

ICS 23.080

J 71

备案号: 19022—2006

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 6882—2006

代替JB/T 6882—1993

泵可靠性验证试验

Pump reliability verification test



2006-10-14 发布

2007-04-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 故障判据.....	1
4.1 故障.....	1
4.2 表现形成.....	1
4.3 分类.....	2
4.4 判据.....	2
5 抽样规定.....	2
6 受试产品的要求.....	2
7 试验方案.....	3
7.1 方案特征.....	3
7.2 方案选择.....	3
8 试验程序.....	6
8.1 相关试验时间.....	6
8.2 累积相关试验时间的计算.....	6
8.3 试验监测时间.....	7
8.4 试验记录.....	7
8.5 验证试验.....	7
9 试验报告.....	9
10 实例.....	9
图 1 试验方案 4: 1 ($\alpha=0.1, \beta=0.1, D_m=1.5$).....	3
图 2 试验方案 4: 6 ($\alpha=0.2, \beta=0.2, D_m=2.0$).....	4
图 3 受试泵相关试验时间.....	6
表 1 试验方案 4: 1.....	4
表 2 试验方案 4: 6.....	5
表 3 定时截尾试验方案.....	5
表 4 泵运行记录表.....	8
表 5 泵可靠性验证试验结果表.....	9
表 6 累计相关试验时间和平均正常工作时间系数计算结果.....	9

前 言

本标准代替 JB/T6882—1993《泵可靠性验证试验》。

本标准与 JB/T 6882—1993 相比，主要变化如下：

——增加了前言部分。

——对 JB/T6882—1993《泵可靠性验证试验》进行了文字修正。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国泵标准化技术委员会（SAC/TC 211）归口。

本标准由沈阳水泵股份有限公司负责起草。

本标准主要起草人：赵宝奎。

本标准所代替标准的历次版本发布情况：

——JB/T 6882—1993。

泵可靠性验证试验

1 范围

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

本标准适用于核查泵的可靠性指标量值是否达到可靠性规定指标的试验,且试验室和现场两种可靠性试验方式均适用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。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标准,然而,鼓励根据本标准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标准。

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

GB/T 5080.7 设备可靠性试验 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(GB/T 5080.7—1986, idt IEC 60605-7: 1978)

3 术语和定义

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*)

泵运行到需要解体检查修理时工作时间的均值。

对于考核耐久性的泵,可靠性指标选用平均检修寿命 (*MOL*)

3.3

失效前平均工作时间 (mean 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。

对于某些虽然原则上可修复但是进行修理很不方便或很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

4.1 故障

凡是不能按订货数据单要求的运行工况完成其规定功能,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 表现形成

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损件等都属故障。

4.3 分类

I类故障——危及人身和设备安全，造成重大经济损失的故障。如断轴、炸裂等。

II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。

III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容易排除的故障。如换填料等。

IV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、II、III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，按计划更换易损件也不计入故障次数。

4.4.3 IV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

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

5.2 泵的可靠性测定试验用于下述情况：

- 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，应注意考查具有相同或基本相同的使用条件。

5.4 实验室试验应抽取同年生产的同一规格型号的泵不少于三台。

现场试验应从同时期运行的同一规格型号的泵中抽样，样本量不少于五台，对于年产量超过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

6.1 受试产品应按第5章的规定抽样。

6.2 受试主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政党必须测定的量，如轴承温度、外部泄漏、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，可根据具体何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进截尾两种试验方案。

7.1 方案特征

试验方案中符号“ m ”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： $MTBF=m$ 。

可靠性特征为平均检修寿命 MOL 时： $MOL=m$ 。

可靠性特征为失效前平均工作时间 $MTTF$ 时： $MTTF=m$ 。

m_0 ——规定可接受的平均无故障工作时间；

m_1 ——不可接受的平均无故障工作时间；

α ——生产方风险，即当实际的 $m = m_0$ 时，泵产品批被拒收的概率；

β ——使用方风险，即当实际的 $m = m_1$ 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： $D_m=m_0/m_1$ 。

7.2 方案选择

供需双方可根据GB/T5080.7的规定协商选择试验方案，若用户不提要求可按下列规定：

- a) 对一般泵产品优先推荐4: 1方案 ($\alpha=0.1, \beta=0.1, D_m=1.5$)；
- b) 对于发生故障不会造成很大经济损失，一般用途的泵推荐选用4: 6方案 ($\alpha=0.2, \beta=0.2, D_m=2.0$)；

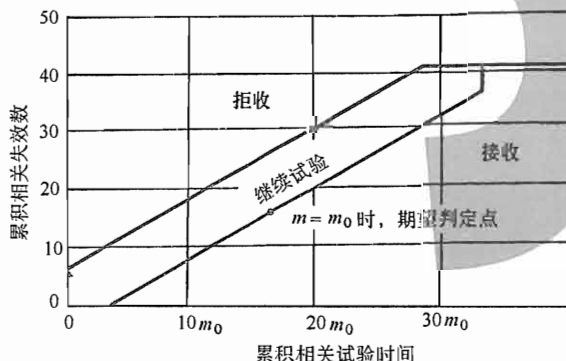


图1 试验方案4: 1 ($\alpha=0.1, \beta=0.1, D_m=1.5$)

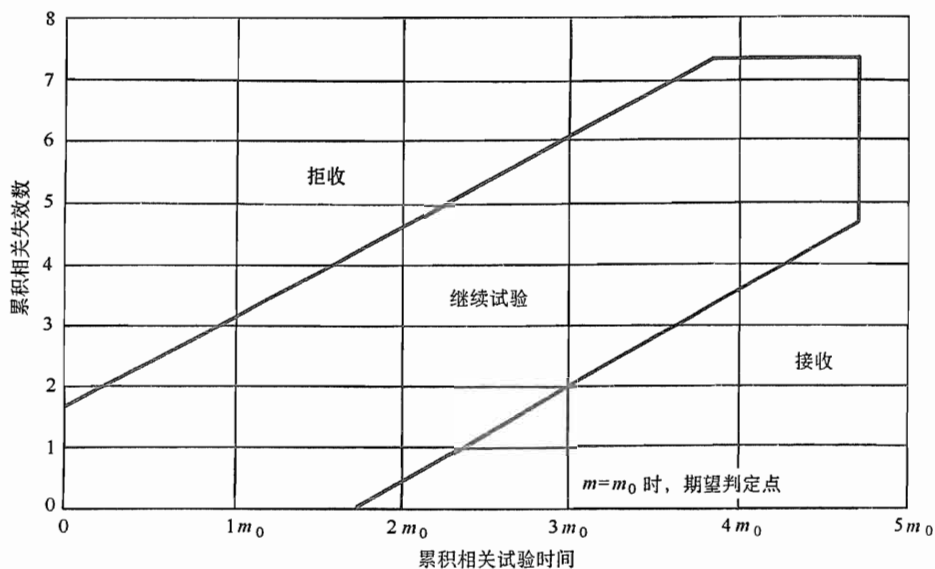


图2 试验方案4: 6 ($\alpha=0.2, \beta=0.2, D_m=2.0$)

表1 试验方案4: 1

相关失效数 r	累计相关试验时间 (m_0 的倍数)		相关失效数 r	累计相关试验时间 (m_0 的倍数)	
	拒收 (等于或小于)	接收 (等于或大于)		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	1.26	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	21.53	30.35
12	5.31	14.13	33	22.34	31.16
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			

注: 相关失效数大于或等于41, 一律拒收。

表2 试验方案4:6

相关失效数 r	累计相关试验时间 (m_0 的倍数)	
	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，尤其是在实验室试验时，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，现场试验也可采用此方案。

实例：对于某种型号泵，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 $\alpha = \beta = 10\%$ ， $m_1 = 1000\text{h}$ ，且希望总试验时间 T 不超过 $9.5m_0 = 19000$ (台·h)。

查表3寻找总试验时间 T 与9.5最接近的数是9.4，相对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 $m_0 = D_m m_1 = 2 \times 1000\text{h} = 2000\text{h}$ ，对应的截尾失效数 (合格判定数) 为 $r = 14$ 。

表3 定时截尾试验方案

方 案 编 号	方 案 的 特 征			截尾时间 (m_0 的倍数)	截尾失效数 r	实际风险 %	
	标 称 值 %		D_m			$m = m_0 \alpha'$	$m = m_1 \beta'$
	α	β					
5: 1	10	10	1.5	30.0	37	12.0	9.9
5: 2	10	10	2	9.4	14	9.6	10.6
5: 3	10	10	3	3.1	6	9.4	9.9
5: 4	10	10	5	1.10	3	10.0	8.8
5: 5	20	20	1.5	14.1	18	18.0	21.7
5: 6	20	20	2	3.9	6	20.0	21.0
5: 7	20	20	3	1.46	3	18.1	18.8
5: 8	30	30	1.5	5.3	7	28.3	32.0
5: 9	30	30	2	1.48	3	28.0	28.9
5: 10	35	40	1.25	6.7	8	35.7	40.2

故取 $n=47$ 台做有替换寿命试验, 试验截止时间 $t = \frac{9.4 \times 2000}{47} \text{h} = 400\text{h}$ 。

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

如要求试验时间控制在300h结束, 则抽验量为 $n = \frac{9.4 \times 2000}{47} = 62.6$, 即取63台做有替换寿命试验, 到300h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, 或按所选择的定时截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/T 5080.4规定确定(见图3)。

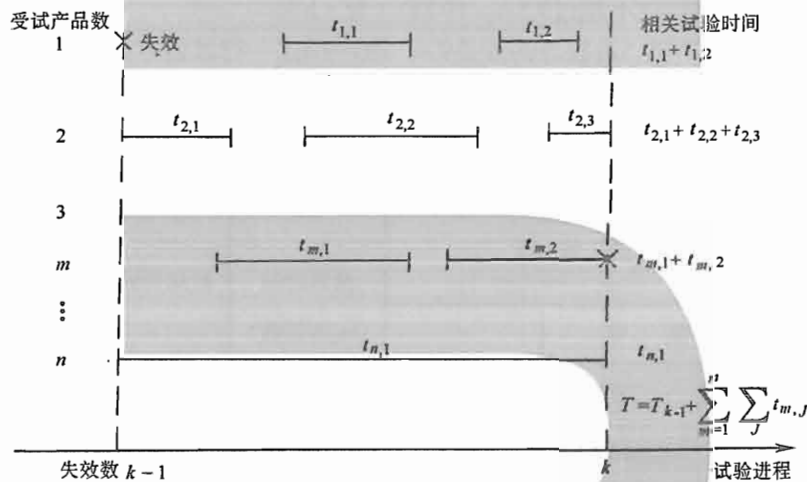


图3 受试泵相关试验时间

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, 发生第 k 次失效的累计相关试验时间 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:

- n ——受试泵台数;
- $t_{m,k}$ ——在受试泵中, 序号为 m 的泵直到第 k 次失效的累计相关试验时间;

r ——相关失效数（故障次数）；

t_i ——第*i*个故障间隔时间。

在定时截尾试验中，累计相关试验时间 T^n 为：

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

式中：

t_m ——序号*m*的受试产品直到规定点的试验时间。

8.3 试验监测时间

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

如果不能连续地进行监测，则必须规定监测之间的时间间隔，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 $0.2m_0$ ，其中 m_0 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立一份试验记录，并按先后顺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入表4。

8.4.4 凡是试验人员认为与试验有关的事件均应记录。

8.5 验证试验

8.5.1 作为试验品的泵，凡是条件许可，均应首先试验泵的水力性能并划出特性曲线。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，记录入表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差太大。

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）累计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 t_m ：

$$t_m = \frac{T}{m_0} \quad \dots\dots\dots (3)$$

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，直至合格或不合格的结果为止。

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作出最后的结论，除此之外，还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

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	累计相关试验时间 $T = \sum_{m=1}^n t_{m \cdot k}$ 或 $T = \sum_{i=1}^r t_i$	平均正常工作时间系数 (m_0 的倍数) $t_m = \frac{T}{m_0}$	试验结果 (合格、继续试验、不合格)

10 实例

某型号泵三台在电厂运行一年，共发生10次故障，厂方与用户商定的风险系数为 $\alpha = \beta = 0.1$ ，规定可接收的平均无故障工作时间为1000h，试用序贯结尾方案进行验证试验。

故障间隔时间数据如下：

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

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

按式(1)和式(3)计算出累计相关试验时间 T 和平均正常工作时间系数 t_m 后记入表5(见表6)，查图1和表1可见当发生第九次故障时，试验泵的 $t=12.632 > 11.70$ ，接收试验，原产品通过验收判定合格。

表 6 累计相关试验时间和平均正常工作时间系数计算结果

相关失效数 r	累计相关试验时间 $T = \sum_{i=1}^r t_i$	平均正常工作时间系数 (m_0 的倍数) $t_m = \frac{T}{m_0}$	试验结果
1	3839	3.839	继续试验
2	4366	4.366	继续试验
3	4989	4.989	继续试验
4	5732	5.732	继续试验
5	7404	7.404	继续试验
6	7749	7.749	继续试验
7	8878	8.878	继续试验
8	10835	10.835	继续试验
9	12632	12.632	合格
10	12836	12.836	合格

中 华 人 民 共 和 国
机 械 行 业 标 准
泵 可 靠 性 验 证 试 验
JB/T 6882—2006

*

机 械 工 业 出 版 社 出 版 发 行
北 京 市 百 万 庄 大 街 22 号
邮 政 编 码：100037

*

210mm×297mm·0.75印张·23千字

2007年4月第1版第1次印刷

定 价：12.00元

*

书 号：15111·7952

网 址：<http://www.cmpbook.com>

编 辑 部 电 话：（010）88379779

直 销 中 心 电 话：（010）88379693

封 面 无 防 伪 标 均 为 盗 版

版 权 专 有 侵 权 必 究