
目录

摘 要.....	III
关键词.....	III
ABSTRACT.....	III
KEY WORDS.....	IV
1 前言.....	1
1.1 课题背景和科学意义.....	1
1.2 国内外马铃薯播种机的发展现状.....	1
1.4 升运链式播种机主要技术参数.....	2
2 总体设计.....	3
2.1 总体方案设计.....	3
2.1.1 设计原则.....	3
2.1.2 基本结构.....	3
2.1.3 工作原理.....	3
2.2 配套动力的选用.....	3
3 传动装置的设计计算.....	4
4 排种器的选型设计.....	4
4.1 种箱结构参数的设计.....	5
4.2.1 马铃薯播种机对排种器的性能要求.....	5
4.2.2 现有排种器的类型和特点.....	6
4.2.3 排种器的选型.....	6
4.2.4 升运链相关系数的确定.....	7
5 排肥器的选型设计.....	8
5.1 排肥器的性能要求.....	8
5.2 常用排肥器的种类和特点.....	8
5.3 排肥量的计算.....	9
6 开沟器的选型设计.....	9
6.1 开沟器的性能要求.....	9
6.2 现有开沟器的种类和特点.....	10
6.4.3 铲翼张角 γ 的确定.....	11
6.4.4 开沟器外形尺寸的确定.....	11
7 输种管的选型设计.....	11
7.1 输种管的性能要求.....	11
7.2 输种管的选型.....	11
7.3 输种管参数的确定.....	11
7.3.1 输种管的直径.....	11
7.3.2 输种管的倾斜度与长度.....	12

8 覆土器的选型设计	12
8.1 覆土器的种类和特点	12
9 镇压轮的选型与设计	13
9.3 结构设计	13
10 行走轮的选型设计	14
10.1 行走轮的设计要求	14
10.4 行走轮转速的计算	15
11 结论与建议	16
11.1 结论	16
11.2 建议	16
参 考 文 献	16
致谢	18

马铃薯播种机具的设计

摘 要

马铃薯是我国主要的粮食作物之一，在我国得到大面积栽种。2007 年，我国马铃薯种植面积和产量都位居世界首位，然而尽管总产量大，但是单产量却很低。造成这一原因的主要因素是种植方式和机械化水平的落后。因此，当前的主要任务就是提高马铃薯种植的单产量。提高马铃薯单产量有两个途径：一是改进种植方式；二是提高机械化种植水平。而提高机械化生产水平是最有效的方式，这就要求各种性能先进，种植效率高，通用性和适应性强，结构简单易于制造与维修的马铃薯种植机不断被设计出来并得到大力的推广与应用。升运链式马铃薯播种机是一种块状马铃薯播种机，其结构简单，工作可靠，效率高，不伤种，在国内外正逐渐得到广泛的应用。

关键词

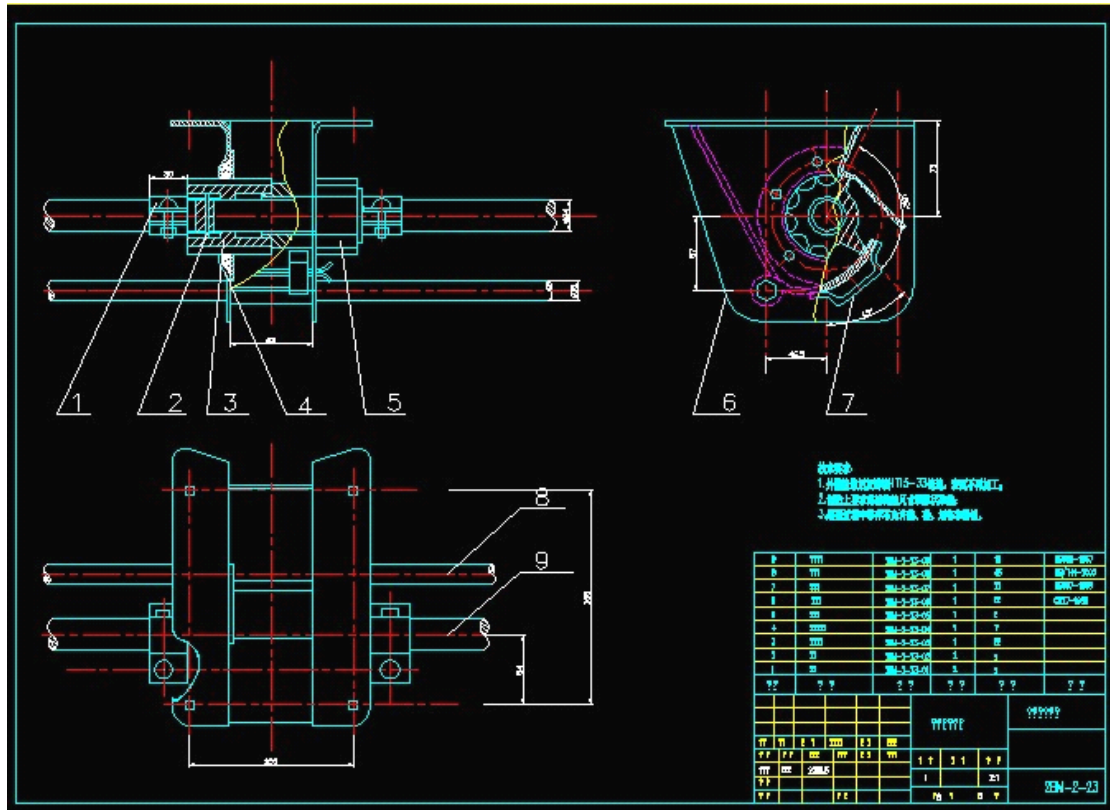
播种机；马铃薯；升运链式排种器；外槽轮排肥器；锄铲式开沟器

Abstract

Potato, which is one of the most important grain crops in our country, is growing in a rather huge area. In 2007, potato's planting area and output of China situated in the first place of the whole world. Although the ultimate output is huge, the per unit area yield quantity is at a rather low place. The two primary reasons for this situation are that we are behindhand in the way of planting and in the mechanized level. Therefore, the currently primary mission is enhances the per unit area yield quantity. Generally speaking, we could arrive at this aim through two ways: First, improving the way to plant; Second, enhancing the mechanized level of planting. At now, raising the mechanized production level is the most effective way. This will request each kind of potato-planting machine with advanced performance, high efficiency of planting, strong universal property and adaptability, and simple structure that is easy to be produced and maintained to be designed unceasingly and widely promoted and applicated vigorously. Rises to transport the chain potato seeder is one kind of sowing seeds massive potato seed tuber's seeder. With its simple structure, reliable operation, high efficiency, and hurtless to plants, this machine is widely applicated both in domestic and foreign country.

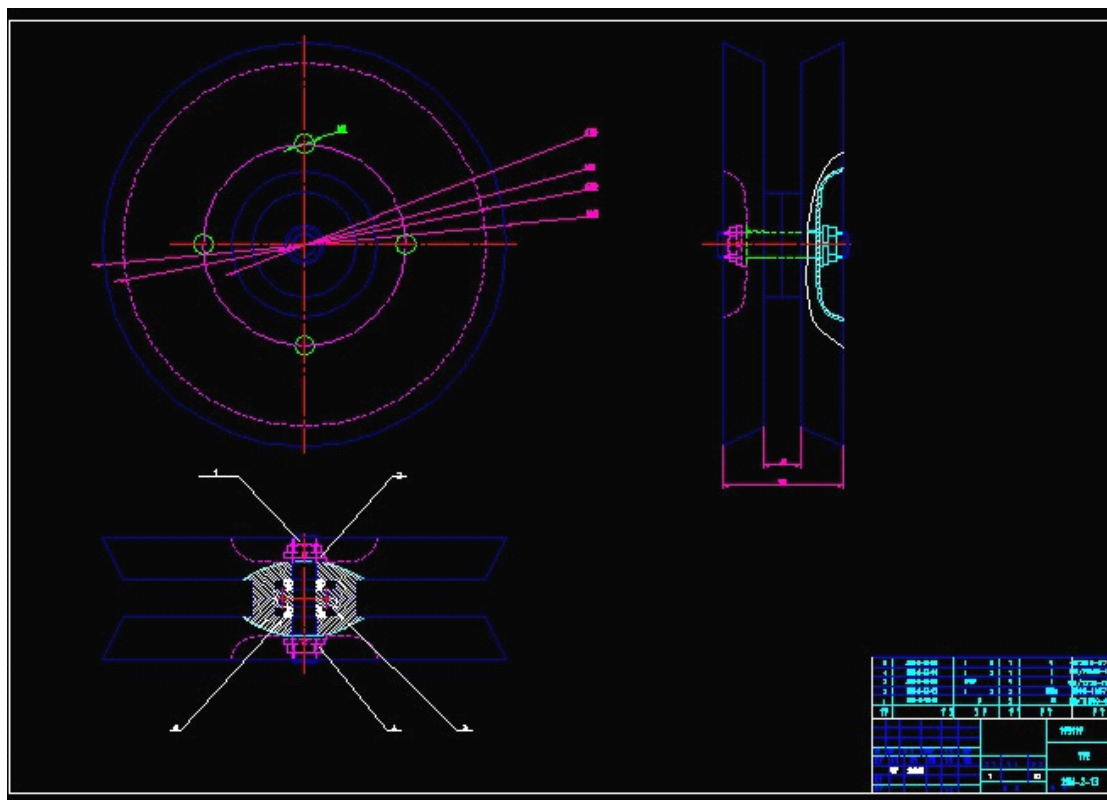
Key words

Planter ; Potato ; Ladle—chain dispenser ; Fluted roller fertilizer apparatus ; Hoe opener



[-整理\8--农业机械设计\NJ007-内容预览-马铃薯播种机设计\马铃薯播种机设计\马铃薯播种机设计] 转





2

马铃薯是一种高蛋白农作物，在我国得到广泛地栽种。2007 年我国马铃薯种植面积约 8000 万亩，总产量超过 6800 万吨，占世界总产量的 22% 左右（www.potatoweb.cn，2007 年）。单从总产量来说我国已经是世界第一，但是单产量却远远低于欧美和澳洲的水平。例如，2003 年，我国马铃薯的单产量是每公顷 14842 公斤，低于世界平均水平每公顷 16448 公斤，还不到单产量最大的国家新西兰每公顷 44248 公斤的三分之一（www.potatoweb.cn，2007 年）。

我国马铃薯种植单产量很低这已是不争的事实，因此，我国应该把提高马铃薯的单产作为目前提高马铃薯产量的首要任务。提高马铃薯单产的措施除了提高机械化生产水平外，还应该改进马铃薯的种植方式。

提高单产量，首要任务就是提高机械化生产水平。当前，除少部分地区已经实现马铃薯机械化或半机械化种植以外，我国大部分的马铃薯种植方式一直停留在传统种植的水平上，传统的种植方式主要依靠人力和畜力进行生产，从开沟到覆土镇压，整个过程劳动强度大，生产效率低，种植效果也远远低于机械化种植水平；而且我国地域广阔，拥有多种地型，因此需要的播种机的机型也相对不一，设计出具有较强适应性的播种机将成为未来播种机发展的必然趋势；播种机的通用性也是一个不可忽略的重要因素，提高播种机的通用性有助于提高播种机的使用性能，使得播种机得到充分的利用。虽然从当前的情况来看，我国在播种机这块领域还不能一下子缩小同国外发达国家之间的差距，但是正在将这种差距正在不断缩小。

传统的马铃薯种植方式也是一个制约马铃薯单产量提高的重要因素，主要体现在：（1）马铃薯种子的质量不高，我国种植马铃薯的大部分地区，马铃薯种子一般是自留的，没有经过消毒，杀菌以及其它提高种植质量的技术处理，因此种出来的马铃薯质量和产量不高；（2）种薯的品种不全，不同的地区，不同的气候往往需要不同的马铃薯种子，在这方面，我国所作的研究还远远不能满足其需求，因此，在今后更应该加大对马铃薯品种的研制；（3）传统的种植方式主要靠人力和畜力，工作量大而且工作效率低，对土壤的压实比较严重，这对种子的发芽和生长极为不利。

1.2 国内外马铃薯播种机的发展现状

1.2.1 国外马铃薯播种机的发展现状

第二次世界大战以后，欧美的许多发达国家先后完成了由传统农业向现代农业的过度转化，经过几十年不断地发展，其农业机械化水平已经相当完善，现在正朝着大型化、智能化、精量化以及多功能联合型方向发展（陶卫民，2001）。

在欧美的发达国家中，马铃薯播种机经过几十年的发展和应用，其技术水平应经达到了相当完善的程度，无论是工作速度、生产效率、工作性能、播种质量以及播种机具的通用性和适应性上都做得比较好。这对减少播种过程中的漏种率、种子损伤率和提高单产量都有很大的促进作用。现在一些发达国家正把不断更新播种机的工作原理、尽量完善其结构、延长机具使用寿命、降低制造价格和维护费用的同时提高其工作效率以及提高播种机的通用性和适应性作为未来更先进的播种机研制的方向。

1.2.2 我国马铃薯播种机的发展现状

近年来,随着马铃薯在我国的大量种植,研发并推广与马铃薯生产相适应机械取得了很大的进展,尤其是马铃薯种植机械,尽管我国机械研制和生产水平和欧美发达国家还有一定的差距,但是随着我国科研人员的努力,这个差距正在不断地缩小。各种先进的马铃薯播种机不断问世,并在全国进行大量地推广应用。

排种装置仍然是播种机最为关键的部件,先进的排种器和排种原理对播种机的效率的提高有着很重要的作用,迄今为止,我国学者几乎涉猎了世界上所有的排种器:如外槽轮式排种器、离心式排种器、各种圆盘式排种器等,而具有我国独创特色的窝眼轮式排种器、纹盘式排种器、锥盘式精量排种器也获得了广泛的应用,但是在马铃薯播种机上,先进的排种器和排种方式依然是制约播种机效率的瓶颈。因此在已经解决种子和播种方式的情况下研制相应的播种机显得是关重要。显然,在排种器方面,我国应该朝着气流输送式条播排种器、孔带式精密排种器、气力式精密排种器以及倾斜圆盘指夹式排种器的方向发展。新的排种原理包括气力式排种原理和机械式排种原理也应得到广泛的采用(陈兴田,1999)。

1.3 设计的主要内容

- (1) 马铃薯播种机具的总体设计
- (2) 马铃薯播种机传动机构的设计
- (3) 马铃薯播种机开沟装置的设计
- (4) 马铃薯播种机排种装置的设计
- (5) 马铃薯播种机输种管、镇压装置以及行走轮的设计

1.4 升运链式播种机主要技术参数

- (1) 外形尺寸(长×宽×高): 1450mm×1100mm×950mm
- (2) 配套动力: 12kw
- (3) 生产效率: 10acre/h
- (4) 工作幅宽: 1100mm
- (5) 播种方式: 平播
- (6) 播种深度: 60—150mm
- (7) 作业行数: 2行
- (8) 作业行距: 400mm
- (9) 地轮直径: 500mm
- (10) 作业速度: 1m/s
- (11) 传动形式: 链传动
- (12) 土壤工作部件: 锄铲式开沟器
- (13) 排种器: 外槽轮式
- (14) 覆土器形式: 拖环式
- (15) 镇压轮: 复合圆锥式
- (16) 种箱容积: 30L

2 总体设计

2.1 总体方案设计

2.1.1 设计原则

总体方案拟将开沟装置、施肥装置、排种装置、覆土装置及镇压装置与选用拖拉机融为一体，使之能一次性顺利完成开沟、施肥、播种、覆盖、镇压等功能，悬挂机构要有效的控制工作部件作业时的播深以及运输时的通过性，开沟器除了能开出平整的地沟外还具备自动覆土的功能；排种装置确保在播种过程中出现漏播、重播等现象的几率不超过 3%。镇压轮要求镇压效果好，作业后的地面平整。

2.1.2 基本结构

该马铃薯播种机由机架、开沟器、输种管、输肥管、覆土器、种箱、肥箱、排种器以及镇压轮构成，在机架的前梁上有上、下悬挂架用于与拖拉机连接；种、肥箱侧板固定在机架中间横梁的上方，前边为肥箱，后边为种箱，下边固定排肥、排种装置；在肥箱前面有一根安装开沟器的梁，通过 U 型螺栓将开沟器的扁钢锁住，从而可以调节开沟深度，开沟器在横梁上可根据需要进行横向移动来调节行距；机架的后梁用来连接镇压轮。

2.1.3 工作原理

本机通过上、下悬挂与拖拉机相连，拖拉机前进时输出动力带动播种机工作，作业速度为 1m/s。机具工作的动力来源为：行走轮随拖拉机前进转动输出的动力。地轮随拖拉机前进而转动，由地轮传递动力，在地轮轴的两端各装一个传动链轮，通过链条将力矩传给中间传动链轮，再由中间链轮将动力传给排种排肥装置，通常情况下地轮直径较大，工作时不易发生打滑等现象，并且传动可靠。

播种机工作时，拖拉机通过动力输出轴将动力传递给行走轮，镇压轮上的主动轴将动力传递给中间轴，行走轮随拖拉机前进而转动，通过链条将动力传给施肥、播种机构，排出的化肥和种子经输肥管与输种管进入开沟器，先后进入开好的地沟中，为了避免烧坏种薯，化肥应位于种子下方 5 cm 处，覆土器进一步覆盖种沟，镇压轮的圆锥滚筒随即以均匀适当的压力压密种床

2.2 配套动力的选用

根据我国目前所拥有的拖拉机实际情况和对机组所消耗功率的初步估算，拟采用东风-200 拖拉机或功率相近的相关拖拉机。

东风-200 拖拉机的主要参数如下：

外形尺寸 (cm)	2850x1350x1990
功率 (KW)	14 (16 马力)
额定转速 (r/min)	730
驱动型式	前轮驱动
离合器形式	干式、双片
制动器	环状内胀式
发动机与离合	V 带

理论前进速度 (Km/h) 如表 2—1 所示：

表 2—1 东风-200 拖拉机理论前进速度

Table 2—1 the therical theoretical exercise speed of Dongfeng —200

理论速度, km/h	前进: 1.25; 1.67; 3.07; 5.38; 6.47; 8.65; 15.91; 27.86
	后退: 1.46; 7.59

3 传动装置的设计计算

3.1 传动路线的确定

传动路线要保证总体传动可靠,不影响拖拉机工作。根据整机的结构以及拖拉机的位置来确定传动路线,使马铃薯在工作过程中能满足开沟、播种、施肥和镇压等工作的需要。

借鉴相关机型,将传动路线分为两条路线。第一,行走轮随拖拉机的前进而转动,经过链传动将动力传递给中间轴;第二,中间轴将动力分别传递给排种机构和排肥机构的转轴,驱动排种链轮和排肥槽轮转动

4 排种器的选型设计

4.1 种箱结构参数的设计

4.1.1 种箱尺寸的确定

种箱必需有足够的容量,从而减少加种次数,一般情况下要求播种到了地头才加种。但是种箱容量也不能太大,那样会增加机构的重量,对播种机的稳定性产生不利的影响,还会影响机组的纵向移动性;种箱必须保证箱壁的倾斜角大于种子的自然休止角,以保证种子能顺利滑落排种器,一般情况下种薯块的自然休止角 $\alpha = 24^\circ \sim 34^\circ$, 这里选择 $\alpha = 30^\circ$ 。除此以外,种箱还应该坚固耐用,重量轻巧,具有一定的刚性,并具备防水和防潮的能力;种箱要便于加种、卸种和清种,因此该机所选的种箱形状为锥台型(上口直径大,下口直径小),而且上端有防护盖加以保护。

4.1.2 种箱容积的计算

种箱的容量由播种的行距、株距,播种量和播种距离共同确定。根据以往实验结论:播种机在工作时不宜播完种子箱内的全部种薯,应该保留至少 10% 的种子余量,避免箱内种子太少而影响播种的质量。预先设定该地块的长度 $D=1000\text{m}$,播种机往返一次加一次种子。其种箱容积 V 可用公式 4—1 确定:

$$V=1.1 \text{ LBN}_{\max}/667 \gamma \quad (4-1)$$

式中:

L —装满一箱种子所能播种的最远距离。最少应等于一个往返行程,即地块长度的两倍(m),取 $L=2000\text{m}$

B —工作幅宽(m),此处取 $B=1100\text{mm}$

$N_{\max}$ —单位面积最大播种量 (kg / hm^2)，种薯的株距为120mm，则在100m内需要播种略为833个，每个种子大约重50g，算出 $N_{\max} \approx 41.65 \text{kg}$

γ —种子的单位容积质量 (kg/L)。1L=1000000 cm^3 。因此单位容积内能容纳尺寸规格为20mm×20mm×20mm的种薯125个，每个种薯平均重50g，算出来 γ 的值大约为7.25 kg/L

取 $L=2000$ ； $B=1.1$ ； $N_{\max}=41.65$ ； $r=7.25$ 。

代入公式(4-1)得：

$$V = 20.8433 \text{ (L)}$$

实际中种箱的容积往往要比设计数值稍微大一些，因此本次设计取种箱的容积为30升。

4.2 排种器的选型与计算

对马铃薯播种机来说，排种器是其最核心的部件，其性能的优劣将直接影响播种机的播种质量，因此，对排种器的要求是很高的。

4.2.1 马铃薯播种机对排种器的性能要求

(1) 排种器应该具备较大的排种均匀性和稳定性，能均匀连续地排种，并且能在不同外界条件下作业，其播量要保持稳定，排种要均匀；

(2) 具有较强的通用性和适应性，播量调节范围大；

(3) 对种子的损伤率较小，一般要求不超过3%；

(4) 结构简单，工作可靠，易于制造和维护，调整方便；

(5) 漏种率和重播率低，皆要求不超过3%。

4.2.2 现有排种器的类型和特点

排种器种类很多，通常按播种方式分为撒播器、条播排种器和点播排种器三大类。条播是按要求的行距，播深与播量将种子播成条行，一般不计较种子的粒距，只注意一定长度区段内的粒数，在农业上使用的条播排种器有外槽轮式、内槽轮式、磨纹盘式、锥面型孔式、摆杆式、离心式、匙式及刷式等类型。

其中应用得最广泛的是外槽轮式排种器，其由排种器盒、排种轴、外槽轮、阻塞轮、花型挡环及清种舌等组成。排种器盒装在种子箱下面，种子通过箱底开口流入盒内。排种轴转动时，外槽轮及花型挡环可防止种子从槽轮两侧流出。虽然这种排种器结构简单、制造容易、使用方便、通用性好、适应性能广，而且国际上已经标准化，但是它也存在不可忽略的局限性，对于马铃薯块茎这样的种子，外槽轮是排种器并不能降低其漏种率和对种子的损伤率，也不能够提高播种的稳定性，因此需要选择一种结构更简单，效率和播种质量更好的排种器，经过对所有可能的排种器（如夹持式，外槽轮是，带轮式等）的比较，最终决定选取升运链式排种器，这种排种器的前身是70年代后期美日等发达国家广泛采用的舀上杯链式排种器。

4.2.3 排种器的选型

(1) 升运连式排种器的选型及结构

根据马铃薯种块的特性，该马铃薯播种机决定选用单排式升运链式排种器。其结构如图 4—1 所示：

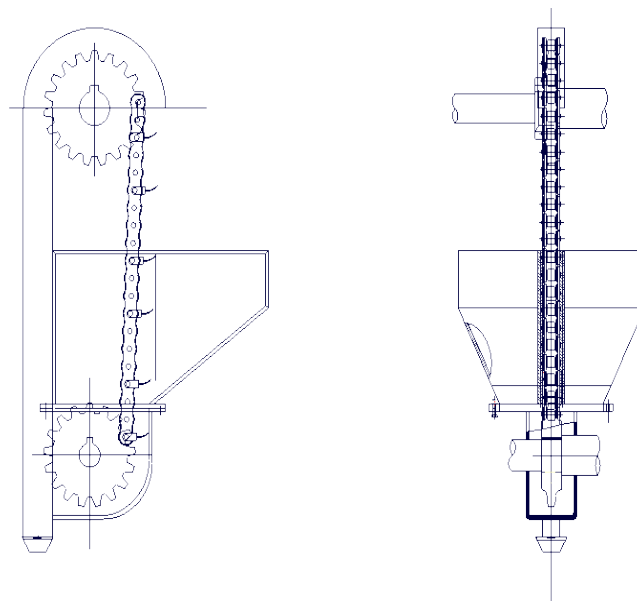


图 4—1 升运链式排种器

Figure 4—1 the labe—chain dispenser

(2) 工作原理：

行走轮随着播种机的前进而转动，行走轮上的轴作为动力传递轴并通过中间轴将动力传递到排种器的小链轮上，小链轮转动从而带动升运链以一定的速度上升，固定在升运链上的取薯勺每次舀取一个种薯块，并通过上链轮和护种管壁将种薯块运送到输种管里，再经开沟器落到地沟，从而实现播种的过程。

(3) 升运链式排种器工作性能的结构参数

根据马铃薯播种机的设计要求和参考有关文献，主要有以下结构参数：

1. 取薯勺速度 v ：取薯勺线速度与作业速度成正比，试验表明，当取薯勺速度不超过 0.5 m/s 时，播种质量较好。当链轮线速度为 0.55 m/s 时，作业质量有所下降，即漏播稍有增加，但基本上能满足农业技术的要求。若取薯勺速度大于 0.55 m/s 时，作业质量则显著变坏，漏播严重。因此链轮线速度最高作业速度不超过 0.5 m/s。

2. 链轮转速 n ：链轮转速过低，脉动频率低，排种均匀性差；转速过高，又会使伤种率增加的同时加大漏种率。根据马铃薯种子的播种要求，此次设计选用最大转速不超过 40r/min 的链轮。

3. 链条的工作长度 L ：链条的长度太大，将会增大两链轮之间的中心距，从而增大输种的距离；长度太短又会造成输种时种薯来不及缓冲而从取薯勺滑落，从而降低了排种的均匀性。因此链条的工作长度应该根据最合适的中心距来选取。一般链条长度在 2m 左右，种子的升运高度不超过 500mm

4. 取薯勺的形状：对于单边最大尺寸为 20mm 的马铃薯种块，取薯勺需要保证种薯块在升运的过程中不要出现滑落的情况，而且背面要光滑，不能伤种；取薯勺要轻，因此取薯勺都是用厚度为 1.2mm 的铁皮冲压而成。

4.2.4 升运链相关系数的确定

(1) 最开始设定的理论株距为 120mm，因此在行走轮转动一圈后所需要播种的个数 n 可以通过公式 4—2 计算得到：

$$n = \frac{L}{120} = \frac{\pi D}{120} \quad (4-2)$$

式中：L——行走轮的周长；

D——行走轮的直径。通过已知数据 $D=0.5\text{m}$ 。

算得 $n=13$ 个

(2) 取薯勺之间的间距即株距 B

本次设计决定选用链条节距 $p=25.4\text{mm}$ ，长度略为 2.24m 的 16A 型滚子链，链条的速度略为 0.27m/s，是最佳速度 $v=0.5\text{m/s}$ 的 0.54 倍，因此可以通过缩小株距来满足排种的需要，即将株距缩小到原来的 0.54 倍，再根据节距和链条长度来进行调整。通过计算，整个链条共有 88 节，为了达到最佳的排种效果，需要 24 个取薯勺，因此其中 16 个取薯勺由 4 个链结组成，另外 8 个由 3 个链结组成。因此每个取薯勺之间的平均距离也就是株距 $B=88/24 \times 25.4 \approx 93\text{mm}$ ，能保证有足够的空间来克服充不上种的情况。

(3) 取薯勺尺寸的确定

通过查阅相关取薯勺的资料，以及对马铃薯种块在取薯勺内的受力情况的分析，为了使种块不至于从勺内落下，多余的种子也不能稳定在勺内，要求取薯勺的宽度要大于种子长度的 0.5 倍且小于种子厚度的 1.5 倍。因为种子的尺寸规格为 $20\text{mm} \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}$ ，这里取取薯勺的宽度应为 $20 \times 1.25\text{mm} = 25\text{mm}$ 。同时为了取薯时有足够的时间和空间，取薯勺的长度尺寸也必须大于种块长度的 1.5 倍，因此长度至少为 $20 \times 1.5 = 30\text{mm}$ ，这里取 35mm。通过查阅《农业机械设计手册》(陈志，2007)，可知种薯块的自然休止角一般为 30° ，因此取薯勺内的角度应小于或等于其自然休止角，这里也取 30° 。

5 排肥器的选型设计

5.1 排肥器的性能要求

(1) 排肥量稳定、均匀，不受肥箱内肥料的多少、地形倾斜起伏及前进速度等因素的影响。

(2) 通用性好，能施多种肥料。要求排肥器除了能排施流动性好的颗粒状化肥和复合颗粒化肥外，也能排施流动性差的粉状化肥。

(3) 排肥量调节灵敏、准确，调节范围能适应不同化肥品种与不同作物的施用要求。

(4) 工作阻力小，使用调节方便，便于作业后清理残茬化肥。

(5) 排肥器所有与肥料接触的机构、零件最好采用防腐耐磨材料制造。

5.2 常用排肥器的种类和特点

常用的化肥排肥器有以下几种类型：

(1) 外槽轮式排肥器 外槽轮排肥器工作时，外槽轮旋转，颗粒化肥靠自重充满槽轮的凹槽并被槽轮带着一起旋转，在槽轮外面的肥料在槽轮的拨动和肥料颗粒之间的摩擦力作用下也被带动起来由槽轮强制带出，从排肥舌上调入输肥

管，然后经开沟器导入种沟。该排肥器转动的槽轮和不转动的阻塞套可以在排种盒内随排种轴左右移动，通过改变槽轮的长度来调节排肥量。外槽轮排肥器的槽轮可以换成齿轮。槽轮的齿数相对排种器的来说有所减少。

(2) 星轮式排肥器 工作时，旋转的星轮星齿间的化肥强制排出。常用两个星轮对转以消除肥料架空和锥齿轮的轴向力。该排肥器的肥箱底部装有活页式铰链，箱底可以打开，便于消除残存的化肥；星轮的拆卸也很方便。排肥量的调节可以通过调节手柄改变排肥量活门的开度来实现。

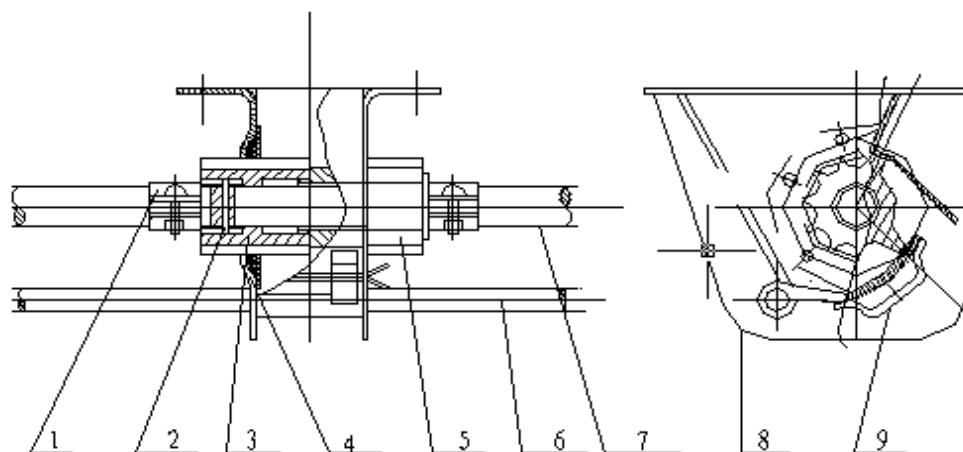
(3) 螺旋式排肥器 其主要工作部件是排肥螺旋。工作是螺旋回转，将肥料导入排肥管。在排肥量较小时，螺旋式排肥器的排肥均匀性很差

(4) 水平刮板式排肥器 水平刮板式排肥器是近年来我国为解决碳酸氢铵排肥问题而研制的一种排肥器。它的基本特征是由在水平面旋转的曲面刮板或弹击刮板将化肥排出。

(5) 搅---拨轮式排肥器 这是一种通用型排肥器。其突出特点是能有效地消除肥料的“架空”可靠的排施含水量很大的碳酸氢铵。缺点是清肥不便。

(6) 振动式排肥器 由于震动关系，肥料排量受肥箱内肥料多少、肥料密度、粘结力等的影响较大排肥量的稳定性和均匀性差。

在马铃薯的种植过程中，不同的化肥往往需要选用不同的排肥器，马铃薯播种的时候所用的一般是硫酸铵或磷酸二铵等颗粒化肥，其含水率都低于 1%。通过对以上几种排肥器的比较以及马铃薯施肥的要求，本次设计决定选用移动式外槽轮排种器。这种排肥器的优点在于其可以把它的槽轮换成齿轮，工作原理也与槽轮时相同。槽轮轮式排肥器一般用于排施流动性教好的颗粒状化肥，具有较好的排肥稳定性和均匀性，但缺点是不能用于排施流动性差的化肥。其结构如图 5—1 所示。



1. 卡箍；2. 轴销；3. 花形挡圈；4. 外槽轮；5. 阻塞套；6. 排肥杯；
7. 排肥舌；8. 排肥轴；9. 排肥舌轴

图 5—1 移动式外槽轮排肥器

Figure 5—1 the fluted roller fertilizer apparatus

经计算得 $Q \approx 5.5 \text{ kg/acre}$ ，这里取 6 kg/acre

6 开沟器的选型设计

6.1 开沟器的性能要求

开沟器是播种机上重要的部件之一，其功用是开沟、整理种床、自动覆土和导种、肥入土，开沟器工作性能的好坏将直接影响播种质量和种子发芽生长条件。因此，开沟器应满足如下几个条件：

- (1) 开沟直、深浅一致，幅宽合适，沟底平整，有一定的自动覆土功能；
- (2) 有良好的入土性能，不壅土、不缠草、不堵塞、阻力小、工作可靠；
- (3) 使种子全部落如沟底，行内种子分布幅度、均匀度应符合农业技术要求。

6.2 现有开沟器的种类和特点

根据开沟器的入土角不同可分为锐角和钝角二种。

(1) 锄铲式开沟器：属于锐角型开沟器，工作时开沟器随着播种机向前移动，土壤在铲前突起，两侧土壤受挤压而分开，开沟器离开后沟壁上的土壤自行下落覆盖种子。其优点是结构简单、入土能力强、工作阻力小， $a=3\sim6\text{cm}$ ， $R=30\sim65\text{N/个}$ 。缺点是易壅土和缠草，会使干湿土混杂，高速作业时播深不稳。

(2) 双圆盘开沟器：钝角型开沟器，主要由一对平面圆盘、开沟器体、圆盘轴和散种板组成。工作时，两圆盘向前滚动，利用两圆盘在前下方一点（称聚点）接触所形成的夹角，将土壤向两侧挤压，开成中间代邮凸尖的沟（沟底呈W形）。种子和肥料由种、肥输入管通过开沟器体上的种、肥输送筒落入沟底。工作平稳、沟形整齐、不乱土层、断草能力强。但结构复杂、尺寸较大，工作阻力大。 $a=4\sim8\text{cm}$ ， $R=80\sim160\text{N/个}$ 。

(3) 芯铧式开沟器：锐角型开沟器，工作时先由芯铧入土开沟，两个侧板向两侧分土形成种沟。开沟宽度大、入土性能好，但工作阻力大。 $a=6\sim12\text{cm}$ ， $R=200\sim800\text{N/个}$ 。

(4) 滑刀式开沟器：钝角型开沟器，工作时滑刀在竖直方向切入土壤，刀后侧板向两侧挤压土壤形成种沟。特点是靠重力入土，沟深稳定、沟形整齐、不乱土层，断草能力强、工作阻力大。 $a=5\sim10\text{cm}$ ， $R=200\sim400\text{N/个}$ 。

6.3 开沟器的选型

马铃薯播种机通常在新耕地上进行播种，新耕地的杂草和残茬对开沟器的影响不大，出现缠绕和堵塞的几率不大，再考虑到开沟的性能和经济因素，本次设计决定选用锄铲式开沟器，锄铲式开沟器由翼铲、筒身和深浅调节扁钢组成。其优点是：(1)开沟深度大，因为要求开沟深度最大达到180mm，上述几种开沟器只有锄铲式能达到要求；(2)开出的地沟平整、开阔，受地形的影响较小；(3)结构简单，易于制造与维护。

6.4 开沟器结构参数的确定

6.4.1 入土角 α 的确定

入土角 α 选得过大, 开沟器工作时土壤上移大, 土层也抬得高, 并有相互混乱的趋势, 同时还会加大工作阻力; 入土角也不能选得过小, 过小的入土角将会造成刃部强度减弱。通常情况下入土角的取值范围在 $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 之间, 为了保证入土能力, 因此入土角不应该取得太小, 这里取入土角为 45° 。

6.4.2 切土角 β 的确定

切土角过大, 土壤易被推向两侧, 造成土壤外翻, 影响覆土性能; 同样切土

6.4.4 开沟器外形尺寸的确定

深度调节扁钢的尺寸为: $40\text{mm} \times 20\text{mm}$

开沟器体尺寸长 $\times$ 宽 $\times$ 高: $173\text{mm} \times 120\text{mm} \times 505\text{mm}$

7 输种管的选型设计

7.1 输种管的性能要求

输种管的作用主要是将排种器排出的种子导入开沟器, 使种子能够顺利落入种沟内, 它对排种的均匀性有很大的影响。马铃薯播种机对输种管的要求有:

- (1) 对种子流的干扰小, 能保证种子能自由流动, 不致降低排种的均匀性;
- (2) 有足够的伸缩性并能随意扰曲, 从而能够适应开沟器的升降和调节。输种管一般要求铰接在排种器上, 能在各个方向摆动的同时不影响种子通过;
- (3) 应该具有一定的伸缩量、弹性和弯曲度, 并能耐腐蚀。除此以外还要有一定的圆度, 不能变瘪;
- (4) 结构要简单, 易于制造和维修。

7.2 输种管的选型

在本次设计中, 考虑到马铃薯种块的形状和对导种管的要求, 设计选用螺旋骨架型塑料管。这种输种管是用 1mm 厚的钢丝或尼龙丝作骨架缠绕塑料薄膜并通过加热制作而成, 管内壁光滑, 具有结构简单、重量轻、弯曲灵活、耐腐蚀等优点。如图 (6—1) 所示。

7.3 输种管参数的确定

7.3.1 输种管的直径

输种管的最小直径应根据作物的最大播量和种子的物理特性 (如种块形状和尺寸, 种块与管壁的摩擦系数等) 加以确定。输种管的最小直径应与种子在输种管内自由降落时的扩散范围相适应。根据以往实验: 有三分之二的马铃薯单边种子尺寸集中在 20mm 范围以内, 因此输种管的最小直径一般为 26mm , 最大直径 40mm 。

7.3.2 输种管的倾斜度与长度

输种管的倾斜度和长度都应该根据不同类型播种机的结构需要、排种器的特点和对种子落到地沟底部的要求进行确定。

一般情况下，橡胶输种管的倾斜角为 50° 。其长度通过下列公式进行计算

$$L = H / \sin \alpha \quad (7-1)$$

式中 H ——种子从排种口下落到开沟器体接种口的垂直距离

A ——输种管的倾斜角

算得 L 的值为 225mm

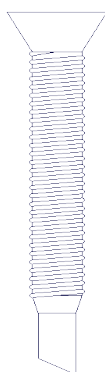


图 6—1 输种管

Figure 6—1 the matering tube

8 覆土器的选型设计

8.1 覆土器的种类和特点

播种机上常用的覆土器有链环式、弹齿式、爪盘式、圆盘式、刮板式等，其中链环式、弹齿式、爪板式为全幅覆盖，常用于行距较窄的谷物条播机。圆盘式和刮板式覆土器，则用于行距较宽、所需覆土量大、要求覆土严密并有一定起垄作用的中耕作物播种机

8.2 覆土器的选型

考虑开沟器以及本机结构，决定选用拖环式覆土器。其结构如图 8—1 所示。

8.3 覆土器性能结构参数的确定

拖环直径 $D=280\text{mm}$

链环长度 $L=15\text{mm}$

两环间距离 $L1=120\text{mm}$

挂钩有效直径 $D1=10\text{mm}$

整个部件有效工作高度 $H=375\text{mm}$ （可调）

9 镇压轮的选型与设计

9.1 镇压轮的使用条件

通过镇压轮的镇压作用，能使种子与湿土壤接触更加紧密，有利于种子的发芽和生长，可减少水分的蒸发，有利于土壤保墒，还可以增强土壤毛细管的作用。镇压轮对土壤的压强主要根据土壤性质、水分、密度和作物的要求而定，一般为30~50kPa。而镇压轮的压力大小取决于其自身的重量和作用在它上面的附加重量。压紧后土壤的容重一般为8~1.2g/cm²

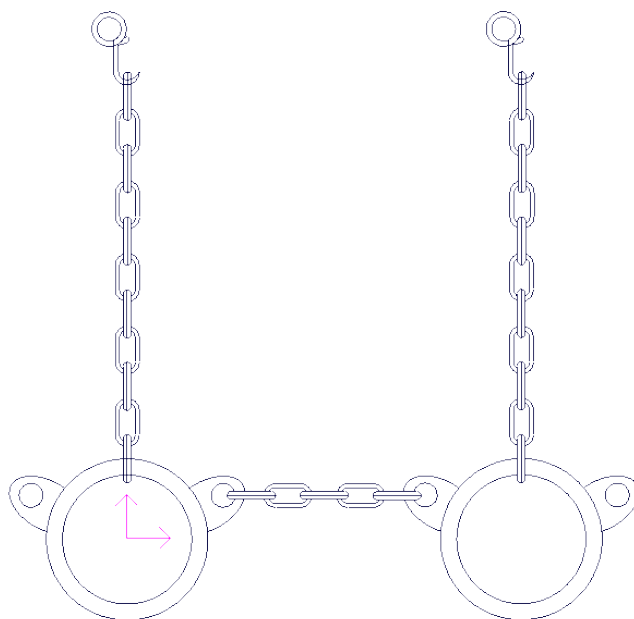


图 8—1 拖环式覆土器
Figure 8—1 the link covering device

9.2 设计要求

- (1) 转动灵活
- (2) 镇压力可调；
- (3) 镇压后地表不产生鳞状裂纹；
- (4) 不壅土，不缠草。

9.3 结构设计

现有的马铃薯播种机中的镇压轮，一般采用常规镇压轮。其质量轻，结构简单，压而不实，影响种植作业质量。该设计选取了一种镇压效果好且有利于防寒

f —土壤对镇压轮的附着系数，通过查表可知 f 一般取 0.4

W_T —轴套产生的摩擦力矩

D —镇压轮的直径

由上面式子可知，镇压轮要想正常运转，必须有足够大的附着力。土壤对镇压轮的附着系数 f 取决于轮缘的材料和土壤的条件，在一定情况下 f 是个常数。虽然增大镇压轮的负荷可以提高土壤对轮缘的附着力，但是增大镇压轮的负荷无疑会使轮子下陷程度增大，轮子行驶的阻力增加，同时还会加大对土壤的压实程度，从而造成对种子发芽的不利后果。因此最好的途径是减小轴套中产生的摩擦力矩，那就要求使用在轴套中产生摩擦力矩较小的滚动轴承。同样增大轮子的直径也能有利于镇压轮的正常运转。

通过分析和计算，镇压轮的直径 D 的取值为 400mm，宽度为 120mm。镇压轮的结构简图如图 9—1 所示：

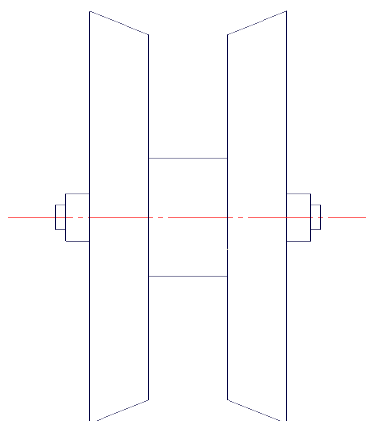


图 9—1 镇压轮装置
Figure 9—1 the compacting wheel

10 行走轮的选型设计

10.1 行走轮的设计要求

在该播种机中，行走轮不仅起限深作用，而且还是排种、排肥的主动轮。因而在设计时，应该从以下几个方面着手：

- (1) 具有较大的强度、刚度等机械性能；
- (2) 滑移系数较小，一般不要超过 10%，从而提高播种的均匀性；
- (3) 对地表不平性具有较强的适应性，避免在地表高低不平的情况下，出现作为驱动排种器、排肥器的行走轮轮被架空而不转动，造成不排种、肥的问题。

10.2 行走轮的结构

(1) 通常情况下，行走轮直径越大，其转动越容易，从而打滑率越小，因此直径越大播种越均匀。本次设计为了使行走轮的大小与机具空间相协调，特将其直径设计为 500mm(行走轮圈外径)，宽度为 80mm。

(2) 本次设计参照有关机具，综合考虑为增加其入土性能及脱土性能，其结构如图 (10—1) 所示。

10.3 行走轮的安装

地轮安装在地轮轴上，两端各紧挨着链轮，两轮间的距离为 400mm。

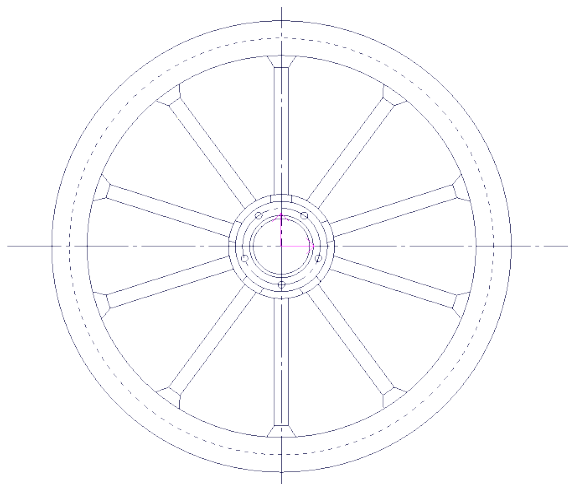


图 10—1 行走轮
Figure 10—1 the road wheel

10.4 行走轮转速的计算

11.1 结论

(1) 本设计书较全面的阐述了马铃薯播种机的概况和发展历程，提出了现时存在的问题，并着重分析了总体结构设计及排种器、开沟器和镇压轮的设计思路，提出了马铃薯播种机的总体设计方案。

(2) 马铃薯播种机与拖拉机挂接使用，可一次性完成开沟、播种、施肥、镇压、覆土等多项工作。

(3) 在拖拉机与马铃薯播种机的挂接使用中必须注意整个机组工作时的稳定性，以达到机组设计的性能要求，因为直播机是中轴对称的，所以在稳定性的讨论中，最重要的是纵向稳定性的分析。

(4) 开沟器部分的设计通过比较了解多种相关机型，在原有开沟器的基础上设计了锄铲式开沟器，能实现种肥分施。

(5) 排种器采用升运链式，排肥器采用外槽轮式。

11.2 建议

(1) 在本次设计过程中，由于理论知识掌握得不够，因此在设计一些装置时往往需要很长的时间和精力，而结果也不大理想（譬如对机组传动装置的分析做得不够），以后将进一步加强这方面的研究，以不断完善马铃薯播种机的基础设计理论。

(2) 由于条件有限，没有实际的参照机械，因此只能通过书上的图形再结合自己的想法进行设计，因此有的数据只能大体估算（如排种箱体的结构尺寸），不能很准确地确定机具的结构形状、受力情况以及性能指标。

(3) 在对传动装置进行设计时仍采用的传统的设计方法，虽然有机机械设计手册等软件可以应用，但是在今后希望能学到并能使用一些现代设计方法，进行优化设计，使整机性能更稳定。

(4) 设计时需要理论与实践相结合，应多参考一些有借鉴意义的实际机型。

(5) 做毕业设计，应尽快着手，要充分理解设计的目的与要求，合理安排时间，制定符合实际的进度表。应该多参阅文献资料 and 实际相关机型，将设计中出现的问题逐个击破，尽力做到最好。

(6) 在本次设计中，没有合理安排设计进程，因此时间不够的现象，经过这次的经历，我一定能够在以后的工作和生活中优化自己的时间和计划安排。

本设计包括论文说明书字数在 15000 字左右，图纸量 3 张 A0 大小左右，还有部分其他资料。

本毕业设计论文资料均为近几年一本二本院校答辩通过的设计资料,图纸清晰准确,有极高的参考价值.

更多设计下载 <http://cybysj.ys168.com/> 或 咨询 Q 号 414951605

参 考 文 献

1. 成大先.机械设计手册(第四版).化学工业出版社.2002, 3: 13—100~13—126
2. 程兴田. 播种机械的现状与发展前景. 农机与食品机械, 1999, 6
3. 国委文. 播种机的现状及发展趋势. 农业机械化与电气化, 2007 年, 5
4. 李宝筏.农业机械学.中国农业出版社 2003, 08: 48~77
5. 李亦清, 韩建强.2CM—2T 型系列马铃薯种植机.农机与食品机械. 1998, 2: 24
6. 刘天国, 邬文斌.亚地 2CM 马铃薯种植机系列产品的开发与研究.农村牧区机械化 2000, 2: 21~22
7. 马建忠, 高海明. 马铃薯播种机的改进和推广应用. 新疆农机化.2005, 4: 17~20
8. 聂延军, 江涛.夹持式马铃薯播种机的探讨.农村牧区机械化. 2007, 2: 41
9. 濮良贵, 纪名刚.机械设计(第七版).高等教育出版社.2001. 90~120
10. 陶为民. 国外农业装备发展趋势. 新农村, 2001, 7: 471~474
11. 王广胜, 王玉忠, 樊文宪.2BSM—1B 型马铃薯施肥播种机的研究.农机与食品机械.1999, 3: 15~17
12. 王继山. 免耕播种机开沟器的分析与研究. 山西农业大学学报.2007, 6(5): 7~10
13. 王俊安,李翠芳. 马铃薯机械化播种技术的试验研究 中国农机化. 2006 , 6: 98~99
14. 闫建英 贺桂香 张存来等. 马铃薯生产机械化技术.山西农机 2004, 3: 33
15. 杨涛.手持式播种(施肥).山西农业大学学报. 2006 : 300~302
16. 赵满全, 戴欣平.2BSL_2 型马铃薯起垄播种机的研制.中国农机化. 2005, 4:

52~55

17. 赵满全, 窦卫国, 赵士杰等. 2BSL_2 型马铃薯起垄播种机的研制. 内蒙古农业大学学报. 2001, 3: 102~104
18. 周桂霞, 张国庆, 张义峰等. 2CM—2 型马铃薯播种机的研制. 黑龙江八一农垦大学学报 2004, 3 (16): 15~18
19. H. Buitenwerf, W. B. Hoogmoed, P. Lerink and J. Müller. Assessment of the Behavior of Potato in a Cup —belt Planter. Biosystems Engineering. 2006, 95: 35—41
20. Jarvis, R.H., D.S. Rogers-Lewis and W.E. Bray. Effect of irregular set spacing on maincrop potatoes. Experimental Husbandry 1976, 30: 28—41.
Development、Design and Prototype construction. Journal of Agricultural Engineering Research. 1991, 50: 9—10.
21. KACHMAN S D. Alternative Measures of Accuracy in Plant Spacing for Planters Using Single Seed Metering. Translation of the ASAE, 1995, 38(2): 371—375
22. Koning de et al., 1994 C.T.J. Koning de, L. Speelman and H.C.P. Vries de, Size grading of potatoes: development of a new characteristic parameter, Journal of Agricultural Engineering Research 1994, 57: 119—128
23. Tao et al., 1995 Y. Tao, C.T. Morrow, P.H. Heinemann and H.J.S. Ill, Fourier based separation technique for shape grading of potatoes using machine vision, Transactions of the ASAE 1995, 38: 949—957.

致谢

首先我要感谢的是我的导师段宏兵老师, 在整个设计过程中, 遇到困难的时候, 他给予了我很大的支持; 其次我要感谢的是我的父母, 是他们为我提供了生活的保障和学习的动力, 使得我能顺利完成这次毕业设计; 再次, 我要感谢我的同学和朋友, 在本次设计中他们在困惑的时候总是不断地鼓励我, 让我知难而进, 迎难而上。