

毕 业 设 计（论 文）

设计(论文)题目： 环模制粒机设计

学生姓名

二级学院

班 级

提交日期

目 录

摘 要	III
Abstract	IV
第 1 章 绪 论	1
1. 1 立项背景及研究意义	1
1. 2 国内外近况分析	1
1. 2. 1 国内外环模制粒技术的技术近况.....	1
1. 2. 2 国内外环模制粒机的结构近况	2
1. 3 本文研究内容	6
1. 4 本文的研究方案	6
第 2 章 环模制粒机的主体结构建模	8
第 3 章 环模制粒机主要参数设计计算	12
3. 1 环模制粒机的成形过程	12
3. 3 主传动系统的设计	13
3. 3. 1 主电机的选择	13
3. 3. 2 齿轮的参数的选择和校核	13
3. 3. 3 轴的结构设计	20
3. 3. 4 其他零件的设计	26
3. 3. 4. 1 底座的设计	26
3. 3. 4. 2 齿轮箱体设计	27
3. 3. 4. 3 轴承盖设计	27
第 4 章 环模和压辊设计	28
4. 1 环模设计	28
4. 1. 1 环模的热处理工艺	28
4. 1. 2 环模模孔的加工工艺	28
4. 1. 3 环模的结构	29
4. 1. 4 环模的参数计算	29

4. 1. 5 新环模的使用 31

4. 1. 6 环模的保养和维护	31
4. 2 压辊设计	31
4. 2. 1 压辊的正确配合使用	32
4. 2. 2 压辊的维护和保养	32
4. 2. 3 环模和压辊工作间隙的调整	33
第 5 章 制粒机的维护和检修	34
5. 1 制粒机的使用和维护	34
5. 2 制粒机的检修	34
5. 3 制粒机的安全性分析	34
第 6 章 总结和展望	35
6. 1 设计总结	35
6. 2 设计展望	35
参考文献	36
致 谢	38

环模制粒机设计

摘 要

环模饲料制粒机的作用是将各种配合好的粉状饲料压制成颗粒，这不仅让饲料的物理性能和生化性能有了一定的改变，而且使饲料的利用率和喂养的适用性有了大大地提高。饲料工业在我国起步较晚，我国许多制粒设备与国外同等设备相比还有很大差距。通过调查和了解发现，我国很多厂商现有的制粒设备性能方面还存在很多问题。但是随着近年来中国经济的快速发展，我国饲料在机械创新和技术运用方面已经有了突飞猛进的发展。

本文主要对国内外现有的各种制粒机的优缺点进行比较和分析，力求设计方案在现有产品的基础上，不断完善，不断创新，该设计在保证产量的情况下，着力从环保、稳定性、产品质量等方面着手，方案设计主要以理论计算为依据，目的是使设计方案更合理、更具说服力。同时，在绘图过程中不仅通过 CAD 软件进行辅助设计，而且还利用三维软件 SolidWorks 建立环模制粒机主体结构模型，使设计的效率大大提高。

关键词：环模；制粒机；结构；SolidWorks

Die pelletizing machine design

Abstract

Ring die pelleter can cooperate with all kinds of powder feed and pressed them into particles, this not only makes the physical properties and biological properties of feed had certain change, and make the utilization rate of feed and feed the applicability of have greatly improved. Feed industry in our country starts late, many granulating device in our country also has the very big disparity compared with the same equipment abroad. Through the investigation and understanding, found that many vendors in China there are many existing granulating equipment performance problems. But with the rapid development of China's economy in recent years, our country applied in feed in mechanical innovation and the development by leaps and bounds. Feed machinery of the fastest growing enterprise in our country, for example, is the shepherd group and zhengchang group, its technology enjoys a high reputation both at home and abroad

This article mainly discusses the existing advantages and disadvantages of all kinds of granulating machine at home and abroad, comparison and analysis to design on the basis of existing products, constantly improve, innovation. Under the condition of the design in production, emphatically from the aspects of environmental protection, stability, product quality, design mainly based on the theoretical calculation, the purpose is to make the design more reasonable, more convincing. At the same time, not only in the process of drawing aided design by CAD software, but also the use of 3 d software SolidWorks ring die pelletizing machine body model is setup, to greatly improve the design efficiency.

Keywords: Ring die; Granulating machine; Structure; SolidWorks

第 1 章 绪 论

1. 1 立项背景及研究意义

随着经济的发展，饲料工业已经成为国民经济的重要基础产业之一。在畜禽业中，畜禽生长离不开饲料，颗粒饲料具有很多优点，例如：体积小、不易受潮、散装储存和运输方便等。

制粒机、冷却机、粉碎机、分离机和喷漆设备是饲料制粒的主要机械设备，其中加工颗粒饲料的核心设备是颗粒饲料制粒机。目前，我国已经开发出具有自己知识产权的环模制粒装配系统和以环模制粒机为核心的颗粒饲料生产成套生产线自控生产系统，并在一定基础上得到了使用，这可以满足目前我国国内对建设大型的颗粒加工厂对装配的需求，但此项技术的智能化程度较低，且生产线的大型水平与国外的先进水平还有一定的差距。

可见，研究高效节能的制粒技术对农业的发展具有非常重要的意义，因此，设计出低耗和高产能的环模制粒机对提高我国制粒机在制粒方面的国际竞争力、促进三农的发展和提高饲料机械的整体设计及制造水平具有重要的理论意义和现实价值。

1. 2 国内外近况分析

1. 2. 1 国内外环模制粒技术的技术近况

国外技术现状：

拥有了十分完善的技术体系：发达国家在环模制粒装备技术体系上已经健全，能够提供优质、高效的设备和完善的问题解决方案。国际上著名的环模制粒设备企业有瑞士的 BUHLER 公司、美国的 CPM 公司、奥地利的 ANDRITZ 公司、德国的 MUNCH 公司、丹麦的 Sprout-Matador 公司等。

可信度高，节能、环保、高效：国外环模制粒装备的企业重视基础研究，其制造的关键部位的零件使用寿命超过国内同类产品的 2-3 倍；装备的材质和润滑油的使用都充分考虑环保的问题；应用除臭的在线检测技术；

向大型化、自动化方向迈进：国外制粒装备时产 50t 甚至达到 100t 的环模装备已经成为主流，这些机器设备的自动化程度较高，能够实现无人操作，并且能够实现一键开机和全过程智能监控。

成套化、智能化程度高，实现颗粒饲料生产的智能管理：国外企业在装备集成化的基础上开发出了管-控一体化，实现了从半自动生产单元到大规模的全自动生产过程的控制

系统的自动化服务，使其具有工艺流程的优化与控制、能量消耗的优化、设备状况的实时监测和管理等多种功能。

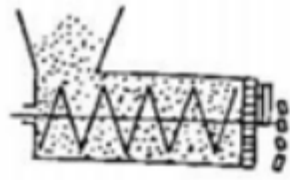
国内技术现状：

拥有相对完善的环模制粒装备产业体系和技术体系，但其技术平台和基础研究相对滞后：我国制粒装备已形成相对完善的体系，基本能够满足国内的各种生产应用需求。但总体来说，我国的制粒装备技术平台和基础研究相对来说比较滞后，产品的设计缺乏先进试验和检测技术条件的支撑；环模制粒装备技术方面的人才还比较短缺，这极大制约了产品的创新力度和技术水平。

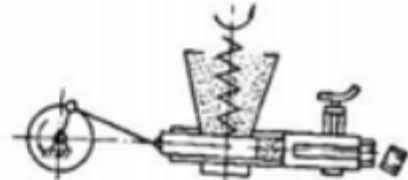
部分指标已经接近国际的先进水平，但总体技术水平和国际的先进水平还有较大的差距：今年我国已经成功研制出的制粒机有双齿轮驱动制粒机、双轴分功能制粒机、双级同步带驱动制粒机、平模制粒机、双辊制粒机等多种新型的制粒装备；为了在提高质量的前提下，降低能耗，我国对环模、压辊的几何参数和环模转速等的结构、工艺参数等方面在不断优化和改进；设计出的新型环模、压辊的调节机构，大大地提高了环模和压辊之间的配合和彼此之间的工作效率；针对环模和压辊间的磨损现象，我们进行了大量的分析和研究，旨在使环模和压辊间的磨损达到最低。虽然我国在环模治理装备方面有了长足的发展，但在绿色环保、核心部件使用寿命等核心指标与国际先进水平还有相当大差距，急需提升和改进。

1. 2. 2 国内外环模制粒机的结构近况

颗粒饲料制粒设备及其工艺配套设备，根据水产、禽畜和特种水产饲料的加工要求不同而进行不同的配置。根据环模和压辊、平模和压辊间的组合模式可分为：平模直辊、大小压辊、三辊、二辊和双环模式环模制粒机。其他类型的制粒机还有：体勒制粒机、对辊式制粒机、盘式微粒机、活塞式制粒机和螺杆式制粒机等。颗粒压制机、环模压辊的常用配置类型见图 1-1。



(a) 螺杆式



(b) 活塞式

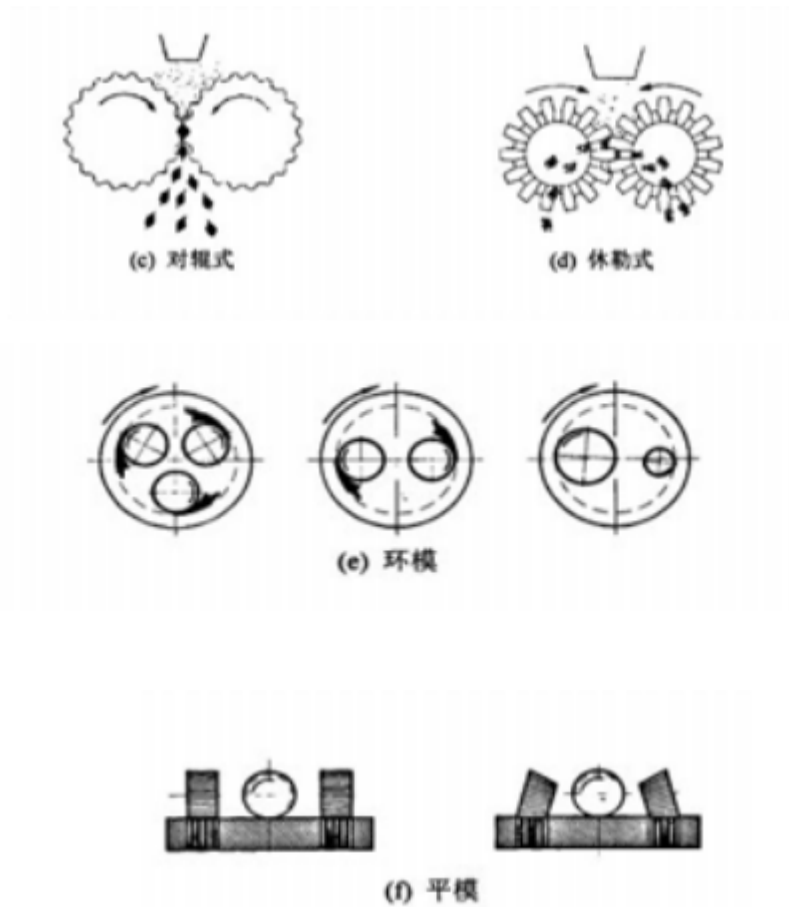


图 1-1 颗粒机类型

国外具有代表性的环模制粒机可分为：

1. 三辊式颗粒制粒机

以英国的 UMT 公司为代表的三辊式颗粒制粒机是此类制粒机的代表性的装备。

UMT 公司生产的三辊式颗粒制粒机采用同步齿形带传动，具有负荷均匀，传动效率和噪声低等多种优点。UMT 双级传动颗粒制粒机构造见图 1-2。

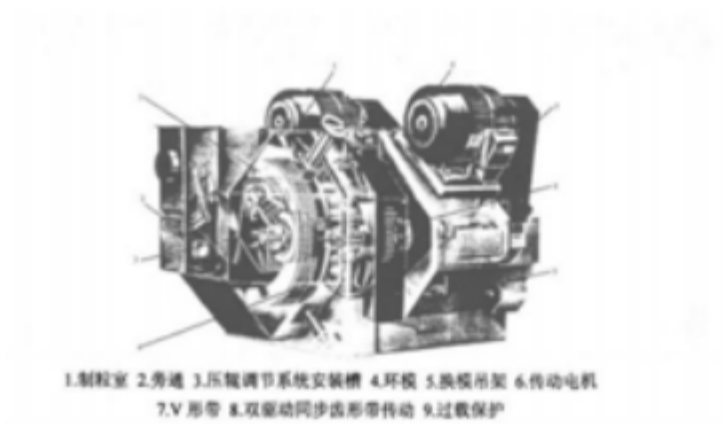


图 1-2 UMT 双级传动颗粒制粒机构造

2. 双辊式颗粒制粒机

目前颗粒制粒机是目前使用最为普遍的一种制粒机机型。传动方式以齿轮传动为主，其产品以 CPM 公司的为代表。环模固定在空心轴上，并绕其旋转，实心轴上有固定的压辊，为动模型的制粒机。环模采取的三分式环模加以固定，其拆装比较容易，并且润滑系统设备配有自动循环，使用安全性更高。主要结构见图 1-3。



图 1-3 CPM公司颗粒制粒机结构

3. 大小辊式颗粒制粒机

相对而言，在国际市场上大、小压辊式的环模颗粒制粒机的使用并不是很普及。能够实现集大、小压辊制粒效果是此类环模压辊的组合方式的特点，不同物料的特性决定大、小不同的压辊在环模中的相对位置，其主要结构见图 1-4。



图 1-4 大小压辊环模颗粒制粒机构造

4. 双环模颗粒制粒机

随着饲料生产技术的不断发展，我国研制了一款新型颗粒制粒机，双环模颗粒制粒机。

前后环模组合型和内外环模组合型是新型颗粒制粒机的两种基本结构。

前后组合型的双环模颗粒制粒机

前后组合的双环模颗粒制粒机不仅改善了营养价值指数，而且使颗粒易碎性和颗粒饲料生产的费用得以降低。PCM/P6 型颗粒制粒机的构造见图 1-5。



图 1-5 前后组合双环模颗粒制粒机的构造

内外组合型的双环模颗粒制粒机

此类制粒机是动辊结构，传动方式可以分为两级，内环模和外环模的压辊轴，内环模和外环模的压辊轴是由 2 台不同电动机分别传动，主要结构见图 1-6。

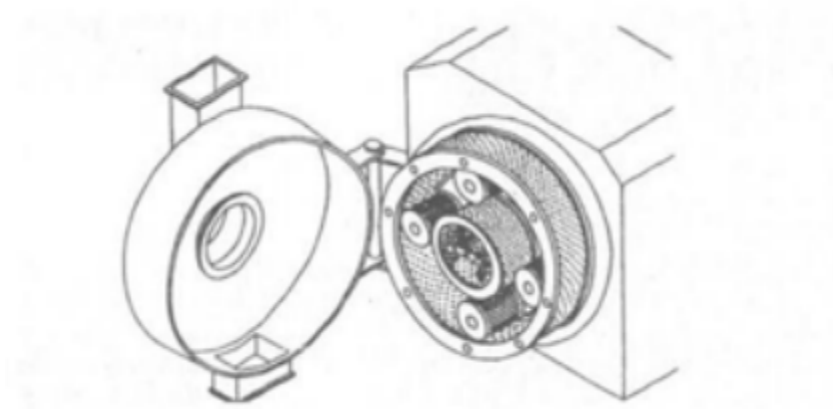


图 1-6 内外组合双环模颗粒制粒机的构造

国内典型的环模制粒机以江苏牧羊集团为代表，具有传动系统平稳可靠、使用寿命长、维护成本低、性能可靠、有较好的韧性和强度等多种优点，构造如图 1-7 所示

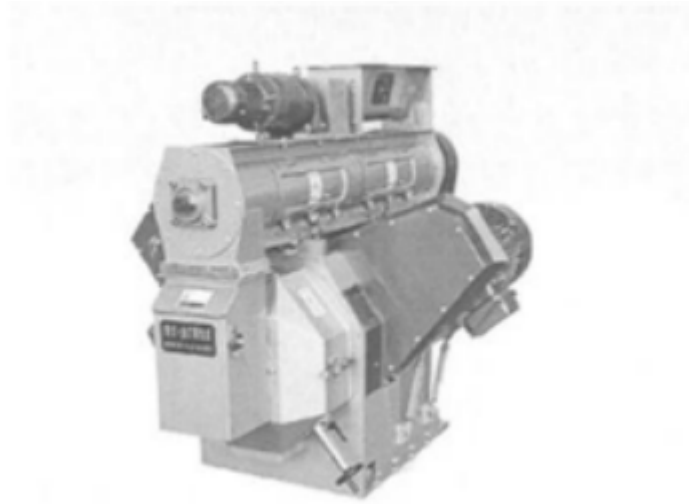


图 1-7 MUZL350/420 系列颗粒机

1. 3 本文研究内容

通过以上了解和分析，我们对环模制粒机已经有了比较清晰的认识，它对饲料机械产品十分重要，因此，对于其结构设计的研究具有很十分重要的现实意义。目前，国内和国外对环模制粒机的研究方向不同，国外的主打方向是环模制粒机的机理分析与试验探究，而国内主打的方向是产品的介绍、设计的方式和工艺因素对其制粒可能带来的影响。因此，国外的制粒机的种类相对而言比较齐全，性能较好，而国内的品种较单一，性能相对落后，试验数据不够充分。本文通过对环模制粒机的机械原理和对环模制粒机的主体结构进行分析和设计计算。具体研究内容包括：

- (1) 对环模制粒机的结构和主要参数进行分析；
- (2) 对环模制粒机主体部分零部件进行设计、选型；

(3) 利用 CAD 画出环模制粒机主体部分装配图和相关的零件图。

1. 4 本文的研究方案


本文的探究内容为环模制粒机主体结构设计，故研究的重点为为环模制粒机的主传动部分和制粒部分。生产的颗粒饲料直径为 4mm，压缩比为 1: 12，制粒机的产量 8 小时/t，工作寿命为 10 年每天工作 8 小时，每年按 300 天计算，两班倒。因此，我们要做的工作的工作之一是确定电机的参数；主传动选用齿轮传动，对齿轮进行设计计算；通过假定的

环模转速对环模压辊的尺寸进行分析和设计；完成整机的主要部件的组装图、重要零件的工程图。

第 2 章 环模制粒机的主体结构建模

通过以上分析，我们对环模制粒机的主体结构部分有了具体的了解，本章通过利用软件 Solidworks^[28]，对环模制粒机的主体部分进行三维建模，使制粒机的结构更加清晰和明确。利用软件建模可分为从左到右、从下到上的步骤，本设计中采用从下到上的建模方法。

零件装配的具体操作步骤如下：

(1) 打开 Solidworks 软件，鼠标单击“标准”工具栏中的 （新建）按钮，在“新建 Solidworks 文件”的对话框中选择“装配体”模板，然后鼠标单击“确定”按钮，显示“插入零部件”属性管理器。

(2) 插入底座。鼠标单击“插入零部件”属性管理器中的“浏览”按钮，找到已经建好的“底座.sldprt”文件。

(3) 鼠标单击“打开”按钮，此时可以移动鼠标指针到图形区域的任一位置，单击鼠标左键调出底座模型，如图 2-1 所示。此时，在特征管理器显示“底座”特征，并默认此底座的特征形式为“固定”。

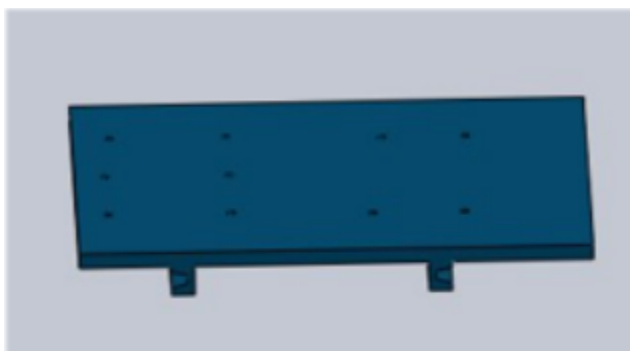





图 2-1 插入底座

(4) 插入齿轮箱。鼠标单击工具栏中 （插入零部件）的按钮，调入“齿轮箱.sldprt”的文件。移动鼠标至任一位置，单击鼠标左键来确定特征实体的调入，如图 2-2 所示。

(5) 齿轮箱和底座的配合定位。图形区域中用鼠标单击选中如图 2-3 所示的“面 1”和“面 2”，鼠标单击工具栏中  按钮，显示出“配合”属性编辑器，在属性编辑

器的“标准配合”选项栏中选择“重合”配合，单击按钮，生成两面的重合配合。在齿轮箱的任意一面左键单击，将齿轮箱拉到和底座相装配的位置，如图 2-4 所示。

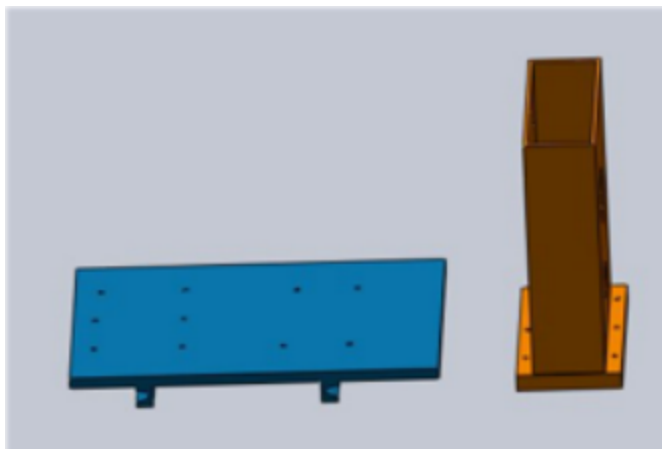


图 2-2 出入齿轮箱

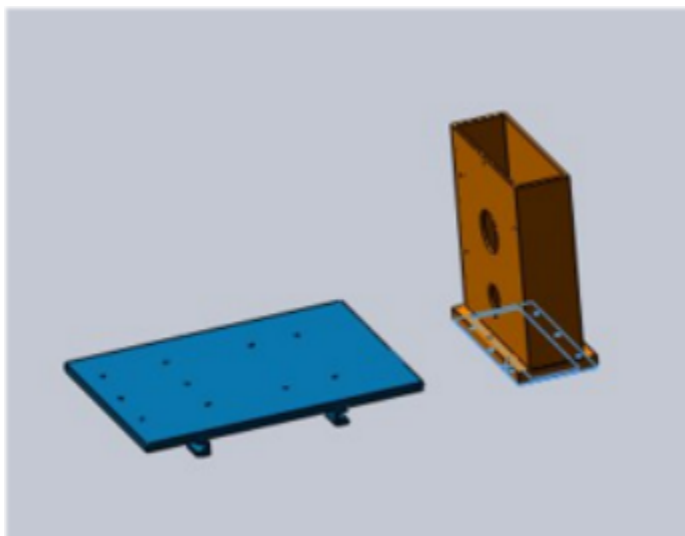


图 2-3 “重合”配合定位

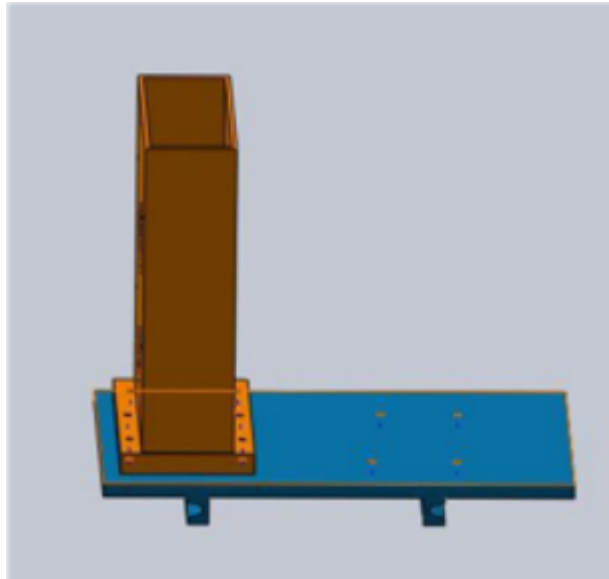



图 2-4 齿轮箱和底座配合

(6) 插入齿轮轴。鼠标单击工具栏中  (插入零部件) 按钮, 调入“齿轮轴. sldprt”文件。移动鼠标至任一位置, 单击鼠标左键来确定特征实体的调入, 如图 2-5 所示。

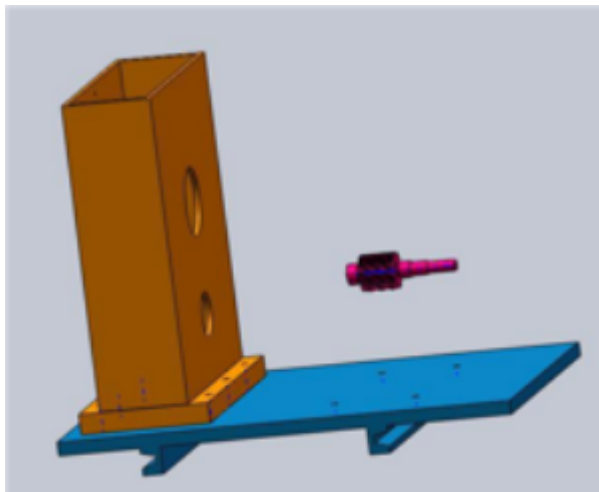


图 2-5 插入齿轮轴

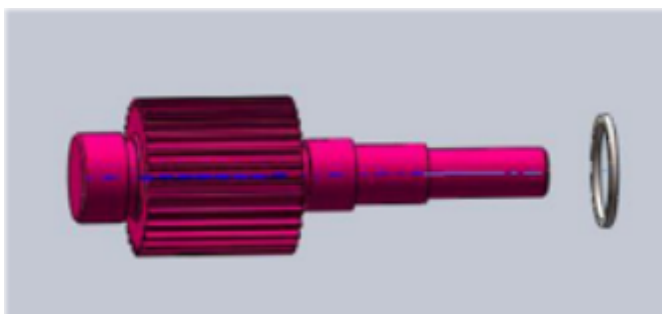







图 2-6 调用挡圈标准件

(7) 挡圈和齿轴的  在图形区域中, 用鼠标选中如图 2-7 所示的“面 1”和“面 2”, 鼠标单击工具栏中  按钮, 显示“配合”属性编辑器, 在属性编辑器的“标准配

合”选项栏中选择“同轴心”配合，单击按钮，生成“同心 1”配合。

 (8) 在图形区域中，用鼠标选中如图 2-8 所示的“面 1”和“面 2”，单击工具栏中按钮，显示“配合”属性编辑器，在属性编辑器的“标准配合”选项栏中选择“重合”

配合，单击按钮，生成“重合 2”配合。同样的方式可以完成另一端挡圈的配合。

利用和以上相同的方法（同轴心、重合、移动、旋转）即可完成整个结构的装配。总的爆炸图和装配图如 2-9，2-10 所示。

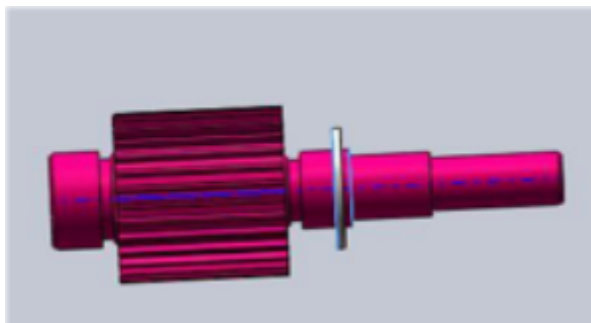


图 2-7 “同轴心”配合齿轴和挡圈

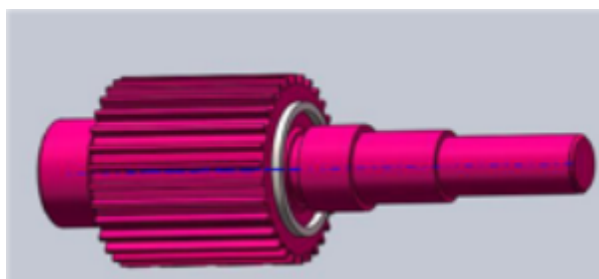


图 2-8 “重合”配合挡圈和齿轴

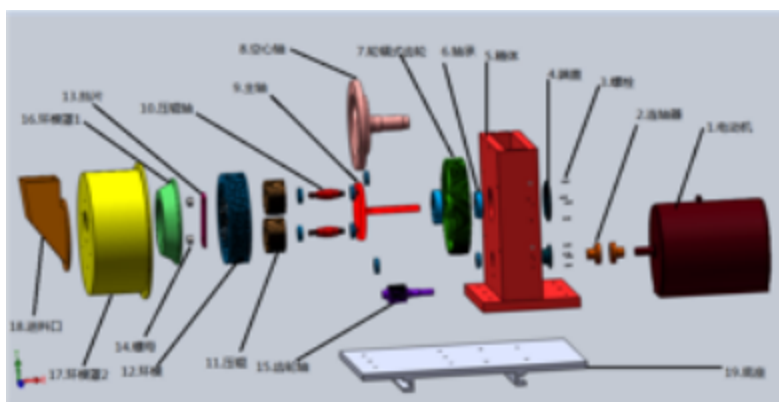


图 2-9 环模制粒机的爆炸图

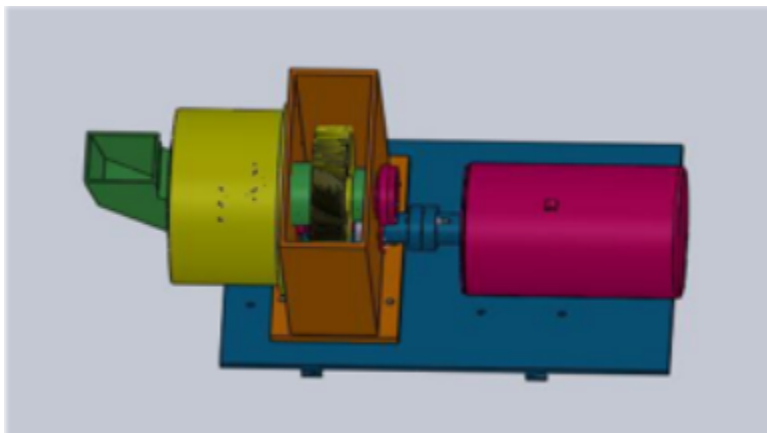


图 2-10 环模制粒机总体模型

第 3 章 环模制粒机主要参数设计计算

3.1 环模制粒机的成形过程

粉粒间存在的间隙是环模制粒机的成形过程基础。粉料由进料口进入制粒室内环模与压辊之间的挤压区，环模以一定转速顺时针旋转，同时压辊借助挤压区内部环模与压辊、物料间的摩擦也顺时针旋转，物料被挤压并压紧，在模孔保压一段时间从模孔被挤出，同时经切刀切断，最终形成所需要的颗粒。依照物料在被挤压的过程中显示的不同状态，我们可以把其分为 3 个区域：供料区域、变形压紧区域、挤压成形区域（见图 3-1）。

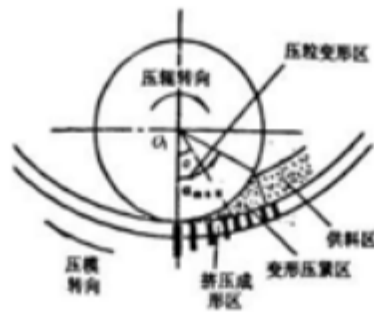


图 3-1 制粒原理示意图

3.2 环模制粒机的主传动形式

本设计方案主传动的传动形式是齿轮传动。与其他传动相比可知，齿轮传动效率更高，工作平稳，结构相对而言较紧凑。工作时，齿轮转动是通过电动机带动的，经由空心轴带动环模转动，从而由环模转动带动压辊转动，最后把物料挤压成形。主传动示意图见图 3-2。

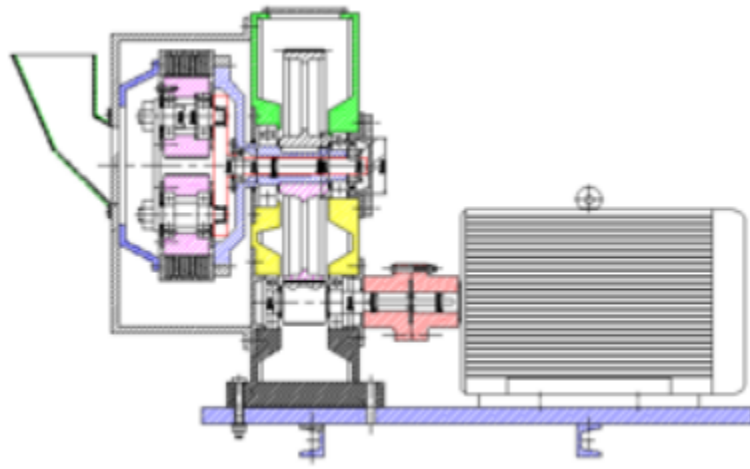


图 3-2 主传动示意图

3. 3 主传动系统的设计

3. 3. 1 主电机的选择

通过查阅吴克畴教授摘译的《混合饲料生产工艺》这一文献^[15]，一台制粒机的生产效率 Q 近似可由下列计算公式得出：

$$Q = \frac{7.2N}{pK} \quad (\text{t/h})$$

式中： (3. 1)

N：电动机的驱动功率（KW）；

：压粒的散料密度（t/m³）；

：压粒电动机的效率，取值为 0. 8-0. 9；

P：要压粒的压力(p)；

K：压缩率，取 0. 5-0. 7

公式经换算可获得的驱动功率为：

$$N = \frac{QPK}{7.2} \quad (3. 2)$$

已知：Q=8, =0. 9；

查表可知：P=60；K=0. 6； =0. 5；

带入公式得 N=8. 9KW，所以我们可取 N=9KW。查《机械设计手册》^[25]选取电动机 Y280M-4，额定功率 0. 9KW，额定转速 1480r/min，效率 0. 94。电动机和轴用联轴器连接，联轴器效率 0. 99。

3. 3. 2 齿轮的参数的选择和校核

环模线速度为 5-8m/s 时为最佳速度，在此选用 v=6m/s。得环模转速为

$$n' = \frac{60Q_0^4 v}{D} = 262.2 \text{ r/min}$$

则传动比 $i = 1480/262.2 = 5.6$ 。

1. 选定齿轮的类型、精度等级、材料性能、齿数

选用的齿轮为斜齿圆柱齿轮，压力角 20° ，精度为 8 级；

大小齿轮选用的材料为 45 钢调质；

试选小齿轮齿数 $z_1 = 30$ ，则大齿轮齿数 $z_2 = iz_1 = 168$ ；

初选螺旋角 15° 。

2. 根据齿面接触疲劳强度设计

(1) 由下式试算小齿轮分度圆直径

$$d_{1t} \text{ 高}^3 \sqrt{\frac{2K_{Ht}T_1 i}{d} \frac{1}{i} \frac{1}{Z_H Z_E Z_\epsilon Z_\beta^2} y} \quad (3.3)$$

1) 确定公式中各参数值。

- ① 试选载荷系数 $K_{Ht}=1.3$;
- ② 查《机械设计》^[26]表 10-20 得区域系数 $Z_H=2.425$;
- ③ 根据《机械设计》式 (10-21) 计算接触疲劳强度用重合度系数 Z_ϵ

$$\alpha_{t1} = \arctan(\tan \alpha_n / \cos \beta) = \arctan(\tan 20^\circ / \cos 15^\circ) = 20.647^\circ$$

$$\alpha_{t2} = \arccos z_1 \cos \alpha_t / (z_1 + 2h_{an}^* \cos \alpha_t) = 28.459^\circ$$

$$\alpha_{t2} = \arccos z_2 \cos \alpha_t / (z_2 + 2h_{an}^* \cos \alpha_t) = 22.312^\circ$$

$$z_1 (\tan \alpha_{t1} - \tan \alpha_t) + z_2 (\tan \alpha_{t2} - \tan \alpha_t) / 2 = 1.686$$

$$d_{z1} \tan \alpha_t / 2 = 2.559$$

$$Z_\epsilon = \sqrt{\frac{4}{3}} (1) = 0.562$$

- ④ 根据《机械设计》式 (10-23) 可得螺旋角系数 Z_β

$$Z_\beta = \sqrt{\cos \beta} = \sqrt{\cos 15^\circ} = 0.983$$

- ⑤ 计算小齿轮转矩 T_1

$$T_1 = 9.55 \times 10^6 P_1 / n_1 = 5.379 \times 10^5 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

- ⑥ 查《机械设计》图 10-5 得材料的弹性影响系数 $Z_E = 189.8 \text{ MPa}^{1/2}$

- ⑦ 计算接触疲劳许用应力 $[\sigma_H]$

根据《机械设计》图 10-25d 得小齿轮、大齿轮接触疲劳极限为

$$[\sigma_{H1}] = 600 \text{ MPa}, \quad [\sigma_{H2}] = 550 \text{ MPa}。$$

根据《机械设计》式（10-15）得应力循环次数：

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/168105013053006056>