



# 航天制造企业数字化标准体系的研究与实践

何 薇 冯叶素 梁 丹  
(首都航天机械公司, 北京 100076)



**摘要:** 通过对企业数字化技术的研究与实践, 构建了航天制造企业数字化标准体系框架, 在框架下建立了5大类59项标准。示例表明, 数字化标准体系框架的建立与标准的编制对企业生产中形成的数据具有一定的有效性。

**关键词:** 标准化; 数字化制造; 标准体系

## Research and Practice of Digitalized Standard System for Aerospace Manufacturing Enterprises

He Wei Feng Yesu Liang Dan  
(Capital Aerospace Machinery Company, Beijing 100076)

**Abstract:** A standard system framework with five types of fifty nine standards is established on the basis of research and practice of digital technology in enterprises. Example shows that the digitalized standard system framework and those standards have certain effectiveness for the data in enterprise production.

**Key words:** standardization; digital manufacturing; standard system

### 1 引言

航天制造企业的数字化技术经过近几年的摸索与实践, 在数字化设计制造、加工仿真、数字化管理等环节进行了实际的应用, 如CAD、CAP、CAM、PDM、CAE、数控加工、ERP、BPR等系统的应用和实施。但是, 在这些信息系统的实施过程中, 没有建立完整的标准体系, 针对建立的某一项数字化标准也很少, 且仅用于某个型号的产品中, 没有经过正式的工程验证。此外标准不协调的情况比较明显, 尤其在数字化制造中的个别专业领域还存在空缺, 采用国际或国外先进标准的情况也比较差。

实施制造企业的数字化工程, 在产品的设计、生产加工和管理方面均对数字化和规范性提出了迫切的需求。为给信息化工作决策提供科学依据, 支持信息系统实施, 规范实施过程, 总结信息系统实施经验,

降低实施风险, 保证制造企业数据交换的正确性, 需建立数字化制造体系框架, 编制标准体系表作为工作规范的依据。

### 2 标准体系及主要内容

#### 2.1 标准体系

标准体系是由若干个相互依存、相互制约的标准组成的具有特定功能的有机整体。标准体系并不是标准的简单堆积, 反映了标准之间的联系<sup>[1]</sup>。标准体系内部具有有序性、系统性和完整性的特点, 在实施标准化的同时要以标准体系为指导, 避免单个、孤立、缺乏系统地编制标准。

标准体系中的标准之间相互联系从而形成结构, 这种层次结构能够反映标准之间的主要关系, 通过对标准体系的结构进行分析和设计, 用来指导标准的编

作者简介: 何薇(1981-), 工程师, 计算机科学与技术专业; 研究方向: 信息化建设、软件项目管理及信息化、数字化标准。

收稿日期: 2010-04-23

制和使用。

### 2.2 体系框架

建设航天制造企业标准体系框架，在考虑构建体系的合理性、系统性、协调性和可操作性前提下，尽可能遵循国家相关标准、国家军用标准、相关行业标准等，结合航天制造企业数字化建设特点，建立起适

合企业型号研制生产与经营管理的体系框架。

体系框架以PDM、CAPP、CAM、ERP等系统平台为基础，主要包括信息基础标准、数字化管理标准、数字化设计标准、数字化制造标准、信息技术安全标准。标准体系框架见图1。

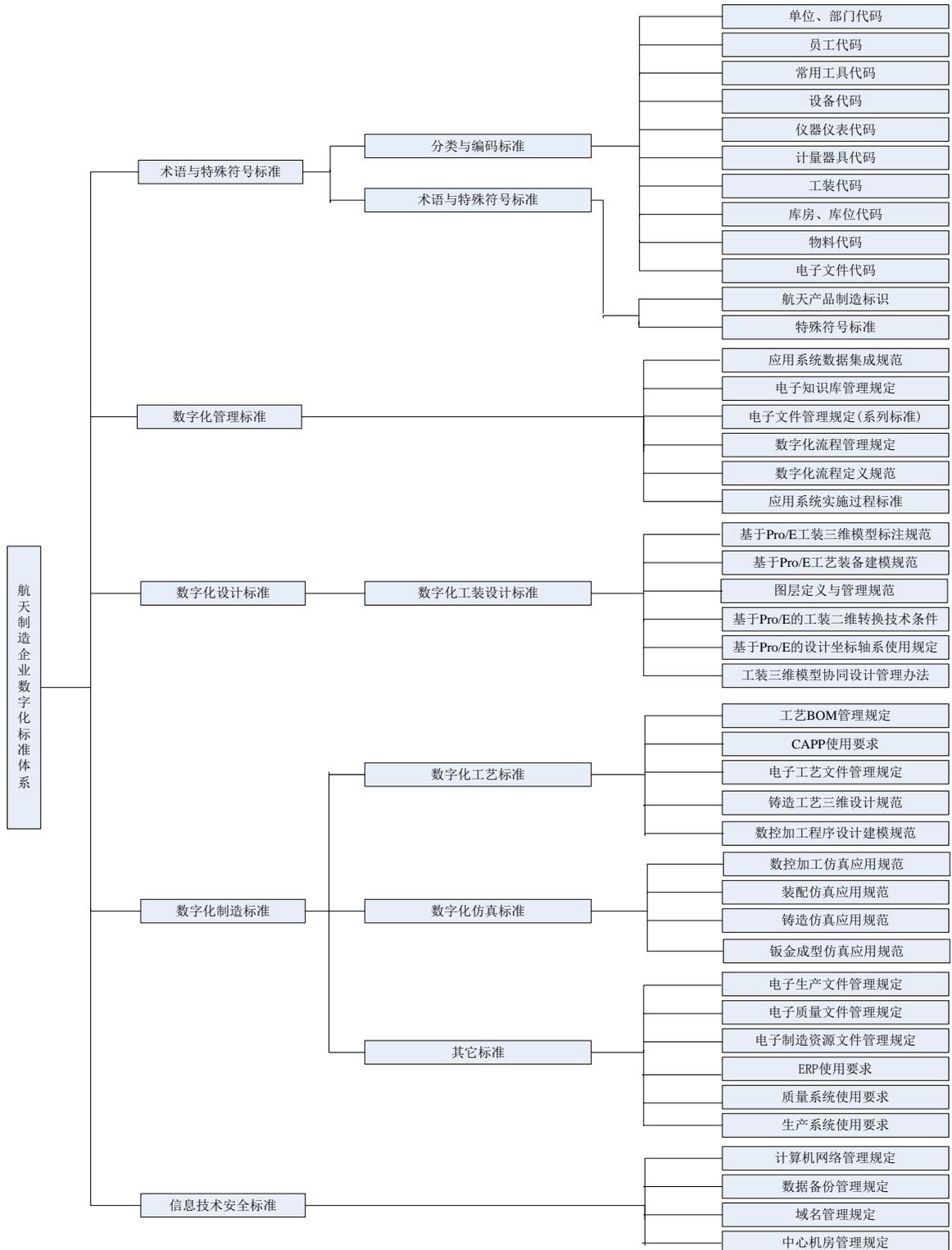


图1 标准体系框架

### 2.3 主要内容

#### 2.3.1 信息基础标准

信息基础标准包括分类与编码标准、术语与特殊符号标准，其中分类编码标准是数字化标准中的基础标准。信息分类编码是对一些常用的、重要的数据元素进行分类和代码化，是信息管理和信息交换等方面的重要支撑标准<sup>[2]</sup>。信息分类编码标准主要以ERP的

代码标准为核心，以采用航天标准、院级标准、行业等相关现行标准为主，并针对部分内容进行适当引用；对已有但不能满足数字化要求的标准，进行标准的修订；对没有数字化标准的代码，重新制定。规范产品制造全生命数据的基础代码，使制造信息流畅通运行。信息基础标准具体内容见表1。

表1 信息基础标准具体内容

标准名称	标准内容	备注
单位、部门代码	代码构成、使用要求、代码明细表	已有
员工代码	代码构成、使用要求、代码明细表	已有
常用工具代码	代码构成、常用工具分类、代码明细表	已有
设备代码	代码构成、设备分类、代码明细表	已有。采用行业标准，略修改。
仪器仪表代码	代码构成、仪器仪表分类、代码明细表	已有。采用航天部标准，略修改。
计量器具代码	代码构成、计量器具分类、代码明细表	已有
工装代码	代码构成、工装分类、代码明细表	已有
库房、库位	库房命名、库位代码构成、使用要求	已有
物料代码	代码构成、物料分类、代码明细表	
电子文件代码	代码构成、电子文件分类、使用要求	编制中
航天产品制造标识	标识构成、使用要求	已有
特殊符号标准	使用要求、特殊符号列表	编制中
数字化产品定义规范	术语、使用要求	

#### 2.3.2 数字化管理标准

信息基础标准是数据交换的必要支撑标准，而数字化管理标准是实现数字化具体应用的前提条件。数字化管理标准的制定是为了明确在系统实施过程中

数据管理规范、用户权限、系统应用范围、数字化管理流程及管理要求，保障了数字化系统应用的顺利实施。数字化管理标准具体内容见表2。

表2 数字化管理标准具体内容

标准名称	标准内容	备注
应用系统数据集成规范	数据集成方式、环境配置、参数设置	编制中
电子知识库管理规定	用户授权管理、知识库分类、创建、维护管理	
电子文件管理规定	用户授权管理、电子文件编制、签署、更改、归档要求	
电子文件编制管理规定	用户授权管理、文件编制的一般要求	
电子文件签署管理规定	用户授权管理、签署的顺序、输出文件的控制、电子签名的有效性规定	
电子文件更改管理规定	用户授权管理、文件的更改、文件的有效性控制	
电子文件归档管理规定	用户授权管理、过程管理等	
数字化流程管理规定	管理职责、流程定义、使用要求	
数字化流程定义规范	用户授权管理、流程命名规则、流程签署要求	
应用系统实施过程标准	管理职责、实施过程文档分类、文档模板	
数字化档案管理标准	管理职责、用户授权管理、使用要求等	

#### 2.3.3 数字化设计标准

制造企业的数字化设计主要指数字化工装设计。

数字化设计标准具体内容见表3。

表 3 数字化设计标准具体内容

标准名称	标准内容	备注
基于 Pro/E 的设计坐标系使用规定	一般要求等	编制中
设计模型参数设置规范	参数配置等规范	编制中
Pro/E 标准环境设置规范	环境的配置等	编制中
工装三维模型着色规范	颜色分类、模型着色一般要求等	
图层定义与管理规范	环境设置、参数配置、应用范围	编制中
数字化工装申请技术条件填写要求	符号的生成、填写的具体细则等	
基于 Pro/E 的非标准设备建模规范	非工艺装备的分类、非工艺装备的建模要求、非工艺装备的装配要求等	
基于 Pro/E 的工艺装备建模规范	工艺装备的分类、工艺装备的建模要求、工艺装备的装配要求等	
基于 Pro/E 的工装三维模型标注规范	标注方法、标注尺寸等	编制中
基于 Pro/E 的工装三维模型标准化检查办法	检查事项分类、检查的具体内容等	
工装三维模型签署管理办法	签署的一般要求、签署顺序等	
工装三维模型版本控制管理办法	版本号生成的原则等	
基于 Pro/E 的工装二维转换技术条件	标准、图层等	编制中
基于 Pro/E 的工装二维图管理办法	管理职能等	
工装三维模型协同设计管理办法	管理职能、一般要求等	
工装三维模型更改管理办法	一般要求、更改细则等	
工装三维模型发布管理规定	管理职能、权限管理等	

2.3.4 数字化制造标准

类技术员对产品的规范化操作，确保产品的质量。数

数字化制造标准是制造领域中的心脏，规范着各

字化制造标准见表4。

表 4 数字化制造标准具体内容

标准名称	标准内容	备注
工艺BOM管理规定	工艺BOM的组织模式、产品工艺BOM的构建规则、工装工艺BOM的构建规则、工艺BOM的编制管理、工艺BOM的签署管理、工艺BOM的更改管理	已有
制造BOM管理规定	制造BOM的组织模式、产品制造BOM的构建规则等	编制中
电子工艺文件管理规定	管理职责、编制、签署、更改、归档的详细要求	已有
电子生产文件管理规定	管理职责、编制、签署、更改、归档的详细要求	
电子质量文件管理规定	管理职责、编制、签署、更改、归档的详细要求	
电子制造资源文件管理规定	管理职责、编制、签署、更改、归档的详细要求	
CAPP使用要求	用户权限管理、产品结构树管理、编制、签署、更改、归档要求	已有
生产系统使用要求	用户权限管理，数据的维护等	
质量系统使用要求	用户权限管理、质量包管理等	
制造资源系统使用要求	用户权限管理、数据维护等	
装配仿真应用规范	环境、参数、标注等	
数控加工仿真应用规范	环境、参数、标注等	
数控加工程序设计建模规范	环境、参数及详细要求等	编制中
铸造工艺三维设计规范	环境、参数、标注等	

2.3.5 信息技术安全标准

全运行。信息技术安全标准见表5。

信息技术安全标准保障各数字化系统平台的安

表 5 信息技术安全标准具体内容

标准名称	标准内容	备注
计算机网络管理规定	管理职责、网络系统管理、网络安全保密管理、网络安全审计管理	已有
数据备份管理规定	管理职能、备份方式、备份策略等	已有
域名管理规定	管理职能、命名规范、创建规则等	已有
中心机房管理规定	管理职能、环境管理与设备管理、人员职责与分工管理、人员进出管理、值班管理等	已有

### 3 构建标准体系的示例说明

#### 3.1 信息基础标准应用

##### 3.1.1 制造资源代码的应用

编码标准的建立是实施 ERP 系统的基础。ERP 系统中涵盖了多种资源信息，准确、唯一的编码是基础数据管理的基础，企业各部门之间由于缺乏统一的管理平台，对于同一种资源采用的编码规则都会有所不同，各类资源编码反应的信息也存在差异，从而造成了编码的混乱。通过结合资源的特点和企业管理现状，对于资源的编码统一提出了“三段式”的编码结构，如图 2 所示。第一段用于区分资源管理对象，第二段用于区分对象类型，例如数控设备、普通设备等，第三段用于区分具体的实物。这种编码结构不仅能够

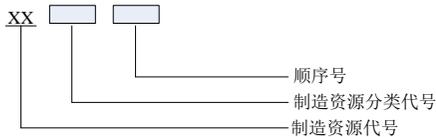


图 2 编码结构

依据编码标准规则，开发编码生成器，作为编码管理和维护的工具。编码管理人员可以灵活的为各类资源进行编码规则的生成和属性的维护，还可以按照各类实物的特点灵活设置流水码的长度。资源上账人员只需要按照已有的编码自动生成即可。使用效果如图 3 所示。

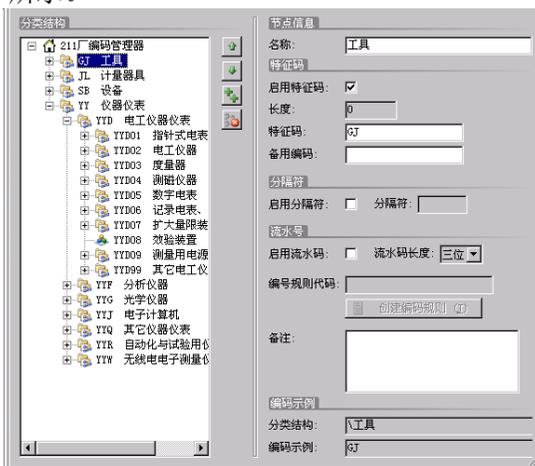


图 3 编码生成器界面

##### 3.1.2 特殊符号的应用

在制造企业的应用系统中需要产生的大量电子工艺文件、电子质量文件，技术人员在电子文件中需

要添加特殊符号，而这些特殊符号没有规范的编写，会造成系统间数据传递的错误。为了解决这一个问题，制定了特殊符号标准，依据标准设计了特殊符号库，嵌入各系统中，方便各设计员的使用，规范符号的录入，达到数据顺利传输目的。特殊符号库如图 4 所示。

选择特殊符号			
序号	项目	特殊符号	选择
1	上、下标	$\overset{-2}{-2}$	插入
2	公差	$\begin{matrix} 0.000 \\ 0.000 \end{matrix}$	插入
3	4车间提出	$\begin{matrix} -A \\ -B \\ -C \end{matrix}$	插入
4	cm2	cm <sup>2</sup>	插入
5	化学小字	××××	插入
6	5车间满率单位	$\text{Pa} \cdot \text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{m}$	插入
7	根号	$\sqrt{20}$	插入
8	几分之几	$\frac{1}{2}$	插入
9	机切粗糙度	$\sqrt{6.3}$	插入
10	壁板标记	$\nabla$	插入
11	弧长	$\overset{200}{\curvearrowright}$	插入
12	上半方块	a	插入
13	下半方块	a	插入

图 4 特殊符号库界面

#### 3.2 数字化管理标准应用

##### 3.2.1 数据集成应用

数字化的管理离不开各应用系统，企业为了实现各系统数据共享，打通各应用系统间的数据流，必然需要进行系统间的数据集成。但是，在实施数据集成的过程当中，由于不同使用者提供的数据可能来自不同的途径，其数据内容、数据格式和数据质量千差万别，有时甚至会遇到数据格式不能转换或数据转换格式后丢失信息等棘手问题，严重阻碍了数据在各部门和各系统中的流动与共享。制定企业《应用系统数据集成规范》标准，需要解决以下主要三个问题：采用何种方式进行数据集成；集成技术延续的时间有多久；标准内容的涵盖量。通过企业现有应用系统的现状和技术人员的研讨，确定基于 SOA 的数据集成架构模式，采用 Web Services 的实现方法，使用 XML 技术进行集成，以此提供一个标准接口。标准的内容涵盖环境配置、参数配置、应用范围等内容。通过上述方式，系统间可以快速、有效、有参考依据地进行接口的设计。

##### 3.2.2 数字化档案应用

数字化档案管理标准是整个数字化产品的最后一个环节，它的管理可以将积累的宝贵经验规范化，以供后续型号研制使用。目前，制造企业的档案管理水平还处于传统的以档案实体保管为主的阶段，如何实现档案资源的数字化，整理在生产准备、制造和经

营管理过程中生成的“海量”数据，用科学的方法进行组织和管理，在企业内实现共享，是摆在企业面前的一个现实问题<sup>[3]</sup>。企业提出利用知识管理理念进行数字化的档案管理，从知识的来源、积累，到知识的共享、交互以及知识的应用等，构成一个完整的管理体系，目前对于各类设计图纸、技术文档资料、计划、

报表等都由各部门直接交由档案资料处进行存档保管，知识的流动为单向甚至是停滞的，在研制生产中产生的知识并没有得到有效的利用。结合企业目前应用的多个业务管理系统，提出了基于知识管理的数字化档案管理体系框架，如图 5 所示。依据这种方式，进行数字化档案管理标准的编制。

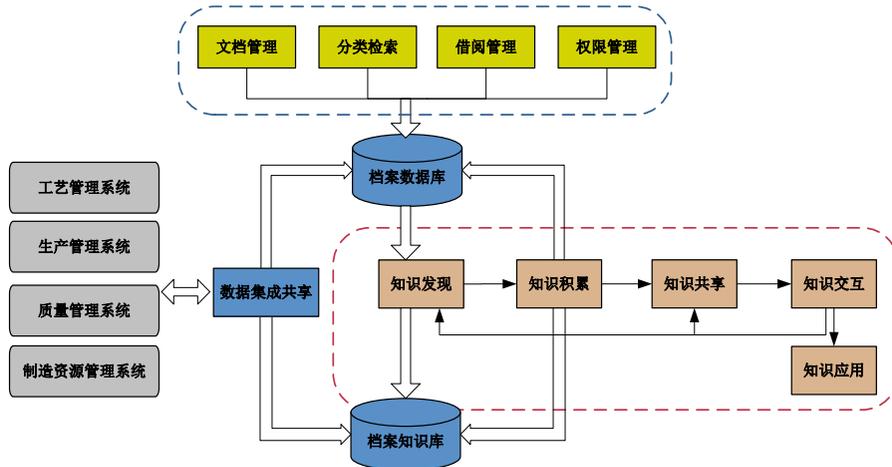


图 5 基于知识管理的数字化档案管理体系框架

### 3.3 数字化设计标准应用

随着 CAD 技术的广泛应用，三维数字化样机在干涉检查、力学分析、运动仿真、NC 代码的生成和检验、数字测量以及产品数据管理等方面都优于传统的二维设计方式，因此三维研制模式已逐渐被越来越多的工程研制人员所认可。但是，航天制造企业的三维工装设计正处于初级阶段，预先制定出相关标准对三维设计的应用有着积极的指导意义。

在当今商品化的 CAD 软件中，很多软件都已具备三维模型的设计功能，航天制造企业的三维工装设计是基于 Pro/E 平台进行的，根据 Pro/E 平台的特点编制标准。通过查询机械、模具、汽车、家电等工业设计、制造领域的相关标准资料及制造企业的特点，初定 17 个标准作为数字化设计标准。但是，在《基于 Pro/E 的工装三维模型标注规范》编制过程中，设计人员发现，平台功能虽然可以满足模型的建立，但是，每一个设计员对于模型的标注都是根据个人的经验进行的，导致三维模型效果图上全是模型的标注信息，模型表面特别凌乱，不易识别。为了解决这个问题，标准规范中特别要求，设计人员标注三维模型应按照几何特征，通过 Pro/E 平台的图层、标注自动隐藏功能实现模型的标注。这样，从标注模型的源头进行规范化，从技术实现上进行合理化的要求，同时，

解决了后期的实际问题：在生产过程中如需使用二维工程图，只需利用规范化的三维模型生成相应的视图，再将尺寸显示出来即可，无须重新标注。

### 4 结束语

航天制造企业数字化标准制定是一项艰巨的工作，数字化标准的管理是实现企业数字化管理的关键环节，是 PDM、CAPP、CAM、ERP 等信息系统的基础核心。在编制过程中，企业依据建立的数字化标准体系，结合自身的实际需求，按照相关的标准内容进行编制。无论标准建立的方式如何，前提是要从实际出发，对于依赖信息系统的数字化管理类标准的编制，需要先熟悉信息资源情况及业务流程，才能形成实用的管理类标准；对于依赖某种软件进行设计、制造加工的数字化标准，需要有实际的按软件设计、制造产品的周期过程，才能形成适用于制造企业的数字化制造标准。

### 参考文献

- 1 王丙义. 信息分类与编码[M]. 北京: 国防工业出版社, 2003: 275~276
- 2 吴伟仁. 军工制造业数字化[M]. 北京: 原子能出版社, 2005
- 3 王震威. 企业知识管理系统[J]. 计算机工程, 2005(7): 163

