



指导性文件  
GUIDANCE NOTES  
GD011-2024

中国船级社

# 客船人员撤离分析应用指南

2024

2024年7月1日生效

北京

# 第 1 章 通则

## 1.1 适用范围

1.1.1 本指南提供了简化撤离分析和高级撤离分析两种计算方法，以评估客船脱险通道设计、撤离布置及撤离性能是否符合国际海事组织 (IMO) 公约和主管机关法规的相关要求。

1.1.2 其他船舶和海上设施的撤离分析，可参照本指南执行。

1.1.3 除 IMO MSC.1/Circ.1533 通函外，撤离分析在其他特定评估中的应用，例如替代设计、火灾事故和安全返港等，可参照本指南第 4 章执行。

1.1.4 简化撤离分析方法的内在假定在本质上有局限性，随着船舶复杂程度的提高（乘客类型、起居处所类型、甲板数量和楼梯数量的不同组合），宜采用高级撤离分析。但在船舶早期的设计迭代阶段，简化撤离分析具有简便优势，能近似分析预期撤离性能。

## 1.2 术语和定义

1.2.1 高级撤离分析系指以计算机数值模拟为基础的计算分析，它把每一个人员作为一个个体，详细显示船舶布置并显示人员与布置之间的相互作用。

1.2.2 人员载荷系指在经修订的《国际消防安全系统规则》（FSS 规则）第 13 章脱险通道计算中考虑的人数。

1.2.3 响应时间 ( $R$ ) 系指人员对状况产生反应的时间。从紧急状况的初始通知（例如警报）开始，以乘客接受状况并开始朝集合站方向移动而结束。

1.2.4 个人移动时间系指个人从其开始地点移动至集合站的时间。

1.2.5 个人集合时间系指个人响应时间和个人移动时间的总和。

1.2.6 总集合时间 ( $t_A$ ) 系指最大个人集合时间。

1.2.7 总移动时间 ( $T$ ) 系指船上所有人员从被通知的地点移动至集合站的时间。

1.2.8 登乘及下水时间 ( $E+L$ ) 系指船上所有人员弃船所需的时间，从所有人员穿上救生衣集合后发出弃船信号时开始算起。

## 1.3 附加标志

1.3.1 经申请，按本指南第 2 章要求开展简化撤离分析并满足本章 1.6 性能衡准要求的船舶，可授予“EVA”附加标志；按本指南第 3 章要求开展高级撤离分析并满足本章 1.6 性

能衡准要求的船舶，可授予“EVA(Adv)”附加标志。

## 1.4 计算场景

1.4.1 撤离分析应至少考虑以下四种基准场景：

(1) FSS 规则第 13 章规定的场景 1（基本撤离场景，夜间）和场景 2（基本撤离场景，日间）。

(2) 场景 3（次级撤离场景，夜间）和场景 4（次级撤离场景，日间）。这两个次级场景只需进一步分析产生最长个人集合时间的主竖区。次级撤离场景采用与基本撤离场景相同的人员分布。场景 3 和场景 4 都应考虑以下两种选项之一。对于客滚船，应优先选择选项 1：

① 选项 1：在确认的主竖区内对先前使用的容量最大的一整套楼梯视为不可用；

② 选项 2：在与确认的主竖区相邻的一个主竖区内 50%的人员被迫转移至该区域并继续撤离至相关集合站。应选择人数最多的相邻主竖区。

1.4.2 必要时，可考虑以下额外场景：

(1) 场景 5（开敞甲板）：如设有一个开敞甲板供乘客使用且其总甲板面积大于 400m<sup>2</sup> 或容纳 200 人以上，应分析额外日间场景：所有乘客按日间基本撤离场景（场景 2）分布并且开敞甲板应视为初始密度 0.5 人/m<sup>2</sup> 的额外公共处所，使用总甲板面积计算。

(2) 场景 6（登乘）：若登乘站和集合站分开设置，在确定登乘及下水时间（E+L）时应考虑分析从集合站到救生设备入口的移动时间。船舶核准承载的所有人员按集合站指定容量初始分布。人员将按船舶预定程序和路线向救生设备入口移动。登乘救生设备的时间可在救生设备原型试验中确定，在模拟中可不必详述。但是，作为模拟的一部分，应考虑救生设备前的拥堵。

1.4.3 如果按以上场景所示方法计算的船上总人数超过船舶最大核载人数，人员的初始分布应按比例减少，以使人员总数与船舶核载人数一致。

1.4.4 如果有详细的船上人员分布数据，则可基于该数据开展撤离分析。

## 1.5 基本假定

1.5.1 本指南所述撤离时间的计算方法基于如下假定：

(1) 乘客和船员通过主脱险通道向其指定的集合站撤离，参见 SOLAS 公约第 II-2/13 条；

(2) 根据 FSS 规则第 13 章设定人员载荷和初始分布；

(3) 除非另有说明，脱险布置假定为完全有效；

- (4) 协助的船员立刻在撤离值班位置准备帮助乘客；
- (5) 不考虑火灾产生的烟气、热量和有毒气体产物对乘客和船员撤离的影响；
- (6) 不考虑家庭群体行为；
- (7) 不考虑船舶运动、横倾和纵倾；
- (8) 不考虑人员行动障碍和语言障碍的影响。

## 1.6 性能衡准

1.6.1 应遵循图 1.6.1 所示的下列性能衡准：

- (1) 计算的总撤离时间应：

$$1.25 (R + T) + 2/3 (E + L) \leq n \quad (1.6.1-1)$$

式中，对于客滚船， $n=60$ ；对于客滚船以外的客船，如果船舶的主竖区不超过 3 个， $n=60$ ，如果船舶的主竖区超过 3 个， $n=80$ 。

- (2) 登乘及下水时间应：

$$E + L \leq 30 \text{ min} \quad (1.6.1-2)$$

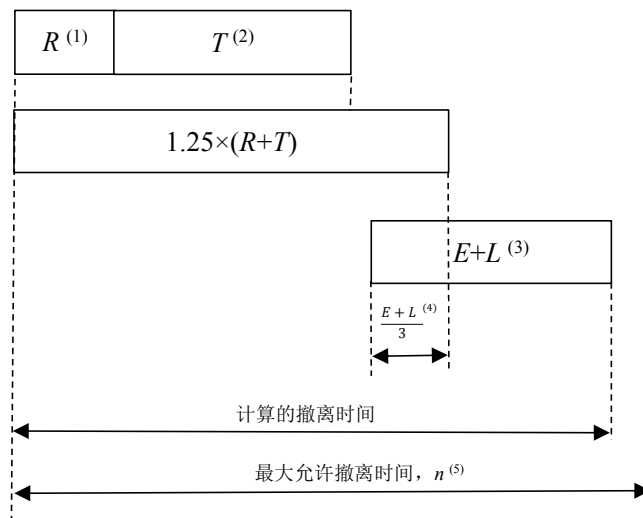


图 1.6.1 撤离分析性能衡准示意图

- 注：(1) 根据分析方法的详细规定；
- (2) 按本指南的第 2 章或第 3 章计算；
  - (3) 根据 SOLAS 公约第 III 章/21.1.3 条，最大值为 30 min；
  - (4) 重叠时间取  $(E + L)/3$ ；
  - (5) 式 1.6.1-1 中的  $n$  (min) 值。

1.6.2  $E+L$  应单独计算，并通过以下任一方法来确定：

- (1) 类似船舶和撤离系统的实船试验结果；

- (2) 基于模拟的登乘分析结果；
- (3) 制造商提供的数据。在此情况下，应说明计算方法，包括所使用的修正系数的值。

1.6.3 如果不能使用上述 1.6.2 中所述三种方法的任一种， $(E+L)$  应假定为 30 min。

1.6.4 如后续营运中船舶救生设备发生变更，则应在相关船上文件中明确记录新设备的登乘及下水时间  $(E+L)$ ，例如：SOLAS 公约第 V/30 条要求的船舶操作限制清单、客船安全证书或救生设备布置图。

## 1.7 图纸资料

1.7.1 按 IMO 公约或主管机关法规需进行撤离分析或申请本章 1.3 附加标志的船舶，应将撤离布置图提交中国船级社 (CCS) 批准，将撤离分析计算书提交 CCS 备查。

1.7.2 与撤离分析相关图纸，作为撤离分析的审图参考，包括但不限于：

- (1) 脱险通道布置图（含梯道宽度计算）；
- (2) 总布置图；
- (3) 全船钢质门布置图；
- (4) 全船防火门布置图；
- (5) 救生艇筏布置图；
- (6) 室外扶梯布置图；
- (7) 室内扶梯布置图。

1.7.3 撤离分析计算书，应包括：

- (1) 分析的基本假设；
- (2) 被分析区域的布局简图；
- (3) 每种撤离场景的人员初始分布；
- (4) 撤离分析计算的细节；
- (5) 总的撤离时间；
- (6) 确认的拥堵点；
- (7) 确认的逆流和交叉流区域（如有）。

## 第 2 章 简化撤离分析计算

### 2.1 基本假定

2.1.1 简化撤离分析的计算方法，一般作如下假定：

- (1) 所有乘客和船员同时开始撤离并相互不干扰；
- (2) 初始步行速度取决于人员密度，假设移动是沿脱险通道的方向，且无超越；
- (3) 人员可无干扰地移动；
- (4) 以逆流修正系数计算逆流；
- (5) 以修正系数和安全系数进行简化计算。安全系数的值为 1.25。

### 2.2 撤离时间的计算

2.2.1 应考虑下列参数：

- (1) 响应时间 ( $R$ )，应为夜间 10 min，日间 5 min；
- (2) 移动时间 ( $T$ )，计算方法见本章 2.4；
- (3) 登乘及下水时间 ( $E+L$ )，计算方法见本指南 1.6.2。

### 2.3 拥堵的识别

2.3.1 拥堵应按以下衡准识别：

- (1) 初始密度等于或大于  $3.5 \text{ p/m}^2$ ；
- (2) 计算的进出人流差 ( $F_c$ ) 大于  $1.5 \text{ p/s}$ 。

### 2.4 移动时间 $T$ 的计算方法

2.4.1 移动时间  $T$  的计算参数

2.4.1.1 净宽 ( $W_c$ )：走廊和楼梯的净宽系指扣除栏杆或扶手后的宽度，门的净宽系指门全开状态下的实际通过宽度。

2.4.1.2 初始人员密度 ( $D$ )：脱险通道中的初始人员密度系指人员数量 ( $p$ ) 除以人员在原来位置可用的脱险通道面积，用 ( $\text{p/m}^2$ ) 表示。

2.4.1.3 人员流速 ( $S$ )：沿着脱险通道的人员流速 ( $\text{m/s}$ ) 取决于人员的特定流量（见本章 2.4.1.4 的定义）和脱险设施的类型。人员流速值参见下表 2.4.1 (1)（初始速度）和表 2.4.1 (3)（转换点后的速度作为特定流量的函数）。

2.4.1.4 人员的特定流量 ( $F_s$ )：特定流量 ( $\text{p/m/s}$ ) 系指每单位时间每单位通道净宽通过的逃生人员数量。 $F_s$  值见以下表 2.4.1 (1)（初始  $F_s$  作为初始密度函数）和表 2.4.1 (2)（最大值）。

表 2.4.1 (1) <sup>1</sup>—作为密度函数的初始特定流量值和初始速度值

设施类型	初始密度 $D$ (p/m <sup>2</sup> )	初始特定流量 $F_s$ (p/m/s)	初始人员流速 $S$ (m/s)
走廊	0	0	1.2
	0.5	0.65	1.2
	1.9	1.3	0.67
	3.2	0.65	0.20
	≥3.5	0.32	0.10

表 2.4.1 (2) <sup>1</sup>—最大特定流量值

设施类型	最大特定流量 $F_s$ (p/m/s)
楼梯 (下)	1.1
楼梯 (上)	0.88
走廊	1.3
门道	1.3

表 2.4.1 (3) <sup>1</sup>—特定流量和流速值

设施类型	特定流量 $F_s$ (p/m/s)	人员流速 $S$ (m/s)
楼梯 (下)	0	1.0
	0.54	1.0
	1.1	0.55
楼梯 (上)	0	0.8
	0.43	0.8
	0.88	0.44
走廊	0	1.2
	0.65	1.2
	1.3	0.67

2.4.1.5 计算的人流 ( $F_c$ )：计算的人流 (p/s) 系指每单位时间通过脱险通道的特定点的预计人数。可由下式计算得到：

$$F_c = F_s W_c \quad (2.4.1.5)$$

2.4.1.6 流动时间 ( $t_F$ )：流动时间 (s) 系指  $N$  个人通过出口系统的一点所需的总时间，计算方法为：

$$t_F = N / F_c \quad (2.4.1.6)$$

2.4.1.7 转换处：系指在出口系统中，通道的类型（例如从走廊至楼梯）或尺寸有变化，或通道合并或分开的地点。在转换中，所有出口计算流量的总数等于所有入口计算流量的总

<sup>1</sup> 数据摘录于民用建筑的陆基楼梯、走廊和门，以及（美国）国家消防保护协会(NFPA)“SFPE 防火工程手册”第2版，1995。

数:

$$\sum F_c(\text{进})_i = \sum F_c(\text{出})_j \quad (2.4.1.7)$$

式中:  $\sum F_c(\text{进})_i$  表示到达转换点的通道( $i$ )的计算流量;

$\sum F_c(\text{出})_j$  表示离开转换点的通道( $j$ )的计算流量。

2.4.1.8 移动时间  $T$ , 修正系数和逆流修正系数:

移动时间  $T$  (s) 由下式计算得到:

$$T = (\gamma + \delta)t_l \quad (2.4.1.8)$$

式中:  $\gamma$  为修正系数, 场景 1 和场景 2 中取值为 2.0, 场景 3 和场景 4 中取值为 1.3;

$\delta$  为逆流修正系数, 取值为 0.3;

$t_l$  为由本章 2.5 所述计算程序得到的最大移动时间 (s)。

## 2.5 理想条件下移动时间的计算程序

2.5.1 为了说明本计算程序, 使用下列标记符号:

(1)  $t_{\text{楼梯}}$  表示从脱险通道至集合站的通过楼梯时间 (s);

(2)  $t_{\text{甲板}}$  表示从甲板脱险通道的最远点至楼梯的移动时间 (s);

(3)  $t_{\text{集合}}$  表示从楼梯末端至指定的集合站入口的移动时间 (s)。

2.5.2 对于日间和夜间场景, 移动时间应分别按以下基本步骤进行计算。

2.5.2.1 将脱险通道布置图示为水力网络图, 其中管道表示走廊和楼梯, 阀表示门和其他类似限制, 水池表示公共处所。

2.5.2.2 每层甲板的主脱险通道密度  $D$  的计算。如果客舱面对走廊, 可假定客舱中的人员同时移入走廊; 走廊密度因此为以净宽计算的走廊单位面积内的客舱人员数量。对于公共处所和服务处所, 可假定所有人员同时开始在出口门撤离 (计算时所用的特定流量为门的最大特定流量); 每扇门的疏散人员数量可假定为与门的净宽成正比。

2.5.2.3 通过表 2.4.1 (1) 的线性内插法计算初始特定流量  $F_s$ , 作为密度函数。

2.5.2.4 计算通向指定的相应脱险楼梯方向的走廊和门流量  $F_c$ 。

2.5.2.5 一旦到达转换点, 用式 (2.4.1.7) 算得出口计算流量  $F_c$ 。如果两条以上通道离开转换点, 可假定每条通道的流量  $F_c$  与其净宽成正比。出口特定流量  $F_s$  系由出口计算流量除以净宽而得。有两种可能:

(1)  $F_s$  不超过表 2.4.1 (2) 的最大值: 相应的出口速度 ( $S$ ) 通过表 2.4.1 (3) 中的线性内插法获得, 作为特定流量函数;

(2)  $F_s$  超过表 2.4.1 (2) 的最大值: 在此情况下, 在转换点会形成一列队伍,  $F_s$  为表 2.4.1 (2) 的最大值, 相应的出口速度 ( $S$ ) 从表 2.4.1 (3) 获得。

2.5.2.6 对每一层甲板重复上述程序, 从而获得进入指定脱险楼梯的计算流量  $F_c$  和速度

S 的一组数值。

2.5.2.7 从  $N$  (进入楼梯或走廊的人数) 和相关的  $t_F$  计算每个楼梯和走廊的流动时间  $t_F$ 。每个脱险通道的流动时间  $t_F$  在相应于脱险通道每一部分的流动时间中是最长的。

2.5.2.8 从每个脱险通道的最远点至楼梯的移动时间  $t_{甲板}$  的计算定义为长度/速度比。对于脱险通道的不同部分, 如果这些部分连续使用, 移动时间应合计, 否则应采用其最大的值。每个甲板应进行这样的计算; 由于假定人们在每个甲板上平行移至指定的楼梯, 主要的  $t_{甲板}$  值应取其最大值。对于公共处所, 不计算  $t_{甲板}$ 。

2.5.2.9 对于每段楼梯, 移动时间计算为倾斜的梯段长度和速度之比。对于每个甲板, 总的楼梯移动时间  $t_{楼梯}$  为连接甲板与集合站的所有楼梯的移动时间的总数。

2.5.2.10 从楼梯末端 (在集合站甲板) 至集合站入口的移动时间  $t_{集合}$  的计算。对于每条路线, 移动时间计算为移动长度和速度之比; 对于每个甲板, 总的  $t_{集合}$  取为所有路线的最大值。

2.5.2.11 沿脱险通道至指定的集合站移动的总时间为:

$$t_I = t_F + t_{甲板} + t_{楼梯} + t_{集合} \quad (2.5.2.11)$$

2.5.2.12 根据计算结果, 按照本章 2.3.1 识别相应的拥堵点。

2.5.2.13 所有脱险通道按照上述程序计算后, 应选择最大  $t_I$  值按式 (2.4.1.8) 计算移动时间  $T$ 。

## 第3章 高级撤离分析计算

### 3.1 基本假定

3.1.1 高级撤离分析的计算方法，一般应作如下假定：

- (1) 乘客和船员作为具有特定个人能力和响应时间的独特个体；
- (2) 考虑到模型中的省略、假定及基准场景的有限数量和性质，计算中引入了安全系数，取值为 1.25。

### 3.2 撤离时间的计算

3.2.1 撤离时间的计算应包含下列参数：

- (1) 响应时间 ( $R$ )；
- (2) 移动时间 ( $T$ )；
- (3) 登乘及下水时间 ( $E+L$ )。

### 3.3 拥堵的识别

3.3.1 拥堵应按以下衡准识别：

- (1) 区域内局部人员密度在长时段内超过  $4 \text{ p/m}^2$ ；
- (2) 持续时间大于模拟的总集合时间 ( $t_A$ ) 的 10%，视为长时段。

### 3.4 软件验证

3.4.1 高级撤离分析软件应经认可，验证流程见图 3.4.1，具体要求见本指南附录 1。

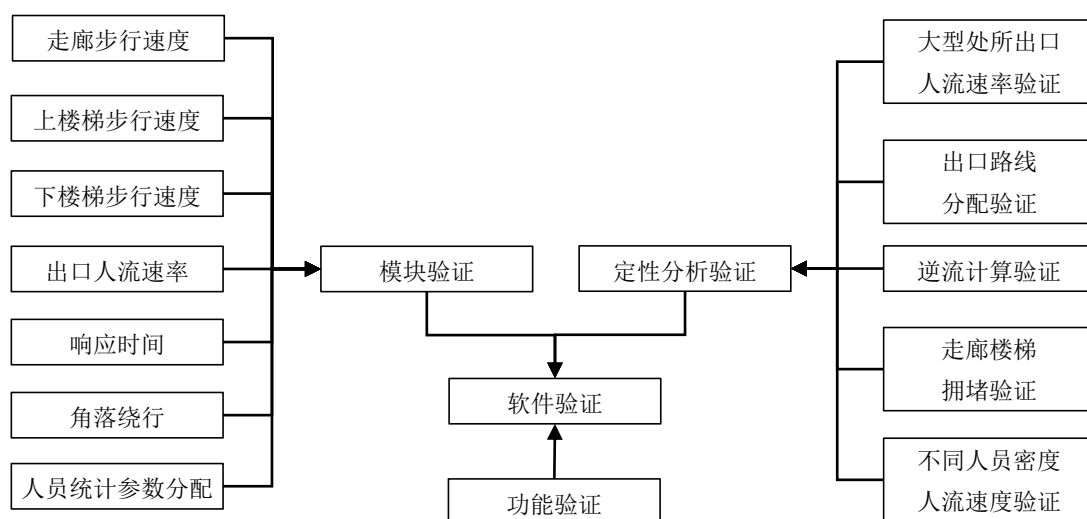


图 3.4.1 高级撤离分析软件验证流程

### 3.5 计算步骤

3.5.1 高级撤离分析的基本步骤如下：

- (1) 建模；
- (2) 场景设置；
- (3) 移动时间计算；
- (4) 结果分析；
- (5) 编制报告。

### 3.6 建模

3.6.1 建模系指基于高级撤离分析软件，以数值模拟的方法对船舶几何建模、人员构成、响应时间、移动速度和出口流动速率等参数予以确定。

#### 3.6.2 几何建模

3.6.2.1 几何建模应通过高级撤离分析软件，以数值模拟的方法根据船舶处所和脱险通道的实际布置和尺寸，建立符合船舶实际情况的人员运行边界，为高级撤离分析所需计算场景的设置提供几何模型，并赋予不同场景所需与撤离速度相关类似撤离引导方面的特征。

3.6.2.2 基本撤离场景 1 和场景 2 中，应假定乘客和船员沿主脱险通道移动至集合站，为此，应假定标志、低位照明、船员培训和与撤离系统设计和运行有关的其他方面符合 IMO 文件的要求。

3.6.2.3 次级撤离场景 3 和场景 4 中，对于不能使用场景 1 和场景 2 指定主脱险通道的乘客和船员，应按照船舶设计确定的其他脱险通道进行撤离。

3.6.2.4 乘客和船员初始分布，除应考虑船舶实际情况外，还需满足 FSS 规则第 13 章的规定。

#### 3.6.3 人员构成

3.6.3.1 不同年龄、性别和身体特性乘客所占比例应满足表 3.6.3.1 的要求，并在所有场景计算中保持不变。

表 3.6.3.1 人员构成（年龄和性别）

人员组—乘客	占乘客百分比(%)
30岁以下的女性	7
30至50岁的女性	7
50岁以上的女性	16
50岁以上的女性—行动不便(1)	10
50岁以上的女性—行动不便(2)	10

人员组—乘客	占乘客百分比(%)
30岁以下的男性	7
30至50岁的男性	7
50岁以上的男性	16
50岁以上的男性—行动不便(1)	10
50岁以上的男性—行动不便(2)	10
人员组—船员	占船员百分比(%)
女性船员	50
男性船员	50

表注：此乘客构成的所有相关特征应由固定数值范围内的统计分布构成。该范围定为均匀随机分布的最小值和最大值之间。

### 3.6.4 响应时间

3.6.4.1 各场景的响应时间应为如下所示的截型对数正态分布<sup>2</sup>：

对于场景 1 和场景 3（夜间）：

$$y = \frac{1.01875}{\sqrt{2\pi}0.84(x-400)} \exp\left[-\frac{(\ln(x-400)-3.95)^2}{2 \times 0.84^2}\right] \quad (3.6.4.1-1)$$

$$400 < x < 700$$

对于场景 2 和场景 4（日间）：

$$y = \frac{1.00808}{\sqrt{2\pi}0.94x} \exp\left[-\frac{(\ln(x)-3.44)^2}{2 \times 0.94^2}\right] \quad (3.6.4.1-2)$$

$$0 < x < 300$$

式中， $x$  为响应时间，单位为 s， $y$  为响应时间  $x$  的概率密度。

### 3.6.5 移动速度

3.6.5.1 平地（例如走廊）上的无阻碍的移动速度：男性和女性的最大无阻碍移动速度随年龄变化而变化<sup>3</sup>，其分布曲线如图 3.6.5.1 所示，近似分段函数见表 3.6.5.1(1)。

<sup>2</sup> 《关于用于MSC/Circ.1033集合时间分析的基于试航数据的乘客响应时间分布特性建议书》，Galea, E. R., Deere, S., Sharp, G., Fillips, L., Lawrence, P. 和 Gwunne, S., 《英国皇家造船技师协会汇刊》，A 部分-《国际海工期刊》ISSN 14798751.2007。

<sup>3</sup> Ando K、Ota H 和 Oki T, 《预报人流》，《铁路研究评论》，(45), 8-14 页, 1988。

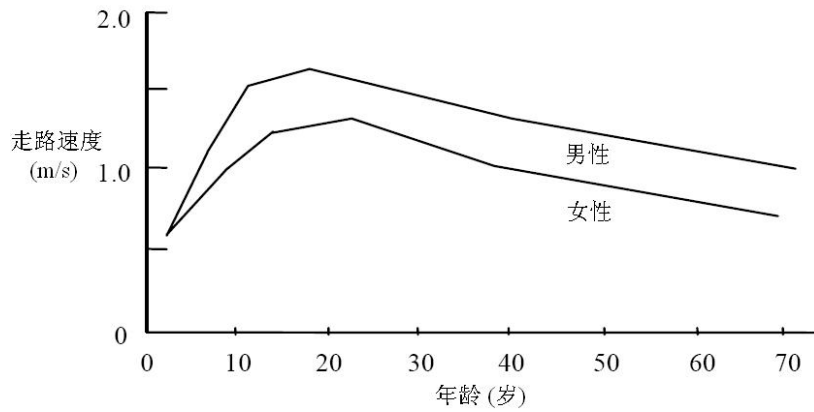


图 3.6.5.1 作为年龄和性别函数的步行速度

表 3.6.5.1(1) 平均移动速度值的回归表示法

性别	年龄(岁)	速度
女性	2—8.3	$0.06 * \text{年龄} + 0.5$
	8.3—13.3	$0.04 * \text{年龄} + 0.67$
	13.3—22.25	$0.02 * \text{年龄} + 0.94$
	22.25—37.5	$-0.018 * \text{年龄} + 1.78$
	37.5—70	$-0.01 * \text{年龄} + 1.45$
男性	2—5	$0.16 * \text{年龄} + 0.3$
	5—12.5	$0.06 * \text{年龄} + 0.8$
	12.5—18.8	$0.008 * \text{年龄} + 1.45$
	18.8—39.2	$-0.01 * \text{年龄} + 1.78$
	39.2—70	$-0.009 * \text{年龄} + 1.75$

对于表 3.6.3.1 所述的每个性别组，步行速度模式化为均匀分布的统计数据，其最大和最小值如下：

表 3.6.5.1(2) 平地（例如走廊）上的步行速度

人员组—乘客	平地（例如走廊）上的步行速度	
	最小(m/s)	最大(m/s)
30岁以下的女性	0.93	1.55
30至50岁的女性	0.71	1.19
50岁以上的女性	0.56	0.94
50岁以上的女性—行动不便(1)	0.43	0.71

人员组—乘客	平地（例如走廊）上的步行速度	
	最小(m/s)	最大(m/s)
50岁以上的女性—行动不便(2)	0.37	0.61
30岁以下的男性	1.11	1.85
30至50岁的男性	0.97	1.62
50岁以上的男性	0.84	1.4
50岁以上的男性—行动不便(1)	0.64	1.06
50岁以上的男性—行动不便(2)	0.55	0.91
人员组—船员	平地（例如走廊）上的步行速度	
	最小(m/s)	最大(m/s)
女性船员	0.93	1.55
男性船员	1.11	1.85

3.6.5.2 无障碍的梯道上的步行速度<sup>4</sup>：无障碍梯道上基于性别、年龄和移动方向（上、下）的行进速度应满足表 3.6.5.2 的规定。

表 3.6.5.2 楼梯上的步行速度

人员组—乘客	楼梯上的步行速度(m/s)			
	下楼		上楼	
	最小	最大	最小	最大
30岁以下的女性	0.56	0.94	0.47	0.79
30至50岁的女性	0.49	0.81	0.44	0.74
50岁以上的女性	0.45	0.75	0.37	0.61
50岁以上的女性—行动不便(1)	0.34	0.56	0.28	0.46
50岁以上的女性—行动不便(2)	0.29	0.49	0.23	0.39
30岁以下的男性	0.76	1.26	0.5	0.84
30至50岁的男性	0.64	1.07	0.47	0.79
50岁以上的男性	0.5	0.84	0.38	0.64
50岁以上的男性—行动不便(1)	0.38	0.64	0.29	0.49
50岁以上的男性—行动不便(2)	0.33	0.55	0.25	0.41

<sup>4</sup> 最大无阻力的楼梯上的步行速度来自于 J.Fruin 运算的数据，见《行人计划 and 设计》，城市设计者和环境计划者协会，纽约，1971。该研究包括两种楼梯结构。

人员组—船员	楼梯上的步行速度(m/s)			
	下楼		上楼	
	最小	最大	最小	最大
女性船员	0.56	0.94	0.47	0.79
男性船员	0.76	1.26	0.5	0.84

3.6.5.3 高级撤离分析计算过程中，每位撤离人员在平地 and 梯道（下和上）的无阻碍移动速度应在满足表 3.6.5.1 (2)和 3.6.5.2 规定的前提下保持一致。

3.6.6 出口流动率（门）是每单位时间单位宽度通过脱险通道上一点的逃生人员数量，按人数（ $p$ ）测量。出口流动率<sup>5</sup>应不超过 1.33  $p/m/s$ 。

### 3.7 场景设置

3.7.1 开展人员撤离分析计算时，乘客和船员的初始分布应按照 FSS 规则第 13 章进行设置。对于高级撤离分析，还应满足下述 3.7.2 和 3.7.3 的规定。如果有详细的船员分布数据，以实际分布数据为准。

3.7.2 场景 1 和 3（夜间）：以乘客起居舱室最大铺位量设置乘客分布；2/3 船员在船员起居舱室，其余 1/3 船员应：

- (1) 50%位于服务处所；
- (2) 25%位于应急职责位置，包括但不限于驾驶室、集控室和安全中心等；
- (3) 25%位于集合站并以与撤离者相反的方向朝该集合站指定的最远客舱移动；一旦到达客舱，模拟中将不再考虑这些船员。每个主竖区内的乘客和相反方向船员的的比例应一致。

3.7.3 场景 2 和 4（日间）：乘客占据了按 SOLAS 公约第 II-2/3.39 条定义的公共处所的最大容量的 75%。船员分布如下：

- (1) 1/3 船员位于船员起居处所（船舱和船员日间处所）；
- (2) 1/3 船员位于公共处所；
- (3) 其余 1/3 船员分布如下：
  - ① 50%应位于服务处所；
  - ② 25%应位于应急职责位置，包括但不限于驾驶室、集控室和安全中心等；
  - ③ 25%应位于集合站并以与撤离者相反的方向朝该集合站指定的最远客舱移动；一旦到达客舱，模拟中将不再考虑这些船员。每个主竖区内的乘客和相反方向船员的的比例应一致。

<sup>5</sup> 该值是基于日本、英国和美国的民用建筑应用的认可数据；该值也与简化撤离分析方法一致。

### 3.8 移动时间计算

3.8.1 由于撤离过程具有一定的随机性，模型计算出的移动时间是一个随机数值。

3.8.2 对于本指南 1.4.1 中每个场景，均应进行至少 500 次模拟，每个场景会产生至少 500 个  $t_A$  值。

3.8.3 上述 500 次模拟，应满足下列两种情况之一：

(1) 包含至少 100 种人员随机生成情景（满足本章 3.6.3.1 要求），每种情景至少重复 5 次模拟且 5 次结果有较明显差异；

(2) 包含至少 500 种人员随机生成情景（满足本章 3.6.3.1 要求）。

3.8.4 当使用适当的方法确定收敛时，可减少 500 种不同模拟的最小数量，例如本指南附录 2 所示的方法。在此情况下，不同模拟的总数不应小于 50。

3.8.5 基本场景和次级场景中的每个场景中移动时间的取值：所取的  $t_i$  值高于 95% 的所有计算值（即对于基本场景和次级场景的每 1 例，时间  $t_A$  的排列从低到高， $t_i$  取高于 95% 的所列值）。

3.8.6 移动时间  $T$  值应为场景 1~4 移动时间  $t_i$  中的最大值。

3.8.7 额外场景的移动时间计算程序应与场景 1~4 相同。

### 3.9 结果分析

3.9.1 计算结果应与本指南 1.6 所述的性能衡准进行比较，主要包括：

- (1) 总撤离时间是否满足本指南 1.6 规定的性能衡准；
- (2) 本章 3.3 规定的拥堵位置的识别。

### 3.10 计算书编制

3.10.1 高级撤离分析计算书除满足本指南 1.7.3 要求外，还应包括以下内容：

- (1) 除本指南 1.5 以外的其他假定条件；
- (2) 高级撤离分析算法模型的必要说明，包括：
  - ① 描述人员运动的重要变量，例如，人员的步行速度和方向；
  - ② 参数和变量之间的函数关系；
  - ③ 算法更新规则，例如模型中人员运动更新规则（并行、随机、有序或者其它）；
  - ④ 梯道、门、集合站、登乘站和其他特殊几何要素的表征，以及表征这些几何元素在模拟过程中对变量影响（如有）的参数；

⑤ 应提供软件用户说明书/手册，包含算法模型及其假定、软件使用说明和结果解释等。

## 第 4 章 特定应用中的撤离分析

### 4.1 通则

4.1.1 在船舶设计阶段，基于基准场景，通过本指南第 2 章或第 3 章所述的撤离分析方法，可以识别和确认拥堵点，以此提出改进建议使得船舶脱险通道设计和撤离性能满足公约和法规的要求。

4.1.2 除 IMO MSC.1/Circ.1533 通函规定的用于评估客船脱险通道设计之外，撤离分析还常应用于其他特定应用中，例如替代设计中的人员撤离、事故应急情况下的人员撤离、安全返港中的有序撤离等。这些撤离分析均基于特定场景，其性能衡准、撤离目的地、人员分布等均可能与本指南第 1 至 3 章相关规定有所不同。

4.1.3 如相关方需进行本章 4.1.2 所述的撤离分析，可参照本章执行，相关性能衡准及撤离方案需经 CCS 认可。

### 4.2 替代设计中的撤离分析

4.2.1 常见的船舶替代设计，例如消防安全替代设计和救生设备替代设计，均需开展人员撤离分析，以评估替代设计的人命安全目标是否能达到。

4.2.2 消防安全替代设计中人员撤离分析，其计算场景应基于船舶设计现状和风险识别，确定人员初始分布、脱险通道可利用情况、集合站可利用情况等。

4.2.3 为保证船上人员的生命安全，消防安全替代设计中人员撤离分析，其设计目标是维持脱险通道的合适状态，保证所有人员能够有足够的时间撤离到安全区域，使他们不受到瞬间或者积累的火灾威胁。其性能衡准通常采用所需安全疏散时间（*RSET*）和可用安全疏散时间（*ASET*）作为判定参数<sup>6</sup>。在满足式（4.2.3）的情况下，人员撤离是安全的，反之则不安全：

$$RSET < ASET \quad (4.2.3)$$

其中 *RSET* 系指从受到火或烟影响的处所安全撤离的所需时间。应通过高级撤离分析方法，计算确定完全撤离处所的最大 *RSET*。

---

<sup>6</sup> 详见 IMO MSC.1/Circ.1552 通函“消防安全替代设计和布置指南（IMO MSC/Circ.1002 通函）修正案”。

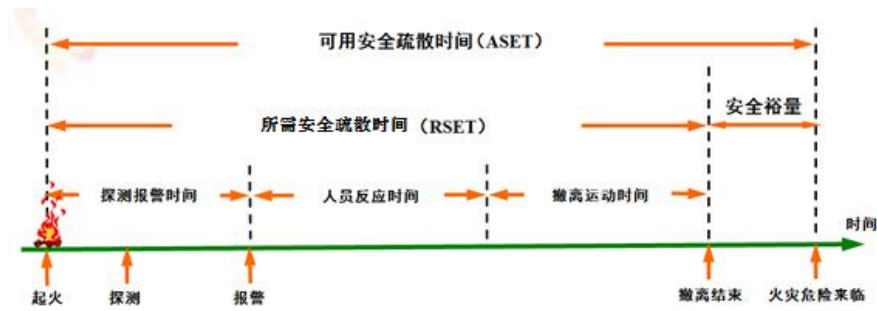


图 4.2.3 人员撤离安全判定示意图

4.2.4 救生设备替代设计中人员撤离分析，其计算场景应基于船舶设计现状和风险识别，确定人员初始分布、脱险通道可利用情况、集合站可利用情况、救生设备可利用情况等，如涉及替代逃生路线或备用集合站的使用，应对其使用情况进行说明。

4.2.5 救生设备替代设计中人员撤离分析，其设计目标是确保救生设备、脱险通道、集合站和撤离程序等设计合理，有充分的安全防护和预防措施，在紧急情况下保证船上人员安全撤离，其性能衡准可参照本指南 1.6 的要求设置。

### 4.3 火灾事故下的撤离分析

4.3.1 火灾事故下的人员应急撤离，其计算场景应基于火灾事故发生时的现状，同时导入火灾场景的时域计算结果，可包括高温、低能见度和有毒气体（如 CO），分析在火灾危害产物影响下，人员应急撤离情况，为火灾事故的应急响应和人员撤离预案制定提供技术支持。

### 4.4 安全返港中的有序撤离

4.4.1 船舶安全返港时，如事故超出 SOLAS 公约 II-1 章 8-1/2 条或 II-2 章 21/3 条规定的事故界限时，船上人员应有序撤离，其计算场景应：

- (1) 分析每个主竖区因失火/进水而无法使用的场景，包括其内的脱险通道；
- (2) 分别考虑日间和晚上的场景；
- (3) 假设船上人员初始分布应集中在安全区域内。

## 第 5 章 简化撤离分析案例

### 5.1 通则

5.1.1 本章给出了简化撤离分析案例，仅作为例证，不能将其视为全面和完整的分析，也不能视为指出了应予使用的数据。

### 5.2 船舶特性

5.2.1 本例局限于假设的豪华旅游客船的两个主竖区 (MVZ 1 和 MVZ 2)。对于 MVZ 1，考虑夜间场景，下文称为场景 1；对于 MVZ 2，考虑日间场景，下文称为场景 2。

5.2.2 在场景 1 中，初始分布为总共 449 人位于船员和乘客舱室，其中 42 人在甲板 5，65 人在甲板 6（42 人在前部，23 人在后部），26 人在甲板 7，110 人在甲板 9，96 人在甲板 10，110 人在甲板 11，甲板 8（集合站）是空的。

5.2.3 在场景 2 中，初始分布为总共 1138 人位于公共处所，其中 469 人在甲板 6，469 人在甲板 7，200 人在甲板 9。甲板 8（集合站）是空的。

### 5.3 系统描述

5.3.1 集合站的识别：对于 MVZ 1 和 MVZ 2，集合站位于甲板 8，甲板 8 也是登乘甲板。

5.3.2 脱险通道的识别：

5.3.2.1 在 MVZ 1，脱险通道如下，见图 5.3.2.1：

(1) 甲板 5 通过在该区域前部的一个楼梯（楼梯 A）与甲板 6（然后为甲板 7，即集合站的位置）连接。4 个走廊（走廊 1、2、3 和 4）和 2 扇门（分别为门 1 和门 2）连接舱室和楼梯 A。净宽和长度为：

项目	$W_c$ (净宽) (m)	长度(m)	面积(m <sup>2</sup> )	注
MVZ1-甲板5-走廊1	0.9	13	11.7	至门1
MVZ1-甲板5-走廊2	0.9	20	18	至门1
MVZ1-甲板5-走廊3	0.9	9.5	8.55	至门2
MVZ1-甲板5-走廊4	0.9	20	18	至门1
MVZ1-甲板5-门1	0.9	N.A.	N.A.	至楼梯A
MVZ1-甲板5-门2	0.9	N.A.	N.A.	至楼梯A
MVZ1-甲板5-楼梯A	1.35	4.67	N.A.	上至甲板6

(2) 甲板 6 通过两个楼梯（楼梯 A 和楼梯 B 分别位于该区域的前部和后部）与甲板 7（然后为甲板 8）连接。4 个走廊（走廊 1、2、3 和 4）和 2 扇门（门 1 和 2）连接前舱和楼

梯 A，2 个走廊（走廊 5 和 6）和 2 扇门（门 3 和 4）连接后舱和楼梯 B。净宽和长度为：

项目	$W_c$ (净宽) (m)	长度(m)	面积(m <sup>2</sup> )	注
MVZ1-甲板6-走廊1	0.9	13	11.7	至门1
MVZ1-甲板6-走廊2	0.9	20	18	至门1
MVZ1-甲板6-走廊3	0.9	9.5	8.55	至门2
MVZ1-甲板6-走廊4	0.9	20	18	至门1
MVZ1-甲板6-门1	0.9	N.A.	N.A.	至楼梯A
MVZ1-甲板6-门2	0.9	N.A.	N.A.	至楼梯A
MVZ1-甲板6-楼梯A	1.35	4.67	N.A.	上至甲板7
MVZ1-甲板6-走廊5	0.9	13	11.7	至门3
MVZ1-甲板6-走廊6	0.9	20	18	至门4
MVZ1-甲板6-门3	0.9	N.A.	N.A.	至楼梯B
MVZ1-甲板6-门4	0.9	N.A.	N.A.	至楼梯B
MVZ1-甲板6-楼梯B	1.35	4.67	N.A.	上至甲板7

(3) 甲板 7 通过楼梯 C（从下面上来的楼梯 A 和 B 在甲板 7 处停止）与甲板 8 连接。楼梯 A 和 B 的到达处和甲板 7 的舱室通过 8 个走廊连至楼梯 C，为简化此例，这里门被忽略不计。净宽和长度为：

项目	$W_c$ (净宽) (m)	长度(m)	面积(m <sup>2</sup> )	注
MVZ1-甲板7-走廊1	0.9	6	5.4	至楼梯C
MVZ1-甲板7-走廊2	0.9	9	8.1	至走廊7
MVZ1-甲板7-走廊3	0.9	15	13.5	至走廊8
MVZ1-甲板7-走廊4	0.9	6	5.4	至楼梯C
MVZ1-甲板7-走廊5	0.9	14	12.6	至走廊7
MVZ1-甲板7-走廊6	0.9	15	13.5	至走廊8
MVZ1-甲板7-走廊7	2.4	11	26.4	从楼梯B
MVZ1-甲板7-走廊8	2.4	9	21.6	从楼梯A 至楼梯C
MVZ1-甲板7-楼梯C	1.40	4.67	N.A.	上至甲板8

(4) 甲板 11 通过该区域后部的双层楼梯（楼梯 C）与甲板 10 连接。两个走廊（走廊 1 和 2）通过两个门（分别为门 1 和门 2）连接舱室和楼梯。净宽和长度为：

项目	$W_c$ (净宽) (m)	长度(m)	面积(m <sup>2</sup> )	注
MVZ1-甲板11-走廊1	0.9	36	32.4	至门1
MVZ1-甲板11-走廊2	0.9	36	32.4	至门2
MVZ1-甲板11-门1	0.9	N.A.	N.A.	至楼梯C
MVZ1-甲板11-门2	0.9	N.A.	N.A.	至楼梯C
MVZ1-甲板11-楼梯C	2.8	4.67	N.A.	下至甲板10

(5) 甲板 10 的布置与甲板 11 相似。净宽和长度为：

项目	$W_c$ (净宽) (m)	长度(m)	面积(m <sup>2</sup> )	注
MVZ1-甲板10-走廊1	0.9	36	32.4	至门1
MVZ1-甲板10-走廊2	0.9	36	32.4	至门2
MVZ1-甲板10-门 1	0.9	N.A.	N.A.	至楼梯C
MVZ1-甲板10-门 2	0.9	N.A.	N.A.	至楼梯C
MVZ1-甲板10-楼梯C	2.8	4.67	N.A.	下至甲板9

(6) 甲板 9 的布置与甲板 11 相似。净宽和长度为：

项目	$W_c$ (净宽) (m)	长度(m)	面积(m <sup>2</sup> )	注
MVZ1-甲板9-走廊1	0.9	36	32.4	至门1
MVZ1-甲板9-走廊2	0.9	36	32.4	至门2
MVZ1-甲板9-门1	0.9	N.A.	N.A.	至楼梯C
MVZ1-甲板9-门2	0.9	N.A.	N.A.	至楼梯C
MVZ1-甲板9-楼梯C	2.8	4.67	N.A.	下至甲板8

(7) 甲板 8，来自甲板 5，6，7（楼梯 C）和甲板 11，10，9（楼梯 C）的人员通过路线 1 和 2 进入集合站。净宽和长度为：

项目	$W_c$ (净宽) (m)	长度(m)	注
MVZ1-甲板8-路线1	2.00	9.50	至集合站
MVZ1-甲板8-路线2	2.50	7.50	至集合站

5.3.2.2 在 MVZ2，脱险通道如下，见图 5.3.2.2：

(1) 甲板 6 通过该区域前部的 2 个楼梯（分别为楼梯 A 和 B）和该区域后部的 1 个双层楼梯（楼梯 C）与甲板 7（然后与甲板 8，即集合站的位置）连接。两扇门（分别为门 A 和 B）连接公共处所和楼梯 A 和 B；两扇门（分别为左舷门和右舷门）连接公共处所和楼梯 C。净宽和长度为：

项目	$W_c$ (净宽) (m)	长度(m)	注
MVZ2-甲板6-门A	1	N.A.	
MVZ2-甲板6-门B	1	N.A.	
MVZ2-甲板6-左舷门C	1.35	N.A.	
MVZ2-甲板6-右舷门C	1.35	N.A.	
MVZ2-甲板6-楼梯A	1.4	4.67	上至甲板7
MVZ2-甲板6-楼梯B	1.4	4.67	上至甲板7
MVZ2-甲板6-楼梯C	3.2	4.67	上至甲板7

(2) 甲板 7 通过与甲板 6 至甲板 7 一样的布置与甲板 8 连接。净宽和长度为：

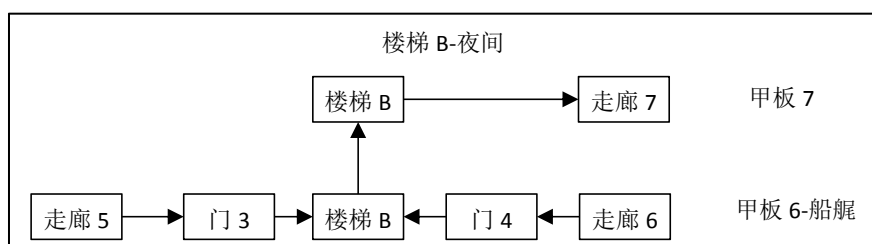
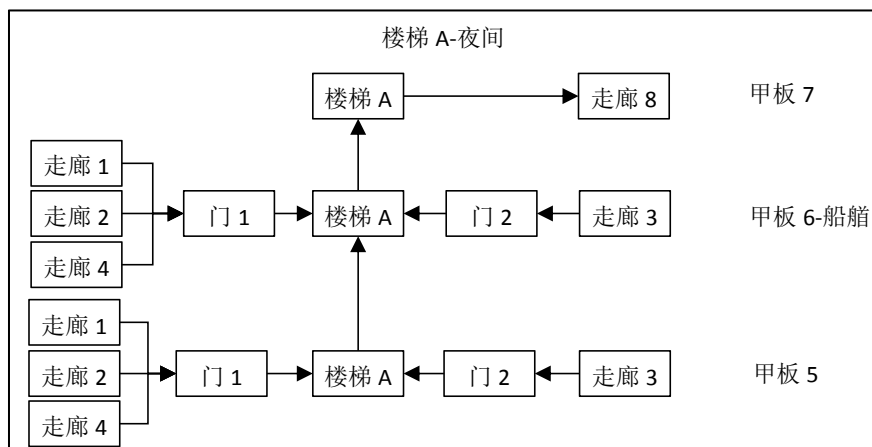
项目	$W_c$ (净宽) (m)	长度(m)	注
MVZ2-甲板7-门A	1.7	N.A.	
MVZ2-甲板7-门 B	1.7	N.A.	
MVZ2-甲板7-左舷门C	0.9	N.A.	
MVZ2-甲板7-右舷门C	0.9	N.A.	
MVZ2-甲板7-楼梯A	2.05	4.67	上至甲板8
MVZ2-甲板7-楼梯B	2.05	4.67	上至甲板8
MVZ2-甲板7-楼梯C	3.2	4.67	上至甲板8

(3) 甲板 9 通过该区域后部的双层楼梯（楼梯 C）与甲板 8 连接。两扇门（分别为左舷门和右舷门）连接公共处所和楼梯 C。净宽和长度为：

项目	$W_c$ (净宽) (m)	长度(m)	注
MVZ2-甲板9-左舷门	1	N.A.	
MVZ2-甲板9-右舷门	1	N.A.	
MVZ2-甲板9-楼梯C	3.2	4.67	下至甲板7

(4) 甲板 8，来自甲板 6 和 7（楼梯 A 和 B）的人通过门 A 和 B 直接进入登乘站（开敞甲板），来自甲板 9（楼梯 C）的人通过路线 1 和 2 进入集合站。净宽和长度为：

项目	$W_c$ (净宽) (m)	长度(m)	注
MVZ2-甲板8-门A	2.05	N.A.	至登乘站
MVZ2-甲板8-门B	2.05	N.A.	至登乘站
MVZ2-甲板8-路线1	2	9.5	至集合站
MVZ2-甲板8-路线2	2.5	7.5	至集合站



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/228056050045006065>