



中华人民共和国国家标准

GB/T 18159—2019
代替 GB/T 18159—2008



滑行车类游乐设施通用技术条件

Specifications of amusement rides coaster category

2019-12-31 发布

2019-12-31 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	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 总则	3
5 技术要求	3
5.1 基本要求	3
5.2 机械及结构	5
5.3 乘载系统	7
5.4 电气及控制系统	8
5.5 应急救援系统	9
5.6 表面防护	9
5.7 整机	9
6 检验、检测与试验要求	10
6.1 基本要求	10
6.2 机械结构	11
6.3 乘载系统	11
6.4 电气及控制系统	12
6.5 应急救援系统	12
6.6 表面防护检测	12
6.7 整机	13
7 随机文件、标志、包装、运输和贮存	14
7.1 随机文件、标志	14
7.2 包装、运输和贮存	15
附录 A (资料性附录) 常见重轴(销轴)、重要焊缝示例	16

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 18159—2008《滑行车类游艺机通用技术条件》，与 GB/T 18159—2008 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 修改了范围；
- 增加了对运行速度误差要求；
- 增加了连接螺栓计算要求；
- 修改了设计载荷取值要求；
- 修改了冲击系数；
- 增加了材料要求；
- 增加了立柱及轨道变形量要求；
- 增加了车辆连接器冗余保险结构要求；
- 增加了轮系减震措施要求；
- 增加了车辆安全包络线要求；
- 增加了传动系统冲击系数要求；
- 增加了主要连接形式要求；
- 修改了牵引钢丝绳与牵引链条安全系数；
- 增加了电气安全功能及其需求等级要求；
- 增加了涂装要求；
- 增加了止逆试验；
- 增加了车速检测；
- 增加了加速度检测；
- 增加了立柱、轨道形变检测；
- 增加了区间联锁检测；
- 增加了安全压杠联锁检测；
- 增加了随机文件、标志、包装、运输和贮存；
- 修改了 2008 年版的附录 A。

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、中山市金马科技娱乐设备股份有限公司、河北华通思力游乐设备有限公司、北京实宝来游乐设备有限公司、融创(海南)文化旅游运营管理有限公司北京分公司、河北中冶冶金设备制造有限公司、河北智跑游乐设备制造有限公司、山东华冶冶金设备制造有限公司、北京佳龙九华游乐设备制造有限公司、诸暨市金猴游乐设备制造有限公司、广东大新游乐智能科技有限公司。

本标准主要起草人：郑志涛、陈朝阳、李加申、崔宏伟、陈涛、纪永宏、詹蕴鑫、李华、崔明亮、高玉涛、赵伟、武彦民、卜庆棠、何凯、林杰、曾金盛、田高奇。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 18159—2000、GB/T 18159—2008。

滑行车类游乐设施通用技术条件

1 范围

本标准规定了滑行车类游乐设施的总则,技术要求,检验、检测与试验要求,随机文件、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于滑行车类游乐设施。

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/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 755—2008 旋转电机 定额和性能
- GB/T 1032 三相异步电动机试验方法
- GB/T 1447 纤维增强塑料拉伸性能试验方法
- GB/T 1449 纤维增强塑料弯曲性能试验方法
- GB/T 1451 纤维增强塑料简支梁式冲击韧性试验方法
- GB/T 3805—2008 特低电压(ELV)限值
- GB 4706.1 家用和类似用途电器的安全 第1部分:通用要求
- GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件
- GB 8408—2018 大型游乐设施安全规范
- GB/T 8923(所有部分) 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定
- GB/T 9286—1998 色漆和清漆 漆膜的划格试验
- GB/T 10000 中国成年人人体尺寸
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 13912 金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法
- GB/T 15706 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小
- GB/T 16754 机械安全 急停 设计原则
- 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 19212.1 变压器、电抗器、电源装置及其组合的安全 第1部分:通用要求和试验
- GB/T 20306 游乐设施术语
- GB/T 20438(所有部分) 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全
- GB/T 28265—2012 游乐设施安全防护装置通用技术条件
- GB/T 34370(所有部分) 游乐设施无损检测
- GB/T 34371 游乐设施风险评价 总则
- GB 50005 木结构设计标准
- GB 50017 钢结构设计标准
- GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范

- GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收标准
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB 50206 木结构工程施工质量验收规范
- GB 50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范

3 术语和定义

GB/T 20306 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

单车滑行车系列 **single train roller coaster series**

设计运行工况为同一轨道上有一个(辆)单车或一组列车运行的滑行车类游乐设施。

3.2

多车滑行车系列 **multi train roller coaster series**

设计运行工况为同一轨道上有两组或两组以上的单车或列车运行的滑行车类游乐设施。

3.3

激流勇进 **splash**

乘客装置提升后沿轨道惯性下滑入水(水道)中,由水阻力减速,乘客装置在水中由水流推动沿水道运行的滑行车类游乐设施。

3.4

弯月飞车系列 **powered U-shape roller coaster series**

在运行中由驱动装置和惯性共同驱动乘客装置运行的滑行车,其车体带驱动装置,在每条轨道上仅有一个滑车,在运行中沿轨道做来回往复运动的滑行车类游乐设施。

3.5

木制过山车 **wooden roller coaster**

支承结构主要为木质材料组成的滑行车类游乐设施。

3.6

发射式滑行车 **launch coaster**

通过外部动力驱动使乘客装置短时间内获取较大初始动能的滑行车类游乐设施。

注:发射式滑行车驱动装置一般为直线电机、气动装置、液压装置、飞轮蓄能装置等设备。

3.7

断轨滑行车 **non-continuous rail roller coaster**

乘客装置驶离站台及维修区后,运行过程中存在通过轨道局部移动、转动等动作实现车体在轨道正常运行的滑行车类游乐设施。

3.8

轨道滑管 **coaster zipline**

主体乘客束缚装置采用“悬挂承载”结构形式,滑行车采用滑轮与硬质轨道接触,利用高低落差,由高处沿硬质轨道惯性下滑的滑行车类游乐设施。

3.9

故障-安全 **fail-safe**

设备出现故障后,其控制系统或机械机构能够维持安全状态或向安全状态转移,以避免出现更大故障或事故的模式。

3.10

轮系 wheel set

支承车体的行走轮、侧导轮、底轮及相连接的轮、轴等相关受力结构件。

3.11

单一失效点 single point of failure

游乐设施上的一个零件、结构连接点或电气元件,其失效将会导致整个设备失效或严重危及乘客安全。

4 总则

4.1 滑行车类游乐设施的设计、制造、安装、改造、修理、试验和检验、标志、包装、运输和贮存应满足 GB 8408 的有关规定和本标准的相关要求。

4.2 滑行车类游乐设施常见型式和主要技术参数宜按表 1 选取。

表 1 常见型式和主要技术参数

序号	型式名称	主要技术参数	典型设备
1	单车滑行车系列	承载人数、运行速度、轨道高度、车辆数/列、加速度	三环过山车
2	多车滑行车系列	承载人数/列、运行速度、轨道高度、车辆数/列、列车数、加速度	疯狂老鼠
3	激流勇进	承载人数/船、运行速度、轨道高度、船数、加速度	激流勇进
4	弯月飞车系列	承载人数/座舱、运行速度、轨道高度、座舱数、加速度	弯月飞车
5	轨道滑管	承载人数/车、运行速度、轨道长度、加速度	滑管
6	其他型式滑行车类	承载人数/车、运行速度、轨道高度、车辆数、加速度	神州飞碟

5 技术要求

5.1 基本要求

5.1.1 滑行车类游乐设施的设计文件应至少包括设计说明书、设计计算书、使用维护说明书、风险评价报告、设计验证大纲及符合国家相关标准的全套设计图纸。

5.1.2 滑行车类游乐设施的设计应符合 GB/T 15706 的规定。

5.1.3 滑行车类游乐设施设计阶段应按 GB/T 34371 进行风险评价,需要改造的或整机使用年限到期后仍继续使用的滑行车类游乐设施也应进行风险评价。风险评价应分别从受力结构与受力零部件、电气控制系统与部件、设备运行环境、设备周围障碍物、人为因素、意外因素、应急救援等方面进行,并对单一失效点进行辨识。应通过风险评价识别设备重要零部件和安全功能,对车体、制动、轨道、驱动、止逆、乘客束缚装置、车轮系等零部件应逐件进行失效模式及影响分析。设计阶段应避免不可接受的风险,不应有不可检测或监测的单一失效点。

5.1.4 滑行车类游乐设施成人载荷取值应不低于 750 N。

5.1.5 车体需在满载状态正常工况下进行强度、刚度校核,冲击系数 k_1 根据滑行车的最大速度按表 2 选择。

表 2 冲击系数

速度/(km/h)	冲击系数 k_1
≥ 40	≥ 1.5
≥ 20	≥ 1.25
≥ 7.2	≥ 1.2
< 7.2	≥ 1

5.1.6 载荷组合应结合滑行车类游乐设施的实际工况选取。应包含以下工况：提升、止逆、制动以及出现 X 向、Y 向、Z 向最大加速度值的工况。

5.1.7 滑行车类游乐设施设计应进行动力学计算，应计算乘客所受的速度与加速度值，其值应符合要求。

5.1.8 滑行车类游乐设施应在轨道的展开图上做速度、加速度曲线图或标明速度值、加速度值（参考人体坐标系）。

5.1.9 滑行车类游乐设施的设计应根据具体结构和实际工况作相应设计校核，如强度校核、刚度校核、疲劳强度校核等。

5.1.10 滑行车类重要轴及重要焊缝应进行强度和疲劳强度校核，两者都应满足安全系数的要求。对于难以检验、检测的重要轴，应按无限寿命设计。

5.1.11 钢结构构件及其连接的设计指标应符合 GB 50017 中“设计指标”的规定。

5.1.12 轨道和支承的结构设计应满足 GB 50017 的规定，采用木结构时还应满足 GB 50005 的规定。木结构施工质量应符合 GB 50206 的规定。

5.1.13 轨道高度大于 20 m 的滑行车，其轨道与支承应分别计算最大风载荷组合及地震载荷组合。

5.1.14 滑行车类游乐设施设计的额定提升速度宜不大于 2 m/s，对提升速度大于 2 m/s 的设备应采取有效措施防止提升时产生冲击。

5.1.15 各类易损件在正常运行工况下，其累计运行寿命应不低于 6 个月。

5.1.16 速度小于 50 km/h 的滑行车轨道及支承在正常运行工况下，最大允许变形量为 1/300，两支承间轨道最大允许变形量为 1/300（不含支承变形量）；速度大于或等于 50 km/h 的滑行车轨道及支承在正常运行工况下，最大允许变形量为 1/500，两支承间轨道最大允许变形量为 1/500（不含支承变形量）。

5.1.17 对于车辆连接器冗余保险结构冲击系数不小于 2，其安全系数不小于 2。

5.1.18 人员活动区域均布载荷按照以下取值：

- a) 乘客上下客站台、楼梯、出入口站人的普通区域： 3.5 kN/m^2 ；
- b) 维修站台、疏散站台等非开放式区域： 1.5 kN/m^2 。

5.1.19 滑行车类游乐设施，滑行车钢轨道采用圆管时，轨道壁厚不应小于 4 mm。轨道采用焊管时，材料的断裂伸长率应大于 40%，轨道成型后焊缝不应有开裂缺陷。

5.1.20 轨迹设计应平滑，不应引起车辆运行时过大冲击。

5.1.21 制动系统宜采用常闭式刹车，并留足制动余量，计算时应考虑最不利制动工况。制动加速度应平缓过渡，防止冲击，制动全程最大加速度不大于 $1.5 g$ 。

5.1.22 当速度大于 36 km/h 时，轮系宜有减震措施。

5.1.23 滑行车在滑行区域，当车速大于或等于 2.5 m/s 时，车辆安全包络线范围内不准许有任何障碍物，并且人体任何部位不能触碰到车体的行走轮。车辆安全包络线是指标准人体在压杠允许的情况下，身体倚靠在座椅上伸展身体，指尖和脚尖扫过的最大范围并向外延伸 100 mm 的空间，如图 1 所示。其

中,标准人体的尺寸对应于 GB/T 10000 百分位数 99 的男性人体尺寸。

单位为毫米

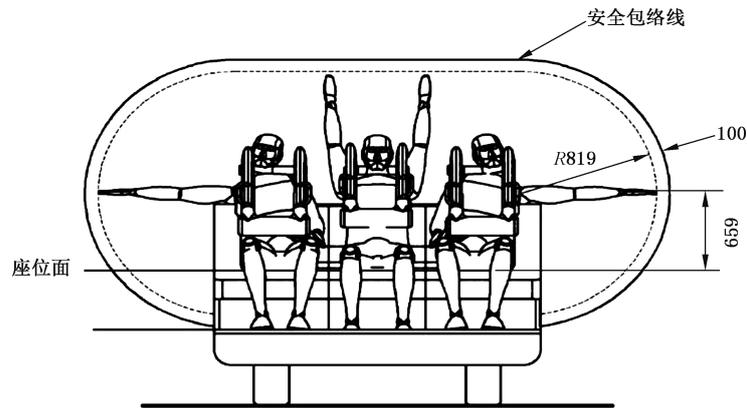


图 1 安全包络线范围

- 5.1.24 在同一条轨道上运行的多车滑行车应设置防碰撞及缓冲装置。
- 5.1.25 当动力电源突然断电或设备发生故障时,滑行车停靠于提升段时,滑行车应具备在动力电源恢复或故障排除以后重新正常运行的能力,同时保证设备和人员安全。
- 5.1.26 弯月飞车轨道端部应设置机械限位、电气限位和电气极限位置控制装置,以防止车体滑出轨道。
- 5.1.27 采用 45 钢、40Cr 钢等中碳钢的重要轴类材料应调质处理。
- 5.1.28 对于速度大于或等于 50 km/h 的滑行车,直径大于 40 mm 的重要轴宜采用锻件。
- 5.1.29 木制过山车和轨道滑管的轨道及支承所用的木质材料,应进行阻燃及防腐处理。
- 5.1.30 车体、轨道及支承立柱的焊接结构应采用可焊性好的钢材,普通碳素钢含碳量在 0.27% 以下,低合金钢的碳当量应小于 0.6%,对于碳当量大于 0.4% 的低合金钢应在焊前进行预热;不宜采用异种钢焊接,如采用异种钢焊接,应有相应焊接工艺评定。

5.2 机械及结构

- 5.2.1 传动系统的设计,应保证运行安全,在该系统失效的情况下,车辆应处于安全状态。滑行车类游乐设施启动时不应有明显打滑现象,传动机构应运转正常。
- 5.2.2 传动系统设计时应根据最大提升速度,按表 2 选取冲击系数。
- 5.2.3 沿轨道向上牵引滑行车的牵引钢丝绳与牵引链条,按 5.1 的要求考虑适宜的冲击系数后,其最小断裂载荷与最大载荷的比值应不小于 5。
- 5.2.4 采用齿轮及齿条传动时,应符合有关齿轮、齿条标准。对齿轮啮合的接触斑点要求和测量方法按 GB 50231 的规定。
- 5.2.5 采用皮带传动时,其装配要求符合 GB 50231 的规定;皮带应张紧适度,不应有明显跑偏现象,导向装置应灵活可靠。
- 5.2.6 采用钢丝绳及链条传动时应张紧适度;采用钢丝绳提升时应设有防止钢丝绳过卷、跳槽和松弛的装置。
- 5.2.7 提升及传动系统应平稳可靠,不应产生异常的冲击振动,安装精度应符合 GB 50231 的规定。
- 5.2.8 提升用链条、钢丝绳应设置合理的润滑措施,并设置相应的废油收集装置,以防污染设备及环境。

5.2.9 电动机、减速机和联轴器应安装良好,联轴器两轴的同轴度和端面间隙应符合 GB 50231 的有关规定。

5.2.10 车辆连接器应结构合理,转动灵活,宜设有二次保险装置。

5.2.11 沿斜坡或垂直向上牵引的滑行车、发射式滑行车,当车辆逆行有安全风险或逆行速度不可控时,应设有防止车辆逆行的装置。

5.2.12 对于多车组成的列车系统,如需止逆装置,应设置冗余止逆装置。

5.2.13 采用压缩空气为制动装置动力源时,应考虑压缩空气发生泄漏后的风险,空气发生泄漏后,滑行车类游乐设施不应造成人员伤害或设备损坏;用于制动的压缩空气,应达到在满载不供气情况下,可继续在紧急模式下操作,气量应足够制动装置执行其动作,直至车辆返回安全区域。

5.2.14 螺栓连接应满足以下要求:

- a) 采用螺栓连接时,应采用可靠的防松措施。
- b) 滑行车类重要零部件之间的连接采用螺栓连接时,应采用 10.9 级及以下级别高强度螺栓。
- c) 滑行车类重要零部件之间的连接螺栓应在拧紧后作防松标记,且防松标记位置应易于观察。
- d) 承压型螺栓连接不应用于载客装置上直接承受动力载荷的轮架、桥架、车辆连接器、提升机构、止逆机构、座舱等车体部件;以上部件采用摩擦型(高强度螺栓)连接时,宜设止口、挡块、凸台等机械止动措施,未设机械止动措施的连接,正常运行工况设计承载力不小于 1.5 倍计算值,见下式:

$$\frac{Z_m \mu (P_g - 1.25 P_t)}{F_j} \geq 1.5$$

式中:

Z_m ——传力的摩擦面数;

μ ——摩擦系数,按表 3 选取;

P_g ——高强度螺栓的预拉力,依据 GB 8408—2018 附录 C 选取,单位为千牛(kN);

P_t ——高强度螺栓的轴线方向计算拉力,单位为千牛(kN);

F_j ——构件计算承载力,单位为千牛(kN)。

表 3 摩擦系数 μ 值

在连接处接合面的处理方法	构件钢号	
	Q235	Q355 及其以上
喷砂	0.45	0.55
喷砂(酸洗)后涂无机富锌漆	0.35	0.40
喷砂后生赤锈	0.45	0.55
钢丝刷清浮锈或未经处理的干净轧制表面	0.3	0.35

5.2.15 销轴连接应满足以下要求:

- a) 采用销轴连接时,应采用可靠的防脱落措施。
- b) 滑行车类重要轴类零件,如轴端采用螺纹形式防脱落,应采用可靠的防松措施。
- c) 滑行车重要轴类的销轴连接,有相对运动的部位宜采用润滑措施。
- d) 滑行车重要轴类的销轴连接,应采用可拆装的结构形式。

5.2.16 滑行车车轮装置应转动灵活,润滑、维修方便;车轮应耐磨、耐热并有足够的强度。车轮材料应标明生产日期及“保存期限”,重要零部件应有可追溯标识。

- 5.2.17 速度大于 36 km/h 的滑行车类游乐设施(激流勇进、木制过山车除外),侧轮(或轮缘)与轨道间隙单侧宜不大于 5 mm。
- 5.2.18 滑行车类如采用充气轮胎,应保证轮胎气压降低时乘客与设备的安全性。
- 5.2.19 侧轮在轨道内时滑行车轨距的误差为 $-3\text{ mm}\sim 5\text{ mm}$,侧轮在轨道外时滑行车轨距的误差为 $-5\text{ mm}\sim 3\text{ mm}$,采用木结构轨道的木制过山车轨距误差为 $-5\text{ mm}\sim 6\text{ mm}$ 。
- 5.2.20 轮子行走位置的轨道接口处高低差应不大于 1 mm。
- 5.2.21 不同曲率半径轨道间过渡应平滑,保证轨道的平顺性。
- 5.2.22 轨道支承间距应配置合理,支柱不宜承受设计文件规定以外的外加载荷。
- 5.2.23 轨道不应有异常的晃动现象。
- 5.2.24 断轨过山车移动轨道对位高低差应不大于 1 mm。
- 5.2.25 无损检测应满足以下要求:
- 滑行车类游乐设施的重要轴(参见附录 A)在制造时应进行 100% 的磁粉(或渗透)探伤,直径大于 30 mm 重要轴在制造时应进行 100% 的超声波探伤。在用设备应规定合理的检测标准、周期和比例。
 - 滑行车类游乐设施重要焊缝(参见附录 A)在制造时应进行磁粉探伤(或渗透探伤)检测,Ⅰ级焊缝在制造时应进行超声波探伤。在用设备应规定合理的检测标准、周期和比例。
 - 目视检测、超声波探伤、磁粉探伤、渗透探伤、射线探伤方法和要求按 GB/T 34370 执行。
- 5.2.26 滑行车类重要零部件宜采用有效的防锈蚀措施。
- 5.2.27 运行时会与水接触的零部件应采用可靠的防水、防漏、防锈措施,漏水对设备有安全影响的应采取防渗漏措施。激流勇进船体、与水接触的零部件应采用有效的防锈蚀措施。
- 5.2.28 基础的质量要求应符合 GB 50202、GB 50204 的规定。基础不应有影响游乐设施正常运行的不均匀沉陷、开裂和松动等异常现象。
- 5.2.29 移动式基础应满足设备承载力要求,基础框架应满足设备防侧滑要求。
- 5.2.30 一般应设辅助轨道或吊挂等装置,便于车辆维修。

5.3 乘载系统

- 5.3.1 乘客束缚装置型式与配置数量应符合 GB 8408 的规定。
- 5.3.2 乘载系统主体结构应采用金属结构材料或其他高强度性能的非金属材料制成,在整体上应为坚固的结构,座席应采用软质、木质或玻璃钢等材料。
- 5.3.3 座椅悬挂布置的滑行车座椅面最高点距离乘客上下踏面的高度应不大于 1.0 m,座舱型滑行车上客踏板与站台面的高度应不大于 500 mm;车厢进出口外底板距站台高度应不大于 300 mm。
- 5.3.4 激流勇进应设置安全扶手;骑乘式滑行车应设置安全扶手、腰部安全防护装置以及脚踏装置。
- 5.3.5 编织物型式滑行装备承载力应不小于 10 倍额定载荷的负载。
- 5.3.6 根据 GB 8408 设计加速度区域要求,设计加速度在区域 4、区域 5 范围内的安全压杠,其最小闭合位置压杠末端与限制面位置(如图 2、图 3 所示)不大于 150 mm,运行中应能有效限制乘客不能从座位脱出。
- 5.3.7 按照 GB 8408 设计加速度区域要求,加速度在区域 4 和区域 5 的滑行车类游乐设施,应设置两套独立的乘客束缚装置或一套失效安全的束缚装置,安全压杠应设置至少两套锁紧装置,锁紧装置应便于检查。



图 2 压肩型压杠限制面



图 3 压腿型压杠限制面

5.4 电气及控制系统

5.4.1 电气系统应符合 GB/T 5226.1 的规定。

5.4.2 滑行车类游乐设施安全相关电气控制系统应符合故障-安全原则,并满足以下要求:

- a) 设计电路结构及设备时,应对可能发生的故障进行假设,并根据其假设采取具体的防护措施。
- b) 安全相关电气控制系统设计时应至少考虑出现信号采集错误、控制线路断线、供电线路断线、短路、漏电等故障时导向安全。

5.4.3 控制系统安全功能宜符合 GB/T 16855.1 的规定;采用电气电子可编程器件的控制系统宜满足 GB/T 20438。

5.4.4 滑行车紧急停车、制动装置的设计应按 GB/T 16754 的规定。

5.4.5 操作台位置不能看清乘客情况时应在站台上设置紧急停止按钮和安全确认按钮,紧急停止按钮应采用凸起手动复位式,安全确认按钮应与控制系统联锁。

5.4.6 控制元件应灵敏可靠、操作方便。操作按钮等均应有明确标志,信号灯、按钮等颜色标志应符合 GB/T 5226.1 的规定。

5.4.7 安全防护装置选用的传感器防护应符合 GB/T 28265—2012 中 4.4.5 的要求。

5.4.8 当设备使用地点的海拔高度超过 1 000 m 时,应按 GB/T 755 的规定对电动机容量进行校核,超过 2 000 m 时,应对配电与保护器件进行校核。

5.4.9 在滑行车的任何运行状态,当动力电源突然断电时,设备应进入“安全”状态。

5.4.10 对于设计加速度在区域 4 和区域 5 的,设置安全压杠的滑行车类游乐设施,应确保安全压杠闭合和锁紧与设备启动联锁。安全压杠的位置检测或锁紧检测应便于操作人员检测其有效性,或由控制系统检测其有效性。

5.4.11 绝缘电阻、接地电阻与避雷装置应符合标准的规定。测量方法按照 GB 4706.1、GB/T 1032 和 GB 50065 执行。安全电压应符合 GB/T 3805—2008 的有关规定。

5.4.12 集电器应满足以下要求:

- a) 集电器与滑接线应接触良好,并应满足电流容量的要求。滑接器座应灵活可靠,并有足够的补偿能力。滑接线应采用耐磨材料,接头处应平整,拉紧适度。
- b) 室外外露的集电器应采取防水措施或具备防水功能,满足外露情况下的使用要求。

5.4.13 装饰照明应满足以下要求:

- a) 乘客易接触的装饰照明电压,应采用不大于 50 V 的安全电压。
- b) 乘客不易接触的装饰照明电压采用非安全电压时,应采用漏电断路器保护装置。
- c) 装饰照明等附属设施的电气控制系统应独立于设备本体的电气控制系统。

5.4.14 用于车辆的电气连接宜采用具有防雨淋效果的电缆连接器,或增设防雨淋设施。

5.4.15 滑行车类游乐设施采用的隔离变压器和安全隔离变压器应符合 GB/T 19212.1 规定。

5.4.16 发射式过山车、断轨过山车控制系统应满足以下要求：

- a) 发射式过山车应设置发射车速检测传感器；断轨滑行车，应设置轨道位置检测传感器；检测信号与设备运行连锁。
- b) 发射式过山车、断轨过山车控制系统宜设置必要的状态监测与故障诊断功能，监测设备工作中故障时，不得影响主设备的正常工作和功能。
- c) 发射式过山车、断轨过山车涉及发射或轨道对位等与设备安全的控制系统宜采用冗余的方法保证设备安全。在计算机控制系统连锁设备中，连锁模块宜采用双套编码，每份编码所使用的数据应来自物理地址完全不同的空间，与设备安全有关的信息以空间冗余的方式存储。
- d) 采用监督方法间接防止故障危险后果，宜检查连锁关系是否正确（如检查安全压杠锁紧位置是否正确，轨道对位是否正确等）；采用自动控制连锁，在上电、复位之后、开始连锁控制之前，宜运行一个自检程序，检查计算机及其输入输出接口功能的完整与完好。控制系统在整个工作期间，宜周期性的自检或互检。
- e) 对于断轨滑行车，根据风险分析的结果分析安全功能及其需求等级，如需进行功能安全设计，设计达到的功能安全等级需求应不低于风险分析的需求。

5.4.17 激流勇进设备应设置水位监控装置。

5.4.18 多车滑行车，应合理划分安全区域，并有相应的传感器检测。

5.5 应急救援系统

5.5.1 在突发断电或紧急停止工况下，应开展应急救援工作，避免乘客长时间滞留，救援过程应保证乘客安全，防止发生二次风险。

5.5.2 设备进入紧急停止工况下，自动运行模式应自动清除，自动停止所有影响安全的运动；急停复位后，不应有影响安全的运动。

5.5.3 在轨道沿途可能产生车辆意外停止或用于维修的区域应设置安全走道，否则应有疏导乘客措施。疏导乘客措施应满足在提升段、轨道沿途可能产生车辆意外停止段的任何位置能安全有效疏导乘客。

5.6 表面防护

5.6.1 游乐设施金属结构应采取适当的表面防护措施，如涂防锈漆、热（浸）镀锌等，或采用不锈钢材料。

5.6.2 车体、轨道等结构件应进行喷（抛）丸除锈处理，达到 GB/T 8923 中的 Sa2 级；其余构件应达到 Sa2 级或 St2 级（手工除锈）。漆面应均匀、细致、光亮、完整和色泽一致，不应有粗糙不平、漏漆、错漆、皱纹、针孔及严重流挂等缺陷。推荐油漆漆膜总厚度不小于 80 μm 。漆膜附着力应符合 GB/T 9286—1998 中规定的 1 级质量要求。

5.6.3 采用热（浸）镀锌进行金属结构表面防护的，热（浸）镀锌层应符合 GB/T 13912 的规定。

5.7 整机

5.7.1 游乐设施整机应外观状态良好，无破损。

5.7.2 滑行车类游乐设施整机运行应正常，起动、制动应平稳可靠，不准许有爬行和异常的振动、冲击、发热和声响等现象。制动装置动作应协调可靠，确保车辆进站顺利。

5.7.3 主要技术参数中的承载人数、轨道高度、车辆数、列车数等静态参数应符合设计要求；运行速度

与设计计算值的允许偏差在 $-10\% \sim 5\%$ 。

5.7.4 设计加速度分区在区域3、区域4、区域5的新设计的首台滑行车类游乐设施,应进行加速度测试,最大测试值(绝对值)应不超过设计值(含冲击系数)的1.05倍。

5.7.5 整机运行试验应包含空载、偏载和满载试验。运行试验时不准许有异常的振动、冲击、发热、声响及卡滞现象。运行试验后,机械及结构零部件不应有异常磨损、变形、脱落、永久变形及损坏等现象,电气零部件不应有脱落、损坏、异常发热现象。基础不应有不均匀沉陷和开裂。

5.7.6 电动机的运行条件应符合 GB/T 755—2008 中第6章和第7章的规定。提升电动机满载稳态工作电流不大于电动机的额定电流值。

5.7.7 滑行车类游乐设施提升速度不大于设计的额定提升速度。

5.7.8 滑行车运行工况下,滑行车停于轨道任何制动器上,重新启动后车辆应能自行运行(不用人工施加物理推动)或由驱动器驱动至站台。

5.7.9 滑行车运行工况下,轨道、支承无异常晃动。

5.7.10 用于检查维修用的爬梯、通道、平台应牢固,其作业空间应能满足工作要求,爬梯宽度宜不低于500 mm,爬梯步间距范围为250 mm~350 mm。高于2 m的爬梯应有防护装置或安全带挂接装置。

6 检验、检测与试验要求

6.1 基本要求

6.1.1 制造、安装单位应依据相关标准、设计文件、制造工艺和设备特点制定具体的检验方案,检验方案应包括机械及结构、乘载系统、电气控制系统、应急救援系统、整机等方面的检验、检测与试验。

6.1.2 每台产品安装调试完毕后应按检验方案进行检验、检测与试验,全部检验项目合格方可交付使用。

6.1.3 根据结构形式、运行方式和试验目的的不同,检验、检测与试验项目可有所增减。

6.1.4 试验条件应满足以下要求:

- a) 露天试验时风速应不大于8 m/s。
- b) 除非有特殊要求,试验环境温度应为 $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度宜不大于85%。对于运行环境温度湿度有特殊要求的,应增加最不利的温、湿度条件工况下的试验。
- c) 试验载荷与其设计载荷值的误差应在 $\pm 5\%$ 内。

6.1.5 试验前应使游乐设施具备正常的技术状态,以保证试验结果的正确性。

6.1.6 试验前应检查游乐设施的机械结构、乘载系统、电气控制系统、应急救援设备设施中的零部件、元器件及其连接方式、各处紧固件的紧固程度、各润滑点的润滑密封程度,均应与设计一致。

6.1.7 玻璃钢的试验应按 GB/T 1447、GB/T 1449 和 GB/T 1451 的规定进行。

6.1.8 试验后对于存在问题或疑问的部件应进行检查,对发现的问题及时判明原因并采取措施,做好详细记录,记录可利用文字和拍照等方式。

6.1.9 各项检验结束后,应编写检验报告,检验报告至少应包含以下内容:

- a) 检验时间、地点;
- b) 设备名称、编号、主要技术参数;
- c) 检验依据;
- d) 检验项目的名称、要求、方法、结果、检验人员签字;
- e) 检验结论;
- f) 检验报告的编制、审核、审批人员签字。

6.1.10 制造单位应保存产品检验报告和有关记录、图样、质量证明文件及技术文件。

6.2 机械结构

6.2.1 支承、轨道形变检测

根据计算报告各选取轨道、支承形变量较大的3处位置进行测量。每个位置测量不少于3次,取其平均值。

6.2.2 车辆安全包络线试验

依据安全包络线形状用弹性材料制作外围形状架体分别固定于单节车体前、后位置上,沿轨道模拟运行,滑行一次,包络线架体与周围固定结构应无擦碰。

6.2.3 提升段重新启动试验

分别选取提升钩在提升段最上部、中部、下部3个位置,在满载工况下,停止提升再启动提升,提升系统应能顺利再启动提升。

6.2.4 止逆试验

按设计额定值进行加载,将车辆(或首节车辆)提升至接近提升段最高点、提升段中段、提升段下部,对每种止逆方式分别进行试验,车辆(组)逆行速度应符合设计要求。重复试验次数不少于3次。

6.3 乘载系统

6.3.1 安全压杠联锁试验

有安全压杠检测的滑行车类游乐设施,在压杠未达安全位置时,车辆不应发出站台。任意选一压杠置于未压紧状态,其余压杠置于压紧状态,按正常程序运行车辆,车辆不应运行。

6.3.2 安全压杠空行程试验

在安全压杠压紧锁定后用卡尺在端部测量游动量,最大游动量应小于35 mm。

6.3.3 安全压杠压紧力试验

对于自动压紧的压杠,分别选取压杠在抬起最高位置、中间位置和压下最低位置,用测力计测量压杠的压紧力,其值,对成人不大于150 N,对儿童不大于80 N。

6.3.4 安全压杠锁紧装置试验

安全压杠闭合锁紧时,在乘客扶手位置施加500 N的力,力的方向应垂直于压杠回转力臂连线,压杠及其锁紧装置应有效,且不应有明显变形或损伤。根据GB 8408的要求,有两道锁紧装置时,每道锁紧装置应能独立起作用。每种类型安全压杠试验不少于3个。对每套锁紧装置试验不少于3次。

6.3.5 安全压杠手动打开试验

按设计规定的试验方法,模拟安全压杠在自动开启装置失效情况下,安全压杠应能手动打开。对每套安全压杠试验不少于3次。

6.3.6 编织物型式滑行装备负载试验

将编织物型式滑行装备吊装7 500 N载荷,静置5 min,目视检查,滑行装备不应损坏。

6.3.7 最小闭合位置压杠末端与限制面位置距离

安全压杠放到最低位置闭合锁紧,测量压杠端部与限制面之间(参照图 2、图 3)的距离,测量 3 次,取平均值。

6.4 电气及控制系统

6.4.1 区间联锁试验

多车运行滑行车,在只允许运行单(列)车的区间内,模拟该区间内有车辆占用(可通过人为模拟信号、线路短接、放置车辆等方式),其余车辆不得进入该区间。

6.4.2 紧急停止按钮试验

分别在提升(发射)段,滑行段对每一紧急停止按钮功能进行检测,按下紧急停止按钮,车辆应停止于设定安全位置,复位按钮后,车辆应保持在原位置。

6.4.3 发射式过山车速度联锁试验

模拟未达到设定发射速度时,检查联锁系统,其应按设计进行动作。

6.4.4 断轨过山车轨道对位联锁试验

模拟未达到设定对位精度的位置,检查联锁系统,其应按设计进行动作。

6.4.5 升降站台或移动平台联锁功能试验

采用升降站台或移动平台的滑行车类游乐设施,模拟升降站台或移动装置误动作,试验联锁控制功能是否有效。试验不少于 3 次。

6.4.6 安全压杠闭合、锁紧与设备启动的安全联锁控制功能试验

按设计规定的试验方法,模拟安全压杠闭合和锁紧,安全联锁控制功能应与设计一致。对每套安全压杠试验不少于 3 次。

6.5 应急救援系统

6.5.1 应急救援的检验应至少包含预案中各种可预见工况下的救援装置、救援措施的有效性和时效性。

6.5.2 在满载工况下,在提升段和滑行段分别触发急停功能或断电功能,模拟进行应急救援,应在 1 h 内将乘客全部救援至安全区域。

6.5.3 配有备用电源的设备,在设计允许的运行工况下,切换至备用电源供电,备用电源容量应满足应急救援的要求。断开正常供电系统,采用应急救援备用电源,设备可按设定的功能工作或实施救援。

6.5.4 断开正常供电系统,采用应急救援备用电源,设备可按设定的功能工作或实施救援。

6.6 表面防护检测

6.6.1 漆膜总厚度的检测,使用漆膜厚度仪在主要受力构件每 10 m^2 (不足 10 m^2 的按 10 m^2 计)作为一处,每处测 3~5 点,每处所测各点厚度的平均值不低于总厚度的 90%,也不高于总厚度的 120%,测得的最小值不低于总厚度的 70%。

6.6.2 漆膜附着力的检测,按 GB/T 9286—1998 规定的方法,在主要受力构件上分别取 6 处。其评定等级不低于 1 级。

6.6.3 金属结构热(浸)镀锌层检测,检查热(浸)镀锌层的外观,应符合 GB/T 13912 的规定,在主要受力构件上分别取 6 处,热(浸)镀锌层厚度应符合设计。

6.7 整机

6.7.1 宏观目视检测

宏观目视检测应包括所有机械结构系统、乘载系统、电气控制系统、应急救援系统、涂装等内容。所有部件应外观状态良好,无破损和毁坏;电气接线良好,无松动。

6.7.2 主要技术参数测试

6.7.2.1 滑行车类游乐设施主要技术参数中的承载人数、座舱数量可通过宏观目视检测获得。

6.7.2.2 车速测试:滑行车类游乐设施在额定载荷下,以最高车速运行,测量出滑行车通过最大速度点时的车速,测量应不少于 3 次,取其平均值。计算所得的最大车速和设计最大车速误差应在 $-10\% \sim 5\%$ 。

6.7.3 整机检测

6.7.3.1 空载试验

6.7.3.1.1 分别进行手动和自动试验,各试验 3 次以上。

6.7.3.1.2 按实际工况连续运行试验 1 h。

6.7.3.2 满载试验

按设计额定值进行加载。按实际工况连续运行试验,每天不少于 8 h,连续无故障累计运行试验不小于 80 h。

6.7.3.3 偏载试验

偏载试验应按照实际工况的 1/2 倍额定载荷加载,载荷应集中在座椅或车厢一边以及滑车前端及后端,按实际工况连续试验 1 h。

6.7.4 加速度检测

滑行车类游乐设施在额定载荷、偏载、满载工况下,每种工况至少测量 3 次。每种工况最大值为 3 次测量最大值的平均值。

6.7.5 提升速度

用钢卷尺在提升段标识出一段长度 s ,用秒表测量车体通这一距离的时间 t ,则可计算出提升速度 $v = s/t$ 。

6.7.6 应力测试

6.7.6.1 速度大于 72 km/h 的首台滑行车类游乐设施,宜进行应力测试。被测结构包括但不限于以下内容:

- a) 支承:根据计算报告至少选取 3 处应力值较大的位置进行测量。
- b) 轨道:根据计算报告至少选取 3 处应力值较大的位置进行测量。

- c) 车体:轮架、车体骨架、座椅骨架、车体连接器等典型位置应根据计算报告各选取至少 1 处进行测量。

每个测量部位应提供不少于 3 组的有效数据,并判定测量部位应力值。

6.7.6.2 测试工况应符合表 4 的要求。

表 4 测试工况

状态	加载情况	被测结构	测试内容
偏载	设计要求偏载形式	车体结构、轨道、支承	偏载动应力
满载	额定载荷		满载动应力

6.7.6.3 测试方法应符合以下要求:

- a) 测试前应经额定载荷下的试运转;
- b) 按表 4 所列工况测出各点的应变值;
- c) 每种工况重复试验不少于 3 次。

6.7.6.4 应力值应符合以下要求:

- a) 在自重作用下产生的应力,应由有关单位提供其计算值;
- b) 各测点应力值,应为载荷作用下的测试应力值与自重作用下的计算应力值(应根据最大应力方向计算自重作用下该方向的计算应力值)之和。

6.7.6.5 应力值的安全判据:

$$n = \frac{\sigma_b}{\sigma_t}$$

式中:

- n ——安全系数;
- σ_b ——材料的破断强度,单位为兆帕(MPa);
- σ_t ——测点的最大应力,单位为兆帕(MPa)。

各测点最大应力值,应符合 GB 8408 给出的安全系数值。

7 随机文件、标志、包装、运输和贮存

7.1 随机文件、标志

7.1.1 产品交付前至少应包括下列随机文件,且宜放置于控制柜包装箱或主机包装箱内:

- a) 产品合格证明书;
- b) 产品使用维护说明书和维修用图纸;
- c) 备件及易损件清单;
- d) 主要外购件的合格证和说明书;
- e) 专用工具、仪器清单(如有时);
- f) 移动式滑行车类游乐设施应附有拆装说明书。

7.1.2 滑行车类游乐设施应在显著位置装设铭牌。铭牌内容至少应包括制造单位名称、制造地址、设备名称、生产许可证编号、设备级别、设备型号、产品编号、制造日期、主要技术参数[承载人数、车(船)辆数、轨道高度、最大速度和整机设计使用年限]等。

7.2 包装、运输和贮存

- 7.2.1 滑行车类游乐设施的产品及其零部件的包装应符合 GB/T 191 及 GB/T 13384 的有关规定。
- 7.2.2 在解体运输中,解体的零部件连接处宜有清晰的对应性永久标记和编号;导线接头宜进行编号。
- 7.2.3 外露加工面应进行防锈处理。
- 7.2.4 大型零部件和包装箱的质量、重心、吊挂点宜有标志,并标明件号。
- 7.2.5 产品及其零部件贮存时,应注意防潮、防锈、防尘和防止变形。



附录 A
(资料性附录)

常见重轴(销轴)、重要焊缝示例

常见重轴(销轴)、重要焊缝示例见表 A.1。

表 A.1 常见重轴(销轴)、重要焊缝示例

序号	常见型式	重要轴(销轴)	重要焊缝
1	单车滑行车系列	行走轮轴、侧导轮轴、底轮轴、与车架相连固定轮系的轴、车辆连接器轴、提升装置的销(轴)、防逆行装置的销(轴)、肩式压杠轴、安全压杠锁紧齿销等	滑行车类游乐设施的重要焊缝包括 I、II 级焊缝
2	多车滑行车系列		
3	激流勇进		
4	弯月飞车系列		
5	轨道滑管		
6	其他型式滑行车类		
<p>注：焊缝类型包括：</p> <p>a) I 级焊缝。速度不小于 20 km/h 的车体桥架、车轮架、车辆连接器、座椅支架，车体主梁等运行中承受乘客荷载的运动部件的焊接结构，其承受拉力且作用力垂直于焊缝长度方向的对接焊缝或 T 形对接和角接组合焊缝等。</p> <p>b) II 级焊缝。上述部件 I 级焊缝之外的焊缝、速度不小于 20 km/h 轨道对接焊缝，速度不小于 50 km/h 轨道与支撑立柱间焊缝，速度小于 20 km/h 的车辆连接器、车体主梁等均为 II 级焊缝。</p> <p>c) III 级焊缝。速度不小于 50 km/h 轨道的支承立柱，速度小于 20 km/h 的车体桥架、车轮架、座椅支架等运行中承受乘客荷载的运动部件的焊接结构，车体上除 I 级与 II 级外的焊接结构，其承受拉力且作用力垂直于焊缝长度方向的对接焊缝或 T 形对接和角接组合焊缝。</p>			