

[苏联] B. A. 波德涅尔 編

飞机与火箭 设备的自动检测

国防工业出版社

飞机与火箭设备的自动检测

〔苏联〕B. A. 波德涅尔編

庄梓新、柳秀清譯

朱英发校



国防工业出版社

1965

內 容 簡 介

本論文集專講飛機與火箭設備的自動檢測問題。書中包括自動檢測方法，設計原則以及飛行器設備自動檢測系統的应用等方面的論文。

本書可供從事飛機與火箭設備製造和維護等方面的技術人員參考，亦可供有關院校的師生閱讀。

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА ОБОРУДОВАНИЯ
САМОЛЕТОВ И РАКЕТ

〔蘇聯〕В. А. Болвер 編

ИЗДАТЕЛЬСТВО ИНОСТРАННОЙ
ЛИТЕРАТУРЫ 1962

飛機與火箭設備的自動檢測

莊祥新、柳秀清譯

朱英發校

國防工業出版社 出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第074號

新華書店北京發行所發行 各地新華書店經售

交道口印刷廠印裝

787×1092¹/₁₆ 印張8⁵/₈ 199千字

1965年7月第一版 1965年7月第一次印刷 印數：0,001—1,500冊

統一書號：15034·945 定價：（科七）1.20元

405008

目 录

編者序.....	5
----------	---

I 设备检测方法及其自动化的必要性

綜合导航—轰炸设备与导弹导引系统的多用途自动检测系统.....	Rubaii L. H. 10
检测火箭的自动化方法	Davis J. I. 20
武器系统的自动检测设备	Kcim D. I. 24
机上设备与其自动检测设备之间的协调	Strambler I. 30
在野战条件下依靠正确的組織检测提高复杂系统的可靠性.....	Kirkman R. A. 32
确定有效的查找故障顺序的方法.....	Hoan A. J., Saltz E. 38
处于战备状态的系統最佳检测周期的选择	Mast L. T., Paulsen F. L. 47

II 自动检测系统的设计原则

导弹自动检测设备的某些设计原则.....	Campbell W. O. 52
武器系统与工业自动机械用自动检测设备的设计特点.....	Klivans L. S. 56
关于选择测试点与编制检测程序.....	Harter G. A. 65

III 检测设备的基本元件与子系统

静态程序装置.....	Weissman L. 68
数据输入器与输出器.....	Comstock G. E. 71

IV 火箭设备的自动检测系统

“波馬克”武器系统的活动式自动检测设备.....	Parker Ph. A. 78
“丘辟特”弹道火箭导引系统的自动检测设备	Schnall E. 85
“北极星”火箭的自动检测设备.....	Marshall N. A. 88
“北极星”弹道火箭的第一个检测设备.....	Anderson K. 92
导弹设备的通用自动检测设备	Trapp J. A. 94
“Denion”与“Norscan”检测设备	La Fond Ch. D. 97
巨型宇宙火箭的自动检测	Campbell W. O. 102
通用自动检测设备.....	La Fond Ch. D. 110

V 飞机设备的自动检测系统

超音速舰载轰炸机的自动检测设备.....	116
歼击机自动检测设备	Klass P. G. 117

B-58 轰炸机尾部炮塔的自动检测	119
机上设备飞行后检测的自动系统	121

VI 自动检测系统的发展趋向

武器系统的通用检测中心	124
复杂武器系统检测设备的发展趋向	Corey F. C. 127
作者索引	138

編 者 序

現代飞机与火箭設備系統是包括控制裝置、地面導引、控制与檢測系統在內的技术裝備的复杂綜合体系。系統的正确動作仅在其中所有裝備都无故障，亦即具有足够可靠性的情况下才有可能。个别元件或裝置發生的故障有可能导致整个系統喪失工作能力。

复杂系統的可靠性可以以系統在一定条件下于規定時間內无故障工作的概率表示。更确切些說，系統的可靠性可以以系統的特性与参数在一定条件下，于規定時間內不超出容許範圍的概率表示。系統的可靠性与它的元件及其子系統的可靠性、元件的連接方法、使用条件与使用情况及时效处理等有关。如果將系統中元件的連接方法除外，則其余影响可靠性的因素都是時間的函数。經驗証明，系統故障的概率随時間的增長而增大，換言之，可靠性是時間的随机減函数。

在系統連續的使用或將它貯存的情况下，为了提高其战备程度并保證有可能随时提供使用，必須根据技术条件要求对系統的工作性能、特性与参数进行定期的檢測。檢測后如发现系統的工作有故障，則应查明原因并指出必須修理或更換的部件。系統不仅在使用条件下需要进行檢測，而且在产品出厂或在倉庫长期貯存期間亦須进行。

目前所用的儀器檢測系統要耗費大量的時間与很熟练的專門人才的劳动，因而降低了受測系統的战备程度并增加了維護費用。此外檢測系統既笨重又不完善，不能保證正确地進行檢測与快速地查明故障。据美国刊物报导，地面儀器檢測系統的費用往往多到相当于飞机与火箭的費用。飞机与火箭的維護費用甚至超过其設計制造費用的很多倍。因此，复杂系統的維護，即保持其必要的可靠性、战备程度和低廉的費用，已从技术性問題变成带有普遍意义的問題了。

解决飞机与火箭合理維護問題的可能途徑之一是檢測过程的自动化。在現代科学技术条件下有可能創造这样的自动檢測系統，采用这种系統將能达到以下目的：大大縮短設備的檢測時間；减少維護人員数量并降低对其技术熟练程度的要求；減低檢測設備的費用；快速查明故障部位，并指出排除故障的必要措施；預測系統的可靠性等。

現在我們来分析有关建立自动檢測系統的某些問題。

在生产、貯存或使用过程中接受定期檢測的系統称为受測对象，而用于檢測的設備則称为檢測系統。

受測对象是以应受檢測并称为受測参数的一系列参数的总称来表征。正确維護系統的基本任务之一即測定能反映系統工作性能（良好或有故障）的受測参数，并将其保持在容許的範圍以內。受測参数包括主要的輸出参数与系統特性（例如，对自动控制系統即为靜态誤差，調整時間，过調量等），以及能判別系統工作性能的参数：电压与电流强度，电阻，压力，流量，溫度，檢測系統的协同動作等。在現代飞机与火箭的复杂控制系統中必須檢測大量参数，有时达数千項。

在很多情况下，系統的受測参数是相互关联的，就这方面而言了解其中的某些参数即足以确定全部，因而无須檢測全部参数，而仅选測某些独立的参数就已足够。換言之，必須

检测的参数数目应当减少至最低限度,这时检测系统就能简化。

受测对象特性与参数的检测可以在设备工作或不工作情况下进行。例如,飞机与火箭设备起动前的检测是在设备不工作或在与设计状态不同的工作条件下进行的。如果检测不工作的对象,为了在其输出端获得表征受测对象反应的信号,并有可

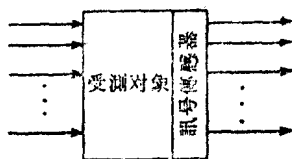


图1 受测对象示意图。

能确定其特性,则必须在其输入端供给激励信号,这种信号可因受测系统类型的不同而有不同的性质,它们可以用电压、电流强度、压力、角位移与线位移、速度与加速度、热流等的形式给出。基于上述,可将受测对象比作传输系统(图1),在其输入端供给激励信号,而在输出端发出正比于受测参数的信号。输出信号(受测参数)的数目可与输入激励信号不同。在检测工作的系统时,通常无须供给激励信号,而关于特性与参数的必要的信息可在系统的输出端直接获得。由于检测系统处理的是电量,而系统的受测参数又具有不同的性质,因而在受测对象中可装设其输出电量与受测参数成正比的传感器。

受测对象在某种意义上类似于调节对象。对象在其输入端接受信息,而在输出端发出表征信息在对象中变换的信号。然而,受测对象与调节对象之间有着本质的区别。首先其区别在于,调节对象是有源多端网络,而受测对象则是无源多端网络。在调节对象中信息的输入用以控制能量变换过程。表征能量变换质量的调节对象的输出信号同时亦表征对象中信息的变换。在受测对象中大半工作过程并不完成,而输入(激励)信号的任务是在系统中激励起类似于在工作状态下发生的过程。其次的区别在于,在调节对象中输出参数的测量是在整个时间进程中连续进行,而在受测对象中每个输出参数在检测时间内都只测量一次。

受测对象的输出信号可以是电压或电流脉冲。如输出参数为非电量,则如上所述,可将其变换为电量。这样,受测对象就成为动态系统,其输入(激励)信号可依子系统的类型不同而具有不同的物理性质,而输出信号可直接为电量或变换为电量。

在设计自动检测系统时,必须首先选择判别受测对象的良好性的准则。受测线路的良好性的估价可根据“合格—不合格”准则判断,或根据更完善的“低于极限—合格—高于极限”准则判断。为此在专门的逻辑装置中将反应信号与检查信号进行比较,并将检测结果送至指示器与程序装置以执行下一检测步骤。

最近又提出以“可靠性系数”或“参数变化趋向指标”作为判别受测系统所处状态的新准则。根据这些准则来设计检测系统的逻辑装置。这时不仅能做到判断受测线路的良好性,而且还能确定其失效时间。

自动检测的过程大致是: a) 产生激励信号,并将其输入受测对象; b) 测量受测对象的回答(输出)信号; c) 将回答信号与标准信号比较; d) 分析比较结果,并将结果信号输入程序装置以控制继续进行检测或停止检测; e) 发送寻找故障的信号; f) 指示检测结果。由于自动检测系统本身就相当复杂,且在工作过程中亦很可能发生故障,因而应当规定有自检操作。为执行上述职能,自动检测系统应当包括以下装置: 1) 信号发生器; 2) 程序装置; 3) 逻辑装置; 4) 自检系统; 5) 指示器。

图2所示为自动检测系统的方块图。

在设计自动检测系统时应当考虑以下基本原则:

1. 自动检测系统的通用性,亦即用同一系统检测各种飞机与火箭设备的可能性。为

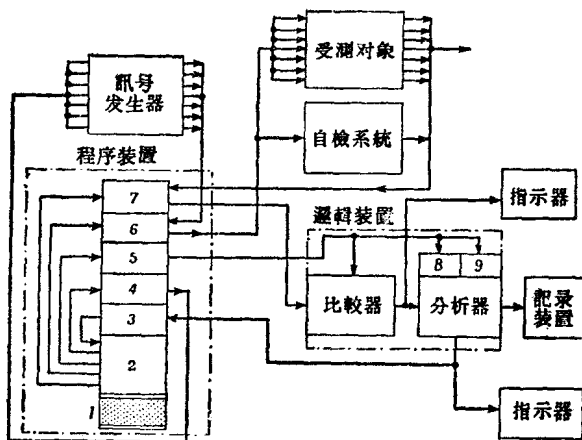


图2 自动检测系统方块图。

此，应制造标准的部件与子系统，用它们可组成各种特性的自动检测系统。制造通用自动检测系统的基础是不连续计算技术的应用。问题是如果将与受测参数成比例的输出信号变换成数字形式，则进一步处理即可利用通用计算机直接进行。应用通用性原则可以减少检测系统的数量并降低其成本。

2. 检测过程完全自动化。应用这个原则能加速检测，提高战备

程度，减少维护人员的数量并降低对其技术水平的要求。

3. 合理的检测工艺。对于合理的检测工艺不仅应理解为合理选择受测参数，而且主要地应理解为选择检测各种参数的正确顺序，能够同时检测几个参数，为了作总体检测而确定参数组等。

4. 检测系统的自检。由于自动检测系统相当复杂，而且有可能产生故障，因而在测试过程中必须进行自检。在所有现代化检测系统中都应当规定自检。

下面比较详细地分析一下自动检测系统各组成部分的功用。

信号发生器用以产生电压、电流、压力、线位移与角位移、速度与加速度、时间间隔等规定的信号。它由标准部件组成。根据由程序装置发来的指令将信号输入受测系统。下面分析几种信号发生器。

电压信号发生器包括直流与交流发生器。输出电压的范围由0至100伏，划分为1000等分。为了减小刻度值，电压范围亦可取0至10伏。由信号发生器产生的电压可在受测系统的某些线路中用作校验信号。

压力信号发生器产生动压与静压并用以校验高度表、速度表、M数表等。

频率信号发生器产生恒定频率与恒定振幅的信号。频率与振幅决定于程序装置供给的数码信号。频率与振幅的范围则决定于受测系统的类型。

运动发生器做成角度范围一定而刻度值为 0.1° 的转台。角速度与加速度发生器也做成速度与加速度一定的旋转装置。

程序装置决定了整个检测系统按规定指令工作的特性与顺序。同时，在装置中发出用以接通讯号发生器与自动检测系统其它线路的信号、输入比较器的标准信号及延迟信号等。在按照程序所确定的时间内，由于程序装置的某一个动作，发出相应指令触发信号发生器。信号发生器即将产生的激励信号送入受测对象的相应线路。同时，程序装置将标准信号送入专门的延迟装置，在那里信号经过相当于受测线路反应时间的延迟后送入比较器。程序装置的职能借助于下列子系统来体现：采用穿孔卡、穿孔带或磁带作为指令来源；光电或电气的指令判读器；检测操作顺序装置；受测系统反应信号容差指示器；供比较用的标准信号发生器；延迟器；选择器。

选择器在程序装置中的作用，在于保证选择必要的线路并实现其转接。它由开关元件，

继电器或按矩阵线路联接的步进式选择器组成。

在程序装置中有时使用存储检测程序的专门存储器。

逻辑装置保证：a) 将由程序装置发来的标准讯号在規定容差范围内与表征受测对象反应的回答讯号进行比较；b) 分析比较结果并产生“合格—不合格”讯号；c) 确定故障部位；d) 将继续检测或停止检测的讯号发送给指示器。

逻辑装置通常由标准变换器，比较器，分析器，记录装置以及将连续讯号变换为断续讯号或作相反变换的变换器组成。

逻辑装置可按比较连续或断续信息的原则工作。连续信息的比较线路简单，可靠，然而其准确度稍低。断续信息的比较线路稍复杂，但较精确。

自动检测系统发出预定的反应典型输入讯号的输出讯号。反应讯号在逻辑装置中与由程序装置发来的标准讯号相比较。根据比较结果可判定自动检测系统的良好性。

指示器用以指示检查结果。通常使用两种类型的指示器——临时性的用讯号灯与灯光讯号板，而永久性的则用电传打字机或其它记录仪器。

由对受测对象特性的简略分析可见，受测设备结构应当与自动检测系统相适应。为此，除选择检测参数及其测量方法外，还必须预先考虑输入激励讯号与输出反应讯号的测试点。受测对象与自动检测系统之间的连接方法应简单、方便、而且这种连接应很快完成。如自动检测系统与受测设备的设计工作同时进行，则所有这些都是可能实现的。

在“飞机与火箭设备的自动检测”论文集中选载了最近时期国外文献中发表的关于自动检测方法，飞行器设备自动检测系统设计及使用原则等方面的论文。

为方便起见将论文编成以下六章：

- | | |
|---------------------|------------------|
| I. 设备检测方法及其自动化的必要性； | II. 自动检测系统的设计原则； |
| III. 检测设备的基本元件与子系统； | IV. 火箭设备的自动检测系统； |
| V. 飞机设备的自动检测系统； | VI. 自动检测系统的发展趋向。 |

论文中提供了关于设计与使用自动检测系统的有益的知識，遗憾的是，在国外文献中，关于阐述自动检测系统设计原理与数学计算方面的资料却发表得极少。

刊载于本文集的文献是从许多种期刊与会议论文中选出的，以便能在对一般概念最少重复的情况下把握自动检测的基本问题。然而，要完全消除某些定义、论据与概念的重复而不破坏每篇文章叙述的系统性是有困难的。

截至文集准备付印时看到的国外资料表明，航空与火箭技术装备自动检测的领域正继续飞速发展。尤其在1961年出现了检测“空中弩箭”弹道火箭、遙控无人驾驶飞机、民用飞机的自动检测设备。已经有关于应用自动检测方法检测航空练习器以及其它地面的复杂电子设备系统的报导。

在翻译所涉及的术语中，有些部分尚未在这个新技术领域中确定下来，因而某些术语可能是不恰当的。

论文集可供从事飞机与火箭设备维护的专家及利用自动检测系统检测产品的工厂工作人员使用，亦可供高等学校有关专业的师生阅读参考。

B.A. 波德涅尔

I 設備检测方法及其自动化的必要性

綜合导航—轰炸设备与导弹导引系統的多用途自动检测系統

Rubaii L.H.

引言

分析飞机的导航—轰炸设备与导弹的导引系統的发展趋向表明，其系統日益复杂。图1所示为B-47轰炸机设备組成部分的数量与B-29轰炸机相比的增长情况。由图可見，在B-47上子系統数量增加55%，电子管增加333%。

图2列出美国空軍各类歼击机、轰炸机与軍用运输机设备维护所耗费的人时数（相对每一个飞行小时而言）的增长資料。由图可見，维护噴气式战略轰炸机B-52消耗的劳动量較维护噴气式战术轰炸机B-47增加近120%，而维护超音速歼击机F-102則較亚音速歼击机F-80增加近220%。

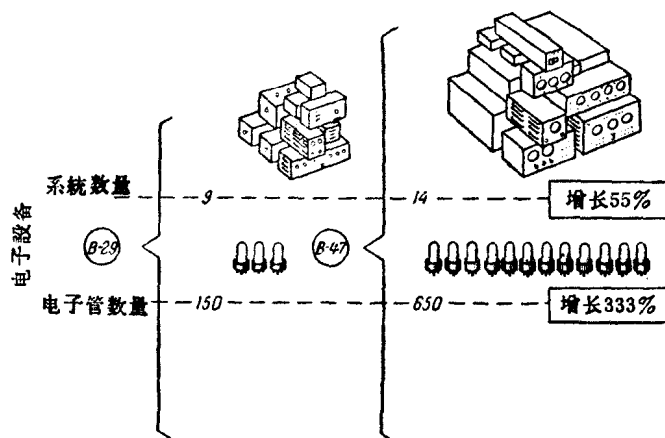


图1 B-47噴气式轰炸机机上无綫电电子设备与B-29活塞式轰炸机相比复杂性增长的示意图。

以设备中所包括的子系統和电子管数目作为机上设备复杂性的标志。

图3所示为随着设备复杂性的增加，为确保武器系統良好地工作所需的地面维护人員的数量逐年增长的情况。

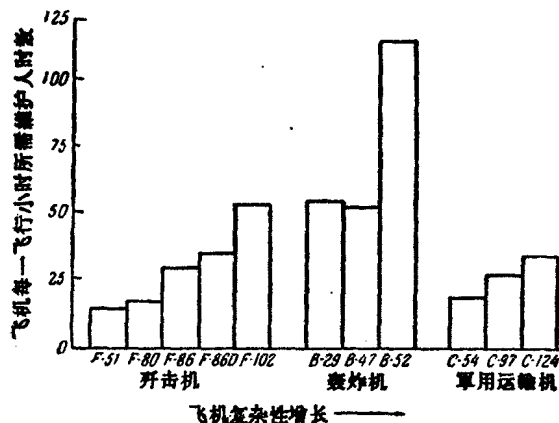


图2 飞机每一飞行小时所需维护劳动量的增长图。

图4所示为美国空軍飞行大队由1940至1960年期间飞行人員与地面维护人員定員的增长曲綫。曲綫可用外推法推延至1970年。

現代武器系統中所包括的各种子系統数量的增多也是系統全面复杂化的标志。

装备导弹与火箭的部队中沒有飞行人員，因而武器順利运用的責任就落在地面维护人員身上，这也

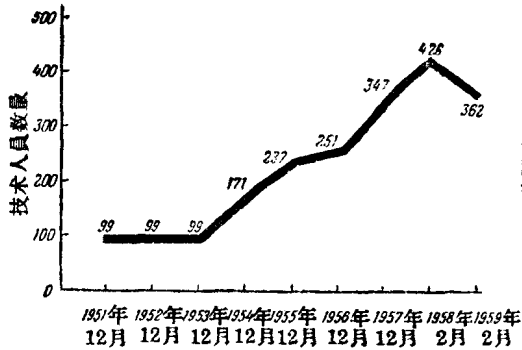


图3 为使装备美国空军用的武器系统良好地工作所需的地面技术人员的增长图。

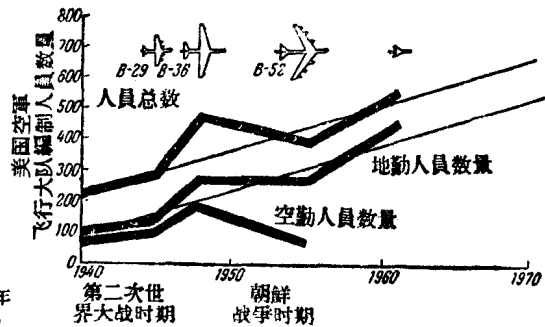


图4 美国空军飞行大队空勤与地勤人员编制增长图。

就是说武器战斗发射能否成功与发射前准备的质量有着直接的关系。

新技术的进展与成就是系统复杂性显著增长的主要原因，这种进展在武器的各个制造与战斗使用部门的分布是不平衡的。系统的综合检测以及为实现这种检测而必须的手段已经发展成为崭新的技术领域之一。

“检测系统”这个术语指的是为进行检测所必需的一切设备。在检测系统的组成中可以包括维护人员与必需的检测设备。本文中，检测设备指的是组成检测系统所包括的全部设备。

测试目的

在一般情况下，对系统进行检测是为了确定表征其工作性能的全套参数，以便有可能：

1. 确信系统按预定技术要求工作或处于失效状态。这在设计、使用以及进行可靠性研究时都是必需的；

2. 如已确知整个系统处于失效状态，则需查明其中需要更换或修理的故障部分。

在战斗使用前对武器系统进行检测时，上述目的就尤其明显。那时首先必须检查系统工作是否正确，并在发现失常时进行故障的排除。

任何武器系统的满意的工作应当由系统的总设计师、实施测试的组织机构与维护管理的组织机构共同保证。图5根据各单位互相协议的职责分工，列出了属于系统检测方面应由这些单位分别加以研究的具体问题。

检测的基本问题

与包括操作人员及设备在内的检测系统的工作有关的基本问题如下：

通用性与多用途的适用性 这方面主要应当注意下列问题：

1. 单级或多级武器系统采用多用途检测系统是否合理；
2. 单级或多级武器系统采用多用途检测系统的适用性与灵活性，亦即可测系统的百分比。

检测系统的自动化程度 从这个观点来看，下列问题是重要的：

1. 确定对自动检测系统的性能要求，这种要求应当考虑到容许的检测时间，检测设备的组成与检测人员的技术熟练程度；

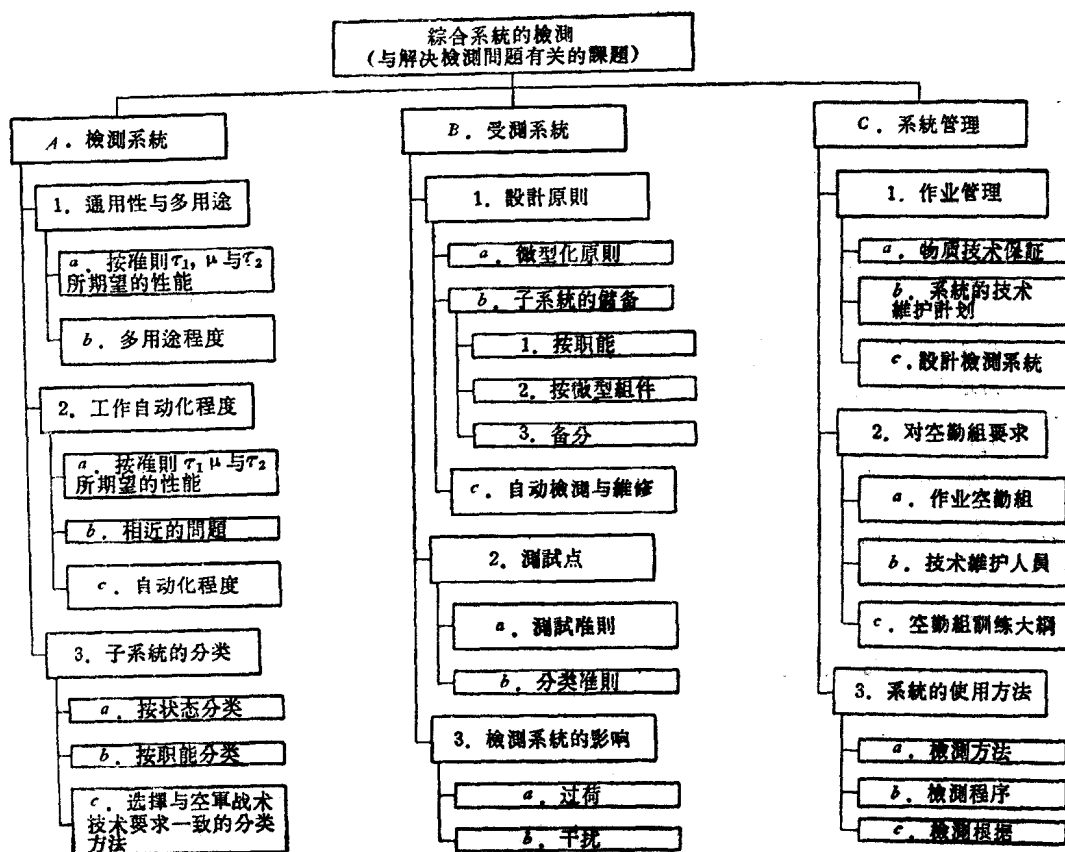


圖5 與保證檢測現代導彈導引系統有關的措施職能圖。

2. 仔細研究在特殊的戰鬥使用條件下可能出現的問題，在研究的基礎上確定對必需的自動化程度的要求（這問題在下面分析）；

3. 確定檢測設備子系統接入受測系統或自檢系統的方法。

子系統的分類 在這方面要分析的是按職能或按配置劃分的檢測設備的所有子系統及其分類方法。要解決的具體問題有：

1. 將檢測系統劃分為各職能子系統，並評述執行每一種職能的方法。圖6所示為對所有檢測系統都共同的職能部件；
2. 分析每一種可能的子系統綜合方式的優點以及與綜合有關的需要解決的問題。同時亦應當分析子系統的物理的與職能的分類方案，以便有可能構成實際可行的系統；
3. 找出對某一類及幾類現有或未來的武器系統的子系統最合適的分類法。在解決這一問題時，除分析檢測系統的子系統外，還應當分析受測系統，因為檢測系統的一部分可

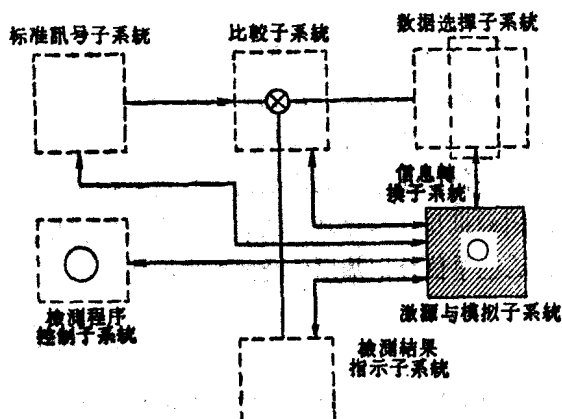


圖6 集中完成信息轉換職能的多用途自動檢測系統的通用部件。

以包括在受測設備的組成之中。此外，尚須对整个受測武器系統的战斗使用条件，尤其对造成无綫电干扰的工作条件进行研究。

受 測 系 統

与受測武器系統有关的基本問題

从研究檢測問題的专家的观点来看，負責檢測系統总体設計的工程师应当很熟悉受測的武器系統。他应当了解受測設備各个子系統的功用、动作原理以及結構参数的允許偏差。为了满足这方面的要求必須对以下专题进行分析研究。

构成受測系統的一般概念 在分析一般概念时，要研究基本原理及与构成受測系統的基本原理有关的一系列更具体的問題。這些問題将在下面討論。

将受測系統划分为互換的子系統組 在研究划分的基础上确定应当停止檢測的水平，亦即哪些体积最小的部分应当受測。檢測水平的上限是整个系統都測，而下限則只檢測最少量的組件。

系統的儲存 在对所用儲存方法进行分析的基础上必須确定受測系統各子系統的儲存对檢測过程条件的影响。必須同时仔細研究所有职能的与微型組件的儲存方法。当以微型組件方法儲存时，檢測系統的訂貨方在訂貨时应确定儲存的子系統处于工作状态，还是处于断开状态（亦可能处于任意一种其它状态）。

自动自檢与功能維修設備 在确定自檢的必要性与維修的特点时，应当考虑到影响檢測过程、檢測系統的复杂性与自动化程度的因素。引入自檢以及适时的維修，有可能对檢測系統設備的組成发生显著的影响，甚至取消大部分檢測設備。

与受測及檢測設備的复杂性有关的問題

組織檢測所采取的原則在很大程度上能影响受測系統的技术复杂程度。在檢測設備与受測設備的复杂系統中了解受測設備做什么工作以及在实际上怎样进行这些工作是极其重要的。据此，要求按檢測的观点对受測系統作詳細的分析研究。

測 試 点

为了保証檢測过程的进行，必須在受測系統中設有能进行指令选择与輸入訊号的測試点。測試点尚可用作檢測系統与受測系統間的連接环节。为了选择測試点，必須进行如下的分析研究：

1. 为在每个具体的檢測阶段輸入激励訊号与輸出回答訊号需要怎样的測試点；
2. 对測試点进行分类。

檢測系統对受測系統的影响

当檢測系統与受測系統連接时会产生某些有害的副作用，如出現附加噪音或附加負載。为此，应当研究确定这些因素对檢測結果一致性与可靠性的影响。这些分析应当由設計受測系統与檢測系統的单位共同进行。

与系統的管理有关的問題

与系統檢測密切有关但并不直接属于受測系統或檢測設備的問題可以分为以下几类:

1. 系統的实际管理
 - a) 物质技术保証的方法;
 - b) 系統的技术維護計劃;
 - c) 确定檢測系統的类型。
2. 对人員及其訓練的要求
 - a) 選擇檢測系統的操作人員;
 - b) 選擇檢測系統的技术維護人員;
 - c) 編制人員訓練大綱。
3. 方法問題
 - a) 系統的檢測程序;
 - b) 系統的檢測方法。

在本文中所指出的, 与系統檢測有關的問題的意义以及一些最重要問題的 分类 方法, 使得其它科学部門在采用此解决方案时, 有可能只作最小的更改。

武器系統的設計人員、檢測設備的設計人員以及整個系統的維護管理人員應該注意到, 到目前为止, 一些重要的測試工作往往仍由技术熟练程度較低的操作人員完成。这样, 就对系統的綜合提出了特殊的要求。

檢測是由受測系統設計人員、檢測設備設計人員、整個系統的維護管理人員与現場維護人員共同負責的事情。

如上所述, 檢測系統是实现檢測过程的手段。檢測系統的概念与術語“檢測設備”有些区别。区别在于前者还包括执行某些檢測职能的操作人員在內, 而術語“檢測設備”在下文中只是作为檢測系統的仪器部分。

为了拟訂对任一种檢測系統进行研究、分析和比較的有效方法, 必須訂出适用于分析任一具体檢測系統的基本原則。本文中采用按基本子系統分类, 并将这些子系統綜合为理論上的多用途檢測系統的原理●作为分析檢測系統特点的基本原則。

应用这样的原則即可对通用或多用途的檢測系統进行分析。当对系統加以限制时, 它失去通用性而成为专用的檢測系統。

包括在檢測系統中的自动化設備目前为很多生产檢測設備与使用复杂系統的单位所研究。由于現代檢測設備十分复杂, 因而要解决哪些部分應該自动化以及自动化到何等程度等問題亦就相当困难。为便于分析, 我們首先假設多用途檢測系統是完全自动化的, 而后在考虑特殊条件的情况下将部分操作改为半自动或以手工方法执行, 以便在总的方面接近于最佳质量的情况下得到具体的結構方案。

由于上述假設, 在分析多用途自动檢測系統时, 首先接受其一般的理論上的概念, 而后考虑具体条件逐渐改变至具体的专用檢測系統。这种分析的极端情况是最終获得单一用途而且完全由手工操作的专用系統。

● 关于这一原理的进一步闡述, 見作者在 1959 年 9 月 30 日~10 月 1 日美国无线电工程师学会关于工业自动机會議上的报告, “多用途自动檢測系統的通用元件”。

多用途自动检测系统

多用途自动检测系统有可能解决在复杂系统的检测过程中发生的很多问题。

通常没有足够确切的衡量最佳检测过程的准则。目前考虑采用检测时间 (τ_1)，检测设备的体积 (μ) 与对操作人员的技术熟练程度的要求 (τ_2) 作为这种准则。最佳检测过程的获得需要相对于这三个准则寻找折衷方案来解决。

武器系统的最佳检测过程实际上意味着缩短检测时间，缩减检测设备的体积并对进行复杂系统检测的操作人员的技术熟练程度降低要求。

检测设备的相对体积的缩减，可由下列途径实现。

1. 将各个专用的检测系统统一为单一的能保证对大部分受测系统进行检测的多用途检测系统。由于这种统一的结果，消除了检测设备不合理的重复现象，然而对某些方案，这种统一与解决一系列设计问题有关。

2. 将检测设备的电气线路包括在受测系统的组成之内。

3. 将很多专用检测系统的共同职能局部集中。

检测时间的缩短，可由下列途径实现：

1. 制造能同时对几个不同功用或做成各个组件的子系统进行检测的检测系统。

2. 使检测系统的工作高度自动化。

3. 改善试验方法，使所需检测项目最少。

降低对操作人员技术熟练程度的要求，可由下列途径实现：

1. 制造能同时对几个不同功用或分成各单独组件的子系统进行检测的综合性检测设备，这样，所需要的参与工作的熟练操作人员的数目相对减少。

2. 使检测系统的工作高度自动化，这就保证了由技术熟练程度较低的操作人员进行操作的可能性。

3. 在检测系统中引入自检装置，保证了能利用较低级操作人员，并减少（甚至完全取消）检测设备的独立部件数目。

由此可得结论，实现不同程度的通用化与自动化成为按所有准则 (τ_1 、 μ 与 τ_2) 获得最佳检测过程的总的措施。

由上述分析也能明显地看出，可以拟定考虑三个准则 (τ_1 、 μ 与 τ_2) 间相互联系的方法，以便有可能确定诸如依靠扩大检测设备的体积，或提高对操作人员技术熟练程度的要求究竟会给缩短检测时间带来多大好处。这种方法能在各种具体条件下用以确定解决检测问题的折衷方案。

图7以向量形式表示在制造与使用的各个阶段，对轰炸—导航系统进行检测时，对基本准则间相互关系的要求。在这种具体情况下，为了按三个基本准则获得最佳检测过程的折衷方案，须得进行认真的研究，这已经超出了本文讨论的范围。

由于对检测时间、检测设备规模与操作人员的技术熟练程度有着不同的要求，不得不制造各种不同的检测系统。例如在机场条件下使用，就要求检测系统能快速地进行简单的检测，并保证一定的检测质量。这时为了保证足够快地完成检测及高度的机动性，必须将接入检测设备所需的时间与检测设备的复杂性缩减到最低限度。图7提供了在机场或发射

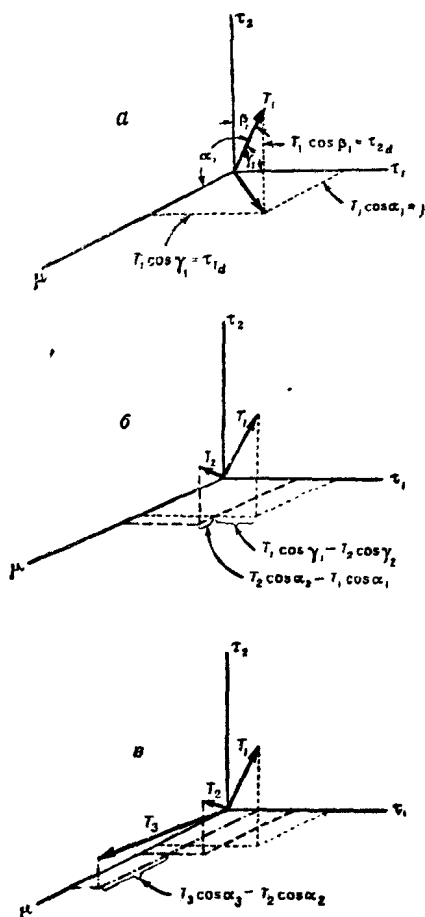


图7 飞机与导弹空中电子设备在制造和使用的各个阶段上,检测机构对满足基本准则的要求的向量图。

a—在工厂检测; b—在野战修理厂与在工厂检测相比较; c—在机场或在发射装置上检测与在工厂及野战修理厂检测相比较。

由向量图可见,要保证减少检测时间(τ_1)与降低对检测系统操作人员技术水平要求(τ_2),必须提高检测系统的复杂程度(μ)。

在某些情况下,提高检测设备的复杂性,是提高其通用性及自动化程度的先决条件。

自动化程度的标志方法应指出其职能由操作人员执行的子系统,根据标志能够明确确定检测系统那些部分是自动的。

例如,自动化程度可由下式表示:

$$T = a - \alpha_i \beta_m \gamma_n$$

式中 T ——利用 α 、 β 与 γ 进行分类的检测系统标志;

a ——自动化百分数,可在 0 至 70% 范围内变化,每个子系统相当于 10%;

α_i ——其职能由人工操作执行的子系统标记;

架上,在机库以及在工厂车间等不同条件下对飞机的轰炸—导航系统与导弹制导系统进行检测时,对所用检测设备的要求的比较。

随着技术的进展,出现了新型武器系统,其战斗性能的提高要求相应地提高工作速度并缩短反应时间,这超出了人的能力水平。这时,使用高度自动化的检测设备是完全必要的,而不去考虑其费用如何。

多用途自动检测系统是检测系统的一般情况。与这种概念相适应,可以认为单一目的,手工操作的检测系统只是具有一定的通用性与自动化程度的多用途自动检测系统的一种而已。

自动化程度的标志

在目前所用的术语里,检测系统自动化程度的概念是不够明确的。系统被识为不是自动就是非自动,或仅在某些情况下分出单独的半自动系统组。这种分类方法不可能根据其名称确定检测系统那些部分是自动的。

自动化程度标志	检测系统的职能子系统						
	1	2	3	4	5	6	7
$70 - \alpha_0 \beta_0 \gamma_0$							
$60 - \alpha_1 \beta_0 \gamma_0$							
$60 - \alpha_2 \beta_0 \gamma_0$							
$60 - \alpha_3 \beta_0 \gamma_0$							
$60 - \alpha_4 \beta_0 \gamma_0$							
$60 - \alpha_5 \beta_0 \gamma_0$							
$60 - \alpha_6 \beta_0 \gamma_0$							
$60 - \alpha_7 \beta_0 \gamma_0$							

图8 检测系统自动化程度标志图表。

划有斜线的方格表示其职能由操作人员执行的子系统。

如图6所示,有可能将所有的检测系统分为七个基本的子系统,这可以用字母来表示。在分解为各个子系统后,就有可能对检测系统中由操作人员执行其职能的某个或某几个子系统作出相应的标记。检测系统