



中华人民共和国国家标准

GB/T 37903—2019

数控压力机可靠性评定方法

Reliability assessment method of NC mechanical presses

2019-08-30 发布

2020-03-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国锻压机械标准化技术委员会(SAC/TC 220)归口。

本标准起草单位:济南铸锻所检验检测科技有限公司、合肥合锻智能制造股份有限公司、浙江易锻精密机械有限公司、华测检测认证集团股份有限公司、荣成华东锻压机床股份有限公司。

本标准主要起草人:崔瑞奇、马立强、王玉山、梅碧舟、邱玉良、刘攀超。

数控压力机可靠性评定方法

1 范围

本标准规定了数控压力机可靠性验证、测定、评定时故障分类及判定原则、抽样、试验方案、试验方法、故障监测、数据采集、可靠性评定指标、试验结果判定等。

本标准适用于数控压力机的可靠性评定。

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 17120 锻压机械 安全技术条件

GB/T 26483 机械压力机 噪声限值

GB 27607 机械压力机 安全技术要求

GB/T 36484 锻压机械 术语

3 术语和定义

GB/T 36484 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数控压力机 **NC mechanical presses**

采用数控系统控制,至少能控制、显示滑块运动速度和位置、监控压力机工作力的机械压力机。

3.2

故障 **fault**

数控压力机不能完成规定功能或性能指标超过规定界限的状态和事件。预防性维护或其他计划性活动或缺乏外部资源的情况下除外。

3.3

关联故障 **relevant fault**

在解释试验或工作结果或计算可靠性特征值时计入的故障。

3.4

非关联故障 **non-relevant fault**

在解释试验或工作结果或计算可靠性特征值的数值时不计入的故障。

3.5

本质故障 **intrinsic malfunction**

数控压力机在规定的条件下使用时,由于其零部件或元器件本身固有的缺陷而引起的故障。

3.6

误用故障 **misuse fault**

不按规定条件或超出产品允许范围使用数控压力机而引起的故障。

3.7

从属故障 secondary fault

由一个零部件或元器件的故障而直接或间接引起的其他故障。

3.8

重复故障 repeated malfunction

在相同的条件下,在数控压力机的同一部位上的零部件或元器件,或不同部位上但用途相同的零部件或元器件,先后发生的两个或两个以上的故障。

3.9

累积相关试验时间 cumulative related test time

与受试的数控压力机相关故障有关的,用来计算可靠性特征量的时间的总和。该时间不包括试验期内进行的预防性维护时间、试验监测时间和停机时间。

3.10

间歇故障 intermittent fault

产品未经任何修复性维修而在有限的持续时间内自行恢复规定功能的故障。

注:这种故障往往是反复出现的。

3.11

平均故障间隔时间 mean time between failures; MTBF

相邻两故障间工作时间的平均值。

3.12

平均修复时间 mean time to restoration; MTTR

从发现故障到恢复规定性能所需时间的平均值。

3.13

预防性维护 preventive maintenance

为降低产品失效的概率或防止功能退化,按预定的时间间隔或时间准则实施的维护。

3.14

测定试验 determination test

确定产品特性值或性能值的试验。

3.15

定时截尾试验 time truncated test

为缩短试验时间,试验进行到一定时间即行停止试验。

4 故障分类及故障判定原则

4.1 故障分类

根据压力机的故障性质和危害的严重程度,将故障分为四类,每一类故障对应相应的当量故障系数。其分类原则及当量故障系数见表1,累积当量系数 r_{di} 按式(1)计算:

$$r_{di} = \sum_{j=1}^4 r_{ij} \epsilon_j \dots\dots\dots (1)$$

式中:

r_{ij} ——试验期内第*i*台船用卷板机发生的第*j*类故障数;

ϵ_j ——第*j*类故障的当量故障系数。

表 1 数控压力机故障分类原则及当量故障系数

故障类别	分类原则	当量故障系数
I 致命故障	导致人员伤害	10
	导致数控压力机主要功能丧失	
	导致数控压力机或主要零部件严重损坏,或失去修复价值	
II 严重故障	数控压力机主要零部件损坏,不能实现正常功能	1
	更换零件或修理而造成停机时间大于 1 h	
III 一般故障	一般零件损坏而导致数控压力机功能下降	0.5
	更换零件或修理而造成停机时间大于 0.5 h	
IV 轻微故障	不会导致数控压力机功能下降或工作中断	0.2
	更换零件或修理而造成停机时间少于 0.5 h	

4.2 故障判定原则

4.2.1 数控压力机每一个故障都应按关联故障或非关联故障分类,关联故障计数,非关联故障(如误用故障和从属故障等)则不计数,但试验时应做记录。

4.2.2 在计算数控压力机的可靠性特征量时,只计本质故障。但如果该本质故障引起从属故障,则应按严重的故障判定本质故障类别。

4.2.3 对无法判定是本质故障或是从属故障的故障,均计为本质故障。

4.2.4 若数控压力机有若干项功能不能完成或若干项性能指标超过规定界限,而且不能证明它们是同一原因引起的,则每一项均判为数控压力机的一个故障。若是由同一原因引起的,则只判为数控压力机的一个故障。

4.2.5 若数控压力机有一项功能不能完成或性能指标超过规定值,而且它是由两个或更多的独立故障引起,则每一独立故障均判为数控压力机的一个故障。

4.2.6 重复故障的每一次故障,均应计为关联故障。

4.2.7 停机监测或试验中止、结束后的检查中发现的故障,应计入故障数中。其故障发生时间认为是停机时的一瞬间。

4.2.8 非关联故障不计数,但在考核时应做记录。非关联故障包括:

- a) 安装不当引起的故障;
- b) 误用故障;
- c) 误操作故障;
- d) 维修不当引起的故障;
- e) 试验装置故障引起的故障;
- f) 试验条件超过设计规定所造成的故障;
- g) 其他外界因素引起的故障。

4.2.9 按规定程序进行的预防性维护不作为故障计数,包括:

- a) 按说明书规定的易损件的更换或损坏;
- b) 必要的调整和调校。

4.2.10 如果在同一部位多次出现故障模式相同的间歇故障,则只判数控压力机产生了一个故障。

4.2.11 故障模式及故障类别见附录 A,对于未列入附录 A 的故障模式应按表 1 的规定分类。

5 抽样

5.1 试验样机应是出厂检验合格的数控压力机。

5.2 试验场试验时,从同批产品中随机抽样,应抽取 3 台样机;批量不超过 3 台(含 3 台)时,则全部抽取。

5.3 现场跟踪统计试验时,从同类产品中随机抽样,应抽取 10 台~50 台样机或年产量的 10%;不超过 10 台(含 10 台)时,则全部抽取。

6 试验方案

6.1 可靠性测定试验方案应选择试验场试验或现场跟踪统计试验两种方法之一。

6.2 采用无替换定时截尾试验方案。

6.3 试验场试验的累积相关试验时间 $t \geq 1\,500\text{ h}$ 。

6.4 现场跟踪统计试验的累积相关试验时间 $t \geq 6\,000\text{ h}$ 。

7 试验方法

7.1 试验样机的预检

7.1.1 试验前,按产品的技术标准或技术文件进行检验,合格后,方能进行可靠性试验。

7.1.2 预检过程中发生的故障不计入计算可靠性特征量的故障数内,但应详细记录,分析原因,并应排除故障。

7.2 试验样机的预防性维护

7.2.1 试验过程中应按规定程序进行预防性维护(如按应规定的更换、调整、润滑等),到达规定寿命期限的零配件的更换及超过规定寿命期限使用的损坏,不计入故障数。

7.2.2 凡不符合规定程序进行的维修和保养,均应作为关联故障计。

7.3 试验条件

7.3.1 试验场试验

7.3.1.1 数控压力机的试验环境和试验条件应符合技术文件和使用说明书的规定。

7.3.1.2 给试验样机模拟加载,加载力不应低于其公称力的 70%。

7.3.1.3 试验样机分别以“连续”或“单次”行程规范进行试验。

7.3.1.4 试验可连续或间断进行,间断进行时,每次持续试验时间不应小于 8 h。

7.3.1.5 辅助装置应随同主机同时试验。

7.3.2 现场跟踪统计试验

7.3.2.1 运行工况应具有代表性,并符合设计或产品说明书的规定。

7.3.2.2 选择的样机应尽可能在相似的工况条件下工作。

7.3.2.3 一般应在数控压力机工作 1 个月后进行可靠性现场跟踪统计试验。如跟踪早期故障,可在数控压力机开始工作起进行。

8 故障监测

8.1 每 8 h 检查一次样机各部位的温度和温升;装模高度显示值;曲轴停止位置;油、气渗漏情况;零件松动情况及导轨表面状况等,均应符合产品技术标准的规定;检查安全功能和安全装置,应符合 GB 17120、GB 27607 的规定。

8.2 每台样机累积试验到 200 h 时进行一次数控性能、精度、噪声和主要安全性能的检查,试验结束或中止时再重复检查一次,数控性能、精度应符合产品技术标准的规定。主要安全性能应符合 GB 17120、GB 27607 的规定。噪声应符合 GB/T 26483 的规定。试验中止或结束后的检查中发生的故障,亦应计入故障数中。

8.3 如试验过程中发生故障,应立即停机检查、维修,合格后方能继续试验。

9 数据采集

9.1 试验场试验

9.1.1 试验过程中应随时检查数控压力机的运行情况,并做好记录(参见附录 B)。记录应准确,涂改处应有记录人的签章并说明理由。

9.1.2 一旦发生故障,试验人员应根据故障判定原则对故障进行记录,并填写“故障记录表”(参见附录 C)、“故障分析报告”(参见附录 D)。

9.1.3 在试验过程中,达到寿命期限的耗损件和配套件的更换不计故障,但应做记录。

9.2 现场跟踪试验

9.2.1 可靠性现场跟踪试验的数据采集点应至少 2 个。

9.2.2 试验过程中由试验方或委托用户检查数控压力机的运行情况,并做好记录(参见附录 B)。记录应准确,涂改处应有记录人的签章并说明理由。

9.2.3 由用户进行数据采集时,应对用户进行可靠性技术培训,掌握故障判定原则。

9.2.4 试验方应到用户现场了解情况,并对具体问题予以指导。

9.2.5 一旦发生故障,试验方或用户应根据故障判定原则对故障进行记录,并填写“故障记录表”(参见附录 C)、“故障分析报告”(参见附录 D)。

9.2.6 对于达到寿命期限的耗损件和配套件的更换不计故障,但应做记录。

10 可靠性评定指标

10.1 平均故障间隔时间 MTBF

平均故障间隔时间 MTBF 值按式(2)计算:

$$MTBF = \frac{t}{\sum_{i=1}^n r_{di}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

t ——累积相关试验时间(截尾时间),单位为小时(h);

r_{di} ——试验期内第 i 台数控压力机样机发生的当量故障数;

n ——数控压力机样机台数。

10.2 平均修复时间 MTTR

平均修复时间 MTTR 值按式(3)计算:

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^n t_{r_i}}{\sum_{i=1}^n r_i} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

t_{r_i} ——试验期内第 i 台样机发生故障后的总修复时间,包括故障诊断、修理准备和修理实施的时间,单位为小时(h);

r_i ——试验期内第 i 台样机发生的停机故障次数。

10.3 固有可用度 A

固有可用度 A 值按式(4)计算:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \dots\dots\dots (4)$$

10.4 未发生关联故障的评定

如在试验期内未发生关联故障,则平均故障间隔时间 $MTBF=t$ 。

11 试验结果判定

11.1 数控压力机的 MTBF 值的规定目标值不应低于 300 h。

11.2 根据 10.1 计算出的 MTBF 值,达到规定目标值者,评定数控压力机可靠性为合格。未达到规定目标值者,评定为不合格。计算出的 MTBF 值最大按累积相关试验时间计。对按 10.2 和 10.3 计算出的 MTTR 值和 A 值,只进行考查。

11.3 如在试验期内未发生关联故障或累计当量故障数少于 1,则平均故障间隔时间 $MTBF=t$ 。

11.4 试验中若发生关联的致命故障,应立即中止试验,评定数控压力机可靠性为不合格。

附 录 A
(规范性附录)

数控压力机故障模式及故障类别

数控压力机故障模式及故障类别见表 A.1。

表 A.1 数控压力机故障模式及故障类别

序号	故障模式	故障类别			
		I	II	III	IV
1	压力机安全保护失灵或误动作	√			
2	单次行程时发生连冲现象	√			
3	压力机操作规范和联锁功能失灵	√			
4	滑块意外启动	√			
5	急停功能失灵	√			
6	机械、电气制动系统失灵	√			
7	制动性能不符合要求		√		
8	制动角超标		√		
9	机身、滑块有严重裂纹或断裂	√			
10	机身、滑块有轻微裂纹		√		
11	几何精度不合格		√		
12	下死点精度不合格		√		
13	噪声不合格		√		
14	压力机工作时滑块意外停止		√		
15	滑块停止位置不符合要求		√		
16	装模高度调节装置损坏		√		
17	装模高度调节不灵活			√	
18	装模高度在使用中变化超过规定值		√		
19	超载保护装置在力超过规定值时不起保护作用		√		
20	超载保护装置在力未达到公称力时而卸荷			√	
21	液压超载保护装置气动泵工作不正常			√	
22	曲轴有裂纹或断裂	√			
23	连杆弯曲或断裂	√			
24	主传动齿轮断齿		√		
25	传动轴轴向窜动		√		
26	飞轮裂或碎	√			
27	轴瓦损坏		√		
28	离合器、制动器工作不协调		√		
29	空气引进头损坏			√	
30	上死点停止位置超标			√	
31	导轨、轴承温升超标		√		
32	摩擦离合器制动器温升超标		√		

表 A.1 (续)

序号	故障模式	故障类别			
		I	II	III	IV
33	平衡缸损坏		√		
34	平衡缸运行不畅			√	
35	拉伸垫损坏		√		
36	数控系统失灵	√			
37	数控系统功能不符合要求		√		
38	传感器失灵		√		
39	伺服系统失效		√		
40	电气控制系统主要性能不符合规定或失灵		√		
41	电气控制系统主要元器件失效		√		
42	主电机损坏		√		
43	电能回收和储存装置损坏		√		
44	产生热危险		√		
45	监控功能丧失		√		
46	液压元件损坏而必须更换		√		
47	液压元件发生故障需要修理但不需更换			√	
48	液压系统漏油		√		
49	液压系统油渗漏			√	
50	润滑系统不工作或润滑点缺油		√		
51	润滑系统漏油			√	
52	气动控制系统失灵		√		
53	气动元件损坏			√	
54	空气管路漏气影响压力机功能			√	
55	空气管路漏气不影响压力机功能				√
56	紧固件松动或损坏影响压力机功能			√	
57	紧固件松动或损坏未影响压力机功能				√
58	零件损坏或脱落影响压力机功能			√	
59	零件损坏或脱落未影响压力机功能				√
60	重要滑动摩擦副划伤			√	
61	重要滑动摩擦副轻微划伤				√
62	各种传动带损坏			√	
63	各种功能部件和附件不能正常工作			√	
64	动平衡机构失效		√		
65	送料装置不能正常工作			√	
66	送料精度超差			√	
67	冷却系统损坏或失效			√	
68	各种标牌、标志、指示灯、熔断器脱落或损坏				√
注：“√”表示故障模式对应的故障类别。					

附 录 C
(资料性附录)
可靠性试验故障记录表

可靠性试验故障记录表见表 C.1。

表 C.1 可靠性试验故障记录表

产品名称		产品型号		出厂编号	
制造单位			出厂日期		
试验日期	年 月 日 时 至 年 月 日 时				
试验环境和 工况条件					
序号	故障发现时间	故障部位	故障现象	采取措施	修复时间
累计工作时间/h		累计故障数		累计修复时间/h	
注：每台产品填写一份表格，表可续页。					

试验者(签字)： 填表人(签字)： 试验单位(盖章)：
年 月 日

附录 D
(资料性附录)
故障分析报告

故障分析报告见表 D.1。

表 D.1 故障分析报告

产品名称		出厂编号	
产品型号		出厂日期	
制造单位			
发现故障时间		累计工作时间	
修复时间		故障现象	
故障描述			
故障原因			
设计问题	☐	零件质量问题	☐
制造问题	☐	误操作	☐
装配问题	☐	试验装置问题	☐
选用不当	☐	渗漏	☐
超负荷	☐	失效、退化、磨损	☐
动力源问题	☐	松脱	☐
损坏	☐	从属故障	☐
其他	☐		
故障分类			
关联故障	☐	非关联故障	☐
对故障采取的措施			
设计更改	☐	工艺更改	☐
更换零件	☐	材料更改	☐
调整	☐		

填表人：(签字)

试验单位：(盖章)

年 月 日

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
数控压力机可靠性评定方法
GB/T 37903—2019

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2019年8月第一版

*

书号: 155066 • 1-63224

版权专有 侵权必究



GB/T 37903-2019

