
CCNP

商用汽车与工程机械新能源动力系统
产业技术创新战略联盟标准

T/CCNP XXX-2022

液压容腔冲击耐久试验方法

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

商用汽车与工程机械新能源动力系统产业技术创新战略联盟 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 试验方法.....	2
5 拆检要求.....	5
6 测试报告.....	5
附录 A.....	6
附录 B.....	8

前 言

本文件按 GB/T 1.1 给出的规则起草。

本文件规定了液压容腔冲击耐久试验方法，作为液压容腔可靠性验证的方法依据。

本文件由商用汽车与工程机械新能源动力系统产业技术创新战略联盟提出。

本文件由商用汽车与工程机械新能源动力系统产业技术创新战略联盟标准委员会归口。

本文件主要起草单位：潍柴动力股份有限公司、林德液压（中国）有限公司

本文件主要起草人：

本文件首次发布。

液压容腔冲击耐久试验通用技术规范

1 范围

本文件规定了液压容腔冲击耐久试验的术语和定义、试验方法、拆检要求和测试报告。

本文件适用于带有液压容腔的零部件、系统及整机。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件。不注日期的引用文件，其最新的版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 14039-2002 液压传动 油液 固体颗粒污染物等级代号

GB/T 17446 流体传动系统及元件 术语

GB/T 19934.1 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

JB/T 7033 液压传动 测量技术通则

JB/T 7043 液压轴向柱塞泵

JB/T 8729 液压多路换向阀

JB/T 10607 液压系统工作介质使用规范

JB/T 10829 液压马达

3 术语和定义

GB/T 14039、GB/T 17446、GB/T 19934.1、JB/T 7033、JB/T 7043、JB/T 8729、JB/T 10607、JB/T 10829、界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

循环测试压力上限 cycle test pressure upper limit

冲击循环的额定高压压力。

3.2

循环测试压力下限 cyclic test pressure lower limit

冲击循环的额定低压压力。

3.3

压差 differential pressure

循环测试压力上限和循环测试压力下限差值。

4 试验方法

4.1 试验准备

4.1.1 试验设备

试验设备及测量仪器精度的通用要求如下：

- a) 试验台应满足附录 A 图 A.1~图 A.2 所要求的试验回路;
- b) 试验所用的试验设备和测量仪器应校验合格, 校准周期参照 JB/T 7033;
- c) 采集频率: 不小于 10kHz;
- d) 各工况下测量参量的允许误差要满足表 1 要求;
- e) 其他要求参照 JB/T 7043、JB/T 8729、JB/T 10829。

表 1 各工况测量参量系统精确度要求

测量参量	测量系统的允许误差
压力 (表压力 $p < 0.20\text{MPa}$)	$\pm 3.0\text{kPa}$
压力 (表压力 $p \geq 0.20\text{MPa}$)	$\pm 1.0\%$
流量	$\pm 1.5\%$
转矩	$\pm 1.0\%$
温度	$\pm 1.0^\circ\text{C}$
转速	$\pm 1.0\%$
电流	$\pm 1.0\text{mA}$

4.1.2 测试对象

测试对象要求如下:

- a) 按照标准装配工艺要求完成装配及质量控制;
- b) 先进行性能试验, 确认合格后才能进行冲击耐久试验;
- c) 冲击试验要保证冲击容腔为固定不变容腔, 容腔的变化或者测试件内阀芯的动作可能影响冲击压力以及梯度, 试验时要根据需求进行调整:
 - 1) 对于变量泵, 需要固定为最小排量, 屏蔽控制器、高压溢流阀, 锁紧驱动轴;
 - 2) 对于变量马达, 需要固定为最大排量 (单向), 屏蔽控制器、次级溢流阀、冲洗梭阀以及防反转阀 (回转马达), 锁紧驱动轴;
 - 3) 对于阀, 要移除阀芯保证验证流道为固定容腔;
 - 4) 其他根据试验件的具体结构及功能需要进行调整或改制的要求, 部分液压力件调整示例见附录 B。
- d) 试验前被测件承压容腔需要充分排气;
- e) 为了降低被测件壳体温度, 试验过程中需要强制冲洗被测件, 冲洗流量根据控制温度范围确认。

4.1.3 测试条件

试验条件应满足如下要求:

- a) 试验介质用液压油参考 JB/T 10607;
- b) 试验介质温度宜设置压力油口油液温度为 $(60 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- c) 试验介质清洁度应达到 GB/T 14039-2002 18/16/13 代号等级要求或者更高精度等级;
- d) 最大流量应满足液压产品图纸最大流量要求;

e) 其它要求参照 JB/T 7043、JB/T 8729、JB/T 10829 执行。

4.1.4 测量数据记录

测量数据记录表见表 2。

表 2 测量数据记录表

传感器	描述	单位
T_P	P 口温度	°C
T_S	S 口温度	°C
T_Housing	壳体出油口温度	°C
T_Flush	壳体进油口温度	°C
p_P	P 口压力	MPa
p_S	S 口压力	MPa
P_Housing_abs	壳体绝对压力	MPa
Q_Drain	泄漏流量	L/min
Q_Flush	冲洗流量	L/min

4.2 试验过程

4.2.1 跑合试验

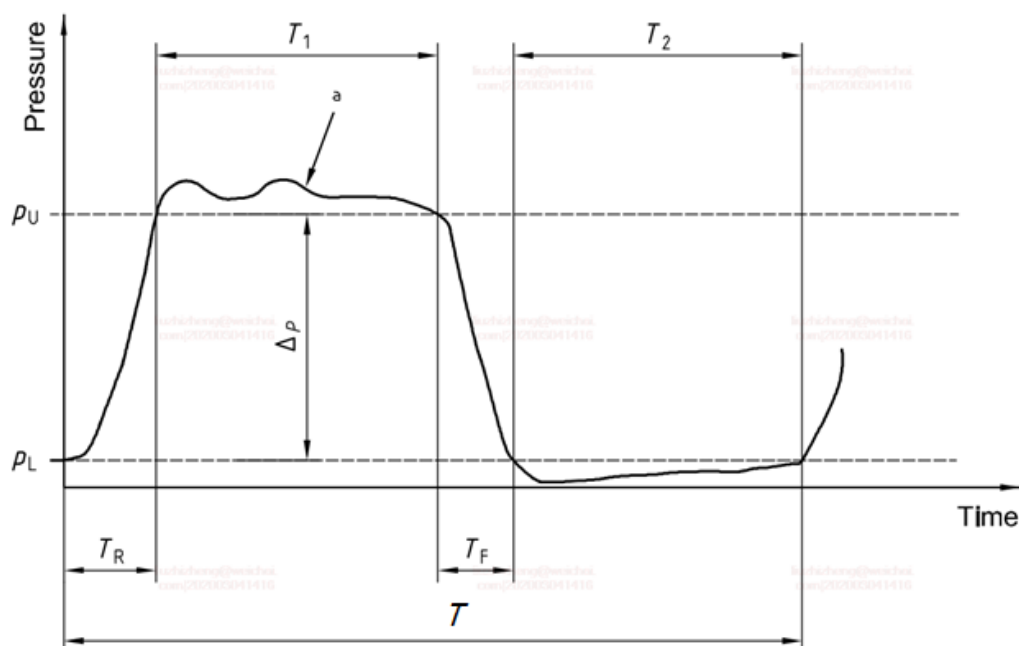
耐久试验前，应先进行跑合试验，跑合原则参照 JB/T 7043、JB/T 8729、JB/T 10829 执行。

4.2.2 耐久前性能试验

耐久前进行基本性能试验，性能试验方法按照 JB/T 7043、JB/T 8729、JB/T 10829 进行，试验件各项性能指标应满足要求。

4.2.3 耐久试验过程控制

冲击耐久试验工况见图 1。



说明:

a——实际试验压力;

T——试验周期 $T=T_R+T_1+T_F+T_2$;

P_U ——循环试验压力的高压区间的最小值;

P_L ——循环试验压力的低压区间的最大值;

T_1 ——循环试验高压段时间;

T_R ——压力上升时间;

T_2 ——循环试验低压段时间;

T_F ——压力下降时间。

图 1 冲击耐久试验工况

试验循环压力按式 (1) 计算:

$$p_{CT} = K_V \cdot p_{RF} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

p_{CT} ——循环试验压力, 单位 MPa;

p_{RF} ——额定疲劳压力, 单位 MPa;

p_{CT} : 循环试验压力, 其中大于 P_U 的时间至少为 $0.3T$;

p_{RF} : 额定疲劳压力, 在该压力下, 可以经受循环试验压力次数的冲击不失效, 一般取系统最常用工作循环中的压力峰值;

K_V : 变量系数, 定义为循环压力与额定疲劳压力的比值。

试验要求如下:

- a) 在压力上升时间 T_R 内, 实际试验压力应增加至循环试验高压下限值, 且应满足:

$$0.4T \leq (T_R + T_1) \leq 0.6T \dots\dots\dots (2)$$

- b) 试验低压上限值应不大于循环试验高压下限值的 5%, 在时间段 T_2 内, 实际试验压力应不超过循环试验低压上限值。 T_2 应满足:

$$0.9T_1 \leq T_2 \leq 1.1T_1 \dots\dots\dots (3)$$

- c) 根据被测件的典型工况, 统计在设计寿命的工况下, 被测件经历的循环次数, 通常 10 万至 1000 万之间;
- d) 测试频率为 (1~5) Hz, 高压保持阶段至少 100ms。

4.2.4 耐久后性能试验

冲击试验完成后, 进行基本性能复测, 测试项目及内容与耐久前基本性能一致, 重点关注泄漏量。

5 拆检要求

拆检要求如下:

- a) 试验过程中出现挡圈或密封件损坏、紧固件力矩变松等情况时，需要对被测件拆检，记录失效模式，更换损坏零件，重新安装后继续试验；
- b) 完成试验后将被测件进行拆检，检查零部件状态，必要时表面喷显影剂检查是否有裂纹等失效，外观无法查看的内腔采用剖解或无损探伤等方法进行检查。

6 测试报告

测试报告应该包含以下信息：

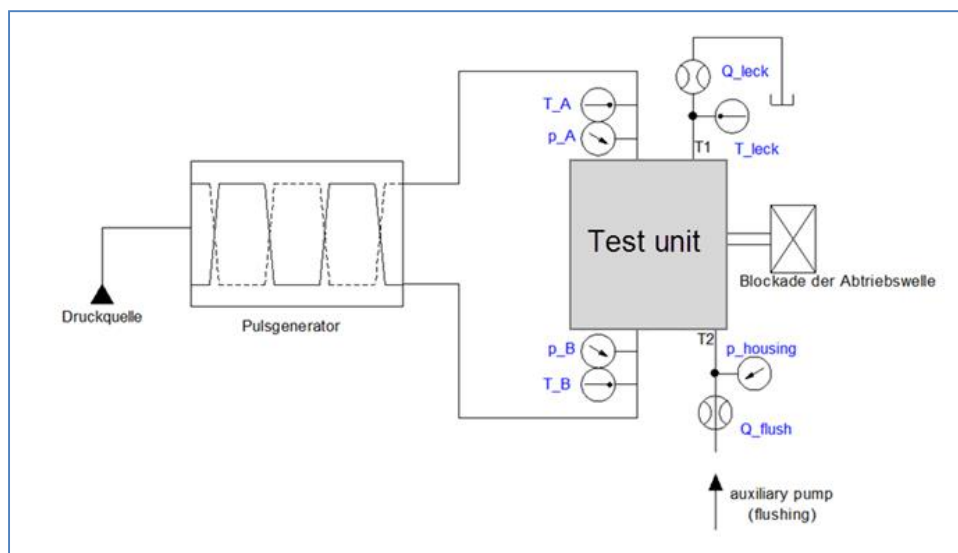
- a) 试验目的和要求；
- b) 试验依据和引用标准；
- c) 试验时间、试验地点、试验人员；
- d) 试验条件，包括试验设备、油品型号及清洁度等；
- e) 被测件信息包含件号、 部件描述、材料、加工供应商；
- f) 试验项目与内容，包括试验高压压力（ P_U ）、低压压力（ P_L ）、冲击频率以及周期、冲击循环曲线、进油口温度、回油口温度、泄漏流量等；
- g) 试验结果分析，包括试验数据分析、拆检照片、零部件状态描述等；
- h) 试验结论。

附录A

(规范性)

试验回路原理图

单液压泵、液压马达冲击试验回路原理图见图 A.1，双液压泵冲击试验回路原理图见图 A.2。



说明：

T_A——冲击 A 口温度；

T_B——冲击 B 口温度；

T_leck——泄漏口温度；

p_A——冲击 A 口压力；

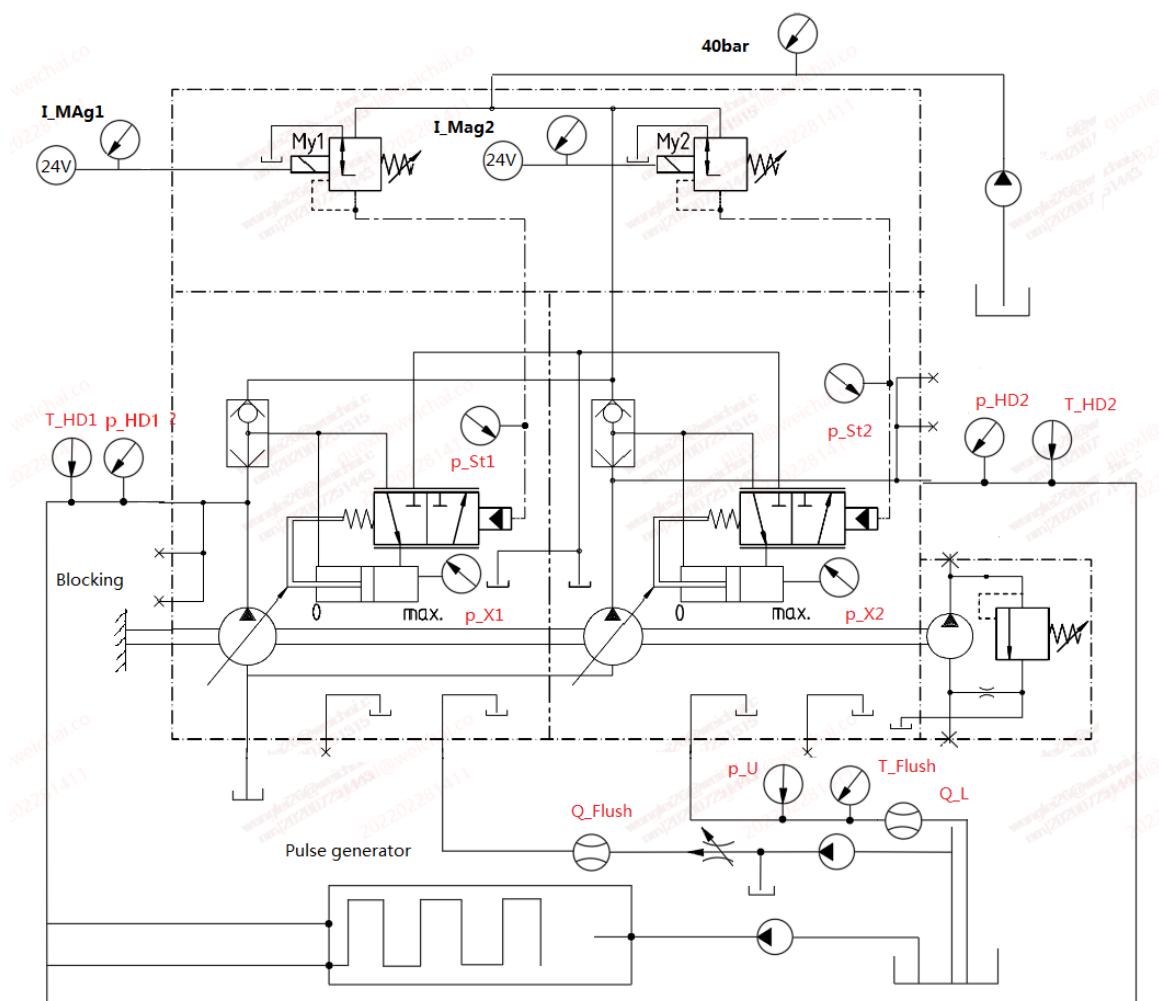
p_B——冲击 B 口压力；

p_housing——壳体压力；

Q_leck——泄漏口流量；

Q_flush——冲洗流量。

图 A.1 单液压泵、液压马达冲击试验回路原理图



说明：

T_HD1——泵 1 高压口温度；

T_HD2——泵 2 高压口温度；

T_Flush——泄漏口温度；

p_HD1——泵 1 高压口压力；

p_HD2——泵 2 高压口压力；

p_st1——泵 1 先导压力；

p_st2——泵 2 先导压力；

p_X1——泵 1 大腔压力；

p_X2——泵 2 大腔压力；

p_U——壳体压力；

Q_L——泄漏口流量；

Q_Flush——冲洗流量。

图 A.2 双液压泵冲击试验试验回路原理图

附录B

(资料性)

部分液压件调整要求示例

液压泵冲击试验特殊要求示例见图 B.1，液压马达冲击试验特殊要求示例见图 B.2，液压阀冲击试验特殊要求示例见图 B.3。

液压泵试验准备：

- 屏蔽高压溢流阀，保留补油功能，防止压力超过高压溢流阀设定压力导致阀开启；
- 切断泵壳体和控制器之间的油道；
- 固定驱动轴；
- 通过垫片限制泵最小排量。

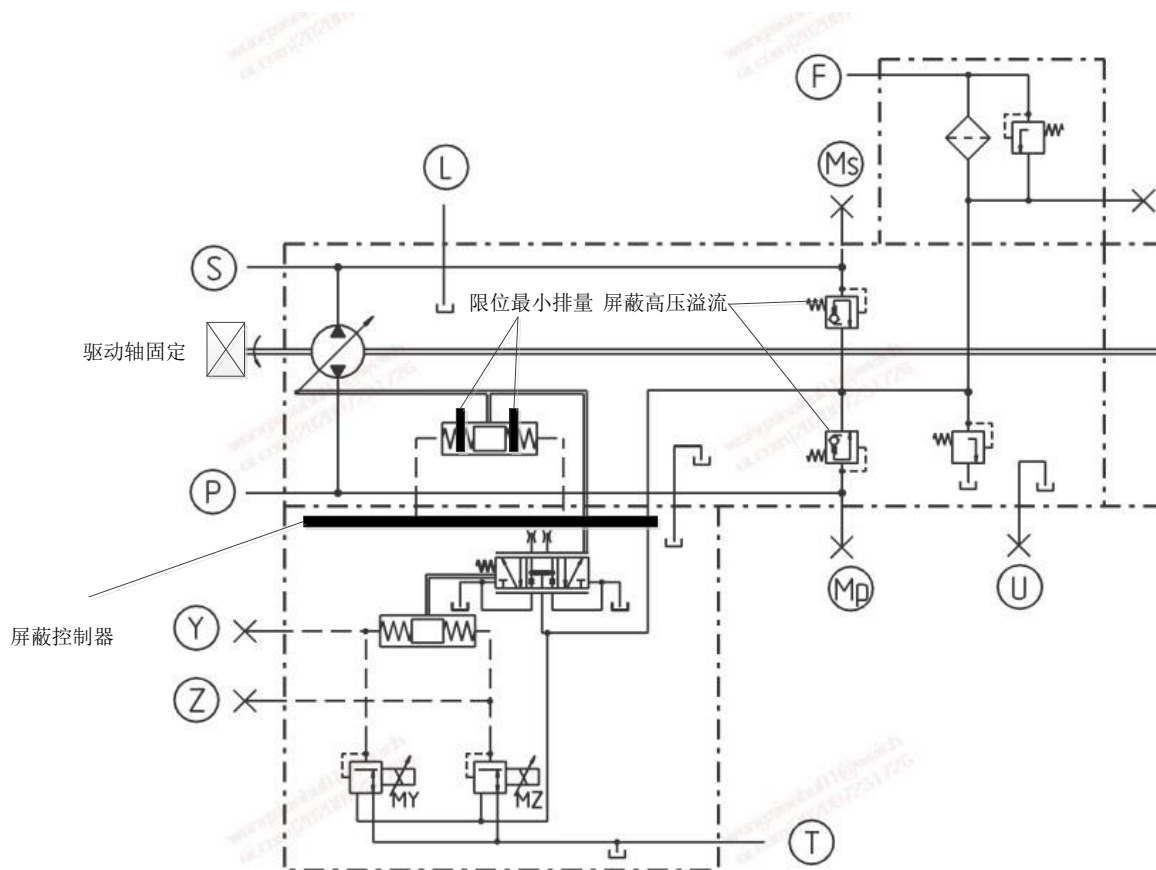


图 B.1 液压泵冲击试验特殊要求

液压马达试验准备：

- 屏蔽冲洗梭阀以及溢流阀。由于冲洗梭阀会在冲击过程中往复运动，会影响压力建立时间以及外泄漏量，因此在冲击试验中必须屏蔽；
- 限制马达排量为最大排量。可以通过固定斜盘或者通过 E、X 控制到最大排量。

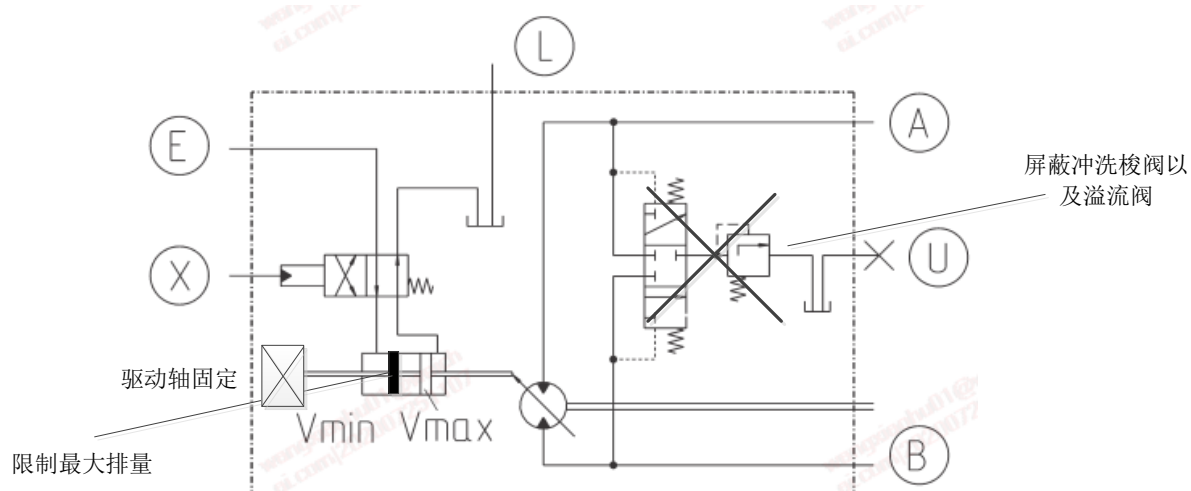


图 B.2 液压马达冲击试验特殊要求

多路阀试验准备：

- 为保证内部油道的完全畅通及封闭，试验之前需要移除和替换部分元件；
- 移除影响容腔冲击容积的单向阀；
- 移除优先阀 BmAm priority, BmSw priority 主级，先导级替换为工装；
- 移除动臂负载保持阀及斗杆负载保持阀主级，先导级替换为工装；
- 移除主溢流阀，使用工装代替；
- 移除所有端口溢流阀，使用工装代替；
- 旁路切断阀芯移除弹簧和限位套，增加限位垫，使阀芯处在关闭状态。

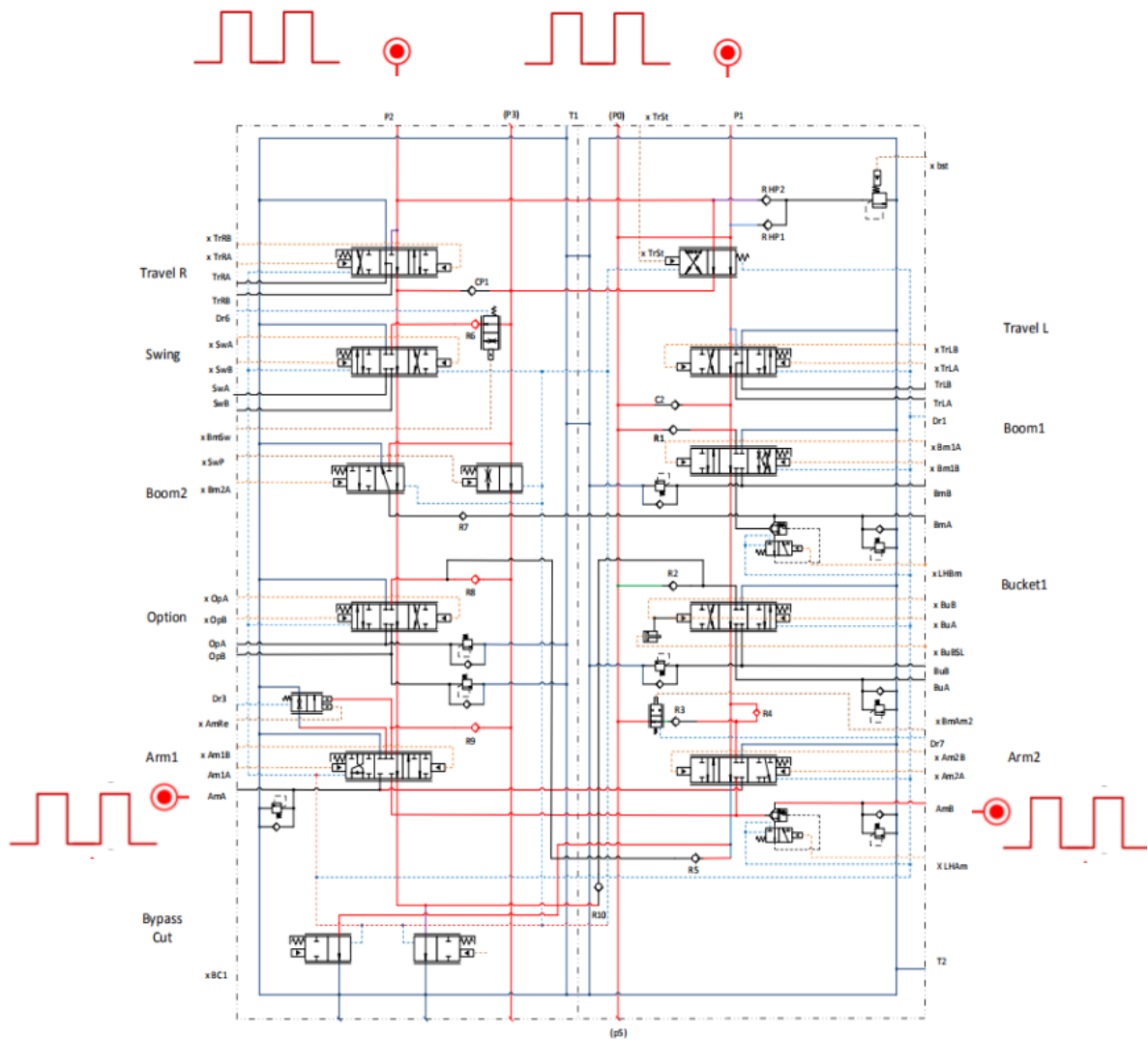


图 B.3 液压阀冲击试验特殊要求