



## 2 系统功能实现

### 2.1 开发环境

该平台包含客户端和服务端的开发环境两部分（表1），开发语言为Python，以支持系统的跨平台特性并提升运行性能。为了提高交互界面的用户体验，客户端界面框架采用具有丰富控件特性的wxPython3.0框架；服务端部署在Linux平台，采用轻量级消息中间件RabbitMQ，以便于开发和部署，数据库采用Oracle，与用户管理系统一致便于管理；作业调度采用ECFLOW，即ECMWF开发的升级版作业调度系统，以便升级现有HPC系统上采用的SMS作业调度系统。

表1 开发环境

运行环境	软件名称	说明
客户端	操作系统	Windows XP及以上版本、Mac OS
	wxPython	3.0开发语言
	RabbitMQ	3.6.3, 消息中间件客户端
	QGIS软件	可视化工具
服务端	操作系统	Suse 11 SP3
	Oracle	11g, 运行系统支撑库
	RabbitMQ	3.6.3, 消息中间件服务器端, 提供消息队列服务
	GDALS	GIS插件
	PostGIS	GIS数据库
	ECFLOW	作业调度软件
HPC	AIX7.1, 高性能计算机	

### 2.2 主要功能实现

#### 1) 试验流程构建

试验流程构建指选择模式试验所运行的模块，并根据正确的运行流程组合试验模块运行。平台实现两种试验流程构建方式：用户定制试验和试验快速构建。试验快速构建指根据试验模板（包括通用模板、用户自定义模板）创建试验，模板已定义了试验的常用默认流程和参数，用户可修改。用户定制试验，需要用户自行选择试验的运行模块，配置试验参数。

#### 2) 试验参数配置

试验参数配置包含配置试验的资源参数、源码、数据等。配置试验时，首先配置试验的计算平台、作业队列、资源节点数等资源需求，从客户端界面配置和访问试验模块所使用的程序源码，GRAPES程序源码存储在以Perforce版本控制软件实现的程序库中，实现了从Perforce程序库选择源码路径，通过Perforce的Python接口实现。试验输入数据配置来源于共享数据。所以参数均由默认值设置，用户根据试验需求自行定义修改。

#### 3) 作业运行监控

作业提交运行采用ECFLOW软件实现。在高性能

计算机登录节点上建立ECFLOW服务器，为每个用户分配专属的ECFLOW服务端口。用户在客户端界面点击提交试验后，系统后台通过消息中间件在高性能计算机上启动作业脚本的生成及运行环境的创建，并通过ECFLOW客户端提交运行。

用户在客户端点击作业监控，即可调用ECFLOW的客户端界面，监控试验作业的编译运行，ECFLOW通过颜色标识作业运行的状态，以红色告警异常状态，并可在界面直接干预作业运行。

#### 4) 试验管理

试验管理功能包括试验归档、试验查询、试验对比、试验拷贝、试验删除等。为用户提供全面的从试验程序，参数配置方案到结果数据的全流程管理。

采用Oracle数据库存储试验的结构化信息，如试验ID，试验名称、试验起始时间、结束时间，分辨率等基本信息。基于关系型数据库，采用传统SQL查询，实现试验信息的检索。试验结果数据存储在大数平台数据上归档，通过接口以试验ID关键字查询到结果数据并返回。通过试验ID调出试验所有信息，可提供试验配置信息的比较和试验结果图形的对比。

## 3 结束语

该系统的设计和应用，解决了用户试验和试验数据没有关联管理、难以回调的问题，以GUI交互式构建试验屏蔽了底层操作，降低了试验研究的难度，并链接了模式研究所涉及的程序、数据、试验、作业、可视化等环节和接口系统，形成了一体化综合支撑环境。该系统已试运行，应用于模式研发试验。初步为模式研发人员解决了研发中面临的主要问题，包括试验管理、试验监视、结果可视化，未来将进一步扩展和完善功能，提升模式发展效率。

致谢：本研究由气候变化应对决策支撑系统工程（一期）资助。

### 深入阅读

- Videla A, Williams J J W, 著, 汪佳南, 译, 2015. RabbitMQ实战: 高效部署分布式消息队列. 北京: 电子工业出版社.
- 崔应杰, 肖华东, 韩同欣, 2011. 参加ECMWF应用软件系统培训总结. 气象科技合作动态, 5: 24-26.
- 刘艳, 薛纪善, 张林, 等, 2016. GRAPES全球三维变分同化系统的检验与诊断. 应用气象学报, 27(1): 2-3.
- 沈学顺, 苏勇, 胡江林, 等, 2017. GRAPES\_GFS全球中期预报系统的研发和业务化. 应用气象学报, 28(1): 1-2.
- 赵立成, 沈文海, 肖华东, 等, 2016. 高性能计算技术在气象领域的应用. 应用气象学报, 27(5): 550-552.

（作者单位：赵春燕，郭锋，孙婧，常飏，刘立明，国家气象信息中心；周斌，胡江凯，中国气象局数值预报中心）