



中华人民共和国国家标准

GB/T 39034—2020

非公路用旅游观光车辆风险评估方法

Risk assessment methodology for sightseeing vehicle



2020-07-21 发布

2021-02-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本原则	2
4.1 安全与风险	2
4.2 观光车辆风险评价的目的和作用	2
5 风险评价程序及实施	3
5.1 一般规定	3
5.2 确定风险评价对象	3
5.3 成立风险评价工作组	4
5.4 信息收集	4
5.5 子系统划分、失效模式及原因分析	5
5.6 观光车辆本体风险评价	6
5.7 观光车辆安全管理风险评价	7
5.8 观光车辆综合风险评价	8
5.9 风险评价报告	8
6 风险降低	8
6.1 对策措施	8
6.2 风险降低的方法	9
7 重新评价	9
8 风险评价文件	9
附录 A (资料性附录) 观光车辆子系统失效模式范例	10
附录 B (资料性附录) 失效后果严重程度评价方法	13
附录 C (资料性附录) 失效概率评价方法	15

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国索道与游乐设施标准化技术委员会(SAC/TC 250)归口。

本标准起草单位:中国特种设备检测研究院、福建省特种设备检验研究院、河南省特种设备安全检测研究院、苏州益高电动车辆制造有限公司、国家工程机械质量监督检验中心、河北省特种设备监督检验研究院。

本标准主要起草人:吴占稳、叶超、苑一琳、沈功田、傅顶和、张宏宇、钱剑雄、吴国军、王逢秋、邢浩、李大鹏、刘然、高永强、芮妮欣、李鑫、张君娇、张秋强。



非公路用旅游观光车辆风险评价方法

1 范围

本标准规定了非公路用旅游观光车辆(以下简称“观光车辆”)风险评价的基本原则、程序及实施、风险降低、重新评价及风险评价文件等。

本标准适用于在用旅游观光车辆的风险评价,新制造观光车辆的风险评价可参照执行。

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 15706 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小

GB/T 16856 机械安全 风险评估 实施指南和方法举例

GB/T 21268 非公路用旅游观光车通用技术条件 

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

非公路用旅游观光车辆 **sightseeing vehicle**

非公路用旅游观光车和观光列车的统称。

3.1.1

观光车 **garden patrol minibus**

具有4个以上(含4个)车轮的非轨道无架线的非封闭型自行式乘用车辆。

注:按照其动力方式,分为蓄电池观光车和内燃观光车。

3.1.2

观光列车 **sightseeing combination bus**

具有8个以上(含8个)车轮的非轨道无架线的,由一个牵引车头与一节或者多节车厢组合的非封闭型自行式乘用车辆。

注:按照其动力方式,分为蓄电池观光列车和内燃观光列车。

3.2

危险 **hazard**

潜在的伤害源。

注:可以修饰术语“危险”,以说明其起源或预料其伤害的性质(如机械危险、电气危险等)。

3.3

失效模式 **failure mode**

系统、结构或零部件失去其原有设定功能的一种现象。失效包括完全丧失原定功能、功能降低和有严重损伤或隐患这三种情况。

3.4

失效原因 failure cause

导致失效模式发生的环境、情况、事件或行动。

3.5

失效概率 failure probability

零件或系统不能完成预定功能的概率。

3.6

失效后果严重程度 failure severity

零件或系统失效可能导致后果的严重程度。

3.7

防护措施 protective measure

用于降低风险的方法。

注：防护措施包括借助于固有的安全设计、防护装置、个人防护装备、使用信息及培训等来降低风险。

3.8

风险 risk

失效发生的失效概率与失效后果严重程度的综合。

3.9

风险分析 risk analysis

系统地运用收集到的信息识别危险和评价风险的过程。

3.10

风险评价 risk assessment

通过一系列逻辑步骤，以系统的方法检查与评价对象相关的风险并进行度量，是一系列风险分析、评价和评定，以及风险降低的迭代过程。

4 基本原则

4.1 安全与风险

4.1.1 安全是相对的，没有绝对的安全。安全是与风险相对应的概念。本方法中的安全是指消除了不可接受的风险。安全是通过充分降低风险来实现的。

4.1.2 安全是通过寻找以下因素的最佳平衡来达到的：

- a) 理想的绝对安全；
- b) 产品或过程所满足的要求；
- c) 使用者的利益等。

4.1.3 已建立的风险等级需要定期/不定期的复查，以确保与产品或过程相适应的最低风险，达到最优安全效益。

4.2 观光车辆风险评价的目的和作用

观光车辆风险评价的目的和作用是针对指定区域内的在用观光车辆，通过风险评价，确定观光车辆风险等级，区分处于不同安全状况水平的观光车辆，提出被评价观光车辆存在的风险及相应的安全对策措施，指导危险源监控和事故预防，以有效降低观光车辆风险，减少事故率。

5 风险评价程序及实施

5.1 一般规定

观光车辆风险评价,是针对确定的评价对象,进行失效模式与原因分析、失效概率和后果严重程度评价、风险类别确定、风险等级评定,以及风险降低和重新评价的迭代过程(见图1)。

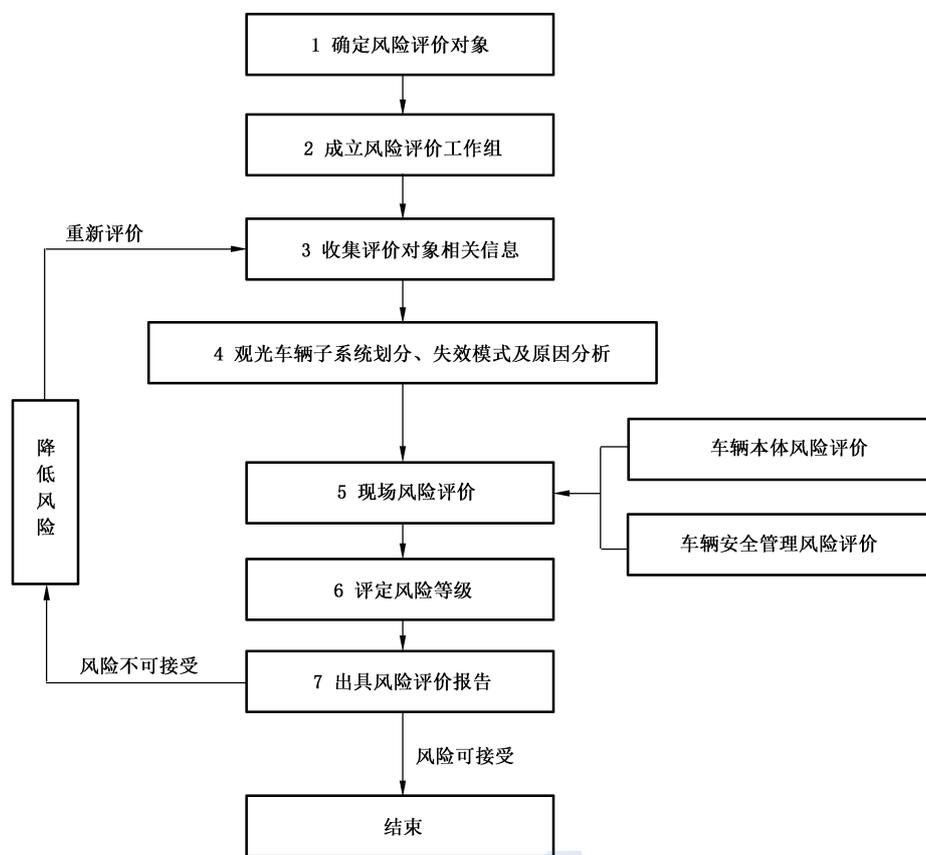


图1 观光车辆风险评价和降低风险的迭代过程

其工作程序一般包括:

- a) 确定风险评价对象;
- b) 成立风险评价工作组;
- c) 信息收集;
- d) 进行子系统划分、分析故障和失效模式及原因;
- e) 对车辆本体和车辆安全管理水平进行风险评价;
- f) 评定风险等级;
- g) 出具风险评价报告;
- h) 对于不可接受的风险,采取措施降低风险,再重新进行评价。

5.2 确定风险评价对象

在进行风险评价前,应首先确定评价的对象。评价对象可以是一台观光车辆整车,也可以是一台观光车辆的一个或若干个子系统或者零部件。

5.3 成立风险评价工作组

5.3.1 总则

考虑到观光车辆各子系统技术和管理的差异,以及评价人员专业和工作经验的差异,为了减少主观因素影响,应针对风险评价过程组建风险评价工作组(以下简称评价组)。评价人员数量的增加有助于减少主观因素对最终评价结果的影响。

5.3.2 评价组成员

评价组应由从事观光车辆设计、制造、运营管理或检验等相关工作,对所评价对象有丰富经验和专业知识,具有工程师以上职称或具有5年以上相关工作经验的人员组成,人数一般不少于3人。

评价组可以聘请相关领域技术专家在风险评价的整个过程或在适当的阶段中承担咨询任务,以有效提高评价结果的质量。

5.3.3 评价组长及其职责

评价组应推选组长,组长应具有工程师以上职称。组长负责组织、协调评价组进行观光车辆风险评价工作。评价组成立后,组长应主持召开评价组首次工作会议,目的是确定评价组所有成员均已掌握观光车辆风险评价的原则、程序、方法等相关要求。现场风险评价工作结束后,组长应主持召开评价组末次工作会议,对观光车辆进行风险等级评定,提出降低风险的安全对策措施及建议,出具风险评价报告。

5.4 信息收集

信息收集是风险分析的一个至关重要的阶段,信息收集的全面性和准确性,直接关系到评价结果的正确性和风险管理的有效性,是一个基本的和连续的过程,持续于风险评价实施的整个阶段。

风险评价需要收集的信息主要有:

- a) 观光车辆基本情况(包括设计制造、使用单位资质信息、投入使用日期、总行驶里程、车辆型式试验报告等);
- b) 观光车辆基本技术参数(车辆载客人数、最大行驶速度、额定电流/功率等);
- c) 观光车辆使用单位各项安全管理制度(包括车辆档案管理制度、人员岗位责任制、安全管理机构、交接班制度、日常与定期自行检查制度、维护保养制度、定期报检制度、应急救援演练制度、意外事件和事故处理制度等)的建立和执行情况;
- d) 观光车辆首次及年度检验的报告;
- e) 观光车辆最近一次全面检查的报告;
- f) 观光车辆日常检查和维护保养记录,故障与事故处理情况;
- g) 观光车辆轮胎、制动片等零部件更换情况;
- h) 观光车辆作业人员信息;
- i) 观光车辆使用环境的状况(包括行驶路线图、车站位置、行驶路况、特殊路况的保护措施、警示标志和限速标识、车辆充电或加油区设置、行驶路线中的最大坡度等);
- j) 观光列车特殊要求(监控系统、通信装置等);
- k) 针对失效模式和原因所进行的必要检验和测试的结果(轮胎磨损情况、制动踏板的空行程、最大制动距离、手制动力、脚踏板力等)。

5.5 子系统划分、失效模式及原因分析

5.5.1 子系统划分

在进行观光车辆失效模式及原因分析前,宜先将整个观光车辆分解为若干个有机组成的子系统。可以按照观光车辆系统特点、功能及设备相关性进行划分。

例如,将观光车辆划分为以下子系统:

第一部分:与车辆本体有关的子系统

- a) 动力系统;
- b) 传动系统;
- c) 转向系统;
- d) 制动系统;
- e) 行驶系统;
- f) 电气控制系统;
- g) 安全保护装置;
- h) 主要结构件(车架、车身、座椅、挡风玻璃等);
- i) 观光列车的牵引系统。

第二部分:与车辆安全管理有关的子系统

- j) 车辆档案;
- k) 使用环境;
- l) 安全管理机构和人员岗位责任制度;
- m) 人员能力与工作情况;
- n) 工作记录。

5.5.2 失效模式及原因分析

5.5.2.1 评价组应根据评价对象实际情况,具体分析观光车辆失效模式,并对其失效原因进行识别。失效模式及失效原因的分析 and 识别可采用危险源辨识(按照 GB/T 16856 的规定)、情节描述等作为技术手段,通过组内讨论方式进行。

5.5.2.2 失效模式应从观光车辆系统、结构或零部件失去其原有设定功能的某种现象予以描述,失效原因分析应重点考虑促成后果产生的环境、情况、事件或行动。

5.5.2.3 观光车辆的危险宜考虑但并不限于如下内容:机械危险、电气危险、人机工程相关危险、材料与环境有关的危险等。

5.5.2.4 评价组对失效模式及原因的描述应具体、明确,以便有助于评价失效概率和后果严重程度。

5.5.2.5 评价组全体成员应对失效模式及原因的描述达成一致意见。

5.5.3 记录和范例

5.5.3.1 评价组应将所分析和识别的失效模式和原因记录下来形成文件,作为下一步风险评价的依据。

5.5.3.2 附录 A 给出了观光车辆各子系统失效模式范例供参考。

5.6 观光车辆本体风险评价

5.6.1 观光车辆本体子系统风险评价

5.6.1.1 一般要求

评价人员检查观光车辆本体,查阅运行、故障、维护保养记录等,根据失效模式和原因描述对车辆本体各子系统分别进行风险评价。必要时对观光车辆进行检验和测试,并如实详细记录。

5.6.1.2 失效后果严重程度评价

对每一个失效模式,从人身伤害、社会影响和经济损失三个方面进行失效后果严重程度评价。失效后果严重程度分为五类,分类方法见表 1。附录 B 给出了推荐的失效后果严重程度类别的评价指标、评价步骤、参考量值及评定标准等。

表 1 失效后果严重程度类别

失效后果严重程度类别	说明
1—可忽略	不会引起人员伤亡、无社会影响,经济损失轻微
2—低	人员伤害较轻、社会影响较小、经济损失较小
3—中	人员受伤、有一定的社会影响、经济损失中等
4—高	人员伤亡、社会影响较大、经济损失比较大
5—非常高	人员死亡、社会影响巨大、经济损失非常大

5.6.1.3 失效概率评价

对每一个失效原因,从损伤系数、自检和维护保养系数两个方面进行失效概率评价。评价工作应遵循以下基本原则:

- a) 失效概率评价应以设备损伤、故障和失效情况,检验和测试结果,安全管理制度建立和执行情
况,使用单位日常检查和维护保养水平等为主要依据,参照现有法规和 GB/T 21268、
GB/T 15706、GB/T 16856 的规定,结合专家经验进行。
- b) 设备损伤、故障和失效情况应重点关注与危险相关的观光车辆部件或子系统可靠性、事故故障
记录和统计数据(事故故障发生的位置和频次)、设备缺陷与隐患整改、修理与维护保养。

失效概率类别分为五类,分类方法见表 2。附录 C 给出了推荐的失效概率类别的评价指标、评价步
骤、参数量值及评定标准等。

表 2 失效概率类别

失效概率类别	说 明
A—不可能	在使用寿命内不可能发生
B—极少或不大可能	未必发生,但在使用寿命内可能发生
C—偶尔	在使用寿命内很可能至少发生一次
D—很可能	在使用寿命内很可能会发生数次
E—频繁	在使用寿命内很可能经常发生

5.6.2 观光车辆本体子系统风险类别评定

5.6.2.1 根据现场风险评价结果,对观光车辆子系统各失效模式使用风险评价矩阵(如图 2 所示),确定其风险类别。风险类别分为四类:低、中、中高、高。

失效 概率	E	中	中高	中高	高	高
	D	中	中	中高	中高	高
	C	低	中	中	中高	高
	B	低	低	中	中	中
	A	低	低	低	低	低
		1	2	3	4	5
		失效后果严重程度				

图 2 半定量风险评价矩阵

5.6.2.2 根据观光车辆子系统下各失效模式的风险类别评定结果,确定该子系统的风险类别,包括:低、中、中高、高,推荐划分原则如下:

- 只要具有高风险失效原因的观光车辆子系统都应评定为“高风险”;
- 与子系统相关的失效原因风险等级存在中高风险,且中高风险数量超过子系统失效原因总数的 1/3 时,该子系统可评定为“中高风险”;
- 与子系统相关的失效原因风险等级存在中风险或中高风险,且中高风险数量不超过子系统失效原因总数的 1/3 时,该子系统可评定为“中风险”;
- 与子系统相关失效原因均为低风险,该子系统可评定为“低风险”。

5.6.2.3 当评价组人员评价结果无法达成一致造成观光车辆子系统风险类别产生差异时,应增加评价组人员。

5.6.3 观光车辆本体风险等级评定

观光车辆本体风险等级划分为四级,评定原则如下:

- 一级:车辆本体有关子系统的风险类别均为低风险;
- 二级:车辆本体有关子系统的风险类别没有中高风险或高风险的,且不全为低风险;
- 三级:车辆本体有关子系统的风险类别存在中高风险且不大于 3 项,并且没有高风险;
- 四级:车辆本体有关子系统的风险类别中存在高风险,或者存在中高风险且数量大于 3 项。

5.7 观光车辆安全管理风险评价

根据收集到的评价对象相关安全管理信息,采用安全检查表法,由评价人员进行现场检查,对观光车辆安全管理相关子系统的评价项目进行逐项评价。综合车辆安全管理各子系统的现场风险评价结果,参考风险评价等级和说明,确定观光车辆安全管理风险评价等级。安全管理风险评价等级分为三级。相应的风险评价等级及说明见表 3。

表 3 观光车辆安全管理风险评价等级及说明

等级	说明
优	车辆档案齐全完整,运行环境符合规范要求,安全管理机构和人员岗位责任制度完善,作业人员均持证上岗,有相关工作记录
中	车辆档案较齐全,运行环境基本符合规范要求,安全管理机构和人员岗位责任制度存在一些缺陷,少量作业人员未持证上岗,相关工作记录不完善
差	车辆档案管理混乱,运行环境不符合规范要求,安全管理机构和人员岗位责任制度大量缺失,作业人员未持证上岗,无相关工作记录

5.8 观光车辆综合风险评价

根据车辆本体风险等级和安全管理风险等级评价结果,建立观光车辆综合风险评价矩阵(如图 3 所示),确定观光车辆综合风险评价等级。车辆综合评价等级划分为 I 级、II 级、III 级、IV 级。

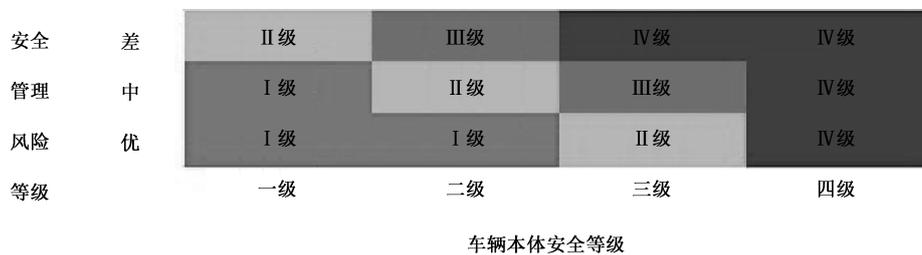


图 3 车辆综合风险评价矩阵

5.9 风险评价报告

评价组在完成风险分析和风险等级评定工作后,应出具《非公路用旅游观光车辆风险评价报告》,至少包括以下内容:

- a) 评价对象基本信息;
- b) 评价组成员名单;
- c) 评价时间、地点;
- d) 评价依据的方法;
- e) 评价结果及措施建议等。

6 风险降低



6.1 对策措施

6.1.1 风险等级评定为IV级的,应立即停止使用,采取防护措施消除或降低风险,并重新进行风险评价,以确认风险已经消除或降低到可接受。

6.1.2 风险等级评定为III级的,需要采取防护措施消除或降低风险,酌情决定是否停止使用,一般需要重新进行风险评价,以确认风险已经消除或降低到可接受。

6.1.3 风险等级评定为II级的,在考虑解决方案和社会价值的实用性后,确定是否需要采取进一步措施以降低风险。

6.1.4 风险等级评定为 I 级的,不需要采取进一步降低风险措施。

6.2 风险降低的方法

根据风险评价结果,对具有较高风险的观光车辆子系统和零部件,应根据不同设备的具体情况采取相应措施方法,降低风险。例如:

- a) 减少暴露于危险中的频次或持续时间,如改变行驶路线;
- b) 根据具体情况,改变使用、检验、维护保养程序和制度;
- c) 增加安全防护装置或措施,一旦观光车辆部件发生故障或失效,这些装置或措施将起作用;
- d) 改善行驶环境状况,增加行驶线路中的安全防护措施;
- e) 开展技术培训,提高作业人员的技能水平;
- f) 进行修理或改造;
- g) 其他经论证可行的方法。

7 重新评价

7.1 应用本标准得出的风险评价结果并非一个永久性的结论,观光车辆在采取了消除或降低风险的措施后,可以按照本标准规定的程序,重新进行评价,评定风险等级,以确定风险是否已被充分地降低。

7.2 重新评价时,应将采取降低风险的措施后,是否因此而产生新的风险列入评价内容。

8 风险评价文件

风险评价的过程和结果应形成文件。文件内容应至少包括:

- a) 风险评价对象(5.2);
- b) 评价组组长和成员(5.3);
- c) 评价对象相关信息(5.4);
- d) 观光车辆子系统划分(5.5.1);
- e) 观光车辆失效模式及原因分析(5.5.2);
- f) 失效概率和失效后果严重程度评价过程和结果(5.6.1);
- g) 风险类别和风险等级确定(5.6.2、5.6.3);
- h) 安全管理检查表评价记录(5.7);
- i) 观光车辆综合评价结果(5.8);
- j) 风险评价报告(5.9);
- k) 降低风险的对策措施(6.1);
- l) 采取的所有降低风险的方法和措施(6.2);
- m) 与重新进行风险评价相关的适用的记录(第 7 章);
- n) 任何所采用的参考数据及数据的来源,如法规和标准、已知事故和故障资料、检验、测试和检查结果、安全管理制度和执行记录、部件可靠性资料等。

注: a)、b)、c)、i)、k)的信息记录在文件 h)中,可不单独形成文件。



附 录 A
(资料性附录)
观光车辆子系统失效模式范例

观光车辆本体子系统失效模式范例参见表 A.1。

表 A.1 观光车辆本体子系统失效模式范例

1 动力系统	
1	发动机过热
2	发动机无法起动
3	电动机无法运行
4	电动机异响
5	电动机过热
6	发动机输出功率下降
7	尾气冒蓝烟
8	油门反应迟缓
9	续航里程缩短
10	电池短路
2 传动系统	
11	变速时异响
12	车辆不能起步或起步困难
13	挂挡、换挡困难伴有齿轮异响
14	自动脱挡(掉挡)
15	乱挡(同时挂两挡或挂挡不符)
16	行驶中周期性发出响声并伴有车身和转向盘振动
17	车辆变速时传动轴异响
18	运行时连续噪声,速度越高噪声越大
19	驱动桥过热
20	驱动桥漏油
21	转弯时驱动桥异响
3 转向系统	
22	低速行驶时摆头
23	转向沉重
24	转向时与其他部件干涉
25	转向时自由转动量过大

表 A.1 (续)

4 制动系统	
26	行车制动不良或失效
27	制动跑偏
28	行驶中带制动,松开加速踏板减速明显
29	驻车制动不良或失效
5 行驶系统	
30	胎肩磨损较多
31	胎面磨损较多
32	爆胎
33	车辆滑行距离过短
34	车辆行驶时车轮摆振,蛇形
35	高速行驶时摆头
36	行驶噪声偏大
37	行驶中车辆振动过大
38	超速
39	行驶跑偏
6 电气和控制系统	
40	钥匙开关失效
41	前照灯照明失效
42	转向灯照明失效
43	转向灯亮但不闪烁
44	制动灯照明失效
45	倒车灯照明失效
46	倒车音响不响
47	喇叭失效
48	车速表指示为零
49	车速表指示不准确
50	车速超限
51	紧急断电开关失效
52	刮水器失效
7 主要结构件	
53	车身材料腐蚀
54	车架有明显锈蚀
55	车身外壳或结构有明显变形
56	油漆起泡、剥落

表 A.1 (续)

7 主要结构件	
57	油漆龟裂
58	风窗玻璃没有 CCC 标识
59	座椅晃动
8 安全保护和防护装置	
60	电池盖板变形
61	后视镜丢失或破损
62	安全带失效
63	扶手/拉手丢失或失效
64	护栏、侧围、护链丢失或失效
65	观光列车视频监控装置失效
66	观光列车安全员与驾驶员沟通装置丢失或失效
9 观光列车的牵引系统	
67	防止列车意外脱开安全装置失效
68	列车连接二次保护装置失效

附 录 B
(资料性附录)
失效后果严重程度评价方法

B.1 总则

考虑人身伤害、社会影响及经济损失因素,对失效后果严重程度进行评价。本标准引入人身伤害系数(HF)、社会影响系数(SIF)和经济损失系数(ELF)作为评价指标,分别参照 B.2~B.4 的规定评价赋值,参照 B.5 的规定计算失效后果系数(α),确定失效后果严重程度等级。

B.2 人身伤害系数(HF)

B.2.1 含义

人身伤害系数旨在衡量人员受到的伤害程度。

B.2.2 评价赋值

按照下列条件判断人员受到伤害的大小,并选择适当的 HF 值,作为人身伤害系数:

- a) 如果该事故不会造成人员伤害,则 $HF=0$;
- b) 如果该事故会造成人员轻度伤害,则 $HF=5$;
- c) 如果该事故会造成人员重度伤害,则 $HF=10$;
- d) 如果该事故会造成人员死亡,则 $HF=X$ 。

B.3 社会影响系数(SIF)

B.3.1 含义

社会影响系数旨在衡量事故对社会造成的影响程度。

B.3.2 评价赋值

按照下列条件判断社会影响程度的大小,并选择适当的 SIF 值,作为社会影响系数:

- a) 如果该事故不会造成社会影响,则 $SIF=0$;
- b) 如果该事故会造成的社会影响一般,则 $SIF=3$;
- c) 如果该事故会造成社会影响较大,则 $SIF=10$ 。

B.4 经济损失系数(ELF)

B.4.1 含义

经济损失系数旨在衡量观光车辆停运及设备损坏维修造成的经济损失。

B.4.2 评价赋值

按照下列条件判断经济损失的大小,并选择适当的 ELF 值,作为经济损失系数:

- a) 如果事故发生后,没有受到经济损失,则 $ELF=0$;
- b) 如果事故发生后,受到较小的经济损失,则 $ELF=5$;
- c) 如果事故发生后,受到较大的经济损失,则 $ELF=10$;
- d) 如果事故发生后,受到很大的经济损失,则 $ELF=15$ 。

B.5 失效后果严重程度确定

B.5.1 失效后果系数计算

失效后果系数(α)=人身伤害系数(HF)+社会影响系数(SIF)+经济损失系数(ELF)。

B.5.2 确定失效后果严重程度等级

根据失效后果系数(α),参照表 B.1 确定失效后果严重程度等级。

表 B.1 失效后果严重程度等级

失效后果严重程度等级	失效后果系数
5—非常高	≥ 19 或 X
4—高	15~18
3—中	9~14
2—低	3~8
1—可忽略	0~2

附 录 C

(资料性附录)

失效概率评价方法

C.1 总则

考虑观光车辆设备损伤、失效情况,以及运营单位日常自行检查和维护保养水平,对失效概率进行评价。本标准引入损伤系数(DF)、自检和维护保养系数(IMF)作为评价指标,分别参照 C.2 和 C.3 的规定评价赋值,参照 C.4 的规定计算概率系数,确定失效概率等级。

C.2 损伤系数(DF)

C.2.1 含义

损伤系数的评价是对车辆零部件正在作用或潜在作用的已知故障模式或故障原因进行的度量。

C.2.2 评价赋值

C.2.2.1 第一步:判断故障模式是否正在发生。

按照下列条件判断,选择适当的 DF1 值:

- a) 如果故障模式未发生,DF1=1;
- b) 如果故障模式未发生,但已接近标准极限值;或者故障模式发生,但仍在可接受的范围内,DF1=5;
- c) 如果故障模式发生,已经超出标准或影响观光车辆的安全运行,DF1=X。

从上面选择适当的 DF1 值。

C.2.2.2 第二步:判断引发故障的原因是否正在发生。

按照下列条件判断,选择适当的 DF2 值:

- a) 如果该故障原因未发生,则 DF2=0;
- b) 如果该故障原因已发生,但在可接受范围内,则 DF2=2;
- c) 如果该故障原因已发生,已达到比较严重的程度,则 DF2=3。

C.2.2.3 第三步:判断该故障原因的发生频率。

按照下列条件判断,选择适当的 DF3 值:

- a) 该故障原因几乎不发生,则 DF3=0;
- b) 该故障原因发生的频率很低,则 DF3=1;
- c) 该故障原因发生的频率一般,则 DF3=2;
- d) 该故障原因发生的频率较高,则 DF3=3。

C.2.2.4 第四步:判断该故障原因引起相应的故障模式发生的速率。

按照下列条件判断,选择适当的 DF4 值:

- a) 该故障原因引起相应故障模式发生的速率很慢,则 DF4=1;
- b) 该故障原因引起相应故障模式发生的速率中等,则 DF4=2;
- c) 该故障原因引起相应故障模式发生的速率很快,则 DF4=3。

C.2.3 损伤系数计算

损伤系数 DF 为 DF1、DF2 乘积与 DF3、DF4 乘积之和,即: $DF = DF1 \times DF2 + DF3 \times DF4$ 。

C.3 自检和维护保养系数(IMF)

C.3.1 含义

自检和维护保养系数旨在度量当前自检和维护保养程序识别子系统正在发生或潜在发生的故障模式和故障原因有效性。

C.3.2 评价赋值

检查评价对象历史检测和维护保养情况,按照下列条件判断,选择适当的 IMF 值,作为自检和维护保养系数:

- a) 如果自检和维护保养程序完全符合有关规定,自检周期适当,有完整自检和维修记录,则 $IMF = 3$;
- b) 如果子系统的自检和维护保养程序部分符合有关规定,自检周期随意性较大,自检和维修记录不完整,则 $IMF = 1$;
- c) 如果子系统的自检程序不符合有关规定,没有自检和维修记录,则 $IMF = 3$ 。

C.4 失效概率等级确定

C.4.1 失效概率系数计算

失效概率系数是评价确定的损伤系数(DF)、自检和维护保养系数(IMF)之和。

C.4.2 确定失效概率等级

根据概率系数,参照表 C.1 确定失效概率等级。

表 C.1 失效概率等级与概率系数对应关系表

失效概率等级	概率系数
E—频繁	≥ 15 或 X
D—很可能	11~14
C—偶尔	7~10
B—极少或不太可能	3~6
A—不可能	≤ 2