



中华人民共和国国家标准

GB/T 19934.1—2005/ISO 10771-1:2002

液压传动 金属承压壳体的疲劳压力 试验 第1部分:试验方法

Hydraulic fluid power — Fatigue pressure testing of metal pressure-
containing envelopes—Part 1: Test method

(ISO 10771-1:2002, IDT)

2005-09-19 发布

2006-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

前 言

GB/T 19934《液压传动 金属承压壳体的疲劳压力试验》分为两部分：

——第 1 部分：试验方法；

——第 2 部分：试验评价。

本部分为 GB/T 19934 的第 1 部分，等同采用 ISO 10771-1:2002《液压传动 金属承压壳体的疲劳压力试验 第 1 部分：试验方法》(英文版)。

本部分与 ISO 10771-1:2002 在技术内容上相同，编辑方面存在的差异如下：

——在“2 规范性引用文件”中以相应的国家标准代替国际标准。

本部分的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 为规范性附录。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国液压气动标准化技术委员会(SAC/TC3)归口。

本部分起草单位：北京机械工业自动化研究所。

本部分主要起草人：刘新德、赵曼琳。

引 言

在液压传动系统中,功率是通过回路内的受压流体来传递和控制的。由于疲劳失效涉及到液压元件的安全功能和工作寿命,所以对于液压元件的制造商和用户,掌握元件的整体可靠性数据是重要的。GB/T 19934 的本部分提供了一种对于液压元件承压壳体进行疲劳试验的方法。

在工作期间,系统内的元件可能承受来自以下方面的载荷:

- 内部压力;
- 外部的力;
- 惯性和重力的影响;
- 冲击和振动;
- 温度变化或温度的梯度变化。

这些载荷的性质可以由单一的静态作用到连续地变化振幅、重复加载,甚至振动。重要的是了解元件如何能够经受住这些载荷,而本部分仅涉及由内部压力引起的载荷问题。

内部压力载荷施加到元件上有多种方式,本部分考虑了在规定的时间范围、温度和环境条件内的一个宽的载荷波形范围,仅适用于金属壳体。我们期望,这些局限性条件,仍可以为液压元件的金属承压壳体的疲劳压力试验方法提供足够的共性基础。因此,这种方法可以给系统设计者提供可靠的数据,有助于应用选择元件。系统设计者仍有责任考虑上面所述的其他载荷特性,并确定它们会如何影响元件的保压能力。

液压传动 金属承压壳体的疲劳压力 试验 第 1 部分:试验方法

1 范围

GB/T 19934 的本部分规定了在持续稳定的周期性内压力载荷下,进行液压传动元件的金属承压壳体疲劳试验的方法。

本部分仅适用于以下条件的液压元件承压壳体:

- 用金属制造的;
- 在不产生蠕变和低温脆化的温度下工作;
- 仅承受压力引起的应力;
- 不存在由于腐蚀或其他化学作用引起的强度降低;
- 可以包括垫片、密封件和其他非金属元件。但是,这些不视为被试承压壳体的部分(见 5.5 的注 3)。

本部分不适用于在 GB/T 3766 中定义的管路(例如:管接头、软管、硬管)。对于管路元件的疲劳试验方法见 ISO 8434-5、ISO 6803 和 GB/T 7939。

本部分规定了对多数液压元件均适用的通用试验方法,而对于特定元件的附加要求和更具体的方法则包括在本部分的附录或其他标准中。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 19934 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

- GB/T 3766 液压系统通用技术条件(GB/T 3766—2001,eqv ISO 4413:1998)
- GB/T 17446 流体传动系统及元件 术语(GB/T 17446—1998,idt ISO 5598:1985)
- JB/T 7033 液压测量技术通则(JB/T 7033—1993,eqv ISO 9110-1:1990)
- ISO 9110-2:1990 液压传动 测量技术 第 2 部分:密闭回路中平均稳态压力的测量

3 术语和定义

在 GB/T 17446 中确立的以及下列术语和定义适用于 GB/T 19934 的本部分。

3.1

较高循环试验压力 upper cyclic test pressure, p_U

指定试验压力循环的最高等级的最小值。

3.2

较低循环试验压力 lower cyclic test pressure, p_L

指定试验压力循环的最低等级的最大值。

3.3

循环试验压力范围 cyclic test pressure range, Δp

在试验期间,较高循环试验压力和较低循环试验压力的差。

3.4

承压壳体 pressure-containing envelope

元件中包含受压液压油并采取封闭措施(螺栓、焊接等)的零件。

注1:垫片和密封件不作为承压壳体的部分。

注2:对于各类元件的承压壳体定义见附录。

4 试验条件

- 4.1 在开始各项试验前,应排除被试元件和回路中存留的空气。
- 4.2 被试元件内的油液温度应在 $15^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 范围内。被试元件温度的最低值应为 15°C 。

5 试验装置和试验准备

- 5.1 试验装置和试验回路应能够按照7.1的规定产生和重复循环压力。
- 5.2 应将压力传感器直接安装在被试元件内,或尽可能接近被试元件,以便记录作用于被试元件内部的压力。应消除在传感器和被试承压壳体间的任何影响因素。
- 5.3 应使用在试验温度下其运动粘度不高于 $60\text{mm}^2/\text{s}$ 的非腐蚀性液压油液作为加压介质。
- 5.4 应按照设计规范要求,对被试元件的不同部分施以不同的压力。
- 5.5 在静载荷条件下,当达到试验循环速率时,尤其当下列情况时,应验证引起的应力与压力的比值。
 - 压力必须渗入到封闭的各部分之间;
 - 试验大的元件;
 - 在接合处的滞后作用可以有效地影响应力。

注1:应变仪可用于验证这个比值。如果使用,应设置在高应变区域的外表面。

注2:为了简化循环或爆破试验,允许对被试元件做些修改,但所做的修改不应增加承压壳体的承压能力。

注3:允许更换试验期间损坏的垫片和密封件,但要保证在它们重新装配后受压元件内的预紧力与拆卸前是相同的。在疲劳试验期间,紧固件的预紧力可以降低。当更换密封件或垫片时,紧固件的预紧力宜设置在这个降低的水平。

- 5.6 在试验期间,应遵守安全规程(见GB/T 3766),以保护人员和设备的安全。

6 准确度

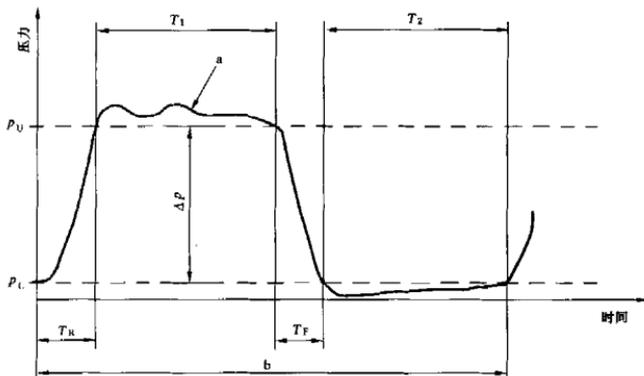
- 6.1 测量仪器的精度应在下列极限范围内:
 - 压力:较高循环试验压力的 $\pm 1.0\%$;
 - 应变:在较高循环试验压力下获得的应变值的 $\pm 1\%$;
 - 时间: $\pm 0.002\text{ s}$ 的分辨率;
 - 温度: $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
- 6.2 应使用压力传感器、放大器和记录装置。记录装置的频率范围为 $0\text{ kHz}\sim 2\text{ kHz}$,幅值比为 $-3\text{ dB}\sim 0\text{ dB}$ 。
- 6.3 测量仪器和测量规程应符合JB/T 7033和ISO 9110-2。

7 试验规程

7.1 循环压力试验

7.1.1 试验压力波形

对于在7.1.2中规定的时间周期,试验压力波形应达到较高循环试验压力和较低循环试验压力水平。图1列举了一个典型的试验压力波形。



- a 实际试验压力；
 b 试验周期 = $T = 1/\text{试验频率} = 1/f = T_R + T_1 + T_F + T_2$ 。

图 1 试验压力波形

7.1.2 压力试验循环

a) 较高循环试验压力 (p_U)

对于时间段 T_1 (等于或大于 $0.3 T$)，实际试验压力应等于或超过较高循环试验压力。

b) 压力增加的时间段 (T_R)

在时间段 T_R 内，实际试验压力应增加至较高循环试验压力，以使：

$$0.4 T \leq T_R + T_1 \leq 0.6 T$$

c) 较低循环试验压力 (p_L)

较低循环试验压力应不超过较高循环试验压力的 5%，除非在附录中另有规定。在循环的时间段 T_2 内，实际试验压力应不超过较低循环试验压力。 T_2 由下式给出：

$$0.9 T_1 \leq T_2 \leq 1.1 T_1$$

7.1.3 试验循环次数

应在 $10^5 \sim 10^7$ 范围内选择试验循环次数。

7.1.4 试验频率和时段 T_1

在选定的频率 $f = 1/T$ ，循环试验压力。

注：被试液压元件的疲劳寿命取决于在给定的压力幅值下压力变化的时间段 T_1 。因此，在给定的时间段内对元件试验的结果，不能用于预测该元件在不同时间段内能够经受住的循环次数。除非具有在高频率下试验的令人满意的经验，一般对于给定的压力宜采用频率 $f \leq 3$ Hz 或时间段 $T_1 \geq 100$ ms。

7.2 综述

7.2.1 利用无破坏性的方法检验所有被试元件，以验证其与制造说明书的一致性。

7.2.2 如果需要，可在被试元件内放置金属球或其他非固定的配件，以减少压力油液的体积，但要保证放置的配件不妨碍正确的压力达到所有试验区域，并且不影响该元件的疲劳寿命（例如：对被试元件内表面产生撞击）。

7.2.3 当液压传动元件有多个设计为不同承压能力的内腔时，机械疲劳特性在这些内腔间是不同的。这些内腔应作为承压壳体的不同部分进行试验（见附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D）。

8 失效标准

失效标准是:

- 由疲劳引起的任何外泄漏(在 5.5 要求的条件下);
- 由疲劳引起的任何内泄漏(在 5.5 要求的条件下);
- 材料分离(例如:裂缝)。

9 试验报告

应做出包括下列数据的试验报告:

- a) GB/T 19934 本部分的编号和所用附录的标识;
- b) 试验地点;
- c) 试验人员的身份和试验日期;
- d) 被试元件描述(制造商,材料);
- e) 被试元件编号;
- f) 较高和较低循环试验压力(p_U, p_L);
- g) 循环试验频率(f)和时间段(T_1);
- h) 完成的压力循环次数;
- i) 试验液液压油液的类型;
- j) 典型的循环曲线(压力/时间);
- k) 液压油液和周围环境的温度;
- l) 垫片和密封件的更换,它们的循环寿命和重新建立紧固件预紧的方法;
- m) 检测仪器系统和传感器的频率响应;
- n) 为完成试验,对被试元件所做的任何修改的描述(图形和文字);
- o) 任何其他注释。

10 试验说明

应通过指定第 9 章中的 a)、d)、f)、g)和 h)的数据,说明疲劳压力试验的条件。

示例:GB/T 19934.1—2005/ISO 10771-1:2002 D\\溢流阀(×××,钢)\\25/0,5 MPa (250/5 bar)\\3 Hz/120 ms\\10⁷循环。

11 标注说明(引用本标准)

当选择遵守 GB/T 19934 的本部分时,建议在试验报告、产品目录和产品销售文件中采用以下说明:“疲劳压力试验的方法符合 GB/T 19934.1—2005/ISO 10771-1:2002《液压传动 金属承压壳体的疲劳压力试验 第 1 部分:试验方法》”。

附录 A
(规范性附录)

对于液压泵和液压马达的特殊要求

A.1 概述

在 GB/T 19934 的本部分中规定的要求应适合 A.2 和 A.3 中给出的变化。

应使用完整装配的被试元件进行试验。

注 1: 在试验期间, 进油口、回油口和高压油口可能需要施加不同的循环试验压力。

注 2: 当进行这项试验时, 一个重要的判断依据是被试元件的驱动机构是否旋转并自身产生高压, 或是它不旋转并通过一个分离的压力源施压。

A.2 试验步骤

如果选择对一个以上的油口增压, 应选择循环压力的相位关系, 以达到最高疲劳载荷。

如果用一个非旋转轴实施这项试验, 在测定承压壳体上的载荷方面该旋转组合的角位置很重要, 应加以控制。

在测定施于承压壳体的载荷的过程中, 液压泵和液压马达的排量很重要, 将会影响到测量结果, 宜加以控制。对于变排量的液压泵和液压马达, 除记录压力波形外还应记录排量变化的波形。

A.3 试验报告

下列资料应增加到试验报告中[包括第 9 章的 a)~o)]:

- a) 主动轴是否旋转;
- b) 如果不旋转, 描述输出排量元件的角位置;
- c) 被试元件是液压泵还是液压马达;
- d) 旋转的速度和方向;
- e) 对于变量元件的报告, 排量波形及其与压力波形的相位关系;
- f) 各个加压油口的较高循环压力 p_H 和较低循环压力 p_L , 各加压油口的相位关系和施于任何其他油口的压力值。

附录 B
(规范性附录)
对液压缸的特殊要求

B.1 概述

本附录规定了进行液压缸缸体的疲劳压力试验方法。该方法适用于缸径 ≤ 200 mm 的下列类型液压缸：

- 拉杆螺栓型；
- 螺钉型；
- 焊接型；
- 其他连接类型。

该方法不适用于：

- 在活塞杆上施加侧向载荷；
- 活塞杆在载荷/应力作用下产生弯曲。

液压缸的承压壳体包括：

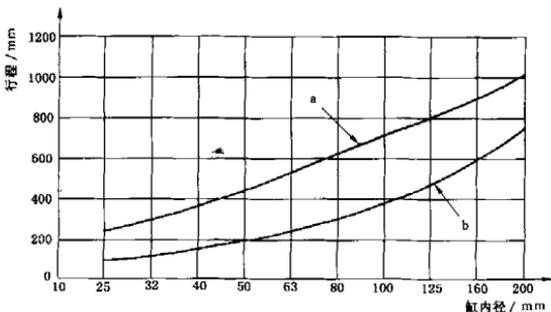
- 缸体；
- 缸的前、后端盖；
- 密封件沟槽；
- 活塞；
- 活塞与活塞杆的连接；
- 任何承压元件，如：缓冲节流阀、单向阀、排气塞、截止塞等；
- 前端盖、后端盖、密封沟槽、活塞和保持环的紧固件(例如，弹性挡圈、螺栓、拉杆、螺母等)。

注 1：其他部分，如底板、安装附件和缓冲件，不考虑作为承压壳体的部分。

注 2：虽然底板不是承压件，但可以利用本附录叙述的试验方法对其做耐久性的疲劳试验。

B.2 对于一般液压缸承压壳体的试验装置

液压缸的行程长度应至少为图 B.1 确定的长度。



- a 拉杆缸；
- b 所有其他类型缸。

图 B.1 与液压缸内径对应的最小行程

应提供一个附加在活塞杆伸出端上的试验装置,其与活塞杆端头固定且保持与活塞杆同轴(为达到此要求,允许修改活塞杆伸出端)。该试验装置应确定活塞的大致位置,对于拉杆缸,使活塞距后端盖的距离 L (见图 B.2) 在 $3\text{ mm} \sim 6\text{ mm}$ 之间;对于非拉杆缸,活塞应大致位于缸体长度的中间。

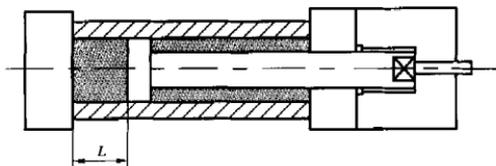


图 B.2 液压缸的试验装置

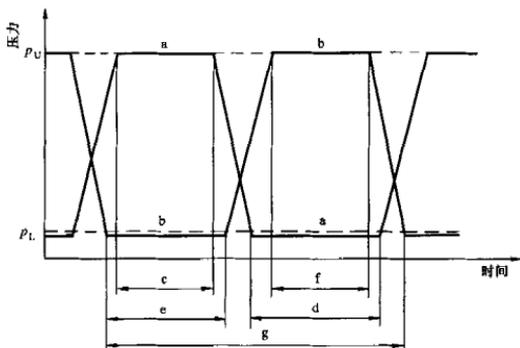
为了减少壳体内受压油液的体积,可以在承压壳体内放置一些充填材料(例如:钢球、隔板等)。但是,充填材料不应限制对被试元件加压。

B.3 试验压力的施加

液压缸的前、后两端宜有两组油口,一个连接压力源,另一个用于连接测压装置。

首先以高于较高循环试验压力 (p_U) 的试验压力施加在活塞的一侧,以低于较低循环试验压力 (p_L) 的试验压力施加在活塞的另一侧。然后颠倒这两个压力,产生一个压力循环,如图 B.3 所示。

对于活塞的增压一侧,时间段 T_2 应比 T_1 长。为此,活塞两侧的时间段 T_1 不应在另一侧压力降低到 p_L 以下之前开始。活塞两侧的时间段 T_1 应在另一侧压力上升到 p_L 以上之前结束。



- a 侧面 1;
- b 侧面 2;
- c 侧面 1 的 T_1 ;
- d 侧面 1 的 T_2 ;
- e 侧面 2 的 T_2 ;
- f 侧面 2 的 T_1 ;
- g 一个循环。

图 B.3 试验压力波形

附录 C
(规范性附录)

对于液压充气式蓄能器的特殊要求

C.1 概述

除在正文中规定的要求外,本附录适用于以下类型液压充气式蓄能器的承压壳体:

- 活塞式;
- 气囊式;
- 隔膜式。

本附录也适用于传输型蓄能器用来增加气体容量的气瓶。

C.2 试验样品

C.2.1 气囊式蓄能器应由以下部分组成:

- 外壳;
- 液压油口阀组件;
- 气口阀组件。

C.2.2 活塞式蓄能器应由以下部分组成:

- 蓄能器壳体;
- 端盖;
- 气口阀组件。

C.2.3 隔膜式蓄能器应由以下部分组成:

- 带整体油口的壳体;
- 气口阀组件。

C.2.4 气瓶,按其结构应由以下部分组成:

- 壳体;
- 阀组件;
- 端盖。

如果试验样品包括液体隔离物,象活塞、气囊或隔膜,液体应存在于隔离物的两侧。

注:如果能以安装在蓄能器上的相同方式固定配件,那么连接到蓄能器的配件(例如:气阀)可以被分开试验。

C.3 试验步骤

如果要求被试元件的试验样品在一个以上,倘若要在所有试验样品内提供并测量试验压力波形(见 5.1 和 5.2),那么可以将试验样品串联或并联连接。

对于较低循环试验压力 p_L ,允许其高于较高循环试验压力 p_H 的 5%,但是试验压力波形应符合图 1。

附 录 D
(规范性附录)
对于液压阀的特殊要求

D.1 概述

通常,液压阀包括几个型腔,每个型腔可能承受不同的压力(例如:系统压力、工作油口压力、控制压力和回油口压力)。

D.2 试验步骤指南

液压阀宜以整体进行试验。附件(例如:电磁铁、阀体端盖等)可以作为液压阀的整体部分或作为单独的被试元件进行试验。

如果在工作期间,型腔的内壁或边界可能经受反复的压力载荷(对于方向阀的压力油口和工作油口之间的内部区域,可能是这种情况),那么一个循环应包括交替施加于内部或边界的各侧的最大压差。

注:如果这些压力型腔不邻近,压力脉冲可以同时施加到各个型腔。

参 考 文 献

- [1] GB/T 7939—¹⁾, 液压软管总成 试验方法
- [2] ISO 6803:1994, 橡胶或塑料软管和软管总成 无弯曲的液压冲击试验
- [3] ISO 8434-5:1995, 用于流体传动和一般用途的金属管接头 第5部分:螺纹连接的液压管接头的试验方法

¹⁾ 正在修订中(GB/T 7939—1987的修订版,拟等同采用ISO 6605:2002)。
