

兵器工业出版社

方亚龙 高婉书 编著

兵器工业出版社

方亚龙 高婉书 编著

精密仪器装配通用工艺

精密仪器装配通用工艺

## 内 容 简 介

本书论述了精密仪器装配通用工艺及其有关知识。全书包括：概论、精密仪器装配通用工艺规程的编制过程、圆柱轴及孔配合面的研磨、销钉装配、金工零件的清洗、光学零件的清擦、用XY401胶粘接零件、毛毡密封圈浸渍润滑脂T<sub>2</sub>的工艺、专用干燥器的装配、圆水准器的装配、用密封蜡对产品进行密封、填充“光辉牌(P<sub>11</sub><sup>47</sup>)发光粉”的操作工艺、仪器充氮干燥、用自准平行光管测量传动链的空回和磁针标准样品的建立等十四章。在各章中，对于专用工具的使用、结构及其设计均做了较详细的论述。

本书可供精密仪器专业的学生及从事精密仪器装配的工程技术人员和工人参考。

### 精密仪器装配通用工艺

方亚龙 高婉书 编著

\*

兵器工业出版社 出版发行

(北京市海淀区车道沟10号)

各地新华书店经销

北方工业大学印刷厂印装

\*

开本：787×1092 1/32 印张：5.5625字数：122.1千字

1990年9月第1版 1990年9月第1次印刷

印数：1—2000 定价：4.40元

ISBN 7-80038-245-1/TH·12

# 目 录

概论 .....	( 1 )
<b>第一章 精密仪器装配通用工艺规程的编制过 程 .....</b>	<b>( 1 )</b>
第一节 精密仪器装配通用工艺规程的编制准 备 .....	( 1 )
第二节 精密仪器装配通用工艺规程的编制内容 .....	( 3 )
<b>第二章 圆柱轴及孔配合面的研磨 .....</b>	<b>( 5 )</b>
第一节 研磨机理 .....	( 5 )
第二节 研磨剂及其选择 .....	( 6 )
第三节 研磨剂的使用规则 .....	( 10 )
第四节 圆柱孔的研磨 .....	( 11 )
第五节 圆柱外表面的研磨 .....	( 20 )
第六节 研磨具研磨部分的材料 .....	( 27 )
第七节 圆柱轴与孔的配研 .....	( 29 )
第八节 圆柱轴与孔的端面研磨 .....	( 30 )
第九节 研磨的工艺细则 .....	( 32 )
第十节 检验 .....	( 34 )
<b>第三章 销钉装配 .....</b>	<b>( 35 )</b>
第一节 销钉的用途和类型 .....	( 35 )
第二节 销钉的防松方法 .....	( 38 )

第三节	正确装配销钉的意义 .....	( 40 )
第四节	销钉装配中使用的设备和工具 .....	( 41 )
第五节	销钉装配中的钻孔和铰孔 .....	( 48 )
第六节	圆柱销 ( GB119—76 ) 的装配 .....	( 56 )
第七节	定位销 ( SJ752—73 ) 的装配 .....	( 59 )
第八节	圆柱形销上销质量的检验 .....	( 62 )
第九节	圆锥形销的装配 .....	( 63 )
第十节	圆锥形销上销质量的检验 .....	( 70 )
<b>第四章</b>	<b>金工零件的清洗</b> .....	( 72 )
第一节	军用光学仪器中的金工零件 .....	( 72 )
第二节	清洗的必要性 .....	( 73 )
第三节	清洗 .....	( 74 )
第四节	烘干 .....	( 77 )
第五节	零、部件的保管 .....	( 77 )
<b>第五章</b>	<b>光学零件的清擦</b> .....	( 78 )
第一节	光学零件清擦的必要性 .....	( 78 )
第二节	清擦光学零件对环境的要求 .....	( 79 )
第三节	清擦光学零件所用的辅料和工具 .....	( 80 )
第四节	光学零件的清擦方法 .....	( 90 )
第五节	压圈、隔圈与镜框涂润滑脂和防尘脂 .....	( 93 )
第六节	光学零件清洁度检查 .....	( 96 )
<b>第六章</b>	<b>用XY401胶粘接零件</b> .....	( 97 )
第一节	XY401胶的性能和用途 .....	( 97 )
第二节	粘接工艺 .....	( 97 )
<b>第七章</b>	<b>毛毡密封圈浸渍润滑脂T<sub>2</sub> ( WJ414—65 )</b>	
	的工艺 .....	( 104 )
第一节	浸渍润滑脂的功用 .....	( 104 )

第二节	浸渍润滑脂T <sub>2</sub> 的规范 .....	( 105 )
<b>第八章</b>	<b>专用干燥器的装配 .....</b>	<b>( 107 )</b>
第一节	干燥器体与指示器的辊口 .....	( 108 )
第二节	专用干燥器的装配 .....	( 112 )
第三节	硅胶的还原方法 .....	( 113 )
<b>第九章</b>	<b>圆水准器的装配 .....</b>	<b>( 114 )</b>
第一节	圆水准泡 .....	( 114 )
第二节	圆水准器的结构 .....	( 115 )
第三节	圆水准器的装配 .....	( 116 )
第四节	分划圈内黑色填料脱落的修补 .....	( 120 )
第五节	用水泥、石膏浇注的圆水准器 .....	( 121 )
<b>第十章</b>	<b>用密封蜡 ( WJ 415—65 ) 对产品进行密</b>	
	<b>封 .....</b>	<b>( 122 )</b>
第一节	密封蜡 .....	( 122 )
第二节	密封工艺 .....	( 123 )
<b>第十一章</b>	<b>填充“光辉牌 ( P<sub>33</sub><sup>47</sup> ) 发光粉”的操作</b>	
	<b>工艺 .....</b>	<b>( 127 )</b>
第一节	永久性发光粉概述 .....	( 27 )
第二节	光辉牌 ( 钷 ) 发光粉 .....	( 129 )
第三节	填充光辉牌 ( 钷 ) 发光粉的工艺 .....	( 130 )
<b>第十二章</b>	<b>仪器充氮干燥 .....</b>	<b>( 134 )</b>
第一节	概述 .....	( 134 )
第二节	充氮干燥工艺 .....	( 135 )
<b>第十三章</b>	<b>用自准平行光管测量传动链的空回 ..</b>	<b>( 137 )</b>
第一节	自准平行光管工作原理 .....	( 137 )
第二节	测量方法 .....	( 139 )
<b>第十四章</b>	<b>磁针标准样品的建立 .....</b>	<b>( 147 )</b>

第一节	磁针标准样品建立的必要性	(147)
第二节	磁针标准样品的建立	(153)
第三节	标准样品的应用	(165)
<b>主要参考文献</b>		<b>(167)</b>

# 第一章 精密仪器装配通用 工艺规程的编制过程

在概论中，我们已经论述了精密仪器装配通用工艺的概念、设计原则和用途。本章我们将对精密仪器装配通用工艺规程的编制过程具体加以论述。

## 第一节 精密仪器装配通用 工艺规程的编制准备

### 一、确定通用工艺规程的编制任务

首先要按概论中所论述的设计原则确定通用工艺编制内容。也就是说，所编制的通用工艺用来指导精密仪器装配中的哪一部分装配工作。

一个装配通用工艺规程绝不可能对精密仪器的整个装配和调试过程都进行准确的指导，只能指导精密仪器装配工作中的某一部分工作。因此，装配通用工艺规程的专业性比较强。如设计“销钉装配”通用工艺规程，只能指导精密仪器装配中如何进行销钉装配。

### 二、资料收集

编制任务确定好后，就要进行广泛的调研，收集有关技术和工艺资料。

收集资料的面要尽量宽一些，不要太狭窄，这样便于整理时选取有用的。如在收集销钉装配的资料时，可收集如下

几个方面的材料。

1. 目前国内所用销钉的种类，包括国标、部标，甚至某些具有代表性的企业标准中所包含的品种和规格。

2. 各类销钉在精密仪器中及本企业产品中的使用状况。哪几种品种和规格广泛应用，哪些次之，哪些只在少数场合下应用。

3. 国内外销钉装配的方法。

不论其装配方法是否正确，均要进行详细收集。当然，我们需要正确的装配工艺，但也有些工厂采用不正确的装配方法，如有的工厂在装配销钉时，只用钻头把孔打好后，就将销钉打入；有的工厂在装圆柱销时，用锥铰刀铰销孔……等等。将这些方法都记录下来后，以便进行分析比较。

4. 销钉装配所用的设备和工具。

其中特别要注意收集在销钉装配中对钻头和铰刀的选用情况。

5. 装配中所用的材辅料及对材辅料的技术要求。

如在铰孔时所用的冷却润滑液及用哪种润滑液可提高销孔的表面粗糙度等级。

6. 销钉装配的效果如何及产品由于销钉装配而产生过什么质量问题。

7. 检验内容和检验方法、检验工具、仪器等。

### 三、资料整理

将广泛收集到的资料进行系统整理，提取其中带普遍性的正确资料，舍去无用的甚至错误的资料。

如在整理“销钉装配”资料时，要注意以下几个方面：

1. 选取国内或本企业精密仪器中广泛使用的几种类型和规格的销钉。此时不但要考虑企业现在的状况，还要考虑到



企业的发展和新品开发，对于不常用的或只在少数场合下使用的销钉可不选入。如只选取在精密仪器中广泛使用的圆柱销GB119—76、圆锥销GB117—76、螺尾圆锥销GB881—76、内螺纹圆锥销GB118—76、开尾圆锥销GB877—76及定位销SJ752—73等。其它种类的销钉可不选入。当然，有了上述几种销钉的装配通用工艺规程，则其它种类的销钉装配方法也可参照进行。

2. 选取国内外正确的装配方法。对于如用锥铰刀铰圆柱销孔等不正确的装配方法，则不能选入。

3. 拟定装配方法和工艺细则，选取适用的设备、工具、材料、辅料等；确定检验内容与方法、检验工具及仪器。

#### **四、编制装配通用工艺规程中应考虑的问题**

在编制本企业装配通用工艺规程时，除考虑企业现在的条件和状况外，还要考虑到企业今后的发展和新品开发。装配通用工艺规程应具有先进性。

## **第二节 精密仪器装配通用工艺规程的编制内容**

装配通用工艺规程包括两个方面的内容，即编制工艺规程和设计装配工装。

### **一、编制工艺规程**

一般而言，精密仪器装配通用工艺规程按如下内容和顺序编制。

1. 具体的工艺操作过程。
2. 所用设备、工具、仪器及材、辅料明细表（包括检

验用工具和仪器)。

3. 有关注意事项和细则。

4. 检验内容及检验方法。

5. 对装配通用工艺规程给予标准文号。如“TY1024—87销钉装配工艺规程”。

## **二、设计专用装配工装**

在设计工装时，应尽量选用部标及厂标装配标准工装。如光学零件清擦中需用的“机械转盘”、“夹棉器”、“缠棉器”、“直杆”等。

无标准可选用的工装则应进行设计，并给予相应的图号。

## 第二章 圆柱轴及孔配合面的研磨

研磨是一种精密的加工方法，单个零件进行研磨可以获得极高的尺寸精度，以满足单件精度及互配精度要求；还可以改进工件的几何形状，以达到更高的圆度、圆柱度、平面度；同时，还可以提高工件的表面粗糙度等级，保证产品的反射率等。相配零件研磨后，可以得到很高的配合精度，保证平滑运动和密封性能。传动零件通过研磨可以提高传动质量。因此，研磨在精密仪器的装配中应用很广，是必不可少的重要工序。研磨一般是在装配过程中就地进行的，一般用于有相对运动的轴孔配合和有相对滑动的平面摩擦部分。

在精密仪器中，往往要求圆柱轴、孔的配合精度很高，并且在各种气候条件下，不但转动要均匀平滑、无卡滞，而且有的还要保证密封性，这样在装配中就要采取相应的研磨工艺措施，其中包括对圆柱轴、孔的单独研磨、互配研磨和两者配合端面的互配研磨。

### 第一节 研磨机理

研磨就是用研磨具和研磨剂从工件表面磨掉一层微小的金属，使工件具有所要求的准确形状和表面粗糙度。

研磨剂是由磨料和辅助材料组成。在研磨过程中，研磨剂受到研磨压力后，一部份研磨剂中的微小细粒（磨料）被

嵌入研磨具的工作面上，这些微小细粒的磨料象砂轮一样，有无数把微小刀刃，这些微小刀刃在研磨时起微量的切割作用；再则，由于研磨具和工件作复杂的相对运动，那些未嵌入研磨剂的研磨剂，在工件和研磨具之间产生滑动和滚动，从而产生微量的切割作用，这样磨料就在工件表面上切去极薄的一层金属。同时，研磨剂中的辅助材料（硬脂酸、猪油、松节油……等），不但能将切屑和不起研磨作用的微小磨料带出去，而且还能起化学作用，加速研磨的进行。因而，研磨加工是一个复杂的过程，实际上是物理作用和化学作用的综合。

## 第二节 研磨剂及其选择

精密仪器装配中所使用的研磨剂，一般都是各使用工厂自己配制的。经常使用的研磨剂有绿粉抛光膏、浮石研磨膏和金刚砂研磨膏等。在装配的手工研磨、半机械研磨及机械研磨中，一般均使用软状研磨剂，因为软质膏状研磨剂能极其方便地用刷子或手涂抹在工件或研磨具上，而且当研磨具与工件在研磨中产生相对运动时，由于相互间的摩擦产生热量，这种研磨剂在摩擦热下很快就会熔化而接近液态。

研磨剂中磨料的浓度对研磨质量影响很大，浓度大，切削力强，但磨料不易分布开，对工件的精度和几何形状均有影响。

研磨剂中的辅助材料应具有一定的粘度，这样能使磨料均匀地分布在研磨剂内，并能均匀地分布在工件与研磨具之间，而且还能将切屑和不起研磨作用的细磨料排除出去。粘度太大或太小均会影响工件的精度和几何形状。如粘度太

小，则会产生工件上各段光洁度不一致及工件表面凹凸不平。

### 一、仪器装配中常用的研磨剂

磨料种类很多，仪器装配中常用的研磨剂有如下几种：

1. 金刚砂研磨膏 金刚砂以  $\text{Al}_2\text{O}_3$  为主体，天然金刚砂的比重为3.94~4.1，硬度为5~8(莫氏硬度)，强度较好。

金刚砂研磨膏是由金刚砂与动物油、凡士林及少量红粉或绿粉等配制而成的均匀膏状物。根据金刚砂颗粒的粗细不同，又可分为240\*、303\* (相当于W20) 和  $303\frac{1}{2}$ \* (相当于W14) 三种不同牌号，外观上相应用红、绿、灰三种颜色区别。使用时，应严格按工艺规程的规定选用，不得乱用。金刚砂研磨膏主要用于黑色金属的研磨。

2. 浮石研磨膏 浮石乃火山爆发后喷射出来的熔岩受冷形成的一种多孔状岩石，其比重小于水而浮于水面，因此称浮石。

浮石是一种硅酸盐，其组成为碱土金属铝硅酸盐的混合物，主要成分为  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ， $\text{SiO}_2$ ，它的硬度约为6(莫氏硬度)。其颜色呈米黄色或灰白色等，以米黄色的为最好。

浮石研磨膏为动物油(猪油或其它动物油)和浮石粉配制而成的均匀膏状物，其规格一般为W10。它最适合于研磨铝、铜及其合金并且精度、表面粗糙度要求较高的零件。

3. 绿粉抛光膏 绿粉抛光膏实际上是氧化铬( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )，其颜色有深绿、绿色及草绿色三种，因而称为绿粉，其比重为5.21，硬度为7~7.5(莫氏硬度)。深绿色(近于黑色)硬度最高，晶粒也粗大；草绿色的硬度最低，晶粒也小；而绿色的则处于上述两者之间。

绿粉抛光膏的规格有：W1.5, W7, W10, W14, W20等。

绿粉抛光膏分膏状和固体两种。

膏状绿粉抛光膏由绿粉和动物油(熟猪油或其它动物油)配制而成的均匀膏状物。

固体绿粉抛光膏由绿粉和硬脂酸、煤油混合配制而成。

绿粉( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )具有一定的切削和抛光能力,它经研磨后,基本上都形成小球一样,因而不会嵌入工件表面,而且工件的表面粗糙度也很好。

绿粉抛光膏主要用来研磨和抛光各种钢及合金钢、铝及铝的合金、铜及铜的合金等。

为了便于选用,特将目前精密仪器装配中常用的上述几种研磨剂列于表2-1。

表2-1 仪器装配中常用的研磨剂

名称	规格	磨料硬度 (莫氏硬度)	用途	颜色
金刚砂研磨膏	240#, W20, W14	5~8	主要用于研磨黑色金属	红、绿、灰
浮石研磨膏	W10	6	最适合研磨铝、铜及其合金	米黄色或灰白色
绿粉抛光膏	W1.5, W5, W7, W10, W14, W20等	7~7.5	研磨抛光各种钢及合金钢、铝及铝合金、铜及铜合金等	深绿, 绿色, 草绿色

## 二、研磨剂的选择

被研工件的质量与研磨剂的质量有很大的关系,而且在实际生产中,需研磨工件的品种甚多,材料也不一,技术要求严格。为了保证被研磨工件的加工质量及提高效率,正确的选择研磨剂是一项极为重要的工作,下面我们从几方面进行论述。

1. 根据被研磨工件的材料及其硬度选用 硬度高的工件就必须选用硬度高的磨料，否则难以提高效率。硬度低的工件就必须选用脆性大或硬度低的磨料。有的工件不允许有磨料嵌入工件表面，这样就只能选用软磨料。如在工作时要求有精确的相对运动的轴孔配合件，就不允许有磨料嵌入轴或孔的表面，因为被嵌入工件表面的细小微粒，一般是难以清洗干净的，这样工件在工作时，这些嵌入工件表面的磨料就会对工件起切削作用，从而会破坏轴孔的配合精度。

2. 根据被研磨工件的表面粗糙度来选择 被研工件的表面粗糙度一般是 $R_a 1.6 \sim R_a 0.012$ 。对同一种磨料而言，当磨料粒度粗时，虽然切削力强、效率高，但研出的工件表面粗糙度差；而磨料粒度细时，虽然切削力弱、效率低，但研出的工件表面粗糙度好，常用研磨粉的加工范围见表2-2。

表2-2 常用研磨粉的加工范围

研磨粉号数	研磨加工类别	可达到的表面粗糙度 ( $R_a$ )
100#~240#	用于最粗的研磨加工	
W63~W20	用于粗研磨加工	0.4~0.2
W14~W7	用于半精研磨加工	0.2~0.1
W5以下	用于精细研磨加工	0.1以上

3. 根据被研磨工件的余量来选择 在研磨加工过程中，一般每研磨一遍所切除的金属不超过0.002mm，工件的研磨余量一般应为0.005~0.03mm，诚然，随着工件尺寸大小及材料的不同，研磨余量是不相同的。

众所周知，当被研磨工件的余量大时，应选磨料粗的研磨剂，且磨料的浓度应增大，因为浓度大则切削力强、效率

高，容易达到研磨目的；而当被研磨工件的余量小时，则相反。

4. 根据其它因素选择 根据不同的研磨方法来选择研磨剂。手工研磨、半机械化研磨和机械化研磨所选用的研磨剂均有区别。

此外，还应考虑环境温度。一般而言，冬、夏天的温差很大，对研磨膏而言，冬天用的硬脂酸应适量地减少，夏天则相反。

综上所述，在使用中应根据工件的材料、形状、配合精度、表面粗糙度要求及研磨方法等因素选用不同种类的研磨剂。在根据各种条件来选择研磨剂时，均有着有机的联系。如磨料粒度粗时，虽切削力强、效率高，适于研磨余量大的工件，但研出的工件表面粗糙度差，这样就不适宜用于表面粗糙度要求高的工件的最后加工，而只能用于粗研磨，粗研磨后，再用细磨料进行研磨达到要求。

### 第三节 研磨剂的使用规则

各种不同性质、不同规格研磨剂的硬度、强度、脆性等均不同，其用途也各不相同，因此，应严禁将各种不同性质、不同规格的研磨剂混在一起，应严格按装配工艺规程的规定进行使用，切不可任意乱用。如果将不同性质、不同规格的研磨剂混在一起使用，不但会影响研磨效率，而且还可能会划伤工件表面，影响表面粗糙度。

为了防止外界环境污染研磨剂，研磨剂应随时保存好，防止灰尘渗入；在使用时，不得将研磨剂置于机床旁边，研磨具及手、工作服应洗干净，工作场地应清扫干净，防止将切屑或各种杂物落入研磨剂内。因为灰尘、切屑或各种杂物



落入研磨剂后，将划伤工件表面，严重的还会将工件卡死于研磨具上，以致在工件上划出大痕沟而造成工件报废。

在研磨时，涂抹研磨剂应适量，既不能太多，也不能太少，太多了容易产生喇叭口，而太少了效率低，甚至有的地方缺少研磨剂而未磨到，影响工件质量。

## 第四节 圆柱孔的研磨

圆柱孔研磨目前有手工研磨、半机械化与机械化研磨，在军用光学仪器的装配工作中，国内目前半机械化研磨采用较广泛。半机械化研磨通常是将研磨具装入研磨头或机床主轴内作旋转运动，操作者按需要在研磨具上或零件孔内涂敷研磨剂，而工件在研磨头上的往复运动则由手工操作完成。

### 一、研磨设备

在军用光学仪器装配的研磨中，主要设备是研磨头，其示意图见图 2-1，其上三爪夹头用于夹持工件，三爪夹头装

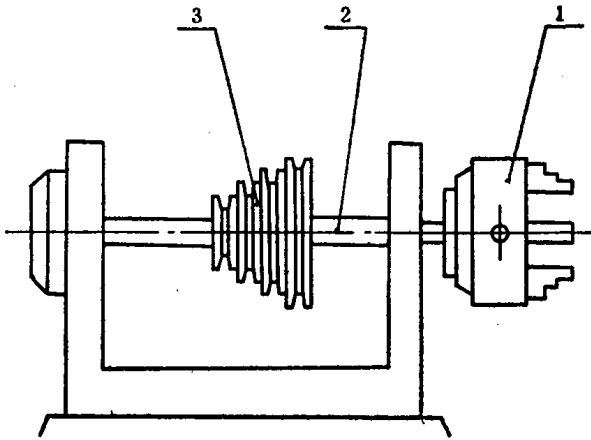


图2-1

1—三爪卡头；2—主轴；3—皮带变速轮。