

JB/T 6882-93 标准 泵可靠性验证试验

本标准主要规定了泵可靠性验证试验的主题内容与适用范围、引用标准、可 K 性指标选择、故障判断、抽样规定、受试产品的要求、试验方案、试验程序、试验报告以及实例。

- 1、泵可靠性验证试验：主题内容与适用范围
- 2、泵可靠性验证试验：引用标准
- 3、泵可靠性验证试验：可 K 性指标选择
- 4、泵可靠性验证试验：故障判据
- 5、泵可靠性验证试验：抽样规定
- 6、泵可靠性验证试验：受试产品的要求
- 7、泵可靠性验证试验：试验方案
- 8、泵可靠性验证试验：试验程序
- 9、泵可靠性验证试验：试验报告
- 10、泵可靠性验证试验：实例

1、主题内容与适用范围

本章节描述了泵可靠性验证试验的规定与适用范围。

本标准规定了泵可靠性验证试验的指标选择、故障判据、抽样规定、试验方案、试验程序和试验报告等。

本标准适用于核查泵的可靠性特征值是否达到可靠性规定指标值的试验，并对试验室和现场两种可靠性试验方式均适用。

2、引用标准

本章节描述了泵可靠性验证试验的引用标准。

GB 5080.4 设备查靠性试验可靠性测定试验的点估计和区间估计方法(指数分布)

GB 5080.7 设备查靠性试验恒定失效率假设下的失效率与平均无故障时间的验证试验方案

3、可 K 性指标选择

本标准的试验方案适用于以平均无故障工作时间和平均检修寿命以及失效前平均时间为可靠性特征的可靠性验证试验。

3.1 平均无故障工作时间(mean time between failures —MTBF)

泵运行中相邻两故障间工作时间的均值，

对于大部分泵产品可靠性指标均可选用平均无故障工作时间（MTBF）

3.2 平均检修寿命(mean overhaul life—MOL)

带运行到需要解体检查修理时工作时间的均值 a

对于考核耐久性的泵，可靠性指标选用平均检修寿命(MO)。

3.3 失效前平均工作时间（HIMU time to failure-MTTF）

泵从开始运行到发生不便于修理的故障时工作时间的均值 i

对于某些虽然原则可修复但是进行修理很不方便或很困难甚至是不可能修复的泵，可以当成不可修复产品处理(如深井泵和某些船用泵等可靠性指标选用失效前平均工作时间(MTTF))

4、故障判据

本章节主要描述泵可靠性验证试验所遇的故障判断。

4.1 故障

R 是不能按订货数据单要求的运行工况完成其规定功难或其性能指标劣化至允许范围以外的一切 现象就是故障。

4.2 表现形式

在额定扬程下，流量达不到规定值或满足不了用户的使用值，不正常的外部泄漏、振动烈度大、润滑 不良、局部过热、不正常的频繁更换易报件等都属故障。

4.3 分类

I类故障——危及人身和设备安，造成重大经济损失的故障 B 如断轴、炸裂等；

I类故障——主要零部件严重损坏，需解体检修的故障。如叶轮裂纹、更换机械密封和轴承等。

n 类故障——泵功能下降，可用更换易损件和附带工具在较短时间内便于维修并能容易排除的故障。如换填料等。

w 类故障——不影响泵的功能和使用要求，且无需停机而轻易排除的故障。如标牌脱落、轻微泄漏等。

4.4 判据

4.4.1 由于 I、n、w 类故障引起的非计划停机均判为一次故障。

4.4.2 有计划停机检修不计入故障次数，按计划更换易报件也不计入故障次数。

4.4.3 W 类故障以及其他由于泵本机以外的原因引起的从属故障，如仪表失灵、误操作等均需记录但不计入故障次数。

4.4.4 故障类别的判定应以最终造成后果的严重程度为依据。

4.4.5 由于各种泵的结构不同，同一名称的故障所致后果及排除的难易程度会有较大差别，因此要根 据具体情况确定故障类别。

4.4.6 现场使用中，如果发现泵的若干个参数偏离了规定的使用范围。而且不能证明它们是同一个原 因引起的,则每一个参数的偏离都认为是受试泵的一次故障。有几个原因就认为是几次故障。若是由同 一原因引起，则认为是一次故障。

5、抽样规定

本章节主要描述了泵可靠性验证试验的抽样规定。

5.1 抽样的目的是为了减少试验台量，节约费用*但必须保证样品的试验结果能够代表整批泵的水平。

5.2 泵的可靠性验证试验用于下述情况：

a. 研制的模型或样机;

b. 批量生产,

总体必须在本质上是同一的,也就是说同一总体的泵是以相同的方法和稳定的工艺条件完成生产装配的,以保证可靠性试验具有代表性。如果可以证明泵的可靠性水平与泵的规格无关,方可将同型号 不同规格的泵作为一个总体处理。

受试泵必须从所代表的总体中,按随机方式一次计数抽样。

5.3 现场可靠性试验应注意选点:

a. 用户的使用条件应与设计说明条件一致;

b. 尽量优先选择被考核产品使用量大的用户;

c. 如选择多家用户应具有相同或基本相同的使用条件。

5.4 试验室试验应抽取同年生产的同一规格型号的泵不少于 3 台。

现场试验应从同时期运行的同一规格型号的泵中抽样,样本量不少于 5 台;对于年产超过 150 台的同种规格型号泵抽样量不少于 15 台。

5.5 可靠性试验中,应保证每台受试泵的最少相关试验时间不少于全部受试泵平均试验时间的一半。

6、受试产品的要求

本章节主要描述泵可靠性验证试验的受试产品要求。

6.1 受试产品应按第 5 章的规定抽样。

6.2 受试产品必须是检验通过的合格品*而且在完成性能参数试验之后应进行解体。只有当未发现零、部件有什么不正常的痕迹时*才允许进行可靠性试验。

6.3 可靠性试验可以在专门的试验台上进行,也可以在使用现场进行,但运行工况应在设计规定的工作范围内,运行环境应符合被试泵的使用说明文件的有关规定,

6.4 试验室试验应在额定工况下进行,并要配计时器。允许采用加速试验方法,但必须证明所用方法不改变失效模式和失效机理且加速系数足够准确。

6.5 在使用现场实际工作负荷进行试验时,其设备应具备下列条件: a.可以测定泵的扬程、流量、功率,测定精度不要求太高,方法不限:

b. 可以测量为判断泵的运转是否正常必须测定的量*如轴承温度、外部泄漏量、某些部位的压力 或压力差等;

c. 事故保护或监测装置齐备。

6.6 对允许更换的部件和零件应做出计划。

7、试验方案

可靠性试验包括试验室和现场两种试验方式,可根据具体条件自选一种方法进行试验。泵产品的验证试验可选用序贯截尾和定时截尾两种试验方案。

7.1 方案特征

试验方案中符号“W”代表基本的可靠性特征。

可靠性特征为平均无故障工作时间 MTBF 时: $MTBF^w$ 可靠性特征为平均检修寿命 MOL 时: $401^= / \ll$

可靠性特征为失效前平均工作时间 MTTF 时: $MTTF = m m$ 。——规定可接受的平均无故障工作时间;

%——不可接受的平均无故障工作时间;

w ——生产方风险*即当实际的 $m \sim$ 时, 泵产品批被拒收的概率;

J_3 ——使用方风险*即当实际的时*泵产品批被接受的概率;

D_m ——平均无故障工作时间的鉴别比=

7.2 方案选择

供需双方可根据 GB 5080,7 的规定协商选择试验方案, 若用户不提要求可按下列规定:

对一般泵产品优先推荐 4 > 1 方案 ($k=0.1$, $\beta=0.1$, $D_m=1.5$);

b, 对于发生故障不会造成很大经济损失, 一般用途的泵 (如菜园灌溉泵等)推荐选用 4 : 6 方案 2, $\beta=0.2$, $\beta)m=2.0$);

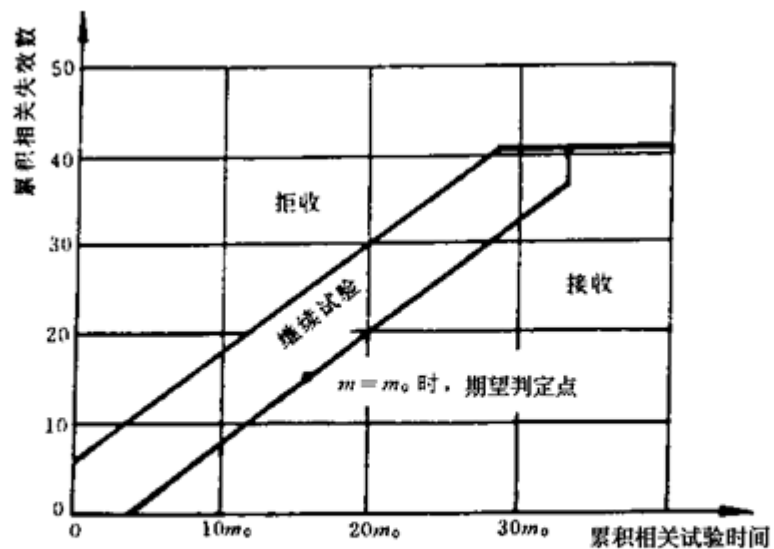


图 1 试验方案 4 : 1 ($\alpha=0.1$, $\beta=0.1$, $D_m=1.5$)

表 1 试验方案 4:1

相关失效数 r	累积相关试验时间的倍数)			累积相关试验时间 \ll , 的倍数)	
	拒收 (等于或小于)	接收 (等于或大于)	和天天双效 r	拒收 (等于或小于)	接收 (等于或大于)
0		4. 40	21	12*61	21, 43
1	—	5, 21	22	13, 42	22. 24
2	—	6*02	23	14. 23	23. 05
3	—	6. 83	24	15-04	23. 86
4	—	7, 64	25	15*85	24, 67
5	—	8. 45	26	16. 66	25. 48
6	0. 45	9. 27	27	17. 47	26. 29
7	L 26	10. 08	28	18. 29	27. 11
8	2. 07	10. 89	29	19. 10	27. 92
9	2. 88	11. 70	30	19* 90	28, 73
10	3. 69	12*51	31	20* 72	29. 54

11	4.50	13* 32	32	2L53	30* 35
12	5.31	14.13	33	22. 34	3L16
13	6.12	14, 94	34	23*15	31.97
14	6. 93	15*75	35	23* 96	32* 72
15	7. 74	16.56	36	24.77	33- 00
16	8- 55	17.37	37	25, 58	33, 00
17	9, 37	18, 19	38	26- 39	33.00
18	10- 18	19- 00	39	27, 21	33, 00
19	10-99	19.81	40	28. 02	33, 00
20	11.80	20.62	1		

注：相关失效数大于或等于 41，一律拒收。

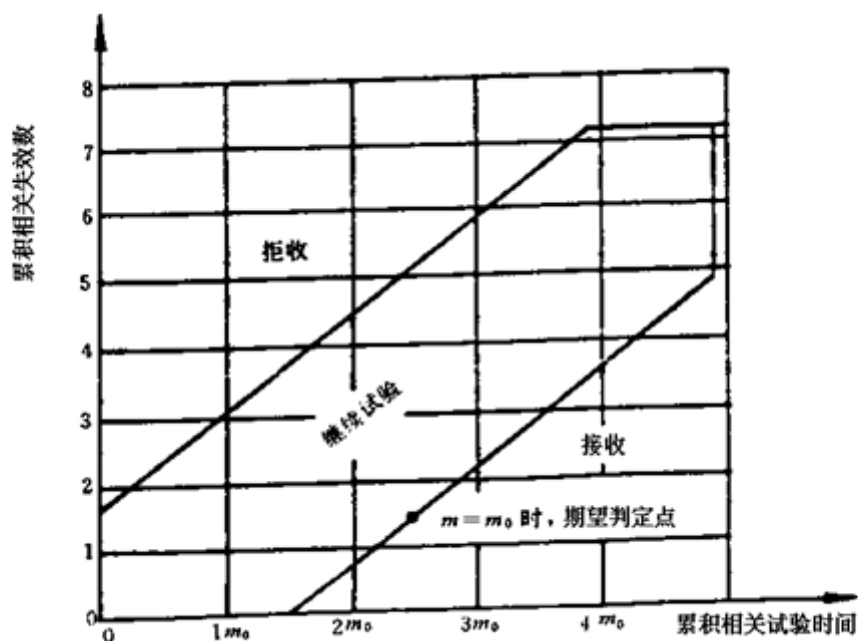


图 2 试验方案 4 : 6 ($\alpha=0.2, \beta=0.2, D_m=2.0$)

表 2 试验方案 4:6

相关失效数 r	累积相关试验	
	拒 收 (等于或小于)	接 收 (等于或大于)
0	—	1, 40
1	—	2, 09
2	0• 35	2, 79
3	1*04	3, 48
4	1*73	4, 17
5	2. 43	4* 87
6	3. 12	4. 87
7	3, 81	4*87

注:相关失效数大于或等于 8,一律拒收,

c. 对于事先要求知道精确的试验时间和费用,尤其是在试验室试验时,优先选用定时截尾试验方案,对于批量大的中、小型泵产品,如液化石油气泵等,现场试验也可选用此方案。

表 3 定时截尾试验方案

方案编号	方案特征	特征值%	D _m	截尾时间的倍数)	截尾失效数r	实际风险%	
	标称值					a	m-nt\?
5 * 1	10	10	1, 5	30.0	37	12.0	s. g
5 » 2	10	10	2	良 4	14	9, 6	10. 6
5 ^ 3	10	10	3	3_ 1	6	9. 4	9*9
5 ^ 4	10	10	5	L 10	3	10. 0	S-8
5 ^ 5	20	20	K5	11】	18	18. 0	21. 7
5 * 6	20	20	2	3_ 9	6	20. 0	21*0
5 * 7	20	20	3	L 46	3	IS, 1	18. 8
5*8	30	30	1-5	5. 3	7	28. 3	32. 0
5=9	30	30	2	84	3	28. 0	28, 9
^ 2 10	35	40	1. 25	6- 7	8	35, 7	40. 2

实例：对于某型号泵，使用方和生产方共同商定选用定时截尾试验方案。风险数为 $n = 1000$ h，且希望总试验时间 T 不超过 9.5×10^4 台小时)。

查表 3 寻找总试验时间 T 与 9.5 最接近的数是 9.4 。对于 9.4 这一行试验方案代号是 $5:2$ ，而对应鉴别比是 2 ，因而对应的 $m \wedge n W \wedge z i o o h \wedge a o o o h$ ，对应的截尾失效数（合格判定数）为 $r = 14$

如取 $n = 47$ 台做有替换寿命试验*试验截止时间为 $t = 400$ h

即取 47 台做有替换寿命试验，到 400 h 截止。如失效次数不超过 14，则通过可靠性验证试验，接收这批产品，否则拒收这批产品

如要求试验时间控制在 300 h 结束。则抽样量为 $n = U \wedge n = 62.6$ 。即取 63 台做有替换寿命试验。到 300 h 截止*如失效次数不超过 14。则通过可靠性验证试验，接收这批产品，否则拒收这批产品。

8、试验程序

从给定的泵产品总体中，随机抽取规定数量的样品，投入规定的试验过程。记录和逐次累积所有受 JB/T 1882 -93 试泵的相关试验时间和相关失效数。相关试验时间和相关失效数应累积到按所选择的序贯试验方案能做出判定为止，或按所选择的定时裁尾试验方案达到截尾条件为止。

8.1 相关试验时间

受试泵相关试验时间根据 GB 5080.4 规定确定（见图 3）。

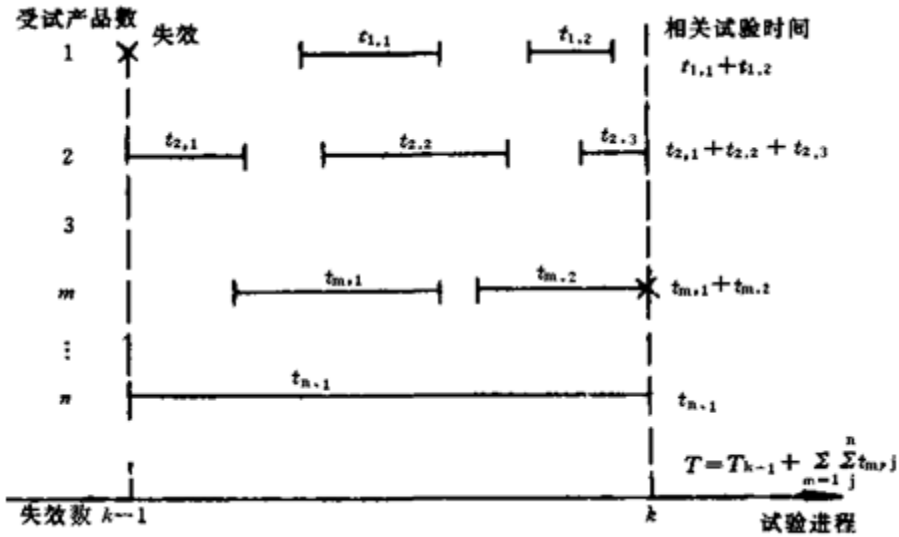


图 3 受试泵相关试验时间

8.2 累积相关试验时间的计算

当能测得每台受试泵的相关试验时间时,发生第 A 次失效的累积相关试验时间 T 为:

$$T = \sum_{m=1}^n t_{m,k} \text{ 或 } T = \sum_{i=1}^r t_i \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中巧——受试泵台数;

^——在受试泵中,序号为 w 的泵直到第 A 次失效发生时的相关试验时间: r——相关失效数 (故障次数);

A 第, 个故障间隔时间 c

在定时截尾试验中, 累积相关试验时间 7^为:

$$T^* = \sum_{m=1}^n t_m \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中——序号为 772 的受试产品直到规定点的试验时间

8.3 试验监测时间

整个试验期间生产厂都必须派专人观测相应的受试泵的相关试验时间, 试验结束时观测相关失效数。

如果不能连续经进行监测, 则必须规定监测之的时间间隔, 使之必须短到不致在本质上影响试验结果。

一般情况下, 监测间隔应小于 0.2 , 其中为规定的可接受的平均无故障工作时间。

8.4 试验记录

应给每一台受试泵建间一份试验记录并按无后同序在规定时间和每次失效之后进行数据记录。

8.4.1 由现场的一般维修人员按现场使用的维修表格收集数据。

8.4.2 由现场操作人员按表 4 记录数据。

8.4.3 由试验人员按监测间隔定期收集数据记人表 8

表 4 泵的运行记录表

观测者姓名 洗闭可靠件指标 试验方案 泵投运 B 期 受试泵颇序号 试验地点

泵		的实际工况 [^]							泵的故障				泵的检修					
扬程 H	流量 Q	功率 w	转速 n	效率 η	振动	噪声	故障发生	故障发生	累积相关	故障原因	故障间隔	消除故障	工作量	操作	耗用	检修		
m	m ³ /h	kw	r/min	%	mm/s	dB	序号	日期	试验时间	原因 ³¹	部位	时间	类别	持续时间	人小时	特点 ²⁾	材料 ⁴⁾	工具
泵设计点工况		流量	m ³ /h	扬程	m	功率	kw	转速	r/min	效率	%	振动	mm/s	噪声	dB			

注：

- 1) 现场不易测量性能参数根据允许的使用情况估算。
- 2) 油、小配件等。
- 3) 机械磨损或引起故障的零件名称、折断、咬合、冲蚀、汽蚀等等。
- 4) 拆卸、更换零件 1 焊补等等。

8.4.4 凡是试验人员认为与试验有关时事件均应记录&

8.5 验证试验

8.5.1 作为试验样品的泵，凡是条件许可均应首先试验泵的水力性能并画出特性曲线。如果是新泵，亦可按泵制造厂出厂试验报告为依据，然后使泵在额定工况附近长期运行并定时监测、记入表 4 中。如果是已运行的泵，则应做适当维修，确认泵符合作为试验样品的条件方可进行试验。

8.5.2 现场试验受试泵的投运时间不应相若太大

8.5.3 进行核查泵的可靠性指标时应对受试泵做如下工作：

- a. 对试验泵定期测定运行参数（对现场不易测定的流量等参数可以按使用情况给定）并记入表 4；
- b. 试验泵发生故障时应尽快排除，继续试验；
- c. 每次故障都要在表 5 中记入相关失效数 r，并按式 (1) 累积泵的总相关试验时间 T 按式 (3) 计算平均正常工作时间系数 r_{tn}：

$$r_{tn} = \frac{T}{m_0} \dots\dots\dots (3)$$

d. 根据所选定的定时截尾或序贯截尾试验方案，查相关的表或图，直至做出合格或不合格的结论为止。

8.5.4 不能仅仅依据形式上达到接收或拒收的判定就对可靠性验证试验做出最后的结论，除此之外述应对可靠性试验中观测到的每一个故障的原因和后果进行详细的分析，并且研究采取有效改正措施的可能性。

9、试验报告

本章节描述了泵可靠性验证试验的报告。

试验报告必须完整到足以最后评定产品是否合格提供可靠的依据，一般应包括下列内容：

- a. 试验大纲，包括试验方案、抽样量、试验仪器、试验计划等；
- b. 原始数据记录；
- c. 数据分析报告；
- d. 故障分析报告；
- e. 验证试验结果表；
- f. 建议措施报告。

表 5 泵可靠性验证试验结果表

相关失效数 r	累积相关试验时间 $T = \sum_{m=1}^n t_{m,h}$ 或 $T = \sum_{i=1}^r t_i$	平均正常工作时间系数 (m_0 的倍数) $t_{tn} = \frac{T}{m_0}$	试验结果 (合格、继续试验、不)

10、实例

本章节主要描述了泵可靠性验证试验的实例。

某型号泵 3 台在某电厂运行一年,共发生 10 次故障,厂方与用户商定的风险数为 $c = 10$ 规定可接收的平均无故障工作时间为 1000 h, 试用序贯截尾方案进行验证试验 D 故障间隔时间数据如下：

$$t_1 = 3839 \text{ h}, t_2 = 527 \text{ h}, t_3 = 623 \text{ h}, t_4 = 743 \text{ h}, t_5 = 1672 \text{ h}$$

$$t_6 = 345 \text{ h}, t_7 = 1129 \text{ h}, t_8 = 195 \text{ h}, t_9 = 1797 \text{ h}, t_{10} = 204 \text{ h}$$

按式 (1)和式 (3)计算出累积相关试验时间 T 和平均正常工作时间系数后记入表 5 (见下表), 查图 1 和表 1 可见当发生第 9 次故障时, 试验泵的 $f = 12.632 > 11.70$,接收试验, 原产品通过验收判定合格。

相关失效数 (故障序号) r	累积相关试验时间 $\sum_{i=1}^r$	平均正常工作时间系数 (财。的倍数) $A_n - T/W_0$	试验结果
1	3839	3,839	继续试验
2	4366	4. 366	1----- 继续试验

3	4989	4*989	1----- 继续试验
4	5732	5. 732	1-----■ 继续试验
5	7404	$1 \wedge 7.404$	1 继续试验
6	7749	7.749	继续试验
7	6878	8. 878	继续试验
8	10835	】 0-S35	继续试验
	12632	3 2. 632	合 格
10	12836	12* 836	合 格