



中华人民共和国国家标准

GB/T 41344.1—2022

机械安全 风险预警 第1部分：通则

Safety of machinery—Risk early-warning—Part 1: General requirements

2022-03-09 发布

2022-10-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本原则	2
5 基本要求	2
6 风险预警概述	2
7 风险评估	4
8 成本效益分析	5
9 预警监测	5
10 预警分级	6
11 预警措施	7
附录 A (资料性) 风险预警要素及其关系	8
附录 B (资料性) 风险预警系统的建立指南	9
参考文献	10

前 言

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

本文件是 GB/T 41344《机械安全 风险预警》的第 1 部分。GB/T 41344 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：通则；
- 第 2 部分：监测；
- 第 3 部分：分级；
- 第 4 部分：措施。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国机械安全标准化技术委员会(SAC/TC 208)提出并归口。

本文件起草单位：中机生产力促进中心、南京理工大学、安徽省中智科标准化研究院有限公司、深圳国技仪器有限公司、厦门聚富塑胶制品有限公司、南京林业大学、四川公路桥梁建设集团有限公司、漳州市中南护理用品有限公司、金华万得福日用品股份有限公司、广东黎麦检测科技有限公司、皮尔磁电子(常州)有限公司、苏州澳昆智能机器人技术有限公司、四川蜀兴优创安全科技有限公司、苏州安高智能安全科技有限公司、雅砻江流域水电开发有限公司、江苏省特种设备安全监督检验研究院、苏州迈为科技股份有限公司、福建省闽旋科技股份有限公司、广东强劲机电工程有限公司、立宏安全设备工程(上海)有限公司、佛山市谭工机械有限公司、季华实验室、陕西泛标软件有限公司、义乌市双鸿模具有限公司、广东昂益新科技有限公司、东莞市新立方信息技术有限公司、陕西协佳亚光软件有限公司、山东伽达检测有限公司、江苏强凯检测有限公司、泉州市标准化协会、广东当家人智能电器有限公司、福建中安保安报警网络有限公司、广东铭凯科技有限公司。

本文件主要起草人：居里锴、张金鹤、赵彬、刘丹丹、付卉青、郭冰、罗伟、周成、李政德、杨弘、陈建朝、李勤、梅中、居荣华、张一为、汪希伟、姜涛、李博洋、李强、秦培均、刘英、程红兵、赵茂程、倪超、宋小宁、黄琼芳、蔡请、王光建、黄之炯、叶晓甫、刘治永、谭应衡、杨子勤、向贤兵、方志明、谢增强、杨玲玲、庞艳、万青兰、牛福永、张晓飞。

引 言

机械安全风险预警通常考虑人、机器、环境及其复合效应等要素,针对这些要素可能产生的风险,通过在线数据监测与评估对其发展趋势作出预测,对可能发生的不安全状态按等级发出警告,并及时采取相应防范措施,以达到人、机器及环境的安全状态。

GB/T 41344 从风险预警角度出发,为安全预警系统的设计、监测、分级及措施提供可操作的指导。GB/T 41344 由四个部分构成。

- 第 1 部分:通则。规定了机械设计过程或使用过程中,风险预警一般原则及要求、风险预警流程、预警监测、预警分级及预警措施,旨在明确风险预警的概念、一般原则和流程以及与 GB/T 15706—2012《机械安全 设计通则 风险评估与风险减小》的关系。
- 第 2 部分:监测。规定了机械安全风险预警的监测流程、数据采集、数据处理、数据分析、数据输出等内容,旨在监测机械自身因素、环境因素、操作人员因素等多方面的数据,为预警分级及采取相应的措施提供有效依据。
- 第 3 部分:分级。规定了预警分级流程、风险值计算模型、要素确定、权重确定等,并给出了分级过程具体示例,旨在对风险程度进行量化分级,输出预警信息以便采取相应预警措施。
- 第 4 部分:措施。规定了预警措施流程、预警措施类型、预警措施升级、措施评估以及预警解除等,旨在根据对应的风险预警分级,发出信号、警报等预警信息或采取应对措施,进而预防事故发生。

机械领域安全标准体系由以下几类标准构成:

- A 类标准(基础安全标准),给出适用于所有机械的基本概念、设计原则和一般特征;
 - B 类标准(通用安全标准),涉及机械的一种安全特征或使用范围较宽的一类安全装置:
 - B1 类,安全特征(如安全距离、表面温度、噪声)标准;
 - B2 类,安全装置(如急停装置、联锁装置、压敏装置、防护装置)标准;
 - C 类标准(机械产品安全标准),对一种特定的机器或一组机器规定出详细的安全要求的标准。
- 根据 GB/T 15706,本文件属于 B 类标准。

本文件尤其与下列与机械安全有关的利益相关方有关:

- 机器制造商;
- 健康与安全机构。

其他受到机械安全水平影响的利益相关方有:

- 机器使用人员;
- 机器所有者;
- 服务提供人员;
- 消费者(针对预定由消费者使用的机械)。

上述利益相关方均有可能参与本文件的起草。

此外,本文件预定用于起草 C 类标准的标准化机构。

本文件规定的要求可由 C 类标准补充或修改。

对于在 C 类标准的范围内,且已按照 C 类标准设计和制造的机器,优先采用 C 类标准中的要求。

机械安全 风险预警

第 1 部分：通则

1 范围

本文件规定了机械安全风险预警的基本原则、基本要求、风险预警流程、预警监测、预警分级及预警措施。

本文件适用于人、机器、环境及其复合效应条件下的风险预警。

2 规范性引用文件

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

GB/T 15706—2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小

GB/T 16855.1 机械安全 控制系统安全相关部件 第 1 部分：设计通则

GB/T 30174—2013 机械安全 术语

GB/T 41344.2—2022 机械安全 风险预警 第 2 部分：监测

GB/T 41344.3—2022 机械安全 风险预警 第 3 部分：分级

GB/T 41344.4—2022 机械安全 风险预警 第 4 部分：措施

3 术语和定义

GB/T 30174—2013 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

风险预警 risk early-warning

对人、机器、环境及其复合效应可能触发的危险状态(3.9)进行预测并按级别发出警报，同时及时采取相应措施以达到安全状态(3.8)的过程。

注 1：风险预警一般通过建立风险预警系统来实现。

注 2：风险预警要素及其关系见附录 A。

3.2

风险预警系统 risk early-warning system

由软件与硬件组成，通过对人、机器、环境及其复合效应等要素的在线数据监测与评估，对风险的发展趋势作出预测，对可能发生的不安全状态按级别发出警报，并及时采取相应防范措施，最大限度地避免危险状态(3.9)发生的系统。

3.3

风险值 risk value

采用定量计算方法获得的表征风险严重程度的数值。

3.4

预警监测 early-warning monitoring

通过监测手段采集人、机器、环境等要素相关信息和运行数据,并进行操作、分析,输出用于计算风险值。

3.5

预警级别 level of early-warning

根据风险值计算结果划分的风险等级。

3.6

预警分级 early-warning systematics

根据风险值确定预警级别的过程。

3.7

预警措施 early-warning measures

根据预警级别采取的减小风险的手段、方法。

3.8

安全状态 safety status

人、机器、环境及其复合效应可能造成的人员伤害、财产损失或作业环境破坏等风险在可接受范围内的情形。

3.9

危险状态 hazard status

人、机器、环境及其复合效应可能造成的人员伤害、财产损失或作业环境破坏等风险在不可接受范围内的情形。

4 基本原则

实施机械/机器的风险预警应遵循的原则包括,但不限于:

- 针对风险评估确定的重大危险,以及认为需要预警的危险;
- 考虑人、机器、环境因素及其复合效应;
- 与机器相关系统的兼容性;
- 可靠性;
- 技术可行性与经济性。

5 基本要求

开展风险预警应至少满足以下要求:

- 进行风险评估确定机械/机器存在的重大危险;
- 建立由软硬件组成的风险预警系统(风险预警系统建立见附录 B);
- 风险预警系统符合 GB/T 16855.1 的规定。

6 风险预警概述

在产品设计或使用阶段,按照 GB/T 15706—2012 的规定开展机械/机器的风险评估,针对风险评估确定的重大危险,首先通过本质安全设计措施减小风险,如不能达到充分的风险减小,在机器或系统能通过数字化监测获取状态信息的情况下,可开展风险预警。风险预警作为风险减小的措施之一,风险

减小流程见图 1。

风险预警流程见图 2,在成本效益分析后,以预警监测环节提供的信息为输入,选用相应的风险值计算方法,确定风险预警级别,采用即时或文本方式发布预警信息,根据预警级别采取即时或非即时对应级别预警措施,将风险减小到可接受水平,最后解除预警措施。

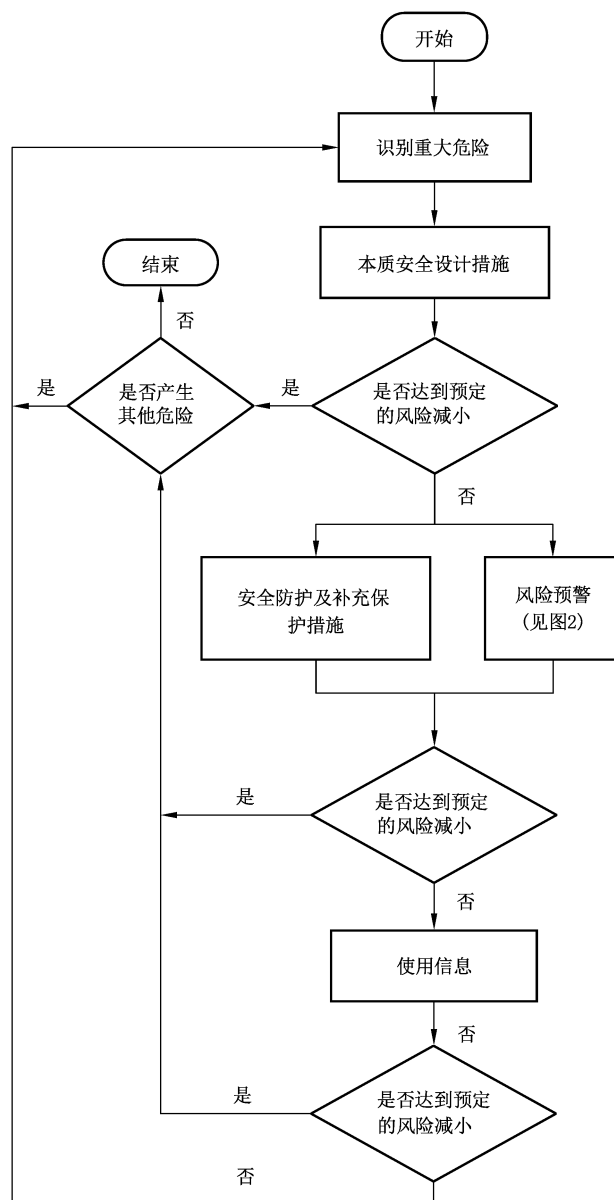


图 1 风险减小流程

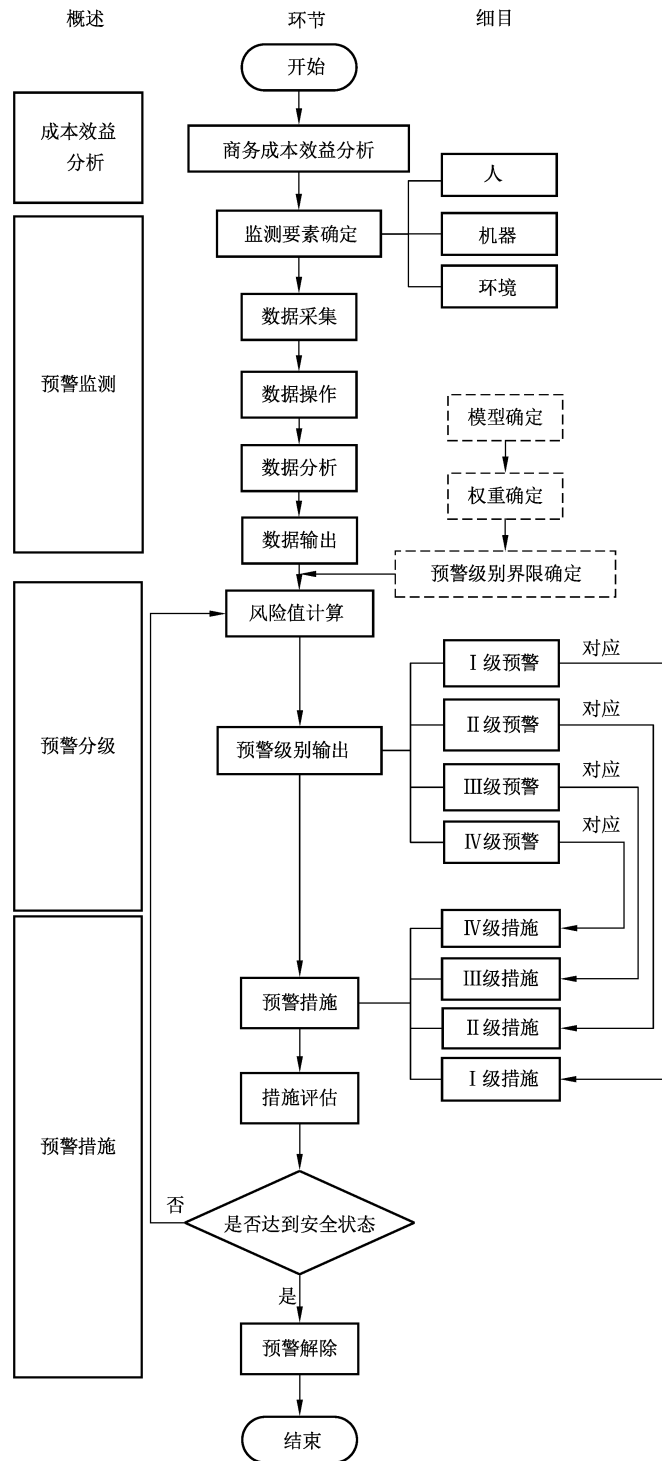


图2 风险预警流程

7 风险评估

风险评估是以系统方法对与机械有关的风险进行分析和评价的一系列逻辑步骤。风险评估流程见图3。为了完成风险评估,设计者应按下列顺序依次采取措施:

- a) 确定机器的各种限制,包括预定使用和任何可合理预见的误用;
- b) 识别危险及其伴随的危险状态;
- c) 对每一种识别出的危险和危险状态进行风险估计;
- d) 评价风险并决定是否需要减小风险。

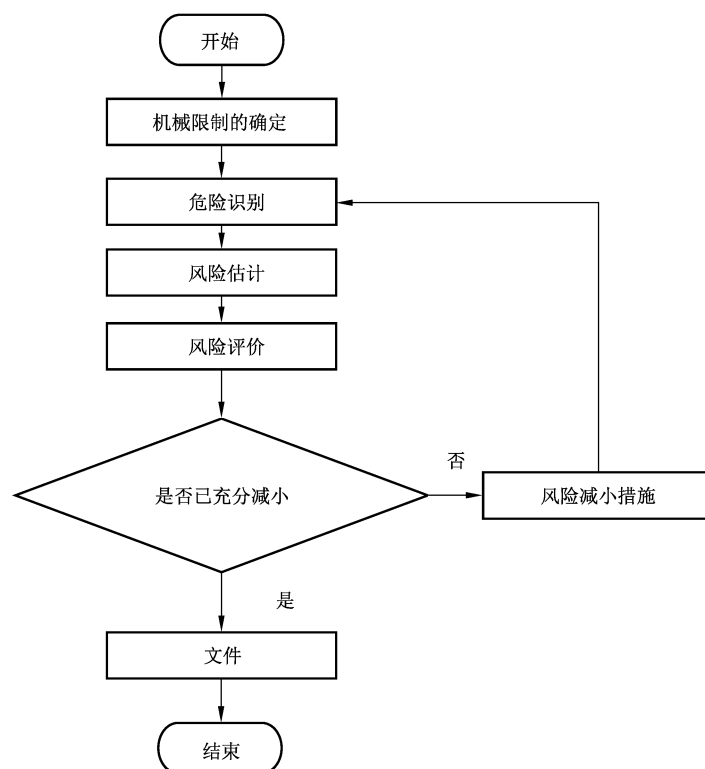


图3 风险评估流程

8 成本效益分析

成本效益分析有助于建立准确的关键性能指标和基准,以衡量任何风险预警系统的可行性、有效性。考虑的主要因素有:

- 因风险造成人员、机器的损失成本;
- 生产损失的成本;
- 影响生产效率的成本;
- 风险预警系统的全寿命周期费用。

9 预警监测

预警监测主要包括监测要素确定、数据采集、数据操作、数据分析、数据输出等,需要考虑以下内容。

- a) 监测要素的确定。监测要素主要包括人的状态信息、机器的状态信息和环境的状态信息,需要考虑的因素有:
 - 产生危险的主要因素;
 - 技术实现的可行性;
 - 监测的经济性。

- b) 测量技术的确定。可能有一种或多种测量技术适用于具体的监测要素,需要考虑的因素有:
- 测量监测要素的总值;
 - 测量监测要素时间平均值;
 - 测量时间间隔;
 - 数据采集速率;
 - 监测方式;
 - 监测系统;
 - 对监测要素状态信息变化的高灵敏性;
 - 测量的可重复性;
 - 监测系统安装方式;
 - 不可测量的采取可替代措施;
 - 监测系统的经济性。
- c) 监测区域的确定。监测区域确定应在监测要素状态信息输出数据稳定的位置,需要考虑的因素有:
- 安全性;
 - 传感器及安装位置选择;
 - 降低对其他影响的灵敏性;
 - 信号衰减或损失;
 - 环境;
 - 经济性。
- d) 监测要素测量值的准确性判断。机械安全风险预警监测要素测量参数准确度判断需要考虑的因素有:
- 测量系统误差,如传感器安装不良、传感器故障、信号线故障等;
 - 数据输出格式;
 - 测量值记录;
 - 测量值的单位;
 - 测量值日期和时间;
 - 测量值数据处理方法;
 - 监测要素的测量参数修正。

机械安全风险预警监测应符合 GB/T 41344.2—2022 的要求。

10 预警分级

预警分级主要包括风险值计算模型确定、权重确定、预警级别界限确定、风险值计算、预警级别输出等,需要考虑以下内容。

- a) 风险值计算模型确定。综合考虑人、机器、环境三要素,根据实际需求选用合适的风险值计算模型,需要考虑的因素有:
- 要素指标确定;
 - 人、机器、环境及其复合效应;
 - 要素权重动态性;
 - 模型计算结果归一化。
- b) 权重确定。要素指标权重代表要素在人、机器、环境及其复合效应中发生危险的严重程度,需要考虑的因素有:

- 适宜的权重确定方法；
- 人的要素权重；
- 机器的要素权重；
- 环境的要素权重；
- 权重归一化。

- c) 预警级别输出。预警级别输出是预警措施的输入,考虑的因素有:
- 发布形式；
 - 发布对象。

机械安全风险预警分级应符合 GB/T 41344.3—2022 的要求。

11 预警措施

预警措施主要包括预警级别输入、采取预警措施、预警升级、措施评估、预警解除等。需要考虑以下内容。

- a) 时效性。对于需要采取即时措施的机器或系统,可保证预警措施系统及时响应(如人侵入危险区域);对于一些根据状态发展趋势分析出即将产生的风险可采取非即时预警措施(如可通过监测机器振动,分析潜在的机械安全问题)。
- b) 安全性。风险预警采取的措施可保证安全性,防止二次伤害。
- c) 稳定性。风险预警采取的措施可保证一定的稳定性,不宜反复变化。
- d) 可靠性。风险预警采取的措施可保证可靠性,防止出现失效现象。

机械安全风险预警措施应符合 GB/T 41344.4—2022 的要求。

附录 A

(资料性)

风险预警要素及其关系

机械安全风险预警包括人、机器、环境及其复合效应等要素,各要素间关系及其复合效应示意图见图 A.1。

图 A.1 中的预警状态是由安全状态发展到危险状态的过渡状态,可通过风险预警以及相关措施达到安全状态。

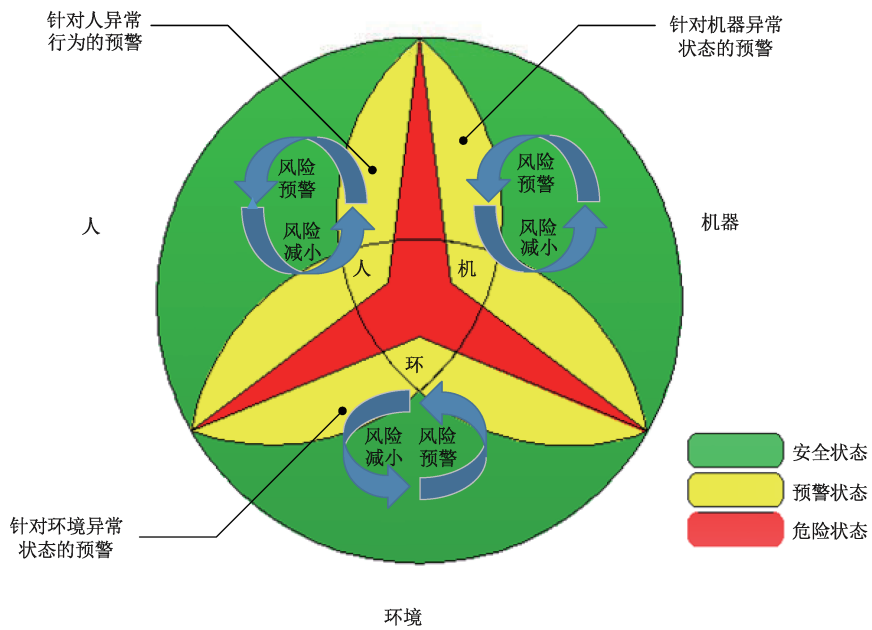


图 A.1 风险预警要素及其关系与符合效应示意图

附 录 B
(资料性)
风险预警系统的建立指南

B.1 系统组成

机械安全风险预警的实现依赖于风险预警系统。风险预警系统针对工业现场,通过在线数据监测与评估对风险发展趋势作出预测,对可能发生的不安全状态按等级发出警告,并及时采取相应防范措施,以达到减小风险的目的。

风险预警系统一般由预警监测系统、预警分级系统、预警措施系统组成。

预警监测系统主要实现风险要素的监测,预警分级系统主要根据预警监测系统输入值确定风险级别,预警措施系统根据风险等级采取对应级别措施。

风险预警系统按照安装形式主要有永久性安装系统、半永久性系统或便携式系统。

B.2 建立原则

风险预警系统的建立宜遵循以下原则:

- 预警监测系统的建立需要结合实际情况,根据不同的情况灵活监测,把握影响机械安全的主要因素;
- 经济性,主要考虑机器运行的关键程度、机器停机时间的费用、机器突然失效的费用、机器的费用、预警系统的费用等,建立合适的风险预警系统;
- 可操作性,应根据企业不同情况采用合适的风险预警方法,使风险预警具有针对性、可操作性;
- 定性与定量相结合,采用定性与定量相结合的方法开展,对可获得相应数据,应基于数据以定量方法为主,减少人为主观因素的影响和干预;同时,可兼顾一些常用的定性方法,使风险预警的结果更加客观、全面、合理;
- 动态调整,持续改进,预警监测系统需根据科技进步做出相应调整,以满足更高要求;
- 实用性;
- 先进性;
- 安全可靠;
- 可扩展;
- 整体性;
- 开放性。

参 考 文 献

- [1] GB/T 16856—2015 机械安全 风险评估 实施指南和方法举例
 - [2] GB/T 19873.1—2005 机器状态监测与诊断 振动状态监测 第1部分:总则
 - [3] GB/T 19873.3—2019 机器状态监测与诊断 振动状态监测 第3部分:振动诊断指南
 - [4] GB/T 20850—2014 机械安全 机械安全标准的理解和使用指南
 - [5] GB/T 22393—2015 机器状态监测与诊断 一般指南
 - [6] GB/T 30574—2014 机械安全 安全防护的实施准则
 - [7] GB/T 33940—2017 机械安全 安全设计与精益制造指南
-