

中国工程建设标准化协会团体标准

T/CECS ×××—202X

公路移动实验室安全技术规程

Technical Standards for Safety of Mobile Laboratory of Highway Engineering

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国工程建设标准化协会 发布

征求意见

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009和GB/T 20001.10-2014给出的规则起草。

本标准按中国工程建设标准化协会《关于印发〈中国工程建设标准化协会2019年第二批协会标准制定、修订计划〉的通知》（建标协字〔2019〕022号）的要求制定。

……

本标准由中国工程建设标准化协会公路分会提出并归口管理。

本标准负责起草单位：交通运输部公路科学研究所

本标准参加起草单位：重庆市交通规划和技术发展中心

广东云茂高速公路有限公司

重庆交大建设工程质量检测中心有限公司

广东交科检测有限公司

北京华路安交通科技有限公司

台州市路桥区公路与运输管理中心

本标准主要起草人：陈 南 沈小俊 韩富庆 马增琦 吴进良 李铁军 何 静

郭国和 李修君 李善强 闫书明 邓 宝 陶普正 朱海波

本标准审查人：韩 萍

征求意见

目 次

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 分类、代号和标记.....	3
4.1 分类.....	3
4.2 代号.....	4
4.3 标记.....	6
5 一般规定.....	6
5.1 组织.....	6
5.2 体系.....	7
5.3 监管.....	8
5.4 技术要求.....	9
6 检测移动实验室.....	11
6.1 安全教育.....	11
6.2 养护作业.....	12
6.3 开放交通.....	12
6.4 移动.....	16
6.5 环境.....	16
6.6 消防.....	17
7 综合试验方舱.....	17
7.1 尺寸.....	17
7.2 舱室.....	17
7.3 保障.....	18
7.4 选址.....	18
7.5 运输.....	18
附录A 公路移动实验室安全相关的法律、法规及规章.....	20
附录B 工作风险评价LEC法.....	22

Contents

1 Range.....	1
2 Normative reference document.....	1
3 Terms and definitions.....	2
4 Classification,code and Sign.....	3
4.1 Classification.....	3
4.2 Code name.....	4
4.3 Sign.....	6
5 General requirement.....	6
5.1 Organization.....	6
5.2 System.....	7
5.3 Regulation.....	8
5.4 Technical requirement.....	9
6 Mobile laboratory for in-situ detection.....	5
6.1 Safety education.....	7
6.2 Maintenance.....	7
6.3 Open traffic.....	7
6.4 Movement.....	7
6.5 Environment.....	7
6.6 Fire protection.....	9
7 Shelters for multiple testing.....	9
7.1 Size.....	9
7.2 Cabin.....	9
7.3 Support.....	9
7.4 Location.....	9
7.5 Translocation.....	7
Appendix A Rules and regulations for mobile laboratory of highway engineering.....	12
Appendix B LEC method for safety evaluation.....	17

公路移动实验室安全技术规程

1 范围

本标准规定了公路移动实验室安全技术和安全管理的要求,适用于公路工程中各类移动实验实验室的设计、制造、使用、运营及监管。

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 37986-2019 工程检测移动实验室通用技术规范
- GB/T 27476.1-2014 检测实验室安全 第1部分:总则
- GB/T 38080-2019 移动实验室安全、环境和职业健康技术要求
- GB/T 28472-2012 移动实验室安全管理规范
- GB 7258-2012 机动车运行安全技术条件
- GB/T 23336 半挂车通用技术条件
- GB/T 17275 货运牵引杆挂车通用技术条件
- GB 1589-2016 汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值
- GB/T 12674 汽车质量(重量)参数测定方法
- GB 18285 汽油车污染物排放限值及测量方法(双怠速法及简易工况法)
- GB 1413 集装箱外部尺寸和额定重量
- GB T 35973-2018 集装箱环保技术要求
- GB/T 29478 移动实验室有害废物管理规范
- GB/T 29476 移动实验室仪器设备通用技术规范
- GB/T 29474 移动实验室内部装饰材料通用技术规范
- GB 15603 常用化学危险品贮存通则
- JTG H30-2015 公路养护安全作业规程
- JTG F90-2015 公路工程施工安全技术规范

GBZ2.1 工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素

GBZ2.2 工作场所有害因素职业接触限值

GB/T1228 钢结构用高强度大六角头螺栓

GB/T1231 钢结构用高强螺栓

GB/T3220 集装箱吊具

GB/T11577 船用集装箱紧固件

GB/T16956 船用集装箱绑扎件

GB/T19920 船用集装箱支撑件

3 术语和定义

GB/T 37986-2019、GB/T 27476.1-2014、GB/T 38080-2019、GB/T 28472-2012 及 GB/T29476 中的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 公路移动实验室 Mobile Laboratory of Highway Engineering

公路工程中满足特定需求和要求、由成套装备组成的，在可移动的设施和环境中进行试验、检测、校准或其他科学实验活动的实验室。

3.2 检测移动实验室 Mobile Laboratory for In-situ Detection

公路工程建设和运营过程中，在可移动的设施中对基础设施结构开展试验检测活动的实验室，可以包含各类车载式试验检测系统、水下机器人检测系统、无人机检测系统等。

3.3 综合试验移动实验室 Mobile Laboratory for Multiple Testing

公路工程建设和运营过程中，用特定运输平台移动至指定位置开展综合性试验任务的实验室，可以包含各类工地试验室方舱以及运送至指定位置临时组装的方舱实验室等。

3.4 车尾防撞缓冲装置 Truck-mounted Attenuators

设置于载具车辆尾部（含一部分边缘），用于缓冲和吸收碰撞能量、保护前车及车内人员的设施装置。

3.5 离去角 Departure Angle

载具车辆在满载时水平面与后轮轮外边缘之间最大夹角。

4 分类、代号和标记

4.1 分类

4.1.1 功能

公路移动实验室按执行实验任务的功能，分为公路检测移动实验室及综合试验（方舱）移动实验室。

【条文说明】：移动实验室（Mobile Laboratory）定义为“满足特定目的和要求，由成套装置组成的，在可移动的设施和环境进行检测、校准或科学实验等活动的实验室”。移动实验室不仅包括仪器设备等装置，还包括人员、管理等，它是一个机构的概念。国际标准化组织 ISO/CASCO 《检测和校准实验室能力的通用要求》中将移动实验室界定为“……固定实验室功能的延伸，在获得能力认可的前提下，它可以作为一个独立的检测机构，从事检测、校准或科学实验活动”。我国公路移动实验室技术自上世纪末开始从国外逐步引进，经历了几十年的蓬勃的发展，已经是国民经济各生产部门中使用移动实验室技术较为普遍的行业。然而，公路行业对移动实验室技术的内涵还没有十分清晰的界定，相关的标准化工作也尚未系统开展。因此，本标准将首次对公路移动实验室的内涵进行界定，为后续标准化工作的开展打下基础。

目前，公路领域应用较为广泛的移动实验室主要有两类：一类是各种自行式、拖挂式的移动检测系统（比如，用于公路建设和养护的各类检测车、水下机器人、无人机等），其功能主要是在可移动的设施内对公路基础设施开展检测活动；另一类是移动方舱综合试验室（如工地试验室方舱、沥青材料综合试验方舱等），这类方舱用特定运输平台移动至指定位置（或运送至指定位置组装），其功能主要是开展综合性试验任务。从内涵上，本标准所涉及的公路移动实验室的范围主要就是包括以上两大类。随着公路行业的发展，可能会有其他种类的移动实验室引入（或已有类别的淘汰），在今后的标准制、修订过程中可以动态调整。

4.1.2 运载方式

公路移动实验室按运载的方式，分为自行式（self-propelled）、拖挂式（trailer）以及方舱式（shelter）。

【条文说明】：所谓自行式（self-propelled）是指自带动力并依靠自身的运行机构沿有轨或无轨通道移动的方式，自行式移动实验室载具与实验舱为一整体，实验室本身自带运行能力，它的特点是车身较短小、配置人员较少、方便快捷到达指定地点。所谓拖挂式（trailer）即无动力系统、具备行走机构、依靠其他动力牵引移动的方式，拖挂式移动实验室的实验舱本身没有动力系统，陆地上主要需拖挂车或者卡车牵引移动，其特点是空间大，部分空间能拓展，而且其电力等资源大都能自给自足。所谓方舱式

(shelter) 即具有方舱特征的结构形式。方舱式移动实验室的实验舱可通过汽车、火车、轮船、飞机等运输工具转运到相应工作地点, 各组方舱均是一个独立的模块, 在需要时可快速模块化安装以满足更复杂、协作化程度更高的实验检测目的。方舱移动实验室主要用于相对长期固定场所的移动实验室, 可以与当地已有的固定实验室进行组合。

4.1.3 面积

公路移动实验室按实验舱内部使用面积, 分为小型实验室、中型实验室及大型实验室, 划分标准如下:

表 4-1 公路移动实验室面积分类标准

分类名称 分类标准	小型实验室	中型实验室	大型实验室
舱室面积 (m ²)	≤8	8~16	≥16

【条文说明】: 按照面积对移动实验室大小规模进行划分, 是沿用了 GB/T 29473-2020 的做法, 对相关技术标准也进行了采纳。不同的是, GB/T 29473-2020 采用了四级分类, 除了“大、中、小”外, 第四级为“特殊”(定义为特殊定制并符合国家相关政策), 这类实验室主要涉及军用、反恐或特殊医疗卫生用途(比如, 用于 COVID-19 核酸检测的方舱实验室), 其大小规模往往需要特殊规定。公路领域的移动实验室基本上都是普通民用功能, 因此只采用“大、中、小”的三级分类。从实际应用情况来看, 公路检测移动实验室舱室面积普遍在 8 m² 以下, 多属于小型实验室; 综合方舱试验室面积一般在 8~16 m² 范围内, 属于中型实验室; 舱室面积在 16 m² 以上的大型实验室相对较少。

4.2 代号

4.2.1 公路移动实验室代号

公路移动实验室, GYS。

4.2.2 功能代号

- a) 公路检测移动实验室, 01;
- b) 综合试验(方舱)移动实验室, 02;

4.2.3 运载方式代号

- c) 自行式, SP;
- d) 拖挂式, TR;
- e) 方舱式, SH。

4.2.4 面积代号

- a) 小型实验室，S；
- b) 中型实验室，M；
- c) 大型实验室，L。

4.2.5 行政区划代号

参照条文说明。

4.2.6 机构序号代号

- a) 序号为 1 的移动实验室，001；
- b) 序号为 N 的移动实验室，按自然数列为 N 编号。

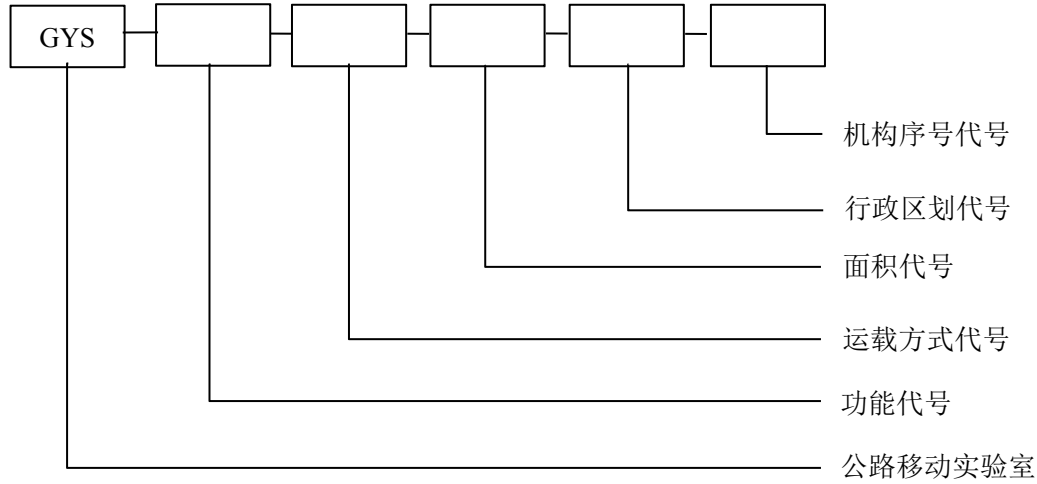
【条文说明】：代号体现了公路移动实验室的分类属性和行政监管属性，采用六类代号组成：第一类为公路移动实验室代号，采用拼音首字母“GYS”表示，这与 GB/T 29473-2020 中采用 YS 表示移动实验室类似；第二类为功能代号，用 01 和 02 分别表示公路移动实验室的两个类别；第三类为运载方式代号，运载方式是与公路移动实验室安全密切相关的要素，本标准采用英文缩写代码表示，这与 GB/T 29473-2020 中采用拼音首字母的表示方式不同；第四类是面积代号，用英文缩写代码分别表示三种不同规模的实验室；第五类是行政区划代号，行政区划代号是强调移动实验室作为独立实验机构的属性，同时也便于主管部门开展行业监管（区划代号与省级行政区的对应关系如表 4-2 所示）；第六类机构序号代号，表示移动实验室的数量和排序。

表 4-2 区划代号与行政区单位的对应关系

区划代码	区划单位	区划代码	区划单位	区划代码	区划单位	区划代码	区划单位
01	北京	10	广东	19	黑龙江	28	西藏
02	河北	11	海南	20	江苏	29	甘肃
03	内蒙	12	四川	21	安徽	30	宁夏
04	吉林	13	云南	22	江西	31	新疆
05	上海	14	陕西	23	河南	32	建设兵团
06	浙江	15	青海	24	湖南	33	香港
07	福建	16	天津	25	广西	34	澳门
08	山东	17	山西	26	重庆	35	台湾
09	湖北	18	辽宁	27	贵州		

4.3 标记

公路移动实验室标记由本规程 4.2 规定的 6 类代号组成，表示如下：



【条文说明】：示例：（1）序号为 008 号，归属于重庆市公路质监部门监管的自行式公路检测中型移动实验室，标记为 GYS-01-SP-M-26-008；（2）序号为 012 号，归属于山西省公路质监部门监管的公路综合试验方舱小型移动实验室，标记为 GYS-02-SHLS-17-012。

5 一般规定

5.1 组织

5.1.1 公路移动实验室应设置负责安全的团队，并设置安全管理专员全面负责安全管理工作。

【条文说明】：公路移动实验室设置专门的安全员是非常有必要的，公路行业很多安全相关的标准和规章都做了类似的规定。移动实验室安全管理专员除了执行各项安全管理工作外，还要负责在运营过程中负责安全保障和协调工作，从这个意义上说安全专员除了应具备与试验检测相关的专业知识外，还应当具备一定的安全专业知识技能，比如与消防、水电安全相关的知识技能等。

5.1.2 实验室最高管理者负责组建安全管理团队、任命安全管理专员，并且对实验室安全和安全管理负最终责任。

【条文说明】：每个移动实验室都应该任命 1 名负责人，对于未认证的移动实验机构，实验室最高管理者为所在固定实验室的负责人，对其所拥有的移动实验室安全和管理体系负最终责任。

5.1.3 实验室宜建立安全的全员参与机制，实验室工作人员通过安全检查、风险管控、安全演练、安全教育、内审、评审等工作参与实验室安全管理的活动。

【条文说明】：公路移动实验室执行在现场开展的各类试验检测活动，目前并没有直接可参照的

安全方面的标准规范（在通用安全技术上，国家已发布执行的职业健康安全管理体系 GB/T45001、环境管理体系标准 GB/T24001 等仅可作为参考，在行业内主要是参考公路工程施工安全技术规范 JTG F90-2015 对类似工程场景的要求）。在实际应用过程中，依托移动实验室开展的现场试验检测工作面临着诸多安全隐患，也缺乏对应的标准体系支撑。在这种背景下，重点完善“安全管理体系”就显得尤为必要。

根据安全事故风险管理相关理论，安全事故的发生是各个环节风险隐患积累到一定阈值的结果，而一个完整的安全管理体系一般包括风险辨识、风险评价、风险消除（或减少）、预防控制、预测预警、灾害保险、事故报告、应急处治、调查处理、统计分析等十余个环节。安全管理的全员参与机制，一方面从移动实验室安全管理的各个环节系统性排查和消除安全隐患，增强实验室人员的安全意识和安全技能；另一方面，也为实验室的内审和评审工作提供依据和依托。

5.2 体系

5.2.1 公路移动实验室应根据业务性质、活动特点等建立、实施和保持与其规模及活动性质相适应的安全管理体系，并形成完善的体系文件。

【条文说明】：体系文件是实验室安全管理的纲领性文件，公路移动实验室安全管理体系文件的制定依据，可以是国家或交通行业安全生产管理法律法规，也可以是交通运输管理部门颁布的规章或制定的标准规范等。

5.2.2 实验室安全管理体系应覆盖实验室工作人员、维护人员以及被授权参与实验活动的其他人员、保洁人员、保安人员等。

【条文说明】：未认证的移动实验室可参照所在实验室的安全管理体系制定相关的体系文件，人员范围必须包含所有与实验任务相关的人员。

5.2.3 实验室安全管理体系文件原则上应包括：

- a) 安全方针和管理目标；
- b) 安全管理体系内涵及覆盖范围；
- c) 管理体系要素、文件及查询途径；
- d) 安全过程管理文件和记录；
- e) 其他。

【条文说明】：体系文件形式上必须至少满足本条的要求，但是具体内容应根据实验室类别、执行实验任务、所属机构、地域、监管等具体情况制定。

5.2.4 移动实验室应对安全管理体系文件进行控制：

- a) 文件发布须经过审批，确保其充分、合理、适用；
- b) 制定文件修订程序，并重新审批；
- c) 对文件做出标识，确保使用者得到合适文件；
- d) 确保文件字迹清晰、易于辨识，对过期文件及时清理，防止误用。

5.2.4 安全管理体系内部审核应制定明确的审核准则、范围、频率和方法，安全管理专员负责策划和组织内审活动，审核人员的选择及审核实施应确保过程的客观公正性；实验室应基于审核结果，策划、制定、保持或调整审核方案，对于审核发现的重大问题和隐患，应当及时采取措施纠正。

5.2.5 实验室最高管理者（或依托单位法人）应定期组织对管理体系及其活动开展评审，评审内容包括对管理体系中安全方针、管理目标等重要内容的修改等。

5.3 监管

5.3.1 公路移动实验室所有相关活动必须符合国家 and 行业安全法律、法规及规章的要求，并依法依规接受相关管理部门的监管，与公路移动实验室安全相关的法律法规及规章见附录 A。

【条文说明】：目前，交通运输行业对大多数移动实验并未真正按照独立实验机构去管理（一般视作为移动检测设备或施工期的工地试验室等），公路移动实验室安全的监管部门按照归口应该是交通运输安全质量管理部门，并且由各级公路质监站负责具体监管工作。

5.3.2 涉及公路移动实验室的投标或签订合同前应实施安全审查，并且向所属公路质监部门报备。

【条文说明】：实验室参与试验检测相关技术服务的招投标活动，提交的标书文件应包含安全生产能力审查材料，内容包括（但不限于）实验室安全团队设置情况、安全防护设施设备配备情况、实验室安全生产记录等。

实验室实施试验检测相关技术服务签订合同，应在合同中规定安全生产责任的条款，明确安全生产责任人及具体责任内容；围绕合同涉及的实验活动制定安全审查文件，内容包括（但不限于）：监管部门出具的实验室符合国家行业安全管理要求的证明、实验安全责任人及具体责任内容、实验活动风险分析、风险管控措施、安全生产相关软硬件设施、灾害事故应急预案等；安全审查文件应由合同各方共同确认。

实验室实施技术任务分包签订合同，应在合同中规定分包方需要承担的安全责任内容；就分包技术工作安全事项及变更规则进行沟通协商，并形成安全审查文件。

实验室实施采购签订合同，应识别购买产品或服务的安全风险，采购文件应明确相关安全要求；建

议实验室对供应商开展第三方认证工作，审查供应品与安全相关的数据、信息、技术指标等内容。

对于投标或签订合同的各方认为必要的其他安全审查事项，也应当开展安全审查并报备。

5.3.3 公路质监部门可定期对所属移动实验室开展安全生产检查，实验室应将检查结果形成书面材料向质监部门报备。

【条文说明】：安全检查内容应包含（但不限于）以下几个方面：（1）风险因素；（2）评价及防控能力；（3）安全生产相关设施；（4）设备的服役性能状态；（5）人员能力、资格、健康状况；（6）运营环境安全；（7）应急响应措施；（8）应急演练；（9）安全生产监测和记录；（10）存在的问题及改进建议。

5.4 技术要求

5.4.1 载具

- a) 公路移动实验室载具安全应符合 GB7258-2012、GB/T23336、GB/T17275 的要求；
- b) 机动车载具的外形尺寸、轴载及质量应符合 GB1589、GB/T12674 的规定；
- c) 机动车载具的排放要求应符合 GB18285 及国家其他相关规定的要求；
- d) 机动车载具的驾驶人员应具备专业资质，载具移动中应符合国家机动车行驶相关规定；
- e) 移动实验室处于非工作状态时，载具必须停放在特定场所，确保其安全；
- f) 载具移动前必须对进行安全检查，确保载具能够正常行驶以及载具与实验舱连接牢固；
- g) 载具长期存放不用时，应将重要仪器设备移出实验室，存放于安全的环境中；
- h) 应根据相关要求定期对载具进行保养。

【条文说明】：载具是将移动实验室运送到检测现场的必不可少的运载工具，它使得移动实验室现场检测得以实现。目前，陆地上使用的移动实验室主要以汽车作为载具，公路移动实验室绝大多数以汽车为载具，载具类型多为拖挂式或自行式；极少数诸如用于桩基检测的水下检测机器人、用于桥梁结构检测的无人机等不属于车载范畴。

5.4.2 实验舱

- a) 公路移动实验室的实验舱外观尺寸、质量要求、密闭性、结构可靠性等应满足 GB/T37986 的技术要求；
- b) 采用集装箱作为实验舱，其技术指标应满足 GB 1413 的技术要求；
- c) 实验舱环境条件应满足检验及检测规范、方法程序、仪器设备和样品处理、制备的需要，同时需要满足实验人员健康安全和工作舒适的需要；采用集装箱作为舱室的其环保要求还应满足

GB/T35973-2018;

- d) 实验舱产生的废水、废气及其他废弃物必须进行妥善处理，收集处理过程应满足 GB/T29478 的要求；
- e) 实验舱的运输过程中、舱内存放有精密仪器、对振动有特殊要求或极易产生较大震动的实验项目，必须按要求采取防振、隔振措施；

【条文说明】：根据公路移动实验室的功能分类，实验舱也可大致分为两类：一类是检测实验室舱室（包含自行式和拖挂式），另一类是试验室方舱。公路检测移动实验室舱与一般载具合为一体（如图 5-1 所示）；或者为拖挂式移动实验舱，即实验舱是一个独立的单元，通过载具移动到工作现场（如图 5-2 所示）。公路试验室方舱一般是通过载具转运到工作现场，安装固定使用，这类实验舱工作面积可大可小，多用于较长时间使用（如图 5-3 所示）。使用功能比较单一或使用环境条件要求不高的舱室可只设置单区实验舱；对于面积较大的实验室，还可以在舱室内部分划分功能区域。



图 5-1 多功能路况检测移动实验室



图 5-2 路面加速加载测试移动实验室



图 5-3 各类工地移动试验室

5.4.3 设备与设施

- a) 公路移动实验室仪器设备的安全性应符合 GB/T29476 的规定；
- b) 实验室仪器设备的使用环境及技术性能要求应满足检验检测规范、方法程序、仪器设备和样品处理、制备的需要；
- c) 实验室仪器设备的贮存、安装与防护应满足 GB/T37986 的要求；
- d) 实验室贮存、运输有毒、有害、放射性物品应满足国家相关标准的要求。

- e) 实验室应配备消防器具，实验室内部材料阻燃性应满足 GB/T29474 的要求,涉及易燃易爆物质的实验室应设置防火防爆设施；
- f) 实验室通风能力应符合 GB15603 的规定，通风系统应根据实验要求和排除的有害物质合理设置；
- g) 实验室用水、用电安全应符合 GB/T38080、GB/T29472 的规定。

【条文说明】：公路移动实验室的仪器设备为出具检测数据的直接载体，在移动实验室的检测中发挥重要的作用。目前，用于公路移动实验室的仪器设备大致分为两类：一类是固定实验室的仪器设备，另一类是现场快速检测仪器设备（这其中也包括专门为公路移动实验室开发的仪器设备）。为了适应多变的移动检测环境，移动实验室的仪器设备环境适应性要求比固定实验室用仪器设备要高，相应的安全技术要求也更为复杂。本条目仅在一般规定层面提出一些技术要求，针对各类具体的移动实验室中仪器设备安全技术要求可参照相关的产品标准。除了试验检测仪器设备外，公路移动实验室还有用于保障的相关设施设备，如供电系统、温湿度控制系统、通风系统、供排水系统、内部装饰材料、信息系统等。

5.4.4 环境与健康

公路移动实验室环境安全和人员健康应符合 GB/T38080、GB/T29472 的规定。

6 检测移动实验室

6.1 安全教育

公路检测移动实验室开展实验任务前应根据检测任务类型、检测工况、周边环境及天气条件等因素，提前进行安全风险分析，制定详细的安全保障方案，对可能发生的安全事故提出应急处置预案，并且结合风险评价工作对全体人员进行安全教育和安全交底。

【条文说明】：《安全生产法》第二十一条规定：“生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训，保证从业人员具备必要的安全生产知识，熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。”第二十三条规定：“生产经营单位的特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得特种作业操作资格证书，方可上岗作业。”移动实验室安全生产管理的三大重点是人的不安全行为、物的不安全状态以及作业环境的不安全因素，开展安全教育的目的是为了提高实验人员的安全意识、素质和技能。

安全风险评价建议采用“工作危险性评价法（LEC）”，具体评价方法及步骤见附录 B。安全教育的内容可以包括有关移动实验室（或现场试验检测）安全的方针、政策、法规、标准、规范、规程和企

业的安全规章制度等，也可以包括实验现场环境、实验任务技术特点及可能存在的不安全因素等。安全交底的主要内容可以包括实验现场作业特点和危险点、针对危险点的具体预防措施、应注意的安全事项、相应的安全操作规程和标准、发生事故后应及时采取的避难和急救措施等，也可以包括一些事故案例剖析、安全纪律和奖惩制度等。

6.2 养护作业

公路检测移动实验室开展养护作业时应符合 JTG H30 的规定。

【条文说明】：公路养护安全作业规程 JTG H30 是为了规范公路养护安全作业，保障养护作业人员、设备和车辆运行的安全所制定的，它的核心内容主要是规定各等级公路养护作业控制区布置、安全设施布设和安全作业区管理等内容。很多公路检测移动实验室需要承担与现场养护相关的试验任务，因此在开展现场试验时必须符合 JTG H30 中的相关规定。实际上，在 JTG H30 “基本规定” 章节中的 3.0.1 条就把养护作业划分为长期养护作业、短期养护作业、临时养护作业及移动养护作业，一部分移动养护作业是需要依托公路移动实验室来完成的。

6.3 开放交通

6.3.1 公路检测移动实验室在开放交通的道路上开展实验任务应采取最低限度安全防护措施规定如下：

表 6-1 开放交通道路检测移动实验室最低限度安全防护措施

道路等级	载具行驶速度 (km/h)	应采取的最低限度安全防护措施			
		警示标识	防撞缓冲装置	设置隔离区或封闭车道	关闭交通
高速公路 一级公路	≤40	必须	-	-	必须
	40~60	必须	必须	必须	可选
	60~80	必须	必须	可选	可选
	≥80	必须	可选	可选	-
其他道路	≤20	必须	必须	必须	可选
	20~40	必须	必须	可选	可选
	≥40	必须	可选	可选	-

注：（1）警示标识应能远距离明显辨识，夜间应采用警示性较强的闪烁灯光标识；（2）车尾防撞缓冲装置的技术性能应符合本规范 6.3.2 的规定；（3）设置隔离区域或封闭车道可参照 JTG H30 的规定执行。

【条文说明】：公路检测移动实验室在开放交通流中运行安全是一个较为复杂的问题，它涉及到实验室种类、实验任务类别、行驶车速、道路等级等方面，JTG H30 在这个问题上仅对作业区的设置做了统一规定，并没有考虑各种检测移动实验室自身的差异性。从检测移动实验室类别来看，有高速移动作业的检测实验室，比如多功能路况检测车、逆反射检测车、激光高速弯沉检测系统等往往是在正常行驶条件下（一般大于 80km/h）开展检测；也有低速或半静止（即走走停停）作业的检测实验室，比如落锤式弯沉检测系统、路面表面性能检测系统等。同一实验室在执行不同实验任务时也可能采用不同车速，比如路况检测车在采集高程信息时可以高于 80km/h 的车速行驶，而采集路表图像信息或时采用点云激光雷达技术的路况检测实验室一般推荐行驶速度在 60km/h 以下（如果是在高速公路上，这已经低于交通法规规定的高速公路最低行驶速度）。从道路等级来看，道路等级越高交通流行驶速度也越快，发生碰撞的风险越大、后果越严重，相应的应当采取最低限度安全防护措施的等级就越高。

警示灯或警示标识均属于工程机械安全标识的范畴，它的作用是提示潜在危险的存在（提示危险类别、性质、后果等），通常安装在清晰可见的位置、与设备有明显区分，但是也要注意不能过度使用，否则会降低安全标识的作用。《道路交通安全法》第十五条规定“警车、消防车、救护车、工程救险车应当按照规定喷涂标志图案，安装警报器、标志灯具。其他机动车不得喷涂、安装、使用上述车辆专用的或者与其相类似的标志图案、警报器或者标志灯具。”需要注意的是，上述四种特殊车辆安装警灯需向交通管理部门提出申请，获得审批，办齐手续，取得相关证件后方能安装；其他一般的公路移动实验设备的安全标识可参照工程机械安全标识和危险图示通则 GB20178 的要求设置。

车尾防撞缓冲装置是固定在车辆尾部，能够在车辆发生撞击后变形并吸收能量的装置及其连接件。移动实验室在低速状态下行驶于交通流中，极易发生追尾撞击事故，在移动实验室车辆尾部安装良好的缓冲装备，可以有效避免车辆损坏和人员伤害。美国是最先对车载防撞装置进行研究和开发的国家，通过多年研发逐渐形成了三代产品：第一代产品设计较为简单，被碰撞速度一般设定在 45miles/h 内，在更高的冲击情况下这类产品的吸能效果很差；第二代产品自上世纪 90 年代开始推出，碰撞要求的速度提高到了 60miles/h 以上，其特点是采用了结构梁式、蜂窝材料式、吸能盒式的防撞结构，吸能效果好，得到了广泛应用；第三代产品是随着材料技术的提升和作业车辆本身后置防撞结构的强化、简化而来的，其主要设计原理并未变化，但结构更加简单，吸能机构效率更高，并且不再全部使用折叠装置，一般采用后拖挂式（图 6-1）。目前，我国专门使用在公路移动和养护作业车辆后部的防撞垫装置较少，现阶段主要是进口、合资形式引进产品，同时也有研究机构单独设计产品，只是没有形成产品系列，也没有经过市场的检验，总的来说国内产品的技术水平大概相当于美国的第二代产品范围。车尾防撞缓冲装置

的相关技术标准将在本规程 6.0.4 条中具体说明。



图 6-1 美国第三代车载防撞装置



图 6-2 我国使用的车尾防撞装置

对于低速移动或“走走停停”方式移动的实验室，还必须设置实验隔离区或封闭车道，设置隔离区的技术标准在 JTG H30 中进行了详细的说明和规定，可参照执行。关闭交通是较为稳妥的防护措施，其缺点是对路网交通本身影响较大，在高速公路中开展移动实验车速低于 60km/h 或者实验任务对交通流影响范围较大时，推荐采用关闭交通的防护措施。

6.3.2 公路检测移动实验室车尾防撞缓冲装置应满足 QC/T 1129-2019 的相关技术要求，同时还应满足如下规定：

- a) 防撞缓冲装置应满足自身结构及部件（含脱离件）任何时候都不侵入实验舱或驾驶舱内部，并且保证碰撞发生时车辆和防撞装置依旧处于有效连接状态；
- b) 防撞缓冲装置应能阻挡车辆下穿、穿越、翻越和骑跨；
- c) 碰撞发生后防撞缓冲装置散落部件不得越过碰撞部位 0.5m 范围以外；
- d) 碰撞发生后车辆轮迹沿行驶方向越出 6m 或沿行驶垂直方向越出 4m 时，车辆重心速度不得大于碰撞速度的 10%；
- e) 碰撞发生后车辆最大横向永久位移值不得大于 1.0m；
- f) 防撞缓冲装置缓冲功能应满足表 6-2 规定的要求。

表 6-2 缓冲功能评价指标

乘员碰撞速度限值 OIV			成员碰撞后加速度限值 ORA		
分量	首选值	最大值	分量	首选值	最大值
纵向	9m/s	12m/s	纵向	150m/s ²	200 m/s ²
横向	9m/s	12m/s	横向	150m/s ²	200 m/s ²

【条文说明】：特种车辆后部防撞吸能装置 QC/T 1129-2019 主要规定了车辆后部防撞吸能装置的要求、试验方法、检验规则以及包装，适用于安装在各类运输车、专项作业车后部的防撞吸能装置，公路移动实验室可参照执行。随着技术的发展，对车载式防撞缓冲装置的安全性提出了更高要求，相关产

品的技术更新也越来越快，本条在 QC/T 1129-2019 基础上，进一步从阻挡功能、缓冲功能、导向功能、横向永久位移等方面提出了新的技术要求。

本条中对部件散落位置和横向永久位移进行了规定，如图 6-3 所示。散落部件（一般指质量大于 2kg 的部件）的区域范围为直线 Aa 和 Ad 之间的范围，0.5m 的距离要求是指车侧与两条直线的平行间距为 0.5m 的范围内；横向永久位移是指直线 Aa 和 Ad 之间且均与车侧平行间距为 1.0m 范围内。必须指出的是，本条对横向永久位移的规定也参照了欧盟 EN1317-3 的分类标准，是结合考虑了我国公路移动实验室车辆防撞装置变形的适用条件，给出了横向永久位移限制 1.0m 的技术要求。

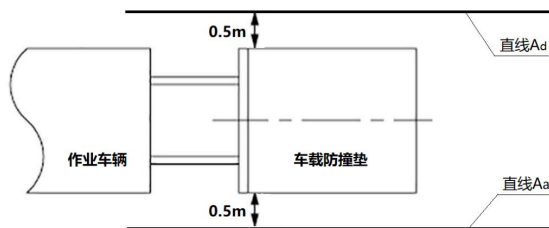


图 6-3 散落部件的散落位置限制区域

本条中对碰撞发生后车辆轮迹导向范围进行了规定，相关技术标准的示意图如图 6-4 所示。正碰防撞装置后，车辆轮迹越出导向驶出框直线 E、D、A 或 R 时，要求重心速度不大于碰撞速度 10%；偏碰防撞装置后，车辆轮迹越出导向驶出框直线 F、D 或 A 时，要求重心速度不大于碰撞速度 10%。

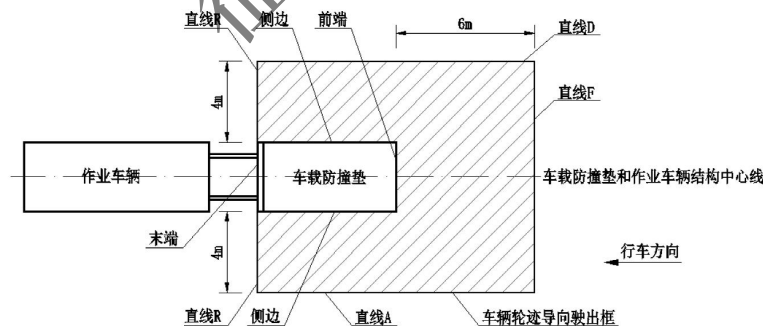


图 6-4 车辆轮迹导向驶出框示意

由于本规程侧重于安全技术的应用，因此对于车尾防撞装置的测试方法相关问题没有提出技术要求，可参考 QC/T 1129-2019 执行。

6.3.3 公路检测移动实验室在开放交通条件下开展实验任务，实验室外部的人员必须始终位于安全隔离区内，并且穿戴反光背心及其他必要防护装备；严禁在实验过程中随意行走穿梭交通流。

【条文说明】：根据相关统计数据，大部分道路移动作业中发生的人员与交通流碰撞事故都是因为人员不遵守安全指引、随意走动或留置在安全区域外造成的，因此公路检测移动实验室在开放交通条件

下开展实验任务前，必须加强这方面安全教育。

6.4 移动

6.4.1 公路检测移动实验室在移动过程中，驾驶人员需事先掌握沿途限高和限载标记，无限高或限载标记处必须首先停车观察，经专职安全员下车指挥车辆缓慢通过。

【条文说明】：移动实验室整备体积和质量一般要大于普通行驶车辆，在道路中行驶时必须符合沿途限高、限载要求，否则极易造成事故。对于载具驾驶员不能准确判定是否具备通过条件的路段，专职安全员应在确保自身安全条件下下车观察研判，必要时可指挥车辆缓慢通过或折返绕行。

6.4.2 公路检测移动实验室整备质量应满足在移动或静止状态下能够抵抗倾覆的要求，移动至指定位置后必须稳固停放在平整地面且始终处于水平状态。

【条文说明】：一些具有挂臂或伸出结构的检测移动实验室会存在倾覆安全隐患，比如桥检车、隧道检测车等。实际上，桥梁检测车 QC/T 826-2019 对桥检车的安全作业也做了规定，因此本规程不再另做详细规定。

6.5 环境

6.5.1 公路检测移动实验室不得靠近实验区域附近的电力设施，应与高压电线（塔）保持 20 米以上的水平距离，与民用电线（塔）保持 5 米以上的水平距离。

6.5.2 公路检测移动实验室在雷雨、冰冻、雪雹及气温超出 $-15^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 范围的天气条件下不得开展实验，有倾覆风险的移动实验设备在环境风力达到 5 级以上时不得作业。

【条文说明】：各类检测移动实验室对实验的气候及温度条件均有规定，除满足本条的要求外，首先还应当满足特定实验室本身的技术要求。

6.5.3 公路检测移动实验室开展高空作业实验任务时必须满足 JTG F90 中关于高空作业安全的要求。

【条文说明】：移动实验室开展桥梁、隧道检测任务时经常涉及高空作业，由于 JTG F90 进行了详细的规定，本规程不再另做规定，可参照执行。

6.5.4 公路检测移动实验室夜间作业时应保障充足的环境照明，并且设置夜间警示灯、警示标识，在能见度不良的水上环境不得开展实验。

6.5.5 实验室人员在环境中接触有害化学因素，包括化学物质、粉尘和微生物，其在实验环境空气中的浓度不应超过 GBZ2.1 所规定的限值。

6.5.6 实验室人员在环境中接触有害物理因素，包括各种辐射、电磁场、振动等，不应超过 GBZ2.2

所规定限值。

6.6 消防

公路检测移动实验室应配备消防设备；对于存在显著的火灾和爆炸风险的实验室应根据 GB3836.14 的要求划分危险区域，并安装火灾自动监测及报警设备。

7 综合试验方舱

7.1 尺寸

移动方舱试验室尺寸及内部空间应满足公路工程试验检测工作的要求，包括设备放置、人员操作和行动通道所占空间。

【条文说明】：方舱的尺寸及空间与方舱的安全使用密切相关，也是其产品分类的重要指标。公路用移动实验室方舱主要承载的是材料和力学类试验功能，其对空间尺寸的要求并不明确。参考固定工地试验室，一般要求其面积应大于 15m^2 ，且内部空间划分基本的功能分区。然而，目前市场上多数公路移动实验室方舱产品是按照标准集装箱普通箱（20GP）的尺寸模仿制造的，舱室面积大都在 $8\sim 14\text{m}^2$ 左右，舱室高度 $2\sim 2.5\text{m}$ 之间。如果要制造更大体积的方舱，那么就不能采用常规的运输吊装手段，因此公路用大型方舱往往是各部件分开运输到现场进行组装。公路行业使用方舱还处于起步阶段，生产厂家和市面上产品的数量不是很多，产品型号也尚未详细分类。

7.2 舱室

7.2.1 舱室应配备必要的安全防护、防盗和环保设施，地面应平整、抗滑、耐磨，确保人员和设备安全。

7.2.2 舱室应具有良好的通风采光条件，化学室、沥青室方舱内应设置机械强制通风设施；对于有温度、湿度要求的试验室可在舱室内进行吊顶处理，以便降低有效高度、提高保温保湿效果。

【条文说明】：对移动方舱吊顶材料的基本要求包括轻、耐磨、耐老化、隔热隔声性好、保温防潮、防虫蛀、防火等，目前市场上公路方舱产品多采用玻璃棉板、泡沫石棉板、硅酸铝板这些材料吊顶。此外，吊顶材料及结构应具备一定的抗震性能，保证轻微地震时吊顶板漂浮落下不会造成人员受伤且不破损不变形。吊顶材料的选择可参照移动实验室内部装饰材料通用技术规范 GBT 29474-2012 执行。

7.2.3 舱室应保障给排水设施正常工作；水泥室、集料室方舱内应设置水槽和沉淀池；养护室方舱的墙体和屋顶内壁应进行防潮和保温处理，地面应设置储水装置，防止积水。

【条文说明】：方舱试验室的供电、通信等管线是集成在箱体的底板和内壁结构中的，潮湿的环境

或者积水极易渗透到舱体的内壁结构中，对相关线路造成损坏，因此方舱试验室的排水、防渗和防潮对安全运行就显得尤为重要。

7.3 保障

7.3.1 移动方舱试验室应从外部接入专用线路进行集中配电并设置应急电源，确保试验检测工作正常、连续开展；电线电缆布置应符合有关技术标准，保证安全使用。

7.3.2 移动方舱试验室产生的废水、废气、废渣应安全排放；废水应经沉淀后方可排放，化学废液应进行中和处理后方能排放；试验固体废弃物应集中存放，定期清理到指定位置，不得随意摆放、丢弃。

7.3.3 移动方舱试验室应配备消防设施并且由专人管理，应定期对消防器材进行检查，始终保持有效。

7.4 选址

移动方舱试验室的选址应充分考虑安全、环保、交通便利等因素；在工地或野外组装、安放移动方舱前应对场地进行硬化处理，并充分考虑使用环境中气候及自然灾害影响；严禁将移动方舱安放于斜坡、不稳定岩土体、低洼汇水地带或自然灾害易发区域。

【条文说明】：公路方舱试验室的选址须考虑使用性能要求及周边环境要求。使用性能要求通常是指与方舱开展实验任务及工程质量管理相关的要求，比如工地试验室方舱应满足方便试验检测工作开展、方便供电和给排水、便于信息化办公、便于生活和集中管理等要求，其选址和设置原则通常要求分区设置、布局合理、互不干扰及经济适用。周边环境要求是指方舱选址位置周边环境因素不能危及试验室的安全运转及人员安全及健康，在工地及野外组装或安防方舱，必须避开自然灾害隐患区域，也不应把方舱放置于斜坡或易积水路段；另一方面，还要考虑方舱对环境的影响，比如试验产生的噪声、振动、电磁干扰、烟尘、废水、废料等不应对环境造成损害。

7.5 运输

7.5.1 移动方舱试验室运输平台安全性应满足如下规定：

- a) 应考虑运输状态和载车的轴荷分配合理性，应保证方舱装载后，汽车的行驶稳定性，爬坡、转向、侧偏、操作稳定性。
- b) 运输平台在底盘上安装固定后，整车的离去角应不小于 26° ；对无越野运输要求的方舱试验室运输平台在底盘上安装固定后，整车的离去角应不小于 21° 。
- c) 运输平台装载满负荷时，要能承受 20kN/m^2 的均布载荷；对转锁处及滑撬接触部位还要考虑能

够承受集中载荷的能力，每一系固器具与方舱运输平台的安装连接处，应能承受方舱重量一倍的水平载荷，并能承受 0.5 倍的向上拉力。

- d) 运输平台和待运输方舱接口宜采用角件和转锁头连接的锁固方式，与其相配的接口固定件宜采用国际集装箱专用车辆上的转锁头，转锁头固定件宜降至方舱运输工具承载平面以下，以使同一运输平台可以适用于不同类方舱；
- e) 运输平台承载上平面不允许设计有凸起的结构件，表面不得带有容易伤人的尖角、利棱等；在不影响方舱运输的情况下，可设计可拆卸的前挡板、侧板、后板和其他附件以便于在不运输方舱时，可运输其它货物。

【条文说明】：公路方舱试验室的运输安全是安全管理的重要环节。实际上，方舱的概念最早应用于军事，军用方舱有明确的标准体系对其运输进行了详细的规范，比如国家军用标准军用方舱通用规范 GJB6 109、军用电子设备方舱通用规范 GJB 870 及 CAF40PD 方舱规范 GJB 1126 等就对方舱的运输安全进行了具体规定。后来，方舱逐步推广到民用领域，但其运输方面的标准规范没有跟上，不仅公路行业没有这方面的标准，其他早就应用方舱的民用生产部门也鲜有相关标准。因此，本规程在制定方舱运输安全技术标准时，主要参考了军用标准中相关规定。

7.5.2 移动方舱运输前，舱内地面放置的仪器设备须采用固定螺栓或其他可靠方式与舱室结构牢固连接，采用固定螺栓的技术性能应不低于 GB/T1228、GB/T1231 规定的要求。

【条文说明】：公路移动方舱的地面会放置一些较大的仪器设备，其重量数百公斤到上千公斤不等，厂家往往把仪器设备和方舱全部组装完成后整体运输给用户，运输过程中如果不将这些较大的仪器设备固定，容易发生倾覆。从调研的情况来看，各生产厂家对采用固定螺栓并没有统一标准，很多产品仅采用普通螺栓固定，也没有报道过运输过程中因螺栓强度不足造成设备倾倒的事故。目前，学术界还没有对固定螺栓强度和公路方舱运输安全性之间的关系开展系统的研究，本规程从保证安全性的角度提出采用高强度螺栓的要求，一方面是市场上已经有一部分公路方舱设备采用了高强度螺栓，另一方面是高强度螺栓普遍用于飞机运输中超大件物品的固定，其安全性应该确保能够满足公路方舱的运输安全需求。

7.5.3 移动方舱试验室在运输或安装过程中，吊具应满足 GB/T3220 的技术要求；吊装过程中采用的紧固件、绑扎件、支撑件，其技术性能应不低于 GB/T11577、GB/T16956、GB/T19920 的要求；用升降机构装卸方舱时，应能承受平稳风速为 17m/s 的风荷载。

【条文说明】：吊装作业安全是方舱运输安全的重要环节，本条文对吊具、紧固件、绑扎件及吊装环境要求部分采纳了集装箱吊装和军用方舱吊装相关标准的技术要求。

附录 A

公路移动实验室安全相关的法律、法规及规章

A.1 国家法律及行政法规

表 A-1 公路移动实验室安全相关的国家法律及行政法规

序号	名称	类别	公布主体	实施时间
1	中华人民共和国安全生产法	国家法律	全国人大常委会	2002
2	中华人民共和国特种设备安全法	国家法律	全国人大常委会	2013
3	特种设备安全监察条例	行政法规	国务院	2009
4	生产安全事故报告和调查处理条例	行政法规	国务院	2007
5	建设项目环境保护管理条例	行政法规	国务院	2017

A.2 部门规章和行政规范性文件

表 A-2 公路移动实验室安全相关的部门规章和行政规范性文件

序号	名称	类别	公布主体	实施时间
1	安全生产违法行为行政处罚办法	部门规章	国家安监局	2008
2	生产经营单位安全培训规定	部门规章	国家安监局	2006
3	生产安全事故报告和调查处理条例	部门规章	国家安监局	2015
4	安全生产事故隐患排查治理暂行规定	部门规章	国家安监局	2008
5	安全评价机构管理规定	部门规章	国家安监局	2009
6	特种作业人员安全技术培训考核管理规定	部门规章	国家安监局	2010
7	特种设备作业人员监督管理办法	部门规章	国家质监总局	2005
8	安全生产培训管理办法	部门规章	国家安监局	2006

9	安全生产检测检验机构管理规定	部门规章	国家质监总局	2009
10	国家工程实验室管理办法	部门规章	国家发改委	2007
11	公路水运工程质量监督管理规定	部门规章	交通运输部	2017
12	交通运输部关于印发公路水运工程施工企业主要负责人和安全生产管理人员考核管理办法的通知	部门规章	交通运输部	2016
13	交通运输部关于加强公路水运工程质量和安全管理工作的若干意见	行政规范性文件	交通运输部	2014
14	公路水运工程试验检测管理办法	部门规章	交通运输部	2005
15	公路水运工程试验检测信用评价办法	部门规章	交通运输部	2018
16	《公路水运工程试验检测专业技术人员职业资格制度规定》	部门规章	交通运输部/人力资源社会保障部	2015
17	《公路水运工程试验检测专业技术人员资格考试实施办法》	部门规章	交通运输部/人力资源社会保障部	2015

【条文说明】：本附录不完全列出了公路移动实验室必须遵守的安全相关的法律、法规及规章，这些可以作为公路移动实验室依法接受监管的依据。

附录 B

工作风险评价 LEC 法

B.1 概述

工作风险评价 LEC 法是一种对具有潜在危险性作业的危险源进行半定量的安全评价方法，最早由美国安全专家 K.J. Graham 和 K.F. Kinney 提出。该方法用与系统风险有关的三种因素指标值的乘积来评价人员伤亡风险大小，这三种因素分别是 L（likelihood，事故发生的可能性）、E（exposure，人员暴露于危险环境中的频繁程度）和 C（criticality，一旦发生事故可能造成的后果）。给三种因素的不同等级分别赋予不同的分值，再以三个分值的乘积 D（danger，危险性）来评价作业条件危险性的大小。

B.2 评价模型

$$D = L \times E \times C$$

式中：

D—风险性；

L—事故或危险事件发生可能性；

E—暴露于危险环境的频率；

C—危险严重度。

B.3 评价标准

表 B-1 风险评价标准

L		E		C	
分数	描述	分数	描述	分数	描述
10	完全可能，会被预料到	10	全过程连续暴露	100	大灾难，许多人死亡
6	相当可能	6	逐日在工作时间内暴露	40	灾难，较多人死亡
3	不经常，但可能	3	每周一次或偶然暴露	15	非常严重，重伤
1	意外，极少可能	2	每月一次暴露	7	严重，重伤
0.5	可设想，高度不可能	1	每年有几次暴露	3	重大，致残
0.2	极不可能	0.5	非常罕见的暴露	1	显著，危害健康
0.1	实际不会发生	-	-	-	-

B.4 评价结果

表 B-2 风险等级划分

D 值	危险等级（判定结果）
≥ 320	极其危险，工作不能实施
160~320	高度危险，需要采取特殊措施
70~160	显著危险，需要采取措施
20~70	一般危险，需要高度注意
≤ 20	稍有危险，需要有一定警惕

【条文说明】：每一种评价方法无论是定性或定量评价，都有各自优缺点，对具体评价对象必须选用合适方法。LEC 法是一种半定量评价方法，在安全领域应用较为广泛，但也存在一定的局限性，各移动实验室进行风险评价时需要根据实际情况科学的采用该方法。对于后果特别严重、无法承担的风险隐患，即使评分等级在 160 以下，也可以直接确定为重大或以上等级，并且针对危险源因素直接采取较高等级方法措施。LEC 法是本规程推荐的风险评价方法，实际应用中还可以采用其他合适的评价方法。