

# 上海无线电设备研究所 互联网+科研生产质量管理平台的 实践经验

◆任正权 朱臻 李昕 张海春 杨扬 / 文

**摘要：**为加强过程质量控制和提高生产效率，充分利用互联网技术提高航天产品生产全过程质量管控能力，根据自身科研生产的特点，上海无线电设备研究所实施互联网+科研生产质量管理平台，深入分析航天产品生产线在人、机、料、法、环等各个环节的信息化需求，建设基于互联网技术的科研生产质量信息共享平台，实现生产柔性化、测试自动化、过程可视化、管控信息化的目标。

沪地区质量工作先进单位、华东地区“十一五”期间军械装备质量工作先进单位、2015年全国工业企业质量标杆等多项荣誉称号，也曾获得2014、2015、2016上海市质量优秀小组，2017年全国质量优秀小组，2017年全国质量创新一等奖。

## 一、企业概况

上海无线电设备研究所地处上海市杨浦区，长期从事空间无线电设备研究、设计和制造，在我国航天系统内拥有较高的学术地位。我所重视质量管理，不断学习先进的质量管理方法并贯彻实施。通过借助先进的质量控制方法和措施，对研制生产全过程进行有效的质量控制，取得了良好效果，在行业内获得好评。历年来获得部级以上科技成果奖197项，各类专利900余项。先后获得2010年度苏浙皖赣



## 二、实施背景

上海无线电设备研究所承担的任务有小批量、多品种的特点，加上航天产品特有的质量管控要求，无法直接引用汽车等行业信息化经验。我所自主开发建设基于互联网技术的科研生产质量管理，从以下几个重点进行突破。

首先，开发A5设计开发平台，这是互联网+科研生产质量管理平台的输入端。通过统一设计开发的软件工具，制定一系列设计规范，满足协同设计和数据共享的要求，实现设计制造一体化。

其次，重塑物资管理系统，实现全过程信息流的贯通，这是互联网+科研生产质量管理平台的主轴。通过打造互联网采购平台，新建立物资信息库，迁移和完善原有的生产管理系统、质量管理系统、电装MES系统。以物资代码和二维码为信息流的两大抓手，打通各系统之间信息交流障碍，解决“信息孤岛”问题，实现全过程信息共享。

另外，开发装调MES系统，这是互联网+科研生产质量管理平台的输出端，是制造类似产品的航天企业共同的信息化短板。通过开发装调MES系统，原来人工操作为主的单板、组合、整机工序实现信息化，实现了数据自动化采集、分析、质量问题自动提取推送、设备状态在线监控、过程记录自动存储等诸多功能，最终实现全过程的信息化建设目标。

## 三、互联网+科研生产质量管理平台实施与运行

按策划，将某产品的生产质量管理纳入互联网+科研生产质量管理平台进行管理，取得了提升高质量水平和生产效率的预期目标，互联网+科研生产质量管理平台的实施和运行情况如下。

### (一) 生产模式特点

产品用来探测和跟踪亚音速、超音速飞行的飞行目标。产品由回波天线组件、可控位标器、直波接收机、回波接收机、回波接收机辅

助通道和二次电源等组成。

产品的生产流程（见图1）包括电装、机械装配、单板/组合装调、整机总装总调等工序。其中，单板调试、组合装调、整机装调是关键环节，占生产周期的60%以上，流程最复杂、质量最难控制，已成为生产的瓶颈。

现有生产线以产品为轴线组织生产，产品之间相对独立。产品配套的单板平均需要经过11道测试环节，组合平均需要经过20道测试环节，整机平均需要经过24道测试环节。每个产品都按照各自管理体系进行纵向生产。调试人员采用仪器仪表进行手工测试、调试，并将测试结果记录在书面调试记录中。调试环节的生产效率成为生产亟待突破的瓶颈，直接制约了产品生产周期。结合获知的航天产品订单信息，即使按目前实行的模式继续加班加点开展生产，仍然存在40%~50%生产能力缺口。为解决长期高强度工作给质量带来的隐患，利用网络技术改造生产流程、

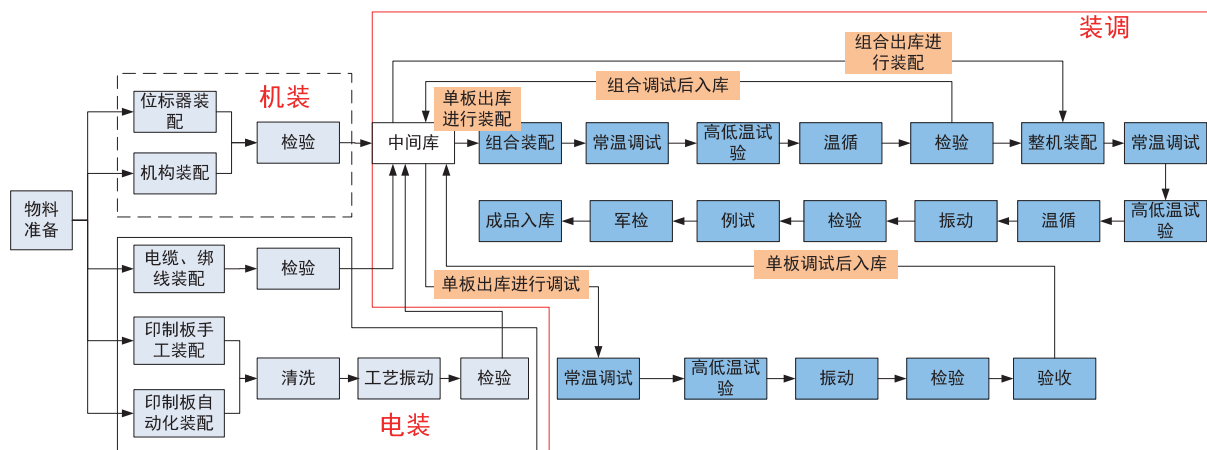


图1 产品生产线示意图

策划自动化测试,将相关工作交由设备来完成,是解决生产能力不足和保证产品质量的不二之选。

## (二) 互联网+科研生产质量管理平台建设目标

从装调流程、工艺布局及问题原因分析结果可以看出,目前的薄弱环节如下:

1. 信息流没有打通,关联度低。设计端信息化平台缺失,各管理平台还不完善,产品信息链路没有打通,存在信息孤岛,不利于质量的过程管控。

2. 过程信息采集、识别和分析受限。过程信息采集不全,主要靠人工书面记录,容易出现人为差错,质量可追溯性差。

3. 产品测试自动化、通用化程度低。调试工位大部分采用老旧测试仪表搭建模式,调试工位松散,自动化程度不高,缺乏通用性和互换性。

综上所述,装调MES系统建设的目标包括:

### 1. 建立A5设计制造一体化开

发平台,实现数字化设计、设计和工艺的协同,同时建立以物资代码为唯一性标识的物资信息库。

2. 建立互联网采购平台,完善原有管控平台,打通信息链路,实现过程实时监控和过程数据自动采集能力提升,通过平台的数据分析反馈系统,提升产品质量和一致性。

3. 改变按产品组织生产的模式,形成多个调试制造单元和柔性化制造,满足小批量、多品种共线装调生产需求,提高资源利用率。

4. 实现产品测试自动化。自主研发自动化测试设备,提高测试效率和测试数据自动采集,减少人为差错。

## (三) 建设的主要内容

1. 建立A5设计制造一体化开发平台,打造物资信息库

建设A5设计制造一体化开发平台,实现以下功能:

•PDM系统必备功能:能够实现产品设计过程管理和产品相关信息(包括产品BOM、零部件、文档、

二维图纸、三维模型等)管理;

•覆盖现有CAPP产品功能,支持工艺在线应用,实现数字化工艺设计全过程的管理;

•通过集成向科研生产管理系统输出完整、准确的工艺制造数据,切实打通设计、工艺、制造关键环节,缩短生产准备周期,降低人为错误;

•通过设计工具、应用系统集成,实现面向制造的约束设计;

•建立完整物资信息库,规范物资选用。

2. 建立互联网采购平台,打通信息链路

### (1) 互联网采购平台建设

目前采购管理为纸质订货,效率很低,准确度和及时性差,采购人员花大量时间进行询价、传真发送和跟踪确认工作。开发互联网采购平台(见图2),可实现如下功能:

(a) 通过互联网向供应商下达采购和询价任务,询价、采购任务通过数据交换自动传递到互联网

## 互联网智能采购平台

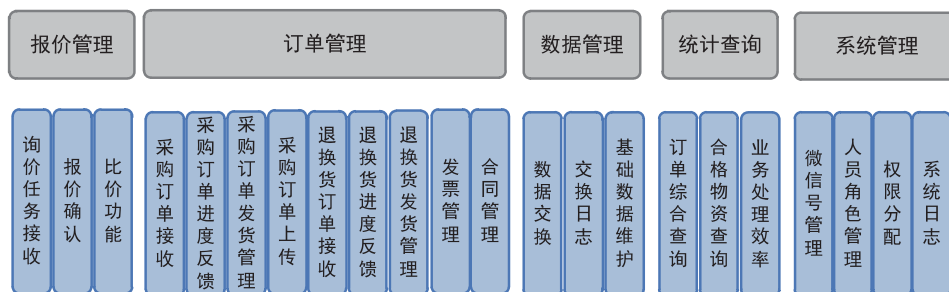


图2 采购平台功能模块示意图

平台;平台向供应商发送消息,保证订单准确及时送达。

(b) 供应商业务人员通过平台参与报价、接收订单、反馈生产进度。

(c) 平台提供供应商自助关联完成的订单,并将数据交换传递回订货单位。

(d) 平台是供应商考评的信息依据,可提取下单执行速度、备货速度、质量问题反馈、价格考评等信息。

(2) 打通信息链路

为打通各信息管理模块之间的孤岛,实现信息交换和互联互通,通过开发科研生产管理平台集成各信息管理模块,以物资代码和产品二维码为两大抓手进行信息统一工作。

(a) 以物资代码为抓手,进一步提升物资管理系统

与A5设计开发平台关联,提取

产品物资选用信息,同时实现自动关联发料、发料查询、成本统计等功能。物资管理系统的信息传递以物资代码贯穿,并传递到装调MES系统,实现了物资采购、查询、发放、追溯工作的信息化(见图3)。

(b) 以产品二维码为抓手,开发装调MES系统

针对调试过程信息化瓶颈问题,对单板、组合及整机各级产品采用二维码识别技术,开发装调MES系统,实现了从物料采购、单板装配到整机调试验收交付之间的所有工序信息化管理目标。装调MES信息系统(见图4)可实现以下功能:

- 所有测试数据按照产品、批次、图号、代号、二维码号等字段进行存储和查询;
- 抓取在线测试数据,开发数据分析模块,自动分析产品质量一致性情况。评价本批产品一致性和产

品成功数据包络情况,并实现在线故障数据统计和自动推送;调试和检验记录表、产品证明书等文件自动生成和打印;

•数字化摄像头实现Web在线监控,并可以回看历史录像。

3. 开展柔性化生产模式布局

改变现有按产品组织生产的模式,统筹考虑和优化生产流程,形成多个调试制造单元和柔性化制造模式,满足小批量、多品种共线装调生产需求。针对该装调生产线的特点,将各产品的单板、组合按电路性能分类,依托于自动化、通用化测试设备进行测试,并将所有产品的组合装配、电参数调试等工序集中。优化后只需6类调试工位即可完成,每类工位配备若干台通用测试设备,实现了通用设备对原有调试工位近百台不同仪器仪表的替代,功能区域集中的同时缩短了物流路径,减少了在制品周转时间。

复验编号	状态	需求单号	需求明细单号	图号	大类	物资名称	型号及规格	技术条件	质量等级
29	足齐	XP-7847	XP-7847-444051	RK3607007	器件	硅整流二极管	BZU15C	QZJ 840611	G
30	足齐	XP-7847	XP-7847-444082	RK4577003	配套件	高温线	AFK-250 250V...	QJB 773A-2000	J
31	足齐	XP-7847	XP-7847-444094	RK3607007	电阻	贴片电阻	R11-25-1/8W-10...	QZJ 8406	G
32	足齐	XP-7847	XP-7847-444088	RK3607007	电容	片式多层瓷介电...	CC41L-0805-C...	无	J
33	足齐	XP-7847	XP-7847-444052	RK3607007	器件	稳压电源集成电...	CW78L12	QZJ 840615	G
34	足齐	XP-7847	XP-7847-444087	RK3607007	电容	钽电容器	CA-40V-1μF-M	GB 9583-1988	J
35	足齐	XP-7847	XP-7847-444095	RK3607007	电阻	贴片电阻	R11-25-1/8W-20...	QZJ 8406	G
36	足齐	XP-7847	XP-7847-444050	RK3607007	器件	硅开关二极管	2CK72E	GB 4589.1-1989	J
37	足齐	XP-7847	XP-7847-444051	RK3607007	器件	硅整流二极管	BZU15C	QZJ 840611	G

序号	型号及规格	质量等级	技术条件	筛选条件	特殊要求	配对数	出库数	完成数	库存架号	生产批次	入库
1	器 CA-40V-1μF-M	J	GB 9583-1988	Q/RJ 222 1B	-	1013	1013	1013	@BIN05028	1611102	2017-02
2	器 CA-40V-1μF-M	J	GB 9583-1988	Q/RJ 222 1B	-	3	3	3	@BIN05035	1412101	2015-01
3	器 CA-40V-1μF-M	J	GB 9583-1988	Q/RJ 222 1B	-	16	16	16	@BIN05011	1605107	2016-09

图3 物资管理平台

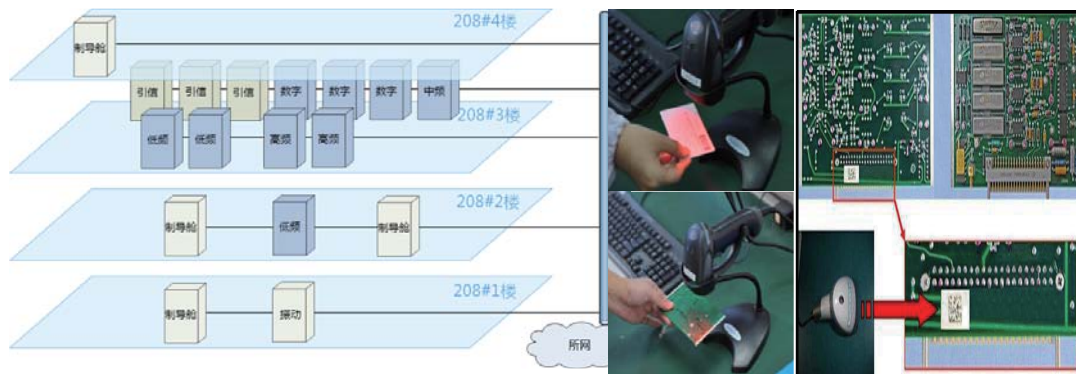


图4 装调MES相关图示

#### 4. 研发自动化、通用化系列测试设备

互联网+科研生产管理平台的输出端是最终产品的测试数据，这部分的管理在整机产品航天企业里普遍比较薄弱。为此，针对产品手动测试瓶颈，研发自动化、通用化系列测试设备，测试范围覆盖此系列多产品配套单板、组合、整机测试，并可在线监控和管理。

通过梳理相关产品的测试需求，采用软、硬件技术实现在一套测试设备上完成各产品的自动化测试。产品通用综合测试系统采用基于虚拟仪器的DAQ方案。DAQ数据采集系统是基于计算机标准或扩展总线（如ISA、PCI、PXI、PC/104等）的内置功能插卡，它能更加充分地利用计算机的资源，增加了测试系统的灵活性和扩展性。在硬件方面，产品通用综合测试系统主要由测试控制计算机、数据采集和通讯系统、电源模块、测试插箱等部分构成；在软件方面，产品通用综合测试系统具有良好的人机

交互界面，根据测试产品选择对应的测试功能，实现了对产品的自动化测试并存储测试数据。

通用性的自动化测试设备，改变了原有测试平台需人工连接和转换的情况，实现了测试系统只需点击选择就可自动转换的功能；改变了原有测试数据需人工记录的情况，实现了测试数据自动记录和存储的功能，极大地缩短了调试周期，实现了调试高效性（见图5）。以某型号某组合调试为例，原来需填写表格32张、填写参数273个，常温调试一次要花费将近3小时，通过自动测试设备，调试周期缩短至0.5小时。

#### 四、互联网+科研生产质量管理平台实施效果

科研生产质量管理平台建成后，我所质量管理流程更加通畅，质量问题处理和分析更加到位。

##### （一）生产效率提升25%

互联网+科研生产质量管理平台建成并经过一段时间的调试、

优化后，在不增加人力资源的情况下，生产线的生产能力提升了25%。

##### （二）全过程数据在线收集管理能力极大改善

通过物资代码管理、工人刷卡操作、扫描产品二维码、设备联网等，建立实施的电装MES系统和装调MES系统实现了产品全生命周期的信息化管理，实现了产品质量追溯的信息化管理。

##### （三）数据分析能力显著加强

每隔10分钟提取一次在线测试设备的增量数据。在产品调测数据库的基础上，实现了产品指标的数据分析功能。如某一指标在本批产品中的分布情况、与成功包络线的对比分析等，可以根据需要输出数据包络线分布图、直方分布图和散点分布图，可提前发现异常，避免质量隐患，使质量管理从事后向过程预防前移。

##### （四）过程记录自动保存，打印方便快捷

根据需要选择打印产品的调试

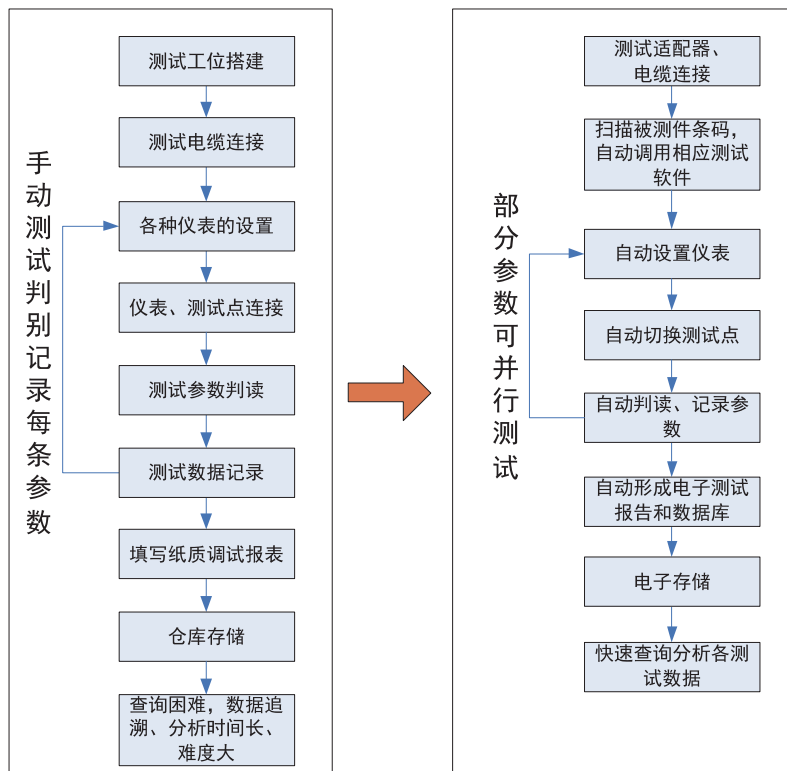


图5 手动、自动测试优化对比图

记录、验收记录、产品证明书以及产品的测试原始数据,使人工判读差错率和记录差错率为0。

**(五) 实现多样化的过程管理功能**

建立了通用化采购物资库,能实现产品采购成本统计汇总。可实时对测试设备状态进行监控;可实现计划和派工管理,并分不同纬度进行进度查询。过程管理更加透明,提高了工作效率。

**五、互联网+科研生产质量管理平台深化与推广**

**(一)平台的深化**

根据科研生产管理体制的调整

和生产运行的实际情况,对平台运行中发现的问题进行梳理,逐项确认是生产流程设计本身不合理还是网络流程设计不符合生产流程,并针对梳理结果进行改进。同时,对落实任何集团公司、八院以及所的新管理要求之前,充分考虑如何落实到平台中,确保制度发布和平台更改同步执行,避免制度和平台更改不同步执行的问题。

**(二)平台推广建议**

在互联网全面融入生产生活的时代,航天产品制造企业必须全面拥抱互联网,充分利用互联网技术提升科研生产质量管理水平。推进过程要做好以下几方面的工作。

**1. 充分策划,全员参与**

充分利用互联网技术来提高产品质量管理工作,与产品实现过程相关的所有人员一起,共同研究和梳理产品实现过程的合理性,同时与信息化人员进行定期沟通和讨论,设计适合产品实现过程的本地化管理流程。

**2. 细化流程,确保减少生产管理人员的工作量**

要成功实现互联网技术融入科研质量管理,必须做到设计的质量管理信息化流程既符合质量管理规定又能减少生产管理人员的工作量。即使不能减少也要保证不增加生产管理人员的工作量,同时能通过软件技术来实现该管理流程。

**3. 尽量采取设备录入信息,减少人工录入差错**

设计的流程要做到可操作性强,不会导致误操作;利用互联网技术,尽量实现相关信息关联,让操作人员以少输入甚至无人工输入的方式来减少工作量,杜绝输入信息出现错误的可能,保证信息的准确性和唯一性。

**4. 建立开放的平台,让大家共享信息**

平台的建设在满足生产流程的同时,要考虑如何充分利用平台中的信息,所以将互联网技术融入科研质量管理的过程中,必须要创建一个开放的信息共享平台,让需要者可以通过平台快速获取所需信息,这样才能保证大家为平台的活力和持续优化不断提供有益的建议,实现互联网+科研生产质量管理平台的良性互动。