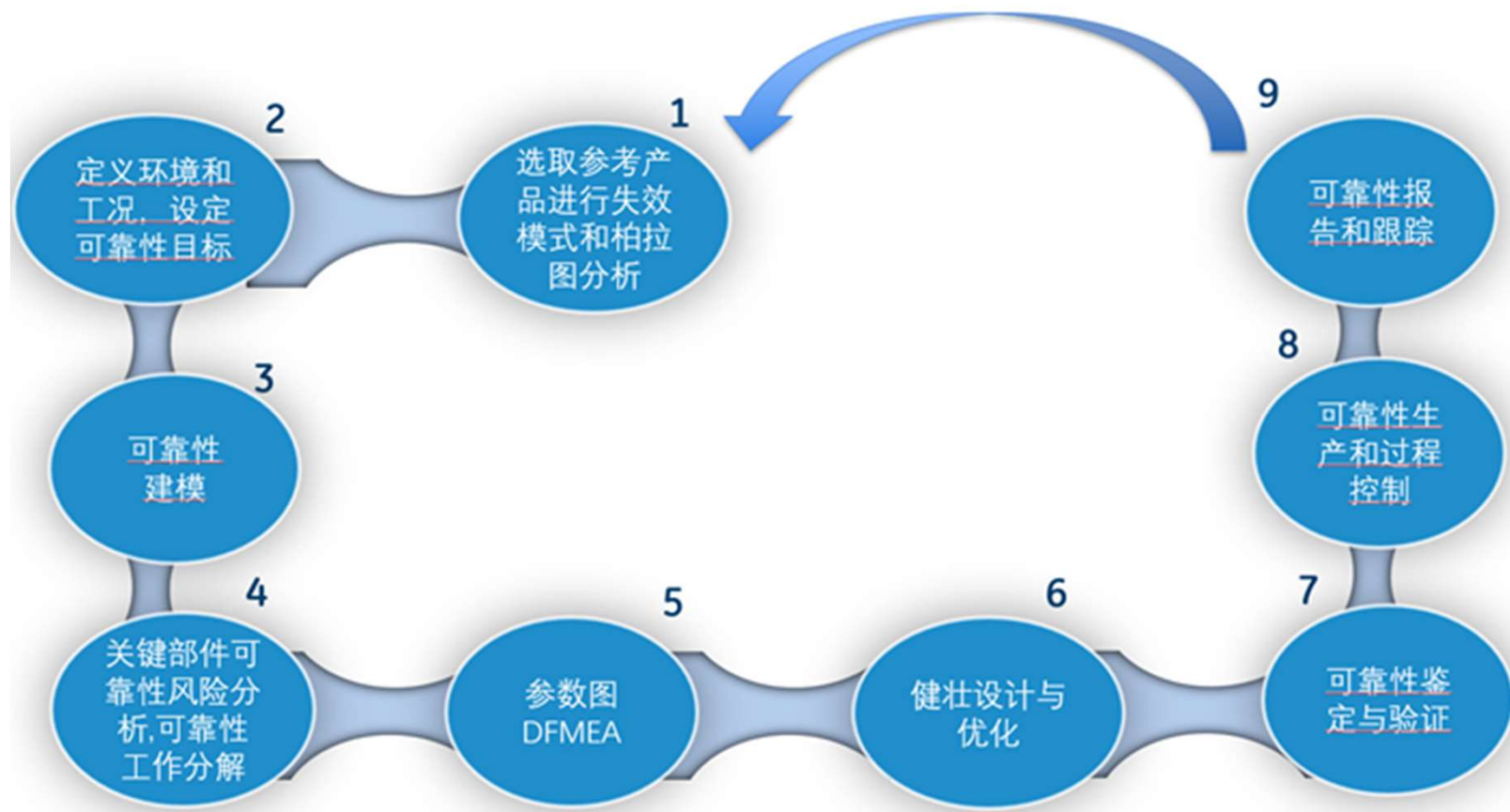


漫谈可靠性工程实践中的常见问题

孟祥明 北京汇航科技

可靠性设计过程



1. 定量的可靠性

□ 错误

1. 没法定量可靠性，只要尽量做就行了；
2. 没有历史数据参考，没办法设定可靠性定量目标；
3. 可靠性验证时间太久需要资源太多没有办法进行，只进行HALT试验即可

□ 正确

- 设定定量可靠性目标，并定量验证；
- 不准的定量目标也远好于没有定量目标；
- 通过时间压缩和定量加速等方式进行验证；



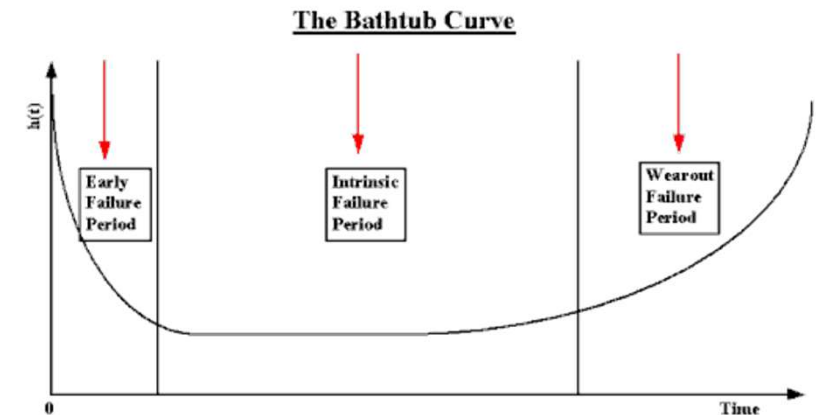
2. MTBF和寿命（指标设定）

❑ 错误

- 混淆MTBF和寿命，把寿命换成MTBF

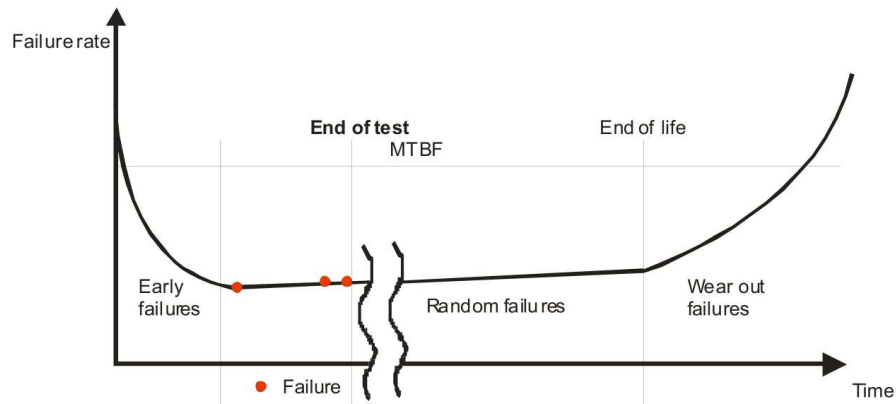
❑ 正确

- 通常见到的MTBF指标都是假定的随机失效（指数分布）
- 通常工程实践中，我们至少需要两个指标
 - ✓ 随机失效指标MTBF（表征早期和随机失效）
 - ✓ 设计寿命类（表征老化耗损）

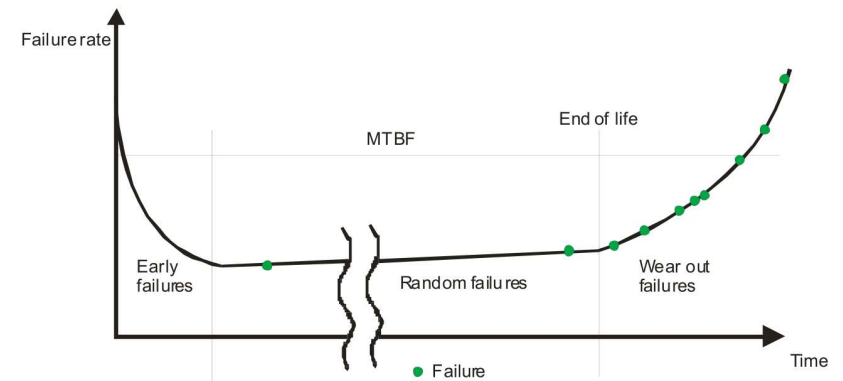


3. MTBF和寿命 (验证)

错误



正确

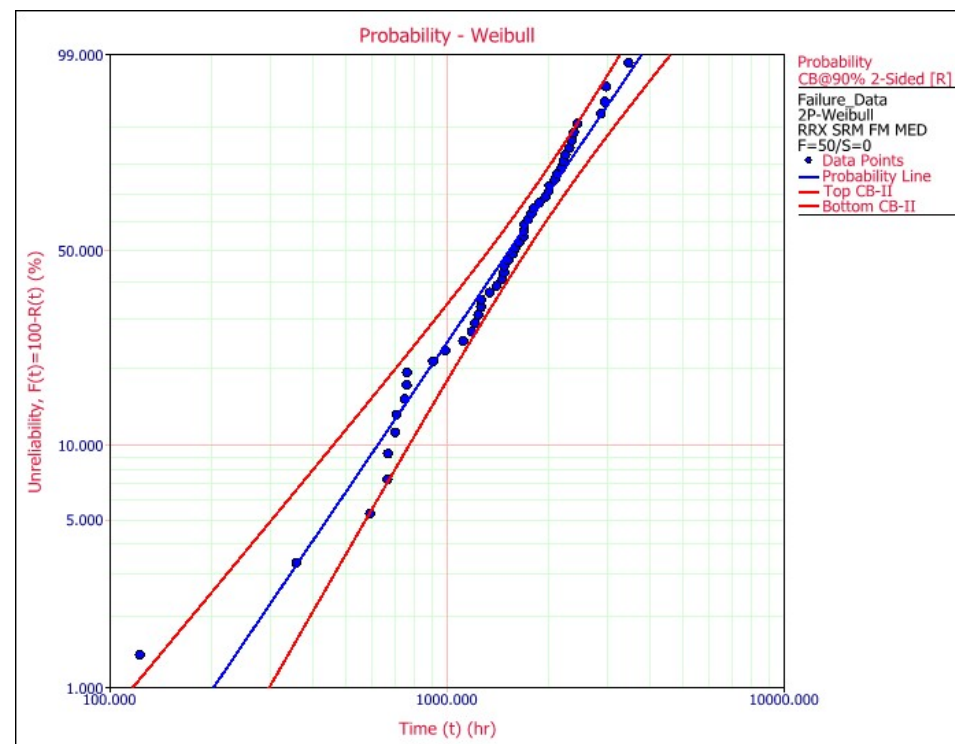


4. 置信度的使用

通过现场数据的统计计算，可以计算得到不同置信度的可靠性指标。

下表为计算的某设备随机失效

	XXXXXX (days)		
	点估计	75% CL	90% CL
MTBF	1002.64	781.06	664.47
λ	9.97E-04	1.28E-03	1.50E-03



4. 置信度的使用

❑ 错误

- 设定目标时候，使用计算出带有置信度的指标，验证时候也带有置信度；
- 设定目标使用置信度，验证时候无置信度；

❑ 正确

- 目标设定的时候使用点估计方法，验证时候根据需要据实际情况使用60%、75%、90%或95%等置信度进行验证。

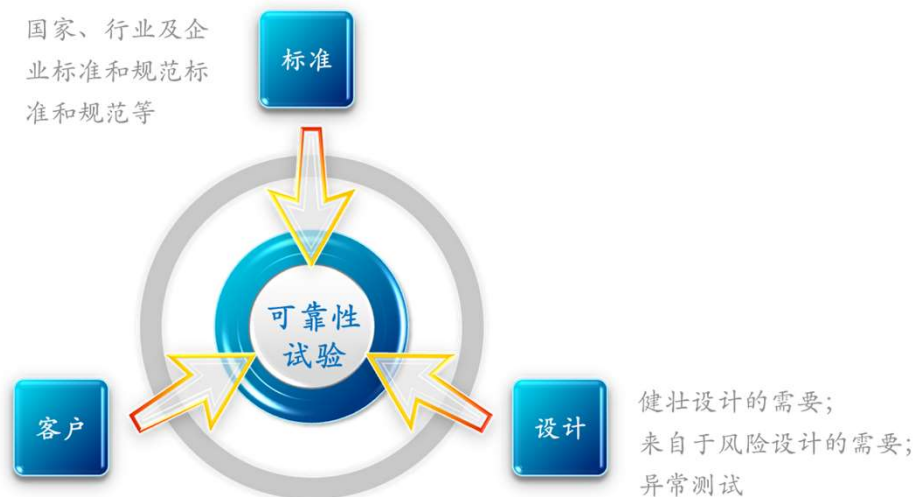
5. 可靠性测试

#	试验名称	参考标准	试验条件	实验结果
1	低温试验	GB/T 2423	-25° C, 96小时	通过
2	高温试验	GB/T 2423	70° C, 96小时	通过
3	交变试验	GB/T 2423	--	通过
4	温湿度综合试验	GB/T 2423	--	通过
5	温度变化试验	GB/T 2423	-25° C, 70° C, 5个循环	通过
6	运行老化试验	GB/T 2423	对断路器进行264次循环操作	通过
7	振动试验	GB/T 2423	--	通过

- 工业系统，选择商用产品标准，不合适；
- 断路器寿命竟然只考虑使用次数，不合适；
- 所有测试（断路器老化除外）都为环境测试，而无运行测试，不合适；
- 缺少可靠性的验证测试，不合适

5. 可靠性测试

- 需要考虑使用条件、工况、风险分析和FMEA导出的测试；
- 对于寿命类的很多测试，需要多方位考虑其失效机理；
- 所有有性能指标的测试，需要对测试前测试中和测试后的性能参数进行比较，研判其影响和变化趋势；
- 很多时候，由于项目进度和时间影响，定量加速寿命测试成为可靠性验证测试（RDT）的不二选择



6.FMEA

错误

Item / Function	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure on Subsystem	Potential Effect(s) of Failure on System	Sev	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Prob	Current Design Controls	Det	RPN	Recommended Action(s)	Action Owner (team)	Target Completion Date	Action Results				
													Actions Taken	New Sev	New Occ	New Det	New RPN
LED light	Some LED modules don't light on.	Impact the appearance of LED light	Impact the appearance of Bay	2	Some modules are broken.	2	Turn off the switch of LED light.	1	4								
LED light	One side LED light don't light on.	Impact the appearance of LED light	Impact the appearance of Bay	2	One side light is broken.	1	Turn off the switch of LED light.	1	2								
LED light	All LED light don't light.	Impact the appearance of LED light	Impact the appearance of Bay	2	Power supply or power supply circuit is broken	2	n/a	1	4								
LED light	LED light is flashing	Impact the appearance of LED light	Impact the appearance of Bay	2	The LED light is broken.	2	Turn off the switch of LED light.	1	4								
Switch	The switch can't turn off	The LED light always light on.	Impact the control of LED light	4	The switch is malfunction	2	n/a	1	8								

正确

P-Diagram	ID	Item / Function	Failure Mode	Effect(s) of Failure on Local Level	Effect(s) of Failure on System	Sev	Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Prob	Current Design Controls		Det	RPN	Recommended Action(s)	Action Owner
									Prevention	Detection				
C-8	69	bulkhead	metal in bulkhead impact gradient coil performance		IQ	2	eddy current because of bulkhead metal	3	use as smaller metal as we can		4	24	Optimize bracket design to reduce metal	Xiao Ming
N1-2	8	End-ring(thickness)	Arcing caused by less creepage distance	broke ending board by arcing	burning, system failure	5	not enough creepage distance	2	keep enough distance	HAST	2	20	Check IEC 60601 requirement for creepage Verify compliance of UL 746C	James Li
N1-7	19	Endring/DD board (arcing)	Arcing caused by high humidity	broke ending board by arcing	burning, system failure	5	Humidity to high	2		HALT, humidity	2	20	Humidity cycling test Verify compliance of UL 746C	James Li
N1-3	10	End-ring (location)	ending mis-alignment	body coil tuning change	low SNR, high TG, low uniformity, shading on S/I	3	operator error	2	make error proof JIGs on former		3	18	Design JIGs	Ziyue

6.FMEA

❑ 错误

- S.O.D.定义完全参考相关的标准，特别是AIAG标准或军标；
- 定义RPN值进行整改（比如100以上需整改）

❑ 正确

- 按照所在行业特点及发货产品数量等进行定义S.O.D.；
- 对每条风险进行分析，平衡风险及代价进行措施实施；

7. 强化试验 (HALT)

□ 错误

- 只把HALT试验箱进行的试验定义为HALT测试;
- 不是设计指标内的问题, 不需要更改;
- 这种情况不会出现, 不是设计情境;

□ 正确

- 强化试验是一种思想, 是一种寻找敏感应力, 加载超过正常使用应力, 寻找薄弱环节, 进行必要的改进, 使产品更加的健壮和耐用。
- 对问题进行根因分析研究, 进行尽可能的整改;

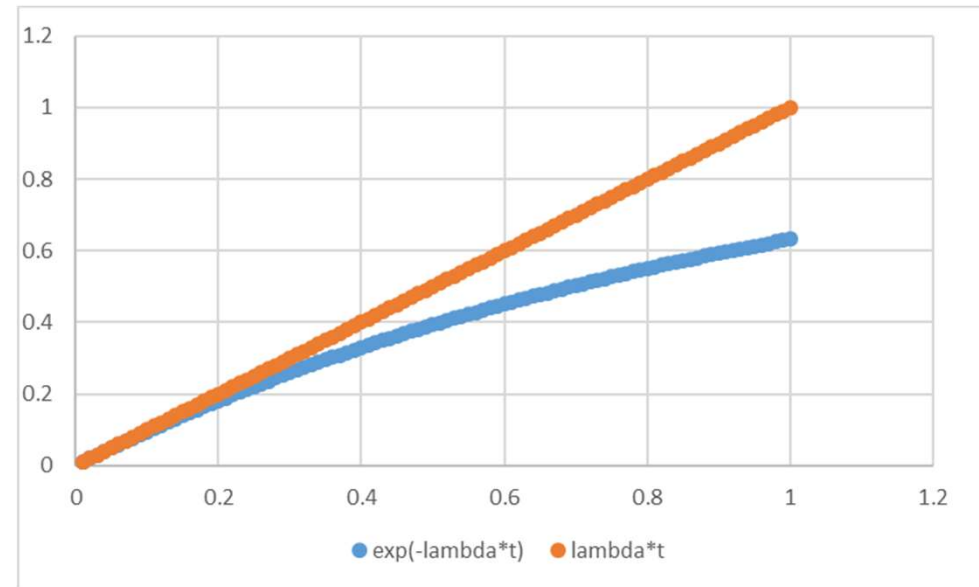
8. 备件数量的计算

❑ 错误

对于随机失效，使用 $R = e^{-\lambda t}$ 计算，
备件数量 $n = N * (1 - R)$

❑ 正确

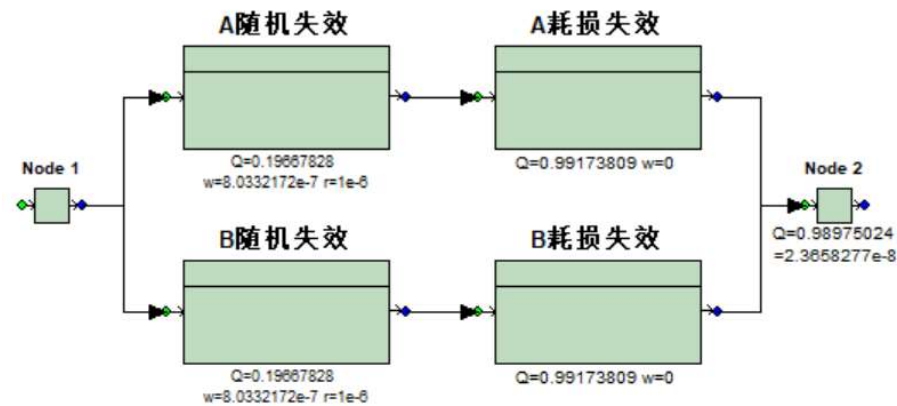
对于随机失效，备件数量 $n = N * \lambda * t$ ，其中 n 为
所需备件， N 为现场数量， t 为时间， λ 为失效率。



9. 系统可用度的计算

某个海底光缆放大器由两个相同的激光器并联，要求运行寿命25年。其中激光器有两种失效模式：一种是随机失效，一种是耗损老化失效。

- 需要对其不同失效模式分别建模；
- 对于耗损失效，如果寿命达不到，并联意义不大，特别是形状因子较大时；



Q&A

