

TH137.5
1220

965038

高等学校教材

液压气压附件及管路系统工艺

张健文 编著

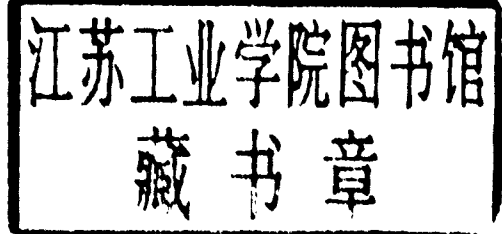
37.5
0

西北工业大学出版社

高等学校教材

液压气压附件及管路系统工艺

张健文 编著



西北工业大学出版社

1993年6月 西安

(陕)新登字 009 号

【内容提要】 本书是流体控制与操纵系统专业的专业课教材,是根据专业发展的需要及生产实践而编著的。主要内容
包括专业附件的精密零件、组合件、装配与试验工艺,密封件的制造,导管工艺及管路系统的安装、清洗与调试等。

本书从理论与实践两个方面对所载内容作了较为系统、全面的论述,由浅入深。内容力求新颖,切合实用。各章后备有思
考题与习题,便于掌握和自学。

本书除作为有关专业学生的教学用书外,还可供从事液压、气压工程技术工作的人员参考。

高等学校教材

液压气压附件及管路系统工艺

编著者 张健文

责任编辑 王夏林

责任校对 享 邑

*

©1993 西北工业大学出版社出版

(西安市友谊西路 127 号 邮编 710072)

陕西省新华书店发行

西北工业大学出版社印刷厂印装

ISBN 7-5612-0420-5/TH·19(课)

*

开本 787×1092 毫米 1/16 11.375 印张 282 千字

1993 年 6 月第 1 版 1993 年 6 月第 1 次印刷

印数:1—1 500 册

定价:3.02 元

前 言

众所周知,随着现代科学技术的发展,流体传动与控制在飞机、机床、工程机械、船舶、火炮及其他国民经济领域内都获得了广泛的应用。鉴于目前讲述专业产品制造工艺的书籍很少,也未发现有可作为高校教材的教科书,特编著这本教材,用以促进专业产品制造工艺的发展及教学上的改革,使教学与生产实践能紧密地相结合。本专业毕业的学生大都从事专业产品的设计或工艺工作,从事设计工作的人员应具备一定的材料和工艺方面的知识;不言而喻,从事工艺工作的人员理应具有足够的工艺知识。此外,近些年来,我国在流体传动与控制专业产品的生产与使用方面,虽有长足的进展,但各厂家或部门基本上是各行各素,情况有别,对一些先进的生产技术和实践经验未得到应有的收集、整理与推广。因此,开设这门课程,使学生在修学期间能得到有关专业产品制造工艺知识的学习,在专业范畴内掌握完整的知识体系,毕业后无论从事设计工作,或工艺工作,都能做到知识面适从,得心应手。此外,通过这本教材还期望能起到一定的交流与推广作用。

本书编著过程中始终贯注以下的精神和原则:① 尽量吸收国内外的先进工艺技术,尤其对国内的先进工艺方法和实践经验作了较多的整理。在许多方面,还根据编著者多年来在从事设计、生产及教学方面的实践经验作了适当的补充与提高。② 在深度与广度方面,从航空产品的高标准、严要求出发,对工艺技术问题的论述力求做到严谨、周密,同时也照顾到地面产品的特点和需求,以使读者无论搞航空产品或地面产品的工艺工作,都能适从,满足改革开放、军民产品结合的生产形势。③ 本书所载内容以讲述工艺为主,另外还介绍了一定量的结构设计及材料选用方面的知识,设计工作者,从中可获得一定的裨益。④ 全书章节次序的安排及内容的取舍均符合专业产品生产的逻辑性;工艺技术问题的阐述按产品的制造工艺过程进行,层次分明,便于学生记忆与掌握。

本书共分五章。第一章的内容为精密零件的加工方法与加工理论。第二章为有代表性的液压件加工方法,亦是第一章所述内容的具体应用。此外,还包括了各种型面的加工方法。第三章讲述密封件的制造方法及密封件材料的性能,通过本章学习能够掌握密封件的选材、制造及正确使用密封件的知识。第四章对导管的加工从理论分析到实际使用,作了全面的、系统的介绍。第五章对液压、气压管路系统的结构设计、安装工艺及其调试作了全面的介绍与分析。所列内容也适用于燃油、滑油等其他的管路系统,具有广泛的适应性。

全书由西安交通大学何钺教授审稿。因编著者水平有限,书中不妥及错误之处,希读者能给予批评指正。

编 著 者

1992 年 1 月

2AC84/03

目 录

第一章 精密零件工艺.....	1
第一节 精密零件工艺过程概述.....	1
一、关于加工精度和表面质量的概念.....	1
二、机械加工过程中使用的名词与术语.....	2
第二节 零件机械加工工艺过程中的几个问题	15
一、工艺基准的选择	16
二、加工阶段的划分	17
三、工件的安装及获得尺寸精度的方法	17
四、工序位置的安排	18
五、工序尺寸及其公差的确 定	21
六、渗氮或渗碳工序渗入深度的计算	22
七、电镀零件工序尺寸的计算	24
第三节 精密零件的精加工方法	25
一、精加工使用的磨料	25
二、磨削加工	26
三、珩磨加工及强力珩磨加工	29
四、研磨加工	29
五、精铰加工	34
六、抛光加工	34
七、工艺杂质的清除	34
第四节 检验和测量技术	36
一、检测工序的划分	36
二、检测方法	36
三、典型的检测设备及其应用	36
思考题与习题	42
第二章 典型液压、气压件工艺	46
第一节 典型零件加工	46
一、滑阀套加工	46
二、滑阀芯加工	50
三、柱塞加工	51
四、滑靴加工	52
五、双作用叶片泵铰子加工	54

六、叶片泵叶片的加工	56
七、转子泵（或马达）的内转子加工	57
八、伺服阀的衔铁加工	61
九、圆柱螺旋压力弹簧的制造	63
十、特长油缸加工	65
第二节 典型组合件工艺	67
一、滑阀副的组合加工	67
二、压力阀阀口的偶合加工	70
三、柱塞副组合加工	71
四、滑靴副组合加工	72
五、衔铁组件的组合加工	72
六、双腔作动筒活塞的组合加工	73
第三节 附件总装配及其质量检验	75
一、总装配的方法和步骤	75
二、总装配质量检验	76
第四节 附件的调试	77
一、密封性试验	78
二、强度试验	79
三、环境试验	79
四、工作性能试验	80
五、寿命试验（耐久性试验）	81
第五节 油封与包装	81
思考题与习题	82
第三章 密封件制造	84
第一节 密封件材料及其工作性能	84
一、橡胶类	84
二、耐油橡胶石棉板	85
三、聚四氟乙烯（有填充剂的）	85
四、皮革	85
五、紫铜	85
六、纯铝	85
七、不锈钢 1Cr18Ni9Ti	85
八、尼龙材料（尼龙 6、尼龙 1010）	86
九、液体聚合物密封材料	86
第二节 密封件制造	86
一、冲切法	86
二、车削法	86
三、粘接法	88

四、模压法	88
第三节 橡胶密封圈的模具设计	91
一、模具的结构	91
二、模具的材料及其热处理	92
三、上、下模(阴、阳模)型腔尺寸的计算	93
四、模具的其他技术要求	94
五、模具的使用与保管	96
第四节 密封装置的故障分析	96
思考题与习题	98
第四章 导管工艺	99
第一节 管材的种类、规格及用途	99
一、金属管材	99
二、软管	102
第二节 金属导管的预备加工	103
一、除油	103
二、下料	103
三、去除毛刺	104
第三节 金属导管的弯曲	105
一、管子弯曲时的应力与变形分析	105
二、弯管的取样	112
三、弯管方法及弯管设备	113
第四节 导管端头加工	119
一、扩口连接的管端加工	119
二、无扩口连接的管端加工	123
三、管端波纹加工	124
四、导管焊接连接	126
五、橡胶软管端头加工	128
第五节 导管表面处理	129
一、碳钢导管的表面处理	130
二、铝合金导管的表面处理	130
三、铜导管的表面处理	131
四、导管外表面涂油漆	131
第六节 导管的标志、检验、试验、清洗及包封	131
一、标志图号	131
二、导管检验	132
三、导管的试验	133
四、导管的清洗	136
五、导管的包封	137

思考题与习题	137
第五章 管路系统的安装、清洗与调试	139
第一节 管路系统的安装	140
一、管路系统安装设计的几个问题	140
二、管路系统安装工艺及安装质量检查	147
第二节 管路系统的清洗	155
一、气路系统的吹风	156
二、液压系统的清洗与注油	156
三、工作液的清洁度检查	159
第三节 管路系统的调试	162
一、密封性试验	163
二、性能试验	164
三、液压系统的模拟试验	167
四、工作寿命试验	168
思考题与习题	169
附 录	171
附表 1 各种加工方法所能达到的经济精度和表面粗糙度	171
附表 2 标准公差数值	172
附表 3 新公差等级与旧精度等级的对照及应用	173
附表 4 表面粗糙度 R_a 的数值与旧国标《表面光洁度》的对照	173
参考文献	174

第一章 精密零件工艺

液压、气压附件的生产过程系指将原材料逐步转变成液压、气压件的全过程，其中包括以下的工作和内容：

- (1) 原材料的购进和保存。
- (2) 生产准备工作。工艺装备的准备、标准件及成件的购进、工艺规程的制订等。
- (3) 毛坯的制造。原材料（经下料）作毛坯；铸、锻、焊接件毛坯；粉末冶金毛坯等。
- (4) 毛坯经机械（切削）加工、热处理、表面处理等一系列工序制成零件。
- (5) 装配及调试。包括组件装配、部件装配和总装配。对装配成的组、部件和总装配成的液压、气压件进行检验和调试工作。
- (6) 对调试合格的液压、气压件进行必要的油封、包装和入库。

第一节 精密零件工艺过程概述

零件是构成液压、气压件的基本单元，在上述液压、气压附件的生产过程中，第（1）—（2）条为生产准备过程，第（3）—（6）条为与其生产直接有关的过程，即将原材料转变成合格液压、气压件的全部工艺过程。其中第（4）条为零件机械加工的工艺过程，在该过程中，利用机械加工的方法逐步改变毛坯的状态（形状、尺寸和表面质量），使之成为合格的零件。零件制造的工作量大，就制造液压、气压件的劳动量而论，零件制造约占总劳动量的 1/3 以上，其中精密零件制造占有相当重要的地位。所谓精密零件系指那些加工精度和表面质量要求都很高的零件。至今，机械加工仍然是制造零件的主要手段，一个精密零件往往需要几十道工序才能完成全部加工，花费的工时多，还需要精密和复杂的工艺装备（机床，工、夹、量具及检测仪器）及技术熟练的工人操作。精密零件制造质量的优劣对液压、气压件的工作性能起着决定性的作用。

一、关于加工精度和表面质量的概念

1. 加工精度

指加工后零件的几何参数与其理想状态相符合的程度，它们之间的差异常以加工误差表示。加工精度包括：

(1) 尺寸精度 指零件加工出的实际尺寸（应在零件图上所标注有关设计尺寸的范围）与理想尺寸之间的符合程度。理想尺寸一般指零件图上所标注有关设计尺寸的平均值。如圆柱表面，图纸上标注的设计尺寸是 $\phi 40_{-0.012}^{+0.011}$ mm，其理想尺寸就是 $\phi 39.975$ mm。若加工后的尺寸为 $\phi 39.98$ mm，则其尺寸误差为 $39.98 - 39.975 = 0.005$ mm。采用高精度的加工机床、选用加工性能良好的工件材料及最佳加工条件，是获得高的尺寸精度的主要保证。

(2) 几何形状精度 指加工后零件加工表面的实际形状与理想形状之间的符合程度。理想形状是指绝对准确的形状，如平面、圆柱面、球面、螺旋面等。形状精度以形状误差表示，

形状误差越小,表示加工表面越接近于理想形状,即形状精度越高;反之,则形状精度越低。如圆柱表面,若加工后的圆柱度误差为 0.002 mm ,则其形状精度亦为 0.002 mm 。可获得的几何形状精度主要由机床和刀具决定。

(3) 表面相互位置精度 指加工后零件有关表面之间的实际位置与理想位置之间的符合程度。理想位置是指绝对准确的位置,如两个平面的平行或垂直、两圆柱面同轴等。位置精度以位置误差表示,位置误差越小,表示加工后零件有关表面之间的实际位置越接近于理想位置,即位置精度越高;反之,则位置精度越低。如两圆柱面之间的圆跳动为 0.003 mm ,则其位置精度亦为 0.003 mm 。可获得的表面相互位置精度主要由加工时的安装误差决定。事实证明,在一次安装下加工零件的有关表面,是获得有关表面之间具有高的位置精度的可靠保证。

2. 表面质量

不管采用何种机械加工方法所获得的加工表面,实际上都不可能是绝对理想的表面。经对加工表面进行测试和分析说明,零件表面经机械加工后,表面会形成深度约 $0.05\text{--}0.15\text{ mm}$ 的表面层,这层金属的结构和性质与基体金属相比较有所变异,这一变异的表面层状态称为表面质量。

机械加工是个极为复杂的过程,切削力使表面受到压缩并产生塑性变形,晶粒的完整性受到破坏,摩擦力影响纤维组织的方向;切削热的作用如同淬火、回火一样,会使表面层金属材料产生金相组织及晶粒大小的变化;最外层生成氧化膜或其他化合物,并可能吸收渗进了某些气体、液体及固体的粒子。由上述种种因素综合作用的结果,最终使零件表面层的物理、机械性能与零件基体有所差异(在某些情况下还会产生化学性质的变化)。为此,表面质量主要包括下列内容:

(1) 表面的几何形状结构 几何形状结构包括表面粗糙度和表面波度。

表面粗糙度 即表面微观形状误差,其大小是以表面轮廓的算术平均偏差 R_a 或微观不平度的平均高度 R_z 表征的, R_a 或 R_z 的数值越小,则表面的粗糙度就越低。

表面波度 即介于宏观形状误差与表面粗糙度之间的周期性几何形状误差,其大小是以波长和波高表征的。表面波度主要是在加工过程中工艺系统的振动引起的。

(2) 表面层的物理、机械性能变异 物理、机械性能变异主要包括下列四个方面的内容:

机械加工时,因刀瘤引起的表面划痕、撕裂、皱折及裂纹等缺陷;

加工表面层因塑性变形所产生的冷作硬化、硬化层的深度及硬化的程度;

加工表面层因切削或磨削热而引起的金相组织变化情况;

加工表面层因力或热的作用所产生的残余应力,残余应力的大小、方向及其分布情况。

二、机械加工过程中使用的名词与术语

1. 工序

指一个(或一组)工人在一个工作地点,所连续完成一个(或同时几个)零件加工工艺过程中的某一部分工作。

2. 安装

使工件在机床上(或夹具中)定位,并将它夹紧的过程称为安装。在一道工序中,零件在加工位置上可能只安装一次,也可能安装几次,但应尽量减少安装次数。因为多安装一次,

就多一个安装误差，而且增加装卸工件的辅助时间。因此，在生产中，常采用不需重新装卸工件而能改变工件位置以加工不同表面的夹具（各种回转夹具）。

3. 工步

当某一工序加工的表面较多时，可将该工序划分为若干个不同的工步，以各种不同的切削工具和切削用量加工不同的表面。其中以同样的工具和切削用量加工同一个（或同一组）表面的那部分工作称为一个工步。

4. 工位

一次安装后，在加工过程中若工件需若干次位置的改变，则工件在机床上所占的每一个位置都称为一个工位。

5. 走刀

一个工步中若需切去的金属层很厚，不能一次切完，则分几次切削，每一次切削就是一次走刀。

6. 切削用量

切削用量是对工件进行切削加工时采用的工作参数。它包括切削速度（ v ）、进给量（ f ）和切削深度（ a_p ）。

7. 工艺路线与工艺规程

例 1-1 通过直通管接头（图 1-1）的机械加工工艺流程阐明上述术语的应用（见表 1-1）。

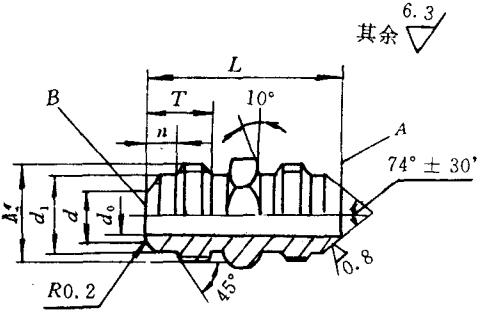
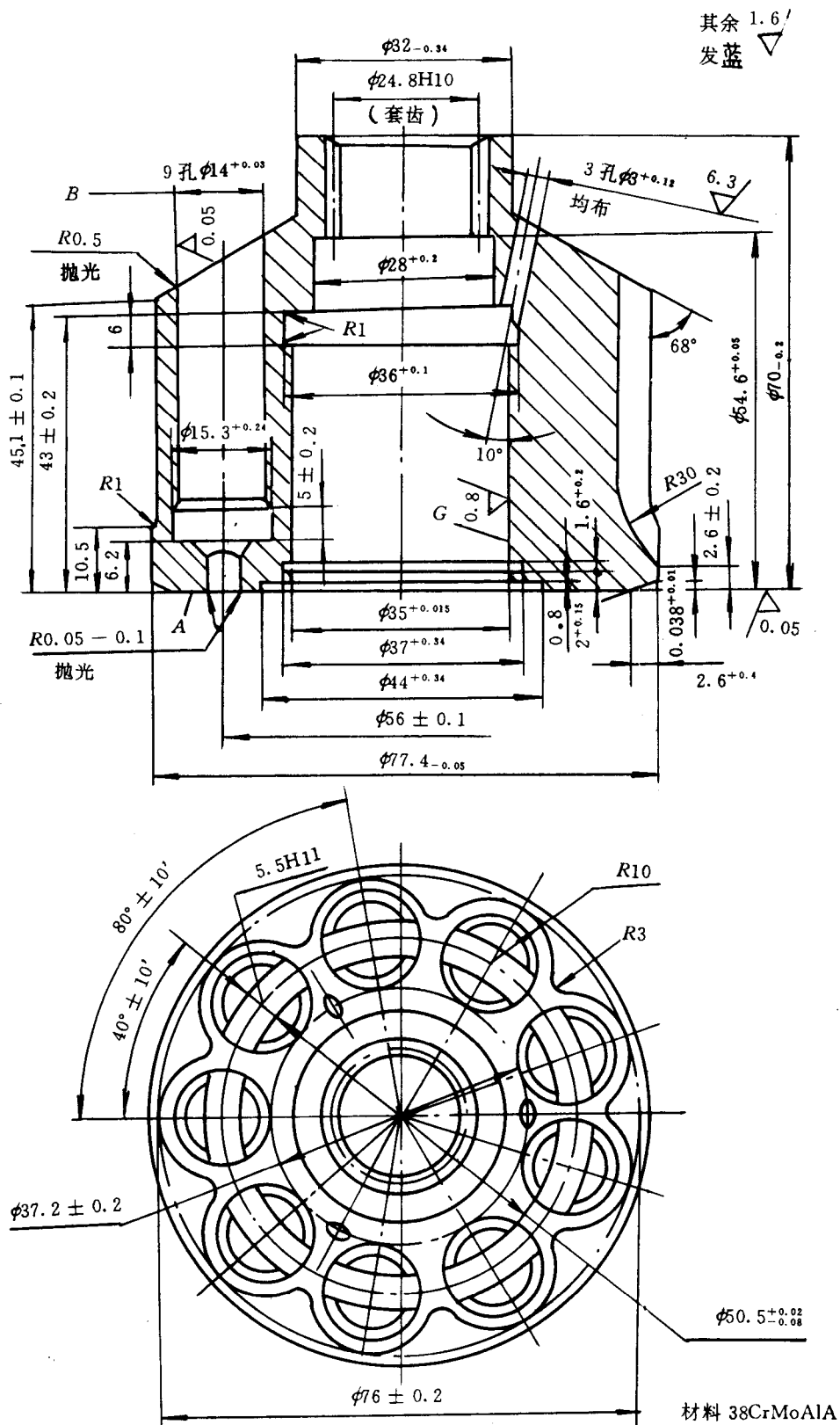


图 1-1 直通管接头零件图

表 1-1 机械加工直通管接头的工艺过程

工 序	工序名称	安 装	工 步	工位	走刀
1	车 工	1 (三爪卡盘)	1. 车端面 B 2. 钻孔 d_0 , 孔深 $> L$ 3. 车螺纹 M 的外径 4. 车外径 d_1 及退刀槽 5. 车螺纹处倒角 45° 6. 车 $74^\circ \pm 30'$ 锥面及 d 7. 车螺纹 M 8. 抛光 $74^\circ \pm 30'$ 锥面, R 为 0.2 , $\sqrt{0.4}$ 9. 倒棱 10° 10. 从 A 面处切断, 保持总长 $> L$	1	2 2 3 2 1 1 10 1 1 1
		2 (三爪卡盘)	车端面 A, 保持长度为 L 其余同安装 1 的 3—9	2	2
2	铣 工	1 (回转夹具)	铣六方(变合工步)	3	3
3	钳 工		清除毛刺		



技术要求:

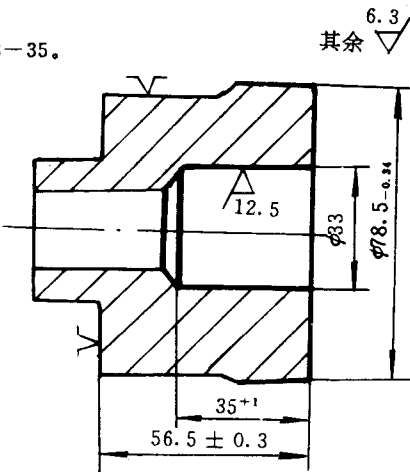
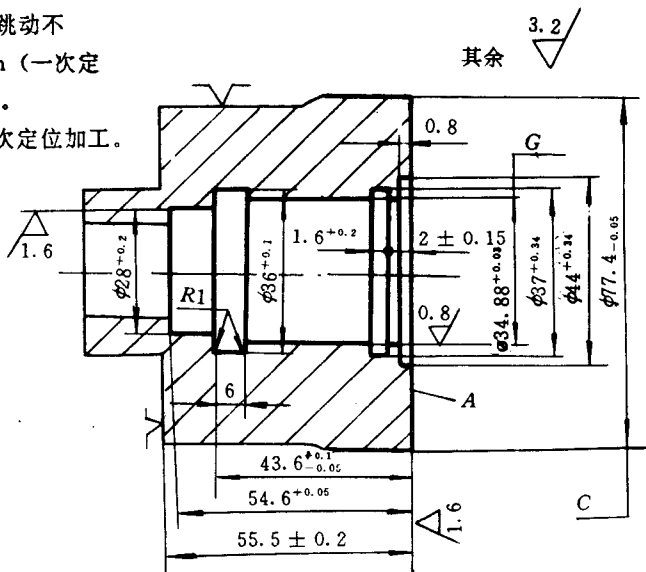
- (1) 毛坯锻造; (2) 一般尺寸公差按 HB761-66;
- (3) 端面 A 的不平度不大于 0.001mm, 端面 A 对孔 G 的跳动不大于 0.01mm;
- (4) 孔 B 的圆柱度允差不得大于 0.003mm, 不直度不大于 0.003mm (按孔最小实际尺寸选用比孔小 0.004-0.002mm 的量规应能靠自重 200g 通入全孔。孔 B 对端面 A 的不垂直度不大于 0.03mm;
- (5) 渐开线花键套齿对孔 G 的跳动不大于 0.04mm; (6) 孔 G 孔口 (即卡圈槽外的部分) 塞规不过端允许通过;
- (7) 端面 A 及孔 B 表面氮化, 氮化层深 0.2-0.45mm, 氮化层表面硬度 HV=900, 中心硬度 HRC=33-38; (8) 磁力探伤。

例 1-2 液压泵转子 (图 1-2) 机械加工的工艺路线 (见表 1-2)。

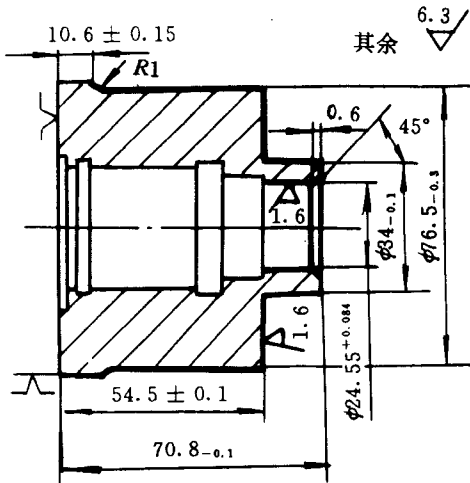
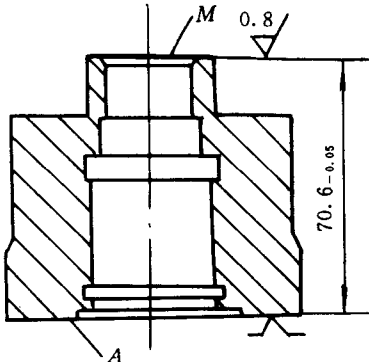
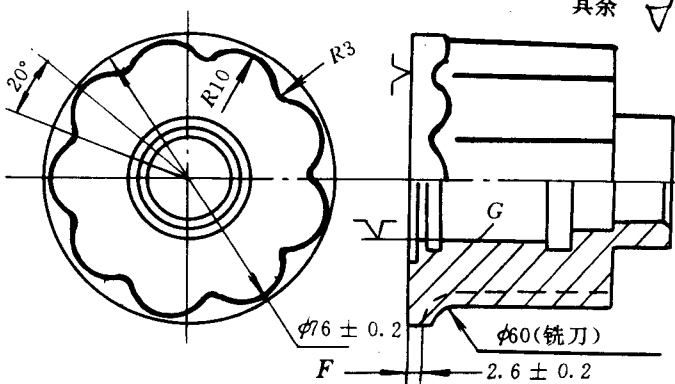
表 1-2 液压泵转子机械加工的工艺路线

工序号	工序名称	加工技术要求及工序草图 (√表示定位)
1	粗车	
2	粗车	

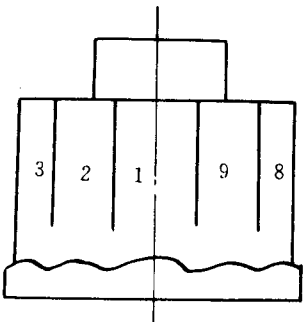
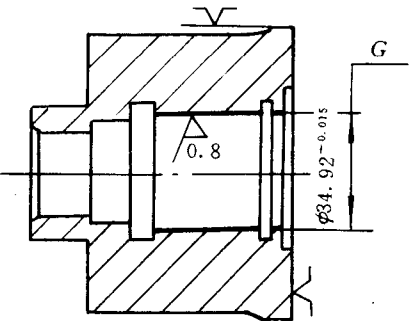
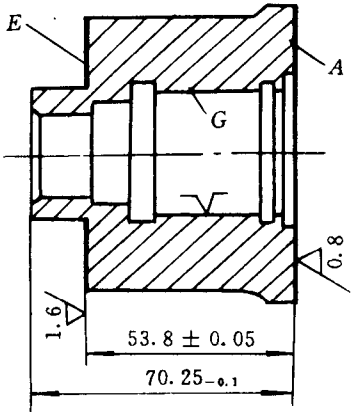
(续表 1-2)

工序号	工序名称	加工技术要求及工序草图 (—√—表示定位)
3	细车	尖边倒圆。 热处理 HRC=28—35。 随带试棒。 
4	车	A 对 G 的跳动不 大于 0.01mm (一次定 位加工保证)。 A 和 C 一次定位加工。 

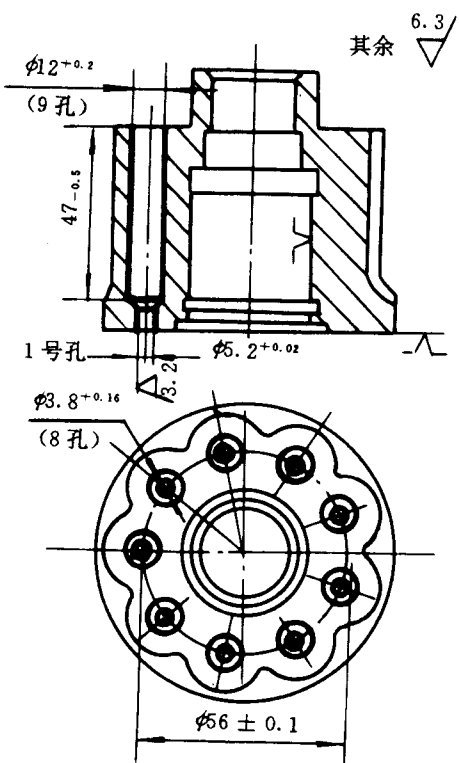
(续表 1-2)

工序号	工序名称	加工技术要求及工序草图 (√表示定位)
5	车	尖边倒圆。 
6	磨端面 M	端面 M 对 A 的不平行度不大于 0.02mm。 
7	铣外形	校正心轴跳动不大于 0.02mm。 保证 F 对 G 跳动不大于 0.08mm。 φ60, R10, R3, 20°由刀具保证 (用分度夹具)。 

(续表 1-2)

工序号	工序名称	加工技术要求及工序草图 (—√— 表示定位)
8	钳工	清除铣外形留下的毛刺。 打印柱塞号。 尖边倒圆。 
9	研磨孔 G	孔 G 不允许有倒锥形度。 孔 G 的正锥度及椭圆度不大于 0.005mm。 孔 G 孔口外端 (即卡圈槽外的部分) 塞规不过端允许通过。 
10	精车端面 E 和 A	端面 E 对 A 的不平行度不大于 0.01mm 端面 A 对孔 G 的跳动不大于 0.01mm。 

(续表 1-2)

工序号	工序名称	加工技术要求及工序草图 (—▽—表示定位)
11	钻孔	钻孔前以 1 号孔定向 (用分度夹具)。 
12	稳定回火	回火后表面硬度 HRC=28-35。 随带试棒。 