

## A 题 钢材制造业中的钢材切割下料问题

某钢材生产制造商的钢材切割流程如图1所示。其中开卷上料环节将原材料钢卷放在开卷机上，展开放平送至右侧操作区域（见图2）。剪切过程在剪切台上完成，剪切台上依次有切头剪和圆盘剪。

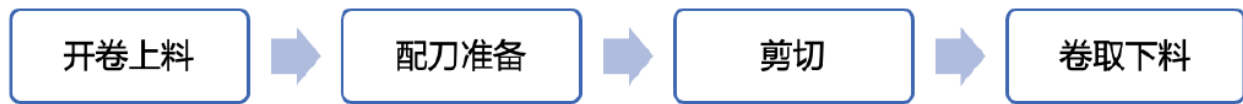


图 1 钢材切割流程

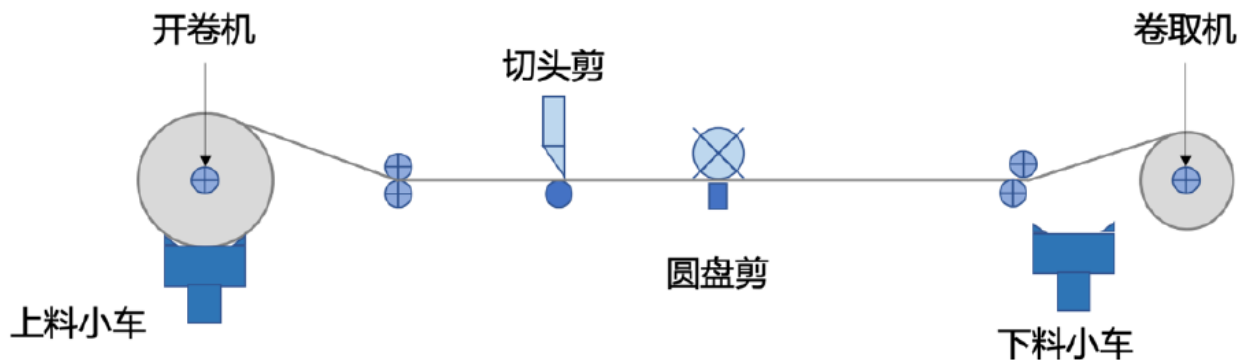


图 2 钢材操作区域示意图

圆盘剪（见图3）用旋转的圆盘刀片连续对纵向运动着的原材料进行切割。在圆盘剪剪切前，需根据订单切割方案进行排刀。假设排刀架上可以以任意间距排刀，但刀具数量是有限制的，一次排刀上限不能超过5刀。用同一排刀方案切割得到的订单称为一组订单，切割不同组时需要工人重新排刀，称为一次换刀。切割每卷原材料之间均需要换刀。切头剪为“一刀切”，即将整个钢板横向完全切断。图4-1 中的横向切割（红色虚线所示）不满足一刀切要求，无法用切头剪实现，图4-2的横向切割（红色虚线所示）则符合要求。

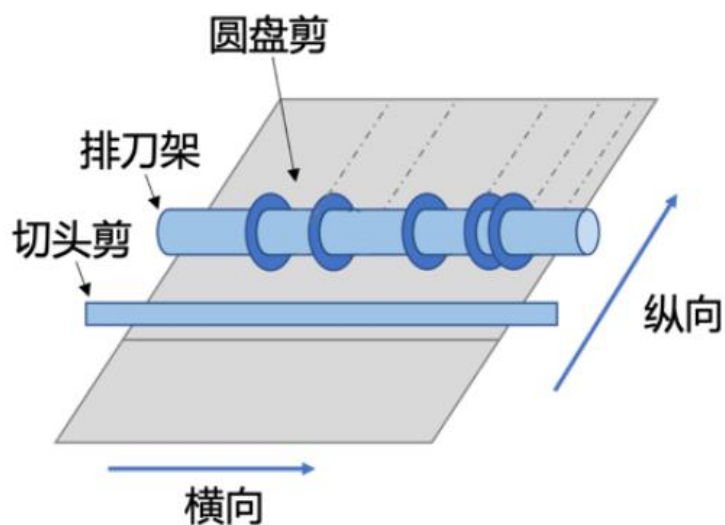


图3 圆盘剪示意图

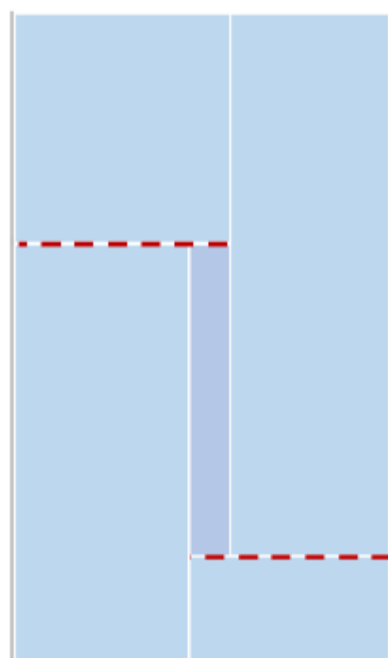


图4-1：横向切割1

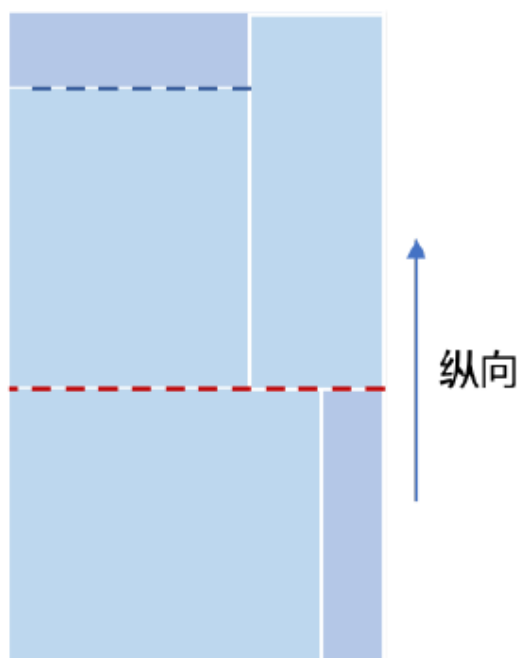


图4-2：横向切割2

经过横向切割后，当且仅当某些订单还需要额外横向一刀将其与废料分开，则将这些订单移至小机器再次切割（见图4-2 蓝色虚线）。同一组内相同订单可以通过一刀同时变成成品。钢材切割订单有两种，分别是板料订单和卷料订单。切完的板料订单直接通过下料小车包装入库，卷料则需要先通过卷取机压臂成卷再入库。

原料在切割成品的同时若有剩余，且符合余料标准（见附件2），则可将这部分按照余料标

准回收入库，供下次切割使用。不符合余料标准的称为废料，必须丢弃。成材率定义为，被切割成成品的面积加上可回库的余料面积与使用原料总面积之比。

更详细的切割说明可参考附件1 某原材料切割方案说明.xlsx。

工厂未来一批订单需求已给出，订单需求数量必须恰好满足（不允许超额供应）。根据工厂现有原料切割订单，每种原料的使用数目不能超过其库存。请建立数学模型解决下面的问题。

问题1：针对给出的所有原料，请使用最少张数的原材料，满足对5种卷料的要求（不考虑浮动比例），同时尽量提高总的成材率，给出切割方案。

问题2：针对给出的所有原料，请使用最少张数的原材料，满足对所有订单的要求（不考虑浮动比例），同时尽量提高总的成材率，给出切割方案。

问题3：圆盘剪每次排刀需要人工更换刀在排刀架上的位置，同时若有材料需要被移到小机器上再次切割也需要人为操作。为减少人力成本，希望尽量减少换刀数和在小机器上切割数。针对给出的所有原料，请使用最少张数的原材料，满足对所有订单的

针对给出的所有原料，请使用最少张数的原材料，满足对所有订单的要求（不考虑浮动比例）。同时尽量减少换刀数和在小机器上切割数，并尽量提高总的成材率。给出切割方案。

问题4：若订单额外指定了浮动比例，则交付的订单长度可在需求长度的基础上上下浮动。例如，规定浮动比例为5%，则切割出的长度在原有长度的95%到105%之间均满足要求。请重新按照第2 问的要求，给出切割方案。

另外，请在完成论文基础上，将每问切割方式信息填入“提交结果.xlsx”文件对应表单中。

填入数据要求如下：

问题1 结果输出数据包括：

材料编号，张数，订单1，订单2，订单3，订单4, 订单5，成材率，可回库余料1 长, 可回库余料1 宽。

说明：这里订单*i* 指切割得到的订单*i* 数量，没有则填0。无可回库余料则填0，不满足条件的废料不用填入；有更多可回库余料可继续往后填。后面问题同。

问题2 结果输出数据包括：

材料编号，张数，订单1，订单2，…，订单15, 成材率, 可回库余料1 长, 可回库余料1 宽。

问题3 结果输出数据包括：

材料编号，张数，订单1，订单2，…，订单15，换刀次数, 小机器切割次数，成材率，可回

库余料1 长,可回库余料1 宽。

问题4 结果输出数据包括:

材料编号, 张数, 订单1, 订单2, ..., 订单15, 成材率, 订单1 浮比, 订单4 浮比, 订单5 浮比, 订单7 浮比, 订单8 浮比, 订单12 浮比, 订单15 浮比, 可回库余料1 长, 可回库余料1 宽。(这里浮比指订单长度的浮动比例, 如在原来长度基础上增加2%则填2%, 如在原来长度基础上降低3%则填-3%)

附件1: 某原材料切割方案说明.xlsx

附件2: 余料标准

1. 长度不小于50000, 且宽度不小于100
2. 长度和宽度, 其中一个不小于2000, 另一个不小于1000

附件3: 工厂现有原料表

表1: 工厂现有原料表

原料编号	长度	宽度	库存(张)
1	148623.91	1519.91	5
2	32960.49	999.35	10
3	75508.72	1232.32	8
4	14091.52	920.62	2
5	75040.31	1573.71	3
6	138570.39	844.99	10
7	98641.28	1184.54	12
8	114074.27	879.02	9
9	104637.72	969.02	3
10	58023.82	1785.45	10

附件4：订单需求表

表2：订单需求表

订单编号	长度	宽度	需求量（张）	浮动比例	种类
<b>1</b>	44351.13	422.88	36	5%	卷料
<b>2</b>	39229.01	282.88	29		卷料
<b>3</b>	54787.74	268.36	42		卷料
<b>4</b>	45284.39	277.70	32	1%	卷料
<b>5</b>	53479.79	332.29	18	10%	卷料
<b>6</b>	897.32	603.06	38		板料
<b>7</b>	896.09	714.72	23	10%	板料
<b>8</b>	1096.33	435.84	31	10%	板料
<b>9</b>	890.53	343.08	40		板料
<b>10</b>	752.61	641.45	42		板料
<b>11</b>	970.16	667.21	34		板料
<b>12</b>	998.29	472.30	25	5%	板料
<b>13</b>	1024.87	340.51	24		板料
<b>14</b>	621.91	476.60	22		板料
<b>15</b>	1243.03	471.25	28	10%	板料