



飞机液压系统 使用故障统计分析

胡良谋 曹克强 任博 李娜 侯艳艳 李永林 著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

飞机液压系统使用故障 统计分析

胡良谋 曹克强 任 博 著
李 娜 侯艳艳 李永林

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

飞机液压系统使用故障统计分析/胡良谋等著. —北京:国防工业出版社,2014.4
ISBN 978-7-118-09361-2

I. ①飞... II. ①胡... III. ①飞机-液压系统-故障-统计分析 IV. ①V245.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第060789号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

新华书店经售

*

开本710×960 1/16 印张13 $\frac{3}{4}$ 字数237千字

2014年4月第1版第1次印刷 印数1—2500册 定价38.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

飞机液压系统的可靠性在飞机可靠性中占据了十分重要的位置。此外,飞机液压系统在飞机外场维修工作中也占有重要位置。随着现代战斗机的技术发展,对机载液压系统提出了十分苛刻的设计要求,系统组成日益复杂,故障模式繁多,使用工况复杂,使用环境恶劣,故障频繁。

飞机液压系统在外场使用阶段反映的使用及环境条件最真实,参与评估的液压系统及其附件数量较多,因此在该阶段收集的使用故障数据,能最真实地反映液压系统及其附件的实际质量状况、可靠性水平和薄弱环节,对设计和制造的评价最权威。因此,进行飞机液压系统使用故障的统计分析具有极其重要的现实意义。

飞机液压系统使用故障统计分析一般只能采用跟踪统计分析大量使用故障数据的方法来进行,而仅收集原始数据本身就是一项复杂而困难的工作,再加上目前的统计分析方式的落后,大大制约着飞机液压系统及其附件使用故障统计分析的研究水平。

数据库技术是计算机领域中最重要技术之一。将先进的数据库技术应用用于飞机液压系统及其附件使用故障数据的管理和统计分析中,将能大大提高飞机液压系统及其附件使用故障数据管理和统计分析的信息化、规范化、程序化、现代化、自动化及智能化水平。

本书以某型飞机液压系统及其附件为研究对象,以该型飞机液压系统及其附件使用故障数据为基础,研究飞机液压系统及其附件使用故障统计分析的相关技术及方法,主要研究内容包括飞机液压系统及其附件使用故障数据的收集和预处理,使用故障数据库系统设计开发,典型液压附件使用故障统计分析以及飞机液压系统使用故障统计分析等四个方面。

本书的特点如下:

(1) 着重从应用领域角度出发,突出理论联系实际,面向广大工程技术人员,具有很强的工程性和实用性。

(2) 系统、完整地收集了多个使用单位共几十架某型飞机的液压系统的使用故障数据,作为某型飞机液压系统及其附件使用故障统计分析的数据基础。

由于收集到的故障样本涉及的地域多样,参与评估的液压系统及其附件数量较多,因此样本数量和质量都比较完备和可靠,对这些使用故障数据进行统计分析的可信度较高。

(3) 采用数据库开发工具 PowerBuilder 9.0 及其自带的后台数据库管理系统 ASA(Adaptive Server Anywhere)8.0 来设计开发飞机液压系统使用故障数据库系统。PowerBuilder 是一款目前流行的、优秀的快速交互式数据库开发工具,具有高效快捷的完全可视化的集成开发环境、简洁友好的用户界面、功能强大的数据窗口技术以及性能优越的数据库访问能力。本书对飞机液压系统使用故障数据库系统的设计开发有详细的实现步骤,给出了关键技术的完整的基于 PowerBuilder 9.0 开发的程序代码,程序设计力求简单明了,具有很强的可读性,为读者提供了有益的借鉴,便于读者自学和进一步开发相似的数据库系统。

本书由胡良谋博士后、曹克强教授、任博博士、李娜讲师、侯艳艳讲师和李永林博士后编写。

感谢为本书的出版给予关心、支持和帮助的人们,特别感谢国防工业出版社的编辑同志给予的支持与帮助。

在本书的编写过程中,参考或引用了参考文献中所列论著的有关内容,在此谨向这些论著的作者表示由衷的谢意。

飞机液压系统的使用故障统计分析问题不仅是一个综合性、多学科交叉的问题,而且是一件非常复杂的工作,要求研究人员具有一定的素养、高度的技能和对飞机液压系统及其附件故障物理性质的深刻理解。再加上作者学识、水平有限,书中难免存在一些不足和错误之处,真诚欢迎广大读者批评指正,请通过电子邮件 huliangm@163.com 与作者联系。

作者

2013年10月于西安

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究意义及研究内容	1
1.2 术语和定义	4
1.2.1 可靠性	4
1.2.2 固有可靠性与使用可靠性	4
1.2.3 故障	4
1.2.4 可靠性数据	4
1.2.5 故障模式	5
1.2.6 失效机理	5
1.2.7 故障判据	5
1.2.8 液压故障分析	6
1.2.9 故障诊断	6
1.3 液压系统故障分析国内外研究现状	6
1.4 数据库技术发展概述	9
1.4.1 数据管理技术的发展历史	9
1.4.2 数据库技术的研究领域	11
1.4.3 关系数据库的发展历史	12
1.4.4 RDBMS 产品简介	13
1.4.5 数据库前台开发工具简介	17
1.4.6 数据库技术的发展趋势	20
1.5 本书的内容及章节安排	29
第 2 章 飞机液压系统使用故障数据收集及预处理	30
2.1 数据收集的基本要求及程序	30
2.1.1 数据收集的基本要求	30

2.1.2	数据收集的程序和方法	31
2.1.3	数据收集的注意事项	31
2.2	使用故障数据收集方法及内容	32
2.2.1	收集对象	32
2.2.2	收集方法	32
2.2.3	收集情况汇总	32
2.3	使用故障数据的预处理原则及方法	32
2.3.1	制定统一的表格	32
2.3.2	使用故障样本的编码	33
2.3.3	故障件及故换件名称的统一	34
2.3.4	故障模式	34
2.4	使用故障数据的特点	35
2.5	本章小结	37
第3章	基于 PowerBuilder 的数据库系统设计开发	38
3.1	数据库系统概述	38
3.1.1	术语和定义	38
3.1.2	数据库系统的特点	39
3.1.3	数据库系统的组成	40
3.1.4	数据库的访问接口	41
3.1.5	数据库设计任务及步骤	42
3.2	数据库开发环境 PowerBuilder 概述	43
3.2.1	PowerBuilder 简介	43
3.2.2	PowerBuilder 的主要特点	43
3.2.3	PowerBuilder 数据库应用程序的开发流程	44
3.2.4	PowerBuilder 的编程语言	45
3.2.5	PowerBuilder 的开发环境	48
3.3	飞机液压系统使用故障数据库系统总体设计	49
3.3.1	设计任务	49
3.3.2	设计要求	49
3.3.3	功能要求	49
3.3.4	数据库系统的功能模块设计	49

3.3.5	数据库的结构设计	50
3.3.6	应用程序的组成	51
3.3.7	数据库系统的运行流程图	54
3.3.8	重点和难点	55
3.4	飞机液压系统使用故障数据库系统开发过程	55
3.4.1	创建工作区	55
3.4.2	创建应用对象	57
3.4.3	创建一个窗口的简单应用程序实例	59
3.4.4	登录界面	64
3.4.5	主界面	72
3.4.6	飞机液压系统使用故障数据表	76
3.4.7	数据窗口对象	79
3.4.8	故障样本录入窗口	84
3.4.9	全部故障样本浏览窗口	86
3.4.10	任意字段查询、修改及打印窗口	87
3.4.11	多关系组合查询、修改及打印窗口	91
3.4.12	按“单位”统计故障样本数_Column 窗口	94
3.4.13	按“单位”统计故障样本数_Pie 窗口	95
3.4.14	按“系统”统计故障样本数_Column 窗口	95
3.4.15	按“系统”统计故障样本数_Pie 窗口	96
3.4.16	按“单位”和“系统”统计故障样本数窗口	96
3.4.17	按“单位”和“故障件名称”统计故障样本数窗口	97
3.4.18	按“系统”和“故障件名称”统计故障样本数窗口	97
3.4.19	故障样本导出窗口	98
3.4.20	故障样本导入窗口	100
3.4.21	登录密码修改窗口	104
3.4.22	帮助文件窗口	106
3.4.23	版本信息窗口	107
3.4.24	收尾工作	107
3.5	其他关键技术	108
3.5.1	连接一个本地 ASA 数据库的通用解决方法	108
3.5.2	帮助文件的开发	114

3.6	发布应用程序	118
3.6.1	资源文件的创建	118
3.6.2	可执行文件的生成	120
3.6.3	PowerBuilder 运行时库	126
3.6.4	可执行文件提交用户的清单及其系统设置	126
3.6.5	安装程序的制作	130
3.6.6	安装程序的安装	138
3.6.7	应用程序的卸载	140
3.7	本章小结	141
第4章	典型液压附件使用故障统计分析	142
4.1	液压附件使用故障统计分析方法	142
4.2	主液压能源系统	142
4.2.1	主液压泵	142
4.2.2	主液压油箱	144
4.2.3	主泵缓冲瓶	145
4.2.4	主系统安全活门	146
4.2.5	主系统高压油滤	146
4.2.6	主系统循环油滤	147
4.2.7	主系统回油滤	148
4.2.8	主系统液压油滤	149
4.2.9	主系统燃油—液压油散热器	150
4.2.10	主液压油箱增压蓄压器	150
4.2.11	主液压油箱放压开关	150
4.2.12	主液压油箱安全活门	151
4.2.13	主液压油箱放气活门	152
4.2.14	主液压油箱卸压活门	153
4.2.15	主系统液压传感器	154
4.2.16	主系统采样活门	154
4.2.17	主液压泵单向活门	155
4.2.18	主液压油箱单向活门	155
4.2.19	主系统蓄压器充气单向活门	155

4.2.20	主系统压力继电器	156
4.3	助力液压能源系统	156
4.3.1	助力液压泵	156
4.3.2	助力液压油箱	158
4.3.3	助力泵缓冲瓶	158
4.3.4	助力系统回油滤	158
4.3.5	助力液压油箱安全活门	159
4.3.6	助力系统采样活门	160
4.3.7	助力液压油箱卸压活门	160
4.3.8	助力液压油箱增压蓄压器充气单向活门	160
4.4	应急电动泵系统	161
4.4.1	应急电动泵	161
4.4.2	应急系统单向活门	161
4.4.3	应急系统安全活门	161
4.5	襟翼收放系统	162
4.5.1	等量分配器	162
4.5.2	后缘襟翼作动筒	162
4.5.3	襟翼节流接头	163
4.6	减速板收放系统	163
4.6.1	减速板液压电磁阀	163
4.6.2	减速板自封活门	163
4.6.3	上减速板作动筒	164
4.6.4	下减速板作动筒	164
4.7	起落架收放系统	165
4.7.1	起落架液压电磁阀	165
4.7.2	起落架应急排油活门	166
4.7.3	前起落架协调活门	166
4.7.4	主起单向限流活门	166
4.7.5	前起限流活门	167
4.7.6	主起舱门作动筒	167
4.7.7	主起收放作动筒	168
4.7.8	主起液压油锁	168

4.7.9	前起液压油锁	169
4.7.10	前起应急转换活门	169
4.7.11	主起应急转换活门	170
4.7.12	主起缓冲器	170
4.8	机轮刹车系统	170
4.8.1	液压刹车阀	170
4.8.2	刹车电液压力伺服阀	171
4.8.3	刹车定量器	172
4.8.4	液液转换活门	174
4.8.5	刹车液压电磁阀	174
4.8.6	刹车蓄压器	175
4.8.7	自动刹车作动筒	175
4.8.8	刹车自封活门	176
4.9	前轮转弯减摆系统	176
4.9.1	前轮转弯蓄压器	176
4.9.2	前轮转弯蓄压器充气单向活门	177
4.9.3	减摆回油补偿器	177
4.9.4	前轮转弯减摆助力器	178
4.10	平尾操纵系统	180
4.10.1	液压平尾助力器	180
4.10.2	平尾舵机	180
4.11	副翼操纵系统	182
4.11.1	副翼助力器	182
4.11.2	副翼舵机	183
4.12	方向舵操纵系统	185
4.12.1	方向舵电液复合舵机	185
4.13	本章小结	185
第5章	飞机液压系统使用故障统计分析	186
5.1	飞机液压系统使用故障统计分析方法	186
5.2	液压附件按类别进行使用故障统计分析	186
5.2.1	液压泵	186

5.2.2	缓冲瓶	188
5.2.3	液压油箱安全活门	189
5.2.4	液压作动筒	190
5.2.5	液压助力器	191
5.2.6	液压舵机	193
5.2.7	软管、导管及管接头	195
5.3	液压系统使用故障统计分析	196
5.3.1	按“故障件名称”进行统计分析	196
5.3.2	按“发现时机”进行统计分析	199
5.3.3	按“故障模式”进行统计分析	200
5.4	本章小结	202
参考文献		203

第1章 绪 论

1.1 研究意义及研究内容

飞机液压系统担负着飞机的特定操纵与驱动任务，主要由液压能源装置、控制装置、执行装置，以及包括液压油箱、液压管路、蓄压器和油滤在内的其他装置组成^[1]。因此，它对于飞机安全正常飞行、实现设计性能及飞行员的生存保障，起着举足轻重的作用。1989年7月，美国联合航空公司PC-10大型客机从丹佛飞往芝加哥途中，由于液压系统失灵，造成110名乘客和机组人员遇难；2004年1月3日上午10时，埃及客机从沙姆沙伊赫起飞后不久，就因机械液压故障在红海坠毁，机上148人全部遇难；2004年11月15日，中国东方航空公司一架客机因液压系统故障迫降广州；2008年11月19日，上海航空公司一架波音737客机在飞往柬埔寨金边途中，液压控制系统出现液压油泄漏故障，紧急迫降海口美兰机场^[2]。

现代战斗机的特点是高马赫数巡航和超机动性能，这对液压系统提出了十分苛刻的设计要求：既要重量轻、体积小，又要功率大、工作可靠^[1]。因此，飞机液压系统目前正在向高压化、大功率、高效率、高可靠性等方向发展。

此外，飞机液压系统在飞机外场维修工作中也占有重要位置。据统计，飞机液压系统的故障约占机械总故障的30%左右，其维修工作量也占机械维修工作量的1/3^[3,4]。而且，飞机液压系统在外场使用阶段反映的使用及环境条件最真实，参与评估的液压系统及其附件数量较多，在该阶段收集的使用故障数据是飞机液压系统及其附件实际质量状况的真实反映。因此，研究飞机液压系统使用故障及使用可靠性具有极其重要的现实意义。需要说明的是，可靠性与故障是一个问题的两个方面，它们的关系密切相关。研究提高产品的可靠性，实际上也就是为了减少产品的故障；研究产品的故障，其目的也是为了提高产品的可靠性。

迄今为止，在探讨飞机液压系统及其附件的使用故障发生规律、使用可靠性等方面，仍缺乏系统而深入的研究。究其原因，主要是因为这类研究一般只能采用跟踪统计分析大量使用故障数据的方法来进行，而仅收集原始数据本身

就是一项复杂而困难的工作。而且在外场，飞机液压系统使用故障数据的记录目前主要还是采用比较落后的方式，多采用 Excel 表格记录数据，存在着信息化、规范化、自动化、智能化程度低等缺点，对数据进行统计分析也比较困难。因此，使用故障数据的缺乏及其统计分析方式的落后大大制约着飞机液压系统及其附件使用故障及使用可靠性的研究。

数据库技术是计算机领域中最重要技术之一。自从 1968 年第一个商品化的 IMS(Information Management System)数据库管理系统问世以来，数据库技术得到了迅猛发展，其应用已渗透到工农业生产、商业、金融、行政管理、科学研究、工程技术、航空航天、国防和军事等领域的每一个部门，成为信息管理、办公自动化、计算机辅助决策、计算机辅助设计、智能信息处理等计算机应用系统的核心部分。将先进的数据库技术应用于飞机液压系统及其附件使用故障数据的管理和统计分析中，将能大大提高飞机液压系统及其附件使用故障数据管理和统计分析的信息化、规范化、程序化、现代化、自动化及智能化水平。

基于以上原因，本书以某型飞机液压系统及其附件为研究对象，以该型飞机液压系统及其附件使用故障数据为基础，研究飞机液压系统及其附件使用故障统计分析的相关技术及方法，主要研究内容包括飞机液压系统及其附件使用故障数据的收集和预处理，使用故障数据库系统设计开发，典型液压附件使用故障统计分析以及飞机液压系统使用故障统计分析等四个方面。

研究飞机液压系统及其附件使用故障统计分析的研究意义具体表现为如下几个方面：

(1) 客观反映飞机液压系统及其附件的可靠性水平和薄弱环节。

飞机液压系统在外场使用阶段反映的使用及环境条件最真实，参与评估的液压系统及其附件数量较多，因此在该阶段收集的使用可靠性数据极为珍贵，它能最真实地反映液压系统及其附件的实际可靠性水平和薄弱环节，对设计和制造的评价最权威，其使用可靠性分析评估结果是可靠性工作的最终检验，也是今后开展新型飞机液压系统及其附件的可靠性设计的最有价值的参考。

(2) 为飞机液压系统及其附件使用可靠性分析及评估提供重要的数据基础。

飞机液压系统及其附件在使用过程中的使用故障数据是其可靠性资料的主要来源，是进行使用可靠性分析及评估的基础和依据。能否充分收集这些使用故障数据，能否充分分析、挖掘这些使用故障数据中所包含的信息，并为后续的可靠性工作服务，这是能否不断提高飞机液压系统及其附件可靠性水平的关键。因为分析一定使用期限内产品的故障统计数据，就能够确定研制和使用各个阶段中对于产品可靠性的影响，也是寻找结构薄弱环节、工艺和修理综合程序的弱点以及选择合理修理周期的基本方法之一。

根据实际收集的使用故障数据来分析和评价飞机液压系统及其附件的可靠性,是可靠性技术中的一个重要方面。使用故障数据分析不仅能揭示飞机液压系统及其附件故障的发生规律,还可以给出其可靠度函数及若干重要可靠性特征量的估计值和观测值,它还是 FMEA、可靠性分配和可靠性预计的基础,为改进设计工作、生产工艺,提高飞机液压系统及其附件的固有可靠度,并为新技术的研究、新产品的研制提供信息与依据。

(3) 为飞机液压系统故障诊断及故障预测提供重要的数据基础。

液压系统的缺点之一就是出现故障后不易查找原因^[2, 5-7],由于系统中各元件和工作液体都在封闭的油路内工作,不像其他机械设备那样直观,只能靠有限的几个压力表和流量计等来指示系统的工作参数,而其他参数的测量很不方便,甚至难以测量。同时,液压设备的故障主要来源于油液污染、泄漏和磨损等,其故障体现出多发性、不确定性和隐蔽性的特点,往往多种故障交叉出现。这些因素使得液压系统故障诊断及故障预测的难度很大。

飞机液压系统在实际使用过程中出现温升、噪声、振动、压力振摆、泄漏量、流量、运动速度以及各种性能指标等各种异常或故障现象。通过收集飞机液压系统的使用故障数据,深入研究这些故障现象,将有助于逐步建立完善的故障诊断和故障预测理论、方法及技术,研制飞机液压系统故障诊断系统(如故障诊断专家系统、智能故障诊断系统等)或(智能)故障预测系统,这将为外场的排故及维修提供极大的方便。

(4) 为提高飞机液压系统的可靠性、维修性、保障性、测试性、安全性以及适航性提供重要的数据基础。

通过收集和分析飞机液压系统的使用故障数据,预测故障,考虑维修和保障的经济性等,发展完善的测试技术及实现预知维修,提高现代化维修技术水平,把定期维修改变为预知维修。这样,不仅可节约大量的维修费用,减少许多不必要的维修时间,而且还可大大增加飞机液压系统及其附件正常运行时间,提高液压系统及其附件的使用可用度,这将会产生重大的经济和军事效益。此外,还可以根据使用故障数据,改进飞机液压系统及其附件的维修性和保障性,使系统结构合理,维修方便,并为新型飞机液压系统及其附件开展可靠性、维修性、保障性、测试性、安全性以及适航性研究提供依据。

(5) 使用故障数据库系统设计开发技术的研究具有非常重要的意义。

设计开发飞机液压系统使用故障数据库系统是有效管理和利用数据的根本办法,将能大大提高飞机液压系统及其附件使用故障数据管理和统计分析的信息化、规范化、程序化、现代化、自动化及智能化水平,为记录、管理、分析、查询数据,进行飞机液压系统及其附件使用可靠性分析及评估,故障诊断及故

障预测系统的设计开发，新型飞机液压系统及其附件可靠性、维修性、保障性、测试性、安全性以及适航性设计提供重要的基础性平台。

1.2 术语和定义

1.2.1 可靠性

可靠性^[2, 7-12]是指产品在规定的条件下和规定的时间内，完成规定功能的能力。

可靠性就是在“规定的条件、规定的时间、规定功能”这三个规定下，研究产品发生失效的统计规律性，从而为评定产品的可靠性、确定薄弱环节、排除故障、提高可靠性提供依据。

1.2.2 固有可靠性与使用可靠性

从产品可靠性的形成过程看，可靠性可分为固有可靠性和使用可靠性两种^[9]。

产品通过设计、制造、管理等所形成的可靠性称为固有可靠性。它通常体现在产品的固有寿命上。

产品在使用条件的影响下，诸如运输、保管、维修、操作和环境条件等综合影响，保证固有可靠性的发挥与实现称为使用可靠性。产品使用可靠性通常体现在产品的实际使用寿命上。

1.2.3 故障

故障是产品或产品的一部分不能或将不能完成预定功能的事件或状态^[2, 7, 8, 11-13]。有的文献上把不可修复产品丧失规定功能称为失效，把可修复产品丧失规定功能称为故障，但大多数文献上对两者不加区别。

对飞机液压系统而言，其运行状态可分为正常状态、异常状态和故障状态三种。

故障可以理解为系统中至少有一个重要变量或特性偏离了正常范围，广义地讲，故障可以理解为使系统表现出所不期望的性质的任何异常现象。通常说系统工作正常是指它具备应有的功能，没有任何缺陷，或虽有缺陷但仍在容许范围内。异常是缺陷有了进一步发展，使系统状态发生变化、性能恶化，但仍能维持工作。故障则是缺陷发展到使系统性能和功能都有所丧失的程度。

1.2.4 可靠性数据

广义地说，可靠性数据是指在产品寿命周期各阶段的可靠性工作及活动中所产生的能够反映产品可靠性水平及状况的各种数据，可以是数字、图表、符

号、文字和曲线等形式^[8]。狭义地说，可靠性数据是指系统或产品在工作中的故障或维修信息^[8]。因此，产品使用中的故障数据，维护、修理记录及退役、报废记录等，是可靠性数据的重要来源。

可靠性数据主要从两方面得到^[8,9]：其一是从实验室进行的可靠性试验中得到的数据称为试验数据；其二是从产品实际使用现场得到的数据称为现场数据。

1.2.5 故障模式

故障模式是故障的表现形式^[2,7,8,12]。它是一般能观察到的故障现象。

在可靠性试验或现场使用中，产品的故障模式是最基本的故障数据，由此分析故障产生的原因，寻找薄弱环节，改进产品的可靠性；在研制阶段，故障模式分析是故障模式、影响及危害度分析(Failure Mode Effect and Criticality Analysis, FMECA)工作的基础，因此有必要弄清楚系统或产品在各功能级上的全部故障模式。

典型的故障模式有：工作中断、工作时断时续、工作性能下降、提前或滞后接通等。对于具体的产品，其故障模式的记录应更具体一些。对液压元件来说，故障模式一般有泄漏、噪声、机械损坏、压力波动、流量不足等表现形式。

1.2.6 失效机理

失效机理是引起故障(失效)的物理、化学和材料特性等变化的内在原因^[2,7,8]。

它与故障模式的根本区别是：故障模式是故障的外在表现，即能观察(包括检测)到的不正常现象；而失效机理则是引起这些现象的内在原因。故障模式与故障机理有时在实际问题中往往难以区分。例如磨损是机械产品常见故障表现形式之一，是一种故障模式，同时又是引起故障的原因。

液压系统中的故障机理大致有机械形变、磨损、污染、疲劳、热变形等几种形式。这些故障机理在不同的液压元件和不同的系统中表现为不同的故障模式。

1.2.7 故障判据

故障判据是指故障的界限，超过此界限就是故障^[8]。

故障判据一旦明确，它就成为判定产品故障的标准。实际上，不同的产品有不同的故障判据。在我国，一般由该产品的上级业务主管部门或业务归口单位来制定。对某些特殊产品，也可由使用方与生产方共同商议制定。在制定产品的故障判据时，一般应遵循的原则是^[33]：

- (1) 不能在规定条件下丧失功能；