

大型企业数字化车间 系统集成技术

System Integrated Technology in Digital Workshop of Large Enterprise

西安航空发动机(集团)有限公司 马光辉 谢小星

鉴于西航集团企业规模和数控机床未来数量考量,必须要求 PDM 服务器与下属 DNC 管理服务器、DNC 通信服务器中的文档实现单向实时传递。这是一种超大规模的实施文件同步技术,属于目前信息化技术中的难点。

中国一航西安航空发动机(集团)有限公司(西航集团公司)始建于 1958 年,是中国大型航空发动机制造基地和国家 1000 家大型企业集团之一。在信息化建设上,西航集团公司已完成企业专用园区网络建设,接入计算机 3000 多台;CAD/CAM/CAPP/CAE 数字化制造技术已经得到深入应用;已搭建公司 OA 系统、车间管理系统等企业管理信息系统;公司的 ERP 系统正在分步实施;PDM 系统正在建设中;AMRO 系统一期已经实施完成,目前正在进行第二期的实施工作。已有 300 多台设备实现 DNC 系统联网,目前仍在进一步扩展。

西航集团公司 网络 DNC 系统背景

在实施 DNC 系统之前,企业内部设备加工数据传输/管理方面存在如下问题:

(1) 传输方式落后,传输效率低下;

(2) 数控程序管理混乱,没有可追溯性;

(3) 无法实现信息系统间的有效集成;

(4) 不安全因素多。

2004 年公司启动车间 DNC 系统选型,在比较了多家国内外供应商后,最终与 CAXA 签署了第一个 54 节点车间网络 DNC 合同。其后,CAXA-DNC 系统在公司内陆续扩点,到 2007 年底,系统集团设备接入 DNC 系统数量已有 300 多台。

西航集团公司 对网络 DNC 系统的需求

考虑到公司各部门需求的不同及公司整体信息化的需求,CAXA 归纳总结出公司对网络 DNC 的需求:

(1) 加工代码/设备参数等网

络化传输,包括实现一对多的网络化传输,数控程序传输 24h 响应,对叶片的不断在线加工,分布式远距离传输以及提高数控的传输效率和准确性;

(2) 代码等文档的流程化管理,包括基于权限和角色对数控程序的编制过程进行流程化管理以及对数控程序进行版本化管理;

(3) 设备加工信息采集,即对机床运行时的加工信息进行反馈和采集,以便反映出机床的利用率、加工工时等关键信息;

(4) 网络 DNC 需要支持西航集团今后达到 1000 台数控设备网络;

(5) DNC 系统与 PDM (UGS Teamcenter Engineering)、MES (西工大 MES) 系统的集成。

本文重点介绍最后一项: DNC 系统与 PDM、MES 系统的集成。集成架构见图 1。

在图 1 中, DNC 管理模块、

DNC 通信模块、DNC 采集模块、MES 系统都属于服务器 / 客户端的系统。

系统集成关键技术

1 大规模并行下载问题的解决

普通 PDM 服务器可支持的并行登陆客户端理论数量为数百人,但在实际大文档并行文件传输能力上

知,代码文档集中存储在 PDM 文档服务器中。现按文档传递流程来进一步分析造成主干堵塞的原因:

工艺员登陆 PDM 服务器时,在 PDM 管理下作代码编程,代码文档上传机制只有 2 步(即 PDM 客户端到 PDM 服务器端)。按企业工艺人员总数推算,同时登陆的人员约 30%,如果企业工艺员 500 人,30%

调用代码的几率约 90% 以上,按 90% 计算为 900 个点并发下载任务。如果每个操作工任务平均代码量为 5M (如叶片精加工,代码可达 40M 以上),PDM 服务器在短时间内将有 4.5G 的文档要下载。

因此,主干网负担是操作工的下载任务负担、工艺员上传负担、企业 OA 任务负担、管理人员使用 ERP 负担的总和。这样,企业在上班后的 1h 内主干网拥塞的可能性极大,这对于拥有大量靠 PDM 提供程序加工机床的公司来说是非常严重的事情。

综上所述,解决西航集团公司主干堵塞的问题,必须从解决操作工并行下载的问题着手。

从工艺人员和机床操作工数量比值看,如果将工艺员上传代码文档的路径延长,可以缩短操作工下载代码文档的路径。当工艺员向 PDM 服务器上传文档时,同时由 PDM 服务器自动向下级分厂 DNC 管理服务服务器下发, DNC 管理服务服务器继续向下级车间 DNC 通信服务器下发。这样,当操作工需要数据时,直接从距离其最近的车间服务器下载,这时数据的传递已经不走企业主干网而走车间内的局域网,原来每天上班后 1h 内主干网拥塞的问题就可以顺利解决。改进后 DNC、PDM 文档传递框图见图 3。

从图 3 看,由于工艺人员上传文档时路径延伸,似乎加重了主干网的

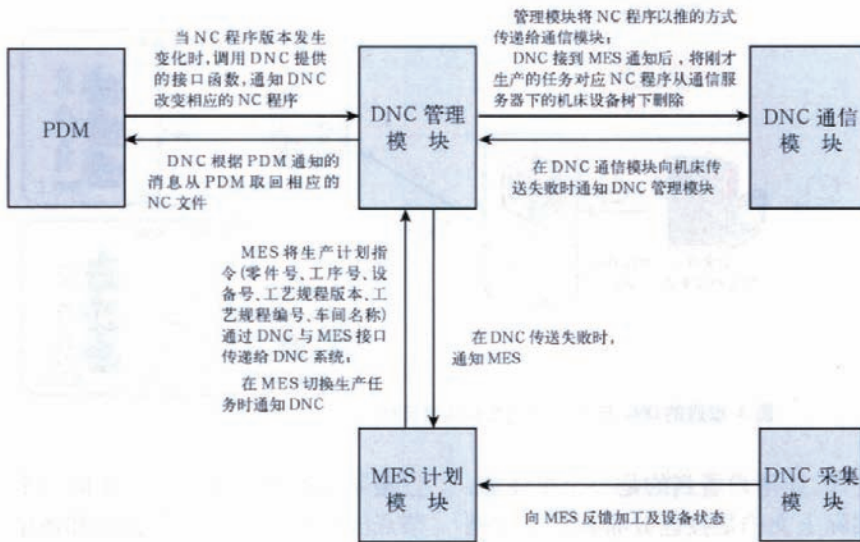


图 1 DNC 与 PDM, MES 集成架构

要弱很多。因为在通常情况下,一个企业中不可能发生数百名设计员和工艺员同时上传或下载大文档的现象。而对于数控加工来说,这种现象则很常见。

鉴于西航集团企业规模和数控机床未来数量考量(目前近 600 台,未来肯定超过 1000 台的量级),必须要求 PDM 服务器与下属 DNC 管理服务服务器、DNC 通信服务器中的文档实现单向实时传递。这是一种超大规模的同步文件技术,属于目前信息化技术中的难点。

从图 2 可

即 150 同时在线,其中按有可能发生同时上传代码人员最大几率 50% 计算,约 75 个并发上传任务。这样的负担对 PDM 服务器来说绝对没有问题。当操作工登陆机床界面时,从 PDM 服务器获取代码则要经过 6 步。按 1000 台数控设备,操作工 1000 人计算,每天上班第一件事就是调用加工代码,因此同时从 PDM

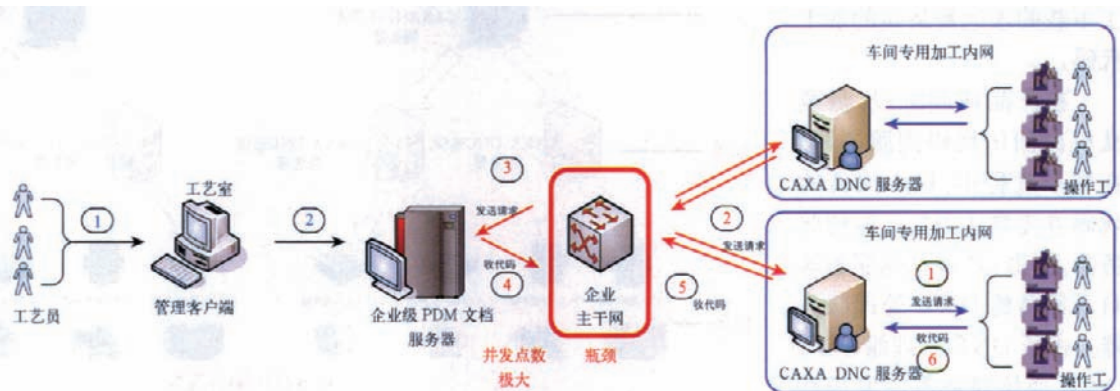


图 2 标准 DNC 与 PDM 之间的文档传递流程

负担,但由于工艺员的数量比操作工少很多,工艺员同时上传文档的几率比操作工同时下载的几率小很多,因此这样的改进比较合理。

2 多服务器架构数据同步问题的解决

要实现 DNC 网络三级服务器架构数据同步,依靠现有的 PDM 文档管理技术来解决并不难,难的是实现各服务器数据实时同步。

为了解决这个问题,CAXA 按照图 4 对西航集团 DNC 多级服务器进行了架构。

西航集团数控加工中大多数操作工只需要下载加工

代码,不需要上传。因此各服务器的数据同步可以看作单向同步,即工艺员修改了 PDM 服务器上的文档后,从 PDM 服务器向下级各服务器的单向传递同步。

上述并行问题的解决改变了文档传递流程。当 PDM 服务器上的代码文档发生变化时,会导致下属两级服务器发生链式反应变化,最终让数千台数控设备在需要数据时从就近服务器上获得数据,这样就保证了数据的单向实时同步,操作工下载的永远是最新的加工代码。

在产品试制阶段,需要从机床回传代码到服务器。在整个过程中,机床回传的代码首先到达 DNC 通信服务器,再由 DNC 通信服务器自动回传给 DNC 管理服务器。由于 DNC 管理服务器、DNC 通信服务器的发送和接收文件夹是分开的,所以

机床回传的代码文件不会覆盖发送文件。当工艺员核准回传的文件无误,才可以将机床回传的文件手动上传 PDM 服务器。故从应用模式看,回传文档没有同步问题。

3 服务器架构的数据集中与分散机制(分布式数据冗余保证)

标准的分布式文档管理是将文档在 PDM 总服务器上进行虚拟的

西航集团公司由于其加工零部件的重要性,要求数据必须具有冗余,因此在系统集成中集团 PDM 服务器上应具有全部数据,同时分厂的 DNC 管理服务器上具有集团 PDM 服务器中该分厂区块下的所有数据,车间 DNC 通信服务器上具有该分厂 DNC 管理服务器中该车间区块下的数据,这样便可以保证整个企业

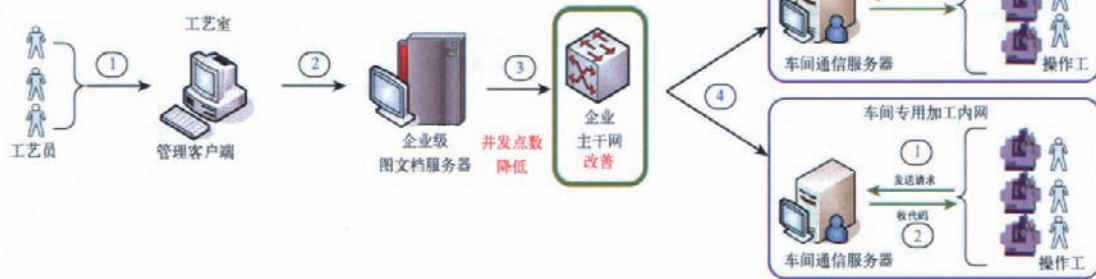


图 3 改进的 DNC 与 PDM 之间文档传递流程

管理,让用户看到的是一个整体库,实际上文档是按区分布到各个文档服务器上的。这种方式的特点是:总服务器上只有部分文档或完全没有文档,文档都分散存储在各个服务器上,数据不具备冗余性。如果需要冗余,往往只能采用定时同步以保证数据的唯一性。

三级架构中的数据冗余。任何一个节点出现丢失,其上下节点层都还保存着它的完整数据。

上述多服务器架构原理,已经能保证这种数据冗余特点。

4 DNC 服务器与 PDM 服务器上的文档结构树一致性机制

为保证 DNC 服务器与 PDM 服

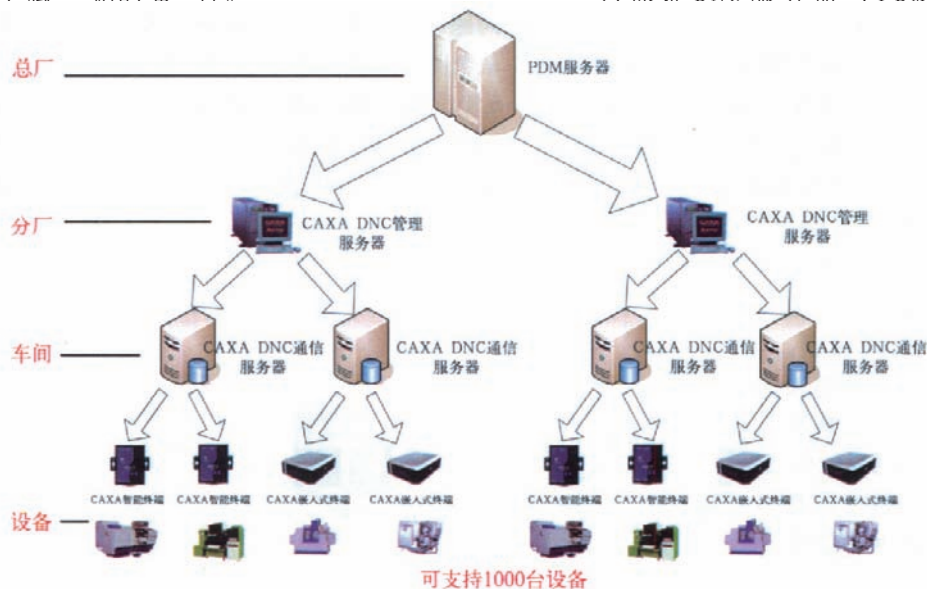


图 4 多级服务器架构

服务器上文档的一致,必须在DNC服务器上建立与PDM服务器一致的文档结构树。一般DNC系统不提供产品结构树(大多数属于文件夹管理模式),而PDM的结构很复杂,因此在DNC同PDM的集成中需要改造DNC的产品结构树。

CAXA网络DNC管理系统提供产品结构树,且具备批量导入设计/工艺文件(DWG、EXB等),并根据文件属性自动创建产品结构树的功能。但原始产品结构树的最小节点为“零件”,所以必须根据西航集团公司的情况对其进行改造。改造的结果为:在DNC的文件中增加工艺规程版本号、工序号、机床号属性;DNC可根据PDM提供的产品型号、零部件号、工艺规程版本号、工序号、机床型号、代码名称自动创建产品结构树的节点和文件属性。

5 接口文件更新覆盖机制

PDM文档向DNC传递时,DNC需要在DNC接口中开发2个机制:文件写入和删除机制。

(1)文件写入机制包括:

- 检索。需要按型号、部件、零件、代码文件名称、工艺规程版本号、工序号、机床型号检索代码。

- 判断。文档是否已经存在,如不存在就需要新建该文档,并将文档载入,同时将PDM传递的文档路径、工艺规程号、工序号、机床型号作为文档属性写入。

- 覆盖。文档已经存在,按覆盖载入,同时将PDM传递的文档路径、工艺规程号、工序号、机床型号作为文档属性写入,并更新文档写入时间、版本号。

(2)文件删除机制包括:

- 检索。需要按型号、部件、零件、代码文件名称、工艺规程版本号、工序号、机床型号检索代码。

- 删除。删除文件,同时在DNC日志中记录该删除操作,包含删除时间、操作人员。

6 接口网路传递过程保护及告警机制

PDM文档修改后,系统将PDM中变化的文档,向DNC文档传输过程中有多个问题需要处理,包括:

- 传输起始,针对网路临时阻塞或长时中断的网络故障处理;

- 传输起始,对方接口服务不存在的处理;

- 传输起始,对方接口权限不足情况的处理;

- 传输过程中,针对临时中断或长时间中断的网络故障处理。

针对上述问题,必须建立一套文档传输保护及告警机制。

(1)传递过程中,由DNC接口函数处理网络状态,如果发现网络故障,返回给PDM网络错误信息;如果网络正常,进入传输。传输过程中发生网络故障,需要在公共中间表中加入未完成信息。

(2)DNC接口是否有未传输文档及传输不完全文档存在,如果有则实时监测与PDM服务器网络连接状况,当网络连接正常,需要重新触发数据传输。同时需要的功能还有:当发现服务不存在,还需要重新启动对方接口服务的机制以及对方接口权限不足需要告警的机制。

(3)同理,在DNC系统与MES之间也要建立类似的数据传输保护及告警机制:当DNC管理模块向DNC通信模块下发代码时,如果网络出现故障,需向MES发送告警信息,同时启用断点续传等功能支持进行处理。

7 DNC传输系统与MES系统的数据交换

DNC系统与MES系统的数据交换机理:MES负责工序的派工计划,当车间生产调度人员将某道工序派往某台机床时,需要向DNC系统传送一个信息,包括该工序的零件号、工艺规程编号、工序号、设备号。DNC接收了该信息后,需要根据零

件号、工艺规程编号、工序号3个条件,在产品结构树下检索到该零件节点,并在该节点下根据工艺规程编号、工序号、设备号检索加工代码(按代码属性检索),检索到后将这些代码传送到DNC通信服务器相应的设备节点下。

8 DNC数据采集模块与MES的数据交换

在实施西航集团DNC与PDM、MES集成项目前,CAXA-DNC标准数据采集模块为单机模式,数据库架构虽然适合高速数据采集,但不适合西航集团现有的多级分布式架构。

为适合西航集团的大规模多级分布式架构,重新为西航集团设计采集架构。重新构架后,无论采用网卡采集的机床、通过加装硬件传感器进行采集的机床还是直接使用串口代码反馈的机床,都可以将采集到的数据写入统一数据库并在计算后提供给MES使用。

系统集成效果及特点

综上所述,西航集团公司DNC与PDM、MES集成效果及特点可归纳为:

- 实现了PDM中的加工数据与DNC中加工数据的实时单向同步;

- 在大规模数控加工中实现实际并行300台以上,理论并行可达1000台;

- 在大规模数控加工中降低了企业主干网络的负担,并保证了数控机床能够及时获得加工所需数据,消除了网络拥塞造成的机床下载迟滞问题以及企业主干网突发中断造成的加工中断问题;

- 获得了生产加工数据的多级冗余,保证了企业数据安全;

- DNC与MES的集成实现了车间计划指令与机床的物理关联,同时机床的生产状态能及时反馈给MES,为MES的工序加工计划提供可靠的依据。(责编 未艾)