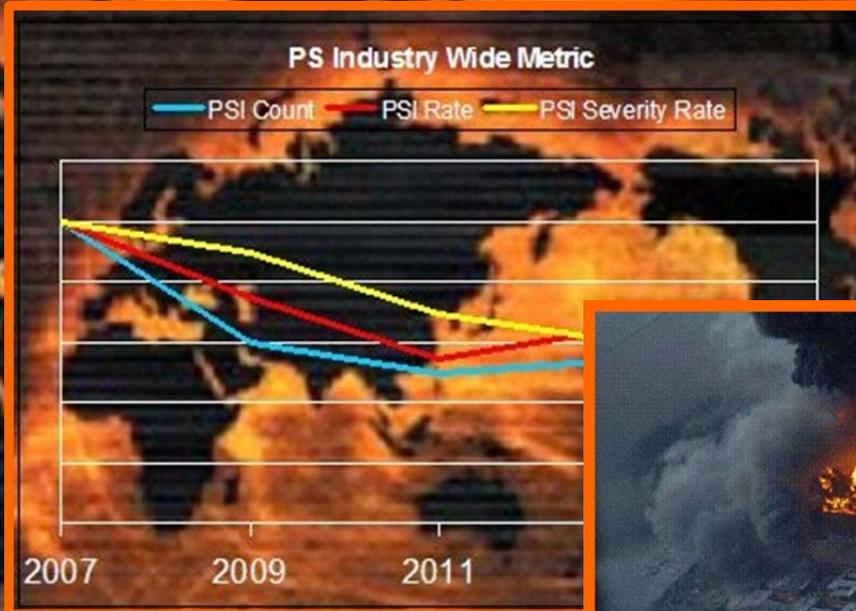


过程安全

领先和滞后指标

…你不测量就不能提高



前言

化工过程安全中心 (CCPS®)是由美国化学工程师学会 (AIChE)在 1985 年建立起来的,其目的是为了帮助化工业避免或减轻灾难性化学事件。目前全球有超过 130 家企业会员在努力推动 CCPS 的各项活动。

2006 年,CCPS 技术指导委员会授权开展了一个项目,建立了一个项目委员会来制订一个指导书,从而更好地开发利用过程安全领先与滞后指标。该委员会指出,化工业的关键突破机会是开发行业的滞后指标,那将成为石油化工领域衡量过程安全表现的标杆。为了实现这一目标,主要的石油化工行业协会的会员公司和代表,和其它关键的全球利益相关都参与了这一活动。

项目小组努力的成果在 CCPS 在 2007 年 12 月出版了。自 2008 年以来,很多公司和组织都使用这些指标定义。2007 年所建立的这些定义变成了新的 ANSI / API 标准 (ANSI / API RP 754) 的关键输入,ANSI / API 标准于 2010 年 4 月发布。CCPS 和原 CCPS 的指标委员会的几位成员都参与了 API 标准委员会。

CCPS 对 2007 年 12 月发布的 CCPS 指标建议的原文进行了细微的变更使其和 API 文件意图一致。这样做的目的是,无论哪个公司或组织采用了 CCPS 还是 API 的顶级过程安全事件的定义,他们都将统计为同样的事件。不过,CCPS 文件中有几个原则内容并未纳入 API 文件(例如,严重性加权指标的描述和使用)。由于 API 文档引用了 CCPS 的定义,这对既保留两个文件又保持一致尤为重要。

ANSI/ API RP754 的文件中也包含了一些并非所有已经采纳了 2007 年 CCPS 发布的文件的国际上企业或行业协会都认为必要(例如,定义的“二级”过程安全事件)的附加项。此次 CCPS 文件的修订注意到了这些差别,把他们描述为“可选”的指标或定义。

2006 年 CCPS 项目的最终目标是开发,进而促进整个行业和世界各地使用通用的指标。CCPS 持续支持这一目标,无论是通过采用 ANSI/ API RP754 定义或是通过使用本文件。

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

CCPS 过程安全指标

“你不测量就无法提高”

介绍	4
I. 滞后指标	6
1.0 过程安全事件（PSI）（按 API RP-754 的第一级过程安全事件）	6
2.0 第二级过程安全事件（按 API RP-754 的第二级过程安全事件）	12
3.0 定义	13
4.0 比率调整指标	17
5.0 工业安全过程指标	17
6.0 适用性	18
7.0 解释与例子	18
II. 领先指标	28
1.0 机械完整性	28
2.0 行动项目跟进	29
3.0 变更管理	30
4.0 过程安全培训与能力	32
5.0 安全文化	33
6.0 操作和维护程序	33
7.0 疲劳风险管理	34
III. 未遂事件的报告和其它的滞后指标	35
附录 A: 关于联合国危险物品分类与化学品清单	39
附录 B: 关于联合国危险物品清单与例外条款的补充说明	41

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

介绍

任何持续改进项目中的一个必要元素是对现在与将来的表现进行测量。所以，为了持续改进过程安全表现，石油化工行业的公司应该推行有效的过程安全领先与滞后指标。这份文件材料描述了由化工过程安全中心 (CCPS) 过程安全指标委员会，在整合了一系列公司与行业常用领先与滞后指标的基础上所给出的推荐意见。

在这份文件中给出了三种指标的描述：

“滞后”指标 - 一系列回顾性的指标，基于达到严重性限值的、在化工业普遍需要作为过程安全指标报告的事件。

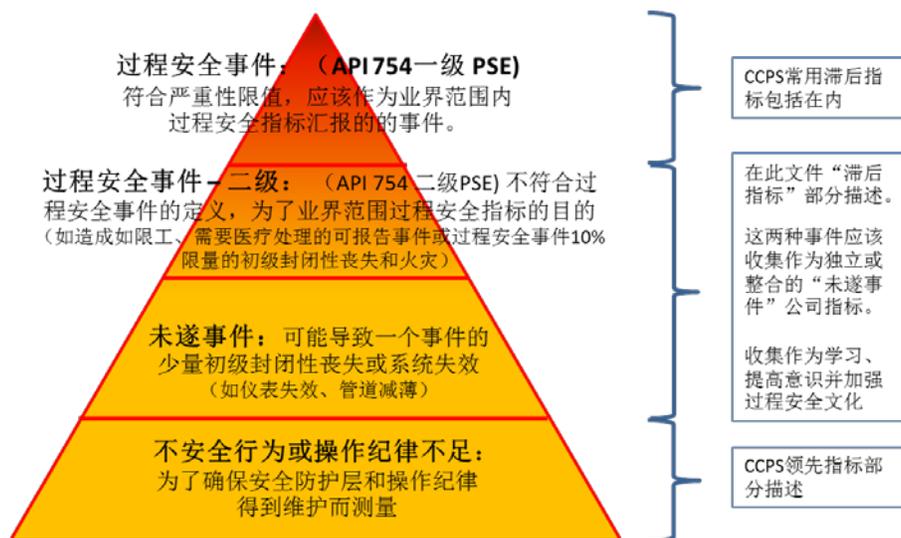
“领先”指标 - 一系列前瞻性的指标，表明关键的工作流程、操作纪律或其它预防事件的保护层的表现。

“未遂事件”和其它内部的滞后指标 - 非严重事件的描述（例如：在工业滞后指标的限值以下的），或者激活一个或者多个保护层的不安全状况。尽管这些事件是实际发生了的事件（例如：滞后指标），通常认为它们可以较好地指示那些最终会导致严重事件的状况。

这三种指标可以看作是对图 1 所示的“安全金字塔”的不同层次的测量。尽管图 1 被分成了四种不同的层次（过程安全事件、其它事件、未遂事件和不安全的行为/不充分的操作纪律），用上述的指标来进行描述其实更容易。图 1 说明了上述四项内容已经被本文的三个部分包括在里面了。

强烈建议所有的公司将上述三种指标纳入到他们内部的过程安全管理体系中去。建议采用的上述三种指标已经被包含在这份文件的三个主要部分中了。

图 1: 安全与安全指标金字塔



有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

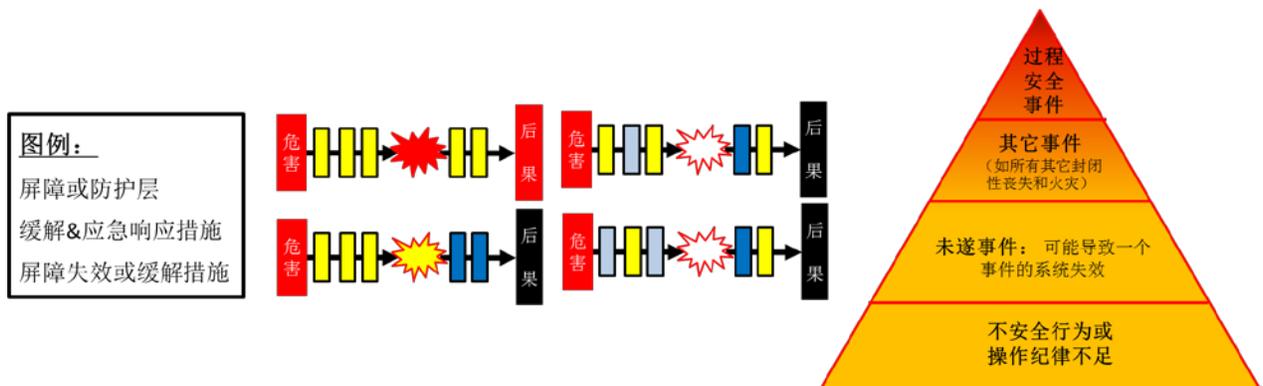
另外一种对指标的认识是作为金字塔顶端的事件反映用来预防事件的多个保护层的失效的情形（物理保护层与工作过程/操作流程层）的保护层均失效了，而金字塔底部则反映了只有其中一个或者两个保护层出现了失效的情形-而其它的保护层继续起作用。图 2 说明了多个保护层的概念。

图 2：瑞士芝士模型



结合保护层概念，图 1 可以画成图 3 的形式来反映从金字塔的底部向顶端发展时，额外的保护层或者减缓手段逐渐失效。

图 3：安全金字塔/失效的保护层



有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

I. 滞后指标

针对 2005 年 BP 位于德克萨斯城的炼油厂的爆炸事件，BP 美国炼油独立安全调查委员会（“贝克”委员会²）与美国化学安全委员会³都在他们的最终报告中建议改进化工业的过程安全指标。CCPS 的会员企业也都希望有一系列新的化工业过程安全指标，包括对单个公司和整个化工业都有用的通用定义与限值级别：

- 指示公司或行业的安全表现的变化，可用来推动安全表现的持续改进；
- 进行企业间或化工业各部分的基准对比，并
- 作为一个领先指标，来指示可导致灾难性事件的潜在安全问题。

这部分文件介绍了一系列的定义与建议的化工业范围的滞后指标。

1.0 过程安全事件（PSI）（按 API RP-754 的第一级过程安全事件）

为了开发化工业范围共同的滞后指标的目的，一个事件若满足以下四条标准可被汇报为过程安全事件：

- 1) 涉及化工过程；
- 2) 超过最低报告限值；
- 3) 指定的地点；
- 4) 急性释放。

涉及的化工过程

一个事件如符合以下条件则可被报告为涉及化学品或者化工过程事件：

化工过程必须直接与引起的损失相关。出于此目的，术语“过程”被广泛使用，包括化工、石油化工和炼油生产过程中所需要的设备与技术，包括反应器、储罐、管道、锅炉、冷却塔和冷冻系统，等等。一个事件如果没有直接涉及化学品或者化工过程，例如，办公楼的火灾，即使办公楼建在厂区，也是不可报告的。

发生在化工过程地点的员工伤害，然而与过程没有直接关系，也是不需要作为 PSI 报告的（尽管它可能是 OSHA 或者其他机构的可报告伤害）。这项标准的目的是用来识别过程安全相关的事件，并与非过程安全相关的个人安全事件相区分。例如，仅仅由于发生在过程设备上的从梯子跌落导致的损工事件是不可报告的，然而如果是由化学品释放导致的跌落，这个事件就是可报告的。

报告限值

任何材料的非计划或非受控释放，包括一个过程的无毒的和不易燃的材料（如蒸气、热冷凝水、氮气、压缩二氧化碳或压缩空气）导致以下一个或多个后果：

1. 员工或者承包商的受伤或者死亡事件，或者是第三方（非员工或者承包商）的住院或者死亡事件；

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

2. 一个官方宣布的社区疏散或社区就地避险；
3. 火灾或者爆炸导致公司大于或者等于 25,000 美元的直接损失，或者；
4. 超过表 1 描述限量的易燃、可燃或者有毒化学品的急性泄漏事件。注意：表 1 中对于室内释放有额外的建议限值。
 - 释放包括泄压装置（PRD）释放，不论是直接排放或通过下游的破坏装置从而导致的液体夹带、排放到潜在的不安全的地点、工厂的就地避险或公众的保护性措施（如封闭道路）；

注 2：贝克， J.A 等， [BP 美国炼油厂事件独立调查委员会报告]， 2007 年 1 月

http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/SP/STAGING/local_assets/assets/pdfs/Baker_panel_report.pdf

注 3：美国化工安全和危害调查委员会， 事件报告 No. 2005-04-I-TX, [炼油厂爆炸和火灾]， BP， 得克萨斯城， 2005 年 3 月

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

表格 1 - 过程安全事件限值

释放限值类别	材料危害分级 ^{a,c,d}	限量	对于室内 ^b 释放的建议限值 (可选项)
1	TIH A 区材料	5 kg (11lb)	2.5 kg (5.5 lb)
2	TIH B 区材料	25 kg (55lb)	12.5 kg (27.5 lb)
3	TIH C 区材料	100 kg (220lb)	50 kg (110 lb)
4	TIH D 区材料	200 kg (440lb)	100 kg (220 lb)
5	易燃气体或液体初始沸点≤35°C (95°F) 和闪点<23°C (73°F) 以下, 或除强酸/碱以外的其它包装组 I 类材料	500 kg (1100lb)	250 kg (550 lb)
6	液体初始沸点>35°C (95°F) 和闪点<23°C (73°F) 以下, 或除中度酸/碱以外的其它包装组 II 类材料	1000 kg (2200lb) 或 7 桶	500 kg (1100 lb) 或 3.5 桶
7	液体闪点≥23°C (73°F) 并≤60°C (140°F)、或液体闪点>60°C (140°F) 并高过闪点温度释放、或强酸/碱、或其它包装组 III 的材料, 或 2.2 类的可燃、无毒的气体 (包括蒸汽、热冷凝水、压缩或液化空气)	2000 kg (4400lb) 或 14 桶	1000 kg (2200 lb) 或 7 桶
这里给出的公斤和磅或者磅和桶或的限量不一定完全一致。公司应选择一对并在所有的记录活动中保持一致。			
<p>a. 许多材料有超过一种的危害。按 DOT 49 CFR173.2a^[14]或联合国危险货物运输建议第二节^[10]选择合适的危害区和包装组别。见附件 B。</p> <p>b. 一个有四面完整 (从地板到屋顶) 的墙、地板和屋顶的结构。</p> <p>c. 对于没有在 UNDG (联合国危险货物清单) 中列出的溶液, 应使用其无水组分来决定 TIH 区和包装组。溶液的限值应该以倒推的无水组分的重量为准。</p> <p>d. 对于未知 UNDG 分类的混合物, 宜按比例计算每一组分释放出来的量。如果总和等于或超过 100%, 则此释放的混合物超过了限值。当混合物相关明确和独立的有毒和易燃的后果, 应分别计算有毒和易燃的释放。见附件 A 第 29、30 和 31 个例子。</p>			

对引用的联合国危险货物定义的完整清单, 见www.ccpsonline.org网页上张贴的化学品清单或电子表格工具

场所

一个过程安全事件需满足场所标准:

该事件发生在某设施的生产、配送、储存、公用工程或者试验工厂按照这些定义汇报指标。这包括罐区、辅助性支持区域, (例如锅炉房或者废水处理厂) 与在厂区控制下的输送管道。

所有发生在一个场所的可报告事件应由负责运营该场所的公司负责报告。这适用于可能发生在承包商作

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

业区域的事件和其它事件。

对于委托加工或者多方作业的场所，宜由负责运营发生事件的单元的公司记录该事件并且将其计入他们的过程安全事件（PSI）指标。

为进一步澄清，可参见第 6 条（适用范围）中描述的例外内容。

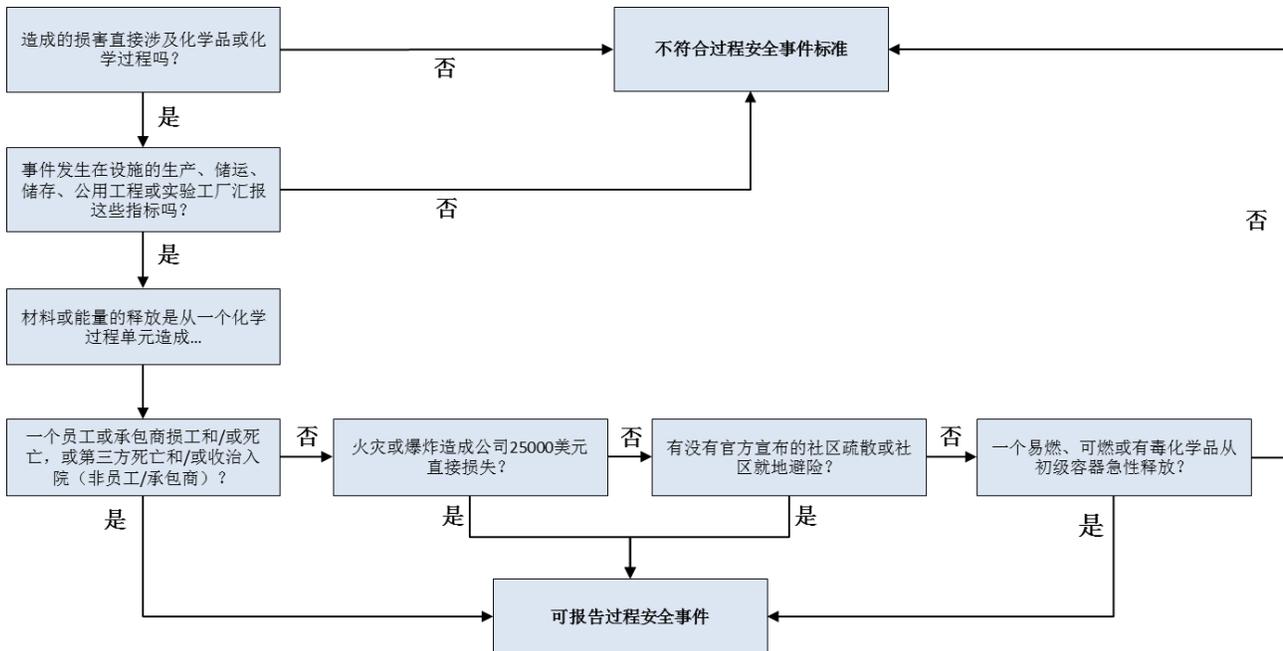
急性释放

“1 小时”规则适用于根据本指标报告的目的，即物质的释放在 1 小时或更少的时间内达到或超过报告限值。如果在任何 1 个小时的时间内释放量没有超过限量级别，它不会被视为一个过程安全事件。通常情况下，急性释放发生在 1 小时或更少时间内，但是，可能会在某些情况下很难断定相当于限量的释放是否发生在 1 小时。（例如：在转移输送前，由于排放阀打开着，一整夜大量易燃液体从罐中漏出，或流入围堰，可能好几个小时都没有发现，所以很难知道确切的超过限值的时间）。如果无法确定释放的持续时间，持续时间应被假定为 1 小时。

流程图

下面的流程图（图 4），表示了上述的过程安全事件的事件报告标准

图 4：根据CCPS工业滞后指标定义确定一个事件是符合可报告过程安全事件（PSI）的标准。



有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

过程安全事件严重程度

利用在表 2 中所示的标准，每个过程安全事件，按后果严重程度分级。

表格 2: 过程安全事件和严重级别

严重程度 (注 4)	安全/人员健康 (注 5)	火灾或爆炸 (包括超压)	潜在化学品影响 (注 3)	对社区/环境的影响 (注 5)
不适用	没有达到或超过 4 级限值	没有达到或超过 4 级限值	没有达到或超过 4 级限值	没有达到或超过 4 级限值
4 (在严重率计算时，对于每一个适用于此事件的属性，都记 1 分)	员工或承包商（或等同，注 1）与过程安全事件相关的伤害，需要急救（First Aid）以上的治疗（在美国，达到 OSHA 可记录伤害事件的定义）	导致 \$25,000 至 \$100,000 的 直接损失	释放到二次容器，或被控制住在单元中-参见注 2A	需要短期的环境整治措施来处理短期环境影响。 没有长期的损失或者企业监察。 例子包括化学品溢出的清理、土壤与植物的移除。
3 (在严重率计算时，对于每一个适用于此事件的属性，都记 3 分)	过程安全事件相关员工或承包商损工事件	导致 \$100,000 至 1MM 的 直接损失	释放到二次容器以外，但还是在公司地界范围内 或者 可燃物的释放不会造成潜在蒸气云雾爆炸 -参见注 2B	轻度的厂外的影响，需要预防性的就地避险 或者 环境整治措施的成本低于 \$1MM 没有其它法规要求的监察 或者 地方性的媒体报道
2 (在严重率计算时，对于每一个适用于此事件的属性，都记 9 分)	过程安全事件相关员工或承包商厂内死亡事件； 多个损工事件，或一个或多个厂外伤害	导致 1MM 至 10MM 的 直接损失	化学品释放会造成潜在的厂外的伤害或者可燃物的释放导致蒸气云雾进入楼房或者可能发生爆炸的场所(拥挤的/受限的)并伴有一旦点燃会造成损害或者伤亡 - 参见注 2C	就地避险或者社区疏散 或者 环境补救措施要求的成本在 \$1MM - 2.5 MM 之间。州政府调查和监察流程。 或者 地区性的媒体报道或者简短的国家级媒体报道。
1 (在严重率计算时，对于每一个适用于此事件的属性，都记 27 分)	过程安全事件造成厂外一人死亡，或厂内多人死亡	导致 超过 10MM 的 直接损失	化学品释放造成重大的厂内或者厂外的伤害或者死亡事件 - 参见注 2D	多日国家级媒体报道 或者 环境补救措施超过了 \$2.5 MM 联邦政府进行调查和监察流程 或者 其它重大的社区影响

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

注 1: 位于或在过程生产设施工作的人员

注 2: 在表格 2 中对于“潜在化学品的影响”的定义的意图是为工厂所有者或这份指标的用户提供充分的定义，从而他们能够不必使用扩散模型或计算就能选取合适的定性的严重程度。用户需要使用相同的观察或者判断，通常用来决定化学品释放发生时合适的应急响应措施。然而，如果企业选择使用“更犀利的工具”（例如扩散模型），化工过程安全中心（CCPS）并不是要阻止企业使用它们。在那些情况下，以下注解被用来作为例子，进一步说明危害性的种类与四种定性的类别：

A: AEGL-2/ERPG-2 浓度（如可用）或者 50% 可燃下限 (LFL) 的范围没有在地基或平台高度超过过程的边界（操作单元），或者由于有限量的物质释放或者释放场所的原因，少量的易燃化学品释放没有进入一个潜在的爆炸现场（拥挤/密闭区域），例如易燃物从火炬排放而点火失败。

B: AEGL-2/ERPG-2 浓度（如可用）的范围超出单元的界区，但不超出公司地界边界。大于 50% LFL 易燃蒸汽在地基高度范围可能超出了边界，但并没有进入一个潜在的爆炸现场（拥挤/密闭区），因此，不太可能导致蒸汽云爆炸。

C: AEGL-2/ERPG-2 浓度（如可用）的范围超过工厂界区，或易燃物的释放造成蒸汽云在进入建筑物或潜在的爆炸现场（拥挤/密闭区域），即（人员或紧邻建筑物内），一旦被点燃，会导致蒸汽云爆炸，而少于 5 人伤亡的事件。

D: AEGL-3/ERPG-3 浓度（如可用）的范围厂外范围（按 10/30/60 分钟的框架），或易燃物释放导致蒸气云进入建筑物或潜在的爆炸现场（拥挤/密闭区域），即（人员或紧邻建筑物内），一旦被点燃，会导致潜在的蒸气云爆炸造成大于 5 人伤亡的事件。

注 3: 潜在化学品影响表反映了推荐标准。然而，一些公司可能会反对使用所述条款对潜在影响进行相对排名估计。在这些情况下，可以接受这些公司在企业范围用下列的标准替代：严重性等级 4: 对化学品 1 倍至 3 倍的限量，等级 3: 3 倍至 9 倍，2 级: 9X 至 20X，1 级: 20 倍或更高倍数的该化学品的限量。然而，如果一家公司决定使用此替代方法，他们应该是一致的，并且对所有释放使用这种方法。他们不应该仅仅是为了得到最低严重性评分而在两种方法之间逐案选择。

注 4: 公司或行业协会可以修改类别标签，以与其它指标的严重性顺序。重要的是，要使用同样的严重性分数。

注 5: 严重程度指数的计算包括一个“社区/环境”类别和并不包括在过程安全事件的限值标准的急救（如 OSHA “可记录伤害”）级别的安全/人员健康影响。然而，包括这两个值的目的是为了造成任何形式的伤害、社区或环境的影响的事件的严重性分数的较大差异化。

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

2.0 第二级过程安全事件（按API RP-754 的第二级过程安全事件）

第二级指标的目的

第二级的过程安全事件表示这些 LOPC 事件（初级封闭性丧失）比 PSI（过程安全事件）后果小的情况。第二级过程安全事件（PSE），即使它们被二次容器容纳，但表明了防护系统的弱点，也许是潜在的更严重的事件的先兆。在这种情况下，第二级过程安全事件可以给一个公司学习和改善过程安全的机会。

涉及的化工过程

对于PSE，采用和PSI过程安全事件一样的标准

第二级指标定义和后果

第二级 PSE 是比 PSI 事件后果程度小的事件。一个第二级的 LOPC（初级封闭性丧失）是任何材料非计划或非受控的释放，这些材料包括无毒的和不可燃的材料（如：蒸汽、热冷凝水、压缩二氧化碳或压缩空气），它们从过程中释放出来，导致下面描述的、没有作为第一级（PSI）汇报的情况：

注：只有导致一个后果而不达到限量的蒸汽、热冷凝水和压缩或液化空气的释放才包括在这个定义内。但是，其它按 UNDG 2.2 类规定限值的无毒和不可燃的气体（如氮气、氩气、压缩二氧化碳）的释放应包括所有后果，也包括限值。

1. 一个员工、承包商或分承包商可记录伤害；
2. 火灾或爆炸导致公司等于或大于 25000 美元的直接损失；
3. 易燃物、可燃物或有毒化学品从初级容器（如容器或管道）的急性释放，超过表 2 中的释放限值，注，表 2 中限值列有对于室内释放的建议限值。
 - 释放包括泄压装置（PRD）释放，不论是直接排放或通过下游的破坏装置导致的液体夹带，排放到潜在在不安全的地点或工厂的就地避险，或公众的保护性措施（如，封闭道路）

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

表格 3 - 过程安全事件限值

释放限值类别	材料危害级别 ^{a,c,d}	限值数量	对于室内 ^b 释放的建议限值 (可选项)
1	TIH A 区材料	0.5 kg (1.11b)	0.25 kg (0.55 lb)
2	TIH B 区材料	2.5 kg (5.51b)	1.2 kg (2.8 lb)
3	TIH C 区材料	10 kg (221b)	5 kg (11 lb)
4	TIH D 区材料	20 kg (4401b)	10 kg (20 lb)
5	易燃气体 或液体初始沸点 $\leq 35^{\circ}\text{C}$ (95°F)，闪点 $< 23^{\circ}\text{C}$ (73°F)， 或除强酸/碱以外的其它包装组 I 类材料	50 kg (1101b)	25 kg (55 lb)
6	液体初始沸点 $> 35^{\circ}\text{C}$ (95°F)，闪点 $< 60^{\circ}\text{C}$ (140°F) 以下， 或材料闪点 $> 60^{\circ}\text{C}$ (140°F) 在或高于闪点温度释放， 或除强酸/碱，中度酸/碱以外的其它包装组 II 或 III 类材料	100 kg (2201b) 或 1 桶	50 kg (110 lb) 或 0.5 桶
7	液体材料闪点 $> 60^{\circ}\text{C}$ (140°F)，在闪点温度以下释放， 或中度酸/碱， 或 2.2 类的不燃，无毒的气体（包括蒸汽、热冷凝水和压缩或液化空气）	1000 kg (22001b) 或 10 桶	500 kg (1100 lb) 或 5 桶
为简化第二级事件的限值类别，第一级事件的 6 和 7 类合并成了第二级的一类（第 6 类），增加了新的第 7 类。			
<p>a. 许多材料有超过一种的危害。按 DOT 49 CFR173.2a^[14]或联合国危险货物运输建议第二节^[10]选择合适的危害区和包装组别。见附件 B。</p> <p>b. 一个有四面完整（从地板到屋顶）的墙、地板和屋顶的结构。</p> <p>c. 对于没有在 UNDG（联合国危险货物清单）中列出的溶液，应使用其无水组分来决定 TIH 区和包装组。溶液的限值应该以倒推的无水组分的重量为准。</p> <p>d. 对于未知 UNDG 分类的混合物，宜按比例计算每一组分释放出来的量。如果总和等于或超过 100%，则此释放的混合物超过了限值。当混合物相关明确和独立的有毒和易燃的后果，应分别计算有毒和易燃的释放。见附件 A 第 29、30 和 31 个例子。</p>			

地点和急性释放标准

第二级PSE的采用和PSI（第一级 - PSEs）一样的地点和急性释放标准

3.0 定义

中度酸/碱

pH 值 ≥ 1 和 < 2 或 pH > 11.5 和 ≤ 12.5 的物质。更准确地说，和化学品统一分类和标签全球协调制度（GHS）皮肤腐蚀类 1B 规定一致的化学品，人对其的暴露大于三分钟，小于 60 分钟后，在直至 14 天止的观察

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

期内，会导致皮肤从表皮到真皮的破坏。

强酸/强碱

pH<1 或>12.5 的物质。更准确地说，和化学品统一分类和标签全球协调制度（GHS）皮肤腐蚀类 1B 规定一致的化学品，人对其暴露小于 3 分钟，在 60 分钟观察期内，会导致皮肤从表皮到真皮的破坏。

急性释放：突然的材料释放，在任何一小时内或更短的时间内达到或超过报告限值。

BBL：桶；42 美制加仑（35 英制加仑）

公司：“公司”（当使用了大写的字母 C 的时候）或者“该公司”时，表示炼油或者石化行业的运营企业与/或者它的分支机构，与/或者它的合并分支机构。

承包商：没有列在特定企业的薪水支付清单上的任何个人，包括分承包商，他们的暴露时间与伤害和疾病由业主公司例行跟踪。

损工伤害

工作相关的伤害导致员工在受伤当日后至少需要离岗一天（历日），由医生或有执照的健康专业人员决定。此定义是 OSHA（美国职业安全健康署）损工事件的缩略版。

爆燃排放口

容器或风管上的开口，用来防止容器或风管应超压而破坏。此开口由压力泄放盖所覆盖（如，爆破片、泄爆盘或泄爆门）。

破坏性装置

火炬、涤气器、焚化炉、骤冷桶或其它类似的装置，用来消减 PRD（压力泄放装置）释放的潜在后果。

直接损失：维修或更换、清洗、材料处理、环境整治和应急响应的成本。直接损失不包括非直接损失，例如业务机会、业务中断和原料/产品的损失、由于设备停机造成的利润损失，获得或运行临时设施的成本、或为满足客户需求获得替换产品所需要的成本。直接损失不包括导致 LOPC（初级封闭性丧失）的部件，如果该部件没有被火灾或爆炸进一步损坏。

员工：列在公司的薪水支付清单上的任何个人，他们的暴露时间与伤害和疾病由特定公司例行跟踪。未列在公司的薪水清单上的人，但在公司直接管辖下为公司提供服务（如政府发起的实习，派遣等）的人员也应包括在内。

爆炸：

造成压力不连续或冲击波的能量释放（如爆轰、爆燃和设备或管道破裂造成高压快速释放）。

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

设施： 包含过程的建筑物、容器或设备。

火灾

任何由LOPC（初级封闭性丧失）引起的燃烧，不论是否有火焰出现。这包括闷烧、烧焦、冒烟、烧毛、灼烧、碳化，或有这些情况发生的证据。

易燃气体

任何气体在 35°C（95°F）以下和在 101.3kPa（14.7psi）压力下，与空气的混合物中体积比占 13%或更少时可点燃，或在 101.3kPa（14.7psi）压力测得的可燃限值至少是 12%。

收治入院

正式地由医院或其它病人健康监护设施接受住院，此处有病房、病床和相关的医疗护理，病人在此至少过夜。在医院急诊室，或在急诊室过夜不满足“收治住院”的标准。

初级封闭性丧失（LOPC）： 材料从其初级容器中非计划或不受控制的释放出来，这包括无毒和不燃的材料（如蒸汽、热冷凝水、氮气、压缩二氧化碳或压缩空气）。

重要建设项目

有从事设计、工程和建设新设施或现有设施重大扩建的特定的、一次性的项目管理组织的大规模投资。

材料

由于其化学（如，易燃性、毒性、腐蚀性、反应性、窒息性）或物理（如热和压力）性质潜在导致损害的物质。

办公楼

给办公室人员使用的建筑（如行政或工程楼，附属综合办公区域等）。

官方宣布

由认可的社区官员（如，消防、民防、应急响应）做出的宣告或授权给其代理人员（如，公司官员）宣布的社区行动（如，就地避险、疏散）。

压力泄放装置（PRD）

设计用来打开释放过高压力的装置（如安全阀、泄热破裂盘、爆破片、针式安全阀、泄爆口、压力/真空排放口等）。

初级容器

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

一个用来作为初级容器或用于转移材料的罐、桶、管道、铁路罐车或设备。初级容器可设计有二次容器系统以容纳和控制释放。二次容器系统包括但不限于罐区围堰、过程设备周围的路缘、排水收集到油隔离系统、双层罐的外壁等。

过程

化学品、石油化工和炼油产品的生产、配送、储存、公用工程，或者实验工厂设施。这些包括过程设备（如反应器、容器、管道、燃烧炉、锅炉、泵、压缩机、换热器、冷却塔和冷冻系统等）、储罐、辅助性支持区域（例如锅炉房或者废水处理厂）、厂内整治设施和厂内控制下的输送管道。

过程安全

一个通过应用良好设计原则、工程和运营与维护规范来管理危害运营系统和过程完整性的有条理的框架。

过程安全事件（PSE）

非计划或非受控的任何材料的初级封闭性丧失（LOPC），这包括无毒或不燃的材料释放（如蒸汽、热冷凝水、氮气、压缩二氧化碳或压缩空气），或不期望发生的事件和条件，如情况稍有不同就会导致初级封闭性丧失。

PSI：过程安全事件。

二次容器

设计用来包容或控制材料从初级容器释放的系统。二次容器系统包括但不限于围堰、工艺过程周围的路沿、排放收集系统和双层罐的外壳等。

公众受众

因为 LOPC（初级封闭性丧失）可能造成公众成员暴露于毒物、辐射热或超压危害的厂外民居、机构（如，学校、医院）、工厂、商业或办公建筑、停车场或休闲设施。

可记录伤害

与工作相关的伤害，导致以下的情况：死亡、离岗、工作受限或转岗、超出急救的医疗处理、昏迷或由医生或其它有执照的健康人员诊断出的重大伤害。这是 OSHA 报告工作相关事件定义的缩略版。

第三方：除公司的员工，承包商，分承包商以外的任何个体。[如访客、非合同的送货员（如 UPD、美国邮政、联邦快递等）]。

委托加工：一个公司用特定的设备为其它公司生产产品或半成品。

员工、承包商&分承包商的总工时：为炼油、石化或化工生产设施工作的总时间。同样的定义适用于

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

OSHA 伤害与疾病的计算公式。这不包括主要项目的工时或者企业管理层的工时。

联合国危险物品 (UNDG) 危害等级: 一个分级系统被用来评估不同化学品一旦释放会造成的潜在危害。它被国际上大多数的国家所采用, 作为产品标识与货运信息的一部分。在美国, 美国交通运输部法规 (49 CFR 172.101) 定义了这些危害等级。要更多地评级信息, 参见联合国的网站 (<http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2007/07ContentsE.html>)

4.0 比率调整指标

使用上述的定义, 可以生成许多种不同的基于比率的指标。这包括:

过程安全总事件率 (PSTIR):
$$\frac{\text{过程安全事件总数} \times 200,000}{\text{员工与承包商总工作时间}}$$

过程安全事件严重率 (PSISR) (如过程安全事件率严重性加权计算公式):

$$\text{PSISR} = \frac{\text{所有过程安全事件的严重性分数总和} \times 200,000}{\text{员工, 承包商, 分包商的总工时}}$$

要决定这一个比率、对于每一个 4 级的事件计入 1 分, 对于每一个 3 级的事件计入 3 分, 对于每一个 2 级的事件计入 9 分, 对于每一个 1 级的事件计入 27 分。理论上, 一个过程安全事件应该至少有 1 分 (例如事件只有满足 4 级事件的定义的一个类别), 最多会有 108 分 (例如事件满足每一个类别 1 级事件的定义)。

过程安全级别 “X*” 事件率:
$$\frac{\text{总的严重级别 “X*” 的过程安全事件数} \times 200,000}{\text{员工, 承包商, 分包商的总工时}}$$

这里 X* 可以是严重级别 4, 3, 2, 或者 1 级事件的总次数。事件的严重级别是四种后果类别中最大的严重等级。

$$\text{第二级过程安全事件率 (Tier 2 IR)} = \frac{(\text{总第二级过程安全事件数} \times 200,000)}{\text{总员工, 承包商工时}}$$

5.0 工业安全过程指标

建议公司执行并公开报告下列三种过程安全指标:

过程安全事件总次数 (PSIC): 所有满足这份文件定义的过程安全事件的总次数。

过程安全总事件率 (PSTIR): 累积 (年度) 的事件总次数用人工时标准化, 按 4.0 部分所描述的公式处理。

过程安全事件严重率 (PSISR): 如 4.0 部分所描述的, 累积的 (年度) 严重程度加权的过

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

率。

为有助于建立标杆，最好贸易协会或者财团收集并且向会员公司公布这些信息。

依据情况，公司也可考虑实施并公布**第二级过程安全事件**的数量和比例。

6.0 适用性

建议公司记录并且报告发生在公司所拥有或者所操作的设施上的过程安全事件，但不包括以下注解的情形：

1. 源于公司地界以外的过程安全事件；
2. 海运船只事件，但不包括为了原料与产品输送的目的已经与设施相连的情形；
3. 卡车和/或铁路罐车事件，但不包括为了原料与产品输送的目的已经与设施相连的卡车和罐车；
4. 真空车操作，不包含厂内装料和排放过程，或使用真空车输送泵的情况；
5. 许可证和法规允许情况下的例行排放；
6. 办公室、车间和仓库的事件（如办公室加热器爆炸、火灾、释放、人员伤害或疾病等）；
7. 与初级封闭性丧失的疏散或应对不直接相关的人员安全“滑倒/绊倒/跌倒”事件；
8. 没有和工艺过程相连接的辅助性设备的 LOPC（初级封闭性丧失）事件（如取样容器）；
9. 计划内和受控的材料排放到设计用来收集或排放的系统中去。（注意：不适用于材料从一次容器意外和非受控地释放到收集或者排放系统中去）；
10. 在过程单元操作区域以外或者在维修车间内执行的机械作业；和，
11. 质量保证（QA）、质量控制（QC）与研究开发（R&D）实验室是被排除在外的。（试验工厂是包含在内的）。
12. 在厂内对移动或固定设备加油（如皮卡、柴油发电机，和重设备）。

7.0 解释与例子

下面的解释与例子可以在评估可报告的过程安全事件时帮助澄清可能存在的不确切的内容。

它们只是用作说明的，涉及的内容如下：

- 公司范围

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

- 过程安全事件（PSI）的多重结果
- 封闭性丧失
- 急性释放
- 火炬与排放控制设备
- 安全泄压设备/系统
- 有毒气体、蒸气或者气雾
- 损工事件
- 管道
- 与化学品释放无关的火灾
- 海运船只
- 卡车和轨道运输
- 办公楼
- 人-机界面事件
- 对严重程度打分的例子
- 混合物
- 真空车操作
- 直接损失
- 官方宣布的疏散和就地避险

公司范围

1. 在公司的范围内，一辆第三方的卡车装载易燃的产品，产生了泄漏与随之而来的火灾，共造成了财产损失75000美元（直接损失）。尽管这辆卡车是“由其他人操作的”，但它是与工艺流程相连的。如果直接财产达到或者超过25000美元，或者也到达了其它的过程安全事件的报告限值（例如，死亡事件），则此事件是可报告的过程安全事件。
2. 与 #1相类似的例子。装载有易燃产品的卡车在运输途中发生了一个倾翻，导致了火灾和车辆的损坏。这是不需要作为一个过程安全事件进行报告的，因为这辆卡车并没有与过程相连。
3. 管道泄漏，在1小时内地面上释放了2000磅的易燃蒸气。在工厂主设施和其港口码头间有公共道路分隔。管道从工厂开始，到码头结束。泄漏发生在管道跨过公共道路的一小段。虽然从技术上来讲泄漏发生在厂外，此事件还是可报告的过程安全事件

PSI（过程安全事件）的多重结果

4. 有 200 桶易燃液体泄漏，导致重大的易燃蒸气的释放，它被点燃并且引发了火灾。火灾损坏了其它的设备并且导致了有毒气体的释放超过了限值，包括1名员工的死亡多个损工伤害。这一个事件应该被作为一个过程安全事件进行报告，但有多重结果。在计算严重程度指标的时候，要根据火灾损坏的程度、化学品释放的潜在影响、对人员健康的影响和对社区环境的影响从表格2中进行选取合适的严重性分数（1，3，9，或者27 分）。用这些严重性分数的总和来决定事件总的严重性指标。

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

封闭性丧失

5. 10桶汽油（1400千克，3100磅）从管道泄漏到混凝土上，但是汽油没有到达土壤或水体。现场工作人员估计，泄漏是“急性”的（即在1小时内发生）。这是一个可报告的过程安全事件，因为这是“急性”初级封闭性丧失（即，在“1小时”）1000公斤（2200磅）或者以上的“易燃液体”。
6. 产品储罐的仪表失效，导致了其中的易燃液体溢流。大约7000 公斤(15500 磅)的液体外流到了围堰内。这是一个可报告的过程安全事件，因为它是超过2200磅的“急性”泄漏，无论是否有二次容器包容。
7. 一名维修承包商打开工艺阀门，造成硫酸的飞溅导致了严重的烧伤与损工伤害。这是一个可报告的化学品泄漏事件。它是一个非计划的事件，涉及材料和封闭性丧失。对于死亡事件和离岗伤害与疾病，是没有释放量限值的。
8. 一个操作工打开一个质量控制取样点进行常规取样，结果由于一个破裂的玻璃瓶导致了严重的手部划伤，需要缝针并且缺席了第二天的工作。这不是一个可报告的过程安全事件，因为它和封闭性丧失无关。
9. 工厂停工后，一个放液阀处于打开状态。在开工的时候，直到放液阀被发现并被关闭，估计有10桶100华氏度的燃料油（1700 千克，3750磅）泄露到了地面上，然后进入了工厂的废液排放系统中，这不是一个过程安全事件因为它少于“可燃液体”释放标准2000 千克或者 4400 磅的限值。
10. 生产员工从设计用来排水的排水系统从原油罐（操作温度在120° F）排水。操作员离开了现场但忘记关闭阀门。20桶的原油被排入了排水系统。这是一个过程安全事件，因为原油是一种“可燃液体”，它的释放是非计划的并且超过了释放的标准2000 千克或者4400 磅。
11. 管道腐蚀导致10 桶（1700 千克，3750 磅）闪点是300° F而操作温度在550° F的重循环油（HCO）泄漏到地面上。这不是一个过程安全事件。虽然HCO是高闪点材料，泄漏时的温度高过其闪点，但其泄漏的量没有超过释放限值的2000 千克或者14桶。
12. 作为容器清洗操作的一部分，一名操作员有计划地在1小时内将20桶可燃材料排入了含油水收集系统中。排水系统是计划用来收集和控制的，收集系统也是为上述目的设计的。因为它与特别例外条款一致，这不是一个可报告过程安全事件。如果材料非计划地释放并且流入到了开着的排水系统、下水道或者其它的收集系统中，这会是一个可报告过程安全事件。
13. 碳氢化合物的蒸汽进入了在工厂内的QA/QC实验室并导致火灾，造成5000美元的损失。碳氢化合物蒸汽的源头上是工厂内含油水系统。虽然火灾是由非计划和非受控的封闭性丧失引起的，因为损失没有超过25000美元，这个事件不是过程安全事件（PSI）。
14. 在装置区运送材料的一辆叉车撞到了一个排放阀导致异戊烷的释放，接着造成蒸气云爆炸，损失超过25000美元。因为一个非计划和非受控的封闭性丧失而导致火灾或爆炸，而超过25000美元的

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

情况，是一个过程安全事件（PSI）。

15. 加热器的燃烧器熄火造成炉膛里富燃料空气进而导致爆炸，造成25000美元以上加热器内部损坏，没有释放到炉膛之外。这是一个可报告的PSI（过程安全事件），因为在熄火后持续的燃料气体的释放是一种不受控的释放。在锅炉里燃料气是用来燃烧的，而不是让它充斥在炉膛里的。
16. 燃烧加热器的列管破损导致火灾（火灾被包容在加热器内部），对加热器内部的破坏损失超过25000美元（比更换损坏的列管严重）。这个事件是可报告的PSI（过程安全事件），因为管道失效导致工艺材料的封闭性丧失，及额外的超过25000美元的损失。

急性释放

17. 10桶（1400 千克，3100 磅）的汽油在两周的时间内稳定地从管道中泄漏到土壤中。简单计算可得出泄漏速率大致等于0.03 桶每小时（9 磅/小时）。这不是一个可报告的过程安全事件，因为该泄漏不是一个“急性”释放（例如，在1小时内超出限值1000千克（2200磅））。
18. 与上述例子相同，估计10 桶的泄漏是以稳定地在1小时30分钟内完成的。简单计算可得出泄漏速率大致等于6.7 桶（933 千克或者是 2060 磅）每小时，泄漏的速度略低于报告限值-“1小时”内1000 千克（2200 磅）。所以它依然不是一个可报告的过程安全事件。
19. 在解决一个天然气流速超出预期的值的故障时，操作人员发现天然气管线上的安全阀没有正确地复位致使天然气通过分液桶排入了排空烟囱。经过进一步的调查确认总共有一百万磅的天然气在六个月的时间内以稳定的速率释放了。这不是一个可报告的过程安全事件，因为释放的速率（大约每小时100 千克）不是“急性”的，（例如：对于易燃蒸气没有超过一小时内 500 kg的限量）。

注：这样规模的泄漏根据环境法规可能是可报告的事件。

20. 操作工发现有大约10桶的芳香烃溶剂（如苯、甲苯）在工艺换热器附件泄漏出来，而上一次两小时之前的巡检中没有发现这一情况。由于不能决定确定的泄漏时间，最好的判断应是来确定是否超过了泄漏速率的限值（宁愿保守地认为是过程安全事件而不是排除）。这样的事件是过程安全事件（PSI），因为涉及的溶剂是第二包装组别的材料，估计的泄漏是周期是小于1小时，泄漏量超过了7桶限量。

下游破坏装置（如火炬、涤气器、焚化炉、骤冷桶）

21. 火炬系统顶端的点火装置熄火导致系统工作不正常。此时工艺过程超压使蒸气排放到火炬。通过压力泄放装置的蒸气量超过了限值，导致在装置区形成了易燃混合物。由于安全阀释放量超过了限值形成了不安全的泄放，这一事件应分级为过程安全事件。
22. 100桶石脑油液体意外的从泄压系统排放到了火炬系统。火炬的分液桶包容了大部分的释放量；然而，还是有少量的石脑油从火炬释放中如雨点般降落。这是一个PSI（过程安全事件），因为从压力释放系统排放到下游破坏装置的量超过了限值，而且导致了四种列出的后果中的一种

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

（即，液体夹带）。

23. 压力泄放系统的释放是通往洗涤塔的，虽然释放量小于限值，但流量超过了洗涤塔的设计能力，导致人员对有毒气体的暴露，而造成损工伤害。这是过程安全事件，因为释放导致损工伤害事件。实际造成的危害超过了压力释放系统的规则。
24. 丙烷罐超压，通过压力泄放系统排放到火炬系统。因为火炬的点火系统没有正常工作，所以蒸气没有燃烧。这一事件发生在45分钟内。估计丙烷气体的释放为1300磅，消散在装置区和所有操作平台上部的空气中。虽然释放量超过限值，但此事件不是PSI（过程安全事件），因为释放是通过下游破坏系统排放的，没有任何造成列明的后果。
25. 过程波动造成压力泄放装置释放燃料气体到设施的火炬系统。火炬正常工作，把泄压系统来的蒸气燃烧处理了。这不是PSI（过程安全事件），因为压力泄放系统的释放按设计到达下游破坏装置（即没有造成四种列明的后果）。

安全减压装置 / 系统

26. 装置生产波动，安全阀释放到排气口，此排放口是根据美国石油协会标准521设计的，气体排放到大气中但并没有有害的结果。这不是一个可报告的过程安全事件，因为安全阀、高压爆破片和类似的安全装置，如果是根据美国石油协会标准521或者等同标准恰当设计的，其释放到大气中的蒸气与气体是不需要计算在内的，只要释放没有造成液体夹带，释放到不安全的地点，造成厂内就地避险，或公众的保护措施（如封路），且释放量没有超过报告限值。
27. 最近的PHA（工艺安全分析）确认一个氯气容器的压力泄放装置（PRD）的尺寸偏小。在工艺输送时发生容器超压。在25分钟内，60磅的氯气（TIH B类材料）通过此泄压装置释放到一个安全的地点。不论PHA的结论，此事件不应该是第一级或第二级的PSE（过程安全事件），只要此释放没有造成液体夹带、厂内就地避险、公众保护措施或其它释放到不安全地点的状况。
28. 有一个生产单元波动，泄压阀无法打开，导致设备压力过大，可燃气体从一个法兰“急性”释放出来。释放量大于500公斤（在1小时内）以上。这是一个可报告的PSI（过程安全事件）。法兰的泄漏是不能作为过程安全事件报告中的例外。

毒性气体，蒸气或者气雾剂

29. 高压盐酸的管线发生了泄漏，导致1900磅的盐酸泄漏。闪蒸计算表明有超过220磅的氯化氢以气体的形式释放出来。1900 磅盐酸的释放本不是可报告的过程安全事件，因为此液体属于第二包装组腐蚀性液体报告限值是2200磅。然而，由于液体闪蒸或者作为气雾剂喷溅出来，产生了超过220磅的氯化氢气体，这一事件就是可报告的过程安全事件，因为在一小时内，属于有毒可吸入物质危害区C区的材料释放出来超过100 千克（220 磅）的限值。
30. 含有二氧化碳和10,000vppm（1%体积比）硫化氢的管道发生了泄漏，有7000千克（15,400磅）的气体在很短的时间内（例如，不到一小时）释放了出来。计算结果表明，约有55千克（120磅）的硫化氢释放。该释放是一个可报告的过程安全事件，因为有毒材料（硫化氢）的释放量超过吸

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

入有毒危险区B区化学品25千克（55磅）的限值。

31. 同上述例子，不同的是在管道中的硫化氢浓度是50vppm，而不是10,000 vppm。这个事件仍然是可报告的PSI(过程安全事件)，因为二氧化碳的释放超过限值2,000 千克（4400 磅）。

损工事件

损工伤害（或死亡），如果是因为材料的封闭性丧失，与材料封闭性丧失直接相关的疏散，或是由应对而造成，则此损工事件应作为PSI（过程安全事件）报告。

32. 正在行走的操作员滑倒在地面上，造成损工伤害。滑倒是由于天气条件，“慢性”的油腻地板和较滑的鞋子。这不是可报告的PSI（过程安全事件）。个人安全“滑倒/绊倒/跌倒”事件，如果不是由于封闭性丧失，与材料封闭性丧失直接相关的疏散，或是由应对而造成，那么就不是可报告的。
33. 与上面的例子相同，不同之处在于这个操作员在应对一个少量的易燃液体泄漏（例如，在1小时内小于1000 千克）。这是一个可报告的PSI（过程安全事件），因为这个操作员是在应对封闭性丧失事件。如果初级封闭性丧失发生在企业的地产范围内并且导致了损工事件或者死亡事件，是需要作为过程安全事件报告的。对于死亡事件与损工事件，不需要考虑材料的报告限值。
34. 与上面的例子相同，不同之处在于这个操作员在事件完结几小时后滑倒。这个事件就是不可报告的过程安全事件。在报告例外中用到的术语“疏散”与“应对”是指封闭性丧失事件和相关的进行中的应急响应活动。事后发生的滑倒/绊倒/跌倒(例如“事后”的清理和补救)是被排除在过程安全事件报告外的。
35. 在附近设备化学品泄漏事件的疏散过程中，架子工从脚手架梯子上跌落后，造成损工伤害。这是一个可报告的PSI（过程安全事件）。
36. 操作员路过设计不当的蒸汽疏水阀。蒸汽疏水阀释放蒸汽，烫伤了操作员的脚踝，导致损工伤害。这是一个可报告的PSI（过程安全事件），因为尽管封闭性丧失事件泄漏的是蒸汽（而不是碳氢化合物或者是化学品），物质的物理状态导致它会造损工伤害。无毒和不燃的材料是不包括在报告限值中的，但对它们是要考虑其它后果条款的。
37. 根据计划对一个封闭的区域进行氮气吹扫。承包商忽视了安全控制进入封闭区域导致死亡。这是一个可报告的死亡事件，但不是一个可报告的PSI（过程安全事件），因为没有发生非计划的和非受控的封闭性丧失。

注：按安全法规，是可报告的死亡事件，可能也会记载在公司的伤害和疾病记录里。

38. 与上面的例子相同，不同的是氮气无意地泄漏到了封闭区域。这是一个可报告的过程安全事件(也是一个死亡事件)，因为这一个死亡事件是与封闭性丧失事件相关的。
39. 一名操作员在应对硫化氢报警的时候昏倒，导致损工伤害。如果报警是由真正的计划外的、非受

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

控的硫化氢泄漏，这一个事件是可报告的PSI(过程安全事件)。如果报警时一个误报警，这一事件不是一个过程安全事件因为并没有真正的化学品释放发生。

管道

40. 一根地下管道泄漏，释放了1000桶柴油（可燃材料），泄漏持续三天（13.9桶/小时）。泄漏导致土壤污染并需要事后的整治。这不是一个可报告的PSI(过程安全事件)，因为没有安全后果，而且释放量没有达到“急性”释放的限值14桶或更大。
41. 一根管道泄露，在1小时内在地面上释放了2000磅的易燃蒸气。然而释放发生在厂内较远的区域。这个释放事件是可报告的PSI（过程安全事件），因为“偏远”不是考虑的因素，而且释放量超过限值。
42. A公司拥有并操作和维护一根受DOT（美国运输部）监管的管道，这根管道穿越B公司的地界。在一小时内，此管道泄漏释放了1500磅易燃气体，导致火灾，造成对A公司超过25000美元的损失。这一事件对B公司来说不是一个可报告的PSI（过程安全事件），因为B公司并不拥有、操作和维护此管道。对A公司来说，这是一个运输安全事件。

与初级封闭性丧失无关的火灾或者能量释放

作为一般规则，只有因为初级封闭性丧失或释放一种化学物质的数量超过报告限值，才把所造成的火灾或能量释放报告作为过程安全事件。例子包括：

43. 电气火灾影响了工艺过程的操作，导致了4000磅的甲苯释放。这一事件是可报告的PSI（过程安全事件），因为化学品泄漏量超过了甲苯2200磅的报告限值。
44. 电气火灾、断电、或任何其它的公用工程中断导致工厂停工，并可能引起超过25000美元以上的设备损坏（例如，由于不充分的停车导致的反应器或者设备的损坏）但是并没有造成一个初级封闭性丧失事件引起列明的后果，这一个事件不是可报告的PSI（过程安全事件）。一个可报告的PSI必须是初级封闭性丧失。
45. 轴承着火、润滑油系统火灾、电机故障或类似的火灾，引起设备损坏（大于25000美元），但没有造成封闭性丧失引起任何一种列明的后果不需要作为可报告的PSI（过程安全事件），因为没有化学品泄漏超过限量，也没有伤害发生。
46. 在例子 #44 或者 #45中，如果有伤害或者化学品泄漏超过限值，这些事件就是可报告的PSI（过程安全事件）。
47. 容器的内部爆燃导致设备损坏>25000美元，但是没有造成封闭性丧失。这一个事件是一个需要调查的严重事件。但因为并没有初级封闭性丧失，所以它不符合PSI（过程安全事件）的定义。
48. 化学品的储罐上的排气口发生堵塞，储罐的泵输送导致储罐抽真空而抽瘪，设备损失大于25000美元。因为没有初级封闭性丧失，这一事件不是可报告的PSI（过程安全事件）。

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

49. 如果在例子 #48中，如果储罐的焊缝失效导致化学品的泄漏超过此材料的报告限值，这就是可报告的PSI（过程安全事件），即使及时化学品已经被二次容器包容了。
50. 放在高压蒸气管道边上的脚手架的板子开始燃烧，但很快火被扑灭，没有造成进一步的损失。调查发现，有些油污污染了这块板子，但是周围没有漏油的迹象。这不是可报告的PSI（过程安全事件），因为没有计划外或非受控的初级封闭性丧失。

海运船只

51. 一家海运企业在船上发生了“急性”可燃物质的泄漏，泄漏量超过了14桶。这个事件不是可报告的PSI（过程安全事件），因为海运事件是被作为特别例外的，除非出于原料或者产品运输的目的，管道与炼油厂、石油化工厂或者化工生产设备相连。
52. 第三方驳船由拖船推向码头，结果撞到了公司码头。驳船舱破裂，50桶柴油泄漏到了水中。这个事件不是可报告的PSI（过程安全事件），因为船只没有和工艺过程相连接来进行原料或产品的输送。

卡车与铁路运输

53. 一家企业的铁路货车脱轨了，造成运输过程中7桶汽油发生泄漏。这一事件不是可报告的PSI（过程安全事件），因为此列车并没有和工艺过程相连接从事原料或产品的输送，或作为厂内储存设施。
54. 一辆第三方的卡车/拖车在厂内翻车，导致“急性”大于7桶的汽油泄漏。这一事件不是可报告的PSI（过程安全事件），因为卡车不再连接到装卸设施。然而，建议企业也要有运输事件的指标，可以把这个事件记录下来。
55. 合同卡车搬运工在卸载烧碱时，发生软管脱离，产生空气中的气雾和/或2500千克的液体烧碱泄漏。这一事件是可报告的PSI（过程安全事件），因为超出了烧碱的报告限值1000公斤，事件发生前卡车还在与装卸设备连接着。
56. 两个液氯的铁路罐车到达工厂。一辆车与工艺过程连接，另一辆车停留在卸货区域但没有和工艺相连。在卸料区但没有和卸料站相连时，第二辆车发生了泄漏，一小时内有6磅液氯释放。这不是一个可报告的PSI（过程安全事件），因为此时罐车没有和过程相连或作为现场储存设施。不把停留在现场等待卸料作为现场储存。

办公楼

57. 在主办公大楼发生了锅炉火灾，直接的经济损失达到了75000美元。这一事件不是可报告的PSI（过程安全事件），因为办公大楼是被作为特别例外的。

人-机交互界面事件

58. 一家聚合物工厂里，一名操作技术员在后处理设备附近工作时受伤了。伤害是由于有关机械的，

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

设备人机交互界面而引起的。这一事件不是可报告的PSI（过程安全事件），因为没有计划外或非受控的封闭式丧失发生。

严重性打分

59. 高压盐酸生产线发生泄漏，导致4000磅的盐酸泄漏。闪蒸计算表明，应有大于500磅氯化氢气体释放出来。工厂的三名员工受到呼吸性损伤，导致住院多日。应急响应人员目击有毒气雾延伸到相邻的工厂，但没有任何证据表明，有害有毒浓度超出工厂厂界。然而，进行了预防性的就地避险并且关闭相邻的州际公路2小时，造成广泛的本地媒体报道和简短的国家级媒体报道。这一事件显然是可报告的PSI（过程安全事件），因为盐酸与氯化氢气体的释放已经超过了化学品释放报告限值。此外，对员工的伤害超过对健康的影响的报告限值。由于多个损工伤害，安全/人类健康的严重级别为“2”（严重性分数为9）；由于设备损坏或清理成本不超过25000美元，火灾/爆炸的严重级别为“N/A”（严重性分数为0）；因为化学品释放延伸到了装置之外，但仍然控制在公司地界范围之内，潜在化学品影响的严重性级别是“3”（严重性分数为3）；由于就地避险与媒体曝光，社区/环境影响的严重性级别是“2”（严重性分数为9）。四个类别中最大的一个严重级别为“2”，因此，整个事件可以被归类为严重程度级别“2”的PSI（过程安全事件）。在计算过程安全事件严重率（PSISR）时，严重分数将是21分（9 +0+3+9=21）。
60. 压缩机法兰失效导致10,000磅乙烯（易燃蒸气）的释放，易燃蒸气云聚集在压缩机的建筑物内和相邻的管架（即一个潜在的爆炸现场）但幸运的是没有点燃。作为一项预防措施，厂房及周围工厂的人员被疏散。但没有人员伤亡或实质性损害发生。也没有厂外影响。这一事件是可报告的PSI（过程安全事件），因为乙烯蒸气的泄漏超过了1100磅的可燃气体的化学释放报告限值。由于这一事件的这些影响没有超过严重程度级别为“4”这一类阈值，安全/人类健康，火灾/爆炸，社区/环境的严重性级别均为“N/A”（严重性点数为0）；由于易燃蒸气释放导致蒸气云进入建筑物或潜在的爆炸现场（拥塞/密闭区），一旦被点燃，具有损坏或人员伤亡的潜力潜在化学影响的严重性级别是“2”（严重性分数为9）。四个类别中最大的一个严重级别为“2”，因此，整个事件可以被归类为严重程度级别“2”的过程安全事件。在计算安全事件严重率（PSISR）时，严重性分数将是9分（0 +0+0+9=9）。
61. 压缩机法兰失效造成10,000磅乙烯（易燃蒸气）的释放发生，易燃蒸气云聚集在压缩机的建筑物内和相邻的管架，并被点燃。由此产生的蒸气云爆炸造成损害或其它直接成本30MM美元，3名员工严重受伤（即伤害程度符合“损工伤害”的定义），地区性媒体持续几天加以关注。由于多个工时损失事件，本次事件的安全性/人类健康的严重级别达到为严重程度级别为“2”的类别（严重性分数为9）。结果证明易燃化学品释放导致蒸气云雾进入一个潜在的爆炸现场（拥塞/密闭区），火灾/爆炸的严重性级别将被归类在严重性等级为“1”（严重性分数为27），潜在的化学影响的严重性级别是“2”（严重性分数为9）。由于媒体报道，社会/环境的严重级别符合为严重等级为“2”的分类（严重性分数为9）。四个类别中最大的一个严重级别为“1”，因此，整个事件可以被归类为严重程度级别“1”的过程安全事件。在计算安全事件严重率（PSISR）时，严重性分数将是54分（9 +27+9+9=54）。可能有企业会争论，潜在的化学品影响的严重性级别应该是“N / A”（0分），因为大部分燃料在爆炸中被消耗。然而，有潜在的可能，并不是所有燃料都被消耗了，而且，在稍有不同的环境条件下，事件的情况可能会更严重，所有，潜在化学影响严重性级别为“2”（严重性分数为9）是适当的。

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

混合物

62. 一家化学品制造商有超过10,000磅的产品泄漏，此产品是由多种材料混合而成的。这种材料在市场上以特定的产品进行销售（如，导热液、制动液等）。由于这种物质按此配方运输，此前该公司已经根据所有联合国危险货物的定义（或美国交通运输部的规定）评估了混合物，并将该混合物定义为类别为“第三包装组”材料。由于泄漏超过2000千克（4400磅）的第三包装组材料的报告限值，这种泄漏是一个可报告的PSI（过程安全事件报告）。
63. 在一家特种化学品厂，管道接头失效造成一小时内4000磅的混合物泄漏，其中有30%甲醛，45%甲醇，25%水。该混合物还没有被联合国危险货物/美国DOT协议划入某一类别。因此，通过计算每个单独的组分相对于该化学品的报告限值。作为纯组分报告，甲醛，甲醇的报告限值分别是4400磅，2200磅

组分	%wt(重量百分比)(1b)	释放量, (1b)	报告限值	%限值百分比
甲醛	30%	1200	4400	27.3%
甲醇	45%	1800	2200	81.8%
水	25%	1000	不适用	0%

共计：109.1%

释放是第一级的PSE（过程安全事件），因为虽然单个的泄漏限值都没有超过报告限值，但是累计的百分比超过了100%。

注：这是一种可选的快捷途径，会给出多少更为保守结果。更精确的方法是使用DOT 49 CFR173.2a[注14]，或是联合国危险品运输建议的第二章里的规则。

真空车操作

64 在临近区域收集结束后，真空车停在废水装置区等待操作员批准排放。在等待时，真空车故障，导致工艺材料排放到大气中。这不是可报告的PSI（过程安全事件）。因为，真空泵车的操作，除了抽料，排放或使用车的泵的时候，是排除在（报告）外的。

65. 真空车的排气口配有活性炭滤罐，在抽取泄漏的碳氢化合物时，碳滤罐着火，火情加重导致造成对真空车超过45000美元的损失。这一事件是可报告的PSI（过程安全事件），因为原有的碳氢化合物的泄漏是主要的封闭性丧失，对此泄漏的处理导致火灾在损失超过25000美元。

直接损失

66. 泵的机械密封失效导致封闭性丧失而着火。火灾很快被扑灭，没有造成人员伤害。然而，因为火灾，一些损坏了的仪表需要维修，一些保温需要更换。修理、更换、清洁和应急响应的总费用是20000美元。此事件不是可报告的PSI（过程安全事件）。需要指出的是，更换机械密封的费

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

用并不包括在直接费用计算中 — 只有因为火灾损坏了的设备的修理和更换才计入，而不是计算导致火灾的设备的维修费用。

官方宣布的疏散或就地避险

67. 有少量气味很浓重的材料由列管泄漏进入冷却塔。此材料由冷却塔扩散到大气中。虽然官员认为不需要进行就地避险，但一小学老师决定不下课休息，因此，此事件不是可报告的PSI（过程安全事件）。

68. 炼油厂在卸车过程中，发生了小于1磅的氟化氢气体泄漏，区域的分析仪检测到了此泄漏并触发了区域的响应报警。在附近居住的一名下班的警察建议邻居疏散，因为“此报警说明炼油厂出问题了”。这不是一个正式宣布的就地避险，因为此警官是作为市民个人提出预防性措施的建议；因此，这一事件不是PSI（过程安全事件）。

II. 领先指标

本节包含了一些潜在的领先指标。它们可以体现安全管理体系重要方面的“健康”状况。如果经过测量和监控，为领先指标而收集的数据可以显示出这些关键的安全系统的有效性退化的早期迹象。从而可以在封闭性丧失事件发生前，采取的补救行动恢复这些关键屏障的有效性。

已经开发了的安全系统的领先指标有：

- 机械完整性的维护；
- 行动项目的跟踪；
- 变更管理；和
- 过程安全培训和能力（和培训能力评估）。

建议所有公司采纳和实施包括过程安全文化的评估在内的过程安全领先指标。然而，鉴于它下面描述的指标的数量，对每个类别的数据的收集和报告可能是不切实际的。公司宜从中识别那些对其确保设施的安全最重要的部分，并从识别出的那些部分的例子中选择可能存在显著改善机会的、最有意义的领先指标。如适用，也可以定义其它领先指标。

这些过程安全领先指标是基于工作组所代表的组织经验来选择的，包括：

- 与他们的运营中所固有的危害有关的屏障，
- 在他们运营过程中所经历的、与重大事件和高潜在性的未遂事件的关键原因和直接原因相关的屏障，
- 回顾 CCPS 基于风险的过程安全书籍中详细描述指标内容。

自 2008 年 CCPS 指标委员会定稿的指标指南书以来，这些领先指标将继续被修正。欢迎提出对于这些指标的改善建议。

1.0 机械完整性

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

A. (在测量周期内按时完成的装置及设备安全关键检查次数/在测量周期内装置及设备的安全关键项目总检查次数) × 100%

- 这是一个用来衡量过程安全管理体系的有效性的指标，以确保安全关键装置和设备的功能良好。
- 这涉及收集安全关键装置及设备计划的检查完成数据
- 指标的计算涉及：
 - 定义检查活动的测量周期
 - 确定在测量周期内计划的安全关键装置及设备的检查次数
 - 确定在测量周期内完成了的安全关键装置及设备检查次数
- 在上一个测量周期里没有完成的检查项目可以假设为带入下一检查周期

定义:

安全关键装置及设备: 赖以保证安全地包容危险化学品、储存能量并持续安全操作的装置和设备。这通常包括在工厂的预防性维护计划中的那些内容，如：

- 压力容器
- 储罐
- 管道系统
- 泄压和排放设备
- 泵
- 仪表
- 控制系统
- 联锁和紧急停车系统

B. (安全关键装置和设备安经过处于失效状态的工厂开工时间长度/工厂开工的时间长度) × 100%

这个指标用以确定安全管理体系如何有效地确保及时修理过程安全设备的缺陷。

2.0 行动项目跟进

(逾期的过程安全行动项目数/当前过程安全行动项目总数) × 100%。

此指标可以被配置设定为一个综合指标，或几个个别的特定逾期项目，例如：

- (逾期的审核行动项目数/当前审核行动项目总数) × 100%。
- (逾期的 PHA 行动项目数/当前 PHA 行动项目总数) × 100%。
- (逾期的事件调查行动项目数/当前事件调查行动项目总数) × 100%。
- (逾期 PHA 行动项目数/有效的或尚未关闭 PHA 行动项目总数) × 100%

定义:

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

当前：到期日等于或还未到目前日期的行动项目；

逾期：有效或还没有关闭的，而且已经超过其指定完成日期的行动项目。

3.0 变更管理

A. 样本中满足公司变更管理程序所有方面要求的变更项目的百分比。这一个指标评估工厂的变更管理程序程度如何。

- 涉及对完成了的变更管理文件的周期性审核。执行审核的步骤如下：
 - 定义审核的范围：时间范围、频率和营运部门。
 - 决定期望的与有统计意义的样本量。这可以通过检查各种表格，根据变更管理文件的总数来完成。
 - 审查已经完成的变更管理文件，包括如危害评估、更新的过程安全信息（如作业指导书与 P&ID）等备份文件。
 - 指标计算：

$$\text{正确执行的变更比例\%} = \frac{100 \times (\text{正确执行的变更数量})}{(\text{变更的总数目})}$$

B. 执行变更之前，按照工厂变更管理流程进行的变更所占的百分比

- 这一指标衡量部门/工厂 (i) 对需要使用变更管理流程的认知程度，和 (ii) 确实在执行变更之前使用变更管理流程。
- 涉及对部门/工厂执行的变更进行定期的审核，并在执行审核的时候决定哪些变更需要执行变更管理流程：
 - 定义审核的范围：时间范围和营运部门。
 - 根据工厂是如何定义变更（参见下面的定义）的来识别哪些类型的变更的执行可能忽视了工厂的变更管理流程。
 - 识别那些没有通过变更管理流程的变更。这可以通过以下方法来完成：
 - 审查维修工单，
 - 审查资本项目与维修项目的文件，
 - 审查集散控制系统（DCS）程序的变更，和/或
 - 和部门人员访谈。
 - 计算指标：

$$\text{变更中使用 MOC 的百分比} = \frac{100 \times (\text{MOC 的数目})}{(\text{MOC 的数目} + \text{没有使用 MOC 的变更的数目})}$$

其它方法：上述两种变更管理的指标提供了一种方法，公司可以方便地测量他们是否很好地识别了需要用变更管理流程评估的变更，同时又可以测量他们是否很好地对那些识别出来便跟执行的变更管

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

理流程。下面是公司可能需要考虑他们是否想要开发更多复杂的内部变更管理指标的方法。

- 为了改进评估一个公司是否很好地执行了变更管理流程的指标，用一个打分系统来衡量完成的变更是否是如何遵循了变革管理流程，而不是用上面提供的是/不是排序的方法。例如，如果公司确定一个正确的变更管理有 25 个关键因素，但给出的变更管理满足了其中的 20 个因素，那么变更管理得到的分数是 0.8。对多个变更管理案例进行审核，可以产生一个基于审核样本的总体平均分数。还有一个可能更复杂的方法，根据正确实施的变更管理的 25 个因素的关键程度定义相对权重。
- 公司可能希望定义一个指标来测量在规定时间内未关闭的临时变更的数目。临时变更通常是在紧急情况、开工或者试验下进行的。根据公司临时变更管理程序，对某一个特定的变更中的规定时间是程序允许的最长时间。临时变更关闭时，必须把系统恢复到原设计条件，或者通过正常的变更管理流程将其变为永久变更。不及时关闭临时变更会带来风险。
- 如果公司希望有一个指标能测量工厂变更管理程序在识别和解决变更相关的危害方面的有效性。可以考虑一下的方法：

变更后装置在重新调试或开工过程中没有碰到变更相关安全问题的开工次数的百分比。

涉及开工的实时记录，包括在重新调试与开工过程中遇到的安全问题，并要决定哪些问题的根本原因是和变更有关的。

- 对装置或装置部分停车与重新开工相关的完成变更进行定期的审核，执行审核的步骤有：
 - 定义审核的范围：时间范围和营运部门。
 - 确定在实施变更后装置或装置部分开工的数目。
 - 确定在检验后在重新调试或者启动期间遇到与变更有关的问题的开工数目。
 - 计算指标：

在变更后安全开工所占的百分比% = 100 x (在变更后的开工总数- 在重新调试与开工期间与变更有关的问题开工数) / (在变更后的开工的总数)

必须考虑一个复杂因素，即来自于变更的问题可能直到开工后很久才显露出来。

定义：

- **需要变更管理评审的变更：**按工厂程序要求，应该根据变更管理流程来进行的变更。通常这包括：
 - 超过了过程安全信息中定义的限值的设备、设施和操作参数的变更。
 - 过程控制的变化。
 - 引入新化学品。
 - 化学品规格或者供应商的变化。
 - 建筑物位置与人员入驻方式。
 - 组织性问题如人员编制水平与工作安排。

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

- **检查：** 在变更之后，引入化学品与其它危害性的物质之前确认系统的完整性。在检查期间识别和改正潜在危害状况而不会导致事件的发生。
- **重新调试：** 在检查之后与开工之前的阶段，这时候化学品被引入了系统，同时压力温度也可能升高了。在重新调试期间识别出的潜在危害状况会导致安全和/或环境事件。
- **启动：** 重新调试以后的阶段，生产操作已经开始了。在开工时识别出的潜在危害情况会导致安全和/或环境事件。

4.0 过程安全培训与能力

A. 对于过程安全管理关键岗位的培训

(按时完成计划的过程安全管理培训的人数) / (计划的过程安全管理培训的总人数)

定义：

过程安全管理关键岗位： 任何包括关键活动、任务、监督，和/或对预防重大事件和从重大事件后恢复起关键作用的程序中有职责的设施岗位。

计划的过程安全管理培训期： 设计用来增强过程安全关键岗位的人员的知识、技巧和/或能力的具体训练。这些岗位对重大事件的预防与恢复有直接的影响。在报告期间，一个人可能有多个培训期。单一训练可能涉及多人的培训期（例如，多个人参加的一个培训课程）。

B. 培训能力评估

(成功完成计划的过程安全管理培训期第一次通过的人数) / (在某时间段内完成计划中的考核的过程安全管理期的总数)

定义：

成功完成： 在考试或能力评估中获得通过的分数，不需要再重复/重新参加培训、考试、能力评估或其任何部分。

完成评估的培训期： 要求通过考试或者能力评估来展示知识或者技能计划的过程安全管理培训期。

C. 未能遵循操作/安全工作惯例

(观察到的安全关键任务中所有没有得到遵守的相关安全作业程序的步骤的数目 / 观察到的安全关键任务的总数) x 100 %

通过对有相关安全作业程序的安全关键任务的工作现场观察和是否所有相关步骤得到了遵守来确定。

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

5.0 安全文化

评价化工过程组织的安全文化有效性的方法将采纳用来确认英国石油公司美国炼油厂的安全文化是否充分的像贝克委员会报告附录 G 那样并在该报告通篇讨论的文化调查。

化学品与下游的石油加工行业应该考虑使用这个或者类似的调查。如果用安全文化调查，则应该以这样的方式来进行——结果都是匿名的，无法识别参与调查的人员，从而不会对参与调查的人员有负面的看法或者影响他们率直的程度。

因为还有许多其它的因素会影响文化调查的结果，所以不应将文化调查结果在组织之间进行比较。但这样的比较有利于确定组织内部随着时间的推移的变化。

6.0 操作和维护程序

A. 程序是更新和准确的

$(\text{每年评审更新的操作/维护程序的数目} / \text{在测量期间需要评审更新的操作和维护程序的总数}) \times 100\%$

此指标测量了评审和更新周期的进展。向下的趋势会表面需要更多的关注或资源来维护程序。

B. 程序清楚、明确、并包括需要的内容

$(\text{修订了内容的操作及维护程序} / \text{所有操作及维护程序的总数}) \times 100\%$

此指标测量了创建清楚、明确和有效的操作维护程序的进展。

需要制订一个程序标准检查表处理一下内容：

- 文件控制
- 操作步骤明确并有恰当的顺序
- 注意项、警告项和注释
- 安全操作限值、偏离操作限值的后果和为维持操作条件在限值内所需要采取的行动步骤；
- 操作的限制条件
- 使用的检查表（适用时）

C. 对程序的信心

$(\text{认为程序是更新的、准确和有效的操作和维护员工的人数} / \text{程序所影响的所有操作维护人员的人数}) \times 100\%$

操作或维护员工意见调查结果可以提供程序的准确性和有效性发生变化的早期迹象。调查可以识别对更新程序所需要的时间、准确性和用户友好性的顾虑。

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

7.0 疲劳风险管理

A. 疲劳风险教育

(受影响的员工参加了疲劳原因、风险及潜在后果教育的人数 / 所有受影响的员工总人数) x 100%.

这样的教育应该使所有受影响的员工熟悉睡眠基本科学原理、睡眠紊乱、警觉、生理节奏和疲劳生理学，从而他们能做出帮助他们减少他们本人、同事及他们管理或监督的人员的疲劳风险的可靠判断。这样的教育也可以提供用来提高家庭成员帮助受影响的员工保持警惕、安全和健康的意识的信息。

B. 加班百分比 (中位数、平均、前 10%)

每人 (加班的工时数/在测量期间的标准工时数) x 100% .

C. 延长班次的数目

在测量期间每人延长班次的次数

延长班次是分配给一名员工超出正常安排班次并延长到其它班次的工作时间。长班次包括留下参加培训、安全会议和类似的情况。这不包括正常交接班的时间。

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

III. 未遂事件的报告和其它的滞后指标

CCPS 委员会推荐所有的公司实施未遂事件报告指标。因为未遂事件是一个真实的事件或发现的潜在的不安全情形，这一指标可以定义为“滞后”指标。这样的事件如果大量发生或者有增加的趋势，可以被认为是高度潜在更严重事件发生的指示。所以许多公司使用未遂事件指标作为“领先”指标代替物。许多公司已经发现，至少在执行未遂事件报告的头几个月，报告的未遂事件呈现上升趋势，这是企业安全文化与过程安全意识提高的积极信号。因此，非常有可能严重事件的数目与次数会随着未遂事件报告的增多而下降。

重要的是，所有的公司实施了某种类型的未遂事件报告系统。在执行一个新系统的时候，应该考虑如下所述的指标与定义（协调了对本项目有贡献的公司使用的定义而制定的）。如果公司已经有一个有效的未遂事件报告系统，包括或者与下面的定义一致，那就没有理由来取代现有的系统。

建议所有的企业有一个内部指标来报告所有的 LOPC（初级封闭性丧失）事件与意外的火灾/火焰。这应包括除了业界滞后指标以外的所有泄压装置释放。为了制定业界范围内过程安全滞后指标的目的，已经制订了应该作为指标的一部分报告的事件的限值。公司应有额外的指标，或者在他们的整个未遂事件指标范围内包括任何额外的 PSI（过程安全事件）或 PSE（第二级过程安全事件）限值以下、不需要在行业范围内作为滞后指标中记录的 LOPC（初级封闭性丧失）事件与意外的火灾/火焰。这些事件的记录与调查会有许多重要的学习价值。

一个“未遂事件”有三个基本要素。当在工业领域有不同的词汇用来描述未遂事件的定义，绝大多数都含有三个要素：

- 一个事件的发生，或发现潜在的不安全情况；
- 事件或不安全的状况有合理的恶化潜力，与
- 潜在的恶化将导致的不利影响。

出于讨论的目的，使用以下未遂事件的定义。

未遂事件: 一个不希望发生的事件，在稍有不同的环境中会导致人类的伤害、财产的损失、或者设备、环境或过程的损失。

这一未遂事件的定义可以用在环境健康安全计划的任何一个方面，例如可以用来报告环境、人员安全或者过程安全未遂事件。

过程安全未遂事件的定义

为了在未遂事件报告计划中特别关注过程安全，许多企业也制订了过程安全未遂事件的定义。再一次说明，出于讨论的目的，使用以下的过程安全未遂事件的定义。

过程安全未遂事件：

- 任何显著的有害物质的释放但并没有达到可以认定为“过程安全事件”的滞后指标的限量，或者

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

- 一个对于安全系统的挑战，其中：
对于安全系统的挑战可以被分成以下类别：
 - 对安全系统的要求（压力泄放装置、安全仪表系统、机械停车系统）
 - 初级容器检查或测试超过限值
 - 工艺流程的偏离或偏移。

过程安全未遂事件的例子

安全系统要求的未遂事件可能会归类于在给予真实要求时形成安全系统要求成功或者形成安全系统要求失败。

例子包括：

- 爆破片爆破、通向火炬或大气释放的压力控制阀打开，或者当压力达到预先设定的触发点时压力安全阀起跳。
- 爆破片未能爆破、通向火炬或向大气释放的压力控制阀没有打开，或者压力达到或超过预先设定的触发点时压力安全阀未起跳。
- 在测到“超出可接受的范围”的过程变量的时激活安全仪表系统。
 - 聚乙烯反应器的高压联锁触发，停止反应/关闭进料
 - 进口分液桶的高位联锁发生，压缩机停机
- 任何时间，在对系统有要求时，安全仪表系统没有能够按照设计进行操作（如，无法满足要求）。
- 由有效的信号要求机械停车系统动作的次数，不论此装置是否真正响应。

只是为设备防护而设计的，与封闭性丧失保护无关的机械停车系统不应该包括在过程安全未遂事件报告统计中。

涉及初级容器系统检测和测试超过可接受限值的未遂事件：

检查和测试结果表明初级容器设备的操作超出了可接受限值。这些结果通常会引发如同类型替换、修理来恢复适用性、用其它材料替代、增加检查或测试或对设备降级使用的行动。例子如下：

- 检查或测试结果表明，基于壁厚检查测量，容器、常压储罐、管线或机械设备之前的操作压力和等级超过了限值。
不管有多少个发现了壁厚低于限值的测试次数，每一个压力容器或常压储罐记录为一次未遂事件。
只要是同一管道、使用同样的材料并用于同样的过程，不论有多少个发现壁厚低于限值的测试次数，一个管道回路记录为一次未遂事件。

未遂事件涉及工艺流程的偏离或者偏移包括：

- 参数偏移，例如压力、温度、流量处于操作窗口外但是在过程安全限值内。
- 过程参数偏移，超出预先确定的关键控制点或达到需要紧急停车或干预的值。

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

- 在设备的设计参数范围以外的操作。
- 不常见的或意外的失控反应，不论是否在设计参数的范围内。

管理体系不足/问题相关的未遂事件：

应该抓住并理解这些观察到的，它们是改善设施的过程安全管理体系的机会。

在测试时发现安全管理体系不足

- 泄压设备在测试台上整定压力测试失败
- 联锁测试失败
- 不间断电源系统故障
- 例行检查/测试过程中发现火灾、气体或有毒气体探测器有缺陷
- 因应急涤气器的水气倒流回在紧急排放总管，在检查时发现总管被铁屑完全堵住了
- 因聚四氟乙烯冷变形卡住了阀门，在测试紧急停车系统的过程中发现一个内衬聚四氟乙烯的紧急关闭阀卡在打开状态

- 在检查呼吸阀的时候，发现排放口被冷凝冻结的过程材料堵住了

在取消的安全系统发现

- 在联锁处于旁路状态下的过程波动，
- 没有按照取消程序取消关键仪器/设备的设计功能
- 保持旁路并留出截止阀的位置

“遗漏/调试的错误”

- 未能从关键的管道中拆除盲板，或没有以正确的顺序引入正确的批次原料
- 在更换爆破片时，发现爆破片还带着运输保护罩
- 过程控制工程师不小心把错误的组态下载到过程单元的 DCS

意外的/非计划设备的情况

- 发现由于损坏或过早/意外功能衰退造成设备处于“意外”情况
- 在蒸汽系统使用了错误的连接
- 设备故障，例如热交换器管程失效导致流体混合和/或污染

密封容器的物理损害

- 掉落的负荷/坠落的物体落入过程设备范围内
- 卡车后退撞向井口
- 雪犁刮到气体管线

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

未遂事件报告的价值最大化

未遂事件报告为设施改进过程安全管理体系提供了宝贵数据。以下流程可以把过程安全未遂事件管理计划的好处最大化

- 使用过程安全滞后指标、过程安全未遂事件指标和管理体系领先指标，打造一个工艺过程安全业绩金字塔。
- 在评估过程安全未遂事件的时候，考虑潜在的不利影响。应使用潜在的情况以及事件的实际后果来确定对于一个未遂事件的响应（如调查、分析和跟进）水平。
- 为了推动系统从未遂事件以及实际事件中不断改进，将未遂事件的数据与有缺陷的管理系统相联系。
- 珍视对未遂事件的报告。考虑如同奖励经营收入业绩一样，对未遂事件报告进行奖励/认可。

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

附录A: 关于联合国危险物品分类与化学品清单

完整的化学品清单与本指标定义的报告限值都会张贴在 CCPS 网站:

<http://www.aiche.org/ccps/resources/metricsproject>

关于联合国危险物品分类与化学品清单的补充信息可以在以下网站找到:

UNECE 网站:

<http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2007/07ContentsE.html>

PDF 版本的包含 UN 号码的危险物品清单:

http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2007/English/03-2%20E_tabA.pdf

按照字母顺序的交叉应用:

http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2007/English/03-3%20E_alphablist.pdf

联合国或美国交通运输部的定义

联合国危险材料标准

易燃液体

包装组	闪点 (闭杯法)	初始沸点
I	-	≤35°C (≤95°F)
II	<23°C (<73°F)	>35°C (>95°F)
III	≥23°C ≤60°C (≥73°F ≤140°F)	>35°C (>95°F)

有毒液体

根据美国交通运输部的规定, TIH 危害区 A, B, C 与 D (注:联合国危险物品定义中并没有包含这些定义,但是下面的内容有与联合国 GHS 定义相一致)。

危害区	呼吸吸入毒性
A	LC ₅₀ 低于或等于 200 ppm.
B	LC ₅₀ 大于 200 ppm 同时小于等于 1000 ppm.

有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

C	LC ₅₀ 大于 1000 ppm 同时小于等于 3000 ppm.
D	LC ₅₀ 大于 3000 ppm 同时小于等于 5000 ppm

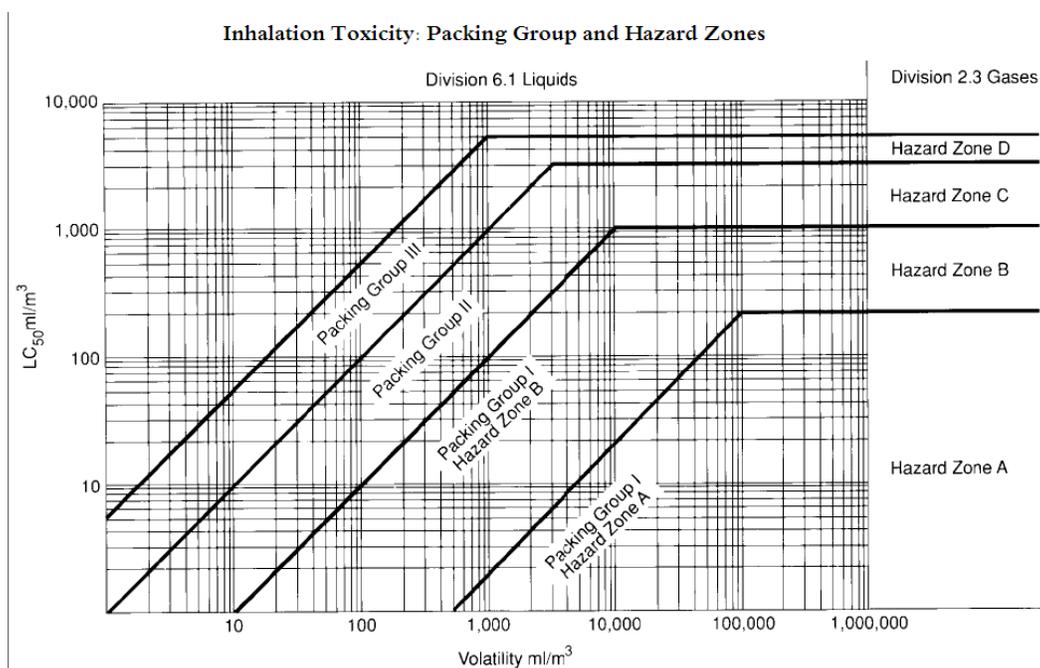
有毒液体

包装组	口服毒性 LD50(mg/kg)	皮肤吸收毒性 LD50	
I	≤5.0	≤50	≤0.2
II	>5.0 且 ≤50	>50 且 ≤200	>0.2 且 ≤2.0
III	>50 且 ≤300	>200 且 ≤1000	>2.0 且 ≤4.0

对于液体包装组和危害区的划分，基于其蒸汽的吸入量，应按下表分级

包装组	蒸气浓度与毒性
I (危害区 A)	$V \geq 500 LC_{50}$ 且 $LC_{50} \leq 200 \text{ mL/M}^3$.
I (危害区 B)	$V \geq 10 LC_{50}$; $LC_{50} \leq 1000 \text{ mL/m}^3$; 且未达到包装组 I, 危害区 A 的标准。
II	$V \geq LC_{50}$; $LC_{50} \leq 3000 \text{ mL/m}^3$; 且未达到包装组 I 的标准。
III	$V \geq .2 LC_{50}$; $LC_{50} \leq 5000 \text{ mL/m}^3$; 且未达到包装组 I 和包装组 II 的标准。

注 1: V 是物质在 20℃ 与标准大气压时，在空气中的饱和蒸汽浓度，单位是 mL/m^3 。



有关 CCPS 或者这些指标的更多信息

请访问 www.ccpsonline.org

附录B: 关于联合国危险物品清单与例外条款的补充说明

CCPS委员会与数个石油化工行业协会和过程安全联合会的代表们一起选择了用联合国危险物品标准把化学品区分到几个限量类别，因为这种方法是：

全面的、与新的全球化学品统一分类与标识系统(GHS)相一致，从而在考虑毒性、易燃性与挥发性的时候可以极好地将数百种化学品纳入几个组别并与认知的风险有很好的一致。

然而，联合国危险物品清单确实包含一些物质属于下列情况的某一种：

- 从石油化工过程安全观点来看没有普遍关注（例如，棉花）；
- 被描述成带有“没有特别指出”（n. o. s.）标识的普通类别，需要进一步评估来分类的特定化学品（例如“胺、液体、腐蚀性、 n. o. s. ” 或者是“碳氢化合物、液体、 n. o. s. ”）；或者
- 可能包含有某一个特定的物理性能状态的化学品（例如“氮气、压缩的”或者“氮气、低温液体”），对于那些没有在联合国危险物品清单上列出的有较小危害状态的化学品会引起混淆。
[注：一个急性的意外的“压缩的”或者“低温的”氮气、氩气或者是氦气的释放如果释放量超过了限值 2000 千克（4400 磅）会被作为过程安全事件来处理。但是上述这些化学品计划的、控制的、低速和安全释放这些化学品（例如用氮气来吹扫）不是可报告的。

此外，还有许多低危害材料被排除在外（如固体聚乙烯颗粒）；因此，根据本指标不是规定要报告的。对于使用者而言，这些化学品是被有意排除了还是已经被上面描述的通用类别覆盖了可能不是显而易见的。

总体而言，由于考虑联合国危险物品清单而导致的，在CCPS滞后指标中扩充的化学品清单的好处在重要性或者价值方面已经超过了在初始培训或解释这些定义的过程中潜在的复杂性。然而，有可能最初对联合国危险物品清单中列出的某些特定的化学品有需要解释或例外情况。为保持公司或行业协会之间报告的一致性和过程安全滞后指标的有效报告，建议对需要任何解释或例外情况的内容继续进行行业协会之间的沟通和协作。如果行业协会互相同意从指标中排除特定化学品，或使用其它实施指引，应该鼓励他们就他们的决定与CCPS沟通。CCPS可以收集这些经协定的例外情况并将它们发布到提供指标文件的网站。