

全国图算学培训中心 组织编写
王信友 主编

铁工

速查速算手册



XIGONG SUCHA SUSUAN SHOUC

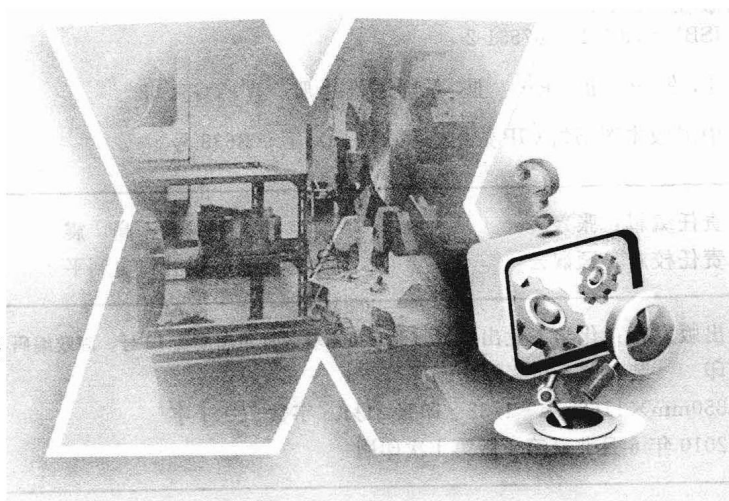


化学工业出版社

全国图算学培训中心 组织编写
王信友 主编

铁工

速查速算 手册



化学工业出版社

· 北京 ·

本手册以铣削常用数据资料和加工计算方法为主线, 兼顾操作技能, 注重实用。具体内容包括铣削基础资料(公差与配合, 金属材料等), 铣削设备及工艺装备(铣床及附件、夹具、铣削刀具、量具等), 典型面铣加工(各种平面、沟槽、多面体、球形面等), 铣孔加工(铣床钻孔、铰孔、镗孔和孔系加工), 典型零件铣加工(花键、槽、凸轮、链轮、棘轮、齿轮齿条、蜗轮蜗杆、离合器及难加工零件等), 铣削工艺规程, 数控铣削, 铣削用量选择等。

编写形式上突出速查速算的特点, 尽量采用图表形式, 给出了许多速算图和计算实例, 内容翔实, 简明扼要。

本手册可供铣削加工和数控加工技术人员和生产一线的中高级技工、技师使用, 也可供职业院校机械加工专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

铣工速查速算手册/王信友主编. —北京: 化学工业出版社, 2010.3
ISBN 978-7-122-07551-2

I. 铣… II. 王… III. 铣削-技术手册 IV. TG54-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 003633 号

责任编辑: 张兴辉

文字编辑: 高 震

责任校对: 顾淑云

装帧设计: 史利平

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装: 北京市兴顺印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张 21¼ 字数 729 千字

2010年6月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

《铣工速查速算手册》

编写人员

主 编 王信友

副 主 编 冯 华 张秀军

参编人员 (按章节排序)

孙玉新 赵建波 张秀军

孟庆祥 王贡为 董国强

曾显波 王晓波

主 审 刘光启

前 言

铣削加工在机械制造中的应用越来越广泛,可以加工平面、沟槽、分齿零件、螺旋形表面及多种曲面和回转体表面、内孔及切断等。随着铣削技术的发展,尤其是新型铣削装备和数控铣削的广泛应用,在机械制造中需要通过铣削加工的零件已达80%以上。

由于铣削加工在机械制造中应用的普遍性和重要性,铣削技术人员和实际操作者,迫切需要一本资料齐全,查阅方便,兼具技术性、先进性和实用性的铣削加工工具书。为此,编者花费大量精力编写了这本《铣工速查速算手册》。

本书具有以下特点:

(1) 工具性 信息量大,铣削资料齐全,铣削加工方法介绍详尽完备。

(2) 实用性 内容资料、工艺方法均取自生产实践,大量采用图、表形式表达内容,简明实用,查阅方便。应用了国家速算学会研究的速算成果进行铣削计算,应用更加方便。

(3) 先进性 内容以铣削技术的实践经验和 development 成果为重点,充分反映了现代铣削加工的新技术、新工艺和新设备的发展。

本书由青岛港湾职业技术学院、山东省高等学校优秀教学团队编写,王信友教授担任主编,冯华高工、张秀军高级技师担任副主编。编写人员是:第1章孙玉新,第2章赵建波,第3章张秀军和孟庆祥,第4章王贡为,第5章董国强,第6、7章曾显波,第8章王晓波(青岛科技大学)。全书的速算图由全国图算学培训中心绘制,王信友教授对全书进行了策划和统稿。另外陶龙、王帅、迟鹏东、于信江、闫壮壮、董国龙等参与了书中大量图、表的绘制工作。

全国图算学培训中心刘光启高工对本书的策划、组织做了大量辛苦细致的工作,在百忙之中精心审阅了书稿,并提出了许多宝贵的意见,在此表示衷心感谢。青岛科技大学田雨、栾明新老师参加了审稿。

尽管编者进行了精心的策划与编撰,书中仍恐有不足之处,还望读者不吝批评指正。

编者

目 录

第 1 章 常用资料	1
1.1 公差与配合	1
1.1.1 标准公差 IT	1
1.1.2 极限偏差	2
1.1.3 轴、孔公差带与配合	2
1.1.4 形状和位置公差	13
1.1.5 表面粗糙度	17
1.2 金属材料	18
1.2.1 结构钢	18
1.2.2 工具钢	33
1.2.3 特殊性能钢	37
1.2.4 铸钢和铸铁	41
第 2 章 铣削设备及工艺装备	47
2.1 铣床及附件	47
2.1.1 铣床的种类及编号方法	47
2.1.2 铣床	50
2.1.3 铣床附具	59
2.2 铣削夹具	115
2.2.1 铣削夹具分类	115
2.2.2 改进和自制铣削夹具	117
2.3 铣削刀具	121
2.3.1 铣刀主要结构参数的选择	121
2.3.2 铣刀分类	122
2.3.3 铣刀材料	157
2.3.4 铣刀的磨钝标准与耐磨度	157
2.4 量具	160

2.4.1	量规	160
2.4.2	卡尺	162
2.4.3	百分尺、千分尺	163
2.4.4	百分表、千分表	165
2.4.5	正弦规	166
2.4.6	块规	166
2.4.7	厚薄规	167
2.4.8	刀口规角尺与宽座角尺	168
2.4.9	杠杆千分尺和杠杆卡规	169
2.4.10	气动量仪	170
2.4.11	光学分度头	171

第3章 典型面铣加工 173

3.1	铣平面	173
3.1.1	铣平行平面	173
3.1.2	铣垂直面	175
3.1.3	铣斜面	178
3.1.4	铣削特殊连接面	183
3.2	铣沟槽	185
3.2.1	直角沟槽铣削	185
3.2.2	R槽铣削	199
3.2.3	弧形槽的铣削	204
3.2.4	V形槽的铣削	206
3.2.5	T形槽的铣削	213
3.2.6	燕尾槽的铣削	214
3.3	铣多面体	220
3.3.1	多面体的铣削	220
3.3.2	铣削多边体的质量分析	234
3.4	铣球面	235
3.4.1	球面铣削	236
3.4.2	椭圆面的铣削	247
3.4.3	凹形旋转体的铣削	250
3.5	铣螺旋面	252
3.5.1	螺旋面的分类	252
3.5.2	螺旋面的加工	253

3.6 铣复杂型面	269
3.6.1 成型面铣削	269
3.6.2 曲线回转面的铣削	271
3.6.3 模具型面铣削	272
第4章 铣孔加工	277
4.1 铣床钻孔	277
4.2 铰孔	287
4.3 铣床镗孔	291
4.3.1 镗刀与刀杆	292
4.3.2 镗刀的安装	294
4.3.3 立式铣床单孔镗削的方法	295
4.3.4 卧式铣床镗孔	299
4.4 孔系加工	302
4.4.1 孔系概述	302
4.4.2 平行孔系的加工方法	302
4.4.3 垂直孔系的加工	305
4.4.4 任意角度孔系的加工	309
4.4.5 孔系加工实例	310
第5章 典型零件铣削加工	313
5.1 铣矩形花键	313
5.1.1 矩形花键轴的铣削加工	313
5.1.2 外花键铣削质量分析	322
5.2 铣刀具齿槽与开齿	324
5.2.1 圆柱形齿坯开直齿	324
5.2.2 圆柱面齿坯开螺旋齿	326
5.2.3 圆柱端面上开齿加工	327
5.2.4 圆锥面上开齿加工	332
5.2.5 三面刃铣刀的开齿加工	340
5.2.6 角度铣刀的加工	342
5.2.7 铣刀具齿槽的质量分析	344
5.3 铣凸轮	345
5.3.1 盘形凸轮的铣削加工	346
5.3.2 圆柱凸轮的铣削加工	351

5.3.3 凸轮铣削的质量分析	353
5.4 铣链轮和棘轮	353
5.4.1 铣削链轮	353
5.4.2 链轮铣削的质量分析	364
5.4.3 铣削棘轮	364
5.5 齿轮(齿条)铣削加工	366
5.5.1 圆柱齿轮的铣削	366
5.5.2 齿条的铣削	403
5.5.3 圆锥齿轮的铣削	417
5.5.4 铣削齿轮的质量分析	428
5.6 铣蜗轮与蜗杆	430
5.6.1 蜗轮和蜗杆主要尺寸计算	431
5.6.2 蜗轮蜗杆的传动比	432
5.6.3 精铣蜗轮工作台扳转的角度和方向	434
5.6.4 蜗轮齿厚的测量计算	434
5.6.5 蜗轮齿坯的径向跳动公差和端面跳动公差	438
5.6.6 蜗轮蜗杆铣削的质量分析	438
5.7 铣离合器	440
5.7.1 正三角形牙嵌离合器	440
5.7.2 尖齿形牙嵌离合器	444
5.7.3 锯齿形牙嵌离合器	446
5.7.4 矩形齿离合器的铣削	449
5.7.5 梯形齿离合器的铣削	457
5.7.6 牙嵌式离合器的精度检测	465
5.7.7 离合器的铣削质量分析	465
5.8 难加工工件铣削	467
5.8.1 难加工材料铣削	467
5.8.2 难加工工件铣削	470

第6章 机械加工工艺规程 487

6.1 基本概念	487
6.2 工艺规程的编制	488
6.2.1 工艺规程及其作用	488
6.2.2 机械加工工艺规程制订	488
6.2.3 工艺过程的设计	497

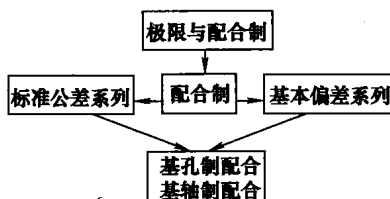
6.2.4	工序的设计	504
6.2.5	提高劳动生产率的工艺途径	509
6.3	工艺文件	511
6.3.1	工艺文件的形式	511
6.3.2	典型零件的工艺规程设计与工艺文件	513
6.4	工艺规程的实施与流程再造	525
6.4.1	工艺规程实施	525
6.4.2	工艺过程再造	525
6.5	铣削加工通用工艺守则	527
第7章	数控铣削	529
7.1	数控铣床与数控系统	529
7.2	数控铣削编程基础	536
7.2.1	坐标系的建立	536
7.2.2	刀具运动轨迹	539
7.2.3	数控程序的编码字符与格式	540
7.2.4	数控程序编写流程与方法	543
7.3	编程代码功能详解	544
7.3.1	辅助功能	544
7.3.2	主轴转速功能	546
7.3.3	进给速度	547
7.3.4	刀具功能	548
7.3.5	准备功能	549
7.4	典型零件编程	572
7.5	用户宏程序	577
7.5.1	变量	578
7.5.2	转移和循环	580
7.5.3	宏程序调用	582
7.6	数控代码速查	587
7.6.1	JB/T 3208—1999 规定的 G 和 M 代码表	587
7.6.2	FANUC Oi—MA 系统规定的 G 代码和 M 代码表	590
7.6.3	SIEMENS 数控系统规定的 G 代码和 M 代码表	592
7.6.4	华中数控系统规定的 G 代码和 M 代码表	599
7.6.5	三菱数控系统规定的 G 代码和 M 代码表	602

第 8 章 铣削用量选择	606
8.1 影响铣削用量的因素	606
8.2 铣削用量	606
8.2.1 吃刀量	607
8.2.2 进给量	607
8.2.3 铣削速度的选择	623
8.3 其他切削用量	661
参考文献	662

第 1 章 常用资料

1.1 公差与配合

在极限与配合的国家标准中,规定了与其相适应的三类配合:间隙配合、过盈配合和过渡配合。为了保证零件的互换性,便于国际间的技术交流,我国的极限与配合标准采用了国际公差制,其基本结构如图 1-1 所示。



1.1.1 标准公差 IT

标准公差是国家标准所列的以确定公差带大小的任一公差,其数值见

图 1-1 极限与配合制基本结构

表 1-1。标准公差分为 20 个等级,即 IT01、IT0、IT1、IT2、…、IT18。IT 表示标准公差,数字表示公差等级。IT01 公差值最小,精度最高;IT18 公差等级最大,精度最低。

表 1-1 标准公差数值 (摘自 GB/T 1800.4—1999)

基本尺寸 /mm		标准公差等级																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	μm											mm						
—	3	0.8	1.2	2.0	3	4	6	10	14	25	40	60	0.1	0.14	0.25	0.4	0.6	1.0	1.4
3	6	1.0	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.3	0.48	0.75	1.2	1.8
6	10	1.0	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.9	1.5	2.2
10	18	1.2	2.0	3.0	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.1	1.8	2.7
18	30	1.5	2.5	4.0	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.3	2.1	3.3
30	50	1.5	2.5	4.0	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.6	2.5	3.9
50	80	2.0	3.0	5.0	8	13	19	30	46	74	120	190	0.3	0.46	0.74	1.20	1.9	3.0	4.6
80	120	2.5	4.0	6.0	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.2	3.5	5.4
120	180	3.5	5.0	8.0	12	18	25	40	63	100	160	250	0.4	0.63	1.00	1.60	2.5	4.0	6.3

续表

基本尺寸 /mm		标准公差等级																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	μm											mm						
180	250	4.5	7.0	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.9	4.6	7.2
250	315	6.0	8.0	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.2	5.2	8.1
315	400	7.0	9.0	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.40	2.3	3.6	5.7	8.9
400	500	8.0	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.5	4.0	6.3	9.7
500	630	9.0	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0.7	1.10	1.75	2.8	4.4	7.0	11.0
630	800	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0.8	1.25	2.00	3.2	5.0	8.0	12.5
800	1000	11	15	21	28	40	46	90	140	230	360	560	0.9	1.40	2.30	3.6	5.6	9.0	14.0
1000	1250	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1.05	1.65	2.60	4.2	6.6	10.5	16.5
1250	1600	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1.25	1.95	3.1	5.0	7.8	12.5	19.5
1600	2000	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1.50	2.30	3.7	6.0	9.2	15.0	23.0
2000	2500	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1.75	2.80	4.4	7.0	11.0	17.5	28.0
2500	3150	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2.10	3.30	5.4	8.6	13.5	21.0	33.0

注：1. 基本尺寸大于 500mm 的 IT1 至 IT5 的标准公差数值为试行。

2. 基本尺寸小于或等于 1mm 时，无 IT14 至 IT18。

1.1.2 极限偏差

极限偏差是指上偏差和下偏差。孔的上、下偏差代号用大写字母 ES, EI 表示，基本偏差数值见表 1-2；轴的上、下偏差代号用小写字母 es, ei 表示，基本偏差数值见表 1-3。

1.1.3 轴、孔公差带与配合

① 轴、孔公差带 轴、孔公差带代号由基本偏差代号和公差等级代号组成。如 h7 和 H8 为轴和孔的公差带代号。

② 基准制 在国家标准中规定有基孔制和基轴制，一般情况下，优先采用基孔制。

③ 配合 国家标准规定了基孔制优先、常用配合 [见表 1-4 (a)] 以及基轴制优先、常用配合 [见表 1-4 (b)]。配合代号用孔、轴公差带的组合表示，写成分数形式，分子为孔的，分母为轴的，如 H8/f7 或 $\frac{H8}{f7}$ 。

表 1-2 孔的基本偏差数值 (GB/T 1800.3—1998)

基本尺寸 /mm		下偏差 EI											上偏差 ES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		所有标准公差等级											IT6 IT7 IT8 ≤8 >8 ≤8 >8 ≤8 >8 ≤8 >8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS	J	K	M	N	P至ZC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
大于	至																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

在大于 IT7 的相应数值上增加一个 Δ 值

基本尺寸 /mm		下偏差 EI								上偏差 ES										
		A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS	JT6	JT7	JT8	K	M	N	P至ZC
大于 315	355	+1200	+600	+360		+210	+125		+62	+18	0			+29+39+60	-4+	-21+	-21	-37+	0	
355	400	+1350	+680	+400																
400	450	+1500	+760	+440		+230	+135		+68	+20	0			+33+43+66	-5+	-23+	-23	-40+	0	
450	500	+1650	+840	+480																
500	560					+260	+145		+76	+22	0				0		-26	-44		
560	630																			
630	710					+290	+160		+80	+24	0				0		-30	-50		
710	800																			
800	900					+320	+170		+86	+26	0				0		-34	-56		
900	1000																			
1000	1120					+350	+195		+98	+28	0				0		-40	-66		
1120	1250																			
1250	1400					+390	+220		+110	+30	0				0		-48	-78		
1400	1600																			
1600	1800					+430	+240		+120	+32	0				0		-58	-92		
1800	2000																			
2000	2240					+480	+260		+130	+34	0				0		-68	-110		
2240	2500																			
2500	2800					+520	+290		+145	+38	0				0		-76	-135		
2800	3150																			

在大于 IT 7 的相应数值上增加一个 Δ 值

在大于IT7的相应数值上增加一个 Δ 值

续表

基本尺寸 /mm	上偏差 ES													Δ 值							
	标准公差等级大于 IT7													标准公差等级							
	至	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8		
大于	3	-6	-10	-14		-18		-20		-26	-32	-40	-60	0	0	0	0	0	0		
3	6	-12	-16	-19		-23		-28		-36	-42	-50	-80	1	1.5	1	3	4	6		
6	10	-16	-19	-23		-28		-34		-42	-52	-67	-97	1	1.5	2	3	6	7		
10	14							-40		-50	-64	-90	-130								
14	18	-18	-23	-28		-33		-39		-60	-77	-108	-150	1	2	3	3	7	9		
18	24					-41		-54		-73	-98	-136	-188								
24	30	-22	-28	-36		-48		-64		-88	-118	-160	-218	1.5	2	3	4	8	12		
30	40					-60		-80		-94	-148	-200	-274	1.5	3	4	5	9	14		
40	50	-26	-34	-43		-70		-97		-114	-180	-242	-325								
50	65					-87		-102		-144	-226	-300	-406								
65	80	-32	-41	-58		-102		-146		-210	-274	-360	-480	2	3	5	6	11	16		
80	100					-124		-178		-258	-335	-445	-686								
100	120	-37	-51	-71		-144		-210		-310	-400	-525	-690	2	4	5	7	13	19		
120	140					-170		-248		-386	-470	-620	-800								
140	160	-43	-66	-100		-190		-280		-416	-535	-700	-900	3	4	6	7	15	23		
160	180					-210		-310		-465	-600	-780	-1000								
180	200					-236		-350		-520	-670	-880	-1150								
200	225	-50	-80	-130		-258		-385		-575	-740	-960	-1260	3	4	6	9	17	26		
225	250					-284		-425		-640	-820	-1050	-1350								
250	280					-315		-475		-710	-920	-1200	-1550	4	4	7	9	20	29		
280	315	-56	-94	-158		-350		-525		-790	-1000	-1300	-1700								

续表

基本尺寸 /mm		上偏差 ES										Δ 值							
		标准公差等级大于 IT7										标准公差等级							
大于	至	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8
315	355	-62	-108	-190	-268	-390	-475	-590	-730	-900	-1160	-1600	-1900	4	5	7	11	21	32
355	400		-114	-208	-294	-435	-530	-660	-820	-1000	-1300	-1650	-2100						
400	450	-68	-126	-232	-330	-490	-596	-740	-920	-1100	-1460	-1850	-2400	5	5	7	13	23	34
450	500		-132	-262	-360	-540	-660	-820	-1000	-1260	-1600	-2100	-2600						
500	560		-150	-280	-400	-600													
560	630	-78	-155	-310	-450	-660													
630	710		-176	-340	-500	-740													
710	800	-88	-185	-380	-560	-840													
800	900		-210	-430	-620	-940													
900	1000	-100	-220	-470	-680	-1050													
1000	1120		-250	-520	-780	-1150													
1120	1250	-120	-260	-580	-840	-1300													
1250	1400		-300	-640	-960	-1460													
1400	1600	-140	-330	-720	-1050	-1600													
1600	1800		-370	-820	-1200	-1850													
1800	2000	-170	-400	-920	-1360	-2000													
2000	2240		-440	-1000	-1500	-2300													
2240	2500	-195	-460	-1100	-1650	-2500													
2500	2800		-550	-1250	-1900	-2900													
2800	3150	-240	-580	-1400	-2100	-3200													

注：1. 基本尺寸小于或等于 1mm 时，基本偏差 A 和 B 及大于 IT8 的 N 均不采用。

2. 公差带 JS7 至 JS11，若 IT_n 值是奇数，则取偏差 = $\pm(IT_n - 1)/2$ 。

3. 对于小于或等于 IT8 的 K、M、N 和小于或等于 IT7 的 P 至 ZC，所需 Δ 值从表内右侧选取。

例如：18~30mm 段的 K7： $\Delta = 8\mu\text{m}$ ，所以 $ES = -2 + 8 = +6\mu\text{m}$ ；18~30mm 段的 S6： $\Delta = 4\mu\text{m}$ ，所以 $ES = -35 + 4 = -31\mu\text{m}$ 。

4. 特殊情况：250~315mm 段的 M6，ES = $-9\mu\text{m}$ （代替 $-11\mu\text{m}$ ）。