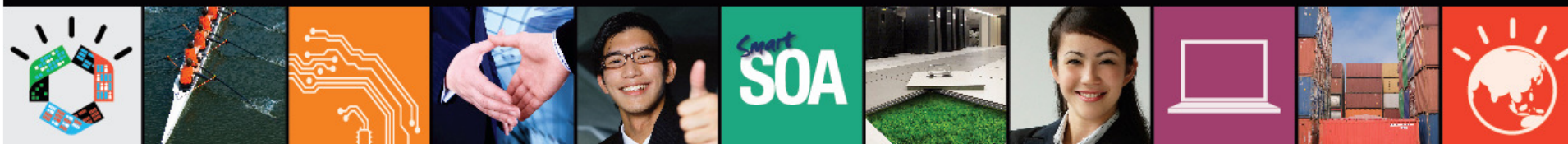


2009 **IMPACT**
IBM SMART SOA 高峰论坛 6.10 · 北京



WebSphere®

Smart Work for Smarter Planet



智慧运作 · 赢未来



大压力高并发环境下银行工作流系统的SOA解决方案

许维新
中国实验室BPM高级架构师
全球BPM“黑带”队成员



实现智慧运作的三个要素

动态的业务流
程管理



信息



智慧的协作

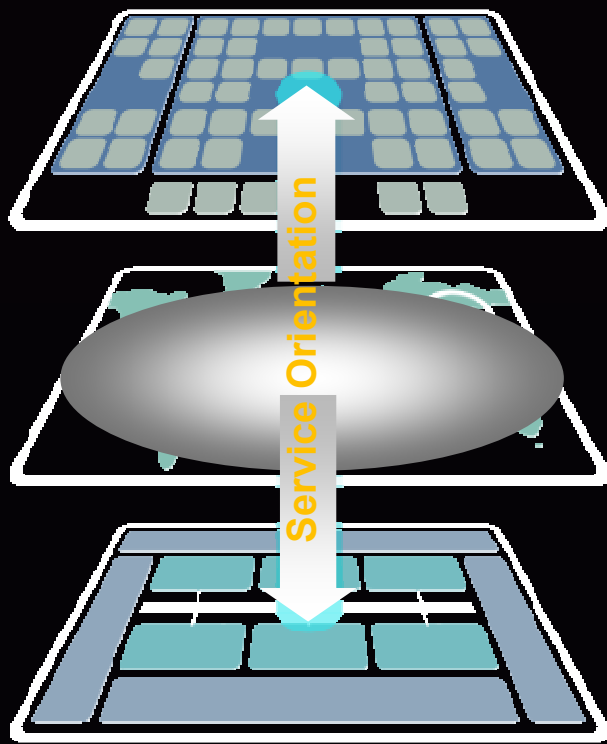
智慧
运作



智慧的 SOA



敏捷业务模型的IT支撑架构



敏捷的
业务模型

动态的
业务流程

智慧的
SOA



智慧运作

敏捷性指标 KAI
智慧的自动化
智慧的洞察力
智慧的规则



响应企业业务的动态变化

敏捷性指标 KAI
智慧的自动化
智慧的洞察力
智慧的规则

人员组织角色的动态变化

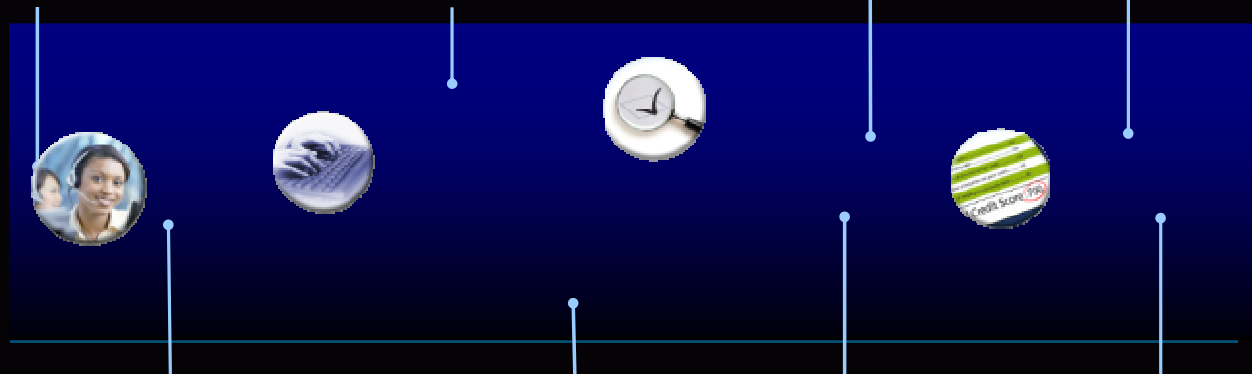
业务逻辑的动态变化

可监控的流程

业务人员可定制

业务流程模拟

业务逻辑变化



有效的管理
人工任务

自动和内容
管理相整合

监测业务中的
问题并实时响应

流程穿越各个
不同的系统

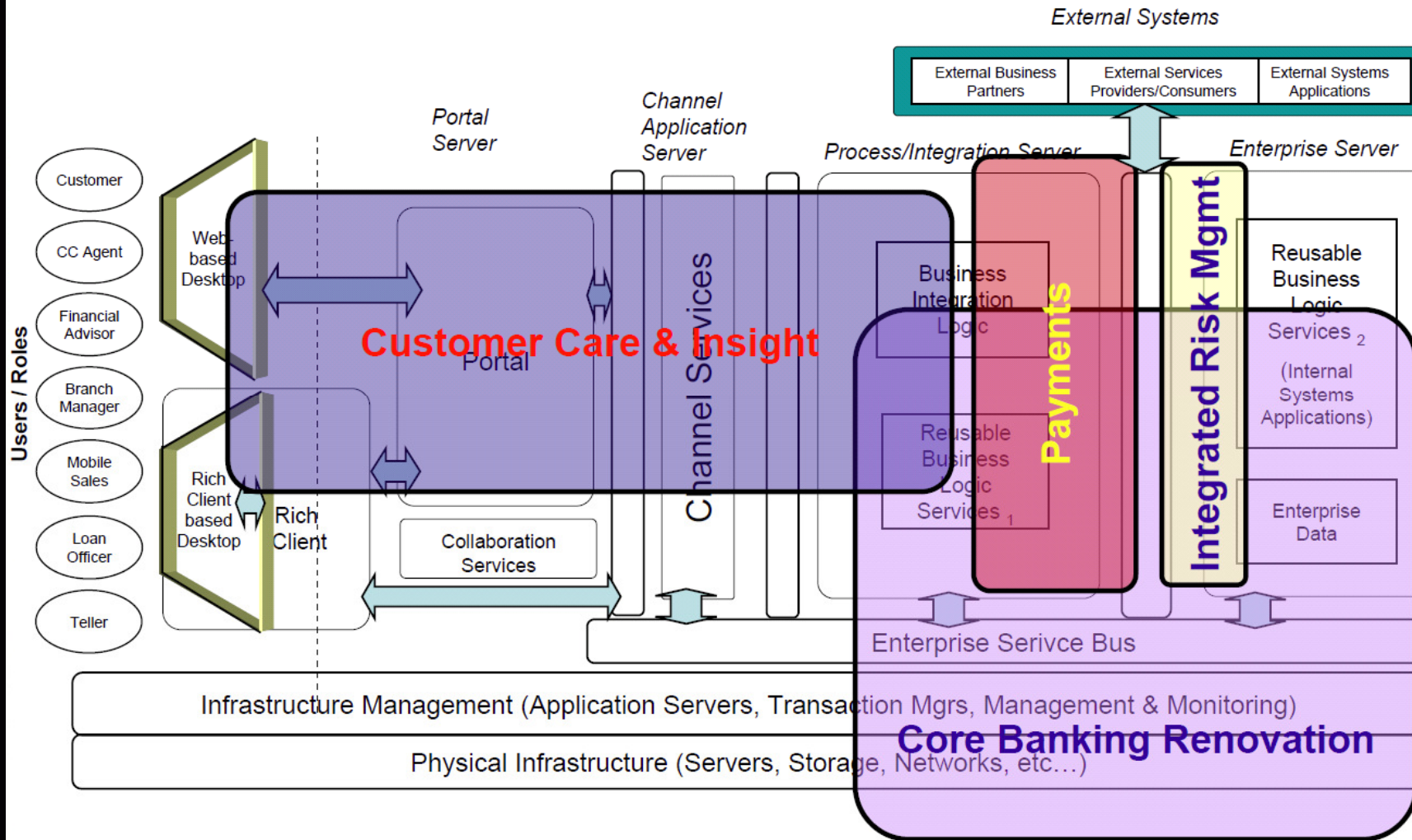
前端页面的动态变化

周围系统的动态变化

信息结构的动态变化



IBM Banking Framework Reference Architecture



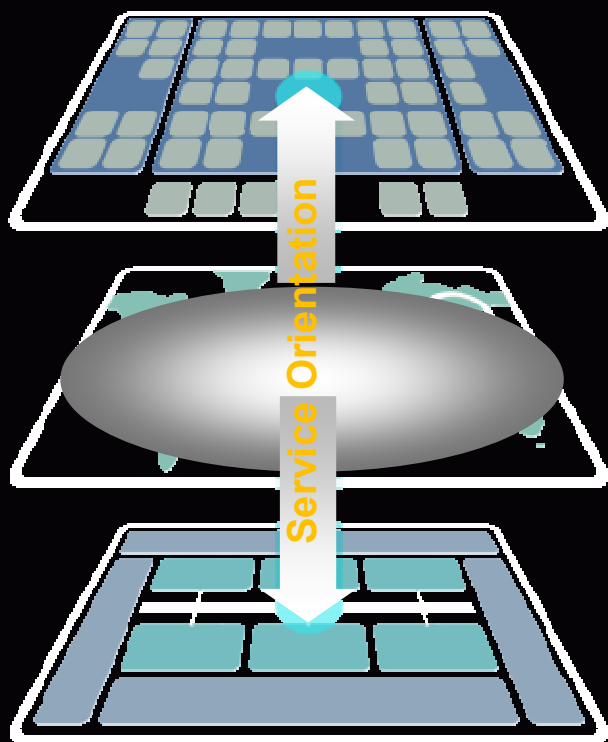


挑战

动态变化



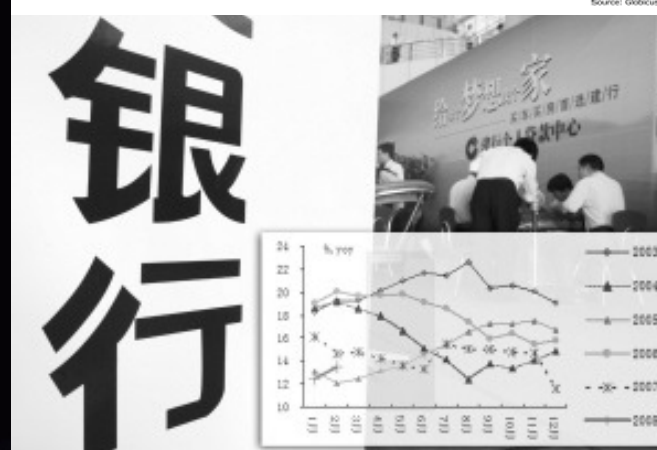
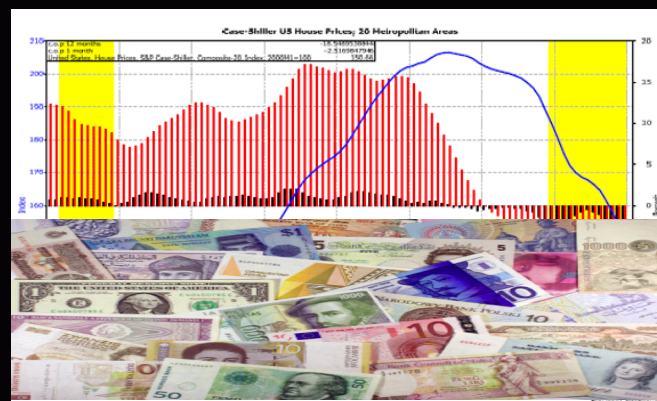
高压力



敏捷的
业务模型

动态的
业务流程

智慧的
SOA



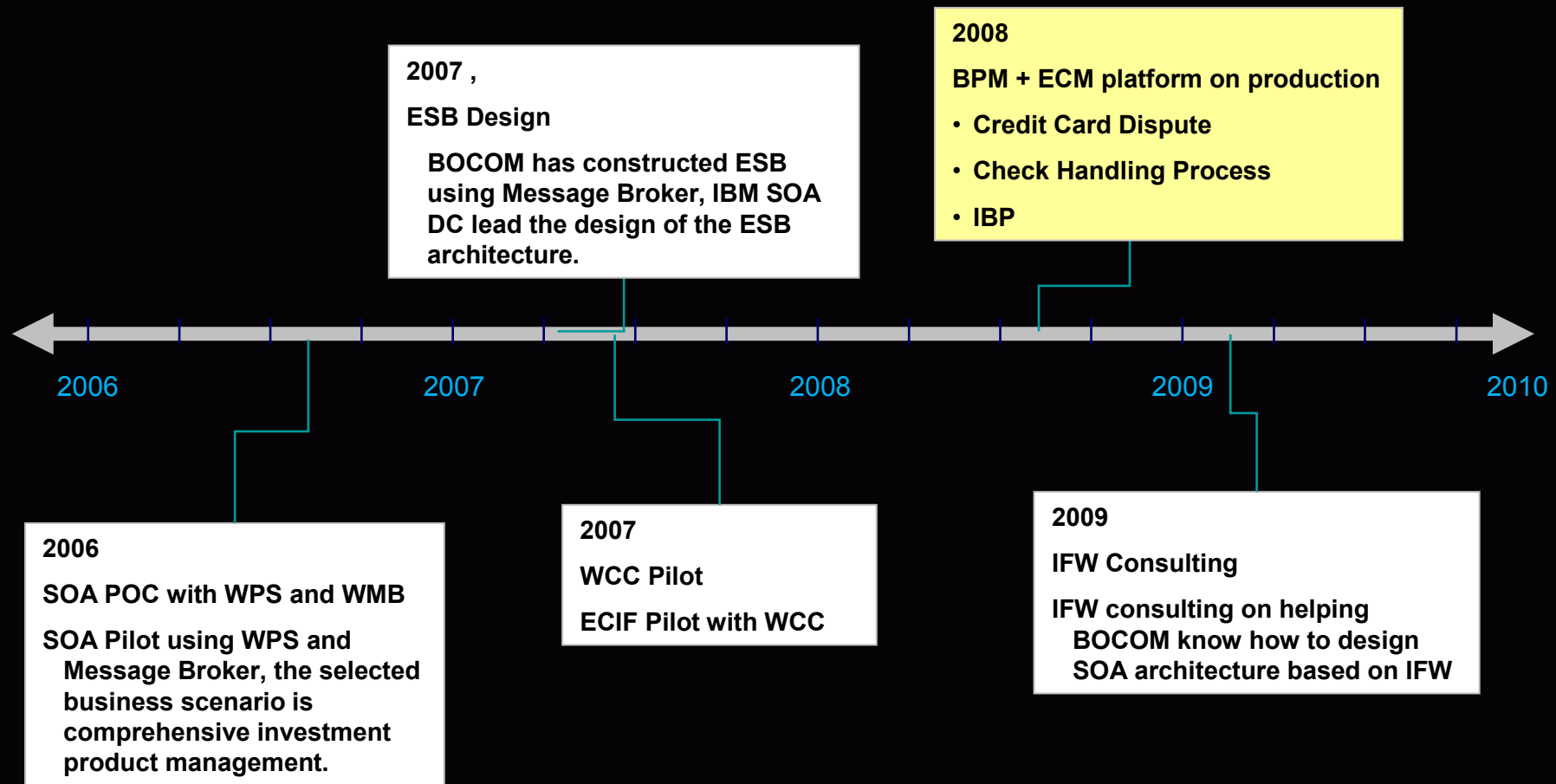


案例背景:

- 如何在高负载、高并发的情况下即满足SOA架构下面的服务组合的灵活性和流程的规范性，又可以承载大压力的工作环境是银行业的一个挑战。
- 用WebSphere BPM在交通银行的实践为例，演示了一个同时运行一百万个流程实例和1000个并发用户的情况下，交行如何应用WebSphere BPM的最佳实践优化业务流程，使得 workflow 环节的用户响应时间在一秒钟左右。同时保持了灵活的SOA的架构，用企业总线贯通封在各个装业务里面的服务（包括ECM影像，业务系统，和流程平台中的服务）。
- 这样的架构，即保证了高效的性能，又具有良好的企业敏捷性指标。



通往“智慧的SOA”之路



9



BPM整体战略:



— 业务驱动：进行流程再造，搭建流程银行



— 成本优化：逐步将部分业务处理后迁，集中化处理（在2个处理中心完成业务的处理），以达到在全国范围内同一个服务标准，同时降低人力资源成本。



— 业务监控：完善流程绩效指标的监控，实时，可控，可优化



举例： 支票处理中心



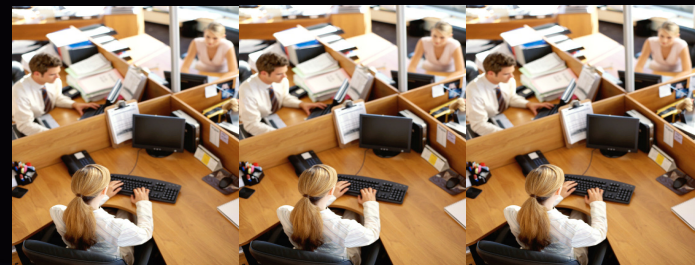
- Before: Human manual process check at local city

- Manual process. Each city has many process sub-centers, each sub-center has over 1000 people to manually work on the checks.
- All checks must be handled within two-hours (to avoid bank risk)
- High work stress. Process time to handle one check needs to be less than 15 seconds.



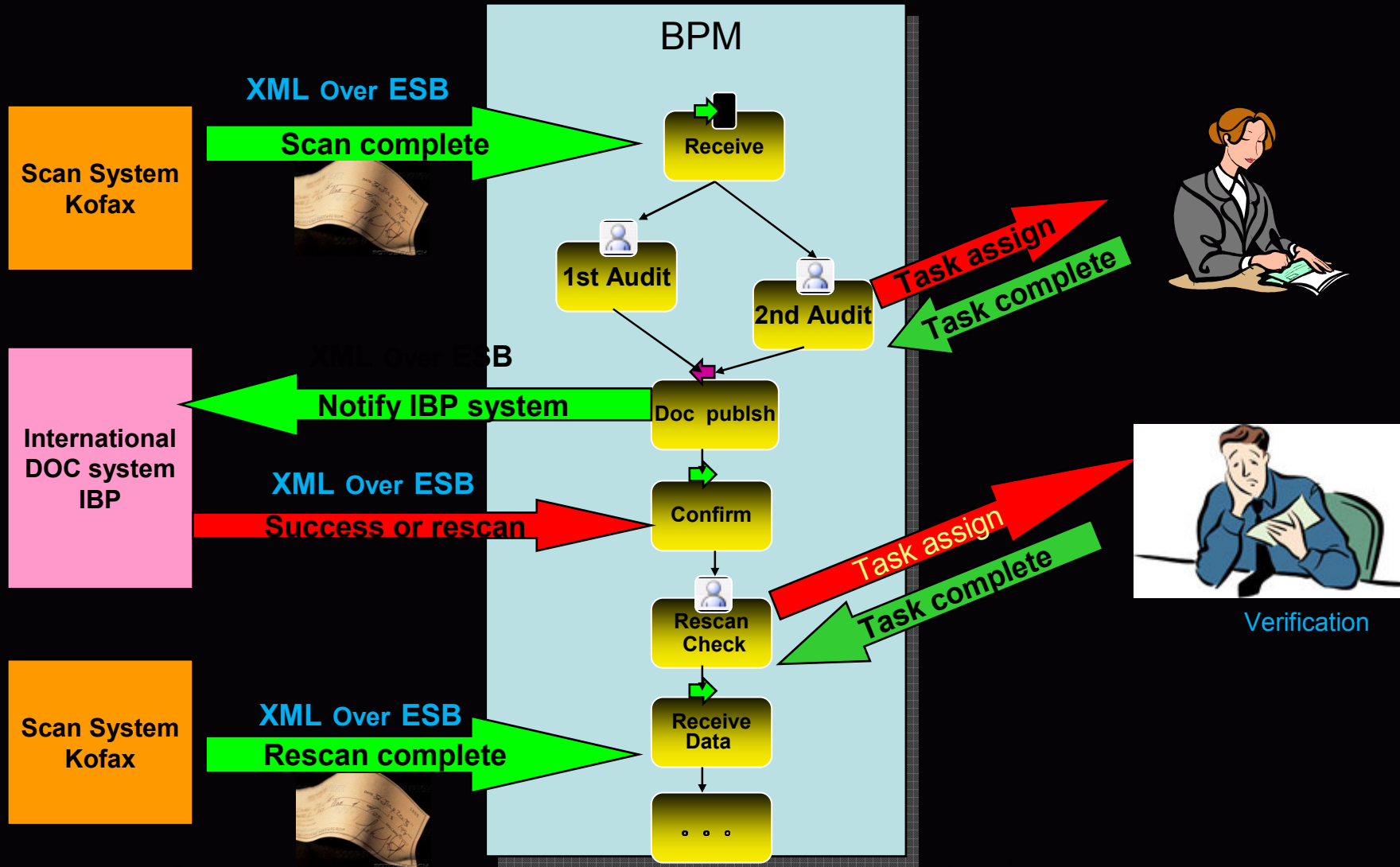
- Now: All checks are processed at two centralized HQ centers

- Using ECM + workflow to automate the check process





支票处理流程





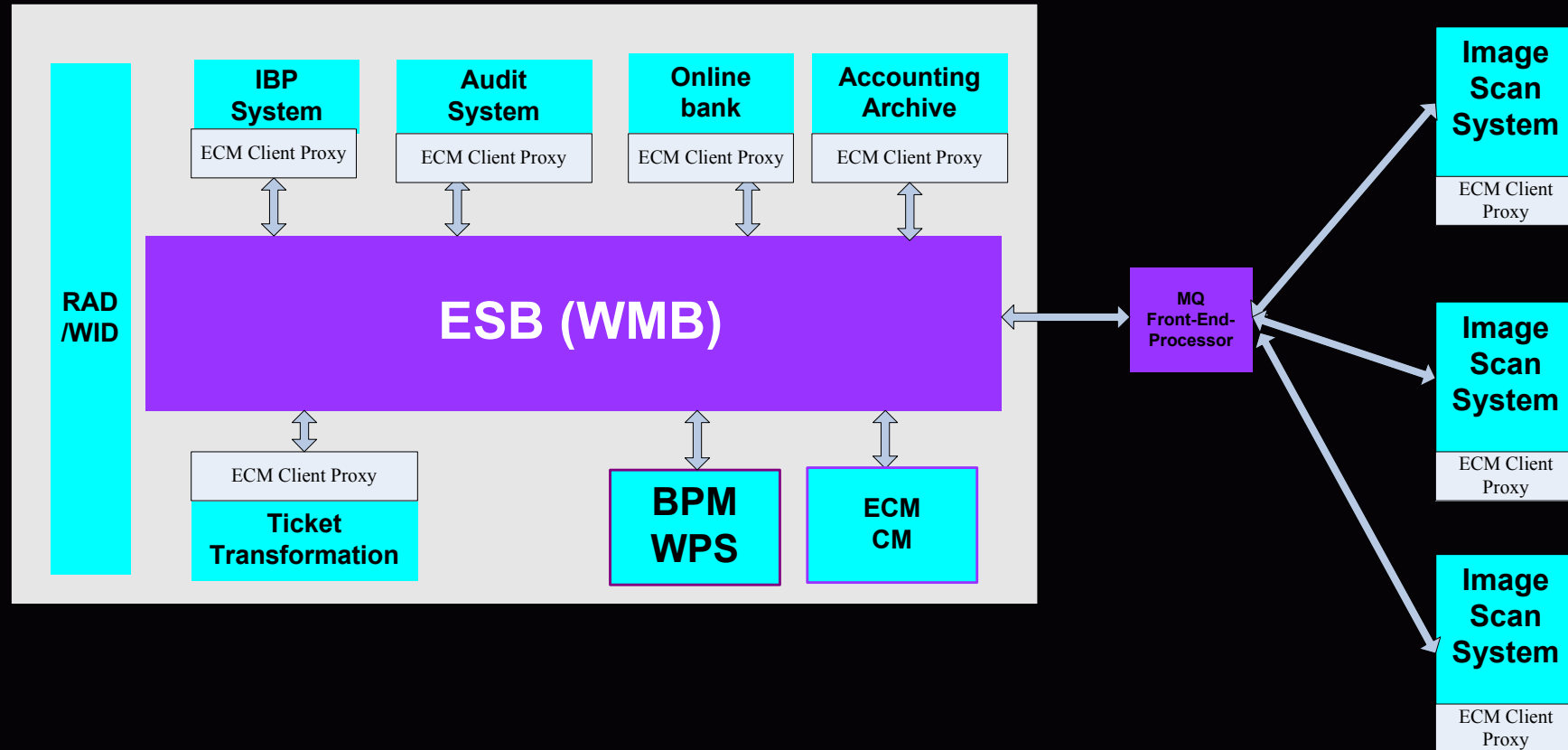
Smart SOA 的架构

- 用企业总线打通各个业务系统
- 用“粗粒度”的业务服务包装各个系统
- 用业务流程穿透各个系统，形成端到端流程
- 把内容管理包装成服务





SOA 架构 at BOCOM



IBM product used at BOCOM:

ESB(WMB) + Workflow Engine (WPS) + ECM (CM) + Modeler + Monitor



已经上线的BPM项目

“内容管理+BPM”平台:

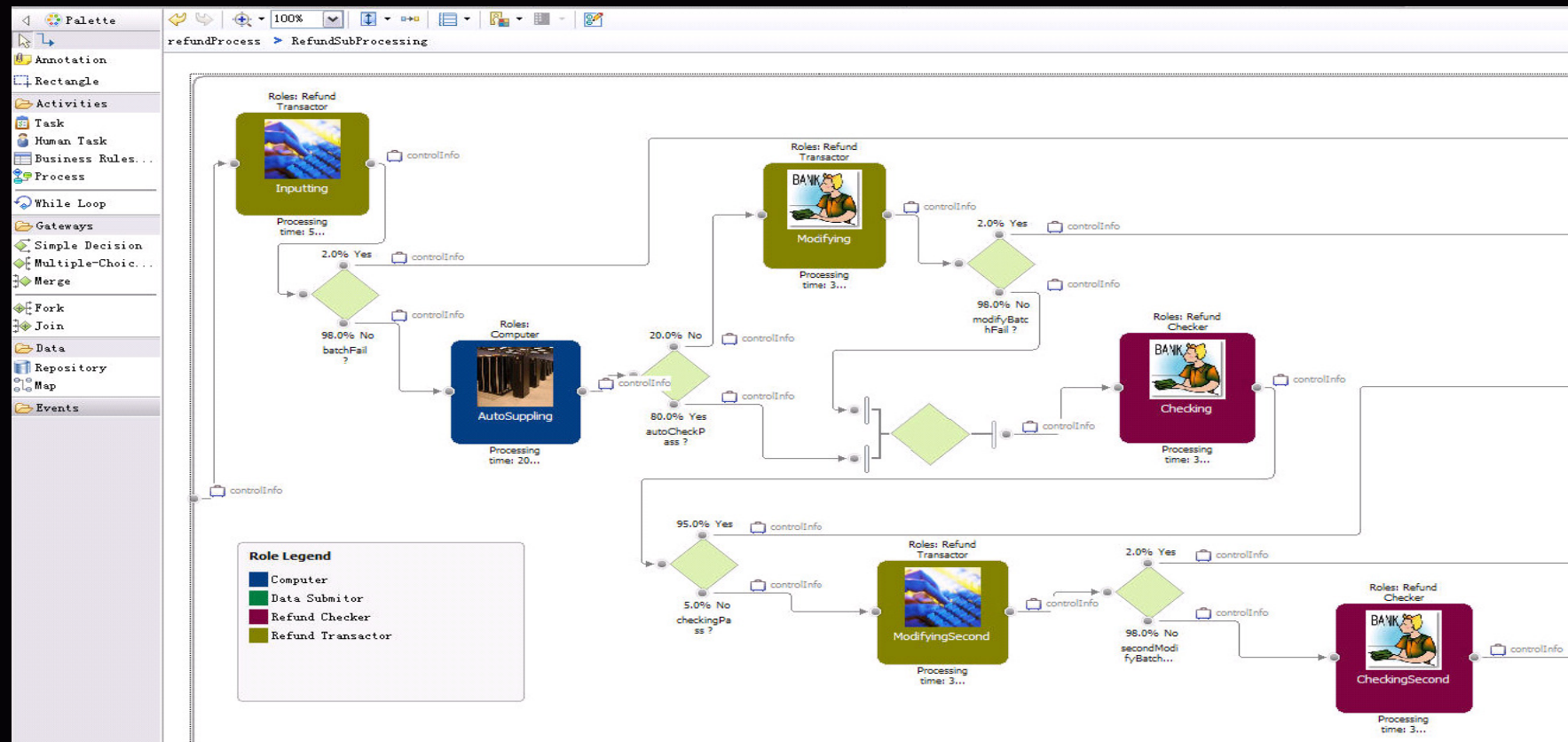
- 卡争议系统
- 国际单证系统 (IBP)
- 退货系统





用Modeler 开发退货流程

WebSphere Modeler



场景: 卡争议系统前端页面

交通銀行
BANK OF COMMUNICATION

您好: 测试所属部门: 业务处理中心 登录时间: 2009-03-16 09:28:44 退出

自动派发工作

当前位置: 卡争议->卡争议申请复核 挂起 提交下一流程 返回

任务开始时间: 2009-03-16 09:31:12

详细信息

原始交易日期: 2009-03-02	交易币种: 人民币	发卡
交易类型: 取现	卡类型: 银联卡	收单
卡号: 622252323434041225602	终端号: 111	
原始交易金额: 100.00	系统跟踪号/流水号:	
转入帐号:	发卡方清算金额:	发卡方
扣帐汇率:	授权号:	系统内

当前争议信息 (b677ab3c0316093107394197)

争议类型: 投诉 争议发起方: 03010000 (我行发起) 争议最后解决日期:

差错金额: 1.00 争议币种: 人民币 清算标志:

挂帐帐号: 争议是否处理完毕: 未处理完毕 附件:

受理机构代码: 原因码: 优先级: 普通

争议描述: 我行商户要求手工预授权完成||

上传附件

附件: 浏览... 删除

处理

处理意见: 审核通过 详细意见: (限256字符以内)

明细原因: E041-审核通过

票据凭证印鉴防伪系统
测试专用章



场景: 卡争议系统, 处理环节绩效指标

查询条件

统计开始时间: 2008-01-01 12:18:40

统计结束时间: 2008-10-31 12:18:40

卡争议处理环节统计表

统计开始时间: 2008-01-01 12:18:40

统计结束时间: 2008-10-31 12:18:40

卡别	已完成争议量	平均争议环节数	争议类型	比率	平均处理环节数	任务名称	比率
银联卡	235	2.94	例外协商	1.30%	3.31	网点争议复核	0.12%
			查复	6.36%		银联争议导入	20.79%
			托收协商	13.31%		通知客户	1.79%
			查询	48.48%		卡争议申请复核	13.60%
			调单或查询回复	3.03%		卡争议申请修改	1.92%
			退单	0.86%		ATM争议处理	1.15%
			托收回复	0.43%		卡争议申请	16.30%
			货记调整	4.48%		POS争议复核	0.77%
			再请款	1.73%		ATM争议复核	0.38%
			争议完成	1.01%		POS争议处理	1.15%
			调单	18.95%		网点争议处理	0.12%
						外卡争议处理	0.38%
						银联卡争议处理	38.12%
						银联卡争议复核	3.33%
外卡	5	1.60	合计	100.00%	2.80	卡争议申请复核	35.71%
			VISA ATM second presentment (CPS)	25.00%		外卡争议处理	28.57%
			MASTER ATM adjustment (NICS)	75.00%		卡争议申请	35.71%
			合计	100.00%		合计	100.00%

制表人: 业务处理中心 3158001 (3158001)



场景: 卡争议系统, 机构效率绩效指标

查询条件

业务名称: 统计开始日期: 统计开始日期:

时间单位: 机构:

机构效率统计表

统计开始日期: 2008-12-01 11:15:51 统计结束日期: 2008-12-29 11:15:51

机构	工作任务	完成件数	平均处理时间 (分钟)	参照全行平均效率
业务处理中心	到期处理	10	0.00	
	卡争议申请	7980	0.75	↑ 108.89%
	卡争议申请复核	1094	37.11	↓ 74.23%
	卡争议申请修改	28	0.00	
	通知客户	6	0.00	
	外卡争议处理	8	0.86	100.00%
	外卡争议复核	3	0.16	100.00%
	银联卡争议处理	1123	1.21	100.00%
	银联卡争议复核	383	0.91	100.00%
	银联争议导入	487	0.00	

制表人: 业务处理中心 3158001 (3158001)

查询条件

业务名称: 统计开始日期: 统计开始日期:

银行卡差错争议机构任务退回情况统计表

统计开始日期: 2008-12-01 10:46:11 统计结束日期: 2008-12-29 10:46:11

机构	用户	被退回工作任务	退回件数	处理件数	退回率
业务处理中心	3158002 (3158002)	卡争议申请	1	6	16.667%
	3158001 (3158001)	银联卡争议处理	6	60	10.000%
	陈悦 (3152238)	银联卡争议处理	3	145	2.069%
	高晓岚 (3152172)	银联卡争议处理	4	151	2.649%
	谷晓峰 (3152134)	银联卡争议处理	2	109	1.835%
	沈怡君 (3152127)	银联卡争议处理	2	237	0.844%
	王斯佳 (3152128)	银联卡争议处理	1	107	0.935%
	周海峰 (3152236)	银联卡争议处理	3	226	1.327%

制表人: 3158001

BPM带来的企业效益

卡争议系统

- 上线以后，大大提高了信用卡争议的处理效率。卡争议处理周期大大缩短。





监控绩效指标: WebSphere Business monitor

交通銀行
WELCOME TO THE BANK OF COMMUNICATIONS

Getting Started | **Dashboards** | Utilities

Manage | 业务流程绩效汇总 | 业务受理统计分析 | 业务环节性能指标 | 流程实例状态监控 | 业务绩效趋势分析

KPIs

本月信用卡申请总数

本月正常通过的申请数量

KPIs

KPI Name	Status	Value	Target	Value in Range
本月信用卡申请总数		50,489	50,000	
本月正常通过的申请数量		39,811	50,000	

KPIs

KPI Name	Status	Value	Target	Value in Range
本月完成初审的申请数量		50,489		
本月完成复审的申请数量		41,733		
本月等待初审的申请数量		0		
本月等待复审的申请数量		0		
本月等待证情的申请数量		0		
本月获得证情的申请数量		43,674		

交通銀行
WELCOME TO THE BANK OF COMMUNICATIONS

Getting Started | **Dashboards** | Utilities

Manage | 业务流程绩效汇总 | 业务受理统计分析 | 业务环节性能指标 | 流程实例状态监控 | 业务绩效趋势分析

初单平均处理时间 | 本月复审平均处理时间 | 本月复证平均处理时间

KPI Name	Status	Value	Target	Value in Range
本月初单平均处理时间		3 m, 24.896 s		
本月复审平均处理时间		1 m, 0.226 s		
本月复审平均工作时间		3.591 s		
本月复审平均等待时间		56.827 s		

Reports

CreationTime ↓	流程平均处理时间 ↓	初单平均处理时间 ↓	复审平均处理时间 ↓	复审平均等待时间 ↓
2 ↓	7.5 分钟	3.4 分钟	1.0 分钟	0.9 分钟
17 ↓	7.4 分钟	3.4 分钟	1.0 分钟	0.9 分钟
18 ↓	46.4 分钟	8.2 分钟	24.9 分钟	24.8 分钟
19 ↓				
20 ↓				
21 ↓				
22 ↓				
23 ↓				
24 ↓				

监控流程状态: Websphere Business Monitor

交通銀行 BANK OF COMMERCIALS

Welcome wpsadmin Layout assistance Dashboard Layout Help Logout

Getting Started Dashboards Utilities

Manage 业务流程绩效汇总 * 业务受理统计分析 * 业务环节性能指标 * 流程实例状态监控 * 业务绩效趋势分析 *

KPIs

KPI Name	Status	Value	Target	Value in Range
本月初审通过百分比		82.63	70.00	
本月复审通过百分比		78.85	70.00	

Diagrams

CaseThreeApplyCredit_KC

```

    graph LR
      Start[申请表] --> Step1[收到申请  
申请数: 50488]
      Step1 --> Step2[初审]
      Step2 --> Dec1{初审通过?}
      Dec1 -- 82.6% 是 --> Step3[复审  
完成: 41733]
      Dec1 -- 17.3% 否 --> Step3
      Step3 --> Dec2{复审通过?}
      Dec2 -- 78.8% 是 --> End[ ]
      Dec2 -- 21.1% 否 --> Step3
  
```

交通銀行 BANK OF COMMERCIALS

Welcome wpsadmin Layout assistance Dashboard Layout Help Logout

Getting Started Dashboards Utilities

Manage 业务流程绩效汇总 * 业务受理统计分析 * 业务环节性能指标 * 流程实例状态监控 * 业务绩效趋势分析 *

Diagram	申请编号	流程启动时间	复审	处理结束	流程处理时间	初审环节
	7513266fcd04829b884508c97c7eae1	2008-02-16T20:15:04			2 m, 44.301 s	✗
	152c152f5c154280b36c1ba0d4edd41c	2008-02-16T20:19:42	进入复审: 2008-02-16T20:25:02		6 m, 4.871 s	✗
	49f61473223c48eab299e2b257e8671e	2008-02-16T20:27:01			1 h, 2 m, 12.843 s	✗
	9fd5acc408d4b17b6819f86d1240ec1	2008-02-16T21:35:09	进入复审: 2008-02-17T14:18:29 -> 复审通过: 2008-02-17T14:18:29	处理结束: 2008-02-17T14:18:29	16 h, 43 m, 4.58 s	✗
	4d07e634a79f4d78a8eefcd00b291d	2008-02-16T21:35:12	进入复审: 2008-02-17T12:36:48 -> 复审通过: 2008-02-17T12:36:49	处理结束: 2008-02-17T12:36:49	13 h, 44 m, 31.153 s	✗

Page 1 of 54649 Go to page: Results 1 to 5 of 273243

Diagrams

CaseThreeApplyCreditProc(4)

```

    graph LR
      Start[申请表] --> Step1[收到申请]
      Step1 --> Step2[初审]
      Step2 --> Dec1{初审通过?}
      Dec1 -- 是 --> Step3[复审]
      Dec1 -- 否 --> Step3
      Step3 --> Dec2{复审通过?}
      Dec2 -- 是 --> End[ ]
      Dec2 -- 否 --> Step3
  
```



▶ Personal Banking

▶ Corporate Ba

▶ E-banking

▶ Fund Custod

▶ International

▶ Credit Card E

▶ Investor Rela

☰ Online Ban

 Personal Onlin

 Corporate Onl

Online Banking Operat

Promotional Activ

Discounts Gal

Shops in Hong Kon
you Enjoyable Life

Dazzling Disco

Offered for Nationa
Services in Celebr
Century-old BOCOM
in Hong Kong

BOCOM Launc

业务挑战：高压力下的工作流 典型场景：

- 一百万流程实例运行
- 一千个并发用户

工作流使用的产品：

- WPS 6.1.2
- WBI Monitor 6.1.0
- DB2 v8.2
- Content Manager 8.2



workflow 负载场景

Check Handling Process

- Need to centralized the check process for branches in 10 cities, and each city need to process 200,000 checks per day
→ 2 million per day
- Those checks needs to be finished within two hours.
- 50,000 users on line, equivalent of 1500 concurrent users accessing WPS (click the button at the same time).
- Current manual process time for each check is 15 seconds

2 million process instances per day, and 1500 concurrent users





性能调优及测试

目标:

1. Can WPS handle this high load?
2. What is the extensibility of WPS (cluster)?
3. Where is the performance bottleneck?

• 负载:

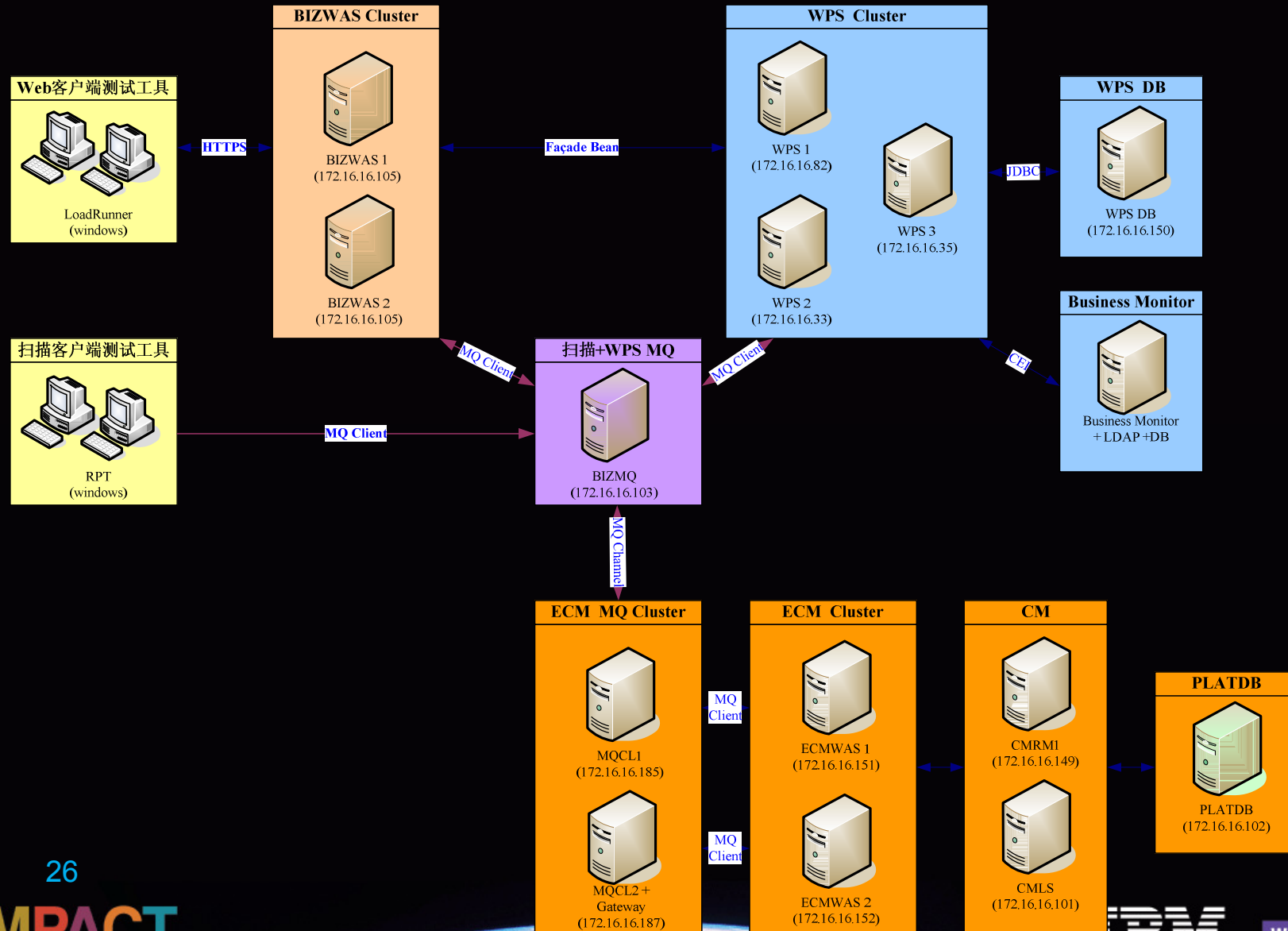
- Request on the load: high pre-load instances, high concurrency
- 1 million workflow instances with 1200 concurrent users

• 性能调试方法:

- Pre-load 1 million workflow instances in to WPS
- Loadrunner is used to simulate 400, 800, and 1200 concurrent users to send query/claim/complete requests.
- Using cluster member on 1, 2, 3, and 4 machines to see WPS extensibility.



系统配置





硬件配置

Server	OS Configure	Software	Storage
iicp570a4w1	6 CPU 2.2GHz/8G/1*1000M/1*FC AIX 5.3-08	WAS 6.1	
iicp570a4w3	4 CUP 2.2GHz/8G/1*1000M/1*FC AIX 5.3-08	WPS 6.1.2	
iicp570a4w4	4 CPU 2.2GHz/8G/1*1000M/1*FC AIX 5.3-08	WPS 6.1.2	
iicp570b2w	3 CPU 2.2GHz/8G/1*1000M/1*FC AIX 5.3-08	WPS 6.1.2	
iicp570b4w	3 CPU 2.2GHz/8G/1*1000M/1*FC AIX 5.3-08	WPS 6.1.2	
iicp570b14w	10 * 2.2GHz/56G/1*1000M/2*FC AIX 5.3-08	DB2 V8.2.6	DS4800 (300G * 16/16G Mem) FASTT700 (3disk 104G) and (5 disk 173G)/2GB

Note: Both DB2 and WPS are 64 bit



大压力下运行 workflow 遇到的挑战和解决方案

- 问题：
 - Task List query is slow.
 - Activity navigation is slow due to there is too many messages in the BPCintQueue queue.
 - Claim and complete is slow due to busy DB IO.
- Solution:
 - Using “custom view” or “custom table” solution to improve human task query
 - Using work manager based navigation to improve navigation speed
 - Apply best practice for workflow design for human task



解决方案1: Custom View 方案

- “Custom View” solution is to use WPS custom view feature, but put workflow data (TKIID, PIID, etc) in BPEDB as part of the custom view.
- Two approaches with custom view
 1. Custom view only have workflow data (TASK ID, process ID, Task state, process state, etc.)
 2. Custom view including workflow data and the business data
- Custom View solution become Query Table solution in 6.2 release



解决方案1: Custom View 方案

- Apply “Custom View” technology
- Apply “Work Manager Based Navigation”
- Tune your DB

Initial testing Results:

Case	Task List query time	Claim time	Complete time
Without Custom View	82 Seconds	113 ms	169 ms
Custom View with BD	606 ms	129 ms	153 ms
Custom View without BD	607 ms	152 ms	160 ms

*Note: WPS on AIX 550 machine, DB2 on AIX 550, 600,000 workflow instances, 1 users 100 iteration
BD means customer business data*



Custom View 方案性能结果

Test Result: 响应时间和吞吐量

Test Scenario	Throughput			Average Response time		
	Concurrent Users	Total Transactions	Total time (s)	TPS(Transaction per second)	Query (S)	Claim (S)
400	666,372	1021	652.027	0.48	0.447	0.374
800	1,408,088	1875	751.006	0.812	1.268	1.004
1000	1,669,924	2299	726.489	1.133	1.808	1.31



Custom View 性能结果

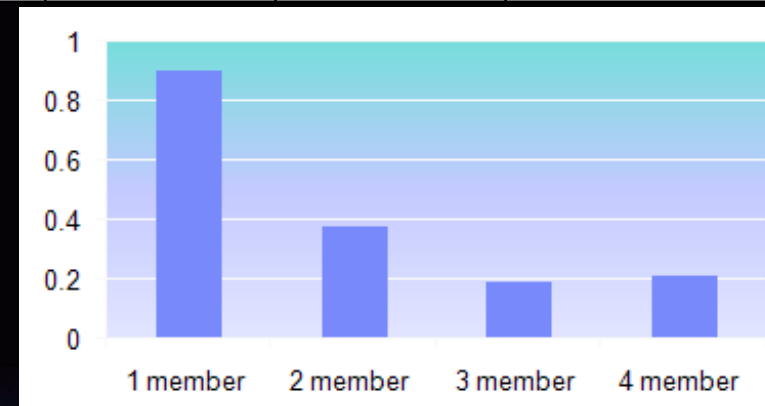
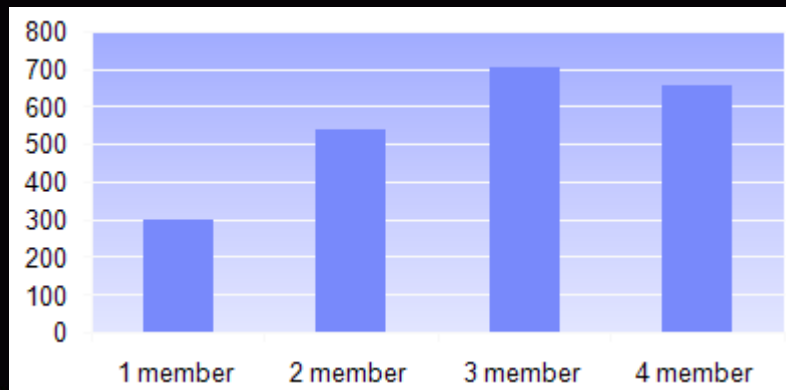
CPU, IO, and Network usage

Test Scenario	WPS1	WPS2	WPS3	WPS4	WAS	DB2
Concurrent Users	CPU	CPU	CPU	CPU	CPU	CPU
400	50.7%	49.5%	48.6%	56.3%	61.6%	62.3%
800	68.4%	68.5%	78.7%	78.7%	80.3%	71.8%
1000	66.7%	67.5%	77.4%	76.7%	79.9%	65.9%
	IO/(kb/s)	IO/(kb/s)	IO/(kb/s)	IO/(kb/s)	IO/(kb/s)	IO/(kb/s)
400	135.6	121.3	121.4	125	220.8	21692.3
800	141.2	140	123.2	125.5	240.6	26998.6
1000	140.4	141.2	120.5	125	236.1	25773.8
	NetWork (read/write)	NetWork (read/write)	NetWork (read/write)	NetWork (read/write)	NetWork (read/write)	NetWork (read/write)
400	4011/3900	4023/3898	3403/3366	3506/3430	4709/6198	10667/11444
800	4353/4360	4239/4343	3682/3782	3657/3764	5404/7138	11786/11857
1000	4101/4207	4067/4176	3486/3594	3531/3649	5269/6940	11330/11362



可扩展性 结果

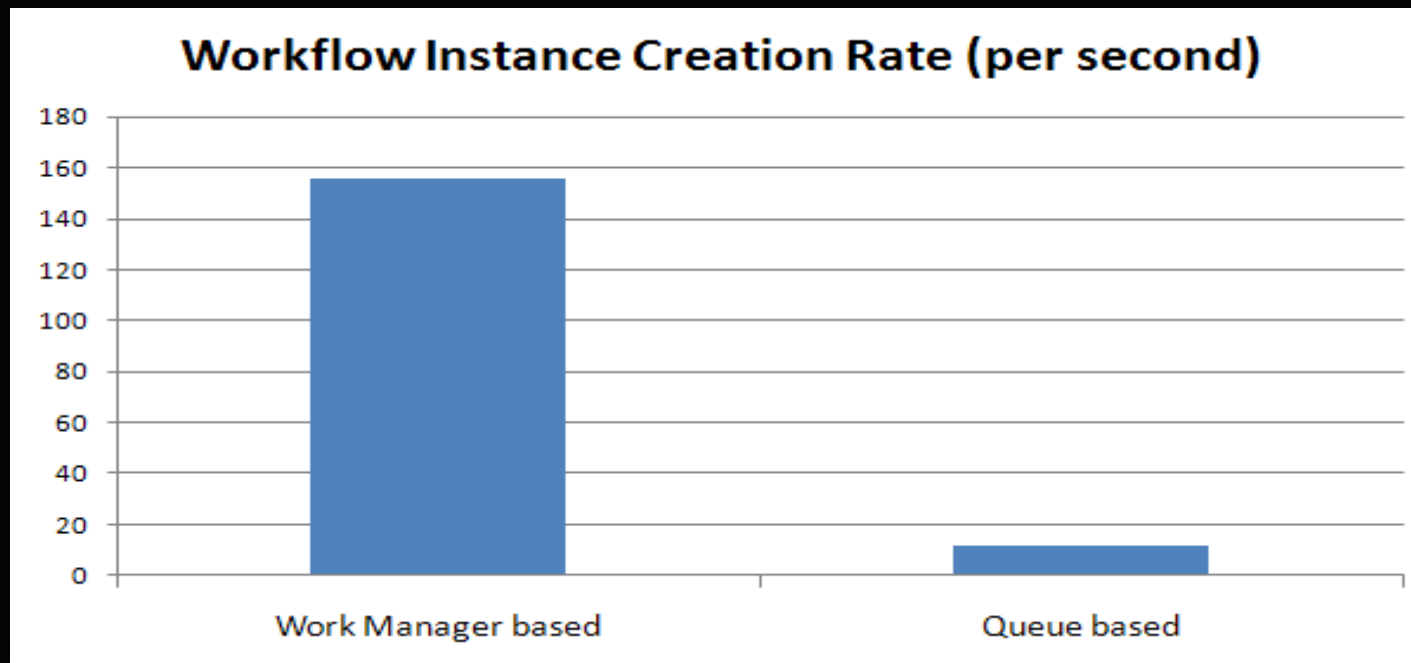
Test Scenario	Throughput			Average Response time		
	WPS Cluster	Transactions	Total Time (S)	TPS	Query (s)	Claim (s)
1 member	331,008	1118	296.075	0.904	1.254	0.96
2 member	466,156	869	536.156	0.382	0.455	0.472
3 member	654,500	926	706.365	0.195	0.257	0.277
4 member	756,947	1214	654.393	0.214	0.229	0.223





Work Manager Based Navigation

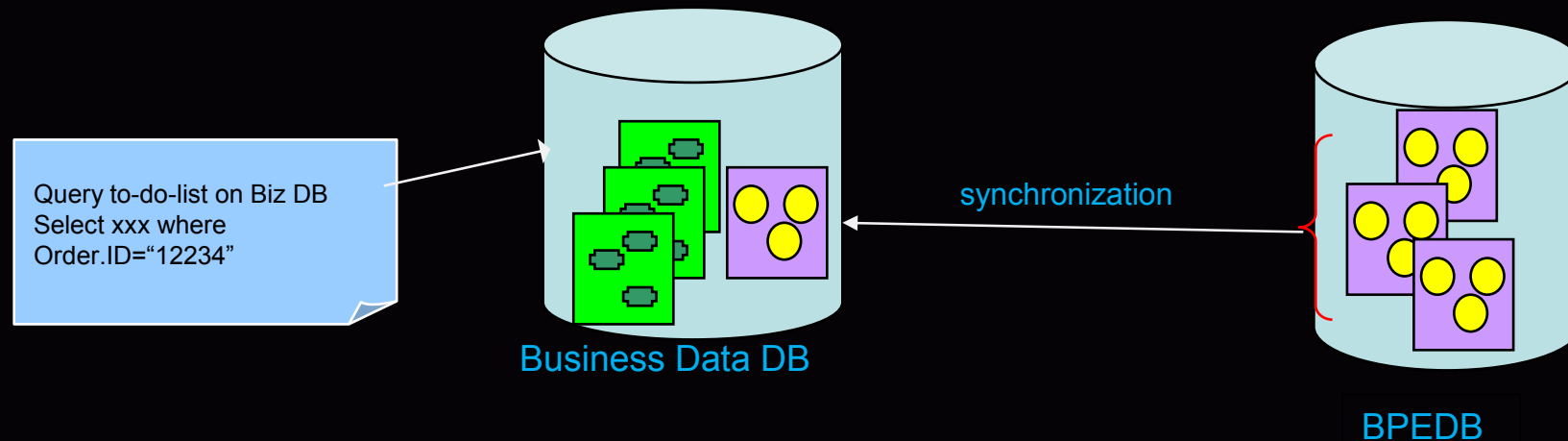
- Introduced in WPS 6.1.0.1
- Replaced queue based navigation (BPCinternal queue) by work manager thread
- Big step to solve the BPC performance issue in the case where high load on activity navigations.
- We found over 10 times improve of the performance when create workflow instances.





解决方案 2: Custom Table 方案

- “Custom Table” solution is to build a separated table (independent of BPEDB), and sync workflow data (TKIID, PIID, etc) with.
- ‘To-Do Task’ list is queried from a single table (Custom Table), instead of BPEDB.
- Same idea as “materialized view”





解决方案 2: Custom Table 方案

■ Advantage:

1. Best query performance, no join.
2. Most To-do List query need query both workflow data with business data. Custom Table solution naturally integrate workflow data and business data.
3. Independent of Database type
4. Custom table does not need to be the same DB as BPEDB. More flexible for business data.
5. Can be treated as a subset archive data for BPEDB.

■ Disadvantage:

1. Extra work to ensure custom table and BPEDB in sync.



解决方案 2: Custom Table 方案

- Apply “Custom table” technology
- Apply “Work Manager Based Navigation”
- Tune your DB

Testing Results (with EOW):

Case	Task List query time	Claim time (load image)	Complete time
Without Custom Table (40 users)	Too long	Too long	Too long
Custom Table (1000 users)	370 ms	5.5 s	300 ms

Note: WPS on 4 AIX 520 machine, DB2 on AIX 570, 800,000 workflow instances, 1000 users 100 iteration



WebSphere Business Monitor 性能

								Compare with no CEI result		
Testing Scenarios				Average Response Time				Response Time		
Process	With	Users	Task	TPS	Claim	Finish	Refresh	TPS	Claim	Finish
Human Task Flow + ECM	no CEI	400	YS	92	3.26	0.26	0.11	Formula TPS = (CEI-noCEI)/noCEI Response Time = (noCEI-CEI)/noCEI		
			ZX	76	3.39	0.19	0.14			
		800	YS	83	6.95	0.29	0.20			
			ZX	70	6.55	0.22	0.22			
		1000	YS	72	9.55	0.29	0.87			
			ZX	71	5.46	0.30	0.37			
	with CEI	400	YS	58	4.23	0.96	0.26	-37.48%	- 29.79%	-278.04%
			ZX	76	3.32	0.64	0.23	1.16%	2.15%	-229.02%
		800	YS	79	7.54	0.92	0.34	-4.83%	- 8.57%	-215.46%
			ZX	81	7.64	0.73	0.27	15.63%	- 16.63%	-226.58%
		1000	YS	73	11.08	1.12	0.44	2.34%	-15.98%	-284.83%
			ZX	78	7.90	0.80	0.81	10.66%	- 44.78%	-165.23%
Short-run Flow	No CEI	800		587						
		1200		725						
	With CEI	800		220				-62.52%		
		1200		375				-48.28%		

Note: 1 CEI event per "claim", 3 CEI events per "finish"



业务流（自动流程）的性能结果

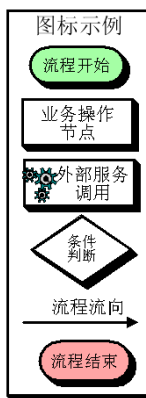
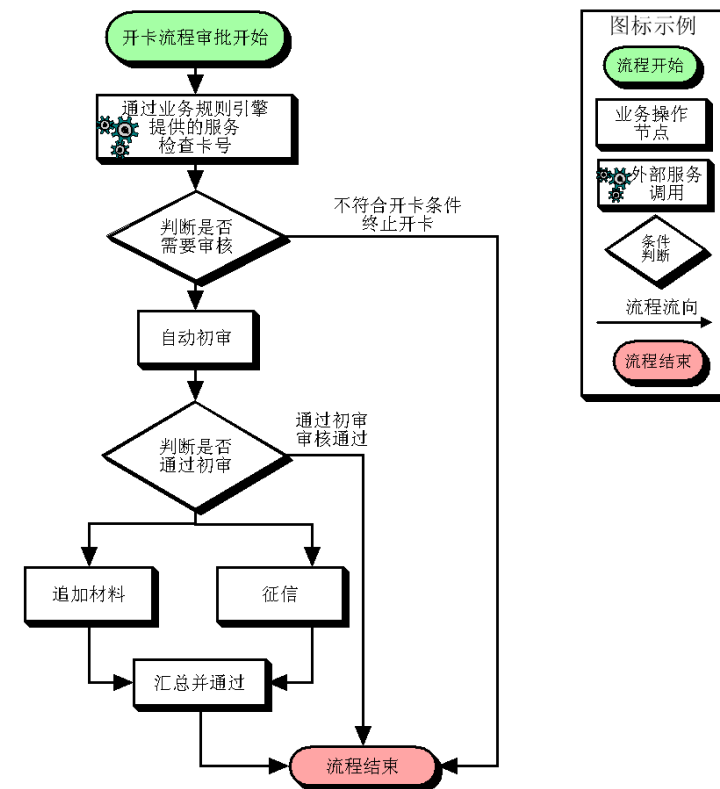
WPS Values Proved

- ✓ *Business rule is used in the process. Bossiness user can change the rule dynamically.*
- ✓ *ECM is used for process the check image*
- ✓ *Business Monitor is used to catch the business KPI*
- ✓ *WPS can handle heavy process concurrency (1,200) as SOA platform for short-run processes.*

Short-run Process Through Put

Scenario	Concurrent Users	TPS
without Monitor	800	587
	1200	725
with Monitor	800	220
	1200	375

开卡审批流程





WPS 6.2 的性能提升

WPS 6.2 在6.1.2的基础上对性能 又有很大提升:

- 创建工单速度提高一倍。
- 简化了工作列表，申领和完成工作相的速度也有提高
- 自动流程（短流程）的速度也有很大改进。



结论

- **Smart SOA**和端到端的企业流程管理可以提高企业敏捷度
- 对于人工工作流，本文演示了两种解决大压力下性能问题的解决方案
- 对于银行来讲，工作流引擎的性能和稳定非常的重要。应该放在和其功能的同等重要的位置
- **WPS** 可以在大压力的环境下稳定运行，并有很好的性能。（一百万的流程实例和一千个并发用户）
- **Websphere Monitor** 是**BPM**解决方案的重要组成部分，它可以在大压力的环境下快速并稳定地运行。