

密级：\_\_\_\_\_

# 南昌大学 科学技术学院

NANCHANG UNIVERSITY COLLEGE OF  
SCIENCE AND TECHNOLOGY

## 学士学位论文

THESIS OF BACHELOR

(2008 — 2012 年)



题 目 刻录机电机  $\Phi \times 13$  的(机械结构)设计

学 科 部： 理 工 学 科

专 业： 机械设计制造及其自动化

班 级： \_\_\_\_\_

学 号： \_\_\_\_\_

同学姓名： \_\_\_\_\_

指导老师： \_\_\_\_\_

起讫日期： 2012.2.23~2012.5.10

## 目 录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 摘要 .....                 | I  |
| Abstract .....           | II |
| 第一章 前言 .....             | 1  |
| 国内外电机的进展概况及存在问题 .....    | 1  |
| 1.2 刻录机电机设计的目的及意义 .....  | 2  |
| 1.3 设计的指导思想 .....        | 2  |
| 第二章方案的选择 .....           | 3  |
| 方案一 .....                | 3  |
| 2.2 方案二 .....            | 3  |
| 第三章 硬件部分设计 .....         | 5  |
| 无刷直流电机的硬件结构组成 .....      | 5  |
| 3.2 转子与定子部分的设计 .....     | 6  |
| 3.2.1 设计参数 .....         | 6  |
| 转子部分的设计 .....            | 6  |
| 定子部分的设计 .....            | 7  |
| 材料的选择 .....              | 8  |
| 定子部分各零件材料的选用 .....       | 8  |
| 3.3.2 转子部分各零件材料的选用 ..... | 9  |
| 主要工序 .....               | 19 |
| 定子工序 .....               | 19 |
| 转子工序 .....               | 20 |
| 总工序 .....                | 20 |
| 第四章 软件部分的设计 .....        | 21 |
| 无刷直流电机把握组成及原理 .....      | 21 |
| IC 驱动选择 .....            | 22 |
| 位置检测装置 .....             | 24 |
| 无刷直流电机的调速 .....          | 25 |
| 结论 .....                 | 26 |
| 参考文献 .....               | 27 |
| 致谢 .....                 | 28 |

## 刻录机电机 $\Phi 24.5 \times 13$ 的(机械结构)设计

专业：机械设计制造及其自动化 学号：7011208098 同学姓名：郑洪瑞 指导老师：邱水才

**摘要：**近几年来，由于无刷直流电机具有沟通电机的结构简洁、维护便利、运行牢靠等一系列优点，在国民经济各领域应用日益普及。而且直流无刷电机保持了直流有刷电机的优越性，接受无接触式电子换向，不受机械换向把握，与传统的直流有刷电机相比，调速便利，易于把握，运行平稳，在刻录机中得到了广泛的应用。

本次设计以无刷直流电机作为刻录机电机进行设计，接受三相九极无刷直流电机，三相指的是定子绕组设计为三相，九极指的是矽钢片的磁极数为九。设计包括硬件和软件两个方面，硬件方面有：定子部分的设计、转子部分的设计、材料的选择。设计要求机壳外轮廓尺寸为 mm，定子上底板底端到转子上垫圈上端的距离为 13mm。软件方面有：位置检测装置，接受霍尔式位置传感器，检测转子位置，从而实现电子换向。选用 BD7904FS 驱动芯片作为电机的 IC 驱动。

**关键词：**BD7904FS 霍尔式传感器 电子换向 位置检测装置 三相九极无刷直流电机

## **Burners with motor $\Phi$ 24.5 by 13 (mechanical structure) design**

**Abstract:** In recent years, due to the Brushless DC motor has simple structure of AC motor, convenient maintenance, reliable operation and so on a series of advantages, in all areas of the national economy has been used more and more popular. And Brushless DC motor to keep the DC motor has advantages of brush, using no contact electronic reversing, not affected by mechanical commutation control, and the traditional DC motor are compared brush, speed, easy to control, smooth operation, in the burners are widely used.

This design with Brushless DC motor with motor design as burners, three-phase nine extremely brushless DC motor, three-phase refers to the stator winding design for three-phase, nine extremely refers to the number of the nine Xi Gang Pian magnetic poles. Design to include two aspects of hardware and software, hardware: the design of the stator, rotor part of the design, material selection. The chassis design requirement of 24.5 mm size outline, stator on the bottom of the floor to the rotor system at the top of the distance to the gasket 13 mm. Software: position detection device, with a hall type position sensor, detection of rotor position, so as to realize the electronic commutation. Choose BD7904FS drive chip as the motor drive IC.

**Key words:** BD7904FS Hall Sensor Electronic Reversing Position Detection Device Nine a Three-phase Brushless DC Motor

## 第一章 前言

### 1.1 国内外电机的进展概况及存在的问题

随着时代的不断进展各行各业都离不开电机，并且在国民经济中占有举足轻重的地位。现在电机的类型越来越多，像有刷直流电机和无刷直流电机。由于无刷直流电机使用寿命长、运转无噪音、较高的转速范围，渐渐的取代了传统的有刷直流电机。

无刷直流电机最早是日本的大畑克己；中野正嗣；高木哲尚创造的，这一突破为人类供应了便利。随着永磁材料、微电子技术、自动把握技术以及电力电子技术的进展，无刷直流电机得到了长足的进展。无刷直流电机已经不是专指具有电子换相的直流电机，而是泛指具有有刷直流电机外部特性的电子换相电机。

目前，国内现在已有无刷直流电机的系列产品，并形成了肯定的生产规模。而且它在我国的用途也是格外广泛，可作为直流电机、伺服电机和力矩电机等使用，尤其适用于高级电子设备、机器人、航空航天技术、数控装置、医疗化工等高新技术领域。今年来消灭的无刷直流电机，用晶体管开关的电路和位置传感器代替电刷和换向器。

无刷直流电机的位置检测装置是无刷直流电机的重要部件，它负责检测转子的位置。位置检测装置一般接受位置传感器，位置传感器的种类有电磁式、光点式、霍尔式，其中霍尔式位置传感器渐渐替代其它位置传感器。不仅是在检测方面，而且在 IC 驱动方面也在不断的更新，如 BA6858AFP、BD7904FS 等都是格外先进的 IC 驱动，都是刻录机电机上应用最多的 IC。

从无刷直流电机及其把握系统的设计和制造水平来看，我国与国际水平还有着比较大的差距。国内应用最多的还是有刷直流电机，虽然它含有碳刷、噪音大，但是变速平稳、温升低、牢靠性好、价格廉价，很多公司还是比较宠爱用它。无刷直流电机改善了有刷直流电机的噪音大，使用寿命短等缺点，成为电机行业进展的趋势。

目前设计的好多无刷直流电机还存在着很多问题，有些无刷直流电机接受反电动势法进行转子的位置检测，在欠压启动时电机就会失步，导致电流急剧增大，过流爱护动作，启动失败。假如增加欠压爱护模块，就会增加成本。若接受位置传感器进行位置检测，那就可以避开失步了。随着科技的进展，位置传感器也消灭了好多，如霍尔式位置传感器、光点式位置传感器、电磁式位置传感器等。使用最多的是霍尔式位置传感器和光点式位置传感器，电磁式位置传感器已经渐渐被淘汰。无刷直流电机对永磁体材料的选择也是很重要的，永磁体装在机壳里，假如机壳材料为铁制材料那么就简洁失去磁性。因而就无法被位置检测装置感应到，从而无法实现电子换向，便失去了无刷直流电机的意义，电机不能正常工作。由此看来，对于永磁体的材料和机壳材料要求较高。还有一个问题，就是无刷直流电机的 IC 驱动的选择，它的种类也是多种多样的，每个 IC 都有不同的用途，假如选用不当，势必造成电机的把握消灭问题。

### 刻录机电机设计的目的及意义

通过设计了解了电机的类型、工作原理、结构组成以及应用范围。电机包括无刷直流电机和有刷直流电机等，主要由定子、转子组成。本课题选用无刷直流电机作为刻录机电机，用电子换向取代碳刷换向，用霍尔元件实现位置检测，使得定位更精确。与用有刷直流电机的刻录机相比不仅降低了维护成本而且提高了刻录机的性能，使得刻录机工作更稳定、更快，从而提高产品的总体水平。

电机是一种能量转换装置，应用于各行各业，并且在国民经济中占有重要地位。无论是在工农生产、交通运输、国防宇航、医疗卫生、商务与办公设备，还是日常生活中的家用电器，都大量的使用着各种各样的电机。目前，一般的只能旋转的电机已经不能满足生产要求，我们必需不断改进才能跟上产品的更新换代。

现在是一个机电一体化快速进展的社会，我们不仅要学好机械学问更要把电学学问学好，做到机电不分家。将此课题作为毕业设计，不仅能巩固高校四年所学学问，而且能培育我们独立分析问题和解决问题的力量，最重要的是能活跃我们的思维、提高我们的创新力量。若能在原有基础上提出改进方案，将能给社会带来更大的福利。

### 指导思想

刻录机电机的设计要尽量满足刻录机的使用要求，结构尺寸符合刻录机电机大小。

由于无刷直流电机结构简洁既具有沟通电机的特点，又具有有刷直流电机的特点，所以不仅修理便利、低干扰、使用寿命长、而且运行效率高、调速系统稳定，充分满足了刻录机的使用要求。

从电机的零件材料方面考虑：现在竞争格外激烈，无论什么产品都对自己选用材料要求是格外高的，都期望使用性价比较高的材料，节省制造成本。刻录机电机对零件材料的要求较高，依据每个零件的机械特性进行查找材料，通过比较确定最优材料。

从把握方面考虑：无刷直流电机实现电子换向，要有精确的定位，要实现精确的定位就必需要有位置检测装置，位置检测装置多种多样，一般接受霍尔元件作为位置检测装置。IC 驱动也是无刷直流电机的重要组成部分，合适的 IC 能够使电机更稳定的工作。

目前刻录机电机存在的问题：接受有刷直流电机，以电刷换向，因而存在相对的机械摩擦，由此带来了噪声、火化、无线电干扰以及寿命短等弱点，再加上制造成本高及修理困难等缺点，从而大大限制了它的应用范围。在设计中要解决这个问题，要接受无刷直流电机，实现电子换向代替电刷换向。

## 其次章 方案的确定

### 方案一

接受有刷直流电机，原理通过转变交变磁场来推动电机旋转，它是通过电刷和整流子实现机械换相的。有刷直流电机内含有电刷装置将电能转换成机械能或将机械能转化为电能的旋转电机。有刷直流电机是全部电机的基础，它具有启动快、制动准时、可在大范围内平滑调速、把握电路相对简洁。但由于有碳刷使得电机磨损大、噪音大、从而维护成本就大大的提高了，降低了产品效率。

### 方案二

接受无刷直流电机作为刻录机电机，原理是通过转变交变磁场来推动电机旋转，用电子换向取代有刷直流电机的机械换向。它的特点是无碳刷、低干扰、噪音低、运转顺畅、低维护成本。由于输出转矩与电机体积之比更高，使之在需要着重考虑空间与重量因素的应用中大有用武之地。无刷直流电机选用 BD7904FS 驱动芯片作为 IC 驱动、永磁体材料选用钕铁硼材料、用霍尔式传感器作为位置检测装置。霍尔式位置传感器能够精确检测转子的位置，大大提高了电机的性能，顺应电机的发展方向。无刷直流电机的 IC 驱动能够提高转换速率，像 BD7904FS、BA6858AFP 等都可用于刻录机用无刷直流电机，我选择的是 BD7904FS, 它性价比高，在刻录机用无刷直流电机中应用最广泛。无刷直流电机要实现电子换向必需精确检测转子的位置，方法是多种多样的，如反相电动势法、霍尔式位置传感器等，由于反向电动势法只在高转速和恒定转速状态下有优势，一般在 CD 机芯的主轴电机领域检测位置都是用霍尔式位置传感器。所以，本人接受霍尔式位置传感器，作为刻录机电机的位置检测装置。

表 1 把有刷直流电机与无刷直流电机进行了一下比较。通过比较可知，无刷直流电机不仅噪音低，而且维护本低。各方面性能都优于有刷直流电机。无刷直流电机虽然成本比有刷直流电机要高一点，但是它电机将来的进展趋势。刻录机电机不仅要使用寿命长而且要噪音低、维护便利、最重要的就是节能、使用效果好、成本低，所以无刷直流电机更适合作为刻录机电机。

无刷直流电机由电机本体、位置检测装置、IC 驱动芯片组成。电机本体由定子、转子组成，其定子绕组一般制成多相，转子由永磁体按肯定极对数组成。一般常用的是三相九极无刷直流电机，所以我设计的是三相九极无刷直流电机。

位置检测装置有多种类型，如电磁式位置传感器、光点式位置传感器、霍尔式位置传感器等。位置传感器的作用就是检测电机的转子位置，把转子位置转换成电信号，去把握电子开关线路，使得定子绕组按肯定的次序导通，从而实现电子换向。由于电磁式、光点式的位置传感器渐渐被淘汰，所以接受霍尔式位置传感器作为无刷直流电机的位置检测装置。

IC 驱动芯片是无刷直流电机把握部分的核心，类型有好多，如 BD7904FS、BA6858AFP

等。BD7904FS 是驱动器 IC，整合为和 CD-ROM，DVD-ROM 全部驱动程序和必要的监管系统纳入一个芯片上，低水头运行可以通过申请 PWM 和 SLED 驱动系统的主轴电机驱动器。主要应用于 CD-ROM、DVD-ROM。由于性价比高于 BA6858AFP，所以接受 BD7904FS 作为本人设计电机的 IC 驱动。

表 1 无刷直流电机与有刷直流电机比较

| 电机类别 | 无刷直流电机  | 有刷直流电机  |
|------|---|---|
| 适用范围 | 乳制品业、酿造行业、肉制品加工行业、豆制品加工行业、饮料加工行业、糕点加工业、药品业、电子精密厂、等一些更高要求的无尘车间等。 | 只能适用于各式洗手间等对要求不是太高的区域，而像无尘车间和防爆车间就无法使用了。                |
| 使用寿命 | 通常使用寿命在几万小时这个数量级，但是由于轴承的不同无刷电机使用寿命也有很大不同。                       | 通常有刷电机的连续工作寿命在几百到 1 千多个小时，到达使用极限就需要更换碳刷，不然很简洁造成轴承的磨损。   |
| 使用效果 | 通常是数字变频把握，可控性强，从每分钟几转，到每分钟几万转都可以很简洁实现。                          | 一般启动以后工作转速恒定，调速不是很简洁，串激电机也能达到每分钟 20000。                 |
| 节能方面 | 接受变频技术把握的会比串激电机节能很多，无刷电机的耗电量只是碳刷的 1/3。                          | 接受碳刷摩擦产生热、耗能大。  |
| 日后修理 | 无碳刷、修理便利、省钱。  | 碳刷电机磨损后，不仅更换碳刷，还更换转齿等电机周边的附件，成本要高出很多。最主要的是，整体的功能将会受到影响。 |
| 噪音方面 | 无碳刷噪音相对较低。  | 碳刷磨损，噪音高。   |

本人最终的设计是选用方案二作为刻录机电机的设计，即接受三相九极无刷直流电机，以霍尔式位置传感器作为位置检测装置，以 BD7904FS 芯片作为 IC 驱动。

### 第三章 硬件部分设计

#### 3.1 无刷直流电机的硬件结构组成

无刷直流电机硬件主要由定子和转子组成。

转子由机壳、轴、飞盘、圆环、托盘、垫圈、永磁体，如图 3-1 所示，将转子整体形态及结构组成都列出来。

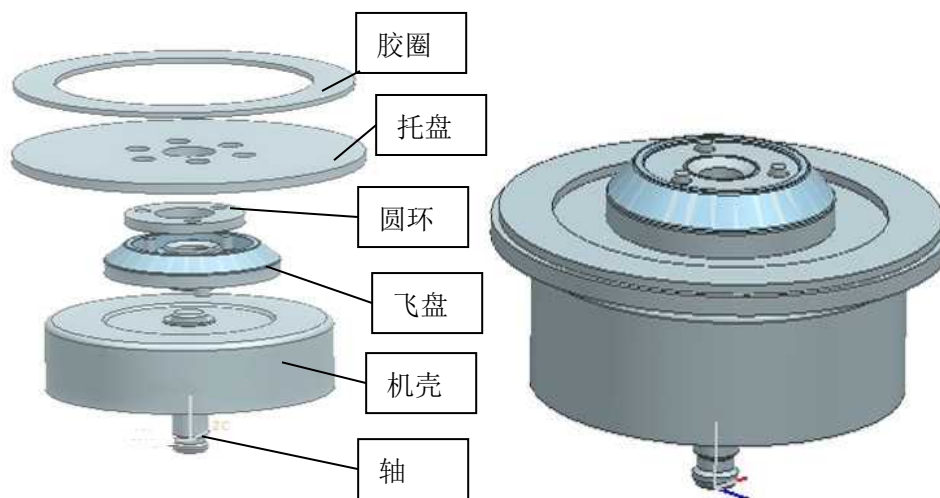


图 3-1 转子结构

定子由矽钢片、定子线圈、铜套、扣环、刹车垫片、底板、含油轴承、霍尔元件、FFC、PCB 板。如图 3-2 所示，将定子结构组成及整体形态列出。

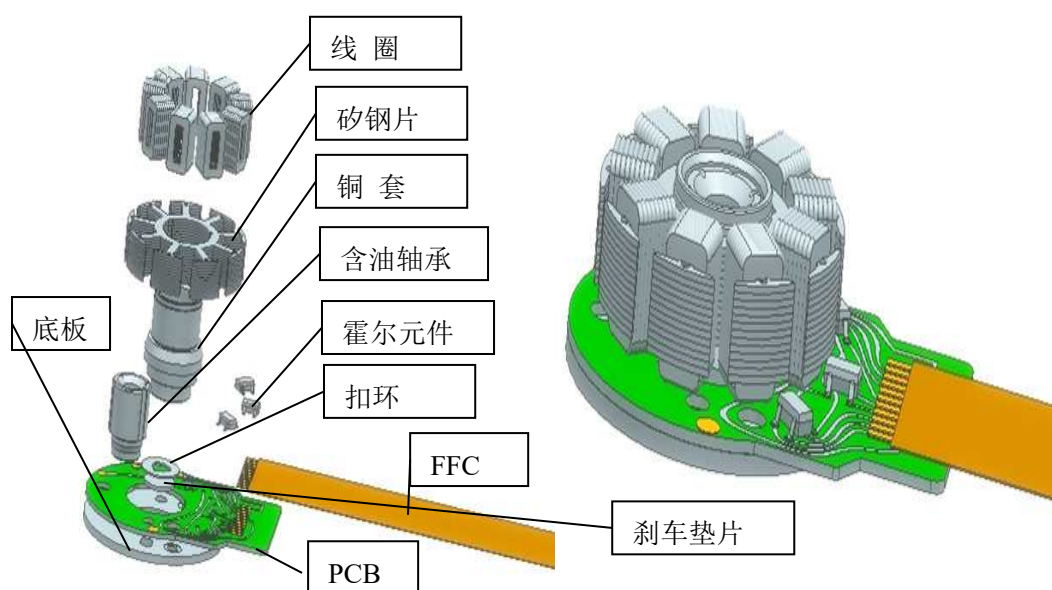


图 3-2 定子结构

## 转子与定子部分设计

## 设计参数

- 1、 机壳的最大尺寸为
- 2、 定子上底板底端到转子上垫圈顶端的距离为 13mm
- 3、 定子绕组为三相
- 4、 矽钢片磁极数为九

## 转子部分设计

1、 机壳，电机在刻录机上有安装尺寸，设计时要留意协作尺寸，机壳尺寸可设计为外径为，由于机壳中心要安装轴，所以中间要有孔。中间孔可设计为 3mm，允许公差为-到-。机壳与轴过盈协作，协作公差为 X7/h4。

2、 永磁体，永磁体装入机壳内，磁性要求较高，作用是能够让霍尔元件检测到转子的位置，一旦失去磁性霍尔元件将无法工作。由于要协作机壳外圆尺寸可设计为 23mm，允许公差为-0.04mm，由于永磁体要保证肯定的厚度内径尺寸可设计为 20.8mm。然后将永磁体外表面与机壳的内表面用胶水 648+促进剂 7649 胶合在一起，拔脱力为 5Kg Min。

3、 轴，轴是无刷直流电机中定子与转子的连接部件，在电机中起着格外重要的作用。机壳和轴都是过盈协作，协作公差为 X7/h4，可设计为轴的直径为 3mm，允许公差为 -0.03mm，轴的长度为 14.5mm，允许公差为  $\pm 0.05$ 。轴的圆面一端安装在机壳中心，球面一端顶住定子内的垫片，对轴的耐磨性、硬度和表面粗糙度要求较高。表面粗糙度满足加工要求的状况下，尽可能选择粗糙度大的，以便节省成本。查阅公差书可得，轴截面的表面粗糙度选为 0.2，球面的表面粗糙度也选为 0.2，硬度为 HV450 以下。球面半径可设计为 3.2mm。

4、 飞盘组，飞盘组由飞盘和圆环组成，飞盘装在机壳上，与轴卡紧，可设计外径为 15mm，与轴协作，中心孔为 3mm，上表面凹陷深度为 1.4mm，直径为 10.2mm。圆环装在飞盘正面，依靠圆环上的孔进行定位，因此圆环内径尺寸可设计为 5mm，允许公差为 0.05mm，外圆与飞盘正面凹陷处协作，可设计为 10.2mm，允许公差为 0 到 -0.05mm，圆环厚度为 0.5mm，由于小圆环上的三个孔分别对应飞盘上的三个最高的突出圆柱嵌套进去，圆环上表面与飞盘上表面的距离为 0.1mm。圆环外径与飞盘正面内边缘熔接，熔接后拔脱力为 2Kg Min。

5、 托盘，托盘用来拖住飞盘组，然后一起安装在机壳上，中心孔套飞盘背部突起处，表面与飞盘接触然后胶合。托盘外径要比机壳尺寸大，可设计为 30mm，内径为 4.5mm，表面有螺纹孔用来定位夹紧。

6、 胶圈，胶圈黏胶在托盘表面，防止托盘磨损和增加托盘与刻录机中光盘的摩擦力，更好的带动光盘和托盘一起旋转，可设计尺寸为，外径为 29mm，允许公差为  $\pm 0.2$ mm，内径为 22mm，允许公差  $\pm 0.02$ mm，厚度为 0.5mm，当然也可以为 0.6mm 或 0.7mm，但由于制作成本所以选择 0.5mm。

装配尺寸如图 3-3 所示，同轴度 A 以轴为基准，轴圆面一端装在机壳中心孔永磁体装入机壳内，用胶水胶合在一起，拔脱力为 5Kg Min，保证永磁体突出面与中心轴的球面端距离为 5.2mm，轴的球面端与托盘的最右端距离为 14.2mm，胶圈黏胶在托盘上与飞盘组最右端的距离为 2.5mm。

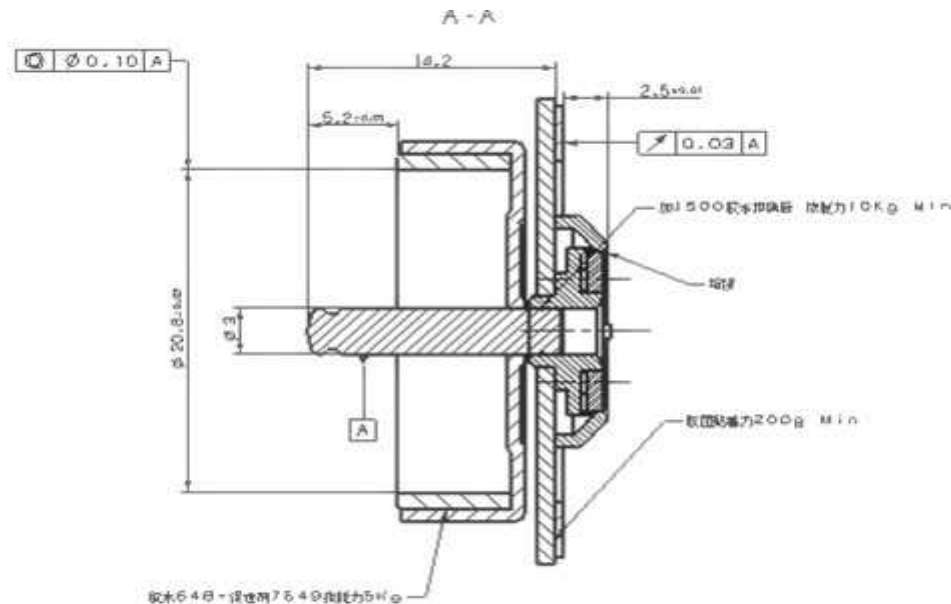


图 3-3 转子装配剖视图

### 3.2.3 定子部分设计

1、 刹车垫片，放入铜套内用来顶住转子部分的轴，胶合在铜套内底部，防止铜套内底部与轴磨损，可设计尺寸为 5.2mm，允许公差为-0.1mm，刹车垫片的厚度可为 0.5mm，若太厚则增加成本。若太薄简洁磨损掉，影响电机正常工作。查阅资料可得，表面粗糙度为 1.6。

2、 扣环，放入铜套内尺寸要大于刹车垫片，内环卡住转子轴，防止轴在旋转时，左右晃动。因此，内环尺寸可设计为 2.9mm，允许公差为 $\pm 0.1\text{mm}$ 与轴过渡协作。厚度一般不宜太厚，可为 0.2mm。

3、 含油轴承，放在铜套内，外径要比铜套内径小，可设计为 6.5mm，由于转子的轴要通过含油轴承，顶到刹车垫片上，内径可设计为 3mm。

4、 底板，与铜套铆接，托住铜套及矽钢片等部件，起支撑作用。外形可以多种多样，为了美观，本人选用圆形底板，外径可设计为 23.9mm，允许公差为-0.1mm。由于要套在同套上所以内径尺寸可设计为 8.5mm。厚度可设计为 1mm。若太厚则增加成本，若太薄简洁变形。

5、 PCB 板和霍尔元件，PCB 板与铜套协作，装在底板上，连接无刷直流电机本体与把握部分。霍尔元件安装在 PCB 板上对应的引脚处，检测电机中转子的位置，实现电子换向。

6、 铜套，铜套连接底板和矽钢片组，是定子部分的重要部件，铜套上要装 PCB 板、矽钢片组、底板，因此高度可设计为 12.4mm，过高则影响制作成本，过低则无法装配其它部

件。上端与矽钢片组协作,高度设计为 6.4mm,上端外径可设计为 8.2mm,允许公差为-0.03mm 到-0.04mm。由于里面要装有含油轴承,内径可设计为 6.5mm,允许公差 0.002mm 到 0.01mm。中间突出部位,是为了顶住底板和矽钢片组,直径应大于底板和矽钢片内径,可设计为 10mm。

装配尺寸如图 3-4 所示,底板安装在铜套上,最左端表面到轴承最左端表面的距离为 3mm,PCB 板与底板接触,用螺钉铆接。矽钢片组装在同套上,最右端到底板最左端的距离为 9.4mm。

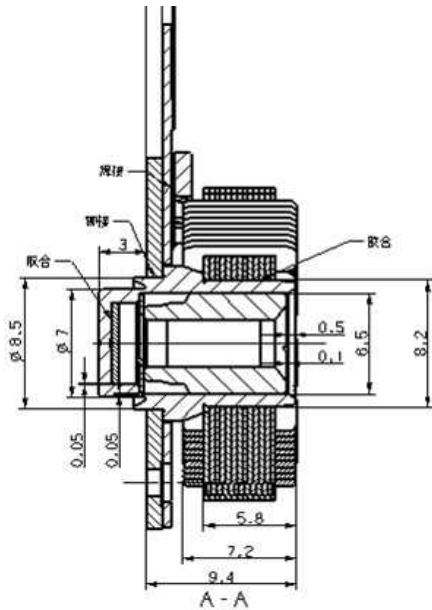


图 3-4 定子装配剖视图

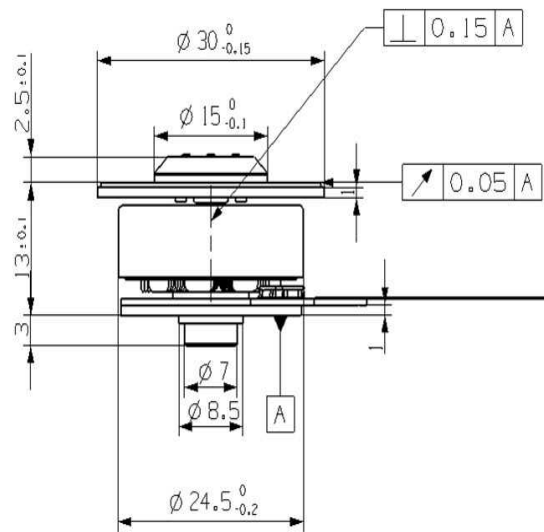


图 3-5 总装图

将定子与转子组装在一起,组成无刷直流电动机总装图,如图 3-5 所示,装配要保证定子铁圈上表面与底板底面的距离为 13mm,允许公差为 $\pm$ ,机壳尺寸为,允许公差为 0 到。

## 材料的选择

### 定子部分各零件的材料选用

#### 1、矽钢片,如图 3-6 所示

可选材料有 SPCE (深冲用冷轧碳素钢薄板)、SPCC (表示冲压用冷轧碳素钢薄板)、SPCD(一般用冷轧碳钢薄板)。

- (1) SPCE: 表示深冲用冷轧碳素钢薄板,适合用于深冲拉伸用途。
- (2) SPCD: 表示冲压用冷轧碳素钢薄板,相当于中国 08AL(13237)优质碳素结构钢。
- (3) SPCC: 一般用冷轧碳钢薄板及钢带。

矽钢片冲压而成,因此对钢板的冲压性能要好,SPCE 深冲性能高于 SPCC 和 SPCD 而且比较薄,具有良好的耐久性、耐热性,更适合矽钢片的用材,所以选择 SPCE 作为矽钢片冲制材料。

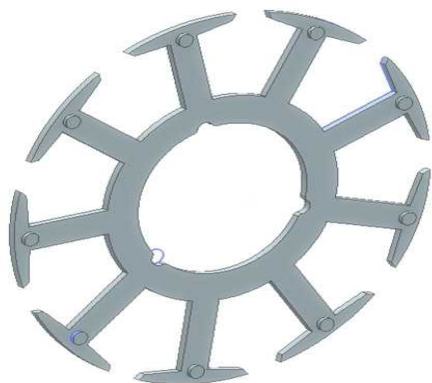


图 3-6 矽钢片图



图 3-7 线圈

## 2、 定子线圈，如图 3-7 所示

可选材料有 PET（聚对苯二甲酸类塑料）俗称涤纶树脂、PEI（聚醚酰亚胺）、PBT（聚对苯二甲酸酞二醇酯）。

（1）聚醚酰亚胺为琥珀色透亮 固体，具有优良的机械性能、电绝缘性能、耐辐照性能、耐凹凸温及耐磨性能。在高温下稳定性特殊高，应用于电子、电机和航空等部门，并且聚醚酰亚胺是优良的涂层和成膜材料，能形成适用于电子工业的涂层和薄膜，并可用于制造孔径 $< 0.1\mu\text{m}$ 、具有高渗透性的微孔隔膜。还可用作耐高温胶粘剂和高强度纤维等。

（2）涤纶树脂是乳白色或浅黄色高度结晶性的聚合物，表面平滑而有光泽。耐蠕变、抗疲惫性、耐摩擦性好，磨耗小而硬度高，具有热塑性塑料中最大的韧性,电绝缘性能好。涤纶树脂广泛的应用于制造连接器、线圈绕线管、集成电路外壳、电容器外壳、变压器外壳、电视机配件、调谐器、开关、计时器外壳、自动熔断器、电动机托架和继电器等方面。

（3）聚对苯二甲酸酞二醇酯为乳白色半透亮 到不透亮 、结晶型热塑性聚酯。具有高耐热性、韧性、耐疲惫性。应用于家用器具（食品加工刀片、真空吸尘器元件、电风扇、头发干燥机壳体、咖啡器皿等），电器元件（开关、电机壳、保险丝盒、计算机键盘按键等），汽车工业（散热器格窗、车身嵌板、车轮盖、门窗部件）等

漆包线缠绕在矽钢片上，电绝缘性和机械性能要求较高。由于涤纶树脂相比于聚醚酰亚胺和聚对苯二甲酸酞二醇酯，具有最大的韧性，电绝缘性最好，所以接受涤纶树脂作为漆包线选用材料。定子绕组为三相绕组，顺时针绕线，星型接法。

## 3、 铜套，如图3-8所示

可选材料有 C3604BD（环保易切削的黄铜棒）、ZCuSn10Pb1铸造铜合金(10-1锡青铜，连续)、ZCuSn10Pb5铸造铜合金(10-5锡青铜，金属型)

（1）环保易切削的黄铜具有极好的切削、钻孔性能，强度高，塑性好，耐腐蚀性强。延展性、挤压加工性、熔接性、耐蚀性、耐候性、热传导性、电导性均佳，特殊适用于焊接。适用于自动车床、数控车床加工有生态环保和卫生平安要求的产品，如电子、电讯、电气接插件、联接件，五金、照相、家电、饮用水工程的零部件。

(2) ZCuSn10Pb1 铸造铜合金(锡青铜,连续型)硬度高,耐磨性极好,不易产生咬死现象,有较好的铸造性能和切削加工性能,在大气和淡水中有良好的耐蚀性,但成本过高所以不接受。可用于高负荷(20Mpa 以下)和高滑动速度(8m/s)下工作的耐磨零件,如连杆、衬套、轴瓦、齿轮、蜗轮等。

(3) ZCuSn10Pb5 铸造铜合金(锡青铜,金属型)耐腐蚀,特殊对稀硫酸、盐酸和脂肪酸。结构材料,耐蚀、耐酸的配件以及裂开机衬套、轴瓦。由于制作铜套要具有好的耐磨性,所以不选用。

由于铜套的硬度和耐磨性要求较高,所以铜套选用材料要耐磨而且硬度高。通过比较铸造铜合金和环保易切削铜,得知环保易切削黄铜更适合作为铜套材料。

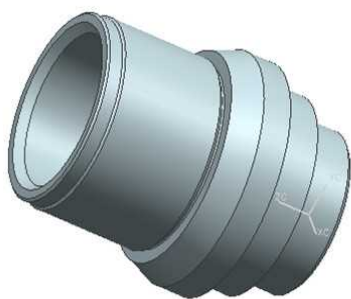


图3-8 铜套



图3-9 含油轴承

#### 4、 含油轴承,如图3-9所示

可选材料有铜基、铁基、铜铁基

含油轴承,外壁有凹槽为了便利注油,使得电机起到润滑作用。以金属粉末为主要原料,用粉末冶金法制作的烧结体,其原来就是多孔质的,而且具有在制造过程中可较自由调整孔隙的数量、大小、外形及分布等技术上的优点。

(1) 铜基含油轴承是烧结滑动轴承的一大类,它具有很高的减摩性能和高的抗腐蚀性,铜基含油轴承得到了极其广泛的应用。

(2) 铁基含油轴承为多孔铁,铁-石墨,铁-铜-石墨,铁-铜-硫,自润滑性能好,具有减震隔音作用。

(3) 铜铁基含油轴承为铁基和铜基的综合,它具有很高的减摩性能和高的抗腐蚀性,但价格昂贵。

表2 铜基、铁基、铜铁基含油轴承比较

| 物理—机械性能     | 单位                   | 铁基             | 铜铁基    | 铜基    |
|-------------|----------------------|----------------|--------|-------|
| 密度          | g/cm <sup>3</sup>    |                |        |       |
| 表面多孔性       |                      | 温度上升，润滑油从滑动面渗出 |        |       |
| 噪音（距离 50mm） | db                   | <20            |        |       |
| 磨损量         | u                    | <15            |        |       |
| 含油率         | %                    | >18            |        |       |
| 压溃强度        | Kg f/mm <sup>2</sup> | >25            | >35    | >15   |
| 硬度          | HB                   | 50~100         | 60~110 | 20~50 |
| 摩擦系数        |                      |                |        |       |
| 寿命          | h                    | >2000          |        |       |

通过表2比较可得选择铜基含油轴承。

5、扣环，如图3-10所示

可选材料有 MYLAR（迈拉）、PTFE（聚四氟乙烯）、UPE（超高分子聚乙烯）。

（1）迈拉为坚韧聚酯类高分子物，具有良好的耐热性，表面平整性，透亮度和机械柔韧性。

（2）超高分子聚乙烯有极好的耐磨性，良好的耐低温冲击性、自润滑性。缺点是耐热性（热变形温度）低、加工成型性差，外表面硬度，刚性，胶粘性差，流淌性差，耐蠕变性不如一般工程塑料，膨胀系数偏大。

（3）聚四氟乙烯一种含聚四氟乙烯高分子化学材料，它广泛应用于包装，电子电气，化工能源，耐腐蚀材料，流淌性差、粘度高、导热性能差。只能接受模压、挤出工艺制作简洁的制品，成型较困难，简单制品必需由后期机床加工，这就限制了产品的生产效率，加工过程中，材料铺张过大。

扣环为塑料件铜套里，作用是卡住转子中的轴，防止轴旋转飞出，使得轴在高速旋转时稳定性更好。对于机械性要求高，通过比较，从加工性能方面考虑迈拉更适合作为扣环材料。

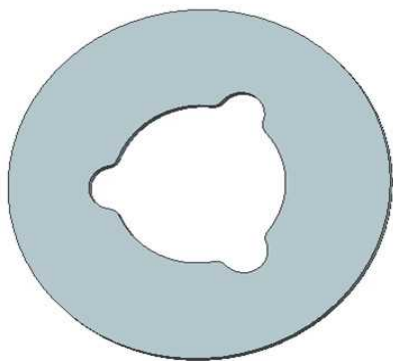


图 3-10 扣环

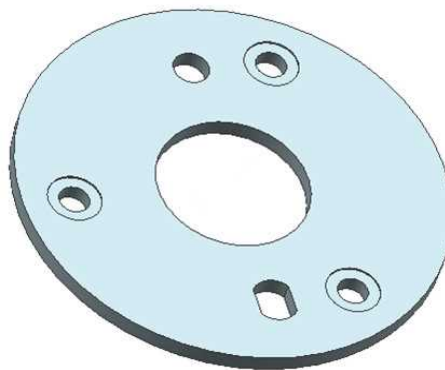


图 3-11 底板

#### 6、 底板，如图 3-11 所示

可选材料有 SPCE（深冲用冷轧碳素钢薄板）、SPCC（冲压用冷轧碳素钢薄板）、SPCD（一般用冷轧碳钢薄板）

- (1) 深冲用冷轧碳素钢薄板：适合用于深冲拉伸用途。
- (2) 冲压用冷轧碳素钢薄板：相当于中国优质碳素结构钢。
- (3) 一般用冷轧碳钢薄板：耐热性，耐久性与深冲用冷轧碳素钢薄板和冲压用冷轧碳素钢薄板相比较差。

底板由钢盘冲压而成对于钢板冲压性能要求较高，深冲用冷轧碳素钢薄板的深冲性能高于冲压用冷轧碳素钢薄板和一般用冷轧碳钢薄板。它具有良好的耐久性、耐热性，更适合底板的用材，所以选择深冲用冷轧碳素钢薄板作为底板材料。

#### 7、 PCB 板，如图 3-12 所示

材料有 PC（聚碳酸酯）、FR-1（阻燃覆铜箔酚醛纸层压板）、FR-4（环氧树脂加上填充剂以及玻璃纤维所做出的复合材料）

(1) 聚碳酸酯是一种综合性能优良的非晶型热塑性树脂，具有优异的电绝缘性、延长性、尺寸稳定性及耐化学腐蚀性，较高的强度、耐热性和耐寒性；还具有自熄、阻燃、无毒、可着色等优点，和金属相比硬度不足，这导致它的外观较简洁刮花，但其强度和韧性很好，无论是重压还是一般的摔打。它不耐强酸，不耐强碱，不耐紫外线，耐弱酸，耐中性油，不适合作为 PCB 板材料。

(2) 酚醛纸基覆铜板最常用的产品型号为 FR-1（阻燃型），FR 是一种耐燃材料等级的代号，所代表的意思是树脂材料经过燃烧状态必需能够自行熄灭的一种材料规格，它不是一种材料名称，而是一种材料等级，因此目前一般电路板所用的 FR-4 等级材料就有格外多的种类，但是多数都是以所谓的四功能的环氧树脂加上填充剂(Filler)以及玻璃纤维所做出的复合材料，基板按板所接受的树脂胶黏剂不同进行分类，常见的纸基 CCl。有：酚醛树脂、环氧树脂、聚酯树脂等各种类型。

(3) 环氧树脂加上填充剂以及玻璃纤维所做出的复合材料，是以环氧树脂作粘合剂，

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/257131011013006061>