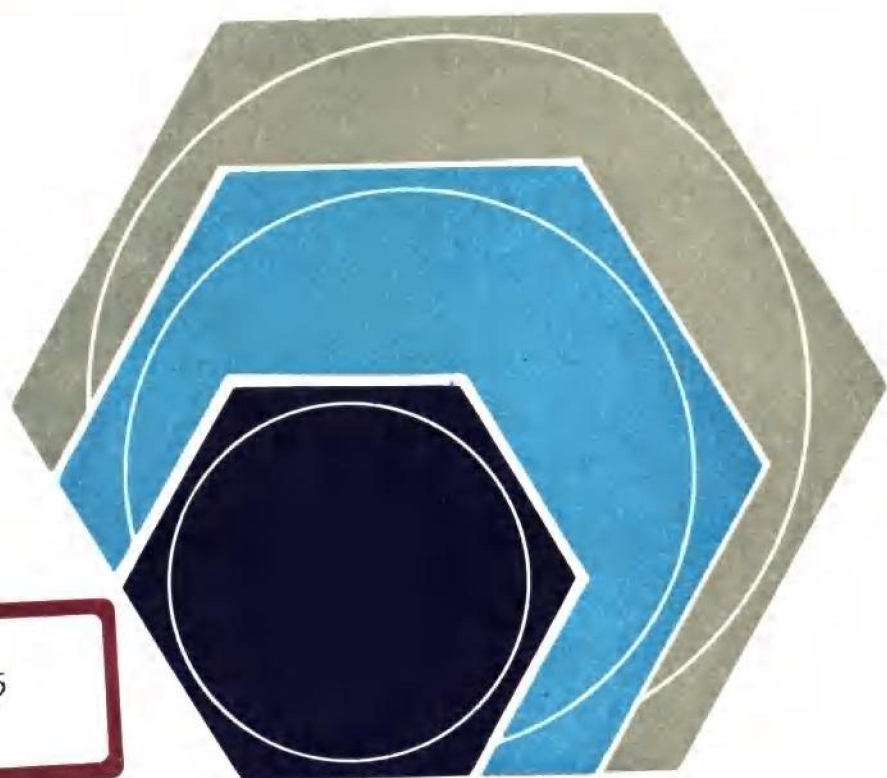


陆朝忠 编著

提高标准件 模具寿命的 途径

机械工业出版社



605

提高标准件模具寿命的途径

陆朝忠 编著



机械工业出版社

本书系统地介绍了标准件模具结构设计的方法，用典型实例阐述怎样设计才能大幅度地提高模具的寿命。分析了模具材料中过剩碳化物的数量与模具组合结构之间的关系；模具材料与模具结构的选配关系；模具技术条件与模具结构之间的关系；模具材料、模具结构与锻造、热处理工艺之间的优选关系等。

全书共分4章。内容包括标准件模具的设计；标准件模具材料选择；标准件模具的锻造及预先热处理；标准件模具的热处理。

提高标准件模具寿命的途径

陆朝忠 编著

*

责任编辑：崔世荣 版式设计：冉晓华

封面设计：方 芬 责任校对：熊天荣

责任印制：王国光

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $5 \frac{1}{4}$ · 字数 114 千字

1991年2月北京第一版·1991年2月北京第一次印刷

印数 0,001—3,000 · 定价：4.80 元

*

ISBN 7-111-02246-7/TG·577

前 言

机械工业,特别是汽车、汽轮机、锅炉、重型机械等的迅速发展,与这些机械相配套的高强度标准件需要量也越来越多;另一方面,家用电器工业,例如彩色电视机、电冰箱、洗衣机、录音机等迅猛发展,使标准件产品中的高强度螺钉、自攻螺钉、组合螺钉、花色螺钉等有着广阔的市场。

大批量生产标准件时,除了要有高效率、高精度的多工位冷镦机以外,还必须要高质量、长寿命的模具。一般的整体模具不能满足高速冷镦机的需要,特别是采用传统的老钢种且又忽视制造工艺,往往使模具早期失效。因此,标准件行业对提高模具寿命迫在眉睫。因为这不仅会大大影响提高劳动生产率、降低成本、提高经济效益,并且对提高产品质量也有重要影响。本书就标准件行业最容易出现问题的几种模具,从设计方法、材料选择及热处理工艺等方面进行了分析和讨论,以期能提高标准件行业模具的寿命。

本书由哈尔滨工业大学冯晓曾审稿。在编写过程中,还得到了有关部门的大力支持,在此一并表示感谢!

由于本人经验不足,书中还难免存在缺点和错误,恳切地希望同志们提出宝贵意见,以便修改、补充和完善。

作 者

1989年6月

目 录

前言

第一章 标准件模具的设计	1
一、标准件模具的分类	1
二、标准件模具设计的一般方法	3
三、高寿命标准件模具的设计	13
第二章 标准件模具材料的选择	34
一、含有不同数量过剩碳化物的模具材料与模具组合 结构之间的关系	34
二、模具材料与模具结构的选配关系	40
三、模具材料的硬度与模具结构的关系	49
四、模具材料及模具结构与锻造、热处理工艺之间的 优选关系	51
五、国内外标准件模具材料对比分析	57
第三章 标准件模具的锻造及预先热处理	62
一、模具毛坯的质量对淬火缺陷和使用性能的影响	62
二、标准件模具钢的锻造	67
三、标准件模具的预先热处理	75
第四章 标准件模具的热处理	83
一、模具热处理的简明原理	83
二、模具的淬火与回火	108
三、模具的化学热处理	157
参考文献	161

第一章 标准件模具的设计

一、标准件模具的分类

为了更好地分析标准件模具的特点，有必要将标准件模具按各种方法加以分类。

1. 按标准件产品名称分类

- (1) 螺栓模具；
- (2) 螺母模具；
- (3) 螺钉模具；
- (4) 垫圈（包括挡圈）冲模；
- (5) 销冲模具；
- (6) 铆钉模具。

2. 按标准件模具的形状分类

- (1) 凹模；
- (2) 凸模；
- (3) 切模。

3. 按标准件模具的结构分类

- (1) 整体模——模具由一块钢料制成；
- (2) 组合模——模具由模套、模芯、顶针、垫头等几个零件组合而成。

4. 按标准件模具所用材料分类

- (1) 碳钢模具；
- (2) 合金钢模具；
- (3) 硬质合金模具（俗称钨钢模具）。

5. 按标准件生产的工艺分类

- (1) 拉丝模;
- (2) 冷镦模;
- (3) 切料模 (又称落料模或刀口模);
- (4) 切料刀 (又称落料刀板);
- (5) 橄榄模;
- (6) 圆头上、下模;
- (7) 切边模;
- (8) 压球模;
- (9) 压角模 (六角模);
- (10) 冲孔冲头;
- (11) 冲孔下模;
- (12) 压角上六角冲头;
- (13) 压角下六角冲头;
- (14) 缩杆模;
- (15) 凹穴模;
- (16) 十字槽冲头;
- (17) 一字槽冲头;
- (18) 滚丝模;
- (19) 搓丝模 (俗称搓丝板);
- (20) 十字槽预冲模。

6. 按多工位冷镦工序分类

- (1) 一序预冲模;
- (2) 二序冲模;
- (3) 三序切边模。

7. 按标准件模具的使用寿命高低分类

- (1) 冷镦普通钢低强度标准件模具分类 见表1-1。
- (2) 冷镦35钢、20MnTiB 等高强度标准件模具分类

见表1-2。

表1-1 冷镦材料为普通钢时模具寿命分类

标准序号	寿命指标 (万件/只)	模具名称
一级标准	≥ 100	高寿命模具
二级标准	$\geq 10 \sim < 100$	较高寿命模具
三级标准	$\geq 5 \sim < 10$	中等寿命模具
四级标准	$\geq 1 \sim < 5$	一般寿命模具
五级标准	< 1	低寿命模具

表1-2 冷镦材料为35、20MnTiB钢时模具寿命分类

标准序号	寿命指标 (万件/只)	模具名称
一级标准	≥ 50	高寿命模具
二级标准	$\geq 10 \sim < 50$	较高寿命模具
三级标准	$\geq 3 \sim < 10$	中等寿命模具
四级标准	$\geq 0.5 \sim < 3$	一般寿命模具
五级标准	< 0.5	低寿命模具

二、标准件模具设计的一般方法

在介绍高寿命模具设计方法之前，我们先以一个典型的例子来阐述一下普通标准件模具的设计方法。

〔例〕 设计GB5782—86中M8×45mm 螺栓冷 镦工艺及模具。

已知条件：冷镦，在Z12-8A 双击冷 镦 机 上 生 产；切边，在Z23-16型自动切边机上生产；搓丝，在Z25-8型搓丝机上生产。

设计方法：

1. 查标准 GB5782—86中M8×45mm六角头螺栓标准图如图1-1所示。

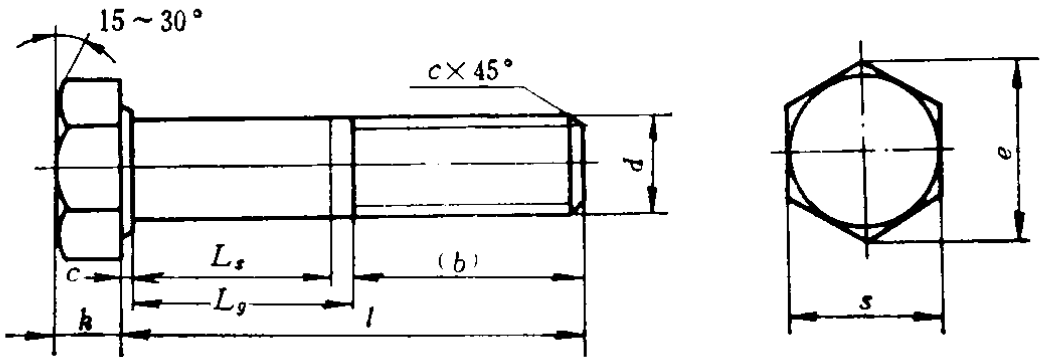


图1-1 六角头螺栓标准图

标记示例：粗牙普通螺纹，直径8mm，长度45mm，机械性能等级为4.8级，不经表面处理的六角头螺栓。

M8×45mm 粗牙螺纹螺栓尺寸、允差及螺纹长度，均可在标准中查得，见表1-3、表1-4。螺栓尺寸如图 1-2 所示。

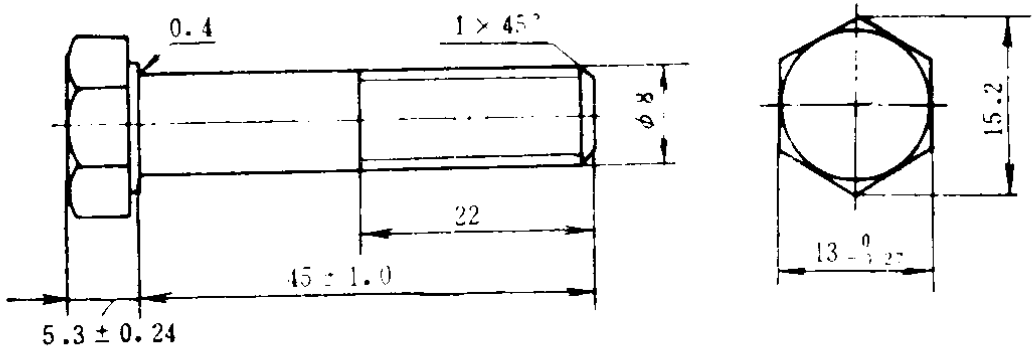


图1-2 GB5782—86中M8×45mm螺栓尺寸（粗牙螺纹）

2. 编制冷镦工艺 在双击冷镦机上进行如下冷镦工艺：

（1）切料 在冷镦生产时，可有 3 种冷镦工艺，切料长度根据冷镦工艺的不同而各异。

表1-3 GB5782—86规定的螺栓允差范围

(mm)

螺纹规格	d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16
b 参考	$l \leq 125$	12	14	16	18	22	26	30	38
	$125 < l \leq 200$	—	—	—	—	28	32	36	44
	$l > 200$	—	—	—	—	—	—	—	57
c	max	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8
	min	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.2
d_a	max	3.6	4.7	5.7	6.8	9.2	11.2	13.7	17.7
	min	3	4	5	6	8	10	12	16
d_o min	产品等级	A	2.86	3.82	4.82	5.82	7.78	9.78	11.73
	B	—	—	4.70	5.70	7.64	9.64	11.57	15.57
d_w min	产品等级	A	4.6	5.9	6.9	8.9	11.6	14.6	16.6
	B	—	—	6.7	8.7	11.4	14.4	16.4	22
e min	产品等级	A	6.07	7.66	8.79	11.05	14.38	17.77	20.03
	B	—	—	8.63	10.89	14.20	17.59	19.85	26.17
f	max	1	1.2	1.2	1.4	2	2	3	3
k	公称	2	2.8	3.5	4	5.3	6.4	7.5	10
	产品等级	A	1.88	2.68	3.35	3.85	5.15	6.22	7.32
		max	2.12	2.92	3.65	4.15	5.45	6.58	7.68
	B	min	—	—	3.26	3.76	5.06	6.11	7.21
		max	—	—	3.74	4.24	5.54	6.69	7.79
	产品等级	A	1.3	1.9	2.3	2.7	3.6	4.4	5.1
k'	min	B	—	—	2.3	2.6	3.5	4.3	5
r	min	0.1	0.2	0.2	0.25	0.4	0.4	0.6	0.6
s	max = 公称	5.5	7	8	10	13	16	18	24
	产品等级	A	5.32	6.78	7.78	9.78	12.73	15.73	17.73
		B	—	—	7.64	9.64	12.57	15.57	17.57

表1-4 螺栓公称长度及无螺纹杆部长度 l_s 、夹紧长度 l_g (mm)

公 称	I										无螺纹杆部长度 l_s 和夹紧长度 l_g																	
	产 品 等 级				M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16																
	A		B		l_s	l_g	l_s	l_g	l_s	l_g	l_s	l_g	l_s	l_g	l_s	l_g	l_s	l_g										
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max										
20	19.6	20.4	—	—	5.5	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—										
25	24.6	25.4	—	—	10.5	13	7.5	11	5	9	—	—	—	—	—	—	—	—										
30	29.6	30.4	—	—	15.5	18	12.5	16	10	14	7	12	—	—	—	—	—	—										
35	34.5	35.4	33.7	36.3	—	—	17.5	21	15	19	12	17	6.75	13	—	—	—	—										
40	39.5	40.5	38.7	41.3	—	—	22.5	26	20	24	17	22	11.75	18	6.5	14	—	—										
45	44.5	45.5	43.7	46.3	—	—	—	—	25	29	22	27	16.75	23	11.5	19	6.25	15										
50	49.5	50.5	48.7	51.3	—	—	—	—	30	34	27	32	21.75	28	16.5	24	11.25	20										
(55)	54.4	55.6	53.5	56.5	—	—	—	—	—	—	32	37	26.75	33	21.5	29	16.25	25										
60	59.4	60.6	58.5	61.5	—	—	—	—	—	—	37	42	31.75	38	26.5	34	21.25	30										
(65)	64.4	65.6	63.5	66.5	—	—	—	—	—	—	—	—	36.75	43	31.5	39	26.25	35										
70	69.4	70.6	68.5	71.5	—	—	—	—	—	—	—	—	41.75	48	36.5	44	31.25	40										
80	79.4	80.6	78.5	81.5	—	—	—	—	—	—	—	—	51.75	58	46.5	54	41.25	50										
90	89.3	90.7	88.3	91.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56.5	64	51.25	60										
100	99.3	100.7	98.3	101.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66.5	74	61.25	70										
110	109.3	110.7	108.3	111.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71.25	80										
120	119.3	120.7	118.3	121.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81.25	90	81.25	90										
130	129.2	130.8	128	132	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	76	86										
140	139.2	140.8	138	142	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	86	96										
150	149.2	150.8	148	152	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	96	106										
160	—	—	158	162	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	106	116										

注：1.尽可能不采用括号内的规格。
2.折线之间为商品规格范围。

1) 中径工艺: 又称细杆工艺。这种工艺是将原材料 $\phi 8 \sim 9\text{mm}$ 的低碳钢(含碳量为 $0.1 \sim 0.12\%$)盘料, 拉丝到中径尺寸 $\phi 6.98\text{mm}$, 进行冷镦加工。由于杆径已经达到螺栓的中径尺寸, 故不必缩杆, 只要把螺栓头部镦成圆头即可。但此种工艺由杆径细而长的料冷镦成螺栓头部高度为 5.3mm , 其压缩比很大, 往往超出允许的压缩比范围(25%)。因而螺栓头部易于开裂, 或圆头经六角切边工序后容易在冷镦变形最严重处产生裂纹, 使螺栓报废。因此, 中径工艺已逐渐被淘汰, 很少使用。唯有小六角螺栓生产有时还采用此种工艺。

2) 外径工艺: 又称粗杆工艺。这种工艺是将原材料 $\phi 9 \sim 10\text{mm}$ 的低碳钢盘料拉拔到螺栓外径尺寸 $\phi 7.8^{+0.03}_0\text{mm}$, 冷镦圆头是从一段粗而短的料镦成螺栓头部高度为 5.3mm , 故压缩比小, 不会超出允许的压缩比范围, 因而螺栓头部不会开裂, 切边时也不会出现裂纹。但螺纹部分却必须要从 $\phi 7.8^{+0.03}_0\text{mm}$ 缩杆到 $\phi 7.08^{+0.03}_0\text{mm}$, 才能在搓丝工序中完成螺纹加工。由此可见, 采用这种工艺冷镦头部比较安全, 但缩杆较大, 当原材料硬度太低, 拉丝质量不良时, 会产生缩不进的现象。唯有在 4 工位联合冷镦机上经 2 次缩杆完成螺栓杆部加工时, 外径工艺才是最理想的。

3) 外中径工艺: 介于外径工艺与中径工艺之间的工艺。这种工艺是将原材料拉丝到螺栓外径与中径之间某一尺寸 $\phi 7.6^{+0.05}_0\text{mm}$ 。这样, 即使螺纹部分缩杆尺寸减小, 易于缩杆; 又照顾到螺栓头部压缩比不致过大而开裂, 故此种工艺是介于上述两种工艺之间, 在双击冷镦机上经常采用此种工艺。

切料长度是根据所采用何种工艺而定的。在生产 $M 8 \times 45\text{mm}$ 螺栓时, 应采用外径工艺。

(2) 镦橄榄坯料 在双击冷镦机上用型腔为橄榄形的模具镦出橄榄形的坯料，是冷镦成形的中间工序。

(3) 镦圆头缩杆 这是在双击冷镦机上的第二击，即将橄榄形的坯料头部镦成高度为5.3mm的圆头。

冷镦工艺到此结束。随后转入Z23-16型自动切边机上进行切边。再在Z25-8型搓丝机上搓丝，完成全部加工过程。

应当指出，坯料的缩杆部分，经搓丝板滚压后形成螺纹，此缩杆后的直径称为螺坯直径。螺坯直径确定得正确否，对螺纹的质量、螺栓强度及搓丝板的使用寿命都有很大影响。

通常，螺坯直径是根据经验和参照外厂同类产品而确定的。

螺坯直径的公差，应根据滚压螺纹的精度，按规定的螺纹极限偏差进行选择。

根据国家标准规定， $M8 \times 45\text{mm}$ 螺栓应为6g级精度。

3. 模具设计 目前，大多采用传统的模具材料，设计成整体模具。其制造工艺也采用一般的最常见的加工方法。原材料往往不经锻造、退火直接车削成型，采用箱式炉或盐浴炉淬火、回火。

上述的 $M8 \times 45\text{mm}$ 螺栓模具设计方法如下：

(1) 切料模 $M8\text{mm}$ 外径切料刀和刀口模设计如图1-3所示。切料刀和刀口模都采用T10A钢制造，硬度分别为HRC59~61（切料刀）和HRC60~62（刀口模）。

(2) 橄榄模 $M8\text{mm}$ 螺栓的外径橄榄上模设计如图1-4所示。采用T10钢制造，直接车成毛坯，型腔是用 $M8\text{mm}$

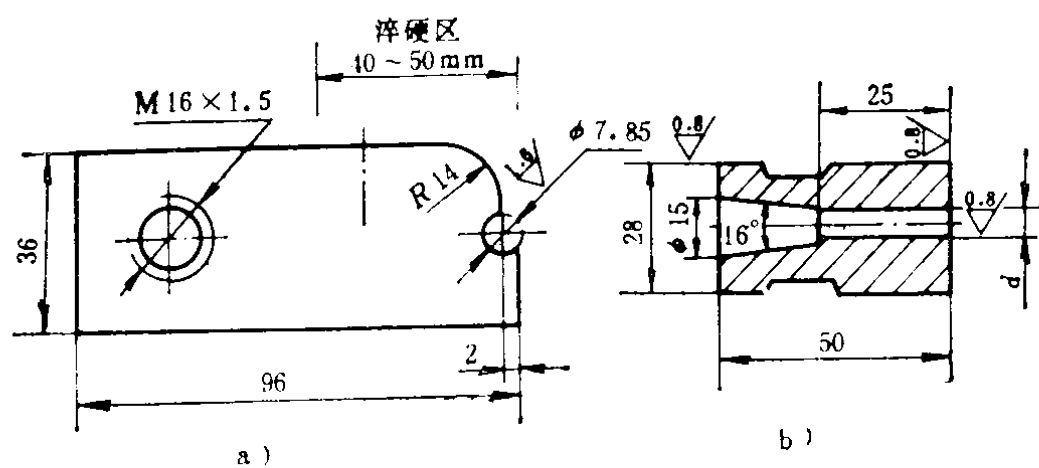


图1-3 Z 12-8 A 机用 M8mm 螺栓切料刀和刀口模
a) 切料刀 b) 刀口模

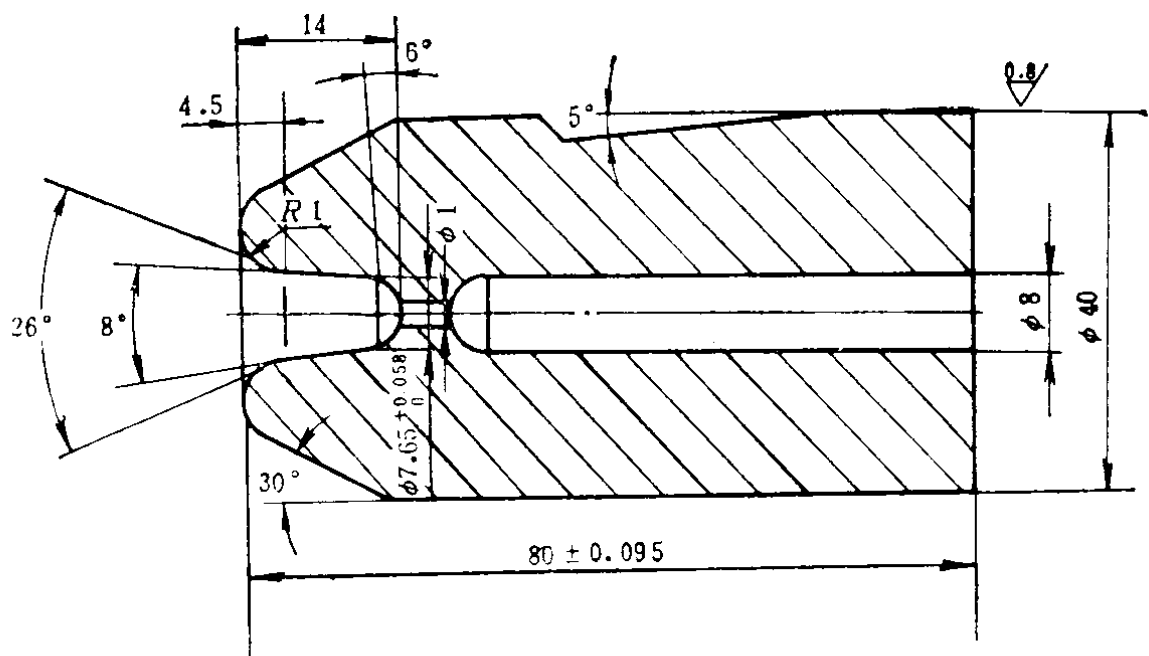
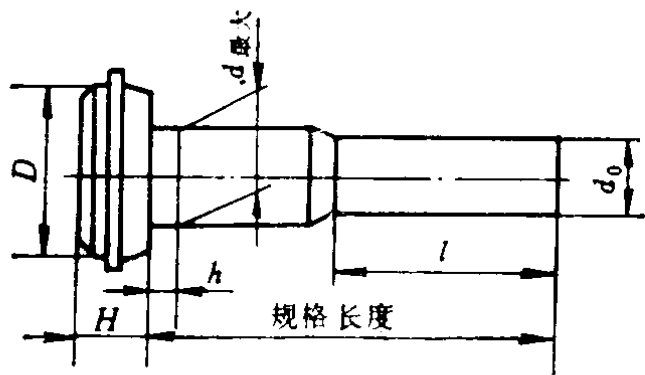


图1-4 M8mm 螺栓的外径橄榄上模 (Z 12-8 A 机用)

压冲挤压成型的，硬度为 HRC59~61。

(3) 镦圆头 缩杆模 GB5782—86 中 M8×45mm 螺栓工艺尺寸如图 1-5 所示。相应设计成的冷镦模具（圆头上



规格	$d_{\text{最大}}$	h	D	H	d_0	l	头杆偏移
M8	8	2.5	$16.2^{+0.2}_0$	$5.3^{+0.2}_{-0.24}$	$7.08^{+0.07}_0$	$22^{+1.5}_0$	≤ 0.2

图1-5 GB5782—86中 M8×45mm螺栓工艺尺寸

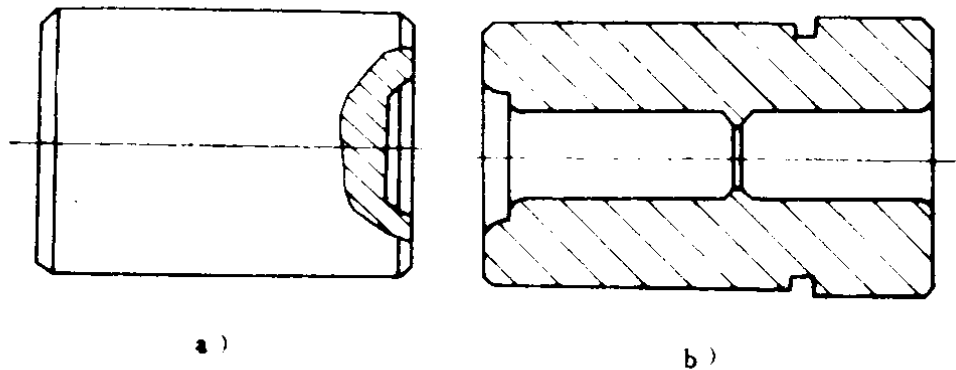


图1-6 冷镦 GB5782—86中 M8×45mm螺栓用的圆头上、下模
(Z 12-8 A 机用)

a) 圆头上模 b) 圆头下模

模、圆头下模) 如图1-6所示。圆头上模也采用 T 10钢制造，整体结构。圆头下模设计成整体结构，采用 Cr12MoV 钢制造 (也可采用 T 10钢)，硬度为 HRC58~60。

这种设计方法，是根据螺栓的工艺尺寸简单地设计成整体模，这种整体模由于设计水平低 (原因见下节)，其使用寿命是不高的。

(4) 切边上、下模 切边工序是在 Z 23-16型自动切边

机上进行的。GB5782—86中M8×45mm螺栓切边上模设计如图1-7所示,常用9SiCr钢制造,硬度为HRC56~59; GB5782—86中M8×45mm螺栓切边下模设计如图1-8所示,采用

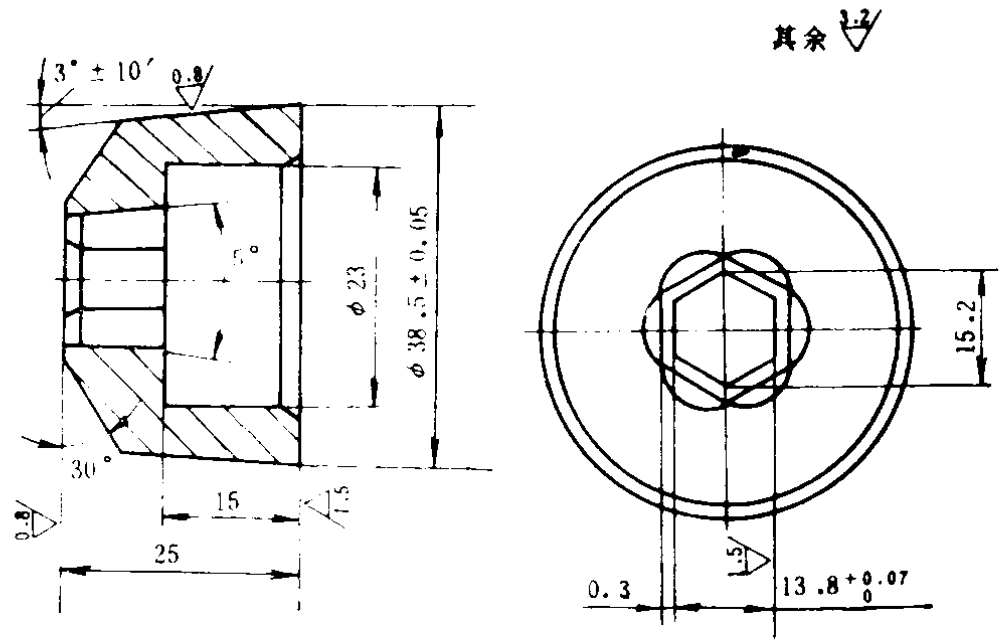


图1-7 GB5782—86中M8×45mm螺栓切边上模

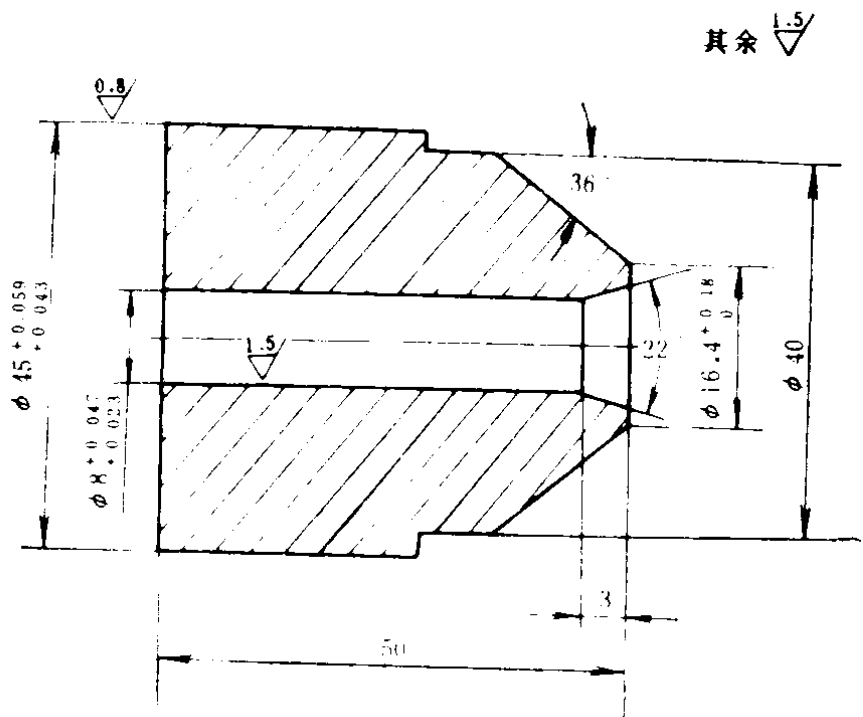


图1-8 GB5782—86中M8×45mm螺栓切边下模

GCr15轴承钢制造，硬度为HRC58~60。此模具采用 T 10 钢制造是不适宜的。因为头部尺寸小而下部壁厚增大，相差悬殊，这样 T 10 钢用双液淬火（盐水、油）时，因冷速相差太大容易产生开裂。而用 G Cr15 轴承钢制造，可采用油淬硬，冷却速度相差较小，内应力也小，淬火时不易产生裂纹。

（5）搓丝板 搓丝 是在 Z 25-8 自动搓丝机上进行生产的。搓丝板设计如图 1-9 a 所示。在一付搓丝板中，其中一块为动板，另一块为静板。硬度为 HRC59~61。材料采用 9SiCr 或 Cr12MoV 钢制造。经锻造、退火后加工成型。搓丝板的牙型如图 1-9 b 所示。标准的搓丝板牙型角为 60° ，其参数

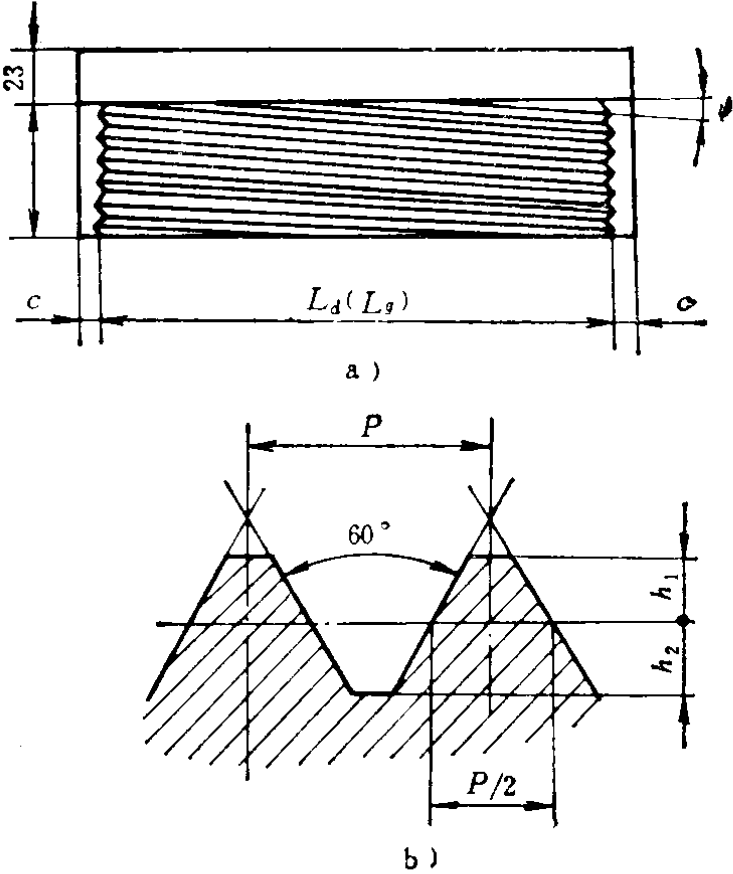


图1-9 M8×1.25mm搓丝板
a) 搓丝板 b) 搓丝板牙型