些德国高级官员的一位朋友，在战前 1938 年驾驶了一架新型战前 D 型的 Bf 109。他写了一份热情洋溢的报告，在美国发表，并在世界各地广泛转载。其中部分写道：

我直接了当的说，你自己评估其价值。梅塞施密特的发动机可以拆卸、重新换一台，然后准备起飞——在 12 分钟内。

你可以想象当我回国并传开这个消息之后官场圈子里质疑的喧嚣。骚动的原因很明显，在很多情况下，对我们许多标准类型的战斗机来说，拆除一个发动机然后另换一台需要 24 到 36 小时。

戴姆勒-奔驰发动机的另一个大优势是它的燃油直喷。多数盟军飞机使用复杂和昂贵的涡轮增压器，需要高辛烷值燃油，而同样情况下 DB 601 及其 603 和 605 改型因为其燃油直喷可以使用低辛烷值的 87 号燃油。

发动机状态：

运行条件	转/分	ATA	最长时间
------	-----	-----	------

WEP (MW-50)	2,800 ± 50	1.75 ± 0.01	10 分钟
起飞和 WEP	-	-	-
战斗	2,600 ± 50	1.35 ± 0.01 *	30 分钟
巡航	2,400 ± 65	1.25 ± 0.01	持续
经济	2,000 ± 80	1.05 ± 0.01	持续

*) 爬升期间增压可进一步调节 0.03 ATA 到 1.31 和 1.39 ATA 之间。

注意：安装了 MW-50 系统的话，不能达到正常起飞和应急动力。应该使用战斗模式。

增压器

戴姆勒-奔驰 DB 605 发动机有一个液压驱动的单级增压器，可以带 MW-50 水醇喷注。



图 29：增压器压力表

MW-50 水-醇喷注

MW-50 (MethanolWasser 50) 是甲醇和水的 50-50 混合物，喷入 Bf 109 K-4 的增压器，允许用于增大增压压力。

许多 Bf 109 改型使用一些增压。G-6 是第一款设计使用新的现场改装套件 **Rüstsatz** 的型号，允许在战场上快速安装各种大量标准套件，和一些 **Umrüstsätze**，也就是工厂套件，其可在工厂安装。U2 套件提供了一个驾驶舱后 118 升的槽，用于 GM 1 氧化亚氮喷注系统，而 U3 套件使用一个用于 MW 50 水醇混合物的槽。

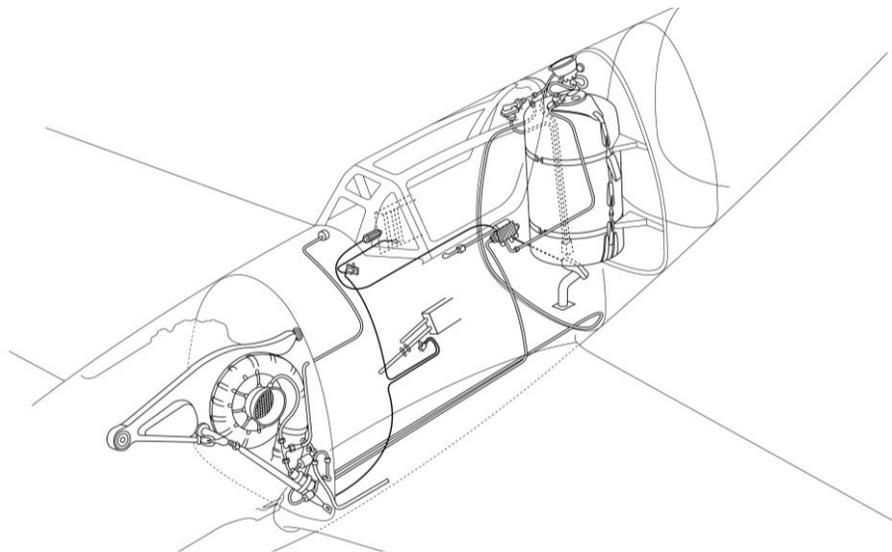


图 30: MW-50 系统图

混合物喷注的主要效果是其抗爆效果，是增加增压压力的原因。

混合物喷注的次要效果是冷却发动机。

MW 50 提供的增压提升可以描述为词汇“难以置信”。

开启系统立刻因冷却发动机，吸进更多空气而提升发动机功率近 100 HP。与此同时，开启 MW-50 启用更高的增压器增压水平。在最佳条件下，两个效果一起增加发动机功率高达 500 HP。

在海平面，启用 MW-50 时发动机运行功率超过 1800 hp，对比关闭 MW-50 时的功率是 1430 hp。

随着高度增加，尽管主要的增压提升效果恶化，次要冷却效果仍然是显著的。因此 MW-50 系统可以在任何高度和任何应急事件时用于冷却发动机。

在 6000 米高度以上，MW-50 提供的增压效果开始以幂数降低。



图 31: 水/醇压力表

请注意 MW 50 槽也可用于存储常规航空燃油，本质上就是把可用的额外动力替换额外航程。

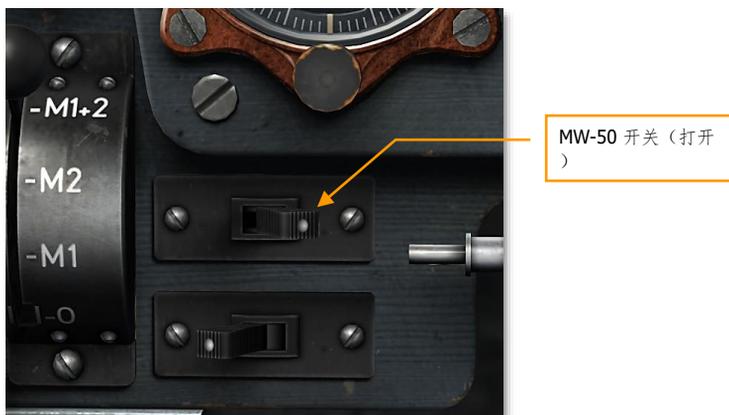


图 32: MW-50 开关

驾驶舱左侧的 MW-B4 选择器用于设置 MW 50 槽状态。请注意这个开关设置不正确可以导致灾难性后果，比如把水醇混合物引入燃油管线，或者把航空燃油喷进增压器。

螺旋桨

戴姆勒-奔驰 DB 605 发动机驱动一个三叶金属 V.D.M. (Vereinigte Deutsche Metallwerke, 制造商, 德国联合金属制品厂) 恒速螺旋桨。桨距自动通过一个机电系统自动调节, 也可以手动超控。

自动桨距控制在任何增压压力下根据期望发动机转速设置桨距。增压压力和 RPM 都设置到当前高度气压。

自动开关位于驾驶舱左侧, 油门弧座下面。

油门弧座上也有一个方便的拇指开关, 允许手动桨距调节。手动设置可用于应急或增加燃油经济性。

各个螺旋桨叶的位置显示在主仪表板里的机械位置指示器 FL.18503/2 里。

指示器看起来像一个有时针和分针的时钟，但其指针是逆时针旋转的。一小时指示六度桨距，十分钟等于一度桨距。

最小桨距，26 度，对应指示器上的 12:30。

最大桨距，89 度，对应指示器上的 6:00。

92 页上的表格显示时钟指示及其对应的桨距位置百分比。



图 33：桨距位置指示器显示 10:30 也就是 38 度桨距

燃油系统

Bf 109 K 和大多数 Bf 109 改型一样，使用单个 400 升 L 型主油箱，部分位于驾驶舱地板下，部分在飞行员后部舱壁后。

Bf 109 K-4 可以在机身下携带一个外部副油箱，容量 300 升。

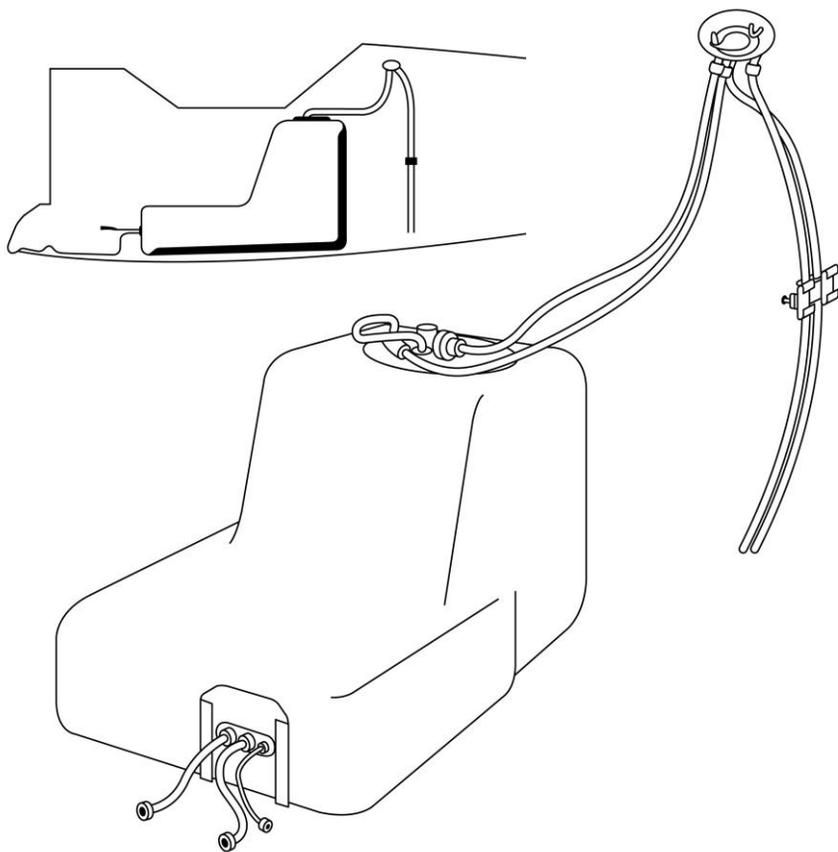


图 34：主油箱

燃油系统以一个简单的原则运作。当多于一个油箱在使用时油箱菊花链，互相输油。

有两个燃油泵，P1 和 P2。P1 从 L 型油箱的后部抽油，P2 从前部抽油。一个燃油输送选择器位于油门弧座下面，用于在燃油泵之间选择，选项有“Zu”（关闭，即全部关闭）、P1(P1 泵)、P2（P2 泵）和 P1+P2（全部）。



图 35：燃油输送选择器

前仪表板上有个油量表，以百升指示剩余的燃油。



图 36：油量表和燃油警告灯

主油箱还有一个燃油警告灯。当主油箱的油量达到约 30 升——足够飞行约 5 分钟时灯会亮起。

一个燃油压力表用于监视从油箱到发动机的燃油压力。



图 37: 燃油压力 (左侧) 表

发送机总是从主油箱抽油。

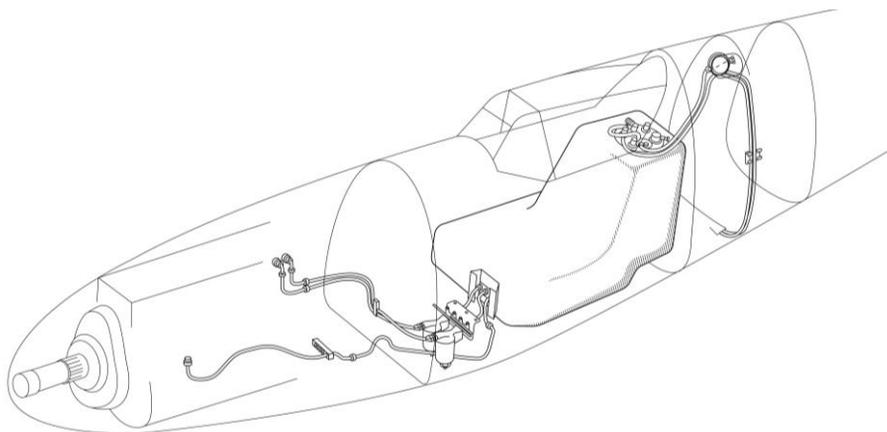


图 38: 燃油系统总览

当使用副油箱时，它不断的通过一个加压软管向主油箱输油。副油箱持续对主油箱输油时油量表会持续显示满油。一旦副油箱空了，主油箱的油量开始减少。

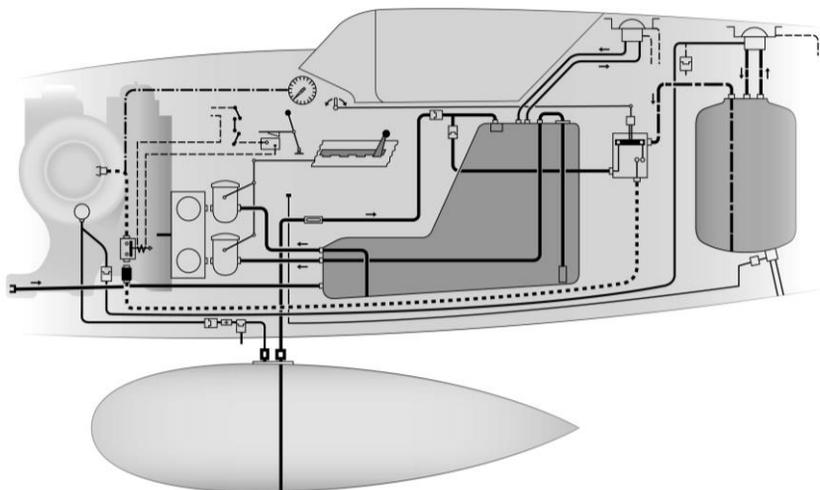


图 39: 燃油系统图

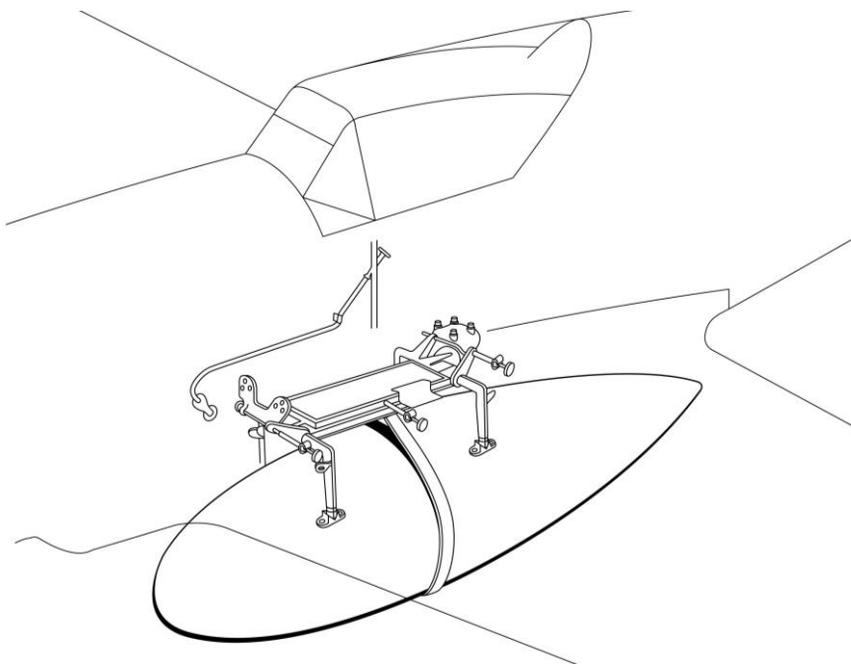


图 40: 副油箱燃油系统

液压系统

Bf 109 里的液压系统用于操作起落架和散热器盖。

起落架正常情况下用液压收起和放下。发动机冷却剂散热器和滑油散热器有液压控制的鱼鳞板。

滑油系统

DB 605 的滑油系统有个干式油底壳，一个压力泵和两个回油泵。

一个环形的滑油箱位于机头。由于滑油系统没有装甲保护，滑油箱和滑油冷却器某种程度上是飞机最薄弱之处。

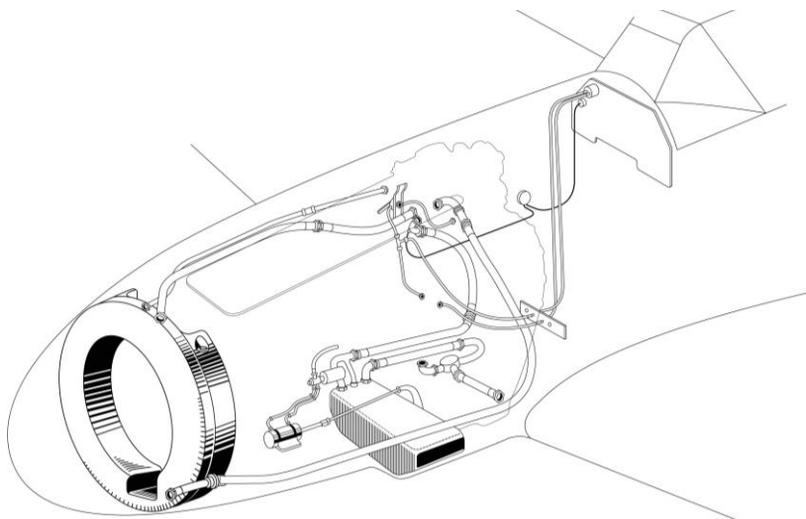


图 41：滑油系统图

有两个驾驶舱仪表，都在前仪表板上。滑油温度表监视系统，正常运行温度的范围是 70-85 度。燃油和滑油压力表的右侧监视系统，正常压力是 5-10 千克/平方厘米。



图 42：滑油压力（右）和滑油温度表

冷却剂系统

Bf 109 K-4 成对使用两个安装在机翼里的匹配的散热器来散热。首次引进是在 F（即“弗里德里希”）型的一次重新设计，系统使用一系列互联鱼鳞板来有效调节冷却，同时产生尽可能最小的阻力。鱼鳞板由一个恒温器自动控制，根据需要一起工作提供最大冷却效果。

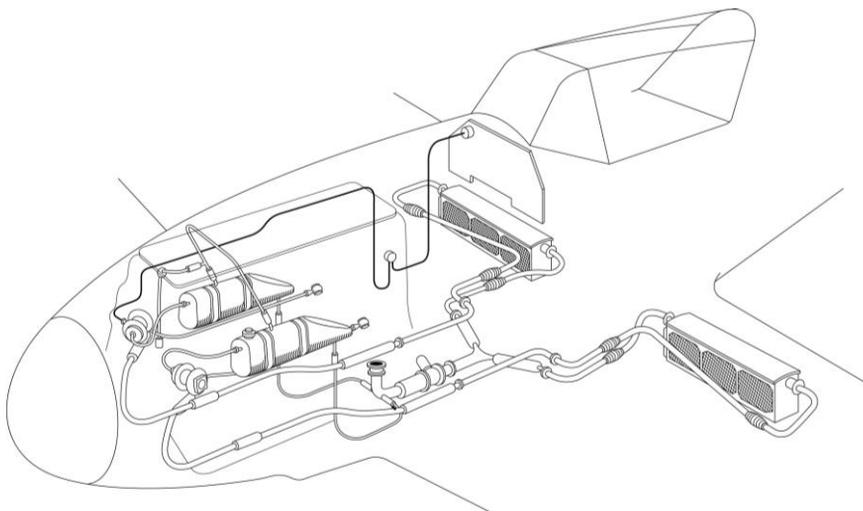


图 43：冷却剂系统图

自动系统有点缓慢，尤其在地面时。通用的飞行员策略是起飞时轻推油门达到适当温度限制，引起自动冷却鱼鳞板根据需要打开或关闭。

也有系统的手动超控，但是应仅在应急时使用；正常运行时强烈建议使用自动系统。

电气系统

电气系统由一个 2000 瓦 24 伏发电机供电。系统里还包含一个 7.5 安时电池。

电气系统对下列系统供电：

- 桨距自动化
- 驾驶舱仪表
- MW-50 电路
- 燃油泵
- 武器系统
- FuG 16ZY 和 FuG 25a 无线电台
- 外部灯光
- 窗口加热

驾驶舱右侧的断路器面板用于对组件供电。

每个断路器有两个按钮。大的带有白点黑色按钮接通相应的电路。红色按钮断开电路关闭之。

每个断路器设计在过载时弹出，可以按下黑色按钮复位。

提供了下列按钮：

A100	Stromerzeuger	24V 2000W 发电机
D100	Staurohr	皮托管加热
	Sichtscheibenheizung	窗口加热
	Heizhandschuhe	加热手套
C100	Kennlichter	外部灯光
C101	UV-Leuchten	内部灯光
V101	Abwurfwaffe Gondeln	投放挂载和可选武器
	Bildgeräte Aufklärer	枪炮或侦查相机
	Messgerate	仪表

V100	KGM1 Anlage Anlasszündung Leuchtm-Abschussanlage Verstell-Luftschraube Fahrwerküberwachung Fernkompass Revibeleuchtung	MW-50 系统 起动机点火 信号弹 桨距自动化 起落架 罗盘 Revi (射击瞄准具) 照明
A101	Sammler	24V, 7.5 Ah 电池
F135	FuG 16	FuG 16 无线电收发机
F211	FuG 25a	FuG 25a IFF 装置
E101	Tankpumpe	电动燃油泵



图 44: 驾驶舱电气控制

下图中的电源切断开关位于主面板上，用于断开飞机主电源电力。



图 45: 电源切断开关

氧气系统

氧气系统包括驾驶舱里的流量阀，安装有流量监视器、带有氧气软管的调节装置和高压管线及压力表，还有一组位于右机翼里的球形 2 升氧气瓶。氧气瓶分成三行三列作为附加安全措施。



图 46：氧气示流器和压力表

打开流量阀就开始了氧气的流动。氧气流入调节装置。提供的示流器和压力表位于前仪表板的右侧，指示相应系统状态。

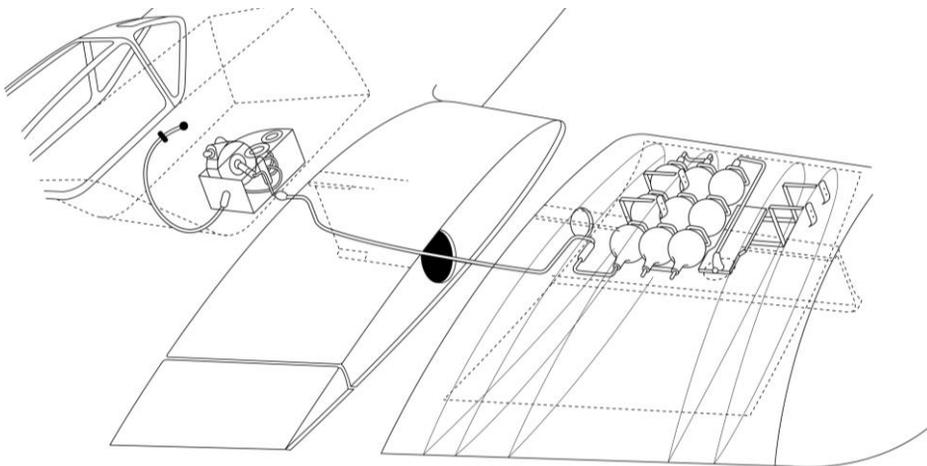


图 47：氧气系统图

无线电设备

飞机装有 FuG 16ZY 无线电，是一台特殊设计的空中 VHF 收发机。FuG 16 可用于飞行中通信和 IFF 识别，以及 DF 归航。电台运行的频率范围在 38.4 到 42.4 兆赫之间。

FuG 16ZY 也可以设置成 Leitjäger 也就是战斗机编队长机模式，允许使用特殊的 Y-Verfahren 地面跟踪，通过普通耳机引导归航。

无线电台的 AFN-2 组件允许简单导航到地基归航信标，在单个表盘上显示方向和距离。

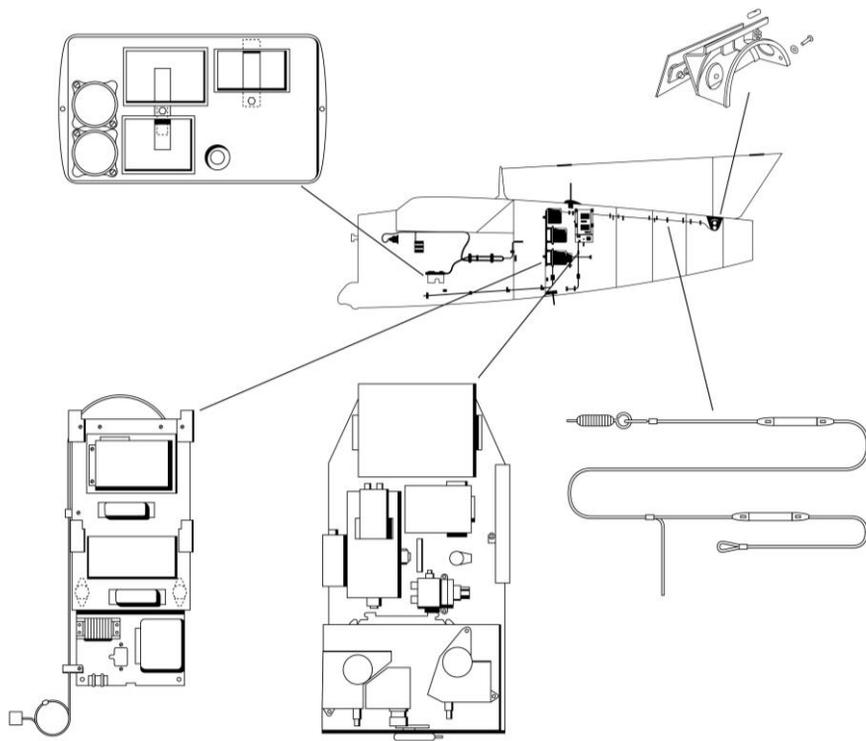


图 48：无线电设备图

FuG 25a Erstling (初演) 组件是世界上第一种的敌我识别 (IFF) 单元之一，允许地基雷达识别飞机为友方。这个装置从“芙蓉雅”也就是“Würzburg”雷达站接受脉冲。当启用并根据当天的密语正确设置时，FuG 25a 会回复一个预定义的信号，地面站可以处理并识别此单位为友方。FuG 25a 的工作频率范围是 125 ± 1.8 兆赫，运行距离可达 100 公里。

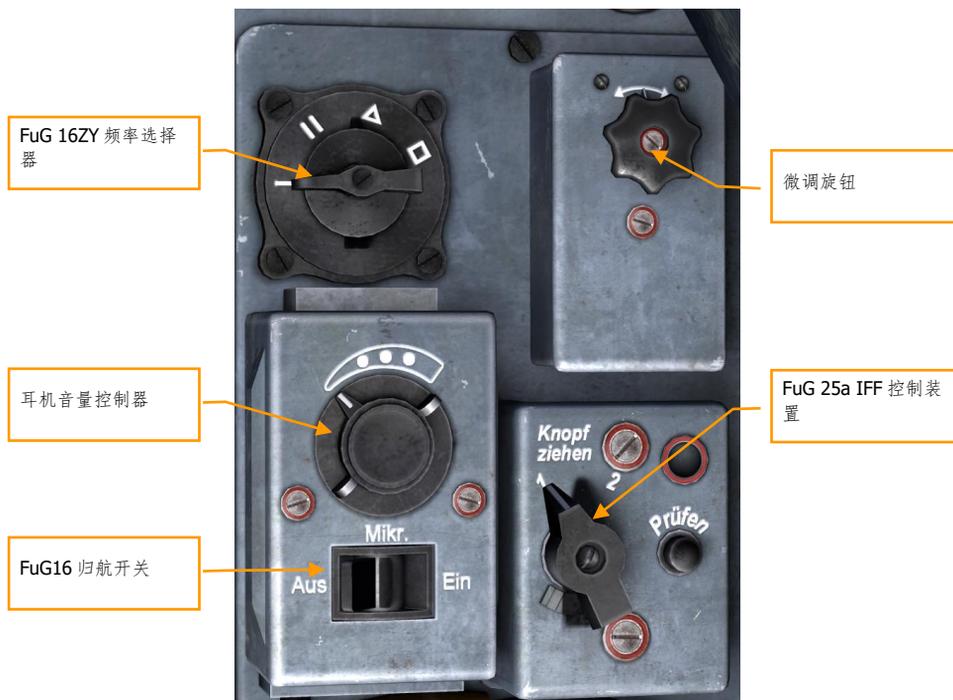


图 49: FuG 16ZY 控制器

装甲

Bf 109 K-4 对飞行员提供丰富的全方位保护，包括装甲头枕、装甲椅背，以及一块装甲驾驶舱风挡。

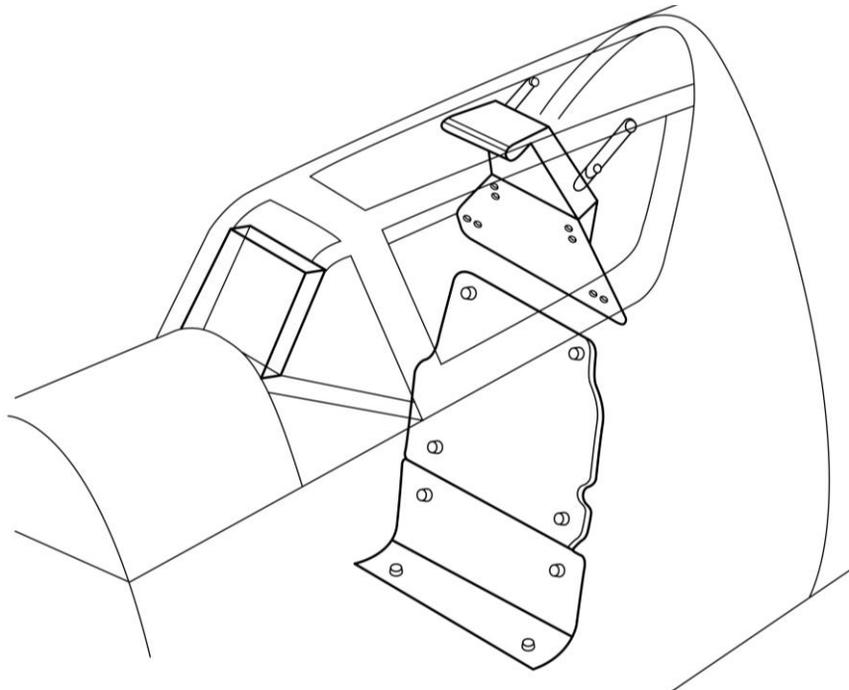


图 50: Bf 109 K-4 驾驶舱装甲

武器

K-4的武器包括一门30毫米（1.18英寸）MK 108发动机安装机炮（轴心炮）备弹65发，和机头里两挺13毫米（.51英寸）MG 131，每枪备弹300发。一些量产的K-4安装了MG 151/20作为轴心炮。附加的Rüstsätze，也即是设备包，例如300升（80美制加仑）副油箱（R III）、最大到500千克/1100磅的炸弹（R I）、翼下20毫米毛瑟MG 151/20机炮吊舱（R IV）或21厘米（8英寸）Wfr.Gr.21火箭弹。

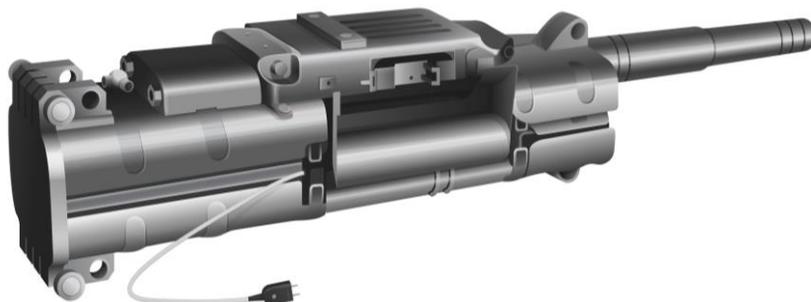


图 51: MK 108 机炮

讨论武器装备时必须提到的一个重要事实是德国弹药的质量。对比盟军，德国炮弹在很大程度上领先于它的时代，其使用离心引信的炮弹，由于使用更薄的弹壁，其爆炸性几倍于盟军弹药。炮弹中使用高质量炸药也提供了对比盟军相当多的穿透力。



图 52: MK 108 发动机安装机炮和两挺发动机上的 MG 131 机枪

Bf 109 使用电动的机炮，和大多数其他德国二战飞机一样。这使得武器选择比盟军飞机更容易，也可以使用独特的系统弹药计数器，免去了空中射击中的所有猜测。

用于武器的驾驶舱设备包括 Revi 16B 射击瞄准具和 SZKK 3 弹药计数器。本来预定使用更先进的提前量计算 EZ 42 射击瞄准具，战争后期生产困难意味着量产的 K-4 只带有更简单的 Revi 16B。

SZKK 3 弹药计数器来自于二战期间大量用于德国空军飞机上的 SZKK (Schalt-, Zähl- und Kontrollkasten) 族的德国计数器。当时大多数其他空军的飞行员必须估算武器里的剩余弹药，德国飞行员可以奢侈的在驾驶舱里看到存有弹药的确切数量。



图 53: SZKK 3 弹药计数器

SZKK 3 显示两挺 MG 131 的各自弹药储备。SZKK 里左边的竖条显示左侧 MG 131 的状态，右侧的显示右侧 MG 131 的状态。

请注意驾驶舱内没有用于 MK 108 的指示。

弹药计数器不直接连接到弹药储存。枪炮地面装载时，它们被重置满（顶）位置。各机械指示器条在武射击时沿槽口下降。

白条段表示储存的弹药；黑条段表示已经使用的弹药。

当武器射击时，每个弹药计数器顶部的环形锁定灯会闪烁。如果当扳机按下时锁定控制指示器还是黑的，表示发生了武器故障。



图 54: Revi 16B 射击瞄准具

Revi 16B 是许多德国飞机使用的标准反射瞄准具。尽管引入提前量计算瞄准具的尝试开始于战争的很早期，RLM 更喜欢更简单的反射瞄准具（Reflexvisier 或者缩写 Revi）直到 1944 年。所有国家使用的所有反射瞄准具使用相同的基本原理，投影光环图像到瞄准具玻璃上，成像于无穷远。

Revi 16B 这类的反射瞄准具不计算提前量，只是简单的提供一个相对于飞机炮轴线固定的瞄准点。

当在战斗中使用反射瞄准具，飞行员手动调节来计算目标提前量、G 载荷、到目标距离和其他精确航空射击学需要的参数。



图 55: 驾驶杆

常规的驾驶杆上装有一个常规的扳机，允许飞行员根据需要射击机载武器。

有两个分离的扳机，一个用于两挺 **MG 131**，另一个用于 **MK 108** 机炮。

如果装有翼下火箭弹，**MK 108** 开火按钮也可以用于发射翼下火箭弹。两个模式通过位于主仪表板上的 **MK 108 / 火箭弹** 开关来选择。

驾驶杆也包含了炸弹释放按钮，可以用于投放炸弹。

如果装备有翼下机炮吊舱，**MK 108** 也可以用于开火翼下机炮。两个模式通过位于主仪表板上的机翼机炮开关来选择。

驾驶舱



驾驶舱

Bf 109 K-4 里的飞行员办公室是一个常规的飞机驾驶舱，根据战争末期标准，相当拥挤和混乱。Bf 109 改型的一长串的改进和调整意味着原本整洁的 Bf 109 B 驾驶舱持续接收大量新设备的开关和控制器，经常随意放在对工程师方便的地方，很少考虑工效学。

与竞争对手 Fw 190 形成鲜明对比的是，Bf 109 需要飞行员经常把手离开油门和驾驶杆，有时候需要一些刚柔并济的小技巧来操作各种驾驶舱系统。



图 56: Bf 109 K-4 驾驶舱总览

驾驶舱分为三个主要区域：前仪表板包括仪表板和 Revi 16B 瞄准具；左侧包括发动机控制器；右侧包括座舱盖和氧气控制器和电气系统断路器。

前仪表板图例

前仪表板包括仪表面板和 Revi 16B 射击瞄准具。

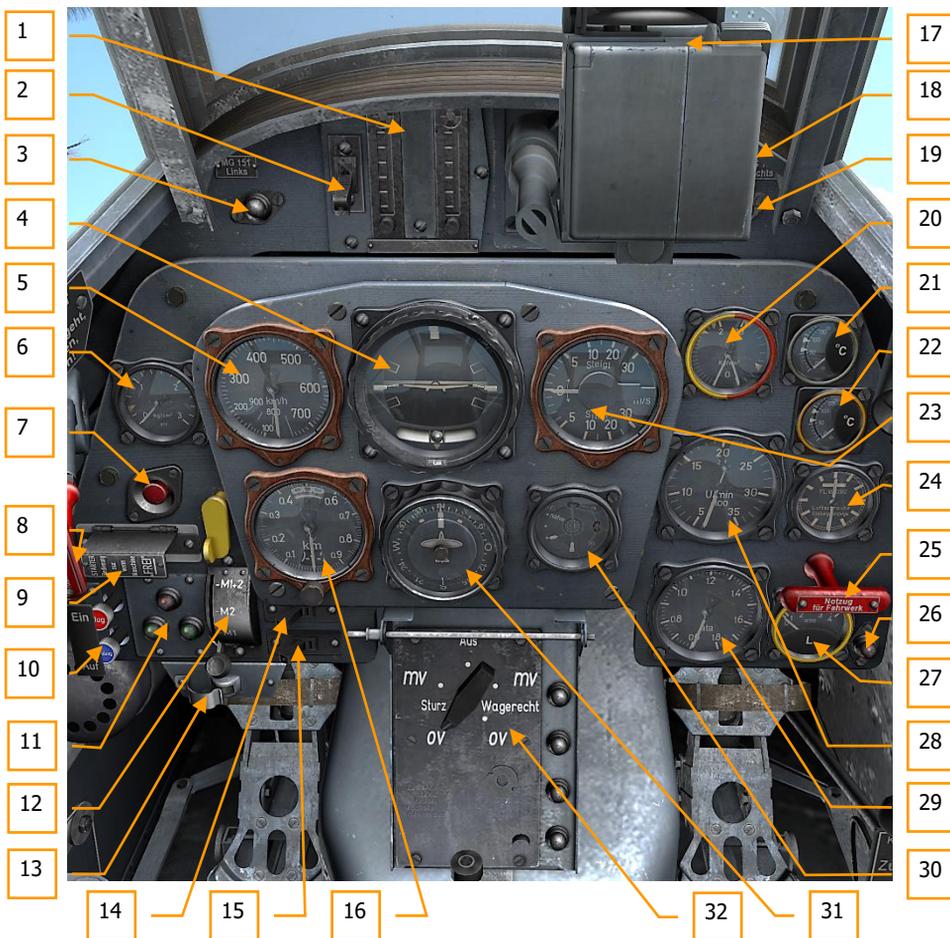


图 57: Bf 109 K-4 前仪表板和图例

1. 弹药指示器
2. 主武器开关
3. 机翼安装 MG 151 指示器 (左)
4. 人工地平仪/转弯侧滑仪

5. 空速表
6. 水/醇压力表
7. 电源切断开关
8. 座舱盖抛弃手柄
9. 起动机开关
10. 起落架控制器
11. 起落架位置指示器
12. 点火（磁电机）选择器
13. MK 108 / 火箭弹开关
14. MW-50 电源开关
15. 机翼机炮开关
16. 高度表
17. Revi 16B 射击瞄准具
18. 飞行时钟（遮住了）
19. 机翼安装 MG 151 指示器（右）
20. 燃油和滑油压力表
21. 冷却剂温度表
22. 滑油温度表
23. 垂直速度表
24. 桨距指示器
25. 起落架手动释放
26. 燃油警告灯
27. 油量表
28. 转速表
29. 增压器压力表
30. AFN-2 归航指示器
31. 转发罗盘
32. 炸弹控制板

左侧图例

左侧包括发动机控制和襟翼及配平控制。

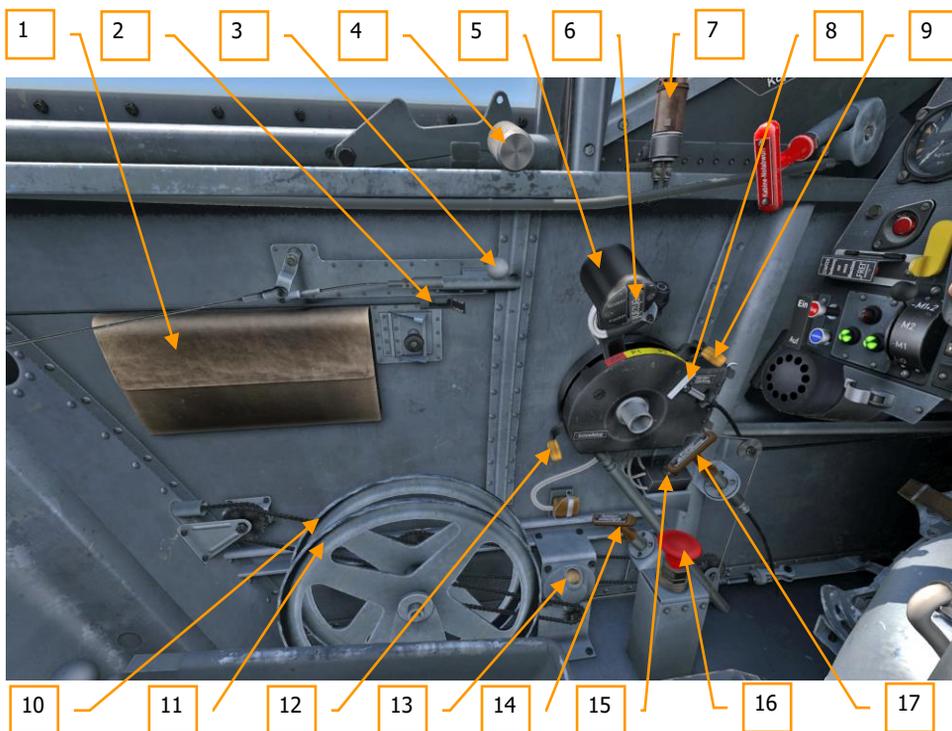


图 58: Bf 109 K-4 左侧和图例

1. 地图盒
2. MW/燃油选择手柄
3. 尾轮锁手柄
4. 座舱盖手柄
5. 油门杆
6. 桨距摇臂开关
7. 左面板照明荧光灯
8. 寒冷天气开车手柄

9. 燃油泵选择器
10. 襟翼控制手轮
11. 水平安定面配平手轮
12. 关车手柄
13. 水平安定面配平指示器
14. 武器应急释放手柄
15. 调节器自动化开关
16. 注油泵手柄
17. 左散热器关断手柄

右侧图例

右侧包括氧气控制器、武器控制器和电气系统断路器。

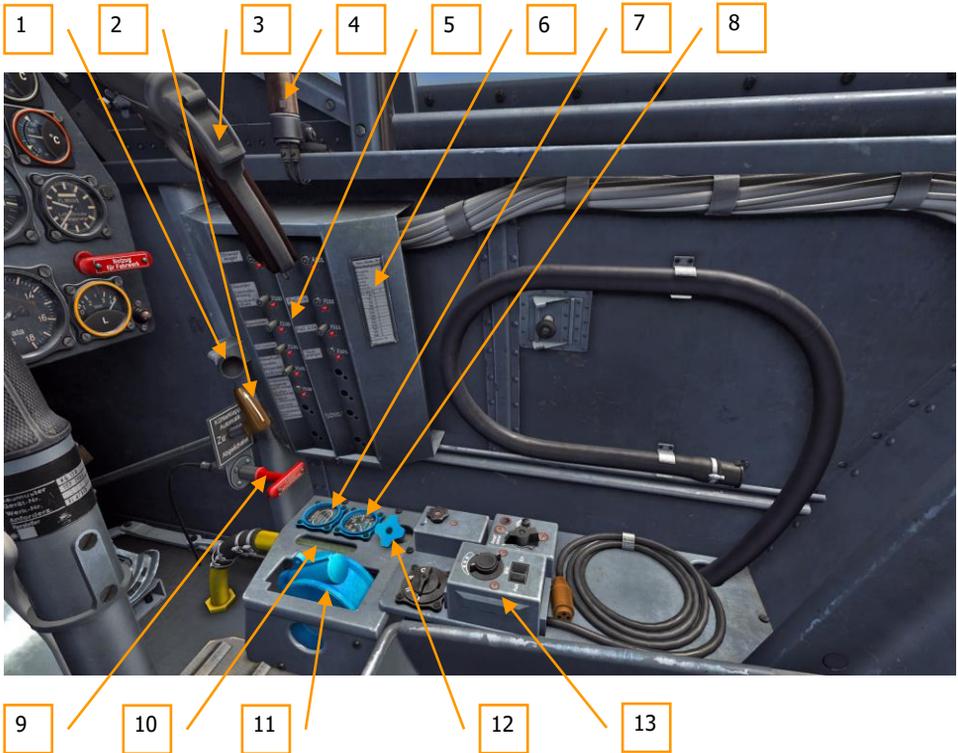


图 59: Bf 109 K-4 右侧和图例

1. MW/燃油排放手柄
2. 散热器模式选择器
3. 信号枪
4. 右面板照明荧光灯
5. 断路器面板
6. 罗差卡

7. 氧气示流器
8. 氧气压力表
9. 右散热器关断手柄
10. 外部油箱输油监视器
11. 氧气调节器
12. 氧气操作阀
13. FuG 16ZY 无线电控制器

驾驶杆

KG-13C (Knüppelgriff) 驾驶杆位于驾驶舱的中央。横向移动控制滚转，纵向移动控制俯仰。

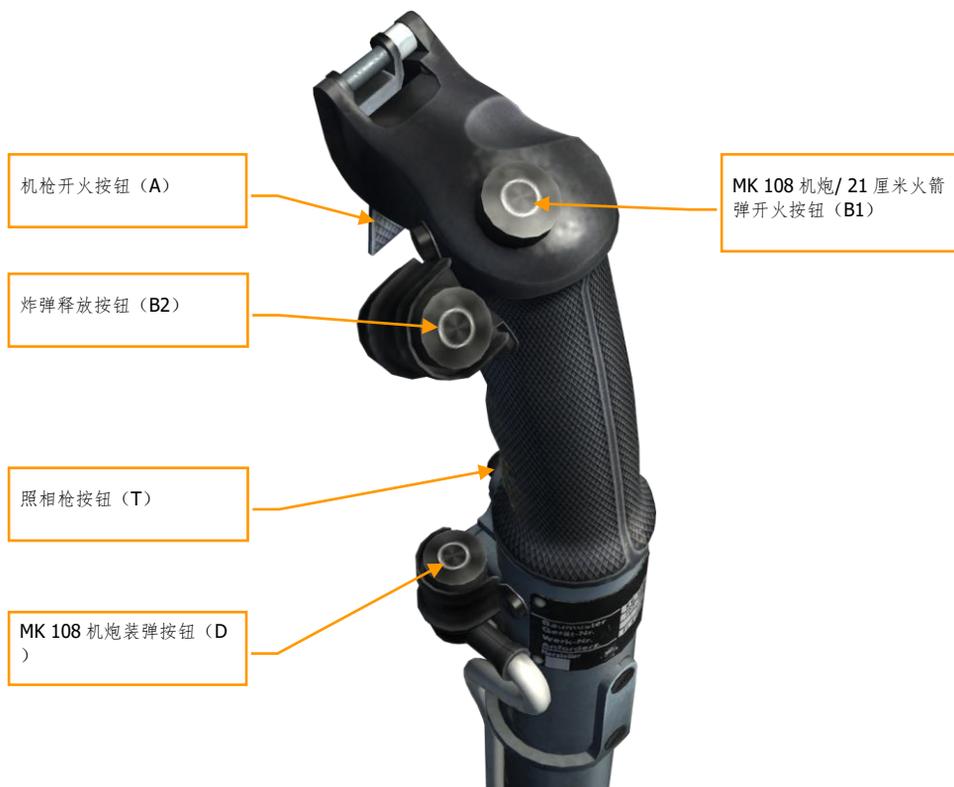


图 60: 驾驶杆

前仪表板指示器 and 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。

Revi 16B 射击瞄准具



图 61: Revi 16B 射击瞄准具在展开战斗位置

标准 Revi 16B 反射瞄准具安装 Bf 109 K-4 上。本来预定稍后要替换为 EZ 42 陀螺瞄准具，但是由于战争后期供应困难而从未实现。

Revi 16B 是许多德国飞机上使用的标准反射式瞄准具。尽管引入提前量计算瞄准具的尝试始于战争的很早期，RLM 更喜欢更简单的反射瞄准具（Reflexvisier 或者缩写 Revi）直到 1944 年。所有国家使用的所有反射瞄准具使用相同的基本原理，投影光环图像到瞄准具玻璃上，成像于无穷远。

Revi 16B 这类的反射瞄准具不计算提前量，只是简单的提供一个相对于飞机炮轴线固定的瞄准点。

当在战斗中使用反射瞄准具，飞行员手动调节来计算目标提前量、G 载荷、到目标距离和其他精确航空射击学需要的参数。

Revi 16B 装有两个飞行员控制器，亮度调节杆和瞄准具调光板。

亮度调节杆位于设备的顶部右边。它可以向前（远离飞行员）和向后（朝向飞行员）移动来调节光环亮度。在前位置标有“Aus”（关），灯关闭。选择最后位置是最亮。杆可能需要根据当前亮度条件来调节。



图 62: 射击瞄准具的亮度调节杆

瞄准具调光板是一块附加墨镜，可以在主光环玻璃后展开。调光板用于在最亮的自然光条件下，当亮度调节杆的最后位置亮度不足以充分显示光环时。

为了飞行员方便，瞄准具在不战斗时可以推向一边来改善视野。瞄准具可以通过按压瞄准具本体来折叠和展开，并可向侧方旋转。



图 63: Revi 16B 瞄准具在折叠位置

按下射击瞄准具来折叠，或展开到战斗位置。



图 64: Revi 16B 光环

Revi 16B 的光环有下列标记:

- 带有刻度的十字 (两个刻度之间等于一度)
- 50 密位半径的环 (100 密位直径)。

注意:

弧度是角度测量的单位。

密位, 毫弧度的缩写, 是一个弧度的千分之一。

一密位是个非常小的角度, 大约 $1/17^\circ$ ($0,058824^\circ$), 近似等于一英尺在 1000 英尺的距离上 (或 1 米在 1000 米的距离上)。

由于角度的关系是线性的, 100 密位 (= $1/10$ 弧度), 环的直径是 5.73° , 近似等于 100 英尺在 1000 英尺的距离上 (或者 100 米在 1000 米的距离上)。

环的直径很接近战斗机的翼展在 100 米的距离上。

射击瞄准具可以用于判断到目标的距离, 只要它的翼展已知:

目标会符合 100 密位环, 距离 = $10 \times$ 翼展 (米)。

在一半距离, 目标看上去两倍大, 密位值会翻倍 (200 密位)。

两倍距离, 目标看上去一半大, 密位值会减半 (50 密位)。

举例:

一个 10 米翼展的目标会在 100 米距离上符合 100 密位环。

在 200 米距离，目标翼展会等于 50 密位。

仪表板

弹药指示器

SZKK 显示两挺 MG 131 的各自弹药储备。SZKK 里左边的竖条显示左侧 MG 131 的状态，右侧的显示右侧 MG 131 的状态。

请注意驾驶舱内没有用于 MK 108 的指示。

弹药计数器不直接连接到弹药储存。相反，当枪炮在地面上装弹时，它们被复位到满（顶部）位置，然后每当武器开火时，各个机械指示杆都会逐格下降。

每个指示器侧面提供的凹槽显示了每种武器的弹药库存的弹药数量。

白条段表示储存的弹药；黑条段表示已经使用的弹药。

当武器射击时，每个弹药计数器顶部的环形锁定灯会闪烁。指示器不直接连接到武器的炮门。如果锁定控制指示器是黑的，炮门关闭。

如果当扳机按下时锁定控制指示器还是黑的，表示发生了武器故障。

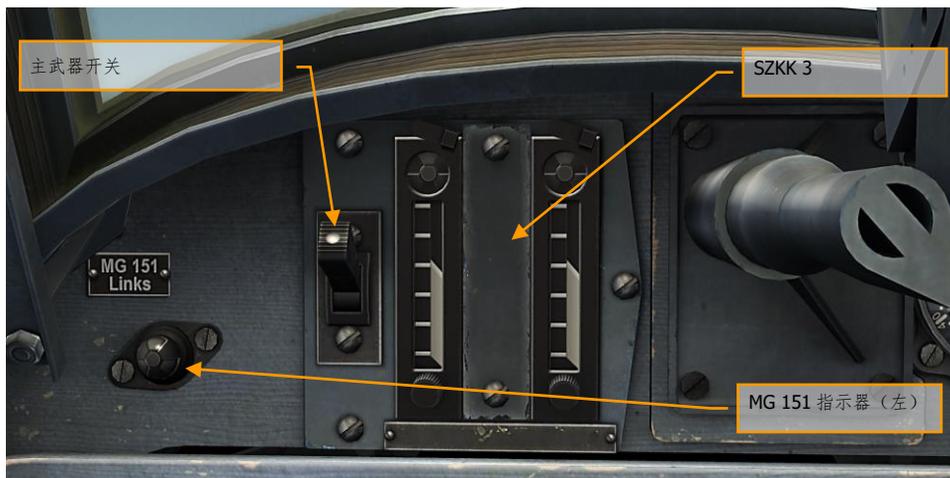


图 65: SZKK 3 弹药指示器、主武器开关和 MG 151 指示器

主武器开关

主武器开关用于打开到头炮和装填武器的电源，出击时第一时间打开。

把开关向上打开，向下关闭。

注意主武器开关只打开机身机炮。如果装有翼下机炮吊舱，开关位于主仪表板上。

请在滑行、起飞和巡航时保持武器关闭，以避免开火事故。仅在进入战斗时或小队队长机指示武器试开火时启用武器。

不同于 FW 190 的武器，Bf 109 K-4 的武器气动上膛，没有电动装填。MG 131 在地面上气动装填。MK 108 通过装填按钮气动装填。冷气阀由电螺线管控制时可以用按钮操作。

MG 151 指示器（左）

如果安装，指示灯连接到左翼下机炮吊舱 MG 151。

当机翼炮开关和电气断路器面板上的 V101 开关合上时指示器灯亮起。

人工地平仪/转弯侧滑仪

另一个德国空军常用指示器，这个仪表由柏林的阿斯卡尼亚制造，把转弯侧滑仪和人工地平仪合二为一。

仪表的转弯侧滑部分由一个陀螺仪型的转弯指示仪和一个球形坡度（侧滑）指示仪组成。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。转弯时坡度指示仪通过把球保持居中在两条参考线之间来减小侧滑。坡度指示仪的极限是 $\pm 35^\circ$ 。

地平线条可以指示俯仰最高达 60° ，坡度最高达 110°

请注意如果俯仰指示仪超过 60° ，会遇到陀螺限制器，不能再显示正确数据。因此地平线条仅在俯仰最大到 60° 时准确。

仪表顶部的针指示坡度。转弯指示仪显示飞机的转弯率。指示仪满偏等于在二分钟内完成一个 360° 转弯。

请注意人工地平仪在特技飞行时要锁定！

外部的旋转环用于锁定/解锁人工地平仪。“Fest”是锁定位置，“Los”是解锁位置。

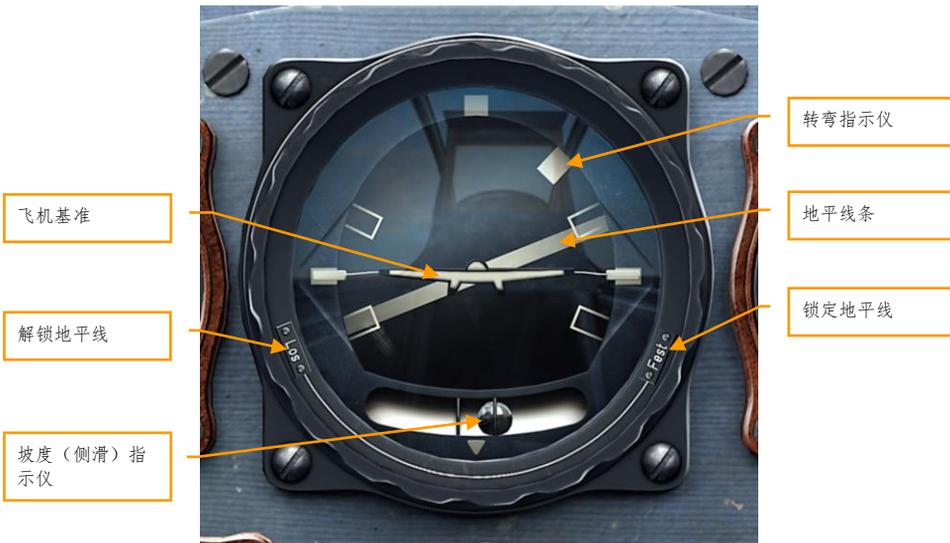


图 66：人工地平仪

空速表

一个后期型的德国空军常用速表，Bf 109 K-4 上的表在表盘上刻有 km/h 的标记。

DCS Bf 109 K-4 里建模了 FI 22234 空速表；一些 K-4 也装备 FI 22245 空速表，刻度从 100 到 1000 公里/小时，尝试根据气压输入同时显示指示空速和真空速。

如建模显示，FI 22234 只显示指示空速（IAS），主外圈上的刻度从 0 到 750 公里/小时，空速继续跨过 0 标记到最高 900 公里/小时。从 100 到 750 公里/小时的标尺每小格是 10 公里/小时，之后是 50 公里/小时。

请注意范围从 0 到 180 之间和 750 到 900 公里/小时之间是重合的。除了常识外没有办法可以在此重叠区域分辨空速。



图 67：空速表

水/醇压力表

MW-50 水/醇压力表（零件编号 FI.20504-3）以千克/平方厘米为单位显示 MW-50 系统压力。

仪表刻度范围从 0 到 3 千克/平方厘米。整个仪表标尺每小格 0.2 千克/平方厘米。两个指示条表示正常运行压力是 0.4 – 0.8 千克/平方厘米。下指示条显示最低允许压力是 0.4 千克/平方厘米，上指示条表示最高允许压力是 0.8 千克/平方厘米。

仪表上的“gvy”标签是制造商代码，代表“J.C.埃卡特股份有限公司，松讷贝格工厂”。



图 68：水/醇压力表

座舱盖抛弃手柄

手柄可用于应急从飞机分离座舱盖。

使用抛弃手柄时请低头。

如果抛弃座舱盖系统故障，你可以尝试通过常规方法打开座舱盖。



图 69：座舱盖抛弃手柄

电源切断开关

电源切断开关用于禁用飞机的主电源。

其用于应急禁用所有飞机功能，或者在任务结束后关闭所有电源。

不建议在飞行中操作这个开关，因为再次重新启动所有设备也许是不可能的。



图 70：电源切断开关

起动机开关

起动机开关用于开车。开关装有弹簧，需要保持在 ON（上）位置来执行启动。

不要操作起动机持续超过 15 秒。

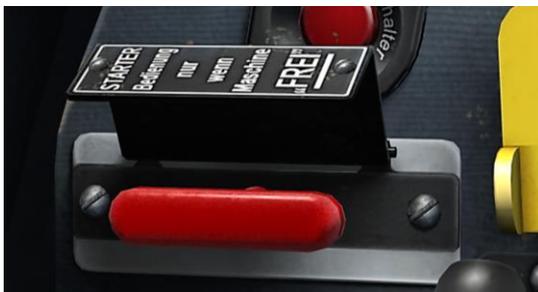


图 71：起动机开关

起落架控制器和起落架位置指示器

这组按钮允许操作起落架。

两个可用位置是“**Ein – Flug**”（入/起落架收起 - 飞行）和“**Aus – Landung**”（出/起落架放下 - 着陆）。

要收起起落架，收起在“**Ein**”（上）按钮上的安全开关然后按下按钮。起落架操作和收起并锁定时按钮保持按下。按钮不会弹出。起落架指示器上的红灯也会亮起。

要放下起落架，按下“**Aus**”（起落架放下）按钮。起落架操作时按钮保持按下，一旦起落架放下并锁定就弹起。按钮不会弹出。起落架指示器上的绿灯也会亮起。

如果程序中发生故障，你可以尝试再次按下对应的按钮。

请注意当起落架没有在放下位置并锁定时，任何时候襟翼放下时，驾驶舱里会听见一个警告声。这提醒在着陆时你放下起落架，或者提示你发生了起落架故障。



图 72：起落架控制器和起落架位置指示器

起落架位置指示器显示各个主起落架支柱（左和右）的位置——起落架收起和起落架放下。

- 当主起落架已收起，红灯亮起。
- 当主起落架放下，相应的绿灯亮起。

起落架手动释放

当主起落架放下按钮不能工作，还有一个备用手动系统。可以拉起应急杆，机械的解锁减震支柱。这样就允许起落架由其自身重量展开。

飞机应大致在放平姿态以使起落架放下。

请注意备用系统的弹簧一般足够完全锁定起落架在放下位置。如果失败，你可以尝试摇动飞机机翼。



图 73：起落架手动释放

点火选择开关

点火选择开关控制用于对发电机点火系统供电的磁电机，有四个位置：

- "0". 磁电机关闭。
- "M1". 用于检查右磁电机正确运行的位置。
- "M2". 用于检查左磁电机正确运行的位置。
- "M1+2". 同时使用两个磁电机。

只有"M1+2"位置应用于开车和正常运行的所有其他时间。



图 74：点火选择开关

MK 108 / 火箭弹开关、MW-50 电源开关和机翼机炮开关

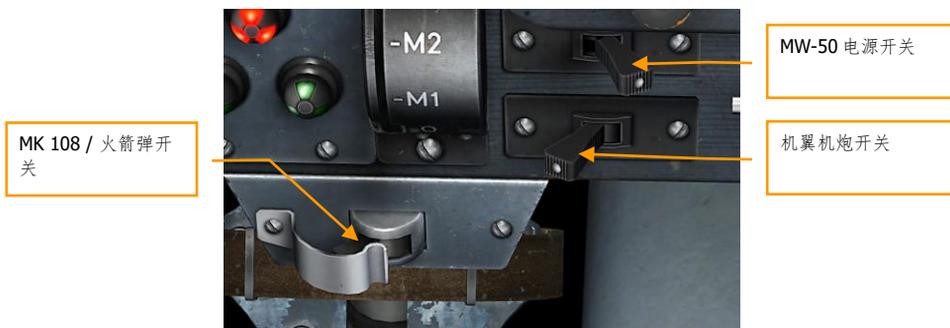


图 75: MK 108 / 火箭弹开关、MW-50 电源开关和机翼机炮开关

MK 108 / 火箭弹开关切换位于 KG-13C 驾驶杆上的 B1 按钮（MK 108 机炮/火箭弹开火按钮）的开火模式。

当设置到最左侧位置时，按下 B1 按钮会开火 MK 108 机炮。

当设置到最右侧位置时，按下 B1 按钮会开火翼下火箭弹。

MW-50 电源开关操作 MW-50 水醇喷注，大大增大发动机功率。

把它设置到右侧位置来启用 MW-50 系统；设置到左侧禁用。

没有开/关指示器提供；然而系统状态可以通过查看增压器压力表、水/醇压力表和简单的听发动机声音来确定。

虽然系统通常不用于地面或低速，它可以用于短距离起飞时根据需要提供更高的增压设置。

机翼机炮开关切换其开火模式，如果装有翼下机炮。

请注意同时只能安装一种一下武器。如果装有翼下机炮，则不能挂载火箭弹，反之亦然。

与此同时，MK 108 / 火箭弹开关仍然可以操作，即使没有挂载火箭弹。当没有装备火箭弹，开关仅切换 MK 108 的运行。

当翼下机炮开关设置到最左位置，主驾驶杆上的 MK 108 开火按钮仅会开火由 MK 108 / 火箭弹开关所选择的武器（MK 108 或没有）。

当翼下机炮开关设置到最右位置，主驾驶杆上的 MK 108 开火按钮会开火翼下机炮和由 MK 108 / 火箭弹开关所选择的武器（MK 108 或没有）。

高度表

高度表（零件编号 FI.22320，由 R. 菲斯 制造）通过测量大气压判断飞机正在飞行的高度。仪表包含 3 部分：指示十米的指针、下方显示千米盘的窗口和上方以毫巴显示气压的窗口。

仪表的刻度范围是 1km，从 0.0 到 0.99。整个标尺每小格是 1 km 的 1/100，也就是 10 米。

千米盘以不进位舍入均匀的显示千米高度。千米盘可以显示数字从 0 到 9，总的限制从 0 到 9999 米。

米针和千米盘显示的信息应求和。举例，如果千米盘显示 3，指针指向 0.75，实际高度是 3750 米（3 + 0.75 千米）。



图 76：高度表

飞行时钟

“荣汉斯时钟 Bo-UK1”是所有二战德国飞机的标准仪表计时器。时钟安装在 Bf109 的主仪表盘的右上角。

你可以用下面的圆形发条/设置旋钮来调节时钟。它下面的按钮是秒表开始、停止和返回。你可以使用右边的开始 - 停止按钮和圆形按钮来设置时钟。

秒表机构通过按下位于发条/设置旋钮正下方的秒表按钮来开始和停止。第一次按下开始，第二次按下停止，第三次按下返回。中心秒针的每次通过都有记录在小的记录盘上，最长到 15 分钟。

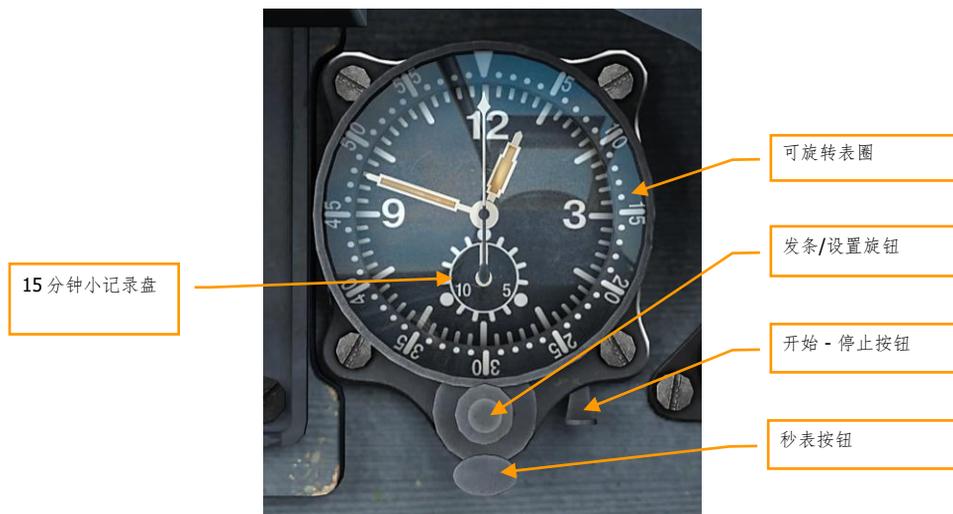


图 77：飞行时钟

调节时钟：

- 拉下开始-停止按钮。
- 用鼠标滚轮在发条/设置旋钮上调节期望时间。
- 按回开始-停止按钮。

秒表：

- 第一次按下秒表按钮开始秒表。
- 第二次按下秒表按钮停止秒表。
- 第三次按下秒表按钮归位。

燃油和滑油压力表、冷却剂和滑油温度表

燃油和滑油压力表是对于燃油和滑油的典型的气动双压力表，有两个独立的运行测量站和终端。制造商是柏林保罗·维尔曼的 Maximall 仪表公司。

仪表分成两个部分。左侧仪表和指针显示燃油压力，单位是千克/平方厘米。

燃油压力表的刻度范围从 0 到 2 千克/平方厘米。仪表的整个标尺每格 0.1 千克/平方厘米。两个指示条表示正常运行压力是 1.6 - 1.8 千克/平方厘米。下指示条显示最小允许压力为 1.6 千克/平方米，上指示条显示最大允许压力为 1.8 千克/平方厘米。

滑油压力表的刻度范围从 0 到 10 千克/平方厘米。仪表的整个标尺每格 1 千克/平方厘米。两个指示条表示正常运行压力是 3.5 - 9.5 千克/平方厘米。下指示条显示最小允许压力为 3.5 千克/平方米，上指示条显示最大允许压力为 9.5 千克/平方厘米。



图 78：燃油和滑油压力表、冷却剂和滑油温度表

冷却剂温度表显示冷却剂流体的温度。仪表显示的温度是摄氏度（°C），刻度从 0°到 130°C。表面刻度每格 10°C。两个指示条指示正常运行温度为 60° - 110°C。下指示条显示当飞行在中等高度时，最低允许温度为 60°C，上指示条显示最高允许温度为 110°C。全高度范围飞机最高可持续安全温度是 105°C。

滑油温度表显示滑油的温度。仪表显示的温度是摄氏度(°C)，刻度从0°到130°C。每小格刻度10°C。表面刻度每格10°C。两个指示条指示正常运行温度为30° - 130°C。下指示条显示最低允许温度是30°C，上指示条显示最高允许温度是130°C。

垂直速度表

垂直速度表，也就是升降计(规范名称升降速度表)，显示飞机的爬升或下降率。仪表刻度范围在正和负方向都是从0到30米/秒，以米每秒指示垂直速度。表面刻度在0到5米/秒之间每小格是1米/秒，之外是5米/秒。

升降计用于在转弯时保持恒定高度和在仪表飞行时建立一个恒定的爬升或下降率。

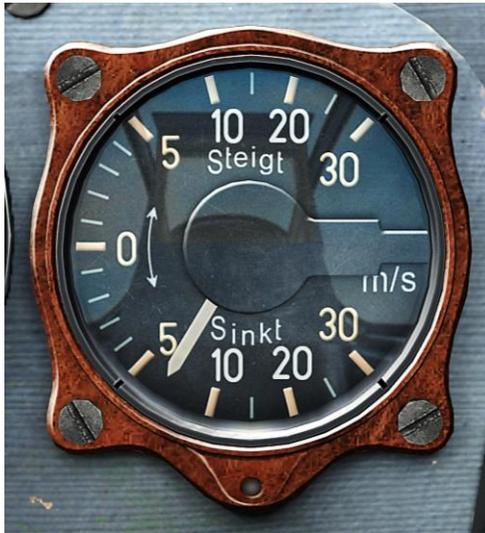


图 79：垂直速度表

桨距指示器

仪表指示各个螺旋桨叶的位置。指针应像表针一样读，6:00 位置是 100% 桨距，12:30 是 0% 桨距。

指示器和相应桨距位置应根据下表读取：

指示器	桨距	指示器	桨距	指示器	桨距
6:00	100%	6:19	95%	6:39	90%
6:58	85%	7:18	80%	7:37	75%
7:57	70%	8:16	65%	8:36	60%
8:55	55%	9:15	50%	9:34	45%
9:54	40%	10:13	35%	10:33	30%
10:52	25%	11:12	20%	11:31	15%
11:51	10%	12:10	5%	12:30	0%



图 80：桨距指示器在 9:34 位置

油量表和油量警告灯

单个油量表用于主油箱和可选的副油箱。

请注意没有副油箱油量信息。

发动机总是从主油箱抽油。如果使用了副油箱，它的油泵会把油输进主油箱。

副油箱持续对主油箱输油时油量表会持续显示满油。一旦副油箱空了，主油箱的油量开始减少。



图 81：油量表和燃油警告灯

燃油警告灯当主油箱油量水平达到近 30 升，等于约 5 分钟飞行时间时亮起。

转速表

转速表（零件编号 FL20227，由柏林的电动卢克斯股份有限公司制造）提供发动机转速的遥示。

发动机的实际速度使用一个电气传感器测量，然后传输到转速表。DB 605 DB 的绝对最大允许转速是 2850 转/分。

仪表刻度范围从 400 到 3600，以百转/分指示发动机的每分钟转数（RPM）。整个表盘标尺每小格 100 转/分。正常运行转速是 2000 – 2400 转/分。

请注意，和许多盟军飞机一样，进气压力表用于设置 Bf 109 K-4 的动力。转速表仅仅提供发动机的反馈。



图 82：转速表

增压器压力表

一个标准的仪表，由柏林的 R.菲斯制造，这个仪表可以在几乎所有德国空军活塞发动机飞机上找到。这个装置用于监控发动机增压器的增压压力。

仪表刻度范围从 0.6 到 1.8 绝对大气压。全部刻度每小格 0.02 ata。



图 83：增压器压力表

AFN-2 归航指示器

这个常用设备安装在大部分德国的二战飞机上。在 Bf 109 K-4 里，AFN-2 指示器是 FuG 16ZY 装备套件的一部分。

AFN-2 指示器允许便利的导航至地基归航信标，在一个简单的表盘上显示方向和距离。

垂直条指示与信标方向的偏差。如果条向左，你应向右转弯来正确对准；如果条向右，你应该左转。

水平条指示信号的强度，是距离的对数函数。显示的信号越强，你离归航信标越近。

由于没有快速指示显示信标在你的飞机前面还是后面，必须进行一个简单测试。轻缓踩左舵让机头摆动。如果 AFN-2 垂直条也向左摆动，你正飞向信标。如果 AFN-2 垂直条向右摆动，你正远离信标。

AFN-2 的频率可以在任务编辑器里调节到任何期望的 ILS 信标。默认它设置到 38 兆赫。



图 84：AFN-2 归航指示器

当飞跃机场近台和远台 NDB 时，指示器中间的标记灯会亮起。

由于 AFN-2 是个非常敏感的仪表，当指示器安装到 Bf 109 K-4 上时要特别小心要减小振动。它安装在一个独立的铝板上，用橡胶螺钉连接到仪表板。这样使这个设备提供了更可靠的输入；不过强烈的振动仍然可能扰乱其工作。

转发罗盘

转发罗盘包含一个旋转方位圈、当前磁航向指针和期望航向参考条。



图 85: 转发罗盘

飞机符号的指针旋转是飞机的航向变化。方位圈可以使用挡板旋转来设置期望磁航向。

炸弹控制板

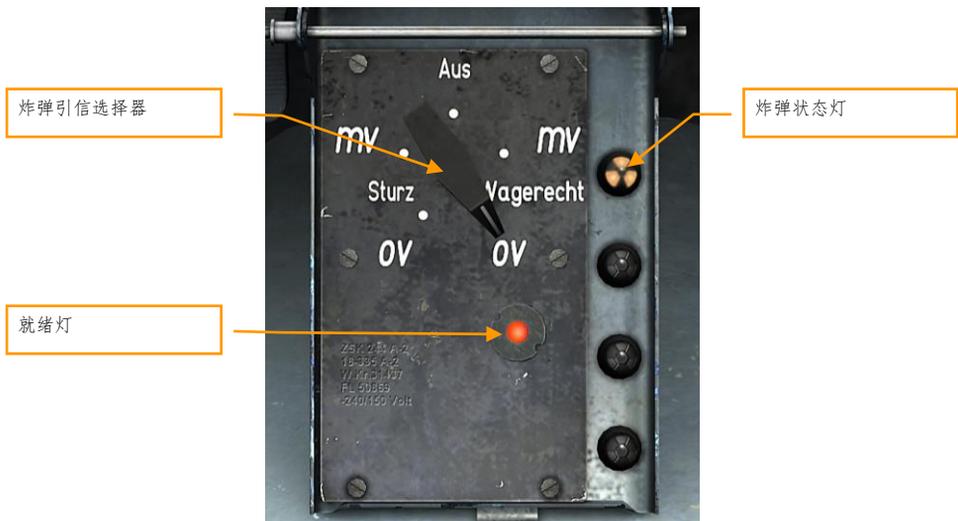


图 86: 炸弹控制面板

安装在 Bf 109 k-4 上的“Zünderschaltkasten 244A”炸弹控制面板是用在许多德国空军飞机上的标准装置。

炸弹控制面板操作非常简单。它控制从电池到炸弹引信的电荷量。根据炸弹引信选择器位置，确保了不同的引信。

- 左侧的 **Sturz** 设置用于俯冲轰炸。
- 右侧的 **Wagerecht** 设置用于水平轰炸。
- **OV** 设置代表没有延时，意味着炸弹在接触到地面就爆炸。
- **MV** 设置代表延时，意味着炸弹在撞击后一会儿再爆炸。

因此，选择器应在对适当目标进行轰炸前先设置好。飞行员还要确认 **V10** 断路器已合上。

通常，**OV** 设置用于从高空投弹，而 **MV** 设置用于地空轰炸，允许攻击者离开爆炸区域。

炸弹状态灯指示已悬挂炸弹。**BF 109** 在机身下挂点上可以最多携带 **4** 枚炸弹。

红色就绪灯指示炸弹引信解除保险，已准备好释放。

左侧控制器

座舱盖手柄、MW/燃油选择器手柄和尾轮锁手柄

附加的内部槽位于飞行员座椅的后面，可用于存储 MW 50 混合物或常规航空燃油，本质上就是把可用的额外动力替换额外航程。

MW/燃油选择器手柄用于设置 MW 50 槽状态。正常时开车前在地面根据填充的液体设置，飞行时不碰。

请注意这个开关设置不正确可以导致灾难性后果，比如把水醇混合物引入燃油管线，或者把航空燃油喷进增压器。

液体类型（MW 或燃油）可以通过任务编辑器在玩家飞机面板的特殊附加属性页分配里设置。

注意：如果在任务编辑器中，主油箱中的燃油被设置为不少于 100 升（34%），则液体将被填充到这个辅助油箱中。

辅助油箱里的泵是一个低输出装置。因此从辅助油箱泵油到主油箱需要约半小时，并取决于发动机的进气压力。

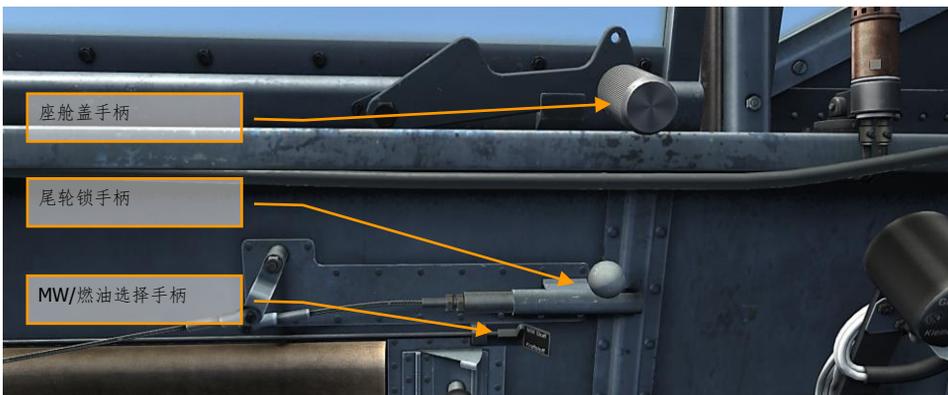


图 87：座舱盖手柄、MW/燃油选择器手柄和尾轮锁手柄

Bf 109 K-4 上的尾轮可以锁定在中间位置，或允许自由旋转。

- 解锁尾轮来滑行。
- 锁定尾轮来起飞和着陆。

座舱盖手柄可用于打开或锁定座舱盖。

油门弧座

油门杆用于通过打开和关闭发动机的节气门来设置期望的增压器压力。

当启用了桨距自动化，移动油门杆同时根据需要自动调节桨距。

油门杆应根据期望增压器压力（显示在前仪表板的右侧上的增压器压力表上，标有 **ATA** 的仪表）。

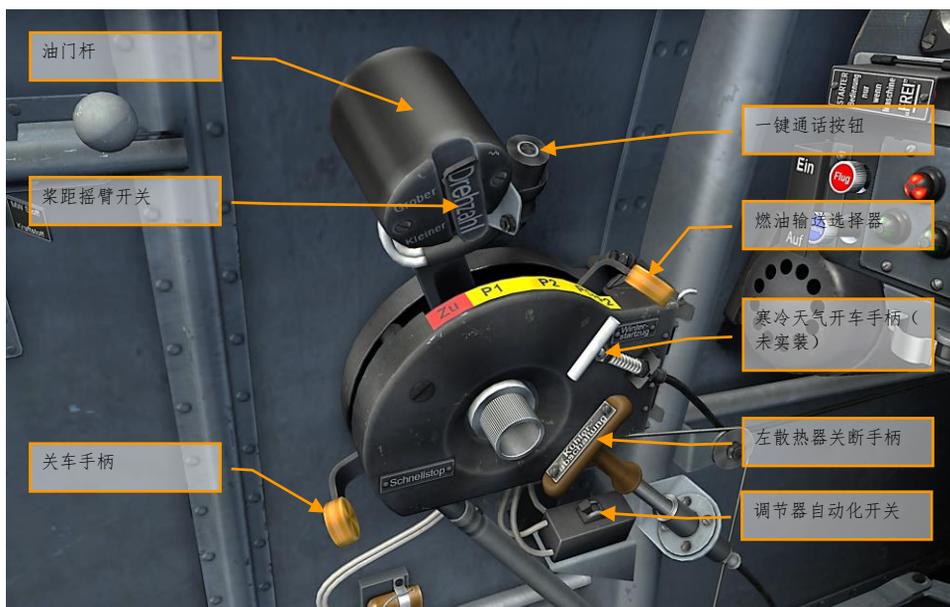


图 88：油门弧座

一个**燃油输送选择器**位于油门杆下面，用于在飞机的燃油泵之间切换。

发动机有两个燃油泵，“P1”和“P2”，从 L 型主油箱抽油。

有下列选项：

- “ZU”（全关）
- “P1”（P1 泵打开）
- “P2”（P2 泵打开）
- “P1+P2”（两个泵都打开）

燃油通过增压系统从副油箱传输输入主油箱。

桨距有自动控制，也有手动超控。

桨距可以通过位于与油门杆侧的**调节器自动化开关**手动超控。这个开关正常设置为下（自动），但也可以手动设置到上（手动）位置。这样启用了“Drehzahl”在油门杆上的桨距摇臂开关。

推荐在发动机正常运行时保持调节器自动化开关在自动为止，仅在应急情况时切换到手动。

当桨距自动化开关关闭时，油门杆上的“Drehzahl”**桨距摇臂开关**可用于手动改变桨距。然后，油门上的“Drehzahl”摇臂开关可以移动到“Größer”（高转速）或“Kleiner”（低转速）。持续按住拇指按钮的三个位置之一，根据按住时间长短来改变桨距，直到达到限制。因此，这个开关可以用来顺桨。

关车手柄用于着陆后关闭发动机。

着陆后，运行发动机约 2 分钟允许其冷却；否则关闭发动机有损坏发动机的风险。当发动机停止时，将杆放回原处。

在发动机冷却系统损坏的应急情况时，当正常自动化不能得到期望的结果，**散热器关断手柄**可用于关断相应的散热器。

请注意，匹配的右散热器关断手柄位于驾驶舱的右侧。

襟翼控制和水平安定面配平手轮

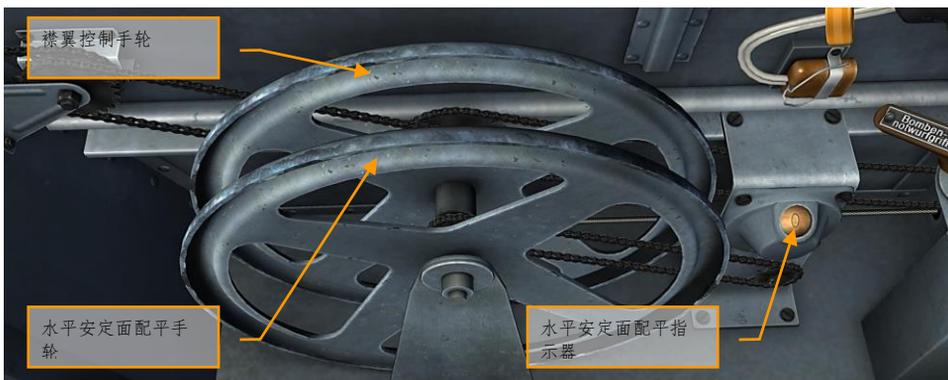


图 89：襟翼控制和水平安定面配平手轮

襟翼控制手轮控制着陆襟翼位置。两个手轮里，襟翼控制是左边的那个。

- 要收起襟翼，逆时针旋转手轮。
- 要放下襟翼，顺时针旋转手轮。

襟翼与手轮机械连接。一旦达到限位后轮不会再转。驾驶舱内没有襟翼位置的指示器。

水平安定面配平手轮用于基于改变的配平条件，机械设置可调水平安定面的旋转角。

两个手轮里，水平安定面配平控制是右边的那个。

使用提供的**水平安定面配平指示器**来监视实际的安定面位置。指示器显示可调节水平安定面的当前位置。

仪表刻度范围从-6到+2度的水平安定面偏转。整个标尺刻度每小格1度。正常位置指示为0。

挂载应急释放和燃油注油泵手柄

挂载应急释放手柄抛弃任何安装在机身上的挂载，例如副油箱或机身下炸弹。

拉起手柄来抛弃任何机身挂载。



图 90：挂载应急释放和注油泵手柄

注油泵手柄用于把燃油注入发动机。必须手动泵动手柄以执行注油。当启动手柄被泵起时，泵就会向喷油器中注入燃油。

冷车需要泵几下。暖车一般只要一下就足够了。

发动机应仅在转动时注油。

右侧控制器

MW/燃油排放手柄和散热器模式选择器

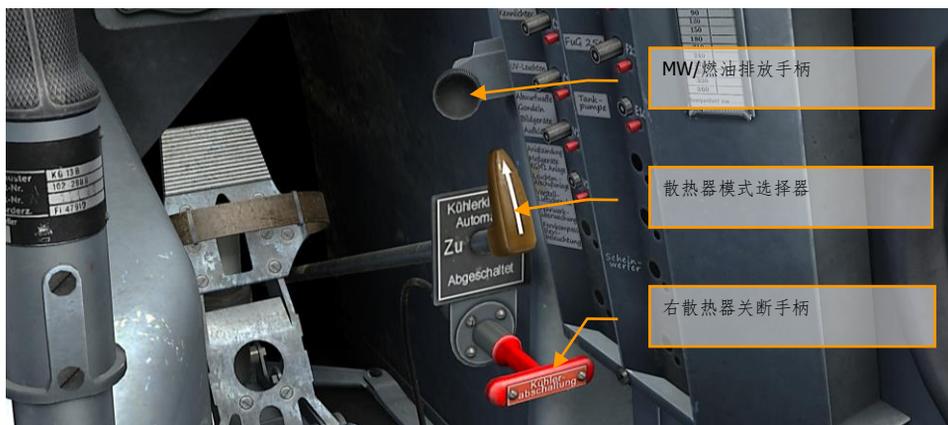


图 91: MW/燃油排放手柄、散热器模式选择器和右散热器关断手柄

拉起 **MW/燃油排放手柄** 开始从后辅助油箱里放油或 MW 混合物。

在应急情况或非正常飞行条件而正常自动化不能获得期望结果时，可以使用 **散热器模式选择器** 禁用散热器自动化。

四个可选设置是：

- “Automatik”（自动）上——自动化开启。
- “Zu”（关闭）左——自动化关闭。散热器鱼鳞板关闭。
- “Auf”（打开）右——自动化关闭。散热器鱼鳞板打开。
- “Abgeschaltet”（关闭）下——自动化关闭。散热器鱼鳞板保持固定在当前位置。

断路器

断路器用于控制各种电气功能。它由两排断路器组成。

每个断路器有两个按钮。大的带有白点黑色按钮接通相应的电路。红色按钮断开电路关闭之。

每个断路器设计在过载时弹出，可以按下黑色按钮复位。

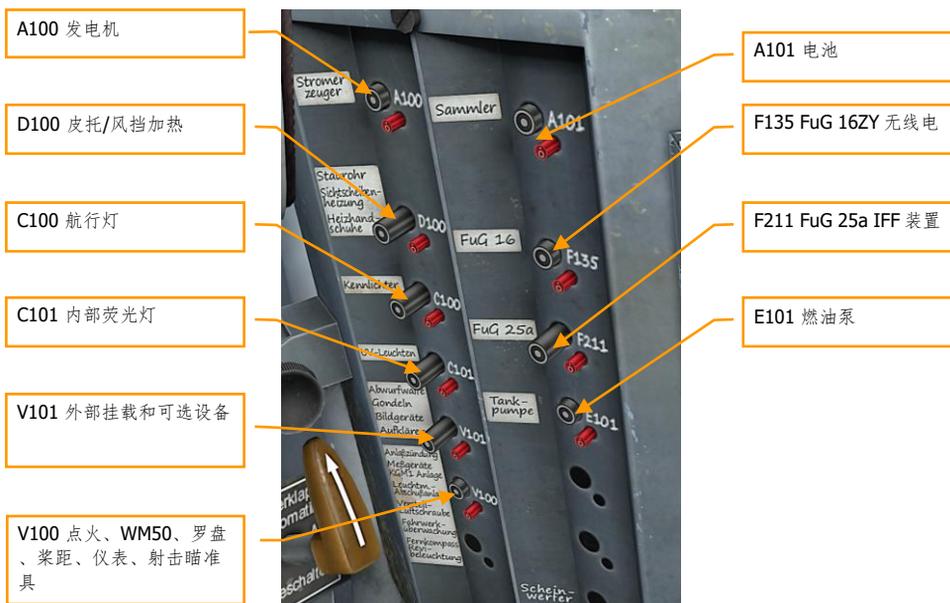


图 92：断路器

最左边的那排按钮用于控制各种内部系统。

右侧那排按钮用于控制无线电系统和电动燃油泵。

燃油泵和所有其他装置在相应按钮按下后就启用。

提供有下列按钮：

A100	Stromerzeuger	24V 2000W 发电机
D100	Stauraohr	皮托管加热
	Sichtscheibenheizung	窗口加热
	Heizhandschuhe	加热手套
C100	Kennlichter	外部航行灯

C101	UV-Leuchten	内部荧光灯
V101	Abwurfwaffe Gondeln Bildgeräte Aufklärer Messgerate	外部挂载和可选武器 枪炮或侦查相机 仪表
V100	KGM1 Anlage Verstell-Luftschraube Fahrwerküberwachung Fernkompass Revibeleuchtung Anlasszündung	MW-50 系统 桨距自动化 起落架指示器 罗盘 REVI 射击瞄准具照明 点火
A101	Sammler	24V, 7.5 Ah 电池
F135	FuG 16	FuG 16 无线电
F211	FuG 25a	FuG 25a IFF 装置 (未实装)
E101	Tankpumpe	燃油泵

FuG 16ZY 控制器

FuG 16ZY 控制面板有下列五个控制器：

- FuG 16ZY 频率选择器
- 耳机音量控制器
- FuG 16 归航开关
- 微调旋钮
- FuG 25a IFF 控制装置（未实装）

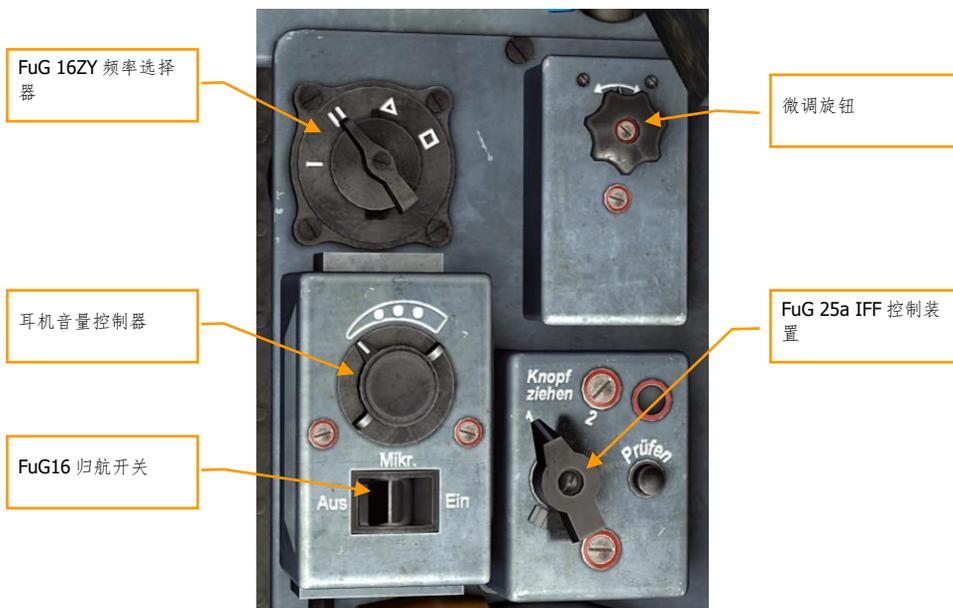


图 93：FuG 16ZY 控制器

FuG 16ZY 频率选择器

FuG 16ZY 无线电的频率选择器有四个带有符号的位置。所有四个位置都在飞行前锁定到特定的频率。飞行员不能手动设置这四个预设之外的频率。

这四个频率用于日益增大的飞机群间的通信。

I 位置是 Y-Führungsfrequenz，也就是管理频率，用于小队或中队内通信。

II 位置是 Gruppenbefehlsfrequenz，也就是团队命令频率，用于不同中队之间的数个小队组成的单个组内的通信。

△位置是 Nah-Flugsicherungsfrequenz，也就是空中交通管制频率。其用于与指定的空中交通管制台通信。

■位置是 Reichsjägerfrequenz，也就是帝国战机防御频率，用于在大规模编队上协调全国的防空力量的通信。

耳机音量控制

耳机音量控制器用于调节耳机音量。顺时针旋转按钮增高音量；逆时针旋转按钮降低音量。

FuG16 归航开关

归航开关可以在两个位置中选择一个设置，FT FT（Funkturn，无线电塔）和 Y ZF（Zwischenfrequenz，中频）。

这与 FuG 16ZY 频率选择器结合工作，决定无线电台的运行。

详细信息请看下表。

归航开关	频率	一键通话打开	一键通话按下	发送机	接收机
FT FT	I	听	说	I	II
Y ZF	I	E-Meßbetrieb 听	E-Meßbetrieb 听+说	I	II
FT FT	II, △ or ■	听	说	II, △ or ■	
Y ZF	II, △ or ■	听 AFN-2 瞄准	说	II, △ or ■	

微调旋钮

FBG 16 Fernbediengerät（遥控装置）频率选择器用于在选定的预设范围内微调频率。

氧气示流器

氧气示流器显示飞行员吸入和呼出时的氧气的流动。当飞行员吸气，闪烁器打开，氧气流过系统。当飞行员呼气，氧气停止流动，闪烁器关闭。



图 94：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。仪表以千克每平方厘米 (kg/cm²) 为单位测量压力。仪表刻度范围从 0 到 250 千克/平方厘米，标尺每小格 10 千克/平方厘米。系统正常全压力是 150 千克/平方厘米。在正常工作条件，20 分钟使用的氧气压力下降应不大于 10 千克/平方厘米。

注意氧气压力读数可以因为高度上升导致的氧气槽冷却而下降。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 95：氧气压力表

氧气流量阀

氧气流量阀用于调节给飞行员的氧气流量。

当流量阀打开，氧气首先送到位于驾驶舱右侧，就在飞行员座椅后面的氧气调节器里。氧气调节器有个膜，驱动一个阀门，允许氧气流过调节器。在这里氧气和不定量的空气根据大气压力混合。



图 96: 氧气流量阀

副油箱输油监测器

一段透明的输油管允许监视燃油供应。

当使用副油箱时，应该可以在透明部分看见燃油流动。如果没有泵油则副油箱已空，或发生了故障。



图 97: 副油箱输油监视器

飞行特性



飞行特性

一般特性

总的来说，Bf 109K-4 是一架非常好操控的飞机。所有操纵都很轻，正常负载时很稳定。轻轻的、稳定的杆力足以执行任何常规的机动。在各种速度下的平飞、爬升或俯冲时，需要的操纵力很轻，可以通过调节配平片配平。

飞机的红线速度是 850 千米/小时指示空速（IAS），最大俯冲发动机转速 2600 转/分。要特别注意不要在低空尝试大角度俯冲，因为飞机加速非常快，需要相当大杆力从俯冲中拉起。

飞机容易进入高速失速，不过不比其他高速飞机更容易进入。比失速速度大约 5 到 10 千米/时时尾部开始抖振。要从高速失速中改出，需要做的就是松开驾驶杆，然后几乎立刻改出。

从普通失速改出也是一样的。不过抖振发生在约比失速速度大 5 到 10 千米每小时。

飞机的飞行特征一般是正常的。当配平到巡航速度，机头抬起时空速下降，飞机会变得头重。在同样的巡航条件下，如果降低机头空速增大，飞机会与空速成正比的尾重。

- 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。

操作数据

燃油:	B 4 和 MW-50
油箱容量:	
燃油:	主油箱: 400 升 副油箱: 300 升
滑油:	50 升 + 6.5 升润滑空气空间
MW-50:	118 升槽可装 75 升 MW-50 混合物或 118 升燃油
最大空速/放下起落架:	350 km/h
最大空速/放下襟翼:	250 km/h
巡航参数 (爬升和战斗动力):	
RPM (手动桨, 12 点钟):	2,400 – 2,450
RPM (自动桨):	2,550 – 2,600
增压压力 (手动桨, 12 点钟):	1.45 ATA
增压压力 (自动桨):	1.45 ATA
燃油压力:	1.6 – 1.8 kg/cm ²
最大滑油压力:	9.5 kg/cm ²
飞行中操作数据:	
最大俯冲 RPM:	2,850
最小滑油压力:	3.5 kg/cm ²
<i>在 2600 转/分和 70 到 80° C 滑油温度, 在最佳性能高度平飞)</i>	
滑油温度 (进口):	
最低:	30 °C
正常:	70 – 85 °C
最高 (短时):	95 °C
最高冷却剂温度 (不大于 10 分钟):	
低于 5.5 千米:	115 °C
高于 5.5 千米:	102 °C

操作限制

载荷系数限制

标准 RLM 系统把所有德国空军飞机根据其用途组（Verwendungsgruppe）和应力组（Beanspruchungsgruppe）分级

指定有下列用途组：

H	高性能和试验
G	商用运输
P	商用载客
R	旅行和私人
S	教练
K	特技飞行

指定有下列应力组：

组 1	非常低
组 2	低
组 3	正常
组 4	高（特技飞行）
组 5	非常高（特技飞行）

Bf 109K-4 在用途组（Verwendungsgruppe）里列为 H，在应力组里为 4 或 5，取决于其挂载。

Bf 109 K-4 的结构负载限制粗略在+8G 和-4G 之间。不过没有提供驾驶舱 G 值指示，轻的构建结合飞行员在高速时通常需要大操纵力，通常意味着在大多数条件下机身很难过载。

通常只有在高速俯冲时的拉起才有可能使机身应力过度。

在俯冲改出时不要使用满杆量通常是避免机身过应力唯一需要的预防。

发动机限制

最大俯冲发动机超速时 2800 转/分。避免在低于 600 转/分的运行。

空速限制

Bf 109 K-4 上使用的 FI 22234 空速表显示指示空速。因此，最大允许空速根据当前高度显示在空速表上。

最大允许空速通常只能在俯冲时达到。

使用副油箱、翼下机炮或其他改装套件对最大允许空速有显著影响。

最大俯冲速度 (FI 22234 空速表) 单位千米/小时：

高度 (千米)	带有或不带武器吊舱	带有其他改装套件
11	400	400
9	500	500
7	600	600
5	700	700
3	800	700
1	850	700

不要超过下列襟翼和起落架设置空速限制：

最大空速/放下起落架： 350 km/h

最大空速/放下襟翼： 250 km/h

仪表标记

Bf 109K-4 装有限制标牌，一些仪表上用颜色标记限制信息。通常，一组两个限制箭头显示正常运行限制。

对于没有标记的仪表，所有关联信息必须由飞行员牢记，或者根据本飞行员操作手册来参考。

压缩性

压缩性效果导致飞机在接近声速时失控，其原因是最大 IAS 随着高度升高而减小。飞机失去大部分升力特性，产生强大的阻力。飞机的稳定性、操纵和配平特性受到影响。尾部抖动或操纵变硬，或飞机开始不受控制的俯仰和颤动，或不受控制的滚转和偏航，或这些效果的混合。如果飞机在俯冲时让速度增大超出控制，恐怖的振动或声障冲击波会导致结构失效，或飞机在压缩性俯冲中坠毁。

在 Bf 109K 里，压缩性的第一个效果是驾驶杆的“振动”，偶尔轻轻的在飞行员的手里跳动。如果空速继续增大，这个运动会增强到“走”杆，不受控制的前后移动，导致飞机俯仰力矩的“颤动”特性。空速再增大，效果会变得更加猛烈。

要在俯冲中避免压缩性效果，关键是俯冲要从当前高度的安全空速进入，并在俯冲中小心监控空速。请参考上面最大俯冲速度表获得更多信息。

滑翔

Bf 109K 可以安全的以比失速速度高约 10 千米/时的低速滑翔。平均挂载时，在任何高度大约是在 200 千米/时 IAS——这个速度随着飞机重量的增加而增加。最优无动力滑翔速度是 220 到 230 千米/时。

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。

要在滑翔时改变方向，参考下表的可能性列表。

高度（米）	方向最大改变
100	10°
200	20°
300	40°
400	60°
500	80°

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。Bf 109K 的失速特性一般是轻的，可改出的。一般来说，失速前机身会抖动。失速速度很大程度上取决于飞机的总重和外部挂载。放下襟翼和起落架显著降低失速速度。

Bf 109K 的失速改出是正常的。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。如果发生了翻滚情况，使用反舵和松杆会恢复控制。

尾旋

无动力尾旋

总的来说，Bf 109K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。当使用操纵来改出，机头下坠到接近垂直位置，尾旋加速，然后在一到1又1/4圈内停止。

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。正常的改出方式如下：

- 控制尾旋。
- 蹬满反舵。
- 在飞机对舵有反应后（停止旋转）杆中立
- 舵回中，尾旋结束，改出完毕。

有动力尾旋

Bf 109K 禁止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。蹬舵后需要旋转五到六圈，损失高度1000米或更多。

高性能机动

Bf 109K 有出色的特技飞行品质：驾驶杆和舵的力很轻，副翼操纵到300千米/时范围内很出色。在更高的速度时，需要的操纵力变得向大大；不过对于训练有素的飞行员来说Bf 109是强劲的格斗战斗机，可以和任何其他当代的战斗机竞争。任何高性能机动的主要安全考虑是高度。

飞机能够轻松执行战斗转弯、跃升转弯半滚倒转、慢滚、筋斗、半筋斗翻转和半滚倒转等机动。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。

Bf 109K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。

仪表飞行

总的来说，Bf 109K-4 不是为了仪表飞行的。尽管从表面上看装备了大部分仪表飞行需要的驾驶舱仪表，选帝侯是一架简单的二战时期飞机，设计用于昼间 VFR 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，比如仪表进近时，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。一个在 1000 米高度和 200 千米/时 IAS 的标准速率转弯需要大约 30° 坡度。

进入大坡度转弯时升降舵的操纵压力快速变化，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 Bf 109 K-4 的操纵的灵敏度，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

在将要接近初始进近点时，空速降低到 220 千米/时指示空速，襟翼放下到 20°。保持低空速可以简化无线电程序，并提高了对飞机的操纵。

在完成初始进近后，最终进近以 180 千米/时指示空速进行，放下起落架，襟翼放下到 40°。

尽管最终进近速度很大程度上取决于云幕条件，但仍然推荐使用 220 千米/时和 40° 襟翼。

正常程序



正常程序

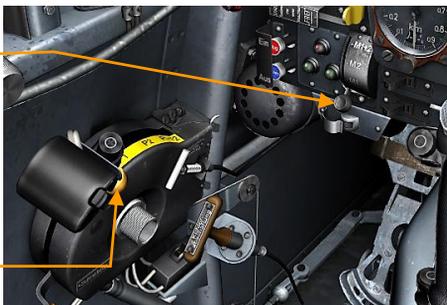
正常开车

开车

进入驾驶舱后，确认点火选择器在“0”（关闭）位置，燃油泵选择器设置到“Zu”（关闭）。

点火选择器到 0

泵选择器到 ZU



然后确认轮挡适当放置，灭火器已在飞机的上风方向准备好。

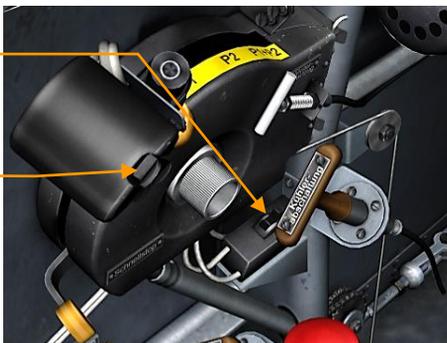
你现在准备好开车了。

- 关闭座舱盖。
- 打开 A100 发电机和 V100 断路器，位于断路器面板上。
- 打开调节器自动化开关到上方手动位置。

前后移动位于油门杆上的桨距摇臂开关。

调节器自动化开关到上方（手动）位置

桨距摇臂开关



确认桨距指示器相应移动。停止桨距在 12:00 位置。

桨距指示器



把调节器自动化开关调到下方自动位置。桨距指示器应自动前进到 12:30。

如果桨距指示器反转，应更换电池。如果电池无法更换，调节器自动化开关在 1900 转/分以下时必须保持手动。

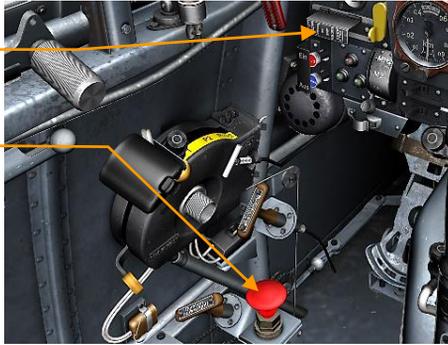
- 用左手手动注油泵手柄；这可能需 15 次抽动。完成后，将手柄固定在向下的位置。
- 设置泵选择器到“P1 + P2”。
- 设置油门杆离开 0% 位置一点距离。
- 设置散热器模式选择器到“Auf”（打开）。

散热器模式选择器到“Auf”
(打开)

- 启用电动燃油泵，用 E101 断路器。
- 给地勤技术人员信号开始惯性起动机。要这样做，打开通信菜单（默认“\”），选择接受者为地勤（“F8”），然后发布命令来运行起动机（“F4”），如果有人准备好，地勤会回应。
- 等待“Frei”（“离开！”）报告（需要大约 20 秒来完成），然后设置点火选择开关到“M1 + M2”。
- 打开起动机手柄保护盖，拉起起动机手柄。查看燃油压力表，燃油压力是否低过 0.8 巴。

起动手柄

注油泵手柄



- 一旦发动机开始点火，放开起动手柄。
- 检查转速表指示不超过 600 转/分。关闭起动机开关保护盖。
- 检查燃油和滑油压力表。指针必须移动并在开车后 10 秒内指示压力。如果没有，立刻关车并检查渗漏。

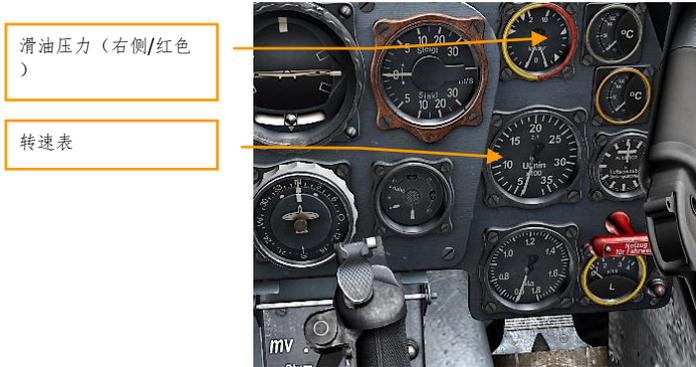
滑油和燃油压力

转速表



暖机

- 开车后保持不超过 600 转/分 20 到 40 秒。
- 轻缓增大转速直到滑油压力达到不超过 9.5 千克/平方厘米。



- 继续检查燃油和滑油压力表看有没有滑油压力的突变。如果注意到任何压力突变，立刻关车并检查渗漏
- 继续检查所有发动机仪表：冷却剂温度、滑油温度、桨距指示器、转速表、增压器压力表和油量表。



- 检查燃油系统，当发动机在约 2000 转/分时。保持燃油输送选择器在 P1 和 P2 位置各 30 秒。检查燃油压力或发动机转速的突变。如果发生任何突变，立刻关车。
- 通过移动散热器模式选择器到“Auf”和“Zu”位置来检查散热器鱼鳞板，然后返回“Auf”（打开）。
- 在发动机约为 2000 转/分时检查电动桨距控制。
 - 使用主断路器上的相应开关关闭电池。
 - 把调节器自动化开关调到上方（手动）位置。



- 前后移动油门杆上的桨距摇臂开关。确认桨距指示器相应移动。



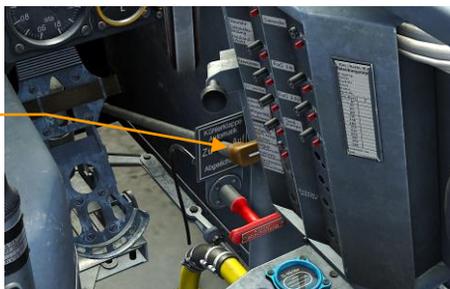
- 把桨距停在 12:00 位置。
- 把调节器自动化开关调到下方（自动）位置。桨距指示器应自动前进。
- 打开电池断路器，把电池连接到电气系统。

如果检查正确完成，发动机仪表指示正常，滑油温度至少到 30 °C，你可以继续提速。

关车

- 用慢车运行发动机约 2 分钟使其冷却；否则发动机可能发生损坏。
- 设置散热器模式选择器到“Zu”（关闭）。

散热器模式选择器到“Zu”



- 拉起关车手柄来关车。

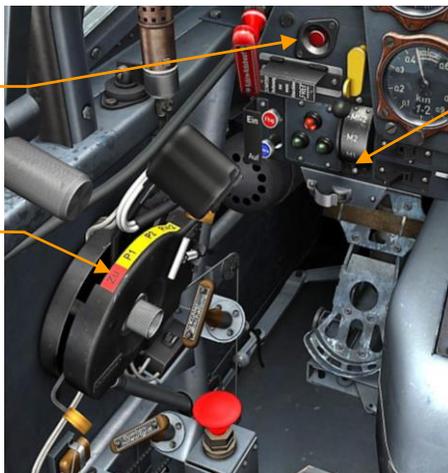
关车手柄



- 发动机停止后立刻放开关车手柄。
- 点火选择开关到“0”。
- 燃油输送选择器到“Zu”。
- 按下电源切断开关来关闭电源。

按下电源切断开关

燃油输送选择器到“Zu”。



点火选择器到“0”

飞行

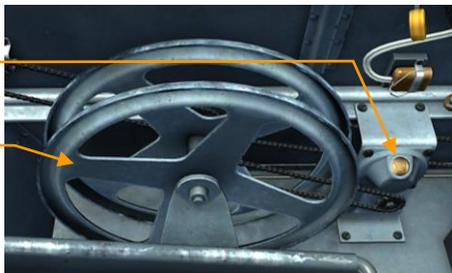
起飞准备

起飞前必须检查下列内容：

- 检查所有操纵自由移动。
- 放下襟翼检查此构型时的副翼自由运动。
- 设置水平安定面配平在 0 到+0.5 °之间。

配平指示器在 0 到 +0.5 之间

配平手轮



- 检查氧气装置。把氧气流量阀逆时针打开。
观察氧气示流器确认闪烁器正常。

氧气示流器



氧气流量阀

- 确认泵选择器杆设置到“P1 + P2”。
- 检查油量表指示足够接下来的任务。
- 检查起落架指示器绿灯亮。
- 根据需要在断路器面板上设置桨距自动化、皮托加热和外部灯光。
- 确认发动机已根据上述开车章节启动。
- 使用在断路器面板上的相应开关打开无线电台。

滑行

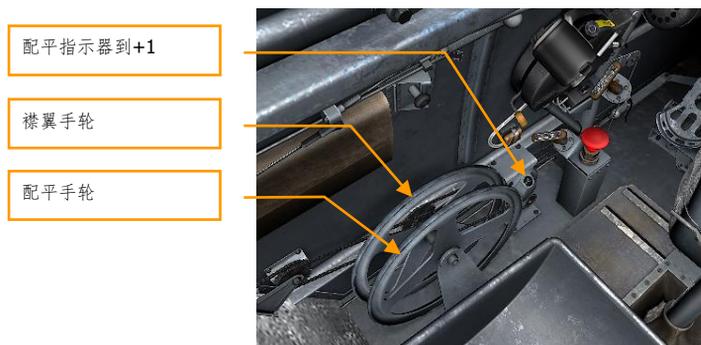
- 解锁尾轮，尾轮锁手柄在驾驶舱的左侧。



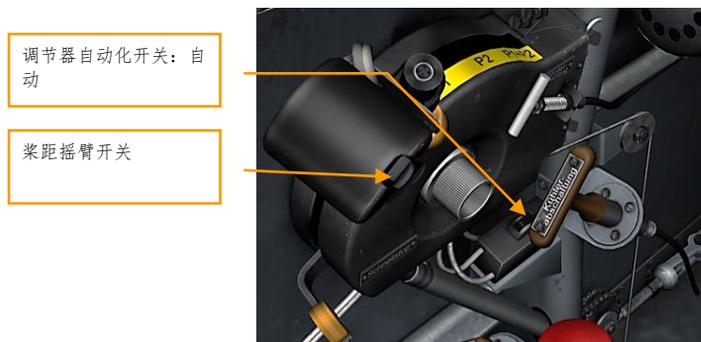
- 完全收起襟翼到 0 位置。由于没有驾驶舱指示，通过右侧外部指示器目视检查实际襟翼位置。
- 飞机一开始移动就立刻踩刹车。确认刹车运行正常。避免长时间保持刹车以面过热。
- 执行急转弯时，增大油门，使用刹车来转向，然后减小油门。

起飞

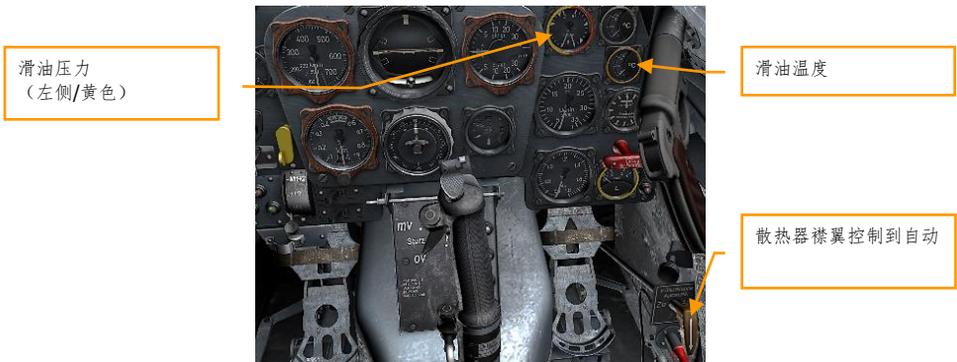
- 对于短跑道，放下襟翼到 20° 。由于没有驾驶舱指示，通过右侧外部指示器目视检查实际襟翼位置。 20° 襟翼大致要转四圈控制手轮。
- 设置水平安定面配平到 1° 。



- 把调节器自动化开关调到下方（自动）位置。如果需要使用手动桨，确认桨距指示器显示 $12:00$ 。



- 设置散热器鱼鳞板控制到自动。
- 确认滑油温度至少 30°C 。
- 确认滑油压力至少 3.5 kg/cm^2



滑油压力
(左侧/黄色)

滑油温度

散热器襟翼控制到自动

- 轻缓增大油门到起飞位置（增压器压力：1.35 ATA）。
- 确认滑油压力不超过 9.5 千克/平方厘米。
- 转速表：2300 到 2450 转/分。
- 对于短跑道，根据需要使用 MW 增压和更高的增压设置（1.8 ATA）。



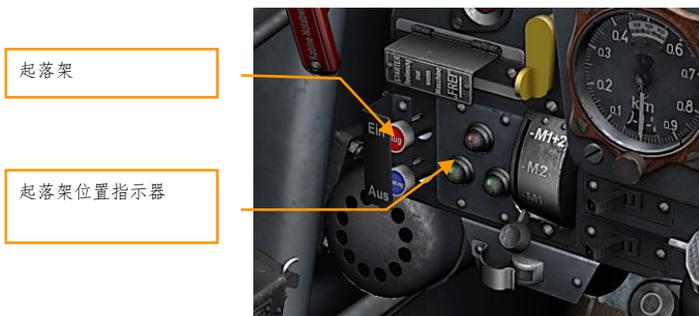
油门杆

转速表

增压器压力

- 继续起飞。
- 一起飞后立即收起起落架。使用起落架控制来收起起落架，收回“Ein”（收起）按钮上的安全开关并按下按钮。当起落架处于工作状态时，以及当起落架收起并锁定时，该按钮保持按压。

确认起落架位置指示器上的红灯亮起。



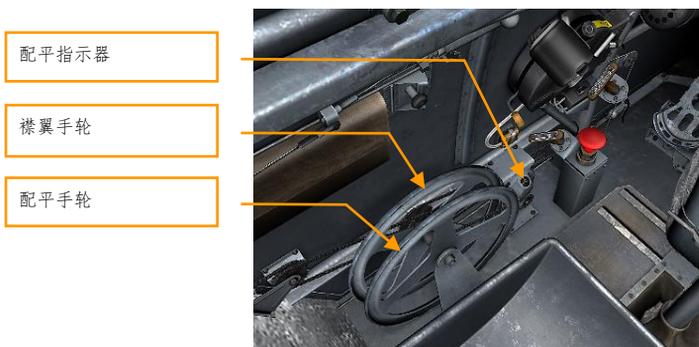
起落架

起落架位置指示器

如果程序中发生故障，你可以尝试再次按下相应按钮。

请注意当起落架没有在放下位置并锁定时，任何时候襟翼放下时，驾驶舱里会听见一个警告声。这提醒在着陆时你放下起落架，或者提示你发生了起落架故障。

- 设置转速和增压器压力到巡航设置（ 2400 ± 65 转/分，1.25 ATA）
- 达到 200 千米/时的时候完全收起襟翼。
- 使用水平安定面配平手轮应对飞机重心的改变。



配平指示器

襟翼手轮

配平手轮

爬升

- 保持浅爬升角直到达到 270 千米/时。
- 增大爬升角，在爬升过程中保持 270 千米/时。

巡航

请参考下列的操作数据和上面飞机总览章节列出的附加数据的具体指导和限制信息。

巡航参数（爬升和战斗动力）：

最优巡航速度:	420 km/h TAS
RPM (手动桨, 12点钟):	2,400 – 2,450
RPM (自动桨):	2,550 – 2,600
增压压力 (手动桨, 12点钟):	1.35 ATA
增压压力 (自动桨):	1.35 ATA
燃油压力:	1.6 – 1.8 kg/cm ²
最大滑油压力:	9.5 kg/cm ²
最低滑油温度:	30 °C
最高冷却剂温度 (短时间):	115 °C

飞行中操作数据:

最大俯冲 RPM :	2,850
最小滑油压力:	3.5 kg/cm ²
<i>(在 2600 转/分和 70 到 80° C 滑油温度, 在最佳性能高度平飞)</i>	
滑油温度 (进口):	
最低:	30 °C
正常:	70 – 85 °C
最高 (短时):	95 °C
最高冷却剂温度 (不大于 10 分钟):	
低于 5.5 千米:	115 °C
高于 5.5 千米:	102 °C

- 按照操作数据表保持转速和 ATA。用油门设置转速, 然后监控增压器压力。确认都保持在规定的限制内。



- 尽可能保持桨距在自动模式。

注：如果进入快速俯冲，或推油门过快，有发动机超速的风险，因为桨距自动化可能对改变的反应不够快。

如果以低于 200 千米/时下降或巡航，保持桨距手动并确认桨距超过 12:00。

当使用手动桨飞行，确认桨距适当设置到对于给定发动机转所需增压器压力。

- 确认燃油压力保持在限制 1.6 – 1.8 千克/平方厘米内。
- 如果燃油压力低于 1.2 千克/平方厘米，打开断路器面板上的辅助燃油泵。
- 继续检查油量。当剩余燃油足够近 20 分钟的经济巡航飞行时，燃油警告灯会亮起。



油量

燃油警告灯

- 如果带有副油箱，强烈建议在战斗前使用机身挂载释放手柄抛弃。
- 确认滑油压力和滑油温度在列出的合适操作限制内。
- 确认冷却剂温度在列出的合适操作限制内。
- 确认散热器鱼鳞板控制在自动模式，允许温控自动化来管理散热器鱼鳞板。
- 如果冷却剂温控失效或其他应急情况，你可以通过控制杆手动管理散热器鱼鳞板。
- 如果散热器损坏，各个散热器可以通过位于驾驶舱相应侧的手动冷却剂阀控制杆，单独从冷却剂系统断开。



手动冷却剂阀控制（左）

手动冷却剂阀控制（右）

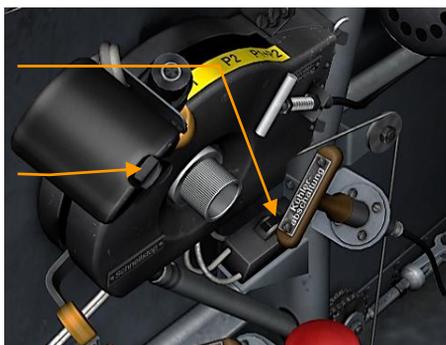
俯冲和下降

俯冲

- 使用水平安定面配平手轮来向下配平飞机。注意从俯冲中拉起可能需要可观的杆力。
- 把调节器自动化开关调到下方（自动）位置。不推荐使用手动桨，因为几乎肯定会超速发动机。

桨距选择开关：自动

桨距摇臂开关



- 减小油门到红线标记（0%）
- 最大转速：2850

高度 (千米)	永远不要超过的俯冲速度
11	400
9	500
7	600
5	700
3	800
1	850

请注意在高速拉起中使用满杆量可能超载机身并导致灾难性损伤。

下降

- 减小油门保持期望空速。
- 如果以慢车从高空下降，持续观察冷却剂和滑油温度表以确认发动机没有变的过冷，避免潜在的损坏。

滑油和冷却剂温度必须保持在 30 °C 以上



冷却剂温度至少 30 °C

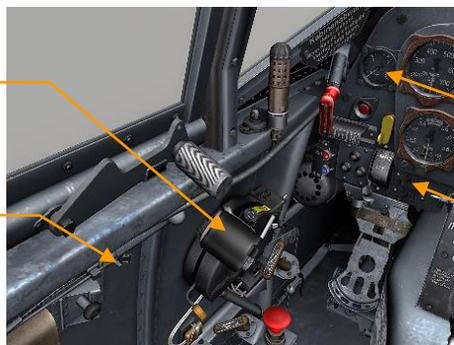
滑油温度至少 30 °C

使用 MW-50 系统

水醇喷注系统可以给发动机增加额外的动力。系统应在爬升和战斗需要额外动力时使用。

要启用 MW-50 系统，请按照下列步骤：

- 确认燃油选择器手柄正确设置到上方“MW Stoff”（MW 混合物）位置，如果 MW-50 槽装填了 MW 混合物。
- 使用主仪表板上的 MW-50 电源按钮启用 MW 系统。
- 推油门过 100% 来激活 MW 加力。MW-50 不会在低于 100% 油门设置时工作。



油门到 100%

燃油选择器手柄：
MW Stoff

水/醇压力表

MW-50 电源按钮

- 监视水/醇压力表。确认正常操作压力为 0.4 – 0.6 千克/平方厘米。
- 一旦不再需要 MW-50，通过 MW-50 电源按钮或减小油门低于 100% 关闭混合物供应。

夜间飞行

Bf 109 K-4 上没有提供特殊夜间飞行装备。它不是设计用于夜间飞行任务；不过仪表照明和其他基础性允许飞机如果需要可以在夜间飞行和导航。

- 确认你的飞机适当的保养并准备好夜间飞行。

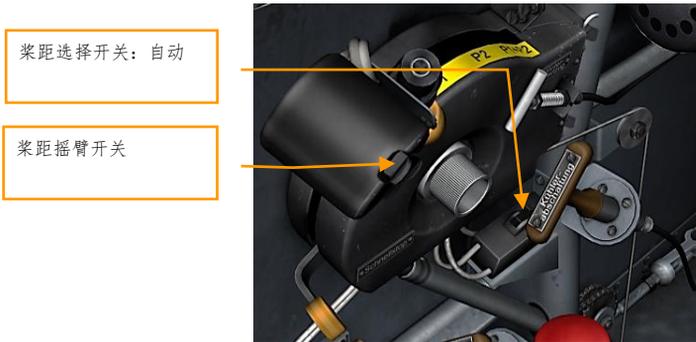
- 在夜间飞行前练习使用所有驾驶舱设备盲飞。
- 根据需要打开仪表照明。
- 仅在飞过友方领空并在敌方夜间战斗机预计航程之外时打开外部灯光。

着陆

抛弃任何外部挂载，例如副油箱、炸弹、或火箭弹吊舱。

减速到至少 350 千米/时。

- 把调节器自动化开关调到下方（自动）位置。如果使用手动桨，使用桨距摇臂开关设置桨距到 12:00。



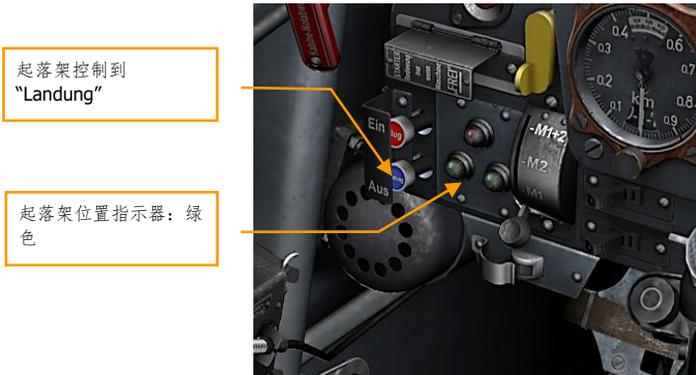
桨距选择开关：自动

桨距摇臂开关

- 一旦低于 350 千米/时，使用起落架控制放下起落架。收起“Landung”（放下）按钮上的安全开关然后按下按钮。起落架操作和放下并锁定时按钮保持按下。起落架指示器上的绿色 Aus 灯也会亮起。

注：起落架放下时的不可超过空速是 350 千米/时。

确认起落架位置指示器上的绿灯亮起。



起落架控制到
“Landung”

起落架位置指示器：绿
色

请注意当起落架没有在放下位置并锁定时，任何时候襟翼放下时，驾驶舱里会听见一个警告声。这提醒在着陆时你放下起落架，或者提示你发生了起落架故障。

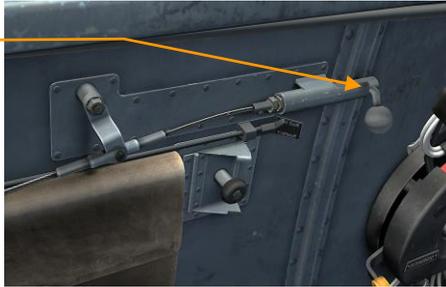
- 如果起落架没有自动放下，你可以尝试使用下列应急程序。

- 收起“Landung”（放下）按钮上的安全开关然后按下按钮。
- 立即拉起起落架手动释放手柄。
- 确认起落架位置指示器上的绿灯亮起。
- 如果绿灯没有亮起，摇动飞机机翼来尝试把起落架锁定到放下位置。
- 一旦低于 250 千米/时，完全放下襟翼。由于没有驾驶舱指示，通过机翼外部指示器目视检查实际襟翼位置。

注：襟翼放下时的不可超过空速是 250 千米/时。

- 使用水平安定面配平手轮来配平飞机在襟翼放下构型时平飞。粗略的指导是在-3 位置附近。
- 保持 220 千米/时进近。
- 在跑道入口减速到 180 千米/时。
- 接地。
- 有节制地使用刹车。不要保持刹车一段时间，因为可能导致过热，或导致飞机颠覆。
- 解锁尾轮，尾轮锁手柄在驾驶舱的左侧。

尾轮锁



- 完全收起襟翼，或至少到 20 °。由于没有驾驶舱指示，通过机翼外部指示器目视检查实际襟翼位置。
- 使用水平安定面配平手轮来复位安定面到 0 位置。
- 关闭主断路器面板上的电动燃油泵。
- 使用断路器面板上的相应开关关闭无线电台。
- 跟随上面滑行章节的指示导航到指定的停机点。
- 停机后跟随上面关车章节的指示关闭发动机。

下面的插图展示了着陆程序：

低于 350 千米/时 IAS 起落架放下
进入航线前，完成下列步骤：



用指示灯和喇叭检查起落架位置

1. 桨距——自动。
2. 如果使用手动桨，设置桨距到 12:00。

低于 250 千米/时 IAS 襟翼完全放下

再次检查起落架和襟翼

保持 220 千米/时 IAS 进近

180 千米/时 IAS
在跑道入口

拉平

接地

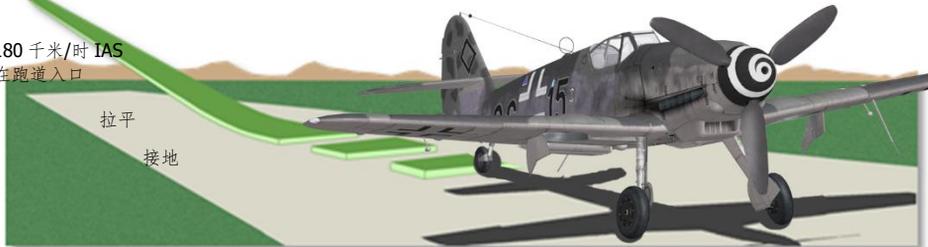


图 98：进近和着陆程序

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列一个或多个效果辨认：超过最高冷却剂温度，散热器鱼鳞板或排气管冒烟。

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。
- 自动散热器鱼鳞板控制工作不正常。在这种情况下，通过驾驶舱右侧的手动散热器鱼鳞板控制杆手动操作活门，并查看仪表确认问题是否解决。
- 滑油用完了。这种情况可以在滑油压力表上发现。动机会继续过热，即使鱼鳞板已完全打开。这个问题没法修复，所以保持尽可能低的转速和功率并尽快着陆或跳伞。
- 超过发动机的运行限制，或者战损导致发动机无法使用。这个情况无法解决，除了应急着陆或跳伞。

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。突发失效是罕见的，通常由于战损或点火、燃油输送完全失效导致。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

发动机如果在飞行中失效则无法重启，因为起动机不是电动的。

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。
- 如果怀疑飞机是否可以安全停止在跑道上，点火选择器硬设置到“Aus”燃油选择器到“ZU”。
- 如果跑道不足以安全停止或不能避开障碍，抛弃任何外部挂载并收回 Ein（收起）按钮上的安全开关，按下按钮收起起落架。
- 打开座舱盖或拉起座舱盖应急释放手柄。

- 停止后，尽快离开飞机，立刻离开此区域。

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：

- 移动位于油门弧座边的调节器自动化开关到上方（手动）位置。
- 按住油门弧座上的“Drehzahl”拇指按钮上的“Kleiner”（小）
- 如果故障继续，立刻降低机头以保持空速。
- 抛弃任何装载的外部炸弹或油箱。
- 拉下座舱盖应急释放手柄抛弃座舱盖。
- 如果能否安全着陆成疑，收起起落架。
- 如果时间允许，完全放下襟翼。
- 点火选择开关到“0”。
- 移动油箱选择杆到“ZU”。
- 紧固肩部安全带。
- 直接向前着陆。
- 着陆后，离开并待在机外。

飞行中发动机故障

如果在飞行中发动机开始失效，可以弃机、水上迫降或进行滑翔着陆。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。
- 如果装有外部油箱或炸弹，在非密集区投放掉。
- 移动油箱选择杆到 ZU。
- 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，拉下座舱盖应急释放手柄抛弃座舱盖。
- 如果有长跑道可用，时间和高度也足以很好的计划一个进场，按下起落架和襟翼控制右侧的 AUS 按钮收起起落架。如果在其他任何条件下着陆，保持起落架收起。
- 设置机翼襟翼到 START 设置，把全放的 AUS 设置留给最终进近时补偿可能的失误。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。

起火

当遇到起火，保持座舱盖完全关闭。打开座舱盖会导致驾驶舱快速充满烟雾。类似的，不要放下起落架，因为也可能把火焰吹入机身导致附加损伤。

如果发动机起火，尝试按照下面步骤控制火势：

- 油箱选择杆到“ZU”。
- 油门关闭。
- 点火选择开关到“0”。

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，双腿弯曲蹲在座椅上准备跳出。然后拉起座舱盖应急释放手柄，用头顶开座舱盖。

着陆应急

战损或系统失效使得不能维持平飞空速被认为是应急情况。

在这种应急时你可以尝试应急着陆或跳伞。

当应急已发生，侦查周围寻找可以着陆的地点，并使用下表信息争取成功：

安全	机场
	空田地
告警	草地
	沙地
	平静水面
	冰面
	小树林
	有波浪的水面
	粗糙田地
不安全	茂密的树林
	丘陵
	山区
	风暴的水面

当没有安全或告警着陆点可用，一般不推荐在不安全表面应急着陆。你应该跳伞。

陆地迫降

- 如果应急发生在 **1000 米** 以下，一般推荐收起起落架着陆。
- 如果在应急着陆时发动机突然停车，立刻放低机头来补偿空速损失。
- 发动机运行时，保持 **200 到 210 千米/时**。发动机停止时，保持 **220 到 230 千米/时**。
- 基于发动机条件和到已选着陆点距离确定最优空速。
- 尽可能固定已选着陆点，即使之后出现更好的选择。
- 根据已选着陆点，可能需要另外考虑：
 - 田地或草地：如果场地有耕种，平行于作物列着陆，除非这样大大减小可用着陆区域。小灌木或其他植被通常不存在危险。
 - 沙地：如果有宽阔平台的沙滩，着陆几乎和在跑道上一样安全。避免使用刹车。

- 冰面：平行于海岸线着陆以避免常见的裂缝。靠近海岸线的冰面一般更薄。
- 小树林：小树可以被忽略，通常不会出现危险。避开密集的小乔木。
- 粗糙田地：忽略耕作方向，选择最有利的长度地点。
- 密的树林：一般不推荐着陆。如果无法跳伞，还是有小概率成功。尽早拉平，允许稀疏的树顶减速飞机。
- 当没有发动机动动力时改变方向，小转弯增加空速到 250 千米/时，大转弯增加到 280 千米/时。

请参考下表的可能航程。

高度	最大方向改变	
	发动机开	发动机关
100 米	15°	10°
200 米	45°	20°
300 米	70°	40°
400 米	100°	60°
500 米	140°	80°

- 根据飞机状态和选择的着陆点，你可以选择抛弃或保留座舱盖。抛弃座舱盖可以让你更快离开飞机避免可能的爆炸；保留座舱盖可在倾翻时保护你。
- 系紧安全带。
- 把调节器自动化开关调到上方（手动）位置。使用桨距摇臂开关设置桨距到 06:00（0%）。
- 如果应急发生在 1000 米以上，并且你选择了一个总体安全的着陆点，你可以选择放下起落架。

一旦低于 1000 米和 350 千米/时，使用起落架控制放下起落架。收起 AUS（放下）按钮上的安全开关然后按下按钮。按钮在起落架操作时保持按下，当起落架放下并锁定时弹起。起落架指示器上的绿色 Aus 灯也会亮起。

注：起落架放下时的不可超过空速是 350 千米/时。

确认起落架位置指示器上的绿灯亮起。

如果运行完毕后 Aus 按钮没有自己弹起，你必须手动拉出这个按钮。

如果程序中发生故障，你可以尝试再次按下相应按钮。

请注意当起落架没有在放下位置并锁定时，任何时候襟翼放下时，驾驶舱里会听见一个警告声。这提醒在着陆时你放下起落架，或者提示你发生了起落架故障。

- 一旦低于 250 千米/时且低于 1000 米，使用襟翼控制手轮完全放下襟翼。
- 就要接地前按下电源切断开关来关闭电源。

- 设置点火选择开关到“0”。
- 设置燃油输送选择器到“Zu”。

跳伞

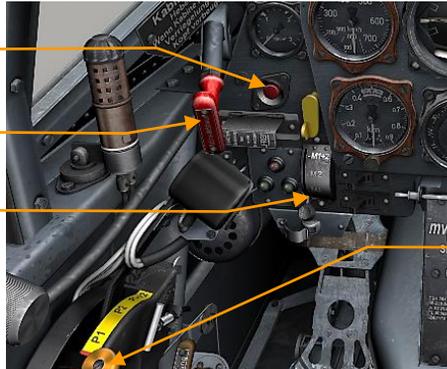
如果可能，减速到最低可能空速。

- 如果时间足够：
 - 使用电源切断开关来关闭所有电源。
 - 设置点火选择开关到“0”。
 - 设置燃油输送选择器到“Zu”。
- 解开安全带。
- 使用座舱盖抛弃手柄抛弃座舱盖。

电源切断开关：电源关闭

座舱盖抛弃手柄

点火开关到“0”



燃油输送选择器到
“Zu”

- 开始放油。

燃油排放手柄



- 断开耳机和氧气软管，解开安全带和肩带。

- 把自己拉到座椅上蹲着，脚踩在座椅上。
- 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。
- 另外，配平飞机头重，向前推杆，让你的身体掉出离开下降的飞机。推杆时全力跳出以躲开飞机尾部。

刹车故障

记住刹车系统不是由飞机的液压系统操作的，各个刹车由其自己的压力缸通过刹车脚踏操作。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。

如果在滑行时刹车失效，使用另一个（好的）刹车并锁定尾轮。立刻关闭油门和开关。如果滑得太快要用这种方法停下，锁住好的刹车，在地上转圈直到飞机停下。

如果在检查磁电机时刹车失效，立刻切断油门，使用好的刹车让飞机在原地转圈。

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。

起落架故障

如果损坏或故障发生，记住你可以通过拉起应急手柄放下起落架。程序如下：

- 按下“Landung”按钮把着陆控制手柄放到下位置。
- 拉起红色起落架手动释放手柄。这会激活备用弹簧，解锁起落架。摇动机翼放下起落架并锁定。

如果备用机构未能工作，没有另外可用选择。

电气系统故障

飞机的电气系统回路由右侧面板的断路器保护。

如果一个回路过载，红色按钮会稍弹出面板。要复位，等待数秒冷却，然后坚定按下黑色按钮。如果按钮立刻再次弹起，冷却更长时间然后再试一次。万一重复尝试复位开关失败，没有其他方法修复。回路可能短路，无法在飞行中修复。

无论何时发电机关闭，应有节制的使用无线电，因为会快速吸干电池。

轮胎故障

如果着陆进近时胎压低或爆胎，执行 3 点着陆。直到需要再使用刹车，使用对侧刹车，但是要轻，还要足够的反舵来保持飞机走直线。

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。

特殊着陆条件

侧风着陆

推荐的侧风着陆程序如下：

- 保持稍高于正常进近的空速。
- 稍向来风侧压低机翼抵消偏流，并保持飞机对正跑道。
- 在接地前改平机翼。
- 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，保持速度比正常稍快以最小化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，飞机可能由于升力降低而下坠，导致撞地。

使用约一半襟翼执行阵风条件着陆。

湿着陆

湿着陆使用刹车需要特别注意。防止抱死刹车，否则可能导致失去控制的侧滑。如果前风挡的视野差，使用风挡两侧的前面板。

着陆复飞

陆时如果任何问题可能发生，不要犹豫复飞。推荐的复飞程序如下：

- 快速推进油门，但是要平稳，到 2400 – 2600 转/分，在 1.45 ATA。避免突然改变动力以避免因扭矩影响而可能的失控。
- 随着动力上升，使用右舵抵消左扭矩。
- 爬升到安全高度时保持襟翼位置。
- 襟翼放下时不要超过 250 千米/时。
- 慢慢收起襟翼。根据需要调节水平安定面配平以平飞。
- 当 IAS 达到 220 千米/时，高度达到 300 米后，收起襟翼。
- 如果需要使用手动散热器鱼鳞板控制持续飞行。

不要突然和大量移动油门。平滑使用所有操纵以避免失控。

在获得足够空速收起襟翼和进行机动前保持直航线很重要。

战斗应用



战斗应用

在本章节，我们会总览 Bf 109 K-4 的武器应用程序。

机枪

用 REVI 16B 射击瞄准具瞄准

Revi 16B 是许多德国飞机使用的标准反射瞄准具。尽管引入提前量计算瞄准具的尝试始于战争的很早期，RLM 更喜欢更简单的反射瞄准具（Reflexvisier 或者缩写 Revi）直到 1944 年。所有国家使用的所有反射瞄准具使用相同的基本原理，投影光环图像到瞄准具玻璃上，成像于无穷远。

如 Revi 16B 的反射瞄准具不计算提前量，只是简单的提供一个相对于飞机炮轴线固定的瞄准点。

当在战斗中使用反射瞄准具，飞行员手动调节来计算目标提前量、G 载荷、到目标距离和其他精确航空射击学需要的参数。

Revi 16B 装有两个飞行员控制器，亮度调节杆和瞄准具调光板。

亮度调节杆位于设备的顶部右边。此杆可能需要基于当前亮度条件来调节。

瞄准具调光板是一块附加墨镜，可以在主光环玻璃后展开。调光板用于在最亮的自然光条件下，当亮度调节杆的最后位置亮度不足以充分显示光环时。

REVI 16B 射击瞄准具的起飞前检查

起飞前按照下列步骤检查瞄准具：

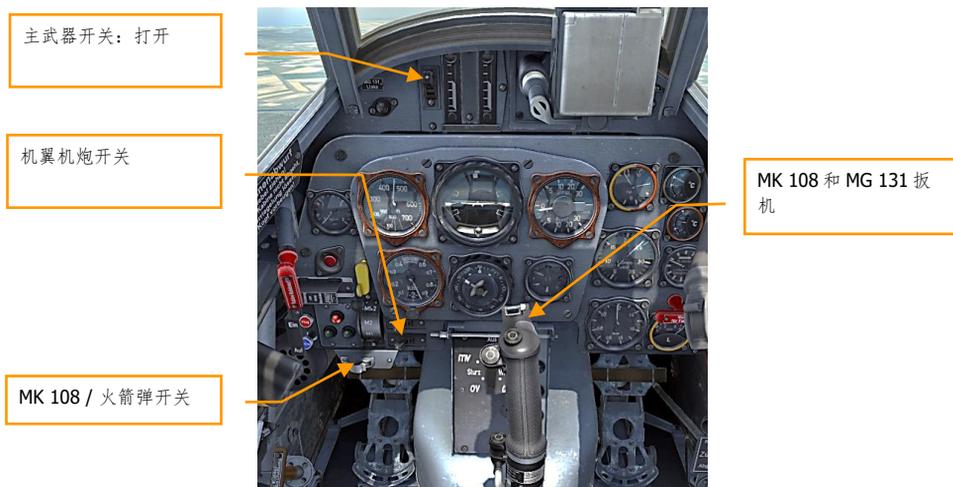
- 旋转瞄准具亮度电位器获得理想的亮度。
- 找一个地平线的点；确认光环的中心对准飞机的中心线。
- 除非预计立即战斗，按下瞄准具顺时针旋转，把射击瞄准具收入巡航位置。

使用 REVI 16B 射击瞄准具射击机炮

瞄准具的正常飞行操作如下：

- 如果射击瞄准具收入巡航位置，按下瞄准具逆时针旋转移动到战斗位置。
- 使用电气回路面板上的 **Revibeleuchtung** 开关启用射击瞄准具照明。
- 使用主武器开关启用武器。
- 当使用火箭弹和/或翼下吊舱时，确认 **MK 108** / 火箭弹开关和翼下机炮开关正确设置。
- 识别目标。
- 驾驶飞机让目标出现在光环圈内。

- 持续用光环圈套住目标。调整航线计入目标提前量、G 过载和到目标距离。
- 稳定跟踪目标一秒钟，然后开火。
- 因为提供了分开的扳机，你可以选择单独开火 MK 108 或和 MG 131 一起开火。
- 开火时继续跟踪目标。



炸弹

投放炸弹

下列是释放炸弹的标准程序：

- 确定所需的任务概况。
 - 左侧的“Sturz”设置用于俯冲轰炸。
 - 右侧的“Wagerecht”设置用于水平轰炸。
 - “OV”设置用于炸弹从高空投放不使用延时。
 - “MV”设置用于低空轰炸，使用延时引信，允许攻击者离开爆炸区域。
- 设置炸弹选择开关到适当配制和延时位置。
- 按下驾驶杆上的释放按钮（B2）来释放炸弹。

注，炸弹可以在飞机俯仰处于 30 度爬升到垂直俯冲之间的任何角度时释放。

垂直俯冲时不要在侧滑角大于 5 度时释放炸弹。这样做可能使炸弹撞击螺旋桨。

应急炸弹和副油箱投放

炸弹或机身下副油箱可以使用应急机身挂载释放手柄抛弃，位于驾驶舱左侧油门弧座下。

战斗后

一旦战斗应用结束，请执行下列步骤：

- 收起扳机保护以盖住上方扳机。
- 使用主武器开关禁用武器。
- 按下瞄准具顺时针旋转，把射击瞄准具收入巡航位置。

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 Bf 109 K 的 FuG 16ZY 无线电受限于 4 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 [↵] 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）。[↵] 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：

至少有一个无线电被调到的接受者的颜色为白色。

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...

F5. 空管...

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，**Bf 109K** 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。

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。

F 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 r

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 交战命令，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

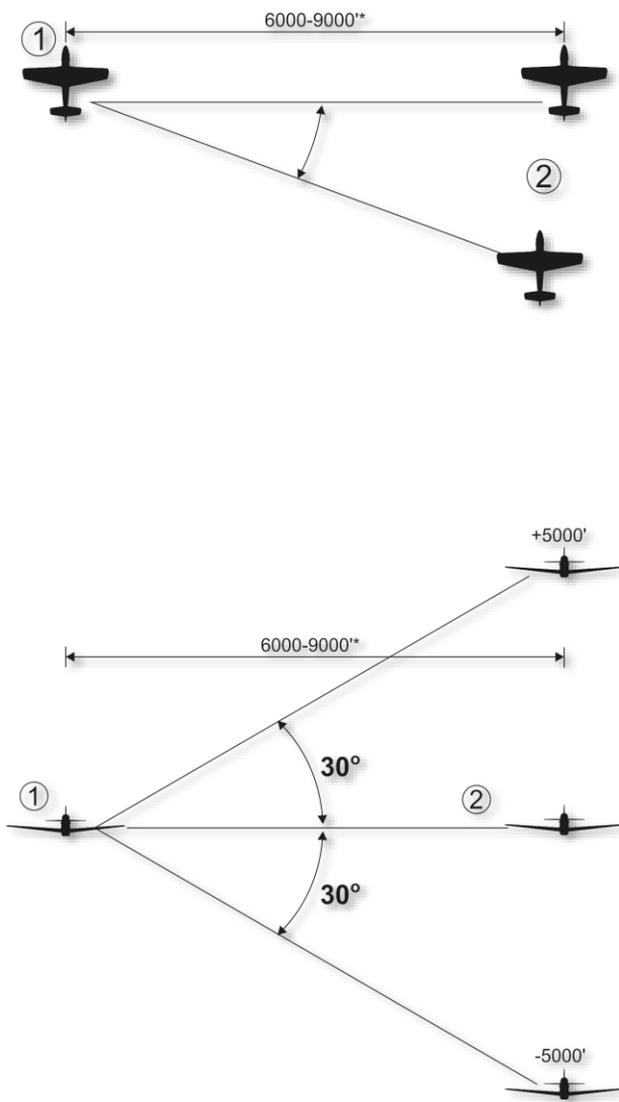


图 99: F1 一字横队



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。

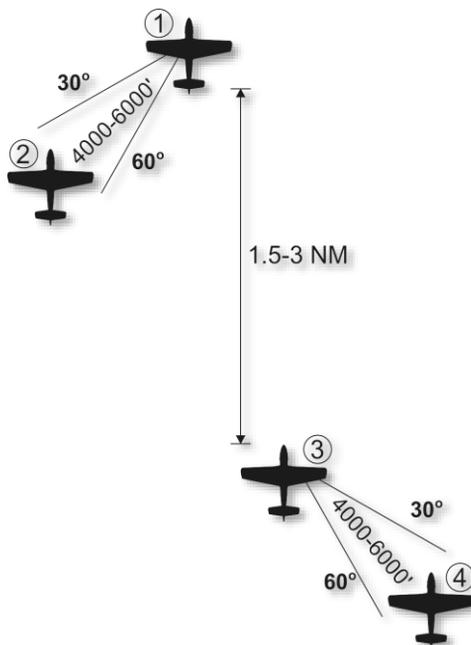


图 101: F3 楔形编队

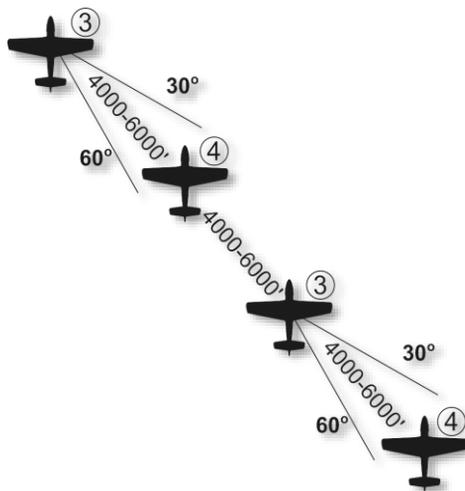


图 102: F4 右梯形编队

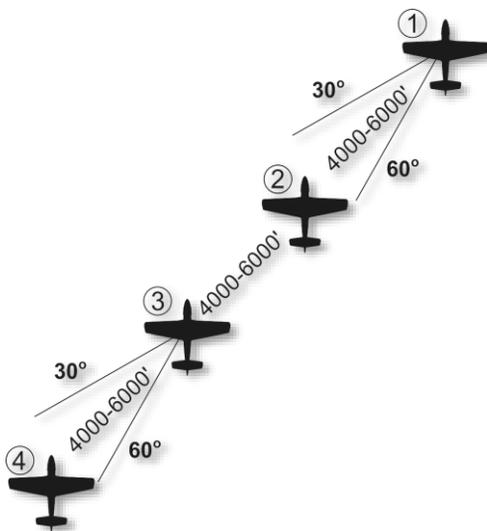


图 103: F5 左梯形编队

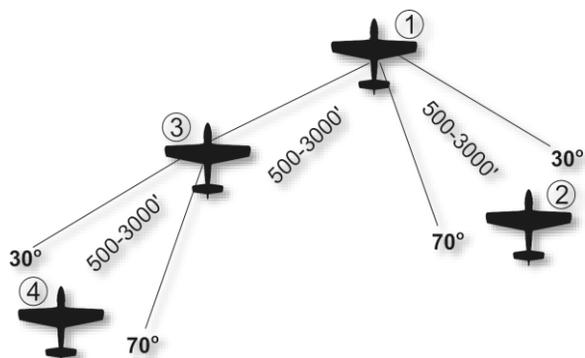


图 104: F6 四机指尖

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 r

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”

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。

因为 Bf 109 K 的 FuG 16ZY 无线电受限于 4 个波段，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。

每个机场塔台有几个不同无线电波段的无线电，用于与飞机不同类型的无线电通信。

用于 Bf 109 K-4 无线电波段的 ATC 通信频率：

阿纳帕-维迪泽瓦：38.40 MHz

巴统：40.40 MHz

格连吉克：39.40 MHz

古达乌塔：40.20 MHz

科布列季：40.80 MHz

库塔伊西（科皮特纳里）：41.0 MHz

克拉斯诺达尔-中心区：38.60 MHz

克拉斯诺达尔-帕什科夫斯基：39.80 MHz

克雷姆斯克：39.0 MHz

迈科普-汉斯卡亚：39.20 MHz

矿水城：41.20 MHz

莫兹多克：41.60 MHz

纳尔奇克：41.40 MHz

新罗斯斯克：38.80 MHz

塞纳基-科尔奇：40.60 MHz

索契-阿德勒：39.60 MHz

索甘卢：42.0 MHz

苏呼米-巴布沙拉：40.0 MHz

第比利斯-罗奇尼：41.80 MHz

瓦兹亚尼：42.20 MHz

别斯兰：42.40 MHz

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[\\]或[右 ALT + \\]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[\\]或[右 ALT + \\]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[\\]或[右 ALT + \\]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。

F6 地勤人员

着陆在友方机场滑行到停机坪后，你可以通过按[F6]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



附录

高加索地图机场数据

机场	跑道	塔康, 波道	ILS	RSBN 波道		远台 NDB, kHz	近台 NDB, kHz	塔台通信频率, MHz
				N	P			
UG23 古达乌塔 - 班布拉 (阿布哈 兹)	15-33, 2500m						395 (33)	209.00/130.0/4 0.20/4.20
UG24 第比利斯 - 索甘卢 (格鲁吉 亚)	14-32, 2400m							218.0/139.0/42. 0/4.65
UG27 瓦兹亚尼 (格鲁吉亚)	14-32, 2500m	22X (VAS)	108.75					219.0/140.0/42. 20/4.70
UG5X 科布列季 (格鲁吉亚)	07-25, 2400m	67X (KBL)	07 ILS - 111.5			870	490	212.0/133.0/40. 80/4.35
UGKO 库塔伊西 - 科皮特纳里 (格鲁吉亚)	08-26, 2500m	44X (KTS)	08 ILS - 109.75				477 (08)	213.0/134.0/41. 0/4.40
UGKS 塞纳基 - 科尔奇 (格鲁吉 亚)	09-27, 2400m	31X (TSK)	09 ILS - 108.9			335 (09)	688 (09)	211.0/132.0/40. 60/4.30
UGSB 巴统 (格 鲁吉亚)	13-31, 2400m	16X (BTM)	13 ILS - 110.3				430 (31)	210.0/131.0/40. 40/4.25
UGSS 苏呼米 - 巴布沙拉 (阿布 哈兹)	12-30, 2500m					489	995	208.0/129.0/40. 0/4.15
UGTB 第比利斯 - 罗奇尼 (格鲁吉 亚)	13-31, 3000m		13 ILS - 110.3 31 ILS - 108.9			342 (13) 211 (31)	923 (13) 435 (31)	217.0/138.0/41. 80/4.60
URKA 阿纳帕 - 维迪泽瓦 (俄罗 斯)	04-22, 2900m					443	215	200.0/121.0/38. 40/3.75
URKG 格连吉克 (俄罗斯)	04-22, 1800m						1000	205.0/126.0/39. 40/4.00

URKH 迈科普 - 汉斯卡亚 (俄罗斯)	04-22, 3200m			34	36 (04)	288	591	204.0/125.0/39.20/3.95
URKI 克拉斯诺达尔-中心区 (俄罗斯)	09-27, 2500m			40	38 (09)	625	303	201.0/122.0/38.60/3.80
URKK 克拉斯诺达尔-帕什科夫斯基 (俄罗斯)	05-23, 3100m					493	240	207.0/128.0/39.80/4.10
URKN 新罗斯斯克 (俄罗斯)	04-22, 1780m							202.0/123.0/38.80/3.85
URKW 克雷姆斯克 (俄罗斯)	04-22, 2600m			28	26	408		203.0/124.0/39.0/3.90
URMM 矿水城 (俄罗斯)	12-30, 3900m		12 ILS - 111.7 30 ILS - 109.3			583	283	214.0/135.0/41.20/4.45
URMN 纳尔奇克 (俄罗斯)	06-24, 2300m		24 ILS - 110.5			718 (24)	350 (24)	215.0/136.0/41.40/4.50
URMO 别斯兰 (俄罗斯)	10-28, 3000m		10 ILS - 110.5			1050 (10)	250 (10)	220.0/141.0/42.40/4.75
URSS 索契-阿德勒 (俄罗斯)	06-24, 3100m		06 ILS - 111.1				761 (06)	206.0/127.0/39.60/4.05
XRMF 莫兹多克 (俄罗斯)	08-27, 3100m			20	22	525	1065	216.0/137.0/41.60/4.55

NTTR 地图机场数据

机场	跑道	塔康, 波道	ILS	塔台通信频率, MHz
KXTA 马夫湖空军基地 (美国)	14L-32R 3500m	18X (GRL)	32 ILS - 109.30 (GLRI)	252.0/123.0/38.8
KINS 克里奇空军基地 (美国)	13-31 1500m, 08-27 2700m	87X (INS)	13 ILS - 108.5 (ICRS)	251.0/122.0/38.6
KLSV 内利斯空军基地 (美国)	03L-21R 3000m, 03R-21L 3000m	12X (LSV)		254.0/125.0/39.2

KLAS 麦卡伦国际机场 (美国)	07R-25L 3100m, 07L-25R 3300m, 01R-19L 2500m, 01L-19R 2500m	116X (LAS)	25 ILS – 111.75 (IRLE)	253.0/124.0/39.0
-------------------	---	------------	---------------------------	------------------

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
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
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
Alexander Oikin	航空电子学、航空器系统
Evgeny Pod'yachev	插件、构建系统
Timur Ivanov	效果、图形
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
Eugene Gribovich	航空电子学
Dmitri Robustov	地景
Eugeny Panov	AI
Michael Ershov	AI
Alexey Saenko	图形
Alexey Militov	效果

Grigory Manukyan 图形
Roman "Made Dragon" Deniskin 航空器系统、飞行动力学

陆战部门

Roman "Dr.lex" Podvoyskiy 联合武装
Alexander "SFINX" Kurbatov 车辆、船舶
Pavel Khamlov 车辆、船舶

艺术家

Pavel "DGambo" Sidorov 首席艺术家
Alexander "Skylark" Drannikov GUI 图形、航空器模型
Timur Tsiganov 航空器、车辆、船舶、武器模型
Eugeny "GK" Khizhnyak 航空器、车辆
Constantine Kuznetsov 声音工程师
Sergey "tama" Ashuiko 建筑、地景
Andrey "LISA" Reshetko 人物
Maxim Lysov 航空器模型
Igor Piskunov 2D 艺术家
Yury Starov 航空器模型
Alexandra Alexeeva 2D 艺术家

声音

Konstantin "btd" Kuznetsov 声音工程师、音乐作曲家

质量保证

Valery "USSR_Rik" Khomenok 首席测试员

Ivan "Frogfoot" Makarov	测试
Alexander "BillyCrusher" Bilievsky	测试
Nikita "Nim" Opredelevkov	测试
Oleg "Dzen" Fedorenko	测试

科学支持

Dmitry "Yo-Yo" Moskalenko	动力学、系统、弹道学的数学模型
---------------------------	-----------------

信息技术和客户支持

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、客户支持
Konstantin "MotorEAST" Kharin	客户支持
Alena Yurykovskaya	客户支持

训练任务

Sergey Goretsky

附加涂装

Mbendi1

=RAF= Ватель

CHSubZero

Golani79

Jponti

JST

KIZIR_77

Ovenmit

Reflected

Snowsniper

俄文本地化

Elena Pryanichnikova

翻译

Alexey "Mode" Chistyakov

本地化专家

德文本地化

Hardy "I./ZG15_FALKE" Bauer

Sebastian "Lino_Germany" Benner

Charly "Nirvi" Kramer

Marcel "EagleEye" Kruger

Kai "Lighthaze" Peetz

Daniel "Luigi Gorgonzola" Atencio Psille

Matthias "Groove" Techmanski

特别鸣谢:

Erich "ViperVJG73" Schwarz

Werner "derelor" Siedenburg

法文本地化

Gilles "Maraudeur" Annee

Clement "Azrayen" Bakes

Gaetan "cameleon33" Delaporte

Guillaume "Bad CRC" Gaillet

Julien "Psycho" Gras

Cedric "Cedaway" Lemerrier

捷克文本地化

Honza Lehky

中文本地化

Xueqian "uboats" Zhao

Jiong "billeinstein" Zhang

Jiutian "Yukari" Cai

Wenyu "mie1721" Song

Yong "Anderson" Ye

Yonglong "RglsPhoto" Zhao

Zupei "groovy" Li

测试人员

Anthony "Blaze" Echavarria

Christopher "Mustang" Wood

Daniel "EtherealN" Agorander

Danny "Stuka" Vanvelthoven

Darrell "AlphaOneSix" Swoap

Dmitry "Laivynas" Koshelev

Dmity "Simfreak" Stupnikov

Edin "Kuky" Kulelija

Erich "ViperVJG73" Schwarz

Evan "Headspace" Hanau

Gareth "Maverick" Moore

Gavin "159th_Viper" Torr

George "GGTharos" Lianeris

Grayson "graywo1fg" Frohberg

Jeff "Grimes" Szorc

John "Speed" Tatarchuk

Jurgen "Iion737" Dorn
Kairat "Kairat" Jaksbaev
Matt "mdosio" Dosio
Matthias "Groove" Techmanski
Norm "SiThSpAwN" Loewen
Peter "Weta43" McAllister
Phil "Druid_" Phillips
Philippe "Phil06" Affergan
Raul "Furia" Ortiz de Urbina
Roberto "Vibora" Seoane Penas
Scott "BIGNEWY" Newnham
Serge "eekz" Goretsky
Stephen "Nate--IRL--" Barrett
Steve "joyride" Tuttle
Vadim "Wadim" Ishchuk
Valery "=FV=BlackDragon" Manasyan
Victor "vic702" Kravchuk
Werner "derelor" Siedenburg
William "SkateZilla" Belmont
Zachary "Luckybob9" Sesar

特别感谢所有开放测试者。

青铜赞助者

Alex G	Rem	Aksel Sandmark
Matthew Lambert	Gabriel Vigil	Borgersen
Bob Evans	jose cruz	Home Fries
Radosław Piątkowski	Pierre Rieu	Mark Duckett
Laurent Cunin	Alexander Borisov	Jordan Leidner
Scrub	Mattressi	Guilherme Domene
Larry Lade	Tuco Ramirez	Tim Shaw
Mark Nowotarski	Niko Huovilainen	Markus Ronkainen
Lasstmichdurch	Alexandr Marishenkov	Aaron Taylor
Georgy	fedorlev90@gmail.com	AndreasDitte
Ian Dahlke	Felix Felixsson	Tvrtko Kovacic
Jason Robe	DMS	Bols Blue
David Digholm	Sergio	Fred Schuit
Anton Krug	Robert	Grzegorz Sikora
Aflay	Vivoune	Kareem Vafin
Auez Zhanzakov	Stephen Howe	Paulius Saulėnas
David Cavanagh	K. Loo	Rafał Szekalski
Benjamin Pannell	Kempleja	Henri Häkkinen
Marijn Bos	Wang Kang Ping	Cliff Dover
bzan77@hotmail.com	Juan Francisco Orenes	Przemysław Cygański
Hrvoje Hegedusic	Michal Krawczyk	Flex1024
Anže Blatnik	Denis Kaplin	kamaz
quangorn	David Belvin	Paul Brown
Hemul	Sergii Gabal	Jack
Andrey Loboda	Jazzerman	Simon Briggs
Werner Ceelen	borownjak	Jera Oražem
Borsch	Steve Barnes	Cameron Fenton
Kim Peck	Victor Tumanov	Thomas Reynolds
jean-baptiste mouillet	rutkov	Dan Lake
	Samuel Bera	Andy Wall
	Peter Ivady	Ben Green

Lasse-Pekka Toivanen	Kirill Ravikovitch	David Ross Smith
Robert Stuart	Cedric Girard	Harkman
mark downer	marco bellafante	Erastos
Darcy Mead	Timur Kaziev	Konstantin Borovik
Koh Noel	Romà	D McBain
Fredrik Silfverduk	FERNANDO MARTINEZ ZAMBRANO	Pavel Bozhenkov
Alan Whitlock	Doblejorge	Jose Marrero
Jacek Karle	Igor Bayborodov	Jarret Mounteney
Ilya Kirillov	UbiquitousUK	tjmp14
Novaflare	Sean	Alex Ip
Oscar Codan	Goran Skoko	Roller Donny
Jon Sigurd Bersvendsen	Anthony Wheeler	Joe Prazak
Marcus Schroeder	Rafal	Karen Kurpiewski
Mikko Härmeinen	Sami Juntunen	Hendrik Berger
Thomas Schroeder	TAIKI SONOBE	Neeraj Sinha
Vitor Pimentel	Cody John Davis	Maarten Schild
Seel	Joel Cuéllar	Johannes Jaskolla
Fabiano Carlos Alves do Nascimento	Peter Orlemann	krms83@gmail.com
David Carter	Arto S.	Francisco José
Fernando Becker	Max Taha	Zhuravlev Pavel
George Ölund	Christian Biagi	Wang Bin
Imoel	Ross Martin	Vladislav Shkapenyuk
Stuart Jarmain	Jacob Knee	Marek Pícka
Tony Baeza	Garrett Longtin	William Plischke
Isaac Titcomb	Sebastian	Gabriel Rosa e Silva
George Xu	roman olenich	Wesley Marcone Simmer
Traz	Andre van Schaik	Frank Bußmann
Marcin Bielski	Mario Mariotta	Jonathen Iny
Andrew MacPherson	Sigurd andre olaisen	Eugene Flannery
mark poole	Momo Tombo	Andrew Scarr
		Paweł Sokołowski

Décio Fernandes Neto	Dean	Peter Halmý
Florian Voß	John Dixon	Oleg Belenko
FERNANDO GARCIA RABADAN	George Levin	S4ndman
Joonas Ruokokoski	Hagleboz	Andrew Rolfe
Ingo Ruhnke	Kilian Seemann	Bjørn Inge Sødermann
JOSE LUIS NOGALES CABALLO	Kruglik Svetlana	V
Antonio Ordóñez de Paz	Dominic Hildebrandt	Enrique Alvarado
Bruno Barata	vukicevic sasa	armrha@gmail.com
Isidro Rios	Mike Theisen	YoYo
Detlev Mahlo	Ricardo Nuñez	Jernej Dolinsek
Lluc Marquès	Vladimir	Jarrad Piper
Pablo Napoli	David Endacott	Vladimir Alexx
FSXFlight	M Morrison	Walrus
marcos puebla	EAF51_Luft	William Wilson
Francisco Antonio Muñoz rodríguez	Alberto Ceballos	Nebuluz
Jani Markus Laine	Tang.Weí	Martin Handsley
outsorsing@yandex.ru	Mike Schau	George Bellos
roeemalis@gmail.com	Paul Savich	Owe Cronwall
uncle_stranger@hotmail.com	SERGIO OLIVEIRA	R. Thornhill
zan.blatnik@hotmail.com	ssonniccc	Steve
malczar@wp.pl	Alexandre Pigeon	Cezariusz Czapinski
evgeniy	Nikola Āeh	Martin
Tim Shaw	BigOHenry	Ford Wesner
Askauppinen	Steve Colli	Allen Thomas
Murilo Hound	Marco Usai	Clqjst.com
Juan Rodriguez	Tuomas Mämmelä	Jaroslav Zahorec
Mathias Kallmert	Matt Fisher	Amir Lavi
Antoine Taillon Levesque	andres garcia	Holger Reuter
	Erik Suring	Oleg Makarevich
	Roberto Carcano	Nathaniel Williams
	Daniel Lewis	Aquila

Groth	jrbatche	renderstop
Ken Holbert	Carlos Ferrer	Marco Mossa
Gregory Prichard	NoOneNew	Mark Tuma
Vicente Herrera	andrey112	Marc
Joshua McQuinn Cook	Steve Boyd	Apex
Liam Williams	Lhowon	Aivaras Staniulis
KuVaNi	craig sweetman	martin costa
Antonyuk Dmitry	Alex Murphy	Aidan Jabs
Jean Charles Baudry	Ian Rademacher	gunter113@yandex.ru
Bernard McDavitt	Jeremy David Keelin	Mitja Virant
Emil Novák	sotosev	Scott Daniels
315_Piotras	Geofray	P A KAFKAS
Daniel Groll	ADRIAN	Jani Petteri Hyvärinen
Martin Seiffarth	Joono Järviö	Christian Schwarz
Ross Hamilton	Silverado	Paul Haase
Alexandre Jacquin	Neil Gardner	Chris Miller
William Stover	Louie Hallie	Teun van Dingenen
Huber Werner	Jonas Weselake-George	Edward Billington-Cliff
Arnel Hadzic	Scott Kullberg	Brendon McCarron
Koz Myk	Bryce Johnson	Mathias Munkelt
Greg	Przemek Ptasznik	Jorge Manuel Caravaca Vidal
Trevor Abney	_Shkval_	KosiMazaki
Chris	Miguel Coca	Kyle Fulton
Torben Porsgaard	Ján Pitor	Jacobo Rodriguez
Mircea Schneider	Leonard Burns	Niels Hille Ris Lambers
Jordan Moss	Jonathan Howe	felix heine
Keijo Ruotsalainen	Peter Jensen	Bloom
Caldur	Teodor Frost	SlipBall
thom burt	Tommy Pettersson	Knut Erik Holte
German	Alberto Loro	Matthew Wohlford
Carlos Siordia	Ross Francis	

Ace Rimmer	Ilya Feldshteyn	Alexander Barenberg
Tom Gillespie	Dver	Manuel Maria Alfaro Gomez
Matthew Dalessandro	Tomas Munoz	Terence Ziegler
Mark Jedrzejczak	David	Kusch
James Russell	Festari Diego	Shai Lum
Alexander Gebhardt	Lasse Nystuen Moen	Julien Godard
Chris Abele	Jack Noe	Maurice Hershberger
Miroslav Koleshev	Jerry Brown	Tobias
podvoxx	Tor-Martin Trollstøl	Fedorenko Oleg
Adam Tomczynski	Joshua Fowler	ami7b5
Robert Curtin	Barry Spencer	William Belmont
Robert Toldo	Michael Maddox	Andy Wishart
Mike Leviev	Marcus Koempel	Sean Colvin
Steve Dozniak	Christian Reichel	Lewis Luciano
Peter	Frank Schwerdel	clement epalle
antonello	Bogdan Ghica	Samuel
Kenneth Gustafsson	Pierre-Alain Séguier	Dennis Ejstrup
Joel Rainsley	Evan McDowell	Michal
John A. Turner	Alex Huber	opps
Pascal Fritzenwanker	Willem Erasmus	nuclear
yendysl	Dmitry Schedrin	Tobais Hassels
Nestor Sanchez	Jordan Pelovitz	Lefteris Christopoulos
Joshua Miller	Philippe VINCENT	Dave Pettit
Ryan Pourroy	Josselin BEAU	Nikolaos Mamouzelos
Alexey Ershov	Nicholas Prosser	Karsten May
Tim Vleminckx	Manuel	DailyDozo
Trasric	Sebastian Baszak	snagov
Aaron Sotto	Marcus	anthony milner
Jeremy Louden	Fred de Jong	ALBERTO MARTIN SANTOS
Michael Barker	AndyJWest	Blarney DCS
Anjelus	Guillaume Couvez	

Kael Russell	Kornholio	Evgeniy
Collin Brady	Paolo Pomes	PhoenixPhart
Matthew Flanigan	Simulatu	Jonathan Marsh
Mátyás Martinecz	Mytzu	HellToupee
Tioga	Sebastian Hernandez	Tomas Lindahl
Ross David Hunter	ILYA GRYAZNOV	avner rev
SYN_Skydance	Blackmind	Theodoros Montesantos
Alex Sabino	Kyle Knotts	Jean-christian Ayena
Zaghloul Othmane	Tongp	Andrea Cavalli
Christian Kistler	Teapot	Alfonso Garcia Martinez
Jakub Komarek	Noah N. Noah	Alberto Minardi
Fraser Reid	Catseye	Chris West
Oskar Hansson	SATANA667	PHOENIX Interactive
Dimitrios Vassilopoulos	Jazz_35	Ross Goodman
James Franklin Lassiter	Neil Walker	MaP
Ilya Golovach	Leszek Markowicz	Miroslav Kure
Sean P. Burt	Christelle JESTIN	Vadrin
Grigori Rang	pierre burckle	hdbam
Jermin Hu	Rami Ahola	Peter Fischbach
PopoidAndroid	Sonia Holopainen	Carl Jamz Chivers
Richard	alfred demauro	Jouvet Laurent
Joshua Gross	Sylwester Zuzga	Frank Hellberg
Mitja Zdravec	Reinhard Seitz	gabsz84
Michiels Jorik	Jerzy Kasprzycki	benoit
Alexey Polovets	Christian Pintatis	Torsten Writh
Eric Fath-Kolmes	David	Gianluca Giorgi
TinfoilHate	Michael	Waldemar
Nicolas Piché	Vincent	Force_Majeure
Andrew Devine	Matt Crawford	Bob Radu
Jens Langanke	Sacha Ligthert	alon oded
Daryl	Bernhard Dieber	Christopher Phillips

lighthaze	Cristian Marentis	Richard Whatley
Christopher Mosley	Jochen Baur	Rick Keller
Ray Dolinger	Robert Dvorak	SolomonKane
Gordon McSephney	Sam "Mainstay" Valentine	Test
Rincevent	Marijn De Gusseme	Leonard Giesecker
Nicola	Vladimir Yelnikov	Paradox
Maxim	Bosko Djurisc	Torashuu
Davidov Vitaliy	Csaba Moharos	Jim Herring
Robert Morris	Useless	Colin Inman
Mikplayeur	James Smith	John Brantuk
Ian Taylor	Thomas Beuleke	Phoenix
Richy	Paganus	HR_colibri
Patrik Lindström	Darrell Swoap	Gregory Finley
jens bier	Roland Peters	William J. Bryan Sr.
Sakari Pesola	Stephen Barrett	Tim Julkowski
James Cleeter	Andrew Deng	Thomas Weiss
Christer Arkemyr	Ian caesar	David Terry
Richard Baas	matej renčelj	William Herron
Tomasz Karpiuk	Mikko Pulkkinen	Brendon
Kari Suominen	Paul R Kempton III	Gert Wijbrans
Norm Loewen	Federico Delfanti	rick andersen
Arjuna	Matt Parkinson	Andrew Fenn
tintifaxl	Bobby	David Stewart
Alejandro Montero	OhioYankee	gavin clunie
Connor	Rick Benua	Makoto Hakozaki
Paul Sims	Chris Ellis	Andrew Jennings
Ricardo Madeira	Keyser	Johannes Mueller-Roemer
Runar Aastad	Kirk Worley	Moritz Brehmer
Chawin	Gwyn Andrews	Shadow Stalker
Christian Taust	Nuno Silva	Nils Hansen
Mor Rotholtz	Uros Karamarkovic	Torbjorn Pettersson

Nosov Evgeniy	Aladius	Barry Drake
Andreas Macht	Lukas Erlacher	Jeremy Zeiber
Sputi	Jon webster	Jimbox
Agnar Dahl	Tomi Junnila	Alan Sharland
Antal Bokor	FF1	John Johnson
Jacob Røed	Torstein	Jacob Shaw
harinalex	Jared Winebarger	Keith Hitchings
Milan Šimundža	beikul	David Dunthorn
Christian Richter	Torsten Schuchort	Wyatt Moadus
Dave Webster	Caleb Keen	Eric Young
Alekseev Valentin	BOSCHET	Andrew Heimbuch
Sean Taylor	Mark	Bryce Whitlock
Balázs Léczi	Andrew Bartlett	Erik Schanssema
Rod Middleton	Neil Vennard	David Campbell
Karl Bertling	Pasi Yliuntinen	Wonderbread
Paul Mikhail	Declerieux	Kocso Janos
Alex Turnpenny	Jeremy Gates	Austin Mills
CiderPunk	Anonymous	Joseph Geraghty
Bryn Oliva-Knight	Eric Gross	Jukka Blomberg
Eun-Tae Jeong	Chezzers	David Abreu
Jürgen Bischoff	eyal shamir-lurie	Steam
Emmanuel Tabarly	Baytor	airyy@163.com
Takayuki	Matthias Lütke-Wenning	Tere Sammallahti
Geoffrey Lessel	Brian Fee	Alexander Zhavoronkov
Matt Huston	Truls Jacobsen	Jeremy David Tribe
coriolinus	Martin Sanders	Ron Lamb
John Trimble	Guido Bartolucci	Gregory Choubana
Tòfol Jordà Chordà	Sam Yeshanov	Ken Cleary
Benjamin Roser	Sebastian Lindmark	chev255
ciaran coyle	Bob Denhaar	Stuart Walton
Sven R.	Scott Willtrout	James Jones

Jordan Cunningham	Markus Narweleit	blackjack04
Andrew Gibbons	Tomik	Andrew Dean
Erik	Lassi Miettunen	kongxinga
Pasbecq	Hagan Koopman	Warren Evans
Koop de Grass	James Goodwin	Roberto Mejia
Stephen Clark	L F Loxton	Jason Perry
Keith Ellis	David Irving	Ryan
Mike L	Jeff Petre	Paul Turner
John Boardman	Hugo Saint Martin	Alejandro
Ben Rosenblum	Guillaume Houdayer	hansentf
Hasanka Ranasinghe	Richard Orädd	John A. Edwards
Andrew Hickman	Emir Halilovic	Michael Turner
SonixLegend	HAYEZ JF	Simon József
Michael Anson	Thomas LaGoe	Christoph Gertzen
Jim Oxley	Tore Fagerheim	Javier Díaz Ariza
Thomas Nesse	Igor Kharlukov	Nico Heertjes
Philippe-Olivier Dubé	Peter Brooks	Chris Thain
Roland Reckel	Adam Navis	Jeff McCampbell
Mikael Harju	James dietz	UsF
Kevin Witt	siva	taratuta
Markus Berella	Andy McIntyre	Tommy Tomaszewski
Bodhi Stone	Jordi Haro	subject to change
Toni Wasama	Thomas Guiry (tf_t4trouble)	Vladimir Škorić
Bob Petrone	Kevin M. (tf_Stryker)	philux
Tim Hawkins	Larry Jones	Rune Hasvold
Martim Avelino Geller	Joonas (tf_Wraithweave)	MichaelB
RJ Stevens	Michael Olsen	Nacho
Uri Ben-Avraham	Mark Wallace	David Catley
Andrej Jesenik	Adam Chan	Gareth Morris
Andrew Wagner	Craig Martin	Andrii
f0uiz		Leon Grave

gkohl	Henrik Friberg	Andrew
Dale Jensen	Tom Shackell	Daniel O'Sullivan
Andrew Aldrich	Anthony Smith	rhinofilms
Denis P	Lorenzo Manzoni	Christopher Miner
Filip Kraus	Ant Paul	Richard McKeon
Henning	Tim Ireland	David Savina
Valeriy Nabatov	Mustisthecat	Jason Chang
ChenTing	Roberto Elena	Ian Hughes
John J Tasker	Ignacio Mastro Martinez	Barry Colegrove
Matthew Deans	vb12daduck	Oliver Hooton
Stephen Botti	Tyler Thompson	Raptor007
Rony Shtamler - IAF.RonyS	bichindaritz	Eamonn McArdle
Alper Mat	Joen	Mark Sewell
Gunther Mueller	Luis Miguel Lopes	Patrick Pfeleiderer
Antvan	Graeme Hindshaw	David Stiller
Matthew Lindley	Dominik N.	Ammo Goettsch
Christian Koller	tessore	Ian Marriott
Matthew Morris	James Pyne	Francesco Kasta
Kevin Francis	Jacob Holmgren	Dale Winger
rami veiberman	yoel lavi	Claes Wiklund
Check Six	Brent Wardell	liweidavid2006
Fred Golden	Steven Newbold	Gareth Williams
Karel Perutka	Jacob Babor	William Deal
Marc Heitler	Modulus	Rob Umpleby
Michael Fielding	Pieter Hofstra	Deadman
Jared Thomas	Andreas Monz	Simmy
John Mathews	Krueger	brian mandeville
Erdem Ucarkus	Paul Mulchek	Chris Wuest
Ed Curtis	Colin Coulter	Alex Hughes
Andy Cannell	Chui Yin Ho	michael waite
	Raj János	Yama

Robert Elliott	gordon vembu	Bryan Nogues
Adrian Putz	Erik Weeks	Eivind Tollerød Fosse
David Bray	John	Andrew Blinkin
Angel Francisco Vizcaino Hernandez	robin vincent	Bob Bent
Aleksander Yatsenko	Enrico Zschorn	Arvid Weimar
Stephen Ryan	Karsten	Aginor Chuain
Scott Hackney	Oscar Stewart	Christoffer Wårnbring
Tim Kelly	Simon Harrison	Cikory
Tuan Nguyen	Ratnikov Maksim	Colonel Skills
Dharma Bellamkonda	Vladimir Domnin	Edwin van Walraven
Stuart Campbell	Scott	Bruce M Walker
gor7811@hotmail.com	DERRICK HILLIKER	Lawrence Bailey
Rudo Sintubin	Mike Bike	Robert Birnbaum
Oleg Antoshenko	Nicolas Rolland	Frank Kreuk
msalama	Brenden Lake Musgrave	Trindade
Andreas Bech	Basil Yong Wei Hee	Roland Galfi
Michael Baldi	Volker Saß	Alexander
Steve Poirier	Ronnie Postma	Danilo Perin
Vitalii Podnos	John Flain	Daniel Rozemberg
Havner	Evgeny_RnD	Christoph Mommer
David Friend	Paul Browning	David Morrell
MolotoK	Andrew Garst	Rickard Sjöberg
Alex Hitrov	Vespero	Andre Schulze
Frank Townsend	Eric Anderson	Josse Aertssen
Boris Schulz	Lavi	Roger Buchser
Sam Lion	Robert	Daniel Beltran Gonzalez
LAI JINGWEN	VIDAL Frank	Darren Furlong
Vincent	Jon H	Patrick Naimo
Luke Lewandowski	kamek25	Mark Lovell
tony lafferty	Skorak	Benedict Hurkett
	Flying Colander	Victor Gil

Markus Nist	Honza Lehky	Ben Hollinsworth
Christian R.	Anthony Sommer	Andrej Babis
Gregory D. Olson	Jonathan Mulhall	Kai Törmänen
Marek Radozycki	Kåre Kristian Amundsen	Gerhard Neubauer
Duroyon	assaf miara	[3rd]KaTZe
Pavel Osipov	Rodrigo Mejía	Anatoly Yakubov
dahitman	Tore Torvik	Jason Cotting
Tom	Jether Pontes	Mrgud
Christopher Hibberd	Amos Giesbrecht	Alex Cameron
John Small	Toby Rushton	Ian Jones
Robert Nigel Jamison	Joonwook Park	Alan Dougall
phill davies	UriiRus	Thomas Fisher
Robin Senkel	Cecrops	Tim Rawlins
Joseph W Scupski	Brian Kiser	Space Monkey
KeithKar	ALEXANDER ALEKSEEV	Steve Klinac
Peter Schmecker	Victor "Dream Traveller" Buttaro	Kurt Reimann
Drovek	Glen Reed	Luke Griffin
Joonas V	Steven Rushworth	Samuel Morrissey
Ville Vuorinen	Andrew Broadfoot	John Smalley
Nir	Olivier Kozlowski	Chris Weerts
Pavel Škoda	Matthew Hill	Mr John C Smith
Jeremy Lambert	Gestl Guenther	Hugh Man
Heillon	Thomas Hegman	Michael Parsons
Eli Havivi	Vit Prokop	Dimitri Apostola
BIGNON	Rob Bywater	yohay
Christian Koppe	EAF51_Walty	Ian Smuck
Helio Wakasugui	Evgeniy Troitskiy	Norbert Röhrli
sterfield	Tom Humplik	Martyn Downs
Andy Davidoff	Steve Rizor	Hideki Mori
ALLAIN	Gerald Jarreau	Akin
Kristofer Crecco		javierlarrosa

Ross Clunie	Varun Anipindi	James Harrison
Eric Howe	Aku Kotkavuo	kyle sinclair
Alexey_K	Andrew Olson	JUERGEN
Tuomas Virtanen	Charles Burns	Jose Angel Gomez
Keith Bedford	Ken Peterson	PA_Hector
J.D. Cohen	colin scutt	Andrew Stotzer
Gavin Crosbie	steve lecount	Charles M. Wilsenach
bupbup	Tamir Katz	Kyle Hannah
Vieillefont Antoine	Timo Hiltunen	Anton Grasyuk
Goat Yoda	Istvan Takacs	Saxon66
Nicholas Bischof	michael tardio	Joseph Noe
David Schroeder	Chris H. Hansen	Ryan Peach
Jonathon Walter	Sebastian Schöder	Trevor Burns
urvuy	Gregory Morris	Uwe Mueller
Ronny Karlsson	Matthew	Hypothraxer
Anthony Portier	Egor Melnikoff	Eyal Haim
Wes Snyder	ismailaytekarslan@gmail.com	makabda
KitSAILGoode	Michael Jenneman	Nir Bar
Campbell McGill	Andrew Paull	Jim Arentz
Nick Wright	Brett Goldsmith	Paul Lucas
Bruce	Jacques O'Connell	Muli Ivanir
daisuke sato	Curtis	MTShelley
Juanfra Valero	Adrian Borodi	Juha Liukkonen
vella	Pekka	Conor Bradley
Anthony	Lenny Cutler	Orion Robillard
Taproot	Shimon Okun	John Burgess
HansHansen	Tarasyuk Yuriy	Tom Strand
Ivan	Brayden Materi	Jeremy Bartos
Derek Barnes	Marc Michault	lowellsil
peter winship	Alcaudon101	Johan Waldemarsson
DUPONT Philippe		Nigel Patrick Holmes

EagleTigerSix	Kenneth Bear	Peter James Taylor
Timothy Bauer	Jenei Béla	Theo
Zetexy	Ian Cockburn	Toni Uusitalo
Ha Za	Andreas Demlehner	Leandro Medina de Oliveira
Gabriel Venegas	OSCAR LUIS GALVEZ CORTES	MgFF
Shuyang leung	Peter Svensson	Caleb E. Farris
Jing Wang	Brillet Thomas	Chad David
Grant Marchant	Brad Hawthorne	Thelmos
Hen Shukrun	Kjetil Lavik	David Mann
ric	Ian Todd	Burgin Howdeshell
ian d	Leonas Kontrimavicius	Tomas Hridel
Peden Harley	Christian Bretz	Berno
DAVID CARLISLE	Koh Desmond	Mario Hartleb
Gabriel Glachant	Daniel	Gary Dills
Aries The Destroyer	Paul Thompson	Christopher Vance
Jan Kees Blom	Joshua	Rainer Schweers
Arto Rajajärvi	Tom Johnson	Stephen Lynn Flores
Alexandr Petak	Edward A. Dawrs	Stephen Higginbotham
MrBoBo	Gerald Gassenbauer	Tim
Roger Owen	RJW Scharroo	groovy
Tacno	Robin Norbistrath	Matt Berndt
Jack Beck	GUMAR	Colin Muir
Valentin Loginov	Neville Wakem	Andrew Thomson
Abc	Carsten Vogel	Christopher Lamb
Ivan Čavlek	Robert Ormes	CHO SUNG BAE
jensl	captncrunch240	Ivan Fedotov
Martin Eriya	Nico Henke	Sita
Enrique Alonso Benítez	Chaussette	Alistair Stuart
Kevin Beswick	Ivan_st	Dominik Schulz
Borek Fanc	Mazin Ibrahim	Simon Picken
mp		

Jan Jaap Schreur	Juan Carlos Morote Martin	Jarrod Ruchel
Christian Mundt	Alvio Costantini	Brian Carlton
Sven G.	Aaron Fess	Field Manar
Williame Laurent	Nicholas Wagner	Eric Turner
Matthew Johnson	Aleksey Vlasov	John Phelps
NoS	beda	Takku
Derek Hatfield	Jim Barrows	Matt Olney
LordLobo	Erik Dahlbäck	JetBane
Reece Heinlein	steve smith	Michael Grzybowski
Crimea_MULTI	Spencer Miller	Johan Lind
Barry Matthew James	Maik Baumert	Justin Smithson
Vincent Eysel	David Frees	Paul Cook
Asier García	Andrew McCann	Zach Brown
Allan Renwick	Celso Lopez	Kyle
Lukas Vok	Sebastian Grant	Brendan Clary
Amraam	David Gray Castiella	Brian Charles
Keith Mercer	Martin Thomas	Rick Miles
Tekray	Andrew Suhren	Admir Nevesinjac
Chris Benson	Waide Tristram	JanP
Joshua Smith	cliff clark	Gavin
Toni Talasma	Charles Conley	Zhou Lingshu
Stuart Andrews	Kim Johnstuen Rokling	Carl F Altruck
Robert Mahon	Lars Lie	Bieringa
James Faraca	Hans Liebherr	Konstantin Kharin
Jan Beissner	Ola Nykvist	Phil Barker
Stephan Gako	Karl "Light" Akkerman	chris birkett
Tony Buman	Andreas Schmidt	Shane Sigley
Mark Hickey	Julio Cesar Cardoso	Manuel Pace
Leonid Dreyer	Thomas Mitchell	Gregg Cleland
Martin Kubani	Tripp	Charles Hill
Veli-Matti Paasikivi	Robert Walters	Ofer Raz

Kotaro Asada	Stephan Kerkes	Florian Gehrke
Zlatko Birtic	Eric	Christian Kreuter
Andrew Smith	Alexey	Stefan Meier
juan jose vegas repiso	Radu Gabriel BOIAN	Michael Long
Henrik Stavshoj	Frederic GEDEON	Phil Hawes
Gustaf Engelbrektsen	David Moore	Sharin Vladislav
Yurii Nadeyin	Peter Pühringer	Dominic Wirth
Jukka Karppinen	Julian C Oates Jr	Nicolae Buburuzan
Eoghan Curtin	Rhandom	Vladimir Švajda
Pierrick GUIRAL	Josef Eberl	Jarosław Tomaszewski
Janus Sommer	Premysl Truksa	Duane Kennard
Juha Hayashi	Ivica Milovan	Nicolas Köhler
Rommelius	yanba109	Sami Luukkonen
Phil	Kieran Vella	Jan Baßfeld
Teppo	Glenn Lilley	Mod-World
Garry Goodwin	Imrahil09	Jürgen Klein
Ralf Pitzer	AtreidesNL	Mark Fisher
Magistr	David Pajnic	Brant Templeton
callsignalph	trashcutter	Viktor Friesen
Luke Campbell	Beot	Daniel Boontje
chedal-bornu sebastien	Mark Gordon Cochrane	Benjamin Böhm
Tim Huthsteiner	Joel Anthony Palaszewski Rydén	Fabian Wiesner
Ryan Heseltine	Mark David Cleminson	Manuel Santiago Melon Guntin
emanuele garofalo	James Freer	Mark McCool Jr
Branton James Elleman	Jhusdhui	Tim Krieger
Kim Ahlin	steven connolly	Andreas Wagner
Chris Engel	Jonathan Rolfe	marco meyendriesch
David Grundmann	marly fabien	Karst van der Ploeg
Paul Grint	Stephen Wilson	Markus Bössinger
Oliver Bennett	Sandra Walsh	Martin Durech
Gleb Ivanovsky		

Michiel Erasmus	Robert Culshaw	James William Read
Marcus Holm	sydost	Jason Smith
jesus gonzalez	Kenneth P. Kaiser	Matthew Martin
D P R MORRIS	Buzzles	Leon Portman
Luis Manuel Carrasco Buiza	John J.	Jørgen Tietze
Krzysztof Nycz	Antti Kauppinen	Mathias Rüdiger
Rene Buedinger	michael	Wayne LeFevre
omar karmouh	Friedrich Plank	Derek Guiliano
Henning Leister	COUSSON	Paul Cookson
juan enrique jurado mateu	Andreas Tibud	Brett Stengel
Matthias Kober	cheap_truth	barutan77
Steffen Link	Brandano	Tom G
Michael Gross	Dan Padnos	pds21
Ron Levy	Mate Majerik	Douglas Ally
Matej Jelovcan	Steven Bodenstab	James Monson
Kjell Saxevall	Naglfar	Maik Dietz
david say	Peter Collins	Heikki Moisio
rolf sczesny	Scott Newnham	Don_Dragon
a_korolev@pochta.ru	Stoops417	pascual Miguel Gómez Martínez
folomeshkin@gmail.com	Michał Gawroński	Alain Gourio
Nick	John McWilliams	Kevin Watts
Andrew	Martin Privoznik	Martin Hoffmann
chris payne	Charlie Glenn	Francisco Bercianos
Connor	Rolf Geuenich	Michael Hart-Jones
joe troiber	Anthony Echavarria	Olaf Binder
Mike Williams	Garrett	Raphael Willerding
Pedro	Andrew Webb	Nick Walsh
Roman	AaronAsh	Remon
Steve	Etienne Brien	Tomas Friberg
Henning Leister	Michael	Brian Phillip Colella
Sándor Balikó	Jarad Clement	

Sergey	Nikolay	Greg Bell
Adam Schneider	Ryan Doppke	George Succar
Christian	Roger Ringstead	Michael Langness
William Clark	Nick Yudin	Thomas Leitner
David Taylor	Allan Chunn	Sean G of the CoD
Gera	Giovanni Anthony Bryden Jr.	Sergey "ROSS_BerryMORE" Oliferuk
=DRACO=	graylobo	Timo Vestama
sfer314	kenneth	Matt Styles
Richard Hickerson	Ben Jarashow	Paul Miller
Rico Reyes	Aki Holopainen	David Rilstone
Jeff Zhou	Magnus Andersson	David Miles
Joseph Piasecki	Randy Erwin	Kim Fast
KS	ivdadrelbul	Martin Støyl
Michael Landshman	Sergey Mozheyko	Michael Walker
ROSS_Borman	Dalminar	Mattia Garuti
Jack Wilson	Michael Petrarca	Mark Shephard
Craig	Matt Renfro	Trevor Tice
Thomas Lipscomb	Dan Antonescu	Martin Ponce
Wayne Dickinson	Andreas Pichler	Adrian Cretu
Jared Macon	Mick Alden	Giovanni Degani
Daryll Chupp	Ilia	Sean Tudor
James Nielsen	Brian Lanham	WhiskeyBravo
Tobias A	Denis Winters	Michael Lajeunesse
Alexander Vasilyev	jameson	Chris Madera
Jared Fast	David Gregory	Dmitry Khonin
The Shoveler	Antonio Manuel Ortiz Seguel	Franciscus Berben
Hrvoje Topličanec	Thomas Harkless	Bo Henriksen
k05	Jeff Dodson	Martin Moráček
Roland Schulpen	hangar16	wuffman
Azametric	Daniel Webb	Ian Bishop
TheKhann		

M. Zychon	Robert Haynes	Joonas Savolainen
ANV	David Southall	Matthew Kozachek
JeepRazdor	weisse13	David Egerstad
Viacheslav	ROGIER	Deascii
Conrad Lawrence	ugo cozza	Michael Ditter
David Ordóñez	PH	shurke
Jim Allison	Alexander Orevkov	Bochkarev Leonid
kcstokes	Wienerschnitzel	James D Brown
Christopher Scarre	TerminalSaint	Aaron Pratt
Andrey ScorpyX	Derinahon	Tom Summers
Vadim Adel	Pablo M Derqui	Miguel Angel González Domingo
Hasse Karlsson	Steve Chatterton	Aapef
Gary F. Tinschert	David Tydeman	Matthijs
Gary Edwards	Daniel Holst	Michael Miles
Josh lee	Jochen Hamann	Zinoviy Khutoryan
Alex6511	gary doiron	Paul Tricker
Helldiver	David DuBois	Tomasz Szulc
Danny Vanvelthoven	Robin Harroun	Gabor Buzasi
Emilio Londono	Kev	Michiel Jongenelen
Angustimus	Sideris Fotis	Nicklas Sjöqvist
Jeffrey Gumbleton	Konstantin Dibrov	Kimmo Eklund
Bill	Peter Baltzer Hansen	Bertrand Heurtefeu
Troy Nakauchi	Alex	Brian Lee Faull
Jaron Taylor	Peter Wiklöf	Ilja Osovin
Steve Cook	Bogart Hall	Josh McLloyd
Kenneth Knudsen	Steven Myall	robert peterson
Angus MacQueen	DAVID R COLEY	Robert Noke
Ramsay Beshir	Charles Jesch	Don Menary
MarkHawk	cv	Patman DM
Miguel Arias	Gary Lisney	Paul Dyer
Juan Soler Huete	Andy Toropkin	

Adam Jasiewicz	Robert Zuk	Matthew Fortino
Antti Kalliomäki	Aleksei Ivanov	Gabe Garcia
Juergen Dorn	Niklas Nordgren	Jacob Ellis
Simon Aplin	apollo01	Jarred Nation
Göran Wikman	Anton Ottavi	Jip sloop
Kristian Wall	Richard Mater	Mahler
Mikal Shaikh	saif ghadhban	Mark Trenda
Saad Eldeen Bahloul	Michael Rezendes	Logan Lind
antonio dasilva	Yuke kaito	karl bullard
Felix Mueller	Siv	Broodwich
Christopher D. Chambers	Matjaž Mirt	Aleksandr Kochelaev
Jason	Ching-Ling Hsu	Edwin Szekely
Alan Wade	PbICb	Eee3
Jason Michl	Giedrius Balynas	Ivan Kolincak
Cory Parks	Joshua Kozodoy	Per-Erik Linden
Markus Wohlgenannt	Mauro Arguelles	Magnus Innvær
jaosn	Kenneth Wong	Michael Rochon
donald dewulf	Robert Roberge	Alan_Grey
Thomas Berg	Max Michaelis	Nicolae Soanea
Patrick Barnhill	Jan-Erik Saxevall	Alfredo Laredo
David Setchell	FFalcon	jim alfredsen`
Henric Ceder	Robert M	Shawn Vowell
Zachary Layne	Fredrik Sjöborg	Scott Eckrich
Terry Scott	Matthew Schneider	Vasco Charles Morais-Boulay
Tyler Krebs	Andrey Dvornik	Petter Lausund
TerribleOne	Sergey Nikishin	Ben Birch
Dakpilot	Eric Dickerson	Pete Jockel
Pablo Alvarez Doval	Maxim Gromada	Rick Dodge
Jacob Williams	Daniil	william neil harding
Mark Linnemann	ALFA_49	Bill Poindexter
Carl Meyers	Victor99	

Ulrich Haake	Falcon5.NL	Sean Price
Vesa Slotte	Lina Bigot	Gustavo Halasi
Mikko Esko	solo117@mail.ru	Thrud
HUNTER	kozeban@mail.ru	Bucic
Steven Adasczik	Martin	West
Pavel Diachkov	Alex	Kevin Reuter
AlexPX	Tom	Steven Aldridge
Demon	Vilir	Scott Withycombe
Ian Persson	Daniel Gestl	Capgun
James Stephen	Marc-David Fuchs	Thomas Cofield
Terry	Jose Manuel	Alexey Ibragimov
Aram		Blackwolf_927
Jefferson Santos	白银赞助者	Daniel Vukmanich
RvGils	Rayvonn Core	Nicholas Landolfi
Michael Sprauve	enrique colome	Arrie
Jan Ctrnacty	TrailBlazer	Mathew Crane
Gene Bivol	pavlich	Tom Tyrell
Julian Gaffney	Lawry Playle	Evan Kosnik
Charmande	Michael G Ribordy	John Hannan
Mehth	modernatomic	Tim Chapman
John Huff	Iain Colledge	jim crimmis
NATALYA DOLZHENKO	Carlos Garcia	Rodney Neace
Charlie Brensinger	Steve Ralston	Polaris Bluestar
GREGOIRE	David Gibson	qmsan@yandex.ru
Steve Mcnitt	Elliot Christian	Rouven Metzler
Susumu Takizawa	Alexander Vogel	Ray Vine
Eric Lichtle	Jesse Higdon	Cuba80@t-online.de
kpax	D. Reveal	Peter Fortner
Anton Golubenko	Scott Woodbury	Olaf Walter
David Whitehead	Mike Frank	Matthew D Qualls
Randy W. Boots		Kyle Rudnitski

Erik Boogert	stefan bartram	David Froholt
Stefan Bohn	Vaclav Danek	Sorin Secu
andrew norgrove	Lanzalaco Salvatore	Joe Dionisio
Tibor Kopca	Janusz	Warmoer
Mario von Thenen	Knut Hanssen	Johan Törnault
Pedro Mellado	Ljas	Mark Siminowski
Andrew Payne	Thomas Falmbigl	James Sterrett
Graham Smart	Michael Heron	Michael C Ringler
Aviad Tobaly	Ville Ilkka	Ryan Denton
Tyler Moore	David O'Reilly	James F Miller
Allan Spears	Stephen Morrison	Dalton Miner
Jens Kadenbach	Royraiden	James Cook
Dave Kelly	Torsten Tramm	Mike O'Sullivan
Nick	Ken Biega	Andres Riaguas
Ian Seckington	Andrew Brown	Antonio Ruotolo
James Cross	David Levy	Joseph Krueger
Mikko Laukkanen	Karsten Borchers	Chris Payne
Fangqiu Zhu	Jerry Frost	Carl Lyles
Austin Moses	Michal BIZON	Korotky Vadim
Richard Harris	James Phelan	Kenneth Avner
Kevin Garrett	Kiefer Jones	Mason Flake
Gregory Foran	Sigurd Hansen	Ryan Yamada
Penpen	Jorin Sheaffer	oat03001
Prvt.SNAFU	Robert Ian Charles Fellows	g_nom21
Mark Watson	Måns Gotare	davisballen
DarKcyde	Ashley Ellis	ian leslie finlay
Keith Young	Wade Chafe	Kaijev
Scruffy	Jonathan Lim	PakoAry
Mark Delahay	Eduardo Gutiérrez García	Evert Van Limbergen
John Pengelly	Felix Berchtold	Jeff Kerian
Daryl J. Lloyd	baikal.68@mail.ru	Christoph Jaeger

Devin Ragsdale	Vit Zenisek	Sean Walsh
José Oltra Martínez	William Pellett	Trevor Tranchina
Steve Harmer	Victor Nakonechny	Thomas Fuchs
David McCallum	Nurbol	George Neil
Sebastien Clusiau	Tobias Kiedaisch	Kyle Colyer
Jordan Marliave	Sam Carlson	W. Duncan Fraser
Michael Riley	John Nespeco	Joe Veazey
Stefan V	DJB	San Mecit Erdonmez
JST	Jakob Boedenauer	tough boy
Bas Weijers	Glen Murphy	Ian Buckler
Jonathan Clarke	Tempered	Jamie Denton
Matti Lund	DDB	Marek Ratusznik
Roman Frozza	Jacob Eiting	gerard o'dwyer
sdpg_spad	Joshua Blanchard	Chris Osterhues
lemercier cedric	James L. Rumizen	Yukikaze
Arcady Chernavin	Mdep5809	Ishtmail
Duncan Hewitt	Dr. Stefan Petersen	Mark McRae
Jim Valentine	DanMe	Bruce Wilson
Ye91	Bruce Mackay	Axion
Wasserfall	Nick Iassogna	Alexandre Tellier Talbot
Marcelo Tocci Moreira	Tim Collins	MK
Youngmok Rhyim	Scott Heimmer	Chance
Hassel Krauss	Drew Pedrick	Alain Becam
Matthew Walker	Christopher Nee	Roman Kolesnikov
Aleksey Kopysov	Viktor Baksai	Jake O'Mahony
ivan decker	Brad Ernst	Oliver Sommer
Juliano Simoes Haas	Glenn Pechacek	Forest Faltus-Clark
Daniel Agorander	Stephen M Zarvis	War4U
Nick Mowbray	John Vargas	Angel Morata
ApeOfTheYear	Paul Cucinotta	Fredrik Petersson
Famin Viacheslav	Robert Conley III	Totoaero

garengarch	Steve Gentile	Micha Tanny - a.k.a IAF_Phantom
Jeroen Gommans	Robert Cannon	Bjarne Stig Jensen
paul green	Colin	Colin Rowland
Shannon Craig	Jeffrey A Bannister	Craig Gillies
Sergey Ravicovich	Jeffrey Walsh	Jez Brown
chardon	Brett Bodi	Massimiliano bonin
Tim Mitchell	Bearcat	Runefox
Bjoern Wiederhold	Jason Brown	Ian Keenan
Adrian Havard	Stephen Hulme	Dan Randall
Christoph N	Sheldon cannon	Michael Illas
Stefan Jansen	Daniel Dillman	Otto Conde de Resende
sdo	Nicolas Belanger	Robert Holleman
robert kelly	Alanthegreat	Jukka Huhtiniemi
Adam Elfström	Christopher Ryan Kelley	Alexander Henriksson
Takahito Kojima	George Inness	oyvindf11@gmail.com
Masset	Tim Hay	Aaron Anderson
Peter Solbrig	Jeffrey Miller	Dominik Merk
Aaron Zmarzlinski	Mike Todd	Ori Pugatzky
Remco	ryan brantly	michael
Nick Vamis	Vit Premyslovsky	Benjamin Frost
Frerk Schmidt	Scott Beardmore	Crimson Machete
David Weaver	Ray West	Hansang Bae
Sergey Velikanov	Iran Fernandes de Oliveira	Eric Staton
Sherif Hosny	David Craig	Wang Feng
Nils Thiel	Jason Reynolds	Rob Brindley
Tim Wopereis	Anthony Chant	Thomas Ruck
Torsten Tramm	Jinder Greewal	Brian Scott Pagel
Jeroen Wedda	Conrad Smith	Insy
Adam Murray	Andrew Fudge	kevman
Arto Santasalo	Ross White	Reinhard Eichler
Lunovus	Martin Scholz	

Leif Lind	jeremy	Sega Dreamcast
ATAG_Old_Canuck	Cian Quigley	Jean-Pierre Weber
Robert Bähr	Paul Adcock	Peter Scaminaci
Iker ulloa	Greg Huffman	Yaniv Harel
RF	Tom Bies	Eric Keith Robinson
Peter Bartlam	Tim Morgan	David Horkoff
Jasper Hallis	Igor K.	Craig Brierley
Jordan Forrest	kurnz	Kenneth Sapp Jr.
fedja	Benjamin de Rohan	Jack Gurley
Jonathon Kinnin	Sébastien Vincent	Titus Ou
Rey	Roy Woodworth	Ron Cassinelli
Berkes Attila	Nick Maurette	Kestutis Zilys
hansen	Michael Benton	Gary N. Peden
Scott Gorring	Qi Huo	Joe Troiber
Sebastian Riebl	jamie	Brian Kanen
Axel Haake	Blake Cetnar	Ron Brewster
Martin Winter	Drum_Tastic	Alexey Slavutskiy
greco bernardi	Douglas Watson	Michael Smith
Elfin	Zappatime	Hammed Malik
Martin Gronwald	Matt Engelhart	Eric Koepp
oldracoocn	Edward Kiervin	Timothy J. Burton
William Skinner	dennis worley	Dennis Camosy
Johan Soderholm	Michael Rishel	John Lynn
Khaydanov Yuriy	Scott Fligum	Tien Brian
Boomerang	Mark A. Kirkeby	Colin McGinley
Alex "Razorblade"	Tom McGurk	Gerald Gong
Alexander Casanova	Paul Hughes	Ryan Thomas Jaeger
Jared Sorensen	Charlie Orchard	Jason Deming
Adam	Edward Winsa	William S. Ball
Patrick O'Reilly	AKuser99	Eponsky_bot
Mark Gaffney	Matthew Enloe	Ronald Hunt

Michael Jochim	brimen	Gary
Arthur Changry	Heinz-Joerg Puhlmann	Allan Taylor
Jamees Hancock	jczano	Bennett Ring
Richard Stinchcomb	roman	Bastiaan Jansen
Charles Savas	Jason Montleon	Libor Stejskal
Chris H	Falco	David Maclean
Wayne Berge	Marco Landgraf	Sokolov Andrey
Wes Murks	tkmr	Chris Schultz
Russ Beye	Brandt Ryan	Zaxth - Weresheep of Sin
Juris L Purins	Andrew Spanke	desert eagle540
mike richgruber	Matt Lind	Paul Walker
kurt Weidner	Bryan Baldigowski	Mitchell Sahl
Karfai Michael Yau	Chris Cantrell	Cornay Sinac
Geoffery Jensen	Daniel Marsh	Markus Sohlenkamp
Thomas Dye	Benjamin Freidin	Stanislav Sereda
Robert Schroeder	Chris C	Paul Elton
Leon Higley	SimFreak	Hans-Joachim Marseille
Tobalt	Manuel Ramsaier	Rae
Braden Johel	Olivier Anstett	Nyary Laszlo-Carlo
Seeker37	Tor Stokka	Conny Näslund
Polar	Kirk Lange	Kevin Clarke
Alex Pekarovsky	Timo Wallenius	Vaz
airdoc	Christoph Jungmann	Erich Kreiner
Barry Maunsell	David Penney	Axel Miedlig
Peter Reinhard	alfonso cordoba aguilera	Jörgen Toll
Maler	Flagrum	Euan Arthur Emblin
Todd Bergquist	Edin Kulelija	Jose Luis Navarro Reus
James Schlichting	Iván Pérez de Anta	Graham Wilson
Peter Krause	Col Shaw	Ian Kaiser
Daniel Eremeyer	Rick Zhang	Peter Stephenson
Kent-Ruben Elvestrand	Jiong Zhang	Christian Gomolka

Michael Umland	Feldmann	黄金赞助者
Lawrence Lester	Matthew Horrigan	Phantom88
Dave Farr	Doug Elliott	Or Yaron
Hannu Heino	Espen Hundvin	Måns Serneke
Neil Merrett	Mark Clark	Polaris Penguin
Christopher Ludgate	Einar Oftebro	Marius Backer
Markus	Danny Stevenson	Peter Fritz
Mark Thorp	pedro	Joan Sabater
Darrell Herbert	Cory Avery	Jim Van Hoogevest
Alfredo Croci	Shaun Cameron	Sergey Ipolitov
Tyler Gladman	Iffn	Joseph Anthony Elliott
Julian Urquizu	Ante Turkovic	Tony Webber
John Regan	Ashley Bennett	LP
Joel Opdendries	George Bonner	Akshay Tumber
Stewart Forgie	Greg Appleyard	Celtik
Vendigo	Anton Quiring	J.J. Wezenberg
Sean Buchanan	Mhondo	JiriDvorsky
Snowhand	Sandalio	Oliver Scharmann
Frenzy	Kristian V Meyer	Jostein Kolaas
Wayne Adams	Andres	Karl Asseily
Jukka Rouhiainen	Julian	Hans Heerkens
Sam Wise	David Challis	Kevin Hürlimann
Keith Bumford	Brad Rushworth	Reinhard Zeller
Sonid Salissav	Alon Tall	Brad Stewart
Bradford Julihn	TRESPASSER	AJD van der Valk
Kirin	Matt Miller-Fewer	Erik Nielsen
Emil Philip	MARCELO TAKASE	Thomas Bakker
Joel Docker	James Roy	Harry vandeputte
Tino Costa	Boris G	Martin Janik
Jon Isaacs	Dave Reichard	Luís Ferreira
Eldur		

Carl Johnson	auo74	Salvador
bounder	Torian	Jason Story
Sven Bolin	Arno Hasnæs	Scott
Michael Gaskell	Murray Thomas	Secret Squirrel
Nezu	Ron Harisch	Pier Giorgio Ometto
Kevin Vogel	Dean Gardiner	William Forbes
Laivynas	Stanislav	Griffith Wheatley
JANIN Elie	Christian Noetzli	Donald Burnette
Mikko Räsänen	HoperKH	Duncan Holland
Maxim Lysak	Johannes Wex	Karl Miller
klem	G W Aldous	Fabian Kraus
Ian Linley	Steve Butler	Miquel Tomàs Homs
Jaws2002	Sergey Goretsky	Ulrik Svane
Martin Heel	Nathan	Christopher Ruse
desruels jean	Daniel Clewett	Goanna1
Tom Lewis	Drew Swenson	Dean Christopher Fortomaris
Michal Slechta	DragonShadow	Stephen Turner
Joakim Söderman	Andreas Bombe	charger-33
Matt Skinner	Mario Binder	Roy Enger
Mattias Svensson	Greg Pugliese	Ian Grayden
Frank Zygor	Richard Williams	Buster Dee
Mysticpuma	Phil Rademacher	Antonio Salva Pareja
Andrey	Gershon Portnoy	Robert Staats
Steven Mullard	Alexander Vincent	John McNally
Kaiser	Nicholas Sylvain-Obsidian Tormentor	Håkan Jarnvall
Michael Leslie	Zoltann	
Stewart Sayer	Pizzicato	铂金赞助者
Carlos Henrique Arantes Theodoro	Christopher Foote	Kevin Gruber
Zamaraev Anton Vladislavovich	Robert Shaw	Ilkka Prusi
Max dahmer	Gregory Daskos	Ryan Power

David Vigilante	Michael Vrieze	Brad Edwards
Adam Del Giacco	Aaron Kirsch	dgagnon99
Patrick	Hen	Sam Higton
Richard Boesen	Shawn Godin	=tito=
Mike Williams	G W Aldous	Rémy "Skuz974"
Robert Cattaneo	Michael Brett	STIEGLITZ
Alvin Pines	Tom Lucky Klassen	Andreas Gruber
JOSHUA C SNIPES	KDN	William Denholm
Ole Jørgen Hegdal Lie	Brian Thrun	322Sqn_Dusty
Ethan Peterson	Martin Jaspers	theoretic
Jim Magness	John Guidi	AndK
AirHog71	Tom Galloway	Mike Abbott
Ralph Mahlmeister	Ian	Aníbal Hernán Miranda
Les Hillis	Dimitrios Syrogiannopoulos	Trond Bergsagel
Dieter	Ryohei Yoshizawa	Geoff Stagg
Sean Trestrail	TC1589	Alexander Osaki
Johanán	Federico Franceschi	Nirvi
Atle Fjell	mike parsell	M. Carter
Eric W Halvorson	HolyGrail FxFactory	David Block
DavidRed	Chad Owens	Alexis Musgrave
Grant MacDonald	Bobby Moretti	Necroscope
Richard Ashurst	Melanie Henry	Mike Bell
David Stubbs	Christoffer Ringdal	Richard Skinner
Stefano Dosso	Ilya Shevchenko	Palmer T Olson
KLEPA	Soeren Dalsgaard	Caulis Brier
CAHUC Fabien	Luke Scalfati (tf_neuro)	michael addabbo
Andrew Gluck	Chivas	Krupi
Zinj Guo	Charles Ouellet	Christian Knörndel
Stephen Ptaszek	Harald Güttes	
MACADEMIC	Chekanschik	钻石赞助者
Ariel Morillo	Kodoss	Robert Sogomonian

Etienne Boucher

Simon Shaw

Panzertard

Ronald L Havens

Don Glaser

JtD

Dave

David Baker

Robert S. Randazzo

John Bliss

John Douglass

Pers

john

graham cobban

Steven John Broadley

John Wren

Matt D

Pitti

olegkrukov@inbox.ru

