

装配式在线和单机数据处理系统

白洁 武汉市测绘研究院

一、背景和意义

“作为系统开发的建设方，最关心的是如何以最低的成本和最快的速度，开发出满足用户要求的软件，但由于需求的频繁变更，设计和开发的脱节等原因，导致软件开发效率低、拓展性差，维护困难。作为系统投资方，系统交付使用后，当管理模式与业务流程发生变化时，当前系统如何能快速适应新的管理需要也是其应当关注的内容”^[1]。

武汉市在 2009 年就启动了坐标基准转换的相关工作，积累了 2000 国家大地基准体系建设和数据转换处理的经验，并将经验成果推广到其他城市，已经在仙桃、荆州、潜江、珠海等地市实践推广。即时如此，在面对软件系统建设过程中存在的开发周期短、维护人手不足等现实问题，也迫切希望采取一种“搭积木式”的开发方式，根据需要，从“代码”到“零编程”的方式，“按需、简单、高效’地搭建系统。

坐标转换和数据处理系统，以世纪安图的 Integration 和 Orange 的模式为启迪，以 FME Server 为平台，同时针对不同网络环境，提供在线版和单机版两种解决方案。采用了装配式设计，实现了系统构件的组合搭建，当用户的业务流程或管理模式发生变化时，只需根据新的业务流程，通过重新配置或搭建项目空间、定义转换流程，在现有应用系统的基础上二次开发扩展，使其快速适应新的使用需要。

二、系统总体框架设计

2.1 在线系统

在线系统从层次结构上设计了 4 层逻辑结构，它们分别是：“数据层”、“服务层”、“管理层”和“应用层”。

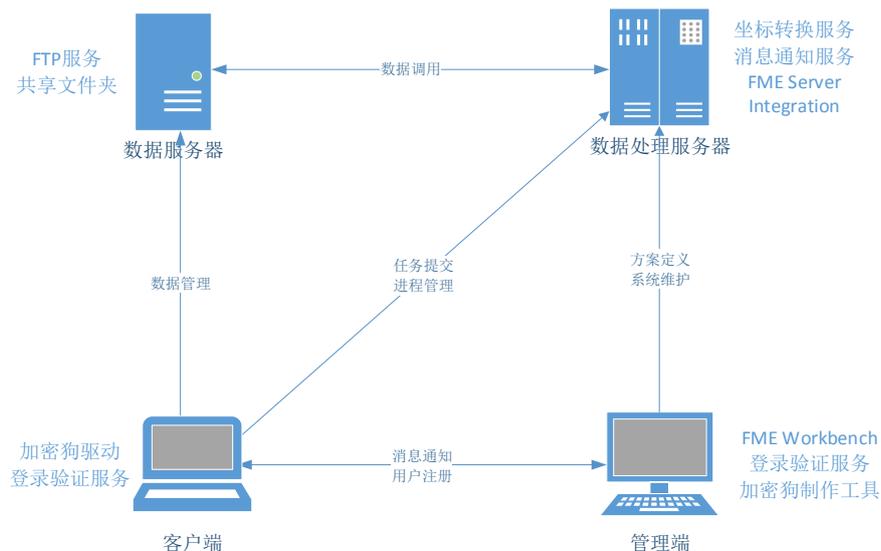


图 2.1 在线坐标转换系统架构部署 (B/S)

装配式数据处理系统由六大库构成：基础类库（API）、通用基础库（各种转换器）、专业应用模板库（fmw）、业务流程库、界面元素库、系统配置库，对应的开发方式专业性由难到易，从代码级别（C、Python）、服务接口（REST）级到零代码的模块级。无论是作为系统建设方，还是作为系统投资方，都能根据需求通过系统提供的多种方式进行开发搭建、系统重组、系统维护、二次拓展。

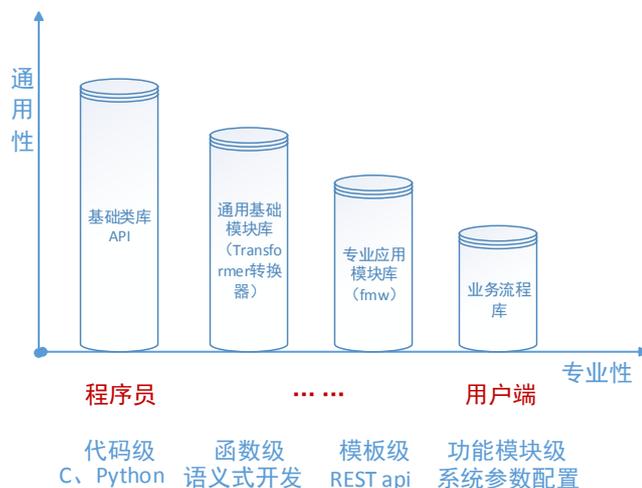


图 2.2 系统提供的二次开发的级别和专业性难度

在线版数据处理系统，与 Integration 深度结合，充分利用 integration 调用 FME Server 任务、日志、用户管理、角色分配等接口，重做系统配置管理库，封装应用层界面，增加统计管理、用户身份验证等功能。

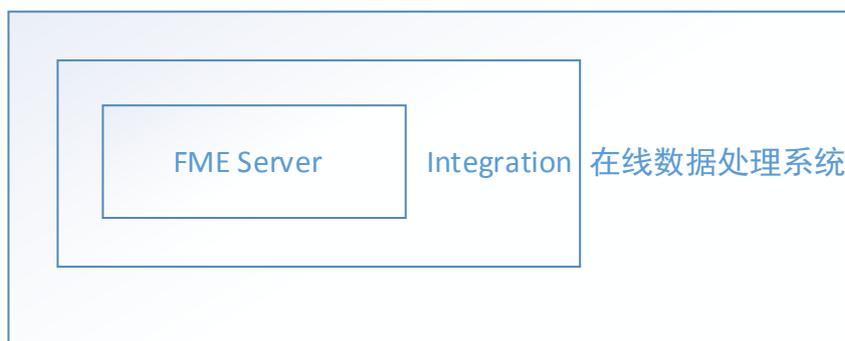


图 2.3 在线系统的环境依赖

2.1 单机系统

单机版数据处理系统，只有一台电脑独立完成数据的管理、任务的管理、数据的处理，是一种简单的数据解决方案。该方案具有管理和维护的局限性。

通过读取本地注册表中的 fme 信息，实现调用专业应用模板库进行数据处理。开发者和管理者都可以快速配置应用方案、多方案组合定制流程、定义方案图标、配置参数等，也可根据业务流程的变化重新发布产品。



图 2.4 单机系统的环境依赖

三、在线系统技术设计

3.1 总体技术路线

在线坐标转换系统开发采用如下的技术路线：

前端： Html+css+Javascript+Vue+webpack

后端： Java+Struts2+SpringMVC+Hibernate

数据库： PostgreSQL +Mongo

在线坐标转换系统采用 FME Server 作为数据转换工具，采用 Tomcat 作为服务中间件，以 PostgreSQL 作为数据库，以 mongo 作为消息数据库，功能在 FME 官方提供的 Integration SDK 上进行封装实现。

在线坐标转换系统按照应用层功能主要有四个模块：系统登录和身份验证、数据处理、数据交互、系统管理。实现如下：

3.2 系统登录和身份验证

采用“加密锁+机器码+用户名”唯一绑定的方式在加密锁上实现身份验证，无需输入口令，首先对加密锁上写入的机器码与本地机器码匹配验证，其次对加密锁上写入的用户名口令进行数据库身份密码验证，实现在线坐标转换系统的三重身份验证。同时可在使用期间将对加密锁的在线状态进行心跳监测，保证在系统使用全程都有安全可靠的保护机制。

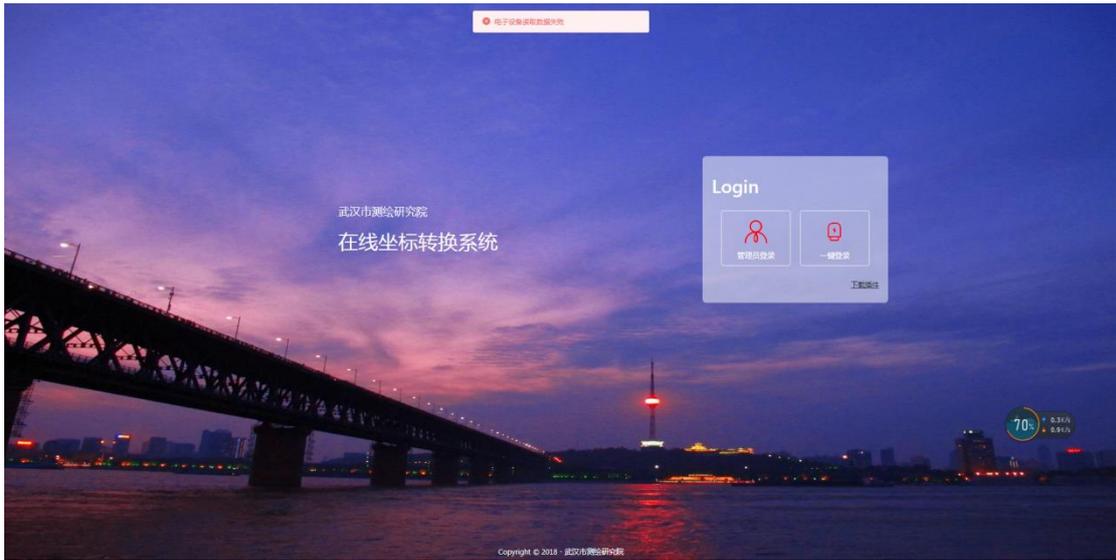


图 3.1 “加密锁+机器码+用户名”三重保护身份验证



图 3.2 用户登陆界面



图 3.3 加密锁全过程心跳监测

3.3 数据处理

在 FME Desktop 中语义化开发，通过自带的和自定义的转换器设计专业应用处理流程，建立“专业应用模板库”，发布至 FME Server，重写 Integration 界面进行定制化管理，对方案进行管理和配置、“界面元素库”、应用功能图标进行管理。

通过接口服务进行任务提交、读取任务列表、任务监听、读取任务日志。任务提交提供了完整的前端交互页面，用于对数据处理任务进行即时提交和以计划任务的方式延时提交；任务列表中展示了所有已提交的任务的实时状态（进行中、完成、错误、等待等）、实时进度（处理进度百分比）并提供了对任务的终止操作；任务监听通过定时器、回调、数据表查询等方式对每个任务的实时进展进行监听与查询，并对处理完成的任务给予提示；任务日志显示任务参数和运行情况。

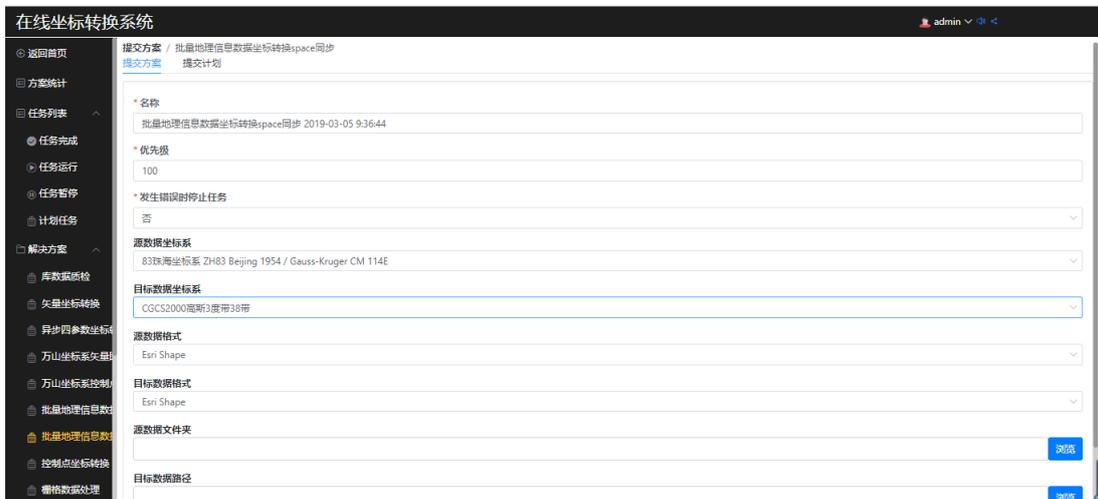


图 3.4 任务提交

在线坐标转换系统

提交方案 / 批量地理信息数据坐标转换space同步

提交方案 提交计划

* 名称: 每天执行一次

方案: 批量地理信息数据坐标转换space同步

* 启用: 是 * 立即执行: 否

* 时间间隔: 1 * 时间单位: 天

* 开始时间: 2019-03-01 00:00:00 * 结束时间: 2019-05-01 00:00:00

* 优先级: 100

* 发生错误时停止任务: 否

源数据坐标系: 83珠海坐标系 ZH83 Beijing 1954 / Gauss-Kruger CM 114E

目标数据坐标系: CGCS2000高斯3度带38带

图 3.5 计划提交

在线坐标转换系统

首页 / 任务列表

完成 运行 暂停

#	状态	名称	开始时间	结束时间	用户	操作
1	●	批量地理信息数据坐标转换space同步 2019-03-05 9:42:12	2019-03-05 09:48:11	2019-03-05 09:48:28	admin	详情 删除
2	●	万山坐标系矢量图形转换 2019-03-04 17:45:58	2019-03-04 17:51:44	2019-03-04 17:51:48	admin	详情 删除
3	●	万山坐标系矢量图形转换 2019-03-04 17:44:35	2019-03-04 17:50:11	2019-03-04 17:50:18	admin	详情 删除
4	○	万山坐标系矢量图形转换 2019-03-04 17:42:17	2019-03-04 17:48:02	2019-03-04 17:48:07	admin	详情 删除
5	○	万山坐标系矢量图形转换 2019-03-04 17:41:27	2019-03-04 17:46:54	2019-03-04 17:47:02	admin	详情 删除
6	●	万山坐标系矢量图形转换 2019-03-04 17:38:50	2019-03-04 17:44:48	2019-03-04 17:44:55	admin	详情 删除
7	●	万山坐标系矢量图形转换 2019-03-04 17:37:8	2019-03-04 17:43:10	2019-03-04 17:43:18	admin	详情 删除
8	●	控制点坐标转换 2019-03-04 17:32:26	2019-03-04 17:29:44	2019-03-04 17:29:47	zhbdc	详情 删除
9	●	控制点坐标转换 2019-03-04 17:30:41	2019-03-04 17:27:52	2019-03-04 17:27:54	zhbdc	详情 删除
10	●	控制点坐标转换 2019-03-04 17:28:9	2019-03-04 17:25:57	2019-03-04 17:25:59	zhbdc	详情 删除

共 392 条 < 1 2 3 4 5 6 ... 40 >

9:44 2019/3/5 星期二

图 3.6 已完成任务列表

在线坐标转换系统

首页 / 任务列表

完成 运行 暂停

#	状态	名称	开始时间	结束时间	用户	操作
1	●	批量地理信息数据坐标转换space同步 2019-03-05 9:48:58	2019-03-05 09:54:24		admin	详情 暂停 取消

共 1 条 < 1 >

图 3.7 运行中任务列表



图 3.8 日志查看

3.4 系统管理

系统管理模块主要包括对方案（模板）管理、界面管理、任务管理、用户管理、消息管理、统计管理，用于对整个系统的 FME 处理模板、数据处理方案、系统用户账号密码、用户角色与功能、系统消息通知、使用统计进行设置与管理，为用户提供完整的数据转换服务。

模板管理用户管理用于对系统用户进行管理、分配账号密码，对角色进行定义和功能进行映射，对用户和角色进行映射；消息管理用于管理员进行消息推送和对用户处理任务的完成给予提示；文件管理基于 FTP 服务，以网盘的形式为用户提供数据存储空间，可在系统中进行包括文件（批量）上传、下载、自定义文件夹等形式的文件管理。

(1) 方案管理

继承 Integration, 负责与 FME Server 通信, 获取其中可使用的数据处理模板, 调用 FME Server 中的模板, 根据业务逻辑进行组装, 形成方案, 并对方案进行管理, 即“专业应用模板库”的建立和管理;

名称	描述	标签
图标图标	图标图标图标	icon-jiancha-copy
矢量图标转换		icon-shiliangditu
万山坐标系统转换		icon-zuobiao
异步参数图标转换		icon-wengjiajie
批量地理信息图标转换		icon-buqumaozhuo37
批量地理信息图标转换space用户	spaceuser_用户	icon-wengjiajie1
控制图标转换		icon-wenben
图标图标		icon-img
万山坐标系统图标转换		icon-wenben
二维参数计算		icon-juan
二维参数计算		icon-juan
修正图标计算		icon-juan
二维参数图标转换		icon-juan-test
二维参数图标转换		icon-juan08
修正图标转换		icon-huifont05
专题图shp图标转换		icon-zhuantitu
拓扑性		icon-jiancha
布尔七参数计算		icon-juan
批量2000图标转换		icon-shiliangditu
批量2000图标转换坐标系		icon-mapsel-vector
CAD转换		icon-CAD
异步参数图标转换		icon-wengjiajie

图 3.9 FME Server 和 Integration 发布和管理应用模板

(2) 界面管理

重写 integration 页面，通过阿里图标添加图标至 integration，利用“解决方案”的标签与自定义图标库关联，根据需要修改页面图标，即“界面元素库”的管理。

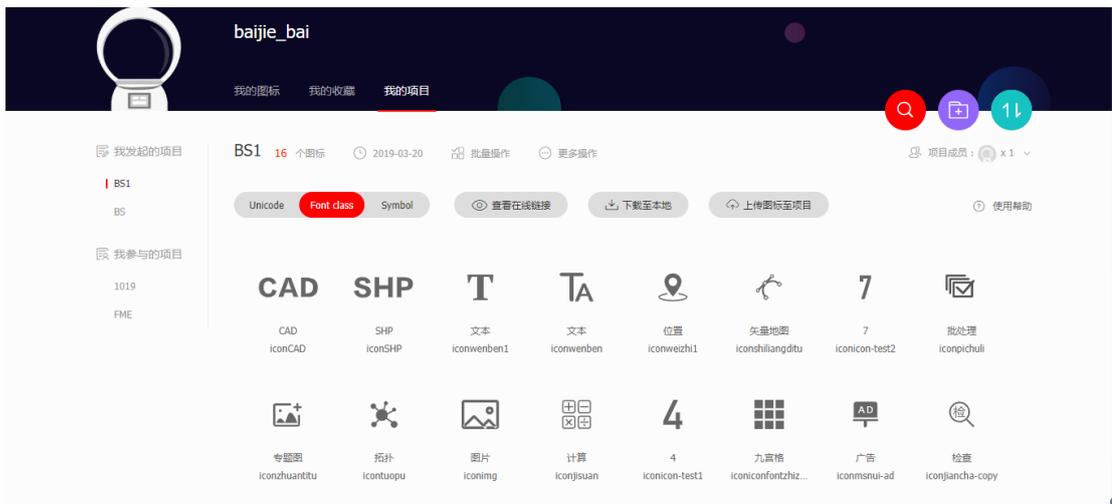


图 3.10 在阿里图标中建立界面图标库

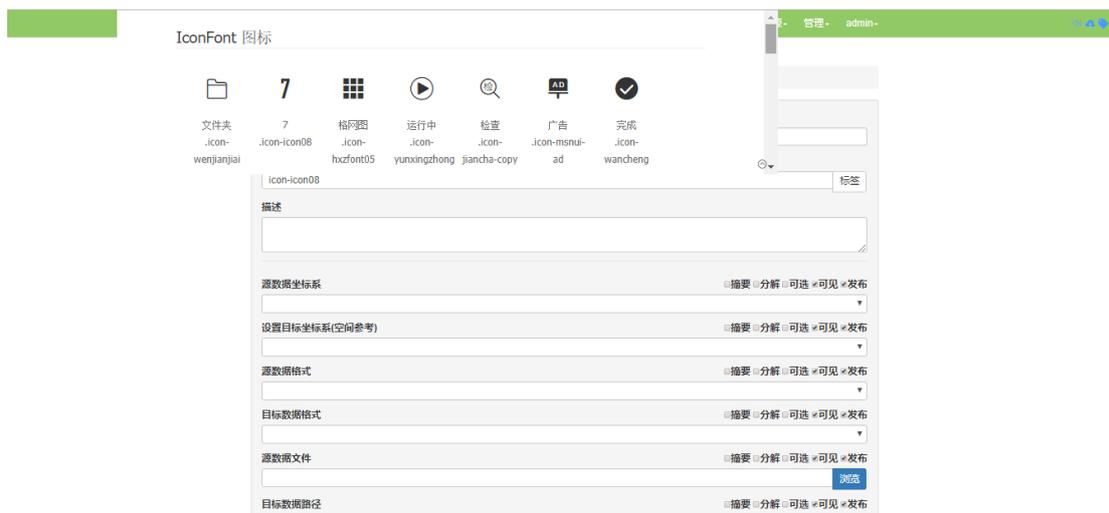


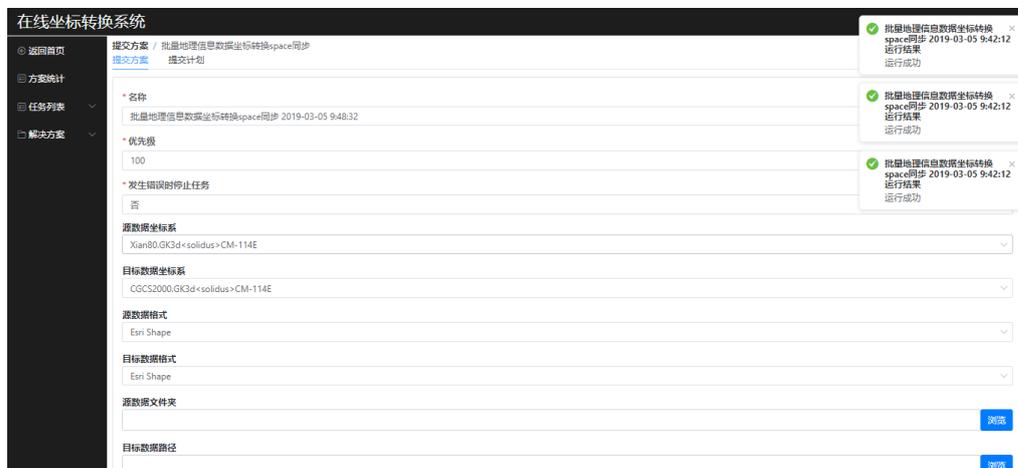
图 3.11 在线系统中的图标库和定义方案标签



图 3.12 界面元素所见即所得

(3) 消息管理

主要包括消息管理和即时消息。消息管理提供了系统管理员与用户信息交互页面，用于发布和管理系统消息、通知等；即时消息通过任务监听，发布任务发送消息处理完成的任务给予弹出提示。



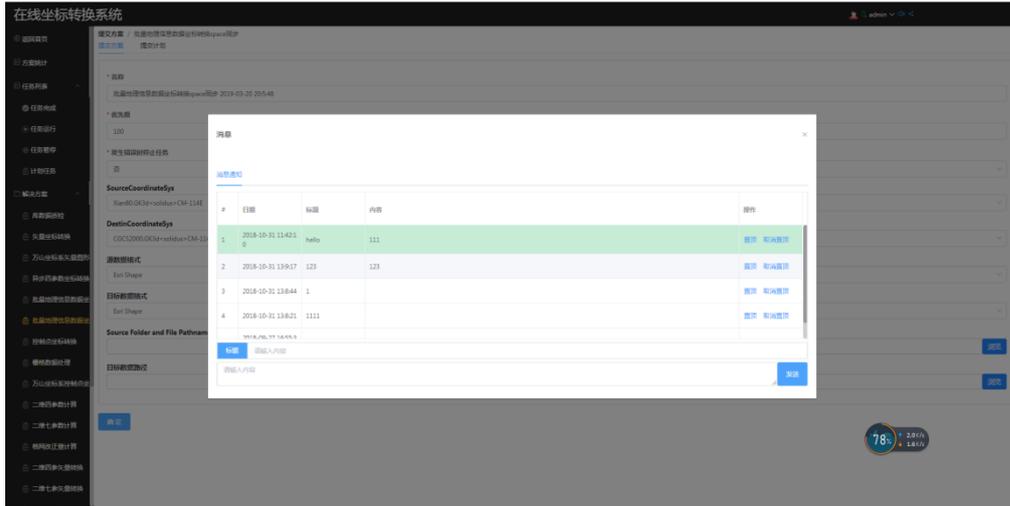


图 3.13 消息管理

(4) 用户权限管理

用户权限管理通过角色和用户机制来实现。提供了基于角色的管理框架，管理员将用户分配到角色。每个角色都有自己的权限。系统将权限与角色绑定，而不是与单独的用户绑定。

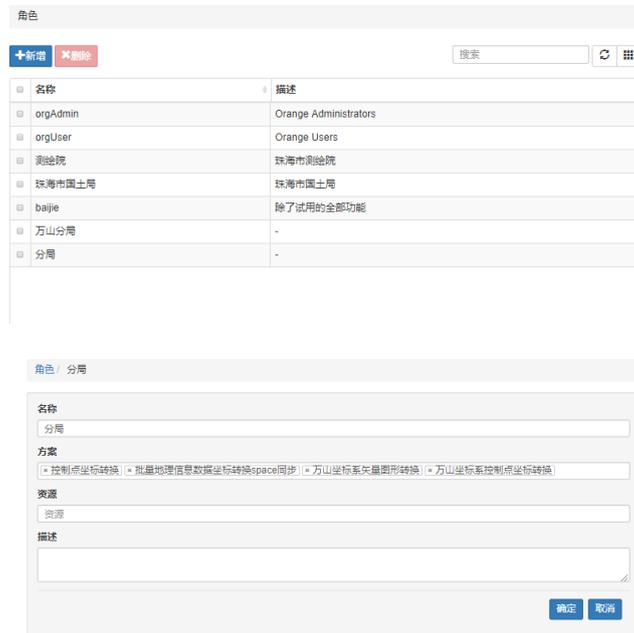


图 3.14 用户和角色的定义

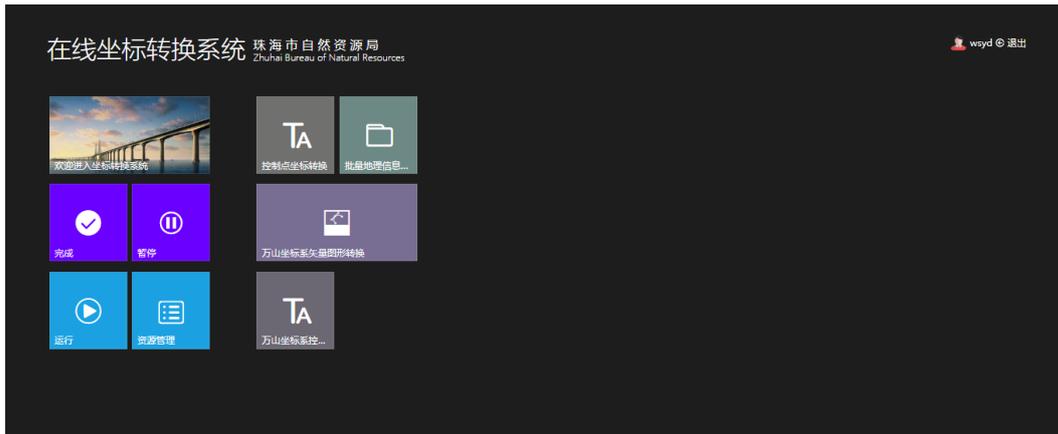


图 3.14 用户和角色的定义

(5) 统计管理

采用 ECHART 交互式图表显示系统使用情况。

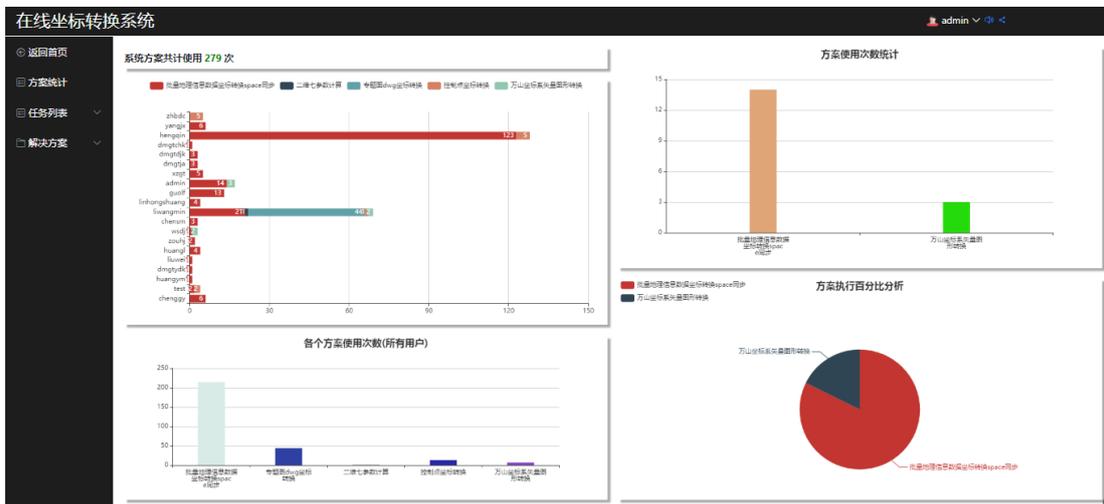


图 3.15 系统使用情况一览

3.5 数据交互

设计“数据摆渡服务器”将用户数据与核心处理服务器分离。服务器与数据间的交互：设置 fme server engine、core、application 三个服务对网络资源的访问权限，通过传递共享文件夹网络路径给 FME Server REST 接口，实现 FME Server 对网络资源的访问。用户端与数据间的交互：基于 FTP 服务，以网盘的形式为用户提供数据存储空间，可在系统中进行包括文件（批量）上传、下载、自定义文件夹等形式的文件管理；系统前端对网络数据路径的安全处理，采用相对路径提交任务，保障数据的隐私和安全。

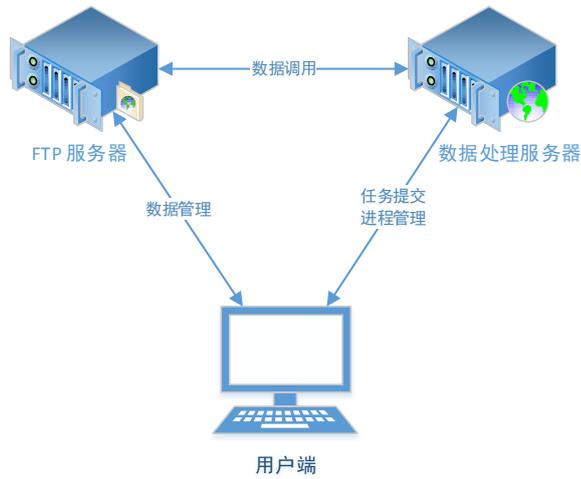


图 3.16 数据摆渡服务器的数据交互

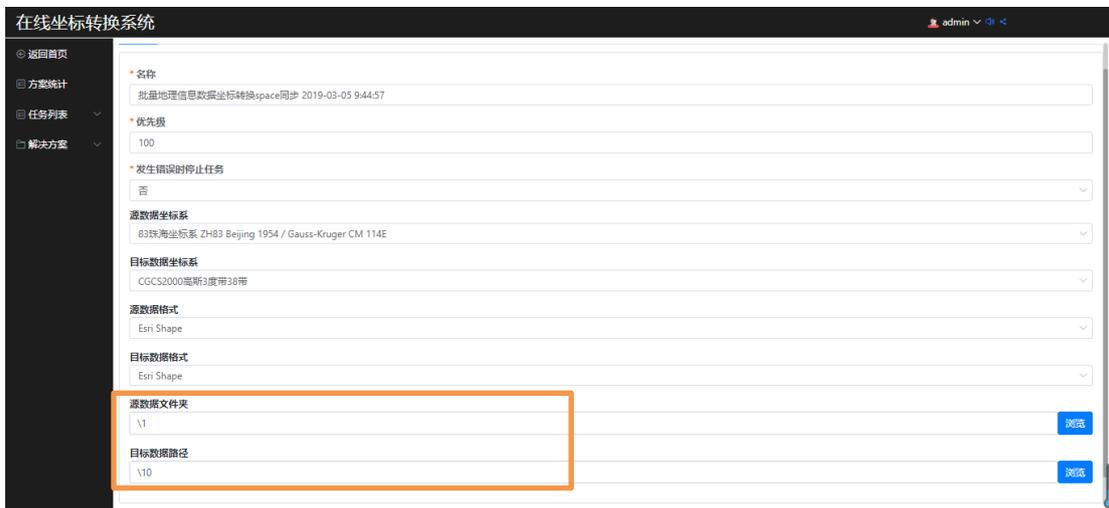


图 3.17 服务调用时传递的相对数据路径参数

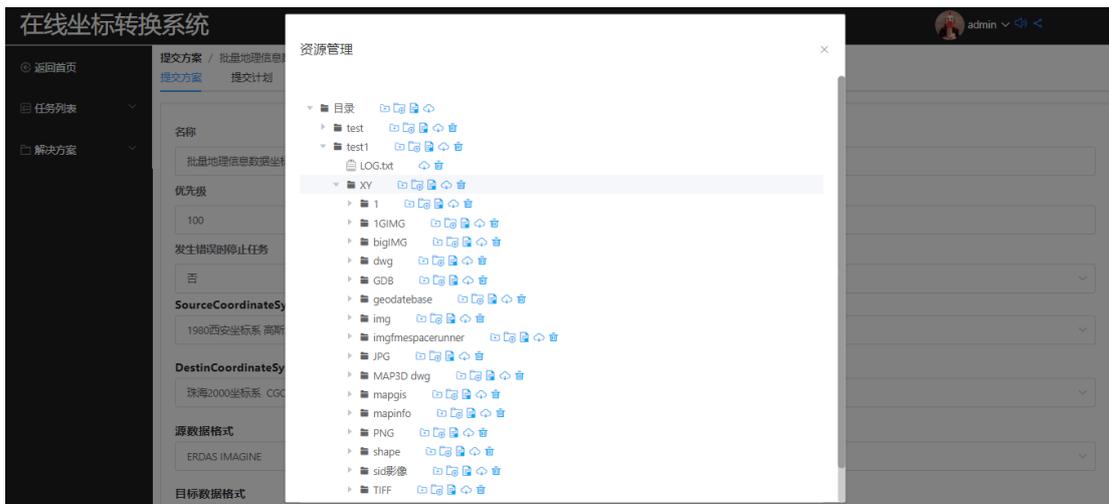


图 3.18 数据网盘服务

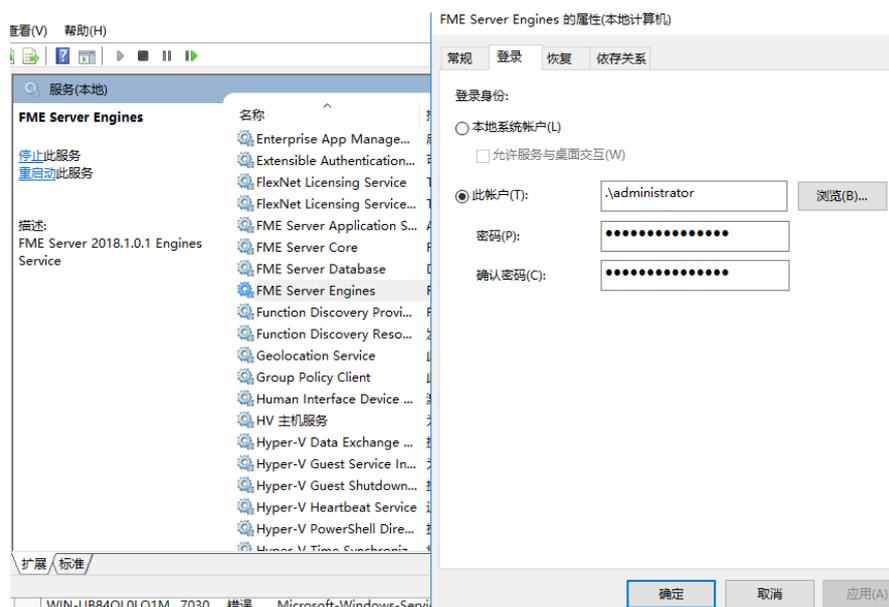


图 3.19 为 FME Server 授权网络资源访问权限

四、单机系统设计

4.1 总体技术路线

单机版坐标转换系统开发采用如下的技术路线：

前端：css+Javascript

后端：C#

数据库：NeDB

单机版坐标转换系统采用 FME 作为数据转换工具，以 NeDB 作为缓存数据库，记录任务、日志以及系统参数设置，在官方提供的 Orange SDK 上进行封装实现。分为管理员版（**editor**）和用户版（**worker**）两个工具，管理员版可编辑修改工程文件，定制流程，用户版对工程配置、系统参数没有编辑权限。管理员版(**editor**)快速配置应用方案、多方案组合定制流程、定义方案图标、配置参数等，并通过二进制加密发布导出为 **prj** 工程文件，提供用户版（**woker**）使用。系统建设方在推广过程中可以快速搭建产品；系统投资方也可根据业务流程的变更修改产品，或根据需要自行发布数据处理产品。

4.2 数据处理



图 4.1 单机版坐标转换工具主界面

4.3 系统管理



图 4.2 任务管理



图 4.3 定制流程

五、坐标转换中的特殊处理

2008 年国家启用 2000 国家大地坐标系之后，各地都先后开展了坐标转换的项目，使用 FME 坐标转换已经是一个老生常谈的话题，4 参数、7 参数、格网改正的计算和转换、拓扑检查、数据融合等，都是坐标系转换中常用的技术，本文仅仅就坐标转换中的大体量栅格数据的特殊处理进行说明。

坐标转换项目常常面对的是海量的繁杂的存量数据，坐标转换和数据处理系统也有可能运行在性能无法预计的电脑上，因此在程序的开发中必须要考虑系统资源占用的问题，尤其是栅格影像的处理。栅格影像处理过程中，影像的拼接所占内存小于影像本身大小，而坐标转换所占内存是数据大小的数倍，坐标值异常甚至会导致内存溢出。项目中通过将大体量栅格数据切片，分片坐标转换后，再进行融合的方法，减小单进程所占内存，提高系统的稳定性。通过 `path reader` 属性获取文件大小（当 `img` 文件超过 2G 时候需要同时获取 `ige` 文件和 `img` 文件的大小总和）；通过 `RasterTiler` 和 `clipper` 的组合将大体量栅格数据裁切成数份，坐标转换后按照行号列号输出到临时文件中。裁切时综合考虑文件大小和长宽比，用最接近于正方形的比例输出，以免出现细长条的影像被裁出。考虑到坐标转换过程中可能发生的旋转，裁切时候设置 1.05 的重合度。坐标转换完成后从 `featurewriter` 的 `summary` 端口采用 `Wait for job to complete (yes)` 的方式调用 `WorkspaceRunner` 或者 `FMEServerJobSubmitter` 调用融合的模板，之后用 `PythonCaller` 删除临时文件。

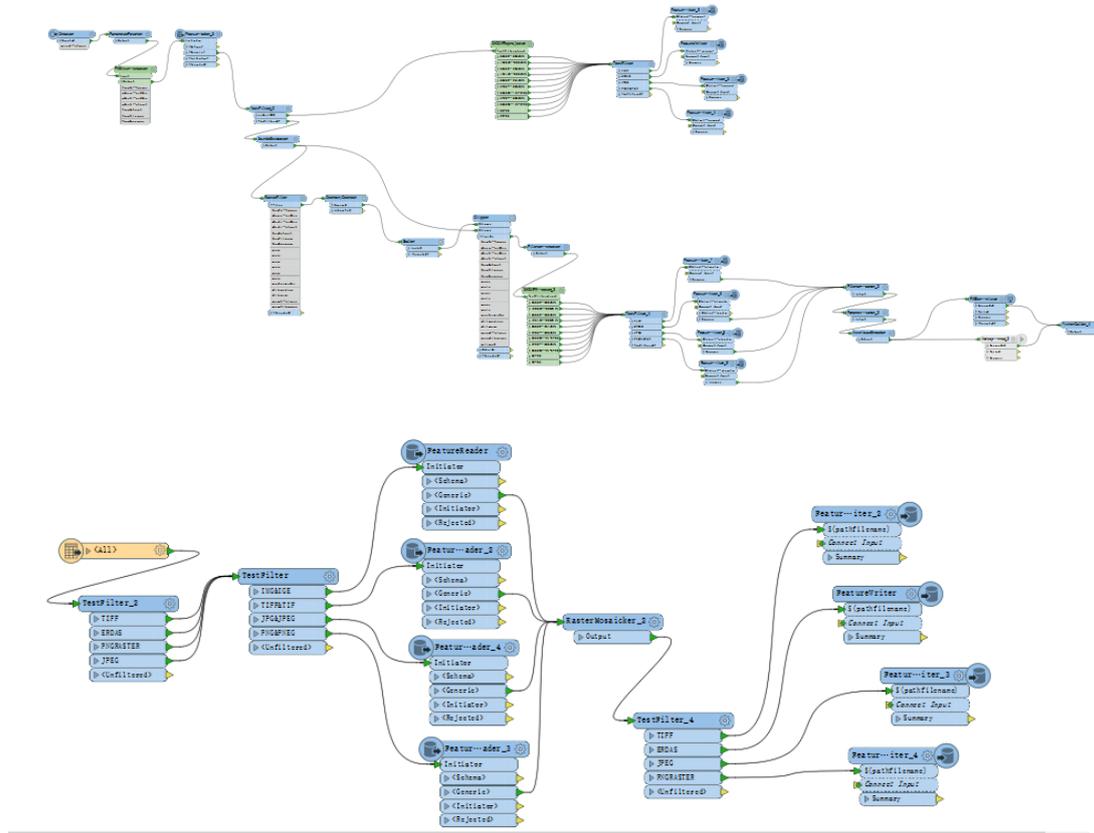


图 5.1 大体量栅格数据的坐标转换处理

以下示例大于 1G 的影像，按照 500M 为单位裁切，

纵向裁切条件函数为：

$$\text{@round}(\text{@sqrt}(\$(\text{fileSize})/500)*\text{@sqrt}((\text{@ Value}(_ymax)-\text{@ Value}(_ymin))/(\text{@ Value}(_xmax)-\text{@ Value}(_xmin))))$$

横向裁切条件函数为：

$$\text{@round}(\text{@sqrt}(\$(\text{fileSize})/500)*\text{@sqrt}((\text{@ Value}(_xmax)-\text{@ Value}(_xmin))/(\text{@ Value}(_ymax)-\text{@ Value}(_ymin))))$$

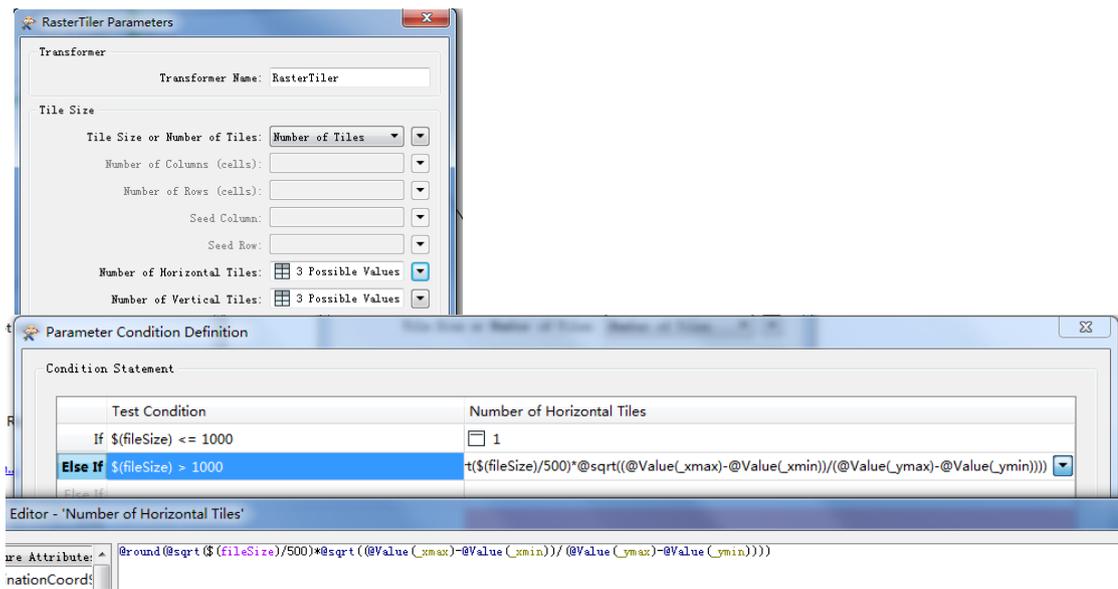


图 5.2 裁切条件函数

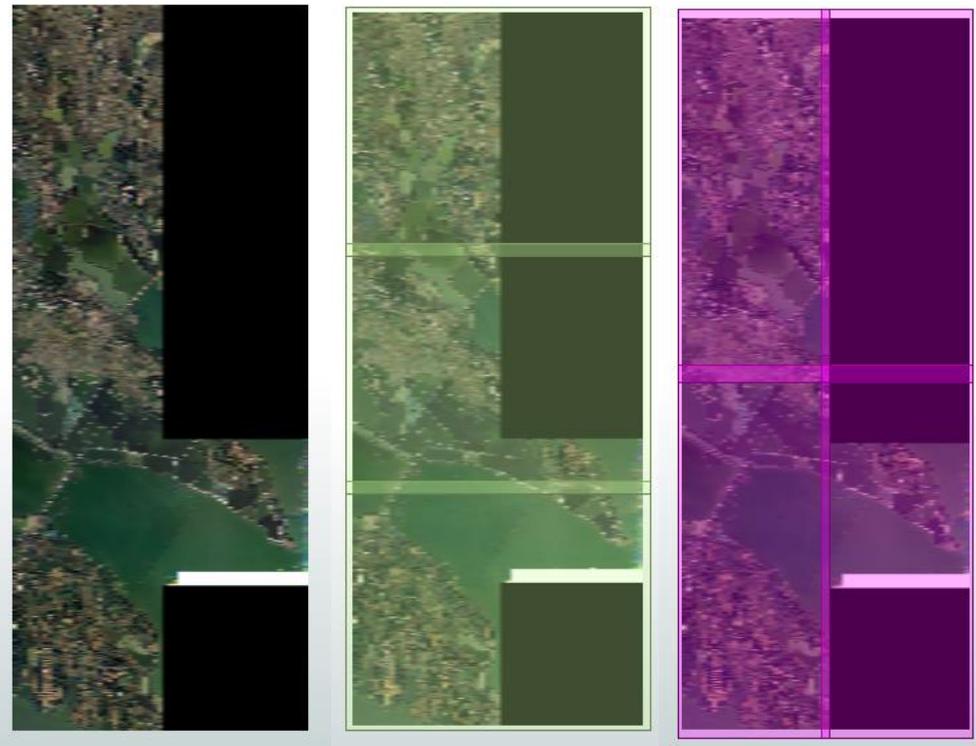


图 5.3 狭长栅格数据的裁切

上图从左到右分别是：(1)原图，(2)考虑文件大小和长被裁切为 3 块，(3)只考虑文件大小被裁切为 4 块。显然(2)接近正方形的输出可以减少裁切的开销，重叠边占比也更小，提高处理效率。

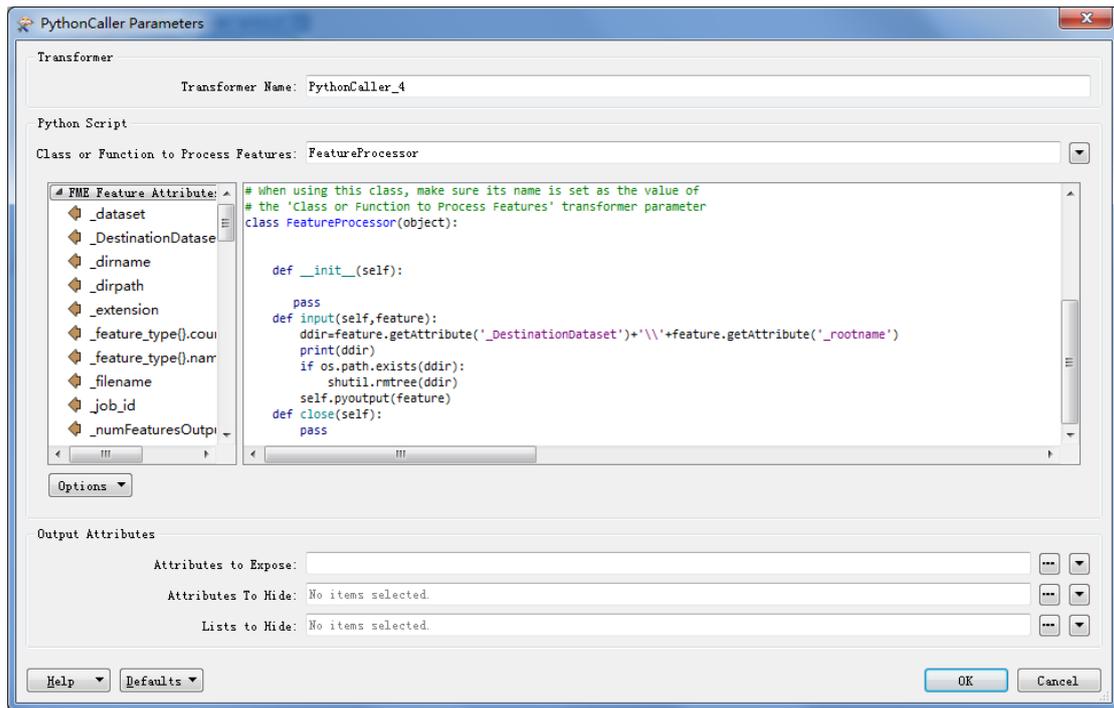


图 5.4 删除临时文件

六、结束语

本项目坐标转换系统的开发过程中，前端和功能模板的开发分开独立完成，让专业的人做专业的事，功能可复制利移植。大部分的 FME Server 网络处理功能都能通过“接口”来实现的，通过接口实现数据处理、数据资源整合分流等系统封装，充分发挥 FME Server 自助化、实时化、和自动化的特点，可以大大缩短系统开发时间，减少维护成本。

参考文献

1. “装配式” GIS 开发技术研究与应用，郭明武。