

**科聪控制器
VDA5050 接口协议
说明书 V1.3**

目录

前言	5
面向受众	5
产品保修	5
重要通知	5
免责声明	5
1 开发须知	6
2 互联交互结构	7
2.1 互联结构图	7
2.2 协议通信结构	7
3 基础规范	9
3.1 定位规范	9
4 协议基础	10
4.1 通信交互机制	10
4.2 交互流程概述	10
4.3 基础消息格式	11
4.3.1 MQTT Topic	11
5 设备接入的控制管理	13
5.1 连接 MQTT-Broker	13
5.2 上线 RCS	13
5.3 设备能力集	13
5.4 任务控制	13
5.5 动作控制	14
5.6 状态上报	14
5.7 可视化消息上报	15
6 消息格式	16
6.1 消息头	16
6.2 Order 主题	16
6.2.1 Node	17

6.2.2 Edge	18
6.3 InstantActions 主题.....	19
6.4 State 主题	19
6.4.1 NodeState	21
6.4.2 EdgeState.....	22
6.4.3 AgvPosition.....	22
6.4.4 Velocity	23
6.4.5 Load	23
6.4.6 ActionState	24
6.4.7 BatteryState.....	24
6.4.8 Error	25
6.4.9 Info	25
6.4.10 SafetyState.....	26
6.5 Visualization 主题	26
6.6 Connection 主题	27
6.7 Factsheet 主题	28
6.7.1 ProtocolLimits	28
7 协议示例说明.....	31
7.1 导航任务	31
7.1.1 单次导航任务	31
7.1.2 导航任务更新	32
7.2 动作	34
7.2.1 托盘动作	34
7.3 state 主题	34
7.4 connection 主题.....	35
7.4.1 AGV 上线.....	35
7.4.2 AGV 主动下线.....	35
7.4.3 AGV 意外掉线.....	35
7.5 FactSheet 主题	35
8 动作使用说明.....	36

8.1 支持的动作列表和参数	36
8.1.1 StartPause	36
8.1.2 StopPause	37
8.1.3 StartCharging	37
8.1.4 StopCharging	37
8.1.5 InitPosition	37
8.1.6 StateRequest	37
8.1.7 CancelOrder	38
8.1.8 FactsheetRequest	38
8.1.9 SwitchMode	38
8.1.10 Recognize	38
8.1.11 LiftFork	39
8.1.12 PalletLift	40
9 错误类型	41
9.1 导航类型异常参数表	41
9.1.1 二维码导航异常参数表	41
9.1.2 激光导航异常参数表	42
9.1.3 车体类型异常参数表	43
9.1.4 安全类型异常参数表	44
9.1.5 任务类型异常参数表	44
9.1.6 地图类型异常参数表	46
9.1.7 动作异常参数表	46
9.1.8 自定义类型异常参数表	46
10 其他相关	48
11 Mapdata	49
11.1 地图文件 (.xmap) 格式说明	49
11.1.1 Header (地图总体定义)	49
11.1.2 Advanced_point (路径点)	50
11.1.3 Advanced_curve (路径)	54
11.1.4 Advanced_area (避障区域)	57

11.1.5 Divide_area（工作区域）	58
11.1.6 Examine_area（检修（禁行）区域）	59
11.1.7 Traffic_area（交通限流区域）	60
11.1.8 Resource_request_area（申请区域）	62
12 附录 术语缩写.....	65
13 修订记录	66

前言

面向受众

本文档所描述的产品/软件只允许由经过相关培训并符合各项工作要求的合格人员进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

产品保修

请参阅购买产品时签订的销售协议或合同，以获得产品保修的完整声明。

重要通知

©科聪保留所有权利。本文档包含科聪公司的专有和机密信息，未经科聪公司事先书面同意，不得以任何形式或任何方式翻译、复制或传输本文档的任何部分。

免责声明

本文档中的信息在其发布时是准确和可靠的。科聪保留在任何时候更改本文档中所述产品的规格而不另行通知的权利。对于可提高设备性能的技术变更，无需事先通知。

本文档不可替代技术协议，本文中的内容若与技术协议发生冲突，请以技术协议或合同说明为准。

本文档的最终解释权归属于浙江科聪控制技术有限公司。

1 开发须知

- 本文档为对 VDA5050 的 2.1.0 版本的扩展，并补充相关定制信息；
- 使用 MQTT 通信，Broker（MQTT Broker：MQTT 架构中负责消息接收、消息处理和消息转发的服务器）由中央控制系统决定；
- 协议应用层数据格式统一使用 JSON 格式；
- 部分内容待定。

2 互联交互结构

2.1 互联结构图

机器人调度系统与机器人之间的交互如下图 2-1 互联交互示意图所示：

1. 机器人和 RCS 连接到 MQTT-Broker 并订阅对应的 Topic；
2. 机器人注册到 RCS，RCS 生成任务并按照 Topic 发给 MQTT-Broker，由订阅了对应 Topic 的机器人执行对应的任务；
3. 机器人实时上报状态和可视化消息给 MQTT-Broker，由订阅了对应 Topic 的 RCS 和可视化平台处理。

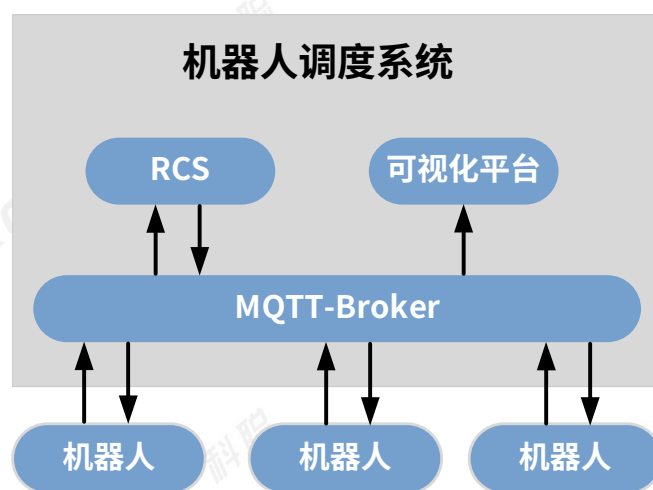


图 2-1 互联交互示意图

2.2 协议通信结构

RCS 平台与机器人设备之间采用 MQTT 3.1.1 网络通信协议，协议与 TCP/IP 模型如[图 2-2 交互协议与 TCP/IP 分层模型关系图](#)所示。

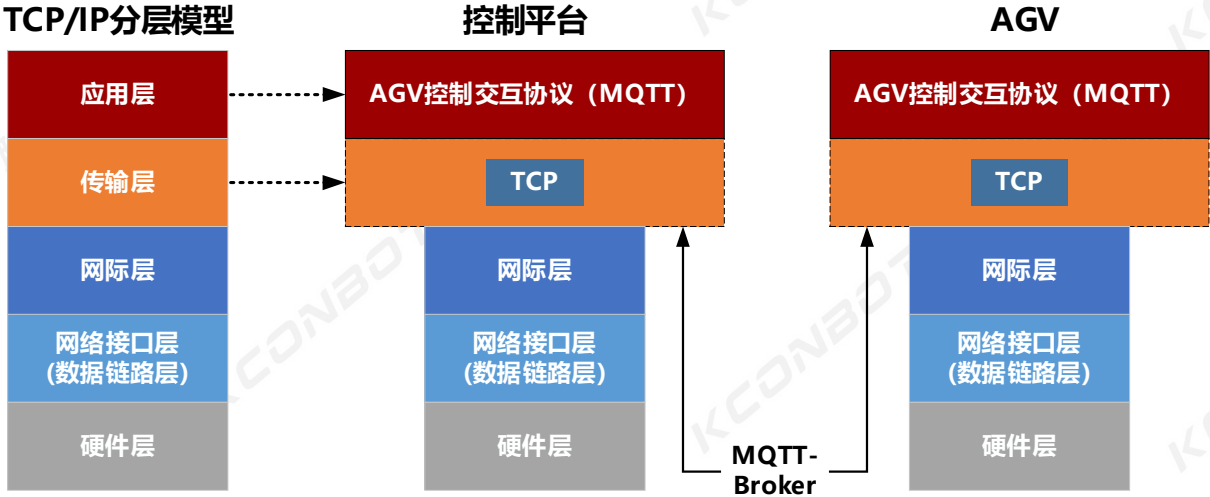


图 2-2 交互协议与 TCP/IP 分层模型关系图

3 基础规范

3.1 定位规范

位姿坐标系规范，如[图 3-1 位姿坐标系](#)所示，在此 X、Y 坐标系下，小车角度示意图。

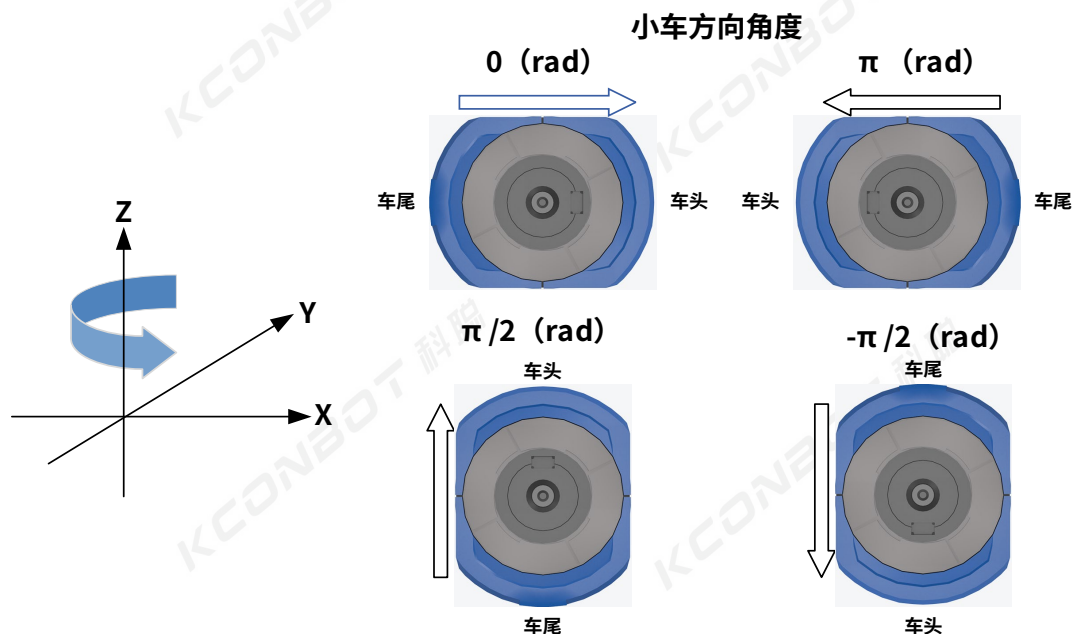


图 3-1 位姿坐标系

右手系：

- X 轴向右为正
- Y 轴向上为正
- 角度逆时针为正，取值范围 $(-\pi, \pi]$ rad

单位规范：

- 位置距离：米 (m)
- 角度单位：弧度 (rad)
- 速度：米每秒 (m/s)
- 加/减速度：米每二次方秒 (m/s^2)
- 电机转速：转每分钟 (rpm)
- 角速度：弧度每秒 (rad/s)
- 角加/减速度：弧度每二次方秒 (rad/s^2)

以上定义独立于定位方式，适用于二维码定位，SLAM 导航定位等各种定位方式。

4 协议基础

4.1 通信交互机制

RCS 平台与机器人之间通过 MQTT 3.1.1 传输协议结合 JSON 报文进行交互，由 QoS 和 broker 确保消息质量。

如果 RCS 发送了消息，平台上报的状态中未更新，则应重新发送该消息。机器人需要对相同 orderId 和 sequenceId 的任务进行过滤。

对于任务控制报文，RCS 平台在设备没有上报任务完成前，为减少带宽消耗，RCS 平台无需间隔性地下发相同的任务控制报文。

4.2 交互流程概述

RCS 平台与机器人交互流程大致如[图 4-1 调度与机器人报文交互示意图](#)所示，图中举例基本交互报文。

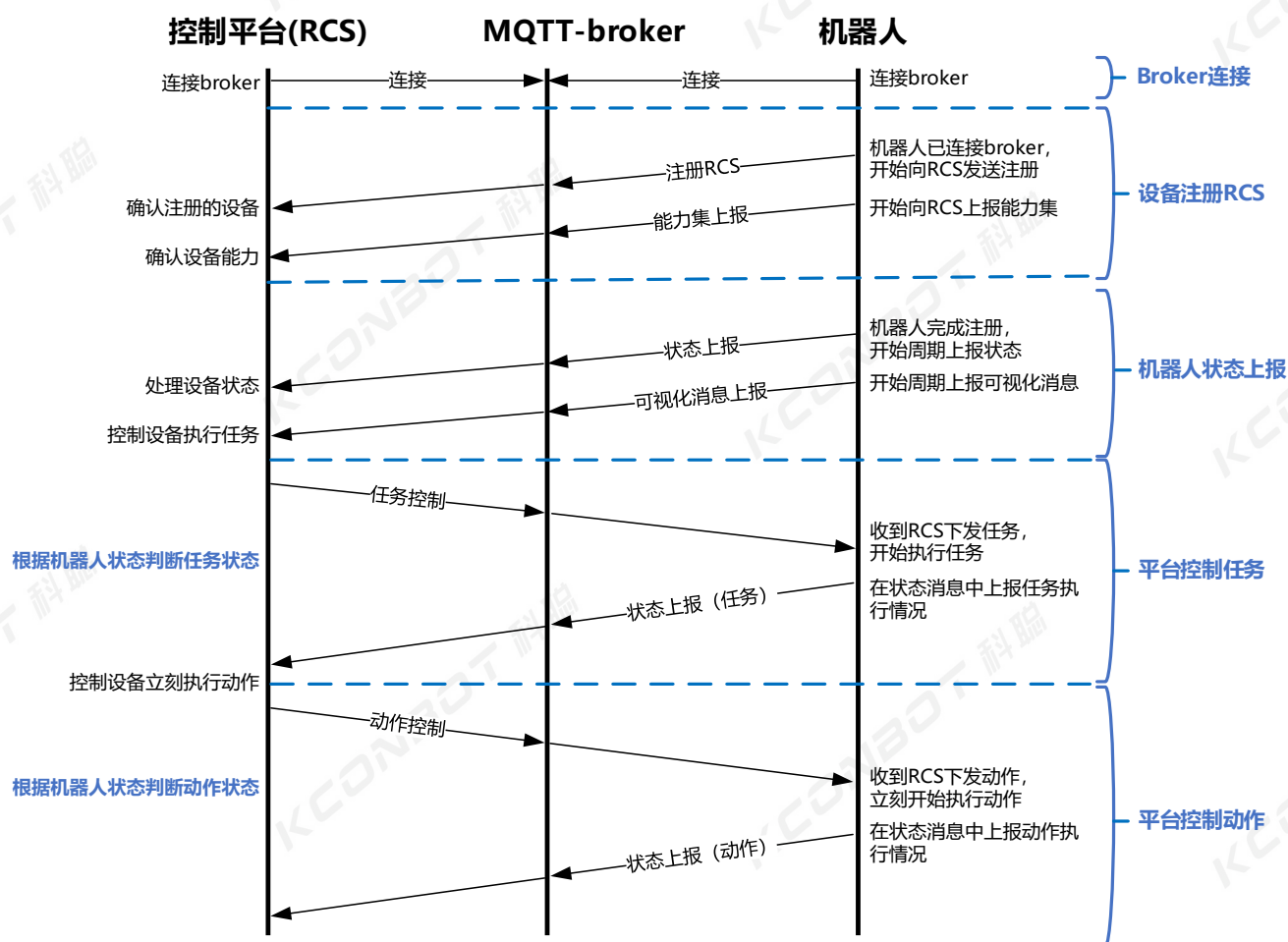


图 4-1 调度与机器人报文交互示意图

4.3 基础消息格式

消息格式采用 VDA5050 version 2.1.0 标准，所有报文应按照 JSON 结构进行传输，字段等均采用小驼峰命名的英文表述。

4.3.1 MQTT Topic

针对 VDA version 2.1.0，MQTT Topic 应由以下结构组成：

interfaceName/majorVersion/manufacture/serialNumber/subTopic

其中 interfaceName/majorVersion/manufacture/serialNumber 表明设备及其适用的协议。subTopic 表示不同的消息类型。

MQTT 主题级别	类型	描述
interfaceName	string	使用的接口名称

MQTT 主题级别	类型	描述
majorVersion	string	主版本号，前面加上“v”
manufacturer	string	机器人的制造商（例如 KC）
serialNumber	string	机器人的唯一序列号，由以下字符组成： A-Z a-z 0-9 — . : -
subTopic	string	主题（例如 order 或 state 等）

其中 subTopic 定义，用途和消息质量如下表所示：

SubTopic	发布者	订阅者	用途	Qos 等级
order	调度	AGV	调度向 AGV 传达导航订单	0
instantActions	调度	AGV	立即执行的操作的通信	0
state	AGV	调度	AGV 状态的通信	0
visualization	AGV	可视化系统	仅用于可视化目的	0
connection	Broker/AGV	调度	指示 AGV 连接丢失，上线等	1
factsheet	AGV	调度	用于辅助主控系统配置 AGV 的参数或厂商特定信息	0

5 设备接入的控制管理

5.1 连接 MQTT-Broker

AGV 根据事先已知的 MQTT-Broker 网络地址（IP 地址/域名和端口号），在启动自检完成后发起连接申请或者在失联后尝试重新连接，若连接失败，应延时一定的间隔再进行注册（时延间隔为秒级别）。在连接包中，AGV 携带遗嘱（will）消息以在异常下线时通知 RCS。设备连接 Broker 成功即认为上线。

5.2 上线 RCS

设备连 MQTT-Broker 成功后，订阅自身需要的 Topic，并向 RCS 发布 connection 注册消息。connection 注册消息应该以 QoS1 质量发布，由 MQTT-Broker 保证可以准确送达 RCS。此时设备应以额定频率向 broker 发送状态\可视化消息并随时等待接收执行 RCS 下发的指令。

对应 interfaceName/majorVersion/manufacture/serialNumber/connection 消息主题。

5.3 设备能力集

发送上线 RCS 消息后，以 factsheet 消息发送当前 AGV 设备能力集，其中能力集包括设备（AGV）的负载能力，几何特性，协议特性，物理属性等，这些能力将影响平台在规划调度控制设备（AGV）上，需要事先知道，便于个性化管理使用。当平台获取此设备的能力集失败，此设备应暂且不参与任务分配工作。

对应 interfaceName/majorVersion/manufacture/serialNumber/factsheet 消息主题。

5.4 任务控制

RCS 下发的任务由节点，路径段和绑定在节点/路径段上的动作组成，以 order 主题发送。

AGV 接收到任务后进行校验，对可执行的任务将遍历所有节点和路径段并完成在指定节点上的动作。

对应 interfaceName/majorVersion/manufacture/serialNumber/order 消息主题。

5.5 动作控制

除了控制 AGV 执行任务外，RCS 还可以向设备发送需要立即执行的动作控制请求，请求中可以携带多个动作。设备收到请求后按消息体中的动作顺序立即执行动作。除暂停，取消任务等特殊情况外，动作控制不应影响正常的任务执行。单独的动作控制包括举升，下放，取消任务，恢复任务，暂停任务等。

对应消息主题：

interfaceName/majorVersion/manufacturer/serialNumber/instantActions.

5.6 状态上报

设备的所有状态将通过状态 Topic 上传。设备定期向平台上报当前指令执行的状态，设备的异常告警状态，当前的位姿、电量、载货等信息。除状态发生改变的特殊情况外，设备将以固定的频率上报状态。特殊情况描述如下：

- 1) 接收到一条新的任务；
- 2) 接收到一个任务的更新；
- 3) 负载状态发生改变；
- 4) 有错误或者告警发生；
- 5) 执行任务过程中经过了任务所描述的节点；
- 6) 设备行驶状态发生改变；
- 7) 节点状态，边状态，动作状态等发生改变；

当符合上述多种情况时，为了节省网络带宽，应只上报一次状态，无需重复上报。对应 interfaceName/majorVersion/manufacturer/serialNumber/state 消息主题。

AGV 需要立即上报 RCS 的状态更新可分为以下场景：

1. AGV 空闲，接收到新消息，以 order 消息内容刷新 nodeState, edgeState, actionState, orderId, orderUpdateId；
2. AGV 正在执行任务，收到更新任务，且任务符合校验要求，清除状态包路径和节点信息中的预测路径部分，并将 nodeState, edgeState, actionState, 的部分以 order 消息内容 append，并将 orderId, orderUpdateId 赋值；

3. AGV 任务执行结束，收到更新任务，且符合校验要求，以 order 消息内容刷新 nodeState, edgeState, actionState, orderId, orderUpdateId;
4. AGV 在执行任务，经过一条路径段或某个节点，将该节点和路径段从 state 中删除;
5. AGV 在执行任务，完成某个动作（成功或失败），将动作状态进行修改，注意，非新任务不会删除动作状态;
6. AGV 收到暂停任务/取消暂停，将 pause 设置为 true/false;
7. AGV 在执行任务，收到取消任务，根据取消任务流程处理，结束后将 nodeState 和 edgeState 都清空;
8. AGV 运行过程中遇到安全隐患，将 safetyState 赋值;
9. AGV 运行过程中遇到其他主控/算法错误，在 error 中上报错误;
10. AGV 充电状态发生改变。

5.7 可视化消息上报

对于可视化需求，设备以可视化 Topic 高频率的向可视化平台实时发送设备位姿，速度等信息。此消息只用作可视化用途。

对应 interfaceName/majorVersion/manufacture/serialNumber/visualization 消息主题。

6 消息格式

6.1 消息头

每个 subTopic 对应的 JSON 消息都有一个相同的消息头格式开始。在接下来的章节中，为了可读性，以下消息头字段将被引用为 header 标题。

字段	类型	限制	描述
headerId	uint32	必填	消息的头部 ID。headerId 是针对每个主题定义的，每发送一次消息（无论是否送达）增加 1。 设置 VDA5050 参数，调度方为“kuka”时，支持报文下发相同 headerId 值。
timestamp	string	必填	时间戳（ISO 8601，UTC）；格式为 YYYY-MM-DDTHH:mm:ssZ（例如：“2023-04-15T11:40:03.12Z”）。
version	string	必填	协议版本：[主版本].[次版本].[补丁版本] （例如，1.3.2）。
manufacturer	string	必填	机器人制造商
serialNumber	string	必填	机器人序列号

6.2 Order 主题

字段	类型	限制	描述
header		必填	详见 第 6.1 章 消息头
orderId	string	必填	订单 ID。用于标识属于同一订单的多个订单消息。
orderUpdateId	uint32	必填	订单更新标识。对每个 orderId 都是唯一的。如果订单更新被拒绝，此字段将在拒绝消息中传递。每个新订单，递增值需从 1 开始。
nodes[node]	array	必填	用于完成订单的一系列节点对象。一个节点足以构成有效订单。在这种情况下，将边列表留空。 详见 第 6.2.1 章 Node 。
edges[edge]	array	必填	用于完成订单的一系列边对象。一个节点足以构成有效订单。在这种情况下，将边列表留空。 详见 第 6.2.2 章 Edge 。

6.2.1 Node

字段	类型	限制	描述
nodeId	string	必填	点 ID
sequenceId	uint32	必填	用于跟踪订单中节点和边的顺序，并简化订单更新。用途是区分在同一 orderId 内被多次通过的节点。sequenceId 跨越同一订单的所有节点和边，并在发出新 orderId 时重置。运行时节点次序偶数递增，每个新的 orderId 的 sequenceId 从 0 开始。
nodeDescription	string	可选	此点的附加信息
released	boolean	必填	是否为“基础路径（base）”中的节点： ● true: 表示此节点属于基础路径, AGV 必须按顺序执行； ● false: 表示此节点属于“可选路径段（horizon）”，用于预览、优化路径等。
nodePosition	JSON object	可选	节点位置
actions[action]	array	必填	用于在节点上执行的一系列操作。如果不需要执行操作，则为空数组。 详见 第 6.2.1.1 章 NodePosition 。

6.2.1.1 NodePosition

字段	类型	限制	描述
theta	float64	可选	AGV 在该节点的绝对朝向，以弧度表示，范围为 $[-\pi, \pi]$ 。如果定义了此值，AGV 在该节点上采用指定的朝向。

6.2.1.2 Action

字段	类型	限制	描述
actionType	string	必填	在“支持的动作列表和参数”中第一列中描述的 actionType。标识动作的功能。 详见 第 8.1 章 支持的动作列表和参数 。

字段	类型	限制	描述
actionId	string	必填	动作的唯一 ID，用于识别动作并将其映射到 state 中的 actionState。从 1 开始累加。
actionDescription	string	可选	动作的附加信息。
blockingType	string	必填， "enum": ["NONE", "SOFT", "HARD"]	是否移动时并行： NONE：允许移动和动作； SOFT：允许其他动作，不允许移动； HARD：此时仅允许当前动作。
actionParameters[actionParameter]	array	可选	指定动作的 actionParameter 对象数组； 例如 deviceId、loadId、external Triggers 等。 格式详见 第 6.2.1.2.1 章 ActionParameter 。 动作参数说明详见 第 8.1 章 支持的动作列表和参数 。

6.2.1.2.1 ActionParameter

字段	类型	限制	描述
key	string	必填	动作参数名称。
value	string	必填	动作参数值。

6.2.2 Edge

字段	类型	限制	描述
edgeId	string	必填	边 ID
sequenceId	uint32	必填	用于跟踪订单中节点和边的顺序，并简化订单更新。sequenceId 跨越同一订单的所有节点和边，并在发出新 orderId 时重置。运行时边的次序，奇数递增。每个新的 orderId 的 sequenceId 从 1 开始。
edgeDescription	string	可选	边的附加信息。

字段	类型	限制	描述
released	boolean	必填	True: 可行走的; False: 视界内不可行走的
startNodeid	string	必填	该边的起始节点 ID
endNodeid	string	必填	该边的终止节点 ID
maxSpeed	float64	可选	该边上允许的最大速度
actions[action]	array	必填	用于在节点上执行的一系列操作。如果不需要执行操作, 则为空数组。 详见 第 6.2.1.1 章 NodePosition 。

6.3 InstantActions 主题

字段	类型	限制	描述
header		必填	详见 第 6.1 章 消息头
actions[action]	array	必填	用于在节点上执行的一系列操作。如果不需要执行操作, 则为空数组。 详见 第 6.2.1.1 章 NodePosition 。

6.4 State 主题

字段	类型	限制	描述
header		必填	详见 第 6.1 章 消息头
orderId	string	必填	当前订单或上一个完成的订单的唯一标识。在接收到新订单之前, orderId 保持不变。如果没有之前的 orderId, 则为空字符串 ("")。
orderUpdateId	uint32	必填	订单更新标识, 用于标识机器人已接受订单更新。如果没有之前的 orderUpdateId, 则为 "0"。
lastNodeid	string	必填	最后到达的节点的节点 ID, 或者如果机器人当前位于一个节点上, 则为当前节点 (例如, "7")。如果没有最后到达的节点 ID, 则为空字符串 ("")。

字段	类型	限制	描述
lastNodeSequenceId	uint32	必填	最后到达的节点的序列 ID，或者如果机器人当前位于一个节点上，则为当前节点的序列 ID。如果没有最后到达的节点序列 ID，则为“0”。
nodeStates[nodeState]	array	必填	需要遍历以完成订单的 nodeState-Objects 的数组。如果空闲，则为空列表。详见 第 6.4.1 章 NodeState 。
edgeStates[edgeState]	array	必填	需要遍历以完成订单的 edgeState-Objects 的数组。如果空闲，则为空列表。详见 第 6.4.2 章 EdgeState 。
agvPosition	JSON-object	可选	机器人在地图上的当前位置。 可选：对于不能自我定位的机器人（例如线导引机器人），可以省略。 详见 第 0 章 AgvPosition 。
velocity	JSON-object	必填	机器人在车辆坐标系中的速度。 详见 第 6.4.4 章 Velocity 。
loads[load]	array	可选	当前由机器人处理的载荷。可选：如果机器人不能确定载荷状态，将数组省略出状态。 如果机器人可以确定载荷状态，但数组为空，则认为机器人未载荷。 详见 第 6.4.5 章 Load 。
driving	boolean	必填	“true”：表示机器人正在行驶和/或旋转。不包括机器人的其他运动（例如升降运动）。 “false”：表示机器人既不行驶也不旋转。
paused	boolean	必填	“true”：机器人当前处于暂停状态，可能是因为在机器人上按下了物理按钮或因为有一个即时动作。机器人可以恢复订单。 “false”：机器人当前未处于暂停状态。

字段	类型	限制	描述
actionStates[actionState]	array	必填	包含当前操作和尚未完成操作的列表。这可能包括仍在进行中的上一个节点的操作。当操作完成时，将发布更新的状态消息，其中 actionStatus 设置为“finished”，并在适用时包含相应的 resultDescription。操作状态保持到接收到新订单为止。 详见 第 6.4.6 章 ActionState 。
batteryState	JSON-object	必填	包含所有与电池相关的信息。 详见 第 6.4.7 章 BatteryState 。
operatingMode	string	必填， "enum": ["AUTOMATIC", "MANUAL",]	运行模式： AUTOMATIC：“自动模式”； MANUAL：“手动模式”。
errors[error]	array	必填	错误对象的数组。空数组表示机器人没有活动错误。 详见 第 6.4.8 章 Error 。
information[info]	array	必填	信息对象的数组。 空数组表示机器人没有信息。 这仅用于可视化或调试，不得用于调度逻辑。 详见 第 6.4.9 章 Info 。
safetyState	JSON-object	必填	包含所有与安全相关的信息。 详见 第 6.4.10 章 SafetyState 。
KcForkHeight	float	可选	设置 VDA5050 参数，调度方为“kuka”时，上报 kcForkHeight 数值。

6.4.1 NodeState

字段	类型	限制	描述
nodeId	string	必填	点 ID。

字段	类型	限制	描述
sequenceId	uint32	必填	用于区分具有相同 nodeId 的多个节点的 sequenceId。
nodeDescription	string	可选	节点的附加信息。
released	boolean	必填	true 是可行走的， false 是视界内不可行走的。

6.4.2 EdgeState

字段	类型	限制	描述
edgeId	string	必填	边 ID。
sequenceId	uint32	必填	用于区分具有相同 edgeId 的多个边的 sequenceId。
edgeDescription	string	可选	边的附加信息。
released	boolean	必填	True：可行走的， False：视界内不可行走的。

6.4.3 AgvPosition

字段	类型	限制	描述
positionInitialized	boolean	必填	True：位置初始化完成， False：位置未初始化完成。
localizationScore	float64	可选， 范围：[0.0,1.0]	描述定位的质量，因此可以被 SLAM-AGV 等使用，描述当前位置信息的准确性。 0.0：位置未知。 1.0：位置已知。 对于不能估计其定位分数的车辆，此项是可选的。仅用于记录和可视化目的。
x	float64	必填	相对于地图坐标系的 X 位置。精度取决于具体实现。
y	float64	必填	相对于地图坐标系的 Y 位置。精度取决于具体实现。
theta	float64	必填， 范围： $[-\pi, \pi]$	机器人的方向。
mapId	string	必填	地图的唯一标识。

字段	类型	限制	描述
mapDescription	string	可选	地图的附加信息。

6.4.4 Velocity

字段	类型	限制	描述
vx	float64	必填	机器人在 x 方向上的速度。单位：m/s。
vy	float64	必填	机器人在 y 方向上的速度。单位：m/s。
omega	float64	必填	机器人围绕其 z 轴的转动速度（z 轴速度）。单位：rad/s。

6.4.5 Load

字段	类型	限制	描述
loadId	string	可选	载荷的唯一标识号（例如条形码或 RFID）。如果机器人可以识别载荷但尚未识别，则为空字段。 如果机器人无法识别载荷，则此项为可选。
loadType	string	必填	负载类型。
loadPosition	string	可选	指示机器人所使用的载荷处理/搬运单元，例如，如果机器人具有多个搬运转荷的位置/位置。例如：“front”、“back”、“positionC1”等。 可选：对于只有一个 loadPosition 的车辆，此项为可选。
boundingBoxReference	JSON-object	必填	用于包围框位置的参考点。参考点始终是包围框底部表面（高度=0）的中心，并以机器人坐标系的坐标描述。 详见 第 6.4.5.1 章 BoundingBoxReference 。
loadDimensions	JSON-object	必填	负载尺寸。 详见 第 6.4.5.2 章 LoadDimensions 。
weight	float64	必填	重量。单位：kg。

6.4.5.1 BoundingBoxReference

字段	类型	限制	描述
x	float64	必填	参考点的 x 坐标。

字段	类型	限制	描述
y	float64	必填	参考点的 y 坐标。
z	float64	必填	参考点的 z 坐标。
theta	float64	可选	负载边界框方向。

6.4.5.2 LoadDimensions

字段	类型	限制	描述
length	float64	必填	负载边界框的绝对长度。单位：m。
width	float64	必填	负载边界框的绝对宽度。单位：m。
height	float64	必填	负载边界框的绝对高度。单位：m。

6.4.6 ActionState

字段	类型	限制	描述
actionId	string	必填	动作 id。
actionType	string	可选	动作的类型, 可选: 仅用于信息或可视化目的。 订单知道类型。
actionDescription	string	可选	当前动作的附加信息。
actionStatus	string	必填, "enum": ["WAITING", "INITIALIZING", "RUNNING", "PAUSED", "FINISHED", "FAILED"]	WAITING: 等待触发; PAUSED: 由 instantAction 或外部触发器。 暂停 FAILED: 无法执行动作。
resultDescription	string	必填	结果的描述, 例如 RFID 读取的结果。错误将在 errors 中传输。

6.4.7 BatteryState

字段	类型	限制	描述
batteryCharge	float64	必填	电量百分比, 20.2 就是电量是 20.2%。单位：%。

字段	类型	限制	描述
batteryVoltage	float64	可选	电池电压。单位：V。
charging	boolean	必填	“true”：正在充电； “false”：机器人当前未充电。

6.4.8 Error

字段	类型	限制	描述
errorType	string	必填	错误的类型或名称。
errorReferences[errorReference]	array	可选	用于识别错误来源的引用数组（例如，headerId, orderId, actionId 等）。 详见第 6.4.8 章 Error。
errorDescription	string	可选	错误描述
errorLevel	string	必填，"enum": ["WARNING", "FATAL"]	错误级别： WARNING：机器人准备启动。 FATAL：机器人无法运行，需用户干预。

6.4.8.1 ErrorReference

字段	类型	限制	描述
referenceKey	string	必填	引用的类型（例如，headerId, orderId, actionId 等）。
referenceValue	string	必填	引用的值。

6.4.9 Info

字段	类型	限制	描述
infoType	string	必填	信息的类型或名称。
infoReferences[infoReference]	array	可选	信息参考； 详见 第 6.4.9.1 章 InfoReference 。
infoDescription	string	可选	信息描述。

字段	类型	限制	描述
infoLevel	string	必填， "enum": ["DEBUG", "INFO"]	DEBUG：用于调试； INFO：用于可视化。

6.4.9.1 InfoReference

字段	类型	限制	描述
referenceKey	string	必填	引用的类型（例如，headerId, orderId, actionId 等）。
referenceValue	string	必填	引用键对应的值。

6.4.10 SafetyState

字段	类型	限制	描述
eStop	string	必填， "enum": ["AUTOACK", "MANUAL", "REMOTE", "NONE"]	急停的确认类型， AUTOACK：可以自动恢复的安全停车触发； MANUAL：需要手动恢复的安全停车触发； REMOTE：可以远程消除的安全停车触发； NONE：正常状态。
fieldViolation	boolean	必填	

6.5 Visualization 主题

字段	类型	限制	描述
header		必填	详见 第 6.1 章 消息头
agvPosition	object	必填	机器人在地图上的当前位置。 可选：对于不能自我定位的机器人（例如线导引机器人），可以省略。 详见 第 0 章 AgvPosition。

字段	类型	限制	描述
velocity	object	必填	机器人在车辆坐标系中的速度。 详见 第 6.4.4 章 Velocity 。
lastNodeid	string	必填	最后到达的节点的节点 ID，或者如果机器人当前位于一个节点上，则为当前节点（例如，“7”）。如果没有最后到达的节点 ID，则为空字符串("")。
lastNodeSequenceid	uint32	必填	最后到达的节点的序列 ID，或者如果机器人当前位于一个节点上，则为当前节点的序列 ID。如果没有最后到达的节点序列 ID，则为“0”。
nodeStates[nodeState]	array	必填	需要遍历以完成订单的 nodeState-Objects 的数组。如果空闲，则为空列表。 详见 第 6.4.1 章 NodeState 。
edgeStates[edgeState]	array	必填	需要遍历以完成订单的 edgeState-Objects 的数组。如果空闲，则为空列表。 详见 第 6.4.2 章 EdgeState 。
actionStates[actionState]	array	必填	包含当前操作和尚未完成操作的列表。这可能包括仍在进行中的上一个节点的操作。当操作完成时，将发布更新的状态消息，其中 actionStatus 设置为“finished”，并在适用时包含相应的 resultDescription。操作状态保持到接收到新订单为止。 详见 第 6.4.6 章 ActionState 。
batteryState	JSON-object	必填	包含所有与电池相关的信息。 详见 第 6.4.7 章 BatteryState 。

6.6 Connection 主题

字段	类型	限制	描述
header		必填	详见 第 6.1 章 消息头
connectionState	string	必填， "enum": ["ONLINE",	连接状态： ONLINE：机器人和代理之间的连接处于活动状态。

字段	类型	限制	描述
		"OFFLINE", "CONNECTIONBROKEN"]	OFFLINE：机器人和代理之间的连接已经协调离线。 CONNECTIONBROKEN：机器人和代理之间的连接意外结束。

6.7 Factsheet 主题

字段	类型	限制	描述
header		必填	详见 第 6.1 章 消息头
protocolLimits	JSON-object	必填	MQTT 通信中标识符、数组、字符串等的长度限制。 详见 第 6.7.1 章 ProtocolLimits 。

6.7.1 ProtocolLimits

字段	类型	限制	描述
maxStringLens	JSON-object	必填	字符串的最大长度。 详见 第 6.7.1.1 章 MaxStringLens 。
maxArrayLens	JSON-object	必填	数组的最大长度。 详见 第 6.7.1.2 章 MaxArrayLens 。
timing	JSON-object	必填	信息间隔相关。 详见 第 6.7.1.3 章 Timing 。

6.7.1.1 MaxStringLens

字段	类型	限制	描述
msgLen	uint32	必填	MQTT 消息的最大长度。
topicSerialLen	uint32	必填	MQTT 主题中序列号部分的最大长度。
topicElemLen	uint32	必填	MQTT 主题中所有其他部分的最大长度。 影响的具体参数： order.timestamp order.version order.manufacturer

字段	类型	限制	描述
			instantActions.timestamp instantActions.version instantActions.manufacturer state.timestamp state.version state.manufacturer visualization.timestamp visualization.version visualization.manufacturer connection.timestamp connection.version connection.manufacturer
idLen	uint32	必填	ID 字符串的最大长度。
idNumericalOnly	boolean	必填	如果为"true", 则 ID 字符串必须仅包含数字值。反之为 false。
enumLen	uint32	必填	ENUM 和 Key-String 的最大长度。 影响的具体参数: action.actionType action.blockingType edge.direction actionParameter.key state.operatingMode load.loadPosition load.loadType actionState.actionStatus error.errorType error.errorLevel errorReference.referenceKey info.infoType info.infoLevel safetyState.eStop connection.connectionState
loadIdLen	uint32	必填	loadId 字符串的最大长度。

6.7.1.2 MaxArrayLens

字段	类型	限制	描述
order.nodes	uint32	必填	每个订单中机器人可处理的最大节点数。
order.edges	uint32	必填	每个订单中机器人可处理的最大边数。
node.actions	uint32	必填	每个节点中机器人可处理的最大动作数。
edge.actions	uint32	必填	每个边中机器人可处理的最大动作数。
actions.actionsParameters	uint32	必填	每个动作中机器人可处理的最大参数数。
instantActions	uint32	必填	每条消息中机器人可处理的最大即时动作数。
state.nodeStates	uint32	必填	机器人发送的每个状态消息中最大的节点状态数。
state.edgeStates	uint32	必填	机器人发送的每个状态消息中最大的边状态数。
state.loads	uint32	必填	机器人发送的每个状态消息中最大的负载对象数。
state.actionStates	uint32	必填	机器人发送的每个状态消息中最大的动作状态数。
state.errors	uint32	必填	机器人在一个状态消息中发送的最大错误数。
state.information	uint32	必填	机器人在一个状态消息中发送的最大信息数。
error.errorReferences	uint32	必填	机器人为每个错误发送的最大错误引用数。
information.infoReferences	uint32	必填	机器人为每个信息发送的最大信息引用数。

6.7.1.3 Timing

字段	类型	限制	描述
minOrderInterval	float32	必填	向机器人发送订单消息的最小间隔。单位：s。
minStateInterval	float32	必填	机器人发送状态消息的最小时间间隔。单位：s。
defaultStateInterval	float32	必填	机器人发送状态消息的默认时间间隔。单位：s。
visualizationInterval	float32	必填	在 visualization 主题上发送消息的默认时间间隔。单位：s。

7 协议示例说明

7.1 导航任务

任务的基本结构由节点和路径段组成，AGV 将遍历节点和路径段以完成任务。节点和路径段在任务消息中以两个数组传递。数组的顺序还决定了必须遍历节点和边的顺序。

任务的第一个节点对于 AGV 来说必须是简单可达的。这意味着 AGV 已经站在节点上，或者 AGV 在节点允许偏差范围内。

节点和路径段都有一个布尔属性“released”，标明节点和路径段是否为 RCS 释放。对于路径段，只有当其开始节点和结束节点都被释放时，才可以被释放。根据节点和路径段是否被释放，可以将任务分为两部分：基础路径和预测路径，基础路径表示 AGV 需要去做的，而预测路径则表示 AGV 可能要做的任务。AGV 只会行驶经过被释放的节点或边缘，即基础路径。

对于单一任务，AGV 将会在基础路径的最后，即最后一个释放点（后续表述为决策点），停车。如果 RCS 需要 AGV 不停车继续执行任务，则需要在 AGV 到达决策点前更新任务。

需要明确的是，为了允许按顺序循环（比如从节点 1 到节点 2，然后再回到节点 1），每个节点和路径段都应该被分配一个 sequenceId，且 sequenceId 在节点和路径段上依次递增。即第一个节点 sequenceId 为 0，第一个路径段为 1，第二个节点为 2，以此类推。

由于 MQTT 是一种异步协议，通过无线网络传输是不可靠的，因此重要的是不能更改基础路径。

7.1.1 单次导航任务

假设导航 AGV 从节点 1 到节点 7，路径如下图所示：

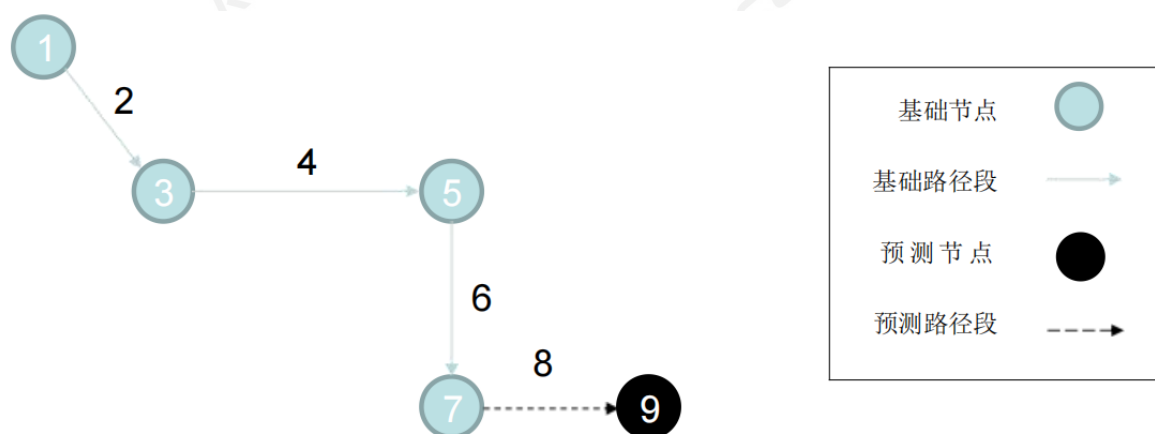


图 7-1 导航路径

下发 AGV 导航命令，使对应的对应 order 主题报文示例：

```

{"headerId":21962,"timestamp":"2024-06-16T19:29:16.16Z","version":"1.2.3","manufacturer":"KC","serialNumber":"9985","orderId":"566","orderUpdateId":1,"edges":[{"edgeId":"2","sequenceId":1,"released":true,"actions":[]}, {"edgeId":"4","sequenceId":3,"released":true,"actions":[]}, {"edgeId":"6","sequenceId":5,"released":true,"actions":[]}], "nodes":[{"actions":[], "nodeId":"1","released":true,"sequenceId":0}, {"actions":[], "nodeId":"3","released":true,"sequenceId":2}, {"actions":[], "nodeId":"5","released":true,"sequenceId":4}, {"actions":[], "nodeId":"7","released":true,"sequenceId":6}]}
  
```

其中报文中订单 ID 为 566，订单更新标识为 1。nodeId：依次为 1、3、5、7。edgeId 依次为 2、4、6。

7.1.2 导航任务更新

假设导航 AGV 先从节点 1 到节点 5。在到达节点 5 之前，再次下发导航任务，从节点 5 到节点 9。路径如下图所示：

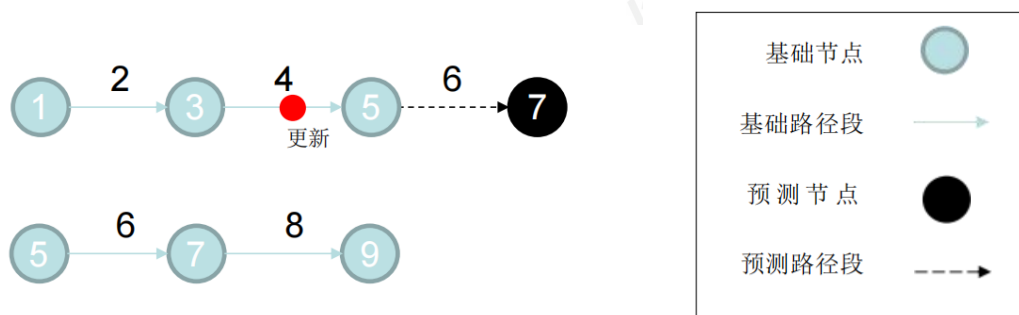


图 7-2 导航路径

第一条 AGV 导航命令，对应的 order 主题报文示例：

```

{"headerId":21963,"timestamp":"2024-06-16T19:30:17.16Z","version":"1.2.3","manufacturer":"KC","serialNumber":"9985","orderId":"567","orderUpdateId":1,"edges":[{"edgeId":"2","sequenceId":1,"released":true,"actions":[]}, {"edgeId":"4","sequenceId":3,"released":true,"actions":[]}],"nodes":[{"actions":[],"nodeId":"1","released":true,"sequenceId":0}, {"actions":[],"nodeId":"3","released":true,"sequenceId":2}, {"actions":[],"nodeId":"5","released":true,"sequenceId":4}]}

```

其中报文中订单 ID 为 567，订单更新标识为 1。nodeId：依次为 1、3、5。edgeId 依次为 2、4。

第二条 AGV 导航命令，对应的 order 主题报文示例：

```

{"headerId":21964,"timestamp":"2024-06-16T19:30:26.16Z","version":"1.2.3","manufacturer":"KC","serialNumber":"9985","orderId":"567","orderUpdateId":2,"edges":[{"edgeId":"6","sequenceId":5,"released":true,"actions":[]}, {"edgeId":"8","sequenceId":7,"released":true,"actions":[]}],"nodes":[{"actions":[],"nodeId":"5","released":true,"sequenceId":4}, {"actions":[],"nodeId":"7","released":true,"sequenceId":6}, {"actions":[],"nodeId":"9","released":true,"sequenceId":8}]}

```

其中报文中订单 ID 为 567，订单更新标识为 2。nodeId：依次为 5、7、9。edgeId 依次为 6、8。

7.2 动作

7.2.1 托盘动作

一、托盘上升动作，对应的 **instantActions** 主题报文示例如下：

```
{"headerId":8,"timestamp":"2024-06-16T18:30:17.16Z","version":"2.2.0","manufacturer":"kcrobot","serialNumber":"1","actions":[{"actionDescription":"riseLift","actionId":"7","actionParameters":{"key":"cmd","value":1},"actionType":"palletLift","blockingType":"NONE"]]}
```

二、托盘下降动作，对应的 **instantActions** 主题报文示例如下：

```
{"headerId":9,"timestamp":"2024-06-16T18:31:17.16Z","version":"2.2.0","manufacturer":"kcrobot","serialNumber":"1","actions":[{"actionDescription":"riseLift","actionId":"8","actionParameters":{"key":"cmd","value":2},"actionType":"palletLift","blockingType":"NONE"]]}
```

7.3 state 主题

state 主题上报报文示例：

```
{"orderId":"5675","orderUpdateId":1,"lastNodeId":"6","lastNodeSequenceId":0,"nodeStates":[],"edgeStates":[],"agvPosition":{"positionInitialized":true,"localizationScore":1.0,"x":-0.48,"y":0.6,"theta":0.01,"mapId":"NULL"},"velocity":{"vx":0.0,"vy":0.0,"omega":0.0},"loads":[],"actionStates":[],"batteryState":{"batteryCharge":100,"batteryVoltage":50,"charging":false},"errors":[],"information":[],"safetyState":{"eStop":"NONE","fieldViolation":false},"headerId":352,"timestamp":"2024-09-09T05:22:06.993Z","version":"2.0.0","manufacturer":"KC","serialNumber":"1024"}
```

7.4 connection 主题

7.4.1 AGV 上线

```
{"headerId":2,"timestamp":"2024-06-16T19:31:17.16Z","version":"2.0.0","manufacturer":"KC","serialNumber":"1024","connectionState":"ONLINE"}
```

7.4.2 AGV 主动下线

```
{"headerId":2,"timestamp":"2024-06-16T19:35:17.18Z","version":"2.0.0","manufacturer":"KC","serialNumber":"1024","connectionState":"OFFLINE"}
```

7.4.3 AGV 意外掉线

```
{"headerId":2,"timestamp":"2024-06-16T19:31:17.16Z","version":"2.0.0","manufacturer":"KC","serialNumber":"1024","connectionState":"CONNECTIONBROKEN"}
```

7.5 FactSheet 主题

```
{"maxStringLens":{"msgLen":4096,"topicSerialLen":64,"topicElemLen":32,"idLen":10,"idNumericalOnly":true,"enumLen":32,"loadIdLen":32},"maxArrayLens":{"orderNodes":8,"orderEdges":7,"nodeActions":1,"edgeActions":1,"actionsParameters":16,"instantActionsNum":1,"stateNodeStates":8,"stateEdgeStates":7,"stateLoads":1,"stateActionStates":5,"stateErrors":5,"stateInformation":5,"errorReferences":1,"infoReferences":1},"timing":{"minOrderInterval":1,"minStateInterval":0.5,"defaultStateInterval":1,"visualizationInterval":5},"headerId":0,"timestamp":"2024-09-29T05:12:18.929Z","version":"1.0.0","manufacturer":"KC","serialNumber":"1001"}
```

8 动作使用说明

8.1 支持的动作列表和参数

actionType	名称	描述/参数说明	支持的动作范围		
			instant	node	edge
startPause	暂停订单	暂停导航任务	yes	no	no
stopPause	恢复订单	恢复暂停的任务	yes	no	no
startCharging	开始充电	机器人充电	yes	yes	no
stopCharging	停止充电	机器人停止充电	yes	yes	no
initPosition	初始化定位	重置 AGV 当前的位置	yes	yes	no
stateRequest	请求 state	请求 state 主题数据	yes	no	no
cancelOrder	取消订单	取消导航任务	yes	no	no
factsheetRequest	请求 factsheet	请求 factsheet 主题数据	yes	no	no
switchMode	手自动切换	切换机器人控制模式	yes	no	no
recognize	识别	识别货架	no	yes	yes
liftFork	举升叉齿	叉齿举升	yes	yes	yes
palletLift	托盘升降	升降托盘	yes	yes	yes

8.1.1 StartPause

参数	类型	限制	描述
orderId	string	可选	订单 ID。
immediateStop	uint8	可选	0: 机器人正常移动到点上停止（到点未停止则移动到下一个点）； 1: 立刻停止（缓停）。

8.1.2 StopPause

参数	类型	限制	描述
orderId	string	必填	订单 ID。

8.1.3 StartCharging

参数	类型	限制	描述
chargeld	uint32	可选	充电点 ID
x	float	可选	充电时机器人 x 轴坐标
y	float	可选	充电时机器人 y 轴坐标
theta	float	可选	充电时机器人车头角度

8.1.4 StopCharging

参数	类型	限制	描述
chargeld	uint32	可选	停止充电点 ID
x	float	可选	停止充电时机器人 x 轴坐标
y	float	可选	停止充电时机器人 y 轴坐标
theta	float	可选	停止充电时机器人车头角度

8.1.5 InitPosition

参数	类型	限制	描述
x	float	可选	机器人 x 轴坐标
y	float	可选	机器人 y 轴坐标
theta	float	可选	机器人车头角度
lastNodeId	uint32	必填	机器人当前所在点 Id

8.1.6 StateRequest

无参数

8.1.7 CancelOrder

参数	类型	限制	描述
orderId	uint32	可选	订单 ID。
immediateCancel	uint8	可选	0: 机器人正常移动到点上停止 (到点未停止则移动到下一个点) ; 1: 立刻停止 (缓停) 。

8.1.8 FactsheetRequest

无参数

8.1.9 SwitchMode

参数	类型	限制	描述
workMode	string	必填	手自动模式切换: AUTOMATIC: “自动模式” ; MANUAL: “手动模式” 。

8.1.10 Recognize

参数	类型	限制	描述
shelfType	int32	必填	待识别物类型 1: 栈板 2: 料腿
adjustMode	uint8	必填	调整方式 0: 按照 xmap 配置进行调整 1: 曲线调整 2: 后退调整 3: 折线直接调整 4: 自适应调整
stackIdentifyMode	uint8	必填	堆叠识别方式 0: 无堆叠识别 1: 按照堆叠序列号识别 2: 按照高度识别栈板

参数	类型	限制	描述
stackSerialNumber	uint8	必填	堆叠识别序列号 0 按照地图配置识别 从上到下识别的第几个，从 1 开始
requireNavResource	uint8	必填	是否需要向调度申请导航资源 0：不需要 1：需要
targetHeight	float	必填	待识别物高度 H，单位：m 非绝对准确位置，告知需要识别货架的大概位置

8.1.11 LiftFork

参数	类型	限制	描述
liftHeight	float64	必填	升降高度，单位：m。
heightMeaning	uint8	必填	高度含义 1：绝对高度
toothMovement	uint8	必填	插齿移动方式 1：上升 2：下降
taskCmd	uint8	必填	任务操作指令： 1：开始任务 2：暂停任务 3：继续任务 4：放弃任务
forkActionStep	uint8	可选	取货步骤 0：默认为 0 1：取货，升降叉齿到准备取货高度 2：取货，升降叉齿到可取走货高度 3：取货，升降叉齿到安全高度 4：放货，升降叉齿到准备放货高度 5：放货，升降叉齿到可放货高度 6：放货，升降叉齿到安全高度

8.1.12 PalletLift

参数	类型	限制	描述
cmd	uint8	必填	托盘移动方式： 1：上升 2：归零

9 错误类型

9.1 导航类型异常参数表

errortype	errorLevel	异常事件描述	解决措施
0x0001	FATAL	站点位置校正失败	/
0x0002	FATAL	导航信号丢失	/
0x0003	FATAL	地标信号异常	/
0x0004	FATAL	导航传感器异常	/

9.1.1 二维码导航异常参数表

errortype	errorLevel	异常事件描述	解决措施
0x0005	WARNING	导航点超限	不允许发送点数超过最大导航点数
0x0006	WARNING	需要定位	将车辆开到二维码上进行定位
0x0007	WARNING	任务下载失败	车辆停止时，下发正确数目的任务
0x0008	WARNING	当前目标点错误	检查地图中二维码 ID 是否与实际布置 ID 一致
0x0009	WARNING	脱离二维码标签	检查二维码通讯配置和二维码地面维护情况
0x000A	WARNING	脱离标签轨道	查看两个二维码之间的距离填写是否正确，或者码带开始结束值是否填写正确
0x000B	WARNING	当前执行的任务信息出错	使用正确的导航模式
0x000C	WARNING	交管时标签错误	检查地图中二维码 ID 是否正确填写
0x000D	FATAL	运行时标签错误	判断目标二维码，粘贴角度是否符合规范
0x000E	WARNING	脱离色带	观察色带路径是否出现缺失一段色带如果出现则需要重新布置色带路径
0x0010	WARNING	里程更新失败	检查驱动器和控制器是否能够进行正常通信
0x0011	WARNING	二维码数据更新异常	查看相机是否能够正常读取二维码码带数据，丢包时间配置。
0x0012	FATAL	运动时二维码数据更新异常	/
0x0013	WARNING	二维码导航时动作出错	/

errortype	errorLevel	异常事件描述	解决措施
0x0014	WARNING	脱离二维码带标签	观察码带路径是否出现缺失一段码带或者码带路径中二维码不清晰, 如果出现则需要重新布置二维码码带路径。
0x0015	WARNING	码带数据不更新	观察码带路径是否出现缺失一段码带或者码带路径中二维码不清晰, 如果出现则需要重新布置二维码码带路径。
0x0016	WARNING	码带跟踪趋势错误	/
0x0017	WARNING	码带不在运行区间	/
0x0018	WARNING	二维码点位距离出错	/
0x0019	WARNING	码带 y 轴超出阈值	/

9.1.2 激光导航异常参数表

errortype	errorLevel	异常事件描述	解决措施
0x0107	WARNING	正在更新地图	等待地图加载成功（加载时间取决于地图的大小）
0x0108	FATAL	机器人定位未成功	检查应用软件地图是否和 AGV 地图是否一致；手动定位时尽量在 AGV 实际位置发起重定位。
0x0109	WARNING	路径点数量超过最大值	将路径点数量控制在最大值以内
0x010A	FATAL	机器人处于手动模式	切换到自动模式导航
0x010B	WARNING	地图未加载	将地图下载进 AGV 中
0x010C	WARNING	导航目标点 ID 不存在	检查 AGV 地图中是否包含导航目标点
0x010D	WARNING	目标点不在路径上	将目标点设置在路径上
0x010E	WARNING	路径规划失败	检查地图是否与 AGV 里的地图一致；指定路径下发时，检查指定路径在控制器里的地图是否连续。
0x010F	WARNING	机器人偏离路径，需要手动遥控到路径上	手动遥控 AGV 到路径上
0x0110	WARNING	被阻挡（遇障停车）	将障碍物移开
0x0111	FATAL	PLC 通讯失败	通过设计软件检查设备通讯状态

errortype	errorLevel	异常事件描述	解决措施
0x0112	FATAL	激光通信失败	使用雷达上位机检查激光是否正常； 检查激光型号和参数与机器人配置参数工具上载的参数是否一致；检查雷达 IP 是否一致
0x0113	WARNING	置信度过低，需要减速度	挪开影响定位的物体，若无法移动，建议重新制图
0x0114	WARNING	置信度过低，需要停车	挪开影响定位的物体，若无法移动，建议重新制图
0x0115	WARNING	调整路径失败	根据底盘类型适配合适的调整方式
0x0116	WARNING	获取识别结果失败	检查组态识别功能块配置
0x0117	WARNING	识别姿态失败	栈板识别：检查识别参数是否与实际栈板一致，识别点与栈板实际距离是否在允许范围内。 料架识别：检查料架识别参数与实际料架尺寸是否相符
0x0118	WARNING	正在执行导航服务	需在导航任务完成 或者空闲时下发
0x0119	WARNING	正在停止导航	需在导航任务完成 或者空闲时下发
0x011A	WARNING	无反识别不支持后退调整	预留
0x011B	WARNING	有反识别不支持自适应调整	预留
0x011C	WARNING	该底盘不支持横移调整功能	修改识别调整方式
0x011D	WARNING	航向角和路径夹角超过允许旋转阈值，无法自动旋转	将航向角和路径夹角旋转至允许旋转阈值
0x011E	WARNING	角度偏移超出允许范围	预留
0x011F	WARNING	被阻挡（区别于遇障停车）	将障碍物移开
0x0120	WARNING	查询叉车叉齿状态失败	-
0x0121	FATAL	持续打滑	人工介入处理

9.1.3 车体类型异常参数表

errortype	errorLevel	异常事件描述	解决措施
0x1001	FATAL	IO 检测板故障	/

errortype	errorLevel	异常事件描述	解决措施
0x1002	FATAL	CANopen 传感器错误	/
0x1003	FATAL	舵角错误	/
0x1004	FATAL	伺服故障	/
0x1005	FATAL	网络通讯中断	/
0x1006	FATAL	CAN 通讯故障	/

9.1.4 安全类型异常参数表

errortype	errorLevel	异常事件描述	备注
0x2001	FATAL	舵碰限位	/
0x2002	FATAL	车轮过热	/
0x2003	FATAL	硬件保险杠使能/禁止	/
0x2004	FATAL	用户紧急停车	/
0x2005	FATAL	用户暂停	/
0x2006	FATAL	硬件保险杠碰撞	/
0x2007	FATAL	软件保险杠碰撞	/
0x2008	FATAL	控制台暂停	/
0x2009	FATAL	不可切区内发现障碍物	/
0x200A	FATAL	停止按钮被按下	/
0x200B	FATAL	非接触式安全防碰的安全继电器故障	/
0x200C	FATAL	非接触式安全防碰近距离急停	/
0x200D	FATAL	非接触式安全防碰中距离停车	/
0x200E	FATAL	非接触式安全防碰的障碍模式设置错误	/
0x200F	FATAL	非接触式安全防碰切区错误	/

9.1.5 任务类型异常参数表

errortype	errorLevel	异常事件描述	解决措施
0x3001	WARNING	错误的任务	检测任务中的 node、edge、action 等参数信息是否准确

errortype	errorLevel	异常事件描述	解决措施
0x3002	WARNING	任务 KEY 序列错误	AGV 已经接收过下发的 orderId 和 orderUpdateId，下发新的 orderUpdateId 任务，发送新的 orderUpdateId 任务
0x3003	WARNING	任务被强行中断	预留
0x3004	WARNING	任务衔接点不匹配	调度最新下发的 order 报文中 node 与上一包最后一个 node 不同，任务衔接点需要匹配
0x3005	WARNING	任务无法执行	AGV 正在执行任务，调度待 AGV 处于空闲状态后再发 order 报文
0x3006	WARNING	路径点序列错误	Nodes 中 sequenceId 错误，检查报文
0x3007	WARNING	路径序列错误	edges 中 sequenceId 错误，检查报文
0x3008	WARNING	任务恢复动作序列号错误	预留
0x3009	WARNING	路径行驶姿态错误	预留
0x3101	WARNING	Order 主题报文 JSON 解析出错	调度下发正确的 JSON 格式报文
0x3102	WARNING	Order 主题 header 格式出错	调度下发正确的 order header 信息
0x3103	WARNING	Order 主题 header 参数错误	调度下发正确的 header 参数
0x3104	WARNING	Order 主题 Node 错误	检查 node 下发是否正确
0x3105	WARNING	Order 主题 Edge 错误	检查 edge 下发是否正确
0x3106	WARNING	instantAction 主题报文 JSON 解析出错	调度下发正确的 JSON 格式报文
0x3107	WARNING	Order 主题 header 格式出错	调度下发正确的 header 信息
0x3108	WARNING	Order 主题 header 参数错误	调度下发正确的 header 参数
0x3109	WARNING	解析 actions 字段出错	调度下发正确 actions 字段
0x310A	WARNING	超过最大动作数量	调度下发正确动作个数
0x310B	WARNING	解析动作参数错误	检查动作参数异常
0x310C	WARNING	解析动作错误	检查下发动作格式是否正确

9.1.6 地图类型异常参数表

errortype	errorLevel	异常事件描述	解决措施
0x4001	WARNING	任务点不可达	检查调度任务 nodeId 是否正确可到达，检查地图是否更新到 AGV
0x4002	WARNING	地图更新异常	重新更新地图
0x4003	WARNING	未校验地图	校验地图

9.1.7 动作异常参数表

errortype	errorLevel	异常事件	备注
0x6001	FATAL	叉齿动作异常	人工排查

9.1.8 自定义类型异常参数表

以下 0x70xx 作为用户自定义告警的地址范围，表中内容仅为示例，用户需根据实际情况在组态中自行填写。

errortype	errorLevel	异常事件	解决措施
0x7000	WARNING	CAN1 设备通讯异常	/
0x7001	WARNING	CAN2 设备通讯异常	/
0x7002	WARNING	CAN3 设备通讯异常	/
0x7003	WARNING	CAN4 设备通讯异常	/
0x7004	WARNING	CAN5 设备通讯异常	/
0x7005	WARNING	CAN6 设备通讯异常	/
0x7006	WARNING	行走驱动器故障	/
0x7007	WARNING	转向驱动器故障	/
0x7008	WARNING	电池故障	/
0x7009	WARNING	设备故障	/
0x700A	WARNING	设备故障	/
0x700B	WARNING	货叉精度超限	/
0x700C	WARNING	有货状态下叉齿高度低于安全值	/

errortype	errorLevel	异常事件	解决措施
0x700D	WARNING	非取放货路段叉齿高度高于安全值	/
0x700E	WARNING	货叉触发上限位信号	/
0x700F	WARNING	货叉指令高度或反馈高度超出设置的最大高度	/
0x7010	WARNING	取货前有货，取货前载货挡板触发	/
0x7011	WARNING	取货时无货，取货位置载货挡板未触发	/
0x7012	WARNING	放货前无货，放货前载货挡板未触发	/
0x7013	WARNING	放货完有货，放货完成载货挡板触发	/
0x7014	WARNING	无取放货时，载货状态改变	/
0x7015	WARNING	导航激光避障触发	/
0x7016	WARNING	左侧激光避障触发	/
0x7017	WARNING	右侧激光避障触发	/
0x7018	WARNING	后侧激光避障触发	/
0x7019	WARNING	相机避障触发	/
0x701A	WARNING	左侧齿尖避障触发	/
0x701B	WARNING	右侧齿尖避障触发	/
0x701C	WARNING	安全触边触发	/
0x701D	WARNING	左侧货叉防撞开关触发	/
0x701E	WARNING	右侧货叉防撞开关触发	/
0x701F	WARNING	急停按钮触发	/
0x7020	WARNING	导航故障	/
0x7021	WARNING	导航置信度过低或者车辆丢失定位	/
0x7022	WARNING	充电失败报警	/

10 其他相关

1. Factsheet 主题，需通过人工配置模型实现；
2. 地图定义参考下文，地图下载通过定制主题实现；
3. 主题 requestMap 为机器人需要地图时请求相关地图（比如开机连接后、预加载地图无地图时或者切换地图无地图时），中央控制系统需要订阅此 topic；
4. 主题 reportMap 为中央控制系统下发地图到机器人，机器人收到后解析运行，在未成功解析之前可以上报 state.errors，且类型为上文的 MapError；
5. 部分 action 的参数需要由机器人端协商确定；
6. 部分字段的可选性需要根据机器人端协商确定；
7. state.errors 和 state.information 需要后续根据具体业务再进行补充和确定。

11 Mapdata

11.1 地图文件（.xmap）格式说明

xmap 地图文件是科聪导航系统使用的地图文件，地图包含站点和路径，站点是机器人能到达的坐标点，路径是由站点连接而成，是机器人行驶的路线。该地图信息可用科聪应用软件获取。

示例代码：

```
import xml.etree.ElementTree as ET
from matplotlib.patches import Polygon, Circle
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib.collections import PatchCollection
import numpy as np
# Passing the path of the# xml document to enable the
# parsing process
tree = ET.parse('obstacle_zone_search_optimization/map.xmap')
# getting the parent tag of
# the xml document
root = tree.getroot()
# printing the root (parent) tag
# of the xml document, along with
# its memory location
print(root)
```

```
print(root[0].attrib)
min_pose = [float(root[0][0].attrib['x']), float(root[0][0].attrib['y'])]
max_pose = [float(root[0][1].attrib['x']), float(root[0][1].attrib['y'])]
```

文件采用 xml 格式，xml 节点定义如下描述。

11.1.1 Header（地图总体定义）

示例地图文件：

```

<header type="" name="模型 1" resolution="0.020000" reflector_diameter="0.075000"
colum="0" row="0" distance="0.000000" map_line_speed="0.000000"
map_angle_speed="0.000000" map_adjust_line_speed="0.100000"
map_adjust_angle_speed="0.100000" map_version="6" longitude="0.000000000000"
latitude="0.000000000000" compress="0.000000000000" support_type=""
uuid="409d0236-7cb4-46e5-bc91-0771b17fe0a4">
    <min_pos x="-1.500000" y="-5.780000" />
    <max_pos x="7.060000" y="2.360000" />
</header>

```

地图总体信息：

属性	类型	描述
name	string	地图名称
type	string	2D_Nature: 2D 自然地图, 无反激光地图 2D_Sign: 2D 标记地图, 有反激光地图 2D_Trajectory: 2D 轨道地图, 用于磁条导航 2D_QRCode: 2D 二维码地图
resolution	double	地图分辨率
reflector_diameter	double	反光柱直径/反光板宽度
map_version	int	地图版本号, 每保存一次, 版本号加 1, 从 0 开始
map_line_speed	double	小车默认地图路径线速度 m/s
map_angle_speed	double	小车默认地图路径角速度 rad/s
min_pos	point	地图左下角坐标
max_pos	point	地图右上角坐标
map_adjust_line_speed	double	小车切换导航方式调整位置时的线速度 m/s
map_adjust_angle_speed	double	小车切换导航方式调整位置时的角速度 rad/s
support_type	string	支持机器人类型, 多个用 “,” 隔开, 默认支持 all

11.1.2 Advanced_point (路径点)

示例地图文件：

```
<advanced_point class_name="LandMark" instance_name="1" angle="0.000000" id="1"  
Gyro="0" need_adjust="0" adjust_type="roll_back" navigation_laser="1" navigation_mag="0"  
navigation_qrcode="0" navigation_gnss="0" enable_forbidden_direction="0"  
forbidden_direction="0.000000" allow_revolve="1" spin_direction="both"  
spin_vel="0.000000" tag_coord_spin="0.000000" x_deviation="0" y_deviation="0"  
angle_adjust="0" angle_adjust_enable="0" is_work_point="0" work_desc="">  
<pos x="-9.816113" y="8.094350"/>
```

```

<property name="need_spin_arrival_goal" enable="0" value="false"/>
<property name="need_spin_arrival_goal_full" enable="0" value="false"/>
<property name="is_station" enable="0" value="false"/>
<property name="odom_loc_at_recog_point" enable="0" value="false"/>
<property name="precision_readjustment" enable="0" value="0"/>
</advanced_point>

```

路径点：

属性	类型	描述
id	int	唯一标识
class_name	string	LandMark：路径点 ChargePoint：充电点 HomePoint：充电房 ReturnPoint：返航点
angle	double	朝向角
pos	point	路径点坐标
gyro	int	0-不需要陀螺仪标定； 1-需要陀螺仪标定
need_adjust	int	0：不需要到点识别调整 1：到点识别调整
adjust_type	string	adjust_next_path：曲线直接调整 roll_back：后退调整 adjust_polylines：折线直接调整 adjust_adaptive：自适应调整
navigation_laser	int	0-不支持激光导航； 1 支持激光导航
navigation_mag	int	0-不支持磁导航； 1 支持磁导航
navigation_qrcode	int	0-不支持二维码导航； 1 支持二维码导航
navigation_gnss	int	0-不支持基站导航； 1 支持基站导航
enable_forbidden_direction	Int	不启用禁行 启用禁行

11.1.3 Advanced_curve（路径）

示例地图文件：


```

<advanced_curve class_name="BezierPath" instance_name="" is_forbidden="0" id="1"
support_type="" curve_type="straight_line" radian="0.000000" turn_angle="0.000000"
is_traffic="0" outdistance="0.000000" navigate_way="0" laseravoiding="0"
RoadWidth="1.200000" start_series_way="-1" end_series_way="-1"
start_control_distance="1.000000" end_control_distance="1.000000" Direction="forward"
line_velocity="0.000000" angle_velocity="0.000000" is_navi_fix_angle="0"
nav_fix_angle="0.000000" detour="0" detour_offset="-1.000000" effective_condition="0">
<start_pos class_name="LandMark" instance_name="1" angle="0.000000" id="1" Gyro="0"
need_adjust="0" adjust_type="roll_back" navigation_laser="1" navigation_mag="0"
navigation_qrcode="0" navigation_gnss="0" enable_forbidden_direction="0"
forbidden_direction="0.000000" allow_revolve="1" spin_direction="both"
spin_vel="0.000000" tag_coord_spin="0.000000" x_deviation="0" y_deviation="0"
angle_adjust="0" angle_adjust_enable="0" is_work_point="0" work_desc="">
  <pos x="0.399673" y="0.000955" />
  <property name="need_spin_arrival_goal" enable="0" value="false" />
  <property name="need_spin_arrival_goal_full" enable="0" value="false" />
  <property name="is_station" enable="0" value="false" />
</end_pos>
  <control1_pos x="0.704063" y="0.000955" />
  <control2_pos x="1.008453" y="0.000955" />
  <property name="vel_line_empty" enable="0" value="0.4" />
  <property name="vel_line_full" enable="0" value="0.2" />
  <property name="stop_dist_empty" enable="0" value="0.005" />
  <property name="stop_dist_full" enable="0" value="0.01" />
  <property name="need_request" enable="1" value="true" />
  <property name="angle_compensation" enable="0" value="0" />
</advanced_curve>

```

路径:

属性	类型	描述
id	int	唯一标识
class_name	string	BezierPath: 贝塞尔曲线 straight_line: 直线 Convex: 凸弧线 concave_arc: 凹弧线
Is_forbidden	int	禁止标志位, 0 表示可行, 1 表示不可行, 默认是 0

属性	类型	描述
		支持绕障
detour_offset	double	绕障最大偏移距离，单位 m
effective_condition	int	禁用条件：0-不禁用 非载货时禁用 载货时禁用
start_pos	pose	路径起点坐标信息
end_pos	pose	路径终点坐标信息
control1_pos	point	路径控制点 1 坐标
control2_pos	point	路径控制点 2 坐标
vel_line_empty	高级属性	空载线速度 (m/s)
vel_line_full	高级属性	满载线速度 (m/s)
stop_dist_empty	高级属性	空载停车距离 (m)
stop_dist_full	高级属性	满载停车距离 (m)
need_request	高级属性	是否申请资源
laser_position_strategy	高级属性	激光定位策略
switch_to_odom_loc	高级属性	(激光) 此路径是否开启惯导

11.1.4 Advanced_area (避障区域)

示例地图文件：

```

<advanced_area area_type="1" class_name="" instance_name="22" ultrasonic="1"
laseravoiding = "0" laseravoiding_area_id="0" id="1">
  <posgroup x="-1.553416" y="-1.159229"/>
  <posgroup x="-0.077463" y="-1.169338"/>
  <posgroup x="-0.279648" y="-4.101027"/>
  <posgroup x="-1.583744" y="-4.282993"/>
</advanced_area>

```

避障区域：

属性	类型	描述
id	int	唯一标识
area_type	int	用户自定义编号
class_name	string	描述
instance_name	string	避障区域编号
laseravoiding_area_id	int	默认避障方案编号
ultrasonic	int	避障信号屏蔽，0-不屏蔽；1-屏蔽
laseravoiding	int	导航激光避障屏蔽，0-不屏蔽；1-屏蔽
posgroup	point	避障区域范围顶点坐标
high_property_composite	高级属性	条件避障

11.1.5 Divide_area（工作区域）

地图文件示例：

```

<divide_area class_name="" instance_name="1 号车工作区域" id="1">
  <posgroup x="1.309160" y="-2.213096"/>
  <posgroup x="1.309160" y="-1.146007"/>
  <posgroup x="0.444255" y="-1.146007"/>
  <posgroup x="0.444255" y="-2.213096"/>
</divide_area>

```

属性	类型	描述
id	int	唯一标识
class_name	string	空
instance_name	string	高级区域描述，支持多行
posgroup	point	高级区域范围顶点坐标

11.1.6 Examine_area（检修（禁行）区域）

示例地图文件：

```
<traffic_area instance_name="1" traffic_count="1" id="1" goal_enable="0">
  <posgroup x="1.500112" y="0.909545"/>
  <posgroup x="3.207456" y="0.943242"/>
  <posgroup x="2.881713" y="-0.752869"/>
  <posgroup x="1.297927" y="-0.696706"/>
</traffic_area>
```

属性	类型	描述
id	int	唯一标识
instance_name	string	区域名称
traffic_count	int	区域允许同时存在机器人数量
posgroup	point	区域范围顶点坐标

```

<resource_request_area class_name="" instance_name="1" id="1">
  <posgroup x="0.567813" y="-0.101382"/>
  <posgroup x="0.567813" y="1.707054"/>
  <posgroup x="-1.330483" y="1.707054"/>
  <posgroup x="-1.330483" y="-0.101382"/>
  <request_devices type="MODBUS_TCP">
    <param name="ip" value="192.168.100.200"/>
    <param name="port" value="502"/>
    <param name="release_addr" value="1000"/>
    <param name="release_data" value="0"/>
    <param name="release_state" value="0"/>
    <param name="release_state_addr" value="1001"/>
    <param name="request_addr" value="1000"/>
    <param name="request_data" value="1"/>
    <param name="request_state" value="1"/>
    <param name="request_state_addr" value="1001"/>
  </request_devices>
</resource_request_area>

```

属性	类型	描述
id	int	唯一标识
instance_name	string	区域名称
posgroup	point	区域范围顶点坐标
request_devices	DEVICE	-

DEVICE 申请设备属性

属性	类型	描述
name	string	设备名称
type	string	设备类型 MODBUS_TCP: 支持 modbusTCP HTTP: 支持 http 协议
param	PARAM[]	设备参数

PARAM 设备参数

12 附录 术语缩写

缩写	英文全称	中文全称
RCS	Robots Control System	机器人控制系统
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport	消息列队遥测传输协议
QoS	Quality of Service	MQTT 协议服务质量

13 修订记录

版本	日期	描述
V1.0	2023-10-01	文档创建
V1.1	2024-08-01	1. 重组文档结构，包括但不限于增加了第 6.7、8.1.6、8.1.1、8.1.1、8.1.2、8.1.7、8.1.8、8.1.11、8.1.12、9.1、9.1.3、9.1.4、9.1.5、9.1.6、11.1.4、11.1.5、11.1.6、11.1.7、11.1.8章。 2. 新增调度与机器人报文交互示意图（图 4-1）。 3. 新增 MQTT 及 Topic 主题说明（第 2 章）。 4. 更新 Order、InstantAction、State、Visualization、Connection 等标准主题及其字段说明（第 6.2、6.3、6.4、6.5、6.6 章）。 5. 更新标准主题主持的动作列表和参数（第 8.1 章）。 6. 更新 Header（地图总体定义）、Advanced_point（路径点）、Advanced_curve（路径）等地图文件格式说明（第 11.1.1、11.1.2、11.1.3 章）。 7. 新增附录 术语缩写（第 12 章）。
V1.2	2025-03-12	1. 新增互联交互结构（第 2 章）。 2. 新增基础规范（第 3 章）。 3. 新增协议基础（第 4 章）。 4. 新增设备接入的控制管理（第 5 章）。 5. 新增消息头格式（第 6.1 章）。 6. 新增 nodePosition 字段及其说明（第 6.2.1 章）。 7. 新增 startNodeId、endNodeId、maxSpeed 字段及其说明（第 6.2.2 章）。 8. 新增协议示例说明（第 7 章）。 9. 更新支持的动作列表和参数（第 8.1 章）。
V1.3	2025-08-21	1. 更新支持的动作列表和参数（第 8.1 章）。 2. 更新错误类型（第 9 章）。 3. 新增“kuka”调度非标功能（第 6.1、6.4 章）。

销售和服务

我们致力于提供优质的客户服务，确保您在使用过程中得到最佳的体验和满意度。

如需要回答任何技术问题、培训方面的帮助，请与科聪联系。



官网: www.kcrobots.com

邮箱: robot@kcrobots.com

电话: 400-850-9566