

# 机械原理课程设计题目

## 题目 1 健身球检验分类机

### 1.1 设计题目

设计健身球自动检验分类机，将不同直径尺寸的健身球（石料）按直径分类。检测后送入各自指定位置，整个工作过程（包括进料、送料、检测、接料）自动完成。

健身球直径范围为 $\phi 40 \sim \phi 46\text{mm}$ ，要求分类机将健身球按直径的大小分为三类。

1.  $\phi 40 \leq \text{第一类} \leq \phi 42$
2.  $\phi 42 < \text{第二类} \leq \phi 44$
3.  $\phi 44 < \text{第三类} \leq \phi 46$

其他技术要求见表 1:

表 1 健身球分类机设计数据

| 方案号 | 电动机转速<br>r/min | 生产率（检球速度）<br>个/min |
|-----|----------------|--------------------|
| A   | 1440           | 20                 |
| B   | 960            | 10                 |
| C   | 720            | 15                 |

### 1.2 设计任务

1. 健身球检验分类机一般至少包括凸轮机构，齿轮机构在内的三种机构。
  2. 设计传动系统并确定其传动比分配。
  3. 图纸上画出健身球检验分类机的机构运动方案简图和运动循环图。
  4. 图纸上画凸轮机构设计图（包括位移曲线、凸轮廓线和从动件的初始位置）；要求确定运动规律，选择基圆半径，校核最大压力角与最小曲率半径，确定凸轮廓线。盘状凸轮用电算法设计，圆柱凸轮用图解法设计。
  5. 设计计算其中一对齿轮机构。
  6. 编写设计计算说明书。
  7. 学生可进一步完成：凸轮的数控加工，健身球检验分类机的计算机演示验证等。
- 表 2 为设计任务分配表。

表 2 设计任务分配表

|       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 学生编号  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 电动机转速 | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| 生产率   | A | B | C | B | C | A | C | A | B |

## 1.3 设计提示

健身球自动检验分类机是创造性较强的一个题目，可以有多种运动方案实现。一般的思路在于：

1. 球的尺寸控制可以靠三个不同直径的接料口实现。例如：第一个接料口直径为 42mm，中间接料口直径为 44mm，而第三个接料口直径稍大于 46mm。使直径小于（等于）42mm 的球直接落入第一个接料口，直径大于 42mm 的球先卡在第一个接料口，然后由送料机构将其推出滚向中间接料口。以此类推。

2. 球的尺寸控制还可由凸轮机构实现。

3. 此外，需要设计送料机构、接料机构、间歇机构等。可由曲柄滑块机构、槽轮机构等实现。

## 题目 2 半自动钻床

### 2.1 设计题目

设计加工图 1 所示工件 $\phi 12\text{mm}$  孔的半自动钻床。进刀机构负责动力头的升降，送料机构将被加工工件推入加工位置，并由定位机构使被加工工件可靠固定。

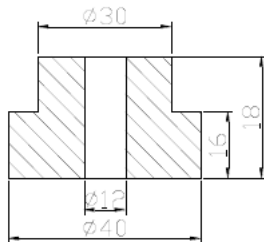


图 1 加工工件

半自动钻床设计数据参看表 3。

表 3 半自动钻床凸轮设计数据

| 方案号 | 送料机构<br>工作行程<br>mm | 定位机构<br>工作行程<br>mm | 动力头<br>工作行程<br>mm | 电动机转速<br>r/mm | 工作节拍<br>(生产率)<br>件/min |
|-----|--------------------|--------------------|-------------------|---------------|------------------------|
| A   | 40                 | 30                 | 15                | 1450          | 1                      |
| B   | 35                 | 25                 | 20                | 1400          | 2                      |
| C   | 30                 | 20                 | 10                | 960           | 1                      |

### 2.2 设计任务

1. 半自动钻床至少包括凸轮机构、齿轮机构在内的三种机构。
2. 设计传动系统并确定其传动比分配。
3. 图纸上画出半自动钻床的机构运动方案简图和运动循环图。
4. 凸轮机构的设计计算。按各凸轮机构的工作要求，自选从动件的运动规律，确定基圆半径，校核最大压力角与最小曲率半径。对盘状凸轮要用电算法计算出理论廓线、实际廓线值。画出从动件运动规律线图及凸轮廓线图。
5. 设计计算其他机构。
6. 编写设计计算说明书。
7. 学生可进一步完成：凸轮的数控加工，半自动钻床的计算机演示验证等。

### 2.3 设计提示

1. 钻头由动力头驱动，设计者只需考虑动力头的进刀（升降）运动。
2. 除动力头升降机构外，还需要设计送料机构、定位机构。各机构运动循环要求见表

4。

3. 可采用凸轮轴的方法分配协调各机构运动。

表 4 机构运动循环要求

| 凸轮轴<br>转角 | 10° | 20° | 30° | 45° | 60° | 75° | 90° | 105°~270° | 300° | 360° |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|------|------|
| 送料        | 快进  |     |     | 休止  | 快退  |     |     | 休止        |      |      |
| 定位        | 休止  | 快进  |     | 休止  | 快退  |     |     | 休止        |      |      |
| 进刀        | 休止  |     |     |     |     | 快进  |     | 快进        | 快退   | 休止   |

### 题目3 压片成形机

#### 3.1 设计题目

设计自动压片成形机，将具有一定湿度的粉状原料（如陶瓷干粉、药粉）定量送入压形位置，经压制成形后脱离该位置。机器的整个工作过程（送料、压形、脱离）均自动完成。该机器可以压制陶瓷圆形片坯、药剂（片）等。设计数据见表5。

表5 压片成形机设计数据

| 方案号 | 电动机转速<br>r/min | 生产率<br>片/min | 成品尺寸(Φ×d)<br>mm, mm | 冲头压力<br>kg | $\delta$ | m冲<br>kg | m杆<br>kg |
|-----|----------------|--------------|---------------------|------------|----------|----------|----------|
| A   | 1450           | 10           | 100×60              | 15,000     | 0.10     | 12       | 5        |
| B   | 970            | 15           | 60×35               | 10,000     | 0.08     | 10       | 4        |
| C   | 970            | 20           | 40×20               | 10,000     | 0.05     | 9        | 3        |

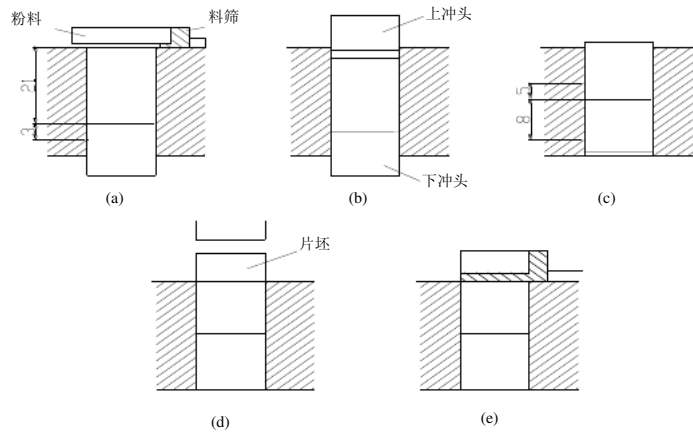


图2 压片成形机工艺动作

如图2所示，压片成形机的工艺动作是：

1. 干粉料均匀筛入圆筒形型腔（图2a）。
2. 下冲头下沉3mm，预防上冲头进入型腔时粉料扑出（图2b）。
3. 上、下冲头同时加压（图2c），并保持一段时间。
4. 上冲头退出，下冲头随后顶出压好的片坯（图2d）。
5. 料筛推出片坯（图2e）。

上冲头、下冲头、送料筛的设计要求是：

1. 1. 上冲头完成往复直移运动（铅锤上下），下移至终点后有短时间的停歇，起保压作用，保压时间为 0.4 秒左右。因冲头上升后要留有料筛进入的空间，故冲头行程为 90~100mm。因冲头压力较大，因而加压机构应有增力功能（图 3a）。
2. 2. 下冲头先下沉 3mm，然后上升 8mm，加压后停歇保压，继而上升 16mm，将成型片坯顶到与台面平齐后停歇，待料筛将片坯推离冲头后，再下移 21mm，到待料位置（图 3b）。
3. 3. 料筛在模具型腔上方往复振动筛料，然后向左退回。待批料成型并被推出型腔后，料筛在台面上右移约 45~50mm，推卸片坯（图 3c）。

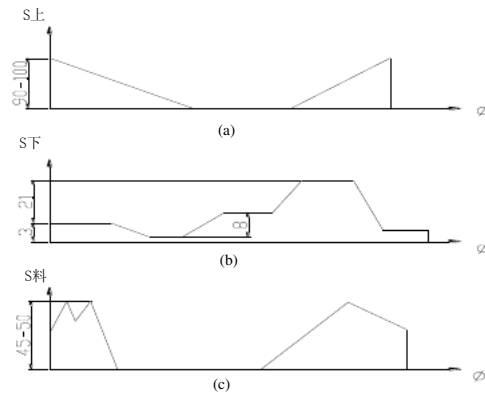


图 3 设计要求

上冲头、下冲头与送料筛的动作关系见表 6。

表 6 动作关系

|     |   |    |   |    |
|-----|---|----|---|----|
| 上冲头 | 进 |    | 退 |    |
| 送料筛 | 退 | 近休 | 进 | 远休 |
| 下冲头 | 退 | 近休 | 进 | 远休 |

### 3.2 设计要求

1. 压片成形机一般至少包括连杆机构、凸轮机构、齿轮机构在内的三种机构。
2. 画出机器的运动方案简图与运动循环图。拟定运动循环图时，可执行构件的动作起止位置可根据具体情况重叠安排，但必须满足工艺上各个动作的配合，在时间和空间上不能出现“干涉”。
3. 设计凸轮机构，自行确定运动规律，选择基圆半径，校核最大压力角与最小曲率半径。计算凸轮廓线。
4. 设计计算齿轮机构。
5. 对连杆机构进行运动设计。并进行连杆机构的运动分析，绘出运动线图。如果是采用

连杆机构作为下冲压机构，还应进行连杆机构的动态静力分析，计算飞轮转动惯量。

6. 编写设计计算说明书。

7. 学生可进一步完成：机器的计算机演示验证、凸轮的数控加工等。

### 3.3 设计提示

1. 各执行机构应包括：实现上冲头运动的主加压机构、实现下冲头运动的辅助加压机构、实现料筛运动的上下料机构。各执行机构必须能满足工艺上的运动要求，可以有多种不同形式的机构供选用。如连杆机构、凸轮机构等。

2. 由于压片成形机的工作压力较大，行程较短，一般采用肘杆式增力冲压机构作为主体机构，它是由曲柄摇杆机构和摇杆滑块机构串接而成。先设计摇杆滑块机构，为了保证，要求摇杆在铅垂位置的 $\pm 2^\circ$ 范围内滑块的位移量 $\leq 0.4\text{mm}$ 。据此可得摇杆长度

$$r \leq \frac{0.4}{1 + \lambda - \cos 2^\circ - \sqrt{\lambda^2 - \sin^2 2^\circ}}$$

式中  $\lambda = \frac{L}{r}$  —— 摇杆滑块机构中连杆与摇杆长度之比，一般取 1~2。

根据上冲头的行程长度，即可得摇杆的另一极限位置，摇杆的摆角以小于  $60^\circ$  为宜。设计曲柄摇杆机构时，为了“增力”，曲柄的回转中心可在过摇杆活动铰链、垂直于摇杆铅垂位置的直线上适当选取，以改善机构在冲头下极限位置附近的传力性能。根据摇杆的三个极限位置（ $\pm 2^\circ$  位置和另一极限位置），设定与之对应的曲柄三个位置，其中对应于摇杆的两个位置，曲柄应在与连杆共线的位置，曲柄另一个位置可根据保压时间来设定，则可根据两连架杆的三组对应位置来设计此机构。设计完成后，应检查曲柄存在条件，若不满足要求，则重新选择曲柄回转中心。也可以在选择曲柄回转中心以后，根据摇杆两极限位置时曲柄和连杆共线的条件，确定连杆和曲柄长度，在检查摇杆在铅垂位置 $\pm 2^\circ$ 时，曲柄对应转角是否满足保压时间要求。曲柄回转中心距摇杆铅垂位置愈远，机构行程速比系数愈小，冲头在下极限位置附近的位移变化愈小，但机构尺寸愈大。

3. 辅助加压机构可采用凸轮机构，推杆运动线图可根据运动循环图确定，要正确确定凸轮的基圆半径。为了便于传动，可将筛料机构置于主体机构曲柄同侧。整个机构系统采用一个电动机集中驱动。要注意主体机构曲柄和凸轮机构起始位置间的相位关系，否则机器将不能正常工作。

4. 可通过对主体机构进行的运动分析以及冲头相对于曲柄转角的运动线图，检查保压时间是否近似满足要求。进行机构动态静力分析时，要考虑各杆（曲柄除外）的惯性力和惯性力偶，以及冲头的惯性力。冲头质量  $m_{\text{冲}}$ 、各杆质量  $m_{\text{杆}}$ （各杆质心位于杆长中点）以及机器运转不均匀系数  $\delta$  均见表 8.5，则各杆对质心轴的转动惯量可求。认为上下冲头同时加压和保压时生产阻力为常数。飞轮的安装位置由设计者自行确定，计算飞轮转动惯量时可不考

考虑其他构件的转动惯量。确定电动机所需功率时还应考虑下冲头运动和料筛运动所需功率。



## 题目 4 旋转型灌装机

### 4.1 设计题目

设计旋转型灌装机。在转动工作台上对包装容器（如玻璃瓶）连续灌装流体（如饮料、酒、冷霜等），转台有多工位停歇，以实现灌装、封口等工序。为保证在这些工位上能够准确地灌装、封口，应有定位装置。如图 8.4 中，工位 1：输入空瓶；工位 2：灌装；工位 3：封口；工位 4：输出包装好的容器。

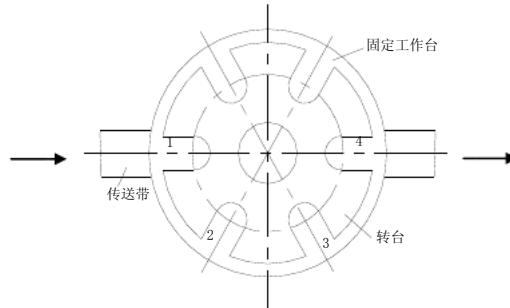


图 4 旋转型灌装机

该机采用电动机驱动，传动方式为机械传动。技术参数见表 7。

表 7 旋转型灌装机技术参数

| 方案号 | 转台直径<br>mm | 电动机转速<br>r/min | 灌装速度<br>r/min |
|-----|------------|----------------|---------------|
| A   | 600        | 1440           | 10            |
| B   | 550        | 1440           | 12            |
| C   | 500        | 960            | 10            |

### 4.2 设计任务

1. 旋转型灌装机应包括连杆机构、凸轮机构、齿轮机构等三种常用机构。
2. 设计传动系统并确定其传动比分配。
  3. 图纸上画出旋转型灌装机的运动方案简图，并用运动循环图分配各机构运动节拍。
  4. 电算法对连杆机构进行速度、加速度分析，绘出运动线图。图解法或解析法设计平面连杆机构。
  5. 凸轮机构的设计计算。按凸轮机构的工作要求选择从动件的运动规律，确定基圆半径，校核最大压力角与最小曲率半径。对盘状凸轮要用电算法计算出理论廓线、实际廓线值。画出从动件运动规律线图及凸轮廓线图。
6. 齿轮机构的设计计算。

7. 编写设计计算说明书。
8. 学生可进一步完成：平面连杆机构（或灌装机）的计算机动态演示等。

#### 4.3 设计提示

1. 采用灌瓶泵灌装流体，泵固定在某工位的上方。
2. 采用软木塞或金属冠盖封口，它们可由气泵吸附在压盖机构上，由压盖机构压入（或通过压盖模将瓶盖紧固在）瓶口。设计者只需设计作直线往复运动的压盖机构。压盖机构可采用移动导杆机构等平面连杆机构或凸轮机构。
3. 此外，需要设计间歇传动机构，以实现工作转台间歇传动。为保证停歇可靠，还应有定位（锁紧）机构。间歇机构可采用槽轮机构、不完全齿轮机构等。定位（锁紧）机构可采用凸轮机构等。

## 题目 5 热镦挤送料机械手

### 5.1 设计题目

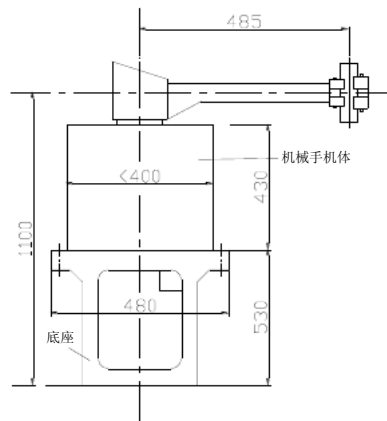


图 5 机械手的外观图

设计二自由度关节式热镦挤送料机械手，由电动机驱动，夹送圆柱形镦料，往 40 吨镦头机送料。以方案 A 为例，它的动作顺序是：手指夹料，手臂上摆  $15^\circ$ ，手臂水平回转  $120^\circ$ ，手臂下摆  $15^\circ$ ，手指张开放料。手臂再上摆，水平反转，下摆，同时手指张开，准备夹料。主要要求完成手臂上下摆动以及水平回转的机械运动设计。图 5 为机械手的外观图。技术参数见表 8。

表 8 热镦挤送料机械手技术参数

| 方案号 | 最大抓重<br>kg | 手指夹持工<br>件最大直径<br>mm | 手臂回转<br>角度<br>( $^\circ$ ) | 手臂回转<br>半径<br>mm | 手臂上下<br>摆动角度<br>( $^\circ$ ) | 送料<br>频率<br>次/min | 电动机<br>转速<br>r/min |
|-----|------------|----------------------|----------------------------|------------------|------------------------------|-------------------|--------------------|
| A   | 2          | 25                   | 120                        | 685              | 15                           | 15                | 1450               |
| B   | 3          | 30                   | 100                        | 700              | 20                           | 10                | 960                |
| C   | 1          | 15                   | 110                        | 500              | 15                           | 20                | 1440               |

### 5.2 设计任务

1. 机械手一般包括连杆机构、凸轮机构和齿轮机构。
2. 设计传动系统并确定其传动比分配。
3. 设计平面连杆机构。对所设计的平面连杆机构进行速度、加速度分析，绘制运动线图。
4. 设计凸轮机构。按各凸轮机构的工作要求选择从动件的运动规律，确定基圆半径，校核最大压力角与最小曲率半径。对盘状凸轮要用电算法计算出理论廓线、实际廓线值。画出从动件运动规律线图及凸轮廓线图。

5. 设计计算齿轮机构。
6. 编写设计计算证明书。
7. 学生可进一步完成：凸轮的数控加工、机械手的计算机动态演示验证等。

### 5.3 设计提示

1. 机械手主要由手臂上下摆动机构、手臂回转机构组成。工件水平或垂直放置。设计时可以不考虑手指夹料的工艺动作。
2. 此机械手为空间机构，确定设计方案后应计算空间自由度。
3. 此机械手可按闭环传动链设计。

## 题目 6 巧克力糖包装机

### 6.1 设计题目

设计巧克力糖自动包装机。包装对象为圆台状巧克力糖（图 6），包装材料为厚 0.008mm 的金色铝箔纸。包装后外形应美观挺拔，铝箔纸无明显损伤、撕裂和褶皱（图 7）。包装工艺方案为：纸坯型式采用卷筒纸，纸片水平放置，间歇剪切式供纸（图 8）。包装工艺动作为：1. 将 64mm×64mm 铝箔纸覆盖在巧克力糖  $\phi 17\text{mm}$  小端正上方；2. 使铝箔纸沿糖块锥面强迫成形；3. 将余下的铝箔纸分半，先后向  $\phi 24\text{mm}$  大端面上褶去，迫使包装纸紧贴巧克力糖。

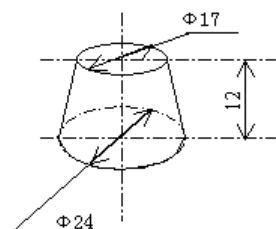


图 6 圆台状巧克力糖

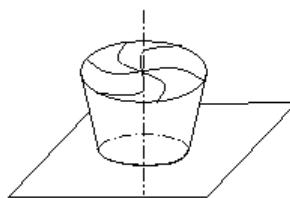


图 7 包装后的巧克力糖

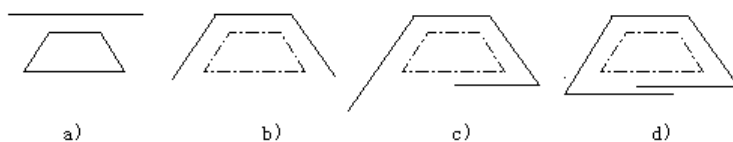


图 8 包装工艺动作

表 9 设计数据表

| 方案号                    | A    | B    | C    | D   | E   | F   | G   | H   |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 电动机转速<br>r/min         | 1440 | 1440 | 1440 | 960 | 960 | 820 | 820 | 780 |
| 每分钟包装<br>糖果数目<br>个/min | 120  | 90   | 60   | 120 | 90  | 90  | 80  | 60  |

具体设计要求如下：

1. 要求设计糖果包装机的间歇剪切供纸机构、铝箔纸锥面成形机构、褶纸机构以及巧克力糖果的送推料机构。
2. 整台机器外形尺寸（宽×高）不超过 800mm×1000mm。

4. 锥面成形机构不论采用平面连杆机构、凸轮机构或者其他常用机构，要求成形动作尽量等速，起动与停顿时冲击小。

## 6.2 设计任务

1. 巧克力糖包装机一般应包括凸轮机构、平面连杆机构、齿轮机构等。
2. 设计传动系统并确定其传动比分配。
3. 图纸上画出机器的机构运动方案简图和运动循环图。
  4. 设计平面连杆机构。并对平面连杆机构进行运动分析，绘制运动线图。
  5. 设计凸轮机构。确定运动规律，选择基圆半径，计算凸轮轮廓线值，校核最大压力角与最小曲率半径。绘制凸轮机构设计图。
  6. 设计计算齿轮机构。
  7. 编写设计计算说明书。
  8. 学生可进一步完成凸轮的数控加工。

## 6.3 设计提示

1. 剪纸与供纸动作连续完成。
2. 铝箔纸锥面成形机构一般可采用凸轮机构、平面连杆机构等。
3. 实现褶纸动作的机构有多种选择：包括凸轮机构、摩擦滚轮机构等。
4. 巧克力糖果的送推料机构可采用平面连杆机构、凸轮机构。
5. 各个动作应有严格的时间顺序关系。

## 题目7 书本打包机

### 7.1 设计题目

设计书本打包机，在连续生产线上实现自动送书，用牛皮纸将一摞（5本）书包成一包，并在两端贴好标签，如图9所示。

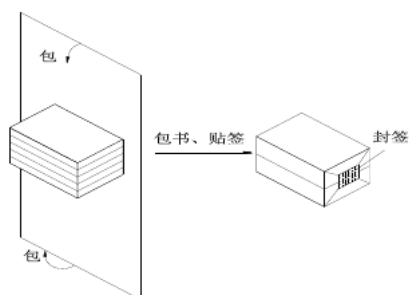


图9 书本打包机的功用

书摞的包、封过程工艺顺序及各工位布置分别如图10、11所示：

1. 送书。横向送一摞书进入流水线。
2. 推书。纵向推一摞书前进到工位 a，使它与工位 b~g 上的六摞书贴紧在一起。
3. 送纸。包装牛皮纸使用整卷筒纸，由上向下送够长度后裁切。
4. 继续推书前进到工位 b。在工位 b 书摞上下方设置有挡板，以挡住书摞上下方的包装纸，所以书摞被推到工位 b 时实现三面包装，这一工序共推动 a~g 的七摞书。
5. 推书机构回程。折纸机构动作，先折侧边将纸包成筒状，再折两端上、下边。
6. 继续折前角。将包装纸折成如图 11 实线所示位置的形状。
7. 再次推书前进折后角。推书机构又进到下一循环的工序 4，此时将工位 b 上的书推到工位 c。在此过程中，利用工位 c 两端设置的挡板实现折后角。
8. 在实现上一步工序的同时，工位 c 的书被推至工位 d。
9. 在工位 d 向两端涂浆糊。
10. 在工位 e 贴封签。
11. 在工位 f、g 用电热器把浆糊烘干。
12. 在工位 h，人工将包封好的书摞取下。

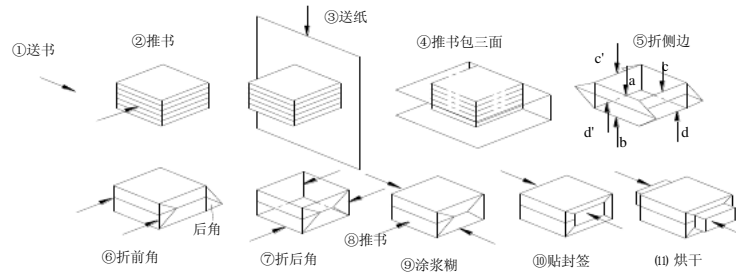


图 10 包、封工艺顺序

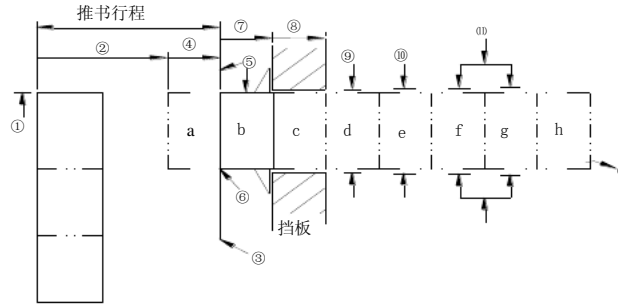


图 11 包、封工位布置（俯视图）

图 12 所示为由总体设计规定的各部分的相对位置和有关尺寸。其中 0 为机器主轴的位置，A 为机器中机构的最大允许长度，B 为最大允许高度， $y_0$  为工作台面距主轴的高度， $(x, y)$  为主轴的位置坐标， $(x_1, y_1)$  为纸卷的位置坐标。

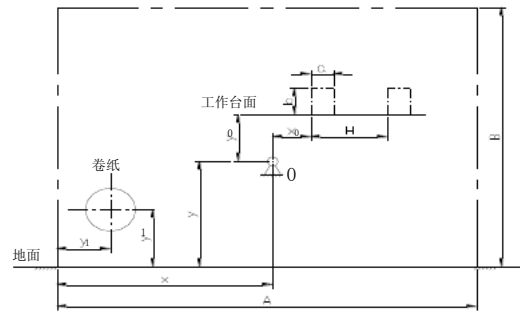


图 12 打包机各部分的相对位置及有关尺寸和范围

书本打包机具体技术要求为：



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/375101323040011232>