

第 十 章

键 联 结

目 次

一、平键联结	10-1
1. 平键的剖面及键槽	10-1
2. 普通平键	10-3
3. 导向平键	10-5
4. 键用精拔钢	10-7
5. 半圆键	10-7
6. 楔键联结	10-11
7. 切向键联结	10-15
8. 陷入平键	10-17
9. 空心轴用键联结	10-18
10. 平键与半圆键的公差与配合	10-20
11. 键和键槽的形状和位置偏差	10-21
12. 楔键的公差与配合	10-21
13. 键配合常用的公差值	10-22
二、花键联结	10-23
(一) 矩形花键联结	10-23
1. 矩形花键联结的尺寸	10-24
2. 矩形花键联结的定心方式	10-27
3. 矩形花键联结的公差与配合	10-27
4. 矩形花键联结综合公差的来源	10-30
5. 矩形花键联结标注方法和示例	10-32
6. 矩形花键的技术要求	10-33
(二) 三角花键联结	10-34
1. 三角花键联结的要素、代号及计算公式	10-35
2. 三角花键联结的尺寸系列	10-36
3. 三角花键联结的配合	10-37
4. 三角花键联结的公差	10-37
5. 三角花键联结的检验	10-39
6. 三角花键联结的标注	10-39
7. 三角花键测量量棒间尺寸 M 的计算公式	10-40
(三) 三角花键——汽车专业标准草案	10-50
1. 三角花键的尺寸关系及主要尺寸	10-50

IV

2. 三角花键的公差与配合	10-52
3. 三角花键的测绘程序与计算	10-54
(四) 渐开线花键联结	10-55
1. 渐开线花键联结的要素、代号及计算公式	10-55
2. 渐开线花键联结的尺寸系列	10-56
3. 渐开线花键联结的定中心方式	10-58
4. 渐开线花键联结的公差、配合及检验	10-58
5. 渐开线花键量棒间尺寸 M 的计算	10-62
6. 渐开线花键联结的技术要求	10-63
(五) 渐开线花键——汽车专业标准草案	10-80
1. 渐开线花键的计算公式	10-80
2. 渐开线花键的主要结合尺寸	10-81
3. 渐开线花键的公差与配合	10-82
三、键联结的强度计算	10-83
1. 平键联结的计算	10-83
2. 半圆键联结的计算	10-84
3. 切向键联结的计算	10-84
4. 矩形、渐开线花键联结的强度计算	10-85
表次 (代索引)	10-88

键是机器制造中的一种标准件。它通常用来联结轴和轴上的转动件或摆动件，例如轴和齿轮、蜗轮、链轮、皮带轮、联轴器、曲杆以及手柄等联结。在这些联结中，键安置在轴上零件的键槽或键座。

键在工作时，承受挤压，所以它要求有适当的强度。常用的材料为拉伸强度极限值不低于 $50 \sim 60$ 公斤/毫米² 的碳素钢，例如：40、45 号钢等；也有少数用合金钢的。

键可用精拔钢或锻件制造。由锻件制造的键要全部加工。精密机床中所用的键还要经过磨削。

键可以分为两类：

1) 平键和半圆键——这类键由于没有楔紧作用，所以只能传递扭矩而不能沿轴向固定零件；

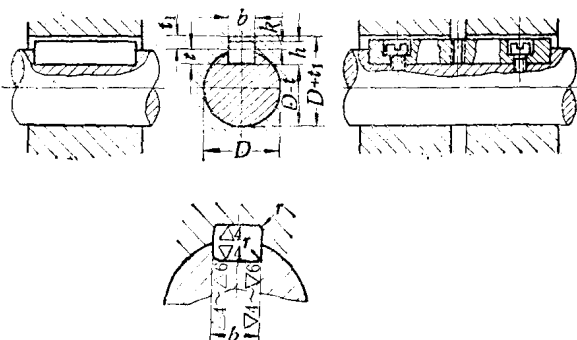
2) 楔键——因为它在装配时楔紧，所以构成紧固联结。楔键可以传递扭矩，也可以沿轴单向固定零件。

一、平 键 联 结

平键联结是应用最广泛的一种键联结的方法，它使轴与轮毂相联后，能较好地对中心，而且可做静联结或滑动联结。在滑动联结中应将键可靠地固定在轴上。键与键槽均无斜度，键的顶面与轮毂槽底之间留有径向间隙，工作时依靠工作面承受挤压而传递扭矩。

1. 平键的剖面及键槽

表10-1-1 平键的剖面及键槽 (GB 1095-72)



(毫米)

轴 径 D	键的公称 尺 寸		键 槽 深						r 小于
			Ⅰ 型			Ⅱ 型			
	轴	轮毂	k $\approx$	轴	轮毂	k $\approx$			
							b	h	
自5~7	2	2	1.1	1.0	1.0				0.2
>7~10	3	3	2.0	1.1	1.2				
>10~14	4	4	2.5	1.6	1.8				
>14~18	5	5	3.0	2.1	2.3	3.2	1.9	2.0	
>18~24	6	6	3.5	2.6	2.9	3.8	2.3	2.6	0.3
>24~30	8	7	4.0	3.1	3.5	4.5	2.6	3.0	
>30~36	10	8	4.5	3.6	4.2	5.2	2.9	3.5	
>36~42	12	8	4.5	3.6	4.4	5.2	2.9	3.7	
>42~48	14	9	5.0	4.1	5.0	5.8	3.3	4.2	0.5
>48~55	16	10	5.0	5.1	6.2	6.5	3.6	4.7	
>55~65	18	11	5.5	5.6	6.8	7.1	4.0	5.2	
>65~75	20	12	6.0	6.1	7.4	7.8	4.3	5.6	
>75~90	24	14	7.0	7.2	8.7	9.0	5.2	6.7	
>90~105	28	16	8.0	8.2	10.0	10.3	5.9	7.7	0.8
>105~120	32	18	9.0	9.2	11.2	11.5	6.7	8.7	
>120~140	36	20	10	10.2	12.3	12.8	7.4	9.5	
>140~170	40	22	11	11.2	13.4	13.5	8.7	10.9	
>170~200	45	25	13	12.2	14.6	15.3	9.9	12.3	1.2
>200~230	50	28	14	14.2	16.7	17.0	11.2	13.7	
>230~260	55	30	15	15.2	17.9	18.3	11.9	14.6	
>260~290	60	32	16	16.2	19.1	19.6	12.6	15.5	
>290~330	70	36	18	18.2	21.8	22.0	14.2	17.8	
>330~380	80	40	20	20.2	24.3	24.6	15.6	19.7	2.0
>380~440	90	45	23	22.2	26.3	27.5	17.7	22.1	
>440~500	100	50	25	25.2	30.1	30.4	19.8	24.7	
>500~560	110	55	28	27.2	32.5	33.0	22.2	27.5	
>560~630	120	60	30	30.2	35.8	34.6	25.6	31.2	

注：1. 在工作图中轴槽深用 $D-t$ 或 t 标注，轮毂槽深用 $D+t_1$ 标注；

2. k 值系计算键联结挤压应力时的参考尺寸；

3. 普通平键的尺寸按 GB1096-72 “普通平键型式尺寸”的规定；

4. 导向平键的尺寸按 GB1097-72 “导向平键型式尺寸”的规定；

5. 键及键槽的尺寸公差按 GB1100-72 “平键与半圆键公差与配合”的规定；

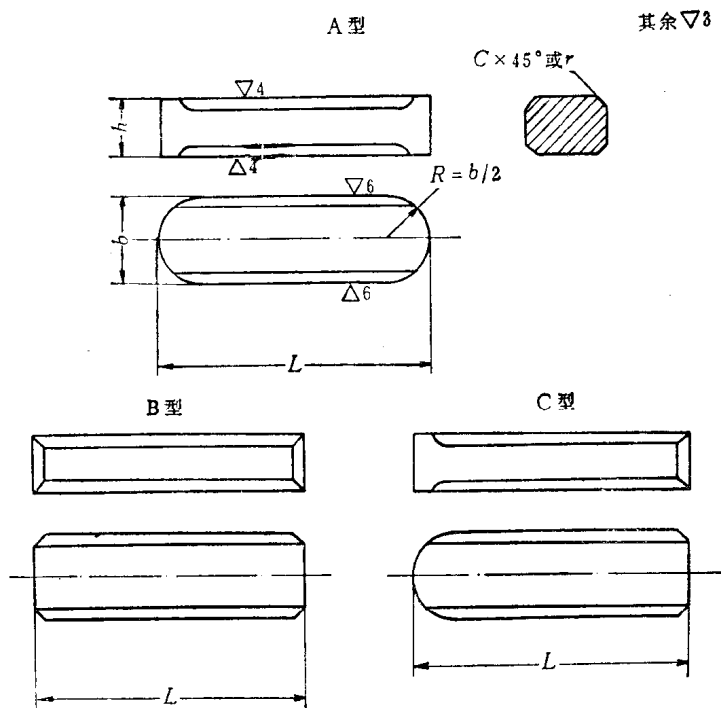
6. 对于空心轴、阶梯轴、传递较低扭矩及定位等特殊情况，允许大直径的轴选用较小剖面尺寸的键；

7. 根据键联结元件在工作中达到等强度要求，视轮毂材料的不同，选取Ⅰ型或Ⅱ型的键槽深度。但在各种机器配套联结部分，必须由各设计、制造单位协调统一。推荐Ⅰ型用于铸铁、铝或塑料轮毂，Ⅱ型用于钢轮毂，但对铸铁、铝或塑料轮毂亦可选用Ⅱ型。

2. 普通平键

普通平键用于静联结。按其头部形状分为圆头普通平键(A型)、方头普通平键(B型)和单圆头普通平键(C型)的型式尺寸。

表10-1-2 普通平键的型式尺寸 (GB 1096-72)



标记示例:

键 18×100 GB 1096-72 (圆头普通平键 A 型, $b = 18$ 毫米, $h = 11$ 毫米, $L = 100$ 毫米)

键 $B18 \times 100$ GB 1096-72 (方头普通平键 B 型, $b = 18$ 毫米, $h = 11$ 毫米, $L = 100$ 毫米)

键 $C18 \times 100$ GB 1096-72 (单圆头普通平键 C 型, $b = 18$ 毫米, $h = 11$ 毫米, $L = 100$ 毫米)

(毫米)

b	2	3	4	5	6	8	10	12	14
h	2	3	4	5	6	7	8	8	9
C 或 r	0.25				0.4				
L	6~20	6~28	8~35	10~45	14~55	18~70	22~90	28~110	35~140
b	16	18	20	24	28	32	36	40	45
h	10	11	12	14	16	18	20	22	25
C 或 r	0.6				1.0				
L	45~180	50~200	55~220	60~250	70~280	80~315	90~355	100~400	110~450
b	50	55	60	70	80	90	100	110	120
h	28	30	32	36	40	45	50	55	60
C 或 r	1.6				2.5				
L	125~500	140~500	160~500	180~500	200~500	220~500	250~500	280~500	315~500

长度 l 的系列: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500。

注: 1. 键槽的尺寸按 GB 1095-72“平键的剖面及键槽”的规定;

2. 键的材料按 GB 1101-72“键用精拔钢型式尺寸”的规定, 或采用抗拉强度不小于 60 公斤/毫米² 的钢件;

3. 键的尺寸公差按 GB 1100-72“平键及半圆键公差与配合”的规定;

4. 键长大于 500 毫米时, 其长度按 GB 321-64“优先数系”R 20 系列的规定。

普通平键在实际生产中, 根据机器的结构性能, 便于拆卸而不损坏键及轴槽, 可采用图 10-1-1 所示型式。斜面及螺孔大小可根据实际情况而定, 以降低键联结的强度为原则。

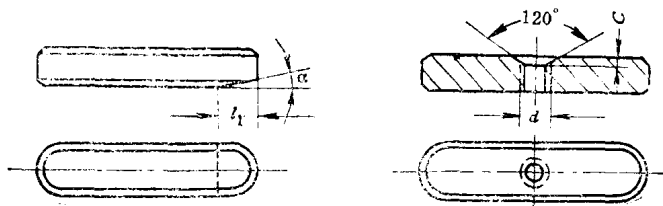


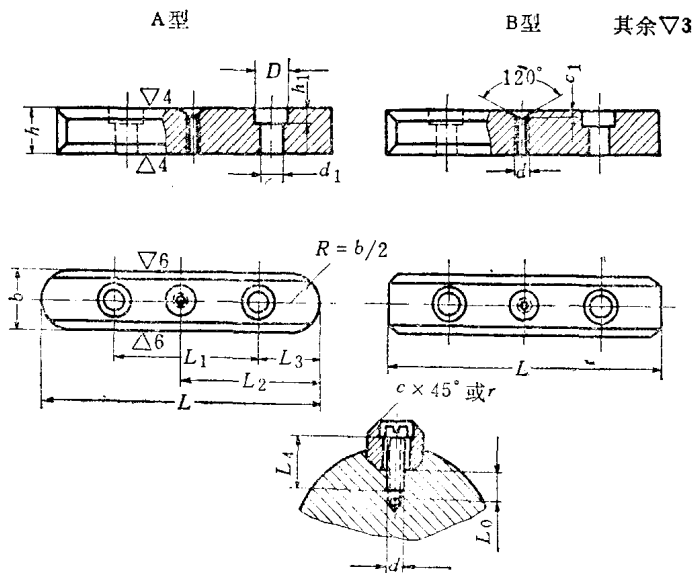
图10-1-1 便于拆卸的平键型式

3. 导向平键

导向平键是用于轴上零件需要沿轴移动的联结，较长的导向平键应当用螺钉把它固定在轴上，轮毂键槽的侧面要光滑，与键的配合要松，以便移动时减少阻力和减轻磨损。

固定于轴上的导向平键分为圆头导向平键（A型）及方头导向平键（B型）的型式尺寸。

表10-1-3 导向平键的型式尺寸（GB 1097-72）



标记示例，

键18×100 GB 1097-72（圆头导向平键A型， $b = 18$ 毫米， $h = 11$ 毫米， $L = 100$ 毫米）

键B18×100 GB 1097-72（方头导向平键B型， $b = 18$ 毫米， $h = 11$ 毫米， $L = 100$ 毫米）

(毫米)

b	8	10	12	14	16	18	20	24	28	32	36	40	45
h	7	8	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25
C 或 r	0.4				0.6				1.0				
h_1	2.5		3.0	3.5	4.5		6		7		8		
d	M3		M4	M5	M6		M8		M10		M12		
d_1	3.4		4.5	5.5	6.6		9		11		13		
D	6		8.5	10	12		15		18		22		
c_1	0.3		0.5								10		
L_0	7	8	10		12		15		18		22		
螺钉 ($d \times L_0$)	M3 $\times 8$	M3 $\times 10$	M4 $\times 10$	M5 $\times 12$	M6 $\times 14$		M8 $\times 18$		M10 $\times 25$		M12 $\times 30$		
L	25~ 70	25~ 90	32~ 110	40~ 140	50~ 180	55~ 200	60~ 220	70~ 250	80~ 280	90~ 315	100~ 355	110~ 400	125~ 400
L	25	28	32	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100
L_1	13	14	16	18	20	23	26	29	32	38	44	50	56
L_2	12	14	16	18	20	22	25	28	30	35	40	45	50
L_3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	18	20
L	110	125	140	160	180	200	220	250	280	315	355	400	
L_1	60	60	70	80	90	100	110	126	140	160	180	200	
L_2	55	60	65	70	75	80	90	100	110	120	130	150	
L_3	22	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	

注：1. 键槽的尺寸按 GB 1095-72“平键的剖面及键槽”的规定；

2. 键的材料按 GB 1101-72“键用精拔钢型式尺寸”的规定，或采用抗拉强度不小于60公斤/毫米²的钢件；

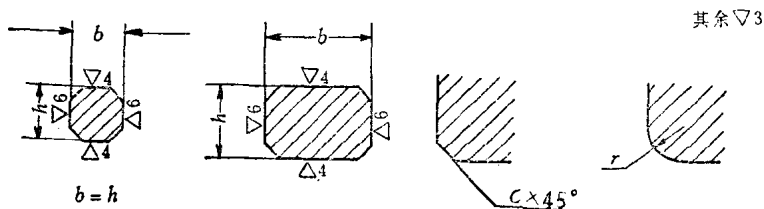
3. 当键长大于400毫米时，其长度按 GB 321-64“优先数系”R20系列的规定；

4. 键的尺寸公差按 GB 1100-72“平键及半圆键公差与配合”的规定；

5. 固定键用螺钉按 GB 65-66“圆柱头螺钉”的规定。

4. 键用精拔钢

表10-1-4 键用精拔钢的型式尺寸 (GB 1101-72)



标记示例:

键钢18×11GB1101-72(平键或普通楔键用精拔钢, $b = 18$ 毫米, $h = 11$ 毫米)

(毫米)

b	h	C 或 r	每米长的重量 $\text{kg} \approx$	b	h	C 或 r	每米长的重量 $\text{kg} \approx$
2	2	0.25	0.03	28	16	1.0	3.52
3	3		0.07	32	18		4.52
4	4		0.13	36	20		5.65
5	5		0.20	40	22		6.91
				45	25		8.79
6	6	0.4	0.29	50	28	1.6	10.99
8	7		0.44	55	30		12.95
10	8		0.63	60	32		15.10
12	8		0.75	70	36		19.78
14	9		0.99	80	40		25.12
16	10	0.6	1.26	90	45	2.5	31.79
18	11		1.55	100	50		39.25
20	12		1.88				
24	14		2.64				

注: 1. 材料采用抗拉强度不小于60公斤/毫米²的钢;

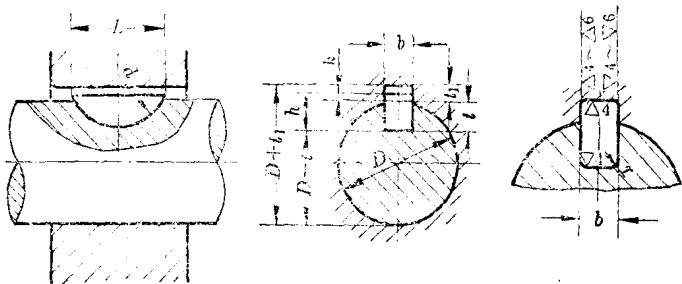
2. 尺寸公差按下列规定:

宽度 b —— $d4$ GB160-59;高度 h —— $d6$ GB160-59。

5. 半圆键

半圆键在工作条件方面与平键相似, 由键和键槽的侧面来传递扭矩。这种键适用于较轻载的静联结, 它不能沿轴向固定零件, 只适用于直径为4~100毫米的轴上。其优点是能自动适应轮毂上键槽的斜度, 装配方便, 轴上键槽易于铣制。其缺点是轴上的键槽较深。这种键在汽车、拖拉机制造业和机床制造业上应用较广。

表10-1-5 半圆键的剖面及键槽 (GB 1098-72)



(毫米)

轴 径 D		键的公称尺寸				键 槽 深						r 小于
键 传 递 扭 矩 用	键 传 动 定 位 用	b	h	d	$L \approx$	Ⅰ 型			Ⅱ 型			
						轴 轮 毂		$k \approx$	轴 轮 毂		$k \approx$	
						t	t_1		t	t_1		
自3~4	自4~7	1.0	1.4	4	3.8	0.9	0.6	0.6	—	—	—	0.2
>4~5	>5~10	1.5	2.0	7	6.8	1.9	0.8	0.8	—	—	—	
>5~7	>7~14	2.0	2.8	10	9.7	1.7	1.0	1.0	—	—	—	
						2.8			—	—	—	
>7~10	>10~18	2.5	3.7	13	12.6	2.7	1.1	1.2	—	—	—	
						4.0			—	—	—	
						5.5			—	—	—	
						6.5			—	—	—	
>10~14	>14~24	4.0	5.0	13	12.6	3.5	1.6	1.8	—	—	—	
			6.5	16	15.7	5.0			—	—	—	
			7.5	19	18.6	6.0			—	—	—	
			9.0	22	21.7	7.5			—	—	—	

(续)

轴 径 D		键的公称尺寸				键 槽 深						r 小于
键 传 递 扭 矩 用	键 传 动 定 位 用	b	h	d	L $\approx$	I 型			II 型			
						轴	轮毂	k $\approx$	轴	轮毂	k $\approx$	
						t	t_1		t	t_1		
>14~18	>18~30	5.0	6.5	16	15.7	4.5			4.7			0.2
			7.5	19	18.6	5.5			5.7			
			9.0	22	21.6	7.0	2.1	2.3	7.2	1.9	2.1	
			10	25	24.5	8.0			8.2			
			11	28	27.3	9.0			9.2			
>18~24	>24~36	6	9	22	21.6	6.5			6.8			
			10	25	24.5	7.5			7.8			
			11	28	27.3	8.5	2.0	2.9	8.8	2.3	2.6	
			13	32	31.4	10.5			10.8			
			15	38	37.1	12.5			12.8			
>24~30	>30~42	8	10	25	24.5	7.0			7.5			0.3
			11	28	27.3	8.0			8.5			
			13	32	31.4	10	3.1	3.5	10.5	2.6	3.0	
			15	38	37.1	12			12.5			
			16	45	43.1	13			13.5			
			17	55	50.8	14			14.5			
>30~36	>36~48	10	13	32	31.4	9.5			10.2			3.5
			15	38	37.1	11.5			12.2			
			16	45	43.1	12.5			13.2			
			17	55	50.8	13.5	3.6	4.2	14.2	2.9		
			19	65	59.1	15.1			16.2			
			24	80	73.3	20.5			21.2			
>36~42	>42~55	12	19	65	59.1	15.5			16.2			3.7
			24	80	73.3	20.5		4.4	21.2			

注：1. 在工作图中轴槽深用 $D-t$ 或 t 标注，轮毂槽深用 $D+t_1$ 标注；

2. k 值系计算键联结挤压应力时的参考尺寸；

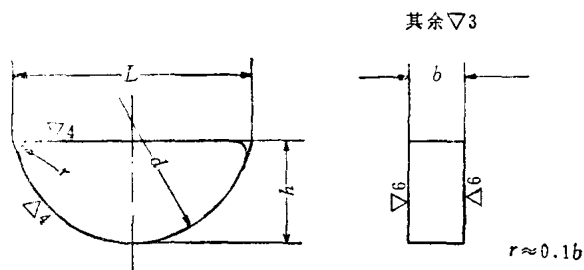
3. 半圆键的尺寸按 GB 1099-72 “半圆键型式尺寸”的规定；

4. 键及键槽尺寸的公差按 GB 1100-72 “平键与半圆键公差与配合”的规定；

5. 对于空心轴、阶梯轴、传递较低扭矩及定位等特殊情况，允许大直径的轴选用较小剖面尺寸的键；

6. 根据键联结元件在工作中达到等强度要求，视轮毂材料的不同选用 I 型或 II 型的键槽深度。但在各种机器配套联结部分，必须由各设计、制造单位协商统一。

表10-1-6 半圆键的型式尺寸 (GB 1099-72)



标记示例:

键6×25GB1099-72(半圆键 $b = 6$ 毫米, $h = 10$ 毫米, $d = 25$ 毫米, $L = 24.5$ 毫米)

(毫米)

b	h	d	L ≈	b	h	d	L ≈
1.0	1.4	4	3.8	6.0	10	25	24.5
1.5	2.6	7	6.8		11	28	27.3
2.0	2.6	7	6.8		13	32	31.4
	3.7	10	9.7		15	38	37.1
2.5	3.7	10	9.7	8.0	10	25	24.5
3.0	3.7	10	9.7		11	28	27.3
	5.0	13	12.6		13	32	31.4
	6.5	16	15.7		15	38	37.1
4.0	5.0	13	12.6		16	45	43.1
	6.5	16	15.7		17	55	50.8
	7.5	19	18.6	10	13	32	31.4
	9.0	22	21.6		15	38	37.1
5.0	6.5	16	15.7		16	45	43.1
	7.5	19	18.6		17	55	50.8
	9.0	22	21.6		19	65	59.1
	10	25	24.5	12	24	80	73.3
	11	28	27.3		19	65	59.1
6.0	9.0	22	21.6		24	80	73.3

注: 1. 键槽的尺寸按GB1098-72“半圆键的剖面及键槽”的规定;

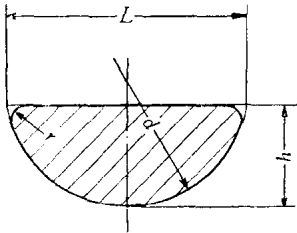
2. 键的材料采用抗拉强度不小于60公斤/毫米²的钢材;

3. 键的尺寸公差按GB1100-72“平键与半圆键公差与配合”的规定;

4. 半圆键各棱边不允许有毛刺。

表10-1-7 半圆键用精拔钢型式尺寸 (GB 1099-72)

全部▽4



$r \approx 0.1b$

公 称 尺 寸		$L \approx$	公 称 尺 寸		$L \approx$	公 称 尺 寸		$L \approx$
h	d		h	d		h	d	
1.4	4	3.8	7.5	19	18.6	15	38	37.1
2.6	7	6.8	9.0	22	21.6	16	45	43.1
3.7	10	9.7	10	25	24.5	17	55	50.8
5.0	13	12.6	11	28	27.3	19	65	59.1
6.5	16	15.7	13	32	31.4	24	80	73.3

注 1.材料采用抗拉强度不小于60公斤/毫米²的钢;

2.尺寸公差按下列规定:

高度 h —— $d6$ GB160-59; 直径 d —— $d7$ GB160-59.

在实际生产中,常遇到用圆棒钢料来制造半圆键,其毛坯直径的计算公式如下:

$$d = h + \frac{L^2}{4h}$$

6. 楔键联结

楔键的一面沿键长有 $\frac{1}{100}$ 的斜度 (图 10-1-2), 键的剖面为矩形, 只能用于静联结, 键所固定的零件不能沿轴向移动。由于键带斜度因而会引起轴与零件的偏心 (图 10-1-3) 和零件较短时在轴上的偏斜 (图 10-1-4), 在高速时会引起振动。由于楔紧是依靠摩擦力, 易在冲击载荷下松脱, 所以近年

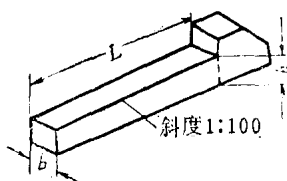


图 10-1-2

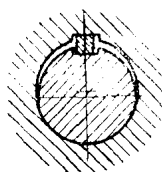


图 10-1-3

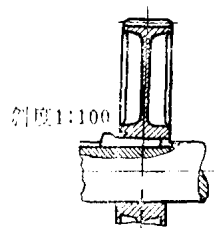
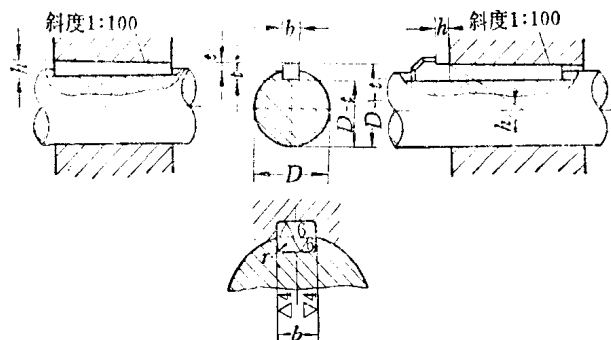


图 10-1-4

表10-1 8 楔键的剖面及键槽 (JB 115-60)

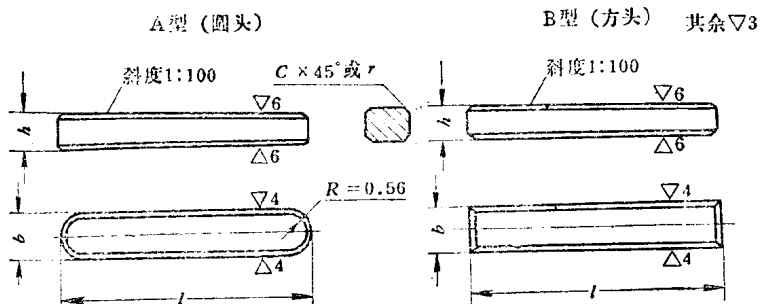


(毫米)

轴 径 D	键的公称尺寸		槽 深		r 小 于
			轴	轮 毂	
	b	h	t	t_1	
自5~7	2	2	1.1	0.6	0.2
>7~10	3	3	2.0	0.7	
>10~14	4	4	2.5	1.1	
>14~18	5	5	3.0	1.6	
>18~24	6	6	3.5	2.1	0.3
>24~30	8	7	4.0	2.6	
>30~36	10	8	4.5	3.0	
>36~42	12				
>42~48	14	9	5.0	3.5	0.5
>48~55	16	10		4.5	
>55~65	18	11	5.5	5.0	
>65~75	20	12	6.0	5.5	
>75~90	24	14	7.0	6.4	0.8
>90~105	28	16	8.0	7.4	
>105~120	32	18	9.0	8.4	
>120~140	36	20	10	9.4	
>140~170	40	22	11	10.3	1.2
>170~200	45	25	13	11.3	
>200~230	50	28	14	13.3	
>230~260	55	30	15	14.3	
>260~290	60	32	16	15.3	2.0
>290~330	70	36	18	17.2	
>330~380	80	40	20	19.2	
>380~440	90	45	23	21.2	
>440~500	100	50	25	23.2	2.0
>500~560	110	55	28	25.1	
>560~630	120	60	30	27.0	

注: 1. 在工作图中轴槽深用 $D-t$ 或 t 标注, 轮毂槽深用 $D+t_1$ 标注;2. $D+t_1$ 及 t 表示大端轮毂槽深度。

表10-1-9 普通楔键的型式尺寸 (JB 116-60)



标记示例:

键18×100 JB 116-60(圆头普通楔键A型, $b=18$ 毫米, $h=11$ 毫米, $l=100$ 毫米)键B18×100 JB 116-60(方头普通楔键B型, $b=18$ 毫米, $h=11$ 毫米, $l=100$ 毫米)

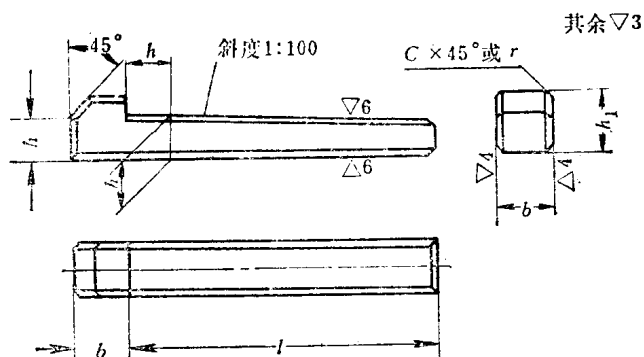
(毫米)

b	2	3	4	5	6	8	10	12	14
h	2	3	4	5	6	7	8	8	9
C 或 r	0.25				0.4				
l	6~20	6~28	8~35	10~45	14~55	18~70	22~90	28~110	35~140

b	16	18	20	24	28	32	36	40	45
h	10	11	12	14	16	18	20	22	25
C 或 r	0.6				1.0				
l	45~180	50~200	55~220	60~250	70~280	80~315	90~355	100~400	110~450

长度 l 的系列: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 315, 355, 400, 450.

表10-1-10 钩头楔键的型式尺寸 (JB 117-60)



标记示例:

键18×100 JB 117-60 (钩头楔键, $b = 18$ 毫米, $h = 11$ 毫米, $l = 100$ 毫米)

(毫米)

b	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24
h	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14
h_1	7	8	9	10	12	12	14	16	18	20	22
C 或 r	0.25		0.4					0.6			
l	14~35	14~45	14~55	18~70	22~90	28~110	35~140	45~180	50~200	55~220	60~250

b	28	32	36	40	45	50	55	60	70	80	90	100	110	120
h	16	18	20	22	25	28	30	32	36	40	45	50	55	60
h_1	25	28	32	36	40	45	48	50	56	65	71	80	90	100
C 或 r	1.0					1.6				2.5				
l	70~280	80~315	90~355	100~400	110~450	125~500	140~500	160~500	180~500	200~500	220~500	250~500	280~500	315~500

长度 l 的系列: 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500.