



仪器仪表工人 技术培训教材

宝石轴承加工

机械工业部仪器仪表工业局 统编

机械工业出版社

仪器仪表工人技术培训教材

宝 石 轴 承 加 工

机械工业部仪器仪表工业局 统编



机械工业出版社

本书是为仪器仪表宝石轴承制造类工人技术培训的需
要而编写的。

本书系统介绍了宝石轴承和宝石元件加工的原理和工
艺，所用设备的结构和调整，以及对加工质量的工艺分析，
全面介绍了常用的磨料和磨具及其制造工艺，以及有关的技
术标准。

本书由四川仪表总厂主编，范梁、安郁泰、杨南强、时
捷、卢庆芬同志编写，胡人俊、任金山、王鹤品同志审稿。

宝石轴承加工

机械工业部仪器仪表工业局 统编

★

责任编辑：贺簋鑫

★

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

★

开本 787×1092 1/32·印张 24³/₄·字数 541 千字

1988年5月北京第一版·1988年5月北京第一次印刷

印数 0,001—1,250·定价：5.35 元

★

ISBN 7-111-00495-7/TH·81

前 言

贯彻中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，对广大工人进行系统的技术培训，是智力开发的一件大事，是一项战略性的任务。有计划地开展这项工作，教材是关键。有了教材才能统一教学内容；才能逐步建立起正规的工人技术教育体系，提高工人的技术素质，以适应四化建设的需要。为此，我们在全中国仪器仪表行业有关的重点企业中，组织了有长期从事技术、教育工作经验的工程技术人员和教师，编写了这套仪器仪表专业工种的初级、中级工人技术培训教材，共七大类四十六本。

这套教材编写的依据是原国家仪器仪表工业总局一九八一年颁发的《工人技术理论教学计划、教学大纲（仪器仪表专业工种初、中级部分）》。学员学完初级技术理论教学计划规定的课程，可系统地达到部颁《工人技术等级标准》中本工种三级以下的“应知”要求；学完中级技术理论教学计划规定的课程，可系统地达到本工种六级以下的“应知”要求。在教材编写过程中，注意了工人培训和仪器仪表行业的特点，力求做到既要理论联系生产实际，学以致用，又要循序渐进。考虑到工种工艺学的特殊性，避免不必要的重复，对工种工艺学初级、中级教材采用合一册或上、下册的形式。通过教学计划和大纲，体现初级、中级培训的阶段性和连续性。

这套教材的出版，得到了北京、天津、上海、江苏等省

IV

市仪表局、机械厅和有关企业、学校、研究单位的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

由于时间仓促，加上编写经验不足，教材中难免存在缺点和错误，我们恳切地希望同志们在使用中提出批评和指正，以便进一步修订。

机械工业部仪器仪表工业局
工人技术培训教材编审领导小组
一九八二年十二月

目 录

前言	
绪论	1
第一章 宝石轴承概述	5
1-1 端面宝石轴承	5
一、平顶端面玛瑙轴承	7
二、平顶端面刚玉轴承	8
三、球顶端面刚玉轴承	11
四、端面宝石轴承的技术要求	12
五、端面宝石轴承的检验规则	14
1-2 槽形宝石轴承	15
一、锥形玛瑙轴承	15
二、锥形刚玉轴承	18
三、锥形宝石轴承的技术要求	19
四、锥形宝石轴承的检验规则	20
五、球形玛瑙轴承	21
六、球形刚玉轴承	23
七、双球形刚玉轴承	25
八、球形宝石轴承的技术要求	26
九、球形宝石轴承的检验规则	27
1-3 通孔宝石轴承	29
一、平面直孔宝石轴承	30
二、平面弧孔刚玉轴承	34
三、单油槽平面直孔宝石轴承	34
四、单油槽平面弧孔刚玉轴承	38
五、通孔宝石轴承的技术要求	42
六、通孔宝石轴承的检验规则	43

1-4 宝石轴承质量对仪器仪表精度的影响	44
一、宝石支承	44
二、宝石轴承精度对仪器仪表质量的影响	48
三、宝石轴承工作面光洁度对仪器仪表精度的影响	56
四、宝石轴承材料的性能和缺陷对仪器仪表精度的影响	57
1-5 钟表宝石轴承	58
一、表钻的类型、品种和尺寸系列	58
二、表钻的分等标准和技术要求	70
复习题	74
第二章 宝石轴承的常用材料	76
2-1 结晶学基本知识和刚玉结构	76
一、晶体的概念	76
二、晶体的一般特性	77
三、晶体的对称性	78
四、晶体的分类	81
五、刚玉晶体的结构	81
2-2 刚玉晶体的性质和生长工艺	83
一、刚玉晶体的物理化学性质	83
二、刚玉晶体的光学性质	85
三、刚玉晶体的工业生产	85
2-3 刚玉晶体的缺陷	91
一、晶体形成的过程	91
二、刚玉晶体的物理缺陷	93
2-4 刚玉晶体的定向	95
一、晶体中的光学现象	95
二、刚玉晶体的定向	100
2-5 玛瑙	106
一、玛瑙的形态	106
二、玛瑙石的等级	107

三、玛瑙的物理、化学性质	107
2-6 微晶玻璃	108
一、微晶玻璃的结构特点	108
二、微晶玻璃的物理、化学性质	109
复习题	111
第三章 宝石轴承的常用磨料	112
3-1 磨料的基本性能	112
一、磨料的均匀性	112
二、磨料的纯度、杂质和参与物	113
三、磨料的颗粒形状	115
四、磨料的机械强度	117
五、磨料的韧性	118
六、磨料的硬度	119
七、磨料的热破碎性能	119
八、磨料和磨具的自砺性	121
3-2 磨料的种类	122
一、刚玉系磨料	122
二、碳化物系磨料	125
三、金刚石系磨料	127
四、抛光粉	131
五、主要国家的磨料代号	133
3-3 磨料的粒度、粒度的组成及其检验方法	134
一、普通磨料的粒度及其组成	134
二、人造金刚石磨料的粒度及其组成	140
三、普通磨料粒度组成的检验方法	145
四、人造金刚石磨料粒度组成的检验方法	148
五、主要国家磨料粒度的尺寸范围	149
3-4 常用磨料的选择	151
一、人造金刚石磨料的选择	151

二、普通磨料的选择	153
三、抛光粉的选择	154
3-5 磨料颗粒在静水中沉降的基础知识	155
一、磨料颗粒在静水中沉降的规律	155
二、磨料颗粒在静水中沉降的阻力	156
三、影响磨料颗粒在静水中沉降速度的主要因素	157
四、磨料颗粒在静水中沉降速度的计算方法	157
五、计算值与实测值的比较	160
3-6 磨料的分选	163
一、筛选法	163
二、静水沉降法	166
三、离心机法	169
四、淘析法	171
3-7 玛瑙抛光粉的制造	174
一、玛瑙石的焙烧	174
二、熟玛瑙石的球磨	177
三、玛瑙抛光粉粒度的分选	184
四、玛瑙抛光粉粒度的检验	186
五、玛瑙抛光粉粒度分选的工艺分析	186
3-8 金刚石磨料的分选	188
一、金刚石磨粒的分选	188
二、金刚石微粉的分选	190
三、计数显微镜的校正方法	204
复习题	209
第四章 宝石轴承专业的常用金刚石磨具	213
4-1 金刚石磨具的特征及其选择	214
一、金刚石磨具的结构	214
二、金刚石磨具的结合剂	215
三、金刚石磨具的硬度	218

四、金刚石磨具的粒度	221
五、金刚石磨具的浓度	223
六、金刚石磨具的形状和尺寸	227
七、金刚石磨具特征的标志方法	228
4-2 青铜结合剂金刚石磨具制造的基础知识	229
一、结合剂的原料和配方	229
二、配方的计算方法	231
三、粉料的湿润和混料	236
四、压制模具的设计要求	237
五、配合料的压制成型	239
六、磨具坯体的烘干和烧结	241
七、热压法	244
八、磨具工作表面的修整	245
4-3 青铜结合剂金刚石磨具的制造方法	246
一、青铜结合剂金刚石刀片	247
二、青铜结合剂金刚石磨环	262
三、青铜结合剂金刚石磨片	265
四、青铜结合剂金刚石导尺	269
五、青铜结合剂金刚石磨具的浓度要求	271
4-4 陶瓷结合剂金刚石磨棒的制造	272
一、陶瓷结合剂的制造	273
二、陶瓷结合剂金刚石磨杆的制造	279
4-5 滚压金刚石刀片的制造	289
一、滚压金刚石刀片基体的冲裁	289
二、滚压金刚石刀片基体的铣槽	291
三、滚压金刚石刀片基体的涂料	299
四、滚压金刚石刀片的滚压	303
五、滚压金刚石刀片的检验	307
六、滚压金刚石刀片质量的工艺分析	308
4-6 金刚石完整单晶体的结晶学基础知识	309

X

一、金刚石晶体的晶胞结构	309
二、金刚石晶体的面网	310
三、金刚石晶体的结晶形态	312
四、金刚石晶体的对称轴	317
五、金刚石晶体的硬度分布规律	321
六、金刚石完整单晶体的研磨方向	324
七、宝石轴承专业常用的颗粒金刚石	331
4-7 金刚石钻头的制造	334
一、金刚石钻坯的研磨	335
二、金刚石钻坯的钎焊	342
三、金刚石钻面的研磨	352
四、金刚石钻头的检验	362
五、双角钻和刀口钻的比较	364
六、金刚石钻头质量的工艺分析	364
4-8 刀口金刚石钻头的结晶学取向定面法	365
一、金刚石钻头结晶学取向定面法的必要性	365
二、刀口金刚石钻头最易磨损的部位和方向	367
三、菱形十二面体金刚石的结晶学取向定面法	367
四、正八面体金刚石的结晶学取向定面法	371
五、按解理面和解理纹方向的结晶学取向定面法	375
六、刀口金刚石钻头的改磨	376
复习题	378
第五章 粘合与清洗	384
5-1 粘合	384
一、常用粘结剂的性质	384
二、粘结剂的配制和选择	390
三、基准选择	392
四、粘合工艺	393
五、粘合的质量分析	398
5-2 清洗	399

一、清洗设备	400
二、清洗方法	403
三、清洗注意事项	404
复习题	404
第六章 切割	406
6-1 磨削的基本知识	406
一、磨削的特点	406
二、散粒磨料的磨削过程	408
三、金刚石刀片的切割过程	408
四、磨削区的物理化学现象	410
五、磨具磨损的几种形态	412
6-2 加工余量的计算	413
一、工艺因素和设备因素	413
二、加工余量的计算	418
6-3 刚玉定向加工	424
一、刚玉定向加工的意义	424
二、刚玉不同定向面的加工特性	429
三、刚玉的光性异常对加工的影响	433
四、刚玉轴承工作面的取向	435
6-4 切割机	436
一、玛瑙单刀切割机	436
二、散粒磨料多刀切割机	439
三、刚玉多刀切割机	441
6-5 切割工艺	441
一、切割用工具	441
二、切割工艺	446
6-6 切割的质量分析	456
一、切割的工艺因素	456
二、切割的质量分析	458

Ⅱ

复习题	460
第七章 外圆磨削	462
7-1 外圆磨削基本理论	462
一、贯穿法无心外圆磨削	462
二、切入法无心外圆磨削	466
三、无心磨削磨圆机理	467
7-2 外圆磨床	469
一、贯穿法无心磨床	469
二、切入法宝石方块无心磨床	473
三、以内孔为基准的外圆磨床	476
7-3 外圆磨削工艺	480
一、贯穿法磨削工艺	480
二、切入法磨削工艺	481
三、以内孔为基准的外圆磨削工艺	482
7-4 外圆磨削的质量分析	483
一、外圆磨削的工艺因素	483
二、外圆磨削的质量分析	498
复习题	500
第八章 平面加工	502
8-1 平面加工基本理论	502
一、平面磨削的机理和工艺因素	502
二、平面抛光的机理和工艺因素	513
8-2 平面加工机床	524
一、单轴立式平面磨床	524
二、卧式平面磨床	524
三、宝石平面抛光机	526
四、Q0806宝石刷子抛光机	528
五、倒棱机	531
8-3 料盘	534
一、料盘的性质和选择	534

二、料盘的加工	537
8-4 磨盘	538
一、磨盘的性质和选择	538
二、磨盘的加工	541
8-5 平面加工工艺	543
一、粗磨工艺	544
二、细磨工艺	544
三、标准玻璃和栏条的磨制	546
四、精磨工艺	548
五、平面倒棱工艺	548
六、抛光工艺	550
七、平面加工的质量分析	551
复习题	554
第九章 球形槽加工	556
9-1 球形槽的成形原理	556
一、范成法成形原理	556
二、磨杆直径的计算	557
9-2 球形槽加工机床	560
一、Q0801型三轴挖槽机	560
二、自动挖槽机	565
9-3 球形槽的成形和精磨工艺	576
一、磨杆的基本要求和使用的	576
二、球形槽成形和精磨的操作过程	576
三、成形和精磨的工艺因素	583
9-4 球形槽加工的质量分析	586
一、球形槽的技术要求	586
二、球形槽加工的工艺因素	588
三、球形槽加工的质量分析	592
复习题	593

第十章 锥形槽加工	595
10-1 锥形槽的成形原理	595
一、仿形法成形原理	595
二、金刚石钻头的分析	597
10-2 锥形自动挖槽机	602
一、钻头转轴的结构和调整	602
二、钻头进给机构的结构和调整	604
三、工件转轴的结构和调整	606
四、上料机构的结构	607
五、制动机构的结构	607
六、卸料机构的结构	610
七、冷却系统	610
八、电器控制系统	610
九、凸轮组的结构	611
十、传动系统	611
10-3 锥形槽的成形工艺	612
一、金刚石钻头的基本要求和使用的	612
二、锥形槽成形的操作过程	613
10-4 锥形槽成形的质量分析	616
一、锥形槽成形的技术要求	616
二、锥形槽成形的工艺因素	616
三、锥形槽成形的质量分析	620
10-5 锥形槽的精磨机理	621
一、散粒磨料精磨机理	621
二、结合磨料精磨机理	623
10-6 三轴研磨机	625
一、上主轴部件的结构和调整	625
二、下主轴部件的结构和调整	628
三、工件卡头部件的结构	629

四、传动系统	630
10-7 锥形槽的精磨工艺	631
一、磨杆的基本要求和使用的	631
二、锥形槽精磨的操作过程	632
10-8 锥形槽精磨的质量分析	633
一、锥形槽精磨的技术要求	633
二、锥形槽精磨的工艺因素	635
三、锥形槽精磨的质量分析	638
10-9 刚玉轴承锥形槽加工工艺	639
一、成形加工	640
二、整形加工	640
三、精磨加工	641
复习题	643
第十一章 抛光	644
11-1 抛光机理	644
一、槽形轴承抛光	644
二、抛光机理	645
11-2 刷子抛光	647
一、刷子抛光机	647
二、刷子抛光工艺	651
三、刷子抛光的质量分析	654
11-3 合金磨杆抛光	658
一、合金磨杆抛光机	658
二、合金磨杆和玛瑙粉抛光剂	661
三、合金磨杆抛光工艺	661
四、合金磨杆抛光的质量分析	662
复习题	663
第十二章 激光打孔	665
12-1 激光的基本知识	665

一、激光的特点和激光打孔机理	665
二、激光的产生	666
三、激光器	669
12-2 钕玻璃激光打孔机	670
一、钕玻璃激光器	670
二、钕玻璃激光打孔机的结构	674
三、钕玻璃激光打孔机的装调和使用	678
12-3 激光打孔的质量分析	682
一、激光打孔的技术要求	682
二、激光打孔的工艺因素	682
三、激光打孔的质量分析	686
复习题	687
第十三章 扩孔与孔抛光	688
13-1 扩孔机理与抛光机理	689
一、扩孔机理	689
二、内孔抛光机理	690
三、扩孔余量的确定	692
13-2 宝石扩孔机与内孔抛光机	694
一、宝石自动扩孔机	694
二、宝石内孔抛光机	698
13-3 锥度钢丝的制作	700
一、钢丝的选择	701
二、琴钢丝的技术要求	701
三、琴钢丝的拉丝与拔直	705
四、锥度钢丝的制作	709
13-4 扩孔和抛光工艺	711
一、扩孔前的准备工作	711
二、扩孔	714
三、内孔抛光	715