

# 基于知识管理的航空专用装备 电气知识分类及应用研究

## Classification and Application of Knowledge Management Based Electric Knowledge for Special Aviation Equipment

中航工业北京航空制造工程研究所 王阿龙 孟玉华 张爱清



王阿龙

中航工业航空制造工程研究所钣金电装工程中心工程师,主要从事机电类设备电气成套技术、标准研究。

随着我国航空工业的快速发展,航空专用装备的发展也出现了新的机遇与挑战。整个行业对高档数控机床、复材构件制造装备、先进焊接设备、数字化柔性装配设备、精密金属成形设备和特种加工设备等航空专用装备的依赖程度越来越高,需要工艺研究与装配技术高度结合。中航工业北京航空制造工程研究所作为中航工业航空专用装备研发工程中心的技术依托单位,承载着我国高

对于知识高密度集中的航空专用装备来说,知识管理是推动技术创新和管理创新的基础,创建知识共享的企业文化,建立健全相应激励制度,加快知识管理平台的建设,对相应的技术知识进行科学分类,结合实际情况进行应用,航空专用装备产业定能取得突破性发展。

端航空装备研发生产的使命与职责,在产品的设计、研制、生产和销售过程中积累了大量的知识数据。对于设备的电气控制技术而言,随着国内外先进数控系统的发展而不断发展。近几年,中航工业制造所在信息化建设方面一直在进行大规模的实施与探索,利用现有的信息技术,根据知识管理的理论对电气知识进行科学分类,并对知识资源进行整合,创建知识再挖掘的机制,是推动中航工业制造所航空专用装备发展的最佳选择。通过实施知识管理,一是可以加强电气知识资源的专业化整合,创建中航工业制造所航空专用装备电气知识地图,为技术再创新、管理决策做好基础工作;二是可以减少重复劳动,让所有的员工充分利用知识成果,提高工作效率,提高产品研发的质量,缩短研发周期;三是可以提高

人才培养的速度和质量,为航空专用装备的发展做好人才培养和储备工作。要进行知识管理,首先要对航空专用装配电气知识进行分类。

### 知识管理及知识分类

所谓“知识管理”就是以企业核心知识资源为中心,建设知识库,在组织员工不断从已完成的工作中总结提炼知识或从外部采购、采集知识的基础上,将经过鉴别确认有用的知识有序地存储在知识库中,提供条件并鼓励员工从知识库中查询以获取知识,促进知识的共享和交流,鼓励员工在工作中积极合理应用新技术和新知识,把知识转换成生产力。知识管理应遵循积累、共享和交流的原则。知识分类就是按照知识的学科属性将其一一揭示,并分门别类地把它们系统组织起来的方法。知识经

过分类后,就可以显示出每一种知识的学科性质和它们之间的内在联系。性质相同就聚集在一起,性质相近就联系在一起。性质不同就予以分开。

## 中航工业制造所航空专用装备及技术发展概况

中航工业制造所经过数年的发展,对航空制造技术有着深入的研究,特别是在“高能束流加工技术”、“特种焊接技术”、“数控制造技术”、“航空连接技术”、“复材构件制造技术”、“数字化装配技术”、“数控加工技术”、“塑性加工技术”等方面积累了丰富的经验。在对相关工艺技术深入研究的基础上研制开发了一系列的航空专用装备,现已形成较为完整的航空专用装备产品体系,包括高档数控机床、中压电子束焊机、等离子喷涂设备、搅拌摩擦焊设备、三轴数控铣床、电解设备、飞机柔性装配等设备,主要应用于国内一些主机厂的零部件加工及飞机组装中<sup>[1]</sup>。航空专用装备专业发展情况如表1所示。

表1 航空专用装备一、二级专业技术及典型应用表

一级专业	二级专业	典型应用
航空专用 工艺装备	数控切削机床	三坐标龙门四主轴高速数控龙门铣床
		大型桥式五坐标高速数控龙门铣床
	复合材料 构件制造设备	大型复合材料丝束铺放机
		大型复合材料自动铺带机
	焊接设备	真空电子束焊接设备
		大功率光纤激光双光束焊接设备
	塑性加工设备	数控旋压设备
		大型飞机壁板类零件的数控喷丸成型与喷丸强化设备
	特种加工设备	电解加工设备
		激光快速成形设备
		电子束快速成形设备
		等离子喷涂设备
	检测试验设备	大型超声自动扫描成像检测设备
	数字化装配 技术设备	柔性夹持工装
机翼大部件数字化对接系统		
柔性导轨制孔系统 五坐标翼面类制孔设备		

## 航空专用装备电气知识分类方法

根据对知识分类的目的,结合航空专用装备自身的特点,提出以下两种分类方法。

### 1 基于研发流程的电气知识分类

航空专用装备的研发过程一般都以客户需求为出发点,结合各主机厂的实际工艺,遵循科学方法进行研制。根据研发流程,对电气知识进行如下分类:

(1) 市场调研阶段的市场需求分析知识。

该部分知识内容包括客户方的需求、市场上已有设备的电气控制方案知识、开发过的类似设备的电气控制实例等。

(2) 设计知识。

设计知识包括前期的方案设计、初步设计知识、详细设计知识。该部分内容包括设备研发设计的整个过程,显性的知识有各个设计阶段设计人员应遵循的质量管理体系文件中设计流程规范、设计标准、设备研发

知识、电气应用软件操作知识,以及相关产品的使用手册等,这些知识都可以通过外部资源进行收集和汇总。但在整个设计过程中,还有一部分隐性知识,如技术人员设计技术路线、对于一些设计方案或方法选择、设计过程中的一些试验数据、关键技术难点的解决思路和方法、对设备的整体控制思路等,这些知识大部分在设计人员的头脑中,在整个设计的过程中不断修正,需要设计人员进行及时提炼和总结,该部分知识也作为知识管理的一个重点。

(3) 设计试验或仿真知识。

对于大型复杂的航空专用装备,在进行产品装配调试之前,一般都先要在实验室搭建部分或整个电气控制系统,解决电气控制的技术难点,并对整个设备的运行情况进行仿真和设计验证。这部分知识包括对试验或仿真工作的策划知识、对过程中相关数据的分析知识。

(4) 生产装配调试知识。该部分内容包括了设备的装配工艺知识、电气调试大纲、工艺试验大纲等。

### 2 基于电气知识模块的知识分类

中航工业制造所的航空专用装备应用的电气控制系统有西门子、三菱、施耐德、AB、FANUC、菲迪亚等,其应用的产品种类繁多,几乎涵盖了当前所有主流的控制系統。随着控制系统的不断发展,航空专用装备的控制系統也在不断地更新换代,其电气控制知识(图1)可以分为以下几大模块:

(1) 设备电气成套知识:按照航空专用装配生产工艺,搭建航空专用设备的整体控制框架,依据相关设计标准及设计原则对关键元器件(如PLC、IPC、HMI、驱动器件、传感器及主要执行器件)选型设计<sup>[2]</sup>。航空专用装备电气设计一般采用Eplan软件完成设备的图样清单、设备控制原理图、接线图、设备元件表、接线表、元器件部局图、接线端子部局图和材

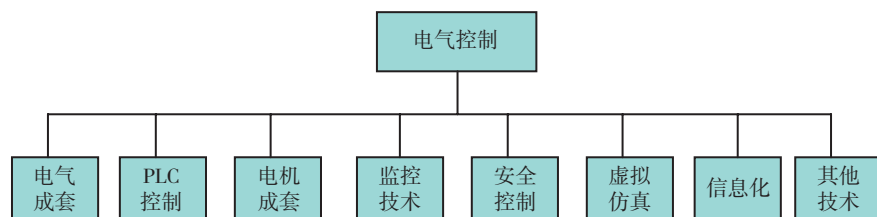


图1 航空专用装备电气知识模块

料清单(BOM)等。此部分包含了航空专用装备电气设计标准、电气柜设计知识、电气柜虚拟装配技术知识、专用设备现场布线技术、电气装配工艺知识等。

(2) PLC控制技术知识: 在航空专用装备中, PLC的应用率已达到100%, 主要实现了设备动作的逻辑控制, 解决与其他数控设备的接口问题。关键的技术知识如表2所示。

(3) 电机控制技术知识: 航空专

对开放式软件, 实现上位机的工艺编程及对设备的控制。在航空专用设备中, 除了应用普通的计算机监控技术之外, 还大量应用了人工智能的方法, 实现智能监测控制, 提高传统监测控制系统的性能, 如智能故障诊断技术知识、智能操作指导及智能控制技术知识。

(5) 设备安全控制技术知识: 在航空专用设备上, 主要应用普通安全继电器、可编程安全继电器、可编程

表2 航空专用装备PLC控制关键知识

编号	知识名称	备注
1	各类品牌 PLC 的可编程控制应用知识	PLC 硬件选型、编程方法、技巧等
2	基于 PLC 的生产工艺流程控制知识	生产工艺流程、工艺配方
3	基于分布式 PLC 网络通讯控制知识	工业以太网、Devicenet、Profibus 等

用装备中除了使用普通交流电机之外, 应用最多、最广的还是变频电机、伺服电机, 实现各类速度、位置、扭矩等控制。电机控制技术包括各品牌数控系统的应用技术知识, 电机控制技术知识、调试技术知识、维修技术知识等。此外还有不同品牌变频器、伺服驱动器与 PLC 的网络通讯知识。

(4) 计算机监控技术知识: 该技术是以监测控制计算机、工业控制机、显示屏为主体, 加上检测装置、执行机构, 与被监测控制的对象共同构成的控制技术。在监控系统中, 一般通过 PLC 与上位机通讯, 实现对航空专用装备模拟量输入(AI)、开关量输入(SI)、脉冲量输入(PI)、模拟量输出(AO)、开关量输出(SO)、脉冲量输出(PO)及数控设备上摄像头数据的采集和处理<sup>[3]</sup>。同时针

安全 PLC 来解决设备安全控制问题, 搭建独立的安全运行控制系统, 在紧急状态下, 通过一定的安全控制方式实现设备的紧急停止, 杜绝设备及人身安全事故的发生, 确保设备符合安全标准要求。设备安全控制技术知识是一个独立的知识体系, 里面包含了软硬件选择和使用知识, 以及安全 PLC 的软件编程知识等。

(6) 虚拟装配仿真知识: 虚拟装配仿真技术是基于并行设计与分析环境的数字化预装配。它综合考虑了零件的几何信息、装配工艺参数、工装信息、工作指令等相关信息, 经过仿真软件的处理后, 产生全过程三维动态仿真, 实时控制程序及碰撞干涉检查等。虚拟仿真技术可作为飞机柔性装配系统的数字化支撑平台, 可以保证装配系统的高柔性、高可靠

性、高效率等<sup>[4]</sup>。

(7) 设备信息化知识: 主要提供的是通过互联网或企业内部局域网对设备进行远程监控功能, 并对设备生产的相关数据进行分析处理, 为企业提供可靠的决策依据, 集成产品设计、工艺编制、后置处理、数控加工代码生成及仿真和代码传输、加工等, 建立企业的数控加工流程, 方便数控加工数据的传输, 加强数控加工代码和数控加工工艺的管理, 实现关键数控设备监控。

(8) 其他应用技术: 针对每台设备的工艺特性, 研发的具有针对性的技术成果。

## 航空专用装备电气知识分类应用思路

结合航空专用装备的发展战略, 知识管理将是航空专用装备走向可持续、创新发展的基础。就现阶段航空专用装备状况提出以下几点知识分类的应用思路。

### 1 知识分类拟采用的方法

根据航空专用装备研制、应用的特点, 中航工业制造所以“工艺+设备”的方式, 向主机厂提供打包服务。知识分类应以基于研发流程和电气知识模块两种分类方法相结合的方式进行。将项目管理、技术管理、工程应用 3 个维度的知识进行体系化挖掘和整合, 一方面可以促进航空专用装备产品研发质量和效率的提高; 同时通过知识的分类及管理可以建立专业化更强、知识分类更为精细的知识库, 为专业技术人员的成长提供快速获取知识的平台。

### 2 以知识分类为基础, 根据航空专用装备的发展战略, 做好知识管理的规划工作

通过深入研究当前先进的航空制造技术, 如金属增材制造技术、机器人搅拌摩擦焊技术等, 研究其技术发展规律, 科学总结提炼现有的装备技术, 规划航空专用装备技术发展路

线,划分专业领域,加强其他知识分类工作,构建出清晰专用装备的知识地图(图2)。

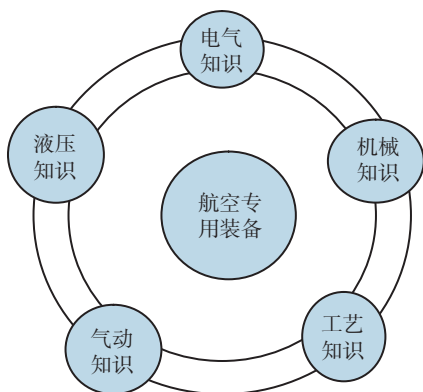


图2 航空专用装备知识分类

### 3 以知识分类为基础,加强航空专用装备电气人才队伍建设

航空专用装备行业属于知识高密度集中的行业,就电气控制技术而言,应用的知识面广、技术更新换代速度快。要提高企业的创新能力,关键还是人才队伍建设。以现有的电气技术知识模块为基础,对相关人员进行有针对性的专业培训和实践,包括对知识工程师的初步培养计划,实现以下几点人才队伍建设目标:(1)创建航空专用装备电气知识工程师团队,负责显性知识的归纳、总结、数字化,同时作为一个中介者,促进隐性知识从有经验的设计专家的头脑中转移到知识库中<sup>[5]</sup>;(2)做好航空专用装备技术体系的发展与人才体系建设的总体规划工作,同时结合员工的职业发展规划,加强员工培养工作,使员工能成为电气控制领域某一方面的专才,同时又能全面熟悉整个电气控制系统;(3)对于装配类产品的电气控制技术,除了做好一般性的应用工程之外,还需建立专业的研发团队,主要解决受制于国外的一些控制技术问题。

### 4 以知识专业化分类为基础,实现电气系统模块化设计目标

对于大型复杂航空专用装备和数控设备,按照电气控制的几大知识

模块,实行模块化设计(图3和图4),其具体的方法有以下几点:(1)按照8大知识模块进行模块化设计,针对每一个知识模块有专门的设计人员负责;(2)将多部件的设备按照部件拆分,进行模块化设计,每一个部件

新和管理创新的基础,创建知识共享的企业文化,建立健全相应激励制度,加快知识管理平台的建设,对相应的技术知识进行科学分类,结合实际情况进行应用,航空专用装备产业定能取得突破性发展。

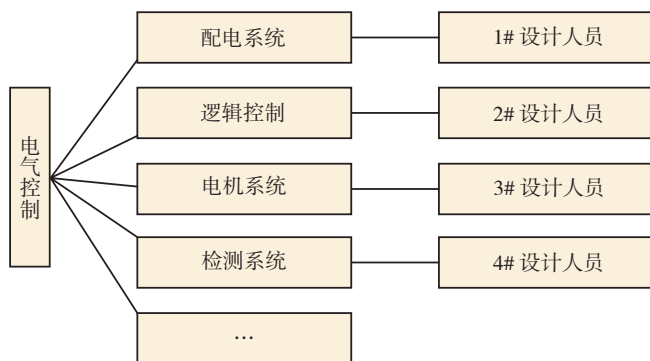


图3 基于电气知识分类的电气模块化设计框架图

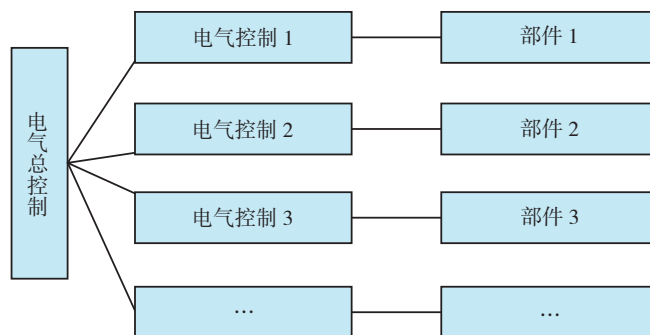


图4 基于机械部件的电气模块化设计框架图

由独立电气控制系统进行控制,每一个部件的控制系统可能包含了数个电气知识模块;(3)对于同一系列的设备,可针对某一功能进行模块化设计,如对数控机床的PLC进行模块化划分,按照每一个模块所要实现的功能进行编程,将机床启动条件、PLC使能信号处理、轴控制、辅助功能、A/C/Y轴自动夹紧松开功能、主轴自动换档的控制、报警信息、手持单元操作等机床控制功能编成不同的模块,模块化编程使程序结构合理、层次清晰<sup>[6]</sup>。

### 结束语

对于知识高密度集中的航空专用装备来说,知识管理是推动技术创

### 参考文献

- [1] 张军. 聚合优势打造高端 推动航空专用装备产业化发展. 航空制造技术, 2012(13):28-31.
- [2] 周奇峰, 刘云. 基于E-CAE软件EPLAN 21的烟机电控系统设计的解决方案. 电气时代, 2010(1):101-103.
- [3] 李文. 计算机监控系统研究概述. 广西民族学院学报(自然科学版). 2002(8):37-41.
- [4] 陆江峰, 陆江洁, 刘向前, 等. 装备制造三维数字化制造工艺解决方案, 现代制造技术与装备, 2012(4):59-61.
- [5] 陈永当, 任慧娟, 王钰鑫, 等. 基于知识管理的航空发动机设计知识分类与获取. 航空制造技术, 2011(18):81-85.
- [6] 许建, 安毅, 侯宇峰, 等. 西门子数控系统在机床五轴联动技术改造中的应用. 制造技术与机床, 2012(9):117-120.

(责编 亦非)