

## SameReport检测报告简明打印版

对比结果（相似度）：

总相似度：**16%**(相似字数占总相似度的百分比)

编号：plo7t7grazf5hmzbxenzqe6y4yw5qc1464107850

标题：立式加工中心床身系统结构设计及排屑系统结构设计

作者：赵金闯

字数：14764

段落：335

句子：445

时间：2016-05-25 00:37:30

学位论文全文数据库（1990-2015）、学术期刊数据库（1990-2015）、本硕博学位论文数据库（1990-2015）、互联网文档资源

全文简明报告：

### 摘要

本文是关于数控立式加工中心床身系统及排屑系统结构设计，分为两大部分主要内容。

第一部分主要介绍床身系统。主要从床身基本形式的确定到床身材料的选择和处理，对床身进行了结构方面的设计及计算，并利用CATIA软件对床身受力、变形等方面进行了有限元分析，对设计结果进行校验。

第二部分主要介绍排屑系统。排屑装置是以电机带动链轮，链轮牵引链板在排屑机箱体中做回转运动，加工中心加工过程中产生的切屑落到链板上，由链板运输到立式加工中心外落入排屑车中。进而实现了对立式加工中心在加工过程中产生切屑的运送、收集和对切屑进行进一步处理的能力。

另外，本文也对数控立式加工中心以及床身系统和排屑装置的发展现状及趋势进行了相应的阐述。

关键词：立式加工中心；床身；排屑系统；结构设计；有限元分析

### Abstract

This article is a design manual that mainly about the vertical CNC machining center's bed system and chip-removal system, and it can be divided into two parts. }

The first part mainly talk about the Bed system, working on the structural design and the calculations. Meanwhile, use CATIA to do some finite element analysis (FEA) about the stress and displacement{78% : in order to verify the design results. }

The second part mainly talk about the Chip-removal system. Device of chip-removal work in the box through scroll wheel dragging the transporting steel plate the traction conveyor chain plate, the scraps which processed in the operation of the machining center can fall to the chain belt, transported out of the machine by a chain belt and then fall into the litter box. This system can be used for the collection, transportation and further processing.

{76% : In addition, this article also talks about the development of CNC vertical machining center and} bed system and chip-removal system. {59% : Keywords : the Vertical machining center ; Bed system ; }

Chip-removal system ; Structural design , FE

目录

摘要 I

Abstract II

## 绪论 1

### 1 床身系统分析与设计 5

#### 1.1 立式加工中心床身系统的意义及基本要求 5

#### 1.2 床身基本形式 5

#### 1.3 床身材料选择及处理 5

#### 1.4 床身结构设计 6

##### 1.4.1 床身截面结构设计 6

##### 1.4.2 床身筋、肋布置及孔设计 6

##### 1.4.3 床身壁厚及筋厚度的确定 7

##### 1.4.4 立式加工中心床身最终结构 9

#### 1.5 床身受力计算 9

#### 1.6 床身有限元分析 10

### 2 排屑系统分析与设计 13

#### 2.1 排屑系统在立式加工中心中的作用 13

#### 2.2 典型立式加工中心排屑装置 13

##### 2.2.1 平板链式排屑装置 13

##### 2.2.2 刮板式排屑装置 14

##### 2.2.3 螺旋式排屑装置 14

##### 2.2.4 磁性板式排屑装置 14

#### 2.3 排屑装置的发展趋势 15

#### 2.4 系统总体传动方案的确定 15

#### 2.5 电动机的选择 17

#### 2.6 带传动设计 17

##### 2.6.1 带型的选择 17

#### 2.7 链传动设计 19

##### 2.7.1 平顶链的选择 19

##### 2.7.2 链轮的计算 20

#### 2.8 张紧机构设计 22

##### 2.8.1 链传动的张紧设计 22

##### 2.8.2 带传动的张紧设计 23

#### 2.9 输送链版的设计 24

#### 2.10 排屑装置的保养与维护 25

## 总结 27

## 致谢 28

## 参考文献 29

## 绪论

从20世纪中叶数控技术出现至今，数控技术给机械制造工业带来了历史跨越性的变革。{62%：进入21世纪以来，随着我国科学技术水平的快速发展和综合国力的不断提高，}有“世界工厂”之称的中国，机械工业的综合水平得到前所未有的高速发展，与西方发达国家数控技术水平之间的差距正在逐渐缩减，数控加工中心取代老式的加工中心已经成为一种无法逆转的大发展方向。许多企业从自身生存和发展考虑，购置了适应性教强、加工质量好、生产效率强、操作人员劳作强度小的数控加工中心。

数控加工的优越性有高精度，高效率，利于加工多样化复杂性及大批量零件；降低工作人员劳作强度等优点；数控机床是一种将机械与电气高度融合的机械产品，适用于加工一些多品种、复杂性零件；或高精度零部件；产品周期短的零件；成本较高、不能进行报废处理的关键性零件；需要极短生产周期的需求紧的零件以及要求百分之百进行检验的零件。{66%：数控机床的加工特点必然让它成为国民经济和国防建设发展的重要组成部分，他与人类的生活息息相关。}

2001年11月10日加入WTO以来，我国经济与国际全面接轨，中国进入了一个朝气蓬勃的发展新时期。机床制造业不但面临着因机械制造需求水平增强而带来的装备制造行业发展的良好时机，同时也面临着面对国际市场竞争带来的压力，这也对我国制造业发展与提升提供源源不断的动力。{96%：国家大力推进数控机床的发展是解决我国机床制造业持续发展的一个重要因素。}随着制造业对数控机床的需求量大大提高

以及计算机技术水平的快速发展，数控机床的应用范围随着社会的进步还在不断扩大，而且更加贴近我们的日常生活。

{99%：立式加工中心 (Vertical machining center) 作为数控机床大家庭中的一个重要成员，其设计理念是将主轴轴线与工作台垂直设计，{86%：其结构样式多为立柱固定式，长方形工作台，无分度回转功能，它一般具有三个直线运动坐标轴，可在工作台上安装一个沿水平轴旋转的回转轴，用以加工回转类零件。有利于加工板类、盘类、模具及小型壳体类复杂零件。立式加工中心能完成铣、镗削、钻削、攻螺纹和用切削螺纹等工序。立式加工中心最少是三轴二联动，一般可实现三轴三联动。有的可进行五轴、六轴控制。立式加工中心工件定位、装夹方便，}操作简单；加工运动轨迹便于直接观察，检测调试简单，有利于及时发现问题，进行停机处理或维护；冷却方式简单，冷却液可直接喷在刀具和被加工工件上进行冷却；{72%：三个坐标轴与笛卡儿坐标系吻合，加工过程与图样视角相同，}切屑易排除和落入工作台下方，减少被加工工件表面的划痕。与卧式加工中心对比，结构无立式加工中心复杂，设备体积小，价格无立式高。{91%：但受立柱高度及换刀装置的限制，过高的零件不便于加工，在加工型腔或下凹的型面时，切屑无法快速排出，}切屑堆积使热量无法散离导致刀具损坏，并且使加工表面容易出现划痕，{78%：影响加工的质量和效率。}

立式加工中心的机械部分主要由床身，滑座，工作台，立柱，主轴系统，刀库，排屑系统及防护系统等几大部分构成，各个部分只有有条不紊地协同工作才能保证加工质量和加工效率。其中，床身系统和排屑系统对整个加工中心的良好运作有着不可忽视的重要作用。对床身和排屑系统进行合理的结构设计是非常有必要的。

最近几年我国制造的数控机床在制造业中的比例连年提高，在大中型企业中已有较大使用比例，传统机床因为自动化程度不高、加工精度差、劳动强度大、生产效率低下等缺点而被逐步淘汰。立式加工中心广泛应用于关乎国民生计的重要行业，如：汽车制造业、航空航天业、船舶、电子设备业、交通业、工程机械行业等。

但是目前我们需要正视的情况是：国内需求的加工中心大部依赖于国外，制造设备主要采用进口的情况没有根本改变，国产加工中心的市場还不容乐观，甚至无立身之地，其国内市场在25%左右。近几年我国加工中心进口数量不断增加，在我国进口的各大类数控设备中，所占比例最大的就是加工中心，加工中心进口所占比例的快速增加，一方面反映出我国制造业对加工中心机床需求量大，另一方面也反映了我国加工中心生产技术水平在国际市场上的巨大竞争压力。

{60%：国产加工中心市场所占比例较低的主要原因是产品的技术能力、}交货周期、加工精度和外国此类设备相比存在差异。当前，在数控立式加工中心方面，美国和德国的水平最高，如德国DMG集团、德国巨浪公司 (Chiron-Werke)、美国哈斯、美国MAG公司等，不但生产中小型精密加工设备，而且因为国防和高技术的需求，研究开发了大型精密机床。{82%：它们是世界公认水平最高的、达到当前技术最前沿的大型精密机床设备。}{69%：其它国家也相应研究开发出各种相似的机械设备，如英国的Cran-field、}日本的东芝机械、瑞士的米克朗(MIKRON)公司、日本Mazak公司、日本通快公司等。

{87%：国产数控机床无论在技术参数上，加工精度还是在各种动态指标上，}{63%：与西方发达国家相比设备各方面均存在较大差异。}目前，国内数控机床的生产厂家主要以经济实用为主要目标。{82%：沈阳机床集团在引进技术的基础上成功开发出VMC850B型系列高速立式加工中心，并已批量进入市场。}该机采用电主轴，主轴最高转速6 000 r / min，由零提到最高转速的时间为1s，快速移动速度可达16 m / min。近年来以北京机床研究所、南京机床研究所、沈阳机床集团、大连机床集团、济南机床厂、南京机床厂等为代表的我国机床行业龙头企业一直在加大科研力度，逐渐减小与世界其他先进数控机床技术水平及产品综合指标之间的各种差距。

近年来数控机床的发展主要表现出以下几点趋势：(1) 智能化。

(2) 复合化。

(3) 精密化。

(4) 高速度高效率。

(5) 绿色加工中心、安全环保。

而立式加工中心的发展除了以上几个趋势之外还有如下几个重要的发展方向：1.向高精度、高效率方向发展

{61%：随着现代科学技术水平的不断提高，机械制造业对设备的精度、}质量、效率的要求越来越高，超精密加工技术就是要不断挑战加工精度的极限，从实际上说，这个极限是无限的，当前的目标是进军纳米级，而现状是处于亚微米级水平。

2.向大型化、微型化方向发展

由于航天、国防等方面科学技术水平的快速发展，{100%：大型光电子器件的加工要求相应的大型超精密加工设备，如美国研制出的加工直径为2.4 ~ 4m的大型光学器件超精密加工机床。由于微型机械、集成电路等面技术的发展，超精密加工技术与此同时还向微型化发展，如微型传感器，微型驱动元件和动力装置、微型航空航天器件等。}

### 3.向加工检测一体化发展

由于超精密加工的加工精度要求很高，必须同时发展相应的检测技术才能适应其要求；同时，采用加工和检测分别独立进行的方法可能由于安装误差等而不能实现，因此，要采用在线检测方法，达到加工检测一体化。

### 4.在线检测与误差补偿

由于超精密加工的精度很高，影响因素很多且比较复杂，进行在线检测、工况监控以确保加工质量及其稳定性是非常必要的。也因为超精密加工的精度要求很高，设备自身的精度有时很难达到这个要求，就要采用在线检测和误差补偿的方法来提高精度，确保达到加工质量的要求。

### 5.新型超精密加工方法的机理研究

{76%：新技术的生长点是加工机理的研究，超精密加工机理涉及微观世界和物质内部结构，}所涉及的能源包括机、电、光、声、热、化、磁等等，涉及范围广。不仅可以利用分离去除的加工方法，而且还可以利用分层堆积的加工方法；既可采用独立加工方法，还可以采用复合加工的方法。加工方法机理的研究往往具有突破性的意义。

### 6.新材料的研究

新材料包括新的刀具材料以及被加工材料。精密加工和超精密加工的刀具材料和被加工材料对其加工精度及效率的影响很大，{64%：其化学成分、力学机械性能均有严格要求，有待进一步研究。目前，精密加工和超精密加工在我国亟待研究的是实用化，}将一些机械设备特别是一些加工精度高的设备应用到实际生产生活中并得到推广，以提高加工技术的生产水平，使生产的机械产品精度高、质量强、效率更高。

## 1 床身系统分析与设计

### 1.1 立式加工中心床身系统的意义及基本要求

床身在立式加工中心中起到支撑作用，它承载着立式加工中心的立柱、主轴箱、滑座、工作台等部件；承受着切削力、工件重力、加工过程中产生的摩擦力等静态和动态力的作用。其机构的合理性和性能的好坏直接影响着立式加工中心的制造成本，影响着立式加工中心各个部件之间的相对位置精度和立式加工中心在工作中各个运动部件的相对运动轨迹的准确性，进而影响着设备加工的精度。还影响着立式加工中心所用刀具的使用寿命，同时也影响着立式加工中心的工作效率和寿命等等。{61%：综上所述，数控机床的床身必须具有足够的静态刚度和较高的固有频率；}良好的动态特性；具有较小的热变形和内应力；便于加工制造、装配等，才能满足立式加工中心对床身的要求。

### 1.2 床身基本形式

立式加工中心在工作过程中，主要受到水平方向和垂直方向切削力的作用，使床身产生微小的弯曲变形，以及在水平及垂直的分力联合作用下发生的扭转。其中，对加工中心整体性能影响最大的是床身在水平面内的弯曲变形。{69%：所以，在床身长度相对较短的情况下，主要应该考虑提高床身在水平面内的抗弯曲能力。}为了达到这个目的，床身的材料选择必须满足要求。同时，对床身的截面结构、筋肋布置都要相应合理的设计。为了便于排屑，在设计立式加工中心床身时，设计与水平面倾斜的斜面。这样一来，立式加工中心在工作中，排屑性能和散热性能都得到提高，可以很大程度上减少床身在工作过程中吸收由于切削而产生的大量热量，从而减少床身的热变形，使立式加工中心能够保持更好的加工精度和加工稳定性。

### 1.3 床身材料选择及处理

立式加工中心床身在工作过程中不仅要受到各种静态的拉应力和压应力，在实际切削过程中伴随着主轴的转速、输出功率、加工材料以及切削用量的不断变化，还要受到各种各样的动态力。为了保证床身的静、动态特性，床身材料的抗拉、压性能及抗弯、扭性能都应该比较好才能满足要求。

铸铁具有良好的减震性能和耐磨性，易于铸造并且具有良好的加工性能。因此床身材料最终采用铸造性能和机械性能优良的HT250。这种材料的流动性能较好，体收缩和线收缩都较小，容易得到形状复杂的铸件。在铸造过程中，加入少量合金元素即可以很好地提高床身的机械性能和耐磨性能。{71%：铸铁的内摩擦很大，阻尼作用很强，动态刚性比较好。}其硬度、强度较高，耐磨性也比较好，同时还具有良好的减震性能。

为了消除床身铸造期间产生的内应力，应该进行两次时效处理，在粗加工前后各要进行一次，可以使床身稳定性得到极大的提升，对整个加工中心的性能提升都有很大的帮助。另外，导轨面在粗加工之后应该进行热处理，中频淬火之后，导轨面硬度可以达到40-50HRC，淬火之后，导轨面的硬度、强度更高，耐磨性也得到很大的提升；同时淬火质量稳定、成本低廉、生产效率高。

### 1.4 床身结构设计

#### 1.4.1 床身截面结构设计

立式加工中心床身在弯曲、扭转等外力作用下，{98%：床身的变形与床身的截面抗弯惯性矩和抗扭惯性矩有很大的关系。床身材料以及横截

面积一样，但是形状不同的床身，截面的惯性矩相差很大。}参照《机械设计手册》，截面积相同的情况下，采用空心截面，增大外轮廓尺寸，同时在工艺许可的情况下，尽可能地减小壁厚，可以极大地提高截面的抗弯和抗扭刚度；矩形截面的抗弯刚度大于圆形截面，但是矩形截面的抗扭刚度不如圆形截面大；封闭截面的刚度要明显大于部分封闭截面的刚度。因此，在设计立式加工中心床身截面时，综合考虑上面这些因素，{94%：在满足使用、工艺条件许可的情况下，应该采用空心截面、增大轮廓、缩小壁厚、采用全封闭的类矩形的床身截面结构形式，}同时，为了进一步提高立式加工中心床身的抗弯、{72%：抗扭刚度和床身的刚度/重量比，在大截面和小截面之间应该再设计一些隔板，将两个截面连接到一起。}

#### 1.4.2 床身筋、肋布置及孔设计

为了提高立式加工中心的整体性能，床身结构上应该布置合适的肋板，作用有以下几点：（1）可以提高床身的强度、刚度，同时还能够减轻整个床身的重量。

（2）由于床身采用薄壁类矩形截面，肋可以有效地减少床身截面畸变，在大面积的薄壁上布置肋可缩小局部变形并且防止薄壁振动，还可以降低加工过程中产生的噪声。

（3）由于床身采用铸造工艺，肋板可使铸件壁厚均匀，防止由于金属堆积而产生缩孔、裂纹等缺陷；还可以作为补缩通道，扩大冒口的补缩范围；改善铸型铸造性能，防止出现夹砂等缺陷。

（4）改善散热。立式加工中心在加工过程中，会产生大量切削，这些切削会携带着大量的热量，落到床身上之后会将一部分热量传到床身上，使床身因为受热而产生一定量的热变形，在床身中间合理地设计一定量的肋板可以起到很好的散热作用，减小床身的热变形量，对提高加工质量有一定的帮助。

参考《机械设计手册》，采用纵向肋能有效地提高床身的抗弯刚度。这种肋布置形式，使床身的抗扭和抗弯刚度分别是没有布置肋的床身的1.44倍和1.18倍以上。

设计孔的目的：（1）可以减轻床身的质量。

（2）可以作为管道、控制线、电源线的通道。

（3）提高床身的铸造工艺和铸造性能。

1.4.3床身壁厚及筋厚度的确定床身壁厚的选择取决于其刚度、强度、材料、质量、铸件尺寸和工艺等因素。参考《机械设计手册》及《铸件手册》中关于砂型铸造铸铁件的最小壁厚的选择，如下表所示，

表1.1 砂型铸造铸铁件的最小壁厚（mm）

铸铁种类 当铸件最大轮廓尺寸为下列值时

≤ 200 > 200-400 > 400-800 > 800-1250 > 1250-2000 > 2000

灰铸铁 3-4 4-5 5-6 6-8 8-12 10-12

孕育铸铁 5-6 6-8 8-10 10-12 12-16 16-20

球墨铸铁 3-4 4-8 8-10 10-12 - -

高磷铸铁 2 -

可锻铸铁 当铸件最大轮廓尺寸为下列值时

≤ 50 > 50-100 > 100-200 > 200-350 > 350-500

2.5-3.5 3-4 3.5-4.5 4-5.5 5-7

在铸件结构设计中，大量采用筋用来增强铸件的力学性能、减轻零件重量、消除缩孔、防止出现裂纹、变形等缺陷。在满足铸件工作要求的情况下设计筋时应该做到尽可能分散或缩减热节点熟练，防止多条筋相互交错，筋与筋、筋与壁的连接处应该设有圆角。根据参考文献，一般按下列关系式确定筋的尺寸：（1.1）

式中  $t$ —铸件外表面上筋的厚度

—铸件内腔中筋的厚度

$T$ —与筋连接处铸件的壁厚  $h$ —筋的高度

灰铸铁件壁厚和筋的厚度可参照下表设计，为了增加铸件的强度，壁厚可适量增加，最终确定床身壁厚及筋厚如下：重要支承面：壁厚25mm

次重要支承面：壁厚20mm



筋厚：20mm

且要留3到5mm的铸造余量，具体数值参照附件《床身结构图》。

表1.2砂型铸造铸铁件的壁厚与筋厚（mm）

铸件重量（kg） 最大外形尺寸 外壁厚度 内壁厚度 筋的厚度

≤ 5 300 7 6 5  
 > 5-10 500 8 7 5  
 > 10-60 750 10 8 6  
 > 60-100 1250 12 10 8  
 > 100-500 1700 14 12 8  
 > 500-800 2500 16 14 10  
 > 800-1200 3000 18 16 12

#### 1.4.4 立式加工中心床身最终结构

图1.1 床身结构图

#### 1.5 床身受力计算

床身在立式加工中心中起到支撑作用，它承载着立式加工中心的立柱、主轴箱、滑座、工作台等部件；承受着切削力、工件重力、加工过程中产生的摩擦力等静态和动态力的作用。其机构的合理性和性能的好坏直接影响着立式加工中心的制造成本，影响着立式加工中心各个部件之间的相对位置精度和立式加工中心在工作中各个运动部件的相对运动轨迹的准确性，进而影响着设备加工的精度。还影响着立式加工中心所用刀具的使用寿命，同时也影响着立式加工中心的工作效率和寿命等等。{61%：综上所述，数控机床的床身必须具有足够的静态刚度和较高的固有频率；}良好的动态特性；具有较小的热变形和内应力；便于加工制造、装配等，才能满足立式加工中心对床身的要求。

立式加工中心各部分施加力大小情况如下

主轴箱部分：主轴电机，机械主轴，平衡锤，增压缸组件质量。合计700Kg

立柱部分：850Kg

滑座部分：500Kg

工作台部分：300Kg

加工中心最大允许荷重：600 Kg

导轨与床身接触面积116864，经计算，压力为68455 N/。

立柱与床身接触面积84280，经计算，压力为10678 N/。

同时，因为立柱的“沉头”现象，床身还要受到一个力矩作用。

1.6 床身有限元分析{75%：有限元分析（FEA），是一种利用数学近似的方法对真实物理系统（几何和载荷工况）进行分析的方法。利用简单而又相互作用的元素（即单元），就可以用有限数量的未知量去逼近无限未知量的真实系统。}

{95%：有限元分析是利用简单代替复杂再解决问题。它将求解域看成是由许多称为有限元的小的互连子域组成，求近似答案。}然后推导出解域一般满足条件（如平衡条件结构），从而达到目的，解决了问题。这个解决方案是不标准的解决方案，由于近似解，因为实际的复杂的问题被简单的问题所取代。由于多数很难获得准确的解决办法，又因为有限元计算精度比较高，还能适应各种复杂的局面，从而成为力分析的一种广泛使用的手段。

下面是利用CATIA软件对床身的变形、应力等方面进行分析得到的结果：图1.2 载荷和约束图

图1.3 变形图

图1.4 主应力图

图1.5 Von mises应力图

## 2 排屑系统分析与设计

### 2.1 排屑系统在立式加工中心中的作用

数控加工中心的出现与发展,大大提高了机械的生产效率,在单位时间内数控加工中心的加工效率是普通加工中心加工效率的几倍甚至几十倍,与此同时加工过程中产生的切屑所占空间也将成倍加大。这些切屑堆及在工作台或设备内部,如果不能及时清理掉,必定会覆盖或缠绕在工件以及刀具上,使加工中心的自动加工的效率大大降低。此外,灼热的切屑所带的热量会传递给加工设备和工件,{67%:会使它们产生热变形,影响到设备加工精度。}因此,迅速而有效地清楚掉切屑,对数控加工中心的加工而言是至关重要的,而排屑系统正是实现设备排屑所必备得附属设备。{60%:排屑装置的主要功能是将切屑排到数控加工中心之外。}

## 2.2 典型立式加工中心排屑装置

{61%:排屑装置是一类具有独立功能的机床附件,由专业排屑厂商制造。}{100%:数控加工中心排屑装置的结构和工作形式应根据加工中心的类别、}形式以及工件的材料和使用的冷却液种类等来选择。{62%:典型的机床排屑装置主要有下面几种:}

### 2.2.1 平板链式排屑装置

排屑装置是在封闭箱中链轮牵引链板工作,加工中产生的切屑掉到链板上,在链板运转的过程中从冷却液中将切屑带出来,切屑排出加工中心,落入存屑箱。排屑系统主要是集中和运送各种形状的切屑,{60%:还可以依据切屑多少及切屑的形状尺寸选择不同节距的链板。}链板式排屑装置按结构形式经常被分为A型和B型两种,如下图所示。{80%:其中A型为排屑单机,B型为带水箱的排屑机,它的结构为内封闭,}{99%:可置于油箱或冷却液箱中,水箱可做成L型,把水泵及过滤插网安排在排屑机的侧面。}

### 图2.1 平板链式排屑装置

#### 2.2.2 刮板式排屑装置

此排屑系统设计理念和平板链式的大致相同,区别是采用不同形式的链板,它带有刮刀。刮板式排屑器利用链条带动刮屑板运动将废屑从机床底部带到机床外,来完成废屑集中和运送碎状的切屑的目的。链板上刮刀的高度和距离可根据实际情况设计,此类排屑系统具有结构紧凑,传动平稳,强度高,工作效率高等特点。刮板式装置常用于运送各种材质的碎状废屑,{64%:特别用于解决磨削过程的磨粒以及汽车行业中的铝屑,排屑能力强,}排屑量大,可用于数控加工中心、普通加工中心、磨床和自动化生产线,应用广泛。

#### 2.2.3 螺旋式排屑装置

{74%:该装置是采用电动机经减速装置减速后,驱动安装在沟槽中的一根长螺旋杆进行排屑的。}数控加工中心,螺旋式,切屑由螺杆驱动直线向前运动,最后到收集箱。{70%:它主要用于输送金属,颗粒,粉末和小片的非金属材料。}该装置占用的空间小,安装和使用更加方便,较少传输链路,故障率非常低,特别适用于窄间隙的生产情况。

#### 2.2.4 磁性板式排屑装置

{68%:该装置是利用永磁材料的强磁场的磁力达到吸引铁磁性材料的切屑,}在不锈钢板上的滑动实现收集和运送废屑的目的(并不适用于超过100毫米长的废屑)。广泛应用于加工铁磁材料的加工中心和自动化生产线的各种机械加工工序,{88%:也是水冷却和油冷却加工中心切削液处理系统中,分离铁磁性材料切屑的重要排屑装置。}

在本次设计中,采用了平板链式排屑装置,选用A型。

## 2.3 排屑装置的发展趋势

综上所述排屑装置的国内外发展现状,目前排屑装置有以下几个趋势:1.复合型排屑机的需求将会大幅度增长,未来几年内,复合型排屑机将具有广泛的应用。

复合型排屑机有诸多优点:(1)能处理复合式加工所产生的任何形态的铁屑;

(2)具有大量处理切屑液的过滤系统,过滤精度能达到 $50\mu\text{m}$ ;

(3)可用于各型机床、中心加工机、龙门式加工机、钻孔机、特殊专用加工机等小屑量排屑场合中。

2.易维修排屑机将会大量增加{94%:由于一般排屑装置基本属于辅助性生产设备,不易维修,同时保养维护机会较少,经常是出现小毛病时无人注意,出大毛病导致无法运转时才去维修,影响整条生产线的正常工作,故易维修排屑机将是一种趋势。}

### 3.向环保、节能方向发展

在排屑机的设计和制造节能环保方面应该引起各生产企业注意。这一方面要做到以下几点:(1)排屑机的装机功率,减少工作中的能量损失。

(2)提高密封质量,减少切削液、油垢等对生产环境的污染。

(3) 减少噪声，对大的噪声源进行隔离和封闭。

2.4 系统总体传动方案的确定查阅立式加工中心相关的资料，了解数控加工中心的工作原理，对典型立式数控加工中心排屑机构的结构进行一系列比较，{66%：了解排屑机构的类型，工作原理之后，对数控加工中心排屑机构进行结构设计。总体方案如图2.2所示:}

图 2.2 总体传动方案

综合考虑，选用如上图所示的传动方案，因为该排屑机有轻微振动，选用带传动有缓冲吸振的作用，{61%：而且利于减速，还能起到过载保护的作用。}电机通过带传动将速度减小之后作为链轮1的动力。{74%：链传动的传动比精确，传动效率较高；链传动对轴的作用力较小；}{69%：链传动的尺寸较紧凑；链传动对环境的适应力较强；链条的磨损伸长较缓慢。}

图 2.3 带传动

## 2.5 电动机的选择

本设计对电机的要求不是特别高，{57%：参照《机械设计手册》并结合现在常用的小型数控加工中心链板式排屑装置根据动力源和工作条件，选用交流电机，Y系列三相异步电动机。}

电机的基本参数为：机座号71铁芯 1极数 4功率 0.25kw

转速1400r/min效率67% 功率因数 0.68 额定转矩 2.2

额定电流 6.0A（最大转矩）噪声 65 dB

## 2.6 带传动设计

### 2.6.1 带型的选择

现在应用较为广泛的两种带传动为三角带与平带传动。三角带具有较高的传动效率和较高的传动比，但是它的成本较高且使用寿命较短，容易损坏。本设计的传动效率与精度要求都不是很高且考虑到使用寿命的问题最终选择了平带传动。

### 2.6.2 带轮的结构设计

#### (1) 小带轮（）尺寸计算

(2.1)

— 传递功率（kw）

— 小带轮转速（r/min）

（mm）

由于此设计对传动精度无太高规定，因此根据设计的规定尽可能依据国家标准，就选择63（mm）。

#### (2) 带传动传动比的确定（2.2）

M—落屑质量（kg/min）参考该加工中心的排屑量，M=2kg/min

Z—链轮的有效齿数

— 大带轮的转速（r/min）

P—链的节距（mm）

— 链板宽度（mm）

h—链板的高度（mm）

#### (3) 大带轮（）尺寸计算

(2.3)

(2.4)



$i$ — 传动比

— 滑动率, 取0.01~0.02

(2.5)

根据国家标准确定=90 (mm)

## 2.6.3 带轮的其他相关计算

(1) 带速计算

— 小带轮直径 (mm)

— 小带轮的转速 (r/min)

(r/min)

(2) 中心距计算

(2.6)

— 小带轮直径 (mm)

— 大带轮直径 (mm)

## 2.7 链传动设计

链传动整体方案确定: 图 2.4 整体方案图

### 2.7.1 平顶链的选择

根据设计要求和国家标准, 选择GB/T4140—93 C30S型平顶链。如下图所示

#### 图 2.5 平顶链

### 2.7.2 链轮的计算

#### 图2.6 链轮

(1) 分度圆直径计算

(2.7)

$P$ — 节距 (mm)

$Z$ — 有效齿数

(mm)

(2) 齿顶圆最大直径计算

(2.8)

$d$ — 分度圆直径 (mm)

$Z$ — 有效齿数

(mm)

(3) 齿根圆直径计算

(2.9)

$d$ — 分度圆直径 (mm)

— 铰圈外径 (mm)

(mm)

因本设计对传动精度要求不高, 根据设计要求尽量选用国家标准, 链轮确定为C30S—8.5GB/T4140—93。

## 2.8 张紧机构设计

### 2.8.1 链传动的张紧设计

#### 图 2.7 滑动轴承座

本文中链传动是一个主要的传动功能, 链传动的一个必要的附加要求就是独立的张紧机构, 在设计中依据设计的规定自主设计一种滑动型张紧机构, 其中关键的部件即滑动轴承座。

(1) 受力分析

滑动轴承座在本次设计中的主要作用是承载轴.在张紧机构中轴主要受到轴向力的作用, 并且力的方向是水平方向的, 滑动轴承座的受力和轴是大致相同的。

(2) 解决方案分析

根据之前的受力分析，可以知道滑动轴承座的自由度为6，{61%：张紧机构最终希望得到的结果是在完成张紧后，排屑装置可以正常平稳地工作。}在本次设计中，采用的是滑槽设计，并且使用调位挡板来限制滑动轴承座前后方向上的滑动。使用螺栓座与螺母的拧紧程度来调节调位挡板的位置，实现张紧的任务。

图 2.8 调位挡板

(3) 尺寸确定滑动轴承座的尺寸是根据轴及相关配套的轴承尺寸来最终确定的其宽度为30毫米，调位挡板的尺寸是根据滑动轴承座尺寸及调位挡板相关配套的螺栓座的尺寸确定的。

滑槽长度的确定是非常关键的一个环节，{92%：因为在设计中使用的平顶链的铰链间隙 $e=0.41$ 而且上下对称的板链数 $N=68$ ，}所以最后使用的滑槽长度为：(2.10)

— 许用滑槽长度 (mm)

— 备用滑槽长度 (mm)

(mm)

### 2.8.2 带传动的张紧设计

带传动在本次设计中主要起到的是传递动力的作用，采用滑动式的张紧机构

#### (1) 受力分析

因为链传动的张紧机构使用了滑动轴的办法，如果在带传动的张紧机构中采用同样的方法，这样的结果就是两边的张紧机构要承受两倍的力，这样的结构对于排屑机的稳定工作影响非常不利。所以，带传动的张紧机构应该设置在电机轴上。

#### (1) 解决方案分析

在电机轴上一般有三种张紧方式，分别为水平、竖直和斜向的张紧，相比其他两种方式，水平方向的滑动张紧实现容易，节省空间，调节方便。

如果让电机直接在滑槽内滑动，会使电机的工作稳定性受到影响，所以本设计采用安装垫板的方式来协调电机的滑动。将电机安装在垫板上，同时把滑槽也设计在垫板上，这样既能节省所占空间而且也能使电机工作的稳定性得到比较好的保证。

图2.9 安装垫板

### 2.9 输送链板的设计

在上面的设计中，输送链板是按照国家标准选择的，但考虑实际，会出现下面这些问题：(1) 平顶链两侧没有丝毫阻挡装置，当产生过多的废屑时会使废屑从两侧的间隙中掉进排屑装置里面，时间长了以后肯定会对装置造成损坏

(2) 平顶链上面为一个平面，废屑掉进平顶链上后未设置任何遮挡办法，在斜向上运输时切屑都会因为重力的作用掉落，无法实现输送任务。

{92%：(3) 平顶链主要起承载切屑的作用，它的重量只能由两端的轴来承担，}这样的结构使轴的受力过大，对整个排屑装置的寿命有很大的影响。

(4) 平顶链在运输过程中有变向的过程，需要有辅助装置来完成。

针对第一个问题，需要设计侧挡屑板。需要注意的是，{76%：侧挡屑板绝对不能影响平顶链的正常运动过程，每一个平顶链都要搭配一个圆角形的侧挡屑板。}而且侧挡屑板的长度不能过长，否则就会导致两个平顶链的侧挡屑板与轴销之间发生相互碰撞，{67%：会导致整个平顶链条的卡死甚至断裂。}最终挡屑板结构如图所示：图2.10侧挡屑板

针对第二个问题，需要设计挡屑板。为了不使切屑在提升过程中下落，此次设计在平顶链上装了防护板。加工中心所产生的团屑高度一般在10mm以下，所以选定挡屑板的高度为10mm。

针对第三、第四个问题，进行轴销及其配套滚轮的设计。为了减小链板两端轴的载荷，设计滚轮和相应的滑道来解决这个问题。本设计是在原有的标准平顶链基础上把它的轴销长度加长，但是要注意加长的距离不能过大，否则导致弯矩过大而对船东产生不利影响。加装了滚轮之后不能使其在轴销上任意的径向滑动，否则会导致它在滑道内无法稳定地工作，会与滑道的两笔不断摩擦及碰撞，最后卡死导致链条不能正常工作。在本设计中采用轴肩和开口销的方法从两端限制了滚轮的径向运动，使其在滑道内正常稳定工作，同时解决了链条运行过程中的变向问题。

### 2.10 排屑装置的保养与维护

排屑装置是数控机床所必须配置附属设备，其主要作用是将切屑从加工区排除数控机床之外，迅速、有效地清除切屑才能保证加工质量及加工的有效运行。

本设计中集屑槽位于床身下方，这样可以减小机床占地面积，提高排屑效率。排出的铁屑落入铁屑收集小车內。

链板式排屑装置工作过程中必须保证链轮运行方向与床身所指方向一致才能保障切屑有效的清理。

排屑设备配备有过载安全离合器，在出厂时已经做了改动，如电动机启动后，发现摩擦片有打滑现象，应该立即停止开动，检查链轮有无被其他物体卡住或润滑不到位等原因。

应该定期对排屑机接触摩擦部件如：电机轴、链轮、链条等进行周期润滑，来增强排屑机的使用寿命及运行的效率。

最终排屑装置实物图为：图2.11 排屑装置实物

## 总结

本次毕业设计做的是立式加工中心床身结构设计和排屑系统结构设计，{69%：此次设计是对大学四年来所学理论知识的一次系统性归纳与总结。}并且需要在原来的基础上，学会融会贯通，将以前所学到的知识系统化、结构化，才能运用到本次的设计中。在设计过程中，意识到自己所掌握的知识过于零散化，而且很多都是只学到了皮毛，没有深入地研究，导致运用时不能得心应手。产品设计不仅需要对所设计产品的功能结构等各方面有一个全面的认识，更需要设计者本身对所需知识了解透彻，并且能够综合应用。

在戴兴的实习期间维修师傅对设备的维修让我对机床内部结构的学习和了解也有很大帮助，通过这次毕业设计我认识到了自身存在的问题和不足之处，在以后的工作和学习中会针对自己的问题去改正。另外，学习知识要精益求精，遇事要多思考，最重要的是在设计中要结合实际，不能想当然。

## 致谢

从拿到毕设题目开始经过查找资料，设计方案的论证与确定，到最终独立完成毕业设计和论文，前后历经几个月。在这个过程中，老师提供了很大的帮助和支持，也从其他工厂师傅和同学那里学到了很多，在此要对给予我帮助的师长、同学表示由衷的谢意。

由于专业知识的局限和经验的缺乏，论文中难免有很多考虑不周全的地方。设计过程中也遇到了很多困难，但是在老师的悉心指导和周围同学的热心帮助下顺利完成了任务。很高兴自己一生中最为宝贵的四年时光能在这样的校园中度过，在这四年里，不管在知识上还是在思想上都获益匪浅，并且结识到了一群志同道合的朋友。

最后，再次衷心地感谢老师和同学们的帮助以及对此次毕业论文进行评审的各位老师。

## 参考文献

- 【1】徐灏. 机械设计手册.北京：机械工业出版社，1991；
- 【2】明兴祖. 数控机床与系统 .北京：中国人民大学出版社，2000.06；
- 【3】谭庆昌，赵洪志. 机械设计. 北京：高等教育出版社，2008；
- 【4】郑玉华. 典型机械（电）产品构造. 北京：科学出版社，2004；
- 【5】于骏一，邹清. 机械制造技术基础. 北京：机械工业出版社，2004；
- 【6】朱龙根. 机械系统设计 .北京：机械工业出版社，2001；
- 【7】王隆太. 先进制造技术 .北京：机械工业出版社，2009；
- 【8】熊军. 数控机床原理与结构. 北京：人民邮电出版社，2007；
- 【9】胡育辉. 数控加工中心 .北京:化学工业出版社，2005；
- 【10】夏田. 数控加工中心设计. 北京：化学工业出版社 2006.2；

- 【11】方雄文. 立式加工中心产品的发展趋势.北京：制造技术与加工中心，2009.12；
- 【12】吴祖育,秦鹏飞. 数控机床.上海：上海科学技术出版社，2000；
- 【13】张普礼. 机械加工设备. 北京：机械工业出版社，1999；
- 【14】李庆余, 张佳. 机械制造装备设计 .北京：机械工业出版社2007.8；
- 【15】王润孝, 秦现生. 机床数控原理与系统. 西安：西北工业大学出版社，1993；
- 【16】李苏红,潘志刚. CATIA V5实体造型与工程图设计 .北京：科学出版社，2008.2；
- 【17】云杰漫步科技CAX设计室.CATIAV5R20完全自学一本通. 北京：电子工业出版社，2011；
- 【18】国家统计局 .2012年中国立式加工中心机行业市场专项调研及十二五发展趋势预测报告. 北京，2012；
- 【19】谢荣见 . 浅谈数控加工中心研究现状及发展趋势 .北京，2002.3；
- 【20】张伯明 . 铸造手册 .北京：机械工业出版社，1997.04；