

T/CIEP

中国工业环保促进会团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

钛合金锻件自由锻机械加工余量与公差技术规范

Technical Specification for Machining Allowance and Tolerance of Titanium Alloy
Forgings in Open-die Forging

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国工业环保促进会 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 一般说明	1
5 钛合金饼类及柱类钛合金锻件	1
5.1 公差及余量要求	1
5.2 计算举例	3
6 钛合金圆环类锻件	4
6.1 公差及余量要求	4
6.2 计算举例	5
7 钛合金套筒类锻件	5
7.1 公差及余量要求	5
7.2 计算举例	9
8 钛合金长筒类锻件	9
9 钛合金法兰类锻件	11
9.1 公差及余量要求	11
9.2 计算举例	13
10 钛合金光轴类锻件	13
10.1 公差及余量要求	13
10.2 计算举例	14

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布单位不承担识别专利的责任。

本文件由中国工业环保促进会提出。

本文件由中国工业环保促进会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

钛合金锻件自由锻机械加工余量与公差技术规范

1 范围

本文件规定了饼类及柱类、圆环类、套筒类、长筒类、法兰类、光轴类钛合金锻件自由锻机械加工余量与公差的要求。

本文件适用于两面加工钛合金锻件。

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 21469-2008 锤上钢质自由锻件机械加工余量与公差 一般要求

GB/T 21470-2008 锤上钢质自由锻件机械加工余量与公差 盘、柱、环、圆筒类

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机械加工余量 machining allowance

为使零件具有一定的加工尺寸和表面粗糙度，在零件表面需要加工的部分，在锻件上留一层供作机械加工用的金属，称作机械加工余量。

[来源：GB/T 21469-2008, 3.2.1]

3.2

余块 excess metal

为简化锻件外形及锻造过程，在锻件的某些地方加添一些大于机械加工余量的金属，这种加添的金属称作余块。

[来源：GB/T 21469-2008, 3.2.2]

3.3

饼类钛合金锻件 disk-shaped titanium alloy forgings

一种圆形、矩形、六角形盘类锻件以及部分柱类锻件的短轴类锻件。

4 一般说明

4.1 锻件只需单面加工时，其机械加工余量取用本文件表内规定数值的一半，其锻件公差取用相应表内规定数值的上差值和0.5倍下差值。

4.2 自由锻件的形状与位置公差无特殊要求时，不应大于本文件规定的锻件公差值。

4.3 本文件所规定的机械加工余量不包括机械加工夹头、热处理夹头、理化检验用料及粗加工调质的余量。这些余量应按需方要求另外增加。

4.4 锻件图的绘制方法：锻件基本尺寸和公差标注在相应的尺寸线上，锻件外形用粗实线表示，零件尺寸标注在括号内。

4.5 本文件所规定的机械加工余量和锻件公差，除符合本章规定外还应符合5-10章之规定。

4.6 如果零件尺寸超出本文件所规定的零件尺寸范围，可按GB/T 21470-2008选取机械加工余量和锻件公差。

5 钛合金饼类及柱类钛合金锻件

5.1 公差及余量要求

5.1.1 钛合金饼类锻件尺寸应符合 $0.1D \leq H \leq 2.5D$ （或 $A1$ 、 S ），柱类钛合金锻件尺寸应符合 $D < H \leq 2.5D$ （或 $A1$ 、 S ）计算举例见 5.2。

5.1.2 钛合金饼类及柱类锻件的机械加工余量与公差应符合图 1 及表 1 的规定。

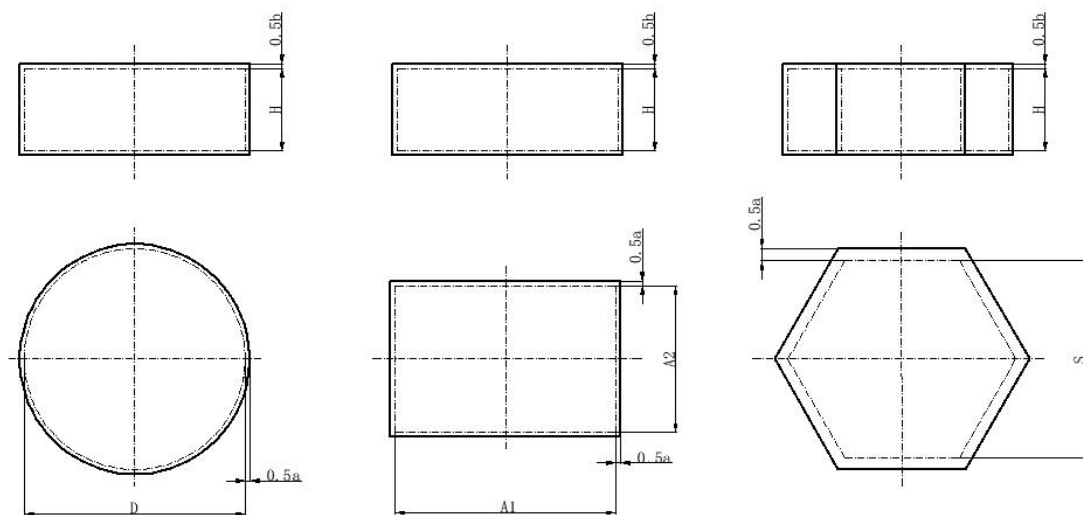


图 1 饼类及柱类钛合金锻件机械加工余量与公差

表 1 钛合金饼类及柱类锻件的机械加工余量与公差

单位为毫米

零件直径 D		零件尺寸 H											
		大于		100		150		200		250		320	
		至	100		150		200		250		320		400
		机械加工余量 a、b											
大于	至	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
	50	6±2	5±1	7±2	6±2	7±2	7±2	8±3	7±2	9±3	8±3	11±4	9±3
50	100	7±2	6±2	7±2	7±2	8±3	8±3	9±3	8±3	10±4	9±3	12±5	10±4
100	150	8±3	7±2	8±3	8±3	9±3	8±3	10±4	9±3	11±4	10±4	13±5	11±4
150	200	8±3	8±3	9±3	8±3	10±4	9±3	11±4	10±4	12±5	11±4	14±6	12±5
200	250	9±3	8±3	10±4	9±3	11±4	10±4	12±5	11±4	13±5	12±5	15±6	13±5
250	320			11±4	10±4	12±5	11±4	13±5	12±5	14±6	13±5	16±7	14±6
320	400					12±5	12±5	14±6	13±5	15±7	14±6	17±7	15±6
400								15±6	14±6	17±7	15±6	19±8	17±7
大于	至	400		500		650		800		1000		1200	
		520		650		800		1000		1200		1400	
	50	13±5	10±4										
50	100	14±6	11±4	16±7	13±5	19±8	15±6						
100	150	15±6	12±5	18±7	14±6	21±8	17±7	24±9	20±8	28±11	28±11	35±14	30±12
150	200	16±7	13±5	19±8	15±6	23±9	18±7	26±10	21±8	30±12	25±10	35±14	30±12
200	250	17±7	14±6	20±8	16±7	24±9	20±8	28±11	23±9	32±12	27±10	35±14	30±12
250	320	18±7	15±6	21±8	17±7	25±10	21±8	29±11	24±9	33±13	28±11		
320	400	20±8	17±7	23±9	19±8	26±10	23±9	30±12	26±10				
400		22±9	19±8	25±10	21±8	28±11	25±10						

5.2 计算举例

计算钛合金饼类及柱类锻件的尺寸。

设零件尺寸为：D=Φ300 mm，H=Φ100 mm

查表得：a的机械加工余量与公差为：10±4 mm

b的机械加工余量与公差为：9±3 mm

求得锻件的尺寸为：

D1=（300+10）±4=310±4 mm

H1=（100+9）±3=109±3mm

6 钛合金圆环类锻件

6.1 公差及余量要求

- 6.1.1 钛合金圆环类锻件的零件尺寸应符合 $0.2(D-d) \leq H \leq D$, $0.4D \leq d \leq 0.9D$ 的。
- 6.1.2 钛合金圆环类锻件的机械加工余量与公差应符合图 2 及表 2 的规定。

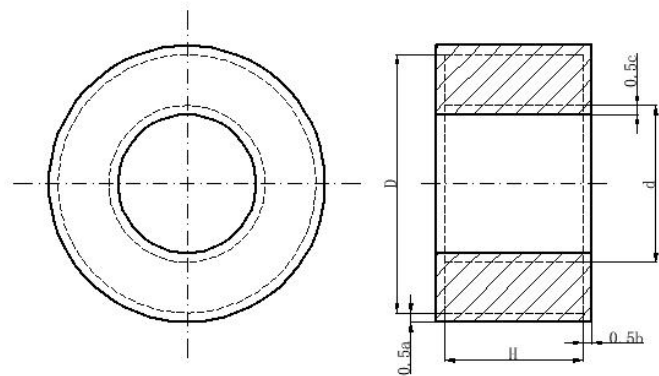


图 2 钛合金圆环类锻件机械加工余量与公差

表 2 钛合金圆环类锻件机械加工余量与公差

零件直径D		零件高度H									零件壁厚(D-d)/2 增值系数						
		大于		100			150			大于3	7.5	12.5	18	30			
		至		100			150			250			7.5	12.5	18	30	45
		机械加工余量a、b、c与公差															
大于	至	a	b	c	a	b	c	a	b	c							
60	100	8±3	7±2	10±4							1.8	1.5	1.3				
100	150	9±3	7±2	12±5	10±4	8±3	13±5				1.8	1.6	1.4	1.2			
150	250	10±4	7±2	13±5	11±4	8±3	14±6	12±4	10±4	16±7	1.8	1.6	1.4	1.2	1.1		
250	380	11±4	7±2	14±6	12±4	8±3	16±7	13±5	10±4	17±7	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2		
380	500	13±5	7±2	17±7	14±6	8±3	18±8	15±6	10±4	18±8	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2		
500	650	15±6	9±3	20±8	16±7	10±4	21±9	16±7	11±4	21±9	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3		
650	800	18±8	11±4	22±10	18±8	12±5	24±10	20±8	13±5	23±10	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3		
800	950	21±9	13±5	24±12	22±9	14±6	27±12	22±10	15±6	25±12	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4		
950	1100	23±10	18±8	27±12	24±10	18±8	31±13	25±12	17±7	27±12	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4		
1100	1300	26±12	20±8	31±13	28±12	20±8	33±14	27±12	19±8	29±12	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5		
1300	1500				30±13	22±9	35±15	31±13	24±10	33±14	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5		
		250			380			500			大于3	7.5	12.5	18	30		
		380			500			650			7.5	12.5	18	30	45		
大于	至										1.8	1.5	1.3				
60	100										1.8	1.6	1.4	1.2			
100	150										1.8	1.6	1.4	1.2	1.1		
150	250										1.9	1.7	1.5	1.3	1.2		

零件直径D		零件高度H									零件壁厚(D-d)/2 增值系数				
250	380	16±7	12±5	20±8							1.9	1.7	1.5	1.3	1.2
380	500	18±8	13±5	22±9	20±8	18±7	24±10				2.0	1.8	1.6	1.4	1.3
500	650	22±10	14±6	24±12	22±9	20±8	26±12	24±10	22±9	26±12	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3
650	800	24±10	16±7	26±12	24±12	22±9	28±12	27±12	24±10	30±13	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4
800	950	26±12	18±8	28±12	26±12	24±10	30±13	29±12	27±12	34±14	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4
950	1100	28±12	21±9	30±13	29±12	28±12	34±14	33±14	30±13	38±12	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5
1100	1300	30±13	23±10	32±13	32±13	30±14	38±12	36±15	34±14	42±17	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5
1300	1500	32±13	28±12	34±14	36±15	34±12	42±17	40±17	38±12	46±18					

6.1.3 薄壁型圆环件，即零件的壁厚 $\leq 45\text{mm}$ 时，锻件的余量和公差按表查出后，内径d的余量和公差应按表中的增值系数增加，增加后的数值按四舍五入化为整数，而外径D和高度H的余量和公差不增加，计算举例见6.2。

6.1.4 锻件高度与孔径之比大于3倍时，孔允许不锻出。

6.2 计算举例

计算钛合金圆环类锻件的尺寸。

设零件尺寸： $D=\Phi 520\text{mm}$ ， $d=\Phi 458\text{mm}$ ， $H=130\text{mm}$ 。

查表得：a的机械加工余量与公差为： 16 ± 7 ；

b的机械加工余量与公差为： 10 ± 4 ；

c的机械加工余量与公差为： 21 ± 9 ；

壁厚= $(D-d)/2=(520-458)/2=31\text{mm}$ ；

查表得：壁厚的增值系数为1.3。

计算：外径D和高度H的余量和公差不增加： $a=16\pm 7\text{mm}$

$b=10\pm 4\text{mm}$

内径d的余量： $c=21\times 1.3=27.3\approx 27\text{mm}$

公差： $\pm 9\times 1.3=\pm 11.7\text{mm}\approx 12\text{mm}$

求得锻件的尺寸为：

$D1=(520+16)\pm 7=536\pm 7\text{mm}$

$d1=(458-27)\pm 12=431\pm 12\text{mm}$

$H1=(130+10)\pm 4=140\pm 4\text{mm}$

7 钛合金套筒类锻件

7.1 公差及余量要求

7.1.1 钛合金套筒类锻件的零件尺寸应符合 $D<H\leq 2D$ 、 $0.5D\leq d\leq 0.8D$ 。

7.1.2 钛合金套筒类锻件的机械加工余量与公差应符合图3及表3的规定。

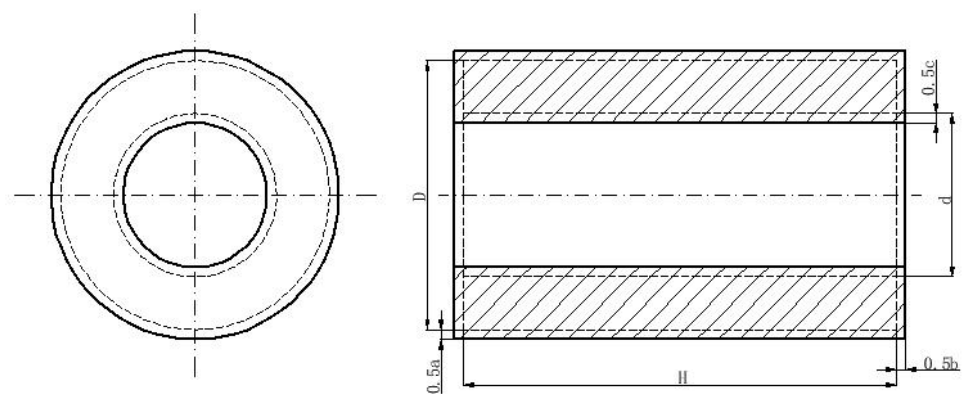


图 3 钛合金套筒类锻件机械加工余量与公差

表 3 钛合金套筒类锻件机械加工余量与公差

零件高度 H		零件直径 D												零件壁厚（D-d）/2 增值系数					
		大于				150			200			250							
		至	150			200			250			320							
		机械加工余量 a、b、c 与公差												大于 3	7.5	15	25	32	
大于	至	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	至 7.5	15	25	32	40	
100	150	8±3	8±3	12±5										1.6	1.4	1.2	-	-	
150	200	9±3	10±4	12±5	10±4	11±4	14±6							1.7	1.5	1.3	-	-	
200	250	10±4	12±5	13±5	11±4	12±5	15±7	12±5	12±5	16±7				1.7	1.5	1.3	-	-	
250	320	11±4	14±6	14±6	12±5	14±6	16±7	13±5	14±6	17±7	15±7	14±6	19±8	1.8	1.6	1.4	1.2	-	
320	400				13±5	16±7	17±7	14±6	16±7	18±7	16±7	16±7	20±8	-	1.6	1.4	1.2		
400	500							16±7	20±8	20±8	17±7	20±8	22±9	-	-	1.5	1.3	1.1	
500	650										18±7	24±8	24±8	-	-	1.5	1.3	1.1	
650	800													-	-	-	1.4	1.2	
800	1000													-	-	-	1.5	1.3	
1000	1200													-	-	-	-	1.4	
1200	1500													-	-	-	-	1.5	
零件高度 H		320			400			500			650			大于 3	7.5	15	25	32	
		400			500			650			800			至 7.5	15	25	32	40	
大于	至													1.6	1.4	1.2	-	-	

100	150													1.7	1.5	1.3	-	-
150	200													1.7	1.5	1.3	-	-
200	250													1.8	1.6	1.4	1.2	-
250	320													-	1.6	1.4	1.2	-
320	400	18±7	18±7	23±8										-	-	1.5	1.3	1.1
400	500	19±8	20±8	24±8	22±8	20±8	26±10							-	-	1.5	1.3	1.1
500	650	20±8	23±8	25±10	23±8	23±8	27±10	25±10	24±8	29±11				-	-	-	1.4	1.2
650	800	21±8	26±10	26±10	25±10	26±10	28±11	26±10	28±11	30±12	28±11	30±12	32±13	-	-	-	1.5	1.3
800	1000				27±10	30±12	30±12	27±10	34±13	32±13	30±12	34±13	34±13	-	-	-	-	1.4
1000	1200							28±11	38±14	34±13	32±13	40±15	36±14	-	-	-	-	1.5
1200	1500										34±13	46±17	40±15	-	-	-	-	-

表 4 钛合金长筒类锻件加工余量与公差

零件长度 L		零件直径 D											
		大于	0	150			250			320			
		至	150	250			320			400			
		机械加工余量 a、b、c 与公差											
大于	至	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
	320	8±3	16±7	12±5									
320	500	9±3	18±7	13±5	10±4	22±9	16±7						
500	650	10±4	20±8	15±6	12±5	26±10	18±7	14±6	28±11	21±8			
650	800				14±6	30±12	20±8	16±7	32±12	23±10	18±7	36±14	25±10
800	1000				16±7	34±14	23±10	18±7	36±14	26±10	20±8	40±15	28±11
1000	1250							20±8	40±15	30±12	22±9	44±17	31±12
1250	1500										24±10	48±18	34±13
1500	1800												
1800	2100												
零件长度 L		400			500			630			800		
		500			630			800			1000		
大于	至												
	320												
320	500												
500	650												
650	800												
800	1000	22±9	44±17	32±12									
1000	1250	24±10	48±18	35±13	26±10	52±20	38±14						
1250	1500	26±10	52±20	38±14	28±11	56±21	41±15	30±12	60±22	44±17			
1500	1800	28±11	56±21	41±15	30±12	60±22	44±17	33±13	64±24	48±19	36±14	68±16	52±20
1800	2100				32±12	66±24	47±18	36±14	70±30	52±20	38±14	74±30	56±21

8.3 内孔加余量后应按四舍五入圆整为整 10mm 数。

9 钛合金法兰类锻件

9.1 公差及余量要求

9.1.1 适用于使用通过垫圈锻制的钛合金法兰类锻件。

9.1.2 钛合金法兰类锻件的机械加工余量与公差应符合图 5 及表 5 的规定。

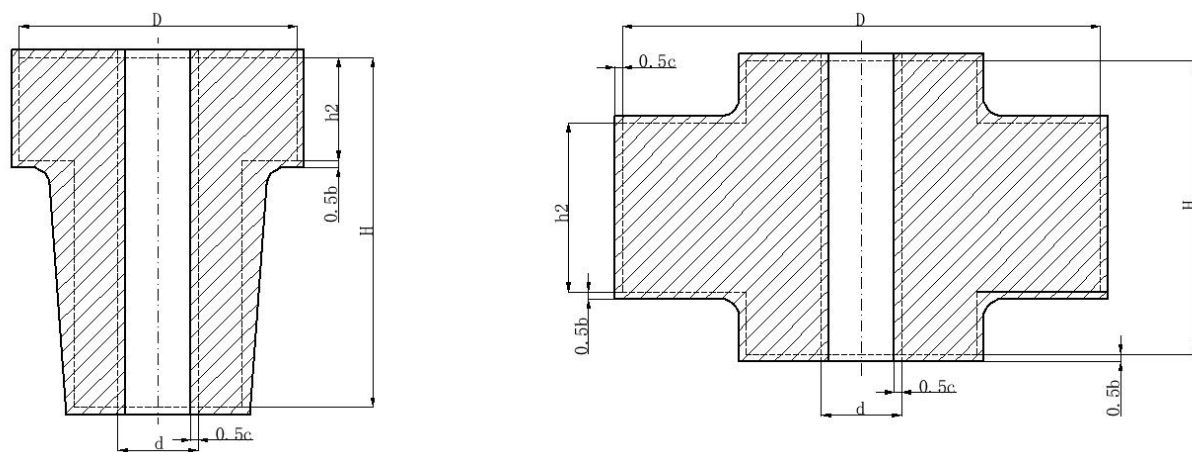


图 5 钛合金法兰类锻件机械加工余量

表 5 钛合金法兰类锻件机械加工余量与公差

零件高度 H		零件直径 D											
		大于	0		150			200			250		
		至	150		200			250			320		
加工余量 a、b、c 与公差													
大于	至	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
100	150	8±3	7±2	11±4	9±3	7±2	12±5	10±4	8±3	13±5			
150	200	9±3	7±2	12±5	10±4	8±3	14±6	11±4	9±3	14±6	13±5	11±4	16±7
200	250	10±4	8±3	13±5	11±4	9±3	15±7	12±5	10±4	15±7	14±6	12±5	17±7
250	320	11±4	9±3	14±6	12±5	10±4	16±7	13±5	11±4	16±7	15±7	13±5	19±8
320	400				13±5	11±4	17±7	14±6	12±5	17±7	16±7	14±6	20±8
400	500							15	13±5	19±8	17±7	15±7	21±8
500	650										18±7	16±7	22±9
650	800												
800	1000												
1000	1200												
1200	1500												
大于	至	320			400			550			750		
		400			550			750			1000		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
100	150												
150	200												
200	250	15±7	13±5	19±8									
250	320	16±7	14±6	20±8	18±7	16±7	23±8						
320	400	17±7	15±7	21±8	19±8	17±7	22±8	21±8	18±7	25±10			
400	500	18±7	16±7	22±9	20±8	18±7	24±8	22±9	20±8	26±10	24±8	22±9	28±11
500	650	19±8	17±7	23±8	21±8	19±8	25±10	23±8	21±8	27±10	25±10	23±8	29±11
650	800	21±8	19±8	25±10	23±8	21±8	27±10	24±8	22±9	28±11	26±10	24±8	30±12
800	1000				24±8	22±9	28±11	26±10	24±8	30±12	28±11	26±10	32±13
1000	1200							28±11	26±10	32±13	30±12	28±11	34±13
1200	1500										32±13	30±12	36±14

9.1.3 内孔加余量后圆整为：尾数 0 或 5mm 值（ $d \leq 150\text{mm}$ 时）；尾数 0mm 值（ $d > 150\text{mm}$ 时）。

9.1.4 当零件孔径 $d \leq 100\text{mm}$ 或 $H/d \geq 2.5$ 时，孔允许不锻出。

9.1.5 钛合金法兰类锻件现有漏盘工装见图 6。

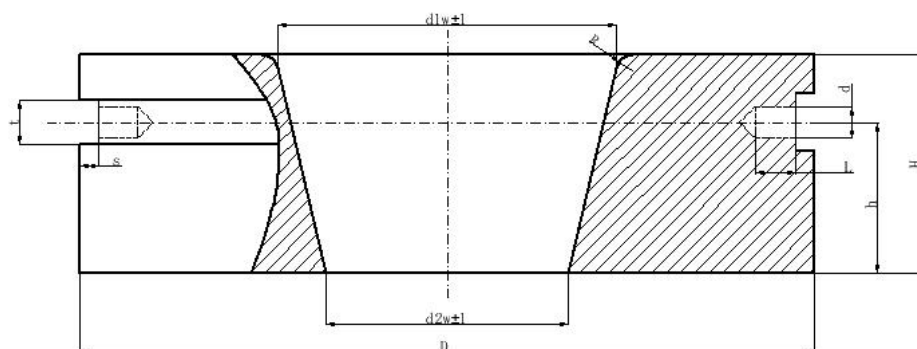


图 6 钛合金法兰类锻件现有漏盘工装

9.2 计算举例

计算钛合金法兰类锻件的尺寸。

设零件尺寸： $D=400\text{ mm}$ ， $H=150\text{ mm}$ ， $d=200\text{ mm}$

查表得：a 的机械加工余量与公差为： $13 \pm 5\text{ mm}$

b 的机械加工余量与公差为： $11 \pm 4\text{ mm}$

c 的机械加工余量与公差为： $14 \pm 6\text{ mm}$

内孔直径 = $d - c = 200 - 14 = 186\text{ mm}$

求得锻件的尺寸为：

$D1 = (400 + 13) \pm 5 = 413\text{ mm} \pm 5$

$d1 = (200 - 14) \pm 6\text{ mm} = 186\text{ mm} \pm 6\text{ mm}$

$H1 = (150 + 11) \pm 4\text{ mm} = 161\text{ mm} \pm 4\text{ mm}$

根据文件要求，内孔加余量后应圆整为：

当 $d \leq 150\text{ mm}$ 时，圆整为尾数 0 或 5 mm。

当 $d > 150\text{ mm}$ 时，圆整为尾数 0 mm。

根据上述计算，法兰类钛合金锻件的尺寸为：

外径： $413 \pm 5\text{ mm}$

高度： $161 \pm 4\text{ mm}$

内孔直径： $180 \pm 6\text{ mm}$

10 钛合金光轴类锻件

10.1 公差及余量要求

10.1.1 圆形、方形、矩形 ($B/H \leq 5$)、六角形和八角形截面的钛合金光轴类锻件的零件尺寸应符合 $L > 2.5D$ (或 A、B、S)。

10.1.2 钛合金光轴类锻件的机械加工余量与公差应符合图 7 和表 6 的规定。

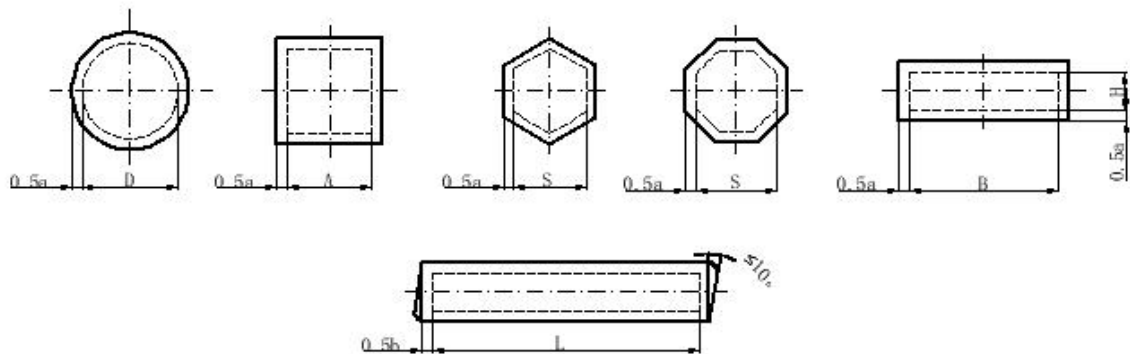


图 7 钛合金光轴类锻件机械加工余量与公差

表 6 钛合金光轴类锻件机械加工余量与公差

零件尺寸 D、A、S、B、H _p		零件长度 L							
		大于	0	300	650	1000	1500	2500	4000
		至	300	650	1000	1500	2500	4000	5500
大于	至	加工余量 a 与公差							
0	40	7±2	8±3	9±3					
40	60	8±3	9±3	10±4	12±5				
60	100	9±3	10±4	11±4	13±5	14±6	16±7		
100	150	10±4	11±4	12±5	14±6	15±6	16±7	19±8	
150	200		12±5	13±5	15±6	16±7	17±7	20±8	
200	260		13±5	14±6	16±7	17±7	18±8	21±9	
260	350			15±6	17±7	18±8	20±8	22±9	
350	450				18±8	19±8	21±9	24±10	

10.1.3 一般说明:

- 矩形截面光轴两边长之比 $B/H > 3$ 时, H 的余量 a 可增加 20%。
- 当零件尺寸 L/D (或 L/B) > 20 时, 余量 a 可增加 30%。
- 矩形截面光轴以较大的一边 B 和长度 L 查表 6 得 a 和 b, 以确定 B 和 L 的余量。H 的余量 a 则以长度 L 和计算值 $H_p = (B+H)/2$ 查表确定, 计算举例见 10.2。

10.2 计算举例

计算钛合金光轴类锻件的尺寸。

设零件尺寸: $B=200\text{mm}$, $H=100\text{mm}$, $L=3500\text{mm}$

查表得: $a=16 \pm 7 \text{ mm}$ 。

L 的机械加工余量与公差为: $32 \pm 14\text{mm}$,

B 的机械加工余量与公差为: $16 \pm 7\text{mm}$ 。

计算得: $H_p = (B+H)/2 = (200+100)/2 = 150\text{mm}$ 。

以 H_1 和 L 查表得, $a=16 \pm 7\text{mm}$ 。

求得的锻件尺寸为:

$B_1 = (200+16) \pm 7 = 216 \pm 7\text{mm}$;

$$H1=(100+16) \pm 7=116 \pm 7\text{mm};$$

$$L1=(3500+32) \pm 14=3532 \pm 14\text{mm}。$$
