

# 邵阳职业技术学院

## 毕 业 设 计

产品设计	工艺设计	方案设计
		√

设计题目: 水果分级机的设计

学生姓名: 罗开旺

学 号: 201510301784

系 部: 电梯工程学院

专 业: 电梯工程技术

班 级: 电梯 1181

指导老师: 邓霜梅

二 0 二 一 年 六 月 一 日

# 目 录

[摘要].....	I
一、绪论.....	1
(一) 国内外发展的现状 .....	2
(二) 课题研究的意义 .....	3
二、总体设计.....	4
(一) 总体设计.....	4
(二) 分级机械的整体布局 .....	5
(三) 主要的结构分析与设计 .....	5
三、上料部分的设计.....	8
(一) 上料机的尺寸设计 .....	8
(二) 上料链条的设计 .....	12
(三) 上料动力轴的设计 .....	15
四、分级部分的设计.....	16
(一) 分级部分的布局设计 .....	16
(二) 分级部分链条的设计 .....	18
(三) 螺杆的设计 .....	19
(四) 分级链轮轴的设计 .....	22
五、成果.....	23
参考文献.....	24
致谢.....	25

# 水果分级机的设计

## [摘要]

现有的果品分选机大致分两种，一种是重力式分选机，另一种是网式分选机。重力式分选机结构复杂、体积大、价格高、重量重、移动不方便；而网式分选机适应性差，网径不可调，而不同的果品有大有小，如较小有枣、龙眼、核桃，较大的有苹果、柑桔、柚子；不同的果型状态大小也有差异，因此现有重力式分选机和网式分选机存在着的效率低，不适合在大型果品厂应用。

**关键词:**水果大小 果型状态大小 果品分级机种

# 一、绪论

## （一）国内外发展现状

### 1. 国外发展现状

国外早期的水果自动分级方法主要通过 CCD 相机，采用无损检测、计算机分析处理等手段对水果逐一进行分析判别后得出综合结论。利用机器视觉技术实现农产品内部品质无损检测是目前国际上正在研究的热点课题。除了使用信息处理技术，水果的质量无损检测手段包括近红外线、红外线检验等光学检验方法和高光谱、多光谱技术等。其发展趋势有以下几点：

1) 由于水果一般都比较娇嫩，容易擦伤或碰伤，采用传统的机械式分选分级机具难免会出现损伤，从而造成“降级”损失。随着科技水平的不断提高，各学科互相渗透日益普遍，光学、电子技术广泛应用到分选分级设备中。运用光、电技术，不仅效率高，检验精度也高，还可以测定果实的成熟度、含糖量、有否病虫害、空心等，对这些项目，传统机械式是无能为力的。运用光、电技术，还可以去掉很多繁杂的结构，机具紧凑、灵巧，可靠性高，甚至造价还低。

2) 为适应生产要求，机具的处理能力日渐提高自动化水平也不断提高，所需操作人员越来越少，因而成本不断下降。设备广泛实现了仪表化和数显化。

3) 注意改善劳动条件，在可能条件下，为操作者提供比较舒适的工作环境。

4) 逐步由单项检验发展为多项复合检验，联机群检成一线，可以对形状、成熟度、内部质量等方面按要求同时依次连续进行，这样可避免由于被检项目较多、多次装机几经周折而损伤果实，从而进一步提高了商品竞争能力。

5) 大力发展多品种通用分选机，可用于几种果实的分选。使用机械分选的一般是大、中型综合果树场或大型果品公司、蔬菜公司，由于果实品种较多，实现一机多用，只需更换部分部件及分选标准的指令，就可进行另一种水果或果菜的分选。这样，在分期收获的大忙时节，机具可充分利用，节约了机具设备的投资、存放场地和保养费用。

6) 新技术为市场需要服务，但要善于了解消费者的心理。目前，探测果实是否空心或内在质量时，广泛采用测透光率的方法，也有应用 X 射来测量。

7) 分选分级只是收获后包装前的一个环节而已，目前不少厂家已将分选、清洗、初加工、包装等几道工序连成一线，视生产的需要及果品的实际情况统一

考虑，而不必将分选分级另外划为一个独立部分。

## 2. 国内发展现状

如国内研究的对象大多在静态的状态下进行，另外以前对水果研究主要的是单渠道单指标的分级，对水果的多个品质指标进行检测时，处理速度较慢。对水果品质进行快速、全量检测，多渠道同时并行，国内学者需要继续研究与攻克的难题之一。同时，理论和实际还有很大的距离。目前我国水果所用的分级设备还仅限于机械分级法，即利用重量和大小分级设备进行分级；机器自动分级设备主要依靠于进口，应用并不广泛，主要用于一些大的生产厂商。

导致这一结果的不仅仅因起步晚。还有我国的国情所决定。在我国有小农经济的存在，许多果农自产自销没有规模。在水果采摘后他们会进行自行处理，进行简单的分级，为降低成本的情况下会选择小型的水果分级机械。对于一些小规模的水果加工厂，因其产品主要是在当地销售，品牌的知名度较低。以实现利益最大化的原则，也会选择机械式的分选机械来降低其生产成本。在国内市场需求这一大背景下，我们要在努力研发先进的分级设备的同时要兼顾低端产品的改造与创新。

### **（二）课题研究的意义**

水果的生产在我国整个农产品的生产中占有很大的比例。除满足国人的需求外，也大量出口国外，随着水果产量的增加，以及人们生活水平的提高，水果销售市场竞争日趋激烈，人们对水果的表 and 品质提出越来越高的要求。尤其是外销水果，为了提高水果品质与保鲜期限，出口前，必须进行分选、清洗、打蜡及分级等产后商品化处理。如果采用人工分选、分级，由于人工操作劳动量大、生产率低，势必造成成本提高且不利于水果产业的发展。因此，研究和开发水果产后自动化处理系列设备十分有必要。水果产后商品化处理，主要包括水果外部品质检测，果品表面保鲜与美化处理以及商标打印与包装处理等三方面的内容。水果的外部品质检测的项目有颜色、形状、大小、病斑和表面缺陷等。果品表面保鲜与美观处理主要指清洗表皮、表皮上保鲜剂及表皮打蜡增加光泽等内容。

基于水果的营养特点，营养学家已把水果作为食物结构中的一个重要组成部分，并指出了为维持人体健康，每人每年需要食用 80kg 左右水果的指标。随着社会生活水平的提高，对健康意识的增强。人们不仅对水果的需求量越来越大而

且对水果品质的要求也越来越高，水果的分选变得越来越重要[5]；不仅如此随着劳动者文化水平的提高，他们将农业经营管理的理论实践于农业生产中。不再用原始的粗狂式经营方法，而是懂得将水果进行分级处理。不同等级的价格不同，从而获得更大的利润，实现利益最大化。可见水果分级不仅是广大消费者的要求，更是农业劳动生产者自主性的生产劳动。而水果有着分选工作时效性强、标准高的特点。如果靠人工实现分选工作，将增加生产劳动者的劳动负担。而且人工劳动不仅效率低且成本较高。因此实现机械化、自动化作业势在必行。

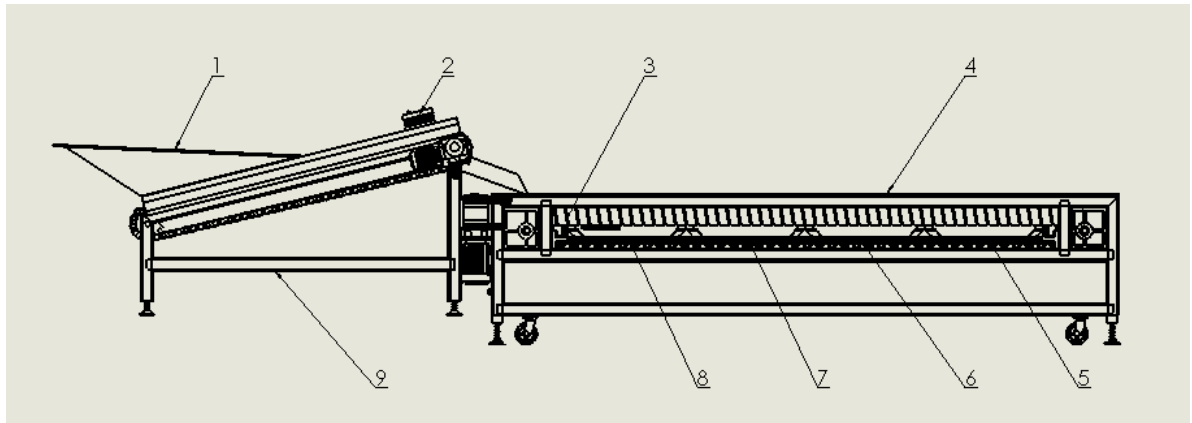
随着需求的增长我国的水果产业面临着机遇和挑战。如此大的需求量必定带来巨大的市场，但随着水果量的增加必定面临诸多的问题。最关键的问题就是产品商品处理化的问题，以过去人工的方式必然满足不了市场的需求。机械化智能化的处理势在必行，解决好这个问题必然带来水果业的快速发。因此水果加工机械的发展将为水果产业的发展打下坚实的基础。

## 二、总体设计

### (一)、整体设计

#### 1. 总体设计

(1) 总体设计：使用现有的较为成熟的滚杠式的分级方案，改变滚杠的间隙大小，实现水果大小的分级。不采用阶梯式的固定间隙式分级滚杠，经过合理的设计，实现滚杠在同一平面间隙的动态变化。减少水果掉落的次数，从而达到减小水果二次损伤的目的。绘制总装图、绘制 soildworks



1. 入料槽 2. 铺平刷 3. 限距螺杆 4. 分级机架  
5. 一级出料口 6. 二级出料口 7. 三级出料口 8. 四级出料口 9. 上料机机架

图 2-1 整机布局图

入料槽为储料部件，上料滚杠是上料的核心部件，运输物料向分级部件运动。铺平刷是调整物料在进入分级部件前，物料姿态的装置。限距丝杠是分级部分的核心部件，控制分级的过程。一、二、三等出料口是物料的回收部件，保证物料分级回收。

(2) 零部件设计：<a>分级机械的机架 <b> 传动轴、链轮、链条 <c>变距限距丝杠的设计 <d>滚杠与变距限距丝杠接合零部件的设计 <e>有关传动轴、链轮等部件的有关计算和校核。

#### 2. 设计的要求

1) 定位为低端产品，对象为小规模农户。则需要产品体积小，移动方便，操作简单，对生产环境要求低。

2) 部件设计避免粗狂型的焊接及刚性固定，采用灵活的螺栓等方式固定。使得机器的维修保养更加方便，同时可以减少机器改造时的成本。

3) 设计时考虑加工工艺性和装配工艺性, 尽量使用标准件, 通用件, 降低制造成本。

4) 采用较为人性的设计理念, 方便劳动者的操作和使用, 减少劳动者的体力消耗。

5) 机器要尽量满足多种水果分级的要求, 做到一机多用的功能。

## (二) 分级机械的整体布局

分级机械的设计, 主要分为四个重点部分: 储存原料部件、上料部件、分级部件和收料部件。

1) 储料部件的大小决定着人工加料的次数、频率。储料部件的大小要适宜, 太大物料过多会使得底部物料受到较大的挤压力, 造成果品的损伤。太小增加上料的次数, 耗费人力, 不易于分级操作的连续进行, 浪费能源。

2) 上料部件的作用, 一是完成对物料的输送, 将物料运输到分级机的分级执行部位, 减少人力劳动, 保护人不接触使人不适的环境。二是调整物料的姿态, 使物料保持良好的位置关系, 能够辅助分级部件在执行分级动作时更加精准。

3) 分级部件是分级机的核心部分, 该部分的设计直接影响着机器的性能。同时也是成本的核心问题, 太过精密势必造成成本的增加, 整机的价格较贵。太过粗狂, 分级的质量较低造成浪费, 也是行不通。精巧而简单的设计才有很好的竞争力。

4) 收料部件是将分级后的不同等级的物料分别回收, 主要问题有: 首先要防止已经分级好的部分物料再次混合, 造成分级失败。其次是保证物料在回收时避免二次损伤, 二次物料的损伤往往是由收料部件不合理的设计或放置所造成的。良好收料装置的设计是完成分级很重要的一部分。

## (三) 主要的结构分析与设计

1) 由整体布局图可见, 上料机呈现一定的角度。设计这一角度的设计目的是为了调整物料的分布状态, 使得物料均匀分布。其原理是: 当物体在倾斜面上, 由于受到重力的作用, 会产生一个重力分量, 沿着斜面向下。当物料之间的摩擦力小于这个重力分量时, 会沿斜面向下运动。因此, 上料机部分的传送带呈现一定角度, 有利于物料的均匀平铺, 减小物料集聚。在物料进入分级部分时能够是分散的状态进入。有利于分级的精准。同时也是基于人性化的考虑。呈现出一定



的角度，使得入料槽的高度降低，方便操作人员的入料操作，减轻劳动强度。而在输送部分采用滚杠式输送，也能对物料进行很好的定位作用。两滚杠间有间隙，物料会滑入间隙之间，形成了条状排列。而滚杠表面光滑的圆面，不会损伤水果，是输送物料较为理想的方式之一。

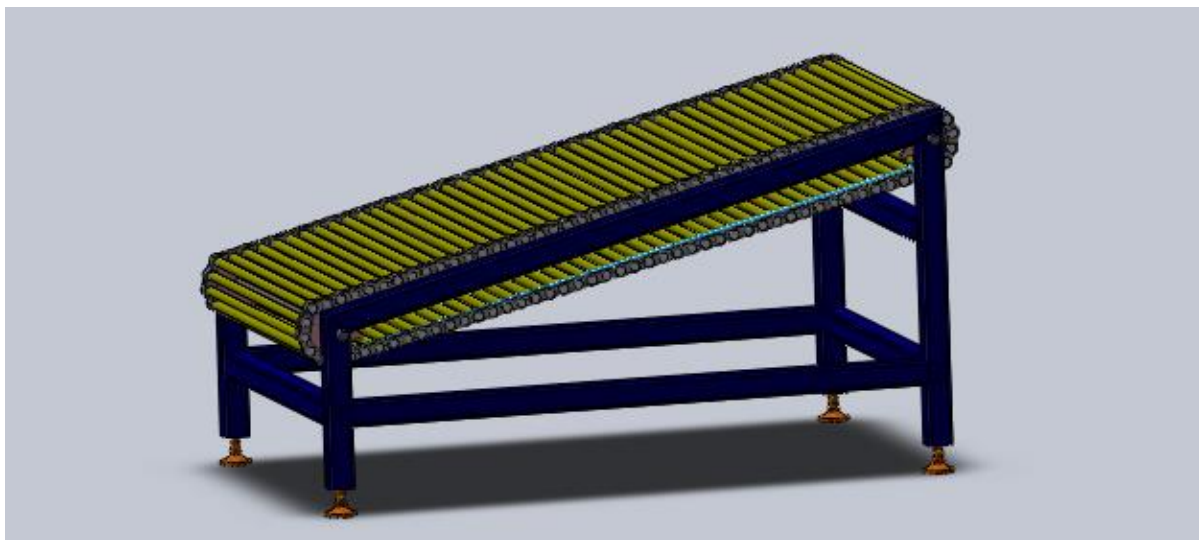


图 3-1 上料输送机构

2) 铺平刷设计的作用是再次对物料状态调整，在一些情况下，物料没能在上料传送带上完全平铺，任然有堆积的情况，这时候铺平刷起到刮、拨的作用，使得重叠堆积在上层的物料滑下。从而实现再次调整物料分布的功能。铺平刷的材质为塑料，具有一定的弹性。刷毛宽度为 1100mm。

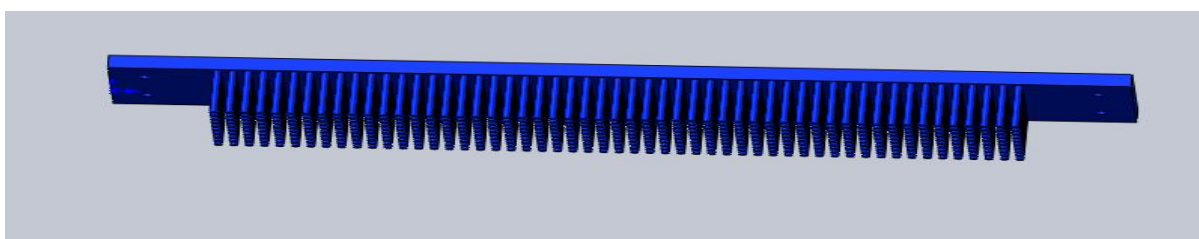


图 3-2 铺平刷

3) 限距螺杆的作用是实现滚杠间隙的动态变化，从而实现对物料的分级。主要原理是：滚杠通过结合杆连接到限距螺杆上，连杆的一段在螺纹槽内运动。限距螺杆的设计是一个变螺距的螺杆，根据分级等级的个数来确定螺距的节数。本设计将水果分为四级，因此限距螺杆的螺距节数为四节。四节不同的螺距与水果每一级标准的直径相对应。

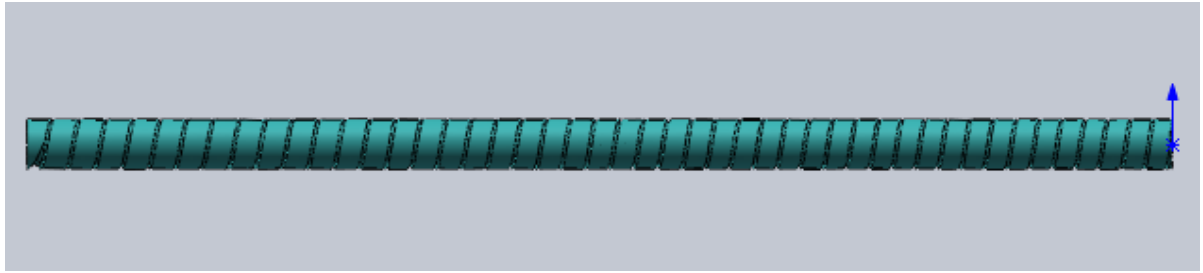


图 3-3 限距螺杆

4) 滚杠是上料和分级部分中通用的零件之一，也是设计中承载物料的部件。滚杠是厚度为 1mm 的不锈钢材质的铁皮卷制而成，表面光滑不易生锈。有较好的强度。其尺寸为外径 30mm，内径 28mm，长度为 1100mm。

### 三、上料部分的设计

#### (一) 上料机的尺寸设计

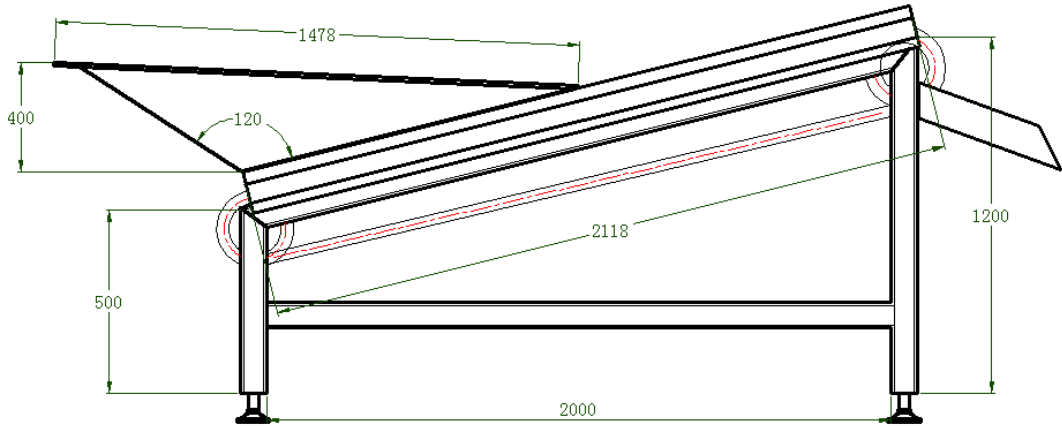


图 4-1 上料机尺寸

1) 上料机物料估算:

料槽中的物料质量, 由图可知料槽的尺寸, 料槽的宽为 1100mm, 由此可知料槽的体积为:

$$V_{\text{料槽}} = S_{\text{底面积}} \times h = 1478 \times 400 \times 1100 \times \frac{1}{2}$$

为计算方便将小金橘理想化模型为小正方体, 小金橘的体积为:

$$V_{\text{小金橘}} = L^3 \text{ 边长} = 25 \times 25 \times 25$$

小金橘的质量最大果重为 20g, 可知料槽盛装的果重为:

$$M_{\text{总小金橘}} = \frac{S_{\text{斜面}}}{S_{\text{小金橘}}} m_{\text{小金橘}} \leftarrow$$

$$M_{\text{总金橘}} = \frac{2118 \times 1100}{25 \times 25 \times 1000} \times 20 = 73.512 \approx 74 \text{ kg} \leftarrow$$

物料的总重量为:  $\leftarrow$

$$M_{\text{总}} = M_{\text{斜面金橘}} + M_{\text{槽内金橘}} = 74 + 420 = 494 \text{ kg} \leftarrow$$

物料作用于斜面上的力为 (取  $g=10\text{N/kg}$ ):  $\leftarrow$

$$G = m \cdot g = 494 \times 10 = 4940\text{N}$$

(3) 作用于链条上的力 $\leftarrow$

受力分析图如下：

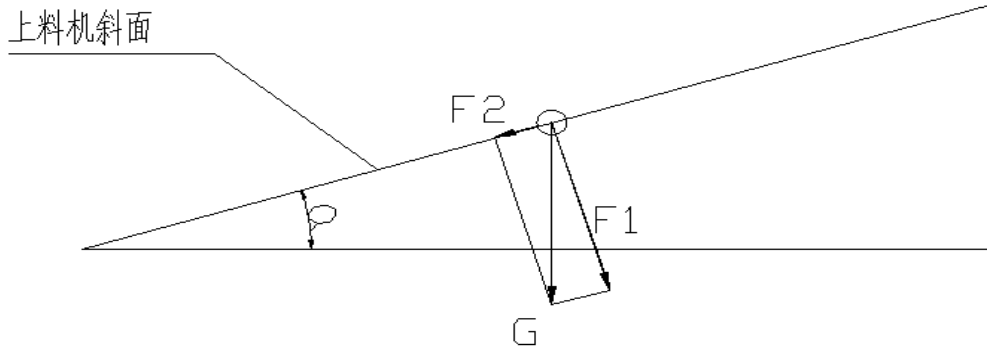


图 4-2 链条受力分析

$$F_1 = G \cdot \cos\alpha \quad F_2 = G \cdot \sin\alpha \leftarrow$$

$$F_1 = 4664.4\text{N} \approx 4665\text{N} \quad F_2 = 1632.4\text{N} \approx 1633\text{N} \leftarrow$$

确定电动机转速通过链轮的工作转速来确定：←

$$n = \frac{60 \times 1000 V}{\pi D} = \frac{60 \times 1000 \times 0.15}{3.14 \times 200} = 14.33 \text{r/min} \leftarrow$$

涡轮蜗杆的传动比范围为 (5~80) ←

$$n = i \cdot n = 14.33 \times (5 \sim 80) = (71.56 \sim 1146.4) \text{r/min} \leftarrow$$

在这一范围内的同步转速有 750 r/min、1000 r/min、1500 r/min ←

根据实际情况选择 Y90L-6 ←

表 4-1 电动机型号参数 ←

电动机型号	额定功率/kW	满载转速/(r/min)	额定转矩/N	最大转矩/N	质量/kg ←
Y90L-6	1.1	910	2.2	2.3	25 ←

(5) 由此可知传动比为：←

$$i = \frac{n_{\text{电机}}}{n_{\text{输入轴}}} = \frac{910 \text{ r/min}}{14 \text{ r/min}} = 65 \leftarrow$$

减速器的传动比为 65 比 1

## (二) 上料链条的设计

1) 对物料的计算得到作用在链条上的总的拉力为 2800N，由上式(5-14)可得。上料机有两条链。单条链条所受的力为 1400N。

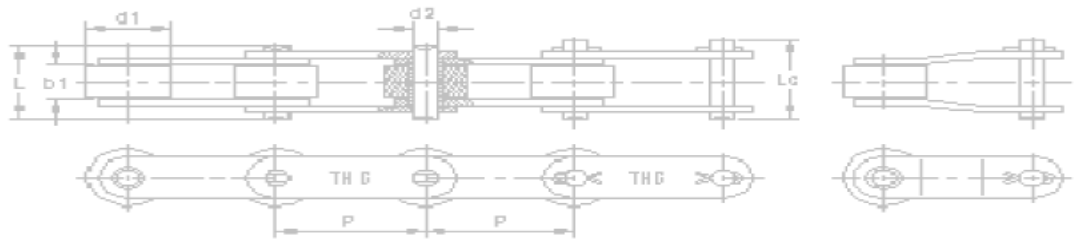


表 4-3 美标大滚子链条

综合条件：a、两节链条的两端要接加滚杠，滚杠的直径为 30mm，小金橘的直径为 25~35mm 之间，节距太大，水果从滚杠的间隙处漏出。

b、单条链条所受的力为 1400N，由于上料机有上料的过程，载荷在上料时会有较大变化。链条选择要大于 1400N 的承载能力，提高安全系数。

c、节约成本，尽量使用标准件。

链条选择 ISO 链号：

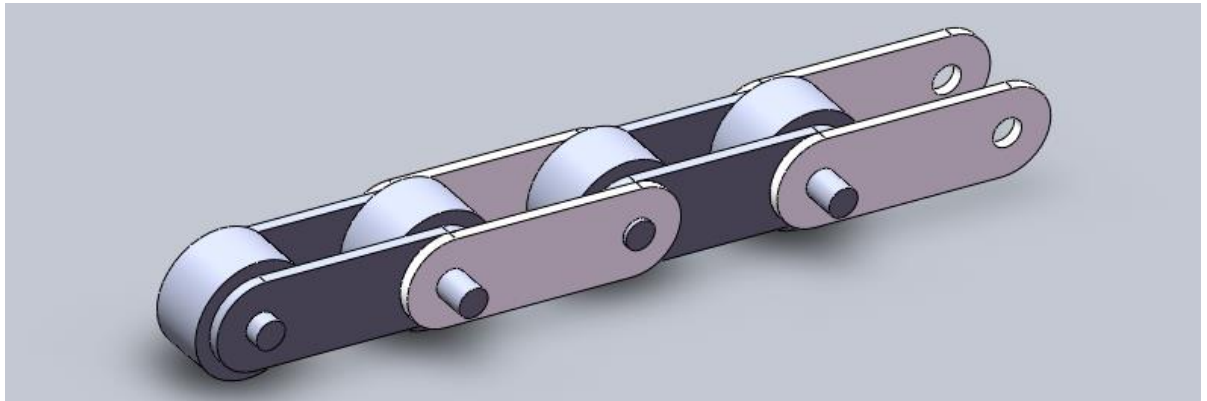


图 4-4 改造 C208AL 链条图（注释：改变销轴长）

经过改造的链条如上图，长的轴销子是为了添加与滚杠的连接部件，添加后如下图：

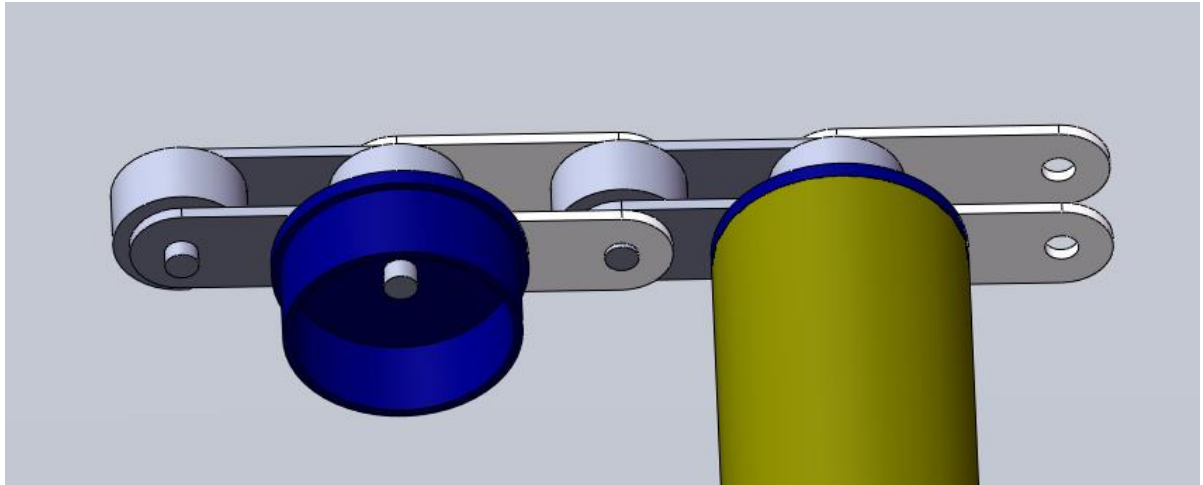


图 4-5 链条与滚杠连接方式

蓝色部件为连接零件，黄色部件为滚杠。链条的结构设计如以上所示。

2) 动力输出链轮 Z1 和从动链轮 Z2 齿数和传动比 i

已知传动功率 P 为 0.75kW，主动轮转速 n1 为 14.33r/min 圆整取 14r/min，从动轮转速 n2 为 14.33 r/min 圆整取 14r/min，主动轮机械特性运转平稳，从动轮机械特性运转平稳，传动类型为倾斜传动。根据生产线尺寸要求和功能要求，动力输出链轮的传动功率为 P=1.1kW，主动机运动平稳，从动机运行平稳，主动轮速度，动力输出链轮齿数 Z1 为 25，从动链轮齿数 Z2 为 25，传动比 i12 计算：

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{25}{25} = 1 \quad \leftarrow$$

设计功率 Pd 计算：

$$P_d = k_m \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot P = 1 \times 1 \times 1 \times 0.75 = 0.75 \text{kW} \quad \leftarrow$$

其中：

- 复排链排数系数，经查取 1；
- 工况系数，经查取 1；
- 主动链轮齿数系数，经查取 1。

3) 中心距的确定

根据确定的链条型号得到链条节距 p=25.4mm，传动比 i12=1，主动链轮齿数 Z1 为 25，节距为 25.4mm，最小中心距 a0min 计算：

$$a_{0\min} = 0.2Z_1 (i_{12} + 1) p = 0.2 \times 25 \times (1 + 1) p = 10p$$

$a_0$  取值较小时, 虽然结构较紧凑, 但是  $a_0$  太小, 传动链条总长较短, 每一节链条单位时间内啮合次数较多, 次数多就会加剧链的磨损和疲劳; 而  $a_0$  过大, 虽然提高了承载能力, 但是也会增加横向振动, 一般  $a_0=(30\sim50)p$ ,  $a_{0max}=80p$  (张紧或托板), 本设计中有托板支撑, 因此在选  $a_{0max}=80p$ 。

链长节数  $X$  的计算:

$$X_0 = \frac{2a_0}{p} + \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{\left(\frac{Z_1 - Z_2}{2\pi}\right)^2 p}{a_0} = \frac{2 \times 80p}{p} + \frac{25 + 25}{2} = 185 \quad \leftarrow$$

4) 链条长度  $L$  计算:

$$L = XP/1000 = 185 \times 25.4/1000 = 4.699 \approx 4.7m$$

5) 链速  $v$  计算:

$$v = \frac{Z_1 n_1 p}{60 \times 1000} = \frac{25 \times 14 \times 25.4}{60 \times 1000} = 0.148 \approx 0.15m/s \quad \leftarrow$$

6) 理论中心距  $a$  计算:

$$a = \frac{p}{4} \left[ X + \sqrt{\left( X - \frac{Z_1 - Z_2}{2} \right)^2 - 8f_3} \right]$$

$$f_3 = \left( \frac{Z_1 - Z_2}{2\pi} \right)^2 \quad \leftarrow$$

经过计算的  $a=2190.75mm$

7) 实际中心距  $a$  计算:

$$a' \approx a_0 = 80p = 80 \times 25.4 = 2032mm \quad \leftarrow$$

8) 圆周力和作用于轴上的拉力计算

有效圆周力  $F$  计算

$$F = \frac{1000p}{v} = \frac{1000 \times 0.75}{0.15} = 5000N \quad \leftarrow$$

9) 作用在轴上的拉力 FQ 计算:

$$FQ = (1.2 \sim 1.3) F, \text{ 取 } FQ = 1.3F$$

$$FQ = 1.3 \times 5000 = 6500N$$

### (三) 上料动力轴的设计

1) 轴的初步估算

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{9.55 \times 10^6}{0.2[\tau]} \frac{P}{n}} \geq C \sqrt[3]{\frac{P}{n}} \text{ mm} \approx 40.3 \text{ mm} \quad \leftarrow$$

式中: C 是由轴的材料和承载情况确定的常数, 见下表。应用此式求出的 d 值, 一般作为传递转矩轴段的最小直径。

表 4—2 常用材料的值和 C 值

轴的材料	Q235,20	35	45	40Cr , 35SiMn
[σ]/MPa	12~20	20~30	30~40	40~50
C	160~135	135~118	118~107	107~98

(来源: 机械设计课程设计手册 第三版)

轴的材料: 轴的材料主要是碳刚和合金刚。由于碳刚比合金刚价格便宜, 对应力集中的敏感性较低, 同时也可以热处理或化学热处理的办法提高其耐磨性和抗疲劳强度, 所以本设计采用 45 号刚作为轴的材料。调制处理。

## 四、分级部分的设计

### (一) 分级部分的布局设计

1、分级部分示意图如下



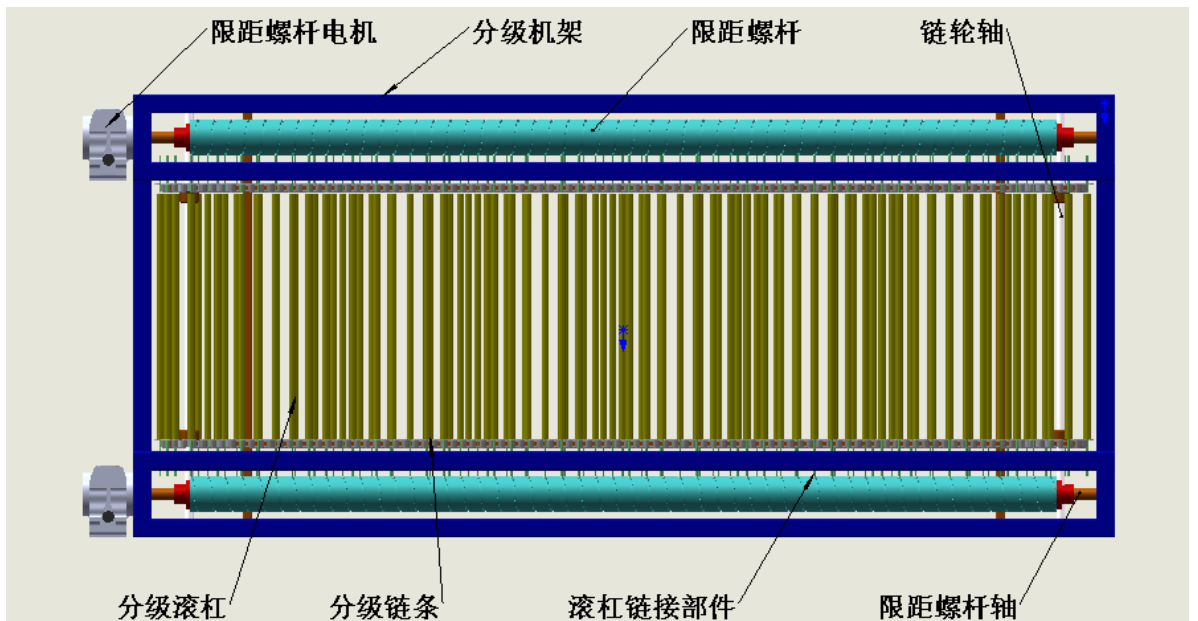


图 5-1 分级部分示意图

1) 设计将水果分为四个等级，设计为 1000mm 长为一个分级行程。限距螺杆长为 4000mm。

2) 分级滚杠与上料滚杠通用，为 1100mm 长。

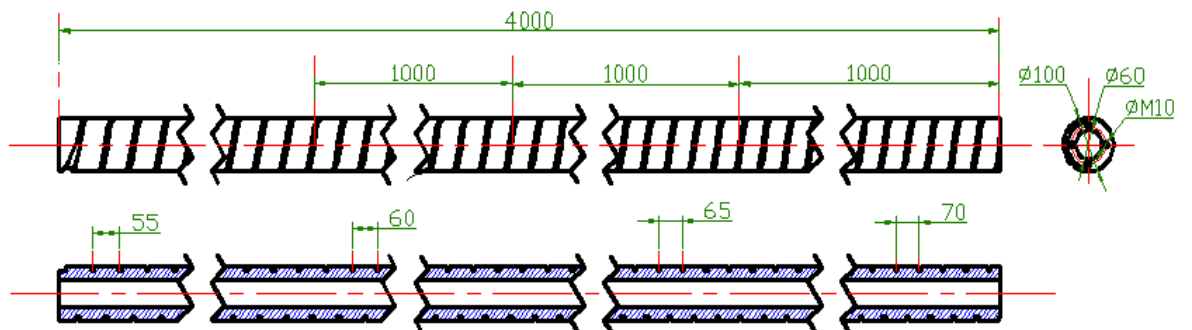


图 5-2 分级部分示意图

## (二) 分级部分链条的设计

1) 分级部分物料的估算

由以上条件可知，分级部分承载物料的有效面积为： $S_{\text{有效}} = L_{\text{螺杆}} \cdot L_{\text{滚杠}}$   
 $= 1100 \times 4000$

$S_{\text{小金橘}} = 25 \times 25$

<sup>v</sup> 由以上计算可得  $F_{\text{拉}} = 353\text{N}$ ，根据上面链条选择的原则选择链条。选择美

标大。

$$M_{\text{总小金桶}} = \frac{S_{\text{有效}}}{S_{\text{小金桶}}} m_{\text{小金桶}}$$

$$M_{\text{总金桶}} = \frac{1100 \times 4000}{25 \times 25 \times 1000} \times 20 = 140.8 \approx 141 \text{ kg}$$

(2) 作用于链条上的力

物料作用于分级部分上的力为（取  $g=10\text{N/kg}$ ）： $G = m \cdot g = 141 \times 10 = 1410\text{N}$

料条为美标准大滚子链，链条在轨道上滚动，由钢—钢的动摩擦因数  $\mu=0.25$

$$F_{\text{摩擦}} = F_1 \cdot \mu = 352.5 \approx 353\text{N} \quad F_{\text{拉}} = F_{\text{摩擦}} = 353\text{N}$$

滚子链条 C212AL, 参数如上表所示。示意图如下图 5—2 改造链条。

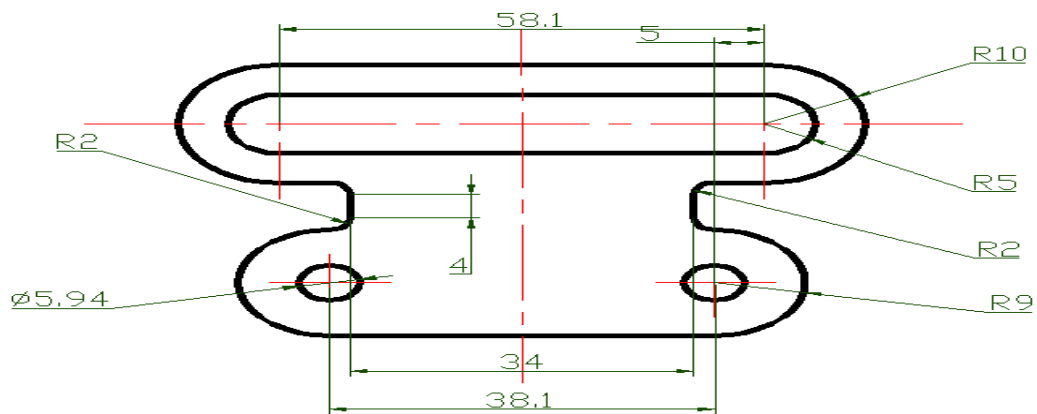


图 5-3 改造链条

为降低成本又满足设计要求，使用标准的链节，对链板进行改造。目的如下图所示：

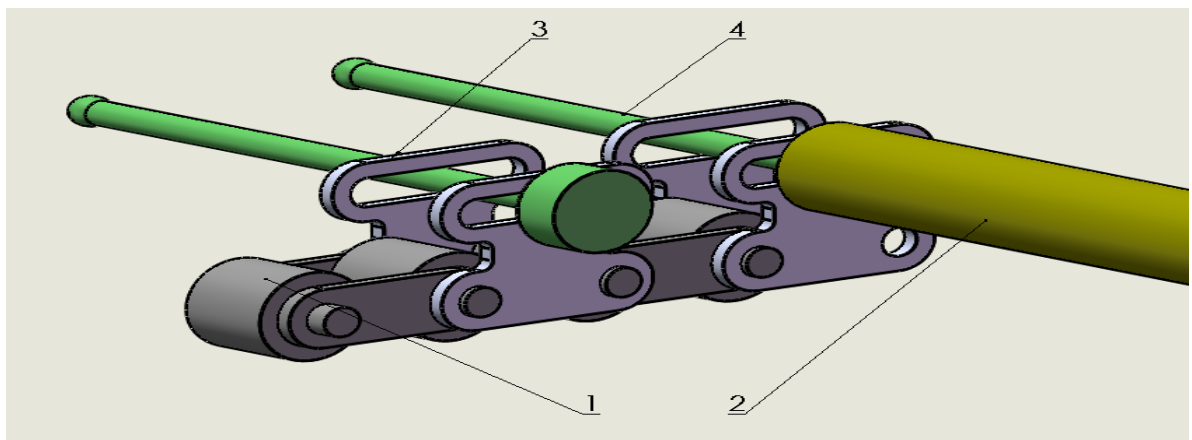


图 5-4 分级链条与滚杠连接示意图

1. 标准内链节 2. 分级滚杠 3. 改造外链节 4. 链条与滚杠连接部件

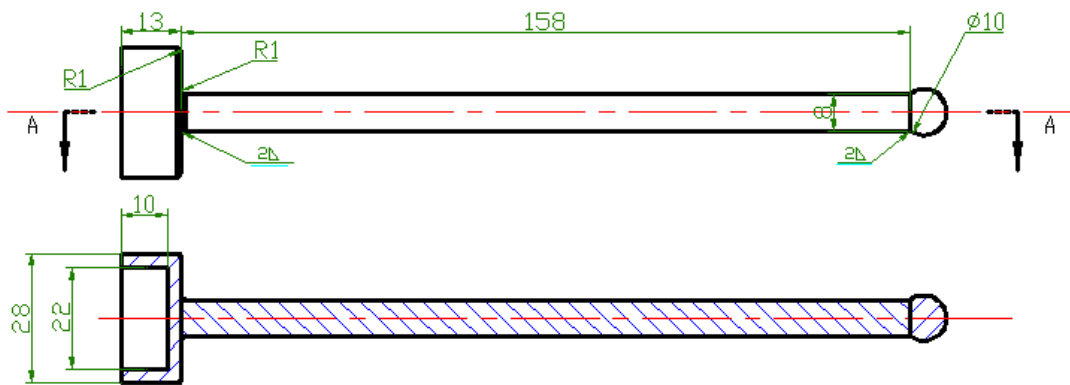


图 5-5 分级链条与滚杠连接部件

### (三) 螺杆的设计

#### 1 螺杆的受力分析

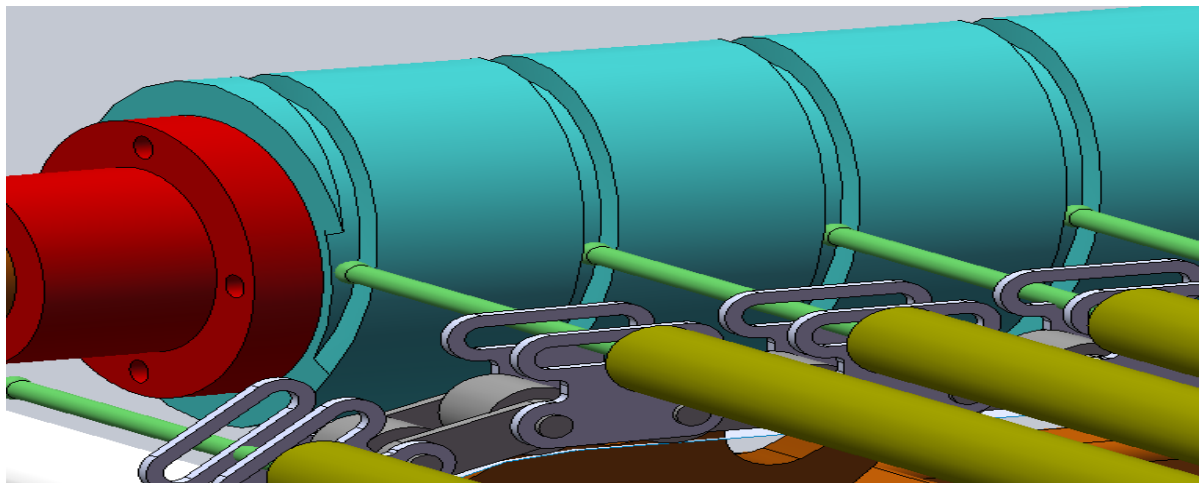


图 5-6 限距螺杆连接滚杠示意图

受力分析图如下：

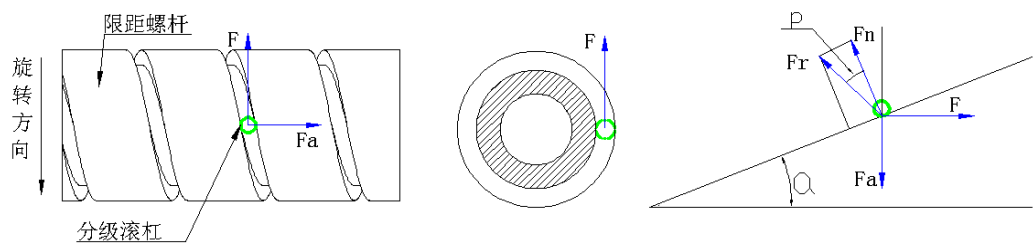


图 5-7 受力分析示意图

如图： $F_a$  为轴向载荷， $F$  为作用于中径处的水平推力， $F_n$  为法向反力， $\alpha$  为螺纹

升角,  $F_{mf}$  为摩擦力,  $f$  为摩擦系数,  $p$  为摩擦角。←

$$f = \tan p \leftarrow$$

限距螺杆为主动件, 滚杠连接部件为从动件, 当滚杠连接部件在限距螺杆内滑动时, 对限距螺杆的反作用力为  $F_a$ 。←

$$F = F_a \tan(a + p) \leftarrow$$

$$T = F \frac{d}{2} = F_a \cdot \frac{d}{2} \tan(a + p) \leftarrow$$

$$\tan a = \frac{np}{\pi d} \leftarrow$$

式中:

- 限距螺杆为螺距;
- 限距螺杆的直径;
- 为螺旋线数, 条数为 1;

由 (5-5) 可知  $F_a=353N$ ,  $a$  为 5.5 度,  $p$  为 14 度,  $d$  为 100mm 带入式 (5-7) (5-8)

(5-9) 可得:  $F=125N$        $T=6.25N \cdot m$

## 2 限距螺杆动力轴的设计和计算

1) 轴的初步估算, 由上式 (4-31) 估算可得最小轴径  $d=12mm$ 。由上表 5-3 可得数据。轴的材料, 轴的材料主要是碳刚和合金刚。由于碳刚比合金刚价格便宜, 对应力集中的敏感性较低, 同时也可以热处理或化学热处理的办法提高其耐磨性和抗疲劳强度, 所以本设计采用 45 号刚作为轴的材料。调制处理。

2) 轴的设计, 由 (5-13) 可知, 轴主要受到弯矩的作用和轴向力的作用, 扭转力所受的力较小。由图 6-5 受力分析示意图可知, 轴向力  $F=F_a=125N$ , 弯矩主要受到限距螺杆重力作用。

### 3) 估算限距螺杆的质量:

限距螺杆长  $L=4000mm$ , 直径  $D=100mm$ , 内径  $d=60mm$ , Q235 的密度普碳钢板和低密度都  $7.85g/cm^3$

$$M = \rho \cdot V = \frac{3.14(5^2 - 4^2) \times 400 \times 7.85}{1000} \approx 88.8kg \leftarrow$$

由式 (5-9) 可得:  $G = 888N$

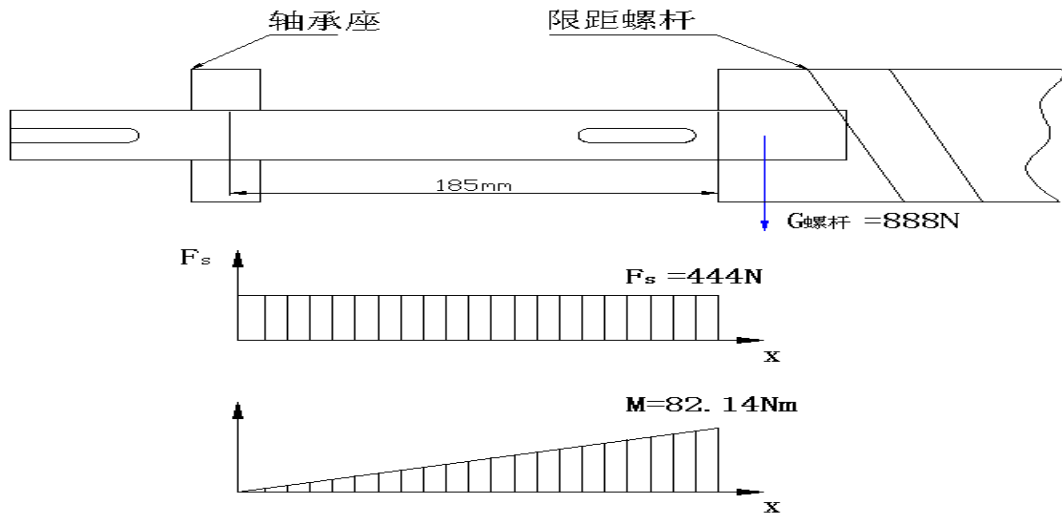


图 5-8 剪切力、弯矩图

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M}{0.1[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{82.14 \times 10^3}{0.1 \times 45}} \approx 27\text{mm}$$

考虑到键槽的削弱，将  $d$  值加大 5%  $d = 1.05 \times 27 \approx 29\text{mm}$

根据综合因素考虑轴的最处小直径为  $d = 35\text{mm}$ 。

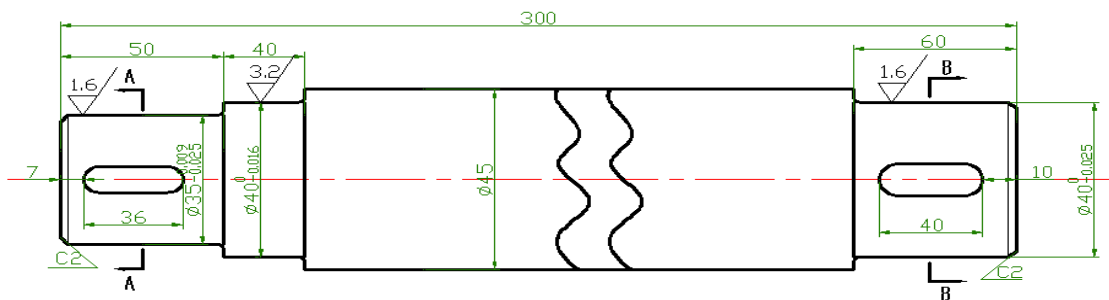


图 5-9 限距螺杆动力轴尺寸

#### (四) 分级链轮轴的设计

分级部分的主要部件是限距螺杆及其动力轴，主要推动滚杠式分级链运动。而链轮及其轴为辅助部件，起到支撑链条的作用，受力较小。链条分为工作部分和非工作部分。工作部分承载物料，在滑道上由滑道支撑物料和工作部分链条的重量。下部非工作部分链条的重量由链轮轴支撑。由上选择选择美标大滚子链条 C212AL，可知质量为  $1.94\text{kg/m}$ ，非工作部分链条长为  $4200\text{mm}$ ，因此可估算出链条质量： $M_{\text{链}} = 1.94\text{kg/m} \times 4.2\text{m} \approx 9\text{kg}$

综合考虑滚杠的质量，总质量为  $M_{\text{总}}$  约为  $20\text{kg}$ 。

有以上计算可知道，链轮轴的受力情况较为简单，仅起到支撑作用，考虑综合因素。轴的直径  $D$  取 30mm，材质使用取 Q235 号钢。

链轮受力较小只有支撑作用，只需满足与链条的啮合。尺寸方面考虑其他零部件的布置，综合因素，分度圆  $d$  取 300mm。

## 五、成果

本设计根据国内外水果分选机的研究现状和实际应用,在了解我国现有市场上的分级机械和我国的国情的前提下,进行的从上料、分级、收料的整机设计。主要结论如下:

1) 对于小型水果的分级方法,多采用大小分级且一般都以机械式进行大小的鉴别,筛选。主要是由于小型水果质量轻、体积小的原因。质量太轻,用称量式的分级方法精度不易保证。用光电式的鉴别方法成本高,对于光电设备硬件要求高。目前光电式鉴别法用于荔枝这样易损伤的水果分级(仅限于实验室)。

2) 使用固定间隙式的分级机械,分级过程必须对水果进行多次转移,才能实现分级过程。对于易损水果,在这一过程中势必会造成一定的损伤。减小水果转移次数,是解决问题的关键。本设计在同一平面内,实现分级间隙的动态变化,很好的解决这个问题。

3) 设计中注意到实际劳动者的需求,将人性化的理念考虑其中,减少劳动者的劳动强度。

4) 面对小型农户这样的市场主体,水果分级机械体积小、操作简单、分级较为精准、能实现一机多用。这样的设计将有很好的市场竞争力。

本设计存在的问题:

1) 限距螺杆的设计还过于粗狂,使用圆空心钢进行车削加工,加工出变螺距的螺纹。加工后的螺距固定,功能有局限性。通过精巧的设计,实现螺距可根据需要调整。

2) 出料的部分设计有一定缺陷,物料与收料板有撞击,有发生撞击损伤的隐患。

3) 限距螺杆的直径大小的确定仍需优化,直径过大圆周线速度大会产生热,直径过小导程角变大,不利于滚杠向前移动。需要经过优化设计来确定最优值。

## 参考文献

- [1] 邓良平. 水果产后商品化处理设备现状与发展方向[J]. 粮油加工与食品, 2000, 7(6):5-7
- [2] 吴德光. 国外水果分级技术[J]. 云南农业大学学报, 2012, 6(7):15-17
- [3] 白菲, 孟超英. 水果自动分级技术的现状与发展[J]. 食品科学, 2015, 4(26):56-58
- [4] 张聪, 罗建生. 荔枝分级包装设备的研究开发[J]. 食品工业科技, 2013, 3(3):14-16
- [5] 张志恒, 胡文兰. 我国居民水果消费的现状前景及其对策[J]. 中国果品研究, 2016, 4(4):18-19
- [6] 张复宏. 中国水果的出口结构分析及对策[J]. 农业科技管理, 2019, 2(8):30-32
- [7] 张方明, 应义斌. 水果分级机器人关键技术的研究和发展[J]. 机器人技术与应用, 2014, 2(1):56-58
- [8] 李庆中, 汪懋华. 基于分形特征的水果缺陷快速识别方法[J]. 中国图像图形学报, 2000, 5(2):67-68
- [9] 籍保平, 吴文才. 计算机视觉苹果分级系统[J]. 农业机械学报, 2000, 31(6):70-72
- [10] 何东健, 杨青, 薛少平, 等. 果实表面颜色计算机视觉分级技术研究[J]. 农业工程学报, 2018, 14(3):15-17
- [11] 杨可桢, 程光蕴, 李仲生. 机械设计基础[M]. 第5版. 北京. 高等教育出版社, 2016. 5:67-68



## 致谢

通过近段时间的学习和设计，本次的毕业设计已接近尾声。首先我要感谢我的导师邓霜梅，邓霜梅老师是一位优秀的，经验丰富的老师，具有丰富的机械类，电气类专业知识和经验。在此次设计过程中，我的导师给了我极大的帮助。在设计过程中针对我的设计给予系统的指导，从研究的方向，设计的方法及步骤，一些关键难题都给出了重要的指导意见。这些意见都结合实际经验，使我的设计有更加贴合实际，更加的有可行性。在写设计说明书时，又不厌其烦的帮助进行设计说明书的修改和改进，对计算的方向给出了意见。再次，我要感谢我们本组做课题的同学们，在设计过程中与他们的讨论，给了我许多对设计的启发。同时他们也给我设计的细节部分，不合理的地方提出了重要的意见，使得我在设计过程中避免了一些错误，使我的毕业设计才能够顺利的完成。谢谢你们！同时也要感谢这篇设计说明书所涉及到的各位学者。本设计引用了数位学者的研究文献，如果没有各位学者的研究成果的帮助和启发，我将很难完成本篇设计的写作。

本次设计是对我大学三年所学知识的一次全面考验，它也是对即将走向社会的我进行的一次训练。在这几个月的设计里，我查阅了许多资料，学到了许多知识，同时也使我对三年学习的专业做了一个较为系统的复习。整个过程提高了我独立分析问题、解决问题的能力。感谢能给我这样一次锻炼自己的

