### 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 | （7，31） | 0.5 |
| 楼梯供应点S2 | （30，48） | 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S1 | （86，96） | 0.5 |
| 楼梯供应点S2 | （100.6，96） | 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

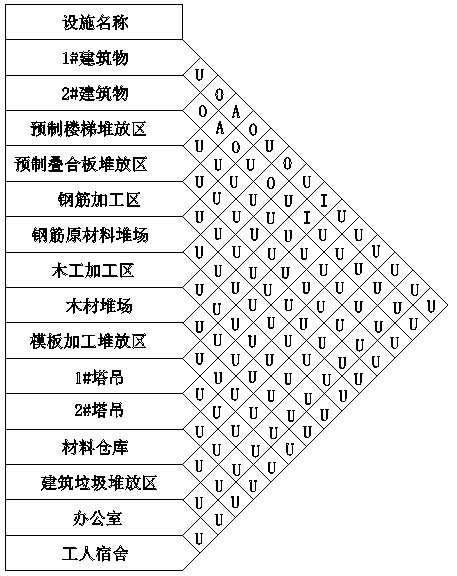
式中，p、q—临时设施，p=1，2...n，q=1，2...m；

Cpq—设施p和设施q单位距离产生的流动费用，根据物流强度表赋值A=7776， E=1296，I=216，O=36，U=6，X=1；

dpq—设施p和设施q的距离；

wij—塔吊吊运构件及材料单位距离和单位时间所需要的费用；

物流强度表



临时设施信息

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 设施名称 | 设施属性 | 设施尺寸（m×m） | 坐标 |
| F1 | 预制楼梯堆放区 | 生产区非固定设施 | 20×12 | （30，48） |
| F2 | 预制叠合板堆放区 | 生产区非固定设施 | 20×12 | （7，31） |
| F3 | 钢筋加工区 | 生产区非固定设施 | 24×12 | （50，94） |
| F4 | 钢筋原材料堆放区 | 生产区非固定设施 | 18×15 | （66，94） |
| F5 | 木工加工区 | 生产区非固定设施 | 12×12 | （89.93） |
| F6 | 木材堆场 | 生产区非固定设施 | 12×12 | （102，93） |
| F7 | 模板加工堆放区 | 生产区非固定设施 | 15×12 | （39，68） |
| F8 | 材料仓库 | 生产区非固定设施 | 12×13 | （99，97） |
| F9 | 建筑垃圾堆放区 | 生产区非固定设施 | 6×5 | （82，97） |
| F10 | 办公室 | 办公区非固定设施 | 39.6×5.6 | （5，73） |
| F11 | 工人宿舍 | 生活区非固定设施 | 39.6×5.6 | （129，98） |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| F12 | 1#建筑 | 生产区固定设施 | 37×18.45 | （93，57） |
| F13 | 2#建筑 | 生产区固定设施 | 37×18.45 | （56，25） |
| F14 | 1#塔吊 | 生产区固定设施 | 3×3 | （92，77） |
| F15 | 2#塔吊 | 生产区固定设施 | 3×3 | （53，47） |
| F16 | 道路1 | 辅助生产区固定设施 | 143×8 | （87，82） |
| F17 | 道路2 | 辅助生产区固定设施 | 84×8 | （154，44） |
| F18 | 道路3 | 辅助生产区固定设施 | 156×8 | （80，6） |
| F19 | 道路4 | 辅助生产区固定设施 | 102×8 | （19，57） |

### 1.3目标函数3：噪音

设施p和设施q的距离采用式计算。

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，q=1，2...m；

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 | 钢筋加工棚 | 钢筋工人 |
| S2 | 钢筋调直机 | 86.5 | 钢筋加工棚 | 钢筋工人 |
| S3 | 钢筋弯曲机 | 77.7 | 钢筋加工棚 | 钢筋工人 |
| S4 | 台锯 | 95 | 木工加工棚、模板加工棚 | 木匠、安模板工 |
| S5 | 台锯 | 95 | 木工加工棚、模板加工棚 | 木匠、安模板工 |

### 二、约束条件

### 2.1约束条件1：现场边界约束条件

式中，、—场地边界在x方向坐标的范围；（0，164）

、—场地边界在y方向坐标的范围；（0，106）

### 2.1约束条件2：设施重叠约束

表 施工现场临时用房、临时设施的防火间距（m）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 办公用房、宿舍 | 发电机房、变配电房 | 可燃材料库房 | 可燃燃料堆场及其加工场 | 固定动火作业场 | 易燃易爆危险品库房 |
| 办公用房、宿舍 | 4 | 4 | 5 | 7 | 7 | 10 |
| 发电机房、变配电房 | 4 | 4 | 5 | 7 | 7 | 10 |
| 可燃材料库房 | 5 | 5 | 5 | 7 | 7 | 10 |
| 可燃燃料堆场及其加工场 | 7 | 7 | 7 | 7 | 10 | 10 |
| 固定动火作业场 | 7 | 7 | 7 | 10 | 10 | 12 |
| 易燃易爆危险品库房 | 10 | 10 | 10 | 10 | 12 | 12 |

所以在设施重叠约束中加入消防安全距离、。设施重叠约束使用式3-2不等式进行表达，设施重叠约束条件见

式中，L—设施的长度；

W—设施的宽度；

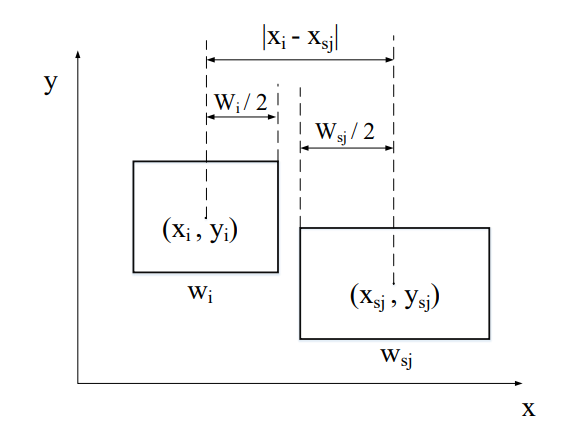


图 设施重叠约束图

### 2.3约束条件3：塔吊覆盖约束

R=58m