



东北大学秦皇岛分校  
Northeastern University at Qinhuangdao

# 毕业设计（论文）

变速器换挡叉的机械加工工艺及夹具设计

|      |           |
|------|-----------|
| 院 别  | 控制工程学院    |
| 专业名称 | 过程装备与控制工程 |
| 班级学号 |           |
| 学生姓名 |           |
| 指导教师 |           |

2013 年 6 月 13 日



## 变速器换挡叉的机械加工工艺及夹具设计

### 摘 要

变速器换挡叉位于主轴箱。主要作用是传递扭矩，使变速器获得换挡的动力。优点是可以从一种速度直接变到另一种速度,而不需要经过中间的一系列,因此变速很方便;其缺点是比较复杂。

本课题根据调查研究所提供的数据和有关技术资料，运用机械制造技术理论等相关专业知识和变速器换挡叉零件的作用和工艺进行了分析和计算，并对该换挡叉的加工工艺以及其夹具进行了优化设计。

本论文制定了变速器换挡叉的工艺规程方案，拟定了夹具设计方案并完成了其第五工序的夹具结构设计。最后通过使用 AUTOCAD 绘制装配图和零部件图。

**关键词：**换挡叉；工艺；夹具



## Transmission shift fork mechanical processing technology and fixture design

Author: Bao Lisheng

Tutor: Ma Lianjie

### Abstract

The transmission shift fork is located in the spindle box. The main function is to transfer torque, power transmission gain shift. The advantages can be changed directly to another speed from a speed, without the need to go through a series of intermediate, so the transmission is very convenient; the disadvantage is the relatively complex.

This topic provides according to the investigation data and relevant technical data, application and process knowledge of mechanical manufacturing technology and other related professional theory of transmission shifting fork of the parts are analyzed and calculated, and the processing technology of the shifting fork and the jig design is optimized.

This paper developed a process scheme of transmission shift fork, the design of fixture and the fixture structure design of the fifth. Finally, by using the AUTOCAD assembly drawing and parts drawing.

**Keywords:** shift fork; technology; fixture



## 目 录

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 目 录                   | III |
| 1 绪论                  | 1   |
| 1.1 课题背景              | 1   |
| 1.2 变速器换挡叉、夹具、组合机床的介绍 | 2   |
| 1.3 变速器行业概况           | 3   |
| 1.4 课题的研究方法           | 3   |
| 2 零件分析及毛坯的设计          | 4   |
| 2.1 零件的作用             | 4   |
| 2.2 零件的工艺分析           | 4   |
| 2.3 审查换挡叉的工艺性         | 5   |
| 2.4 毛坯的设计             | 6   |
| 3 工艺路线的确定             | 8   |
| 3.1 基面的选择             | 8   |
| 3.2 粗基准的选择            | 8   |
| 3.3 精基准的选择            | 8   |
| 3.4 制定机械加工工艺路线        | 8   |
| 3.5 工艺路线比较            | 11  |
| 3.6 选择量具              | 12  |
| 4 确定切削用量及时间定额         | 13  |
| 5 专用夹具的设计             | 24  |
| 5.1 问题的提出             | 24  |
| 5.2 夹具设计              | 24  |
| 结 论                   | 27  |
| 致 谢                   | 28  |
| 参考文献                  | 29  |
| 附 录                   | 30  |





## 1 绪论

### 1.1 课题背景

机械加工工艺及其工装设计是毕业前对专业知识的综合运用训练。机械加工工艺过程是指用机械加工的方法改变生产对象的形状、尺寸、相对位置以及性能使其成为零件的过程。机械加工工艺过程直接决定零件及产品的质量 and 性能，对产品的成本、生产周期都要较大的影响，是整个工艺过程的重要组成部分。机械加工工艺规程是生产准备、生产组织、计划调度的主要依据，是指导工人操作的主要技术文件，也是工厂和车间进行设计或技术改造的重要原始资料。工艺规程的制定须严格按照规定的程序和格式进行，并随技术的进步和企业的发展，定期修改完善。随着科学技术的发展，各种新材料、新工艺和新技术不断涌现，机械制造工艺正向着高质量、高生产率和低成本方向发展。各种新工艺的出现，已突破传统的依靠机械能、切削力进行切削加工的范畴，可以加工各种难加工材料、复杂的型面和某些具有特殊要求的零件。

车床的换挡叉位于车床变速机构中，主要起换挡，使主轴回转运动按照操作者的要求工作，获得所需的速度和扭矩的作用。零件下方的孔与操纵机构相连，而上方的半孔则是用于与所控制齿轮所在的轴接触。通过上方的力拨动下方的齿轮变速。换挡叉是机车变速箱中一个重要的零件，因为其零件尺寸比较小，结构形状较复杂，但其加工孔和侧面有精度要求，此外还有小头孔上的槽要求加工，对精度有一定的要求。换挡叉的底面、大头孔上两侧面和大小头孔粗糙度要求都是  $3.2Ra$ ，所以都要求精加工。其大头孔与侧面有垂直度的公差要求，所要加工的槽，在其槽两侧面有平行度公差和对称度公差要求等。因为零件的尺寸精度、几何形状精度和相互位置精度，以及各表面的表面质量均影响机器或部件的装配质量，进而影响其性能与工作寿命，因此它们的加工必须保证精度要求。零件要有好的机械加工工艺性，也就是要有加工的可能性，要便于加工，要能够保证加工质量，同时使加工的劳动量最小。而设计和工艺是密切相关的，又是相辅相成的。设计者要考虑加工工艺问题，工艺师要考虑如何从工艺上保证设计者的要求。



组合机床是以系列化、标准化的通用部件为基础配以少量的专用部件组成的专用机床。它适宜于在大批、大量生产中对一种或几种类似零件的一道或几道工序进行加工。这种机床既有专用机床的结构简单、生产率和自动程度较高的特点又具有一定的重新调整能力以适应工件变化的需要。组合机床广泛应用于大批量生产的行业如：汽车、拖拉机、电动机、内燃机、阀门、缝纫机等制造业。

## 1.2 变速器换挡叉、夹具、组合机床的介绍

换挡叉是汽车变速器的重要零部件，它接收换挡手柄传递的变速信号，来控制齿轮变速箱以相应的档位运行。这就要求换挡叉有一定的强度和刚度，工作可靠、稳定，以便汽车能很好的变换速度，稳定行驶；具有结构紧凑、传动力矩大、体积小重量轻、传动效率高、寿命长等特点。

本文所涉及的换挡叉是汽车上所使用的。在生产该零件过程中，经历了几种不同工艺方案的比较，最后选定了合理的工艺方案，从而编制了工艺卡，确定了该工艺每个工序的加工机床，加工刀具测量选用的量具。以及计算了各个加工步骤的切削余量、切削速度、加工时间、进给量和主轴转速等。

夹具、量具的选择夹具在其发展的 200 多年历史中，大致经历了三个阶段，第一阶段，夹具在工件加工、制造的各工序中作为基本的夹持装置，发挥着夹固工件的最基本功用。随着军工生产及内燃机、汽车工业的不断发展，夹具逐渐在规模生产中发挥出其高效率及稳定加工质量的优越性各类定位、夹紧装置的结构也日趋完善，夹具逐步发展成为机床—工件—工艺装备工艺系统中相当重要的组成部分。这是夹具发展的第二阶段。这一阶段夹具发展的主要特点是高效率。在现代化生产的今天各类高效率自动化夹具在高效高精度及适应性方面已有了相当大的提高。随着电子技术数控技术的发展现代夹具的自动化和高适应性已经使夹具与机床逐渐融为一体，使得中小批量生产的生产效率逐步趋近于专业化的大批量生产的水平。这是夹具发展的第三个阶段，这一阶段夹具的主要特点是高精度。高适应性。可以预见夹具在不一个阶段的主要发展趋势将是逐步提高智能化水平。1908 年美国福特汽车公司率先制造出第一台组合机床用于汽车零件的加工。1928 年前苏联开始生产组合机床。我国的组合机床制造技术是从“一五”计划期间“一



汽”、“洛拖”引进组合机床开始的。1956年3月当时的第一机械工业部第二机器管理局批准成立了第一专业设计处(即现大连组合机床研究所的前身)全面引进了前苏联的组合机床通用部件和设计指导资料开始了我国组合机床的创业阶段。并于同年在大连机床厂制造出我国的第一台组合机床、1961年又制造出我国第一条组合机床自动线。组合机床设计制造从“一所一厂”起步已发展到如今一个独立的配套齐全的行业。

### 1.3 变速器行业概况

我国汽车变速器行业在经历了改革改造、引进消化、改制重组，在激烈的市场竞争中在行业规模、产品技术、经营管理等方面取得了较好的发展。目前，国内汽车变速器企业很多。2007年我国生产商用车变速器约2857台，同比曾长21.6%。2007年商用车增幅较大，因此商用车变速器增幅也较大。其中由于2007年重卡增长76.6%，大客车产量增长46.3%，半挂牵引车增长95.6%，货车底盘增长32.8%，因此重型汽车变速器的增幅也较大，一些企业的出口量也较大(如法士特重型车变速器)。

目前国内变速器厂家主要有綦江齿轮传动有限公司、中国第一汽车集团哈尔滨变速箱厂、东风汽车变速箱有限公司、杭州前进齿轮箱集团有限公司等厂家在国内变速器厂家竞争的同时，国外变速器厂家也参与到竞争中，如德国ZF公司、英国艾里逊、美国伊顿、韩国统一等都看好国内市场，并且已经牢牢占领着高端市场。

### 1.4 课题的研究方法

本题目是学完了所有基础课及《机械设计》等主要专业课程的实践性环节，在三年级的生产实习中，已对变速叉有了较深的了解，对其零件的作用也有所了解。

通过对换挡叉零件的初步分析，了解其零件的主要特点，加工难易程度，主要加工面和加工粗、精基准，从而制定出换挡叉加工工艺规程；对于专用夹具的设计，首先分析零件的加工工艺，选取定位基准，然后再根据切销力的大小、批量生产情况来选取夹紧方式，从而设计专用夹具。

通过这次毕业设计，对我们的设计能力有所提高，扩大和强化自己所学的理论知识与技能，提高自己的设计计算，制图，编写技术文件的能力，学会正确查阅，使用文献及工具书等资料，并在设计中培养自己理论联系实际，严肃认真的工作作风和独立的工作能力，为以后工作打好基础。



## 2 零件分析及毛坯的设计

### 2.1 零件的作用

题目所给定的零件是变速器换挡叉，如下图所示。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  $\Phi 15.8$  孔套在轴上，并用  $M10 \times 1-7H$  螺纹孔与轴定位，换挡叉脚卡在双联齿轮的轴中，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。

### 2.2 零件的工艺分析

①由零件图可知，该零件的材料为 35#钢，锻造成型，由零件的尺寸公差选择模锻加工成型，保证不加工表面达到要求的尺寸公差。

该零件需要加工的表面可大致分为以下四类：

- 1)  $\Phi 15.8$  的孔。
- 2) 以  $\Phi 15.8$  孔的轴心线为基准的上下两平面。
- 3) 两插口端面。
- 4) 两叉口内侧面。
- 5) 拔槽两个侧面。
- 6) 拔槽的内侧面
- 7)  $M10 \times 1-7H$  的螺纹孔。

其中  $\Phi 15.8$  的孔以及叉口的上下端面和叉口的中间两侧面为主要的配合面，加工的精度及粗糙度的要求较高，应作为加工的重点。

②换挡叉技术要求



表 2.1 换挡叉

| 加工表面     | 尺寸及偏差 (mm)               | 表面粗糙度 Ra | 形位公差   |   |      |   |
|----------|--------------------------|----------|--|---|------|---|
| 叉口两端面    | $5.9_{-0.15}^0$          | 6.3      | <table border="1"><tr><td>⊥</td><td>0.15</td><td>A</td></tr></table> | ⊥ | 0.15 | A |
| ⊥        | 0.15                     | A        |  |   |      |   |
| 叉口两内侧面   | $51_0^{+0.1}$            | 6.3      |  |   |      |   |
| Φ15.8 内孔 | $15.8_{+0.016}^{+0.043}$ | 3.2      |  |   |      |   |
| M10 螺纹孔  | M10×1                    |          |  |   |      |   |
| 叉头凸台两端面  | $9.65_{-0.25}^0$         | 6.3      |  |   |      |   |
| 叉头平台外表面  |                          | 6.3      |  |   |      |   |
| 叉头平台凸面   | 11                       | 12.5     |  |   |      |   |
| 叉头下表面    |                          | 12.5     |  |   |      |   |

该变速器换挡叉结构简单，属于典型的叉杆类零件。为实现换挡、变速的功能，其叉轴孔和变速叉轴有配合要求，因此加工精度要求高。叉脚两端面在工作中需承受冲击载荷，为增强耐磨性，采用局部淬火，硬度为 180HBS 左右，为保证换挡叉换挡时叉脚受力均匀，要求叉脚两端面与孔 Φ15.8 垂直度要求为 0.15mm。换挡叉用螺钉定位，螺纹孔为 M10。

综上所述，该零件得各项技术要求制订较合理，符合在变速箱中的功用。

### 2.3 审查换挡叉的工艺性

分析零件图可知，该换挡叉叉脚两端面厚度薄于连接的表面，但减少了加工面积，使用淬火处理提供局部的接触硬度。叉脚两端面面积相对较大，可防止加工过程中钻头钻偏，保证孔的加工精度及叉脚两端面的垂直度。其它表面加工精度较低，通过铣削、钻床的粗加工就可达到加工要求；而主要工作表面虽然加工精度相对较高，但也可以在正常得生产条件下，采用较经济得方法保质保量地加工出来。可见该零件工艺性好。

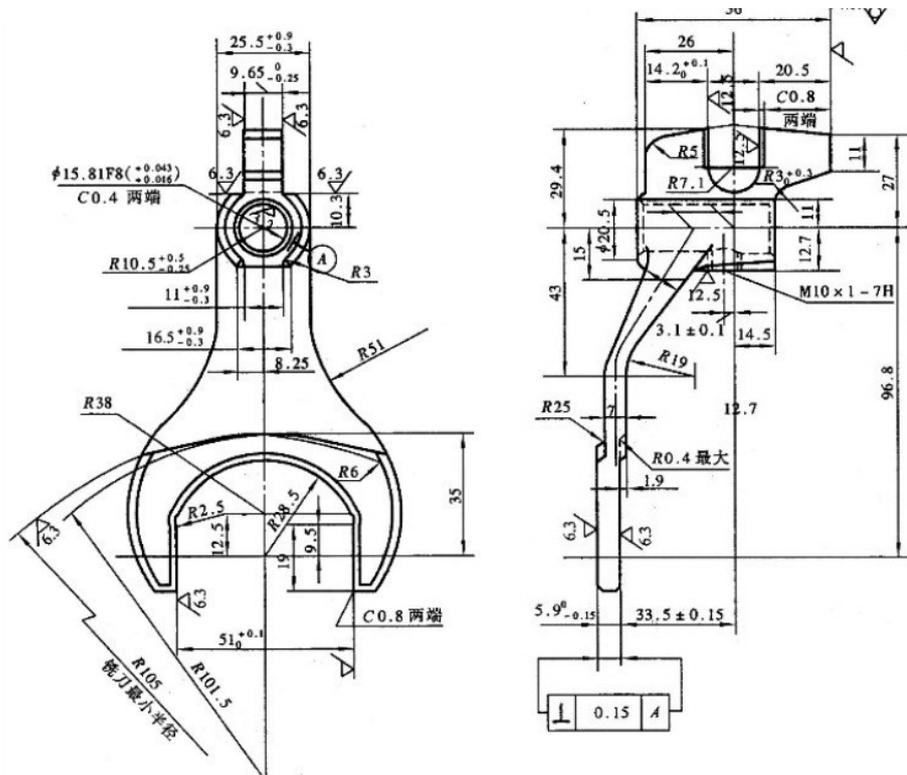


图 2.1 换挡叉零件图

## 2.4 毛坯的设计

### 1 选择毛坯

该零件的材料为 35#钢，考虑到零件在工作时要求有较高的强度和抗扭性，非加工面的尺寸精度要求较高，以及批量为大批量生产，所以采用模锻毛坯成型。

### 2 确定机械加工余量、毛坯尺寸和公差

#### (1) 确定最大轮廓尺寸

根据零件图计算零件的最大轮廓尺寸为：长 136mm，宽 80mm，高 70mm

#### (2) 选择锻件公差等级

查手册模锻成型，零件材料按中碳钢，得锻件公差等级为 12~14 级取为 13 级。

#### (3) 求铸件尺寸公差

公差带相对于基本尺寸对称分布。

#### (4) 求机械加工余量等级

查手册得按模锻成型的方法，锻件材料为 35#钢的机械加工余量等级 E-G 级选择 F 级。

### 3 确定机械加工余量

根据锻件质量、零件表面粗糙度、形状复杂程度，取铸件加工表面的单边余量



查表选，钻 0.8，扩 0.5，粗铰 0.2 精铰 0.1，其他按相关表查找选取。

#### 4 确定毛坯

上面查得的加工余量适用于机械加工表面粗糙度  $Ra \geq 1.6$  的表面，余量要适当加大。

分析本零件，加工表面  $Ra \geq 1.6$ ，因此这些表面的毛坯尺寸只需将零件的尺寸加上所查的余量即可。（由于有的表面只需粗加工，这时可取所查数据的小值）

生产类型为大批量生产，可采用模锻毛坯。

#### 5 确定毛坯尺寸公差

毛坯尺寸公差根据锻件质量、材质系数、形状复杂系数查手册得，本零件毛坯尺寸允许偏差为 0.1-0.2mm，表面粗糙度为  $Ra 12.5-25$ 。

#### 6 设计毛坯图

查机械制造工艺简明手册表 1.4-27 确定各表面的加工总余量：

**表 2.1 毛坯尺寸图（具体参照毛坯图）**

| 加工表面             | 基本尺寸 | 锻件尺寸   |
|------------------|------|--------|
| 拔槽两侧面            | 9.65 | 12     |
| $\Phi 15.81$ 下端面 | 12.7 | 13.7   |
| 叉口上端面            | 33.5 | 32.4   |
| 叉口下端面            | 39.4 | 40.4   |
| 叉口两侧面            | 51   | 48     |
| 拔槽内侧面            | 14.2 | 毛坯，未锻出 |



### 3 工艺路线的确定

#### 3.1 基面的选择

基面选择是工艺规程设计中的重要设计之一，基面的选择正确与合理，可以使加工质量得到保证，生产率得到提高。否则，加工工艺过程会问题百出，生产无法进行。

#### 3.2 粗基准的选择

粗基准的选择影响影响各加工面的余量分配及不需加工表面与加工表面之间的位置精度。为了保证叉口上下平面与  $\Phi 15.81$  孔的垂直度要求以及叉口上下面的加工余量分配均匀，所以选择叉口的上端面作为第一道工序的定位基准。

#### 3.3 精基准的选择

以第一道工序中的已加工面作为下到工序的定位平面，以  $\Phi 15.81$  孔的中心轴线为定位基准，确保设计基准与工艺基准的重合，以减少加工误差。

#### 3.4 制定机械加工工艺路线

工艺路线一：

工序一：

钻，扩，铰  $\Phi 15.81$

工序二：

粗铣  $\Phi 15$  上、下端面

工序三：

粗铣叉口前后两侧面

工序四：

精铣叉口前后两侧面

工序五：

粗铣  $16 \times 56$  两侧面

工序六：

精铣  $16 \times 56$  两侧面



工序七：

粗铣叉口 19×5.9 两内侧面

工序八：

精铣叉口 19×5.9 两内侧面

工序九：

铣槽、粗铣 16.5×14.5 面 铣 11×9.65 面 铣 16.5×42.9 面

工序十：

精铣 16.5×14.5 面

工序十一：

攻螺纹 M10×1-H7

工艺路线二：

工序一：

粗铣  $\Phi 15$  上、下端面

工序二：

粗铣叉口前后两侧面

工序三：

精铣叉口前后两侧面

工序四：

粗铣 16×56 两侧面

工序五：

精铣 16×56

两侧面

工序六：

粗铣叉口 19×5.9 两内侧面

工序七：

精铣叉口 19×5.9 两内侧面

工序八：

钻，扩，铰  $\phi 15.81$



工序九：

铣槽 粗铣 16.5x14.5 面 铣 11x9.65 面 铣 16.5x42.9 面

工序十：

精铣 16.5x14.5 面

工序十一：

攻螺纹 M10x1-H7

工艺路线三：

工序一：

粗铣  $\Phi 15$  上、下端面

工序二：

钻，扩，铰  $\phi 15.81$

工序三：

粗铣叉口前后两侧面

工序四：

精铣叉口前后两侧面

工序五：

粗铣 16x56 两侧面

工序六：

精铣 16x56 两侧面

工序七：

粗铣叉口 19x5.9 两内侧面

工序八：

精铣叉口 19x5.9 两内侧面

工序九：

铣槽 粗铣 16.5x14.5 面 铣 11x9.65 面 铣 16.5x42.9 面

工序十：

精铣 16.5x14.5 面

工序十一：



攻螺纹 M10x1-H7

### 3.5 工艺路线比较

上述三个工艺路线，路线一是先加工孔，然后加工孔两侧面，路线二是把孔加工放到最后，由于孔的加工要求比较高，与底面的垂直度要求也较高，并且是很多尺寸的设计基准。路线三是鉴于孔的加工要求较高，为遵循基准统一的原则，同时也更能保证叉口上下两平面与孔的垂直度要求，故选择路线三为最终的工艺路线。

**表 3-2 工序路线图**

| 工序号 | 工序内容   | 简要说明                   |
|-----|--|------------------------|
| 10  | 粗铣 $\Phi 15$ 上、下端面   | X51 立式铣床，YG6 硬质合金端铣刀   |
| 15  | 钻，扩，铰 $\phi 15.81$   | Z525 立式钻床，麻花钻，扩孔钻，专用铰刀 |
| 20  | 粗铣叉口前后两侧面  | X51 立式铣床，YG6 硬质合金端铣刀   |
| 25  | 精铣叉口前后两侧面  | X51 立式铣床，YG6 硬质合金端铣刀   |
| 30  | 粗铣 $16 \times 56$ 两侧面  | X51 立式铣床，YG6 硬质合金端铣刀   |
| 35  | 精铣 $16 \times 56$ 两侧面  | X51 立式铣床，YG6 硬质合金端铣刀   |
| 40  | 粗铣叉口 $19 \times 5.9$ 两内侧面  | X51 立式铣床，YG6 硬质合金端铣刀   |
| 45  | 精铣叉口 $19 \times 5.9$ 两内侧面  | X51 立式铣床，硬质合金立铣刀       |
| 50  | 铣槽 粗铣 $16.5 \times 14.5$ 面 铣 $11 \times 9.65$ 面 铣 $16.5 \times 42.9$ 面 | X51 立式铣床，YG6 硬质合金端铣刀   |



|    |                |                       |
|----|----------------|-----------------------|
| 55 | 精铣 16.5x14.5 面 | X51 立式铣床, YG6 硬质合金端铣刀 |
| 60 | 钻螺纹孔           | 高速钢麻花钻, 丝锥 M10, P=1mm |
| 65 | 检验             |                       |

### 3.6 选择量具

该零件属于批量生产, 一般采用通用量具。

(1)选择钻-扩-铰  $\phi 15.81F8$  孔量具.

现按照计量器的不确定地选择该表面加工时所用量具,叉头两端面间距 56mm, 换挡叉头两侧面间距  $9.65^{(0_{-0.25})}$ mm,粗糙度要求分别为  $Ra12.5\mu m$  和  $Ra6.3\mu m$ .查表 5-56 和表 5-59, 可选用 0-200mm/0.02mm 的游标卡尺达要求。铰孔  $\phi 15.81F8$ , 由于精度高, 加工时每个工件部需要进行测量, 故选用极限量规, 孔量具选用锥柄圆柱塞规。

(2)选择铣换挡叉脚两端面,内侧面,铣操纵槽的量具,换挡叉脚两端面的距离, ,内侧面, 均可选用分度值为 0.02mm,测量范围为 0-200mm 的游标卡尺。

(3)攻螺纹孔 M10 $\times$ 1-7H

钻螺纹孔表面, 可选用 0-200mm/0.02mm 的游标卡尺

(4)对换挡叉脚的两端面吹砂

查表《机械制造技术基础毕业设计》5-56 和表 5-59, 可选用 0-200mm/0.02mm 的游标卡尺。

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/078135017012007005>