

TCAR

机器人检测认证联盟认证技术规范

CR-1-0302TS:2018

自动导引车（AGV）安全技术规范

Safety technical specifications for automated guided vehicle (AGV)

2018-08-10 发布

2018-08-10 实施

机器人检测认证联盟发布

目 录

目录.....	2
前言.....	3
1 范围	4
2 规范性引用文件.....	4
3 术语和定义.....	4
4 危险识别及风险评估.....	6
5 技术要求.....	6
6 试验方法.....	12
7 使用资料.....	13
附录 A	15
附录 B	16
附录 C	18

TICAR

前 言

本技术规范依据国标 GB/T1.1-2009 的规则起草。

本技术规范由机器人检测认证联盟发布，版权归机器人检测认证联盟所有。

本技术规范起草单位：上海添唯认证技术有限公司

本技术规范参加起草单位：上海电器科学研究所（集团）有限公司、工业和信息化部计算机与微电子发展研究中心（中国软件评测中心）、中国科学院沈阳自动化研究所、广州机械科学研究院有限公司、广州赛宝认证中心服务有限公司、重庆德新机器人检测中心有限公司、重庆凯瑞质量检测认证中心有限责任公司、沈阳新松机器人自动化股份有限公司、云南昆船智能装备有限公司、机科发展科技股份有限公司、北京京东尚科信息技术有限公司、众德泰科科技（北京）有限公司、上海拉扎斯信息科技有限公司（饿了么）、上海市智能制造及机器人重点实验室、上海音锋机器人股份有限公司、上海木木机器人技术有限公司、锥能机器人（上海）有限公司、广州市远能物流自动化设备科技有限公司、广东嘉腾机器人自动化有限公司、深圳市佳顺智能机器人股份有限公司、深圳市富云帝科技有限公司、珠海格力智能装备有限公司、杭州海康机器人技术股份有限公司、杭州南江机器人股份有限公司、哈工大机器人集团、诺力智能装备股份有限公司、华晓精密工业（苏州）有限公司、苏州艾吉威机器人有限公司、湖南省产商品质量监督检验研究院、通标标准技术服务（上海）有限公司、苏州UL美华认证有限公司、莱茵技术（上海）有限公司

自动导引车（AGV）安全技术规范

1 范围

本技术规范规定了自动导引车的电气安全、机械安全、附加功能的安全等方面的要求及试验方法，此外还规定了标记和说明书要求。

本技术规范适用于各类自动导引车，下述情况除外：

- 仅由机械措施导引（如导轨）；
- 运行区域对基本不了解相关风险或现场安全规程的人员开放。

本技术规范未考虑以下情况的附加要求：

- 运行环境为极端条件（如冷库、强磁场等）；
- 在符合特殊标准的环境中工作（如潜在的爆炸性环境）；
- 乘客运送；
- 携带负载时，载荷的性质可能导致危险情况发生（如熔融金属、酸/碱、放射性材料）。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 10827.1-2014 工业车辆 安全要求和验证 第1部分：自行式工业车辆（除无人驾驶车辆、伸缩臂式叉车和载运车）

GB 10827.5-2013 工业车辆安全要求和验证第5部分：步行式车辆

GB 16754-2008 机械安全急停设计原则

GB/T 15706-2012 机械安全设计通则风险评估与风险减小

GB/T 16855.1-2008 机械安全控制系统有关安全部件第1部分：设计通则

GB/T 16856.1-2008 机械安全风险评价第1部分：原则

GB/T 18849-2011 机动工业车辆制动器性能和零件强度

GB/T 20721-2006 自动导引车通用技术条件

GB/T 22418-2008 工业车辆车辆自动功能的附加要求

GB/T 26949.1-2012 工业车辆稳定性验证

GB/T 27544-2011 工业车辆电气要求

GB/T 27693-2011 工业车辆安全噪声辐射的测量方法

GB/T 30029-2013 自动导引车（AGV）设计通则

GB/T 30030-2013 自动导引车（AGV）术语

GB5226.1-2008 机械安全机械电气设备第1部分：通用技术条件

GB/T 8196-2003 机械安全防护装置固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求

EN 1525 Safety of industrial trucks—Driverless trucks and their systems

3 术语和定义

3.1 自动导引车 automated guided vehicle(AGV)

装备有电磁或光学等自动导引装置,由计算机控制,以轮式移动为特征,自带动力或动力转换装置,且能够沿导引路径自动行驶的运输工具,一般具有安全防护、移栽等多种功能。

注:参考GB/T 30030-2013 自动导引车(AGV)术语

3.2 自动导引车系统 automated guided vehicle system(AGVS)

由自动导引车、上位控制系统、导引系统、通讯系统和充(供)电系统等构成的一整套系统的总称。

3.3 导航 navigation

自动导引车在运行区域中确定位置及航向的方法。

3.4 导引 guidance

自动导引车按规定路径实现自动行驶的控制方法。

3.5 接触式防护 bumper

当人或物体与自动导引车有接触式碰撞时,能够对被碰撞人或物体起到防护作用的装置。

注:引自GB/T 30030-2013 自动导引车(AGV)术语

3.6 非接触式防护 contactless safety device

AGV在行驶过程中,避免AGV与行驶路线上的人或物体发生接触式碰撞的装置。

注:引自GB/T 30030-2013 自动导引车(AGV)术语

3.7 触发力 actuating force

正向施加在接触式防护上使AGV产生停车信号的最小力。

3.8 操作人员 operator

任何负责自动导引车及其系统运行、故障处理等工作的人员。

3.9 公共区域 common zone

一个不专门用于自动导引车自动运行的区域。

3.10 危险区域 hazard zone

存在危险增加的一部分公共区域以及降低自动导引车防护等级的区域,例如由于留给人员的空间不足或进行负载转移操作的区域。

3.11 限制区域 restricted zone

为自动导引车自动运行预留的物理上分开的区域,其中只有被授权的操作人员允许进入。

3.12 联合自动控制 combined automated control

可同时控制两个或多个自动功能的自动系统

3.13 步驾式操作 pedestrian-controlled operation

AGV由一个以步行跟随车辆的操作者通过如舵柄或遥控装置控制。

注:这种 AGV 可备有站驾选项

注:改自 GB/T10827.1-2014 工业车辆安全要求和验证第 1 部分: 自行式工业车辆 (除无人驾驶车辆、伸缩臂式叉车和载运车)

3.14 乘驾式操作 ride-on operation

AGV由一个坐在座位上或站在操作平台上的操作者控制。

注:改自 GB/T10827.1-2014 工业车辆安全要求和验证第 1 部分: 自行式工业车辆 (除无人驾驶车辆、伸缩臂式叉车和载运车)

4 危险识别及风险评估

附录 B 列出了自动导引车可能出现的危险, 应该进行危险分析, 以便确定可能出现的任何其他危险, 对在危险识别中确定的危险, 应该进行风险评估。这种风险评估应该对下列情况给予特别关注:

- a) 自动导引车的例行操作, 包括设置、维护和清洁;
- b) 意外启动;
- c) 与人员共同工作的区域;
- d) 可合理预见的自动导引车误用或误操作;
- e) 控制系统故障的影响;
- f) 与自动导引车的应用有关的危险。

首先应通过设计或替代, 然后再用安全防护和其他补救措施, 消除或减少风险。任何遗留的风险应采用其他措施 (如: 警告、标记、培训) 来减小。

第 5 章中的要求是通过附录 B 中识别的危险, 使用安全措施 (与 GB/T15706.1-2012 的图 2 一致) 经反复处理而得到的。

注: GB/T 15706-2012 和 GB/T16856.1-2008 对进行危险识别及减少风险提出了要求和指导。

5 技术要求

5.1 自动导引车电气安全要求

自动导引车的电气安全性应符合 GB/T 27544-2011 及 GB 5226.1-2008 中的相关要求。自

动导引车的电池和电池组及充电器应符合相关国家标准或行业标准。

注：检验方法参见 6.2 中 A、B、C、D、E。

5.2 自动导引车设计安全要求

5.2.1 防止未经授权的使用

对于仅用于维护或紧急情况的手动控制，在不降低自动导引车安全的前提下，应提供防止未经授权使用的措施。

注：检验方法参见 6.2 中 A、B、D。

5.2.2 制动系统

按照 GB/T15706-2012 进行风险评估，需要制动系统的自动导引车，其制动系统应满足下列条件：

——在断电的情况下制动；

——将自动导引车停在障碍物检测装置的工作范围内（考虑到负载，速度，摩擦力，坡度和磨损）；

——在由制造商规定的最大坡度上，能够保持自动导引车及其最大允许负载静止；

——在失去速度或转向控制时制动；

——自动导引车的制动器应符合 GB/T 18849-2011 的性能试验的要求。

注：检验方法参见 6.2 中 A、B、C、D、E。

5.2.3 紧急和维护操作的控制

应提供用于紧急情况的控制装置，以执行维护或制造商规定的其他临时任务。

在操作过程中控制装置应与自动导引车物理连接，并应设计为只允许有意的手动操作。

注：检验方法参见 6.2 中 A、E。

5.2.4 运动控制

运动控制（如速度、转向等）系统的安全相关部件应符合 GB/T 16855.1PLc。如果自动导引车行进方向通过障碍物检测装置来实现安全停车时，运动控制系统应符合 GB/T 16855.1PLd。

注：检验方法参见 6.2 中 A、E。

5.2.5 电池充电

应保护人员免受由于意外接触自动导引车及其充电系统的充电连接而造成的危险。自动

充电系统（不包括防止人员接触的母线），应设计成充电连接只有在自动导引车与其连接时才能激活。若自动导引车的充电连接不能通过 GB/T27544-2011 中 6.2.3 电弧试验，则自动导引车应在充电机关闭后才能离开。电池充电系统的安全相关部分应符合 GB/T 16855.1PLc。

对于手动充电及更换电池等充电方式应提供保护措施。

注：检验方法参见 6.2 中 A、D、E。

5.2.6 负载处理

负载搬运装置的设计应使得自动导引车在任何运行模式（包括急停和负载转移）下，不能产生因为负载移动导致的任何危险，负载系统需参照 5.2.7 稳定性章节，负载搬运装置的安全相关部分应符合 GB/T16855.1PLc。

注：检验方法参见 6.2 中 A、B、D、E。

5.2.7 稳定性

在按照预期正常运行时，应保证自动导引车在所有操作位置以及所有载荷装卸和运行过程中（包括紧急停车）的稳定性。对于任何自动导引车都应进行稳定性验证，可根据产品说明中规定的最严格的运行条件进行试验或通过计算方式验证。自动导引车在公共区域或危险区域运行，经评估控制系统中的速度、转向或负载处理故障可能导致丧失稳定性，则控制系统的安全相关部分应符合 GB/T16855.1PLc。

注：检验方法参见 6.2 中 A、B、C、D、E。

5.2.8 保护装置

5.2.8.1 乘驾式操作

自动导引车通过人员驾驶的方式进行手动操作时，保护装置应满足下列要求：

- 驾驶人员座位或站立平台被占用时，保护装置应使自动导引车停止所有自动功能；
- 手动操作应符合相关标准；
- 驾驶人员从座位或站立平台上离开不应导致自动模式被选择。

注：检验方法参见 6.2 中 A、B、D、E。

5.2.8.2 步驾式操作

自动导引车在手动模式下提供舵柄时，保护装置应满足下列要求：

- 手动操作应符合 GB 10827.5；
- 只有当舵柄位于自动导引车的平面轮廓内时才能进行自动操作；

-
- 舵柄返回到收容位置不应导致选择自动模式；
 - 将舵柄移动到手动操作位置应停止所有自动功能。

注：检验方法参见 6.2 中 A、B、D、E。

5.2.8.3 手动控制器操作

如无特殊要求，手动控制器宜物理连接。如采用无线控制，应满足现有无线电管理要求及 GB5226.1-2008 中 9.2.7 的要求。

注：检验方法参见 6.2 中 A、B、D、E。

5.2.8.4 报警与指示

当自动导引车准备动作或正在动作(该动作可能造成风险)时,应当启动一个视觉和(或)听觉的警报装置,如闪光灯、蜂鸣器等。

在必要的情况下,自动导引车在接近具有一条以上路径可选择行驶的地方时应能清楚地指出将要采取的运动方向。

当自动导引车移动方向上无障碍物检测装置时,应产生特定的声音报警信号。

报警系统应符合 GB/T 15706-2012 的要求,并符合 GB/T16855.1PLc。

注：检验方法参见 6.2 中 A、B、C、D、E。

5.2.8.5 紧急停止装置

自动导引车上应设置符合 GB 16754 0 类或 1 类的紧急停车装置。紧急停止装置的执行器应易于从自动导引车的两端和两侧可见,可识别和可接近。然而,在自动导引车一端装有负载时只需要从相反的一端安装执行器。根据自动导引车的尺寸和类型的不同,在某些情况下可能需要在自动导引车的每一侧安装多个执行器。紧急停止功能的安全相关部件应符合 GB/T16855.1PLd。

注：检验方法参见 6.2 中 A、B、C、D、E。

5.2.8.6 行驶路径上的障碍物检测

自动导引车的障碍物检测装置应符合下列要求:

- 1.自动导引车应配备行驶路径上的障碍物检测装置(例如接触式防护,接近传感器)。

这些障碍物检测装置应符合下列要求:

- a)在每一个行驶方向上,障碍物检测装置至少要在自动导引车的全部宽度上进行操作;
- b)在自动导引车与人之间接触之前,它们应发出一个信号使自动导引车在指定的地面条件下(参见附录 C.9)停车;

c) 应至少检测本小节 2 中的试件, 并且对于接触式障碍物检测装置, 应尽可能靠近地面检测障碍物;

d) 这种装置的激活不应对人或物造成伤害。此外, 在自动导引车预定运行的环境条件下装置施加的静态力不得超过本小节 2 中的数值;

e) 测试非接触式的障碍物检测装置时, 试件的反射特性应与由制造商声明的代表性障碍物的反射特性一致。

f) 若自动导引车(负载处理部分除外)边缘离地间隙超过 35mm, 应提供安全防护措施。

2.障碍物检测装置在主要行驶方向上与安全有关的部分应符合 GBT16855.1PLd。应用以下试件检测:

a) 直径为 200 毫米, 长度为 600 毫米的试件, 安装在与车辆的路径成直角的任何位置。对于人员防护的接触式的障碍物检测装置, 试件的受力不得超过 750N; 对于非接触式的障碍物检测装置, 产生触发信号的检测距离应满足制造商规定的要求。

b) 直径为 70 毫米, 高度为 400 毫米的试件, 垂直安装在车辆路径的任何位置。对于人员防护的接触式的障碍物检测装置, 试件的受力不得超过 250N。自动导引车以最大速度和负荷压缩防撞挡板至自动导引车停止的过程中, 对于人员防护的接触式障碍物检测装置受到的力不得超过 400N; 对于非接触式的障碍物检测装置, 产生触发信号的检测距离应满足制造商规定的要求。

3.其他障碍物检测装置的安全相关部件(例如转弯的侧面保护)应符合 GBT16855.1PLc。该装置应检测在车辆路径内垂直放置本小节 2 中 b) 的试件。

4.当障碍物离开自动导引车行驶路径时, 自动导引车可以伴随适当的报警, 且在最少延迟 2 秒后自动重新开始运行。

5.当自动导引车在限制区域内或在手动操作模式下工作时, 可以无需障碍物检测装置或可以停用障碍物检测装置。

6.在自动导引车不能符合 5.2.8.5 中要求的方向上(例如装有叉臂的自动导引车, 接近装载货物和存放站的自动导引车), 被困人员无法逃离时, 该方向上的最大速度应限制在 0.3 m/s, 并应在自动导引车的对应端 600 mm 范围内提供停车措施。这种装置的安全相关部分应符合 GBT16855.1PLc。

7.对于障碍物检测装置无法在可预见的工作条件下保证人与物的安全(例如自动导引车侧面防撞条的行程太短)的情况需要其他方法消除或减少风险(例如通过指定一个危险区

——参见附录 C.10，或对遗留风险采用其他措施，如：警告、培训）。

8.禁用障碍物检测装置的相关安全控制部件应符合 GB/T16855.1PLc。

注：检验方法参见 6.2 中 A、B、C、D、E。

5.2.9 自动控制系统安全

自动控制系统的设计应符合 GB/T 15706—2012 中 6.2.11 的要求。

可能产生危险的自动控制系统失灵（例如失速、超速、意外偏离导引路径、随车控制装置失效、电压不稳、导引信号故障、失去通讯等）应限制或停止其相关动作，使自动导引车不产生新的危险。

自动控制系统失灵之后，应提供应急处理的措施。

控制装置安全部件的安全类别应符合 GB/T 16855.1PLd。

注：检验方法参见 6.2 中 A、D、E。

5.2.10 操作控制器和指示器

所有自动功能只应通过单独采用操作控制器进行选择。自动功能的控制装置应明显标识出其用途，并应设计成可避免除人为手动操作之外的启动。

当自动导引车和 / 或自动控制系统关闭时，自动功能应自动恢复到手动位置或关闭位置。

应尽可能使操作人员在任何时候都能撤销自动功能。自动功能只能由操作人员重启。当使用手动控制功能时，自动功能应被自动解除。

自动导引车应配备一个警示装置，其形式可以是听觉的或视觉的，或两者组合的，在自动功能启动时警示装置自动工作。该装置在自动导引车进行自动动作时应能连续动作。

注：检验方法参见 6.2 中 A、B、D、E。

5.2.11 噪声限值

自动引导车应按照 GB/T 27693-2011 的测试方法对释放的噪声危害进行评定，AGV 在运行时所产生的噪声不应超过制造商所声称的噪声值（该噪声值应根据 AGV 应用环境决定）。除非自动引导车仅被允许在限制区域内使用且被授权人员进入区域后不会长时间停留。

注：检验方法参见 6.2 中 B、C。

5.3 附加功能的安全要求

5.3.1 自动起升和下降

当配备有自动起升和下降功能时，可以附加传感器，例如外部的自动导引车定位传感器。

控制装置安全部件的安全类别应符合 GB/T 16855.1PLc。

注：检验方法参见 6.2 中 A、E。

5.3.2 联合自动控制

当两个或多个功能相互依赖时(例如一辆伸缩臂式自动导引车采用起升及伸出臂架完成载荷的垂直或水平移动),联合自动控制功能中控制装置安全部件的安全类别不应小于 GB/T 16855.1 的单独功能的最高类别,并且不应低于 PLc。

当功能相互独立时(例如转向和起升),GB/T 16855.1 中控制装置安全部件的相应类别应与其特定功能一致。

注：检验方法参见 6.2 中 A、E。

5.3.3 其他附加功能

其他附加功能应参照上述要求进行安全评估。

注：检验方法参见 6.2 中 A、E。

5.4 基础性能要求

5.4.1 定位误差

自动导引车的定位误差应满足制造商规定的数值。按照GB/T 20721-2006中5.2.3的相关要求进行试验。

注：检验方法参见 6.2 中 B、C。

5.4.2 额定速度

自动导引车的额定速度应满足制造商规定的数值。按照GB/T 20721-2006中5.2.2的相关要求进行试验。

注：检验方法参见 6.2 中 B、C。

5.4.3 负载能力

自动导引车的负载能力应满足制造商规定的数值。使用满足精度的测重仪器对自动导引车的负载进行测量,测量后,自动导引车应能搭载负载正常工作,且不出现外壳破裂、失控等危险情况。

注：检验方法参见 6.2 中 A、C、D。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 试验样品要求

-
- (1) 自动导引车应装备齐全，并按制造商规定充满电；
 - (2) 自动导引车系统应按制造商规定的要求组装好，所需的设备安装、调试完毕，试验应在携带典型任务设备与最大载重状态进行。
 - (3) 若自动导引车上安装测试仪器，应尽量减少对自动导引车的影响。

6.1.2 试验环境要求

自动导引车（AGV）相关安全功能验证及性能测试中，试验环境应满足制造商规定的条件，若无要求，则需满足附录 D 中一般环境条件。

6.1.3 试验人员要求

自动导引车操作人员应按制造商规定的操作方法操作。

6.2 检验方法

下列（但不局限于）检验方法可以满足本规范的要求：

- A：检查（使用人的感官而非借助任何专门的设备来检查自动导引车的情况，通常在自动导引车不工作时进行视觉或听觉检查）；
- B：实际实验（在自动导引车正常或异常条件下进行实际实验，包括：功能测试（如故障诊断测试）、循环测试（如耐久性测试）、表现测试（制动表现测试）等）；
- C：测量（将测得的自动导引车实际值与要求限制进行比对）；
- D：在操作中观察（在自动导引车正常或异常条件下，在操作中使用检验方法A进行检查（如在额定负载、过载、冲击情况下进行））；
- E：分析相关设计图纸（结构化分析或大致浏览电路图设计（包括电气、气动、水动等）和相关说明）。

7 使用资料

7.1 总则

标志和说明包括自动导引车的正确安全使用和维护信息。以上信息应不仅针对用户的正常使用和维护，也针对维修人员。以上信息应充分考虑使用、维护和维修的安全性。标志、符号和书面警告必须明确易懂，尤其关于功能和安全相关的内容。易懂的记号（象形图）的使用优先于书面警告。

7.2 产品铭牌

7.2.1 铭牌信息

自动导引车的产品铭牌应包含必要但不限于的告知用户的信息及其规格参数：

- 产品名称及型号；
- 制造商名称或者商标，制造商地址；
- 产品序列号；
- 电池额定容量和额定电压；
- 充电电压和额定功率；
- 自重及额定负载。

7.2.2 耐久性

自动导引车铭牌应经过耐久性测试，通过检查和擦拭标记来检验其是否合格。擦拭标记时，应当用一块蘸有水的棉布用手擦拭 15s，然后再用一块蘸有溶剂油的棉布用手擦拭 15s，在本条款试验后，标记仍应当清晰，标记铭牌应当不能轻易被揭掉而且不得出现卷边。

用于试验的精制溶剂油的脂肪烃类己烷溶剂具有最大芳香烃含量的体积百分比为 0.1%，贝壳松脂丁醇（溶解溶液）值为 29，初始沸点约为 65℃，干涸点约为 69℃，单位体积的质量约为 0.7kg/l。

作为替换，允许使用最低 85% 的试剂等级的己烷作为 n-己烷。

注：n-己烷的名称是化学术语“常态”的或直链碳氢化合物。这种溶剂油以后可能被认定为认证的 ACS（美国化学学会）试剂等级的己烷。（CAS# 110-54-3）

7.3 安全警示标识

自动导引车本体及其充电器及电池的外部应具有必要的安全警示标识，以告知用户安全使用。必要时，应提供使用、操纵、维护和拆卸自动导引车时预防措施的安全警示标识。

安全警示标识包括但不限于：

- 自动导引车应在其醒目位置标有“仅适用 XX 充电器”等类似警示说明；
- 自动导引车应有工作极端温度的高温/低温部件的警告和标志；
- 充电器铭牌应标明“仅供 XX 自动导引车使用”等类似警示说明；
- 自动导引车充电器应有接口标志和说明；
- 电池警示标识应符合相关电池产品标准的规定；
- 适当的其他安全警示。
- 激光辐射安全标志。
- 电磁辐射标志

7.4 说明书

自动导引车说明书应包含必要的使用、操纵、维护和拆卸时的相关说明及使用信息，包括但不限于：

- 自动导引车使用、存储环境，包括温度、湿度等；
- 产品设置安装步骤；
- 操作方法；
- 在产品使用过程中避免造成着火、电击等危险的措施；
- 每次使用之前的用户维护和检查项；
- 移动和存储。

附录 A

类别	要求摘要	系统性能	用于实现安全的原则	每个通道的 MTTF _d	DC _{avw}	CCF
B	SRP/CS 和（或）其保护装置以及它们的元件都应根据相关标准进行设计、构造、选择、装配和组合，以使其能承受预期的影响，应使用基本安全原则。	故障的发生能导致安全功能的丧失	主要特征是元件的选择	低至中	无	无关
1	应采用 B 类的要求。应使用经验证的元件和经验证的安全原则	故障的发生能导致安全功能的损失，但发生的概率低于 B 类的概率	主要特征是元件的选择	高	无	无关
2	应采用 B 类的要求和经验证的安全原则。 应通过机器控制系统以适当的时间间隔检查安全功能	在两次检查之间发生故障能导致安全功能的丧失 通过检查来检测安全功能的丧失	主要以结构为特征	低至高	低至中	见 GB/T 1685 5.1 附录 F
3	应采用 B 类的要求和经验证的安全原则。 有关安全部件的设计应使： ——在这些部件中的任何一个部件的单一故障都不会导致安全功能的损失，以及 ——只要合理可行，都可检测到单一故障	当发生单一故障时，安全功能总是有效 某些但不是全都故障将被检测到 未检测到故障的积累能导致安全功能的丧失	主要以结构为特征	低至高	低至中	见 GB/T 1685 5.1 附录 F
4	应采用 B 类的要求和经验证的安全原则。 有关安全部件的设计应使： ——在这些部件中的任何一个部件的单一故障都不会导致安全功能的损失，以及 ——在下一个有关安全功能指令发出时或发出前检测到单一故障。如果不可能，则未检测到的故障的积累不应导致安全功能的损失	发生单一故障时，安全功能总是有效 故障积累的检测减小了安全功能的概率（高 DC） 故障将被及时检测到，以防安全功能的丧失	主要以结构为特征	高	高（包括故障积累）	见 GB/T 1685 5.1 附录 F

附录 B

序号	危险类型	危险事件	接触区	潜在后果	涉及条款
1	机械危险	因负载重心过高引起的失稳导致倾覆	危险区域、限制区域	碾压	5.2.6 5.2.7
2		因自动控制系统失灵引起的速度过大或失稳	公共区域、危险区域、限制区域	冲撞、 碾压	5.2.2 5.2.3 5.2.4 5.2.8 5.2.9
3		负载掉落	危险区域、限制区域	碾压	5.2.6 5.2.7
4		意外启动	公共区域、危险区域、限制区域	冲撞、 碾压	5.2.1 5.2.9
5		操作控制器失灵	公共区域、危险区域、限制区域	冲撞、 碾压	5.2.10
6		未经授权人员误使用（如人员滞留在行驶路径、急停装置使用不当等）	公共区域、危险区域	冲撞、 碾压	5.2.1 7
7		因缺少安全警示标识或警示装置导致接触到危险运动部件	公共区域、危险区域、限制区域	割伤、 剪切	5.2.10 7
8	电气危险	充电连接处产生电弧	公共区域、危险区域、限制区域	电击	5.1 5.2.5
9		因缺少安全警示标识接触带电部件（元器件、线缆等）	公共区域、危险区域	电击	5.1 5.2.5 7
10		发生短路	公共区域、危险区域、限制区域	电击	5.1 5.2.5

11		故障条件下带电	公共区域、危险区域、限制区域	电击	5.1 5.2.5
12		电池充电及更换时操作不当引起的危险(如短路等)	公共区域、危险区域	电击	5.1 5.2.5
13	热危险	电池爆炸	公共区域、危险区域、限制区域	烧伤、着火、熔化的颗粒射出	5.1 5.2.5
14		因缺少安全警示标识接触发热元器件	公共区域、危险区域	烫伤	5.1 7
15	噪声危险	AGV 噪声过大	公共区域、危险区域、限制区域	耳鸣、疲劳、听觉丧失	5.2.11
16	与 AGV 使用环境	对其它设备或电源造成干扰	公共区域、危险区域、限制区域	冲撞、碾压	5.1
17	有关的危险	受到电磁干扰导致工作异常或损坏	公共区域、危险区域、限制区域	冲撞、碾压	5.1
注：单个危险事件可能引起多个危险后果，表格仅举例说明。每类危险可引起多种危险事件，表格仅举例说明。					

附录 C

C.1 总则

本附件规定了环境准备的最低要求，以便车辆和系统能够安全运行。

C.2 公共区域的安全区域

C.2.1 在两侧应设置 0.5 m 宽的最小安全距离，高度为 2.1 m。这应该在车辆的刚性部件、被牵引的负载和拖车以及沿路径上的相邻固定结构之间进行测量。

C.2.2 对 C.2.1 要求的例外情况是：

- 在装货站和存放站（见 C.5）；
- 在车辆两侧应设置 0.5m 宽，2.1m 高的最小安全区域。这应该在车辆的刚性部件、负载和被牵引的拖车与沿路径上的相邻固定结构之间进行测量。
- 如果提供了用于人体监测目的的全高（车辆和负载）探测措施。

C.2.3 间隙区域小于 0.5 米可能对人员造成危险。这些区域和通往这些区域的通道应被指定为危险区域（见 C.3.2）。在车辆进入这些区域之前，应该降低速度并启动声音警报。

C.3 区域

C.3.1 限制区域

限制区域的边界应有符合 GB/T 8196-2003 要求的固定防护装置，防止人员进入，以避免物体在区域内移动造成伤害。

C.3.2 危险区域

间隙不足或不能被人体检测装置保护的区域应指定为危险区域，并作相应的标记。应用合适的标记或最好是地面标记清楚标明。应避免与其他标志和标记混淆。

C.3.3 区域之间的移动

a) 获得授权的人员能够通过限制区域的边界进入。它可以通过一个门，一个大门或一个可移动的防护装置来构成，其构造如下：

- 只能向外开放；
- 只能用钥匙从外面打开；
- 不用钥匙就可以从里面打开；
- 打开时，导致限制区域车辆的所有运动停止；
- 关闭它不应该自动重新启动车辆。

b) 在公共区域和限制区域之间运输负载时，应提供阻止/阻碍装置（或自动启动报警装

置或移动防护装置或关闭系统。

c) 应提供防止车辆及其负载与其门、大门或移动防护装置之间的不安全接触的手段。

C.4 负载运输

C.4.1 负载运输应在安排的环境和指定位置下进行。

C.4.2 应控制车辆与负载运输站之间的间隙,以防止负载在运输过程中变得不稳定(见 7.1.4)。

C.4.3 负载运输不应对人员造成危害。

C.5 拾载和存放站点

除非拾载和存放站点位于限制区域内,其设计应能防止工作车辆和/或其负载造成人员伤害。如果制造商没有提供让被困人员停车的手段,应提供至少 0.5 米宽和 2.1 米高的逃离路径。

C.6 能见度受限的区域

由于能见度低而导致安全性降低时,应该可以安装视觉辅助设备或附加的警告标记。这些可包括可见或可听报警。

C.7 交叉路口

在与其他交通的专用交叉口处,特殊规定和/或控制措施应按照车辆制造商和用户之间的约定执行。

C.8 自动电池充电

每个自动充电区域应有明确的标识,并提供必要的安全说明。

C.9 地面条件

地面规格应包括自动导引车制造商给出的以下特征的要求:

- 平坦度;
- 强度;
- 表面光洁度(例如摩擦系数和耐磨性);
- 地面覆盖物;
- 金属含量(若涉及地面或地下铺设导航系统,则考虑导航系统的铺设);
- 导电性;
- 地面连接处的位置。

C.10 危险区域

若间隙区域不足或人员检测保护装置不能使用时,应当划定危险区和相应的标记,以适当的标志或最好的地面标志明确标示,避免与其他标记和标志混淆。

附录 D

D.1 光照条件

室内环境：

——照度：100~1000LUX；

——色温：2000K~6000K；

室外环境：

——照度：>1000LUX；

D.2 温度

室内环境：16~26℃

室外环境：环境温度应由制造商确认，不会影响自动导引车（AGV）的正常运行。

D.3 湿度

——不大于 75%；

D.4 大气压力

——86kPa~106kPa

D.5 地面

室内环境：硬质平坦地面，地面坡度小于 3%或不超过制造声称的坡度值；

室外环境：水泥或柏油路面，路面应平整、干燥、整洁，有良好的附着系数，纵向坡度不超过 0.5%，横向坡度不超过 3%。

D.6 空气质量

室内环境：

——空气中颗粒物大小及浓度应经制造商等确认，不影响自动导引车（AGV）的正常运行；

——风速、风向应经制造商等确认，不影响自动导引车（AGV）的正常运行；

D.7 其他影响

——在有电磁波、散射光、超声波和静电等干扰的环境中，应由制造商确认，此类干扰不影响自动导引车（AGV）的正常运行。



TCAR