**6、问题三模型分析、建立与求解**

6.1问题三分析

对于问题三，需要结合题目中给出的某次重大救援行动中A类和B类受伤人员陆续到达某救援中心的时间。在保证每个受伤人员等待时间尽量不超过30分钟的条件下，给出最合理的A和B两类救治单元的设置数量与救治策略，并对救治结果给出评价分析。

显然，此问给出的条件更为普遍，我们需要制定出相应的救治策略，并根据实际情况给出A、B类救治小组数量、的具体值。因为、的不同取值会影响医疗救援中心的工作强度等评价指标：例如，如果、的取值过小，病人会一直处于排队状态、救治小组则一直处于忙碌状态；而当、的取值过大，又会使得某些救治小组经常处于空闲状态，造成救援资源的浪费。因此，此题可以将工作强度最优作为目标建立目标约束模型。

6.2问题三模型的建立与求解

6.2.1工作强度最优的优化模型

a. 模型五的分析

排队论中对工作强度的定义为：



其中，为单位时间内到达的伤员人数，为单位时间内治愈的伤员人数，下面进行一些讨论：

1.必为大于0的实数

2.0<<1时，，即单位时间内到达的伤员人数少于单位时间内治愈的伤员人数，此时队列的长度变化趋势是随时间减少。

3.>1时，，即单位时间内到达的伤员人数多于单位时间内治愈的伤员人数，此时队列的长度变化趋势是随时间增加，此时可能会产生A类伤员救援等待时间长于“黄金1小时”的情况。

4.=1时，，即单位时间内到达的伤员人数等于单位时间内治愈的伤员人数，此时队列的长度变化趋势是不随时间改变。

 根据题目要求，工作强度应尽量大，同时应小于1，以保证救治小组在不出现资源浪费的同时尽量使病人全部得到救援，因此<1可作为一项约束。其他的约束还有每个伤员的等待时间尽量不超过30min，即、均小于30min。最终此模型可描述如下：



b. 模型的求解

对上述模型求解的最终结果是要得出具体的、取值，而目标函数为，因此，为求解模型还需要构造、与之间的关系。对于此模型的求解用到了问题一中的模型三：在救治小组数量给定的情况下，比较最优等待时间，从而得到最佳救治策略。模型的求解过程则是对于救治单位数量、以及等待时间、进行有目的的搜索，直至出现满足最大目标值的时间。

编写计算机程序进行模拟，最终得到1~9天数据所对应的结果，如表所示：

表12 工作强度最优的优化模型结果表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 第一天 | 第二天 | 第三天 | 第四天 | 第五天 | 第六天 | 第七天 | 第八天 | 第九天 |
| max | 0.9976 | 0.9862 | 0.9860 | 0.9881 | 0.9427 | 0.9069 | 0.7695 | 0.6134 | 0.4876 |
|  | 6 | 6 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 |
|  | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| t1/min | 9.7 | 9.4 | 7.5 | 9.2 | 6.2 | 7.3 | 6.5 | 7.6 | 5.8 |
| t2/min | 2.9 | 4.6 | 3.3 | 4.1 | 2.6 | 7.8 | 6.3 | 3.6 | 3.9 |

其中，表中第二行为以救护小组数量为、设置AB救护小组时得到的最大工作强度。此时A、B类伤员所对应的等待时间、如表所示。

在得到A、B类伤员所对应的等待时间、的条件下，本问的具体救治策略可以描述为：

1、A类伤员优先到A类救治单元接受治疗，若A类救治单元没有空位，则去B类救治单元；

2、B类伤员优先到B类救治单元接受治疗，若B类救治单元没有空位，则去A类救治单元；

3、A类救治单元、B类救治单元均没有空位时，伤员排队等待；

4、对于A类伤员，当有B类救治单元出现空位时，等待分钟，若分钟后A类救治单元仍没有出现空位，则去B类救治单元。

5、对于B类伤员，当有A类救治单元出现空位时，等待分钟，若分钟后B类救治单元仍没有出现空位，则去A类救治单元。