

# 第十一届全国大学生机械创新大赛

## 设计说明书



作品名称：一种新型链夹式大葱移栽机

参赛人员：张琪 李志森 张慧姿

指导老师：胡飞飞 孙章栋

所属单位：湖北汽车工业学院科技学院

二〇二四年三月

# 摘要

随着大米，小麦，玉米等主要粮食作物机械化生产的基本实现，经济作物生产特别是大葱生产机械化发展滞后的问题日益突出。当前，我国葱的生产的各个方面都缺乏专业机器和相关技术。葱苗的种植主要是手工完成的；开沟作业的机械化水平为 70%-80%，但经常使用其他农作物耕种机。大葱大多是人工移植，半自动种植机的推广使用率较低，需人工分拣葱苗到机器；或全自动种植机需购买成本较高的育苗盘育苗带。

基于此我们团队设计了一款新型链夹是大葱移栽机，集分苗、移栽、覆土等功能为一体。且结合了半自动移栽机和自动移栽机的优点，可使用市面上常用的大葱苗，由创新机构实现分苗、移植、覆土。

关键词：大葱移植，机械化种植，功能一体化，创新机构

## 目录

作品内容简介 .....	4
第一章 设计简介 .....	5
1.1 项目背景.....	5
1.2 目的与意义.....	6
1.3 机械化移栽流程 .....	7
1.4 目前市面上使用的大葱移栽机.....	7
1.4.1 自行式移栽机.....	7
1.4.2 拖拉机式栽植机.....	8
1.4.3 手推式栽植机.....	9
1.4.4 纸链式大葱移植机.....	9
第二章 设计方案 .....	10
2.1 设计方案.....	10
2.2 作品展示.....	11
2.3 主要结构介绍 .....	11
2.3.3 覆土装置.....	12
2.3.4 整车传动机构.....	13
2.4 部分实物展示.....	14
2.4.1 覆土爪部分 .....	14
2.4.2 分苗插苗装置部分.....	14
2.4 图纸介绍.....	15
第三章 控制系统设计概述.....	17
3.1 控制系统整体工作原理及选用原因 .....	17
3.1.1 LN298 电机驱动模块.....	17
第四章 理论设计计算.....	18
4.1 总体尺寸设计 .....	18
4.2 电机类型选择.....	18
第五章 创新点介绍.....	20

5.1 创新点一 .....	20
5.2 创新点二 .....	20
<b>第六章 市场前景及应用推广价值 .....</b>	<b>21</b>

## 作品内容简介

本产品是一种新型半自动大葱移栽机，集分苗、移栽、覆土等功能为一体。

本产品旨在解决市面上大葱移栽机存在问题，如全自动移栽机需购买成本较高的育苗盘或育苗带，移栽过程中易倒苗压苗。

本发明所提供的大葱移栽机能克服大葱种植过程中劳动成本高、采购成本高，种植效率低等缺点，能够分葱、移栽、覆土，进行全自动种植，种植速度快、效率高，能够有效的降低种植成本。

本产品车体上安装有由动力装置驱动的行走机构，车体前端装有起垄开沟装置，可在行进栽苗时前完成起垄和开沟；车体上安装有分拣盘、覆土爪、齿轮齿条插苗装置；本装置集起垄开沟移栽覆土为一体，实现葱苗移栽深度的一致性，整个移栽过程半自动化，大大节省了人力物力，并且移栽效果好，大葱成活率高。

## 第一章 设计简介

### 1.1 项目背景

大葱是调味食物不可或缺的一部分，大葱发展历史悠久。在国家的大力支持下国内种植面积也在逐渐扩大。餐饮产业的快速发展下给大葱带来很大的需求，目前大葱市场需求稳定。

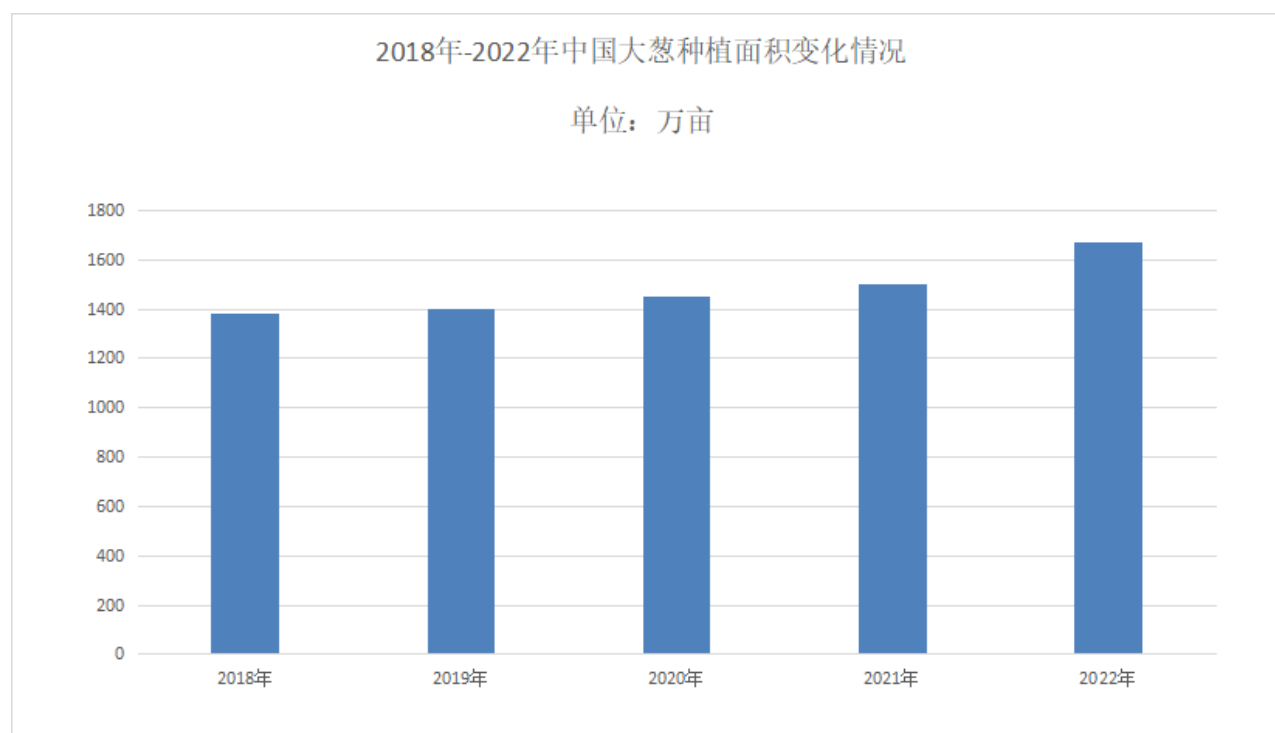


图 1.1.1 大葱种植面积变化图

中国是全球最大的大葱生产国家，年产量较高。据大葱行业市场分析数据统计，2020年全国大葱的种植面积约为1400万亩(约合933,333公顷)，年产量超过1500万吨。大葱在中国的消费需求旺盛，广泛应用于中华料理、家常菜以及食品加工等领域。中国人民对调味品和蔬菜的需求稳定，大葱因其独特的香味和营养价值受到了广泛的青睐。

## 1.2 目的与意义

每亩 种植方式	种子	土地	水	化肥	育苗人工 机械费	栽植人工 机械费	节约成 本合计
传统种植	1.6 桶	150 平米	100 方	30 方	120 元	700 元	
全机械化种植	0.6 桶	40 平米	25 方	5 方	10 元	500 元	
对比结果 (节约成本)	280 元	209 元	100 元	30 元	110 元	200 元	929 元

图 1.2.1 机械移栽和人工移栽的成本对比图

采用机械化移栽种植大葱有极大的**商业价值**和**经济效益**。移栽可以减少大葱在田间 40~50 天的生长时间，可以做到提前上市卖个好价钱，也可以实现一年多种一季，**移栽的高产量和低成本**是最为吸引种植户的地方。

如上表所示，常州亚美柯公司提供的数据显示，杨村 1200 亩大葱全程机械化种植比人工种植每亩要节约 929 元的成本。1200 亩大葱就能增收近 100 万元，如果种植面积达到 10 万亩的话，光节约的成本就超过千万元。

注意对比一下人工栽种和机械化移栽，可以看出来机械化种植一亩要比人工省 90 元。当然，不只是省钱的问题，高效率才是关键。

移栽技术作为一种栽培技术，具有直播难以比拟的**优越性**。移栽可以将作物的**生育期提前** 15 天左右，有效地避开作物受早春低温、倒春寒、霜冻、冰雹等灾害性气候的影响，提高幼苗的成活率，保证单位作物株数达到农艺要求，并能延长作物生育期，有效地提高单产和作物的品质，具有显著的节本、增产、增收效果。作物移栽主要分为人工移栽和机械移栽，由于人工移栽成本高、效率低、劳动强度大，并且难以保证栽植质量，逐步被移栽机械所替代。

### 1.3 机械化移栽流程

规模化种植往往会采用机械操作，定植移栽前，设定好开沟机的参数，确定合适的沟深、行距，一般多为 **70-80 公分宽**，根据土壤粘性可以适当增加行距；移栽前开沟的时候，**沟深**一般会控制在 **25 公分左右**，这个深度是为了方便后期培土。

大葱的**根系比较浅**，所以移栽时不宜过深也不要过浅，**如果移栽过浅，扎根慢，容易倒伏；过深的话，葱苗缓苗时间长，而且后期大葱生长速度也会慢，拉长大葱生长周期，不利于上市。**

葱沟开好以后，移栽机也需要配合行距进行调试，确定好移栽株距，同时确保移栽机能够在开好的葱沟内正常往复作业，提高移栽效率。

一般大葱移栽深度为 3-5 公分。将同一等级葱苗垂直插入沟底，紧贴沟脊，栽植深度以不埋到心叶为宜，葱叶着生方向须与行向垂直，有利密植和管理，随栽随覆土，踩实后马上浇水，不可拖延。每次浇水都以浇透 25cm 为准，绝对不可过多，以防赶上大雨，肥料深渗而叶黄干尖。

栽植密度，行距 90cm，株距 4cm，每亩栽植 18000-20000 株。移栽深度为 3-5 公分。

### 1.4 目前市面上使用的大葱移栽机

#### 1.4.1 自行式移栽机

自行式栽植机是一种通过电动或发动机驱动轮子行驶的机械，在行驶过程中完成栽植苗木。这种机械通常由底盘、植物输送系统和根目录系统组成。其优点在于操作简单、效率高，适用于平地或稍有坡度的地形，可以完成大面积的栽植任务。

缺点：这种机械的价格较高，维护成本也较高。



图 1.4.1.1 自行式移栽机图

## 1.4.2 拖拉机式栽植机

拖拉机式栽植机是一种将机器挂在拖拉机后三点悬挂臂上的机械。其栽苗机构位于拖拉机的后部，由拖拉机的动力提供动力，并通过引导装置实现栽植苗木。拖拉机式栽植机适用于破碎、丘陵和山区等地形，能够在不同地形进行栽植作业。

缺点：它的操作相对较为复杂，机器也较为笨重，不适合用于较为狭窄的地形。拖拉机使用时会产生噪音和排放废气，对周围环境造成一定的污染。



图 1.4.2.1 拖拉机式栽植机图

### 1.4.3 手推式栽植机

手推式栽植机是一种由人力操作的机械，其栽苗机构位于机器前部，通过手动操作或者电动装置控制实现栽植苗木。这种机械的优点在于价格相对较低、易于维护、操作简单等，适用于较为狭窄的地形。

缺点：由于操作需要人力，效率较低，并且只适用于小面积的栽植作业。



图 1.4.3.1 手推式栽植机图

### 1.4.4 纸链式大葱移植机

日本采用纸链式大葱移植机，纸链式大葱移栽机是一种能够高效、自动化地进行大葱移栽的机器。它的工作原理是利用一根纸带，将葱苗从播种区自动送到移栽区，并依次进行移栽，整个过程不需要人工干预，具有节能高效、省时省力的特点。同时，该机器运作稳定、移植准确，不会损坏葱苗根系，能够高效地完成大面积的移栽作业。

缺点：

- 1.价格昂贵：由于纸链式大葱移栽机的研发以及制造都需要较高的成本投入，因此其售价直逼百万元人民币，对于大多数农民而言显然过于昂贵了。
- 2.适用范围狭窄：纸链式大葱移栽机主要适用于大面积、工厂化的种植生产，对于小面积、家庭化种植者而言，显得过于麻烦、不实用。
- 3.人工劳动成本低：由于中国的人工成本相对较低，所以许多农民更倾向于采用

传统的劳动力作业方式，而不是选择使用高成本的纸链式大葱移栽机。



图 1. 4. 4. 1 纸链式大葱移植机图

## 第二章 设计方案

### 2.1 设计方案

我们所设计的一种可调式起垄高度的大葱移栽自动化机械车，是一种可以根据不同的环境来控制起垄的高度，同时移栽装置的设计是根据小车车速一次来调节分苗盘的转速从而控制大葱苗移栽间距。小车的前端有着垄面成型装置，起垄的主要部件是两个倾斜的横板，两横板之间通过滚筒连接滚筒后方有着锥形块起着开沟的作用。小车的上面有着分苗机构，根据小车的行驶速度设定转盘的转速实现精准移栽。在小车的后方有着覆土机构，通过扇形齿与圆柱齿轮的啮合控制覆土臂，做往复运动完成覆土。整车的动力提供装置都采用的是电机，传动方式都采用齿轮传动。

## 2.2 作品展示

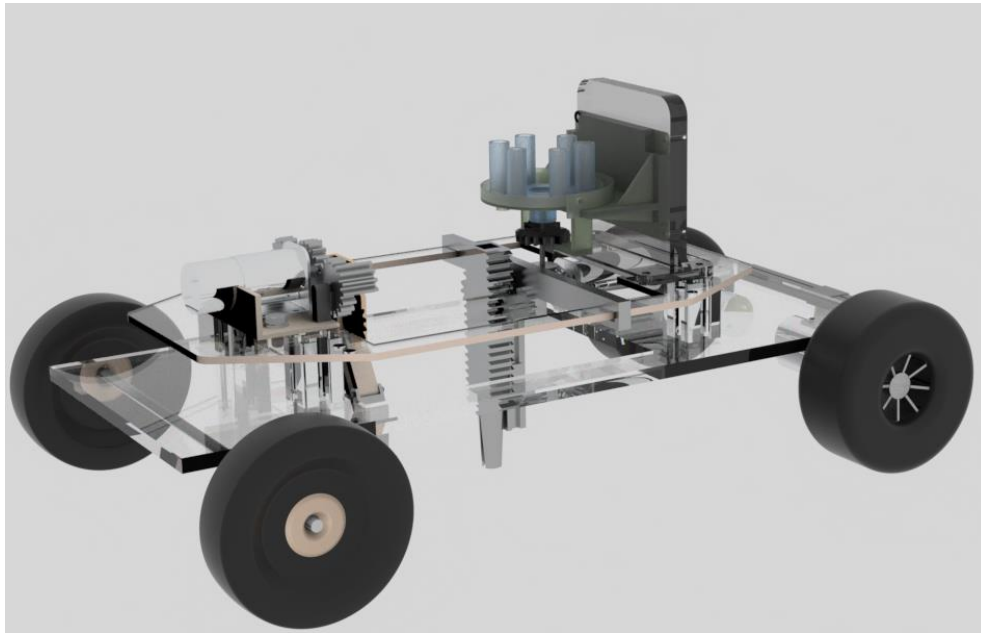


图 2.2.1 小车的整体渲染图

## 2.3 主要结构介绍

### 2.3.1 移栽装置

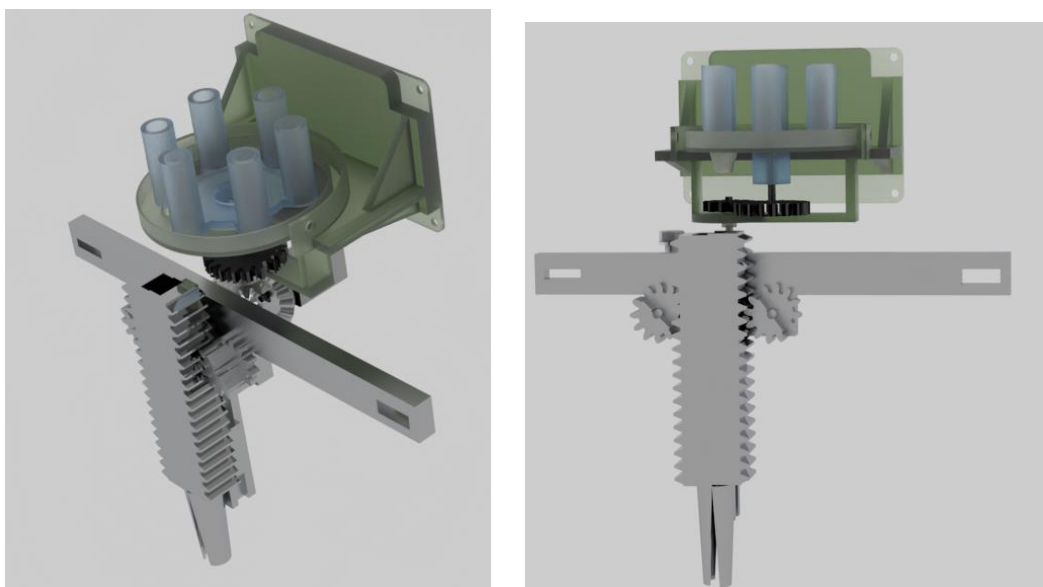


图 2.3.1.1 移栽装置渲染图

移栽装置是由 1. 分苗盘 2. 筛选齿轮、3. 转盘、4. 电机、5. 齿轮、6. 传动轴等所组成。

工作时电机带动齿轮转动，圆锥齿轮，圆柱齿轮，传动轴相互配合带动转盘转动转盘中的分好的大葱苗会随着一起运动，当转到筛选滚轮下方时，大葱苗会掉落到齿轮齿条插苗机构里。齿条插苗装置根据半齿齿轮的旋转进行直行直下的平移，完成插苗运动。播种装置的电机选择是根据小车车速与大葱所需间隔决定的。

### 2.3.3 覆土装置

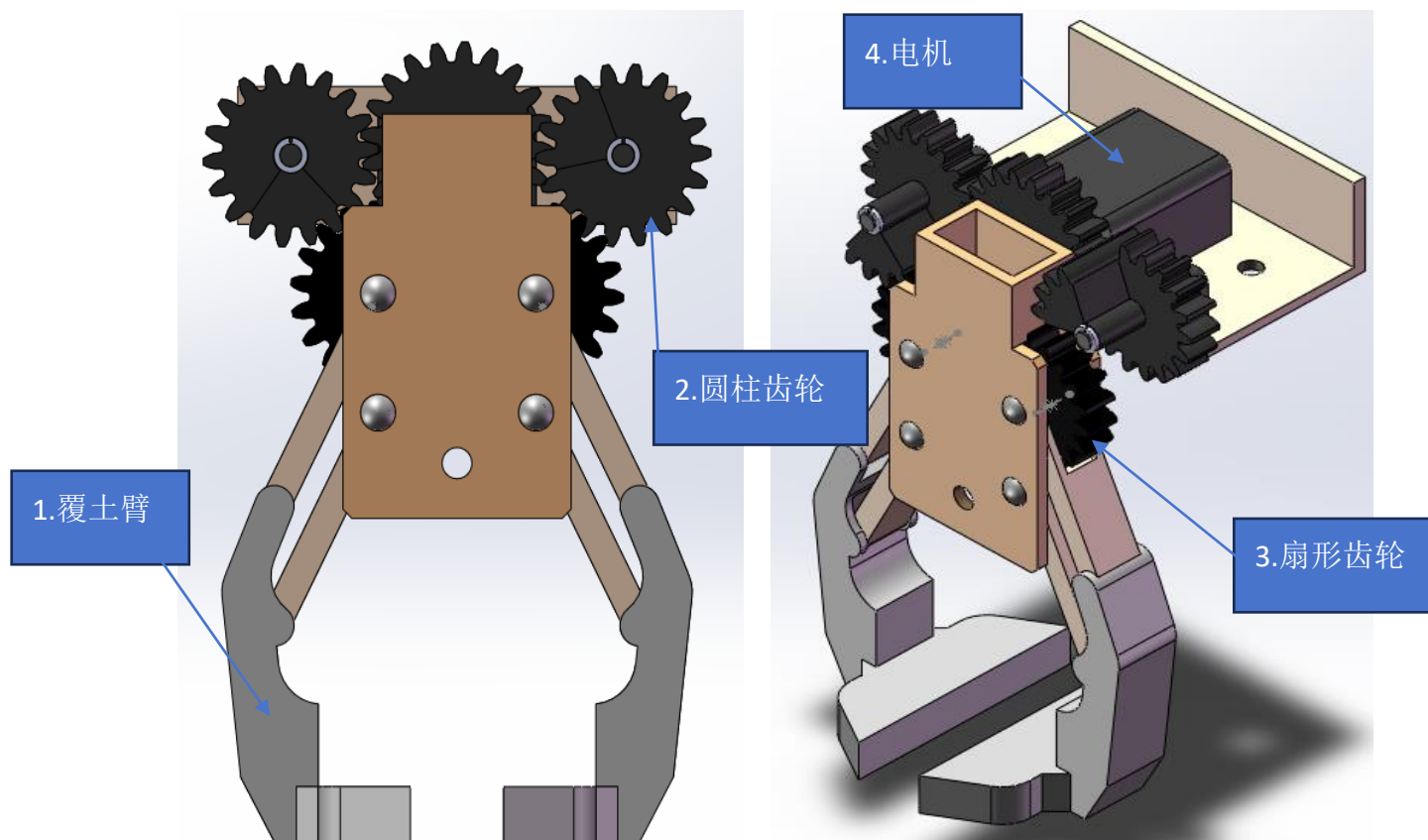


图 2.3.3.1 覆土装置图

覆土装置主要由 1. 覆土臂、2. 圆柱齿轮、3. 扇形齿轮、4. 电机等组成。在工作时由电机带动圆柱齿轮使扇形齿轮转动，扇形齿轮带动下方的圆柱齿轮转动后带动销转动让覆土臂做往复运动。

### 2.3.4 整车传动机构

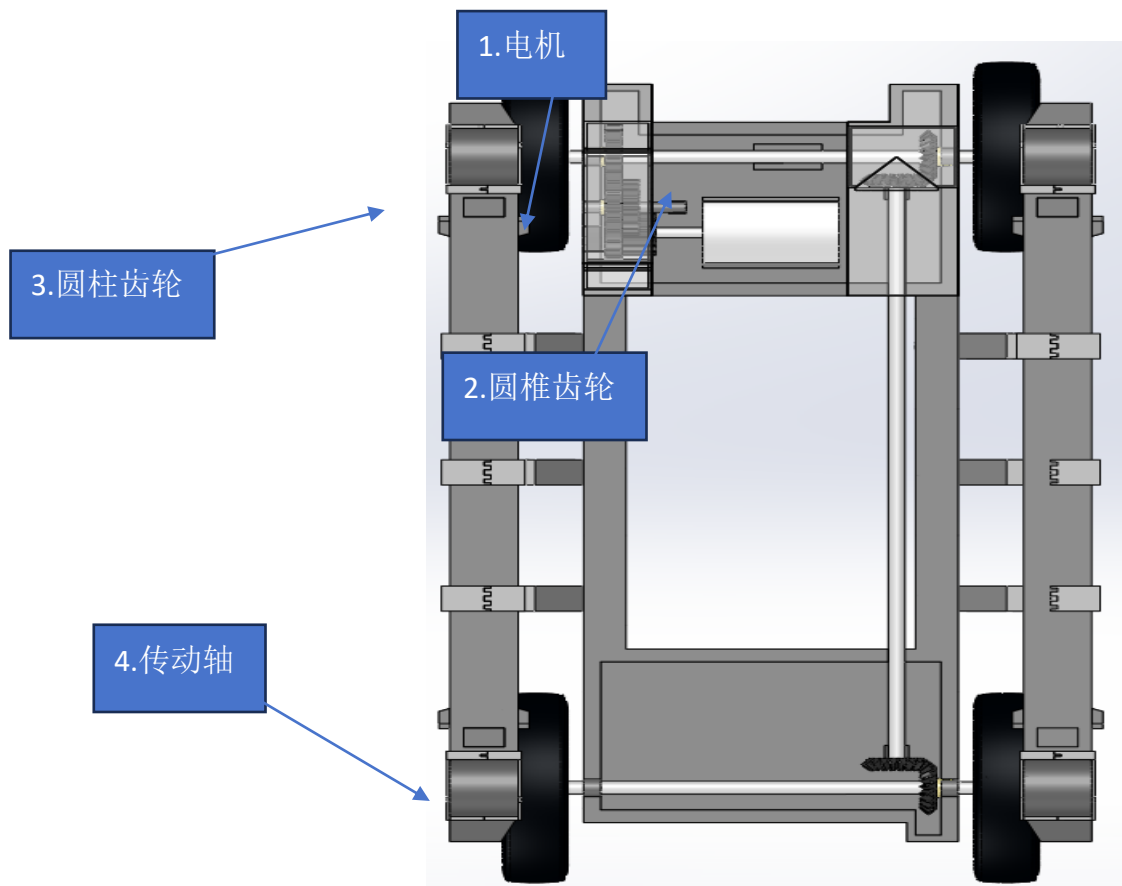


图 2.3.4.1 整车传动机构图

整车传动机构由 1.电机、2.圆锥齿轮、3.圆柱齿轮、4.传动轴等组成。运动时由电机带动后轮的圆柱齿轮，圆柱齿轮相互配合带动传动轴转动后传到各个轮上。

## 2.4 部分实物展示

### 2.4.1 覆土爪部分

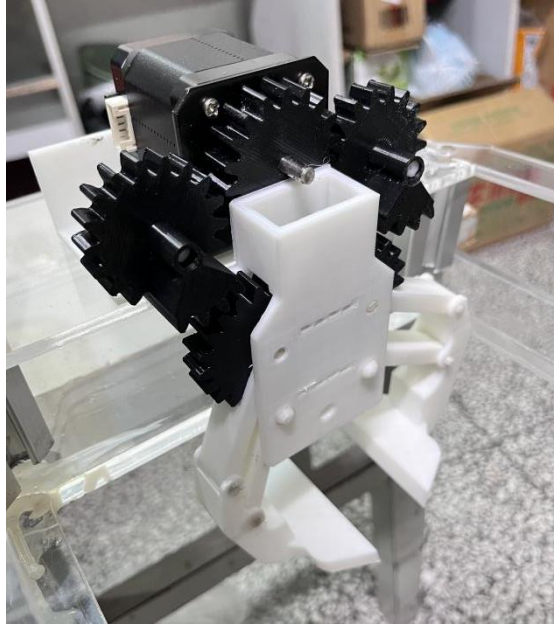


图 2.4.1.1 覆土爪实物图

### 2.4.2 分苗插苗装置部分



图 2.4.2.1 分苗插苗装置实物图

2.4 图纸介绍

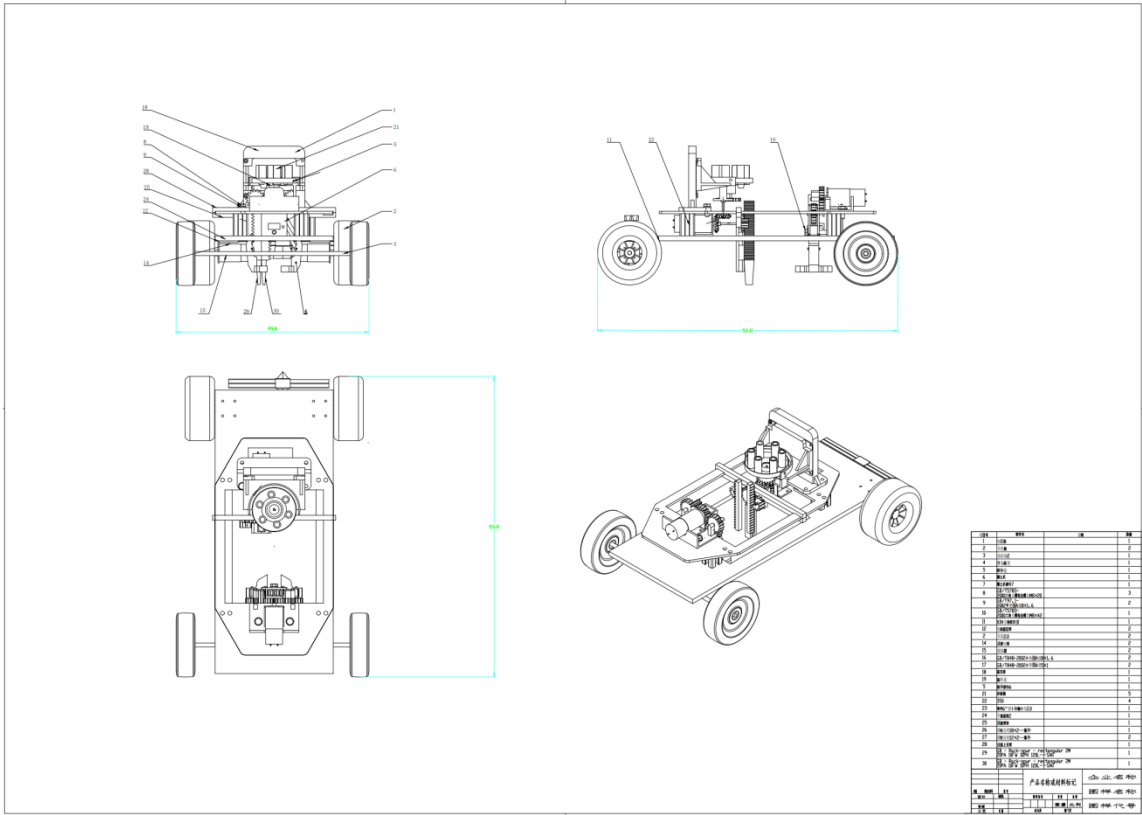
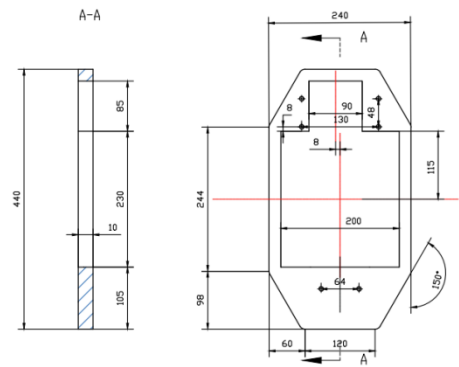


图 2.4.1 总装配体图



技术要求  
1. 锐边倒钝;  
2. 未注倒角为C1;  
3. 去除毛刺、飞边。

标记	处数	分区	更改文件号	签名	年月日	阶段	标记	数量	比例
设计			标准化					1:5	车底座
校核			工艺						
主管设计			审核						
				批准		共	张	第	张
						版本			替代

图 2.4.2 车底座图

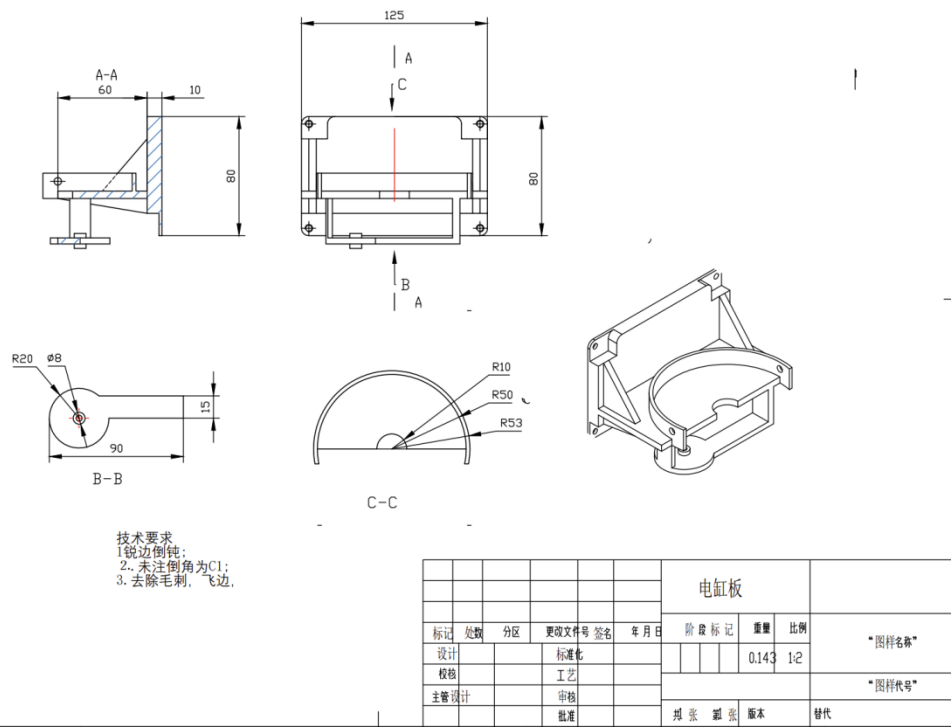


图 2.4.3 电缸板图

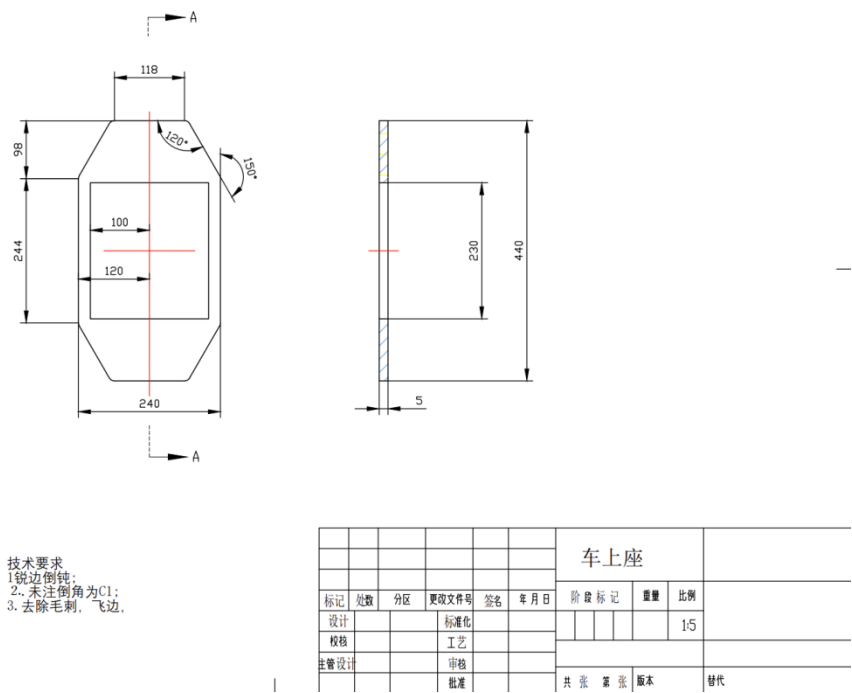


图 2.4.4 车上座图

## 第三章 控制系统设计概述

### 3.1 控制系统整体工作原理及选用原因

#### 3.1.1 LN298 电机驱动模块

这块 L298N 需要的是两个电源接口，一个板内+5V 给模块供电，一个则是驱动电源+12V，驱动电源用于驱动电机，驱动部分理论上最高工作范围为 46V，但是实际上最好在给定范围使用。

1. 驱动芯片：L298N 双 H 桥直流电机驱动芯片
2. 驱动部分端供电范围  $V_s$ : +5V~+35V；如需要板内取电,则供电范围  $V_s$ : +7V~+35V
3. 驱动部分峰值电流  $I_o$ : 2A
4. 逻辑部分端供电范围  $V_{ss}$ : +5V~+7V（可板内取电+5V）
5. 逻辑部分工作电流范围: 0~36mA
6. 控制信号输入电压范围: 低电平:  $-0.3V \leq V_{in} \leq 1.5V$ , 高电平:  $2.3 \leq V_{in} \leq V_{ss}$   
使能信号输入电压范围: 低电平:  $-0.3 \leq V_{in} \leq 1.5V$ （控制信号 无效）, 高电平:  $2.3V \leq V_{in} \leq V_{ss}$ （控制信号有效）  
最大功耗: 20W（温度  $T=75^\circ\text{C}$  时）逻辑通道 IN1, IN2 接收信号, 控制 out1 和 out2; IN3, IN4 控制 out3, out4。利用电位差（即不同的电位）可以使得直流电机实现正反转。ENA, ENB 为使能端, 即 PWM 口, 可以从中输入 PWM 信号, 这样可以起到控速作用, 但是电机转动方向还是得靠 IN 口控制。

ENA	IN1	IN2	直流电机状态
0	X	X	停止
1	0	0	制动
1	0	1	正转
1	1	0	反转
1	1	1	制动

## 第四章 理论设计计算

### 4.1 总体尺寸设计

此产品为了能将装置将大葱成功移植内我们进行了精心的产品尺寸设计。

#### (1) 整体外形尺寸

本作品的整体长度 620mm，宽度 385mm，高度为 280mm。

#### (2) 覆土夹手尺寸

张开最大距离 30 mm，最小夹距为 50 mm，为了让机械手可以覆土稳住葱苗。

#### (3) 齿轮齿条插苗装置

齿条插苗装置高度 170mm，可插入土中 40mm。

### 4.2 电机类型选择

按照工作要求和工况条件，考虑到我们要实现的功能较多我们将每个功能拆分每个电机对应一个功能，我们将用到 5 个电机，并且考虑到安全因素我们采用 24v 直流电机，24v 的直流电源我们使用电源转换器将 220v 交流电转换得到。

电压：直流供电

减速：减速箱、齿轮箱

电机：电动机、电动马达。

目前微型直流减速电机应用相对广泛，拿它来简单说明：



图 4.2.1 微型直流减速电机图

微型电机所用直流电压一般在 36V 以下，根据市场上各电池和应用的需求，5V、12V、24V 相对多一些。这种减速电机，配套多点的还是有刷电机，无刷电机步进电机和伺服电机等。具体分析后续文章会逐 个写出。

一般单电机转速成千上万转，小电机做高转速小力矩，大电机做低转速（可以做到几百转）大力矩。但是有些用途只需要几转几十转，那么就需要加减速箱了。可以理解为减速箱是用来降低转速，加大力矩。

减速箱级数不一样，效率也会不一样。一般正齿轮箱的效率是 0.9, 五级减速效率即  $0.9 \times 0.9 \times 0.9 \times 0.9 \times 0.9 = 0.59049$ ; 行星减速箱的效率为 0.8，四级减速效率  $0.8 \times 0.8 \times 0.8 \times 0.8 = 0.4096$

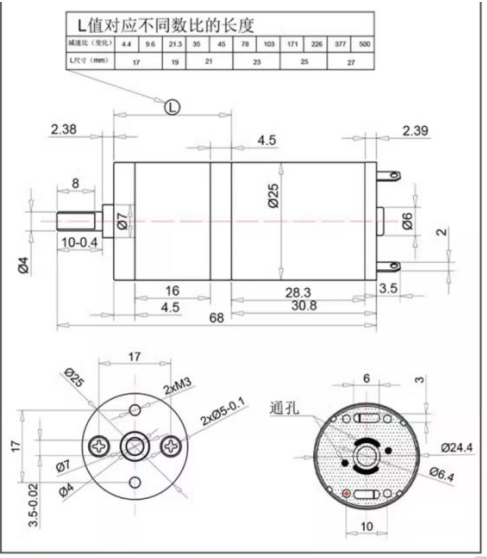


图 4.2.2 电动机的外形尺寸图

## 第五章 创新点介绍

### 5.1 创新点一

本装置的覆土装置可根据大葱苗的移栽的不同深度要求,通过电机带动扇形齿轮旋转控制覆土装置的旋转角度进行覆土,防止大葱在移栽过程中倒苗压苗,提高大葱移栽存活率。

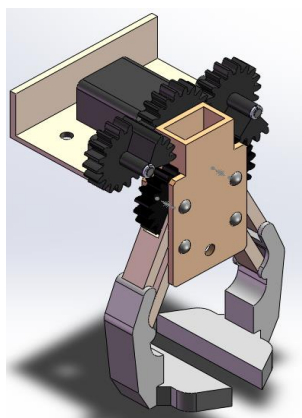


图 6.1.1 覆土爪装配图

### 5.2 创新点二

电机带动大齿轮旋转,大齿轮与半齿轮啮合,半齿轮与齿条相配合,实现齿轮齿条的直上直下的插苗运动。如图所示,上方旋转分苗盘中大葱落入齿条中,插入土中。

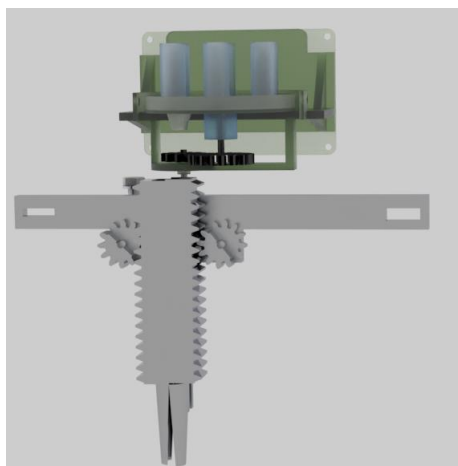


图 6.2.1 插苗装置装配图

## 第六章 市场前景及应用推广价值

我国在针对大葱这样的小株距移栽机的研发开发上还是空白。要研制高效的研制开发上还是空白，不能独立进行。我国研制的各种移栽机没有推广应用的主要原因之一，就是**移栽机械与育苗技术脱节、移栽机与秧苗不配套**。如果这个问题不解决，国产移栽机就难以推广，

因此，**研发开发适用性强，通用性好的大葱移栽机就很重要**。同时我们还应看到，从现阶段我国**国情**考虑，研发**半自动化的移栽机**在农村将有十分广阔的市场。半自动化的移栽机尽管速度不快，还需要一定的人力，但是它**结构简单、价格低、适应性好、使用方便**，适应我国国情，所以，大葱移栽机暂时还是应研制半自动式的，以适应农村机械化。

目前，国内大葱移栽机的市场仍然处于初级阶段，但是随着农业机械化的加快和人工劳动力成本的上涨，大葱移栽机的市场需求将会逐步增加。同时，移栽机器也在不断发展和创新，将采用更为先进的**液压控制技术和电子控制系统**，更加智能化和高效化。