# 平衡思路：尽可能简化数值平衡的计算公式

1. 这个游戏是单机游戏，本质上需要平衡的是防御塔和建造防御塔所花费的金币之间的平衡
   1. 避免单个类型的防御塔过于强大或弱小，导致游戏的解法单一
   2. 至于打怪物爆的金币和怪物的数值，属于关卡难度的考量范畴，不列入初版数值平衡的计算中
2. 攻击模式和防御模式是两个不同的游戏机制，所以攻击模式需要分开做平衡（就像植物大战僵尸的僵尸模式下每个僵尸需要花费的阳光值应该是做过另外的平衡的）

结论：防御模式下只管给防御塔做数值平衡，怪物属性和掉的金币单独考虑，纳入难度平衡下考虑；攻击模式同理。

# 1. 防御塔平衡：

防御塔正向收益：

* 攻击力
* 攻击速度
* 攻击范围
* 单次攻击数量（AOE范围）
* 技能释放频率（蓝量）
* 减速/定身怪物

防御塔反向收益：

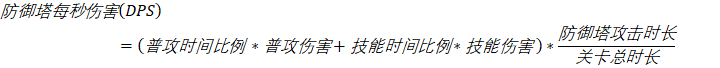
* 花费金币

## 1.1 思路：

设定单位1：计算防御塔**每秒能造成的伤害，每点伤害数值为1**

上述值应与防御塔花费金币成正比

## 1.2 基础公式：



## 1.3 细节分析：

### 1.3.1 普攻：

普攻伤害 =（攻击力 \* 攻速 \* 单次攻击数量）

#### 1.3.1.1 攻速：

攻速的影响比较直接，攻速变成双倍，伤害就会变成双倍，所以每秒伤害是和攻速直接相关的

所以增加1攻速，就是实打实地全部作用在伤害上，没有浪费

这里攻速可能要设置一个上限，否则部分高攻速的塔再吃攻速加成可能会伤害爆表

#### 1.3.1.2 攻击力：

攻击力存在攻击浪费的情况，攻击力和怪物血量有关，怪物血量越高，攻击力浪费越低，所以应该有一个衰弱系数。即增加1攻击力，防御塔的实际伤害可能不会增加1。

举例：

- 攻击力为10，怪物血量为1，基本上每次浪费9点伤害

- 攻击力为10，怪物血量为11，则第二次攻击浪费9点伤害，那么总体来说损失50%左右的伤害

- 攻击力为10，怪物血量为1000，则攻击损耗可以忽略不计

所以这里应该要根据怪物的平均血量来计算攻击力损耗的系数。而怪物血量又和具体关卡相关。故这里就很难计算出一个通用的值。只能初步先根据给一个大概。

所以假设一个所有防御塔的攻击力都会有一个损耗系数：0.8

即增加1攻击力，实际上只相当于增加了0.8的单次攻击伤害。

每关的怪物平均血量都不同，所以这个系数理论上是需要动态调整的

#### 1.3.1.3 单次攻击数量：

这个影响也是直接的。单次攻击攻击到的数量越多，伤害越高。

但AOE范围不确定每次都能占满怪物，所以受具体关卡的怪物密度影响。

所以同样只能假设，每次攻击能打中的怪物数量是自身AOE范围的0.5

即AOE范围/溅射范围 增加1，实际只增加了0.5

每个关卡的怪物密度不同，理论上也应该根据关卡来调整

批注：攻击数量理论上应该根据实际攻击到的数量来做加权平均

**公式调整：**

**普攻伤害 = [ ( 攻击力 \* 0.8 ) \* ( 攻速 \* 1 ) \* ( 单次攻击数量 \* 0.5 ) ]**

### 1.3.2 技能：

#### 1.3.2.1 释放技能时间：

受两个因素影响：

* 技能释放频率（蓝量，攻速）
* 技能每次释放持续时间

图示

AI 生成的内容可能不正确。

localFile.png

localFile.png

localFile.png

localFile.png

#### 1.3.2.2 攻击多名敌人的技能：

如：

* 穿透敌人
* 攻击分裂

本质上同AOE，但是没有AOE半径一说，所以需要假设平均能穿透多少个敌人

穿透技能的伤害：

* 假设能平均能攻击3人

技能伤害 = 3 \* 普攻伤害

#### 1.3.2.3 敌人控制技能：

* 减速
* 定身，睡眠，眩晕
* 位移
* 放置阻拦物品

敌人减速和定身都属于让敌人受攻击的时间增加

对防御塔来说就是让敌人被攻击的伤害增加

此外实际游戏的时候，让敌人被控制住后不仅仅我自己会打它，其他防御塔也会打它。

所以这个技能是非常厉害的技能，应该要加一个较大的系数

敌人控制技能伤害 = (1 + 敌人再攻击范围内额外的滞留时间 / 敌人通过防御塔攻击范围的时间) \* 能打到怪的防御塔数量 \* 普攻伤害

敌人通过防御塔攻击范围的时间受敌人自身的移速和防御塔的攻击范围影响，而且攻击敌人的防御塔数量也受关卡地图的影响和防御塔的攻击范围影响

越想越复杂，头开始大。。。

所以这里就继续假设

* 假设平均能打到怪物的防御塔的数量为3个
* 假设怪物通过防御塔攻击范围的平均时间为3s

敌人控制技能伤害 = 3 \* (1 + 额外时间/3) \* 普攻伤害

#### 1.3.2.4 单次伤害技能：

* 狙击手的单次攻击大量伤害
* 其他固定伤害的技能

这个种类型的技能在塔防游戏里应该很鸡肋，除非打boss。因为一旦打到小怪身上将会造成大量的伤害浪费

这种技能的DPS = (技能总伤害 / 技能释放时长 / 攻速)

(技能总伤害 / 技能释放时长 / 攻速) 的理解应该是技能伤害相对于普攻伤害的比例。所以这种技能数值算出来可能是小于普攻的，也就是说不如普攻好

### 1.3.3 防御塔生效时间（攻击范围和摆放位置）：

防御塔有生效时间，即怪物走完整个地图，防御塔能攻击怪物的时间。时间越长，则防御塔的相对每秒伤害值越大。

这个时间由两个子因素影响：

* **防御塔攻击范围：**防御塔攻击范围越大，生效时间越多
* **防御塔摆放位置：**防御塔同时兼顾到的路径越多，生效时间越长

但这个比例相对于整个地图来说影响是甚微的。因为单个防御塔的攻击范围增加，对整个关卡的影响很小；

故结论为单座防御塔的攻击范围增大不会对防御塔的强度带来太多影响，只会让防御塔的伤害增加一丢丢

举例：

怪物出生到走到终点耗时100s

防御塔只能攻击5s

攻击范围增加后防御塔的攻击时间从5s变成了5.1s

所以防御塔攻击范围的系数应该较小。

所以防御塔强度里防御塔攻击范围变更应该按照攻击范围占整张地图的比例来给

假设地图中怪物路径总长度为30，攻击范围增大使得防御塔攻击路径增加了1，整体增加的应该就是：

**[ (防御塔攻击时长 + 攻击范围 \* 0.1 ) / 关卡总时长 ]**

### 

# 2. 怪物平衡：

## 2.1 思路

正向：

- 移动速度

- 生命值

- 护甲值

逆向：

- 花费金币

怪物抗伤前进的能力(怪物死之前能前进的路程)：

- 顶越多的伤害越厉害：血量，护甲

- 前进的能力越强越厉害：速度

## 2.2 基础公式

生命值本身代表怪物能存活的时间，时间 x 速度 = 路程

怪物的抗伤前进能力 = (生命值 + 护甲带来的额外生命 + 技能带来的额外生命) x (移动速度 + 技能带来的额外移速)

## 2.3 细节分析

### 2.3.1 生命值：

关于技能带来的额外生命：

* 回血/加护盾/复活/无敌：这类技能都是相当于额外带来生命的技能，所以可以按照技能释放频率直接转换成对应生命值

### 2.3.2 速度

* 免控
* 移速加快
* 修改道路

这类技能会作用的怪物的移动速度上，所以应该算作移速加成作用到最终公式上