

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2019.02.013

# 基于 LEC 法的高处动火作业 危险源辨识

郝立群<sup>1</sup>, 戴志桐<sup>2</sup>, 林琳<sup>1</sup>, 王赫<sup>1</sup>, 任丽辉<sup>1</sup>, 张涛<sup>3</sup>, 高玉树<sup>4</sup>, 曹阳<sup>3</sup>

(1. 辽宁省粮食科学研究所, 辽宁 沈阳 110032; 2. 中粮贸易法库粮库, 辽宁 沈阳 110400;  
3. 国家粮食和物资储备局科学研究院, 北京 100037; 4. 北京粮食集团有限责任公司, 北京 100022)

**摘要:** 高处动火作业是粮食仓储企业经常开展的操作作业。近年来因作业程序不规范等, 经常发生人员跌落、触电、火灾等生产安全事故。其中没有作业方案, 未按规定分级办理作业审批单, 作业现场可触及裸导线、低压电网、靠近高压电网, 火星所及范围内易燃易爆物品未清理干净是主要危险源。为提高作业人员对高处动火作业危险性及其作业风险的认识, 切实提高作业人员的安全意识, 通过开展危险源辨识, 确定危险等级, 分别采取清理作业现场, 佩戴防护用品, 使用安全工器具, 配备消防器材等措施, 消除人的不安全行为、物的不安全状态、不良环境、管理缺陷, 实现对高处动火作业危险源的防控, 确保作业人员的安全, 防止或减少同类生产安全事故的发生。

**关键词:** 高处动火作业; LEC法; 危险源辨识; 确定危险等级; 防控措施

中图分类号: TS205; S379.5 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2019)02-0067-06

## Hazard identification of operation with fire at high site based on LEC method

HAO Li-qun<sup>1</sup>, DAI Zhi-Tong<sup>2</sup>, LIN lin<sup>1</sup>, WANG he<sup>1</sup>, REN li-hui<sup>1</sup>, ZHANG Tao<sup>3</sup>, GAO Yu-shu<sup>4</sup>, CAO Yang<sup>3</sup>

(1. Liaoning Grain Science Research Institute, Shenyang Liaoning 110032; 2. Faku Grain Depot of COFCO Trading, Shenyang Liaoning 110400; 3. Academy of National Food and Strategic Reserves Administration, Beijing 100037; 4. Beijing grain group Co., Ltd., Beijing 100022)

**Abstract:** Operation with fire at high site is a common operation in grain storage enterprises. In recent years, due to non-standard operating procedures, high altitude falling, electric shock, fire and other production safety accidents occur frequently. Among them, the main hazards are operation without scheme, examination and approval documents, bare wire, low-voltage power grid, high-voltage power grid touchable at operation site and combustible and explosive materials within the range of spark without being cleaned. In order to raise the operators' awareness of the risks on operation with fire at high site, effectively improve the safety awareness of operators, identify the hazards and determine the risk level, some measures were carried out, including to clean site, wear protective articles, use safe instruments, equip with firefighting equipment, eliminate the unsafe behavior of people, unsafe state of object, bad environment, management defect. The purpose is achieving the prevention and control of hazard sources in operation with fire at high site, ensuring the safety of the operators, preventing or reducing the similar production safety accidents.

**Key words:** operation with fire at high site; LEC method; hazards identification; determine risk level; prevention and control measures

危险源是可能导致人员伤害和(或)健康损

害的根源、状态或行为, 或其组合。危险源辨识是识别危险源的存在并确定其特性的过程。开展危险源辨识应确定辨识范围、选择辨识方法、明确辨识路线。本文采用 LEC 法对高处动火作业进

收稿日期: 2018-08-16

基金项目: “十三五”国家重点研发计划(2017YFC0805903)

作者简介: 郝立群, 1964年出生, 男, 教授级高级工程师。

行危险源辨识, 确定风险等级, 提出相应控制措施, 实现对高处动火作业危险源的防控, 确保作业人员的安全。

### 1 危险源辨识

对于操作作业危险源辨识, 应明确作业目的, 制定作业方案, 掌握作业人员接受教育培训状况, 了解作业现场环境, 熟悉作业流程、工艺参数、设备状态, 掌握工器具和设备的结构组成、功能特性、使用寿命、操作规程, 查询安全生产记录, 了解操作作业易出现问题关键点, 造成的后果以及发生的生产安全事故, 人员伤亡状况和财产损失情况, 对操作作业有全面了解和掌握, 以此作为危险源辨识的基础。

#### 1.1 高处作业危险源辨识

高处作业指凡在坠落高度基准面 2 m 以上 (含 2 m) 有可能坠落的高处进行的作业<sup>[1]</sup>。粮食仓储企业经常开展的高处作业有: 在粮食烘干机上部作业, 在提升机机头平台作业, 在高处清理检修通风管道作业, 在仓房上部维修作业等, 如果未采取防护或防护措施不当, 可能发生作业人员或物体的坠落。

作业前, 检查是否制定作业方案, 是否按规定分级办理“高处作业审批单”。是否明确现场负责人、作业人员、监护人员及其责任, 是否进行安全教育、熟悉作业现场环境, 掌握救护方法。作业人员身体状况是否符合作业要求, 有无职业禁忌症, 是否穿戴符合国家标准劳动防护用品和安全防护用具。高处作业所使用的工器具、仪器仪表、电气设施、各种设备、材料、安全用具是否进行检查, 是否完好、符合标准要求。配备的梯子、防护围栏、挡脚板是否符合安全要求。作业现场是否配备救生设施和灭火器材。是否设置警戒线与警示标识。是否制定高处作业应急预案。相关人员是否熟悉应急预案。

作业中, 现场负责人是否检查审批单在有效期内, 特种作业许可证是否在有效期内, 检查作业是否按照作业方案进行。安全带是否系挂在牢固构件上, 是否高挂低用。工器具、材料、零件是否装入工具袋。上下作业点时, 是否手持物体、物品。是否投掷工器具、材料及其他物品。雨天、

雪天作业时是否采取防滑、防寒、防冻措施。作业人员是否在高处作业处休息。监护人员是否行使监督权。非作业人员是否可以随意进入作业现场。

作业后, 工器具是否遗留在作业现场, 拆卸下的物料及剩余材料、废物等是否清理, 作业现场是否清扫干净, 监护人员是否对作业现场进行检查确认, 提出终止作业。

对辨识出的危险源, 根据其引发事故的可能性, 将结果记录于检查表<sup>[2]</sup>。

表 1 高处作业危险源辨识

作业阶段	危害因素	可能造成的事故
作业前	作业人员身体状况不符合作业要求	人员摔伤
	未系安全带, 登高至作业地点	高处坠落
	配备的梯子、防护围栏、挡脚板不合安全要求	人员摔伤
	电气线路是否破损	触电
作业中	未设置警戒线与警示标识	其它伤害
	配备救生设施和灭火器材	火灾
	安全带是否系挂在牢固构件上, 是否高挂低用	人员摔伤
	工器具、材料、零件是否装入工具袋	其它伤害
作业后	上下作业点时, 是否手持物体、物品	人员摔伤
	失足坠落	高处坠落
作业后	作业人员是否在高处作业处休息	高处坠落
	工器具遗留作业现场	其它伤害
作业后	作业现场未清扫	其它伤害

#### 1.2 动火作业危险源辨识

动火作业指在禁火区进行焊接、切割作业, 在易燃易爆场所使用喷灯、手持电钻、手持无齿锯等进行可能产生火焰、火花和炽热表面的临时性作业<sup>[3]</sup>。粮食仓储企业经常开展的动火作业有维修养护存在问题的设备设施等, 如果未采取防火或防护措施不当, 可能引起火灾, 伤及作业人员或其他人员。

作业前, 检查是否制定作业方案, 是否按规定分级办理“动火作业审批单”。是否明确现场负责人、作业人员、监护人员及其责任, 是否进行安全教育、熟悉作业现场环境。作业人员是否持有特种作业许可证, 是否在有效期内。作业人员状况是否符合作业要求, 是否穿戴符合国家标准劳动防护用品和安全防护用具。电焊机接线是否正确, 电焊机两侧接线柱是否安装保护罩。主线路长度、表面状况是否符合要求。具有金属外

壳的手持电钻、手持无齿锯是否采取可靠接地保护措施。手持无齿锯有无安全防护罩。氧气瓶与乙炔气瓶是否分别运送，在作业实施地点的相互间距是否符合要求。动火用具是否符合要求，是否检查焊割炬，焊割炬、气瓶的胶管是否插紧扎牢、胶管有无漏气，是否进行动火分析。作业现场是否清理杂物、无可燃物或对无法移动的可燃物采取相应的安全防火措施。是否按要求配备消防器材，设置警戒线与警示标识。

作业中，现场负责人是否检查审批单在有效期内，特种作业许可证是否在有效期内，检查作业是否按照作业方案进行。检查作业是否按照作

业方案进行，查看天气状况。作业人员是否赤手更换焊条。乙炔发生器是否按要求放置。监护人员是否行使监督权。电焊烟尘、有毒气体，焊接放射性射线、高频电磁场辐射，是否对作业人员产生危害。气焊火焰、电弧、熔渣或金属飞溅等明火，是否超越作业范围。非动火作业人员是否可以随意进入作业现场。

作业后，监护人员是否对作业现场进行检查确认，有无未熄灭的明火，作业工器具是否遗留在作业现场，提出终止作业。

对辨识出的危险源，根据其引发事故的可能性，将结果记录于检查表 2。

表 2 动火作业危险源辨识

作业阶段	危害因素	可能造成的事故
作业前	作业人员没有佩戴安全防护用具	灼烫
	电焊机接线不正确	触电
	电焊机两侧接线柱是否安装保护罩	触电
	电气线路破损	触电
	具有金属外壳的手持工具无可靠接地保护措施	触电
	手持打磨工具无安全防护罩	身体伤害
	氧气瓶与乙炔气瓶在一起运送	火灾
	氧气瓶与乙炔气瓶相互间距不符合要求	火灾
	未检查焊割炬	火灾、爆炸、灼烫
	焊割炬、气瓶的胶管未插紧扎牢、胶管漏气	爆炸
	作业现场可燃物未清理	火灾
	没有按要求配备消防器材	火灾
	未设置警戒线与警示标识	火灾
作业中	赤手更换焊条	触电
	电焊烟尘、有毒气体	呼吸系统疾病、中毒
	焊接放射性射线、高频电磁场辐射	皮肤疾病、血液疾病
	气焊火焰、电弧、熔渣或金属飞溅等明火	火灾、爆炸、灼烫
	接触焊接电源、焊钳、焊条、焊件等带电体	触电
	接触乙炔、电石、压缩纯氧等危险化学品	爆炸
	电弧光辐射	眼睛疾病
	噪声	听力损伤
	乙炔发生器未按要求放置	火灾
	作业环境 10 米范围内未将可燃物清除	火灾
作业后	未对作业现场检查确认，有未熄灭明火、阴燃	火灾
	作业工器具是否遗留在作业现场	其它伤害

### 1.3 高处动火作业危险源辨识

高处动火作业是高处作业与动火作业同时开展的作业。粮食仓储企业经常开展的高处动火作

业有，仓房上面做防雨施工作业，筒仓或烘干机上方做焊接作业等。对于两种及两种以上同时开展的作业，不仅要每种作业危险源辨识清楚，

还要将两种及两种以上同时开展作业的关联要点辨识清楚。

作业前，首先进行高处作业危险源辨识，动火作业危险源辨识。其次作业点下部地面及附近的空洞、窨井、地沟等是否进行检查分析。熔渣、金属飞溅物等明火可能或潜在落下区域下方是否有可燃易燃品。作业点的电源、气源能否及时关闭，是否安装空载自动断电保护装置。作业人员与监控人员之间联系方式是否有效、便捷。

作业中，是否可触及低压电网、靠近高压电网，是否可接触裸导线。非动火工作人员是否可以随意进入作业现场或通过作业现场下方。室外进行高处动火作业时，遇雨天或 5 级以上大风是否停止作业。

作业后，监护人员是否对作业现场及其下方区域有无未熄灭的明火进行检查确认。

对辨识出的危险源，根据其引发事故的可能性，将结果记录于检查表 3。

表 3 高处动火作业危险源辨识

作业阶段	危害因素	可能造成 的事故	作业阶段	危害因素	可能造成 的事故
作业前	作业点下部地面及附近的空洞、窨井、地沟等是否进行检查分析	火灾爆炸	作业中	可触及低压电网、靠近高压电网	触电
	作业点下方有可燃易燃品	火灾		可接触裸导线	触电
	作业点的电源、气源能否及时关闭	触电		非高处动火作业人员可随意进入作业现场或通过作业现场下方	其它伤害
	是否安装空载自动断电保护装置	触电		遇雨天或 5 级以上大风是否停止作业	其它伤害
	作业人员与监控人员之间联系方式是否有效	其它伤害		作业后	下方区域有未熄灭的明火

## 2 危险性分析

LEC 法（即作业条件危险性分析法）是常用的风险等级分析法，是一种半定量安全评价方法，评价作业人员在具有潜在危险性环境中作业时的危险性、危害性<sup>[4-5]</sup>。危险源等级是结合以往经验判断、过往事故、专家意见以及实际情况来划分，从发生事故或危险的可能性（L）、暴露于危险环境的频次（E）、发生事故可能产生的后果（C）

三个方面评价危险源。

系统风险率与以上三种因数指标相关，即  $D=L \times E \times C$ 。式中：D—风险值；L—发生事故或危险的可能性；E—暴露于危险环境的频次；C—发生事故可能产生的后果<sup>[2-6]</sup>。L、E、C 三个变量与作业条件危险性评价表相比较给出赋值，见表 4。通过计算出的 D 值，判断危险程度<sup>[7-9]</sup>，确定危险等级，具体评价等级划分见表 5。

表 4 作业条件危险性评价

L 值	事故发生的可能性	E 值	暴露于危险环境的频繁程度	C 值	发生事故产生的后果
10	完全可以预料	10	连续暴露	100	10 人以上死亡
6	相当可能	6	每天工作时间内暴露	40	3~9 人死亡
3	可能，但不经常	3	每周一次或偶然暴露	15	1~2 人死亡
1	可能性小，完全意外	2	每月一次暴露	7	重伤
0.5	很不可能，可以设想	1	每年几次暴露	3	伤残
0.2	极不可能	0.5	非常罕见暴露	1	轻伤
0.1	实际不可能	—	—	—	—

表 5 危险等级

D 值	危险程度	危险等级
>320	极其危险，不能继续作业	五级
160-320	高度危险，要立即整改	四级
70-160	显著危险，需要整改	三级
20-70	一般危险，需要注意	二级
<20	稍有危险，可以接受	一级

将高处作业、动火作业及高处动火作业危险源辨识结果进行整合，依据以往的工作经验和曾经发生事故案例，对辨识出的危险源进行危险性分析，给出 L、E、C 赋值，进行 D 值计算，将结果记录于表 6 中。

表 6 高处动火作业危险性分析与危险评价

作业阶段	危害因素	可能造成的事故	LEC 危险性评价				危险等级
			L 值	E 值	C 值	D 值	
作业前	作业人员身体状况不符合作业要求	人员摔伤	6	3	15	270	四级
	未系安全带, 登高至作业地点	高处坠落	3	2	15	90	三级
	作业人员没有佩戴安全防护用具	灼烫	6	2	15	180	四级
	配备的梯子、防护围栏、挡脚板不合安全要求	人员摔伤	6	2	7	84	三级
	电气线路是否破损	触电	6	2	7	84	三级
	电焊机接线不正确	触电	6	3	7	126	三级
	电焊机两侧接线柱是否安装保护罩	触电	6	3	7	126	三级
	具有金属外壳的手持工具无可靠接地保护措施	触电	6	3	7	126	三级
	手持打磨工具无安全防护罩	身体伤害	6	3	3	54	二级
	氧气瓶与乙炔气瓶在一起运送	火灾	6	3	7	126	三级
	氧气瓶与乙炔气瓶相互间距不符合要求	火灾	6	3	7	126	三级
	未检查焊割炬	火灾爆炸	3	3	15	135	三级
	焊割炬、气瓶的胶管未插紧扎牢、胶管漏气	爆炸	3	3	15	135	三级
	作业现场可燃物未清理	火灾	6	3	15	270	四级
	作业点下部地面及附近的空洞、窨井、地沟等未进行检查分析	火灾爆炸	6	3	15	270	四级
	作业周围环境及其下方放置可燃易燃品	火灾	3	3	15	135	三级
	作业点的电源、气源能否及时关闭	触电	3	3	15	135	三级
	未安装空载自动断电保护装置	触电	6	3	15	270	四级
	未设置警戒线与警示标识	其它伤害	6	2	3	36	二级
	未配备救生设施和灭火器材	火灾	6	2	7	84	三级
作业中	安全带是否系挂在牢固构件上, 是否高挂低用	人员摔伤	6	2	15	180	四级
	工器具、材料、零件是否装入工具袋	其它伤害	3	3	3	27	二级
	上下作业点时, 是否手持物体、物品	人员摔伤	6	2	3	36	二级
	失足坠落	高处坠落	3	6	7	126	三级
	作业人员是否在高处作业处休息	高处坠落	6	3	7	126	三级
	电焊烟尘	呼吸疾病	6	3	3	54	二级
	有毒气体	中毒	6	3	7	126	三级
	焊接放射性射线、高频电磁场辐射	皮肤病 血液病	6	3	3	54	二级
	气焊火焰、电弧、熔渣或金属飞溅等明火	火灾、爆炸、灼烫	6	3	7	126	三级
	接触焊接电源、焊钳、焊条、焊件等带电体	触电	3	3	7	63	二级
	接触乙炔、电石、压缩纯氧等危险化学品	爆炸	3	3	7	63	二级
	电弧光辐射	眼睛疾病	6	6	1	36	二级
	噪声	听力损伤	6	3	3	54	二级
	乙炔发生器未按要求放置	火灾	3	3	7	63	二级
	赤手更换焊条	触电	6	3	7	126	三级
	可触及低压电网、靠近高压电网	触电	6	2	15	180	四级
	可接触裸导线	触电	6	2	15	180	四级
	非作业人员可随意进入作业现场或通过下方	其它伤害	3	2	7	42	二级
	遇雨天或 5 级以上大风未停止作业	其它伤害	6	3	7	126	三级
	作业后	工器具遗留作业现场	其它伤害	3	3	7	63
作业现场未清扫		其它伤害	3	3	3	27	二级
未对作业现场检查确认, 有未熄灭明火、阴燃		火灾	6	3	7	126	三级
作业工器具遗留在作业现场		其它伤害	3	3	3	27	二级

### 3 控制措施

将辨识出的危险源,根据其危险性质与危险等级,分别进行处置。

对于未制定高处作业方案、动火作业方案,没有按规定分级办理《高处作业审批单》、《动火作业审批单》,没有特种作业许可证,或许可证不在有效期内,禁止开展作业。

对于四级危险等级属于高度危险,需要立即整改。作业人员身体状况不符合高处作业要求,应更换作业人员。焊工应穿戴绝缘性能良好的电焊手套和工作鞋,遵守操作规程,防止电击伤害。安全带没有系挂在牢固构件上,没有高挂低用的,应停止作业。没有安装空载自动断电保护装置的,应停止作业。作业现场可触及低压电网、靠近高压电网,应采取断电措施予以保护,否则不能进行作业。作业现场可接触裸导线应采取断电或更换电缆线等措施予以保护,否则不能进行作业。对火星所及范围内的易燃易爆物品应清理干净,或做妥善覆盖。作业点下部地面及附近的空洞、窨井、地沟等须进行检查分析。

对于三级危险等级属于显著危险,需要整改。高处作业人员应使用标准的防坠落安全带,佩戴安全帽,必要时架设安全网。配备的梯子、防护围栏、挡脚板应符合安全要求。电焊机的接线、维修工作必须由电工进行,焊工不得擅自进行。作业点遇紧急情况应能够及时关闭电源、关闭气源。电焊机应安装节能装置,正确接地和接零,不得将铁质工作塔、管道等作为地线使用。检查焊割炬。氧气瓶距火源、高温、熔融金属飞溅物应在10 m以上,距乙炔、液化石油气瓶5 m以上,不得烈日曝晒。氧气瓶开气必须缓慢,不能全部用尽,气瓶瓶阀不得沾染油脂。乙炔瓶须直立,不能横躺卧放,以防丙酮流出。若已经卧放,必须直立静置20 min。禁止将焊割炬、胶管、气源做永久性连接。动火部位下方不得有油污。作业场所应采取妥善的防护措施<sup>[10]</sup>,配备一定数量的灭火器材。设专人监护作业、监视火种,严禁作业人员在作业过程中乱扔焊条头,作业后认真检查是否留有火种。雨天或5级以上大风天气,必须停止作业。

对于二级危险等级属于一般危险,需要注意。设置警戒线与警示标识。查看手持打磨工具安全防护状况。佩戴的面罩、护目滤光片性能应合格,

防止电弧光辐射伤害。采取通风或排烟措施,防止电焊烟尘伤害。

### 4 讨论与结论

当前粮食仓储企业还存在仓储设施设备配置不一,管理水平相差较大,多种作业交叉进行,安全监管不到位,现场监护措施不当,甚至是违章指挥等问题。因此在开展作业前,要进行危险源辨识,对于人的不安全行为,要对其进行教育培训、考核评定,合格后可上岗操作,考核不合格的继续培训或转岗使用,做好岗前交底工作。对于物的不安全状态,要对其进行调整、维护,达到运行要求的可投入使用,不符合要求的应停止作业,或继续维修、或报废处理。对于不良环境,要对其修正、消除安全隐患,设置警示标识,设置警戒线。对于管理缺陷,要明确人员分工与工作职责、完善工作制度、执行操作规程,以消除管理中出现的缺陷。制定应急预案<sup>[11-12]</sup>,开展应急演练,在演练过程中发现的问题,要及时修正应急预案。

粮食仓储企业的从业人员,特别是管理人员,对作业全过程要有清醒的认识,对交叉进行的各种作业进行全员、全方位危险源辨识,全面排查隐患,树立“隐患就是事故”的危机意识,建立健全长效机制,把问题消灭在萌芽状态,达到减少生产安全事故对作业人员的伤害和粮食仓储企业财产损失的目的。

#### 参考文献:

- [1] 高处作业分级: GB/T3608—2008[S].
- [2] 王庆慧, 刘鹏, 王丹枫. 安全检查表对作业条件危险性分析方法修正的研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2013, 9(8): 125-129.
- [3] 化学品生产单位特殊作业安全规程: GB 30871—2014[S].
- [4] 姜勇, 张毅. THM在粮油加工、仓储安全管理上的运用[J]. 中国粮食经济, 2016(12): 59-61.
- [5] 罗云, 樊运晓, 马晓春. 风险分析与安全评价[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [6] 刘春光. 浅议危险源辨识风险评价与生产安全[J]. 建筑安全, 2011(2): 52-54.
- [7] 苏振华, 杨振和, 张涛, 等. 粮食仓储企业进出粮作业危险源辨识与风险评价[J]. 粮食科技与经济, 2015, 40(6): 11-14.
- [8] 盛建红, 朱必勇, 廖文景. 非煤矿山安全隐患排查与整改验收分析研究[J]. 采矿技术, 2014(1): 42-43.
- [9] 刘毅, 杨曼. 企业安全生产事故隐患治理体系[J]. 武汉工程大学学报, 2011, 33(4): 106-110.
- [10] 邓波. 现阶段储粮仓房管理存在的问题与对策[C]//首届粮食储藏技术与管理论坛. 2006: 32-33.
- [11] 张涛, 郝立群, 彭扬, 等. 粮食仓库有限空间作业有害因素辨识及预警防范[J]. 粮油食品科技, 2015, 23(s1): 82-84.
- [12] 张涛, 曹阳, 赵会议. 缺氧对粮库进仓人员危害的探讨[J]. 粮油食品科技, 2014, 22(1): 130-132. 