OMRON

安全手册

协作机器人安全系统 3.3

I648-CN5-05

本手册包含协作机器人产品系列（以下简称“TM机器人”）的信息。本手册所含信息为Techman Robot Inc.（以下简称为“本公司”）的财产，未获得本公司事先授权，不得全部或部分转载。本手册所含任何信息均不应视为要约或承诺。本文档中的信息如有更改，恕不另行通知。本文档会定期进行审查和修订。本公司对文档中的任何错误或遗漏概不负责。

TM 标识为 TECHMAN ROBOT INC. 在台湾地区及其他国家 / 地区的注册商标，且公司保留对本手册及其副本以及版权的所有权。

协议条款及条件

质保责任限制

质保

- 排他性质保

  欧姆龙的排他性质保条款保证，产品自欧姆龙销售之日起12个月内（或欧姆龙书面确认的其他期限）不存在材料和工艺方面的缺陷。欧姆龙对所有其他明示或暗示的质保概不负责。

- 限制

  欧姆龙对产品的非侵权性、适销性或特定用途的适用性不做任何明示或暗示的保证或陈述。买方承认其已自行确定本产品将适当地满足其预期用途的要求。

  此外，欧姆龙对基于产品侵权或其他任何知识产权侵权的任何索赔或费用不做任何保证，亦不承担任何责任。

- 买方补救措施

  欧姆龙在本协议项下的义务就是，由欧姆龙自行选择：（i）更换（采用最初交付的形式，且由买方负责拆卸或更换产品的人工费用）不符合规定的产品；（ii）维修不符合规定的产品；（iii）向买方支付与不符合规定产品购买价格相等的金额或将此金额存入买方账户；前提是在任何情况下，欧姆龙对产品的质保、维修、赔偿或任何其他索赔或费用概不负责，除非欧姆龙经过分析确认产品得到了妥善处理、储存、安装和维护，且未受到污染、滥用、误用或不当修改。买方退货的任何产品必须在发货前获得欧姆龙的书面批准。欧姆龙公司对产品与任何电气或电子元件、电路、系统组件或任何其他材料、物质或环境的组合使用而产生的适用性、不适用性或结果概不负责。以口头或书面形式提供的任何意见、建议或信息都不应被解释为对上述质保的修改或补充。

请访问：https://www.fa.omron.com.cn/或联系您的欧姆龙销售代表获取相关出版资料。

责任限制等

欧姆龙公司对以任何方式与产品有关的特殊、非直接、附带或间接损害、利润或生产损失、商业损失概不负责，无论该索赔是否基于合同、质保、疏忽或严格责任。

此外，在任何情况下，欧姆龙公司的责任均不超过所主张责任所依据产品的个别价格。

应用注意事项

适用性

欧姆龙公司对买方应用或使用本产品时是否遵守适用于本产品组合的任何标准、规范或法规概不负责。应买方要求，欧姆龙将提供适用的第三方认证文件，文件确定了适用于产品的额定值和使用限制。该信息本身并不足以完全确定产品与最终产品、机器、系统或其他应用或用途组合的适用性。买方应全权负责确定特定产品与买方的应用、产品或系统的适合性。买方在任何情况下都应对产品的应用承担责任。

在未确保整个系统的设计旨在解决相关风险，以及在未确保欧姆龙产品经过适当评级和安装，可在整个设备或系统中用于预期用途的情况下，切勿将本产品用于会严重危及生命或造成财产损失的应用中。

可编程产品

欧姆龙公司对用户的可编程产品的编程或由此产生的任何后果概不负责。

免责声明

性能数据

欧姆龙公司网站、目录以及其他材料中提供的数据应作为用户确定适宜性的指南，但并不构成质保。性能数据可能是欧姆龙测试条件的结果，用户必须将其与实际的应用要求相关联。实际性能以欧姆龙的质保和责任限制条款的规定为准。

● 规格变更

产品规格和配件可能会由于改进及其他原因而随时更改。每当发布的额定值或功能发生变化时，或当发生重大的结构更改时，我们通常都会更改部件编号。然而，产品的某些规格如有更改，恕不另行通知。如有疑问，可指定特殊的部件编号来修复或建立针对您应用的关键规格。请随时咨询您的欧姆龙销售代表，以确认所购买产品的实际规格。

错误和疏忽

欧姆龙公司提供的信息已被核实，并被认为是准确的；但欧姆龙公司对文书、印刷或校对方面的错误或疏忽概不负责。

目录

修订历史表 8
1. 综合信息 9
1.1 概述 9
1.2 适用产品版本 9
1.3 安全警告符号 9
1.4 安全预防措施 10
1.5 验证和责任 11
1.6 责任限制 11
1.7 整体安全警告 11
1.8 预期用途 13
1.9 风险评估 14
2. 安全功能 15
2.1 概述 15
2.2 一般信息 15
2.2.1 安全功能定义 15
2.2.2 安全系统中的停止时间和停止距离 16
2.2.3 软件安全设置权限 16
2.3 安全功能说明 16
2.3.1 SF0 机器人操纵杆 ESTOP 和 SF1 用户连接的 ESTOP 输入 16
2.3.2 SF2 编码器静止 18
2.3.3 SF3 用户连接的外部防护装置输入和 SF9 用于实现人机安全设置的用户连接的外部防护装置输入 18
2.3.4 SF4-SF8 已定义的安全功能 19
2.3.5 SF10-SF14 安全输出功能 21
2.3.6 SF15 和 SF16 安全输入功能 23
2.3.7 SF17 笛卡尔限制 A 25
2.3.8 SF18 笛卡尔限制 B 25
2.3.9 安全校验和 26
3. 安全相关操作 27
3.1 无驱动力的关节移动 27
3.1.1 在紧急停止流程期间 27
3.1.2 从包装姿势延伸机器人 27
3.1.3 功率损耗 27
3.2 操作模式和模式切换 28

3.2.1 自动模式 28
3.2.2 手动模式 28
3.2.3 在模式之间切换 29
3.3 按住以运行 29
3.4 奇异点 30
3.5 更换本地控制中的机器人操纵杆 33
4. 安全法规的合规性 35
4.1 合规性 35
4.1.1 使能设备的要求 35
4.1.2 安全设置访问 35
5. 公司宣言 36
附录 A：合规性证明和公司宣言 39
附录 B：EMC 合规性验证 45
附录 C：所有系列产品型号的 TM 机器人停止时间和距离 47

表

表 1：安全系统版本 9
表 2：安全警告符号 9
表 3：安全功能定义 15
表 4：SF0 和 SF1 的停止类别和故障检测动作。 16
表 5：SF3 和 SF9 的停止类别和故障检测动作 18
表 6：SF4-SF8 已定义的安全功能 19
表 7：SF4-SF8 的停止类别和故障检测反应 19
表 8：SF10-SF14 的输出信号和故障检测动作 22
表 9：安全输出功能的应用示例 23
表 10：SF15 和 SF16 的停止类别和故障检测反应 24
表 11：SF17 的停止类别和故障检测反应 25
表 12：SF18 的停止类别和故障检测反应 25
表 13：每个产品系列的 R_{offset} 值 30
表 14：各模式下的控制方法总结 34
表 15：公司宣言 38
表 16：TM5-700 系列的停止时间和停止距离 47
表 17：TM5-900 系列的停止时间和停止距离 48
表 18：TM14 系列的停止时间和停止距离 49
表 19：TM12 系列的停止时间和停止距离 50

图

图 1：X、Y、Z 轴 21
图 2：校验和 26
图 3：R_{offset} 的定义。 30
图 4：空间中可扩展的奇异点 31
图 5：空间中手腕奇异点 32
图 6：遇到空间中奇异点时的解决方案（1/2） 32
图 7：遇到空间中奇异点时的解决方案（2/2） 33

修订历史表

版本	日期	说明
01	2019 年 12 月	初版
02	2020 年 1 月	更新了附录 A
03	2020 年 4 月	更新了 4.1.2 章节
04	2020 年 6 月	更新了安全系统 3.3 的相关信息以及附录 A
05	2021 年 10 月	细微细节修改

1. 综合信息

1.1 概述

本章全面描述了 TM 机器人的重要安全信息。TM 机器人的用户和系统集成商在使用本机器人之前，必须阅读并全面了解本章内容。

1.2 适用产品版本

本文档仅适用于 TM 机器人的以下软件和硬件版本组合。用户可通过控制柜包装箱内“协作机器人产品简介”表格查看硬件版本和软件版本信息，或者通过以下方法查看：从控制柜上的产品标签上查看硬件版本信息，通过 TMflow UI 中的“软件信息”按钮查看软件版本信息。如果机器人的软件版本已升级，且与最初的开箱即用版本不同，则用户只可以通过 TMflow UI 查看软件版本信息。

安全系统版本：协作机器人安全系统 3.3*	
硬件版本	HW 3.2
软件版本	SW 1.84

* 在上述硬件和软件组合范围内，安全系统版本仍与协作机器人安全系统 3.3 的相同。

表 1：安全系统版本

用户应确认 TM 机器人的软件和硬件版本是否与本《安全手册》的适用产品版本一致。本公司对因参考错误版本的安全说明而引起的任何安全问题概不负责。

1.3 安全警告符号

下表定义了本手册每个段落中标记的安全警告符号的级别。请仔细阅读并遵守每个段落的要求，以避免对人员或设备造成危害。

	危险： 标识紧急危险情况，如不加以避免，很有可能导致严重的人身伤害，也可能导致死亡或严重财产损失。
	警告： 标识潜在危险情况，如不加以避免，将导致轻微或中度人身伤害，也可能导致严重人身伤害、死亡或严重财产损失。
	注意： 标识潜在危险情况，如不加以避免，可能导致轻微人身伤害、中度人身伤害或财产损失。
	警告：触电风险 表示电气危险情况。

表 2：安全警告符号

1.4 安全预防措施

危险：
如果不遵守以下安全保护措施，本产品可能会导致严重的人身伤害或死亡，或对自身和其他设备造成损坏。

- 系统的所有安装、操作、教学、编程或维护人员都必须根据本产品的软件和硬件版本阅读相应的《硬件安装手册》、《软件手册》和《安全手册》，并完成各自对机器人所承担的责任方面的培训课程。

阅读手册和冲击警告标签

- 机器人系统的所有设计人员都必须根据本产品的软件和硬件版本阅读相应的《硬件安装手册》、《软件手册》和《安全手册》，且必须遵守机器人安装所在地的所有当地和国家 / 地区安全法规。
- 遵守《安全手册》中的“预期用途”一节。
- 如果安装和应用不符合安全法规的人机协作规定，则用户应负责提供机器人周围的安全护栏，以防止机器人运动时有人意外进入接触机器人。
- 根据任何适用的当地或国际电气法规要求，执行任何维护之前，供应给机器人的动力及其电源都必须上锁挂牌，或采取了相应措施以控制危险能量或实施能量隔离。
- 按照产品使用所在国家或地区的有关规章制度处置本产品。

1.5 验证和责任

本手册所包含的信息既不包括如何设计、安装和操作完整的机械臂系统，也不包括会影响整个系统安全的外围设备。整个系统的设计和安装必须符合使用国家 / 地区的安全标准和法规要求。机器人集成商需要了解其所在国家 / 地区的安全法律和法规，以避免整个系统发生主要危险。

这包括但不限于：

- 对整个系统进行风险评估
- 根据风险评估的结果，增加其他机器以及采取额外的风险降低措施
- 使用适当的软件安全功能
- 确保用户不会修改任何安全措施
- 确保所有系统的设计和安装正确无误
- 明确使用说明
- 明确标记安装机器人的集成商的联系信息
- 确保相关文档便于查阅，包括风险评估和本手册

注意：
本产品是整个机器的组成部分。整个系统的设计和安装必须符合使用国的安全标准和法规。机器人的用户和集成商应了解其所在国家 / 地区的安全法律和法规，并防止整个系统发生主要危险。

1.6 责任限制

即使遵循了安全说明，手册中的任何安全相关信息也不得视为产品不会造成任何人身伤害或损失的保证。

1.7 整体安全警告

这些安全警告适用于整个手册。

危险：

1. 运输、安装、操作、维护和维修本产品之前，确保详细阅读本产品规格和操作手册。确认所有条件均符合产品规格和操作手册的要求，以避免可能造成人身伤害的意外事故（例如：不当操作或超出产品规格的使用条件）。
2. 安装和使用本产品之前，集成商必须执行风险评估，并实施风险降低措施。
3. 用户应制定处理紧急或异常情况的规程。
4. 使用本产品之前，确保紧急停止设备正常运行。

警告：

1. 开始拆卸或维修本产品之前，确保电源已关闭并断开连接，以避免由于意外短路或电击导致人身伤害或机械损坏。
2. 操作本产品时，操作人员应避免穿着宽松的衣服或佩戴其他配饰（如项链、领带、手链等），以避免操作期间衣服或配饰缠绕在机器中而造成人身伤害。
3. 如果本产品故障，请按照组织制定的规程进行产品维修。切勿试图自行维修本产品，以避免损坏机器。
4. 机器人运行之前，确保已完整安装了每个部件，以避免任何可能发生的事故。
5. 开始操作机器人之前，确认操作期间没有人或障碍物可进入操作区域。如果运行环境采用人机协同操作，则在开始操作之前必须完成相应的风险评估。
6. 禁止任何未经授权的人员操作本产品，以避免任何造成人身伤害或机器损坏的可能性。
7. 切勿在危险区域（例如：强大的磁场、危险气体、火源或易燃产品）安装或操作本产品，以防止机器在运行过程中因外界条件而造成危险。

注意：

1. 操作机器人之前，请确认机器警告信号灯的状态。
2. 编辑任务流程之后，请先在“手动模式”下操作机器人，并在从“操作模式”切换至“自动模式”之前，确认任务流程中的所有运动均正确无误。
3. 机器运行期间，切勿关闭电源，以防止可能对系统造成的损坏。
4. 有关机器人噪声级和相关环境条件，请参见相应硬件版本的《硬件安装手册》。

1.8 预期用途

TM机器人的设计应确保：当按规定安装以及在正常和预期用途条件下运行时，危险可降低至可容忍的范围内。TM机器人的设计和构造符合相关安全标准。TM机器人可用于零件组装和材料搬运，有效载荷（包括末端执行器和工件）不超过每个型号的“最大有效载荷”规格要求。

TM 机器人的设计注重人机协同操作安全，但协同操作仅适用于经过风险评估（包含机器人、相关外围设备和工作环境）的应用流程。

任何使用或应用都应该考虑风险评估。如果使用与预期应用不同，本公司将不承担任何责任。本公司明确指出 TM 机器人不适用于以下用途。这并不是完整列表。

- 在存在潜在危险的环境下使用
- 在任何可能威胁人类生命的应用中使用
- 在任何可能导致人身伤害的应用中使用
- 在完成风险评估以及实施风险降低措施之前使用
- 用于生命支持应用
- 当无法达到额定性能时使用
- 当安全功能的反应时间不够时使用
- 在操作期间无适当参数的情况下使用
- 在可能损坏机器人的应用中使用
- 限制人员活动
- 在未正确安装机器人的情况下使用
- 移动时会出现过度振荡的情况下使用
- 安装在地震带时，防震支架设计不当时使用
- 在无法安全访问工作台的情况下使用
- 在工作位置存在废气 / 缺氧的情况下使用
- 在存在火焰的情况下（机柜易燃性、缺少灭火手段）使用
- 在工作位置存在以下机械危险的情况下使用：a) 翻转；b) 物体掉落、被物体穿透；c) 高速运动部件破裂；d) 人员接触机器部件或工具（非协同式机器）
- 在工作位置可见性不够的情况下使用
- 在光线不足的情况下使用
- 在未完全安装到位的情况下使用
- 在未采取足够逃生或避免被困的手段时使用
- 在手动控制装置位置不当的情况下使用
- 在手动控制装置及其操作模式的设计不当的情况下使用

1.9 风险评估

安装和使用本产品之前，用户必须先根据使用条件执行风险评估。风险评估可参考ISO 10218-2、ISO 12100和ISO/TS 15066文件的规范。风险评估的目的是预测在操作过程中可能发生的任何事故，并通过采取适当的保护性措施来减少事故的发生，或在事故发生时，减轻人身伤害的严重程度。因此，风险评估需包含评估范围内机器的任何运转动作。完成风险评估之后，用户可以使用外部相关组件（即感测组件、紧急停止设备、栅栏或栏杆等），以及操作系统中安全功能的参数设置，以降低事故的发生概率。必须按照制造商减少风险的规范要求安装额外的安全相关组件。关于操作系统安全设置及其他安全组件的使用，请阅读并理解本手册以及相应版本的《软件手册》和《硬件安装手册》。

需要采取额外风险降低措施的潜在危险可能包括但不限于：

1. 手指（尤其是在手动引导情况下）被夹在摄像头模块后端和关节模块之间。
2. 如果夹在机器人末端执行器（包括工件）和机器人主体之间，手掌或手指会因机器人运动或手动引导教学而受伤。
3. 被机器人撞到并受伤。
4. 困在机器人和固定表面之间。
5. 不正确的人机协同工作区设置、参数设置或项目操作。
6. 机器人通过空间奇异点附近区域时，由于奇异点的性质，可能会导致TCP力估计错误。

警告：
安装和操作机器人系统时，确保符合当地和国家的所有安全规范和电气规范。

警告：
按照国家电气规范和任何当地法规，提供适当大小的分支电路保护装置和上锁 / 挂牌功能。

警告：触电风险
交流电源安装必须由技术熟练或受过培训的人员进行。
在安装期间，必须使用上锁 / 挂牌措施防止未获授权的第三方打开电源。
未使用适当电源可能会导致机器人故障或危险情况。

2. 安全功能

2.1 概述

TM 机器人集成了多个安全功能，并提供附加外部保护装置的接口。

2.2 一般信息

下面介绍了 TM 机器人系统安全功能的常用信息：

2.2.1 安全功能定义

TM 机器人系统的安全功能定义如下表所列：

安全功能编号	名称	机器人停止功能	结构类别	PL
SF0	机器人操纵杆 ESTOP	紧急停止按钮	目录 3	d
SF1	用户连接的 ESTOP 输入	紧急停止按钮	目录 3	d
SF2	编码器静止	保护性停止	目录 2	d
SF3	用户连接的外部防护装置输入	保护性停止	目录 2	d
SF4	关节扭矩监控	保护性停止	目录 2	d
SF5	关节位置限制	保护性停止	目录 2	d
SF6	关节速度限制	保护性停止	目录 2	d
SF7	TCP 速度限制	保护性停止	目录 2	d
SF8	TCP 力限制	保护性停止	目录 2	d
SF9	用于实现人机安全设置的用户连接的外部防护装置输入	--	目录 2	d
SF10	机器人 ESTOP 输出	--	目录 3	d
SF11	用户连接的外部防护装置输出	--	目录 3	d
SF12	用于实现人机安全设置的用户连接的外部防护装置输出	--	目录 3	d
SF13	机器人内部保护性停止输出	--	目录 3	d
SF14	机器人移动输出	--	目录 2	d
SF15	用户连接的使能装置输入	保护性停止	目录 2	d
SF16	用户连接的 ESTOP 输入，不带机器人 ESTOP 输出	紧急停止按钮	目录 3	d
SF17	笛卡尔限制 A	保护性停止	目录 2	d
SF18	笛卡尔限制 B	--	目录 2	d

表 3：安全功能定义

注：
1. 结构类别符合 ISO 13849-1:2015 的规定。
2. PL（性能水平）符合 ISO 13849-1:2015 的规定。
3. 紧急停止和保护性停止符合 ISO 10218-1:2011 的规定。
4. 停止类别符合 IEC 60204-1 的规定。

2.2.2 安全系统中的停止时间和停止距离

安全停止时间就是从紧急停止或保护装置（内部或外部）激活到运动停止所需的时间。在本系统中，激活紧急停止按钮将启动类别1安全停止。激活安全功能或外部安全保护装置将启动类别2停止。在实施风险降低措施时，用户或系统集成商可能需要考虑这些停止时间。在此期间，机器人继续移动，这会传递能量并带来额外的风险。请参见附录C，了解停止时间和停止距离。

2.2.3 软件安全设置权限

应采用变更管理流程，同时列出已知的可接受的设置和潜在危险。权限管理功能发生了变更。获授权用户必须以管理员权限登录，以适当地设置所有级别的权限。当联网时，应采取网络安全措施。本公司对恶意攻击或入侵用户网络以修改权限管理系统或安全设置可能造成的损害概不负责。

2.3 安全功能说明

2.3.1 SF0机器人操纵杆ESTOP和SF1用户连接的ESTOP输入

SF0机器人操纵杆ESTOP是指TM机器人控制柜上机器人操纵杆中内置的紧急开关，SF1用户连接的ESTOP输入是指控制柜上的紧急停止端口，用于连接额外的紧急开关。

请参见下表，了解安全功能的停止类别和故障检测反应。当检测到来自双通道输入的冲突信号时，安全功能的差异检测可确保安全。当出现差异时，系统会进入并锁定在安全状态。要从安全状态恢复，首先检测输入接线，如有问题则纠正，并再次打开和关闭双输入，使机器人进入安全功能恢复状态。当检测到安全功能存在除差异之外的任何故障时，系统执行类别0停止。当发生类别0停止时，重启机器人系统，以便从类别0停止状态恢复。

安全功能编号	名称	停止类别	故障检测动作
SF0	机器人操纵杆 ESTOP	目录 1 停止	差异：类别 1 停止 其他：目录 0 停止
SF1	用户连接的 ESTOP 输入	目录 1 停止	差异：类别 1 停止 其他：目录 0 停止

注：停止类别符合 IEC 60204-1 的规定。

表 4：SF0 和 SF1 的停止类别和故障检测动作。

用户可通过按下紧急停止按钮使机器人停止移动。机器人停止移动后，用户必须先确认不存在危险条件，然后才能手动释放紧急停止按钮，以重新激活机器人。只有在出现紧急情况时才能使用紧急停止。如果要在正常运行期间使机器人停止移动，请使用机器人操纵杆上的“停止”按钮。

如果风险评估结果要求使用额外的紧急停止设备，选定的设备必须符合IEC 60204-1的要求。任何额外的紧急停止设备都必须连接至用户连接的ESTOP输入端口（SF1），这样它们就不会降低紧急停止的整体性能水平。

激活紧急停止会启动类别1停止。机器人的指示灯环将熄灭，且机器人操纵杆上的三个指示灯将会不断闪烁。重置紧急停止的步骤如下：

1. 旋转紧急开关至弹出状态。此时，机械臂将重新通电。指示灯环亮起淡蓝色灯，指示进入“安全启动”模式。
2. 按下机器人操纵杆上的停止按钮大约3秒。机器人将执行启动流程的校准动作，并返回之前的操作模式。

警告：
如果触发了紧急停止，机械臂的电源会断开，且关节制动器将被激活。机器人端接模块的指示灯环将熄灭，且机器人操纵杆上的三个指示灯将会不断闪烁。在这种情况下，尽管每个关节会自动被其制动器锁定，但机器人主体在完全停止之前仍会稍微下降。请注意，机器人末端可能会夹住操作人员或与其他物体碰撞。

警告：
在紧急停止期间，至末端执行器的电源将被切断。如果系统与电源 I/O 使能的末端执行器集成，紧急停止条件可能会导致工件掉落。

当用户集成系统并根据风险评估结果进行适当设计时，应考虑到这一点。为防止工件意外掉落，用户可选择具有自持功能的末端执行器，同时使用逆向逻辑的气动逻辑配置、控制柜的电源 I/O 或连接额外电源。用户应负责进行正确集成。

注意：
当从紧急停止状态恢复时，机器人的操作空间（机器人可以够得到的区域）内不得有任何人员。
从紧急停止状态恢复之前，先清除工具端的负载。

注意：
在关节位置校准期间，机器人的每个关节都将执行校准动作。在开始校准之前，确保机器人的姿势适当，每个关节至少有 5° 的净空间，以便执行校准动作。与此同时，确保可能距离机器人法兰较远的 TCP 在校准过程中不会造成危害。

2.3.2 SF2编码器静止

该安全功能会在每次类别2停止后自动激活。持续监控每个关节的编码器，以确认是否存在任何意外运动，直至用户确认并在类别2停止状态下手动重置机器人。如果存在任何意外运动，该安全功能将触发类别0停止。当检测到安全功能存在除差异之外的任何故障时，系统执行类别0停止。当发生类别0停止时，重启机器人系统，以便从类别0停止状态恢复。

2.3.3 SF3用户连接的外部防护装置输入和SF9用于实现人机安全设置的用户连接的外部防护装置输入

这两个安全输入在机器人控制柜的防护装置端口上。有关相关连接和使用，请参见《硬件安装手册》。您可以手动或自动从SF3用户连接的外部防护装置输入保护性停止和SF9用于实现人机安全设置的用户连接的外部防护装置输入恢复。如果配置为手动恢复，则按下“执行”按钮以恢复原始状态。有关手动或自动恢复的设置，请参见《软件手册》中的相关内容。

请参见下表，了解安全功能的停止类别和故障检测反应。当检测到来自双通道输入的冲突信号时，安全功能的差异检测可确保安全。当出现差异时，系统会进入并锁定在类别1停止的安全状态。要从安全状态恢复，首先检查输入接线，如有问题则纠正，然后按照以下步骤进行恢复。

1. 再次打开和关闭双输入。此时，机械臂将重新通电。指示灯环亮起淡蓝色灯，指示进入“安全启动”模式。
2. 按下机器人操纵杆上的停止按钮大约3秒。机器人将执行启动流程的校准动作，并返回之前的操作模式。

当检测到安全功能存在除差异之外的任何故障时，系统执行类别0停止。当发生类别0停止时，重启机器人系统，以便从类别0停止状态恢复。

安全功能编号	名称	停止类别	故障检测反应
SF3	用户连接的外部防护装置输入	目录 2 停止	差异：目录 1 停止 其他：目录 0 停止
SF9	用于实现人机安全设置的用户连接的外部防护装置输入	--	差异：目录 1 停止 其他：目录 0 停止

注：停止类别符合IEC 60204-1的规定。

表5：SF3和SF9的停止类别和故障检测动作

SF9是用于降低人机安全设置中设定的机器人速度的功能，并带有减速时间参数，用户可配置该参数，以防止由于从高速急剧减速而触发力/扭矩相关安全功能。减速时间的上限为800毫秒。请注意，在人机安全设置触发后，会有一个1122毫秒的固定时间延迟，然后才会开始监控TCP速度，让机器人减速至人机安全设置中设定的值。用户在对应用进行风险评估时应考虑这些时间因素，并适当地设置安全防护距离。

2.3.4 SF4-SF8 已定义的安全功能

SF4-SF8 安全功能的名称和描述如下表所列：

安全功能	名称	说明
SF4	关节扭矩监控	补偿 TCP 设置中工具重量、编程中有效载荷设置的工件重量以及机器人主体重量后，关节所受的额外扭矩。可设置每个关节的扭矩限制条件。当机器人超过该设定值时，就会触发保护性停止。
SF5	关节位置限制	可设置每个关节的运动角度限制。当机器人超过该设定值时，就会触发保护性停止。
SF6	关节速度限制	可设置每个关节的运动速度限制。当机器人超过该设定值时，就会触发保护性停止。
SF7	TCP 速度限制	可设置工具中心点的速度限制。当机器人超过该设定值时，就会触发保护性停止。
SF8	TCP 力限制	补偿 TCP 设置中工具重量和编程中有效载荷设置的工件重量后，TCP 所受的额外力。可设置工具中心点的力限制。当机器人超过该设定值时，就会触发保护性停止。工具中心点的力是机器人系统通过模型估算的工具中心点所受的外力。它不是机器人系统在工具中心点所施加外力的保护值。

表 6：SF4-SF8 已定义的安全功能

请参见下表，了解安全功能的停止类别和故障检测动作。

当检测到安全功能存在除差异之外的任何故障时，系统执行类别 0 停止。当发生类别 0 停止时，重启机器人系统，以便从类别 0 停止状态恢复。

安全功能编号	名称	停止类别	故障检测反应
SF4	关节扭矩监控	目录 2 停止	目录 0 停止
SF5	关节位置限制	目录 2 停止	目录 0 停止
SF6	关节速度限制	目录 2 停止	目录 0 停止
SF7	TCP 速度限制	目录 2 停止	目录 0 停止
SF8	TCP 力限制	目录 2 停止	目录 0 停止

注：停止类别符合 IEC 60204-1 的规定。

表 7：SF4-SF8 的停止类别和故障检测反应

请参见《软件手册》中的相关内容，了解各项的设置。用户可使用下述任意方法手动将机器人从 SF4-SF8 保护性停止中恢复：

- 触发“停止”或“执行”功能
- TMflow 左侧边栏中图标的任何操作（除关机之外）
- 按下 TM 机器人终端模块上的“释放”按钮
- 在机器人操纵杆上切换模式
- 使用 UI 控制器轻推机器人
- 更改 UI 控制器中的数字 / 模拟输出值
- 在 UI 中输入“单步运行”

- 按下 UI 中的“测试”，以移动机器人
- 按下 UI 中的“移动（+）”，以移动机器人（除了“姿势设置”、“视觉作业”、“在路径节点中移动时中断”以及“路径生成器”）
- 执行项目。

危险：
请注意，“TCP力”（工具中心点力）是机器人系统通过模型估算的工具中心点所受的外力，而不是机器人系统在工具中心点所施加外力的保护值。当机器人系统超过了工具中心点所受的外力值时,机器人将执行类别2停止。在此条件下，所施加的力将超过该值。因此，应清楚地了解机器人完全停止之前所施加的外力大小。超出该值的程度将随着机器人速度的增加而增加。这不能成为缓解人机碰撞风险的主要措施。

危险：
当TM机器人通过奇异空间附近区域时，由于奇异点的性质，TCP力估算可能会有误。用户可正确地设置机器人的运动，例如：不要将运动设置得过于靠近空间内的奇异点，以避免出现这种情况。这是一种剩余风险，用户在奇异点附近检测SF8 TCP力时应该进行风险评估。SF8 TCP力不得作为唯一的人机碰撞安全防护措施。通常建议在人机碰撞安全防护措施中包含SF4关节扭矩监控。

危险：
在人机安全设置中，根据主体区域设计的速度、功率和力限制旨在让用户按照ISO/TS 15066中列出的每个身体区域的生物力学限制，在协同工作区快速设置机器人初始应用。初始参数应根据相同UI中的条件状态进行测试*，详细信息请参见《软件手册》。用户在部署之前仍需对实际应用进行风险评估，如果需要修改任何参数，用户可进入“更多限制设置”页面进行修改。用户应对图中未列出的人体区域负责，并确保机器人不可能接触到脊柱和后脑等任何身体脆弱部位。

*我们根据以下标准进行测试，从而得出每个身体区域的默认速度限制：

- 在机器人TCP上安装长100 mm、重0.67 kg的工具，以进行X和Y轴冲击试验。工具重量在TCP设置中进行了补偿。
- 在机器人TCP上安装长100 mm、重0.12 kg的工具，以进行Z轴冲击试验。工具重量在TCP设置中进行了补偿。
- 机器人在一半工作半径范围内与传感器碰撞的冲击力符合ISO/TS 15066中定义的每个身体区域的生物力学限制要求。
- 冲击测试中使用的传感器选自DGUV:FB HM 080（2017年8月）文档中描述的传感器。

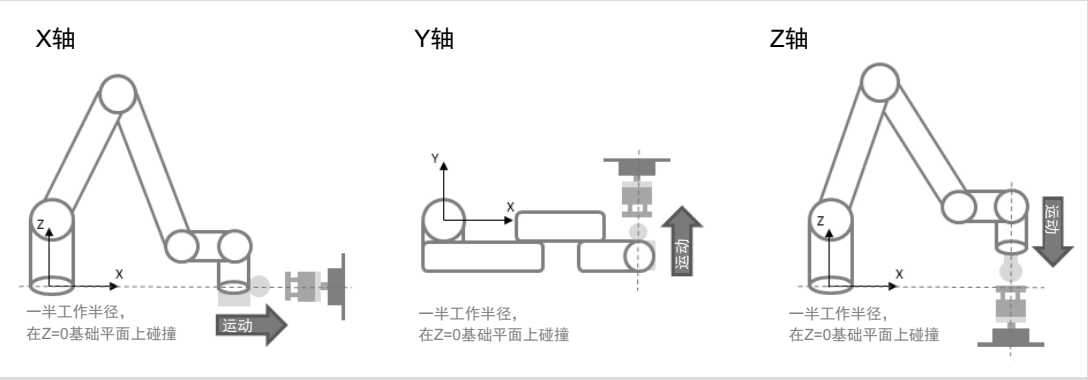


图 1：X、Y、Z 轴

请注意，选择“手和手指”时的默认速度限制已修改为较低速度，以满足使用 DGUV:FB HM 080（2017 年 8 月）文件中描述的传感器进行测试的要求。如果您通过软件升级将您的机器人从之前版本的安全系统升级到安全系统 3.3，“手和手指”的速度限值仍将保持为原始设置。重新选择身体区域或单击“人机安全设置”页面下的默认按钮，以更新“手和手指”的速度限值，从而与安全系统 3.3 中“手和手指”的速度限值保持一致。

2.3.5 SF10-SF14 安全输出功能

SF10-SF14 提供可连接其他设备进行系统集成的安全输出功能。请参见下表，了解停止类别、已触发状态的定义、输出信号的动作以及故障检测的动作。当检测到安全功能存在除差异之外的任何故障时，系统执行类别 0 停止。当发生类别 0 停止时，重启机器人系统，以便从类别 0 停止状态恢复。有关相关连接和使用，请参见各个硬件版本的《硬件安装手册》。已触发状态定义为所连接设备应停止或进入安全状态。当已触发时，这些安全输出将为“LOW”。对于 SF10 机器人 ESTOP 输出，请注意它只反映 SF0 和 SF1 引起的紧急停止。SF10 上不会反映 SF16“用户连接的 ESTOP 输入，不带机器人输出”引起的紧急停止。

为了与安全输出功能集成，计算时需要加上相应安全输入功能的 PFHd 值。例如，在紧急情况下，使用 SF10 机器人 ESTOP 输出来停止其他机器时，计算时需要考虑 SF0 机器人操纵杆 ESTOP，或同时考虑外部 ESTOP 按钮 PFHd 值和 SF1 用户连接的 ESTOP 输入。对于当触发了 SF13 机器人内部保护性停止输出等内部安全功能时停止其他机器的那些输出，计算时需要考虑相应输入功能，比如 SF7 TCP 速度限值。

安全系统 3.3* 中安全输出功能集成的一个例外情况是 SF14 机器人移动输出，它不需要考虑相应输入功能。SF14 是编码器监控机制和输出功能的组合，并且考虑了所有相关的 PFHd 值。

* 在安全系统 3.2 中，SF14 标记为类别 3，是编码器静止功能的输出，且需要考虑 SF2 的结构和 PFHd 值，SF2 为类别 2 结构。在安全系统 3.3 中，SF14 考虑了所有这些因素。

安全功能编号	名称	正常状态下的输出信号	已触发状态的定义	已触发状态的输出信号	当安全 IO 输入端口检测到差异时的输出动作	当发生系统类别 0 停止时的输出动作	当发生系统类别 1 停止时的输出动作	故障检测动作
SF10	机器人 ESTOP 输出	HIGH	SF0 和 SF1 引起的 ESTOP	LOW	LOW	LOW	LOW	目录 0 停止
SF11	用户连接的外部防护装置输出	HIGH	SF3 引起的保护性停止	LOW	LOW	LOW	HIGH	目录 0 停止
SF12	用于实现人机安全设置的用户连接的外部防护装置输出	HIGH	SF9 引起的外部防护装置输入	LOW	LOW	LOW	HIGH	目录 0 停止
SF13	机器人内部保护性停止输出	HIGH	SF4、5、6、7、8、15、17 引起的保护性停止	LOW	对于 SF 15，为 LOW 对于其他，为 --	LOW	HIGH	目录 0 停止
SF14	机器人移动输出	HIGH	任何关节速度均不低于 0.3˚/s（机器人正在移动）	LOW	--	LOW	LOW	目录 0 停止

表 8：SF10-SF14 的输出信号和故障检测动作

请参见下表，了解有关使用安全功能的应用示例说明。

安全功能编号	名称	应用示例
SF10	机器人 ESTOP 输出	当触发了连接至机器人的紧急停止按钮时，停止其他设备。
SF11	用户连接的外部防护装置输出	当触发了连接至机器人 SF3 的防护装置时，停止其他设备。
SF12	用于实现人机安全设置的用户连接的外部防护装置输出	当触发了连接至机器人 SF9 的防护装置时，停止其他设备或将它们改为人机安全设置。
SF13	机器人内部保护性停止输出	当 SF4、5、6、7 或 8 导致机器人停止时，停止其他设备。 当 SF15 使能设备导致机器人停止时，停止其他设备。 当 SF17 笛卡尔限制 A 导致机器人停止时，停止其他设备。
SF14	机器人移动输出	当机器人移动时，防止其他设备移动，例如：安装在 AGV 或运动轴上的机器人应用。（一个在动时，另一个不动）

表 9：安全输出功能的应用示例

警告：
SF14机器人移动输出设计用于在机器人移动时停止其他机器。当机器人未动时，输出为“HIGH”，并且会发出该信号，以允许其他机器移动，而不是用来停止其他机器。要想在机器人静止时停止其他机器，请使用其他措施，例如：机器人的防护装置输出或使用安全设备同时停止机器人和其他机器。

2.3.6 SF15 和 SF16 安全输入功能

SF15和SF16可提供更多安全输入功能，以实现系统集成。

SF15用户连接的使能设备输入提供双通道输入端口，以便用户在风险评估提示时连接至三位使能设备。在软件的“安全设置”中启用该安全功能，并参见对应软件版本的《软件手册》使用该功能。请注意，该安全输入的“开”或“关”状态不会影响“自动模式”的操作。当在手动模式下启用了该功能并将其连接至启动开关时，所有手动控制操作仅在用户将三位使能设备按至中间位置时启动。如果释放或完全按下使能设备，机器人会执行保护性停止。当按下“执行”按钮开始项目的手动试运行时，使能设备应按至中间位置。当在手动试运行模式下释放或完全按下使能设备时，项目速度通常会自动返回至5%。仅将该安全功能连接至符合IEC60204-1要求的三位使能设备。请注意，该安全功能的输入只有两种输入状态，所以在从完全按下状态到完全释放状态的过程中，使能设备不得有有效输出。

SF16“用户连接的ESTOP输入，不带机器人ESTOP输出”可在不触发SF10机器人ESTOP输出的情况下提供紧急输入功能。这种安全功能可在不同的系统集成设计中防止机器人与其他设备/机器之间的紧急停止锁死。

请参见下表，了解安全功能的停止类别和故障检测反应。当检测到来自双通道输入的冲突信号时，安全功能的差异检测可确保安全。当出现差异时，系统会进入并锁定在类别1停止的安全状态。要从安全状态恢复，首先检查输入接线，如有问题则纠正，然后按照以下步骤进行恢复。

1. 再次打开和关闭双输入。此时，机械臂将重新通电。指示灯环亮起淡蓝色灯，指示进入“安全启动”模式。
2. 按下机器人操纵杆上的停止按钮大约 3 秒。机器人将执行启动流程的校准动作，并返回之前的操作模式。

当检测到安全功能存在除差异之外的任何故障时，系统执行类别 0 停止。当发生类别 0 停止时，重启机器人系统，以便从类别 0 停止状态恢复。

安全功能编号	名称	停止类别	故障检测反应
SF15	用户连接的使能装置输入	目录 2 停止	差异：类别 1 停止 其他：目录 0 停止
SF16	用户连接的 ESTOP 输入，不带机器人 ESTOP 输出	目录 1 停止	差异：类别 1 停止 其他：目录 0 停止

注：停止类别符合 IEC 60204-1 的规定。

表 10：SF15 和 SF16 的停止类别和故障检测反应

危险：
使能设备仅在手动模式下停止机器人，且在自动模式下不会停止机器人。

2.3.7 SF17 笛卡尔限制 A

SF17 提供了一种安全功能，便于用户在机器人上设置笛卡尔限制。可设置立方和圆柱限制，并监控 TCP 和手肘。请参见下表了解停止类别和故障检测反应，参见对应软件版本的《软件手册》了解设置参数和流程。

要想从该安全功能恢复，请参照下述步骤操作：

1. 切换至手动控制模式。
2. 按下机器人端接模块上的“释放”按钮，手动引导机器人离开受限空间。

安全功能编号	名称	停止类别	故障检测反应
SF17	笛卡尔限制 A	目录 2 停止	其他：目录 0 停止

注：停止类别符合 IEC 60204-1 的规定。

表 11：SF17 的停止类别和故障检测反应

警告：
SF17 笛卡尔限制 A 设计用于在监控到机器人的移动超出设定限制时，由机器人执行保护性停止。由于停止时间和停止距离，这并不意味着要监控的区域不会超过限制。使用该安全功能设置系统集成中的受限空间和防护空间时，请考虑停止时间和停止距离。

2.3.8 SF18 笛卡尔限制 B

SF18提供了一种安全功能，便于用户在机器人上设置笛卡尔限制。可设置立方和圆柱限制，并监控TCP和手肘。当机器人超过了该笛卡尔限制时，机器人会将速度降至人机安全设置中设定的值。请参见下表了解停止类别和故障检测反应，参见对应软件版本的《软件手册》了解设置参数和流程。

要想从该安全功能恢复，请参照下述步骤操作：

1. 切换至手动控制模式
   （1） 按下机器人端接模块上的“释放”按钮，手动引导机器人离开受限空间。或
   （2） 使用软件中的控制器微调机器人，以离开受限空间。
2. 在任何其他模式下，通过编程方式让机器人离开受限空间。

安全功能编号	名称	停止类别	故障检测反应
SF18	笛卡尔限制 B	--	其他：目录 0 停止

注：停止类别符合 IEC 60204-1 的规定。

表 12：SF18 的停止类别和故障检测反应

危险：
笛卡尔限制不能作为防止人机碰撞的唯一安全措施。当使用该安全功能时，还应提供其他措施，以防止人员或肢体进入受限空间，或者使用保护措施检测受限空间的被进入情况。

2.3.9 安全校验和

该功能用于根据安全设置生成“校验和”，并在 UI 上显示，以便用户在修改了安全参数或将安全参数输入其他机器人后，快速检查安全设置。安全校验和指示显示在顶部工具栏中，显示了所应用的安全设置，并且可以从左向右读取。例如：FE55。不同的指示（包括文本或数字）表示不同的安全设置配置。

图 2：校验和

警告：
只有在更改和保存了安全设置中的限制或设置时，安全校验和才会发生变化。

3. 安全相关操作

这些是安全相关的机器人功能和设计的操作说明。

3.1 无驱动力的关节移动

机器人无驱动力的情况包括紧急停止、从包装姿势启动以及电源断开。当紧急开关重置时，前两种情况会进入安全启动模式，当机器人的外接电源完全断开时就会发生最后一种情况。下面描述了如何进行操作：

3.1.1 在紧急停止流程期间

每个关节轴的制动器会自动锁定关节，以避免机器人的关节由于重力而无限制下垂。如果您需要移动机器人以解决问题，则按照下述步骤操作：

1. 释放紧急开关可给机器人通电。
2. 等待10秒，进入安全启动模式。指示灯环亮起淡蓝色灯。
3. 持续按下“释放”按钮，以释放关节轴制动器，并移动机器人。
4. 问题解决后，按下机器人操纵杆上的停止按钮大约3秒，机器人将执行校准启动流程，并返回原来的操作模式。

注意：
当从紧急停止状态恢复时，机器人的操作空间（机器人可以够得到的区域）内不得有任何人员。

3.1.2 从包装姿势延伸机器人

请参见《软件手册》了解从包装姿势延伸机器人的操作。紧急停止重置方法参见第 2.3.1 节。

危险：
在无电机电源的情况下，使用“释放”按钮释放制动器时，机器人可能会由于重力下垂。请准备好支撑机器人系统。如果无法支撑机器人系统，则立即松开“释放”按钮，这将锁定机器人关节制动器。

3.1.3 功率损耗

如果末端执行器的功率损耗会导致危险情况（例如：工件掉落），可采取的风险降低方法包括但不限于：

- 使用控制柜提供的 24 V 电气输出为末端执行器供电，而不是使用机器人的端接模块供电。
- 为末端执行器安装独立的电源。
- 如果末端执行器为气动控制装置，则使用低电位驱动设计。
- 选择具有自持功能 / 机械设计的末端执行器。

如果需要手动移动机械臂关节：

1. 拆除关节模块保护盖螺钉和关节模块保护盖
2. 按下制动电磁阀以释放制动器

请参见《硬件安装手册》中的制动释放说明。

3.2 操作模式和模式切换

TM机器人有两种操作模式：手动模式（减速和高速）和自动模式。通过机器人操纵杆上的模式指示灯和机器人端接模块上的指示灯环的颜色可以直观地区分模式。启动时，机器人处于自动模式。

3.2.1 自动模式

在自动模式下，端接模块上的指示灯环亮起淡蓝色灯，且机器人操纵杆上的模式指示灯处于“自动”位置。用户可以按下机器人操纵杆上的“执行/暂停”按钮，以执行/暂停机器人程序。机器人速度视项目速度而定。在自动模式下，端接模块上的“释放”按钮不会生效，且无法进行手动引导操作。

只有在当用户获得控制权限且没有项目正在运行时，才能通过自动模式访问自动远程模式。其目的是让用户在远端进行遥控，例如：现场总线命令。在其他模式下，这些遥控命令被禁用。如果要切换至自动远程模式，则单击顶部工具栏上的“自动远程模式”图标，以允许在该模式下执行遥控命令。

3.2.2 手动模式

在手动模式下，端接模块上的指示灯环亮起绿色灯，且机器人操纵杆上的模式指示灯处于“手动”位置。手动模式可分为手动控制模式（手动减速）、手动试运行模式（手动高速）以及手动引导模式。当发生保护性停止时，系统会禁用手动控制模式和手动引导模式下的手动控制操作。

警告：
尽可能由防护空间之外的人员执行手动模式操作。

3.2.2.1 手动控制模式（手动减速）

在手动控制模式下，用户可使用TMflow中的控制器UI或机器人操纵杆微调机器人。如果机器人速度超过250 mm/s，则会进入错误停止状态。

3.2.2.2 手动引导模式

手动引导模式只能在手动控制模式下激活。按住端接模块上的“释放”按钮进入手动引导模式，然后松开“释放”按钮返回至手动控制模式。

3.2.2.3 手动试运行模式（手动高速）

在手动试运行模式下，用户可通过导航至TMflow项目编辑页面以及按下机器人操纵杆上的“执行/暂停”按钮来测试机器人程序。在每次试运行期间，初始项目速度将降至5%，从而迫使机器人的移动速度低于250 mm/s。机器人操纵杆上的“+/-”按钮用于调整项目运行速度。每按一次按钮，项目运行速度都会增加或降低5%。

警告：
使用手动试运行模式时，人员应在防护空间之外。

3.2.3 在模式之间切换

有关如何在模式之间切换，请参见机器人系统对应软件版本的《软件手册》。

危险：
选择自动操作之前，任何暂停的防护装置都应恢复至完全功能状态。

3.3 按住以运行

当 TM 机器人处于手动控制模式时，功能包括：

- 关节角度运动
- 机器人底座末端运动
- 工具底座末端运动
- 自定义底座末端运动
- 移动至视觉初始位置
- 视觉伺服动作
- 单步运行
- 移动至点
- 手动引导
- 其他

“按住以运行”有两种类型：

- 通过持续按住机器人操纵杆上的“+/-”按钮，微调机器人。
- 通过持续按住 TMflow 软件中的“+/-”按钮，微调机器人。

一旦松开了“+/-”按钮，机器人就会立即停止操作，当再次按下按钮时，就会继续操作。如果 TMflow 通过以太网或 WiFi 连接至机器人，当松开“+/-”按钮或连接断开时，机器人将自动发出保护性停止信号。如果失联，则可能会有最长 800 ms 的检测延迟，具体取决于连接质量。使用物理按钮执行“按住以运行”功能，松开按钮的检测时间应短于 30 ms。

3.4 奇异点

关节型机器人的运动通常受限于运动设计，在一些关节位置无法执行笛卡尔运动控制。导致机器人无法执行笛卡尔控制的关节位置为奇异点。当机器人遇到奇异点时，机器人会停止运动并发出警告。

TM 机器人的三种奇异点：

- 空间中内部奇异点。
- 空间中可扩展的奇异点。
- 空间中手腕奇异点。

空间中内部奇异点：

从第 5 个关节和第 6 个关节的旋转轴交点到第 1 个关节的旋转轴延长线之间的距离定义为 R_{offset}。以 R_{offset} 为半径，以第 1 个关节的旋转轴延长线为中心形成的的圆柱形空间为空间中内部奇异点。一旦机械臂接近空间中内部奇异点，机械臂就会停止并发出警告。每个产品系列的 R_{offset} 值如下表所示：

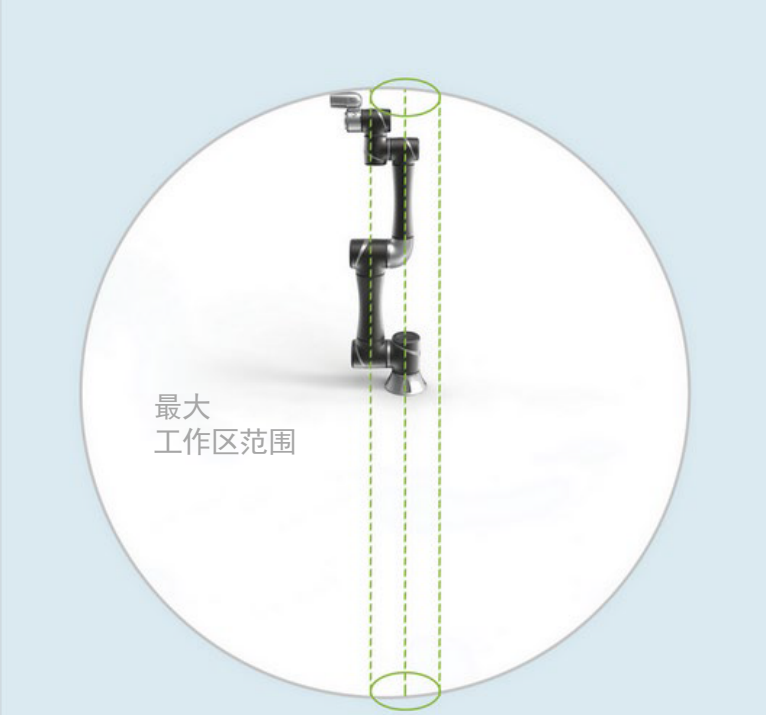
主要型号	R_{offset}
TM5 系列	122.3 mm
TM12/14 系列	156.3 mm

表 13：每个产品系列的 R_{offset} 值

图 3：R_{offset} 的定义。

空间中可扩展的奇异点：

当第 3 个关节几乎处于其 0 度位置时，这意味着机器人几乎处于最大工作半径状态。超过该半径的空间为空间中可扩展的奇异点。在该空间中，机器人将会因为超出机器人的运动范围而停止并报告一个警告消息。

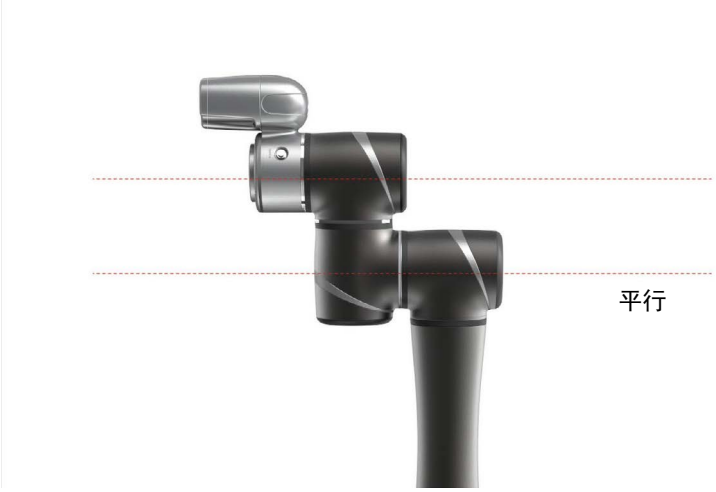


当第 3 个关节几乎处于其 0 度位置时，可实现最大工作范围

图 4：空间中可扩展的奇异点

空间中手腕奇异点：

当第 4 和第 6 个关节的旋转轴平行时，机器人将进入空间中手腕奇异点。此时，机械臂的运动将导致第 4 个关节出现大角度位移，但该运动会由于运动速度停止标准而停止。一旦进入空间中手腕奇异点，机器人就会停止并报告错误。



当第 4 个和第 6 个关节几近平行时，机器人即将进入空间中手腕奇异点。

图 5：空间中手腕奇异点

遇到空间中奇异点时的解决方案：

当机器人报告奇异点时，请确认机器人的姿势。如果工具末端路径穿过下图所示的内部圆柱，则检查第一点说明。如果机器人的第4和第6个关节的旋转轴平行，则检查下面第二点说明。

1. 当机械臂报告由于空间中内部奇异点导致的警告时，按下“释放”按钮，使其从所保持的姿势释放开来。改变点位置或改变点之间PTP的运动类型，以避免机械臂在点之间运动的路径穿过空间中内部奇异点，如下图所示。

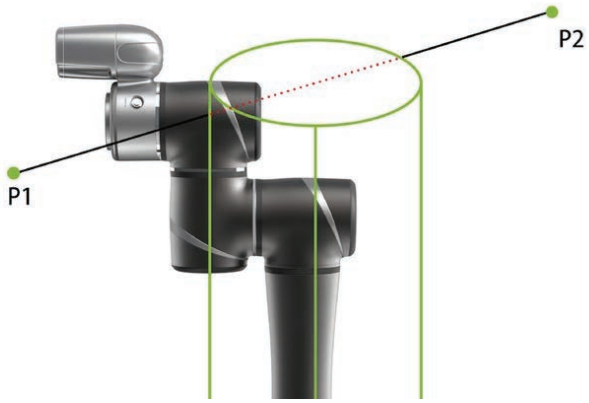


图 6：遇到空间中奇异点时的解决方案（1/2）

当路径穿过空间中内部奇异点时，就会触发奇异点。调整路径，并确认其不会穿过空间中内部奇异点。

2. 当机器人报告由于进入空间中手腕奇异点导致的警告时，按下“释放”按钮释放机器人。当第 4 和第 6 个关节的旋转轴平行时，如果用户仍尝试执行笛卡尔运动，就会遇到空间中手腕奇异点。这时可使用下图中所示方法，以避免第 4 和第 6 个关节的旋转轴平行。

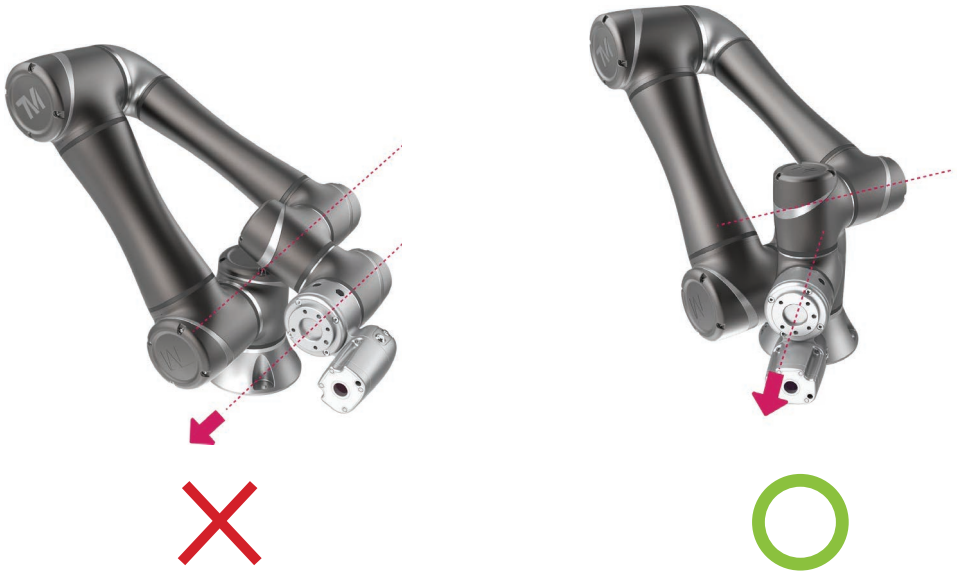


图 7：遇到空间中奇异点时的解决方案（2/2）

该示例演示了当用户需要根据工具 Z 轴移动机器人时，如何避免第 4 和第 6 个关节旋转轴平行。

3.5 更换本地控制中的机器人操纵杆

当用户使用其他方式更换机器人操纵杆的本地控制功能，则无法访问以及在本地控制中同时使用机器人操纵杆。例如：

- 在本地控制中同时使用机器人操纵杆时，切勿使用示教器之类的设备。
- 在本地控制中同时使用机器人操纵杆时，切勿在键盘上使能并使用示教器功能 *。

* 具有键盘热键功能的 SW1.72 以上版本的软件支持示教器功能。

对于在本地控制下启动机器人运动，下表总结了根据各种模式下的不同控制方法，使用“执行”功能执行项目，使用“+/-”功能保持运行或进行速度调整。“X”意味着允许用户使用该功能。

		用户可使用以下方式执行					用户可使用以下方式进行“+/-”调整				
操作模式	用户在机器人 UI（本地机器）或客户端 UI（客户端设备）上获得控制权限	机器人操纵杆	配置 IO	本地机器上的程序（现场总线）	来自客户端的现场总线命令	热键	机器人操纵杆	配置 IO	本地机器上的程序（现场总线）	来自客户端的现场总线命令	热键
		执行项目					速度和按住以运行		仅限速度		速度和按住以运行
手动控制模式	Y	X	X		X	X	X	X			X
	N	X	X				X	X			
手动试运行模式	Y	X	X	X	X	X	X	X		X	X
	N	X	X	X			X	X			
自动模式	Y	X	X	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*
	N	X	X	X			X*	X*	X*	X*	
自动远程模式	Y	X	X	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*
	N	X	X	X	X		X*	X*	X*	X*	

表 14：各模式下的控制方法总结

* 需要在自动模式下使能速度调整

4. 安全法规的合规性

本节介绍了本产品关于国际安全法规的合规性及认证情况。

本产品符合以下国际安全法规：

ISO 10218-1:2011

ISO/TS 15066

ISO 13849-1:2015

认证：第三方认证（参见附录 A 中的证书）

4.1 合规性

本产品符合 ISO 10218-1:2011 和 ISO/TS-15066 的组合范围要求。

这部分安全规程中的相关设计和相应规定请参见以下章节。

4.1.1 使能设备的要求

功率和力限制功能提供了 ISO/TS 15066:2016 规定的使能设备所需的替代措施。

当风险评估结果要求时，提供连接使能设备的方式。

4.1.2 安全设置访问

TM 机器人的安全设置已与整个产品的用户权限系统集成。

5. 公司宣言

以下内容符合2006/42/EG表格附件II第1 B号所载公司宣言

本公司的机器人产品是整个机器的组成部分。当用于自动化应用时，本产品需要与其他设备集成，并且在使用之前，适当安装安全相关措施和设计。当出售半成品时，根据2006/42/EC附录I的规定，需满足以下要求。需要说明的是，由于TM机器人产品使用方便，这里的“系统集成商”是指通过简单安装直接使用本产品的最终用户。

A: 不相关

B: 由机械设备提供商满足

C: 系统集成商的责任

注意：在下表中：

- 标记为A的项目：已超出本产品的使用范围，未纳入考虑范围，或与本产品没有直接关系。

- 仅标记为B的项目：机械设备供应商应满足的项目，即机械设备供应商已满足或已在每个《软件和硬件/安全手册》中规定的项目。在后一种情况下，系统集成商仍需负责完全符合机械设备供应商的规范要求。此外，这里并未包含整个系统中，属于系统而不属于本产品的机械设备的合规性，系统集成商必须为此负责。

- 仅标记为C的项目：本产品无法满足该项目要求。系统集成商必须采取额外措施。

- 标记为B和C的项目：

  1. 当使用本产品本身就能满足时，应由本产品的机械设备供应商满足该项目要求。
  2. 当系统集成商通过系统集成更换本产品的相关功能时，系统集成商应满足该项目要求。例如：
     - 使用连接至紧急开关端口的外部紧急开关更换机器人操纵杆上的紧急开关
     - 使用用户定义的IO或具有等效功能的设备更换机器人操纵杆的“执行/停止”按钮。

     当使用这种类型的设计更换本产品的初始功能时，系统集成商应负责更换件的等效性。
  3. 在正常情况下，机械设备供应商可满足该项目要求，但在特殊条件下，应由系统集成商负责满足该项目要求。例如：
     - 本产品在不发生碰撞的正常操作过程中不会破裂。然而，在操作过程中，由于不正确的编程设置和安全设置，本产品在发生强烈碰撞时可能会破裂。

* A—已超出范围，B—制造商提供，C—可能需要采取额外的风险降低措施

编号	原始语言项目	A*	B*	C*
1.1	**基本要求**			
1.1.1	定义		X	X
1.1.2	安全集成原则		X	X
1.1.3	材料和产品		X	
1.1.4	灯			X
1.1.5	便于处理的机器设计		X	
1.1.6	人体工程学		X	X
1.1.7	操作位置			X
1.1.8	安装到位			X
1.2	**控制系统**			
1.2.1	控制系统的安全性和可靠性		X	X
1.2.2	控制设备		X	X
1.2.3	启动		X	X
1.2.4	停止		X	X
1.2.4.1	正常停止		X	X
1.2.4.2	操作停止		X	X
1.2.4.3	紧急停止		X	X
1.2.4.4	机械装配			X
1.2.5	控制或操作模式选择		X	X
1.2.6	电源故障			X
1.3	**机械危险防护**			
1.3.1	失去稳定性的风险			X
1.3.2	操作期间破裂风险		X	X
1.3.3	物体坠落或弹出导致的风险		X	X
1.3.4	表面、边缘或凸角导致的风险		X	X
1.3.5	整合机器的相关风险			X
1.3.6	操作条件下，振动相关风险			X
1.3.7	移动部件相关风险		X	X
1.3.8	针对移动部件产生的风险的保护措施			X
1.3.8.1	移动的传动部件		X	X
1.3.8.2	流程中涉及的移动部件		X	X
1.3.9	不受控运动的风险			X
1.4	**防护装置和保护装置的规定特性**			
1.4.1	一般要求			X
1.4.2	防护装置的特殊要求			X
1.4.2.1	固定防护装置			X
1.4.2.2	联锁的可移动防护装置			X
1.4.2.3	限制访问的可调整防护装置			X
1.4.3	保护装置的特殊要求			X
1.5	**其他危险造成的风险**			
1.5.1	电力供应			X
1.5.2	静电			X
1.5.3	非电力的能源供应			X
1.5.4	拟合误差			X
1.5.5	极端温度	X		
1.5.6	火灾	X		
1.5.7	爆炸	X		
1.5.8	噪声		X	X
1.5.9	振动			X

1.5.10	辐射	X		
1.5.11	外部辐射			X
1.5.12	激光辐射	X		
1.5.13	有害材料和物质的排放		X	X
1.5.14	被困机器中的风险			X
1.5.15	滑倒、绊倒或跌倒的危险			X
1.5.16	闪电			X
1.6	**维护**			
1.6.1	机械维护			X
1.6.2	操作位置和维修点的访问			X
1.6.3	能源隔离			X
1.6.4	操作员介入			X
1.6.5	内部部件的清洁	X		
1.7	**信息**			
1.7.1	机械上的信息和警告		X	
1.7.1.1	信息和信息设备		X	X
1.7.1.2	警告装置		X	X
1.7.2	剩余风险警告		X	
1.7.3	机械标记		X	
1.7.4	说明		X	
1.7.4.1	起草说明书的一般原则		X	
1.7.4.2	说明书内容		X	
1.7.4.3	销售素材	X		

表 15：公司宣言

附录 A：合规性证明和公司宣言

CERTIFICATE OF COMPLIANCE

Certificate No. MDC 2524

SGS Reference:	CST281210/1
Date of Issue:	13th August 2020 Issue No.: 2 Expiry Date: 12th August 2025
Scope of certification:	Assessment of the compliance of machinery with the Essential Health and Safety Requirements of the Machinery Directive 2006/42/EC, EN ISO 12100:2010, EN 60204-1:2018, EN ISO 13849-1:2015, EN ISO 10218-1:2011 and ISO/TS 15066:2016
Client/Applicant:	TECHMAN ROBOT Inc. 4F, No. 188, Wenhua 2nd Rd. Guishan Dist., Taoyuan City, Taiwan
Manufacturer:	Same as above
Designation of Machinery:	Industrial Robot
Type(s)/Model(s):	TM5-700, TM5M-700, TM5X-700, TM5MX-700, TM5-900, TM5M-900, TM5X-900, TM5MX-900, TM5-700 SEMI, TM5M-700 SEMI, TM5X-700 SEMI, TM5MX-700 SEMI,TM5-900 SEMI, TM5M-900 SEMI, TM5X-900 SEMI, TM5MX-900 SEMI, TM12, TM12M, TM12X, TM12MX, TM14, TM14M, TM14X, TM14MX, TM12 SEMI, TM12M SEMI, TM12X SEMI, TM12MX SEMI, TM14 SEMI, TM14M SEMI, TM14X SEMI, TM14MX SEMI
Serial Number(s):	N/A
Trade Mark/Name:	TECHMAN ROBOT
Technical File Reference:	TCF-TR20200617-V01, 13 Aug 2020
Safety System Revision:	TECHMAN ROBOT Safety System 3.3, Hardware 3.2, Hardware 3.2a, Software 1.80
Compliance Approach:	The Technical File has been assessed against the Essential Health and Safety Requirements of Annex I of 2006/42/EC and relies in part on the application of Harmonised Standards as a means for demonstrating compliance. The following Harmonised Standards were applied, EN ISO 12100:2010, EN 60204-1:2018, EN ISO 13849-1:2015 and EN ISO 10218-1:2011. In addition further solutions were adopted as described in the Technical File, including the application of the following non harmonised standards ISO/TS 15066:2016, overall the approach adopted has been considered by SGS United Kingdom Limited
Conclusion:	In the opinion of SGS United Kingdom Limited the machinery type referred to above is compliant to the Essential Health and Safety Requirements of Annex I of the Machinery Directive 2006/42/EC

Authorised Signature
Daniele Paoli
Machinery Manager

Page 1 of 1

The CE mark as shown below can be used after completion of an EC Declaration of Conformity and compliance with all relevant EC Directives.

CE

This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions/Terms-e-Document.aspx.

Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law."

SGS United Kingdom Limited
Unit 12A & 12b, Bowburn South Ind Est, Bowburn Durham, DH6 5AD Tel +44 (0)191 377 2000 Fax +44 (0)191 377 2020
Registered in England No. 1193985 Rossmore Business Park, Ellesmere Port, Cheshire CH65 3EN www.sgs.com
Member of SGS Group (SGS SA)

DU-CST-MA-022 Rev 2 (15/07/2019)

This document is issued, on the Client's behalf, by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf.
The Client's attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein.

Any other holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Clients instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents.

SGSPAPER
20295080

上述条款中的“制造商”应视为“原始设备制造商”。

CERTIFICATE OF COMPLIANCE

Certificate No. MDC 2523

SGS Reference:	**CST281210/1**
Date of Issue:	**13th August 2020** **Issue No.: 1** Expiry Date: **12th August 2025**
Scope of certification:	**Assessment of the compliance of machinery with the Essential Health and Safety Requirements of the Machinery Directive 2006/42/EC and EN ISO 13849-1**
Client/Applicant:	**TECHMAN ROBOT Inc.** **4F, No. 188, Wenhua 2nd Rd. Guishan Dist., Taoyuan City, Taiwan**
Manufacturer:	**Same as above**
Designation of Machinery:	**Industrial Robot**
Type(s)/Model(s):	**TM5-700, TM5M-700, TM5X-700, TM5MX-700, TM5-900, TM5M-900, TM5X-900, TM5MX-900, TM5-700 SEMI, TM5M-700 SEMI, TM5X-700 SEMI, TM5MX-700 SEMI,TM5-900 SEMI, TM5M-900 SEMI, TM5X-900 SEMI, TM5MX-900 SEMI, TM12, TM12M, TM12X, TM12MX, TM14, TM14M, TM14X, TM14MX, TM12 SEMI, TM12M SEMI, TM12X SEMI, TM12MX SEMI, TM14 SEMI, TM14M SEMI, TM14X SEMI, TM14MX SEMI**
Serial Number(s):	**N/A**
Trade Mark/Name:	**TECHMAN ROBOT**
Technical File Reference:	**TCF-TR20200617-V01, 13 Aug 2020**
Safety System Revision:	**TECHMAN ROBOT Safety System 3.3, Hardware 3.2, Hardware 3.2a, Software 1.80**
Compliance Approach:	**The Technical File has been assessed against the Essential Health and Safety Requirements of Annex I of 2006/42/EC and relies on the application of Harmonised Standards as a means for demonstrating compliance, the following Standards having been applied, EN ISO 13849-1:2015**
Conclusion:	**In the opinion of SGS United Kingdom Limited the machinery type referred to above is compliant to the Essential Health and Safety Requirements of Annex I of the Machinery Directive 2006/42/EC and EN ISO 13849-1:2015 (SF0, SF1, SF10~SF13, SF16: PL=d, Cat3; SF2~SF9, SF14, SF15, SF17, SF18: PL=d, Cat2)**

Authorised Signature
Daniele Paoli
Machinery Manager

Page 1 of 1

The CE mark as shown below can be used after completion of an EC Declaration of Conformity and compliance with all relevant EC Directives.

CE

This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions/Terms-e-Document.aspx.

Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law."

SGS United Kingdom Limited
Unit 12A & 12b, Bowburn South Ind Est, Bowburn Durham, DH6 5AD Tel +44 (0)191 377 2000 Fax +44 (0)191 377 2020
Registered in England No. 1193985 Rossmore Business Park, Ellesmere Port, Cheshire CH65 3EN www.sgs.com
Member of SGS Group (SGS SA)

DU-CST-MA-022 Rev 2 (15/07/2019)

This document is issued, on the Client's behalf, by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf. The Client's attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein.

Any other holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Clients instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents.

SGSPAPER
20295063

上述条款中的“制造商”应视为“原始设备制造商”。

CERTIFICATE OF COMPLIANCE

Certificate No. MDC 2522

SGS Reference:	**CST281210/1**
Date of Issue:	**13th August 2020** **Issue No.: 1** Expiry Date: **12th August 2025**
Scope of certification:	**Assessment of the compliance of machinery with the Essential Health and Safety Requirements of the Machinery Directive 2006/42/EC, EN ISO 10218-1:2011 and ISO/TS 15066:2016**
Client/Applicant:	**TECHMAN ROBOT Inc.** **4F, No. 188, Wenhua 2nd Rd. Guishan Dist., Taoyuan City, Taiwan**
Manufacturer:	**Same as above**
Designation of Machinery:	**Industrial Robot**
Type(s)/Model(s):	**TM5-700, TM5M-700, TM5X-700, TM5MX-700, TM5-900, TM5M-900, TM5X-900, TM5MX-900, TM5-700 SEMI, TM5M-700 SEMI, TM5X-700 SEMI, TM5MX-700 SEMI,TM5-900 SEMI, TM5M-900 SEMI, TM5X-900 SEMI, TM5MX-900 SEMI, TM12, TM12M, TM12X, TM12MX, TM14, TM14M, TM14X, TM14MX, TM12 SEMI, TM12M SEMI, TM12X SEMI, TM12MX SEMI, TM14 SEMI, TM14M SEMI, TM14X SEMI, TM14MX SEMI**
Serial Number(s):	**N/A**
Trade Mark/Name:	**TECHMAN ROBOT**
Technical File Reference:	**TCF-TR20200617-V01, 13 Aug 2020**
Safety System Revision:	**TECHMAN ROBOT Safety System 3.3, Hardware 3.2, Hardware 3.2a, Software 1.80**
Compliance Approach:	**The Technical File has been assessed against the Essential Health and Safety Requirements of Annex I of 2006/42/EC and relies in part on the application of Harmonised Standards as a means for demonstrating compliance. The following Harmonised Standards were applied, EN ISO 10218-1:2011. In addition further solutions were adopted as described in the Technical File, including the application of the following non harmonised standards ISO/TS 15066:2016, overall the approach adopted has been considered by SGS United Kingdom Limited**
Conclusion:	**In the opinion of SGS United Kingdom Limited the machinery type referred to above is compliant to the Essential Health and Safety Requirements of Annex I of the Machinery Directive 2006/42/EC, EN ISO 10218-1:2011 and ISO/TS 15066:2016**

Authorised Signature
Daniele Paoli
Machinery Manager

Page 1 of 1

The CE mark as shown below can be used after completion of an EC Declaration of Conformity and compliance with all relevant EC Directives.

CE

This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions/Terms-e-Document.aspx.

Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law."

SGS United Kingdom Limited
Unit 12A & 12b, Bowburn South Ind Est, Bowburn Durham, DH6 5AD Tel +44 (0)191 377 2000 Fax +44 (0)191 377 2020
Registered in England No. 1193985 Rossmore Business Park, Ellesmere Port, Cheshire CH65 3EN www.sgs.com
Member of SGS Group (SGS SA)

DU-CST-MA-022 Rev 2 (15/07/2019)

This document is issued, on the Client's behalf, by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf. The Client's attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein.

Any other holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Clients instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents.

SGSPAPER
20295064

上述条款中的“制造商”应视为“原始设备制造商”。

CERTIFICATE OF CONFORMITY

MD/CoC/20/HEL/006

Product	Industrial Robot
Certificate holder / Manufacturer	TECHMAN ROBOT Inc. 4F, No. 188, Wenhua 2nd Rd., Guishan Dist., Taoyuan City, Taiwan
Manufacturing site	TECHMAN ROBOT Inc. 7F, No. 58, Huaya 2nd Rd., Guishan Dist., Taoyuan City, Taiwan
Model(s)	TM-series (see page 2)
Trade mark (if any)	Techman Robot Inc.
Technical details / ratings	see page 2
Following standards have been applied	EN ISO 12100:2010, EN 60204-1:2018, EN ISO 13849-1:2015, EN ISO 10218-1:2011, ISO/TS 15066:2016
Evaluated documentation (reference No., date)	TCF-TR20200617-V01, dated 13th August 2020, RD/2020/50010

This Certificate of Conformity is based on documentation of the product. Above mentioned Documentation of the product has been evaluated. Based on documentation the product has been found to be in conformity with the above-mentioned standard(s) and applicable parts of the Annex I of the Machinery Directive (2006/42/EC).
It does not imply an assessment of the whole production or fulfilment of other additional requirements in the Directive.
If a standard mentioned on this Certificate is withdrawn or removed from the list of harmonised standards under the Machinery Directive (2006/42/EC), a re-evaluation is needed.
This certificate can be used to demonstrate product compliance until 11 September 2025with the presumption that standards mentioned remains valid. Surveillance activities are not part of this certificate.
It is the obligation of the certification holder to demonstrate upon request that the product produced is identical to the certified product. Use of the CE marking requires actions set in Article 5 clause 1 of Machinery Directive (2006/42/EC), completion of an EU Declaration of Conformity, internal production control (Annex VIII, item 3) and compliance with all relevant EU Directives.

Date of issue 11 September 2020

SGS Fimko Ltd

Signature

Markus Ahvenus
Certification Manager

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein.

Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

SGS Fimko Ltd
Takomotie 8, FI-00380 Helsinki, Finland
t. +358 9 696 361 www.sgs.fi
Business ID 0978538-5 Member of the SGS Group (SGS SA)

Additional information

Models in TM-series:	
TM-series is divided into two groups, AC models and DC models.	
AC100-240V	TM5-700, TM5X-700, TM5-900, TM5X-900, TM12, TM12X, TM14, TM14X, TM5-700 SEMI, TM5X-700 SEMI, TM5-900 SEMI, TM5X-900 SEMI, TM12 SEMI, TM12X SEMI, TM14 SEMI, TM14X SEMI
DC22V-60V	TM5M-700, TM5MX-700, TM5M-900, TM5MX-900, TM12M, TM12MX, TM14M, TM14MX, TM5M-700 SEMI, TM5MX-700 SEMI, TM5M-900 SEMI, TM5MX-900 SEMI, TM12M SEMI, TM12MX SEMI, TM14M SEMI, TM14MX SEMI
Additional information about safety system:	
TECHMAN ROBOT Safety System 3.3, Hardware 3.2, Hardware 3.2a, Software 1.80	

This certificate is based on Certificate of Conformity certificates MDC 2522, MDC 2523 and MDC 2524 issued by SGS United Kingdom Limited.

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein.

Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

SGS Fimko Ltd

Takomotie 8, FI-00380 Helsinki, Finland
t. +358 9 696 361 www.sgs.fi

Business ID 0978538-5 Member of the SGS Group (SGS SA)

DECLARATION OF INCORPORATION

We **TECHMAN ROBOT Inc.**
4F, No. 188, Wenhua 2nd Rd. Guishan Dist., Taoyuan City, Taiwan

Declare that the

Product name: Industrial Robot

Series Model Number:
TM5-700; TM5M-700; TM5X-700; TM5MX-700; TM5-900; TM5M-900; TM5X-900; TM5MX-900;
TM5-700 SEMI; TM5M-700 SEMI; TM5X-700 SEMI; TM5MX-700 SEMI; TM5-900 SEMI;
TM5M-900 SEMI; TM5X-900 SEMI; TM5MX-900 SEMI;
TM12; TM12M; TM12X; TM12MX; TM14; TM14M; TM14X; TM14MX;
TM12 SEMI; TM12M SEMI; TM12X SEMI; TM12MX SEMI; TM14 SEMI; TM14M SEMI; TM14X SEMI; TM14MX SEMI;

Conform to the essential safety requirements of the relevant European Directive:

- Machinery Directive 2006/42/EC
- EMC Directive 2014/30/EU

The following essential requirements of EC Machinery Directive 2006/42/EC have been applied:

Clause 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.1.6, 1.1.7, 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.2.4.1, 1.2.4.2, 1.2.4.3, 1.2.4.4, 1.2.5, 1.2.6, 1.3.1, 1.3.2, 1.3.4, 1.3.6, 1.3.7, 1.3.8.1, 1.3.8.2, 1.3.9, 1.4.1, 1.4.2.1, 1.4.3, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.3, 1.5.4, 1.5.13, 1.5.14, 1.6.1, 1.6.2, 1.6.3, 1.6.4, 1.6.5, 1.7.1.1, 1.7.1.2, 1.7.2, 1.7.3, 1.7.4, 1.7.4.1, 1.7.4.2, 1.7.4.3

The person who compile technical file established within the EU:

Name: TECHMAN ROBOT Inc.

Address: Staalindustrieweg 21 NL-2952 AT Alblasserdam, Netherlands

Mounting and connecting instructions defined in catalogues and technical construction files must be respected by the user.

They are based on the following standards：

- EN ISO 12100: 2010 / Safety of Machinery - General principles for design / Risk Assessment and Risk reduction.
- EN 60204-1:2018 / Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements
- EN ISO 13849-1:2015 / Safety of machinery - Safety-related parts of control systems Part 1: General principles for design
- EN ISO 10218-1:2011 / Robots and robotic devices - Safety requirements for industrial robots - Part 1: Robots
- ISO TS 15066-2016 / Robots and robotic devices — Collaborative robots
- EN IEC 61000-6-2:2005 / Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments
- EN 61000-6-4:2007/A1:2011 / Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments

The relevant technical documentation has been compiled in accordance with Annex VII, Part B of EC Machinery Directive 2006/42/EC. We undertake, in response to a reasoned request, to supply it to the market surveillance authorities within a reasonable period.

The partly completed machinery must not be put into service until the final machinery into which it is to be incorporated has been declared in conformity with the provisions of the Machinery Directive.

Authorized Signature :
Name : Haw Chen
Responsibility : CEO
Date : May 29, 2020
Place : Taiwan

附录 B：EMC 合规性验证

SGS Reference No: MH/2018/50140C

VERIFICATION OF EMC COMPLIANCE

Verification No.	:	MH/2018/50140C
Representative Model No.	:	TM14M
Added Model(s)	:	TM5M-700, TM5MX-700, TM5M-900, TM5MX-900, TM5M-700 SEMI, TM5MX-700 SEMI, TM5M-900 SEMI, TM5MX-900 SEMI, TM12M, TM12MX, TM14M, TM14MX, TM12M SEMI, TM12MX SEMI, TM14M SEMI, TM14MX SEMI
Product Name	:	Industrial Robot
Brand Name	:	Techman Robot Inc.
Applicant	:	Techman Robot Inc.
Address of Applicant	:	4F, No. 188, Wenhua 2nd Rd. Guishan Dist., Taoyuan City,Taiwan
Test Report Number	:	MH/2018/50140
Date of Issue	:	Aug. 06, 2018
Applicable Standards	:	EN 61000-6-4 : 2007+A1:2011 EN 61000-6-2 : 2017 IEC 61000-4-2 : 2008, IEC 61000-4-3 : 2006+A1:2007+A2:2010 IEC 61000-4-4 : 2012, IEC 61000-4-5 : 2014 IEC 61000-4-6 : 2013, IEC 61000-4-8 : 2009

Conclusion

The apparatus meets the requirements of the above standards. In addition, this verification is only valid for the equipment and configuration described and in conjunction with the test report as detailed above.

Authorized Signatory:

Eddy Cheng

SGS TAIWAN LTD.
Eddy Cheng
Technical Asst. Supervisor

Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 90 days only.
除非另有說明，此報告結果僅對測試之樣品負責，同時此樣品僅保留90天，本報告未經本公司書面許可，不可部份複製。
This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at www.sgs.com/terms_and_conditions.htm and for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at www.sgs.com/terms_e-document.htm. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

SGS Taiwan Ltd. 台灣檢驗科技股份有限公司 | No.134,Wu Kung Road, New Taipei Industrial Park, Wuku District, New Taipei City, Taiwan 24803/新北市五股區新北產業園區五工路 134 號
t (886-2) 2299-3279 f (886-2) 2298-0488 www.tw.sgs.com
Member of SGS Group

SGS Reference No: MH/2018/30017C

VERIFICATION OF EMC COMPLIANCE

Verification No.	:	MH/2018/30017C
Representative Model No.	:	TM12
Added Model(s)	:	TM5-700; TM5X-700; TM5-900; TM5X-900;TM5-700 SEMI; TM5X-700 SEMI; TM5-900 SEMI;TM5X-900 SEMI;TM12; TM12X; TM14; TM14X; TM12 SEMI; TM12X SEMI; TM14 SEMI; TM14X SEMI
Product Name	:	Industrial Robot
Brand Name	:	TECHMAN ROBOT INC
Applicant	:	Techman Robot Inc.
Address of Applicant	:	4F, No. 188, Wenhua 2nd Rd. Guishan Dist., Taoyuan City, Taiwan
Test Report Number	:	MH/2018/30017
Date of Issue	:	May 02, 2018
Applicable Standards	:	EN 61000-6-4 : 2007+A1:2011 EN 61000-6-2 : 2005+AC:2005 IEC 61000-4-2 : 2008, IEC 61000-4-3 : 2006+A1:2007+A2:2010 IEC 61000-4-4 : 2012, IEC 61000-4-5 : 2014 IEC 61000-4-6 : 2013, IEC 61000-4-8 : 2009, IEC 61000-4-11 : 2004

Conclusion

The apparatus meets the requirements of the above standards. In addition, this verification is only valid for the equipment and configuration described and in conjunction with the test report as detailed above.

Authorized Signatory:

Eddy Cheng

SGS TAIWAN LTD.
Eddy Cheng
Technical Asst. Supervisor

Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 90 days only.
除非另有說明，此報告結果僅對測試之樣品負責，同時此樣品僅保留90天。本報告未經本公司書面許可，不可部份複製。
This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at www.sgs.com/terms_and_conditions.htm and for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at www.sgs.com/terms_e-document.htm. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

SGS Taiwan Ltd. 台灣檢驗科技股份有限公司 | No.134,Wu Kung Road, New Taipei Industrial Park, Wuku District, New Taipei City, Taiwan 24803/新北市五股區新北產業園區五工路 134 號
t (886-2) 2299-3279 f (886-2) 2298-0488 www.tw.sgs.com
Member of SGS Group

附录 C：所有系列产品型号的 TM 机器人停止时间和距离

本产品在下述不同速度和不同有效载荷下的类别 1 停止功能的停止时间和停止距离如下所示。

警告：

任何移动的机器人都需要一定停止距离。停止机器人时，确保不会干扰其他设备。因此在较高操作速度或更重有效载荷下，需要保持更长距离。

TM5-700 系列

停止时间和停止距离表								
最大有效载荷的百分比（%）	延伸（%）	速度（%）	第 1 个关节		第 2 个关节		第 3 个关节	
			停止时间（ms）	停止距离（°）	停止时间（ms）	停止距离（°）	停止时间（ms）	停止距离（°）
33	33	33	364	9.00	600	9.29	442	8.97
		66	377	17.96	516	18.15	466	17.91
		100	381	26.55	657	27.13	486	26.92
	66	33	455	8.99	567	9.17	422	8.96
		66	531	17.95	594	18.08	457	17.94
		100	610	26.34	528	27.72	457	23.41
	100	33	367	8.98	534	9.30	432	9.00
		66	396	17.94	501	18.19	530	18.02
		100	427	26.76	526	27.80	541	28.81
66	33	33	378	9.01	531	9.23	475	8.99
		66	401	17.95	547	18.12	478	17.97
		100	575	26.75	551	26.99	570	26.91
	66	33	496	8.96	529	9.29	433	8.97
		66	545	17.96	506	18.14	526	17.98
		100	563	26.46	526	28.36	583	27.73
	100	33	517	8.94	568	9.38	636	9.08
		66	598	17.90	524	18.10	545	18.16
		100	614	26.58	575	28.53	527	28.75
100	33	33	565	8.96	585	9.26	567	9.12
		66	570	17.92	585	18.16	675	18.28
		100	579	26.33	356	30.98	666	27.40
	66	33	566	8.95	588	9.34	625	9.28
		66	576	17.92	578	18.26	656	18.26
		100	570	26.88	343	31.10	550	27.56
	100	33	597	8.94	576	9.34	681	9.34
		66	593	17.86	516	18.14	555	18.09
		100	596	26.00	544	26.45	528	28.80

表 16：TM5-700 系列的停止时间和停止距离

TM5-900 系列

停止时间和停止距离表								
最大有效载荷的百分比（%）	延伸（%）	速度（%）	第 1 个关节		第 2 个关节		第 3 个关节	
			停止时间（ms）	停止距离（°）	停止时间（ms）	停止距离（°）	停止时间（ms）	停止距离（°）
33	33	33	519	8.96	626	9.24	457	8.99
		66	512	17.95	555	18.03	475	17.93
		100	466	25.68	563	27.20	476	27.09
	66	33	374	8.97	598	9.32	444	8.96
		66	719	17.95	510	18.11	636	18.12
		100	664	26.33	521	27.34	650	27.41
	100	33	366	8.98	524	9.25	428	8.97
		66	412	17.93	518	18.23	510	18.04
		100	442	26.57	508	24.20	498	28.66
66	33	33	508	8.98	660	9.19	629	9.23
		66	589	17.97	666	18.20	536	18.09
		100	476	26.86	575	27.62	635	27.06
	66	33	635	8.93	633	9.27	518	9.00
		66	645	18.00	640	18.16	647	18.19
		100	668	26.73	569	28.14	676	27.73
	100	33	366	9.02	506	9.22	565	8.96
		66	479	17.96	522	18.16	514	16.93
		100	503	26.58	517	23.61	485	28.62
100	33	33	474	8.99	572	9.15	662	9.21
		66	571	18.02	573	18.22	640	18.18
		100	568	26.94	563	28.00	637	27.36
	66	33	508	9.00	691	9.31	627	9.18
		66	566	18.10	641	18.23	652	18.26
		100	583	26.72	534	28.45	680	27.56
	100	33	549	9.04	542	9.28	436	8.97
		66	645	18.16	551	18.11	520	18.13
		100	594	26.60	569	23.15	499	28.78

表 17：TM5-900 系列的停止时间和停止距离

TM14 系列

停止时间和停止距离表								
最大有效载荷的百分比（%）	延伸（%）	速度（%）	第 1 个关节		第 2 个关节		第 3 个关节	
			停止时间（ms）	停止距离（°）	停止时间（ms）	停止距离（°）	停止时间（ms）	停止距离（°）
33	33	33	416	6.01	554	6.18	511	8.83
		66	662	12.00	650	12.33	621	17.84
		100	482	18.24	635	18.58	510	26.32
	66	33	374	5.99	637	6.41	527	8.94
		66	643	11.99	641	12.34	689	17.66
		100	644	18.18	654	18.65	545	26.54
	100	33	482	6.04	530	6.27	453	8.42
		66	531	11.90	657	12.37	589	18.28
		100	624	18.17	626	17.64	575	28.86
66	33	33	680	6.00	623	6.36	598	9.17
		66	684	11.98	605	12.20	632	18.91
		100	690	18.13	595	18.54	631	27.19
	66	33	595	5.99	576	6.35	635	9.28
		66	597	11.96	557	12.42	600	18.33
		100	581	18.13	557	18.51	599	27.50
	100	33	548	5.98	530	6.38	432	8.52
		66	568	11.84	576	12.41	567	18.32
		100	568	18.25	589	17.75	531	28.77
100	33	33	591	5.99	574	6.34	529	9.10
		66	608	11.97	575	12.38	557	18.22
		100	582	18.15	585	18.89	556	27.27
	66	33	611	5.99	594	6.48	575	9.12
		66	615	11.99	616	12.26	671	18.30
		100	618	18.23	604	18.98	571	27.34
	100	33	570	6.06	568	6.29	575	8.95
		66	567	12.06	552	12.34	587	18.20
		100	568	18.39	591	17.61	544	28.87

表 18：TM14 系列的停止时间和停止距离

TM12 系列

停止时间和停止距离表								
最大有效载荷的百分比（%）	延伸（%）	速度（%）	第 1 个关节		第 2 个关节		第 3 个关节	
			停止时间（ms）	停止距离（°）	停止时间（ms）	停止距离（°）	停止时间（ms）	停止距离（°）
33	33	33	365	6.02	634	6.27	674	9.35
		66	364	12.00	557	12.18	588	18.12
		100	473	18.20	559	18.48	615	27.26
	66	33	368	6.01	563	6.27	584	9.19
		66	634	12.01	531	12.24	653	18.30
		100	621	18.17	541	18.45	552	27.73
	100	33	541	5.98	597	5.22	544	8.94
		66	564	12.01	587	12.21	532	18.14
		100	591	18.17	592	17.80	569	28.90
66	33	33	662	6.02	644	6.16	632	9.20
		66	657	12.01	645	12.26	657	18.10
		100	659	18.16	666	18.67	695	27.08
	66	33	501	6.03	664	6.12	680	9.36
		66	661	12.00	601	12.33	676	18.30
		100	661	18.16	588	18.91	570	27.50
	100	33	539	6.02	545	6.38	513	9.10
		66	543	12.01	545	12.36	520	18.15
		100	530	18.40	565	17.88	591	28.82
100	33	33	584	5.99	540	6.19	606	9.17
		66	596	11.99	560	12.52	592	18.01
		100	603	18.14	535	18.88	572	27.07
	66	33	579	6.06	549	6.26	613	9.33
		66	581	12.09	564	12.52	606	18.12
		100	585	18.27	556	19.24	582	27.75
	100	33	580	6.06	558	5.36	608	9.34
		66	548	12.12	537	12.39	547	18.15
		100	564	18.41	518	18.14	611	27.50

表 19：TM12 系列的停止时间和停止距离

购买欧姆龙产品的客户须知

承诺事项

承蒙对欧姆龙株式会社（以下简称“本公司”）产品的一贯厚爱和支持，藉此机会再次深表谢意。

如果未特别约定，无论贵司从何处购买的产品，都将适用本承诺事项中记载的事项。

请在充分了解这些注意事项基础上订购。

1. 定义

本承诺事项中的术语定义如下。

(1) “本公司产品”：是指“本公司”的 FA 系统机器、通用控制器、传感器、电子 / 结构部件。

(2) “产品目录等”：是指与“本公司产品”有关的欧姆龙综合产品目录、FA 系统设备综合产品目录、安全组件综合产品目录、电子 / 机构部件综合产品目录以及其他产品目录、规格书、使用说明书、操作指南等，包括以电子数据方式提供的资料。

(3) “使用条件等”：是指在“产品目录等”资料中记载的“本公司产品”的使用条件、额定值、性能、运行环境、操作使用方法、使用时的注意事项、禁止事项以及其他事项。

(4) “客户用途”：是指客户使用“本公司产品”的方法，包括将“本公司产品”组装或运用到客户生产的部件、电子电路板、机器、设备或系统等产品中。

(5) “适用性等”：是指在“客户用途”中“本公司产品”的 (a) 适用性、(b) 动作、(c) 不侵害第三方知识产权、(d) 法规法令的遵守以及 (e) 满足各种规格标准。

2. 关于记载事项的注意事项

对“产品目录等”中的记载内容，请理解如下要点。

(1) 额定值及性能值是在单项试验中分别在各条件下获得的值，并不构成对各额定值及性能值的综合条件下获得值的承诺。

(2) 提供的参考数据仅作为参考，并非可在该范围内一直正常运行的保证。

(3) 应用示例仅作参考，不构成对“适用性等”的保证。

(4) 如果因技术改进等原因，“本公司”可能会停止“本公司产品”的生产或变更“本公司产品”的规格。

3. 使用时的注意事项

选用及使用本公司产品时请理解如下要点。

(1) 除了额定值、性能指标外，使用时还必须遵守“使用条件等”。

(2) 客户应事先确认“适用性等”，进而再判断是否选用“本公司产品”。“本公司”对“适用性等”不做任何保证。

(3) 对于“本公司产品”在客户的整个系统中的设计用途，客户应负责事先确认是否已进行了适当配电、安装等事项。

(4) 使用“本公司产品”时，客户必须采取如下措施：(i) 相对额定值及性能指标，必须在留有余量的前提下使用“本公司产品”，并采用冗余设计等安全设计 (ii) 所采用的安全设计必须确保即使“本公司产品”发生故障时也可将“客户用途”中的危险降到最小程度、(iii) 构建随时提示使用者危险的完整安全体系、(iv) 针对“本公司产品”及“客户用途”定期实施各项维护保养。

(5) 因 DDoS 攻击（分布式 DoS 攻击）、计算机病毒以及其他技术性有害程序、非法侵入，即使导致“本公司产品”、所安装软件、或者所有的计算机器材、计算机程序、网络、数据库受到感染，对于由此而引起的直接或间接损失、损害以及其他费用，“本公司”将不承担任何责任。

对于 (i) 杀毒保护、(ii) 数据输入输出、(iii) 丢失数据的恢复、(iv) 防止“本公司产品”或者所安装软件感染计算机病毒、(v) 防止对“本公司产品”的非法侵入，请客户自行负责采取充分措施。

(6) “本公司产品”是作为应用于一般工业产品的通用产品而设计生产的。除“本公司”已表明可用于特殊用途的，或已经与客户有特殊约定的情形外，若客户将“本公司产品”直接用于以下用途的，“本公司”无法作出保证。

(a) 必须具备很高安全性的用途（例：核能控制设备、燃烧设备、航空 / 宇宙设备、铁路设备、升降设备、娱乐设备、医疗设备、安全装置、其他可能危及生命及人身安全的用途）

(b) 必须具备很高可靠性的用途（例：燃气、自来水、电力等供应系统、24 小时连续运行系统、结算系统、以及其他处理权利、财产的用途等）

(c) 具有苛刻条件或严酷环境的用途（例：安装在室外的设备、会受到化学污染的设备、会受到电磁波影响的设备、会受到振动或冲击的设备等）

(d) “产品目录等”资料中未记载的条件或环境下的用途

(7) 除了不适用于上述 3.(6)(a) 至 (d) 中记载的用途外，“本产品目录等资料中记载的产品”也不适用于汽车（含二轮车，以下同）。请勿配置到汽车上使用。关于汽车配置用产品，请咨询本公司销售人员。

4. 保修条件

“本公司产品”的保修条件如下。

(1) 保修期限　自购买之日起 1 年。（但是，“产品目录等”资料中有明确说明时除外。）

(2) 保修内容　对于发生故障的“本公司产品”，由“本公司”判断并可选择以下其中之一方式进行保修。

(a) 在本公司的维修保养服务点对发生故障的“本公司产品”进行免费修理（但是对于电子、结构部件不提供修理服务。）

(b) 对发生故障的“本公司产品”免费提供同等数量的替代品

(3) 当故障因以下任何一种情形引起时，不属于保修的范围。

(a) 将“本公司产品”用于原本设计用途以外的用途

(b) 超过“使用条件等”范围的使用

(c) 违反本注意事项“3. 使用时的注意事项”的使用

(d) 非因“本公司”进行的改装、修理导致故障时

(e) 非因“本公司”出品的软件导致故障时

(f) “本公司”生产时的科学、技术水平无法预见的原因

(g) 除上述情形外的其它原因，如“本公司”或“本公司产品”以外的原因（包括天灾等不可抗力）

5. 责任限制

本承诺事项中记载的保修是关于“本公司产品”的全部保证。对于因“本公司产品”而发生的其他损害，“本公司”及“本公司产品”的经销商不负任何责任。

6. 出口管理

客户若将“本公司产品”或技术资料出口或向境外提供时，请遵守中国及各国关于安全保障进出口管理方面的法律、法规。否则，“本公司”有权不予提供“本公司产品”或技术资料。

IC321GC-zh
202206

注：规格如有变更，恕不另行通知。请以最新产品说明书为准。

欧姆龙自动化（中国）有限公司
http://www.fa.omron.com.cn　咨询热线：**400-820-4535**

欧姆龙自动化（中国）有限公司　版权所有　2022