

清华大学第三届人工智能挑战赛  
清华大学自动化系第十八届新生 C 语言大赛  
参赛手册（2021 年 3 月 22 日）

指导单位  
共青团清华大学委员会  
清华大学学生科学技术协会  
共青团清华大学自动化系委员会

承办单位  
清华大学自动化系学生科协

大赛官网  
<https://www.thuasta.cn>

# 目录

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| <b>1 概述</b>               | <b>2</b> |
| 1.1 样例 AI 和最新规则 . . . . . | 2        |
| <b>2 游戏规则</b>             | <b>3</b> |
| 2.1 防御塔 . . . . .         | 3        |
| 2.2 作战兵团 . . . . .        | 4        |
| 2.3 工程兵团 . . . . .        | 5        |
| 2.3.1 建设者 . . . . .       | 5        |
| 2.3.2 开拓者 . . . . .       | 5        |
| <b>3 你需要做什么</b>           | <b>6</b> |
| 3.1 概述 . . . . .          | 6        |
| 3.2 玩家添加命令示例 . . . . .    | 6        |
| 3.2.1 防御塔 . . . . .       | 6        |
| 3.2.2 作战兵团 . . . . .      | 6        |
| 3.2.3 工程兵团：建设者 . . . . .  | 7        |
| 3.2.4 工程兵团：开拓者 . . . . .  | 7        |
| <b>4 计分规则</b>             | <b>7</b> |
| <b>5 附录</b>               | <b>8</b> |

# 1 概述

FC18 为四方势力在地图上进行回合制对战的策略游戏，玩家需要力求攻占其他玩家的防御塔、占领尽可能大的领地、消灭或俘虏其他玩家的兵团以获得胜利。每个玩家需要编写 AI，根据裁判程序提供的场地信息，决策己方势力在该回合的行动，并返回给裁判程序，以控制己方的行为。

作为塔防游戏，每个势力在开始时各在一角的区域内拥有一座防御塔，防御塔周围的一点区域是自己的领地。玩家需要利用防御塔的生产力，完成生产兵团或升级防御塔的任务。生产出的作战兵团可以在场上移动，攻击其他势力的防御塔或兵团（减少他们的生命值）；生产出的工程兵团则可以修改地形、修理防御塔（恢复防御塔的生命值）、新建新的防御塔。选手各自操控防御塔和兵团，击杀敌方的防御塔或兵团，同时应尽可能建造防御塔，占领尽可能大的地盘。



图 1: 游戏场地示意图

## 1.1 样例 AI 和最新规则

最新的比赛规则在 [https://github.com/HelinXu/FC18\\_handbook](https://github.com/HelinXu/FC18_handbook)。其中包括了选手对于规则疑问的 Q&A。

样例 AI 在 [https://github.com/HelinXu/FC18\\_player\\_code\\_sample](https://github.com/HelinXu/FC18_player_code_sample)。这个样例 AI 可以帮助选手快速入门比赛。

## 2 游戏规则

游戏中有以下角色：防御塔，作战兵团（分为战士、弓箭手、法师），工程兵团（分为建设者、开拓者）。

游戏中角色的基本操作包括：运动（塔不可以运动，各种兵团均可运动），进攻（塔进攻兵团，作战兵团进攻兵团，作战兵团进攻塔），建设（塔生产各种兵团/升级自身，工程兵团-建设者修改地形，工程兵团-建设者修复塔，工程兵团-开拓者新建防御塔）。

(1) 场地和地形：在  $15 * 15$  的方格地图上，分布了平原、山地、森林、沼泽、道路五种地形。四方势力在场地上修建防御塔、生产并操作若干种兵团。

(2) 防御塔：共分 8 级，具有生命值、战斗力属性，能生产己方兵团、攻击敌方兵团。防御塔的等级越高，就会拥有更高的生产力、战斗力、生命值；如果防御塔内有己方兵团驻扎，则防御塔的战斗力会更强。

(3) 作战兵团：分为战士、弓箭手、法师三种，具有行动力、战斗力、生命值属性，能移动、攻击敌方兵团或防御塔。

(4) 工程兵团：分为建设者和开拓者。建设者具有行动力和劳动力属性，可以移动、修复己方防御塔或修改地形；开拓者具有行动力，可以移动并建立新的防御塔。

(5) 计分规则：选手各自操控防御塔和兵团，建造防御塔，摧毁敌方的防御塔。在游戏结束时，得分正比于己方防御塔占领的领地大小。

### 2.1 防御塔

每个势力最初时拥有 1 座防御塔，最多拥有 10 座防御塔。当某势力没有防御塔时，该势力将被判为失败。每座防御塔周围地图会附加己方的占有属性值，该属性值见表1；在某一方格上占有值最高的一方会占领该领地。游戏的目的是通过修建防御塔，占领尽可能大的领地，从而获得分数。

表 1：防御塔周围领地占有值

| 距防御塔距离 d | 0     | 1   | 2  | 3  | 4  | 5  | 6+ |
|----------|-------|-----|----|----|----|----|----|
| 施加占有属性值  | $inf$ | 100 | 80 | 50 | 20 | 10 | 0  |

防御塔有以下属性：

- (1) 所属玩家 ID。
- (2) 等级  $N$ 。等级越高，相关属性越好。具体的数据如表2所示。

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 5 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| 5 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |   |
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 塔 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |   |
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |   |
| 5 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

图 2: 距离计算示意图

(3) 生产力  $W_N$ 。为每回合可用的生产力，可用于生产战士、弓箭手、法师、建设者、开拓者，或升级防御塔自身。具体见表3。如果上一回合塔选择了生产，但未完成该生产任务，本回合选择攻击，则上一回合的生产进度会被保留，这样在下一回合假如继续添加生产该任务的命令，会在上一回合基础上继续生产。若防御塔的某个生产任务尚未完成，玩家又指定了新任务，则未完成的生产任务的完成度将被保留。

(4) 等级生命值上限  $HP_N$ ，当前生命值  $hp$ 。等级生命值上限  $HP_N$  仅与等级正相关，实际生命值  $hp$  会受到进攻而减小，由于建设者的维护而增加。实际生命值  $hp$  与等级生命值上限  $HP_N$  的比值决定了实际战斗力，实际生命值较弱的塔的实际战斗力也很弱。当实际生命力  $hp$  被进攻方降低至 0 以下时，我方丧失该塔，塔等级下降 4 级：等级下降后，若不足 1 级，则塔消失，该单位恢复原来地形；若塔尚存在，则降级后的塔主权归对方所有（塔被俘虏）。同时，塔所在方格的所有敌方兵团（不允许兵团进入别人塔所在方格，因此塔中所有兵团都是本塔方的兵团），都直接杀死。

(5) 等级战斗力  $F_N$ ，实际战斗力  $f$ 。实际战斗力  $f$  正比于  $F_N$ ，正比于相对生命值  $\frac{hp}{HP_N}$ ，并会额外附加兵团驻扎情况带来战斗力增益  $f_c$ （具体增益规则如表4所示）。

(6) 攻击距离  $d_c$ 。

你可以为防御塔添加生产或攻击命令。

## 2.2 作战兵团

在同一个时间，同一个地图方格（防御塔所在方格外）内的作战兵团、工程兵团数量各自不能超过 1 个。作战兵团受到攻击时，生命值减少直至兵团死亡；工程兵团受到攻击

时，会直接被对方俘虏。

兵团有三个种类：战士（近战单位）、弓箭手（远程单位）、法师（高级进攻单位）。其中，弓箭手可以远程轰炸其他单位且自身不受伤害。法师具有较高的移动力。

作战兵团有以下属性：

- (1) 行动力  $M_c$ 。具体见表4。兵团从一个单元格移动到另一个相邻单元格（即上下左右四个方向）将消耗一定行动力，地形和行动力共同决定一回合中，一个兵团能运动多远。
- (2) 满血战斗力  $F_c$ ，实际战斗力  $f$ 。与塔类似。
- (3) 生命值上限  $HP_c$ ，当前生命值  $hp$ 。与塔类似。
- (4) 攻击距离  $d_c$ 。兵团只能攻击在攻击范围内的对象。
- (5) 所属玩家 ID。

作战兵团能进行的操作有：在地图上移动、对敌方军团发起进攻、对敌方防御塔发起进攻。

## 2.3 工程兵团

工程兵团分为：建设者、开拓者。工程兵团所处单元格没有己方作战兵团护卫时，任何敌方作战兵团对其的进攻操作，会直接将其俘虏。

### 2.3.1 建设者

开拓者有关参数为行动力  $M_c$ （同作战兵团），劳动力  $B$  和玩家所属 ID。其中，劳动力  $B$  是建设者特有的属性值。建设者的劳动力大小初始值为 3，表示其能进行三次工程建造。

建设者可以进行地形修改（只能实现平原-森林的互换）和防御塔维修（单次修理将恢复防御塔该等级最大生命值的  $1/3$ （向下取整））两种操作，两种操作各自需要 1 点劳动力消耗。发起操作时，建设者必须先运动到对应方格上。

### 2.3.2 开拓者

开拓者有关参数为行动力  $M_c$  和玩家所属 ID。

已有的防御塔每次生产一个开拓者，等级下降 1（本来为 1 则不再下降），开拓者可以在己方领地上一次性地建造一座新的防御塔建造。注意：必须运动到己方领地才能建造，且建造后开拓者即消失。

### 3 你需要做什么

#### 3.1 概述

所有玩家的 AI 都可以从 `Info` 中读取当前场上各方势力的兵团、防御塔的信息，并设计算法，并按照统一的接口 `CommandList` 给裁判程序回传命令，操控己方势力；在游戏中，选手只需要在 `ai.cpp` 文件中的 `void player_ai(Info& info) { }` 函数中填写自己的代码，并最终只需要提交 `ai.cpp` 文件。

#### 3.2 玩家添加命令示例

玩家每回合给防御塔和兵团添加的命令总数量不得超过 50 个，超出数量限制的命令会被忽略。另外规定：防御塔最多 10 座，作战兵团最多 10 个，工程兵团最多 10 个。如果己方兵团已经有 10 个，此时俘虏了一个敌方兵团，则敌方兵团直接消失，而不是转换为我方兵团。防御塔同理。

##### 3.2.1 防御塔

```
1  info.myCommandList.addCommand(towerCommand, {TAttackCorps, 本防御塔 ID,
    目标兵团 ID}) // 防御塔攻击兵团
2  info.myCommandList.addCommand(towerCommand, {TProduct, 本防御塔 ID, 生
    产任务类型(见下方枚举类型)}) // 防御塔设定生产任务
```

说明：单个回合中，对每座防御塔，只能添加一个命令。多余命令会被忽略。

##### 3.2.2 作战兵团

```
1  info.myCommandList.addCommand(corpsCommand, {CMove, 本兵团 ID, 方向(CUp
    / Cdown / Cleft / Cright)}) // 移动
2  info.myCommandList.addCommand(corpsCommand, {CAttackCorps, 本兵团 ID,
    目标兵团 ID}) // 兵团攻击兵团
3  info.myCommandList.addCommand(corpsCommand, {CAttackTower, 本兵团 ID,
    目标防御塔 ID}) // 兵团攻击防御塔
```

说明：在单个回合中，对于单个作战兵团，仅能添加：若干移动指令（也可以不移动）+ 攻击命令（添加攻击命令需要还有剩余 >0 的行动力。如果移动命令完成后，行动力为 0，则该回合无法进攻。如果输入的命令无效，无效命令会被直接忽略。）

注意：若攻击命令有效，在发动攻击后兵团的行动力将被置为 0，即本回合不能再进行其他操作。任何兵团处在己方势力塔的方格上即视为驻扎在塔内，只有当离开该方格才视为退出驻扎。

移动命令无效的情形包括：超出地图范围，行动力为零，目标方格存在对方势力（兵团和塔），目标方格内己方兵团数量不符合要求。

### 3.2.3 工程兵团：建设者

```
1   info.myCommandList.addCommand(corpsCommand, {CMove, 本兵团ID, 方向(CUp  
/ Cdown / Cleft / Cright)}) //移动  
2   info.myCommandList.addCommand(corpsCommand, {CRepair, 本兵团ID}) //修  
复防御塔  
3   info.myCommandList.addCommand(corpsCommand, {CChangeTerrain, 本兵团ID,  
目标地形(枚举类型)}) //修改地形
```

说明：仅支持地形“平原-森林”之间的相互转换。在单个回合中，对于单个建设者，仅能添加：若干移动指令（也可以不移动）+ 修复防御塔/修改地形（二选一。此时需要还有剩余 $>0$ 的行动力。如果移动命令完成后，行动力为0，则该回合无法修复/修改。如果输入的命令无效，无效命令会被直接忽略。）修改地形需要在该回合结束之后统一起作用。

### 3.2.4 工程兵团：开拓者

```
1   info.myCommandList.addCommand(corpsCommand, {CMove, 本兵团ID, 方向(CUp  
/ Cdown / Cleft / Cright)}) //移动  
2   info.myCommandList.addCommand(corpsCommand, {CBuild, 本兵团ID}) //  
建立新防御塔
```

说明：在单个回合中，对于单个开拓者，仅能添加：若干移动指令（也可以不移动）+ 建立新防御塔（此时需要还有剩余 $>0$ 的行动力。如果移动命令完成后，行动力为0，则该回合无法新建防御塔。一旦执行了新建防御塔命令后，开拓者即消失。建立新防御塔的条件：该方格是己方领地，该方格尚未建立防御塔。）新建的防御塔需要从下一回合开始可以起作用。

## 4 计分规则

在游戏进程中防御塔数量降为0的玩家，判定出局。第一位出局的玩家获得最低位次，第二位出局的玩家获得次低位次，依次类推。

当游戏进行至300回合（每个玩家都进行过300回合操作）后，场上还未出局的玩家将按照游戏结束时各自占领的领地大小，获得得分，进行排名。

在天梯上进行对决时，出现平局情况，双方并列，得分一致。但在复赛和决赛中，如果出现平局情况，则重新进行比赛，直到分出胜负。

## 5 附录

塔相关结算方法如下:

$$f = F_N \cdot \frac{hp}{HP_N} + \Sigma f_b \quad (1)$$

兵团攻击塔时，生命值的结算方式如下:

$$\begin{aligned} hp_{\text{塔}} &= 30 \cdot k_c \cdot e^{0.04(f_{\text{兵}} - f_{\text{塔}})}; \\ hp_{\text{兵团}} &= 28 \cdot e^{0.04(f_{\text{塔}} - f_{\text{兵}})}, \text{当兵团非弓箭手} \\ hp_{\text{兵团}} &= 0, \text{当兵团为弓箭手} \end{aligned} \quad (2)$$

塔只能攻击距离为 2 及以内的兵团。塔攻击兵团时，生命值的结算方式如下:

$$\begin{aligned} hp_{\text{兵团}} &= 30 \cdot e^{0.04(f_{\text{塔}} - f_{\text{兵}})}, \text{对于所有兵团种类} \\ hp_{\text{塔}} &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

兵团相关结算方式如下:

$$f = F_c \cdot \frac{hp}{HP_c} + f_t \quad (4)$$

兵团只能攻击在攻击范围内的对象，不同兵团的攻击距离  $d_c$  如表4所示。兵团 B 受到兵团 A 攻击时，生命值的结算方式如下:

$$\begin{aligned} hp_B &= 30 \cdot e^{0.04(f_A - f_B)}; \\ hp_A &= 28 \cdot e^{0.04(f_B - f_A)}, \text{当兵团 A 非弓箭手} \\ hp_A &= 0, \text{当兵团 A 为弓箭手} \end{aligned} \quad (5)$$

请注意：攻击会对双方生命值造成损失，其中生命值弱的一方损失更大。如果攻击的发起者生命值更弱，则攻击发起者受到的损失很可能更大。

表 2: 塔等级表

| 等级 $N$ | 生产力 $W_N$ | 等级战斗力 $F_N$ | 等级生命力上限 $HP_N$ |
|--------|-----------|-------------|----------------|
| 1      | 10        | 25          | 100            |
| 2      | 15        | 27          | 110            |
| 3      | 20        | 29          | 120            |
| 4      | 25        | 32          | 130            |
| 5      | 30        | 35          | 140            |
| 6      | 35        | 38          | 150            |
| 7      | 40        | 41          | 160            |
| 8      | 45        | 45          | 170            |

表 3: 塔生产任务表

| 生产任务                 | 所需的生产力值 |
|----------------------|---------|
| 战士                   | 40      |
| 弓箭手                  | 60      |
| 法师                   | 100     |
| 建设者                  | 40      |
| 开拓者                  | 40      |
| 升级 ( $N$ 升级到 $N+1$ ) | $N*40$  |

表 4: 兵团参数表

| 兵种 Crops        | 战士  | 弓箭手 | 法师  | 建设者 | 开拓者 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 战斗力增益系数 $f_c$   | 2   | 2   | 4   | NA  | NA  |
| 攻城系数 $k_c$      | 0.4 | 0.7 | 0.5 | NA  | NA  |
| 攻击距离 $d_c$      | 1   | 2   | 1   | NA  | NA  |
| 行动力 $M_c$       | 4   | 4   | 8   | 4   | 4   |
| 生命力上限 $HP_c$    | 60  | 50  | 70  | NA  | NA  |
| 满血战斗力 $F_c$     | 36  | 30  | 44  | NA  | NA  |
| 劳动力 $B$         | NA  | NA  | NA  | 3   | NA  |
| $m\_BattleType$ | 0   | 1   | 2   | NA  | NA  |
| $m\_BuildType$  | NA  | NA  | NA  | 0   | 1   |

表 5: 地形参数表

| 地形            | 平原 | 山地 | 森林 | 沼泽 | 道路 |
|---------------|----|----|----|----|----|
| 地形战斗力增益 $f_t$ | 0  | 5  | 3  | -3 | 0  |
| 地形行动力消耗 $m_t$ | 2  | 4  | 3  | 4  | 1  |