

# 湖南铁路科技职业技术学院

## 毕业设计任务书



课    题：                    变速器换挡叉加工工艺设计

课题编号：                    JZBYSJ-2022-009

专    业：                    机械设计与制造

班    级：                    机制 1901

学生姓名：                    龙泽钧

所属学院：                    铁道车辆学院

指导教师：                    程友斌

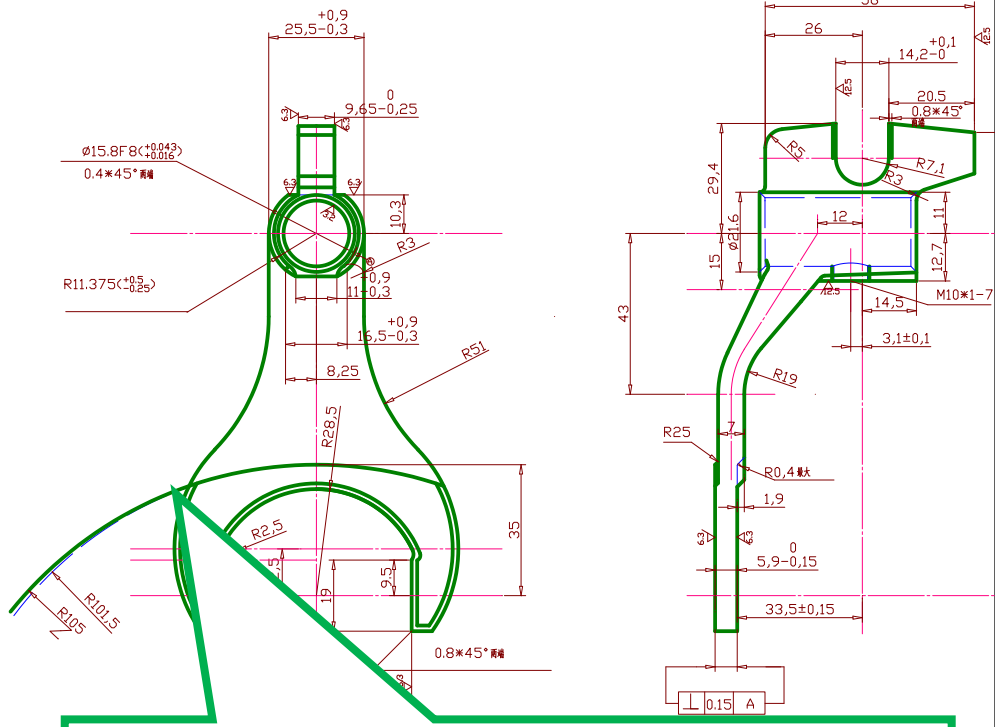
湖南铁路科技职业技术学院教务处监制

设计目标

1. 掌握零件加工工艺设计方法和步骤;
2. 掌握零件毛坯设计方法和步骤;
3. 掌握为完成加工查阅工艺手册的方法及数据选用原则;
4. 合理拟定零件的工艺路线;
5. 工序卡基本合理;
6. 掌握培养团队合作项目能力;
7. 完成年加工 6000 件的零件加工工艺设计。

设计任务描述与要求

给定零件图:



这个圆弧在此处断开，左边天兰色

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

位

<p>设计 实施 进程 安排</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 第 1 周：零件绘制成 CAD 并建立三维模型，完成零件分析，查询加工工艺资料；</li> <li>2. 第 2 周：设计毛坯图，建立毛坯图三维模型，并确定工艺方案；</li> <li>3. 第 3—4 周：工序设计：确定工序余量、计算工序尺寸、确定尺寸精度和表面粗糙度、合理确定切削用量、正确选择工艺装备等；</li> <li>4. 第 5 周：编制工艺设计说明书；</li> <li>5. 第 6 周：完成工序卡编制；</li> <li>6. 第 7 周：指导老师总体核查设计内容，并完成相关资料打印。</li> <li>7. 第 8 周：答辩准备，答辩。</li> </ol>
<p>设计 参考 资料</p>	<p>[1]李跃兵主编 《机械制图》 中南大学出版社，2008；</p> <p>[2]崇凯主编《机械制造技术基础课程设计指南》化学工业出版社，2007 （湖南铁路科技职业技术学院图书馆书号 TH14/11，条码 1100211651）</p> <p>[3]侯德政主编《机械制造工艺课程设计指导书》北京理工大学出版社，2010 （湖南铁路科技职业技术学院图书馆书号 TH/16，条码 1100290548）</p> <p>[4]肖继平主编 《机床夹具设计》 机械工业出版社，2012</p> <p>[5]武友德主编 《机械零件加工工艺编制》机械工业出版社，2010</p>

<p>成果表现形式</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 零件 CAD 电子版本及三维模型；</li> <li>2. 零件毛坯图及三维模型；</li> <li>3. 零件加工工序卡一套；</li> </ol>
<p>指导老师意见</p>	<p>同意按任务要求，按学院毕业设计规范完成毕业设计工作。</p> <p style="text-align: right;">签字：程友斌</p> <p style="text-align: right;">2021 年 11 月 20 日</p>
<p>专业教学指导委员会意见</p>	<p style="text-align: center; font-size: 2em;">同意实施。</p> <p style="text-align: right; font-size: 2em;">彭永成</p> <p style="text-align: right;">签字：</p> <p style="text-align: right;">2021 年 11 月 20 日</p>

# 湖南铁路科技职业技术学院

## 毕业设计成果



课 题： 变速器换挡叉加工工艺设计

课题编号： JZBYSJ-2021-009

专 业： 机械设计与制造

班 级： 机制 1901

学生姓名： 龙泽钧

所属学院： 铁道车辆学院

指导教师： 程友斌

湖南铁路科技职业技术学院教务处监制



## 目 录

第1章 零件分析.....	1
1.1 零件作用.....	1
1.2 零件图重绘.....	1
1.3 建立零件三维模型.....	1
1.4 工艺分析.....	2
1.5 零件的生产类型分析与计算.....	2
第2章 设计毛坯图.....	4
2.1 毛坯选择.....	4
2.2 确定毛坯余量.....	4
2.3 确定毛坯尺寸公差.....	4
2.4 确定毛坯规格.....	5
2.5 设计毛坯图.....	5
第3章 制定工艺路线.....	7
3.1 定位基准的选择.....	7
3.2 工序集中与分散的确定.....	7
3.3 加工顺序的安排.....	7
3.4 零件表面加工方案.....	7
3.5 制订工艺路线.....	8
3.6 编制零件加工工艺过程卡.....	9
第4章 工序设计.....	11
4.1 机械加工余量计算.....	11
4.2 工序尺寸计算和表面粗糙度的确定.....	12
4.3 切削用量的选择.....	22
4.4 夹具设计.....	22
第5章 编制零件加工工序卡.....	24
参考文献.....	26
附图.....	27
拨叉零件加工工艺规程.....	32

## 第1章 零件分析

零件加工生产是指将原材料转变为成品的全过程。其包括原材料的运输、保管于准备，产品的技术、生产准备、毛坯的制造、零件的机械加工及热处理，此章节就变速器换挡叉为零件进行零件分析。

### 1.1 零件作用

题目所给定的零件是变速器换挡叉，它位于传动轴的端部。主要作用是传递扭矩，使变速器获得换挡的动力。该零件是以 $\phi 15.8F8$ 孔套在轴上，并用螺钉径 $M10 \times 1-7H$ 螺纹孔与轴定位，换挡叉脚卡在双联齿轮中的轴中，变速操作机构通过换挡叉头部的操纵槽带动换挡叉与轴一起在变速箱中滑动，换挡叉脚拨动双联齿轮在花键轴上滑动，就可实现变速功能，从而实现变速器变速。换挡叉的主要工作面为操纵槽换挡叉脚两端面，主要配合面为 $\phi 15.8F8$ 孔， $M10 \times 1-7H$ 螺纹孔和换挡叉脚侧面该零件属于特殊形状零件，但复杂程度一般。由于换挡叉在工作是表面承受一定的压力，因此，要求有一定的强度和韧度。

### 1.2 零件图重绘

根据给定的变速器换挡叉零件，通过使用cad软件绘画出如图1.1所示。

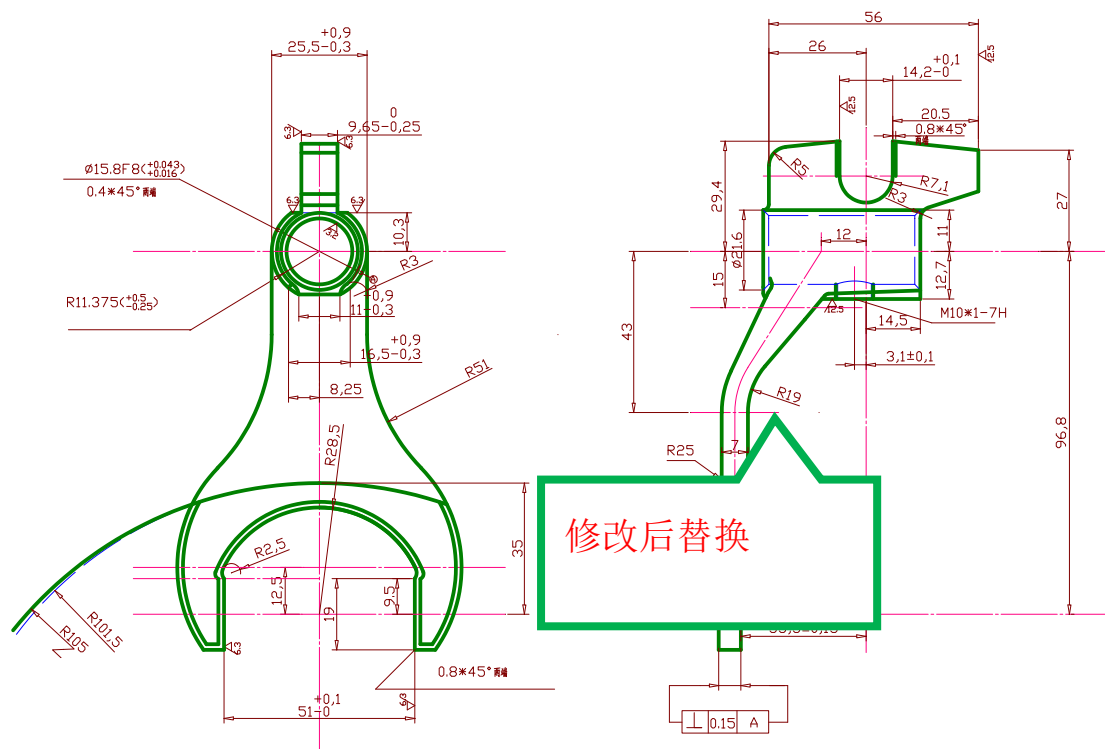


图 1.1 变速器换挡叉零件图

### 1.3 建立零件三维模型

零件三维模型图如图 1.2 所示。

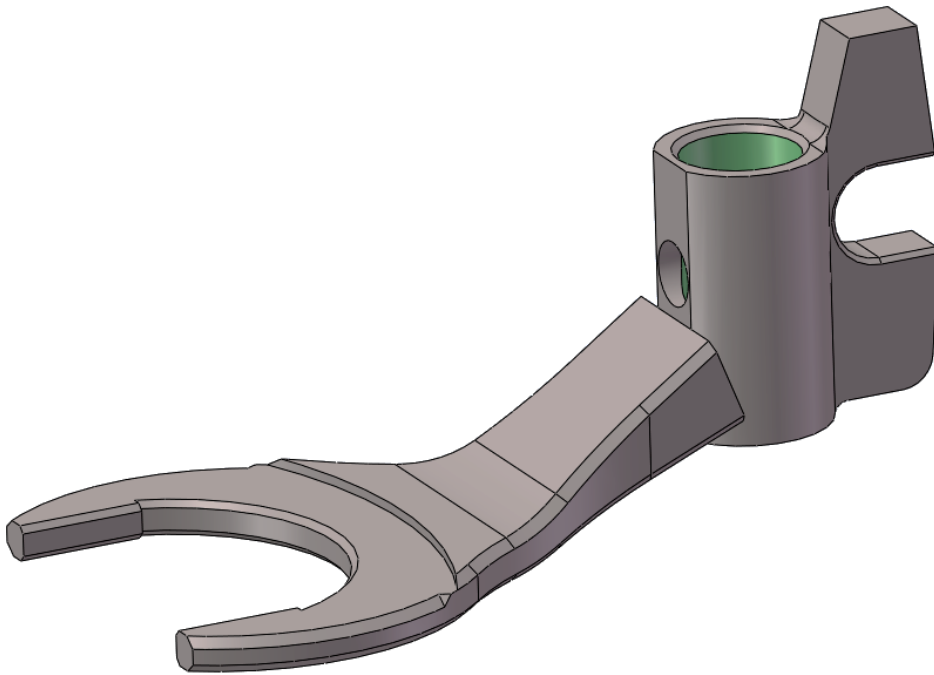


图 1.2 变速器换挡叉零件三维图

#### 1.4 工艺分析

零件的材料为 35 钢，为此以下是变速器换挡叉需要加工的表面以及加工表面之间的位置要求：

- 1、孔  $\Phi 15.8$  以及与此孔相通的、M10 螺纹孔。
- 2、上下 U 型口及其两端面
- 3、换挡叉底面、下 U 型口两端面与孔  $\Phi 15.8$  中心线的垂直度误差为 0.15mm。

由上面分析可知，可以粗加工  $\Phi 15$  的孔，然后以此作为基准采用专用夹具进行加工，并且保证位置精度要求。再根据各加工方法的经济精度及机床所能达到的位置精度，选择以孔为基准加工的面作为孔加工的精基准。最后，以精加工的孔为基准加工其他所有的面。此变速器换挡叉零件没有复杂的加工曲面，所以根据上述技术要求采用常规的加工工艺均可保证。

#### 1.5 零件的生产类型分析与计算

根据资料计算生产类型。

已知此换挡叉零件的生产纲领为 5000 件/年，零件的质量是 2.26Kg/个

，查参考文献[2]第2页表1.1-2，可确定该换档叉生产类型为中批生产，所以初步确定工艺安排为：加工过程划分阶段；工序适当集中；加工设备以通用设备为主，大量采用专用工装。

## 第 2 章 设计毛坯图

确定毛坯的主要依据是零件在产品中的作用和生产纲领以及零件本身的结构。毛坯的种类：铸件、锻件、型材、焊接件、冲压件等。

### 2.1 毛坯选择

零件材料为 35 钢。考虑零件在机床运行过程中所受冲击不大，零件结构又比较简单，生产类型为中批生产，故采用模锻件作为毛坯。查参考文献[2]第 41 页表 2.2-5,选用锻件尺寸公差等级为 CT-1

小学生都知道的事,段落起首空两个中文字,一句话结束要有句号。全文修改!!!

### 2.2 确定毛坯公差等级

公差等级:

由换挡叉的功用和技术要求，确定该零件的的公差等级为普通级。

锻件重量:

已知机械加工后换挡叉的重量为 3ks,由此可初步估计机械加工前银件毛坯的重量为 3.5kg

根据以上分析，确定各表面总加工余量如表 2.1 所示。

**表 2.1 各表面总加工余量**

加工表面	加工内容	加工余量	精度等级	工序尺寸	表面粗糙度
Φ15.8	钻	0.8	IT11	15	12.5
	扩	0.5	IT10	15.5	6.3
	粗铰	0.2	IT10	15.7	6.3
	精铰	0.1	IT8	15.8	3.2

### 2.3 确定毛坯尺寸公差

根据参考文献[1]表 3-12 查表得出各个加工面得加工余量。

经查参考文献[1]表3—12可得，铣削上端面的加工余量为4，又由零件对上顶端表面的表面精度RA=12.5可知，粗铣的铣削余量为4。底面铣削余量为3，粗铣的铣削余量为2，铣余量1，精铣后公差登记为IT7~IT8。左右端面的铣削余量为3，粗铣的铣削余量为2，精铣余量1，精铣后公差登记为IT7~IT8，根据参考文献[1]表3—12确定余量2。工序12#粗镗 Φ14 工序。粗镗余量表3-83取粗镗为 1.8，粗镗切削余量为0.2, 铰孔后尺寸

根据以上分析，确定主要表面毛坯尺寸公差，见表 2.2 所示。

**表 2.2 主要毛坯尺寸及公差**

主要表面尺寸	零件尺寸 /mm	总余量	毛坯尺寸	公差

R 面	Φ72	6	Φ66	3.2
Q 面	15.7	5	10.7	2.2
D 面	53.5	3.5	57	2.8
E 面	30	5	35	2.8
Φ12 孔	Φ12	3	Φ6	2

## 2.4 确定毛坯规格

拨叉零件材料为 35，硬度选用180HBS，毛坯重约1Kg。生产类型为成批生产，采用锻造， 2级精度组。

## 2.5 设计毛坯图

根据上述原始资料及加工工艺，分别确定各加工表面的加工余量，对毛坯初步设计如下：

### 1. Ø20.5圆的左右端面

Ø20.5圆的左右端面的粗糙度为12.5,进行一次粗铣即可满足要求，查《机械工艺学及夹具设计指导》表2-12，知Z=2.0mm

### 2. Ø15.8mm的孔 M10

因为孔最大只有15.8mm，因此在铸造时不容易铸造出，因此在毛坯的设计时，不宜设计底孔。因此毛坯采用实心铸造。以确保毛坯的成功率。

### 2. 叉口侧面

该叉口两侧面粗糙度都是6.3，进行一次粗铣即可满足光洁度要求。根据资料可知，选取加工余量等级为G，选取尺寸公差等级为9级。

所以根据相关资料和经验可知，毛坯的叉口厚度定为2.0mm，符合要求。

### 3. 叉口内圆面

叉口内圆面的圆弧半径为R28.5mm，光洁度要求没有，直接铸造出来，查资料知，砂型铸造机械翻砂造型的尺寸公差等级为8~10级，

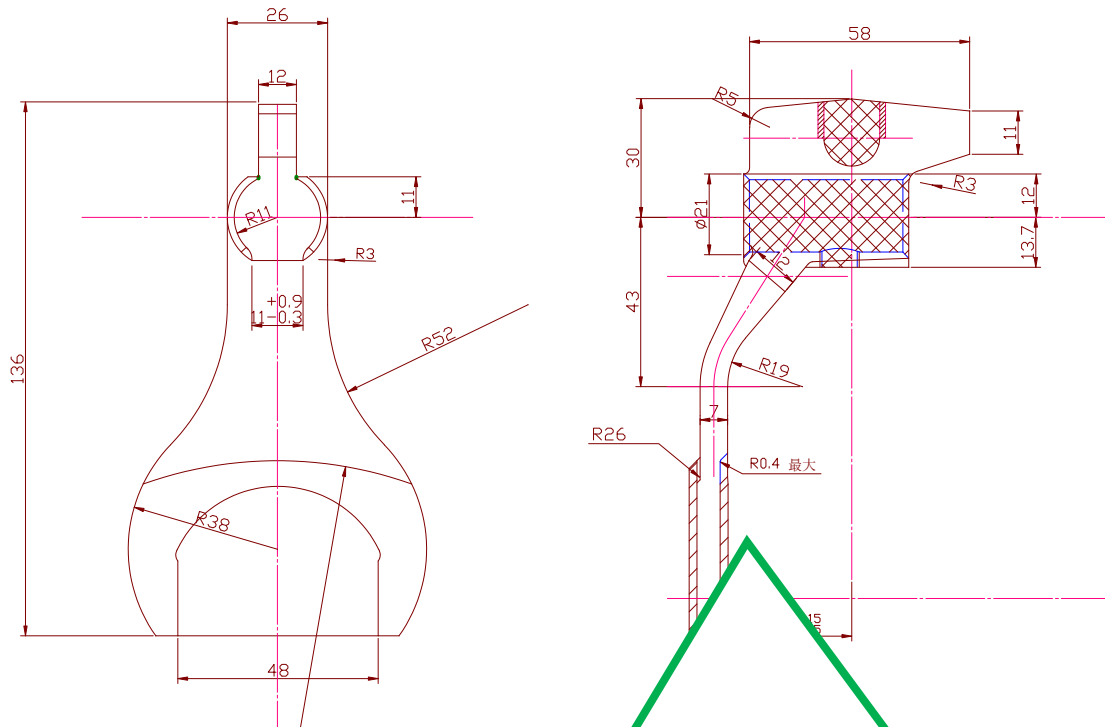
### 4. 宽9.65和16.5的面

宽9.65和16.5的两侧面，粗糙度为6.3,12.5，进行一次粗铣即可满足要求，查《机械工艺学及夹具设计指导》表3-3知Z=2.0mm

### 5. 宽14.2的槽

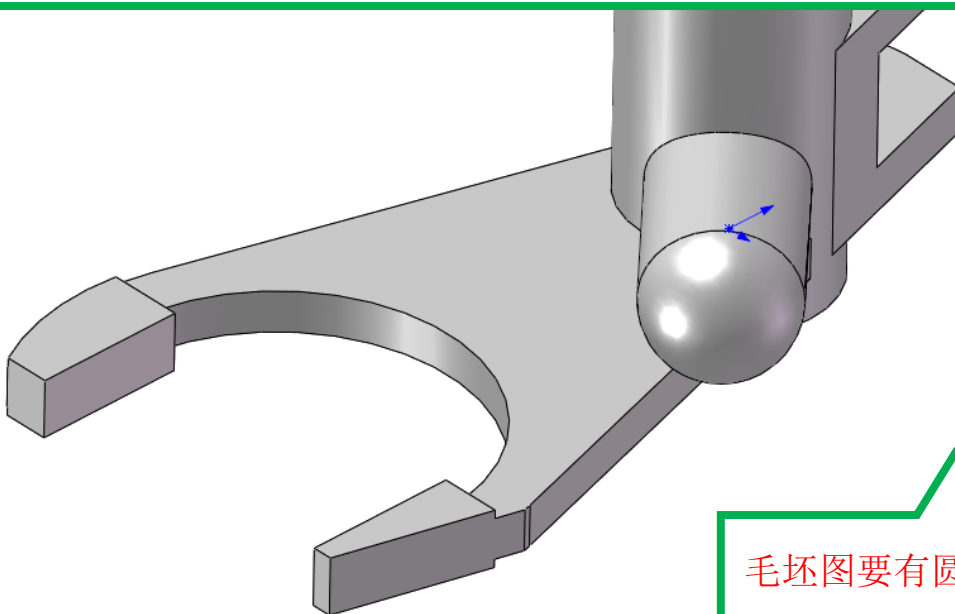
因其宽度只有14.2，粗糙度为12.5，所以直接铸造成实心

其它表面均为不加工表面，而且锻造出的毛坯表面就能满足它们的精度要求，所以，不需要在其它表面上留有加工余量。



将文章中所有图用 CAD 转 WORD 文件重新导入：复制时，关闭线宽，加载**毕业设计模板**。

在 CAD 中，将粗实线：白色，细实线：绿色，中心线红色，使用软件时加载毕业设计模板，仔细看看群共享中 CAD 转 WORD 文件的使用说明书



毛坯图要有圆角

图 2.2 变速器换挡叉零件毛坯三维模型

## 第3章 制定工艺路线

工艺路线是说明各项自制件的加工顺序和标准工时定额的文件,也称为加工路线。本章节为变速器换挡叉的工艺路线过程。

### 3.1 定位基准的选择

以零件的圆柱面为主要的定位粗基准,考虑要保证零件的加工精度和装夹准确方便,依据基准重合和基准统一原则,以 $\Phi 15.8$ 的孔内表面为辅助的定位精基准。

### 3.2 工序集中与分散的确定

根据零件的几何形状、尺寸精度及位置精度等技术要求,以及加工方法所能达到的经济精度,在生产纲领已确定的情况下,可以考虑采用万能性机床配以专用工卡具,并尽量使工序集中来提高生产率。除此之外,还应考虑经济效果,以便使生产成本尽量下降。

### 3.3 加工顺序的安排

工序 10 粗铣 $\Phi 15$ 上、下端面,以外圆为定位基准,采用 X51 立式铣床加专用夹具;

工序 20 铣 $16.5 \times 42$ 面,以外圆为定位基准,采用 X51 立式铣床加专用夹具;

工序 30 钻 $\Phi 15$ 孔,以 $\Phi 15$ 孔的上端面为定位基准,采用 Z525 立式钻床加专用夹具;

工序 40 扩 $\Phi 15.5$ 孔,以 $\Phi 15$ 上、下端面为定位基准,采用 Z525 立式钻床加专用夹具;

工序 50 粗铰 $\Phi 15.7$ 孔,以 $\Phi 15$ 上、下端面为定位基准,采用 Z525 立式钻床加专用夹具;

工序 60 精铰 $\Phi 15.8$ 孔,以 $\Phi 15$ 上、下端面为定位基准,采用 Z518 立式钻床加专用夹具;

工序 70 粗铣叉口前后两侧面,以 $\Phi 15.8$ 孔为定位基准,采用 X51 立式铣床加专用夹具;

工序 80 粗铣 $16 \times 56$ 两侧面,以 $\Phi 15.8$ 孔为定位基准,采用 X51 立式铣床加专用夹具;

工序 90 精铣 $16 \times 56$ 两侧面,以 $\Phi 15.8$ 孔为定位基准,采用 X51 立式铣床加专用夹具;

### 3.4 零件表面加工方案

3.4.1、015. 8F8 内孔的加工余量分配:

3.4.2、叉口两内侧面

粗铣单边余量  $z=2.0$  二, 精铣时单边余量  $z=0.25$ -m.

3.4.3、16x56 两侧面

粗铣单边余量为  $z=2.0-0.2=1.8$ , 精铣时单边余量  $z=0.2$ .

3.4.4、叉口前后两侧面

因为它们粗糙度要求均为  $R12.5\mu\text{m}$ . 所以只需进行机铣。  $2Z=2\text{m}$ .

3.4.5、16.5X14.5 面

粗铣单边余量为  $z=2.0$  m 精铣时单边余量  $z=0.2$

### 3.5 制订工艺路线

根据零件的几何形状、尺寸精度及位置精度等技术要求, 以及加工方法所能达到的经济精度, 在生产纲领已确定的情况下, 可以考虑采用万能性机床配以专用工卡具, 并尽量使工序集中来提高生产率。除此之外, 还应当考虑经济效果, 以便使生产成本尽量下降。查参考文献[2]第 20 页表 1.4-7、1.4-8、1.4-11, 选择零件的加工方法及工艺路线方案如下:

工序 10 粗铣  $\Phi 15$  上、下端面, 以外圆为定位基准, 采用 X51 立式铣床加专用夹具;

工序 20 铣  $16.5 \times 42$  面, 以外圆为定位基准, 采用 X51 立式铣床加专用夹具;

工序 30 钻  $\Phi 15$  孔, 以  $\Phi 15$  孔的上端面为定位基准, 采用 Z525 立式钻床加专用夹具;

工序 40 扩  $\Phi 15.5$  孔, 以  $\Phi 15$  上、下端面为定位基准, 采用 Z525 立式钻床加专用夹具;

工序 50 粗铰  $\Phi 15.7$  孔, 以  $\Phi 15$  上、下端面为定位基准, 采用 Z525 立式钻床加专用夹具;

工序 60 精铰  $\Phi 15.8$  孔, 以  $\Phi 15$  上、下端面为定位基准, 采用 Z518 立式钻床加专用夹具;

工序 70 粗铣叉口前后两侧面, 以  $\Phi 15.8$  孔为定位基准, 采用 X51 立式铣床加专用夹具;

工序 80 粗铣  $16 \times 56$  两侧面, 以  $\Phi 15.8$  孔为定位基准, 采用 X51 立式铣床加专用夹具;

工序 90 精铣  $16 \times 56$  两侧面, 以  $\Phi 15.8$  孔为定位基准, 采用 X51 立式铣床加专用夹具;

工序 100 粗铣叉口  $19 \times 5.9$  两内侧面, 以  $\Phi 15.8$  孔为定位基准, 采用 X51 立式铣床加专用夹具;

工序 110 精铣叉口 19\*5.9 两内侧面，以  $\Phi 15.8$  孔为定位基准，采用 X51 立式铣床加专用夹具；

工序 120 粗铣 14.2\*9.65 面、铣 11\*9.65 面，以  $\Phi 15.8$  孔为定位基准，采用 X51 立式铣床加专用夹具；

工序 130 精铣 16.5\*42 面，以  $\Phi 15.8$  孔为定位基准，采用 X51 立式铣床加专用夹具；

工序 140 钻  $\Phi 9$  孔，以  $\Phi 15.8$  孔为定位基准，采用 Z525 立式钻床并采用专用夹具；

工序 150 攻螺纹

工序 160 去毛刺

工序 170 终检。

1、如果有表格，文章中要写一句“零件毛坯余量见表 2.1 所示（示例）”，表格要有表名，如“表 2.1 零件毛坯余量表”，在表格上方，左起顶格  
 2、如果有图，文章中要写一句“零件毛坯图见图 2.1 所示”，图要有图名，如“图 2.1 XXX 零件毛坯图”在图下方居中； 全文修改

### 3.6 编制零件加工工艺过程卡

表 3.1 零件加工工艺过程卡

工序号	工序名称	工序内容	工艺装备
10	铸造	锻造毛坯	
20	调质处理	淬火	
30	检查	人工时效处理	
40	粗铣	粗铣 $\Phi 15$ 上、下端	专业铣床
50	粗铣	铣 16.5*42 面	专用铣床
60	钻孔	钻 $\Phi 15.8F8$ 孔	专用钻床
70	扩孔	扩 $\Phi 15.5$ 孔	专用钻床
80	粗铰	粗铰 $\Phi 15.7$ 孔	专用铰床
90	粗铣	粗铣叉口前后两侧面	专用铣床
100	粗铣	粗铣 16*56 两侧面	专用铣床
110	精铣	精铣 16*56 两侧面	专用钻床
120	粗铣	粗铣叉口 19*5.9 两内侧面	专用铣床
130	精铣	精铣叉口 19*5.9 两内侧面	专用铣床
140	粗铣	粗铣 14.2*9.65 面、铣 11*9.65 面	专用铣床
150	钻孔	钻 $\Phi 9$ 孔	专用钻床
160	攻螺纹	攻 M10 螺纹孔螺纹	专用钻床
170	去毛刺		

180	检查	检查零件加工成品	

## 第4章 工序设计

工艺设计是指工艺规程设计和工艺装备设计的总称。生产性建设项目设计的核心。它是根据工业生产的特点、生产性质和功能来确定的。各部门的生产工艺不尽相同，本章节概述变速器换挡叉工序设计流程。

### 4.1 机械加工余量计算

确定好机械加工的尺寸余量能很好很快的完成机械加工。

加工表面	基本尺寸/mm	加工余量等级	加工余量数值/mm	说明
R面	168	G	4	底面，双侧加工（取下行数据）
Q面	168	H	5	顶面降1级，双侧加工
N面	168	G	5	侧面，单侧加工（取上行数据）
凸台面	106	G	4	侧面单侧加工
2- $\varnothing$ 80孔	80	H	3	孔降一级，双侧加工

#### 4.1.1 圆柱表面工序尺寸：

加工表面	加工内容	加工余量	精度等级	工序尺寸	表面粗糙度
$\Phi$ 15.8	钻	0.8	IT11	15	12.5
	扩	0.5	IT10	15.5	6.3
	粗铰	0.2	IT10	15.7	6.3
	精铰	0.1	IT8	15.8	3.2

#### 4.1.2 平面工序尺寸：

工序号	工序内容	加工余量	基本尺寸	经济精度
	锻件			CT12
10	粗铣 $\Phi$ 15 上、下端面			12
20	铣 16.5*42 面		16.5	12

70	粗铣叉口前后两侧面	2.1	5.9	12
80	粗铣 16*56 两侧面	0.2	9.85	12
100	粗铣叉口 19*5.9 两内侧面	0.5	51.5	12
120	粗铣 14.2*9.65 面、铣 11*9.65 面、铣 16.5*42 面	1		12
110	精铣叉口 19*5.9 两内侧面	0	51	10
90	精铣 16*56 两侧面	0	9.65	10
130	精铣 16.5*42 面	0	11	10

#### 4.2 工序尺寸计算和表面粗糙度的确定

**工序 01** 粗铣  $\Phi 15$  上、下端面，以外圆为定位基准，采用 X51 立式铣床加专用夹具

刀具：YG6 硬质合金端铣刀。铣削宽度  $a_e \leq 90$ ，深度  $a_p \leq 6$ ，齿数  $z=12$ ，故根据参考文献[2]表 3.1，取刀具直径  $d_0=125\text{mm}$ 。根据参考文献[3]表 3.16，选择刀具前角  $\gamma_0=0^\circ$  后角  $\alpha_0=8^\circ$ ，副后角  $\alpha_0'=10^\circ$ ，刃倾角：

$\lambda_s=-10^\circ$ ，主偏角  $K_r=60^\circ$ ，过渡刃  $K_{r\epsilon}=30^\circ$ ，副偏角  $K_r'=5^\circ$ 。

##### 2. 切削用量

##### 1) 确定切削深度 $a_p$

因为余量较小，故选择  $a_p=4\text{mm}$ ，一次走刀即可完成。

##### 2) 确定每齿进给量 $f_z$

采用对称端铣，以提高进给量提高加工效率。根据参考文献[3]表 3.5，使用 YG6 硬质合金端铣刀加工，机床功率为 4.5kw（据参考文献[2]表 4.2-35，X51 立式铣床）时：

$$f_z=0.09\sim 0.18\text{mm/z}$$

故选择： $f_z=0.18\text{mm/z}$ 。

##### 3) 确定刀具寿命及磨钝标准

根据参考文献[3]表 3.7，铣刀刀齿后刀面最大磨损量为 1.5mm；由于铣刀直径  $d_0=125\text{mm}$ ，故刀具使用寿命  $T=180\text{min}$ （据参考文献[2]表 3.8）。

4) 计算切削速度  $v_c$  和每分钟进给量  $v_f$

根据参考文献[3]表 3.16, 当  $d_0=125\text{mm}$ ,  $Z=12$ ,  $a_p \leq 7.5$ ,  $f_z \leq 0.18\text{mm/z}$  时,  $v_t=98\text{m/min}$ ,  $n_t=250\text{r/min}$ ,  $v_{ft}=471\text{mm/min}$ 。各修正系数为:  $k_{MV}=1.0$ ,  $k_{SV}=0.8$ 。切削速度计算公式为:

$$v_c = \frac{c_v d_0 q_v}{T^m a_p x_v f_z y_v a_e u_v z^{p_v}} k_v$$

其中  $a_e = 72\text{mm}$ ,  $a_p = 4\text{mm}$ ,  $C_v = 245$ ,  $q_v = 0.2$ ,  $x_v = 0.15$ ,  $y_v = 0.35$ ,

$k_v = k_{Mv} \cdot k_{Sv} = 1.0 \times 0.8 = 0.8$ ,  $u_v = 0.2$ ,  $p_v = 0$ ,  $m = 0.32$ ,  $T = 180\text{min}$ ,

$f_z = 0.18\text{mm/z}$ ,  $Z = 12$ , 将以上数据代入公式:

$$\begin{aligned} v_c &= \frac{245 \times 125 \times 0.2}{180^{0.32} \times 4 \times 0.15 \times 0.08 \times 0.35 \times 72 \times 0.2 \times 12} \times 0.8 \\ &= 142\text{m/min} \end{aligned}$$

确定机床主轴转速:  $n_s = \frac{1000v_c}{\pi d_w} = 361\text{r/min}$ 。

根据参考文献[2]表 4.2-36, 选择  $n_c=300\text{r/min}$ ,  $v_{fc}=390\text{mm/min}$ , 因此, 实际进给量和每分钟进给量为:

$$v_c = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 125 \times 300}{1000} \text{m/min} = 118\text{m/min}$$

$$f_{zc} = v_{fc} / n_c z = 390 / 300 \times 12 \text{mm/z} = 0.1\text{mm/z}$$

5) 校验机床功率

根据参考文献[3]表 3.24, 近似为  $P_{cc}=3.3\text{kw}$ , 根据机床使用说明书, 主轴允许功率  $P_{cm}=4.5 \times 0.75\text{kw}=3.375\text{kw} > P_{cc}$ 。故校验合格。最终确定:  $a_p=4.0\text{mm}$ ,  $n_c=300\text{r/min}$ ,  $v_f=390\text{mm/s}$ ,  $v_c=118\text{m/min}$ ,  $f_z=0.1\text{mm/z}$ 。

6) 计算基本工时

$$t_m = L / v_f, \quad L = l + y + \Delta, \quad l = 24\text{mm}.$$

查参考文献[3]表 3.26, 入切量及超切量为:  $y + \Delta = 40\text{mm}$ , 则:

$$t_m = L / V_f = (24 \times 2 + 40) / 390 = 0.22\text{min}.$$

**工序 02** 铣 16.5\*42 面, 以外圆为定位基准, 采用 X51 立式铣床加专用夹具;

刀具：YG6 硬质合金端铣刀；

机床：X51 立式铣床；

查参考文献[3]表 3.5，进给量为： $f_z = 0.5 \sim 1.0mm/min$ ，取为  $0.5mm/r$

参考有关手册，确定  $v = 124m/min$ ，采用 YG6 硬质合金端铣刀，

$d_w = 125mm, z = 12$ ，则：

$$n_s = \frac{1000v}{\pi d_w} = \frac{1000 \times 124}{\pi \times 125} = 316r/min$$

现采用 X51 立式铣床，根据参考文献[2]表 4.2-36，取  $n_w = 300r/min$ ，故实际切

削速度：

$$v = \frac{\pi d_w n_w}{1000} = \frac{\pi \times 125 \times 300}{1000} = 117.75m/min$$

当  $n_w = 300r/min$  时，工作台每分钟进给量：

$$f_m = f_z \cdot z \cdot n_w = 0.5 \times 12 \times 300 = 1800mm/min，取为 980mm/min$$

本工序切削时间为：

$$t = t_m = \frac{l}{f_m} = \frac{42}{980} = 0.05 min$$

**工序 03** 钻  $\Phi 15$  孔，以  $\Phi 15$  孔的上端面为定位基准，采用 Z525 立式钻床加专用夹具

#### 1. 加工条件

工件材料：35 钢， $\sigma_b = 170 \sim 240MPa$ ，锻造；工件尺寸： $a_{\max} = 72mm$ ， $l = 176mm$ ；

加工要求：钻  $\Phi 15$  孔，加工余量 0.8；

机床：Z525 立式钻床；

刀具：根据参考文献[3]表 2.1.2.2，选择高速钢麻花钻钻头，粗钻时  $d_0 = 15mm$ ，钻头采用双锥后磨横刃，后角  $\alpha_0 = 12^\circ$ ，二重刃长度  $b\varepsilon = 3.5mm$ ，横刃长  $b = 2mm$ ，宽  $l = 4mm$ ，棱带长度  $l_1 = 1.5mm$ ， $2\varphi = 100^\circ$ ， $\beta = 30^\circ$

#### 2. 选择切削用量

##### (1) 确定进给量

按加工要求确定进给量：查参考文献 [3]， $f = 0.43 \sim 0.53mm/r$ ，

$$l/d = \frac{30}{18} = 1.67 < 3，由参考文献[3]表 2.7,系数为 0.5,则：$$

$$f = (0.43 \sim 0.53) \times 0.5 = (0.215 \sim 0.265) \text{mm/r}$$

按钻头强度选择:查参考文献[3]表 2.8,钻头允许进给量为:  $f = 2.0 \text{mm/r}$ ;

按机床进给机构强度选择:查参考文献[3]表 2.9,机床进给机构允许轴向力为 8330N 时,进给量为  $f = 0.93 \text{mm/r}$ 。

以上三个进给量比较得出,受限制的进给量是工艺要求,其值为: 0.215~0.265mm/r。根据参考文献[2]表 4.2-16,最终选择进给量  $f = 0.22 \text{mm/r}$ 。

由于是通孔加工,为避免即将钻穿时钻头折断,故应在即将钻穿时停止自动进给而改为手动进给。

根据参考文献[3]表 2.19 查出,钻孔时轴向力  $F_f=2500\text{N}$ ,轴向力修正系数为 1.0,故  $F_f=2500\text{N}$ 。根据 Z525 立式钻床使用说明书,机床进给机构允许的最大轴向力为  $8830\text{N} > F_f$ ,故所选进给量可用。

#### (2) 确定钻头磨钝标准及寿命

后刀面最大磨损限度(查参考文献[2])为 0.6mm,寿命  $T = 45 \text{min}$ 。

#### (3) 切削速度

查参考文献[3]表 2.30,切削速度计算公式为:

$$v_c = \frac{c_v d_0^{-z_v}}{T^m a_p^{x_v} f^{y_v}} k_v \quad (\text{m/min})$$

其中,  $c_v = 9.5$ ,  $d_0 = 18 \text{mm}$ ,  $z_v = 0.25$ ,  $m = 0.125$ ,  $a_p = 9$ ,  $x_v = 0$ ,

$y_v = 0.55$ ,  $f = 0.22$ ,查得修正系数:  $k_{rv} = 1.0$ ,  $k_{lv} = 0.85$ ,  $k_{tv} = 1.0$ ,故实际的切削速度:

$$v_c = \frac{9.5 \times 18^{0.25}}{60^{0.125} \times 1 \times 0.22^{0.55}} \times 0.85 = 9.5 \text{m/min}$$

#### (4) 检验机床扭矩及功率

查参考文献[3]表 2.20,当  $f \leq 0.26$ ,  $d_0 \leq 19 \text{mm}$  时,  $M_t = 31.78 \text{N}\cdot\text{m}$ ,修正系数均为 1.0,故  $M_c = 31.78 \text{N}\cdot\text{m}$ 。

查机床使用说明书:  $M_m = 144.2 \text{N}\cdot\text{m}$ 。

查参考文献[3]表 2.23,钻头消耗功率:  $P_c = 1.3 \text{kW}$ 。

查机床使用说明书,  $P_E = 2.8 \times 0.81 = 2.26 \text{kW}$ 。

由于  $M_c < M_m$ ,  $P_c < P_E$ ,故切削用量可用,即:

$$f = 0.22 \text{mm/r}, n = n_c = 272 \text{r/min}, v_c = 15.4 \text{m/min}$$

### 3、计算工时

$$t_m = \frac{L}{nf} = \frac{42}{272 \times 0.22} = 0.70 \text{ min}$$

**工序 04** 扩  $\Phi 15.5$  孔，以  $\Phi 15$  上、下端面为定位基准，采用 Z525 立式钻床加专用夹具；

查参考文献[3]表 2.10，扩孔进给量为： $f = 0.7 \sim 0.8 \text{ mm/r}$ ，并由机床使用说明书最终选定进给量为： $f = 0.81 \text{ mm/r}$ 。

根据资料，切削速度  $v = 0.4v_{\text{钻}}$ ，其中  $v_{\text{钻}}$  为用钻头钻同样尺寸实心孔时的切削速度，故： $v = 0.4 \times 9.5 = 3.8 \text{ m/min}$ ， $n_s = \frac{1000 \times 3.8}{19.8 \times \pi} = 61.1 \text{ r/min}$ ，根据机床使用

说明书选取： $n_w = 97 \text{ r/min}$ 。

$$\text{基本工时： } t = \frac{L + y + \Delta}{97 \times 0.81} = \frac{42}{97 \times 0.81} = 0.53 \text{ min}$$

**工序 05** 粗铰  $\Phi 15.7$  孔，以  $\Phi 15$  上、下端面为定位基准，采用 Z525 立式钻床加专用夹具；

刀具：专用铰刀

机床：Z525 立式钻床

根据有关手册的规定，铰刀的进给量为  $f_z = 0.8 \sim 1.2 \text{ mm/z}$ ，进给量取  $f_z =$

$0.81 \text{ mm/r}$ ，机床主轴转速取为  $n_w = 140 \text{ r/min}$ ，则其切削速度为：

$$v = n\pi d = 6.91 \text{ m/min}。$$

基本时切削工时， $l = 42 \text{ mm}$ ，

$$t_m = \frac{42}{n_w \cdot f} = \frac{42}{140 \times 0.81} = 0.37 \text{ min}$$

**工序 06** 精铰  $\Phi 15.8$  孔，以  $\Phi 15$  上、下端面为定位基准，采用 Z518 立式钻床加专用夹具；

刀具： $d_w = 15.8 \text{ mm}$

机床：Z525 立式钻床

根据有关手册的规定，铰刀的进给量取  $f = 0.48 \text{ mm/r}$ ，机床主轴转速取为： $n_w$

$= 140 \text{ r/min}$ ，则其切削速度为： $v = n\pi d = 9.27 \text{ m/min}$

基本时切削工时， $l = 42 \text{ mm}$

$$t_m = \frac{42}{n_w \cdot f} = \frac{42}{140 \times 0.48} = 625 \text{ min}$$

**工序 07** 粗铣叉口前后两侧面，以  $\Phi 15.8$  孔为定位基准，采用 X51 立式铣床加专用夹具；

刀具：YG6 硬质合金端铣刀， $d_0 = 40 \text{ mm}$ ， $Z = 10$

机床：X51 立式铣床

根据参考文献[3]查得， $f_z = 0.13 \text{ mm/z}$ ， $a_p = 4 \text{ mm}$ 。根据参考文献[2]表 4.2-36

查得，取： $n_w = 300 \text{ r/min}$ ，故实际切削速度：

$$v = \frac{\pi d_w n_w}{1000} = \frac{\pi \times 40 \times 300}{1000} = 37.7 \text{ m/min}$$

当  $n_w = 300 \text{ r/min}$  时，工作台每分钟进给量应为：

$$f_m = f_z \cdot Z \cdot n_w = 0.13 \times 10 \times 300 = 390 \text{ mm/min}$$

查说明书，取  $f_m = 400 \text{ mm/min}$

计算切削基本工时：

$$L = 44.5 + y + \Delta = 44.5 + 10 = 54.5 \text{ mm}$$

$$\text{因此， } t_m = \frac{2L}{f_m} = \frac{2 \times 54.5}{390} = 0.28 \text{ min}$$

**工序 08** 精铣  $16 \times 56$  两侧面，以  $\Phi 15.8$  孔为定位基准，采用 X51 立式铣床加专用夹具；

刀具：YG6 硬质合金端铣刀；

机床：X51 立式铣床；

查参考文献[3]表 3.5，进给量为： $f_z = 0.5 \sim 1.0 \text{ mm/r}$ ，取为  $0.5 \text{ mm/r}$

参考有关手册，确定  $v = 124 \text{ m/min}$ ，采用 YG6 硬质合金端铣刀，

$d_w = 125 \text{ mm}$ ， $z = 12$ ，则：

$$n_s = \frac{1000v}{\pi d_w} = \frac{1000 \times 124}{\pi \times 125} = 316r / \text{min}$$

现采用 X51 立式铣床，根据参考文献[2]表 4.2-36，取  $n_w = 300r / \text{min}$ ，故实际切削速度：

$$v = \frac{\pi d_w n_w}{1000} = \frac{\pi \times 125 \times 300}{1000} = 117.75m / \text{min}$$

当  $n_w = 300r / \text{min}$  时，工作台每分钟进给量：

$$f_m = f_z \cdot z \cdot n_w = 0.5 \times 12 \times 300 = 1800mm / \text{min}，取为 980mm / \text{min}$$

本工序切削时间为：

$$t = 2t_m = 2 \frac{l}{f_m} = 2 \times \frac{19}{980} = 0.04 \text{ min}$$

**工序 09** 精铣 16\*56 两侧面，以  $\Phi 15.8$  孔为定位基准，采用 X51 立式铣床加专用夹具；

刀具：YG6 硬质合金端铣刀， $d_0 = 40mm, Z = 10$

机床：X51 立式铣床

根据参考文献[3]查得， $f_z = 0.13mm / z, a_p = 4mm$ 。根据参考文献[2]表 4.2-36

查得，取： $n_w = 300r / \text{min}$ ，故实际切削速度：

$$v = \frac{\pi d_w n_w}{1000} = \frac{\pi \times 40 \times 300}{1000} = 37.7m / \text{min}$$

当  $n_w = 300r / \text{min}$  时，工作台每分钟进给量应为：

$$f_m = f_z \cdot Z \cdot n_w = 0.13 \times 10 \times 300 = 390mm / \text{min}$$

查说明书，取  $f_m = 400mm / \text{min}$

计算切削基本工时：

$$L = 19 + y + \Delta = 19 + 10 = 29mm$$

$$因此，t_m = \frac{2L}{f_m} = \frac{2 \times 29}{390} = 0.15 \text{ min}$$

**工序 10** 粗铣叉口 19\*5.9 两内侧面，以  $\Phi 15.8$  孔为定位基准，采用 X51 立式铣床加专用夹具。

刀具：YG6 硬质合金端铣刀， $d_0 = 40mm, Z = 10$

机床：X51 立式铣床

根据参考文献[3]查得， $f_z = 0.13mm/z, a_p = 4mm$ 。根据参考文献[2]表 4.2-36

查得，取： $n_w = 300r/min$ ，故实际切削速度：

$$v = \frac{\pi d_w n_w}{1000} = \frac{\pi \times 40 \times 300}{1000} = 37.7m/min$$

当  $n_w = 300r/min$  时，工作台每分钟进给量应为：

$$f_m = f_z \cdot Z \cdot n_w = 0.13 \times 10 \times 300 = 390mm/min$$

查说明书，取  $f_m = 400mm/min$

计算切削基本工时：

$$L = 19 + y + \Delta = 19 + 10 = 29mm$$

$$\text{因此， } t_m = \frac{2L}{f_m} = \frac{38}{390} = 0.1min$$

**工序 11** 精铣叉口 19\*5.9 两内侧面，以  $\Phi 15.8$  孔为定位基准，采用 X51 立式铣床加专用夹具；

精铣叉口 19\*5.9 两内侧面，以  $\Phi 15.8$  孔为定位基准，采用 X51 立式铣床加专用夹具；

机床：X51 立式铣床

刀具：硬质合金立铣刀（镶齿螺旋形刀片），由参考文献[3]表 3.6 查得：

$v = 0.45m/s$ ， $d = 40, z = 6, f_z = 0.08mm/min$ ，即 27m/min，因此，

$$n_s = \frac{1000v}{\pi d_w} = \frac{1000 \times 27}{\pi \times 40} = 214r/min。 \text{现采用 X51 立式铣床，取}$$

$n_w = 210r/min$ ，工作台每分钟进给量  $f_m$  应为：

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/065110234200011133>