

DB 6101

西 安 市 地 方 标 准

DB 6101/T XXXX—2021

融军企业知识 产品通用化、系列化、组合化

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

西安市市场监督管理局 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 产品三化知识体系.....	2
5 产品三化基础知识.....	3
6 产品三化平台规划知识.....	9
7 定制产品三化设计知识.....	13
8 军工定制产品三化管理知识.....	14

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

为便于识别，本标准采用国家标准的内容（A部分）以宋体字表述，增加的特殊要求（B部分）以楷体字表述。

本文件由XXXX提出并归口。

本文件起草单位：西安西谷微电子有限责任公司、西安融军通用标准化研究院有限责任公司、西安杰西航空科技有限公司、西安天和防务技术股份有限公司。

本文件主要起草人：

联系信息如下：

单位：西安西谷微电子有限责任公司

电话：

地址：西安市高新区丈八五路二号现代企业中心东区 2-10402

邮编：710075

融军企业知识

产品通用化、系列化、组合化

1 范围

本文件规定了产品三化设计基本要求、产品三化平台规划，定制产品三化设计和军工定制产品三化管理等知识。

本文件适用于军民用产品三化设计及其管理。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 321 优先数和优先数系

GB/T 20000.1 标准化工作指南 第1部分：标准化和相关活动的通用术语

GB/T 30438 支持模块化设计的数据字典技术原则和方法

GB/T 31982 机械产品模块化设计规范

GB/T 39589 机械产品零部件模块化设计评价规范

GJB 3760 军用雷达模块化通用要求

3 术语和定义

GB/T 31982 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

三化

通用化、系列化和模块化的统称，标准化的三种形式。

3.2

通用化

通过简化和优化各类产品单元，充分发掘具有同一功能且有互换性的通用单元，并最大限度地扩大其重复使用和共同使用范围的一种标准化形式。

3.3

系列化

从产品使用要求和发展规律出发，将同一功能产品的主要参数或规格按一定的数系或要求作合理规划，并对其型式和结构进行简化和统一，使产品有序发展并形成一定的系列，以满足用户广泛需求的一种标准化形式。

3.4

模块化

在对某一类产品进行功能分析和结构分解的基础上，划分并设计、生产一系列不同功能的能重复利用的通用单元（通用模块），然后在新产品开发时选取相应的通用单元（通用模块），并补充专用单元（模块）和零部件，组合成能满足各种需要的新产品的一种标准化形式。

3.5

模块化设计

将产品的某些要素组合在一起，构成一些具有特定功能的模块，将这些模块作为通用性的模块与其他产品要素进行多种组合，构成新的系统，产生多种不同功能或相同功能、不同性能的系列产品的设计方法。

3.6

模块

组成系统的、具有确定功能和标准接口的典型的通用独立单元。

[来源：GB/T 30438-2013，3.1]

3.7

通用模块

产品族中多个产品都可采用，其形状和特性在这些产品中完全相同的模块。

3.8

专用模块

在产品族中仅被特定产品所采用的、为了满足特定需求（或功能）而专门设计的模块。

3.9

模块化产品平台

产品经过模块化设计后形成的基本模块、通用模块和专用模块以及这些模块间关系的集合。

3.10

产品主结构

一种可配置的、包括所有组成模块和规则的、面向产品族的产品结构。

4 产品三化知识体系

产品三化设计的知识体系见图1。

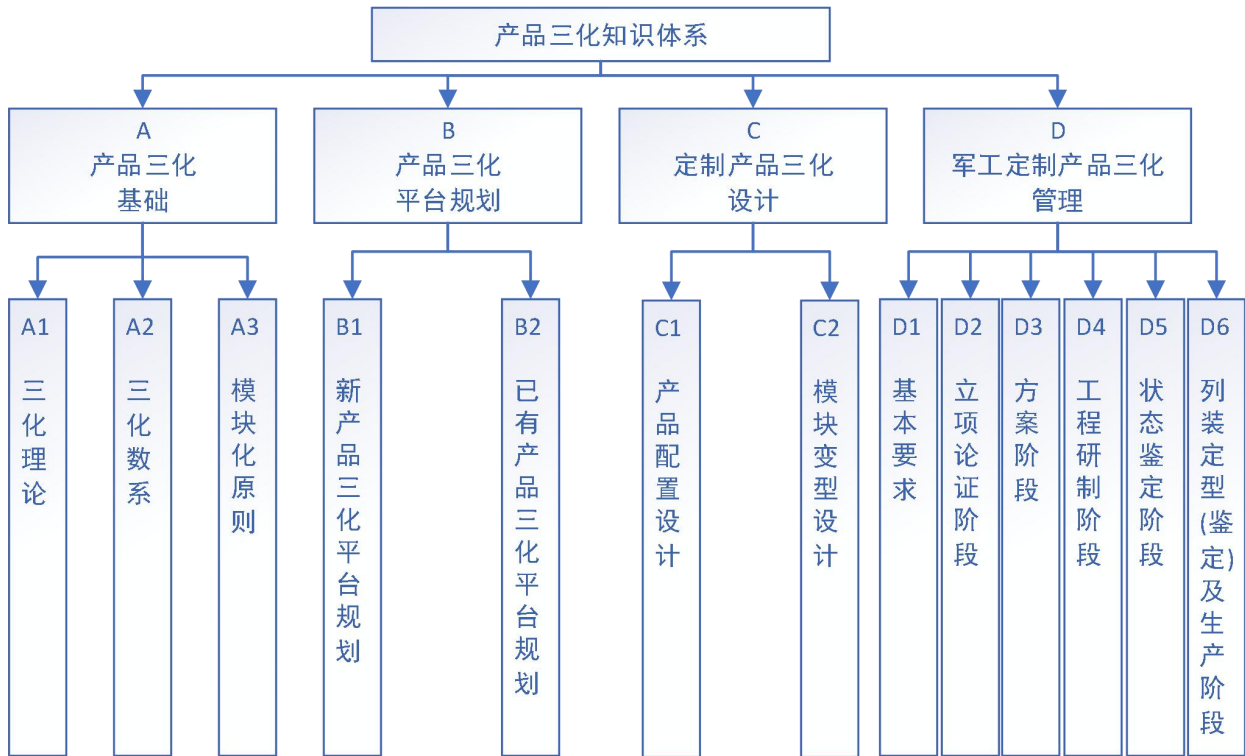


图 1 产品三化知识体系

5 产品三化基础知识

产品三化基础包括三化理论、三化数系和模块化原则等知识域构成，具体知识见表1。

表 1 产品三化基础知识

编号	知识	说明
A1	三化理论	
A1.1	卡柯特定律	<p>现代化工业生产是一种采用机器的技术复杂的大协作生产。这种生产的效率取决于自动化程度、生产批量、协调和组织管理的有序度等许多因素，而产品的成本则取决于加工工时、材料、能耗和外协管理费用等诸多因素。1909年—1910年美国福特汽车公司对产品批量增加而带来成本的降低进行了统计研究。1939年法国标准化协会主席卡柯特（Caguot）对此提出了一个经验公式：</p> $y = x^{-\frac{1}{4}} \dots\dots\dots$ <p>式中： y—为每件产品的相对成本（批量生产时的单件成本与品种简化前的单件成本之比）； x—为品种简化后产品批量加大的倍数。</p> <p>卡柯特定律揭示了现代化批量生产的规模经济效应，它的意义首先在于鼓励设计人员努力追求产品品种的减少及批量的增加。</p>

表1 产品三化基础知识（续）

编号	知识	说明
A1.2	互换性原理	<p>互换性原理是在社会文明进入机器生产时代的背景下，人们经过长期的探索才发现并付诸应用的。GB/T 20000.1-2014定义4.4对互换性的定义为：“某一产品、过程或服务能用来代替另一产品、过程或服务并满足同样要求的能力”。</p> <p>对产品而言，“互换性”包括物理互换性和功能互换性。物理互换性是指产品单元的外形、几何尺寸、材料、重量等特性所具有的互换性。功能互换性是指产品单元的用途、性能、环境适应性、可靠性等特性所具有的互换性。</p>
A1.3	多样化与简化统一原理	<p>社会对产品需求的多样化与由此导致其内部结构多变和开发、生产、使用、维修的复杂化因而需要简化是相互矛盾的两个方面，在一定条件下，通过一定途径，它们可以统一、共存于一个相互依存的整体之中。</p> <p>多样化与简化统一原理的意义在于，采用一定的技术途径可以同时满足使用者和生产者之间相互矛盾的不同要求，即产品功能多样化满足使用者广泛和变化的需求，提高生活质量，满足多种生产和军事任务的需要，成为推动技术进步和促进市场及经济发展的动力；而产品结构 and 品种的简化则满足了生产者提高开发、生产效率和降低成本及使用者提高使用、维修效率的要求。</p>
A1.4	分解组合优化原理	<p>分解和组合是事物变化的普遍现象和基本规律。在社会产品生产领域，人们成功地运用了这种基本规律，并且力图在这一基本规律中引入标准化的内涵。</p> <p>如果把产品全寿命期费用作为衡量各种分解组合方案的一个重要指标，则当分解组合的单元数目改变时，将会对开发、生产、维修成本及接口成本产生两个相反的效应（见图2）。</p> <p>a) 当产品分解组合单元数目增加时，每一个单元趋于简化，因而使产品的制造变得容易，故障检测和维修更加方便，于是降低了全寿命期费用。</p> <p>事实上，如果一个产品由三个单元P1、P2、P3所组成，F代表复杂性，则存在关系式$F(P1 + P2 + P3) > F1(P1) + F2(P2) + F3(P3)$，即把一个复杂的产品分解为若干个简单的单元后，则其复杂性降低，开发、生产、维修将会变得比较容易，效率将会较高，费用将会降低。</p> <div data-bbox="683 1451 1353 1865" style="text-align: center;"> </div> <p>图2 全寿命周期费用和分解组合单元数的关系</p> <p>b) 当产品分解组合单元数目增加时，则产品进行组合时需要更多的接口要素，这又导致全寿命期费用增加。</p>

表1 产品三化基础知识（续）

编号	知识	说明
A1.4	分解组合优化原理	<p>可见，对特定类型产品，存在一个特定的全寿命期费用低的最佳分解组合数区间（如图2中的M所示）。</p> <p>假如我们将图2的纵坐标换成产品的效能E（E是产品功能、性能、质量、可靠性、维修性等的函数），则综合分析分解组合单元数目对可靠性、可维修、重量等因素的关系后，也可得出如下结论：对特定类型产品，也存在一个效能最佳的产品分解组合数区间。</p> <p>效费比是所有武器装备及其配套产品所追求的综合性指标。从这个指标要求出发，我们可导出武器装备产品分解组合的优化原理如下：</p> <p>任何产品单元都可能通过优化，从功能和结构上分解为若干个相互联系的、最有利于开发、制造、使用和维修的独立单元。反之，通过各种功能单元和结构单元的最优组合就可能获得满足各种需求的、效费比相对最佳的新的产品单元。</p> <p>优化原理告诉我们，每个设计人员都应以提高产品效能和降低寿命周期费用、便于产品开发、生产、使用和维修作为优化目标，努力寻求特定类别产品相对优化的分解组合方案。</p>
A2	三化数系	
A2.1	等差级数	<p>a) 等差级数及其特点</p> <p>等差级数又称算术级数。这种级数的根本特点是数列中任意相邻两项之差为一常数。</p> $N_n = N_{n-1} + d \dots\dots\dots$ <p>式中：</p> <p>N_{n-1}，N_n—第n-1项和第n项的值；</p> <p>d—级数的公差。</p> <p>等差级数的特点：</p> <ul style="list-style-type: none"> ——级数中任意相邻两项之差即公差均为一常数； ——级数中任意一项都是其前后两项的算术平均值； ——距级数两端等远的两项之和为一常数，且等于级数首项和末项之和； ——级数中每一项加以（或减以，乘以，除以）相同的数后，仍形成等差级数； <p>b) 等差级数的应用和优缺点</p> <p>等差级数主要应用于参数范围比较集中狭小的场合。在军工领域，有军人用服装、鞋、帽等参数尺寸。</p> <p>等差级数的优点是数列比较简单，项值比较整齐，扩大或压缩比较容易。其缺点是相邻两项的相对差（相对差=（后项-前项）/前项%）不均匀。即级数前端相对差比较大，数系显得过疏。级数后端相对差比较小，数系显得比较拥挤，差别不大。因此，在很多情况下不能表达事物或需求的变化规律。</p> <p>c) 分段等差级数</p> <p>为了弥补上述缺点，充分利用等差级数的简单和方便性，可以把等差级数进行分段，形成分段等差级数。如5, 5.5, 6, 6.5, 7, 8, 9, 10, ..., 36, 38, 40, 42...其中5~6.5段公差d=0.5, 7~36段公差d=1, 36以后段公差d=2。这样应用起来就能适应更广泛的需要。</p>

表1 产品三化基础知识（续）

编号	知识	说明
A2.2	等比级数和优先数系	<p>a) 等比级数</p> <p>等比级数又称几何级数，这种级数的特点是数列中任意相邻两项之比为一常数。</p> $\frac{N_n}{N_{n-1}} = r \dots\dots\dots$ <p>式中： N_n—第n项和第n-1项之值； r—级数的公比。</p> <p>等比级数的特点： ——级数中任意相邻两项之比即公比均为一常数； ——级数中任意一项都是其前后两项的几何平均值； ——距级数两端等远的两项之积为一常数，且等于级数首项和末项之积； ——级数中每一项乘以（或除以）一个相同的数后，仍形成一个新的等比级数； ——级数中各项依次乘以（或除以）另一等比级数的各项后，仍形成一个新的等比级数。</p> <p>b) 优先数系</p> <p>优先数系是由公比分别为$\sqrt[5]{10}$，$\sqrt[10]{10}$，$\sqrt[20]{10}$，$\sqrt[40]{10}$和$\sqrt[80]{10}$的理论等比级数导出的且含有10的整数幂的一组近似等比级数。</p> <p>优先数系已经被制定为国际标准和我国国家标准（GB 321《优先数和优先数数系》）。</p> <p>按标准规定，以公比$r = \sqrt[5]{10} \approx 1.60$形成的优先数系用R5表示，称R5系列；</p> <p>以公比$r = \sqrt[10]{10} \approx 1.25$形成的优先数系用R10表示，称R10系列；</p> <p>以公比$r = \sqrt[20]{10} \approx 1.12$形成的优先数系用R20表示，称R20系列；</p> <p>以公比$r = \sqrt[40]{10} \approx 1.06$形成的优先数系用R40表示，称R40系列；</p> <p>以公比$r = \sqrt[80]{10} \approx 1.03$形成的优先数系用R80表示，称R80系列。</p> <p>以上R5，R10，R20，R40系列称为优先数系的基本系列。R80系列又称补充系列。</p> <p>GB/T 321所规定的优先数系相应项值和相关参数。</p>

表1 产品三化基础知识（续）

编号	知识	说明
A2.2	等比级数和优先数系	<p>优先数系的主要特征：</p> <ul style="list-style-type: none"> ——在数系 R5, R10, R20, R40 和 R80 中，前一数系的项值包含在后一数系之中； ——可以按十进法向两端无限延伸，即所有小于 1 和大于 10 的优先数，均可用 10 的整数幂乘以（除以）表 3-1 数值而获得； ——同一数系中任意相邻两优先数相对差近似不变； ——同一数系中任意两项理论值之积或商，任意一项理论值的整数乘方仍为此系列中某一优先数的理论值； ——同一数系中各优先数理论值之对数值构成一个等差级数。 <p>c) 优先数系的应用</p> <p>由于优先数系具有如上所述特点，并且简单易记，已经标准化，所以它成为产品参数简化和统一的基础，具有广泛适用性。</p> <ul style="list-style-type: none"> ——对于所有范围宽的参数应从需要和总体效果考虑尽力采用优先数系，以有限品种规格满足社会广泛需求； ——在能满足用户需求或综合效益最佳的前提下，优先采用公比较大的优先数系，即 R5 系列优先于 R10 系列，R10 系列优先于 R20 系列，…； ——当实际参数范围很宽以致用一个参数系列容易造成低端过疏，高端过密的情况下，可以分段选用最合适的基本系列，形成复合系列来满足特定需要； ——尽量避免使用化整值，因为化整值不便于向公比较小的数列延伸，也易导出参数远离优先数系。
A2.3	E数系	<p>E数系是一种公比为 $\sqrt[5]{10}$，$\sqrt[3]{10}$，$\sqrt[2]{10}$ 的几何级数。分别称为E6系列、E12系列、E24系列。</p> <p>公比为 $\sqrt[5]{10} \approx 1.5$ 的几何级数称E6系列；</p> <p>公比为 $\sqrt[3]{10} \approx 1.21$ 的几何级数称E12系列；</p> <p>公比为 $\sqrt[2]{10} \approx 1.1$ 的几何级数称E24系列。</p> <p>E系列首先应用于英国电工行业，1951年被国际电工委员会接受，1952年制定为国际标准，现主要应用于无线电元件的电容、电阻值系列。我国无线电行业的SJ标准的电阻、电容标称值都采用E系列。</p>
A2.4	模数制数系	<p>模数制数系就是以选定的模数与某一数列相乘所得的尺寸系列。</p> <p>模数可以是组合模数（记作m），它是组合尺寸的最小基数。该模数乘以1, 2, 3, …, K数列即得1 m, 2 m, 3 m, 4 m, …, K m模数系列。建筑上砖的尺寸（24 cm×12 cm×6 cm）其中长、宽、高任何一个均是组合模数，其模数系列构成一系列建筑尺寸。组合化中最基本单元的某尺寸亦应成为组合模数m。</p>

表1 产品三化基础知识（续）

编号	知识	说明
A2.4	模数制数系	<p>也可以是分割模数（记作M），它是组合尺寸的最大基数，该模数乘以$1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \dots, \frac{1}{K}$系列即得$1M, \frac{1}{2}M, \frac{1}{3}M, \frac{1}{4}M, \dots, \frac{1}{K}M$模数系列。</p> <p>如最大包容空间尺寸为M，则乘以小于1的数列进行分割后的尺寸就构成宜于在该空间内放置物品的模数尺寸系列。</p>
A3	模块化原则	
A3.1	模块划分原则	<p>按照GB/T 30438-2013第5章要求，模块划分原则包括：</p> <p>a) 独立性原则。应尽量减少模块之间的关联，使模块具有相对的独立性，满足模块设计、管理和生产的独立要求。</p> <p>b) 粒度适中原则。模块划分时应满足粒度大小和数量适中的原则。根据模块数量与成本之间的关系，以总成本最优为原则，确定模块划分的粒度。</p> <p>c) 重用性原则。在满足相关技术要求的前提下尽量重用已有的模块，以达到成本、质量、绿色等生命周期综合最优。</p> <p>d) 唯一性原则。从生命周期角度应考虑模块的不同需求，确定组成产品唯一模块。通过模块标识符可唯一地标识这个模块的所有定义数据。</p> <p>e) 设计分离面与工艺分离面重合原则。在产品研制过程中，设计阶段应考虑制造工艺性，在模块划分过程尽早地考虑工艺问题，尽可能地使产品设计分离面与工艺分离面重合，不仅应考虑产品的功能划分，还应考虑产品的工艺划分。</p> <p>f) 单级分层原则。在进行产品结构分解时，一个模块不应再包含另一个模块，即模块不应嵌套使用，旨在简化有效性管理。</p> <p>g) “只加”原则。对于模块“只做加法（add-only）”，像堆积木一样组成产品结构表，生成满足客户最终需要的产品。模块不应通过从其他模块中删除零部件而生成，但可以通过增加一些特性（如孔特征等）来生成新模块。</p> <p>h) 广义原则。模块是一组零部件的逻辑组合，并且包含相关的设计、工艺、制造和检测等数据。模块应具有广义性，不仅由实际的零部件的集合组成，也可由仅包含某种特定的功能特性和接口特性的数据元素或抽象关系组成。</p>
A3.2	模块设计原则	<p>按照GB/T 31982-2015第4章要求，模块设计原则包括：</p> <p>a) 独立性原则。产品模块化设计应使模块间的信息、功能、结构等耦合度尽可能小，以利于提高模块的互换性、可维修性、可重用性和可回收性等。</p> <p>b) 简单化原则。通过产品模块化，应尽量减少产品中的模块层次、数量和结构复杂性。</p> <p>c) 通用性原则。识别和分析各种相似模块，进行适当的归并处理，设计为通用模块，以尽可能少的模块组合满足尽可能多的个性化需求。</p> <p>d) 整体优化原则。在产品模块化中，将产品族中各产品的生命周期的总体最优作为主要优化目标。</p>

6 产品三化平台规划知识

产品三化平台规划知识见表2，产品三化平台构建可按产品对象分成两类：

- a) 新产品三化平台构建过程；
- b) 已有产品三化平台构建过程。

表2 产品三化平台规划知识

编号	知识	说明
B1	新产品三化平台规划	<p>新产品模块化平台构建主要是一个自上而下的演绎过程。</p> <p>通过对未来市场、技术和产品发展的需求预测和分析，参考类似产品模块化平台，进行产品功能模块和结构模块划分，建立新产品模块化平台。</p>
B1.1	市场分析和确定需求	<p>目的：明确新产品研发的方向、可行性以及功能需求。</p> <p>阶段成果：产品市场分析报告、新产品研发需求任务书、产品市场规划书、新产品技术路线图等。</p>
B1.2	确定功能结构和功能参数系列化规划	<p>a) 概述</p> <p>目的：将客户需求转变为产品功能，确定满足需求的产品功能结构；建立产品功能树、确定产品的功能模块；进行产品系列化总体规划。</p> <p>阶段成果：质量功能配置矩阵、产品功能树、产品功能结构图、产品功能参数系列化规划书等。</p> <p>b) 产品功能结构确定方法</p> <p>确定产品功能结构可采用以下方法：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 功能配置 <p>一种将客户功能需求转变为产品功能的方法，采用矩阵形式描述产品客户需求和产品功能中各种因素间的相互关系；</p> 2) 产品功能分解 <p>一种树形结构的产品功能分解方法，由上向下分解，直至最小功能，最终形成产品功能树，实现产品功能的层次和内容的分类；</p> 3) 产品功能分析 <p>一种采用功能结构图，分析产品中各功能模块之间的关系以及产品中信息流、能量流和物料流的流动方式的方法；</p> 4) 产品功能目录 <p>一种对已有产品功能信息分类整理的方法，以便查找和选用。</p> <p>功能目录又称设计目录，具有信息完备性、可扩展性及易检索性等特点。</p> <p>c) 产品功能参数系列化规划</p> <p>当市场对产品功能需求存在一定的变化范围时，首先确定功能主参数，然后对产品功能参数按照一定的规律划分其功能等级，应以较少的参数等级较完整地覆盖市场需求。</p> <p>产品功能参数系列化规划的内容主要是：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 产品功能主参数分析

表2 产品三化平台规划知识（续）

编号	知识	说明
B1.2	确定功能结构和功能参数系列化规划	<p>从各功能参数中分析和确定起主导作用的参数，作为产品功能主参数，作为指导选择或确定产品功能范围和规格的基本依据。</p> <p>主参数选择原则：</p> <ul style="list-style-type: none"> —应能反映系列产品的基本特性； —应为产品中最稳定的参数； —优先选择性能参数，其次选择几何参数； —一般选取一个主参数。 <p>2) 确定功能参数范围</p> <p>面向产品市场规划，根据产品结构特点和一般使用范围及规律，确定功能参数范围。</p> <p>3) 确定功能参数系列</p> <p>确定整个系列的功能区段划分、功能区段之间的分级等。</p> <p>注：常见的参数系列分级有一般数值和优先数系列。可按GB/T 321选择优先数系列。</p>
B1.3	确定原理方案及总体结构规划	<p>a) 概述</p> <p>目的：确定实现产品功能的原理方案，在此基础上进行产品总体结构规划。</p> <p>阶段成果：产品原理方案、产品可行性分析报告、产品总体结构规划等。</p> <p>b) 确定产品原理方案</p> <p>确定产品原理方案方法如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) 在原理方案库中寻求满足产品功能需求的原理方案； 2) 考虑原理方案的可制造性、可装配性、可维护性、可回收性、经济性、环境友好性； 3) 如果有多个合适的原理方案，则需要进行方案评价和比较。如果没有合适的原理方案，则需要设计新的原理方案，并将设计完成的原理方案存入原理方案库中。 <p>c) 产品总体结构规划</p> <p>根据确定的产品原理方案，采用自上而下和自下而上相结合的方法，进行产品总体结构规划。包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) 产品总体布局； <p>输入和输出设计；</p> <ul style="list-style-type: none"> 2) 功能的可实现性分析； 3) 任务指标的可满足性分析； 4) 经济的可行性分析； 5) 产品风险分析； 6) 产品模块的总体规划。

表 2 产品三化平台规划知识（续）

编号	知识	说明
B1.4	结构模块划分	<p>a) 概述</p> <p>目的：将产品功能模块映射为结构模块，并在产品总体结构规划基础上，进行结构模块划分。</p> <p>阶段成果：产品结构模块划分设计报告、产品结构模块图等。</p> <p>b) 产品结构模块划分要点</p> <p>产品结构模块划分要点包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 分析各功能模块间的关系和约束，根据产品总体结构规划明确模块间的接口及结构约束关系； 2) 优先按功能划分子模块，在功能模块清晰的情况下，再按结构划分子模块； 3) 先进行系统级的模块划分，然后根据某一个模块系统功能划分出更细的子模块、子子模块等，直至最后的不能再细分的模块； 4) 先划分对产品功能具有决定意义的核心模块，然后再划分其他次要的模块，最后是那些辅助性模块； 5) 根据模块通用性原则确定基型模块、通用模块和专用模块，应尽可能引用已有产品的基型模块和通用模块； 6) 针对要实现的目标，从安装形式、空间几何关系、实现功能种类等几方面对结构模块进行分析，确定目标影响因素值及各个模块相互连接的重要程度值。 <p>c) 结构模块划分的环境化要求</p> <p>应考虑以下环境化要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 可维护性。可将具有相近维护频率、维护要求、维护时间和维护复杂性的零部件划分在同一模块中，以便集中维护； 2) 可重用性。可将重用可能性较大的零部件划分在同一模块中，以便产品零部件的重用； 3) 可将具有相同回收特性材料的零部件划分在同一模块中，以便产品拆卸和材料回收。
B2	已有产品三化平台规划	<p>已有产品模块化平台构建主要是一个自下而上的归纳过程。</p> <p>在充分分析已有客户需求信息和已有产品设计数据的基础上，对未来市场趋势进行预测，进行产品的功能模块和结构模块划分，建立产品模块化平台。该过程适用于企业已有成熟产品，市场发展对已有产品提出模块化需求，或需要对模块化进行改善的场合。</p>
B2.1	阐明任务和确定需求	<p>目的：在对客户需求和已有产品数据系统深入分析的基础上，结合对未来市场变化趋势的预测，确定已有产品模块化的具体任务和重要需求。</p> <p>阶段成果：已有产品数据分析报告、已有产品模块化需求任务书、已有产品模块化技术路线图等。</p>

表2 产品三化平台规划知识（续）

编号	知识	说明
B2.2	零部件ABC分析	<p>a) 概述 目的：通过对企业零部件的统计分类，明确模块化的重点任务。 阶段成果：零部件ABC分析报告等。</p> <p>b) 零部件ABC分类 将产品的零部件按其通用性分成A类件、B类件、C类件： 1) A类件是专用零部件，且不能由B类件和C类件经过组合或变型得到。其特点是：结构比较复杂； 2) B类件是通用零部件。其特点是：可进行变型设计；开发设计的工作量较少；加工工艺标准化程度较高； 3) C类件是标准件。其特点是：标准化程度高；一般都有对应的国家标准或行业标准。</p> <p>c) 零部件ABC分析方法 零部件ABC分析方法主要包括： 1) 零部件频谱分析：对企业现存的所有零部件的出现频率进行频谱分析，剔除其中使用频率极低的零部件，对使用频率较高的零部件进行标准化，对使用频率较低的零部件进行规范化； 2) 零部件ABC归类：将标准件归为C类件；将通用零部件归为B类件；将专用零部件归为A类件； 3) 零部件ABC优化：通过标准化改进，将部分B类件转化为C类件；将部分A类件转化为B类件。</p>
B2.3	产品功能参数系列化和模块化规划	<p>a) 概述 目的：进行产品功能参数系列化和模块化规划。 阶段成果：产品功能参数系列化设计报告、产品功能模块化设计报告等。</p> <p>b) 已有产品的功能参数系列化规划 在零部件ABC分析的基础上，根据历史订单情况和市场趋势预测，分析产品销售的变化范围，进行产品系列化规划，包括： 1) 产品频谱分析 将订单分布情况定义为纵轴，将产品型号/尺寸/性能等参数分布情况定义为横轴，由此构成二维图（表），了解不同型号/尺寸/性能等参数的产品订单分布频谱，减少模块变型数量，支撑产品族建立； 2) 基型选择 选择最具有代表性，用途广，生产较普遍，结构较先进，经过生产和使用考验，结构和性能都比较可靠，又有发展前途的型号作为产品基型； 确定产品主参数</p>

表2 产品三化平台规划知识（续）

编号	知识	说明
B2.3	产品功能参数系列化和模块化规划	<p>依据产品频谱分析结果，对已有产品参数（包括功能和结构参数）进行分析和优化，确定产品主参数，缩小产品类型的变化范围；</p> <p>注：应考虑企业现有产品的主要变化所处层级，如果主要是关键部件的变化，则产品系列化应以产品关键部件的技术参数分布范围作为划分依据。</p> <p>3) 确定参数范围</p> <p>参照产品频谱分析结果，根据产品结构特点和一般使用范围规律，确定参数范围；</p> <p>示例：铣床的产品参数包括尺寸参数（工作台尺寸）、运动参数（三向行程）和动力参数（功率、转矩）。</p> <p>4) 确定参数系列</p> <p>选择产品参数的分类、分级方法，确定整个参数系列的分档、档与档之间的公比等，可按GB/T 321选择优先数系。</p> <p>c) 已有产品的功能模块化规划</p> <p>在零部件ABC分析基础上，分析已有产品的功能原理，进行产品功能模块划分。</p>
B2.4	结构模块优化	<p>目的：在零部件ABC分析和产品功能模块划分的基础上，对已有产品的模块进行重组优化，包括模块分解和模块合并等。同时对原有模块间的接口进行分析和改进。</p> <p>阶段成果：产品结构模块划分设计报告、产品结构模块图等。</p>

7 定制产品三化设计知识

定制产品三化设计知识见表3。

表 3 定制产品三化设计知识

编号	知识	说明
C1	产品配置设计	<p>a) 概述</p> <p>目的：配置出满足客户多样化和个性化需求，且成本低、交货期短的产品。</p> <p>阶段成果：产品实例结构树、配置技术文档等。</p> <p>b) 产品配置设计方法</p> <p>产品配置设计方法主要包括：</p> <p>1) 产品功能配置设计</p> <p>根据客户需求和产品配置设计知识，对产品族功能树中的功能模块进行选择和配置，形成产品实例功能树。然后根据客户需求和配置约束，由人工或相关软件配置形成产品实例结构树；</p> <p>2) 产品结构配置设计</p> <p>根据产品主结构和产品配置设计知识，选择客户所需用的产品结构模块，形成产品实例结构树。</p>
C2	模块变型设计	<p>a) 概述</p> <p>目的：在有限范围内改变模块主模型的功能参数或结构参数，满足客户的多样化和个性化需求。</p> <p>阶段成果：产品实例模块、变型技术文档等。</p> <p>b) 模块变型设计方法</p> <p>模块变型设计方法可分为：</p> <p>1) 基于功能参数的变型设计</p> <p>客户选择或提出功能参数要求，然后确定模块结构主参数，并由主参数计算其他关联结构参数，实现模块的变型；</p> <p>2) 基于结构参数的变型设计</p> <p>客户选择或提出产品结构主参数变化要求，或企业根据客户需求选择产品结构主参数，由主参数计算其他关联结构参数，实现模块变型，获得实例模块；</p> <p>3) 局部拓扑结构变型设计</p> <p>在模块主模型的基础上，根据客户要求，对模块局部拓扑结构进行变型，获得实例模块。</p>

8 军工定制产品三化管理知识

军工定制产品三化管理知识见表4。

表4 军工定制产品三化管理知识

编号	知识	说明
D1	基本要求	<p>武器装备型号产品研制时的“三化”工作包括提出“三化”要求，进行三化设计和研制，验证三化设计的正确性，其根本任务是在满足研制总要求的前提下，在全系统各层次产品的设计、研制中最大限度地重复利用“三化”成果。要完成这项任务，需要注意以下基本要求。</p> <p>a) 紧密结合型号产品研制，将“三化”作为研制任务的组成部分</p> <p>“三化”既是一种设计思想和设计原则，又是一项具体工作，要做好这项工作就要与型号产品研制紧密结合，把“三化”工作作为其组成部分，融合在产品的设计、研制过程之中。如果把“三化”仅作为一种口号而无实质的任务内容，或把它作为独立任务脱离于型号任务之外都是片面的。因此，武器装备研制各阶段、各层次产品都应考虑“三化”要求，都应安排相应的工作，产生的文件中应包括“三化”相关的内容，如方案论证中应包括对“三化”方案的论证，而且不管论证结果如何，都应将结果及其论证写入方案论证报告，作为其中的一部分。</p> <p>b) 将“三化”工作要求逐级传递到型号全系统</p> <p>武器装备型号研制中的“三化”工作要由使用部门和研制部门来共同完成。即从使用部门向总体单位提出要求开始，研制部门再从上到下，向配套分系统、设备研制单位提出要求。凡是有配套关系的，在签订协议或合同时都应考虑“三化”和接口方面的要求。</p> <p>这种逐级传递也是从高到低、从大到小的过程。即从使用部门、总体设计单位重点选择现有的分系统、设备，到分系统、设备设计单位重点选择配套的下一层设备直至零部件，再延伸到零部件设计时选择通用或标准的结构要素和统一的制造技术要求。</p> <p>这种有序的传递保证武器装备研制全系统有关单位都能相互协调地开展“三化”工作，保证武器装备全系统的“三化”要求和接口要求能良好实现。</p> <p>c) 将“三化”工作按研制阶段逐步深入展开</p> <p>“三化”工作要随研制的进展逐步深入展开。从立项论证阶段提出“三化”和接口要求，到方案阶段进行“三化”方案论证，随后在工程研制阶段将“三化”方案论证结果落实到产品图样和规范中，然后通过样机试制、验证、系统联试和试用确认“三化”设计的正确性，并将它和图样、规范一起设计定型（鉴定）。之后，在工艺定型（鉴定）和生产阶段，还要进一步开展工艺装备“三化”，压缩零部件品种规格，方便生产管理和使用保障管理。</p> <p>和型号研制一样，这也是一个将要求和方案变为现实、从粗到细、逐步展开和深入的渐进过程。</p> <p>d) 正确处理“三化”和型号特定要求之间的矛盾</p> <p>从全面和长远看，“三化”和型号研制要求是一致的，但从局部和眼前看，有时则有矛盾，这种矛盾在性能、结构、兼容性等方面都可能存在。此时设计人员的职责就是要综合权衡，处理好这种矛盾，有时甚至要牺牲局部、非关键的特性要求来开展“三化”，以获取全局和长远的军事及经济效益。</p> <p>e) 发挥标准和数据库的指导与支持作用</p> <p>标准是成熟经验的总结，现有大量军用标准对各类武器装备及其配套产品的“三化”作出了不同内容的规定。例如产品系列型谱标准对系列化产品性能、尺寸等的规定，各类产品规范对产品互换性和接口的规定，各类信息标准对信息接口的类别、编码、格式、协议等的规定等。贯彻实施这些标准将大大提高型号产品的“三化”水平。</p> <p>各类资源数据库、合格产品目录（QPL）等能为型号研制开展“三化”设计提供相关信息，应充分发挥它在研制全过程、各阶段的支持作用。</p>

表4 军工定制产品三化管理知识（续）

编号	知识	说明
D2	论证阶段	<p>武器装备研制立项论证阶段的主要工作是进行战术技术指标和初步总体方案的论证及研制经费、保障条件、研制周期的预测，形成装备研制立项综合论证报告。</p> <p>该阶段“三化”工作的任务是提出装备的通用化、系列化、组合化要求，及实施相关标准的要求，并将其纳入“立项综合论证报告”。</p> <p>立项论证阶段提出“三化”要求是立项论证工作的组成部分，对提高装备的“三化”水平及牵引研制各阶段的“三化”工作具有龙头作用。</p> <p>立项综合论证时提出“三化”要求主要由使用部门组织实施。工业部门参加立项论证的科研单位主要是配合论证单位，参加投标的单位应针对招标文件中的“三化”要求论证初步的实施方案。</p> <p>在工业部门内部，与武器装备总体配套的分系统、设备的立项论证工作，应由装备总体设计单位参照本节内容对分系统、设备提出“三化”要求。</p>
D2.1	“三化”任务内容	<p>a) 提出“三化”初步设想</p> <p>该阶段使用部门在编制武器装备新型号初步总体方案时，不但应把“三化”作为重要的基本原则和指导思想，而且要从满足使用和研制目标出发，提出“三化”的初步设想，作为初步总体方案的组成部分。这种设想主要是高层次和长远的谋略，例如在确定走基本型派生发展道路时如何发挥“三化”作用的设想。</p> <p>b) 提出“三化”要求</p> <p>“三化”要求是使用部门就研制装备达到的“三化”水平及采用现有产品等内容对研制部门提出的目标和基本要求。它的提出和实现直接影响武器装备使用的效能、研制周期及全寿命费用，还影响后续基本型装备的派生。因此，提出一个先进可行的“三化”要求关系到武器装备研制、生产、使用、维修和今后发展，是立项论证阶段“三化”工作的主要任务。</p> <p>c) 投标书中提出“三化”初步方案</p> <p>参加投标单位应通过分析和初步论证，在投标书中阐述如何达到招标文件中提出的“三化”要求和初步方案，包括技术、物质准备、组织管理等方面的初步打算，以及技术难点的解决途径，实现目标的技术措施等。</p>
D2.2	“三化”要求的内容	<p>a) 采用现有产品和技术的继承性比例要求</p> <p>在满足作战使用性能的前提下贯彻继承性原则，最大限度采用现有产品，严格控制新研项目的数量是完成型号研制任务的捷径。现在许多型号研制都这么做了，如某新型飞机型号工程约50%以上的配套设备采用其他飞机上用的现有产品，某舰船型号工程规定采用新技术研制的系统和设备不能超过系统和设备总数的30%。</p> <p>因为装备的总体方案在立项论证阶段尚未最终确定，所以立项论证阶段提出的继承性比例要求仅是初步估算。经过方案阶段的方案论证和设计，要对这一要求进行修正，然后纳入“研制总要求”才能作为指令性要求</p> <p>b) 采用现有产品资源要求</p> <p>订购方通过对现有产品资源的检索，初步了解有哪些现有产品可能用于新研装备，并通过与型号战术技术指标和使用要求的适应性分析，要对承研方提出采用现有产品资源或经过改进后采用的要求。采用要求应力求具体，避免原则和笼统，尽可能列出采用的项目清单。</p>

表 4 军工定制产品三化管理知识（续）

编号	知识	说明
D2.2	“三化”要求的内容	<p>c) 有关系统、分系统、设备之间的接口要求 提出各类接口要求是保证武器装备实现系统功能，达到系统内部和外部系统互连、互通、互操作的关键环节，具有重要意义。 接口主要包括硬件接口，电子和信息接口等。 硬件接口有机械接口和电气接口。机械接口着重考虑接口类型、连接方式、尺寸体制及介质传输的种类及参数；电气接口主要考虑电气参数，强弱电之间的隔离、电磁兼容、接地要求、接插件的容量、插拔力和可操作性与安全性等要素。电子、信息接口着重考虑信息传输的类型、信息格式、编码、协议等。</p> <p>d) 验证及组织管理要求 提出验证试验要求、进行必要的验证是检验“三化”设计是否成功的重要环节。 在新型号中采用现有产品最终是否能满足新研武器装备的使用和战术技术指标要求，应在有关阶段进行必要的验证试验。验证试验应包括在新的环境和要求下现有产品的性能试验，以及组装后的系统联试，以考核其是否能满足装备和系统的总要求，作为研制转阶段和定型（鉴定）的根据。 “三化”设计不但要使用方提出要求，更要研制方去组织实施。使用方在立项论证阶段也可以对研制方提出必要的监督、评审、验证等方面的组织管理要求，执行系列型谱、接口标准等实施标准要求。</p> <p>e) 同期研制产品的通用化或兼容性要求 如果同期研制的各型号中有功能、结构及使用条件比较接近的产品单元，应要求它们之间以通用或兼容为目标，进行必要的论证和协调。</p>
D2.3	提出“三化”要求的依据	<p>a) 作战使命任务和战术技术指标 完成作战使命任务、达到战术技术指标是装备研制立项的根本目标，也是立项论证阶段提出“三化”初步设想和要求的根据。</p> <p>b) “三化”规划及相关标准、规范 武器装备发展的“三化”规划是“三化”工作的总体设计，体现需求和技术发展方向，它也是提出“三化”初步设想和要求的重要依据。 和武器装备相关的标准规范，例如产品系列型谱以标准形式体现发展的规划和趋势，应作为提出“三化”要求、指导设计的依据。</p> <p>c) 现有资源条件和技术水平 当前的技术水平、已有的“三化”资源条件、过去成功的实例和经验、设计和工艺的水平、现有的技术条件等是开展“三化”的技术基础，是提出“三化”初步设想和要求时不可忽略的因素。</p> <p>d) 使用维修要求 “三化”的重要作用之一是减少备件种类、方便维修，因此提出“三化”初步要求的时候，要充分考虑使用维修要求，包括维修时间、维修等级，备品、备件要求，维护保养要求，零部件更换要求等。</p>

表 4 军工定制产品三化管理知识（续）

编号	知识	说明
D2.3	提出“三化”要求的依据	<p>e) 类似装备存在的问题</p> <p>在提出“三化”初步要求的时候，还必须充分考虑同类装备过去曾出现的各类问题，特别是保证“三互”、维修、更换、人机工程中出现的问题。这些问题正需要通过“三化”设计加以改进。</p>
D2.4	主要工作程序	<p>a) 消化依据性文件</p> <p>首先是要消化武器装备作战使命任务书和初步总体方案、战术技术指标要求等各类依据性文件和要求，掌握用户需求及经费、周期等约束条件。</p> <p>b) 搜索“三化”资源</p> <p>通过数据库，搜索“三化”资源，特别是现有同类可能继承的产品资源，掌握其功能、结构及各类接口特性，以及可靠性、维修性、保障性、安全性、测试性等特性，综合分析它们对新研制装备的适用程度，为论证初步设想、提出“三化”要求提供信息和基础。</p> <p>c) 论证和提出初步设想和要求</p> <p>这是将作战使用要求和现实条件作为输入进行综合最终提出“三化”初步设想和要求的智能逻辑过程，也是该阶段关键的工作程序。</p> <p>要分析通过“三化”的何种具体形式最能对实现初步总体方案、降低费用、缩短周期作出贡献，分析现有资源哪些能符合新研装备的要求，确认其适用性。分析要从经费、周期、风险、质量稳定性和综合保障能力等方面，综合权衡减少新研项目与保证装备性能要求之间的矛盾，有时甚至需要适当降低非关键性性能以减少新研项目的数量。</p> <p>d) 评审和反馈</p> <p>在对初步总体方案和战术技术指标要求进行评审的同时也要对“三化”工作初步设想和要求进行评审，以检查其可实现性和可操作性。</p> <p>在投标方案中，研制方也可对使用部门提出的“三化”目标和要求提出必要的修正意见，通过多次磋商反馈进行修改和完善。</p> <p>e) 将设想和要求纳入相关文件</p> <p>经过评审和修正的“三化”工作初步设想和要求，应以适当的形式纳入型号的“初步总体方案”或“战术技术指标要求”中。</p>
D3	方案阶段	<p>武器装备研制方案阶段的主要工作是在立项论证基础上，承研单位根据使用方提出的初步总体方案和战术技术指标等要求，进行多方案论证和设计、关键技术攻关、分系统的试制与试验，除舰船无样船等装备外，还要在该阶段完成原理样机或模型样机的试制与试验，最终完成《研制总要求》。</p> <p>该阶段的“三化”工作，主要是落实使用方提出的“三化”初步设想和要求，进行“三化”方案论证和设计，作为方案论证和设计的一部分。此外，该阶段总体设计单位还要对分系统和设备研制单位提出明确的“三化”要求，将“三化”方案在分系统和主要设备一级展开。</p> <p>可见该阶段在“三化”工作上是一个承上启下、承前启后的筹划阶段，该阶段产生的“三化”方案直接指导后续各阶段的工作，对研制过程具有关键作用。</p> <p>方案阶段的“三化”工作主要由研制方总体设计单位和配套的分系统、设备承研单位完成。</p>

表 4 军工定制产品三化管理知识（续）

编号	知识	说明
D3.1	“三化”任务内容	<p>a) 进行“三化”方案论证和设计</p> <p>承研单位在进行型号研制方案论证和设计的同时应进行“三化”方案论证和设计，其主要内容是对配套的分系统及设备等组成部分能否采用现有产品进行详细分析和论证。不管论证结果如何，都应形成论证报告和结论，作为型号研制方案的组成部分。</p> <p>进行“三化”方案论证是方案阶段“三化”工作的核心任务，只有对不同层次的产品都进行不同内容的“三化”方案论证，才能确保使用方或上层“三化”要求得到落实，才能指导随后的“三化”设计。</p> <p>b) 对下层次提出“三化”要求</p> <p>武器装备“三化”工作是型号全系统的任务。型号总体设计单位除了接受使用方提出的“三化”要求，论证全型号“三化”方案外，还要在分系统设置和设备配套方案中对下层次提出“三化”要求，将使用部门提出的“三化”设想和要求传递和分解下去。</p> <p>c) 验证“三化”方案</p> <p>该阶段提出的“三化”方案仅是根据上层提出的“三化”要求、本层次产品研制方案及检索所得“三化”资源等因素在理论层面上的综合，最终能否满足上层系统配套要求及本层次产品的研制要求，尚需在本阶段的原理样机或模型样机试验时进行验证，必要时对方案进行修正和调整。</p>
D3.2	“三化”方案的内容	<p>“三化”方案作为一种前期总体筹划，要重点对以下内容进行论证。</p> <p>a) 订购方要求分析</p> <p>订购方要求包括各项“三化”要求，也包括武器装备战技指标、性能质量要求，使用、维修、保障性要求，只有充分分析这些要求才能有针对性地研究和提出先进可行的“三化”方案。</p> <p>b) 国内外同类产品分析</p> <p>国内外同类产品特别是研制时间接近的产品，其功能、性能、结构的构成、发展趋势、通用化水平和实现途径等信息对武器装备型号“三化”方案有重要的借鉴作用，应尽可能收集国外成功经验并分析它对本型号的适用性。</p> <p>c) 现有产品资源分析</p> <p>现有“三化”产品资源是达到使用方“三化”要求、制定“三化”方案的物质基础。应分析资源的可用性及水平，特别是对它们的功能、性能及质量情况、供应和价格情况进行摸底，分析它们对新研系统的适用性。</p> <p>d) 提出系统整合的方案</p> <p>系统功能分配和结构分解是方案论证与设计的核心内容。系统整合要按“三化”原理，以满足系统功能和战技指标要求为前提，就不同的功能、结构分解和指标分配，对产品性能、“三化”的利弊进行比较权衡，然后根据“三化”要求、资源条件、派生发展趋势，提出系统功能及结构配置框图。</p> <p>系统功能和结构的重新整合是一个影响很大的活动。因此有必要进行多方案论证，进行比较和综合权衡，决定取舍，以保证达到要求、技术可行并节约经费和周期。</p> <p>e) 现有产品论证及采用清单</p> <p>在以上诸项论证分析的基础上，要对每一项可能采用的现有产品，从互换性、可获得性、经济性等方面进行详细论证，在确认其适用性及与系统的兼容性后将它们纳入方案，并编制采用现有产品清单。经批准后在技术设计、采购活动中严格执行。</p>

表 4 军工定制产品三化管理知识（续）

编号	知识	说明
D3.2	“三化”方案的内容	f) 其他“三化”要求 除了上述各项内容以外，还可对工程研制阶段的设计、试制、试验及定型阶段的鉴定试验中的“三化”工作提出要求、作出初步的安排。
D3.3	“三化”方案论证的依据	“三化”方案论证的主要依据如下： a) 订购方的要求和约束条件 包括订购方提出的继承性要求，明确规定必须采用的现有产品，必须执行的产品系列型谱和设计标准等。 约束条件主要包括提供的研制经费、周期和风险要求及其他监督管理规定等。 b) 现有资源及其可获得性 是否有相应的资源、资源的技术水平、资源能否得到以及它的价格是否可承受等因素都应成为论证“三化”方案的输入和依据。 c) 本专业“三化”规划和相关标准、规范 本专业的“三化”规划，相关的标准、规范以及产品系列型谱等文件也应成为指导和论证“三化”方案的根据。 d) 研制总体方案 “三化”方案作为研制总体方案的一部分，是为达到研制总体方案规定的目标服务的。因此研制总体方案规定的有关原则、要求、性能指标、质量目标、系统功能配置和结构组成，以及可靠性、维修性、保障性、环境适应性等指标要求都是“三化”论证时应该作为依据来执行和予以满足的。
D3.4	主要工作程序	a) 消化上一层次提出的“三化”要求 对总体设计单位，主要是消化使用方提出的“三化”初步设想和“三化”要求。 对分系统、设备设计单位，主要是消化总体设计单位提出的“三化”有关要求。 b) 搜索“三化”资源 方案阶段资源搜索的重点，对于总体设计单位是现有可能提供重复利用的分系统、设备层次的现有产品、关键元器件；对设备设计单位则是现有可能提供重复利用的重要零部件、关键元器件及原材料。 不但要了解“三化”资源的技术特性，还要了解其生产供应和质量情况，以及商业参数等，并通过合同等形式对被采用的资源明确质量要求和监控项目，加强管理。 c) 总体设计单位进行“三化”方案论证，对下一层次提出三化要求 总体设计单位在方案阶段要完成两项工作：进行“三化”方案论证；对下层次配套单位提出“三化”要求。 d) 分系统和重要设备承研单位进行“三化”方案论证 按本节前述内容和要求进行。 分系统、设备的“三化”方案论证中，可能会对上一层次提出的要求作出反馈，必要时修正提出的要求。 e) “三化”方案验证 原理样机或模型样机试验时应同时验证“三化”方案。该阶段的试验不但要考核型号总体方案是否符合使用方提出的要求，还应考核“三化”方案，特别是对采用的现有产品是否适应研制总体方案、是否满足使用方提出的“三化”要求进行考核。

表4 军工定制产品三化管理知识（续）

编号	知识	说明
D3.4	主要工作程序	<p>f) 评审与反馈</p> <p>在对研制方案评审时，应包括对“三化”方案的评审。评审内容首先是检查是否进行了“三化”方案论证；其次是评审“三化”方案本身，及对下层次产品提出的“三化”要求。</p> <p>“三化”方案的评审一般作为型号研制方案评审的一部分一起进行，但要形成相应的结论。</p> <p>g) 将方案和要求纳入相关文件</p> <p>经过评审和验证的“三化”方案和要求，应以适当的形式纳入相应的文件中。武器装备总体的“三化”要求和方案纳入《研制总要求》；分系统或设备的“三化”要求及方案纳入相关的研制合同、技术协议书中。</p>
D4	工程研制阶段	<p>武器装备工程研制阶段的工作是设计、试制样机并进行样机试验。该阶段“三化”工作的内容是落实“三化”方案，将“三化”方案的构想和要求设计到图样和规范中，并对“三化”设计的结果进行验证。所以该阶段是“三化”设计的实施阶段。</p> <p>武器装备研制开展“三化”工作的效果首先体现在该阶段产生的图纸及规范中。</p> <p>工程研制阶段的“三化”工作主要由承研单位完成。</p>
D4.1	“三化”任务内容	<p>a) 进行各层次产品的“三化”设计</p> <p>将订购方或总体设计单位等上层次提出的“三化”要求和方案阶段中提出的“三化”方案通过设计落实到产品图样中，不但采用方案中规定采用的通用产品或零部件，而且还要进一步选择下一层次配套的通用产品或零部件。</p> <p>b) 验证“三化”设计的正确性和通用产品的适用性</p> <p>主要是在系统联试、交付前的验收试验中验证包含有“三化”内容的新设计是否符合战技指标要求，所用现有产品是否与新系统兼容，是否满足新系统的指标要求。</p> <p>c) 编制工艺装备“三化”方案，进行“三化”设计</p> <p>因为工程研制阶段要制造产品样机，工艺问题已提上日程，为指导工艺装备“三化”工作，节省研制经费和缩短研制周期，应编制工程研制阶段用工艺装备“三化”方案。并在该方案指导下开展工艺装备“三化”设计。</p>
D4.2	“三化”设计的依据和要点	<p>a) 依据</p> <p>该阶段“三化”设计和验证的依据主要有：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 订购方或上层次单位提出的“三化”要求及要求贯彻实施的标准； 2) 研制方案中所包含的“三化”方案和要求； 3) 现有产品资源条件。 <p>b) 设计要点</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 各层次产品单元 <p>——除了将已经确定采用的现有产品引入设计图样，明确各类接口要求外，还应进一步进行S-V分解，搜索和采用上层次文件中并未规定，但符合要求的通用产品、零部件、扩大继承性比例。</p> <p>——在专用零部件设计时，除应尽量将它们设计成在一定范围内通用的零部件外，还要将其局部结构要素包括尺寸规格、参数、配合精度公差及接口形式等设计成通用或统一的，以节省相应的刀具、量具和其他工具。</p> <p>零部件的技术要求，如热处理、表面处理要求等应尽量统一，这将有利于工艺过程的统一和简化，有利于提高加工效率和零件质量。因此，零件设计时应注意采用和实施大量零部件设计、工艺方面的通用基础标准。</p>

表4 军工定制产品三化管理知识（续）

编号	知识	说明
D4.2	“三化”设计的依据和要点	<p>——注意各类产品设计的特殊要求。如电子设备设计要尽量采用通用模块和结构件，按LRU进行组合化设计，尽量采用大规模集成电路，大容量存储器和电源模块，减少小规模电路和分立元器件的采用，以简化设计。</p> <p>2) 工艺装备</p> <p>在工艺装备“三化”方案指导下开展的工艺装备“三化”包括以下几方面：</p> <p>——最大限度地采用可以外购的或企业内已标准化的刀具、量具、模具和夹具以及其他工具并纳入样机制造工艺规程。</p> <p>——在专用工艺装备设计时，最大限度地采用标准零部件，以最低的成本和最短的周期设计和制造工艺装备。</p> <p>——对于工程研制阶段的样机制造，最适宜推广组合夹具，即利用现有组合夹具的元件组装成满足加工要求的组合夹具。</p>
D4.3	主要工作程序	<p>a) 消化相关文件和标准</p> <p>主要是消化研制任务书（研制总要求）、合同文件和标准化大纲等文件，以及要求贯彻实施的接口标准，系列型谱标准、相关产品规范等。</p> <p>b) 进一步检索“三化”资源数据库</p> <p>主要是进一步检索研制方案等上层次文件未作规定采用的配套设备和零部件。此外，在工程设计阶段，标准件、元器件、原材料选用目录应作为必须执行的文件加以贯彻。</p> <p>c) “三化”设计</p> <p>这是工程研制阶段“三化”工作的中心环节。要将产品的战术技术指标要求、“三化”要求及现实的条件综合到设计图样中去，要综合权衡和妥善解决型号特定要求和“三化”要求之间可能出现的矛盾。</p> <p>d) 评审</p> <p>在设计评审时，应评审设计图样是否采用了上层次文件规定的要求和通用产品，是否最大限度采用其他新的通用或可借用产品，并作出结论和必要修改。</p> <p>e) 完成“三化”设计考核</p> <p>将“三化”设计的考核要求纳入产品试验大纲并在产品地面（陆上）联试时一起完成对“三化”设计的考核。</p>
D5	设计定型（鉴定）阶段	<p>武器装备设计定型（鉴定）阶段的主要工作是对武器装备的战术技术指标和作战使用性能进行全面考核，以确认其是否达到“研制总要求”和规定标准的要求。</p> <p>该阶段“三化”工作的内容是对研制全过程的“三化”工作进行全面检查和评审，在定型（鉴定）试验时进一步验证“三化”设计，确认其达到“三化”方案和上层次提出的“三化”要求。</p> <p>“三化”设计的定型（鉴定）作为设计定型工作的组成部分，按产品的级别，由定委或使用方和研制主管部门负责、承研单位参与共同完成。</p>

表 4 军工定制产品三化管理知识（续）

编号	知识	说明
D5.1	“三化”任务内容	<p>a) 检查“三化”要求的实现情况 设计定型（鉴定）是一个检查、考核的过程。在该阶段要核查各项“三化”要求的实现情况，检查“三化”目标和接口要求的实现情况。</p> <p>b) 验证“三化”设计 定型（鉴定）试验是全面地接近实战的考核试验，最能暴露设计、制造中的问题，因此也是验证“三化”设计，发现不足和寻找改进提高点的最佳时机。因此，定型（鉴定）试验时，应包括对“三化”设计的验证。</p> <p>c) 总结“三化”工作 全面总结研制各阶段“三化”工作的情况，完成“三化”工作总结，纳入“设计定型（鉴定）标准化审查报告”并提交评审，接受检查。</p> <p>d) 充实“三化”资源数据库 型号研制过程中开发的具有通用化意义的各种产品是一个单位或行业的技术成果，也是后续发展的重要资源，它能为后续型号提供充足的“三化”资源，因此应将它及时补充到各类“三化”资源数据库中去。</p>
D5.2	“三化”定型（鉴定）的依据	<p>a) 研制总要求、合同或技术协议书 研制总要求、合同或技术协议书是型号每个阶段的工作依据，其中的“三化”要求，不但是工程研制阶段必须要遵照执行的，而且也是设计定型（鉴定）阶段检查“三化”工作、确定能否定型的依据。</p> <p>b) “三化”方案和产品标准化大纲 随着研制的深入，到设计定型阶段，型号的研制方案（内含“三化”方案）和产品标准化大纲已经固化。按有关规定，设计定型（鉴定）时这两份文件应作为定型的依据来检查“三化”工作的完成情况。</p> <p>c) 产品图样和定型（鉴定）试验大纲 “三化”设计的内容都体现在产品图样中，它是“三化”设计成果的真实写照，定型（鉴定）试验大纲中包括对“三化”设计的验证要求。它们都是对产品进行“三化”定型（鉴定）的依据。</p>
D5.3	主要工作程序	<p>a) 完成验证试验 定型（鉴定）试验中要进一步验证“三化”设计的正确性和所采用“三化”资源的适用性。编制定型（鉴定）试验大纲时应有考核“三化”设计的试验内容，试验时，应按大纲规定严格检查。</p> <p>b) 总结“三化”成果，充实“三化”资源数据库 随着设计定型（鉴定）的完成，应及时总结本型号的“三化”成果，整理出本型号研制中新开发的“三化”产品和其他可供重复利用产品的有关数据，以及产品应用的信息（效果、频次、改进等等），适时地补充到“三化”资源数据库中。</p> <p>c) 做好技术工作总结 即总结研制中所完成的“三化”工作，包括开展的“三化”设计、开发的“三化”产品，采用现有产品和零部件的比例及其效果等。在此基础上，对型号总体的“三化”水平和效果作出恰当的分析 and 评价。</p> <p>d) 冻结“三化”设计 将“三化”设计，包括所采用的现有产品及其技术要求、试验要求等内容随产品定型（鉴定）与图样及规范一起冻结固化。</p>

表4 军工定制产品三化管理知识（续）

编号	知识	说明
D6	生产定型（鉴定）及生产阶段	<p>对于批量生产的产品，要进行生产定型。生产定型（鉴定）阶段的主要工作是通过小批量试制，对批量生产的质量稳定性和批量生产的条件进行全面考核，确认其符合批量生产的要求，能成批生产出质量稳定的产品。</p> <p>该阶段“三化”工作的主要内容是深入开展工艺装备的“三化”，并且通过小批量试制进一步考核“三化”设计的正确性和可生产性。</p> <p>生产定型（鉴定）及生产阶段“三化”工作主要由该型号产品的试制生产工厂的有关部门完成。</p>
D6.1	“三化”任务内容	<p>a) 进一步进行工艺装备“三化”论证</p> <p>在试生产阶段，试制工厂要编制试生产工艺方案。试生产工艺方案要满足试生产产品的性能质量要求，还要满足试生产的周期、经费等约束条件。开展工艺装备“三化”能保证试生产产品质量、缩短生产准备周期和降低研制经费。所以试生产方案论证时，应在工程研制阶段编制的工艺装备“三化”方案基础上进一步进行工艺装备“三化”论证，并作为试生产工艺方案的组成部分，支持试生产目标的实现。</p> <p>b) 进行工艺装备“三化”设计</p> <p>工艺装备设计、制造在武器装备研制中所占的成本和周期的比例都很高。因此，开展工艺装备的“三化”设计是节省武器装备研制经费、缩短研制周期、保证产品质量的重要环节和措施。所以它也是试生产阶段最重要的“三化”工作。</p> <p>c) 进一步压缩零部件、元器件、原材料品种规格</p> <p>对于批量生产的武器装备，在进入试生产和批生产阶段以后，要不断总结生产和使用、综合保障等方面的经验和发现的问题，以及货源的变化情况，进一步压缩产品零部件、元器件、原材料的品种规格，以提高武器装备的使用保障性和产品的可生产性。</p> <p>d) 进一步提高结构要素、技术要求通用化程度，改善工艺性</p> <p>在试生产和批生产阶段，通过加工能发现产品上可以通用或统一的结构要素和技术要求，这些要素和技术要求虽然不直接影响产品的性能质量，却涉及工艺过程和一系列刀、夹、量具。因此通过结构要素和技术要求的统一和通用化，可以大大提高产品质量和生产效率，减少工艺装备，获得显著效果。</p>
D6.2	开展工艺装备“三化”工作的依据	<p>a) 试制的周期和经费等约束条件</p> <p>根据武器系统研制要求规定的研制周期及经费预测，一般要对试生产阶段的生产准备周期及经费作出限定，开展工艺装备“三化”正是达到这些要求的有力措施，因此这些约束条件也就成为编制试生产工艺方案，包括工艺装备“三化”方案的预期目标和重要根据。</p> <p>b) 现有工艺装备资源条件</p> <p>外购和生产单位拥有的标准刀、量、夹、模具等资源是进行“三化”、采用标准工装的依据，外购和生产单位拥有的工艺装备用标准件、通用件及其他指导性资料是指导专用工艺装备设计的依据和文件。</p> <p>c) 试生产工艺方案</p> <p>试生产工艺方案中通常会限制专用工装的比例。这些要求和比例就成为编制工艺装备“三化”方案的重要根据。以此主要依据编制的“三化”方案也就成为随后编制工艺规程时采用标准或通用工具、设计专用工艺装备时采用标准件和通用文件的根据。</p>

表 4 军工定制产品三化管理知识（续）

编号	知识	说明
D6.3	主要工作程序	<p>a) 消化试生产要求，进行工艺装备“三化”论证 指导武器装备试生产和批量生产有一些顶层文件，要消化贯彻这些文件，还要检索工艺装备“三化”资源数据库。在此基础上，并继承工程研制阶段的工艺装备“三化”方案，进一步进行工艺装备“三化”论证。</p> <p>b) 落实工艺装备“三化”要求，采用通用工装 编制工艺规程时，应按工艺装备“三化”论证的要求采用标准的刀、量、模、夹具，减少专门设计的工艺装备。采用时，应充分发挥工艺装备数据库的作用。只有在无法采用标准工艺装备的情况下才进行专门的设计。</p> <p>c) 在专用工艺装备设计中采用通用件、标准件 在进行专用工艺装备设计时也要按工艺装备“三化”论证的要求最大限度地采用标准的工艺装备用零部件。工艺装备设计人员应通过数据库及工艺装备产品库充分了解标准工艺装备及其零部件的现状，熟悉有关标准，准确有效地采用标准的工艺装备或其零部件，以降低制造成本，提高效率，确保产品加工质量。</p> <p>d) 检查“三化”实施情况 要检查工艺装备“三化”方案在试制中的贯彻执行的情况，并将检查结果作为《生产定型（鉴定）工艺标准化审查报告》的一部分，作为生产定型（鉴定）的根据之一。</p> <p>e) 充实工艺装备“三化”资源数据库 通过产品的试生产，将开发一批具有普遍推广意义的通用工艺装备或工艺装备用标准件、零部件，也会发现原有标准工艺装备、标准件、零部件中不适用部分。所以应在试生产工艺定型（鉴定）之后以及批量生产过程中，定期补充、修改工艺装备“三化”资源数据库。</p> <p>f) 进一步压缩产品零部件等的品种规格 在生产阶段，根据实际生产、供货和使用情况，还可以对产品的“三化”，主要是压缩零部件、元器件、原材料的品种规格提出改进的建议。</p>