

职业 **技能** 操作训练丛书

铣 工

王洪光 岳振方 李 军 等编

● 依据《国家职业标准》

● 提炼核心操作技能

● 专家指导操作演练

● 从易到难各等级兼备



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

职业技能操作训练丛书

铣工

王洪光 岳振方 李 军 等编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

本书是《职业技能操作训练丛书》的《铣工》分册,是根据《国家职业标准》和《职业技能鉴定规范》,由具有实践经验的技术专家编写而成,旨在帮助广大技术工人提高操作技能。

全书按照加工类别分章节,对近百个不同难度的铣工典型生产实例完成过程进行了详细的介绍,涉及了铣平面、铣沟槽、铣键槽、铣离合器、铣复杂表面、铣椭圆、铣模具、铣凸轮、刀具开齿、铣齿轮、铣链轮等内容。

本书适合作为铣工考取职业资格等级和企业技术工人提高职业技能的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

铣工/王洪光,岳振方,李军等编. —北京:化学工业出版社, 2006.6

(职业技能操作训练丛书)

ISBN 7-5025-9005-6

I. 铣… II. ①王…②岳…③李… III. 铣削-技术培训-教材
IV. TG54

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 071048 号

职业技能操作训练丛书

铣 工

王洪光 岳振方 李 军 等编

责任编辑:卢小林 刘丽宏

责任校对:李 林

封面设计:于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行

工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 11 $\frac{3}{4}$ 字数 268 千字

2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-9005-6

定 价:25.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

《职业技能操作训练丛书》 编写委员会

主 任：申尧民

副主任：魏 然

委 员：李凤鸣 张晓明 关昱华

周国顺 原学文 刘勃安

周国庆

前 言

国家劳动和社会保障部正在大力推行职业资格证书制度，并倡导企业以各种方式鼓励技术工人通过培训和自学来提升自己的知识与技能。技术工人需要通过考取职业资格证书，提高自己的操作技能，来增强自己的职场竞争力。为了帮助广大技术工人提高操作技能，化学工业出版社组织一批长期工作于生产一线、具有丰富实践经验的工程技术人员和高级技师，编写了《职业技能操作训练丛书》。

本套丛书根据国家职业标准，将各工种不同等级的核心操作技能提炼出来，用一个个训练实例的形式加以表现并分步骤进行讲解。通俗地讲，本套丛书就是各工种核心操作技能的实例集，每分册都包括了数十个极具典型性和代表性的实例，这些实例均来自生产一线或职业技能操作考试题库。书中对每个实例均作了细致的讲解，新颖的编排形式可以使读者对每个案例的操作全过程一目了然。本套丛书力求使读者尽快熟练掌握每个工种在各个等级的核心操作技能，力求对读者通过职业资格鉴定考试有所帮助。同时读者也可以将书中相应实例的讲解用于实际生产操作。

本丛书共包括 22 种：机械加工类包括《数控机床操作工》、《车工》、《检修钳工》、《装配钳工》、《铣工》、《气焊工》、《电焊工》、《磨工》、《镗工》、《管工》、《冷作钣金工》、《金属热处理工》；仪电类包括《仪表维修工》、《维修电工》、《变电站值班员》、《电机修理工》、《制冷设备维修工》；表面处理类包括《防腐蚀工》、《涂装工》、《电镀

工》；其他有《起重工》、《无损探伤工》。

本书为《铣工》分册，全书按照加工类别分章节，对近百个不同难度的铣工典型生产实例完成过程进行了详细的介绍，力求通过本书的学习使技术工人的实际操作技能得以提高。

全书由王洪光、岳振方、李军等编，第1章由康秀芳、王善奎编写；第2章由刘妍、李东升编写；其余各章由岳振方编写。全书由王洪光、李军审核。

由于编者水平有限，时间仓促，书中不妥之处，恳请同行多提宝贵意见。

编者

2006年1月

化工出版社推荐职业培训用书

职业技能鉴定培训读本(初级工)

- | | |
|-----------|---------|
| 1. 机械基础 | 8. 检修钳工 |
| 2. 机械制图 | 9. 焊工 |
| 3. 电工识图 | 10. 木工 |
| 4. 电工基础 | 11. 瓦工 |
| 5. 电子技术基础 | 12. 油漆工 |
| 6. 安全技术基础 | 13. 铆工 |
| 7. 管工 | 14. 锅炉工 |

职业技能鉴定培训读本(中级工)

- | | |
|-------------|--------------|
| 1. 机械制图 | 13. 锻造工 |
| 2. 机械制造基础 | 14. 镗工 |
| 3. 金属材料与热处理 | 15. 铣工 |
| 4. 车工 | 16. 磨工 |
| 5. 铸造工 | 17. 冷作钣金工 |
| 6. 电工 | 18. 组合机床操作工 |
| 7. 钣金复合工 | 19. 加工中心操作工 |
| 8. 金属切削工 | 20. 电气设备安装工 |
| 9. 热处理工 | 21. 高低压电器装配工 |
| 10. 刨插工 | 22. 电机装配工 |
| 11. 钳工 | 23. 变配电设备安装工 |
| 12. 模具工 | 24. 仪表维修工 |

职业技能鉴定培训读本(高级工)

- | | |
|-------------|-------------|
| 1. 工具钳工 | 15. 电机修理工 |
| 2. 检修钳工 | 16. 汽车维修工 |
| 3. 装配钳工 | 17. 汽车维修电工 |
| 4. 管工 | 18. 汽车维修材料工 |
| 5. 铆工 | 19. 摩托车维修工 |
| 6. 电焊工 | 20. 车工 |
| 7. 气焊工 | 21. 铣工 |
| 8. 维修电工 | 22. 刨插工 |
| 9. 仪表维修工 | 23. 磨工 |
| 10. 制冷工 | 24. 镗工 |
| 11. 气体深冷分离工 | 25. 铸造工 |
| 12. 防腐蚀工 | 26. 锻造工 |
| 13. 起重工 | 27. 钣金工 |
| 14. 锅炉工 | 28. 加工中心操作工 |
| | 29. 热处理工 |

职业技能鉴定培训读本(技师)

- | | |
|-----------|---------------|
| 1. 化学基础 | 11. 检修管工 |
| 2. 化工基础 | 12. 热处理工 |
| 3. 电工电子基础 | 13. 防腐蚀工 |
| 4. 机械基础 | 14. 分析化验工 |
| 5. 机械制图 | 15. 电机修理工 |
| 6. 工程材料 | 16. 维修电工 |
| 7. 检测与计量 | 17. 仪表维修工 |
| 8. 检修钳工 | 18. 在线分析仪表维修工 |
| 9. 检修焊工 | 19. 制冷工 |
| 10. 检修铆工 | 20. 污水处理工 |

目 录

第 1 章 铣平面	1
训练 1.1 长方体的铣削 (初级工)	1
训练 1.2 铣单斜面 (初级工)	5
训练 1.3 铣复合斜面 (初级工)	8
训练 1.4 铣削车刀刀杆上的刀槽 (初级工)	15
本章相关知识——铣难加工的材料	17
第 2 章 铣沟槽	21
第 1 节 铣宽槽	21
训练 2.1 铣方形槽钢 (初级工)	21
训练 2.2 铣宽槽 (初级工)	24
训练 2.3 铣削夹具体 (初级工)	26
第 2 节 铣窄槽及切断	30
训练 2.4 铣传动轴两端的窄槽 (1)	
(初级工)	30
训练 2.5 铣传动轴两端的窄槽 (2)	
(初级工)	32
训练 2.6 切断加工 (初级工)	34
第 3 节 铣键槽	39
训练 2.7 铣平键槽 (初级工)	39
训练 2.8 铣半圆键 (初级工)	47
第 4 节 其他槽类的铣削	50
训练 2.9 在长方体上铣 V 形槽 (中级工)	50
训练 2.10 在圆盘上铣 V 形槽 (初级工)	53
训练 2.11 铣 T 形槽 (初级工)	55
训练 2.12 铣燕尾槽 (初级工)	57

第3章 铣多边形、花键及刻线	60
第1节 铣多边形	60
训练 3.1 铣四边形（螺栓方头）（初级工）	60
训练 3.2 铣八边形（初级工）	63
训练 3.3 铣五边形（高级工）	64
第2节 铣花键	67
训练 3.4 铣外圆定心的花键轴（中级工）	68
训练 3.5 用成形铣刀铣花键（中级工）	75
第3节 刻线	78
训练 3.6 刻等分圆周线（中级工）	79
训练 3.7 刻角度线（180°角度刻度盘） （初级工）	82
训练 3.8 刻每格 1mm 的直尺尺寸线 （初级工）	84
训练 3.9 n 不是整数时的刻线（初级工）	85
本章相关知识——刻线时的注意事项	86
第4章 分度头的使用	88
训练 4.1 32 齿齿轮分度（单式分度法） （初级工）	88
训练 4.2 圆盘上铣沟槽分度（角度分度法） （初级工）	89
训练 4.3 不等距铣刀分度（角度分度法） （中级工）	90
训练 4.4 大齿轮分度（差动分度法） （中级工）	108
训练 4.5 大质数锥齿分度（近似分度法） （中级工）	114
训练 4.6 复式分度法（中级工）	116
训练 4.7 主轴挂轮法（直线移距分度法） （中级工）	119

训练 4.8 侧轴挂轮法 (直线移距分度法)	
(中级工)	121
训练 4.9 侧轴定轮法 (直线移距分度法)	
(中级工)	123
第 5 章 铣离合器	125
第 1 节 铣矩形齿离合器	125
训练 5.1 铣偶数齿离合器 (中级工)	125
训练 5.2 铣奇数齿离合器 (中级工)	130
第 2 节 铣尖齿离合器	133
训练 5.3 三角形尖齿离合器 (中级工)	134
训练 5.4 铣锯齿形齿离合器 (中级工)	138
第 3 节 铣梯形齿离合器	142
训练 5.5 铣梯形收缩齿离合器 (中级工)	143
训练 5.6 铣梯形等高齿离合器 (中级工)	146
训练 5.7 铣单向梯形齿离合器 (中级工)	150
训练 5.8 铣螺旋齿离合器 (高级工)	152
第 6 章 铣复杂表面	156
第 1 节 用回转工作台铣削	156
训练 6.1 圆弧槽与直槽切接件的铣削	
(初级工)	156
训练 6.2 圆弧面与平面连接的铣削	
(初级工)	158
训练 6.3 四等分形面的铣削 (中级工)	160
训练 6.4 内凸键工件的铣削	163
训练 6.5 盘形工件的圆弧槽的铣削	
(初级工)	165
本节相关知识——用回转工作台铣削时应注意的	
问题	167
第 2 节 用靠模铣削	168
训练 6.6 刮板的铣削 (手动进给)	

(高级工)	169
训练 6.7 用机动进给铣削刮板 (中级工)	171
本节相关知识——靠模铣削时应注意的问题	174
第 3 节 用成形铣刀铣削	174
训练 6.8 车床导轨的铣削 (中级工)	174
训练 6.9 铣冲压模具 (中级工)	176
本节相关知识——成形铣刀铣削的注意事项	178
第 4 节 按划线手动进给铣削	178
训练 6.10 刮板铣削 (高级工)	178
第 5 节 铣球面	180
训练 6.11 铣带柄球面 (中级工)	180
训练 6.12 铣内球面 (中级工)	182
训练 6.13 用镗刀加工内球面 (中级工)	184
训练 6.14 铣大球面 (技师)	186
训练 6.15 铣整球面 (高级工)	189
第 6 节 铣椭圆面	191
训练 6.16 铣椭圆孔 (高级工)	192
训练 6.17 半椭圆面的加工 (高级工)	193
训练 6.18 椭圆柱的加工 (高级工)	194
第 7 章 铣模具	197
训练 7.1 精铸型块母模的加工 (技师)	197
训练 7.2 仿形车床走刀靠模的铣削 (高级工)	200
第 8 章 镗孔	203
第 1 节 镗圆孔	203
训练 8.1 镗单孔 (初级工)	203
训练 8.2 镗等分孔 (中级工)	205
第 2 节 镗圆弧面及特殊半圆孔	208
训练 8.3 镗圆弧面 (中级工)	208
训练 8.4 半圆环孔的镗削 (技师)	210

训练 8.5	镗两端封闭的半圆孔（技师）	212
第 3 节	其他孔类的镗削	213
训练 8.6	镗斜孔（中级工）	213
训练 8.7	镗坐标孔（初级工）	217
本章相关知识——镗孔的质量分析		220
第 9 章	铣凸轮	221
训练 9.1	铣圆柱（等速）凸轮（中级工）	221
训练 9.2	铣盘形凸轮（中级工）	224
训练 9.3	铣非等速凸轮（划线铣削法） （高级工）	255
训练 9.4	圆柱（端）凸轮（高级工）	256
训练 9.5	铣叶轮（高级工）	258
本章相关知识——凸轮的检验及质量分析		262
第 10 章	铣齿轮	266
训练 10.1	铣直齿圆柱齿轮（中级工）	266
训练 10.2	铣直齿条（初级工）	280
训练 10.3	铣斜齿圆柱齿轮（斜齿轮） （中级工）	288
训练 10.4	铣斜齿条（初级工）	292
训练 10.5	铣蜗轮（中级工）	293
训练 10.6	铣蜗杆（中级工）	312
训练 10.7	铣直齿圆锥齿轮（中级工）	315
训练 10.8	铣圆弧齿锥齿轮（技师）	329
第 11 章	铣链轮	343
训练 11.1	铣滚子链链轮（中级工）	343
训练 11.2	铣齿形链轮（中级工）	351
本章相关知识——链轮的测量		354

第 1 章 铣平面

训练 1.1 长方体的铣削（初级工）

1. 工件图（图 1-1）

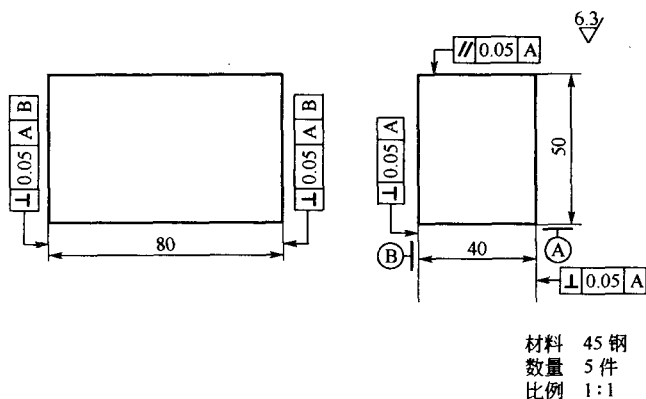


图 1-1 长方体工件图

2. 读图

该工件材料为 45 钢，六个面的表面粗糙度均为 $R_a 6.3$ ，并有平行度及垂直度要求。

3. 选择机床及铣刀

根据经验，选用 X52T 立式铣床加工较为方便。铣刀直径等于 1.4~1.6 倍工件待加工面的宽度。因本例工件待加工面（毛坯）的最大宽度为 63mm，故选择铣刀直径

$D=100\text{mm}$, 齿数 $Z=6$ 的硬质合金端铣刀, 刀片材料为 YT14。

4. 装夹工件并铣削

根据工件的外形特点, 采用台虎钳装夹较为方便, 为了保证各表面的平行度和垂直度均控制在公差范围内, 工件六个面的铣削顺序如图 1-2 所示, 并要注意如下几点。

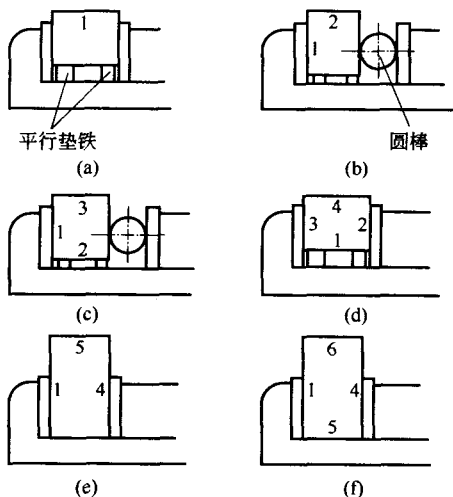


图 1-2 六面体的铣削顺序

(1) 第 1 面要选择毛坯上面积最大、表面最不平整的一面。

(2) 铣第 2 面及第 3 面时, 为了保证第 1 面和固定钳口相贴合, 在活动钳口上要加垫圆棒 [见图 1-2 (b) 和 (c)]。

(3) 铣第 3 面及第 4 面时, 除了需使已加工的一个面紧贴固定钳口外, 还需使另一已加工面和台虎钳水平导轨或平行垫铁相贴合, 以保证相对两面之间的平行度。

(4) 铣第 5 面时, 由于第 6 面尚未加工, 为了保证第 5 面和第 1 面、第 2 面、第 3 面、第 4 面都垂直, 除了需

使第 1 面和固定钳口相贴合外,还要用角尺校正第 2 面或第 3 面对工作台台面的垂直度,校正的方法如图 1-3 所示,角尺的一面与台虎钳的水平导轨贴合,另一面与工件的第 3 面或第 2 面贴合。

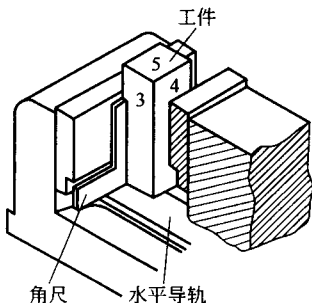


图 1-3 工件第 3 面相对台面的垂直度校正

5. 选择铣削用量

(1) 铣削深度 t 。由图 1-1 可知,工件每个表面的加工余量均为 5mm,表面粗糙度均为 $R_{a6.3}$,故分粗铣及半精铣两步进行。粗铣取 $t=4.5\text{mm}$,半精铣取 $t=0.5\text{mm}$ 。

(2) 每齿进给量 $S_{\text{齿}}$ 。粗铣选 $S_{\text{齿}}=0.16\text{mm/齿}$;半精铣选 $S_{\text{齿}}=0.10\text{mm/齿}$ 。

(3) 铣削速度 v 。用硬质合金 (YT14) 端铣刀铣 45 钢时,可选 $v=150\text{m/min}$ 。

(4) 主轴 (铣刀) 转数 n 。根据上面选择的切削用量及铣刀规格,选 $n=475\text{r/min}$ 。

(5) 工作台每分钟进给量 $S_{\text{分}}$ 。根据每齿进给量 $S_{\text{齿}}$,选粗铣时 $S_{\text{分}}=475\text{mm/min}$,半精铣时 $S_{\text{分}}=300\text{mm/min}$ 。

6. 铣削方式

采用不对称逆铣,铣刀中心与工件中心的位移量。取 $K \approx 0.1D \approx 10\text{mm}$,并按粗铣用量调整好机床,依次粗铣六面,然后再按半精铣用量调整机床,用同样的顺序完成半精铣六面。

7. 质量检验

工件加工完后,除了按图纸测量尺寸及检验表面的粗

糙度外,还要检验所铣平面的平面度、相对表面的平行度和相邻表面的垂直度。

(1) 尺寸检验。按照图纸的精度要求进行检测,一般工件可用游标卡尺,分别测量工件的长、宽、高,误差均在允许的公差范围内,即为合格。对于精度要求较高的工件,可用百分尺(表)分别测量这三个尺寸。

(2) 平直度的检验。

① 刀口直尺配合塞尺检验。将工件置于平台上,用

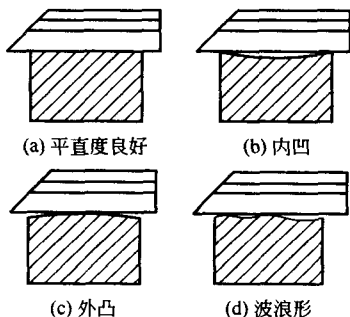


图 1-4 平面平直度的检验

刀口直尺靠在被检平面上。若整个平面各处均与刀口直尺接触,则平直度良好[图 1-4(a)];当平面不平时,则出现图 1-4(b)、(c)、(d)的情况,此时应使用塞尺测量其缝隙的大小。

② 刀口尺透光检验。

绝大多数工件的平直度没有太大的误差,一般可用刀口直尺靠在被检平面上,朝向光亮处,观察尺边缘的透光情况。当平直度好且表面光洁度高时,刀口处几乎不透光;当光洁度较低时,刀口处均匀透光。当平直度不好时,刀口处明显透光不均匀,此时可配合塞尺测量其平直度。

(3) 平行度的检验。当平行度要求不高时,可测量被测表面到基准面间的尺寸变动量。当平行度要求较高时,可将工件置

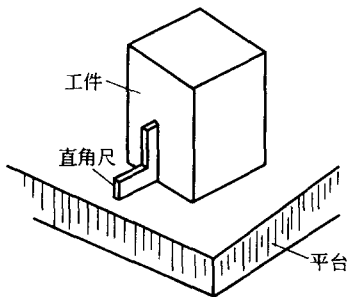


图 1-5 垂直度的测量

于标准平台上，用百分表来测量。后者不仅测量了平行度，同时也测量了平面度。

(4) 垂直度的检验。将工件置于平台上，用直角尺如图 1-5 的方法测量各垂直面与平台的垂直度。若直角尺与被测面均匀接触，则垂直度合格；若出现上部或下部不接触的情况，则应测量缝隙的大小，当不超过允许公差时，则为合格。

训练 1.2 铣单斜面（初级工）

1. 工件图（图 1-6）

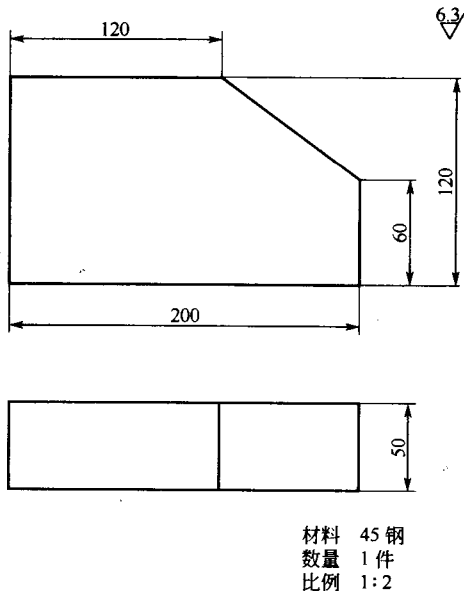


图 1-6 铣单斜面工件图

2. 读图

根据图 1-6 可知，该工件为 $200\text{mm} \times 120\text{mm} \times 50\text{mm}$ 的长方体，去掉一个 80mm 长、 60mm 高的角，形成该形状。材料为 45 钢。这种工件多为单件生产。