

# SOFAStack

## 全链路压测 技术白皮书

产品版本：AntStack Plus 1.13.1


文档版本：20230708

# 法律声明

**蚂蚁集团版权所有©2022，并保留一切权利。**

未经蚂蚁集团事先书面许可，任何单位、公司或个人不得擅自摘抄、翻译、复制本文档内容的部分或全部，不得以任何方式或途径进行传播和宣传。

## 商标声明

 蚂蚁集团 ANT GROUP 及其他蚂蚁集团相关的商标均为蚂蚁集团所有。本文档涉及的第三方的注册商标，依法由权利人所有。

## 免责声明

由于产品版本升级、调整或其他原因，本文档内容有可能变更。蚂蚁集团保留在没有任何通知或者提示下对本文档的内容进行修改的权利，并在蚂蚁集团授权通道中不时发布更新后的用户文档。您应当实时关注用户文档的版本变更并通过蚂蚁集团授权渠道下载、获取最新版的用户文档。如因文档使用不当造成的直接或间接损失，本公司不承担任何责任。

# 通用约定

格式	说明	样例
 危险	该类警示信息将导致系统重大变更甚至故障，或者导致人身伤害等结果。	 危险 重置操作将丢失用户配置数据。
 警告	该类警示信息可能会导致系统重大变更甚至故障，或者导致人身伤害等结果。	 警告 重启操作将导致业务中断，恢复业务时间约十分钟。
 注意	用于警示信息、补充说明等，是用户必须了解的内容。	 注意 权重设置为0，该服务器不会再接受新请求。
 说明	用于补充说明、最佳实践、窍门等，不是用户必须了解的内容。	 说明 您也可以通过按Ctrl+A选中全部文件。
>	多级菜单递进。	单击设置> 网络> 设置网络类型。
粗体	表示按键、菜单、页面名称等UI元素。	在结果确认页面，单击确定。
Courier字体	命令或代码。	执行 <code>cd /d C:/window</code> 命令，进入Windows系统文件夹。
斜体	表示参数、变量。	<code>bae log list --instanceid</code> <i>Instance_ID</i>
[ ] 或者 [a b]	表示可选项，至多选择一个。	<code>ipconfig [-all -t]</code>
{ } 或者 {a b}	表示必选项，至多选择一个。	<code>switch {active stand}</code>

# 目录

1.什么是全链路压测平台	05
2.产品优势	06
3.产品架构	07
4.性能指标	09
5.功能原理	10
5.1. 组件通信机制	10
5.2. 压测任务执行原理	11
5.3. 压测数据上报汇总流程	13
6.基础术语	15

# 1. 什么是全链路压测平台

全链路压测平台（Loadcenter）是在 SOFAShark 环境中提供给客户使用的压测管理和执行平台，提供涵盖性能压测、压测报告输出以及压测风险防控的一站式压测服务。结合蚂蚁科技多年的线上全链路压测经验，历经几代产品打磨，提供高仿真、低成本、高风险识别的在线压测体验。

使用全链路压测能够帮助发现业务系统的性能问题，为企业进行系统性能评估、容量规划、性能基线跟踪、风险发现提供易用、稳定、安全的平台支撑。

## 发展现状

平台本身从蚂蚁内部使用的压测平台发展而来，针对专有云环境以及外部客户使用场景做了优化，经过了网商银行、国际站点，以及若干域外站点的使用验证，产品功能上已经比较成熟。

## 面临的问题及关键挑战

全链路压测技术的实施是一个系统化的工程，单纯依靠压测平台无法实现链路监控、量模拟、影子数据处理等能力，需要结合 SOFA 中间件和监控体系才能最大化地发挥价值。当前产品在对开源的监控、trace 和数据访问中间件的支持能力上还比较弱。

## 2. 产品优势

### 复杂的场景建模能力

- 支持多种流量模型，可快速导入配置流量。
- 支持模板化脚本及自定义开发脚本，满足不同复杂度的业务场景压测需求。

### 强大的报告分析能力

- 压测记录存档、集中管理。
- 结合实时监控服务，压测结果中记录标准应用监控数据及业务自定义监控数据，可快捷地找出存在瓶颈的应用及相关性能指标。
- 报告对比分析，追踪应用性能基线演进。

### 稳定的压力输出能力

压力机横向扩容，秒级动态调整压力，可满足千万级 TPS 压测需求。

### 支持内网接口压测

压力机资源池支持公有和租户私有两种模式。公有模式下，您无需自备压力机，可随时执行压测；私有模式下，使用您的压力机，可节省带宽成本并降低网络延时，同时支持内部接口级测试，无需暴露在公网，更安全。

### 支持多种协议

- 支持常规的 HTTP/HTTPS 及蚂蚁科技 SOFARPC 协议。
- 另外提供基于 Java 语言的自定义开发脚本模式，可自行扩展私有协议。

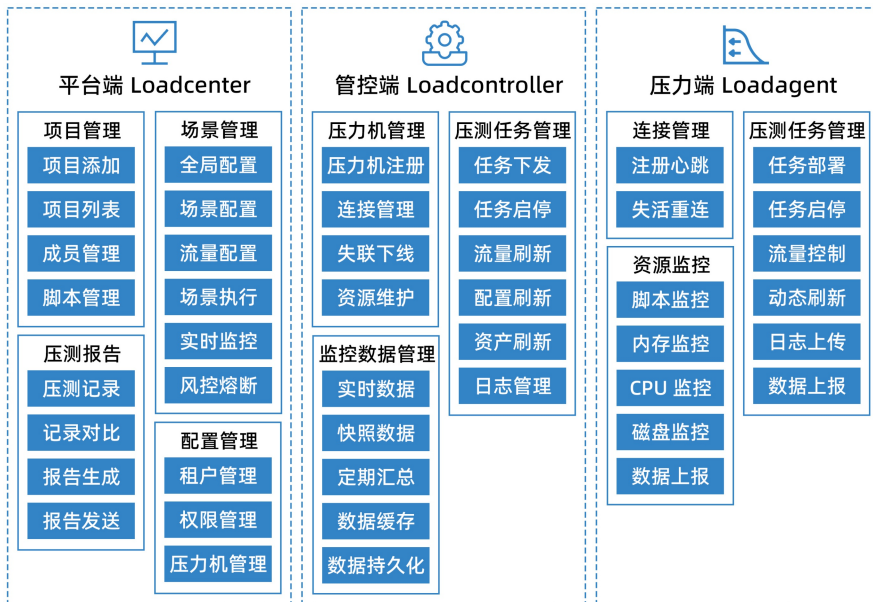
### 可靠的生产压测风险防控能力

- 与多个产品打通，整合应用监控、业务监控以及运维能力，发现风险可自动停止压测。
- 结合 SOFA 中间件产品，使用影子全链路压测方案，可进行压测流量和正常流量的隔离，让您可以在生产环境进行压测。

# 3.产品架构

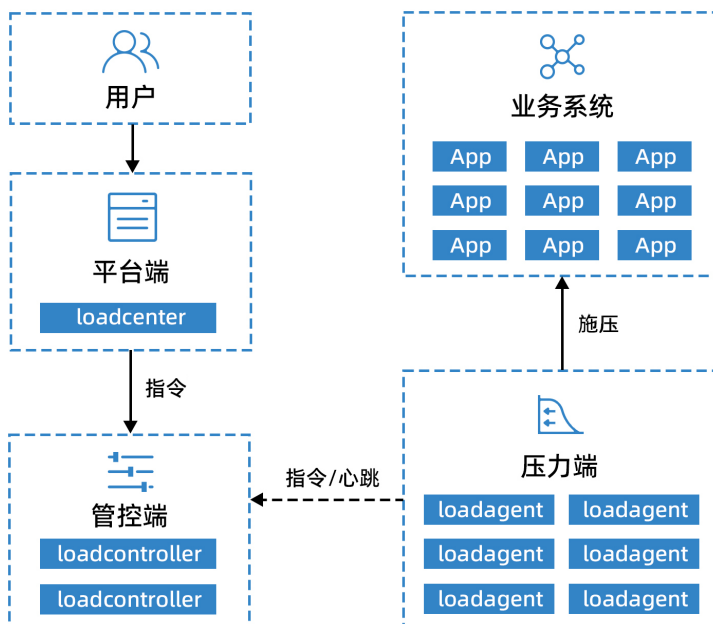
## 系统架构

全链路压测平台有三个组件：



- 平台端：压测平台产品层，使用操作入口，含项目管理、场景管理、压测报告、配置管理等模块。
- 管控端：管控端管理并控制压力机，含压力机管理、压测任务管理、监控数据管理等模块。
- 压力端：即压力机，负责向业务应用施压。

各组件关系如下图：



1. 压力端启动后注册到管控端并定期发送心跳保活。

2. 用户操作平台端进行压测，平台端向管控端下发指令，管控端将用户指令下发给所注册的压力端。同时管控端向平台端反馈指令执行结果。
3. 压力端执行压测并上报压测数据给管控端。
4. 用户实时查看压测执行产生的流量数据及系统监控数据，产出压测报告。

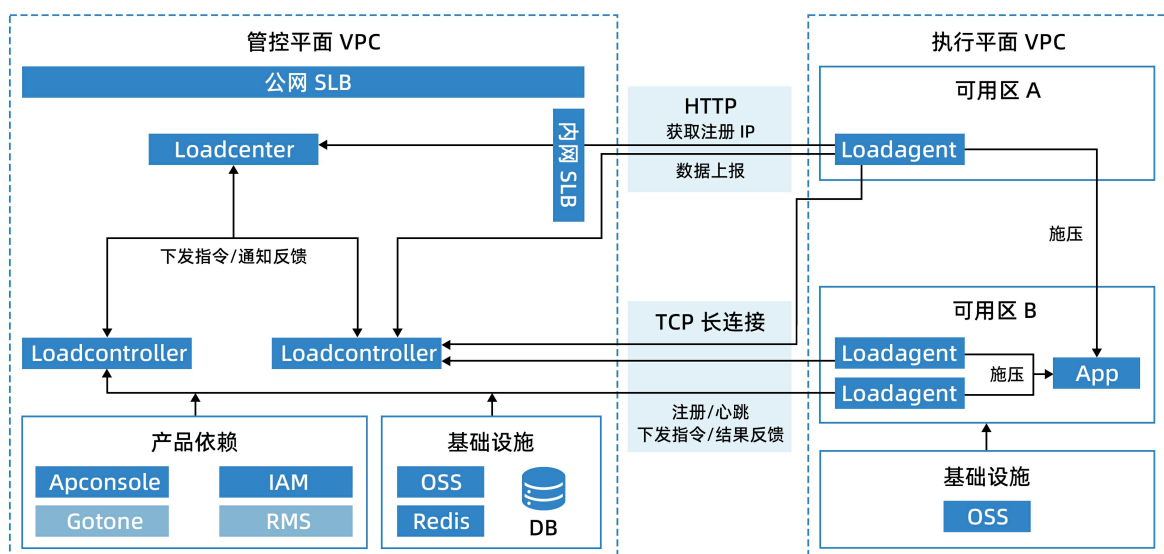
## 安全架构

平台本身部署在 PaaS 层，接入标准的专有云用户鉴权体系，无其他特殊安全架构设计。

## 网络架构

全链路压测平台按部署域可分为管控平面和执行平面。管控平面包括平台端和管控端，部署在中枢环境 VPC。执行平面包括压力端，部署在租户环境 VPC。

执行平面与管控平面单向通信。



管控平面可进行双机房部署，使压测平台具备机房级容灾能力。



## 4.性能指标

单压力机最大发起压力指标（4C8G 压力机，中等规模脚本复杂度）：500 TPS。

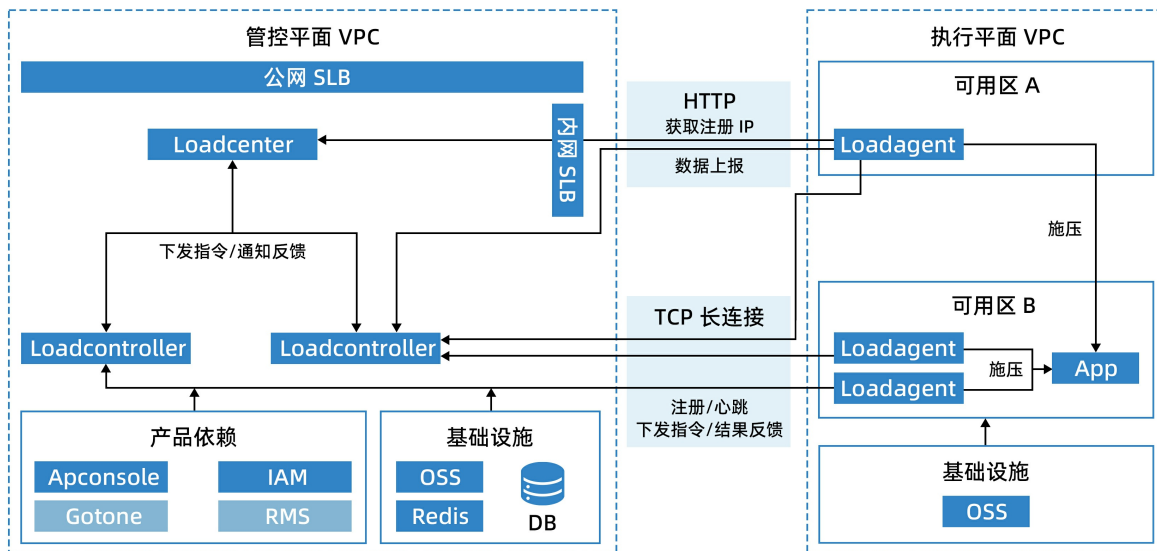
最大支持压力机数量：20000。

最大并发压力发起能力：1000 万 TPS。

## 5. 功能原理

### 5.1. 组件通信机制

平台端、管控端、压力端的通信机制如下图所示。



#### 平台端与管控端

- 平台端探活管控端。
  - i. 管控端定期更新数据库记录作为心跳信息。
  - ii. 平台端定期扫描数据库心跳时间以判断管控端是否存活。
- 平台端向管控端发送指令。

平台端通过 TR (Taobao Remoting) 协议向管控端发送用户操作的指令，这些指令包括但不限于：

  - 压测任务部署。
  - 压测任务执行、停止。
  - 流量配置、全局配置刷新。
  - 执行日志上报。
- 管控端通过 TR (Taobao Remoting) 协议向平台端反馈压测执行的结果。

#### 管控端与压力端

- 压力端向管控端注册及心跳。

压力端启动后会通过 TCP 长连接注册到管控端，并定期向管控端发送心跳保活。
- 管控端向压力端发送指令。

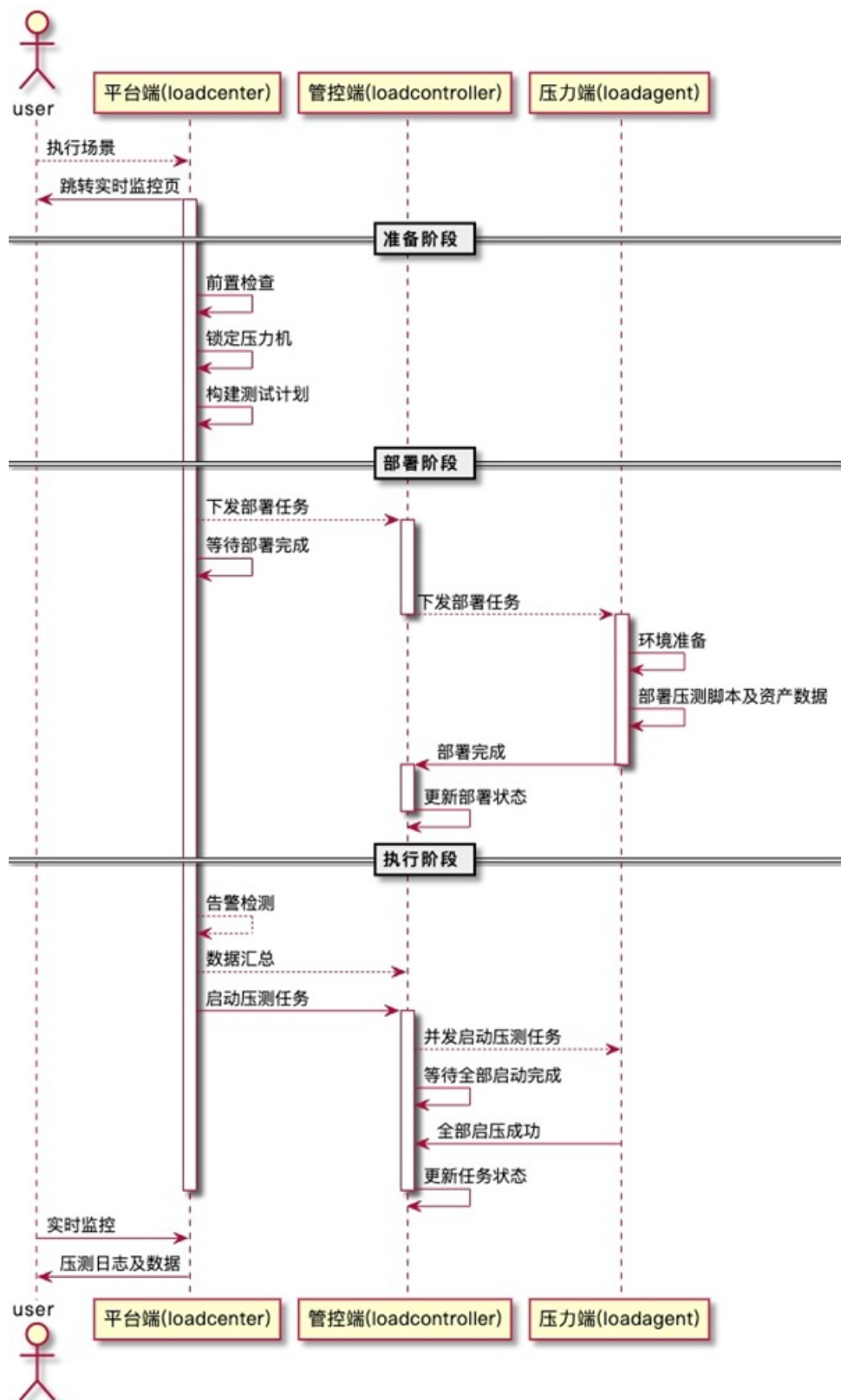
管控端通过已建立的 TCP 长连接向压力端定向发送指令。
- 压力端向管控端上报数据。

压力端使用 HTTP 协议向管控端上报压测执行过程中产生的成功数、失败数、响应时间等数据。

## 压力端与平台端

压力端通过平台端内网 SLB 向平台端获取管控端地址。

## 5.2. 压测任务执行原理



压测场景执行分三个阶段：准备阶段、部署阶段、执行阶段。

### 准备阶段

用户单击执行压测后便进入准备阶段，平台端会在准备阶段做一些初始化工作。

1. 做一些前置检查，如当前场景是否正在执行、当前时间是否在禁压窗口期等。
2. 锁定并预留压力机资源，避免执行时出现压力机不足的状况。
3. 构建测试计划，根据用户配置的压测脚本、流量模型、全局配置、压测时长等生成压测计划。

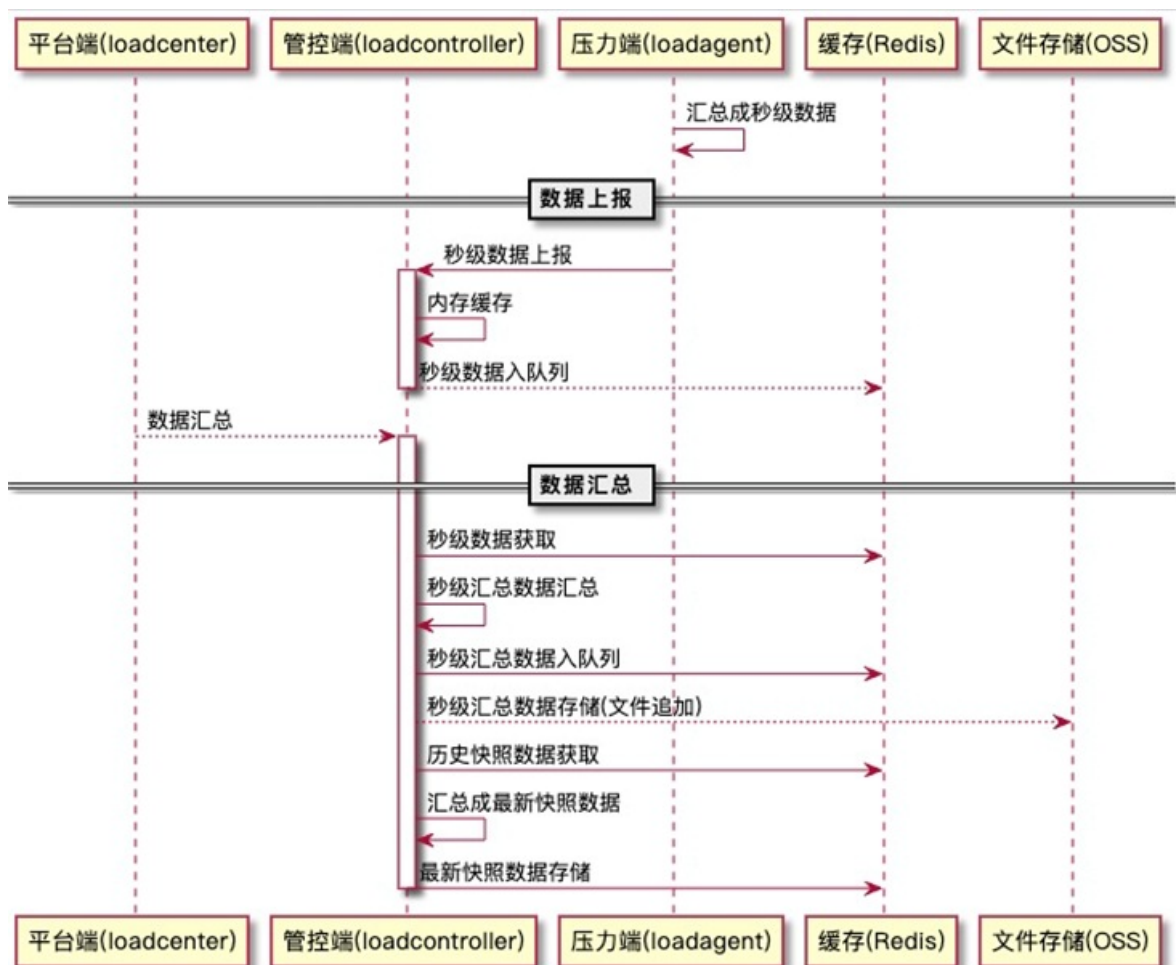
#### 部署阶段

1. 平台端会为预留的压力机生成压测任务，并将压测任务下发给压力机所注册的管控端，并等待部署完成。
2. 管控端收到部署任务后会逐个下发给压力端，并等待压力端完成部署。
3. 压力端收到部署任务会准备执行环境、存储压测计划，下载压测脚本、数据资产等。

#### 执行阶段

1. 平台端启动告警检测线程异步检查风控配置的熔断规则是否有触发。如果触发了熔断，则根据熔断规则选择停止压测、流量降零或发送告警。
2. 平台端启动数据汇总任务，选择一台管控端进行流量数据的汇总。
3. 平台端通知管控端执行压测任务，管控端收到任务后通知相应压力端启动压测任务。
4. 压力端收到启动指令后拉起压测进程执行压测，同时进行数据上报。
5. 用户在压测执行的实时监控页查看压测日志及数据。

## 5.3. 压测数据上报汇总流程



### 数据上报

压力机施压时记录每个接口是否成功、响应时间等指标，并在内存中进行统计汇总后上报到管控端。上报的数据包括以下几方面：

- 压测记录 ID
- 业务流名称
- 时间戳
- 成功数、失败数
- 平均响应时间

管控端收到压力端的数据后将数据存储到缓存队列中。

### 数据汇总

压测任务启动后平台端会选举一个管控端节点进行数据汇总，管控端的数据汇总包括以下几方面：

1. 从缓存队列读取各个压力机上报的数据进行二次汇总并持久化到文件存储。
2. 快照数据更新。

## 6.基础术语

### 测试数据 (Test data)

保存参数化内容的文件为 `.csv` 格式，其他扩展文件一般为脚本自行读取，默认存放在脚本根目录下。如果选择拆分测试数据文件，则除表头行以外的文件拆分行数不得小于压测时分配的压力机数，否则会导致压测运行失败。

### 拆分文件 (Split files)

当使用多台压力机进行压测时，为避免数据产生并发冲突，按压力机数进行数据文件切割的一种方式。

### 断言 (Assert)

编程术语，用布尔值表示，主要用于代码开发和测试阶段，用于对某些关键数据的判断，如果这些关键数据不是程序所预期的数据，程序就提出警告或退出。

### 脚本配置 (Scriptconfiguration)

整个场景中，脚本可读取的测试数据。脚本配置的用法与测试数据类似，定义为形式。脚本配置与测试数据的区别在于，脚本配置修改后无需重启场景即可立即生效，并且脚本配置读取到内存中，对于单一配置，其性能比使用 `.csv` 文件更高。

### 每秒事务数 (TransactionPer Second, 简称 TPS)

压测场景中的 TPS，取决于用户定义的度量维度，压测平台支持业务单元和业务流两种维度。

### 全链路压测 (Loadcenter)

全链路压测基于真实的生产业务场景、真实或高仿真的系统环境，模拟海量用户高并发的请求，对整个业务链路进行压力测试，发现整个链路中的性能问题和瓶颈点，也可以理解为端到端压力测试。

### 循环读取 (Readcircularly)

针对测试数据文件，采用从头到尾的顺序依次循环读取。

### 压测报告 (Loadtestreport)

压测报告基于压测记录生成。通常有效压测记录会生成压测报告，压测报告支持对目标、结论以及通过状态进行补充和修改。

### 压测场景 (Loadtestscenario)

压测场景定义一个压测模型集合，用来统一调度压测资源，执行压测，生成压测结果和报告。

### 压测记录 (Loadtestrecord)

压测记录记录一次压测中产生的数据，如响应时间、TPS、成功/失败数以及应用监控等，每次压测对应一条压测记录。

### 压测项目 (Loadtestproject)

压测项目定义一个场景集合的维度，同一项目下的场景间可以共享压测脚本，项目成员拥有该项目下所有场景的查看和操作权限。

### 压力机 (Load Agent)

压力机又称负载机，一般为集群部署，可模拟用户并发场景下产生的负载，对目标服务器进行压力测试。在全链路压测产品中，压力机特指装有 LoadAgent 应用的服务器。

### 业务单元 (Test unit)

业务单元是压测的最小粒度，TPS、响应时间等压测时最小的度量单位，压测平台会统计包含在业务单元中的所有耗时、成功/失败数。

#### 业务监控 (Businessmonitor)

业务监控是具体的业务运行数据，例如 xx 交易、xx 支付交易量、交易耗时。

#### 业务流 (Testworkflow)

业务流由业务单元组装而成。业务流中的业务单元串行执行，并且同一业务流中的业务单元间可通过脚本引擎上下文进行数据传递，即业务流可以看作一个线程组，业务流之间并行执行。

业务流也是度量维度，响应时间为业务流内所有业务单元响应时间之和。若业务流的其中一个业务单元出现异常，系统将不会继续执行该业务流，而是继续下一个循环，即进行该业务流的下一次调用。

#### 影子全链路压测 (ShadowFull chain loadtest)

影子全链路压测基于 Tracer 工具传递全链路压测标识，后续各个中间件或业务基于压测标来进行不同的分支处理流程，这部分业务流量也称为影子流量（系统基于压测标来区分影子流量和真实流量）。所有的表需要建立对应的影子表，在影子表落地影子流量产生的脏数据，例如影子账户在压测业务进行中产生的数据。

#### 应用监控 (Applicationmonitor)

应用监控指系统硬件指标监控（如 CPU、负载、硬盘、内存等）及应用业务指标监控（如错误量（Error）、页面访问量（PV）、被调用的应用服务量（Service）等）。