

# 螺栓液压上紧装置系列

HG/T 21573.1—95

## 1 主题内容与适用范围

本标准用液压方法上紧螺栓的工具选用系列,适用于石油化工及其他工业中压力容器上紧 M48~M140 的大直径螺栓。用于压力容器时,密封型式为金属平垫、齿形组合垫、双锥垫。

若密封垫为上述以外的其他型式或使用场合有所不同时,应通过试验验证,确定螺栓上紧力,并校核液压上紧装置的能力。

本标准也可适用于其他机械设备的螺栓上紧。

## 2 引用标准

GB 150	《钢制压力容器》
GB 151	《钢制管壳式换热器》
HGJ 16	《钢制化工容器强度计算规定》
HG/T 21573.2	《大直径双头螺柱》
HG/T 21573.3	《大直径螺母》
HG/T 21573.4	《球面垫圈》

金属平垫和双锥垫的密封应符合 GB 150 的规定,齿形组合垫的密封应符合 HGJ 16 的规定。

### 3 组成和工作原理

#### 3.1 组 成

螺栓液压上紧装置由三部分组成：即高压油泵、液压传送胶管和液压拉伸器。

本系列采用的器具数量通常为：手动高压油泵 1 台；液压传送高压胶管 4 根；液压拉伸器 4 个。螺栓液压上紧装置组合图如图 3.1 所示。如果液压拉伸器的数量与需上紧螺栓的数量相等，则上紧程序可简化。

#### 3.2 工作原理

螺栓液压上紧装置是由高压油泵产生的油压，由液压传送胶管传送到液压拉伸器的活塞面上，通过液压拉伸器上的锁紧螺母与需上紧的螺栓相作用而将螺栓拉伸，然后拨动圆棒将容器的螺母拧紧，泄压后从而达到上紧螺栓的目的。上紧过程将在不同油压下按规定程序进行，见附录 B。

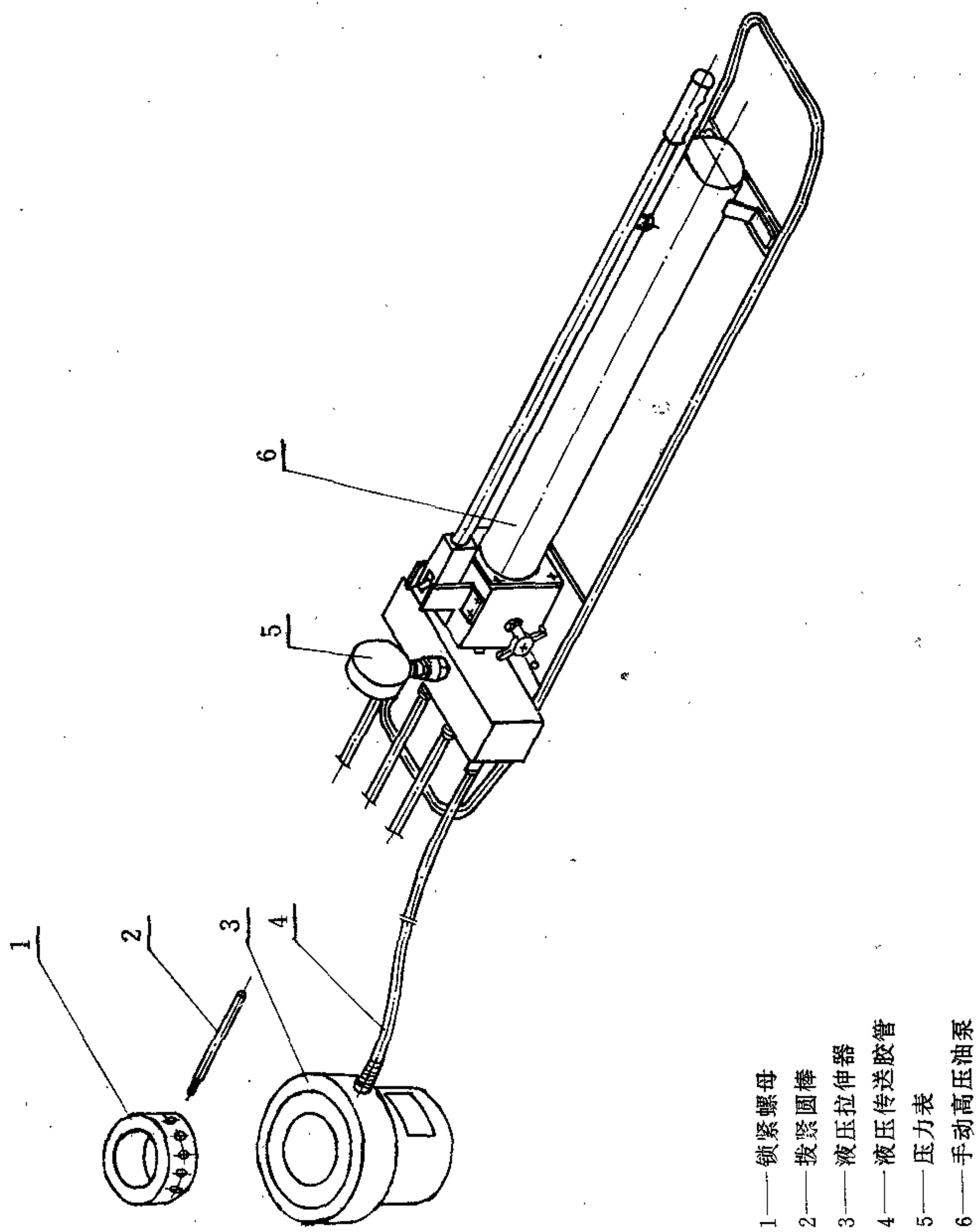


图 3.1 螺栓液压上紧装置组合示意图

## 4 型式和规格

### 4.1 型式

4.1.1 根据液压拉伸器上部锁紧螺母的结构和压力容器设计采用的连接螺母形状,本标准系列包括六种液压拉伸器型式。即:AR、AH、BR、BH、CR、CH 型六种。

AR 型液压拉伸器采用外伸型锁紧螺母,与 R 型连接螺母相配用。

AH 型液压拉伸器采用外伸型锁紧螺母,与 HI 型或 HR 型连接螺母相配用。

BR 型液压拉伸器采用内伸型锁紧螺母,与 R 型连接螺母相配用。

BH 型液压拉伸器采用内伸型锁紧螺母,与 HI 型或 HR 型连接螺母相配用。

CR 型液压拉伸器采用带过渡连接螺杆的外伸型锁紧螺母,与 R 型连接螺母相配用。

CH 型液压拉伸器采用带过渡连接螺杆的外伸型锁紧螺母,与 HI 型或 HR 型连接螺母相配用。

AR 型和 AH 型液压拉伸器结构型式如图 4.1—1 所示。

BR 型和 BH 型液压拉伸器结构型式如图 4.1—2 所示。

CR 型和 CH 型液压拉伸器结构型式如图 4.1—3 所示。

AR、AH、BR、BH 型四种型式液压拉伸器适用于新设计的压力容器。CR、CH 型两种液压拉伸器,通常用于原有的高压容器连接螺栓要求改为液压上紧时用。

### 4.2 规格

4.2.1 液压拉伸器的规格根据受拉伸螺栓的直径而定,用螺栓的螺纹直径尺寸表示。

本标准系列每一种型式的液压拉伸器共有 16 种规格,分为五组。其中 48、52、56、64 为一组;72、80、85、90 为一组;100、105、110 为一组;115、120、125 为一组;130、140 为一组。同一组中拉伸器的结构尺寸和基本参数相同,仅锁紧螺母的直径不同。

AR 型和 AH 型液压拉伸器的结构尺寸和基本参数见表 4.2—1。

BR 型和 BH 型液压拉伸器的结构尺寸和基本参数见表 4.2—2。

CR 型和 CH 型液压拉伸器的结构尺寸和基本参数见表 4.2—3。

注:表 4.2—1~表 4.2—3 中列出的各种型号规格液压拉伸器最大拉伸力的数值,对于双头螺栓的上紧而言,型号为 80 以下(含 80)的各种规格适用于金属平垫、齿形组合垫、双锥垫密封;型号为 85 以上(含 85)的各种规格通常仅适用于双锥垫密封。

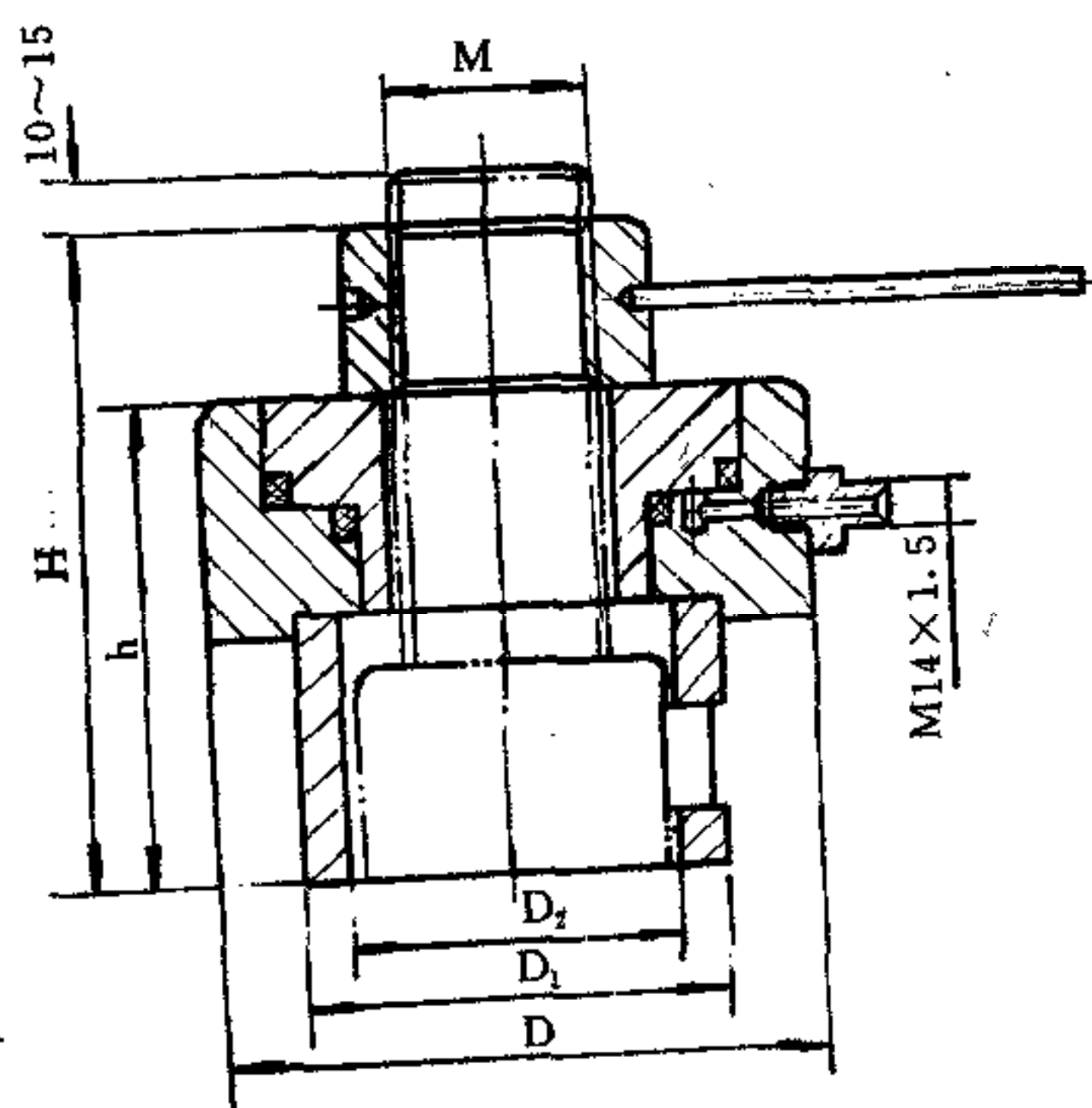


图 4.1-1 AR 型和 AH 型液压拉伸器

AR 型和 AH 型液压拉伸器系列参数

表 4.2-1

型 号	螺栓规格	油缸截面积, $A$ $\text{mm}^2$	最大拉伸力 $\text{kN}$	$D$ $\text{mm}$	$D_1$ $\text{mm}$	$D_2$ $\text{mm}$	$h$ $\text{mm}$	$H$ $\text{mm}$	相邻螺栓中心 最小间距, $\text{mm}$
AR 48	M48×4	10151	1100	180	130	100	145	200	120
AR 52	M52×4	10151	1100	180	130	100	145	200	120
AR 56	M56×4	10151	1100	180	130	100	145	200	125
AR 64	M64×4	10151	1100	180	130	100	145	200	125
AR 72	M72×4	16655	1800	235	175	140	170	245	155
AR 80	M80×4	16655	1800	235	175	140	170	245	160
AR 85	M85×4	16655	1800	235	175	140	170	245	165
AR 90	M90×4	16655	1800	235	175	140	170	245	165
AR 100	M100×4	14028	1300	240	205	170	190	270	180
AR 105	M105×4	14028	1300	240	205	170	190	270	185
AR 110	M110×4	14028	1300	240	205	170	190	270	190
AR 115	M115×4	16199	1500	265	230	195	205	300	205
AR 120	M120×4	16199	1500	265	230	195	205	300	210
AR 125	M125×4	16199	1500	265	230	195	205	300	215
AR 130	M130×4	18359	1700	295	250	215	220	320	230
AR 140	M140×4	18359	1700	295	250	215	220	320	235
AH 48	M48×4	10151	1100	180	145	115	165	220	120
AH 52	M52×4	10151	1100	180	145	115	165	220	120
AH 56	M56×4	10151	1100	180	145	115	165	220	125
AH 64	M64×4	10151	1100	180	145	115	165	220	130
AH 72	M72×4	16655	1800	235	190	155	200	275	160
AH 80	M80×4	16655	1800	235	190	155	200	275	165
AH 85	M85×4	16655	1800	235	190	155	200	275	170
AH 90	M90×4	16655	1800	235	190	155	200	275	175
AH 100	M100×4	14028	1300	240	230	195	220	300	205
AH 105	M105×4	14028	1300	240	230	195	220	300	210
AH 110	M110×4	14028	1300	240	230	195	220	300	215
AH 115	M115×4	16199	1500	265	255	220	240	335	230
AH 120	M120×4	16199	1500	265	255	220	240	335	235
AH 125	M125×4	16199	1500	265	255	220	240	335	240
AH 130	M130×4	18359	1700	295	280	245	260	360	260
AH 140	M140×4	18359	1700	295	280	245	260	360	265

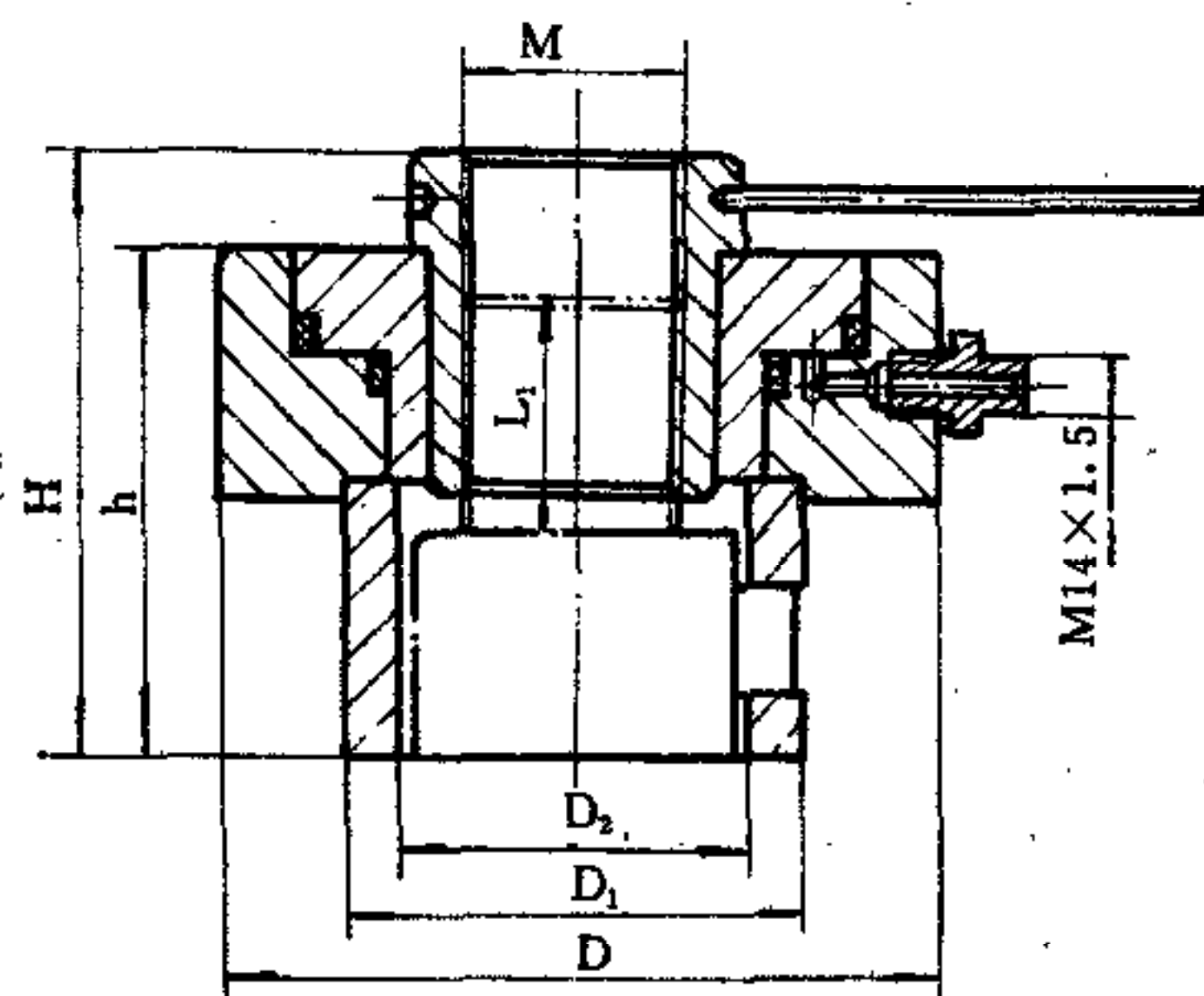


图 4.1-2 BR 型和 BH 型液压拉伸器

BR 型和 BH 型液压拉伸器系列参数

表 4.2-2

型 号	螺栓规格	油缸截面积, A mm <sup>2</sup>	最大拉伸力 kN	D mm	D <sub>1</sub> mm	D <sub>2</sub> mm	h mm	H mm	L <sub>1</sub> mm	相邻螺栓中心 最小间距, mm
BR 48	M48×4	10260	1100	205	150	120	145	180	70	130
BR 52	M52×4	10260	1100	205	150	120	145	180	70	135
BR 56	M56×4	10260	1100	205	150	120	145	180	70	135
BR 64	M64×4	10260	1100	205	150	120	145	180	70	140
BR 72	M72×4	16663	1800	260	195	160	170	205	90	170
BR 80	M80×4	16663	1800	260	195	160	170	205	90	175
BR 85	M85×4	16663	1800	260	195	160	170	205	90	175
BR 90	M90×4	16663	1800	260	195	160	170	205	90	180
BR 100	M100×4	14138	1300	260	205	170	190	225	110	185
BR 105	M105×4	14138	1300	260	205	170	190	225	110	185
BR 110	M110×4	14138	1300	260	205	170	190	225	110	190
BR 115	M115×4	16286	1500	295	235	200	205	240	120	210
BR 120	M120×4	16286	1500	295	235	200	205	240	120	210
BR 125	M125×4	16286	1500	295	235	200	205	240	120	215
BR 130	M130×4	18457	1700	320	260	225	220	255	130	230
BR 140	M140×4	18457	1700	320	260	225	220	255	130	240
BH 48	M48×4	10260	1100	205	150	120	165	200	70	130
BH 52	M52×4	10260	1100	205	150	120	165	200	70	135
BH 56	M56×4	10260	1100	205	150	120	165	200	70	135
BH 64	M64×4	10260	1100	205	150	120	165	200	70	140
BH 72	M72×4	16663	1800	260	195	160	200	235	90	170
BH 80	M80×4	16663	1800	260	195	160	200	235	90	175
BH 85	M85×4	16663	1800	260	195	160	200	235	90	175
BH 90	M90×4	16663	1800	260	195	160	200	235	90	180
BH 100	M100×4	14138	1300	260	230	195	220	255	110	205
BH 105	M105×4	14138	1300	260	230	195	220	255	110	210
BH 110	M110×4	14138	1300	260	230	195	220	255	110	215
BH 115	M115×4	16286	1500	295	255	220	240	275	120	230
BH 120	M120×4	16286	1500	295	255	220	240	275	120	235
BH 125	M125×4	16286	1500	295	255	220	240	275	120	240
BH 130	M130×4	18457	1700	320	280	245	260	295	130	255
BH 140	M140×4	18457	1700	320	280	245	260	295	130	265



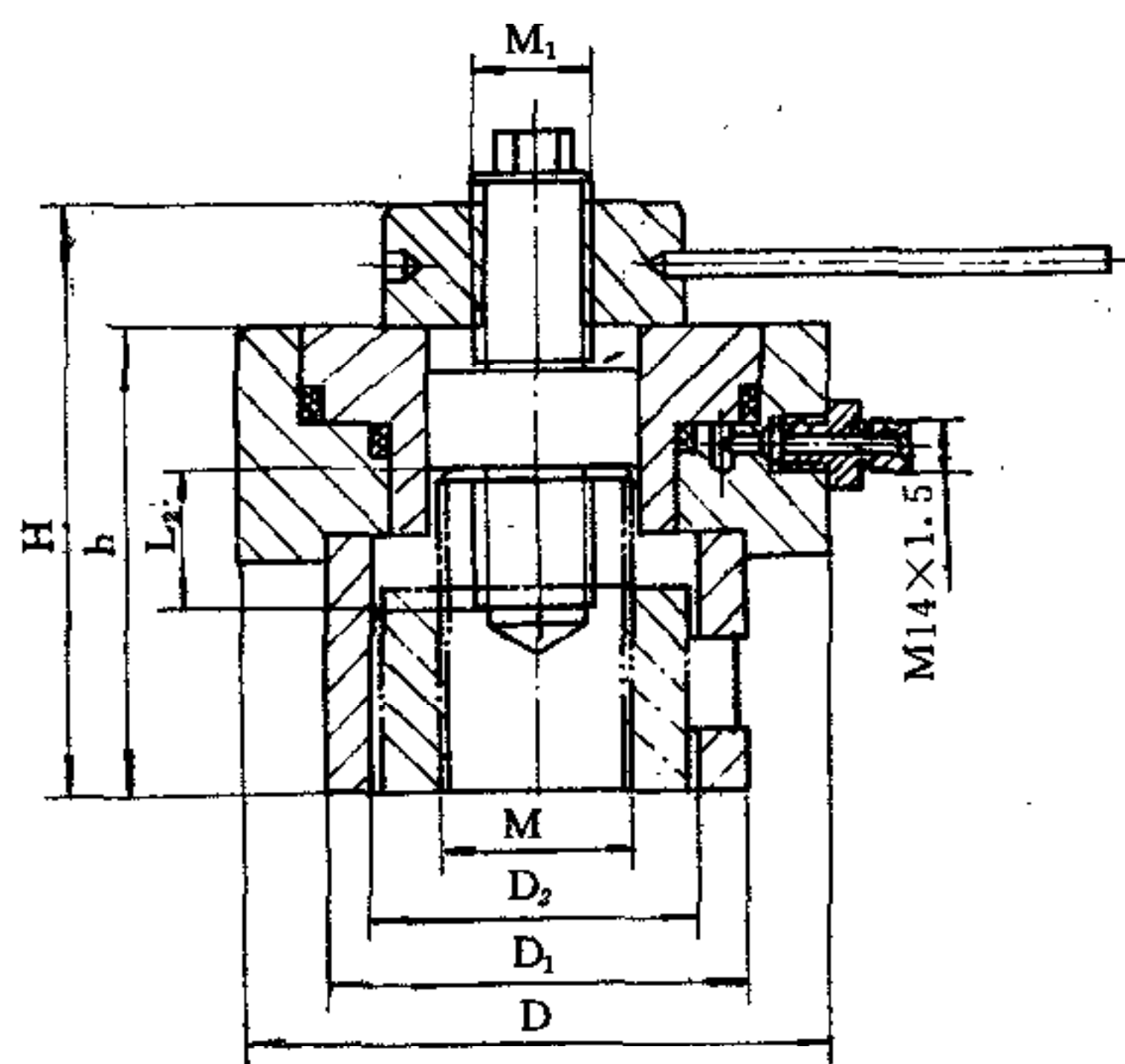


图 4.1-3 CR 型和 CH 型液压拉伸器

CR 型和 CH 型液压拉伸器系列参数

表 4.2-3

型 号	螺栓规格	连接螺栓 规格, $M_1$	油缸截面积 $A, \text{mm}^2$	最大拉伸力 $\text{kN}$	$D$ $\text{mm}$	$D_1$ $\text{mm}$	$D_2$ $\text{mm}$	$h$ $\text{mm}$	$H$ $\text{mm}$	$L_2$ $\text{mm}$	相邻螺栓中心 最小间距, $\text{mm}$
CR 72	M72×4	M45×4	16655	1800	235	175	140	170	230	45	160
CR 80	M80×4	M52×4	16655	1800	235	175	140	170	230	52	160
CR 85	M85×4	M56×4	16655	1800	235	175	140	170	230	56	165
CR 90	M90×4	M56×4	16655	1800	235	175	140	170	230	56	165
CR 100	M100×4	M64×4	14028	1300	240	205	170	190	260	64	180
CR 105	M105×4	M68×4	14028	1300	240	205	170	190	260	68	185
CR 110	M110×4	M68×4	14028	1300	240	205	170	190	260	68	190
CR 115	M115×4	M72×4	16199	1500	265	230	195	205	285	72	205
CR 120	M120×4	M76×4	16199	1500	265	230	195	205	285	76	210
CR 125	M125×4	M80×4	16199	1500	265	230	195	205	285	80	215
CR 130	M130×4	M80×4	18359	1700	295	250	215	220	310	80	230
CR 140	M140×4	M90×4	18359	1700	295	250	215	220	310	90	235
CH 72	M72×4	M45×4	16655	1800	235	190	155	200	260	45	160
CH 80	M80×4	M52×4	16655	1800	235	190	155	200	260	52	165
CH 85	M85×4	M56×4	16655	1800	235	190	155	200	260	56	170
CH 90	M90×4	M56×4	16655	1800	235	190	155	200	260	56	175
CH 100	M100×4	M64×4	14028	1300	240	230	195	220	290	64	205
CH 105	M105×4	M68×4	14028	1300	240	230	195	220	290	68	210
CH 110	M110×4	M68×4	14028	1300	240	230	195	220	290	68	215
CH 115	M115×4	M72×4	16199	1500	265	255	220	240	320	72	230
CH 120	M120×4	M76×4	16199	1500	265	255	220	240	320	76	235
CH 125	M125×4	M80×4	16199	1500	265	255	220	240	320	80	240
CH 130	M130×4	M80×4	18359	1700	295	280	245	260	350	80	260
CH 140	M140×4	M90×4	18359	1700	295	280	245	260	350	90	265

## 5 技术要求

- 5.0.1 制造高压油泵和液压拉伸器的材料应符合相应的国家标准或专业标准。
- 5.0.2 使用的液压油为 YB—N46,应符合 GB 2512 的规定。
- 5.0.3 高压油泵的额定最高工作压力为 150MPa;液压拉伸器允许最大拉伸力见表 4.2—1~表 4.2—3 规定;液压传送胶管的额定最高工作压力为 130MPa,但至少应为需要油压的 1.2 倍。

## 6 标 记

### 6.1 标记方法

HG/T ××.1—××

液压拉伸器标准号

液压拉伸器 ××—×

液压拉伸器型式

被拉伸螺栓螺纹直径

### 6.2 标记示例

例 1:用液压拉伸器上紧 M64×4 的双头螺柱,螺母为圆形,采用外伸型锁紧螺母的液压拉伸器。

标记: HG/T 21573.1—95 液压拉伸器 AR 64

例 2:用液压拉伸器上紧 M105×4 的双头螺柱,螺母为带拨孔六角形或六角圆形组合式螺母,采用内伸型锁紧螺母的液压拉伸器。

标记: HG/T 21573.1—95 液压拉伸器 BH 105

## 7 标志、包装和运输

液压拉伸器上应用钢印明确标注型号。手动高压油泵、液压传送胶管、液压拉伸器及必备备件应装在便携式的木箱中,木箱上应明显标明产品名称及运输注意事项或标记。

## 附录 A 上紧油压的计算

### A.1 适用范围

本附录适用于螺栓直径为 M48~M140,密封垫片为金属平垫、齿形组合垫或双锥垫密封的压力容器确定上紧油压的计算。

### A.2 符 号

- $P_o$  ——操作情况下的最终上紧油压,MPa;  
 $P_T$  ——水压试验情况下的最终上紧油压,MPa;  
 $A$  ——一个液压拉伸器油缸活塞的受压面积,mm<sup>2</sup>;  
 $W_{mo}$  ——金属平垫或齿形组合垫密封的螺栓在操作情况下的螺栓力,按 GB 150 或 HGJ 16 计算得出,N;  
 $W_{mT}$  ——金属平垫或齿形组合垫密封的螺栓在水压试验情况下的螺栓力,按 GB 150 或 HGJ 16 计算得出,N;  
 $W_{mR}$  ——双锥垫密封的螺栓在预紧情况下的螺栓力,按 GB 150 计算得出,N;  
 $n$  ——螺栓数量;  
 $\eta_o$  ——双锥垫密封在操作情况下上紧油压的增值系数,见表 A-1;  
 $\eta_T$  ——双锥垫密封在水压试验情况下上紧油压的增值系数,见表 A-1。

双锥垫密封上紧油压增值系数

表 A-1

容器设计压力 MPa	32.0	25.0	22.0	15.0
$\eta_o$	2.43	2.26	2.18	2.03
$\eta_T$	2.63	2.42	2.32	2.11

注:若设计压力不属上述压力数值时,可采用内插法计算其增值系数。

### A.3 金属平垫和齿形组合垫上紧油压的计算

上紧最终油压按式(A-1)和式(A-2)计算

操作情况下:

$$P_o = \frac{1.3W_{mo}}{nA} \quad \text{MPa} \quad (\text{A-1})$$

水压试验情况下:

$$P_T = \frac{1.3W_{mT}}{nA} \quad \text{MPa} \quad (\text{A}-2)$$

#### A.4 双锥垫的上紧油压计算

上紧最终油压按式(A-3)和(A-4)计算  
操作情况下:

$$P_O = \frac{\eta_o W_{mR}}{nA} \quad \text{MPa} \quad (\text{A}-3)$$

水压试验情况下:

$$P_T = \frac{\eta_T W_{mR}}{nA} \quad \text{MPa} \quad (\text{A}-4)$$

## 附录 B 螺栓上紧和松开程序

### B.1 上紧程序

#### B.1.1 拉伸器布置顺序

本系列采用 4 个拉伸器,因此同一油压下须分次对螺栓上紧。通常需上紧的螺栓数目一般为 4 的倍数,该倍数即为同一油压下螺栓上紧次数。拉伸器在螺栓上的布置顺序,即为在同一油压下螺栓上紧的顺序。拉伸器的布置相互呈  $90^\circ$  错开,上一次上紧与下一次上紧拉伸器布置的位置应错开一定位置,以达到上紧均匀为原则。

如果需上紧的螺栓数目为 2 的倍数时,可采用 2 个拉伸器(或螺栓总数一半的拉伸器)对螺栓进行上紧。当采用 2 个拉伸器进行上紧时,拉伸器应对称布置,上一次上紧与下一次上紧拉伸器的位置应错开一定位置,以达到上紧均匀的目的。

#### B.1.2 上紧油压分级

螺栓的上紧应分级进行,油压逐级递增,以确保密封效果。按照附录 A 计算得出的上紧最终油压的计算值,取小数点后一位数(MPa),作为实际需上紧的最终油压。通常分 4~5 级油压上紧。最终油压在 50.0MPa 以上一般可分为五级;最终油压在 50.0MPa 以下则可分为四级。第一级油压可取最终油压数值的 30%~40%,用平垫密封时取较大值,采用双锥垫密封时考虑双锥垫的调整以准确就位可取较小值。最终一级重复前一级的油压均取最终油压,以确保密封效果。全部上紧后,如发现有微量泄漏,允许将最终油压提高 5%~10%,但应校核螺栓应力以满足强度要求。

螺栓上紧油压的分级,以分五级为例,各级油压为最终油压的百分比数推荐值见表 B-1。

五级上紧油压分级推荐值

表 B-1

上 紧 级 数	I	II	III	IV	V
油 压 (%)	30%~40%	55%~65%	80%~85%	100%	100%

### B.2 松开程序

#### B.2.1 拉伸器的布置顺序

本系列推荐采用 4 个拉伸器松开螺栓,通常需松开的螺栓数目一般为 4 的倍数,该倍数即为同一油压下螺栓松开的次数。拉伸器在螺栓上的布置顺序与螺栓上紧时相同,即拉伸器的布置应相互呈  $90^\circ$  错开,上次与下一次松开螺栓时拉伸器的布置也应错开一定位置,以达到松开时螺栓受力尽量不要相差过大。

如需松开的螺栓数目为 2 的倍数时,可采用 2 个拉伸器(或为螺栓数目一半的拉伸器)对

螺栓进行松开。当采用 2 个拉伸器进行松开螺栓时,拉伸器应对称布置,同一级里上一次松开降压与下一次松开降压拉伸器的布置应错开一定位置,以达到松开降压时螺栓受力尽量不要相差过大的目的。

### B.2.2 松开油压的分级

螺栓松开油压的分级,通常比上紧时少一至二级。为了便于松开,第一级的油压须比上紧时最终一级油压高出 1.0MPa,其他各级应均匀递减。

### B.3 上紧和松开程序示例

例:螺栓规格 M64×4,螺栓数目 20 个,平垫密封,操作情况下的上紧最终油压 60.8MPa,水压试验情况下的上紧最终油压 79.0MPa,采用 4 个拉伸器同时进行上紧和松开。

液压拉伸器布置位置和螺栓上紧顺序见图 B-1。

操作情况下的螺栓上紧和松开时油压的分级情况见表 B-2 和表 B-3。

水压试验情况下的螺栓上紧和松开时油压的分级情况见表 B-4 和表 B-5。

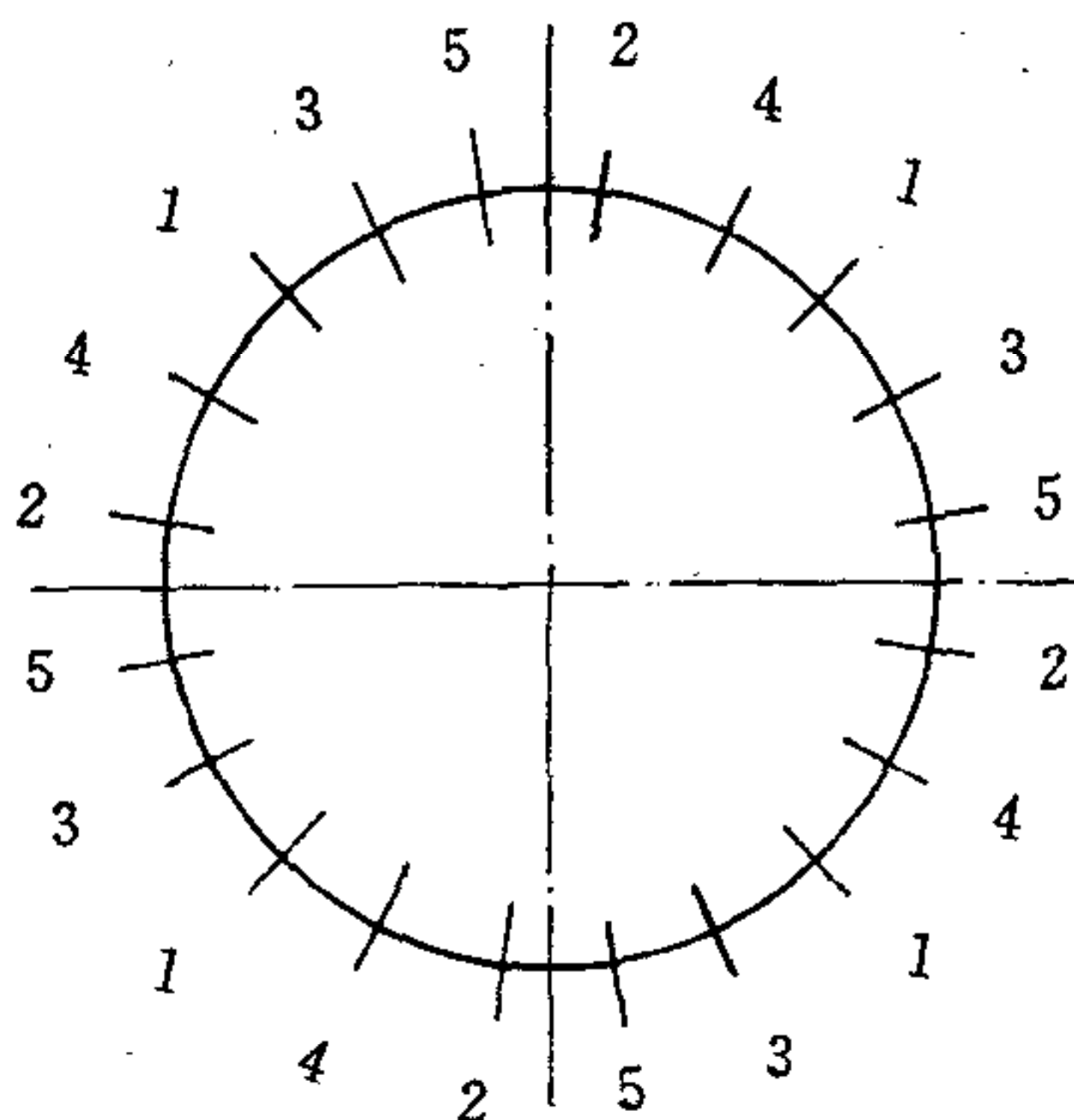


图 B-1 螺栓上紧顺序

操作情况下的上紧油压

表 B-2

上 紧 分 级	I	II	III	IV	V
油 压 (MPa)	25.0	37.5	50.0	60.8	60.8

操作情况下的松开油压

表 B-3

松 开 分 级	I	II	III	IV
油 压 (MPa)	61.8	50.0	37.5	25.0



水压试验情况下上紧油压

表 B—4

上 紧 分 级	I	II	III	IV	V
油 压 (MPa)	25.0	43.0	61.0	79.0	79.0

水压试验情况下的松开油压

表 B—5

松 开 分 级	I	II	III	IV
油 压 (MPa)	80.0	70.0	50.0	30.0

在使用液压拉伸器进行螺栓松开操作时,应注意上一级与下一级松开油压的衔接,以避免某一组螺栓拉力卸除过快,造成盖板或垫片受力不均。为此,在进行第一级松开操作时,应先将液压拉伸器油压加至要求值,用拨杆松开螺母,然后将油压降至第二级油压的规定值并用拨杆将螺母拧紧。用上述方法对其他各组螺栓和以下各级进行螺栓松开操作。

**附加说明** 本标准提出单位、主编单位  
和主要起草人

提出单位：化工部设备设计技术中心站

主编单位：中国五环化学工程公司

主要起草人：刘佑义 杨振奎 潘家琳

校核：王荣贵

审核：姚佩贤 姚北权