

DCS
MIG-21^{BIS}
BY LEATHERNECK SIMULATIONS



★ **FLIGHT MANUAL** ★



Leatherneck Simulations

DCS MiG-21BIS 飞行手册



目录

目录	2
最终用户许可协议 - EULA	6
1. 关于 Leatherneck Simulations 制作的 DCS: MiG-21BIS	11
2. 米高扬-格列维奇 (米格) 设计局 MiG-21BIS 历史回顾	12
MiG-21BIS 参数	15
3. 安装和组件设置	19
飞行设备设置	20
设置 DCS MiG-21BIS 游戏选项	22
DCS MiG-21BIS 特性	22
DCS World 游戏选项	26
DCS MiG-21BIS 特定选项	28
4. DCS MiG-21BIS 基本信息	30
5. 操作限制	34
6. 座舱仪表与设备	43
座舱区域划分和三字符编码	44
右侧区域 (R)	45
中央区域 (C)	48
左侧区域 (L)	52
飞行员操纵杆 (PS)	55
仪表和控制面板	56
飞行和导航相关仪表及控制面板	56
指示空速表	56
气压高度表	56
姿态指示器	57
航向指示器	57
垂直速度表	58
真空速表和马赫数表	59
无线电高度表	59
过载表	60
迎角指示器	60
ARU-3VM 指示器	61
鼻锥位置指示器	61
机械装置指示仪	62
襟翼控制面板	63
无线电台控制面板	63
无线电台设置和使用	64
ARC 主控面板	64



RSBN/PRMG 控制面板	65
自动驾驶控制面板	66
发动机和飞控相关仪表及控制面板	67
发动机转速表	67
发动机排气温度表	68
油量表和燃油状态信息面板	68
液压表	69
电压表	70
燃油压力表	70
起落架手柄	70
飞机灯光	71
座舱灯光	71
机身灯光	71
信号和告警灯组	72
7. 起飞和降落	75
启动发动机和机载系统	75
滑行	82
等待上跑道	82
起飞滑跑	82
起飞爬升	83
爬升	83
基本飞行操作	84
进场	85
着陆	87
接地滑行	88
关车	88
8. 特技飞行和机动动作	90
滚转	91
破 S 机动	91
筋斗和殷麦曼翻转	92
斜半滚倒转	94
战斗转弯（急上升转弯）	95
倒飞	96
基础特技训练组合动作	96
基础空战机动动作	97
9. 导航	101
基础	101
MiG-21BIS 无线电导航	102
自动无线电罗盘	102
短距无线电导航和仪表着陆系统	107



穿云模式（下降模式）	109
导航模式	112
径向线拦截	112
仪表着陆系统 - PRMG 模式	114
自动驾驶模式下的着陆进近	117
“RSBN Box” 辅助降落	118
膝板	121
10. 武器系统	124
基本武器系统管理	124
武器解锁界面	124
武器选择界面	126
瞄准界面	128
光学瞄准 - ASP PFD	128
雷达瞄准界面	132
SPO - 简易雷达告警接收装置	137
武器发射和射击	139
攻击地面目标	140
攻击空中目标	142
红外和雷达干扰装置 - ASO	144
主动和被动对抗装置 - SPS-141-100	145
“核” 炸弹	146
UPK-23-250-2 控制盒	147
创建自定义的地面控制拦截单位	149
11. 应急措施	157
1. 发动机部位起火	158
2. 动力装置故障或失灵	158
2.1. 起飞时动力装置故障	158
2.1.1. 军推状态下起飞时，发动机喷口意外扩张	158
2.1.2. 起飞时加力中断	159
2.2. 动力系统喘振	159
2.3. 发动机停车	160
2.4. 发动机重新点火	160
2.5. 发动机风车状态进近和着陆	161
2.6. 发动机转速下降或者飞机在发动机固定功率下加速时，鼻锥无法伸出	164
2.7. 发动机提速或者飞机减速时，鼻锥无法缩回	165
2.8. 发动机喷口控制系统故障	166
2.9. 无法开启应急加力或者应急加力自动关闭	166
2.10. 燃油压力下降	167
3. 液压系统故障	167
3.1. 两路液压系统同时故障，但发动机正常工作	167



3.2. 副翼液压助力故障.....	167
3.3. ARU 控制器故障.....	168
4. 电源故障.....	169
4.1. 直流发电机故障.....	169
4.2. PO-750 1 号电流逆变器故障.....	170
5. 飞行和导航系统故障.....	170
5.1. FDI (ADI) 水平陀螺仪故障.....	170
5.2. RSBN 设备故障.....	171
5.3. 罗盘系统故障.....	171
5.4. 压力测量系统故障 (皮托管/静压测量系统故障)	172
6. 起落架故障.....	172
6.1. 起落架故障, 无法正常放下.....	172
6.2. 应急起落架释放.....	173
7. 场外迫降.....	173
8. 跳伞程序.....	174
8.1. 准备跳伞.....	174
名词缩写.....	175
DCS MiG-21BIS 团队.....	178
MiG-21BIS 音乐制作.....	178
特别感谢.....	179
特殊贡献人员.....	180
翻译人员名单 (按语言的英文首字母顺序)	181
中文 (按拼音字母顺序)	181
俄文 (按俄文字母顺序)	181
塞尔维亚文.....	181
版权.....	182



最终用户许可协议 - EULA

End user license agreement

IMPORTANT - YOU SHOULD CAREFULLY READ THE FOLLOWING BEFORE INSTALLING THE SOFTWARE.

USE OF THE SOFTWARE IS SUBJECT TO THE LICENCE TERMS SET FORTH BELOW. THIS LICENCE AGREEMENT ("LICENCE") IS A LEGAL DOCUMENT BETWEEN YOU ("LICENSEE" OR "YOU") RENTAL PUNKT SUPREMA SP .Z O.O, ULICA ZDROJOWA 26, 72-602, SWINOUJSCIE, POLAND (" RPS " OR " WE ") FOR THE "DCS: MIG-21BIS" SOFTWARE PRODUCT ("PROGRAM"), WHICH INCLUDES ALL SOFTWARE INCLUDED WITH THIS LICENCE, THE ASSOCIATED MEDIA, THE DATA SUPPLIED WITH IT, ANY PRINTED MATERIALS, AND ANY ONLINE OR ELECTRONIC DOCUMENTATION ("DOCUMENTATION") AND ANY AND ALL COPIES AND DERIVATIVE WORKS OF SUCH SOFTWARE AND MATERIALS AND ARE THE COPYRIGHTED WORK.

BY INSTALLING THE PROGRAM AND CLICKING ON THE "ACCEPT" BUTTON BELOW, YOU ACCEPT THE TERMS OF THIS LICENCE WITH RPS WHICH WILL BIND YOU. IF YOU DO NOT AGREE TO THE TERMS OF THIS LICENCE, WE ARE UNWILLING TO LICENCE THE PROGRAM TO YOU AND YOU MUST NOT INSTALL THE PROGRAM.

1. LIMITED USE LICENCE

In consideration of you agreeing to abide by the terms of this License, RPS hereby grants to you a non-exclusive, non-transferable, limited right and license to install the Program and the Documentation solely and exclusively for your personal use on the terms of this License. All rights not specifically granted under this License are reserved by RPS and, as applicable, RPS's licensors. GOVERNMENT AND COMMERCIAL ENTITIES MAY NOT USE THIS SOFTWARE UNDER THIS EULA. Government and commercial entities wishing to use this software in conjunction with training or demonstrator applications must obtain a license directly from RPS under a separate pricing structure and terms of use.

2. OWNERSHIP

2.1 The Program is licensed for your use. This License confers no title or ownership in the Program and should not be construed as a sale of any rights in the Program. This License shall also apply to any patches or updates you may obtain from RPS for the Program.

2.2 All title, ownership rights and intellectual property rights in and to the Program and any and all copies thereof (including but not limited to any titles, computer code, themes, objects, characters, character names, stories, narrative, locations, artwork, animations, sounds, musical compositions, audiovisual effects, methods of operation, any related documentation, and add-ons incorporated into the Program now or in the future) are owned by RPS, affiliates of RPS or RPS' s licensors.

2.3 You acknowledge that you have no right to have access to the Program in source code form or in unlocked coding or with comments.

2.4 All rights are reserved. This Program contains certain licensed materials and RPS's licensors may protect their rights in the event of any violation of this Agreement.



3. LICENCE CONDITIONS

3.1 Except as expressly set out in this License or in clauses 4.1 and 4.2 below, or as permitted by any local law, you undertake to use the Program for your own personal use, and you shall not:

(a) sell, rent, lease, sub-license, merge, adapt, vary, modify the Program, or any copies of the Program, without the express prior written consent of RPS;

(b) not to make alterations to, or modifications of, the whole or any part of the Program nor permit the Program or any part of it to be combined with, or become incorporated in, any other programs;

(c) not to disassemble, decompile, reverse engineer or create derivative works based on the whole, or any part, of the Program nor attempt to do any such things except to the extent that (by virtue of section 296A of the Copyright, Designs and Patents Act 1988) such actions cannot be prohibited because they are essential for the purpose of achieving inter-operability of the Program with another software program, and provided that the information obtained by you during such activities:

(i) is used only for the purpose of achieving inter-operability of the Program with another software program; and

(ii) is not unnecessarily disclosed or communicated to any third party without the RPS' s prior written consent; and

(iii) is not used to create any software which is substantially similar to the Program.

(d) remove any proprietary notices or labels from the Program or otherwise modify the Program without the prior written consent of the RPS; and

(e) exploit this Program or any of its parts commercially, including but not limited to use at a cyber cafe, computer gaming center or any other location-based site. RPS may offer a separate Site License Agreement to permit you to make the Program available for commercial use; please refer to the contact information below.

3.2 You acknowledge that the Program has not been developed to meet your individual requirements and that it is therefore your responsibility to ensure that the facilities and functions of the Program as described in the Documentation meet your requirements.

3.3 You acknowledge that the Program may not be free of errors or bugs and you agree that the existence of any minor errors shall not constitute a breach of this License.

3.4 Video production by you using DCS products is allowed for YouTube advertisement revenue generation.

4. PROGRAM UTILITIES

4.1 This Program may contain certain design, programming and processing utilities, tools, assets and other resources ("Program Utilities") for use with this Program that allow you to create customized new missions, campaigns, skins, terrain and other related materials for personal use in connection with the Program ("New Game Materials"). The use of any Program Utilities is subject to the following additional license restrictions:



(a) you agree that, as a condition to your using the Program Utilities, you will not use or allow third parties to use the Program Utilities and the New Game Materials created by you for any commercial purposes, including but not limited to selling, renting, leasing, licensing, distributing, or otherwise transferring the ownership of such New Game Materials, whether on a standalone basis or packaged in combination with the New Game Materials created by others, through any and all distribution channels, including, without limitation, retail sales and on-line electronic distribution. You agree not to solicit, initiate or encourage any proposal or offer from any person or entity to create any New Game Materials for commercial distribution. You agree to promptly inform RPS in writing of any instances of your receipt of any such proposal or offer;

(b) if you decide to make available the use of the New Game Materials created by you to other gamers, you agree to do so solely without charge, unless with prior approval and a license from RPS;

(c) New Game Materials may be created only if such New Game Materials can be used exclusively in combination with the retail version of the Program. New Game Materials may not be designed to be used as a stand-alone product;

(d) New Game Materials must not contain any illegal, obscene or defamatory Materials, Materials that infringe rights of privacy and publicity of third parties or (without appropriate irrevocable licenses granted specifically for that purpose) any trademarks, copyright-protected works or other properties of third parties;

(e) all New Game Materials must contain prominent identification at least in any on-line description and with reasonable duration on the opening screen: (a) the name and E-mail address of the New Game Materials' creator(s) and (b) the words "THIS MATERIAL IS NOT MADE OR SUPPORTED BY RPS.";

(f) all New Game Materials created by you shall be exclusively owned by RPS and/or its licensors as a derivative work (as such term is described under U.S. copyright law) of the Program and RPS and its licensors may use any New Game Materials made publicly available by you for any purpose whatsoever, including but not limited to, for purpose of advertising and promoting the Program.

4.2 With permission from RPS, in certain circumstances, you may be authorized to publish and distribute New Game Materials for gain. In this event you should first contact RPS to seek permission, and obtain the details of the terms and conditions at Rental Punkt Suprema Sp. Z o.o., Ulica Zdrojowa 26, 72-602, Swinoujscie, Poland Attn. Business and Legal Affairs

5. WARRANTY

The entire risk arising out of use or performance of the Program remains with you. However it is warranted that the media containing the Program shall be free from defects in material and workmanship under normal use and services and the Program will perform substantially in accordance with the accompanying written Materials, for a period of 90 (ninety) days from the date of your purchase of the Program.

6. LIMITATION OF LIABILITY

6.1 SUBJECT TO CLAUSE 6.2, NEITHER RPS, ITS PARENT, SUBSIDIARIES, AFFILIATES OR LICENSORS SHALL BE LIABLE IN ANY WAY FOR LOSS OR DAMAGE OF ANY KIND RESULTING FROM THE USE OF THE



PROGRAM, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF GOODWILL, LOSS OF INCOME, LOSS OF BUSINESS PROFITS OR CONTRACTS, BUSINESS INTERRUPTION, LOSS OF THE USE OF MONEY OR ANTICIPATED SAVINGS, LOSS OF INFORMATION, LOSS OF OPPORTUNITY, LOSS OF, DAMAGE TO OR CORRUPTION OF DATA, WORK STOPPAGE, COMPUTER FAILURE OR MALFUNCTION, OR OTHER COMMERCIAL DAMAGE OR LOSSES OR ANY INDIRECT OR CONSEQUENTIAL LOSS OR DAMAGE OF ANY KIND HOWSOEVER ARISING WHETHER CAUSED BY TORT (INCLUDING NEGLIGENCE), BREACH OF CONTRACT OR OTHERWISE. EVEN IF RPS HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. RPS'S LIABILITY UNDER OR IN CONNECTION WITH THIS LICENCE, OR ANY COLLATERAL CONTRACT, WHETHER IN CONTRACT, TORT (INCLUDING NEGLIGENCE) OR OTHERWISE, SHALL NOT EXCEED THE ACTUAL PRICE PAID FOR THE LICENCE TO USE THE PROGRAM.

6.2 Nothing in this License shall exclude or in any way limit the Licensor's liability for fraud, or for death and personal injury caused by its negligence, or any other liability to the extent the same may not be excluded or limited as a matter of law.

6.3 Subject to clauses 6.1 and 6.2, RPS's liability for infringement of third party intellectual property rights shall be limited to breaches of rights subsisting in POLAND.

6.4 THIS LICENCE SETS OUT THE FULL EXTENT OF RPS'S OBLIGATIONS AND LIABILITIES IN RESPECT OF THE SUPPLY OF THE PROGRAM AND DOCUMENTATION. IN PARTICULAR, THERE ARE NO CONDITIONS, WARRANTIES, REPRESENTATIONS OR OTHER TERMS, EXPRESS OR IMPLIED, THAT ARE BINDING ON RPS EXCEPT AS SPECIFICALLY STATED IN THIS LICENCE. ANY CONDITION, WARRANTY, REPRESENTATION OR OTHER TERM CONCERNING THE SUPPLY OF THE PROGRAM AND DOCUMENTATION WHICH MIGHT OTHERWISE BE IMPLIED INTO OR INCORPORATED IN THIS LICENCE, OR ANY COLLATERAL CONTRACT, WHETHER BY STATUTE, COMMON LAW OR OTHERWISE, IS HEREBY EXCLUDED TO THE FULLEST EXTENT PERMITTED BY LAW.

7. INDEMNITY

You agree to indemnify, defend and hold RPS, its partners, affiliates, licensors, contractors, officers, directors, employees and agents harmless from all damages, losses and expenses arising directly or indirectly from your acts and omissions to act in using the Program pursuant to the terms of this Agreement.

8. TERMINATION

8.1 You may terminate the License at any time by destroying the Program and any New Material.

8.2 RPS may, at its discretion, terminate this License in the event that you fail to comply with the terms and conditions contained herein. In such event, you must immediately destroy the Program and any New Material.

8.3 Upon termination of this License for whatever reason:

- (a) all rights granted hereunder shall automatically cease;
- (b) you forthwith must cease all activity authorized by this License; and



(c) you must immediately delete or remove the Program from all computer equipment in your possession and immediately destroy or return to the RPS (at RPS' s) option all copies of the Program then in your possession, custody or control and, in the case of destruction, certify to RPS that you have done so.

9. LICENCE TRANSFER

9.1 You may permanently transfer all of your rights under this License to the recipient, provided that the recipient agrees to the terms of this License and you remove the Program from your computer.

9.2 RPS may transfer, assign, charge, sub-contract or otherwise dispose of this License, or any of our rights or obligations arising under it, at any time during the term of this License.

10. MISCELLANEOUS

10.1 The Licensor will not be liable or responsible for any failure to perform, or delay in performance of, any of his obligations under this License that is caused by an event outside its reasonable control.

10.2 This License and any document expressly referred to in it represents the entire agreement between RPS and you to the licensing of the Program and Documentation and supersedes any prior agreement, understanding or arrangement between us, whether oral or in writing.

10.3 This License shall be deemed to have been made and executed in England, and any dispute arising out of or in connection with it or its subject matter shall be governed by and construed in accordance with English law. The parties hereby agree that the English courts shall have exclusive jurisdiction to settle any dispute or claim that arises out of or in connection with this License or its subject matter.

Copyright **Rental Punkt Suprema Sp .Z o.o , Leatherneck Simulation** © 2014. All rights reserved.

Copyright **The Fighter Collection, Eagle Dynamics** © 2014. All rights reserved.

If you have any questions concerning this license, you may contact RPS, Ulica Zdrojowa 26, 72-602, Swinoujscie, Poland, Attn. Business and Legal Affairs.



1. 关于 Leatherneck Simulations 制作的 DCS: MiG-21BIS

DCS: MiG-21BIS by Leatherneck Simulations 是第三针对 DCS World 平台开发的组件，能让玩家体验 MiG-21BIS 这款前苏联设计的经典战机。

运行此组件需要您在电脑上预装 DCS World。

您可以在这里下载 DCS World 安装包 www.digitalcombatsimulator.com。

最低系统要求：

操作系统：64 位 Windows Vista , 7 或 8

CPU：Core 2 Duo 2.0 GHz

内存：6 GB

空闲硬盘空间：10 GB

显卡：512 MB 显存，兼容 DirectX 9.0c

声卡：兼容 DirectX 9.0c

需要网络连接

这份手册提供了掌握 MiG-21BIS 战机所需的绝大部分信息。但是为了帮助您了解和熟悉 DCS 平台，请阅读 **DCS User Manual (DCS 用户手册)**。根据情况，您也许需要阅读其他 DCS 产品提供的手册，例如 DCS 自带的 Su-25T 的飞行手册等。

所有的手册可以在您的 DCS World 安装目录下以及对应组件的目录下找到。

【注意】 本产品的全称是 “DCS：MiG-21bis by Leatherneck Simulations”。在本手册中，我们会以 “DCS MiG-21BIS”、“MiG-21bis” 或者相似的形式来作为产品名称的缩写。



2. 米高扬-格列维奇（米格）设计局 MiG-21BIS 历史回顾

MiG-21 项目开始于 20 世纪 50 年代初，并于 1954 年由米高扬设计局完成了原型机 Ye-1 的研发工作。这个项目很快被推倒重来，并由此产生了第二款原型机 Ye-2。这些早期的原型机都采用后掠翼设计，而第一款采用三角翼设计的原型机是 Ye-4。Ye-4 于 1955 年 6 月 16 日首飞，并在第二年 7 月公布于众。MiG-21 是前苏联第一款集战斗机和截击机特点于一体的飞机。它的基本布局设计成为前苏联其他飞机研发的模板。



1955 : Ye-4 可以看做是 MiG-21 真正的雏形

作为一款轻型战机，借助一台推力相对较低的带加力的涡喷发动机，MiG-21 能达到 2 马赫的最大速度（同类型的有美国洛克希德 F-104，诺斯罗普 F-5 以及法国达索的幻影 3）。

与其他截击机类似，MiG-21 具有航程短的特点。虽然 MiG-21F、PF、PFM、S/SM 以及 M/MF 等衍生型号相继提高了载油量，但仍然存在载油量偏低和续航能力低的问题。这些不足最终导致了 MT 和 SMT 等后续型号的出现。相比 MiG-21SM，新的后续型号把航程提高了 250 公里（155 英里），但为此牺牲了飞机的其他性能，例如降低的爬升率和升限。



1961 : MiG-21I “Analog” 被用作 Tu-144 客机机翼的研发测试平台



三角翼虽然拥有加速性和超音速上的优势，但对于低速和近身空战的飞机来说并不是最好的选择。通过应急加力的应用，提高了飞机在 4000 米以下高度时的推重比。同时飞机的低速性能以及近距离空战能力也得到了部分的提升，使得飞机在低速下能做剧烈机动并且能迅速从失速状态中改出。三角翼和垂尾的使用保证了飞行的稳定性以及极端飞行包线情况下飞机的操控性，并因此提高了初级飞行员的安全保障。

空优挂载的 MiG-21BIS 能获得 235 米/秒的爬升率（46250 英尺/分钟），相比之后出现的 F-16A 落后并不多。在熟练的飞行员和可靠的导弹帮助下，MiG-21BIS 能有效对抗同时代的战机。在执行近距支援任务方面，MiG-21 被更新的可变后掠翼的 MiG-23 和 MiG-27 所取代。但作为一款截击机和格斗机，在 MiG-29 出现以前（20 世纪 80 年代），MiG-21 一直肩负着对抗美军新型战机的任务。



1966 : MiG-21PD , 用来测试用于 MiG23PD 的短距起降升力发动机

MiG-21 曾经被广泛出口，它的一些发展型号至今仍在服役。然而相比在过去 30 年间面对的技术上更先进的战机，MiG-21 以它的低生产和维护成本而深受一些装备华约集团武器的国家的欢迎。



1972 : MiG-21BIS Izdeliye 75 , 北约"Fishbed-L/N"

MiG-21BIS 75AP (МиГ-21бис Изделие 75) 是 MiG-21 的最终型号。它配备有图曼斯基 R25-300 涡喷发动机，并且相比其他早期型号具备大量的优势。这些装备前苏联防空军的 MiG-21BIS 配备有 Lazur GCI 系统（北约：“Fishbed-L”），而装备前苏联空军的则配备 Polyot ILS 系统（北约：“Fishbed-N”）。这些设备保证 MiG-21BIS 能进行全天候的飞行。MiG-21BIS 被划分为第三代战斗机，它曾装备过 4 大洲超过 50 个国家，甚至在首飞过



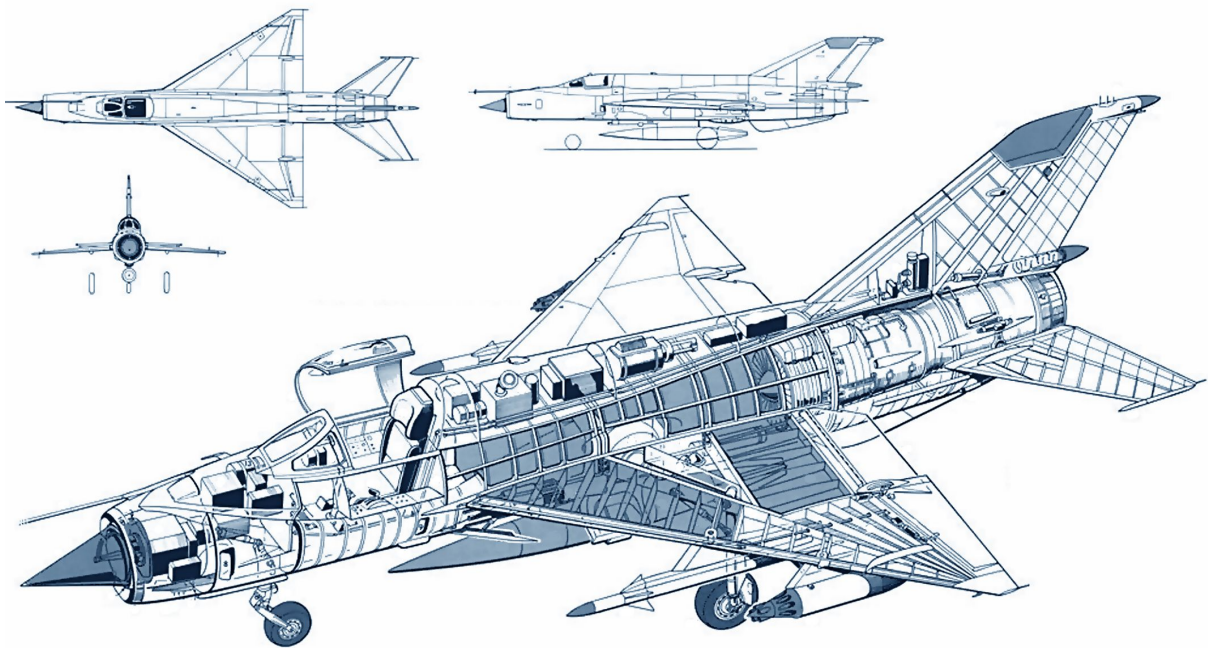
后半个世纪的今天仍然在一些国家服役。如今一些公司提供针对 MiG-21 的升级项目，包括更加先进的航电和武器系统，使得飞机能达到现代战机的标准。

MiG-21 曾多次打破飞行记录，至今仍是航空史上制造最多的超音速喷气飞机。



MiG-21BIS 参数

- 飞行员：1 人
- 长度（含皮托管）：15.0 米（49 英尺 2.5 英寸）
- 翼展：7.154 米（23 英尺 5.66 英寸）
- 高度：4.125 米（13 英尺 6.41 英寸）
- 翼面积：23.0 平方米（247.3 平方英尺）
- 空重：5339 千克（11770 磅）
- 标准重量：8725 千克（19235 磅）
- 动力：1 台图曼斯基 R25-300 发动机 - 44 千牛的军用推力，71 千牛的加力推力





性能

- 最大速度：真空速 2350 公里/小时，指示空速 1300 公里/小时
- 最大马赫数：2.05 马赫
- 航程：（内油）1210 公里（751 英里）
- 升限：17500 米（57415 英尺）
- 爬升率：225 米/秒（44280 英尺/分钟）
- 起飞速度：指示空速 340~370 公里/小时
- 着陆速度：指示空速 260~270 公里/小时
- 巡航速度：真空速 800 公里/小时

技术参数

- 轴距：4.71 米
- 轮间距：2.69 米
- 翼载：385 千克/平方米
- 飞机空重：5339 千克
- 正常起飞重量：8725 千克
- 最大起飞重量：10400 千克
- 鼻锥移动范围：最大 200 毫米
- 襟翼角度：
 - 起飞：25 度
 - 着陆：45 度
- 副翼角度：±20 度



- 减速板角度：
 - 前减速板 35 度
 - 后减速板 40 度
- 水平尾翼角度：+7.5 度/ -15.7 度
- 方向舵角度：±25 度

燃油量

- 主油箱：2850 升 = 2225 千克
- 外挂油箱：490 升 = 382 千克 (+52 千克 油箱重量)
- 外挂油箱：800 升 = 625 千克 (+57 千克 油箱重量)

升/千克 比例：1 千克 = 1.279 升；1 升 = 0.781 千克

燃油比重：0.775 格令/立方厘米

燃油重量参数取决于环境温度。

典型燃油消耗

- 发动机 100% 地面：3.2 升/秒 (2.5 千克/秒)
- AFB¹ 海平面：4.2 升/秒 (3.3 千克/秒)
- CSR² 海平面：5.5 升/秒 (4.3 千克/秒)
- AFB 1.06 马赫：6.4 升/秒 (5.0 千克/秒)
- CSR 1.06 马赫：8.8 升/秒 (6.9 千克/秒)
- 滑行：80 升
- 起飞：250 升 (2 分钟左右，飞行大约 25 公里)
- 水平飞行：1485 升 (550 公里)
- 正常起降航线：200 升
- 建议着陆油量 (包含进行 2 次着陆尝试的油量)：700 升

在追求最大航程情况下，10%的飞机重量偏差导致的对应每公里燃油消耗变化：

- 高度 10000 ~ 11000 米：10%的变化
- 高度 5000 米：5%的变化
- 高度 500 米：0.5%的变化

¹ AFB – 加力全开

² CSR – 应急加力，可看做是第二级加力



3. 安装和组件设置

确保您电脑上的 DCS World 是最新版本。如有必要，请确认您的 DCS World 已经升级到至少 1.2.10 版本（版本信息在 DCS World 游戏主界面的右下角）。

如果您的电脑没有安装 DCS World，您可以从链接 [Download DCS World](#) 里下载并安装（DCS World 本身免费）。

您可以通过从 www.digitalcombatsimulator.com 下载安装包或者通过 Steam® 客户端（客户端下载：store.steampowered.com）的方式来安装 DCS MiG-21BIS。

【注意】当您第一次运行 DCS MiG-21BIS 的任务时，StarForce 软件会要求您激活组件。在线激活是最快捷的方式，您只需输入（或复制粘贴）购买组件时提供给您的序列号（注册码）即可完成激活。

如果您当前没有网络连接，您可以尝试离线激活方式（电话或者邮件 Leatherneck Simulation）。

详细步骤请访问 [StarForce® product activation instructions](#)。

【注意】如果您需要更换（升级/降级）装有 DCS MiG-21BIS 的电脑的硬件，请在更换前反激活 DCS MiG-21BIS。详细的反激活步骤请访问 [StarForce® product deactivation instructions](#)。在您完成硬件更换并进行新的 DCS 任务时，游戏会要求您重新激活 DCS MiG-21BIS。



飞行设备设置

如同其他战机一样，MiG-21BIS 是为速度、机动性和敏捷性而生。影响飞机敏捷性的主要因素是不同速度下的控制面偏转角度。例如，当速度在 500 公里/小时，飞行员全力拉杆，水平尾翼的完全偏转使得飞机做急剧转向的同时能保持较低的过载（大约 2~3g）。然而，在速度 1000 公里/小时的时候做同样的操作，如果飞机没有装备飞控系统，飞机将立即达到很高的过载值，并很可能超过飞行员以及飞机机体结构强度的承受能力。因此，在这种情况下，水平尾翼（受控）只能部分偏转，但同样能让飞机做高过载转弯或机动。



图 3.1：飞行之前，请务必完成必要的设置

为了正确设置飞行摇杆的灵敏度以及保证飞机在高速低速下都有良好的响应，我们建议您参考如下步骤：（无论您拥有哪一款摇杆）当您进入 DCS World 主菜单后，点击 Options 选项，然后选择 Controls 标签（图 3.1）然后在下拉列表里选择 MiG-21Bis：（1）选择 Axis Commands；（2）选择 Pitch；（3）点击 Axis Tune；（4）在弹出窗口里调节轴曲线以及其他的设置（图 3.2）。



图 3.2：根据下面表格的数据调整轴设置

在 Axis Tune Panel 上有 4 个滑块：deadzone（死区）、saturation X（X 方向饱和度）、saturation Y（Y 方向饱和度）以及 curvature（曲线）。其他选项暂时不重要。针对每个轴（俯仰（Pitch）、滚转（Roll）以及偏航/脚舵（Rudder）），按照下面表格调整那 4 个滑块。

表 3.1：

	Pitch	Roll	Rudder
Deadzone	1~3	1~3	1~5
Saturation X	100	100	100
Saturation Y	100	100	100
Curvature	20~25	10~25	20~25

设置完成后，请不要忘记点击每个 Axis Tune Panel 窗口以及 Options 界面上的 OK 按钮。



设置 DCS MiG-21BIS 游戏选项

DCS 提供了许多游戏设置选项以符合您的需求。除在 **DCS 用户手册** 里详细介绍的选项，DCS MiG-21BIS 提供了额外的设置和一些需要用户注意的特性。

DCS MiG-21BIS 特性

这些“特性”是机载系统和飞机发动机本身固有的，并且在游戏中实现了的。

详细信息见下面的表格。

表 3.2 : DCS MiG-21BIS 具有的特性

功能	描述
机载系统损耗	当机载系统被开启或关闭的时候，它们会积累少量的损耗（疲劳度）。在正常的使用中，你通常不会注意到这些损耗，因为它并不妨碍正常的飞行。但在极端情况下，部分机载系统可能会累积或承受过度的损耗，从而导致系统的故障。 注意：当你驾驶飞机的时候，飞机上的工作介质（油液等）会缓慢损耗。每当你着陆并要求补充燃油后，系统将在加油完毕时开始自动补充那些损耗（燃油除外）。当打开座舱盖的时候（之前关闭），你可以发现一些开关被拨回到 OFF（关闭）位置，以及油液等工作介质（燃油除外）正恢复到正常值。飞行员可通过观察压缩空气表（RH61）、飞行员供氧（LV39）以及发动机供氧（LV2）指示仪表来判断损耗是否补充完毕。 注意：损耗的补充（清零）是伴随燃油补充进行的。但如果需要修复破损的设备/部件（机体、机翼、尾翼和起落架等），你需要呼叫地勤人员并请求修复。这些同样适用于燃油和武器补充。



发动机磨损

不考虑任务中的随机故障设置，发动机在正常使用中仍会积累磨损。当发动机启动、开启加力、负过载、较高的过载或者零过载飞行这些状态发生的时候，发动机总会积累少量的磨损。

如同之前的情况，在正常飞行中，你不会注意到发动机已承受的磨损，因为发动机此时在正常运转（其他因素，如低燃油压力，引起的意外停车除外）。但当飞机发动机在飞行中承受的磨损达到最大允许值而造成停车后，你将无法进行发动机空中重新点火。

当着陆并关闭发动机后，发动机累计承受的磨损将重置为零。上面所描述的机载系统的自我修补同样包括发动机。你不用做任何操作，只需耐心等待最多 4 分钟。

座舱盖结冰

当外部温度在-10~0 摄氏度（14~32 华氏度），飞机的指示空速是 400~500 公里/小时的时候，飞机座舱盖可能会结冰。你可以通过让飞机增速（根据情况，真空速大于 700 公里/小时或者指示空速大于 500 公里/小时）或者使用除冰设备来达到临时除冰的效果。

皮托管结冰

如同上面的情况，飞机的皮托管也可能在类似环境下逐渐结冰，并很难在一开始被察觉到。但之后，你将会发现你的发动机油门设置和飞机当前速度（指示空速、真空速以及马赫数）不再匹配，同时仪表会显示奇怪的高度和垂直速度的数值。

为了防止皮托管结冰，务必在起飞前开启皮托管加热装置（CL74 和 CL75）。如果任务开始时，飞机出现在空中，皮托管加热装置默认已自动开启。

【注意】如果飞行中你遇到皮托管结冰的情况，此时开启加热装置并产生效果需要一些时间。哪怕在最坏情况下，通常不超过 2 分钟。



电池结冰

当飞行高度超过 4000 米，且电池加热开关（RV41）关闭时，机载电池也会结冰。虽然这个过程需要一些时间，但是一旦发生，电池也会开始积累损耗。作为直流发电机的备份，电池故障对飞机来说不是一个好消息。

起飞前请确认开启了电池加热设备。

跨音速时皮托管系统误差

皮托管系统误差的计算涵盖所有速度和高度范围。通常情况，系统误差都小到可以忽略。

但是，当飞机速度在 0.95~1.05 马赫之间时，你会注意到与皮托管相关的仪表的奇怪表现：速度、气压高度以及垂直速度会偏离之前的值。这种误差在高度表和垂直速度表上尤其明显。

这种情况下，你无法做任何操作去阻止或避免误差的产生。

通常，飞机在跨音速区停留时间很短（以秒计），所以这种误差不会影响飞行。但当飞机因为某些原因长时间处于跨音速区（挂载阻碍飞机的速度超过 1.05 马赫），你必须考虑到误差的影响。【注意】从续航能力和能量消耗的角度来看，在跨音速区飞行是非常不经济的。

SARPP（飞行记录仪）飞行数据记录

当你开启 SARPP 飞行数据记录仪（RV30），它将每秒记录一次你的飞行数据。只有当你退出任务，数据才会被保存到硬盘。SARPP 能记录 120 分钟的数据。如果你的一个任务超过了 120 分钟，新的数据将会覆盖旧的数据。

SARPP 的记录可以在 Saved Games/DCS/SARPP 文件夹下获取。

SPRD 起飞助推火箭

MiG-21BIS 可以通过挂载 SPRD 助推火箭来减小起飞距离（JATO）。SPRD 助推火箭的工作时间只有 7 秒钟。你需要在任务编辑器里（或者在游戏中呼叫地勤）给 MiG-21BIS 挂载上 SPRD 助推火箭。在游戏里请别忘记开启 SPRD 启动和抛离的电源开关（RH51



和 RH50)，然后你可以直接执行正常的起飞程序（开启全加力）。当飞机的速度达到 120~150 公里/小时，SPRD 助推火箭会自动启动。你也可以通过 CV91 按钮手动启动助推火箭，但我们并不推荐这种做法。飞机离地后，你可以按下 LH60 按钮来抛离 SPRD 助推火箭。



DCS World 游戏选项

首先你得熟悉 DCS World 这个游戏平台，并能根据个人喜好来进行游戏设置。游戏设置的更多细节请参考 **DCS 用户手册**。接下来，本手册将会详细解释一些特定的选项会如何影响你的 DCS MiG-21BIS 游戏体验。

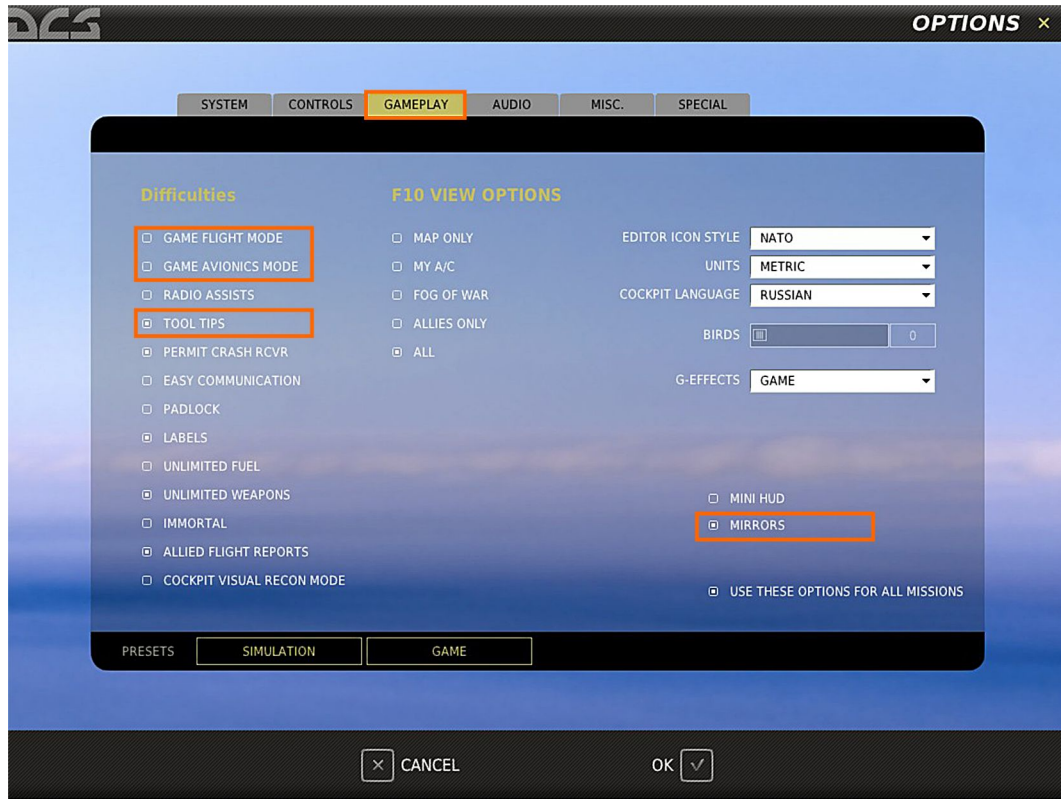


图 3.3 : OPTIONS 界面 - GAMEPLAY 标签，橙色框标记的选项会对 DCS MiG-21BIS 游戏体验有特别的影响。请仔细阅读下面的相关描述。

GAME FLIGHT MODE - 选中这个选项，游戏会使用简单的气动模型：

- 飞机几乎很难失速
- 飞机不会进入尾旋
- 飞机稳定性增加 10~20%
- 起落架在飞机起飞后自动收起
- 着陆时需手动放下起落架
- 尝试着陆时如果最终是低空通场或者复飞，起落架会自动收起
- 不再考虑发动机所受磨损



GAME AVIONICS MODE - 选中这个模式，游戏将不再计算飞机内部的任何损耗。只有当你开启任务中的随机故障功能或者是耗尽系统相关的资源（燃油、氧气、压缩空气、冷却剂等）时，设备才有可能失效。雷达将会一直出现在游戏屏幕上，所以哪怕是舱外视角（F2 视角），你也能使用雷达。

TOOL TIPS - 俄文和英文座舱都提供仪表、开关等的文字提示，你可以在这里开启/关闭这个功能。

MIRRORS - DCS MiG-21BIS 座舱盖顶部装有一个潜望式后视镜。你可以在这里开启/关闭后视镜功能。

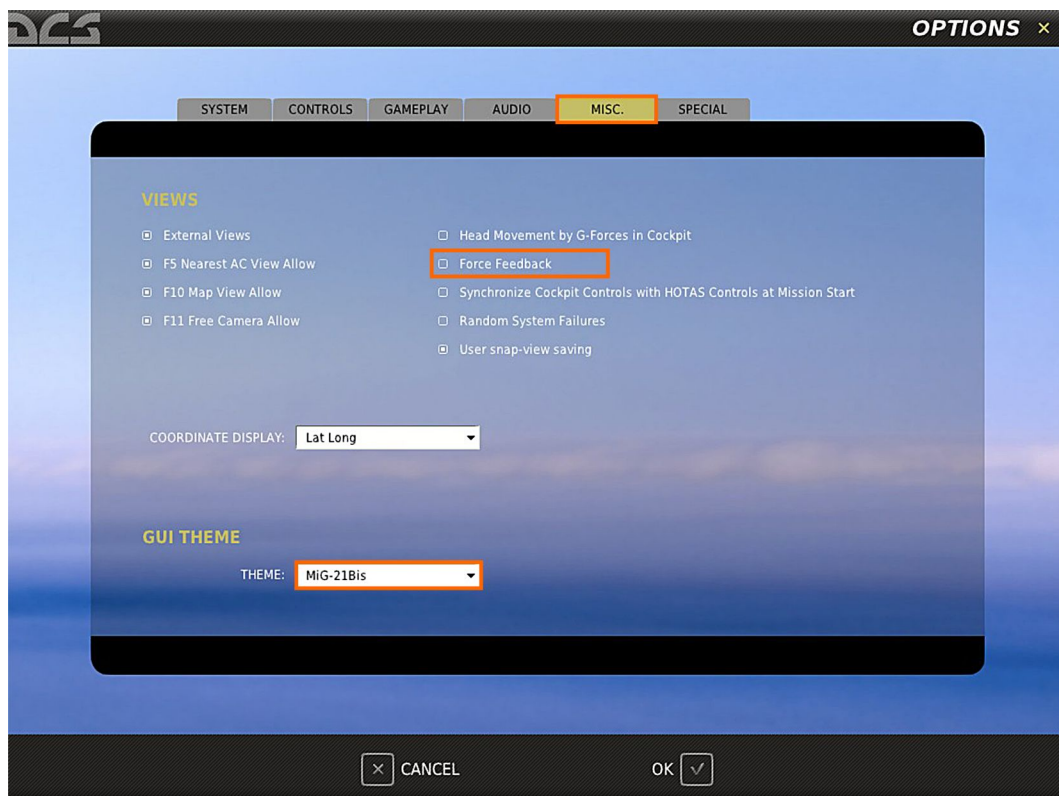


图 3.4 : OPTIONS 界面 - MISC 标签，橙色框标记的选项会对 DCS MiG-21BIS 游戏体验有特别的影响。请仔细阅读下面的相关描述。

FORCE FEEDBACK - DCS MiG-21BIS 支持摇杆力反馈功能。如果你有带力反馈功能的摇杆，可以开启此选项。它将带给你特别的飞行手感体验，并可能改善你的飞行操控感受。

GUI THEME - 提供 DCS 主界面壁纸、窗口和菜单主题以及背景音乐的选择。



DCS MiG-21BIS 特定选项

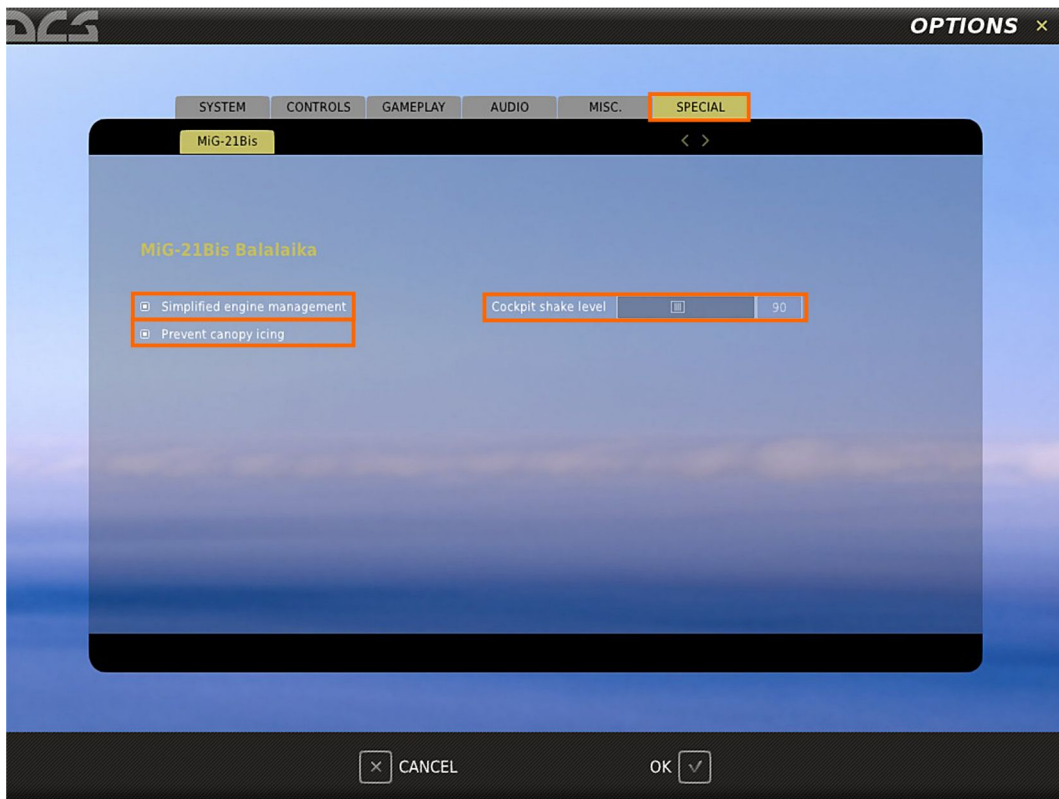


图 3.5 : OPTIONS 界面 - SPECIAL 标签，找到并点击“MiG-21Bis”标签。

SIMPLIFIED ENGINE MANAGEMENT - 如果选中此选项，将不会发生任何由磨损引发的飞行中的发动机故障或停车。但不当操作仍会造成发动机停车。每当发生发动机空中停车，你可以尝试发动机重新点火。【注意】尝试发动机重新点火的次数是有限的。发动机空中点火操作会非常复杂，且有些情况下将无法实施。

PREVENT CANOPY ICING - 如果选中此功能，座舱盖结冰现象将不会发生。

COCKPIT SHAKE LEVEL - 通过滑块可以调整座舱震动程度。默认为 100%，意味着普通震动。如果你想实施精准的特技飞行，建议设置为 0%。最大震动程度为 200%。



BASIC INFORMATION





4. DCS MiG-21BIS 基本信息

MiG-21BIS 是一款涡喷单发前线（战术）截击机。机载的仪器和电子设备使得飞机具备全天候飞行的能力。

MiG-21BIS 是一款全金属悬臂式中单翼战机（三角翼，后掠单垂尾和受控全动平尾）。

MiG-21BIS 配备有：

- (a) 发动机 R25-300 配有两级（应急）加力并提供 7100 千克力的应急加力推力（或低空 1 马赫时 9900 千克力的应急加力推力）、6850 千克力的加力推力以及 4100 千克力的军用推力
- (b) 边界层控制系统（BLC）（吹气襟翼）
- (c) 减速伞
- (d) 通讯系统，型号 R-802G；自动无线电罗盘（ARC），型号 ARC-10；信标接收器 MRP-56P 以及飞机远距应答器 SOD-57
- (e) 固定式皮托管：PDV-18-5M（主要）以及 PDV-7（备用）
- (f) 气压高度表 VDI-30 以及无线电高度表 RV-1M
- (g) 综合仪表 DA-200：由垂直速度表、转向指示器以及侧滑指示器组成
- (h) 内置机炮 Gsh-23
- (i) 瞄准系统：由 RP-22SMA “Sapphire” 雷达和配备有固定栅格（十字线）和距离标尺的光学瞄具 ASP-PDF 组成
- (j) 自动俯仰传动比控制器 ARU-3VM。相比 ARU-3V 控制器，能提升飞机的机动性能和跨音速/超音速区间的操控性，以及降低杆力
- (k) 迎角指示器 UUA-1 以及迎角告警指示灯 SUA-1
- (l) 雷达告警接收装置 SPO-10
- (m) 自动驾驶系统（AFCS）SAU-23ESN
- (n) 短距无线电导航和着陆系统 POLYOT-01（RSBN/PRMG）
- (o) 中央告警系统 SORC-1
- (p) 机载敌我识别装置 SRZO-2



机载电源和逆变器：

- (a) 直流发电机 GSR-ST-12000W
- (b) 交流发电机 G04PCh4
- (c) 蓄电池 15SCS-45B
- (d) 直流->交流逆变器 PO-750 x 2、PT-500C、PT-125C 和 PO-250-VCh-M

DCS MiG-21BIS 带有 5 个外部挂载点，能携带如下挂载：

- (a) 导弹：R-3S、R-3R、R-13M、R-55 和 R-60
- (b) UB-32 或 UB-16-57 火箭弹
- (c) S-24 火箭弹
- (d) 雷达制导导弹 Kh-66/23 Grom
- (e) 100-千克、250-千克和 500-千克航空炸弹（比如高爆弹、燃烧弹、照明弹以及集束炸弹等）
- (f) 490 升副油箱或 800 升机腹油箱

飞机也可配备 SPS-141 主动/被动对抗装置、ASO 干扰装置（箔条/红外）以及拉烟装置（靠近发动机喷口）

飞行员座舱经过增压处理，并装备 KM-1M 弹射系统。该系统可以保证在飞机升限内以及起飞和着陆且速度在 130 公里/小时以上时飞行员的安全弹射。座舱还提供了一套高空（生命保障）设备，以确保飞行员正常活动

座舱顶部装备的潜望式后视镜能保证更好的后视视野：

- (a) 头部正前时：10 度向上，2 度向下视野以及最小±10 度侧面视野
- (b) 头部倾斜/偏转时：最大 20 度向上视野以及最大±40 度侧面视野



MiG-21BIS 的发动机采用机头进气。进气道区域可通过一个可控的进气锥（鼻锥）调整

同时该机配备有液压系统及气动系统。其中液压系统可分为主系统和作动系统，而气动系统则包括主系统和应急系统。

为了更有效率且自信地操作飞机，并充分利用其作战性能，飞行员应透彻掌握飞机设计的相关知识，同时对飞机结构组件以及机载设备要有深刻的了解。



OPERATIONAL LIMITATIONS



5. 操作限制

不同挂载情况下的最大允许指示空速、马赫数以及过载值见表 5.1；其他限制条件见表 5.2。

表 5.1：

参数	不同外部挂载					
	无挂载或仅导弹	挂载类型		炸弹 S-24 火箭弹 500 千克炸弹	副油箱	OFAB-100 炸弹 x8
		UB- 16-57	UB- 32			
空速 (公里/ 小时)	1300			1000		800 (或 1000 , 当配 加强支架 BD3-60- 21D1)
马赫数	2.05	1.7	1	1.3	1.6	1
过载	马赫数不超过 0.8 : 当 G_{fuel} 不大于 1300 升并带 2 枚导弹 : 8g 否则 当 G_{fuel} 大于 1300 升 : 7g 马赫数大于 0.8 : 当 G_{fuel} 不大于 800 升并带 2 枚导弹 : 7g 否则 带 2~4 枚导弹 : 6g		5g		配 490 升副油箱 : 5g 或 配 800 升副油箱 : 4g	5g



注意：针对飞行中不同的挂载，确立最大允许空速、马赫数以及过载参考了类似或者有更严格限制的挂载设置。

警告：因为会引发过载稳定裕度降低，以下挂载情况不建议超过 3g 过载的飞行：当挂载 2 个 UB-32 或者 2 个 UB-32 加 2 个 UB-16-57 或者 8 枚 100 千克炸弹或者 2 枚 500 千克炸弹加 2 枚导弹（或者 2 个 UB-16-57 或者 2 枚 OFAB-100）或者 4 枚 250 千克炸弹或者 4 枚 S-24 火箭弹（携带机腹油箱或者 3 个副油箱）。

表 5.2：

飞机限制	原因
1. 混凝土跑道最大起飞重量 9800 千克力 警告 无风条件下，周围空气温度不高于+15 摄氏度，允许起飞重量大于 10000 千克力；超过+15 摄氏度，必须逆风起飞，且温度每提高 10 度，需要风速增加 3 米/秒 当对应于二类机场的跑道长度，满足同上起飞条件需要开启第二级加力（当一级加力，需要 2000 米跑道长度）	起落架强度 对装备 42A 型轮胎的 KT-92D LG 型机轮不要超过 370 公里/小时离地速度 起落架强度
2. 当使用穿孔钢板（PSP）、未铺砌跑道或积雪覆盖的跑道时，最大起飞重量为 8800 千克力	迎角失速安全裕度
3. 飞机飞行中和做任何机动时的最大允许迎角为 +28 度（UUA-1 指示器）（+33 度迎角会引起失速） 警告 当飞行中飞机重量大于 10000 千克力时，禁止超过+15 度迎角（UUA-1 指示器），因为此时过载稳定裕度很小。	
4. 最大地面滑跑速度：轮胎 800 x 200 41 型是 360 公里/小时，42A 型轮胎是 370 公里/小时	轮胎强度，放下起落架时的操控稳定性
5. 允许收放起落架的最大速度 600 公里/小时；起落架放下时	防止超过最大指示空



的最大允许速度 700 公里/小时 6. 当下降速度超过 1100 公里/小时以及马赫数超过 1.8，俯角禁止超过 20 度 7. BLC 系统运行时，复飞允许的最大空速为 360 公里/小时 8. 当剩余油量在 700~1100 升，并且携带 8 枚 FAB-100，或 3 个副油箱，或 4 枚 S-24，或 2 枚 FAB-500 或 4 枚 FAB-250 或 2 个 UB-32 加 2 个 UB-16-57（2 枚 FAB-100），禁止飞行时放下起落架或襟翼 应急状态下，如携带上述剩余油量，且必须立即着陆的情况，在安全地带抛掉外侧挂载前，不能放下起落架 9. 使用混凝土跑道、未铺砌的跑道或者积雪覆盖的跑道时，额定着陆重量为 6800 千克力，同时开启 BLC 系统。此时着陆重量获得条件： (a) 无挂载同时剩余油量不超过 700 升 (b) 挂 2 枚导弹或 2 个 UB-16-57 或 2 枚 FAB-100 或无战斗挂载但有空的副油箱且剩余燃油不超过 500 升 如上剩余燃油能保证 6 分钟目视小航线复飞和着陆 警告： 1. 着陆前所有超重挂载必须抛离 2. 恶劣天气下仪表进场和着陆必须保证 600 升剩余油量，确保能执行 2 次 180 度转向或者目视小航线复飞 3. 不使用 BLC 系统情况下额定着陆重量 6500 千克力。此时无挂载，且剩余燃油 400 升 10. 以下特殊情况允许超载飞机（重量不超过 7300 千克力）着陆： (a) 挂载 2 枚导弹或则 2 个 UB-16-57 或 2 枚 FAB-100 或者空副油箱，且剩余燃油不超过 800 升 (b) 挂载 2 个空 UB-32 加 2 枚导弹或 2 枚 FAB-100，或 2 个 UB-16-57，或挂载 4 枚导弹或 4 个 UB-16-	速和/或马赫数 超过 360 公里/小时，收起襟翼会触发微动开关使得 BLC 系统自动关闭，并会造成飞机掉高 25~30 米 不足的过载稳定裕度 起落架强度
--	--



57, 或 2 枚导弹加 2 个 UB-16-57 (2 枚 FAB-100) , 或 4 枚 FAB-250 或 2 个 UB-32 , 且剩余燃油不超过 600 升 在重量超过 6800 千克力进行着陆时, 必须使用 BLC 系统以及 减速伞 注意 : 1. 当携带 4 个空 UB-16-57 或 2 个空 UB-32 着陆时 , 相比上面的限制条件 , 着陆允许剩余油量可提高 350 升 11. 当内侧挂架非对称携带 1 个不超过 250 千克重的炸弹或 S- 25 火箭进行起降时 , 侧风风速 (从飞机无挂载的一侧吹来) 不 能超过 8 米/秒 12. 主起落架接速度不能超过 330 公里/小时 13. 允许放减速伞的最大速度 320 公里/小时 14. 未使用减速伞时 , 着陆后初次刹车时的滑行速度不得超过 330 公里/小时	滚转能力 起落架强度 减速伞挂钩强度
--	---



动力系统限制（飞行中）	原因
15. 低压转子最大转速不能超过：	
(a) 101.5%：一级以下加力以及军推状态下	压气机和涡轮强度
(b) 103.5%：二级（应急）加力	压气机和涡轮强度
16. 高压转子最大转速不能超过 107.5%	涡轮强度
17. 喷口最大允许温度：	
(a) 军推下不超过 770 摄氏度	
(b) 加力和应急加力下不超过 850 摄氏度	
18. 允许最小燃油压力：	
(a) 怠速时至少 1 千克力/平方厘米	
(b) 当（OIL（МАСЛО）告警灯未亮）低压转子转速超过 88~90%，至少 3 千克力/平方厘米。负过载时，任何高度下，燃油压力可能短暂回零（不超过 17 秒）同时 OIL 灯亮起	
19. 只要剩余油量不少于 800 升，飞机处于中低空且速度超过 1000 公里/小时，允许发动机运行在加力和应急加力下	保证发动机持续供油
20. 负过载飞行时间不超过：	
(a) 15 秒：非加力状态	负过载油箱燃油数量
(b) 5 秒：加力状态	
(c) 3 秒：应急加力状态	
21. 接近零过载（ $\pm 0.2g$ ）飞行时间不要超过 1~2 秒	保证发动机持续供油
警告 负过载或接近零过载飞行许可前提：剩余燃油至少 500 升	
	确保负过载油箱燃油
22. 反复的负过载或接近零过载飞行必须间隔至少 30 秒正过载飞行	填充



23. 当飞行速度不低于 400 公里/小时，发动机允许所有的持续和瞬时功率设置 (a) 高度 15000 米以上，速度不低于 600 公里/小时，允许发动机油门从任意位置推至军推，或从军推转至任意油门位置 (b) 高度 18000 米以上，允许发动机进入加力状态，且当速度不低于 500 公里/小时，允许退出加力到军推状态 注意：高度 17000 米以下，发动机可以工作在最小加力状态（17000 米以上高度，开启加力时必须是全加力） 24. 发动机在应急加力状态最长持续工作时间不能超过 3 分钟。连续地开启应急加力应间隔至少 30 秒	保证飞行安全 确保加力功能稳定，防止停车 确保动力系统稳定运行 涡轮强度
--	--



生命保障和支持系统限制	原因
25. 以下情况下可确保安全弃机： (a) 起飞或着陆滑跑时，飞机速度不低于 130 公里/小时 (b) 水平飞行速度： (i) 不高于 500 公里/小时，无地面高度限制 (ii) 500~1150 公里/小时，高于地面 30 米 (iii) 1150~1200 公里/小时，高于地面 1000 米 (c) 飞机高度下降时，且高度数值不小于下降率乘以 4 (不考虑决策以及跳伞准备的时间) 警告 弃机前有必要采取一切措施来保证速度不超过上面所列限制 26. 当高度低于 5000 米，速度 400~700 公里/小时直线飞行时，允许抛座舱盖 27. 任何情况下，飞机都可能在飞行中失去座舱盖 28. 任何飞行中，无论飞机高度和速度，飞行员都必须使用制氧设备 29. 水面上飞行时，飞行员需要准备好海上救生设备	确保降落伞的正常操作条件 确保足够操作降落伞的时间。同时考虑弹射系统的强度 确保足够操作降落伞的时间 确保安全抛座舱盖 确保飞行中氧气正常供应，同时保护肺部免于超压影响，降低飞行员身体承受的过载，保护飞行员免于座舱中的辐射，细菌以及烟雾伤害，以确保穿越箔条云以及弹射时的安全



飞控系统限制	原因
30. 为保持航向和高度稳定，在离地高度不低于 100 米的情况下，允许开启 AFCS（自动驾驶）系统的平飞模式（RECOVERY MODE）	高度保持精度
31. 训练时，当仰角超过 50 度且高度低于 13000 米或者仰角超过 20 度且高度高于 13000 米时，禁止开启 AFCS 系统的平飞模式	保证发动机在负过载或接近零过载时的稳定运行
警告 对于装备有 SAU-23ESN AFCS 系统的飞机，在零坡度情况下且俯仰角为正或当飞机自动爬升到预定高度，需手动关闭 AFCS 来恢复水平飞行	

COCKPIT INSTRUMENTS AND EQUIPMENT





6. 座舱仪表与设备

如果你曾经在 Lock-ON , Flaming Cliffs (1/2/3) , 或者现在的 DCS World 中有过前苏联或者俄罗斯飞机的驾驶经验, 你一定注意到过大部分飞机的座舱都是相同或者相似的。所有前苏联飞机 (米格、苏霍伊、图波列夫、雅克等) 使用相同或相似的座舱和仪表的原因是让其便于对任何飞机进行维护, 部件供应以及战场支援, 同时还有易于飞行员能尽快熟悉不同飞机的座舱。如果你曾有过前苏联飞机座舱仪表的使用经验, 那么你可以仅仅简单的浏览这一章节以及阅读部分仪表设备的详细说明。但是, 如果你之前没有仔细研究过前苏联飞机的座舱, 你需要彻底熟悉 MiG-21BIS 的座舱仪表和设备。

公制：如同所有的前苏联飞机一样, MiG-21BIS 上的仪表和设备大多采用国际单位制 (SI), 例如米 (长度, 高度)、米/秒 (水平和垂直速度)、角度数 (所有角度和角速度)、升 (容量) 和巴 (压强)。但一些非国际单位制也被使用, 比如摄氏度 (气温和发动机温度)。



座舱区域划分和三字符编码

为了便于讲解，以飞行员的视角来看，DCS MiG-21BIS 的座舱可以被分为七个部分。

三个主要区域分别为右侧（R）、中央（C）和左侧（L）。右侧和左侧的区域可以被进一步划分为水平（H）和垂直（V）两部分，中间区域可以被分成下方（L）、主面板（M）和上方（U）。飞行员操纵杆是标有 PS 两个字母的独立部分。当我们需要说明一些仪表、开关、手柄、按钮或指示灯在座舱中的位置时，我们将使用双字母（比如 RV、CM 或 PS）和一个数字来分别确定开关的位置和编号。

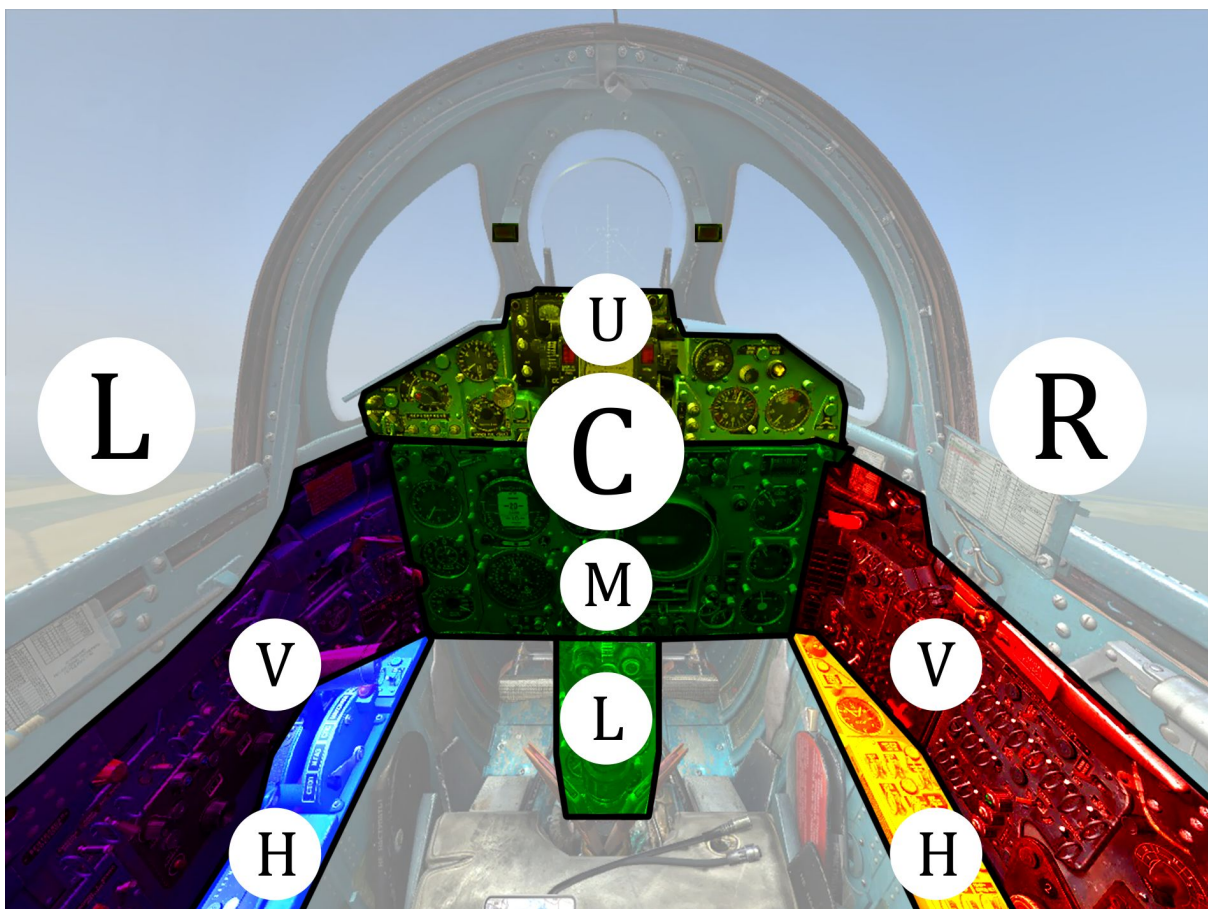


图 6.1：座舱区域划分。为了便于座舱内定位，我们使用双字母编码，比如 RH（右侧水平面板）或 CM（中央主面板）。打印用高分辨率图片在目录 [Mods\aircrafts\MiG-21BIS\Docs\Manual_Images](#) 下。

右侧区域 (R)



右侧区域涵盖所有飞机系统的控制面板。其中右侧垂直面板 (RV) 包括了雷达主控制面板、无线电台频道选择和 ARC 基站选择旋钮。

图 6.2 : 座舱右侧区域。开关以从左向右, 自上而下顺序编号。打印用高分辨率图片在目录 `Mods\aircrafts\MiG-21BIS\Docs\Manual_Images` 下。



1. 应急起落架 释放手柄
2. 飞机远距离应答器 SOD-57 电源开关
3. 飞机远距离应答器 SOD-57 频道 (波段) 切换开关
4. 81 型 IFF (敌我识别装置) 应答器 开关
5. 座舱白色照明灯 控制旋钮
6. SPO-10 雷达告警接收装置 开关
7. ARC (自动无线电罗盘) 工作模式 切换开关 (COMPASS / ANTENNA)
8. ARC 频道 选择按钮
9. 无线电台 音量控制旋钮
10. 无线电/罗盘 声音切换开关
11. 无线电 降噪 开关
12. 无线电频道显示 窗口
13. 无线电频道 切换旋钮
14. 鼻锥 电源开关
15. 备用液压泵 开关
16. 配平 电源开关
17. 无线电台 电源开关
18. ARC (自动无线电罗盘) 电源开关
19. 无线电高度表 电源开关
20. RSBN/PRMG (短距无线电导航和仪表着陆系统) 电源开关
21. KPP main/aux (姿态指示器 主/备用) 电源开关
22. NPP (航向指示器) 电源开关
23. 自动驾驶仪 电源开关
24. 自动驾驶仪 俯仰通道 电源开关
25. 红外/半主动雷达 导弹 及 照相枪 预热
26. 红外/半主动雷达 武器保险 电源开关
27. 挂架 1-2 电源 开关
28. 挂架 3-4 电源 开关
29. 编队灯 开关 (中央: 关; 向上: 中; 向左: 弱; 向右: 强)
30. SARPP-12 飞行数据记录仪 “黑匣子” 电源开关
31. 应急 座舱盖抛离 手柄
32. Gsh-23 机炮 电源开关
33. ASP-PFD 光学瞄具 开关
34. 照相枪 电源开关
35. SRZO-2 (敌我识别装置) 电源开关
36. SRZO-2 敌我识别装置 指示灯 (发射、编码、解码) + 频道选择
37. ARC 频率 范围选择旋钮
38. 应急应答器 + SRZO-2 (敌我识别装置) 自毁装置 控制面板
39. 电源总线 2 号 断路器
40. 保险丝/断路器箱
41. 电池加热 开关
42. PO-750 2 号 电流逆变器 开关
43. PO-750 1 号 电流逆变器 开关



- | | |
|---|---------------------------------------|
| 44. 引气门 1.5 马赫 测试 按钮 | 60. 分配油箱 油泵 开关 |
| 45. 飞机远距离应答器 SOD-57 PVU-1 和
PVU-2 控制模块 检测 按钮 | 61. 主/备用 气压表 |
| 46. 面板文字 红色 背光 控制 | 62. RP-22 雷达 主模式 开关 (关/待机/
开) |
| 47. 液压助力 断开 检测按钮 | 63. RP-22 雷达故障指示灯 |
| 48. 仪表 红色 背光 控制 | 64. RP-22 雷达 低空 / 旁瓣补偿 开关 |
| 49. 交流发电机 开关 | 65. RP-22 雷达 低空 指示灯 |
| 50. SPRD 火箭助推器 抛离 电源 开关 | 66. RP-22 雷达 定向波束 开关 |
| 51. SPRD 火箭助推器 启动 电源 开关 | 67. RP-22 雷达 定向波束 指示灯 |
| 52. 电池 开关 | 68. 红色照明灯 控制 |
| 53. 直流发电机 开关 | 69. 告警灯组/检测和背光控制旋钮 - 燃油
系统 |
| 54. 应急 电流 逆变器 电源开关 | 70. 告警灯组/检测和背光控制旋钮 - 发动
机 / 主系统 |
| 55. (用于 DA-200、NPP、SAU 和雷达
的) 陀螺仪开关 | 71. 飞机远距离应答器 SOD-57 模式控制
面板 |
| 56. (用于 NPP、SAU、雷达和 KPP 的)
陀螺仪开关 | 72. ARC 声音控制旋钮 (调节 NDB 的摩尔
斯码音量) |
| 57. 三号油箱组 油泵 开关 | 73. 飞机远距离应答器 SOD-57 询问按钮 |
| 58. 座舱空调 开启/关闭 手柄 | |
| 59. 一号油箱组 油泵 开关 | |



中央区域 (C)

中央区域 (C) 是主要的飞机信息显示界面。通过这里，飞行员可以获得大部分操纵飞机、执行作战任务以及管理机载武器系统所需的信息。



图 6.2：座舱中央区域。开关以从左向右，自上而下顺序编号。

打印用高分辨率图片在目录 `Mods\aircrafts\MiG-21BIS\Docs\Manual_Images` 下。



1. 机炮就绪 指示灯
2. ASP-PFD (光学瞄具) 主模式选择开关
3. 空空导弹 类型选择开关
4. 机炮装填/重装填 按钮 1
5. 机炮装填/重装填 按钮 2
6. 机炮装填/重装填 按钮 3
7. 挂架和武器 类型选择旋钮
8. ARU-3VM (自动俯仰传动比控制器) 指示仪
9. 鼻锥位置标尺和应急手动控制器
10. 除冰系统手柄 (前风挡)
11. RSBN/PRMG 工作模式 切换开关 (下降/导航/着陆)
12. ASP-PFD 发射许可 指示灯
13. ASP-PFD 机炮/火箭弹 - 导弹 切换开关
14. ASP-PFD 射击/投弹 切换开关
15. ASP-PFD 自动/手动 切换开关
16. ASP-PFD 导弹发射距离标尺
17. ASP-PFD 目标大小 调整旋钮
18. ASP-PFD 目标大小 标尺
19. ASP-PFD 准星模式 (导弹/陀螺) 选择手柄
20. ASP-PFD 标尺背光 控制旋钮
21. ASP-PFD 固定栅格 亮度控制旋钮
22. ASP-PFD 固定栅格 开启/关闭 开关
23. ASP-PFD 准星 开启/关闭 开关
24. ASP-PFD 准星亮度 控制旋钮
25. ASP-PFD 角度修正 旋钮
26. ASP-PFD 角度修正 刻度
27. ASP-PFD 背光 预设旋钮 (飞行前设定)
28. ASP-PFD 脱离 (攻击) 指示灯
29. ASP-PFD 锁定 指示灯
30. ASP-PFD 距离刻度
31. ASP-PFD 距离刻度 指针
32. SUA (迎角告警指示灯)
33. 照相枪 (图中暂不可见)
34. SPO-10 昼/夜 模式切换开关
35. SPO-10 检测 按钮
36. SPO-10 音量/静音 旋钮
37. 过载表
38. 飞机远距离应答器 SOD-57 发射 指示灯
39. UUA-1 (AoA) 迎角指示器
40. RS-2US 导弹 1 就绪 指示灯
41. RS-2US 导弹 2 就绪 指示灯
42. R-60 导弹 就绪 指示灯
43. RSBN 距离 指示器



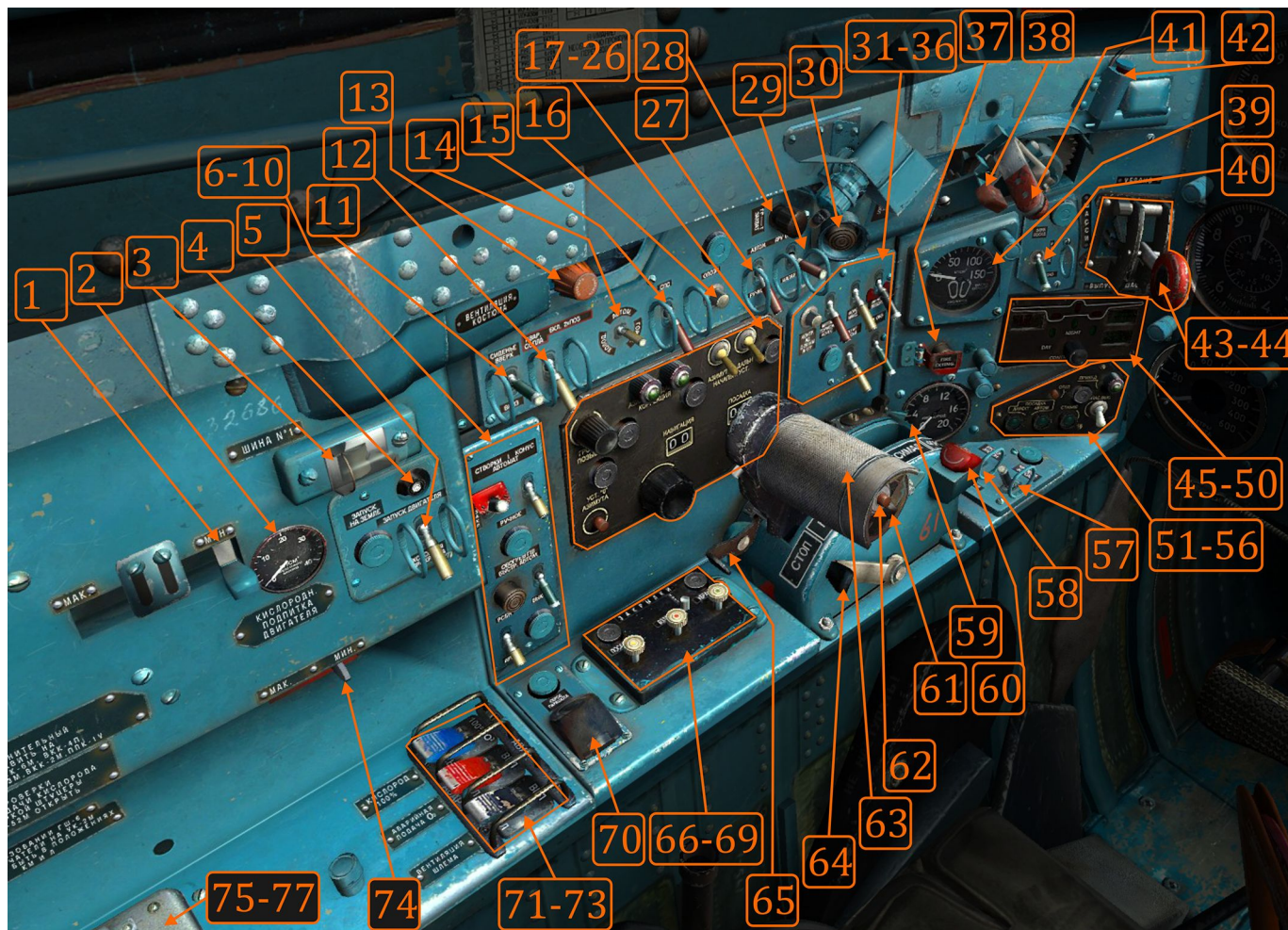
- 44. 皮托管 切换手柄（主要/备用）
- 45. RP-22 雷达干扰滤波器 连续模式 按钮
- 46. RP-22 雷达干扰滤波器 间歇模式 按钮
- 47. RP-22 雷达干扰滤波器 被动模式 按钮
- 48. RP-22 雷达干扰滤波器 气象模式 按钮
- 49. RP-22 雷达干扰滤波器 问询模式 按钮
- 50. RP-22 雷达干扰滤波器 低速模式 按钮
- 51. RP-22 雷达 自检 按钮
- 52. RP-22 雷达 复位 按钮
- 53. 发动机转速（RPM）指示器（转速表）
- 54. 低燃油压力 告警灯
- 55. 雷达屏幕和可调节太阳光滤镜
- 56. 发动机排气温度 指示器
- 57. 告警灯组/检测和背光控制旋钮 - 控制系统
- 58. 燃油油量 指示器 + 设置旋钮
- 59. 陀螺仪 复位 指示灯（用于 SAU、NPP 和雷达的陀螺仪）
- 60. 液压表（作动和主液压系统）
- 61. 挂载 应急抛离 按钮 - 外侧（挂架 3-4）
- 62. 挂载 应急抛离 按钮 - 内侧（挂架 1-2）
- 63. 应急前起落架 释放手柄
- 64. 告警灯组/检测和背光控制旋钮 - UB 挂载
- 65. 告警灯组/检测和背光控制旋钮 - 武器
- 66. 电池电量 指示器
- 67. 起落架刹车 空气压力表（左右主起落架）
- 68. 座舱 高度和压力 指示器
- 69. 无线电高度表 最小高度 设置旋钮
- 70. 燃油压力表
- 71. 应急 空空 导弹发射 按钮
- 72. （战术投掷的）炸弹引信激活 告警灯
- 73. 战术投掷 开关（仅用于炸弹）
- 74. 主皮托管、后视镜、迎角传感器 加热开关
- 75. 备用皮托管 加热 开关
- 76. 电压表
- 77. 时钟、秒表、飞行秒表 指示器
- 78. SAR 导弹 雷达频率 选择（训练/作战）开关
- 79. 雷达屏幕亮度增益（非飞行员操作）
- 80. 雷达屏幕 消磁 按钮
- 81. 马赫数表（M）和真空速表（TAS）
- 82. NPP 航向指示器 + 3K 航线设置 旋钮
- 83. DA-200（综合了垂直速度、侧滑和偏航的指示器）
- 84. 无线电高度表
- 85. KPP（姿态指示器）
- 86. KPP 陀螺复位 按钮 + 俯仰姿态 调整旋钮



- 87. 气压高度表 + 大气压力设定 旋钮
- 88. 指示空速表 (IAS)
- 89. 高度过低 告警 指示灯
- 90. 应急 刹车 手柄
- 91. SPRD 火箭助推器 手动启动 按钮
- 92. 进近 着陆 NDB 开关
- 93. SORC - 主告警灯 带亮灯按钮/指示灯
- 94. 机翼油箱抛离 按钮
- 95. NPP 磁航向 修正按钮
- 96. 着陆时 ARC 的 NDB 频率 自动调节 指示灯
- 97. 前轮刹车



左侧区域 (L)



左侧区域 (L) 包括发动机管理面板以及发动机喷口控制、起落架/襟翼/刹车控制、ARU-3VM 控制面板、RSBN/PRMG 控制面板、生命保障系统面板以及重要的发动机应急控制面板。

图 6.4 : 座舱左侧区域。开关以从左向右, 自上而下顺序编号。打印用高分辨率图片在目录 Mods\aircrafts\MiG-21BIS\Docs\Manual_Images 下。



1. 抗荷服 加压 手柄 (非飞行员操作)
2. 发动机 应急 氧气 压力指示器
3. 电源总线 1 号 断路器
4. 发动机 启动 按钮
5. 发动机 启动模式 切换开关 (启动/低温启动)
6. 发动机压气机 防喘振门 控制 切换开关 (自动/手动)
7. 鼻锥控制 切换开关 (自动/手动)
8. RSBN/ARC 模式 切换开关
9. 密封头盔面罩 快速加热 按钮
10. 密封头盔面罩 加热模式切换开关 (自动/手动)
11. 弹射座椅位置 上/下 调整开关
12. 喷口档位应急切换开关 (2 个档位: 军用推力和加力)
13. 抗荷服 压力 控制旋钮
14. 座舱 空调 档位切换开关 (4 个档位)
15. SPS (边界层控制系统) 开关
16. 飞机远距离应答器 SOD-57 识别 按钮
17. RSBN 音量 控制旋钮 (调节 NDB 的摩尔斯码音量)
18. RSBN 零方位角 设置 按钮
19. RSBN 方位信号 捕获 指示灯
20. RSBN 距离信号 捕获 指示灯
21. RSBN 方位角 校正 开关
22. RSBN 距离 校正 开关
23. RSBN 导航 频道 指示器
24. RSBN 导航 频道 选择 旋钮
25. RSBN 着陆 频道 指示器
26. RSBN 着陆 频道 选择 旋钮
27. ARU-3VM 工作模式 切换开关 (自动/手动)
28. 导弹锁定音 音量旋钮
29. ARU-3VM 控制 开关 (高速/低速) (仅在手动模式下有效)
30. 减速伞 开启 按钮
31. RSBN 检测 按钮
32. 起落架 ABS 刹车系统 开关
33. 军用推力/加力 发动机喷口 控制 开关
34. 发动机空中重新点火开关 (发动机供氧 100% O₂)
35. 灭火系统 开关
36. 发动机启动系统 开关
37. 发动机 灭火 按钮
38. 座舱增压 手柄
39. 飞行员 O₂ 含量指示计
40. 机身 灯光 (着陆、滑行、收起/关闭)
41. 座舱盖 上锁 手柄
42. 座舱 上锁/加压 告警灯
43. 起落架手柄 安全锁
44. 起落架手柄 (位置: 上/中/下)



- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 45. 起落架 告警灯 | 60. SPRD 火箭助推器 抛离 按钮 |
| 46. 起落架 收起 指示灯 | 61. 减速板 控制开关 (收起/打开) |
| 47. 起落架 放下 指示灯 | 62. 无线电 PTT 按钮 |
| 48. 襟翼 放下 指示灯 | 63. 油门杆可转动手柄 (控制雷达 TDC 或 ASP 准星大小) |
| 49. 减速板 打开 指示灯 | 64. 油门杆 位置 锁定 手柄 |
| 50. 告警灯组/检测和背光控制旋钮 - 起落架, 襟翼和减速板 | 65. 油门杆 发动机停止 和 锁定 手柄 |
| 51. SAU-23ESN 自动驾驶 半自动 降落模式 带亮灯按钮 | 66. 襟翼 着陆位按钮 |
| 52. SAU-23ESN 自动驾驶 自动 降落模式 带亮灯按钮 | 67. 襟翼 起飞位按钮 |
| 53. SAU-23ESN 自动驾驶 稳定模式 带亮灯按钮 | 68. 襟翼 收起按钮 |
| 54. SAU-23ESN 断开 自动驾驶 降落模式 按钮 | 69. 襟翼状态 重置 按钮 |
| 55. SAU-23ESN 自动驾驶 稳定 指示灯 | 70. 切断减速伞 按钮 |
| 56. SAU-23ESN 自动驾驶 低空 平飞 模式 开关 | 71. 生活保障 - 100% O ₂ 开关 |
| 57. 第二级 (应急) 加力 打开/关闭 开关 | 72. 生活保障 - 应急供氧 开关 |
| 58. 副翼 液压助力 开关 | 73. 生活保障 - 头盔通风 开关 |
| 59. 飞行员 O ₂ 压力 指示器 | 74. 抗荷服 压力 控制手柄 |
| | 75. UK-2M 电台 麦克风放大器 GS/KM 开关 |
| | 76. UK-2M 电台 麦克风放大器 预设 旋钮 (非飞行员操作) |
| | 77. UK-2M 电台 麦克风放大器 M/L 开关 |



飞行员操纵杆 (PS)

飞行员操纵杆包含武器和 SAU (自动驾驶仪) 管理等功能的开关。

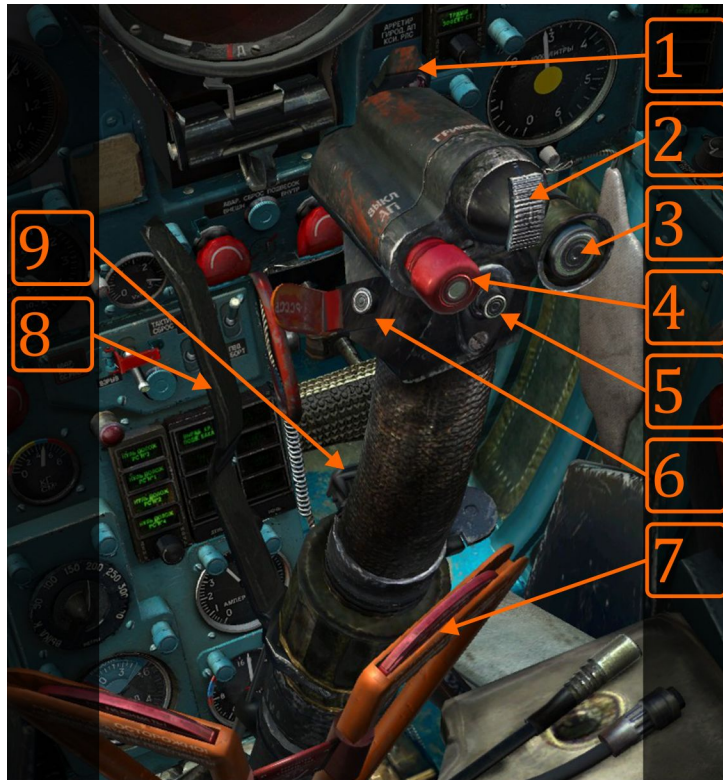


图 6.5 : 飞行员操纵杆。打印用高分辨率图片在目录 `Mods\aircrafts\MiG-21BIS\Docs\Manual_Images` 下。

1. 机炮扳机 (向上 : 保险 ; 向下 : 就绪 ; 扣住 : 开火)
2. 配平按钮 (仅俯仰通道)
3. 启动 自动驾驶平飞模式 按钮
4. 断开 自动驾驶 按钮 (仅用于平飞和稳定模式)
5. 雷达 锁定按钮 (使用 ASP 光学瞄具时 : 稳定准星)
6. 炸弹/火箭弹/导弹 发射按钮 (红盖下面)
7. 弹射 手柄
8. 起落架 刹车手柄
9. 机腹油箱 抛离 按钮



仪表和控制面板

声明：所有提供座舱信息的设备统称为“仪表”，其中一些将在手册中以缩写形式出现，比如 NPP 或 KPP。有些设备不仅显示信息，还提供控制功能。如果这些设备不完全是控制面板，则我们把它当做仪表。

为了便于座舱仪表和控制面板的说明，我们把它们按功能分为三类：飞行及导航，发动机及飞行控制，以及武器系统。每个分类自身可能会有更进一步的分类。通过循序渐进的学习如何分配你在各个仪表和控制面板上的注意力以便在紧张的环境下提取所需的重要信息，你将总结出一套适合你自己的“注意力分配方式”。最终，你可以在各种环境下从重要的仪表和控制面板上有效获得所需的信息。

飞行和导航相关仪表及控制面板

警告：当室外气温接近或低于 0 摄氏度时（任何高度），飞行员必须开启皮托管加热开关（CL74 和 CL75）。虽然 MiG-21BIS 的皮托管可以通过空气加热来预防结冰，但结冰仍有可能发生。

指示空速表



指示空速表 - IAS (US-1600) 上的指针 (2) 用来显示飞机当前的指示空速（最高到 1600 公里/小时）。当指示空速大于 1000 公里/小时的时候，仪表上的窗口 (1) 会显示数字“1”。

操作要求：无。此仪表在皮托管无故障情况下会一直持续工作（如果主皮托管故障，请用皮托管切换手柄（CU44）切换到备用皮托管）。

受其他系统故障影响：主皮托管故障。通常原因是皮托管结冰。

气压高度表

气压高度表 (VDI-30K) 用于测量飞机的气压高度（最高 30 公里）。短的指针 (2) 指示的数字单位是公里（内侧刻度），长的指针 (1) 的单位是 10 米。飞行员可用按钮 (6) 在窗口 (5) 按需要设置合适的气压值。

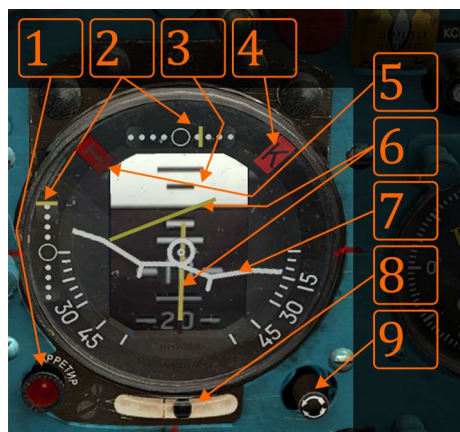




操作要求：无。此仪表在皮托管无故障情况下会一直持续工作（如果主皮托管故障，请用皮托管切换手柄（CU44）切换到备用皮托管）。

受其他系统故障影响：主皮托管故障。通常原因是皮托管结冰。

姿态指示器



姿态指示器 - ADI (KPP-1, 或者通常被称为 AGD) 用来显示飞机当前的姿态：坡度 (7)、俯仰 (3) 以及侧滑 (8)。当 RSBN 被选作无线电导航信号并且 RSBN 基站在有效距离内时，仪表上的 RSBN/PRMG 方位指针 (6) 将会出现。仪表同时包含 PRMG (苏式 ILS) 备用指针 (2)，用来显示飞机相对定位信标以及下滑道的位置。如果需要可通过按钮 (1) 重置 KPP 的陀螺仪。在重置过程中，飞机必须保持水平无侧滑直线飞行（用其他仪表来辅助控制此时的飞行）。重置通常需要 3~4

秒，并伴有告警灯提示。旋钮 (9) 用来把俯仰归零（通常起飞前调整）。

操作要求：用于 NPP、SAU、雷达和 KPP 的第一陀螺仪开关 (RH56)、用于 DA-200、NPP、SAU 和雷达的第二陀螺仪开关 (RH55) 以及 KPP 主/备用电源开关 (RV21)（向上：主；向下：备用）可以处于任意位置。正常情况必须使用主 KPP。

受其他系统故障影响：除非整个供电系统故障。

预防措施：其他一些系统会使用 KPP 的状态来计算参数（比如自动驾驶）。如果 KPP 在多次重置后没有正常工作，请切换到备用仪表。

航向指示器



航向指示器 (NPP) 用来显示当前飞机的磁航向、选中的 NDB 或者 RSBN 基站的方位 (9：指针尾部)、预定航向或径向 (6：指针头部，通过旋钮 5 设置)、定位信标 (3：K 标记) 以及下滑道信号 (8：G 标记) 可用指示、飞机相对定位信标和下滑道的位置 (中部白色指针) 以及建立降落航线需要的相对角度 (7) 和相对航向系统 (2)。因为 NPP 是依靠陀螺和地磁的仪器，所以必须根据地球磁场

做调整。你可以通过按住 NPP 磁航向修正按钮 (CM95) 来调整：你会发现罗盘的刻度盘在



转动调整，当调整停止后，你可以释放 CM95 按钮。通常情况，你只需在滑行前做一次调整。

指针（9）（带圆环一头）指向选中的基站。如果 RSBN 被选中（正确设置 RSBN 导航频道选择旋钮（LV24）和 RSBN/ARC 模式切换开关（LV8）），飞机距离 RSBN 基站的距离将会在 RSBN 距离指示器（CM43）上显示。飞行员通过按钮（5）可以预设航向（比如跑道着陆航向或到下一个路径点航线的航向）。指针（6）会偏转到飞行员输入的预定航向上。当 PRMG 工作且机载设备已接收到信号时，标记（3）和（8）旁的白色小窗口会变黑色。如果出现任何异常（比如较弱的、不稳定的信号，或者超过信号接收范围），至少一个窗口仍保持白色的。当处于 PRMG 模式，飞行员根据定位信标和下滑道指针（NPP 正中）来让飞机处于正确的进场降落航线上。在目视飞行规则的气象条件下，或者在不熟悉的机场上空，飞行员可以基于机场的 RSBN 信号配合使用标记（7）来跟随降落航线飞行。更多关于 RSBN/PRMG 的使用请参考 [导航](#) 章节。标尺盘（1）可以给飞行员提供精度为 10 度的刻度用于快速确定相对方位。



操作要求：用于 NPP、SAU、雷达和 KPP 的陀螺仪开关（RH56）、用于 DA-200、NPP、SAU 和雷达的陀螺仪开关（RH55）、ARC 电源开关（RV17）、RSBN/PRMG 电源开关（RV20）、NPP 电源开关（RV22）、用于地磁同步（如果需要）的 NPP 磁航向修正按钮（CM95）以及修正 RSBN 设置（RSBN 导航频道选择旋钮（LV24））和 ARC 设置（ARC 频道选择旋钮（RV8））。

受其他系统故障影响：只在供电系统故障，陀螺仪故障或者磁感应器故障（少见）会导致航向指示故障或者不稳定。RSBN，PRMG 和 NDB 信息可能因为相应系统不正常工作而无法正确显示或者丢失。任意一种情况下，指针 9 都会停留在向右 45 度方向上，表明无线电导航（ARC 或/和 RSBN）不工作。飞行员可以通过监听电台来判断系统是否工作。如果正常工作，你可以听到基站发送的对应的摩尔斯码，否则耳机里只能听到噪声。

预防措施：起飞前须仔细检查 NPP。在跑道上检查航向指向（对比指针和跑道航向）。使用 NPP 磁航向修正按钮（CM95）让表盘刻度和地磁场匹配。在地面时检查 NDB 和 RSBN 信号。调试至少 2 个范围内的基站信号，并等待指针指向对应位置以及监听摩尔斯码。如果指针（9）停在向右 45 度位置，须确认听到的摩尔斯码，或（如需要）比较其他信息来确定 NPP 是否正常工作。

垂直速度表

垂直速度表（DA-200）可以提供 20 米/秒以内精确的垂直速度值以及 20~200 米/秒之间的大概数值。侧滑球（2）可以显示侧滑方向。转向指示器（3）将显示转弯率，并当指示空





速为 500 公里/小时的时候，该指针可以用来指示坡度（最大为 45 度，每刻度 15 度）。这个功能的作用是当 KPP 故障时，用以取代 KPP 并帮助建立安全的降落航线。

操作要求：对于转向指示器，必须开启用于 DA-200、NPP、SAU 和雷达的陀螺仪 开关（RH55）。此仪表在主皮托管无故障情况下会一直持续工作，如果主皮托管故障，使用皮托管切换手柄（主要/备用）（CU44）切换至备用皮托管。

受其他系统故障影响：主皮托管或 1 号陀螺仪（仅转向指示器）的故障。通常由于主皮托管结冰。其他原因包括仪表浸水和密封（空气密封）故障。

真空速表和马赫数表



宽指针 1 用于指示大于 0.6 马赫的马赫数。细指针 2 用于指示大于 600 公里/小时的真空速（0.6 刻度；700 公里/小时对应 0.7 刻度，以此类推）。

操作要求：无。此仪表在主皮托管无故障情况下会一直持续工作，如果主皮托管故障，使用皮托管切换手柄（主要/备用）（CU44）切换至备用皮托管。

受其他系统故障影响：主皮托管故障。通常原因是皮托管结冰。

无线电高度表



无线电高度表显示了飞机距离地面的高度（AAG），最大显示数值为 600 米。当俯仰和坡度小于 20 度时，高度的测量只考虑机腹到地面的距离。对于飞行员来说有个显示距离地面高度（AAG）的仪表是个好事。飞行员可以使用无线电高度表最小高度设置旋钮（CL69）来设定低空告警高度或将其关闭。如果选择了有关模式（低空平飞模式），自动驾驶系统会防止飞机的离地高度掉至设置的数值以下。飞行员可以通过自动驾驶低空平飞模式开关（LV56）来开启或关闭这个自动驾驶功能。当起落架被放下时，低空平飞模式（自动驾驶功能）将不可用。除此以外，当俯仰和坡度大于 ± 20 度时，此模式也将无法正确工作。

操作要求：无线电高度表 电源开关（RV19）；如果开启自动驾驶低空模式开关（LV56），则需设置无线电高度表最小高度设置旋钮（CL69）。



受其他系统故障影响：直流发电机故障时将会失效。

预防措施：如果开启低空平飞模式（相比平飞模式有优先权），飞机改平的过程可能会有些生硬或剧烈。

过载表



过载表指示了飞机当前的过载（1）和飞行中达到过的最大/最小过载值（3）。最大和最小过载可以使用按钮（4）进行复位。这是个非常重要的仪表，尤其是飞机带有外部挂载时用来帮助飞行员控制过载值，避免挂载脱落进而损坏机身或编队中其他飞机，或对地面民用建筑及居民造成损伤。

操作要求：无。

受其他系统故障影响：无。

预防措施：无。

迎角指示器



UUA-1 用于显示飞机当前的迎角（AoA）（3）。当指示空速大于 100 公里/小时并且襟翼收起时，读数是准确的。当襟翼放下时，仪表读数比实际小 2~3 度。黄-黑区间（2）表示最佳性能区间（迎角可操纵性），红-黑区间（1）则表示危险迎角区间（临界迎角为 33 度，如果超过会造成飞机失速，并可能进入尾旋）。迎角小于 28 度时飞行员可以在任何高度速度下进行安全的机动动作（除非存在其他限制，比如负过载限制）。

当迎角达到危险数值并接近临界迎角时，SUA（迎角告警指示灯（CU32））会亮起。SUA 点亮的快慢会根据到迎角达临界值的速度而改变：迎角增加越快 – SUA 越早亮起（最早会在迎角为 22 度时亮起）。

操作要求：无。

受其他系统故障影响：直流发电机。

预防措施：无。



ARU-3VM 指示器



ARU 是控制操纵杆杆量与水平尾翼作动比例的设备（自动俯仰传动比控制器）。ARU-3VM 指示器显示了受高度-速度影响的 ARU 指针的当前刻度。速度刻度（1）和高度刻度（2）用于粗略评估 ARU 系统是否工作正常。比如，如果速度小于等于 450 公里/小时，ARU 应该在“长臂端”（指针偏向最左侧：最大平尾偏转可用）；或者当速度大于 850 公里/小时，指针应在“短臂端”（指针偏向最右侧：有限平尾偏转可用）。高度规则和速度相反（高度越高，力臂越长）。ARU 会根据指示空速和高度以复杂的方式综合计算，并且大部分时间指针不会在两边极端位置。ARU 默认为自动工作模式；如果需要，飞行员可以将它切换至手动模式。

操作要求：当 ARU 工作正常时，ARU-3VM 工作模式 切换开关（LV27）应该在 自动 档位。

受其他系统故障影响：ARU 基本不会失效，但也有故障可能（极为罕见）。这种情况下，飞行员应立即降低指示空速，使用 ARU-3VM 工作模式 切换开关（LV27）切换 ARU 至手动模式，并使用 ARU-3VM 控制开关（LV29）和 ARU 指示器，将 ARU 指针根据当前指示空速设置在适当位置。比如，如果指示空速是 600 公里/小时，飞行员应将指针调至外层刻度 6 的位置，同时放弃任务并执行应急着陆。

预防措施：在着陆前或飞行高度大于 7000 米时，ARU 应该在“长臂端”（指针偏向最左侧）。ARU 故障 – 尤其是彻底失效，包括无法手动控制 – 是极其危险的：两个最危险的情况是在平尾受限时着陆（飞机失控、硬着陆或坠毁），和飞行中平尾响应过度（飞机响应过度，危险过载和绕 Y 轴不可控振荡）。

鼻锥位置指示器



鼻锥位置指示器（UPES-3）用于显示鼻锥当前位置对于最大伸出位置的百分比（白色指针）。当鼻锥自动控制系统故障时，飞行员可以使用 鼻锥控制 切换开关（LV07）切换至手动模式，并使用旋钮（3）转动黑-白（空心）指针（2）来设置适当的鼻锥位置。当飞行员转动指针（2）时，白色指针（1）将会跟随移动，表明鼻锥正在移动至预设的位置。如果进行手动控制，飞行员需要根据下表调整鼻锥位置：



表 6.1 :

着陆 (起落架放下)	速度小于 1.4 马赫	速度 1.4~1.6 马赫	速度 1.7 马赫	速度大于 1.8 马赫
0%	20%	25%	35%	40%

操作要求：打开鼻锥电源开关（RV14），设置鼻锥控制 切换开关（LV07）到“自动”模式。

受其他系统故障影响：PO-750 1 号电流逆变器故障：此时鼻锥会全部伸出，并可能会导致以下情况发生，比如发动机声音改变、推力降低、振动和压气机喘振。这种情况下飞行员应首先读取飞机马赫数，然后使用旋钮（3）调整黑-白指针（2）至适当位置，最后切换 鼻锥控制切换开关（LV07）至“手动”模式。这之后，飞行员应该放弃任务并且进行应急着陆。在释放起落架前，降低指示空速至 500 公里/小时，然后设置鼻锥至缩回位置（0%）并放下起落架。记住鼻锥故障的处理可能因其他故障影响，比如发动机喷管故障（推力损失导致很可能只有一次着陆的机会），而变得复杂。

预防措施：当起落架放下时，鼻锥控制暂时停止工作：当飞机在地面且起落架放下时，飞行员可以按住 LV50 按钮数秒以检测鼻锥功能。这种情况下，鼻锥将开始移动。这种操作的时间应该尽可能的短，因为鼻锥伸出较长时间可能会导致发动机喘振。起飞并收起起落架后，飞行员应注意鼻锥是否正常伸出。

机械装置指示仪



机械装置指示仪（PPS）用于显示起落架，襟翼以及减速板的状态。告警灯（LV45）红灯亮表明襟翼已放下而起落架则处于收起状态，同时文字提醒“放下起落架”（系统认为飞机准备着陆）。LV48 绿色亮起表明襟翼已放下。LV49 显示减速板已完全打开。

操作要求：无。

受其他系统故障影响：除非整个供电系统故障。

预防措施：无。



襟翼控制面板



襟翼控制面板用于襟翼操作并间接显示襟翼当前状态。按钮（LV68）用于收起襟翼，按钮（LV67 和 LV66）则分别用于放下襟翼到起飞位（25 度）和着陆位（45 度）。按钮（LV69）用于把所有按钮都至于抬起位置（当飞机没被使用时，用于释放按钮弹簧。此功能游戏中未实现）。

操作要求：无。

受其他系统故障影响：除非整个供电系统故障。

预防措施：无。

无线电台控制面板

无线电台控制面板提供 20 个预设的无线电通讯频道（编号 0~19，0 号是第 1 个频道）。你可以通过向任意方向旋转十字形的旋钮 RV13 来切换频道。选中的频道将显示在小窗口中（RV12）。开关 RV10 用来在（仅）无线电台和无线电台加 NDB 基站（罗盘）之间选择声音信号来源。开关 RV11 用于噪声消除：如果当接收远距离信号有困难时，飞行员可以取消噪声消除以提高接收信号的能力。虽然能更好的收听到远距离基站发送的信号，但是背景噪音将一直存在。

操作要求：开启无线电台电源（RV17）。

受其他系统故障影响：PO-750 1 号电流逆变器故障或者无线电台自身故障。飞行员可以通过所有频道上信号的消失以及发送消息时，飞行员耳机里没有听到任何消息来发现无线电台的故障。如果 PO-750 1 号电流逆变器故障，并同时发现无线电台、ARC、发动机燃油压力表、鼻锥伸出以及油量表故障，飞行员需要开启应急电流逆变器电源开关（RH54）。

预防措施：无线电台需要 5~10 秒的时间预热以便最高效地工作。

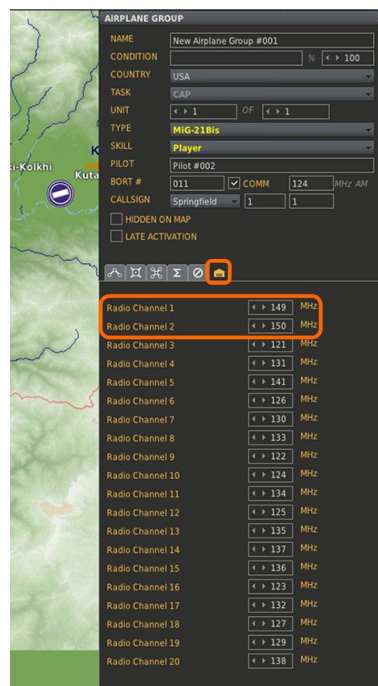




无线电台设置和使用

通过 RV17 开关可以开启无线电台。当这个开关处于向下的位置时，飞机的无线电台会作为对讲机使用。这种模式下，你可以和地勤人员通话，比如要求修理飞机，或者加油，或者给飞机挂载武器。其他情况下，你应将开关拨到向上位置来开启无线电台。使用时，你必须知道应该选用哪个频道才能从需要的基站（比如塔台、地面控制拦截站、空中预警指挥系统或者其他机群）接收或发送消息。

因为你会经常和塔台联系，所以所有频道已经预设好了大部分塔台（黑海地图）的通信频率。如果你打算查看 20 个频道对应的频率，打开地图编辑器，然后在地图上放置/选择一架 MiG-21BIS，然后点击右边的无线电台的标签。在这里，你可以任意设置每个频道的频率，最好是修改那些你将不会在任务中联系的塔台的频道。建议使用最开始的两个频道（0 和 1），因为它们没有预设任何塔台的频率。



在游戏中，你可以通过膝板查看预设的塔台频道。打开（右 Ctrl + 上）膝板后，往左翻页（右 Ctrl + 左）直到你看到“Radio channels（无线电频道）”的页面。

无线电台的使用距离受多种因素限制。作为参考，最大机载无线电台的作用距离在 200~250 公里。

ARC 主控面板

注意：ARC 的使用详见 [导航](#) 章节（*MiG-21BIS 无线电导航*）。

ARC 主控制面板可以预设 9 个 NDB 基站电台频率。飞行员使用相应的频道选择按钮来选择相应的 NDB 电台。带夜间背光的小窗口会显示当前频道号码。实际中，有个类似的控制面板位于机头的 ARC 电台上，当地勤人员预设频道频率的时候，他将通过在机头的控制面板的按钮取得 ARC 电台控制权，然后飞行员可以通过座舱里的这个按钮（1）取回面板控制权（游戏中暂不可用）。为了能收听到 NDB 摩尔斯码（基站标识），飞行员应使用无线电/罗盘声音切换开关（RV10）（参见 [无线电台控制面板](#)）。摩尔斯码的音量由 ARC 声音控制旋钮（RV72）控制。紧急情况下，可以通





过从“COMPASS（罗盘）”切换至“ANTENNA（天线）”模式，使得 ARC 作为无线电台接收装置使用（无发送功能）。

操作要求：ARC 电源开关（RV17）开启，ARC 声音控制旋钮（RV72）、无线电/罗盘声音切换开关（RV10）切换至“COMPASS”模式。

受其他系统故障影响：PO-750 1 号电流逆变器故障或 ARC 自身故障。ARC 故障时 ARC 指针固定在向右 045 度，并且无论选择任何 NDB 电台时都无法收听到摩尔斯码。如果 PO-750 1 号电流逆变器故障，可以通过无线电台、ARC、发动机燃油压力表，鼻锥伸出和油量表的的同时失效来辨别，这时飞行员应打开应急电流逆变器电源开关（RH54）。

预防措施：ARC 需要 5~10 秒进行预热。起飞之前，飞行员应通过选择至少一个信号范围内的最近基站，并检查 ARC 的指针指向和收听对应的摩尔斯码，来检测 ARC 的可靠性。随着飞机高度的增加，RSBN 基站有效距离会增大，但同时会受障碍物（丘陵或山）的严重影响。

RSBN/PRMG 控制面板

注意：RSBN/PRMG 通过游戏里的机场主跑道位置及方向来实现导航和着陆的计算以及相关信息在仪表上的显示。更多关于 RSBN/PRMG 的原理和使用可参见 [导航章节（MiG-21BIS 无线电导航）](#)。



旋钮 23 用于 RSBN 的频道选择，旋钮 26 用于 PRMG 的频道选择。（19）和（20）指示灯会在适当的信号（导航和降落）被捕获时亮起。如果信号过弱或飞机超出地面基站信号范围，一个或者全部的信号灯会熄灭。音量控制旋钮（17）被用来调节收听到的 RSBN 基站的摩尔斯码的音量。除了这些控制旋钮，按钮 LV31 可以发射测试信号至 RSBN 和 PRMG 接收器：当 RSBN 检测按钮（LV31）被按住时，NPP 上的 ARC/RSBN 指针将指向方位角 177 度，RSBN 距离指示器（CM43）将显示 199 公里。在 RSBN 检测按钮（LV31）被释放后，各仪表恢复至正常工作模式。当同时使用 ARC 和

RSBN 时，飞行员需要操作 RSBN/ARC 模式切换开关（LV8）来让 NPP 上的对应指针选择指向的基站（ARC 或 RSBN）。不同模式并不会影响 RSBN 距离指示器（CM43）的显示，当 RSBN 接收器开启并能捕获信号时，它将总是指示飞机到 RSBN 基站的距离。RSBN/PRMG 工作模式切换开关（CV11）可以选择 RSBN 接收器的工作模式。飞行员可以在下列三种模式中选择：穿云（下降）、导航和降落。更多关于这些模式的信息可参见 [导航章节（MiG-21BIS 无线电导航）](#)。



操作要求：RSBN/PRMG 电源开关（RV20）、KPP 电源开关（RV21）、NPP 电源开关（RV22）、RSBN/ARC 模式切换开关（LV8）切换至“RSBN”，RSBN/PRMG 工作模式切换开关（CV11）切换至适当位置。

受其他系统故障影响：PO-750 1 号电流逆变器故障或 RSBN/PRMG 系统故障。如果 PO-750 1 号电流逆变器故障，可以通过无线电台、ARC、发动机燃油压力表，鼻锥伸出和油量表的同时失效来辨别，飞行员此时应启动应急电流逆变器电源开关（RH54）。RSBN/PRMG 的部分失效可能是由于未能截获无线电信号（19 和 20 指示灯灭），未能收听到基站的摩尔斯码，指针故障（NPP 指针随机转动或固定指向右 45 度）和 RSBN 距离指示器（CM43）距离指示卡住。PRMG 故障可通过 NPP 定位信标和下滑道信号可用指示的不稳定状态，或可用指示直接表明无信号（可用指示显示白色）来识别。

预防措施：RSBN/PRMG 需要 5~10 秒进行预热。起飞之前，飞行员应通过选择至少一个信号范围内的最近基站，并检查 RSBN/ARC 的指针指向和收听对应摩尔斯码，来检测 RSBN 是否正常工作。随着飞机高度的增加，RSBN 基站有效距离会增大，但同时会受障碍物（丘陵或山）的严重影响。

注意：RSBN/PRMG 基站的信号范围取决于飞机的高度和距离。通常来讲，在地面时你只能检测到与起飞机场最近的基站的信号。在一定高度时可以接收到远处基站的信号。当飞机靠近山脉，或和地面基站连线之间存在其他障碍物时，信号可能会被干扰。这些干扰可能非常小，也有可能导致信号的丢失。

自动驾驶控制面板

AFCS（SAU，通常简称自动驾驶或者缩写为“AP”）控制面板包括主要的 SAU 控制（有两个控制按钮则在飞行员操纵杆上：开启自动驾驶平飞模式按钮（PS3）和断开自动驾驶按钮（PS4））。当开启自动驾驶，平飞模式会在任何高度下将飞机转为水平飞行。【注意】平飞模式并不是任何时候都可用。两个带亮灯按钮：自动驾驶 半自动降落模式带亮灯按钮（LV51）和自动驾驶 自动降落模式带亮灯按钮（LV52）分别开启 SAU RSBN/PRMG 的“半自动”和“自动”降落模式。这两个模式是相互排斥的（不能同时被开启）。飞行员可以按下 断开自动驾驶降落模式按钮（LV54）来断开 SAU 上激活的自动驾驶降落模式（LV51 或 LV52）。当飞行员使用配平并且松杆时，可以按下自动驾驶稳定模式带亮灯按钮（LV53）开启 SAU 的“稳定”模式（通过过滤操纵杆输入）来抑制飞机的震动以及稳定飞机当前的姿态。此时，SAU 会稳定飞机的航向和俯仰（如果坡度小于 10 度）或者坡度和俯仰（当坡度大于 10 度）。飞行员可以按下断开自动驾驶按钮



断开自动驾驶按钮（PS4）。当飞行员使用配平并且松杆时，可以按下自动驾驶稳定模式带亮灯按钮（LV53）开启 SAU 的“稳定”模式（通过过滤操纵杆输入）来抑制飞机的震动以及稳定飞机当前的姿态。此时，SAU 会稳定飞机的航向和俯仰（如果坡度小于 10 度）或者坡度和俯仰（当坡度大于 10 度）。飞行员可以按下断开自动驾驶按钮



(PS4) 来断开 “稳定” 模式。当使用自动驾驶平飞模式按钮 (PS3) 开启平飞模式，自动驾驶平飞指示灯 (LV55) 将会亮起。飞行员可以通过断开自动驾驶按钮 (PS4) 断开此模式。自动驾驶低空模式开关 (LV56) 用于开启或断开 SAU 的低空平飞模式。

操作要求：自动驾驶仪电源开关 (RV23)、自动驾驶仪俯仰通道电源开关 (RV24) 以及与 KPP、NPP、无线电高度表和 RSBN/PRMG 有关的开关 (对于基本功能非必要条件)。

受其他系统故障影响：所有与 KPP、NPP、无线电高度表、液压系统和 ARU-3VM 有关的故障，以及 SAU 本身的故障。当这些故障发生时必须关闭 SAU 以防止坠毁危险。

预防措施：SAU 故障是不具备危险性，除非在近进或着陆过程中。如果飞行员怀疑 SAU 可能发生故障，应该首先断开自动驾驶 (PS4) 或按下 SAU 面板上的断开自动驾驶降落模式按钮 (LV54) 或者自动驾驶低空平飞模式开关 (LV56) 来断开当前 SAU 的模式。如果情况没有改善，那么问题可能不是由 SAU 导致的。当然，飞行员可以使用自动驾驶仪电源开关 (RV23) 和自动驾驶仪俯仰通道电源开关 (RV24) 来完全关闭 SAU。

发动机和飞控相关仪表及控制面板

发动机转速表

发动机转速表通过发动机工作产生的电能来驱动并指示指针位置。它的显示范围是 0~110%，表明当前转速 (转/分钟) 相对发动机最大允许转速的比例。两个指针 (1 和 2) 分别表示 RPM1 (低压压气机) 和 RPM2 (高压压气机) 当前的转速。低压和高压压气机转速有差别是正常的，并且差别随着总的转速的提升而减小。通常，RPM2 转速比 RPM1 高，但 RPM1 用于设定合适的发动机状态。手册中，你也许会发现如下的描述 “85% RPM” 。如果没有特别说明，RPM 通常指 RPM1。



操作要求：无

受其他系统故障影响：直流电源：如果没有任何直流供电情况下将停止工作。

预防措施：仪表外圈被分段涂成蓝色、黄色和红色。【注意】RPM1 不允许超过 103.5%，而 RPM2 不允许超过 107.5%。



发动机排气温度表



发动机排气温度表（EGT）用于显示排气温度（摄氏度）。通常不开加力情况下，温度最高到 780 摄氏度，开加力情况则到 850 摄氏度。这些最高温度的极端情况很少出现。通常飞行中，开启加力后，温度大约在 740~750 摄氏度。

操作要求：无。

受其他系统故障影响：如果 PO-750 2 号电流逆变器故障。直流发电机故障会引起 PO-750 2 号电流逆变器失效。这里没有能用于替代 PO-750 2 号的应急电流逆变器，所以一旦 PO-750 2 号电流逆变器故障，排气温度将不会显示在 EGT 上。

预防措施：无论如何排气温度都不能超过 850 摄氏度。

油量表和燃油状态信息面板

油量表显示总的剩余油量（升）。旋钮（2）用于设置初始油量（起飞前设置）。如果燃油供给系统故障，比如机翼油箱的燃油因为某些原因无法使用，油量表显示的数值将会高于实际能使用的量。因此，燃油系统面板（RV69）以及外部挂载信息面板（CL65）会根据下表来显示剩余油量（按图的箭头顺序）：

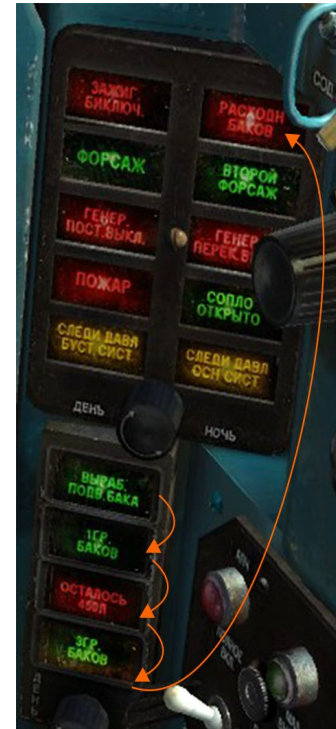


表 6.2：

信息和灯光颜色	来源	含义
“机翼油箱空”	T-8 (CL65)	飞机带有机身油箱，且剩余油量 3200~3000 升 如果飞机没有携带机身油箱，且剩余油量 2700~2500 升
“机腹油箱空”	T-4 (RV69)	飞机携带机腹油箱，且剩余油量 2700~2500 升 飞机没有携带机腹油箱，且剩余油量 2700 升
“一号油箱组”	T-4 (RV69)	一号油箱组空，关闭一号油箱组油泵（RH59）；剩余油量 700~1000 升
“450 升燃油剩余”	T-4 (RV69)	最小油量，仅够 12 分钟飞行，立即着陆，剩余油量 450~550 升



“三号油箱组”	T-4 (RV69)	三号油箱组空，关闭三号油箱组油泵（RH57）；仅够大约 7 分钟飞行，立即着陆，剩余油量 250~350 升
“分配油箱”	T-10 (RV70)	没有燃油引起的低燃油压力；发动机可能随时停车

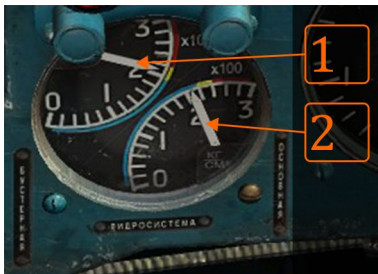


操作要求：起飞前合适的油量设置。

受其他系统故障影响：如果 PO-750 2 号电流逆变器失效。直流发电机故障会引起 PO-750 2 号电流逆变器失效。这里没有能用于替代 PO-750 2 号的应急电流逆变器，所以一旦 PO-750 2 号电流逆变器故障，飞机将失去燃油供给。但是，告警灯正常工作。

预防措施：如果油量表故障，在计算燃油消耗率的时候，不开加力下大约 40 升/分钟。

液压表



液压表显示主液压和作动液压系统的液压值。主液压系统（2）给鼻锥、发动机压气机、发动机压气机防喘振门、起落架、襟翼、减速板、发动机喷口、平尾液压助力、起落架收起后的机轮刹车、维修门以及当控制液压系统故障时，给副翼液压助力操作提供液压。作动液压系统（1）给平尾液压助力以及副翼液压助力提供液压。任何一个液压系统的液压值降至

160~175 千帕/平方厘米，T-10（RV70）上的告警灯会亮起。

操作要求：无。

受其他系统故障影响：PO-750 2 号电流逆变器故障。直流发电机故障引发 PO-750 2 号电流逆变器故障。飞机没有任何可以替代 PO-750 2 号的应急电流逆变器，因此当 PO-750 2 号电流逆变器故障，燃油压力表将无法工作，但是告警灯仍然会正常工作。

预防措施：当遇到任何液压故障时，取消任务并着陆。如果主系统液压下降，此时最好降低飞机指示空速并放下起落架做应急着陆准备。如果液压过低（110 千帕/平方厘米以下），必须使用应急释放系统放下起落架（详情请看 [应急措施](#) 章节）。而且这种情况下，襟翼和减速板将无法使用。鼻锥会完全缩回，发动机喷口也会完全打开，并且将严重降低推力和发动机工作的稳定性。这种紧急情况需要特别认真对待。



电压表

电压表显示直流系统的供电电压。飞机电池的初始电压应该在 22.5~24.5 伏之间。而直流发电机的供电电压是 28.5 伏。如果直流发电机故障，供电电压会缓慢下降。请参考 [应急措施](#) 章节获取有关直流发电机故障的详细信息。



操作要求：无。

受其他系统故障影响：除非整个供电系统故障。

预防措施：如果直流发电机故障，你还可以继续飞行 15 分钟（取决于机载电池容量）。

燃油压力表



发动机的燃油压力表显示当前发动机的供油油压。正常的发动机燃油压力是 3~4 千帕/平方厘米。当发动机供油油压低于 1 千帕/平方厘米，或者在燃油里检测到金属琐屑，告警灯（CM54）将亮起。金属琐屑会导致严重的发动机问题，并可能导致整个发动机故障以及可能出现的



停转现象。

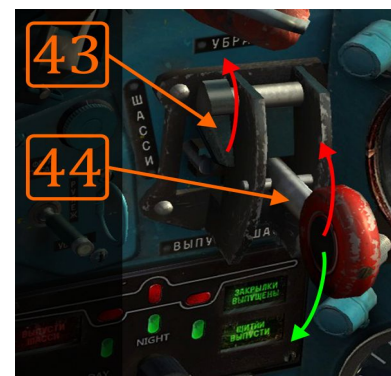
操作要求：无。

受其他系统故障影响：PO-750 2 号电流逆变器。直流发电机故障引发 PO-750 2 号电流逆变器故障。飞机没有任何可以替代 PO-750 2 号的应急电流逆变器。因此当 PO-750 2 号电流逆变器故障，燃油压力表将无法工作，但是告警灯仍然会正常工作。

预防措施：当遇到低燃油压力时，取消任务并着陆。尽可能降低发动机转速并在最近的友军机场降落。

起落架手柄

DCS MiG-21BIS 一个重要特点是它的起落架手柄带有上锁功能，可以防止当飞机在地面时，飞行员因误操作而收起起落架。当你开启一个任务时，LV43 会在上锁位置以防止误操作时向上扳动起落架手柄。当你准备收起起落架时（起飞后），你需要先把 LV43 扳到上面的位置。LV43 处于上锁位置并不

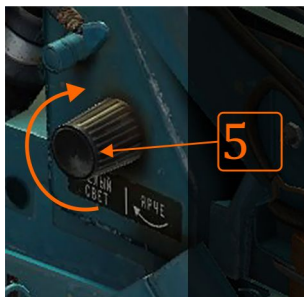




阻碍扳动起落架手柄到中部和下部的位罝。中部位罝的重要性：当你收起起落架，压缩空气会被用来刹住机轮。因此当你收起起落架后，请把起落架手柄放到中部位罝，以防止压缩空气继续消耗。如果你忘记了，那么很有可能在飞行过程中，压缩空气将会被逐渐消耗。以至于等飞机着陆后，你可能将无法使用刹车和减速伞，因为这两个设备同样需要压缩空气。

飞机灯光

座舱灯光

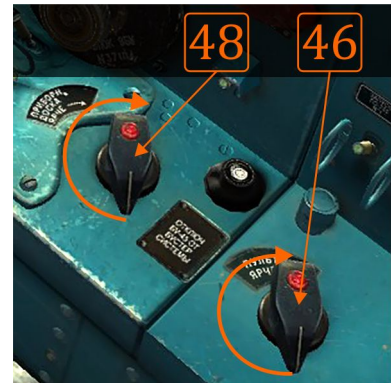


所有座舱灯光控制都在右侧控制面板上。其中控制座舱照明的有 4 个旋钮。通过旋钮 RH46 和 RH48，你可以控制前仪表板上的仪表照明（48）和文本照明（46）。旋钮 RV5（5）控制右侧垂直面板的白色照明灯（启动时使用）。白色灯光并不适合夜晚飞行，因此当你完成启动并开启红色照明灯后，你需要把白色照明灯关闭。最后，RH68 旋钮用来控制红色照明灯。这些灯被用于夜间飞行时座舱

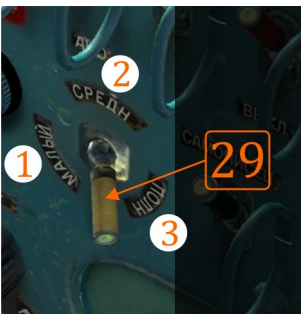
的基本照明。



除此以外，你还将配备一个手电筒。这个功能可能会在一片漆黑的环境下有用，特别是进行冷启动时。手电筒的默认快捷键是 **右 Ctrl + L**。



机身灯光



机身灯光包括航行灯和着陆/滑行灯。航行灯（又称编队灯）的控制开关在右侧垂直面板上（RV29）。它有四个旋钮位：中间（关闭）、位置 1（最小强度灯光）、位置 2（中等强度灯光）以及位置 3（最大强度灯光）。

着陆/滑行灯开关（LV40）在起落架手柄旁边。它有三个开关位：1（关闭）、2（滑行）以及 3（着陆）。**注意：DCS MiG-21BIS 带有可收放的着陆/滑行灯。如果你忘记收起它们，当飞机指示空速大于 700 公里/小时，着陆/滑行灯将会损坏。**因此，当你收起起落架的同时，请收起它们。





信号和告警灯组

MiG-21BIS 配备许多告警指示灯。它们大部分都按功能（以类似“表格”的样式）布置在一起。这些灯组在座舱的位置取决于它们的优先级：灯组的位置越高，它所表示的告警信息就越重要。

信号灯有三种颜色：红色（告警或非常重要的信息）、橙色（需要飞行员关注的，例如液压下降）以及绿色（只需简单记录的普通信息）

信号灯可能持续闪烁或者亮起/熄灭，这取决于它们监测的系统状态。

表 6.3：T-10 灯组（上）和 T-4 灯组（下）位于右侧垂直面板（参考按钮 RV70）。T-10 灯组显示各种高优先等级的信息，而 T-4 灯组显示燃油状态信息。大部分时间里，你将会关注这两个灯组。



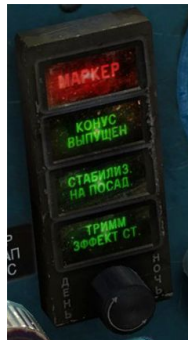
发动机启动	分配油箱 空 (意味着燃油压力过低或只剩 80 升燃油)
发动机一级加力	发动机应急加力
直流发电机故障	交流发电机故障
发动机起火	喷口打开
作动液压系统压强	主液压系统压强



机腹油箱 空
一号油箱组 空
剩余 450 升燃油
三号油箱组 空



表 6.4： T-4 灯组 (CM57)。高优先等级。需要飞行员在飞行中经常查看。大部分只需注意灯是否亮起，以便获知飞机系统是否工作正常。



信标 (当飞过任何一个着陆机场的 NDB 基站上空时亮起)。闪烁的同时响起摩尔斯码嘟嘟声 (大约 3 秒)
鼻锥伸出 表明鼻锥正常工作。通常鼻锥只在起落架放下时才能缩回。
平尾最大偏转状态 此灯亮起，表明 ARU 系统处于低速下的平尾转动 (最大范围) 设置。如果飞机指示空速大于 450 公里/小时，此灯亮起，表明飞机 ARU 系统故障 (已损坏)。
配平回中 (调零) 表明配平按钮在回中位置

表 6.5： T-4 和 T-8 灯组显示武器相关信息。低优先等级。大部分属于只需稍微检查的程度。你需要查看这些信号灯来确认炸弹已经被投掷或者 UB 发射器已经空了。



挂架 3 火箭巢空	机翼副油箱空	挂载机腹油箱
挂架 1 火箭巢空	挂架 1 内侧	挂架 2 内侧
挂架 2 火箭巢空	挂架 3 外侧	挂架 4 外侧
挂架 4 火箭巢空	助推火箭 左侧	助推火箭 右侧





7. 起飞和降落

注意：除了手册所介绍的内容，DCS MiG-21BIS 还将提供一系列关于地面操作、起飞和降落的交互式训练任务。请在进行任务前仔细阅读本章节。

启动发动机和机载系统

MiG-21BIS 的发动机和机载系统启动速度是众多飞机中最快的之一。通常状况下，发动机启动最多需要 45 秒（一般 35~40 秒），机载设备的启动和检查另需最多 2 分钟。紧急情况下，飞机可以在飞行员进入座舱后 1 分钟内完成起飞准备。

启动步骤会以如下列表的形式加以说明：

表 7.1：

开关或动作	位置	注意事项	座舱标识
文字	编码	文字	文字或图片

开关或动作 – 表示要拨动的座舱开关或者飞行员要执行的操作

图片 – 开关、操纵杆等的截图

位置 – 以双字母编码加数字形式表示开关、仪表等的位置

注意事项 – 操作或与当前操作有关的重要注意事项的补充解释

座舱标识 – 如果需要，会以图片或/和文字的形式注释与当前操作相关的座舱标识。

你需要学会并保证每次一致的启动步骤。请记住，启动步骤是起飞准备中最重要的一环。此过程中任何一个错误都将可能导致花费更长的时间来完成启动，或者导致启动失败并让机载设备承受了不必要的损耗，或者引发起飞或飞行中的意外。

正是因为 MiG-21 的快速启动能力，它总是在紧急事态的最后时刻才被派遣：通常早期预警人员直到最后一刻才会决定让 MiG-21 战斗机紧急起飞。这总是让那些准备在启动滑行阶段稍作放松的 MiG-21 飞行员“疲于奔命”，以弥补预警人员所损失的时间。有时候，这种情况会导致机载系统的故障以至于任务的终止。如此反复，MiG-21 的飞行员总结到：“你没法弥补其他人浪费的时间。所以说根本不用跑！”



表 7.2 : 启动步骤。打印此表。

开关或动作		位置	注意事项	座舱标识
俄文	中文			
ЗАПУСК ПО -750 No.1	开启 PO-750 1 号 电流逆 变器	RV43	启动前打开开关。	
ЗАПУСК ПО -750 No.2	开启 PO-750 2 号 电流逆 变器	RV42	启动前打开开关。	
ОБОГРЕВ АККУМ	开启 电池加热	RV41	启动前打开开关。	
АККУМ	直流 电池	RH52	检查电压。机载电池电压应不低 于 24.5 伏 (空载电压) 。	所有红灯、PPS 灯 (绿灯)、SORC (中央告警系统)、座舱盖告警灯、 T-10 面板上的 “作动液压系统压 强”、“主液压系统压强”、“直流 发电机”、“喷口打开”和“分配油 箱空”告警灯亮起, 以及 T-4 面板上 的 “挂载机腹油箱” (如果没有机腹 油箱)、“平尾最大偏转状态”和 “配平回中”灯亮起。
Генератор =	启动 直流发电机	RH53		
Пожар оборуд.	开启 灭火器	LV36		
Рация	打开 无线电电源	RV17	设置 ATC 频道	无线电指示灯亮起。



Самописец	开启 SARPP-12 “黑匣子”	RV30	按住任意 “白天-夜间” 按钮以确认驾驶舱内所有告警灯都工作（当按住按钮时所有指示灯都会亮起，包括 SUA 的和 ASP 的 3 个绿灯）。
	联系塔台，请求启动	-	准许启动后，继续执行以下步骤
Насос 1 гр. баков	开启 一号油箱组油泵	RH57	
Насос 3 гр. баков	开启 三号油箱组油泵	RH59	
Расход. насос	开启 分配油箱油泵	RH60	
Агрегат запуска	启动 APU	LV35	
РУД – (ручка управления двигателем) → Ма лый газ	油门从 切断 推至 怠速		将油门从实际怠速位略微前移（游戏的要求：由于油门轴映射的特殊性）
ЗАПУСК ДВИГАТЕЛЯ	检查发动机启动状态切换开关（必须是 “发动机启动”，不是 “低温启动”）	LV5	
ЗАПУСК НА ЗЕМЛЕ	启动发动机（2~3 秒）	LV4	当发动机开始启动时，通常情况下这会需要长达 45 秒以使发动机达到怠速状态。 请耐心等待直至过程结束！ 否则启动可能会中断，或者造成电气系统过载。发动机怠速转速应在 35%（1）到 T-10 面板上的 “发动机启动” 灯亮起并在启动中保持常亮。当发动机达到怠速状态时它将熄灭。如果该灯并未按说明亮起或熄灭，则必须终止启动（关闭 LV21 并且移动 RUD 至终 止档位，然后反向进行启动操作来依



50% (2) 之间，但可能因为大气压过低和/或气温过高而有所提升。

次关闭开关)。当发生这种情况时，请等待发动机完全关闭，再重复整个过程以尝试重新启动发动机。

红色告警灯将依次熄灭(“作动液压系统压强(黄色)”、“主液压系统压强(黄色)”、“直流发电机”、“喷口打开”...), 绿灯会保持常亮(“平尾最大偏转状态”、“配平回中”、PPS...)。启动结束后**关闭 APU 电源**, 这时 T-10 面板上的“交流发电机”红灯会点亮。

Гирод. КСИ, АП, РЛС, с игнал АП	开启 用于 NPP、雷达和自动驾驶的陀螺仪	RH56	AGD 启动并调整时, 你将会听见陀螺仪快速转动。KPP 复位指示灯将会点亮 2~3 秒, 而后熄灭。
ДА-200, сигнал гирод. КСИ, АП, РД	开启 用于 NPP、DA-200、雷达和自动驾驶的陀螺仪	RH55	除 KPP 复位指示灯外, 如上所述。
Генерато. ~ аэрод. ист.	启动 交流发电机	RH49	“交流发电机”红色告警灯熄灭。
АРК	开启 自动无线电罗盘 (ARC)	RV18	ARC 指示灯亮起。罗盘就绪。如果响起无线电声音(需确认), 你可以听见 NDB 摩尔斯码, 并且看见 NPP 上的 ARC 指针指向 NDB 基站。



РВ МРП	无线电高度表 + 告警器	RV19	当告警器就绪时，可以听见短“哔”的声音。
РСБН	开启 航向指示器 (NPP)	RV20	如果 RSBN 可以截获着陆信号，则 KPP 上的 K (定位信标) - Г (G : 下滑道) 指针和白色窗口 (可用指示) 会略微移动。
КПП	开启 姿态指示器 KPP (ADI)	RV21	KPP 将进行自我调节，无需干涉。 KPP 有主/备用两种工作模式。现在你已经由备用模式切换至主模式。而后 KPP 将略微晃动，KPP 复位指示灯亮起并在 2~3 秒后熄灭，KPP 已就绪。基本上你无法关闭 KPP 除非关闭所有陀螺仪...
КСИ (НПП)	开启 NPP	RV22	NPP 将进行自我调整...
САУ	开启 自动驾驶仪	RV23	
САУ тангаж	开启 俯仰自动驾驶仪	RV24	
Тримм. эффект.	开启 配平系统	RV16	
Насосн. станц.	开启 应急液压泵	RV15	
Конус	开启 鼻锥和自动引气门	RV14	
СПО	开启 RWR	RV6	如果附近有 GCA 或者其他雷达，你可以听见“哔”声并看见 SOD 上的指示灯闪烁。
СОД	开启 SOD	RV2	注意：SOD 是一种类似民用应



答器的装置/设备。		
Волны	SOD 频率选择	RV3 检查 SOD 频率设置，并选择适当频率。
настройка КСИ	NPP 调节按钮	CM96 按下并且等待 NPP 自我调整至正确的磁航向。通常最多需要 5 秒钟。 现在你已经成功设置了 NPP 内部的陀螺仪和机翼中的电磁罗盘。NPP 将左右摆动数度后停止，并指向正确的磁航向。
Запры фонарь	锁闭座舱盖	先是 LV41 接着 LV38 首先用 LV41 手柄锁定闭合状态下的座舱盖，接着操作 LV38 手柄释放压缩空气以填充座舱密封胶圈。
基本启动过程完成。检查减速板状态，释放襟翼至起飞位，检查配平，检查操纵杆。选择需要的 NDB 频道（1~9 频道，RV31），【注意】NPP 指针应指向对应基站。如果你不打算使用武器，你已经可以滑出了。 如果飞机有挂载武器，请继续执行下列操作（必须在滑出前完成）。		
Обор. СС, РНС, ФКП	红外/半主动雷达导弹 及 照相枪 预热	RV25 如果挂载红外/雷达制导导弹则需要开启。



Питан. 1-2 УБ, МБД	开启 挂架 1-2 电源	RV27	
Питан. подв. 3-4	开启 挂架 3-4 电源	RV28	
Прицел	开启 机炮瞄具电源	RV33	ASP 的指示灯会亮起，同时准星和固定栅格会显示在瞄具玻璃上。准星将根据武器面板的设置移动
СРЗО	开启 SRZO “敌我识别装置”	RV35	飞机已经准备就绪！
虽然武器系统已经加电，你仍然无法使用武器，因为一些“保险”开关仍未打开，这些开关的使用方法将在后面说明。			



滑行

注意：所有发动机油门的操作将会以低压压气机转速（发动机转速表指针 1）的形式表示（后文中，油门 x%和发动机转速 x%表示相同意思）。除非特别说明，以上规则将用于手册所有部分。

滑行之前，确认襟翼处于起飞位置（LH67 按钮，PPS 襟翼绿灯点亮）。呼叫塔台，并请求滑出许可。塔台将会提示你安全的滑行步骤以及起飞跑道和风向等相关信息。【注意】这点尤其重要，如果你从错误的跑道方向起飞，最终可能因重载情况下顺风起飞而坠毁。

检查方向舵回中。按住刹车（PS8）并检查刹车压强（CL67）至少达到 8 千帕/平方厘米（通常应该 10 千帕/平方厘米）。提高发动机转速到 80%并释放刹车。当飞机开始向前移动，请再次按住刹车并检查刹车是否平滑，然后释放刹车继续滑行。如果向正前方滑行，先将飞机速度提升至 40~60 公里/小时（20~30 海里/小时），然后控制油门（大约 65%）并保持滑行速度。此速度下，可以通过使用方向舵来控制滑行方向，以节省压缩空气。当进行转弯时，请务必减速至 15~20 公里/小时（9~11 海里/小时），然后使用方向舵和刹车来完成转弯。

等待上跑道

有时塔台会让你在上跑道前原地停住。在等待塔台允许上跑道的指令的时候，检查座舱盖上锁以及密封状态（LV41 和 LV38）。此外，通过选择基站/频道来检查周边的 RSBN/NDB 基站信号。【注意】请选择正确的 RSBN/ARC 指针指示，并留心听对应的摩尔斯码。根据塔台口令滑行到跑道起飞位置（保持在中线上）。如需要，检查 NPP 航向指针，并调节 NPP 使得指针指向正确的跑道方向（CM96 按钮）。确保襟翼放下到起飞位（查看襟翼控制面板和 PPS），开启前轮刹车（CU97 移动到水平位置），踩满刹车（检查 CL67，压强应在 10 千帕/平方厘米）并增大发动机转速到 100%。等待 EGT（发动机排气温度）到达至少 600 摄氏度（观察 CM56）。等待同时检查发动机燃油压力（至少 3 千帕/平方厘米，“MACЛО”CM54 灯熄灭）以及液压（至少 170 千帕/平方厘米，T-10 告警面板（RV70）上无灯亮）。

起飞滑跑

当发动机排气温度超过 600 摄氏度，打开加力并等待 1~2 秒。请确认加力正确工作以免起飞意外：首先，你会感觉到踩满刹车时飞机仍开始向前移动，然后 T-10 面板上 “Nozzle open” 指示灯亮起表明发动机喷口正确打开以保证加力正常工作，最后 “Afterburner engaged”（一级加力开启）（以及 “Emergency afterburner engaged”（二级/应急加力开启））指示灯亮。此刻，你只须释放刹车，然后等待飞机加速。起飞滑跑时，仅用方向舵来



调整飞机方向，避免使用刹车（因为此时转向会过于激烈，使得飞机难以操控）。通常天气状况下低海拔无挂载正常起飞只需 15~17 秒。当速度到达 250 公里/小时，机头向上抬起 4~5 度（KPP，或者 UUA 读数 10 度），然后 350~360 公里/小时速度时离地。

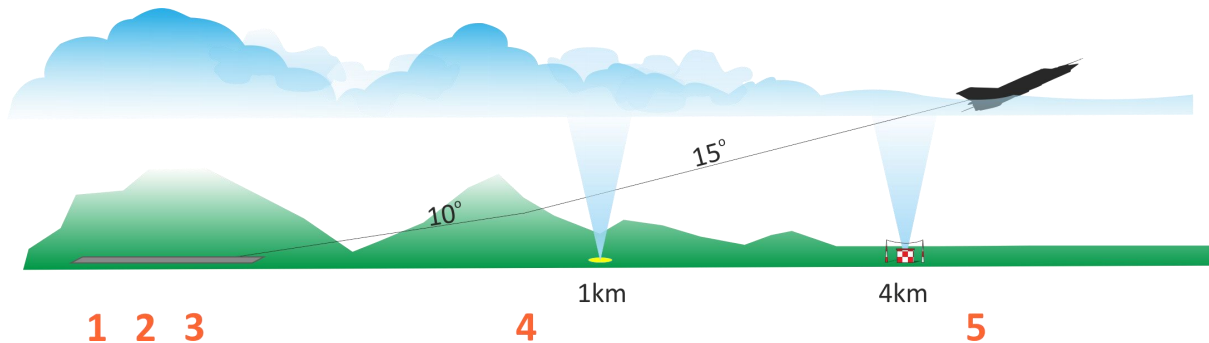


图 7.1：起飞爬升

- 1 - 起飞滑跑：襟翼 25 度，加力全开
- 2 - 当指示空速达到 250~300 公里/小时，抬起机头（4~5 度）
- 3 - 当指示空速达到 360~380 公里/小时则离地，10 度爬升，离地 10 米收起起落架
- 4 - 高度 100 米收起襟翼，15 度爬升
- 5 - 高度最小 600 米，指示空速最小 600 公里/小时，关闭加力，调整油门继续爬升

起飞爬升

离地 10 米后收起起落架（LV44 置上）。增加爬升角度到 10 度（KPP），同时检查 PPS 确保起落架正确收起并锁定（PPS 红灯亮起）。LV44 置中开启机轮（压缩空气）自动刹车系统（起落架收起同时停止机轮转动）。观察高度：当离地 100 米（无线电高度表 CM84）收起襟翼（LH68）并检查襟翼状态（通过飞机俯仰角度的改变以及稍许的掉高）。此后，飞机加速度开始提高（消去了起落架和襟翼造成的阻力影响）。检查速度：当到达指示空速 600 公里/小时，关闭加力，油门设置为 95%，然后继续爬升。

注意：如果之前开启了“稳定”自动驾驶模式，请将它关闭。

爬升

如果是第一次飞行，请爬升至海平面高度 5000 米。海平面高度 1000~5000 米被称为“中空”，并且很适合飞行员体验飞机的稳定性和灵活性。爬升过程中，尽量通过调整爬升角度而



不是发动机转速来保持指示空速 600 公里/小时。到达指定高度后，降低发动机转速并保持指示空速 600 公里/小时然后直线飞行。

基本飞行操作

感受一下座舱：环视座舱，并体验座舱视野。执行一些快速和慢速滚转，体会飞机对操作的响应。注意滚转时的高度变化，尽量不要太大的变化。下一步体验飞机加速度，在速度到达指示空速 600 公里/小时后，开启加力。随着加速，周围气流产生变化，并开始抬升飞机：使用配平按钮来保持飞机的水平飞行。等到飞机加速到指示空速 1000 公里/小时关闭加力。油门收至怠速，打开减速板让飞机减速到 400 公里/小时。

注意：指示空速 1000 公里/小时在海平面高度 4000 米时约等于 1 马赫。第一次飞行速度不要超过 0.9 马赫。

当速度降至指示空速 400 公里/小时关闭减速板并把油门推至 70%以保持 400 公里/小时的速度。在此速度上飞行一段时间的同时感受此时飞机的飞行状态。试着做一些低速和高速滚转，并注意飞机的不同行为状态。

注意：不要让飞机损失速度。因为飞机在低速时需要高的迎角来保证飞行。这样反而会增大飞行阻力同时需要更多的动力去维持飞行。如果速度持续降低（比如急速转弯），阻力会变得更大，因此需要更多的推力维持飞行。当发动机无法提供更多动力时，这种状态被称作“second regime”（或“反向控制区”）。这种情况下，无经验的飞行员通常试着继续提高迎角来保持飞行甚至爬升。但这只会让情况更加复杂，因为发动机无法提供更多动力来抵消增加的阻力（此时高迎角和发动机转速下，仍不能阻止飞机掉高）。如果在低空，这种情况通常最终导致飞机坠毁。摆脱这种危险状况只能通过降低迎角以及损失高度的方式（增加速度，恢复升力）。这之后飞行员应该操作飞机缓慢爬升同时进一步提高速度。对于 MiG-21BIS，在速度 400 公里/小时下做机动需要更加注意：不仅仅是上述因素，还有高度的缓慢变化带来的危险性（飞机对于驾驶员操纵的响应）。

接着加速到指示空速 700 公里/小时然后维持此速度并以 30~45 度坡度转弯（发动机转速大约 85%）。尝试一些 60 度坡度的急速转弯。在 4000~5000 米高度，发动机需要 95%转速来完成这些转弯。如果在转弯时没能很好控制飞机，你将会感受到飞机高度的急剧变化。不借助 HUD 来控制飞机机动时的状态需要更多的练习。完成上述动作后，转向起飞机场，然后准备降落。



最长航程速度：指示空速 600~650 公里/小时（随高度降低而降低）

最长滞空速度：指示空速 480 公里/小时（无关高度）

图 7.3：速度单位转换表

公里/小时	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
公里/分钟	8.3	10	11.7	13.3	15	16.6	18.3	20	21.6
米/秒	139	167	194	222	250	277	305	333	361

图 7.4：高度/油量消耗比

高度	0 米	3000 米	6000 米	9000 米	11000 米
相对燃油消耗	100%	80%	65%	60%	55%

进场

你可以尝试多种方式降低高度：快速降低高度或者缓慢降低高度同时保持速度（省油）（指示空速 600~800 公里/小时）。**在驾驶 MiG-21BIS 的时候，节省油量总是最聪明的做法。**

注意：可以通过开启“稳定”自动驾驶模式来帮助抑制飞机在俯仰和滚转方向上的震荡。

以 10 米/秒下降率飞向着陆机场（注意 CM83）同时调整发动机转速以维持 600~700 公里/小时的指示空速。把 RSBN 频率调至着陆机场（如果可用）。到离地面 1000 米高度后维持高度以及保持指示空速为 600 公里/小时。注意 NPP 上的 RSBN/ARC 指针，同时调整飞机航向并对准陆跑道。尝试驾驶飞机从着陆方向上距 RSBN 基站 14 公里远离地 1000 米高度的地点通过，保持指示空速 600 公里/小时，以正确航向进近。降低发动机转速到 80%，并放下起落架。查看起落架灯（PPS 绿灯亮起），并维持 5~10 米/秒下降率。速度维持在 400~500 公里/小时之间。观察飞机前方：在距机场 10 公里时能目视到机场跑道。当高度 600 米，放下襟翼至起飞位（25 度，襟翼板中间按钮）。检查襟翼状态（PPS 襟翼等绿色亮起）。保持 6 米/秒下降率，并尽量以通过油门控制而不是减速板的方式降低速度至 380 公里/小时。

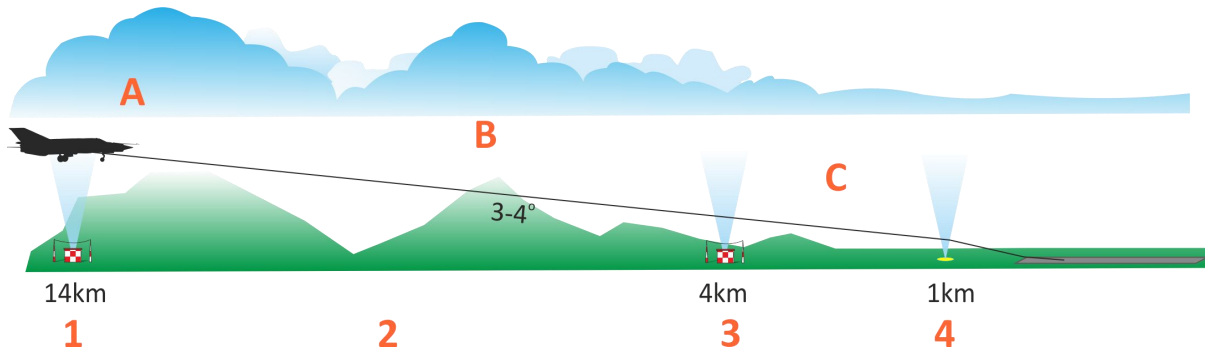


图 7.2：目视进近和 ARC 着陆（ARC 着陆请阅读 导航 章节）

A - 初始进近点，B - 长距下滑段，C - 短距下滑段

1 - 高度 1000 米，指示空速 500 公里/小时，放下起落架，7 米/秒下降率

2 - 高度 600 米，指示空速 500 公里/小时，襟翼 25 度，缓慢减速

3 - 高度 300 米，指示空速 380 公里/小时，襟翼 45 度，速度不低于指示空速 340 公里/小时

4 - 高度 100 米，指示空速 340~360 公里/小时，到达跑道头时不高于 340 公里/小时



着陆



如需要，可通过细微调整航向来对正跑道。此时只需把座舱内目视可见的机头部分刚好放置在跑道头略下方，则可建立正确的进近下滑角。在离地面高度 300 米，指示空速 380 公里/小时把襟翼放下到着陆位（45 度），并观察飞机俯仰，速度和座舱外部视野的变化。如果下滑角正确，下降速率将会在 5 米/秒，并伴随速度缓慢降至指示空速 340 公里/小时。同时整个跑道将清晰呈现在你前方。距离跑道 1 公里时，离地高度应在 80 米，指示空速为 340 公里/小时，此时发动机转速在 83~87%。同时你会听到提示音（短促的“哔”声）以及看到“MARKER（信标）”灯亮的提示（CM57）。此时飞机速度会继续缓慢下降，并且当你到达跑道上空 2 米高度时，你的速度应在 320~340 公里/小时范围内。

注意：不要在速度过高时进行着陆。速度过低时，目视跑道将会受到高高抬起的机头的很大影响。因此，避免过低的着陆速度，同时牢记“反向控制区” - 当速度过低时，飞机发动机动力可能不足以维持飞机高度。

图 7.3：最终接近时的跑道目视情况。当飞机过重或者速度过低导致的高迎角将严重影响目视质量。

降低发动机转速并轻柔地接地。【注意】此时飞机仍然带有升力，如果过于增加仰角导致飞机离地，因为过低的高度和速度，飞机将很难执行复飞。最终下场是，你只能坐在办公室里面面对一堆又一堆的文件，直到你“退休”。



【翻译者注】在进近和着陆阶段，禁止将油门收回至杆位“额定（中文座舱）/СПС（俄文座舱）/LND（英文座舱）”以下（见油门行程标签）。此杆位表明 BLC（边界层控制系统）正常工作需要的最小油门量。

注意：MiG-21 设计时考虑了野战跑道和雪天使用跑道的情况。这意味着 MiG-21 拥有一副相当结实的起落架。尽可能以稍高的速度轻柔地接地，而不是低速下重着陆。

接地滑行

着陆之后，发动机油门收至怠速，同时保持机头向上抬起 5 度（KPP）以帮助飞机减速。当速度低于 320 公里/小时且已接地后，你可以打开减速伞（LV30 按钮）。减速伞会迅速降低飞机的速度，如果同时使用刹车，你只需很短距离就能停下，但反而需要滑行 2/3 的跑道长度离开跑道。所以根据情况来使用刹车（【注意】除非需要，否则不要在跑道上完全停下）。任何机场都有减速伞回收区，飞行员需要滑行到达指定区域后才能断开减速伞。当速度过低时才打开减速伞可能会导致意外情况的发生。

当减速到滑行速度时，关闭前轮刹车（CU97），并滑行到跑道下风侧。使用 LH70 按钮来切断减速伞。你可以在后视镜里看到减速伞被切断的情况。滑行同时请收起襟翼。

注意：如果之前开启了“稳定”自动驾驶模式，请将它关闭。

关车

根据塔台指令绕过障碍和停靠的飞机，滑行至指定停机位，然后关车。如果飞机挂载有武器，不要将机头对准地勤人员或其他飞机。

关车后，按照步骤关闭机载系统和发动机（逆序操作启动步骤）。最后打开座舱盖，呼吸一下新鲜空气。

A fighter jet is shown in a steep climb, leaving a long, thin, orange-tinted smoke trail behind it. The aircraft is positioned in the upper right quadrant of the frame. The sky is filled with large, billowing white and grey clouds, creating a dramatic and high-contrast background. The lighting suggests a bright sun, possibly from the left, casting long shadows and highlighting the edges of the clouds.

**AEROBATICS &
MANEUVERING**



8. 特技飞行和机动动作

所有特技和战斗的机动动作必须保证最小指示空速不低于 400 公里/小时。虽然有些动作可以在低速下进行，但这种做法并不理智，因为此时飞机的整体能量非常低，并且不在最佳状态。

当指示空速大于 600 公里/小时，飞行员应主要注意机动时不要超过允许过载。当指示空速小于 600 公里/小时的时候，做机动动作时主要注意允许的迎角范围。

所有机动飞行中，最大允许迎角是 28 度。飞机在 21~28 度范围内（UUA 黄-黑区间）能达到最佳表现。虽然迎角可以超过 28 度，但因为会降低飞机整体稳定性，尤其是偏航稳定性，并使得高度保持和精确瞄准异常困难，所以不推荐这么做。



图 8.1：红色标记的仪表是你必须时刻关注的。此外尽可能多的观察座舱外面的情况。



任何情况下飞行员都不应让飞机迎角超过 33 度，因为这将导致飞机失速。失速程度受具体情况决定，通常来说，导致失速的过载越大，失速程度越剧烈。失速可能进一步引发尾旋，如果不能正确识别并且预留的高度不足将会非常危险。一般来说，预留至少 5000 米的离地高度才能在离地 1000~2000 米高度安全地从尾旋改出。因压气机极不稳定工作引发的发动机停车可能让尾旋情况变得更加复杂（尤其是进入反尾旋）。这种情况下，飞行员应当首先改出尾旋，然后依照本手册的 [应急步骤](#) 章节执行发动机应急点火。

注意：以下图片通过 [Tacview - Air combat maneuvering instrumentation software](#) 制作。Tacview 是一款非常不错的帮助记录 and 重放 DCS 飞行任务以便随后进行分析的软件。

滚转

在普通速度区间内，快速和慢速滚转可以在水平/正/负俯仰角状态下执行。但当飞机在超音速飞行时，应当避免滚转速度超过 90 度/秒。因为垂尾周围的极大的扰乱气流可能会引起自滚转现象。

桶滚因为要结合滚转和过载，所以比普通滚转的要求更高。对于无经验的飞行员，桶滚还会导致侧滑。虽然对桶滚没有空间上的要求，但是飞行员应当特别注意在倒飞阶段要降低过载。否则飞机俯角过大，以至于完成桶滚的后半段需要过高的过载。然后因为过载限制的存在，桶滚将无法完成。在低速时进行桶滚，飞行员应蹬舵来抵消侧滑，否则飞机可能会失速甚至进入尾旋。

破 S 机动

破 S 是一种通过在垂直方向上降低高度，增加速度并能快速转向 180 度的机动。这是一种很常用的“以高度换取速度”的机动方式。

破 S 在原俄语术语中也被称做是翻筋斗。

任何速度下都可以实施破 S 机动，但要注意在过程中最大指示空速和过载不要超过允许范围。最完美的破 S 机动通常的条件是初始速度 400~600 公里/小时，然后在半转后立刻达到允许的最大过载。破 S 的执行过程中可以伴随增速，速度不变以及减速（减速板）。在不同情况下，**选择何种破 S 机动取决于飞行员的决定**，但通常建议增速的方式。

基本的破 S 机动：离地高度 4000 米，发动机转速 85%，初始速度 550 公里/小时，然后在 180 度滚转前以 10~15 度爬升，接着 180 度滚转应在 2~3 秒内完成（调整机翼并消除侧滑）。接着让飞机维持 18 度迎角直到随着速度增加过载达到 4g。之后，飞行员要维持住 4g



的过载直到飞机达到的 20 度的俯角。这时，飞行员应立即增大发动机转速到 100%，并等到速度增加到 850 公里/小时（几秒钟）。然后降低过载到 2g 直到进入水平飞行。这样做的目的在于为接下来的垂直机动（筋斗或殷麦曼翻转这些在训练中通常紧跟破 S 的机动）积累足够的速度。破 S 机动完成后的高度应该在 1500~1000 米之间。

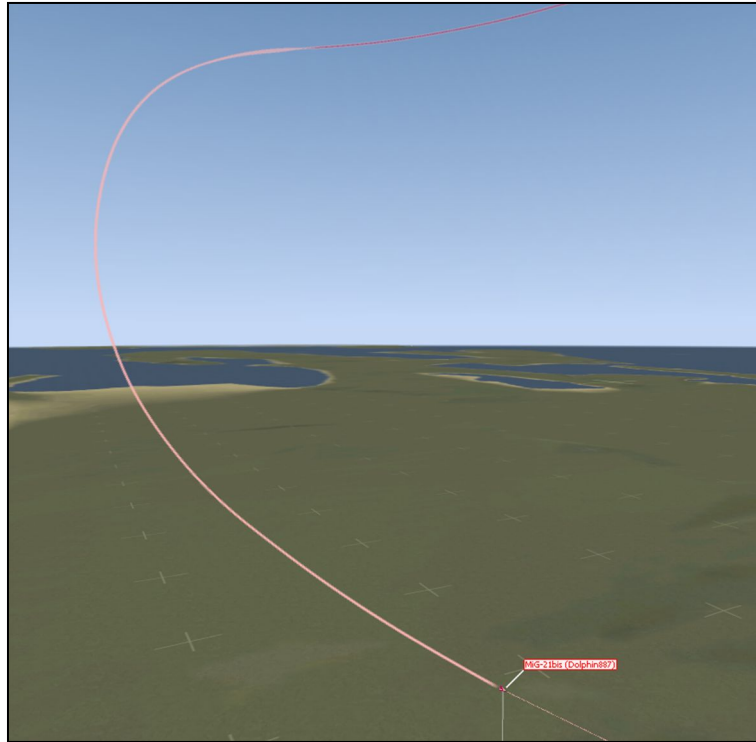


图 8.2：基本的破 S 机动说明 - 初始高度 4000 米，然后下降过程中加速

筋斗和殷麦曼翻转

筋斗可以在严格的垂直面上或者斜面上完成。垂直筋斗只有一些简单的要求：最小速度不低于“evolutive speed”以及最大过载不能超过（当前挂载）允许范围。但是对于缺乏经验的飞行员来说，他们很快会发现自己会在筋斗前半段进入了一种“高仰角-低速”的状态。这种情况下，飞行员需要执行殷麦曼翻转而不是继续筋斗，并且最重要的是要维持低迎角（最佳是 21~28 度区间，不考虑除偏航外的其他参数）。无论是怎样的速度，如果迎角指针没有进入危险（红色）区域，飞机最终会安全地恢复正常状态。当飞机速度到达“evolutive speed”时，飞行员应操纵飞机做 180 度翻转。不提前翻转的原因在于飞行员随后的操作是个向后拉杆加向左（右）摆杆的动作，提高滚转中机翼外侧的迎角可能会导致失速。

“Evolutive speed”是飞机能进行水平 60 度坡度盘旋的最小速度。

对于 MiG-21BIS，这个速度大约是指空速 400~450 公里/小时，具体取决于挂载和高度。



基本的筋斗以 900 公里/小时速度，离地高度 1000 米开始。开启加力，以 2g 过载爬升直到仰角 20 度，然后以 4~5g 的过载继续爬升直到速度降至 600 公里/小时（此时仰角大约 90 度）。此后，飞行员应保持 16 度迎角直到到达筋斗顶端。到达顶点后，指示空速应至少在 400~450 公里/小时范围内，这时飞行员应关闭加力，调整发动机转速到 85%，并增大迎角到 18 度，直到过载随速度增加到 4g。然后维持 4g 过载直到飞机俯角到达 20 度。此后，增加发动机转速到 100%，并等飞机速度提升到 850 公里/小时，然后降低过载到 2g，并最终进入水平飞行。这样做的目的在于为接下来的垂直机动积累足够的速度。

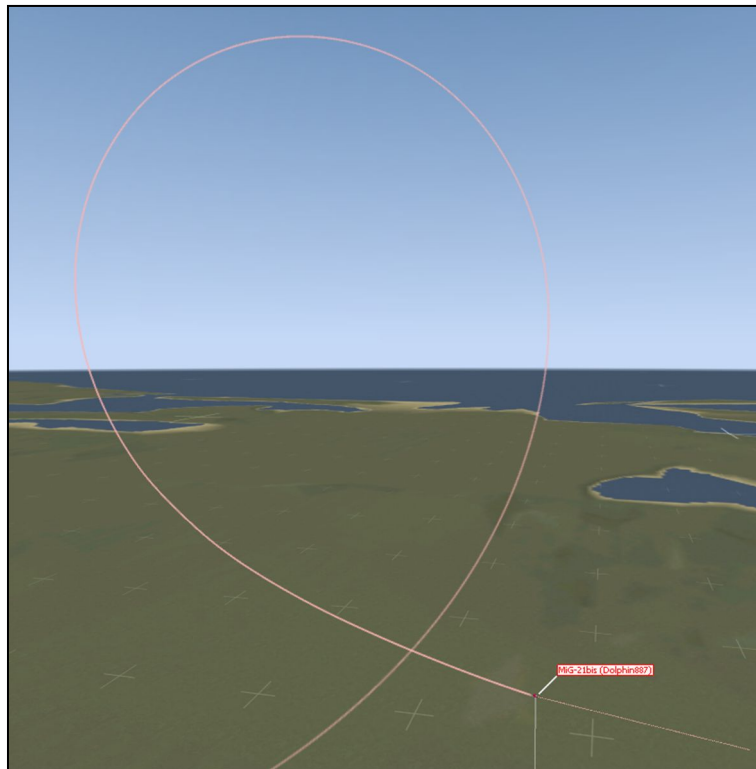


图 8.3：基本的筋斗说明 - 进入高度 1000 米，过载 4~4.5g，顶点 3500~4000 米，并在俯冲退出时加速

在近距离空战以及空战占位中，斜筋斗是更加实用的机动动作。因为这种机动的平面相比垂直筋斗是倾斜的，所以可以有更宽阔的速度和过载区间。除此以外，他们可以随时转换或衔接其他的机动动作，并保持高能量以及和目标的距离。大多数斜筋斗中，飞行员不必过多关注速度的损失和迎角变化，因为通常在整个机动过程中，相比垂直机动（殷麦曼），飞机持有更加充足的能量。

基本的斜筋斗通常以飞机呈 30 或 45 度坡度开始。此机动要求最高的地方是在筋斗过程中维持斜面倾角，因为在筋斗过程中，坡度是要不停变化的。因此飞行员需要知道如何根据数据来不断调整坡度。做斜筋斗时，坡度会随着爬升不断增加，然后随着下降段而减小。在筋斗的 $\frac{1}{4}$ 和 $\frac{3}{4}$ 处，坡度总是 90 度，然而在顶点处（ $\frac{1}{2}$ ），坡度差不多和初始坡度的相等，但方向相反。进行斜筋斗的简单规则可以总结如下：设置初始坡度，然后向后拉杆且不带任何摆杆。练



习斜筋斗的最好方式是在一个地面直线目标（比如跑道）的上空进行。当飞机能从斜进入筋斗的位置以进入时相同的方向退出，这表明你正确地做出了斜筋斗。斜筋斗最合适的坡度是 30~45 度，初始速度是指示空速 700~1000 公里/小时，发动机 100% 转速或者打开加力。



图 8.4：斜筋斗说明 - 这种情况下，斜筋斗能更好的保持速度，因此飞机具有更高的能量。斜筋斗在空战中很有用处。

斜半滚倒转

这种动作用于改变飞机机头指向，增加俯冲角度以及速度，常被用来让飞机指向飞机侧方的地面/海面/低空目标。根据目标相对战机在水平和垂直方向上的角度，斜半滚倒转可以看作是一个完整的斜筋斗的后半部分。



图 8.5：如果之前从没见过斜半滚倒转，你可能很难将它识别出来。图片展示了一架飞机左转下降，在此过程中同时改变航向约 90 度。这种动作通常用于攻击地面目标。因为 MiG-21 的前下视能力很糟糕，所以在攻击前应把目标至于飞机左右两侧。

当目标在左右两侧 45~135 度的范围内，且垂直方向的角度不超过 -40 度时可考虑做纯斜半滚倒转。斜半滚倒转可以看做是急速转弯加俯冲，并最终在特定武器要求的指定俯冲角度上对准目标。例如，对于大多数的炸弹，这个俯冲角度大约 30 度，所以当目标在飞机右侧约 90 度方向，垂直方向 -10~-30 度位置上时，飞行员需要在水平方向上急转指向目标（当目标在飞机下方 10~20 度时，等接近后再俯冲以便获得 30 度的俯冲角度）或者立刻俯冲（如果目标在下方 30 度，则立刻转弯俯冲）。完成正确的动作需要大量的练习和对技巧的掌握。

如果目标在水平方向上的角度超过 135 度，尤其是当高度低于飞机时。斜半滚倒转可以按照斜筋斗的后半部分来做。

战斗转弯（急上升转弯）

战斗转弯是斜筋斗的一个动作，目标是改变飞机航向（大于 90 度，通常 180 度）的同时积攒高度。这种动作大多实际应用在攻击地面目标后的快速爬升并同时改变方向：这样可以降低地面近程防空单元的效能，并且在配合诱饵/干扰时更加有效。做战斗转弯需要较高初始速度，同时以仰角 30 度以及坡度 60~80 度斜向上爬升。飞机在爬升的同时会改变航向。当完成战斗转弯，飞机通常已经准备好了对同一目标的下一次攻击。根据情况可考虑爬升的高度以及航向的改变：换句话说，这是一个自由度很大的动作，并可根据实际情况做相应调整。最重要的



是当结束动作时要积累足够的速度以便应对下一次动作。所以在做战斗转弯时，无论如何也别让你的飞机速度掉至 400~450 公里/小时以下。



图 8.6：战斗转弯说明 - 图片中是俯视视角。很多初级飞行员很难领悟以及正确做出这个动作

倒飞

因为机翼和垂尾具有翼型对称性，所以倒飞可以在任何（非失速）速度下实施。但是，低速时水平尾翼的动作可能不足以维持倒飞飞机的高度。同时负过载下的发动机供油也限制了持续倒飞的时间（发动机转速为 100% 时为 15 秒，一级加力时为 5 秒，应急加力时只有 3 秒）。考虑安全因素，反复的（达到最大倒飞时间的）倒飞的间隔要求是 30 秒（需要足够时间来填满倒飞油箱）。

注意：倒飞时，迎角显示的是负值。但和正常飞行使用一样的规则。
并且迎角的控制因为 UUA 显示范围的局限（最多 -10 度）而被限制。

基础特技训练组合动作

首先飞到设定的练习区域或者起飞机场上空（如果空域允许）4000 米的离地高度并保持指示空速 600 公里/小时的速度。到达之后，以 30 度坡度调整航向并精确对准自定义的目标。完成后，记住航向，然后向两侧各执行一些 60 度坡度水平急转弯。之后，降低速度到 550 公里/小时，发动机转速到 85% 然后做斜半滚倒转，并紧接着向反方向做战斗转弯。完成至少两组斜半滚倒转加战斗转弯。完成后，保证你的离地高度在 3500 米，然后按照说明的做破 S 机



动。再之后，打开加力完成垂直筋斗，并接着殷麦曼翻转。反复几组破 S 机动-垂直进斗-殷麦曼翻转直到飞机的剩余 1000~1200 升的油量，然后返回基地。返回时做几次慢速和快速滚转。然后执行一次触地复飞。如果这时你的飞机仍然携带超过 800 升的燃油。请额外执行一次正常起降航线加触地复飞。当油量降至 600~700 升时，完成降落。

请反复练习这套组合动作，并努力飞出所有要求的数据。一旦你完全掌握了这些基本动作，你可以去掉急转弯，并加入斜筋斗、桶滚、倒飞，甚至是体验失速和尾旋.....

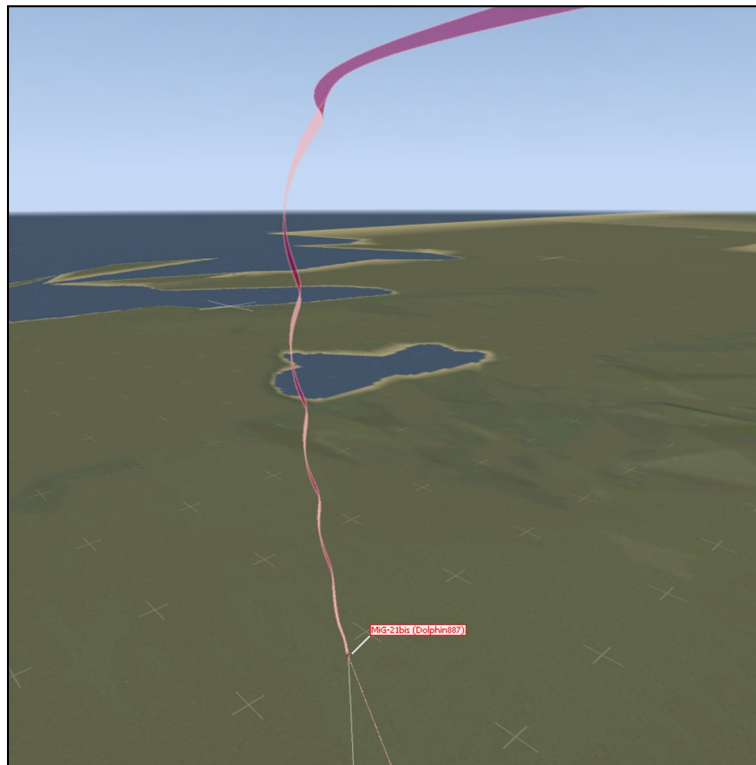


图 8.7：平尾旋说明 - 图片中飞机每转一圈就要掉高 500 米。当飞机正在失速，你做好发动机停车准备。DCS MiG-21BIS 里尾旋极有可能造成发动机停车。如果你尝试把飞机改出尾旋，你必须评估是否至少有一次重启发动机的机会。

基础空战机动动作

基本和高级特技动作的唯一目的在于让你准备好把注意力更多集中在战斗而不是飞行上。

空战机动是一门艺术。越有天赋的飞行员越能展示这门艺术。但是完美的展示需要大量的训练。因此普通的飞行员在经过得当的训练后也能掌握一些独门技术。阐述空战机动是一项复杂的任务，但学习它却更加富有挑战。练习空战机动的最好的方式是和其他飞相同机型的人进行一对一的不使用武器的模拟战斗。这样练习的目的在于随时保持对周围环境及自身状况的高度关注以及对目标的持续目视接触。在最初的几次飞行中，你需要专注于把飞机飞入对方的后半球内。暂时不要过多想到武器的使用。当你掌握如何控制速度，高度和相对目标的距离的时



候，尝试做一些简单的座舱操作：开关机炮，导弹或者切换雷达模式。保证一次只练习一个操作。当熟练掌握一个后，可以进行下一个的练习。这将教会你如何操控你的飞机而不至于丢失目标，并能同时以最小的干扰完成武器系统操作。



图 8.8：你需要在空战中关注的仪表设备（红色）。请将大部分时间用于观察座舱外的情况。

当你能在一对一同机型空战中游刃有余时，你可以接着进行一对一不同机型的空战（战机是被支配者，其他战机并不能教给你太多有关空战的东西）。如果对抗电脑 AI（例如 F-4、F-5 或 MiG-21），则一开始可以给电脑 AI 设置为最低的难度，并根据情况增加难度。如果与操作一架性能更好的飞机（MiG-29）并且经验丰富的人进行对战，让他以简单的机动动作和你对抗并逐渐提升动作难度。

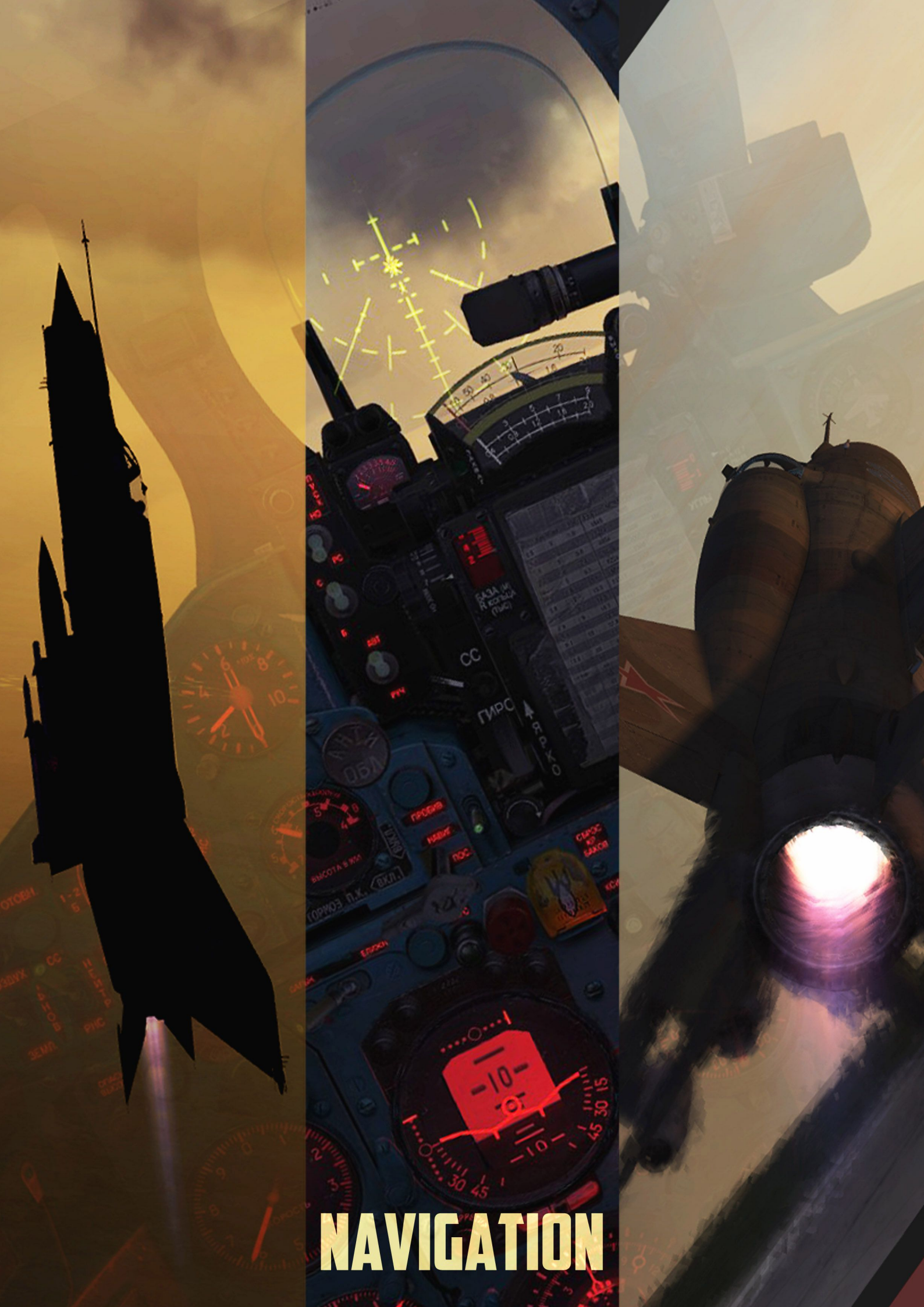
请记住无论你的飞行或战斗表现有多好，DCS 中玩家可操控的战机的火控系统被极大地简化。实际战斗中你很可能会手忙脚乱。特殊情况下，放弃战斗并不是一件丢脸的事情。这样做可以保存战机并为下一次战斗做准备。

当你在练习对抗不同战机时，找一些朋友进行二对一的战斗（对抗一些先进的敌机，如 Su-27）或者二对二（性能接近的战机）。这种练习在于训练你在这种动态环境下，对友机和敌



机的位置和意图保持高度的关注。你同样会发现一些信息交换方面的困难：大量无用的无线电通信。如果你知道通信中哪些是重要的信息，哪些废话不应该多说，你将会在和友机配合行动中获益匪浅，而且你也会逐渐找到更适合你的队友。尽可能的和水平接近的朋友一起执行任务，他们能更快理解你的意图而无需过多解释。这将极大的提升你在队伍里的表现。当你适应了二对二的对电脑 AI 的战斗，你可以找更多人进行空战：如果总共有 4 架飞机，那么可以分成两组开展对抗。

虽然组队空战是胜利和存活的关键，但在 DCS 的平台上，更多的是一对一或者一对多的战斗。这意味着你得适应和练习独自作战，保证自己活下来并寻找机会干掉对手。但单人作战并不能让你走得更远。如果你真心想学习和模仿真实飞行员，请组队或者加入更大的飞行队伍。



NAVIGATION



9. 导航

注意：除了手册所介绍的内容，DCS MiG-21BIS 还将提供一系列关于基础和高级导航操作的交互式训练任务。请在进行任务前仔细阅读本章节。

基础

MiG-21BIS 使用如下设备进行导航：NPP (CM84)、KPP (CM85/86)、ARC (RV37 开关, RV8 控制面板) 以及 RSNB/PRMG 系统 (LV17/26 控制面板)。



图 9.1：上面 KPP，下面 NPP

KPP 除了显示飞机姿态，还可以显示下滑道和无线电定位信标的信号（参考下面 RSNB 的文字）。

NPP 用于显示飞机当前航向（仪表盘最上方的白色倒三角）、地面无线电设备相对飞机的方位（指针 9，圆环的一头是尾部）、人工设置的航线（指针 6 “空心” 那头的指向，航线可以用 3K 旋钮（5）设置）、下滑道和定位信标信息（下滑道偏差指针（4）以及下滑道和定位信标信号可用指示（3）和（8）），以及包括用于五边降落航线的指示标记（仪表内圈标有数字 “2”、“3” 和 “4” 的白点（7））。

根据已应用的导航方式，导航可分为：目视导航、仪表导航（航位推算）、无线电导航、惯性导航以及卫星导航。MiG-21BIS 使用目视导航、仪表导航和无线电导航。现实中，通过使用便携卫星信号接收设备可以实现卫星导航。

目视导航：是导航方式中最简单的一种。它通过已知物体坐标（地面参考物）来对飞机进行目视定位。这是最基本的同时也是作为备份的方法。它的优势在于简单并能快速定位。但是，它的劣势在于只能应用在白天且天气状况良好，而且飞行员熟悉的地形周围。

仪表导航：相比其他能确定实际位置的导航模式（比如无线电导航基于地面无线电基站），仪表导航基于仪表数据来计算飞机位置。这种方法通常用在低能见度条件下，夜间或者在云层上飞行时。仪表导航定位方法主要是目测飞机相对地面移动速度并记录两点间飞行时间和航向。它的优势是在其他导航模式不可用时（缺少地面无线电基站），能提前规划计算飞行计划，并确定飞行路线。它的劣势是需要复杂的飞行计划的运算，尤其是在作战任务时。

无线电导航：通过使用地面基站来定位飞机。能否精确定位飞机取决于飞机和基站使用的相关设备以及用于定位计算的方法复杂度等因素。它的优势在于快速而精准的定位，而劣势是需要



依赖地面基站以及机载设备。除此以外，在战斗中，敌方可能使用无线电干扰技术来干扰己方飞机的无线电设备，并能部分或者完全瘫痪飞机的无线电导航能力。

注意：无线电导航基站有多种类型。其中非定向信标（NDB）无线电基站发送的导航信息中不包括方位信息。而 RSBN/PRMG 无线电基站能提供方位和距离的信息。

其他类型的导航方式并不在 DCS MiG-21BIS 手册的讨论范围内。

接下来，我们主要讲述无线电导航（假设你已经掌握目视导航和仪表导航）。

MiG-21BIS 无线电导航

MiG-21BIS 使用 ARC 和 RSBN 设备执行无线电导航。当 RSBN 能接收至少一个基站信号，以及 ARC 能接收至少两个基站信号时，这两个设备可以计算出飞机在任何情况下的位置和飞行航迹。

自动无线电罗盘

自动无线电罗盘（ARC）是飞机上最基本的无线电导航设备。它提供 26 个预设的地面基站信息。而 DCS MiG-21BIS 能存储 72 个地面基站信息。使用 ARC 前要打开 ARC 电源开关（RV18）。



图 9.2：ARC 频率范围或区域选择旋钮（RV37）。一共有 4 个区域（1~4），每个区域包括两个子区域（I 和 II）。因此总共可存储 72 个 ARC 基站信息（4x2x9）。

通过下面的步骤，你可以把调节 ARC 到需要的无线电基站：首先，选择无线电基站的区域以及频道号。每一个区域包含两个子区域，每个子区域存储了 9 个无线电基站信息（总共 18 个基站）。通过 ARC 频率范围选择旋钮（RV37）来选择区域：

- 地图上区域 1-I 属于克里米亚和乌克兰的部分地区（乌克兰行政版图），并预设了 9 个基站。
- 区域 1-II 没有被使用。它被预留给了地图上克里米亚和乌克兰的部分地区（乌克兰行政版图）之后可能会新增的基站（用户可自定义）。
- 地图上区域和属于俄罗斯的部分地区（俄罗斯联邦行政版图）。其中区域 2-I 预设 9 个基站。区域 2-II 预设 3 个基站（频道 1~3），剩余 6 个频道没有被预设，并可以允许用户自行定义。
- 地图上区域 3-I 属于格鲁吉亚的部分地区（格鲁吉亚行政版图）。只有前 5 个频道被预设。



- 剩下区域（3-II）的频道都没有被预设（用户可以自定义）。



图 9.3 : ARC 区域和频道

选择你需要的区域，然后通过按下对应的频道按钮来选择地面基站（ARC 频道选择按钮（RV8）上 1~9 的按钮）。并且 RSBN/ARC 模式选择开关（LV8）需要被拨到向下位置（ARC）。这样，NPP 上的指针将不再与 RSBN 关联，而是受 ARC 控制并指向选择的基站。

当 ARC 没有被调到选择的基站上或者基站没有在距离范围内，NPP 上的 ARC 指针会指向向右 45 度的位置。并且飞行员的耳机里也听不到信号。假设选择的频道已经被设置好，同时进入到 ARC 选择基站的有效范围并接收到无线电信号，ARC 指针会指向基站方位，同时飞行员能从耳机里听到地面基站的识别码（须把开关 RV10 拨到“COMPASS”位置）。

当处于合适高度时，飞机上的 ARC 设备能收到最远 120 公里外地面基站的信号。表格 9.1 显示飞机高度和基站有效范围关系：

表 9.1 :

基站距离(公里)	20	40	60	80	100	120
最小高度(米)	350	700	1050	1400	1750	2100

注意：NDB 基站信号的覆盖范围随着高度增加而扩大，但最大距离不超过固定值 120 公里。实际中，你无法在地面上接收到远处 NDB 基站的信号。飞机必须起飞并爬升到一定高度才能捕获信号。而在地面时（滑行或者做起飞准备），除非非常靠近基站否则也无法捕获信号。

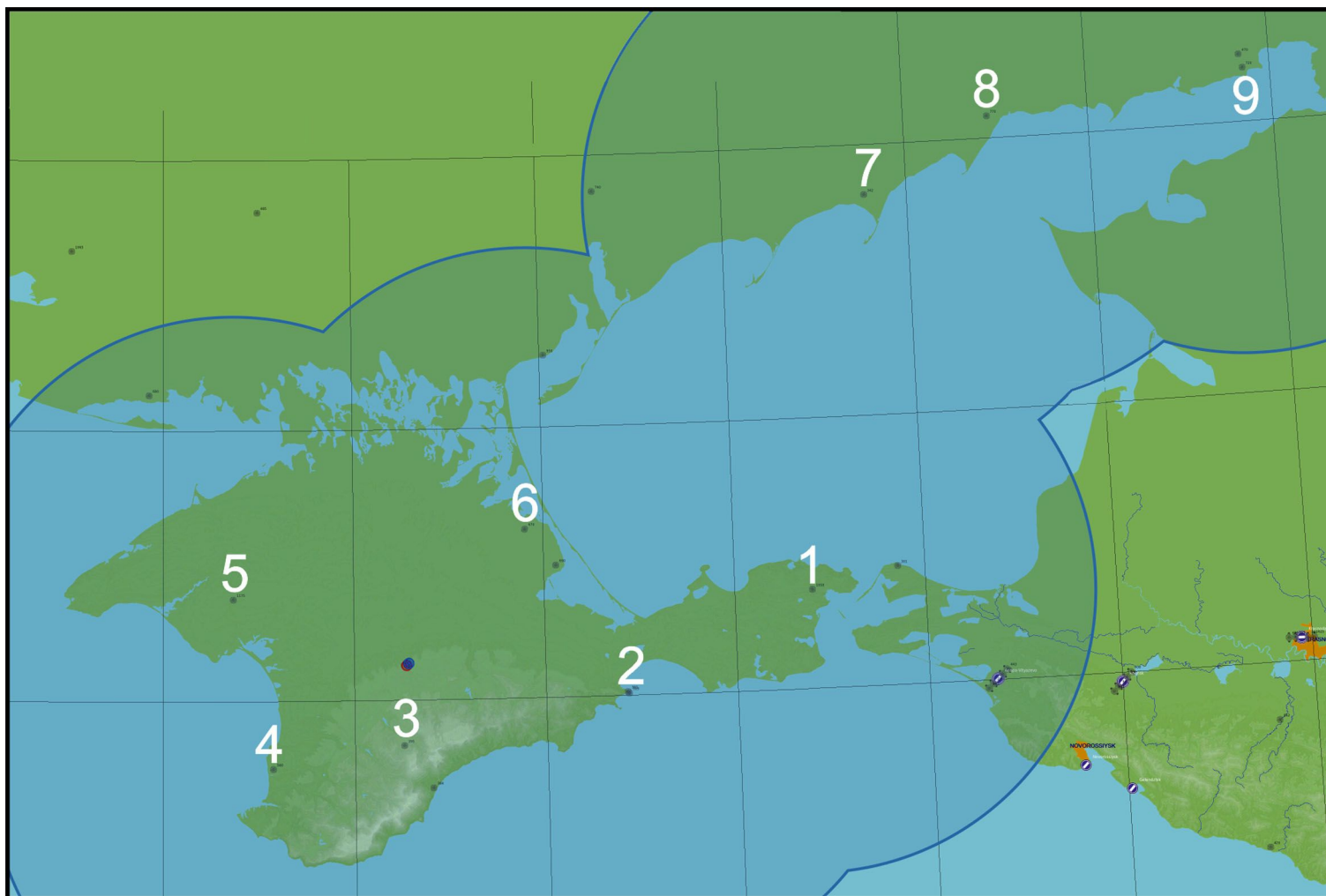


图 9.4 : 区域 1-I 的地面无线电基站位置以及对应 ARC 频道。蓝色线条画出的区域是基站有效覆盖范围。打印用高分辨率图片在目录 `Mods\aircrafts\MiG-21BIS\Docs\Manual_Images` 下。

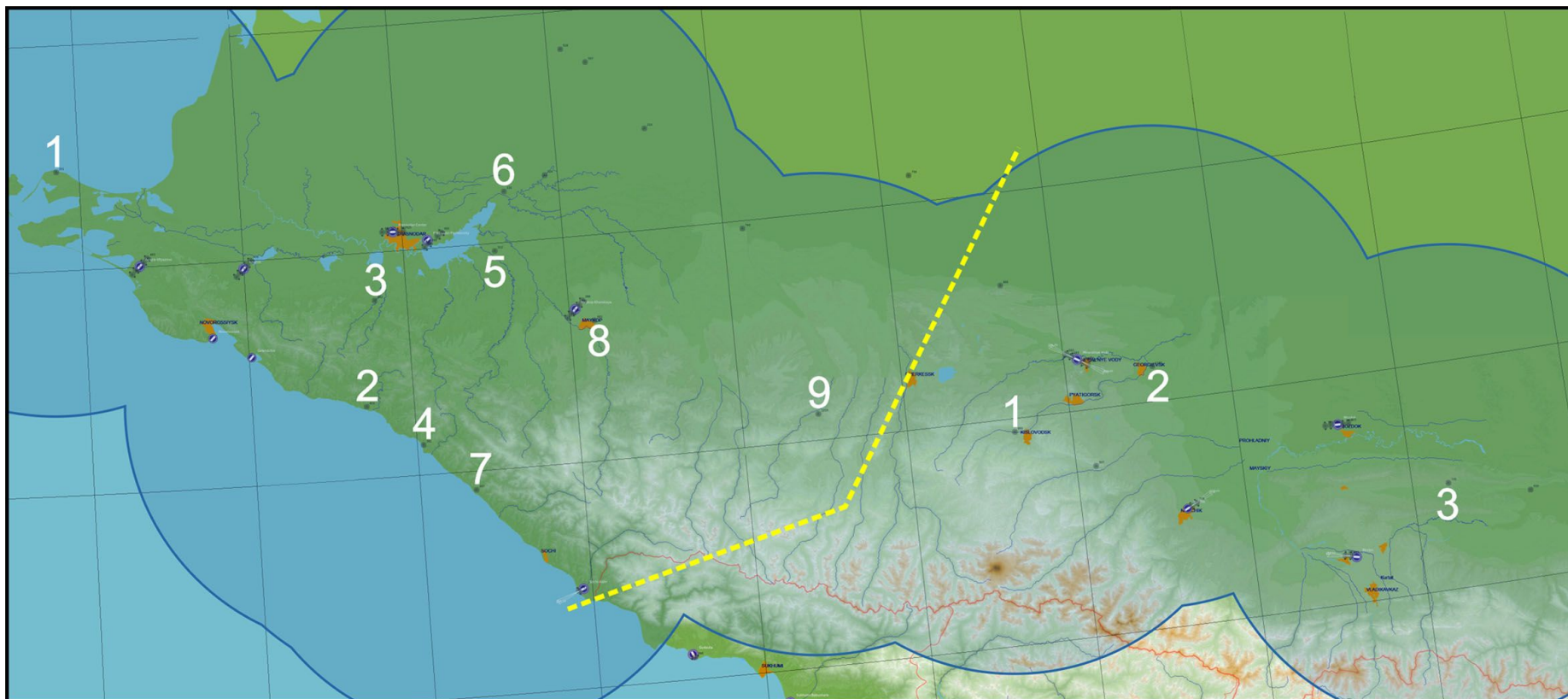


图 9.5 : 区域 2-I (左) 和 2-II (右) 的地面无线电基站位置以及对应 ARC 频道 (黄色线条隔离)。蓝色线条画出的区域是基站有效覆盖范围。打印用高分辨率图片在目录 [Mods\aircrafts\MiG-21BIS\Docs\Manual_Images](#) 下。

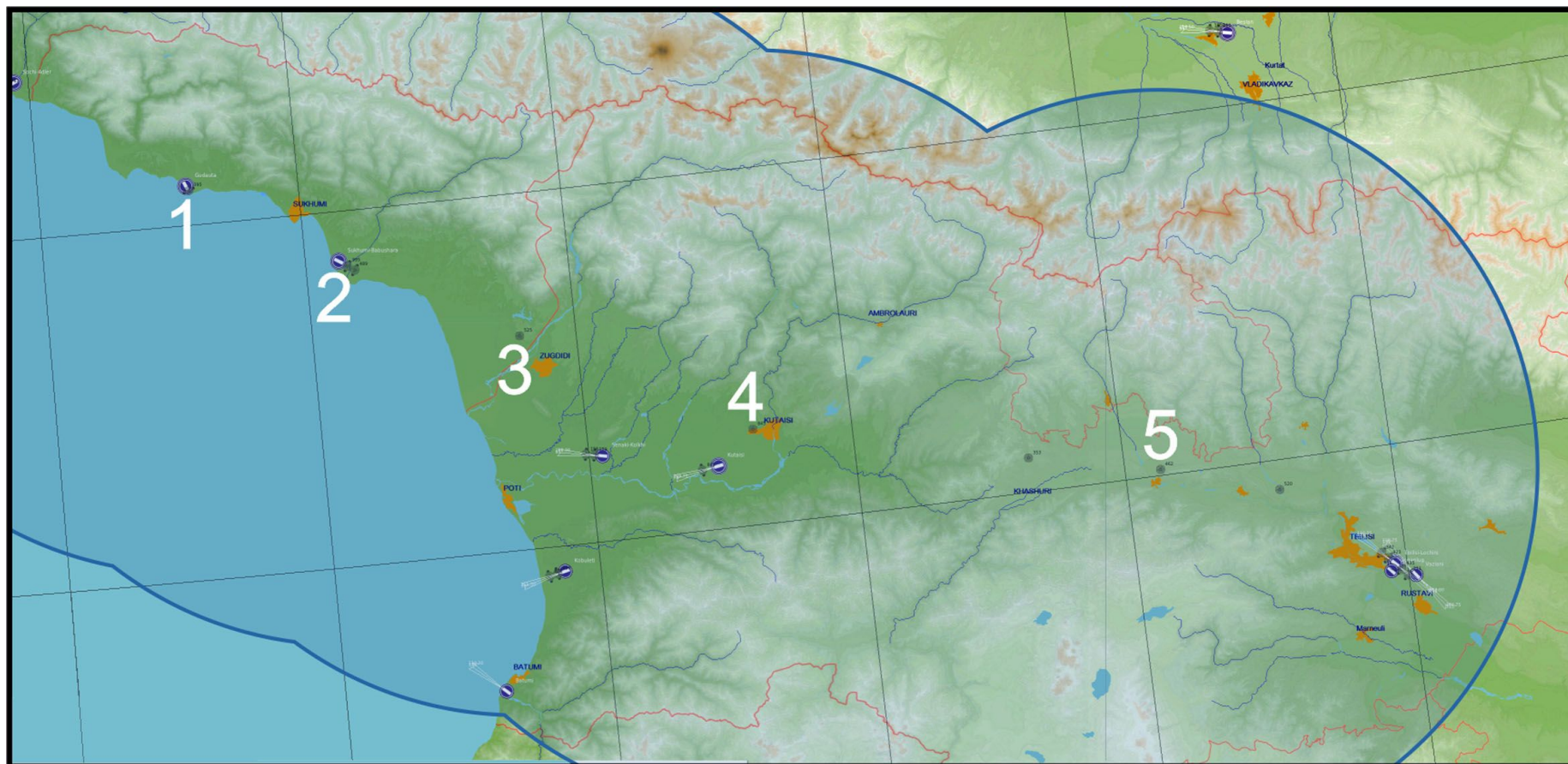


图 9.6 : 区域 3-I 的地面无线电基站位置以及对应 ARC 频道。蓝色线条画出的区域是基站有效覆盖范围。打印用高分辨率图片在目录 Mods\aircrafts\MiG-21BIS\Docs\Manual_Images 下。



除了用于定位飞机和航线，有经验的飞行员可以使用 ARC 进行仪表着陆进近。但这需要飞行员知道选择的（对应降落跑道的）NDB 基站的物理位置，并在进近时必须从着陆航向飞跃 NDB 基站。飞行员可以通过 NPP 上的 ARC 指针突然偏转 180 度来确认是否飞跃 NDB 基站。基本的 NDB 着陆原则已在图 7.2 里说明。使用 ARC 着陆的决断高度是 100 米（无线电高度表）。

注意：不管你的飞行技术多好或多么富有经验，当在低能见度情况下，禁止尝试通过 ARC 仪表进行进近或者着陆！

短距无线电导航和仪表着陆系统

RSBN („Радиотехническая система ближней навигации” - 短距无线电导航系统) 是地面无线电导航基站系统（间隔 1 度，360 度全方位广播无线电信号），并向四周发射用于测量距 RSBN 距离（公里）的无线电信号。RSBN 可以配合 PRMG (“Посадочная радиомаячная группа” - 着陆用无线电基站，也就是仪表着陆系统) 使用，用来进行精确的仪表着陆。DCS MiG-21BIS 的 RSBN/PRMG 接收装置可以预设 16 的频道（01~16），频道编号与机场编号匹配（图 9.8）。选择不同的 RSBN 和 PRMG 频道是允许的（例如，RSBN 01-Anapa，PRMG 02-Krymsk）。这种情况下，当 RSBN 模式选择开关处于穿云模式（下降模式）或者导航模式时，RSBN 指针和距离显示会关联到 RSBN 频道上。而当着陆模式被选中时，指针用于仪表着陆系统，并且距离指示器会显示到 PRMG 基站的距离。如果两个频道对应同样机场，距离指示器会在任何模式下显示到机场的距离。

注意：ARC 和 RSBN 是互补的设备（针对不同地域提供不同的导航信号）。比如，预设的 ARC 和 RSBN 频道可能指向相距甚远的基站。如果目标机场不提供 RSBN 导航信号（或频道没有预设相关机场的信息），但很有可能提供 NDB 导航信号（并且 ARC 频道有预设）。这能允许飞行员执行到目的机场的非精确仪表进近。

RSBN 控制面板（LV17/26）以及 RSBN 模式选择开关（CU11）用来控制 RSBN/PRMG 的工作方式。如果让 NPP 指针指向 RSBN 基站，需要将 LV8 开关拨到向上的位置。

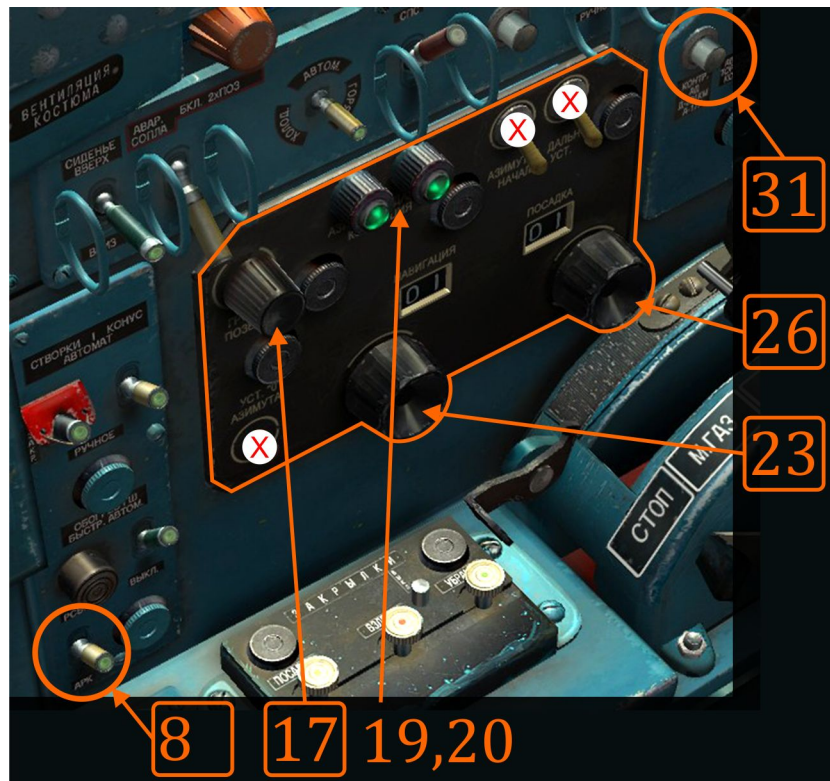


图 9.7 : RSBN 控制面板

8 - ARC/RSBN (NPP 指针) 控制开关 (向上选择 RSBN)

17 - 音量控制旋钮

19、20 - RSBN 和 PRMG 信号捕获指示灯 (绿色-信号正常)

23 - RSBN 频道选择旋钮和频道显示窗口

26 - PRMG 频道选择旋钮和频道显示窗口

31 - RSBN 自检按钮 (按住来检测)

标记 X 的开关或者按钮没有被使用。

RSBN 接收装置提供三种工作模式：

- 穿云模式 - 下降模式 (标准仪表下降)：开关 CU11 拨到向上位置
- 导航模式：开关 CU11 拨到中间位置
- 仪表着陆系统 (PRMG) 进近 (降落模式)：开关 CU11 拨到向下位置



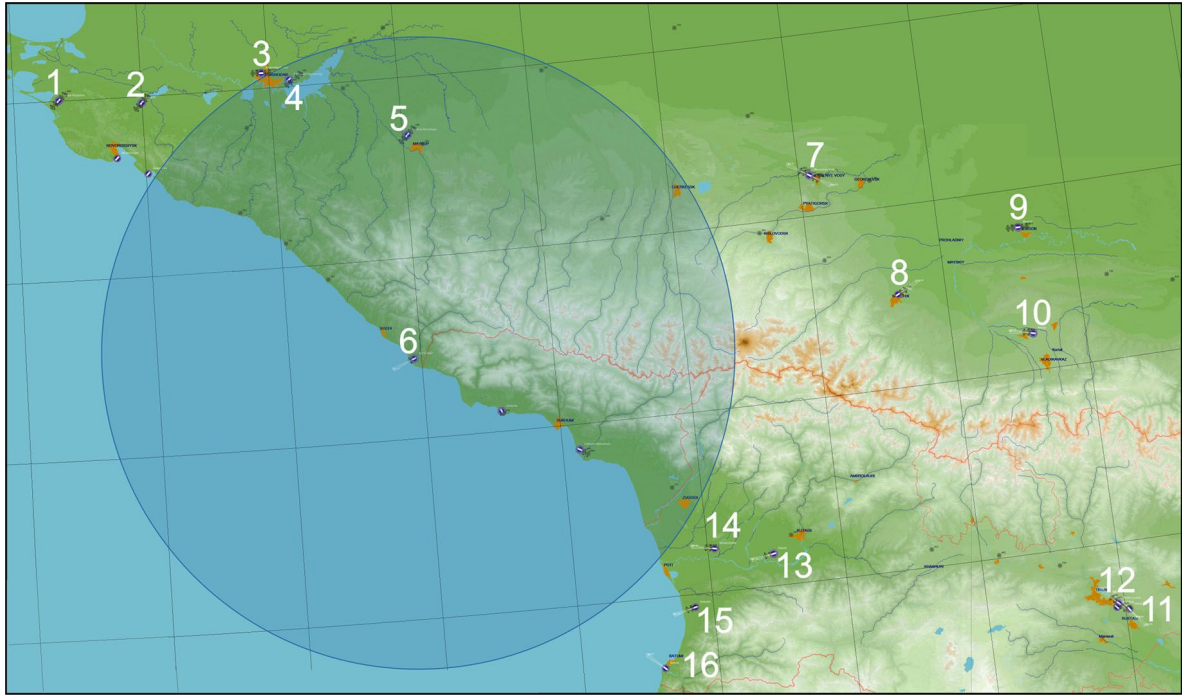


图 9.8 : 各机场的 RSBN/PRMG 基站 (编号 1~16)。图中仅给出 Sochi-Adler 的 RSBN 基站的作用范围。打印用高分辨率图片在目录 `Mods\aircrafts\MiG-21BIS\Docs\Manual_Images` 下。

穿云模式 (下降模式)

穿云模式 (下降模式) 是用来帮助飞机在进场 (准备着陆) 时, 能在障碍物上空安全下降的模式。当飞机朝选中的 RSBN 基站接近并准备着陆时, 此模式应在到达 PRMG 无线电波束覆盖范围 (截获 ILS 信号) 或者飞行员能目视跑道前开启。这个模式通常用于夜间任务或者需要使用 IFR (仪表飞行) 的条件下。如果此模式被选中, 水平方位指针将会指示给定的下降率 (飞机应保持此下降率以便能在距跑道预定距离内到达指定下降高度)。它的工作方式不取决飞机的速度, 只是让飞机飞行在安全的下降航线上。此模式允许飞机从距离跑道最远 120 公里处开始下降。在距离跑道 20 公里时, 飞机高度应比基站高度高 600 米, 以便让飞行员决定是采用目视跑道方式进近或者使用 PRMG 模式进近。飞行员也可以选择直接飞向基站然后采取正常起降航线和“长五边”航线方式着陆。

【注意】 这个模式没有考虑跑道的方向。飞行员需要自己选择合适的下降径向。如果飞行员使用 3K 旋钮设置径向, 需要通过使用定位信标捕获径向的同时根据下滑道指针指示下降。

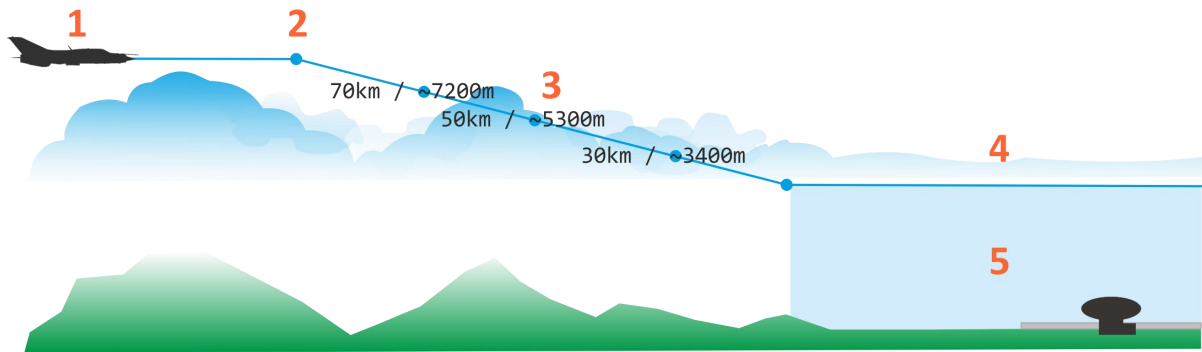


图 9.9：穿云模式的引导程序：

- 1 - 需要时开启穿云模式。此时飞机距离 RSBN 基站 120 公里或更远，同时高度在 10000 米。
- 2 - 距基站 120 公里开始下降。下降时推荐的指示空速是 600 公里/小时。
- 3 - 保持下滑道指针靠近 KPP 的水平中线上。如果飞机在指定径向上飞行，要保持定位信标指针也在 KPP 中心附近。
- 4 - 当距离 RSBN 基站 20 公里，高度 600 米时，下降程序结束：此时飞行员应把 RSBN 切换到着陆模式或者进行目视进近。如果飞行员继续使用穿云模式，指针将指示让飞机继续保持 600 米高度。
- 5 - 在距离 RSBN 基站 20 公里范围内，固定高度 600 米的区域。

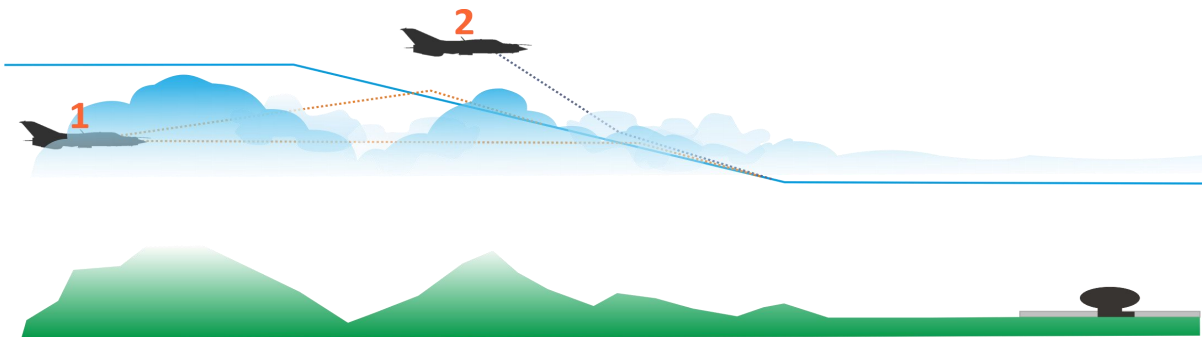


图 9.10：捕获穿云模式的下降航线：

- 1 - 飞机在下降航线下方。此时应保持平飞直到切入下降航线，或者通过爬升来切入下降航线。一旦进入下降航线，跟随指示继续下降。
- 2 - 飞机在下降航线上方。可以通过增加下降率来切入下降航线。【注意】不要下降太快以至于穿过下降航线。

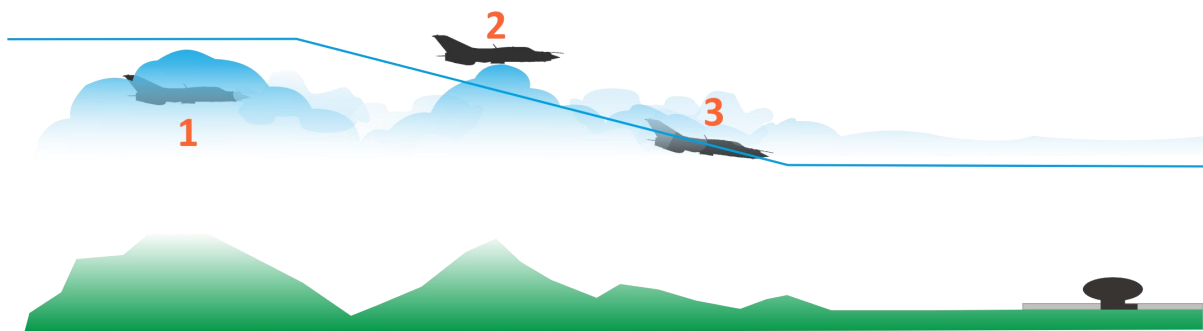


图 9.11：飞机位置和指针位置的关系：

- 1 - 飞机在下降航线下方-指针将指示下降航线在 KPP 和 NPP 的水平中线上方。
- 2 - 飞机在下降航线上方-指针将指示下降航线在 KPP 和 NPP 的水平中线下方。
- 3 - 飞机在下降航线上-指针处于 KPP 和 NPP 的水平中线上。



图 9.12：上图显示飞机距离 RBN 基站 71 公里（穿云模式下）。【注意】下降航线处于飞机下方（下滑道指针），而垂直速度在合适范围内（KPP 上黄色的下滑道指针）。下图显示飞机距离 RBN 基站 24 公里，处于下降航线上，但此时下降速度高于推荐值。



导航模式

导航模式是 RSBN 主要的工作模式。这种模式下，NPP 的指针显示飞机相对地面基站的方位，而 RSBN 距离指示器（CM43）则显示与基站的距离（公里）。RSBN 接收装置在特定高度下可以捕获最远 200 公里外的基站信号。具体参数见下表：

表 9.2：

距基站距离(公里)	30	60	90	120	150	200
最小高度(米)	530	1050	1570	2100	2620	3500

在 DCS MiG-21BIS 中，总共已预设好 16 个 RSBN/PRMG 基站。所有的基站都位于机场，因此仪表进近可用于所有预设基站。预设的频道的编号是 01~16，剩余的频道没有被使用，用户可自行设置。

导航模式可以使用径向和径向线拦截方式。飞行员可以使用 NPP 上的 3K 旋钮设置径向。当飞行员通过 3K 旋钮设置航线时，预设航线的反方向即是径向。对于任意给定径向，航向指针通过偏转告诉飞行员飞机需要转向的方向以至于能完成径向线拦截。定位信标的指针会显示飞机当前的和指定的径向间的角度偏差。

径向线拦截

径向线可看做是从无线电导航基站指向飞机，并表明飞机相对基站方位的射线（与飞机的航向无关）。如同航向一样，径向也被均分为 360 份。0/360 的径向指向（无线电导航基站的）北方。

对于精确的无线电导航，通常要求沿着特定的径向线飞行。因此你需要执行被称为“径向线拦截”的程序。在切入预设的 RSBN 基站径向前，你需要进行 4 项准备工作：

- 设置正确的 RSBN 基站的频道（确认信号）
- NPP 指针设置到 RSBN 模式（通过 RSBN/ARC 指针切换开关 LV8）
- 设置 RSBN 到导航模式
- 通过 NPP 的 3K 旋钮设置打算拦截的径向线。

飞机当前航向、径向、设定的径向和 RSBN 基站之间的关系将决定如何导引飞机进行径向线拦截。径向线拦截的解算可能简单也可能复杂，也许成功或者最终失败。



你只需记住在径向线拦截中要做的就是“跟随 KPP 上的航向指针”。此外你需要知道你是在接近基站（TO）还是在远离基站（FROM）。

这里举一些径向线拦截的例子。我们先从最简单的开始：

	A) 飞机正从基站方向以 360 航向穿过 040 径向线。并且你打算沿着 NPP 设置的 360 径向线飞（3K 指针指向 180）。KPP 航向指针将向左偏转，意味着你要向左转直到指针处于中间。左转时，你已进入初始拦截航向。这时指针会相对快速的移动，移动的快慢取决于飞机到径向线的距离（越近则指针移动越快）。之后当指针朝中间的任意一边偏 1/4~1/3 的时候修正飞机的航向。当飞机到达设定径向线± 5度范围内，定位信标指针开始移动，并显示相对设定径向线更精确的偏差。当定位信标指针处于中间时（小圆圈），飞机已处于设定径向线上。 这种情况被称为远离（FROM）- 远离（FROM），是最简单的一种径向线拦截过程。
	B) 第二种情况，飞机仍然在 040 径向线上，但航向 180，并同样选择沿 360 径向线飞（3K 指针指向 180）。这时，飞机航向指针会告诉你向右转向。跟随指针直到飞机进入初始拦截航向。当指针朝中间的任意一边偏 1/4~1/3 的时候修正飞机的航向。剩余需要做的就是重复上面的最后的操作。 这种情况是另一种形式的接近（TO）- 远离（FROM），并且比上一种情况更复杂：当飞机非常靠近基站的时候，可能在过程结束前飞过基站，然后就将进入一种更复杂的远离（FROM）- 远离（FROM）的情况（见灰色的飞机）。



	C) 第三种情况，假设飞机在 180 径向线上朝北飞向 RSBN 基站。你打算转向 140 径向线（3K 指针指向 320）。你将会收到向任意一边转向进入初始拦截位置的指令。如果情况是要求右转：则你需要让飞机左转。这可能因为 RSBN 计算机错误估计你的想法。【注意】这种情况可能在这里列出的所有例子中发生，所以你必须清楚你打算做什么。一旦左转后，指针的位置会被修正。因为会有两种不同方向的解算，所以情况比之前的更加复杂。 这种情况是另一种形式接近的（TO）- 接近（TO）。并且和前面情况一样，如果飞机过于靠近 RSBN 基站，你尝试建立初始拦截的过程可能会失败（见灰色的飞机）。
	D) 最后，假设飞机在 180 径向线上超南飞（180 航向），但你打算转向 140 径向线并飞向基站（3K 指针指向 320）。航向指针会让你持续左转修正航向。重复之前的操作，当指针朝中间的任意一边偏 1/4~1/3 的时候，根据定位信标的指针修正飞机的航向。 这是另一种形式的接近（TO）- 接近（TO）。如果飞机在这个拦截过程的初始位置过于靠近基站，你可能会在转向过程中绕过基站。接下来就会如前面所说一样变成了一种更加复杂情况并导致径向线拦截的失败（见灰色的飞机）。
	除了以上那些常见的拦截情况，但当你处于左图情形时，你将面对更加复杂的情况。左图例子中，飞机在 320 径向线上并向基站靠近。你的计划是从 180 径向线方向实施着陆。如果你选择的是 180 径向，因为选择的径向线位于 RSBN 基站的另一边，航向指针会给出让飞行员困惑的指令。因此，你必须通过最短的一边来建立初始拦截状态（图中情况是飞机右侧），直到飞机飞过了 RSBN 基站。这之后，情况会变成远离（FROM）- 接近（TO）。一些可能的解算已在图中用黑色虚线标示出来了。

仪表着陆系统 - PRMG 模式

仪表着陆系统（PRMG - „ПРМГ - Посадочная радиомаячная группа”）模式可在飞机距选择的 PRMG 基站最远 25 公里处执行着陆进近时开启。这种模式下，距离指示器显示当



前飞机到 PRMG 基站的距离。NPP 的指针此时继续指向选择的 RSBN 基站（可能与选择的 PRMG 基站位于同一机场）。

NPP 和 KPP 上的定位信标和下滑道指针显示飞机相对预定的进近航线的位置（进近航向和高度的偏差）。如果没有捕获 PRMG 信号，定位信标/下滑道信号可用指示会继续显示白色（飞机位于 PRMG 信号范围外）。当飞机捕获 PRMG 信号后，定位信标/下滑道（„K”：航向，„Г”：下滑道）信号可用指示将变成黑色。

MiG-21BIS 使用的仪表着陆系统在跑道两头的下滑道角度设置都为 4 度，PRMG 的航向和下滑道信号区域都是 ± 2 度。着陆系统可以自动识别飞行员打算使用的着陆航向，并据此自动调整信号来引导飞机着陆。例如，如果跑道方向是 090/270，飞行员可以从跑道任意一头降落而无需对 PRMG 系统做任何调整，并只需选择合适的 PRMG 基站频道（LV26 旋钮），以及“着陆”模式（开关 CM11）。飞行员同样可以有其他选择：设置 RSBN 作为 NPP 的 RSBN/ARC 指针的信号源（LV23 旋钮）。当飞行员从预定方位开始进近（例如 090），在飞机到达着陆方向前方 ± 45 度的区域时，机载设备会自动准备好显示着陆方向的信息。如果飞行员改变主意并决定从相反方向进近，只要飞机一进入新的进近航向前方 ± 45 度的区域，机载设备会同样自动调整并显示正确的着陆方向的信息。

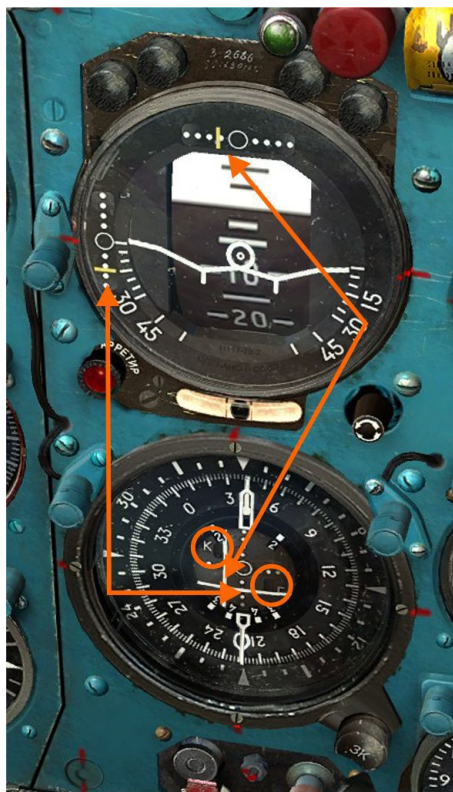


图 9.13： NPP 显示飞机处于定位信标/下滑道无线电波束的范围内。NPP 上的定位信标和下滑道信号可用指示变成黑色（图中圈内）表明信号已被捕获。KPP 和 NPP 上的定位信标和下滑道信号指针会显示同样的结果（图中箭头）。

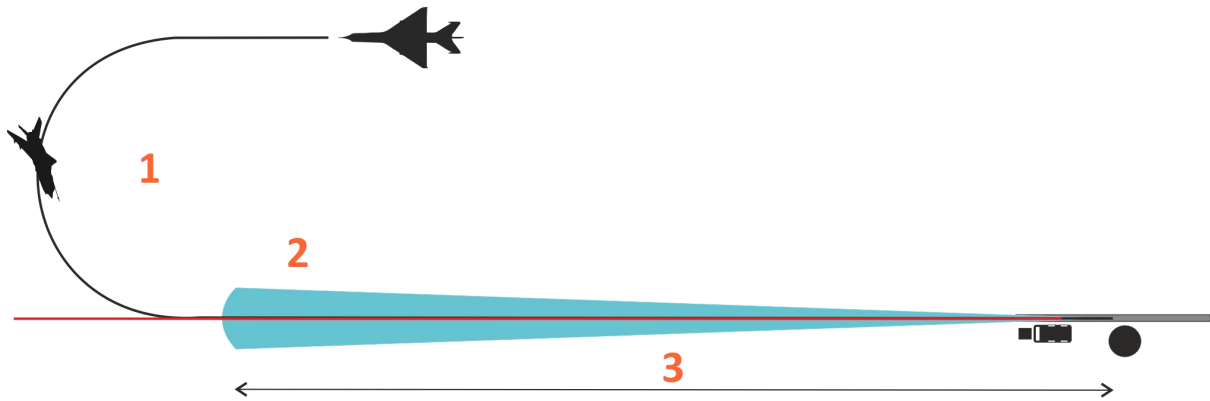


图 9.14：定位信标和基本的截获原理（俯视图）

1 - 通过让飞机相对 RSBN 的径向与跑道方向一致，来捕获定位信标信号。在图中，飞机向左转进入 270 度的径向：确认飞机 NPP 的 RSBN/ARC 指针与航向呈 90 度并指向 RSBN 基站，同时你的飞机航向和跑道方向也呈 90 ± 2 度的角度。

2 - PRMG 定位信标信号有效覆盖区域为 ± 2 度。

3 - 机载设备可在距离 PRMG 基站最远 25 公里处捕获 PRMG 信号。PRMG 基站位于机场跑道两头的位置。

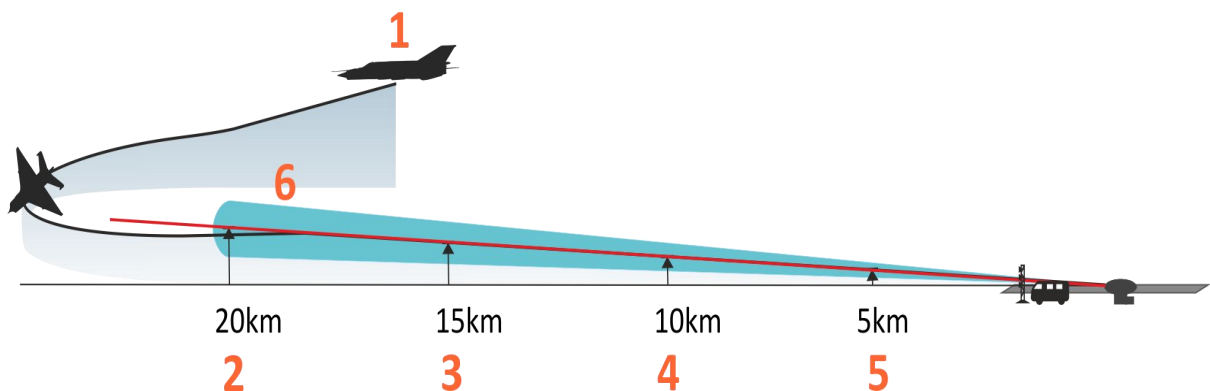


图 9.15：下滑道特征以及基本的截获原理（侧视图）

1 - 在信号捕获点，通过下降到略低于下滑道高度的位置进入下滑道。例如，如果你在距离跑道 20 公里，比跑道海拔高 1000 米的高度，进入下滑道。

2 - 下滑道高度大约 1400 米。

3 - 下滑道高度大约 1050 米。

4 - 下滑道高度大约 700 米。

5 - 下滑道高度大约 350 米。

6 - 下降角度为 4 度，偏差在 ± 2 度之内。

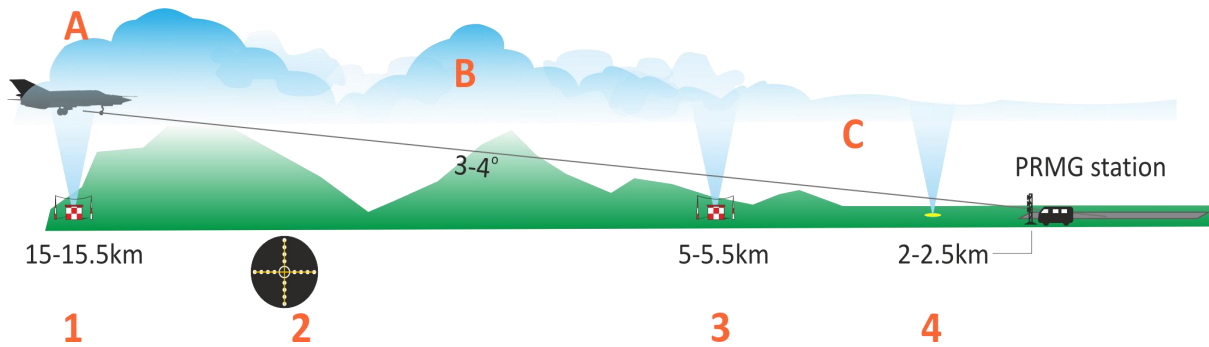


图 9.16：PRMG 进近和着陆参数。图片同时显示了 NDB 基站以及 NDB 基站到 PRMG（或 RSNB）基站的距离。【注意】DCS World 中不是所有机场都配备图中所示 NDB 基站。

- 1 - 高度 1000~900 米，指示空速 500 公里/小时，放下起落架，水平飞行直到定位信标和下滑道的信号同时被捕获 - NPP 上的信号可用指示显示黑色。跟随下滑道信号开始下降。
- 2 - 在距离 PRMG 基站 11~12 公里时：高度 600 米，指示空速 500 公里/小时，放下襟翼到起飞位。然后建立完整的 PRMG 进近着陆模式。
- 3 - 高度 270 米，指示空速 380 公里/小时，襟翼下放至着陆位，准备目视跑道。
- 4 - 高度 120 米，指示空速 360 公里/小时，如果高度降至 100 米仍没看见跑道，立刻复飞。

自动驾驶模式下的着陆进近

自动驾驶系统 SAU 装备了 PRMG 信号的接收器。飞行员可以在执行 PRMG 仪表进近时开启自动驾驶的自动/半自动降落模式。【注意】这两种模式并非用于让飞机着陆，而是用来辅助飞行员执行仪表进近。

开启任意一个模式的前提条件是：须同时捕获下滑道和定位信标的信号（NPP 上的定位信标“K”和下滑道信号“G”可用指示变成黑色）。

飞行员可以通过按下 LV51 带亮灯按钮来开启半自动降落模式，或者按下 LV52 带亮灯按钮来开启自动降落模式。飞行员可以通过 LV54 按钮来关闭这两种模式。

当 SAU 处于自动降落模式时，自动驾驶系统会接管飞机的俯仰和滚转的控制，并让飞机保持在理想的进近航线上（NPP 上的两个 PRMG 指针的交叉点出现在 NPP 中心的小圆环内）。

【注意】自动驾驶系统并不接管油门、起落架还有襟翼的控制。因此，飞行员需要自己注意并调整进近的速度以及控制好放下起落架和襟翼的时机。在此模式下，当飞机相对跑道头的高度差减小到 100 米的时候，飞行员需要使用 LV54 按钮断开自动驾驶系统（这时飞机距离跑道头应该在 1 公里左右）。这之后，飞机的着陆需要飞行员手动操作来完成。



当 SAU 处于半自动降落模式时，自动驾驶系统只会在 KPP 上通过黄色的 RSBN/PRMG 方位指针提供俯仰和滚转的提示。如果下滑道方位指针（水平方向上的指针）位于中心位置之上时，根据指针相对中心位置的偏差大小，飞行员可以通过减小飞机的下降率或者让飞机保持平飞来等待指针回到中心位置。如果下滑道方位指针位于中心位置之下时，飞行员需要增大飞机的下降率来使指针回到中心位置。对于定位信标方位指针（竖直方向上的指针）：如果黄色指针偏向左侧，说明下降航线在飞机左侧，这时飞行员需要让飞机向左转向，然后调整坡度和航向使得定位信标指针正好处于竖直位置；如果黄色指针偏向右侧，说明下降航线在飞机右侧，这时飞行员需要让飞机向右转向，然后调整坡度和航向使得定位信标指针同样处于竖直位置。因为自动驾驶系统在此模式下并不接管飞机控制，因此飞行员可以在着陆过程中让半自动模式处于开启状态。

“RSBN Box” 辅助降落

除了提供常用的导航解决方案，机载 RSBN 设备还提供额外的选择 - 在 “RSBN Box” 的辅助下进行降落航线飞行。“RSBN Box” 是 NPP 内圈的一组标记，用来帮助飞行员在任何装备有 RSBN 基站的机场确立降落航线。使用 “RSBN Box” 进行降落航线飞行不需要额外的设备。

“RSBN Box” 降落航线可分为 “长五边” 和 “短五边”。两者之间没有太大区别，一切取决于飞行员如何选择接下来的降落动作。

“长五边” 进近的优势在于更灵活的航线组成，更充足的时间，以及更长的飞行距离，并使得 PRMG 的操作更简单。而 “短五边” 的优势在于更动态的航线组成，较少的时间/油耗，但在 PRMG 进近时需要集中更多的注意力（因为距离很短，且高度很低）。

RSBN 的 “长五边” 进近最好配合 PRMG 精确进近方式使用，因此须把 RSBN 切换到 “降落” 模式并确认飞机的 RSBN/PRMG 的导航和降落频道已正确设置。

具体细节请配合图 9.17 阅读下面文字：

1 - 从 600 米高度以指示空速 600 公里/小时从跑道方向飞跃 RSBN 基站。当距离基站 7 公里，开始一转弯（“长五边”）或者当距离基站 5 公里，开始第一个转弯（“短五边”）。无论哪种方式，转弯的坡度是 45 度，并改变航向 90 度。当飞离基站后，用 3K 旋钮设置航线指针到降落航线（进近径向），并设置 RSBN 到 “降落” 模式。

注意：图片中，“短五边” 航线用虚线画出。我们不推荐初学者使用 “短五边”，因为你很可能没有足够时间完成最后进近时刻需要的操作。



2 - 当 RSBN 指针的尾部指向 NPP 内圈的标记“2”的时候，开始第二转弯。如图所示，飞机完成第二转弯后，设置3K指针在垂直方向，然后 NPP 会如编号 3 对应图所示。当进入正确航向，降低指示空速到 500 公里/小时，高度到 500 米。

3 - 在此位置上，RSBN 基站正好位于飞机 90 度方位，此时飞机需要放下起落架。调整油门来补偿起落架带来的减速，并保持指示空速 500 公里/小时和高度 500 米。

4 - 当 RSBN 指针的尾部指向 NPP 内圈的标记“3”时，开始第三转弯。记住此时飞机要精确转向 90 度。如果你飞的是“短五边”航线，一旦完成第三转弯，放下襟翼到起飞位，并缓慢减速到 420 公里/小时。如果你飞的是“长五边”航线，只需保持指示空速 500 公里/小时以及高度 500 米。

5 - 当 RSBN 指针的尾部指向 NPP 内圈的标记“4”时，开始最后一个转弯。在此过程中，请注意定位信标和下滑道指针以及 PRMG 信号可用指示。当确定从 PRMG 正确捕获两个信号时，你可以开始精确的仪表进近。你应该在完成转弯后立刻捕获到 PRMG 信号。在最后接近跑道的时候，别忘记放下襟翼并让飞机减速至合适速度，并准备好着陆。

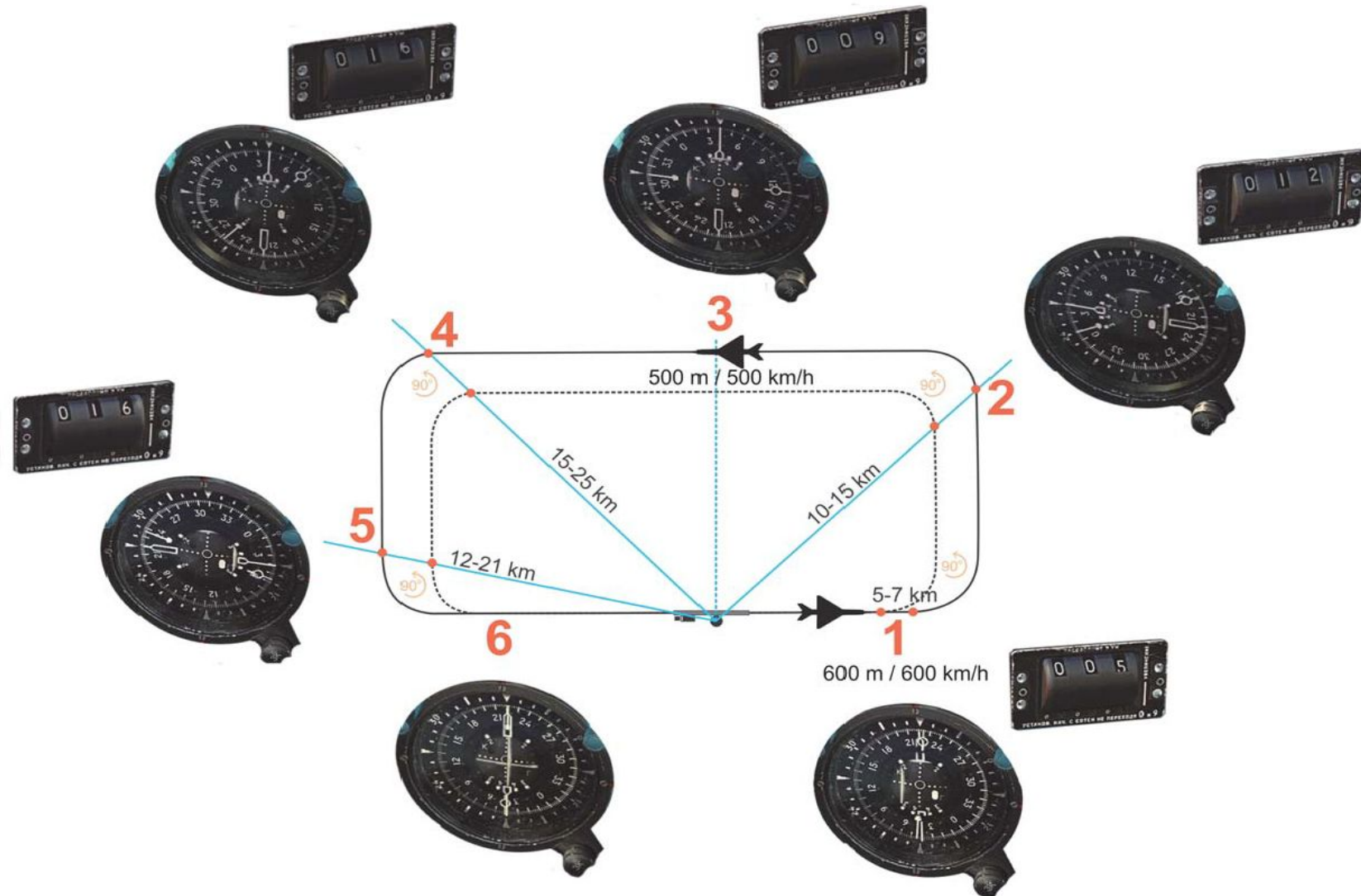


图 9.17 : RSNB 的“长五边”和“短五边”航线飞行原理图



膝板

在 DCS MiG-21BIS 的导航中，膝板的作用非常重要。因为无法在游戏中把飞行计划（导航点）输入机载导航设备，（如果你没有在飞行前设定导航点）此时你只能通过两种方法来进行飞行导航：1.在纸上打印出你的飞行计划，并靠记忆记住尽可能多的导航信息；2.就是使用膝板功能。

你可以通过**右 Ctrl + 上**打开膝板。膝板会出现在屏幕左边。然后你可以通过**右 Ctrl + 右**或者**右 Ctrl + 左**来浏览膝板的内容。这里我们推荐你向左方浏览膝板内容。因为往左翻页，膝板会首先显示玩家预先自定义的内容。膝板内容可以循环显示，但如果你一开始往右放浏览，你不得不在到达自定义内容前翻阅大量页面。

对于导航使用，你需要浏览右侧方向前几页的内容（主要是地图）。如果你在地图编辑器中创建了飞行计划（路径点），你会在膝板地图中看到它们。当你起飞后，你可以随时通过**右 Ctrl + 下**在膝板地图上标记飞机当前的位置。同时通过对比位置标记与飞行计划路线的相对位置，你就知道该如何修正当前的航向。

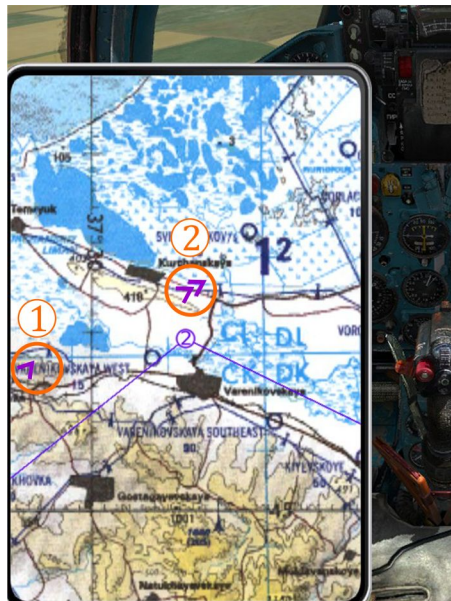


图 9.18：膝板可以显示适合比例的地图，飞行路线，以及一些位置标记。位置标记是紫色的箭头，箭头的方向表明飞机航向。截图中的标记 1 表明飞行路线是向右的，作者当时并没有修正飞行轨迹。几分钟后，作者连续 2 次标记自己的位置（标记 2）。你可以通过两个标记来对比飞机的位置和航线。

除了地图和飞机（飞行航线），在 MiG-21 自定义的膝板上你会看到 RSNB 频道列表、无线电频道、ARC 区域和 ARC 基站列表以及合适大小的（供用户自己修改的）空白模板。



如果你想自定义膝板显示的内容，进入下面的目录：[“DCS World\Mods\aircrafts\MiG-21BIS\Cockpit\KNEEBOARD\indicator\CONTENT”](#)

在目录下，你会看到名字为 *Template1-3.jpg* 的三个文件。按你的需要编辑他们（修改内容并重命名）。下次你再开始任务的时候，你将会在膝板中看到你编辑的内容。这非常的方便。



WEAPONS SYSTEM



10. 武器系统

注意：除了手册所介绍的内容，DCS MiG-21BIS 还将提供一系列关于基础武器操作的交互式训练任务。请在进行任务前仔细阅读本章节。

MiG-21BIS 的武器系统主要由 ASP 光学瞄具和 RP-22SM “Sapphire” 雷达两部分组成。ASP 光学瞄具用于无制导武器（机炮、火箭弹和炸弹）和短距红外制导空空导弹的发射。而 Sapphire 雷达则用于空对空和空对地半主动雷达制导导弹以及红外制导导弹的发射。

虽然 MiG-21BIS 主要被设计用来拦截超音速轰炸机，但它很快就转变成了多用途战机。随着可携带核武器的战术轰炸机带来的威胁的降低，大量的 MiG-21 被赋予了新的任务。受惠于较好的推重比以及优异的加速性和爬升率，MiG-21 通常会携带 2 枚空空导弹以及无制导火箭弹或炸弹。侦查和近距离支援作战也是它们的任务之一。而作为一款截击机，MiG-21 在非截击任务中很难比肩那些专门设计用来进行对地攻击任务的飞机。但现实的情况是，依靠 MiG-21BIS 自身的耐用性，适应性以及可以满足多种任务的多样性，同时只需简单的维护以及拥有较长的平均故障间隔时间等优点，MiG-21BIS 得以长期在军队服役。

基本武器系统管理

在开始学习 ASP 光学瞄具和 Sapphire 雷达的使用前，我们必须了解武器系统管理的基本原则。飞行员通过武器系统管理界面来解锁特定的武器，并选择单次或多次的发射程序，以及建立目标瞄准条件，并最终投掷/发射选择的武器。遵循这个顺序，我们可以把这个座舱的武器系统界面按功能分成几个部分：解锁、选择、瞄准（包括目标捕获）以及发射/投掷。

武器解锁界面

武器解锁界面用于给武器发射装置供电。如果没给该装置加电，哪怕瞄准系统和武器子系统处于工作状态，武器仍无法使用。所有必要的用于解锁武器的开关置于 RV 面板上。

警告：在地面上时，禁止解除武器保险：这是一项用来保证你不会因为无意中触动武器发射按钮而误射武器的预防措施。当飞机停在地面时，武器发射程序会被自动上锁（起落架放下会自动开启武器上锁）。

你必须通过完成特定顺序的操作（安全原因）来给武器系统加电。首先应被开启的一组开关是挂架 1-2 的电源（RV27）以及挂架 3-4 的电源（RV28）。这将给挂架加电并允许用于发射武器的解锁操作。接下来，如果飞机携带空空导弹，你需要开启 RV25 来给导弹加电。你只需在火箭弹或导弹发射前开启开关 RV26。这是因为开关 RV26 将给予火箭弹或导弹发射许可。



换句话说，这个开关会给发射系统加电。否则，哪怕其他的开关全部开启，火箭弹或导弹也打不出去。你可以把这个开关想成是最后一道保险措施。除此，当使用指定挂架上的炸弹而不是导弹时，你需要开启战术投掷开关（CL73）来关闭炸弹保险，使得炸弹能在撞击目标时爆炸。如果没有开启此开关，你仍能投掷炸弹，但它们将不会爆炸。



图 10.1：右侧垂直面板的武器解锁界面

如果你想使用机炮，提前一两分钟开启 Gsh-23 机炮电源开关（RV32）。虽然开启此开关将给机炮加电，但你仍然无法射击，因为你需要通过机炮装填/重装填按钮（CU4-5-6）解锁三个机炮输弹链中的一个，来给机炮上膛。这也是为安全考虑。

你可以随时开启 ASP 光学瞄具，并且没有任何限制。这样做同时可以反过来帮助确认其他机载系统是否正常工作（尤其是交流供电系统以及陀螺仪）。你可以通过 ASP-PFD 光学瞄准电源开关（RV33）来开启光学瞄具。

最后，你要了解的是，Sapphire 雷达在使用前需要时间来预热。因此，当你准备起飞的时候，你可以拨动 RP-22 雷达主模式开关（RV62）到待机位。Sapphire 雷达通常需要三到五分钟的时间来预热。预热完成后，你可以通过 RP-22 雷达自检按钮（CM51）来完成雷达自检。雷达具体使用将在后面详细说明。

到这里，我们已经完成了武器系统的解锁步骤。下一步，你需要通过完成武器选择步骤来选中要使用的武器。



武器选择界面

武器选择界面在 CU1/7 控制面板上。需要注意的是，ASP 光学瞄具的设置将会影响武器的选择，具体将会在 [瞄准界面](#) 章节讲述。第一个开关 CU2 用于选择 ASP 主模式：通过这个开关，你可以在 AIR（对空：开关向上）和 GROUND（对地：开关向下）模式之间切换。

注意：红外制导空空导弹可以通过热源信号锁定地面目标。虽然不知道是否在 DCS World 中也一样，但当你选择使用红外制导空空导弹时，无论攻击空中还是地面目标，你都要把 ASP 主模式设置为 AIR（对空）

下一个开关是 CU3，用于空空导弹类型选择。当你打算使用红外制导空空导弹，该开关应该往上拨，而半主动雷达制导导弹则往下拨。

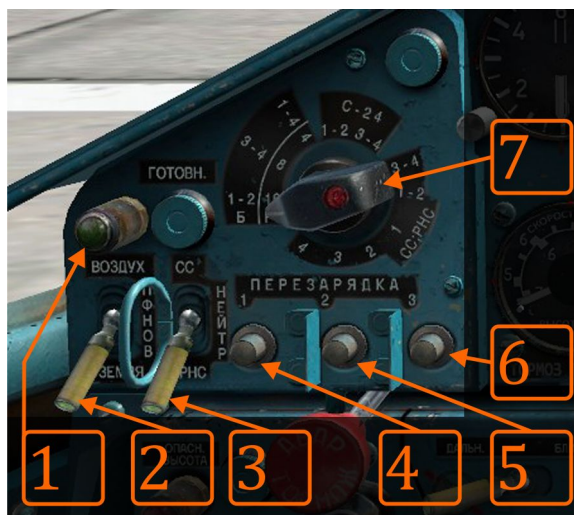


图 10.2：武器选择界面的面板

机炮装填/重装填按钮（CU4-5-6）用于给 GSh-23 内置机炮装填弹药。三个按钮负责解锁各自的机炮输弹链，并可以在机炮卡壳时让机炮自动重新装填。因此，当卡壳这种事情发生时，你需要依次序按下三个按钮中的一个（或两个）来给机炮重新装填。例如，一开始你使用第一个按钮来给机炮装填弹药，当机炮卡壳时，你需要使用第二个按钮来给机炮重新装填。当你按下按钮时，你会听到金属与金属的特殊碰撞声以及其他声响。当机炮装填完毕准备就绪，CU1 的绿灯会亮起。CU1 会在弹药耗尽、没有装填（上膛）或者卡壳的时候熄灭。

最后挂架和武器类型选择旋钮（CU7）可同时用于挂架和武器选择。本手册将借助钟表刻度的方式（12 点是上、3 点是右、6 点是下、9 点是左，等等）来帮助说明它的使用方法。旋钮上 9 点到 11 点的位置是预留给炸弹、火箭弹以及武器数量选择的。CU7 旋钮上的数字表明了它的用途：例如你想从 3 号和 4 号发射器上投放炸弹，你需要把旋钮放置在 10 点位置（B 3-4）。如果这时你正使用火箭弹，旋钮此时的位置能让你从每个火箭巢（RS 8）上一次发射 8 枚火箭（无论飞机携带多少火箭巢：2 个或者 4 个）。12 点到 1 点的区域是给 S-24 无制导



火箭弹预留的。由于它们总是被一对一对的发射出去，因此你可以选择 1-2 挂架或者 3-4 挂架。因为发射过程会产生大量烟雾，并可能影响飞机发动机正常运转，所以最好一次只同时发射两枚火箭弹。最后，2 点到 7 点的区域则预留给了空空导弹。你可以选择一对（位置 1-2、3-4）或者一枚一枚单独的发射（1、2、3、4）。

唯一需要特别注意的是 Kh-66 Grom 导弹：发射时，你需要将旋钮置于 S-24 1-2 的位置上。Kh-66 导弹每次只能发射一枚，所以要尤其注意发射后对飞机姿态的控制，因为这时飞机的左右的挂载是不平衡的。



瞄准界面

光学瞄准 - ASP PFD

瞄准界面包括 ASP 光学瞄具、雷达控制盒、油门杆和飞行操纵杆。

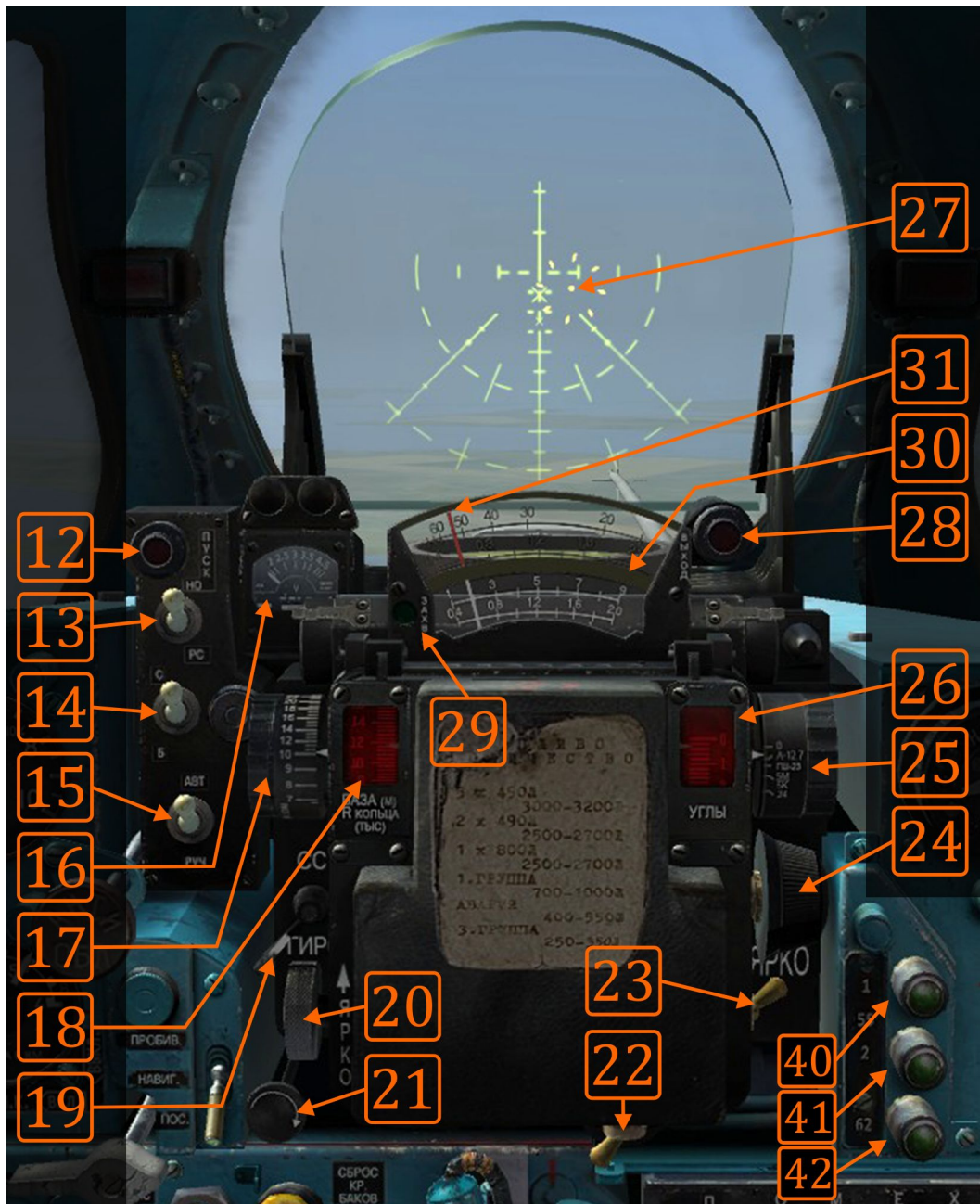


图 10.3：光学瞄准界面

12 - 发射许可（目标处于武器射程内）

13 - 机炮或火箭弹/导弹



- 14 - 发射/投掷
- 15 - 自动/手动
- 16 - 空空导弹距离标尺
- 17 - 空对空机炮模式下目标大小（米）
- 18 - 其他模式下目标大小（米）
- 19 - 导弹或陀螺模式准星运动方式
- 20 - 标尺背光
- 21 - 固定栅格亮度
- 22 - 开启/关闭固定栅格显示
- 23 - 开启/关闭准星显示
- 24 - 准星亮度
- 25 - 截角旋钮
- 26 - 角度盘（度）
- 27 - 准星（十字线）和固定栅格
- 28 - 脱离指示灯
- 29 - 雷达锁定指示灯
- 30 - 距离和角度比例尺
- 31 - 比例尺指针
- 40...42 - 空空导弹锁定指示灯

ASP-PFD 光学瞄具通过一些开关和旋钮来设置瞄准参数。CU13 开关用来切换 ASP 瞄准模式：机炮（上）或导弹/火箭弹（下）。它下方是 CU14 开关，用来选择是发射（上）还是投掷（下）。投掷模式只用于炸弹，而发射模式则用于其他的武器。CU15 开关用来选择自动（上）或者手动（下）方式计算目标距离和大小。自动模式下，ASP 瞄具将根据雷达数据（如果目标被雷达锁定）或者预设的目标距离/大小/角度修正来显示准星，以便能达到最佳瞄准效果。手动模式允许飞行员自己决定目标参数。

ASP 左侧的 CU17 旋钮用来设置目标大小（米）。CU18 的红色窗口中显示的内容用于帮助设定目标的大小（自动空对空机炮模式下除外）。在自动空对空机炮模式下，虽然仍可以用 CU17 和 CU18 设置目标大小，但是你必须参考 CU17 旋钮上的比例尺而不是 CU18 上的比



例尺（红色窗口）。右边对称位置上的旋钮 CU25 是角度修正旋钮。在自动模式下，光学瞄具会自动调节此旋钮以及 CU26 的比例尺来对选中的武器进行目标角度修正设置（不同武器设置会不同）。截角会在 CU26 的红色窗口中显示。当选择手动模式时，飞行员可以根据不同武器的手册调节这个旋钮来设置修正角度。ASP 顶部的距离标尺 CU30 和指针 CU31 显示目前相对目标距离（右边为最大距离，左边为最小距离）。这里有 4 组标尺：

- 最下方的标明空地火箭弹和机炮的距离（400~2000 米）
- 上侧的是空空导弹的距离标尺（大于 1 公里）
- 从上往下第二个是短距离标尺（从右往左 2000~400 米），并用来辅助空对空机炮射击（和最下方的一样）
- 最顶上的显示准星的大小（毫弧度³）

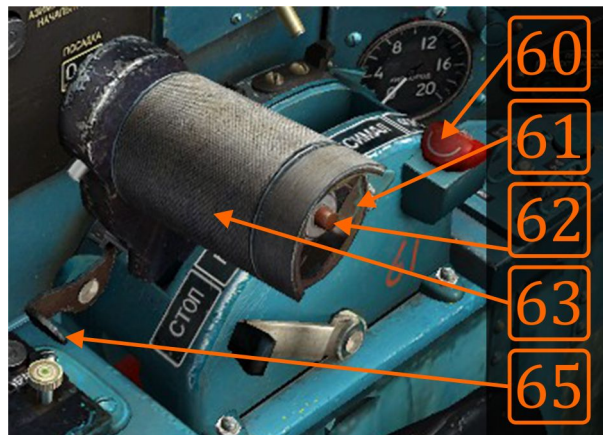


图 10.4：油门手柄（LH63）（可转动）：当使用雷达时，它将控制 TDC（目标指示游标）的上下移动。当使用光学瞄具时，用于测量目标距离。

4 个标尺共用一个指针来标明距离。自动模式下，指针会根据选择的武器自动显示对应的距离，但需要飞行员知道自己应该读取哪个标尺。手动模式下，当飞行员使用油门手柄手动改变准星大小时，指针才会移动：通过改变准星大小，并用准星罩住目标，然后在正确的标尺上读取对应的距离。手动的距离计算基于输入 ASP（CU17）的已知的（或估计的）目标大小。

ASP 左上角小窗口里的时空空导弹的距离标尺（CV16）。它将显示雷达锁定目标的距离。因为你会有其他发射许可的指示灯，因此可以不用太关注 CV16。

4 组标尺下方是两个信号灯：RADAR LOCK-ON（雷达锁定）绿色指示灯（左侧 CU29）以及 BREAK-OFF（脱离）红色指示灯（右侧 CU28）。上面的 CU12 是橙色的发射许可指示灯，当目标在武器射程范围内，它将亮起。RADAR LOCK-ON（雷达锁定）只在雷达用于测距时有效（空空导弹或者定向波束模式下攻击地面目标）。因为 RADAR LOCK-ON（雷达锁

³ 毫弧度（mil：密耳）是角度单位：1 mil 等于 1 米高目标在 1000 米距离的弧度。它约等于 0.05729 度或者 0.001rad。在有些国家，被称作千分之一，因为 $\text{mil} = \text{rad} / 1000$ 。



定) 在没使用雷达时不会工作, 所以飞行员此时需要依靠 LAUNCH AUTHORISED (发射许可) 指示灯。当 LAUNCH AUTHORISED (发射许可) 灯亮起一两秒后, 飞行员可以发射选择的武器, 并在 BREAK-OFF (脱离) 指示灯亮起后停止发射 (LAUNCH AUTHORISED (发射许可) 同时灭掉)。无论何时 BREAK-OFF (脱离) 指示灯亮起, 飞行员都要果断停止攻击 (无论面对空中还是地面目标)。



图 10.5 : 距离和准星大小以及截角之间的关系

MSL - GYRO (导弹 - 陀螺) 模式手柄位于 ASP 的左下角 (CU19)。它用于选择准星移动方式。当在 MSL 模式时, 准星移动的计算只使用 4 个参数中的 2 个, 并显示稳定的准星。当处于 GYRO 模式时, 准星是灵活移动和变化的, 使得难以用来瞄准。但是一旦锁定目标并在合适距离上发射武器, 武器将会击中目标。第一个模式用于空空导弹瞄准。当目标不太敏捷的时候 (地面和空中目标进行小于 3~4g 过载的机动时) 则可以使用 GYRO 模式。



注意：当尝试瞄准正在做大于 3~4g 过载机动的空中目标时，你需要使用固定栅格。这是因为准星的截角可能会超过 7 度，以至于准星无法显示在瞄具的反射玻璃上。

最后三个不在光学瞄具上的信号灯（CU40-41-42），它们表明红外制导导弹的导引头是否锁定目标。绿灯“1”号亮起表明左翼的 RS-2US 导弹锁定目标，“2”号灯则对应右侧机翼的 RS-2US 导弹，“62”灯则是对应任何挂架上的 R-60 导弹。因此，为了确认红外制导导弹已锁定目标，你需要仔细听辨红外导引头的锁定声以及查看锁定灯。如果缺少两者任何一个，可能是因为导弹只是临时锁定目标或者锁定到了其他红外干扰噪声上。

雷达瞄准界面

前面已经说明，雷达在使用前需要预热。通过拨动（RV62）开关到中间位置（待机或者预热），可以对雷达进行预热。通常雷达预热需要 3~5 分钟，然后可以处于待机模式下 35~40 分钟，或者在需要时开机。雷达允许处在开机状态的总时间大概是 20~25 分钟（待机和开机时间都受冷却剂容量限制）。所以只有当你真正需要使用雷达时再打开雷达。否则，让雷达进入待机模式。

注意：雷达工作时间受冷却剂容量的限制。如果雷达过热，那么 TURN OFF RADAR（关闭雷达）的红灯会在雷达屏幕上亮起。这种情况下，必须关闭雷达以免造成雷达故障。

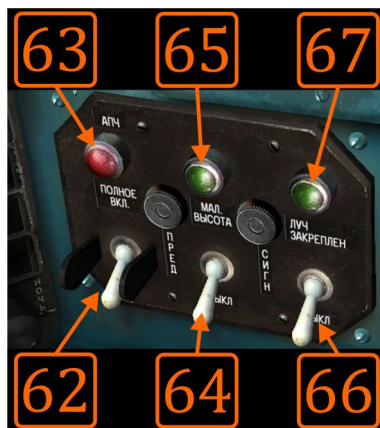


图 10.6：雷达主控面板

通常 ERR（故障）的红灯（RV63，在雷达主开关上面）熄灭表明雷达正常工作。如果这个灯在使用雷达的任何时候亮起，请关闭雷达。

一旦完成雷达预热，你可以通过 TEST（检测）带亮灯按钮（CM51）启动雷达自检。在雷达自检过程中，一个假目标会出现在雷达屏幕上。通过转动油门手柄移动 TDC（目标指示游标）并将它覆盖在目标上，然后按住 LOCK-ON（锁定）按钮（PS5）2~3 秒钟。这时雷达屏



幕的显示会从搜索模式转到跟踪模式，你也可以看到目标标识以及对应距离标记在屏幕中移动，并最终停在正中。距离标记向目标中心移动表明飞机正在接近目标，反之远离。最后所有的控制灯会按照以下顺序逐个亮起：HEAD RDY（导引头就绪），LAUNCH（发射），以及BRAKE-OFF（脱离）（O）。这之后，所有图像会消失，雷达也会自动回到待机模式。如果上述过程没有发生或者雷达没有进入自检模式（比如你在雷达预热完成前按下 TEST（检测）按钮），请按下 CANCEL（复位）按钮（CM52），并在等待几分钟后再次尝试。



图 10.7：雷达自检模式



接着你需要把 RV62 开关拨到最上的位置来开启雷达，然后雷达屏幕会显示搜索模式的图像。Sapphire 雷达的天线无法像当今战机一样自主上下左右移动。但是它会扫描前方 ± 30 度方位，垂直方向上 $-1.5 \sim +17$ 度的范围来搜寻最远 30 公里外的目标。实际上，你只需控制你的飞机飞到合适的高度以便让飞机的雷达“看”到目标。【注意】Sapphire 雷达将搜寻和你同样高度以及更高高度上的目标，尤其是你前方头顶上的。因此你需要把飞机飞得比估计的目标高度稍微低一些。当飞机在雷达开机时靠近地面，地面杂乱的回波会显示在你的雷达屏幕下方。当这种情况发生时，最好的处理方法是提升飞机的高度。但因为各种原因导致你无法抬升飞行高度，你可以通过把 RV64 开关拨到中间位置来补偿杂乱信号的干扰。如果这样没有效果，则尝试拨到上面的位置。当 RV64 在中间位置时，雷达会尝试消除低旁瓣来清除杂波，当拨到上面位置时，雷达天线会向上倾斜大约 1.5 度。总而言之，如果愿意，你可以在飞行过程中一直开启补偿功能。

FIXED BEAM（定向波束）开关（RV66）用来把雷达波束锁定到武器纵向轴线上（ -1.5 度），使得飞机攻击地面目标时拥有测距能力。这种模式下，Sapphire 雷达会测量任何在纵向轴线上进入雷达探测范围内的障碍物，并提供精确的目标距离。



图 10.8：雷达对抗（干扰过滤）和辅助控制面板

在搜索模式下，雷达屏幕将显示搜索区域的俯视图，以及发现的目标（默认是敌方）。在飞机上方的目标会显示倒 T 的标识，同高度的显示横线 -，而下方则用 T 来标识（【注意】这种情况很少见）。

为了区别友军和敌军，你需要按住 CM49 按钮来开启敌我识别。友军会以双横线 = 形式在屏幕上显示几秒钟。

注意：当友军标识显现几秒后，目标标识会再次回到默认的敌军标识。如果你识别后丢失友军飞机，友军飞机下一次出现在你雷达上的时候会再次以敌军标识显示。所以锁定目标的时候请务必小心以免误击友军。



为了锁定目标，你需要对着目标飞行以保证目标出现在你的雷达屏幕正中间（两个竖直括号标记之间的范围）。一旦屏幕上目标进入屏幕中间区域，转动油门手柄移动 TDC（目标指示游标）并覆盖目标，然后按住飞行操纵杆中间的 LOCK-ON（锁定）按钮（PS5）直到目标被锁定。你会通过雷达屏幕图像的改变以及 ASP 光学瞄具上 LOCK-ON（锁定）灯亮起确认目标是否被锁定。在锁定模式下，雷达屏幕会显示一条水平线代表着被锁定的目标。屏幕上目标的位置取决于目标相对武器纵向轴线的位置。目标在屏幕上的位置与你目视目标时，目标在你视野中的位置一样。举个例子：如果目标出现在屏幕左上方，那么真实目标就会在你飞机纵轴线的左上方。目标的距离通过横线上方两个分开的竖条形的距离标记显示。如果你在接近目标，两边的竖条会向中间的靠拢。如果目标正在远离，那么两个的竖条会往两边分开。有效射程以空格的方式显示在目标横线上靠近中心竖条的地方。目标横线上的空格越长，表明有效射程越大。一旦目标的距离标记进入有效射程，雷达屏幕和 ASP 光学瞄具上的 LAUNCH（发射）灯会同时亮起，这时你可以开火了。

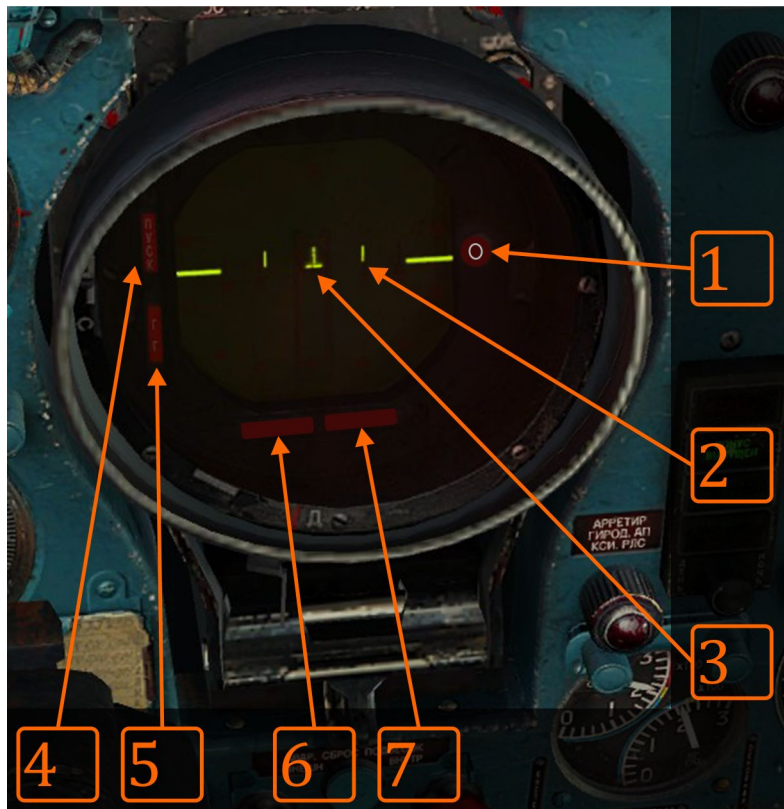


图 10.9：雷达屏幕

- 1 - 脱离指示灯（停止攻击）
- 2 - 距离标记（已经在有效射程范围内）
- 3 - 目标标识（屏幕上的距离和武器有效射程标记以及水平横线会跟随目标标识移动）
- 4 - 发射指示灯（目标进入有效射程）



5 - 导弹导引头就绪（当 SARH（半主动雷达制导）导弹被选中并就绪时会亮起）

6 - 关闭雷达指示灯（当灯亮起时，关闭雷达）

7 - 主动干扰指示灯（电子对抗）

注意：有效射程的计算取决于当前战机及目标的能量以及导弹的弹道。如果待目标刚进入有效射程就发射导弹，随后目标改变轨迹，此时导弹仍会按照预定的轨迹飞行，其结果是导弹会因为没有足够能量进行机动而错过目标或者导弹一直无法追上目标。因此，等距离标记进入有效射程大约 $1/4 \sim 1/3$ 的位置再发射，以便让你的导弹能有更充足的能量。如果你想提高命中率，在 3~5 秒间隔内发射两枚导弹。

如果你使用的是半主动雷达制导导弹，雷达必须一直保持对目标的锁定直到导弹命中或者最终丢失目标。对于红外制导导弹，你甚至不需要锁定目标，虽然锁定能帮助导弹导引头指向目标。

如果你想解除锁定，按下 CANCEL（取消）按钮（CM52）。

当你的目标是低速的飞机、直升机或一些 UAV（低速无人飞行器）时，或者你在追捕和自己飞机相对速度很小的飞行器时，你可以在雷达处于搜索模式的情况下按下 LST 按键（CM50）。LST 表示 **Low Speed Target**（低速目标），是俄语 МСЦ 的直译。之后你可以通过按下 CANCEL（复位）按钮（CM52）使雷达回到普通搜索模式。

注意：在扫描模式下，Sapphire 雷达需要 3 秒钟来完成一次完整的扫描。当用雷达搜寻目标时，请朝一个方向飞 10~15 秒以便能彻底搜索那片空域。如果没有找到目标，改变航向 20~30 度，然后重复上面步骤。需要注意的是，你需要关于敌军高度的有效信息（或者可靠猜测），以便把你的飞机保持在合适的高度上。

注意：作为截击机，MiG-21BIS 极为依赖地面雷达人员提供的信息来拦截空中目标。MiG-21BIS 需要被地面指引到最佳位置，然后实施截击。这个过程被称为 GCI（地面控制拦截）。



SPO - 简易雷达告警接收装置

SPO-10 是用来接收地面/海上或者空中雷达发射源的雷达信号并显示其相对本机方位的设备。它是完全自动的，所以你在飞行中除了开启它之外（RV6），不需要任何操作。与雷达不同，它并不向外发射任何信号，所以在任何时候使用都是安全的。

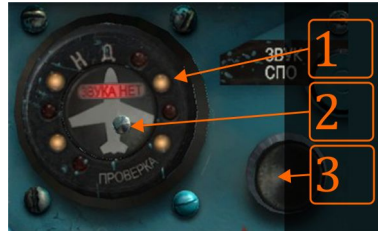


图 10.10：1 - 闪烁指示灯, 白天白色，夜晚红色，2 - 自检按钮，3 - 音量旋钮

SPO 由 4 个闪烁指示灯组成，每个负责飞机周围四分之一的水平区域：左上角的指示灯代表机头到左侧 90 度的范围，左下角的代表左侧 90 度到机尾的区域，右下角的指示灯代表机尾到右侧 90 度的范围，右上角的代表右侧 90 度到机头的区域。为了更好的分配信号，以及信号接收的一致性，这些区域有少许的重叠。当飞机被其他雷达照射时，至少有一个灯会闪烁，同时伴有同频率的提示音响起。如果两个相邻的灯开始闪烁，这表明信号发射源可能处于两个指示灯间的重叠区域。比如，如果左边两个灯同时闪烁，并且空中只有一个发射源，那么它一定处于飞机左侧 90 度的位置上。但是，如果有多个发射源在不同方位，这也会使左侧两个灯都在闪烁。

当四周出现多个发射源的时候，SPO 的多个灯会开始闪烁。这种情况下，很难知道哪个方向更具威胁性。如果敌机雷达锁定了本机，那么四个指示灯会开始一致性闪烁，以及响起不间断的告警声。这个信号是最高等级的告警并需要认真对待：这时候的问题在于，你需要知道威胁来自何方，但 SPO 本身在无法告知你这些信息（所有灯都在闪）。因此，当你驾驶 MiG-21BIS 进行战斗的时候，你必须时刻关注你周围的情况。

图 10.11：（从上到下）

1. 危险来自右前方区域
2. 危险可能来自右侧的两个区域或者右侧 90 度
3. 危险来自左后方和右前方





4. 四周都有危险（如果告警声和闪烁可以被打断）或者你已经被锁定（闪烁和告警声一直持续）

需要注意的是，类似其他雷达告警接收装置，SPO 具有 360 度方位以及部分高度（大约 ± 45 度）的覆盖范围。请牢记！实际中，当发射源在你上方 45 度以上或者下方 45 度以下，你的 SPO 设备将无法接收对方的雷达信号。这会使得你对环境有了错误的判断并认为当前一切安全，而且没有任何威胁。这个情况同样适用于脱锁机动：当你被锁定并开始做机动打算摆脱时，你的机动过程可能会把威胁目标置于 SPO 的盲区。这种情况下，SPO 会停止锁定告警，但实际的情况可能是你并没有摆脱敌方的锁定。

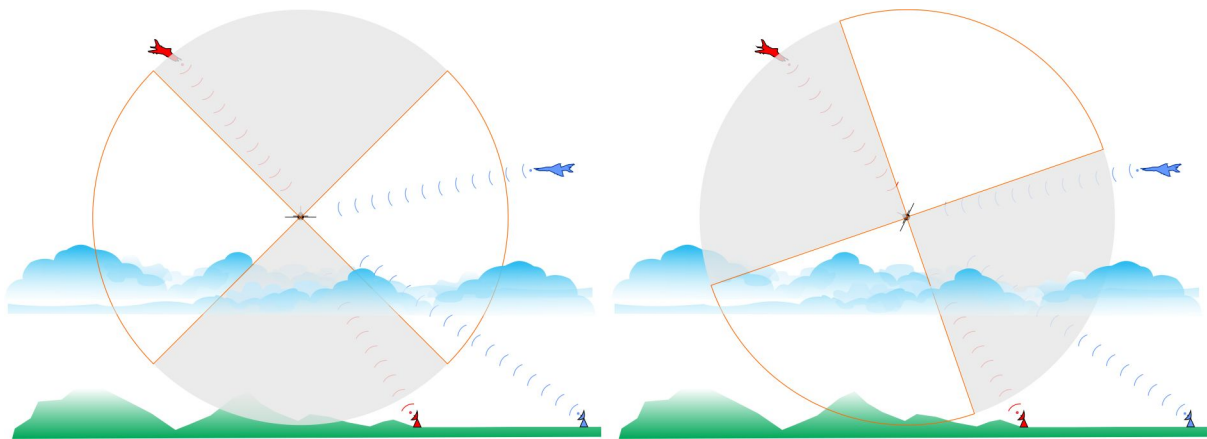


图 10.12：图示 SPO 雷达信号接收原则：灰色区域代表 SPO 的盲区，而橙色线条包围的白色区域则代表 SPO 的有效工作区域。在左边的图中，MiG-21BIS 能收到它左侧的（飞机飞向读者）两个雷达信号（蓝色），但没能截获红色雷达信号。随后飞行员决定做向右急转弯以躲避蓝色信号。当飞机有了向右的坡度后（如右图），SPO 将无法收到任何雷达信号，以至于飞行员误以为没有任何威胁存在。缺乏经验的飞行员可能会假设没有任何危险的存在，而实际情况是飞机的 SPO 在当前状态下不能探测到那些威胁的所在。



武器发射和射击

当你锁定了目标，接下来就是发射武器或者用机炮射击了。发射武器（导弹、炸弹以及火箭弹）需要长按按钮 PS6。对于导弹和炸弹，你必须按住按钮 2 秒钟。导弹会在这之后 1~2 秒内被发射出去，而炸弹几乎是被立刻投掷出去。无论如何，你都要按住按钮以确保它们能完全地从飞机上分离。火箭弹在按下按钮的瞬间就开始发射，但你必须按住按钮直到完成设定的发射顺序，否则你将中断火箭弹发射。而下次再按发射按钮时，火箭弹将以上次未完成的设定顺序继续发射。

警告：投掷炸弹前，你需要开启 TACTICAL RELEASE（战术投掷）开关（CL73）。这个开关会关闭炸弹保险，使得炸弹在撞击目标时会被引爆。如果仅仅是想抛离炸弹，那么请关闭此开关。

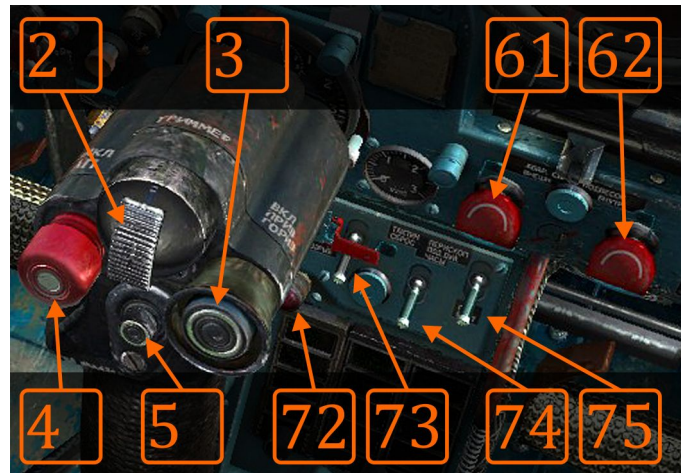


图 10.13： TACTICAL RELEASE（战术投掷）开关（CL73）以及 BOMBS ARMED（炸弹引信激活）指示灯（CL72）。被红色盖子盖住的 CL61 和 CL62 是挂载抛离按钮

你需要扣住 PS1 扳机来进行机炮射击。只要一直不松开扳机，机炮会一直射击，并会在耗尽弹药或者机炮卡壳时停止。如果机炮没有装填，或者机炮开关没有打开，或者在起落架被放下的情况下，扣住扳机也不会开始射击。



攻击地面目标

攻击地面目标通常使用 ASP 光学瞄具，并且有时候也会用雷达辅助。两种方式的效率是差不多的，但最后的战果更取决于飞行员的技巧和能力。

为了攻击地面目标，你必须对目标保持目视接触。在有雾，暴雨以及通常低能见度情况下，你很可能一开始未能发现目标，而冒着被击落的风险继续搜寻。一旦发现目标，你需要调整飞机姿态以便接下来实施一次或多次的攻击。**记住不要对同一目标实施两次以上的攻击。**根据你携带的武器，通常第一轮使用炸弹攻击，然后是最大口径的火箭弹。使用内置机炮攻击地面目标并不是一个好主意，虽然它对软目标很有杀伤力。

所有空对地武器的通用步骤：假设你已经通过右侧垂直面板的开关解锁了武器，然后请把 CU2 开关拨到 GROUND（对地）主模式，设置 CU3（导弹选择）到中间位置，设置 CU15 到 AUTOMATIC（自动）模式，以及 CU13 拨到 MSL（导弹）模式。如果你知道目标大小，则通过旋钮 CU17 载入，否则设置目标大小为 10~12 米。

使用炸弹时，设置 CU7 到载有炸弹的合适挂架（1-2、3-4、1-4），设置 CU14 到投掷模式。最后，仅在你攻击前，开启 TACTICAL RELEASE（战术投掷）开关（CL73）。不管你的雷达是否在定向波束模式，你的准星都会显示正确的瞄准结果。剩下需要做的就是用准心瞄准然后投掷炸弹（PS6）。

使用炸弹攻击大型目标时，4000 米是一个不错的起始高度。以 30~40 度角度俯冲，并使发动机保持怠速。当你拉起时请务必小心不要超过其他挂载的过载限制。在准星出现在光学瞄具上时尽快投掷炸弹。你需要大量的练习来提高炸弹的投掷精度。

使用火箭弹时，用 CU7 合理设置一次点射发射的火箭弹数量（4、8、16）或者选择挂有 S-24 火箭弹的挂架（1-2、3-4）。然后设置 CU13 到 ROCKETS（火箭弹）模式以及 CU14 拨到 FIRING（射击）模式。如果上面所述，剩下的就是瞄准然后发射火箭弹（PS6）。

使用火箭弹从中低空攻击大中型目标时，建议起始高度为 2000 米。以 10~30 度角度俯冲，并调整发动机转速至 70~80%。最后在距离目标 1700 米处开火。

使用内置机炮时，使用按钮 CU4 来装填机炮，并确保机炮已上膛（CU1 绿灯亮）。设置光学瞄具到 GUN（机炮）模式（CU13）以及 FIRING（射击）模式（CU14）。瞄准并扣住扳机（PS1）开始射击。如果机炮卡壳，须使用按钮（CU5-6）来进行重新装填。

注意：你可以通过 ASP 的 GYRO 模式（CU19）来捕获目标。

当你开启 GYRO 模式，按下回车键来稳定准星。把准星放在目标下方：这时候你可以松开回车键，或者继续按住。尝试两种方式，如果准星看起来仍然是灵活跳动，请把 ASP 切换回 MSL（导弹）模式。



使用机炮攻击地面目标的方法和使用火箭弹类似。



图 10.14：机炮对地攻击顺序：

1 - 距离大于 2500 米，准星稍微在目标下方，并保证不要上移。在初次攻击时保证准星在目标下方，因为当距离小于 2500 米时，准星会慢慢上移。这个阶段被称为粗略瞄准。

2 - 距离大于 2500 米，准星开始上移。继续保持准星在目标下方 1~2 秒，等待距离指针移动直到显示的距离小于 2000 米。此后，你必须稳定飞机，因为飞机即将进入精确瞄准阶段。

3 - 距离指针继续移动，LAUNCH（发射）指示灯亮起。当指针在绿色标记的距离范围内，可以使用机炮射击或者发射火箭弹。指针移出此范围的快慢程度取决于飞机的速度和俯角。在你攻击过程中，随着距离的减小，准星会继续上移，因此你需要通过稍稍向前推杆来补偿准星的移动。



4 - 机炮点射可能看起来很怪异，因为子弹看起来像是飞过了目标。请不用担心，这是正常的。继续保持准星覆盖在目标上或者稍微靠下一点。

5 - BRAKE-OFF（脱离）指示灯亮起，意味着你必须停止攻击。有时候这个灯会提前亮起，原因在于到目标的最小距离：ASP 考虑了你的攻击参数以及一个平均水平飞行员逃离危险区域所需的时间。如果飞机还携带挂载，请以 4~5g 过载脱离。如果需要爬升，应打开加力，否则调整发动机转速到 100%，并以直线低空平飞或者战斗转弯方式脱离目标。

6 - 目标（橙色标记）被击中，弹片（橙色箭头）飞起。这是一个危险信号，表明你的飞机有可能受到损伤。因此当你攻击时，一旦 BRAKE-OFF（脱离）灯亮起。立即停止攻击，并以 4~5g 的过载（或更大过载 - 取决于挂载）脱离。

攻击空中目标

你可以使用内置机炮、火箭弹或者空空导弹来攻击空中目标。我们将从最常用的空空导弹开始。

所有空空导弹的通用步骤：我们假设你已经通过右侧垂直面板上的开关解锁了武器，然后通过 CU2 选择 AIR（对空）主模式，把导弹选择开关 CU32 置于 IR MISSILE（红外制导导弹）或者 RADAR GUIDED MISSILE（雷达制导导弹）位置。接着 CU15 选择 AUTOMATIC（自动）模式，以及 CU13 置于 MSL（导弹）模式。如果你知道目标大小，通过 CU17 旋钮载入数据。最后，确保 TACTICAL RELEASE（战术投掷）开关 CL73 在关闭状态。



图 10.15：在自动 GYRO（陀螺）模式下（固定距离 300m）使用机炮和光学瞄具来攻击



对于空空导弹：设置 CU7（发射选择）开关到合适的位置（1、2、3、4、1-2、3-4），设置光学瞄具到 ROCKETS（火箭弹）模式（CU13）以及 FIRING（射击）模式（CU14）。

通常你需要使用 Sapphire 雷达先锁定目标（为获得正确的目标距离），然后再使用空空导弹攻击。前面已经详细介绍了雷达在搜索和锁定模式下的操作过程。对于雷达制导的导弹，一旦锁定目标后，你需要在雷达屏幕上把目标图像至于屏幕正中。当导弹导引头就绪，你会看见雷达屏幕上的 MHR（导弹导引头就绪）指示灯亮起，同时还有提示音。当距离标记进入有效射程，屏幕上 LAUNCH（发射）指示灯会同时亮起。

注意：以上只用于雷达制导的导弹。对于红外制导的导弹，雷达屏幕将不会显示任何与导弹状态以及发射许可相关的信息。你只能依靠雷达测距，光学瞄具上的指示灯（就绪、发射、脱离），以及导弹状态灯（CU40/42）和提示音。

等待距离标记进入有效射程 1/4~1/3 的位置，然后按住 PS6 按钮 2~3 秒钟（等待导弹发射出去）。如果你使用的是半主动雷达制导导弹，请调整操纵杆补偿大约 10 度的航向偏差。你需要一直保持对目标的锁定，直到导弹击中目标或者目标脱锁。如果你使用红外制导导弹，在发射后，你可以做任意的机动（不用担心锁定的问题）。

记住：为了提高命中率，在执行发射程序过程中，尽量保证把目标表示放在雷达屏幕正中间。如果此时使用光学瞄具，目标会正好在固定栅格的中心附近。

如果你使用的是红外制导导弹，你将无法直接通过雷达来帮助导弹导引头锁定目标。雷达只用来测量目标距离和方位。这时候你只能通过把目标置于光学瞄具的固定栅格中心的下方，然后等待导弹红外导引头自己去捕获锁定目标。如果你之前已经用雷达锁定了目标，你需要把目标图像放置在雷达屏幕的正中间，以便让红外导引头能对准目标（之后的锁定只能靠导引头自己）。如果锁定指示灯（CU40/42）亮起以及同时听到提示音，这表明导弹已经锁定目标。此时，导弹导引头会在光学瞄具的视场范围内保持对目标的锁定。如果你确定目标进入射程（目视或者根据雷达数据），按住 PS6 来发射导弹。

用机炮与空中目标交战时，使用 CU4 上的按钮 1 装填机炮，并确保 CU1 的绿灯亮起。然后 CU13 设置光学瞄具到 GUN（机炮）模式，CU14 拨到 FIRING（射击）模式，CU15 开关选择 AUTO（自动）模式，以及 CU19 拨到 GYRO 模式。这些是针对目标距离 300 米的设置，因此当目标大于此距离，请不要浪费你的弹药。使用 CU17 来设置目标大小，以帮助你确认目标是否进入 300 米距离。目标填满准星就表明到达合适的射击距离。你可以使用准星或者固定栅格（针对灵活运动的目标）来进行瞄准。然后使用 PS1 扳机开火。如果机炮卡壳，你需要使用 CU5-6 来让机炮退膛并重新装填。

注意：在 DCS MiG-21BIS 中，使用机炮攻击空中目标是最为复杂的。你需要大量的练习才能更高效的使用这种攻击方式。

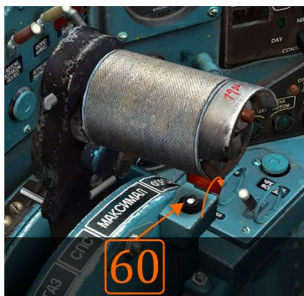


当面对大型空中目标时，比如大型运输机、轰炸机以及重型直升机，你需要使用无制导火箭弹。这时候，小口径的机炮对这些大型飞机没有多少效果，以至于你可能会耗尽所有弹药来尝试彻底的摧毁。但对于 57 毫米的火箭弹来说，两发就足以完成摧毁。你可以编辑一个攻击大型运输机的任务，并体会火箭弹带来的乐趣。

当使用火箭弹打击空中目标时，使用 CU7 合理设置一次发射的数量（4、8、16），并把光学瞄具设置到 ROCKETS（火箭弹）模式（CU13）以及 FIRING（射击）模式（CU14）。最后按住 PS6 开火。

注意：我们并不推荐使用大口径火箭弹（如 S-24）来攻击空中目标，因为在携带如此重的挂载的同时做空中攻击机动并不安全。飞机很可能在耗费了大量能量后最终丢失目标。当然我们不得不说，这种尝试确实有趣。

红外和雷达干扰装置 - ASO



你可以给 DCS MiG-21BIS 配备红外和雷达干扰装置，它可以一次携带 64 发箔条和红外干扰。打开任务编辑器，你可以调整 ASO 干扰弹的装载量。我们推荐你装填 48 发红外干扰弹和 16 发箔条。默认的设置是各 32 发。

使用 ASO 同样需要先给设备加电。因为 ASO 是挂载在 SPRD 上的，所以确认你开启了 SPRD 的供电和投放开关（RH50 和 RH51）。

你只需按住 SPRD 抛离按钮（LH60）来释放被动干扰（箔条/红外干扰）。【注意】只要你一直按住 LH60，ASO 将每隔 0.3 秒释放 2 发红外加一发箔条。这也意味着你总共能进行连续 9 秒的干扰释放。同时，在飞机座舱里没有任何指示能提示你剩余的干扰数量。因此在你耗尽所有干扰后，继续按住释放按钮，你将不会听到任何释放干扰时发出的声响。

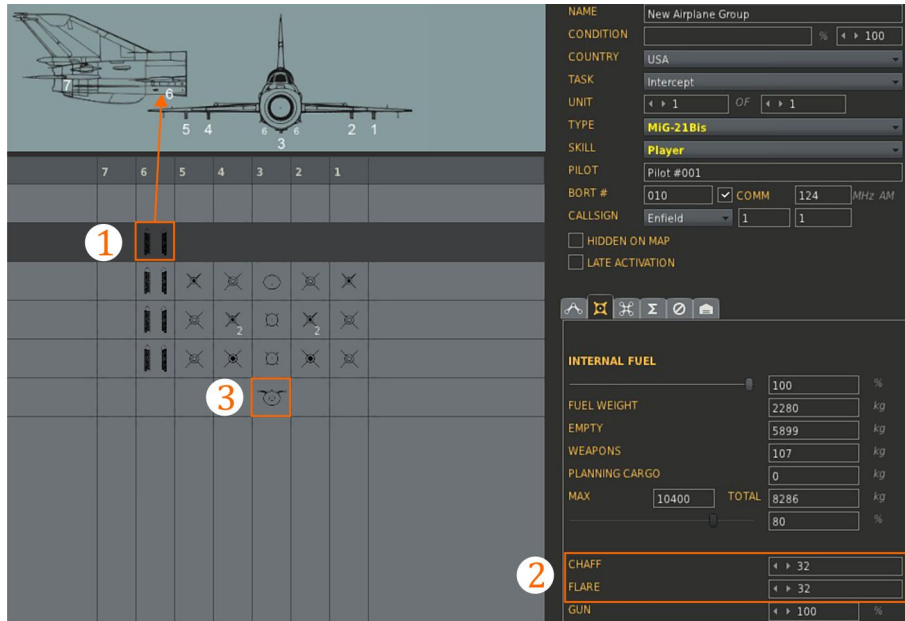


图 10.16 : 1 - 在挂点 6 上选择 ASO ; 2 - 设置不同类型干扰的数量 ; 3 - 【注意】如果你装备了 SPS-141 , 它已自带了 ASO

主动和被动对抗装置 - SPS-141-100

主动和被动对抗装置 SPS-141-100 用于进行主动和被动的电子反制。这个装置挂载在机腹挂架上。你可以通过位于光学瞄具上方的 SPS 控制盒来选择使用模式。



图 10.17 : SPS 控制盒



- 1 - 主开关，向上开启
- 2 - 被动（下）、主动（上）
- 3 - 干扰模式 I（上）和 II（下）
- 4 - “干扰就绪”指示灯。开启 SPS 后需要大约 30 秒预热。此灯亮起说明干扰装置就绪。
- 5 - 干扰模式：脉冲（下）、连续（上）
- 6 - “雷达照射告警”指示灯
- 7 - 自检模式。预热后可执行自检
- 8 - ASO 控制开关：自动激活（下）、手动激活（上）
- 9 - 红外干扰发射程序：关闭（下）、一组（中）、单个快速（上）
- 10 - “ASO 就绪-发射”指示灯（一直亮：就绪；闪烁：发射）
- 11 - 手动发射箔条/红外干扰按钮

“核”炸弹

DCS World 并不支持核武器效果，作者本人也同样不建议引入此功能。但这里我们提供了让你体验战术核武器部分爆炸效果的机会。这些效果仅仅是在 DCS World 平台上模拟出来的。

我们提供两种类型的“核”炸弹供你选择：RN-24 或 RN-28。这两种炸弹将只能用于机腹挂架，因此你一次只能携带一枚炸弹。你可以通过座舱光学瞄具上方的 IAB 控制盒（挂载后才会出现）投掷“核”炸弹。

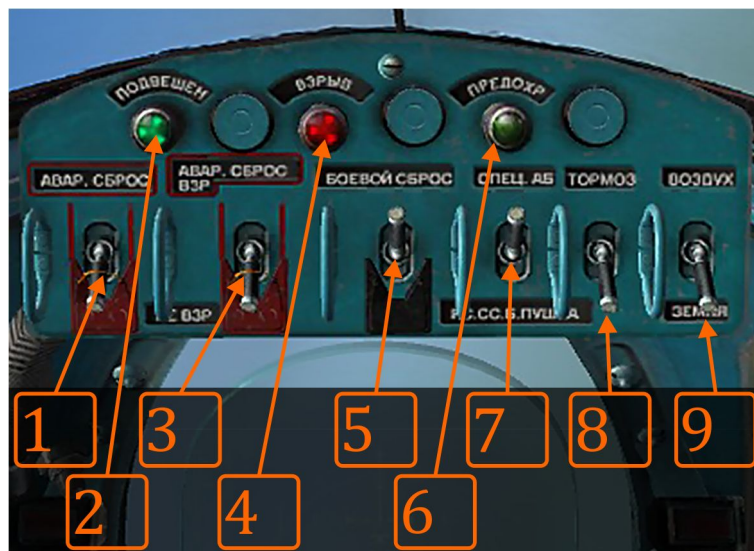


图 10.18 : IAB 控制盒

- 1 - EMERGENCY DROP (应急抛离) 开关
- 2 - EQUIPPED (挂载) 指示灯



- 3 - ARMED (引信激活) (上) 或 NOT ARMED (引信未激活) (下) 仅针对 EMERGENCY DROP (应急抛离)
- 4 - ARMED (引信激活) 指示灯
- 5 - COMBAT DROP (战斗投掷) 开关
- 6 - SAFE (安全) 指示灯 (亮起表明 NOT ARMED (引信未激活))
- 7 - 武器选择：往上选择炸弹 (仅对此武器有效)
- 8 - RETARDED (延时引爆) 开关 (必须一直处于位置下)
- 9 - GROUND (地面：下) / AIR (空中：上)，地面爆炸或者空爆 (暂时仅能用 GROUND)

为了能投掷战术“核”炸弹，你需要把 IAB 控制盒上的开关按照图 10.18 的显示拨到对应的位置。确保 2 号和 4 号灯亮起，表明炸弹已经就绪 (引信已激活)。当你使用此炸弹攻击地面目标时，请从尽可能高的高度发起俯冲 (建议至少 5000 米) 并将油门杆收到怠速位置。把目标置于 ASP 瞄具玻璃的底部。一旦飞机到达 2500~2000 米高度，无论是否看到准星，都应立即释放炸弹。并在 2 号灯熄灭的时候 (炸弹开始坠落) 立即脱离。【注意】如果你继续俯冲或者缓慢脱离，你将会被炸弹爆炸的冲击波击落。

虽然有巨大的破坏力，但这个模拟出来的效果离实际还差很远，并可能与你的期望相距甚远。这个炸弹对于攻击大型地面集群目标时 (机场、港口或者城市) 很有效果。如果你想提高这种武器的攻击效率，叫上你的伙伴或者设置更多携带此炸弹的 MiG-21BIS AI。

UPK-23-250-2 控制盒

当你在内侧挂架上挂载 UPK-23-250-2 机炮吊舱后，UPK 控制盒会出现在光学瞄具的上方。

【注意】UPK-23-250-2 机炮吊舱不能被挂载在外侧挂架上。UPK-23-250-2 机炮吊舱包括一门 Gsh-23 毫米的双管转膛机炮。和 MiG-21BIS 内置机炮一样，UPK-23-250-2 机炮吊舱拥有 250 发弹容量，可以在大约 4 秒钟内发射完毕。



图 10.18 : UPK 控制盒



- 1 - 电源开关
- 2 - 内置机炮（下）/UPK-23-250-2 机炮吊舱（上）
- 3 - 状态灯（绿色-就绪）
- 4 - 机炮吊舱重装填按钮（3 个，从左到右使用分别编号 1~3）

使用机炮吊舱时，往上拨动图中的开关 1。通过开关 2 选择机炮吊舱（上）而不是内置机炮（默认：下）。然后按下按钮 4 中的 1 号按钮来给机炮吊舱装填上膛。这之后，你会看到绿灯（3）亮起。如果因为某些原因，机炮吊舱没有就绪或者卡壳，状态灯（3）会熄灭。如果你认为问题出在卡壳，请使用按钮 4 中的 2 号按钮来退膛并重新装填（如果绿灯仍然没有亮起，就 3 号按钮）。最后如果绿灯仍然熄灭，说明你的机炮弹药可能已经耗尽。这时候你需要切换到内置机炮（开关 2 往下拨）。

使用 UPK-23-250-2 机炮吊舱时，光学瞄具的设置以及瞄准原则与使用内置机炮时完全一致。



创建自定义的地面控制拦截单位

因为装备的雷达探测距离很“短”并且只能跟踪一个目标，MiG-21BIS 极度依赖地面控制拦截（GCI）的支持。如果想在 DCS 中使用 GCI 功能，你只需创建一个任务，并在任务中加入早期预警雷达单位（路基早期预警雷达或者预警机（AWACS））。

最简单的方式是在任务中添加美国（E-2D 和 E-3A）或者俄罗斯（A-50）的预警机，并让它们持续绕圈飞行。

如果你选择的是俄罗斯阵营，你可以选择路基早期预警雷达（Air Defence（防空）单位下拉列表下的 1L13 和 55G6）。

如果你不想使用 AWACS，或者无法使用俄罗斯的早期预警雷达，你可以创建自定义的 GCI 单位/组。

DCS 用户手册详细说明了如何创建自定义的单位/组。 本章节仅说明如何创建自定义的 GCI 单位/组，使得你能在之后的任何任务中（在无法使用路基预警雷达或者预警机情况下）使用它们。



图 10.19：运行 DCS 并点击 MISSION EDITOR（任务编辑器）。



图 10.20：游戏会自动创建新的任务模板。点击 GROUND UNITS（地面单位）（1），然后点击地图上任意地方来放置一个地面单位（2），接着在 COUNTRY（国家）的下拉菜单里选择 RUSSIA（3）。



图 10.21：在右侧的属性窗口中，从 CATEGORY（类别）的下拉菜单里选择 AIR DEFENCE（防空）。打开 TYPE 下拉菜单，并任选一个可用的路基早期预警雷达：1L13 或者 55G6。你可以在 DCS 主界面 Encyclopedia（百科全书）里找到相关单位的详细介绍。



图 10.22：接下来的这一步骤可以选择跳过。如果你想给早期预警添加更多的单位，你需要增加单位数量（1），并设置新添加的单位的种类和型号（2）。你可以对每个新添加的单位单独设置属性，但一般不需要这样做。具体方法请参考 DCS 用户手册。



图 10.23：新添加的单位会自动按斜线排列，你需要调整每个单位的位置，以便能在游戏中发挥最优性能。选择一个单位（1），选择它的技能水平（2）或直接默认，最后点击 EDIT（编辑）（3）。这之后，你就可以随意在地图上移动此单位的位置（比如让它们环绕在主预警雷达周围）。

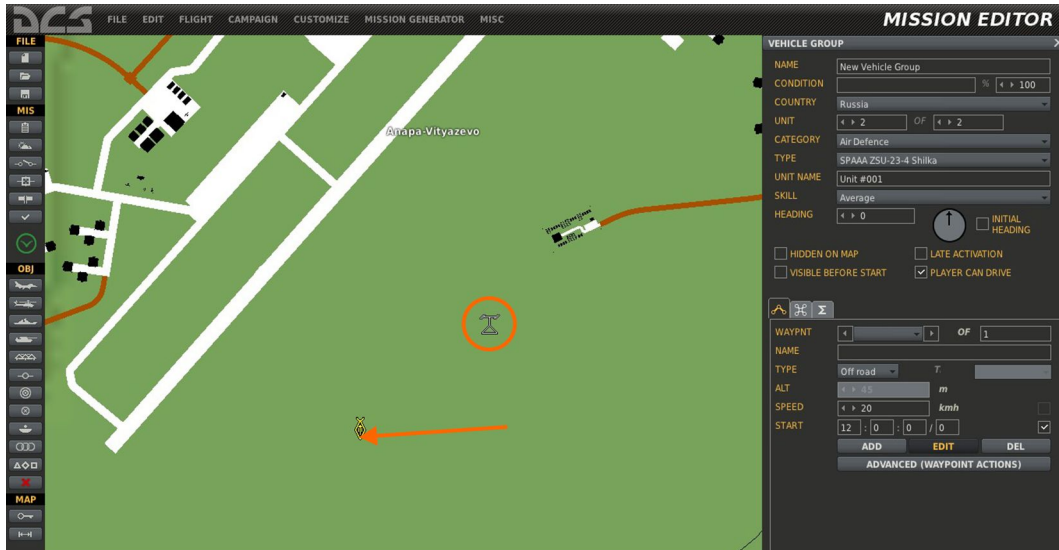


图 10.24 : 比如 Shilka (AAA) 单位被移动到了预警雷达的左方 (箭头)。



图 10.25 : 一旦设置调整完毕，给你的单位/组取个便于识别的名字 (1)。你也可以给组里的主单位命名 (2)，但通常不需要这样做，除非你想使用任务中的触发功能。

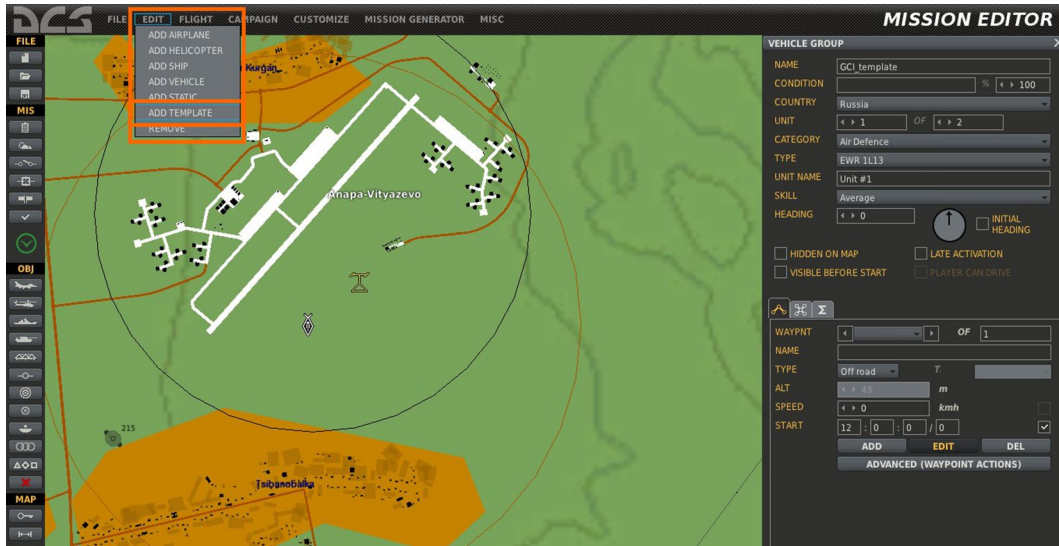


图 10.26：选中单位/组，点击 EDIT 打开下拉菜单，并选择 ADD TEMPLATE（添加模板）。

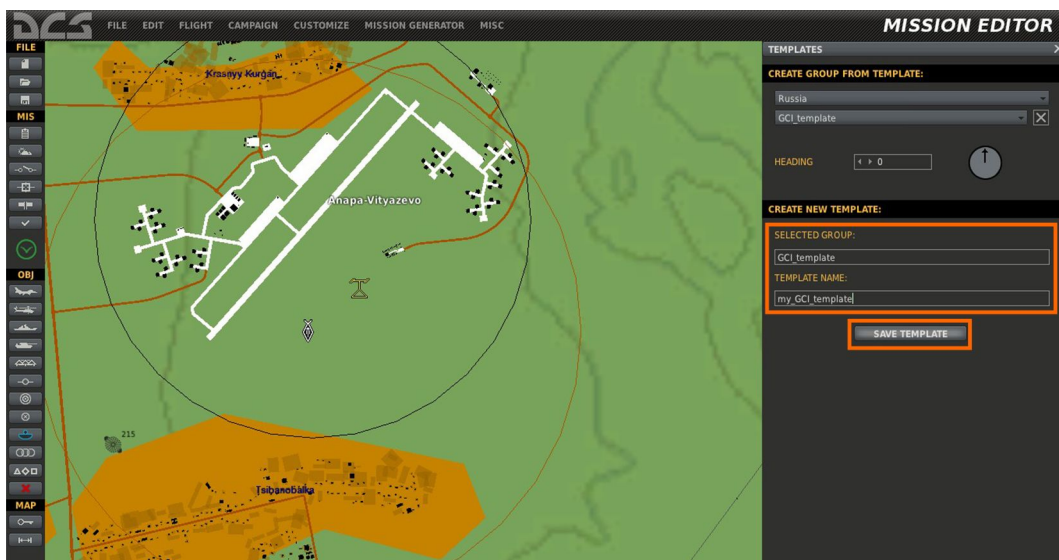


图 10.27：组名会被自动添加进 SELECTED GROUP（选择的组）文本框。这时你只需给模板取个便于以后（创建其他任务时）识别的名字。点击 SAVE TEMPLATE（保存模板）来保存你创建的模板。这时，你自定义的 GCI 模板已经完成并就绪，并且可以在任意阵营中使用（哪怕阵营中有些国家并无此装备）。



图 10.28：测试模板 - 创建一个新的任务，打开 EDIT 下拉菜单，并选择 ADD TEMPLATE。

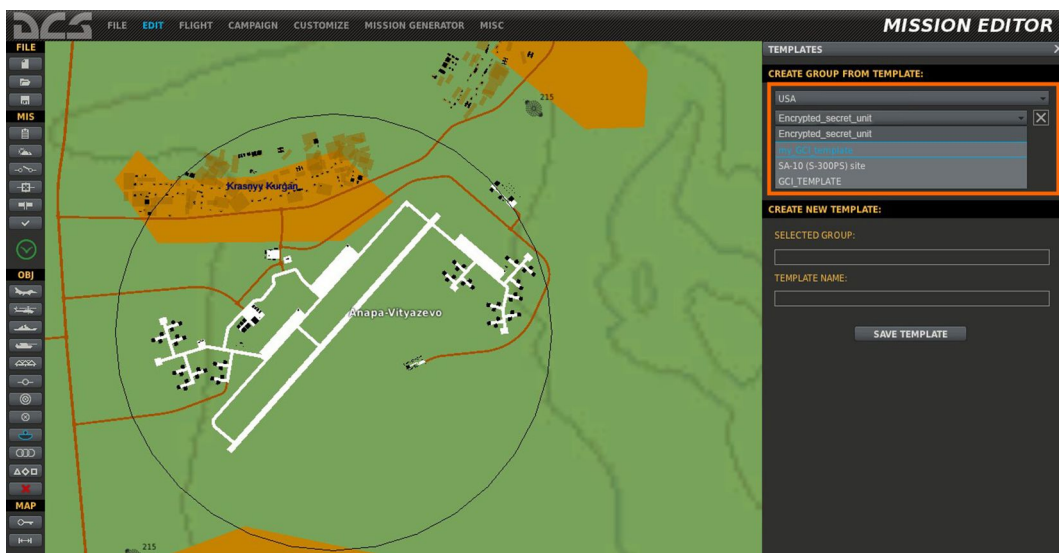


图 10.29：在 CREATE GROUP FROM TEMPLATE（从模板中创建组）菜单中，选择自定义单位/组要添加到的国家（这里选择的是 USA），然后在模板下拉菜单里选择要用的（之前自定义的）模板。然后点击地图上你想放置的位置（地图上新加的单位/组会被赋予对应的阵营颜色）。



图 10.30 : 你可以改变 GCI 单位/组的朝向。这个选项很有用。

最后保存并测试你新建的任务，并验证你自定义的 GCI 单位/组是否能正常工作。



EMERGENCY PROCEDURES



11. 应急措施

注意：本章所述大部分功能已在 DCS MiG-21BIS 上实现。部分功能因平台兼容性问题目前暂时没有激活。

飞行安全很大程度上取决于飞行员是否准备好面对随时可能发生的紧急情况。

当飞行员发现任何故障后，请冷静地检查控制阀门以及开关是否被正确操作，然后根据情况做出合理判断。将故障情况和你的判断告知飞行控制人员或控制中心。

然后，根据实际情况以及飞行控制人员的指令进行操作。

如果情况危及你的生命，请立刻弃机。



1. 发动机部位起火

症状： SORC (CM93) 带亮灯按钮的指示灯闪烁，以及面板 RV70 上的火警指示闪烁。

- 烟或者火焰（通过后视镜看到；地面人员报告；伴飞的飞行员报告）
- 夜晚时，发动机在非加力状态时，座舱盖上映出火焰
- 液压下降；飞控系统故障，并引发飞机飞行状态改变
- 发动机相关仪表的错误数据显示

应对措施：

1. 起飞滑跑阶段：

- 立刻停止起飞程序
- 尽一切措施停住飞机
- 拨开印有灭火器 (FIRE EXT) 标签的盖子 (LV37)，并按下按钮
- 关闭增压泵和燃油输送泵
- 如果有撞击障碍物的危险或你的生命受到其他威胁，当飞机速度大于 130 公里/小时，立即弹射。否则抛掉座舱盖，等飞机离开跑道时收起起落架，然后关闭飞机系统

2. 在飞机离地前，起飞程序因较短的跑道距离而无法安全中止，立即弹射

3. 如果飞行过程中起火，关闭发动机并立即弃机（弃机前，如果有机会，可以拨开灭火器的盖子 (LV37) 并按下按钮）

2. 动力装置故障或失灵

2.1. 起飞时动力装置故障

2.1.1. 军推状态下起飞时，发动机喷口意外扩张

症状：

- 发动机排气温度在 450 摄氏度以下
- 低压压气机转速超过高压压气机转速 8~12%
- 面板 RV70 上的发动机喷口扩张 (JET NOZZLE OPEN) 告警灯亮起

应对措施：

- 立刻中止起飞程序并尽一切措施停住飞机。如果必要，关闭发动机
- 如果起飞滑跑过半时发动机喷口扩张，并且此时中止起飞程序可能会危及飞行员安全，这时需要关闭军用推力/加力发动机喷口控制开关 (LV33)，然后继续执行起飞



程序。【注意】此时的额定起飞滑跑距离将会在 2500~2700 米之间。如果发动机状态没能在 3~4 秒后恢复，立即弹射

2.1.2. 起飞时加力中断

症状：

- 发动机排气温度在 450 摄氏度以下
- 低压压气机转速超过高压压气机转速 8~12%

应对措施：

- 立刻中止起飞程序并尽一切措施停住飞机。如果必要，关闭发动机
- 如果故障发生在起飞滑跑过半后，并且中止起飞程序可能会立即危及飞行员安全，请执行以下步骤：
 - a) 如果没有外部挂载，或只携带 2 个/4 个 UB-16-57，或 2 枚/4 枚导弹，或 490 升的副油箱，断开军用推力/加力发动机喷口控制开关（LV33），油门推至军推位置（满油门），继续执行起飞程序。【注意】这时的额定起飞滑跑距离将会在 2500~2700 米之间。如果发动机状态没能在 5~7 秒后恢复，立即弹射
 - b) 当重载起飞，立即弹射：继续执行起飞程序并不安全，因为此时额定起飞滑跑距离将会超过 2700 米（估计值）

2.2. 动力系统喘振

症状：

- 由于进气道喘振，多个尖锐的嘭嘭声在机头部位响起
- 由于发动机喘振，连续/间断的尖锐的嘭嘭声在机尾响起
- 当速度超过 1.8 马赫时，由于动力系统喘振导致的发动机转速和喷口温度突然降低，并伴随发动机停车
- 当速度低于 1.8 马赫时，由于动力系统喘振引发的发动机转速和喷口温度波动
- 特定情况下，发动机转速突然降低，以及喷口温度提高（因为武器的使用等）

应对措施：

- 使用手动控制开关（LV6）打开防喘振门
- 关闭发动机加力
- 降低飞机速度



- 当喘振停止，立即关闭防喘振门（LV6）
- 平缓的推动油门杆到合适的位置（发动机转速）

2.3. 发动机停车

症状：

- 古怪的轰轰声或发动机噪音的改变
- 发动机转速和发动机喷口温度的突然降低
- 鼻锥位置指示器指针指向最右的位置

应对措施：

- 油门杆收至切断（SHUT-OFF）位置
- 断开自动驾驶控制系统（PS4）
- 为发动机重新点火建立合适的飞行高度和速度。然后执行发动机重新点火
- 发动机重新点火后，缓慢推油门杆至军推位置，以检查发动机是否正常工作

2.4. 发动机重新点火

评估发动机重新点火的可能性。飞行员应及时采取行动，因为此时飞机正以 50 米/秒速度下坠，并且发动机未正常工作。

当高度足够，把飞机掉头朝向机场，在符合 段落 2.5 的情况下，开始发动机风车情况下的进近程序。

发动机重新点火前确保：高度 8000~10000 米，速度范围从 550 公里/小时到最高 0.9 马赫；在低于 8000 米时，速度范围从 450 公里/小时到最高 0.9 马赫。

按如下步骤进行发动机重新点火：

- 油门杆收至切断（SHUT-OFF）位置
- 合上 AIR RELIGHT（发动机空中重启）电路断路器（LV34），并确认重点火系统开启（面板 RV70 上的关闭点火器（SWITCH OFF IGNITION）灯亮起）

当任何高度下，当低压压气机的转速等于或超过 30% 时，立刻推油门杆到任意非加力位置，然后发动机转速会在 25 秒内加速至设定的功率（最高至军用推力）。

发动机的重新点火可以通过不断提高了转速和发动机工作时特殊的声音来确认。由于发动机排气温度上升缓慢，所以不能用来确认发动机是否成功重新点火。当发动机到达怠速状态，缓慢



推油门杆到军推位置并检查发动机是否正常工作。之后，断开 AIR RELIGHT 电路断路器（LV34）。

如果发动机重新点火失败，断开 AIR RELIGHT 电路断路器（LV34）并把油门杆收至切断位置。然后再次尝试重新点火。

警告：禁止合上 AIR RELIGHT（发动机空中重新启动）电路断路器（LV34）超过 45 秒。

注意：在 AIR RELIGHT 电路断路器（LV34）合上不超过 30 秒时间内，发动机供氧系统可能只允许最多 5 次重新启动的尝试。

如果发动机喘振（或者停车）发生时高度不足 3000 米，或者在发射导弹或火箭弹时，按如下步骤处理：

- 立刻收油门杆至切断位置，并在此位置停留 1.5~2 秒
- 拉杆，让飞机以垂直速度 7~10 米/秒爬升，并转向至一个可以安全弹射的方向，或者在发动机风车状态下着陆
- 确认 AIR RELIGHT 电路断路器（LV34）被合上
- 立刻推油门杆至任意非加力位置（确保继续飞行）
- 检查发动机运行状态，然后断开 AIR RELIGHT 电路断路器（LV34）

警告：当尝试重新点火时，确保飞机速度在 500 公里/小时以上。

确保发动机能重新点火并在不掉高的情况下加速至设定速度的最小指示空速：

- a) 高度 1000~2000 米时，600 公里/小时
- b) 高度低于 1000 米时，700 公里/小时

当绝对高度在 1000 米及以下且速度（爬升时）下降至 550 公里/小时，或者从 1000 米以上以 550 公里/小时速度下降到 1000 米，立刻放弃所有的重新点火尝试并选择直接弃机或尝试发动机停车状态下的着陆。

警告：在重新点火失败后，避免剧烈的操作飞机（确保液压以保证发动机停车状态下的着陆或者完成弹射）。

2.5. 发动机风车状态进近和着陆

飞行员只能在起落架可放下，并可目视机场或其他已知参照点（无论是通过参考高度或参考点方式来确保着陆判断）的情况下才允许执行发动机失效状态着陆（发动机风车状态）。



当可目视着陆区域或云底高度低于 2500 米时，只可借助无线电协助，并采用参考高度方式执行着陆。**机动进入外侧信标时的最小高度应在 5000 米。**

当无线电失效时，飞行员可以通过参考点方式着陆。机动进入第一参考点的最小高度应在 6500 米。

这两种降落方式仅可在发动机风车状态时使用。

发动机失效后，进行以下操作：

- 在转向机场或着陆区域，或能安全弹射的地形的过程中，确保 480~500 公里/小时的空速
- 油门杆收至切断位置
- 断开自动驾驶控制系统（PS4）
- 开启 备用液压泵开关（RV15）（如果关闭的话）
- 检查液压系统压强
- 在安全地带抛离挂载
- 关闭燃油泵和无关紧要的电力需求

决定执行发动机失效状态（风车状态）着陆后，进行以下操作：

- （起落架放下状态）滑翔时，保持 480~500 公里/小时的空速；以 40~50 度坡度执行转向，并可通过稍微增加下滑率来保持速度

警告：抛离所有外部挂载，并以 470~490 公里/小时空速滑翔。这样做可以确保最大的滑翔距离：起落架收起时最大距离为初始高度的 6.0~6.5 倍；起落架放下时为初始高度的 2.5~3.0 倍。

- 在滑翔时应（尽可能）避免操纵杆的大幅度动作，以防止发动机风车状态下转速不足，进而导致液压系统没有足够的压力而松开副翼液压助力
- 不要使用减速板或襟翼；使用应急系统来放下起落架
- 在滑翔和着陆进近过程中，要持续关注液压系统中的液压压强

采用参考高度的方法降落时，持续滑翔至机场，同时高度不低于 5000 米，速度不低于 480~500 公里/小时。并在接近外侧信标时尽可能让飞机航向和跑道方向保持一致。

注意：1. 着陆判断过程中，在飞机下降至 3000 米之前，持续尝试重新启动发动机。从高度 3000 米开始，将主要注意力集中在着陆判断（决定着陆后）。

2. 如果通过参考高度或者参考点的方式执行着陆进近，在下滑道角度减小那一时刻（高度 200~250 米）让飞机保持 480~500 公里/小时的速度。



当飞跃外侧信标时，注意高度（ $H_{initial}$ ），并维持 480~500 公里/小时的速度执行 40~50 度坡度的转向。转向过程中，参考高度可以通过 $(H_{initial}/2) + 800$ 来计算。

完成 180 度转向后，在第三边（五边飞行）上以 480~500 公里/小时速度滑翔直到降到参考高度。然后以 40~50 度坡度转向 90 度。接着做最后一次转弯并把飞机对准跑道。**在高度 2000 米时，通过应急系统放下起落架，以便在 1300~1700 米高度飞跃外侧信标。**当逆风降落时，需要在 1800 米高度放下起落架。

注意：1. 当计划从 5000 米参考高度进近时，飞机几乎没有直线滑翔的部分（飞机需要绕飞一圈）。

2. 如果飞跃外侧信标时的高度超过 11000 米，立刻以速度 480~500 公里/小时，坡度 40~50 度绕飞一圈。然后在第二次通过外侧信标的时候开始进近。

最后一次转弯后，飞机应滑翔至距离进近方向的跑道端 600~800 米的位置。

当离地高度 200~250 米时开始减小下滑角，使飞机在 10~12 米高度时速度减至 380~400 公里/小时。然后以发动机正常运行时相同方式拉平飘并着陆。

如果降落时发现飞机速度过快，则在后轮接地 1~2 秒后让前轮接地，然后完全拉下制动手柄，并缓慢把操纵杆往前推到底。当速度不超过 320 公里/小时时放减速伞。

当使用参考点做着陆判断时，需注意以下参考点：第一参考点在跑道的尽头（高度 6500~7500 米），第二参考点位于跑道尽头正横向 5~6 公里处（高度 5000~5600 米），第三参考点位于外侧信标横向侧方（高度 4000~4600 米），最后第四参考点位于外侧信标附近（高度 2700~3100 米）。

第三和第四参考点分别表示三转弯进入四边以及四转弯的位置。

接近机场时以建议高度飞跃其中一个参考点以确保转弯角度。

当航向指向下滑道，高度 6500~7500 米飞跃第一参考点时，立刻以 45~50 度坡度角转向 180 度。

当飞跃第一参考点高度超过 7500 米时，延后转弯直到当前高度是进入参考点高度和指定高度的正中间时进行 180 度转弯。

在飞跃第二参考点时调整转弯坡度，使进入三边时高度为 5000~5500 米。

飞跃第三参考点后，以 45~50 度坡度角转向外侧信标方向，四转弯可能和三转弯连在一起执行。

如果飞跃第三参考点时高度为 4000~4600 米且起落架是收起的，放下起落架（使用应急释放系统）。如果飞跃第三参考点时高度低于 4000 米，则在到达第四参考点前放下起落架。这样



做方便检查起落架，并且能在起落架无法放下时提供足够时间进行弹射。如果飞跃第三参考点时高度高于 4600 米，则在当前高度为进入参考点高度和指定高度的正中间时进行转弯。

当高度在 2700~3100 米时进行四转弯，并将机头指向对正跑道（此时处于外侧信标附近）。如果在四转弯前高度低于 2700 米，则提前进行转弯以缩短和机场之间的距离。

如果进入四转弯时高度高于 3100 米，则短时间增大下滑角来降低高度（这将会增大 10~20 公里/小时的空速）。

其余进场和降落步骤与参考高度降落基本相同。

当在逆风风速为 8~10 米/秒时进近，飞机在第三和第四参考点时的高度应比建议值高 300~400 米。

注意：如果进近时的高度不够，以合适的航向飞向第二和第三参考点（取决于高度）。

2.6. 发动机转速下降或者飞机在发动机固定功率下加速时，鼻锥无法伸出

症状：

- 当速度超过 1.4 马赫时，鼻锥位置指示器无响应
- 当超音速飞行时（低于 1.8 马赫），进气道可能会产生较小的气泡爆炸音或者发出“砰”的响声。当超过 1.8 马赫时，可能发生动力装置喘振
- 当发动机转速下降时，鼻锥位置指示器无响应

应对措施：

- 通过调整设置旋钮（CU9）使得鼻锥位置指示器上的宽指针和细指针位置匹配。这之后，把调整鼻锥位置功能切换到人工模式（LV7）
- 让飞机减速时，根据马赫数（[参考表 6.1](#)），缓慢反时针转动设置旋钮来把宽指针设置到合适位置
- 当动力装置无法稳定工作时，根据 [段落 2.2](#) 执行操作
- 在放下起落架前，让鼻锥完全缩回

如果在空战中，鼻锥自动控制系统失效，则把鼻锥控制切换成人工控制模式并继续执行任务（调整设置旋钮使得两个指针位置匹配，然后切换到人工控制模式）。

接下来，根据马赫数（[参考表 6.1](#)），缓慢转动设置旋钮来把宽指针设置到合适位置。



2.7. 发动机提速或者飞机减速时，鼻锥无法缩回

症状：

- 在飞机马赫数下降或者发动机转速上升时，鼻锥位置指示器无正确响应

应对措施：

- 调整设置旋钮（CU9）来让鼻锥位置指示器的宽指针和细指针匹配。此后，把控制功能开关切换到人工模式（MAN.）（LV7）
- 中止训练任务并返回机场（当执行战斗任务时，在把调整鼻锥位置功能切换到人工模式后，按照后文所述执行接下来的步骤）
- 在飞机减速或者着陆进近时，按照着陆的相关指示执行

当进气道鼻锥完全伸出，以 500 公里/小时开始执行进近。如果此速度下无法保持平飞，在返回机场区域的同时降低高度。同时转弯的坡度不能超过 30 度。

一旦进入机场区域，保持 2000 米的高度飞行直到飞机重量减至正常着陆重量。

注意：1. 在不高于 2000 米的高度上，无论外部挂载的设置，飞机可以在襟翼和起落架都收起的状态下保持平飞。

2. 在不高于 2000 米的高度上，飞机可以在襟翼收起和起落架放下的状态下保持平飞，但此时需要发动机工作在最大转速。

警告：当起落架放下，并且襟翼处于起飞位时，飞机无法保持平飞。

在着陆进近时，只在最后才放下起落架。在飞过外侧信标时（高度 200 米）放下襟翼到着陆位置。

按照平常方式进近，并且在从外侧信标飞向内侧信标过程中，建议保持 85~90% 的发动机转速同时降低飞机高度。

警告：进近过程中，当鼻锥伸出时，禁止开启边界层控制系统（BLC）。

复飞的决断高度不能低于 100 米。在进场失败后执行复飞程序时，缓慢增加发动机转速到 100%，但并不要改变飞行状态，同时收起起落架。避免飞机速度掉至 370 公里/小时以下的同时，让飞机进入平飞然后开始爬升。以 370~390 公里/小时的稳定速度爬升。在不低于 100 米的高度下，通过减小爬升角度让飞机增速到 400 公里/小时，然后收起襟翼并再次执行进近程序。

警告：如果打算在鼻锥完全伸出时复飞，必须收起起落架。在进场失败执行复飞程序中收起起落架会导致掉高大约 40 米。



2.8. 发动机喷口控制系统故障

症状：当油门杆推至军推位置（FULL THROTTLE）来让发动机加力关闭后，面板上的发动机喷口扩张指示灯亮起。然后发动机不能提供足够推力，同时发动机排气温度降至 450 摄氏度，并且低压压气机转速超过高压压气机 8~12%。

应对措施：打开喷口档位应急切换开关（LV12）。如果发动机喷口没有打开到军用推力（FULL THROTTLE）对应的位置，关闭军用推力/加力发动机喷口控制开关（LV33），并把油门杆推至军推位置（FULL THROTTLE）。

症状：（发动机运行在非加力状态）

- 发动机推力不足
- 军推状态下，发动机排气温度低于 450 摄氏度，并且低压压气机转速超过高压压气机 8~12%
- 面板 RV70 上的发动机喷口扩张指示灯亮起

应对措施：打开喷口档位应急切换开关（LV12）。如果发动机喷口没有打开到军用推力（FULL THROTTLE）对应的位置，关闭军用推力/加力发动机喷口控制开关（LV33），并把油门杆推至军推位置（FULL THROTTLE）。

注意：1. 如果在喷口档位应急切换开关（LV12）开启并且军用推力/加力发动机喷口控制开关（LV33）断开后（此时，鼻锥无法移动到军用推力对应的位置），发动机无法提供足够推力。此时应在安全区域抛离外部挂载，然后以最短路径直飞机场。同时注意，在速度 450~500 公里/小时，高度在 500~3000 米范围内，只有在起落架和襟翼收起时才能进行垂直速度 5 米/秒的爬升和执行基本机动动作。起落架放下时无法保持平飞。

2. 在非加力状态下，并且此时发动机喷口位置对应加力开启状态，以及高压压气机转速在 70%到最大范围内，发动机工作稳定度下降。这种情况下，发动机可能在一些机动过程中停车。

2.9. 无法开启应急加力或者应急加力自动关闭

当无法开启应急加力（二级加力（LH57）开关开启）或者当高度低于 2500~4000 米时应急加力自动关闭（面板 RV70 上的二级加力（SECOND REHEAT）灯没有亮起，并且发动机转速没有提高到 102~103.5%），此时应关闭应急加力开关（LH57），然后开启全加力（FULL REHEAT）。



2.10. 燃油压力下降

症状： SORC (CM93) 中央告警系统带亮灯按钮的指示灯闪烁，并且面板 RV70 上的分配油箱 (SERVICE TANK) 告警灯闪烁

应对措施：

- 关闭发动机加力并把油门杆推至任意 (能保证飞行的) 非加力位置
- 按下 SORC (CM93) 中央告警系统的带亮灯按钮
- 以可能的最大垂直下降速度下降到低于 15000 米的高度，并收油门让低压压气机转速低于 95%，然后继续下降
- 在低于 6000 米的高空飞行

警告： 1. 在燃油增压泵不能正常工作时，禁止接近零过载或者负过载飞行。

2. 在 15000 米高度以下飞行时，低压压气机转速不允许超过 95%。

3. 液压系统故障

3.1. 两路液压系统同时故障，但发动机正常工作

症状：

- 主告警面板 (CM93) 中央告警系统带亮灯按钮的指示灯闪烁
- 观察告警灯面板 (RV70) 上的主液压系统和作动液压系统的指示灯
- 两个液压系统压强持续降低至低于 165 千克力/平方厘米 (当 HП-27T 油泵单元 (RV15) 开启时)

应对措施：

- 断开自动驾驶控制系统 (PS4)
- 利用剩余液压，寻找适合的弹射条件，并尽量避免剧烈操作
- 当指示空速低于 1000 公里/小时或低于 1.4 马赫时，断开副翼液压助力
- 当达到合适弃机条件，液压系统仍未恢复 (即使其中一个)，立刻弃机

3.2. 副翼液压助力故障

症状： 副翼控制面抖动、摇晃或过多作动



应对措施：

- 关闭自动驾驶控制系统（RV23）
- 如果副翼助力故障依旧存在，断开副翼助力系统，并采取一切措施将指示空速降低至 1000 公里/小时或马赫数低于 1.4 马赫

飞行过程中断开副翼助力后，由于铰链力矩和作动杆的摩擦，副翼操纵杆力会大大增加。

断开副翼液压助力且飞机俯仰配平后，平飞速度不可超过指示空速 1000 公里/小时或不超过 1.4 马赫。转弯时，飞机指示空速不可超过 600 公里/小时。

3.3. ARU 控制器故障

症状：

- 当空速增加（高度降低）时，飞机响应对于操纵杆移动过于灵敏（当空速大于 800 公里/小时，高度低于 7000 米时，杆力相对通常状态将减少 1.5~2 倍，这可能导致危险的俯仰振荡以及交替正负过载）
- 当空速降低（高度增加）时，飞机响应对于操纵杆移动将会变迟钝（当空速在 450 到 500 公里/小时时，杆力相对通常状态可能增加 1.5~2 倍）；在高度超过 7000 米或空速在 450~500 公里/小时的条件下飞行时，告警面板（CM57）的 STAB. FOR LDG 指示灯会亮起

应对措施：

(a) 在第一种情况下：

- 调整操纵杆，缓慢带杆让飞机爬升，平滑地收油门至怠速，进而降低空速到可对飞机进行正常操控（至指示空速 500~550 公里/小时）的程度
- 断开自动驾驶控制系统（PS4）（防止飞机可能发生的振荡）
- 把俯仰轴自动传动比控制开关（LV26）从自动（AUTO）拨到手动（MAN）位置（不允许将开关由手动切换至自动）
- 然后，根据飞机当前的空速和飞行高度，操作自复位开关以设定传动比控制臂（指示器指针）到相应的位置

(b) 在后面的情况下：

- 断开自动驾驶控制系统（PS4）
- 切换传动比控制器至手动模式，并把飞机速度控制在 550~600 公里/小时



- 然后，根据飞机当前的空速和飞行高度，操作自复位开关以设定传动比控制臂（指示器指针）到相应的位置

在这些条件下飞行时，避免剧烈机动，以及避免指示空速以及传动比控制器仪表读数相差超过 100~150 公里/小时。

在降落程序之前，通过操作自复位开关把传动比控制臂设置到长臂端（设置指针指向最左）；这时告警面板（CM57）上的 STAB. FOR LDG 指示灯会亮起。这种情况下将没有特殊步骤涉及到着陆判断以及降落。

4. 电源故障

4.1. 直流发电机故障

症状：

- SORC（CM93）中央告警系统的带亮灯按钮的指示灯闪烁
- 告警面板（RV70）上 DC GEN. OFF 指示灯闪烁
- 电压表读数为 21~22 伏而不是 28~29 伏
- 电量表的指针读数向零偏转：表示蓄电池在放电

直流发电机故障会导致雷达、一号油箱组油泵、PO-750 2 号电流逆变器和导弹控制系统自动关闭。

应对措施：

- 中止任务，飞向最近机场以确保滞空时间越短越好
- 按下 SORC（CM93）系统带亮灯按钮
- 断开自动驾驶控制系统（PS4）
- 控制发动机转速不超过 95%
- 以尽可能高的垂直速度下降至 6000 米以下，以确保再不使用燃油增压泵的情况下保持飞行

当直流发电机故障后，无论白天或者晚上，蓄电池向飞机提供大约 15 分钟安全飞行的电力供应。

直流发电机故障的 15 分钟内，电压表所指示的电压读数应为 22~21 伏，ICA 指示器读出的蓄电池剩余容量至少 11 安。

为了增加安全飞行的时间，可以允许关闭飞行时的非必需设备。当 450 升燃油剩余（450 L FUEL REMAINING）指示灯亮起时，允许关闭三号油箱组油泵。



当飞机电源电压降至 20 伏以下时（可以从电压表读数、座舱灯和指示灯亮度变暗以及无线电和其他机载系统的失效中察觉），执行以下步骤：

- 在昼间复杂气象条件下飞行时，当无法目视机场并且没有空中引导时，或当在夜间复杂气象条件下无法建立目视时，弃机
- 无论昼间夜间，当天气晴朗并可目视地平线以及有足够的视觉定位，并且垂直速度表、高度表、空速表和发动机转速表的读数可以正确读取时，飞向最近的机场（当接近机场以及近进时，可能的话最好有空中长机引导）

根据断电时油箱剩余油量、飞行时间以及当前姿态下燃油消耗率计算剩余燃油。使用应急系统放下起落架，并做好在襟翼、减速伞和防滑装置失效的情况下降落的准备。

4.2. PO-750 1 号电流逆变器故障

症状：

- 没有无线电通讯（所有频道）
- 飞机无线电罗盘停止响应，液压表指针读数降为零
- 鼻锥位置指示器逐渐偏向最大位置（100%）

应对措施：

- 打开右手边水平控制台上的 INV. EMERG. CONVR 断路器（RH54）。这会将上述负载切换至 PO-750 2 号电流逆变器（这些设备将在 1~1.5 分钟内恢复运行）；在这种情况下雷达和光学瞄准器的供电将会被切断

5. 飞行和导航系统故障

5.1. FDI (ADI) 水平陀螺仪故障

症状：

- 水平陀螺仪上红色告警灯亮起（表示电源故障）
- 水平飞行时水平陀螺仪中的飞机姿态符产生倾斜，或者水平陀螺仪姿态指示与当前飞机姿态不符（通过比较水平陀螺仪指示与目视确定的飞机姿态，或者与 DA-200、高度表、罗盘系统以及无线电罗盘对比）

应对措施：

- 断开自动驾驶控制系统（PS4）



- 在水平直线飞行时，短暂按下水平陀螺仪上的按钮来关闭水平陀螺仪；这应该会让指示仪上的告警灯亮起不超过 15 秒
- 如果水平陀螺仪功能在告警灯熄灭后仍未恢复，断开水平陀螺（GYRO HOR.）断路器并切换至备用垂直陀螺。如果水平陀螺仪恢复工作，继续执行任务
- 如果切换至备用垂直陀螺后水平陀螺仪仍未恢复工作，停止任务，并通过垂直速度表 DA-200，以及高度表、空速表、罗盘系统和无线电罗盘飞向最近机场并降落

5.2. RSBN 设备故障

症状：

- 显示的飞机方位角和/或到导航信标的距离与飞机实际位置不相符
- 当飞机已进入下滑道且在无线电引导波束覆盖范围内，同时已经选择降落（LANDING）模式后，NPP 的下滑道和定位信标可用指示未能变成黑色，或者可用指示在下滑进近航向中变成白色
- PPD 距离指示器未能正确的显示飞机与跑道间的距离

应对措施：立即停止使用 RSBN 作为导航设备。将 RSBN/ARC 切换开关（LV8）切换至 ARC 位置，然后使用无线电罗盘引导降落

5.3. 罗盘系统故障

症状：

- 转弯过程中仪表刻度不动或者随机转动
- 持续直线飞行时刻度盘不断抖动，幅度超过 ± 2 度

应对措施：

- 断开自动驾驶控制系统（PS4）
- 中止任务
- 通过无线电罗盘进行返航，并在期间定时地通过定向信标和地面雷达来检查飞机和机场的距离以及飞机的航向；或者使用 RSBN 系统返回机场

注意：如果在恒速水平直飞时按下同步按钮（指示陀螺仪故障的按钮），罗盘系统读数恢复了正常，请保持按钮按下的同时确认磁航向的稳定。否则当飞机进行机动时按下按钮罗盘系统将产生错误的读数。



使用 RSBN 系统执行着陆机场进近时，调节 NPP 的航向设置旋钮，使得航向指针和方位指针一致。这之后，FDI 上的竖直方向的黄色指针会停留在飞机姿态符中心的圆圈内。

然后调整飞机，使得 FDI 的竖直方向的黄色指针处于飞机姿态符中心的圆圈范围内。

为避免飞行方向的错误，需要参考 PPD 距离指示器：如果 PPD 的读数在增加，则操作飞机转向 180 度并飞向导航信标。

5.4. 压力测量系统故障（皮托管/静压测量系统故障）

症状：

- US-1600 空速表和 UISM-I 仪表读数与发动机功率和/或飞机飞行状况不符
- DA-200 垂直速度表以及高度表读数与水平陀螺仪和当前飞行状况不符
- 座舱压力（由 YBΠД-20 仪表读出）与实际飞行高度不符

超音速飞行时只有 YC-1600 和 UISM-I 仪表同时故障才说明皮托管系统故障。

亚音速下相同仪表的错误读数可能由于第一静压测量系统的故障。两种情况下 ARU 控制器和自动驾驶控制系统将会受到影响。

超音速下 US-1600、UISM-I、VDI-30K 和 DA-200 仪表的同时失效证明第一静压测量系统产生故障。亚音速下 VDI-30K、DA-200 和 YBΠД-20 仪表同时失效证明第三静压测量系统产生故障。第一静压测量系统故障还会影响到 ARU 控制器、自动驾驶控制系统以及进气道防喘振门（LV6）自动控制器。

应对措施：

(1) 检查 PERISCOPE、AA XDCC、P-S TUBE、CLOCK 和 SIDE P-S TUBE 断路器（CL74 和 CL75）是否开启；如果关闭的话开启上述断路器（用于加热主/备用皮托管）。

当断路器闭合后，仪表应在 2~3 分钟内恢复正常工作。

6. 起落架故障

6.1. 起落架故障，无法正常放下

当主液压系统正常工作时，如果起落架只能部分放下或无法放下，检查起落架信号系统是否正常工作（通过按下带亮灯测试按钮）。如果当按下时其中一个灯无法点亮，将起落架控制手柄放至放下位（DOWN）。



如果信号系统工作正常，首先将起落架控制手柄放至收起位（UP），然后不经中间停留直接放至放下位（DOWN），并通过指示灯确认起落架是否被放下。如果起落架无法放下或中途停止，重复上述步骤两到三次。同时根据实际情况和飞行条件，操纵飞机交替进行正负过载机动（空速不超过 600 公里/小时）。

如果全部三个起落架无法释放，则参考 段落 6.2。

6.2. 应急起落架释放

使用应急系统释放起落架，请遵循以下步骤：

- 降低空速至 500 公里/小时
- 将起落架控制手柄收至收起位（UP），然后置于中间位
- 打开前起落架释放手柄以解锁前轮，然后通过起落架/襟翼位置指示器红灯熄灭（放下）确保前轮正常的放下
- 打开主起落架释放手柄，然后观察起落架/襟翼位置指示器确保主起落架放下

如果主起落架无法放下，请在未铺砌的跑道上（碰撞带）使用前起落架、打开的减速板和空的副油箱（如果有的话）帮助降落。

在主起落架无法放下时，降落前断开 PRESET（LIMIT）ALT.开关（LV56）。

当前起落架无法放下或任意一个主起落架无法放下时弹射。

警告：在机场或场外迫降时应所有三个起落架都放下或只有前起落架放下时进行。其他所有情况飞行员必需弃机。

7. 场外迫降

是否执行场外迫降由飞行员决定。下列情况下允许进行场外迫降：

- 发动机失效 - 当起落架可以正常放下且飞行员了解迫降地点面积和地面状况时
- 发动机正常运转 - 当起落架可以放下或仅能放下前起落架，并在确定地面适合降落时

警告：如果你无法确定地面是否可以安全迫降，在安全的条件下弃机跳伞。

决定执行场外迫降后，遵照下列步骤执行：

- 在安全的区域抛离副油箱（如果有燃油剩余的话）；抛离导弹、火箭和炸弹（确保安全）；抛离火箭弹巢



- 放下起落架
- 在 1000~1500 米高度（或当发动机正常运行，以不低于 500 米高度平飞时）和 400~700 公里/小时空速时，飞行员将身体倾向仪表盘并抛离座舱盖（当在低空飞行时根据实际情况抛离座舱盖）
- 在高度不低于 100 米时，将襟翼放至着陆位以执行动力降落
- 接地之前关闭发动机，接地后尽快释放减速伞，然后关闭蓄电池开关
- 根据实际情况（比如飞机的减速情况、土壤硬度、着陆判断的精度等）使用刹车以减少着陆后的滑跑距离

当在敌占区执行迫降后，按下 IFF DEST.按钮破坏敌我识别应答器（让信号单元自毁）。

如果仅用前起落架着陆，在这之前断开 PRESET（LIMIT）ALT.开关（LV56）。

8. 跳伞程序

8.1. 准备跳伞

紧急情况发生时，飞行员应立刻采取行动。一旦决定弹射（情况允许的话），步骤如下：

- 如果飞行高度较低，利用发动机推力和当前速度增加高度至 2000 米以上（离地高度）；当高空飞行时，降低高度至 3000~4000 米
- 让飞机进入爬升或平飞，降低速度至 400~600 公里/小时
- 如果空中有云，在进入云层之前弃机
- 在海面上飞行时，将航向指向海岸线
- 当靠近边境时，请飞向友方国家

如果遇到紧急危险，立刻跳伞！



名词缩写

缩写	英文	中文
AA	air to air	空对空
AAG	altitude above ground	地面高度
AG	air to ground	空对地
AGD	attitude indicator	姿态指示器
AGL	above ground level	离地高度
AoA	angle of attack	迎角
ARC	automatic radio compass	自动无线电罗盘
ARU	horizontal tail movement control system	自动俯仰传动比控制器
ASL	Above sea level	海平面高度
ASP	optical aiming device	光学瞄准设备
ATC	air traffic control	空中交通管制（塔台）
CAS	close air support	近距离空中支援
ERR	error (warning light on the radar screen)	故障（雷达屏幕告警灯）
IAS	indicated airspeed	指示空速
ILS	instrumental landing system; often used as general reference to similar instrumental landing systems	仪表着陆系统
IR	infra red	红外



KPP	essentially, an attitude indicator (augmented with ILS needles and altitude and course/radial directional needles)	姿态指示器（包含 ILS 以及高度、航向/径向指针）
KSI	course and ground navigation radio-station indicator	航线和地面无线电导航基站指示器
LST	low speed target	低速目标
M	Mach number	马赫数
MHR	missile head ready	导弹导引头就绪
MTBF	mean time between failures	平均故障间隔时间
NDB	non-directional beacon	非定向信标
NPP	essentially, course and ground navigation radio-station indicator (augmented with PRMG needles, polar coordinate system labels, landing pattern labels, and course-set needle)	航向指示器
PO-750	DC → AC converter	直流->交流逆变器
PRMG	instrumental landing system	仪表着陆系统
RP-22(SM)	radar	雷达
RPM	rotations per minute	发动机转速（转/分钟）
RSBN	tactical radio navigation system	战术无线电导航系统
SARPP	"black box" ; records flight parameters	"黑匣子" ; 记录飞行数据
SAU	autopilot, labeled by type (SAU-23)	自动驾驶仪



SOD	transponder	应答器
SPO	radiation warning receiver	雷达告警接收装置
SPS	flaps boundary layer blowing (control) system	边界层控制系统
SRZO	identification friend/foe system	敌我识别装置
SUA	dangerous AoA warning lights	迎角告警指示灯
TAS	true air speed	真空速
TDC	target designator cue	目标指示游标
UAV	unmanned aerial vehicle or future of aviation	无人飞行器
UUA	angle of attack indicator	迎角指示器



DCS MiG-21BIS 团队

(按英文字母顺序)

Michael Carter II (“-Rudel-”)

Nicholas Dackard (“Cobra847”)

Novak Djordjijevic (“Dolphin887”)

Radu Manole (“Roland”)

DCS MiG-21BIS flight manual written by Novak Djordjijevic. All rights reserved as stated in EULA. (DCS MiG-21BIS 飞行手册由 Novak Djordjijevic 编写。版权所有。)

MiG-21BIS 音乐制作

(主题音乐、任务胜利的音乐以及任务失败的音乐)

Darko Kijac

Denis Kijac

注意：部分的座舱模型、机身模型、座舱贴图以及武器模型由 beczl Studios 的 Laszlo Becz 制作。



特别感谢

Aleksandr Oikin

Matthew Wynn

Matthew Wagner

Igor Tishin

Dmitry Moskalenko

Peter Collins

Chris Ellis

Colin Pearson

Pawel "DGambo" Sidorov

Neil Willis

Goran Badzic

Frantz "Vyrтуoz" Raia

LEATHERNECK SIMULATIONS 团队的成员真诚地感谢所有帮助他们完成作品的 Eagle Dynamics 的员工！

LEATHERNECK SIMULATIONS 团队的成员真诚地感谢所有那些夜以继日地进行 MiG-21bis 繁琐测试并帮助我们完成作品的测试者！

LEATHERNECK SIMULATIONS 团队的成员真诚地感谢所有的援助者、支持者、评论者、论坛成员、用户以及其他我们未能列出（但当之无愧应受我们感谢）的人员！



特殊贡献人员

Carter Michael II

Badzic Goran

Clarke Jonathan

Mironov Denis

Parenta Dalibor

Salva Pareja Antonio

Vaclav Danek

Werner Siedenburg



翻译人员名单（按语言的英文首字母顺序）

中文（按拼音字母顺序）

Shirui Zhao

Xueqian Zhao

Zijue Xu

俄文（按俄文字母顺序）

Avdonin Andrei (Авдонин Андрей)

Guga Roman (Гуга Роман)

Irshinski Aleksadr (Иршинский Александр)

Charkseliani Konstantin (Чаркселиани Константин)

塞尔维亚文

Badzic Goran (Баџић Горан)



版权

Copyright **Rental Punkt Suprema Sp .Z o.o , Leatherneck Simulation** © 2014. All rights reserved.

Copyright **The Fighter Collection, Eagle Dynamics** © 2014. All rights reserved.

相关消息和更新请访问：

<http://www.leatherneck-sim.com>

<http://www.digitalcombatsimulator.com>

<http://forums.eagle.ru>