

# 2016 年第十三届五一数学建模联赛

## 承 诺 书

我们仔细阅读了五一数学建模联赛的竞赛规则。

我们完全明白，在竞赛开始后参赛队员不能以任何方式（包括电话、电子邮件、网上咨询等）与本队以外的任何人（包括指导教师）研究、讨论与赛题有关的问题。

我们知道，抄袭别人的成果是违反竞赛规则的，如果引用别人的成果或其它公开的资料（包括网上查到的资料），必须按照规定的参考文献的表述方式在正文引用处和参考文献中明确列出。

我们郑重承诺，严格遵守竞赛规则，以保证竞赛的公正、公平性。如有违反竞赛规则的行为，我们愿意承担由此引起的一切后果。

我们授权五一数学建模联赛赛组委会，可将我们的论文以任何形式进行公开展示（包括进行网上公示，在书籍、期刊和其他媒体进行正式或非正式发表等）。

我们参赛选择的题号为（从 A/B/C 中选择一项填写）：     A     题

我们的报名参赛队号为：         198        

参赛组别（研究生或本科或专科）：     本科    

所属学校（请填写完整的全名）     西南交通大学    

参赛队员（打印并签名）： 1.   王倩妮  

2.   王怡琛  

3.   李义丞  

日期：   2016   年   4   月   30   日

获奖证书邮寄地址： 四川省成都市郫县犀浦镇西南交通大学北区天佑斋 18 号  
邮政编码：   611756  

收件人姓名：   王倩妮   联系电话：   15528222820

2016 年第十三届五一数学建模联赛

编 号 专 用 页

竞赛评阅编号（由竞赛评委会评阅前进行编号）：

评阅记录

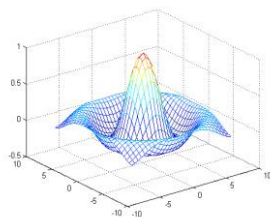
评 阅 人						
评 分						
备 注						

\_\_\_\_ 裁剪线 \_\_\_\_\_ 裁剪线 \_\_\_\_\_ 裁剪线

竞赛评阅编号（由竞赛评委会评阅前进行编号）：

参赛队伍的参赛号码：（请各参赛队提前填写好）： 198

# 2016 年第十三届五一数学建模联赛



## 题 目 购房中的数学问题

### 摘 要

随着经济的快速发展，人们的购房意愿正日益强烈，本文以采光为主要研究问题逐步深入，进而用层次分析法讨论了周边环境、交通便利性、住房价格、噪音污染、空气污染等因素在选房方面的影响。

问题一：以冬至日 9:00-16:00 为研究阶段，通过太阳高度角太阳方位角与时角、纬度、太阳赤纬的关系对太阳的位置进行确定。通过比例关系计算出 8 层能照射进太阳时的太阳位置，并进行对比，计算有遮挡的情况下能射进屋内的时间为 0min，再考虑没有遮挡直接入射的情况，计算出该时段长为 126min。

问题二：通过太阳赤纬表获取一年中不同日期的数据，代入问题一计算公式，对遮挡状况进行分类，即 2 月 20 日-3 月 7 日，3 月 8 日-5 月 23 日，5 月 24 日-7 月 22 日，7 月 23 日-10 月 6 日，10 月 7 日-10 月 23 日，10 月 24 日-次年 2 月 19 日。用 excel 计算出每日的日照时间进行累加，获得一年内总日照时间为：1774.28h，超过 6 小时的日期为 3 月 29 日-9 月 16 日，共 171 天。

问题三：依据遮挡状况的不同，对小区内楼盘进行分组，分别进行量角、量距，以冬至日为研究日期，根据问题一得遮挡模型计算出每栋楼全年 9:00-16:00 均可以全时段采光的楼层数，排除已售出的房屋，即为最优解。结果于问题三模型求解中呈现。

问题四：运用层次分析法，将问题目标化、数字化，建立以选房问题为目标层；采光性，楼层价位，位置为准则层；交通，噪音，环境为子准则层的层次化模型。通过使用 MATLAB 求出组合权重，通过所求的组合权重推得各因素所占的影响比重，结合问题三采光性得出第七栋的西单元 17 层（不包括顶层）以上，除去 2701，东单元 16 层（不包括顶层）以上，除去 2801；第十三栋的西单元 22 层以上（不包括顶层），除去 2402，东单元的 22 层（不包括顶层）以上，为优选方案。

问题五：将问题五理解成一道开放型问题，将车位划分分为：车位位置可以重新划线与车位位置不能重新划线仅分配两类，结合人流量、人们对于距离的预期、电梯的运行效率等问题求得最优解。

**关键字：**太阳高度角、赤纬 遮挡模型 层次分析法 MATLAB

## 一、问题重述

购买住房时，影响消费者选择购房的因素较多，其中主要有：地理位置、周边环境、交通便利性、住房户型、住房价格、采光、噪音污染、空气污染等。

目前，给定一处坐标在东经  $117.17^\circ$ ，北纬  $34.18^\circ$  的高层建筑小区（位于徐州），（小区规划图见附件 1）。不考虑降雨、下雪等影响日照的天气，解决下列问题：

问题 1：建立数学模型，求解 A 小区 14-2-802 房间(客厅)在冬至日 9:00-16:00 间可以享受日照的时间区间(具体楼高和楼间距等相关参数见附件 1 和 4)。

问题 2：以问题 1 为基础，以 A 小区 14-2-802 房间的客厅为例，建立数学模型，计算全年 365 天每一天可以享受日照的累计时间，并计算 14-2-802 房间的客厅全年享受日照时间超过 6 小时的天数和日期。

问题 3：假设在一部分楼房已经售出（见附件 2）的前提下，消费者 C 计划买房，在仅考虑采光影响的条件下，给出消费者 C 的最优选房方案。

问题 4：以问题 3 为基础，建立选房模型，要求考虑价格、交通、环境和噪音的影响，给出此时消费者 C 最优选房方案。房价的信息如下：该小区售房价格方案:1-8 层为基价，然后逐层增加层价，最顶层单价为次顶层的 85%；1-14#楼除 10、11、12 号楼三处河景房的基价为 4450 元/ $m^2$ ，其他楼的基价为 4250 元/ $m^2$ ，所有楼的层价均为 10 元/层。小区周边环境信息如下：小区北侧有一条美丽的河流，河流北岸已经计划开发高架桥，高架桥北 300m 处为规划地铁口；小区东侧为乡村公路和国有铁路；西侧为国道；南侧为街道，且距离小区南侧 500m 有发电厂烟囱。

问题 5：在考虑从停车位到电梯距离、楼层高度、上下班高峰期人流量等影响的前提下，建立数学模型并说明附件 3 中 7#楼汽车车位分布是否合理？并针对 7#楼重新设计合理的汽车车位分布方案。

## 二、问题的分析

问题 1：此题需解出 A 小区 14-2-802 房间(客厅)在冬至日 9:00-16:00 间可以享受日照的时间区间。即先求解在被 7、8 栋遮挡的情况下，太阳高度角、太阳方位角的关系，判断正午时能否照进该屋内，若能照进，计算时间；若不能照进，则需要计算其余不被遮挡的时间。

问题 2：此题需要结合问题一中所求的部分数据。认为每一天在太阳光未经遮挡直接照射到 14-2-802 室的时间应该是恒定的，因为在没有遮挡情况下的总角度是固定的。然后我们可以结合太阳赤纬表来求得太阳高度角，对于不同的遮挡情况，从而对每一天的日照情况进行描述，在此过程中，可以分出 6 种情况，对每种情况分别考虑日照总时长。最后可以得到一年的光照总时长，并且可以通过筛选得到每天接收太阳光超过 6 小时情况的天数。

问题 3：在此题中，需要考虑对于每一栋楼来说的采光作用的描述。所以要对每一栋楼进行分析，根据附件 1 所给出的平面图上来看，首先确定了几个需要考虑遮光影响的小单元组合，如 4、5、6 栋对 17、18 栋的遮光影响；17、18 栋对 7、8 栋的遮光影响。

另外有些楼房可以视为一个单独的单元，既没有楼房可以对其产生遮光的效果，如 4 栋、5 栋。在此题中将采光影响的条件视为：房间每天可以接收到光照时间长度的能力，即每天若能接收到的太阳光照时间长度越长，那么它的采光能力越好。所以在此题中除去不受影响的单元，要对每个有着遮光影响的单元分别进行计算，得到从受影响那一栋的第几层楼开始可以享受到不被遮光的效果。因此，我们可以先通过计算太阳方位角确定如下三种情况，所求的最大太阳方位角所对应的时间超过了 16:00，所求的最大太阳方位角所对应的时间不到 9:00，所求的最大太阳方位角所对应的时间在 9:00 至 16:00 之间。然后在这三种情况的前提下，分别求出每一栋楼在其所需考虑的最小的太阳高度角的时候，不会产生遮光影响的楼层数为多少，就是我们所要描述的内容。最后结合附件 2 的数据，筛选出最优选房方案。

问题 4：本题要求考虑采光影响的条件下，综合考虑价格、交通、环境和噪音的影响，建立最优选房模型。我们根据第三题求出采光较好的房屋为基准，大体了解各朝向房屋可选范围。根据不同层高的和是否为河景房的特点，应用层次分析法，确定目标层：选房问题；准则层：采光性，楼层价位，位置；子准则层：交通，噪音，环境。把房子的属性数据化，以便进行运算，并对一些不特定因素进行了假设，以简化模型。计算房子不同问题的组合权重，把组合权重按区域划为最好、好、一般、不好、最坏，看算出的房子不同问题的组合权重在哪一区域，再判断其是否具有优选性。

问题 5：因为此题中并没有对车位的位置有所约束，即不能确定车位是否已经固定，但考虑到在这片区域内许多空位并没有被使用到，因此认为这些车位已经是固定好的。所以我们只需要考虑对每个车位进行重新分配给每一户人家。又由于在此题中并没有给出明确的电梯位置，电梯运载能力，以及每一层楼的人口情况及家庭比例等条件。所以此题可以理解为一个开放性问题，可以从多种情况对此题进行描述，寻找在不同情况下的最优解。

### 三、模型假设

1. 在所有问题中，假设每层楼的高度相等。
2. 在问题一至四中，假设太阳运动的轨迹都为一条由东偏向南，最终偏向西的圆弧。并且太阳移动的速率是相同的，即每分钟所转过的角度都相同。
3. 在问题一至四中，假设房间不会因为在东西方位上的不同，而对于阳光是否能照射进屋内产生影响。即太阳光的照射对于同一水平线上的照射效果相同，不会因为房间是在东边还是在西边而产生遮挡效果。
4. 在问题一和二中，假设 7、8 栋为一个整体，等效为一堵高墙对 14-2-802 室进行遮阳影响。并将这中等效方法运用到问题三中所建立的每个小组合中，如 13 栋和 7、8 栋组合为一个整体单元，14 栋和 7、8 栋组合为一个整体单元。其中 7、8 栋都可以等效为一堵有着遮阳效果的高墙。
5. 在问题三中，假设太阳光只要能够照射进屋内一点，就算做房间可以享受光照。
6. 在问题五中，假设早晚高峰中电梯都可以达到满负荷状态，假定在每层楼间的停顿时间相同，并且运行过程中电梯速度匀速。
7. 在问题五中，假设当电梯达到满负荷将不会响应电梯外的人发出的信号，即不会因为电梯外的人而停止。
8. 在问题五中，假设人的步行速度一样，人到了车可以在最短时间内离开车场，并且停车场中的车流通畅，不会发生堵塞等现象。

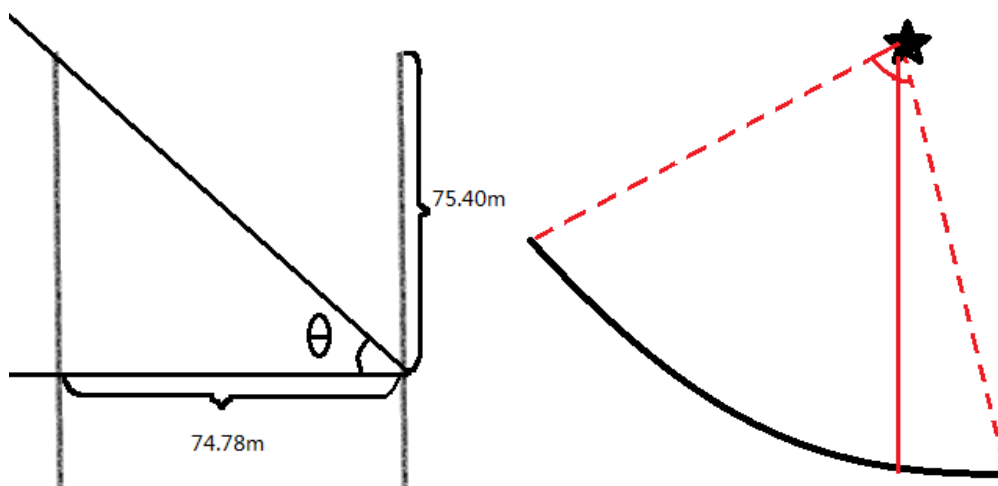
## 四、符号说明

名称	符号	单位	含义
太阳高度角	$h$	度	太阳光的入射方向和地平面之间的夹角
太阳赤纬度	$\sigma$	度	地球赤道平面与太阳和地球中心连线间夹角
地理纬度	$\phi$	度	当地的坐标纬度
时角	$t$	度	地方时以正午 12 时为 $0^\circ$ 每小时间隔 $15^\circ$ 大于 12 时为正，小于 12 时为负
太阳方位角	$A$	度	太阳光现线在地平面上投影与当地经线的夹角（取正南的方位角为 $0^\circ$ ）
遮挡角度	$\theta$	度	8 栋遮挡住投影在 14 栋上光线的角度

（其余符号在文中已有解释。）

## 五、模型建立与求解

### 5.1 问题 1 模型建立与求解



上图五星表示 14-2-802 房间的客厅位置，曲线表示 7、8 栋等效成的高墙。

当太阳光照射恰巧超过 8 楼的位置，8 栋与 14 栋间的直线距离有 74.78m，8 楼至顶层的距离有  $98.6 - 2.9 \times 8 = 75.40\text{m}$ 。可求出阳光照至 8 层的临界角度。因为 7、8 栋楼均会对 14 栋产生遮挡。因此我们把 7、8 栋楼等效成一道有弧度的高墙，忽略 7、8 栋楼间隙的照射时间，高墙与 14 栋间距均为 74.78m。

太阳的位置可以通过太阳方位角与太阳高度角进行量化，下面我们对太阳高度角进行求解，由太阳高度角计算公式，我们可以得到冬至日 9:00-16:00 的太阳高度角。我们先计算出了整点的太阳高度角。该地纬度  $34.18^\circ$ ，冬至日太阳赤纬  $-23.5^\circ$ 。太阳

高度角求解公式  $\sin h = \sin \sigma \sin \phi + \cos \sigma \cos \phi \cos t$

以下为经计算所得的太阳高度角整时刻对照表：

整点	时角 $t$	太阳高度角 $\sin$ 值	太阳高度角 $\cos$ 值	太阳高度角 $^\circ$
----	--------	----------------	----------------	----------------

9: 00	-45°	0.31732	0.94800	18.482
10: 00	-30°	0.43816	0.89900	25.976
11: 00	-15°	0.51416	0.85800	30.931
12: 00	0°	0.54000	0.84200	32.864
13: 00	15°	0.51416	0.85800	30.931
14: 00	30°	0.43816	0.89900	25.976
15: 00	45°	0.31732	0.94800	18.482
16: 00	60°	0.16000	0.98700	9.207

由图表可以看出冬至日即使在正午时分，太阳高度角仍小于能摄入该屋内的角度  $45.228^\circ$  所以在冬至日，在 7、8 栋的遮挡下不可能有光照。因此日照时间即为 9:00-16:00 中不受 7、8 栋遮挡的时段。

因此我们引入太阳方位角的概念,太阳在正南方时方位角为  $0^\circ$  向西为正，向东为负。

根据太阳高度角求解公式[4]  $\sinh = \sin \sigma \sin \varphi + \cos \sigma \cos \varphi \cos t$ ，求解

出太阳高度角的值（整时刻如上表），后带入  $A = \arcsin \frac{\cos \sigma \sin t}{\cosh}$ 。可以求解出

太阳方位角。以下列出整时刻的太阳方位角：

整时	太阳方位角°
9:00	-43.157
10:00	-30.664
11:00	-16.081
12:00	0
13:00	16.081
14:00	30.664
15:00	43.157
16:00	53.160

通过对附件 1 中 14 栋位置进行角度测量，测得冬至日两侧不受遮挡的方向角角度分

别为东侧： $-23.95^\circ$ ，西侧  $48.96^\circ$  代入太阳方位角计算式  $A = \arcsin \frac{\cos \sigma \sin t}{\cosh}$  中，

可反解出时角  $t$ ，进而算出冬至日照时间为 1 小时 28 分+38 分=2 小时 6 分=126 分钟。

## 5.2 问题二模型建立与求解

在问题一得基础上，对于全年的日照进行分析。由历史数据我们可以获得一年中每一天的太阳赤纬值，进而计算出一年之中每一天的太阳高度角变化情况。通过计算，我们寻找出太阳高度角高于  $45.228^\circ$  的情况，即在 7、8 栋遮挡的前提下仍可以照射到 14-2-802 的情况，并计算出该阶段照射时间，其余情况与问题一相似即阳光直接照射到屋内，7、8 栋没有遮挡效果，可以通过与问题一相似的方法得到。之后可以筛选出日照长度大于六小时的天数和日期。

每日日照总时间=7、8 栋未遮挡直接照射时间+7、8 栋遮挡但阳光可以进入屋内的时间

由太阳高度角计算式  $\sinh = \sin \sigma \sin \varphi + \cos \sigma \cos \varphi \cos t$ ，我们假

定目前正处于正午时分， $\cos t=1$ ，代入上式，可以求得当  $h$ =时的太阳赤纬大小，根据太阳赤纬表对照出日期。

$$0.56\sin\sigma+0.83\cos\sigma$$

解得 $-11.241^\circ$

即当太阳赤纬大于 $-11.241^\circ$  时，7、8 栋楼遮挡的情况下就存在某一时段，太阳光线虽然被遮挡，但能到达 14-2-802 屋内。通过对照，可以发现：2 月 20 日-10 月 23 日是存在上述情况的。

对于 10 月 24-2 月 19 日的情况，我们可知，太阳仅在未遮挡状态下摄入，假定一年四季每一天太阳行进速度相同，未遮挡状态下入射与太阳高度角无关，即行进  $1^\circ$  耗时 4 分钟，均在 12:00 时到达正南方向。所以每日日照时间均为 1 小时 28 分+38 分=2 小时 6 分=126 分钟。所以该阶段总日照时长为  $T_{\text{总6}}=119 \times 126$ 。

对于 2 月 20 日-10 月 23 日的情况，每日 126 分钟日照时间为基础，需计算被遮挡的情况下，阳光仍能照进屋内的分钟数。

仍利用太阳高度角公式  $\sin h = \sin \sigma \sin \varphi + \cos \sigma \cos \varphi \cos t$ ，反推出

时角的计算式  $\cos t = \frac{\sin h - \sin \sigma \sin \varphi}{\cos \sigma \cos \varphi}$ ，该式中，计算临界情况  $h=44.86^\circ$ ， $\varphi$

$=34.18^\circ$  即当地纬度， $\sin \varphi=0.56$ ， $\cos \varphi=0.71$ ， $\sigma$  即代入不同日期的太阳赤纬度数。

我们用 excel 输入一年中不同时间内的太阳赤纬的值，2 月 20 日-10 月 23 日又被分成 5 种情况。

东临界角 $-23.95^\circ$ ，西临界角： $48.96^\circ$ 。

情况一：东西两边都不超出临界角：2 月 20 日-3 月 7 日

$$\text{该阶段计算时角 } \cos t = \frac{\sin h - \sin \sigma \sin \varphi}{\cos \sigma \cos \varphi},$$

$$t = \arccos \frac{\sin h - \sin \sigma \sin \varphi}{\cos \sigma \cos \varphi}$$

$$T = t \times 4$$

时角  $1^\circ$  需要 4min 时间通过

$$T_{\text{总}} = T \times 2 + 126 \quad \text{两边对称}$$

情况二：东边超出临界角，西边不超临界角 3 月 8 日-5 月 23 日

由情况一数据可知东边临界角对应的时长为 93.28297min

$$\text{该阶段计算时角 } \cos t = \frac{\sin h - \sin \sigma \sin \varphi}{\cos \sigma \cos \varphi}$$



$$t = \arccos \frac{\sin h - \sin \sigma \sin \varphi}{\cos \sigma \cos \varphi}$$

$$T = t \times 4 \quad (\text{西半边时角})$$

$$T_{\text{总2}} = T + 126 + 93.28297$$

情况三：西边东边都超出临界角：5月24-7月21日

$$\text{此时 } T_{\text{总3}} = \frac{59 \times (415.6742 + 415.5146)}{2}$$

59为天数，其余部分计算该阶段每一天的日照时长，数据来源自5月23、7月22日的时长数据。

情况四：东边超出临界角，西边不超临界角7月22日-10月6日

由情况一数据可知东边临界角对应的时长为93.28927min

$$\text{该阶段计算时角 } \cos t = \frac{\sin h - \sin \sigma \sin \varphi}{\cos \sigma \cos \varphi}$$

$$t = \arccos \frac{\sin h - \sin \sigma \sin \varphi}{\cos \sigma \cos \varphi}$$

$$T = t \times 4 \quad (\text{西半边时角})$$

$$T_{\text{总4}} = T + 126 + 93.28927$$

情况五：东西两边都不超出临界角：10月6日-10月23日

$$\text{该阶段计算时角 } \cos t = \frac{\sin h - \sin \sigma \sin \varphi}{\cos \sigma \cos \varphi},$$

$$t = \arccos \frac{\sin h - \sin \sigma \sin \varphi}{\cos \sigma \cos \varphi}$$

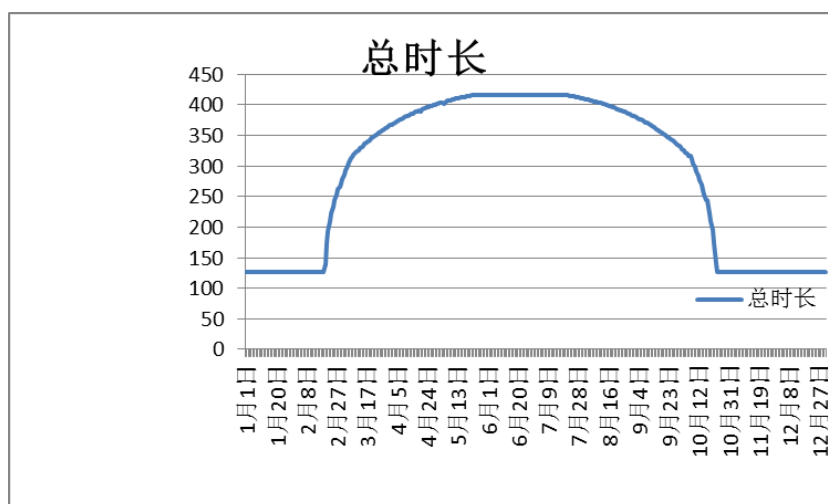
$$T = t \times 4$$

时角1° 需要4min通过

$$T_{\text{总5}} = T \times 2 + 126 \quad \text{两边对称}$$

则全年的日照时间总和为： $T_{\text{全年}} = T_{\text{总}} + T_{\text{总2}} + T_{\text{总3}} + T_{\text{总4}} + T_{\text{总5}} + T_{\text{总6}}$ ，通过 excel 计算我们得到总时长为：106456.5873 分钟，化为小时后为 1774.28h。（具体见附录日照统计表）

对于表格数据进行筛选，我们可以得到光照超过 6 小时即 360 分钟的日期为：3 月 29 日-9 月 16 日，共 171 天。下图表示全年中每天的日照总时长及其变化，单位为分钟。



### 5.3 问题三模型建立与求解

本问题是在仅考虑采光的影响条件下选择最优的住房。首先我们对采光条件最优进行定义：

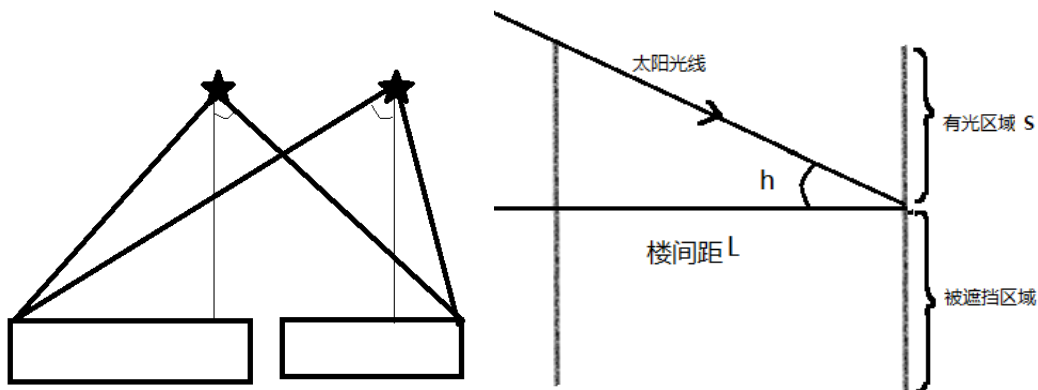
采光条件最优：由于冬至日是一年中日照时间最短的日子，因此选取冬至日 9:00-16:00 对该住宅小区住房采光进行分析。在冬至日 9:00-16:00 时间内可以全时段均可以采光为采光条件最优。

针对该小区的每栋楼，我们把每一单元的东西户看作一个整体，只进行一次分析，每一层即分析两种类型——一单元（东单元）、二单元（西单元），今后都更名为东单元、西单元。

又根据每栋楼的位置及其他楼对该栋楼的遮挡情况将楼进行分类：主要距离近且分析思路相近的楼归为一类。

组别	楼号
第一组	1、2 栋
第二组	3、4、5、6 栋
第三组	7、8 栋
第四组	9、10、11 栋
第五组	12 栋





下面为具体模型求解数据：

第一组：1、2 栋楼

1、2 栋楼都考虑其南方一个 18F 建筑物对其的遮挡，假设建筑物每层高度也为 2.9m。

楼号	单元类型	绝对值最大太阳方位角	连线距离	太阳高度角	有光长度	(始终) 有光楼层数	正数层数
1 栋	西单元	9:00 -43.157°	56.29m	18.482°	18.815m	倒数 7+12=19	11 层
	东单元	-38°	65.816m	22.21°	26.87m	倒数 10+12=22	8 层
2 栋	西单元	48°	51.094m	16.69°	15.32m	倒数 6+16=22	12 层
	东单元	16:00 53.160°	73.61m	9.207°	11.931m	倒数 5+16=21	13 层

第二组：3、4、5、6 栋

4、5、6 栋周围建筑物均较矮，不对其产生影响，除 1、2 层外采光状况均良好。1、2 栋南方的 18 层建筑影响 3 栋的时间已超过 16:00，因此不予考虑。综上 3、4、5、6 栋除一层二层外均采光良好。

第三组 7、8 栋

7、8 栋均考虑 17、18 栋对其遮挡的影响。

楼号	单元类型	绝对值最大太阳方位角	连线距离	太阳高度角	有光长度	(始终) 有光楼层数	正数层数
7 栋	西单元	-38°	116.91m	22.21°	47.73m	倒数 17	17 层
	东单元	-22°	93.528m	28.97°	51.78m	倒数 18	16 层
8 栋	西单元	9:00 -43.157°	71.012m	18.482°	23.75m	倒数 9	25 层
	东单元	16:00 53.160°	94.394m	9.207°	15.30m	倒数 6	28 层

第四组：9、10、11 栋

9 栋只考虑 1 栋对它的影响, 10 栋仅考虑 2 栋对它的影响, 11 栋仅考虑 3 栋对它的影响。

楼号	单元类型	绝对值最大太阳方位角	连线距离	太阳高度角	有光长度	(始终) 有光楼层数	正数层数
9 栋	西单元	-24°	105.652m	28.3°	56.87m	倒数 20+4=24	10 层
	东单元	35°	106.518m	23.69°	46.74m	倒数 17+4=21	13 层
10 栋	西单元	-19°	103.92m	29.89°	59.74m	倒数 21	13 层
	东单元	24°	110.848m	28.29°	59.66m	倒数 21	13 层
11 栋	西单元	-10°	142.024m	31.90°	88.388m	倒数 31	3 层
	东单元	17°	145.488m	30.44°	85.493m	倒数 30	4 层

第五组: 12 栋

12 栋与 3 栋之间间距与楼高之比=1.58:1, 超过建设 1.2:1 的标准且不产生遮挡, 因此 12 栋整体采光良好。

第六组: 13、14 栋

对于 13、14 栋, 仅考虑 7、8 栋对每一栋的遮挡。

楼号	单元类型	绝对值最大太阳方位角	连线距离	太阳高度角	有光长度	(始终) 有光楼层数	正数层数
13 栋	西单元	9:00 -43.157°	103.92m	18.482°	34.728m	倒数 12	22 层
	东单元	9:00 -43.157°	103.92m	18.482°	34.728m	倒数 12	22 层
14 栋	西单元	48°	84.734m	16.69°	25.705m	倒数 9	25 层
	东单元	16:00 53.160°	106.518m	9.207°	17.265m	倒数 6	28 层

第七组: 17、18 栋

考虑 4、5、6 栋对 17、18 栋的遮挡的影响。

楼号	单元类型	绝对值最大太阳方位角	连线距离	太阳高度角	有光长度	(始终) 有光楼层数	正数层数
17 栋	西单元	16:00° 53.160	64.95m	9.207°	10.528m	倒数 4	30 层
	东单元	16:00 53.160°	62.352m	9.207°	10.107m	倒数 4	30 层
18 栋	西单元	16:00 53.160°	57.156m	9.207°	9.264m	倒数 4	30 层
	东单元	16:00 53.160°	70.146m	9.207°	11.370m	倒数 4	30 层

结合附件 2 中已给出的数据，应当选择：

第一栋西单元的 11 层以上，东单元 8 层以上，除去 801、901、1601、1602、2501 和 2502。

第二栋的西单元 12 层以上，东单元 13 层以上，除去 1401、1702 和 2202。

第三栋的西单元 3 层以上，除去 702、802、130 和 2201，东单元三层以上，除去 801 和 1202。

第四栋的西单元 3 层以上，除去 402、1701、2602 和 2702，东单元三层以上，除去 502 和 2802。

第五栋的西单元 3 层以上，除去 1002，东单元三层以上，除去 2502 和 2602。

第六栋的西单元 3 层以上，除去 602、1502、1601、1602 和 2001，东单元三层以上，除去 1302 和 1402。

第七栋的西单元 17 层以上，除去 2701，东单元 16 层以上，除去 2801。

第八栋的西单元 25 层以上，东单元 28 层以上。

第九栋的西单元 10 层以上，除去 1402、1901、2501 和 2502，东单元的 13 层以上，除去 1801 和 2101。

第十栋的西单元 13 层以上，除去 1302 和 2701，东单元的 13 层以上，除去 2802。

第十一栋的西单元 3 层以上，除去 601，东单元的 4 层以上，除去 1302 和 2802。

第十二栋所有楼层除去西单元的 902、1201、1901、2001、2201 和 2601，除去东单元的 2202 和 2502。

第十三栋的西单元 22 层以上，除去 2402，东单元的 22 层以上。

第十四栋的西单元 25 层以上，东单元的 28 层以上。

第十七栋的西单元 30 层以上，东单元的 30 层以上。

第十八栋的西单元 30 层以上，东单元的 30 层以上。

## 5.4 问题四模型建立与求解

假设 1-8 层为基层，9-33（9-29）层为中层，34（30）层为顶层

在深入分析实际问题的基础上，将有关的各个因素按照不同属性自上而下地分解成若干层次，同一层的诸因素从属于上一层的因素或对上层因素有影响，同时又支配下一层的因素或受到下层因素的作用。最上层为目标层，通常只有 1 个因素，最下层通常为方案或对象层，中间可以有一个或几个层次，通常为准则或指标层。当准则过多时（譬如多于 9 个）应进一步分解出子准则层。[2]

构造成对比较阵。从层次结构模型的第 2 层开始，对于从属于（或影响）上一层每个因素的同一层诸因素，用成对比较法和 1—9 比较尺度构造成对比较阵，直到最下层。

采用层次分析法，建立相关模型并计算出每一大类房子的组合权重，令组合权重在  $[0.4, 1]$  为最好， $[0.3, 0.4]$  为好， $[0.2, 0.3]$  为一般， $[0.1, 0.2]$  不好，小于 0.1 为最坏。

建立层次结构模型如下[1]：

目标层：选房问题

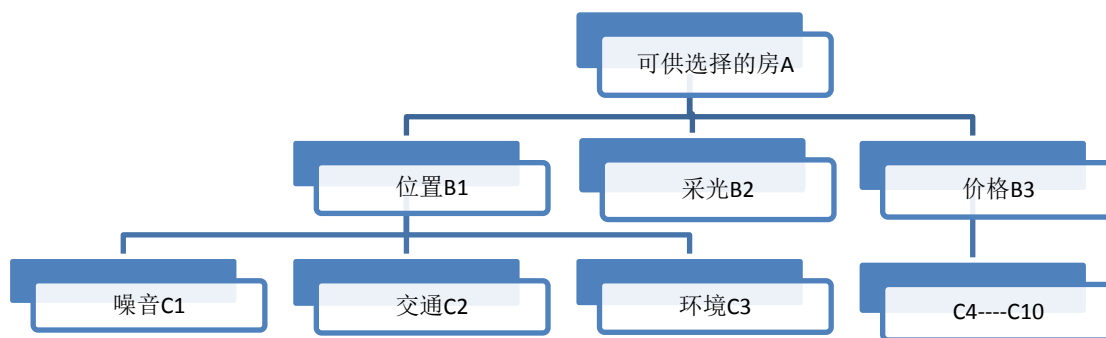
准则层：采光性，楼层价位，位置

子准则层：交通，噪音，环境

方案层：可供选择的房

$b_{ij}$ 的取值	含 义
1	表示两个元素 $B_i$ 和 $B_j$ 相比，同样重要
3	表示 $B_i$ 比 $B_j$ 稍微重要
5	表示 $B_i$ 比 $B_j$ 明显重要
7	表示 $B_i$ 比 $B_j$ 强烈重要
9	表示 $B_i$ 比 $B_j$ 极端重要
2、4、6、8	上述两相邻判断中的值，如 2 为同样重要 和稍微重要之间的判断值
1、2、…、9 的倒数	元素 $B_i$ 和 $B_j$ 比较时为 $b_{ij}$ ，则 $B_j$ 和 $B_i$ 比较时为 $1/b_{ij}$

楼层数	价格（x 表示除去基层后增长的层数）
(4) #1、2、3、4、5、6、7、8、9、13、14、17、18 基层	4250 元/平方米
(5) #1、2、3、4、5、6、7、8、9、13、14、17、18 中层	4250+10x 元/平方米
(6) #1、5、6 顶层	3791 元/平方米
(7) #2、3、4、7、8、9、13、14、17 顶层	3825 元/平方米
(8) #10、11、12 基层	4450 元/平方米
(9) #10、11、12 中层	4450+10x 元/平方米
(10) #10、11、12 高层	3995 元/平方米



目标矩阵

	B1 位置	B2 采光	B3 价格
B1 位置	1	4	6
B2 采光	1/4	1	3/2
B3 价格	1/6	2/3	1

从而建立正互反矩阵为 A=

$$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 1/4 & 1 & 3/2 \\ 1/6 & 2/3 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A=[1 \ 4 \ 6;1/4 \ 1 \ 3/2;1/6 \ 2/3 \ 1]$$

$$n=3$$

$$CI=\frac{\{\lambda(A)-n\}}{\{n-1\}}$$

$$[v,d]=\text{eig}(A)$$

$$f=\text{find}((\text{diag}(d))=\max(\text{diag}(d)))$$

$$w=v(:,f)/\text{sum}(v(:,f))$$

$$w = (0.7059,0.1765,0.1176)^T$$

对正互反矩阵 A 进行一致性检验[3]

$$n=3$$

$$CI=(c-n)/n-1, \ CI =0.9$$



$CR=CI/RI$ ,  $CR = 1.4325e-016 < 0.1$ , 故满足一致性检验条件

阶数 $n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$RI$	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

构造正互反矩阵，计算特征向量和最大特征根

房子位置判断矩阵

B1 \	C1 噪音	C2 交通	C3 环境
C1 噪音	1	8	9
C2 交通	1	1	9/8
C3 环境	8/9	8/9	1

$A = [1 \ 8 \ 9; 1 \ 1 \ 9/8; 8/9 \ 8/9 \ 1]$

$n=3$

$[v, d] = \text{eig}(A)$

$f = \text{find}((\text{diag}(d)) == \max(\text{diag}(d)))$

$w = v(:, f) / \text{sum}(v(:, f))$

$CI = \frac{|\lambda(A) - n|}{n-1}$

$w = (0.6515, 0.1845, 0.1640)^T$

价格判断矩阵

B2 \	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C4	1	3	8	7	4	1	6
C5	2/3	1	8/3	7/3	4/3	1/3	2/1
C6	1/4	3/8	1	7/8	1/2	1/8	2/3
C7	2/7	3/7	8/7	1	4/7	1/7	6/7
C8	1/2	3/4	2/1	7/4	1	1/4	3/2
C9	2/1	3/1	8/1	7/1	4/1	1	6/1
C10	1/3	1/2	4/3	7/6	2/3	1/6	1

```
A=[1 3 8 7 4 1 6;2/3 1 8/3 7/3 4/3 1/3 2/1;1/4 3/8 1 7/8 1/2 1/8 2/3;2/7 3/7
8/7 1 4/7 1/7 6/7;1/2 3/4 2/1 7/4 1 1/4 3/2 ;2/1 3/1 8/1 7/1 4/1 1 6/1;1/3 1/2
4/3 7/6 2/3 1/6 1]
```

```
[v,d]=eig(A)
```

```
f=find((diag(d))==max(diag(d)))
```

```
w=v(:,f)/sum(v(:,f))
```

```
w =(0.3053,0.1149,0.0425,0.0492,0.0862,0.3446,0.0574)^T
```

通过所求的组合权重可推得房子位置所占的影响比重最大，在 C 类影响中最应关注的是噪声问题，对于价钱的影响，#1、2、3、4、5、6、7、8、9、13、14、17、18 栋的基层和 中层价格更容易被顾客所接受，结合第三题求出有关采光性的数据可得：第七栋的西单元 17 层（不包括顶层）以上，除去 2701，东单元 16 层（不包括顶层）以上，除去 2801；第十三栋的西单元 22 层以上（不包括顶层），除去 2402，东单元的 22 层（不包括顶层）以上。

## 5.5 问题五模型建立与求解

情况一：将坐电梯的时间与步行的距离进行综合考虑，通过分层分析的方法，首先找到电梯效率的最优情况，再来结合车位到电梯的距离。

将第七栋及附近停车位等效为化作如下图所示的区域，绿色部分表示竖着的车位，黄色部分表示横着的车位，红色部分表示第七栋所占位置，蓝色部分表示排风机房所占位置，车位以每两个单元为一个车位所占位置。以左上角单元为 (1,1) 单元，右下角单元为 (33,28) 单元，即以 (1,1) 为原点，水平方向向右为 x 轴正方向，竖直方向向下为 y 轴正方向；当人达到靠近楼房的最近单元时，认作到达了车辆。

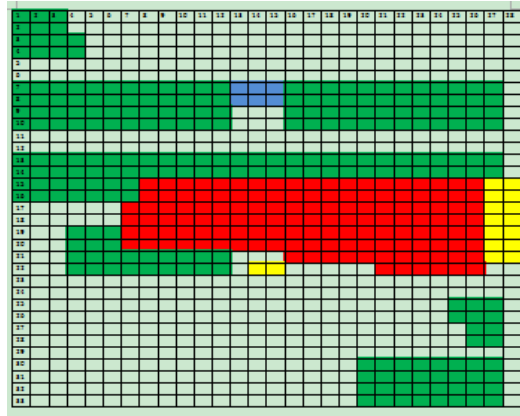
假设每层楼停靠的时间为  $t_1$ ，经过每层楼所需时间为  $t_2$ ，人步行时经过每个单元所需时间为  $t_3$ ，停靠  $n$  次后达到满载，电梯一共运行了  $h$  层楼，所需要的总时间为  $T$ ，人所分配的车位里第七栋最近的单元为  $(x, y)$ ，电梯所处位置为  $(X, Y)$

那么在电梯已经达到最优运行方式的前提下总时间

$$T=n*t_1+h*t_2+[(X-x)+(Y-y)]*t_3.$$

对于电梯最优运行方式的设计，可以通过实际电梯位置数量和电梯的运载能力，及人流情况数据的统计进行分析，分出如随机运行模式、奇偶运行模式、分段运行（即一部电梯在高峰时段只负责一部分特定楼层的运行）。具体求解可以运用 Lingo 或者 MATLAB 等数学工具进行线性规划。

此情况中认为的电梯最优方式，仅考虑所有人在电梯上所花费的时间值最小。



情况二：将高峰时期作为一个整体，以此时段内第一个人进入电梯开始计时，直至最后一个人达到自己的车停止计时。优化目标为将此时间减少至最短。

此问题中将要电梯运行时间，及人步行所花费的时间综合起来进行考虑。同样可以通过情况一中的方法，运用相关数学软件进行求解。

## 六、模型结果分析与检验

1. 在问题一和二中，将 7、8 栋等效为一堵高墙，可能会将一部分太阳光可以通过 7、8 栋间照射到 14-2-802 室的时间给忽略掉。但考虑到 14-2-802 室相对于 7、8 栋间的夹角很小，并且在计算中可以发现全年有大部分时间不会受此影响。所以在最终结果上，可能会稍稍偏小，但影响不算太大。

2. 在问题二中，在角度确定上存在一些误差，使每天的光照时间，稍稍偏小，比如在本应该为太阳光可以从 9:00-16:00 全部照射的情况中，理论上来看，每天应该照射到 7 个小时，即 420 分钟，而在数值计算中只有 415 分钟左右，相当于每天都少照射了 5 分钟左右，累积到一年会产生一定误差，可以在最终结果中改正为每天都多照射了 5 分钟，即最终结果更正为： $106456.5873+5*365=108281.5873$  分钟，化为 1804.69 小时。

3. 在问题二中，同结果分析二中提到的问题一样，因为每天都可能少计算了 5 分钟的光照时间，所以对于统计全年光照时间超过六小时的天数可能会有偏少，原测得一年中应该有 171 天每天光照时间超过 6 小时，更正后每年中光照时间可以超过 6 小时的天数有多少天。

5. 在问题三中将考虑采光仅仅理解为每天照射到阳光的时间长短为越长越好，在现实生活中可能还要考虑因季候不同，是否需求有太阳光照射的因素方面。

6. 在问题三中，将时角与方位角等效，可能存在一点差异，但从整体计算上来看并无太大的影响。

7. 在问题三中，因为对考虑的每栋楼都是按一个个模块，如 14 栋和 7、8 栋组成为一个单位，只考虑这几栋楼间的遮挡影响，可能会忽略掉一些其他楼层产生的一些遮光影响。但是这种影响比较小，可以忽略，对整体答案无太大影响。

8. 在问题三中，因为角度的确定是利用的量角器的度量，距离的确定是利用的直尺的测量及比例尺的确定，所以在测量过程中应该会出现一些偶然误差。我们通过对数据的多次测量求平均值的方法将误差减小。

9. 在问题四中，对于各层次间结构主次关系的判定具有操作者的主观意识，且影响因素并未有罗列完全，价格判断方阵的计算与检验比较繁琐，略有误差，但不影响大体

结果。

## 七、模型评价与推广

此模型既不单纯追求高深数学，又不片面地注重行为、逻辑、推理，而是把定性方法与定量方法有机地结合起来，使复杂的系统分解，能将人们的思维过程数学化、系统化，便于人们接受，且能把多目标、多准则又难以全部量化处理的决策问题化为多层次单目标问题，通过两两比较确定同一层次元素相对上一层次元素的数量关系后，最后进行简单的数学运算。即使是具有中等文化程度的人也可了解层次分析的基本原理和掌握它的基本步骤，计算也经常简便，并且所得结果简单明确，容易为决策者了解和掌握。但特征值和特征向量的精确求法比较复杂且困难。

## 八、参考文献

[1]陈水平 住宅小区选房模型研究 2014.6

[2]石振武,赵敏. 运用层次分析法确定指标的权值[M].2008(2): 23~25.

[3] w. F. Lucas. 离散与 系统模型 [M] . 北京: 国防科技大学出版社 , 1996

[4] 王国安<sup>1</sup>, 米鸿涛<sup>2</sup>, 邓天宏<sup>2</sup>, 李亚男<sup>3</sup>, 李兰霞<sup>4</sup> 太阳高度角和日出日落时刻太阳方位角一年变化范围的计算 (1.河南省气候中心, 郑州 450003;2.河南省气象局, 郑州 450003;3.叶县气象局, 河南叶县 467200;4.宜阳县气象局, 河南宜阳 471600)

## 附录 1

```
#include<iostream>

#include<cmath>

using namespace std;

void main()

double A;

double sin(double a);

double cos(double a);

double sin(double h);

double cos(double b);

double cos(double h);

const long double PI=3.1415926

cout<<"请输入纬度"<<endl;

cin>>a;

cout<<"请输入地方时"<<endl;

cin>>b;

cout<<"请输入太阳赤纬"<<endl;

cin>>h;

a=a*PI/180;

b=b*PI/180;

C=C*PI/180;

sinh=sina*sinh+cosa*cosh*cosb;

cout<<sinh<<endl;
```

## 附录 2

(表格中未出现的日期的时间长度均为定值)

日期	太阳赤 纬	太阳赤纬 弧度	时角 cos	时角值 (hudu)	角度	时长	总时长
2月20日	-11.21	-0.19565	0.999635	0.027035113	1.548998	6.195991	138.392
2月21日	-10.87	-0.18972	0.994476	0.10515364	6.02486	24.09944	174.1989
2月22日	-10.5	-0.18326	0.988911	0.149060172	8.540519	34.16207	194.3241
2月23日	-10.13	-0.1768	0.983395	0.182489143	10.45586	41.82343	209.6469
2月24日	-9.77	-0.17052	0.978075	0.209789698	12.02006	48.08026	222.1605
2月25日	-9.4	-0.16406	0.972654	0.234399183	13.43008	53.72034	233.4407
2月26日	-9.03	-0.1576	0.967281	0.256511841	14.69705	58.78818	243.5764
2月27日	-8.65	-0.15097	0.961811	0.277252327	15.88539	63.54155	253.0831
2月28日	-8.28	-0.14451	0.956532	0.29592681	16.95536	67.82143	261.6429
2月29日	-8.05	-0.1405	0.953274	0.306902677	17.58423	70.33691	266.6738
3月1日	-7.81	-0.13631	0.949892	0.31790465	18.21459	72.85838	271.7168
3月2日	-7.43	-0.12968	0.944577	0.334492009	19.16498	76.65992	279.3198
3月3日	-7.05	-0.12305	0.939309	0.350186425	20.0642	80.25682	286.5136
3月4日	-6.67	-0.11641	0.934087	0.365104104	20.91892	83.6757	293.3514
3月5日	-6.28	-0.10961	0.928774	0.379703718	21.75542	87.02168	300.0434
3月6日	-5.9	-0.10297	0.923644	0.393313308	22.53519	90.14077	306.2815
3月7日	-5.5	-0.09599	0.918292	0.407051234	23.32232	93.28927	312.5785
3月8日	-5.12	-0.08936	0.913253	0.419597608	24.04117	96.16469	315.454
3月9日	-4.73	-0.08255	0.908126	0.432009431	24.75232	99.00927	318.2985
3月10日	-4.33	-0.07557	0.902915	0.444292303	25.45607	101.8243	321.1136
3月11日	-3.95	-0.06894	0.898008	0.455575411	26.10255	104.4102	323.6995
3月12日	-3.55	-0.06196	0.892888	0.467077671	26.76158	107.0463	326.3356
3月13日	-3.17	-0.05533	0.888066	0.4776744	27.36873	109.4749	328.7642
3月14日	-2.77	-0.04835	0.883035	0.488505177	27.98928	111.9571	331.2464
3月15日	-2.37	-0.04136	0.878049	0.49902592	28.59208	114.3683	333.6576
3月16日	-1.98	-0.03456	0.87323	0.509004142	29.16379	116.6552	335.9444
3月17日	-1.58	-0.02758	0.868331	0.518969	29.73473	118.9389	338.2282
3月18日	-1.18	-0.02059	0.863475	0.528677136	30.29097	121.1639	340.4531
3月19日	-0.8	-0.01396	0.858902	0.537675292	30.80652	123.2261	342.5154
3月20日	-0.4	-0.00698	0.854129	0.546923268	31.33639	125.3456	344.6348
3月21日	0	0	0.849398	0.555953544	31.85379	127.4152	346.7044
3月22日	0.4	0.006981	0.844708	0.564777093	32.35934	129.4374	348.7266
3月23日	0.78	0.013614	0.840291	0.572977152	32.82917	131.3167	350.606
3月24日	1.18	0.020595	0.83568	0.581425761	33.31324	133.253	352.5422
3月25日	1.58	0.027576	0.83111	0.589695045	33.78704	135.1481	354.4374

3月26日	1.97	0.034383	0.826693	0.597592485	34.23953	136.9581	356.2474
3月27日	2.37	0.041364	0.8222	0.605530248	34.69433	138.7773	358.0666
3月28日	2.75	0.047997	0.817969	0.612925153	35.11802	140.4721	359.7614
3月29日	3.15	0.054978	0.813552	0.620561688	35.55557	142.2223	361.5115
3月30日	3.53	0.06161	0.809391	0.627681499	35.9635	143.854	363.1433
3月31日	3.92	0.068417	0.805156	0.634857068	36.37463	145.4985	364.7878
4月1日	4.3	0.075049	0.801064	0.641724966	36.76813	147.0725	366.3618
4月2日	4.7	0.08203	0.796793	0.648827083	37.17505	148.7002	367.9895
4月3日	5.08	0.088663	0.792769	0.655457309	37.55494	150.2197	369.509
4月4日	5.47	0.09547	0.788674	0.662147641	37.93827	151.7531	371.0423
4月5日	5.85	0.102102	0.784716	0.668558549	38.30558	153.2223	372.5116
4月6日	6.22	0.108559	0.780893	0.674701605	38.65755	154.6302	373.9195
4月7日	6.6	0.115192	0.776999	0.680911918	39.01338	156.0535	375.3428
4月8日	6.98	0.121824	0.773136	0.68702507	39.36364	157.4545	376.7438
4月9日	7.35	0.128282	0.769405	0.692886662	39.69948	158.7979	378.0872
4月10日	7.72	0.134739	0.765704	0.698661255	40.03034	160.1214	379.4106
4月11日	8.12	0.141721	0.761735	0.70480889	40.38257	161.5303	380.8196
4月12日	8.47	0.147829	0.758291	0.710109111	40.68626	162.745	382.0343
4月13日	8.83	0.154113	0.754775	0.715485861	40.99432	163.9773	383.2666
4月14日	9.18	0.160221	0.751382	0.720642183	41.28976	165.159	384.4483
4月15日	9.55	0.166679	0.747823	0.726018786	41.59781	166.3912	385.6805
4月16日	9.9	0.172788	0.744483	0.731036056	41.88528	167.5411	386.8304
4月17日	10.27	0.179245	0.740979	0.736269083	42.18511	168.7404	388.0297
4月18日	10.62	0.185354	0.73769	0.741153635	42.46498	169.8599	389.1492
4月19日	10.97	0.191463	0.734426	0.7459758	42.74126	170.9651	390.2543
4月20日	10.32	0.180118	0.740508	0.736970747	42.22531	168.9013	388.1905
4月21日	11.65	0.203331	0.728154	0.755171124	43.26812	173.0725	392.3617
4月22日	12	0.20944	0.724962	0.75981713	43.53431	174.1373	393.4265
4月23日	12.33	0.215199	0.721974	0.764144969	43.78228	175.1291	394.4184
4月24日	12.67	0.221133	0.718918	0.768551491	44.03476	176.139	395.4283
4月25日	13	0.226893	0.715974	0.772778419	44.27694	177.1078	396.397
4月26日	13.32	0.232478	0.713139	0.776831064	44.50914	178.0366	397.3258
4月27日	13.63	0.237888	0.710411	0.780714423	44.73164	178.9266	398.2158
4月28日	13.97	0.243822	0.70744	0.784926149	44.97296	179.8918	399.1811
4月29日	14.27	0.249058	0.704838	0.788601826	45.18356	180.7342	400.0235
4月30日	14.58	0.254469	0.702166	0.792360718	45.39892	181.5957	400.885
5月1日	14.9	0.260054	0.699428	0.796199598	45.61888	182.4755	401.7648
5月2日	15.2	0.26529	0.696878	0.799761043	45.82293	183.2917	402.581
5月3日	15.5	0.270526	0.694345	0.803286722	46.02494	184.0998	403.389
5月4日	15.78	0.275413	0.691996	0.806545528	46.21165	184.8466	404.1359
5月5日	15.08	0.263196	0.697896	0.798340786	45.74156	182.9662	402.2555
5月6日	16.37	0.28571	0.687095	0.813313478	46.59943	186.3977	405.687
5月7日	16.65	0.290597	0.684791	0.81647929	46.78082	187.1233	406.4125

5月8日	16.92	0.29531	0.682583	0.819504402	46.95414	187.8166	407.1058
5月9日	17.02	0.297055	0.681769	0.820617993	47.01795	188.0718	407.3611
5月10日	17.45	0.30456	0.678289	0.825364888	47.28992	189.1597	408.449
5月11日	17.72	0.309272	0.676121	0.828311423	47.45875	189.835	409.1243
5月12日	17.98	0.31381	0.674046	0.831124308	47.61992	190.4797	409.7689
5月13日	18.23	0.318174	0.672062	0.833806554	47.7736	191.0944	410.3837
5月14日	18.48	0.322537	0.670089	0.836467009	47.92603	191.7041	410.9934
5月15日	18.72	0.326726	0.668207	0.83900074	48.0712	192.2848	411.5741
5月16日	18.97	0.331089	0.666256	0.841619089	48.22122	192.8849	412.1742
5月17日	19.18	0.334754	0.664627	0.843802123	48.3463	193.3852	412.6745
5月18日	19.42	0.338943	0.662774	0.846278864	48.48821	193.9528	413.2421
5月19日	19.63	0.342608	0.661162	0.848430252	48.61147	194.4459	413.7352
5月20日	19.85	0.346448	0.659481	0.850668438	48.73971	194.9588	414.2481
5月21日	20.07	0.350288	0.657809	0.852890732	48.86704	195.4682	414.7574
5月22日	20.27	0.353778	0.656296	0.854897309	48.98201	195.928	415.2173
5月23日	20.47	0.357269	0.65479	0.856890941	49.09623	196.3849	415.6742
上半段总时长							33433.82

中半段时长

59\*  
(415.674  
2+415.514  
6) /2  
24520.07

7月22日	20.4	0.356047	0.655317	0.856194637	49.05634	196.2254	415.5146
7月23日	20.2	0.352557	0.656825	0.854196484	48.94185	195.7674	415.0567
7月24日	20	0.349066	0.65834	0.852185355	48.82662	195.3065	414.5958
7月25日	19.78	0.345226	0.660015	0.849958018	48.69901	194.796	414.0853
7月26日	19.57	0.341561	0.661622	0.847817064	48.57634	194.3054	413.5946
7月27日	19.35	0.337721	0.663313	0.845558472	48.44693	193.7877	413.077
7月28日	19.13	0.333881	0.665014	0.843283703	48.3166	193.2664	412.5557
7月29日	18.9	0.329867	0.666801	0.840888095	48.17934	192.7174	412.0066
7月30日	18.67	0.325853	0.668598	0.838474511	48.04105	192.1642	411.4535
7月31日	18.41	0.321315	0.670641	0.835724266	47.88347	191.5339	410.8232
8月1日	18.17	0.317126	0.672537	0.833164811	47.73683	190.9473	410.2366
8月2日	17.92	0.312763	0.674523	0.830477302	47.58284	190.3314	409.6206
8月3日	17.67	0.3084	0.676521	0.827767734	47.4276	189.7104	408.9997
8月4日	17.4	0.303687	0.678692	0.824816364	47.2585	189.034	408.3233
8月5日	17.13	0.298975	0.680876	0.821838713	47.08789	188.3516	407.6408
8月6日	16.87	0.294437	0.682991	0.818946229	46.92216	187.6887	406.9779
8月7日	16.06	0.2803	0.689662	0.809774005	46.39663	185.5865	404.8758
8月8日	16.32	0.284838	0.687508	0.812745057	46.56686	186.2674	405.5567
8月9日	16.03	0.279776	0.689912	0.809429536	46.3769	185.5076	404.7969



8月10日	15.75	0.274889	0.692247	0.806197827	46.19173	184.7669	404.0562
8月11日	15.45	0.269653	0.694766	0.802701572	45.99141	183.9656	403.2549
8月12日	15.17	0.264766	0.697132	0.799406517	45.80262	183.2105	402.4997
8月13日	14.87	0.25953	0.699684	0.795841466	45.59836	182.3934	401.6827
8月14日	14.55	0.253945	0.702424	0.791998683	45.37818	181.5127	400.802
8月15日	14.25	0.248709	0.705011	0.788357951	45.16958	180.6783	399.9676
8月16日	13.93	0.243124	0.707789	0.784433201	44.94471	179.7788	399.0681
8月17日	13.62	0.237714	0.710499	0.780589802	44.7245	178.898	398.1873
8月18日	13.3	0.232129	0.713315	0.776579091	44.4947	177.9788	397.2681
8月19日	12.98	0.226544	0.716152	0.772523627	44.26234	177.0494	396.3386
8月20日	12.65	0.220784	0.719097	0.76829374	44.01999	176.08	395.3692
8月21日	12.32	0.215025	0.722064	0.764014564	43.77481	175.0992	394.3885
8月22日	11.98	0.20909	0.725144	0.759553204	43.51919	174.0768	393.366
8月23日	11.65	0.203331	0.728154	0.755171124	43.26812	173.0725	392.3617
8月24日	11.32	0.197571	0.731186	0.750736893	43.01406	172.0562	391.3455
8月25日	10.97	0.191463	0.734426	0.7459758	42.74126	170.9651	390.2543
8月26日	10.63	0.185528	0.737597	0.74129227	42.47292	169.8917	389.1809
8月27日	10.28	0.17942	0.740885	0.736409519	42.19316	168.7726	388.0619
8月28日	9.93	0.173311	0.744198	0.73146305	41.90975	167.639	386.9283
8月29日	9.58	0.167203	0.747536	0.726451432	41.6226	166.4904	385.7797
8月30日	9.22	0.160919	0.750996	0.72122709	41.32327	165.2931	384.5823
8月31日	8.87	0.154811	0.754386	0.716078669	41.02829	164.1131	383.4024
9月1日	8.5	0.148353	0.757997	0.710560049	40.71209	162.8484	382.1376
9月2日	8.15	0.142244	0.761439	0.705266052	40.40877	161.6351	380.9243
9月3日	7.78	0.135787	0.765106	0.699589638	40.08353	160.3341	379.6234
9月4日	7.42	0.129503	0.768703	0.693985753	39.76245	159.0498	378.3391
9月5日	7.05	0.123046	0.772428	0.688140805	39.42756	157.7103	376.9995
9月6日	6.67	0.116413	0.776285	0.68204524	39.07831	156.3133	375.6025
9月7日	6.3	0.109956	0.780071	0.676017258	38.73294	154.9317	374.221
9月8日	5.93	0.103498	0.783887	0.669894962	38.38215	153.5286	372.8179
9月9日	5.55	0.096866	0.787838	0.663506038	38.0161	152.0644	371.3537
9月10日	5.17	0.090234	0.791821	0.657011377	37.64398	150.5759	369.8652
9月11日	4.8	0.083776	0.795731	0.65058275	37.27565	149.1026	368.3919
9月12日	4.42	0.077144	0.799779	0.643869099	36.89098	147.5639	366.8532
9月13日	4.03	0.070337	0.803968	0.636857504	36.48925	145.957	365.2463
9月14日	3.65	0.063705	0.808084	0.629903341	36.0908	144.3632	363.6525
9月15日	3.27	0.057072	0.812234	0.622824008	35.68519	142.7407	362.03
9月16日	2.88	0.050265	0.816529	0.615423345	35.26116	141.0446	360.3339
9月17日	2.5	0.043633	0.820749	0.608075797	34.84018	139.3607	358.65
9月18日	2.1	0.036652	0.825228	0.600189938	34.38835	137.5534	356.8427
9月19日	1.72	0.03002	0.82952	0.592548408	33.95052	135.8021	355.0914
9月20日	1.33	0.023213	0.833962	0.58454732	33.49209	133.9684	353.2576
9月21日	0.95	0.016581	0.838326	0.576590255	33.03619	132.1448	351.434

9月22日	0.55	0.009599	0.84296	0.568034706	32.54599	130.184	349.4732
9月23日	0.17	0.002967	0.847399	0.559728208	32.07006	128.2803	347.5695
9月24日	-0.23	-0.00401	0.852113	0.550787076	31.55777	126.2311	345.5204
9月25日	-0.62	-0.01082	0.856749	0.541864564	31.04655	124.1862	343.4755
9月26日	-1.02	-0.0178	0.861545	0.532491802	30.50953	122.0381	341.3274
9月27日	-1.4	-0.02443	0.866141	0.523368531	29.98681	119.9472	339.2365
9月28日	-1.78	-0.03107	0.870775	0.514019625	29.45116	117.8046	337.0939
9月29日	-2.17	-0.03787	0.875573	0.504176329	28.88718	115.5487	334.838
9月30日	-2.57	-0.04485	0.880537	0.493803007	28.29283	113.1713	332.4606
10月1日	-2.95	-0.05149	0.885294	0.483670969	27.71231	110.8492	330.1385
10月2日	-3.33	-0.05812	0.890092	0.473250366	27.11525	108.461	327.7503
10月3日	-3.73	-0.0651	0.895186	0.461947365	26.46763	105.8705	325.1598
10月4日	-4.12	-0.07191	0.900198	0.450572213	25.81589	103.2635	322.5528
10月5日	-4.5	-0.07854	0.905124	0.439124931	25.16001	100.64	319.9293
10月6日	-4.88	-0.08517	0.910093	0.427288704	24.48184	97.92736	317.2166
10月7日	-5.27	-0.09198	0.915237	0.414700789	23.7606	95.04242	316.0848
10月8日	-5.65	-0.09861	0.920294	0.401966258	23.03097	92.12388	310.2478
10月9日	-6.03	-0.10524	0.925394	0.388721629	22.27211	89.08843	304.1769
10月10日	-6.42	-0.11205	0.930676	0.374540289	21.45958	85.83831	297.6766
10月11日	-6.8	-0.11868	0.935868	0.360081924	20.63117	82.5247	291.0494
10月12日	-7.17	-0.12514	0.940967	0.345319172	19.78533	79.14132	284.2826
10月13日	-7.53	-0.13142	0.945971	0.3302189	18.92015	75.6806	277.3612
10月14日	-7.92	-0.13823	0.95144	0.312916187	17.92878	71.71511	269.4302
10月15日	-8.3	-0.14486	0.956816	0.294950811	16.89944	67.59775	261.1955
10月16日	-8.67	-0.15132	0.962098	0.276203106	15.82527	63.30109	252.6022
10月17日	-9.03	-0.1576	0.967281	0.256511841	14.69705	58.78818	243.5764
10月18日	-9.04	-0.15778	0.967425	0.255941259	14.66435	58.65742	243.3148
10月19日	-9.75	-0.17017	0.977781	0.211197893	12.10075	48.40299	222.806
10月20日	-10.12	-0.17663	0.983247	0.183305097	10.50261	42.01043	210.0209
10月21日	-10.48	-0.18291	0.988612	0.151062997	8.655272	34.62109	195.2422
10月22日	-10.88	-0.18989	0.994628	0.103704038	5.941804	23.76721	173.5344

日							
10 月 23 日	-11.2	-0.19548	0.999482	0.032180343	1.843798	7.375191	140.7504
下半段时长							33508.7
10.24-2.19 时长							126*119 14994
全年分钟数							106456.6
全年小时数							1774.28h