

文章编号: 1672 - 6758(2006)02 - 0059 - 2

# 专用铣削组合机床的设计

邱跃勇

**摘要:**介绍了专用铣削组合机床设计的全过程及一些注意事项。

**关键词:**机床工艺方案;被加工零件工序图;加工示意图;机床总图

**中图分类号:** TG54

**文献标识码:** A

铣削组合机床是具有多种配置型式的通用化、系列化机床,是根据被加工零件的要求合理地选择机床型式、规格与精度等级,合理地选用通用部件,组成符合要求的机床。

## 1 机床工艺方案

机床工艺方案的制定是铣削组合机床设计最重要的一步,它决定机床是否能够在经济合理的条件下满足被加工零件生产率和加工精度的要求,是机床设计能否成功的关键。

1.1 被加工零件在本机床上完成的工序及加工精度是制订机床工艺方案的依据,首先要分析其加工精度和技术要求,了解现场工艺、保证精度的措施以及存在的问题。对于精加工机床还要适当考虑机床精度储备量。

1.2 本工序的加工精度直接受前一工序加工精度的影响。前一工序加工的表面平面度会影响本工序切削深度的变化,因而产生切削力的变化。切削刀片在切削过程中,随着切削深度的变化,在加工表面产生上下移动,会影响加工表面的平面度。

1.3 被加工零件的材料和硬度、铸件或锻件质量、零件结构特点与结构刚性、工艺基面的精度以及前一工序的定位基准和夹压位置等直接影响机床加工精度。

若刀具切入或切出边为非加工面,铸造或锻造质量较差,有硬点或夹砂等,会直接影响刀具寿命。若被加工零件结构刚性较差,不仅会产生夹压变形,而且当切削力较大时,还会产生切削振动。本工序精铣的工艺基准及夹压位置最好与前一工序半精铣的工艺基准及夹压位置相同。本工序的工艺基准面的平面度也很重要。

1.4 被加工零件的生产批量将直接影响切削

用量、刀具材料、机床配置型式等的选择。

如果是小批、单件生产,机床需要经常改变切削速度,就要选用手柄变速铣削头。为了适应不同宽度零件的需要,铣削头还要在床身上前后移动。

中批生产的粗加工和半精加工以及精度要求不很高的半精加工和精加工工序,可以采用双轴铣削头,使机床一次进给完成二个工序的加工;或者采用二次进刀的方法,也就是采用单轴铣削头,在粗加工之后,主轴滑套前调,使刀具到达第二次切削的尺寸,进行半精加工。

## 2 被加工零件工序图

被加工零件工序图是根据选定的工艺方案,表示在一台机床上或一条自动线上完成的工艺内容、加工部位的尺寸及精度、工件定位基准、夹压部位、被加工零件的材料、硬度和重量以及前一工序的尺寸和精度。它是在原有工件图的基础上,以突出本机床的加工内容,加上必要的说明绘制的,是机床设计的依据,也是机床调整及精度检验的重要技术文件。

## 3 加工示意图

根据机床工艺方案及工序图,绘制加工示意图是机床总体设计中的重要组成部分。加工示意图主要包括以下内容。

### 3.1 加工余量。

粗铣平面余量,主要取决于铸造质量和锻造质量。一般情况下由于刀具强度的限制,最大切削深度为6~8mm。粗铣平面的最小切削深度,也要大于铸件或锻件表皮硬化层或者砂粒层,否则会使刀具严重磨损,甚至损坏。

精加工余量,是根据工序加工精度要求以及前一加工精度来决定的。但是一般情况下最小切

作者简介:邱跃勇,助理工程师,鸡西矿业集团安装工程公司,黑龙江·鸡西。邮政编码:158100

削余量不能小于 0.2mm。具体切削用量的选择参考《组合机床设计》手册中的表 2-16。

### 3.2 机床工作进给量。

机床工作进给速度是由被加工零件的年产量来决定的。年产量以及每日几班制生产等是机床任务书规定的。机床工作进给速度是决定机床结构性能的重要因素。

主切削功率和进给电动机功率与机床工作进给速度成正比。

刀盘结构、刀片材质等也与机床工作进给速度有关。

例如粗铣平面,当机床工作进给速度在 1600mm/m in 以上时,一般要采用密齿刀盘;由于受到刀齿强度及每个刀齿进刀量的限制,往往还要提高主轴转速,增加切削深度。此时为了保证刀具有足够的耐用度,必须选用适用于高速切削的刀片。

### 3.3 刀盘直径及刀盘与工件加工面的相对位置。

一般情况下,推荐铣刀盘直径与被加工零件加工面宽度的关系如下:

$$B = 0.8D$$

式中: B——被加工零件加工面宽度 mm

D——铣刀盘直径 mm

### 3.4 其余切削参数的确定。

每齿进给量  $S_z$ ,对于平面粗铣,以刀齿所能承受的切削力来选择:一般  $S_z = 0.3 \sim 0.5$  mm/齿。对于精加工,应该是越小越好,但是一般大于 0.04~0.06mm/齿。否则当切削刃磨损时,由于每齿进给量过小,会产生挤削从而加剧切削刃的磨损。

机床工作进给速度  $S_F$  是由机床生产率给定的,每齿进给量  $S_z$  根据粗、精加工也可以初步选定,根据下面公式选择并记算刀盘齿数 Z,刀盘每转进给量  $S_r$ ,主轴转速 n,以及切削速度 V:

$$S_r = S_z \times Z \text{ mm/m in}$$

$$S_F = S_r \times n \text{ mm/m in}$$

$$V = n \times D \times 10^{-3} \text{ m/m in}$$

硬质合金刀片一般 100 m/m in。

含有碳化钛等新牌号的硬质合金刀片的切削速度可达到 250m/m in。

金属陶瓷刀片的切削速度可达到 400~600 m/m in。

## 4 机床总图

是在机床主切削功率、进给功率计算的基础

上,根据被加工零件加工精度要求及机床工艺方案要求的机床结构型式,选择通用部件,绘制机床总图。

### 4.1 主切削功率计算。

主切削功率是机床设计的基础,是机床成功与否的关键。

$$N = 0.735a(V/25.4^3)^{3/4} \text{ KW}$$

式中: N——切削功率 马力

a——根据刀具和工件材料确定的系数,见表 1

$$V = S_F \cdot t \cdot B \text{ mm}^3/\text{m in}$$

$S_F$ ——机床每分钟工作进给量 mm/m in

t——切削深度 mm

B——切削表面宽度 mm

表 1

| 刀具材质 | 工件  |       | 最小   | 最大   | 平均值  |
|------|-----|-------|------|------|------|
|      | 材质  | HB 硬度 |      |      |      |
| 硬质合金 | 合金钢 | 200   | 1.50 | 2.50 | 2.00 |
|      | 灰铸铁 | 190   | 0.50 | 1.00 | 0.75 |
|      | 铝合金 |       | 0.50 | 1.00 | 0.75 |

平面精铣机床一般不按切削功率选择动力部件,主要是以提高切削平稳性,保证加工精度为重点。

平面粗铣机床切削功率计算中  $N$  值的选择一般以最大值为准。实验证明,切削刃磨损到接近不能再继续切削时的切削功率比切削刃刚刚刃磨时的切削功率几乎增加 1 倍。

### 4.2 进给功率计算。

对于液压动力头就是进给油泵所消耗的功率一般为 0.8~2 千瓦。

### 4.3 动力部件的选择。

#### 4.3.1 铣削头的选择。

根据计算的主切削功率以及刀盘直径选择铣削头规格。一般情况下铣削头宽度比刀盘直径大一个规格,这样可以保持平面铣削的平稳性。但是必须使所选择的铣削头的功率大于计算的切削功率。必须注意被加工零件的特点,如果铸造或者锻造质量较差,选择铣削头的功率时要有足够的功率储备。

#### 4.3.2 铣削工作台的选择。

以被加工零件的宽度来选择工作台的宽度,也就是被加工零件的加工面最好与工作台导轨宽度相当,可以保证较好的铣削平稳性。

(下转 72 页)

同时也确保了机组安全稳定运行,杜绝了因漏油而停机的现象。

通过“运行分析日志”记载可统计出:1#汽轮机大修前,日耗油(油箱油位 50.16mm,大修后日耗油 26mm。油箱每 45mm 为 180kg,汽轮机油则月可节约 96.6kg,年可节约 1160kg,每吨汽轮机油 7000 元,则由于节省汽轮机油年可节资 8120 元。

同时由于油中水分杂质减少,机组滤油时间减少,每年油水分滤机甩水消耗电能 1440kw·h,改造后可节电 1000kw·h,每度电 0.3265 元计算,可节约资金 326.5 元。

由于轴承油档漏泄情况杜绝了,则减少了停机次数,处理油档漏油停机一次,因为汽轮机暖管,蒸汽管道暖管,各种辅机起动运行消耗电能和浪费新蒸汽,花费资金大约在 6000 元左右,据 03 年统计,处理轴承油档漏油停机 4 次,费用 24000 元。

由以上分析,轴承油档改造后可节约资金 32446.5 元/年。轴承油档改造投资 13 万元,则 4 年可收回成本。1#汽轮机组高低压轴封,轴承油档改造共投资 41.5 万元,综合起来,不到九个月便可收回成本。

## Transformation of Axis Seal and Oil Files of N 25 - 35 - 1 Gas Turbine

Liu Zhenping

**Abstract:** Profiting from the advanced design theory and the structure analysis this article elaborated the transformation feasibility and the economic efficiency.

**Key Words:** gas turbine; leak gas; leak oil; renewal and transformation

**Class Number:** TM621.3 **Document Mark:** A

(上接 60 页)

铣削工作台的台面长度是由被加工零件长度与夹具来决定的。

铣削工作台的行程取决于被加工表面的长度和刀盘直径以及刀具切入和切出工件距离的需要,工作进给行程等于加工表面长度、刀盘直径与切入和切出长度之和:

$$C = L + b_1 + D + b_2$$

切入长度  $b_1$  与切出长度  $b_2$  取决于装卸被加工零件的方便性。可以根据工作台宽度、台面长度及工作进给长度选择铣削工作台。

### 4.4 铣刀盘的选用及设计。

铣刀盘的选用及设计是机床能否完成加工工艺要求的关键。

#### 4.4.1 根据被加工零件选择刀盘直径。

按  $B = 0.8D$  计算并选标准值。

#### 4.4.2 根据切削速度、生产批量及刀具耐用度选择刀片材质。

4.4.3 刀盘齿数可根据机床工作进给速度、加工精度等因素选择,采用疏齿、一般齿或者密齿刀盘。

4.4.4 高效精密加工往往选用带宽刃修光齿的刀盘。但是要注意,宽刃切削时随着切削刃的逐渐磨损,切削的轴向抗力也增加。因此必须增加刀片夹紧刚性,或者采用切削性能好、耐磨性高的刀片。

应注意到在机床系统刚性中刀具的刚性几乎是最弱的一个环节。

### 4.5 夹具设计。

被加工零件的刚性,往往也是比较薄弱的环节,特别是一些薄壳形零件,很难适应大走刀强力铣削的要求。随着工业的发展,被加工零件的生产率和加工精度也在相应提高,因此夹具的设计也就越显重要,因为夹压变形以及铣削力引起的变形直接影响加工精度。对此,往往需要对工件容易变形的部位采取在夹具上增加辅助支承等措施。

## The Design of Special Milling Compounding Tool

Qiu Yueyong

**Abstract:** The article introduced the whole process and some proceeding about special milling compounding tool

**Key Words:** technical scheme of machine tool; working procedure of machined parts; machining sketch chart; general figure of machine tool

**Class Number:** TG54 **Document Mark:** A