

工人岗位技能培训系列教材

磨工技能

陈先智

主编



航空工业出版社

工人岗位技能培训系列教材

磨 工 技 能

陈先智 主编

航空工业出版社

1991

(京)新登字161号

内 容 简 介

本书阐述的磨工技能,是根据航空工业《工人技术等级标准》(磨工)应知应会的要求,以技能培训为主线,贯穿必要的理论知识,并借鉴国际劳工组织开发的模块式(MES)教材的形式编写的,即以本岗位技能要求的典型零件为模块,再根据模块选配学习单元。适合立足本职,定向学习,岗位成材的要求,是开展工人岗位技能培训的适用教材。

本书是磨工的岗位技能培训教材,技能内容图文结合,便于自学和施教。本书也可作为工程技术人员 的参考书和技校、大专院校学生的技能培训参考教材。

工人岗位技能培训系列教材

磨 工 技 能

陈先智 主编

航空工业出版社出版发行

(北京市和平里小关东里14号)

—邮政编码: 100029—

全国各地新华书店经售

地质印刷厂印刷

1991年12月第1版

1991年12月第1次印刷

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 8.25 插页: 1页

印数: 1—11000

字数: 196.6千字

ISBN 7-80046-385-0/G·050

定价: 5.50 元

前 言

为落实国务院关于“搞好职工培训，不断提高职工队伍素质”的指示精神，适应工人岗位培训的需要，在总结航空工业多年来工人培训的实践，借鉴国际劳工组织开发的职业技能模块（MES）教学法的基础上，我们组织编写了车工、钳工、铣工、钣金工、磨工、冲压工、表面处理工、焊工等十几个专业工种和工人岗位通用知识在内的新型教材。计划从1991年至1992年陆续出版。

这套教材的内容及其深广度，以《工人技术等级标准》为依据，以操作技能为主，将本工种各技术等级、不同岗位的要求，用若干个典型零件来体现，这种典型零件即为模块，而完成模块技能要求所需的单一的基础技能训练内容称为学习单元。因此，这套教材既是工人技能培训教材，同时也是技能考核标准的具体化。当某个工人需要培训或考核时，根据技术等级和需要加工的零件（或工艺）类型，可以很快找到所应掌握的学习单元和考核要求。本教材的内容大多是由一些老工人、技师和多年在生产第一线的技术人员提供的操作技能技巧实例，加上通俗易懂的文字和大量的图示图解，无论采取集中培训形式还是工人自学，都较其他类型教材容易掌握。

本书由成都发动机公司职工培训中心负责组织编写。全书由陈先智同志任主编，刘志平、陈智炳同志任副主编。由成都飞机工业公司郑德昌，西安飞机工业公司黄淦宏，西安航空发动机公司李宝乾、黎阳机械公司杨新建等同志集体审定。在教材编审过程中，部教育司、有关工厂、航空工业出版社等单位给予了大力支持和帮助，在此表示感谢！

在教材编写过程中，我们坚决地按照岗位培训“干什么，学什么；缺什么，补什么”的原则，努力处理好专业理论与操作技能、典型与特殊以及各技术等级之间的关系，希望能成为一套适合岗位培训并受广大工人欢迎的新型教材。但由于时间仓促，水平有限，缺点错误在所难免，请广大工人同志和各位读者提出宝贵意见，使这套教材日臻完善。

工人岗位技能培训系列教材编委会

1991年6月

工人岗位技能培训系列教材

编委会

主任：张齐贤

副主任：林生茂 孙同咏

李德英 王德祥(常务)

委员：(以姓氏笔划为序)

王芝良 王辅义

刘海奎 孙中怡(常务)

沈慧晨 李光宇

吴蜀辉 张万良

张书臣 苑朝(常务)

金世勋 赵振民

黄良留 黄洵文

夏文龙 徐光辉

阎承仕(常务)

曹懿新 龚振亚



8134/5

目 录

导 论	模块及学习单元的划分.....	(1)
第1学习单元	常用磨床及其维护.....	(2)
第2学习单元	砂轮的选择、安装及平衡.....	(5)
第3学习单元	砂轮的修整.....	(12)
第4学习单元	切削液的选择和使用.....	(15)
第5学习单元	常用磨床夹具.....	(17)
第6学习单元	测量.....	(23)
第7学习单元	放大图的绘制.....	(30)
第8学习单元	一般平面的磨削.....	(36)
第9学习单元	角度面的磨削.....	(40)
第10学习单元	薄板件的磨削.....	(48)
第11学习单元	外圆、外锥面的磨削.....	(52)
第12学习单元	细长轴的磨削.....	(58)
第13学习单元	内圆、内锥面的磨削.....	(63)
第14学习单元	薄壁套筒的磨削.....	(71)
第15学习单元	偏心件的磨削.....	(76)
第16学习单元	球面的磨削.....	(81)
第17学习单元	曲面的磨削.....	(86)
第18学习单元	刀具的刃磨.....	(93)
第19学习单元	螺纹的磨削.....	(103)
第20学习单元	常见齿轮的磨削方法.....	(109)
第21学习单元	齿轮测量及误差分析.....	(120)
参 考 资 料		(127)

导 论

模块及学习单元的划分

模块—代表本岗位技能要求的典型零件称为模块。

学习单元—为达到模块技能要求需完成的单一基础技能训练为学习单元。

根据工人岗位技能培训的需要，我们将磨工的操作技能归纳为18个典型零件，即18个模块；又将加工这些典型零件所需掌握的操作技能分编成21个学习单元。职工进行岗位培训时各级磨工可根据所应掌握的操作技能找到相应的模块，选学该模块对应的若干学习单元，形成“干什么，学什么，缺什么，补什么”的新型学习方式，使职工岗位技能培训真正促进岗位技能的提高。

第1学习单元

常用磨床及其维护

常用磨床的性能、规格和维护方法

一、M1432A 型万能外圆磨床

M1432A 型万能外圆磨床的外观见图 1—1。主要用于磨削外圆柱面、外圆锥面、内圆柱面和内圆锥面以及台阶端面。加工精度可达 IT6—IT5，表面粗糙度达 Ra0.8—0.2 微米。

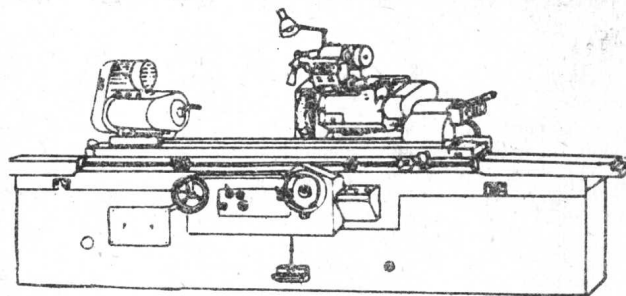


图 1—1 M1432A型万能外圆磨床

该机床的主要技术数据

主要规格：最大磨削直径×最大磨削长度

320×1000毫米；320×1500毫米

加工范围：磨削工件外圆直径8—320毫米

磨削工件内圆直径13—100毫米

磨削工件内圆长度 125毫米

最大工件重量 150公斤

头架：头、尾架中心高 180毫米

头架顶针孔锥度 莫氏 4 号

头架回转角度 $+90^{\circ}$

三爪卡盘直径 165毫米

砂轮架：砂轮架最大移动量 270毫米

砂轮架快速进退量 50毫米

砂轮架回转角度 $\pm 30^{\circ}$

砂轮尺寸（外径×宽度×孔径）280—400×50×203毫米

内圆磨具：砂轮尺寸（外径×宽度×孔径）

最大 50×25×13毫米

最小	17 × 20 × 6毫米
上工作台最大回转角度	
顺时针	3°
逆时针	3°、6°
尾架：尾架顶针孔锥度	莫氏 4 号
尾架套筒移动量	30毫米

二、M2110型内圆磨床

M2110型内圆磨床的外观如图1—2所示。它是一种普通内圆磨床，主要磨削圆柱孔、圆锥孔及端面，加工精度为IT7—IT8，粗糙度为Ra0.8—0.4微米。

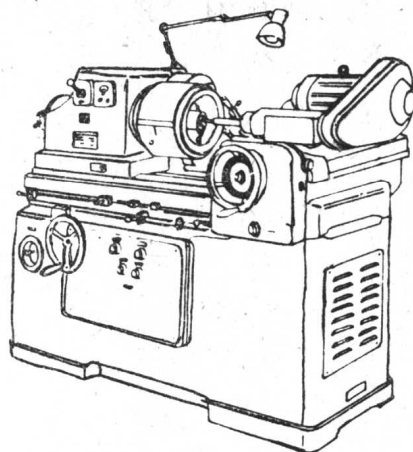


图 1—2 M2110型内圆磨床

该机床的主要技术规格

磨孔直径	10—100毫米
磨孔最大深度	
磨孔直径为10毫米时	24毫米
磨孔直径为100毫米时	130毫米
工件最大直径	
在罩内	240毫米
在罩外	500毫米
工件最大长度	150毫米
工作台最大行程	320毫米
工件头架最大回转角度	8°
砂轮最大横向移动量	100毫米
砂轮转速	11000、18000转/分

三、M7120A 型平面磨床

M7120A型平面磨床外观如图1—3所示，它是卧轴矩台平面磨床，工件按尺寸大小及

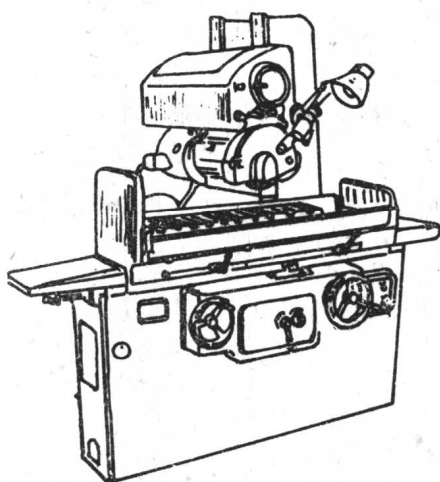


图 1—3 M7120A型平面磨床

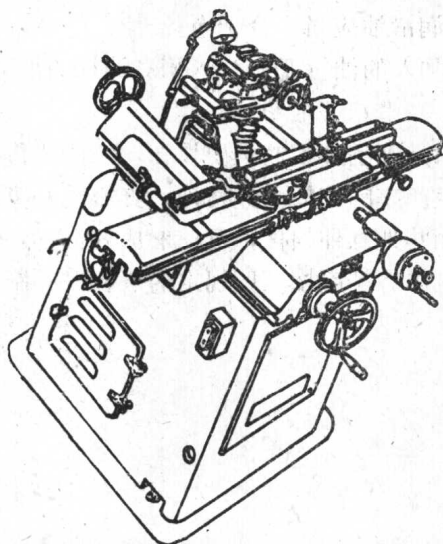


图 1—4 M6025型万能工具磨床

形状、结构不同，可以安装在电磁吸盘上或用螺钉、压板直接安装在工作台上。加工精度，在500毫米长度上两平面的平行度不大于0.01毫米；表面粗糙度可达Ra0.4微米。

该机床的主要技术规格

加工工件最大尺寸（长×宽×高）	630×200×320毫米
砂轮主轴到工作台面距离	100—445毫米
工作台液动速度	1—18米/分
砂轮尺寸（外径×宽度×孔径）	170—250×25×75毫米

四、M6025型万能工具磨床

M6025型万能工具磨床的外观如图1—4所示。主要用于刃磨各种刀具，此外还可磨削内圆、外圆以及尺寸不大的平面等。加工工件的粗糙度为Ra0.8—0.4微米

该机床主要技术规格

顶针高	125毫米
前后顶距	630毫米
砂轮中心线和顶针中心线间距离	70—300毫米
砂轮最大直径	
普通砂轮	125毫米
特形砂轮	200毫米

五、磨床的维护

（一）磨床的润滑

润滑工作是磨床维护保养的重要内容，正确地润滑机床，使机床各运动零部件如轴承、导轨副、齿轮副、螺旋副等的滑（滚）动表面都处于良好的润滑状态，可以减少磨损，保持运动精度，操纵轻便灵活。为使机床达到良好的润滑状态，应注意以下几点：

1. 按机床润滑表的规定按时加润滑油（脂）。
2. 润滑油应当十分干净。
3. 加入的油量要充分，凡有油标的地方，一定要达到规定高度。

（二）磨床的维护

磨床是磨削加工的重要设备，它的工作状况是否良好，会直接影响加工工件的质量的优劣和生产率的高低。经常地、细心地对磨床进行维护保养，尽可能减少其磨损，避免遭受锈蚀和其他意外损伤，可使磨床各个部件和机构都处于完好状态，维持其原有精度。因此每个操作者都应按工厂规定的三级保养制度，搞好一、二级设备保养工作。

第2学习单元

砂轮的选择、安装及平衡

砂轮的特性·合理选择砂轮·砂轮的装卸和平衡方法

一、砂轮的选择

砂轮的特性及选择原则

砂轮是由磨料、结合剂、气孔三部分组成（图2—1）。砂轮的特性包括：磨料、粒度、结合剂、组织、硬度、强度、形状和尺寸等。

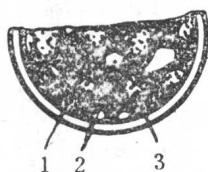


图 2—1 砂轮的结构
1—磨料；2—气孔；3—结合剂



图 2—2 磨粒的形状

1. 磨料及选择

磨具中磨粒的材料称为磨料。它是砂轮产生切削作用的根本因素，磨料的选择主要与工件的材料、热处理方法有关。常见的磨料及其应用范围见表2—1。

2. 粒度及选择

粒度是指磨料颗粒的大小，即磨粒的粗细，形状如图2—2。表2—2可供选择粒度时参考。

3. 结合剂及选择

结合剂是一种能把分散的磨粒粘结在一起，使其具有一定形状、强度的粘结材料。结合剂的选择与磨削方式及工件表面加工质量有关，选择时可参照表2—3。

4. 硬度及选择

硬度是指砂轮受外力作用时磨粒脱落的难易程度。磨粒容易脱落，砂轮硬度就低，反之则高。砂轮硬度的选择，决定于工件的材料、磨削方式、磨削状况等。选择时可参考表2—4。

5. 组织及选择

砂轮中磨粒、结合剂、气孔三者之间体积的比例关系，称为砂轮的组织。砂轮组织的松紧程度，通常用磨粒所占砂轮的百分比来表示，磨粒所占的体积百分比大，砂轮的组织紧密。反之，则组织疏松（图2—3）。

砂轮气孔大和数量多时，砂轮不容易被堵塞，磨削效率高，同时发热少，散热快。因

表 2—1 磨料名称及其应用范围

系 别	名 称	代 号		颜 色	特 点	应 用 范 围
		旧	新			
玉 类	棕刚玉	GZ	A	棕 色	硬度高、韧性大、抗弯强度高	适于磨碳素钢、合金钢、淬火钢、铸铁和青铜
	白刚玉	GB	WA	白 色	比棕刚玉硬而脆、自锐性好、磨削力和磨削热量较小	适于磨淬火钢、高速钢、合金钢、螺纹、齿轮、刀具、薄壁工件及细长轴等
	铬刚玉	GG	PA	粉红色	硬度与白刚玉相近而韧性较好	适于磨合金钢、高速钢、锰钢及光洁度较高的工件
	单晶刚玉	GD	SA	浅灰色 淡黄色	硬度和韧性都比白刚玉高，自锐性好	适于磨不锈钢、高钒钢、高速钢等
	微晶刚玉	GW	MA	棕黑色	强度高、韧性和锐性好	适于磨不锈钢、特种球墨铸铁
碳化物类	黑碳化硅	TH	C	黑 色 深蓝色	硬度高、韧性低而脆	适于磨铸铁、黄铜及其他非金属材料
	绿碳化硅	TL	GC	绿 色	硬度与黑碳化硅相近而脆性更大	适于磨硬质合金、光学玻璃、钛合金等
金 刚 石 类	人造金刚石	JR			硬度极高，磨削性能好	适于磨硬质合金、光学玻璃等高硬度材料
	天然金刚石	JT			硬度极高，磨削性能好	适于磨硬质合金、光学玻璃等高硬度材料

表 2—2 砂轮各种粒度的适用范围

粒 度 号	适 用 范 围
4—16	磨毛坯
20—36	粗磨、切断钢坯、打磨铸件及钢锭的毛刺等
36—60	内外圆磨削、平面磨、无心磨、工具磨等粗磨
60—80	内外圆磨削、平面磨、无心磨、工具磨等半精磨或精磨
100—240	精磨、半精磨、螺纹磨、成形磨、精密刀具的刃磨
W20以下	精磨、研磨、镜面磨削

表 2—3 常用结合剂砂轮的应用范围

名 称	应 用 范 围
陶瓷结合剂砂轮	内外圆、平面、齿轮、螺纹、刃磨刀具等
树脂结合剂砂轮	铸件打毛刺、粗磨平面、薄壁薄片工件、切断与开槽、刀具刃面
橡胶结合剂砂轮	精磨、超精磨、切断与开槽

表 2-4 砂轮硬度的选择

硬 度	适 用 范 围
R—ZR	淬过火的碳素钢、合金钢、高速钢等 容易烧伤、变形的工件，如薄壁薄片工件等 磨削时砂轮与工件接触面积较大，如内圆、平面磨削时 磨削软而韧的材料及刀具的刃磨等
ZR—Z	精磨、成形磨及磨削有圆角的轴颈 磨削断续表面，如花键轴、有键槽的外圆等 砂轮线速度低，工件线速度高或纵向进给量大时

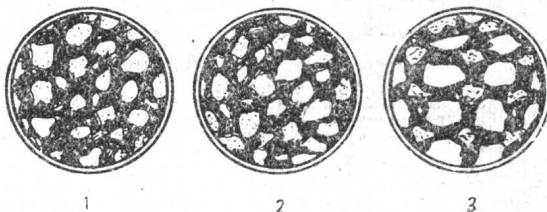


图 2-3 砂轮的组织

1—紧密；2—中等；3—疏松

此，下列情况可选用组织较松的砂轮：

- (1) 磨削容易受热变形的工件及热敏性高的材料；
- (2) 磨削粗糙度低、余量大的工件；
- (3) 精磨软金属和塑料、橡皮等非金属材料。

6. 形状及尺寸的选择

砂轮的形状与尺寸，是保证磨削各种形状和尺寸的工件的必要条件。我国磨具的形状有40余种，表2-5所列几种仅供参考。

7. 强度及选择

砂轮旋转时产生的离心力，随砂轮的圆周速度的平方成正比增加。当离心力超过砂轮强度允许的数值时，砂轮就会破裂。因此，砂轮的强度通常用安全圆周速度来表示。在使用时必须检查砂轮的 actual 圆周速度是否超过砂轮最高安全圆周速度。表2-6所示为几种砂轮最高安全圆周速度。

8. 砂轮特性的表示方法

为了使用和保管的方便，砂轮的特性全部以代号形式标志在砂轮上，其标志方法及书写顺序为：磨料—粒度—硬度—结合剂—形状—尺寸—最高安全圆周速度。在结合剂和形状代号之间以圆点隔开。尺寸书写顺序为：外径×厚度×孔径。

例：GB60 ZR₁A·P400×45×127 35米/秒

磨料——白刚玉，粒度——60，硬度——中软1，结合剂——陶瓷，形状——平行，尺寸——外径400毫米，厚度45毫米，孔径127毫米，安全圆周速度——35米/秒。

二、砂轮的安装

(一) 用法兰盘装夹砂轮

1. 砂轮安装之前应检查是否有裂缝。检查时用绳子穿在砂轮内孔里吊起来，用木柄

表 2—5 砂轮的名称及其用途

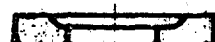
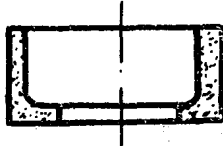
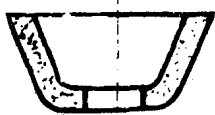
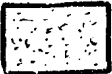
名 称	代 号	断 面 图	用 途
平行砂轮	P		根据不同尺寸分别用于外圆磨、内圆磨、平面磨、无心磨、刀具刃磨、螺纹磨和装在砂轮机上磨削
双斜边一号砂轮	PSX _I		主要用于磨齿轮的齿面和单线螺纹磨削
单面凹砂轮	PDA		多用于内圆磨、平面磨、外径较大者用于外圆磨
薄片砂轮	PB		主要用于切断和开槽
杯形砂轮	B		主要用其端面刃磨铣刀、铰刀、拉刀等，也可用于磨平面和内孔
碗形砂轮	BW		通常用于刃磨铣刀、铰刀、拉刀、车刀等，也可用于磨机床导轨
平行砂瓦	WP		砂瓦是由数块拼装起来，用于平面磨削

表 2—6 普通砂轮最高安全圆周速度

磨 具 名 称	最高安全圆周速度 (米/秒)		
	陶瓷结合剂	树脂结合剂	橡胶结合剂
平行砂轮	35	40	35
双斜边砂轮	35	40	
单面凹砂轮	35	40	35
薄片砂轮	35	50	50
杯形砂轮	30	35	
碗形砂轮	30	35	
平行砂瓦	30	30	

轻轻敲击砂轮侧面（图 2—4）。若声音清脆，说明砂轮无裂纹；若声音破哑，说明砂轮有裂纹。

2. 砂轮的孔径与法兰盘、接长轴的配合应有适当间隙（图 2—5），以免磨削时受热膨胀而使砂轮胀裂。表 2—7 供安装时参考。

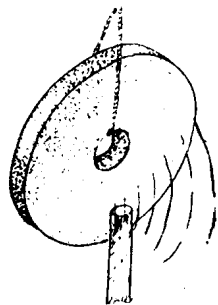


图 2—4 检查砂轮裂缝

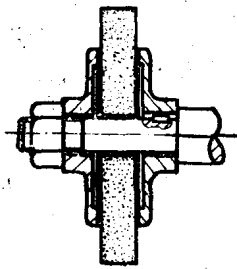


图 2—5 砂轮孔径与接长轴配合应有间隙

表 2—7 砂轮安装的配合间隙（毫米）

砂 轮 孔 径	配 合 间 隙
<100	0.1—0.5
101—250	0.2—0.6
>250	0.2—0.8

3. 用法兰盘装夹砂轮时，法兰盘的底盘与压盘 必须相等，其大小应不 小于砂轮外径的三分之一。使夹紧力分散在较大的接触面上，不致将砂轮压裂（图 2—6）。

4. 在砂轮和法兰盘之间放弹性材料制成的衬垫（橡皮、软纸板、毛毡等），衬垫的厚度可在 0.5—1 毫米之间（图 2—7）。

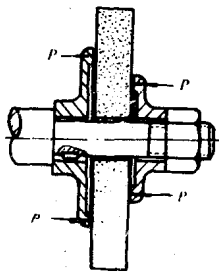


图 2—6 法兰盘直径不同使砂轮受弯曲应力

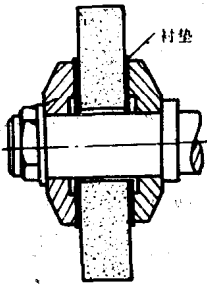


图 2—7 放上弹性衬垫

5. 紧固砂轮法兰盘时，螺母不能拧得太紧。当有几个螺钉时，应按 对称位置 依次拧紧（图 2—8）。拧紧时，只能用标准的扳手，不能用接长扳手或敲 打的方法 加大拧紧力。

（二）用粘结剂紧固砂轮

磨削 $\Phi 15$ 毫米以下的内孔时，砂轮须用粘结剂紧固，其步骤如下：

1. 接长轴与砂轮连接处的外圆，可加工成网状以提高砂轮粘结强度（图 2—9）。同时，

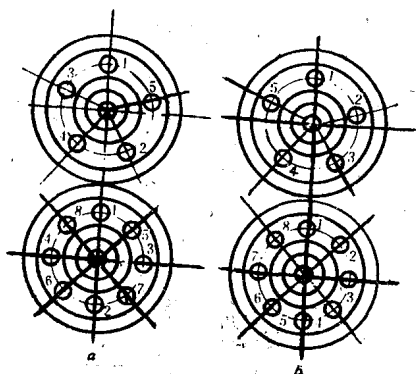


图 2—8 装夹砂轮时螺钉的拧紧次序

a—正确；b—错误

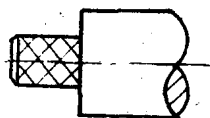


图 2—9 粘结处加工成网状

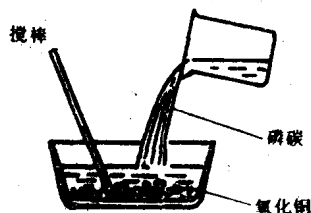


图 2—10 配制粘结剂

与砂轮内孔应有0.2—0.3毫米间隙。

2. 粘结剂是用磷酸溶液和氧化铜粉末调配而成的一种糊状混合物。调配时，先将氧化铜末放入瓷质容器内，然后逐渐注入磷酸溶液，不断搅拌，使之成为糊状混合物（图2—10）。

3. 将配制好的粘结剂均匀涂在砂轮内孔和接长轴相配合部分（图2—11）。

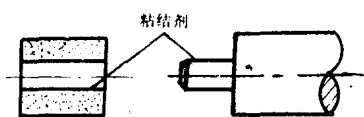


图 2—11 均匀涂上粘结剂

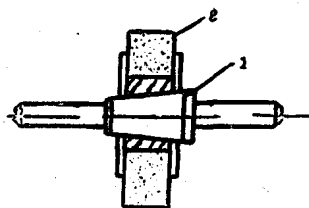


图 2—12 砂轮与平衡心轴装在一起

1—平衡心轴；2—砂轮

将接长轴配合部分慢慢插入砂轮内孔，刮去端面多余的粘结剂，并将接长轴竖立放置。凝固后，用电炉烘干，待粘结剂显出暗绿色时，停止加热。也可在常温下自然干燥。

三、砂轮的平衡

1. 把安装好的砂轮同平衡心轴装在一起（图2—12）。将法兰盘上的平衡块全部拆下，并清除污垢。

2. 把装好的砂轮同平衡心轴放在平衡架上，使平衡心轴与平衡架导轨垂直。转动砂轮使其缓慢滚动，当砂轮停止时，重心在下，此时，在重心相对的地方作一记号D（图2—13）。

3. 在较重的一边装上平衡块1，使记号D仍在原位置不变。然后在D的两旁装上平衡块2和3。调整2和3，使D仍在原位置（图2—14）。

4. 将砂轮转90°，如不平衡，调整2和3，使砂轮保持平衡（图2—15）。

5. 将砂轮转180°，如不平衡调整2和3，使砂轮保持平衡（图2—16）。再把砂轮转到任何位置，若都能停止，则粗平衡就算完成。

6. 将粗平衡好的砂轮装在磨床上，用金刚钻笔把砂轮圆周修圆，两端面用碳化硅砂

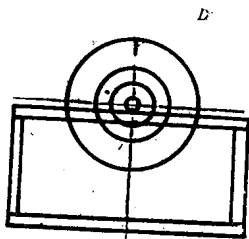


图 2—13 作记号“D”

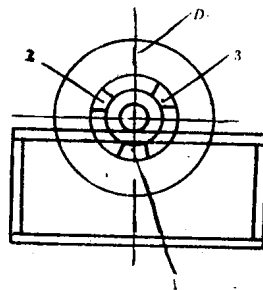


图 2—14 装平衡块

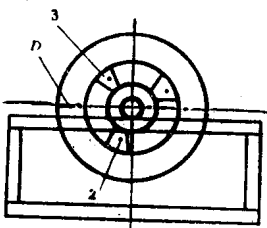


图 2—15 砂轮转 90° 并保持平衡

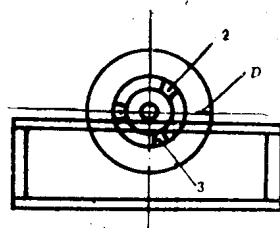


图 2—16 砂轮转 180° 并保持平衡

砖块修平。然后，取下砂轮，按粗平衡的步骤再进行精平衡。

思 考 题

1. 什么是砂轮的硬度？它与磨料本身的硬度是一回事吗？
2. 根据什么原则选择砂轮？
3. 将砂轮安装在法兰盘上时，应注意哪些事项？
4. 砂轮为什么要进行平衡？