### 构建模型

约束条件为式

st

### 一、目标函数

### 1.1目标函数1：吊装时间

①吊钩的垂直起升时间

（1）

式中，—第i个供应点预制构件堆场的高度（m）列表；

*—*第j个需求点的高度（m），列表；

—塔吊吊钩起升速度（m/min），0.55m/min；

②变幅小车径向移动时间

（2）

式中，—第j个材料需求点和第k个塔吊的距离（m），式5求得；

—第i个材料供应点预制构件堆场和第k个塔吊的距离（m），式6求得；

—塔吊小车牵引速度（m/min），44m/min；

③塔吊回转时间

（3）

式中，—需求点和供应点间的距离（m）式4求得；

—需求点和塔吊间的距离（m），式5求得；

—供应点预制构件堆场和塔吊间的距离（m），列表；

—塔吊回转速度（r/min），取0.6r/min；

计算供应点、需求点和塔式起重机之间的距离采用采用欧几里得方程，具体公式如下式。

需求点和供应点间的距离计算公式为：

（4）

需求点和塔吊间的距离计算公式为：

（5）

供应点和塔吊间的距离计算公式为：

（6）

式中， ) —S材料供应点，即第i个预制构件堆场的坐标，i=1，...I,I=2；

 —D材料需求点，即第j个材料所在的坐标，j=1，2...J，J=4；

—C塔式起重机，即第k个塔吊坐标，k=1，..K，K=2；

而塔吊水平运动时间Th由径向运动时间和切向运动时间组成，可由式合成计算

式中，—第k台塔吊水平运动时间，k=1，2；

因此总吊装时间Tk表示为

式中，、—吊钩运动在空间上的协调程度，这取决于操作者的熟练程度，可以取到（0，1）之间的数，=0.25，=1；

目标函数F1表达式为

—运输量（次），列表；

1#标准层需求点D信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 构件 | 坐标（Dx，Dy） | 高度（Dz） | 重量（t） |
| 左侧预制楼梯D1 | （87，67） | 11.6 | 3.84 |
| 右侧预制楼梯D2 | （102，67） | 11.6 | 3.84 |
| 预制叠合板需求点D3 | （83.75，57） | 11.6 | 39.02 |
| 预制叠合板需求点D4 | （102.25，57） | 11.6 | 39.02 |

1#供应点预制构件堆场S信息

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 坐标 | 高度 |
| 叠合板供应点S1 | （80，98） | 0.5 |
| 楼梯供应点S2 | （96，98） | 1 |

标准层供需运输量Q（次）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 叠合板供应点S1 | 楼梯供应点S2 |
| 需求点D1 |  | 2 |
| 需求点D2 |  | 2 |
| 需求点D3 | 48 |  |
| 需求点D4 | 48 |  |

2#标准层需求点D信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 构件 | 坐标（Dx，Dy） | 高度（Dz） | 重量（t） |
| 左侧预制楼梯D1 | （49.8，37） | 12.9 | 3.84 |
| 右侧预制楼梯D2 | （64.7，37） | 12.9 | 3.84 |
| 预制叠合板需求点D3 | （46.75，25） | 12.9 | 39.02 |
| 预制叠合板需求点D4 | （65.25，25） | 12.9 | 39.02 |

2#供应点预制构件堆场S信息

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 坐标 | 高度 |
| 叠合板供应点S3 | （7，31） | 0.5 |
| 楼梯供应点S4 | （30，48） | 1 |

2#标准层供需运输量Q（次）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 叠合板供应点S1 | 楼梯供应点S2 |
| 需求点D1 |  | 2 |
| 需求点D2 |  | 2 |
| 需求点D3 | 48 |  |
| 需求点D4 | 48 |  |

### 1.2目标函数2：成本

式中，p、q—临时设施，

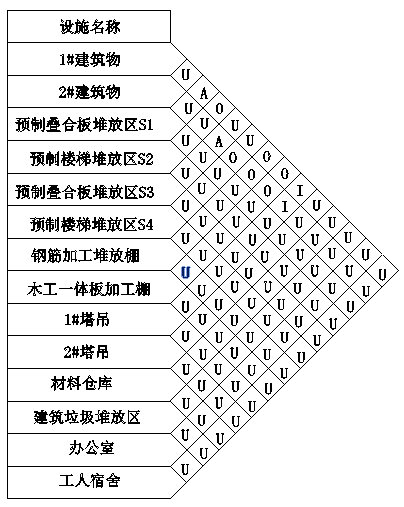
p=1，2，3，4，5，6，7，8，9，10；

q=1，2，3，4，5，6，7，8，9，10；

Cpq—设施p和设施q单位距离产生的流动费用，根据物流强度表（后图所示），赋值A=243， E=81，I=27，O=9，U=3；

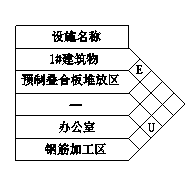
dpq—设施p和设施q的距离；

物流强度表



注释：E表示1#建筑物和预制叠合板堆放区关系是E，U表示办公室和钢筋加工区物流关系是U，两设施间基本没有物流关系，可以增大两者之间的距离。

表3-3 物流相关表



单位网格设置为5m×5m。

临时设施信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 设施名称 | 设施属性 | 设施尺寸（l×w） |
| F1 | 预制叠合板堆放区S1 | 生产区非固定设施 | 20×12 |
| F2 | 预制楼梯堆放区S2 | 生产区非固定设施 | 20×12 |
| F3 | 预制叠合板堆放区S3 | 生产区非固定设施 | 20×12 |
| F4 | 预制楼梯堆放区S4 | 生产区非固定设施 | 20×12 |
| F5 | 钢筋加工堆放棚 | 生产区非固定设施 | 24×12 |
| F6 | 木工一体板加工棚 | 生产区非固定设施 | 12×12 |
| F7 | 材料仓库 | 生产区非固定设施 | 25×12 |
| F8 | 建筑垃圾堆放区 | 生产区非固定设施 | 6×5 |
| F9 | 办公室 | 办公区非固定设施 | 39.6×5.6 |
| F10 | 工人宿舍 | 生活区非固定设施 | 39.6×5.6 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| F11 | 1#建筑 | 生产区固定设施 | 37×18.45 | （90，55） |
| F12 | 2#建筑 | 生产区固定设施 | 37×18.45 | （55，25） |
| F13 | 1#塔吊 | 生产区固定设施 | 3×3 | （120，60） |
| F14 | 2#塔吊 | 生产区固定设施 | 3×3 | （30，30） |
| F15 | 道路1 | 辅助生产区固定设施 | 140×8 | （85，80） |
| F16 | 道路2 | 辅助生产区固定设施 | 80×8 | （155，40） |
| F17 | 道路3 | 辅助生产区固定设施 | 155×8 | （80，5） |
| F18 | 道路4 | 辅助生产区固定设施 | 100×8 | （20，55） |

### 1.3目标函数3：噪音

设施p和设施q的距离采用式计算。

p=5，6；

q=5，6；

噪声污染计算公式如下：

式中，tq—临时设施q对应的工种的工人所接收到的噪音污染水平；

e—设施p相应噪音发射源，e=1，2...v；

Le—设施p施工噪声源产生的声压级，可由下式推导；

如果相应工作类型的工人和噪音源位于同一设施（p=q）时，则Le的计算公式如下

式中， LAeq—设备本身产生的声压级，后表直接给出；

如果相应工作类型的工人和噪音源不位于同一设施（p≠q）时，则Le的计算公式如

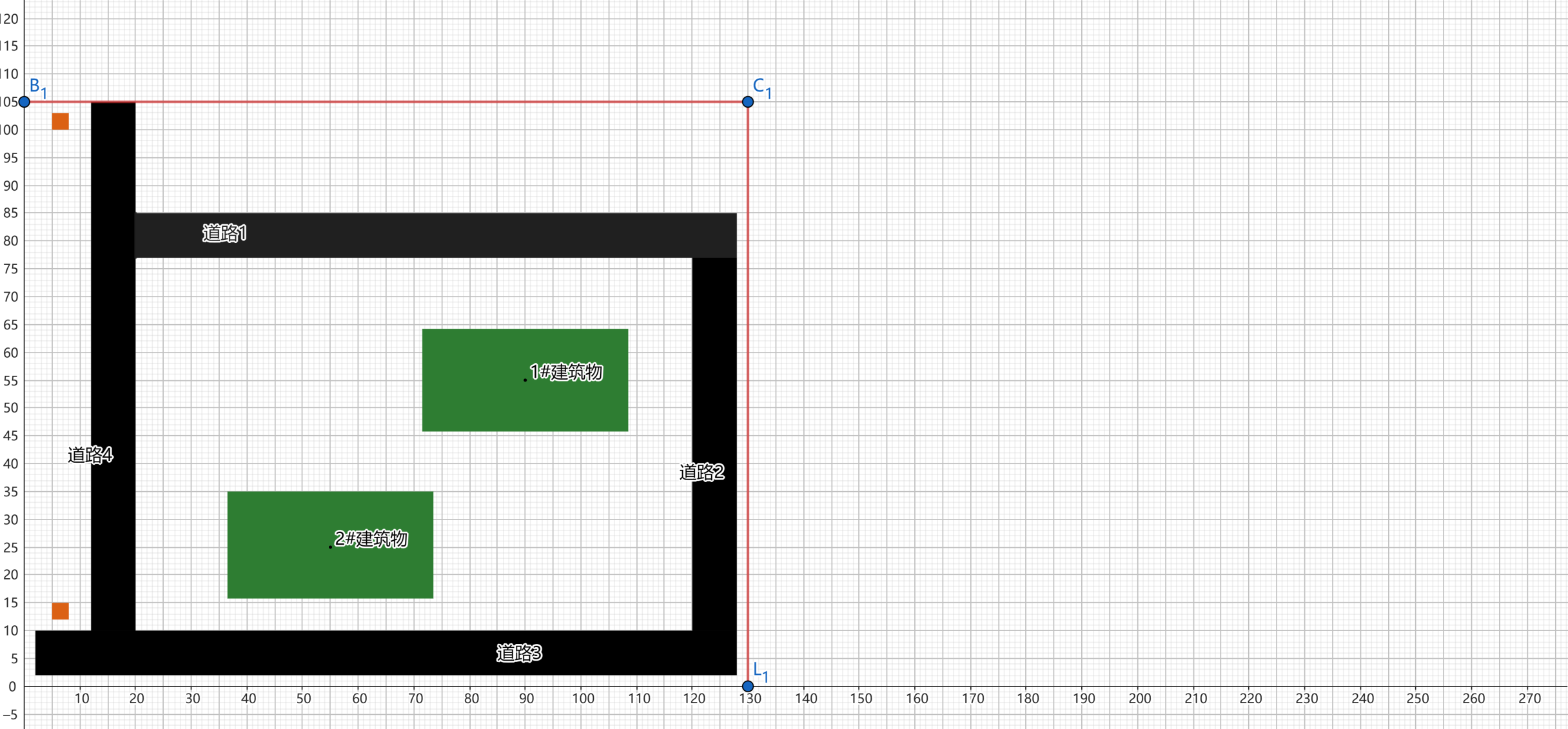
因此，

由于距离等各种消声因素的影响，使得产生噪声污染的设施p传至接受噪音的设施q时，不可避免减小，所以最终q接收的噪音声压级Le＜。

因此，为了减小噪声污染对场地内工人的影响，降低目标函数F1的数学表达式如下式3-5。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 噪声源e | 声压级[dB（A）] | 设施 | 工作类型 |
| S1 | 钢筋切断机 | 90 | F5 | 钢筋工人 |
| S2 | 钢筋调直机 | 86.5 | F5 | 钢筋工人 |
| S3 | 钢筋弯曲机 | 77.7 | F5 | 钢筋工人 |
| S4 | 台锯 | 95 | F6 | 木匠 |

### 二、约束条件



根据简化初始施工平面布置图，结合现场实际情况，划分其他临时设施可用场地的坐标范围如下：

### 2.1约束条件1：现场边界约束条件

式中，（，）—临时设施i的形心坐标为，i设施x方向长度为，y方向长度为。

i=1，2，3，4，5，6，7，8，9，10；

### 2.1约束条件2：设施重叠约束

i=1，2，3，4，5，6，7，8，9，10，11，12，13，14，15，16，17，18；

i=1，2，3，4，5，6，7，8，9，10，11，12，13，14，15，16，17，18；

，均为3

式中，i设施x方向长度为，y方向长度为。

j设施x方向长度为，y方向长度为。

### 2.3约束条件3：塔吊覆盖约束

两台塔吊（F13和F14）的起重范围为56m。叠合板堆场F1、楼梯堆场F2的范围为F12，而叠合板堆场F1、楼梯堆场F2的范围为F13，因此，塔吊的约束表示如下。

塔吊1（F12）：

i=1，2；

塔吊2（F13）：

i=3，4；

钢筋加工堆放棚（F5）、木工一体板加工棚（F6）必须位于两台塔吊的可达范围之内

i=5，6；