

ICS 13.110
J 09



中华人民共和国国家标准

GB/T 16856—1997

机械安全 风险评价的原则

Safety of machinery—
Principles for risk assessment

1997-06-06 发布

1998-01-01 实施

国家技术监督局 发布

前 言

本标准等效采用欧洲标准(草案)prEN1050—1994《机械安全——风险评价的原则》，在一般要素上和补充要素上有以下两点差异：

1. 引用标准的导言是按 GB/T 1.1 的规定编写的，并将原标准中引用的欧洲标准改为相应的国家标准；

2. 取消了原提示的附录 B“分析危险和评估风险的方法”。因为这些“方法”只是作为提示信息给出的，无法进行具体的操作。

本标准的附录 A 是提示的附录。

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国机械安全标准化技术委员会归口。

本标准由机械部机械科学研究院负责起草。

本标准主要起草人：张尔正、李勤、马贤智、徐自芬、萧维、张铭续。

中华人民共和国国家标准

机械安全 风险评价的原则

GB/T 16856—1997

Safety of machinery—
Principles for risk assessment

0 引言

本标准规定了供风险评价(见 GB/T 15706.1—1995 第 6 章)用的统一系统原则。

本标准给出了机械设计(见 GB/T 15706.1—1995 的 3.11)过程中的决策指南,它将有助于制定 B 类和 C 类标准中统一、合适的安全要求,以便符合 GB/T 15706.2 中规定的基本安全要求。

建议将本标准纳入培训教程和手册,以对设计方法给予基本指导。

1 范围

本标准描述了被称之为风险评价的程序,通过这种程序将有关机械的设计、使用、事件、事故和伤害的知识和经验汇集到一起,以进行机器寿命周期内各种风险的评价。

本标准给出了赖以进行风险评价所需要的信息指南。规定了识别危险、评估和评定风险的程序。本标准的目的是对有关机械安全问题及为验证风险评价所需的文件类型问题进行决策时提供建议。

本标准对分析危险和评估风险的方法不作详细规定。这种详细规定在其他文献(如教科书或其他参考文件)中另有述及。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所有版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 5226.1—1996 工业机械电气设备 第 1 部分:一般要求

GB/T 15706.1—1995 机械安全 基本概念与设计通则 第 1 部分:基本术语、方法学

GB/T 15706.2—1995 机械安全 基本概念与设计通则 第 2 部分:技术原则与规范

3 定义

除 GB/T 15706.1 给出的定义外,本标准还采用以下定义:

3.1 伤害 harm

对健康或财产的物理损伤和/或危害。

3.2 危险事件 hazardous event

引起伤害的事件。

3.3 遗留风险 residual risk

采取安全措施之后所剩余的风险。

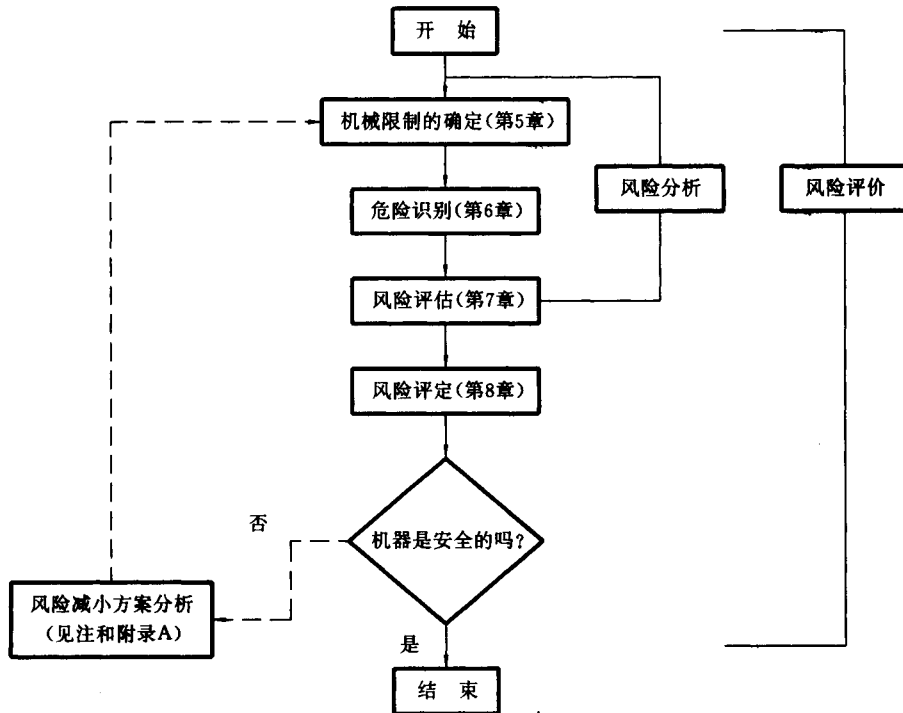
3.4 安全措施 safety measure

消除危险或减小风险的手段。(见 GB/T 15706.1—1995 的第 5 章)

4 总则

4.1 基本概念

风险评价是以系统方式对与机械有关的危险进行考察的一系列逻辑步骤。当需要时,风险评价后应按照 GB/T 15706.1—1995 第 5 章所描述的方法减小风险。当重复这一过程时,就可达到尽可能消除危险和根据现有工艺水平实施安全措施迭代过程(见图 1)。



注: 减小风险和选择适当的安全措施不是风险评价的内容,进一步的解释见 GB/T 15706.1—1995 第 5 章和 GB/T 15706.2

图 1 实现安全的迭代过程

风险评价包括

——风险分析

- 1) 机械限制的确定(第 5 章)
- 2) 危险识别(第 6 章)
- 3) 风险评估(第 7 章)

——风险评定(第 8 章)

风险分析提供了风险评定所需的信息,有了这种信息就可对机械安全做出判断。

风险评价依赖于判断决定。这些决定应通过定性的方法来支持,并尽可能通过定量方法补充。当可预见伤害严重度高且范围大时,定量法是特别合适的。

定量法对评价可替换的安全措施和决定何种防护更好是有用的。

注: 由于定量法的使用受可得到的有用数据量的限制,因此,在许多应用场合,只能使用定性的风险评价。

风险评价的程序应以形成文件的方式进行:

- 已进行过评价的机械的预期使用(技术规范、限制等);
- 所识别的危险、危险状态和危险事件;
- 使用的有关信息(事故历史,由对类似机器进行减小风险获得的经验等);
- 通过安全措施要达到的目标;
- 为消除识别的危险或减小风险所实施的安全措施;

——通过规定某种有关假设(载荷、安全因素等)后,各种危险的遗留风险。

4.2 风险评价信息

风险评价信息和定性、定量分析应包括以下内容:

- 机械的限制(GB/T 15706.1—1995的5.1);
- 机械各寿命阶段的要求(见GB/T 15706.1—1995的3.11a);
- 规定机械特性的设计图样或其他手段;
- 有关动力源的信息;
- 事故或事件的历史(如果可得到的话);
- 有损健康的任何信息。

当设计改进和需更改时,信息也应适时更新。

假如能得到那些危险状态中的有关危险和事故环境的足够信息,可对不同类型机械的类似危险状态进行比较通常是可行的。

在事故历史不明的情况下,不应根据少量事故及严重性不大的事故主观做出低风险推测。

对于定量评价,可以使用数据库、手册、实验室和制造厂技术规范中的数据(假如对它们的适用性有把握的话)。有关该数据的不确定度应在文件中指明(见第9章)。

专家一致认可的经验数据可作为补充定性数据。

5 机械限制的确定

风险评价应考虑:

- 机器寿命的各个阶段(见GB/T 15706.1—1995的3.11a)。
- 机械的限制,包括预定使用(见GB/T 15706.1—1995的5.1),除了合理预见的误用和失灵的后果外,还应包括机器的正确使用和正确操作两方面。

另外,风险评价还应适当根据人的情况来考虑:

——可预见的机械(如工业用、非工业用和家用)全部使用范围,人的情况可依据性别、年龄及用手习惯或体能限制(如视力或听力损伤、身材大小、体力强弱)来确定。

——可预见的使用者预期训练水平、经验或能力,例如:

- 1) 经过培训的熟练技术维修人员;
- 2) 经过培训的操作人员;
- 3) 学员和初学者;
- 4) 一般人员;

——暴露于可合理预见机械危险场合的其他人员。

6 危险识别

应识别与机械有关的所有危险、危险状态和危险事件。附录A(提示的附录)给出的例子有助于这种识别(描述由机械产生危险的进一步信息参见GB/T 15706.1—1995的第4章)。

7 风险评估

危险识别(第6章)后,对一种危险都应通过测定7.1给出的风险要素进行风险评估。在测定这些风险要素时,需考虑7.2给出的几个方面。

7.1 风险要素

与特殊情况或技术过程相关的风险由以下要素组合得出:

- 伤害的严重度;
- 伤害出现的概率;

1) 人员暴露于危险中的频次和持续时间;

2) 危险事件出现的概率;

——在技术上和人为方面避免或限制伤害的可能性(如对风险的了解、降低速度、急停装置、使动装置)。

风险要素示于图 2 中,附加细节在 7.1.1 和 7.1.2 中给出。

注:在许多情况下,这些风险要素不能被精确地测定,而只能估计。这特别适用于可能伤害出现的概率。在某些情况(如由于有毒物质或精神压力有损健康的情况)下,可能伤害的严重度不容易确定。为改善这种情况,可使用附加辅助值即所谓的风险参数,以方便风险评估,总的来说,特别适用于这种情况的风险参数型式取决于所涉及的危险类型。

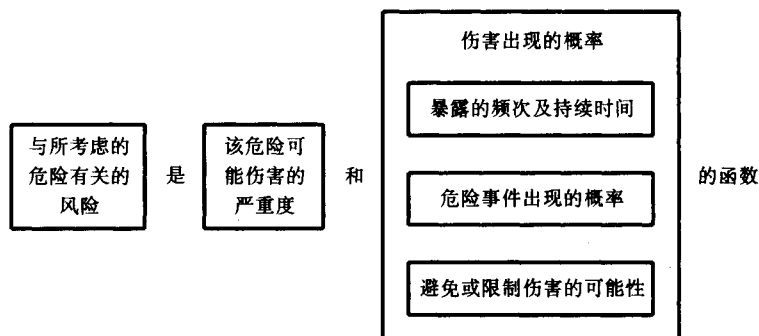


图 2 风险要素

7.1.1 严重度(可能伤害的程度)

严重度可通过考虑以下因素评估:

——防护对象的性质:

- 1) 人;
- 2) 财产;
- 3) 环境。

——损伤的严重度(对人的情况):

- 1) 轻度(可正常恢复的)损伤或危害健康;
- 2) 严重(不能正常恢复的)损伤或危害健康;
- 3) 死亡。

——伤害的限度(对每台机器)。对人的情况:

- 1) 一个人;
- 2) 几个人。

7.1.2 伤害出现的概率

伤害出现的概率可通过考虑 7.1.2.1 到 7.1.2.3 来进行评估:

7.1.2.1 暴露的频次和持续时间:

- 接近危险的需要(如生产的原因、维护或修理);
- 接近的性质(如手动送料);
- 处于危险区的时间;
- 需要接近危险的人数;
- 进入危险区的频次。

7.1.2.2 危险事件出现的概率

- 可靠性和其他统计数据;
- 事故历史;
- 风险比较。

注：危险事件的出现可能源于技术的或人的原因。

7.1.2.3 避免或限制伤害的可能性

——机器是

- 1) 由熟练工操作；
- 2) 由非熟练工操作；或
- 3) 无人操作。

——危险事件出现的速度：

- 1) 突然；
- 2) 快；
- 3) 慢。

——对风险的了解：

- 1) 一般信息；
- 2) 直接观察；
- 3) 通过指示装置。

——人员避免危险的可能性(如反应、灵敏性、逃脱的可能性)：

- 1) 可能；
- 2) 在某些情况下可能；
- 3) 不可能。

——实践经验和知识：

- 1) 该机械的；
- 2) 类似机械的；
- 3) 没经验的。

7.2 确定风险要素应考虑诸方面

7.2.1 暴露的人员

风险估计应考虑所有暴露于危险中的人员，包括操作者、维修人员和可合理预见的可能受到机器影响的其他人员。

7.2.2 暴露的类型、频次和持续时间

对所考虑危险中暴露的评估，需要分析并应说明机器的各种操作模式和使机器工作的方法。这尤其影响到在设定、示教、过程转换或调整、清理、查找故障和维修(见 GB/T 15706.1—1995 的 3.11)期间进入危险区的需要。

当必须暂停安全功能时(如维修期间)，风险评估应说明这种情况。

7.2.3 暴露和影响之间的关系

当确定在一种危险中的暴露及其影响之间的关系时，就可行而言，风险评估应根据合适的认可数据。

注：事故数据可用来表明与具有特定安全措施的特定制式机械的使用有关的损伤概率和严重度。

7.2.4 人的因素

风险评估应不限于技术因素。风险可能受人为因素的影响，诸如，一方面，与机械的相互作用有关的、与人们之间的相互作用有关的、与心理学有关的和与人类工效影响有关的因素，另一方面，与认识在给定条件下风险的能力高低有关的因素。这种情况取决于操作者和可能受影响的其他人的培训情况、经验和能力。

对暴露于危险中的人员能力的评估应考虑以下几个方面：

- 与人类工效学原则有关的机械设计；
- 执行所需任务固有的或被开发的能力；

- 对各种风险的认识；
- 如果不发生有意或无意差错时执行所需任务的把握程度；
- 防止诱使偏离规定的和必要的安全工作规程的能力。

训练、经验和能力都会影响到风险,但是它们都不能用来代替可能通过设计或安全防护来消除危险、减小风险的措施。

7.2.5 安全功能的可靠性

风险评估应考虑元件和系统的可靠性。尤其是判定作为主要安全功能(见 GB/T 15706.1—1995 的 3.13.1)部分的元件和系统应受到特别注意。评估应:

- 判明可能导致伤害的环境(例如,元件故障,电气干扰);
- 当合适时,使用定量法比较可供选择的安全措施;
- 提供用以选择适当的安全功能、元件和装置的信息;

对承担一种安全功能的有关安全装置不只一个时,选择这些装置需考虑它们的性能和可靠性应是协调一致的。

当安全措施包括工作组织、正确行为、小心注意、应用个体防护装备、技能或培训时,在风险评估中必须考虑到:这些措施与经过验证的技术措施相比,可靠性相对较低。

7.2.6 毁坏或避开安全措施的能力

风险评估应说明某一特定安全措施被轻易毁坏或避开的可能性。风险评估还应考虑毁坏或避开系统的诱因。如:

- 是否安全措施延缓了生产或干扰使用者的某些其他活动或选择;
- 安全措施难以使用;
- 是否涉及操作者以外的人员;
- 安全措施的功能是否未被认可或接受。

毁坏安全措施的能力可能取决于安全措施的类型及其设计细节两方面。

如果对有关安全软件的存取设计和监控不当,使用可编程电子系统会导致毁坏或避开安全措施的附加可能性。风险评估应判明有关安全功能在什么地方没与其他机器功能分开和存取可能达到的范围。当为诊断或过程校正需要遥控存取时,这是特别重要的(见 GB/T 5226.1—1995 的 12.3.5)。

当进行风险评估时,需要考虑毁坏或避开可调防护装置和可编程自动停机装置的可能性。

7.2.7 保持安全措施的能力

风险评估应考虑安全措施是否能保持在为提供需要的防护水平所必需的状态。

注:如果安全措施不容易保持在正确工作状态下,为了使机械连续使用,这可能促使毁坏或避开安全措施。

7.2.8 使用信息

风险评估应考虑随机械提供的使用信息。

应考虑妥善地实施 GB/T 15706.2—1995 第 5 章的要求。

8 风险评定

风险评估后,要进行风险评定,以确定是否需要减小风险或是否达到了安全。如果风险需要减小,则选择和应用相应的安全措施,并应重复该程序(见图 1)。在这种迭代过程中,重要的是当应用新的安全措施时,设计者应核对是否又产生了附加危险。如果附加危险的确出现了,则这些危险应列入到危险识别清单中。

风险减小目标的实现(见 8.1)和风险比较的有效结果(见 8.2)可以使人确信机械是安全的(见 GB/T 15706.1—1995 的 3.4)。

8.1 风险减小目标的实现

下列条件的实现(见 GB/T 15706.1—1995 的表 2 和 GB/T 15706.2—1995 的 3~6)将表明减小风

险的过程可以结束：

——通过以下措施消除了危险或减小了风险：

- 1) 通过设计或替代稍有危险的材料或物质,和/或
- 2) 按照现有工艺水平进行安全防护；

——所选的安全防护类型是经过验证的,对预期使用能起到充分的防护；

——针对以下几种情况,所选择的防护类型是合适的：

- 1) 毁坏或避开的概率，
- 2) 伤害的严重度，
- 3) 对执行所要求任务的妨碍；

——有关机械的预定使用信息十分清楚；

——使用机械的操作程序与使用该机械的人员或可能暴露于与该机械有关的危险中的其他人员的能力协调一致；

——推荐的该机械使用安全操作规程和有关的培训要求已充分说明；

——关于遗留风险已充分告知了用户；

——如果推荐用个体防护装备来对付遗留风险,对这种防护装备的需要和使用该防护装备的培训要求已充分说明；

——附加预防措施是充分的(GB/T 15706.2—1995的第6章)。

8.2 风险比较

只要下列判定适用,作为风险评定过程的一部分,与机械有关的风险可与类似机械的风险相比较：

——类似机械证明了按照现有工艺水平风险减小是可接受的；

——两种机械的预定使用和所采用的工艺都是可比的；

——危险和风险要素是可比的；

——技术目标是可比的；

——使用条件是可比的。

使用这种比较方法不排除在特定使用条件下(如用于切肉的带锯机与用于切割木材的带锯机相比较时应评价与材料变化有关的风险)还需要遵循本标准描述的风险评价过程。

9 文件

形成风险评价文件是描述所识别的危险和实施安全措施的一种手段。

文件应包含以下充分的信息：

——风险评价所依据的信息(见4.2)；

——已经评价过的机械(规范、限制等)；

——已做过某些有关假设,如载荷、强度、安全因素等；

——判明的危险；

——判明的危险状态；

——在评价中考虑的危险事件；

——使用的数据及原始资料；

——与使用的数据有关的不确定度和对风险评价的影响；

——通过安全措施达到的目标；

——某些补充要求(如使用的标准或其他规范)；

——关于遗留风险的信息；

——最终风险评定的结果。

附录 A

(提示的附录)

危险、危险状态和危险事件的例子

A1 机械危险

A1.1 由机器零件产生的或由工件引起的(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.2 和 GB/T 15706.2—1995 的 3.2)

A1.1.1 形状

A1.1.2 相对位置

A1.1.3 质量和稳定性(在重力的影响下可以运动的元件位能)

A1.1.4 质量和速度(受控或非受控运动元件的动能)

A1.1.5 机械强度不合适

A1.2 机械内部能量积累引起的,例如由:

A1.2.1 弹性元件(弹簧)

A1.2.2 压力下的液体和气体

A1.2.3 真空影响

A1.3 机械危险的基本形式

A1.3.1 挤压危险(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.2.1)

A1.3.2 剪切危险(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.2.1)

A1.3.3 切割或切断危险(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.2.1)

A1.3.4 缠绕危险(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.2.1)

A1.3.5 引入或卷入危险(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.2.1)

A1.3.6 冲击危险(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.2.1)

A1.3.7 刺伤或扎伤危险(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.2.1)

A1.3.8 摩擦或磨损危险(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.2.1)

A1.3.9 高压流体喷射或抛射危险(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.2.1)

A2 电的危险(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.3 和 GB/T 15706.2—1995 的 3.9),由于

A2.1 人与带电零件接触(直接接触)

A2.2 人与在故障条件下变为带电的零件接触(间接接触)(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.3)

A2.3 趋近于高压下的带电零件

A2.4 静电现象(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.3)

A2.5 热辐射或其他现象例如由于短路或过载等而引起的熔化粒子喷射和化学效应(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.3)

A3 热危险(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.4)导致:

A3.1 由可能与人接触的火焰或爆炸也可能由热源辐射引起燃烧和烫伤(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.4)

A3.2 由于热的或冷的工作环境对健康的危害(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.4)

A4 由噪声产生的危险(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.5),导致

A4.1 听力损失(耳聋)、其他生理异常(例如失去平衡,失去知觉)(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.5)

A4.2 对语言通讯和听觉信号等的干扰(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.5)

A5 由振动产生的危险

A5.1 使用手持式机器导致神经病变和血脉失调(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.6)

A5.2 尤其当与不良的姿势结合时的全身振动

A6 由辐射产生的危险(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.7)

A6.1 低频、无线频率辐射、微波(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.7)

A6.2 红外线、可见光和紫外光

A6.3 X 和 γ 射线(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.7)

A6.4 α 和 β 射线、电子或离子束、中子(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.7)

A6.5 激光(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.7)

A7 由机械加工、使用和它的构成材料和物质产生的危险(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.8)

A7.1 由于接触或吸入有害的液体、气体、油雾、烟雾和灰尘产生的危险(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.8)

A7.2 火和爆炸危险(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.8)

A7.3 生物或微生物(病毒或细菌)危险(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.8)

A8 在机械设计中由于忽略了人类工效学原则而产生的危险(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.9)

A8.1 过分用力的不利于健康的姿势(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.9)

A8.2 没有适当考虑手-臂或脚-腿的结构

A8.3 忽略了使用个人防护装备

A8.4 局部照明不合适

A8.5 精神负担过重或准备不足(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.9)

A8.6 人的差错、人的行为(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.9)

A9 各种危险的组合(见 GB/T 15706.1—1995 的 4.10)

危险事件

由 A1~A9 中所列的一种或几种危险的风险可能导致的事件

A10 由以下原因引起的意外起动、意外超行程/超速(或某种类似的失灵):

A10.1 控制系统的失效/失调

A10.2 中断后的能源恢复

A10.3 电气设备外部干扰

A10.4 其他外部干扰(重力、风等)

A10.5 软件的差错

A10.6 由操作者产生差错(由于机械和人的特征能力不协调,见 8.6)

A11 机器不能停在最好可能条件下

A12 工具在合理速度下偏转

A13 动力源失效

A14 控制电路失效

A15 设定错误

A16 运行期间制动

A17 物体或流体下落或抛出

A18 机械不稳定/翻倒

A19 人(相对机械)滑倒、绊倒和跌倒(见 GB/T 15706.1 的 4.2.3)

由于移动性增加的危险和危险事件

A20 与运行功能有关的

A20.1 启动发动机时的运动

A20.2 驱动位置无司机而运动

A20.3 不是所有部件都在安全位置而运动

A20.4 非专业人员控制的机械超速

A20.5 运动时过分摇摆

A20.6 机械不能有效地减速、停机和固定

A21 与机器的工作位置相关联的(包括驱动站)

A21.1 人在进入(或在/离开)工作位置时跌倒

A21.2 在工作位置排气/缺氧

A21.3 着火(座舱易燃、缺乏灭火手段)

A21.4 在工作位置的机械危险

——与轮子接触

——滚翻

——物体落下,由物体穿透

——高速旋转零件的制动

——人与机器零件或工具接触(非专业人员操纵的机器)

A21.5 由于工作位置可视性不足

A21.6 照明不足

A21.7 密封不充分

A21.8 在工作位置有噪声

A21.9 在工作位置有振动

A21.10 排空/急停措施不充分

A22 由于控制系统

- A22.1 控制器/控制装置的位置不合适
- A22.2 操纵模式和(或)控制器动作模式不合适

A23 来自机器的搬运(缺乏稳定性)

A24 由于动力源和动力传输

- A24.1 来自发动机和蓄电池的危险
- A24.2 来自机器之间动力传输的危险
- A24.3 来自偶合和拖动的危险

A25 由/至第三人

- A25.1 未经允许启动/使用
- A25.2 部分偏离其停止位置
- A25.3 视觉或听觉报警器缺乏或不合适

A26 对司机/操作者的指导不够

由于提升附加的危险和危险事件

A27 机械危险和危险事件

- A27.1 由于以下原因引起的负载跌落、碰撞、机器翻倒：
 - A27.1.1 缺乏稳定性
 - A27.1.2 非受控的载荷——超载——超行程运动
 - A27.1.3 非受控的运动幅度
 - A27.1.4 载荷的意外/非预期的运动
 - A27.1.5 夹紧装置/辅具不合适
- A27.2 由于人的升高
- A27.3 由于脱轨
- A27.4 由于零件的机械强度不够
- A27.5 由于带轮、鼓轮设计不合适
- A27.6 由于链条、绳、提升附件选择/装入机器不合适
- A27.7 由于磨擦破裂负荷降低
- A27.8 由于不正常的装配/试验/使用/维修条件
- A27.9 由于载荷与人相干扰(通过载荷/配重冲击)

A28 电的危险

- A28.1 由于照明

A29 由于忽略了人类工效学原则产生的危险

- A29.1 由于驱动位置可视性不足
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
机 械 安 全 风 险 评 价 的 原 则
GB/T 16856—1997

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

*

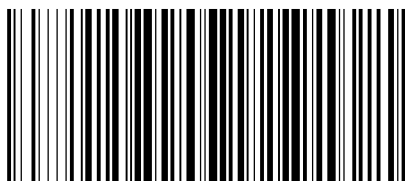
开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 23 千字
1997年12月第一版 1997年12月第一次印刷
印数 1—1 000

*

书号: 155066·1-14341 定价 12.00 元

*

标 目 323—037



GB/T 16856—1997