

T/CPHA

中国港口协会团体标准

T/CPHA 19—2023

自动化集装箱码头计算任务调度系统 技术要求

Technical requirements computational task scheduling system for automated
container terminal

2023-07-21 发布

2023-10-01 实施

中国港口协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 系统构成	1
5 一般要求	2
6 计算任务接口	2
7 计算任务分配服务	3
8 计算资源管理	6
附录 A (资料性) 自动化集装箱码头计算任务调度系统接口数据格式要求	8

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国港口协会提出并归口。

本文件起草单位：上海国际港务(集团)股份有限公司、哪吒港航智慧科技(上海)有限公司、青岛港国际股份有限公司、上海海勃物流软件有限公司、上海国际港务(集团)股份有限公司尚东集装箱码头分公司、上海海事大学、上海热璞网络科技有限公司、青岛新前湾集装箱码头有限责任公司。

本文件主要起草人：方怀瑾、黄秀松、黄桁、任锐、邹鹰、张传捷、沈一帆、柳长满、孙金余、张连钢、丁益华、秦涛、金官丁、张蕾、田宇、王秋晨、刘焕廷、李永翠、顾志华、李明。

自动化集装箱码头计算任务调度系统技术要求

1 范围

本文件规定了自动化集装箱码头计算任务调度系统的系统构成、一般要求、计算任务接口、计算任务分配服务和计算资源管理等技术要求。

本文件适用于自动化集装箱码头计算任务调度系统设计、建设与维护。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 9813.3 计算机通用规范 第3部分:服务器

GB/T 25000.51 系统与软件工程 系统与软件质量要求和评价(SQuaRE) 第51部分:就绪可用软件产品(RUSP)的质量要求和测试细则

GB/T 38674 信息安全技术 应用软件安全编程指南

GB/T 39680 信息安全技术 服务器安全技术要求和测评准则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自动化集装箱码头计算任务调度系统 computational task scheduling system for automated container terminal

自动化集装箱码头中,应用计算任务接口、计算任务分配服务以及计算资源管理等功能模块,实现自动化集装箱码头计算任务与计算任务分配和计算资源管理的软件系统。

3.2

自动化集装箱码头计算任务 computational task of automated container terminal

自动化集装箱码头生产管理系统和设备控制系统产生的为实现特定目标所需的计算活动。

3.3

自动化集装箱码头计算资源 computational resources of automated container terminal

执行自动化集装箱码头计算任务所需的软硬件设备。

注:一般为执行计算任务的应用服务器。

4 系统构成

自动化集装箱码头计算任务调度系统(以下简称“调度系统”),应由计算任务接口、计算任务分配服务以及计算资源管理等功能模块构成,见图1。

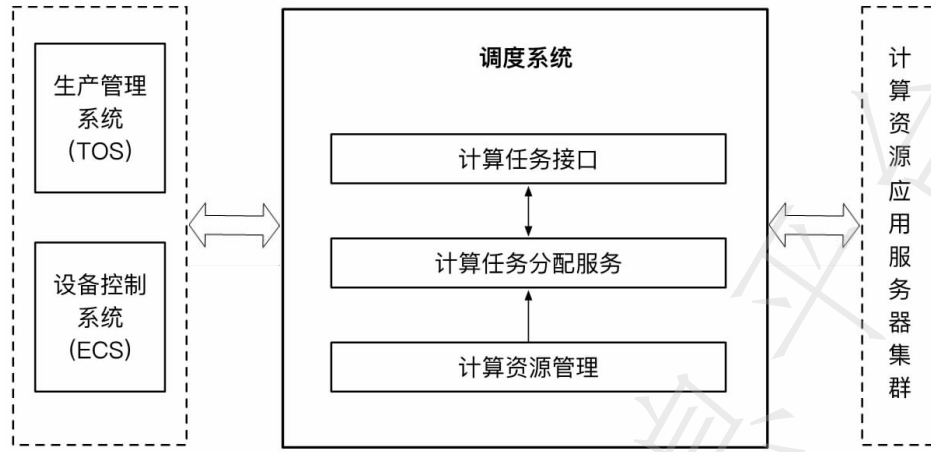


图 1 调度系统构成

5 一般要求

- 5.1 调度系统相关安全性应满足 GB/T 39680 以及 GB/T 38674 的规定。
- 5.2 调度系统应用服务器可靠性应满足 GB/T 9813.3 的规定。
- 5.3 调度系统软件可靠性应满足 GB/T 25000.51 的规定。
- 5.4 调度系统应用服务器 IP 地址应统一编址,宜采用 IPv6。
- 5.5 传输网络时延应不大于 10 ms,丢包率应不大于 0.1 %。
- 5.6 传输网络的关键链路应采用冗余设计。
- 5.7 调度系统应支持计算资源应用服务器集群部署模式。

6 计算任务接口

6.1 计算任务接口分类

计算任务接口类别应包括：

- a) 计算任务接收接口；
- b) 计算任务分配接口。

6.2 计算任务接收接口

6.2.1 计算任务接收接口功能应包括但不限于下列内容：

- a) 接收生产管理系统或设备控制系统产生的计算任务；
- b) 将所接受的计算任务下发给计算任务分配服务；
- c) 接收计算任务执行结果；
- d) 将计算任务执行结果反馈给生产管理系统或设备控制系统。

6.2.2 计算任务接收接口交互的信息应包括计算任务接收信息和计算任务执行结果反馈信息,其中：

- a) 计算任务接收信息应包括的内容和数据格式要求见表 A.1；
- b) 计算任务执行结果反馈信息应包括的内容和数据格式要求见表 A.2。

6.3 计算任务分配接口

6.3.1 计算任务分配接口功能应包括但不限于下列内容：

- a) 获取计算任务分配服务的分配结果；
- b) 根据分配结果将计算任务分发给指定计算资源应用服务器；

- c) 从计算资源应用服务器获取计算任务执行结果；
 - d) 将计算任务执行结果反馈给计算任务分配服务。
- 6.3.2 计算任务分配接口交互的信息应包括计算任务分配信息和计算任务执行结果反馈信息,其中:
- a) 计算任务分配信息应包括的内容和数据格式见表 A.3;
 - b) 计算任务执行结果反馈信息应包括的内容和数据格式见表 A.4。

7 计算任务分配服务

7.1 分配服务要求

7.1.1 计算任务分配应包括:

- a) 正常状态的任务分配;
- b) 异常状态的任务处置与分配。

7.1.2 计算任务分配控制参数设置应包括但不限于:

- a) 最大滞留时长设置;
- b) 最大应答时长设置;
- c) 最大重分配次数设置。

7.1.3 计算任务分配基本信息应包括但不限于:

- a) 计算任务编号;
- b) 计算任务分类;
- c) 计算任务优先程度;
- d) 计算任务内容;
- e) 计算任务产生方 IP 地址;
- f) 计算资源应用服务器 IP 地址。

7.1.4 计算任务分配时间信息应包括但不限于:

- a) 接收时间;
- b) 分配时间;
- c) 响应时间;
- d) 结束时间。

7.1.5 计算任务分配状态信息应包括但不限于:

- a) 接收成功;
- b) 分配成功;
- c) 分配失败;
- d) 任务执行中;
- e) 执行完成;
- f) 执行失败。

7.1.6 计算任务分配统计信息应包括但不限于:

- a) 计算任务分配服务整体成功率,其计算按公式(1):

$$A = \frac{\sum_{i=1}^I S_i}{\sum_{i=1}^I R_i} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

A——计算任务分配服务整体成功率;

i——计算任务;

I——计算任务总数;

S_i ——计算任务 i 的分配状态是否为分配成功,是则取值 1,否则取值 0;

R_i ——计算任务 i 的分配状态是否为接收成功,是则取值 1,否则取值 0(计算任务 i 接收成功,即为可分配任务)。

b) 各计算资源应用服务器的计算任务执行完成率,其计算按公式(2):

$$B_j = \frac{\sum_{i=1}^I C_{ij}}{\sum_{i=1}^I D_{ij}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

B_j ——计算资源应用服务器 j 的计算任务执行完成率;

C_{ij} ——计算任务 i 是否被分配到计算资源应用服务器 j 并且状态为执行完成,是则取值 1,否则取值 0;

D_{ij} ——计算任务 i 是否被分配到计算资源应用服务器 j ,是则取值 1,否则取值 0。

c) 计算任务执行完成率,其计算按公式(3):

$$E = \frac{\sum_{i=1}^I F_i}{\sum_{i=1}^I R_i} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

E ——计算任务执行完成率;

F_i ——计算任务 i 的分配状态是否为执行完成,是则取值 1,否则取值 0。

d) 各计算任务应答时长,其计算按公式(4):

$$G_i = H_i - K_i \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

G_i ——计算任务 i 的应答时长;

H_i ——计算任务 i 的响应时间;

K_i ——计算任务 i 的分配时间。

e) 各计算任务处理时长,其计算按公式(5):

$$L_i = M_i - N_i \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

L_i ——计算任务 i 的处理时长;

M_i ——计算任务 i 的结束时间;

N_i ——计算任务 i 的接收时间。

f) 各计算任务滞留时长,计算按公式(6):

$$P_i = K_i - N_i \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

P_i ——计算任务 i 的滞留时长。

g) 计算任务分配效率,计算按公式(7):

$$Q_i = \frac{L_i - P_i}{L_i} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中:

Q_i ——计算任务 i 的分配效率。

h) 单位时间内的计算任务数据吞吐量,计算按公式(8):

$$O_t = \frac{\sum_{i=1}^I U_i V_{it}}{W_t} \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中:

O_t ——单位时间 t 内的计算任务数据吞吐量;

U_i ——计算任务 i 的数据字节数;

V_i ——计算任务 i 是否在单位时间 t 内被接收,是则取值 1,否则取值 0;

W_t ——单位时间 t 的秒数。

- i) 计算任务分配统计宜按照月、周、日、小时分别进行统计;
- j) 计算任务分配统计宜按照计算任务类型、计算任务所属模块分别进行统计;
- k) 计算任务分配统计宜记录各指标的最小值、最大值、平均值以及与平均值之间的标准差等信息。

7.2 分配原则

7.2.1 优先性

根据自动化集装箱码头作业场景对计算任务宜按优先程度进行分类,见表 1。

表 1 计算任务优先程度分类

计算任务分类	计算任务内容	优先程度
设备控制类	岸桥控制	1
	场桥控制	1
	水平运输设备控制	1
实时决策类	装卸指令决策	1
	选位决策	1
	岸桥调度	2
	场桥调度	2
	水平运输设备调度	2
	水平运输路径规划	2
	信息识别	2
作业计划类	船舶计划	3
	泊位计划	3
	配载计划	3
	堆场计划	3
	岸桥作业路计划	3
其他类	数据查询	4
	数据共享	4
	数据统计	5
注:数值越小优先程度越高。		

7.2.2 实时性

7.2.2.1 设备控制类计算任务分配响应时间宜不大于 100 ms。

7.2.2.2 实时决策类计算任务分配响应时间宜不大于 200 ms。

7.2.2.3 作业计划类计算任务分配响应时间宜不大于 500 ms。

7.2.2.4 其他类计算任务分配响应时间宜不大于 1000 ms。

7.2.3 均衡性

7.2.3.1 计算任务分配应避免单台计算资源应用服务器负载过大。

7.2.3.2 计算任务分配应避免同一类型计算资源应用服务器负载标准差过大。

7.2.4 利用率

7.2.4.1 计算任务分配应提高各应用服务器整体利用率。

7.2.4.2 设备控制类计算任务与实时决策类计算任务宜分配至多核高并发应用服务器。

7.2.4.3 作业计划类计算任务宜分配至高主频计算密集型应用服务器。

7.2.4.4 其他类计算任务宜根据实际作业场景需求选择合适的应用服务器进行分配。

7.3 分配策略

7.3.1 分配策略类型

计算任务分配服务的分配策略类型应包括：

- a) 正常状态的任务分配策略；
- b) 异常状态的任务处置与分配策略。

7.3.2 正常状态的任务分配策略

7.3.2.1 计算任务应按优先程度由高到低进行分配,计算任务优先程度相同时宜按计算任务产生的时间顺序进行分配。

7.3.2.2 计算资源应用服务器应根据实时性、均衡性和利用率原则进行分配,分配因素应包括但不限于：

- a) 应用服务器为启用状态；
- b) 应用服务器 CPU、GPU 占用率最低；
- c) 应用服务器内存使用率最低；
- d) 应用服务器滞留计算任务数量最少。

7.3.3 异常状态的任务处置与分配策略

7.3.3.1 计算任务分配超过设置的最大滞留时长仍无法分配到应用服务器时,应结束计算任务分配工作,发出报警信息,并向计算任务产生方反馈异常状态信息,由计算任务产生方重新发起计算任务请求。

7.3.3.2 计算任务分配超过设置的最大应答时长,计算资源应用服务器仍无响应时,应根据分配策略重新为计算任务分配应用服务器。

7.3.3.3 计算任务分配失败后,应根据分配策略重新分配应用服务器。重分配次数达到设置的最大重分配次数后仍无法分配应用服务器,应结束本次计算任务分配工作,发出报警信息,并向计算任务产生方反馈异常状态信息,由计算任务产生方重新发起计算任务请求。

8 计算资源管理

8.1 计算资源管理对象与功能

8.1.1 计算资源管理对象应包括但不限于：

- a) 高并发应用服务器；
- b) 计算密集型应用服务器；
- c) 其他应用服务器。

8.1.2 计算资源管理功能应包括但不限于：

- a) 计算资源注册与注销；
- b) 计算资源状态管理。

8.2 计算资源注册与注销

8.2.1 注册所需的信息应包括但不限于：

- a) 计算资源应用服务器 IP 地址；
- b) 计算资源应用服务器端口号；
- c) 计算资源应用服务器 CPU 核数；

- d) 计算资源应用服务器 GPU 核数;
- e) 计算资源应用服务器总内存大小;
- f) 计算资源应用服务器类型;
- g) 可执行计算任务内容列表。

8.2.2 注销所需的信息应包括但不限于:

- a) 计算资源应用服务器 IP 地址;
- b) 计算资源应用服务器端口号。

8.3 计算资源状态管理

8.3.1 计算资源应用服务器在线状态应包括:启用、禁用、维护。

8.3.2 可被分配计算任务的计算资源应用服务器应处于启用状态。

8.3.3 当计算资源应用服务器无响应时应自动将其状态设为禁用,并发出报警;当计算资源应用服务器恢复响应时应自动将其状态设为启用,并发出提示信息。

8.3.4 计算资源应用服务器运行状态监控的内容应包括但不限于:CPU 负载、GPU 负载、内存使用量、网络流量。

8.3.5 各项监控内容应设定报警阈值,监控指标大于等于阈值的 90 %时应进行预警,监控指标达到或超过阈值时应进行报警。

8.3.6 当应用服务器需进行版本升级、参数修改等操作时,应将计算资源应用服务器设为维护状态。操作完成后应将计算资源应用服务器设为启用状态。

附录 A
(资料性)

自动化集装箱码头计算任务调度系统接口数据格式要求

A.1 计算任务接收接口数据格式要求见表 A.1。

表 A.1 计算任务接收接口数据格式要求

字段名称	英文字段名	类型	长度	选择状态	说明
计算任务编号	taskId	string	64	●	计算任务唯一标识
计算任务内容	taskContent	string	128	●	计算任务具体内容信息
计算任务分类	taskType	int	4	●	计算任务所属分类
计算任务优先程度	taskPriority	int	4	○	见表 1。若不填,则默认优先程度最低
计算任务产生方 IP 地址	taskSourceHost	string	128	●	计算任务产生方的服务器基本信息
计算任务产生方端口号	taskSourcePort	int	5	●	
注: ●必选, ○可选。					

A.2 计算任务接收接口执行结果数据格式要求见表 A.2。

表 A.2 计算任务接收接口执行结果数据格式要求

字段名称	英文字段名	类型	长度	选择状态	说明
计算任务编号	taskId	string	64	●	计算任务唯一标识
计算任务分配状态	taskDispatchStatus	int	4	●	计算任务分配给计算资源服务的状态
计算任务完成状态	taskFinishStatus	int	4	○	计算任务完成状态
计算任务响应信息	taskFinishInfo	string	65535	○	计算任务处理完成后的反馈信息
计算资源应用服务器 IP 地址	workstationHost	string	128	○	需指定计算资源应用服务器执行计算任务 应填写的计算资源应用服务器信息
计算资源应用服务器端口号	workstationPort	int	5	○	
注: ●必选, ○可选。					

A.3 计算任务分配接口数据格式要求见表 A.3。

表 A.3 计算任务分配接口数据格式要求

字段名称	英文字段名	类型	长度	选择状态	说明
计算任务编号	taskId	string	64	●	计算任务唯一标识
计算任务分配编号	dispatchId	string	128	●	计算任务分配请求的唯一标识
计算任务内容	taskContent	string	128	●	计算任务具体内容信息
计算资源应用服务器 IP 地址	workstationHost	string	128	●	计算任务被分配到的计算资源应用服务 器信息
计算资源应用服务器端口号	workstationPort	int	5	●	
注: ●必选, ○可选。					

A.4 计算任务分配接口执行结果数据格式要求见表 A.4。

表 A.4 计算任务分配接口执行结果数据格式要求

字段名称	英文字段名	类型	长度	选择状态	说明
计算任务编号	taskId	string	64	●	计算任务唯一标识
计算任务分配编号	dispatchId	string	128	●	计算任务分配请求的唯一标识
计算任务分配状态	taskDispatchStatus	int	4	●	计算任务分配给计算资源服务的状态
计算任务完成状态	taskFinishStatus	int	4	○	计算任务完成状态
计算任务响应信息	taskFinishInfo	string	65535	●	计算任务处理完成后的反馈信息
注：●必选，○可选。					

全国团体标准信息平台

中国港口协会
团体标准
自动化集装箱码头计算任务调度系统技术要求
T/CPHA 19—2023

*

本标准由中国港口协会发布
上海市虹口区杨树浦路98号4层
网址 www.chinaports.org

*

内部发行

*

版权专有 侵权必究
举报电话:021-33878035