目录：

[一、设计主旨及作品内容介绍 2](#_Toc151108262)

[1.1设计主旨 2](#_Toc151108263)

[1.2作品内容介绍 2](#_Toc151108264)

[二、设计背景 3](#_Toc151108265)

[2.1实现功能： 3](#_Toc151108266)

[2.2播种作物介绍 4](#_Toc151108267)

[2.3白萝卜种植方法介绍 5](#_Toc151108268)

[三、设计目的及基本思路 6](#_Toc151108269)

[3.1、设计目的 6](#_Toc151108270)

[3.2、设计思路 6](#_Toc151108271)

[四、设计方案及原理结构 6](#_Toc151108272)

[4.1设计方案 6](#_Toc151108273)

[4.2作品展示 7](#_Toc151108274)

[4.3主要结构介绍 8](#_Toc151108275)

[4.3.1垄面成型装置 8](#_Toc151108276)

[4.3.2播种装置 9](#_Toc151108277)

[4.3.3覆土装置 10](#_Toc151108278)

[4.3.4 整车传动机构 11](#_Toc151108279)

[五、理论计算 11](#_Toc151108280)

[六、创新点介绍 12](#_Toc151108281)

[6.1创新点一 12](#_Toc151108282)

[6.2创新点二 12](#_Toc151108283)

[七、市场前景及应用推广价值 12](#_Toc151108284)

[7.1国内的白萝卜播种技术 12](#_Toc151108285)

[7.2国外白萝卜播种技术 14](#_Toc151108286)

[7.3市场前景及推广价值 14](#_Toc151108287)

**一种可调式起垄高度的白萝卜精准播种自动化机械车**

设计者：

指导老师（蓸占龙）

# 一、设计主旨及作品内容介绍

## 1.1设计主旨

摘要：随着经济的快速发展，人们的生活水平逐渐的增高人们对健康生活方式的重视和蔬菜消费的增加，白萝卜行业也逐渐发展壮大。而我国又是世界第一萝卜生产国，萝卜是劳动密集型栽培性作物。存在着生产季节性强、用工多、人工作业劳动强度大、作业效率低等问题。并且近期劳动力价格上涨较快，因此发展萝卜种植产业的机械化就显得尤为重要。

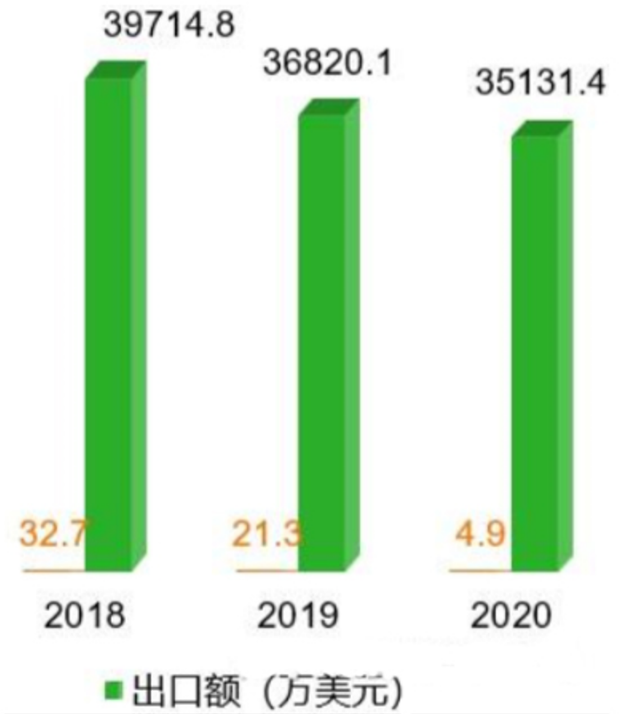
关键词：白萝卜播种机、精准播种、可调式起垄装置。

## 1.2作品内容介绍

萝卜作为我们的主要蔬菜之一，有着很大的需求量。我国白萝卜种植面积大，总产量高。我国现有的萝卜种植技术有人工点播、以及气吸式萝卜播种机，人工点播的播种方式有着费时、费力、效率低、劳动力大等缺点且现在劳动力价格上涨较快，而气吸式萝卜播种机有时候在播种时会发生漏播，多播的现象并且起垄的高度太低易被灌溉后的水冲垮。因此本团队设计了一种可调式起垄高度的白萝卜精准播种自动化机械小车。

# 二、设计背景

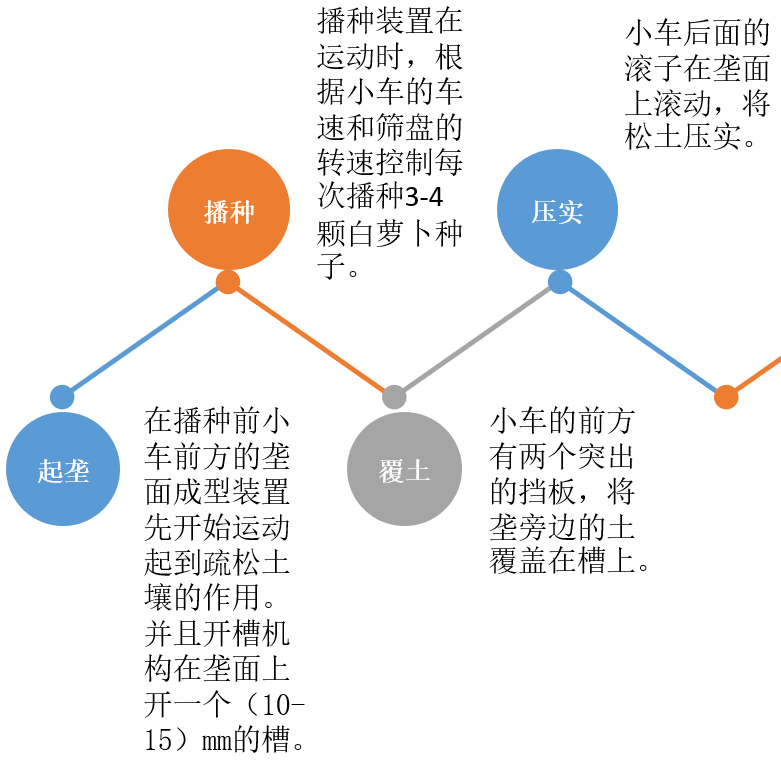
数据显示，我国萝卜种植面积占世界萝卜总种植面积的40%左右，总产量则在33%以上，是当之无愧的世界第一大萝卜生产国。虽然我国白萝卜种植面积大，总产量高，但是该产业的机械化程度依然很低。我们农业要向现代化开进就要发展高效、集约化农业，其中农业机械化是发展现代化农业的关键。而我国现有的气吸式白萝卜播种机虽然能够一次性的完成萝卜的起垄、播种、镇压作业，有效的提高了白萝卜种植的作业效率，降低了劳动力成本。但是根据机器田间使用情况调查，这种机器在作业时仍存在着不小的问题，作业效果不够好，造成该机器的推广工作进程较慢。为了提高白萝卜播种机的作业质量，进一步提高白萝卜种植机械化水平，我们团队设计了一种可调式起垄高度的白萝卜精准播种自动化机械小车来弥补现有产品的不足。



表一：2018-2020年我国白萝卜出口额 图1-1：白萝卜种植图

## 2.1实现功能：

我们所设计的一种可调式起垄高度的白萝卜精准播种自动化机械小车其前端的垄面成型装置能够调节垄的高度且运动时起到疏松土壤的作用。而且起垄装置里的锥形块能够在刚起好的垄面上开一个（10-15mm）槽方便白萝卜种子种下，同时播种机构在每20厘米会播3-4个种子以确保种子的存活率，之后再由覆土机构进行覆土，最后由小车后方的滚子将土压实。

图2.1-1：小车功能图

## 2.2播种作物介绍

在众多蔬菜中，萝卜是我国第二大蔬菜，在我国已经有2700多年的栽培历史， 类型十分丰富，各生态区域均有适合本区域消费习惯和不同及机械生长的传统地方品种并且可以四季供应，所以对于萝卜生产的机械化实现是很有意义的。白萝卜 属于根茎类蔬菜，十字花科萝卜属植物，在我国已有上千年的种植史，是我们的主要蔬菜之一。白萝卜是一种常见的蔬菜，可生食亦可熟食，略带辛辣味，其具有很高的营养、药膳和食用价值。白萝卜营养丰富，兼具食用价值和医疗价值，其味道鲜美，营养丰富，含有芥子油、钙、铁、维生素、C、B1、B2等。

我国萝卜种植历史大致可分为两个阶段，第一个阶段，从1961年到1992年萝 卜种植面积稳步上升，我国白萝卜种植面积从4.4万公顷稳步上升至9.78万公顷。 第二个阶段萝卜种植面积大幅度提升，从1993年到2010年，我国萝卜种植面积由 12.3 万公顷增长到46.54万公顷。2010年我国萝卜种植面积是1961年的10倍多。 从萝卜的种植面积可以看出，我国萝卜产业发展十分迅速，但是白萝卜的单产量却 不容乐观，1996年之前，我国白萝卜单产量位于世界前列，但是该年度之后，由于 对萝卜栽培、育种等技术研发的重视不够，我国的白萝卜单产量一直下降。

## 2.3白萝卜种植方法介绍

白萝卜种植季节在春季4~5月份播种，同年6~7月份收获，生长期一般在25~60天之间。夏季5~6月份播种，7~8月份收获。秋季种白萝卜在7月下旬或8月上旬，10~11月即可收获。冬季的萝卜最迟要在9月上旬种下，不然会受到冻害。

在种植白萝卜时，要选择土质松软、富含有机质的土壤，以沙壤土、壤土、轻粘土为宜。在收获前作物之后，要将土地上的杂草、残叶清理干净，石块、碎砖头等杂物也要清理干净。

种植前深翻土壤，并施加有机肥，将土壤和肥料混合。种植前要先精选种子，种子要饱满、新鲜，只有这样才能确保出芽率。最好是在播种前把干瘪的种子选出，只使用较为充实的种子种植。特别是有些种子，上面会有虫眼，这样的一定要剔除掉。

可用穴播或条播法进行，每穴中放入3-4粒种子就行，条播的话，要把种子播撒均匀一些，播种后要覆土2cm的深度，不要覆土太厚，土壤层太厚的话，种子的出芽速度就会变慢，并且出芽率在一定程度上也会降低。

萝卜播种时要严格控制播种深度，一般在10-15mm左右，播种太深，子叶不能破土而被闷死，播种太浅则在浇灌过程中会将种子冲走导致出苗不全不齐现象。

白萝卜属于半耐寒性蔬菜，喜温和凉爽、温差较大的气候。2至3摄氏度时种子就可发芽，发芽适宜温度为20至25摄氏度。幼苗期可耐25摄氏度左右高温和短时间零下2至3摄氏度的低温。

白萝卜虽然根系较深，但叶片较大，故不耐旱。土壤湿度以最大持水量的百分之65至80，此时发芽率最高且水分过多，易造成烂根。水分供应不均也容易造成肉质根开裂。

图2.3-1：白萝卜种子图

# 三、设计目的及基本思路

## 3.1、设计目的

由上述介绍的白萝卜种植方法可知在种植白萝卜时，每穴中放入3-4粒种子以此来保证白萝卜的发芽率。而我国现有的气吸式白萝卜播种机在播种时可能会发生漏播，多播的现象。漏播会造成减产，多播会导致白萝卜根茎相互挤压影响产品品质，如若补苗或者间苗的话将会增加劳动力成本。因此我们设计的小车有着能够精准每穴播种3-4颗的播种装置。据查阅信息得知，起垄的高度会根据包括气温、光照、土壤水分和株型等。其中,气温和光照是影响玉米生长发育的主要因素。因此在温室大棚里种植白萝卜时的垄高和农村外围田地种植白萝卜时的垄高是不一样的，为了能让一种机器就能实现两种地方种植白萝卜。我们所设计的小车中的垄面成型装置能够调节垄的高度，因此用我们所设计的小车便可以在这两种地方种植白萝卜。

## 3.2、设计思路

1、一种能够自由调节垄高的垄面装置。

2、能够实现每穴精准播种3-4颗白萝卜种子。

# 四、设计方案及原理结构

## 4.1设计方案

我们所设计的一种可调式起垄高度的白萝卜精准播种自动化机械车，是一种可以根据不同的环境来控制起垄的高度，同时播种装置的设计是根据小车车速一次来调节播种盘的转速从而控制一个洞穴精准落下3粒白萝卜种子。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。小车的上面有着播种机构，根据小车的行驶速度设定转盘的转速实现精准播种。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两覆土臂，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。

## 4.2作品展示

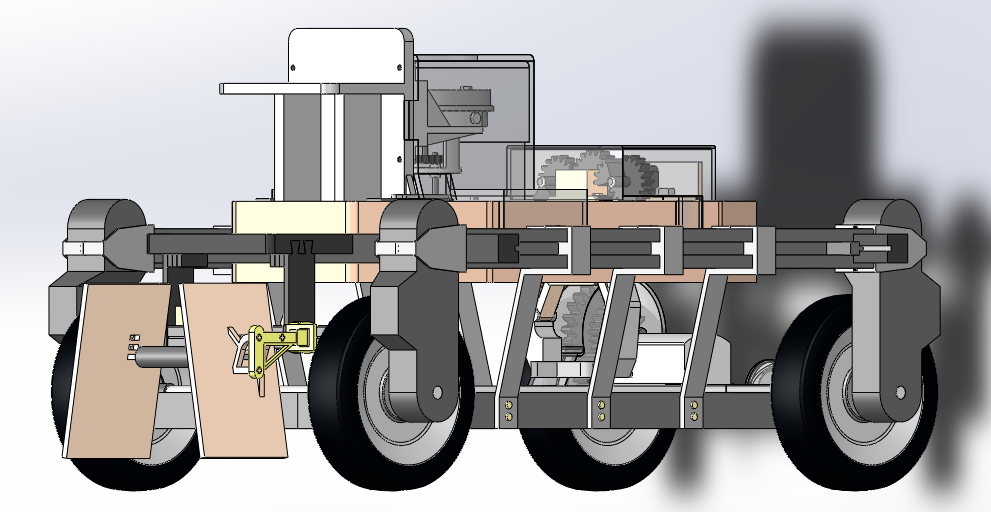


图4.2-1小车的轴测图

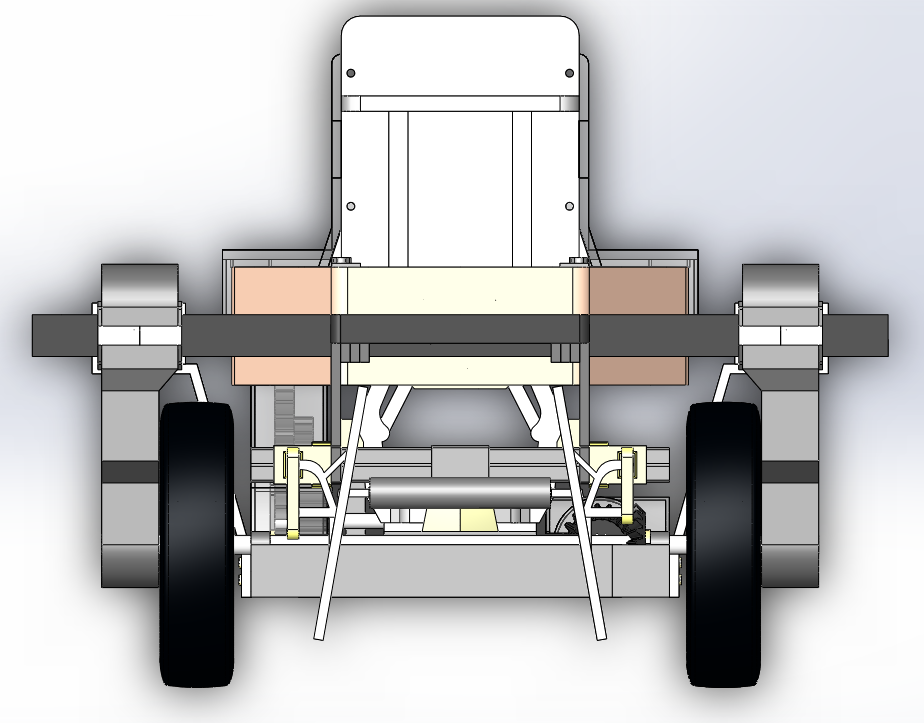


图4.2-2小车的主视图

## 4.3主要结构介绍

### 4.3.1垄面成型装置

6.齿形板

5.锥形块

4.滑块

3.滑槽

2.滚筒

1.横板

图4.3.1-1垄面成型装置渲染图

垄面成型装置是由1.横板、2.滚筒、3.滑槽、4.滑块、5.锥形块、6.齿形板等所组成。当小车运动时，前方的两个横板起到起垄的作用，之后由滚筒将起垄好的土压平，最后由后边的锥形块对起好垄的土开一个10mm的沟。通过调节齿形的位置可以调节起垄的高度。

### 4.3.2播种装置

6.传动轴

5.齿轮

4.电机

3.转盘

2.筛选滚轮

1.漏斗

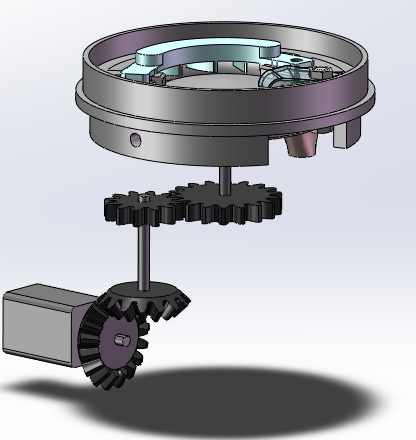
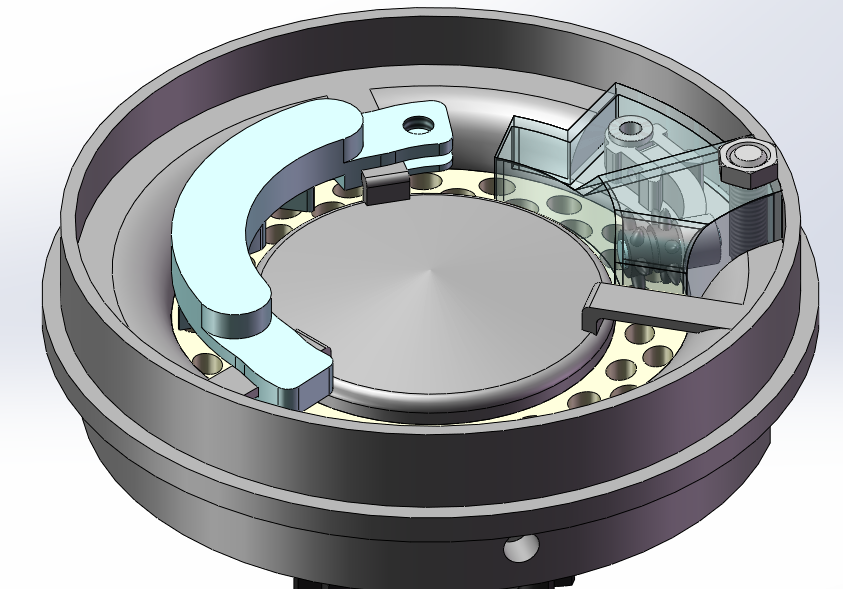


图4.3.2.1播种装置渲染图

播种装置是由1.漏斗、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，圆椎齿轮，圆柱齿轮，传动轴相互配合带动转盘转动转盘中的白萝卜种子会随着一起运动，当转到筛选滚轮下方时，白萝卜种子会掉落到漏斗里之后落入洞穴中。播种装置的电机选择是根据小车车速与每穴需要多少粒种子决定的。

### 4.3.3覆土装置

3.扇形齿轮

4.电机

2.圆柱齿轮

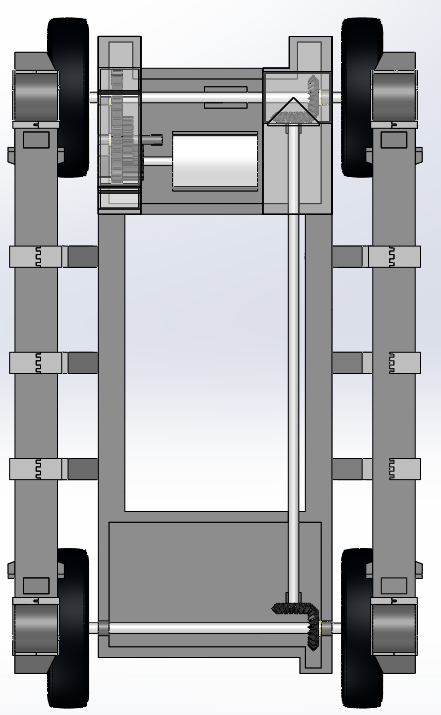
1.覆土臂

图4.3.3.1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。

### 4.3.4 整车传动机构

1.电机



4.传动轴

3.圆柱齿轮

2.圆椎齿轮

图4.3.4.1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。

# 五、理论计算

# 六、创新点介绍

## 6.1创新点一

根据小车的车速设置播种装置中转盘的转速以此达到每穴播种3颗白萝卜种子的目的。

## 6.2创新点二

小车前端的垄面成型装置可以调节两侧接片的数目以此达到控制垄成型的高度和宽度的目的。

# 七、市场前景及应用推广价值

## 7.1国内的白萝卜播种技术

国内现有的白萝卜播种技术有1.人工点播方式，2.机械式自动播种机。中国已经有两千多年的萝卜栽培利用历史，而人工点播的方式在当时是播种白萝卜的唯一技术。我国萝卜产量高、耐储藏，常年种植面积约占世界种植面积的40%，产量约占世界中产量的47%，是仅次于白菜的第二大蔬菜。近些年随着劳动力成本的增大，人工点播的种植方式费时、费力、费钱。因此人们开始大力研究机械式自动播种机器，所以气吸式白萝卜播种机出现在了大众的视野。其能够一次性、高效率完成白萝卜的起垄、播种、镇压作业，有效的提高了白萝卜种植的作业效率，降低了劳动力成本。但是根据机器田间使用情况调查，这种机器在进行作业时仍有着不足。

1. 精量播种效率欠佳：气吸式白萝卜播种机播种装置的工作原理是风机由发动机带动并运动的，其产生的风力使种子在负压的作用下吸附在吸种盘上。田间作业时，播种车的油门难免会有大小的变化。随着油门的大小的变化，供油量发生变化，供油量大，发动机转速快，风机跟着转速加快，风力变大；供油量小，发动机转速慢，风机转速变慢，风力变小。因为风力不稳定，造成吸种孔的吸力不稳定，从而导致出现漏吸和多吸种子现象以致漏播和多播。大规模种植的时候，漏播和多播现象造成的损失是巨大的，这也是本机器没有得到很好的推广的关键所在。漏播会造成减产，多播会导致白萝卜根茎相互挤压影响产品品质，如若补苗或者间苗的话将会增加劳动力成本。
2. 起垄效果不理想：起垄栽培因其能提高地温，增加土壤透气性，能够促进蔬菜根系生长发育。 气吸式播种机起垄效果不理想，垄高度低、宽度大，垄沟过窄、过浅。起垄效果如图 7.1-1。起垄播种的一个重要目的就是为了利于根茎作物的膨胀生长，但是气吸式播种机起垄效果不好。起垄宽度大、高度低也不利于提高地温，增加土壤透气性。 另外，起垄高度不够的话，灌溉不方便，水流过大容易冲坏垄体、冲偏垄上的种子。 如图7.2-2可以看出灌溉之后垄体变小很多。因此改进起垄机构，提高机器起垄效果是很有必要的。



图7.1-1气吸式播种机的起垄效果图 图7.2-2灌溉后垄型状况



图7.3-3人工点播的播种方式 图7.4-4气吸式播种机

## 7.2国外白萝卜播种技术

国外的白萝卜播种机是大型的机器，它有着起垄、播种、覆土、压实、浇水的功能并且是多垄式的。其应用于大型农田的播种工作，现阶段已经发展成熟并且进行大规模的应用。它的投入使得农名种植白萝卜的效率升高、成本降低，农民种植白萝卜时有着更大的经济收益。

图7.2-1 大型白萝卜播种机

## 7.3市场前景及推广价值

由上述可知现有的白萝卜播种技术有三种分别是人工点播、气吸式白萝卜播种机以及大型白萝卜播种机。人工的点播方式具有效率低、成本高的缺点现只有小部分人还在采用这种播种方式。气吸式白萝卜播种机有着精量播种效率欠佳，起垄效果不理想的缺点。而国外的白萝卜播种机主要用于大型田地。

我们所设计的一种可调式起垄高度的白萝卜精准播种自动化机械小车。其精准播种的技术是为了解决气吸式白萝卜播种机的精量播种效率欠佳的问题，据查阅信息得知，起垄的高度会根据包括气温、光照、土壤水分和株型等。其中,气温和光照是影响玉米生长发育的主要因素。因此在温室大棚里种植白萝卜时的垄高和农村外围田地种植白萝卜时的垄高是不一样的，而可调式起垄高度目的是在不一样的环境中起垄的高度即使需要变化也能用我们所设计的小车完成作业。因此根据上述技术，我们所设计的一种可调式起垄高度的白萝卜精量播种自动机械小车主要的应用市场是小型的温室大棚和农村外小型的农田等地方。

simaw从中国的角度来看，2023年中国萝卜种植面积及产量也将有所增加。根据国家统计局最新公布的统计数据，2020年中国萝卜种植面积约为1.2亿亩，产量约为1.81万万吨，到2023年，中国萝卜种植面积有望达到1.3亿亩，产量有望达到2.06万万吨，相比2020年增长幅度达14.7%，表明中国萝卜种植投入将会稳步增加，萝卜种植面积及产量的增长有望对中国萝卜市场的发展产生积极作用。  
  
此外，随着人口的增长及饮食消费习惯的改变，2023年全球及中国的萝卜种植业将迎来蓬勃发展的新机遇。美国国家蔬菜研究所(US National Vegetable Research Laboratories)负责人哈特曼指出，“在人口不断增加的背景下，萝卜将持续成为一种常用的蔬菜，而特定种类的萝卜方面，如包括红萝卜、苋菜等将会有更多消费者选择。”此外，随着温室蔬菜的发展，萝卜也将受到越来越多的追捧，对萝卜供需的总量将呈上升趋势。

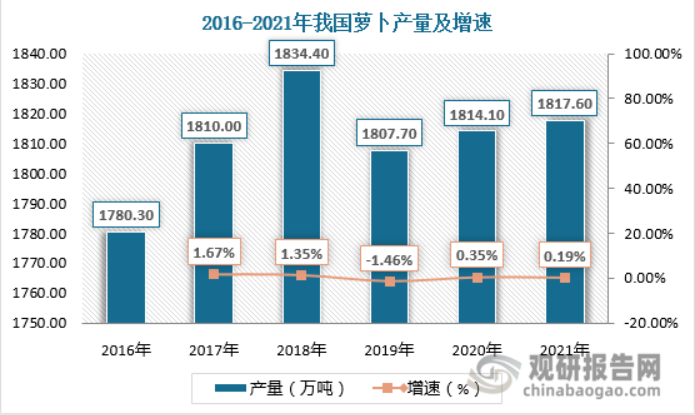
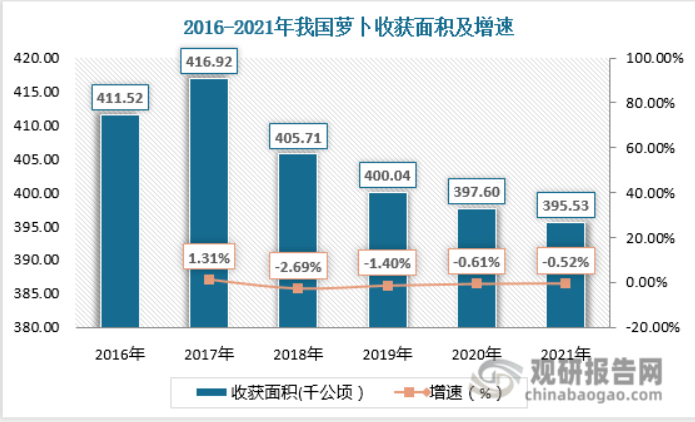
图7.3-1中国萝卜行业发展深度调研与投资前景研究报告（2023-2030年）

图7.3-2中国萝卜行业发展深度调研与投资前景研究报告（2023-2030年）