ICS 97.200.40
CCS Y 57

中华人民共和国国家标准

GB 45069—2024

悬崖秋千安全技术要求

Cliff swing safety technical requirements

国家标准全文公开系统专用，此文本仅供个人学习、研究之用，
未经授权，禁止复制、发行、汇编、翻译或网络传播等，侵权必究。
全国标准信息公共服务平台：https://std.samr.gov.cn

2024-11-28 发布　　2025-03-01 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 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　设计 …… 2
5　制造与安装 …… 5
6　试验方法 …… 6
7　使用管理 …… 8
附录 A（资料性）　悬崖秋千典型工况及载荷组合示例 …… 9
参考文献 …… 11

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。

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。

本文件由国家市场监督管理总局提出并归口。

悬崖秋千安全技术要求

1 范围

本文件规定了悬崖秋千的设计、制造与安装、使用管理的安全要求，描述了相应的试验方法。

本文件适用于悬崖秋千的设计、制造、安装、改造、修理、试验和使用管理。

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 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 5725 安全网

GB 8408 大型游乐设施安全规范

GB/T 8918 重要用途钢丝绳

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—2021 色漆和清漆 划格试验

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 20306 游乐设施术语

GB/T 34371 游乐设施风险评价 总则

GB/T 39043 游乐设施风险评价 危险源

GB 50009 建筑结构荷载规范

GB/T 50011 建筑抗震设计标准

GB 50017 钢结构设计标准

GB 50135 高耸结构设计标准

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

悬崖秋千 cliff swing

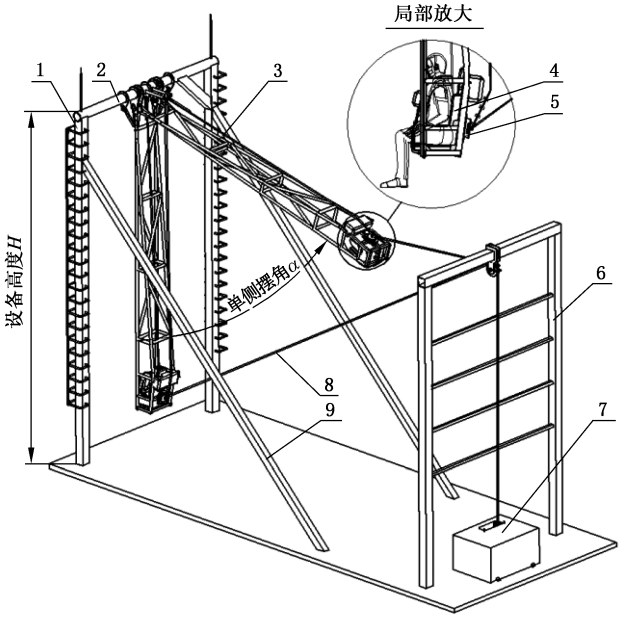
通过提升装置将乘客（乘人装置）用钢丝绳或者其他绳索提升到一定的高度，依靠自身势能，围绕悬挂点作往返摆动，其吊挂结构为刚性结构的大型游乐设施。

注1：悬崖秋千存在组合式结构（如立柱共用）或者控制系统共用的为一台（套）设备。

注2：悬崖秋千的主要结构型式是指横梁和吊挂结构的型式。

注3：悬崖秋千典型结构示意图见图1。

注4：提升装置不限于电力提升。



标引序号说明：

1——立柱；
2——横梁；
3——吊挂结构；
4——乘人装置；
5——分离装置；
6——提升塔(架)；
7——提升装置；
8——提升钢丝绳或者其他绳索；
9——斜撑。

图 1　悬崖秋千

3.2

提升装置　lifting device

将吊挂结构及乘人装置提升至一定高度的装置。

3.3

分离装置　separating device

将提升装置与乘人装置分离的装置。

4　设计

4.1　基本要求

4.1.1　悬崖秋千除应符合本文件的要求外，还应符合 GB 8408 的要求。

4.1.2　悬崖秋千单个横梁吊挂的乘人装置承载人数不应超过 2 人。

注：悬崖秋千的承载人数是指单个吊挂结构的承载人数。

4.1.3　悬崖秋千的最大单侧摆角应不大于 75°。

4.1.4　悬崖秋千在设计阶段应按照 GB/T 34371 和 GB/T 39043 进行风险评价。

4.1.5　运营使用单位或设计委托方应以书面形式提供悬崖秋千安装地的地质、地震、气象和供电数据。

4.1.6　悬崖秋千应有固定式基础，基础或建(构)筑物部分应委托具备相应资质的单位设计、施工，并符合有关土建或建(构)筑物设计规范。

4.2 载荷与计算

4.2.1 载荷与工况分析

4.2.1.1 悬崖秋千活载荷取值应不低于允许乘坐的乘客最大载荷值。

4.2.1.2 在计算极限风载荷时，应至少选取使用地 50 年重现期的风载。对于沿海城市（见 HY/T 094）和海拔超过 1 000 m 的地区，应按照 100 年重现期的风载选取。风载荷的载荷取值按照 GB 50009 的规定执行。

4.2.1.3 设计时地震载荷取值应按照 GB/T 50011 的规定执行。

4.2.1.4 设计时应进行裹冰载荷计算，载荷取值按照 GB 50135 的规定执行。

4.2.1.5 提升塔（架）和分离装置在分离工况下冲击系数应不小于 1.5。

4.2.1.6 悬崖秋千的工况包括正常运行工况、非正常运行工况和极限状态工况。正常运行工况包括提升、分离、摆动、最大倾覆力矩等情况，非正常运行工况至少包括急停、应急救援和维护保养等情况，极限状态工况至少包括极限风速、地震等情况。

4.2.1.7 应根据不同的工况分析，将悬崖秋千结构中所承受的永久载荷与其他载荷进行组合，组合示例见附录 A。

4.2.2 计算

4.2.2.1 悬崖秋千的计算包括静强度计算、疲劳强度计算、刚度计算、稳定性计算等，应根据具体结构和工况进行选择。

4.2.2.2 至少应对立柱、横梁、吊挂结构、乘人装置、提升塔（架）进行静强度和疲劳强度计算。

4.2.2.3 至少应对立柱、横梁、吊挂结构、提升塔（架）进行刚度计算。正常运行工况下，立柱、横梁和吊挂结构最大变形量与自身最大尺寸比值应小于 1/150，提升塔（架）最大变形量与自身最大尺寸比值应小于 1/75。

4.2.2.4 提升装置和分离装置用钢丝绳或其他绳索最小断裂载荷与其承受最大静载荷的比例应不小于 10。

4.2.2.5 立柱、横梁、提升塔（架）的稳定性计算应符合 GB 50017 的要求。

4.3 结构

4.3.1 立柱、横梁、吊挂结构和提升塔（架）应为刚性结构。

4.3.2 乘人装置与横梁之间应设置防止吊挂结构失效的保险装置。

4.3.3 悬崖秋千应设置防碰撞装置，防止分离装置与乘人装置分离后和提升塔（架）发生碰撞。

4.3.4 悬崖秋千横梁和吊挂结构之间的连接轴应按无限寿命设计。

4.3.5 悬崖秋千应设置防止提升钢丝绳从滑轮上脱落的装置和防止提升钢丝绳过卷的装置，提升钢丝绳的终端在卷筒上应留有不少于 3 圈的余量。

4.3.6 提升装置用钢丝绳应符合 GB/T 8918 的规定，且应采用镀锌钢丝绳。

4.3.7 分离装置用钢丝绳直径应不小于 6 mm。

4.3.8 钢丝绳应规定设计使用期限。

4.3.9 悬崖秋千应设置能检查到横梁吊挂部分的检修爬梯，检修爬梯应有防护装置或设有安全带挂接装置。

4.4 电气与控制系统

4.4.1 一般要求

4.4.1.1 电气系统应有具有防止过流、过压、短路、漏电的电气安全保护功能的装置，其装置中的保护元件应与保护特性相匹配。

4.4.1.2 电气系统应有运行电压、电流等显示装置。

4.4.1.3 装饰照明等附属设施的电气控制系统应独立于悬崖秋千的电气控制系统，故障时不应影响悬崖秋千本体电气控制系统正常工作。

4.4.2 电气系统

4.4.2.1 电动机应满足实际工况要求，并应符合 GB/T 5226.1 的有关规定。

4.4.2.2 悬崖秋千应有剩余电流动作保护装置，其技术参数额定值应与被保护线路或者设备的技术参数及安装与运行环境相匹配。

4.4.2.3 悬崖秋千的电气柜、操作台、动力装置（如电动机）、执行元件（如电磁阀、电动执行器等）、电子元器件（如行程开关、电磁开关、光电开关、各种传感器等）、外露集电器等应有防雨措施或者选用防雨防潮的设备和器件。

4.4.2.4 控制柜、操作台、导线保护管不应使用易燃材料。

4.4.3 控制系统

4.4.3.1 采用自动控制或者联锁控制，误操作时不应危及乘客安全。

4.4.3.2 在维修（维护）模式下，乘人装置提升、分离运动应单独控制。

4.4.3.3 提升装置应设有限位传感器和极限位置传感器。用卷筒或曳引机作为提升装置的，应设有防止钢丝绳过卷、松弛、断绳以及超过极限位置的检测装置。

4.4.3.4 操作室或操作台不应设置在横梁垂直投影前后 2 m 范围及运行安全包络线内。

4.4.3.5 站台上应设置提升确认按钮，提升确认按钮应与悬崖秋千起动联锁。

4.4.3.6 悬崖秋千应设置防止意外起动的装置（如双起动按钮、钥匙开关等），防止意外起动造成人员伤害。

4.4.3.7 采用无线和非机械式传感器参与控制时，需要考虑发射和接收感应组件抵抗外界的干扰能力和对工作环境的敏感性，并应设有故障监测及报警系统。当信号传输中断或有误时，不应出现能够造成人员伤害的故障。

4.4.3.8 悬崖秋千的起动按钮、提升确认按钮及紧急停止按钮应设置在乘客不易触及的区域，必要时应加防护隔离罩。

4.4.3.9 乘人装置上的电器、电路及操作按钮电压应不大于 24 V。

4.4.3.10 悬崖秋千应设置避雷设施，接地电阻不应大于 10 Ω，并应采取防闪电电涌侵入的措施。

4.5 乘载系统

4.5.1 乘人装置的安全束缚装置设计不应低于 GB 8408 中加速度区域 4 对于安全束缚装置的要求。

4.5.2 刚性乘人装置的安全压杠与提升装置应设置联锁控制，当安全压杠没有闭合且锁紧时，按 6.5 进行试验，提升装置不应起动。

4.5.3 挠性乘人装置的非金属吊挂件、承载体和金属套环、卡扣等应有产品合格证、产品认证或者型式

试验报告。挠性乘人装置的破断力应不小于 12 kN,非金属吊挂件、承载体和金属套环、卡扣等静载安全系数应大于 10。

4.5.4 挠性乘人装置在首次使用前应进行负载试验,按 6.6 进行负载试验后不应出现任何损坏。

4.5.5 挠性乘人装置中与人体安全有关的非金属件均应有寿命规定,并定期更换。

4.5.6 挠性乘人装置与吊挂结构之间应设置防止乘客坠落的保险装置,并且发生危险时乘人装置仍能保持平衡。

4.5.7 刚性乘人装置乘客运动轨迹两侧安全距离应不小于 1 m,座席面最低点距下方障碍物或地面的安全距离应不小于 800 mm。

4.5.8 挠性乘人装置乘客运动轨迹两侧安全距离应不小于 2 m,座席面最低点距下方障碍物或地面的安全距离应不小于 2 m。

4.6 安全防护装置和措施

4.6.1 悬崖秋千应设置防止人员从高处跌落的安全栅栏。

4.6.2 运行区与相邻地面高差大于 1 m 时且乘客有跌落风险的,应增设符合 GB 5725 规定的安全网,安全网安装应固定可靠,其长度应在站台开口尺寸的基础上左右各增加 1 m,向站台外的延伸长度应不小于 2 m。

4.6.3 与悬崖秋千运行干涉的安全栅栏应与悬崖秋千运行联锁,安全栅栏装置打开后乘人装置方可提升,乘客上下时安全栅栏装置应处于闭合状态。分离装置意外分离时,不应出现能够造成人员伤害的故障。

4.6.4 提升装置应设有两套独立的制动装置。

4.6.5 应有防止分离装置无法正常分离造成乘客高空滞留的救援措施。

4.6.6 悬崖秋千应设有风速计。风速计应有方便操作人员观察的数据显示装置和报警功能。

4.6.7 辅助乘客上下的装置在悬崖秋千运行过程中不应与悬崖秋千发生干涉。

4.6.8 站台区应设有排队等候区和运行区,并设置隔离装置和安全标识,以防止游客进入工作区域发生危险。

4.6.9 组合式悬崖秋千每个吊挂结构的运行区应单独划分,并设置有效的隔离装置。

4.6.10 悬崖秋千应设置视频监控设备,覆盖操作和运行区域,记录操作人员、服务人员、乘客及悬崖秋千运行情况,保证操作人员及时掌握悬崖秋千运行情况;视频监控设备的供电线路应独立于悬崖秋千供电线路,单独设置,视频存储期限应不小于 10 d。

4.6.11 安装于悬崖秋千本体的装饰、灯光电缆等附属设施应固定可靠。

5 制造与安装

5.1 制造

5.1.1 重要焊缝应进行无损检测。

注:悬崖秋千的重要焊缝包括柱脚焊缝、立柱焊缝(包含立柱与法兰连接焊缝)、立柱与横梁连接焊缝(包含立柱和横梁连接处的法兰焊缝)、横梁焊缝(包含横梁与法兰连接焊缝)、横梁与吊挂结构连接焊缝、吊挂结构主要连接焊缝、吊挂结构与乘人装置连接焊缝、安全压杠焊缝、锁紧装置支撑座焊缝、滑轮支座与提升塔(架)连接焊缝等。

5.1.2 重要轴(销轴)类零部件应采用力学性能不低于 45 钢的材料制作,并应进行无损检测。

注:悬崖秋千的重要轴(销轴)包括吊挂结构与横梁连接轴、吊挂结构与乘人装置连接轴、滑轮轴、提升装置中心轴、

安全压杠轴、安全压杠锁紧机构的棘爪轴等。

5.1.3 新设计的首台产品的主要受力结构的高应力部位应进行应力测试，应力测试结果应满足设计要求。

5.1.4 重要螺栓连接应能满足载荷要求，并应采取防止螺栓松动的措施。螺栓安装后应有明显的防松标识。

注：悬崖秋千的重要连接螺栓包括立柱之间、立柱与横梁之间、横梁之间、横梁与吊挂结构之间、吊挂结构之间、吊挂结构与乘人装置之间、安全压杠与乘人装置之间、分离装置与乘人装置之间的连接螺栓等。

5.1.5 立柱、横梁、吊挂结构、提升塔(架)应有防止积水和有效排水的措施。

5.1.6 金属结构(不锈钢材料除外)采取如下表面防护措施。

a) 采用涂防锈漆进行金属结构表面防护时，涂装前金属结构应进行除锈处理，达到 GB/T 8923(所有部分)中的 Sa2 级；主要受力结构之外的结构应达到 Sa2 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。漆膜总厚度应不小于 80 μm。漆膜附着力应符合 GB/T 9286—2021 中规定的 1 级质量要求。

b) 采用热浸镀锌进行金属结构表面防护时，热浸镀锌层应符合 GB/T 13912 的规定。

5.2 安装

5.2.1 悬崖秋千不应安装在易发生泥石流、滑坡区域。

5.2.2 悬崖秋千不应安装在高压架空输配电线路通道内。

5.2.3 基础或建(构)筑物部分应至少由基础或建(构)筑物部分的设计、施工和建设单位验收合格后，方可进行悬崖秋千的安装。

5.2.4 安装时应对高平台或悬崖下方进行安全管控或者做好安全防护。

5.2.5 吊挂结构摆动轴的中心线水平度及摆动轴与吊挂结构的垂直度应不大于 1/1 000。

5.2.6 电动机、减速器、联轴器、制动器的安装要求与公差应符合 GB 50231 的有关规定。

5.2.7 随吊挂结构摆动的电线、电缆应有效固定，且留有不小于 0.5 m 的余量。

5.2.8 防止吊挂结构失效的保险索在正常运行工况下应处于非受力状态。

6 试验方法

6.1 制造与设计相符

查验悬崖秋千制造与设计文件的一致性。

6.2 限位、极限位置试验

在正常运行工况下，起动提升装置，模拟达到限位、极限位置，确认提升装置能够停止。

6.3 提升确认按钮与悬崖秋千起动联锁试验

在正常运行工况、未按下提升确认按钮时，起动悬崖秋千，确认悬崖秋千不能起动。

6.4 故障监测或报警系统试验

在正常运行工况下，分别模拟中断无线和非机械式传感器的信号传输，确认故障监测及报警系统能够正常作用。

6.5 安全压杠与提升装置联锁控制试验

试验步骤如下：

a） 锁紧装置在锁紧状态下，当安全压杠未闭合时，起动提升装置，确认提升装置不能起动；

b） 安全压杠在闭合状态下，当锁紧装置未锁紧时，起动提升装置，确认提升装置不能起动。

6.6 挠性乘人装置负载试验

挠性乘人装置按负载 10 倍额定载荷，负载时间不低于 2 h 进行负载试验。

6.7 保险装置平衡试验

分别在满载及偏载工况下，断开一根连接乘客束缚装置的环链或者钢丝绳，确认在保险装置作用下挠性乘人装置能够保持平衡。

6.8 安全距离测试

在设计允许的满载及偏载工况条件下，用卷尺测量乘人部分在运行过程中距左右障碍物最近处的距离。测量不少于 3 次，取最小值。用卷尺测量乘人部分座席面距障碍物或地面最近处的距离。测量不少于 3 次，取最小值。

6.9 安全网有效性试验

将符合设计最大载荷要求的假人或沙袋在站台位置模拟乘客跌落，确认安全网符合设计要求。

6.10 与悬崖秋千运行干涉的安全栅栏联锁试验

与悬崖秋千运行干涉的安全栅栏未打开时，起动提升装置，确认提升装置不能够提升；运行过程中，确认安全栅栏不能自动关闭；安全栅栏未闭合时，打开刚性乘客束缚装置，确认悬崖秋千有报警提示。

6.11 提升装置单独制动试验

在设计允许的满载工况下，分别对制动装置进行试验，确认每套制动装置能够单独起作用。

6.12 视频监控设备检查

在正常工况下，目视检查视频监控设备，确认视频监控设备能够覆盖操作和运行区域，能够观察到操作人员、服务人员、乘客及悬崖秋千运行情况，并确认具备存储功能。

6.13 应力测试

在设计允许的满载工况下，对横梁、吊挂结构、乘人装置高应力部位用应力测试仪进行测试。

6.14 漆膜厚度测试

使用漆膜厚度仪测量漆膜总厚度。选取每 10 m^2（不足 10 m^2 的按 10 m^2 计）主要受力结构作为一处，每处测 3 点，取平均值。

6.15 漆膜附着力检测

按 GB/T 9286—2021 中规定的方法，在主要受力结构分别取 6 处漆膜进行附着力检测。

6.16 整机运行试验

整机运行试验包括空载、偏载和满载试验，在设计允许最大偏载工况下进行偏载试验，在设计允许最大满载荷、满参数的工况下进行满载试验。确认整机启、制动平稳，未出现爬行、异常的振动、冲击、发热和声响等现象。

7 使用管理

7.1 遇到或预报雷、电、大雨、雪、霜、雾霾、冰冻及风速大于 15 m/s 恶劣气候时，应停止运行。

7.2 悬崖秋千运营中配备的操作人员人数应不少于运行的座舱数量。

7.3 悬崖秋千运行过程中，人员不应进入运行区。

7.4 工作人员在站台内，如果存在高空坠落风险，应配有安全系留绳。

7.5 使用过程中应至少每周对重要焊缝、重要螺栓连接部位进行检查并记录，每天对提升装置和分离装置用钢丝绳或其他绳索及其连接部件进行检查并记录。

附　录　A
（资料性）
悬崖秋千典型工况及载荷组合示例

A.1　提升工况

立柱、横梁、斜撑、吊挂结构、提升塔(架)、乘人装置、分离装置、提升装置采用公式(A.1)计算提升工况的载荷：

$$P = k_1(G_k + Q_1) + Q_{91} \quad \cdots\cdots (A.1)$$

式中：

P ——组合后的载荷，单位为牛(N)；

k_1 ——提升工况下的冲击系数，取值≥1.2；

G_k ——永久载荷，单位为牛(N)；

Q_1 ——活载荷，单位为牛(N)；

Q_{91}——正常使用工况风载荷(取风速≤15 m/s)。

A.2　摆动工况

立柱、横梁、斜撑、吊挂结构、乘人装置采用公式(A.2)计算摆动工况的载荷：

$$P = k_2(G_k + Q_1 + Q_7) + Q_{91} \quad \cdots\cdots (A.2)$$

式中：

k_2——摆动工况下的冲击系数，取值≥1.2；

Q_7——惯性力，单位为牛(N)。

A.3　分离工况

提升塔(架)、分离装置采用公式(A.3)计算分离工况的载荷：

注：分离工况指的是分离装置分离前瞬间的受力工况。

$$P = k_3(G_k + Q_1) + Q_{91} \quad \cdots\cdots (A.3)$$

式中：

k_3——分离工况下的冲击系数，取值≥1.5。

A.4　极限风工况

立柱、横梁、斜撑、吊挂结构、提升塔(架)采用公式(A.4)计算极限风工况的载荷：

$$P = G_k + Q_{92} \quad \cdots\cdots (A.4)$$

式中：

Q_{92}——极限风工况载荷，单位为牛(N)。

A.5　地震工况

立柱、横梁、斜撑、吊挂结构、提升塔(架)采用公式(A.5)计算地震工况的载荷：

$$P = G_k + T \quad \cdots\cdots (A.5)$$

式中：

T——地震载荷，单位为牛(N)。

A.6 裹冰工况

立柱、横梁、斜撑、吊挂结构、提升塔(架)采用公式(A.6)计算裹冰工况的载荷：

$$P = G_k + Q_{12} \qquad \cdots\cdots (A.6)$$

式中：

Q_{12}——裹冰载荷，单位为牛(N)。

A.7 其他工况

可根据具体情况增加更多工况。

参 考 文 献

[1] HY/T 094 沿海行政区域分类与代码