



# 先进飞行器设计运用仿真平台 使用手册

2024.09

# 目 录

一、先进飞行器设计运用仿真平台简介 .....	1
二、航空救援虚拟仿真系统简介 .....	2
1.配置要求 .....	2
2.程序启动 .....	2
3.报告生成 .....	3
三、航空救援虚拟仿真系统操作说明.....	4
1.系统操作逻辑.....	4
2.登录系统.....	4
2.1 登录 .....	4
2.2 注册账号 .....	5
2.3 修改信息 .....	5
2.4 界面介绍 .....	6
3.任务流程 .....	6
3.1 创建/加入任务 .....	7
3.2 选择角色 .....	7
3.3 等待与聊天区 .....	8
3.4 开始任务 .....	9
4.救援直升机选择.....	9
4.1 救援角色选择.....	9
4.2 救援直升机机型选择.....	10
4.3 显示直升机携带救援设备 .....	10
5.救援过程 .....	11
5.1 进入救援任务.....	11
5.2 控制救援直升机完成任务.....	11
5.3 地点信息显示.....	13
5.4 界面功能 .....	15
5.5 指挥官功能 .....	18
四、协同对抗虚拟仿真系统简介 .....	23
1.配置要求 .....	23
2.程序启动与切换.....	23

3.报告生成 .....	24
<b>五、协同对抗虚拟仿真系统操作说明.....</b>	<b>25</b>
1.系统操作逻辑.....	25
2.登录系统.....	25
2.1 登录.....	25
3.任务流程.....	25
3.1 创建/加入任务 .....	25
3.2 选择角色.....	26
3.3 等待与聊天区.....	27
3.4 开始任务.....	28
4.直升机设计 .....	28
4.1 机型选择.....	28
4.2 设计直升机参数.....	29
4.3 设计直升机火力.....	29
4.4 显示直升机参数.....	30
5.对抗过程.....	31
5.1 进入对抗任务.....	31
5.2 毁伤判定标准.....	31
5.3 AI 组件 .....	32
5.4 操控方式.....	33
5.5 界面功能.....	35
<b>附录 A 航空救援竞赛系统直升机参数表.....</b>	<b>39</b>
<b>附录 B 航空救援竞赛系统评分规则 .....</b>	<b>41</b>
<b>附录 C 协同对抗虚拟仿真系统直升机参数表 .....</b>	<b>48</b>
<b>附录 D 协同对抗虚拟仿真系统评分规则.....</b>	<b>51</b>

## 一、 先进飞行器设计运用仿真平台简介

先进飞行器设计运用仿真平台包含航空救援虚拟仿真系统和协同对抗虚拟仿真系统，是进入两个系统前的窗口。如下图所示。



图 1 先进飞行器设计运用仿真平台示意图

启动先进飞行器设计运用仿真平台后，默认选择为航空救援虚拟仿真系统，如果需要选择协同对抗虚拟仿真系统，需要点击“切换应用”按钮或者 DM 图标，在左侧选择协同对抗虚拟仿真系统。如下图所示。



图 2 先进飞行器设计运用仿真平台切换系统示意图



## 二、 航空救援虚拟仿真系统简介

航空救援虚拟仿真系统以典型航空应急救援虚拟任务场景为载体，包含多种救援航空器和不同类型的救援任务目标，用户需要在限定的时间内，分组协作来完成救援任务，先合理规划救援方案，随后一起驾驶救援直升机去执行协同救援任务，最终完成任务时系统会自动生成评分报告。

系统涉及问题分析、方案规划、统筹调度、协同任务等方面竞赛内容，在竞赛过程中，能在一定程度上提升同学们的问题分析能力、统筹规划能力、手脑协调能力、领导和协作能力。

当满足以下任意截止条件时，任务自动停止：

- 用户控制救援直升机完成所有的救援任务；
- 用户控制救援直升机全部损毁；
- 到达规定的任务时限。

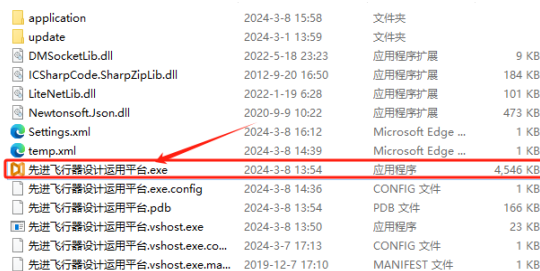
在达到截止条件时，系统自动结束任务，并输出评分报告。

### 1.配置要求

- a) cpu: i5或更高配置
- b) 运行系统: Windows10或11
- c) 运行内存: 16GB
- d) 显卡: 1660ti系列或更高配置
- e) 存储空间: 预计需要1.5GB可用空间
- f) 输入设备: 标准键盘+标准鼠标

### 2.程序启动

解压下载的文件夹后，在文件夹中找到程序图标，双击进行启动程序。



名称	日期/时间	类型	大小
application	2024-3-8 15:58	文件夹	
update	2024-3-1 13:59	文件夹	
DMSocketLib.dll	2022-5-18 23:23	应用程序扩展	9 KB
ICSharpCode.SharpZipLib.dll	2012-9-20 16:50	应用程序扩展	184 KB
LiteNetLib.dll	2022-1-19 6:28	应用程序扩展	101 KB
Newtonsoft.Json.dll	2020-9-9 10:22	应用程序扩展	473 KB
Settings.xml	2024-3-8 16:12	Microsoft Edge ...	1 KB
temp.xml	2024-3-8 14:39	Microsoft Edge ...	1 KB
<b>先进飞行器设计运用平台.exe</b>	2024-3-8 13:54	应用程序	4,546 KB
先进飞行器设计运用平台.exe.config	2024-3-8 14:36	CONFIG 文件	1 KB
先进飞行器设计运用平台.pdb	2024-3-8 13:54	PDB 文件	166 KB
先进飞行器设计运用平台.vshost.exe	2024-3-8 13:50	应用程序	23 KB
先进飞行器设计运用平台.vshost.exe.co...	2024-3-7 17:13	CONFIG 文件	1 KB
先进飞行器设计运用平台.vshost.exe.ma...	2019-12-7 17:10	MANIFEST 文件	1 KB

图 3 文件夹中程序示意图

**注意：Win11系统下载解压后可能出现打不开进不去的问题，这个时候需要将下图红框中的中文名称改为英文名称。同时几个文件的英文名称要一致，而且文件后缀不要修改和删掉！**

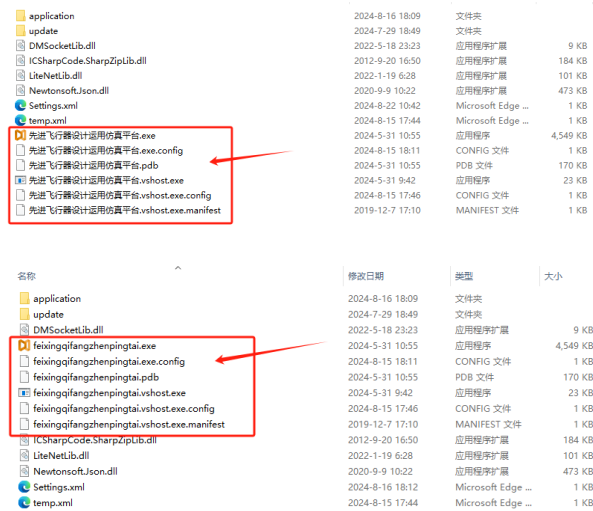


图 4 修改文件名称示意图

程序启动会触发启动器功能，启动器界面如下图，用户登录后，点击“启动”就可以进入“航空救援虚拟仿真系统”。



图 5 先进飞行器设计运用仿真平台启动器

### 3.报告生成

每次任务结束后，将显示本次任务的团队积分，点击“效能报告”按钮可查看生成的效能报告，报告储存路径为救援系统本地文件夹下的application\航空救援虚拟仿真系统\DM\_Data\MapLib\Report



图 6 生成效能报告图示

### 三、 航空救援虚拟仿真系统操作说明

#### 1.系统操作逻辑

输入正确的账号信息完成登录操作，通过任务列表，选择需要执行的任务。结合救援任务和团队角色分配，有针对性地选择任务所需要的救援直升机，进入任务中进行虚拟仿真救援，救援任务全部完成后，系统会根据各救援任务的表现情况，并输出评分报告。

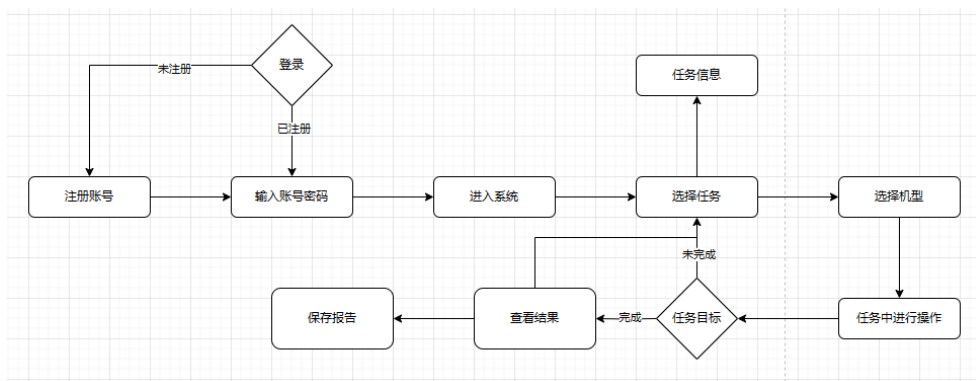


图 7 系统操作逻辑

#### 2.登录系统

##### 2.1 登录

点开程序图标后，会显示启动器的页面，已经有账号的，需要先点击右上角的“登录”按钮进行登录。



图 8 登录界面

## 2.2 注册账号

没有账号的用户可以通过“注册账号”功能注册，点击右上角的“登录”按钮，在弹窗中点击“注册系统账号”，输入用户名和密码，且使用真实邮箱和选择对应的学校进行绑定，点击“注册”按钮。

**注意：如果“来源”处没有自己的学校信息，务必在备注处填写学校全称，否则会影响成绩！**

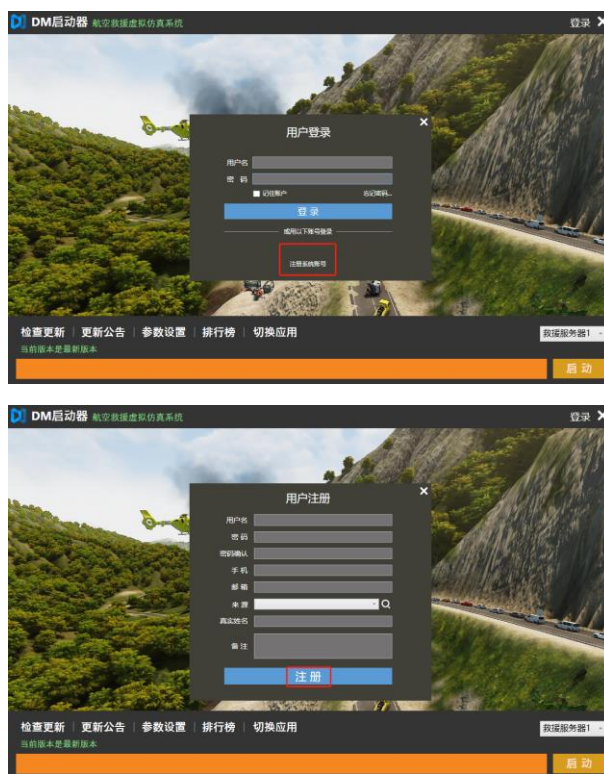


图 9 用户注册界面

## 2.3 修改信息

若用户需要修改账户信息“密码、邮箱、备注信息”，可在启动器界面中，点击启动器右上角的用户名位置，唤出用户信息修改弹窗。



图 10 用户修改信息界面

## 2.4 界面介绍

在启动器界面中，检查更新用于检查并更新当前版本为最新版本或对应的应用系统，更新公告用于向用户发布对于该救援系统的更新版本号、更新日期以及版本信息等信息，参数设置为用户根据需要设置分辨率、画质以及是否全屏。

**注意：启动程序前请先检查是否为最新版本或者为航空救援虚拟仿真系统，如果不是，请下载最新版本或切换系统，否则无法正常进入！**



图 11 参数设置



图 12 更改服务器



图 13 切换应用系统

## 3.任务流程

系统中的任务模式为操作救援直升机完成已设定好的救援任务模式，该任务中用户可以在局域网络的环境下，进行多人协同合作，所有救援任务完成结束后，系统会输出结果及相应的电子报告。



### 3.1 创建/加入任务

若用户需要自己创建一个线上救援的任务，在救援系统界面依次点击“开始任务—创建任务—选择救援任务—选择角色”，在选择角色页面等待人数达到任务标准后，点击“开始任务”即完成创建任务。



图 14 始任务

任务列表中，可以看到网络上所有的任务，用户可以进入其他人创建的任务，也可以自己创建任务。

**注意：建立多人任务和需要指挥官参与的时候，需要指挥官进行创建任务房间并作为房主，同时最后成绩以房主输出得报告成绩为准。**



图 15 创建任务

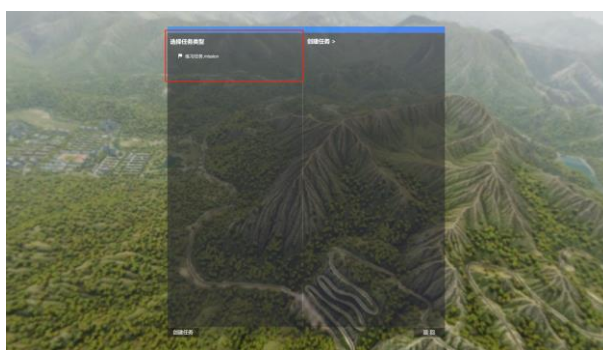


图 16 选择任务类型

### 3.2 选择角色

用户创建好需要使用的任务后，鼠标右键单击对应角色位置后点击“选择角色”按键进行选择，或者直接点击鼠标左键选择。当角色位置后显示用户名时，则表示选择角色完成。

任务创建者拥有权限对任务中的人员进行“角色安排”和“移除用户”到任务外。

**注意：在选择角色界面中，用户名前的icon，红色表示断线状态，蓝色表示在线状态。若出现断线状态，需要退出程序重新进入软件！**



图 17 选择角色界面



图 18 任务创建者进行操作

### 3.3 等待与聊天区

进入任务的人员在临时空位等待，参与任务人员可在聊天区自由交流或选择任意人员私聊。



图 19 等待与聊天区



### 3.4 开始任务

其他人选择加入创建好的任务并选择好角色即完成了任务的加入，当任务内所有用户均进入到相应的位置后，创建者点击“开始任务”即完成了任务的创建。

**注意：如果在准备过程中出现超过一分钟还不能进入系统救援任务的情况，需要退出程序重新进入软件！**



图 20 其他人员选择加入任务



图 21 创建者开始任务

## 4.救援直升机选择

救援直升机选择分为三个部分：救援角色选择、救援直升机机型选择和显示直升机携带救援装备。

### 4.1 救援角色选择

如下图所示选择测试任务中需要选择扮演的救援角色。在选定的空白角色处点击鼠标右键进行选择，当角色位置后显示用户名时，则表示选择角色完成；如果所选择处已有其他人员，则可以右键与此处已选择的人员进行私聊。

其中，本次竞赛使用设备均为PC端，VR暂不使用。



图 22 角色选择

## 4.2 救援直升机机型选择

每一款救援直升机的速度、载重和机载救援设备等都不相同，每一个参数均会对完成任务的时间和效率产生影响，例如缺失吊桶设备会影响该次任务中无法完成取水灭火的任务，从而导致本次任务的得分下降。

**注意：救援系统的直升机参数中的机载设备，需要根据本次的救援任务情况进行选择，如果缺少某种机载救援设备会导致任务无法完成或者本次任务得分下降。**



图 23 救援直升机机型选择

## 4.3 显示直升机携带救援设备

各救援直升机机型所携带的救援设备不相同，直升机携带的救援设备会影响直升机在本次任务中的救援情况。

救援设备分为以下四个部分：吊桶、货舱、医疗箱和担架。

吊桶：完成取水灭火任务需要的机载设备。

货舱：完成物资运送任务需要的机载设备。

医疗箱：完成轻型伤员转运任务需要的机载设备。

担架：完成重型伤员转运任务需要的机载设备。

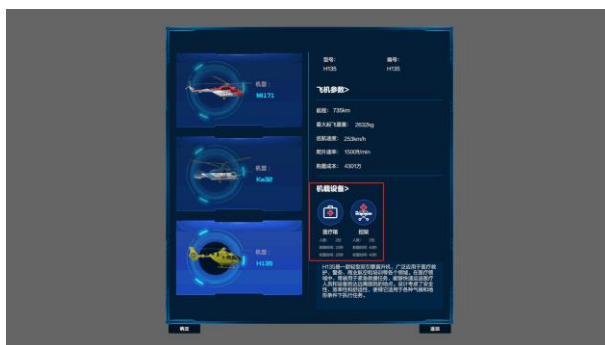


图 24 直升机携带的机载设备

## 5.救援过程

### 5.1 进入救援任务

目标为尽可能最短时间完成所有的救援任务。



图 25 救援任务环境界面

### 5.2 控制救援直升机完成任务

#### a) 方向操作键

- 固定高度: X
- 辅助降落: C (长按效果为降低并保持下降速度为-2m/s)

- 上升：左 Shift/方向键上，长按左 Shift/方向键上直升机为上升状态，松开后自动处于固定高度状态，
- 下降：左 Ctrl/方向键下，长按左 Ctrl/方向键下直升机为下降状态，松开后自动处于固定高度状态
- 抬头：S
- 低头：W
- 左滚：A
- 右滚：D
- 左偏航：Q/←
- 右偏航：E/→

其中，左右翻滚是为了让直升机更好地机动以及选择目标航向；向左右偏航表示直升机绕主旋翼轴向左右转，主要为了向左右快速移动视角。



图 26 直升机右翻滚示意图

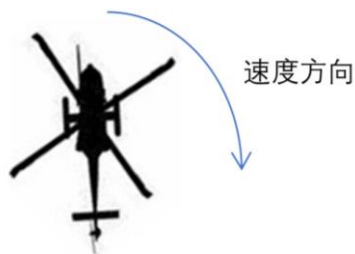


图 27 直升机右偏航示意图

- b) 动力操作按键
- 发动机 on: I (切换开关)
  - 发动机 off: I (切换开关)
- c) 其他操作按键
- 切换固定视角/自由视角: B
  - 查看快捷键: Z
  - 聊天窗口打开键: F1
- d) 互动操作按键
- 救助轻伤员/安置轻伤员: K

- 救助重伤员/安置重伤员：L
- 装载物资/卸载物资：J
- 取水/投水：H
- 救助灾民/安置灾民：P

e) 系统操作按键

- 退出任务：按 Esc 弹出“退出任务”选项
- 强制退出：按 Alt 键+F4 键强制退出

**注意：被坠毁后，可以查看队友的视角，请耐心等待本次任务结束或等待指挥官主动结束任务，不要直接退出任务！**

### 5.3 地点信息显示

在本系统中含有以下五种地点：医院、集结地、水源地、安置点和灾区。

医院：接收伤员的地点，直升机转运轻型和重型伤患后需要把伤员运送到医院地点。

集结地：提供救援物资的地点，用户可操控直升机在此类型地点进行物资装载等操作。

水源地：提供水源的地点，用户可操控直升机再次类型地点进行取水操作。

安置点：接受灾民的地点，用户操控直升机将灾民从灾区转移至安置点进行安置。

灾区：需要完成救援任务的地点，灾区类型包含四类任务，如下：

取水灭火任务：用户需要操控直升机到水源地进行取水操作，只有直升机装载水源后方可到灾区执行灭火任务；



转运轻、重型伤患任务：直升机需要具备伤员乘坐空间；重型伤患需要直升机具备担架装备；

**注意：救援直升机在灾区携带轻、重伤员后，会导致任务列表的数量发生改变，但是必须将轻、重伤员转运至医院后才能完成任务，此时完成任务改变任务状态！**



转移灾民任务：通过操控救援直升机将灾民从灾区转移至安置点进行安置。

**注意：救援直升机在灾区携带灾民后，会导致任务列表的数量发生改变，但是必须将灾民转移至安置点后才能完成任务，此时完成任务改变任务状态！**





运载救援物资任务：执行任务的直升机需要具备对应的载重；

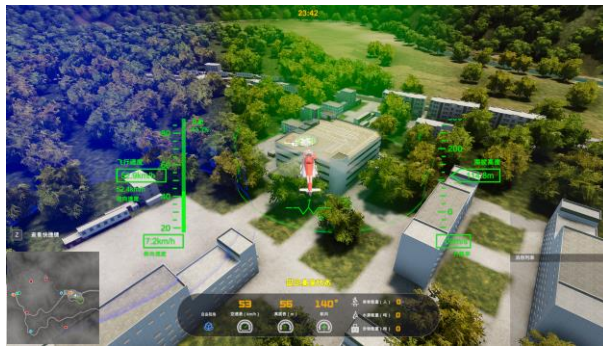
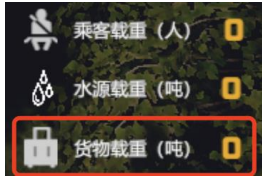


图 28 医院示意图



图 29 集结地示意图



图 30 水源示意图



图 31 灾区示意图



图 32 安置点示意图

注意：在各地点光圈判定范围内，操控的救援直升机不会因为碰撞而导致坠毁，同时下降速度将变为-10m/s！严禁在光圈判定范围内，操控直升机进行侧翻、翻滚等动作，这样会导致直升机无法正常起飞和降落。（如果处于这几种状态，则需要指挥官主动结束任务）

注意：在各地点光圈判定范围外，操控的救援直升机会因为碰撞而导致坠毁，因此在出光圈判定范围的时候请注意高度、速度和碰撞物！

## 5.4 界面功能

### a) 直升机携带状态区域

直升机状态区域显示了直升机携带的救援物资、转运伤患和取水。



图 33 直升机携带状态区域显示



b) 消息列表区域

下图显示了在完成系统救援任务的过程中各操作信息的提示。



图 34 消息列表区域

**注意：任务终止功能可以控制直升机所携带的物资、人员数量，具体是观察下面的参数变化，但是取水操作是没有终止功能的！**

c) 聊天界面区域

右侧显示了在完成系统救援任务的过程中各角色进行沟通的文字交流区域。（按F1键进行文字沟通交流）



图 35 聊天界面区域

d) 直升机参数区域

直升机的飞行速度，爬升高度以及直升机航向，全部可以在此部分查看。

**注意：场景周边有界限，直升机飞行不可穿过需要原路返回！**



图 36 直升机参数区域

e) 地图和任务显示区域

按M键，可以显示二维地图和各灾区的任务详细信息以及任务完成程度，以及当前时刻直升机所处的位置。如下图显示的地图和任务信息。



图 37 地图和任务显示区域

f) 任务结束

当所有任务救援任务完成之后或者任务时间结束之后，系统自动结算获得成绩并输出评分报告。



图 38 任务结束

g) 评分报告

评分报告路径地址为： DM\_Data\MapLib\Report

**练习任务-初级-效能评估报告**

用户名:TEST1                      日期:2024年8月13日

救援力量信息概况			
Mi171性能数据			
最大航程(千米)	3000	物资运载(吨)	4
运载轻伤员人数(人)	0	运载重伤员人数(人)	0
单次取水重量(吨)	2	巡航速度(千米/小时)	230
升限(米)	5000	飞机购置成本(万元)	3000
飞机耗油量(千克/小时)	648.00	该机已使用时长(分钟)	3.60
是否支持重伤员救助	否	是否支持轻伤员救助	否
是否支持吊桶洒水	是	是否支持物资运送	是
任务完成情况记录			
任务名称	任务权重	任务完成度	任务综合完成时间(分钟)
灾区A救助重伤员任务	0.90	0%	25.00
任务名称	任务权重	任务完成度	任务综合完成时间(分钟)
灾区A救助轻伤员任务	0.70	0%	25.00
任务名称	任务权重	任务完成度	任务综合完成时间(分钟)
灾区B所需救援物资任务	0.50	0%	25.00
任务名称	任务权重	任务完成度	任务综合完成时间(分钟)
灾区B救助重伤员任务	0.90	0%	25.00
任务名称	任务权重	任务完成度	任务综合完成时间(分钟)
灾区B救助轻伤员任务	0.90	0%	25.00

**日志记录**  
00:26 H135救助了2位轻伤员  
00:44 H135撞倒障碍物，坠毁！

灾区C灭火任务	0.90	0%	25.00
任务名称	任务权重	任务完成度	任务综合完成时间(分钟)
灾区D灭火任务	0.90	100%	3.26
任务效率评估			
任务完成总用时(分钟)	3.61		
任务完成等效总用时(分钟)	100.43		
任务总完成度	0.19		
任务效率评估值	0.09375		
任务成本评估			
成本基数(万元)	3.40		
任务成本(万元)	0.14		
任务成本评估值	0.96		
任务安全性评估			
事故损失人员数量(人)	1.00		
人员总数(人)	8.00		
任务安全性评估值	0.88		
数据任务效能评估			
任务总得分	33.637		

图 39 评分报告

## 5.5 指挥端功能

指挥端要做好任务前的准备工作，熟悉本次的救援任务，明确各任务地点及具体信息，在任务执行过程中，指挥操作员操作救援直升机按规划的航线和制定的方案前往灾区完成任务。同时可以救援任务过程中观察整个场景中的任务完成情况，也可以切换到正在执行救援任务的操作员视角或者五个全景视角。

指挥端具有以下功能：左下角场景小地图（标记点位，任务点位，救援直升机角色等信息），左侧显示救援直升机列表（点击可以查看救援直升机角色，定位或者锁定视角），二维地图（具备基础的指挥功能，任务列表可以选择分配某个机型并同步给其他直升机角色，标记点位，任务点位，直升机角色，方案列表，任务列表等信息）。右下角消息列表：显示整个任务完成中的所有的日志信息，直升机操作信息和任务完成列表信息等。还可以点击直升机列表的某个锁定视角，按 WASD 可以解锁视角。



图 40 左侧显示救援直升机列表



图 41 左下角显示场景小地图



图 42 左下角可以选择的五个全景视角



图 43 右上角设置

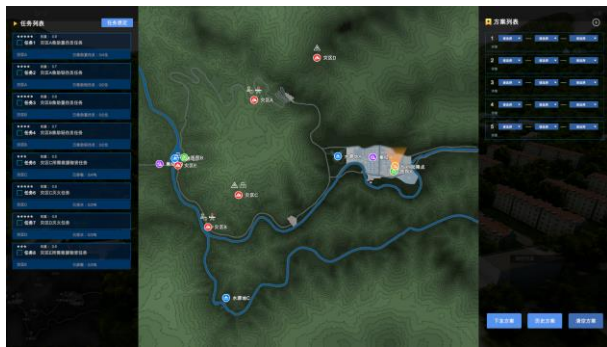


图 44 指挥官 M 地图界面



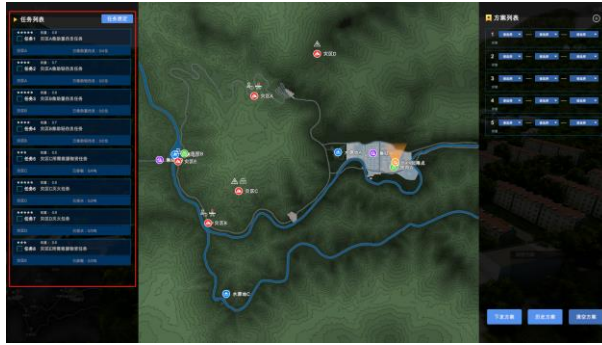


图 45 左侧任务列表

左侧还可以查看本次任务想定，任务想定包含本次任务的各种信息。例如本次任务的最大任务时间，各点的具体信息等。



图 46 左侧任务想定按钮



图 47 任务想定的具体信息

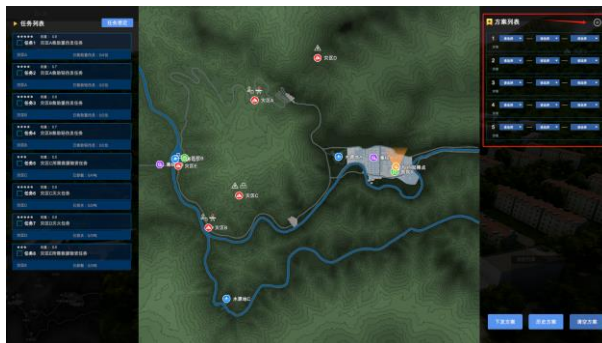


图 48 右侧方案列表



图 49 右下角三个方案操作按键

进行方案设计下发操作时，先在方案列表步骤中选择对应的各操作员机型、各操作员需要前往的地点、各操作员前往地点后的任务操作。选择完对应的选项后点击下发方案按键，各操作员则会收到指挥官下发的方案。同时也可以查看本次下发方案的距离。



图 50 选择对应的操作员机型



图 51 选择对应的操作员前往的地点



图 52 选择操作员前往地点后的任务操作



图 53 方案下发后的地图任务标识

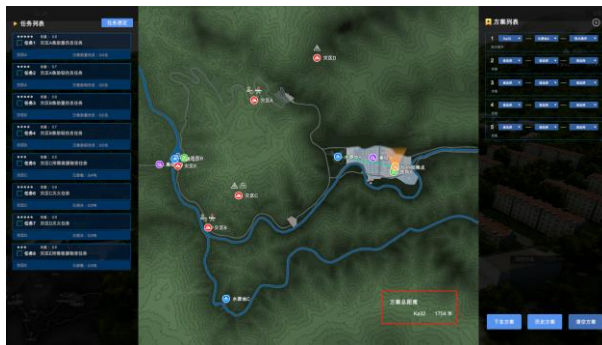


图 54 方案下发后的方案总距离显示

历史方案可以查询本次任务过程中下发的所有方案，同时也可以查询下发的各方案的总距离、时间和内容等。



图 55 历史方案



## 四、 协同对抗虚拟仿真系统简介

协同对抗虚拟仿真系统，基于假想的典型红蓝双方对抗虚拟任务场景，完成“人-机”对抗任务。需要用户在限定时间内，在系统提供的基准机型基础上，完成对所选机型的主要性能指标、武器装备、机载设备等的设计与选用，并基于已构建的机型执行任务。

当满足以下任意截止条件时，任务自动停止：

- 一方的用户控制直升机和 AI 直升机全部损毁；
- 双方的用户控制直升机全部损毁；
- 到达规定的任务时限。

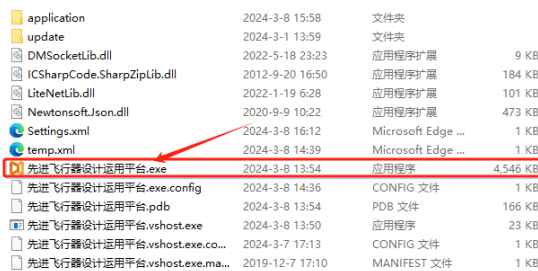
在达到截止条件时，系统自动进行胜负判定。判定规则为：**比较双方剩余的用户与 AI 控制直升机的数量总和，剩余直升机多的一方为胜利，若双方直升机数量相等，则为平局。**

### 1.配置要求

- a) cpu: i5或更高配置
- b) 运行系统: Windows10或11
- c) 运行内存: 16GB
- d) 显卡: 1660ti系列或更高配置
- e) 存储空间: 需要1.5GB可用空间
- f) 输入设备: 标准键盘+标准鼠标

### 2.程序启动与切换

解压下载的文件夹后，在文件夹中找到程序图标，双击进行启动先进飞行器设计与运用仿真平台，它是进入系统前的一个平台，进入系统需要通过平台进入。



名称	日期/时间	类型	大小
application	2024-3-8 15:58	文件夹	
update	2024-3-1 13:59	文件夹	
DMSocketLib.dll	2022-5-18 23:23	应用程序扩展	9 KB
ICSharpCode.SharpZipLib.dll	2012-9-20 16:50	应用程序扩展	184 KB
LiteNetLib.dll	2022-1-19 6:28	应用程序扩展	101 KB
Newtonsoft.Json.dll	2020-9-9 10:22	应用程序扩展	473 KB
Settings.xml	2024-3-8 16:12	Microsoft Edge ...	1 KB
temp.xml	2024-3-8 14:39	Microsoft Edge ...	1 KB
<b>先进飞行器设计运用平台.exe</b>	<b>2024-3-8 13:54</b>	<b>应用程序</b>	<b>4,546 KB</b>
先进飞行器设计运用平台.exe.config	2024-3-8 14:36	CONFIG 文件	1 KB
先进飞行器设计运用平台.pdb	2024-3-8 13:54	PDB 文件	166 KB
先进飞行器设计运用平台.vshost.exe	2024-3-8 13:50	应用程序	23 KB
先进飞行器设计运用平台.vshost.exe.co...	2024-3-7 17:13	CONFIG 文件	1 KB
先进飞行器设计运用平台.vshost.exe.ma...	2019-12-7 17:10	MANIFEST 文件	1 KB

图 56 文件夹中程序示意图

先进飞行器设计运用仿真平台启动需要后进行应用切换功能，因为默认选择为航空救援虚拟仿真系统。启动器界面如下图，用户登录后，点击“切换应用”或DM图标选择“协同对抗虚拟仿真系统”后点击启动进入。



图 57 启动器

### 3.报告生成

单次任务结束后，将显示本次任务的团队积分，点击“效能报告”按钮可查看生成的效能报告，报告储存路径为对抗系统本地文件夹下的：`application\协同对抗虚拟仿真系统\DM_Data\MapLib\Report`



红方任务效能评估			
任务效能值		-1.000	
任务结果指标		0.00	
生存能力指标		25.00	
进攻能力指标		0.00	
单位存活率指标	0	任务耗时指标	94.47
损伤度指标	0.00	敌方弹药损伤率	0.00%
综合命中率指标	0.00%	打击效果指标	0.00
蓝方任务效能评估			
任务效能值		92.368	
任务结果指标		97.24	
生存能力指标		100.00	
进攻能力指标		75.00	
单位存活率指标	100	任务耗时指标	94.47
损伤度指标	100.00	敌方弹药损伤率	0.00%
综合命中率指标	0.00%	打击效果指标	100.00
任务总用时: 00:33			

图 58 生成效能报告图示

注意：系统检测只要参与的角色大于2，那么这一方任务效能值将会是-1!

## 五、 协同对抗虚拟仿真系统操作说明

### 1.系统操作逻辑

输入正确的账号信息完成登录操作，通过任务列表，选择需要执行的任务。结合任务类型（空对空对抗）和团队角色分配，有针对性地对直升机进行各项参数设计（前进能力、爬升能力、敏捷性、载重能力和抗毁伤能力），并选择直升机挂载的武器，完成直升机参数调整后，进入任务中进行虚拟仿真对抗，对抗结束系统会根据每一架直升机在任务中的表现，输出相应的报告。

### 2.登录系统

#### 2.1 登录

点开程序图标后，会显示启动器的页面，已经有账号的，需要先点击右上角的“登录”按钮进行登录。



图 59 登录界面

### 3.任务流程

系统中的任务模式为空对空对抗模式，该任务中用户可以在局域网的环境下，进行单人或多人协同，对抗任务结束后，系统会输出胜负结果及相应的电子报告。

#### 3.1 创建/加入任务

若用户需要自己创建一个线上对抗的任务，在对抗系统界面依次点击“开始任务—创建任务—选择任务类型—选择角色”，在选择角色页面等待人数达到任务标准后，点击“开始任务”即完成创建任务。

**注意：需要指挥端参与的时候，需要指挥端用户进行创建任务房间并作为房主。**



图 60 开始任务

任务列表中，可以看到网络上所有的任务，用户可以进入其他人创建的任务，也可以自己创建任务。

**注意：建立多人任务和需要指挥官参与的时候，需要指挥官进行创建任务房间并作为房主，同时最后成绩以房主输出得报告成绩为准。**

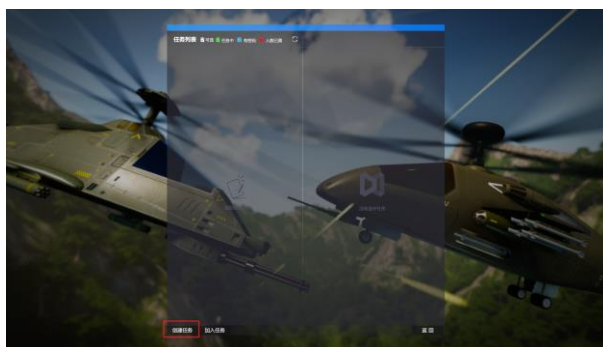


图 61 创建任务

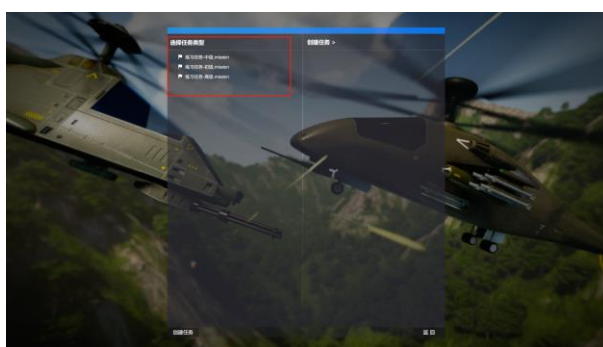


图 62 选择任务类型

### 3.2 选择角色

用户选择好需要使用的机型后，鼠标右键单击对应机型位置后点击“选择”按钮进行选择，或者直接点击鼠标左键选择。当机型位置后显示用户名时，则表示选择角色完成。

角色分为指挥端和飞行员。指挥端具有以下功能：任务中敌我态势观察功能、指挥功能、方案决策功能等。飞行员具有以下功能：选择武装直升机机型功能、完成机型装备选择和参数调整功能、操控武装直升机完成的功能等。

任务创建者拥有权限对任务中的人员进行“角色安排”和“移除用户”到任务外。

**注意：在选择角色界面中，用户名前的icon，红色表示断线状态，蓝色表示在线状态。若出现断线状态，需要退出程序重新进入软件！**



图 63 选择角色界面



图 64 任务创建者进行操作

### 3.3 等待与聊天区

进入任务的人员在临时空位等待，参与任务人员可在聊天区自由交流或选择任意人员私聊。



图 65 等待与聊天区

### 3.4 开始任务

其他人选择加入创建好的任务并选择好角色即完成了任务的加入，当任务内所有用户均进入到相应的位置后，创建者点击“开始任务”即完成了任务的创建。

**注意：如果在准备过程中出现超过一分钟还不能进入对抗的情况，需要退出程序重新进入软件！**



图 66 其他人员选择加入任务



图 67 创建者开始任务

## 4.直升机设计

直升机设计分为四个部分：机型选择，设计直升机参数、设计直升机火力和显示直升机参数。

### 4.1 机型选择

如下图所示选择多人对抗任务中的组别与需要使用的直升机型号。在选定的空白阵营和直升机型号处点击鼠标右键进行选择，当机型位置后显示用户名时，则表示选择角色完成；如果所选择处已有其他人员，则可以右键与此处已选择的人员进行私聊。

其中，本次竞赛使用设备均为PC端，VR暂不使用。





图 68 角色选择

## 4.2 设计直升机参数

设计直升机的前进能力、爬升能力、敏捷性、载重能力、抗毁伤能力，五个参数为直升机的基础参数，每一个参数均会对直升机的动力性、火力（对空/对地）、生存能力及探测能力产生影响，例如调整参数会影响飞机的大小，而飞机的大小会影响雷达的实际探测距离等。同时，五个参数的取值之间相互制约。

**注意：协同对抗系统的直升机参数中的前进、爬升、敏捷性、载重和抗毁伤能力的初始值存在相互制约，如需要提高某项参数，需要首先降低另外的某项参数。**



图 69 设计直升机参数

## 4.3 设计直升机火力

**注意：在选择武器数量前，请先点击对应武器图标进行框选，框选后才可以拖动下方的小框中的拖动条进行数量选择，且受到数量和载重限制。其中，图标显示蓝色表明已框选，灰色表示未框选。**

**注意：实际挂载重量不能超过直升机的载重参数！**

选择直升机挂载的武器，直升机的载重会影响直升机的武器挂载数量，武器挂载的数量会影响火力（对空/对地）。





图 70 选择直升机挂载武器



图 71 直升机的载重参数

#### 4.4 显示直升机参数

显示直升机所有的参数，调整后的参数为对抗任务中的表现提供判断基础。



图 72 直升机参数显示

## 5.对抗过程

### 5.1 进入对抗任务

空对空任务目标为尽可能多地保存己方直升机与消灭敌方直升机。



图 73 对抗任务环境界面

### 5.2 毁伤判定标准

#### a) 直升机击毁判定

- 直升机：抗毁伤能力值在直升机的初始能力值
- 机炮1：单发命中伤害值为10
- 机炮2：单发命中伤害值为20
- 空空导弹：单枚命中伤害值为70
- 空地导弹：单枚命中伤害值为50

**注意：雷达视野外的目标导弹无法进行锁定，且导弹存在近炸引信，无需直接命中目标，只要靠近目标一定范围即可引爆！**

**注意：被击毁后，可以查看队友的视角，请耐心等待本次任务结束，不要退出！**

#### b) 干扰弹的使用

- 在被导弹命中前发射干扰弹，每次发射一组，一组12枚。在一组干扰弹全部释放完毕前，反复按F不会释放下一组，直到该组干扰弹发射完毕。

**注意：不同飞行状态下释放干扰弹的效果是不同的，尽量让自己处于干扰弹的掩护下，不要直飞飞向敌机！**

#### c) 指挥中心摧毁程度判定

- 空空导弹：单枚命中伤害值为20
- 空地导弹：单枚命中伤害值为100
- 空地导弹命中数量（3枚），指挥中心被击伤
- 空地导弹命中数量（5枚及以上），指挥中心被摧毁



图 74 指挥中心示意图

### 5.3 AI 组件

系统中有两个类型的 AI 组件，分别是 AI 防空导弹和 AI 直升机

a) AI 防空导弹

- 不会在场景中移动，通过自身雷达扫描敌对身份的载具，雷达锁定敌机后，会发射地对空导弹。
- 携带武器
  - 地对空导弹
  - 雷达：当敌机脱离雷达范围后，AI 防空导弹不再对敌机进行攻击

AI 防空导弹行为逻辑详见下图

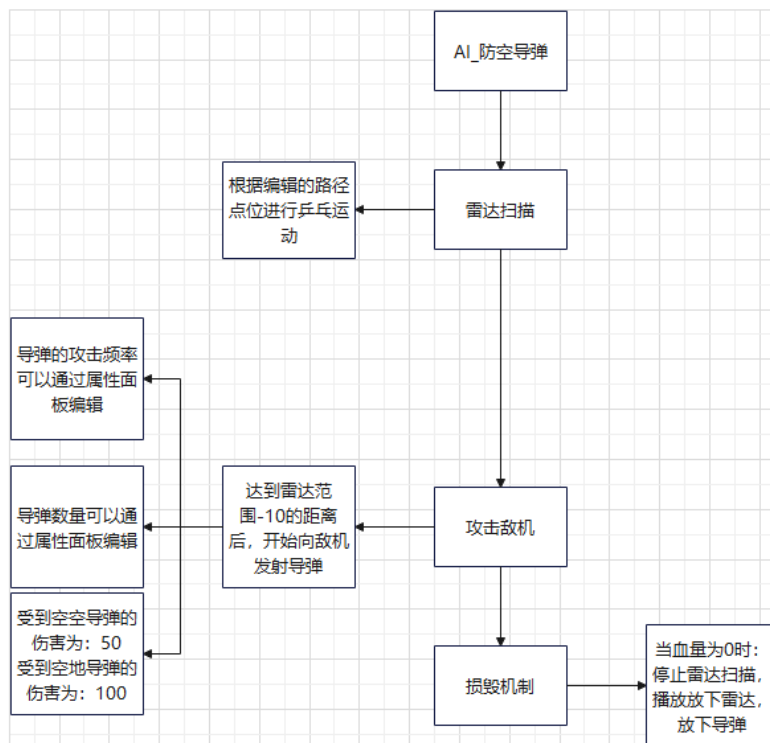


图 75 逻辑示意图

b) AI 直升机

- 在基地附近，在场景中按照固定路线进行飞行，通过自身雷达扫描敌对身份的载具，雷达锁定敌机后，会发射空空导弹，当空空导弹发射完毕后，自动转换机炮对敌方进行攻击。
- 携带武器：
  - 空空导弹
  - 机炮
  - 雷达：当敌机脱离雷达范围后，AI 直升机不再对敌机进行攻击，并返回巡逻路线

AI 直升机行为逻辑详见下图

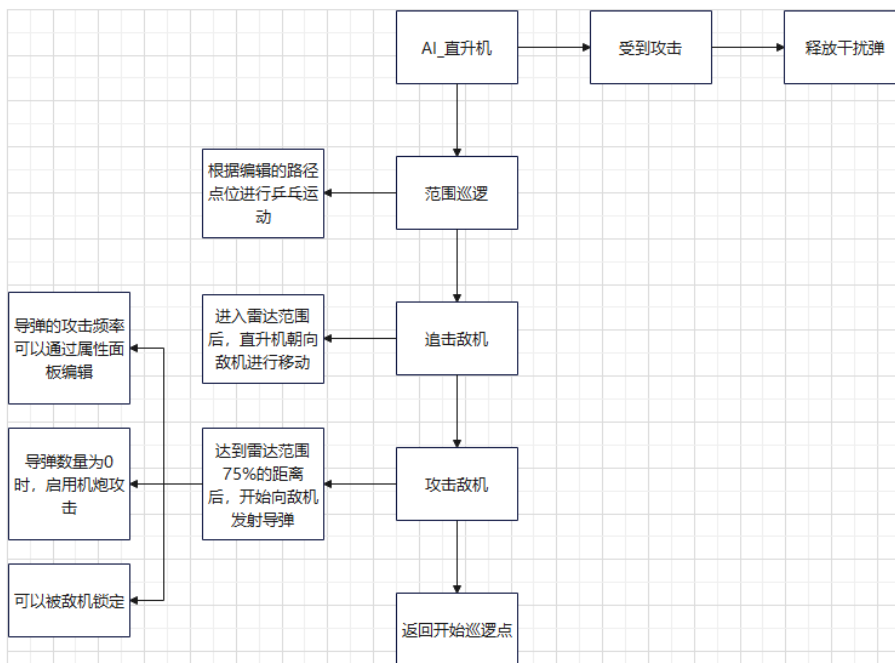


图 76 逻辑示意图

## 5.4 操控方式



图 77 作战单位示意图

a) 方向操作键

- 抬头：S/鼠标向前
- 低头：W/鼠标向后
- 左滚：A
- 右滚：D
- 左偏航：Q/鼠标左滑
- 右偏航：E/鼠标右滑
- 切换光电探头：左 Alt

其中，左右翻滚是为了让直升机更好地机动以及选择目标航向；向左右偏航表示直升机绕主旋翼轴向左右转，主要为了向左右快速移动视角。



图 78 直升机右翻滚示意图



图 79 直升机右偏航示意图

b) 动力按键

- 总距+ (提升主旋翼拉力): 左 Shift
- 总距- (减少主旋翼拉力): 左 Ctrl
- 推进桨总距+ (提升推进桨推力): V
- 推进桨总距- (减少推进桨推力): C

c) 其他操作按键

- 切换固定视角/自由视角: B
- 查看快捷键: Z
- 锁定高度: X
- 聊天窗口打开/关闭键: F1
- 视窗放大: 鼠标右键
- 二维地图: M

d) 武器操控按键



- 空空/空地导弹发射键：空格键
- 切换武器按键：直接利用左键 LM、1、2、3、F 切换武器，其中左键 LM 为机炮、1 为空空导弹、2 为空地导弹、3 为火箭弹、F 为主动释放干扰弹按键



图 80 直升机装载武器示意图

e) 系统操作按键

- 退出任务：按 Esc 弹出“退出任务”选项
- 强制退出：按 Alt 键+F4 键强制退出

## 5.5 界面功能

a) 直升机状态区域

直升机状态区域显示了直升机的状态，如果遭受攻击则会显示不同的颜色，直升机有颜色的部分代表了直升机的剩余生存力，当直升机颜色变为空白，则表示当前任务内该直升机坠毁/被击毁。



图 81 直升机状态区域显示

b) 比分区

下图显示了比赛的比分情况和人员情况，颜色代表阵营，方框代表双方存活情况，当方框内变为空白，则表示当前任务内某一直升机坠毁/被击毁。



图 82 比分区

c) 直升机参数区域

直升机的爬升高度，飞行速度以及直升机水平方向，全部可以在此部分查看。如下图中上方框中显示直升机水平方向，左侧框中显示直升机速度，右侧框中显示直升机离地高度，准星旁边表示此时直升机的俯仰角度。

其中，水平方向单位为度，仪表盘中会显示代表方位的字母（N、W、S、E分别代表北、西、南、东），框中的数字表示直升机机头朝向与正北方向之间的顺时针角度；右侧显示的直升机离地高度单位为米，离地高度指的是直升机距离水平面的绝对高度；左侧的速度单位为千米每小时。

**注意：场景周边有界限，直升机飞行不可穿过需要原路返回！**

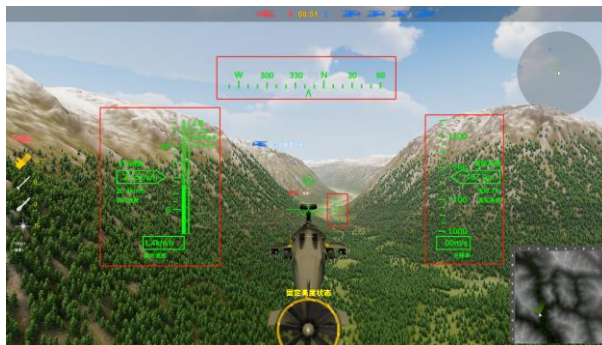


图 83 直升机参数区域

d) 武器瞄准区域

对抗过程中，所有武器的射击功能，都是通过瞄准功能来完成的。当敌方直升机进入如下图的大圈内时会有如下三种状态：

- 若敌机此刻无特殊表明，则说明敌机在雷达探测距离之外；
- 若敌机此刻显示为红色，则表示敌机在雷达探测距离之内但在导弹命中距离之外；
- 若敌机此刻显示为绿色，则表示敌机已被锁定，当敌机处于大圈中时发射导弹，导弹将追踪敌机。当有多架敌机被锁定时，将优先追踪最近的敌机。

**注意：雷达选择小范围的时候（2km），存在导弹先于发现目标，但是小地图和雷达上可能不会显示目标。**



图 84 瞄准区域

e) 挂载武器显示区域

如下图显示的挂载武器显示区域为直升机挂载武器的剩余数量。



图 85 直升机挂载武器显示区域

f) 提示信息区域

提示信息区域显示了双方的相关信息。其中，颜色表示阵营，文字描述为直升机型号及任务人员编号，图标表示当前直升机的剩余生存力，当图标变为灰色时表示该直升机坠毁或被击落。



图 86 提示信息区域

g) 雷达区域

如下图中的雷达区域会显示雷达范围内双方的直升机，根据不同颜色区分敌我，雷达范围与直升机设计阶段选择挂载的雷达有关，相关数据会计入到效能报告中。（雷达范围外的敌方直升机会隐藏）

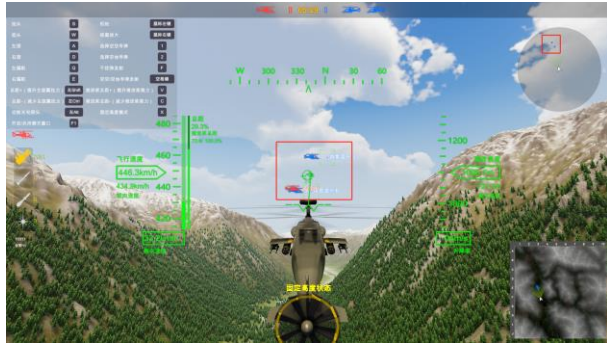


图 87 雷达区域

h) 地图区域

在如下图所示的地图区域中可以看到任务场景中的地形地貌，以及当前时刻直升机所处的位置。



图 88 地图区域

i) 聊天窗口区域



图 89 聊天窗口区域



## 附录 A 航空救援竞赛系统直升机参数表

用户可以根据救援任务从三种的救援直升机机型中选择合适的救援直升机来完成救援任务。每种救援直升机的各参数和机载设备各不相同。以下是三种救援直升机机型的参数表。



图 1 MI-171 直升机

表 1 MI-171 直升机参数表

MI-171 直升机			
参数	数值	参数	数值
航程 (km)	1105	水源装载时间 (秒)	20
巡航速度 (km/h)	230	投水时间 (秒)	5
最大起飞重量 (kg)	13000	物资载量 (吨)	4
轻伤员容量 (人)	0	物资装载时间 (秒)	40
轻伤员救援时间 (秒)	0	购置成本 (万元)	3000
重伤员容量 (人)	0	燃油率 (kg/s)	0.18
重伤员救援时间 (秒)	0	机载设备	吊桶、货舱
水源载量 (吨)	2	灾民容量 (位)	26
灾民救援时间 (秒)	5 秒/人		



图 2 Ka32 直升机

表 B Ka32 直升机参数表

Ka32 直升机			
参数	数值	参数	数值
航程 (km)	550	水源装载时间 (秒)	30
巡航速度 (km/h)	220	投水时间 (秒)	5
最大起飞重量 (kg)	11000	物资载量 (吨)	3
轻伤员容量 (人)	0	物资装载时间 (秒)	30
轻伤员救援时间 (秒)	0	购置成本 (万元)	4500
重伤员容量 (人)	0	燃油率 (kg/s)	0.16
重伤员救援时间 (秒)	0	机载设备	吊桶、货舱
水源载量 (吨)	3	灾民容量 (位)	16
灾民就有时间 (秒)	5 秒/人		





图 3 H135 直升机

表 3 H135 直升机参数表

H135 直升机			
参数	数值	参数	数值
航程 (km)	735	水源装载时间 (秒)	0
巡航速度 (km/h)	253	投水时间 (秒)	0
最大起飞重量 (kg)	2632	物资载量 (吨)	0
轻伤员容量 (人)	2	物资装载时间 (秒)	0
轻伤员救援时间 (秒)	10 秒/人	购置成本 (万元)	4301
重伤员容量 (人)	2	燃油率 (kg/s)	0.05
重伤员救援时间 (秒)	20 秒/人	机载设备	医疗箱、担架
水源载量 (吨)	0	灾民容量 (位)	5
灾民救援时间 (秒)	5 秒/人		

## 附录 B 航空救援竞赛系统评分规则

### 一、航空救援竞赛系统评分规则

用户使用竞赛系统完成救援仿真后，竞赛系统会根据任务完成情况给出任务效能评估值，作为用户的成绩。效能评估体系如下图所示：

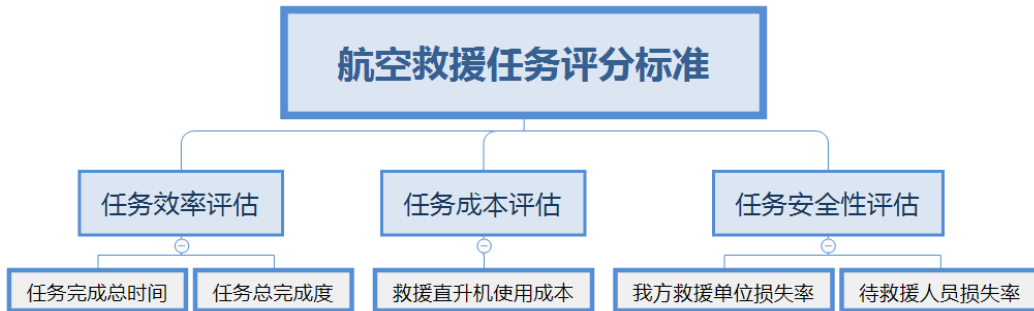


图 1 评估指标体系

效能评估值包含任务效率评估、任务成本评估和任务安全性评估三项内容，其中任务效率评估得分是任务等效完成时间和任务完成度的函数；任务成本评估是飞行器使用费用的函数；任务安全性是我方救援单位人数变化以及救援单位事故导致的待救助人员伤亡人数的函数。

#### (1) 任务效率评估

##### 1) 任务总完成度计算方法

救援任务中的每个任务根据其在实际救援场景中的重要性进行任务权重设置。



图 2 任务地图设置示例

任务权重  $k$  则表示该任务在整体想定中的重要程度占比，在行业专家打分的基础上得到。在一个有  $n$  个任务的想定中，各任务的权重表示为  $k = [k_1, k_2, \dots, k_n]$ ,  $\max(k) = 1, k_i \in (0, 1]$ 。首先基于多位行业专家综合意见，设置典型基准值，根据任务量和任务类型进行线性插值计算得到初步的任务权重  $k' = [k'_1,$

$k_2', \dots, k_n'$ ，再归一化到(0,1]区间内，得到任务权重  $k$ 。

$$k_i = \frac{k_i'}{\max(k')}$$

详细的任务权重数值将由任务设置时给出。在系统中，会以星级的方式描述任务的权重，其对应关系如表 1 所示。

表 1 星级与权重的对应关系

星级 $\eta$	权重 $k$
*	(0,0.1]，通常取 0.1
**	(0.1,0.3]，通常取 0.3
***	(0.3,0.5]，通常取 0.5
****	(0.5,0.7]，通常取 0.7
*****	(0.7,0.9]，通常取 0.9

需要注意的是，单个任务的星级仅代表该任务在当前总任务想定中的重要程度。

各个单项任务的完成值是系统中记录用户具体做的任务量，是系统计数量。

各个单项任务完成度  $A_i$  的计算方法是该项任务完成值与该项任务需求值的比值：

$$A_i = \frac{\text{第 } i \text{ 项任务的完成值}}{\text{第 } i \text{ 项任务的需求值}}$$

任务加权完成度  $A^*$  的计算方法是各个救援任务的完成度  $A_i$  与救援任务权重  $k_i$  乘积的累加和：

$$A^* = \sum_{i=1}^{\text{任务数量}} A_i * k_i$$

由于任务设置原因，任务权重不为任务之间的相对权重，用于反映任务间的重要性关系，任务权重主要根据“星级与权重的对应关系”设置，因此各个任务的权重之和可不为 1。

任务总完成度  $A$  是“总任务加权完成度  $A^*$  / 总任务期望完成度  $A_0$ ”，用于归一化总任务的完成情况：

$$\text{任务总完成度 } A = \frac{\text{总任务加权完成度 } A^*}{\text{总任务期望完成度 } A_0}$$

总任务期望完成度  $A_0$  用于将任务完成度进行归一化处理。总任务期望完成度设定为每个任务均能完全完成(完成度为 1)的情况下的总任务完成值，其计算方法为每个子任务的权重之和：

$$\text{任务期望完成度 } A_0 = \sum_{i=1}^{\text{任务数量}} k_i$$

## 2) 任务等效完成时间计算方法

$T_C$  为任务完成等效时间， $T_C$  的计算方法如下：

$$T_c = \sum_{i=1}^{\text{任务数量}} k_i * t_i$$

其中 $k_i$ 为各任务权重， $t_i$ 为各任务累计用时，累计用时按照任务分步骤完成的方式进行计算。任务完成时间的分部计算方式如下：假定某项救援任务由用户分 $n_i$ 步完成，每一步 $j$ 用户的完成度为 $\theta_{ij}$ ，每一步完成时对应的任务用时记为 $t_{ij}$ ，则可以得到该任务的完成时间 $t_i$ 为：

$$t_i = \sum_{j=1}^{n_i} \theta_{ij} * t_{ij}$$

竞赛系统在一次任务中的仿真时间超过规定时间后，仿真自动结束。如果在任务过程的中途中断任务，未完成的任务部分所用时间将自动按照任务最大时间 $T_{max}$ 计算(最大时间为救援任务场景设置的最大时长)。

### 3) 任务效率评估值计算方法

任务效率用于评估规定时间内完成任务的情况，是任务总完成度和所用时长的函数，任务效率的计算函数为：

$$\text{任务效率} E^* = \frac{A}{T_c}$$

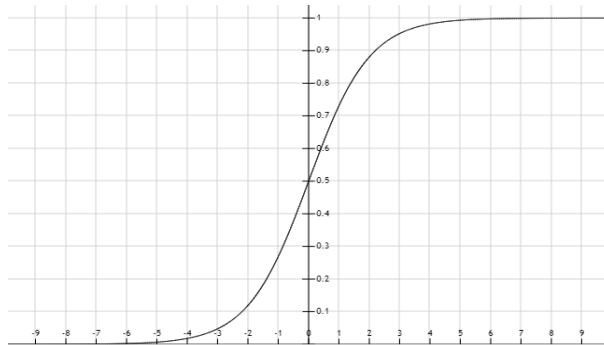


图 3 标准 Sigmoid 函数图像

计算任务效率后需要采用 Sigmoid 函数对任务效率进行归一化处理，Sigmoid 函数能够实现将 $[0, +\infty)$ 之间的数映射到 $(0,1)$ 范围内的功能。评估任务效率时需要将任务完成度与任务时间的比值映射到 $(0,1)$ 范围内进行归一化，因此选择任务等效最大时间 $T_{Cmax}$ 为参考，选择 $\frac{A * T_{Cmax}}{T_c}$ 作为自变量，评估救援效率与任务完成度和救援时长的关系，救援时间越短、任务完成度越高救援效率越高。任务等效最大时间 $T_{Cmax}$ 的计算方法为：总任务期望完成度 $A_0$ 与任务最大时间 $T_{max}$ 的乘积。

Sigmoid 函数的表达式如下：

$$\text{Sig}(x) = (1 + e^{-x})^{-1}$$

$A = 1$ 时任务已全部完成，且有 $\frac{T_{Cmax}}{T_c} > 1$ ； $A < 1$ 时任务未全部完成，则有 $\frac{T_{Cmax}}{T_c} = 1$ 。

对于 $A = 1$ 的情况将标准 Sigmoid 函数向右平移 1 个单位，表示当任务等效最大时间为任务等效完成时间 $x$ 倍时的效率评估值（利用 Sigmoid 函数 $(0,0.5)$ 点不变的原则，设定当任务完成且等效完成时间恰好等于

任务等效最大时间时的评估值为 0.5)，则任务完成时间越短，得分越高，且不需要提前评估任务的最小完成时间，即使 $x$ 足够大时仍然可以将评估值控制在(0,1)范围内。同时通过修改横坐标缩放系数可以调整评估效果，使得任务等效完成时间较为集中的部分区分度增大。

调整函数的自变量形式得到适用于救援效率评估的函数 $Sig_1(x)$ ，横坐标缩放系数为 $\mu$ ：（目前系统版本 $\mu = 1$ ）

$$Sig_1(x) = (1 + e^{-\mu(x-1)})^{-1}$$

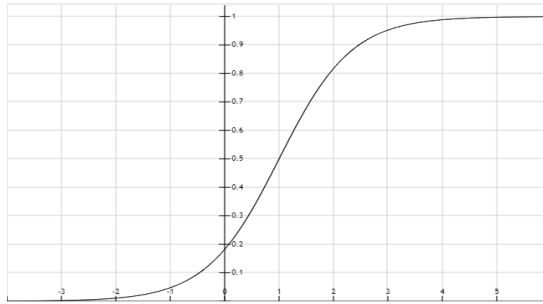


图 4  $\mu=1.5$  时 Sigmoid1 函数图像

对于 $A < 1$ 的情况，对应任务未被全部完成并且任务等效完成时间为任务等效最大时间，此时得分与任务完成度 $A$ 成正比，因此构造正比例函数描述该情况下的效率计算方法。

则有任务效率计算分段函数：

$$\text{任务效率评估值 } E = \begin{cases} Sig_1(E^* * T_{Cmax}), & A = 1 \\ 0.5 * E^* * T_{Cmax}, & A < 1 \end{cases}$$

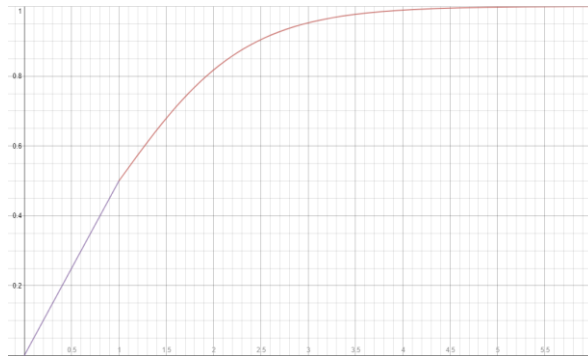


图 5  $\mu = 1.5$  时 $E(E^* * T_{Cmax})$ 函数图像

## (2) 任务成本评估

$$C^* = \sum_{s=1}^{\text{飞行器数量}} (C_{s1} + C_{s2} + C_{s3} + C_{s4} + C_{s5} + C_{s6}) * T_{sf}$$

总任务成本 $C^*$ （万元）为任务过程中除购机成本之外的各类飞行成本之和，包括各飞行器的机体折旧费、维修费、燃滑油费、驾驶人员费、地勤人员费、保险费。 $T_{sf}$ 为第 $s$ 架机在任务中的总飞行时间（小时）， $C_{s1}$ 到 $C_{s6}$ 为第 $s$ 架机的各类成本的每小时成本，计算方法如下。



## 1) 机体折旧费

$$C_{S1} = 1.03 \times (1 - K_1) \times (1 + K_2)P / (T_1 \times U)$$

其中:

$C_{S1}$ ——直升机每飞行小时机体折旧费, 单位为万元/h;

$K_1$ ——直升机残值占直升机价格的百分比, 通常取 10%;

$K_2$ ——机体备件占飞行器价格的百分比, 通常取 10%;

$T_1$ ——直升机折旧年限, 单位为年, 通常取 20 年;

$P$ ——直升机价格, 单位为万元;

$U$ ——直升机年度平均飞行小时, 通常取 300。

## 2) 维修费

$$C_{S2} = [(N_1 \times P \times K_3 + N_2 \times P_1 \times K_4 + m_1 \times P_1) / (T_1 \times U)] + C_c$$

其中:

$C_{S2}$ ——每飞行小时直升机维修费用, 单位为万元/h;

$N_1$ ——折旧期内直升机预计大修次数, 通常取 1;

$N_2$ ——折旧期内发动机预计大修次数, 通常取 1.5;

$P_1$ ——发动机平均价格, 通常取直升机价格的 10%;

$m_1$ ——折旧期内发动机预增加台数, 通常取 0.5;

$K_3$ ——机体大修占直升机价格的百分比, 通常取 15%;

$K_4$ ——发动机大修占发动机价格的百分比, 通常取 25%;

$C_c$ ——直升机(含发动机)每小时修理材料费用, 单位为万元/h, 通常取 0.15。

## 3) 燃滑油费

$$C_{S3} = 1.03 \times P_3 \times q / 10000$$

其中:

$C_{S3}$ ——每小时燃滑油费用, 单位为万元/h;

$P_3$ ——燃油价格, 单位为元/kg, 通常取 8.45 元/kg;

$q$ ——每飞行小时耗油率, 单位为 kg/h。

## 4) 驾驶人员费

$$C_{S4} = 2m_2 \times \frac{S_1}{U} + f \times m_2$$

其中:

$C_{S4}$ ——每小时驾驶员费用, 单位为万元/h;

$m_2$ ——驾驶员人数, 通常取 2 人;

$S_1$ ——驾驶员每人年工资，单位为万元/人，有人驾驶直升机通常取 60，无人机取 20；

$f$ ——每飞行小时补助费，单位为万元/h，通常取 0.015。

### 5) 地勤人员费

$$C_{S5} = 2m_3 \times \frac{S_2}{U}$$

其中：

$C_{S5}$ ——每小时地勤人员费用，单位为万元/h；

$m_3$ ——地勤人员人数，有人驾驶直升机通常取 4，无人机取 2；

$S_2$ ——地勤人员每人年工资，单位为万元/人，通常取 15。

### 6) 保险费

$$C_{S6} = K_5 \times P \times \frac{r_1}{U}$$

其中：

$C_{S6}$ ——每飞行小时保险费，单位为万元/h；

$K_5$ ——飞行器折价系数，通常取 0.85；

$r_1$ ——年保险金占直升机价格的百分比，通常可取 2%~3%。

简化上述成本计算方法可得：

$$\begin{aligned} C^* &= \sum_{s=1}^{\text{飞行器数量}} (C_{S1} + C_{S2} + C_{S3} + C_{S4} + C_{S5} + C_{S6}) * T_{sf} \\ &= \sum_{s=1}^{\text{飞行器数量}} (P_s * 0.00029453 + q_s * 0.00087035 + 0.965) * T_{sf} \end{aligned}$$

其中：

$P_s$ ——直升机价格，单位为万元；

$q_s$ ——直升机每飞行小时耗油率，单位为 kg/h；

$T_{sf}$ ——第  $s$  架机在任务中的总飞行时间。

其具体计算值与机型成本和该机型耗油率有关。成本评估值的计算方法如下。

$$\text{任务成本评估值 } C = 1 - \frac{\text{任务总成本 } C^*}{\text{成本基数}}$$

成本基数根据各个任务会有不同，具体设置方式为设置系统中与任务选取飞行器数量等量的飞行器集合，选取飞行器集合中耗油率最高的飞行器作为参考并带入最大任务时间进行计算得到的任务成本。

## (3) 任务安全性评估

考虑到救援人员生命价值宝贵以及伤员性命珍贵，因此加入任务安全性评估作为顶层任务效能影响因素，并以此增加救援任务的效能区分度（不同任务安全性下的任务效能区分较大）。任务安全性的计算方法如下：

$$\text{任务安全性评估值 } S = 1 - \frac{n_{\text{损失人员数}}}{n_{\text{人员总数}}}$$

其中， $n_{\text{损失人员数}}$ 为由于救援单位事故（飞行器操作不当导致运送伤员飞行器坠毁）导致的机组、救援人员及待救助人员伤亡人数， $n_{\text{人员总数}}$ 为整个任务的总人数（机组人员、救援人员、待救助伤员总人数），得到的任务安全性参与效能总分的计算。若救援飞机全部坠毁，则任务结束，并将结算时间设定为最大时间。

#### （4）排序方法

竞赛系统针对不同的赛项任务分别设定任务效率评估值**E**，任务成本评估值**C**，任务安全性**S**作为评分项目，参赛分数 **G** 是以上三项评估值的函数，系统根据总成绩从高到低排名，参赛分数的计算方法如下：

$$\text{参赛分数 } G = 100 \times (W_{\text{efficiency}} \times E + W_{\text{cost}} \times C + W_{\text{safety}} \times S)$$

其中， $W_{\text{efficiency}}$ 为效率权重系数，通常取 0.7， $W_{\text{cost}}$ 为成本权重系数，通常取 0.1， $W_{\text{safety}}$ 为安全性权重系数，通常取 0.2。

## 附录 C 协同对抗虚拟仿真系统直升机参数表

用户可以进一步调整五种方案的机型族的部分具体性能参数，确定最终参赛的直升机性能。

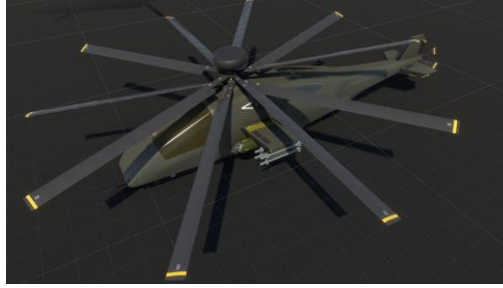


图 1 “夜莺”高速武装直升机

表 1 “夜莺”高速武装直升机参数表

“夜莺”高速武装直升机			
	基准值	可调下限	可调上限
前推能力	83	78	88
爬升能力	80	70	90
敏捷性	80	70	90
载重能力	1550	1350	1750
抗毁伤能力	95	80	110



图 2 “游隼”新一代武装直升机

表 2 “游隼”新一代武装直升机参数表

“游隼”高速武装直升机			
	基准值	可调下限	可调上限
前推能力	75	70	80
爬升能力	55	45	65
敏捷性	60	50	70
载重能力	2000	1800	2200
抗毁伤能力	165	150	180



图 3 “入云龙”新一代武装直升机

表 3 “入云龙”新一代武装直升机参数表

“入云龙”新一代武装直升机			
	基准值	可调下限	可调上限
前推能力	85	80	90
爬升能力	70	60	80
敏捷性	70	60	80
载重能力	1800	1600	2000
抗毁伤能力	125	110	140



图 4 “海狼”新一代武装直升机

表 4 “海狼”新一代武装直升机参数表

“海狼”新一代武装直升机			
	基准值	可调下限	可调上限
前推能力	87	82	92
爬升能力	60	50	70
敏捷性	85	75	95
载重能力	1350	1200	1500
抗毁伤能力	85	70	100





图 5 “狂鲨”新一代武装直升机

表 5 “狂鲨”新一代武装直升机参数表

“狂鲨”新一代武装直升机			
	基准值	可调下限	可调上限
前推能力	73	68	78
爬升能力	75	65	85
敏捷性	80	70	90
载重能力	1900	170	2100
抗毁伤能力	135	120	150

## 附录 D 协同对抗虚拟仿真系统评分规则

参赛队使用竞赛系统完成对抗仿真后，竞赛系统会根据仿真情况，结合任务结果、生存能力、进攻能力等指标进行自动任务效能评分，作为参赛队的成绩。计算公式如下：

$$E = \omega_r R + \omega_s S + \omega_a A$$

其中，E 为参赛队的任务效能值，最大值为 100。R 为任务结果指标，S 为生存能力指标值，A 为进攻能力指标值，这 3 项指标值各自的最大值为 100。 $\omega_r$ 、 $\omega_s$ 、 $\omega_a$  对应不同指标的权重系数，这 3 项系数和值为 1。

S, A 两个一级指标指标又分别由相应的二级指标加权合成，各一级指标对应的二级指标权重合为 1。具体权重分布如表 1。

表 1 任务效能值各项指标说明

一级指标	权重	二级指标	权重	指标说明
任务结果指标	0.5	-	1	效益型指标 <sup>1</sup> 。 任务结果指标=(任务耗时指标*0.5+0.5)*单位存活指标。 任务耗时指标为剩余的时间占总时间的比例；单位存活指标根据双方存活数量计算，最大值为 100。
生存能力指标	0.25	损伤度	0.75	我方目标单位受到的损伤点数与我方目标单位装备能承受的最大损伤总点数的比例，成本型指标 <sup>2</sup> 。
		敌方弹药损伤率	0.25	敌方飞机与防空导弹发射机炮与导弹对我方所有单位的实际损伤点数与假设全部命中的最大损伤点数之比，成本型指标。
进攻能力指标	0.25	综合命中率	0.25	我方玩家控制的飞机发射机炮与导弹对敌所有单位的实际损伤点数与假设全部命中的最大损伤点数之比，效益型指标。
		打击效果	0.75	我方对敌目标单位造成的损伤点数比例，效益型指标。

- 1、效益型标指的是该项指标数值越大，得分越高的指标。
- 2、成本型标指的是该项指标数值越小，得分越高的指标。