

团 体 标 准

T/CCMI 11—2021

大型热轧环形锻件机械加工余量与公差

Design specification for machining allowance and tolerance of large hot
rolled ring forgings

2021 - 02 - 05 发布

2021 - 03 - 01 实施

中 国 锻 压 协 会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 余量与公差设计影响因素	3
4.1 坯料和制坯质量影响因素	3
4.2 结构因素	3
4.3 材质因素	3
4.4 形状复杂因素	3
4.5 异形热轧环形锻件设计原则	4
4.6 轧制设备因素	4
4.7 热处理胀缩因素	4
4.8 形位偏差	5
5 机械加工余量与公差计算方法表的选用	5
附录 A（规范性） 机械加工余量与公差计算方法表的使用	11

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中航卓越锻造（无锡）有限公司提出。

本文件由中国锻压协会归口。

本文件起草单位：中航卓越锻造（无锡）有限公司、贵州安大航空锻造有限责任公司、洛阳轴承研究所有限公司、江阴市恒润环锻有限公司、贵州航宇科技发展股份有限公司、东方电气（广州）重型机器有限公司、中国铁建重工集团有限公司、中交天和机械设备制造有限公司、山东光明工模具制造有限公司、景德镇明兴航空锻压有限公司。

本文件主要起草人：郭亮、吴军、范雨晴、承刚、黎汝栋、杨良会、孙少斌、刘华、杨辉、沈志远、李少雨、邓伟、李松强、汪刚、吴燕芬、刘英辉、毕民主，毕文海，余亮亮。

本文件是首次发布。

大型热轧环形锻件机械加工余量与公差

1 范围

本文件规定了径一轴双向联合辗压成形卧式辗环机，外径尺寸 $\phi 4000\text{mm} \sim \phi 10000\text{mm}$ ，壁厚 $30\text{mm} \sim 850\text{mm}$ ，高度尺寸 $60\text{mm} \sim 1500\text{mm}$ 的大型热轧环形锻件的机械加工余量与公差。

本文件适用于在径一轴双向联合辗压成形卧式辗环机上轧制生产的结构钢、工具钢、不锈钢、耐热钢、铝合金、高温合金、钛合金热轧环形锻件的机械加工余量与公差。其它锻压生产设备也可参照本文件执行。本文件适用于锻造状态的热轧环形锻件。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 8541 锻压术语

JB/T 10478-2004 热轧环形件机械加工余量及公差

3 术语和定义

GB/T 8541和JB/T 10478-2004界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机械加工余量 machining allowance

在机械加工过程中，为改变工件的尺寸和形状而切除的金属厚度。本文件中机械加工余量由基础余量和附加余量组成。

3.2

尺寸公差 dimensional tolerance

允许尺寸的变动量。热轧环形锻件公差是描述环形锻件实际尺寸与设计公称尺寸偏差的最大允许范围。

3.3

环形锻件公称尺寸 nominal dimensions of ring forging

环形零件尺寸加上余量后的尺寸。

3.4

热轧环形件 hot-rolled ring

在专门用于环形件轧制的辗环机上热轧生产的环形锻件称为热轧环形件。

3.5

矩形热轧环形锻件 hot-rolled ring forging with rectangular cross section

轴向截面为矩形且内外圆周面平行于环形件轴线的热轧环形锻件，见图1。

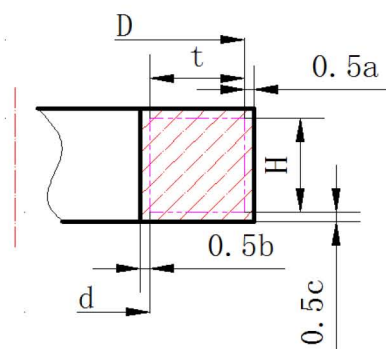


图1 矩形热轧环形锻件

3.6

异形热轧环形锻件 hot-rolled ring forging with special shape

具有非矩形热轧环形件截面的热轧环形件统称为异形热轧环形锻件，见图2。

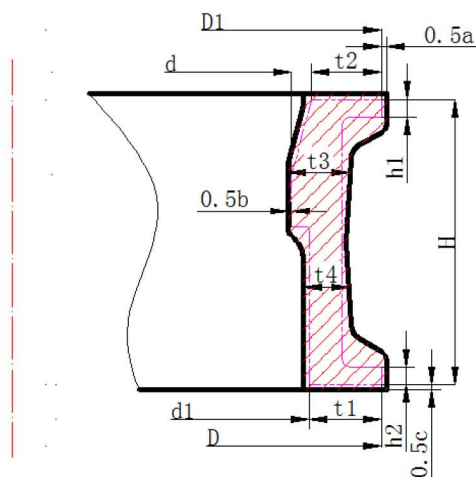


图2 异形热轧环形锻件

3.7

壁厚 wall thickness

环形锻件径向厚度。图1中示例：环形锻件壁厚表示为 t ，即 $t = (D - d) / 2$ 。图2中示例：环形锻件壁厚有 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 ，异形热轧环形锻件壁厚取其中最大值。

3.8

余块 excess metal

为满足热轧环形件轧制工艺的需要，简化热轧环形件截面外形而在热轧环形件某些台阶间或过渡处增加的部分金属。见图3。

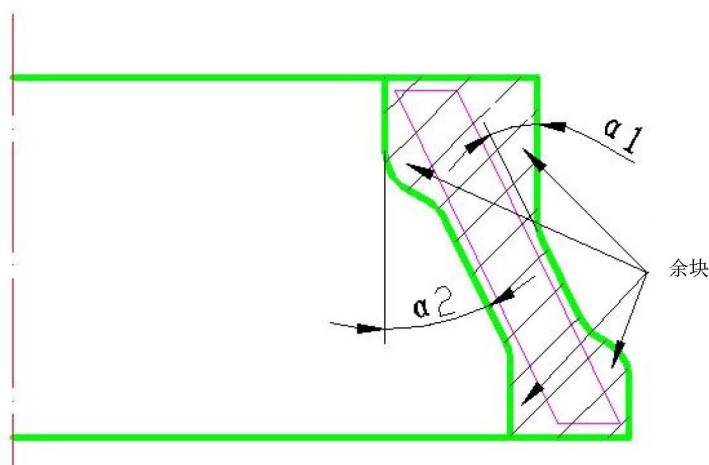


图3 余块

3.9

异形热轧环形件斜度 bevel angle of special-shaped hot rolled ring

是指异形热轧环形件内圆锥面母线或外圆锥面母线与环件轴线的最大夹角。见图3中的 α_1 和 α_2 。

4 余量与公差设计影响因素

4.1 坯料和制坯质量影响因素

坯料和制坯质量影响因素包括下列内容：

- 锻件的表面缺陷受坯料裂纹、折叠、凹坑及脱碳层等影响，其缺陷深度与加热、制坯、环轧过程有很大关系；
- 锻件的形状误差受制坯、环轧坯料体积的波动、操作者及设备因素的影响，辗压成形的环形锻件会产生锥度、椭圆、翘曲、塌角、端面凹心或凸起等缺陷。

4.2 结构因素

结构因素主要反映热轧环形锻件外径、壁厚与高度尺寸对环形锻件热轧制成形的难易程度。该结构因素与辗环设备能力以及金属在轧制过程中的变形特点共同作用，影响锻件的成形尺寸和质量。

4.3 材质因素

材质因素主要反映热轧环形锻件不同金属材料在轧制变形中的特点对环形锻件热轧制成形时余量与公差的影响。

4.4 形状复杂因素

形状复杂因素S用来反映异形热轧环形锻件的轴向截面形状复杂程度对环形锻件余量及公差的影响。

按公式（1）计算，见图4。

$$S = \frac{F_a}{F_c} \dots\dots\dots \text{公式（1）}$$

式中：

S ——形状复杂因素；

Fa ——零件简化异形或需方要求的异形环形锻件轴向截面积；

Fc ——异形热轧环形锻件轴向最小矩形包容截面积。

异形热轧环形件形状复杂因素 S 分为四组：

- a) $S_0 > 0.75$;
- b) $0.75 \geq S_1 > 0.55$;
- c) $0.55 \geq S_2 > 0.35$;
- d) $S_3 < 0.35$ 。

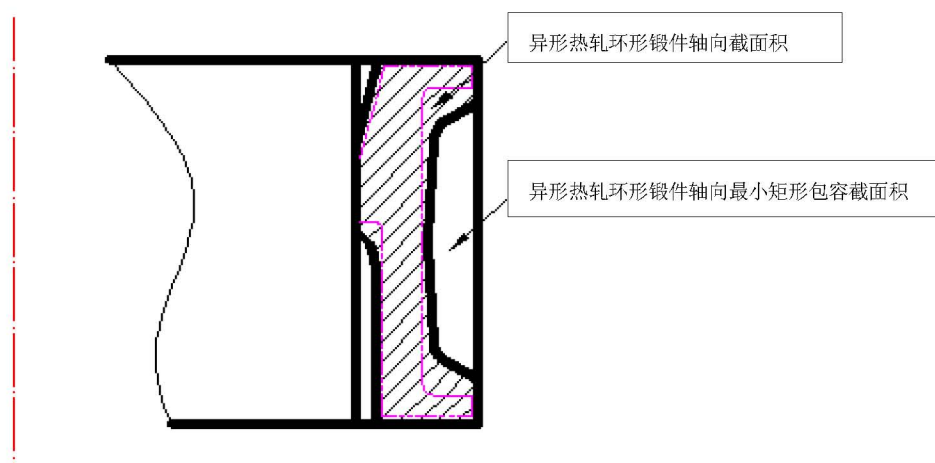


图4 异形热轧环形锻件轴向截面积及轴向最小矩形包容截面积

4.5 异形热轧环形锻件设计原则

对于形状复杂因素 $S_0 \sim S_3$ 范围的环形锻件应结合材质类型、生产批量和结构因素以及金属流线要求、经济性等因素综合考虑设计异形热轧环形锻件。其设计原则如下（但不限于）：

- a) 根据需方提供的产品截面尺寸，简化沟槽、孔、筋等特征，形成简化异形截面；
- b) 再根据简化异形截面，考虑辗环成形性、环坯的难易程度、半精加工余量以及金属流线要求，增加相应余块设计，形成异形环形锻件图；
- c) 异形环形锻件设计应充分考虑经济效益原则，即材料节约成本和综合效益应优于成型模具和制坯及工艺复杂性等带来的投入成本。

4.6 轧制设备因素

轧制设备因素用来反映径一轴双向联合辗压成形卧式辗环机在热轧制成形时对环形锻件余量及公差的影响，用 E 来表示。设备因素分为两类：普通级、精密级。本文件余量与公差表适用于普通级，精密级在同档尺寸所确定的余量与公差上加严1~2个等级，具体由供需双方确定。

4.7 热处理胀缩因素

由于不同材质的环形锻件后续热处理会产生胀缩现象，对环形锻件后续的加工余量产生影响。热处理胀缩率为环形锻件尺寸在热处理前后的变化比率，用 K 表示。制造方应结合产品热处理设备、淬火介质、材质、工艺等因素对查表所得余量进行修整，如下示例：

- a) 产品热处理外径和内径为 OD 、 ID ：

- 按该文件查出外径余量: a ;
 - 内径余量: b 。
- b) 计算产品内外径胀缩变形量修整量:
- 外径修整量: $OD \times K$;
 - 内径修整量: $ID \times K$ 。
- c) 环形锻件修整后设计余量:
- 环轧外径: $a - OD \times K$;
 - 环轧内径: $b + ID \times K$ 。
 - 其中热处理后表现为胀大的 K 取正值, 缩小的 K 取负值;
 - 根据不同材质, 胀缩率 K 一般在 $0 \sim 0.007$, 具体取值由供方根据实际情况选取。

4.8 形位偏差

本文件中规定的尺寸公差涵盖了形位偏差。如对形位公差有特殊要求时, 由供需双方商定, 并在合同或锻件图中注明。

5 机械加工余量与公差计算方法表的选用

5.1 矩形热轧环形锻件余量与公差应由图 1 结合表 1、表 2 查询确定。

根据矩形环形锻件外径、壁厚及高度尺寸查表1对应横、竖栏取得相应外径、内径、高度基础余量, 再根据材质因素查表2取得附加余量, 最后将表1、表2查得余量相加即得环形锻件设计余量, 再根据表2中注2进行计算极限偏差。当环形锻件后续热处理有胀缩影响因素时, 应按4.7条对余量进行修整。

5.2 异形热轧环形锻件余量与公差应由图 2 结合表 1、表 3 查询确定。

根据异形环形锻件图最大外径、最小壁厚及高度尺寸查表1对应横、竖栏取得相应外径、内径、高度附加余量, 再根据材质因素和复杂因素查表3取得附加余量, 最后将表1、表3查得余量相加即得异形环形锻件设计余量, 再根据表3中注2进行计算极限偏差。当环形锻件后续热处理有胀缩影响因素时, 应按4.7条对余量进行修整。

5.3 需方对热轧环形锻件余量及公差有特殊要求时, 由供需双方商定。

5.4 超出该文件的环形锻件尺寸的余量与公差, 由供需双方确定。

5.5 因热处理胀缩因素修整热轧环形锻件余量后, 其偏差按修整前余量计算。

单位: 毫米

[illegible]

表1 基础余量表（第2页/共4页）

单位：毫米

外径	Φ5501-Φ6000																																												
壁厚	机械加工余量a、b、c																																												
余量	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c						
高度	70≤t<100			100≤t<150			150≤t<200			200≤t<250			250≤t<300			300≤t<350			350≤t<400			400≤t<450			450≤t<500			500≤t<550			550≤t<600			600≤t<650			650≤t<700			700≤t<750			750≤t<800		
80-100	55	55	58	50	50	50	46	46	46	44	44	42	42	42	42	42	42	44	42	42	45	44	44	45	45	45	45	45	45	45	45	48	48	48	50	50	50	55	52	52	62				
101-300	55	55	54	48	48	45	45	45	45	42	42	42	40	40	42	40	40	42	42	42	42	42	42	44	44	44	44	44	44	44	44	46	45	45	48	48	48	55	50	50	60				
301-500	52	52	50	45	45	42	42	42	42	40	40	40	40	40	40	42	42	42	44	44	44	42	42	45	42	42	45	45	45	45	45	45	48	48	50	-	-	-	-	-	-	-	-		
501-700	52	52	48	42	42	42	40	40	40	40	40	40	42	42	42	44	44	44	45	45	45	46	46	46	46	46	46	50	50	50	50	50	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

外径	Φ6001-Φ6500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
壁厚	机械加工余量a、b、c																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
余量	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b

外径	Φ6501-Φ7000																																									
壁厚	机械加工余量a、b、c																																									
余量	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c			
高度	100≤t<150			150≤t<200			200≤t<250			250≤t<300			300≤t<350			350≤t<400			400≤t<450			450≤t<500			500≤t<550			550≤t<600			600≤t<650			650≤t<700			700≤t<750			750≤t<800		
101-300	50	50	45	48	48	44	46	46	42	44	44	42	42	42	44	42	42	44	42	42	46	45	45	48	45	45	48	48	48	50	50	50	55	50	50	60	52	52	60			
301-500	48	48	44	46	46	42	44	44	42	42	42	42	42	44	44	44	44	44	44	45	44	44	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
501-700	48	48	42	44	44	42	45	45	45	45	45	45	45	45	45	48	48	48	50	50	50	50	50	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

表1 基础余量表（第 3 页/共 4 页）

单位：毫米

外径	Φ7001-Φ7500																																									
壁厚	机械加工余量a、b、c																																									
余量	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c									
高度	100≤t<150			150≤t<200			200≤t<250			250≤t<300			300≤t<350			350≤t<400			400≤t<450			450≤t<500			500≤t<550			550≤t<600			600≤t<650			650≤t<700			700≤t<750			750≤t<800		
101-300	55	55	55	52	52	50	50	50	50	50	50	50	50	50	52	48	48	50	50	50	50	50	52	50	50	55	50	50	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
301-500	52	52	50	48	48	48	46	46	46	45	45	45	46	46	46	45	45	45	48	48	48	48	48	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500-700	50	50	50	50	50	48	50	50	48	50	50	50	52	52	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

外径	Φ7601-Φ8000																																									
壁厚	机械加工余量a、b、c																																									
余量	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c						
高度	100≤t<150			150≤t<200			200≤t<250			250≤t<300			300≤t<350			350≤t<400			400≤t<450			450≤t<500			500≤t<550			550≤t<600			600≤t<650			650≤t<700			700≤t<750			750≤t<800		
100-200	58	58	58	56	56	58	54	54	56	52	52	54	54	54	54	54	56	55	55	56	56	56	56	58	58	60	60	60	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
200-300	56	56	56	54	54	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	55	55	55	55	55	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
300-500	54	54	54	52	52	50	52	52	54	52	52	54	54	54	54	54	54	55	55	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
500-700	52	52	52	50	50	50	54	54	54	55	55	55	56	56	58	60	60	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

外径	Φ8001-Φ8500																																									
壁厚	机械加工余量a、b、c																																									
余量	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c			
高度	100≤t<150			150≤t<200			200≤t<250			250≤t<300			300≤t<350			350≤t<400			400≤t<450			450≤t<500			500≤t<550			550≤t<600			600≤t<650			650≤t<700			700≤t<750			750≤t<800		
100-200	60	60	60	58	58	58	56	56	58	55	55	60	55	55	60	55	55	58	55	55	58	55	55	65	60	60	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
200-300	60	60	60	58	58	58	56	56	56	56	56	56	55	55	56	55	55	56	55	55	55	55	55	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
300-500	60	60	58	58	58	56	55	55	55	55	55	55	56	56	56	56	56	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
500-700	60	60	56	58	58	56	58	58	58	60	60	60	60	60	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

表1 基础余量表（第4页/共4页）

单位：毫米

外径	Φ850I-Φ9000																																									
壁厚	机械加工余量a、b、c																																									
余量	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c									
高度	100≤t<150			150≤t<200			200≤t<250			250≤t<300			300≤t<350			350≤t<400			400≤t<450			450≤t<500			500≤t<550			550≤t<600			600≤t<650			650≤t<700			700≤t<750			750≤t<800		
100-200	60	60	60	58	58	58	55	55	58	55	55	60	55	55	60	55	55	58	55	55	58	55	55	65	60	60	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
200-300	60	60	60	58	58	58	55	55	55	55	55	55	55	55	55	56	55	55	55	55	55	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
300-500	60	60	60	58	58	55	55	55	55	55	55	55	58	58	58	60	60	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
500-700	60	60	60	58	58	55	58	58	58	60	60	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				

外径	Φ9001-Φ10000																																									
壁厚	机械加工余量a、b、c																																									
余量	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c						
高度	100≤t<150			150≤t<200			200≤t<250			250≤t<300			300≤t<350			350≤t<400			400≤t<450			450≤t<500			500≤t<550			550≤t<600			600≤t<650			650≤t<700			700≤t<750			750≤t<800		
100-200	65	65	60	60	60	58	58	58	58	58	58	58	58	58	60	58	58	60	58	58	60	60	60	65	60	60	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
200-300	62	62	60	60	60	58	58	58	55	55	55	55	58	58	58	58	58	58	58	60	60	60	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
300-500	60	60	60	58	58	55	60	60	55	60	60	55	60	60	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
500-700	60	60	60	58	58	55	60	60	60	60	60	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

表2 矩形热轧环形锻件机械加工余量与公差计算方法表

材料类别	基础余量	附加余量	公差
结构钢 不锈钢 耐热钢	表 1	/	按机械加工余量的 1/3 取值
铝合金 工具钢		双边 4mm	
钛合金 高温合金		双边 6mm	
注1：机械加工余量=基础余量+附加余量 注2：极限偏差按余量的1/3取值，如出现小数，则进1。例如：若余量为42，则公差为±13；若余量为58，则公差为±20。			

表3 异形热轧环形锻件机械加工余量与公差计算方法表

材料类别	形状复杂因素	基础余量	附加余量	公差
结构钢 不锈钢 耐热钢	S ₀	表 1	双边 4mm	按机械加工余量的 1/3 取值
	S ₁		双边 7mm	
	S ₂		双边 10mm	
	S ₃		双边 13mm	
铝合金 工具钢	S ₀	表 1	双边 4mm	
	S ₁		双边 7mm	
	S ₂		双边 10mm	
	S ₃		双边 13mm	
钛合金 高温合金	S ₀	表 1	双边 4mm	
	S ₁		双边 7mm	
	S ₂		双边 10mm	
	S ₃		双边 13mm	
注1：机械加工余量=基础余量+附加余量				
注2：极限偏差按余量的1/3取值，如出现小数，则进1。例如：若余量为42，则公差为±13；若余量为58，则公差为±20。				

附录 A (规范性) 机械加工余量与公差计算方法表的使用

A.1 要求

查表前应确认以下因素：

- 结构因素，确认环形锻件的外径尺寸、壁厚与高度尺寸；
- 材质因素；
- 形状复杂因素；
- 设备轧制因素；
- 热处理胀缩因素。

A.2 查表方法

矩形热轧环形锻件余量及公差查询表1、表2，异形热轧环形锻件余量及公差查询表1、表3。

a) 以矩形热轧环形锻件为例说明：

- 1) 根据产品交付尺寸，在表 1 中找到相应的外径尺寸范围，再结合产品的壁厚和高度，在表 1 中选取相应的基础余量；
- 2) 根据产品材料类别，在表 2 中选取相应的附加余量，最终确认产品的机械加工余量；
- 3) 计算公差。

b) 以异形热轧环形锻件为例说明：

- 1) 根据产品交付尺寸，在表 1 中找到相应的外径尺寸范围，再结合产品的壁厚和高度，在表 1 中选取相应的基础余量；
- 2) 根据产品交付尺寸及形状，计算出产品交付时的轴向截面积和轴向包容体面积，从而获得形状复杂因素；
- 3) 根据产品材料类别，在表 3 中选取相应的附加余量，最终确认产品的机械加工余量；
- 4) 计算公差。

A.3 查表示例

a) 示例 1：矩形环形锻件交付尺寸为 $D=6050\text{mm}$ ， $d=5300\text{mm}$ ， $H=320\text{mm}$ 。材质为 16Mn。

1) 结构因素

根据矩形环形锻件交付尺寸可得，产品壁厚 $t = \frac{D-d}{2} = \frac{6050-5300}{2} = 375\text{mm}$ ，高度

$H=320$ 。查表 1 得：外径、内径、高度的基础余量分别为 $a=42\text{mm}$ 、 $b=42\text{mm}$ 、 $c=42\text{mm}$ 。

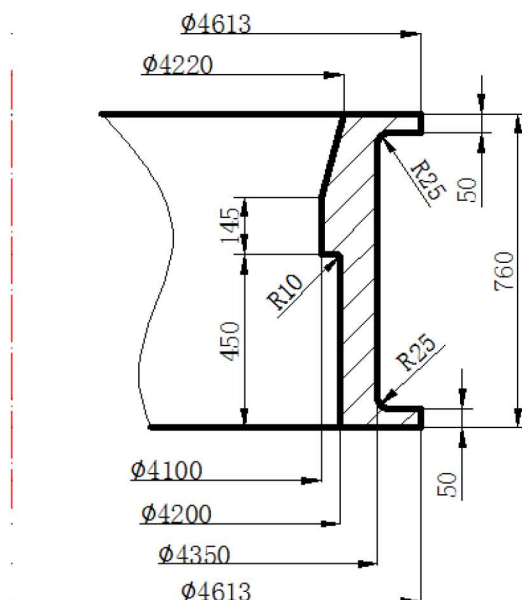
2) 材质因素

根据锻件材料为 16Mn，查表 2 得不需附加余量。因此，该锻件外径、内径、高度的机械加工余量（基础余量+附加余量）分别为 42mm，42mm，42mm。

3) 公差

根据锻件确定的机械加工余量，所得尺寸极限偏差按余量的 1/3 取值，因此，该锻件外径、内径、高度的机械加工余量与公差分别为 $42 \pm 14\text{mm}$ 、 $42 \pm 14\text{mm}$ 、 $42 \pm 14\text{mm}$ 。

b) 示例 2：环形锻件交付尺寸及形状如图 A.1 所示。材料牌号为 TC4。



图A.1 锻件交付图

由于在设计初期，未能直接确定环形锻件的余量与公差，所以采用以下简约算法。

1) 结构因素

根据 3.7 的规定，环件壁厚 $t = \frac{D-d}{2} = \frac{4613-4220}{2} = 196.5\text{mm}$ ，高度 $H=760\text{mm}$ 。查表 1 得：

外径、内径、高度的基础余量分别为 $a=30\text{mm}$ 、 $b=30\text{mm}$ 、 $c=32\text{mm}$ 。

2) 形状复杂因素

由图 A.1 的外形尺寸，算得环形锻件交付时轴向截面积为 $F_a=80985\text{mm}^2$ ，环形锻件交付

时轴向包容体面积 $F_c=194940\text{mm}^2$ 。根据 4.3 公式计算出形状复杂因素 $S = \frac{F_a}{F_c} \approx 0.415$ 。得

出形状复杂因素为 S_2 。

3) 材质因素

锻件材料为 TC4，属于钛合金，结合该锻件形状复杂因素为 S_2 ，查表 3 得该环锻件外径、内径、高度需附加余量各双边 10mm。因此，该锻件外

径、内径、高度的机械加工余量（基础余量+附加余量）分别为 40mm，40mm，42mm。

4) 公差

根据锻件确定的机械加工余量，所得尺寸极限偏差按余量的 1/3 取值，因此，该锻件外径、内径、高度的机械加工余量与公差分别为 $40 \pm 14\text{mm}$ 、 $40 \pm 14\text{mm}$ 、 $42 \pm 14\text{mm}$ 。

c) 示例 3：矩形环形锻件交付尺寸为 $D=6050\text{mm}$ ， $d=5300\text{mm}$ ， $H=320\text{mm}$ 。材质为 42CrMo。锻件需调质状态交付。

1) 结构因素

根据矩形环形锻件交付尺寸可得，产品壁厚 $t = \frac{D-d}{2} = 375\text{mm}$ ，高度 $H=320$ 。查表 1 得：外

径、内径、高度的基础余量分别为 $a=42\text{mm}$ 、 $b=42\text{mm}$ 、 $c=42\text{mm}$ 。

2) 结构因素

锻件材料为 42CrMo，查表 2 得不需附加余量。因此，该锻件外径、内径、高度的机械加工余量（基础余量+附加余量）分别为 42mm，42mm，42mm。

3) 热处理胀缩因素

42CrMo 在调质过程中存在胀大的现象，根据 4.5 规定，热处理胀缩因素 K 取正值。设定 K 取 0.004，该锻件外径机械加工余量为 $Z-D \times K = 42 - 6050 \times 0.004 \approx 18\text{mm}$ ，该锻件内径机械加工余量为 $Z + D \times K = 42 + 6050 \times 0.004 \approx 66\text{mm}$ 。因此，该锻件外径、内径、高度的机械加工余量（基础余量+附加余量）分别为 18mm，66mm，42mm。

4) 公差

根据锻件确定的机械加工余量，所得尺寸极限偏差按余量的 1/3 取值。根据 5.5 规定，该锻件外径、内径、高度的机械加工余量与公差分别为 $18 \pm 14\text{mm}$ 、 $66 \pm 14\text{mm}$ 、 $42 \pm 14\text{mm}$ 。