



HEAD RUSH TECHNOLOGIES 白皮书

紧急制动装置

| 2017 年 1 月

目录

什么是紧急止动装置？	4
以 ASTM 为依据的 EAD	4
以 ACCT 为依据的 EAD	4
什么是必需的紧急止动装置？	5
根据 ASTM 需要采用 EAD 的场合	5
根据 ACCT 需要采用 EAD 的场合	5
根据 HRT 需要采用 EAD 的场合	5
我的高空滑索是否需要紧急止动装置？	6
以 ASTM 为依据	6
以 ACCT 为依据	6
必要的工具	6
测量到达速度的步骤	6
何时不需要紧急止动装置？	7
以 ASTM 为依据	7
以 ACCT 为依据	8
紧急止动装置示例	8
弹簧包	8
弹簧包的优点	9
弹簧包的缺点	9
zipSTOP/zipSTOP IR	9
示例 1	9
示例 2	10
zipSTOP/zipSTOP IR 的优点	10
zipSTOP/zipSTOP IR 的缺点	10
非紧急止动装置的制动系统	10
单个 zipSTOP 或 zipSTOP IR	11
不适当的弹簧包	11
手制动	11
普鲁士结	11

轮胎.....	12
终端处的缓冲垫.....	12
结论.....	12

什么是紧急制动装置？

挑程技会（ACCT）和美国会和材料学会（ASTM）提出的准均适用于高空滑索和制系。紧急制动装置（EAD）的作用如其名称所示 - 如果基本制没有按作用，装置可阻止手移，以防止其受甚至死亡。

各个准紧急制动装置有着不同的定：

- Head Rush Technologies 将紧急制动和故障安全制动系统称为 EAD。
- ACCT 将 EAD 称为紧急制动。
- ASTM 则称之为故障安全制动系统，并且没有使用短语 EAD 或紧急制动。

以 ASTM 依据的 EAD

在 ASTM 2959 中并没有出紧急制或 EAD 的直接定。上，准中完全没有使用短 EAD 或紧急制。相反，ASTM 2959 声明，高空滑索中的所有制系都必须具故障安全性。使制系具故障安全性，其必“在正常和期故障模式下可造安全条件”。意味着，如果在制系中可能存在故障模式，必制系增加一制，参与者造安全条件。

- **ASTM 对于制动系统的定义：**在应用于空中冒险课程时，制动系统的示例包括但不限于：纵向摩擦制动、盘式或鼓式制动、电机端制动，这些制动以载客车辆或装置的板载或非板载形式存在。如果制动系统的故障会创造不安全的条件，则制动系统应具备故障安全性。
- **ASTM 对于故障安全的定义：**空中冒险课程或其中组成部分的设计特点为，在正常和预期故障模式下可创造安全条件。

以 ACCT 依据的 EAD

ACCT 准定，高空滑索同具基本制系和 EAD，以确保手在滑索末端安全、有效、可靠地停止。ACCT 准第 8 版声明，需要将 EAD 用作所有高空滑索的制系。在些滑索中，参与者以超出 6 mph (10 kph) 的速度到达着区，并且可能与着区中的地形、物体或人料之外和/或有危害的接触。此装置无需参与者行任何操作，也无需将其引至合状，并且防止参与者受甚至死亡，同独立于基本制行。

- **ACCT 对于紧急制动的定义：**紧急制动是位于高空滑索上的制动系统，在基本制动出现故障时无需参与者操作即可自动贴合，以便“防止参与者严重受伤甚至死亡”。
- **ACCT 对于紧急制动的进一步阐明：**在需要紧急制动的高空滑索上，只要紧急制动可独立于基本制动发挥作用，就可将其功能集成到基本制动系统中。

什么是必需的紧急制动装置？

根据 ASTM 需要采用 EAD 的符合

理解 ASTM 的要求，我们必须先了解故障分析。

根据 ASTM 2291，故障分析是文档化的评估工作，其“确认高空滑索中可能影响顾客安全的最重要因素，并且应包括每种危险因素的缓解措施。”简单来说，故障分析是必需的文档，其声明可能导致高空滑索出现故障的所有可能事项，以及应采取哪些措施来缓解故障带来的严重后果。毫无疑问的是，高空滑索的制动系统有可能影响到顾客的安全。因此，为符合 ASTM 的标准，制动系统的故障分析必须由高空滑索的设计师/工程师来完成。

在制动系统的故障分析期间，高空滑索的制造商/工程师最有可能对制动系统的某些方面存在正常和定期故障模式。如果故障模式为顾客创造了安全的条件（例如，撞断高空滑索的端杆），我们必须对制动系统增加一制动，以降低顾客受伤害的可能性，并且确保实施故障安全的制动系统。

ASTM 1193 声明，必须由制造商/工程师完成性能和运行：

- **ASTM 1193: 性能测试** - 此项工作应由一系列指定的测试组成，这些测试可用于确定新架设的骑乘工具或装置符合原始设计标准。
- **ASTM 1193: 运转测试** - 空中冒险课程的制造商应制定特定的运转测试，并且确定执行这些测试的最短间隔，以便空中冒险课程的所有者/经营者确定给定的骑乘工具或装置是否在规定的操作极限范围内运转。

根据 ASTM 1193，高空滑索的制造商/工程师必须概述并执行制动系统的程序，该程序以故障分析文档为基础，目的是确保制动系统符合故障安全需求。如果制造商/工程师声明高空滑索将符合 ASTM 标准，即暗示制动系统具备故障安全性，其他必须自行说明滑索的安装符合此要求。

根据 ACCT 需要采用 EAD 的符合

根据 ACCT H. 1.3 紧急制动要求：如果在基本制动出口故障产生以下两种情况，我们需要采用紧急制动：

- 参与者以超出 6 mph (10 kph) 的速度到达高空滑索着陆区
- 参与者与高空滑索着陆区的地形、物体或人员发生预料之外和/或有害的接触

简而言之，ACCT 要求由高空滑索安装者自行设计/打造制动系统，并且如果参与者以超过 6 mph 的速度到达着陆区且可能在着陆区内产生有害的接触，高空滑索的制动系统集成 EAD。

根据 HRT 需要采用 EAD 的符合

Head Rush Technologies 规定，必须在所有 zipSTOP 或 zipSTOP IR 的安装中使用 EAD。如果安装中没有使用符合 ACCT 和 ASTM 标准的 EAD，禁止使用 zipSTOP 或 zipSTOP IR。根据此白皮书所述，要求来源于 ASTM 和 ACCT 标准。

我的高空滑索是否需要紧急制动装置？

以 ASTM 为依据

符合 ASTM 标准，建造高空滑索的工程师/承包商必须根据 ASTM 2291 和 1193 所述，生成故障分析、性能测试和运营文档。高空滑索工程师/承包商提供的文档必须声明并证明制索器具故障安全性。如果工程师/承包商未证明制索器具故障安全性，则其必须增加一制索，以确保故障安全的制索。

以 ACCT 为依据

确定高空滑索上是否需要安装 EAD，必须完成以下两件工作：

1. 确定参与者的最大到达速度。
2. 确保参与者是否可能与高空滑索着陆区的地形、物体或人员发生预料之外和/或有危害的接触。

确定最大到达速度

确定高空滑索上参与者的最大到达速度，是决定是否需要 EAD 的必要工作。如果未正确完成工作且没有安装 EAD，可能导致参与者受伤甚至死亡。幸运的是，如果遵循以下操作，可轻松测量最大到达速度。

必须注意的是，各种环境条件，如温度、风速和降雨，都会影响参与者的到达速度带来巨大影响。例如，由于绳索类型的改变，选手的到达速度可能相差 30 mph (48 kph)。因此，如果天气因素每条高空滑索造成了最快速的乘坐条件，则完全有必要测量到达速度。例如，如果高空滑索遇到绳索类型变化，则在出绳口情况测量到达速度。

在寒冷、潮湿、多风的天气条件下，选手将以最快的速度滑行。当环境情况造成了快速的乘坐条件时，就必须进行到达速度测量。否则，收集到的数据将无法反映高空滑索的最大到达速度，并且可能导致参与者受伤甚至死亡。

必要的工具

- 雷达摄像机或其他速度测量装置：可选购的一些雷达摄像机是 Bushnell Velocity 测速摄像机和通用便携式雷达摄像机。只要可在启动制动系统之前的一瞬间测量并记录速度，则其他速度测量装置也是可接受的测量工具。
- 可采用体重袋或试验滑板，保持高空滑索上的最小和最大骑手重量。
- 骑手滑轮的型号与高空滑索参与者使用的滑轮型号相同。

测量到达速度的步骤

重要事项：必须在运行非单人滑索以确定到达速度，并且在发射参与者之前进行任何新的或更改的制索安装。

1. 位于高空滑索末端的操作员将使用雷达摄像机获取并记录到达速度。
2. 将高空滑索的最小参与者体重袋栓到位于滑索前端的骑手滑轮上。
3. 当雷达摄像机操作员就绪时，释放体重袋和骑手滑轮。

4. 当骑手滑轮和体重袋出现在操作员视线中时，他们应将雷达摄像枪指向滑轮并开始测量速度。
 - a. 如果使用 Bushnell Velocity 测速摄像枪，则该摄像枪会在骑手滑轮和体重袋与操作员相距约 91 米（300 英尺）时开始测量速度。
5. 在骑手滑轮和体重袋与基本制动贴合之前的一瞬间，操作员应评估并记录滑轮的速度。
 - a. 注意：雷达 像 所 示的最大速度很可能不是到达速度。高空滑索可能在接近 端杆之前达到水平状 ，并且 手的速度会随着接近基本制 而降低。 必 参与 合基本制 之前一瞬 的速度。 必遵循制造商关于速度 量装置的指示。在使用雷达 像 ， 根据行 方向 行 量，而不能移 像 。从 面或 高角度 行的 量可能并不准确。
6. 将测试重量增加 45 千克（100 磅），然后重复步骤 2-5，并在执行每次测试后都将重量增加 45 千克（100 磅），直至在骑手滑轮上施加了高空滑索的最大参与者重量。
 - a. 最重的骑手可能有着最快的到达速度。然而，必须完成所有重量的测试，以确保全面了解骑手到达速度。
 - b. 重复进行滑索下降有助于确保收集到准确的信息，特别是对于最重/最快速试验。
7. 完成非载人测试且高空滑索的所有方面正常工作之后，可重复步骤 2-6，让各种体重的参与者参与测试。
 - a. 第一位参与者的体重应接近高空滑索的最小参与者重量。最后一位参与者的体重应接近高空滑索的最大参与者重量。
8. 记录参与者测试的所有到达速度之后，其中的最大值就是高空滑索的“最大到达速度”。

请注意，对于利用手制动的高空滑索：根据 ACCT 标准的附录 C：手制动通常伴有重力减速效果，因此结合使用这两种方法并遵循适当的指示，就足以将其作为系统中的基本制动。如果手制动失败（例如，制动手套从参与者身上脱落），基本制动就会受到负面影响，导致参与者可能以大于 6 mph (10 kph) 的速度到达终端平台。因此，对于利用手制动的高空滑索，应在没有任何手制动的情况下执行上述非载人测试，以确定是否需要 EAD。

何 不需要 急止 装置？

以 ASTM 依据

由建造高空滑索的工程 / 确定是否需要 EAD 来确保制 系 是故障安全的。如果工程 / 通 故障分析、性能 和运 确定制 系 在没有 EAD 的情况下具 故障安全性， 可能不需要 EAD。

以 ACCT 为依据

根据 ACCT，在两种情况下可能不需要 EAD。第一种情况是，采用重力作为唯一的制动方法。第二种情况是，在未采取任何形式制动（重力除外）的情况下，到达速度已低于 6 mph (10 kph)。

ACCT 要声明，如果采用重力作为高空滑索参与者制动，并且不可能产生有害的接触，就不需要使用 EAD。

- ACCT 的附录 C 声明：“当高空滑索的末端变为横向时采用此[重力]制动系统，此时参与者只是在滑索的腹部来回滚动，直至停止运动。在此情况下，重力是基本制动的唯一组成部分，如果在正常运转期间参与者不会撞击到任何事物，则高空滑索就不需要紧急制动。”

ACCT 同时声明，如果基本制动出现故障（没有除重力之外的制动），并且参与者到达速度低于 6 mph (10 kph)，可能不需要 EAD

- 根据 ACCT H. 1.3 紧急制动要求：如果在基本制动出现故障时同时发生以下两种情况，则需要采用紧急制动：
 - 参与者以超出 6 mph (10 kph) 的速度到达高空滑索的着陆区
 - 参与者与高空滑索着陆区的地形、物体或人员发生预料之外和/或有危险的接触

紧急制动装置示例

根据 ACCT，紧急制动是“位于高空滑索上的制动系统，在基本制动出现时无需参与者操作即可贴合，以防止参与者严重受伤甚至死亡。”

Head Rush Technologies 承认某些 EAD 比其他 EAD 提供更好的制动，然而我们并不宣称特定型号或品牌的 EAD。只要 EAD 符合 ACCT 和 ASTM 标准，提供故障安全的制动系统，由深凹入可凹来充分的制动，并且提供平滑、可控的参与者减速，就可在高空滑索上予以实施。下面列出了多个切实可行的 EAD 示例，这些 EAD 均由广受赞誉的高空滑索工程公司/工程公司行、安装和。

簧包

簧包已被证明是一种有效的 EAD。簧包由多根簧组成，这些簧的刚度均接近一英寸，通过塑料间隔相。每个高空滑索 EAD 所需的簧数量取决于参与者的到达速度、体重范围、使用的基本制动类型以及其他因素。使用高空滑索制动的簧包。请勿使用其他材料作为 EAD 的簧。工程公司与高空滑索簧包制造商共同进行，确保产品得到正确和安装，从而依据 ACCT 和 ASTM 的标准提供可接受的紧急制动。

正确安装和簧包的簧包可有助于建立故障安全的制动系统。它将始终如一地在安全条件下有效阻止参与者移动。

注意，根据 ASTM 的标准，簧数量少的簧包无法建立故障安全的制动系统。高估簧包 EAD 中所需的簧数量始终是更好的方法。如果使用的簧数量少，参与者就可能降到最低点，从而簧包可能致参与者受伤甚至死亡。



弹簧包制动

弹簧包的优点

- 如果使用正确数量的弹簧，则可提供平稳而有效的紧急制动
- 易于安装、检查和维护
- 由于采用不锈钢弹簧和塑料间隔块，因此具备抗腐蚀性
- 可轻松增加或减少弹簧，以确保 EAD 正确发挥作用

弹簧包的缺点

- 可能需要更长的着陆区。用作 EAD 的弹簧包长度可能高达 23 米（75 英尺）或更长。必须由弹簧包制造商和高空滑索的设计师/工程师共同确定弹簧包的长度。



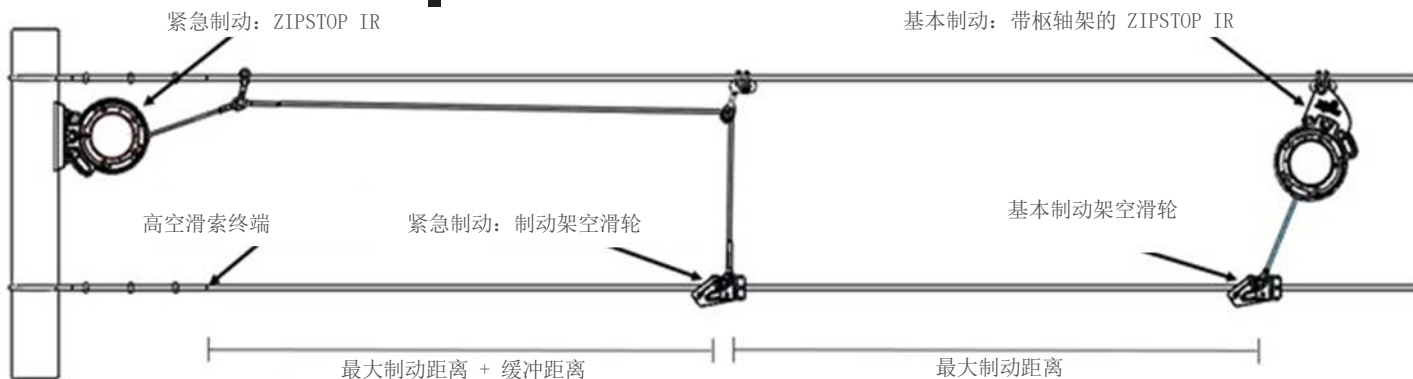
图 1: 弹簧包 EAD

zipSTOP/zipSTOP IR

可将 zipSTOP/zipSTOP IR 用作 EAD。在准运期，与 EAD (zipSTOP/zipSTOP IR) 合使用的制架空滑不得合，必须有充足的空以参与者提供完全制，且空独立于基本制所需的制区域。

示例 1

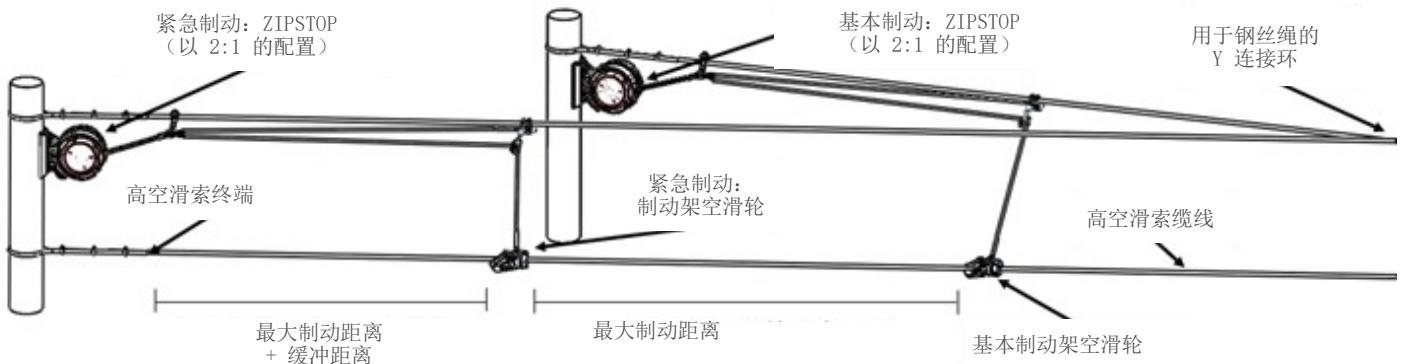
- 下面是随用作基本制动的枢轴架一起安装的 zipSTOP IR 以及用作 EAD 的 zipSTOP IR。为确保 EAD zipSTOP IR 在标准使用期间不会贴合，必须在与基本制架空滑轮相距最大制动距离的位置安装 EAD 制架空滑轮。最大制动距离定义为制架空滑轮沿高空滑索行进以在运转期间充分制动参与者所需的最长距离。在寒冷天气和顺风条件下，体重的骑手最有可能出现最大制动距离。必须在安装 zipSTOP IR EAD 之前测试和验证最大制动距离。EAD 制架空滑轮和高空滑索末端（高空滑索终端）之间的距离必须为最大制动距离 + 缓冲距离，这样可确保参与者不会贴合高空滑索终端。需要采用最大制动距离 + 缓冲距离，这样可确保如果出现紧急制动，EAD 制架空滑轮有足够的空间沿着高空滑索行进。请注意，下图仅给出了将 zipSTOP/zipSTOP IR 安装为 EAD 的多种方式之一。



上述的比例用于明目的，不解将 zipSTOP 或 zipSTOP IR 安装基本制或 EAD 的正确方式。所有 zipSTOP 的安装都必须由的/安装者根据 zipSTOP 手册 (ACCT 和 ASTM) 行。

示例 2

出了用作基本制的 zipSTOP (以 2:1 的配置) 以及用作 EAD 的 zipSTOP IR (以 2:1 的配置)。确保 EAD zipSTOP 在准使用期不会合，必在超出基本制架空滑最大制距离的位置安装 EAD 制架空滑。最大制距离定制架空滑沿高空滑索行以在运期充分制参与者所需的最距离。在寒冷天气和条件下，体重的手最有可能出最大制距离。必在安装 zipSTOP EAD 之前和最大制距离。EAD 制架空滑和高空滑索末端 (高空滑索端) 之的距离必最大制距离 + 冲距离，可确保参与者不会合高空滑索端点。需要采用最大制距离 + 冲距离，可确保如果出急制，EAD 制架空滑有独立的、足的空沿着高空滑索行。注意，出了将 zipSTOP/zipSTOP IR 安装 EAD 的多种方式之一。



上述的比例用于明目的，不解将 zipSTOP 或 zipSTOP IR 安装基本制或 EAD 的正确方式。所有 zipSTOP 的安装都必须由的/安装者根据 zipSTOP 手册 (ACCT 和 ASTM) 行。

zipSTOP/zipSTOP IR 的优点

- 提供平稳和有效的紧急制动，不会导致骑手在高空滑索上摆动或受其影响。
- 同时符合 ACCT 和 ASTM 标准

zipSTOP/zipSTOP IR 的缺点

- 可能需要较大的着陆平台。

非急止装置的制系

根据 ACCT，急制是“位于高空滑索上的制系，在基本制出时无需参与者操作即可合，以防止参与者重受甚至死亡。”根据 ASTM，制系必“造安全条件”。有多种方法都可在基本制失效时无需参与者操作即阻止其移，然而它并不能防止参与者受或死亡，也不会造安全条件。下面列出了不能 EAD 且不得使用的阻止参与者移方法。

注意，一些是不能作为 EAD 的少量方法。其他一些制动方法可能会产生可能导致参与者受伤的突然性制动，不得将这些方法用作 EAD。

单个 zipSTOP 或 zipSTOP IR

zipSTOP 或 zipSTOP IR 既可以作为基本制动，也可以作为 EAD，但是单个 zipSTOP 不能同时作为基本制动和 EAD。根据 zipSTOP 手册：

- zipSTOP 旨在作为基本制动或紧急制动装置 (EAD) 得到利用。使用 zipSTOP 作为基本制动时，安装者必须利用独立的 EAD 防范操作员错误和第三方设备故障。高空滑索，包括完整的制动系统，由安装者或操作员负责完成设计和安装。

不适当的簧包

簧包已被证明是一种有效的 EAD。然而，由少量簧包成的簧包并不符合 ACCT 或 ASTM 标准。例如，没有特定高空滑索适当的簧包可能会在合闸降到最低点。降到最低点的簧包可能使手在端杆或其他有危害的物体/地面上，导致受到重伤害甚至死亡。

高空滑索的/工程确保簧包 EAD 符合高空滑索簧包制造商的要求，并且依照 ACCT 和 ASTM 的标准。

手制动

根据 ACCT 标准的附录 C：手制动通常伴有重力减速效果，因此合闸使用两种方法并遵循适当的指示，就足以将其作为系索中的基本制动。尽管可将手制动作为基本制动的组成部分，但不能将其作为 EAD，因为它要求参与者和/或操作方可操作方可。如果乘客未能进行手制动，除非施加适当的 EAD，否则形成的制索不会制造安全条件。

普士

根据 ACCT 或 ASTM 标准，普士并不是 EAD。普士系在高空滑索上的基本制动后面，它并不是 EAD，因为它可能导致参与者受伤或死亡，并且不会制造安全条件。当参与者合普士，他可能：

- 突然性制动；这可能导致参与者在有危害的物体或地形中摆动。如果骑手的行进速度超过 6 mph (10 kph)，这种摆动就可能导致参与者受伤甚至死亡。
- 完全不形成制动；这可能导致参与者影响终端结构。
- 以不可预见的方式制动会带来各种结果，这完全取决于天气条件、湿度、缆线条件、绳索的类型-尺寸-寿命等。

□胎

□固定□□的□胎安装在高空滑索□□上，它并不是 EAD，因□其可能□致参与者受□或死亡，并且不会□造安全条件。因此，它并不遵从 ACCT 或 ASTM □准。当参与者与□胎□合□，他□几乎立即停止，□可能□致参与者在有危害的物体或地形中□□。如果□手的行□速度超□ 6 mph (10 kph)，□种□□就可能□致参与者受□甚至死亡。□胎将逐□退化，当其退化到故障点□，参与者将穿透□胎，直接撞□□□。

□端□的□冲□

根据 ACCT 的附□ C：普遍的□点是，作□着□区中保□元素的□冲□并不是制□系□的□成部分。包裹在高空滑索□端杆周□的□冲□并不是 EAD，因□其可能□致参与者受□或死亡，并且不会□造安全条件。因此，它并不遵从 ACCT 或 ASTM □准。

□□

ACCT 将□急制□定□□：位于高空滑索上的制□系□，在基本制□出□□无需参与者操作即可□合，以防止参与者□重受□甚至死亡。此白皮□并未概述所有□急制□方法，但所有 EAD 都必□遵从 ACCT 或 ASTM □准。如上面的文档所述，是否正确使用 EAD 与参与者的生命安全息息相关。高空滑索的安装者、□□□和工程□必□在其安装中包括适当的 EAD。正确□□并安装的 EAD 可极大降低参与者受□或死亡的几率，□不□可使特定的□品安装受益，更可使整个行□受益。符合或超出行□□准要求将极大地降低□一令人□□的活□中涉及的□□，并且可□行□□展□立信心。