ICS 25.120；03.100
J46

团　　体　　标　　准

T/CDMIA B003-2020

800MN 压机模具系统设计规程

Specification for die system design of 800MN press

2020-10-28 发布　　2020-12-01 实施

中 国 模 具 工 业 协 会　发 布

目　次

前言 III
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　800MN 压机对模具设计的基本要求 1
3.1　装模空间 1
3.2　允许偏载 1
3.3　承压面 1
4　模具长、宽、高尺寸 2
4.1　模具的长度 2
4.2　模具的宽度 2
4.3　模具的高度 2
5　整体模块尺寸系列 2
6　模锻压机模锻力计算 2
7　整体式模具设计 3
7.1　模膛与模具壁厚 3
7.2　压制中心、模具中心与锻件中心的设计 4
7.3　顶出设计 4
7.4　飞边槽设计 7
7.5　钳口设计 7
7.6　装模紧固设计 8
7.7　键槽设计 10
7.8　模具起重孔 11
7.9　模具加工 11
8　导柱导向系统设计 12
8.1　过盈装配导柱设计 12
8.2　可拆导柱设计 14
9　附图及参考资料 15

图 1　三种模膛平面形状 3
图 2　模膛至锁扣、导柱的壁厚 4
图 3　压机本体上下顶出孔的位置分布 4
图 4　扁担梁顶杆模具简图 5
图 5　上模具顶出结构简图 6
图 6　下模具顶出结构简图 6

图 7　压板紧固模具 8
图 8　压板紧固方式简图 9
图 9　压紧槽分两段设计模具简图 9
图 10　螺栓紧固模具 10
图 11　导柱简图 12
图 12　导柱孔简图 14
图 13　可拆导柱设计装配简图 14
图 14　模具装配示意图 15
图 15　模具、模座及上顶出器装配示意图 15

表 1　化学成分表 1
表 2　最小承压面 2
表 3　整体模块优先尺寸系列 2
表 4　系数 K_1 4
表 5　顶出排布方式 5
表 6　上下模顶出相关参数 6
表 7　钢锻件飞边槽尺寸 7
表 8　钛合金锻件飞边槽尺寸 7
表 9　压紧槽长度设置参数 9
表 10　尺寸 A、B、C 实际设计参数表 10
表 11　起重孔尺寸 11
表 12　模具补焊合格标准 11
表 13　导柱直径尺寸 12
表 14　导柱孔尺寸 13

前　言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由中国模具工业协会提出并归口。

本标准主要起草单位：中国第二重型机械集团德阳万航模锻有限责任公司、中机生产力促进中心、沈阳飞机工业（集团）有限公司、北京机电研究所有限公司、中航工业沈阳所、重庆大学。

本标准起草人：谢静、莫安军、吴进军、聂军刚、杨立新、朱宇宏、李晶莹、曾菁、闵武、余胜峰、刘晓飞、刘艳梅、张浩、贺飞、王德勇。

本标准为首次发布。

CDMIA

800MN 压机模具系统设计规程

1 范围

本标准规定了 800MN 压机（简称“压机”）用模锻模具设计要求、计算方法、加工要求、装配方法以及零配件设计加工等。

本规程适用于 800MN 压机模锻模具系统设计。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 8845-2017 模具术语
GB/T 8541-2012 锻压术语
GB/T 6402-2008 钢锻件超声检测方法

3 800MN 压机对模具设计的基本要求

3.1 模具材料及化学成分

模锻模具采用5CrNiMo、55NiCrMoV7模具钢，其化学成分应符合表1要求。

表1 化学成分表

化学成分	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	S	P	Cu	V
5CrNiMo	0.54～0.60	0.50～0.80	≤0.40	0.65～0.80	1.60～1.80	0.25～0.30	≤0.030	≤0.030	≤0.20	/
55NiCrMoV7	0.54～0.60	0.65～0.95	0.1～0.4	1.1～1.2	1.65～1.80	0.45～0.55	≤0.02	≤0.02	/	0.07～0.12
注：55NiCrMoV7 钢采购双真空钢锭，残留气体要求 H≤2ppm，O≤20ppm N≤60ppm。										

3.2 装模空间

根据压机垂直方向净空高度、工作行程及垫板模座高度，可确定装模空间H值。

700 mm≤H＜2700 mm

3.3 承压面

模锻时，模具应有足够的接触面积来扩散压机压力，防止压力集中而破坏压机垫板，~~这个~~上下模的接触表面是指模具与模座接触的模具面积，被称为承压面。

承压面的大小是根据压机压力施加在模具承压面上计算所得合理的单位压应力（模座上的压应力≤500 Mpa）而确定，压机各吨位下的模具承压面最小允许值见表2。

表2　最小承压面

模锻总压力/MN	100	200	300	400	500	600	700	800
最小承压面积/ m^2	0.20	0.40	0.60	0.80	1.0	1.20	1.40	1.60
计算公式: 最小承压面积(m^2)=模锻总压力(MN)/500MPa.								

4　模具长、宽、高尺寸

4.1　模具的长度

模具最短长度为1700 mm，最大长度7000 mm。当以宽度方向中心线为基准时，如模具长度不对称时，中心线两侧最小长度尺寸应不小于上述最小长度尺寸的1/2（≥850 mm），最大长度尺寸应不超过上述最大长度尺寸的1/2（≤3500 mm）。

4.2　模具的宽度

模具最小宽度 1100 mm，最大宽度 3160 mm。当模具以长度方向中心线为基准时，如模具宽度不对称时，中心线两侧最小宽度尺寸应不小于上述最小宽度尺寸的 1/2（≥550 mm），最大宽度尺寸应不超过上述最大宽度尺寸的 1/2（≤1580 mm）。

4.3　模具的高度

模具的高度尺寸与装模空间 H 值一致，但考虑模具实际需落面返修，返修 3～4 次，每次落面高度约 30 mm，上下模落面总计约 200 mm，最低高度可适当提高至 900 mm；模具最大高度为最大装模空间减去实际荒坯高度及夹料机夹料空间，即模具最大高度为 2700 mm-H（荒坯高度）-800 mm（夹料机夹料空间）；即模具的高度尺寸 H（模具）为：

900 mm≤H（模具）＜2700 mm-H（荒坯）-800 mm

5　模块尺寸系列

模块尺寸系列见表2，在模块选用时可优先选用表3中的尺寸。

表3　模块优先尺寸系列

单位：mm

模块长度											
1700	1800	1900	2000	2200	2400	2600	2800	3200	3500	4000	4500
5000	5500	6000	6500	7000							
模块宽度											
1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2200	2400
2600	2800	3000	3100	3160							
模块高度											
450	500	550	600	650	700	750	800	850	900		

6　模锻压机模锻力计算

压机上模锻时变形力的计算方法有多种，可通过计算机数值模拟方式获得，也可通过经验公式获得，以下主要提出两种较实用的计算方法：

a） 模锻变形力计算公式之一

$$P=(50\sim70)F \quad \text{..... (1)}$$

式中：

50～70—量纲系数，KN/ cm^2；

P—变形力（KN）；

F—包括飞边桥部在内的锻件投影面积（cm^2）。

本公式适宜于估算锻件变形力，初步计算锻件所需压力大小。

式中系数 50～70，对于锻件塑性好，形状简单，过渡圆角较大，外圆角较大，壁厚较厚，筋低而厚的锻件可取小值。对于塑性差，形状复杂，扁薄、模膛窄而深，外圆角小的锻件应取大值。

b） 模锻变形力计算公式之二

$$P=WK_w F \quad \text{..... (2)}$$

式中：

P—变形力（KN）；

F—包括飞边桥部在内的锻件投影面积（cm^2）；

K_w—单位面积压力（Pa）。

W 为温度与材料影响系数。例如：当温度为 1200℃，45 钢时 W=1。其余材质可查表或做试验确定。

7 模具设计

7.1 模膛与模具壁厚

7.1.1 模具模膛应有足够的壁厚，以保证模具在工作中不发生非正常时效。确定模膛壁厚应考虑以下因素：

a） 模膛深度越大，侧壁斜度越小，壁与底的圆角半径越小，壁厚越大；

b） 与模膛相邻的壁面斜度越小，壁厚越大，如相邻的是模具外壁（斜度为零），则壁厚应最大；

c） 其他条件相同时，模膛的平面形状对壁厚的影响不同。在图 1 中 S1、S2、S3 的壁厚应满足 S1＜S2＜S3。

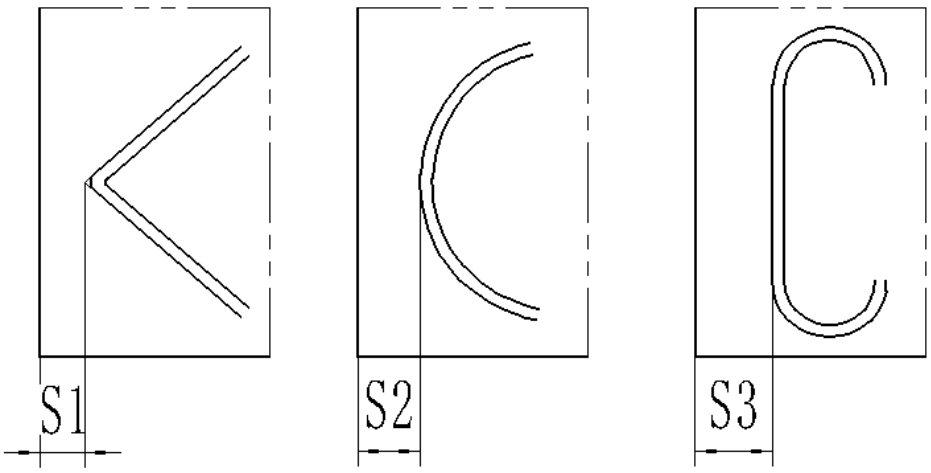


图1　三种模膛平面形状

7.1.2　模膛至外壁或锁扣、导柱的壁厚见图 2。

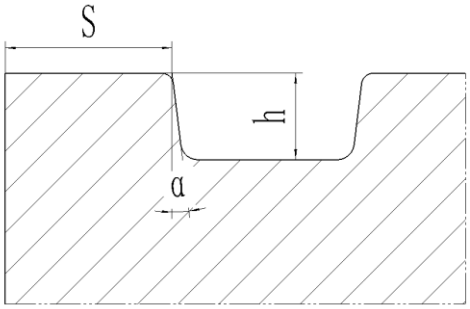


图2　模膛至锁扣、导柱的壁厚

壁厚 S 可根据模膛深度 h 按下式确定：

$$S=K_1h \quad (3)$$

式中：

系数 K_1 按表 4 选用。

表4　系数 K_1

模膛深度 h/mm	＜30	30～50	50～70	70～90	90～120	120～150	150～180	180～220
K_1 深（α=7℃）	2.5	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3
K_1 深（α=5℃）	3.0	2.6	2.4	2.1	1.8	1.7	1.6	1.4
K_1 深（α=3℃）	4.0	3.4	3.2	2.8	2.3	2.1	1.8	1.6

7.2　压制中心、模具中心与锻件中心的设计

在冲击较强的锤用锻模和螺旋压力机用锻模设计中，要求对击中心、模具中心与锻件中心重合，而在压机模具设计中，只需压制中心和锻件中心重合，即二者的偏心距△S=0，实际模具设计中压制中心与锻件中心有偏心，偏心距△S应满足以下条件要求：

a）　在模具长度方向：$\triangle S_C$＜300 mm；

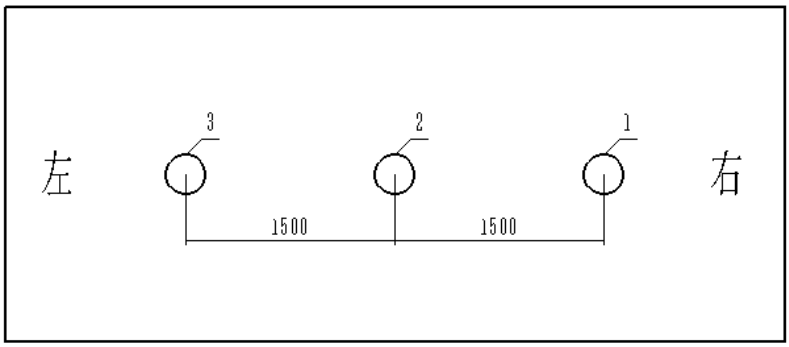
b）　在模具宽度方向：$\triangle S_K$＜200 mm；

$\triangle S_C$ —代表长度方向偏心距，$\triangle S_K$—代表宽度方向偏心距。

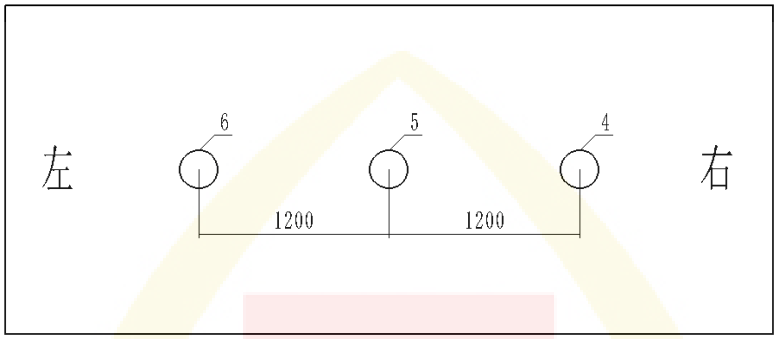
7.3　顶出设计

7.3.1　顶出位置排布

7.3.1.1　顶出位置的排布是根据模具大小、锻件形状及压机本体顶出孔位置所决定。压机本体上下顶出孔排布位置见图 3，允许排布模具顶出的方式及位置见表 5。



a） 压机下顶出孔位置分布



b） 压机上顶出孔位置分布

图3 压机本体上下顶出孔的位置分布

表5 顶出排布方式

单位：mm

模具长度	1700～1930			1930～3430		
上顶出排布方式	5	4-5	5-6	5	4-5	5-6
下顶出排布方式	2	2	2	2、1-2、3-2	1、2、1-2	3、2、2-3
模具长度	3430～7000					
上顶出排布方式	5		4-5	5-6	4-5-6	
下顶出排布方式	2、1-2、3-2、1-2-3		1、2、1-2	2、3、2-3	1、2、3、1-2、3-2、1-2-3	
注：以上代表顶出排布的组合方式，如顶出 2 代表下顶出孔 2 单动，1-2 代表顶出孔 1 和 2 联动。						

7.3.1.2 针对长杆形与长圆幅形锻件等，压机本体自带顶出孔的位置已不能满足要求，为保证锻件质量，可在模具本体里设置扁担梁顶出方式，顶出简图见图 4。

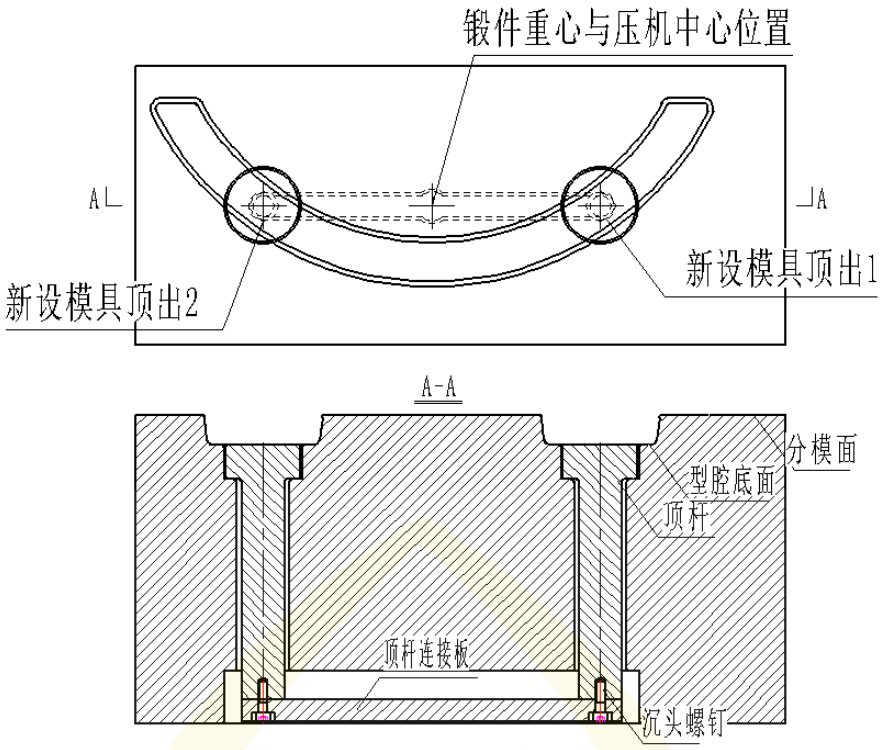


图4　扁担梁顶杆模具简图

7.3.2　顶出设计

7.3.2.1　顶出设计主要指模具的顶出孔及顶杆结构及尺寸设计，上下模顶出结构简图分别见图 5 和图 6。

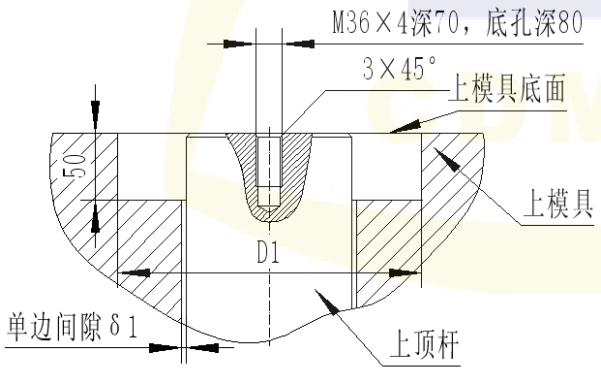


图5　上模具顶出结构简图

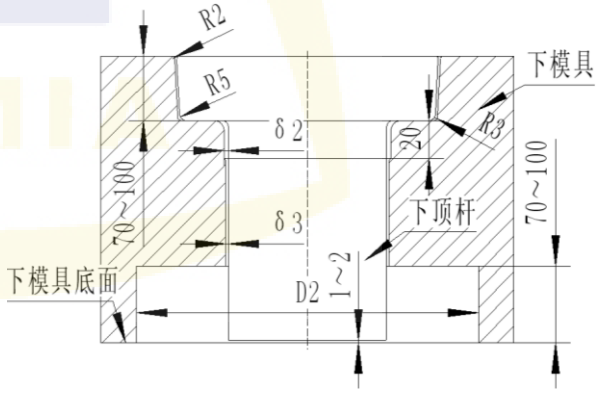


图6　下模具顶出结构简图

7.3.2.2　上下模具顶出尺寸参数选取见表 6。

表6　上下模顶出相关参数

单位：mm

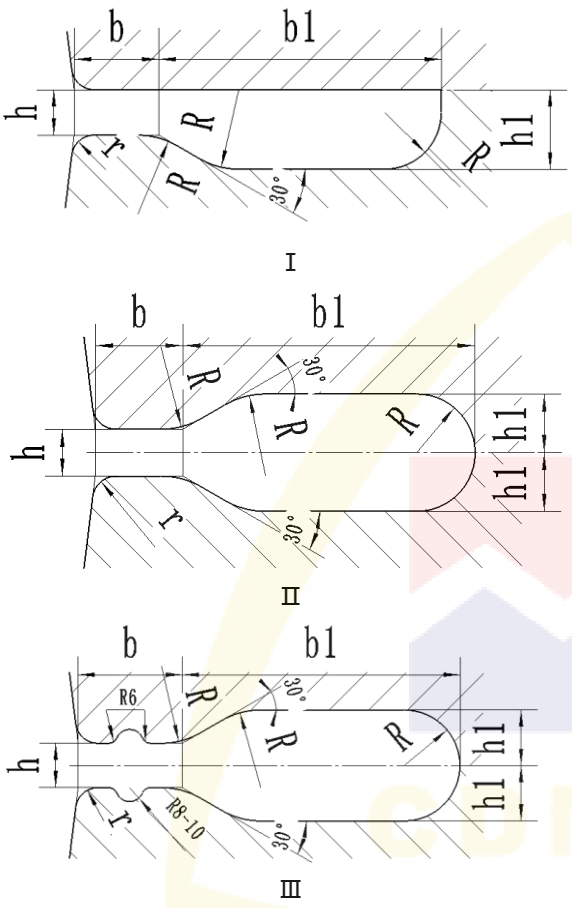
上下模顶杆孔直径		上下模顶杆孔与顶杆单边间隙		
D1	D2	δ1	δ2	δ3
φ165～φ200	φ186～φ200	1.1～1.6	1.5～2.2	0.9～1.3

7.4 飞边槽设计

用于钢锻件、钛合金的飞边槽尺寸分别见表7和表8，高温合金盘锻件一般情况下不设飞边槽。表7中三种形式是压机模具常用飞边槽，其中形式Ⅰ是上模为平板模形式，形式Ⅱ是常用形式，形式Ⅲ是锻件的某些部分比较复杂难以充满采用的形式。

表7 钢锻件飞边槽尺寸（mm）

单位：mm



设备吨位 MN	h	h1	b	b1	r	R
≤200	16	14×2	30	80～110	8	14
200～400	20	16×2	35	80～110	10	16
400～600	22	18×2	40	90～120	12	18
600～800	26	20×2	45	90～120	14	20

表8 钛合金锻件飞边槽尺寸（mm）

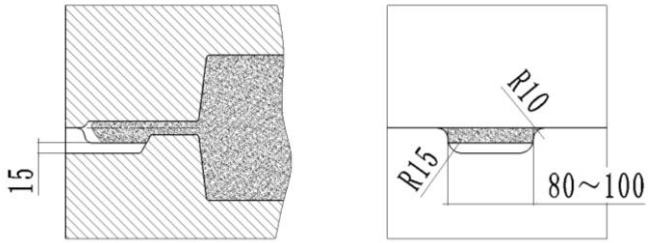
单位：mm

设备吨位/MN	h	h1	b	b1	r	R
≤200	18	15×2	32	80～110	8	15
200～400	22	17×2	40	80～110	10	17
400～600	24	19×2	43	90～120	12	19
600～800	28	21×2	50	90～120	14	21

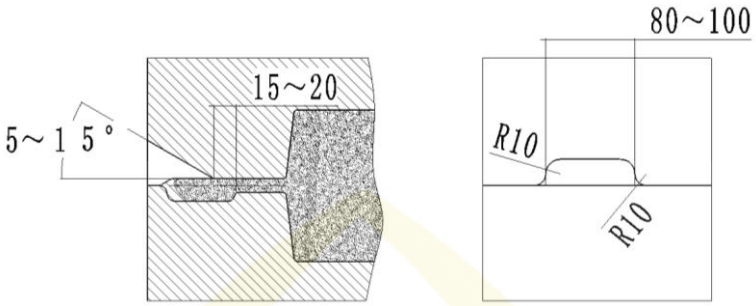
7.5 钳口设计

可在上模（下模）多处对称位置设置钳口，钳口宽80～100 mm，主要有以下两种形式：

a) 形式（一）：



b) 形式（二）：



7.6 装模紧固设计

7.6.1 总则

模具的紧固方式取决于模具的宽度尺寸，根据宽度尺寸大小可分为两种紧固方式，分别为采用压板紧固与采用螺栓紧固。

7.6.2 模具采用压板紧固方式

当模具宽度＜2340 mm时，模具采用压板紧固方式，见图7和图8，图7中的序号1为压紧槽。

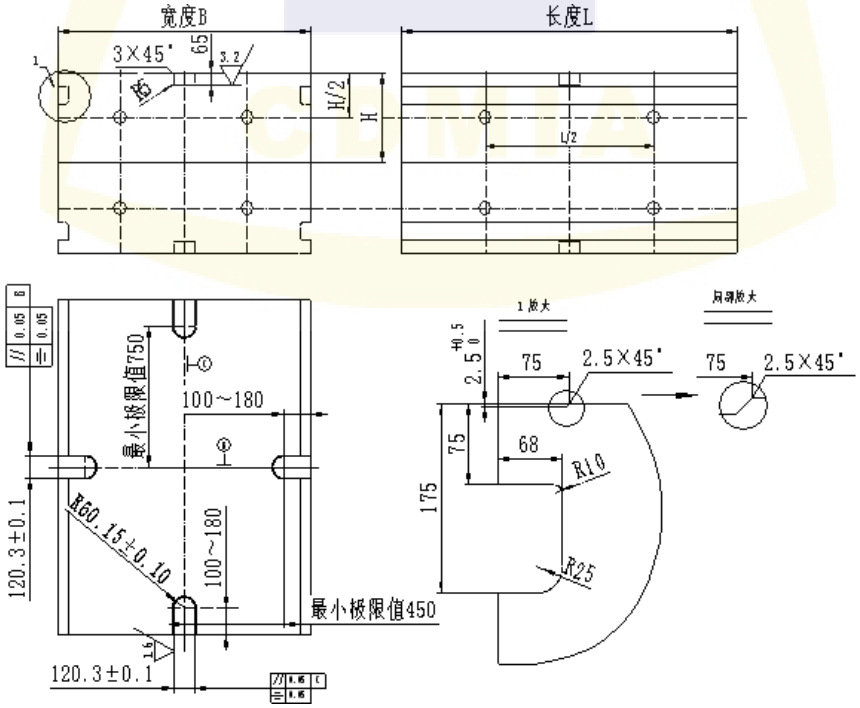


图7 压板紧固模具

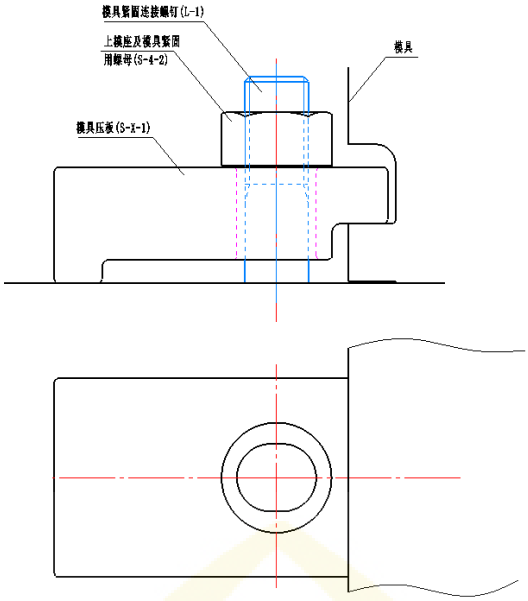


图8　压板紧固方式简图

压紧槽在模具长度方向的设置长度参数见表9。

表9　压紧槽长度设置参数

模具长宽比	压机压制吨位		
	压制吨位≤400 MN	400 MN＜压制吨位≤600 MN	600 MN＜压制吨位≤800 MN
≥2.5	开通槽（见图 7）	开通槽（见图 7）	分两段设计（见图 9）
≥3	开通槽（见图 7）	分两段设计（见图 9）	分两段设计（见图 9）

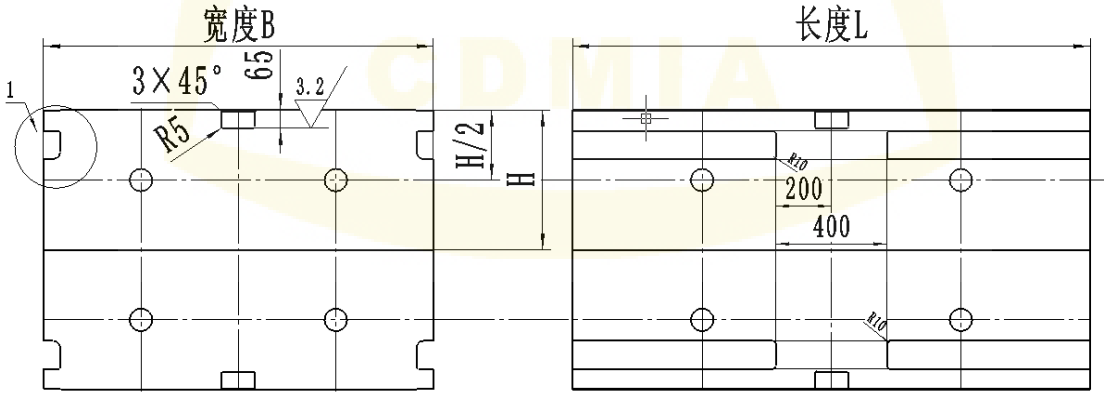


图9　压紧槽分两段设计模具简图

7.6.3 模具采用螺栓紧固方式

当模具宽度≥2340 mm时，模具必须采用螺栓紧固方式，见图10。图10中尺寸A、B、C为模具螺栓孔加工定位尺寸，这些尺寸会因模具预热膨胀而变化，在长度方向尺寸变化最大，为防止因模具膨胀出现影响紧固螺栓与模具螺栓孔之间配合问题，需将模具长度尺寸膨胀量考虑进模具螺栓孔加工定位尺寸设计中，表10为尺寸A、B、C实际设计参数表。

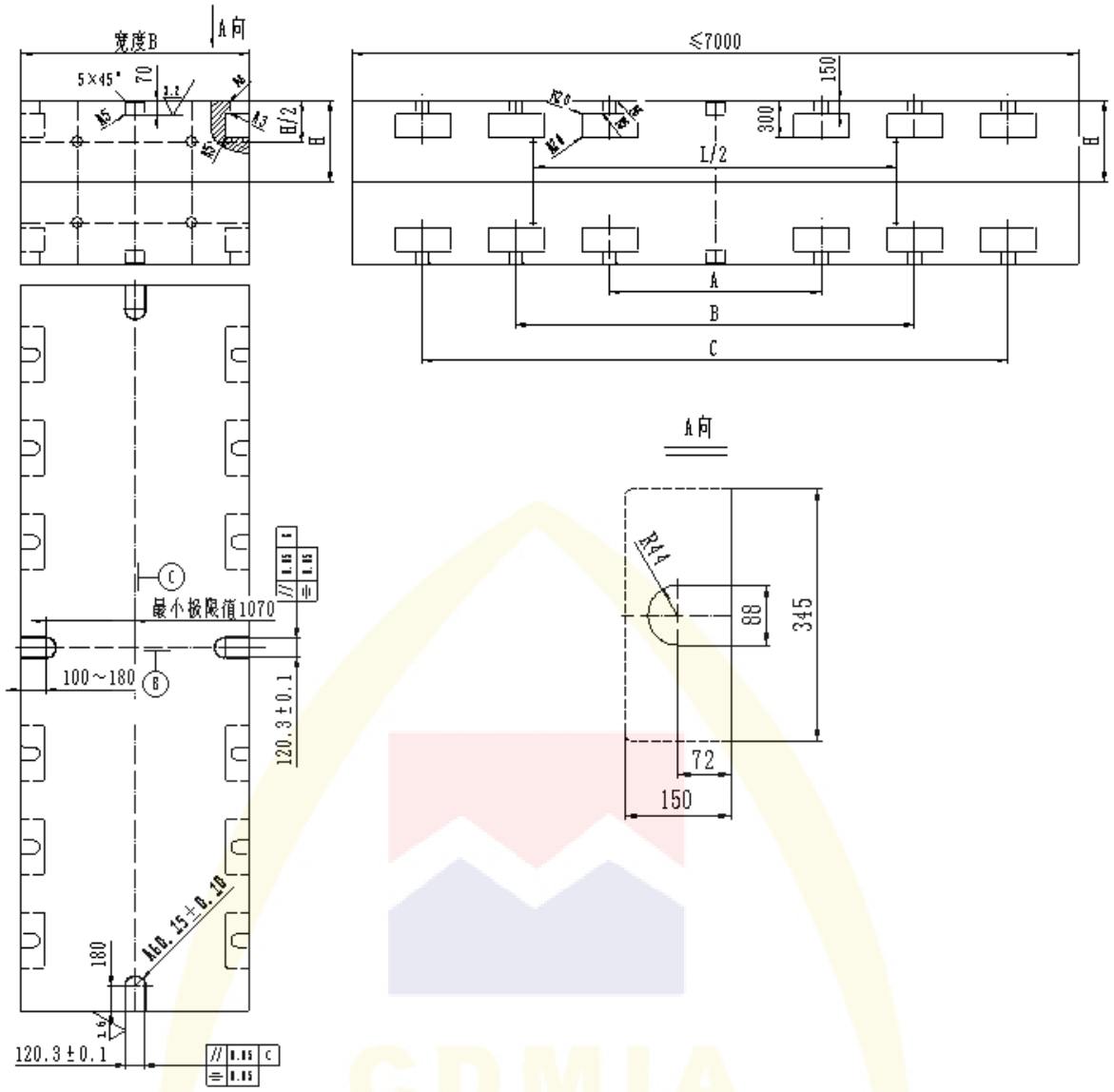


图10　螺栓紧固模具

表10　尺寸 A、B、C 实际设计参数表

单位：mm

模具状态	长度定位尺寸（mm）		
	A	B	C
理论冷模状态	1300±0.3	3000±0.3	5000±0.3
实际热模状态	1300±0.3	3000×（1+1.3%～1.4%）±0.3	5000×（1+1.3%～1.4%）±0.3
在模具设计中用实际热模状态下A、B、C尺寸；模具预热温度为200℃～400℃下的膨胀系数为0.3%～0.4%；实际热模状态下的A尺寸与理论冷模状态下A尺寸一致，是由于长度尺寸小，膨胀量小，可忽略不计。			

7.7　键槽设计

模具定位采用三个模具－模座连接键块与模具键槽、模座键槽进行配合定位。模具键槽共有四个，分别分布于模具上、下、左、右四个方向，其中左右、上下方向键槽的中心连线的交点位置处为模座顶出孔中心位置处。键槽设计详见图7和图10。

7.8 模具起重孔

每块模具8个起重孔，起重孔尺寸按表11选取：

表11 起重孔尺寸

合模后全套模具重量/t	起重孔尺寸/mm	起重孔位置
≤30	80×130	宽度方向距边缘 1/4 宽 长度方向距端头 1/4 长 （当采用螺钉紧固时可适当调整）
＞30～≤60	110×180	
＞60～≤90	150×230	
起重孔口部倒角R8～R10 mm。		

7.9 模具加工

7.9.1 模具的加工粗糙度

高度方向上、下底面及分模面*R*a3.2，前、侧检验面及飞边仓部表面*R*a3.2；型槽内部粗糙度：锻钢及高温合金时为*R*a1.6，锻钛及铝合金时为*R*a0.8；其余表面*R*a6.3，键槽工作面粗糙度*R*a1.6。

7.9.2 模具加工的形位公差

底面与分模面平面度误差≤0.08，底面与紧固槽工作面及与分模面平行度误差≤0.10，合模后上、下底面平行度误差≤0.15 mm/m。底面与检验面及检验面之间垂直度误差≤0.10 mm/m。

7.9.3 模具的补焊

7.9.3.1 当模具出现以下情况时需补焊：

——模具型腔缺损部位余量大于生产该锻件余量1/3时需补焊；

——锻件设计变更，型腔需要增加材料时需补焊；

——模具改制或模具型腔强度不满足生产时需补焊。

7.9.3.2 模具补焊部分性能应符合表 12 要求。

表12 模具补焊合格标准

材质	探伤标准	技术要求
5CrNiMo	GB/T6402-2008 4 级	1.调质硬度：HB321～363 2.机加精度按 GB/T1184-1996IT11 级执行，圆柱表面粗糙度 Ra1.6
55NiCrMoV7		1.调质硬度：HB360～400 2.机加精度按 GB/T1184-1996IT11 级执行，圆柱表面粗糙度 Ra1.6

8 导柱导向系统设计

8.1 过盈装配导柱设计

8.1.1 导柱直径尺寸

以锻件长度尺寸为基础来确定，对于可能导致错移加大的大头部锻件，或者分模面有非对称落差且落差≤100 mm时，导柱直径应向上选一档；对于分模面有非对称落差且落差＞100 mm时，导柱直径应向上选两档，见表13。

表13 导柱直径尺寸

单位：mm

锻件长度或直径	≤600	＞600～900	＞900～1200	＞1200～1500	＞1500～2000	＞2000～2500
导柱直径	$\phi100^{+0.16}_{+0.09}$	$\phi120^{+0.165}_{+0.096}$	$\phi140^{+0.185}_{+0.105}$	$\phi160^{+0.20}_{+0.12}$	$\phi180^{+0.20}_{+0.12}$	$\phi200^{+0.23}_{+0.14}$
锻件长度或直径	＞2500～3300	＞3300～4000	＞4000～5000	＞5000	最大值	
导柱直径	$\phi220^{+0.24}_{+0.15}$	$\phi230^{+0.25}_{+0.15}$	$\phi240^{+0.28}_{+0.16}$	$\phi250^{+0.28}_{+0.16}$	$\phi260^{+0.28}_{+0.16}$	

8.1.2 导柱材料

导柱材料选5CrMnMo或5CrNiMo，调质硬度要求HRC38～41。

8.1.3 导柱粗糙度

导柱圆柱面表面粗糙度*Ra*1.6。

8.1.4 导柱孔壁到模具边沿的最小尺寸

a) 直径≤Φ200 mm的导柱，其孔壁到模具边沿的距离≤100 mm，当有大的错移力时，其最小值为120 mm；

b) 直径≥Φ220 mm的导柱，平分模时导柱孔壁到模具边沿的距离≥导柱直径的0.6倍；当有大的错移力或非对称分模面且落差≤100 mm时，此距离应≥导柱直径的0.7倍；当分模面有非对称落差且落差＞100 mm时，此距离应≥导柱直径的0.8倍。

8.1.5 导柱简图

导柱高度由导柱孔深度计算确定见图11。

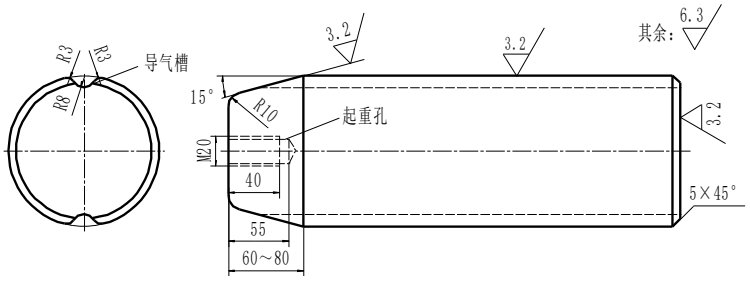


图11　导柱简图

8.1.6　导柱孔直径尺寸

固定导柱的孔一般设在下模（或上模），采用过盈配合（可进行热装（先将模具进行预热，然后装上导柱）或冷装（用冷氮预冷导柱，然后装上导柱）；滑动导向孔一般设在上模（或下模），与导柱留有间隙。与导柱相对应导柱孔的尺寸见表14。

表14　导柱孔尺寸（mm）

单位：mm

导柱直径	$\phi100^{+0.16}_{+0.09}$	$\phi120^{+0.165}_{+0.096}$	$\phi140^{+0.185}_{+0.105}$	$\phi160^{+0.20}_{+0.12}$	$\phi180^{+0.20}_{+0.12}$	$\phi200^{+0.23}_{+0.14}$
过盈配合孔	$\phi100^{+0.07}_{0}$	$\phi120^{+0.07}_{0}$	$\phi140^{+0.08}_{0}$	$\phi160^{+0.08}_{0}$	$\phi180^{+0.08}_{0}$	$\phi200^{+0.09}_{0}$
配作过盈量控制	0.03～0.15	0.035～0.16	0.035～0.17	0.04～0.18	0.04～0.18	0.05～0.20
滑动导向孔	$\phi103^{+0.1}_{0}$	$\phi123^{+0.2}_{0}$	$\phi143.5^{+0.1}_{0}$	$\phi163.5^{+0.2}_{0}$	$\phi183.5^{+0.3}_{0}$	$\phi204^{+0.1}_{0}$
配作间隙控制	3.1	3.2	3.6	3.7	3.8	4.1
导柱直径	$\phi220^{+0.24}_{+0.15}$	$\phi230^{+0.25}_{+0.15}$	$\phi240^{+0.28}_{+0.16}$	$\phi250^{+0.28}_{+0.16}$	$\phi260^{+0.28}_{+0.16}$	/
过盈配合孔	$\Phi220^{+0.10}_{0}$	$\Phi230^{+0.10}_{0}$	$\Phi240^{+0.10}_{0}$	$\Phi250^{+1.0}_{0}$	$\Phi260^{+1.10}_{0}$	/
配作过盈量控制	0.05～0.22	0.05～0.22	0.06～0.24	0.06～0.24	0.06～0.24	/
滑动导向孔	$\phi224^{+0.20}_{+0}$	$\phi234^{+0.3}_{+0}$	$\phi244.5^{+0.2}_{+0}$	$\phi254.5^{+0.3}_{+0}$	$\phi265^{+0.1}_{+0}$	/
配作间隙控制	4.2	4.3	4.7	4.8	5.1	/

8.1.7 导柱孔的深度

8.1.7.1 导柱过盈配合镶入部分的长度是导柱直径的 1.2～1.8 倍。错移力不大的平分模取 1.2～1.4 倍；错移力较大的平分模和分模面有非对称落差且落差≤100 mm 时取 1.5～1.6 倍；大落差非对称分模面取 1.7～1.8 倍。

8.1.7.2 导柱滑动部分长度取决于坯料高度和错移力大小。当上下模具与坯料接触时，导向部分的工作长度应为导柱直径的 0.4～0.6 倍。

8.1.8 导柱孔简图

导柱孔简图见图12。

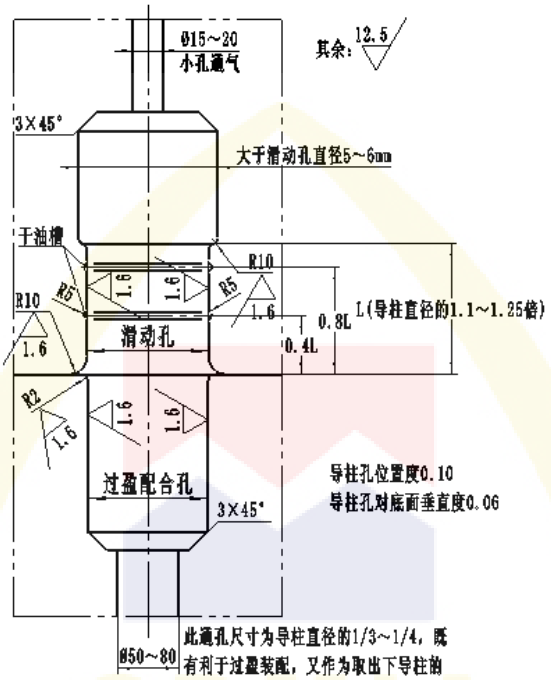
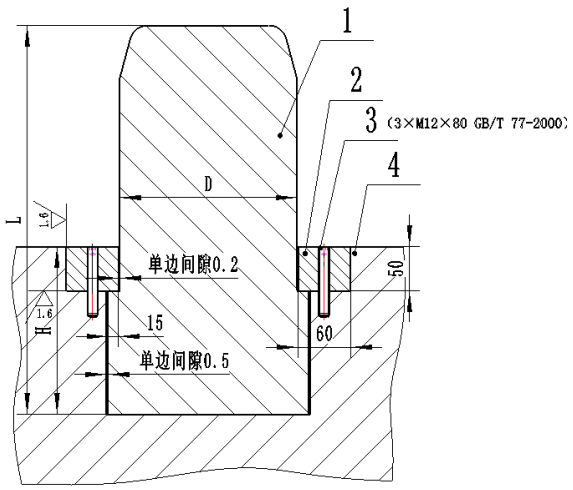


图12 导柱孔简图

8.2 可拆导柱设计

可拆导柱设计见图 13，其中导柱长度 L、导柱直径 D、导柱孔深度 H 的选取参考“8.1 过盈装配导柱设计”；3 颗内六角平端紧定螺钉在锁紧环中呈 120°夹角分布。



1-导柱　2-锁紧环　3-内六角平端紧定螺钉　4-模具

图13　可拆导柱设计装配简图

9　附图

9.1　模具装配示意图见图 14。

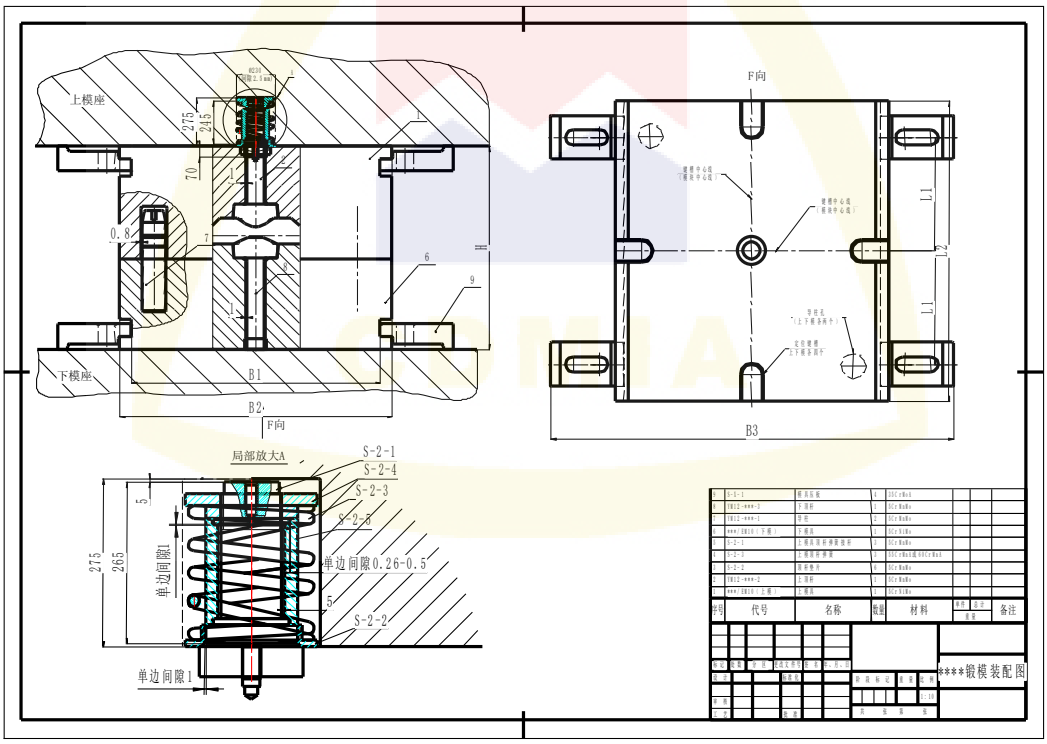


图14　模具装配示意图

9.2　模具、模座及上顶出器装配示意图见图 15。

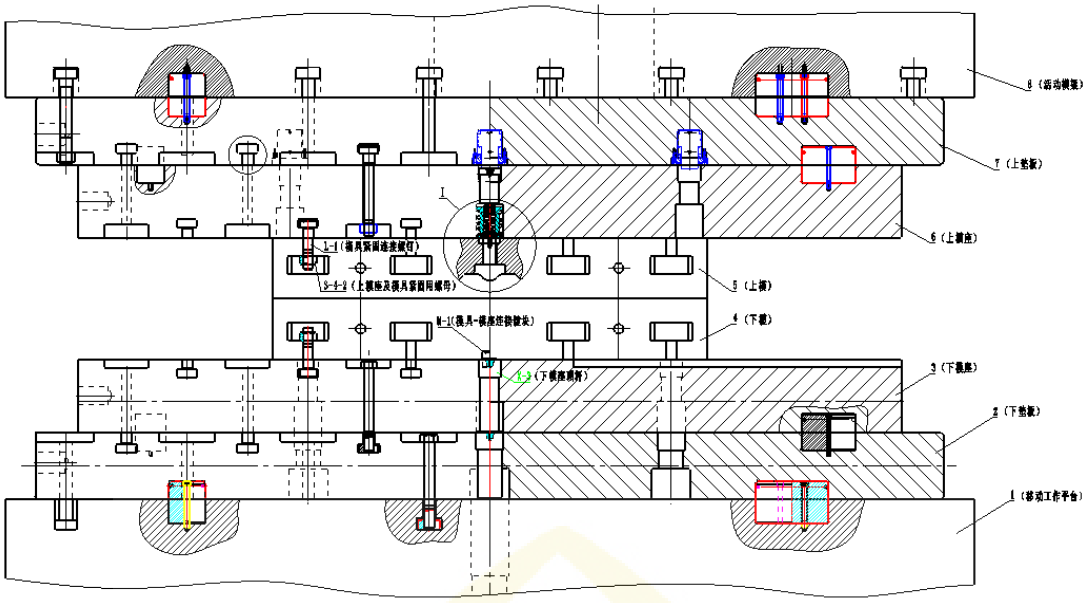


图15　模具、模座及上顶出器装配示意图