

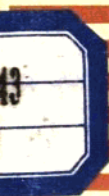
430764



引信可靠性设计指南

李良巧 主编

兵器工业出版社



引信可靠性設計指南

主 编 李良巧

编写人员 章洪深 董少峰 夏建中 李长福

滕 洁 朱纪平 张 亚

兵器工業出版社

〈京〉新登字049号

内 容 简 介

本书系统地论述了引信可靠性设计的理论和方法,共分十二章。在引信可靠性参数及指标、引信可靠性模型、引信可靠性预计和可靠性分配等方面作了较为深入的论述。内容全面,系统性强,简明扼要,实例丰富,便于自学,是引信行业第一本可靠性设计方面的专著。

本书可供引信行业技术人员在产品设计时参考。也可作为引信行业的技术、管理及质量控制人员学习可靠性工程用书,还可作为大专院校及可靠性工程学习班的教材。

引信可靠性设计指南

李良巧 主编

兵器工业出版社 发行

(北京市海淀区车道沟10号)

各地新华书店经销

北京三环印刷厂印装

开本: 787×1092 1/16 印张: 7.75 字数: 185.64千字

1993年2月第1版 1993年2月第1次印刷

印数: 1-1500 定价: 8.80元

ISBN 7-80038-493-4/TJ·77

序

可靠性是构成产品质量内涵的一个重要部分，可靠性设计是所有工业产品设计的一个重要内容。对于武器系统来说，可靠性设计是保证实现现代化武器系统效能的重要环节。引信作为武器系统的一个组成部分，其可靠性更具有特殊的意义。

引信是武器系统实现对目标有效毁伤作用链中的一个关键环节。如果它的可靠性不能得到保证，或会因引信瞎火使武器系统不能完成其预定使命而贻误战机，甚至直接影响战斗的胜负；或因引信的过早炸或早炸，不但不能实现对敌毁伤反而造成我方人员的伤亡和武器装备的毁损。所以说，在整个武器系统中，由于引信不可靠而带来的危害影响最大。因此，我国兵器工业可靠性研究中很重视引信和火工品的问题。《引信可靠性设计指南》就是这一课题的研究成果。

近几年来，国内出版了一批有关可靠性工程的书籍，其中不乏可靠性设计的内容。之所以在这种情况下仍要开展引信可靠性设计的研究并编写引信可靠性设计指南，主要是因为引信既不同于一般工业产品，也不同于武器系统的其它组成部分。引信工作的动态性、瞬时性、一次性和不可逆性；引信工作环境的严酷性（如高速度、高转速、强冲击等）；引信失效的多态性以及引信安全失效的小概率特性等等，这些不仅给引信的可靠性研究带来许多困难，而且构成了引信可靠性研究的特色。

由中国兵器工业系统工程研究所、中国兵器工业第212研究所和太原机械学院联合研究编写的《引信可靠性设计指南》，以十二章的篇幅相当全面地论述了引信可靠性设计所涉及的各方面的问题。该指南既阐述了可靠性设计的理论与原则，又给出了进行设计的具体方法，并结合实例予以阐明，还给出了若干基础数据。该指南的问世，填补了我国引信可靠性设计的一项空白，对提高我国引信可靠性设计水平具有重要的指导意义。该指南是以兵器弹药引信为主要背景编写的，但其中的主要原则与方法，也适用于其它类型弹药的引信。

可以预期，这本指南的出版，将会引起我国引信界广大同行对可靠性设计的进一步重视，将会对我国引信可靠性设计起到实际的指导与推动作用。同时也希望随着对引信可靠性设计研究工作更为深入广泛地开展，将会使《引信可靠性设计指南》不断丰富与完善。

马宝华

1992年1月14日

A-114/1307

目 次

第一章 绪论	(1)
1.1 引信可靠性设计的必要性	(1)
1.1.1 引信的工作过程和工作环境特殊	(1)
1.1.2 引信结构的复杂程度增加	(1)
1.1.3 武器弹药的效费比问题	(1)
1.1.4 提高引信可靠性的关键是可靠性设计	(2)
1.2 引信可靠性技术的特点	(2)
1.2.1 一次作用与长期贮存	(2)
1.2.2 引信失效的多态问题	(2)
1.2.3 安全性与作用可靠性	(3)
1.2.4 引信的失效数据来源丰富	(3)
1.3 说明	(3)
第二章 引信可靠性参数及指标	(4)
2.1 概述	(4)
2.2 引信的寿命剖面和任务剖面	(4)
2.2.1 引信寿命剖面	(4)
2.2.2 引信任务剖面	(4)
2.3 引信失效有关解释 ⁽¹⁾	(5)
2.4 引信的可靠性参数	(6)
2.4.1 引信安全系统失效概率	(6)
2.4.2 引信作用可靠度	(6)
2.4.3 引信固有作用可靠度	(6)
2.4.4 引信贮存可靠度	(7)
2.5 引信可靠性指标确定中应考虑的一些问题	(7)
2.5.1 引信安全性指标的确定	(7)
2.5.2 引信作用可靠性指标的确定	(7)
2.5.3 引信固有可靠度的确定	(8)
2.5.4 引信贮存可靠度的确定	(8)
参考文献	(8)
第三章 引信可靠性模型	(9)
3.1 概述	(9)

3.2	引信可靠性建模的一般要求	(9)
3.3	引信可靠性模型建立的步骤和方法	(9)
3.3.1	绘制功能框图	(9)
3.3.2	可靠性框图的绘制及数学模型的建立	(10)
3.4	有关引信零部件可靠度计算模型	(16)
3.5	引信系统失效概率的计算模型	(17)
3.6	引信寿命周期可靠性模型	(17)
	参考文献	(17)
第四章	引信可靠性预计	(19)
4.1	概述	(19)
4.2	相似产品法	(20)
4.2.1	安全性预计方法和步骤	(20)
4.2.2	作用可靠性预计方法和步骤	(21)
4.2.3	相似产品的可靠性专家估计	(23)
4.2.4	相似部件的可靠性预计	(25)
4.3	试验预计法	(26)
4.3.1	原理	(26)
4.3.2	安全可靠度预计的方法和步骤	(27)
4.4	应力分析法	(28)
4.4.1	一般步骤	(28)
4.4.2	基本原则	(29)
4.4.3	部分引信常用的器件失效率、环境因子和质量因子	(30)
4.4.4	引信保险机构的应力预计法	(30)
4.4.5	引信点火器(火工品)可靠性预计	(30)
4.5	元器件计数法	(32)
	参考文献	(35)
第五章	引信可靠性分配	(36)
5.1	概述	(36)
5.2	考虑重要度和复杂度的AGREE分配法	(36)
5.3	定值分配法	(38)
5.4	评分分配法	(40)
5.5	比例组合法	(41)
5.6	有并联系统的可靠性分配	(41)
5.7	各种方法的比较与选择	(42)
	参考文献	(42)

第六章 引信的冗余设计与防错、容错及故障保险设计	(43)
6.1 概述	(43)
6.2 引信的冗余设计	(43)
6.2.1 冗余系统的可靠度计算	(43)
6.2.2 引信敏感装置、发火机构及传爆序列的冗余设计	(47)
6.3 防错、容错及故障保险设计	(50)
6.3.1 引信的防错、容错设计	(50)
6.3.2 引信的故障保险设计	(50)
参考文献	(51)
第七章 引信耐环境工程设计与人机工程设计	(52)
7.1 概述	(52)
7.2 引信耐环境工程设计	(52)
7.2.1 热设计	(52)
7.2.2 防冲击和防振动设计	(54)
7.2.3 防潮湿、霉菌和盐雾设计	(57)
7.3 引信人机工程设计	(58)
7.3.1 一般概念	(58)
7.3.2 有关人力限制的设计考虑	(59)
7.3.3 有关视力限制的设计考虑	(59)
7.3.4 有关人为差错率的考虑	(61)
参考文献	(62)
第八章 引信参数漂移和容差分析	(63)
8.1 概述	(63)
8.2 参数漂移的定量描述	(64)
8.3 容差设计的方法	(65)
8.3.1 最坏值设计法	(65)
8.3.2 概率设计法	(67)
8.3.3 均方根偏差值设计法	(68)
8.3.4 正交试验法	(68)
8.4 防止参数漂移的措施	(73)
参考文献	(73)
第九章 引信失效分析	(74)
9.1 概述	(74)
9.2 引信失效模式,影响及危害度分析	(75)
9.2.1 引信失效模式,影响分析	(75)
9.2.2 引信危害度分析	(79)

9.2.3 引信FMECA报告	(80)
9.3 引信故障树分析	(80)
9.3.1 一般方法和步骤	(81)
9.3.2 分析报告	(81)
参考文献	(92)
第十章 引信潜在通路和兼容性分析	(93)
10.1 概述	(93)
10.2 引信潜在通路分析	(93)
10.2.1 电引信的潜在电路分析方法	(93)
10.2.2 引信潜在传火通道分析	(95)
10.3 引信兼容性分析	(97)
10.3.1 引信电磁干扰的来源及产生的问题	(98)
10.3.2 引信电磁兼容的一般措施	(98)
10.3.3 引信内部电磁兼容的措施	(100)
参考文献	(102)
第十一章 引信元器件、零部件的选择、控制与降额使用	(103)
11.1 概述	(103)
11.2 引信元器件、零部件及关键件、重要件的选择与控制	(103)
11.2.1 元器件、零部件的选择与控制	(103)
11.2.2 关键件、重要件的确定与控制	(107)
11.2.3 外协件的可靠性控制	(108)
11.3 引信元器件、零部件的降额设计与使用	(108)
11.3.1 降额方案的选择	(108)
11.3.2 降额标准	(111)
参考文献	(111)
第十二章 引信可靠性设计评审	(112)
12.1 概述	(112)
12.2 评审的准备及内容范围	(112)
12.2.1 方案阶段可靠性设计评审	(112)
12.2.2 工程研制阶段可靠性设计评审	(112)
12.2.3 设计定型阶段可靠性设计评审	(112)
12.3 评审程序及评审组	(115)
12.3.1 评审程序	(115)
12.3.2 评审组	(115)
12.4 设计评审报告	(115)
参考文献	(116)

第一章 緒 論

1.1 引信可靠性设计的必要性

1.1.1 引信的工作过程和工作环境特殊

一般的机电产品多在地面或室内环境下工作,而且工作过程中所受的环境力不大,并且能在工作过程中进行故障检测和故障维修。而引信的工作过程要经过发射、飞行和弹目交会等环节,工作过程的环境条件十分严酷,如小口径高炮榴弹引信,要经受膛内发射时的高冲击过载和高速旋转,要保证在高、低温环境下正常工作,要求引信的零部件尺寸小、重量轻、性能良好、价格低廉,并且还要有较高的可靠性和极高的安全性。引信工作过程的另一个特点是工作时间极短,在工作过程中发生的故障是不能用人工排除和维修的,引信在发射过程中的失效检测也是比较困难的。这样,给研究引信工作过程的失效模式及失效机理带来一定的困难。因此,为了保证引信产品的质量,必须在设计和研制阶段,对引信进行性能设计、安全性设计和可靠性设计,把事故消灭在设计阶段。

1.1.2 引信结构的复杂程度增加

随着科学技术的飞速发展,国内外引信技术也相应地得到较大的发展。如利用声、光、磁、电等原理作用的无线电引信、激光引信、电子时间引信、程控引信等相继出现,各种类型的传感器及集成电路在引信中得到应用,因而引信产品的结构就变得越来越复杂,所采用的零部件数量也越来越多。随着引信零部件数量的增加,必然会带来一个总体可靠性下降的问题。

随着引信结构复杂程度的增加,人-机关系也就更加复杂。由于人的能力有一定限度,因而不可能完全避免过失和错误,这样就增加了引信产品的人因失效概率。

总之,随着引信结构复杂程度的增加,为了保证引信产品的可靠性,将对引信零部件可靠性提出更高的要求,而零部件可靠性的提高要受到原材料、工艺、成本等各方面的限制。因此,在引信研制与生产过程中,必须进行可靠性设计。

1.1.3 武器弹药的效费比问题

产品的可靠性是产品质量的重要内容。通常说产品质量好,指的是“物美价廉”,“物美”对于引信产品来说,一个突出的含义就是可靠性高。“价廉”对于引信产品来说,是与可靠性高相一致的。例如,对敌坦克进行炮击,要求以99%的概率击毁敌坦克,如果我军反坦克火炮系统的可靠度为0.99,只要发射一发炮弹就可以了;如果反坦克火炮系统的可靠度为0.90,则需要发射两发;如果反坦克火炮系统的可靠度只有0.80,则需要发射三发才能凑效。另一方面,产品的成本应和产品的寿命周期综合起来考虑,产品的寿命周期短,单位生存时间的成本就高。如某引信的成本每发为100元,库存量为100万发,引信的寿命周期原为10

年,如经过可靠性设计,该引信的寿命周期由10年提高到20年,这样,国家仅在这一种引信产品上将节省军费开支一亿元,考虑到我国引信产品的品种多、数量大,产品可靠性的提高,将给国家带来巨大的经济效益。

1.1.4 提高引信可靠性的关键是可靠性设计

引信产品的可靠性指标主要由两大部分组成,即安全性和作用可靠性指标,尤其是安全性指标要求非常苛刻,GJB 373《引信安全性设计准则》中规定,引信安全系统在发射周期前其失效概率不能大于百万分之一。要做到这一点,需要诸多方面的保证,如设计保证,生产保证,元器件材料保证,质保体系保证等,其中最重要的还是设计保证。引信总体设计单位要大大提高可靠性设计水平,必须掌握先进的可靠性设计技术,如冗余设计、降额设计、容差设计、热设计等。因此,在引信产品中开展可靠性设计是提高产品质量的重要途径,是提高引信可靠性的关键。

1.2 引信可靠性技术的特点

引信可靠性技术工作作为产品可靠性技术的一部分,它有与机电产品可靠性技术工作的共同部分,也有其特殊部分。在进行引信产品可靠性设计时,要针对引信产品可靠性技术的特点来考虑开展各项工作。

1.2.1 一次作用与长期贮存

引信作为弹药系统的重要组成单元,就其工作性质来讲是属于成败型不可修复的子系统,但就其长期贮存性能来讲,引信还存在一个贮存寿命问题。因此,在开展引信产品的可靠性工作时,必须把引信的工作状态与贮存状态分开来研究。由于其工作时间极短而贮存时间较长(一般为10~20年),因而引信在工作期间按成败型产品考虑,在贮存期间按寿命型产品考虑。

1.2.2 引信失效的多态问题

可靠性工程所研究的产品工作状态,一般多按正常和失效两种状态进行处理。对于三态或三态以上的统称为多态,多态问题在可靠性工程上处理起来是比较复杂和繁琐的。一般是先把多态问题化成两态问题,然后再按解决两态问题的方法去处理。

引信产品的失效状态一般有瞎火、过早炸、早炸、迟炸等。这是一个失效多态问题,引信的多态问题在处理方法上和一般产品不同。例如某个开关,除了正常状态以外,尚有“打不开”与“合不上”两种失效状态,但这两种失效状态我们可以合并起来统算做失效状态,把多态问题变为两态问题去研究。而引信则不然,虽然瞎火和膛炸都属于引信失效,但它们的性质不同,一个是对目标作用失效,一个是安全失效。我们对作用失效概率和安全失效概率的要求相差极大,因此绝对不能把瞎火和膛炸两种事件加在一起去处理。这样一来,引信的多态问题处理起来就不像处理开关那样简单了。为了把引信的多态问题变为两态问题,我们一般把引信分为安全性与作用可靠性两个指标去考虑。在考虑安全性时,引信可分为安全与不安

全两种状态。在安全状态中,除引信正常状态外尚包括不解除保险、不解除隔爆、火工品钝感等最终将导致引信瞎火的状态,这几种状态对引信安全性来讲,其效果是相同的。因此,我们把它们可以看作是一种状态——安全状态。另外一种状态就是不安全状态,它包括引信发射前安全系统失效和引信发射过程中安全距离内的安全系统失效,这也是引信可靠性研究中最关心的问题。在考虑作用可靠性时,引信可分为可靠作用与不可靠作用两种状态,在可靠作用状态中,除正常状态外尚包括由于引信提前解除保险但未发生膛炸和炮口炸的状态,这两种状态对引信作用可靠性来讲,效果是相同的,在靶场试验中(炮口保险试验除外)所得到的数据也是反映了这两种状态的综合结果。因此,可以把它们看作是一种状态——可靠作用状态。另外一种状态就是不可靠作用状态,造成引信不可靠作用的因素很多,如雷管钝感,隔爆机构未解除隔爆,发火机构失效,火工品在解除隔爆前作用等。

1.2.3 安全性与作用可靠性

安全性与作用可靠性是引信的两项重要指标,而我们对安全性的要求比对作用可靠性的要求严格得多。一般要求引信在预定的解除保险开始前安全系统失效概率不能大于 10^{-6} ,而引信的作用失效概率一般在 10^{-2} 左右。这样,在评定引信作用可靠性时可以通过计数抽样检验方法,用成败型试验结果去估算。而评定引信安全性时,由于样本量所限,不能用上述方法去评估,故一般多采用故障树分析法,选择引信安全系统失效、膛炸及炮口炸为顶事件,通过底事件数据去计算顶事件发生的概率。

1.2.4 引信的失效数据来源丰富

引信为大批量生产的产品,每批都要按产品图规定做一定数量的静止验收试验和靶场验收试验。因此,各引信生产厂自建国以来积累了大量的产品试验数据。部队库房及国家靶场和部队训练每年也要投入一定数量的引信用于试验和作战训练,同样也积累了大量数据。故此相对导弹、火炮、坦克等军品来说,引信产品的试验数据是比较丰富的,这些数据是我们的宝贵财富。在开展引信产品的可靠性工作中,掌握以往的产品试验数据是极为重要的,这些数据为我国引信产品开展可靠性研究工作提供了很好的研究基础。

1.3 说 明

本《指南》所论述的引信,主要是针对常规武器中所用的引信。《指南》所提到的有关引信可靠性方面的术语仅适用于本《指南》,在引用时若与有关标准有出入,以标准为准。

第二章 引信可靠性参数及指标

2.1 概 述

引信可靠性参数是度量引信可靠性的特征量。引信可靠性指标是引信可靠性的度量,是特征量的具体量值,是订购方对引信可靠性的定量要求和评价引信可靠性是否达到要求的依据。承制方为达到引信可靠性要求应制定引信可靠性大纲,实施可靠性管理和采取有效的技术措施保证引信可靠性达到合同规定的指标要求。

引信可靠性指标提出后,要有相应的考核或验证方法,才能确认引信是否达到可靠性指标。

2.2 引信的寿命剖面 and 任务剖面

为了进一步明确引信的可靠性参数的含义,明确与可靠性指标相联系的规定条件、规定功能和规定时间,应确定引信的寿命剖面和任务剖面。

2.2.1 引信寿命剖面

引信的寿命剖面是指引信从出厂到最终使用并引爆战斗部或寿命终结的这段时间内所经历的全部事件和环境的时序描述(见图2.1),对于超过使用期或其它原因报废的引信在此不考虑。

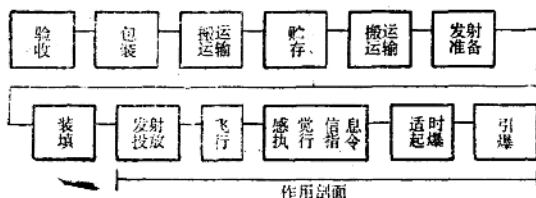


图2.1 引信寿命剖面示意图

2.2.2 引信任务剖面

引信任务剖面是指引信在完成规定任务阶段时间内所经历的事件和环境的时序描述,其中包括任务成功或致命故障的判断准则。引信主要有以下两个任务剖面:

a. 安全任务剖面,在这一剖面内引信要完成保证引信安全的任务,要经历勤务处理、装填、发射、安全距离内飞行等过程。要经受冲击、振动、高低温、潮湿、发射后坐力、离心力、空气阻力及炮口章动力等。一般又可以将引信安全剖面分为三个阶段:勤务处理(包括贮

存)、发射周期及发射周期后安全距离内飞行阶段。勤务处理、发射周期内或发射周期后安全距离内引信安全系统失效就认为安全失效。

b. 作用任务剖面,在这一剖面引信要完成可靠作用的功能,适时地引爆战斗部,要经历发射、发射周期后安全距离内飞行期、中间弹道飞行期和终点弹道期。也可以将引信作用剖面分为三个阶段:解除保险阶段、待发阶段和作用阶段。在解除保险阶段引信应可靠地解除保险(包括机械和电子等所有的保险)。解除保险是在发射周期开始到安全距离外某一点结束。在待发阶段,引信应可靠地处于规定的待发状态。在作用阶段,引信应能感觉目标信息,或按规定的条件(如指令、时间及压力等)适时引爆战斗部。

在整个作用剖面内,引信要经受发射时的后坐力、离心力、章动力、爬行力、空气阻力、瞬间高温高压、电磁干扰、雨水干扰等环境条件。

一般认为,引信在作用阶段适时地引爆战斗部就是作用可靠,否则就是作用失效,有些引信有近炸、碰炸等多种功能,这时就应有相应的各种作用的任务剖面。引信任务剖面示意图如图2.2所示。

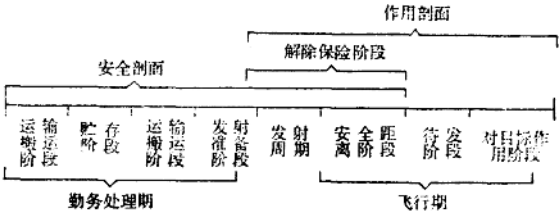


图2.2 引信任务剖面示意图

2.3 引信失效有关解释^[1]

2.3.1 安全系统失效

引信对解除保险控制失效,对爆炸序列的起爆或对主装药的爆炸控制失效。

2.3.2 勤务处理安全失效

引信在预定的解除保险程序开始前出现安全系统失效或爆炸。

2.3.3 膛内安全失效

发射时引信在发射器内安全系统失效或爆炸。

2.3.4 炮口安全失效

发射、投掷、弹射时引信在安全距离内安全系统失效或爆炸。

2.3.5 对目标作用失效

在安全距离外到弹目交会区之间引信作用功能失效,即未能按预定的方式感觉目标或预定的条件来控制弹药爆炸序列适时起爆。

2.3.6 早炸

引信在延期解除保险后预定正常作用前爆炸。

2.3.7 迟炸

引信超过预定作用时间或弹丸、战斗部的有效杀伤区之后爆炸。

2.3.8 瞎火

预期作用的引信没有发生爆炸的现象。

2.3.9 半爆

引信爆炸序列最后一个爆炸元件不能输出充足的爆轰冲量或火焰冲量的现象。

由于引信种类很多,具体引信又有各自特定的要求,所以具体引信有关的失效定义和失效判据可在战术技术要求和其它有关文件中确定。

2.4 引信的可靠性参数

引信可靠性参数一般有安全系统失效概率、作用可靠度、固有作用可靠度和贮存可靠度等。

2.4.1 引信安全系统失效概率

引信安全系统失效概率是指从引信生产到其寿命期中的指定时刻前的各个时期中,引信安全系统失效数与初始引信总数的预期比率,指定时刻前的各个时期,可以指预定的解除保险程序开始前,也可以指发射周期开始后直到正常延期解除保险时间终止这一段时间。

2.4.2 引信作用可靠度

引信作用可靠度是指引信在规定的使用条件下和规定时间内完成规定作用功能的概率。

引信的作用可靠度根据具体引信的功能可作进一步的明确,如近炸作用可靠度、碰炸作用可靠度、定时作用可靠度、延期作用可靠度、自毁作用可靠度等。同时应给出明确的失效判据、使用条件、贮存及工作环境等。

引信的作用可靠度根据需要,可提出不同的地面射程、落角,不同温度条件下的作用可靠度要求。也可提出综合性的作用可靠度指标。

引信的作用可靠性也可通过作用失效概率描述,如近炸作用失效概率、瞎火概率、早炸概率、迟炸概率等

2.4.3 引信固有作用可靠度

引信固有作用可靠度是指引信出厂时的作用可靠度。

2.4.4 引信贮存可靠度

引信贮存可靠度是指在规定的贮存条件下,在给定的贮存时间 T 启封使用时引信的作用可靠度。一般用 $R(T)$ 表示。

$$R(T) = f(R_0, T) \quad (2.1)$$

除上述可靠性参数外,由于有些可靠性要求的定量验证十分困难,所以还应有一些可靠性定性要求,可根据具体情况作出规定,如飞机起飞、飞行过程中和带弹着陆时引信不得解除保险和爆炸,机载作应急不爆炸投弹时,引信在弹道上和着地后不得起爆炸弹等。

2.5 引信可靠性指标确定中应考虑的一些问题

一般情况下,引信可靠性指标应由订购方提出,经与承制方协商后,最后以合同形式明确下来。考虑到目前我国实际情况,承制方应参与引信可靠性指标的确定,并确定研制、生产的内控指标。

初步的可靠性指标应根据引信的战术技术指标(简称战技指标)和当前技术水平由订购方提出,承制方根据经验和以往数据,对所提出的可靠性指标进行分析论证,主要考虑承制方的技术水平、生产能力、生产成本、投资金额、研制周期等。如有同类型引信可参照其研制、生产、费用等进行分析。如承制方经论证后认为可靠性指标可以达到,则与订购方共同商定可靠性指标的考核方法,并根据确定的指标进行研制。

2.5.1 引信安全性指标的确定

目前,作用可靠性指标一般包含在战术技术指标中,而安全性指标一般要求按GJB373—87《引信安全性设计准则》进行设计。在GJB373—87中除一些定性的可靠性要求外,作为最低要求,要求在预定的解除保险程序开始前安全系统失效率概率不超过百万分之一。引信的安全系统失效概率不仅包括勤务处理安全系统失效概率,还应包括发射周期和安全距离内安全系统失效概率,对于后两个指标其具体量值不作统一规定,由订购方根据具体的武器及其用途提出。

确定安全性指标时应明确安全任务剖面及详细的环境条件。

2.5.2 引信作用可靠性指标的确定

引信的作用可靠度根据不同引信有不同要求,对具有多种功能的引信,相应的也应有几个作用可靠度指标。订购方在战技指标中应作出明文规定。承制方与订购方应根据指标和有关标准商定相应的考核方法。

在可靠性鉴定试验时一般应给出作用可靠度的置信下限和置信水平,并制定相应的试验方案。对可靠性验收试验一般应规定可接收质量水平AQL、批量和检查水平。具体可按GJB199—86办理及参考文献[3]。

作为可靠性指标的估计值,可以是区间估计,也可以是点估计。在研制早期一般用点估计,可靠性鉴定试验时一般要用区间估计。

2.5.3 引信固有可靠度的确定

引信固有可靠度 R_0 的确定应比实际使用中的作用可靠度高,其值应根据贮存寿命和使用中实际可靠度要求来确定,也应考虑目前的技术水平。

2.5.4 引信贮存可靠度的确定

根据战术技术指标确定引信的贮存年限,引信的贮存年限在10~20年之间,根据可能达到的固有可靠度 R_0 和贮存时可靠度下降情况以及引信使用中可靠性的最低要求确定引信的贮存可靠度。贮存可靠度和固有可靠度的确定应该兼顾。

参 考 文 献

- 1 GJB 375—87 引信术语、符号
- 2 GJB 349.7—87 常规兵器定型试验方法 航空炸弹引信
- 3 戴树森. 可靠性试验及其统计分析. 北京: 国防工业出版社, 1984
- 4 GJB 179—86 计数抽样及抽样表
- 5 GJB 373—87 引信安全性设计准则

第三章 引信可靠性模型

3.1 概 述

为了定量分配、估算和评价引信的可靠性,需要建立表示引信系统各部分之间关系的可靠性分析、计算模型。

引信可靠性模型包括引信系统可靠性框图和可靠性数学模型。利用可靠性模型可以定量地计算引信系统的可靠性量值。

引信可靠性模型,对引信可靠性总体方案的评审,预计可能达到的可靠性水平,分析影响可靠性指标的各种因素,并进行合理分配都有重要意义。

根据引信特点,主要建立任务可靠性模型。基本可靠性模型^[1]可根据具体引信的需要建立,在此不作讨论。

引信任务可靠性模型(以下简称可靠性模型)根据引信任务剖面可分为安全性模型和作用可靠性模型,不同的作用方式还应分别建立各自的可靠性模型或综合的可靠性模型。

3.2 引信可靠性建模的一般要求

3.2.1 可靠性模型的建立应在早期的方案设计阶段进行,为设计评审、可靠性分配、预计及拟定改正措施提供依据,随着设计过程的进展、设计改进,应及时修改引信的可靠性模型。

3.2.2 可靠性模型应能反映实际引信的可靠性情况,能在可靠性分析和设计中起明显的作用。下面介绍的建模技术以常规现有的弹药引信为主要对象。

3.2.3 引信可靠性建模应参照现有的国家标准、国家军用标准和兵器部标准及有关文献^[1~13]。

3.2.4 建模时应进行引信产品的寿命剖面和任务剖面分析,根据引信产品的工作作用方式和可靠性参数确定引信的可靠性模型。

3.2.5 应详细分析引信环境条件,包括贮存、运输、搬运及引信工作环境。

3.2.6 应建立可靠性模型的有关报告,并参照引信设计图将引信零部件按统一的编码体制进行编码和命名。

3.3 引信可靠性模型建立的步骤和方法

建立引信可靠性模型常用的有两种方法,即框图法和失效树方法。失效树方法在第九章中和文献〔13〕中有较详细的介绍,下面主要介绍框图法的建模方法。

3.3.1 绘制功能框图

引信功能框图是绘制引信可靠性框图的基础,但功能框图不同于引信可靠性框图。引信