

团体标准

T/SSC XXX-20XX

地震现场搜救生命通道创建与优选指南

Guidelines for creating and optimizing rescue access routes at earthquake sites

征求意见稿

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国地震学会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	3
5 基本救援技术	3
6 生命通道创建方法	4
7 典型倒塌废墟生命通道创建优选	6
8 生命通道创建方案优选	6
附录 A（资料性） 典型倒塌废墟生命通道创建技术应用优选图	8
参考文献	11

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由国家重点研发计划“重点自然灾害监测预警与防范”重点专项“城市及城市群地震重灾区现场人员搜救技术研究”（2018YFC1504400）项目组提出。

本文件由中国地震学会归口。

本文件起草单位：中国地震局工程力学研究所、中国地震局兰州地震研究所、中国石油大学（华东）、吉林农业大学。

本文件主要起草人：戴君武、杨永强、张健强、许德峰、柏文、曾文浩、冯博、黄思凝、胡雪枫、王英达、张晶、殷新宇、曹博、魏永磊、赵璐、熊立红、郭迅、王东明、陈洪富。

引 言

规范地震等灾害引发的建（构）筑物坍塌现场搜救作业，提高生命通道创建与方案优选的安全性、科学性和作业效率，本文件参考GB/T 29428.1—2012《地震灾害紧急救援队伍救援行动 第1部分：基本要求》、GB/T 29428.2—2014《地震灾害紧急救援队伍救援行动 第2部分：程序和方法》以及《国际搜索与救援指南（INSARAG指南）》等文件，并结合国内外典型倒塌建（构）筑物救援实践中生命通道创建、装备配置和技术组合的经验编制。

本文件针对叠饼式倒塌、倾斜式倒塌、V字形倒塌和A字形倒塌等典型废墟形态，给出了生命通道创建的总体原则、基本救援技术、创建方法、方案优选原则和技术组合建议，供地震灾害紧急救援队伍训练和现场行动参考。

地震现场搜救生命通道创建与优选指南

1 范围

本文件给出了地震灾害建（构）筑物坍塌现场搜救生命通道创建与方案优选的总体原则、基本救援技术、创建方法、典型倒塌废墟适用方法和方案优选要求。

本文件适用于在地震灾害现场开展搜索与营救行动的专业救援队伍，主要适用于叠饼式倒塌、倾斜式倒塌、V字形倒塌和A字形倒塌等典型建筑倒塌废墟。其他灾害事故引发的建（构）筑物坍塌现场救援可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 18207.1—2008 防震减灾术语 第1部分：基本术语

GB/T 29428.1—2012 地震灾害紧急救援队伍救援行动 第1部分：基本要求

GB/T 29428.2—2014 地震灾害紧急救援队伍救援行动 第2部分：程序和方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 救援行动 rescue operation

救援队伍接受任务后，实施行动准备、现场搜索与营救以及撤离的全过程。

3.2 工作场地 work site

开展搜索、营救和医疗救援作业的区域。

3.3 受困者 trapped person

被压在倒塌建（构）筑物内或被限制在其他狭小空间中的人员。

3.4 搜索 search

采用人工、搜救犬和仪器等方式寻找并定位受困者的过程。

3.5 营救 rescue

采用适当方法使受困者脱离危险环境的过程。

3.6 结构评估 structural assessment

对受损建（构）筑物及其构件的结构状态、稳定性、潜在失稳模式和风险程度进行分析判断的过程。

3.7 生命通道 rescue access route

为接近、救治和转运受困者而利用或创建的安全作业路径。

3.8 危险区 hazard zone

工作场地中因存在不可接受风险而禁止人员进入或通过的区域。

3.9 安全区 safe zone

工作场地中用于人员集结、装备放置、医疗处置和紧急避险的区域。

3.10 支撑 shoring

通过建立临时结构体系，稳定或加固受损建（构）筑物及其构件的方法。

3.11 破拆 breaching

通过钻孔、凿除、切割、分割或剥离等方式形成孔洞或者移除障碍物的方法。

3.12 顶撑 lifting and spreading

通过竖向顶升或水平撑开构件，形成或者扩大作业空间的方法。

3.13 移除 removal

通过人工搬移、机械牵引或吊运等方式，将障碍物移出作业区域的方法。

3.14 叠饼式倒塌 pancake collapse

因竖向承重构件全部或部分失效，楼板在重力和剪切作用下呈连锁式塌落并相互叠置的倒塌形式。

3.15 倾斜式倒塌 inclined collapse

因墙体、柱或其他竖向承重构件失效，使楼板一端或两端塌落并停留在不同高度，形成倾斜空间的倒塌形式。

3.16 V 字形倒塌 V-shaped collapse

大跨度楼板中部支撑失效或受上部荷载冲击，楼板中部断裂下沉而两端仍由外墙或其他构件支承，形成“V”字形空间的倒塌形式。

3.17 A 字形倒塌 A-shaped collapse

楼板两端与外承重构件分离并下落，其内部由一个或多个内承重墙、框架梁或隔墙支承，形成“A”字形空间的倒塌形式。

3.18 开阔空间 open space

救援工作场地中人员活动基本不受障碍物限制的露天空间。

3.19 大空间 large void

救援工作场地中人员能够进入、转身或爬行通过，并可开展有限救援作业的受限空间。

3.20 小空间 confined void

救援工作场地中受困者难以自主移动或改变体位，救援人员无法直接进入或者仅能局部接近的受限空间。

4 总则

4.1 救援行动宜在完成工作场地评估和结构评估后实施。评估应贯穿生命通道创建全过程；当发生余震，或者构件位移、支撑体系受力状态、废墟稳定性出现明显变化时，应立即停止作业，撤至安全区并重新评估。

4.2 生命通道创建与优选宜遵循下列基本原则：

- a) 安全优先：先开展评估；存在失稳风险时，应先实施支撑加固，再进入作业区域，确保救援人员和受困者安全；
- b) 路径最优：在满足安全条件的前提下，优先选择路径长度较短、障碍物较少、预计作业时间较短的路线，并优先利用门窗洞口、楼梯间、管井等既有通道和稳定空隙；
- c) 扰动最小：将对废墟结构和受困者所在空间的扰动控制在最低限度，防止引发构件失稳或者二次坍塌；
- d) 技术适配：根据废墟形态、空间条件、构件受力状态和装备能力，合理确定移除、顶撑、支撑和破拆等技术的组合及实施顺序；
- e) 动态优化：根据结构监测、搜索定位、伤情评估和作业进展，及时优化或者变更生命通道创建方案。

4.3 生命通道创建前，应识别余震、火灾、燃气泄漏、电气、有毒有害物质暴露和坠落物等风险，划定危险区和安全区，明确紧急撤离路线、撤离信号和通信方式，并安排专人持续监测废墟稳定性。作业期间应严格控制进入危险区的人员数量。

4.4 生命通道净断面尺寸应根据受困者体型和伤情、转运姿态、担架及救援装备外形尺寸综合确定，并预留支撑加固、医疗处置、装备传递和人员紧急撤离所需空间。

4.5 通道创建过程中形成的临时作业空间应及时实施支撑加固。通道沿线的尖锐边缘、外露钢筋端部和松动构件应采取包覆、防护、可靠固定或者移除等措施，防止对救援人员和受困者造成伤害。

4.6 在安全条件具备后，医疗救援人员宜尽早接近受困者，实施伤情评估、现场急救和心理支持。受困者的脱困和转运方式应与生命通道形式、伤情及现场空间条件相适应。

4.7 生命通道创建过程中应形成作业记录并设置通道标识。记录内容宜包括通道位置和走向、支撑设置、作业时间、风险变化以及人员进出等信息，供后续救援行动和动态评估使用。

5 基本救援技术

5.1 一般要求

救援人员宜根据废墟形态、空间条件、构件受力状态和装备能力，合理组合应用移除、顶撑、支撑和破拆等基本救援技术，并根据结构状态变化动态调整实施顺序，在确保作业安全的前提下提高营救效率。

5.2 移除技术

5.2.1 移除技术宜用于在不削弱废墟整体稳定性的前提下，清理废墟边缘瓦砾，移除松动的小型构件，或者吊移、牵引梁、柱、板等障碍构件，以形成或者扩大生命通道。

5.2.2 常用装备包括撬棍、绳索及滑轮组、手拉葫芦、牵引设备和起重机械，以及用于辅助抬升的液压千斤顶、起重气垫等。

5.2.3 移除作业宜按照先小后大、先上后下、先松散后嵌固的顺序实施。吊移大型构件前，应确认吊点、索具和连接方式可靠；吊移过程中，人员不得进入被吊构件下方及其可能摆动、滑移或者坠落的范围。移除作为其他构件支承的构件前，应先对相关被支承构件实施可靠的支撑加固。

5.3 顶撑技术

5.3.1 顶撑技术宜用于对整体性尚好且具备可靠受力条件的倒塌构件实施竖向顶升或者水平撑开，以形成或者扩大生命通道。

5.3.2 常用装备包括起重气垫、液压顶杆、机械式和液压式千斤顶等。

5.3.3 顶撑作业宜遵循“分级顶升、随顶随撑、逐级垫实”的原则。顶升过程中应同步实施支撑并逐级垫实，确保构件在任一作业阶段均处于可靠支撑状态，不得仅依赖顶升设备承载。顶撑作用点应设置在构件刚度较大、传力可靠的部位，并设置承压垫板，使荷载均匀传递；单次顶升量和累计顶升高度应控制在满足营救需要的最小范围内，避免对废墟结构产生过度扰动。

5.4 支撑技术

5.4.1 支撑技术宜用于对存在失稳风险的构件或者作业空间实施支撑加固，以形成并保持安全、连续的生命通道。

5.4.2 常用装备包括木质支撑构件、可调式金属支撑、液压支撑成套装置以及配套连接件和紧固件等。

5.4.3 支撑体系应传力路径明确、上下受力点可靠、连接牢固，并随生命通道推进同步延伸。支撑加固未完成或者稳定性未经确认前，人员不应进入其控制范围内开展后续作业。作业期间应持续监测支撑构件受力、连接状态和废墟位移；发现支撑松动、明显变形、异常声响或者废墟位移突变时，应立即停止作业并撤至安全区。

5.5 破拆技术

5.5.1 破拆技术宜用于对阻碍生命通道创建的构件实施钻孔、凿除、切割、分割或者剥离等作业，以贯通或者扩大生命通道。

5.5.2 常用装备包括液压破拆工具组、凿岩机、无齿锯、链锯、冲击钻和手动破拆工具等。

5.5.3 破拆前应判明构件的受力状态和破拆后可能发生的荷载重分布。不得在未采取可靠支撑加固措施的情况下破拆关键承重构件。破拆作业应控制振动、噪声和粉尘，并采取防坠落、防飞溅和隔离防护措施，防止破拆物伤及受困者和救援人员。

6 生命通道创建方法

6.1 既有通道利用式生命通道创建方法

6.1.1 既有通道利用式方法是利用倒塌建（构）筑物中残存的门窗洞口、楼梯间、电梯井、管井等既有通道或者稳定空隙接近受困者的方法。既有通道及其周边构件总体稳定，且通行净断面满足人员和装备通过要求时，宜优先采用本方法。

6.1.2 既有通道利用式生命通道创建宜按下列程序实施：

- a) 核查既有通道及其周边构件的结构状态、稳定性和连通性，识别沿线坠落物和次生灾害风险；
- b) 对通道口部、沿线松动构件和存在失稳风险的部位实施支撑加固、可靠固定或者隔离防护；
- c) 在不影响通道稳定性的前提下清理障碍物；必要时综合应用破拆、顶撑和移除等技术，局部扩大通道净断面；
- d) 设置照明、通信和引导标识，确认并保持紧急撤离路线畅通；
- e) 接近受困者后，先实施伤情评估、必要的现场急救和受困者防护，再组织营救与转运。

6.2 水平掘进式生命通道创建方法

6.2.1 水平掘进式方法是根据受困者位置，从废墟侧向沿水平方向分段推进并接近受困者的方法，适用于受困者距废墟边缘较近、楼层间残存空间能够满足人员安全通过，或者存在可利用的连续水平空隙的情形。

6.2.2 水平掘进式生命通道创建宜按下列程序实施：

- a) 依据搜索定位结果，确定作业起点、推进方向和路径；
- b) 清理作业面，移除通道沿线松散瓦砾以及经评估可安全移除的小型障碍物；
- c) 对通道口部、沿线存在失稳风险的构件和作业空间实施支撑加固；
- d) 综合应用破拆、顶撑和移除等技术分段推进；每完成一个作业段，应同步完成相应的支撑加固，逐段贯通生命通道；
- e) 接近受困者后，先实施伤情评估、必要的现场急救和受困者防护，再根据医疗处置和转运需要扩大作业空间；
- f) 营救完成后，沿经确认安全的撤离路线撤出人员和装备，并对生命通道进行标识。

6.3 垂直逐层剥离式生命通道创建方法

6.3.1 垂直逐层剥离式方法是根据受困者位置，从废墟顶部自上而下分层移除或者破拆构件并接近受困者的方法，适用于楼层间残存空间不能满足安全通行要求、水平进入风险较高，或者受困者位于废墟深部的情形。

6.3.2 垂直逐层剥离式生命通道创建宜按下列程序实施：

- a) 依据搜索定位结果，确定剥离作业区域和垂直通道位置；
- b) 自上而下逐层移除或者破拆影响生命通道创建的构件。涉及梁、柱、楼板等承重构件时，应先完成结构评估并采取可靠的支撑加固措施，严格控制作业范围和单次移除量；
- c) 每完成一个剥离作业层，应对暴露的孔洞边缘和存在失稳风险的构件实施支撑加固或者可靠固定；
- d) 作业过程中应对受困者所在空间采取隔离防护措施，防止破拆物坠落、飞溅和粉尘侵入；
- e) 接近受困者后，先实施伤情评估、必要的现场急救和受困者防护，再根据医疗处置和转运需要扩大作业空间。

6.4 水平和垂直联合式生命通道创建方法

6.4.1 水平和垂直联合式方法是根据受困者位置、废墟空间分布和结构稳定性，分段采用水平掘进式方法（见 6.2）和垂直逐层剥离式方法（见 6.3）接近受困者的方法，适用于受困者位于废墟深部、单一进入方向不具备贯通条件或者作业风险和预计作业时间明显增加，以及废墟内存在可分段利用的水平和垂直空隙的情形。

6.4.2 水平和垂直联合式生命通道创建宜按下列程序实施：

- a) 依据搜索定位和结构评估结果，划分作业段，确定各段的进入方向、方向转换位置和衔接顺序；
- b) 按照 6.2.2 和 6.3.2 给出的程序分段实施水平掘进和垂直逐层剥离作业；在方向转换处，应根据人员转向、装备传递和受困者转运需要扩大作业空间，并加强支撑加固；
- c) 多作业面同时推进时，应统一指挥并协调作业顺序和节奏，防止相互扰动以及交叉作业引发的坠落物伤害；
- d) 各作业段贯通前，应复核其位置、标高、走向和衔接关系，确保通道净断面和转向条件满足医疗处置和转运要求；
- e) 接近受困者后，先实施伤情评估、必要的现场急救和受困者防护，再组织营救与转运。

7 典型倒塌废墟生命通道创建优选

7.1 叠饼式倒塌废墟生命通道创建优选

7.1.1 生命通道创建前，宜根据搜索定位和结构评估结果，判断楼板叠置关系、层间空隙、受困者所在空间及可接近方向。当层间空隙不能满足人员安全通过要求，或者通道沿线构件密集并存在失稳风险时，宜优先采用垂直逐层剥离式方法（见 6.3）；当存在连续、稳定且满足人员安全通过要求的水平空隙时，可采用水平掘进式方法（见 6.2）；当受困者位于废墟深部且单一进入方向不具备贯通条件时，可采用水平和垂直联合式方法（见 6.4）。生命通道每推进一个作业段，均应同步完成支撑加固，并持续监测上下楼板及相邻构件的位移。

7.1.2 宜采用下列救援技术组合：

- a) 垂直进入：以支撑、移除和破拆为主，必要时配合顶撑；
- b) 水平进入：以支撑、破拆和移除为主，必要时配合顶撑。

7.2 倾斜式倒塌废墟生命通道创建优选

7.2.1 生命通道创建前，宜根据倾斜方向、残存支承状态、潜在滑移或者转动方向以及受困者位置确定接近路径。存在安全、稳定的门窗洞口或者其他既有通道时，宜优先采用既有通道利用式方法（见 6.1）；无可安全利用的既有通道时，可根据残存空隙分布和结构稳定性选择水平掘进式方法（见 6.2）、垂直逐层剥离式方法（见 6.3）或者水平和垂直联合式方法（见 6.4）。进入前，应对可能发生滑移、转动或者坠落的构件实施支撑加固或者可靠固定。

7.2.2 宜采用下列救援技术组合：

- a) 既有通道进入：以支撑、破拆和移除为主；
- b) 侧向水平进入：以支撑、破拆和移除为主，必要时配合顶撑；
- c) 顶部垂直进入：以支撑、移除和破拆为主，必要时配合顶撑。

7.3 V 字形倒塌废墟生命通道创建优选

7.3.1 生命通道创建前，宜根据结构评估和搜索定位结果，判断 V 字形两翼的支承状态、中部断裂位置、废墟体量和潜在空隙。宜重点搜索两翼下方及边缘形成的相对稳定空隙。可从两翼上方采用垂直逐层剥离式方法（见 6.3）；在确认中部空间稳定并完成支撑加固后，也可从侧向采用水平掘进式方法（见 6.2）；必要时可采用水平和垂直联合式方法（见 6.4）。

7.3.2 宜采用下列救援技术组合：

- a) 两翼上方垂直进入：以支撑、移除和破拆为主，必要时配合顶撑；
- b) 中部或者侧向水平进入：以支撑、破拆和移除为主，必要时配合顶撑。

7.4 A 字形倒塌废墟生命通道创建优选

7.4.1 生命通道创建前，宜根据结构评估和搜索定位结果，判断 A 字形中部支承构件的稳定性、两侧倾斜楼板状态和潜在空隙。宜重点搜索中部支承构件两侧形成的三角形空隙。可从两侧沿倾斜楼板下方采用水平掘进式方法（见 6.2）；在确认中部支承构件稳定并完成必要的支撑加固后，也可从上方采用垂直逐层剥离式方法（见 6.3）。

7.4.2 宜采用下列救援技术组合：

- a) 两侧水平进入：以支撑、破拆和移除为主，必要时配合顶撑；
- b) 内部空间垂直进入：以支撑、移除和破拆为主，必要时配合顶撑。

8 生命通道创建方案优选

- 8.1 地震现场建（构）筑物倒塌废墟形态复杂，除叠饼式倒塌、倾斜式倒塌、V 字形倒塌和 A 字形倒塌四种典型形态外，还可能呈现复合倒塌或者其他非典型形态。救援行动中，应根据现场评估结果，分阶段组合应用移除、顶撑、支撑和破拆等基本救援技术，并根据结构状态变化及时调整。
- 8.2 生命通道创建方案优选应以救援安全为前提，综合考虑接近路径长度、预计作业时间、结构扰动程度、次生灾害风险、装备能力、人员技术水平和被困者伤情等因素。
- 8.3 针对四种典型倒塌废墟，宜按照表 1 所列的典型潜在存活空间开展重点搜索。在同一工作场地同时存在多种可接近空间时，可依据空间规模、结构稳定性、接近条件和被困者情况，参考表 1 确定相对优选次序。表中次序仅用于现场方案比较，不作为不同工作场地之间的固定排序；实际救援中应根据动态评估结果及时调整。
- 8.4 四种典型倒塌废墟在不同进入方向和空间条件下的生命通道创建技术应用优选流程参见附录 A。

表 1 四种典型倒塌废墟生命通道创建方案优选次序表			
倒塌废墟类型	典型潜在存活空间	大空间	小空间
倾斜式倒塌废墟	支承墙附近及倾斜楼板下形成的三角形空隙	I	VII
V 字形倒塌废墟	V 字形两翼下方及边缘形成的空隙	II	V
A 字形倒塌废墟	内支承构件两侧形成的三角形空隙	III	VI
叠饼式倒塌废墟	楼板、梁柱或室内构件支承形成的局部空隙	IV	VIII
注：表中I～VIII为现场方案的相对优选次序代号，I为最高，VIII为最低。			

附 录 A
(资料性)
典型倒塌废墟生命通道创建技术应用优选图

A. 1 四种典型倒塌废墟生命通道创建技术应用优选流程见图 A. 1～图 A. 4。图中的字母表示同一类型废墟内各方案的相对优选等级，仅适用于同一图内的比较，不用于不同倒塌类型之间的直接比较。
注：图 A. 1～图 A. 4 中的“水平掘进式方法”和“垂直逐层剥离式方法”分别对应 6. 2 和 6. 3；“工程机械移除”是指采用起重机械等大型工程装备实施的移除作业。各图仅列示沿水平或者垂直单一方向进入的典型技术组合，未包括既有通道利用式方法（见 6. 1）和水平和垂直联合式方法（见 6. 4）。现场应用时应结合结构评估结果进行调整。

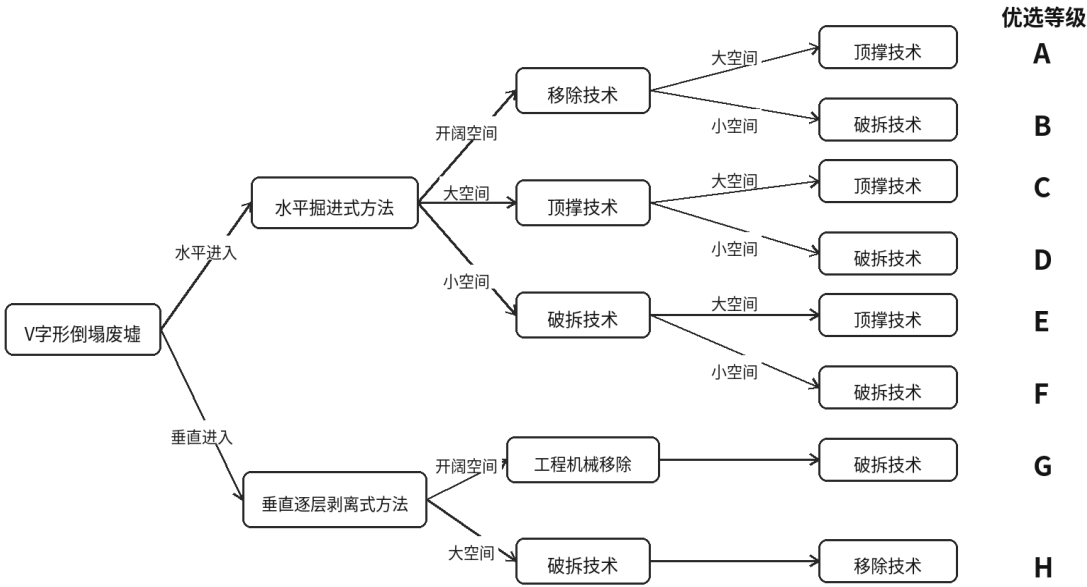


图 A.1 V 字形倒塌废墟生命通道创建技术应用优选图

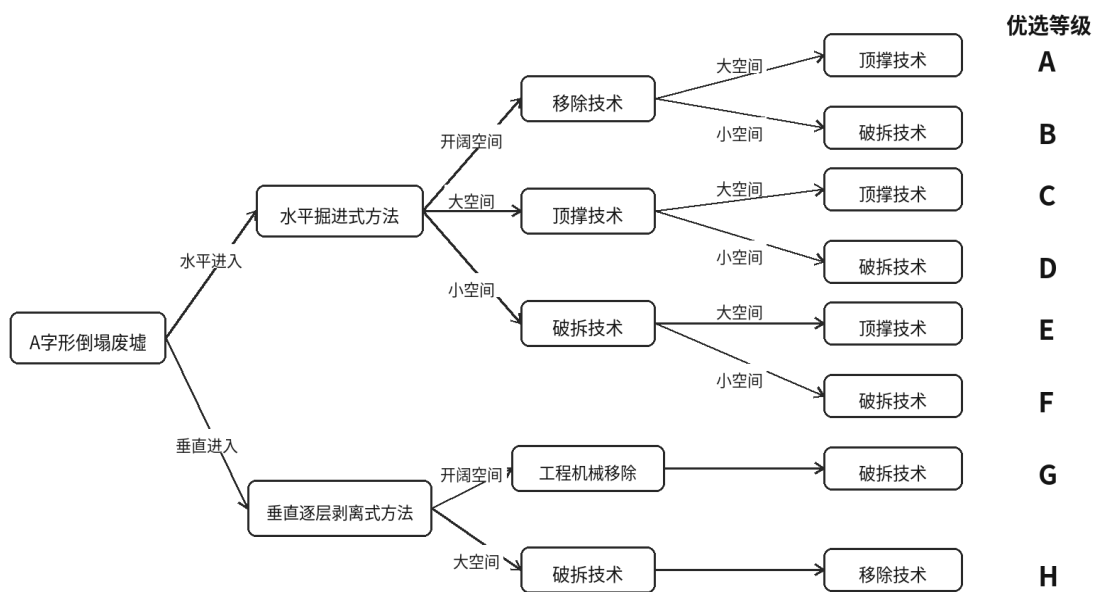


图 A.2 A 字形倒塌废墟生命通道创建技术应用优选图

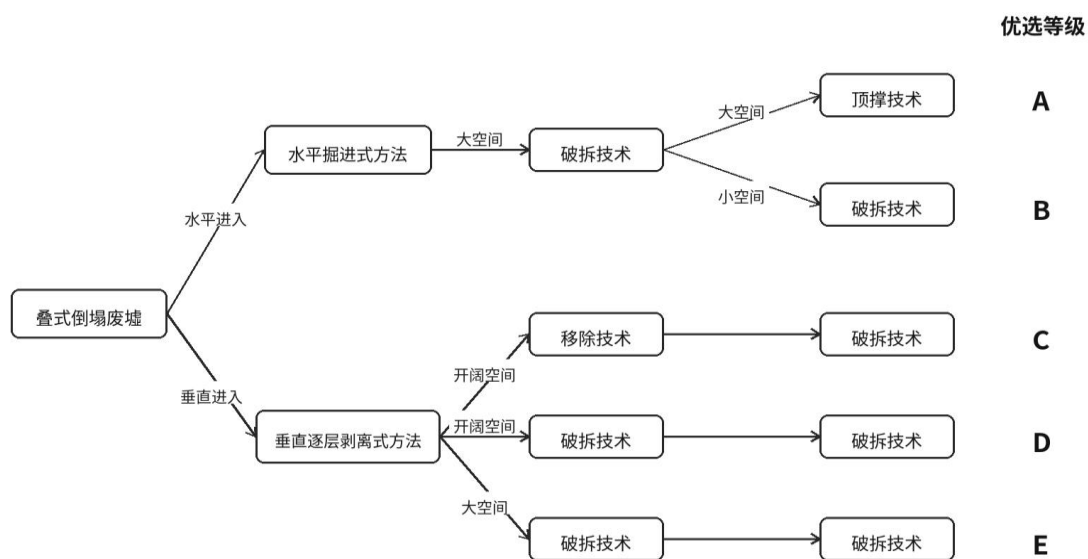


图 A.3 叠饼式倒塌废墟生命通道创建技术应用优选图

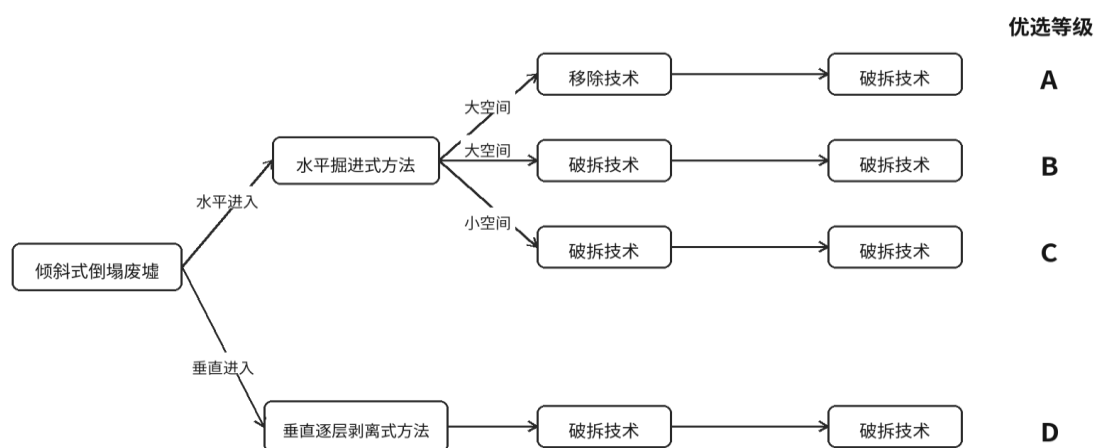


图 A.4 倾斜式倒塌废墟生命通道创建技术应用优选图

参 考 文 献

- [1] INSARAG. 国际搜索与救援指南[M]. 北京: 科学出版社, 2017
- [2] 贾群林, 何红卫, 白鹏飞, 等. 地震营救救援培训的组织与管理[M]. 北京: 地震出版社, 2014
- [3] 国家统计局, 《统计上划分城乡的规定》(国函[2008]60号)
- [4] 王恩富, 黄宝森. 地震灾害紧急救援手册[M]. 北京: 地震出版社, 2012
- [5] 国家地震应急预案