

ICS 91.120.25

P 15

团体标准

T/SSC XXX-20XX

地震现场救援木支撑承载力速查标准

Quick reference standard for bearing capacity of rescue wooden shores at
earthquake site

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

目次	I
前言	II
引言	III
地震现场救援木支撑承载力速查标准	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号	2
5 基本原则	2
6 各类型救援木支撑承载力速查	3
7 木材承载力调整系数	19
附录 A（规范性） 承载力速查值适用的结构构造与安装条件	22
附录 B（资料性） 承载力计算公式与速查表编制依据	31
附录 C（资料性） 救援木支撑选型算例	33
参考文献	34

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、柏文、许德峰、张健强、黄思凝、熊立红、孙刚、管丽倩、邵志鹏、吴碧野、姜涛、王英达、胡雪枫。

本文件为首次发布。

引 言

建筑物倒塌是地震造成人员伤亡的重要原因，被压埋人员救援是地震现场救援的关键环节。保障救援通道安全，对减少搜救人员和被救人员伤亡具有重要意义。在地震现场救援通道构建过程中，通常搭设木支撑结构，对建筑废墟构件进行临时支护，以保障救援通道在建筑物废墟自重、救援作业荷载及余震影响下保持必要的安全性和稳定性。

地震现场具有时间紧迫、空间受限、荷载边界不明确和材料条件差异较大等特点。为便于现场人员在完成必要风险评估后快速确定支撑型式、截面、高度及数量，本文件以设计承载力速查为主线，规定基本原则、材料调整方法、各类支撑设计承载力计算公式与速查表。

承载力速查值的适用性取决于支撑的构造、连接、支承、安装、锚固和使用状态。为保持正文简洁并突出速查功能，本文件将相关结构构造和安装条件集中列入规范性附录A，将承载力计算公式和速查表编制依据列入资料性附录B，将现场选型算例列入资料性附录C。

本文件依据救援木支撑承载力研究成果、数值分析和地震现场救援支撑经验，并参考国内外城市搜救支撑技术资料编制，可供地震现场搜救、应急支护和救援通道构建使用。

地震现场救援木支撑承载力速查标准

1 范围

本文件规定了地震现场救援木支撑承载力速查的基本原则、速查值适用条件、木材承载力调整方法、L型支撑多榀组合选用要求，以及单立柱垂直支撑、双立柱垂直支撑、三维支撑、门窗支撑和L型支撑的设计承载力计算公式与速查表。

本文件规定了承载力速查值适用的材料、截面尺寸、连接、结构构造、支承、安装、锚固和使用条件。各类支撑的结构构造见附录A。

本文件适用于以樟子松制作的地震现场救援木支撑承载力速查。采用其他树种木材时，应按第7章规定的承载力调整系数对速查值进行调整。

本文件适用于地震现场受损或倒塌建筑物构件的临时支护和救援通道支护，不适用于永久结构设计。

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 50005 木结构设计标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 救援木支撑 rescue wooden shore

地震现场为稳定受损或倒塌建筑物构件、保障救援通道安全而临时搭设的木结构支撑。

3.2 承载力速查值 quick-reference bearing capacity

在规定的材料、截面、连接、构造、支承和安装条件下，可供现场直接查用的支撑设计承载力。

3.3 荷载路径 load path

被支撑构件或废墟体的荷载经上梁、立柱、下梁和支承面逐级传递的连续路线。

3.4 轴向荷载 axial load

沿构件纵向轴线作用并主要引起轴向压缩或拉伸效应的荷载。

3.5 极限承载力 ultimate bearing capacity

支撑结构达到破坏、失稳或不能继续承载状态时所能承受的最大荷载。

3.6 设计承载力 design bearing capacity

考虑规定安全系数后用于现场确定支撑型式、截面和数量的承载力。

3.7 安全系数 safety factor

极限承载力与设计承载力的比值。

3.8 支撑樑 shore frame

在规定构造范围内能够独立形成荷载传递路径的单个支撑单元。

3.9 单立柱垂直支撑 single post vertical shore

主要承载构件为单根立柱、用于完整支撑系统安装前快速初始支护的垂直支撑。

3.10 双立柱垂直支撑 double post vertical shore

主要承载构件为两根立柱，并通过上梁、下梁、横撑或斜撑形成平面受力单元的垂直支撑。

3.11 三维支撑 laced post shore

由四根立柱以及横撑、斜撑组成，能够形成空间约束和稳定受力体系的支撑。

3.12 门窗支撑 window and door shore

设置于门窗洞口内部，用于支护洞口上方或两侧受损构件的支撑。

3.13 L型支撑 raker shore

由贴墙立柱、下梁和斜杆等组成，用于稳定倾斜或受损墙体的支撑。

4 符号

下列符号适用于本文件。

a ——立柱边缘至楔子边缘的距离，单位为毫米（mm）；

D ——立柱间距或洞口内两根立柱间距，单位为毫米（mm）；

F ——作用于拟设置支撑系统的设计荷载，单位为千牛（kN）；

F_d ——按第6章确定的单樑支撑设计承载力，单位为千牛（kN）；

$F_{d,a}$ ——考虑木材承载力调整系数后的单樑设计承载力，单位为千牛（kN）；

F_u ——单樑支撑极限承载力，单位为千牛（kN）；

H ——垂直支撑立柱高度；对L型支撑为贴墙立柱长度，单位为毫米（mm）；

K ——安全系数；

n ——按承载力确定的支撑樑数；

η_m ——木材承载力调整系数。

5 基本原则

5.1 现场采用本标准进行承载力速查前，应对被支撑对象、潜在坍塌方向、荷载路径、作业空间和支承条件进行评估。

5.2 支撑选型应以设计承载力为依据，不应采用极限承载力直接确定支撑型式或数量。

- 5.3 本标准速查表所列数值为单樨支撑或单个完整支撑单元的设计承载力。采用速查值时，支撑的材料、构件尺寸、连接、构造、支承、安装、锚固和使用条件应符合本标准相应条文和附录 A 的规定。
- 5.4 承载力速查应根据支撑型式、立柱截面、立柱高度或长度、立柱间距和支撑角度等参数，查取相应设计承载力。
- 5.5 支撑参数介于相邻速查表列值之间时，可采用线性内插法确定设计承载力；参数存在不确定性时，应取相邻表列值中的较小值。
- 5.6 支撑参数超出本标准速查表的适用范围时，不应外推承载力，应调整支撑型式或尺寸，或通过专项计算、试验确定。
- 5.7 速查结果仅用于承载能力选型，不替代对整体稳定、局部承压、支承面承载能力、锚固、防滑移和荷载分配的检查。
- 5.8 救援作业宜遵循先设置快速初始支护、后完善整体支撑的原则；余震、破拆作业或荷载位置变化后，应及时检查支撑状态，并根据检查结果进行加固或更换。

6 各类型救援木支撑承载力速查

6.1 单立柱垂直支撑

6.1.1 单立柱垂直支撑仅用于完整支撑系统安装前的临时初始支护，其速查值适用的结构构造见附录 A.6。采用本节速查值时，立柱在相邻侧向支承点之间的无支长度与截面宽度之比不应大于 25。

6.1.2 立柱截面为 100 mm×100 mm、立柱高度 H 为 600 mm～2500 mm 时，设计承载力应按式（1）计算，相应速查表如表 1 所示。

$$F_d = 59.0 - 0.0133H \quad (1)$$

表 1 单立柱垂直支撑设计承载力速查表（立柱截面为 100 mm×100 mm）

立柱高度 H（mm）	立柱截面（mm）	设计承载力（kN）
600	100×100	51
700	100×100	50
800	100×100	48
900	100×100	47
1000	100×100	46
1100	100×100	44
1200	100×100	43
1300	100×100	42
1400	100×100	40
1500	100×100	39
1600	100×100	38
1700	100×100	36
1800	100×100	35
1900	100×100	34
2000	100×100	32
2100	100×100	31
2200	100×100	30

立柱高度 H (mm)	立柱截面 (mm)	设计承载力 (kN)
2300	100×100	28
2400	100×100	27
2500	100×100	26

6.1.3 立柱截面为 150 mm×150 mm、立柱高度 H 为 600 mm~3700 mm 时，设计承载力应按式 (2) 计算，相应速查表如表 2 所示。

$$F_d = 77.5 - 0.00875H \quad (2)$$

表 2 单立柱垂直支撑设计承载力速查表 (立柱截面为 150 mm×150 mm)

立柱高度 H (mm)	立柱截面 (mm)	设计承载力 (kN)
600	150×150	72
700	150×150	71
800	150×150	71
900	150×150	70
1000	150×150	69
1100	150×150	68
1200	150×150	67
1300	150×150	66
1400	150×150	65
1500	150×150	64
1600	150×150	64
1700	150×150	63
1800	150×150	62
1900	150×150	61
2000	150×150	60
2100	150×150	59
2200	150×150	58
2300	150×150	57
2400	150×150	57
2500	150×150	56
2600	150×150	55
2700	150×150	54
2800	150×150	53
2900	150×150	52
3000	150×150	51
3100	150×150	50
3200	150×150	50
3300	150×150	49

立柱高度 H (mm)	立柱截面 (mm)	设计承载力 (kN)
3400	150×150	48
3500	150×150	47
3600	150×150	46
3700	150×150	45

6.1.4 立柱高度介于速查表列值之间时，可采用线性内插法确定设计承载力；现场快速选用时，宜取较大立柱高度对应的设计承载力。

6.2 双立柱垂直支撑

6.2.1 双立柱垂直支撑速查值适用的结构构造见附录 A.7。采用本节速查值时，立柱在相邻侧向支承点之间的无支长度与截面宽度之比不应大于 25。立柱截面为 100 mm×100 mm、立柱间距 D 为 600 mm、立柱高度 H 为 600 mm~3600 mm 时，设计承载力应按式 (3) 计算，相应速查表如表 3 所示。

$$F_d = 128.8 - 0.030H \quad (3)$$

表 3 双立柱垂直支撑设计承载力速查表（立柱截面为 100 mm×100 mm，立柱间距为 600 mm）

立柱高度 H (mm)	立柱间距 D (mm)	设计承载力 (kN)
600	600	111
700	600	108
800	600	105
900	600	102
1000	600	99
1100	600	96
1200	600	93
1300	600	90
1400	600	87
1500	600	84
1600	600	81
1700	600	78
1800	600	75
1900	600	72
2000	600	69
2100	600	66
2200	600	63
2300	600	60
2400	600	57
2500	600	54
2600	600	51
2700	600	48
2800	600	45

立柱高度 H (mm)	立柱间距 D (mm)	设计承载力 (kN)
2900	600	42
3000	600	39
3100	600	36
3200	600	33
3300	600	30
3400	600	27
3500	600	24
3600	600	21

6.2.2 立柱截面为 100 mm×100 mm、立柱间距 D 为 900 mm、立柱高度 H 为 600 mm~3000 mm 时，设计承载力应按式 (4) 计算，相应速查表如表 4 所示。

$$F_d = 130.9 - 0.043H \quad (4)$$

表 4 双立柱垂直支撑设计承载力速查表（立柱截面为 100 mm×100 mm，立柱间距为 900 mm）

立柱高度 H (mm)	立柱间距 D (mm)	设计承载力 (kN)
600	900	105
700	900	101
800	900	97
900	900	92
1000	900	88
1100	900	84
1200	900	79
1300	900	75
1400	900	71
1500	900	66
1600	900	62
1700	900	58
1800	900	54
1900	900	49
2000	900	45
2100	900	41
2200	900	36
2300	900	32
2400	900	28
2500	900	23
2600	900	19
2700	900	15
2800	900	11

立柱高度 H (mm)	立柱间距 D (mm)	设计承载力 (kN)
2900	900	6
3000	900	2

6.2.3 立柱截面为 150 mm×150 mm、立柱间距 D 为 600 mm、立柱高度 H 为 600 mm~5000 mm 时，设计承载力应按式 (5) 计算，相应速查表如表 5 所示。

$$F_d = 160.0 - 0.0180H \quad (5)$$

表 5 双立柱垂直支撑设计承载力速查表（立柱截面为 150 mm×150 mm，立柱间距为 600 mm）

立柱高度 H (mm)	立柱间距 D (mm)	设计承载力 (kN)
600	600	149
700	600	147
800	600	146
900	600	144
1000	600	142
1100	600	140
1200	600	138
1300	600	137
1400	600	135
1500	600	133
1600	600	131
1700	600	129
1800	600	128
1900	600	126
2000	600	124
2100	600	122
2200	600	120
2300	600	119
2400	600	117
2500	600	115
2600	600	113
2700	600	111
2800	600	110
2900	600	108
3000	600	106
3100	600	104
3200	600	102
3300	600	101
3400	600	99

立柱高度 H (mm)	立柱间距 D (mm)	设计承载力 (kN)
3500	600	97
3600	600	95
3700	600	93
3800	600	92
3900	600	90
4000	600	88
4100	600	86
4200	600	84
4300	600	83
4400	600	81
4500	600	79
4600	600	77
4700	600	75
4800	600	74
4900	600	72
5000	600	70

6.2.4 立柱截面为 150 mm×150 mm、立柱间距 D 为 900 mm、立柱高度 H 为 600 mm~5000 mm 时，设计承载力应按式 (6) 计算，相应速查表如表 6 所示。

$$F_d = 155.8 - 0.0250H \quad (6)$$

表 6 双立柱垂直支撑设计承载力速查表（立柱截面为 150 mm×150 mm，立柱间距为 900 mm）

立柱高度 H (mm)	立柱间距 D (mm)	设计承载力 (kN)
600	900	141
700	900	138
800	900	136
900	900	133
1000	900	131
1100	900	128
1200	900	126
1300	900	123
1400	900	121
1500	900	118
1600	900	116
1700	900	113
1800	900	111
1900	900	108
2000	900	106
2100	900	103
2200	900	101

2300	900	98
2400	900	96
2500	900	93
2600	900	91
2700	900	88
2800	900	86
2900	900	83
3000	900	81
3100	900	78
3200	900	76
3300	900	73
3400	900	71
3500	900	68
3600	900	66
3700	900	63
3800	900	61
3900	900	58
4000	900	56
4100	900	53
4200	900	51
4300	900	48
4400	900	46
4500	900	43
4600	900	41
4700	900	38
4800	900	36
4900	900	33
5000	900	31

6.2.5 在相应适用高度范围内，立柱间距为 600 mm 时的设计承载力均高于相同立柱截面且立柱间距为 900 mm 时的设计承载力；立柱间距为 900 mm 时，设计承载力随立柱高度增加的降低幅度较大。

6.2.6 立柱高度介于速查表列值之间时，可采用线性内插法确定设计承载力；不得超出相应公式的适用范围进行外推。

6.3 三维支撑

6.3.1 三维支撑速查值适用的结构构造见附录 A.8，立柱平面间距 D 为 1200 mm。采用本节速查值时，立柱在相邻侧向支承点之间的无支长度与截面宽度之比不应大于 25。立柱截面为 100 mm×100 mm、立柱高度 H 为 1200 mm~5200 mm 时，设计承载力应按式（7）计算，相应速查表如表 7 所示。

$$F_d = 208.28 - 0.0180H \quad (7)$$

表 7 三维支撑设计承载力速查表（立柱截面为 100 mm×100 mm，立柱平面间距为 1200 mm）

立柱高度 H（mm）	立柱间距 D（mm）	设计承载力（kN）
1200	1200	187

立柱高度 H (mm)	立柱间距 D (mm)	设计承载力 (kN)
1300	1200	185
1400	1200	183
1500	1200	181
1600	1200	179
1700	1200	178
1800	1200	176
1900	1200	174
2000	1200	172
2100	1200	170
2200	1200	169
2300	1200	167
2400	1200	165
2500	1200	163
2600	1200	161
2700	1200	160
2800	1200	158
2900	1200	156
3000	1200	154
3100	1200	152
3200	1200	151
3300	1200	149
3400	1200	147
3500	1200	145
3600	1200	143
3700	1200	142
3800	1200	140
3900	1200	138
4000	1200	136
4100	1200	134
4200	1200	133
4300	1200	131
4400	1200	129
4500	1200	127
4600	1200	125
4700	1200	124
4800	1200	122
4900	1200	120
5000	1200	118

立柱高度 H (mm)	立柱间距 D (mm)	设计承载力 (kN)
5100	1200	116
5200	1200	115

6.3.2 立柱截面为 150 mm×150 mm、立柱高度 H 为 1200 mm～6000 mm 时，设计承载力应按式 (8) 计算，相应速查表如表 8 所示。

$$F_d = 275.44 - 0.0164H \quad (8)$$

表 8 三维支撑设计承载力速查表（立柱截面为 150 mm×150 mm，立柱平面间距为 1200 mm）

立柱高度 H (mm)	立柱间距 D (mm)	设计承载力 (kN)
1200	1200	256
1300	1200	254
1400	1200	252
1500	1200	251
1600	1200	249
1700	1200	248
1800	1200	246
1900	1200	244
2000	1200	243
2100	1200	241
2200	1200	239
2300	1200	238
2400	1200	236
2500	1200	234
2600	1200	233
2700	1200	231
2800	1200	230
2900	1200	228
3000	1200	226
3100	1200	225
3200	1200	223
3300	1200	221
3400	1200	220
3500	1200	218
3600	1200	216
3700	1200	215
3800	1200	213
3900	1200	211
4000	1200	210
4100	1200	208
4200	1200	207
4300	1200	205
4400	1200	203

立柱高度 H (mm)	立柱间距 D (mm)	设计承载力 (kN)
4500	1200	202
4600	1200	200
4700	1200	198
4800	1200	197
4900	1200	195
5000	1200	193
5100	1200	192
5200	1200	190
5300	1200	189
5400	1200	187
5500	1200	185
5600	1200	184
5700	1200	182
5800	1200	180
5900	1200	179
6000	1200	177

6.3.3 三维支撑速查值仅适用于四根立柱同步受力，且横撑和斜撑形成完整空间约束的情况。

6.4 门窗支撑

6.4.1 门窗支撑速查值适用的结构构造、洞口尺寸和组装要求见附录 A.9。采用本节速查值时，立柱在相邻侧向支承点之间的无支长度与截面宽度之比不应大于 25。立柱截面为 100 mm×100 mm、立柱间距 D 为 600 mm、立柱高度 H 为 600 mm~2400 mm 时，设计承载力应按式 (9) 计算，相应速查表如表 9 所示。

$$F_d = 134.40 - 0.0284H \quad (9)$$

表 9 门窗支撑设计承载力速查表（立柱截面为 100 mm×100 mm，立柱间距为 600 mm）

立柱高度 H (mm)	立柱间距 D (mm)	设计承载力 (kN)
600	600	117
700	600	115
800	600	112
900	600	109
1000	600	106
1100	600	103
1200	600	100
1300	600	97
1400	600	95
1500	600	92
1600	600	89
1700	600	86
1800	600	83

立柱高度 H (mm)	立柱间距 D (mm)	设计承载力 (kN)
1900	600	80
2000	600	78
2100	600	75
2200	600	72
2300	600	69
2400	600	66

6.4.2 立柱截面为 100 mm×100 mm、立柱间距 D 为 900 mm、立柱高度 H 为 600 mm~2400 mm 时，设计承载力应按式 (10) 计算，相应速查表如表 10 所示。

$$F_d = 118.96 - 0.0356H \quad (10)$$

表 10 门窗支撑设计承载力速查表（立柱截面为 100 mm×100 mm，立柱间距为 900 mm）

立柱高度 H (mm)	立柱间距 D (mm)	设计承载力 (kN)
600	900	98
700	900	94
800	900	90
900	900	87
1000	900	83
1100	900	80
1200	900	76
1300	900	73
1400	900	69
1500	900	66
1600	900	62
1700	900	58
1800	900	55
1900	900	51
2000	900	48
2100	900	44
2200	900	41
2300	900	37
2400	900	34

6.4.3 立柱截面为 100 mm×100 mm、立柱间距 D 为 1800 mm、立柱高度 H 为 600 mm~2400 mm 时，设计承载力应按式 (11) 计算，相应速查表如表 11 所示。

$$F_d = 110.01 - 0.0440H \quad (11)$$

表 11 门窗支撑设计承载力速查表（立柱截面为 100 mm×100 mm，立柱间距为 1800 mm）

立柱高度 H (mm)	立柱间距 D (mm)	设计承载力 (kN)
-------------	-------------	------------

立柱高度 H (mm)	立柱间距 D (mm)	设计承载力 (kN)
600	1800	84
700	1800	79
800	1800	75
900	1800	70
1000	1800	66
1100	1800	62
1200	1800	57
1300	1800	53
1400	1800	48
1500	1800	44
1600	1800	40
1700	1800	35
1800	1800	31
1900	1800	26
2000	1800	22
2100	1800	18
2200	1800	13
2300	1800	9
2400	1800	4

6.4.4 立柱间距增大时，门窗支撑设计承载力对立柱高度变化更为敏感。门窗支撑选型时，应同时检查洞口上梁局部受力、两侧立柱与洞口边缘的接触状态以及楔子限位条件。

6.5 L 型支撑

6.5.1 L 型支撑速查值适用的结构构造、挡板钉接、锚固和多榧连接要求见附录 A.10。采用本节速查值时，立柱在相邻侧向支承点之间的无支长度与截面宽度之比不应大于 25。立柱截面为 100 mm×100 mm、支撑角度为 45°、贴墙立柱长度 H 为 600 mm~3300 mm 时，设计承载力应按式 (12) 计算，相应速查表如表 12 所示。

$$F_d = 10.452 - 0.00110H \quad (12)$$

表 12 L 型支撑设计承载力速查表（立柱截面为 100 mm×100 mm，支撑角度为 45°）

立柱长度 H (mm)	支撑角度 (°)	设计承载力 (kN)
600	45	10
700	45	10
800	45	10
900	45	9
1000	45	9
1100	45	9
1200	45	9
1300	45	9

立柱长度 H (mm)	支撑角度 (°)	设计承载力 (kN)
1400	45	9
1500	45	9
1600	45	9
1700	45	9
1800	45	8
1900	45	8
2000	45	8
2100	45	8
2200	45	8
2300	45	8
2400	45	8
2500	45	8
2600	45	8
2700	45	7
2800	45	7
2900	45	7
3000	45	7
3100	45	7
3200	45	7
3300	45	7

6.5.2 立柱截面为 100 mm×100 mm、支撑角度为 60°、贴墙立柱长度 H 为 600 mm~3300 mm 时，设计承载力应按式 (13) 计算，相应速查表如表 13 所示。

$$F_d = 13.592 - 0.00144H \quad (13)$$

表 13 L 型支撑设计承载力速查表 (立柱截面为 100 mm×100 mm，支撑角度为 60°)

立柱长度 H (mm)	支撑角度 (°)	设计承载力 (kN)
600	60	13
700	60	13
800	60	12
900	60	12
1000	60	12
1100	60	12
1200	60	12
1300	60	12
1400	60	12
1500	60	11
1600	60	11

立柱长度 H (mm)	支撑角度 (°)	设计承载力 (kN)
1700	60	11
1800	60	11
1900	60	11
2000	60	11
2100	60	11
2200	60	10
2300	60	10
2400	60	10
2500	60	10
2600	60	10
2700	60	10
2800	60	10
2900	60	9
3000	60	9
3100	60	9
3200	60	9
3300	60	9

6.5.3 立柱截面为 150 mm×150 mm、支撑角度为 45°、贴墙立柱长度 H 为 600 mm~5200 mm 时，设计承载力应按式 (14) 计算，相应速查表如表 14 所示。

$$F_d = 16.80 - 0.00160H \quad (14)$$

表 14 L 型支撑设计承载力速查表 (立柱截面为 150 mm×150 mm, 支撑角度为 45°)

立柱长度 H (mm)	支撑角度 (°)	设计承载力 (kN)
600	45	16
700	45	16
800	45	16
900	45	15
1000	45	15
1100	45	15
1200	45	15
1300	45	15
1400	45	15
1500	45	14
1600	45	14
1700	45	14
1800	45	14
1900	45	14

立柱长度 H (mm)	支撑角度 (°)	设计承载力 (kN)
2000	45	14
2100	45	13
2200	45	13
2300	45	13
2400	45	13
2500	45	13
2600	45	13
2700	45	12
2800	45	12
2900	45	12
3000	45	12
3100	45	12
3200	45	12
3300	45	12
3400	45	11
3500	45	11
3600	45	11
3700	45	11
3800	45	11
3900	45	11
4000	45	10
4100	45	10
4200	45	10
4300	45	10
4400	45	10
4500	45	10
4600	45	9
4700	45	9
4800	45	9
4900	45	9
5000	45	9
5100	45	9
5200	45	8

6.5.4 立柱截面为 150 mm×150 mm、支撑角度为 60°、贴墙立柱长度 H 为 600 mm~5200 mm 时，设计承载力应按式 (15) 计算，相应速查表如表 15 所示。

$$F_d = 21.80 - 0.00205H \quad (15)$$

表 15 L 型支撑设计承载力速查表（立柱截面为 150 mm×150 mm，支撑角度为 60°）

立柱长度 H（mm）	支撑角度（°）	设计承载力（kN）
600	60	21
700	60	20
800	60	20
900	60	20
1000	60	20
1100	60	20
1200	60	19
1300	60	19
1400	60	19
1500	60	19
1600	60	19
1700	60	18
1800	60	18
1900	60	18
2000	60	18
2100	60	17
2200	60	17
2300	60	17
2400	60	17
2500	60	17
2600	60	16
2700	60	16
2800	60	16
2900	60	16
3000	60	16
3100	60	15
3200	60	15
3300	60	15
3400	60	15
3500	60	15
3600	60	14
3700	60	14
3800	60	14
3900	60	14
4000	60	14
4100	60	13
4200	60	13

立柱长度 H (mm)	支撑角度 (°)	设计承载力 (kN)
4300	60	13
4400	60	13
4500	60	13
4600	60	12
4700	60	12
4800	60	12
4900	60	12
5000	60	12
5100	60	11
5200	60	11

- 6.5.5 L 型支撑应以 2 榀及以上为一组，并采用水平系杆和 X 形或 V 形斜撑连接成整体。支撑系统的布置间距应根据墙体长度、墙体损伤范围、锚固条件和潜在倾覆方向确定。
- 6.5.6 在各榀支撑同步顶紧、受力条件基本一致且荷载能够合理分配时，所需支撑榀数应按设计荷载 F 除以经木材承载力调整后的单榀设计承载力 $F_{d,a}$ 所得值向上取整，且不应少于 2 榀。计算结果仅为承载力控制下的最少榀数，还应满足整体稳定、构造布置和冗余支护要求。
- 6.5.7 各榀 L 型支撑的长度、刚度、顶紧程度、支承面条件或荷载作用范围差异明显时，不应将单榀设计承载力简单相加。荷载分配不明确、余震风险较高或材料和安装质量难以保证时，应增加支撑榀数，并加强整体连接和锚固。
- 6.5.8 表 12~表 15 所列数值为单榀设计承载力，不能替代整体稳定、墙面接触和上下端锚固验算。贴墙立柱长度介于速查表列值之间时，可采用线性内插法确定，或取相邻表列值中的较小值。

7 木材承载力调整系数

- 7.1 第 6 章给出的设计承载力以樟子松为基准。采用其他树种木材时，应根据木材强度等级和顺纹抗压性能采用承载力调整系数。
- 7.2 针叶树种木材的强度等级应按表 16 确定，并应符合 GB 50005 的有关规定。

表 16 针叶树种木材适用的强度等级

强度等级	组别	适用树种
TC17	A	柏木 长叶松 湿地松 粗皮落叶松
TC17	B	东北落叶松 欧洲赤松 欧洲落叶松
TC15	A	铁杉 油杉 太平洋海岸黄柏 花旗松-落叶松 西部铁杉 南方松
TC15	B	鱼鳞云杉 西南云杉 南亚松
TC13	A	油松 西伯利亚落叶松 云南松 马尾松 扭叶松 北美落叶松 海岸松 日本扁柏 日本落叶松
TC13	B	红皮云杉 丽江云杉 樟子松 红松 西加云杉 欧洲云杉 北美山地云杉 北美短叶松
TC11	A	西北云杉 西伯利亚云杉 西黄松 云杉-松-冷杉 铁-冷杉 加拿大铁杉 杉

强度等级	组别	适用树种
		木
TC11	B	冷杉 速生杉木 速生马尾松 新西兰辐射松 日本柳杉

7.3 阔叶树种木材的强度等级应按表 17 确定，并应符合 GB 50005 的有关规定。

表 17 阔叶树种木材适用的强度等级

强度等级	适用树种
TB20	青冈 稠木 甘巴豆 冰片香 重黄娑罗双 重坡垒 龙脑香 绿心樟 紫心木 孪叶苏木 双龙瓣豆
TB17	栎木 腺瘤豆 筒状非洲楝 蟹木楝 深红默罗藤黄木
TB15	锥栗 桦木 黄娑罗双 异翅香 水曲柳 红尼克樟
TB13	深红娑罗双 浅红娑罗双 白娑罗双 海棠木
TB11	大叶槲 心形槲

7.4 木材承载力调整系数 η_m 应按表 18 采用。

表 18 救援木支撑承载力调整系数

强度等级	组别	承载力调整系数
TC17	A	1.6
TC17	B	1.5
TC15	A	1.3
TC15	B	1.2
TC13	A	1.2
TC13	B	1.0
TC11	A	1.0
TC11	B	1.0
TB20	—	1.8
TB17	—	1.6
TB15	—	1.4
TB13	—	1.2
TB11	—	1.0

注：表 18 的承载力调整系数按 GB 50005 规定的各强度等级木材顺纹抗压强度设计值与樟子松基准值（TC13 B 组）之比确定。

7.5 采用其他树种木材时，调整后的单榀设计承载力应按式（16）计算：

$$F_{d,a} = \eta_m F_d \tag{16}$$

式中： $F_{d,a}$ 为调整后的单榀设计承载力，单位为千牛（kN）； η_m 为木材承载力调整系数； F_d 为按第 6 章相应公式或速查表确定的单榀设计承载力，单位为千牛（kN）。

7.6 表 18 的调整系数仅用于反映树种和强度等级差异，不得用于补偿木材腐朽、劈裂、截面缺损、含水率异常、加工偏差或连接构造不符合要求等不利影响。

7.7 无法可靠识别树种、强度等级或木材质量时， η_m 宜取 1.0；木材质量明显低于樟子松基准条件时，不应直接采用本文件的速查值。

附 录 A
(规范性)
承载力速查值适用的结构构造与安装条件

A.1 总则

- A.1.1 第6章设计承载力速查值仅适用于本附录规定的材料、构件尺寸、连接、构造、支承、锚固、安装和使用条件。
- A.1.2 构造与本附录不一致、构件损伤明显或现场无法保证可靠荷载传递时，不应通过简单折减后继续采用第6章速查值。
- A.1.3 支撑制作和安装宜在废墟外围完成主要预制工作，并按评估、测量、制作、搬运、安装、固定和加固的顺序实施。

A.2 材料与构件

- A.2.1 木材应无严重腐朽、虫蛀、贯通劈裂和显著弯曲，构件截面应满足各支撑型式的规定。
- A.2.2 连接板厚度宜为10 mm；斜撑截面应与立柱截面及支撑型式相匹配。
- A.2.3 立柱相邻侧向支承点之间的无支长度与截面宽度之比不应大于25。

A.3 钉连接

- A.3.1 钉子仅用于支撑构件之间的连接，不应用于直接传递支撑轴向荷载。普通节点钉子规格宜为3 mm×96 mm。
- A.3.2 标准钉排列宜采用5钉、8钉、11钉和14钉型式，见图A.1～图A.4；具体数量应按节点和支撑型式确定。

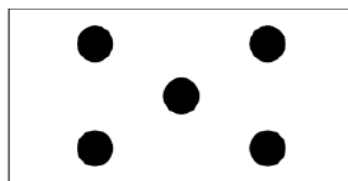


图 A.1 标准 5 钉排列型式

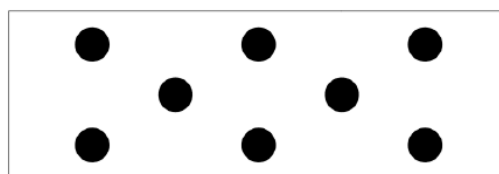


图 A.2 标准 8 钉排列型式

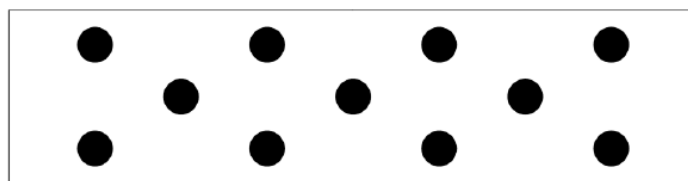


图 A.3 标准 11 钉排列型式

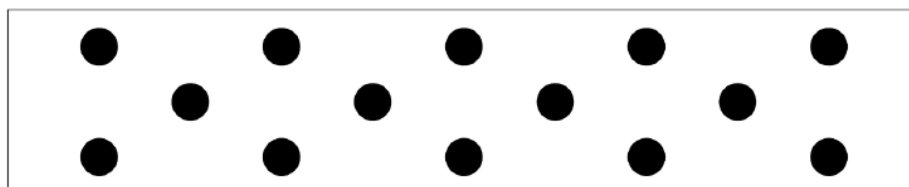


图 A.4 标准 14 钉排列型式

A. 4 楔子

A. 4. 1 常用楔子截面为 50 mm×100 mm、100 mm×100 mm 和 100 mm×150 mm。截面为 50 mm×100 mm 的楔子长度宜为 300 mm，截面为 100 mm×100 mm 和 100 mm×150 mm 的楔子长度宜为 450 mm。

A. 4. 2 成对楔子的倾斜表面应完全接触；楔子顶紧后应采用钉子或挡板限位，防止滑动。楔子用法见图 A.5。

A. 4. 3 采用立柱偏置于楔子端部的布置时，立柱边缘至楔子边缘的距离不应小于 25 mm，限位钉规格宜为 4 mm×84 mm。

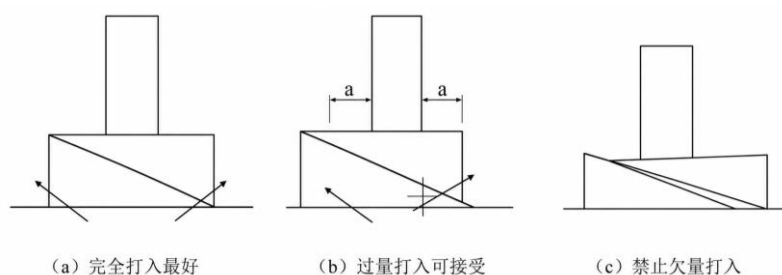


图 A.5 楔子用法示意图

A. 5 支承、安装与监测

A. 5. 1 上梁应与被支撑构件顶紧并充分接触；下梁应置于坚实、平整的支承面上。

A. 5. 2 支承面松软或不平整时，应清理找平或设置垫木、垫板扩大受力面积。

A. 5. 3 单立柱垂直支撑可用于初始支护；双立柱垂直支撑和三维支撑用于水平构件支护；L 型支撑用于竖向墙体支护。

A. 5. 4 多榀支撑应采用横撑、斜撑或系杆连成整体，并采取防倾覆、防滑移和必要的锚固措施。

A. 5. 5 支撑就位后应校核垂直度、间距、角度和荷载中心位置，再同步顶紧楔子。

A. 5. 6 使用期间应安排专人持续观察。余震后应逐榀检查，必要时重新顶紧、加固或更换。

A.6 单立柱垂直支撑

A.6.1 立柱截面宜为 100 mm×100 mm 或 150 mm×150 mm。立柱截面为 100 mm×100 mm 时，最大高度不宜大于 2.5 m；立柱截面为 150 mm×150 mm 时，最大高度不宜大于 3.7 m。上梁、下梁和楔子的截面宜与立柱截面相同。

A.6.2 上梁和下梁长度宜为 900 mm；顶部宜在两侧设置全节点板，底部宜设置半节点板一副楔子。构造型式见图 A.6。

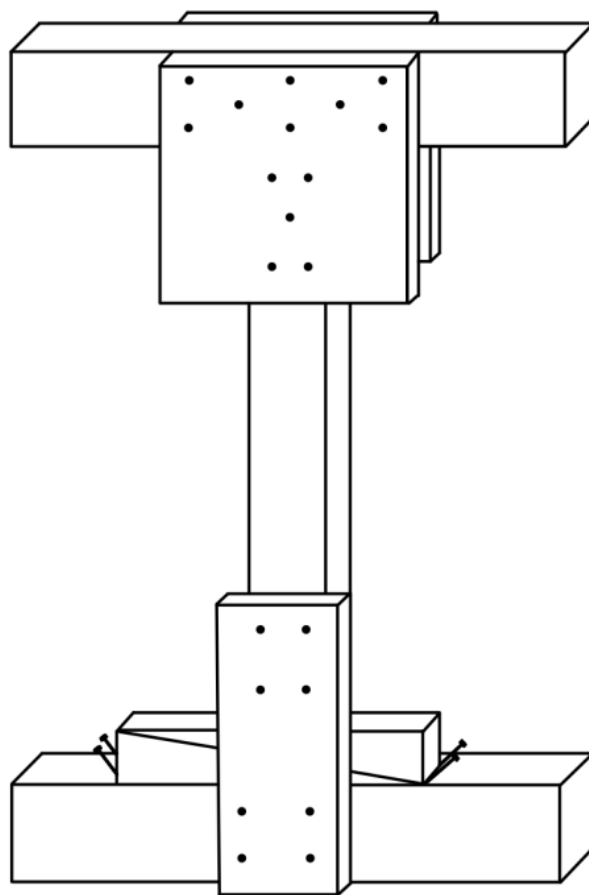


图 A.6 单立柱垂直支撑构造型式

A.6.3 单立柱垂直支撑的制作与安装宜按下列步骤进行：

- 确定搭设位置，测量支撑高度，清理放置支撑所需的最小范围；
- 切割上梁、下梁和立柱，立柱下料时扣除上梁、下梁及楔子高度；
- 预制立柱与上梁并校正方正，在连接处两侧设置全节点板；
- 将支撑置于荷载中心正下方，上梁宜垂直于被支撑搁栅方向；
- 塞入下梁并打入楔子，校核竖直度和位置后顶紧；
- 在立柱底部设置半节点板；具备条件时，将上端和下梁分别锚固。

A.7 双立柱垂直支撑

A.7.1 立柱截面宜为 100 mm×100 mm 或 150 mm×150 mm。立柱截面为 100 mm×100 mm 时，最大高度不应大于 3.6 m；立柱截面为 150 mm×150 mm 时，最大高度不应大于 5.0 m。

A.7.2 立柱高度不大于 1800 mm 时可采用无斜撑型式；高度大于 1800 mm 时应设置斜撑。构造型式见图 A.7，斜撑布置见图 A.8。

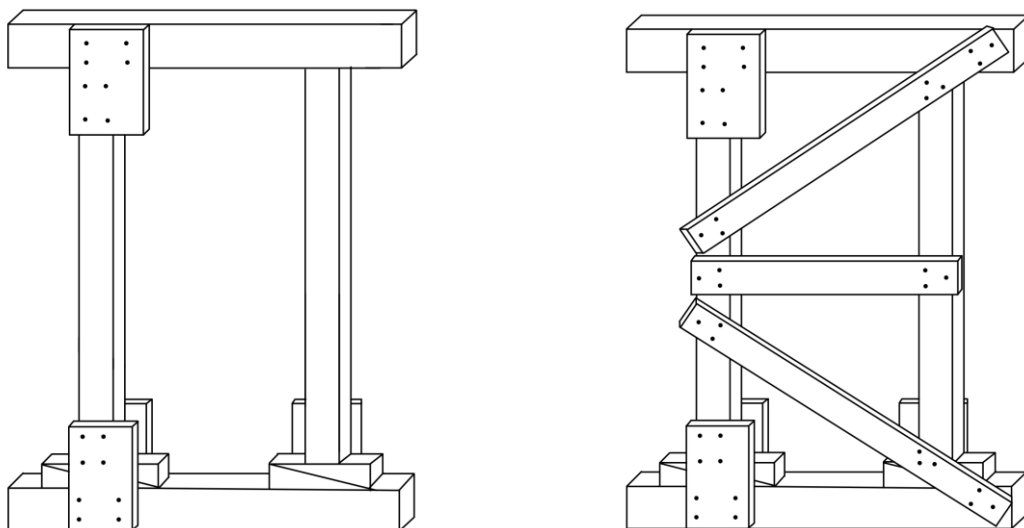


图 A.7 双立柱垂直支撑构造型式

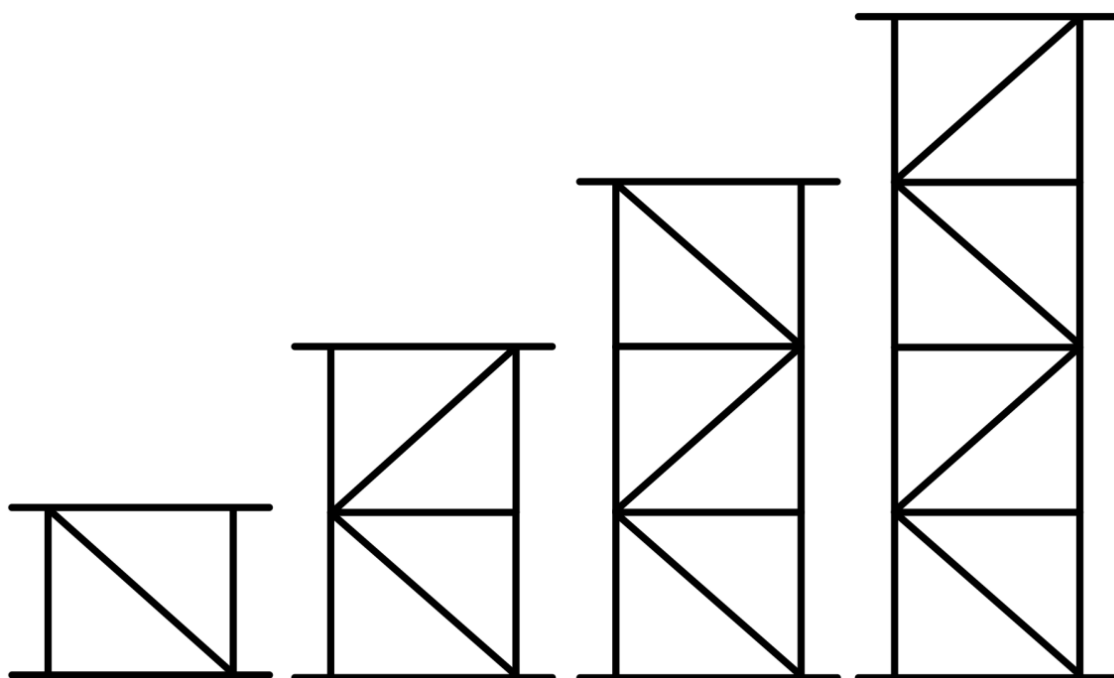


图 A.8 双立柱垂直支撑斜撑型式

A.7.3 立柱截面为 100 mm×100 mm 时，斜撑截面宜为 50 mm×100 mm；立柱截面为 150 mm×150 mm 时，斜撑截面宜为 50 mm×150 mm。

A.7.4 双立柱垂直支撑的制作与安装宜按下列步骤进行：

- a) 检查支承结构和地面状况，测量支撑高度并完成构件下料；
- b) 在废墟外围预制立柱、上梁、横撑、斜撑和节点板，校核方正；
- c) 将预制支撑搬运就位，使其位于荷载中心正下方；
- d) 塞入下梁，在两根立柱下部设置楔子并同步顶紧；
- e) 校核垂直度、立柱间距和位置，安装下部斜撑及底部节点板；
- f) 具备条件时，将上端与被支撑构件、下梁与地面分别锚固。

A. 8 三维支撑

A. 8. 1 三维支撑宜由两榀双立柱垂直支撑及其侧向横撑、斜撑组成。立柱截面宜为 100 mm×100 mm 或 150 mm×150 mm。

A. 8. 2 立柱截面为 100 mm×100 mm 时，最大高度不应大于 5.2 m；立柱截面为 150 mm×150 mm 时，最大高度不应大于 6.0 m。

A. 8. 3 上横梁和下横梁长度应比支撑宽度大 600 mm，两端应各预留 300 mm。构造型式见图 A.9，斜撑型式见图 A.10。

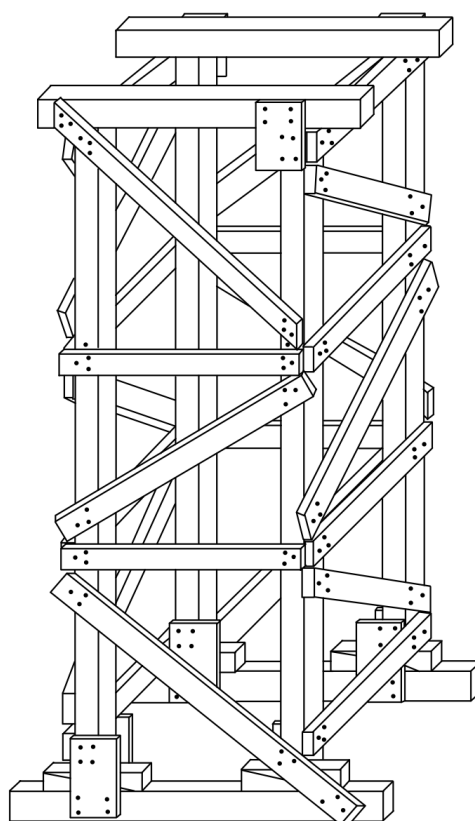


图 A.9 三维支撑构造型式

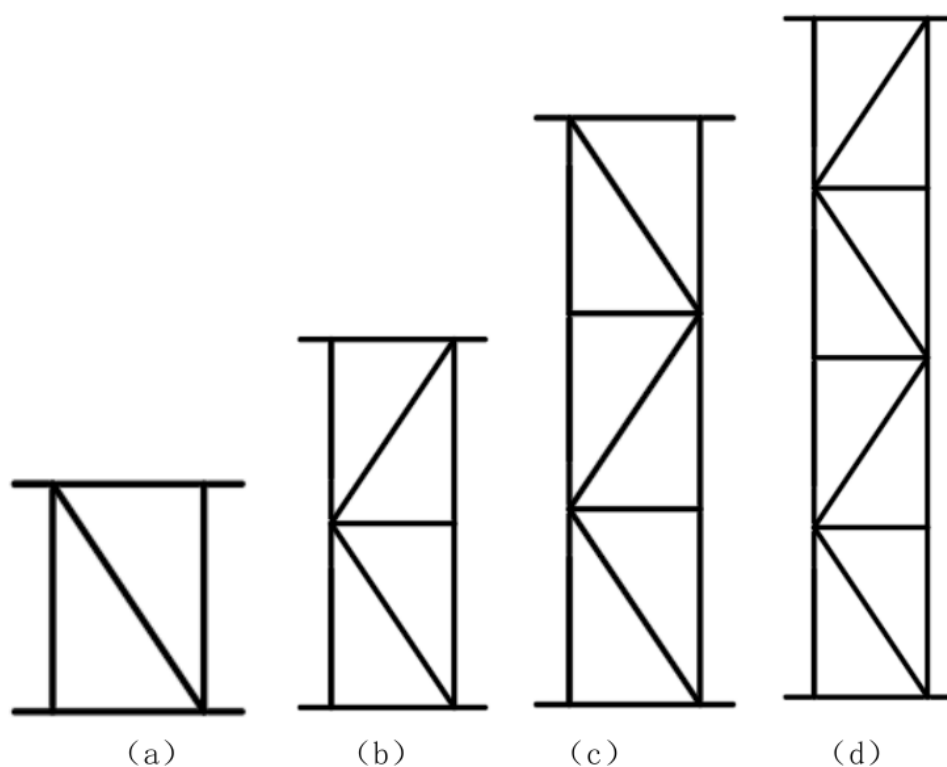


图 A.10 三维支撑斜撑型式

A. 8. 4 三维支撑的制作与安装宜按下列步骤进行：

- 确定平面尺寸和高度，切割上下横梁、立柱、横撑和斜撑；
- 预制两榀尺寸一致、方正的双立柱垂直支撑；
- 将两榀预制支撑和下梁搬运就位，并设置、同步顶紧四副楔子；
- 在两个侧面安装水平横撑，再安装侧面斜撑；
- 斜撑布置应避免过多构件在立柱同一位置交汇，底部斜撑应与下梁可靠连接；
- 检查楔子、钉排列、整体垂直度和方正度；具备条件时设置上下锚固。

A. 9 门窗支撑

A. 9. 1 门窗支撑立柱截面宜为 100 mm×100 mm，上梁、下梁和楔子截面宜与立柱相同。洞口宽度不宜大于 1800 mm，高度不宜大于 2400 mm。

A. 9. 2 门窗支撑构造型式见图 A.11。上梁、下梁、立柱、挡板、楔子和节点板应形成连续、可靠的受力体系。

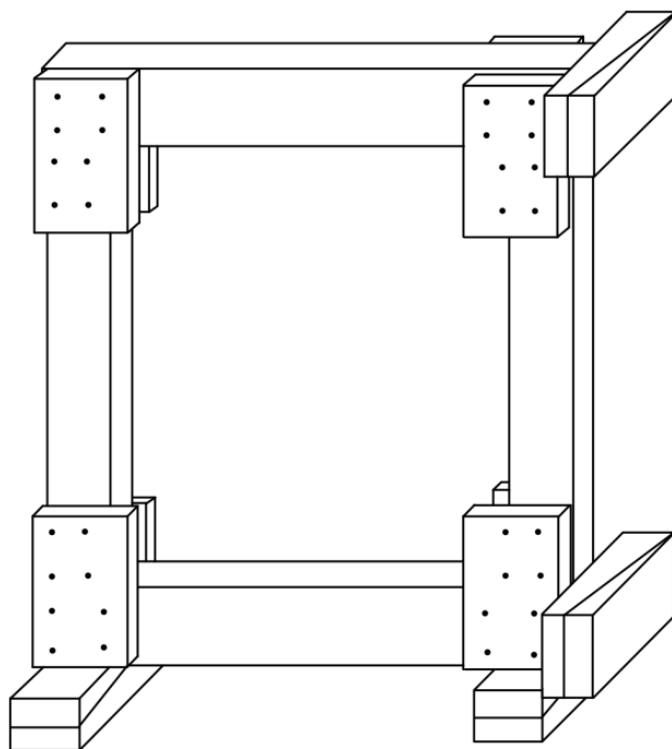


图 A.11 门窗支撑构造型式

A. 9.3 门窗支撑的制作与安装宜按下列步骤进行：

- a) 量测并切割上梁和下梁，下料长度应扣除楔子厚度；
- b) 量测洞口两侧净高，按较小值确定立柱长度；
- c) 先安装下梁并在一端设置楔子，再安装上梁并在相反一端设置楔子；
- d) 在洞口两侧安装立柱，保持立柱与上下梁对齐、竖直；
- e) 在每根立柱底部设置楔子并顶紧，采用挡板和节点板限位固定；
- f) 洞口不作为救援通道时，宜在支撑两侧设置方向相反的斜撑。

A. 10 L 型支撑

A. 10.1 L 型支撑宜用于支护倾斜或损坏墙体，支撑角度宜为 45° 或 60° ，立柱截面宜为 $100\text{ mm}\times 100\text{ mm}$ 或 $150\text{ mm}\times 150\text{ mm}$ 。

A. 10.2 立柱截面为 $100\text{ mm}\times 100\text{ mm}$ 时，贴墙立柱最大长度不应大于 3.3 m ；立柱截面为 $150\text{ mm}\times 150\text{ mm}$ 时，贴墙立柱最大长度不应大于 5.2 m 。

A. 10.3 单榀 L 型支撑构造见图 A.12。挡板钉接见图 A.13。L 型支撑应以 2 榀及以上为一组，榀间采用水平系杆和 X 形或 V 形斜撑连成整体，见图 A.14。

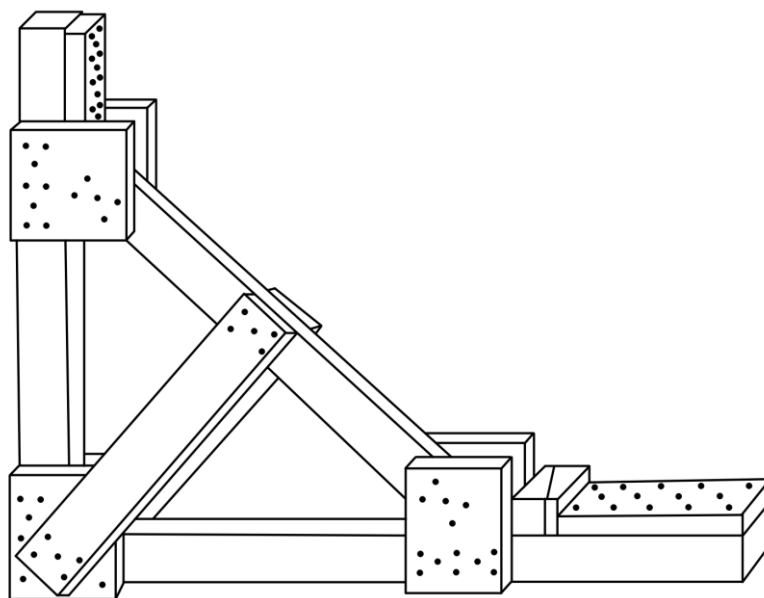
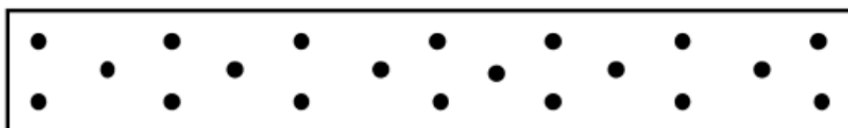


图 A.12 L 型支撑构造型式



(a)



(b)

图 A.13 L 型支撑挡板钉接示意图

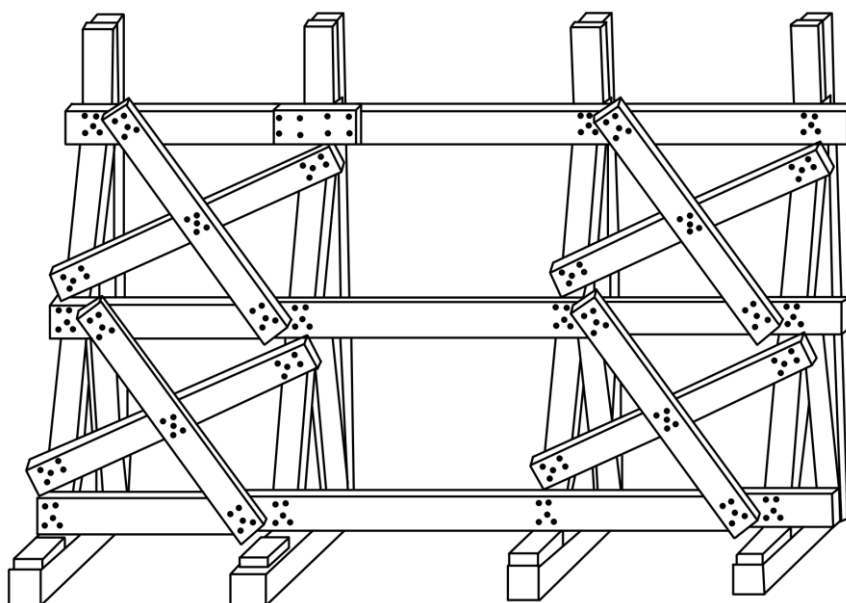


图 A.14 多榧 L 型支撑挡板钉接示意图

A. 10.4 立柱截面为 100 mm×100 mm 时，支撑角度为 45°的挡板长度宜为 600 mm，并采用标准 14 钉排列；支撑角度为 60°的挡板长度宜为 750 mm，并采用标准 20 钉排列。

A. 10.5 L 型支撑的制作与安装宜按下列步骤进行：

- a) 确定支撑位置、墙体高度和支顶点高度，清理搭设场地；
- b) 选定 45°或 60°支撑角度，切割立柱、下梁、斜杆、挡板和节点板；
- c) 在废墟外围预制 L 形框架并放样斜杆位置，斜杆下端节点板暂不与下梁完全钉接；
- d) 将支撑移至墙边，保证立柱与墙面充分接触；墙面不平时设置垫板；
- e) 将下梁与地面锚固，在下部挡板与斜杆根部之间打入楔子并顶紧；
- f) 在立柱上端设置防上滑锚固，下梁设置防滑移锚固；
- g) 相邻支撑樯之间设置水平系杆和 X 形或 V 形斜撑，形成整体系统。

附 录 B
(资料性)
承载力计算公式与速查表编制依据

B.1 计算公式及其相对关系

B.1.1 第 6 章采用的设计承载力计算公式汇总见表 B.1。本附录同时说明不同支撑型式、立柱截面和几何参数之间的相对关系。

B.1.2 在各公式规定的适用范围内，设计承载力均随立柱高度或长度增加而降低；在其他条件相同时，三维支撑的设计承载力高于双立柱垂直支撑，立柱间距为 600 mm 的双立柱垂直支撑设计承载力高于相同立柱截面的单立柱垂直支撑，立柱截面为 150 mm×150 mm 的支撑设计承载力高于立柱截面为 100 mm×100 mm 的支撑。

B.1.3 单立柱垂直支撑在规定高度范围内的设计承载力约为相同立柱截面、立柱间距为 600 mm 的双立柱垂直支撑设计承载力的 46%~49%；两者的计算公式采用不同截距和斜率，不应按固定比例换算。

B.1.4 门窗支撑在立柱间距较小时，立柱高度变化对承载力的影响相对较小；立柱间距增大时，高度增长引起的承载力折减相应增大。

表 B.1 各类救援木支撑设计承载力计算公式汇总

支撑型式	立柱截面/几何参数	适用范围	设计承载力公式 F_d (kN)
单立柱	100×100	$600 \leq H \leq 2500$	$F_d = 59.0 - 0.0133H$
单立柱	150×150	$600 \leq H \leq 3700$	$F_d = 77.5 - 0.00875H$
双立柱	100×100; D=600	$600 \leq H \leq 3600$	$F_d = 128.8 - 0.0300H$
双立柱	100×100; D=900	$600 \leq H \leq 3000$	$F_d = 130.9 - 0.043H$
双立柱	150×150; D=600	$600 \leq H \leq 5000$	$F_d = 160.0 - 0.0180H$
双立柱	150×150; D=900	$600 \leq H \leq 5000$	$F_d = 155.8 - 0.0250H$
三维支撑	100×100; D=1200	$1200 \leq H \leq 5200$	$F_d = 208.28 - 0.0180H$
三维支撑	150×150; D=1200	$1200 \leq H \leq 6000$	$F_d = 275.44 - 0.0164H$
门窗支撑	100×100; D=600	$600 \leq H \leq 2400$	$F_d = 134.40 - 0.0284H$
门窗支撑	100×100; D=900	$600 \leq H \leq 2400$	$F_d = 118.96 - 0.0356H$
门窗支撑	100×100; D=1800	$600 \leq H \leq 2400$	$F_d = 110.01 - 0.0440H$
L 型支撑	100×100; 45°	$600 \leq H \leq 3300$	$F_d = 10.452 - 0.00110H$
L 型支撑	100×100; 60°	$600 \leq H \leq 3300$	$F_d = 13.592 - 0.00144H$
L 型支撑	150×150; 45°	$600 \leq H \leq 5200$	$F_d = 16.80 - 0.00160H$
L 型支撑	150×150; 60°	$600 \leq H \leq 5200$	$F_d = 21.80 - 0.00205H$

B.2 极限承载力换算

B.2.1 需要给出极限承载力时，可按安全系数 $K=2.5$ 由设计承载力反算：

$$\text{通用关系：} F_u = 2.5F_d$$

B.2.2 极限承载力仅用于试验结果比较、公式校核和标准编制，不应用于救援现场支撑选型。

B.3 表格生成与使用

B.3.1 第6章各速查表按100 mm的高度或长度步长根据相应公式计算，数值按四舍五入规则修约至整数，单位为千牛（kN）。

B.3.2 立柱高度或长度介于速查表列值之间时，可采用线性内插法确定；现场快速选用时，垂直支撑宜取较大立柱高度对应的设计承载力，L型支撑宜取相邻表列值中的较小值。

B.3.3 不得将公式外推至规定范围之外。超出范围时应进行专项计算或试验确定。

附 录 C
(资料性)
救援木支撑选型算例

C.1 基本资料

某钢筋混凝土建筑物局部倒塌，需构建救援通道。经现场评估，作用于拟设置支撑系统的设计荷载 F 为 253.0 kN。现场净空条件允许设置立柱截面为 100 mm×100 mm、立柱高度 H 为 2400 mm 的樟子松三维支撑。

C.2 单樰设计承载力确定

根据表 7，立柱截面为 100 mm×100 mm、立柱高度为 2400 mm 的三维支撑，其单樰设计承载力为 165 kN。

C.3 支撑樰数确定

单樰设计承载力 165 kN 小于设计荷载 253.0 kN。设置 2 樰三维支撑时，在各樰支撑同步顶紧且荷载能够合理分配的条件下，总设计承载力为 330 kN，大于设计荷载 253.0 kN，因此应设置不少于 2 樰三维支撑。

立柱高度为 2450 mm 时，可按式 (7) 计算， $F_d = 208.28 - 0.0180 \times 2450 = 164.18$ kN；也可根据表 7 中立柱高度为 2400 mm 和 2500 mm 的设计承载力采用线性内插法确定，两种方法所得结果基本一致。

采用其他树种木材时，应先按表 18 确定木材承载力调整系数 η_m ，再按式 (16) 计算调整后的单樰设计承载力。

C.4 构造条件核对

三维支撑的结构构造应符合附录 A.8 的规定。立柱高度为 2400 mm 时，应按相应高度范围设置横撑和斜撑；立柱截面、平面间距、上横梁、下横梁、钉排列、楔子限位、支承面和锚固措施均应逐项核对。两樰支撑共同承载时，还应保证同步顶紧和合理荷载分配。

参 考 文 献

- [1] U.S. Army Corps of Engineers. Urban Search & Rescue Field Operations Guide[M]. Washington, D.C.: U.S. Army Corps of Engineers
- [2] U.S. Department of Homeland Security, Science and Technology Directorate. Field Guide for Building Stabilization and Shoring Techniques[M]
- [3] 陈虹. 城市搜救与救援支撑操作指南[M]. 北京: 地震出版社, 2019
- [4] 杨永强, 许德峰, 戴君武, 等. 应急救援木支撑抗压承载力试验研究[J]. 世界地震工程, 2026, 42(2): 124-135
- [5] O'Connell J P. Supporting a fractured building[J]. Fire Engineering, 1995, 148(11): 64-71
- [6] Titus L J. A review of the temporary shoring used to stabilize the Pentagon after the terrorist attacks of September 11, 2001
- [7] Blair R S. Finite element analysis of wood shoring towers used in urban search and rescue[D]. Austin: University of Texas
- [8] McCord S J. Testing of emergency wood shoring towers for use in urban search and rescue operations[D]. Austin: University of Texas