



# 中华人民共和国国家军用标准

FL

GJB 368.2—87

---

## 装备维修性通用规范

### 维修性的基本要求

General specifications for materiel maintainability

Basic requirements of maintainability

1987—09—12 发布

1988—03—01 实施

---

中国人民解放军总后勤部  
国防科学技术工业委员会

批准

# 中华人民共和国国家军用标准

## 装备维修性通用规范 维修性的基本要求

GJB 368.2-87

General specifications for materiel maintainability  
Basic requirements of maintainability

本标准规定的维修性基本要求,作为各类装备维修性论证、设计、试验与评定的基本依据,使装备维修迅速、安全和经济。

本标准适用于各类装备。对不同类型的装备,在应用本标准时允许有所侧重和增减,但需由订购方和承制方在签订合同时规定。

### 1 引用标准

- GB3187《可靠性基本名词术语及定义》  
GJB368.1-87《装备维修性通用规范 维修性管理大纲》  
GJB368.3-87《装备维修性通用规范 常用件应用的维修性要求》  
GJB368.4-87《装备维修性通用规范 维修性的分配和预计》  
GJB368.5-87《装备维修性通用规范 维修性的试验与评定》  
GJB368.6-87《装备维修性通用规范 维修保障分系统的建立》

### 2 维修性的定性要求

#### 2.1 具有良好的可达性

2.1.1 装备各部分的配置应根据其故障率的高低、维修的难易、尺寸和重量以及安装特点等统筹安排,凡需要检查、维护、分解或修理的零部件,都应具有良好的可达性;对故障率高而又需要经常维修的部位及应急开关、通道口,应提供最佳的可达性。

2.1.2 为避免装备各部分维修时交叉作业,可采用专舱、专柜或其它形式布局。

2.1.3 尽量做到在检查或维修任一部分时,不拆卸、不移动或少拆卸、少移动其它部分。

2.1.4 装备各部分特别是易损件和常拆件的拆装要简便,拆装时零部件出进的路线最好是直线或平缓的曲线。

2.1.5 装备各系统的检查点、测试点、检查窗、润滑点、添加口以及燃油、液压、气动等系统的维护点,都应布局在便于接近的位置上。

中国人民解放军总后勤部  
国防科学技术工业委员会 1987-09-12 发布

1988-03-01 实施

2.1.6 需要维修和拆装的机件,其周围要有足够的空间,以便使用测试接头或工具。

2.1.7 维修通道口或舱口的设计应使维修操作尽可能简单方便;需要物件出入的通道口应尽量采用拉罩式、卡锁式和铰链式等快速开启的设计。

2.1.8 维修时一般应能看见内部的操作,其通道除了能容纳维修人员的手或臂外,还应留有适当的间隙可供观察。

2.1.9 在不降低装备性能的条件下,可采用无遮盖的观察孔;需遮盖的观察孔应用透明窗或快速开启的盖板。

## 2.2 提高标准化和互换性程度

### 2.2.1 优先选用标准件

设计装备时应优先选用标准化的设备、工具、元器件和零部件,并尽量减少其品种、规格。

### 2.2.2 提高互换性和通用化程度

2.2.2.1 在不同的装备中最大限度的采用通用的零部件,并尽量减少其品种。装备零部件及其附件、工具应尽量选用满足使用要求的民用品。

2.2.2.2 设计装备时,必须使故障率高、容易损坏、关键性的零部件具有良好的互换性和必要的通用性,以适应战地抢修的需要。

2.2.2.3 具有安装互换性的项目,必须具有功能的互换性。当需要互换的项目只具有功能互换性时,可另采用连接装置来解决安装互换性。

2.2.2.4 不同工厂生产的相同型号的成品件、附件必须具有安装和功能的互换性。

2.2.2.5 装备上功能相同且对称安装的部、组、零件,应尽量设计成可以互换通用。

2.2.2.6 修改零、部件设计时,不要任意更改安装的结构要素,以免破坏互换性而造成整个装备或系统不能配套。

2.2.2.7 产品需作某些更改或改进时,要及时征求订购方的意见,尽量做到新老产品之间能够互换使用。

### 2.2.3 尽量采用模件化设计

2.2.3.1 装备应按照功能设计若干个能够进行完全互换的模件(或模块),其数量要根据实际需要而定。

2.2.3.2 需要在战地更换的部件更应重视模件化,以提高维修效率。

2.2.3.3 模件从装备上卸下来以后,应便于单独进行测试。模件在更换后一般应不需要进行调整;若必须调整时,应能单独进行。

2.2.3.4 成本低的器件可制成弃件式的模件,其内部各件的预期寿命应设计得大致相等,并加标志。

2.2.3.5 应明确规定弃件式模件判明报废所用的测试方法、报废标准。

2.2.3.6 模件的大小与重量一般应便于拆装、携带或搬运。质量超过5千克不便握持的模件应设有力搬运的把手。必须用机械提升的模件,应设有便于装卸的吊孔或吊环。

## 2.3 具有完善的防差错措施及识别标记

2.3.1 设计装备时,应避免或消除在使用操作和维修时造成人为差错的可能,即使发生差错也能立即发觉和纠正。外形相近而功能不同的零件、重要连接部位和安装时容易发生差错

的零部件,应从结构上加以限制或有明显的识别标记。

2.3.2 装备上必须有必要的为防止差错和提高维修效率的标记。

2.3.3 装备应在规定位置设置标牌或刻制标记。标牌上应有装备的型号、制造工厂、批号、编号、出厂时间等。

2.3.4 装备上与其它有关设备连接的接头、插头和检测点均应标明名称或用途以及必要的的数据等。

2.3.5 需要进行注油保养的部位应设置永久性标记,必要时应设置标牌。

2.3.6 对可能发生操作差错的装置应有操作顺序号码和方向的标记。

2.3.7 对间隙较小、周围设备或机件较多且安装定位困难的组合件、零部件等应有安装位置的标记。

2.3.8 标记应根据装备的特点、使用维修的需要,按照有关标准的规定采用文字、数据、颜色、象形图案、符号或数码等表示。标记在装备使用、存放和运输条件下都必须经久耐用。

2.3.9 标记的大小和位置要适当,鲜明醒目,容易看到和辨认,并符合保密原则。

## 2.4 保证维修安全

### 2.4.1 一般原则

2.4.1.1 设计装备时,应保证贮存、运输和维修时的安全。

2.4.1.2 在可能发生危险的部位上,应提供醒目的标记、警告灯、声响警告等辅助预防手段。

2.4.1.3 严重危及安全的部分应有自动防护措施。尽量不要将被损标后容易发生严重后果的部分布局在易被损坏的位置。

2.4.1.4 凡与安装、操作、维修安全有关的地方,都应在技术文件资料中提出注意事项。

2.4.1.5 对于盛装高压气体、弹簧、带有高电压等贮有很大能量且维修时需要拆卸的装置,应设有备用释放能量的结构和安全可靠的拆装设备、工具。

### 2.4.2 防机械损伤

2.4.2.1 运动部件应有防护遮盖。对通向转动、摆动机件的通道口、盖板或机壳,应采用安全措施并做出警告标记。

2.4.2.2 维修时肢体必须经过的通道、手孔等,不得有尖锐边角。工作舱口的开口或护盖等的边缘都必须制成圆角或复盖橡胶、纤维等防护物;舱口应有足够的开度,便于人员进出或工作,以防损伤。

2.4.2.3 维修时需要移动的重物,应有合适的提把或类似的装置;需要挪动但并不完全卸下的机件,挪动后应处于安全稳定的位置。通道门的铰链应安装在下方或设置支撑杆将其固定在开启位置,而不应用手托住。

### 2.4.3 防电击

2.4.3.1 装备各部分的布局应能防止维修人员接近高压电。带有危险电压的电气系统的机壳、暴露部分均应接地。

2.4.3.2 对于高压电路(包括阴极射线管能接触到的表面)与电容器,断电后两秒钟电压不能降到36伏以下者,均应提供放电装置。

2.4.3.3 为防止超载过热而损坏器材或危及人员安全,电源总电路和支电路上一应设置保险装置。

2.4.3.4 复杂的电气系统,应在便于操作的位置上设置紧急情况下断电、放电装置。

2.4.3.5 对电气电子设备、器材可能产生危害人员与设备的电磁辐射,应采取防护措施,达到国家安全标准。

#### 2.4.4 防火、防爆、防毒

2.4.4.1 设计装备时,应使维修人员不接近高温、毒性化学剂、放射性物质以及处于其它有危害的环境。否则,应设防护装置。

2.4.4.2 对可能发生火险的器件,应该用不燃材料封装。尽量避免使用在工作时或在不利条件下产生可燃物的材料;必须使用时应与热源、火源隔离。

2.4.4.3 装备上容易起火的部位,应安装有效的报警器和灭火设备。

2.4.4.4 对可能因静电或电磁辐射而引起失火或起爆的装置,应有静电消散或防电磁辐射措施。

#### 2.4.5 防核事故

2.4.5.1 设计核材料零部件时,应绝对保证零部件在装配、运输、贮存、维修过程中的临界安全。

2.4.5.2 核部件的设计必须考虑在特殊环境中的安全,如防水、防油、防火等等。

2.4.5.3 设计有核材料组成的部(组合)件时,应逐步做到以整体结构交付部队,以减少部队维修过程中放射性对人员的危害及增加不必要的设备。

2.4.5.4 设计核材料零部件时,必须考虑维修过程中对人员与环境的放射防护及安全问题。

2.4.5.5 设计核材料零部件时,应防止零部件表面氧化、脱落。

2.4.5.6 对可能发生放射性物质污染的核材料零部件应采用有效防护措施。

#### 2.5 检测诊断准确、迅速、简便

##### 2.5.1 对检测点配置的要求

2.5.1.1 检测点的种类与数量应适应各级修理机构的需要,并考虑到检测技术不断发展的要求。

2.5.1.2 检测点的布局要便于检测,并尽可能集中或分区集中,且可达性良好。其排列应有利于进行逻辑的、顺序的检测,必要时可输入模拟信息。

2.5.1.3 检测点的选配应尽量适应原位检测的需要。装备内部还应配备适当数量供修理使用的检测点。

2.5.1.4 检测基准不应设置在易损坏的部位。

##### 2.5.2 选择检测方式与设备的原则

2.5.2.1 应尽量采取原位检测方式。

2.5.2.2 对复杂的装备系统,应提供简便、实用的自动检测、诊断设备和校准设备,保证能迅速、准确地判明故障部位。要注意检测点与检测设备的接口匹配。

2.5.2.3 在自动检测与人工检测之间要进行综合权衡,以确定检测设备自动化程度。

2.5.2.4 检测设备应考虑检测技术的发展,与主装备同时进行选配或研制并交付使用。应尽量选用编制中适用的或通用的检测设备。

2.5.2.5 检测设备要求体积小、重量轻、可靠性高、成本低、操作方便、维修简单和尽量通用化、多功能化。

2.5.2.6 重要部位应尽量采用性能监测和故障报警设备。对危险的征候应能自动显示,自动报警。

### 2.5.3 对包装产品的检测要求

2.5.3.1 必须在包装条件下进行监控的产品应便于检查、测试。

### 2.6 要重视贵重件的可修复性

2.6.1 装备的各部分应尽量设计成能够通过简便、可靠的调整装置消除因磨损或漂移等原因引起的常见故障。

2.6.2 对容易发生局部耗损的贵重件,应设计成可拆卸的组合件,以便于局部修复或更换。

2.6.3 需加工修复的零件应设计成能保持其工艺基准不受工作负荷的影响而磨损或损坏。必要时可设计专门的修复基准。

2.6.4 采用热加工修复的零件应有足够的刚度防止变形。需焊接及堆焊修复的零件,其所用材料应有良好的可焊性。

2.6.5 对需要原件修复的零件尽量选用易于修理并能满足供应的材料。若采用新材料或新工艺时,应充分考虑零部件的可修复性。

### 2.7 减少维修内容和降低维修技能要求

2.7.1 装备应尽量设计成不需要或很少需要进行预防维修,避免经常拆卸和维修,减少维修内容和频率。

2.7.2 设计装备时,在满足规定功能的前提下,其结构和外形应尽量简单,使维修简便、迅速。

2.7.3 设计装备时,应采取措施预防和控制锈蚀、霉烂和磨损,并能适应所要求的各种不同的自然条件。

### 2.8 要符合维修的人素工程要求

2.8.1 设计装备时应按照使用和维修时人员所处的位置、姿势与使用工具的状况,并根据人体量度,提供适当的操作空间,使维修人员有个比较合理的维修姿态,尽量避免以跪、卧、蹲、趴等容易疲劳或致伤的姿势进行操作。

2.8.2 噪声不允许超过规定标准;如难避免,对维修人员应有保护措施。

2.8.3 对装备的维修部位应提供自然或人工的适度的照明条件。

2.8.4 应采取积极措施,减少装备的振动,避免维修人员在超过国家规定标准的振动条件下工作。

2.8.5 设计装备时,应考虑维修操作中举起、推拉、提起及转动时人的体力限度。

2.8.6 设计时应考虑使维修人员的工作负荷和难度适当,以保证维修人员的持续工作能力、维修质量和效率。

## 3 维修性的主要指标

装备维修性可用下述各种指标来度量。计算某些指标所用的装备工作小时或使用期限，可根据装备类型换为其他时间单位，或工作周期、射击发数、运行里程等。

### 3.1 维修延续时间指标

#### 3.1.1 平均修复时间 $\bar{M}_{ct}$ (或 MTTR)

排除故障所需实际修复时间的平均值。

平均修复时间的观测值等于在一给定时间内，修复时间的总和与修复次数之比。

当装备由  $n$  个可修复项目(分系统、组件或元器件等)组成时，平均修复时间为：

$$\bar{M}_{ct} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i \bar{M}_{cti}}{\sum_{i=1}^n \lambda_i} \dots \dots \dots (1)$$

式中： $\lambda_i$ ——第  $i$  项目的故障率；

$\bar{M}_{cti}$ ——第  $i$  项目的平均修复时间。

$\bar{M}_{ct}$  所考虑的只是实际修理时间，而不计及供应和行征管理的延误时间。

不同的维修级别，同一装备也会有不同的平均修复时间。在提出此指标时，应指明维修级别。

#### 3.1.2 最大修复时间 $M_{maxct}$

装备达到规定维修度所需的修复时间，也即预期完成全部修复工作的某个规定百分数(通常为 95% 或 90%)所需的时间。

最大修复时间不计及供应和行政管理延误时间。在提出此指标时，应指明维修级别。

#### 3.1.3 平均预防维修时间 $M_{\mu}$

装备每次预防维修所需实际时间的平均值。预防维修是指：定期检查，维护保养，有计划地换件，校正，检修等。平均预防维修时间可用下式表示：

$$\bar{M}_{\mu} = \frac{\sum_{j=1}^m f_{\mu j} \bar{M}_{\mu j}}{\sum_{j=1}^m f_{\mu j}} \dots \dots \dots (2)$$

式中： $f_{\mu j}$ ——第  $j$  项目预防维修作业的频率，通常以装备每工作小时分担的  $j$  项维修作业数计；

$\bar{M}_{\mu j}$ ——第  $j$  项目预防维修作业所需的平均时间；

$m$ ——预防维修作业的项目数。

预防维修时间不包括装备在工作的同时进行的维修作业时间，也不包含供应和行政管理延误的时间。

#### 3.1.4 平均维修时间 $\bar{M}$

装备每次维修所需实际时间的平均值。此处的维修既包含排除故障维修，又包含预防维修。

平均维修时间  $\bar{M}$  可用下式表达：

$$\bar{M} = \frac{\lambda \bar{M}_{ct} + f_p \bar{M}_{pt}}{\lambda + f_p} \dots \dots \dots (3)$$

式中:  $\lambda$  —— 装备的故障率,  $\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i$ ;

$f_p$  —— 装备预防维修的频率,  $f_p = \sum_{j=1}^m f_{pj}$

### 3.1.5 维修停机时间率 $\overline{MDT}$

装备每工作小时维修停机时间的平均值。此处的维修包括排除故障维修和预防维修。

$$\overline{MDT} = \sum_{i=1}^n \lambda_i \bar{M}_{cti} + \sum_{j=1}^m f_{pj} \bar{M}_{ptj} \dots \dots \dots (4)$$

此外, 还有其他维修延续时间指标: 修复时间中值  $\tilde{M}_{ct}$ , 预防维修时间中值  $\tilde{M}_{pt}$ , 维修时间中值  $\tilde{M}$ , 预防维修时间最大值  $M_{maxpt}$ , 维修时间最大值  $M_{max}$  等。维修时间中值是指装备维修度达到 50%, 也即预期完成全部维修工作 50% 所需的时间。对某些装备, 也可采用给定维修时间的维修度作为维修性指标。

## 3.2 维修工时指标

### 3.2.1 维修性指数 MI

每工作小时的平均维修工时。又称维修工时率。

$$MI = \frac{MMH}{OH} \dots \dots \dots (5)$$

式中:  $MMH$  —— 装备在规定的使用期间内的维修工时数;

$OH$  —— 装备规定的使用期间的工作小时数。

因为维修分为排除故障维修和预防维修, 故维修性指数 MI 也由相应的两个维修性指数组成, 即:

$$MI = MI_c + MI_p \dots \dots \dots (6)$$

式中:  $MI_c$  —— 排除故障维修的维修性指数

$$MI_c = \sum_{i=1}^n \lambda_i \bar{M}_{cti} \dots \dots \dots (7)$$

$\bar{M}_{cti}$  —— 完成第 i 项排除故障维修所需的平均工时数;

$MI_p$  —— 预防维修的维修性指数

$$MI_p = \sum_{j=1}^m f_{pj} \bar{M}_{ptj} \dots \dots \dots (8)$$

$\bar{M}_{ptj}$  —— 完成第 j 项预防维修所需的平均工时数。

### 3.2.2 保养工时率

装备每次保养所需工时。不同级别、范围的保养工时不相同。在规定保养工时率时应指明保养的级别和范围。

## 3.3 维修周期指标

### 3.3.1 预防维修周期 $MTBM_{pt}$

装备某种(级)预防维修之间规定的使用时间,即相邻两次预防维修的平均间隔时间。不同种类(级别)的预防维修,有不同的周期。在提到预防维修周期时,应指明维修种类(级别)。

### 3.3.2 平均维修间隔时间 MTBM

各类(排除故障与预防)维修活动的平均间隔时间,即在给定时间内,产品已工作时间与维修总次数之比。

$$MTBM = \frac{1}{1/MTBM_{\mu} + 1/MTBM_{ct}} \dots\dots\dots (9)$$

式中:  $MTBM_{\mu}$ ——预防维修周期;

$MTBM_{ct}$ ——排除故障维修的平均间隔时间(通常等于平均故障间隔时间 MTBF)。

### 3.4 维修费用指标

常用年平均维修费用,即装备在规定使用时间内的平均维修费用与平均工作年数的比值。根据需要,也可用每工作小时的平均维修费用。

### 3.5 有效度

有效度是装备维修性与可靠性的综合指标。它是指在规定条件下,当任务需要时,装备处于可使用状态的概率。

#### 3.5.1 固有有效度 $A_i$

在规定条件下使用,不考虑供应和行政延误时间以及预防维修时间的有效度。

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \dots\dots\dots (10)$$

式中:  $MTBF$ ——平均故障间隔时间;

$MTTR$ ——平均修复时间(即  $\bar{M}_{ct}$ )。

#### 3.5.2 可达有效度 $A_s$

在规定条件下使用,不考虑供应和行政延误时间,考虑预防维修时间的有效度。

$$A_s = \frac{MTBM}{MTBM + M} \dots\dots\dots (11)$$

#### 附加说明:

本标准由中国人民解放军总后勤部军械部提出。

本标准由中国人民解放军军械工程学院、军械研究所负责起草。

本标准主要起草人:甘茂治、赵命俊、曾锡如。