



渐开线变位 齿轮传动

张展 主编

JIANKAIXIAN BIANWEI
CHILUN CHUANDONG



国防工业出版社

National Defense Industry Press

渐开线变位齿轮传动

张展 主编

国防工业出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

渐开线变位齿轮传动 / 张展主编. —北京:
国防工业出版社, 2011. 9

ISBN 978 - 7 - 118 - 07136 - 8

I. ①渐... II. ①张... III. ①渐开线齿轮:
变位齿轮 - 齿轮传动 IV. ①TH132.413

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 184858 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

涿中印刷厂印刷
新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 22¼ 字数 516 千字
2011 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1 - 4000 册 定价 58.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 68428422
发行传真: (010) 68411535

发行邮购: (010) 68414474
发行业务: (010) 68472764

前 言

齿轮是使用量大面广的传动件,目前大多采用变位齿轮,如何合理设计变位齿轮,选择最佳的变位系数,可提高齿轮传动的承载能力、提高传动质量指标。不合理的设计,反而有损齿轮传动的质量。因此,如何合理设计变位齿轮,是齿轮设计关键技术之一。

用标准齿轮刀具加工的非标准齿轮,其分度圆上的齿厚不等于齿槽宽的齿轮,称为“变位齿轮”。

由于标准齿轮受标准参数的限制,影响了齿轮传动潜力的发挥。变位齿轮则摆脱了某些标准参数的限制,使齿轮的设计更加合理,传动质量得到提高,具有标准齿轮不具备的许多优点。

对渐开线变位齿轮,除了分度圆上的模数和压力角仍保持标准外,其齿厚、齿顶高和齿根高等已不是标准值,而且在渐开线上作为齿廓的部位和齿根过渡曲线也有变化。这就有可能通过选择合理的几何参数,提高轮齿的接触强度、弯曲强度以及耐磨损和抗胶合的能力,可以满足非标准中心距传动的要求,并能避免加工时产生根切、顶切以及啮合时产生干涉等现象。

变位齿轮之所以在生产上得到广泛应用,是因为其在加工时用的是现成齿轮刀具,且在加工过程中没有什么特殊的要求和不便的地方。其和加工标准齿轮之间的区别,仅在于刀具切入工件的终止位置有所不同而已。

齿轮传动可分为标准传动、高度变位传动和角度变位传动三种,前两种有相同的中心距和定传动比,而后一种的中心距和前两种不同,则其传动比会不会因中心距变更而引起变化呢?这是各种齿轮传动是否可采用角度变位传动所必须考虑的前提。换言之,各种齿轮传动可采用角度变位传动,要看其是否具有当中心距变更而传动比仍保持不变这一重要特性,这一特性称为齿轮传动的“可分性”。只有具有可分性的齿轮传动才有可能采用角度变位传动,否则,只能采用标准传动或高度变位传动。

由于渐开线齿轮传动是一种可分性的齿轮传动,可采用变位齿轮传动,而且其有加工和检测方便等优点,因此,在实际应用中广泛采用渐开线变位齿轮传动。

在机械设备中,机械传动装置是重要组成部分之一,机械传动的质量、性能和寿命直接影响着机器的性能和可靠性。由于传动装置的损坏而引起设备的故障、差错,会造成巨大的损失。因此,世界各国对机械传动技术都十分重视,其生产水平是一个国家工业水平的象征之一。

齿轮传动产品是汽车、工程机械、农机、摩托车等传动的主体。随着中国汽车工程、农机和成套设备机械工业的发展,近30年来,中国齿轮工业得到了迅速的发展。截至2010年底总产值已超过1600亿元人民币。齿轮行业已成为机械基础件中规模最大的行业。

如何使我国从齿轮生产大国走向世界强国,需要我们博采众长、不断创新,创新是一个国家发展的灵魂。我们应坚持“技以新为贵,商以信为重,业以人为本,人以德为先”的精神,拼搏奋斗、自强不息。

为了适应科学技术的发展,教学、生产、科研的需要,我们对外、内齿轮变位传动和锥齿轮变位传动、蜗杆的变位传动、行星齿轮的变位传动进行了论述。为了便于变位齿轮的设计,书中列有外啮合齿轮副封闭图 235 幅($\alpha = 20^\circ, h_a^* = 1$)、大齿形角外啮合齿轮副($\alpha = 25^\circ, h_a^* = 1$)封闭图 102 幅,内啮合齿轮副封闭图 127 幅,少齿差行星齿轮传动封闭图 16 幅。具有直观、醒目、便查的特点,不仅可以用于选择最佳的变位系数,还可以用于校核现有变位齿轮的变位系数的合理性。

本书在编写时注重科学和实用性,力求简明、实用、便查,以求具有自己的特色和新意。

本书由张展编著,在编写过程中,得到江苏上齿集团董事长、总经理张焰庆,武汉正通传动技术公司董事长余晓锁,湖北荆州市巨枫传动机械有限公司总经理李运秋,南通如港船舶配套机械有限公司董事长许建民、总经理许国华大力支持与合作。其中张弘松、张晓维、曾建峰、朱腊英、马凯、柯怡、李秋武、陈智辉、孔霞、任改运、叶阜等同行专家的大力支持,在此深表感谢。

由于本人才疏学浅,实践不够,书中若有不妥之处,敬请广大读者与专家批评指正。

张 展

2011 年 1 月

内 容 简 介

本书分别论述了外啮合变位圆柱齿轮、内啮合变位圆柱齿轮、斜齿圆柱齿轮、交错轴斜齿轮、锥齿轮变位齿轮、蜗杆变位传动、行星齿轮传动及齿轮刀具的合理设计与应用。如何选择最佳的变位系数,以提高齿轮传动的承载能力和传动质量指标。提供外啮合齿轮副($\alpha=20^\circ, h_a^*=1$)封闭图 235 幅、大齿形角外啮合齿轮副($\alpha=25^\circ, h_a^*=1$)封闭图 102 幅,内啮合齿轮副封闭图 127 幅,少齿差行星齿轮传动封闭图 16 幅。具有直观、醒目、便查的特点,既可用于选择最佳的变位系数,也可用于校核所选的变位系数的合理性,是设计者必备之书。

目 录

第1章 外啮合变位圆柱齿轮传动	1
1.1 基本齿廓与模数系列	1
1.2 外啮合变位圆柱齿轮传动	12
1.2.1 变位齿轮传动概述	12
1.2.2 变位齿轮的功用	14
1.2.3 变位系数的选择	15
1.2.4 选择变位系数的限制条件	16
1.2.5 外啮合圆柱齿轮变位系数的选择方法	19
1.3 外啮合变位圆柱齿轮传动的几何尺寸计算	28
1.4 用图表法计算变位齿轮的几何参数	36
1.5 渐开线圆柱齿轮的齿厚测量计算	43
1.6 圆柱齿轮传动的质量指标	77
1.7 圆柱齿轮的结构	85
第2章 内啮合变位圆柱齿轮传动	91
2.1 内啮合齿轮的变位原理与功用	91
2.2 内齿轮加工中的顶切	92
2.3 内啮合传动中的齿轮干涉	97
2.4 内啮合齿轮副变位系数的选择原则	98
2.5 用封闭图选择内啮合齿轮传动的变位系数	99
2.6 内啮合变位圆柱齿轮的几何尺寸计算	100
第3章 斜齿圆柱齿轮传动	106
3.1 斜齿圆柱齿轮的形成原理和啮合特点	106
3.2 斜齿轮传动的正确啮合条件及螺旋角旋向的选择	108
3.3 斜齿轮的基本参数及几何尺寸的计算	109
3.4 斜齿轮的当量齿数	112
3.5 斜齿轮的测绘	112
3.6 大螺旋角齿轮的加工方法	118
第4章 交错轴斜齿轮传动	119
4.1 交错轴斜齿轮的传动原理	119
4.2 公共齿条与交错轴斜齿轮的啮合	120
4.3 交错轴斜齿轮的中心距	124

4.4	交错轴斜齿轮的重合度	126
4.5	交错轴斜齿轮的干涉	129
4.6	交错轴斜齿轮传动的设计	130
第5章	锥齿轮变位传动	134
5.1	锥齿轮基本参数介绍	134
5.1.1	齿制	134
5.1.2	模数	135
5.2	锥齿轮的变位	135
5.3	锥齿轮传动的几何计算	137
5.4	图样标注	141
5.5	锥齿轮结构	142
5.6	锥齿轮工作图上应注明的尺寸数据	142
5.7	弧齿锥齿轮的简易测绘	143
5.8	典型零件工作图	146
第6章	蜗杆变位传动	148
6.1	蜗杆传动概述	148
6.2	普通圆柱蜗杆传动	150
6.2.1	普通圆柱蜗杆传动主要参数	150
6.2.2	普通圆柱蜗杆传动的几何尺寸计算	154
6.2.3	实现合理的啮合部位和制造“人工油涵”的措施	156
6.3	圆弧圆柱蜗杆传动	158
6.3.1	轴向圆弧齿圆柱蜗杆(ZC_3)传动	158
6.3.2	环面包络圆柱蜗杆(ZC_1)传动	162
6.4	蜗杆蜗轮的测绘	166
6.5	平面二次包络环面蜗杆传动的设计及其测试	172
6.6	试验实例	177
6.7	典型零件工作图	180
第7章	变位齿轮在行星传动中的应用	182
7.1	2K-H型变位方法	182
7.2	3K型行星传动的角度变位	183
7.3	角度变位齿轮传动的啮合参数计算	184
7.4	内啮合齿轮传动几何尺寸的计算	184
7.5	用封闭图选择少齿差K-H-V型内啮合齿轮传动的变位系数	186
7.6	用封闭图选择零齿差内啮合传动的变位系数	189
7.7	典型零件工作图	192
7.8	零齿差齿轮副的加工	196
7.8.1	外齿轮的加工	196
7.8.2	内齿圈的加工	197

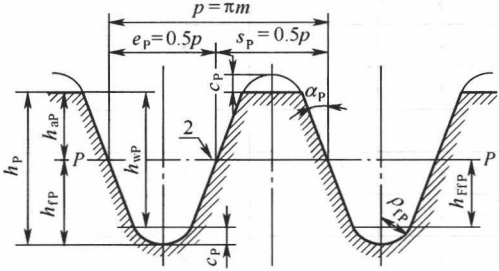
第 8 章 齿轮刀具设计与应用	199
8.1 国内外齿轮刀具的发展概况	199
8.1.1 从刀具材料看	199
8.1.2 从刀具结构看	200
8.2 成型加工齿轮刀具的设计和制造	201
8.2.1 加工直齿轮用刀具齿形	201
8.2.2 加工斜齿轮用刀具齿形	204
8.2.3 常用成形刀具的结构和制造	205
8.3 齿轮加工刀具	205
8.4 加工内齿轮的齿轮刀具	222
附录 I 齿条型刀具加工外啮合齿轮副封闭图 ($\alpha = 20^\circ$ 、 $h_a^* = 1$)	234
附录 II 大齿形角齿条型刀具加工外啮合齿轮副封闭图 ($\alpha = 25^\circ$ 、 $h_a^* = 1$)	285
附录 III 插齿加工内啮合齿轮副封闭图 ($\alpha = 20^\circ$ 、 $h_a^* = 1$)	312
参考文献	345

第 1 章 外啮合变位圆柱齿轮传动

1.1 基本齿廓与模数系列

渐开线圆柱齿轮标准基本齿条齿廓见表 1-1。

表 1-1 渐开线圆柱齿轮标准基本齿条齿廓 (GB/T 1356—2001)

	符号	意义	数值
	α_p	压力角	20°
	h_{ap}	标准基本齿条轮齿齿顶高	$1m$
	c_p	标准基本齿条轮齿与相啮合标准基本齿条轮齿之间的顶隙	$0.25m$
	h_{fp}	标准基本齿条轮齿齿根高	$1.25m$
	ρ_{fp}	基本齿条的齿根圆角半径	$0.38m$

当 ISO 标准在德国征求意见时,得到的反映是,顶隙等于 $0.25m$ 的规定过于死板,根据不同的制造方法和模数的大小,顶隙在 $0.1m \sim 0.3m$ 之间是比较合适的。建议顶隙的优先值为 $0.17m$ 、 $0.25m$ 和 $0.3m$ 。较大的齿根圆角有利于齿根的强度,所以顶隙 $0.1m$ 仅适用于特殊情况。

齿根圆角与顶隙肯定是有关的,所以相应于优先采用的顶隙给出如表 1-2 所列最大圆角半径。

表 1-2 顶隙 c 和齿根圆角最大半径 ρ_{fpmax}

顶隙 c	$0.17m$	$0.25m$	$0.3m$
齿根圆角半径 ρ_{fpmax}	$0.25m$	$0.38m$	$0.45m$

世界主要工业国家采用的模数系列见表 1-3。

表 1-3 世界主要工业国家采用的模数系列

国别	中国	ISO	俄罗斯	德国	捷克	法国	日本
标准号	GB	ISO	ГОСТ	DIN	CSNO	NFE	JIS B
0.1	*		*	*			*
0.12	*						
0.15	*		*				*
0.2	*		*	*	*		*
0.25	*		*	*	*		*

(续)

模数	国别	中国	ISO	俄罗斯	德国	捷克	法国	日本
标准号		GB	ISO	ГОСТ	DIN	CSNO	NFE	JIS B
0.3		*		*	*	*		*
0.35		*		*	*			*
0.4		*		*	*	*		*
0.45				*	*			*
0.5		*		*	*	*	*	*
0.55				*	*		*	*
0.6		*		*	*	*	*	*
0.65					*			*
0.7		*		*	*	○	*	*
0.8		*		*	*	*	*	*
0.9		*		*	*	○	*	*
1.0		*	*	*	*	*	*	*
1.125			○	*	*		*	
1.25		*	*	*	*	*	*	*
1.375			○	*	*		*	
1.5		*	*	*	*	*	*	*
1.75		*	○	*	*	*	*	*
2.0		*	*	*	*	*	*	*
2.25		*	○	*	*	*	*	*
2.5		*	*	*	*	*	*	*
2.75		*	○	*	*	*	*	*
3		*	*	*	*	*	*	*
3.25		○			*	○		*
3.5		*	○	*	*	*	*	*
3.75		○			*	○		*
4		*	*	*	*	*	*	*
4.25								*
4.5		*	○	*	*	*	*	*
4.75					*			*
5		*	*	*	*	*	*	*
5.25					*			*
5.5		*	○	*	*	○	*	*
5.75					*			*
6		*	*	*	*	*	*	*
6.25					*			*

图 1-1-1 常用模数标准 (续)

国别	中国	ISO	俄罗斯	德国	捷克	法国	日本
模数 标准号	GB	ISO	ГОСТ	DIN	CSNO	NFE	JIS B
6.5	○	(○)		*	○		*
6.75				*			*
7	*	○	*	*	*	*	*
7.5				*			*
8	*	*	*	*	*	*	*
8.5				*			*
9	*	○	*	*	*	*	*
9.5				*			*
10	*	*	*	*	*	*	*
11	*	○	*	*	○	*	*
12	*	*	*	*	*	*	*
13				*	○		*
14	*	○	*	*	*	*	*
15				*	○		*
16	*	*	*	*	*	*	*
18	*	○	*	*	*	*	*
20	*	*	*	*	*	*	*
22	*	○	*	*	*	*	*
24				*			
25	*	*	*	*	*	*	*
27				*			
28	*	○	*	*			
30				*			
32	*	*	*	*			
33				*			
36	*	○	*	*			
39				*			
40	*	*	*	*			
42				*			
45	*	○	*	*			
50	*	*	*	*			
55			*	*			
60			*	*			

注: 1. * 为常用的模数, ○为尽可能不用的模数;
2. 对于斜齿轮为法向模数

世界主要国家圆柱齿轮基准齿形基本参数如表 1-4 所列。

表 1-4 世界主要国家圆柱齿轮基准齿形基本参数

国别	齿形种类	标准号	m 或 p	α	h_a^*	c^*	ρ_f	备注
国际标准化组织	标准齿形	ISO R53	m	20°	1	0.25	$0.38m$	
中国	标准齿形	GB 1356	m	20°	1	0.25		
	短齿齿形	GB 1356	m	20°	0.8	0.30		
俄罗斯	标准齿形	ГОСТ 13755	m	20°	1	0.25	$0.4m$	
	短齿齿形	ГОСТ 13755	m	20°	0.8	0.30		
	旧标准齿形	ОСТ ВКБ 6922	m	20°	1	0.20		
美国	标准齿形	ASA B6.1	DP	14.5°	1	0.157	$\frac{0.157}{DP}$	
	标准复合齿形	ASA B6.1	DP	14.5°	1	0.157	$\frac{0.2}{DP}$	
	标准齿形	ASA B6.1	DP	20°	1	0.157	$\frac{0.3}{DP}$	
	短齿齿形	ASA B6.1	DP	20°	0.8	0.2		
	标准齿形	ASA B6.1	DP	20°	1	0.4		> P20 剃齿法
	标准齿形	ASA B6.1	DP	25°	1	0.4		> P20 剃齿法
	标准齿形	ASA B6.19	DP	20°	1	$\frac{0.2}{0.35}$		< P20 剃齿法
	短齿齿形	ASME 15520	DP	22.5°	0.875	0.125		
瑞士	标准齿形	VSM 15520	m	20°	1	$\frac{0.25}{0.167}$		用于磨齿法
	马格齿形		m	15°	1	0.167		
	马格齿形		m	20°	1	0.167		
德国	标准齿形	DIN 867	m	20°	1	0.1~0.3		
	短齿齿形		m	20°	0.8	0.1~0.3		
	旧标准齿形	CSN 146-7	m	15°	1	0.167		
捷克	标准齿形	CSN 14607	m	20°	1	0.25		
	标准齿形	CSN 14607	m	15°	1			
英国	A 级复合齿形	BSS 436	P	20°	1	0.44		
	A、B、C、D 级复合齿形	BSS 436	P	20°	1	0.25		
	标准齿形		P	14.5°	1	0.157		
	短齿齿形		P	20°	0.8	0.30		
	标准齿形		P	20°	1	0.35		
法国	标准齿形	NF E23-011	m	20°	1	0.25	$0.4m$	
	短齿齿形		m	20°	0.75	0.20		
日本	标准齿形	JIS B1701	m	20°	1	0.25		
	短齿齿形	JIS B1701	m	14.5°	1	0.25		

圆柱齿轮基节 $p_b = \pi m \cos \alpha$ 数值如表 1-5 所列。

表 1-5 基节 $p_b = \pi m \cos \alpha$ 数值表

(单位: mm)

m	p_b	α							
		30°	25°	22.5°	20°	17.5°	16°	15°	14.5°
1	25.4000	2.721	2.847	2.902	2.952	2.996	3.020	3.035	3.042
1.058	24	2.878	3.012	3.071	3.123	3.170	3.195	3.211	3.218
1.155	22	3.142	3.289	3.352	3.410	3.461	3.488	3.505	3.513
1.25	20.3200	3.401	3.559	3.628	3.690	3.745	3.775	3.793	3.802
1.270	20	3.455	3.616	3.686	3.749	3.805	3.835	3.854	3.863
1.411	18	3.839	4.017	4.095	4.165	4.228	4.261	4.282	4.292
1.5	16.9333	4.081	4.271	4.354	4.428	4.494	4.530	4.552	4.562
1.588	16	4.320	4.521	4.609	4.688	4.758	4.796	4.819	4.830
1.75	14.5148	4.761	4.983	5.079	5.166	5.243	5.285	5.310	5.323
1.814	14	4.935	5.165	5.265	5.355	5.435	5.478	5.505	5.517
2	12.7000	5.441	5.694	5.805	5.904	5.992	6.040	6.069	6.083
2.117	12	5.760	6.028	6.144	6.250	6.343	6.393	6.424	6.439
2.25	11.2889	6.122	6.406	6.531	6.642	6.741	6.795	6.828	6.843
2.309	11	6.282	6.574	6.702	6.816	6.918	6.973	7.007	7.023
2.5	10.1600	6.802	7.118	7.256	7.380	7.490	7.550	7.586	7.604
2.540	10	6.911	7.232	7.372	7.498	7.610	7.671	7.708	7.725
2.75	9.2364	7.482	7.830	7.982	8.118	8.240	8.305	8.345	8.364
2.822	9	7.678	8.035	8.191	8.331	8.455	8.522	8.563	8.583
3	8.4667	8.162	8.542	8.707	8.856	8.989	9.060	9.104	9.125
3.175	8	8.638	9.040	9.215	9.373	9.513	9.588	9.635	9.657
3.25	7.8154	8.842	9.254	9.433	9.594	9.738	9.815	9.862	9.885
3.5	7.2571	9.522	9.965	10.159	10.332	10.487	10.570	10.621	10.645
3.629	7	9.873	10.333	10.533	10.713	10.873	10.959	11.012	11.038
3.75	6.7733	10.203	10.677	10.884	11.070	11.286	11.325	11.380	11.406
4	6.3500	10.883	11.389	11.610	11.809	11.986	12.080	12.138	12.166
4.233	6	11.517	12.052	12.286	12.496	12.683	12.783	12.845	12.875
4.5	5.6444	12.243	12.813	13.061	13.285	13.483	13.590	13.665	13.687
5	5.0800	13.603	14.236	14.512	14.761	14.981	15.099	15.173	15.208
5.08	5	13.821	14.464	14.744	15.000	15.211	15.341	15.415	15.451
5.5	4.6182	14.964	15.660	15.963	16.237	16.479	16.609	16.690	16.728
5.644	4.5	15.356	16.070	16.381	16.662	16.910	17.044	17.127	17.166
6	4.2333	16.324	17.083	17.415	17.713	17.977	18.119	18.207	18.249

m	p_b	α							
		30°	25°	22.5°	20°	17.5°	16°	15°	14.5°
6.350	4	17.276	18.080	18.431	18.746	19.026	19.176	19.269	19.314
6.5	3.9077	17.685	18.507	18.866	19.189	19.475	19.629	19.724	19.770
7	3.6286	19.045	19.931	20.317	20.665	20.973	21.139	21.242	21.291
7.257	3.5	19.744	20.662	21.063	21.242	21.743	21.915	22.022	22.072
8	3.175	21.766	22.778	23.220	23.617	23.969	24.159	24.276	24.332
8.467	3	23.036	24.108	24.575	24.996	25.369	25.569	25.693	25.753
9	2.8222	24.486	25.625	26.112	26.569	26.966	27.179	27.311	27.374
9.236	2.75	25.128	26.297	26.807	27.266	27.673	27.892	28.027	28.092
10	2.54	27.207	28.472	29.025	29.521	29.962	30.199	30.345	30.415
10.160	2.5	27.642	28.928	29.489	30.000	30.441	30.682	30.831	30.902
11	2.3091	29.928	31.320	31.927	32.473	32.958	33.219	33.380	33.457
11.289	2.25	30.714	32.143	32.766	33.327	33.824	34.092	34.257	34.336
12	2.1167	32.648	34.167	34.829	35.426	35.954	36.329	36.414	36.498
12.700	2	34.553	36.160	36.861	37.492	38.052	38.353	38.539	38.627
13	1.9538	35.369	37.014	37.732	38.378	38.950	39.259	39.449	39.540
14	1.8143	38.090	39.861	40.634	41.330	41.947	42.278	42.484	42.581
14.514	1.75	39.488	41.325	42.126	42.847	43.487	43.831	44.043	44.145
15	1.6933	40.810	42.709	43.537	44.282	44.943	45.298	45.518	45.623
16	1.5875	43.531	45.556	46.439	47.234	47.939	48.318	48.553	48.665
16.933	1.5	46.070	48.212	49.147	49.989	50.734	51.136	51.384	51.502
18	1.4111	48.973	51.250	52.244	53.139	53.931	54.358	54.622	54.748
20	1.2700	54.414	56.945	58.049	59.043	59.924	60.398	60.691	60.831
20.320	1.25	55.285	57.856	58.978	59.987	60.883	61.364	61.662	61.804
22	1.1545	59.855	62.639	63.854	64.947	65.916	66.438	66.760	66.914
25	1.0160	68.017	71.181	72.561	73.803	74.905	75.497	75.864	76.038
25.4	1	69.106	72.320	73.722	74.984	76.103	76.705	77.077	77.255

各种不同的基本齿廓的齿形角、齿距和模数时的基节齿距与模数的换算如表 1-6 所列。

表 1-6 各种不同的基本齿廓的齿形角、齿距和模数时的基节齿距与模数的换算

p_b/mm	m/mm	D_p	$C_p/\text{英寸}$	$\alpha/(\circ)$	p_b/mm	m/mm	D_p	$C_p/\text{英寸}$	$\alpha/(\circ)$
2.774	1.0000	—	—	28	2.884	0.9769	26	—	20
2.782	0.9769	26	—	25	2.927	0.9769	26	—	17.5
2.835	0.9769	26	—	22.5	2.933	1.0106	—	1/8	22.5
2.847	1.0000	—	—	25	2.952	1.0000	—	—	20
2.877	1.0106	—	1/8	25	2.964	0.9769	26	—	15

(续)

p_b/mm	m/mm	D_p	$C_p/\text{英寸}$	$\alpha/(\circ)$	p_b/mm	m/mm	D_p	$C_p/\text{英寸}$	$\alpha/(\circ)$
2.971	0.9769	26	—	14.5	4.282	1.4111	18	—	15
2.983	1.0106	—	1/8	20	4.292	1.4111	18	—	14.5
3.013	1.0583	24	—	25	4.316	1.5160	—	3/16	25
3.028	1.0106	—	1/8	17.5	4.400	1.5160	—	3/16	22.5
3.035	1.0000	—	—	15	4.428	1.5000	—	—	20
3.042	1.0000	—	—	14.5	4.475	1.5160	—	3/16	20
3.067	1.0106	—	1/8	15	4.520	1.5875	16	—	25
3.072	1.0583	24	—	22.5	4.542	1.5160	—	3/16	17.5
3.074	1.0106	—	1/8	14.5	4.552	1.5000	—	—	15
3.124	1.0583	24	—	20	4.562	1.5000	—	—	14.5
3.171	1.0583	24	—	17.5	4.600	1.5160	—	3/16	15
3.211	1.0583	24	—	15	4.608	1.5875	16	—	22.5
3.219	1.0583	24	—	14.5	4.611	1.5160	—	3/16	14.5
3.287	1.1545	22	—	25	4.686	1.5875	16	—	20
3.351	1.1545	22	—	22.5	4.756	1.5875	16	—	17.5
3.408	1.1545	22	—	20	4.817	1.5875	16	—	15
3.459	1.1545	22	—	17.5	4.828	1.5875	16	—	14.5
3.467	1.2500	—	—	28	4.854	1.7500	—	—	28
3.503	1.1545	22	—	15	4.983	1.7500	—	—	25
3.511	1.1545	22	—	14.5	5.166	1.8143	14	—	25
3.559	1.2500	—	—	25	5.166	1.7500	—	—	20
3.616	1.2700	20	—	25	5.266	1.8143	14	—	22.5
3.686	1.2700	20	—	22.5	5.311	1.7500	—	—	15
3.690	1.2500	—	—	20	5.323	1.7500	—	—	14.5
3.749	1.2700	20	—	20	5.356	1.8143	14	—	20
3.793	1.2500	—	—	15	5.436	1.8143	14	—	17.5
3.802	1.2500	—	—	14.5	5.506	1.8143	14	—	15
3.805	1.2700	20	—	17.5	5.518	1.8143	14	—	14.5
3.854	1.2700	20	—	15	5.548	2.0000	—	—	28
3.863	1.2700	20	—	14.5	5.694	2.0000	—	—	25
4.018	1.4111	18	—	25	5.755	2.0213	—	1/4	25
4.096	1.4111	18	—	22.5	5.867	2.0213	—	1/4	22.5
4.161	1.5000	—	—	28	5.904	2.0000	—	—	20
4.166	1.4111	18	—	20	5.967	2.0213	—	1/4	20
4.228	1.4111	18	—	17.5	6.027	2.1167	12	—	25
4.271	1.5000	—	—	25	6.056	2.0213	—	1/4	17.5

(续)

p_b/mm	m/mm	D_p	$C_p/\text{英寸}$	$\alpha/(\circ)$	p_b/mm	m/mm	D_p	$C_p/\text{英寸}$	$\alpha/(\circ)$
6.069	2.0000	—	—	15	7.708	2.5400	10	—	15
6.083	2.0000	—	—	14.5	7.725	2.5400	10	—	14.5
6.134	2.0213	—	1/4	15	7.830	2.7500	—	—	25
6.144	2.1167	12	—	22.5	8.036	2.8222	9	—	25
6.148	2.0213	—	1/4	14.5	8.118	2.7500	—	—	20
6.241	2.2500	—	—	28	8.191	2.8222	9	—	22.5
6.249	2.1167	12	—	20	8.345	2.7500	—	—	15
6.342	2.1167	12	—	17.5	8.322	3.0000	—	—	28
6.406	2.2500	—	—	25	8.331	2.8222	9	—	20
6.423	2.1167	12	—	15	8.364	2.7500	—	—	14.5
6.438	2.1167	12	—	14.5	8.456	2.8222	9	—	17.5
6.575	2.3091	11	—	25	8.542	3.0000	—	—	25
6.642	2.2500	—	—	20	8.564	2.8222	9	—	15
6.702	2.3091	11	—	22.5	8.584	2.8222	9	—	14.5
6.817	2.3091	11	—	20	8.633	3.0319	—	3/8	25
6.828	2.2500	—	—	15	8.800	3.0319	—	3/8	22.5
6.843	2.2500	—	—	14.5	8.856	3.0000	—	—	20
6.919	2.3091	11	—	17.5	8.950	3.0319	—	3/8	20
6.935	2.5000	—	—	28	9.015	3.2500	—	—	28
7.007	2.3091	11	—	15	9.040	3.1750	8	—	25
7.023	2.3091	11	—	14.5	9.084	3.0319	—	3/8	17.5
7.118	2.5000	—	—	25	9.104	3.0000	—	—	15
7.194	2.5266	—	5/16	25	9.124	3.0000	—	—	14.5
7.232	2.5400	10	—	25	9.200	3.0319	—	3/8	15
7.333	2.5266	—	5/16	22.5	9.215	3.1750	8	—	22.5
7.372	2.5400	10	—	22.5	9.222	3.0319	—	3/8	14.5
7.380	2.5000	—	—	20	9.254	3.2500	—	—	25
7.459	2.5266	—	5/16	20	9.373	3.1750	8	—	20
7.498	2.5400	10	—	20	9.513	3.1750	8	—	17.5
7.570	2.5266	—	5/16	17.5	9.594	3.2500	—	—	20
7.586	2.5000	—	—	15	9.635	3.1750	8	—	15
7.604	2.5000	—	—	14.5	9.657	3.1750	8	—	14.5
7.610	2.5400	10	—	17.5	9.709	3.5000	—	—	28
7.628	2.7500	—	—	28	9.862	3.2500	—	—	15
7.667	2.5266	—	5/16	15	9.885	3.2500	—	—	14.5
7.685	2.5266	—	5/16	14.5	9.965	3.5000	—	—	25