**综合监控（消息中间件）**

**软件需求规格说明书**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 文档版本号： | V1.0 | 文档编号： | NG\_RD\_TEMP\_SRS |
| 文档密级： | 内部公开 | 归属部门/项目： | AVP |
| 编写人： | Boris.F | 生效日期： |  |

**版权信息**

本文件涉及之信息，属南京轨道交通系统工程有限公司所有。

未经南京轨道交通系统工程有限公司允许，文件中的任何部分都不能以任何形式向第三方散发。网址：http://www.nanjingrail.com/

**文档修订记录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **版本号** | **修订日期** | **修订人** | **修订说明** | **修订状态** | **审核日期** | **审核人** | **批准人** |
| V1.0 | 2017-11-15 | Boris.F | 正式版 | A |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

修订状态：A--增加，M--修改，D--删除

日期格式：YYYY-MM-DD

**目 录**

[1. 前言 1](#_Toc30831)

[1.1. 目的 1](#_Toc31656)

[1.2. 背景 1](#_Toc26369)

[1.3. 术语与缩写解释 1](#_Toc18651)

[1.4. 预期读者与阅读建议 1](#_Toc28369)

[1.5. 参考资料 2](#_Toc13523)

[1.6. 需求描述约定 2](#_Toc11214)

[2. 项目概貌 2](#_Toc22981)

[2.1. 系统范围 2](#_Toc3418)

[2.2. 系统功能 4](#_Toc6048)

[2.3. 业务详述 4](#_Toc12651)

[2.4. 数据流程描述 (可选) 5](#_Toc802)

[2.5. 用户的特点 5](#_Toc5607)

[2.6. 运行环境要求 5](#_Toc22092)

[2.7. 设计和实现上的限制 5](#_Toc14769)

[3. 功能列表 5](#_Toc13750)

[4. 非功能需求 6](#_Toc21307)

[4.1. 系统性能要求 6](#_Toc31067)

[4.2. 系统界面要求 6](#_Toc12450)

[4.3. 系统安全及保密要求 6](#_Toc23751)

[4.4. 系统日志 6](#_Toc13719)

[4.5. 其他非功能需求 6](#_Toc23004)

[5. 外部接口说明 7](#_Toc19874)

[6. 其他需求 7](#_Toc19071)

[7. 功能需求的详述 7](#_Toc7562)

[7.1. 通信中间件 7](#_Toc4334)

[7.1.1 信息传递 7](#_Toc21732)

[7.1.2 消息路由 7](#_Toc17298)

[7.1.3 失败队列 7](#_Toc18699)

[7.2. 数据中间件 8](#_Toc131)

[7.2.1 发送过程 8](#_Toc3362)

[7.2.2 推送过程 8](#_Toc28193)

[7.2.3 应答过程 8](#_Toc5829)

[7.3. 订阅和广播 8](#_Toc22884)

[7.4. 队列优先级 8](#_Toc15761)

[7.5. 单向建链 8](#_Toc10205)

[7.6. 主从互备 8](#_Toc5042)

[7.6.1 失效备援 8](#_Toc17014)

[7.6.2 消息同步 8](#_Toc18452)

[7.6.3 启动主服务 9](#_Toc1903)

[7.6.4 启动从服务 9](#_Toc1771)

[7.7. 监控管理 9](#_Toc1339)

[7.7.1 堆积数量 9](#_Toc13231)

[7.7.2 入列数量 9](#_Toc3352)

[7.7.3 出列数量 9](#_Toc28607)

[7.7.4 失败数量 9](#_Toc25499)

[7.7.5 路由入数量 9](#_Toc15167)

[7.7.6 路由出数量 9](#_Toc18068)

[7.8. 辅助工具 10](#_Toc10754)

[7.8.1 客户端接口 10](#_Toc31461)

[7.8.2 报警 10](#_Toc13417)

[8. 附件（可选） 10](#_Toc27205)

[附录A：需求建模与分析报告（可选） 11](#_Toc11431)

[A.1 需求模型1 11](#_Toc22545)

[A.n 需求模型N 11](#_Toc25297)

[附录B：需求确认（可选） 12](#_Toc11661)

1. 前言

## 目的

为轨道交通综合监控系统解决方案提供跨平台的通信中间件、跨数据库的数据中间件以及相应的辅助工具集，保障系统实时高效、可靠、安全的运行。

## 背景

由于综合监控系统的复杂性，网络通信的不确定性，以及消息数据的多样性，消息中间件需要满足跨网络、高可用、可解耦等要求，同时也能提供接口异步、数据同步等功能，其应用场景应满足如下要求：

1. 业务解耦：应用系统不需要知道消息通知服务的存在，只需要发布消息和接受消息；
2. 削峰填谷：比如上游系统的吞吐能力高于下游系统，在流量洪峰时可能会冲垮下游系统，消息中间件可以在峰值时堆积消息，而在峰值过去后下游系统慢慢消费消息解决流量洪峰的问题；
3. 事件驱动：系统与系统之间可以通过消息传递的形式驱动业务，以流式的模型处理；
4. 消息路由：中央层和车站层的中间件之间消息能互相转发至消费者；
5. 失败队列：当消费者连续处理接收到的消息失败次数超过阈值，则该消息将被缓存至失败队列，产生报警通知系统运维进行人工干预。

## 术语与缩写解释

中间件：是一种独立的系统软件或服务程序，分布式应用软件借助这种软件在不同的技术之间共享资源，中间件位于客户机服务器的操作系统之上，管理计算资源和网络通讯。

生产者：队列中消息的发起方，每次发起都会在队列中新建一条消息。

消费者：队列中消息的使用方，当使用完成后，消息从队列中移除。

主服务：高可用性主从热备模式下的功能真实提供方。

从服务：高可用性主从热备模式下的功能备份提供方。

API：Application Programming Interface，应用程序接口。

## 预期读者与阅读建议

|  |  |
| --- | --- |
| **预期读者** | **阅读建议** |
| 系统领导层 | 仔细阅读概述，编写目的，文档约定，系统功能介绍和维度指标说明。 |
| 业务部门、决策部门、具体的使用部门、业务员、系统管理员 | 仔细阅读文档约定，系统功能介绍和维度指标说明。  各个部门可重点阅读与本部门相关的内容。 |
| 参加需求评审的人员 | 仔细阅读全部内容。 |
| 系统设计人员 | 仔细阅读全部内容。 |
| 系统测试人员 | 仔细阅读文档约定，系统功能介绍和维度指标说明。 |

## 参考资料

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **文档名** | **版本号** | **发表日期** | **来源** | **文档简称** |
| 城市轨道交通综合监控系统工程设计规范 | GB 50636-2010 | 2010 |  |  |
| 地铁设计规范 | GB 50157-2003 | 2003 |  |  |
| 软件工程术语 | GB/T 11457-1995 | 1995 |  |  |
| 计算机开发规范 | GB 8566-2001 | 2001 |  |  |

## 需求描述约定

系统需求编号采用组合方式：系统名称\_需求编号。

系统名称：本项目中系统名称固定为MQ。

需求编号：编号采用3位数字编号，不足3位数字，在高位补0。

模块需求命名：系统名称\_模块缩写\_需求编号，如MQ\_ROUTER\_001。

接口命名：接口英文缩写+接口系统+需求编号,如IMQ\_001。

模块缩写参照表：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **模块名** | **模块缩写** | **模块名** | **模块缩写** |
| 通信中间件 | ROUTER | 监控管理 | MMGR |
| 数据中间件 | DATA | 日志管理 | LOG |
| 主从互备 | HA | 辅助 | ASST |

1. 项目概貌

## 系统范围

中间件在操作系统、网络和数据库之上，应用软件的下层，运行在一台或多台机器上的多个软件通过网络进行交互，总的作用是为处于自己上层的应用软件提供运行与开发的环境，帮助用户灵活、高效地开发和集成复杂的应用软件。其概念模型图如下：

**图 1 点对点通信**

**应答**

**发送**

**应答**

**MSG**

**推送**

**MSG**

**Consumer**

**MQ**

**Producer**

综合监控系统路网架构中，中间件之间以星型总线方式互联，车站中间件与中央中间件网直连对接，消息包通过中央中间件在不同车站之间转发和传递。如图：

**MSG**

**发送**

**发送**

**MQ**

**MQ**

**MQ**

**Producer**

**Consumer**

**中央层**

**车站1**

**车站2**

**推送**

**MSG**

**应答**

**车站N**

**MQ**

**图 2 分布式中间件通信**

综合监控系统单节点架构中，在两台服务器上分别运行主、从服务实例，客户端接入Master服务，完成入列出列处理，Slave后台定时同步Master的数据，并保证主从数据的一致性。如图：

**MQ**

**MQ**

**消息同步**

**Producer**

发送

**MSG**

**主服务**

**Consumer**

应答

推送

**MSG**

**从服务**

**图 3主从热备**

## 系统功能

1. 通信中间件：为了使应用程序开发能独立于通信功能，不需要再考虑应用程序中通信方面的问题，将通信功能封装起来形成中间件，让它来承担所有和通信相关的功能需求，从而使系统的整体开发更为灵活，体系更为健壮。 通信中间件主要负责将数据安全可靠的由数据源发送到数据目的地，提供应用开发的接口。
2. 数据中间件：封装不同应用之间数据的传输是系统中的另外一个重要功能。数据中间件需要保证应用之间交互数据的一致性、完整性，并提供应用开发的接口。
3. 分发管理：负责将生产者创建的消息，自动分发至消费者，如果消费者和生产者不在同一个消息中间件，消息会自动路由至消费者所在的中间件的监听队列。
4. 主从互备：每个节点的中间件支持主从互备，消息内部自动同步，当主机发生异常时，从机能主动接替其工作，并且数据不丢失。
5. 监控管理：实时监控消息中间件的运行情况，全面反映系统各种参数的变化。
6. 日志管理：提供系统运行的必要数据的连续时间反映，使系统的运行可以得到追踪和调试。

## 业务详述

用文字或图形方式描述系统的主要业务流程，若引用了参考资料，应指明参考资料的简称与章节号或页码，以便复核与评审。

## 数据流程描述 (可选)

用文字或图形方式描述系统的数据流程，若引用了参考资料，应指明参考资料的简称与章节号或页码，以便复核与评审。

## 用户的特点

1. 一般操作者：负责维护系统的正常运行，查询日志记录，查询服务运行状态
2. 系统管理者：负责启动和关闭服务

## 运行环境要求

消息中间件由C++实现，同时提供C++和JAVA版的消息API，前期的设计工作围绕系统Linux-CentOS-7.x64下来进行。

## 设计和实现上的限制

从计算环境来看：中间件面对的是一个复杂、不断变化的计算环境，而综合监控系统整体网络和服务器布局设计，对[中间件技术](https://baike.baidu.com/item/%E4%B8%AD%E9%97%B4%E4%BB%B6%E6%8A%80%E6%9C%AF" \t "https://baike.baidu.com/item/%E4%B8%AD%E9%97%B4%E4%BB%B6/_blank)的灵活性有一定限制；

从[资源管理](https://baike.baidu.com/item/%E8%B5%84%E6%BA%90%E7%AE%A1%E7%90%86" \t "https://baike.baidu.com/item/%E4%B8%AD%E9%97%B4%E4%BB%B6/_blank)的角度来看：操作系统和[数据库管理系统](https://baike.baidu.com/item/%E6%95%B0%E6%8D%AE%E5%BA%93%E7%AE%A1%E7%90%86%E7%B3%BB%E7%BB%9F" \t "https://baike.baidu.com/item/%E4%B8%AD%E9%97%B4%E4%BB%B6/_blank)管理的是有限资源，资源种类有限，[资源量](https://baike.baidu.com/item/%E8%B5%84%E6%BA%90%E9%87%8F" \t "https://baike.baidu.com/item/%E4%B8%AD%E9%97%B4%E4%BB%B6/_blank)也有限，而中间件需要管理的资源类型（数据、服务、应用）更丰富，且资源扩展的边界是发散、无限制的；

1. 功能列表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **功能点** | **子功能** | **需求编号** | **优先级** | **内容描述** |
| 通信中间件 | 信息传递 | MQ-ROUTER-001 | P2 | 中间件信息在集群中传递 |
| 消息路由 | MQ-ROUTER-002 | P2 | 消息包路由至指定的中间件 |
| 失败队列 | MQ-ROUTER-003 | P3 | 处理失败的消息缓存队列 |
| 队列优先级 | MQ-ROUTER-004 | P3 | 队列路由过程中优先级处理 |
| 单向建链 | MQ-ROUTER-005 | P5 | 受限网络支持UDP通信 |
| 数据中间件 | 发送过程 | MQ-DATA-001 | P1 | 生产者发送消息 |
| 推送过程 | MQ-DATA-002 | P1 | 消费者对消息的应答 |
| 应答过程 | MQ-DATA-003 | P1 | 消费者接收消息 |
| 订阅与广播 | MQ-DATA-004 | P4 | Topic广播模式 |
| 主从互备 | 失效备援 | MQ-HA-001 | P1 | 高可用互备 |
| 消息同步 | MQ-HA-002 | P1 | 主从消息包和队列同步 |
| 启动主服务 | MQ-HA-003 | P1 | 将本地MQ启动为Master |
| 启动从服务 | MQ-HA-004 | P1 | 将本地MQ切换为Slave |
| 监控管理 | 堆积数量 | MQ-MMGR-001 | P4 | 队列中未处理消息数量 |
| 入列数量 | MQ-MMGR-002 | P4 | 生产者插入队列的消息包数量 |
| 出列数量 | MQ-MMGR-003 | P4 | 消费者读取队列的消息包数量 |
| 失败数量 | MQ-MMGR-004 | P4 | 处理失败入失败队列的消息数量 |
| 路由入数量 | MQ-MMGR-005 | P4 | 接受其他中间件路由包数量 |
| 路由出数量 | MQ-MMGR-006 | P4 | 发送至其他中间件路由包数量 |
| 辅助工具 | 客户端接口 | MQ-ASST-001 | P1 | 客户端接口 |
| 报警 | MQ-ASST-002 | P2 | 异常报警推送至RTDB |
| 系统功能 | 系统性能 | MQ-PERF-001 | P3 | 系统运行性能指标 |
| 界面要求 | MQ-MMI-002 | P3 | 管理台界面 |
| 系统安全 | MQ-SEC-003 | P3 | 用户登录安全控制 |
| 系统日志 | MQ-LOG-004 | P1 | 本地系统日志管理 |

1. 非功能需求

## 系统性能要求

*需求编号：MQ-PERF-001*

响应时间：本地节点小于等于15秒，跨网络分布式节点，视网络情况而定。

更新处理时间：小于等于5秒。

数据转换与传输时间：小于等于5秒。

主从切换时间：小于1秒。

运行时间：7×24小时连续工作。

吞吐量：在响应时间内，完成一个事务的数据量大于等于每次传输数据的最大值。

## 系统界面要求

*需求编号：MQ-MMI-002*

支持查询系统最近一次消息中间件的基本情况，显示的数据有：堆积数量、入列数量、出列数量、失败数量、路由入数量、路由出数量。支持对数据按大小排序、按队列名过滤等操作。

## 系统安全及保密要求

*需求编号：MQ-SEC-003*

指定可以访问中间件控制台的用户群，通过系统用户权限分级，可以方位不同操作，如重启、关闭、查询监控数据等。

## 系统日志

*需求编号：MQ-LOG-004*

提供系统运行的必要数据的反映如记录各用户登录和使用情况，日志历史数据的清理和备份，不同类别数据的分类过滤和排序方法，建立维护设置的方法和策略。使系统的运行情况可以得到追踪和审查。

## 其他非功能需求

|  |  |
| --- | --- |
| **其他非功能需求** | **详细要求** |
| 正确性 | 主从节点数据保持一致，精度到达100% |
| 健壮性 | 数据包路由过程中发生故障，不影响本地节点的消费者、生产者 |
| 可靠性 | 当节点出现故障时，消息包能够被传送到其他节点上而不会丢失 |
| 可管理性 | 用户可以Master节点上查看各个队列的运行状态 |
| 可扩展性 | 用户可以添加性能更强的硬件作为Slave节点，并手动升级为Master |
| 资源开销 | 在处理并发事务时，服务器内存和CPU，IO开销的峰值不超过所处计算机资源的60％，一般情况下不超过30%。 |

1. 外部接口说明

外部接口包括：硬件接口、软件接口、通信接口，每个接口需考虑以下内容：

1. 接口描述，包括接口类型、接口特点（如版本、名称、来源等）
2. 接口与本系系统的输入输出关系
3. 技术方面的约束
4. 转换的安全考虑
5. 其他需求

[对其它需要描述但未在本模板中列出的需求，在此进行说明，如果某个这样的需求比较重要，可以单独用新的一节来描述。

这样的需求可能包括，数据库需求、法律需求、国际准则、重用目标等。]

1. 功能需求的详述

## 通信中间件

### 信息传递

*需求编号：MQ-ROUTER-001*

生产者发送的消息，能被监听该队列的消费者接收，且保证消费者接受的消息有且只有一条记录。

### 消息路由

*需求编号：MQ-ROUTER-002*

生产者发送的消息，在车站和中央的消息队列中自动路由至消费者所在的消息队列，且保证消息在消息队列中有且只有一条记录。

### 失败队列

*需求编号：MQ-ROUTER-003*

消息在消息队列集群路由过程中产生异常，消息所在中间件需要将该消息包转移至失败队列，并通知操作员进行手工维护。

消费者处理接收到的消息时，业务若发生异常，则该消息从工作队列转移至失败队列，并通知操作员进行手工维护。

### 队列优先级

*需求编号：MQ-ROUTER-004*

在两个消息队列集群中路由消息包时，不同的队列拥有不同优先级，优先级高队列中的消息包优先向下游转发，优先级低的队列延迟转发，保证实时的消息或命令在资源受限的情况下，能优先被处理。队列的优先级需要在创建时被设定。

### 单向建链

*需求编号：MQ-ROUTER-005*

在使用了网络防火墙、隔离网闸等设备的情况下，某域内的通信中间件和控制中心只能建立单向的通信通道，通信中间件应考虑单向网络环境的匹配性。通过特殊定制或优化，通过配置文件，实现单向建链和正常链路之间的切换。

## 数据中间件

### 点对点发送过程

*需求编号：MQ-DATA-001*

生产者向中间件接口发送消息成功后立即返回，成功收到ACK，失败则收到NAK。

### 点对点推送过程

*需求编号：MQ-DATA-002*

消费者监听中间件的消息队列，当有新的消息时，中间件将消息推送至消费者，消息并转移至处理队列，当消费者完成任务向中间件提交后，消息从处理队列移除，如果任务异常或失败，消息移动至失败队列。

### 点对点应答过程

*需求编号：MQ-DATA-003*

队列在创建的时候，可以设置自动应答或者手动应答。

消息被处理完成后，消费者返回处理结果至消息队列，消息队列根据应答属性，判断是否需要将其转发至生产者，完成消息的处理闭环。

### 订阅与广播

*需求编号：MQ-DATA-004*

通信中间件应基于“发布/订阅”模型的消息机制，提供1对多的消息广播功能，实现在复杂网络环境下数据的可靠传送。并保证同一个程序向同一个主题发布的消息，接收者接收顺序与发送顺序相同。一个主题可以理解为一个通道，也可以理解为某一类信息的逻辑组合。通信中间件应该为每一个主题建立一个队列，当主题内的消息产生时，将对应的消息存储到指定的主题队列中去。

具体来说，订阅和发布的需求如下：

* 订阅主题：应用程序通知中间件自己关心的主题，当此主题有消息到达时，应用程序可以收取。
* 退订主题：应用程序通知中间件自己不再关心某个主题，以后此主题的消息对应用程序不可见。
* 发布消息：应用程序向某个主题发送一条消息，所有订阅此主题的应用程序，无论位于何处，都可以收到此消息。

## 主从互备

### 失效备援

*需求编号：MQ-HA-001*

通过优先级确定双机热备服务中的主从关系，当主服务因计算异常或者崩溃而退出执行，从服务自动由Standby状态调整为激活状态，托管原主服务提供的功能和客户端。当主服务修复再次启动后，自动变更为从服务，直到新的主服务产生异常退出后，新的从服务再次调整，重新升级到主服务。

### 消息同步

*需求编号：MQ-HA-002*

从服务周期的向主服务请求数据同步，通过增量同步功能，保证主从服务之间数据的一致性和完整性。

### 启动主服务

*需求编号：MQ-HA-003*

通过心跳维护主从服务的分配，当从服务检测不到主服务的心跳时，自动升级到主服务，接管原客户端，维护新的连接和通讯。

### 启动从服务

*需求编号：MQ-HA-004*

服务启动时，如果监测到集群中的主服务已经启动，则自动以从服务的模式启动，接收数据同步。

## 监控管理

### 堆积数量

*需求编号：MQ-MMGR-001*

监控每个工作队列中，未处理的消息数量。

### 入列数量

*需求编号：MQ-MMGR-002*

监控自首次启动以来，在每个队列里进行入列操作的消息包数量。

### 出列数量

*需求编号：MQ-MMGR-003*

监控自首次启动以来，在每个队列里进行出列操作的消息包数量。

### 失败数量

*需求编号：MQ-MMGR-004*

监控失败队列中，当前消息包的数量。

### 路由入数量

*需求编号：MQ-MMGR-005*

监控接收到其他集群中间件路由至本地中间件的消息包数量。

### 路由出数量

*需求编号：MQ-MMGR-006*

监控向其他集群中间件发送路由消息包的数量。

## 辅助工具

### 客户端接口

*需求编号：MQ-ASST-001*

以SDK包的形式，向第三方应用实例提供本服务的API接口，应用实例支持C++和JAVA平台，并加以版本控制。

### 报警

*需求编号：MQ-ASST-002*

进入失败队列的消息包，在系统中产生报警通知，用户根据报警定位问题所在服务器，分析故障的原因，并采取手动措施管制服务的功能。

1. 附件（可选）

附件可能包括各个模块的具体的功能需求描述、需求跟踪表，或者系统的词汇表、待确定问题列表，以及其它所有能够成为需求基线内容的正式文档。

# 附录A：需求建模与分析报告（可选）

建议用Rational Rose对产品需求进行建模与分析。

## A.1 需求模型1

## A.n 需求模型N

# 附录B：需求确认（可选）

**提示：**需求确认规程请参见NG\_RD\_REGU\_XQKFYGLGC，主要分两步：（1）需求评审，（2）需求承诺。对需求的评审应当采用“正式技术评审方式”，将产生一份“需求评审报告”，规程请参见NG\_RD\_REGU\_XQKFYGLGC。在获取责任人（Stakeholders）对需求的承诺之前，该《产品需求规格说明书》必须先通过需求评审。

|  |  |
| --- | --- |
| **需求评审报告摘要** | |
| 需求文档 | 输入名称，标识符，版本，作者，完成日期，… |
| 需求评审报告 | 输入名称，标识符，评审日期，… |
| 评审结论 | [ ] 工作成果合格，“无需修改”或者“需要轻微修改但不必再审核”。  [√] 工作成果基本合格，需要作少量的修改，之后通过审核即可。  [ ] 工作成果不合格，需要作比较大的修改，之后必须重新对其评审。 |
| 评审意见 |  |
| 评审小组成员 | 输入评审小组成员 |

|  |  |
| --- | --- |
| **需求承诺** | |
| 需求文档 | 输入名称，标识符，版本，作者，完成日期 |
| 客户承诺 | 承诺…  签字，日期 |
| 项目经理承诺 | 承诺…  签字，日期 |