



中华人民共和国国家标准

GB/T 39043—2020

游乐设施风险评价 危险源

Risk assessment for amusement ride—Hazard

2020-07-21 发布

2021-02-01 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 |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 危险源识别的基本原则 | 1 |
| 5 产生危险的主要因素 | 2 |
| 6 设备危险 | 3 |
| 6.1 乘客束缚装置危险 | 3 |
| 6.2 安全防护装置危险 | 4 |
| 6.3 机械零部件危险 | 5 |
| 6.4 钢结构危险 | 11 |
| 6.5 焊接件危险 | 11 |
| 6.6 玻璃钢件危险 | 12 |
| 6.7 电气及控制系统危险 | 12 |
| 6.8 液压和气动危险 | 13 |
| 6.9 水上设备相关危险 | 14 |
| 7 人员危险 | 14 |
| 7.1 操作人员相关危险 | 14 |
| 7.2 维保人员相关危险 | 15 |
| 7.3 站台服务人员相关危险 | 15 |
| 7.4 乘客相关危险 | 15 |
| 8 环境危险 | 16 |
| 8.1 自然环境危险 | 16 |
| 8.2 设备周边危险 | 16 |
| 8.3 其他环境危险 | 16 |
| 9 其他危险 | 16 |
| 参考文献 | 18 |

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国索道与游乐设施标准化技术委员会(SAC/TC 250)提出并归口。

本标准起草单位:中国特种设备检测研究院、广东长隆集团有限公司、重庆市特种设备检测研究院、成都乐新投资有限公司、大连海昌发现王国主题公园有限公司、山西省特种设备监督检验研究院、陕西省特种设备检验检测研究院、江苏省特种设备安全监督检验研究院、河北大学、北京世纪华侨城实业有限公司欢乐谷分公司、辽宁省检验检测认证中心、成都众星乐乐旅游文化发展有限公司。

本标准主要起草人:张勇、沈功田、刘然、林伟明、梁朝虎、邓明旭、张晓振、刘飞、牛宇峰、付恒生、陈卫卫、刘燕彬、杨新明、易水洪、黄琪、方立德、周伟、宋帆、曾志林、蔡章榛、王尊祥、王旭辉、张琨、张杨杨。

游乐设施风险评价 危险源

1 范围

本标准规定了游乐设施危险源识别的基本原则,并给出了产生危险源的主要因素和常见的危险源,包括设备危险、人员危险、环境危险和其他危险。

本标准适用于游乐设施的危险源识别。

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 8408 大型游乐设施安全规范

GB/T 20306 游乐设施术语

GB/T 34371 游乐设施风险评价 总则

3 术语和定义

GB/T 20306、GB/T 34371 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

安全 safety

免除了不可接受的风险的状态。

[GB/T 20002.4—2015,定义 3.14]

3.2

危险(源) hazard

可能导致伤害的潜在根源。

[GB/T 20002.4—2015,定义 3.2]

3.3

损伤 damage

零部件由于各种原因导致的性能逐渐劣化直至失败的一种不可逆过程。

3.4

故障 fault

设备或子系统由于某种原因丧失了规定机能而中断运行或降低效能的状态。

3.5

失效 failure

设备、子系统或零部件在设计给定的工作条件下不再能完成它的预定功能。

4 危险源识别的基本原则

4.1 游乐设施的危险源识别是进行游乐设施风险评价的关键环节。

- 4.2 游乐设施的危險源包括设备危險、人员危險、环境危險和其他危險。
- 4.3 危險源存在使设备产生损伤、故障和失效的可能，损伤、故障和失效都是危險源的表现。
- 4.4 零部件的损伤长期累积到达一定程度，可能导致失效或故障，但失效与故障可能没有相应的损伤。
- 4.5 游乐设施的危險源识别应结合该设施具体的结构和特点，识别其设计、制造、安装、使用、维保、修理、改造和报废等全寿命周期各阶段和环节有可能产生的危險。
- 4.6 本标准所罗列的危險源及其表现和产生原因，主要来源于游乐设施的各种故障、失效、检验案例和事故等，不涵盖所有潜在的危險源和产生原因。

5 产生危險的主要因素

- 5.1 游乐设施产生危險的主要因素来源于设计、制造、安装和使用等阶段。
- 5.2 设计阶段产生危險的因素包含但不限于如下方面：
 - a) 设计不合理，包括焊接设计、结构设计、选型设计等不合理；
 - b) 分析计算错误，导致安全系数不足、加速度超标等；
 - c) 重要零部件、重要焊缝的计算分析和检验检测要求不足；
 - d) 重要零部件和重要焊缝的疲劳强度不足；
 - e) 传动系统、电气控制系统和液压气动系统设计考虑不全面，零部件选型错误等；
 - f) 乘客安全束缚装置的设计和选型不合理；
 - g) 材料选型错误，其力学性能、化学性能和焊接性能等不满足设计工况要求；
 - h) 工况分析不足，对设备运行的不同阶段（如上下客、正常运行、制动状态、维护保养等）、载荷的不同分布情况（如满载、偏载等）、设备的不同姿态、可能出现的非正常运行和极限状态工况等考虑不周。
- 5.3 制造、安装阶段产生危險的因素包含但不限于如下方面：
 - a) 未按设计要求进行制造和安装；
 - b) 制造、安装精度与设计不符；
 - c) 设备的制造和安装环节未按有关要求进行检查；
 - d) 焊接工艺不当，包括焊接材料的选择、焊接方法、焊后热处理等工艺不当；
 - e) 出厂前，各传动部件、安全装置和子系统未进行可靠有效的测试、调试；
 - f) 现场安装后，设备未按照要求进行现场调试与试运行；
 - g) 无损检测方法选择不当，无损检测比例不足；
 - h) 设备基础及附属设施的施工不符合要求；
 - i) 新设备缺少设计验证试验，包括部件试验和整机试验。
- 5.4 使用阶段产生危險的因素包含但不限于如下方面：
 - a) 材料损伤或老化、部件和整机性能退化等导致的故障和失效；
 - b) 日常检验和维护保养不及时、不到位；
 - c) 操作人员、乘客等人员行为错误；
 - d) 使用环境不当；
 - e) 乘客须知和安全标识不足，设置不合理；
 - f) 应急救援不符合要求，包括但不限于以下几个方面：
 - 应急救援预案不合理，救援方式不得当；
 - 缺少救援人员、救援装备（如高空救援车）和救援物资；
 - 救援人员缺少培训，未进行营救救援演练。

6 设备危险

6.1 乘客束缚装置危险

6.1.1 共性危险

束缚装置共性危险的表现包括但不限于如下方面：

- a) 束缚装置选型与设计加速度不匹配；
- b) 锁紧机构的锁紧位置不可调节；
- c) 锁紧机构不能自动锁紧；
- d) 锁紧机构可被乘客释放；
- e) 束缚装置有效锁紧与设备起动没有连锁；
- f) 用弹簧锁紧的安全机构存在弹簧失效的可能；
- g) 每个运行周期不便于对束缚装置进行目视或人工检查；
- h) 锁紧装置无二次冗余；
- i) 对于设计加速度在区域 5 的游乐设施，未配置两套独立的束缚装置或一套失效安全的束缚装置；
- j) 加速度过大或乘坐物无软包等因素造成伤害；
- k) 安全束缚装置无法束缚体型瘦小的乘客或儿童；
- l) 安全束缚装置打开速度过快，与乘客发生碰撞。

注：区域 5 是指 GB 8408 规定的设计加速度区域 5。

6.1.2 安全带危险

安全带危险的表现包括但不限于如下方面：

- a) 安全带破断拉力不足；
- b) 安全带与机体连接不牢固；
- c) 安全带型式不合理；
- d) 安全带卡扣组件本身强度不足，存在失效可能；
- e) 安全带卡扣组合锁紧不可靠或型式不合理，可能在设备运行中打开；
- f) 安全带卡扣位置设置不合理，与乘客发生身体磕碰；
- g) 安全带破损；
- h) 安全带过长，导致无法有效束缚；
- i) 安全带束缚位置不当，造成与乘客磕碰；
- j) 安全带缝合线破断拉力不足，磨损、老化及断线。

6.1.3 安全压杠危险

安全压杠危险的表现包括但不限于如下方面：

- a) 安全压杠结构型式不合理，不能有效束缚不同身高、体重的乘客；
- b) 安全压杠行程不可调节；
- c) 安全压杠强度不足，存在变形、开裂的可能；
- d) 安全压杠腐蚀；
- e) 安全压杠磨损；
- f) 安全压杠的自动控制失效时，无法手动打开；

- g) 安全压杠锁紧力不足或锁紧失效,可能在设备运行中打开;
- h) 安全压杠的锁紧装置存在乘客自行打开的可能;
- i) 安全压杠压紧状态时,端部游动量过大;
- j) 安全压杠闭合检测传感器失效或故障,联锁功能失效。

6.1.4 安全挡杆危险

安全挡杆危险的表现包含但不限于如下方面:

- a) 安全挡杆强度不足,存在变形、开裂的可能;
- b) 安全挡杆腐蚀;
- c) 安全挡杆磨损;
- d) 安全挡杆的结构型式不合理,无法有效束缚乘客;
- e) 安全挡杆的锁紧方式不合理,设备运行中乘客可自行打开。

6.2 安全防护装置危险

6.2.1 制动装置危险

制动装置危险的表现包含但不限于如下方面:

- a) 制动装置的制动方式和结构型式选择不合理;
- b) 电源切断后,停机过程时间较长或要求定位精确的设备,未设置可靠的制动装置;
- c) 制动装置的制动性能下降,导致制动距离过长;
- d) 制动装置制动时产生过大冲击,导致结构产生明显的振动、摇晃或受损;
- e) 制动装置的制动失效,导致设备不能安全停止。

6.2.2 限位装置危险

限位装置危险的表现包含但不限于如下方面:

- a) 游乐设施液压缸或气缸行程的终点、绕固定轴转动的升降臂、绕固定轴摆动的构件、行程终点位置等超过预定位置有可能发生危险时,未设置相应的限位装置;
- b) 传感器失效导致限位失效;
- c) 逻辑程序错误或控制系统故障导致限位失效;
- d) 乘人部分在最高点有可能出现静止状态(死点),未考虑防止或处理该状态的措施;
- e) 接近开关、行程开关等布置不合理,导致限位功能缺失或失效;
- f) 环境原因等导致传感器误动作。

6.2.3 防碰撞装置危险

防碰撞装置危险的表现包含但不限于如下方面:

- a) 滑行车类游乐设施或滑道等有两组及以上无人操作的车辆运行时,未设置相应的自动防碰撞装置;
- b) 传感器失效导致防碰撞失效;
- c) 逻辑程序或控制系统故障错误导致防碰撞失效。

6.2.4 缓冲装置危险

缓冲装置危险的表现包含但不限于如下方面:

- a) 缓冲装置失效;

- b) 滑行车类游乐设施或滑道等有两组及以上人工操作的车辆运行时,未设置有效的缓冲装置;
- c) 有可能发生危险的升降装置的极限位置未设置有效的缓冲装置;
- d) 非封闭轨道的行程极限位置未设置有效的缓冲装置;
- e) 沿钢丝绳运行的滑索行程终点等位置未设置有效的缓冲装置。

6.2.5 止逆行装置危险

止逆行装置危险的表现包含但不限于如下方面:

- a) 沿斜坡向上牵引的提升系统,未设置相应的止逆行装置;
- b) 止逆行装置逆行距离较大,造成冲击较大;
- c) 止逆行装置在满载情况下冲击较大,止逆不可靠;
- d) 止逆行装置设计不合理,强度不足;
- e) 游乐设施的止逆行装置选型或结构设计不合理。

6.2.6 限速装置危险

限速装置危险的表现包含但不限于如下方面:

- a) 采用直流电动机或调速控制电动机的游乐设施,未设置相应的限速装置;
- b) 传感器失效导致限速失效;
- c) 逻辑程序或控制系统故障错误导致的限速失效。

6.3 机械零部件危险

6.3.1 轴危险

6.3.1.1 轴表面磨损

6.3.1.1.1 游乐设施的轴表面磨损主要包括粘着磨损、磨粒磨损、表面疲劳磨损、腐蚀磨损等,不同的磨损对应着不同的表现和原因。

6.3.1.1.2 轴表面磨损的表现包含但不限于如下方面:

- a) 粘着磨损的主要特征是接触表面的微凸体接触引起局部粘着、撕裂和有明显互相粘贴痕迹;
- b) 磨粒磨损的主要表现是表层有条形沟槽刮痕;
- c) 表面疲劳磨损的主要表现是表面疲劳剥落、压碎、有坑;
- d) 腐蚀磨损的主要表现是沿接触表面滑动方向呈均匀磨痕或呈点状、丝状磨蚀痕迹或有小凹坑,同时伴有灰黑色、红褐色氧化物细颗粒,或丝状磨损物产生。

6.3.1.1.3 轴表面磨损的原因包含但不限于如下方面:

- a) 粘着磨损的主要原因是低速重载或者高速运转时润滑不良,引起的胶合;
- b) 磨粒磨损的主要原因是由于有较硬杂质介入;
- c) 表面疲劳磨损的主要原因是由于轴受变应力的作用,且润滑不良;
- d) 腐蚀磨损的主要原因是氧化性、腐蚀性较强的气、液体介质环境下,或零件间配合较紧密处在外载荷或振动作用下,接触表面产生的微小滑动。

6.3.1.2 轴断裂

6.3.1.2.1 游乐设施轴断裂主要包括疲劳断裂、脆性断裂、韧性断裂等,在轴断裂失效之前会有裂纹的萌生和扩展。不同的断裂对应着不同的表现和原因。

6.3.1.2.2 轴断裂的表现包含但不限于如下方面:

- a) 疲劳断裂的主要表现是断口表层或深处的裂纹痕迹中可见有新、旧发展迹象;

- b) 脆性断裂的主要表现是断口由裂纹源处呈鱼骨状或人字形花纹状扩展；
- c) 韧性断裂的主要表现是断口有塑性变形过程和挤压变形等痕迹，或颈缩现象或纤维扭曲现象。

6.3.1.2.3 轴断裂的原因包含但不限于如下方面：

- a) 疲劳断裂的原因有受交变应力的作用、局部应力集中，材料内部微小裂纹逐渐扩展；
- b) 脆性断裂的原因有工作环境温度过低、快速加载或者某些表面处理工艺（如电镀）使氢渗透入高强度轴中，增加了轴的脆性；
- c) 韧性断裂的主要原因有以下几点：
 - 单向严重过载或加载过快；
 - 设计时对载荷估计不足，或材料强度不足；
 - 冷作或热处理工艺使轴韧性降低，脆性增加；
 - 某些合金材料对缺口、圆角、孔洞、刮伤特别敏感；
 - 高温蠕变，强度降低；
 - 某些合金在低温下韧性降低。

6.3.1.3 轴过量变形

6.3.1.3.1 游乐设施轴过量变形主要包括过量弹性变形和过量塑性变形，两者对应着不同的表现和原因。

6.3.1.3.2 轴过量变形的表现包含但不限于如下方面：

- a) 过量弹性变形的表现是受载时过量弯曲、扭转、振动，而卸载后变形基本消失，弹性变形总是出现在受载区段或整轴上；
- b) 过量塑性变形的表现是整体出现不可恢复的弯、扭曲或与其他零件接触处呈现局部塑性变形。

6.3.1.3.3 轴过量变形的原因包含但不限于如下方面：

- a) 过量弹性变形的主要原因是轴的刚度不足，若不是过载所致，多为轴系结构不合理；
- b) 过量塑性变形的主要原因是轴的强度不足或加载过量、过快或设计结构不合理，或高温环境导致材料强度降低甚至发生蠕变。

6.3.1.4 轴腐蚀

6.3.1.4.1 游乐设施轴腐蚀主要包括全面腐蚀和局部腐蚀，两者对应着不同的表现和原因。

6.3.1.4.2 轴腐蚀的表现包含但不限于如下方面：

- a) 全面腐蚀的主要表现是腐蚀分布于金属的整个表面，使金属表面质量下降，如暴露在大气中的腐蚀；
- b) 局部腐蚀的主要表现是腐蚀破坏集中发生在金属材料表面的特定局部位置，而其余大部分区域腐蚀十分轻微，甚至不发生腐蚀，常表现为应力腐蚀。

6.3.1.4.3 轴腐蚀的原因包含但不限于如下方面：

- a) 润滑剂中的某些化学元素与轴的材料发生反应；
- b) 环境的潮湿程度、pH 值等；
- c) 未对轴进行防腐/防锈处理。

6.3.2 轴承危险

6.3.2.1 轴承磨损

6.3.2.1.1 游乐设施的轴承磨损是指在滚道表面、滚珠等位置的磨损，不同位置的磨损对应着不同的表

现和原因。

6.3.2.1.2 轴承磨损的表现包含但不限于如下方面：

- a) 滚道表面模糊无光泽；
- b) 滚道表面变色；
- c) 轴承座内孔磨损；
- d) 滚体保持架接触部位磨损。

6.3.2.1.3 轴承磨损的原因包含但不限于如下方面：

- a) 轴承中有研磨物；
- b) 无润滑剂或润滑剂变质的情况下运转；
- c) 因游隙调整不当造成轴承爬行；
- d) 轴承内圈或外圈安装不正；
- e) 轴承润滑不良，润滑油中杂质的含量过高。

6.3.2.2 轴承裂纹

6.3.2.2.1 游乐设施的轴承裂纹主要是指由于受内应力、外部冲击或环境条件等的影响而在其表面或内部所产生的裂纹，不同的裂纹对应着不同的表现和原因。

6.3.2.2.2 轴承开裂的表现包含但不限于如下方面：

- a) 轴承内圈或外圈上的裂纹；
- b) 内套圈内表面或外套圈外表面上的轴向裂纹；
- c) 轴承内圈或外圈上的周向裂纹；
- d) 轴承内圈或外圈断面上的径向裂纹；
- e) 转动套圈端面上的径向裂纹。

6.3.2.2.3 轴承开裂的原因包含但不限于如下方面：

- a) 配合太紧，装配不均匀；
- b) 旋转爬行或微振磨蚀；
- c) 轴承座变形；
- d) 旋转爬行造成的金属粘污；
- e) 运行期间与轴承座或轴肩发生碰撞或摩擦；
- f) 挡边上的装配压力分布不均匀，装配期间用锤击；
- g) 润滑剂不充分、粘污。

6.3.2.3 轴承片状剥落

6.3.2.3.1 游乐设施的轴承片状剥落主要是指由于疲劳造成麻点，形成薄片或鳞片状的剥落，不同位置的剥落对应着不同的表现和原因。

6.3.2.3.2 轴承片状剥落的表现包含但不限于如下方面：

- a) 滚道的隔离部位剥落；
- b) 环绕整个滚道的剥落；
- c) 向心轴承在径向两个相对点上的剥落；
- d) 仅滚道表面的一侧剥落；
- e) 滚子滚道一端的剥落；
- f) 与滚动体等距离分布的剥落；
- g) 转动轴滚道上的倾斜剥落；
- h) 静止轴滚道上的倾斜剥落；

- i) 滚动体上的剥落；
- j) 推力轴承滚道上偏心分布的麻点。

6.3.2.3.3 轴承片状剥落的原因包含但不限于如下方面：

- a) 外来物质造成的压痕、滚道的擦伤或腐蚀而引起的疲劳早起阶段；
- b) 因过载、内套圈膨胀或外套圈收缩而使间隙不当，造成逐渐扩展的疲劳失效；
- c) 轴或轴承座内孔不圆，装配套圈时使套圈畸变而呈椭圆形；
- d) 装配不当或轴向载荷过大；
- e) 滚柱轴承套圈不对中；
- f) 轴不对中、挠曲，或套圈不正；
- g) 轴挠曲或套圈不正；
- h) 强力安装、过载或润滑不足；
- i) 装配或加载偏心。

6.3.2.4 轴承腐蚀

6.3.2.4.1 游乐设施的轴承腐蚀主要是指由于与外界环境接触引起的腐蚀。

6.3.2.4.2 轴承腐蚀的表现包含但不限于如下方面：

- a) 滚道与滚动体相应位置上的局部斑痕或麻点；
- b) 表面上的斑痕或麻点。

6.3.2.4.3 轴承腐蚀的原因包含但不限于如下方面：

- a) 静止时间较长的轴承内有湿气或酸液；
- b) 腐蚀性润滑剂或润滑剂中有游离水；
- c) 未防护表面有湿气或腐蚀性气氛。

6.3.3 齿轮危险

6.3.3.1 齿轮磨损

6.3.3.1.1 游乐设施的齿轮磨损主要是指轮齿接触面上的材料摩擦耗损现象，主要分为轻微磨损、中等磨损、过度磨损、磨粒磨损和腐蚀磨损等，不同的磨损对应着不同的表现和原因。

6.3.3.1.2 齿轮磨损的表现包含但不限于如下方面：

- a) 轻微磨损主要表现为接触面上的微凸体逐渐磨平，直至出现非常光滑的表面为止；
- b) 中等磨损主要表现为节线上下齿面上的材料都有一定的遗失，节线位置呈现一条近似于连续的线；
- c) 过度磨损主要表现为齿廓形状破坏，磨损率很高，节线附近有点蚀，传动有噪声、振动；
- d) 磨粒磨损主要表现为轮齿接触表面上沿滑动方向有较均匀的条痕，多次摩擦条痕严重；
- e) 腐蚀磨损主要表现为齿面上呈现均匀分布的腐蚀麻坑，齿面沿滑动方向伴有磨蚀痕迹。

6.3.3.1.3 齿轮磨损的原因包含但不限于如下方面：

- a) 轻微磨损与轮齿接触表面的粗糙度与润滑黏度、齿面工作速度、工作载荷不相匹配有关；
- b) 中等磨损与齿轮在界面润滑状态下工作有关，以及润滑系统中有少量的污染杂质；
- c) 过度磨损与润滑系统和密封装置不良有关，系统一般存在严重振动、冲击载荷；
- d) 磨粒磨损与齿面间有异物有关，在开式齿轮传动中更为严重；
- e) 腐蚀磨损与工作环境有关。

6.3.3.2 齿轮断裂

6.3.3.2.1 游乐设施的齿轮断裂主要是指疲劳断裂和过载断裂，两者对应着不同的表现和原因。

6.3.3.2.2 齿轮断裂的表现包含但不限于如下方面：

- a) 疲劳断裂起源于齿根处的疲劳裂纹扩展造成的断齿；
- b) 过载断裂的断口较粗糙，无疲劳断裂的特征。

6.3.3.2.3 齿轮断裂的原因包含但不限于如下方面：

- a) 疲劳断裂的原因有高的交变应力多次作用、齿根圆角半径过小、表面粗糙度过高、滚切时有拉伤、材料中有夹杂物、残余应力的影响等；
- b) 过载断裂的原因有短时意外过载造成严重的应力集中、动载荷过大、较大硬质异物进入啮合处。

6.3.3.3 齿轮点蚀

6.3.3.3.1 游乐设施的齿轮点蚀主要是指齿面成麻点状的齿面疲劳损伤，包括早期点蚀和破坏性点蚀等，两者对应着不同的表现和原因。

6.3.3.3.2 齿轮点蚀的表现包含但不限于如下方面：

- a) 早期点蚀主要表现为有较小、数目不多的麻点；
- b) 破坏性点蚀主要表现为点蚀靠近节线的齿根表面上，麻点不断扩展。

6.3.3.3.3 齿轮点蚀的原因包含但不限于如下方面：

- a) 早期点蚀的原因有啮合齿面局部过载、齿形误差、齿面凹凸不平、轴线歪斜造成偏载；
- b) 破坏性点蚀的原因有齿面接触应力过大、节线附近滑动速度方向变化、油膜不易形成。

6.3.3.4 齿轮塑性变形

6.3.3.4.1 游乐设施的齿轮塑性变形主要是指碾击塑变、鳞皱、起脊、齿体塑变等，不同的塑性形变对应着不同的表现和原因。

6.3.3.4.2 齿轮塑性变形的表现包含但不限于如下方面：

- a) 碾击塑变在齿顶棱和齿端出现飞边，齿顶滚圆，节线附近有沟槽、脊棱；
- b) 鳞皱的齿面塑变呈鱼鳞状皱纹，并垂直与滑动方向；
- c) 起脊在整个工作齿面上，沿滑动方向形成明显的脊棱；
- d) 齿体塑变：轮齿歪扭，齿形剧变，硬齿面轮齿伴有变色现象。

6.3.3.4.3 齿轮塑性变形的原因包含但不限于如下方面：

- a) 滚碾冲击作用、接触应力过高、轮齿材料硬度过低、动载荷太大及润滑不良；
- b) 润滑不良及高压作用下，低速、振动引起齿面塑性流动；
- c) 润滑失常造成剧烈温升引起齿轮热塑变形，过大载荷引起冷塑变形。

6.3.4 螺栓危险

6.3.4.1 螺栓塑性变形

6.3.4.1.1 游乐设施螺栓塑性变形主要是指螺栓受载超过弹性变形范围之后将发生永久的变形，即卸除载荷后将出现不可恢复的变形。

6.3.4.1.2 螺栓塑性变形的主要表现包含但不限于如下方面：

- a) 螺栓尺寸变化；
- b) 过量拉伸、伸长；
- c) 螺栓连接松动。

6.3.4.1.3 螺栓塑性变形的原因包含但不限于如下方面：

- a) 螺栓屈服强度不符合要求；

- b) 安装精度不符合要求；
- c) 反复施拧。

6.3.4.2 螺栓断裂

6.3.4.2.1 游乐设施螺栓断裂表现见 6.3.1.2.2。

6.3.4.2.2 螺栓断裂的原因包含但不限于如下方面：

- a) 螺栓选型错误或强度不足；
- b) 螺栓连接处承受的冲击、振动较大；
- c) 螺栓承受过大的剪力产生剪切破坏(设计不承受剪切力)；
- d) 材料存在偏析、疏松、有夹杂物等缺陷导致螺栓自身的强度不够；
- e) 根部加工圆角不符合要求导致应力集中,出现疲劳裂纹甚至断裂；
- f) 螺栓连接松动,无有效的防松措施。

6.3.4.3 螺栓滑丝和咬死

6.3.4.3.1 游乐设施螺栓滑丝主要表现为螺牙磨损而使螺牙无法咬合,螺纹连接无法拧紧;螺栓咬死主要表现为螺栓拆卸困难、无法拆卸,需要采用切割等破坏性手段将螺栓取出,不锈钢螺栓咬死现象较多。

6.3.4.3.2 螺栓滑丝和咬死的原因包含但不限于如下方面：

- a) 滑丝的原因主要有以下几点：
 - 螺栓螺母尺寸配合不当；
 - 螺纹损坏；
 - 使用方法不当。
- b) 咬死的原因主要有以下几点：
 - 螺纹螺母间隙不符合要求；
 - 螺纹表面粗糙度差、有异物；
 - 装配前的润滑不到位。

6.3.4.4 螺栓腐蚀

游乐设施螺栓腐蚀表现和原因见 6.3.1.4.2、6.3.1.4.3。

6.3.5 钢丝绳危险

6.3.5.1 游乐设施的钢丝绳危险包括局部损伤和整体断裂。

6.3.5.2 钢丝绳危险的主要表现包含但不限于如下方面：

- a) 钢丝绳断丝、断股和断绳等；
- b) 钢丝绳直径减小(包括外部磨损、内部磨损和绳芯劣化)；
- c) 腐蚀；
- d) 变形；
- e) 机械损伤、热损伤(包括电弧)等。

6.3.5.3 钢丝绳危险产生的原因包含但不限于如下方面：

- a) 卷筒或滑轮与钢丝绳的绳径比过小；
- b) 断股和断绳都是断丝发展到一定程度的结果,引起断丝的主要原因有过载断丝、疲劳断丝和由环境介质引起的断丝；
- c) 在使用过程中外层钢丝与绳槽、吊钩等表面接触而引起的磨损；
- d) 钢丝绳与外界环境接触,尤其是在有害气体与恶劣环境中。

6.3.6 链条危险

6.3.6.1 游乐设施的链条危险包括断裂、侧磨、爬高和跳齿、链条胶合等。

6.3.6.2 链条危险的主要表现包含但不限于如下方面：

- a) 链板的疲劳和过载断裂；
- b) 内外链板产生的侧磨；
- c) 链条在链轮上爬高和跳齿；
- d) 销轴和套筒胶合破坏引起的转动不灵活，有阻滞感。

6.3.6.3 链条危险原因包含但不限于如下方面：

- a) 链板断裂的主要原因是链板在交变载荷作用下发生疲劳破坏，或由于冲击载荷过大；
- b) 外链板侧磨的主要原因是链板和板箱摩擦造成；
- c) 内链板侧磨损的主要原因是链与链轮不共面；
- d) 链条爬高和跳齿的主要原因是销轴和套筒磨损；
- e) 销轴和套筒发生胶合破坏的主要原因是重载高速下运行的链条易发生胶合，导致链条传动有转动不灵活的阻滞感。

6.4 钢结构危险

6.4.1 钢结构危险的表现包含但不限于如下方面：

- a) 主梁、大臂、桁架等结构过量变形；
- b) 大臂、桁架、座椅骨架等结构出现裂纹、断裂；
- c) 结构腐蚀，局部出现穿孔；
- d) 主体结构振动、晃动；
- e) 设备结构本体与周围环境干涉；
- f) 高空钢结构螺栓、销轴等小部件断裂或脱落后存在高空坠物危险。

6.4.2 钢结构危险的原因包含但不限于如下方面：

- a) 设计考虑不全面导致的结构强度不足、失稳；
- b) 长期运行产生的疲劳裂纹，导致结构断裂；
- c) 材料质量较差、强度不满足要求；
- d) 安装精度控制不当导致的结构缺陷；
- e) 环境影响导致的锈蚀。

6.5 焊接件危险

焊接件危险的表现包含但不限于如下方面：

- a) 裂纹、气孔、固体夹杂、未融合、未焊透等缺陷；
- b) 焊接件结构设计不合理；
- c) 焊接件所处环境潮湿，或未做防锈蚀处理导致的锈蚀；
- d) 不同强度的钢材焊接时，焊接材料未采用与低强度钢材相适应的焊接材料；
- e) 不等厚度或不等宽度的焊件相焊时，未做开坡口处理；
- f) 在高应力部位、机械加工面等区域焊接造成应力集中；
- g) 焊缝较为密集，出现十字焊缝、双向或三向相交焊缝引起应力集中；
- h) 焊缝的安全系数不符合 GB 8408 的要求；
- i) 焊缝的无损检测不符合 GB 8408 的要求；
- j) 设备运行过程中承受冲击载荷，或长时间承受交变载荷产生变形、裂纹或开裂；

- k) 焊接工艺控制不当,在焊前准备、焊接方法、焊接操作、工艺参数及焊后热处理等方面存在问题。

6.6 玻璃钢件危险

玻璃钢件危险的表现包括但不限于如下方面:

- a) 存在浸渍不良、固化不良、气泡、切割面分层、厚度不均等缺陷;
- b) 表面存在裂纹、破损、明显修补痕迹、布纹显露、皱纹、凹凸不平、色调不一致等缺陷,转角处过渡不圆滑,有毛刺;
- c) 玻璃钢件与受力件直接连接时强度不足,无预埋满足强度要求的金属件;
- d) 玻璃钢件力学性能不符合要求;
- e) 玻璃钢变形过大;
- f) 玻璃钢脱落造成人身伤害;
- g) 玻璃钢座椅的接缝和尖角造成人身伤害;
- h) 安全带与玻璃钢直接连接,由于玻璃钢强度不够导致的安全带失效;
- i) 玻璃钢预埋件锈蚀失效。

6.7 电气及控制系统危险

6.7.1 电气系统危险

游乐设施电气系统危险的表现包括但不限于如下方面:

- a) 设备供电电源不满足该设备运行要求;
- b) 电气系统中的电子元器件选型不合理;
- c) 电气系统中的电子元器件损伤、老化、失效等;
- d) 操作按钮、控制手柄、软件操作界面、信号灯等颜色标识不正确;
- e) 导线和电缆选型不正确;
- f) 电动机选型不正确;
- g) 设备的电磁兼容性无法满足使用要求;
- h) 带电回路与接地装置之间的绝缘电阻过小,存在触电危险;
- i) 潮湿或涉水环境场所的电气设备未设置漏电保护措施;
- j) 电气设备和元器件的布置、安装不规范、不正确;
- k) 设备未设置相应的照明和应急照明设备;
- l) 电网电压不稳定,导致电气系统不能正常工作;
- m) 环境变化导致绝缘或接地电阻不符合要求。

6.7.2 控制与防护系统危险

游乐设施控制与防护系统危险的表现包括但不限于如下方面:

- a) 控制系统无不间断电源装置;
- b) 控制系统对设备的运行工况考虑不足,无法保证乘客安全;
- c) 控制系统有误操作时,设备有危及乘客安全的运动;
- d) 游乐设施未设置防止误起动的措施;
- e) 传感器抗干扰能力弱,容易造成误信号;
- f) 信号传输有误时,可能导致人身伤害;
- g) 速度、压力、转矩和位置等参数超过工作限值可能产生危险;

- h) 设备运行中超过预定位置,未设置限位控制和极限位置控制装置;
- i) 用卷筒和曳引机传动的游乐设施,未设置防止钢丝绳过卷、松弛的控制装置及极限位置控制装置;
- j) 操作员不可见的多根钢丝绳传动系统,未设置断绳检测控制装置;
- k) 游乐设施未设置紧急停止按钮,或设置位置不合理;
- l) 紧急停止按钮未采取凸起手动复位式;
- m) 紧急停止按钮逻辑设置错误,在某些情况下可能危及乘客安全;
- n) 维修人员进入危险区域时,无防止误启动的控制措施;
- o) 重要控制按钮(如启动、急停等)设置在游客可触及的区域;
- p) 乘客可触及的范围之内,有超过 50 V 的电压;
- q) 乘客操作的电气开关,电压超过 24 V;
- r) 未设置启动前提示乘客注意安全的音响等信号装置;
- s) 轨道带电的游乐设施,未采取相应的安全防范措施;
- t) 滑触线高度低于 2.5 m 的游乐设施,未设置安全栅栏和安全标志;
- u) 控制系统与外部网络有连接时,存在被网络攻击、恶意控制等危险。

6.7.3 接地与避雷危险

游乐设施接地与避雷危险的表现包括但不限于如下方面:

- a) 低压配电系统的接地型式不符合要求;
- b) 电气系统未可靠接地;
- c) 低压配电系统保护接地电阻大于 10 Ω ;
- d) 高压架空输配电线路通道内设置游乐设施;
- e) 高度大于 15 m 的游乐设施、滑索上下站及钢丝绳等未设置防雷装置;
- f) 高度超过 60 m 的游乐设施未设置防侧向雷击的防雷装置。

6.8 液压和气动危险

液压和气动危险的表现包括但不限于如下方面:

- a) 液压气动系统的超压和失压危险;
- b) 液压气动系统的冲击和振动危险;
- c) 油管、气管及泵等失效,造成乘人部分下降速度过快;
- d) 油温过高危险;
- e) 多个液压缸不同步造成的危险;
- f) 液压缸失效(压力失效、活塞杆失效等)的造成的危险;
- g) 管道连接失效后,液压油喷射造成的危险;
- h) 环境温度较低时,液压气动系统无法正常工作;
- i) 液压气动系统未设置过压保护装置或失效;
- j) 液压缸设计或安装不合理,受载不平衡导致变形或失效;
- k) 排气口、排油口设置不合理,喷射的气体、液体对人员造成危险;
- l) 液压气动系统漏气、漏油;
- m) 液压气动系统安装错误;
- n) 液压油清洁度不足;
- o) 空压机中的空气清洁度不足或过于潮湿;
- p) 空气过滤器失效;

- q) 密封件失效产生的危险；
- r) 气管结冰产生的危险；
- s) 控制元件失效；
- t) 缓冲装置失效；
- u) 液压气动系统未设置缓冲装置或未采取缓冲措施。

6.9 水上设备相关危险

水上设备相关危险的表现包括但不限于如下方面：

- a) 水滑梯结构设计不合理,造成人员抛出、跌落、翻滚、弹跳、腾空、碰撞、划伤、灼伤、滞留、挤夹等危险；
- b) 水滑梯表面缺陷造成伤害；
- c) 水滑梯截留段长度不足,水深过大或过小；
- d) 水滑梯润滑水流量过大或过小；
- e) 水滑梯对接缝沿滑行方向有逆向阶差,或顺向阶差大于 2 mm,容易造成游玩者身体划伤；
- f) 水深不满足要求,容易发生溺水危险；
- g) 漂流河流速过快,容易造成人员碰撞危险；
- h) 造浪池波高过大；
- i) 造浪池的出波口和深水区域未设置安全隔离网或安全警示标志；
- j) 水循环系统的回水口未设置有效的安全格栅和安全警示标志,人员容易被吸附在回水口,发生溺水危险；
- k) 游乐池的池沿和台阶有突出物和棱角,池底无防滑处理；
- l) 游乐池的水质不符合要求；
- m) 喷射式戏水装置的高压喷射装置可能伤及游客；
- n) 水上设备的滑具(如滑垫、充气皮筏等)老化、破损；
- o) 突然断电造成人员中途滞留等；
- p) 水下照明装置漏电危险；
- q) 峡谷漂流侧向碰撞较大可能造成人员跌落或翻筏危险；
- r) 有翻筏危险的设备,设置了安全带等措施,容易造成人员溺亡；
- s) 水滑梯表面存影响安全的杂物。

7 人员危险

7.1 操作人员相关危险

操作人员相关危险的表现包括但不限于如下方面：

- a) 未按照操作规程操作设备；
- b) 未进行设备试运行；
- c) 操作人员在操作室内不能看清全部人员上下及设备运行情况；
- d) 未向乘客宣传注意事项,制止乘客危险行为；
- e) 设备起动前,对乘客安全带、安全压杠等束缚装置检查不到位；
- f) 未进行安全确认就起动设备；
- g) 安排乘客不合理导致承载不平衡,如摩天轮的上下客控制、水上游乐设施的皮筏乘坐分布；
- h) 设备运行中,未关注乘客动态及设备运行状态,未能及时发现紧急情况；
- i) 发现异常情况未及时采取应急措施；

- j) 设备运行中,进入危险区域;
- k) 未经过专业培训,不具备操作该设备的技能;
- l) 未合理控制发车间隔,导致碰撞危险。

7.2 维保人员相关危险

维保人员相关危险的表现包括但不限于如下方面:

- a) 未按照使用维保说明书和相关法规标准要求制订维护保养方案;
- b) 未按照作业指导书进行维保工作;
- c) 维保检查项目不完整;
- d) 维保时间不充足;
- e) 着装、工具和安全措施不符合要求;
- f) 进入危险区域,未确认设备完全关闭,未采取安全措施;
- g) 维保过程中未放置相应的安全提示;
- h) 对易损件和到期的主要部件未及时更换;
- i) 游乐设施备品备件不符合要求;
- j) 私自对游乐设施进行修理改造;
- k) 未经过专业培训,不具备维护保养技能。

7.3 站台服务人员相关危险

站台服务人员相关危险的表现包括但不限于如下方面:

- a) 未对乘客宣传注意事项,未进行安全提示;
- b) 未制止乘客的危险行为;
- c) 设备运行前,对乘客安全带、安全压杠等束缚装置检查不到位;
- d) 设备运行前,未进行安全确认;
- e) 排队区域管理混乱造成人员拥挤、摔倒甚至踩踏;
- f) 与操作人员沟通不畅,造成设备误启动;
- g) 未经过专业培训,不具备相应技能;
- h) 注意力不集中,临时脱岗;
- i) 进入设备运行范围等危险区域。

7.4 乘客相关危险

乘客相关危险的表现包括但不限于如下方面:

- a) 游玩前未阅读乘客须知;
- b) 乘客对速度过快、加速度过大产生的不舒适感;
- c) 设备运行时乘客身体突发不良状况;
- d) 乘客长头发未盘起造成的缠绕危险;
- e) 年龄、身高或身体条件等不符合乘坐要求;
- f) 设备平台或其他周围物体造成乘客挤夹危险;
- g) 游客等人员进入设备运行区域、机房等危险区域;
- h) 在站台嬉戏、打闹、跑动;
- i) 乘坐过程中,乘客有危险行为,如手脚伸出座舱或滑车、在座舱中跑跳等;
- j) 由乘客操作的设备(如滑道),乘客中途停车或下车;
- k) 乘客自行打开安全束缚装置;

- l) 儿童认知能力差,不服从操作人员和站台服务人员管理;
- m) 乘客高空抛物或坠物,如从摩天轮吊舱、观光塔座舱等抛物;
- n) 乘客在座舱或封闭区域吸烟、携带危险品等。

8 环境危险

8.1 自然环境危险

自然环境危险的表现包括但不限于如下方面:

- a) 地震危险;
- b) 洪水、泥石流危险;
- c) 雷电危险;
- d) 雨水危险;
- e) 暴雪危险;
- f) 裹冰危险;
- g) 雾、霾、扬尘、冰霜等恶劣天气;
- h) 大风对设备造成的运行故障、倾覆等危险,极限风速造成的设备结构破坏;
- i) 环境温度过高、过低,湿度过大,包括天气寒冷导致气动液压系统故障或刹车性能降低,海边、潮湿环境造成的设备腐蚀等;
- j) 海拔较高,造成的电气系统危险;
- k) 地质条件危险,设备的基础存在开裂、不均匀沉陷、松动等现象。

8.2 设备周边危险

设备周边危险的表现包括但不限于如下方面:

- a) 周边障碍物危险,包括建筑物、树木等;
- b) 周边临时障碍物危险,如周围正在作业的起重机、临时建筑物等;
- c) 周边动物对设备的破坏和干扰,如破坏线缆、干扰传感器;
- d) 周边电磁干扰;
- e) 周边环境噪声过大;
- f) 周边高空坠物。

8.3 其他环境危险

其他环境危险的表现包括但不限于如下方面:

- a) 火灾危险;
- b) 照明不足;
- c) 通风通气条件不足;
- d) 人为破坏、偷盗等。

9 其他危险

游乐设施的其他危险包括但不限于如下方面:

- a) 设备存在倾覆、侧滑危险;
- b) 部分类型的游乐设施超过其速度限制;
- c) 安全距离过小,乘客存在碰撞、剪切危险;

- d) 危险区域(如平台和移动站台结合部)未有效封闭,存在人员坠落危险;
- e) 传动部分未有效封闭或遮挡,人员易触及;
- f) 存在乘客飞出轨道可能性的设备,未考虑二次防护;
- g) 用在重要部位的木材未进行阻燃和防腐处理;
- h) 乘客可触及范围内,存在锐边、尖角、毛刺和危险突出物;
- i) 游乐设施的假山、艺术造型等附属设施意外掉落、坍塌或倾覆;
- j) 转动平台与固定平台之间的间隙大于 30 mm,容易挤夹儿童脚部;
- k) 设备中的孔洞、缝隙对儿童的手指、头颈、身体造成挤夹;
- l) 设备无排水措施,容易渗漏水 and 残留积水造成结构腐蚀;
- m) 安装吊点的设计不合理,安装过程中产生塑性变形。



参 考 文 献

- [1] GB/T 20002.4—2015 标准中特定内容的起草 第4部分:标准中涉及安全的内容
-

