

高原环境 电动葫芦桥、门式起重机 安全评估规程

2023 - 11 - 15 发布

2023 - 12 - 15 实施

西藏自治区市场监督管理局 发 布

目 次

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 2

5 安全评估流程 4

6 安全评估报告 10

附录 A（资料性） 气压、气温与水的沸点等参数与海拔高度的对应关系 11

附录 B（资料性） 环境条件分级、环境代号及各类环境的严酷等级 12

附录 C（资料性） 确定起重机械限制示例 14

附录 D（资料性） 常见的危险源举例 16

附录 E（资料性） 起重机安全评估报告参考格式 17

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。

本文件由中国特种设备检测研究院提出。

本文件由西藏自治区市场监督管理局归口。

本文件起草单位：中国特种设备检测研究院、西藏自治区特种设备检测所、汾西矿业集团柳湾煤矿、北京市丰台区特种设备检测所、厦门市特种设备检验检测所、湖北特种设备检验检测研究院宜昌分院、福建省特种设备检验研究院、宿州市特种设备监督检验中心、烟台市特种设备检验研究院、安徽省铜陵市特种设备监督检验中心。

本文件主要起草人：史一生、于中强、扎西向秋、旦增次旺、罗布次仁、吕海涛、尼玛扎西、李维、罗布次仁、师东娜、伏喜斌、谢磊、颜朝友、朱林、朱风勇、杨涛、拉巴次仁、旦增让真、久美、普布次仁、吾金旦增、杨娜、旦增卓玛、梁春德、李连超、高旭哲。

高原环境 电动葫芦桥、门式起重机安全评估规程

1 范围

本文件规定了高原环境下电动葫芦桥、门式起重机（以下称起重机）安全评估工作的机构与人员要求、程序方法、风险等级判定方法以及综合评估报告等要求。

本文件不适用于下列环境中使用的起重机：冶金环境、防爆环境。

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 3811 起重机设计规范
- GB/T 6067.1 起重机械安全规程 第1部分：总则
- 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 41510 起重机械安全评估规范 通用要求
- GB/T 14092.3 机械产品环境条件 高海拔
- GB/T 14093.3 机械产品环境技术要求 高原环境
- GB/T 19608.3 特殊环境条件分级 第3部分：高原
- GB/T 20969.1 特殊环境条件 高原机械 第1部分：高原对内燃动力机械的要求
- JB/T 3695 电动葫芦桥式起重机
- JB/T 5663 电动葫芦门式起重机
- TSG 51 起重机械安全技术规程

3 术语和定义

GB/T 15706界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高原环境

海拔超过2000米地区的环境条件。

注：气压、气温与水的沸点等参数与海拔高度的对应关系见附录 A。

3.2

安全评估对象

高原环境下使用的电动葫芦桥、门式起重机本体、机构、系统及零部件。

3.3

安全评估

通过对安全评估对象的设计、制造、使用管理进行调查，检查、测量和测试起重机电气系统、钢结构、安全保护装置的损伤、缺陷、失效及故障情况。识别各个危险源可能导致的危险事件，确定危险事

件可能发生的概率、严重程度和风险等级，并对高原环境条件下使用的电动葫芦桥、门式起重机安全状况等级进行综合判定，给出安全状况结论的活动。

3.4

损伤

可确认的，使用过程中或相应工况下引起的起重机械不良状态。

3.5

缺陷

不满足相关技术规范规定指标或达到报废标准的损伤。

3.6

失效

产品完成要求功能能力的中断。

注：失效后，产品处于故障状态。

注：失效是一次事件，故障是一种状态。失效后一定会引起故障，但即使失效未发生，故障也可能存在。

3.7

故障

产品不能完成要求功能的状态。预防性维护或其他计划性活动或因缺乏外部资源的情况除外。

注：故障通常是产品自身失效引起的。

注：实际中，术语“故障”和“失效”通常作为同义词使用。

3.8

风险等级

根据伤害发生的概率与伤害严重程度划分的等级。

3.9

危险事件

能够造成伤害的事件。

注：危险事件的发生可以是短时间的，也可以是长时间的。

3.10

风险估计

确定伤害可能达到的严重程度和伤害发生的概率。

3.11

风险分析

对安全评估对象的安全状况等级的确定。

3.12

风险评价

以风险分析为基础，判断是否已达到风险减小的目标。

3.13

风险评估

包括风险分析和风险评价在内的全过程。

4 基本要求

4.1 评估原则

基于风险管理的思想，应用科学的风险分析工具，对高原环境下使用的起重机使用过程中的安全性进行评估。旨在降低在用起重机使用过程的风险从而达到安全生产的目的。

4.2 评估情形

当高原环境下使用的起重机达到以下条件之一时，宜开展相关评估工作：

- 达到或超过设计使用年限的；
- 临近设计使用年限，且使用环境达到气候条件、特殊气候条件、生物条件、机械活性物质条件较高等级的，条件分级见附录 B；
- 频繁出现故障的；
- 发生事故经过重大修理、改造或停用 2 年以上再次投入使用的；
- 服役于山区等特殊的地理环境，因施工条件需要，非常规设计安装的；
- 政府监察部门或检验人员认为有必要的；
- 使用单位的设备管理部门提出需求的；
- 相关法律法规标准有要求的。

4.3 评估机构

从事起重机安全评估工作的机构应具备独立、公正开展安全评估的资源（包括人员、检验检测仪器等），及有效实施的质量保证体系。

4.4 评估机构制度

4.4.1 评估机构应建立完善的质量管理体系，对安全评估工作进行质量控制。对安全评估结果的公正性与真实性负责。

4.4.2 评估机构应依据相关的法律法规标准制定完善的作业指导书或技术方案，并在本机构内发布实施。

4.4.3 评估机构应成立包括组长、组员在内的评估小组，负责完成起重机械安全评估工作，评估小组成员应不少于 3 人，小组成员资格应满足 4.5 的人员要求。需要时，评估小组可聘请本技术领域的专家担任整个评估工作的咨询任务。

4.5 评估人员

评估人员应满足以下条件：

- 评估小组组长至少应具有机电类高级技术职称或起重机检验师及以上资格，具有保障安全评估工作公正实施的组织能力；
- 评估小组组员应具有 5 年以上的起重机检验检测或起重机械相关专业的工作经历；
- 熟悉与起重机械相关的法规标准与安全技术规范；
- 熟悉安全评估工作的技术要求、评估流程和评估方法。

4.6 评估仪器设备

评估仪器设备要求如下：

- 评估机构应配备相应的检验检测仪器设备及分析软件以满足整个评估工作的开展；
- 评估过程中所涉及使用的仪器设备及分析软件，应按规定进行检验或校准且精度等级应满足安全评估需求，在合格有效期内使用。

4.7 安全评估现场环境

安全评估现场应在满足相关条件后，评估小组成员方可进入现场开展评估工作。具体要求如下：

- 被评估的起重机应可以完成正常工况的启动、行走、吊载及制动动作；
- 评估现场的警戒线内应保证无与评估工作无关人员闯入；
- 评估现场附近应无影响评估人员安全的其他作业活动；
- 如遇风暴、强紫外线照射、气温骤降、雨雪等恶劣天气应采取相应措施，暂缓现场评估工作；
- 根据现场实际情况，配备 1 名警戒人员负责评估工作的安全开展。

5 安全评估流程

5.1 评估协议

评估协议应根据用户需求，依据相关法律法规标准的要求编制签订，评估协议应给出具体的评估内容。

5.2 评估项目启动

5.2.1 成立评估小组。评估小组成员应至少满足本标准 4.5 中的要求。

5.2.2 评估小组成员应在收集到安全评估对象相关技术资料、甲方技术需求并完成现场踏勘后，形成完整的技术方案并确定评估内容，评估内容的确定与要求见附录 C。技术方案的编制应满足评估机构质量管理体系规范要求与双方签订的评估协议要求。必要时，技术方案应经用户盖章确认。

5.3 收集评估对象信息

安全评估需要收集的基本信息包括但不限于下列内容：

- 评估对象各项技术参数，产品设计文件（总图、主要受力结构件图、电气原理图、液压或者气动系统原理图等）、安装及使用维护保养说明；
- 评估对象的产品质量合格证；
- 评估对象存在涉及改造、重大修理的情况时，应提供改造、重大修理的设计文件及有关证明文件；
- 评估对象的作业频率、工况及满足附录 B 的高原环境下的特殊自然条件；
- 评估对象历史检验报告（含委托检验报告、自检报告）；
- 评估对象的使用、维修保养记录；
- 与评估对象相关的其他资料文件。

5.4 确定评估对象的限制内容

依据评估对象现行相关法律法规、标准和相应的设计文件、安装及使用维护保养说明，识别其在使用过程中的特征与性能及相关的人员、环境和产品。起重机械限制一般应包含以下内容：

- 使用限制，包括预定的使用和可预见的误用；
- 空间限制，如起吊条件、机构运转范围等；
- 时间限制，如结构和零部件的设计使用年限、检验周期、维护保养周期等；
- 其他限制，如使用场所是否露天、防爆要求、高原环境下的环境温度、湿度、紫外线照射条件等。

注：起重机械限制的确定可参考附录 D。

5.5 划分评估单元

根据评估对象的特点、功能及危险相关性，宜先将评估对象分解为若干个评估单元，每个评估单元可分解为若干个评估项目。评估人员也可根据实际情况将评估项目进一步细分成若干子项目。

当把起重机械整体作为评估对象时，可将其划分成以下评估单元：

- a) 资料性文件；
- b) 使用环境；
- c) 主要受力结构件；
- d) 起升机构、大车运行机构及主要零部件；
- e) 电气系统；
- f) 安全保护装置与防护装置；
- g) 其他。

5.6 危险识别

5.6.1 起重机的危险识别是在确定其限制内容后开展的工作。危险识别的步骤是系统识别起重机生命周期所有阶段可合理预见的危险（永久性危险和意外突发危险）、危险状态和危险事件。起重机生命周期阶段包括：

- 运输，安装；
- 试运行及试验吊装阶段；
- 日常使用与维护保养过程；
- 移装、停用及恢复使用。

目前，有很多系统性识别危险的方法。最常用的有自上而下法与自下而上法。如图1所示。

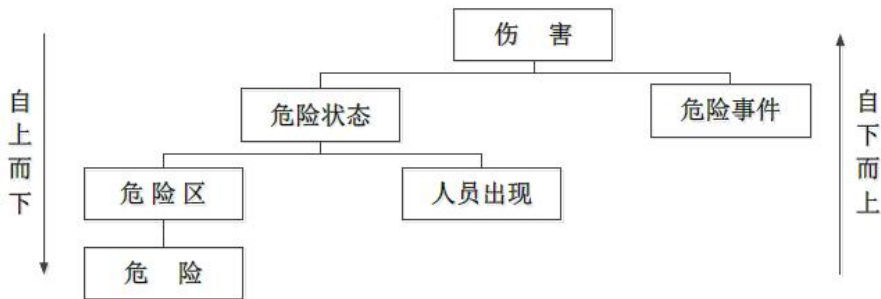


图1 自上而下和自下而上的方法

自下而上法，以检查所有的危险作为起点，自下而上法比自上而下法更全面彻底，但可能需要的时间过多，为保障安全评估结果的准确性，本标准推荐使用自下而上法。

5.6.2 危险识别的工具使用表格表述，可参照 GB/T 16856 中 5.3.4 中的内容。高原环境下使用的电动葫芦桥、门式起重机常见的危险源可参考附录 E 确定。

5.7 危险识别的内容

危险识别主要针对评估对象的资料性文件、金属结构、各机构系统、使用环境及安全部件等部分的完整性、损伤、缺陷、失效及故障情况进行判断，分析可能发生的危险事件及可能产生的伤害。

5.7.1 资料性文件

起重机应建立完整的技术档案，专机专档、长期保存。评估工作对资料性文件的完整性及匹配性进行判断，至少应包括以下内容：

- 评估对象的出厂相关资料；
- 使用等级证明文件；
- 日常维护保养记录、使用记录；
- 上一周期法定检验报告；
- 根据使用单位的实际工作情况制定的安全规章制度、安全操作规程等文件；
- 事故专项应急预案及定期培训、演练记录；
- 其他与评估对象相关文件。

5.7.2 使用环境

使用环境评估是对起重机本身的运行条件及与使用场地环境的匹配情况进行评估。如露天、粉尘、腐蚀、辐射、标识、参数匹配等。

5.7.3 金属结构

通过目视检查、无损探伤、尺寸测量、应力测试等方式对起重机的金属结构进行检测，确定危险类型、可能发生的危险事件及危险发生后导致的伤害。金属结构危险识别如表1所示。

表 1 金属结构危险识别示例

序号	评估项目	评估方法	条件要求	危险事件	伤害的发生
1	外观质量检查	目视检查主要受力结构件的腐蚀、焊缝裂纹、塑性变形及连接部位松动情况。	满足 TSG 51 起重机械安全技术规程的相关要求。	金属机构的折断、整机倾覆、物体打击等。	人员伤亡、财产损失。
2	无损检测	通过磁粉、渗透检测金属结构母材及焊缝表面情况；通过超声、射线检测手段对金属结构及零部件内部缺陷进行检测。	满足 JB/T 3695 电动葫芦桥式起重机与 JB/T 5663 电动葫芦门式起重机的相关要求。	金属机构的折断、整机倾覆、物体打击等。	人员伤亡、财产损失。
3	尺寸测量	通过测量主梁水平方向的弯曲、上拱度、上翘度、下挠度、腹板局部翘曲、主弦杆直线度、主支撑腿垂直度、磨损或腐蚀量等方法判断尺寸是否满足要求。	满足 JB/T 3695 电动葫芦桥式起重机、JB/T 5663 电动葫芦门式起重机与 GB/T 6067.1 起重机械安全规程 第 1 部分：总则的相关要求。	金属机构的折断、整机倾覆、物体打击、工作机构不能正常运转等。	人员伤亡、财产损失。
4	应力测试	通过在主梁跨中下盖板、悬臂根部、跨端、主要受力结构件变截面等位置布置应力测点配合相应工况测得相应数据。	计算结构不超过原计算应力值的 15%或极限状态下应力值不超过许用应力值。	金属机构的折断、整机倾覆、物体打击等。	人员伤亡、财产损失。

5.7.4 机构系统

对起升机构、行走机构与电气系统进行测量、动作试验、测试。通过测试结果与标准要求的对比确定危险类型、可能发生的危险事件、及危险发生后导致的伤害。机构系统的危险识别如表2所示。

表 2 机构系统危险识别示例

序号	评估项目	评估方法	条件要求	危险事件	伤害的发生
1	外观质量检查	目视检查主要受力结构件的腐蚀、焊缝裂纹、塑性变形及连接部位松动情况。	满足 TSG 51 起重机械安全技术规程的相关要求。	金属机构的折断、整机倾覆、物体打击等。	人员伤亡、财产损失。
2	无损检测	通过磁粉、渗透检测金属结构母材及焊缝表面情况；通过超声、射线检测手段对金属结构及零部件内部缺陷进行检测。	满足 JB/T 3695 电动葫芦桥式起重机与 JB/T 5663 电动葫芦门式起重机的相关要求。	金属机构的折断、整机倾覆、物体打击等。	人员伤亡、财产损失。
3	尺寸测量	通过测量主梁水平方向的弯曲、上拱度、上翘度、下挠度、腹板局部翘曲、主弦杆直线度、主支撑腿垂直度、磨损或腐蚀量等方法判断尺寸是否满足要求。	满足 JB/T 3695 电动葫芦桥式起重机、JB/T 5663 电动葫芦门式起重机与 GB/T 6067.1 起重机械安全规程 第 1 部分：总则的相关要求。	金属机构的折断、整机倾覆、物体打击、工作机构不能正常运转等。	人员伤亡、财产损失。
4	应力测试	通过在主梁跨中下盖板、悬臂根部、跨端、主要受力结构件变截面等位置布置应力测点配合相应工况测得相应数据。	计算结构不超过原计算应力值的 15% 或极限状态下应力值不超过许用应力值。	金属机构的折断、整机倾覆、物体打击等。	人员伤亡、财产损失。

5.8 风险等级的确定

根据5.7的内容对评估对象开展包括检验检测与测量计算的风险估计工作，包括整机宏观检查、尺寸测量、腐蚀检测、无损检测、应力测试、仿真分析等内容。根据每种危险源可能发生的概率与危险的伤害程度，推荐使用风险矩阵法确定对应的风险等级。

5.8.1 伤害发生的概率

伤害发生的概率一般从环境的不安全因素、设备的不安全状态、人员的不安全行为三个方面进行考虑，包含了人员暴露于危险环境中可能发生伤害的概率；因危险发生导致的伤害发生的概率；避免或限制伤害的可能性。结合相关法规标准的规定要求与专家经验进行判断，划分出伤害发生的概率，如表3所示。

表 3 伤害发生概率的等级

序号	发生概率的等级	发生概率的情况描述
1	等级“A”	极可能发生
2	等级“B”	可能发生
3	等级“C”	不大可能发生
4	等级“D”	几乎不可能发生
注：如评估项目涉及的法规标准要求有相应的报废条款，且被评估的项目达到了报废条件，根据风险评估		

计的结果判定，建议将其伤害发生的等级确定为“A”；达到报废条件2/3的，将其伤害发生的等级确定为“B”；达到报废条件1/3的，将其伤害发生的等级确定为“C”。

5.8.2 伤害的严重程度

可根据伤害情况对人员的健康损害程度、环境的影响程度、直接的经济损失及社会影响严重程度来确定。每一种已识别的最有可能造成严重伤害的危险所产生的风险，即使其发生的概率并不高，也应考虑可预见的最严重的伤害。发生伤害的严重程度确定如表4所示。

表 4 发生伤害的严重程度

序号	严重程度	严重程度等级	伤害严重情况描述
1	非常严重	等级“A”	涉及下列情况之一及以上的： ——人员的死亡、多人重伤； ——产生较大的财产损失； ——整机倾覆； ——对环境造成较大污染； ——产生恶劣的社会影响。
2	严重	等级“B”	涉及下列情况之一及以上的： ——人员重伤； ——直接或间接经济损失较大； ——起重机主要受力结构件塑性变形、整机失稳、机构坠落； ——对环境造成较轻的影响。
3	一般	等级“C”	涉及下列情况之一及以上的： ——人员轻伤； ——直接经济损失较小或间接经济损失较大； ——造成起重机无法正常运行的事件。
4	轻微	等级“D”	对财产、环境、社会影响较轻的。

5.8.3 判定风险等级

在确定了伤害发生的概率及严重程度后，便可通过风险矩阵得出风险等级。风险矩阵描述的是风险要素与风险等级之间的关系，如表5所示，一个“一般”的严重程度和一个“几乎不可能发生”的概率得出一个“可忽略”的风险等级。

表 5 矩阵法判定风险等级

发生概率的等级	发生伤害的严重程度			
	A: 非常严重	B: 严重	C: 一般	D: 轻微
A: 极可能发生	高	高	高	中
B: 可能发生	高	高	中	低
C: 不大可能发生	中	中	低	可忽略
D: 几乎不可能发生	低	低	可忽略	可忽略

5.9 安全评估对象的安全状况等级判定

5.9.1 判定原则

通过对起重机本体、机构、系统及零部件存在的危险源进行识别，根据各部分伤害发生的概率及严重程度确定风险等级。起重机本体安全状况等级根据各评估单元最高风险等级判定；评估单元安全状况等级根据各评估项目最高风险等级判定；评估项目安全状况等级由项目中各种危险源的最高风险等级决定，如图2所示。

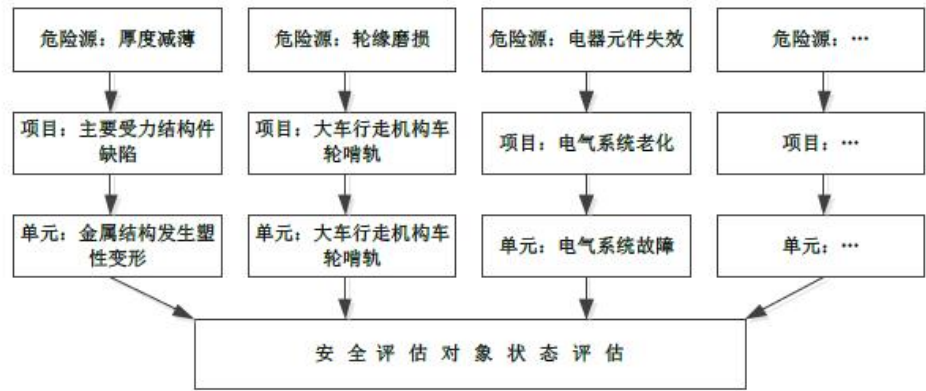


图 2 评估对象的安全状况等级判定

5.9.2 评估单元安全状况等级判定

确定风险评估项目风险等级后，按照下列方法开展风险评估工作，判定评估单元的安全状况等级：

- 1) 根据表 6 对 5.8.1 中的 4 种风险等级进行赋值。

表 6 风险等级赋值

风险等级	高	中	低	可忽略
赋值	0	1	2	3

- 2) 根据风险等级赋值，按照式（1）计算评估单元的安全状况得分 D：

$$D = \begin{cases} 0, if \prod_{i=1}^n v_i = 0 \\ \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{3n} \times 100, if \prod_{i=1}^n v_i \neq 0 \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

式中：v_i (i=1, …, n) 为对应于第 i 个评估项目的风险等级赋值，其中 n 为该评估单元内评估项目的个数。

- 3) 根据评估单元的安全状况得分 D，按照表 7 判定评估单元的安全状况等级。

表 7 评估单元安全状况等级

D	D≥90	90>D≥75	75>D≥65	65>D≥55	D<55
安全状况等级	一级	二级	三级	四级	五级

5.9.3 综合安全状况等级判定

根据每个评估单元的安全状况得分D，按照式（2）计算出评估对象的综合安全状况得分Z。

$$Z = \begin{cases} 0, if \prod_{j=1}^m D_j = 0 \\ \sum_{j=1}^m \beta_j D_j, if \prod_{j=1}^m D_j \neq 0 \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

假设D_j(j=1, …, m)为对应的第j个评估单元的安全状况得分，其中m为评估单元个数。β_j(j=1, …, m)为对应于第j个评估单元的权重值。β_j的取值在0~1之间。β₁+β₂+…+β_j=1。评估对象各评估单元的权重，建议由各评估单元占评估对象价值的比例得出，或参考委托单位的意见与其商定后按评估合同执行。

根据评估对象的综合安全状况得分Z，按照表8判定评估对象的安全状况等级。

表 8 评估对象的安全状况等级

z	Z≥90	90>Z≥75	75>Z≥65	65>Z≥55	Z<55
安全状况等级	一级	二级	三级	四级	五级

5.10 评估对象的评估结论

根据起重机械相关的法律、法规、标准的要求，结合委托单位的安全管理需求，结合评估对象的安全状况等级，可参考下列描述对评估对象给出评估结论。

- a) 一级、二级：可继续使用；
- b) 三级：建议采取风险减小措施后继续使用或监护使用；
- c) 四级：建议采取风险减小措施后监护使用或降级使用；
- d) 五级：建议停止使用，并进行系统的风险减小措施，或采取报废措施。

6 安全评估报告

高原环境电动葫芦桥、门式起重机安全评估报告格式参照附录E。

附 录 A
(资料性)

气压、气温与水的沸点等参数与海拔高度的对应关系

A.1 气压、气温与水的沸点等参数与海拔高度的对应关系见表 A.1。

表 A.1 气压、气温与水的沸点等参数与海拔高度的对应关系

海拔高度/m	0	1000	2000	3000	4000	5000
气压/kPa	100	90.3	79.2	70.1	61.6	54.0
气温/℃	15.7	11.2	6.7	2.2	-2.3	-6.8
水的沸点/℃	100.0	96.9	93.8	91.2	88.6	86.7
注1：气温指年平均大气温度，与纬度和湿度有关，此特指北纬30°~35°、东经75°~120°区域。						
注2：气压指9月中旬12:00~14:00平均大气压力。						

附 录 B

(资料性)

环境条件分级、环境代号及各类环境的严酷等级

B.1 环境条件分级

每种类型的环境条件由多种环境参数组成。例如气候条件由高温、低温、温度变化、太阳辐射强度等环境参数组成。而每种环境参数由于环境参数不同又可分为若干个严酷等级，例如低温分成-5℃、-10℃、-25℃等几个等级。

B.2 环境代号

环境代号由使用场所、环境条件类型、环境条件严酷等级3部分组成，分别用数字或拉丁字母表示。其顺序如下：

- a) 使用场所（用数字表示）；
- b) 环境条件类型（用拉丁字母表示）；
- c) 环境条件严酷等级（用数字或数字与拉丁字母表示）。

具体表述如下：

- 3 表示产品在有气候防护场所（户内及棚下）固定使用；
- 4 表示产品在无气候防护场所（户外）固定使用；
- Kp 表示高原气候条件；
- Z 表示特殊气候条件（热辐射、周围空气运动、除雨以外的其他水源）；
- B 表示生物条件；
- S 表述机械活性物质条件。

B.3 无气候防护场所

B.3.1 高原气候环境条件： 4Kp2，4Kp3，4Kp4，4Kp5，分别对应海拔2000m至5000m的高原环境地区。

B.3.2 特殊气候环境条件：

- a) 热辐射条件：4Zh2，有热辐射条件，如生产条件造成。
- b) 周围空气运动情况：4Za3，周围空气运动达到 20m/s 的情况；4Za4，周围空气运动达到 30m/s 的情况。
- c) 雨水外的水源条件：4Zw6，可忽略；4Zw7，除雨水以外的溅水条件；4Zw8，除雨水以外的喷水条件。

B.3.3 生物条件：4B2，存在霉菌、真菌生长及啮齿类动物危害，包括白蚁。

B.3.4 机械活性物质条件：4S2，适用于紧靠沙源或尘源的场所；4S3，适用于地理位置上属于有风沙或空气中有灰尘的地区。

B.4 有气候防护场所

B.4.1 高原气候环境条件： 3Kp2，3Kp3，3Kp4，3Kp5，分别对应海拔2000m至5000m的高原环境地区。

B.4.2 特殊气候环境条件：

- 热辐射条件：3Zh2，有热辐射条件，如室内有加热系统；3Zh3，如室内有加热系统或锅炉附近。
- 周围空气运动情况：3Za4，周围空气运动达到 5m/s 的情况；3Za5，周围空气运动达到 10m/s 的情况。
- 雨水外的水源条件：3Zw7，滴水条件；3Zw8，淋水条件；3Zw9，溅水条件；3Zw10 喷水条件。

B.4.3 生物条件：3B2，存在霉菌、真菌生长及啮齿动物和其他危害产品的动物，白蚁除外；3B3，存在霉菌、真菌生长及啮齿动物和其他危害产品的动物，包括白蚁。

B.4.4 机械活性物质条件：3S2，尘（漂浮）达到 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ ，尘（沉降）达到 $1.5\text{ mg}/\text{m}^3$ 的情况，3S3，尘（漂浮）达到 $0.4\text{mg}/\text{m}^3$ ，尘（沉降）达到 $15\text{ mg}/\text{m}^3$ 的情况。

附 录 C
(资料性)
确定起重机械限制示例

C.1 使用限制

C.1.1 预定使用

高原环境使用的电动葫芦桥、门式起重机主要服役于各类工程建设公司及青藏公路、铁路的实施现场。较非高原环境使用的同类型起重机相比其使用环境相对较差，尤其以无气候防护场所的使用环境尤为恶劣。由于高原地区存在气压低、太阳辐射强度大和环境昼夜温差大等特殊的气候条件，对机电产品的使用有较大影响。与非高原环境相比，这对使用管理单位提出了更高的运维与监管要求。

- 起重机的管理应由专业人员负责监督；
- 负责操作起重机的人员应对起重机的性能、结构及本单位的的安全管理制度熟知；
- 山区风口作业的起重机在结束作业后，应对起重机归位并做好锚定工作，经确认后离开；
- 高原环境下使用的起重机，其电机选型应选用满足对应海拔高度要求的型号或对电器件进行容量校核；
- 主要受力结构件的涂装材料、输电线缆与橡胶密封件等零部件宜选用紫外线防护性能强、耐低温、耐老化的材料。

C.1.2 可合理预见的误用

考虑了下列可合理预见的误用：

- 起重机在无指挥情况下私自作业；
- 超载起吊，起吊固定于地面的物品或非垂直起吊；
- 用于起重机专用用途的非正常操作；
- 由于山区风力过大，雨雪或风沙扬尘导致的可见度降低的情况出现时，起重机的不安全运行。

C.2 空间限制

起重机用于建设中的隧道、桥梁。

相同轨道的两台起重机同时作业时，应有可靠的防碰撞装置。

起重机吊载作业时，应设置隔离作业区避免非相关人员的进入，吊载物品应与运行路线上的障碍物保持安全距离。

C.3 时间限制

起重机的设计寿命。

使用单位制定起重机的定期维护保养周期应能满足运行要求。

长时间停用的起重机应由使用单位进行全面检验并经第三方检验机构开展定期检验后方可投入使用。

起重机的关键零部件及易老化的电气元件应定期进行更换。

C.4 其他限制

起重机的工作环境受高原环境的恶劣程度限制。

- 强紫外线对于电器元件、金属结构及橡胶密封件的影响；
- 高海拔稀薄空气环境对电机容量的影响；
- 空气含氧量及温差变化大对司机的影响；
- 风沙雨雪对润滑系统的影响。

附录 D
(资料性)
常见的危险源举例

表 D.1 常见的危险源举例

项目	名称	项目	名称
结构部件	强度不足	作业环境	能见度降低
	主体钢结构刚度不足		风暴雨雪天气
	整机稳定性不足/裂纹		强紫外线照射
	腐蚀/减薄		局部瞬时风力
	变形/尺寸偏差/松动		地震
	腐蚀		山体滑坡
机构和零部件	车轮损伤/缺陷		雪崩
	吊具损伤/缺陷		野生物种的闯入
	制动器及部件损伤/缺陷		空气含氧量的降低
	滑轮损伤/缺陷/焊补		作业空间受限
	防风装置缺失/损坏		取暖/降温措施
电气系统	电动机/元器件容量不足	信号与标识	信号灯或警示铃损坏/缺失
	电气绝缘失效		指挥不当
	线路老化		其他信号的缺失
	电气保护失效	标志	无标志
	接地线缺失/失效		标志不规范
安全保护装置	限位开关失效/缺失		标志不匹配
	起重量限制器失效/缺失		标志位置缺陷
	起升高度限制器失效/缺失	其他标志缺陷	
	端部止挡缺失/松动	其他	其它危险
注 1：表 D.1 主要根据危险的起源进行危险源划分的，评估小组人员也可根据其潜在的伤害的性质进行划分，如火灾、滑坡、雪崩等危险。			

附 录 E
(资料性)
起重机安全评估报告参考格式

报告编号：

起重机安全评估报告

使用单位名称：_____

设 备 类 别：_____

设 备 品 种：_____

设备型号规格：_____

设 备 代 码：_____

使用登记证编：_____

检 验 日 期：_____

(印制评估机构名称)

注 意 事 项

1. 本报告是依据《XX》(XX-2023)，对在用高原环境下使用的电动葫芦桥、门起重机进行安全状况评估的结论报告。
2. 报告书应当由计算机打印输出，或者用钢笔、签字笔填写，字迹要工整，涂改无效。
3. 本报告书无评估、审核、批准人员签字和检验机构的核准证号、检验专用章或者公章无效。
4. 报告一式二份，由检验机构和使用单位分别保存。
5. 受检单位对本报告结论如有异议，请在收到报告书之日起 15 个工作日内，向检验机构提出书面意见。
6. 本报告结论仅对检验时的设备状况有效。

检验机构信息

地址：
电话：（业务） （投诉）
传真：
邮编：

起重机安全评估报告

报告编号：

使用单位名称					
使用单位地址					
使用地点					
使用单位统一社会信用代码		使用单位 安全管理人员			
使用单位 联系电话		使用单位 邮政编码			
制造单位名称					
改造(重大修理) 单位名称					
设备类别		设备品种			
型号规格		设备代码			
产品编号		单位内编号			
投入使用日期		设计使用年限			
性能 参数					
	其他主要参数				
检验 依据					
检验	安全状况等级：				
结论	建议：				
备注					
评估组长：			检验机构核准证号： (检验机构检验专用章或者公章) 年 月 日		
评估组员：					
日期：					
审核：					
日期：					
批准：			日期：		

