

质量检验和监督教材丛书

中级锻件检查工培训教材

机械电子工业部质量安全司 编

机械工业出版社

质量检验和监督教材丛书

45

中级锻件检查工培训教材

机械电子工业部质量安全司 编



机械工业出版社

(京)新登字054号

内 容 简 介

本书是《机械工业质量检验和质量监督人员培训教材》的补充教材,适于中级锻件检查工技术培训用。

本书以原机械部颁发的《机械工人技术等级标准》中对中级锻件检查工规定的“应知”“应会”为提纲,系统地介绍了锻造生产的基础知识、锻件机械加工余量与公差、检验锻件常用量具和仪表、锻件的质量标准、锻件的检验内容和检验方法、锻件的质量等级评定、锻件的质量分析及锻件的质量控制等,这些内容包括了中级锻件检查工人应具备的理论知识 and 操作技能。

中级锻件检查工培训教材

机械电子工业部质量安全司 编

责任编辑:张保勤 版式设计:冉晓华

封面设计:郭景云 责任校对:刘思铭 刘秀芝

责任印制:王国光

机械工业出版社出版(北京市百万庄大街22号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社北京印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 新华书店经售

开本 787×1092¹/₃₂·印张8⁵/₁₆·字数188千字

1992年11月北京第1版·1992年11月北京第1次印刷

印数0 051—>100 定价:5.30元

ISBN 7-111-03407-4/TG·747

前 言

从1990年初开始,机械行业用《机械工业质量检验和质量监督人员培训教材》(原国家机械工业委员会质量安全监督司编)对质量检验和质量监督人员进行了基础知识培训,这是一次有领导、有组织、有计划的培训工作,对提高质量检验和质量监督队伍的素质取得了良好效果。

为了进一步提高质量检验人员的技能,1990年本部在《机械工业企业检验工作暂行条例》中规定:“质量检验人员必须经过培训考核,证明其胜任工作后方可发给检验操作合格证和质量检验印章。无证不能上岗”。1992年本部在《机械工业企业质量检验机构基本条件(指导性文件)》中重申了这一规定。根据这些规定,各企业在安排和招收中级锻件检查工人时,除必须具备中级锻件工人所需的理论知识和操作技能外,还必须用本教材进行锻件检查理论知识和操作技能的培训考核,经培训考核合格后方可录用并发给检验操作合格证和质量检验印章;对已在工作岗位上的中级锻件检查工人,也必须用本教材对他们进行再培训考核,以进一步提高他们的技术水平。与这套教材同时出版的《机械工业质量检验员手册》,可供他们在工作中随时查阅。

本书由刘蔚、于克顺和王化仁编写,由姜士俊校。在编写中,尽管做了很大努力,但肯定还有不妥之处,希望教师 and 学员对发现的问题,提出指正意见,以便再版时更正。

机械电子工业部质量安全司

1992年1月

目 录

前言

第一章 锻造生产的基本知识.....	1
第一节 锻件的特点及用途.....	1
一、锻件的特点.....	1
二、锻件的分类及用途.....	2
第二节 加工余量和锻造公差.....	3
一、基本概念.....	4
二、加工余量的种类.....	6
三、各类锻件加工余量与公差.....	7
第三节 锻造方法.....	38
一、锻造方法的分类.....	38
二、不同形状锻件的锻造方法.....	39
第四节 锻造用金属在不同温度下的胀缩率.....	42
一、锻造用金属在不同温度下的胀缩率.....	42
二、胀缩率在锻造生产中的应用.....	44
第五节 铁-碳平衡图	47
一、钢的合金组织.....	48
二、平衡图的各区域.....	51
三、铁-碳平衡图的应用	51
第六节 常用高合金钢的锻造.....	53
一、常用高合金钢中合金元素的种类.....	53
二、高合金钢锻造的特点和常见的问题.....	56
第七节 常用特殊钢的锻造.....	60
一、高速钢锻造.....	60

二、铬12型工具钢的锻造	68
第八节 常用有色金属的锻造	71
一、铝合金锻造	71
二、镁合金锻造	74
三、铜合金锻造	76
四、钛合金锻造	78
第九节 大型复杂锻件的锻造方法	81
一、大型钢锭(钢坯)的加热	83
二、大型锻件的锻造方法	85
三、大型锻件的冷却、热处理和精整	94
第十节 锻前的加热	95
一、金属加热基本方法	95
二、钢的加热规范	95
思考题	102
第二章 锻件的检验	104
第一节 常用量具和仪表	104
一、锻件检查用通用检验量具	104
二、锻件划线用工具	105
三、常用测量仪表	109
第二节 锻件的检验依据	118
一、锻件毛坯下料通用技术条件	118
二、钢质模锻件通用技术条件	121
三、水压机上自由锻件通用技术条件	127
四、锤上自由锻件通用技术条件	135
五、锻件工艺卡片上或技术协议书上常见的锻件 特殊技术要求	144
第三节 锻件的检验项目和方法分类	145
一、电火花鉴别钢的化学成分	145
二、目测法	148
三、量具检验法	153

四、样板检验法	154
五、划线检验法	154
六、理化方法检查	154
第四节 锻件外观质量检查	157
一、锻件表面质量缺陷	157
二、可见性裂纹	158
三、其它常见外观质量缺陷	160
四、外观质量缺陷的检查方法	160
第五节 用通用量具检验锻件尺寸和形位公差	160
一、锻件尺寸检查的一般规定	160
二、各类锻件尺寸和形状的检查要点	162
第六节 用样板检查锻件	166
一、样板和局部样板的检查的一般问题	166
二、典型锻件的样板选择和设计	169
第七节 复杂锻件的划线检查和复杂锻件形位公差 的常用检查手段	176
一、复杂锻件的划线检查一般问题	176
二、复杂锻件的划线检查举例	179
三、简单几何形状划法	182
四、形状复杂锻件的形位公差的一些常用检查手段	187
第八节 锻件的内部质量检查	189
一、锻件的力学性能检查	189
二、锻件的无损探伤	193
三、低倍和断口检验	195
四、高倍检查	198
第九节 锻件质量等级的判定方法	199
一、锻件等级标准介绍	200
二、检测试验方法	201
三、锻件等级判定方法	201
第十节 工作实例	201

一、活塞杆锻件的检验	205
二、大拉杆锻件的检验	208
三、曲轴锻件的检验	211
四、封头锻件的检验	215
五、连杆锻件的检验	218
思考题	222
第三章 锻件的质量分析	223
第一节 锻件的缺陷分析	223
一、剪切下料的缺陷和防止办法	223
二、毛坯加热产生的缺陷及其防止办法	223
三、水压机和自由锻造缺陷	225
四、模锻件缺陷分析	228
第二节 不正确的锻造方法对锻造设备和质量的影响	230
一、偏心锻造对设备的影响	230
二、钳口过高过低对设备和质量的影响	231
三、低温锻造对设备和质量的影响	231
第三节 锻件的冷却和热处理对质量的影响	232
一、冷却对锻件质量的影响	232
二、锻件的冷却方法	233
三、常用钢冷却规范	234
四、钢及有色金属锻件的热处理对质量的影响	234
五、不同钢材产生白点的敏感性及白点产生原因和预防方法	238
第四节 锻比对锻件力学性能的影响	245
一、锻比的意义	245
二、锻比的计算方法和选择	246
三、锻比对锻件力学性能的影响	249
四、锻比和变形程度的关系	253
思考题	254
第四章 锻件的质量控制	255

第一节 生产技术管理知识.....	255
一、工艺技术管理.....	255
二、生产管理.....	256
第二节 锻造过程的质量控制.....	258
一、锻造主要相关工序的操作守则.....	258
二、锻件生产质量控制点的设置.....	261
三、锻件的回用制度.....	265
思考题.....	266

第一章 锻造生产的基本知识

第一节 锻件的特点及用途

一、锻件的特点

- 1) 重量范围大 锻件有小到几克至大到几百吨。
- 2) 比铸件质量高 锻件的力学性能比铸件好，能承受大的冲击力作用和其他重负荷，所以，凡是一些重要的、受力大的零件都采用锻件。

对于高碳化物钢而言，锻件比轧材质量好，如高速钢轧材（或锻材）只有经过改锻后才能满足使用要求，特别是高速钢铣刀必须进行改锻。

- 3) 重量轻 在保证设计强度的前提下，锻件比铸件的重量轻，这就减轻了机器自身的重量，对于交通工具、飞机、车辆和宇宙航行器械有重要的意义。

- 4) 节约原材料 例如汽车上用的静重17kg的曲轴，采用轧材切削制造时，切屑要占曲轴重量189%，而采用模锻时，切屑只占30%，还缩短机加工工时1/6。

精密锻造的锻件，不仅可节约更多的原材料，而且也可节约更多的机加工工时。

- 5) 生产率高 例如采用两台热模锻压力机模锻径向止推轴承，可以代替30台自动切削机床。采用顶锻自动机生产M24螺母时，为六轴自动车床生产率的17.5倍。

- 6) 自由锻造灵活性大，因此，一些修造厂中广泛地采

用锻造方法生产各种配件。

二、锻件的分类及用途

锻件有各种分类方法，有按形状分类的：如轴类锻件、饼类锻件和圈类锻件等；有按生产方法分类的：如自由锻件、胎模锻件、模锻件和辊锻件等；有按材质类型分类的：如黑色金属锻件和有色金属锻件等。黑色金属锻件又有碳钢锻件、合金钢锻件、高合金钢锻件和特殊合金锻件等，有色金属锻件又有铜合金锻件、铝合金锻件和镁合金锻件等；有按锻件精度分类的：如粗锻件、半精锻件和精密锻件等；有按制成零件的重要性分类的：如JB/ZQ4000.7—86锻件通用技术条件，根据检验特性和组批的条件将锻件分为：Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ类等；也有按锻件的用途分类的。这里主要介绍一下按用途分类的情况。

- 1) 一般工业用锻件 系指机床制造业、农业机械、农具制造和轴承工业等民用工业。
- 2) 水轮发电机用锻件 象主轴、转轴和中间轴等。
- 3) 火电站用锻件 象转子、叶轮、护环、主轴等。
- 4) 冶金机械用锻件 象冷轧辊、热轧辊和人字齿轮轴等。
- 5) 压力容器用锻件 象筒体、釜圈法兰和封头等。
- 6) 船用锻件 象曲轴、尾轴、舵杆、推力轴和中间轴等。
- 7) 锻压机械用锻件 象锤头、锤杆、水压机的立柱、缸体，轮轴压装机的支柱和缸体等。
- 8) 模块锻件 主要是热模锻锤用的锻模。
- 9) 汽车工业用锻件 象左、右转向节、前梁、车钩……，据统计在汽车中，锻压件占其重量的80%。

10) 机车用锻件 象车轴、车轮、板簧、机车的曲轴等，据统计，在机车中锻压件占其重量的60%。

11) 军工用锻件 象炮管、阀体、炮门支架和牵引环等，据统计，在坦克中，锻压件占其重量的65%。

12) 航空和宇航工业用锻件 航空锻件在飞机、发动机用材料上的比重列于表1-1。

表1-1 开击机及其发动机锻件所占的比重

型 号	全机金属材料消耗 定 额 (kg)	全机锻件重量 (kg)	锻件占全机材料 的 比 重 (%)
J5	2231.92	1327.76	59.49
J6	4483.01	2856.73	63.72
J7	6186.07	3549.71	57.84
J8	10513.59	5642.24	53.67
WP5	3045.0	856.9	28.14
WP6	3756.0	2764.7	73.60
WP7	6198.0	4210.5	67.93

表1-1提供的资料表明：飞机和发动机金属材料消耗总额的1/3或一半以上是锻件，这充分说明锻件在飞机和发动机生产中的重要地位及其作用。

锻件的用途非常广泛，连日常生活中的榔头、釜头、菜刀等都是锻件，因此，可以这样说，任何一种机械连同日常生活用品完全不用锻件是不可能的。

第二节 加工余量和锻造公差

锻造余量与公差，各国各有各的标准，就是同一个国家

的不同厂家又有各厂的标准。但不论是那种标准都是根据生产方法（水压机锻造、锤上自由锻造、胎模锻造、锤上模锻、压力机模锻等）、锻件外形、尺寸大小、精度等级、原材料种类、设备先进程度和生产工人的技术水平等因素而制订的。因此，对于同类型锻件来说，其余量与公差值的大小，在不同程度上反映了一个国家或一个厂生产该类锻件的技术水平。下面介绍国内有关锻件机械加工余量与公差标准。

一、基本概念

1. 术语

1) 机械加工余量 为使零件具有一定的加工尺寸和表面粗糙度，在零件外表面需要加工的部分留一层供作机械加工用的金属，叫做机械加工余量（见图1-1）。

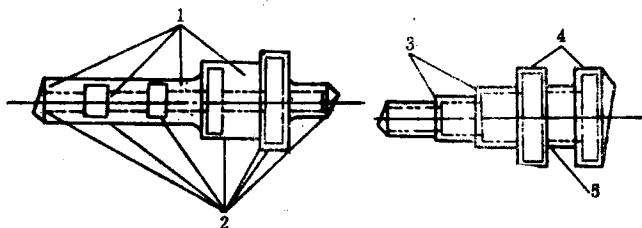


图1-1 术语示意图

1—余块 2—余量 3—台阶 4—法兰 5—凹挡

2) 锻件基本尺寸 在零件尺寸上加上粗加工和精加工余量以后的尺寸，叫做锻件的基本尺寸。

3) 锻件公差 锻成锻件的实际尺寸不可能达到锻件基本尺寸的要求，其允许的变动量，叫做锻件公差。

4) 余块 在锻件的某些地方加添一些大于余量的金属体积，以简化锻件的外形及锻造过程、这种加添的金属体积，叫做余块（见图1-1）。

5) 台阶 轴类锻件的某一段直径(或非圆形锻件的尺寸)大于邻接的一段或两段的直径(或尺寸)的部分,叫做台阶(见图1-1)。

6) 法兰 在锻件上的台阶,其尺寸关系符合下述要求者叫做法兰(见图1-1):台阶部分长度为直径的0.25~0.5倍,而此直径最小是邻接部分最大直径的1.5倍。

7) 凹档 锻件的某一部分直径(或非圆形锻件的尺寸)小于其邻接两部分的直径(或尺寸),该部分叫做凹档(见图1-1)。

8) 锻件图 指在零件图(精或粗加工)的基础上,加上机械加工余量、余块及其他特殊留量后绘制的图。图中锻件的外形用粗实线表示,零件(精或粗加工)的外形用双点划线表示。锻件的基本尺寸与公差注在尺寸线上面,而零件的尺寸注在尺寸线下面的括号内(见图1-2)。

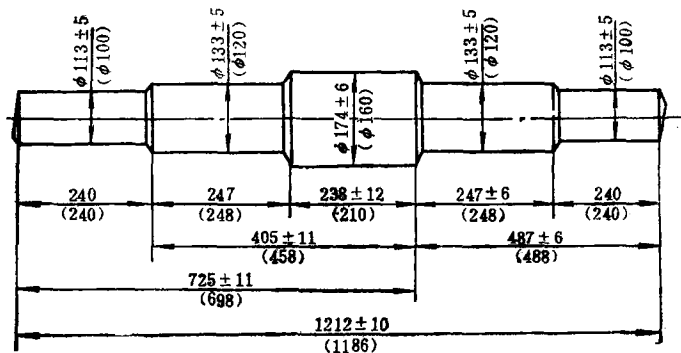


图1-2 锻件图

2. 锻件余量与公差在锻件上的布置

锻件是供机械加工用的毛坯,它不可能满足零件图的尺

寸要求, 因此, 为了保证零件图的加工尺寸和表面粗糙度而必须在零件的表面加上一层供机械加工用的多余金属(余量), 同时, 在锻造时, 也不可能保证所锻的锻件都能达到锻件基本尺寸的要求, 为控制锻造的精确度又在锻件基本尺寸上加上锻造公差。不仅如此, 而当零件形状较复杂时, 如带有凹档、台阶、凸肩、法兰和孔等时, 还应考虑锻造的可能和方便, 在难以锻出(或能够锻出但很不经济)的地方还要加上余块、余面等将其形状简化。现假设零件(或简化后)的形状为一规则的圆柱形, 其余量与公差的布置情况如图1-3所示。

二、加工余量的种类

随着工业的发展, 生产锻件的方法日益增多, 生产出的锻件精度也就有所不同。为了适应和控制各种生产方法所生产锻件的余量与公差, 相应地制订了各种锻件的余量与公差标准, 目前已批准的余量与公差标准列于表1-2。

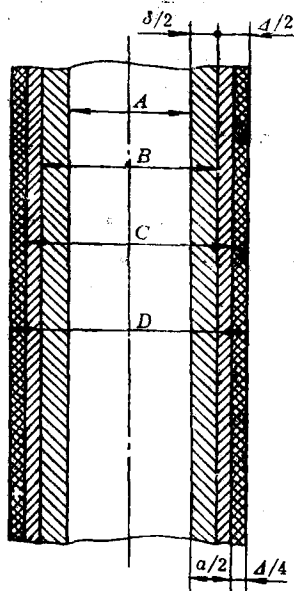


图1-3 锻件余量与公差布置图

A—零件的基本尺寸或粗加工图的外形尺寸 **B**—锻件的最小尺寸($B=A+\delta$) **C**—锻件的基本尺寸, 即在零件的基本尺寸上加上粗加工和精加工余量以后的尺寸, 叫锻件的基本尺寸, 其值为 $C=A+a$ **D**—锻件的最大尺寸, 其值 $D=C+\frac{\Delta}{2}=A+\delta+\frac{\Delta}{2}$ δ —锻件所允许的最小余量, 其值 $\delta=B-A$ Δ —锻造公差 $\frac{\Delta}{2}$ —锻件基本尺寸的误差(正、负) a —锻件尺寸的基本余量,

$$a = \delta + \frac{\Delta}{2}$$

表1-2 锻件余量与公差标准

序号	标准代号	标准名称
1	ZB J32 003.1 ~J32 003.8—88	水压机上自由锻件机械加工余量与公差
2	JB 4249.1~.8—86	锤上钢质自由锻件机械加工余量与公差
3	JB 3834—85	钢质模锻件 公差及机械加工余量
4	JB 4384—87	径向锻机上钢质轴类锻件 公差及机械加工余量
5	JB 4250—86	锤上钢质胎模锻件机械加工余量与公差

三、各类锻件加工余量与公差

锻件机械加工余量与公差标准有很多种，除了上述公开发表的标准外，各生产厂家为了保证锻件质量或为节约金属材料减少机加工工时，还各自根据本厂的设备条件和技术水平制订了厂标，且一般情况下，厂标应严于重标或部标。对于这些标准这里不作逐一介绍，只以水压机自由锻件、锤上钢质自由锻件和钢质模锻件的余量与公差标准的一些规定和使用方法为例来介绍锻件的机械加工余量与公差标准。

1. 水压机自由锻件加工余量与公差

水压机自由锻件机械加工余量与公差标准包括八个标准和三个附录。

1) ZB J32 003.1—88《一般要求》 本标准适用于在水压机上自由锻造的、重量不超过100t的一般用途的碳素钢和合金钢锻件(合金钢:除含碳量之外,其余合金成分总含量不超过10%;碳素钢:含碳量不超过8%)。且只适于单件、小批量生产。超出上述规定者由供需双方协商确定。若零件只需单面加工,其余量应取规定值的一半,上偏差保持不变,下偏差取其规定值的一半。标准中锻件的上、下偏差值为相应余量的1/3。由于水压机锻件较大,因此允许锻件的基本尺寸圆整到5和0的尾数。如果基本尺寸的尾数为1、2、

6 和 7 时, 则向小的一边圆整, 如果基本尺寸的尾数为 3、4、8 和 9 时, 则向大的一边圆整。余量与公差中的术语同 JB4249 之规定。

2) ZB J32 00.2—88《圆轴、方轴和矩形截面类锻件的余量与公差》该标准除应符合 ZB J32 003.1—88 要求之外, 还规定该标准适用于 $L \geq 1.5D$ (或 A)、 $A \leq B \leq 1.5A$ 的圆轴、方轴和矩形截面类锻件, 其余量的分配应符合图 1-4 的规定, 还规定当方轴的细长比 (L/A) 等于或大于 15 时, 其截面上的单面余量取 $0.6a$, 上、下偏差相应放大, 且矩形截面类锻件的余量与公差应按零件的宽度 B 与长度 L 查表选之, 其余量与公差值见表 1-3。

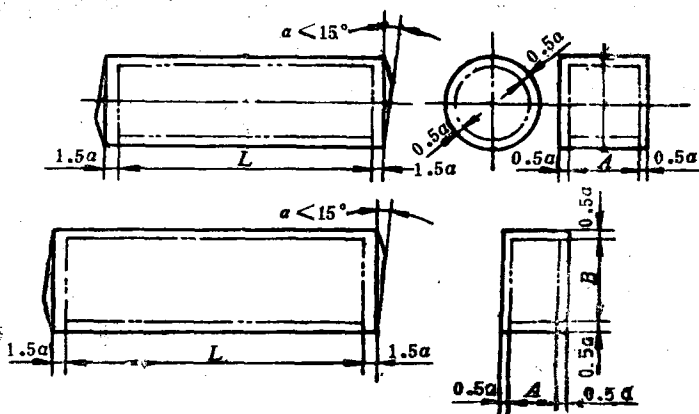


图 1-4 余量分配示意图

3) ZB J32 003.3—88 《台阶轴类锻件余量与公差》该标准应符合 ZB J32 003.1 和 ZB J32 003.2 之规定外, 还规定该标准适用于截面为圆形、方形和矩形的台阶轴类锻件, 其机械加工余量与公差应符合图 1-5 和表 1-4 的规定。