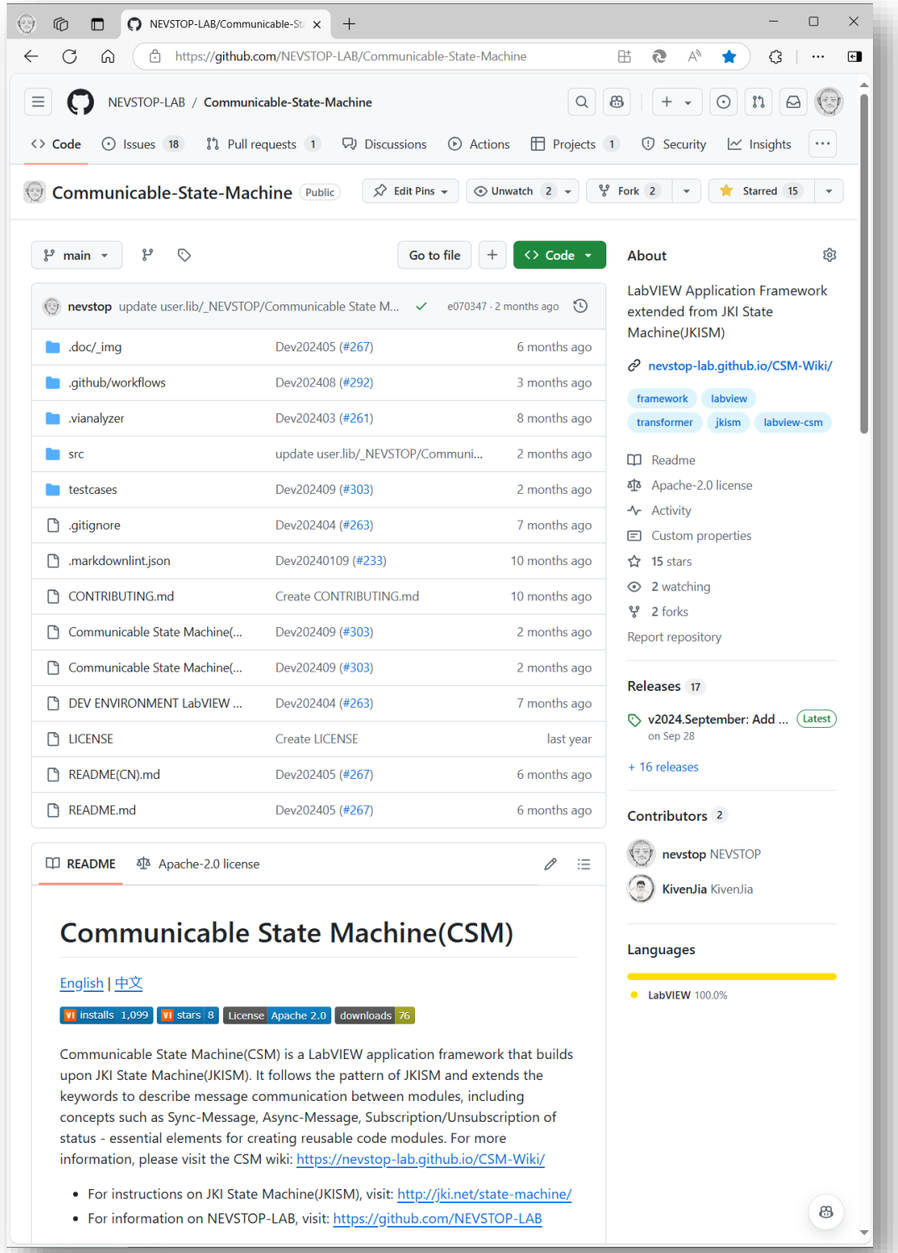
一种全新的开源 LabVIEW 编程架构: 可通讯状态机(CSM)架构

李遥

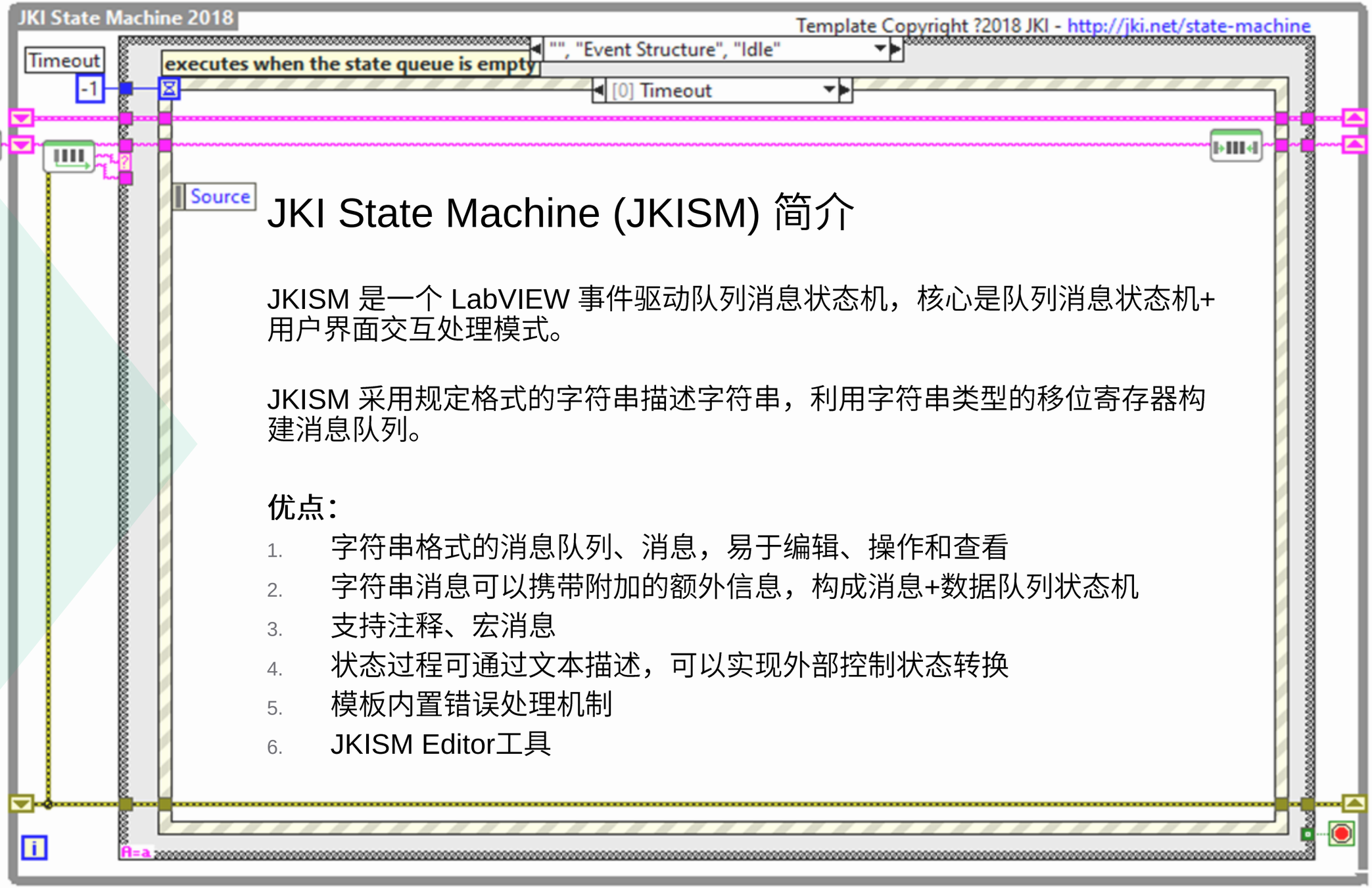
Principal AE - NI, Emerson T&M



可通讯状态机框架 (Communicable State Machine)

Communicable State Machine(CSM) 是一个基于 JKI State Machine (JKISM) 扩展的开源 LabVIEW 应用开发框架。它遵循 JKISM 的字符串状态描述模式, 扩展了关键词, 用于描述模块之间的消息通信, 包括同步消息、异步消息、状态订阅/取消订阅等概念.

1. 完善的 LabVIEW 程序框架 (vs DQMH/SMO/AF …)
2. 全开源项目 (GitHub | gitee | vipm.io), MIT License
3. 中文技术支持
4. 持续的更新迭代



JKI State Machine (JKISM) 简介

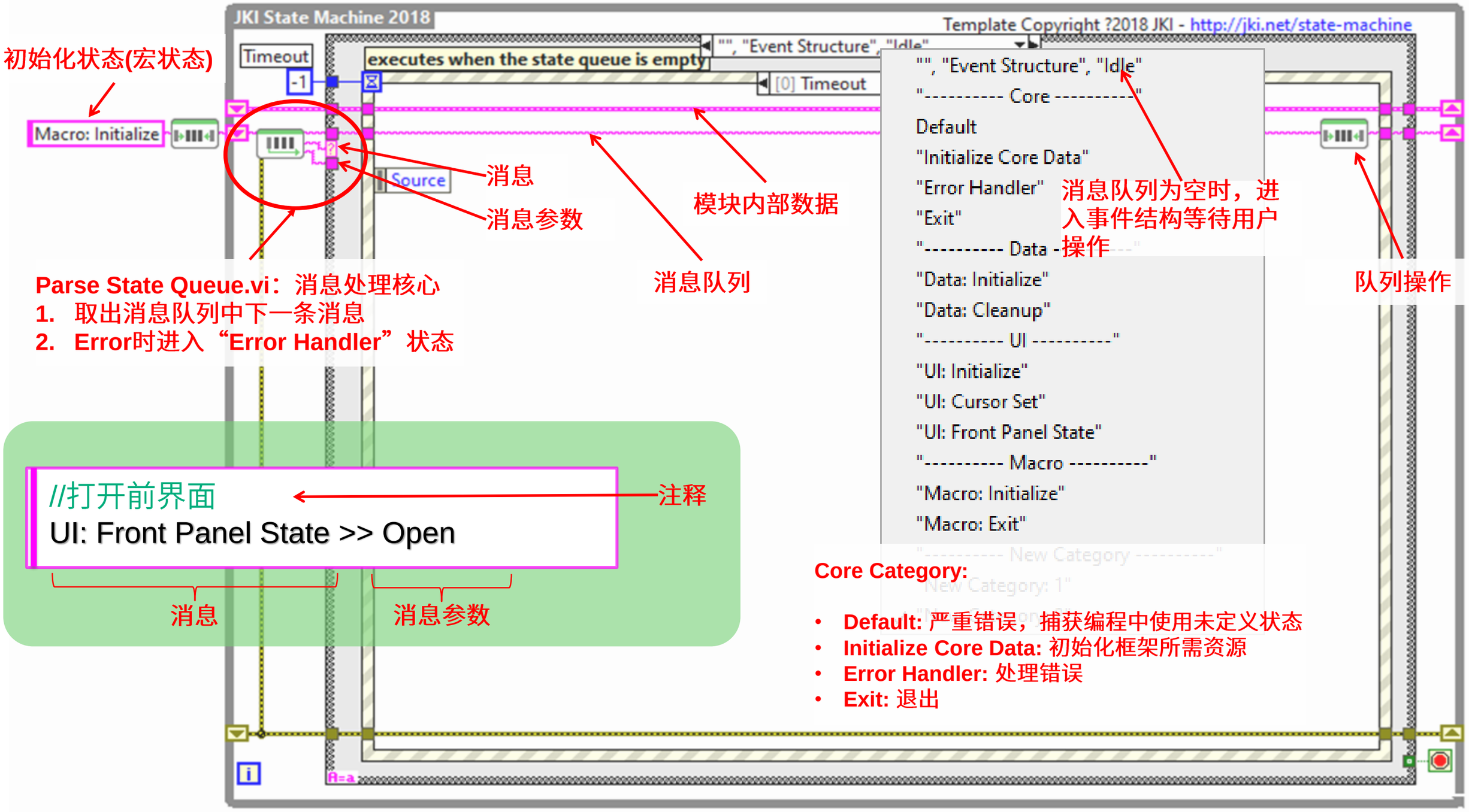
JKISM 是一个 LabVIEW 事件驱动队列消息状态机，核心是队列消息状态机+用户界面交互处理模式。

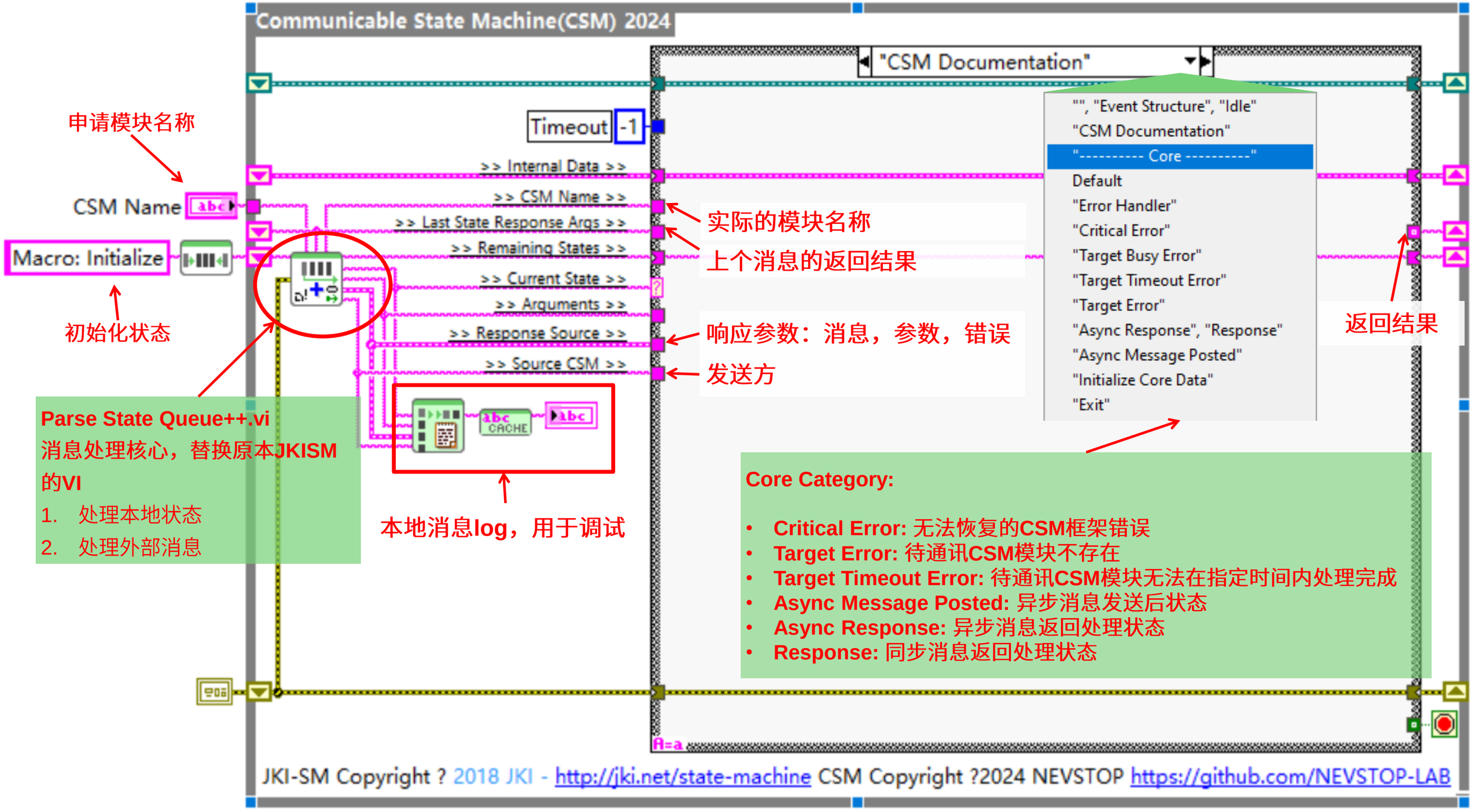
JKISM 采用规定格式的字符串描述字符串，利用字符串类型的移位寄存器构建消息队列。

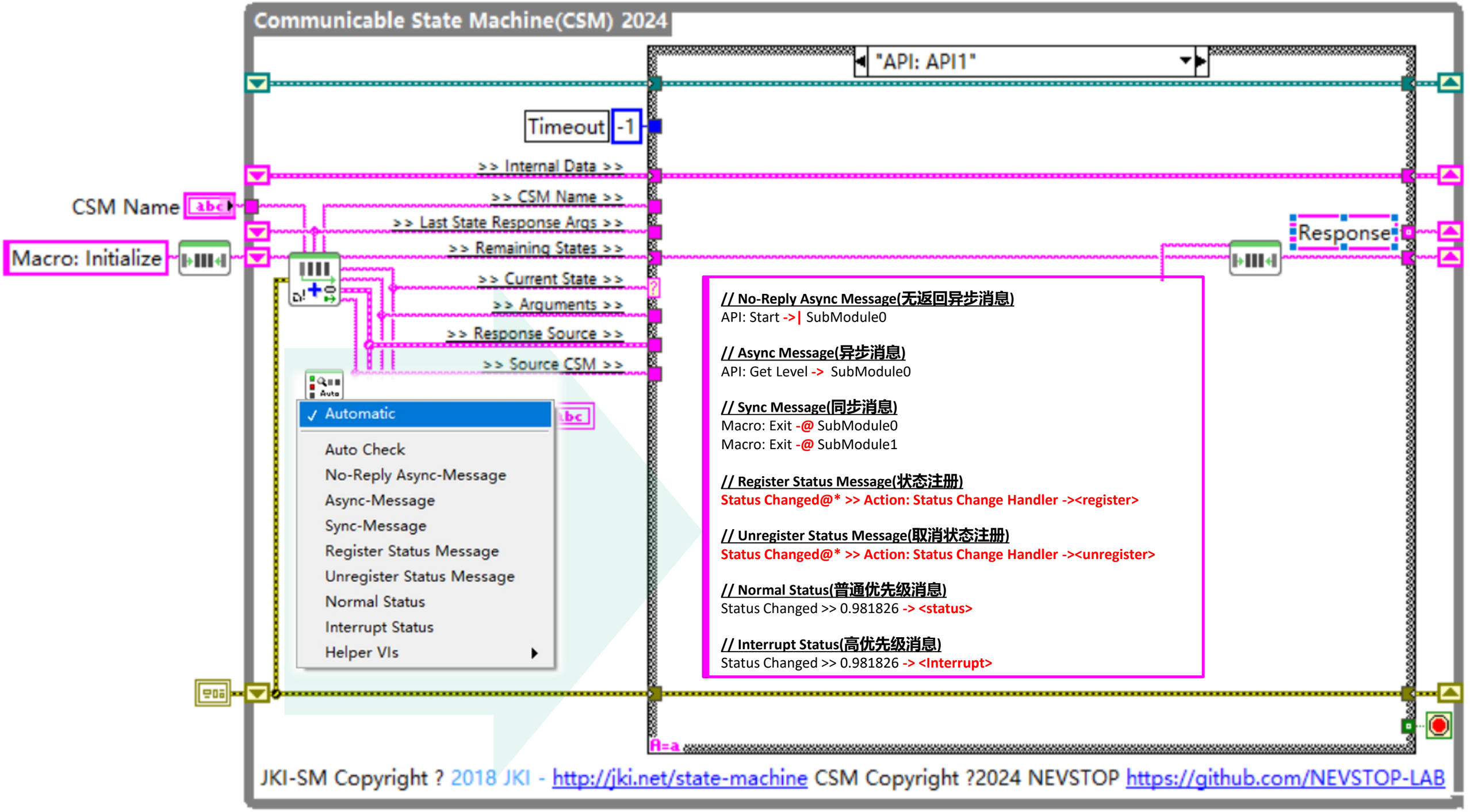
优点：

1. 字符串格式的消息队列、消息，易于编辑、操作和查看
2. 字符串消息可以携带附加的额外信息，构成消息+数据队列状态机
3. 支持注释、宏消息
4. 状态过程可通过文本描述，可以实现外部控制状态转换
5. 模板内置错误处理机制
6. JKISM Editor工具

JKISoftware/JKI-State-Machine: JKI State Machine (github.com)

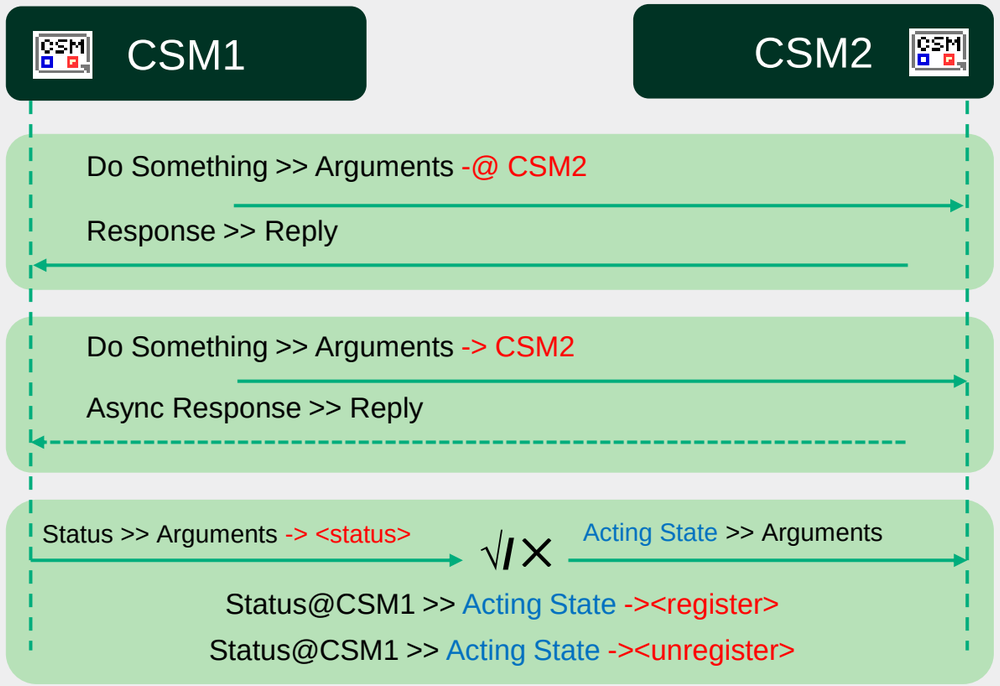

JKI State Machine 2018
Template Copyright ?2018 JKI - http://jki.net/state-machine
初始化状态(宏状态)
Timeout
-1
executes when the state queue is empty
"", "Event Structure", "Idle"
[0] Timeout
Macro: Initialize
Source
消息
消息参数
模块内部数据
消息队列为空时，进入事件结构等待用户操作
队列操作
Parse State Queue.vi：消息处理核心
1. 取出消息队列中下一条消息
2. Error时进入“Error Handler”状态
消息队列
"", "Event Structure", "Idle"
"---------- Core ----------"
Default
"Initialize Core Data"
"Error Handler"
"Exit"
"---------- Data ----------"
"Data: Initialize"
"Data: Cleanup"
"---------- UI ----------"
"UI: Initialize"
"UI: Cursor Set"
"UI: Front Panel State"
"---------- Macro ----------"
"Macro: Initialize"
"Macro: Exit"
"---------- New Category ----------"
"New Category: 1"
//打开前界面
UI: Front Panel State >> Open
注释
消息
消息参数
Core Category:
Default: 严重错误，捕获编程中使用未定义状态
Initialize Core Data: 初始化框架所需资源
Error Handler: 处理错误
Exit: 退出

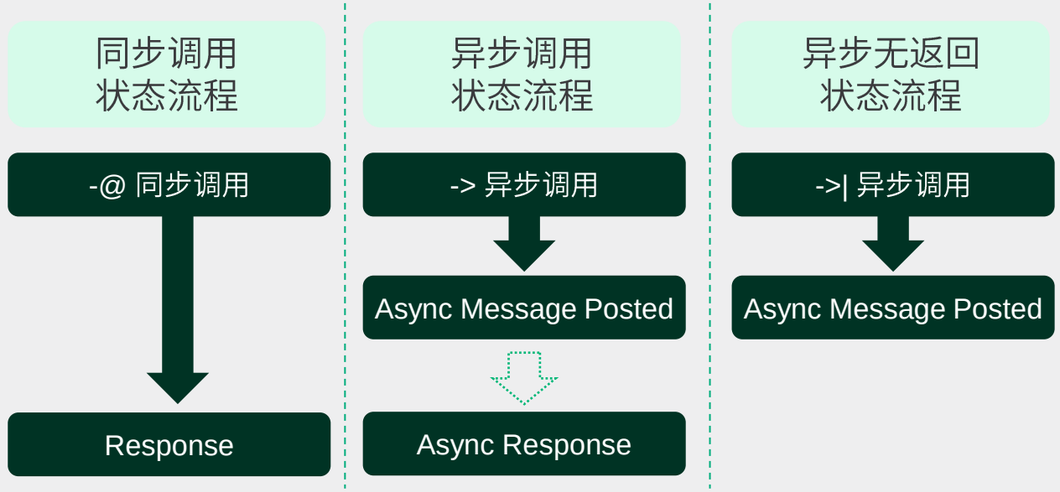

Communicable State Machine(CSM) 2024
"CSM Documentation"
申请模块名称
CSM Name
Macro: Initialize
初始化状态
Timeout -1
>> Internal Data >>
>> CSM Name >>
>> Last State Response Args >>
>> Remaining States >>
>> Current State >>
>> Arguments >>
>> Response Source >>
>> Source CSM >>
实际的模块名称
上个消息的返回结果
响应参数：消息，参数，错误
发送方
返回结果
"", "Event Structure", "Idle"
"CSM Documentation"
"---------- Core ----------"
Default
"Error Handler"
"Critical Error"
"Target Busy Error"
"Target Timeout Error"
"Target Error"
"Async Response", "Response"
"Async Message Posted"
"Initialize Core Data"
"Exit"
Parse State Queue++.vi
消息处理核心，替换原本JKISM的VI
1. 处理本地状态
2. 处理外部消息
本地消息log，用于调试
Core Category:
• Critical Error: 无法恢复的CSM框架错误
• Target Error: 待通讯CSM模块不存在
• Target Timeout Error: 待通讯CSM模块无法在指定时间内处理完成
• Async Message Posted: 异步消息发送后状态
• Async Response: 异步消息返回处理状态
• Response: 同步消息返回处理状态
JKI-SM Copyright ? 2018 JKI - http://jki.net/state-machine CSM Copyright ?2024 NEVSTOP https://github.com/NEVSTOP-LAB

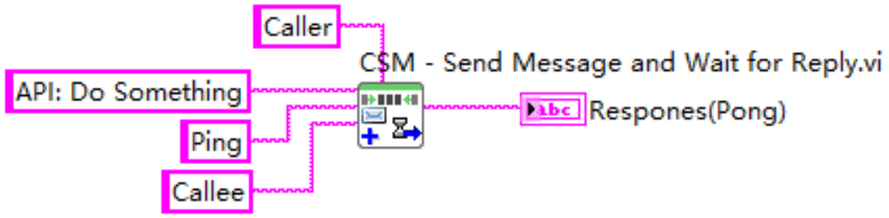

Communicable State Machine(CSM) 2024
"API: API1"
Timeout
-1
>> Internal Data >>
>> CSM Name >>
>> Last State Response Args >>
>> Remaining States >>
>> Current State >>
>> Arguments >>
>> Response Source >>
>> Source CSM >>
CSM Name
Macro: Initialize
Response
Automatic
Auto Check
No-Reply Async-Message
Async-Message
Sync-Message
Register Status Message
Unregister Status Message
Normal Status
Interrupt Status
Helper VIs
// No-Reply Async Message(无返回异步消息)
API: Start ->| SubModule0
// Async Message(异步消息)
API: Get Level -> SubModule0
// Sync Message(同步消息)
Macro: Exit -@ SubModule0
Macro: Exit -@ SubModule1
// Register Status Message(状态注册)
Status Changed@* >> Action: Status Change Handler -><register>
// Unregister Status Message(取消状态注册)
Status Changed@* >> Action: Status Change Handler -><unregister>
// Normal Status(普通优先级消息)
Status Changed >> 0.981826 -> <status>
// Interrupt Status(高优先级消息)
Status Changed >> 0.981826 -> <Interrupt>
JKI-SM Copyright ? 2018 JKI - http://jki.net/state-machine CSM Copyright ?2024 NEVSTOP https://github.com/NEVSTOP-LAB

Communication Between CSMs

CSM 模块间通过消息进行通讯, 内部依然满足状态机的逻辑

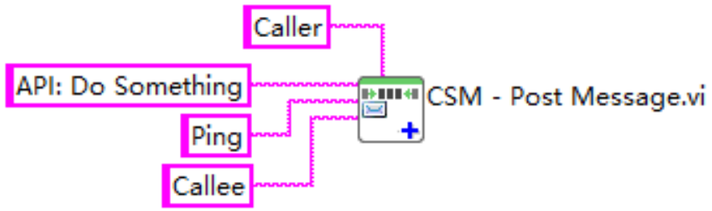






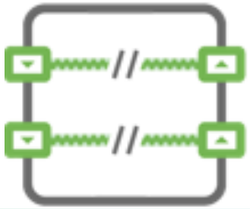
=

//Sync Call. Caller wait until getting “Pong”.
API: Do Something >> Ping -@ Callee



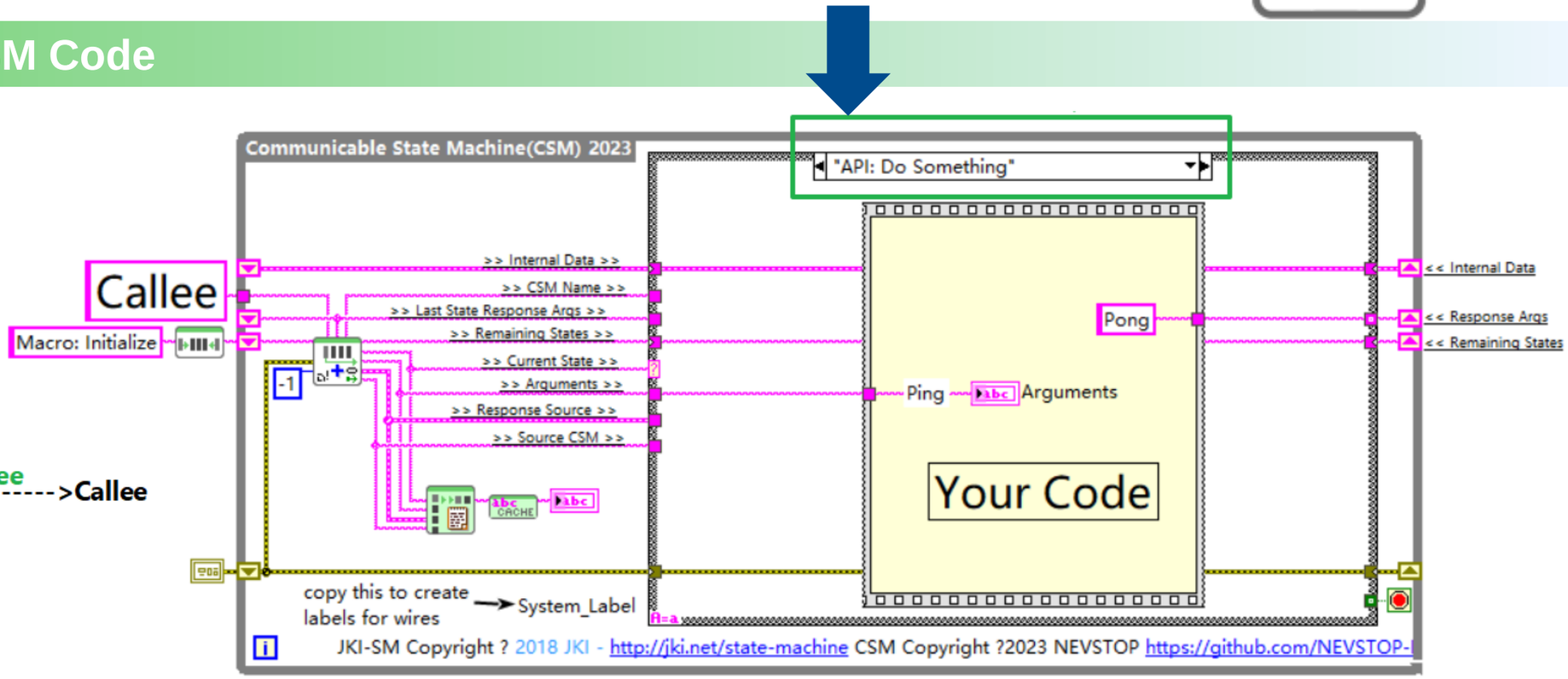
=

//Async Call. Caller will not wait.
API: Do Something >> Ping ->| Callee



Communication From Non-CSM Code

(Async Call)
API: Do Someting >> Ping -> Callee
Caller ----------> Callee
<----------
Async Response >> Pong
(Automatically Generated)



常见的 **LabVIEW** 编程框架比较

	DQMH	SMO	Actor Framework	CSM
优点	• 继承于最广泛应用的框架 QMH • 无OOP，对于大多数 LabVIEW用户比较友好 • 社区活跃度高，资料/工具众多	• 非常符合面向对象的概念 • 模块独立性好，操作调用直观 • SMO 最适用的场景还是模块复用，不与调用方一起开发	• 操作者、消息均解耦，解耦程度高，便于多人协作开发 • 熟悉 OOP 的开发人员使用方便	• 继承于JKISM，代码集中度高 • 无OOP,对于大多数LabVIEW用户比较友好 • 通过文档定义接口分工，无需代码 • 容易实现操作序列化 (Serialization) • 内置多种高级模式
缺点	• 代码接口冗余 • 两套模板实现 Singleton/Standalone模块	• 框架复杂度高，对用用户要求高 • 目前社区用户少，更新频率不高 • 资料比较少	• 框架复杂度高，对用用户要求高 • 项目需要架构师角色	• 所有消息必须使用 STRING 格式传递，有转换的开销 • 参数不通过 LabVIEW 数据类型定义，不严格要求 • 目前工具/资料还不完善

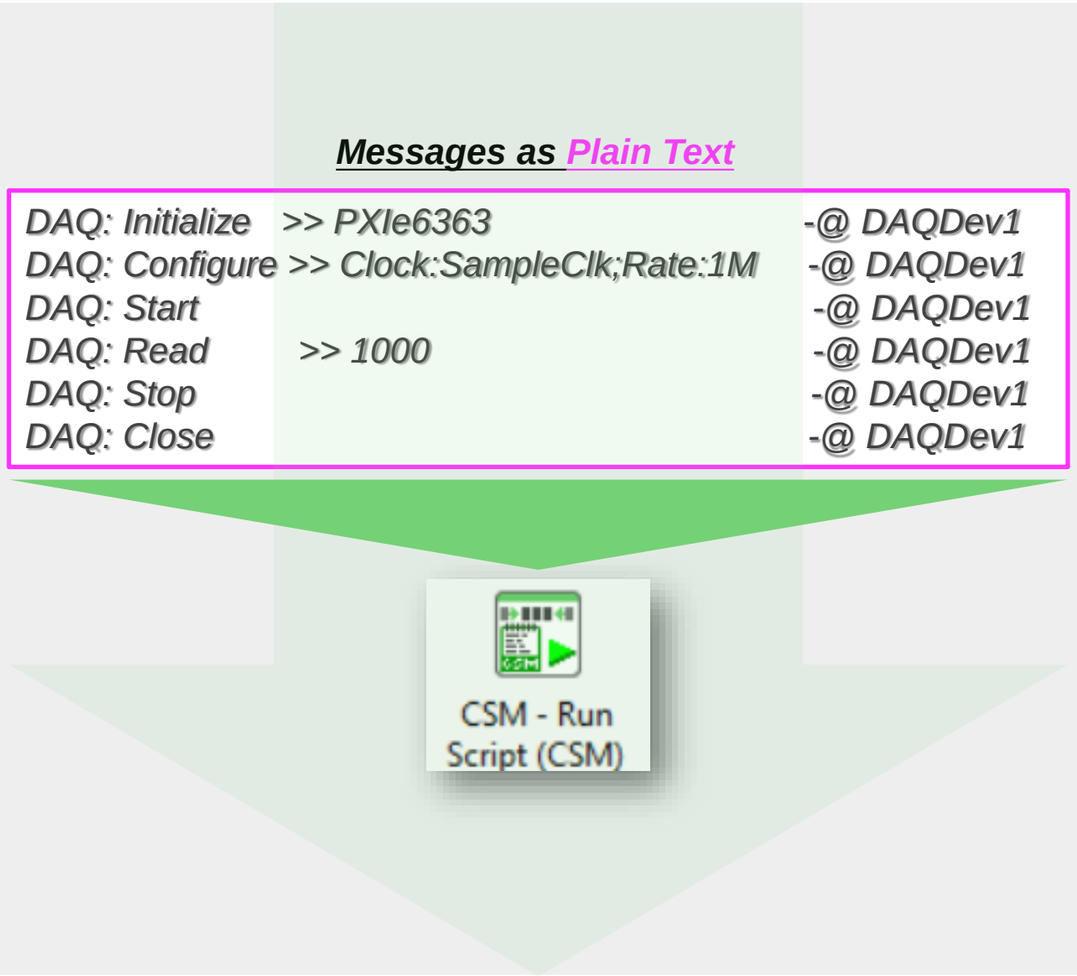
	DQMH	SMO	Actor Framework	CSM
外部接口	Script 辅助创建 API	类公共接口作为API	类封装的 Message 消息通讯	字符串格式的消息通讯，非必须创建API
状态反馈	User Event，外部需要存在事件结构添加订阅逻辑	User Event，外部需要存在事件结构添加订阅逻辑	消息处理中封装反馈消息	• 消息通过 JKISM 机制传递，无需 UserEvtStrucutre • 隐式传递，订阅无需修改侵入代码，可以外部调用。
可复制模块	复杂，两套模板	容易，类实现，框架不区分	容易，类实现，消息和模块独立，灵活性高	容易，VI属性决定
代码依赖	调用方需要依赖模块的 自定义事件和参数定义，需要预先开发框架定义部分的接口代码	调用方高度依赖模块实现，所以必须先开发框架接口部分	调用方可能有继承依赖和消息依赖，需预先定义消息类和方法	调用方开发无需依赖框架代码。传递消息、参数都使用字符串，不显式依赖，不容易 broken 代码。复杂参数需要依赖
参数传递	任意类型，使用 User Event 传递	任意类型，使用 User Event 传递	任意类型，需要封装 Message 类	字符串，复杂类型需转换
代码复杂度	框架逻辑简单，模块代码冗余度高，不依赖 script 增删比较复杂	框架特别复杂，模块逻辑基于JKI状态机，但开发需要理解JKI SMO 的概念逻辑	框架特别复杂，实现高度依赖OOP	继承 JKISM 的优点，代码逻辑集中，理解消息通讯状态跳转后，与JKISM 编程思路相同
生态	最佳	社区中仅有JKI提供模板和工具	一般，通常作为企业内部统一架构	待完善
OOP	无	有	有	无
执行效率	依赖 Event Structure	依赖 Event Structure/ LabVIEW OOP	LabVIEW OOP	依赖参数的解析
UI编写	支持	支持	支持	支持
RTOS	支持	不推荐	不推荐	支持
高级模式	自定义模板	可组合，模块能作为子模块	继承 Actor Core.vi 实现特殊的模式	工作者模式/责任链模式/自定义模板

CSM 独特之处

1. 纯文本的流程控制
2. 隐形的“通讯总线”
3. VI 即模块
4. 内置超级详细的检查接口
5. 拓展式的设计

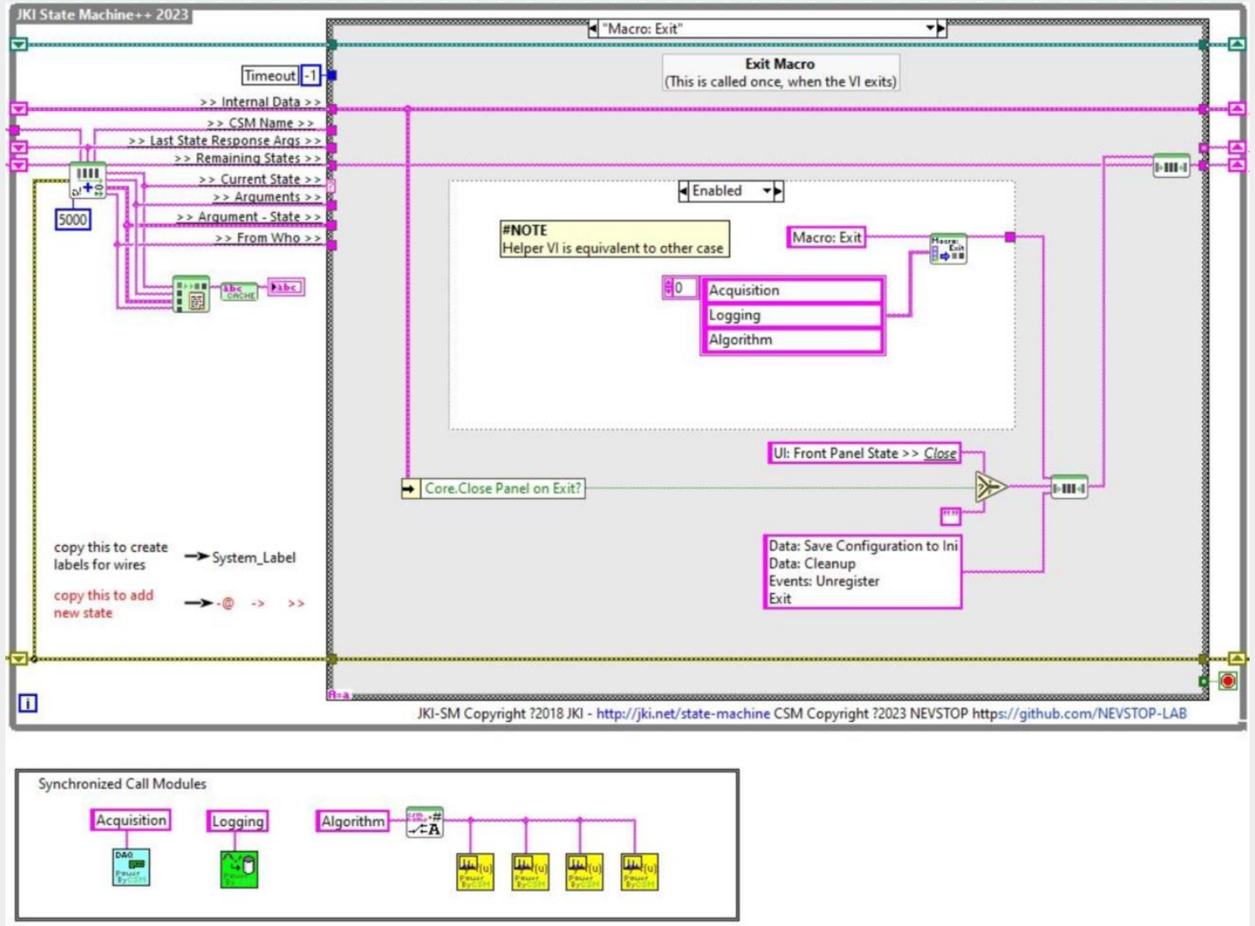
纯文本的流程控制

- 便于架构师脱离代码进行架构设计
- 便于脚本化控制、测试
- 编译后动态修改程序的行为（动作行为、订阅状态等）
- 容易实现机器间的协议通讯



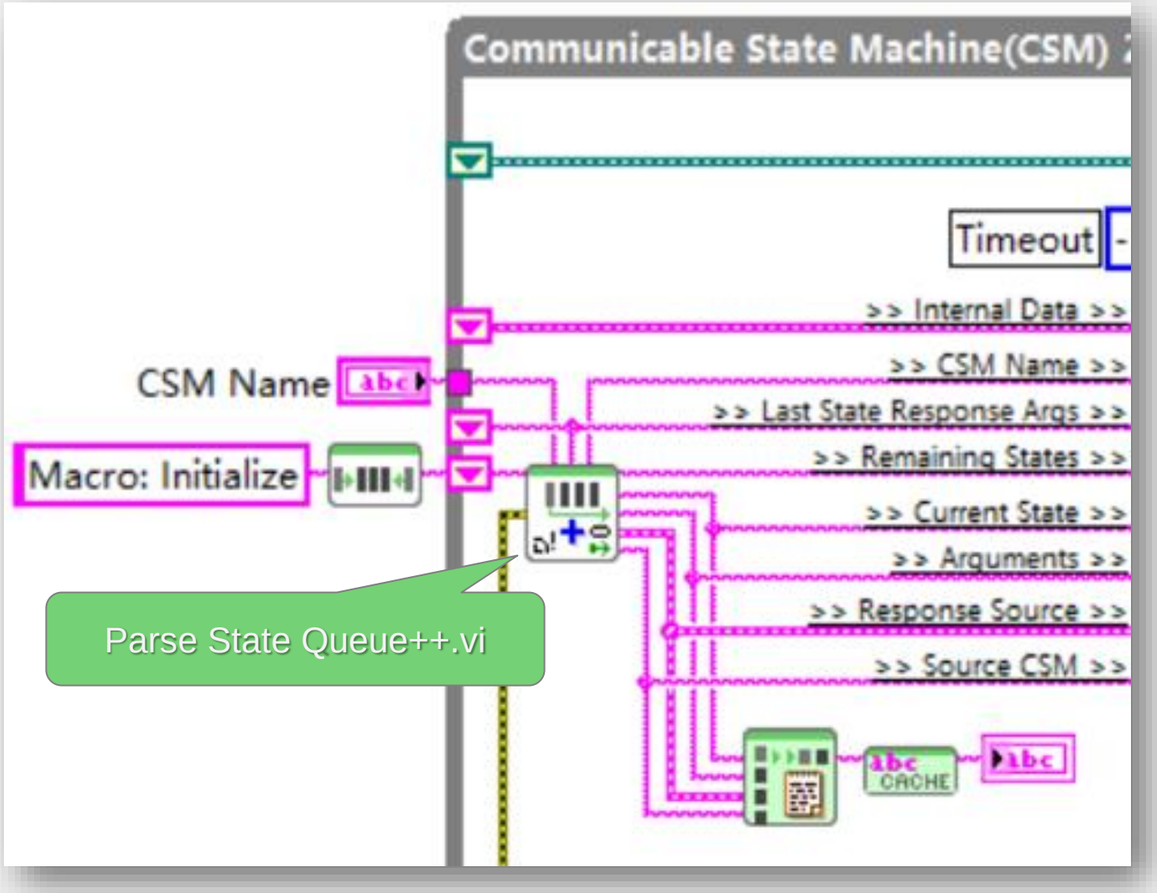
隐形的“通讯总线”

- 容易实现 1:1, 1:N, M:N 的逻辑关系
- 无需显示调用 LabVIEW 队列、事件
- 模块不显示依赖，通过“挂载”的方式加入系统
- 参数/数据 通过“编码” ->传输-> “解码”的方式传递



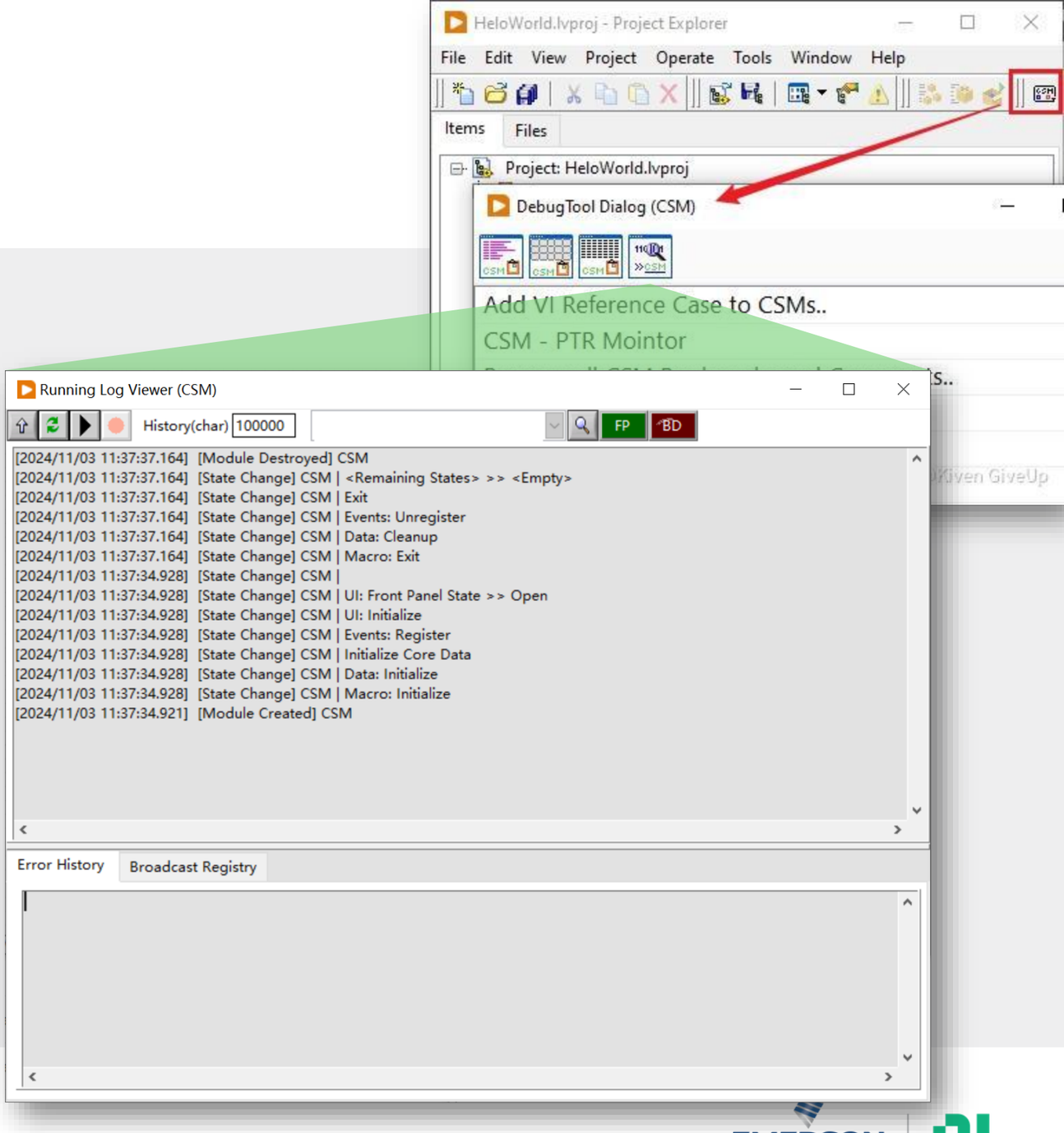
VI 即模块

- VI 就是模块，模块就是VI
  - VI 可重入属性决定 Singleton / Cloneable
  - 易于编译发布
- 代码集中度高
  - 框架代码集中在 *Parse State Queue++.vi* 中
  - 可见代码大部分都是用户代码



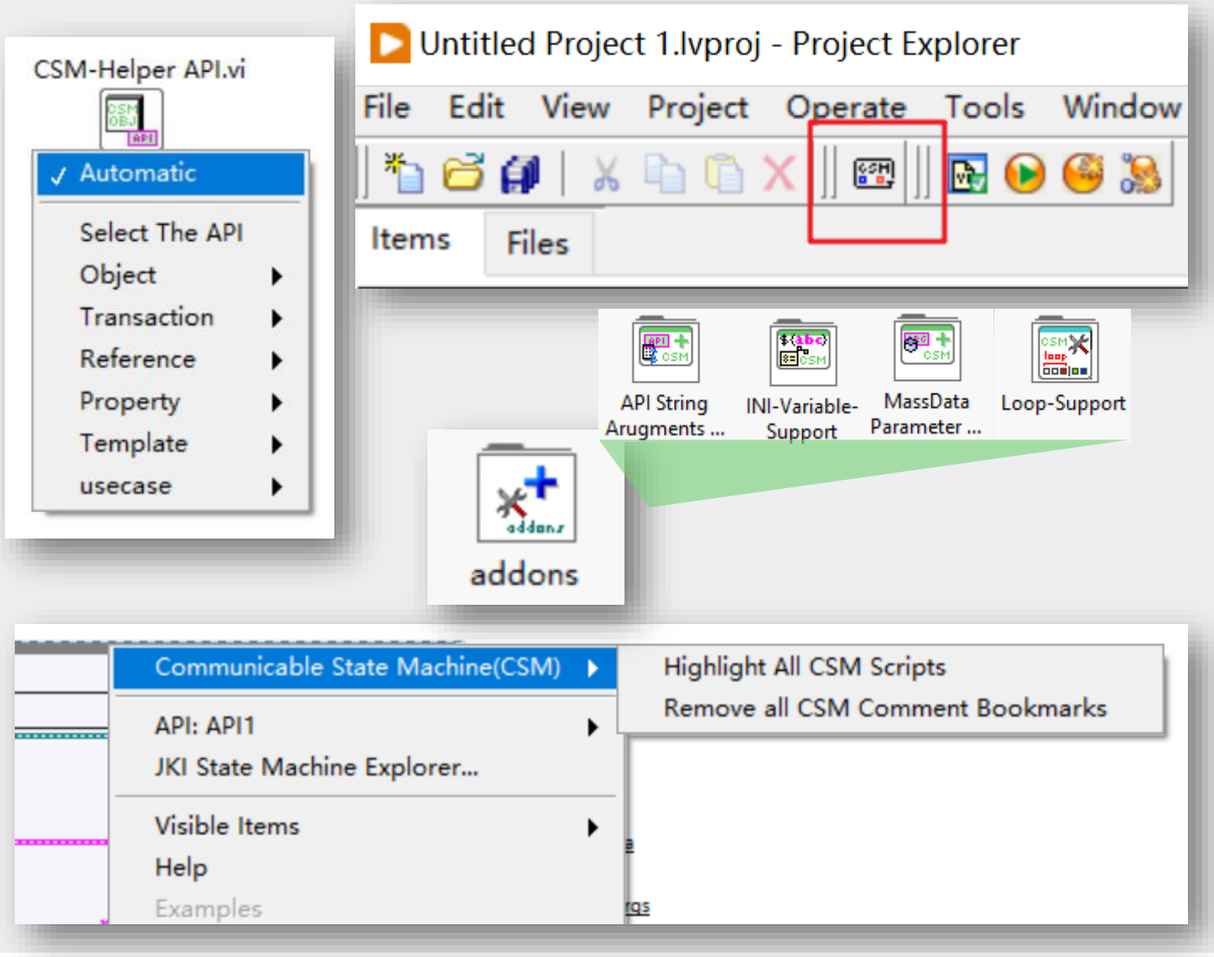
内置超级详细的调试接口

- 内置调试接口，记录详细的过程信息
  - 模块创建、销毁
  - 模块状态 (state) 轮转，包含参数
  - 模块间消息间通讯，包含参数、模块名称、返回值
  - 状态 (status) 发布
  - 状态订阅、取消订阅
  - 模块错误（Error）
  - 用户自定义消息
- 基于调试接口创建各种调试工具



拓展式的设计

- ***CSM Global Log API***, 可拓展调试工具
- ***Add-on/Template*** 函数选板可加载第三方工具包
- ***CSM-Helper API***, 可自定义 CSM 插件等
- 支持 VI Analyzer, 可拓展 CSM 模块静态分析
- 工具栏入口、右键菜单入口可以加载第三方工具
- 兼容 JKISM 工具
- 安装后自动切换 VI 帮助语言



欢迎下载试用，并提供反馈

通过 GitHub/Gitee Issue/PR/Discussions 参与开发，提供反馈。

1 GitHub

[NEVSTOP-LAB/Communicable-State-Machine]

2 gitee

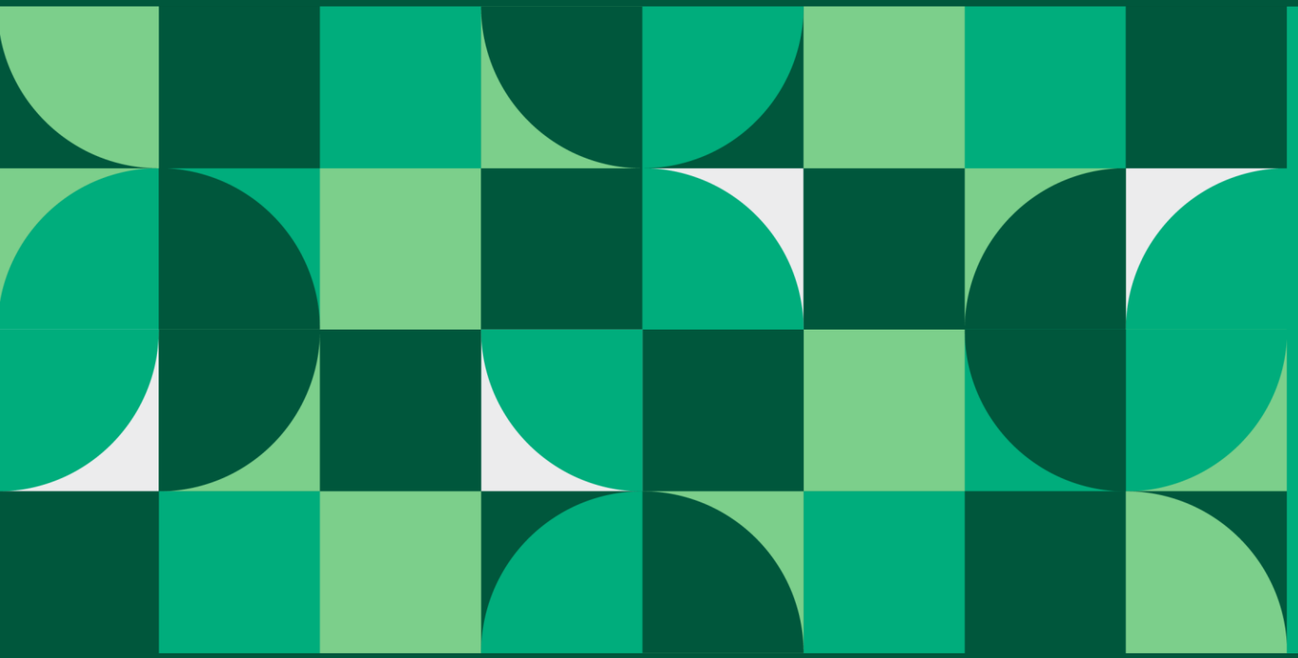
[Communicable-State-Machine: 可通信状态机（CSM）]

3 VIPM

[Communicable State Machine Framework - Package List]

关注NI微信公众号
【恩艾在您身边】

会后获取技术演讲讲义
及更多干货内容



NI is now part of Emerson.