

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 19 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</b>	<b>概述</b>	<b>2</b>
1.1	样例 AI 和最新规则 . . . . .	2
<b>2</b>	<b>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</b>	<b>你需要做什么</b>	<b>5</b>
3.1	概述 . . . . .	5
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 . . . . .	6
3.2.4	工程兵团：开拓者 . . . . .	7
<b>4</b>	<b>计分规则</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>附录</b>	<b>7</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，防御塔周围的一定区域是自己的领地。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，获得击杀分；同时应尽可能多生产兵团、建造高等级的防御塔，在游戏结束时获得兵团和防御塔的结算得分。



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)。其中包括了对于一些实现细则的详细介绍。

最新的样例 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，击杀敌方的防御塔或兵团，获得击杀分；同时应尽可能多生产兵团、建造高等级的防御塔，在游戏结束时获得兵团和防御塔的结算得分。

### 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。

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	<i>inf</i>	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	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
5	4	3	3	3	3	3	3	3	4	5
5	4	3	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	3	4	5
5	4	3	3	3	3	3	3	3	4	5
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	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。

(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（防御塔所在方格除外）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 回合后，场上还未出局的玩家将按照得分进行排名。

1. 防御塔得分：单个防御塔得分 = 防御塔等级数 \*10。防御塔得分为所有单个防御塔得分之和。

2. 兵团得分：单个兵团得分 =4 分。兵团得分为所有单个兵团得分之和。

3. 击杀分：每当消灭一个敌方的作战兵团/防御塔/俘虏一个敌方的工程兵团时，都可以得 5 分。

得分相同的按防御塔攻占数、消灭敌方军团数、俘虏敌方军团数排名。若再相同随机决定排名。

## 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 $F_N$	等级生命值上限 $HP_N$
1	10	25	100
2	15	27	120
3	20	29	140
4	25	32	160
5	30	35	180
6	35	38	200
7	40	41	220
8	45	45	240

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 $M_c$	2	2	4	2	2
生命值上限 $HP_c$	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