



中华人民共和国国家标准

GB 8408—2018
代替 GB 8408—2008

大型游乐设施安全规范

Large-scale amusement device safety code

2018-05-14 发布

2018-12-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 3

4 总则 3

 4.1 基本要求 3

 4.2 风险评价 3

5 材料和紧固件 3

 5.1 常用钢材 3

 5.2 常用有色金属 4

 5.3 非金属材料 4

 5.4 紧固件 5

6 设计 6

 6.1 基本设计规定 6

 6.2 设计计算 10

 6.3 速度和加速度 11

 6.4 焊接设计 15

 6.5 结构设计 17

 6.6 传动系统 18

 6.7 电气及控制系统 20

 6.8 乘载系统 22

 6.9 安全防护装置和措施 26

7 制造与安装 28

 7.1 基本要求 28

 7.2 焊接 29

 7.3 热处理 30

 7.4 装配 30

 7.5 厂内测试 31

 7.6 涂装 31

 7.7 包装与运输 31

 7.8 设备基础及附属设施 31

 7.9 现场安装 32

 7.10 现场调试与试运行 33

 7.11 无损检测 34

 7.12 检验 35

8 使用管理与维护保养 36

8.1 游乐园安全运行管理体系与职责	36
8.2 乘客要求	37
8.3 作业行为	37
8.4 应急救援	39
8.5 维护保养、修理与改造	39
8.6 依法定期检验	39
附录 A (资料性附录) 常用钢材国家和行业标准目录	40
附录 B (规范性附录) 非金属材料力学性能要求	43
附录 C (规范性附录) 常用螺栓螺母性能等级要求	45
附录 D (资料性附录) 载荷组合示例	46
附录 E (资料性附录) 极限状态设计法	47
附录 F (资料性附录) 焊接接头形式	50

前 言

本标准的 5.1.1、5.4.3、5.4.4、6.4.1、6.4.4、6.5、6.6.2.8、6.6.3.3、6.7.1.4、6.7.1.7、6.7.1.11、6.7.2.3、6.7.2.5、6.8.2.1.2、6.8.2.2.1、6.8.3.1、6.8.4.1、6.9.9.3、6.9.11.1、7.1.5、7.2.1.4、7.2.3.5、7.2.4.4、7.2.6.3、7.3.3、7.4.3.3、7.8.10、第 8 章、附录 A、附录 D、附录 E 和附录 F 为推荐性的,其余为强制性的。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB 8408—2008《游乐设施安全规范》。本标准与 GB 8408—2008 相比,除编辑性修改外主要技术变化如下:

- 将标准名称《游乐设施安全规范》修改为《大型游乐设施安全规范》;
- 将 2008 年版的第 4 章“基本设计规定”、第 5 章“传动系统”、第 6 章“电气”、第 7 章“安全要求及安全措施”、第 8 章“制造与安装”、第 9 章“使用与管理”重新梳理,修订后的标准结构如下:第 4 章“总则”、第 5 章“材料和紧固件”、第 6 章“设计”、第 7 章“制造与安装”、第 8 章“使用管理与维护保养”;
- 第 4 章“总则”部分增加了对新工艺、新方法、新材料和新游乐设施超出标准规定的解决办法;增加了风险评价的要求;
- 第 5 章“材料和紧固件”部分增加了对常用有色金属的要求;明确了铝及铝合金、铜及铜合金、钛合金的化学成分、力学性能的要求;增加了紧固件的要求;
- 6.1“基本设计规定”中增加了对游乐设施的设计相关资料的保存要求;修改了对游乐设施的使用寿命的要求;增加了对使用维护保养说明书的内容要求;增加了温度载荷、裹冰载荷和其他载荷的要求;修改了冲击载荷系数的规定;增加了工况分析的规定;修改了载荷组合的内容,载荷组合示例放入附录 D;
- 6.2“设计计算”中增加了对部分材料可选用极限状态设计法的规定;修改了疲劳强度计算的要求;修改了稳定性计算的要求;
- 6.4“焊接设计”中修改和增加了焊接设计的要求,增加了焊接接头形式、焊缝分级、焊接节点构造要求、焊缝强度计算、焊缝检测的要求;
- 6.7“电气及控制系统”增加了电动机的选择、调速、电磁兼容性的要求;增加了对游乐设施的数据监测和存储等内容;增加了控制电路电源的要求;修改和增加了电气防护的要求;增加了电气检验的要求;
- 6.8“乘载系统”中增加了对安全带卡扣组件的要求;增加了束缚装置的选型要求,根据加速度区域设置 5 级束缚装置,详细规定了每级束缚装置的技术要求;修改和增加了乘客安全距离的要求;
- 6.9“安全防护装置和措施”中修改和增加了制动装置的要求;增加了对非封闭轨道的缓冲装置的要求;增加了止逆装置的可靠系数的要求;修改和增加了对超速限制装置、风速计、防护罩的要求;增加了安全网的要求;删除了对水上游乐设施安全要求;
- 第 7 章“制造与安装”部分修改和增加了对焊接材料、焊接工艺评定、焊接工艺等要求;修改了铸件、锻件的相关要求,增加了热处理的要求;修改和增加了销轴和紧固件装配的要求;增加了厂内测试的要求;修改和增加了涂装的要求;增加了对包装和运输的要求;修改和增加了无损检测的相关要求;修改和增加了对检验的要求;

- 第8章“使用管理与维护保养”部分增加了对乘客的要求；修改和增加了对依法注册使用登记、培训考核、操作、检查、监控和测量设备管理、档案管理、延寿与报废的要求；修改了对应急救援演练的要求；修改了对维护保养制度的要求；增加了对修理和改造的要求；
- 附录部分删除了原标准中附录A、附录B、附录C、附录D；增加了4个资料性附录A、附录D、附录E、附录F和2个规范性附录B、附录C。

本标准由国家市场监督管理总局提出并归口。

本标准起草单位：中国特种设备检测研究院、江苏省特种设备安全监督检验研究院、中山市金马科技娱乐设备股份有限公司、温州南方游乐设备工程有限公司、深圳华强方特文化科技集团股份有限公司、浙江巨马游艺机有限公司、上海希都游乐设备制造厂、北京万达文化产业集团有限公司、北京实宝来游乐设备有限公司、万达文化旅游规划研究院有限公司、山东省特种设备检验研究院、广东大浪水上乐园设备有限公司、广东大新游乐智能科技有限公司。

本标准主要起草人：沈功田、张勇、李向东、邢友新、刘喜旺、陈建生、戎志刚、梁朝虎、周晓君、黄建文、胡斌、詹蕴鑫、刘辉、李勇、付恒生、陈红军、邓金镛、田博、陈朝阳、张新东、邓贵德、宋伟科、姚顺喜、刘然、张爱文、王跃勇、胡兼、李华、田高奇、苑一琳。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 8408—2000、GB 8408—2008。

大型游乐设施安全规范

1 范围

本标准规定了大型游乐设施(以下简称游乐设施)的总则、材料和紧固件、设计、制造与安装、使用管理与维护保养的基本安全要求。

本标准适用于大型游乐设施。

本标准不适用于竞技体育设施和健身设施。

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 699 优质碳素结构钢

GB/T 709—2006 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差

GB/T 715 标准件用碳素钢热轧圆钢

GB/T 983 不锈钢焊条

GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口

GB/T 985.2 埋弧焊的推荐坡口

GB/T 1173 铸造铝合金

GB/T 1176 铸造铜及铜合金

GB/T 1231 钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件

GB/T 1243 传动用短节距精密滚子链、套筒链、附件和链轮

GB/T 1527 铜及铜合金拉制管

GB/T 2040 铜及铜合金板材

GB/T 2059 铜及铜合金带材

GB 2894 安全标志及其使用导则

GB/T 3077 合金结构钢

GB 3096 声环境质量标准

GB/T 3098(所有部分) 紧固件机械性能

GB/T 3190 变形铝及铝合金化学成分

GB/T 3191 铝及铝合金挤压棒材

GB/T 3621 钛及钛合金板材

GB/T 3624 钛及钛合金无缝管

GB/T 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求

GB/T 3811—2008 起重机设计规范

GB/T 3880(所有部分) 一般工业用铝及铝合金板、带材

GB/T 4423 铜及铜合金拉制棒

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/T 4842 氩

GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条

GB/T 5118 热强钢焊条
GB 5226.1—2008 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件
GB/T 5293 埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂
GB/T 5313 厚度方向性能钢板
GB 5725 安全网
GB/Z 6829 剩余电流动作保护电器的一般要求
GB/T 6892 一般工业用铝及铝合金挤压型材
GB/T 6893 铝及铝合金拉(轧)制无缝管
GB/T 7134 浇铸型工业有机玻璃板材
GB/T 8110 气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝
GB/T 8918 重要用途钢丝绳
GB/T 9438 铝合金铸件
GB/T 10045 碳钢药芯焊丝
GB/T 12470 埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂
GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
GB 13495.1—2015 消防安全标志 第1部分:标志
GB/T 13808 铜及铜合金挤制棒
GB/T 13955 剩余电流动作保护装置安装和运行
GB/T 14957 熔化焊用钢丝
GB/T 15115 压铸铝合金
GB 15763(所有部分) 建筑用安全玻璃
GB/T 17493 低合金钢药芯焊丝
GB/T 19418 钢的弧焊接头 缺陷质量分级指南
GB/T 20306 游乐设施术语
GB/T 34370.1 游乐设施 无损检测 第1部分:总则
GB/T 34370.2 游乐设施 无损检测 第2部分:目视检测
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 34370.6 游乐设施 无损检测 第6部分:射线检测
GB 50005 木结构设计规范
GB 50007 建筑地基基础设计规范
GB 50009 建筑结构荷载规范
GB 50010 混凝土结构设计规范
GB 50011 建筑抗震设计规范
GB 50017 钢结构设计规范
GB 50057 建筑物防雷设计规范
GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范
GB 50135 高耸结构设计规范
GB 50169 电气装置安装工程接地装置施工及验收规范
GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收规范
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—2009 机械设备安装工程施工及验收通用规范
GB 50545 110 kV~750 kV 架空输电线路设计规范
GB 50661—2011 钢结构焊接规范
JB/T 3223 焊接材料质量管理规程
JB/T 5000.12 重型机械通用技术条件 第12部分:涂装
NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定
NB/T 47015—2011 压力容器焊接规程
TSG Z6002 特种设备焊接操作人员考核细则

3 术语和定义

GB/T 20306 界定的术语和定义适用于本文件。

4 总则

4.1 基本要求

- 4.1.1 游乐设施的设计、制造、安装、使用应保证人身安全。
- 4.1.2 本标准未提到的其他要求,均应按国家有关法律法规、安全技术规范和标准的规定执行。
- 4.1.3 游乐设施应在显著位置处设置产品铭牌,产品铭牌内容至少包括制造单位名称与制造地址、制造许可证号、设备型号、产品编号、制造日期、主要技术参数。
- 4.1.4 游乐设施制造、安装、改造、修理单位应当依法取得许可后方可从事相应的活动,并对其制造、安装、改造、修理质量负责。游乐设施运营使用单位对游乐设施的使用安全负责。
- 4.1.5 当采用未列入或超出本标准规定范围的新工艺、新方法、新材料和新游乐设施时,设计或制造单位应制定企业标准,向全国索道与游乐设施标准化技术委员会提出申请并提交有关技术资料,经全国索道与游乐设施标准化技术委员会组织专家评审通过后方可执行。

4.2 风险评价

- 4.2.1 对游乐设施进行风险评价的目的是识别其危险源,降低风险,保障游乐设施的安全运营。设计阶段应进行风险评价,鼓励使用阶段持续进行风险评价。
- 4.2.2 风险评价的内容包括评价对象和因素的确定、信息收集、危险识别、风险评估、风险控制。
- 4.2.3 评价对象和因素应明确游乐设施的特性、性能以及预期的使用和可合理预见的误使用等,并考虑游乐设施全生命周期所有阶段的设备因素、人员因素、环境因素等。
- 4.2.4 游乐设施的危险识别应结合该设施具体的结构和特点,以及典型危险源、损伤、故障和失效模式,识别在制造、安装、使用、维护保养、修理等阶段可能产生的相关危险。
- 4.2.5 根据每个危险的伤害严重程度和伤害发生的概率进行风险评估,并进行风险评定及分级。
- 4.2.6 如风险评定结果需要减小风险,则应采取风险控制措施,并重新评价,使风险处于可控状态。

5 材料和紧固件

5.1 常用钢材

- 5.1.1 游乐设施所采用的钢材应符合相应的国家现行标准的规定,其化学成分、力学性能、热处理性能、焊接性能等均应满足工况使用要求。常用钢材标准参见附录 A。

5.1.2 游乐设施结构件禁止使用沸腾钢,不宜采用 A 等级钢。

5.1.3 钢材冲击韧性应符合下列要求:

- a) 直接承受冲击载荷的焊接结构钢材,应具有常温冲击韧性的合格证明文件。当运行使用环境温度不高于 0℃但高于-20℃时:Q235 钢和 Q345 钢应具有 0℃冲击韧性的合格证明文件,Q390 钢和 Q420 钢应具有-20℃冲击韧性的合格证明文件;当运行使用环境温度不高于-20℃时:Q235 钢和 Q345 钢应具有-20℃冲击韧性的合格证明文件,Q390 钢和 Q420 钢应具有-40℃冲击韧性的合格证明文件;
- b) 直接承受冲击载荷的非焊接结构钢材,亦应具有常温冲击韧性的合格证明文件。当运行使用环境温度不高于-20℃时,Q235 钢和 Q345 钢应具有 0℃冲击韧性的合格证明文件,Q390 钢和 Q420 钢应具有-20℃冲击韧性的合格证明文件。

5.1.4 当焊接承重结构为防止钢材的层状撕裂而采用板件厚度不小于 40 mm 的厚度方向性能钢板(Z 向钢)时,应提供符合 GB/T 5313 规定的材质证明,其沿板厚方向断面收缩率不小于 Z15 级允许限值或提供 Z 向性能测试合格报告。

5.2 常用有色金属

5.2.1 基本要求

有色金属的材料、化学成分、力学性能、尺寸公差应符合国家标准的规定。有色金属的耐磨性能、耐腐蚀性能、润滑性能均应满足工况使用要求。

5.2.2 铝及铝合金

5.2.2.1 铝及铝合金的化学成分应符合 GB/T 3190 的规定,加工产品的力学性能应符合 GB/T 3191、GB/T 3880(所有部分)、GB/T 6892、GB/T 6893 的规定。

5.2.2.2 铸造铝合金的化学成分及力学性能应符合 GB/T 1173 的规定。压铸铝合金的化学成分及力学性能应符合 GB/T 15115 的规定。铝合金铸件应符合 GB/T 9438 的规定。

5.2.3 钛及钛合金板材

钛及钛合金板材力学性能应符合 GB/T 3621 的规定、钛及钛合金管材力学性能应符合 GB/T 3624 的规定。

5.2.4 铜及铜合金

5.2.4.1 铜及铜合金板材的化学成分及力学性能应符合 GB/T 2040、GB/T 2059 的规定。管材的化学成分及力学性能应符合 GB/T 1527 的规定,棒材的力学性能应符合 GB/T 4423、GB/T 13808 的规定。

5.2.4.2 铸造铜合金的化学成分及力学性能应符合 GB/T 1176 的规定。

5.3 非金属材料

5.3.1 基本要求

选用的非金属材料应符合相关国家标准的规定,其力学性能、抗老化性能、环保性能以及易燃性等应满足工况使用要求。

5.3.2 木材

主要的受力构件的木质材料应选用天然缺陷少、强度好、不易开裂、干燥的木材。用在重要部位的木质材料,必要时应进行阻燃及防腐处理。木结构的设计应符合 GB 50005 的规定,施工质量应符合

GB 50206 的规定。

5.3.3 工程塑料

5.3.3.1 结构用工程塑料应符合有关国家标准的规定,其强度、耐冲击性、耐热性、硬度及抗老化性应符合实际工况要求。

5.3.3.2 驱动轮、支承轮采用尼龙材料时,其力学性能应符合附录 B 中表 B.1 的规定。

5.3.4 橡胶

驱动轮、支承轮采用橡胶时,其性能应符合有关国家标准的规定。力学性能应符合表 B.2 的规定,采用橡胶充气轮时,充气压力应考虑温度的影响并符合该产品规定的压力值范围。

5.3.5 聚氨酯

采用聚氨酯轮时,其性能应符合有关国家标准的规定。力学性能应符合表 B.3 的规定。

5.3.6 玻璃

5.3.6.1 座舱的门窗玻璃应采用不易破碎的材料,包括有机玻璃和安全玻璃(无机玻璃)。

5.3.6.2 有机玻璃板材应符合 GB/T 7134 的规定,其力学性能应符合表 B.4 的规定。

5.3.6.3 安全玻璃应符合 GB 15763(所有部分)的规定。

5.3.7 玻璃钢件

5.3.7.1 用于制作玻璃钢件的树脂应有良好的耐水性和良好的抗老化性。玻璃纤维应采用无碱玻璃纤维,纤维表面须有良好的浸润性。

5.3.7.2 玻璃钢制件应符合下列要求:

- 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表 B.5 的规定。

5.4 紧固件

5.4.1 紧固件应符合 GB/T 3098(所有部分)及有关国家标准的规定。

5.4.2 6.8 级、8.8 级、10.9 级螺栓预紧力和拧紧力矩应按照设计要求进行计算,最大不应超过附录 C 中表 C.1 的规定。

5.4.3 重要钢结构的螺栓连接宜选用钢结构用大六角螺栓、大六角螺母、垫圈,其技术条件应符合 GB/T 1231 的规定。承受冲击载荷的钢结构用高强度螺栓不宜直接承受剪力。螺栓最大允许预紧力不应超过表 C.2 的规定。

5.4.4 网架结构的螺栓连接宜选用网架用高强度螺栓,其材质性能应符合国家标准的规定。

5.4.5 铆钉应采用 GB/T 715 中规定的 BL2 或 BL3 号钢制成。

5.4.6 高强度螺栓预紧力与拧紧力矩换算公式如下:

$$T = kFd / 1\,000$$

式中:

T ——拧紧力矩,单位为牛顿米(N·m);

k ——拧紧力矩系数,符合表 C.3 的规定;

F ——预紧力,单位为牛顿(N);
 d ——螺纹公称直径,单位为毫米(mm)。

6 设计

6.1 基本设计规定

6.1.1 基本要求

6.1.1.1 游乐设施的设计应有设计说明书、计算书、使用维护保养说明书及符合国家有关标准的全套图纸、风险评价报告、设计验证大纲,上述资料应至少保存至该游乐设施报废为止。

6.1.1.2 游乐设施及其辅助设施的设计,应计算正确、结构合理,能保证乘客安全。无法进行精确计算时,可通过实验进行确认和验证。

6.1.1.3 运营使用单位或设计委托方应当以书面形式提供给设计和制造单位当地的气象、供电、地震、地质数据。

6.1.1.4 材料的选用应根据结构的重要性、载荷特征、结构形式、应力状态、制造工艺、连接方法和工作环境等因素综合考虑。

6.1.1.5 重要的机械零件所用的金属材料,其力学性能、热处理性能、焊接性能等均应满足工况要求。

6.1.1.6 游乐设施应规定其整机及其主要部件设计使用寿命。整机设计计算寿命应不少于 35 000 h,其中含上下客时间。

6.1.1.7 使用维护保养说明书应采用简体中文,对于有多种语言版本的,应以简体中文版本为准,至少应包含下列内容:

- a) 设备概述及结构简介;
- b) 技术性能及参数、运行条件;
- c) 操作规程及注意事项;
- d) 乘客须知;
- e) 保养及维护说明;
- f) 常见故障及排除方法;
- g) 整机和主要部件的设计使用寿命;
- h) 对管理操作维修服务等人员的要求;
- i) 易损零部件清单、报废要求与建议更换周期;
- j) 非正常状态下的乘客疏导措施和方法;
- k) 乘客人数限定、身高要求、年龄范围、生理限定以及儿童是否需在成人监护下乘坐等安全要求;
- l) 日检、周检、月检(含季检和半年检等)、年检(含多年检)的项目及检验要求,与之对应的检验、检测(含无损检测)和试验方法,以及检验检测的比例等;
- m) 对于移动式游乐设施,应有安装及调试方法、场地要求等;
- n) 游乐设施总装图、电气原理图、液压气动原理图、用于指导维护保养检验检测的机械部件示意图、需要进行无损检测的重要焊缝和销轴示意图等;
- o) 制造单位名称及详细通讯地址、服务或监督电话、邮箱和网址等。

6.1.2 游乐设施载荷

6.1.2.1 永久荷载

其作用点、大小和方向不随时间变化而发生变化的载荷,如游乐设施中结构自重等,用 G_k 表示。

6.1.2.2 活载荷

指乘客本身的载荷,用 Q_1 表示,规定如下:

- a) 乘坐成人 1 人~2 人时按不低于 750 N/人计算,2 人以上按不低于 700 N/人计算。
- b) 儿童(身高不超过 1.2 m 或 10 岁以下)按不低于 400 N/人计算。

注:构件计算人数按构件设计承载人数计算,如飞椅单座椅系统按不低于 750 N/人计算。整体塔架按不低于 700 N/人计算。

6.1.2.3 乘客的支承和约束反力

在支承物设计时,应考虑乘坐物在正常运行及启动、制动和紧急状况时乘客对扶手、支撑、脚蹬及靠壁等装置处施加的力。这些力成人不应小于 500 N/人,儿童专用的游乐设施不应小于 300 N/人,用 Q_2 表示。

6.1.2.4 人员活动区域均布活载荷的取值 Q_3

作用在游乐设施的站台、楼梯、出入口等人员活动区域均布活载荷,其取值为:

- 站台、楼梯、出入口等站人的普通区域:3.5 kN/m²;
- 人群密集的看台、楼梯等站人的密集区域:5 kN/m²;
- 不对外开放的楼板、楼梯、出入口等站人的非开放区域:1.5 kN/m²;
- 若游乐设施规定了在一定区域的载客人数,则该区域的均布活载荷应以载客人数的集中活载荷来进行计算。

6.1.2.5 人员活动区域水平推力的取值 Q_4

作用在游乐设施的栅栏、扶手、墙板等及其他类似地方水平方向的推力,其取值为:

- 在人员不密集区域内,作用点在栅栏等的高点处:0.5 kN/m;
- 在人员不密集区域内,作用点在栅栏等的一半高度处:0.1 kN/m;
- 在人员密集区域内,作用点在栅栏等的高点处:1 kN/m;
- 在人员密集区域内,作用点在栅栏等的一半高度处:0.15 kN/m;
- 在非开放区域内,作用点在栅栏等的高点处:0.3 kN/m;
- 在非开放区域内,作用点在栅栏等的一半高度处:0.1 kN/m。

6.1.2.6 驱动力和制动力

驱动乘坐物运动或使其强行停止(或减速)运动的力,用 Q_5 表示。

$$Q_5 = (m_1 + m_2)a$$

式中:

m_1 ——被驱动部件的质量,单位为千克(kg);

m_2 ——活载荷的总质量,单位为千克(kg);

a ——启动/制动最大加速度,单位为米每平方秒(m/s²)。

6.1.2.7 摩擦力

相对运动物体之间在接触面上,由于摩擦产生的力用 Q_6 表示。

$$Q_6 = \mu P$$

式中:

μ ——摩擦系数;

P ——施加在摩擦面上的正压力,单位为牛顿(N)。

6.1.2.8 惯性力

由于运动速度的变化(数值和方向)而产生的力,应按照满载进行计算,用 Q_7 表示。

$$Q_7 = ma$$

式中:

m ——承受加速度的运动部件及活载荷的质量,单位为千克(kg);

a ——加速度,单位为米每平方秒(m/s^2)。

6.1.2.9 碰撞力

在运动过程中发生碰撞的力,一般只验算直接发生碰撞的零部件,且假设发生在最不利的位置,且任何情况下碰撞力不应小于 0.3 mg 。应按照满载进行计算,用 Q_8 表示。

$$Q_8 = mg \sin \alpha$$

式中:

m ——承受碰撞部件及载荷的质量,单位为千克(kg);

g ——自由落体加速度,单位为米每平方秒(m/s^2);

α ——碰撞角,单位为度($^\circ$)。

6.1.2.10 风载荷

风载荷分为正常使用工况载荷和极限工况载荷。游乐设施的设计,应按最大运行风速 15 m/s 来计算正常使用工况下的风载荷。对于在室内使用的游乐设施,可不计算风载荷。在静止状态下(极限工况)应能承受当地气象数据提供的风载荷,风载荷用 Q_9 表示。风载荷的取值及计算方法按照 GB 50009 中的规定执行。

6.1.2.11 雪载荷

游乐设施的设计,在静止状态下应能承受雪载荷,积雪厚度不超过 80 mm 时,施加在游乐设施总体表面上的雪载荷,按照 0.2 kN/m^2 的雪压进行计算。积雪厚度超过 80 mm 时,其载荷计算方法按照 GB 50009 中的规定执行,用 Q_{10} 表示。在无雪地区运行或者有防止积雪措施时,可不考虑雪载荷的影响。

6.1.2.12 温度载荷

温度载荷的取值和计算根据 GB 50009 中规定执行,用 Q_{11} 表示。

6.1.2.13 地震载荷

大型、高耸结构和建筑物上的游乐设施,设计时应考虑地震引起的载荷,用 T 表示。计算方法按照 GB 50011 的规定执行。

6.1.2.14 裹冰载荷

对于高度超过 40 m ,且安装室外的游乐设施,结构件上有产生裹冰的可能时,应进行裹冰载荷计算,用 Q_{12} 表示。计算方法按照 GB 50135 的规定执行。

6.1.2.15 冲击载荷

6.1.2.15.1 游乐设施在运动过程中有可能出现冲击,从而产生冲击载荷(如滑行车类中,可能来自于轨

道连接处或磨损后轨道形成的凹坑),则运动部件受到的载荷(永久载荷和活载荷及所承受的惯性力)应乘以不小于 $k_1=1.2$ 的冲击系数。对于速度低于 2 m/s 的游乐设施,可不计算冲击载荷。

6.1.2.15.2 如果该运动部件在实际运行过程中会有更大的冲击力而且也不能将冲击力降到设计要求范围内,那么就需要相应地提高冲击系数来进行修改计算。

6.1.2.15.3 在轨道运行的游乐设施,当运行速度超过 20 km/h 时,运行时轨道结构受到的载荷应乘以振动系数(不小于 $k_2=1.2$)。以下几种情况可不考虑振动:

- a) 轨道结构的支撑件或悬挂件(如轨道的主支撑管、立柱等);
- b) 地面压力;
- c) 地基沉降。

6.1.2.15.4 采用图 1 所示的防倒齿进行止逆的装置,设计时应考虑冲击系数。如果不进行其他精确计算,则该冲击系数的取值至少为向后行驶最大垂直高度(h ,以单位 cm 计量的数值,无量纲)的一半,并且不小于 2.0。

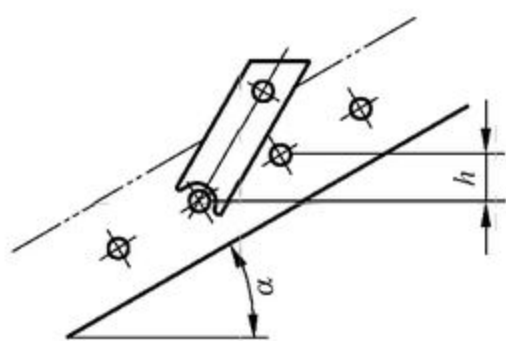


图 1 止逆装置向后行驶最大垂直高度示意图

6.1.2.16 其他载荷

必要时游乐设施的其他载荷包括但不限于:

- a) 空气阻力;
- b) 流体作用力;
- c) 安装到游乐设施上的装饰件产生的附加力。

6.1.3 工况分析

6.1.3.1 游乐设施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。

注:正常运行工况可参考游乐设施在设计的使用条件下,设备空载、偏载、满载等不同情况;

非正常运行工况可参考游乐设施急停、应急救援、维护保养等不同情况;

极限状态工况可参考游乐设施在极限风速、地震等当地极限条件下的不同情况。

6.1.3.2 应对游乐设施进行运动学和动力学分析,以获取运行速度、加速度、受力和运行姿态等数据。

6.1.3.3 工况分析应至少考虑以下情况:

- a) 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;
- b) 载荷的不同分布情况,如满载、偏载等;
- c) 设备的不同姿态;
- d) 可能出现的非正常运行和极限状态工况等。

6.1.4 载荷组合

6.1.4.1 根据不同的设备和工况分析,将游乐设施结构中所承受的永久载荷与其他载荷等组合成一个计算载荷,分别进行分析计算,可参考附录 D。

6.1.4.2 应根据非正常运行工况和极限状态工况等具体情况来进行载荷组合,不应使结构产生破坏和永久变形。

6.2 设计计算

6.2.1 基本要求

游乐设施的设计计算包括：静强度计算、刚度计算、疲劳强度计算、稳定性计算、抗倾覆计算、防侧滑计算等，应根据具体结构和工况进行选择。其中，采用 Q345 钢、20 号钢、45 号钢、40Cr、Q390 钢的结构静强度计算可参照附录 E 规定的极限状态设计法执行。

6.2.2 应力计算

零部件及焊缝应进行应力计算，材料极限应力与其承受的最大应力的比值为安全系数，得出的安全系数 n 应满足表 1 的要求。

$$n = \frac{\sigma_b}{\sigma_{\max}} \geq [n]$$

式中：

σ_b ——材料的极限应力，单位为兆帕(MPa)；

$\sigma_{\max}$ ——设计计算最大应力，单位为兆帕(MPa)；

$[n]$ ——许用安全系数(见表 1)。

表 1 许用安全系数

名称	安全系数 $[n]$
重要的轴、销轴及 I 级和 II 级焊缝	≥ 5
一般构件	≥ 3.5 (脆性材料 ≥ 8)
注 1：重要的轴和销轴：指直接涉及到人身和设备安全的轴和销轴，如：游乐设施主轴、中心轴、乘坐物支撑轴、乘坐物吊挂轴、车轮轴、升降油缸(气缸)上下销轴、乘坐物升降臂上下销轴、肩式压杠轴、车辆连接器轴、防逆行、防倾翻装置的销轴等。 注 2：I 级和 II 级焊缝的定义见表 5。 注 3：一般构件：运动部件(重要的传动轴除外)，不直接涉及人身安全的轴、支撑臂、立柱、框架、桁架、轨道等构件。	

6.2.3 疲劳强度计算

6.2.3.1 钢结构构件及其连接的疲劳计算应符合 GB 50017 中关于疲劳强度计算的规定。

6.2.3.2 游乐设施的 I 级、II 级焊缝应进行疲劳强度校核，对应力循环中不出现拉应力的部位可不计算疲劳强度。

6.2.3.3 轴的许用疲劳强度安全系数应满足表 2 的要求。

表 2 轴的许用疲劳强度安全系数

零部件	$[n_{-1}]$ (对称循环)	$[n_0]$ (脉动循环)
材料较均匀,载荷及应力计算较精确	≥ 1.3	≥ 1.73
材料不够均匀,载荷及应力计算精度较差	$\geq 1.5 \sim 1.8$	$\geq 2.0 \sim 2.4$
材料均匀度很差,计算精度很差	$\geq 1.8 \sim 2.5$	$\geq 2.4 \sim 3.3$

6.2.3.4 当循环载荷的最大计算应力小于材料的疲劳极限时,零部件为无限寿命;当循环载荷的最大计算应力大于材料的疲劳极限时,用疲劳载荷谱来计算零部件的使用寿命。

6.2.3.5 对不能设计为可拆卸结构的部件,其设计使用期限不能低于整机设计使用期限。

6.2.4 刚度计算

对游乐设施有变形要求的某些零部件,应进行刚度计算。

6.2.5 稳定性计算

为防止结构失稳,对细长、薄壁结构件需要进行整体和局部稳定性计算。其中细长构件的稳定性计算应符合 GB 50017 中相关规定;板件和壳体的稳定性计算应符合 GB/T 3811—2008 中 5.7 的要求。

6.2.6 防止倾覆计算

游乐设施运行中,有可能发生整体倾覆时应进行该计算。

$$\sum M_1 \geq \sum \gamma M_2$$

式中:

γ ——安全系数,见表 3;

M_1 ——稳定力矩值;

M_2 ——倾覆力矩值。

6.2.7 防止侧滑计算

游乐设施运行中,有可能发生整体侧向滑移时应进行防止侧滑计算。

$$\sum \mu N \geq \sum \gamma H$$

式中:

γ ——安全系数,见表 3;

μ ——摩擦系数;

N ——垂直载荷分量;

H ——水平载荷分量。

表 3 防止倾覆及侧滑的安全系数 γ

序号	载荷	γ
1	静载荷为有利作用因素	1
2	静载荷为不利作用因素	1.1
3	风载荷为不利作用因素	1.2
4	除 2 项、3 项以外的其他载荷为不利作用因素	1.3

6.3 速度和加速度

6.3.1 速度允许值

6.3.1.1 边运行边上下乘客的游乐设施,其相对运行速度应不大于 0.3 m/s。

6.3.1.2 小火车类等游乐设施,其速度允许值见表4。

表4 速度允许值

序号	名称	运行特点	运行速度/(km/h)	举例
1	小火车类	沿地面轨道运行	≤ 10	儿童小火车
2	碰碰车类	在固定场地上运行碰撞	≤ 10	碰碰车
3	赛车类	在地面规定线路上运行	≤ 20	小赛车
4	滑道	在槽内或轨道上运行	≤ 40	旱地滑道

6.3.2 加速度允许值

6.3.2.1 基本要求

为使乘客不受到伤害,游乐设施乘客的加速度应限制在一定的范围内,图2给出了人体空间坐标系。其允许加速度值见图3~图6(用实际加速度与重力加速度 g 的比值表示)。

6.3.2.2 测量位置

计算或测量加速度的参考点一般应在座席上方600 mm处(或成人心脏大概位置)。持续时间小于或等于0.2 s的加速度为冲击加速度,持续时间大于0.2 s的加速度为稳态加速度。

6.3.2.3 x 方向加速度

$+x$ 方向的最大加速度不超过 $6g$, $-x$ 方向的最大加速度不超过 $3.5g$ 。

6.3.2.4 y 方向加速度

侧向(y 方向)加速度应符合图3的规定。

6.3.2.5 z 方向加速度

垂直加速度应符合图4的规定。如0.3 s允许的加速度极限值是 $a_z = -1.7g$ 和 $a_z = +6.0g$ 。在有冲击载荷时,上述值应降低10%。

6.3.2.6 加速度的组合

当同时存在侧向加速度 a_y 和垂直加速度 a_z 时,还应满足图5的比值 $a_y/[a_y]$ 和 $a_z/[a_z]$ 。其中:
 a_y 、 a_z 为侧向、垂直实际加速度值; $[a_y]$ 、 $[a_z]$ 为侧向、垂直加速度允许值。

a_y 和 a_z 是在0.3 s时间内承受的最大加速度值,也就是在0.3 s时间差内出现的最大值,需要进行合成。

图6给出了组合允许加速度值 a_y 和 a_z 。

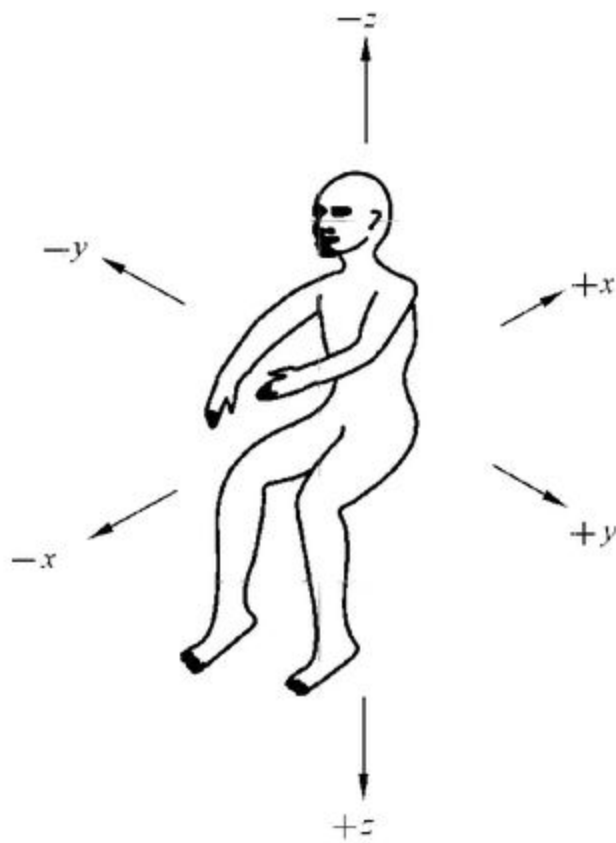
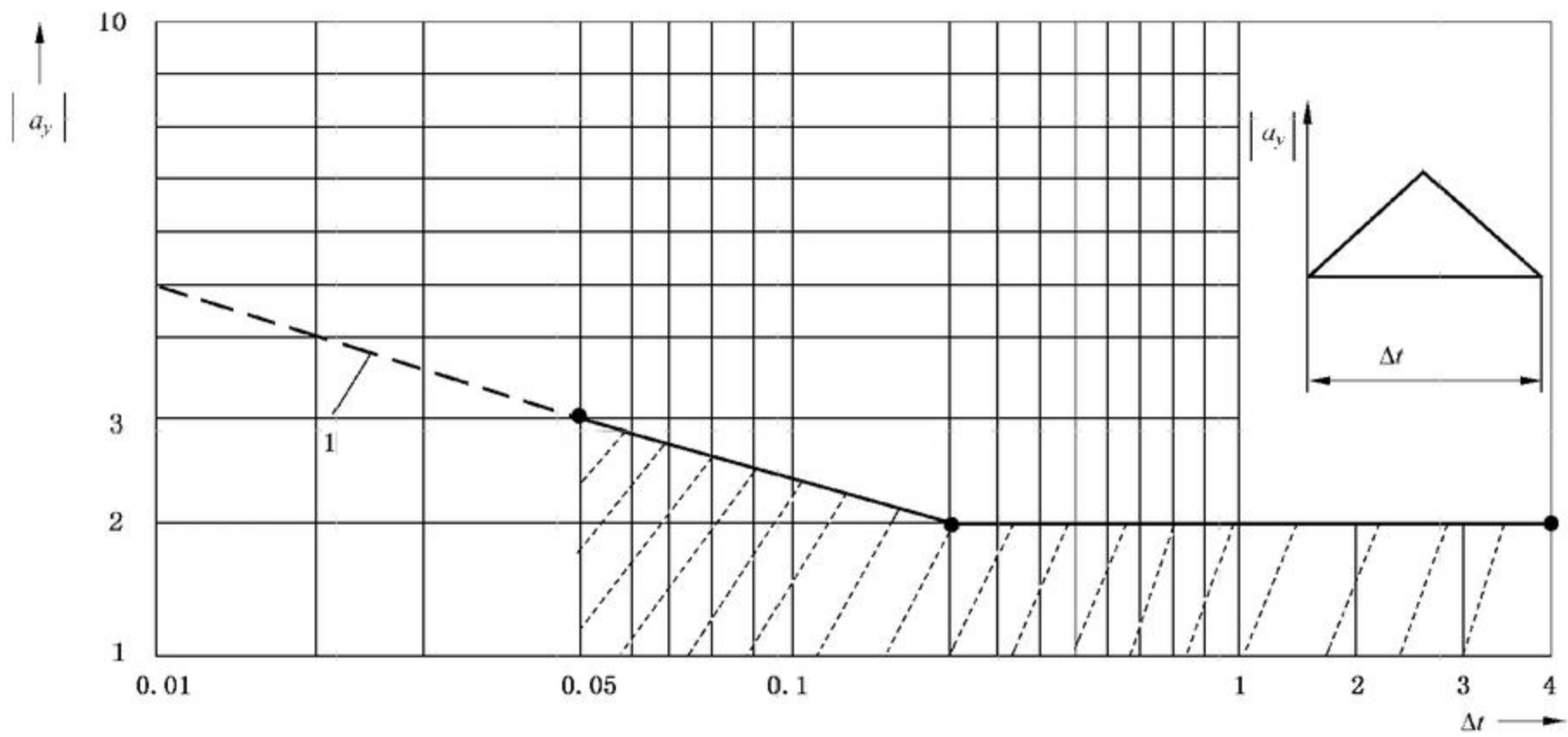
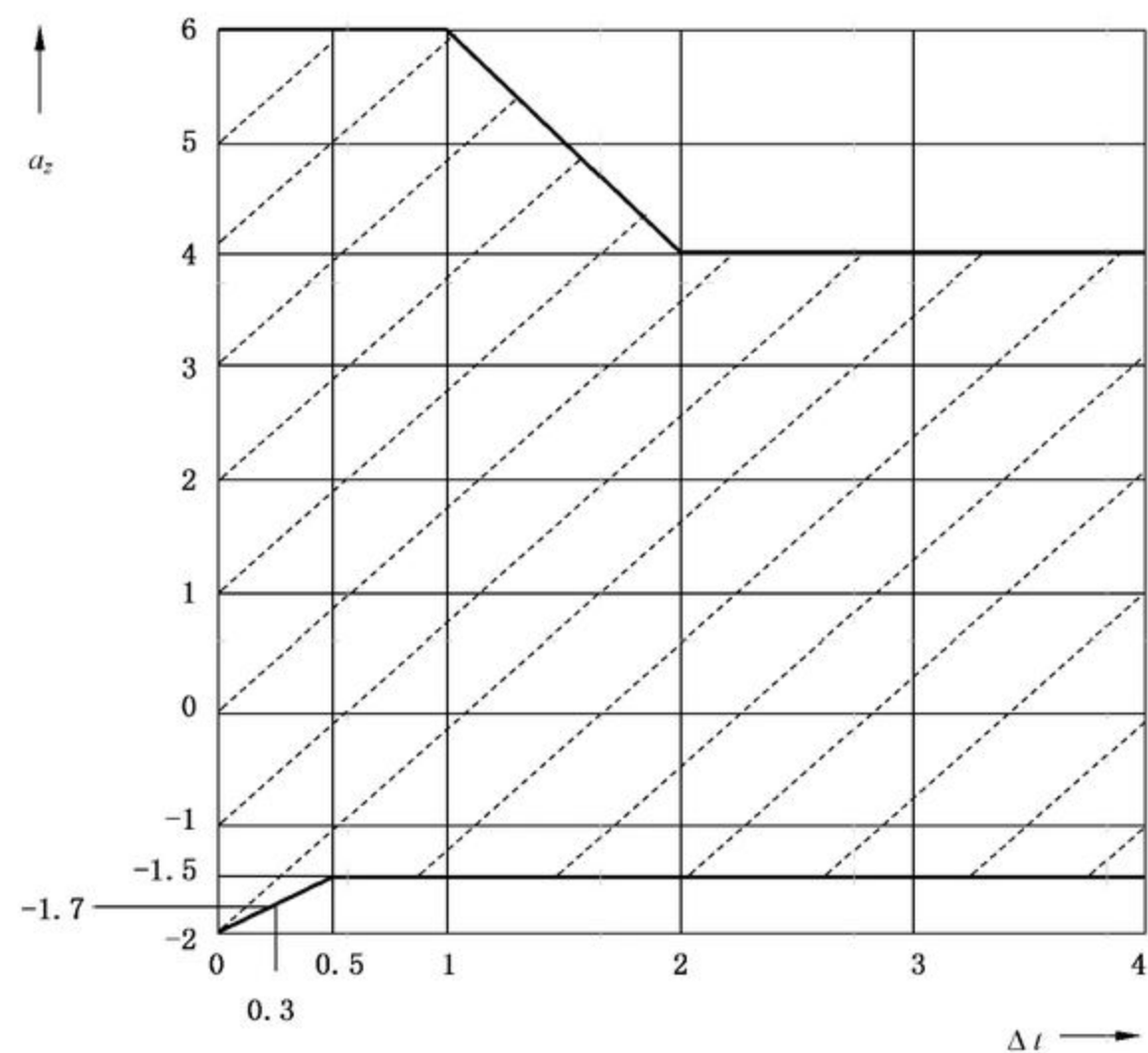


图 2 人体坐标系



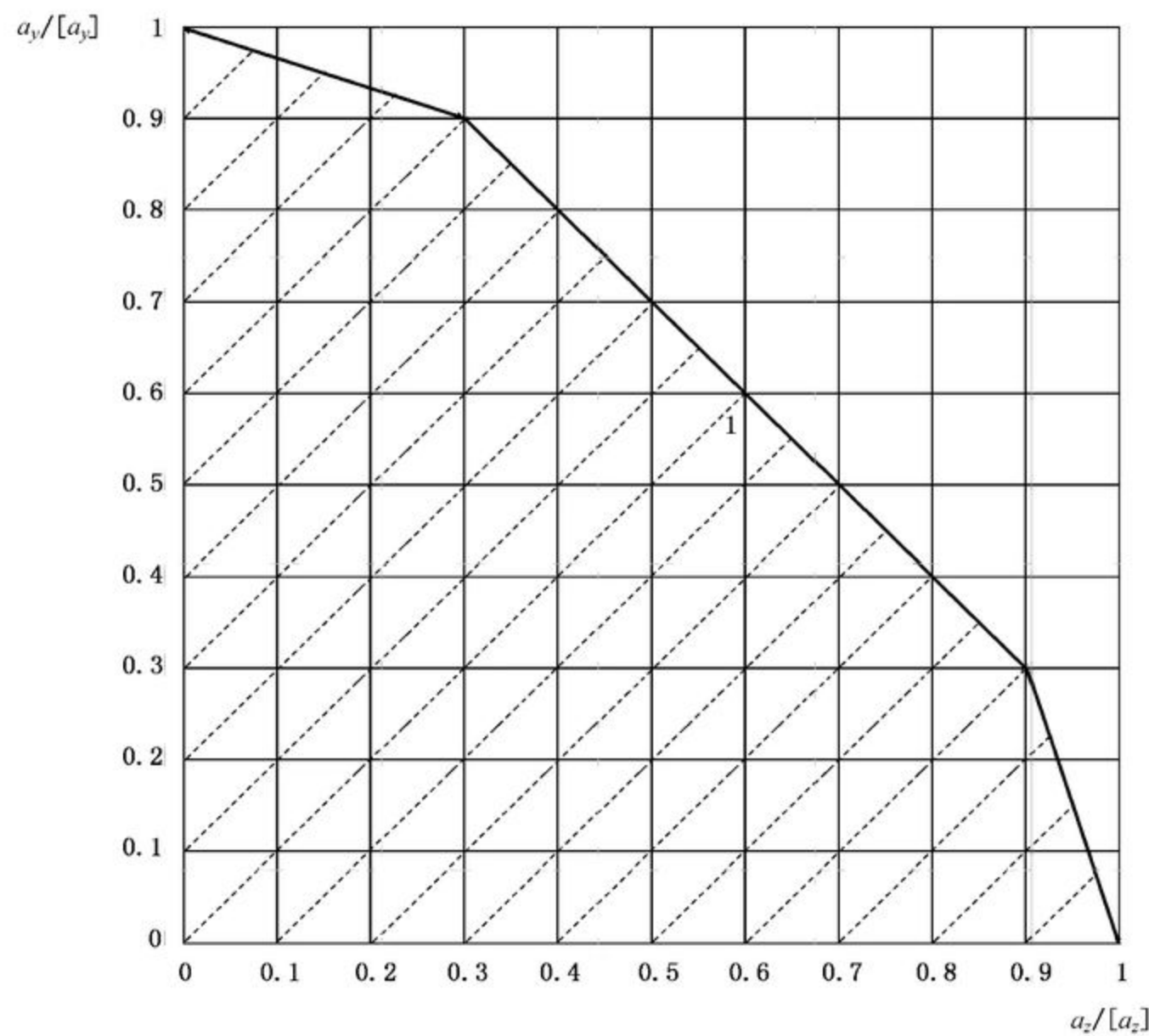
- 注 1：1 为频率 10 Hz 以上的区域。
- 注 2： Δt 为加速度持续时间(s)。
- 注 3：大于 4 s 的区域尚未证实,需进一步测试。
- 注 4：阴影部分为允许的加速度。

图 3 与持续时间有关的允许加速度 $a_y(g)$



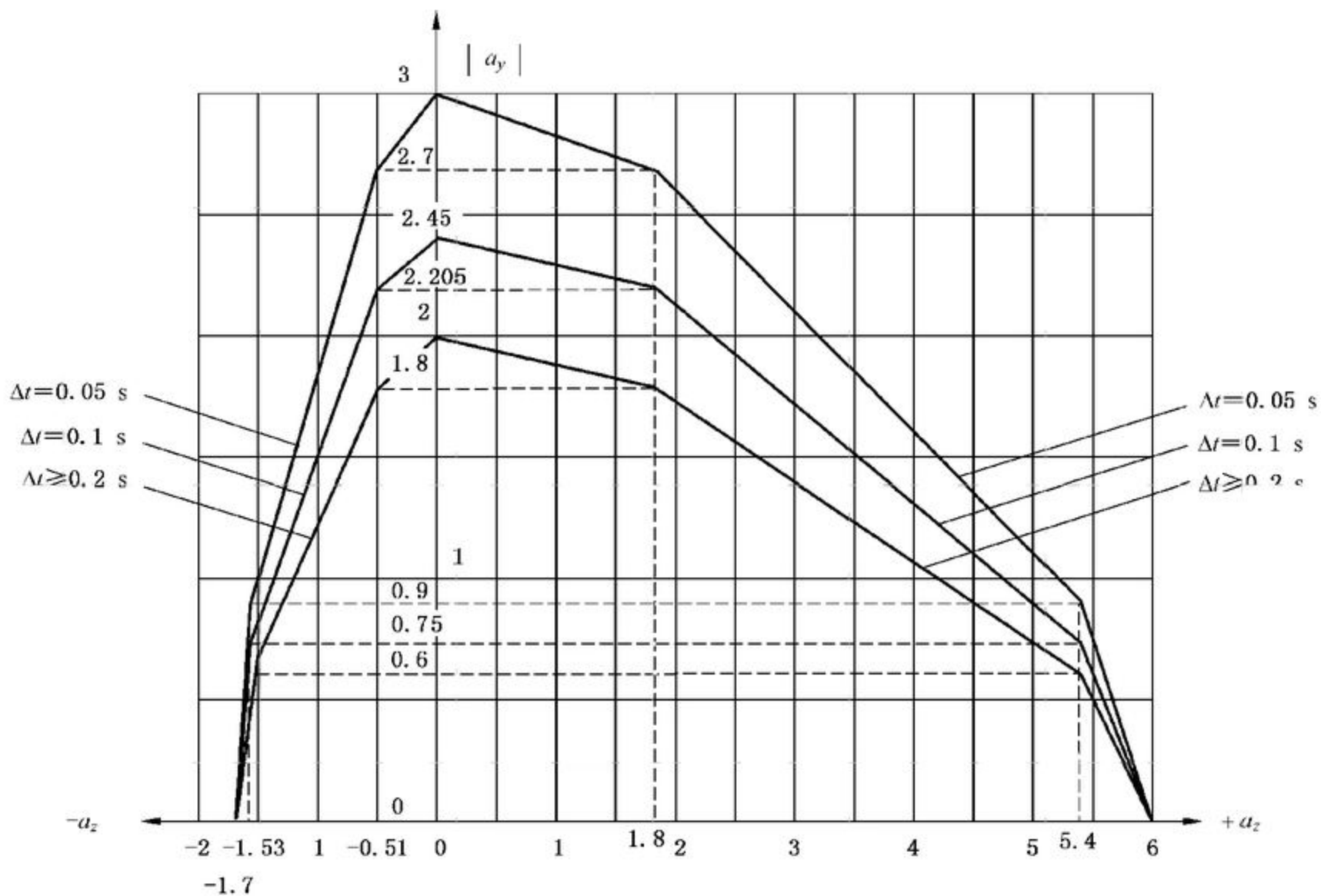
注 1: 大于 4 s 的区域尚未证实,需进一步测试。
注 2: Δt 为加速度持续时间(s)。
注 3: 阴影部分为允许的加速度。

图 4 与持续时间有关的允许加速度 a_z (g)



注: 划斜线的阴影部分为允许的区域。

图 5 加速度 a_y 和 a_z 的组合



注：三条折线表示：当 a_z 、 a_y 同时存在时，在持续时间为 0.05 s、0.10 s、 ≥ 0.20 s 时，最大允许的加速度 a_z 、 a_y 值。
如：加速度持续时间为 0.05 s，当 a_z 值为 $1.8g$ 时，最大允许的 a_y 值为 $2.7g$ 。

图 6 加速度 a_y 和 a_z 组合允许值 (g)

6.4 焊接设计

6.4.1 焊接接头设计原则

- 6.4.1.1 焊缝金属应与主体金属相适应。当不同强度的钢材连接时，宜采用与低强度钢材相适应的焊接材料。
- 6.4.1.2 焊接接头坡口和尺寸应符合 GB/T 985.1 和 GB/T 985.2 的规定。
- 6.4.1.3 不等厚度焊件或不等宽度焊件相焊：两者在一侧相差 4 mm 以上时，应分别在宽度或厚度方向从一侧或二侧做成坡度不大于 1 : 4 的斜角，见图 7。

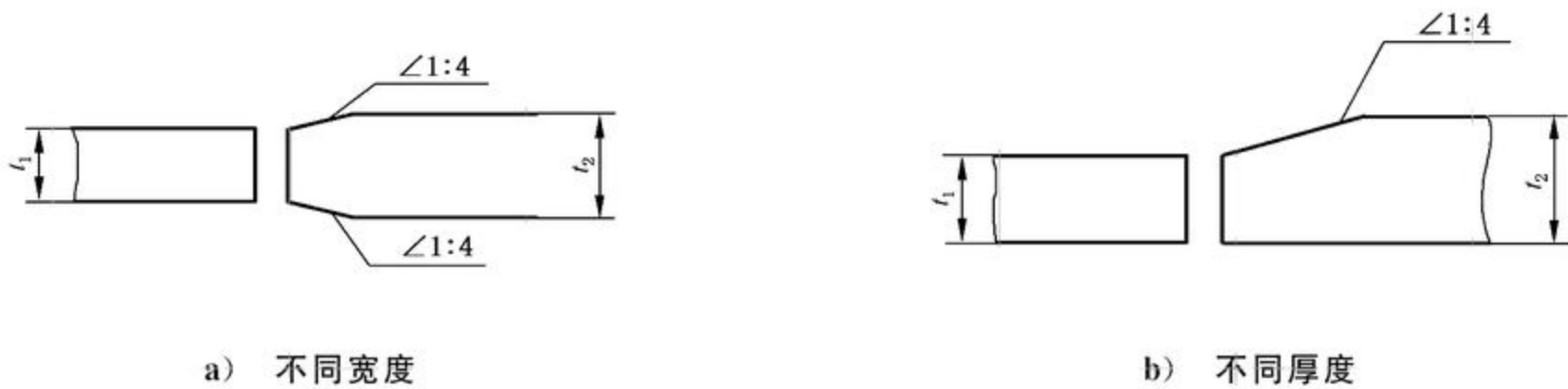


图 7 不同宽度或厚度钢板的拼接

- 6.4.1.4 在满足设计的前提下，宜减少焊缝的数量和应力集中区域，焊缝宜避免密集、十字焊缝、双向、三向相交，避开结构上高工作应力部位、机械加工面等。
- 6.4.1.5 焊缝周围宜留有足够空间，便于焊接操作和焊后检测。

6.4.2 焊接接头形式

焊接接头形式参见附录 F。

6.4.3 焊缝的分级

6.4.3.1 分级原则

6.4.3.1.1 焊缝应经过风险评价确定其级别。风险评价中需考虑焊缝失效的可能性、失效后果的严重性、焊缝的可检验性等因素。

6.4.3.1.2 焊缝失效的可能性与载荷特性、焊缝形式、工作环境以及应力状态相关联。

6.4.3.1.3 焊缝失效后果的严重性是指是否直接涉及到人身安全。

6.4.3.1.4 焊缝的可检验性是指焊缝是否便于检验检测。

6.4.3.2 焊缝分级的依据

焊缝经风险评价分为四个等级,见表 5。

表 5 焊缝分级

焊缝等级	失效后果的严重性	失效的可能性(受力及接头形式)
I 级焊缝	直接涉及人身安全	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
II 级焊缝	直接涉及人身安全	除上述焊缝外的其他焊缝
III 级焊缝	不直接涉及人身安全	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
IV 级焊缝	不直接涉及人身安全	除上述焊缝外的其他焊缝
注 1: 如果焊缝日常不方便检查或者涉及到异种材料焊接等特殊情况下,则适当提升该焊缝级别。 注 2: I 级、II 级为重要焊缝,其余为一般焊缝。		

6.4.4 焊接节点构造要求

6.4.4.1 组焊构件焊接节点要求宜符合 GB 50661—2011 中 5.4 的规定。

6.4.4.2 防止板材产生层状撕裂的节点宜符合 GB 50661—2011 中 5.5 的规定。

6.4.4.3 制作与安装焊接构造节点宜符合 GB 50661—2011 中 5.6 的规定。

6.4.4.4 承受动载与抗震的焊接构造要求宜符合 GB 50661—2011 中 5.7 的规定。

6.4.5 焊缝强度计算

6.4.5.1 对接焊缝的强度计算

6.4.5.1.1 承受轴向拉力或压力的对接焊缝,应计算其纵向拉、压的应力。

6.4.5.1.2 承受弯矩和剪力联合作用的对接焊缝,应计算其危险点的最大正应力和最大剪应力。

6.4.5.2 角焊缝的强度计算

角焊缝应计算其抗剪强度。当角焊缝受复合内力作用时,应计算出合应力。

6.4.5.3 焊缝安全系数

安全系数为计算的破断应力(按表 6 选取)与其承受的最大计算应力的比值。得出的安全系数 n 应满足表 1 的要求。

表 6 焊缝计算破断应力表达式

焊缝等级	接头形式 (σ_b)								
	对接焊缝				对接和角接组合焊缝				角焊缝
	抗压	抗拉	抗剪	组合应力	抗压	抗拉	抗剪	组合应力	抗拉、抗压和抗剪
I	σ_b	σ_b	$\sigma_b/\sqrt{2}$	σ_b	σ_b	σ_b	$\sigma_b/\sqrt{2}$	σ_b	—
II	σ_b	$0.8\sigma_b$	$0.8\sigma_b/\sqrt{2}$	$0.8\sigma_b$	$0.8\sigma_b/\sqrt{2}$				
III									
IV									
σ_b 为焊接母材的破断强度,当母材强度等级不同时,按低强度选取。									

6.4.6 焊缝检测要求

6.4.6.1 焊缝外观检测要求

所有焊缝应按 GB/T 34370.2 进行目视检测,质量等级符合下列要求:

- a) I 级焊缝外观质量应不低于 GB/T 19418,B 级要求;
- b) II 级焊缝外观质量应不低于 GB/T 19418,C 级要求;
- c) III 级、IV 级焊缝外观质量应不低于 GB/T 19418,D 级要求。

6.4.6.2 焊缝的无损检测要求

焊缝的无损检测要求见表 7。

表 7 焊缝的检测要求

焊缝等级	检测要求
I	100%目视检测、100%表面无损检测、100%的内部无损检测
II	100%目视检测、100%表面无损检测、 对接焊缝还应做 20%的内部无损检测
III	100%目视检测、20%表面无损检测
IV	100%目视检测
对于工艺上无法进行内部无损检测的焊缝,应有详细的施焊记录和图片见证。	

6.5 结构设计

6.5.1 应根据游乐设施的性能和受力选取合适的结构形式,应尽量减少结构应力集中。

6.5.2 应考虑游乐设施的可检验性,对于无法进行检验的结构应有保证其安全的措施;在使用期间需

要进行定期检查和无损检测的零部件,应便于检查和检测,需要拆卸的,应便于拆卸。

6.5.3 应依据受力、运输、存放和吊装等条件,划分结构单元。

6.5.4 检查孔和人孔的几何尺寸应满足检查需要,且应有防止积水的措施。

6.5.5 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。

6.5.6 结构件安装吊点的设置应保证其在吊装过程中不产生塑性变形。

6.5.7 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。

6.5.8 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。

6.5.9 重要零部件间的销轴连接应有防脱落措施。

6.5.10 重要的轴和销轴,其配合面的表面粗糙度应满足工况要求。

6.5.11 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。

6.5.12 必要时,应采取措施避免共振。

6.6 传动系统

6.6.1 基本要求

6.6.1.1 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。

6.6.1.2 摩擦传动应有压紧力可调的装置或措施。

6.6.2 机械传动

6.6.2.1 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。

6.6.2.2 采用皮带及链条传动时,应设置可调整皮带或者链条的张紧机构。

6.6.2.3 传送动力的滚子链,应符合 GB/T 1243 的规定。

6.6.2.4 提升、吊挂乘人装置用的链条,其最小断裂载荷与其承受最大静荷载的比值,应不小于 8。

6.6.2.5 摩擦传动用的钢丝绳直径应不小于 10 mm,卷筒传动用的钢丝绳直径应不小于 6 mm。

6.6.2.6 提升、吊挂乘人装置用的钢丝绳所承受的最大载荷,应考虑端部固定的效率,见表 8,钢丝绳最小断裂载荷与其承受最大静荷载的比例,应不小于 10(滑道除外)。

表 8 钢丝绳端部固定方法

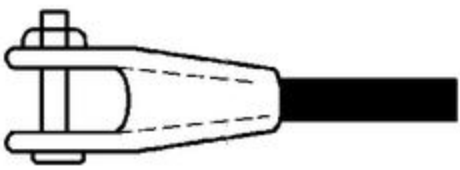
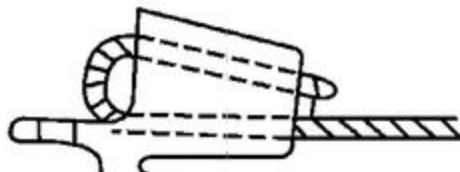
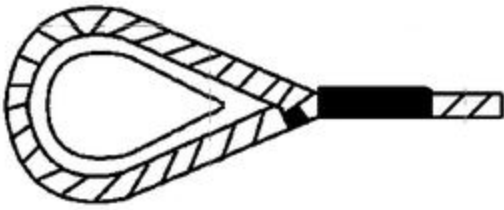
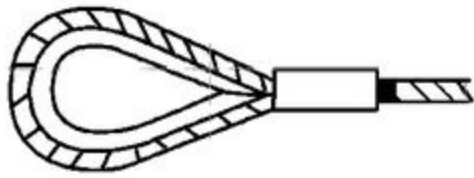
固定方法	名称	效率/%	备注
	巴氏合金固定	100	一般称浇铸巴氏合金法
	绳夹固定	80~85	绳夹加工不合适,效率为 50% 以下
	楔块固定	65~70	楔块加工不合适,效率为 50% 以下

表 8 (续)

固定方法	名称	效率/%	备注
	桃形环编织法	80~90	钢丝绳直径/mm φ16 以下,90% φ16~26,85% φ28~38,80%
	桃形环绳箍	90~100	

- 6.6.2.7 乘人部分使用的钢丝绳应符合 GB/T 8918 的规定。
- 6.6.2.8 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。钢丝绳的性能和强度,应满足机构工况要求。
- 6.6.2.9 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。应规定钢丝绳使用寿命。
- 6.6.2.10 非金属弹性件、套环、承载体等吊挂件,其最小断裂载荷与其承受最大静荷载的比例,应不小于 10。
- 6.6.2.11 轴承设计、选型应符合实际工况,考虑承载力、转速、寿命、润滑和温升等。
- 6.6.2.12 轴承应具有足够的设计使用寿命。对于难以拆卸的轴承,其设计使用寿命不低于整机使用寿命;对作为易损件在使用中可以更换的轴承,其设计使用寿命可低于整机使用寿命,但应在使用维护保养说明书中提出明确的更换要求。
- 6.6.2.13 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。
- 6.6.3 液压和气动系统
- 6.6.3.1 为保证使用的安全性,应对系统中的所有组件进行选择,确保当系统投入使用时,这些组件能可靠地运行。尤其应注意失效或误动作可能引起危险的组件的可靠性。
- 6.6.3.2 应从设计上防止系统的压力不会超过系统允许的最高压力和任何组件的额定压力,当压力丧失或达到临界压力时,不应使人员面临危险。
- 6.6.3.3 液压或气动系统的设计应尽量减少冲击。冲击压力和失压不应引起危险。
- 6.6.3.4 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 0.5 m/s,否则应设有效的缓冲装置或保护装置。
- 6.6.3.5 油温应符合 GB/T 3766 的规定: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。
- 6.6.3.6 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。
- 6.6.3.7 液压缸的设计应符合 GB/T 3766 要求,设计时并考虑安装调整,使负载的反作用力通过液压缸的中心线。
- 6.6.3.8 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。
- 6.6.3.9 对设有充气式蓄能器的液压系统,规定如下:
- a) 在关机时应自动卸掉蓄能器的油液压力,或可靠地隔离蓄能器。在关机后仍需要压力的特殊情况下除外;

- b) 应有文字警告标识,同样的内容也应标注在液压原理图上;
- c) 如果充气式蓄能器系统中的组件或管接头失效会引起危险,应采取适当的防护措施;
- d) 管路、管接头、软管等部件的额定压力,应不低于其所在系统部位的最高工作压力;
- e) 软管的总成应符合 GB/T 3766 的要求。

6.7 电气及控制系统

6.7.1 电气系统

6.7.1.1 电气系统设计应正确合理,符合国家相应电气技术规范、标准要求。

6.7.1.2 设备供电电源应满足 GB 5226.1—2008 的规定。

6.7.1.3 元器件选型应满足以下要求:

- a) 电气系统设计应进行风险评价,依据风险评价明确重要电气元件和易损件。重要电气元件应根据使用的频率确定使用周期;
- b) 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;
- c) 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 5226.1—2008 的规定。

6.7.1.4 电气系统宜有游乐设施运行电压、电流等显示。

6.7.1.5 导线和电缆的选型设计,应符合 GB 5226.1—2008 的规定。

6.7.1.6 电动机的选择应满足以下要求:

- a) 电动机的选型应符合 GB 5226.1—2008 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。

6.7.1.7 对电机有调速要求的场合,其调速器、驱动器应满足电机加、减速工况的需求。

6.7.1.8 设备的电磁兼容性(EMC)应满足 GB 5226.1—2008 的规定。

6.7.1.9 电压有效值大于 50 V 的带电回路与接地装置之间的绝缘电阻应不小于 1 M Ω 。

6.7.1.10 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。剩余电流保护装置的技术条件及安装与运行应符合 GB/Z 6829 和 GB/T 13955 的有关规定,其技术额定值应与被保护线路或设备的技术参数及安装与运行环境相匹配;用于直接接触电击防护时,应选用 0.1 s、30 mA 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。

6.7.1.11 对于危险性较大的超大型游乐设施,宜采取运行数据监测的措施,安装在室外的设备,还宜考虑对其运行环境进行监测。条件允许的情况下,宜对运行监控的数据进行存储记录和分析。

6.7.1.12 电气设备和元器件的布置及导线铺设等,应符合国家有关电气装置安装工程施工及验收规范的要求。

6.7.1.13 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 60 lx,应急照明照度应不低于 20 lx。

6.7.2 控制与防护系统

6.7.2.1 控制电路电源应满足 GB 5226.1—2008 的规定。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。

6.7.2.2 控制系统应满足游乐设施运行工况和乘客安全。控制逻辑应可靠合理。

6.7.2.3 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。

6.7.2.4 采用自动控制或联锁控制,当误操作时,设备不允许有危及乘客安全的运动。

6.7.2.5 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。

6.7.2.6 超过工作限值(速度、压力、转矩、位置)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。

6.7.2.7 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。

6.7.2.8 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。

6.7.2.9 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。

6.7.2.10 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:

- a) 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;
- b) 具有可拔出的开关钥匙。

6.7.2.11 控制系统在设备启动前应对设备的运行条件(包含气压、液压、电源、乘客及设备安全防护的检测等)进行确认判断,只有当设备符合运行条件后才允许启动。应设置启动前提示乘客注意安全的音响等信号装置。

6.7.2.12 游乐设施的操作按钮,应符合 GB 5226.1—2008 中 9.2.5 的规定;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。

6.7.2.13 乘客易接触部位(高度小于 2.5 m 或距离小于 500 mm 范围内)的装饰照明电压应采用不大于 50 V 的安全电压。

6.7.2.14 由乘客操作的电器开关应采用不大于 24 V 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。

6.7.2.15 正常运行状态下,轨道带电在地面行驶的游乐设施,滑线供电电压大于 50 V 以上时,应做好相应的安全防范措施,可参考以下措施:

- a) 设置安全栅栏及安全标识;
- b) 座舱内设置乘客束缚装置;
- c) 封闭轨道带电区域。

6.7.2.16 架空行驶的游乐设施,如架空列车等,滑触线高度低于 2.5 m 的区域应设置安全栅栏和安全标识。

6.7.3 接地与避雷

6.7.3.1 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;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 。接地装置的设计和施工应符合 GB/T 50065、GB 50169 的规定。

6.7.3.2 高度大于 15 m 的游乐设施和滑索上、下站及钢丝绳等应设防雷装置,并应采取防闪电电涌侵入的措施。高度超过 60 m 时还应增加防侧向雷击的防雷装置。防雷装置应符合 GB 50057 的规定。

6.7.3.3 游乐设施不应设置在高压架空输配电线路通道内。长距离轨道类游乐设施如须设置在已有高压线下方时,应满足 GB 50545 的相关规定,并取得当地电力管理部门的同意。

6.8 乘载系统

6.8.1 基本要求

6.8.1.1 游乐设施依据设备的性能、运行方式、速度及其结构的不同,并考虑乘客的身体特征,设置相应形式的乘载系统。乘载系统包括乘人装置和乘客束缚装置。乘客束缚装置可采用安全带、安全压杠、挡杆等。

6.8.1.2 当游乐设施运行时,乘客有可能在乘人装置内移动、碰撞或者甩出、滑出时,应设有乘客束缚装置。

6.8.1.3 乘载系统应可靠、舒适。乘载系统的设计应防止乘客被夹伤或压伤,且易于调节、操作方便。

6.8.1.4 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给乘客造成伤害。

6.8.1.5 乘载系统应可靠地固定在游乐设施的结构件上,且有足够的强度承受各种工况发生的最大作用力。

6.8.1.6 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。

6.8.1.7 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。

6.8.1.8 座席距地面最大高度 5 m 以下时,座舱深度不小于 550 mm,座席靠背高度不小于 300 mm。座席距地面最大高度 5 m 以上时,座舱深度不小于 800 mm,座席靠背高度不小于 400 mm。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 400 mm,专供儿童乘坐的每人应不小于 250 mm。

6.8.1.9 乘人装置应明确标识额定乘员数量,严禁超规超载运行。

6.8.1.10 座舱结构如采用玻璃钢等封闭,应留有检修孔或有相应的检修措施。

6.8.1.11 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。

6.8.2 乘客束缚装置

6.8.2.1 安全带

6.8.2.1.1 安全带可单独用于轻微摇摆或升降速度较慢、没有翻转、没有被甩出危险的设施上,使用安全带一般应配辅助把手。对运动激烈的设备,安全带可作为辅助束缚装置。

6.8.2.1.2 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 30 mm,安全带破断拉力应不小于 6 000 N。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。

6.8.2.1.3 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 6 000 N。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。

6.8.2.1.4 安全带应明确更换周期或更换条件。

6.8.2.2 安全压杠

6.8.2.2.1 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。

6.8.2.2.2 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。

6.8.2.2.3 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。

6.8.2.2.4 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 35 mm。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 150 N,对儿童不大于 80 N。

6.8.3 束缚装置选型

6.8.3.1 束缚装置宜参考图 8 中设计加速度的 5 个区域来选型。图中的加速度为“持续加速度”而非“冲击加速度”,加速度的方向参见图 2 的人体坐标系。

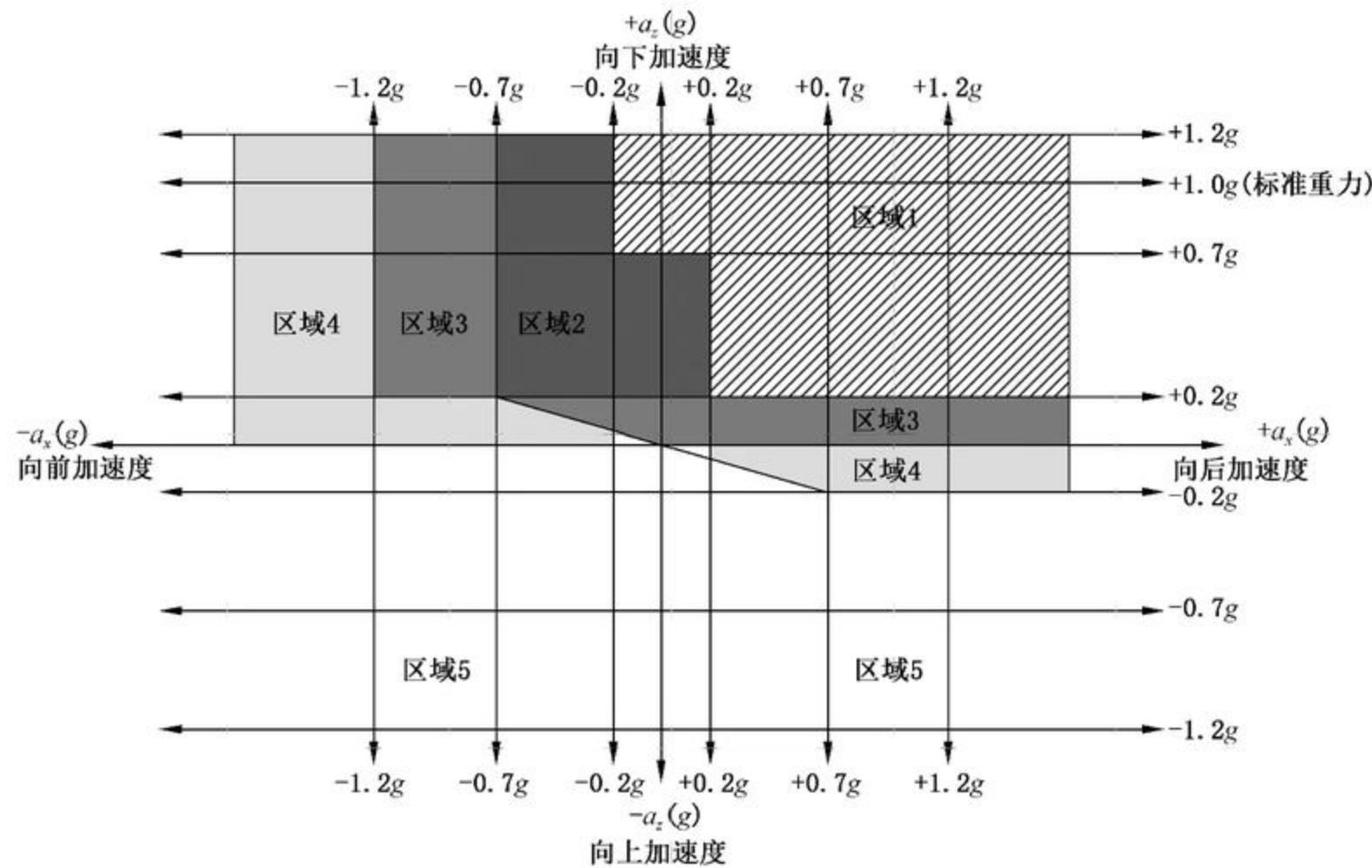


图 8 设计加速度的 5 个区域

6.8.3.2 束缚装置的选型应结合设备的具体情况考虑,如:

- a) 加速度方向、大小、作用点、持续时间和角加速度等;
- b) 乘载系统的结构形式和束缚情况、座椅面的结构形式和摩擦情况;
- c) 乘客的姿态,如翻滚、倾斜等;
- d) 侧面加速度,如持续的侧面加速度大于或等于 0.5g 时,座位、靠背、头枕、护垫等设计应作特殊考虑。

6.8.3.3 对图 8 所示 5 个区域,应按照表 9 的要求分别设置束缚装置,束缚装置可组合使用。

表 9 束缚装置准则

类型	不同要求	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级	5 级 冗余
每套束缚装置 保护的乘客 数量	1. 不需束缚装置。	*					
	2. 一套束缚装置可以用于一个或多个乘客。		*	*			*
	3. 一套束缚装置仅保护一个乘客。				*	*	
(束缚装置) 锁紧位置	1. 锁紧位置固定或根据乘客情况调整。		*				*
	2. 锁紧位置根据乘客情况调整。			*	*	*	

表 9 (续)

类型	不同要求	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级	5 级 冗余
(锁紧机构) 锁紧类型	1. 乘客或操作人员均可锁紧束缚装置。		*				
	2. 乘客或操作人员均可手动或自动锁紧束缚装置。操作人员需确认束缚装置已锁紧。			*			*
	3. 束缚装置应自动锁紧。				*	*	
(锁紧机构) 释放类型	1. 乘客或操作人员均可释放束缚装置。		*				
	2. 乘客可手动释放束缚装置,或者操作人员可手动或自动释放束缚装置。			*			*
	3. 只允许操作人员手动或自动释放束缚装置。				*	*	
外部指示	1. 不要求外部指示。		*				
	2. 不要求外部指示。设计上应便于操作人员在每个运行周期对束缚装置进行目视或人工检查。			*	*		*
	3. 要求外部指示。设备应当设有乘客束缚装置有效锁紧后才能启动的联锁控制功能。设计上应便于操作人员在每个运行周期对束缚装置进行目视或人工检查。					*	
(束缚装置) 锁紧和释放 的方式	1. 手动或自动控制锁紧和释放。		*	*	*	*	*
锁紧装置 的冗余	1. 不要求冗余。		*	*			*
	2. 锁紧装置应有冗余。				*	*	
	3. 不要求冗余,第二套束缚装置的锁紧和释放应独立于第一套束缚装置。						*
束缚装置 的配置	1. 两套独立束缚装置或一套失效安全的束缚装置。					*	
注 1: 通过具体设备的乘载分析也可设置一个更高级别的束缚装置。 注 2: 失效安全(fail-safe)的束缚装置是指乘客束缚装置的任意一个部位失效,不会造成乘客脱离束缚装置。 注 3: * 表示该级束缚装置对应的技术要求。							

6.8.3.4 区域 1——对应 1 级束缚装置,其要求如下:

- a) 1 级束缚装置为不需束缚装置;
- b) 如仅依据区域 1 的作用力,可以不设置束缚装置;但是乘载分析可以要求设置一个更高级别的束缚装置。

6.8.3.5 区域 2——对应 2 级束缚装置,其要求如下:

- a) 每套束缚装置保护的乘客数量——可以用于一个或多个乘客;
- b) (束缚装置)锁紧位置——最后锁紧位置固定或可调节均可;
- c) (锁紧机构)锁紧类型——乘客或操作员均可锁紧;
- d) (锁紧机构)释放类型——乘客或操作员均可打开;

- e) (束缚装置)锁紧和释放的方式——可手动或自动开启和关闭;
- f) 锁紧装置的冗余——不要求冗余;
- g) 正常或异常状态的外部指示类型——不要求外部指示。

注: 根据具体设备情况, 如有扶手、脚踏或其他装置能够给乘客提供足够的支撑和保护时, 可不设置安全束缚装置。

6.8.3.6 区域 3——对应 3 级束缚装置, 其要求如下:

- a) 每套束缚装置保护的乘客数量——可以用于一个或多个乘客;
- b) (束缚装置)锁紧位置——最后锁紧位置应可调节;
- c) (锁紧机构)锁紧类型——可以手动或自动锁紧, 操作人员需确认束缚装置已锁紧;
- d) (锁紧机构)释放类型——乘客可手动释放束缚装置, 或者操作人员可手动或自动释放束缚装置;
- e) (束缚装置)锁紧和释放的方式——手动或自动控制锁紧和释放;
- f) 锁紧装置的冗余——不要求冗余;
- g) 正常或异常状态的外部指示类型——不要求外部指示, 设计上应便于操作人员在每个运行周期对束缚装置进行目视或人工检查。

6.8.3.7 区域 4——对应 4 级束缚装置, 其要求如下:

- a) 每套束缚装置保护的乘客数量——一套束缚装置仅保护一个乘客;
- b) (束缚装置)锁紧位置——最后锁紧位置应可调节;
- c) (锁紧机构)锁紧类型——只应自动锁紧;
- d) (锁紧机构)释放类型——只允许操作人员手动或自动释放束缚装置;
- e) (束缚装置)锁紧和释放的方式——手动或自动控制锁紧和释放;
- f) 锁紧装置的冗余——锁紧装置应有冗余;
- g) 正常或异常状态的外部指示类型——不需外部指示。设计上应便于操作人员在每个运行周期对束缚装置进行目视或人工检查。

6.8.3.8 区域 5——对应 5 级束缚装置, 其要求如下:

- a) 每套束缚装置保护的乘客数量——一套束缚装置仅保护一个乘客;
- b) (束缚装置)锁紧位置——最后锁紧位置应可调节;
- c) (锁紧机构)锁紧类型——束缚装置只应自动锁紧;
- d) (锁紧机构)释放类型——只允许操作人员手动或自动释放束缚装置;
- e) (束缚装置)锁紧和释放的方式——手动或自动控制锁紧和释放;
- f) 锁紧装置的冗余——锁紧装置应有冗余;
- g) 束缚装置的配置——两套独立束缚装置, 或一套失效安全的束缚装置;
- h) 正常或异常状态的外部指示类型——要求外部指示。设备应当设有乘客束缚装置有效锁紧后才能启动的联锁控制功能。设计上应便于操作人员在每个运行周期对束缚装置进行目视或人工检查。

6.8.3.9 5 级束缚装置带有冗余装置, 该冗余装置应为独立的束缚装置, 其要求如下:

- a) 每套束缚装置保护的乘客数量——可以用于一个或多个乘客;
- b) (束缚装置)锁紧位置——最后锁紧位置固定或可调节均可;
- c) (锁紧机构)锁紧类型——乘客或操作人员均可手动或自动锁紧束缚装置。操作人员需确认束缚装置已锁紧;
- d) (锁紧机构)释放类型——乘客可手动释放束缚装置, 或者操作人员可手动或自动释放束缚装置;
- e) (束缚装置)锁紧和释放的方式——手动或自动控制锁紧和释放;
- f) 锁紧装置的冗余——不要求冗余, 第二套束缚装置的锁紧和释放应独立于第一套束缚装置;

- g) 正常或异常状态的外部指示类型——不要求外部指示,设计上允许操作人员在每个运行周期对束缚装置进行目视或人工检查。

6.8.4 安全距离和防护

6.8.4.1 游乐设施设计时应确定乘客的安全距离,防止运动时乘客与其他物体接触。应考虑以下因素:

- a) 乘客高度的限制;
- b) 乘载系统的形状和尺寸,包括:
 - 1) 座位、扶手、座位背部和侧部、脚踏等;
 - 2) 考虑设计的束缚装置,如压杠、安全带、肩部束缚装置等;
 - 3) 乘载系统限制乘客伸出装载物的允许范围。
- c) 可能接触的物体及接触时的相对速度和方向;
- d) 所处区域内的可移动设备或部件。任何侵占安全距离的可移动系统或装置,如上/下客平台、甲板或其他设施;
- e) 乘人装置的位置或方向变化的可能性(如角度运动、侧向运动、无约束或无阻尼运动、自由摆动)。

6.8.4.2 对于边运行边上下乘客的游乐设施,乘人部分的进出口不应高出站台 300 mm。其他游乐设施乘人部分进出口距站台的高度,应便于乘客上下。

6.8.4.3 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 500 mm 的安全距离。当全程或局部运行速度不大于 1 m/s 处时,其安全距离可适当减少,但不应小于 300 mm。从座席面至上方障碍物的距离应不小于 1 400 mm。专供儿童乘坐的游乐设施应不小于 1 100 mm。

6.8.4.4 设有转动平台时,为防止乘客的脚部受到伤害,转动平台与固定部分之间的间隙,水平方向不大于 30 mm。若平台高于站台面,其垂直方向的间隙应适当,不对乘客的脚部造成危险。

6.9 安全防护装置和措施

6.9.1 基本要求

应根据游乐设施的具体形式和风险评价,设置相应的安全防护装置或采取安全防护措施,如乘客束缚装置、制动装置、限位装置、防碰撞及缓冲装置、止逆装置、限速装置、风速计、防护罩、安全标志等。

6.9.2 制动装置

6.9.2.1 游乐设施视其运动形式、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)。

6.9.2.2 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。

6.9.2.3 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。

6.9.2.4 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 100 N~200 N。

6.9.2.5 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。

6.9.2.6 制动装置制动应平稳可靠,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,在正常运行工况下,制动加速度绝对值一般不大于 5.0 m/s^2 。必要时可增设减速制动装置。

6.9.2.7 游乐设施的最大刹车距离,应限制在合理范围内。小赛车应不大于 7 m,在滑道内滑行的车应不大于 8 m,脚踏车、内燃或电力单车等应不大于 6 m,架空列车应不大于 15 m。

6.9.3 限位装置

6.9.3.1 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。

6.9.3.2 绕水平轴回转并配有配重的游乐设施,乘人部分在最高点有可能出现静止状态时(死点),应有防止或处理该状态的措施。

6.9.4 防碰撞及缓冲装置

6.9.4.1 同一轨道、滑道、专用车道等有两组以上(含两组)无人操作的单车或列车运行时,应设防止相互碰撞的自动控制装置和缓冲装置。当有人操作时,应设有效的缓冲装置。

6.9.4.2 升降装置的极限位置,必要时应设缓冲装置。

6.9.4.3 非封闭轨道的行程极限位置,必要时应设缓冲装置。

6.9.4.4 沿钢丝绳运行的滑索等设备,在滑行终点应设缓冲装置。

6.9.5 止逆行装置

6.9.5.1 沿斜坡向上牵引的提升系统,应设有防止乘人装置逆行的装置(特殊运行方式除外)。

6.9.5.2 止逆行装置逆行距离的设计应使冲击负荷最小,在最大冲击负荷时应止逆可靠。止逆行装置的安全系数不小于 4。

6.9.6 限速装置

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。

6.9.7 风速计

高度 20 m 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 10 m。

6.9.8 防护罩

6.9.8.1 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。

6.9.8.2 在地面上行驶的车辆,其驱动和传动部分及车轮应进行覆盖。

6.9.9 安全栅栏、站台、操作室、安全通道、安全网

6.9.9.1 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。

6.9.9.2 游乐设施周围及高出地面 500 mm 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 1 100 mm,室内儿童娱乐项目,安全栅栏高度应不低于 650 mm。栅栏的间隙和距离地面的间隙应不大于 120 mm。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。

6.9.9.3 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。

6.9.9.4 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。

6.9.9.5 游乐设施进出口的台阶宽度应不小于 240 mm,高度范围为 140 mm~200 mm,阶梯的坡度应

保持一致。进出口为斜坡时,坡度应不大于1:6。有防滑花纹的斜坡,坡度应不大于1:4。

6.9.9.6 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。

6.9.9.7 沿斜坡提升段或架空轨道高空处应设置安全通道,安全通道牢固可靠,方便疏导乘客或检修。

6.9.9.8 游乐设施本体、运行通道和通过的涵洞,其包容面应采用不易脱落的材料,装饰物等应固定牢固。

6.9.9.9 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。

6.9.9.10 用于检查维修用的爬梯、通道、平台应牢固可靠,其空间应能满足工作要求。高于3 m的爬梯应有防护装置或设有安全带挂接装置。

6.9.10 安全标志

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—2015的规定。

6.9.11 其他安全要求

6.9.11.1 游乐设施在空中运行的乘人部分,整体结构应牢固可靠,其重要零部件宜采取保险措施。

6.9.11.2 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。

6.9.11.3 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。

6.9.11.4 距地面1 m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。

6.9.11.5 沿架空轨道运行的车辆,应设防倾翻装置。车辆连接器应结构合理,转动灵活,安全可靠。

6.9.11.6 沿钢丝绳运动的游乐设施,应有防止乘人部分脱落的保险装置,保险装置应有足够的强度。

6.9.11.7 当游乐设施在运行中,动力电源突然断电或设备发生故障,危及乘客安全时,应设有自动或手动的紧急停车装置。

6.9.11.8 游乐设施在运行中发生故障后,应有疏导乘客的措施。

6.9.11.9 游乐设施的建造应符合国家有关防火安全的规定。在高空运行的封闭座舱,必要时应设灭火装置。

6.9.11.10 游乐设施产生的噪声对区域环境的影响应符合GB 3096的规定。

7 制造与安装

7.1 基本要求

7.1.1 游乐设施制造与安装单位应按有关国家法规规定取得相应资质,建立完善的质量保证体系,并严格执行。

7.1.2 产品安装调试完成后,应向使用单位提供使用维护保养说明书及有关维修图样,产品合格证及必要的备品备件和专用工具等。产品使用过程中,使用维护保养说明书如有涉及安全的修改应及时通知使用单位,并换发新的使用维护保养说明书。

7.1.3 制造单位应为使用单位培训操作、维修人员,做好对使用单位的售后服务,并及时向使用单位供

应备品备件。

7.1.4 对于重要的外协件,制造单位应制定详细的验收要求。

7.1.5 材料切割宜采用先进工艺,避免引起材料性能的改变。对于重要零部件用的材料,切割后应有材料标识移植。

7.1.6 应制定合理的机加工工艺,保证机加工件满足设计文件的要求。

7.1.7 应制定合理的钣金、弯管、卷板和冲压等成型工艺,保证零件满足设计文件的要求。不允许有裂纹、折叠、机械损伤等加工缺陷。当冲压拉伸后产生冷作硬化现象时,对使用有韧性要求的冲压件应作硬化处理。

7.1.8 重要锻件须经超声波检测合格后方可加工。检测标准按照 GB/T 34370.5 的规定执行。锻件内部不允许存在裂纹和残余缩孔。表面不允许有肉眼可见的裂纹、折叠和其他影响强度及外观的缺陷。必要时,锻件锻后应进行热处理。

7.2 焊接

7.2.1 焊接材料

7.2.1.1 焊接材料包括焊条、焊丝、焊剂、气体等,应符合 GB/T 983、GB/T 5117、GB/T 5118、GB/T 5293、GB/T 8110、GB/T 10045、GB/T 12470、GB/T 14957、GB/T 17493 的有关规定;气体保护焊使用的氩气应符合 GB/T 4842 的有关规定,其纯度不应低于 99.95%。

7.2.1.2 各类钢材的焊接材料选用原则应符合 NB/T 47015—2011 中 4.1 的要求。

7.2.1.3 焊接材料的管理应符合 JB/T 3223 的规定。

7.2.1.4 焊材使用前,焊丝需去除油、锈;保护气体应保持干燥。除真空包装外,焊条、焊剂应按产品说明书规定的规范进行再烘干,经烘干之后可放入保温箱内(100℃~150℃)待用。对烘干温度超过 350℃ 的焊条,累计烘干次数不宜超过 3 次。

7.2.2 焊接工艺评定

7.2.2.1 施焊前,重要焊缝、与重要焊缝组焊的焊缝、熔入重要焊缝内的定位焊缝、重要焊缝母材表面的堆焊与补焊,以及上述焊缝的返修焊缝都应按 NB/T 47014 进行焊接工艺评定或者具有经过评定合格的焊接工艺支持。

7.2.2.2 焊接工艺评定试件应由按 TSG Z6002 规定考核合格的,并满足焊接工艺规程要求的焊接人员施焊。

7.2.2.3 应根据合格的焊接评定工艺报告编制焊接工艺。

7.2.2.4 焊接工艺评定技术档案应保存至该工艺评定失效为止,焊接工艺评定试样保存期不少于 5 年。

7.2.3 焊前准备

7.2.3.1 焊接坡口的基本形式和尺寸应满足图纸要求。

7.2.3.2 坡口制备应符合 NB/T 47015—2011 中 4.3 的要求。

7.2.3.3 焊接接头装配应符合 GB 50661—2011 中 7.3 的要求。

7.2.3.4 定位焊应符合 GB 50661—2011 中 7.4 的要求。

7.2.3.5 预热及预热温度的测量应符合 NB/T 47015—2011 中 3.5.7 的要求。碳钢和低合金钢的最高预热温度和道间温度不宜大于 300℃。

7.2.3.6 引弧板、引出板和衬垫的选用应符合 GB 50661—2011 中 7.9 的要求。

7.2.4 施焊

7.2.4.1 焊接重要焊缝(包括定位焊、返修焊)的焊工,应按 TSG Z6002 规定要求进行考核,取得《特种

设备作业人员证》后,方可在有效期内从事合格项目范围内的焊接工作。

7.2.4.2 焊工应当按照焊接工艺施焊,重要焊缝焊后应当清理焊缝表面及自检后,在焊缝附近指定部位打上焊工钢印代号。不便于采用打焊工钢印的,应有可靠的记录方式,保证焊工的可追溯性。

7.2.4.3 施焊应符合 NB/T 47015—2011 中 3.6 的要求。

7.2.4.4 焊接过程中,最低道间温度不应低于预热温度;奥氏体不锈钢最高道间温度不宜大于 150℃,需进行疲劳计算的动荷载结构焊接时,最大道间温度不宜超过 230℃。

7.2.4.5 焊接变形的控制应符合 GB 50661—2011 中 7.11 的要求。

7.2.5 焊接检验

7.2.5.1 焊接检查及检验内容应包含 NB/T 47015—2011 中 3.8 的内容。

7.2.5.2 焊缝的外观检查应根据设计的质量等级要求进行检查。

7.2.6 焊接返修

7.2.6.1 对需要焊接返修的缺陷应分析产生原因,提出改进措施,按评定合格的焊接工艺编制焊接返修工艺文件。

7.2.6.2 返修焊缝性能及质量要求应与原焊缝相同,焊缝返修应符合 GB 50661—2011 中 7.12 的要求。

7.2.6.3 焊缝同一部位的返修次数不宜超过 2 次。如超过 2 次,返修前应重新制定返修方案。

7.2.7 焊后热处理

焊后热处理应符合 NB/T 47015—2011 中 4.6 的规定或者设计文件要求。

7.3 热处理

7.3.1 应建立热处理质量档案,保存工件作业过程记录、检验记录、理化试验报告等原始记录,作为可追溯性资料。

7.3.2 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。

7.4 装配

7.4.1 一般要求

7.4.1.1 所有进入装配的零部件,含外购件、外协件等,都应按有关检验规程检验合格后方可装配,装配前应按 GB 50231—2009 中 5.1 的有关规定进行预处理。

7.4.1.2 装配件上与密封件安装配合的加工面,清洗、装配过程中,应加以保护,防止碰伤。

7.4.1.3 装配前应对零部件的主要配合尺寸,特别是过盈配合尺寸及相关精度进行复查。

7.4.1.4 零件装配后,各润滑处应注入适量的润滑油(脂)。

7.4.2 销轴和紧固件的装配

7.4.2.1 有预紧力要求的螺栓连接,应符合 GB 50231—2009 中 5.2.4 的规定。

7.4.2.2 高强度螺栓的装配应符合 GB 50231—2009 中 5.2 的有关规定。

7.4.2.3 各种止动垫圈在螺母拧紧后应弯转舌耳。螺栓头部防松保险丝应按螺纹旋向穿装缠牢。

7.4.2.4 圆锥销装配时应与孔进行涂色检查,其接触率应大于配合长度的 60%,并应均匀分布。

7.4.2.5 螺栓、键、销轴、定位销等连接件的装配,应符合 GB 50231—2009 中 5.2 的有关要求。

7.4.3 其他要求

7.4.3.1 滑动轴承、滚动轴承、离合器、制动器、联轴器、齿轮、链条、过盈配合件装配,应符合 GB 50231—2009 中第 5 章的有关规定。

7.4.3.2 气动系统安装前,用干燥洁净的压缩空气,对接头、管道、阀等所有内部通道进行彻底吹扫。

7.4.3.3 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。使用的液压油应保证清洁无杂质。油箱密封良好。安装时应注意和尽量减少(小)下列情况:

- a) 由于推或拉载荷引起的液压缸结构的过度变形;
- b) 引起侧向弯曲载荷;
- c) 液压缸上下销轴应得到充分的润滑。

7.5 厂内测试

7.5.1 各传动部件、可先行试验的安全装置及可以独立试车的部件,应先行试验、试车。

7.5.2 厂内试车时的调试条件要求可参照 7.10。

7.5.3 首台设备根据设计验证试验方案进行各项测试,记录并判定,各项指标均要达到设计要求。

7.6 涂装

7.6.1 防腐涂装要根据不同的材料及不同的工作环境,采用相应的工艺材料进行有效的防腐处理。

7.6.2 所有需要进行涂装的金属制件表面在涂装前应将锈、氧化皮、油脂、灰尘等去除。焊接件需热处理的,则除锈工序应放在热处理工序之后进行。除锈方法、等级及适用范围按照 JB/T 5000.12 有关规定执行。

7.6.3 设备中不涂漆的裸露钢材制件、标准件等,须采用其他防腐处理。

7.6.4 对安装过程中损坏的漆膜应进行修补,修补前应对表面进行清理。补漆部位的颜色、涂层厚度应与周围的颜色、涂层厚度一致。

7.6.5 涂装施工要求按 JB/T 5000.12 有关规定执行。

7.6.6 铸件的非加工表面需清砂处理,如作抛丸处理应在处理后的 6 h 内涂底漆。涂底漆前,铸件上的粉尘等物应清理干净。

7.7 包装与运输

7.7.1 产品及其零部件的包装应符合 GB/T 13384 的规定。

7.7.2 产品的运输应符合铁路、公路、航运的有关运输要求。

7.7.3 在解体运输中,对长大件和可自由移动的部件,应垫平绑扎牢固,防止运输变形、位移、碰撞。

7.8 设备基础及附属设施

7.8.1 制造单位应向有资质的土建设计单位提供游乐设施基础条件图。该土建设计单位依据地区气候条件、地质勘探报告等要求进行设计,出具施工图。

7.8.2 游乐设施的基础条件图应包括:基础地面布置,设备安装基座,地沟与预埋管、预埋件,避雷针与接地体,基础载荷图,安全系数,辅助设施布置,对应设备参数、外形尺寸及设备运行安全包络线,重点预埋件载荷等说明及有关要求。

7.8.3 游乐设施的土建基础或建筑物,应按设计图样和技术文件施工,经有关单位验收合格后,方能进行设备安装。

7.8.4 游乐设施安装时,应根据设计图样和技术文件的要求,确立安装基准,并进行测量和检验。

7.8.5 其他游乐设施的基础工程应符合 GB 50010、GB 50007 的规定。

7.8.6 基础的质量要求应符合 GB 50202、GB 50204 的规定。

7.8.7 游乐设施基础的尺寸和位置的允许偏差,应符合表 10 的要求。

表 10 基础允许偏差

项目		允许偏差/mm
坐标位置		20
不同平面的标高		0, -20
平面外形尺寸		±20
凸台上平面外形尺寸		0, -20
凹穴尺寸		+20, 0
平面的水平度	每米	5
	全长	10
垂直度	每米	5
	全高	10
预埋地脚螺栓	标高	+20, 0
	中心距	±2
预埋地脚螺栓孔	中心线位置	10
	深度	+20, 0
	孔壁垂直度	10
预埋活动地脚螺栓锚板	标高	+20, 0
	中心线位置	5
	带槽锚板的水平度	5
	带螺纹孔锚板的水平度	2

7.8.8 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。

7.8.9 垫铁应符合 GB 50231—2009 中 4.2 的有关规定。

7.8.10 地脚螺栓不宜用于承受底部的横向剪力,此剪力由底板与混凝土基础间的摩擦力(摩擦系数可取 0.4)或设置抗剪结构承受。

7.8.11 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。

7.8.12 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。

7.8.13 需要预压的基础,应预压合格并应有预压沉降记录。

7.8.14 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。

7.9 现场安装

7.9.1 安装单位应按照设计要求和制造单位的要求编制安装方案。安装方案应包括施工组织计划、质量控制要求、安装设备和工具、安全措施和应急预案等。

- 7.9.2 设备安装的基准面(如设备底座上表面),其水平度公差应不大于 1/1 000。
- 7.9.3 重要立柱安装定位后,对水平面的垂直度公差应不大于 1/1 000。
- 7.9.4 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。
- 7.9.5 轨距允许误差应符合以下要求:侧轮在轨道内时允许误差-3 mm~5 mm,侧轮在轨道外时允许误差-5 mm~3 mm。
- 7.9.6 钢丝绳端部安装应满足如下要求:
- 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表 8 的要求。
 - 采用绳夹固定时,U 型螺栓应由钢丝绳的短边套上,如图 9 所示。



图 9 绳夹固定方法

- 重要部位钢丝绳直径与绳夹的数量和间距,应符合表 11 的要求。

表 11 钢丝绳绳夹数量和间距

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

- 7.9.7 安装完成后根据图样和有关文件检查静态各项数据达到要求。
- 7.10 现场调试与试运行
- 7.10.1 设备调试试运行前应具备下列条件:
- a) 设备及其附属装置、管路等均应全部施工完毕,施工记录及资料应齐全;
 - b) 试验条件、运行环境符合要求;
 - c) 具备需要的动力、配套设施、检测仪器、安全防护设施及用具等;
 - d) 根据设计要求,制定了调试大纲和试运行方案;
 - e) 参加调试、试运行的人员,应熟悉设备的构造、性能、设备技术文件,了解设备调试技术要求,并应掌握操作规程及试运行操作。
- 7.10.2 调试通电运行前应进行如下检查:各传动件、紧固件联接部位应牢固,润滑和密封情况应良好,各主要回路的相间电阻及绝缘电阻应符合要求,设备现场及设备内部其他物件已清理。
- 7.10.3 按调试大纲指导现场调试,记录调试结果。调试应包括下列内容和步骤:

- a) 电气(仪器)操纵控制系统及仪表的检查调试;
- b) 电气检验应符合 GB 5226.1—2008 中第 18 章的规定;
- c) 润滑、液压、气动、冷却和加热系统检查和调试;
- d) 机械和各系统联合调试;
- e) 液压系统调试,应符合 GB/T 50231—2009 中 7.4 的要求。

7.10.4 重要调试内容应包括但不限于:安全束缚装置检查、绝缘测试、电流、电压测试、接地测试、安全联锁装置、限位开关调整到位、应急停车、动力电源断电、应急疏导试验。

7.10.5 应在设备调试合格后,按试运行方案进行试运行。

7.10.6 进行空载、满载、偏载试验,并作实测记录:

- a) 设备的启动、换向、停机、制动和安全联锁等动作,均应正确、灵敏、可靠;
- b) 整机应运行正常,不准许有爬行和异常的振动、冲击、发热及声响;
- c) 各传动部件应平稳,无异常振动、窜动、冲击、噪声、永久变形和磨损,轴承温升及油箱油温不得超过设备规定的最高温度;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%。不应有偏啮合及偏磨损;
- d) 滚动轴承端盖处温升不大于 30 °C,最高温度不大于 65 °C。滑动轴承进油孔处温升不大于 35 °C,且最高温度不大于 70 °C;
- e) 各种仪表应工作正常;
- f) 润滑、液压、气动等辅助系统的工作应正常,无渗漏现象;
- g) 零部件及其连接应牢固可靠,不准许有永久变形和损坏现象;
- h) 在测量加速度时,应使用 5 Hz 低通高频滤波器(滤波器边界斜度最小 6 dB/倍频程)。

7.11 无损检测

7.11.1 无损检测人员

无损检测人员应按照相关技术规范进行考核取得相应资格证书后,方能承担与资格证书的种类和技术等级相对应的无损检测工作。

7.11.2 无损检测方法

7.11.2.1 游乐设施的无损检测方法包括目视、磁粉、渗透、超声、射线、涡流、声发射、漏磁、红外检测等方法。

7.11.2.2 无损检测的工艺应根据设计图样的要求和 GB/T 34370(所有部分)的规定制定。

7.11.3 方法的选择

7.11.3.1 焊接接头的检测方法应根据焊接接头的类型、形状、尺寸和材料选择,原材料和零部件的检测方法、检测比例和合格级别应符合设计图样和 GB/T 34370(所有部分)的规定。

7.11.3.2 对接接头应当采用射线或超声检测,射线检测包括胶片射线检测和数字射线检测,超声检测包括了可记录的超声检测(相控阵超声、可记录的脉冲反射法等)和不可记录的脉冲反射法超声检测。当采用不可记录的脉冲反射法超声检测时,还应当采用射线检测或者可记录的超声检测作为附加局部检测。

7.11.3.3 铁磁性材料部件焊接接头表面应当优先采用磁粉检测。

7.11.4 检测时机

7.11.4.1 游乐设施焊接接头,应在形状尺寸检测、外观目视检测合格后,再进行无损检测。

7.11.4.2 有延迟裂纹倾向的材料应当至少在焊接完成 24 h 后进行无损检测,有再热裂纹倾向的材料应当在热处理后增加一次无损检测。

7.11.5 目视检测

目视检测应在其他无损检测之前进行,其他无损检测应根据目视检测的结果修正检测区域和比例。

7.11.6 超声和射线检测

7.11.6.1 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:

- a) 要求进行全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 I 级;
- b) 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;
- c) 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;
- d) 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;
- e) 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。

7.11.6.2 射线检测应当按照 GB/T 34370.6 的规定执行,质量要求和合格级别如下:

- a) 要求进行全部无损检测的对接接头,射线检测技术等级不低于 B 级,合格级别为 II 级;
- b) 要求进行局部无损检测的对接接头,射线检测技术等级不低于 B 级,合格级别为 III 级,且不允许有面状缺陷。

7.11.7 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:

- a) 采用磁粉或者渗透检测,合格级别为 I 级;
- b) 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;
- c) 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。

7.11.8 其他检测方法

声发射、磁记忆、涡流、导波、漏磁检测等参考相应的国家标准执行。

7.11.9 组合检测

当采用多个检测技术组合检测时,质量要求和合格级别按照各自执行的标准确定,并且均应当合格。

7.11.10 技术档案

检测单位应当填写无损检测记录,签发无损检测报告。制造单位应妥善保管射线底片、超声和涡流等可记录的检测数据等检测资料(含缺陷返修记录),建立游乐设施产品无损检测档案,保存至设备报废为止。

7.12 检验

7.12.1 一般要求

游乐设施的制造、安装环节应按照有关法律、法规、标准、技术文件的要求进行检验,检验活动应留

存检验资料,检验资料应对检验对象是否符合要求形成充分支持且具有可追溯性。

7.12.2 制造检验

7.12.2.1 原材料进厂应经检验部门检验合格后方可入库或投入使用,重要的材料应有质量证明文件,必要时还应进行力学性能和理化检验。

7.12.2.2 重要的结构件钢板及其制成品的厚度公差应符合 GB/T 709—2006 中表 2(A 类)的规定。

7.12.2.3 配套的标准机电产品应进行外观、尺寸检验及技术参数的核对,应有质量证明文件、使用维护保养说明书等,必要时对其性能进行验证试验。

7.12.2.4 重要的零部件加工和组装,应严格按照工艺文件进行,进入下一道工序前,应按有关标准和规定进行检验,检验应包括自检、互检和专检。

7.12.2.5 重要的焊缝在进入下一道工序前应经检验合格后方可继续加工。重要的隐蔽焊缝在隐蔽前应设立检查点,经检验部门检验合格和质保工程师确认后进入后续工序。

7.12.2.6 涉及到人身安全的重要的轴、重要焊缝,应进行无损检测,合格后方可投入使用,其他零部件也应按图样技术要求及有关标准进行检验。

7.12.2.7 每台产品出厂前,应根据设计图样和技术文件,并按有关标准要求进行检查,检验合格后方可出厂。

7.12.3 设计验证试验

7.12.3.1 对于新开发的游乐设施新产品,制造单位应进行设计验证试验,验证样机是否达到设计预期的功能性、安全性、可靠性、耐久性等要求。设计验证试验包括针对部件进行的分项试验和整机性能试验。

7.12.3.2 设计验证试验中的试验载荷应是在设计文件规定的最大载荷、最大运行参数的条件下进行的。

7.12.4 安装自检

7.12.4.1 在整机安装过程中,制造和安装单位应按照有关法规标准及技术文件的要求进行检查并记录。

7.12.4.2 制造和安装单位的自检项目和检验数量不应少于法定的监督检验项目。重点检查各种安全装置、重要轴及关键焊缝、绝缘与接地系统、控制系统、应急救援系统、安全防护与安全距离等。

7.12.4.3 制造和安装单位的自检中的不合格项目,应经整改复检合格后,方可出具产品安装合格质量证明文件。

8 使用管理与维护保养

8.1 游乐园安全运行管理体系与职责

8.1.1 运营使用单位要求

游乐设施运营使用单位应建立健全完整的安全管理制度,设置安全管理机构,应配备专职安全管理人员并落实各项安全管理制度和岗位安全责任制。根据每台设备的特点及使用维护保养说明书的要求编制操作规程及维保手册。

8.1.2 运营使用单位人员要求

游乐设施运营使用单位的法定代表人和各相关部门负责人应依照法律法规、国家标准以及本单位

安全管理制度要求,履行职责;安全管理人员和相关作业人员应取得许可资格,所有游乐设施相关工作人员应经使用单位培训后上岗,并依照法律法规、国家标准以及本单位安全管理制度要求,履行职责。

8.2 乘客要求

乘坐游乐设施前,工作人员应提醒乘客应当认真阅读并自觉遵守乘客须知和警示标志的要求。乘客有义务听从工作、服务人员的指挥,不做损坏设施、危及自身及他人安全的行为。

8.3 作业行为

8.3.1 依法注册使用登记

游乐设施运营使用单位应完成安全管理制度编制、安全管理机构设置、设备技术文件资料归档等工作,并依法到当地游乐设施的安全监督管理部门办理注册使用登记。

8.3.2 培训考核

使用单位对操作、管理和维修人员应定期进行业务培训和安全教育,经考试合格后才能上岗。使用单位应定期组织员工的安全培训考核工作。培训前,使用单位应制定培训方案,设定培训人员范围,明确培训目标;培训过程中,员工应遵守培训纪律,认真学习培训内容;培训后,使用单位要对培训内容进行考核和记录,并且要对培训效果进行评估,提出改进措施。

8.3.3 操作

8.3.3.1 游乐设施应按章操作。每日设备运营前,操作人员应确认设备运行条件、试运行设备,并检查安全保护装置;运行过程中,操作人员应严格按照操作规程作业,并密切关注乘客动态及设备运行状态;运行结束后,操作人员应记录设备运行情况,并做好再次运行的相关准备。运营前、中、后阶段,游乐设施如有任何异常状况应停止运行,待安全隐患排除后方可重新投入运行。

8.3.3.2 使用单位对各种游乐设施应在每天运行前进行必要的检查,经检查无问题并试运行后方可正式运营,并应做好运营记录。

8.3.3.3 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。

8.3.3.4 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。

8.3.3.5 操作人员在游乐设施每次运行前,应确认乘客束缚装置已锁紧,操作人员、服务人员等已撤离至安全区域,设备运行区域无其他人员和障碍物。

8.3.3.6 操作人员、站台服务人员等在设备运行过程中、设备未停稳前严禁进入设备运行区域,特殊情况(维护保养、应急救援等)除外。

8.3.4 检查检验

8.3.4.1 使用单位应按照设备使用维护保养说明书及有关法规、标准要求建立自检作业指导文件。

8.3.4.2 游乐设施的检查方式包括:点检和巡检。点检时,检查人员应按照规定的方法、频次,用仪器设备对检查部位进行测量,并记录检测数据,依据判定标准得出检查结果;巡检时,检查人员应用感观、目测等方式对游乐设施的运行状态进行判断,并记录巡检结果。

8.3.4.3 游乐设施检查类型包括:定期安全检查(日检、周检、月检、年检)、重大节假日及重大活动前安全检查。定期安全检查前,检查人员应准备好检测仪器、工装设备,安全防护装备;检查过程中,检查人员应严格按照作业指导书安全作业;检查结束后,检查人员应记录检查结果,将所发现安全隐患及时报告安全管理人员处置;重大节假日及重大活动前安全检查应由使用单位根据定期安全检查结果适当增加检查项目。

8.3.4.4 游乐设施的轨道、车轮、轴的检验应符合表 12～表 14 的要求,超过允许值时应及时更换。

表 12 轨道磨损允许值

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%

表 13 滑行车车轮的磨损允许值

种类	允许值
主车轮	小于原直径尺寸的 2.5%,且最大不超过 6 mm
侧轮和底轮	小于原直径尺寸的 2.5%,且最大不超过 4 mm

表 14 重要轴磨损及锈蚀允许值

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 1 mm
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 1 mm

8.3.4.5 传动和提升用钢丝绳出现下列情况之一的,应报废:

- 传动和提升用钢丝绳的断丝和磨损超过允许值时(见表 15);
- 整根绳股断裂;
- 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;
- 由于外部腐蚀钢丝绳表面出现深坑,钢丝绳相当松弛时;
- 经确认有严重的内部腐蚀时;
- 出现笼形畸变时;
- 绳股被挤出,这种状况通常伴随笼形畸变产生;
- 局部直径严重增大或减小时;
- 局部弯折、扭结或被压扁时;
- 受特殊热力的作用,外表出现可识别的颜色时;
- 超过设计及有关技术规程规定的使用寿命时。

表 15 钢丝绳的断丝和磨损允许值

磨损状态	允许值
钢丝破断呈均匀分布状态	每股在一个捻距内破断数为 3 根
钢丝破断虽呈均匀分布状态,钢丝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

8.3.4.6 必要时,对重要的设备或部件可采用状态监测与故障诊断技术,对游乐设施的运行状态进行监测和故障预警。

8.3.5 监控和测量设备管理

游乐设施使用单位应根据单位游乐设备日常维护保养、游乐设施故障修理、设备运营安全监视的需求配备一定数量的监视和测量设备,满足游乐设施日常运营安全管理的需要。使用单位应对监视和测量设备定期效验、校准,保障各类测试数值可靠性和准确性,有效反映设备整体与零部件运行状态。

8.3.6 档案管理

游乐设施应建立技术档案,使用单位应依据法律法规、国家标准设定技术档案内容,并对档案的收集、建档、归档、整理、借阅审批、保管等事项进行全面管理。

8.3.7 延寿与报废

对超过整机设计使用期限仍有修理、改造价值的游乐设施,使用单位应依法委托相关单位按照本标准要求的安全评估,确认设备延寿所需开展的工作(包括:维护保养、修理、改造),并付诸实施,确认游乐设施继续使用的期限和条件。使用单位应根据法律法规、国家标准、设备使用维护保养说明书和评估单位意见重新制定定期检查要求和维护保养要求,加大全面自检频次,加强延寿设备的安全管理。

8.4 应急救援

游乐设施运营使用单位应依据法律法规、国家标准、设备使用维护保养说明书制定应急预案,每年至少组织一次应急救援演练。运营使用单位应建立应急救援指挥机构,配备救援人员、营救装备和急救物品。救援人员应进行培训,使之掌握紧急事故处理、救援知识和实际操作方法。救援设备应处于完好有效状态。

8.5 维护保养、修理与改造

8.5.1 维护保养

8.5.1.1 游乐设施维护保养工作应根据使用维护保养说明书要求制定计划,作业人员应严格按照计划,结合设备安全检查实施维护保养工作,并如实记录工作情况。

8.5.1.2 游乐设施备品备件管理应遵守制度要求,采购的备品备件应有产品质量合格证明,作业人员对于更换的备品备件应进行标记,并作为定期安全检查项目加以监控。

8.5.2 修理和改造

游乐设施修理和改造应由取得相应许可资格的单位实施。修理和改造前,使用单位应配合修理和改造单位向当地游乐设施安全监督管理部门办理告知;修理和改造过程中,使用单位应提供工装条件、安全防护措施等条件,指定专人做好现场安全工作;修理和改造结束后,使用单位应将移交的设备自检报告、监督检验报告和无损检测报告等文件资料存档。

8.6 依法定期检验

游乐设施应依法每年进行定期检验。检验前,使用单位应按照安全管理制度做好定期检验计划,按时申请,并完成设备全面自检工作;检验中,使用单位要提供检验条件,采取安全防护措施,并指定专人做好配合工作;检验后,使用单位要把检验发现的安全隐患及时消除。

附录 A

(资料性附录)

常用钢材国家和行业标准目录

A.1 常用板材国家和行业标准如表 A.1。

表 A.1 常用板材国家和行业标准

标准号	标准名称
GB/T 708	冷轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差
GB/T 709	热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差
GB/T 2518	连续热镀锌钢板及钢带
GB/T 3280	不锈钢冷轧钢板和钢带
GB/T 4237	不锈钢热轧钢板和钢带
GB/T 4238	耐热钢钢板和钢带
YB/T 4159	热轧花纹钢板和钢带

A.2 常用管材国家和行业标准如表 A.2。

表 A.2 常用管材国家和行业标准

标准号	标准名称
GB/T 3091	低压流体输送用焊接钢管
GB/T 3094	冷拔异型钢管
GB/T 3639	冷拔或冷轧精密无缝钢管
GB/T 8162	结构用无缝钢管
GB/T 8163	输送流体用无缝钢管
GB/T 12771	流体输送用不锈钢焊接钢管
GB/T 13793	直缝电焊钢管
GB/T 14975	结构用不锈钢无缝钢管
GB/T 14976	流体输送用不锈钢无缝钢管
GB/T 17395	无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差
YB/T 5209	传动轴用电焊钢管

A.3 常用棒材国家和行业标准如表 A.3。

表 A.3 常用棒材国家和行业标准

标准号	标准名称
GB/T 702	热轧钢棒尺寸、外形重量及允许偏差

A.4 常用锻件国家和行业标准如表 A.4。

表 A.4 常用锻件国家和行业标准

标准号	标准名称
GB/T 17107	锻件用结构钢牌号和力学性能
JB/T 6398	大型不锈、耐酸、耐热钢锻件

A.5 常用铸钢国家和行业标准如表 A.5。

表 A.5 常用铸钢国家和行业标准

标准号	标准名称
GB/T 2100	一般用途耐蚀钢铸件
GB/T 7659	焊接结构用铸钢件
GB/T 8492	一般用途耐热钢和合金铸件
GB/T 11352	一般工程用铸造碳钢件
GB/T 14408	一般工程与结构用低合金钢铸件
JB/T 6402	大型低合金钢铸件

A.6 常用铸铁国家和行业标准如表 A.6。

表 A.6 常用铸铁国家和行业标准

标准号	标准名称
GB/T 9437	耐热铸铁件
GB/T 9439	灰铸铁件
GB/T 8491	高硅耐蚀铸铁件

A.7 常用钢材的化学成分及力学性能国家和行业标准如表 A.7。

表 A.7 常用钢材的化学成分及力学性能国家和行业标准

标准号	标准名称
GB/T 699	优质碳素结构钢
GB/T 700	碳素结构钢
GB/T 1591	低合金高强度结构钢
GB/T 3077	合金结构钢
GB/T 1220	不锈钢棒
GB/T 1221	耐热钢棒

A.8 常用型材国家和行业标准如表 A.8。

表 A.8 常用型材国家和行业标准

标准号	标准名称
GB/T 706	热轧型钢
GB/T 6723	通用冷弯开口型钢尺寸、外形、重量及允许偏差
GB/T 6728	结构用冷弯空心型钢
GB/T 11263	热轧 H 型钢和剖分 T 型钢

附 录 B
(规范性附录)
非金属材料力学性能要求

B.1 尼龙材料的力学性能要求见表 B.1。

表 B.1 尼龙材料力学性能

项目	指标
抗拉强度/MPa	>73.6
抗弯强度/MPa	>138
冲击韧度/(J·cm ⁻²)	>39.2
硬度/HB	>21
热变形温度/℃	>70

B.2 橡胶材料的力学性能要求见表 B.2。

表 B.2 橡胶材料力学性能

项目	指标
抗拉强度/MPa	≥12
扯断伸长率/%	≥400
磨耗减量/[cm ³ ·(1.61 km) ⁻¹]	≤0.9
橡胶与铁芯附着强度/MPa	≥1.30
邵氏硬度(推荐值)/HA	70~85

B.3 聚氨酯材料的力学性能要求见表 B.3。

表 B.3 聚氨酯材料力学性能

邵氏硬度 HA	300%定伸强度 MPa	断裂强度 MPa	断裂伸长率 %	永久变形 %	剥离强度 N/m
80±5	≥10	≥35	≥450	≤15	40×10 ³
90±5	≥12	≥40	≥450	≤20	50×10 ³
≥95	≥14	≥45	≥400	≤30	60×10 ³

B.4 浇铸型工业有机玻璃板材的力学性能要求见表 B.4。

表 B.4 浇铸型工业有机玻璃板材力学性能

序号	项目		指标	
			无色	有色
1	拉伸强度/MPa		≥70	≥65
2	拉伸断裂应变/%		≥3	—
3	拉伸弹性模量/MPa		≥3 000	—
4	简支梁无缺口冲击强度/(kJ/m ²)		≥17	≥15
5	维卡软化温度/℃		≥100	—
6	加热时尺寸变化(收缩)/%		≤2.5	—
7	总透光率/%		≥91	—
8	420 nm 透光率(厚度 3 mm)/%	氙弧灯照射之前	≥90	—
		氙弧灯照射 1 000 h 之后	≥88	—

B.5 玻璃钢件的力学性能要求见表 B.5。

表 B.5 玻璃钢件力学性能

项目	指标
抗拉强度/MPa	≥78
抗弯强度/MPa	≥147
弹性模量/MPa	≥7.3×10 ³
冲击韧性/(J·cm ⁻²)	≥11.7

附录 C
(规范性附录)
常用螺栓螺母性能等级要求

C.1 螺栓的最大允许预紧力和拧紧力矩见表 C.1。

表 C.1 螺栓最大允许预紧力和拧紧力矩

螺栓规格	允许预紧力/kN			允许拧紧力矩/Nm		
	6.8	8.8	10.9	6.8	8.8	10.9
M8	14	16	23	21	25	35
M10	22	26	37	41	49	69
M12	31	37	50	70	84	120
M16	60	71	100	176	206	350
M20	94	111	160	338	402	600
M22	116	138	190	456	539	900
M24	135	160	220	588	696	1 100
M27	177	210	290	873	1 030	1 650
M30	216	257	350	1 177	1 422	2 200
M33	275	326	459	1 668	1 977	2 784
M36	323	382	510	2 134	2 524	3 340

C.2 高强度螺栓的最大允许预拉力见表 C.2。

表 C.2 高强度螺栓最大允许预拉力 F 单位为千牛

螺栓的性能等级	螺栓公称直径/mm					
	M16	M20	M22	M24	M27	M30
8.8 级	80	125	150	175	230	280
10.9 级	100	155	190	225	290	355

C.3 拧紧力矩系数见表 C.3。

表 C.3 拧紧力矩系数

摩擦表面状态		精加工表面	一般加工表面	表面氧化	镀锌	干燥粗加工表面
k 值	有润滑	0.10	0.13~0.15	0.20	0.18	—
	无润滑	0.12	0.18~0.21	0.24	0.22	0.26~0.30

附 录 D
(资料性附录)
载荷组合示例

设备正常运行时,零部件强度、刚度和疲劳计算等应考虑下列载荷的组合:

a) 计算运动部件时:

$$P_1 = \sum k_1 (G_{k1} + Q_1 + Q_7) + Q_2 + Q_5 + Q_6 + Q_8 + Q_9$$

b) 计算静止部件时:

$$P_1 = \sum k_1 (G_{k1} + Q_1 + Q_7) + G_{k2} + Q_2 + Q_5 + Q_6 + Q_8 + Q_9$$

c) 计算轨道结构时:

$$P_1 = \sum k_1 k_2 (G_{k1} + Q_1 + Q_7) + G_{k3} + Q_2 + Q_5 + Q_6 + Q_8 + Q_9$$

式中:

- P_1 ——组合后的载荷;
- G_{k1} ——运动部件永久载荷;
- G_{k2} ——静止部件永久载荷;
- G_{k3} ——立柱重量;
- $Q_1、Q_2、Q_5 \sim Q_8$ ——见 6.1.2;
- Q_9 ——风载荷(取风速 ≤ 15 m/s);
- k_1 ——冲击系数;
- k_2 ——振动系数。

附录 E

(资料性附录)

极限状态设计法

E.1 总则

极限状态设计法是一种以概率理论为基础、以分项系数表达、不使结构超越某种规定极限状态的设计方法。所谓极限状态是指整个结构或者其构件进入的某种特定状态,超过该状态后整个结构或其构件就不再满足设计规定的某一功能要求。

结构设计时应对结构的不同极限状态分别进行计算;当某一极限状态的计算或验算起控制作用时,可仅对该极限状态进行计算。

本附录仅适用于游乐设施承载结构的静强度极限状态分析,其他计算按本标准正文规定。

E.2 材料

本附录仅适用于 Q345、20 号、45 号、40Cr、Q390 游乐设施结构用钢材,其中 Q345、20 号、45 号、40Cr 的材料力学性能应符合有关国家标准的规定,Q390 的材料力学性能应当符合 GB/T 1591 的要求。

E.3 载荷

E.3.1 载荷类型

游乐设施载荷类型和取值应按照 6.2.1 规定。

E.3.2 载荷组合

E.3.2.1 原则

游乐设施承载结构的静强度极限状态分析应当采用基本组合、偶然组合两种载荷组合方式及相应的载荷分项系数。

E.3.2.2 基本组合

载荷设计值应当同时考虑式(E.1)和式(E.2)给出的两种组合:

$$F_j = \sum \gamma_G G_k (= \sum 1.35 G_k) \dots\dots\dots (E.1)$$

$$F_j = \sum \gamma_G G_k + \sum \gamma_Q Q_i (= \sum 1.1 G_k + \sum 1.35 Q_i) \dots\dots\dots (E.2)$$

式中:

F_j ——组合载荷;

γ_G ——永久载荷分项系数,式(E.1)中不小于 1.35,式(E.2)中不小于 1.1;

γ_Q ——可变载荷分项系数,不小于 1.35;

G_k ——永久载荷标准值;

Q_i ——第 i 个可变载荷标准值。

运行过程中有可能承受冲击载荷的游乐设施结构或构件,所受载荷在组合前应当按照 6.1.2.15.1、6.1.2.15.2 和 6.1.2.15.4 的规定考虑冲击系数;轨道结构及其连接所受载荷在组合前还应当按照 6.1.2.15.3 的规定考虑振动系数,振动系数应当附加在冲击系数之上。

E.3.2.3 偶然组合

大型、高耸结构和建筑物上的游乐设施应考虑式(E.3)给出的偶然组合:

$$F_j = 1.0G_k + T + \sum 1.0Q_i \quad \dots\dots\dots (E.3)$$

式中:

T ——地震载荷标准值。

注:载荷组合中符号“ $\sum$ ”和“+”均表示组合,即同时考虑所有载荷对结构的共同影响,而不表示代数相加。

E.4 设计

E.4.1 原则

设计应当计算载荷组合作用时可能导致的承载极限状态,校核结构或构件中的载荷效应不会超过结构或构件相应的设计抗力值。必要时还应当校验结构或构件的变形,防止结构或构件出现不适于继续承载的过大变形。

所有校核应当针对最不利的载荷工况,永久载荷、可变载荷、偶然载荷及动态载荷的作用值和作用位置应当被假设为会导致结构或构件出现最不利的极限状态。对于结构或构件,应当确定非永久性固定设施或设备被更换或者移除后是否会产生更不利的情况。

采用有限元方法进行极限状态法设计验算时,重要的设计输入和输出数据应当完整,设计文件中应当至少提供软件名称、计算单位制、简化假设、结构模型、单元类型、网格尺度和数量、材料模型、载荷和约束、关键求解设置、计算结果、分析结论等相关信息。

E.4.2 设计表达式

结构或构件按静强度极限状态设计时,应符合式(E.4)的要求:

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad \dots\dots\dots (E.4)$$

式中:

γ_0 ——结构或构件的重要性系数,对于重要的轴、销轴及Ⅰ级和Ⅱ级焊缝不小于 1.5,对于一般结构或构件不小于 1.0;

S_d ——载荷组合的效应,广义的载荷效应包括结构和构件的应力、应变、挠度、转角、内力、力矩或者其他极限状态控制值等,本附录限定为应力;

R_d ——结构或构件的抗力设计值,按照 F.4.3 选取。

E.4.3 抗力设计值

结构或构件的抗力设计值应符合式(E.5)和式(E.6)要求:

$$R_d \leq \sigma_s / \gamma_{Ms} \quad \dots\dots\dots (E.5)$$

$$R_d \leq \sigma_b / \gamma_{Mb} \quad \dots\dots\dots (E.6)$$

式中:

γ_{Ms} ——材料屈服强度的抗力分项系数,不小于 1.2;

γ_{Mb} ——材料抗拉强度的抗力分项系数,不小于 2.2;

R_d ——结构或构件的设计抗力值;

σ_s ——材料屈服强度标准规定下限值;

σ_b ——材料抗拉强度标准规定下限值。

结构或构件的设计抗力值采用两式中较小值。对于横向力和扭矩产生的剪切应力,结构或构件的设计抗力值 R_d 应当乘以 $\alpha=0.58$ 的系数。

附录 F
(资料性附录)
焊接接头形式

F.1 对接焊缝、角焊缝与焊接接头形式关系见图 F.1。

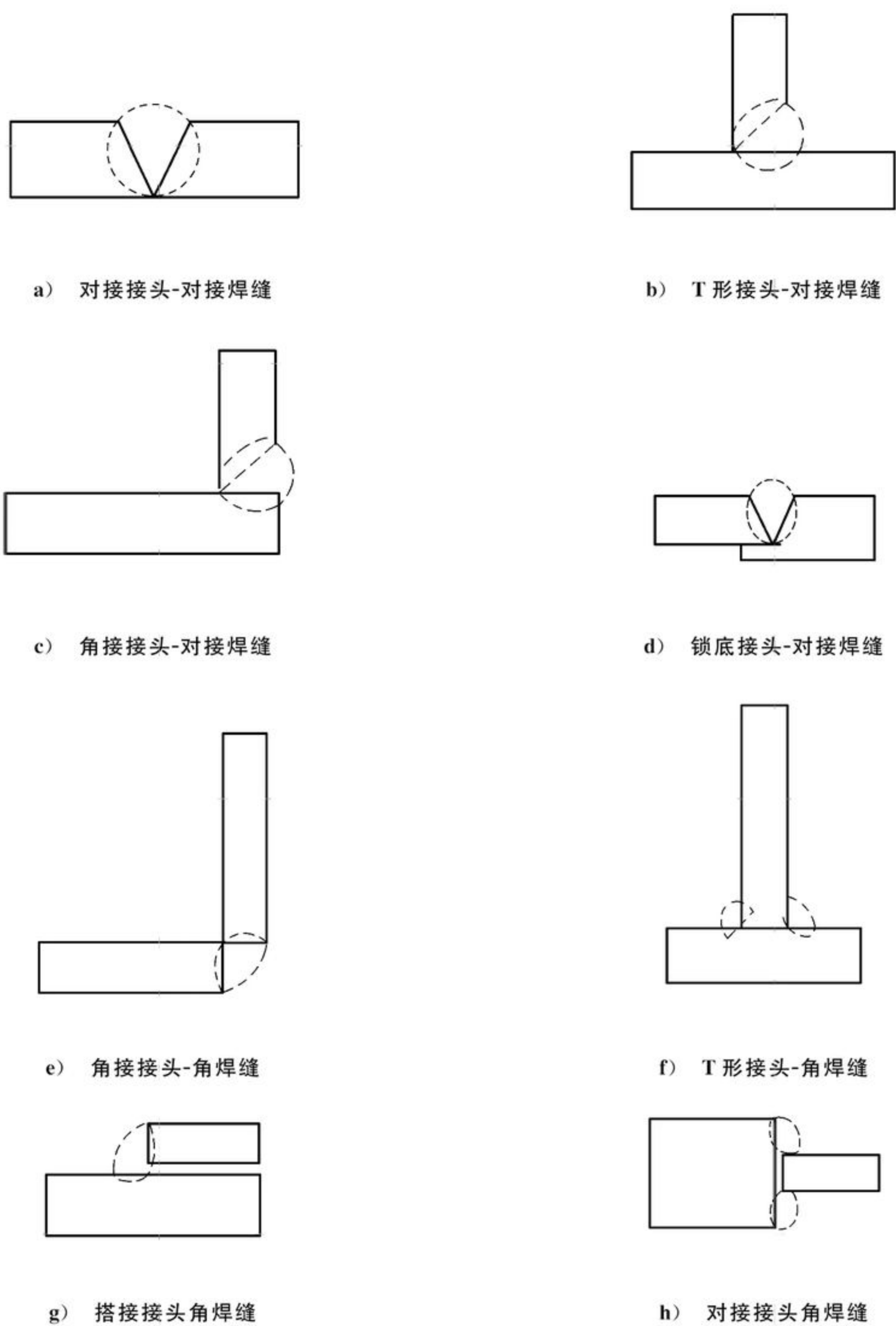


图 F.1 对接焊缝、角焊缝与焊接接头形式

F.2 T形接头组合焊缝见图 F.2。

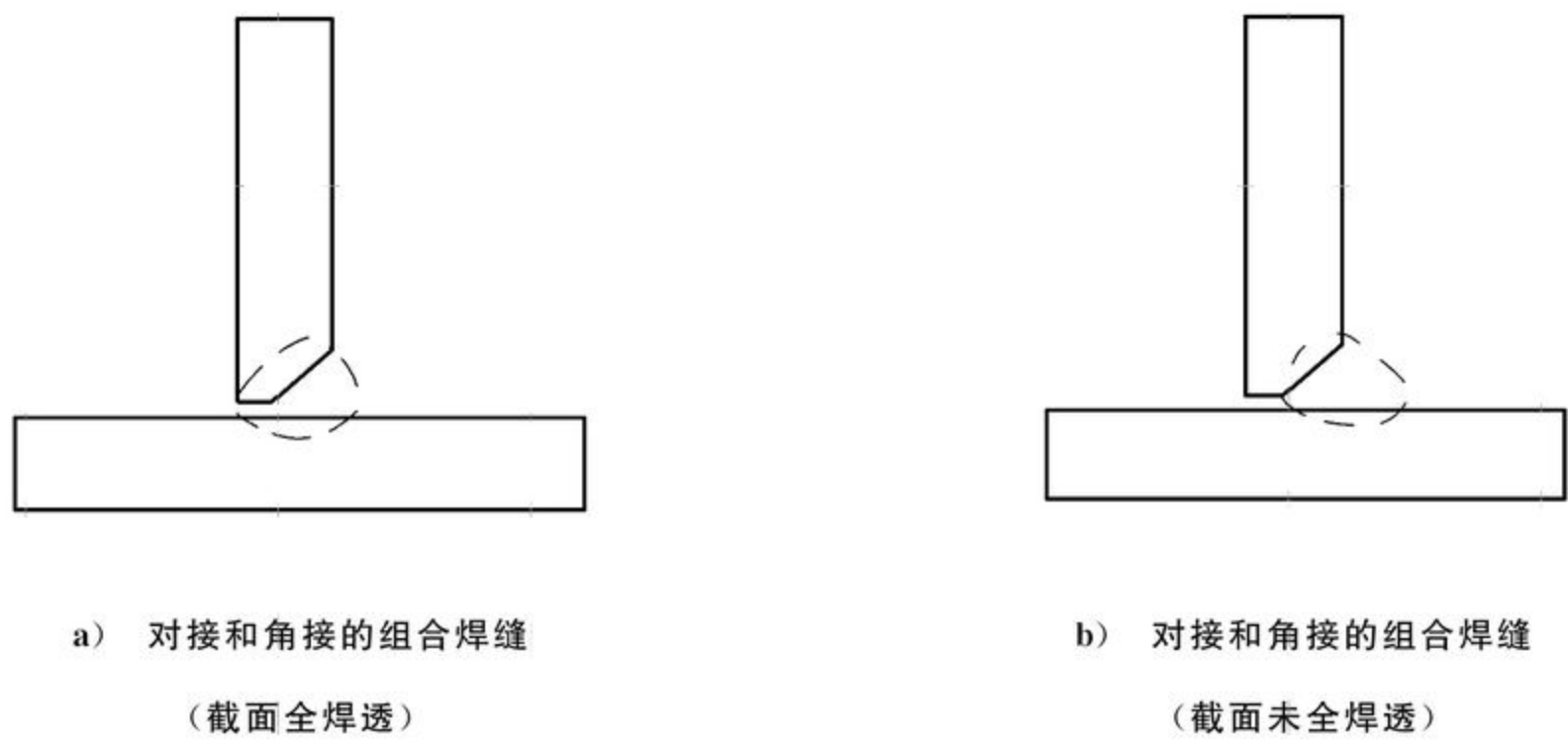


图 F.2 T形接头组合焊缝