

中等专业学校试用教材

工科机械类专业通用

机械原理及机械零件

附 册

杨黎明 主编

高等教育出版社

111

中等专业学校试用教材

工科机械类专业通用

机械原理及机械零件

附 册

杨黎明 主编

高等教育出版社

内 容 简 介

全书分上、下册及附册三本出版。上册为机械原理部分。下册为机械零件部分。附册与上、下册配套使用,主要内容有:本书上、下册和机械零件课程设计所需的有关图表、标准、规范、资料等。

参加本书附册编写的有:北京机械学校杨黎明、湘潭电机制造学校林道澄、山东省机械工业学校李维智、咸阳机器制造学校裴超广等同志,并由杨黎明同志主编。哈尔滨电机制造学校杨泰全同志担任附册主审工作。

本书可作为中等专业学校工科机械类专业机械原理及机械零件课程的试用教材,也可供有关工程技术人员参考。

中等专业学校试用教材

工科机械类专业通用

机械原理及机械零件

附 册

杨黎明 主编

高等教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

上海新华印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 13.75 字数 314,000

1983年6月第1版 1983年9月第1次印刷

印数 00,001-70,500

书号 15010·0486 定价 1.15元

附 册 目 录

第五章 齿轮机构	1
一、教材附表	1
表 F5-1 渐开线函数($\text{inv} \alpha_k = \text{tg} \alpha_k - \alpha_k$)	1
表 F5-2 标准直齿圆柱齿轮的跨齿数 k 及公法线长度 W' ($m = 1\text{mm}$, $\alpha = 20^\circ$)	2
表 F5-3 变位直齿圆柱齿轮公法线长度计算系数 $K_k(\alpha = 20^\circ)$	3
表 F5-4 变位直齿圆柱齿轮公法线长度计算系数 $K_g(\alpha = 20^\circ)$	3
表 F5-5 变位直齿圆柱齿轮公法线长度计算系数 $K_x(\alpha = 20^\circ)$	4
表 F5-6 变位直齿圆柱齿轮几何尺寸的简化计算表	5
表 F5-7 标准斜齿圆柱齿轮公法线长度计算系数 $K_\alpha(\alpha_n = 20^\circ)$	6
二、教材附图	9
图 F5-1 比值 $\varepsilon_{\alpha 1}/z_1$ 及 $\varepsilon_{\alpha 2}/z_2$ 线图	9
图 F5-2 轴向重迭系数 ε_β 线图	10
图 F5-3 端面啮合角 α'_t 线图	10
图 F5-4 斜齿圆柱齿轮当量齿数 z_v 线图	10
图 F5-5 公法线测量跨齿数 k 线图	11
第九章 弹簧	12
教材附表	12
表 F9-1 弹簧丝直径和弹簧中径优先选用系列	12
表 F9-2 弹簧允许偏差、公差和允许间隙(GB1239—76)	12
第十章 键联接和花键联接	14
教材附表	14
表 F10-1 半圆键联接	14
表 F10-2 矩形花键键(或槽)宽 b 的尺寸偏差	15
表 F10-3 矩形花键的表面光洁度(荐用)	15
表 F10-4 矩形花键联接的技术要求	16
表 F10-5 矩形花键孔的长度系列(JB290—60)	16
表 F10-6 矩形花键的配合	16
表 F10-7 矩形花键定心直径 D (或 d) 的尺寸偏差	17
第十一章 螺纹联接和螺旋传动	18
教材附表	18
表 F11-1 螺纹的种类、特点和应用	18
表 F11-2 普通螺纹基本尺寸(GB196—63)	19
表 F11-3 梯形螺纹(GB784—65)的牙型尺寸	20
表 F11-4 梯形螺纹的直径与螺距	20
表 F11-5 梯形螺纹的基本尺寸	21
表 F11-6 30° 锯齿形螺纹(JB923—66)的牙型尺寸	22

表 F 11-7	30°锯齿形螺纹的直径与螺距	22
表 F 11-8	30°锯齿形螺纹的基本尺寸	23
表 F 11-9	螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角(GB3—79)	24
表 F 11-10	粗牙螺栓、螺钉的拧入深度和螺纹孔尺寸	26
表 F 11-11	紧固件通孔及沉头座尺寸(GB152—76)	26
表 F 11-12	扳手空间	28
表 F 11-13	六角头螺栓(粗制)(GB5—76)	29
表 F 11-14	六角头螺栓(GB30—76)、六角头螺杆带孔螺栓(GB31—76)	30
表 F 11-15	小六角头铰制孔用螺栓(GB27—76)	31
表 F 11-16	小六角头螺栓(GB21—76)、小六角头头部带孔螺栓(GB25—76)、小六角头螺杆带孔螺栓(GB23—76)	32
表 F 11-17	等长双头螺柱(GB901—76)	33
表 F 11-18	双头螺柱($L_1=1.25d$)(GB898—76)	34
表 F 11-19	沉头螺钉(GB68—76)	35
表 F 11-20	圆柱头内六角螺钉(GB70—76)	36
表 F 11-21	锥端紧定螺钉(GB71—76)、平端紧定螺钉(GB73—76)、圆柱端紧定螺钉(GB75—76)	37
表 F 11-22	吊环螺钉(GB825—76)	38
表 F 11-23	方螺母(粗制)(GB39—76)、六角螺母(粗制)(GB41—76)	39
表 F 11-24	小六角螺母(GB51—76)、小六角扁螺母(GB53—76)	40
表 F 11-25	六角螺母(GB52—76)、六角扁螺母(GB54—76)、六角厚螺母(GB55—76)	41
表 F 11-26	小圆螺母(GB810—76)、圆螺母(GB812—76)	42
表 F 11-27	垫圈(GB95—76、GB96—76、GB848—76、GB97—76)	43
表 F 11-28	轻型弹簧垫圈(GB859—76)、弹簧垫圈(GB93—76)	44
表 F 11-29	圆螺母用止动垫圈(GB858—76)	45

第十三章 链传动 46

教材附表 46

表 F 13-1	链轮轴孔最大直径 $d_{\max}$ 和齿侧凸缘最大直径或排间槽最大直径 d_H	46
表 F 13-2	链轮齿根圆直径极限偏差	46
表 F 13-3	链宽的极限偏差	47
表 F 13-4	齿根圆径向跳动	47
表 F 13-5	齿根圆端面跳动	47

第十四章 齿轮传动的强度计算 48

一、渐开线圆柱齿轮精度(JB179—83) 48

(一) 机标(JB179—83)和机标(JB179—60)的公差项目、名称及代号对照 48

表 F 14-1	机标(JB179—83)和机标(JB179—60)的公差项目、名称及代号对照	48
----------	--	----

(二) 精度等级 48

表 F 14-2	齿轮各个等级的公差	49
----------	-----------	----

表 F 14-3	圆柱齿轮第 II 组精度与圆周速度的关系	49
----------	----------------------	----

(三) 推荐的检验项目 49

表 F 14-4	推荐的圆柱齿轮和齿轮传动检验项目	49
----------	------------------	----

(四) 齿轮精度的标注 49

(五) 齿轮精度数值表及齿面光洁度	50
表 F 14-5 周节累积公差 F_p 值	50
表 F 14-6 齿圈径向跳动公差 F_r 值	50
表 F 14-7 径向综合公差 F''_r 值	51
表 F 14-8 齿形公差 f_f 值	51
表 F 14-9 径向一齿综合公差 f''_r 值	52
表 F 14-10 周节极限偏差 $\pm f_{pt}$ 值	52
表 F 14-11 基节极限偏差 $\pm f_{pb}$ 值	53
表 F 14-12 齿向公差 F_β 值	53
表 F 14-13 接触斑点	53
表 F 14-14 轴心线平行度公差 f_x, f_y 值	54
表 F 14-15 中心距极限偏差 $\pm f_a$ 值	54
表 F 14-16 齿厚极限偏差值(或公法线平均长度极限偏差)	54
表 F 14-17 公法线长度变动公差 F_w 值	54
表 F 14-18 毛坯公差值	55
表 F 14-18a 齿坯基准面径向和端面跳动公差值	55
表 F 14-19 齿轮主要表面光洁度	55
(六) 应用举例	55
二、圆锥齿轮传动公差(JB180—60)	56
表 F 14-20 圆锥齿轮工作平稳性精度等级的选择	57
表 F 14-21 圆锥齿轮传动公差项目、名称及代号	58
表 F 14-22 推荐的圆锥齿轮和其传动的检验项目	58
表 F 14-23 圆锥齿轮运动精度规范	58
表 F 14-24 圆锥齿轮工作平稳性精度规范	59
表 F 14-25 传动接触精度规范	59
表 F 14-26 保证侧隙	60
表 F 14-27 齿厚公差值	60
表 F 14-28 齿厚最小减薄量	60
表 F 14-29 非变位直齿圆锥齿轮分度圆上弦齿厚及弦齿高	61
表 F 14-30 圆锥齿轮的毛坯公差	62
表 F 14-31 圆锥齿轮的表面光洁度	62
三、齿轮工作图	63
四、其它	65
表 F 14-32 滚人字齿轮退刀槽(Q/ZB134—73)	65
表 F 14-33 插齿空刀槽(Q/ZB134—73)	65
第十五章 蜗杆传动的强度计算	66
一、蜗杆传动公差(JB162—60)	66
表 F 15-1 动力蜗杆传动的精度等级选择	66
表 F 15-2 蜗杆传动公差的名称和代号	67
表 F 15-3 推荐的蜗杆传动的检验项目	67
表 F 15-4 蜗杆精度规范	68

表 F 15-5	蜗轮精度规范	69
表 F 15-6	动力蜗杆传动的安装精度规范	70
表 F 15-7	齿侧保证侧隙 C_n	70
表 F 15-8	以蜗杆外圆为度量基准时, 蜗杆螺牙厚度公差 δS (沪 Q/JBZ9—64)	71
表 F 15-9	以蜗杆外圆为度量基准时, 蜗杆螺牙的最小减薄量 $\Delta_m S$ (沪 Q/JBZ9—64)	71
表 F 15-10	蜗杆分度圆法向弦齿厚及弦齿高	72
表 F 15-11	蜗杆毛坯公差	73
表 F 15-12	蜗轮毛坯公差	73
表 F 15-13	蜗杆、蜗轮的表面光洁度	73
二、蜗杆、蜗轮工作简图		74
第十七章 滚动轴承		76
教材附表		76
表 F 17-1	单列向心球轴承(GB276—64)	76
表 F 17-2	双列向心球面球轴承(GB281—64)	78
表 F 17-3	单列向心短圆柱滚子轴承(GB283—64)	79
表 F 17-4	双列向心球面滚子轴承(GB286—64)	81
表 F 17-5	单列向心推力球轴承(GB292—64)	82
表 F 17-6	单列圆锥滚子轴承(GB297—64)	84
表 F 17-7	单向、双向推力球轴承(GB301—64、GB302—64)	86
表 F 17-8	滚动轴承外圈轴向固定的方式	88
表 F 17-9	滚动轴承内圈轴向固定的方式	89
表 F 17-10	向心推力球轴承轴向游隙	90
表 F 17-11	圆锥滚子轴承轴向游隙	90
表 F 17-12	双向推力球轴承和双联单向推力球轴承轴向游隙	91
表 F 17-13	选择轴承配合应考虑的因素	91
表 F 17-14	向心轴承和向心推力轴承与轴的配合	92
表 F 17-15	推力轴承与轴的配合	92
表 F 17-16	向心轴承和向心推力轴承与外壳的配合	93
表 F 17-17	推力轴承与外壳的配合	93
第十八章 联轴器和离合器		94
教材附表		94
表 F 18-1	联轴器的性能、特点及应用	94
表 F 18-2	刚性凸缘联轴器(Q/ZB121—73)	97
表 F 18-3	十字滑块联轴器的主要尺寸和特性参数	98
表 F 18-4	弹性圈柱销联轴器的主要尺寸和特性参数(JB108—60)	99
表 F 18-5	尼龙柱销联轴器的主要尺寸和特性参数(Q/ZB123—73)	100
表 F 18-6	NZ 挠性爪型联轴器的主要尺寸和特性参数(Q/ZB110—73)	101
表 F 18-7	常用离合器的型式及特点	101
第十九章 轴		103
一、教材附表		103
表 F 19-1	标准直径(JB176—60 摘录)	103
表 F 19-2	轴的结构	103

表 F 19-3	60°中心孔(GB145—59)	104
表 F 19-4	配合表面处圆角半径和倒角尺寸(JB5—59)	104
表 F 19-5	轴肩自由表面过渡圆角半径(Q/ZB138—73)	104
表 F 19-6	滚动轴承配合的轴肩尺寸	105
表 F 19-7	端轴颈及中轴颈的尺寸	105
表 F 19-8	螺钉紧固轴端挡圈(GB891—76)、螺栓紧固轴端挡圈(GB892—76)	106
表 F 19-9	双孔轴端挡圈(Q/ZB202—73)、轴端止动垫片(Q/ZB201—73)	107
表 F 19-10	圆锥形轴端	107
表 F 19-11	轴用弹性挡圈(GB894—76)	108
表 F 19-12	孔用弹性挡圈(GB893—76)	109
表 F 19-13	轴上固定(紧定)螺钉用的孔(Q/ZB146—73)	109
表 F 19-14	锥销锁紧挡圈(GB883—76)、螺钉锁紧挡圈(GB884—76)	110
表 F 19-15	油沟和油孔尺寸	111
表 F 19-16	圆锥销(GB117—76)	111
表 F 19-17	圆柱销(GB119—76)	112
表 F 19-18	紧定衬套(GB306—64)	112
表 F 19-19	磨内、外圆砂轮越程槽(JB3—59)	113
表 F 19-20	弧形槽端部半径(GB54—60)	113
表 F 19-21	建议轴颈表面和座孔表面的圆柱度公差值	113
表 F 19-22	建议轴肩的端面跳动量	114
表 F 19-23	建议座孔挡肩的端面跳动量	114
表 F 19-24	与轴承配合的表面和端面的光洁度	114
二、轴的公差与配合		115
(一) 圆柱体公差与配合		115
表 F 19-25	配合种类及代号	115
表 F 19-26	新旧国家标准配合对照	115
表 F 19-27	轴的基本偏差数值($d \leq 500\text{mm}$)	116
表 F 19-28	孔的基本偏差数值($d \leq 500\text{mm}$)	118
表 F 19-29	公差等级与精度等级对照	120
表 F 19-30	标准公差数值	121
表 F 19-31	上、下偏差数值的确定	122
表 F 19-32	配合特性及应用举例	122
表 F 19-33	与配合精度相适应的最低表面光洁度	124
表 F 19-34	达到各公差等级的加工方法	125
表 F 19-35	轴表面光洁度	125
(二) 表面形状和位置公差(形位公差)		125
表 F 19-36	形位公差项目及符号	125
表 F 19-37	其它有关符号	126
表 F 19-38	减速器轴常注形位公差项目	126
表 F 19-39	直线度、平面度(GB1184—80)	126
表 F 19-40	圆度、圆柱度(GB1184—80)	127
表 F 19-41	平行度、垂直度、倾斜度(GB1184—80)	128

表 F 19-42 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动(GB1184—80)	129
第二十章 减速器、机械变速器	130
一、齿轮和蜗杆减速器的主要类型及应用	130
表 F 20-1 齿轮和蜗杆减速器的主要类型及应用	130
二、电动机的选择	132
(一) 电动机功率的确定	132
(二) 电动机转速的确定	132
(三) 电动机型号的选择	132
表 F 20-2 机械传动效率的概略数值	133
三、传动比的分配	134
四、运动参数和动力参数的计算	136
五、传动零件的设计计算	138
六、减速器装配草图设计	138
(一) 装配草图设计第一阶段	138
表 F 20-3 齿轮减速器草图相关尺寸	139
表 F 20-4 蜗杆减速器草图相关尺寸	140
(二) 装配草图设计第二阶段	143
(三) 装配草图设计第三阶段	147
表 F 20-5 齿轮减速器箱体尺寸(参见图 F 20-13)	147
表 F 20-6 蜗杆减速器箱体尺寸(参见图 F 20-15)	151
表 F 20-7 地脚螺栓直径 d_0 与数目	152
表 F 20-8 减速器凸缘尺寸	152
表 F 20-9 轴承端盖固定螺钉直径与数目	152
表 F 20-10 铸造内圆角(Q/ZB156—73)	153
表 F 20-11 铸造外圆角(Q/ZB157—73)	153
表 F 20-12 铸造斜度(Q/ZB158—73)	154
表 F 20-13 铸造过渡斜度(Q/ZB155—73)	154
表 F 20-14 螺钉联接式轴承端盖	155
表 F 20-15 嵌入式轴承端盖	155
表 F 20-16 测油杆的结构尺寸	156
表 F 20-17 圆形油标(GB1160—79)	156
表 F 20-18 长形油标(GB1161—74)	157
表 F 20-19 六角螺塞	157
表 F 20-20 通气螺塞	158
表 F 20-21 通气器	158
表 F 20-22 窥视孔盖	159
表 F 20-23 调整垫片组	159
表 F 20-24 焊接的外壳吊钩(Q/ZB154—73)	160
表 F 20-25 铸造钩形吊钩(Q/ZB153—73)	160
七、减速器装配图	164
(一) 绘制装配图的依据	164

(二) 装配图的内容	161
(三) 装配图的绘制步骤	161
表 F 20-26 减速器估计轮廓尺寸	165
表 F 20-27 减速器主要零件的配合	169
八、零件工作图	178
(一) 箱体工作图	178
(二) 其它主要零件(齿轮、轴等)工作图	178
表 F 20-28 箱体的尺寸公差、形位公差及表面光洁度	179
第二十一章 润滑与密封	184
教材附表	184
表 F 21-1 常用润滑油的性能和用途	184
表 F 21-2 常用润滑脂的性能和用途	185
表 F 21-3 常用添加剂的性能及应用	186
表 F 21-4 直通式压注油杯(GB1152—79)	187
表 F 21-5 旋盖式油杯 A 型(GB1154—79)	187
表 F 21-6 压配式压注油杯(GB1155—79)	188
表 F 21-7 弹簧盖油杯(GB1157—79)	188
表 F 21-8 滑动轴承润滑方式的选择	188
表 F 21-9 滑动轴承润滑油的选择	189
表 F 21-10 滑动轴承润滑脂的选择	189
表 F 21-11 滚动轴承在不同润滑方式下的允许值 dn	189
表 F 21-12 球轴承用润滑脂选用表	190
表 F 21-13 滚子轴承用润滑脂选用表	190
表 F 21-14 加脂周期	190
表 F 21-15 开式齿轮(间隔润滑)润滑油粘度($cSt_{100^{\circ}C}$)的选择	191
表 F 21-16 各种机械设备中闭式齿轮传动润滑油的选择	191
表 F 21-17 闭式齿轮润滑油粘度($cSt_{100^{\circ}C}$)的选择	191
表 F 21-18 圆柱蜗杆传动润滑油粘度($cSt_{100^{\circ}C}$)的选择	192
表 F 21-19 圆弧齿蜗杆传动润滑油粘度($cSt_{100^{\circ}C}$)的选择	192
表 F 21-20 圆弧齿蜗杆传动油池装油量推荐值	192
表 F 21-21 各种密封装置的性能	193
表 F 21-22 油封毡圈及槽(FJ145—63)	193
表 F 21-23 O 型橡胶密封圈(GB1235—76)	194
表 F 21-24 J 形无骨架橡胶油封(HG4—338—66)、U 形无骨架橡胶油封 HG4—339—66)	195
表 F 21-25 J、U 型无骨架橡胶油封槽的尺寸及安装示例	196
表 F 21-26 环形密封槽和迷宫密封槽	197
表 F 21-27 油封皮圈、油封纸圈	197
附录一 电动机	198
表 1 电动机结构及安装型式代号(GB1498—81)	198
表 2 电动机的机座号、转速及功率的对应关系(JB3074—82)	198
表 3 机座带底脚,端盖上无凸缘的电动机(JB3074—82)	199

表4 立式安装,机座不带底脚,端盖上有凸缘,轴伸向下的电动机(JB3074—82)	200
附录二 机械传动系统的设计	201
一、机器工作原理和运动方案	201
二、机器的原始运动参数	201
(一) 执行机构的运动参数	201
(二) 原动机的运动参数	202
三、执行构件运动的协调配合	202
(一) 各执行构件运动速度的协调	202
(二) 各执行构件动作的协调配合	202
四、机械传动与机构类型的选择	202
(一) 原动机类型的选择	203
表1 常用原动机的类型及主要特点	203
(二) 机械传动形式的选择	203
表2 常用的机械传动及其性能	203
(三) 机构类型的选择	204
表3 几种实现往复移动的机构及其主要特点	205
表4 几种单向间歇运动的机构及其主要特点	205
五、机构组合方案的拟定	205
(一) 应尽量简化和缩短运动链	205
(二) 应使机器有较高的机械效率	205
(三) 合理安排传动和机构的顺序	205
(四) 合理分配各级传动机构的传动比	205
六、机械传动系统设计实例分析	206
(一) 牛头刨床的工艺任务和工艺动作	206
(二) 牛头刨床的工作原理和运动方案	206
(三) 牛头刨床的原始运动参数	207
(四) 执行构件运动的协调配合	207
(五) 机构类型的选择与组合	207
表5 运动循环表	208
(六) 机构的设计	208

第五章 齿轮机构

一、教材附表

表 F5-1 渐开线函数($\text{inv}\alpha_k = \text{tg}\alpha_k - \alpha_k$)

α°	次	0'	5'	10'	15'	20'	25'	30'	35'	40'	45'	50'	55'
1	0.000	00177	00225	00281	00346	00420	00504	00598	00704	00821	00950	01092	01248
2	0.000	01418	01603	01804	02020	02253	02503	02771	03058	03364	03689	04035	04402
3	0.000	04790	05201	05634	06091	06573	07078	07610	08167	08751	09362	10000	10668
4	0.000	11364	12090	12847	13634	14453	15305	16189	17107	18059	19045	20067	21125
5	0.000	22220	23352	24522	25731	26978	28266	29594	30963	32374	33827	35324	36864
6	0.00	03845	04008	04175	04347	04524	04706	04892	05083	05280	05481	05687	05898
7	0.00	06115	06337	06564	06797	07035	07279	07528	07783	08044	08310	08582	08861
8	0.00	09145	09435	09732	10034	10343	10659	10980	11308	11643	11984	12332	12687
9	0.00	13048	13416	13792	14174	14563	14960	15363	15774	16193	16618	17051	17492
10	0.00	17941	18397	18860	19332	19812	20299	20795	21299	21810	22330	22859	23396
11	0.00	23941	24495	25057	25628	26208	26797	27394	28001	28616	29241	29875	30518
12	0.00	31171	31832	32504	33185	33875	34575	35285	36005	36735	37474	38224	38984
13	0.00	39754	40534	41325	42126	42938	43760	44593	45437	46291	47157	48033	48921
14	0.00	49819	50729	51650	52582	53526	54482	55448	56427	57417	58420	59434	60460
15	0.00	61498	62548	63611	64686	65773	66873	67985	69110	70248	71398	72561	73738
16	0.0	07493	07613	07735	07857	07982	08107	08234	08362	08492	08623	08756	08889
17	0.0	09025	09161	09299	09439	09580	09722	09866	10012	10158	10307	10456	10608
18	0.0	10760	10915	11071	11228	11387	11547	11709	11873	12038	12205	12373	12543
19	0.0	12715	12888	13063	13240	13418	13598	13779	13963	14148	14334	14523	14713
20	0.0	14904	15098	15293	15490	15689	15890	16092	16296	16502	16710	16920	17132
21	0.0	17345	17560	17777	17996	18217	18440	18665	18891	19120	19350	19583	19817
22	0.0	20054	20292	20533	20775	21019	21266	21514	21765	22018	22272	22529	22788
23	0.0	23049	23312	23577	23845	24114	24386	24660	24936	25214	25495	25778	26062
24	0.0	26350	26639	26931	27225	27521	27820	28121	28424	28729	29037	29348	29660
25	0.0	29975	30293	30613	30935	31260	31587	31917	32249	32583	32920	33260	33602
26	0.0	33947	34294	34644	34997	35352	35709	36069	36432	36798	37166	37537	37910
27	0.0	38287	38666	39047	39432	39819	40209	40602	40997	41395	41797	42201	42607
28	0.0	43017	43430	43845	44264	44685	45110	45537	45967	46400	46837	47276	47718
29	0.0	48164	48612	49064	49518	49976	50437	50901	51368	51838	52312	52788	53268
30	0.0	53751	54238	54728	55221	55717	56217	56720	57226	57736	58249	58765	59285
31	0.0	59809	60335	60866	61400	61937	62478	63022	63570	64122	64677	65236	65798
32	0.0	66364	66934	67507	68084	68665	69250	69838	70430	71026	71626	72230	72838
33	0.0	73449	74064	74684	75307	75934	76565	77200	77839	78483	79130	79781	80437
34	0.0	81097	81760	82428	83101	83777	84457	85142	85832	86525	87223	87925	88631
35	0.0	89342	90058	90777	91502	92230	92963	93701	94443	95190	95942	96698	97459
36	0.	09822	09899	09977	10055	10133	10212	10292	10371	10452	10533	10614	10696
37	0.	10778	10861	10944	11028	11113	11197	11283	11369	11455	11542	11630	11718
38	0.	11808	11895	11985	12075	12165	12257	12348	12441	12534	12627	12721	12815
39	0.	12911	13006	13102	13199	13297	13396	13493	13592	13692	13792	13893	13995
40	0.	14097	14200	14303	14407	14511	14616	14722	14829	14936	15043	15152	15261
41	0.	15370	15480	15591	15703	15815	15928	16041	16156	16270	16386	16502	16619
42	0.	16787	16855	16974	17093	17214	17335	17457	17579	17702	17826	17951	18076
43	0.	18202	18329	18457	18585	18714	18844	18975	19106	19238	19371	19505	19639
44	0.	19774	19910	20047	20185	20323	20463	20603	20743	20885	21028	21171	21315
45	0.	21460	21606	21753	21900	22049	22198	22348	22499	22651	22804	22958	23112
46	0.	23268	23424	23582	23740	23899	24059	24220	24382	24545	24709	24874	25040
47	0.	25206	25374	25543	25713	25883	26055	26228	26401	26576	26752	26929	27107
48	0.	27285	27465	27646	27828	28012	28196	28381	28567	28755	28943	29133	29324
49	0.	29516	29709	29903	30098	30295	30492	30691	30891	31092	31295	31498	31703
50	0.	31909	32116	32324	32534	32745	32957	33171	33385	33601	33818	34037	34257

续表

α°	次	0'	5'	10'	15'	20'	25'	30'	35'	40'	45'	50'	55'
51	0.	34478	34700	34924	35149	35376	35604	35833	36063	36295	36529	36763	36999
52	0.	37237	37476	37716	37958	38202	38446	38693	38941	39190	39441	39693	39947
53	0.	40202	40459	40717	40977	41239	41502	41767	42034	42302	42571	42843	43116
54	0.	43390	43667	43945	44225	44506	44789	45074	45361	45650	45940	46232	46526
55	0.	46822	47119	47419	47720	48023	48328	48635	48944	49255	49568	49882	50199
56	0.	50518	50828	51161	51486	51813	52141	52472	52805	53141	53478	53817	54159
57	0.	54503	54849	55197	55547	55900	56255	56612	56972	57333	57698	58064	58433
58	0.	58804	59178	59554	59933	60314	60697	61083	61472	61863	62257	62653	63052
59	0.	63454	63858	64265	64674	65086	65501	65919	66340	66763	67189	67618	68050

表 F5 2 标准直齿圆柱齿轮的跨齿数 k 及公法线长度 W' ($m=1\text{mm}$, $\alpha=20^\circ$)

mm

齿数	跨齿数	$m=1$ 的 公法线长	齿数	跨齿数	$m=1$ 的 公法线长	齿数	跨齿数	$m=1$ 的 公法线长	齿数	跨齿数	$m=1$ 的 公法线长
4	2	4.4842	54	7	19.9452	103	12	35.3921	152	17	50.8390
5	2	4.4982	55	7	19.9592	104	12	35.4061			
6	2	4.5122	56	7	19.9732	105	12	35.4201	153	18	53.8051
7	2	4.5262	57	7	19.9872	106	12	35.4341	154	18	53.8192
8	2	4.5402	58	7	20.0012	107	12	35.4481	155	18	53.8332
9	2	4.5542	59	7	20.0152				156	18	53.8472
10	2	4.5683	60	7	20.0292	108	13	38.4142	157	18	53.8612
11	2	4.5823	61	7	20.0432	109	13	38.4282	158	18	53.8752
12	2	4.5963	62	7	20.0572	110	13	38.4423	159	18	53.8892
13	2	4.6103				111	13	38.4563	160	18	53.9032
14	2	4.6243	63	8	23.0233	112	13	38.4703	161	18	53.9172
15	2	4.6383	64	8	23.0373	113	13	38.4843			
16	2	4.6523	65	8	23.0513	114	13	38.4983	162	19	56.8833
17	2	4.6663	66	8	23.0654	115	13	38.5123	163	19	56.8973
			67	8	23.0794	116	13	38.5263	164	19	56.9113
18	3	7.6324	68	8	23.0934				165	19	56.9253
19	3	7.6464	69	8	23.1074	117	14	41.4924	166	19	56.9394
20	3	7.6604	70	8	23.1214	118	14	41.5064	167	19	56.9534
21	3	7.6744	71	8	23.1354	119	14	41.5204	168	19	56.9674
22	3	7.6885				120	14	41.5344	169	19	56.9814
23	3	7.7025	72	9	26.1015	121	14	41.5484	170	19	56.9954
24	3	7.7165	73	9	26.1155	122	14	41.5625			
25	3	7.7305	74	9	26.1295	123	14	41.5765	171	20	59.9615
26	3	7.7445	75	9	26.1435	124	14	41.5905	172	20	59.9755
			76	9	26.1575	125	14	41.6045	173	20	59.9895
27	4	10.7106	77	9	26.1715				174	20	60.0035
28	4	10.7246	78	9	26.1855	126	15	44.5706	175	20	60.0175
29	4	10.7386	79	9	26.1996	127	15	44.5846	176	20	60.0315
30	4	10.7526	80	9	26.2136	128	15	44.5986	177	20	60.0455
31	4	10.7666				129	15	44.6126	178	20	60.0595
32	4	10.7806	81	10	29.1797	130	15	44.6266	179	20	60.0736
33	4	10.7946	82	10	29.1937	131	15	44.6406			
34	4	10.8086	83	10	29.2077	132	15	44.6546	180	21	63.0397
35	4	10.8227	84	10	29.2217	133	15	44.6686	181	21	63.0537
			85	10	29.2357	134	15	44.6826	182	21	63.0677
36	5	13.7888	86	10	29.2497				183	21	63.0817
37	5	13.8028	87	10	29.2637	135	16	47.6488	184	21	63.0957
38	5	13.8168	88	10	29.2777	136	16	47.6628	185	21	63.1097
39	5	13.8308	89	10	29.2917	137	16	47.6768	186	21	63.1237
40	5	13.8448				138	16	47.6908	187	21	63.1377
41	5	13.8588	90	11	32.2579	139	16	47.7048	188	21	63.1517
42	5	13.8728	91	11	32.2719	140	16	47.7188			
43	5	13.8868	92	11	32.2859	141	16	47.7328	189	22	66.1179
44	5	13.9008	93	11	32.2999	142	16	47.7468	190	22	66.1319
			94	11	32.3139	143	16	47.7608	191	22	66.1459
45	6	16.8670	95	11	32.3279				192	22	66.1599
46	6	16.8810	96	11	32.3419	144	17	50.7270	193	22	66.1739
47	6	16.8950	97	11	32.3559	145	17	50.7410	194	22	66.1879
48	6	16.9090	98	11	32.3699	146	17	50.7550	195	22	66.2019
49	6	16.9230				147	17	50.7690	196	22	66.2159
50	6	16.9370	99	12	35.3361	148	17	50.7830	197	22	66.2299
51	6	16.9510	100	12	35.3501	149	17	50.7970	198	23	69.1961
52	6	16.9650	101	12	35.3641	150	17	50.8110	199	23	69.2101
53	6	16.9790	102	12	35.3781	151	17	50.8250	200	23	69.2241

表 F5-3 变位直齿圆柱齿轮公法线长度计算系数 $K_k(\alpha=20^\circ)$

k	K_k	k	K_k	k	K_k	k	K_k	k	K_k
1	1.47607	6	16.23672	11	30.99738	16	45.75804	21	60.51870
2	4.42820	7	19.18886	12	33.94951	17	48.71017	22	63.47083
3	7.38033	8	22.14099	13	36.90164	18	51.66230	23	66.42296
4	10.33246	9	25.09312	14	39.85378	19	54.61443	24	69.37509
5	13.28459	10	28.04525	15	2.80591	20	57.56656	25	72.32722

表 F5-4 变位直齿圆柱齿轮公法线长度计算系数 $K_z(\alpha=20^\circ)$

z	K_z	z	K_z	z	K_z	z	K_z	z	K_z
10	0.1401	31	0.4342	52	0.7283	73	1.0224	94	1.3165
11	1541	32	4482	53	7423	74	0364	95	3305
12	1681	33	4622	54	7563	75	0504	96	3445
13	1821	34	4762	55	7703	76	0644	97	3585
14	1961	35	4902	56	7843	77	0784	98	3725
15	2101	36	5042	57	7983	78	0924	99	3865
16	2241	37	5182	58	8123	79	1064	100	4006
17	2381	38	5322	59	8263	80	1204		
18	2521	39	5462	60	8403	81	1344		
19	2661	40	5602	61	8543	82	1485		
20	2801	41	5742	62	8683	83	1625		
21	2941	42	5882	63	8823	84	1765		
22	3081	43	6022	64	8964	85	1905		
23	3221	44	6162	65	9104	86	2045		
24	3361	45	6302	66	9244	87	2185		
25	3501	46	6443	67	9384	88	2325		
26	3641	47	6583	68	9524	89	2465		
27	3781	48	6723	69	9664	90	2605		
28	3922	49	6863	70	9804	91	2745		
29	4062	50	7003	71	9944	92	2885		
30	4202	51	7143	72	1.0084	93	3025		

表 F5-5 变位直齿圆柱齿轮公法线长度计算系数 $K_x(\alpha=20^\circ)$

xm	K_x	xm	K_x	xm	K_x	xm	K_x	xm	K_x	xm	K_x	xm	K_x	xm	K_x
0.01	0.0068	0.41	0.2804	0.81	0.5540	1.25	0.8550	3.25	2.2231	5.25	3.5912	7.25	4.9592	9.30	6.3615
0.02	0.0136	0.42	0.2872	0.82	0.5609	1.30	0.8892	3.30	2.2573	5.30	3.6254	7.30	4.9934	9.35	6.3957
0.03	0.0205	0.43	0.2941	0.83	0.5677	1.35	0.9234	3.35	2.2915	5.35	3.6596	7.35	5.0276	9.40	6.4299
0.04	0.0273	0.44	0.3009	0.84	0.5745	1.40	0.9576	3.40	2.3257	5.40	3.6938	7.40	5.0618	9.45	6.4641
0.05	0.0342	0.45	0.3078	0.85	0.5814	1.45	0.9918	3.45	2.3599	5.45	3.7280	7.45	5.0960	9.50	6.4983
0.06	0.0410	0.46	0.3146	0.86	0.5882	1.50	1.0260	3.50	2.3941	5.50	3.7622	7.50	5.1303	9.55	6.5325
0.07	0.0478	0.47	0.3214	0.87	0.5951	1.55	1.0602	3.55	2.4283	5.55	3.7964	7.55	5.1645	9.60	6.5667
0.08	0.0547	0.48	0.3283	0.88	0.6019	1.60	1.0944	3.60	2.4625	5.60	3.8306	7.60	5.1987	9.65	6.6009
0.09	0.0615	0.49	0.3351	0.89	0.6087	1.65	1.1286	3.65	2.4967	5.65	3.8648	7.65	5.2329	9.70	6.6351
0.10	0.0684	0.50	0.3420	0.90	0.6156	1.70	1.1628	3.70	2.5309	5.70	3.8990	7.70	5.2671	9.75	6.6693
0.11	0.0752	0.51	0.3488	0.91	0.6224	1.75	1.1970	3.75	2.5651	5.75	3.9332	7.75	5.3013	9.80	6.7035
0.12	0.0820	0.52	0.3557	0.92	0.6293	1.80	1.2312	3.80	2.5993	5.80	3.9674	7.80	5.3355	9.85	6.7377
0.13	0.0889	0.53	0.3625	0.93	0.6361	1.85	1.2654	3.85	2.6335	5.85	4.0016	7.85	5.3697	9.90	6.7719
0.14	0.0957	0.54	0.3693	0.94	0.6429	1.90	1.2996	3.90	2.6677	5.90	4.0358	7.90	5.4039	9.95	6.8061
0.15	0.1026	0.55	0.3762	0.95	0.6498	1.95	1.3338	3.95	2.7019	5.95	4.0700	7.95	5.4381	10.00	6.8404
0.16	0.1094	0.56	0.3830	0.96	0.6566	2.00	1.3680	4.00	2.7361	6.00	4.1042	8.00	5.4723	10.10	6.9088
0.17	0.1162	0.57	0.3899	0.97	0.6635	2.05	1.4022	4.05	2.7703	6.05	4.1384	8.05	5.5065	10.20	6.9772
0.18	0.1231	0.58	0.3967	0.98	0.6703	2.10	1.4364	4.10	2.8045	6.10	4.1726	8.10	5.5407	10.30	7.0456
0.19	0.1299	0.59	0.4035	0.99	0.6771	2.15	1.4706	4.15	2.8387	6.15	4.2068	8.15	5.5749	10.40	7.1140
0.20	0.1368	0.60	0.4104	1.00	0.6840	2.20	1.5048	4.20	2.8729	6.20	4.2410	8.20	5.6091	10.50	7.1824
0.21	0.1436	0.61	0.4172	1.01	0.6908	2.25	1.5390	4.25	2.9071	6.25	4.2752	8.25	5.6433	10.60	7.2508
0.22	0.1504	0.62	0.4241	1.02	0.6977	2.30	1.5732	4.30	2.9413	6.30	4.3094	8.30	5.6775	10.70	7.3192
0.23	0.1573	0.63	0.4309	1.03	0.7045	2.35	1.6074	4.35	2.9755	6.35	4.3436	8.35	5.7117	10.80	7.3876
0.24	0.1641	0.64	0.4377	1.04	0.7114	2.40	1.6416	4.40	3.0097	6.40	4.3778	8.40	5.7459	10.90	7.4560
0.25	0.1710	0.65	0.4446	1.05	0.7182	2.45	1.6758	4.45	3.0439	6.45	4.4120	8.45	5.7801	11.00	7.5244
0.26	0.1778	0.66	0.4514	1.06	0.7250	2.50	1.7101	4.50	3.0781	6.50	4.4462	8.50	5.8143	11.10	7.5928
0.27	0.1846	0.67	0.4583	1.07	0.7319	2.55	1.7443	4.55	3.1123	6.55	4.4804	8.55	5.8485	11.20	7.6612
0.28	0.1915	0.68	0.4651	1.08	0.7387	2.60	1.7785	4.60	3.1465	6.60	4.5146	8.60	5.8827	11.30	7.7296
0.29	0.1983	0.69	0.4719	1.09	0.7456	2.65	1.8127	4.65	3.1807	6.65	4.5488	8.65	5.9169	11.40	7.7980
0.30	0.2052	0.70	0.4788	1.10	0.7524	2.70	1.8469	4.70	3.2149	6.70	4.5830	8.70	5.9511	11.50	7.8664
0.31	0.2120	0.71	0.4856	1.11	0.7592	2.75	1.8811	4.75	3.2491	6.75	4.6172	8.75	5.9853	11.60	7.9348
0.32	0.2188	0.72	0.4925	1.12	0.7661	2.80	1.9153	4.80	3.2833	6.80	4.6514	8.80	6.0195	11.70	8.0032
0.33	0.2257	0.73	0.4993	1.13	0.7729	2.85	1.9495	4.85	3.3175	6.85	4.6856	8.85	6.0537	11.80	8.0716
0.34	0.2325	0.74	0.5061	1.14	0.7798	2.90	1.9837	4.90	3.3517	6.90	4.7198	8.90	6.0876	11.90	8.1400
0.35	0.2394	0.75	0.5130	1.15	0.7866	2.95	2.0179	4.95	3.3859	6.95	4.7540	8.95	6.1221	12.00	8.2084
0.36	0.2462	0.76	0.5198	1.16	0.7934	3.00	2.0521	5.00	3.4202	7.00	4.7882	9.00	6.1563	12.50	8.5505
0.37	0.2530	0.77	0.5267	1.17	0.8003	3.05	2.0863	5.05	3.4544	7.05	4.8224	9.05	6.1905	13.00	8.8925
0.38	0.2599	0.78	0.5335	1.18	0.8071	3.10	2.1205	5.10	3.4886	7.10	4.8566	9.10	6.2247	13.50	9.2345
0.39	0.2667	0.79	0.5403	1.19	0.8140	3.15	2.1547	5.15	3.5228	7.15	4.8908	9.15	6.2589	14.00	9.5765
0.40	0.2736	0.80	0.5472	1.20	0.8208	3.20	2.1889	5.20	3.5570	7.20	4.9250	9.20	6.2931	14.50	9.9185
												9.25	6.3273	15.00	10.2606

表 F5-6 变位直齿圆柱齿轮几何尺寸的简化计算表

(a) 由 y 求 σ 和 α'

(b) 由 $x_2 \pm x_1$ 求 σ 和 α'

差	$\frac{100\sigma}{y}$	$\frac{100y}{z_2 \pm z_1}$	α'°	差 $^{\circ}$
1.003	24.227	+4.0	29.531	0.378
1.019	23.224	3.8	29.153	0.385
1.037	22.205	3.6	28.768	0.394
1.055	21.168	3.4	28.374	0.401
1.074	20.113	3.2	27.973	0.410
1.094	19.039	3.0	27.563	0.419
1.113	17.945	2.8	27.144	0.428
1.135	16.832	2.6	26.716	0.438
1.158	15.697	2.4	26.278	0.448
1.180	14.539	2.2	25.830	0.459
1.204	13.359	2.0	25.371	0.470
1.229	12.155	1.8	24.901	0.483
1.257	10.926	1.6	24.418	0.496
1.283	9.669	1.4	23.922	0.510
1.314	8.386	1.2	23.412	0.524
1.344	7.072	1.0	22.888	0.540
1.377	5.728	0.8	22.348	0.558
1.414	4.351	0.6	21.790	0.576
1.449	2.937	0.4	21.214	0.596
1.448	1.488	0.2	20.618	0.618
0.760	0.0	0.0	20.0	0.318
0.770	-0.760	-0.1	19.682	0.324
0.784	-1.530	-0.2	19.358	0.331
0.795	-2.314	-0.3	19.027	0.338
0.806	-3.109	-0.4	18.689	0.345
0.820	-3.915	-0.5	18.344	0.353
0.833	-4.735	-0.6	17.991	0.362
0.848	-5.568	-0.7	17.629	0.370
0.862	-6.416	-0.8	17.259	0.379
0.877	-7.278	-0.9	16.880	0.390
0.894	-8.155	-1.0	16.490	0.401
0.911	-9.049	-1.1	16.089	0.412
0.928	-9.960	-1.2	15.677	0.425
0.948	-10.888	-1.3	15.252	0.438
0.968	-11.836	-1.4	14.814	0.454
0.990	-12.804	-1.5	14.360	0.470
1.013	-13.794	-1.6	13.890	0.488
1.037	-14.807	-1.7	13.402	0.508
1.056	-15.844	-1.8	12.894	0.531
1.093	-16.909	-1.9	12.363	0.557
	-18.002	-2.0	11.806	

差	$\frac{100\sigma}{x_2 \pm x_1}$	$100 \frac{x_2 \pm x_1}{z_2 \pm z_1}$	α'°	差 $^{\circ}$
0.452	19.572	5.0	29.571	0.261
0.465	19.120	4.8	29.310	0.269
0.483	18.655	4.6	29.041	0.276
0.496	18.172	4.4	28.765	0.280
0.515	17.676	4.2	28.485	0.283
0.532	17.161	4.0	28.202	0.294
0.552	16.629	3.8	27.908	0.301
0.573	16.077	3.6	27.607	0.309
0.595	15.504	3.4	27.298	0.318
0.618	14.909	3.2	26.980	0.326
0.645	14.291	3.0	26.654	0.336
0.671	13.646	2.8	26.318	0.346
0.705	12.975	2.6	25.972	0.357
0.731	12.270	2.4	25.615	0.369
0.772	11.539	2.2	25.246	0.382
0.808	10.767	2.0	24.864	0.395
0.849	9.959	1.8	24.469	0.411
0.903	9.110	1.6	24.058	0.427
0.951	8.207	1.4	23.631	0.445
1.002	7.256	1.2	23.186	0.465
1.071	6.254	1.0	22.721	0.483
1.149	5.183	0.8	22.233	0.512
1.239	4.034	0.6	21.721	0.540
1.340	2.795	0.4	21.181	0.572
1.455	1.455	0.2	20.609	0.609
0.778	0.000	0.0	20.000	0.320
0.814	-0.778	-0.1	19.680	0.333
0.857	-1.592	-0.2	19.347	0.345
0.899	-2.449	-0.3	19.002	0.359
0.946	-3.348	-0.4	18.643	0.374
1.001	-4.294	-0.5	18.269	0.392
1.023	-5.295	-0.6	17.877	0.410
1.125	-6.318	-0.7	17.467	0.433
1.226	-7.443	-0.8	17.034	0.458
1.275	-8.669	-0.9	16.576	0.484
1.423	-9.944	-1.0	16.092	0.520
1.502	-11.367	-1.1	15.572	0.557
1.687	-12.869	-1.2	15.015	0.605
1.847	-14.556	-1.3	14.410	0.662
2.092	-16.403	-1.4	13.748	0.737
2.395	-18.495	-1.5	13.011	0.836
	-20.890	-1.6	12.175	

注: $x_2 \pm x_1$, $\frac{100y}{z_2 \pm z_1}$, $\frac{100\sigma}{x_2 \pm x_1}$, $100 \frac{x_2 \pm x_1}{z_2 \pm z_1}$ 中的“+”代表外啮合;“-”代表内啮合。

表 F5-7 标准斜齿圆柱齿轮公法线长度计算系数 K_a ($\alpha_n = 20^\circ$)

β	K_a	β	K_a	β	K_a	β	K_a	β	K_a	β	K_a
8°00'	0.014 402	8°45'	0.014 482	9°30'	0.014 569	10°15'	0.014 664	11°00'	0.014 767	11°45'	0.014 878
01'	0.014 404	46'	0.014 483	31'	0.014 571	16'	0.014 666	01'	0.014 769	46'	0.014 881
02'	0.014 406	47'	0.014 485	32'	0.014 573	17'	0.014 668	02'	0.014 772	47'	0.014 883
03'	0.014 407	48'	0.014 487	33'	0.014 575	18'	0.014 670	03'	0.014 774	48'	0.014 886
04'	0.014 409	49'	0.014 489	34'	0.014 577	19'	0.014 673	04'	0.014 776	49'	0.014 888
8°05'	0.014 411	8°50'	0.014 491	9°35'	0.014 579	10°20'	0.014 675	11°05'	0.014 779	11°50'	0.014 891
06'	0.014 412	51'	0.014 493	36'	0.014 581	21'	0.014 677	06'	0.014 781	51'	0.014 894
07'	0.014 414	52'	0.014 495	37'	0.014 583	22'	0.014 679	07'	0.014 784	52'	0.014 896
08'	0.014 416	53'	0.014 496	38'	0.014 585	23'	0.014 681	08'	0.014 786	53'	0.014 899
09'	0.014 417	54'	0.014 498	39'	0.014 587	24'	0.014 684	09'	0.014 788	54'	0.014 901
8°10'	0.014 419	8°55'	0.014 500	9°40'	0.014 589	10°25'	0.014 686	11°10'	0.014 791	11°55'	0.014 904
11'	0.014 421	56'	0.014 502	41'	0.014 591	26'	0.014 688	11'	0.014 793	56'	0.014 907
12'	0.014 423	57'	0.014 504	42'	0.014 593	27'	0.014 690	12'	0.014 796	57'	0.014 909
13'	0.014 424	58'	0.014 506	43'	0.014 595	28'	0.014 693	13'	0.014 798	58'	0.014 912
14'	0.014 426	59'	0.014 508	44'	0.014 597	29'	0.014 695	14'	0.014 801	59'	0.014 914
8°15'	0.014 428	9°00'	0.014 510	9°45'	0.014 599	10°30'	0.014 697	11°15'	0.014 803	12°00'	0.014 917
16'	0.014 430	01'	0.014 512	46'	0.014 602	31'	0.014 699	16'	0.014 805	01'	0.014 920
17'	0.014 431	02'	0.014 514	47'	0.014 604	32'	0.014 702	17'	0.014 808	02'	0.014 922
18'	0.014 433	03'	0.014 515	48'	0.014 606	33'	0.014 704	18'	0.014 810	03'	0.014 925
19'	0.014 435	04'	0.014 517	49'	0.014 608	34'	0.014 706	19'	0.014 813	04'	0.014 928
8°20'	0.014 436	9°05'	0.014 519	9°50'	0.014 610	10°35'	0.014 709	11°20'	0.014 815	12°05'	0.014 930
21'	0.014 438	06'	0.014 521	51'	0.014 612	36'	0.014 711	21'	0.014 818	06'	0.014 933
22'	0.014 440	07'	0.014 523	52'	0.014 614	37'	0.014 713	22'	0.014 820	07'	0.014 936
23'	0.014 442	08'	0.014 525	53'	0.014 616	38'	0.014 715	23'	0.014 823	08'	0.014 938
24'	0.014 444	09'	0.014 527	54'	0.014 618	39'	0.014 718	24'	0.014 825	09'	0.014 941
8°25'	0.014 445	9°10'	0.014 529	9°55'	0.014 621	10°40'	0.014 720	11°25'	0.014 828	12°10'	0.014 944
26'	0.014 447	11'	0.014 531	56'	0.014 623	41'	0.014 722	26'	0.014 830	11'	0.014 946
27'	0.014 449	12'	0.014 533	57'	0.014 625	42'	0.014 725	27'	0.014 833	12'	0.014 949
28'	0.014 451	13'	0.014 535	58'	0.014 627	43'	0.014 727	28'	0.014 835	13'	0.014 952
29'	0.014 452	14'	0.014 537	59'	0.014 629	44'	0.014 729	29'	0.014 838	14'	0.014 954
8°30'	0.014 454	9°15'	0.014 539	10°00'	0.014 631	10°45'	0.014 732	11°30'	0.014 840	12°15'	0.014 957
31'	0.014 456	16'	0.014 541	01'	0.014 633	46'	0.014 734	31'	0.014 843	16'	0.014 960
32'	0.014 458	17'	0.014 543	02'	0.014 635	47'	0.014 736	32'	0.014 845	17'	0.014 962
33'	0.014 460	18'	0.014 545	03'	0.014 638	48'	0.014 738	33'	0.014 848	18'	0.014 965
34'	0.014 461	19'	0.014 547	04'	0.014 640	49'	0.014 741	34'	0.014 850	19'	0.014 968
8°35'	0.014 463	9°20'	0.014 549	10°05'	0.014 642	10°50'	0.014 743	11°35'	0.014 853	12°20'	0.014 970
36'	0.014 465	21'	0.014 551	06'	0.014 644	51'	0.014 746	36'	0.014 855	21'	0.014 973
37'	0.014 467	22'	0.014 553	07'	0.014 646	52'	0.014 748	37'	0.014 858	22'	0.014 976
38'	0.014 469	23'	0.014 555	08'	0.014 648	53'	0.014 750	38'	0.014 860	23'	0.014 979
39'	0.014 471	24'	0.014 557	09'	0.014 651	54'	0.014 753	39'	0.014 863	24'	0.014 981
8°40'	0.014 472	9°25'	0.014 559	10°10'	0.014 653	10°55'	0.014 755	11°40'	0.014 865	12°25'	0.014 984
41'	0.014 474	26'	0.014 561	11'	0.014 655	56'	0.014 757	41'	0.014 868	26'	0.014 987
42'	0.014 476	27'	0.014 563	12'	0.014 657	57'	0.014 760	42'	0.014 870	27'	0.014 990
43'	0.014 478	28'	0.014 565	13'	0.014 659	58'	0.014 762	43'	0.014 873	28'	0.014 992
44'	0.014 480	29'	0.014 567	14'	0.014 662	59'	0.014 764	44'	0.014 876	29'	0.014 995