



机械加工经验丛书

# 铣工加工工艺 经验实例

主编 胡国强

➤ 经验的总结

➤ 智慧的结晶

➤ 提高工作效率

➤ 降低劳动强度



国防工业出版社

National Defense Industry Press

验丛书

# 铣工加工工艺经验实例

主编 胡国强

国防工业出版社

· 北京 ·

## 内 容 简 介

本书内容是从国内外有关机械工程杂志及作者经历的诸多应用实例中遴选出来的,包括铣削工件的定位、分度及夹紧装置;铣刀(刀杆)装夹、对刀及调整;铣削不同部位的平面、铣六方、扁方;铣削链轮、齿轮、齿条、螺纹、蜗轮蜗杆;铣加工常规孔及异形孔;铣削球面、圆弧面、凸轮、键槽及各种槽以及铣床的改进、维修等实例。本书适用于中小型企业铣工、专用工装设计人员和工艺人员阅读,也可用作职业技术学院机械专业的教学参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

铣工加工工艺经验实例/胡国强主编. —北京:国防工业出版社,2011.11  
(机械加工经验丛书)  
ISBN 978-7-118-07698-1

I. ①铣... II. ①胡... III. ①钳工—工艺 IV.  
①TG9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 211507 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

\*

开本 880×1230 1/32 印张 9½ 字数 272 千字

2011 年 11 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 25.00 元

---

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

# 前 言

铣削,是以刀具为主运动的加工形式之一。在产品加工过程中,有诸多零件是要在普通铣床或数控铣床来完成的。要当好一名合格的铣工尤其是铣工技师,除应具备良好的品德和理论知识,更要练就一手纯熟的操作技艺和能解决有高精难度零件的加工能力。

如首先须能读懂国内及欧美等国的零件加工图样,能绘制有一定难度和较复杂、畸形零件图和轴测图;当遇到有难度和高精度的铣加工零件,要会针对其技术难点作出正确合理的工艺判断和安排,如确定工件的定位基准、使用或设计何种夹具、刀刀具,在工艺加工流程中,选择何种测量手段等。一句话,就是能以最经济和简捷的加工手段,使毛坯件进去,以高品质零件出来。这也是检验一名铣工职业能力高低的基本条件。

目前,在一些企业及职业技术学院中,培养数控车床技工,多先从操作普通车床训练开始,然后再过渡到数控车床。而铣床也肩负培养加工中心机床技工的使命,因为铣床加工形式除数控操作外,其他所使用的刀刀具与加工中心机床相似,培训一名能操作此类机床的技工,从铣床操作开始应是最佳的选择。

本书所列出的经验实例,都出自生产一线的铣削加工工作者之手,其每一项在当时的生产条件下都曾立下过汗马功劳。如工夹具的创新:铣床快速校正工具,铣方孔工具,铣床对刀器,多工位联动铣夹具,快速多用铣夹具,铣削凸轮专用夹具等;如铣削工艺的改进:简易滚压式刻线法,巧铣六方螺母,高效粗铣大模数齿轮,提高铣齿精度,铣削平面螺纹等;再如刀刀具的更新:橡胶轮铣刀,特殊齿形的锯片铣刀,大锥孔铣刀,硬质合金模具铣刀等诸多新颖的加工方法。

这些在 20 世纪 70 年代以来,经实践检验的小改小革实例,至今仍能保持其功效不减,最适宜中小企业在各类产品零件的铣削加工中应用。这些实例也充分反映在当时的历史条件下,人们秉承了我国工人阶级发愤图强,艰苦奋斗,勤俭建国的优良传统;自力更生,力争上游不断进取的精神风貌。

本书在编写过程中,参考了《机械工人》、《机械工艺师》、《工具技术》以及美国刊物《美国机械师》、《齿轮技术》、《工具与技术》、《大众机械》;日本刊物《机械技术》、《汽车和修配》、《机械工具》等文献资料。囿于本书行文特点,所引资料未能如数标注出处,在此谨向相关作者、专家学者和媒体表示衷心谢忱。

限于本人水平,书中文、图难免存在不妥之处,尚望读者多提宝贵意见,以待进一步改进和完善。

胡国强

2011-04-28 于苏州

# 目 录

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 一、铣削工件的定位、分度及夹紧装置 ..... | 1  |
| 1. 固定式定位板 .....         | 1  |
| 2. 简易自定位分度器 .....       | 1  |
| 3. 铣削链接头两销定位夹具 .....    | 2  |
| 4. 立式简易分度头 .....        | 4  |
| 5. 直接分度的分度头 .....       | 5  |
| 6. 刻线分度夹具 .....         | 6  |
| 7. 可靠的分度铣削夹具 .....      | 7  |
| 8. 端齿离合的分度头 .....       | 9  |
| 9. 组合分度法 .....          | 10 |
| 10. 万能分度夹具 .....        | 12 |
| 11. 正弦回转万能工具胎 .....     | 15 |
| 12. 正弦规调整立铣头回转角度 .....  | 16 |
| 13. 转动分度手柄计数法 .....     | 17 |
| 14. 简易滚压式刻线法 .....      | 17 |
| 15. 高效阶梯垫铁 .....        | 18 |
| 16. 铣床中心架 .....         | 19 |
| 17. 简易铣床挡铁 .....        | 20 |
| 18. 多用夹板 .....          | 20 |
| 19. 一种铣床夹紧装置 .....      | 21 |
| 20. T 形槽夹紧装置 .....      | 21 |
| 21. 移动 T 形螺母法 .....     | 23 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| 22. 无级可调压板 .....     | 23 |
| 23. 多工位铣夹具 .....     | 24 |
| 24. 多工位联动铣夹具 .....   | 25 |
| 25. 多位铣夹具 .....      | 27 |
| 26. 多件圆柱体夹具 .....    | 29 |
| 27. 多爪同步夹紧铣夹具 .....  | 30 |
| 28. 成组铣夹具 .....      | 32 |
| 29. 多圆柱体通用铣夹具 .....  | 33 |
| 30. 快速多用铣夹具 .....    | 34 |
| 31. 弹力压紧铣夹具 .....    | 35 |
| 32. 锥柄弹性胀紧心轴 .....   | 36 |
| 33. 液性塑料铣夹具 .....    | 37 |
| 34. 正确使用平口钳 .....    | 38 |
| 35. 精密角度压紧平口钳 .....  | 39 |
| 36. 平口钳上夹畸形零件法 ..... | 40 |
| 37. 平口钳钳口的改进 .....   | 41 |

## 二、铣刀(刀杆)的装夹、对刀及调整 ..... 42

|                   |    |
|-------------------|----|
| 1. 硬质合金模具铣刀.....  | 42 |
| 2. 特殊齿形的锯片铣刀..... | 44 |
| 3. 大锥孔铣刀.....     | 45 |
| 4. 可转位倒角铣刀.....   | 46 |
| 5. 大镗铣床组合刀杆.....  | 47 |
| 6. 铣床转换刀杆.....    | 48 |
| 7. 镗床用铣刀杆.....    | 49 |
| 8. 巧改铣床拉杆.....    | 50 |
| 9. 立铣刀夹头.....     | 51 |
| 10. 增速铣夹头 .....   | 52 |
| 11. 夹持立铣刀新法 ..... | 54 |

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 12. 快换铣刀夹头 .....             | 55 |
| 13. 铣床专用快换夹头 .....           | 56 |
| 14. 不掉刀直柄立铣刀夹头 .....         | 56 |
| 15. 防止铣床夹头掉刀法 .....          | 57 |
| 16. 铣夹头直径增大法 .....           | 58 |
| 17. 铣床对刀器 .....              | 58 |
| 18. 边距对刀法 .....              | 60 |
| 19. 铣床模拟找圆心 .....            | 61 |
| 20. 铣床快速校准工具 .....           | 62 |
| <br>三、铣削不同部位的平面、铣六方、扁方 ..... | 63 |
| 1. 铣端面高效夹具.....              | 63 |
| 2. 铣蜗杆螺纹端面.....              | 65 |
| 3. 薄壁壳体零件端面铣削.....           | 66 |
| 4. 铣工件两侧面通用夹具.....           | 69 |
| 5. 铣削薄壁盖板.....               | 71 |
| 6. 铣拨叉口侧面成组夹具.....           | 72 |
| 7. 铣异形件平面法.....              | 73 |
| 8. 回转斜面的铣削.....              | 75 |
| 9. 铣十字轴端面分度夹具.....           | 77 |
| 10. 铣小轴轴端等分成组夹具 .....        | 80 |
| 11. 通用铣口夹具 .....             | 81 |
| 12. 巧铣六方螺母 .....             | 84 |
| 13. 铣六方螺母专用钳 .....           | 84 |
| 14. 高效铣削六角法 .....            | 86 |
| 15. 快速铣六方装置 .....            | 87 |
| 16. 铣削方头锥螺塞 .....            | 88 |
| 17. 长轴铣方夹具 .....             | 90 |
| 18. 细长轴铣扁夹具 .....            | 91 |

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| 19. 铣扁夹具 .....                    | 92        |
| 20. 铣削托辊扁方 .....                  | 94        |
| 21. 高效铣扁方夹具 .....                 | 95        |
| 22. 扁尾和方尾的铣削 .....                | 97        |
| 23. 菱形销的铣削 .....                  | 98        |
| <b>四、铣削链轮、齿轮、齿条、螺纹、蜗轮蜗杆 .....</b> | <b>99</b> |
| 1. 分段切削链轮的成形铣刀.....               | 99        |
| 2. 双切线链轮铣削法 .....                 | 102       |
| 3. 普通铣刀铣链轮法 .....                 | 104       |
| 4. 靠模铣链轮 .....                    | 106       |
| 5. 仿形加工大节距链轮 .....                | 107       |
| 6. 用分度头画链轮齿形 .....                | 108       |
| 7. 联轴节齿轮的铣削 .....                 | 110       |
| 8. 锯片铣刀加工齿轮法 .....                | 111       |
| 9. 奇数等分铣齿法 .....                  | 113       |
| 10. 铣拨叉齿部法.....                   | 113       |
| 11. 立铣加工大模数齿轮.....                | 115       |
| 12. 高效粗铣大模数齿轮.....                | 116       |
| 13. 铣长轴齿轮的装夹.....                 | 118       |
| 14. 在铣床上滚齿轮.....                  | 119       |
| 15. 万能铣床加工质数斜齿轮.....              | 120       |
| 16. 卧铣加工大螺旋角斜齿轮.....              | 122       |
| 17. 提高分度盘分齿精度法.....               | 124       |
| 18. 提高铣齿精度.....                   | 125       |
| 19. 伞齿轮装夹方法.....                  | 127       |
| 20. 铣削伞齿轮新公式.....                 | 128       |
| 21. X63W 铣床加工伞齿轮范围表.....          | 130       |
| 22. 直齿锥齿轮铣齿法.....                 | 131       |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 23. 两种锥齿轮的加工法·····        | 132 |
| 24. 差动分度铣质数圆锥齿轮·····      | 133 |
| 25. 铣齿轮用心轴·····           | 134 |
| 26. 铣齿条装置·····            | 135 |
| 27. 铣床加工长齿条·····          | 138 |
| 28. 锥形立铣刀加工齿条·····        | 139 |
| 29. 齿条的铣齿·····            | 141 |
| 30. 铣英制齿条新分度方法·····       | 142 |
| 31. 铣齿条进刀量装置·····         | 144 |
| 32. 铣削平面螺纹·····           | 145 |
| 33. 旋风铣削内螺纹·····          | 147 |
| 34. 喷气排屑旋风铣削内螺纹·····      | 148 |
| 35. 端齿螺旋面铣削·····          | 149 |
| 36. 旋涡泵叶轮叶片的铣削·····       | 150 |
| 37. 高速铣蜗杆·····            | 153 |
| 38. 万能铣床铣磨蜗杆·····         | 154 |
| 39. 在 X62W 铣床上加工蜗轮·····   | 158 |
| 40. 球面蜗杆铣床铣蜗轮·····        | 159 |
| <b>五、铣加工常规孔和异形孔</b> ····· | 160 |
| 1. 铣床加工精密孔系 ·····         | 160 |
| 2. 加工贴壁孔的立铣刀 ·····        | 162 |
| 3. 铣床加工斜孔 ·····           | 163 |
| 4. 铣削凹圆弧面上斜孔 ·····        | 165 |
| 5. 锥孔铣削盘 ·····            | 167 |
| 6. 铣床自镗主轴托架锥孔 ·····       | 168 |
| 7. 铣削壳体三角孔 ·····          | 169 |
| 8. 铣方孔工具 ·····            | 170 |
| 9. 继电器架的铣削 ·····          | 172 |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| 10. 如何铣铝件·····                    | 174        |
| <b>六、铣削球面、圆弧面、凸轮、键槽及各种槽</b> ····· | <b>175</b> |
| 1. 带柄圆球面的铣削 ·····                 | 175        |
| 2. 铣削铝活塞顶球面 ·····                 | 177        |
| 3. 大轴承瓦球面铣削 ·····                 | 178        |
| 4. 旋风铣削内球面 ·····                  | 181        |
| 5. 不完整球面铣削 ·····                  | 184        |
| 6. 铣曲面夹具 ·····                    | 190        |
| 7. 提高球面铣刀寿命 ·····                 | 192        |
| 8. 铣叶片内弧面液压夹具 ·····               | 193        |
| 9. 凹圆弧面的近似铣削 ·····                | 195        |
| 10. 铣削大圆弧的方法·····                 | 197        |
| 11. 铣削平面偏心圆弧凸块·····               | 199        |
| 12. 动弧触头端面 $R$ 铣削 ·····           | 201        |
| 13. 铣平键圆弧通用可调夹具·····              | 202        |
| 14. 铣床加工凸轮法·····                  | 205        |
| 15. 铣削凸轮专用夹具·····                 | 206        |
| 16. 立铣加工平板凸轮·····                 | 206        |
| 17. 铣盘形平板凸轮法·····                 | 208        |
| 18. 高速自动铣削凸轮轴·····                | 209        |
| 19. 简易仿形铣凸轮·····                  | 214        |
| 20. 普通铣床的仿形加工·····                | 215        |
| 21. 铣凸轮简易划线加工法·····               | 216        |
| 22. 铣凸轮曲面槽·····                   | 218        |
| 23. 铣床加工长轴键槽·····                 | 220        |
| 24. 铣长轴键槽定位装置·····                | 221        |
| 25. $180^\circ$ 键槽简易定位法·····      | 222        |
| 26. 键槽铣刀通用刚性支承法·····              | 222        |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 27. 如何保证键槽与轴的对称·····  | 223 |
| 28. 铣对称键槽控制法·····     | 225 |
| 29. 铣 53°螺旋齿槽 ·····   | 227 |
| 30. 大导程内螺旋槽铣削·····    | 228 |
| 31. 铣削大导程和小导程螺旋槽····· | 230 |
| 32. 多导程螺旋槽的加工·····    | 234 |
| 33. 巧铣螺旋槽·····        | 236 |
| 34. 铣螺旋槽夹具·····       | 237 |
| 35. 铣削轧辊弧形槽·····      | 238 |
| 36. 铣螺钉槽简易夹具·····     | 240 |
| 37. 大头螺钉铣槽法·····      | 240 |
| 38. 铣六角螺母开花槽·····     | 242 |
| 39. 巧铣六角螺母开花槽·····    | 242 |
| 40. 固定支架槽的铣削·····     | 243 |
| 41. 橡胶轮槽铣刀·····       | 245 |
| 42. 多轴铣槽法·····        | 247 |
| 43. 窄槽成形铰铣刀·····      | 248 |
| 44. 锁紧轴双定位铣槽法·····    | 249 |
| 45. 铣十字槽夹具·····       | 250 |
| 46. 浮动夹紧多件铣槽夹具·····   | 252 |
| 47. 弹性隔圈铣槽法·····      | 253 |
| 48. 小铣床加工大键槽法·····    | 254 |
| 49. 铣槽夹具·····         | 255 |
| 50. 铣环形槽装置·····       | 256 |
| 51. 高速铣削叶片槽·····      | 258 |
| 52. 铣削两垂直凹槽法·····     | 261 |
| 53. 磨削矩形花键环规键槽·····   | 263 |
| 54. 铣大铜套内孔油槽·····     | 266 |
| 55. 铣床加工曲线油槽·····     | 266 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 56. 磁座铣油槽机·····            | 268 |
| <b>七、铣床的改进、维修</b> ·····    | 269 |
| 1. 铣床小改进 ·····             | 269 |
| 2. 巧改铣床快进机构 ·····          | 270 |
| 3. 铣床传动系统的改进 ·····         | 272 |
| 4. X52K 铣床进给箱小轴改进 ·····    | 273 |
| 5. 回转工作台的改进 ·····          | 274 |
| 6. 铣床锥套的改进 ·····           | 276 |
| 7. 分度头顶尖座的改进 ·····         | 276 |
| 8. 铣床挂架支承套的改进 ·····        | 277 |
| 9. X62W 铣床楔的改进 ·····       | 278 |
| 10. 铣床工作台纵向传动丝杠反憋的解决法····· | 279 |
| 11. 龙门刨床改作铣床·····          | 280 |
| 12. 铣床回转工作台的改装·····        | 281 |
| 13. 立铣床加装游标读数法·····        | 283 |
| 14. X52K 立铣头主轴调整 ·····     | 284 |
| 15. 铣床升降台翻转吊具·····         | 285 |
| 16. 拆卸立铣头锥套法·····          | 286 |
| 17. 装卸砂轮的省力工具·····         | 287 |
| 18. 铣床刀杆的修复·····           | 288 |
| 19. 废旧铣刀轴的再生·····          | 289 |
| 20. X62W 铣床电磁铁失磁保护·····    | 289 |
| 21. 巧修电磁离合器·····           | 290 |
| 22. 铣床渗漏油治理·····           | 291 |

## 一、铣削工件的定位、分度及夹紧装置

### 1. 固定式定位板

在铣床工作台上装夹工件时,为了使工件达到准确定位,经常采用划针或压表的方法找正。这样不仅麻烦,而且往往因工件的定位基准选择不当,造成定位误差。

如图 1 所示为一种利用机床工作台的 T 形槽,以安装定位板来求得工件可靠性定位的方法,从而提高工效。由图 1 可知,预先制成的定位板 1(45 钢,热处理),通过两个六角螺栓 2 放入工作台 4 的 T 形槽里并紧定,便获得定位。这样使工件 3 以直角面靠严,就完成了定位作用。

紧固式定位板,只须按机床工作台 T 形槽尺寸不同,来制备不同规格的定位板就可以了。

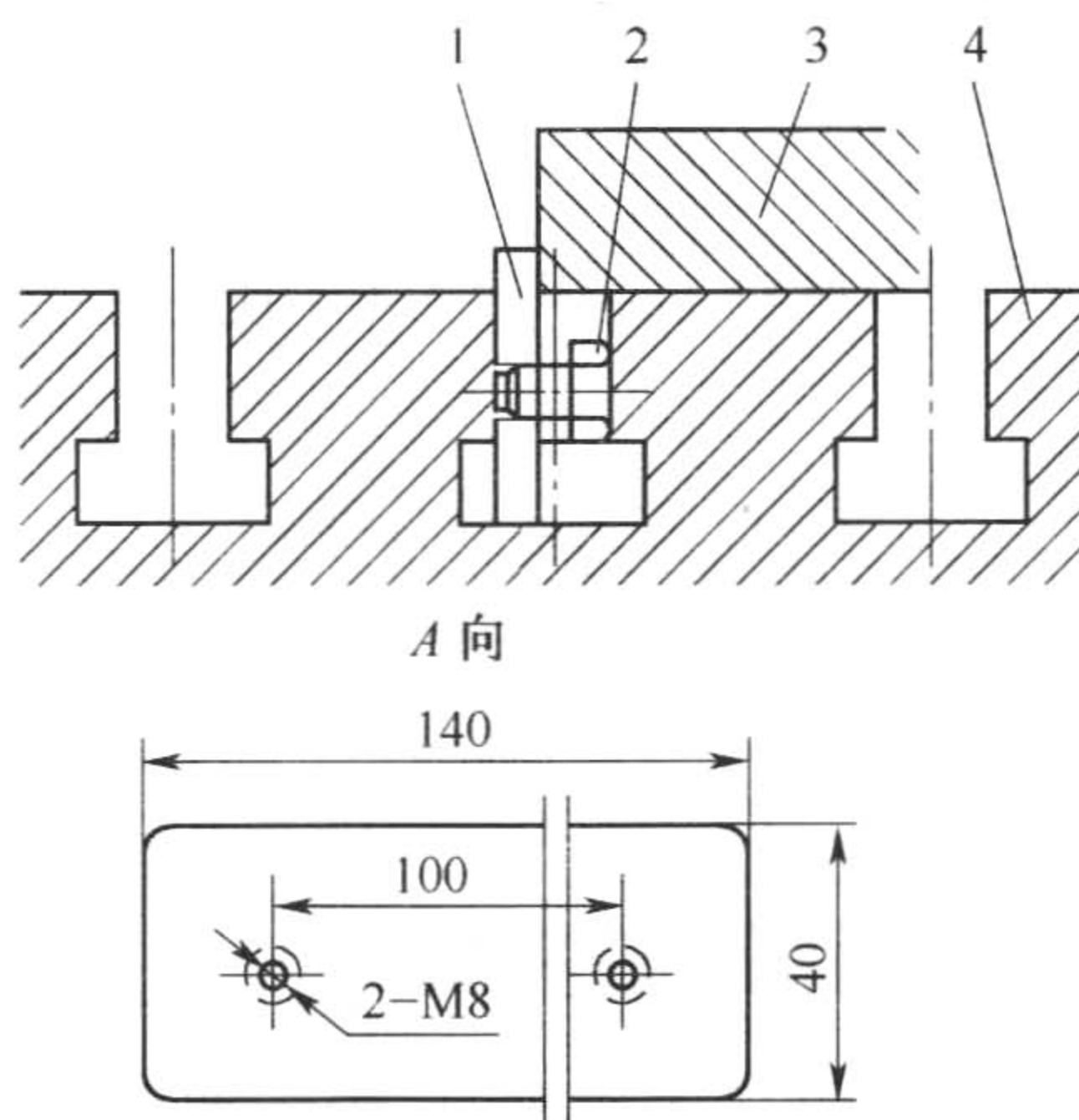


图 1 定位板的紧固示意图

1—定位板;2—六角螺栓;3—工件;4—工作台。

### 2. 简易自定位分度器

铣削加工时,分度头必不可少。但分度较繁,尤其是批量铣

四方和六方时。为此,可制作一简易分度器,操作简便、精度高,能承受较大的切削负荷。它是在原有分度头的基础上,增加一个定位器。在卡盘座 10(图 1)法兰盘圆周上,按等分加工成 3、4、6…等数量的锥孔(图示为 4 孔)。使用时脱开分度蜗轮蜗杆,将支架 6 用螺钉固定在铣床工作台上。转动手轮 1,使销 3 落入套 4 的半开口槽内。心杆 2 在弹簧 7 弹力作用下向左运动而定位。此时工件由三爪卡盘 9 夹紧即可加工,依次定位即可加工各平面。

不用定位器时,向右拉回手轮 1,并转动一个角度,销 3 落在套 4 的右端面上,挂上蜗轮蜗杆即可恢复分度头原有功能。经使用,定位器效果较好,吃刀深度可达 20mm。

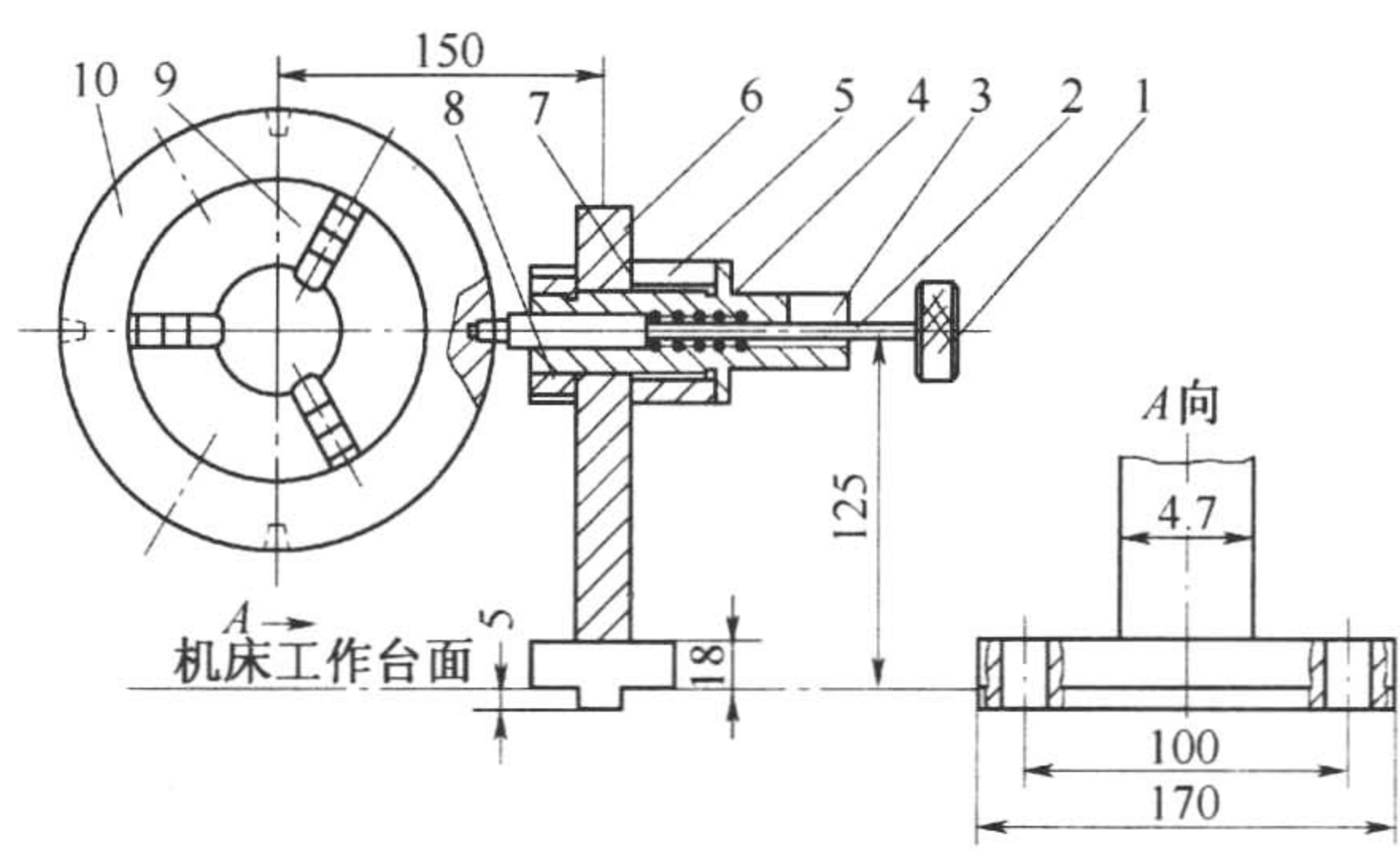


图 1 简易定位分度器

- 1—手轮;2—心杆;3—销;4—套;5—垫;  
6—支架;7—弹簧;8—螺母;9—三爪卡盘;10—卡盘座。

### 3. 铣削链接头两销定位夹具

如图 1 所示的链接头两销定位夹具,用于加工链接头(图 2)。由于该夹具定位合理,克服了加工时工件容易发生转动,卡刀、打刀等弊端。

#### 1) 结构和使用

该夹具由夹具体 1、定位销 2、齿轮 3、菱形销 5、压板 8、顶针 9 及尾座 12 等主要零件组成,菱形销 5 做成伸缩式。装夹工件时,把工件放在夹具体中的两定位销上,然后将尾座底板靠紧夹具体底板,对准

刻线 0-0 后,压紧尾座 12,旋转螺钉 10 带动顶尖 9 顶住工件。铣削从右到左,先铣出 3mm 台肩处,再用压板 8 压紧该处即可继续加工。铣至最后一齿时,应转动齿轮 3,使菱形销 5 退出工件方能铣削,这一刀铣过,松开尾座,即可顺利地卸下工件。

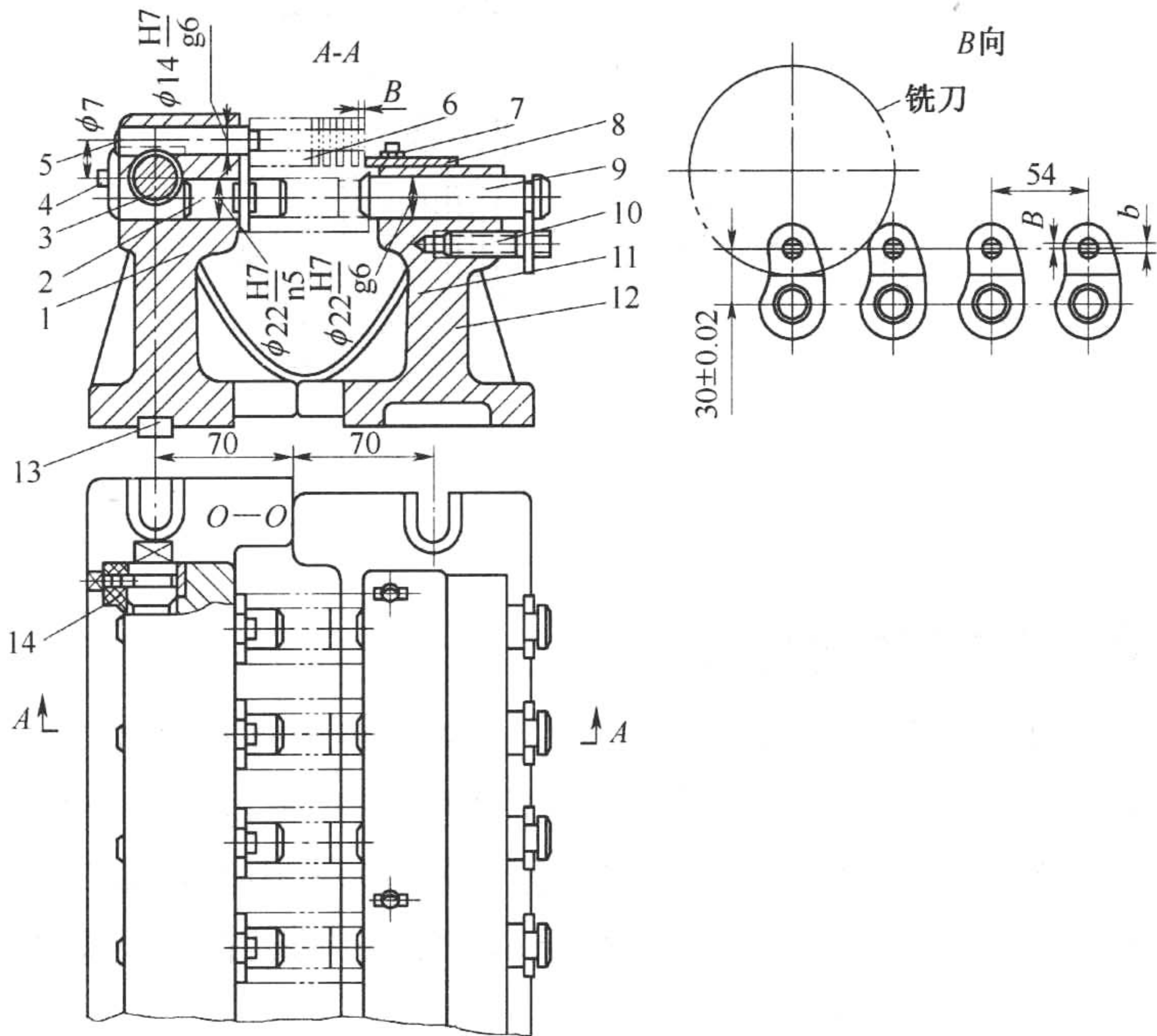


图 1 铣装岩机接头两销定位夹具

1—夹具体;2—定位销;3—齿轮;4、7、10—螺钉;5—菱形销;  
6—工件;8—压板;9—顶针;11—铁屑盒;12—尾座;13—定位键;14—套。

## 2)精度及制造要求

定位销 2、菱形销 5 与工件孔的配合间隙要适当,以防止加工时工件产生摆动,两销中心距(取  $30 \pm 0.02$ )与工件两孔中心距(工艺上取  $30 \pm 0.05$ )应一致,保证装卸要求,定位销 2 与顶针 9 中心高应相同,可采取定位销孔与顶针孔合镗予以保证。

## 3)夹具特点

- (1)菱形销 5 为伸缩式,工件装夹方便并一次加工即可成活。
- (2)该夹具夹紧力和切削力垂直,夹紧工件只需很小的力。

(3)减少刀具损耗,可连续加工 240 件无一刀片损坏。

(4)本夹具系多工位装置,装夹数量自行拟定,其切削速度可达 25m/min,走刀量 60mm/min,切削深度 27mm,提高工效数倍。

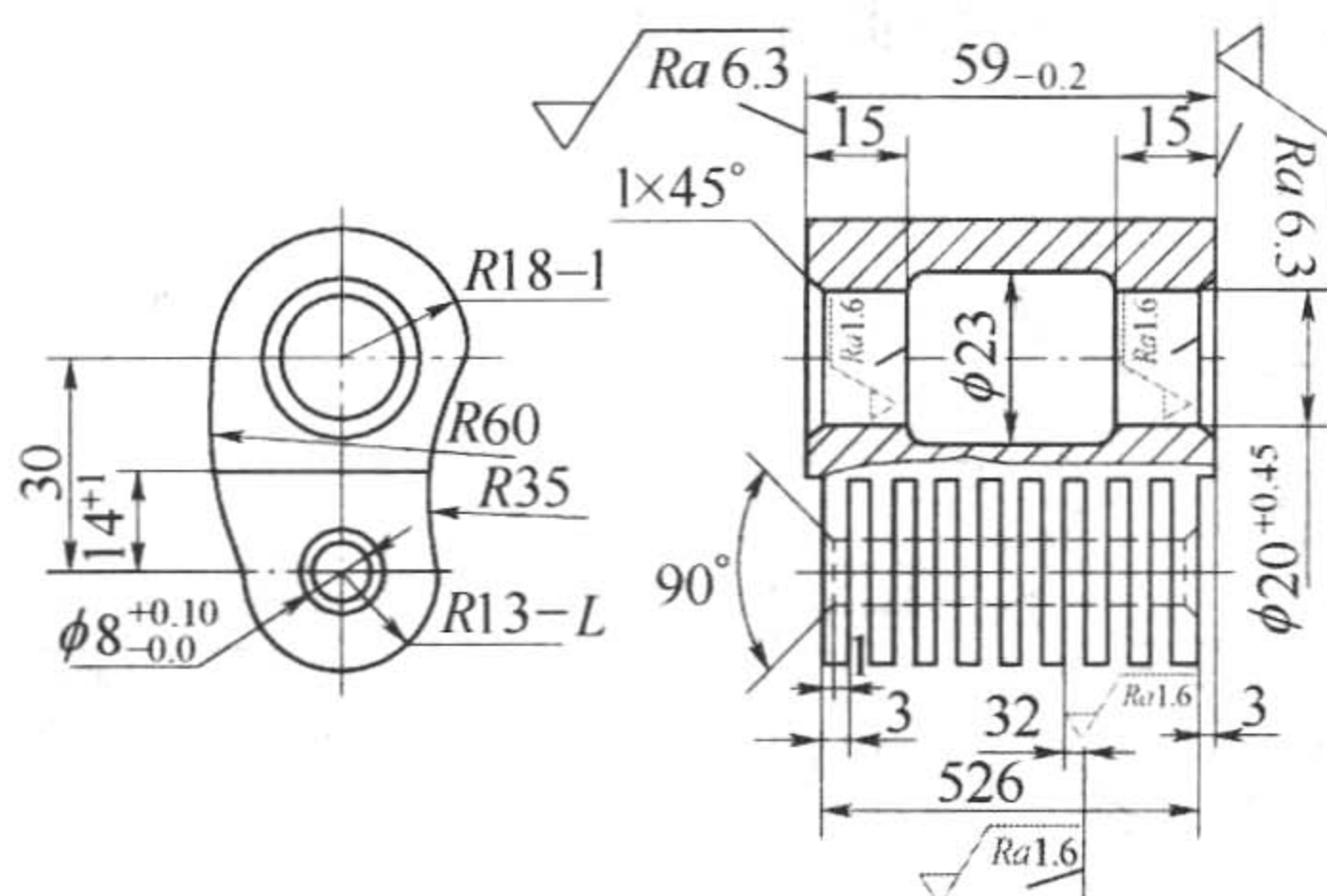


图 2 链接头

## 4. 立式简易分度头

铣床用立式简易分度头见图 1,它由简易分度盘与三爪自定心夹紧机构所组成的。其分度部分为上、下两层,其中上层为 8 等分(即也可分 4 等分),下层为 6 等分(即也可分 3 等分),其中偏心轴 5、紧固手柄 6 组成锁紧结构。其工件靠标准三爪自定心夹紧后,可根据加工需

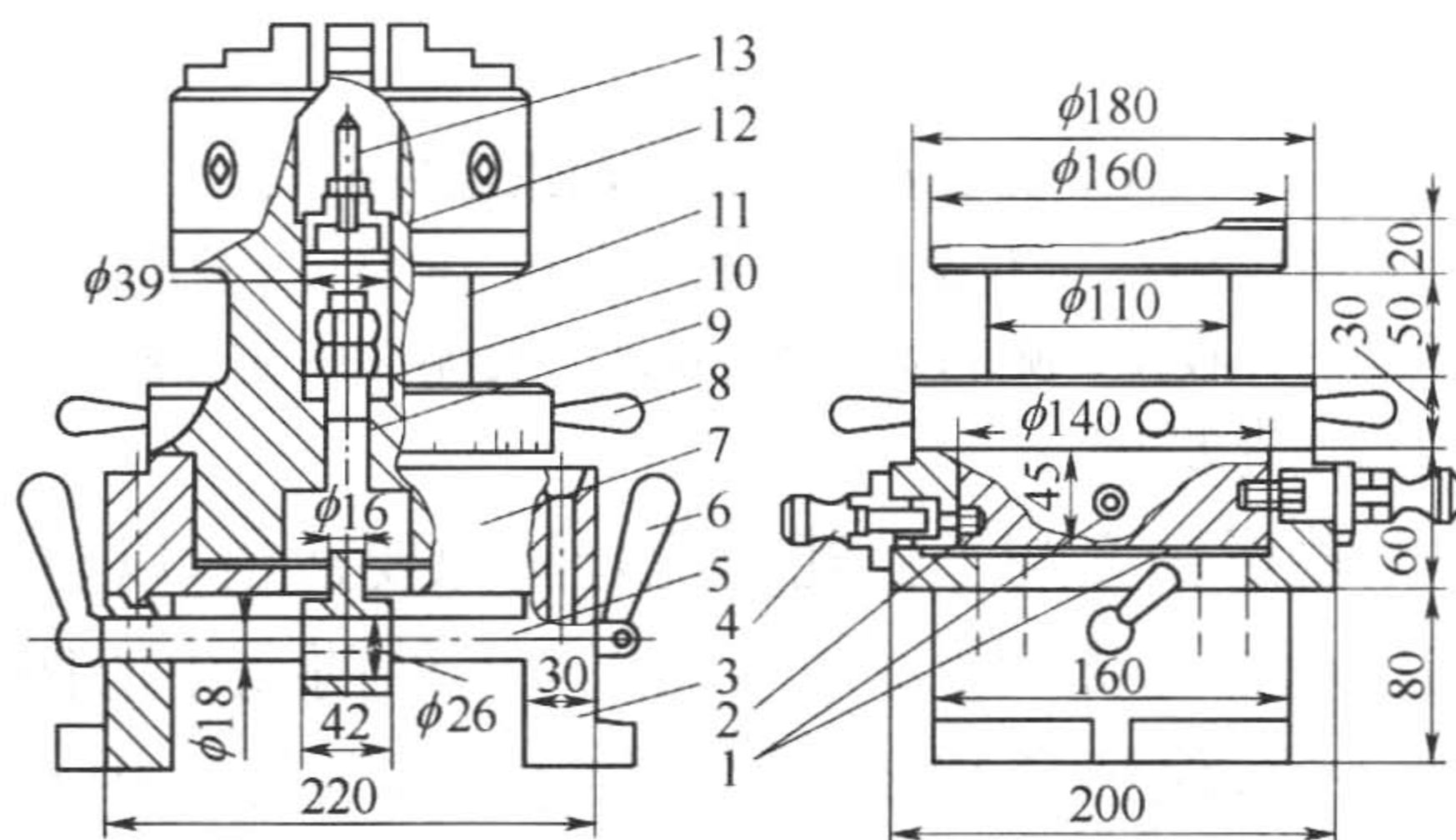


图 1 立式简易分度头

- 1—8 等分定位锥套;2—6 等分定位锥套;3—支架;  
4—锥销手柄;5—偏心轴;6—紧固手柄;7—分度盘座;8—分度手柄;  
9—紧固拉杆;10—垫圈;11—分度盘;12—防屑丝堵;13—工件限高定位螺栓。