附件

上海万巷制药有限公司“2017.9.2”蒋某爆炸死亡事故调查报告

2017 年 9 月 2 日 12 时 55 分许，位于上海市金山第二工业区华创路 298 号的上海万巷制药有限公司碘化油车间二楼碘化氢发生釜发生闪爆事故，造成一名操作工人死亡。

根据《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令第 493 号）、《上海市实施<生产安全事故报告和调查处理条例>的若干规定》（沪府发〔2009〕12 号）以及《金山区实施<生产安全事故报告和调查处理条例>的有关规定》（金府〔2009〕20 号），经金山区人民政府授权，由金山区安全生产监督管理局牵头，会同金山区监察局、金山区总工会、公安金山分局,并邀请金山区人民检察院参加，组成事故调查组。调查组按照“四不放过”和“科学严谨、依法依规、实事求是、注重实效”的原则，通过现场勘查、询问有关人员、查询有关资料、现场检测取样、委托第三方技术分析及专家论证、综合分析等，查明了事故发生的原因，认定了事故的性质，提出了对有关责任人员、责任单位的处理建议和防范措施。现将情况报告如下：

一、基本情况

（一）事故单位概况

上海万巷制药有限公司（以下简称：“万巷公司”），注册号/统一社会信用代码：91310116057685784T；住所：上海市金山第二工业区华创路 298 号；法定代表人：袁相富；公司类型：有限责任公司（国内合资）；注册资本：人民币 5900 万元整。成立日期：2012 年 12 月 3 日；经营范围：制药生产项目筹建，化工产品及原料（除危险化学品、监控化学品、烟花爆竹、民用爆炸物品、易制毒化学品），医药中间体（除药品和危险品）、日用百货、日化用品、五金交电、化妆品销售，从事医药科技领域内的技术开发、技术咨询、技术转让、技术服务，从事货物及技术进出口业务 【依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动】。

万巷公司前身为上海万代制药有限公司，位于金山区金张公路 2068 号，由于产业结构调整，2012 年开始在金山第二工业园筹备建设新厂，原公司于 2016 年 7 月停产，2017 年 3 月 1 日注销。

（二）建设项目相关情况

1.项目基本概况

万巷公司年产 240.15 吨盐酸度洛西汀、碘化油乙酯及苯酚等药品项目建设地址位于上海市金山第二工业园区 CB_201205006 号地块。占地 20 亩，建设有 7 套生产装置，分别生产 5t/a 盐酸度洛西汀、20 t/a 碘化油乙酯(乙碘油)、

15 t/a 苯酚、10 t/a 盐酸甲氯芬酯、40 t/a 碘化油、0.15t/a 二巯基丙磺酸钠、100t/a 二羟丙茶碱、 50 t/a 茶苯海明,属于生产危险化学品的新建项目；不涉及重点监管的危险化工工艺，不构成危险化学品重大危险源。

2.项目政府部门许可、备案情况

(1) 2014 年 2 月 25 日, 上海市金山区经济委员会《上海市金山区企业投资项目备案意见表》（10 月 8 日变更）；

(2) 2014 年 12 月 19 日，上海市金山区环境保护局《建设项目环境影响评价文件的审批》；

(3) 2015 年 2 月 10 日，上海市金山区规划和土地管理局《关于审定上海万巷制药有限公司《建设工程设计方案》；

(4) 2015 年 4 月 24 日，上海市金山区安全生产监督管理局《关于上海万巷制药有限公司年产 240.15 吨盐酸度洛西汀、碘化油乙酯及苯酚等药品项目设立审查的意见书》；

(5) 2015 年 9 月 28 日，上海市金山区安全生产监督管理局《关于上海万巷制药有限公司危险化学品建设项目安全设施设计审查的意见书》。

3.项目安全预评价情况

2013 年 9 月 1 日，万巷公司委托上海安乾卫安特安全技术管理服务有限公司（以下简称：“卫安特”公司）对项目进行安全预评价。评价对象为年产 240.15 吨盐酸度 洛

西汀、碘化油乙酯及苯酚等药品项目，评价范围为：生产车间 1 和生产车间 2；与之配套的公用工程和辅助设施。在卫安特公司编写的安全预评价报告中，对碘化氢（无水）的危险、有害物质辨识为不燃气体。在碘化油工艺危险、有害因素辨识中对碘化氢气体辨识为对人体有害，水溶液氢碘酸具有强腐蚀性，泄露的碘化氢气体可与空气中水分接触具有腐蚀性。

4.项目建设情况

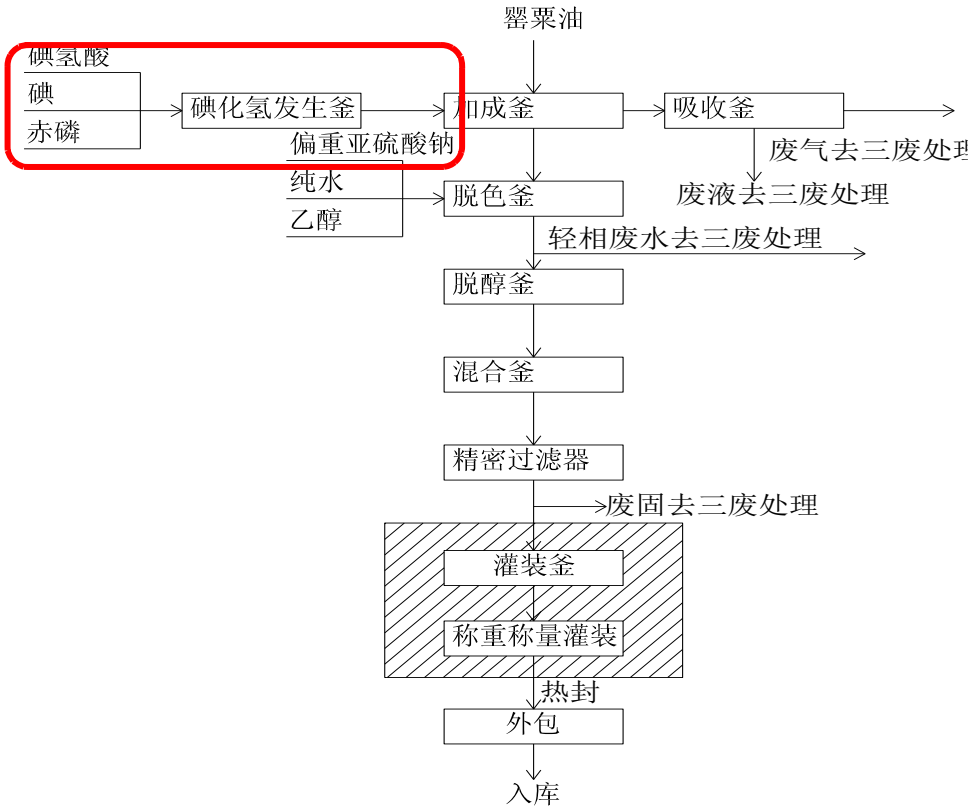
万巷公司年产 240.15 吨盐酸度洛西汀、碘化油乙酯及苯酚等药品项目采取分期建设，设计单位为福斯特惠勒（河北）工程设计有限公司；施工单位包括上海永磐建设工程有限公司（消防）、上海聚盛建筑工程有限公司（设备安装）、上海珠溪建筑工程有限公司（土建）；上海金申监理有限公司负责项目全过程监理。一期工程不包括 15t/a 苯酚生产装置。

一期工程于 2017 年 5 月 28 日完工、中交，通过政府相关部门的建设工程消防验收、防雷装置验收和特种设备及附件等检验检测；6 月 12 日完成试生产（使用）方案编制；6 月 21 日，组织试生产（使用）方案专家评审；7 月初开始试生产。计划试生产时间为 5 个月。

（三）碘化油生产工艺介绍

根据万巷公司提供的材料，碘化油生产流程如下：主要

原料罂粟油经过碘化氢加成、脱色、脱醇、混合后再过滤去脂暂存、称量灌装、包装后入库。根据安全设计专篇说明书，其工艺流程图如下：



碘化油生产工艺中主要设备及材质情况如下：

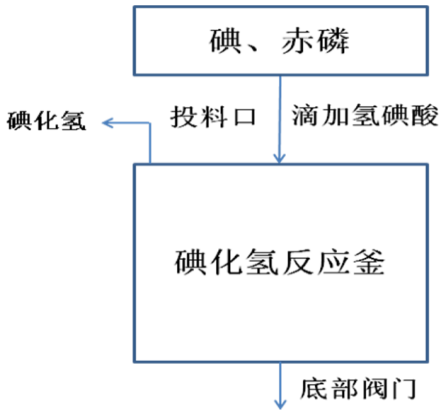
表 1 碘化油生产主要反应釜一览表

设备名称	材质	数量	容积
氢碘酸高位釜	搪玻璃	1	100L
碘化氢发生釜	搪玻璃	1	200L
周转釜	搪玻璃	1	100L
加成釜	搪玻璃	1	500L

1.碘化氢生成工艺流程

碘化氢的生成主要在碘化氢发生釜中进行，工艺流程

如下：首先操作工人打开碘化氢发生釜投料口，人工投入碘和赤磷，再向高位槽内真空抽入氢碘酸液体，通过控制阀门将其滴入碘化氢发生釜内。氢碘酸滴加完后，关闭阀门，系统通过隔套加热至 75℃-85℃充分反应生产碘化氢气体，通过密闭耐腐蚀管道自动进入加成釜。



碘化氢 HI 的生成工艺涉及的总体反应包括：

$$2P+3I_2+3H_2O \Leftrightarrow 2H_3PO_3+6HI$$

$$2P+5I_2+8H_2O \Leftrightarrow 2H_3PO_4+10HI$$

2.碘化氢发生釜清洗流程

碘化油生产设备中氢碘酸釜、碘化氢发生釜的清洁流程，按万巷公司的标准操作规程（编号 SC-202005-00）中描述，总结为如下六个步骤：

（1）首先打开氢碘酸釜的真空及进料阀门，抽入纯化水 100kg 后关闭进料阀门。打开氢碘酸釜的底部阀门反冲五分钟后关真空阀门，将洗涤液通过碘化氢发生釜放入废水管道后关闭其底部阀门；

（2）按照与（1）同样的步骤再清洁 2 次；

（3）开碘化氢发生釜底部阀门将废渣放至专用收集桶内，然后打开碘化氢发生釜投料口，用少量水冲洗碘化氢发生釜内壁；洗液收集于上述专用收集桶内，关碘化氢发生釜底阀门；

（4）将纯化水管道连接到周转釜清洗管道上，缓缓打开纯化水阀门及周转釜清洗管道阀门，将纯化水通过周转釜清洗管道阀门加到周转釜中，加满后。继续加水，清洗周转釜至碘化氢发生釜管道，直至视筒（碘化氢发生釜上方管道）内壁晶体消失。洗液收集于碘化氢发生釜内；

（5）再继续通过周转釜清洗管道阀门加水至碘化氢发生釜，加满后（250L 左右），加热升温至 90°C -100°C ，保温 30min 后将废水放掉；

（6）目测碘化氢反应釜进料口、顶部内壁、釜盖与釜体连接处、视镜孔和出料口及相关管道是否有可见残留物。如符合标准，则将釜冷却至室温。

根据现场监控视频显示，操作人员在对碘化氢发生釜和周转釜进行清洗时，按照清洁标准操作规程第（3）、（4）、（5）、（6）步骤进行作业。

3.碘化氢 HI 化学性质查询与计算结果

碘化氢 HI 在所有的卤化氢中性质最不稳定，是一种强还原剂，在室温不避光的情况下，碘化氢 HI 与 H_2-2I 体系、H_2-I_2 体系存在下述快速平衡（反应可逆），

$$2HI \Leftrightarrow I\cdots H\cdots H\cdots I \Leftrightarrow H_2+2I \Leftrightarrow H_2+I_2$$

上述可逆反应的正方向（从左向右，生成 H_2）是吸热反应，$\Delta_r G<0$。

根据相关化学反应热力学数据计算，上述可逆反应 $2HI \Leftrightarrow H_2+I_2$ 在热力学温度 298K 下（室温）浓度平衡常数 K 约为 $K=\frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}\approx 625$，这意味着在室温不避光的情况下，碘化氢 HI 气体在放置足够长的时间后，总是可能与碘化氢气体体积比 4%左右的氢气共存。

注：碘化氢化学性质查询与计算结果参考文献

[1]Peter Arkins, Julio de Paula, Atkins'Physical Chemistry, 7th Edition, Oxford University Press, 2002.

[2] Gilbert Newton, Merle Randall, Kenneth S. Pitzer, Leo Brewer Lewis, Thermodynamics, 2nd Edition, McGraw-Hill Press, 1961.

[3] 高执棣，化学热力学基础，北京大学出版社，2006.

[4] 韩德刚，高盘良，化学动力学基础，北京大学出版社，1987.

二、事故发生经过和救援情况

2017 年 9 月 2 日，万巷公司碘化油车间内的碘化氢发生釜反应完成（8 月 28 日投料），操作工蒋某和夏健斌负责对其进行降温清洗作业。

现场视频监控显示：

12 时 31 分，蒋某和夏健斌陆续来到车间，佩戴好防

毒面罩和橡胶手套，做前期准备工作。车间主任张赞军在他们准备过程中也来到车间。

12 时 33 分 15 秒，夏健斌至作业平台下层开启碘化氢发生釜底部阀门，将发生釜内废液放入专用收集桶内。

12 时 34 分 19 秒，蒋某至作业平台上开启碘化氢发生釜的放空管阀门（之后未关），并开始使用扳手准备打开发生釜的投料口。

12 时 35 分 16 秒，蒋某打开发生釜的投料口，并将自来水（软）管放入投料口，之后打开龙头，使用自来水冲洗碘化氢发生釜内壁。共冲洗 30 秒，于 35 分 56 秒完成。

12 时 36 分 10 秒，夏健斌关闭发生釜底部阀门，完成放空废液作业。

12 时 36 分 18 秒，蒋某试图将带有集气罩的集气管置于发生釜投料口抽气时，发现无法固定在发生釜投料口处，随后的尝试不慎将集气管前端的集气罩（塑料材质）脱落，只好暂时搁置在旁。

12 时 37 分 17 秒，蒋某拔下周转釜通往加成釜的橡皮管，准备接上纯水管。因橡皮管内部分碘化氢气体漏出，现场出现大量白色气体，蒋某使用塑料袋堵住管口。

12 时 40 分 45 秒，蒋某将纯水软管连接到周转釜。

12 时 41 分 09 秒，张赞军打开纯水阀门，将纯水放入周转釜。之后纯水软管五次从周转釜接口处脱落，均由夏健

斌接回，第五次脱落后使用抱箍夹住。

12 时 52 分 58 秒，纯水通过周转釜进入到碘化氢发生釜内，从投料口冒出白色气体。

12 时 54 分 32 秒，蒋某试图将集气管口插入发生釜投料口进行抽气，因集气管上的金属抱箍阻挡未果，随后使用螺丝刀试图拆卸金属抱箍未能成功。

12 时 55 分 11 秒，蒋某再次将集气管口插入发生釜投料口未能成功，并再次尝试拆卸金属抱箍未成。

12 时 55 分 54 秒，蒋某又再次试图将集气管插入发生釜投料口时，投料口内突然发生闪爆，并伴随有大量的白色气体及火焰冲出，蒋某当场被击倒在地。夏健斌见状将其扶到一旁，蒋某告知他手痛后，随即倒地昏迷，口吐白沫。张赞军立即报告公司并拨打 120，120 救护人员赶到现场后确认蒋某已死亡。

13 时 00 分 38 秒，夏健斌关闭纯水阀门。

三、事故造成的人员伤亡和直接经济损失

（一）死者情况

蒋某，男，身份证号码：310228**********1，住址：上海市金山区干巷镇颜家村紫石 9 组 3002 号；万巷公司操作工，2011 年入职，工作岗位：操作工。

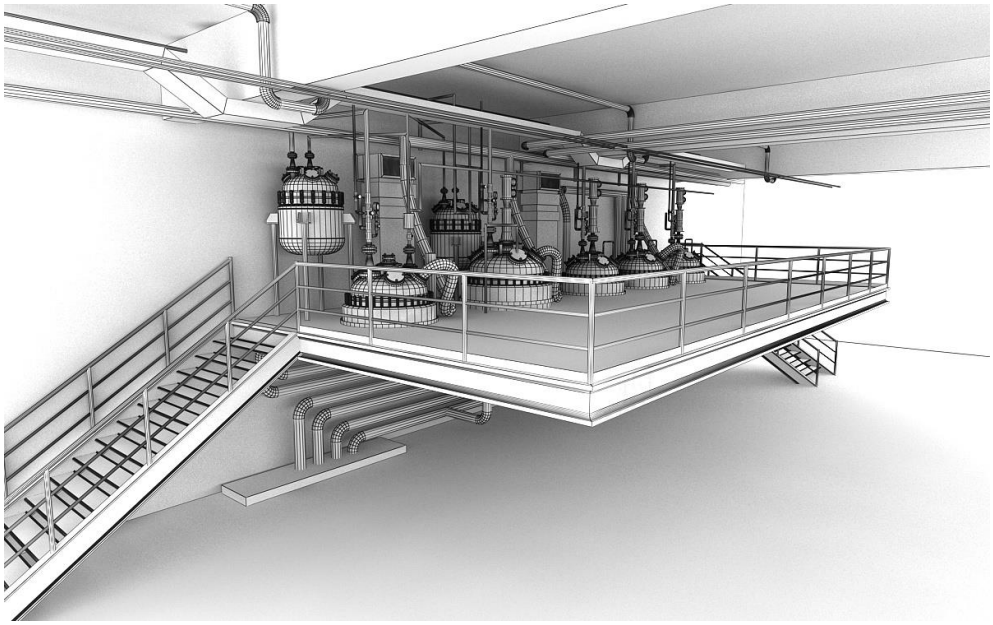
（二）事故直接经济损失

事故直接经济损失为 160 万元。

四、现场勘查及鉴定情况

（一）现场勘查情况

1.事故地点位于万巷公司 2 号生产车间（甲类）二楼北侧碘化油合成区，有大小不等的多个反应釜，作业区域被分为上下两层。



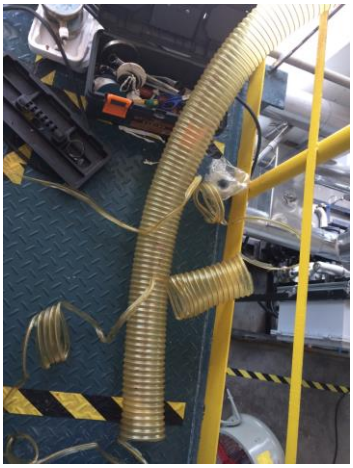
2.事故设备为碘化氢发生釜，容积 200L，搪玻璃材质，投料口处于打开状态，口子附近磨损严重。观察釜内液位抵达 2/3 位置处，液体比较清澈，液面不时冒出微小气泡，液面上方仍有少量白色气雾，下部排料口清晰可见，周围无可视异物。

3.碘化氢发生釜上部设有多根管道，分别连接氮气管、放空管、碘氢酸滴加管、周转釜连接管，并装有多个压力表。氮气管阀门关闭，放空管、周转釜管阀门处于开启。

4.二层平台发生釜周边散落投料口视镜部件，2 个扳手，

1 块破损手表,2 根集气管，其中淡色集气管破损严重，深色集气管完好。

5.集气管散落在平台上，集气管近发生釜的一段已多处破裂但端头尚好，无明显被烧灼的迹象，抱箍掉落分离，端头的末端裸露出长度约 22mm、直径约 1.8mm 的尖头铜丝，铜丝顶端有高温氧化的痕迹，其他部分光亮如新。



（二）检测鉴定情况及分析意见

1.司法鉴定科学技术研究所司法签订中心出具司法鉴定意见书（司鉴中心[2017]病鉴字第 356 号），鉴定意见：蒋某符合爆炸致头、颈、胸部等多部位损伤死亡。毒物化学鉴定检验未检出常见毒（药）物成分。

2.事故调查组委托上海化工研究院检测中心对事故发生原因进行技术分析，对发生釜内留存的清洗液进行了取样，分别从投料口和釜底放料管处取得 2 份样品。针对两份液体的 pH 值和所含离子进行了分析测试：

a) 碘化氢反应釜水洗液的上层和下层液体的 pH 值测试

结果如下：

	pH 值 [1]
反应釜水洗液（上层） 报告编号 1517090001	1.4
反应釜水洗液（下层） 报告编号 1517090002	0.3

b) 碘化氢反应釜水洗液的上层和下层液体的离子色谱测试结果如下：

	碘离子含量 [1]	磷酸根离子含量 [2]
反应釜水洗液（上层） 报告编号 1717090001	$5.73*10^3$ mg/L	135 mg/L
反应釜水洗液（下层） 报告编号 1717090002	$1.10*10^5$ mg/L	69.6 mg/L

3.组织相关专家对事故原因技术分析报告进行论证，认同事故中易燃气体氢气的产生、空气的混入以及点火源的分析。

4.分析意见

(1) 氢气产生的原因分析

在使用纯水清洗周转釜以及至碘化氢发生釜管道的过程中，周转釜内的碘化氢气体被倒灌回发生釜内，同时在灌满周转釜后，纯水通过连接管进入至发生釜内，随着液位的不断升高，水与发生釜内壁及管道中残存的碘、赤磷或中间产物三碘化磷（反应物）继续反应生成碘化氢气体。碘化氢气体在室温不避光的情况，可逆反应快速平衡，分解出氢气。

（2）爆炸原因分析

碘化氢反应釜内水面上方空间区域的氢气、碘化氢和空气混合，形成爆炸性气体。随着液位的上升，气相空间不断缩小，氢气浓度不断增加，达到爆炸极限范围。操作人员试图在将集气罩已脱落的集气管管口直接插入发生釜投料口时，集气管顶端与插入方向呈垂直、裸露的尖头铜丝与反应釜投料口摩擦产生火花引发爆炸。

五、事故发生的原因和事故性质

（一）事故发生的原因

1.直接原因

碘化氢反应釜在清洗过程中，釜内上部空间因回流及清洗产生的碘化氢气体在室温可见光的条件下快速可逆反应，生成氢气，并与空气混合形成爆炸性气体，在集气管铜丝摩擦投料口产生火花时引发爆炸。

2.间接原因

（1）万巷公司未全面辨识出在一定条件下碘化氢气体可逆反应的危险因素，未采取相应的安全措施。

（2）操作人员违反公司“任何人不得拆卸集气罩的吸风盖直接用废气管进行收集”的规定，将集气管插入投料口。

（二）事故性质

事故调查组经调查后认定，万巷公司“9.2”爆炸事故是一起生产安全责任事故。

六、事故责任认定及处理建议

（一）事故责任人员的责任认定及处理意见

1.蒋某，万巷公司操作人员。违反《集气罩使用与维护安全标准管理规程》的规定，在集气罩盖掉落后直接将集气管插入投料口，因集气管铜丝摩擦投料口产生火花引发爆炸，对事故发生负有责任。鉴于已在事故中死亡，建议不予追究责任。

2.袁相富，万巷公司董事长，作为公司的主要负责人，未有效督促公司安全规章制度的落实，违反《中华人民共和国安全生产法》的第十八条第五项规定，对事故发生负有责任，建议安全生产监督管理部门依法对其作出行政处罚。

（二）事故责任单位的责任认定及处理意见

万巷公司对员工的安全教育不到位,未督促员工严格遵守安全操作规定；对中间产物碘化氢的危险、有害因素辨识不彻底，违反《中华人民共和国安全生产法》的第四条、第三十八条、第四十一条和第四十三条规定，对事故发生负有责任，建议安全生产监督管理部门依法对其作出行政处罚。

七、事故防范和整改措施

（一）万巷公司要进一步落实企业安全生产主体责任，加强员工的安全教育，教育和督促从业人员严格执行公司的安全生产规章制度和安全操作规程。

（二）万巷公司要聘请具有甲级资质的安全评价机构，

对发生事故的碘化油乙酯车间及其它部位进行安全现状评价，分析整个反应过程中涉及的所有原料及其杂质、中间产品的安全风险，分析生产设施设备、安全设施设备、工艺的安全风险和安全隐患，并针对分析出的风险、隐患，依据国家和本市现行法律法规、技术标准和相关文件要求，制订科学、合理的整改措施，全面落实整改。

（三）万巷公司要严格遵照安全生产规章制度和操作规程，特别是涉及危险性较高的危险化学品，结合实际情况，组织开展工艺危险与可操作分析（Hazop），制定完善对策及操作规程，消除事故隐患，确保安全生产。

（四）相关评价单位要依据国家法律法规要求，更加细致认真进行安全评价和设计，科学全面分析项目中可能存在的安全风险，并具体提出每项风险的安全措施，负责试生产、验收的评价单位要认真核查每项安全措施的落实情况。