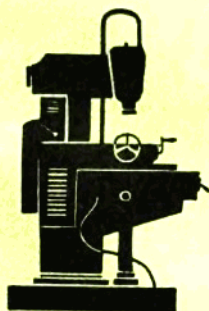


青工技术问答丛书

铣工技术问答



山东科学技术出版社

编者的话

本书自1973年出版以来，编者曾收到不少读者来信，给予热情的鼓励和帮助，在此表示感谢。为了进一步满足广大读者的需要，在尽力搜集、整理实践经验的基础上，对本书作了修订和补充。在修订本中，“公差与配合”采用了新的国家标准，补充了刀具开刃、铣球面、铣蜗轮、铣齿条等方面的内容，并对如何提高铣削效率的途径，作了较详细的介绍。

本书采用问答形式，文字力求通俗易懂，由浅入深，既适于铣工新学员阅读，也可供三、四级铣工在生产实践中参考；同时，也可作为技工学校教学参考用书和工人业余教育试用教材。

编者

一九八二年一月

目 录

概 述

1. 什么是铣削?	1
2. 铣工工种的一般加工范围是什么?	1
3. 铣床有哪些种类?	1
4. 铣床的各主要零部件名称是什么?	3
5. 怎样识读铣床型号?	3
6. 铣床上主要有哪些附件?	4
7. 铣床用虎钳有几种? 用途是什么?	4
8. 铣床用圆转台有几种? 用途是什么?	5
9. 立铣头有几种? 用途是什么?	6
10. 铣床刀杆有几种? 用途是什么?	6
11. 铣刀有哪些种类?	7
12. 铣刀在铣床上有几种安装方法?	10
13. 铣削时铣刀和工件上有哪些常用的名词术语?	12
14. 什么是铣削用量?	13
15. 铣削时怎样合理使用润滑冷却液?	13
16. 怎样爱护和保养铣床?	14
17. 铣工应注意哪些安全事项?	15

公差与配合

18. 什么是基本尺寸、极限尺寸?	16
-------------------------	----

19. 什么是实际尺寸、实体尺寸和作用尺寸?	16
20. 什么是尺寸偏差和尺寸公差?	19
21. 什么是间隙配合、过盈配合和过渡配合?	20
22. 什么是配合公差?	21
23. 什么是公差带? 公差带的大小和位置是怎样确定的?	21
24. 什么是基孔制与基轴制?	24
25. 怎样识读孔、轴公差带代号及孔轴配合代号?	25
26. 怎样确定未注公差尺寸的极限偏差?	27
27. 怎样选取自由角度的公差?	27

铣一般表面及切断

28. 什么是逆铣和顺铣?	29
29. 怎样铣平面?	30
30. 提高铣平面效率可采取哪些方法?	31
31. 用什么方法保证两个面的垂直?	32
32. 铣刀用钝了会出现哪些现象? 铣刀钝了怎么办?	33
33. 怎样铣斜面?	33
34. 铣台阶用什么铣刀? 应注意哪些问题?	35
35. 怎样用三面刃盘铣刀的侧刃铣出光洁度高的侧面?	35
36. 铣曲线表面有几种方法? 其特点是什么?	36
37. 在铣床上切断时应进行哪些必要的准备与调整?	37
38. 切断时应注意哪些问题?	39

铣 槽

39. 怎样铣穿通的封闭槽?	40
----------------------	----

40. 铣键槽应注意哪些问题?	41
41. 铣键槽怎样对刀?	41
42. 怎样保证双键槽的对称?	42
43. 铣半圆键槽应注意什么?	43
44. 怎样检查半圆键槽的深度?	44
45. 怎样铣直T形槽?	45
46. 怎样铣部分圆T形槽?	45

分度头及分度方法

47. 万能分度头的主要结构是什么?	47
48. 什么叫简单分度法?	48
49. 怎样调整分度盘上的扇股?	49
50. 分度手柄转过了规定的孔眼怎么办?	50
51. 什么是差动分度法?	50
52. 举例说明差动分度的计算步骤是什么?	52
53. 什么是近似分度法?	53
54. 怎样进行角度分度?	56
55. 使用万能分度头应注意些什么?	56

铣扁尾、四方、六方和花键

56. 直接分度的优点是什么?	58
57. 什么样的工件使用直接分度?	58
58. 怎样铣刀具或工具上的扁尾?	58
59. 怎样用组合铣刀铣四方?	60
60. 怎样铣圆螺母的扳手槽?	62
61. 怎样用成形铣刀铣矩形齿花键轴?	63

62. 怎样用三面刃盘铣刀和圆弧刀头铣矩形齿花键轴? ...	65
--------------------------------	----

铣离合器

63. 铣直齿离合器怎样选择铣刀?	68
64. 怎样铣奇数齿直齿离合器?	69
65. 怎样铣偶数齿直齿离合器?	70
66. 在什么样的情况下用立铣刀铣直齿离合器?	70
67. 在什么样的情况下用圆转台铣直齿离合器? 应注意 什么问题?	71
68. 怎样铣齿侧有斜度的离合器?	71
69. 怎样铣尖齿离合器?	72
70. 怎样铣锯齿离合器?	73

刀具开刃

71. 怎样用单角铣刀对圆柱面上前角 $\gamma = 0$ 的直齿刀具 开刃?	74
72. 用双角铣刀对圆柱面上前角 $\gamma = 0$ 的直齿刀具开刃时, 怎样计算偏移量和升高量?	75
73. 用单角铣刀对圆柱面上前角 $\gamma > 0$ 的直齿刀具开刃时, 怎样计算偏移量和升高量?	76
74. 用双角铣刀对圆柱面上前角 $\gamma > 0$ 的直齿刀具开刃时, 怎样计算偏移量和升高量?	77
75. 带有端面刀齿的工件怎样开端面刃?	77
76. 锥铰刀怎样开刃?	79
77. 不等齿矩铰刀怎样开刃?	81
78. 角铣刀的锥面刀齿怎样开刃?	82

79. 怎样计算圆柱面上螺旋线的导程?	83
80. 铣螺旋齿刀具时怎样进行挂轮计算?	83
81. 螺旋齿刀具开刃时, 怎样调工作台的角度?	84
82. 螺旋齿刀具开刃时, 怎样选择工作铣刀?	85

铣凸轮、球面

83. 凸轮的用途是什么?	86
84. 常见的凸轮有几种?	86
85. 什么是等速凸轮的导程、升高量和升高率?	87
86. 怎样用垂直法加工等速凸轮盘?	88
87. 怎样用倾斜法加工等速凸轮盘?	89
88. 怎样铣圆柱形等速凸轮槽?	91
89. 怎样加工曲线复杂的不等速凸轮?	92
90. 怎样在铣床上铣带柄的球面?	93
91. 怎样铣内球面?	94
92. 铣球面时应注意哪些事项?	97

刻 线

93. 在铣床上可以进行哪几种刻线?	98
94. 在铣床上刻线时用什么刀具? 怎样装夹刻线刀? ...	99
95. 怎样在铣床上进行圆柱面上的圆周刻线?	99
96. 怎样在铣床上进行锥面圆周及平面圆周刻线?	100
97. 怎样在铣床上进行平面直线间隔刻线?	101
98. 怎样加工精度要求较高的平面直线间隔刻线?	102
99. 在铣床上刻线时, 操作上应该注意些什么问题? ...	103

铣 齿 轮

100. 直齿圆柱齿轮的各部名称是什么?	104
101. 铣齿轮时为什么要选择齿轮盘铣刀?	106
102. 怎样铣标准直齿圆柱齿轮?	106
103. 什么是节圆弦齿高和节圆弦齿厚?	107
104. 怎样利用公法线长度检查齿轮?	110
105. 伞齿轮的各部名称是什么?	112
106. 铣伞齿轮时怎样选择铣刀?	114
107. 能不能用加工圆柱齿轮的盘铣刀铣伞齿轮?	115
108. 怎样铣伞齿轮?	115
109. 怎样识别螺旋齿圆柱齿轮的左旋和右旋?	117
110. 怎样计算螺旋齿轮的节径、外径和导程? 怎样计算 铣螺旋齿轮时的挂轮?	117
111. 铣螺旋齿圆柱齿轮时怎样选择铣刀?	119
112. 怎样铣螺旋齿圆柱齿轮?	120
113. 怎样铣蜗轮?	121
114. 飞刀法铣蜗轮的工作原理是什么?	122
115. 怎样确定飞刀刀头的各部尺寸?	124
116. 采用飞刀法铣蜗轮时, 应注意哪些事项?	125
117. 怎样铣直齿条?	127
118. 铣直齿条时, 分齿方法有几种?	129
119. 怎样铣斜齿条?	130

高效铣削

120. 怎样计算铣削时的单件工时? 单件工时与生产率有	
------------------------------	--

什么关系?	132
121. 提高铣削生产率可从哪些方面采取措施?	133
122. 什么是高速铣削?	135
123. 高速铣削时, 应注意哪些事项?	136
124. 什么是强力铣削?	138
125. 什么是阶梯铣削? 阶梯铣削有什么优点?	139
126. 大刀倾角端铣刀为什么能提高生产率?	140
127. 什么是玉米铣刀, 它有什么优点?	141
128. 什么是不重磨硬质合金铣刀? 它有哪些优点?	142
129. 怎样合理使用不重磨硬质合金铣刀?	144
130. 立铣刀及各种槽铣刀能否硬质合金化, 实现高效铣削?	145
131. 怎样改进高速钢标准铣刀, 提高铣削效率?	148
132. 怎样改进工件的装夹, 提高生产率?	150
附表一 尺寸至500毫米轴的极限偏差	152
附表二 尺寸至500毫米孔的极限偏差	170
附表三 未注公差尺寸的极限偏差	186
附表四 三角函数表	189

概 述

1. 什么是铣削?

答：用铣刀在铣床上切去工件上的多余材料，使工件符合图纸的要求，就叫做铣削。

由于铣刀是多刃刀具，各刀刃依次地进行断续的切削，所以铣削的效率较高。因此，铣削在金属切削加工中，占有重要的地位。从精密仪表的制造，到重型机器零件的加工，都要用到铣削。随着工业技术的不断发展，铣床、铣刀、铣削方法以及铣削的理论与计算等，也都迅速地发展着。

2. 铣工工种的一般加工范围是什么?

答：铣工工种的加工范围很广，包括对平面、斜面、台阶、曲线表面、沟槽、键槽、花键、凸轮、齿轮、离合器、刀具开刃及刻线等铣削加工。也可以用来铣螺纹、钻孔、镗孔。

3. 铣床有哪些种类?

答：铣床的种类很多，而且还在不断发展中。按照《金属切削机床型号编制办法(暂行)》分类有：仪表铣床、单臂及单柱铣床、龙门及双柱铣床、平面及端面铣床、仿型铣床、立式铣床、卧式铣床、工具铣床、钻铣床、镗铣床、数控铣床和其他铣床。在铣床中，应用比较广泛的是卧式升降台铣

床（以下简称卧式铣床）、立式升降台铣床（以下简称立式铣床）和万能升降台铣床（以下简称万能铣床）等三种。

卧式铣床的主要特点是：主轴中心线在水平位置上（图1）。

立式铣床的主轴中心线在竖直位置上（图2甲），也有的立式铣床主轴可以回转角度（图2乙）。

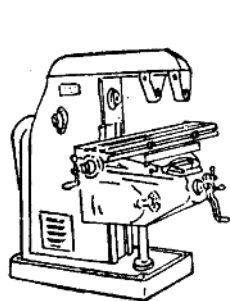
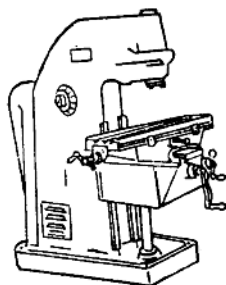
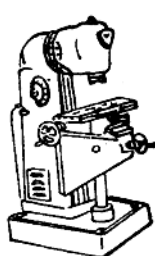


图1 卧式铣床



甲



乙

图2 立式铣床

万能铣床和卧式铣床基本相同。它与卧式铣床的主要区别是：工作台可以回转角度（图3）。

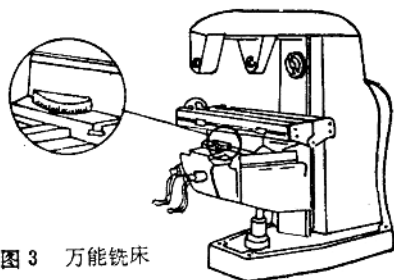


图3 万能铣床

4. 铣床的各主要零部件名称是什么？

答：以卧式铣床为例（图4）：1为床身，它是铣床的主要部件；2为底座，用来支承整个铣床并贮存润滑冷却液；3是横梁；4是挂架；5是主轴；6是刀杆，它的一端装在主轴锥孔里，另一端靠横梁、挂架支撑起来；7是曲座，用来支撑上面的横向滑板8和纵向工作台9；10、11、12分别为纵向、横向、垂直三个方向的进给手轮。

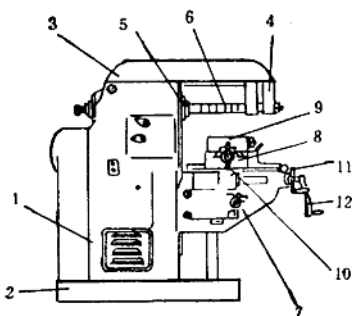


图4 铣床的各主要部分

5. 怎样识读铣床型号？

答：铣床的铭牌上都标注有铣床型号，用来表示铣床的类别、结构特征、性能和主要技术规格。

我国现行的铣床型号编制方法，是按照1976年12月原第一机械工业部颁布的“金属切削机床型号编制方法”执行的。铣床型号由机床类代号，通用特性及结构特性代号，组、型代号，以及主参数或设计顺序号，按先后次序排列组成。在普通型铣床的代号中，一般不含有通用特性和结构特性代号。

例如X6132，这个铣床型号中，X表示铣床类；6表示卧式铣床组；1表示万能升降台型；32表示工作台工作面宽

度的十分之一，即工作台工作面宽度为320毫米。

又如X5032，这个铣床型号中，X表示铣床类；5表示立式铣床组；0表示立式升降台型；32表示工作台工作面宽度为320毫米。

再如XHK6050，这个铣床型号中，X表示铣床类；H表示自动换刀（特性）；K表示数字程序控制（特性）；6表示卧式铣床组；0表示卧式升降台型；50表示工作台工作面宽度为500毫米。

需要指出，在1976年12月以前已经定出型号的铣床，仍旧使用原有型号。例如常见的X62W，就是按1957年公布的机床型号编制方法制定的铣床型号。X62W的含义是：X表示铣床类；6表示卧式铣床组；2表示工作台为2号（当时工作台分0～4号，分别表示工作台工作面宽度为200、250、320、400、500毫米）；W表示机床特性为万能式。

6. 铣床上主要有哪些附件？

答：铣床上主要有虎钳、圆转台、分度头、尾架、通用刀杆等附件。有的万能铣床上还带有立铣头。

7. 铣床用虎钳有几种？用途是什么？

答：铣床用虎钳种类很多，常用的为普通机用平口虎钳。普通机用平口虎钳（图5），是通过丝杠、螺母的传动，带动活动钳口而夹紧工件的。另外，还有利用偏心或压缩空气代替丝杠螺母传动的机用偏心虎钳和气动虎钳，以及专门用来夹持圆柱型工件的特殊机用虎钳（图6）。

虎钳是铣工装夹工件用的一种通用万能夹具。使用时通

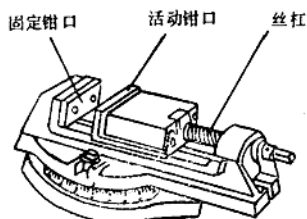


图5 普通机用平口虎钳



图6 夹圆柱形工件的虎钳

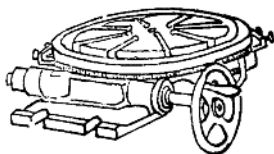
常将固定钳口调整成与工作台纵向进给方向平行或与之垂直。装在虎钳内的工件一般应高于钳口顶面10毫米左右，工件下面可以垫适当厚度的平垫铁。

8. 铣床用圆转台有几种？用途是什么？

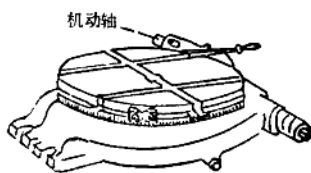
答：铣床用圆转台一般有手摇传动圆转台(图7甲)和机动圆转台两种(图7乙)。

手摇传动圆转台的旋转完全靠摇动圆转台的手轮，使转台转动。机动圆转台，既可以手动，又可以把铣床工作台走刀传动机构与圆转台连接起来，使圆转台旋转。

圆转台主要用来铣削带圆弧的工件。通过圆转台的



甲



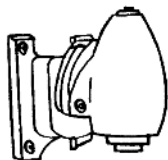
乙

图7 圆转台

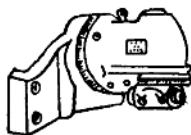
旋转，铣出所需要的圆弧表面。使用圆转台装夹工件时，工件圆弧的中心必须与圆转台的回转中心一致。一般是按工件上的划线找正，然后夹紧。

9. 立铣头有几种？用途是什么？

答：立铣头有普通立铣头（图 8 甲）和万能立铣头（图 8 乙）两种。普通立铣头安装在卧式铣床或万能铣床上，只能围绕铣床主轴左右各调转 90° 。万能立铣头，不仅可围绕铣床主轴左右各调转 90° ，而且可围绕垂直于铣床主轴的方向调转成任意角度。



甲



乙

图8 立铣头

立铣头可用来扩大卧式铣床或万能铣床的使用范围，当卧式铣床和万能铣床安装上立铣头以后，就可进行适合于立式铣床的铣削加工。

10. 铣床刀杆有几种？用途是什么？

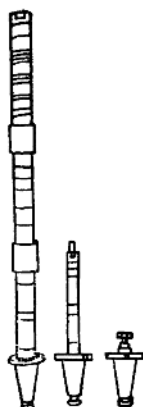
答：铣床刀杆是在铣床主轴上安装铣刀用的重要工具，一般有长刀杆（图 9 甲）、短刀杆（图 9 乙）、尾状刀杆（图 9 丙）三种。刀杆的尾端都带有与铣床主轴锥孔锥度相同的锥柄，锥柄内带有螺纹。刀杆锥柄装在铣床主轴锥孔中以后，再用拉紧螺杆（通称为拉螺丝）拉紧在铣床主轴上。

铣床刀杆的直径需与铣刀孔径相配合，它的尺寸有一定

的规格，一般铣床刀杆的直径有16、22、27、32、40毫米等几种。

长刀杆和短刀杆上都带有不同厚度的固定环，它是确定铣刀在刀杆上位置用的。长刀杆和短刀杆用在卧式铣床和万能铣床上。

尾状刀杆上一般没有固定环，在立式铣床上工作时，经常使用这种刀杆。当采用卧式铣床进行端铣时，也可以使用这种刀杆。



甲 乙 丙

图9 刀杆

11. 铣刀有哪些种类？

答：按刀齿构造分：

(1) 尖齿铣刀：齿形与锯齿相似，制造简单，应用较广泛（图10甲）。

(2) 铲齿铣刀：齿背为阿基米德螺旋线，需由专门的铲背机床加工。这种铣刀刀齿制造较复杂，只用于加工特形表面的成形铣刀上（图10乙）。

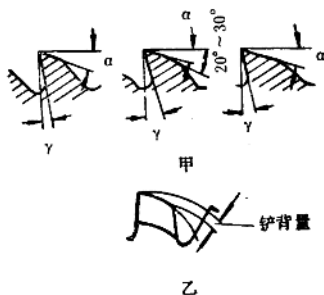


图10 铣刀刀齿

按刀齿形状分：

(1) 直齿铣刀：刀齿与铣刀的轴线平行。这种铣刀的刀齿，工作时每个刀齿是同时切入、同时切出的，使切削力

变化比较突然，会引起振动，工作不平稳，因而在铣刀中采用直齿铣刀的较少。

（2）螺旋齿铣刀：刀齿与铣刀轴线相交一个角度，并呈螺旋线形。这种铣刀的刀齿，工作时每个刀齿是逐渐切入、逐渐切出的，工作平稳，因而在铣刀中采用螺旋刀齿的比较多。

螺旋齿铣刀按刀齿螺旋方向又可分为右旋铣刀和左旋铣刀。识别左右旋方向时，只要把铣刀的轴线竖直，刀齿按右手方向螺旋升高的就是右旋，刀齿按左手方向螺旋升高的就是左旋。

按铣刀的装卡方法分：

（1）套装铣刀：铣刀上具有与刀杆相配合的圆孔。

（2）有尾铣刀：直径尺寸比较小的立铣刀作成带柄的，一般直径10毫米以内的作成直柄，10毫米以上的作成锥柄。

按铣刀结构分：

（1）整体铣刀：铣刀用一块材料制成。制造整体铣刀的材料一般为高速钢。

（2）镶齿铣刀：铣刀刀体用普通钢材制造，刀体上开槽，镶上刀齿，刀齿可用高速钢或硬质合金制成。这种铣刀不仅可以节约贵重材料，而且刀齿损坏后可以更换。

按铣刀形状及用途分（图11）：

（1）圆柱铣刀：刀齿分布在圆柱体的圆柱面上。这种铣刀用于铣平面。

（2）端铣刀：刀齿分布在圆柱的柱面及一端面上。这种铣刀主要用于铣平面和台阶。