

开目 CAPP/PDM 在黄石纺织机械厂的应用

武汉开目信息有限责任公司 张志

摘要：本文分析了纺织行业产品研发和设计的特殊性，结合 KMPDM 集成平台在黄石纺织机械厂的解决方案和处理经验，为纺织行业实施 PDM 提供了一定的帮助和借鉴。

1 企业介绍

黄石纺织机械厂（以下简称黄纺）于 1966 年从上海内迁到湖北黄石组建而成，直属中国纺织机械集团，是国家二级企业，主要以开发制造大型印染机械为主，在全国 500 家最大机械制造企业中排名第 175 位。

黄纺现有职工 1700 多人，其中大中专以上科技人员 430 人，技术开发中心 90 多人，设计人员 30 人，工艺人员 14 人。黄纺拥有一个技术开发中心、一个实验室、两个分厂和八个生产车间，具有较强的自主开发创新能力。

2 黄纺研发和设计管理特点

2.1 黄纺业务总体介绍

首先，黄纺是典型的离散型制造企业，由客户订单驱动（ENGINEER-TO-ORDER）多品种小批量设计和生产，包括从产品设计到采购、零部件制造、现场装配和销售全过程；

其次，黄纺产品的结构复杂性与客户所提出成套性与交货期的高要求形成一对矛盾。

2.2 黄纺研发管理业务现状

1、对设计进度和质量难以控制

黄纺的订单大部分是有个性化的定制内容，每个订单都可能需要在原有的基础上进行部分内容定制。从客户角度来看，他们要求定制的产品同样要保证交付时间和质量，这对整个设计工作而言，就容易陷入时间与质量的矛盾。

如果赶进度，设计审核过程就要牺牲审核质量和流程规范性，极大增加生产成本；如果追求高质量的设计，出图周期就会太长，最终影响交付时间。

2、设计水平提高慢，设计重复工作量大

黄纺的单个改型产品在从理论上是有 95% 零部件可以借用，但是在黄纺多年的设计过程

中所积累的大约 19 万多种零部件中，设计人员根本就无法判断有哪些零部件曾经设计过，因此考虑借用的几率很小。于是，设计人员就会直接重画一张，例如黄纺自制法兰就重新设计了 1000 多种，实际上只需要 50 种就可以满足各种业务需要。**不断的重复设计导致了零件爆炸和后续制造成本增加。**

3、设计工作中分派任务慢，沟通协调多

由于黄纺的新产品设计的大部分结构是借用，因此就需要快速找到在新的结构上还有哪些零部件没有设计图纸、与设计对应的工艺规程等等。目前，黄纺的沟通信息平台不统一，只能靠人为的记忆去检索哪些零部件是新设计的，这就非常容易出现新设计的图纸和工艺任务分派出现遗漏，导致设计图纸在下图时的效率和完整性都存在问题。

4、电子化图纸不够可靠

虽然黄纺图纸有很多是用 CAD 设计出来的，理论上进行复制另存设计是很方便的。但大量的电子图纸并没有反映历史更改过程，更改信息没有反映到最终的电子图纸上，因此电子图纸积累的错误比较多，就使得设计人员要花费很多精力去确认图纸的可靠性。

5、通用化、模块化工作流于形式

黄纺厂领导已经认识到产品模块化、通用化工作的重要性，很多员工对此也有切身体会和认识。但实际上模块化工作并没有见到实际效果，通用件建立过于随意。如：通用进布架有四类，落布架有七类，传动装置 100 多种，各种松紧架有二十多种，气控盒有二十多种，淌水板有十几种，溢流槽也有十多种。由于没有建立通用化和模块化分类体系和分类规则，通用件多而滥，扩充太轻易，导致通用化工作流于形式，失去其本来意义。

3 黄纺实施主要过程和关键问题解决思路

3.1 黄纺研发业务个性化需求特点介绍

除了一般制造业企业设计管理上的常见问题外，黄纺企业本身还具备一些个性化特色：

3.1.1 单件销售，成组加工，改良设计，现场装配

黄纺主要生产纺机产品中的印染设备，特点是要与客户企业原有产品形成一条完整生产线。一条生产线由很多单独部分构成，称为单元机产品，因此生产线只能根据客户投产需要进行单件生产。

一般作为单件生产的企业，大部分产品都不太一样，每次都需要重新作设计或工艺，或者考虑到质量跟踪需要，也需要单独管理。

黄纺虽然是单件生产，却是大量借用已有设计资料，因为黄纺的产品联合机往往是由多种不同功能的单元机组合而成，设计基本上是在原来单元机型号基础上进行改进和改良。因此，实质上是将单元机模块化，实现多品种小批量生产，从整条生产线来说，就可以通过单元机组组合实现个性化生产线配置和生产。

所以，黄纺 95%以上的零部件和结构都是可以复用的，这对于企业控制成本，提高批量生产的经济意义很大。

3.1.2 专业分工设计

黄纺联合机往往是由多种不同功能的单元机组合而成的。因此针对不同的单元机结构，黄纺建立了不同的设计室，专门针对一类共性问题设计，在进行设计任务分配时，是按照专业室进行任务分工的。

3.1.3 左右手合门幅的可配产品结构

很多纺机产品有一个特点，产品结构可以配置，黄纺产品很多是随着左右手或合门幅两种参数变化而变化，通过这种组合能够快速配置出用户需要的产品。合门幅是一种系列产品管理模式，左右手是一个工作位的配置。

3.1.4 多工序合卡填写

黄纺基本上不是“一序一卡”，而是将多道不同工种工序写到一张卡片中，例如可以将一个零件的不同工种加工都写到工艺卡片的过程卡上，实际上在过程卡中也能部分反映工艺路线的内容。这样比较有利于节省工艺卡下发工作量，而且也有利于工人加工时查询。

3.1.5 结合件共图纸共工艺

黄纺产品中结合件特别多，一般就是几块形状非常简单的零件焊装在一起成为一个部件。黄纺不仅将这类结合件共用一张图纸表达，还将这些零件工艺共用一个工艺文件表达，所以，结合件下级的所有装入的零部件包括其各种属性（例如代号、名称、材料、数量、车间、备料方式等等）都要直接填写到黄纺的工艺卡片中。

3.1.6 左右手合门幅共工艺

黄纺工艺真正复杂的地方不仅是左右手件可以共工艺管理，而且合门幅的零部件也要求可以共工艺，相当于除了下级结构共工艺外，一批外形尺寸接近的零部件都要共工艺。我们可以理解为是一个零部件族共工艺。这样就产生了三个问题：

一、在做工艺的时候，左右手合门幅的结合件下级零部件也要写入到一张工艺卡中。这个是黄纺结合件卡编制过程中比较有特点的地方。

二、现在管理方式中图纸和工艺是没有关联的，作为不同的文件放在不同目录下，到

底整个多门幅系列中的原有零件或部件是否做过工艺就很难知道,需要能够很快检索查询出合门幅系列的零部件中谁做过工艺,就可以在其它门幅中快速引用。

三、由于工艺信息是多件共卡表达,在做和工艺相关汇总的时候,又必须是单个产品汇总,也就是只需要从工艺卡中各自取相关信息,这个汇总难度就比较大。

3.1.7 左右手合门幅系列明细表汇总

黄纺汇总也比较特殊,不是简单的单个产品汇总,而是需要将一个门幅下左右手同时汇总对比,不同门幅也需要同时合并汇总,形成一个多门幅系列,左右手并存的产品多级明细表。这种表格能够表现产品之间的派生关系,不同产品之间结构差异,以及单个产品的装配关系。

3.1.8 左右手更改一致性

黄纺左右手件一般不共图纸,但共工艺,共材料,共定额。因此在任何一个工艺、材料、定额等信息发生更改的时候,对于左手的部分零部件属性发生更改需要连动影响右手零部件属性更改,反之也一样。对于图纸更改就更复杂一点,左手图纸更改一定要同时触发对右手图纸更改的审查,反之也一样。

3.1.9 生产管理通过综合表调度

黄纺产品零部件与加工车间都非常多,但黄纺并没有采用工艺路线表来表达零部件的流转路线,而是通过综合表明细指导生产。综合表明细的特点是由产品明细表加上零部件的材料定额和下料信息以及加工车间组合成的一张总汇总表。

产品明细信息来源于图纸,零部件材料定额和下料信息来源于工艺卡片,加工车间在综合表上直接维护,一般一个零件定型后,综合表上的信息是可以反复借用,不再改变。为了加快生产准备周期,黄纺往往并发编制综合表和工艺卡片,这就存在两者材料定额和下料信息无法保持一致的问题。

3.2 黄石纺机业务规划思路:

我们结合黄石纺机订单式管理,变型化设计,多专业组分工的业务特点规划如下业务流程:

1、快速从现有产品中检索出最符合要求的产品或从产品配置模型中派生出最符合要求的产品结构;产品结构产生有两种途径,一种是基于现有结构的派生出原型,派生先后关系可以记录;另一种是基于产品族模型配置规则的自动配置,通过配置规则计算出原型。通过两种方式获得的结构原型都可以独立维护修改下级装配关系。

2、在变型设计得到产品结构上利用规则筛选出要下设计任务的节点(可以按照分工要

求编制不同的分工任务脚本), 并给予可视化图标, 再此基础上可以成批给特定节点下 workflow, 也可以逐个给特定节点下 workflow, workflow 任务可以加入到指定的项目阶段下。通过快速检索出需要设计的零部件由此实现图纸的快速签审流程。

3、可以快速检索出需要设计工艺的零部件, 安排工艺部门设计工艺卡片。工艺部门对于不属于某零部件族的零部件直接编制关联工艺; 但对于属于某零部件族的零部件可以直接借用零部件族工艺并给予修改; 该零部件就共族工艺, 不单独设计工艺, 除非该零部件有设计定制工艺的需要。设计共族工艺时支持对同族零部件装配关系和定额属性直接对工艺卡片表头写入的深度集成功能。

4、根据产品明细表和工艺规程自动汇总综合表;

3.3 黄石纺机解决方案思路介绍:

3.3.1 知识管理平台

黄纺积累了大量的历史资料, 包含了很多设计经验和行为记录。但是由于种种原因, 这些设计资料现在不但没有成为黄纺的资源, 反而成了设计包袱。所以, 我们认为只要黄纺能够在这几年扎实做好历史技术资料整理工作, 将其由难以利用的纸质资料转化为安全受控共享的电子信息系统, 实现快速的零部件复用设计和产品派生设计管理, 将有效的驱动黄石纺机设计水平获得根本提高。黄纺解决方案总体思路是打造一个设计数据知识管理管理平台, 这个知识管理平台是分层次的, 黄纺知识管理平台可以分为以下五个层次:

1) 技术知识库(整合企业的通用设计资源、标准及定制产品技术资料、设计管理的制度规范、技术领域的经验智慧 KNOWHOW);

2) 工作协同模块(包括内部服务申请、工作流程、项目协作、反馈系统等)。

3) 个性化管理工具(员工将工作及学习中需要的内容, 定制到个人知识库中);

4) 知识交流平台(论坛、公告板、留言板、E-mail 通知等);

5) 专家系统(为员工提供寻求问题解答和知识共享的渠道);

我们在本项目中的目标是实现第一个层次和第二个层次的知识管理目标。

当然无论哪种层视知识管理模式都是随着企业管理水平, 资料积累水平, 从最简单的资料共享开始的。我们通过 KMPDM/CAX 集成平台中将提供以下业务支持:

----建立以印染设备结构的产品数据模型, 保证所有的人能方便查找到所有历史资料, 避免无效劳动, 解决知识输出的技术瓶颈;

----提供 workflow 管理平台, 支持常用设计软件管理(AUTOCAD/OFFICES/SOLDEDGE), 实

现多人协同工作；

----建立历史资料审查和录入操作功能和制度，形成日常工作任务，不断将历史数据电子化，并输入系统；

----建立电子资料权限控制体系，保证电子资料安全受控，解决知识受控输出的问题；

有了这个信息安全共享知识管理平台，我们可以让企业设计团队随时获得工作学习所需的技术资源，并将自己设计的技术资源不断录入到系统中给大家共享，不断完善这个知识管理系统的基础。

3.3.2 成组设计体系

信息共享平台尽管可以减少产生新的零部件，但在黄纺历史设计过程中已经产生的大量完全可以合并为一类或一种的零部件，这就需要提供办法进行归类和合并的手段。

我们在将大量信息输入到 PDM 系统中时，也一定要考虑到如何对设计信息进行合理分类，并通过分类合理组织具有类似信息的结构，在一定条件下逐步合并，减少零部件数量。有效知识获取重要手段就是查询，查询的重要手段是提供合适的编码体系和分类体系。因此我们建议黄纺针对产品数据管理特点设计了一套完整的零部件和结合件成组编码。

在制造业中，每年生产的产品种类成千上万种。当人们观察构成产品的零件时，就会发现其种类非常多，且每种零件都具有不同的形状、尺寸和功能。但是，当人们仔细观察时，就又会发现零件之间存在相似性。因此，可以将零件进行分类并归并成组（常称零件族）。

在黄纺就存在着大量形状、尺寸和功能相似的零件。黄纺原来大量采用了隶属式编码系统，这种编码有其管理上的便利性，但是其最大的问题就是由于设计了大量重复的零部件分布在不同的机型中，导致企业存在大量一样的设计，不同代号，甚至是一样的代号，对应不同的图纸。这样如果在入库时简单地将本质上一样的但隶属编码代号不同的物品都放在知识管理平台中，依然无法解决信息混乱的情况。因此如果将这样的信息输入到信息共享平台，随着数据量增加，也会造成混乱。

如果我们在按代号录入管理同时，设计一套考虑形状、尺寸和功能以及工艺加工特征几方面因素的成组编码系统，给每个零部件一个成组编码系统，那么我们可以发现很多代号不同的零部件的成组编码可能非常类似或者完全相同。这样我们就可以将所有成组编码相同或者类似的零部件筛选出来，逐个研究替换代用方案，就可以大大减少生产管理成本，提高经济批量。也可以大大减少重复产生已设计零部件的情况，因为通过隶属代号和名称是无法判断零部件是否符合要求，通过图纸一张张审核效率又太低。即使找不到合适零部件，也可以通过模糊检索类似成组编码快速得到作为变型设计蓝本的零部件。

我们在 KMPDM 中提供以下业务支持：

----操作快捷简单交互式编码生成器，用户可自行扩充码段和码值；

----编码解析功能；

----按成组编码提供精确和模糊检索；

----产品族和零部件族管理；

通过成组编码技术，我们将解决对信息有效再组织和利用问题，真正为实现模块化和通用化奠定基础。反过来过去模块化之所以失败在很大程度上就是没有科学的管理思路指导，没有统一的原则，很快就变成了只考虑个人方便的模块化，就失去原本目的。

3.4 黄石纺机解决方案特色功能：

3.4.1 编码管理

黄纺的编码管理专门利用开目公司的二次开发接口供的一个完整的编码管理控件，这个控件支持与 PDM/CAPP 等软件的接口，而且编码本身支持脚本驱动，可以为一些复杂编码规则提供编程支持，有了这个编码器，黄纺的编码工作就变得简单灵活。

3.4.2 和 AUTOCAD 图纸的深度集成互动

黄纺编码改进后，大量图纸需要可以将 PDM 系统中生成的编码属性传递到黄纺 AUTOCAD 图纸中，这样图纸的标题栏和明细栏整改工作就非常大，而且如果直接在图纸上加编码，就无法控制编码流水号的顺序。

我们提供方案首先将图纸上标题栏和明细栏上信息提取到 PDM 系统中产生完整的产品结构，然后在 PDM 中调用编码管理模块快速获得成组编码。得到编码后我们利用 PDM 和 AUTOCAD 的紧密集成功能刷新对应图纸的标题栏和明细栏，自动填入属性。这样既保证数据准确性，又极大减少工作量。

3.4.3 合门幅左右手产品结构配置

黄纺产品之间系列化程度比较高，这些系列化产品之间结构存在大量配置关系，过去依靠经验管理，很容易出现遗漏和错误。我们现在提供一个基于产品族管理模型，所有一个产品族成员都可以显示在一个族结构模型视图界面上，针对每个可配置的零部件，提供一组规则组，我们将这些配置规则维护起来，建立了一个产品族的全结构模型。

我们根据每个族成员之间根据参数差异可以自动应用配置规则产生不同配置的产品满足用户需求，配置出来的产品结构还可以进行再次维护和修改，直到最终符合用户的要求为止。

3.4.4 同系列零部件共工艺的集成

我们利用我们二次开发功能实现这些特殊工艺集成要求。在产生一个结合件过程卡时，我们可以快速查询到同族系列的零部件和装配关系，在结合件过程卡表头写入族模型的代号和名称，在表头材料区写入同族零部件之间的下级装配结构和对应的材料及加工车间，利用这种管理方式，我们大大提高了结合件过程的编制效率。

3.4.5 综合表自动汇总

综合表汇总难度在于一部分信息来源于产品结构，一部分信息来源于族成员对应工艺卡片表头。而且不同类型卡片获取路径不同。这个问题通过我们二次开发也一样得到了解决。由于综合表现在统一了数据源，首先解决了准确性的问题，而且工艺一设计成型就可以马上汇总综合表，就避免了担心工艺设计准备速度慢影响综合表下发的问题，一旦工艺设计完成就可以开始汇总综合表，减少了重复劳动。

4 黄纺实施效果和效益分析

黄纺 CAPP/PDM 系统实施是一个艰巨的工程，信息化也不是一揽子工程，需要长期扎扎实实工作，而且对产品数据标准化、系列化、通用化工作是长期的工作，不能因为取得一点阶段性成果就放松，从这个角度来看，我们效益还远远未能立即体现，因为 CAPP/PDM 系统更多是帮助企业提升软的竞争力方面。从目前工作来看，也取得一些成绩：

1、信息集成模型规划合理，可以实现基于数据库的统一汇总和查询，大大减少了原来工艺规程和综合表以及产品明细中重复抄写劳动，杜绝抄写错误。汇总工作天数由 5 天减少到 1 天，数据准确率可提高到 98%，数据一致性可达到 100%。

2、工艺编制和设计结构集成程度大大提高，编制效率提高 2 倍以上。

3、所有产品都进入统一数据库管理，并按照成组外形特征建立 400 多个分类，产品数据查询和管理效率大大提高，为设计人员有效开展借用设计提供了坚实的平台。

4、提供了基于规则产品族模型配置管理，对庞大产品家族管理提供了有效工具。

5、整个企业设计人员对通用化标准化系列化设计思想认识更加统一，设计思想有了很大转变，大规模定制模式研发管理模式正在逐步细化和落实。例如我们正在逐步编制成组编码，产品零部件合并工作逐步开展，随着最终零部件数量逐步下降，我们在黄纺项目上工作效益才将真正体现。