

在用大型游乐设施安全评估规则
第3部分：飞行塔类

Guidelines for safety assessment of existing large-scale amusement rides
Part 3: Fly—tower type

2023 - 11 - 09 发布

2024 - 02 - 09 实施

目 次

前言 III

引言 V

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 评估对象 2

5 一般要求 2

6 评估项目和要求 2

7 现场评估基本原则 3

 7.1 设备本体 3

 7.2 使用管理 4

8 评估报告 4

附录 A（资料性） 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目 5

附录 B（规范性） 安全评估常用的仪器设备及精度 28

附录 C（资料性） 在用飞行塔类大型游乐设施安全评估报告 29

参考文献 60

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 DB43/T 2837—2023《在用大型游乐设施安全评估规则》的第3部分。DB43/T 2837—2023包括以下部分：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：滑行车类；
- 第3部分：飞行塔类；
- 第4部分：自控飞机类；
- 第5部分：架空游览车类；
- 第6部分：陀螺类；
- 第7部分：转马类；
- 第8部分：碰碰车类。

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。

本文件由湖南省市场监督管理局提出。

本文件由湖南省特种设备标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：湖南省特种设备检验检测研究院。

本文件主要起草人：梁峻欣、孙建、刘琪、梁志善、周旭升、成浪、杨志勇、董志勇、彭苗、邱红勇、肖化明、贺宏、蔡贝、陈家斌。

引 言

大型游乐设施是人们休闲娱乐的重要载体，随着时代的进步，其安全状况逐渐成为社会公共安全的重要组成部分。与设计使用期限内正常工作的大型游乐设施相比，发生过安全事故、故障频率高、遭受过自然灾害等情况的大型游乐设施，风险隐患程度更高。开展有效的安全评估工作，为判断此类大型游乐设施是否满足安全运行要求提供了重要的参考依据。

目前，我国大型游乐设施安全评估的程序、内容、要求和方法缺乏相关标准，大型游乐设施安全评估活动不能系统、全面、有效地开展。

本文件从在用大型游乐设施设备本体及使用管理两方面着手，解决如何科学、系统、全面地评估设备的安全性能，并提出降低风险程度的建议措施，弥补了安全评估行为规范的空白，为特种设备安全与节能工作的实施开辟了新的途径，有着极大的经济效益和社会效益。

特种设备目录将大型游乐设施划分为 13 个类别，为了便于标准的使用、实施以及后续的补充完善，按照类别进行标准起草。

在用大型游乐设施安全评估规则 第3部分：飞行塔类

1 范围

本文件规定了在用飞行塔类大型游乐设施安全评估的评估对象、一般要求、评估项目和要求、现场评估基本原则及评估报告。

本文件适用于在用飞行塔类大型游乐设施的安全评估。

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 699 优质碳素结构钢
- GB/T 1243 传动用短节距精密滚子链、套筒链、附件和链轮
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB/T 3077 合金结构钢
- GB 4706.1—2005 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求
- GB 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 13495.1 消防安全标志 第1部分：标志
- GB/T 34370.3 游乐设施无损检测 第3部分：磁粉检测
- GB/T 34370.4 游乐设施无损检测 第4部分：渗透检测
- GB/T 34370.5 游乐设施无损检测 第5部分：超声检测
- GB/T 39079 大型游乐设施检验检测 加速度测试
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50231—2009 机械设备安装工程施工及验收通用规范
- DB43/T 2837.1—2023 在用大型游乐设施安全评估规则 第1部分：总则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

飞行塔类大型游乐设施 **fly—tower type of large—scale amusement rides**
乘人部分用挠性件吊挂，边升降边绕垂直轴回转及运动形式类似的大型游乐设施。

3.2

在用飞行塔类大型游乐设施 **existing fly—tower type of large—scale amusement rides**
已投入使用的飞行塔类大型游乐设施。

4 评估对象

4.1 本标准适用于具有以下情形之一的在用飞行塔类大型游乐设施：

- a) 发生一般等级以上事故的；
- b) 故障频率高，影响安全使用的；
- c) 遭受水浸、火灾、雷击、地震等灾害影响的；
- d) 政府或者使用单位委托的；
- e) 其他需要开展安全评估的情形。

4.2 本标准所规定的安全评估不涉及在用飞行塔类大型游乐设施的寿命预测。

5 一般要求

5.1 在用飞行塔类大型游乐设施安全评估的评估机构、评估程序、评估内容和评估方法应符合 DB43/T 2837.1—2023 的相关要求。

5.2 进行在用飞行塔类大型游乐设施安全评估，评估机构应当配备包括（但不限于）《安全评估常用的仪器设备及精度》（见附录 B）中所列的仪器设备、计量器具和工具，其精度应当满足附录 B 中提出的要求。

6 评估项目和要求

6.1 在用飞行塔类大型游乐设施安全评估项目、内容、要求及风险等级应按照 DB43/T 2837.1—2023 中第 7 章规定的原则确定。

6.2 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体的安全评估项目应包括（但不限于）以下内容：

- 1) 设备周边设施：安全栅栏及进、出口，安全栅栏尺寸，通往设备平台的阶梯，用于检修的爬梯、通道、平台，安全标志，乘客须知，音响等信号装置，附属设施及附加载荷等；
- 2) 轴承：状态、温度和温升及润滑等；
- 3) 电动机：选型、安装、状态、温升、过载（过热）保护及起动端电压等；
- 4) 联轴器：安装、两轴的同轴度和端间隙、径向跳动及轴向窜动等；
- 5) 制动器：设置、型式、动力源切断或控制中断时制动状态、维持电压、制动力矩、部件状态及制动加速度等；
- 6) 减速箱：齿轮油及传动轴、键等；
- 7) 齿轮：选型、润滑、啮合面状态及啮合接触斑点等；
- 8) 传动带：选型、摩擦力、磨损及张紧等；
- 9) 滚子链：选型，啮合，磨损、伸长及张紧等；
- 10) 钢丝绳：选型、端部紧固装置、绳夹、余量及脱槽装置、报废及压力可调装置或措施等；
- 11) 液压、气动系统：设置，油管、气管，接头，油温，油质及油箱密封，系统过压保护装置，渗漏，失压或失速保护装置或措施，辅助系统及安全附件等；
- 12) 重要轴：重要轴、销轴材料及其表面硬度，润滑，圆角，重要轴、无损检测，磨损和锈蚀及防松脱措施等；
- 13) 金属结构及连接：金属结构宏观情况、螺栓等连接、焊缝表面质量、无损检测、垂直度公差、倾斜度公差及涂装、锈蚀情况等；

- 14) 非金属件：外观状态；
- 15) 木结构件：外观状态；
- 16) 轨道结构：晃动、磨损、固定及运行、接头间隙及高低差等；
- 17) 导轮结构：导轮与导轨径向间隙及主轮、侧轮和底轮的磨损等；
- 18) 乘载系统：乘人部分框架、玻璃钢件、乘人部分尺寸、乘人部分提升装置选型和平衡、乘人舱门锁紧装置、乘人部分提升装置运行状态、束缚装置、安全压杠、安全带及安全把手与安全挡杆等；
- 19) 应急救援：应急救援装置及措施、标识及有效性等；
- 20) 供电系统：总电源开关设置，电气元件容量，漏电保护装置外观及状态，电源进线的敷设，电气设备的保护，低压配电系统的接地型式，接地要求和接地电阻，驱动电动机、电控柜带电回路的绝缘，工作电压不大于 50V 的电源变压器绝缘，变频器工作温度及集电器等；
- 21) 控制和操作系统：设置，控制元件，无线、非机械式传感器的抗干扰，控制输入，控制输出，操作按钮、信号灯等标志和颜色，启动按钮，紧急停止按钮，乘客操作电器开关，限位控制装置，防止误启动控制装置或措施，安全联锁，超过工作限值控制及防止钢丝绳过卷、松弛和断绳控制装置等；
- 22) 配电盘柜：设置和外观状态，安全警示标志，门锁，端子排，配电线接头及连接，接地线颜色及继电器、接触器工作情况等；
- 23) 配线槽：设置及状态；
- 24) 视频监视系统：外观及状态；
- 25) 配电房：设置及状态；
- 26) 装饰照明系统：回路设置、外观状态、电压及照度等；
- 27) 防碰撞及缓冲装置：设置；
- 28) 断绳保护装置：设置；
- 29) 限速（防超速）装置：设置；
- 30) 限位装置：设置；
- 31) 基础：基础宏观情况及地脚螺栓等；
- 32) 运行区域的安全防护：乘人部分与障碍物间安全距离、乘客可触及之处的危险突出物、操作室的视野情况、风速计、避雷装置、防护装置或隔离措施、安全网或其他防坠物措施、航空障碍警示灯及安装位置等；
- 33) 功能试验：空载运行试验、满载运行试验及偏载运行试验等；
- 34) 性能试验：运行速度及应力测试等；
- 35) 安全性能：传动系统安全性能。

6.3 在用飞行塔类大型游乐设施使用管理评估项目、内容及要求应满足 DB43/T 2837.1—2023 中 7.3 的规定。

6.4 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体的安全评估项目、内容、要求及风险等级见附录 A。

7 现场评估基本原则

7.1 设备本体

7.1.1 根据飞行塔类大型游乐设施设备本体的安全评估项目要求，在现场进行设备评估时，如果该项目满足附录 A 中的“评估要求”，则评估小组应统一按风险等级 4D（Ⅰ级）进行风险评定，且附录 C 中

“问题描述”栏填写“符合”，“需要采取措施”栏填写如“正常维保，无需采取额外措施”等建议措施；如果该项目未能满足附录 A 中的“评估要求”，评估小组应在附录 C 中“问题描述”栏对问题进行清晰、简要的描述，并在“需要采取措施”栏填写建议采取的风险控制措施，原则上按照附录 A 给定的风险等级进行风险评定。评估小组也可根据现场设备实际情况，对相关项目的风险等级进行适当的调整，并备注说明理由。

7.1.2 对于附录 A 以外的评估项目，按照上述方法进行安全评估。其风险等级由评估小组按照 DB43/T 2837.1—2023 中 8.1 的规定，根据评估设备实际情况进行评定。

7.1.3 对于附录 C 中不适用的项目，在该项目的各栏中填写“无此项”。

7.2 使用管理

7.2.1 对于使用管理的各评估项目，如果该项目满足 DB43/T 2837.1—2023 附录 B 中的“评估要求”，则评估小组应在本文件附录 C 中“评估结论”栏填写“符合”，“问题描述”栏填写“无”，“建议措施”栏填写“无”。如果该项目不满足 DB43/T 2837.1—2023 附录 B 中的“评估要求”，则评估小组应在附录 C 中“评估结论”栏填写“不符合”，“问题描述”栏对问题进行清晰、简要的描述，并在“建议措施”栏填写建议采取的风险控制措施。

7.2.2 对于附录 C 中不适用的项目，在该项目的各栏中填写“无此项”。

8 评估报告

8.1 在用飞行塔类大型游乐设施安全评估报告的出具，应符合 DB43/T 2837.1—2023 的相关要求。

8.2 在用飞行塔类大型游乐设施安全评估报告见附录 C。

附 录 A
(资料性)

在用飞行塔类大型游乐设施设备本体的安全评估项目

在用飞行塔类大型游乐设施设备本体的安全评估项目见表 A.1。

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目

序号	项目编号	评估内容	评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注
1 设备周边设施	1.1	安全栅栏及进、出口	安全栅栏及进、出口设置应符合以下要求： a) 游乐设施应有有效的隔离措施，防止人员误入，并分别设有进、出口； b) 安全栅栏应分别设进、出口，在进口处宜设引导栅栏，站台应有防滑措施； c) 安全栅栏门开启方向应与乘客行进方向一致（特殊情况除外），为防止开关门时对手造成伤害，门边框与立柱之间的间隙应适当，或采取其他防护措施。	2-4	C	II-III	
	1.2	安全栅栏尺寸	安全栅栏尺寸应符合以下要求： a) 游乐设施周围及高出地面 500mm 以上的站台，应设置安全栅栏或其他有效的隔离设施，室外安全栅栏高度应不低于 1100mm，室内儿童娱乐项目，安全栅栏高度应不低于 650mm，栅栏的间隙和距离地面的间隙应不大于 120mm，安全栅栏应设置为儿童不易攀爬的结构，工作人员专用通道或平台的栅栏除外； b) 当站台高度超过 2m 时，安全栅栏高度应不低于 1200mm。	4	C	II	
	1.3	通往设备平台的阶梯	游乐设施进出口的台阶宽度应不小于 240mm，高度为 140mm~200mm，阶梯的坡度应保持一致。进出口为斜坡时，坡度不大于 1：6；有防滑花纹的斜坡，坡度不大于 1：4。	3	D	II	
	1.4	用于检修的爬梯、通道、平台	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 500mm，爬梯步间距范围为 250mm~350mm。高于 2m 的爬梯应设置防护装置或安全带挂接装置。	3	C	III	
	1.5	安全标志	安全标志应符合以下要求： a) 必要时，应在游乐设施明显的位置设置醒目的安全标志，安全标志分为禁止标志（红色）、警告标志（黄色）、指令标志（蓝色）和提示标志（绿色）等四种类型，安全标志的图形式样应符合 GB 2894、GB 13495.1 的规定； b) 乘人装置应明确标识额定乘员数量和承载重量。	4	C	II	

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注
	1.6	乘客须知	乘客须知应符合以下要求： a) 在游乐设施明显处应公布乘客须知，操作服务人员应随时向乘客宣传注意事项，制止乘客的危险行为； b) 使用单位对非专供儿童乘坐的游乐设施，应根据设备特点等，对乘坐儿童的年龄和身高进行规定。	4	C	II	
	1.7	音响等信号装置	应设置起动前提示乘客注意安全的音响等信号装置。	3	D	II	
	1.8	附属设施及附加载荷	游乐设施的假山、艺术造型等附属设施，应与设备保持符合标准的安全距离，防止意外掉落、坍塌或者倾倒之后对设备本身及乘客造成伤害。附加载荷应安装牢固，不影响设备运行安全。	3	B	III	
2 轴承	2.1	状态	轴承不应出现碎裂，影响运行的磨损。	3	C	III	
	2.2	温度和温升	轴承温度和温升应符合以下要求： a) 滚动轴承端盖处温升不大于 30℃，最高温度不大于 65℃； b) 滑动轴承进油孔处温升不大于 35℃，且最高温度不大于 70℃。	4	C	II	
	2.3	润滑	对于轴承及接触面有相对运动的部位，应有润滑措施，需要添加润滑剂的，应便于操作。润滑剂应按照使用维护保养说明书的要求进行选择。	4	C	II	
3 电动机	3.1	选型	电动机的选型应符合以下要求： a) 电动机的选型应符合 GB/T 5226.1 的规定； b) 在满载和设计允许偏载的情况下，连续工作的异步电机工作电流应不大于电机的额定电流； c) 对频繁直接起动的异步电机，起动电流应不大于额定电流的 4.5 倍。	2	D	III	
	3.2	安装	电动机应安装良好。	2	B	III	
	3.3	状态	电动机的不应出现下列情况之一： a) 电动机绕组短路、断路、烧毁； b) 电动机定子、转子严重磨损； c) 电动机外壳或机座破裂。	2	B	III	

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注
3 电动机	3.4	温升	电动机本身因素导致工作温升不应超标，B 级（130℃）绝缘工作温升不应超过 80K，F 级（155℃）绝缘工作温升不应超过 105K。	3	B	III	
	3.5	过载（过热）保护	电动机应有过载（过热）保护。	3	D	II	
	3.6	起动端电压	电动机频繁起动时端电压不宜低于额定电压的 90%，不频繁起动时电压不宜低于额定电压的 85%。	3	D	II	
4 联轴器	4.1	安装	联轴器应安装良好，与电动机输出轴端、减速机联结处应固定可靠；运转中联轴器不应有振动、冲击和异响。联轴器挡圈、柱销等组件应完好。	1	C	IV	
	4.2	两轴的同轴度和端间隙	联轴器两轴的同轴度和端间隙符合 GB 50231 的规定。	4	C	II	
	4.3	径向跳动	联轴器径向跳动量应符合制造厂设计要求。	3	C	III	
	4.4	轴向窜动	联轴器轴向窜动量应符合制造厂设计要求。	3	C	III	
5 制动器	5.1	设置	制动器设置应符合以下要求： a) 当动力电源切断后，停机过程时间较长或要求定位准确的游乐设施，应设制动装置，设备在制动停止后，应能使运动部件保持静止状态，必要时应设置辅助锁定装置； b) 制动系统应保证游乐设施紧急停机时不产生较大冲击，升降系统制动应优先选用设备静止或缓慢下降制动方式，旋转制动宜选用自然停车或能耗制动方式，制动停止后，应使运动部件、乘载系统保持静止状态且乘客处于安全状态，必要时应设置辅助锁紧装置或驻车装置； c) 制动装置的构件应有足够的强度（必要时还应验算其疲劳强度），制动装置的制动行程应可调节。	1	B	IV	
	5.2	型式	游乐设施应视其运动形式、速度及其结构的不同，采用不同的制动方式和制动器结构（如机械、电动、液压、气动以及手动等），制动型式应符合运动特点且安全可靠。	3	C	III	

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注
5 制动器	5.3	动力源切断或控制中断时制动状态	游乐设施在运行时，若动力源切断或制动装置控制中断，应确保游乐设施能安全停止，或制动器处于安全状态。	1	B	IV	
	5.4	维持电压	制动器的维持电压应符合制造厂设计要求。	1	B	IV	
	5.5	制动力矩	制动装置的制动力矩（力）应根据实际情况设置，不应引起安全问题及设备受损。手控制动装置操作手柄的作用力应为 100N~200N。	1	B	IV	
	5.6	部件状态	制动器部件不应出现下列情况之一： a) 制动器的制动衬块与制动轮完全脱离； b) 制动衬块严重磨损或者制动弹簧失效，导致制动力不足； c) 受力结构件出现裂纹或者严重磨损； d) 制动器电磁线圈铁芯动作异常，出现卡阻现象； e) 制动器电磁线圈防尘件破损； f) 制动闸衬的磨损量超过原厚度的 50%； g) 制动轮表面存在明显划痕。	1	B	IV	
	5.7	制动加速度	制动装置应平稳可靠，不应使乘客感受到明显的冲击或使设备结构有明显的振动、摇晃。无乘客束缚装置时，在正常工况下，制动加速度绝对值一般不大于 5.0m/s ² 。必要时可增设减速制动装置。	3	C	III	
6 减速箱	6.1	齿轮油	齿轮油应符合以下要求： a) 按照使用维护保养说明书要求，选择适合的齿轮油并定期更换； b) 轴伸出处无明显的渗漏油情况。	4	C	II	
	6.2	传动轴、键	传动轴或者键不应出现影响安全运行的损坏。	2	B	III	
7 齿轮	7.1	选型	齿轮的设计或选型应符合游乐设施的实际工况，并符合相关国家标准的规定。	2	D	III	
	7.2	润滑	应当有良好的润滑。润滑剂应按照使用维护保养说明书的要求进行选择。	3	D	II	

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注
7 齿轮	7.3	啮合面状态	无异常偏啮合及偏磨损，轮齿不得出现塑性变形、折断、裂纹、齿面点蚀或胶合等形式的严重失效。	2-3	B	III-IV	
	7.4	啮合接触斑点	齿轮及齿条传动时，接触斑点百分率为：在齿高方向不小于 40%，在齿长方向不小于 50%。	4	C	II	
8 传动带	8.1	选型	传动带的设计或选型应符合游乐设施的实际工况，并符合相关国家标准的规定。	3	C	III	
	8.2	摩擦力	传动摩擦力足够，运行不打滑。	1-2	C	III-IV	
	8.3	磨损	传动带是否磨损严重、裂纹、老化、扯皮等缺陷。	3	B	III	
	8.4	张紧	应设置可调整皮带的张紧机构。	4	C	II	
9 滚子链	9.1	选型	传送动力的滚子链，应符合 GB/T 1243 的规定。	3	C	III	
	9.2	啮合	链与链轮正确啮合。	3	C	III	
	9.3	磨损、伸长	滚子链磨损及伸长不得跳齿或脱链，使传动失效。	3	B	III	
	9.4	张紧	应设置可调整链条的张紧机构。	4	C	II	
10 钢丝绳	10.1	选型	钢丝绳选型应符合以下要求： a) 摩擦传动用的钢丝绳直径应不小于 10mm，卷筒传动用的钢丝绳直径应不小于 6mm； b) 提升乘人装置用的卷筒、滑轮直径与钢丝绳直径之比应不小于 30，当钢丝绳对滑轮包角不大于 90° 时，滑轮直径与钢丝绳直径之比应不小于 20 倍； c) 卷筒和滑轮用的钢丝绳，宜选用线接触钢丝绳，在腐蚀环境中应选用镀锌钢丝绳。	2-3	B	III	

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

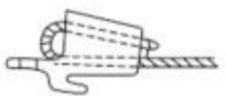
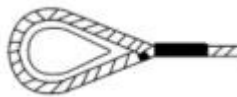
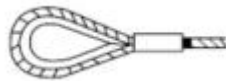
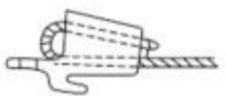
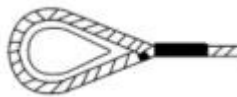
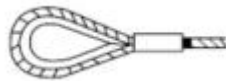
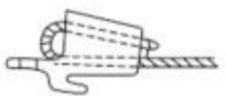
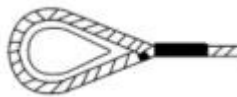
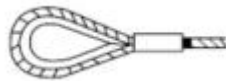
序号	项目 编号	评估内容	评估要求	严重 程度	概率 等级	风险 等级	备注																								
10 钢丝绳	10.2	端部紧固装置	端部应用紧固装置固定，其固定方法不同，端部强度不同（用效率表示）。端部一般固定方法的效率应符合下表的要求：	1	B	IV																									
			<table><tr><th>固定方法</th><th>名称</th><th>效率/%</th><th>备注</th></tr><tr><td></td><td>巴氏合金固定</td><td>100</td><td>一般称浇铸巴氏合金法</td></tr><tr><td></td><td>绳夹固定</td><td>80~85</td><td>绳夹加工不合适，效率为 50% 以下</td></tr><tr><td></td><td>楔块固定</td><td>65~70</td><td>楔块加工不合适，效率为 50% 以下</td></tr><tr><td></td><td>桃形环编织法</td><td>80~90</td><td>钢丝绳直径/mm Φ 16 以下，90% Φ 16~26，85% Φ 28~38，80%</td></tr><tr><td></td><td>桃形环绳箍</td><td>90~100</td><td>/</td></tr></table>					固定方法	名称	效率/%	备注		巴氏合金固定	100	一般称浇铸巴氏合金法		绳夹固定	80~85	绳夹加工不合适，效率为 50% 以下		楔块固定	65~70	楔块加工不合适，效率为 50% 以下		桃形环编织法	80~90	钢丝绳直径/mm Φ 16 以下，90% Φ 16~26，85% Φ 28~38，80%		桃形环绳箍	90~100	/
			固定方法					名称	效率/%	备注																					
								巴氏合金固定	100	一般称浇铸巴氏合金法																					
								绳夹固定	80~85	绳夹加工不合适，效率为 50% 以下																					
								楔块固定	65~70	楔块加工不合适，效率为 50% 以下																					
								桃形环编织法	80~90	钢丝绳直径/mm Φ 16 以下，90% Φ 16~26，85% Φ 28~38，80%																					
	桃形环绳箍	90~100	/																												

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注										
10 钢丝绳	10.5	报废	传动和提升用钢丝绳出现下列情况之一的，应报废： a) 传动和提升用钢丝绳的断丝和磨损超过允许值时（见下表）； b) 整根绳股断裂； c) 钢丝绳的纤维芯或钢丝（或多层绳股的内部绳股）断裂，造成绳股显著减小时； d) 由于外部腐蚀钢丝绳表面出现深坑，钢丝绳相当松弛时； e) 经确认有严重的内部腐蚀时； f) 出现笼形畸变时； g) 绳股被挤出，这种状况通常伴随笼形畸变产生； h) 局部直径严重增大或减小时； i) 局部弯折、扭结或被压扁时； j) 受特殊热力的作用，外表出现可识别的颜色时； k) 超过设计及有关技术规程规定的使用寿命时。 钢丝绳的断丝和磨损允许值 <table><tr><th>磨损状态</th><th>允许值</th></tr><tr><td>钢丝绳破断呈均匀分布状态</td><td>每股在一个捻距内破 数为 3 根</td></tr><tr><td>钢丝绳破断虽呈均匀分布状态，钢丝绳磨损后的剩余断面积为原断面积的 80％以下或严重腐蚀</td><td>每股在一个捻距内破断数为 2 根</td></tr><tr><td>钢丝在一处破断或特别集中在一股时</td><td>钢丝绳破断总数在一个捻距内，6 股为 10 根，8 股为 12 根</td></tr><tr><td>磨损后的钢丝绳直径</td><td>为原钢丝绳直径的 90％以上</td></tr></table>	磨损状态	允许值	钢丝绳破断呈均匀分布状态	每股在一个捻距内破 数为 3 根	钢丝绳破断虽呈均匀分布状态，钢丝绳磨损后的剩余断面积为原断面积的 80％以下或严重腐蚀	每股在一个捻距内破断数为 2 根	钢丝在一处破断或特别集中在一股时	钢丝绳破断总数在一个捻距内，6 股为 10 根，8 股为 12 根	磨损后的钢丝绳直径	为原钢丝绳直径的 90％以上	1	A	IV	
	磨损状态	允许值															
钢丝绳破断呈均匀分布状态	每股在一个捻距内破 数为 3 根																
钢丝绳破断虽呈均匀分布状态，钢丝绳磨损后的剩余断面积为原断面积的 80％以下或严重腐蚀	每股在一个捻距内破断数为 2 根																
钢丝在一处破断或特别集中在一股时	钢丝绳破断总数在一个捻距内，6 股为 10 根，8 股为 12 根																
磨损后的钢丝绳直径	为原钢丝绳直径的 90％以上																
10.6	压力可调装置或措施	摩擦传动应有压紧力可调的装置或措施。（适用于曳引提升）	1	B	IV												

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注
11 液压、 气动系统	11.1	设置	液压、气动系统设置应符合以下要求： a) 每台（套）应设置单独的液压或气动系统； b) 液压缸负载的反作用力通过液压缸的中心线； c) 单作用活塞式液压缸，应设计排气口，并设置在适当位置，以避免喷射的液体对人员造成危险； d) 液压及气动系统的压力应调整适当，启动和关闭时不应有异常的冲击振动； e) 液压站及空压站设置位置应适当，且便于应急救援和维修。	2	C	III	
	11.2	油管、气管	管路应排列整齐、布置合理，管卡分布是否合理，弯管处应无过压、过弯现象，软管管长是否适中，捆扎应结实、无摩擦、固定可靠。	4	C	II	
	11.3	接头	液压及气动传动的回转接头转动应灵活，密封应可靠，维修应方便。	4	C	II	
	11.4	油温	液压油温应符合以下要求： a) 当环境温度最高时，油泵进口油的温度不应超过 60℃，在环境温度最低时，设备应能正常工作； b) 当工作环境温度最高时，油箱油温不应超过 65℃，设备允许运行的环境温度范围内，设备应能正常工作。	4	C	II	
	11.5	油质及油箱密封	油质及油箱密封应符合以下要求： a) 液压系统在装配前，接头、管路及油箱内表面应清洗干净，不得有任何污物存在； b) 使用的液压油应保证清洁无杂质，油箱密封良好。	4	C	II	
	11.6	系统过压保护装置	液压或气动系统中，应设有不超过额定工作压力 1.2 倍的过压保护装置。	2	D	III	
	11.7	渗漏	液压系统不应渗漏油。气动系统不应明显漏气。	2-3	B	III	
	11.8	失压或失速保护装置或措施	乘人部分由油缸或气缸支撑升降，当压力管道、软管及泵等失效时，乘人部分下降速度不应大于 0.5m/s，否则应设有效的缓冲装置或保护装置。	1-2	B	III-IV	
	11.9	辅助系统	润滑、液压、气动等辅助系统的工作应正常。	3	B	III	
	11.10	安全附件	安全附件应进行校验或检定。	2	D	III	

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注								
12 重要轴	12.1	重要轴、销轴材料及其表面硬度	重要轴、销轴材料及其表面硬度应符合以下要求： a) 材质及性能应符合设计要求，必要时进行理化试验； b) 重要的轴和销轴宜进行调质处理，并符合 GB/T 699 和 GB/T 3077 的规定，调质后应进行无损检测，必要时应进行冲击试验。	1	A	IV									
	12.2	润滑	对于轴承及接触面有相对运动的部位，应有润滑措施，需要添加润滑剂的，应便于操作。润滑剂应按照使用维护保养说明书的要求进行选择。	4	C	II									
	12.3	圆角	重要轴及销轴应避免应力集中，如尽量小的截面变化、轴肩处尽可能大的圆角等。	1	D	III									
	12.4	无损检测	重要轴应进行超声检测及表面检测： a) 超声检测应当按照 GB/T 34370.5 的规定执行，零部件的脉冲反射法超声检测技术等级不低于 B 级，合格级别为 II 级； b) 表面检测： 表面检测应当按照 GB/T 34370.3 和 GB/T 34370.4 的规定执行，质量要求和合格级别如下： ——采用磁粉或者渗透检测，合格级别为 I 级； ——采用涡流检测，合格级别由设计图样或业主协商的当量尺寸确定； ——带油漆层的磁粉检测，应由经证明具备相应检测能力的专业人员实施。	1	B	IV									
	12.5	磨损和锈蚀	<table><tr><td colspan="2">游乐设施重要轴及销轴的检验应符合下表要求，超过允许值时应及时更换。</td></tr><tr><td>种类</td><td>允许值</td></tr><tr><td>轴直径磨损量</td><td>小于原直径的 0.8%，且最大不超过 1mm。</td></tr><tr><td>轴锈蚀量</td><td>打磨光后，小于原直径的 1%（包括凹坑处），且最大不超过 1mm。</td></tr></table>	游乐设施重要轴及销轴的检验应符合下表要求，超过允许值时应及时更换。		种类	允许值	轴直径磨损量	小于原直径的 0.8%，且最大不超过 1mm。	轴锈蚀量	打磨光后，小于原直径的 1%（包括凹坑处），且最大不超过 1mm。	1	B	IV	
	游乐设施重要轴及销轴的检验应符合下表要求，超过允许值时应及时更换。														
种类	允许值														
轴直径磨损量	小于原直径的 0.8%，且最大不超过 1mm。														
轴锈蚀量	打磨光后，小于原直径的 1%（包括凹坑处），且最大不超过 1mm。														
12.6	防松脱措施	重要零部件的销轴连接应有防脱落措施，易于检查。	1	A	IV										

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注
13 金属结构及连接	13.1	金属结构宏观情况	主要受力构件不应整体失稳，表面平整，无裂纹、变形、尖角、毛刺、磨损等。	1-4	A	III-IV	
	13.2	螺栓等连接	螺栓等连接应符合以下要求： a) 螺栓或铆钉联接不得松动，不应有缺件、损坏等缺陷，螺栓应无弯曲变形、损伤、磨损和锈蚀，螺栓头、螺纹根部应无裂纹； b) 重要螺栓连接应能满足载荷要求，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，高强度螺栓连接应有足够的预紧力矩。	1-4	A	III-IV	
	13.3	焊缝表面质量	接头应无漏焊、裂纹、烧穿、未焊透、密集气孔、塌陷、严重咬边、未焊满、夹渣等外观缺陷。	1-4	A	III-IV	
	13.4	无损检测	重要焊缝应进行不低于 100% 的表面探伤检测或超声探伤检测： a) 超声检测应当按照 GB/T 34370.5 的规定执行，质量要求和合格级别如下： ——要求进行全部无损检测的对焊接头，脉冲反射法检测技术等级不低于 B 级，合格级别为 I 级； ——要求进行局部无损检测的对焊接头，脉冲反射法超声检测技术等级不低于 B 级，合格级别为 II 级； ——角接接头的对接焊缝和 T 形接头的对接焊缝，脉冲反射法超声检测技术等级不低于 B 级，合格级别为 II 级； ——采用衍射时差法和相控阵超声检测的焊接接头，合格级别不低于 II 级。 b) 表面检测应当按照 GB/T 34370.3 和 GB/T 34370.4 的规定执行，质量要求和合格级别如下： ——采用磁粉或者渗透检测，合格级别为 I 级； ——采用涡流检测，合格级别由设计图样或业主协商的当量尺寸确定； ——带油漆层的磁粉检测，应由经证明具备相应检测能力的专业人员实施。	1	B	IV	
	13.5	垂直度公差	塔身结构的中心线对安装基准水平面的垂直度公差应不大于 1/1000。	3-4	C	II-III	
	13.6	倾斜度公差	回转支承面与回转支承安装基面的倾斜度公差应不大于 1/1000。	3-4	C	II-III	
	13.7	涂装、锈蚀情况	涂装、锈蚀情况应符合以下要求： a) 涂层应均匀，不存在剥离、漏涂、返锈、皱皮、流坠、针眼、气泡、凹坑、凸起等； b) 受力结构件的最大锈蚀深度应小于原型钢厚度的 15%； c) 结构件的排水措施应有效，其外表面及结构件内部不应有渗漏水或残留积水。	2-4	C	II-III	

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注		
14 非金属件	14.1	外观状态	玻璃、橡胶、尼龙、聚氨酯等不应存在裂纹、尖角、毛刺、老化、破损、变形、磨损等。	4	B	III			
15 木结构件	15.1	外观状态	木结构件不存在腐朽、虫眼、开裂、木节、髓心等现象。	4	B	III			
16 轨道结构	16.1	晃动	在设备运行时轨道不应有影响安全的异常晃动。	1	B	IV			
	16.2	磨损	游乐设施轨道的检验应符合下表要求，超过允许值时应及时更换。	1	C	IV			
			轨道形状					磨损部位	允许值
			型钢轨道					踏面、侧面	小于原厚度尺寸的 20%
			钢管轨道						小于原厚度尺寸的 15%
16.3	固定及运行	导轨与塔身的连接应牢固，运行中不应有卡滞现象。	2	B	III				
16.4	接头间隙及高低差	导轨轨道在接头处的轨面高低差应不大于 1mm，间隙应不大于 2mm，横向错位位移应不大于 1mm。	4	C	II				
17 导轮结构	17.1	导轮与导轨径向间隙	导轮与导轨径向间隙，单轨应不大于 5mm，双轨应不大于 10mm。	4	C	II			
	17.2	主轮、侧轮和底轮的磨损	游乐设施车轮的检验应符合下表要求，超过允许值时应及时更换。	3	B	III			
			种类					允许值	
主车轮			小于原直径尺寸的 2.5%，且最大不超过 6mm						
		侧轮和底轮	小于原直径尺寸的 2.5%，且最大不超过 4mm						

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注										
18 乘载 系统	18.1	乘人部分框架	乘人部分框架应符合以下要求： a) 乘客部分的支撑、轿厢、车辆等受力框架，应采用金属材料或其它高强度性能的非金属材料制成，在整体上应为坚固的结构。 b) 乘人装置的座位结构和型式应具有一定的束缚功能。对于运行过程中乘客有翻滚动作的设备，乘客座椅面两边和中间应设有效拦挡结构，适当增加座椅面倾角。	1	C	IV											
	18.2	玻璃钢件	玻璃钢件应符合以下要求： a) 不准许有浸渍不良、固化不良、气泡、切割面分层、厚度不均等缺陷； b) 表面不准许有裂纹、破损、明显修补痕迹、布纹显露、皱纹、凸凹不平、色调不一致等缺陷，转角处过渡要圆滑，不得有毛刺； c) 玻璃钢件与受力件直接连接时应有足够的强度，否则应预埋满足强度要求的金属件； d) 玻璃钢件力学性能应符合下表的规定： 玻璃钢件力学性能 <table><tr><th>项</th><th>指标</th></tr><tr><td>抗拉强度/MPa</td><td>≥78</td></tr><tr><td>抗弯强度/MPa</td><td>≥147</td></tr><tr><td>弹性模量度/MPa</td><td>≥7.3×10³</td></tr><tr><td>冲击韧度/(J·cm²)</td><td>≥11.7</td></tr></table>	项	指标	抗拉强度/MPa	≥78	抗弯强度/MPa	≥147	弹性模量度/MPa	≥7.3×10 ³	冲击韧度/(J·cm ²)	≥11.7	2-5	B	II-III	
	项	指标															
	抗拉强度/MPa	≥78															
	抗弯强度/MPa	≥147															
弹性模量度/MPa	≥7.3×10 ³																
冲击韧度/(J·cm ²)	≥11.7																
18.3	乘人部分尺寸	座席距地面最大高度 5m 以下时，座舱深度不小于 550mm，座席靠背高度不小于 300mm。座席距地面最大高度 5m 以上时，座舱深度不小于 800mm，座席靠背高度不小于 400mm。当设有安全杠和安全带等设施时，可适当减少座舱深度。乘人座席宽度每人应不小于 400mm，专供儿童乘坐的每人应不小于 250mm。	3	D	II												
18.4	乘人部分提升装置选型和平衡	吊挂乘人部分用的钢丝绳或链条数量不得少于两根。与座席部分的连接，应考虑一根断开时能够保持平衡。必要时，应设置两道保险装置。	2	C	III												

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容		评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注
18 乘载系统	18.5	乘人舱门锁紧装置		距地面 1m 以上封闭座舱的门，应设乘客在内部不能开启的两道锁紧装置或一道带保险的锁紧装置，非封闭座舱进出口处的拦挡物，也应有带保险的锁紧装置。	2	D	III	
	18.6	乘人部分提升装置运行状态		在运动过程中，由于翻滚、冲击或惯性力等作用，乘载系统的反作用力不应対乘客造成伤害。	1-4	B	III-IV	
	18.7	束缚装置	设置及状态	乘客束缚装置的锁紧装置，在游乐设施出现功能性故障或急停刹车的情况下，仍能保持其闭锁状态，除非采取疏导乘客的紧急措施。	1	D	III	
	18.8			锁定和释放机构可采用手动或自动控制方式。自动控制装置失效时，应能够用手动开启。	4	C	II	
	18.9			束缚装置打开应符合以下要求： a) 乘客应不能随意打开释放机构，而操作人员可方便和迅速地接近该位置，操作释放机构； b) 设计加速度在区域 4 与区域 5 的，以及旋转飞椅系列的大型游乐设施只允许操作人员手动或自动释放束缚装置，乘客在运行中不得自行打开；	1	D	III	
	18.10			按照 GB 8408 设计加速度分区在区域 4、区域 5 的飞行塔类游乐设施，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，束缚装置应为安全压杠，安全压杠应设置至少两套锁紧装置，锁紧装置应便于检查。	1	D	III	
	18.11		有效性	当游乐设施运行时，束缚装置应有效防止乘客在乘人装置内移动、碰撞或者甩出、滑出。	1-2	B	III-IV	
	18.12	安全压杠	强度、锁紧力等	安全压杠本身应具有足够的强度、锁紧力和适宜的结构形式，保证乘客不被甩出或掉下，并在设备停止运行前始终处于锁定状态。	1	B	IV	
	18.13		空行程	安全压杠行程应可调节，压杠在压紧状态时端部的游动量不大于 35mm。	1	D	III	
	18.14		压紧力	安全压杠压紧过程动作应缓慢，施加给乘客的最大力：对成人不大于 150N，对儿童不大于 80N。	4	C	II	

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容		评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注
18 承载系统	18.15	安全压杠	安全压杠下沿与座椅前部拦挡结构间隙	安全压杠下沿与座椅前部拦挡结构间隙检测，设备处于静止状态，压杠闭合至不同锁紧位置，座椅前部拦挡结构与压杠前端之间的最小距离 L 应不大于 70mm。	1	D	III	
	18.16	安全带	外观及状态	外观应无织带撕裂、开线、金属件碎裂、毛边，金属件塑性变形等。	1	B	IV	
	18.17		安全带设置	安全带宜采用尼龙编织带等适于露天使用的高强度的带子，带宽应不小于 30mm，安全带破断拉力应不小于 6000N。安全带与机体的连接应可靠，可以承受可预见的乘客各种动作产生的力。若直接固定在玻璃钢件上，其固定处应牢固可靠，否则应采取埋设金属构件等加强措施。	1	C	IV	
	18.18		卡扣组件	安全带卡扣组件应由金属材料制成。安全带卡扣组件本身、安全带卡扣组件与安全带的破断拉力应不小于 6000N。安全带卡扣组件应锁紧可靠，在无外力作用的情况下不应自行打开，必要时应设置防止乘客自行打开的保险装置。	1	B	IV	
	18.19	安全把手与安全挡杆	外观及状态	外观应无锈蚀和变形，连接应可靠。	1	B	IV	
19 应急救援	19.1	应急救援装置及措施		应急救援装置及措施应符合以下要求： a) 根据设备的特点设置有效的救援装置： ——设备发生故障、断电或其他可预见的意外情况时，应有必要的应急救援装备和乘客疏导措施，避免长时间高空滞留，保证乘客的安全； ——对于一端有配重的飞行塔类游乐设施，当动力电源失去或制动后，座舱应能靠自重回到下客位置，并有可靠的操作措施避免卡在死点位置； b) 所有关于设备应急救援所需设备、装置应放置易于接近的明显位置； c) 应急救援的备用电源或应急发电机应随时保持在可用状态，备用电源的选型应能满足设备满载状态下的稳定运行。	1	A	IV	

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注
19 应急救援	19.2	标识	操作室设有清晰的应急救援程序，封闭座舱应有应急救援联系方式。	4	C	II	
	19.3	有效性	有效性应符合以下要求： a) 设备在任何故障、各种载荷工况下，通过操作应急救援装置能够安全、及时地解救被困人员； b) 救援通道保持通畅，以便相关人员、救援设备无障碍地抵达紧急操作的位置等处。	1	A	IV	
20 供电系统	20.1	总电源开关设置	总电源开关设置应符合以下要求： a) 每台设备应当单独装设主开关，主开关应当易于接近和操作，如果从控制柜处不容易直接操作主开关，该控制柜应当设置能分断主电源的断路器； b) 主开关应当具有稳定的断开和闭合位置。	3	D	II	
	20.2	电气元件容量	主回路电气元件（如开关、接触器、继电器）应至少满足容量的需求。	3	C	III	
	20.3	漏电保护装置外观及状态	安装在水泵房、游泳池等潮湿场所的电气设备以及使用非安全电压的装饰照明设备，应有剩余电流动作保护装置。用于直接接触电击防护时，应选用 0.1s、30mA 高灵敏度快速动作型的剩余电流保护器。在间接接触防护中，采用自动切断电源的剩余电流保护器时，应正确地与电网的系统接地型式相配合。	1	C	IV	
	20.4	电源进线的敷设	供电电源线的敷设应满足 GB/T 5226.1 的要求。	4	C	II	
	20.5	电气设备的保护	电气设备的保护应符合以下要求： a) 应设短路保护； b) 应设过流保护； c) 应设欠压保护。	2	C	III	
	20.6	低压配电系统的接地型式	游乐设施的低压配电系统的接地型式应采用 TN—S 系统或 TN—C—S 系统。	3	D	II	
	20.7	接地要求和接地电阻	电气设备中正常情况下不带电的金属外壳、金属管槽、电缆金属保护层、互感器二次回路等应与电源线的地线（PE）可靠连接，低压配电系统保护接地电阻应不大于 10 Ω。	1	D	III	

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注
20 供电系统	20.8	驱动电动机、电控柜带电回路的绝缘	电压有效值大于 50V 的带电回路与接地装置之间的绝缘电阻应不小于 $1\text{M}\Omega$ 。	1	B	IV	
	20.9	工作电压不大于 50V 的电源变压器绝缘	工作电压不大于 50V 的电源变压器的初、次级绕组间要采用相当于双重绝缘或加强绝缘水平的绝缘隔离，变压器的初、次级绕组间的绝缘电阻不小于 $7\text{M}\Omega$ 。变压器绕组对金属外壳间的绝缘电阻不小于 $2\text{M}\Omega$ 。	1	C	IV	
	20.10	变频器工作温度	变频器输入或输出、制动单元及制动电阻的接线端子和铜排不应出现严重的过热变形、拉弧氧化或腐蚀。	2	D	III	
	20.11	集电器	集电器应符合以下规定： a) 根据结构和功能要求，可采用轴向或端面滑环的结构型式，滑环应选用导电性能良好的材料； b) 电刷和滑环应接触良好，并满足电流容量要求； c) 室外外露的集电器应采取防水措施或具有防水功能，满足外露情况下的使用要求。	4	C	II	
21 控制和操作系统	21.1	设置	当电源中断，可能致运行数据丢失，整个系统难以快速恢复时，应设置 UPS 电源装置。	5	B	II	
	21.2		采用自动控制或联锁控制时应有维修（维护）模式，每个运动宜能单独控制。	4	C	II	
	21.3		设备高度不小于 40m 时，应有一套备用电气控制系统，并与主电气控制系统有效隔离。	2	D	III	
	21.4		设备运行与相序有关时，宜装设相序保护装置。	3	D	II	
	21.5	控制元件	断路器、继电器、开关、传感器、执行机构电气元件等电气器件运行状态应良好。	1-2	B	III-IV	
	21.6	无线、非机械式传感器的抗干扰	采用无线和非机械式传感器等参与控制时，应充分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，宜设有故障监测及报警系统。当信号传输有误时，不应有人员伤害发生。	2-4	C	II-III	

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注
21 控制和 操作 系统	21.7	控制输入	传感器应安装良好，动作有效。	1	B	IV	
	21.8	控制输出	控制逻辑应可靠合理。	1	B	IV	
	21.9	操作按钮、信号灯等标志和颜色	操作按钮、控制手柄和软件操作界面等应有明显的中文标识，按钮、信号灯等颜色标识应符合 GB/T 5226.1 的规定。	5	A	II	
	21.10	启动按钮	启动按钮应设置在乘客不易触及的区域，特殊情况应加防护隔离罩。	2	D	III	
	21.11	紧急停止按钮	操作台上应设置紧急停止按钮（必要时站台上也应设置），按钮型式应采用凸起手动复位式。不允许由于按动紧急停止按钮而造成危险。	1	D	III	
	21.12	乘客操作电器开关	由乘人操作的电器开关应采用不大于 24V 的安全电压，对于工作电压难以满足上述要求的设备，其开关的操作杆和操作手柄等类似结构，应符合 GB 4706.1—2005 中 8.1.1、8.1.4、8.1.5、8.2 的规定。	1	D	III	
	21.13	限位控制装置	游乐设施在运行中超过预定位置有可能发生危险时，应有限位控制和极限位置控制装置，控制装置应安全可靠。	1	B	IV	
	21.14	防止误起动控制装置或措施	在安装、维护、检验时，需要进入危险区域或人体某个部分（例如手臂）伸进危险区域时，应有防止误起动的控制措施，一般可采取下列措施： ——控制或联锁元件设置于危险区域，并只能在此处闭锁或启动； ——具有可拔出的开关钥匙。	1	D	III	
	21.15	安全联锁	安全联锁功能应符合以下要求： a) 设计加速度在区域 4 与区域 5 的大型游乐设施，应实现主要乘客束缚装置闭合并锁紧与设备启动自动联锁功能； b) 液压或气压系统应设置工作压力与设备启动联锁； c) 安全联锁功能应正确、灵敏、可靠。	1	B	IV	

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注
21 控制和操作系统	21.16	超过工作限值控制	超过工作限值（速度、压力、转矩、位置、温度等）可能导致危险情况的场合，工作限值超限时应触发相应的保护控制。	1	B	IV	
	21.17	防止钢丝绳过卷、松弛和断绳控制装置	用卷筒和曳引机传动的游乐设施应设有防止钢丝绳过卷、松弛的控制及极限位置控制装置，正常运行情况下操作员不可见的多根钢丝绳传动系统应有断绳检测控制装置。	1-2	B	III-IV	
22 配电盘柜	22.1	设置和外观状态	配电盘柜内接配接线规范、无松动。	4	C	II	
			外露器件应采用安全电压。	1	D	III	
			电线引入引出口处应圆滑，有线皮保护措施，无尖锐、锋利的钝边。	4	C	II	
			室外安装使用的配电盘柜应具备足够的防水等级，无破损，无内部进水。	4	C	II	
	22.2	安全警示标志	安全警示标志应无明显破损。	4	C	II	
	22.3	门锁	配电盘柜应设置门锁。	2	B	III	
	22.4	端子排	端子排应符合以下要求： a) 端子排应固定牢固，无损坏，端子应有便于维护检查时使用的唯一性标识； b) 端子排应无尖角、毛刺等可能伤及人员的安全隐患。	4	C	II	
	22.5	配电线接头及连接	配电线接头及连接应符合以下要求： a) 外接配电线与配管连接应牢固可靠，应不存在劣化与损伤状况； b) 线头压接端子及压接方式应符合要求，无松动，标识无破损； c) 非安全电压端子应有防止触碰触电的隔离措施。	1	D	III	
	22.6	接地线颜色	保护导体应使用绿——黄双色组合标识。	5	B	II	

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注
22 配电盘柜	22.7	继电器、接触器工作情况	接触器不应出现： a) 外壳破损存在触电危险或导致其外壳防护等级不符合要求； b) 当切断或接通线圈电路时，接触器不能可靠的断开或闭合； c) 接触器、继电器触电严重磨损或锈蚀，或触点接触不良，或达到最高动作次数，或有不正常噪声。	2	C	III	
23 配线槽	23.1	设置及状态	配线槽是否规则，动力线与信号线有无电磁干扰隐患，有无积水等安全隐患。	4	C	II	
24 视频监控视系统	24.1	外观及状态	视频监控系统应保证设备运行时，整机运行情况处于监控状态，监控显示画面应清晰。	5	B	II	
25 配电房	25.1	设置及状态	配电房内通风照明状况应良好，无积水、易燃物堆积的安全隐患。	4	C	II	
26 装饰照明系统	26.1	回路设置	装饰照明等附属设施的电气控制系统应设置独立的保护措施，当其故障时，不应影响设备主体及其电气控制系统的正常工作。	4	C	II	
	26.2	外观状态	安装应牢固，灯具无破损等。	4	C	II	
	26.3	电压	乘客容易接触（高度小于 2.5m 或安全距离小于 500mm）的装饰照明电压，应采用不大于 50V 的安全电压。	3	C	III	
	26.4	照度	游乐设施根据运行工况应有相应的照明和应急照明设备，乘客通道照明照度应不低于 60lx，应急照明照度应不低 20lx。	4	C	II	
27 防碰撞及缓冲装置	27.1	设置	防碰撞及缓冲装置设置应符合以下要求： a) 升降装置的极限位置，应设置缓冲装置； b) 乘人部分由油缸或气缸支承升降时，应有缓冲措施或保护措施； c) 落地式的吊舱在着地支脚处应有缓冲装置。	1	D	III	
28 断绳保护装置	28.1	设置	断绳保护装置设置位置、安装方式、结构型式是否符合设计，外观是否破损缺失，结构有无变形、损坏，功能是否正常。	1	C	IV	

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注
29 限速 （防超速）装置	29.1	设置	限速（防超速）机械装置应符合以下要求： a) 有可能超速的游乐设施应设有安全可靠的限速装置或措施； b) 限速装置动作是否灵敏可靠，对于运行时存在磨损的机械式限速装置，检查厚度是否符合设计，磨损情况是否异常，结构是否变形损坏，限速器应有定期进行校验的要求。	1	C	IV	
30 限位装置	30.1	设置	游乐设施在运行中超过预定位置有可能发生危险时（如油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），应设置限位装置，阻止其向不安全方向运行。必要时加装能切断总电源的极限开关。	1	D	III	
31 基础	31.1	基础宏观情况	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。移动式游乐设施的基础，应平整、坚实、符合设备安装要求。	1-2	C	III-IV	
	31.2	地脚螺栓	地脚螺栓应符合以下要求： a) 基础表面和地脚螺栓预留孔中的油污、碎石、泥土、积水应清除干净，地脚螺栓的螺纹和螺母应保护完好，放置垫铁部分的表面应处理平； b) 地脚螺栓安装面应高于周围地面，避免积水造成腐蚀，条件限制的应对螺栓采取有效的防腐措施。应确保螺栓超出螺母 2 倍~3 倍螺距； c) 地脚螺栓应采取防止松动的措施，并应符合 GB 50231—2009 中 4.1 的规定。	4	B	III	
32 运行区域的安全防护	32.1	乘人部分与障碍物间安全距离	凡乘客身体可伸到座舱以外时，应设有防止乘客在运行中与周围障碍物相碰撞的安全装置，或留出不小于 500mm 的安全距离。当全程或局部运行速度不大于 1m/s 处时，其安全距离可适当减少，但不应小于 300mm。从座席面至上方障碍物的距离应不小于 1400mm。专供儿童乘坐的游乐设施应不小于 1100mm。对于飞行塔类游乐设施，其安全距离应当在其最大旋转半径基础上不少于 500mm。	2	C	III	
	32.2	乘客可触及之处的危险突出物	凡乘客可触及之处，不允许有外露的锐边、尖角、毛刺和危险突出物等。	2	C	III	

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注
32 运行区域的安全防护	32.3	操作室的视野情况	游乐设施的操作室应单独设置，视野开阔，有充分的活动空间和照明。对于操作人员无法观察到运转情况的盲区，有可能发生危险时，应有监视系统等安全措施。操作室内不能观察到全部上下客情况且乘客安全束缚装置没有和启动联锁的，应在相应的位置增加安全确认按钮，且与启动联锁。	3	C	III	
	32.4	风速计	高度 20m 以上的室外游乐设施，应设有风速计，风速大于 15 m/s 时，应停止运营。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，其最低安装高度为 10m。	4	C	II	
	32.5	避雷装置	当设备高度大于 15m 时应有避雷装置，并应采取防闪电电涌侵入的措施。设备高度超过 60m 时，还应有防侧向雷击的防雷措施。避雷装置应连接可靠，其接地电阻应不大于 10 Ω。防雷装置应符合 GB 50057 的相关要求，并经过相关部门检验合格。	2	D	III	
	32.6	防护装置或隔离措施	乘客可触及的机械传动部件（如齿轮、皮带轮、联轴器等）应有防护罩或其他保护措施。	1	D	III	
	32.7	安全网或其他防坠物措施	在有可能导致人体、物体坠落而造成伤害的地方，应设置安全网，安全网的联接应可靠，安全网的性能应符合 GB 5725 的要求。	1	D	III	
	32.8	航空障碍警示灯	设备高度大于 45m 时，应设置航空障碍警示灯。	3	D	II	
	32.9	安装位置	游乐设施不应设置在高压架空输电线路通道内。	1	D	III	
33 功能试验	33.1	空载运行试验	空载运行试验应符合以下要求： a) 评估设备在进行空载运行试验前，如前项评估项目明确存在影响空载运行稳定性的问题，则不予进行空载运行试验，该项按存在问题处理； b) 分别进行手动和自动试验，各不少于 5 次。功能试验应符合以下要求： ——整机应运行正常，不准许有爬行和异常的振动、冲击、发热、声响及卡滞； ——机械及结构零部件应平稳，无异常振动、窜动、冲击、噪声、异常变形、永久变形、脱落、干涉、卡滞及损坏等现象； ——各种仪表、指示灯应工作正常； ——电气零部件不应有脱落、损坏、异常发热现象。	1-2	B	III-IV	

表 A.1 在用飞行塔类大型游乐设施设备本体安全评估项目（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	严重程度	概率等级	风险等级	备注
33 功能 试验	33.2	满载运行试验	满载运行试验应符合以下要求： a) 评估设备在进行满载运行试验前，如前项评估项目明确存在影响满载运行稳定性的问题，则不予进行满载运行试验，该项按存在问题处理； b) 各乘人部分按额定载荷均布加载，按实际工况连续运行不少于 3 个工作循环。功能试验应符合以下要求： ——整机应运行正常，不准许有爬行和异常的振动、冲击、发热、声响及卡滞； ——机械及结构零部件应平稳，无异常振动、窜动、冲击、噪声、异常变形、永久变形、脱落、干涉、卡滞及损坏等现象； ——各种仪表、指示灯应工作正常； ——电气零部件不应有脱落、损坏、异常发热现象。	1	C	IV	
	33.3	偏载运行试验	偏载运行试验应符合以下要求： a) 评估设备在进行偏载运行试验前，如前项评估项目明确存在影响偏载运行稳定性的问题，则不予进行偏载运行试验，该项按存在问题处理； b) 标准要求做偏载试验的，应做偏载试验，偏载量应按照相关标准或设备使用维护保养说明书设置。功能试验应符合以下要求： ——整机应运行正常，不准许有爬行和异常的振动、冲击、发热、声响及卡滞； ——机械及结构零部件应平稳，无异常振动、窜动、冲击、噪声、异常变形、永久变形、脱落、干涉、卡滞及损坏等现象； ——各种仪表、指示灯应工作正常； ——电气零部件不应有脱落、损坏、异常发热现象。	1	C	IV	
34 性能 试验	34.1	运行速度	按标准、设计参数校核。转速、运行速度等动态参数与设计值的偏差应在-10%~5%。	3	D	II	
	34.2	应力测试	重要受力部件的应力应满足设计要求，必要时，应进行应力测试。	1	C	IV	
35 安全 性能	35.1	传动系统安全性能	传动系统的设计，应保证系统在失效的情况下，游乐设施处于安全状态。（根据设计文件，对设备传动系统失效的安全保护装置的确认）	1	C	IV	

附 录 B

(资料性)

安全评估常用的仪器设备及精度

表 B.1 规定了在用飞行塔类大型游乐设施安全评估常用的仪器设备及精度。

表 B.1 安全评估常用的仪器设备及精度表

序号	仪器设备名称	精度要求	备注
1	测速仪	$\pm 1\text{km/h}$	
2	测距仪	1 级	
3	硬度计	0.8%	
4	测厚仪	$\pm (1\%H+0.1)\text{mm}$	H 为被测件厚度
5	温度计	$\pm (2\%T)\text{℃}$	T 为被测物温度
6	测温仪	$\pm (2\%T)\text{℃}$	T 为被测物温度
7	湿度计	$\pm 2\%$	
8	压力表	$\pm 7\text{Pa}$	
9	风速表	$\pm 0.4\text{m/s}$	
10	倾角测量仪	$\pm 0.5^\circ$	
11	水平度测量仪	$2\text{mm}+2\text{ }\mu\text{m}$	
12	计时器	$\pm 0.5\text{s/d}$	
13	游标卡尺	0.02mm	
14	钢板尺	1 级	
15	钢卷尺	1 级	
16	塞尺	1 级	
17	圆角规	1 级	
18	动、静态应变仪	静态系统 $<3\%$ ；动态系统 $<8\%$	
19	加速度测试仪	见 GB/T 39079 的要求	
20	全站仪	$(2+2.0\times 10^{-6}D)\text{mm}$	D 为实际测量距离 (km)
21	测力计	$\pm 0.6\text{N}$	
22	电流表	$\pm 4\%$	
23	电压表	$\pm 2\%$	
24	绝缘电阻测试仪	$\pm 3\%$	
25	接地电阻测试仪	$\pm 3\%$	
26	涂层测厚仪	$\pm (3\%H+1)\text{ }\mu\text{m}$	H 为被测涂层厚度
27	垂直度测量仪	$2\text{mm}+2\text{ }\mu\text{m}$	
28	百分表	0.01mm	
29	超声波探伤仪	水平 $<1\%$ ；垂直 $<5\%$	便携式
30	磁粉探伤仪	A1 试片	便携式

附 录 C
(资料性)

在用飞行塔类大型游乐设施安全评估报告 (含附件 1 和附件 2)

在用飞行塔类大型游乐设施安全评估报告格式见表 C.1。

表 C.1 在用飞行塔类大型游乐设施安全评估报告 (格式)

报告编号:	
飞行塔类大型游乐设施安全评估报告	
使用单位:	
委托单位:	
注册代码:	
设备名称:	
评估日期:	
(评估机构)	

声 明

1. 依据国家有关法律法规和相关规范标准实施飞行塔类大型游乐设施安全评估。
2. 本报告中给出的评估意见仅对被评估飞行塔类大型游乐设施的当时状况有效，当评估后飞行塔类大型游乐设施及其环境出现任何变更时，本评估意见中涉及的相关项目和结论都不再适用。
3. 在任何情况下，若需引用本报告中的结果或数据都应保持其本来的意义，不得擅自进行增加、修改、伪造或掩盖事实。
4. 为保证委托方利益，本报告仅提供给委托方，不向第三方提供，并为其保密。未经本机构受托方同意，委托方不能将此报告外传，或将报告中的某一部分拷贝。
5. 委托方应当对所提供资料的真实性、有效性负责。受托方应当对所提供报告结论的真实性、公正性负责。
6. 飞行塔类大型游乐设施安全评估是针对本台飞行塔类大型游乐设施的评估时现状提出可能存在的相关风险和改进建议，不能取代日常的飞行塔类大型游乐设施安全使用管理、维护保养管理及国家规定的定期检验。建议使用单位对本报告提出的对策与措施予以重视，加强飞行塔类大型游乐设施日常管理，进行经常性的维修检查，防患于未然，对措施要求中需改进的技术要求应当落实整改。

飞行塔类大型游乐设施安全评估报告

一、设备信息

设备名称			出厂编号	
使用单位				
使用地点				
安全管理人员			设计使用期限	
制造日期			评估原因	
制造单位				
设备型号			使用登记证编号	
改造（修理）单位			改造（修理）日期	
设备 参数	座舱数量		回转直径	
	额定乘人		回转半径	
	设备高度		额定速度	
	驱动功率			
仪器设备				
备注				
评估依据				
评估结论				
安全评估组长		年 月 日		（评估机构签章） 年 月 日
安全评估组员		年 月 日		
审核		年 月 日		
批准		年 月 日		

二、设备本体评估项目与综合分析

序号	项目编号	问题描述	风险等级	风险可能产生的后果	对策与措施

三、使用管理评估项目与综合分析

序号	项目（评估内容）	问题描述	建议措施

附件 1

飞行塔类大型游乐设施安全评估表

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施
1 设备周边设施	1.1	安全栅栏及进、出口	安全栅栏及进、出口设置应符合以下要求： a) 游乐设施应有有效的隔离措施，防止人员误入，并分别设有进、出口； b) 安全栅栏应分别设进、出口，在进口处宜设引导栅栏，站台应有防滑措施； c) 安全栅栏门开启方向应与乘客行进方向一致（特殊情况除外），为防止开关门时对人员的手造成伤害，门边框与立柱之间的间隙应适当，或采取其他防护措施。					
	1.2	安全栅栏尺寸	安全栅栏尺寸应符合以下要求： a) 游乐设施周围及高出地面 500mm 以上的站台，应设置安全栅栏或其他有效的隔离设施，室外安全栅栏高度应不低于 1100mm，室内儿童娱乐项目，安全栅栏高度应不低于 650mm，栅栏的间隙和距离地面的间隙应不大于 120mm，安全栅栏应设置为儿童不易攀爬的结构，工作人员专用通道或平台的栅栏除外； b) 当站台高度超过 2m 时，安全栅栏高度应不低于 1200mm。					
	1.3	通往设备平台的阶梯	游乐设施进出口的台阶宽度应不小于 240mm，高度为 140mm~200mm，阶梯的坡度应保持一致。进出口为斜坡时，坡度不大于 1: 6；有防滑花纹的斜坡，坡度不大于 1: 4。					
	1.4	用于检修的爬梯、通道、平台	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 500mm，爬梯步间距范围为 250mm~350mm。高于 2m 的爬梯应设置防护装置或安全带挂接装置。					
	1.5	安全标志	安全标志应符合以下要求： a) 必要时，应在游乐设施明显的位置设置醒目的安全标志，安全标志分为禁止标志（红色）、警告标志（黄色）、指令标志（蓝色）和提示标志（绿色）等四种类型，安全标志的图形式样应符合 GB 2894、GB 13495.1 的规定； b) 乘人装置应明确标识额定乘员数量和承载重量。					

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施
	1.6	乘客须知	乘客须知应符合以下要求： a) 在游乐设施明显处应公布乘客须知，操作人员应随时向乘客宣传注意事项，制止乘客的危险行为； b) 使用单位对非专供儿童乘坐的游乐设施，应根据设备特点等，对乘坐儿童的年龄和身高进行规定。					
	1.7	音响等信号装置	应设置起动前提示乘客注意安全的音响等信号装置。					
	1.8	附属设施及附加载荷	游乐设施的假山、艺术造型等附属设施，应与设备保持符合标准的安全距离，防止意外掉落、坍塌或者倾倒之后对设备本身及乘客造成伤害。附加载荷应安装牢固，不影响设备运行安全。					
2 轴承	2.1	状态	轴承不应出现碎裂，影响运行的磨损。					
	2.2	温度和温升	轴承温度和温升应符合以下要求： a) 滚动轴承端盖处温升不大于 30℃，最高温度不大于 65℃； b) 滑动轴承进油孔处温升不大于 35℃，且最高温度不大于 70℃。					
	2.3	润滑	对于轴承及接触面有相对运动的部位，应有润滑措施，需要添加润滑剂的，应便于操作。润滑剂应按照使用维护保养说明书的要求进行选择。					
3 电动机	3.1	选型	电动机的选型应符合以下要求： a) 电动机的选型应符合 GB/T 5226.1 的规定； b) 在满载和设计允许偏载的情况下，连续工作的异步电机工作电流应不大于电机的额定电流； c) 对频繁直接起动的异步电机，起动电流应不大于额定电流的 4.5 倍。					

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施
3 电动机	3.2	安装	电动机应安装良好。					
	3.3	状态	电动机的不应出现下列情况之一： a) 电动机绕组短路、断路、烧毁； b) 电动机定子、转子严重磨损； c) 电动机外壳或机座破裂。					
	3.4	温升	电动机本身因素导致工作温升不应超标，B 级（130℃）绝缘工作温升不应超过 80K，F 级（155℃）绝缘工作温升不应超过 105K。					
	3.5	过载（过热）保护	电动机应有过载（过热）保护。					
	3.6	起动端电压	电动机频繁起动时端电压不宜低于额定电压的 90%，不频繁起动时电压不宜低于额定电压的 85%。					
4 联轴器	4.1	安装	联轴器应安装良好，与电动机输出轴端、减速机联结处应固定可靠；运转中联轴器不应有振动、冲击和异响。联轴器挡圈、柱销等组件应完好。					
	4.2	两轴的同轴度和端间隙	联轴器两轴的同轴度和端间隙符合 GB 50231 的规定。					
	4.3	径向跳动	联轴器径向跳动量应符合制造厂设计要求。					
	4.4	轴向窜动	联轴器轴向窜动量应符合制造厂设计要求。					

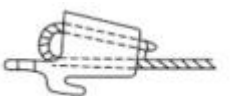
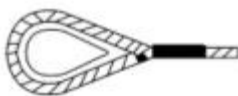
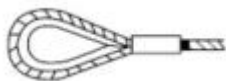
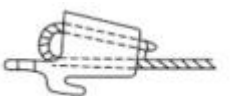
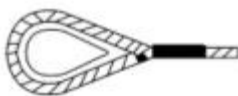
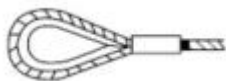
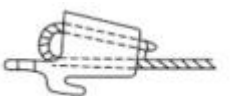
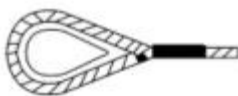
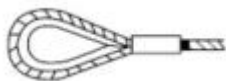
飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施
5 制动器	5.1	设置	制动器设置应符合以下要求： a) 当动力电源切断后，停机过程时间较长或要求定位准确的游乐设施，应设制动装置，设备在制动停止后，应能使运动部件保持静止状态，必要时应设置辅助锁定装置； b) 制动系统应保证游乐设施紧急停机时不产生较大冲击，升降系统制动应优先选用设备静止或缓慢下降制动方式，旋转制动宜选用自然停车或能耗制动方式，制动停止后，应使运动部件、承载系统保持静止状态且乘客处于安全状态，必要时应设置辅助锁紧装置或驻车装置； c) 制动装置的构件应有足够的强度（必要时还应验算其疲劳强度），制动装置的制动行程应可调节。					
	5.2	型式	游乐设施应视其运动形式、速度及其结构的不同，采用不同的制动方式和制动器结构（如机械、电动、液压、气动以及手动等），制动型式应符合运动特点且安全可靠。					
	5.3	动力源切断或控制中断时制动状态	游乐设施在运行时，若动力源切断或制动装置控制中断，应确保游乐设施能安全停止，或制动器处于安全状态。					
	5.4	维持电压	制动器的维持电压应符合制造厂设计要求。					
	5.5	制动力矩	制动装置的制动力矩（力）应根据实际情况设置，不应引起安全问题及设备受损。手控制动装置操作手柄的作用力应为 100N~200N。					
	5.6	部件状态	制动器部件不应出现下列情况之一： a) 制动器的制动衬块与制动轮完全脱离； b) 制动衬块严重磨损或者制动弹簧失效，导致制动力不足； c) 受力结构件出现裂纹或者严重磨损； d) 制动器电磁线圈铁芯动作异常，出现卡阻现象； e) 制动器电磁线圈防尘件破损； f) 制动闸衬磨损量超过原厚度的 50%； g) 制动轮表面存在明显划痕。					

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施
5 制动器	5.7	制动加速度	制动装置应平稳可靠，不应使乘客感受到明显的冲击或使设备结构有明显的振动、摇晃。无乘客束缚装置时，在正常工况下，制动加速度绝对值一般不大于 5.0m/s^2 。必要时可增设减速制动装置。					
6 减速箱	6.1	齿轮油	齿轮油应符合以下要求： a) 按照使用维护保养说明书要求，选择适合的齿轮油并定期更换； b) 轴伸出处无明显的渗漏油情况。					
	6.2	传动轴、键	传动轴或者键不应出现影响安全运行的损坏。					
7 齿轮	7.1	选型	齿轮的设计或选型应符合游乐设施的实际工况，并符合相关国家标准的规定。					
	7.2	润滑	应当有良好的润滑。润滑剂应按照使用维护保养说明书的要求进行选择。					
	7.3	啮合面状态	无异常偏啮合及偏磨损，轮齿不得出现塑性变形、折断、裂纹、齿面点蚀或胶合等形式的严重失效。					
	7.4	啮合接触斑点	齿轮及齿条传动时，接触斑点百分率为：在齿高方向不小于 40%，在齿长方向不小于 50%。					
8 传动带	8.1	选型	传动带的设计或选型应符合游乐设施的实际工况，并符合相关国家标准的规定。					
	8.2	摩擦力	传动摩擦力足够，运行不打滑。					
	8.3	磨损	传动带是否磨损严重、裂纹、老化、扯皮等缺陷。					
	8.4	张紧	应设置可调整皮带的张紧机构。					
9 滚子链	9.1	选型	传送动力的滚子链，应符合 GB/T 1243 的规定。					
	9.2	啮合	链与链轮正确啮合。					
	9.3	磨损、伸长	滚子链磨损及伸长不得跳齿或脱链，使传动失效。					
	9.4	张紧	应设置可调整链条的张紧机构。					

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施																							
10 钢丝绳	10.1	选型	钢丝绳选型应符合以下要求： a) 摩擦传动用的钢丝绳直径应不小于 10mm，卷筒传动用的钢丝绳直径应不小于 6mm； b) 提升乘人装置用的卷筒、滑轮直径与钢丝绳直径之比应不小于 30，当钢丝绳对滑轮包角不大于 90° 时，滑轮直径与钢丝绳直径之比应不小于 20 倍； c) 卷筒和滑轮用的钢丝绳，宜选用线接触钢丝绳，在腐蚀环境中应选用镀锌钢丝绳。																												
	10.2	端部紧固装置	端部应用紧固装置固定，其固定方法不同，端部强度不同（用效率表示）。端部一般固定方法的效率应符合下表的要求： <table><tr><th>固定方法</th><th>名称</th><th>效率/%</th><th>备注</th></tr><tr><td></td><td>巴氏合金固定</td><td>100</td><td>一般称浇铸巴氏合金法</td></tr><tr><td></td><td>绳夹固定</td><td>80~85</td><td>绳夹加工不合适，效率为 50% 以下</td></tr><tr><td></td><td>楔块固定</td><td>65~70</td><td>楔块加工不合适，效率为 50% 以下</td></tr><tr><td></td><td>桃形环编织法</td><td>80~90</td><td>钢丝绳直径/mm φ 16 以下，90% φ 16~26，85% φ 28~38，80%</td></tr><tr><td></td><td>桃形环绳箍</td><td>90~100</td><td>/</td></tr></table>	固定方法	名称	效率/%	备注		巴氏合金固定	100	一般称浇铸巴氏合金法		绳夹固定	80~85	绳夹加工不合适，效率为 50% 以下		楔块固定	65~70	楔块加工不合适，效率为 50% 以下		桃形环编织法	80~90	钢丝绳直径/mm φ 16 以下，90% φ 16~26，85% φ 28~38，80%		桃形环绳箍	90~100	/				
固定方法	名称	效率/%	备注																												
	巴氏合金固定	100	一般称浇铸巴氏合金法																												
	绳夹固定	80~85	绳夹加工不合适，效率为 50% 以下																												
	楔块固定	65~70	楔块加工不合适，效率为 50% 以下																												
	桃形环编织法	80~90	钢丝绳直径/mm φ 16 以下，90% φ 16~26，85% φ 28~38，80%																												
	桃形环绳箍	90~100	/																												

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目 编号	评估内容	评估要求	问题 描述	严重 程度	概率 等级	风险 等级	措施																														
10 钢丝绳	10.3	绳夹	绳夹安装情况应符合以下要求： a) 采用绳夹固定时，U 型螺栓应由钢丝绳的短边套上，应符合下图所示：  正确的方法  错误的方法 b) 重要部位钢丝绳直径与绳夹的数量和间距，应符合下表的要求： <table><tr><th>钢丝绳直径/mm</th><th>绳夹数量/个</th><th>绳夹间距/mm</th></tr><tr><td><9</td><td>3</td><td>50</td></tr><tr><td>9~16</td><td>4</td><td>80~100</td></tr><tr><td>18</td><td>5</td><td>110</td></tr><tr><td>22</td><td>5</td><td>130</td></tr><tr><td>24</td><td>5</td><td>150</td></tr><tr><td>28</td><td>5</td><td>180</td></tr><tr><td>32</td><td>6</td><td>200</td></tr><tr><td>36</td><td>7</td><td>230</td></tr><tr><td>38</td><td>8</td><td>250</td></tr></table>	钢丝绳直径/mm	绳夹数量/个	绳夹间距/mm	<9	3	50	9~16	4	80~100	18	5	110	22	5	130	24	5	150	28	5	180	32	6	200	36	7	230	38	8	250					
	钢丝绳直径/mm	绳夹数量/个	绳夹间距/mm																																			
<9	3	50																																				
9~16	4	80~100																																				
18	5	110																																				
22	5	130																																				
24	5	150																																				
28	5	180																																				
32	6	200																																				
36	7	230																																				
38	8	250																																				
	10.4	余量及脱槽装置	钢丝绳的终端在卷筒上应留有不少于三圈的余量。当采用滑轮传动或导向时，应考虑设置防止钢丝绳从滑轮上脱落的结构。																																			

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施										
10 钢丝绳	10.5	报废	传动和提升用钢丝绳出现下列情况之一的，应报废： a) 传动和提升用钢丝绳的断丝和磨损超过允许值时（见下表）； b) 整根绳股断裂； c) 钢丝绳的纤维芯或钢丝（或多层绳股的内部绳股）断裂，造成绳股显著减小时； d) 由于外部腐蚀钢丝绳表面出现深坑，钢丝绳相当松弛时； e) 经确认有严重的内部腐蚀时； f) 出现笼形畸变时； g) 绳股被挤出，这种状况通常伴随笼形畸变产生； h) 局部直径严重增大或减小时； i) 局部弯折、扭结或被压扁时； j) 受特殊热力的作用，外表出现可识别的颜色时； k) 超过设计及有关技术规程规定的使用寿命时。 钢丝绳的断丝和磨损允许值 <table><tr><th>磨损状态</th><th>允许值</th></tr><tr><td>钢丝绳破断呈均匀分布状态</td><td>每股在一个捻距内破断数为 3 根</td></tr><tr><td>钢丝绳破断虽呈均匀分布状态，钢丝绳磨损后的剩余断面积为原断面积的 80％以下或严重腐蚀</td><td>每股在一个捻距内破断数为 2 根</td></tr><tr><td>钢丝绳在一处破断或特别集中在一股时</td><td>钢丝绳破断总数在一个捻距内，6 股为 10 根，8 股为 12 根</td></tr><tr><td>磨损后的钢丝绳直径</td><td>为原钢丝绳直径的 90％以上</td></tr></table>	磨损状态	允许值	钢丝绳破断呈均匀分布状态	每股在一个捻距内破断数为 3 根	钢丝绳破断虽呈均匀分布状态，钢丝绳磨损后的剩余断面积为原断面积的 80％以下或严重腐蚀	每股在一个捻距内破断数为 2 根	钢丝绳在一处破断或特别集中在一股时	钢丝绳破断总数在一个捻距内，6 股为 10 根，8 股为 12 根	磨损后的钢丝绳直径	为原钢丝绳直径的 90％以上					
	磨损状态	允许值																
钢丝绳破断呈均匀分布状态	每股在一个捻距内破断数为 3 根																	
钢丝绳破断虽呈均匀分布状态，钢丝绳磨损后的剩余断面积为原断面积的 80％以下或严重腐蚀	每股在一个捻距内破断数为 2 根																	
钢丝绳在一处破断或特别集中在一股时	钢丝绳破断总数在一个捻距内，6 股为 10 根，8 股为 12 根																	
磨损后的钢丝绳直径	为原钢丝绳直径的 90％以上																	
	10.6	压力可调装置或措施	摩擦传动应有压紧力可调的装置或措施。（适用于曳引提升）															

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施
11 液压、气动系统	11.1	设置	液压、气动系统设置应符合以下要求： a) 每台（套）应设置单独的液压或气动系统； b) 液压缸负载的反作用力通过液压缸的中心线； c) 单作用活塞式液压缸，应设计排气口，并设置在适当位置，以避免喷射的液体对人员造成危险； d) 液压及气动系统的压力应调整适当，启动和关闭时不应有异常的冲击振动； e) 液压站及空压站设置位置应适当，且便于应急救援和维修。					
	11.2	油管、气管	管路应排列整齐、布置合理，管卡分布是否合理，弯管处应无过压、过弯现象，软管管长是否适中，捆扎应结实、无摩擦、固定可靠。					
	11.3	接头	液压及气动传动的回转接头转动应灵活，密封应可靠，维修应方便。					
	11.4	油温	液压油温应符合以下要求： a) 当环境温度最高时，油泵进口油的温度不应超过 60℃，在环境温度最低时，设备应能正常工作； b) 当工作环境温度最高时，油箱油温不应超过 65℃，设备允许运行的环境温度范围内，设备应能正常工作。					
	11.5	油质及油箱密封	油质及油箱密封应符合以下要求： a) 液压系统在装配前，接头、管路及油箱内表面应清洗干净，不得有任何污物存在； b) 使用的液压油应保证清洁无杂质，油箱密封良好。					
	11.6	系统过压保护装置	液压或气动系统中，应设有不超过额定工作压力 1.2 倍的过压保护装置。					
	11.7	渗漏	液压系统不应渗漏油。气动系统不应明显漏气。					
	11.8	失压或失速保护装置或措施	乘人部分由油缸或气缸支撑升降，当压力管道、软管及泵等失效时，乘人部分下降速度不应大于 0.5m/s，否则应设有效的缓冲装置或保护装置。					

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施								
11 液压、气动系统	11.9	辅助系统	润滑、液压、气动等辅助系统的工作应正常。													
	11.10	安全附件	安全附件应进行校验或检定。													
12 重要轴	12.1	重要轴、销轴材料及其表面硬度	重要轴、销轴材料及其表面硬度应符合以下要求： a) 材质及性能应符合设计要求，必要时进行理化试验； b) 重要的轴和销轴宜进行调质处理，并符合 GB/T 699 和 GB/T 3077 的规定，调质后应进行无损检测，必要时应进行冲击试验。													
	12.2	润滑	对于轴承及接触面有相对运动的部位，应有润滑措施，需要添加润滑剂的，应便于操作。润滑剂应按照使用维护保养说明书的要求进行选择。													
	12.3	圆角	重要轴及销轴应避免应力集中，如尽量小的截面变化、轴肩处尽可能大的圆角等。													
	12.4	无损检测	重要轴应进行超声检测及表面检测： a) 超声检测应当按照 GB/T 34370.5 的规定执行，零部件的脉冲反射法超声检测技术等级不低于 B 级，合格级别为 II 级； b) 表面检测： 表面检测应当按照 GB/T 34370.3 和 GB/T 34370.4 的规定执行，质量要求和合格级别如下： ——采用磁粉或者渗透检测，合格级别为 I 级； ——采用涡流检测，合格级别由设计图样或业主协商的当量尺寸确定； ——带油漆层的磁粉检测，应由经证明具备相应检测能力的专业人员实施。													
	12.5	磨损和锈蚀	<table><tr><td colspan="2">游乐设施重要轴及销轴的检验应符合下表要求，超过允许值时应及时更换。</td></tr><tr><td>种类</td><td>允许值</td></tr><tr><td>轴直径磨损量</td><td>小于原直径的 0.8%，且最大不超过 1mm。</td></tr><tr><td>轴锈蚀量</td><td>打磨光后，小于原直径的 1%（包括凹坑处），且最大不超过 1mm。</td></tr></table>	游乐设施重要轴及销轴的检验应符合下表要求，超过允许值时应及时更换。		种类	允许值	轴直径磨损量	小于原直径的 0.8%，且最大不超过 1mm。	轴锈蚀量	打磨光后，小于原直径的 1%（包括凹坑处），且最大不超过 1mm。					
	游乐设施重要轴及销轴的检验应符合下表要求，超过允许值时应及时更换。															
种类	允许值															
轴直径磨损量	小于原直径的 0.8%，且最大不超过 1mm。															
轴锈蚀量	打磨光后，小于原直径的 1%（包括凹坑处），且最大不超过 1mm。															
12.6	防松脱措施	重要零部件的销轴连接应有防脱落措施，易于检查。														

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施
13 金属结构及连接	13.1	金属结构宏观情况	主要受力构件不应整体失稳，表面平整，无裂纹、变形、尖角、毛刺、磨损等。					
	13.2	螺栓等连接	螺栓等连接应符合以下要求： a) 螺栓或铆钉联接不得松动，不应有缺件、损坏等缺陷，螺栓应无弯曲变形、损伤、磨损和锈蚀，螺栓头、螺纹根部应无裂纹； b) 重要螺栓连接应能满足载荷要求，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，高强度螺栓连接应有足够的预紧力矩。					
	13.3	焊缝表面质量	接头应无漏焊、裂纹、烧穿、未焊透、密集气孔、塌陷、严重咬边、未焊满、夹渣等外观缺陷。					
	13.4	无损检测	重要焊缝应进行不低于 100% 的表面探伤检测或超声探伤检测： a) 超声检测应当按照 GB/T 34370.5 的规定执行，质量要求和合格级别如下： ——要求进行全部无损检测的对接接头，脉冲反射法检测技术等级不低于 B 级，合格级别为 I 级； ——要求进行局部无损检测的对接接头，脉冲反射法超声检测技术等级不低于 B 级，合格级别为 II 级； ——角接接头的对接焊缝和 T 形接头的对接焊缝，脉冲反射法超声检测技术等级不低于 B 级，合格级别为 II 级； ——采用衍射时差法和相控阵超声检测的焊接接头，合格级别不低于 II 级。 b) 表面检测应当按照 GB/T 34370.3 和 GB/T 34370.4 的规定执行，质量要求和合格级别如下： ——采用磁粉或者渗透检测，合格级别为 I 级； ——采用涡流检测，合格级别由设计图样或业主协商的当量尺寸确定； ——带油漆层的磁粉检测，应由经证明具备相应检测能力的专业人员实施。					
	13.5	垂直度公差	塔身结构的中心线对安装基准水平面的垂直度公差应不大于 1/1000。					
	13.6	倾斜度公差	回转支承面与回转支承安装基面的倾斜度公差应不大于 1/1000。					

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施		
13 金属结构及连接	13.7	涂装、锈蚀情况	涂装、锈蚀情况应符合以下要求： a) 涂层应均匀，不存在剥离、漏涂、返锈、皱皮、流坠、针眼、气泡、凹坑、凸起等； b) 受力结构件的最大锈蚀深度应小于原型钢厚度的 15%； c) 结构件的排水措施应有效，其外表面及结构件内部不应有渗漏水或残留积水。							
14 非金属件	14.1	外观状态	玻璃、橡胶、尼龙、聚氨酯等不应存在裂纹、尖角、毛刺、老化、破损、变形、磨损等。							
15 木结构件	15.1	外观状态	木结构件不存在腐朽、虫眼、开裂、木节、髓心等现象。							
16 轨道结构	16.1	晃动	在设备运行时轨道不应有影响安全的异常晃动。							
	16.2	磨损	游乐设施轨道的检验应符合下表要求，超过允许值时应及时更换。							
			轨道形状						磨损部位	允许值
			型钢轨道						踏面、侧面	小于原厚度尺寸的 20%
	钢管轨道	小于原厚度尺寸的 15%								
16.3	固定及运行	导轨与塔身的连接应牢固，运行中不应有卡滞现象。								
16.4	接头间隙及高低差	导轨轨道在接头处的轨面高低差应不大于 1mm，间隙应不大于 2mm，横向错位位移应不大于 1mm。								

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施										
17 导轮结构	17.1	导轮与导轨径向间隙	导轮与导轨径向间隙，单轨应不大于 5mm，双轨应不大于 10mm。															
	17.2	主轮、侧轮和底轮的磨损	游乐设施车轮的检验应符合下表要求，超过允许值时应及时更换。															
			种类						允许值									
主车轮			小于原直径尺寸的 2.5%，且最大不超过 6mm															
		侧轮和底轮	小于原直径尺寸的 2.5%，且最大不超过 4mm															
18 乘载系统	18.1	乘人部分框架	乘人部分框架应符合以下要求： a) 乘客部分的支撑、轿厢、车辆等受力框架，应采用金属材料或其它高强度性能的非金属材料制成，在整体上应为坚固的结构。 b) 乘人装置的座位结构和型式应具有一定的束缚功能。对于运行过程中乘客有翻滚动作的设备，乘客座椅面两边和中间应设有效拦挡结构，适当增加座椅面倾角。															
	18.2	玻璃钢件	玻璃钢件应符合以下要求： a) 不准许有浸渍不良、固化不良、气泡、切割面分层、厚度不均等缺陷； b) 表面不准许有裂纹、破损、明显修补痕迹、布纹显露、皱纹、凸凹不平、色调不一致等缺陷，转角处过渡要圆滑，不得有毛刺； c) 玻璃钢件与受力件直接连接时应有足够的强度，否则应预埋满足强度要求的金属件； d) 玻璃钢件力学性能应符合下表的规定： 玻璃钢件力学性能															
			<table><tr><td>项目</td><td>指标</td></tr><tr><td>抗拉强度/MPa</td><td>≥78</td></tr><tr><td>抗弯强度/MPa</td><td>≥147</td></tr><tr><td>弹性模量度/MPa</td><td>≥7.3×10³</td></tr><tr><td>冲击韧度/(J·cm²)</td><td>≥11.7</td></tr></table>	项目	指标	抗拉强度/MPa	≥78	抗弯强度/MPa	≥147	弹性模量度/MPa	≥7.3×10 ³	冲击韧度/(J·cm ²)	≥11.7					
项目	指标																	
抗拉强度/MPa	≥78																	
抗弯强度/MPa	≥147																	
弹性模量度/MPa	≥7.3×10 ³																	
冲击韧度/(J·cm ²)	≥11.7																	

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求		问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施
18 乘载系统	18.3	乘人部分尺寸	座席距地面最大高度 5m 以下时，座舱深度不小于 550mm，座席靠背高度不小于 300mm。座席距地面最大高度 5m 以上时，座舱深度不小于 800mm，座席靠背高度不小于 400mm。当设有安全杠和安全带等设施时，可适当减少座舱深度。乘人座席宽度每人应不小于 400mm，专供儿童乘坐的每人应不小于 250mm。						
	18.4	乘人部分提升装置选型和平衡	吊挂乘人部分用的钢丝绳或链条数量不得少于两根。与座席部分的连接，应考虑一根断开时能够保持平衡。必要时，应设置两道保险装置。						
	18.5	乘人舱门锁紧装置	距地面 1m 以上封闭座舱的门，应设乘客在内部不能开启的两道锁紧装置或一道带保险的锁紧装置，非封闭座舱进出口处的拦挡物，也应有带保险的锁紧装置。						
	18.6	乘人部分提升装置运行状态	在运动过程中，由于翻滚、冲击或惯性力等作用，乘载系统的反作用力不应对乘客造成伤害。						
	18.7	束缚装置	设置及状态	乘客束缚装置的锁紧装置，在游乐设施出现功能性故障或急停刹车的情况下，仍能保持其闭锁状态，除非采取疏导乘客的紧急措施。					
	18.8			锁定和释放机构可采用手动或自动控制方式。自动控制装置失效时，应能够用手动开启。					
	18.9			束缚装置打开应符合以下要求： a) 乘客应不能随意打开释放机构，而操作人员可方便和迅速地接近该位置，操作释放机构； b) 设计加速度在区域 4 与区域 5 的，以及旋转飞椅系列的大型游乐设施只允许操作人员手动或自动释放束缚装置，乘客在运行中不得自行打开；					
	18.10			按照 GB 8408 设计加速度分区在区域 4、区域 5 的飞行塔类游乐设施，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，束缚装置应为安全压杠，安全压杠应设置至少两套锁紧装置，锁紧装置应便于检查。					
	18.11			有效性	当游乐设施运行时，束缚装置应有效防止乘客在乘人装置内移动、碰撞或者甩出、滑出。				

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求		问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施
18 承载系统	18.12	安全压杠	强度、锁紧力等	安全压杠本身应具有足够的强度、锁紧力和适宜的结构形式，保证乘客不被甩出或掉下，并在设备停止运行前始终处于锁定状态。					
	18.13		空行程	安全压杠行程应可调节，压杠在压紧状态时端部的游动量不大于 35mm。					
	18.14		压紧力	安全压杠压紧过程动作应缓慢，施加给乘客的最大力：对成人不大于 150N，对儿童不大于 80N。					
	18.15		安全压杠下沿与座椅前部拦挡结构间隙	安全压杠下沿与座椅前部拦挡结构间隙检测，设备处于静止状态，压杠闭合至不同锁紧位置，座椅面前部拦挡结构与压杠前端之间的最小距离 L 应不大于 70mm。					
	18.16	安全带	外观及状态	外观应无织带撕裂、开线、金属件碎裂、毛边，金属件塑性变形等。					
	18.17		安全带设置	安全带宜采用尼龙编织带等适于露天使用的高强度的带子，带宽应不小于 30mm，安全带破断拉力应不小于 6000N。安全带与机体的连接应可靠，可以承受可预见的乘客各种动作产生的力。若直接固定在玻璃钢件上，其固定处应牢固可靠，否则应采取埋设金属构件等加强措施。					
	18.18		卡扣组件	安全带卡扣组件应由金属材料制成。安全带卡扣组件本身、安全带卡扣组件与安全带的破断拉力应不小于 6000N。安全带卡扣组件应锁紧可靠，在无外力作用的情况下不应自行打开，必要时应设置防止乘客自行打开的保险装置。					
	18.19	安全把手与安全挡杆	外观及状态	外观应无锈蚀和变形，连接应可靠。					

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施
19 应急救援	19.1	应急救援装置及措施	应急救援装置及措施应符合以下要求： a) 根据设备的特点设置有效的救援装置： ——设备发生故障、断电或其他可预见的意外情况时，应有必要的应急救援装备和乘客疏导措施，避免长时间高空滞留，保证乘客的安全； ——对于一端有配重的飞行塔类游乐设施，当动力电源失去或制动后，座舱应能靠自重回到下客位置，并有可靠的操作措施避免卡在死点位置； b) 所有关于设备应急救援所需设备、装置应放置易于接近的明显位置； c) 应急救援的备用电源或应急发电机应随时保持在可用状态，备用电源的选型应能满足设备满载状态下的稳定运行。					
	19.2	标识	操作室设有清晰的应急救援程序，封闭座舱应有应急救援联系方式。					
	19.3	有效性	有效性应符合以下要求： a) 设备在任何故障、各种载荷工况下，通过操作应急救援装置能够安全、及时地解救被困人员； b) 救援通道保持通畅，以便相关人员、救援设备无障碍地抵达紧急操作的位置等处。					
20 供电系统	20.1	总电源开关设置	总电源开关设置应符合以下要求： a) 每台设备应当单独装设主开关，主开关应当易于接近和操作，如果从控制柜处不容易直接操作主开关，该控制柜应当设置能分断主电源的断路器； b) 主开关应当具有稳定的断开和闭合位置。					
	20.2	电气元件容量	主回路电气元件（如开关、接触器、继电器）应至少满足容量的需求。					
	20.3	漏电保护装置外观及状态	安装在水泵房、游泳池等潮湿场所的电气设备以及使用非安全电压的装饰照明设备，应有剩余电流动作保护装置。用于直接接触电击防护时，应选用 0.1s、30mA 高灵敏度快速动作型的剩余电流保护器。在间接接触防护中，采用自动切断电源的剩余电流保护器时，应正确地与电网的系统接地型式相配合。					
	20.4	电源进线的敷设	供电电源线的敷设应满足 GB/T 5226.1 的要求。					

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施
20 供电系统	20.5	电气设备的保护	电气设备的保护应符合以下要求： a) 应设短路保护； b) 应设过流保护； c) 应设欠压保护。					
	20.6	低压配电系统的接地型式	游乐设施的低压配电系统的接地型式应采用 TN—S 系统或 TN—C—S 系统。					
	20.7	接地要求和接地电阻	电气设备中正常情况下不带电的金属外壳、金属管槽、电缆金属保护层、互感器二次回路等应与电源线的地线（PE）可靠连接，低压配电系统保护接地电阻应不大于 $10\ \Omega$ 。					
	20.8	驱动电动机、电控柜带电回路的绝缘	电压有效值大于 50V 的带电回路与接地装置之间的绝缘电阻应不小于 $1\text{M}\ \Omega$ 。					
	20.9	工作电压不大于 50V 的电源变压器绝缘	工作电压不大于 50V 的电源变压器的初、次级绕组间要采用相当于双重绝缘或加强绝缘水平的绝缘隔离，变压器的初、次级绕组间的绝缘电阻不小于 $7\text{M}\ \Omega$ 。变压器绕组对金属外壳间的绝缘电阻不小于 $2\text{M}\ \Omega$ 。					
	20.10	变频器工作温度	变频器输入或输出、制动单元及制动电阻的接线端子和铜排不应出现严重的过热变形、拉弧氧化或腐蚀。					
	20.11	集电器	集电器应符合以下规定： a) 根据结构和功能要求，可采用轴向或端面滑环的结构型式，滑环应选用导电性能良好的材料； b) 电刷和滑环应接触良好，并满足电流容量要求； c) 室外外露的集电器应采取防水措施或具有防水功能，满足外露情况下的使用要求。					

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施
21 控制和操作系统	21.1	设置	当电源中断，可能致运行数据丢失，整个系统难以快速恢复时，应设置 UPS 电源装置。					
	21.2		采用自动控制或联锁控制时应有维修（维护）模式，每个运动宜能单独控制。					
	21.3		设备高度不小于 40m 时，应有一套备用电气控制系统，并与主电气控制系统有效隔离。					
	21.4		设备运行与相序有关时，宜装设相序保护装置。					
	21.5	控制元件	断路器、继电器、开关、传感器、执行机构电气元件等电气器件运行状态应良好。					
	21.6	无线、非机械式传感器的抗干扰	采用无线和非机械式传感器等参与控制时，应充分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，宜设有故障监测及报警系统。当信号传输有误时，不应有人员伤害发生。					
	21.7	控制输入	传感器应安装良好，动作有效。					
	21.8	控制输出	控制逻辑应可靠合理。					
	21.9	操作按钮、信号灯等标志和颜色	操作按钮、控制手柄和软件操作界面等应有明显的中文标识，按钮、信号灯等颜色标识应符合 GB/T 5226.1 的规定。					
	21.10	启动按钮	启动按钮应设置在乘客不易触及的区域，特殊情况应加防护隔离罩。					
	21.11	紧急停止按钮	操作台上应设置紧急停止按钮（必要时站台上也应设置），按钮型式应采用凸起手动复位式。不允许由于按动紧急停止按钮而造成危险。					
	21.12	乘客操作电器开关	由乘人操作的电器开关应采用不大于 24V 的安全电压，对于工作电压难以满足上述要求的设备，其开关的操作杆和操作手柄等类似结构，应符合 GB 4706.1—2005 中 8.1.1、8.1.4、8.1.5、8.2 的规定。					

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施
21 控制和操作系统	21.13	限位控制装置	游乐设施在运行中超过预定位置有可能发生危险时，应有限位控制和极限位置控制装置，控制装置应安全可靠。					
	21.14	防止误启动控制装置或措施	在安装、维护、检验时，需要进入危险区域或人体某个部分（例如手臂）伸进危险区域时，应有防止误启动的控制措施，一般可采取下列措施： ——控制或联锁元件设置于危险区域，并只能在此处闭锁或启动； ——具有可拔出的开关钥匙。					
	21.15	安全联锁	安全联锁功能应符合以下要求： a) 设计加速度在区域 4 与区域 5 的大型游乐设施，应实现主要乘客束缚装置闭合并锁紧与设备启动自动联锁功能； b) 液压或气压系统应设置工作压力与设备启动联锁； c) 安全联锁功能应正确、灵敏、可靠。					
	21.16	超过工作限值控制	超过工作限值（速度、压力、转矩、位置、温度等）可能导致危险情况的场合，工作限值超限时应触发相应的保护控制。					
	21.17	防止钢丝绳过卷、松弛和断绳控制装置	用卷筒和曳引机传动的游乐设施应设有防止钢丝绳过卷、松弛的控制及极限位置控制装置，正常运行情况下操作员不可见的多根钢丝绳传动系统应有断绳检测控制装置。					
22 配电盘柜	22.1	设置和外观状态	配电盘柜内接配接线规范、无松动。					
			外露器件应采用安全电压。					
			电线引入进出口处应圆滑，有线皮保护措施，无尖锐、锋利的钝边。					
			室外安装使用的配电盘柜应具备足够的防水等级，无破损，无内部进水。					

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施
22 配电盘柜	22.2	安全警示标志	安全警示标志应无明显破损。					
	22.3	门锁	配电盘柜应设置门锁。					
	22.4	端子排	端子排应符合以下要求： a) 端子排应固定牢固，无损坏，端子应有便于维护检查时使用的唯一性标识； b) 端子排应无尖角、毛刺等可能伤及人员的安全隐患。					
	22.5	配电线接头及连接	配电线接头及连接应符合以下要求： a) 外接配电线与配管连接应牢固可靠，应不存在劣化与损伤状况； b) 线头压接端子及压接方式应符合要求，无松动，标识无破损； c) 非安全电压端子应有防止触碰触电的隔离措施。					
	22.6	接地线颜色	保护导体应使用绿——黄双色组合标识。					
	22.7	继电器、接触器工作情况	接触器不应出现： a) 外壳破损存在触电危险或导致其外壳防护等级不符合要求； b) 当切断或接通线圈电路时，接触器不能可靠的断开或闭合； c) 接触器、继电器触电严重磨损或锈蚀，或触点接触不良，或达到最高动作次数，或有不正常噪声。					
23 配线槽	23.1	设置及状态	配线槽是否规则，动力线与信号线有无电磁干扰隐患，有无积水等安全隐患。					
24 视频监控系统	24.1	外观及状态	视频监控系统应保证设备运行时，整机运行情况处于监控状态，监控显示画面应清晰。					
25 配电房	25.1	设置及状态	配电房内通风照明状况应良好，无积水、易燃物堆积的安全隐患。					

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施
26 装饰照明系统	26.1	回路设置	装饰照明等附属设施的电气控制系统应设置独立的保护措施，当其故障时，不应影响设备主体及其电气控制系统的正常工作。					
	26.2	外观状态	安装应牢固，灯具无破损等。					
	26.3	电压	乘客容易接触（高度小于 2.5m 或安全距离小于 500mm）的装饰照明电压，应采用不大于 50V 的安全电压。					
	26.4	照度	游乐设施根据运行工况应有相应的照明和应急照明设备，乘客通道照明照度应不低于 60lx，应急照明照度应不低 20lx。					
27 防碰撞及缓冲装置	27.1	设置	防碰撞及缓冲装置设置应符合以下要求： a) 升降装置的极限位置，应设置缓冲装置； b) 乘人部分由油缸或气缸支承升降时，应有缓冲措施或保护措施； c) 落地式的吊舱在着地支脚处应有缓冲装置。					
28 断绳保护装置	28.1	设置	断绳保护装置设置位置、安装方式、结构型式是否符合设计，外观是否破损缺失，结构有无变形、损坏，功能是否正常。					
29 限速（防超速）装置	29.1	设置	限速（防超速）机械装置应符合以下要求： a) 有可能超速的游乐设施应设有安全可靠的限速装置或措施； b) 限速装置动作是否灵敏可靠，对于运行时存在磨损的机械式限速装置，检查厚度是否符合设计，磨损情况是否异常，结构是否变形损坏，限速器应有定期进行校验的要求。					
30 限位装置	30.1	设置	游乐设施在运行中超过预定位置有可能发生危险时（如油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），应设置限位装置，阻止其向不安全方向运行。必要时加装能切断总电源的极限开关。					

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施
31	基础	31.1 基础宏观情况	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。移动式游乐设施的基础，应平整、坚实、符合设备安装要求。					
		31.2 地脚螺栓	地脚螺栓应符合以下要求： a) 基础表面和地脚螺栓预留孔中的油污、碎石、泥土、积水应清除干净，地脚螺栓的螺纹和螺母应保护完好，放置垫铁部分的表面应处理平； b) 地脚螺栓安装面应高于周围地面，避免积水造成腐蚀，条件限制的应对螺栓采取有效的防腐措施。应确保螺栓超出螺母 2 倍~3 倍螺距； c) 地脚螺栓应采取防止松动的措施，并应符合 GB 50231—2009 中 4.1 的规定。					
32	运行区域的安全防护	32.1 乘人部分与障碍物间安全距离	凡乘客身体可伸到座舱以外时，应设有防止乘客在运行中与周围障碍物相碰撞的安全装置，或留出不小于 500mm 的安全距离。当全程或局部运行速度不大于 1m/s 处时，其安全距离可适当减少，但不应小于 300mm。从座席面至上方障碍物的距离应不小于 1400mm。专供儿童乘坐的游乐设施应不小于 1100mm。对于飞行塔类游乐设施，其安全距离应当在其最大旋转半径基础上不少于 500mm。					
		32.2 乘客可触及之处的危险突出物	凡乘客可触及之处，不允许有外露的锐边、尖角、毛刺和危险突出物等。					
		32.3 操作室的视野情况	游乐设施的操作室应单独设置，视野开阔，有充分的活动空间和照明。对于操作人员无法观察到运转情况的盲区，有可能发生危险时，应有监视系统等安全措施。操作室内不能观察到全部上下客情况且乘客安全束缚装置没有和启动联锁的，应在相应的位置增加安全确认按钮，且与启动联锁。					
		32.4 风速计	高度 20m 以上的室外游乐设施，应设有风速计，风速大于 15 m/s 时，应停止运营。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，其最低安装高度为 10m。					
		32.5 避雷装置	当设备高度大于 15m 时应有避雷装置，并应采取防闪电电涌侵入的措施。设备高度超过 60m 时，还应有防侧向雷击的防雷措施。避雷装置应连接可靠，其接地电阻应不大于 10 Ω。防雷装置应符合 GB 50057 的相关要求，并经过相关部门检验合格。					

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施
32 运行区域的安全防护	32.6	防护装置或隔离措施	乘客可触及的机械传动部件（如齿轮、皮带轮、联轴器等）应有防护罩或其他保护措施。					
	32.7	安全网或其他防坠物措施	在有可能导致人体、物体坠落而造成伤害的地方，应设置安全网，安全网的联接应可靠，安全网的性能应符合 GB 5725 的要求。					
	32.8	航空障碍警示灯	设备高度大于 45m 时，应设置航空障碍警示灯。					
	32.9	安装位置	游乐设施不应设置在高压架空输电线路通道内。					
33 功能试验	33.1	空载运行试验	空载运行试验应符合以下要求： a) 评估设备在进行空载运行试验前，如前项评估项目明确存在影响空载运行稳定性的问题，则不予进行空载运行试验，该项按存在问题处理； b) 分别进行手动和自动试验，各不少于 5 次。功能试验应符合以下要求： ——整机应运行正常，不准许有爬行和异常的振动、冲击、发热、声响及卡滞； ——机械及结构零部件应平稳，无异常振动、窜动、冲击、噪声、异常变形、永久变形、脱落、干涉、卡滞及损坏等现象； ——各种仪表、指示灯应工作正常； ——电气零部件不应有脱落、损坏、异常发热现象。					
	33.2	满载运行试验	满载运行试验应符合以下要求： a) 评估设备在进行满载运行试验前，如前项评估项目明确存在影响满载运行稳定性的问题，则不予进行满载运行试验，该项按存在问题处理； b) 各乘人部分按额定载荷均布加载，按实际工况连续运行不少于 3 个工作循环。功能试验应符合以下要求： ——整机应运行正常，不准许有爬行和异常的振动、冲击、发热、声响及卡滞； ——机械及结构零部件应平稳，无异常振动、窜动、冲击、噪声、异常变形、永久变形、脱落、干涉、卡滞及损坏等现象； ——各种仪表、指示灯应工作正常； ——电气零部件不应有脱落、损坏、异常发热现象。					

飞行塔类大型游乐设施安全评估表（续）

序号	项目编号	评估内容	评估要求	问题描述	严重程度	概率等级	风险等级	措施
33 功能 试验	33.3	偏载运行 试验	偏载运行试验应符合以下要求： a) 评估设备在进行偏载运行试验前，如前项评估项目明确存在影响偏载运行稳定性的问题，则不予进行偏载运行试验，该项按存在问题处理； b) 标准要求做偏载试验的，应做偏载试验，偏载量应按照相关标准或设备使用维护保养说明书设置。功能试验应符合以下要求： ——整机应运行正常，不准许有爬行和异常的振动、冲击、发热、声响及卡滞； ——机械及结构零部件应平稳，无异常振动、窜动、冲击、噪声、异常变形、永久变形、脱落、干涉、卡滞及损坏等现象； ——各种仪表、指示灯应工作正常； ——电气零部件不应有脱落、损坏、异常发热现象。					
34 性能 试验	34.1	运行速度	按标准、设计参数校核。转速、运行速度等动态参数与设计值的偏差应在-10%~5%。					
	34.2	应力测试	重要受力部件的应力应满足设计要求，必要时，应进行应力测试。					
35 安全 性能	35.1	传动系统安全性能	传动系统的设计，应保证系统在失效的情况下，游乐设施处于安全状态。（根据设计文件，对设备传动系统失效的安全保护装置的确认）					

附件 2:

使用管理项目安全评估表

序号	项目（评估内容）	评估要求	评估结论	问题描述	建议措施	备注
1	使用登记证有效性	设备在投入使用前或投入使用后 30 日内应办理使用登记证，并且置于显著位置。				
2	制造、安装、改造、修理单位资质合法性	从事大型游乐设施制造、安装、改造、修理的单位，必须依据《中华人民共和国特种设备安全法》以及有关法律、法规、规章和安全技术规范等规定取得相应的许可资质，并且在许可的范围内从事相应的工作。				
3	建立安全管理制度情况	应当建立健全安全管理制度，并严格执行，安全管理制度至少包括以下内容： a) 大型游乐设施安全管理机构的设置及相关人员的岗位职责； b) 技术档案管理制度； c) 设备管理制度（含设备采购、安装、改造、修理、维护保养、使用、报废等制度）； d) 安全操作规程； e) 经常性维护保养、定期自行检查和有关记录制度； f) 使用登记、法定检验申请实施管理制度； g) 隐患排查治理制度； h) 作业和服务人员守则； i) 安全管理人员、作业人员及相关运营服务人员安全培训考核制度； j) 应急救援管理制度（含应急救援演练制度）； k) 意外事件和事故处理制度。				

使用管理项目安全评估表（续）

序号	项目（评估内容）	评估要求	评估结论	问题描述	建议措施	备注
4	安全管理制度落实情况	根据已建立的使用管理制度，应落实以下内容： a) 是否设置安全管理机构及配备安全管理人员，明确了各级管理机构、安全管理人员、作业人员等相关人员的岗位职责； b) 设备技术档案是否存档良好、齐全； c) 是否明确了设备采购、安装、改造、修理、维护保养、使用、报废等的制度要求，设备的出厂铭牌、改造铭牌、安全使用标识、安全注意事项（含乘客须知）、警示标志是否置于显著位置； d) 操作规程应符合设备运行特点，应包括设备运行参数、操作程序和方法、维护保养要求、安全注意事项、巡回检查和异常情况处置规定及相应记录； e) 是否按照设备使用维护保养说明书制定了维护保养、定期自行检查的制度要求，明确了时间频次、项目、内容要求等，并且记录完善，在国家法定节假日或举行大型群众性活动前，运营使用单位应当对大型游乐设施进行全面检查维护； f) 是否办理使用登记。应明确设备安装、改造、大修后应进行监督检验的要求，设备每年应进行定期检验的要求，并且应提前 1 个月向检验机构报检； g) 应明确隐患排查的人员、项目、开展时间，明确发现的隐患需采取的处置措施； h) 应明确作业和服务人员的职责及权利； i) 应明确安全管理人员、作业人员、服务人员等的安全培训、考核的计划及内容，并记录； j) 运营使用单位应当制定应急预案，建立应急救援指挥机构，配备相应的救援人员、营救设备和急救物品。每台应有应急专项预案，每年每台设备至少应进行一次应急救援演练并记录； k) 意外事件和事故处理应符合《特种设备事故报告和调查处理规定》的相关要求。				
5	安全管理机构和安全管理职责履行情况	安全管理机构和安全管理职责应当履行以下职责： a) 负责检查本单位各项安全管理制度的落实情况； b) 负责制定并落实设备维护保养及安全计划； c) 负责设备使用状况日常检查，排查事故隐患，发现问题应当停止使用设备，并及时报告本单位有关负责人； d) 负责组织设备自检，申报使用登记和定期检验； e) 负责组织应急救援演习； f) 负责组织本单位人员的安全教育和培训； g) 负责技术档案的管理。				

使用管理项目安全评估表（续）

序号	项目（评估内容）	评估要求	评估结论	问题描述	建议措施	备注
6	操作人员职责履行情况	操作人员应当履行以下职责： a) 严格执行操作规程和操作人员守则； b) 每次运行前应当向乘客告知安全注意事项，对保护乘客的安全装置进行检查确认； c) 运行时应当密切注意乘客动态及设备运行状态，发现不正常情况，应当立即采取有效措施，消除安全隐患； d) 熟悉应急救援流程。发生故障或突发事件，应当立即停止运行或采取紧急措施保护乘客，并立即向现场安全管理人员报告； e) 如实记录设备的运行情况。				
7	安全技术档案建立及管理情况	技术档案应当包括以下主要内容： a) 安装技术资料（设计文件、产品质量合格证明，安装及使用维护保养说明书，设计文件鉴定报告，型式试验报告，安装方案，图纸，材料质量证明书和施工质量证明文件，土建基础施工记录及隐蔽工程验收记录，安装自检报告等）； b) 监督检验报告、定期检验报告； c) 使用登记证、使用登记表； d) 改造、修理、移装技术文件； e) 定期自行检查的记录、日常运行及状况记录、维护保养记录； f) 附属特种设备、安全附件和安全保护装置检验、校验、检修、更换记录和有关报告； g) 应急救援演练记录； h) 设备运行故障和事故记录及事故处理报告； i) 作业人员培训、考核和证书管理记录； j) 无损检测报告； k) 法律法规规定的其他内容。				

参 考 文 献

- [1] GB/T 699—2015 优质碳素结构钢
 - [2] GB/T 755—2019 旋转电机 定额和性能
 - [3] GB/T 1243—2006 传动用短节距精密滚子链、套筒链、附件和链轮
 - [4] GB 2894—2008 安全标志及其使用导则
 - [5] GB/T 3077—2015 合金结构钢
 - [6] GB 4706.1—2005 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求
 - [7] GB/T 5226.1—2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
 - [8] GB 5725—2009 安全网
 - [9] GB 8408—2018 大型游乐设施安全规范
 - [10] GB/T 10068—2020 轴中心高为56 mm及以上电机的机械振动 振动的测量、评定及限值
 - [11] GB 13495.1—2015 消防安全标志 第1部分：标志
 - [12] GB/T 18161—2020 飞行塔类游乐设施通用技术条件
 - [13] GB/T 20050—2020 大型游乐设施检验检测 通用要求
 - [14] GB/T 20306—2017 游乐设施术语
 - [15] GB/T 28265—2012 游乐设施安全防护装置通用技术条件
 - [16] GB/T 30220—2013 游乐设施安全使用管理
 - [17] GB/T 34370—2017（所有部分） 游乐设施无损检测
 - [18] GB/T 34371—2017 游乐设施风险评价 总则
 - [19] GB/T 39079—2020 大型游乐设施检验检测 加速度测试
 - [20] GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范
 - [21] GB 50231—2009 机械设备安装工程施工及验收通用规范
 - [22] DB43/T 2837.1—2023 在用大型游乐设施安全评估规则 第1部分：总则
 - [23] TSG 21—2016 固定式压力容器安全技术监察规程
 - [24] 市场监管总局办公厅关于开展大型游乐设施乘客束缚装置安全隐患专项排查治理的通知（市监特〔2018〕42号）
-