

ICS 53.020.99  
J 80  
备案号: 32134—2011

**JB**

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 11169—2011

---

## 固定式升降工作平台

**Stationary elevating work platforms**

2011-05-18 发布

2011-08-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 目 次

前言.....	IV
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 分类.....	5
4.1 型式.....	5
4.2 规格型号.....	5
4.3 基本参数.....	6
5 技术要求.....	6
5.1 整机.....	6
5.2 结构和稳定性.....	7
5.3 伸展结构.....	11
5.4 伸展结构传动系统.....	14
5.5 工作平台.....	18
5.6 控制.....	20
5.7 电气设备.....	21
5.8 液压系统.....	21
5.9 液压缸.....	22
5.10 安全装置.....	26
5.11 噪声.....	27
5.12 作业可靠性.....	27
6 试验方法.....	27
6.1 试验样机.....	27
6.2 试验条件.....	27
6.3 试验仪器和工具.....	27
6.4 检测和试验.....	27
6.5 型式试验.....	30
6.6 出厂试验.....	30
6.7 绝缘部件电气试验.....	30
6.8 可靠性试验.....	30
7 检验规则.....	31
7.1 出厂检验.....	31
7.2 型式试验.....	31
8 标志、包装、运输和贮存.....	32
8.1 标志.....	32
8.2 包装.....	32
8.3 运输.....	33
8.4 贮存.....	33

附录 A (资料性附录) SEWP 在风速大于 12.5 m/s (Beaufort 风力 6 级) 情况下的使用 .....	34
附录 B (规范性附录) 钢丝绳传动系统的计算 .....	35
B.1 概要 .....	35
B.2 钢丝绳传动系统的计算 .....	35
B.3 钢丝绳最小直径的计算 (钢丝绳选择系数 $c$ ) .....	35
B.4 钢丝绳卷筒、钢丝绳滑轮和补偿滑轮直径的计算 .....	36
B.5 钢丝绳传动系统的效率 .....	38
附录 C (资料性附录) 计算示例——钢丝绳传动系统 .....	40
C.1 方法 .....	40
C.2 钢丝绳卷筒、钢丝绳滑轮和静滑轮直径的计算 .....	42
C.3 SEWP 的应力循环次数 .....	44
附录 D (资料性附录) 使用说明手册 .....	45
D.1 概述 .....	45
D.2 操作指导 .....	45
参考文献 .....	47
图 1 部分术语和定义示意图 .....	4
图 2 SEWP 类型 .....	5
图 3 额定载重量—人员 .....	8
图 4 额定载重量—工具和材料 .....	8
图 5 正常运行下的液压缸压力 (液压缸处于压缩状态) .....	23
图 6 正常运行下的液压缸压力 (液压缸处于拉伸状态) .....	24
图 7 密封件失效下的液压缸压力 .....	24
图 8 正常运行下处于压缩状态的双液压缸 .....	24
图 9 压缩状态下有一条管路堵塞的双液压缸 .....	25
图 B.1 偏转角 .....	38
图 B.2 相同/相反方向的挠度 .....	38
图 B.3 滑轮组 .....	39
图 C.1 类型 1 .....	41
图 C.2 类型 2 .....	41
图 C.3 确定单条钢丝绳的交变弯曲应力的次数以确定缩进/伸出延伸结构的滑轮和 卷筒直径 (见表 C.3) .....	43
图 C.4 载荷谱系数 .....	44
表 1 基本参数 .....	6
表 2 稳定性计算中的载荷和力的方向及其组合示例 .....	10
表 3 控制装置 .....	12
表 4 平均无故障工作时间和可靠度 .....	27
表 5 测试工况及载荷 .....	29
表 6 测量项目 .....	29
表 7 背景噪声修正值 .....	30
表 8 循环次数和试验工况 .....	30
表 9 故障类别和故障危害度系数 .....	31
表 10 检验项目 .....	32
表 B.1 按运行时间分类的传动组别 .....	35

表 B.2	绞捻钢丝绳的系数 $c$ .....	36
表 B.3	系数 $h_1$ .....	36
表 B.4	系数 $h_2$ .....	37
表 B.5	滑轮组的效率 .....	39
表 C.1	工作系数 .....	42
表 C.2	比值 $D_{\min}/d_{\min}$ .....	42
表 C.3	$\omega$ 数量 .....	43

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国升降工作平台标准化技术委员会（SAC/TC335）归口。

本标准起草单位：北京建筑机械化研究院、杭州赛奇高空作业机械有限公司、北京凯博擦窗机械技术公司、深圳市华测检测有限公司、北京建研机械科技有限公司、廊坊凯博建设机械科技有限公司、上海普英特高层设备有限公司。

本标准主要起草人：张华、陈建平、薛抱新、郭冰、尹文静、刘超太、朱平、吴安、兰阳春、李波。

本标准为首次发布。

# 固定式升降工作平台

## 1 范围

本标准规定了固定式升降工作平台（以下简称 SEWP）的术语和定义、分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本标准适用于 SEWP。

本标准不适用于：

- a) 电梯和液压电梯；
- b) 消防和救火装置；
- c) 高处作业吊篮和擦窗机；
- d) 车尾起重机；
- e) 移动式升降工作平台；
- f) 公园游艺设备；
- g) 桅柱爬升式工作平台；
- h) 提升人员和材料的建筑施工升降机；
- i) 飞机地面支持设备；
- j) 埋杆机（起重挖穴机）；
- k) 升降操作员的位置在工业卡车上的设备；
- l) 桥梁检测和维护设备；
- m) 库存拣选或订单拣选类设备。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 3811 起重机设计规范
- GB 4208 外壳防护等级（IP 代码）
- GB 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件
- GB/T 5972 起重机 钢丝绳 保养、维护、安装、检验和报废
- GB/T 9465—2008 高空作业车
- GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则
- GB/T 11020 固体非金属材料暴露在火焰源时的燃烧性试验方法清单
- GB 14048.5 低压开关设备和控制设备 第 5-1 部分：控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器
- GB 16754 机械安全 急停 设计原则
- JB/T 5937 工程机械 灰铸铁件通用技术条件
- JB/T 5939 工程机械 铸钢件通用技术条件
- JB/T 5946 工程机械 涂装通用技术条件
- JG/T 5079.2 建筑机械与设备 噪声测量方法
- JG/T 5082.1 建筑机械与设备 焊接件通用技术条件
- ISO 13854 机器安全—避免挤压人体器官的最小间隙（Safety of machinery—Minimum gaps to

avoid crushing of parts of the human body)

ISO 20381 移动式升降工作平台 操作控制和其他显示装置符号 (Mobile elevating work platforms—Symbols for operator controls and other displays)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### **出入位置 access position**

出入工作平台的位置。

注：出入位置、收藏位置 (3.19) 可以是相同的。

#### 3.2

##### **链条传动系统 chain-drive system**

包含一条或多条绕在链轮齿上和链滑轮以及所有相关链轮齿、链滑轮和平衡滑轮上链条的系统。

#### 3.3

##### **底座 pedestal, base**

SEWP 最下部分与基础或停放面相接触的构件，该构件是除伸展结构和工作平台之外并与伸展结构相连的固定基座 [见图 1a)、b)、c)]。

#### 3.4

##### **关键部件 critical component**

支撑或稳定工作平台或伸展结构的载荷承载部件。

#### 3.5

##### **室内使用 indoor use**

SEWP 在避风环境下使用，因此，不会有风力作用在 SEWP 上。

#### 3.6

##### **伸展结构 extending structure**

与底座相连、支撑工作平台并能让工作平台移动至所需位置的结构 [见图 1a)、b)、c)]。

注：例如，伸展结构可以是单个的臂架或梯子、伸缩式或铰接式臂架或梯子、剪式机构或它们的任何组合，并且在  
其底盘上是可回转或不回转的。

#### 3.7

##### **载荷周期 load cycle**

从进入工作平台位置开始进行工作并返回初始位置的循环。

#### 3.8

##### **载荷传感系统 load-sensing system**

监控工作平台上的垂直载荷和垂直力的系统。

注：系统包括测量装置、安装测量装置的方法和信号处理系统。

#### 3.9

##### **制造商 manufacturer**

对准备使用的 SEWP 的设计、使用指导、采购、制造、装配和检测负有全责的个人或实体。

#### 3.10

##### **下降 lowering**

将 SEWP 下降到较低位置的所有操作 [见图 1d)]。

#### 3.11

##### **SEWP 分组 stationary elevating work platform group classification**

## 3.11.1

**A 组 A group**

载荷重心的垂直投影始终在倾翻线内的 SEWP。

## 3.11.2

**B 组 B group**

载荷重心的垂直投影可以在倾翻线外的 SEWP。

## 3.12

**SEWP stationary elevating work platform**

用来运载人员、工具和材料到工作位置的设备。至少由带控制的工作平台、伸展结构和固定底座组成。

## 3.13

**力矩传感系统 moment-sensing system**

对 SEWP 相对于倾翻线产生倾翻力矩的监控系统。

注：系统包括测量装置、安装测量装置的方法和信号处理系统。

## 3.14

**室外使用 outdoor use**

SEWP 可能暴露在有风环境中使用。

## 3.15

**额定载重量 rated load**

SEWP 上允许承受的最大有效重量。该重量由垂直作用在工作平台上的人员、工具和材料载荷组成。

SEWP 可以有多个额定载重量。

## 3.16

**起升 raising**

将工作平台上升到较高位置的所有操作 [见图 1d)]。

## 3.17

**副平台 secondary work platform**

附加于工作平台 (3.25) 或伸展结构上, 能独立移动的工作平台。

## 3.18

**旋转 rotation**

工作平台相对于垂直轴的圆周运动 [见图 1e)]。

## 3.19

**收藏位置 stowed position**

制造商限定的 SEWP 位置, 处于该位置时伸展结构被降低并收起。

注：出入位置 (3.1)、收藏位置 (3.19) 可以是相同的。

## 3.20

**回转 slewing**

伸展结构相对于垂直轴的圆周运动 [见图 1f)]。

## 3.21

**型式试验 type test**

对新设计的产品样品或现行设计经重大更改后的产品样品进行的试验, 该试验由制造商或国家及其授权的代表执行。

## 3.22

**钢丝绳传动系统 wire rope drive system**

由一个或多个在卷筒或钢丝绳滑轮上运行的钢丝绳以及相关的卷筒、滑轮和补偿滑轮组成的系统。

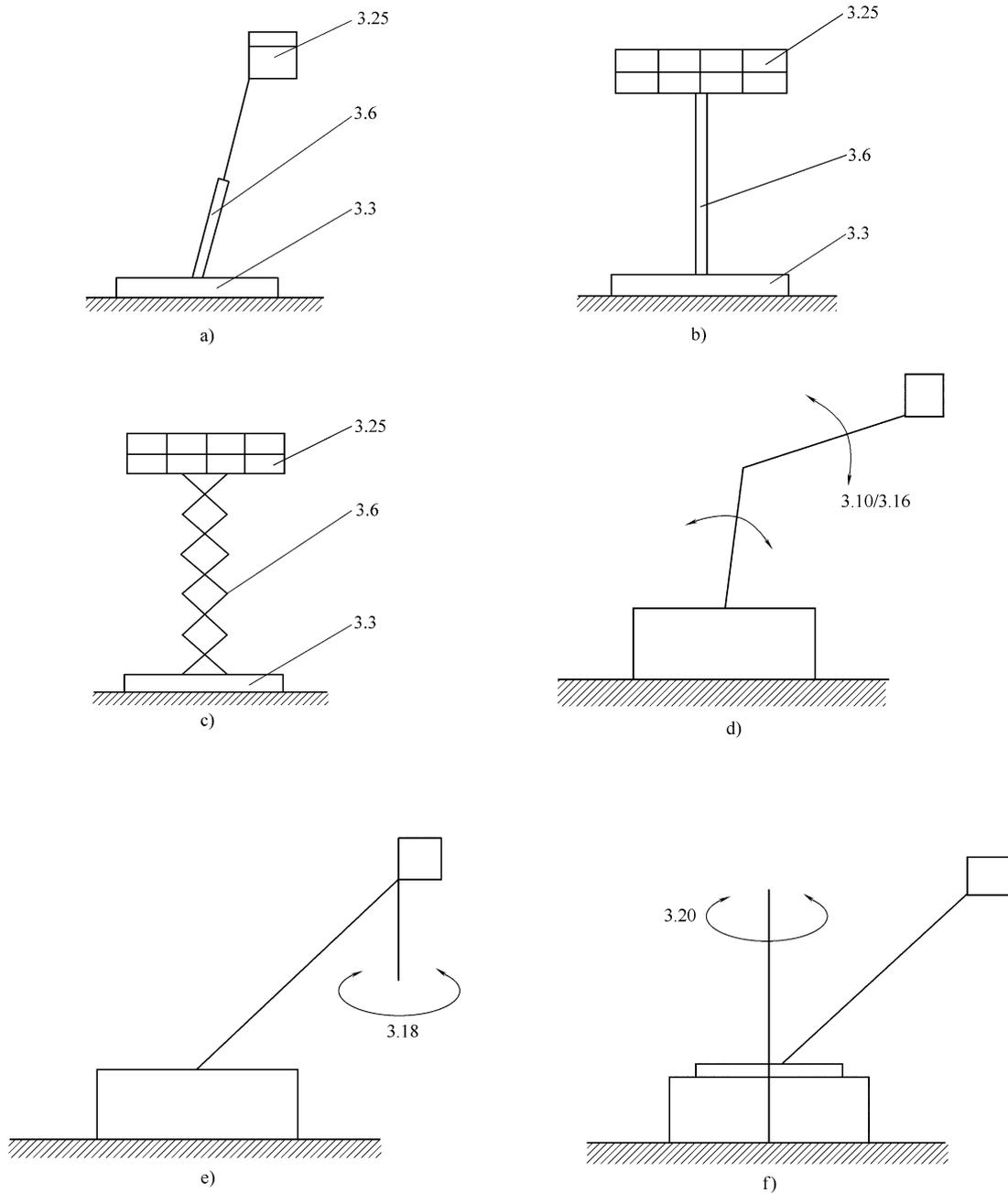


图 1 部分术语和定义示意图

3.23

**作业范围 working envelope**

在正常操作的条件下和在规定的载荷和力范围内，设计的工作平台的工作空间。

注：SEWP 可以有多个工作空间。

3.24

**下沉 lowering**

工作平台停留在任一工作高度，由于液压系统内泄等原因，使工作平台下降的过程。

3.25

**工作平台 work platform**

用于载人（带或不带材料）的 SEWP 的可移动组成部分 [见图 1a)、b)、c)]。

示例：笼、斗、篮。

3.26

**静力试验载荷 static test load**

150%的额定载重量所产生的重力。

3.27

**动力试验载荷 dynamic test load**

125%的额定载重量所产生的重力。

4 分类

4.1 型式

SEWP 按伸展结构和升降方式的类型可分为臂架式 [见图 2a)]、剪叉式 [见图 2b)]、桅柱式 [见图 2c)]、套筒液压缸式 [见图 2d)] 和绳链提升式 [见图 2e)] 五种。

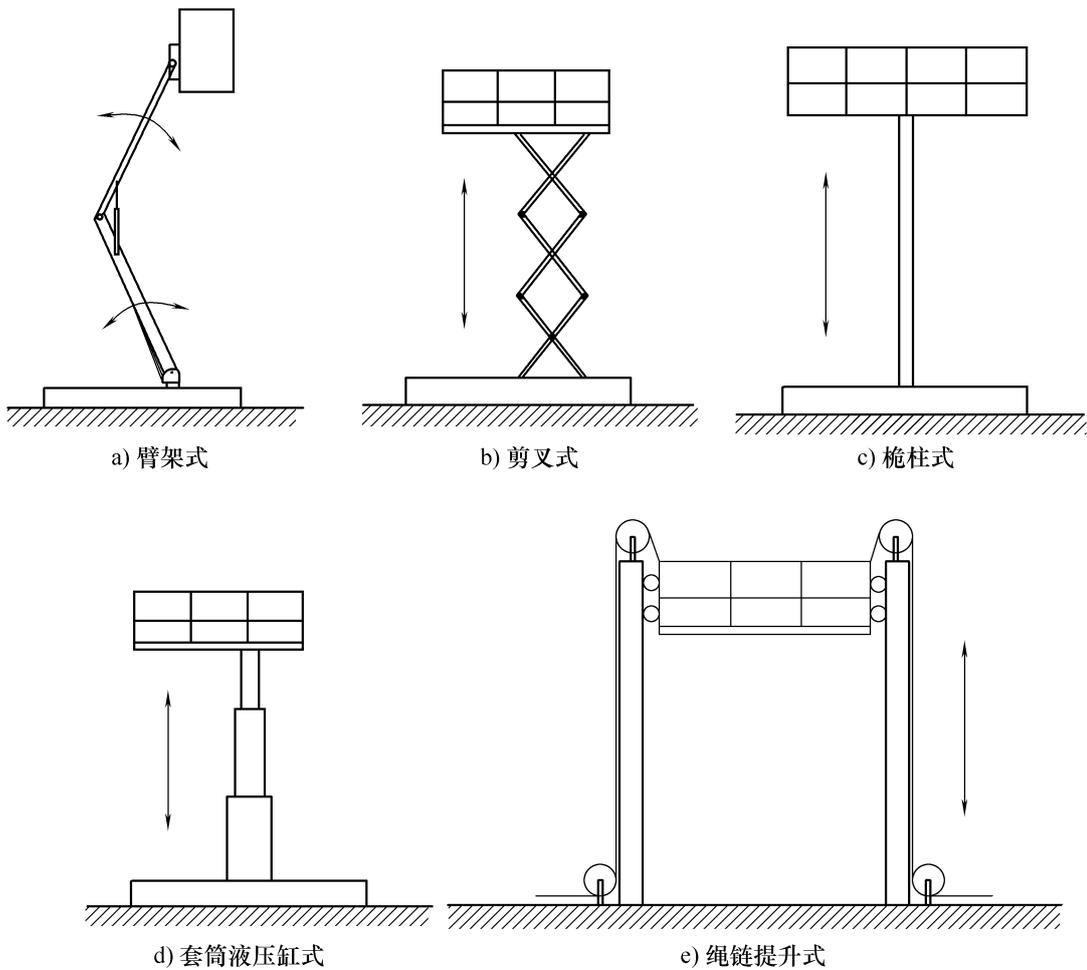
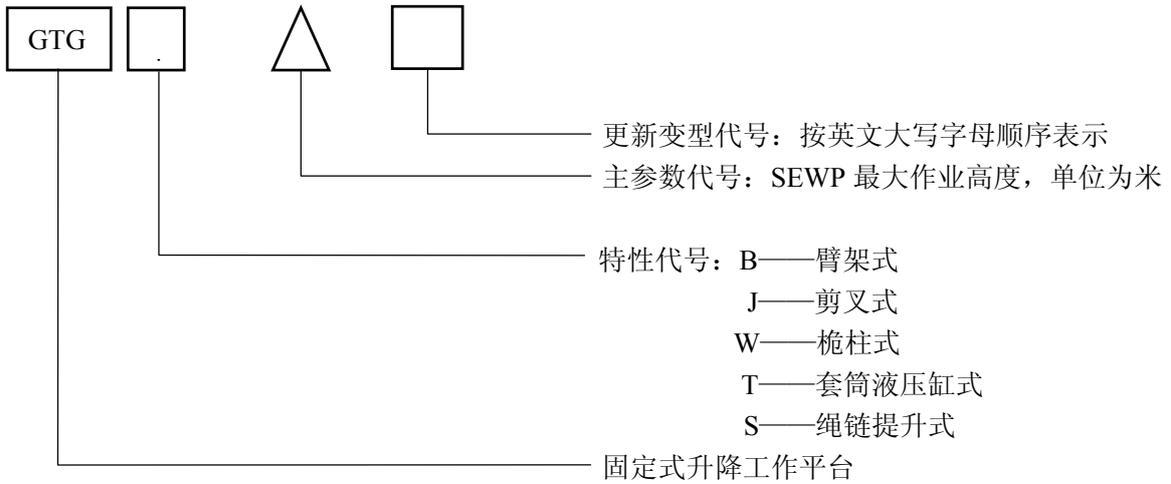


图 2 SEWP 类型

4.2 规格型号

4.2.1 SEWP 规格型号由组型代号、特性代号、主参数代号和更新变型代号组成，说明如下：



4.2.2 标记示例：

示例 1：最大平台高度为 10 m 的剪叉式固定升降工作平台：  
 固定升降工作平台 GTGJ 10 JB/T 11169—2011

示例 2：最大平台高度为 12 m 的绳链提升式固定升降工作平台的第一次变型产品：  
 固定升降工作平台 GTGS 12A JB/T 11169—2011

4.3 基本参数

SEWP 的基本参数系列见表 1。

表 1 基本参数

名 称	参 数
最大平台高度 m	0.5、1、1.5、2、3、4、5、6、8、10、12、14、16、18、20、25、32、35、40
额定载重量 kg	125、136、160、200、250、320、400、500、630、800、1 000、2 000、3 000、4 000、5 000、10 000、15 000、20 000、25 000、30 000、35 000、40 000、45 000、50 000

5 技术要求

5.1 整机

5.1.1 SEWP 应按经规定程序批准的产品图样和技术文件制造。

5.1.2 所有标准件、外购件、外协件应有制造厂的合格证，否则应按相关标准的规定经检验合格后方可使用。所有自制零部件经检查合格后方可装配。

5.1.3 所有原材料应有材质保证书方可使用，若使用代用材料，其主要技术性能应不低于原设计要求。

5.1.4 所有零部件应进行检验，确认合格后方准装配，检验合格的主要零部件应有标志。

5.1.5 最大作业高度不小于 20 m 的 SEWP 应备有上下联络的对讲设备。

5.1.6 外观质量要求如下：

- a) 油漆涂层应符合 JB/T 5946 的规定；
- b) 外露金属表面应进行防锈处理；
- c) 焊接质量应符合 JG/T 5082.1 的规定；
- d) 铸造质量应符合 JB/T 5937 和 JB/T 5939 的规定。

5.1.7 制造装配质量要求如下：

- a) 液压、气动系统的管线应排列整齐、合理、连接紧密牢固，各元件和组件应可单独拆装、维修方便。
- b) SEWP 无相对运动部位，不应有漏油、漏水、漏气现象；在连续作业过程中，各相对运动的部件，不应有漏油现象。
- c) SEWP 应设置安全警示标志。
- d) SEWP 的标牌、标志应安装牢固、端正、醒目、清晰。

#### 5.1.8 工作条件要求如下：

- a) SEWP 的底座基础应坚实、平整，保证在工作时回转支承面与水平面的倾斜度不大于 5/1 000，且底座基础结构应承受 SEWP 工作过程中的所有最大载荷；
- b) 环境温度为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 风速不大于 12.5 m/s；
- d) 海拔不大于 1 000 m；
- e) 环境相对湿度不大于 90% ( $20^{\circ}\text{C}$ )；
- f) 对于长期在室外放置的 SEWP，其环境工作条件应符合制造商的具体规定。

#### 5.1.9 SEWP 的底座基础预埋件及基础锚栓要求如下：

——预埋件的埋设应符合下列要求：

- 预埋件的坐标及尺寸应符合施工图的要求；
- 预埋件基础的底板边缘与墙壁边缘的距离应大于 50 mm；
- 预埋件螺栓及基础底板的表面应做防锈处理。

——基础锚栓应符合下列要求：

- 锚栓的中心至基础或构件边缘的距离应不小于锚栓公称直径 ( $d$ ) 的 7 倍，底端至基础底面的距离应不小于锚栓公称直径的 3 倍，且不小于 30 mm；相邻两根锚栓的中心距离应不小于锚栓公称直径的 10 倍。
- 装设锚栓的钻孔不得与基础或构件中的钢筋、预埋管和电缆等埋设物相碰；不得采用预留孔。
- 锚栓基础的混凝土强度应不小于 10 MPa。
- 在基础混凝土有裂缝的部位应不使用锚栓。
- 锚栓钻孔的直径和深度应符合设计的规定。

## 5.2 结构和稳定性

### 5.2.1 制造商的职责

制造商应负以下责任：

- a) 结构计算，给出各个载荷和力的位置、方向以及对构件强度产生最不利的组合值；
- b) 稳定性计算，识别 SEWP 的各种位置、载荷及力的组合作用而产生的最不利的稳定条件工况；
- c) 结构和稳定性计算，包括由于使用 5.3.13 允许的较高速度而产生的动态作用。

### 5.2.2 载荷和力

应考虑下列载荷和力：

- a) 额定载重量（见 5.2.3.1）；
- b) 结构载荷（见 5.2.3.2）；
- c) 风载荷（见 5.2.3.3）；
- d) 手动操作力（见 5.2.3.4）；
- e) 特殊载荷和力（见 5.2.3.5）。

### 5.2.3 以载人作业为主的 SEWP 载荷和力的确定

#### 5.2.3.1 额定载重量

额定载重量  $m$ ，计算按公式 (1)：

$$m = (n \times m_p) + m_e \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$m_p$ ——人的质量，单位为千克 (kg)， $m_p \geq 80$  kg；

$m_e$ ——工具和材料的质量，单位为千克 (kg)， $m_e \geq 40$  kg；

$n$ ——工作平台上的允许人数。

假定每个人的质量为作用在工作平台上的点载荷，距上部顶栏杆平面水平距离 0.1 m。载荷点之间的距离为 0.5 m (见图 3)。

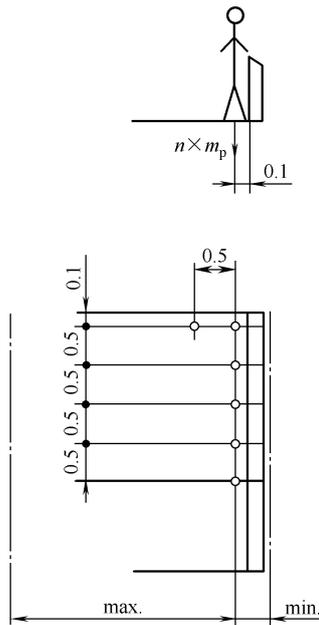
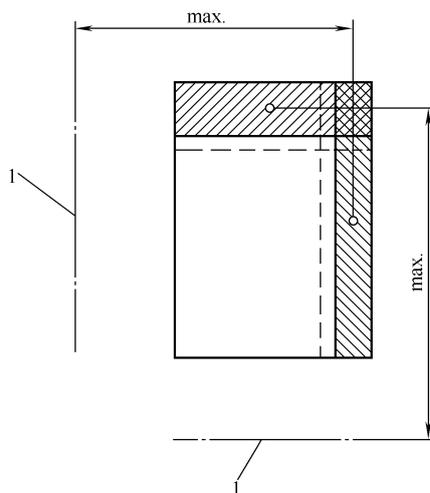


图 3 额定载重量—人员

假定设备的质量为作用在工作平台 25% 的台面上的均布载荷。如果此压力超出  $3 \text{ kN/m}^2$ ，可将 25% 的数值增加到压力为  $3 \text{ kN/m}^2$  为止 (见图 4)。



图中：

1——倾翻线。

图 4 额定载重量—工具和材料

所有这些载荷假定作用在产生最不利结果的位置。

### 5.2.3.2 结构载荷

不运动的 SEWP 构件的重量应视为静态结构载荷。运动的 SEWP 构件的重量应视为动态结构载荷。

### 5.2.3.3 风载荷

#### 5.2.3.3.1 室外 SEWP

所有室外使用的 SEWP, 被认为是受风压  $100 \text{ N/m}^2$  的作用, 相当于风速  $12.5 \text{ m/s}$  (风力等级 6 级)。假定风力水平作用于 SEWP 零部件、工作平台上的人员、工具和材料表面的中心, 并应视为动态力。本要求不适用于仅用于室内的 SEWP。

#### 5.2.3.3.2 迎风面积采用的形状系数

迎风系数采用的形状系数按以下选取:

- a) L 形、U 形、T 形、I 形截面: 1.6;
- b) 箱形截面: 1.4;
- c) 大型平面区域: 1.2;
- d) 圆形截面, 依尺寸而定:  $0.8 \sim 1.2$ ;
- e) 直接迎风人员: 1.0。

有关其他结构迎风面积, 见 GB/T 3811。非直接迎风人员的迎风面积, 见 5.2.3.3.3。

#### 5.2.3.3.3 工作平台上人员的迎风面积

一个人的全面积应为  $0.7 \text{ m}^2$  (平均宽度  $0.4 \text{ m} \times$  高度  $1.75 \text{ m}$ ), 面积中心位于工作平台面以上  $1.0 \text{ m}$ 。站在工作平台的  $1.1 \text{ m}$  高的 (无孔) 围栏后面的人员迎风面积应为  $0.35 \text{ m}^2$ , 其面积中心位于工作平台面以上  $1.45 \text{ m}$ 。

直接迎风的人数应按如下计算:

- a) 工作平台迎风面的边长 (圆整到  $0.5 \text{ m}$ ), 除以  $0.5 \text{ m}$ ;
- b) 如果工作平台上的许可人数少于 a) 计算的人数, 则按许可人数计算。

如果工作平台上的许可人数大于 a) 计算的人数, 多余人员数应采用形状系数 0.6。

#### 5.2.3.3.4 风力

工作平台上迎风的工具和材料所受风力按其重量的 3% 计算, 水平作用在工作平台面以上  $0.5 \text{ m}$  高度。

#### 5.2.3.4 手动操作力

设计仅承载一个人员的 SEWP 时, 手动操作力  $M$  的最小值应按  $200 \text{ N}$  计算; 设计承载一人以上的 SEWP 时, 手动操作力  $M$  的最小值应按  $400 \text{ N}$  计算, 该力作用于平台面以上  $1.1 \text{ m}$  高度的位置。制造商应注明任何许可的较大值。

#### 5.2.3.5 特殊载荷和力

SEWP 在使用特殊的工作方法和使用条件下会产生特殊载荷和力, 例如在工作平台之外承载物体、工作平台上承载的大型物体、产生的作用力、承受风力以及由卷扬机或材料装卸设备所施加的力 (参见附录 A)。

如果用户要求这种特殊的工作方法和/或使用条件, 在恰当时, 应将所产生的载荷和力作为额定载重量、结构载荷、风载和/或手动力的修正。

### 5.2.4 以载物为主的 SEWP 载荷和力的确定

#### 5.2.4.1 额定载重量

额定载重量  $m$ , 载重物体的质量为作用在工作平台的台面上, 这些载荷假定作用在产生最不利结果的位置。

#### 5.2.4.2 结构载荷

不运动的 SEWP 构件的重量应视为静态结构载荷。运动的 SEWP 构件的重量应视为动态结构载荷。

#### 5.2.4.3 风载荷

所有室外使用的 SEWP 在结构设计时，应考虑风载荷的影响：

- a) 在工作状态下应能承受的基本风压值不低于 500 Pa；
- b) 在非工作状态下，当 SEWP 安装高度 ≤ 60 m 时，应能承受的基本风压值不低于 1 915 Pa，每增高 30 m，基本风压值增加 165 Pa；
- c) SEWP 固定装置结构设计风压值应按 1.5 倍的基本风压值计算。

#### 5.2.4.4 特殊载荷和力

SEWP 在使用特殊的工作方法和使用条件下会产生特殊载荷和力，例如在工作平台之外承载物体、工作平台上承载的大型物体、产生的作用力、承受风力以及由卷扬机或材料装卸设备所施加的力（参见附录 A）。

如果用户要求这种特殊的工作方法和/或使用条件，在恰当时，应将所产生的载荷和力作为额定载重量、结构载荷、风载和/或手动力的修正。

#### 5.2.5 稳定性计算

##### 5.2.5.1 结构质量和额定载荷产生的力

由结构质量和额定载重量产生的力，所引起倾翻或稳定力矩，应乘以 1.0（系数），并作为垂直向下计算。对于伸展结构，这些力应乘以 0.1（系数），并作用于产生最大倾翻力矩的方向。

只要提供加速度和减速度效应的测量证明，制造商也可以使用小于 0.1 的系数。如果使用较高的加速度/减速度，应采用大于 0.1 的系数（见 5.3.13）。

##### 5.2.5.2 风力

风力乘以系数 1.1，且视为作用在水平方向上。

##### 5.2.5.3 手动操作力

工作平台上人员工作产生的手动操作力应乘以系数 1.1，并视为作用于产生最大倾翻力矩的方向。

##### 5.2.5.4 特殊载荷和力

由制造商确定的特殊载荷和力，应包括在计算中。

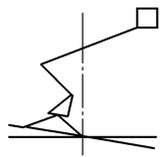
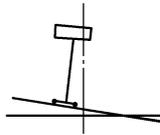
##### 5.2.5.5 倾翻和稳定力矩的计算

最大的倾翻力矩和相应的稳定力矩，应以最不利的倾翻线来计算。

倾翻线为 SEWP 底座与固定基础最外端连接线或最外端紧固件中心连线上。

计算应在 SEWP 最不利的伸展和/或回缩位置，所有同时作用的载荷和力，应以最不利的组合计算（见表 2）。例如：当载荷有稳定作用时，假设在工作平台上仅有一个人（80 kg），则还需进行额外的稳定性计算。

表 2 稳定性计算中的载荷和力的方向及其组合示例

示例	工作情形	额定载荷		结构载荷 ( $S_n$ )		手操作力 ( $M$ )		风载荷 ( $W$ )		图解
		×1.0	×0.1	×1.0	×0.1	×1.0	×0.1	×1.0	×0.1	
1	上升（下降）	V	A	V	A	—	—	H	H	
2	位于水平地面	80 kg V	—	V	—	A	A	H	H	
说明：V 表示垂直，H 表示水平，A 表示倾角。										
注：此表并不是完整的。										

在所有情况下，计算的稳定力矩应大于倾翻力矩。

计算中应考虑下列影响：

- a) 零部件制造的偏差。
- b) 伸展结构的连接方法。
- c) 与固定基础连接强度的偏差和由于力作用产生的弹性变形。
- d) 载荷感应系统、力矩感应系统和位置控制的性能特征（准确度），例如：
  - 受短时间动态作用产生的峰值；
  - 滞后；
  - 环境温度；
  - 工作平台上的载荷的不同位置及分布（见 5.2.3.1）。

弹性变形的确定应由计算或实验获得。

#### 5.2.5.6 SEWP 固定装置的稳定性

当依靠 SEWP 固定装置来保证稳定性时，固定装置应牢固可靠并有足够的强度和刚度。

#### 5.2.5.7 SEWP 的稳定系数

SEWP 的稳定系数不得小于 1.4，计算按公式（2）：

$$K = M_1/M_2 \geq 1.4 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $K$ ——稳定系数；
- $M_1$ ——总抗倾覆力矩；
- $M_2$ ——总倾覆力矩。

### 5.2.6 结构计算及结构安全系数

5.2.6.1 工作平台、伸展机构承载部件及底座所用的塑性材料，按材料屈服强度计算，结构安全系数应不小于 2。

5.2.6.2 工作平台、伸展机构承载部件及底座所用的非塑性材料，按材料的强度极限计算，结构安全系数应不小于 5。

5.2.6.3 确定结构安全系数的设计应力，是 SEWP 在额定载荷工况下作业，并遵守操作规程时，结构件内所产生的最大应力值。

5.2.6.4 进行结构的计算方法应符合相应的国家标准，如 GB/T 3811、GB/T 9465，其中包括疲劳应力计算方法。确定计算中使用的载荷和力时，应考虑 5.2.2 和 5.2.5 中给出的规定。所用国家标准都不应改变这些规定。

应考虑细长部件的弹性变形。

应对最不利载荷组合进行分析。静态稳定性测试（见 6.4.4.2）和超载测试（见 6.4.4.3）所产生的应力不应超过材料弹性极限的 90%。

计算出的应力不应超过允许值。计算出的安全系数不应低于规定值。

应力的允许值和安全系数的规定值取决于材料、载荷组合及计算方法。

## 5.3 伸展结构

### 5.3.1 避免失稳和超出许可强度的方法

除满足 5.2.5.5 的规定外，SEWP 应采用相当于表 3 “√” 号表示的一种方法来安装控制装置，以减小失稳和超出许可强度的危险。

注：必须注意载荷或力矩传感器并不能防止严重超载。

表 3 控制装置

组别 (见 3.11)	载荷传感系统及位置控制 (见 5.3.2 和 5.3.3)	载荷和力矩传感系统 (见 5.3.2 和 5.3.4)	提高超载标准的力矩传感系 统 (见 5.3.4 和 5.3.6)	提高超载标准稳定性的位置控 制 (见 5.3.3, 5.3.5 和 5.3.6)
A	√	—	—	√
B	√	√	√	√

### 5.3.2 载荷传感系统

载荷传感系统是一种安全装置，应按照以下方式操作：

- a) 在达到额定载重量后、超过额定载重量的 120%前，应防止工作平台从静止工作位置上正常动作。
- b) 按照 a) 中的规定避免常规动作后，应发出警告，警告包括每个控制位置上闪烁的红灯和可在每个控制位置上听见的声讯信号。只要条件 a) 还存在，信号灯就应继续闪烁，同时声音警报应至少响 5 s，且每分钟重复一次。
- c) 只有移除超载的物品后，才能重新开始移动。

对于 A 组 SEWP，仅在从收藏位置升高时才允许载荷控制装置生效。在这种情况下，对于 6.4.4.3 中所述的超载测试，测试载荷应为额定载重量的 150%。

对于 A 组 SEWP，工作平台升高到超出收藏位置 1 m 以上之前，无需激活载荷传感装置。在 6.4.4.3 所述的超载测试中，如果未在第一个 1 m 内激活载荷传感装置，测试载荷应为额定载重量的 150%。

载荷传感系统的控制系统应符合 5.10 中的要求。

### 5.3.3 位置控制

#### 5.3.3.1 总则

为避免 SEWP 失稳或超过其结构的允许应力，伸展结构的允许位置应由机械限位装置（见 5.3.3.2）、非机械限位装置（见 5.3.3.3）或电气安全装置（见 5.10.3）自动限制。

#### 5.3.3.2 机械限位装置

如果使用机械限位装置，伸展结构的允许位置应设计成能承受在施加最大载荷时无永久变形。专门设计的液压缸需满足此要求。

#### 5.3.3.3 非机械限位装置

如果使用非机械限位装置，伸展结构的允许位置应由测量伸展结构位置并通过控制系统操作来限定运动工作空间的装置来限制。该装置应满足 5.10 的要求。

### 5.3.4 力矩传感系统

力矩传感系统是一个安全装置，应满足下列要求：当达到许用倾翻力矩（见 5.2.5.5）时，应发出视觉警示信号，同时除减少倾翻力矩外，阻止其他动作。

力矩传感系统的控制系统应符合 5.10 的要求。

### 5.3.5 尺寸有限工作平台提高稳定性要求

如果符合“提高稳定性要求”，承载两人及以下的 SEWP 可不包括在载荷和力矩传感系统的要求内。为了符合“提高稳定性”的要求，SEWP 应按如下标准设计：

——工作平台的任何水平截面的外形尺寸应为：

- 承载 1 人的，不超过  $0.6 \text{ m}^2$  且任一边不大于 0.85 m；
- 承载 2 人的，不超过  $1.0 \text{ m}^2$  且任一边不大于 1.4 m。

——对于 6.4.4.2 描述的静态测试，测试载荷应按 5.2.3.1 定义的额定载重量的 150% 计算。5.2.5.1～5.2.5.5 指定的其他载荷和力的组合保持不变。

### 5.3.6 有限工作平台尺寸提高超载要求

如果符合“提高超载要求”，承载两人及以下的 SEWP 可以不包括在载荷传感系统的要求内。

为了符合“提高超载要求”，SEWP 应按如下标准设计：

——工作平台台面的外形尺寸应为：

- 承载 1 人的，不超过  $0.6 \text{ m}^2$  且任一边不大于  $0.85 \text{ m}$ ；
- 承载 2 人的，不超过  $1.0 \text{ m}^2$  且任一边不大于  $1.4 \text{ m}$ 。

——对于 6.4.4.3 描述的超载测试，测试载荷应按额定载重量的 150% 计算。

### 5.3.7 多个额定载重量的多种作业范围

多个额定载重量和多种作业范围的 SEWP，在工作平台上应有可视的选择组合指示器。

允许手工选择。此时，应只有在工作平台处于新选择额定载荷的工作空间内才能选择。

SEWP 应安装载荷和力矩传感系统（见 5.3.2 和 5.3.4）或载荷传感系统和位置控制装置（见 5.3.2 和 5.3.3）。

### 5.3.8 一种额定载重量的多种作业范围

只有一种额定载重量但具有多种作业范围的 SEWP，允许手工选择。当货比人重时，应有限制货物在工作平台上移动的措施，保证作业人员的安全。

验证 5.3.1 的所有要求：可通过设计校验和试验进行验证（见 6.4.2 和 6.4.4）。

### 5.3.9 伸展结构的伸展次序

当伸展结构需要按照一定的顺序伸展或缩回时，应有避免误操作的措施。

验证方法：可通过设计校验和功能试验进行验证。

### 5.3.10 偏摆量

5.3.10.1 SEWP 在升降过程中的自然偏摆量应不大于 0.5% 的最大起升高度。

5.3.10.2 SEWP 在工作平台受最大侧向力作用时的偏摆量  $a$  应不大于公式（3）的数值：

$$a = kH \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$k$ ——偏摆量系数， $k=0.01 \sim 0.02$ （ $H$  值大时，取大值）；

$H$ ——最大起升高度，单位为毫米（mm）。

5.3.10.3 当载重物体超过 500 kg 时，为防止工作平台承受最大载重量在升降行程范围内有较大的偏摆量，SEWP 应安装升降导向装置。

### 5.3.11 下沉量

工作平台承受最大载重量在升降行程范围内任一高度停留时，工作平台在 20 min 内的下沉量应不大于 10 mm。当载重物体超过 500 kg 时，为防止工作平台承受最大载重量在升降行程范围内任一高度停留时下沉，应有必要的防下沉措施（如辅助支撑装置、锁定装置、插销等）。

### 5.3.12 卷入和剪切

应按照 ISO 13854 的要求，提供安全距离或保护措施，防止和避免工作平台上或站立于 SEWP 旁人员被运动部件卷入的危险。

在该措施不可行的地方，应在危险区域加装永久的、清楚易见的警告标志、指示以保持距离。如果未有保护措施，剪叉式升降机构应装备有警告信号和下降警告系统。在起动下降功能时，下降警告系统应发出声讯信号。当剪叉式工作平台还处于总起升行程的 10%~15%，但是不小于 3.5 m，下降应停止，操作员必须再次起动下降功能，下降的最大速度宜为正常速度的 50%，而且在此后的下降过程中须发出一种不同的声音并应有闪光警示。

验证方法：可通过测量和目测检查进行验证。

### 5.3.13 伸展结构的速度

SEWP 应不超出下列速度：

- a) 工作平台的升降速度为 24 m/min；
- b) 臂架的伸缩速度为 24 m/min；

- c) 回转或旋转速度为 42 m/min (在最大范围测量工作平台最外边缘的水平线速度);
- d) 当载重物体超过 500 kg 时, 工作平台上升速度应为 6 m/min~9 m/min, 下降速度应不大于 6 m/min。

如果在工作平台上测得的速度改变率(即加速度、减速度)不超过 0.25 g, 则 SEWP 可最多超速 100%。测量加速度力时, 不应考虑因紧急停机而产生的减速度。根据 5.2 应考虑紧急停机时的加速度和减速度。

验证方法: 可通过功能试验进行验证。

#### 5.3.14 用于日常维护伸展结构的支撑要求

当工作平台需起升以便进行日常维护, 应设法使伸展结构定位于要求的位置。该方法应能支撑卸载的工作平台并可以从一个安全的位置操作, 同时不应引起 SEWP 任何零部件的损坏。

验证方法: 可通过目测检查和功能试验进行验证。

### 5.4 伸展结构传动系统

#### 5.4.1 总则

##### 5.4.1.1 伸展结构的意外运动

驱动系统的设计和制造应防止伸展结构的意外运动。

验证方法: 设计校验和功能试验。

##### 5.4.1.2 从动力源保护伸展结构

如果动力源可能产生比伸展结构和/或工作平台驱动系统要求更大的动力, 应对伸展结构和/或工作平台驱动系统提供保护以免损坏(如限压装置)。

不应使用摩擦离合器。

验证方法: 设计校验。

##### 5.4.1.3 链条或带传动失效

在驱动系统中使用链条或带传动时, 应有当链条或带传动发生故障时能自动阻止工作平台的意外运动的措施。可以采用通过自锁齿轮箱或按照 5.10 的安全装置监视传动带/链条。

不应使用平带。

验证方法: 设计校验和功能试验。

##### 5.4.1.4 手柄反冲

人工驱动系统的设计和制造应防止手柄反冲。

验证方法: 设计校验和目测检查。

##### 5.4.1.5 动力和人工驱动系统驱动的同时动作

如果同一动作同时采用了动力和人工驱动系统(如超越紧急系统), 并且如果同时使用两者有损坏危险, 则应避免此危险(例如互锁、切断阀和旁路阀)。

验证方法: 设计校验和功能试验。

##### 5.4.1.6 所有驱动的制动系统

所有驱动都应有制动系统。对于起升运动, 该系统应是自锁或自保持装置。当驱动系统不工作时, 制动系统应自动工作。

制动系统应确保工作平台在 1.1 倍的额定载荷时, 在各种操作配置下可以在任何位置停住并保持。应避免此系统被意外释放。

验证方法: 设计校验和功能试验。

#### 5.4.2 钢丝绳传动系统

##### 5.4.2.1 总则

钢丝绳、卷筒和滑轮的直径应按附录 B 计算, 并假定所有载荷作用在一个钢丝绳系统。不应采用

牵引驱动系统。

钢丝绳传动系统应有机械安全装置（5.4.2.2）或第二钢丝绳传动系统（5.4.2.3），在钢丝绳传动系统失效的情况下可以限制满载工作平台的垂直移动在 0.2 m 内。

#### 5.4.2.2 机械安全装置

按照 5.10 有关伸展结构操作的机械安全装置，在钢丝绳传动系统失效时，该安全装置应逐渐地使工作平台及其额定载荷停止并保持不动，平均减速度不应超过 1.0 g。任何有弹簧操作的该装置，应是一端固定并有导向的压缩弹簧，或者在操作状态下弹簧丝的直径大于节距的一半，从而限制弹簧在出现故障时变短。

#### 5.4.2.3 第二钢丝绳传动系统

第二钢丝绳传动系统应满足以下一种：

- a) 按照第一系统设计的第二钢丝绳传动系统，应设有使两个钢丝绳系统有大致相同张紧度的装置，以使安全系数加倍；
- b) 按照第一系统设计第二钢丝绳传动系统，并有确保第二系统在工作时承担小于一半载荷的装置，但如果第一系统失效时可以承担全部载荷；
- c) 依照 a) 形式设计的第二钢丝绳传动系统，如果采用较大的卷筒直径及滑轮直径，可以延长第二系统的疲劳寿命，使其至少为第一系统计算寿命的两倍。

第一系统的失效能自行暴露。

验证方法：可通过设计校验和目测检查进行验证。

#### 5.4.2.4 承载钢丝绳

承载钢丝绳应由镀锌钢丝或相当材料制成，并具有如下特性：

- a) 最小直径：8 mm；
- b) 最少钢丝数目：114；
- c) 钢丝抗拉强度：最小 1 570 N/mm<sup>2</sup>，最大 1 960 N/mm<sup>2</sup>；
- d) 适合的疲劳寿命（见附录 B）；
- e) 与镀锌钢材相等的抗腐蚀能力；
- f) 滑轮直径与钢丝绳直径比率应符合要求（见附录 B）。

钢丝绳的最小破断载荷应在使用说明书上写明。

直接用来提升和支撑工作平台的钢丝绳，除其端部外，其余部位应不包括任何接点。

允许采用有等效安全性能的其他性质钢丝绳。

验证方法：设计校验和目测检查。

#### 5.4.2.5 多钢丝绳系统

如果一个点上有一根以上的钢丝绳，应有使这些钢丝绳有大致相等的张紧力的装置。

验证方法：设计校验和目测检查。

#### 5.4.2.6 重新张紧

应能对钢丝绳重新张紧。

验证方法：设计校验和目测检查。

#### 5.4.2.7 钢丝绳端部

钢丝绳末端仅可以使用以下几种：

- 编结接头；
- 铝合金压制接头；
- 不老化钢压制接头；
- 楔形夹紧套紧固件。

承载钢丝绳的末端不可使用 U 形螺栓夹紧。

钢丝绳与钢丝绳末端之间结点应能承受钢丝绳最小破断载荷的 80%。

验证方法：设计校验和目测检查。

#### 5.4.2.8 钢丝绳末端目测检查

不需拆除钢丝绳或 SEWP 的主要结构零部件时，应能进行钢丝绳末端目测检查。

如果不适宜采用观察口检查，制造商应提供检查的详细指导。

验证方法：设计校验和目测检查。

#### 5.4.2.9 钢丝绳升降的 SEWP 的安全装置

采用钢丝绳传动升降的工作平台，应按照 5.10 要求安装安全装置以防止钢丝绳松弛引起的运动。但允许反向运动。如果钢丝绳不会产生松弛，则无需此装置。

验证方法：设计校验和功能试验。

#### 5.4.2.10 卷筒绳槽和防止钢丝绳脱离卷筒端缘

钢丝绳卷筒应开有绳槽并设有防止钢丝绳从卷筒两端脱落的装置。对于多层缠绕的卷筒，卷筒两侧缘的高度应超过最外层钢丝绳，其超出高度应不小于钢丝绳直径的 2.5 倍。

验证方法：目测检查。

#### 5.4.2.11 钢丝绳层数

钢丝绳应在卷筒上单层缠绕，除非使用特殊的缠绕系统。

验证方法：目测检查。

#### 5.4.2.12 钢丝绳保留圈数

当伸展结构和/或工作平台在最远位置时，应至少有两圈钢丝绳保留在卷筒上。

验证方法：功能测试和目测检查。

#### 5.4.2.13 钢丝绳卷紧于卷筒

每根钢丝绳都应在卷筒上适当地卷紧。卷紧后应能承受钢丝绳最小破断载荷的 80%。

验证方法：设计校验和目测检查。

#### 5.4.2.14 钢丝绳意外脱槽

应采取措施防止钢丝绳从滑轮上意外脱槽，即使是在钢丝绳松弛的状态。

验证方法：设计校验和目测检查。

#### 5.4.2.15 卷筒绳槽截面

卷筒及滑轮的绳槽底部的横截面应该呈圆形，而且角度不小于 120°。

验证方法：设计校验和目测检查。

#### 5.4.2.16 钢丝绳报废

钢丝绳的报废应符合 GB/T 5972 规定的要求。

### 5.4.3 链条传动系统

#### 5.4.3.1 链条失效时限制垂直运动

链条传动系统应有装置或系统，在链条传动系统失效的情况下可以限制满载工作平台的垂直移动在 0.2 m 以内。为满足此要求，可采用 5.4.3.2 或者 5.4.3.3。

#### 5.4.3.2 单链安全措施

单链传动系统的安全系数应不小于 5，并装有按照 5.10 配备与伸展结构操作的机械安全装置。在传动系统失效时，安全装置应使工作平台及其额定载荷逐渐地停止并保持不动，平均减速度应不超过 1.0 g。任何有弹簧操作的该装置，应是一端固定并有导向的压缩弹簧，或者在操作状态下弹簧丝的直径大于节距的一半，从而限制弹簧在出现故障时变短。

#### 5.4.3.3 双链条传动系统

双链条传动系统应满足以下 a) 或者 b) 的要求：

## a) 相同张紧度

双链条传动系统的每条链条的安全系数应不小于 4 (最小总安全系数为 8), 并配有可为两个链传动系统分配大约相等张力的装置, 或者遵照下面 b) 中的要求。第一系统的失效应能自行暴露。

## b) 不相同张紧度

双链条传动系统, 承受全载荷时, 第一系统安全系数应不小于 5, 第二系统安全系数应不小于 4 (承受全载荷时总共最小系数为 9), 并应有确保第二系统在工作时承担小于一半的载荷的装置, 如果第一系统失效时可承担全载荷。

第一系统的失效应能自行暴露。

验证方法: 设计校验和目测检查。

**5.4.3.4 环形链条和最小破断载荷**

不宜使用环形链条, 如果使用, 最小的破断载荷应有相关证明。

验证方法: 设计校验和目测检查。

**5.4.3.5 一点上的多根链条**

如果一个点上采用多根链条, 应有使这些链条张紧力大致相等的装置。

验证方法: 设计校验和目测检查。

**5.4.3.6 张紧链条**

应能够对链条重新张紧。

验证方法: 设计校验和目测检查。

**5.4.3.7 链条与链条末端之间结点的强度**

链条与链条末端之间结点应能承受链条最小破断载荷的 100%。

验证方法: 设计校验。

**5.4.3.8 链条和链条末端目测检查**

在不拆除链条或大范围拆卸 SEWP 的主要结构零部件情况下, 应能进行链条和链条末端目测检查。

如果不适宜采用观察口检查, 制造商应提供检查的详细指导 [见 D.2.5 f) 2) ]。

验证方法: 设计校验和目测检查。

**5.4.3.9 链条升降的 SEWP 的安全装置**

采用链条传动升降的工作平台, 应按照 5.10 装备安全装置以防止链条松弛引起的运动。但允许反向运动。如果不会产生链条松弛, 则无需此装置。

验证方法: 设计校验和功能测试。

**5.4.3.10 链条意外脱出**

应采取措施防止链条从链轮或滑轮上意外脱出, 即使是在链条松弛的状态。

验证方法: 设计校验和目测检查。

**5.4.4 螺杆传动系统****5.4.4.1 螺杆和螺母设计强度及材料**

螺杆和螺母设计应力应小于使用材料的抗拉强度极限的 1/6。螺杆材料应比承载螺母有更高的抗磨损能力。

验证方法: 设计校验。

**5.4.4.2 螺杆与工作平台脱离**

设计的螺杆机构在正常使用时, 应能防止工作平台从机构中脱离。

验证方法: 目测检查。

**5.4.4.3 承载螺母和安全螺母**

每根螺杆应有一个承载螺母和一个非承载安全螺母。承载螺母失效时才由安全螺母承载。当安全螺

母承受载荷时，工作平台无法升起。

验证方法：设计校验和目测检查。

#### 5.4.4.4 螺母磨损检查

应无需拆卸就可以检查承载螺母的磨损。

#### 5.4.5 齿轮齿条传动系统

##### 5.4.5.1 齿轮齿条的设计强度

齿轮齿条的设计应力应小于使用材料的抗拉强度极限的 1/6。

验证方法：设计校验。

##### 5.4.5.2 安全装置和超速控制器

齿轮齿条传动系统应有由限速器控制的安全装置。在升降机构失效时，该安全装置可使工作平台及其额定载荷逐渐地停止并保持不动。该安全装置的平均减速度应不超过 1.0 g。如果该安全装置触发，动力供应应该自动中断。

验证方法：设计校验和功能试验。

##### 5.4.5.3 齿轮及防止啮合脱离装置

除了正常工作平台的导向轮之外，还应提供主动有效的装置防止任何驱动或安全装置的齿轮与齿条脱离啮合。这些装置应确保可以限制齿条轴向移动以保证齿轮至少有 2/3 的齿宽与齿条啮合。它们也应制止齿轮径向运动，使其正常啮合位置大于齿高的 1/3。

验证方法：目测检查。

##### 5.4.5.4 齿轮的目测检查

在不拆除齿轮或大范围拆卸 SEWP 的主要结构零部件情况下，应能进行齿轮的目测检查。

验证方法：目测检查。

### 5.5 工作平台

#### 5.5.1 工作平台水平度

在伸展结构伸展时或由于操作时的载荷和力的作用，工作平台与水平面或底座平面或任何可旋转平面的水平度变化应不大于 5°。

调平系统应按照 5.10 的要求设置安全装置，在系统出现故障的情况下，安全装置应使工作平台的水平倾斜度增加不超过 5°。

验证方法：设计校验和功能试验。

如果机械调平系统设计成至少可以承载加载于其上的载荷的两倍，则调平系统使用活塞杆或控制杆就可以满足要求。对于钢丝绳和链条，可参见 5.4.2.2、5.4.2.3 和 5.4.3.1。

验证方法：设计校验。

液压系统的液压缸应符合 5.9.2 的规定。

验证方法：功能试验。

#### 5.5.2 护栏（保护）系统

每个工作平台的周边应有防止人员和材料跌落的保护装置。保护装置应该牢固地固定在工作平台上，由至少 1.1 m 高的护栏、至少 0.15 m 高的护脚板以及距离护栏或护脚板均不到 0.55 m 的中间护栏构成。在工作平台入口位置，护脚板高度可以减小到 0.1 m。护栏构造应可以承受在最不利的位置和最不利的方向以 0.5 m 的间隔每点施加 500 N 的集中载荷而不引起护栏的永久变形。工作平台应有防火材料制作，即在去除火源后不会继续燃烧的材料（测试方法见 GB/T 11020）。对于仅用于载货的工作平台，可以不使用护栏系统，但必须具有使货物在升降过程中不使货物移动或滑落的措施。

剪叉式支撑或桅柱支撑的工作平台可设置安全带挂点，其他型式升降的工作平台必须设置安全带挂点。

制造商应提供安全带挂点受力的计算结果。

验证方法：设计校验和功能试验。

### 5.5.3 护栏进出的入口和开口

防护装置中用于出入工作平台的任何可移动部件均不得折叠或向外开启。这些移动部件应该制成可以自动关闭和锁紧，或者根据 5.10 设置联锁装置，从而防止 SEWP 在这些部件没有关闭或/和锁紧的情况下开始工作。应该防止意外打开，可以自动返回保护位置的滑动式或垂直铰接的中间护栏无需紧固和联锁，应该考虑出入的方便性。

验证方法：目测检查。

### 5.5.4 工作平台的台面

工作平台的台面（包括活板门）应能够防滑并可自动排水。台面的开口或台面与护脚板、出入门之间的开口的尺寸应可防止直径 15 mm 的球体通过。

验证方法：目测检查。

根据 5.2.3.1，工作平台的台面和任意活板门应可以承载分布的额定载荷。

验证方法：设计校验。

### 5.5.5 护栏栏杆

不应使用链条或绳索作为护栏栏杆或出入门。

验证方法：目测检查。

### 5.5.6 出入爬梯

当通道平面与工作平台出入位置的地板之间的距离超过 0.4 m 时，SEWP 应配备出入爬梯。梯阶或梯级之间的距离应不超过 0.3 m，且应在底部梯阶/梯级和工作平台地板之间的距离均匀间隔分布。底部第一梯阶/梯级应不高出通道平面 0.4 m。每层梯阶或梯级应至少宽 0.3 m、水平厚度 25 mm，且应防滑。梯阶或梯级的前方与 SEWP 的支撑结构或任何其他组件的水平距离应不小于 0.15 m。出入爬梯应该与出入门对称。

验证方法：设计校验和目测检查。

### 5.5.7 把手和扶杆

在上下工作平台的出入爬梯时，应为双手提供把手、扶杆或类似的适当装置。应对这些装置进行适当排布，以避免将控制部件或管路用作把手或阶梯。

验证方法：目测检查。

### 5.5.8 活板门

工作平台的活板门应牢固地安装在工作平台上，防止出现意外的开口。活板门应不能向下打开或向侧面滑动。

验证方法：目测检查。

### 5.5.9 操作人员操作控制部件时的保护

操作控制部件时操作人员的手应得到安全保护。

验证方法：目测检查。

### 5.5.10 机械限位

工作平台相对于伸展的运动应有机械限位。专门设计的液压缸应符合此要求。

验证方法：设计校验和功能试验。

### 5.5.11 非绝缘和绝缘工作平台

#### 5.5.11.1 使用绝缘衬垫的非绝缘工作平台的设计

非绝缘工作平台应用非导电材料制成，并应标记为非绝缘。工作平台的绝缘衬垫应用非导电材料制成，并按 GB/T 9465 进行测试。衬垫应安放在工作平台的内底面上，非绝缘工作平台不应有排水孔或检修孔。工作平台应至少用自熄性材料制成，即在去除火源后不会继续燃烧的材料（测试方法见 GB/T 11020）。

#### 5.5.11.2 不与衬垫一起使用的非绝缘工作平台

非绝缘工作平台可以是导电或不导电材料制成。如果工作平台是不导电材料制作的，应确认是不绝缘的。非绝缘工作平台可以有排水孔和/或出入口。工作平台应至少用自熄性材料制成，即在去除火源后不会继续燃烧的材料（测试方法见 GB/T 11020）。

#### 5.5.11.3 绝缘工作平台

绝缘工作平台应是不导电材料制成，而且没有排水孔或出入口。绝缘工作平台的绝缘测试和衬垫的绝缘测试在 GB/T 9465—2008 的 6.13 中详细说明。工作平台应至少用自熄性材料制成，即在去除火源后不会继续燃烧的材料（测试方法见 GB/T 11020）。

### 5.6 控制

#### 5.6.1 控制装置操作

SEWP 应配备控制装置，只有在控制装置操作时 SEWP 才能工作。控制装置释放后应该自动返回空挡。

所有控制装置的设计都应可以防止意外操作。如果装有脚踏控制器，则控制器应有防滑表面并易于清洁。

控制装置应加以固定，以防止 SEWP 的移动部件对操作员造成危险。

验证方法：功能试验和目测检查。

#### 5.6.2 运动方向

SEWP 的所有运动方向应用文字或符号在控制装置上或附近明确标注，标记应符合 ISO 20381 的有关规定。

验证方法：目测检查和功能试验。

#### 5.6.3 两套控制装置的位置、可接近性、保护和选择

控制装置应位于工作平台上。动力功能的控制装置应在底座或地面上，并且应优先于工作平台上的控制装置。控制装置应便于操作员使用。非固定安装的控制箱的正常位置和方向应标记清楚。用于控制 SEWP 的任何运动的任何控制装置在释放后都应自动返回“关闭”或“空挡”。所有控制装置都应进行保护，以防止操作员以外的人员起动控制装置，例如设置一个单独的控制装置，该控制装置必须由操作员持续起动才可使 SEWP 产生运动。

如果可以从其他控制台控制运动，则应设置互锁装置，使 SEWP 的运动只受预先选定的控制台控制。基座或地面的控制装置应优先于所有其他控制装置。

验证方法：功能试验和目测检查。

#### 5.6.4 紧急停止

在 SEWP 的每个控制位置都应按照 GB 16754 提供紧急停止控制装置。

配有主回路控制阀的 SEWP 不需要配备紧急停机控制器，这些主回路控制阀具有以机械方式连接到各控制阀阀芯的控制手柄（手动操作优先）。

验证方法：设计校验和功能试验。

#### 5.6.5 电气开关

电气开关控制的安全功能应符合 5.10.3.1 的要求。

验证方法：设计校验。

#### 5.6.6 先导阀和电磁阀

应设计并安装先导控制阀和电磁控制阀，这些控制阀可以在动力源失效时使 SEWP 停止相应的动作。

验证方法：设计校验和功能试验。

#### 5.6.7 动力发生故障后重新恢复

在动力发生故障后起动或恢复动力时，除非操作者已经进行了仔细考虑而进行操作，否则不应使

SEWP 进行任何运动。

### 5.6.8 应急系统

应在 SEWP 上易接近的位置安装优先的应急系统（如手动泵，第二动力源，重力下降阀）以确保在主动力源失效时，工作平台可以返回到一个设定的位置，在此位置可无危险离开，包括必要的移动工作平台离开障碍物。

应急系统的控制位置应处于从地面容易接近的位置（见 5.6.3）。

如果 SEWP 通过其他方法装备了到达工作平台的安全通道，上述可以不要求（如安装了爬梯）。

验证方法：设计校验和功能试验。

### 5.6.9 自动或程序操作

如果采取了适当的安全措施，则允许通过释放操纵杆、控制杆或开关来执行自动或程控操作。例如使用警告装置提醒操作员机器处于“操作中”，且脚踏开关已起动，并可松开以中断动作。

## 5.7 电气设备

### 5.7.1 相关的标准和规范

SEWP 的电气设备应符合相关的标准，尤其是 GB 5226.1 的要求。对于 SEWP 在 GB 5226.1 下列项目范围之外特殊情况使用时，如果偏差无法避免，制造商应采取必要的安全措施和/或使用说明手册上说明所有的操作局限：

- 直流电源；
- 环境空气温度；
- 海拔；
- 机器运动部件的连接；
- 应符合相关电磁兼容性要求。

验证方法：设计校验和目测检查。

### 5.7.2 总开关

总开关应安装在易于接近的位置。应使用锁或类似物品将总开关固定在一个电源隔离的位置，以防止意外操作。

验证方法：设计校验和目测检查。

### 5.7.3 电缆

当柔性要求很高时，应使用多股电缆，并应根据需要使用耐油电缆。

验证方法：设计校验和目测检查。

### 5.7.4 电池保护

应保护蓄电池以避免短路和机械损坏。如果蓄电池是主电源，则应不借助工具即可轻松断开（隔离）蓄电池，即中断电力供应（例如在充电时）。

验证方法：目测检查。

### 5.7.5 防水性

电气的防护等级应符合 GB 4208 的 IP54 级。

验证方法：设计校验和目测检查。

## 5.8 液压系统

### 5.8.1 限压装置

液压系统在第一个控制阀之前应有限压装置（如泄压阀）。如果在液压系统中使用了不同的最大压力，应使用多个限压装置。

应采用工具才能调整限压装置并应能密封。

验证方法：设计校验和目测检查。

### 5.8.2 管路和连接件的强度

管路和连接件应根据限压装置许可的最大压力，设计成能承受至少 2 倍的压力而不产生永久变形（屈服强度 $\sigma_{p0.2}$ ）。如果正常操作中，元件可能承受比限压装置许可的压力高，则他们应能承受至少该较高压力的 2 倍而不产生永久变形（屈服强度 $\sigma_{p0.2}$ ），见 5.9.1.3 失效情形。

验证方法：设计校验。

### 5.8.3 软管和接头的破裂强度

所有作为关键部件的接头和软管，其最小破裂强度应是设计的系统操作压力的 4 倍。非关键的软管和接头，其最小破裂强度应是设计的系统操作压力的 3 倍。

验证方法：设计校验。

### 5.8.4 其他零部件的额定压力

液压系统所有部件（5.8.2、5.8.3 和 5.9 中指定的部件除外）的压力等级应至少能承受其会受到的最大压力，包括为执行超载测试而必须暂时增大的任何压力（见 6.4.4.3）。

验证方法：设计校验。

### 5.8.5 仪表连接

每个液压回路应提供足够的压力表接口以便检查正确工作。

验证方法：设计校验和目测检查。

### 5.8.6 排气

液压系统的设计应能排出受困空气。

验证方法：设计校验。

### 5.8.7 入口过滤器

所有置于空气中的储液罐都应配备进气过滤器。

验证方法：设计校验。

### 5.8.8 流体液面指示器（油标）

每个流体（油）箱应安装易于观察的指示 SEWP 在缩合状态许可最大流体液面和最小必需液面的装置。

验证方法：设计校验和功能试验。

### 5.8.9 流体清洁度

每个液压系统都应具有各种方式以确保液体清洁度能达到安全操作系统及其部件的必需水平。

验证方法：设计校验。

### 5.8.10 充气蓄能器

对于包含充气蓄能器的液压系统，应提供某种方式以在系统未受压时自动排出液体压力或主动隔离蓄能器。蓄能器的输出管不允许用软管。

如果需要在系统关闭时保持充气蓄能器的压力，则应在可看见蓄能器的位置或附近给出安全使用的完整信息。所给出的信息中应包括声明“警告！压力容器！”。说明手册[参见附录 D2.5 d)]的回路图中应提供相同信息。

充气蓄能器上应有警告标签“警告！压力容器！拆卸前请先放气！”。

验证方法：设计校验和目测检查。

### 5.8.11 软管的不正确连接

液压软管应设计或标明或位于避免任何不正确连接而引起的危险，如导致液压缸反向运动等。

验证方法：目测检查和功能测试。

## 5.9 液压缸

### 5.9.1 结构设计

#### 5.9.1.1 承载液压缸设计

承载液压缸的设计应依据正常工作和失效情况的受力、载荷和压力的分析（见 5.9.1.3）。液压缸动

作为机械停止装置时应能承受 2 倍载荷。

5.9.1.2 工作情况

5.9.1.2.1 弯曲

确定操作状态是制造商的职责，该操作状态产生延伸的长度、压力、挠度和产生最大弯曲状态的外部施加载荷与力的组合。

5.9.1.2.2 液压缸接头联接形式设计

焊接接头的设计应符合 5.2.6.4 的规定。承载螺栓联接应符合相关标准，压力计算应包括由于制造公差和液压产生的弹性变形而减小的剪切面积。螺纹联接的设计应根据各种拉伸载荷考虑疲劳结果并防止意外松脱（螺纹脱出）。

5.9.1.2.3 引起压力超出限压装置设定的情形（见图 5~图 9）

下列情况可导致压力超过限压装置设定的压力：

- a) 将液压缸速度降至低于液压缸充满液体时所产生速度的装置的影响，会造成因外部施加载荷而在常压的基础上增大了内部压力载荷，该额外压力可通过比率  $I_0$  确定。 $I_0$  的计算按公式（4）：

$$I_0 = D^2 / (D^2 - d^2) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

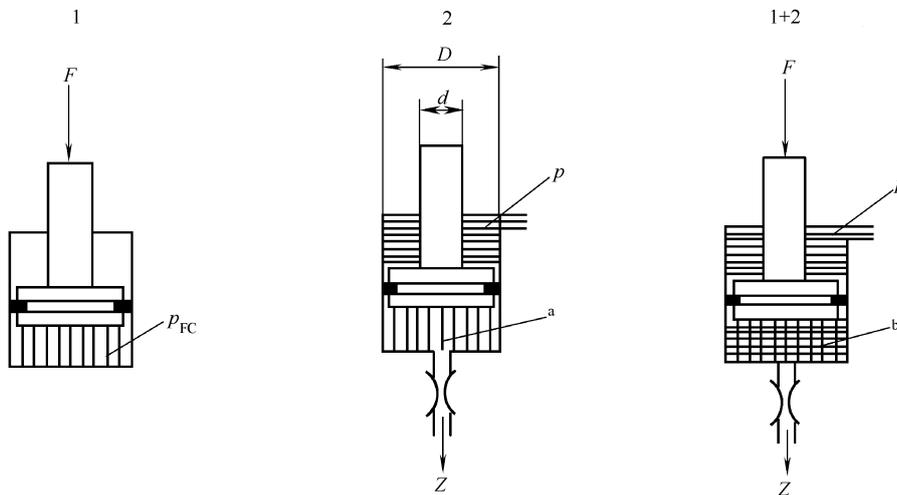
$I_0$ ——活塞直径和活塞杆直径的比率；

$D$ ——活塞直径；

$d$ ——活塞杆的直径，条件是液压缸处于张力下且速度控制装置作用在环面上。

速度控制装置可以采用部分打开或关闭控制阀。

- b) 静止状态下液压缸中的密闭液体因热膨胀而产生的影响。



图中：

$F$ ——载荷；

$p$ ——系统压力；

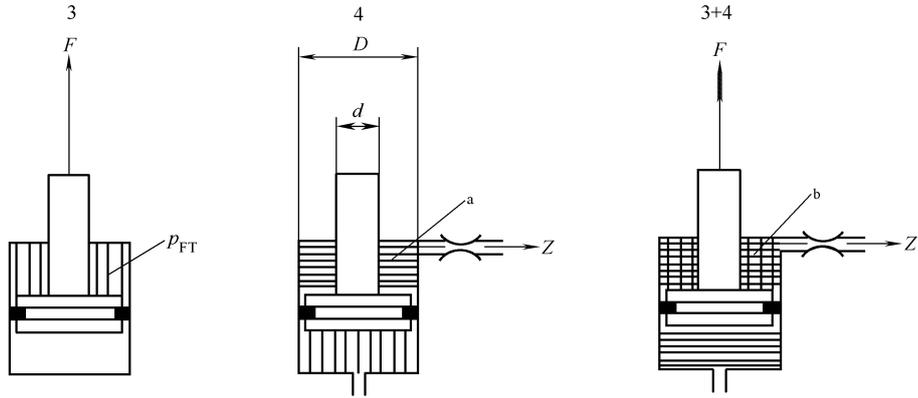
$p_{FC}$ ——正常压力；

$Z$ ——节流。

a  $p \left( \frac{D^2 - d^2}{D^2} \right)$

b  $p_{FC} + p \left( \frac{D^2 - d^2}{D^2} \right)$

图 5 正常运行下的液压缸压力（液压缸处于压缩状态）



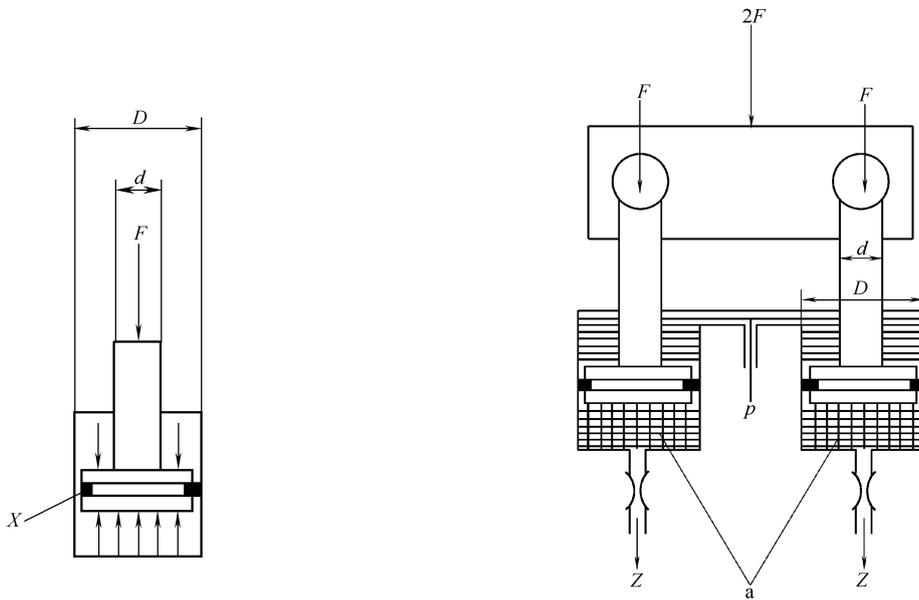
图中:

$F$ ——载荷;  
 $p$ ——系统压力;  
 $p_{FT}$ ——正常压力;  
 $Z$ ——节流。

$$a \quad p \left( \frac{D^2 - d^2}{D^2} \right)。$$

$$b \quad p_{FT} + p \left( \frac{D^2 - d^2}{D^2} \right)。$$

图 6 正常运行下的液压缸压力 (液压缸处于拉伸状态)



图中:

$F$ ——载荷;  
 $X$ ——失效密封件。

注: 活塞上部和底部相等压力。载荷由活塞杆截面积  $\pi d^2/4$  代替活塞截面积  $\pi D^2/4$  承担。正常工作压力  $p_{FC}$  增加比率  $D^2/d^2$ 。

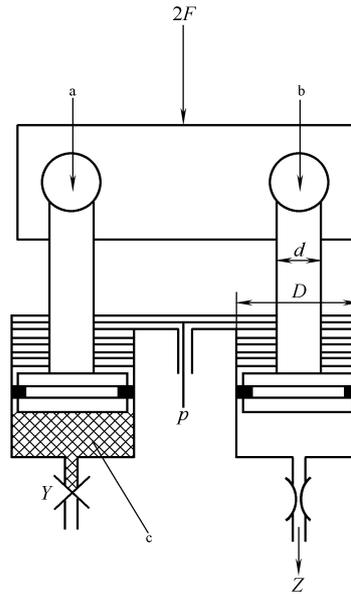
图中:

$F$ ——载荷;  
 $p$ ——系统压力;  
 $p_{FC}$ ——由于载荷的正常压力;  
 $Z$ ——流量控制。

$$a \quad p_{FC} + p \left( \frac{D^2 - d^2}{D^2} \right)。$$

图 7 密封件失效下的液压缸压力

图 8 正常运行下处于压缩状态的双液压缸



图中：

$F_B$ ——弯曲载荷；

$F$ ——载荷；

$p$ ——系统压力；

$p_{FC}$ ——由于载荷的正常压力；

$Y$ ——管路堵塞；

$Z$ ——流量控制。

$$a \quad F_B = 2F + p \left( \frac{\pi D^2 - \pi d^2}{4} \right)。$$

$$b \quad p \left( \frac{\pi D^2 - \pi d^2}{4} \right)。$$

$$c \quad 2 \left[ p_{FC} + p \left( \frac{D^2 - d^2}{D^2} \right) \right]。$$

图 9 压缩状态下有一条管路堵塞的双液压缸

### 5.9.1.3 故障情况

#### 5.9.1.3.1 密封件漏油

双作用液压缸在压力载荷下活塞密封件的漏油，会产生  $D^2/d^2$  倍于正常工作的压力。该结果尤其在液压缸体和缸头的压力，应不超过屈服强度 ( $\sigma_{p0.2}$ )。该比值是与液压缸同样压力的阀、软管和管路的最小安全系数。

#### 5.9.1.3.2 多个液压缸操作同一机械装置

如果多个液压缸操作同一机械装置（见图 8 和图 9）时，应考虑当某个液压缸出现堵塞而导致载荷增大的影响。如果是双作用液压缸，还应考虑其他液压缸所产生的压力或移动其他液压缸所需的力。

出现故障时，所计算出的最大应力应不超过材料的屈服强度 ( $\sigma_{p0.2}$ )。

### 5.9.2 防止承载液压缸意外移动的装置

承载液压缸应设置防止由于外部管路 [不包括 c) 所定义的] 故障而引起意外运动的装置，直到用外力解除。

如果采用锁止阀，应能自动关闭以防止流体从液压缸漏出直至用外力打开。

此类装置是：

a) 构成液压缸整体所需要的；

b) 直接和刚性法兰安装的；

c) 位于液压缸附近且通过刚性管（尽可能短）、焊接或法兰连接到液压缸，并且其特性的计算方式

与液压缸相同。

液压缸与锁阀之间不允许使用其他类型的接头，诸如压力接头或扩口式管接头。

注：这些都符合 5.4.1.6 的要求。

验证方法：可通过设计校验、功能测试和目测验证 5.9 中的要求。

## 5.10 安全装置

### 5.10.1 安全装置的功能及部件组成

在不安全的环境中，除非另有说明，安全装置要坚决中断设备向危险方向运动。

注：安全装置由不同的部件组成：

- a) 输出信息的部件，如开关、阀；
- b) 传输信息的部件，如线、棒、杆、管；
- c) 响应信息的部件，如接触器、继电器、阀。

验证方法：设计校验和功能测试。

### 5.10.2 安全装置的位置

安全装置应位于免遭损坏的位置。应容易接近检查且只能用工具调整。

验证方法：目测检查。

### 5.10.3 电气安全装置

#### 5.10.3.1 安全开系统

作为信息输出部件，安全开系统应设计成在出故障的情况下仍能以安全模式运行。如果使用常闭强断开关，则应符合 GB 14048.5 的要求。

传感器或开关可以在以下条件下使用：

- a) 两个传感器或两个开关；
- b) 单个传感器或开关并在连续可靠监控其信号情况下。

验证方法：设计校验和功能测试。

#### 5.10.3.2 线路损坏

使用电线作为信息转化元器件，应保护其安装避免受到外部因素的损坏。

验证方法：设计校验和目测检查。

#### 5.10.3.3 元器件工作寿命

信息反应元器件（如接触器、继电器等）应具有至少相当于 SEWP 设计的载荷循环次数两倍的可靠运行寿命。

验证方法：设计校验。

### 5.10.4 液压/气动安全装置

如果一个元器件的失效会引起整个系统的失效，直接作用在液压/气动系统的主回路阀上的这些装置/系统的液压/气动零部件应有两个。这些装置/系统的先导控制阀的设计和安装在动力中断失效时应进入安全模式（如相应运动的停止）。

可以通过下面的方式满足这一要求：

- a) 直接作用在液压/气动回路相关零部件上的主回路阀；
- b) 控制符合 5.6.6 的先导控制阀，机械主动操作的阀门。

验证方法：设计校验和功能测试。

### 5.10.5 机械安全装置

机械安全装置的部件如杆、连杆、钢丝绳、链条等的设计，应能承受施加在其上的正常工作压力的至少 2 倍（见 5.4.2.2、5.4.2.3 和 5.4.3.1 的钢丝绳和链条）。

验证方法：设计校验和功能测试。

### 5.10.6 安全装置解除

除了按照制造商指导的安全解除程序，在正常工作和营救中，应禁止解除安全装置。在 SEWP 的

测试、维修或维护时，应按照制造商的建议和程序操作解除安全装置。解除安全装置程序和设备的设计，应尽可能降低不安全因素，保护人员安全。

验证方法：设计校验和功能测试。

### 5.11 噪声

内燃机驱动的 SEWP 耳边噪声应不大于 86 dB (A)，电力驱动的 SEWP 耳边噪声应不大于 80 dB (A)。

### 5.12 作业可靠性

最大作业高度不小于 20 m 的 SEWP 应进行 800 次可靠性作业循环，最大作业高度小于 20 m 的 SEWP 应进行 1 000 次可靠性作业循环，平均无故障工作时间和可靠度应不小于表 4 的要求。

表 4 平均无故障工作时间和可靠度

工作平台最大高度	≤10 m	≤20 m	≥21 m
平均无故障工作时间	120 h	100 h	80 h
可靠度	94%	92%	90%

## 6 试验方法

### 6.1 试验样机

试验样机应配备设计所规定的全部装置及附件，其调整状态应符合有关技术条件的规定。在可靠性试验期间允许按正常维修规定更换易损件，并应详细记录试验过程中的保养维修等情况，但不允许再对整机进行调整，更不允许带故障进行试验。

### 6.2 试验条件

按 6.1 提供的试验样机，应在以下规定的试验条件下进行：

- a) 试验场地应在模拟的实验台上或实际工作场地上；
- b) 试验环境温度：5℃～40℃；
- c) 试验时风速不超过 8.0 m/s；
- d) 试验时电网输入电压应正常，电源电压值波动范围±5%；
- e) 试验载荷应准确标定，其偏差为±1%；
- f) 试验载荷为额定载重量、静力试验载荷和动力试验载荷；
- g) 备齐所需的全部技术文件。

### 6.3 试验仪器和工具

6.3.1 试验用的仪器和工具应在计量单位校验合格的有效期内使用。

6.3.2 试验用仪器和工具的精度，除有特殊规定外应符合下列偏差范围：

- a) 质量、力、长度、时间和速度：±1%；
- b) 电流、电压：±2%；
- c) 噪声：±2%；
- d) 应力：±1%；
- e) 温度：±2%。

### 6.4 检测和试验

#### 6.4.1 检测和试验种类

应确保 SEWP 符合本标准的检测和试验，包括：

- a) 设计校验（见 6.4.2）；
- b) 制造检查（见 6.4.3）；

c) 测试 (见 6.4.4)。

检测和试验的结果、检查测试人员的姓名和地址应记录在签名报告上。

个别详情的检查和测试范围定义见 6.4.4、6.5 和附录 D.2.4。

#### 6.4.2 设计校验

设计校验应验证 SEWP 的设计符合本标准, 包括如下文件的检查:

- a) 含有 SEWP 主要尺寸的图样;
- b) SEWP 功能的必要信息的描述;
- c) 使用材料的信息;
- d) 电气、液压和气动线路图;
- e) 使用说明手册;
- f) 计算书。

文件应给出必要的信息以便检查计算。

#### 6.4.3 制造检查

制造检查应验证:

- a) SEWP 是按照检查的文件制造;
- b) 零部件符合图样;
- c) 每种钢丝绳、链条和液压或气动软管均有测试证书, 这些证书应标明相应部件最小破断载荷;
- d) 焊接的质量尤其承载部件应确保满足相关的标准;
- e) 零部件的安装和制造 (尤其安全装置) 符合本标准。

#### 6.4.4 测试

##### 6.4.4.1 测试验证

测试需要验证:

- a) SEWP 稳定可靠;
- b) SEWP 结构完整合理;
- c) 所有功能可以正确、安全地运行;
- d) 标识正确。

在没有 5.6.3 中两套控制装置的情况下, 要在 SEWP 上执行安全的测试可能需要特殊的协助。

##### 6.4.4.2 静态稳定性测试

SEWP 测试载荷应置于 5.2.5.1~5.2.5.5 规定的最不利的载荷和力的组合。

如有必要, 测试载荷可置于任何有合适强度的位置点, 避免 SEWP 任何零部件超载。

测试应在所有最不利的伸展和缩回状态重复进行 (见表 2)。

在承受测试载荷时, 如果它是稳定的而不会倾翻或失稳, 则此 SEWP 是稳定的。

另外, 测试应表明, 在工作平台的任何位置, 使用 5.2.5.3 的手动操作力, 工作平台应无永久变形。

##### 6.4.4.3 超载测试

动力操纵的 SEWP, 测试载荷应为额定载重量的 125% (动力试验载荷); 手动操纵的 SEWP, 测试载荷应为额定载重量的 150% (静力试验载荷)。

所有测试载荷的动作, 应在载荷安全控制下以合适的加速度和减速度进行。若有多种承受测试载荷的动作需测试 (如起升、下降和回转), 这些动作应分别进行, 并注意最不利的情形和当运动衰减时的相关振动。

由于载荷组合或 SEWP 的伸展不同, 所以必须使用不同的测试载荷进行测试, 除非实施一次测试能真实地模拟最不利状况, 否则必须在所有测试载荷的情况下进行所有的动作的测试。

SEWP 的超载测试, 应在水平地面并且伸展结构处于对 SEWP 任何承载部件产生最大压力的各个位置进行。

在这些测试中，无需模拟允许风速的作用影响。

在超载测试中，制动系统应能停止并保持测试载荷。

测试载荷卸载后，SEWP 应无永久变形。

#### 6.4.4.4 结构应力测试

为验证结构强度需对结构应力按表 5 内容进行测试。

表 5 测试工况及载荷

序号	测试工况	载荷	试验目的	被测结构	测试项目
1	各臂在受力最不利情况下	额定载荷	验证主要结构件的强度和刚度	底座、工作臂、转台、工作平台及调平机构	结构件动应力
2		1.25 倍额定载荷			
3		1.5 倍额定载荷			结构件静应力

#### 6.4.4.5 功能测试

##### 6.4.4.5.1 功能测试要求

功能测试应能证明：

- 在额定速度承受 110% 额定载重量时，SEWP 的所有动作都能顺利进行；
- 所有安全装置工作正常；
- 所有伸展结构的运动不超出最大允许速度。

##### 6.4.4.5.2 技术特性参数测量

技术特性参数测量要求：

- SEWP 停放在试验场地上或现场实际台面上，工作平台处于额定载重量工作状态下；
- 水平尺寸、垂直尺寸除直接测量外，也可利用重锤或专用测量仪器对所需尺寸进行测量；
- 用秒表测量工作平台起升、下降、回转所需时间，每种工况各测量三次；
- 测量项目见表 6。

表 6 测量项目

序号	项目名称及符号	单位
1	最低平台高度 $H_{\min}$	m
2	最大平台高度 $H_{\max}$	m
3	最大平台高度时的平台幅度 $R$	m
4	最大平台幅度 $R_{\max}$	m
5	最大平台幅度时的平台高度 $H$	m
6	工作平台起升速度 $v_1$	m/min
7	工作平台下降速度 $v_2$	m/min
8	回转速度 $v_3$	r/min

##### 6.4.4.5.3 噪声测试

噪声测定按 JG/T 5079.2 的规定进行。测试三次，记录测试结果。背景噪声比实测噪声低 6 dB(A) ~ 10 dB(A) 时，其测试值应减去表 7 中的背景噪声修正值。如果背景噪声低于实测噪声 6 dB(A)，测量无效。

表 7 背景噪声修正值

单位为dB (A)			
实测噪声与背景噪声的差值	6~8	9~10	>10
修正值	1.0	0.5	0

6.4.4.5.4 偏摆量的测量

偏摆量的测试结果应满足 5.3.10 要求:

- a) 测量工况: 在室内或室外风速不大于 3 m/s 的情况下, 工作平台自最低位置升至最高位置的过程中, 工作平台在最大平台高度的 1/10、2/10、3/10、4/10、5/10、6/10、7/10、8/10、9/10 及全高 10 个高度状态;
- b) 测量器具: 经纬仪、钢直尺;
- c) 测量方法:
  - 1) 按 6.4.4.5.4a) 规定各工况下, 工作平台空载和承受额定载重量时分别测量在不同位置时工作平台中心点相对于起始位置中心点前、后、左、右的水平位移 (偏摆量); 各做三次, 并记录测试结果;
  - 2) 按 5.2.2~5.2.4 规定要求施加最大水平侧向力, 用经纬仪测量施加最大水平侧向力前、后工作平台中心点水平位移, 在不同测量工况下, 中心点的最大相对位移即为最大偏摆量, 按上述测量方法在工作平台空载和承受额定载重量时各做三次, 并记录测试结果。

6.4.4.5.5 下沉量测量

工作平台下沉量的测量结果应满足 5.3.11 要求。

工作平台空载和均布承受额定载重量时, 分别测量工作平台在升降行程范围内 1/2 和最大平台高度停留 20 min 时的下沉量。当载重物体超过 500 kg 时, 允许采用辅助防下沉措施。空载和承受额定载重量各做一次, 并记录测试结果。

6.5 型式试验

对新设计或对现有设计重大改动的第一台 SEWP, 应进行:

- a) 设计校验 (见 6.4.2);
- b) 制造检查 (见 6.4.3);
- c) 合格试验 (见 6.4.4)。

6.6 出厂试验

按型式试验制造的 SEWP, 在投放市场前, 应进行:

- a) 超载测试 (见 6.4.4.3);
- b) 功能测试 (见 6.4.4.5)。

6.7 绝缘部件电气试验

绝缘臂、绝缘工作平台部件电气试验按 GB/T 9465 进行。

6.8 可靠性试验

6.8.1 SEWP 可靠性试验的循环次数和试验工况见表 8, 其每两次循环的间隔不大于 10 min。

表 8 循环次数和试验工况

最大平台高度	循环次数	试 验 工 况
≥20 m	800	工作平台承载额定载荷起升到最大幅度左右回转, 然后再到最大高度左右回转, 下降到原位置为一个循环
<20 m	1 000	

6.8.2 SEWP 的故障按对人身安全、零部件损坏程度、功能影响及修复的难易程度分为轻度故障、一般故障、严重故障和致命故障四类。并用故障危害度系数对故障进行统计，见表 9。

表 9 故障类别和故障危害度系数

故障类别	故障名称	故障特征	故障危害度系数 (ε)
1	致命故障	零部件严重变形、机身断裂、绝缘性能严重降低，导致人身伤亡	∞
2	严重故障	结构件发生扭曲变形，安全保护装置失灵，修复时间在 3 h 以上	3.0
3	一般故障	已影响 SEWP 使用性能，必须停机检修，只用随机工具更换或修理，修复时间不超过 2 h，而又不经常发生的故障	1.0
4	轻度故障	紧固件松动，调整不当及维修保养不够等产生的故障，修复时间不超过 30 min	0.2

6.8.3 可靠性指标计算如下：

a) 平均无故障工作时间按公式 (5) 计算：

$$MTBF = t_0 / r_b \dots\dots\dots (5)$$

式中：

MTBF——平均无故障工作时间，单位为小时 (h)；

$t_0$ ——SEWP 可靠性试验时间，单位为小时 (h)；

$r_b$ ——SEWP 在规定的可靠性试验时间内出现的当量故障数，按公式 (6) 计算：

$$r_b = \sum_{i=1}^4 n_i \varepsilon_i \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$n_i$ ——出现第  $i$  类故障的次数；

$\varepsilon_i$ ——第  $i$  类故障的危害度系数。

当  $r_b < 1$  时，令  $r_b = 1$ 。

b) 可靠度按公式 (7) 计算：

$$R = \frac{t_0}{t_0 + t_1} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$R$ ——可靠度；

$t_1$ ——修复故障所用时间总和，单位为小时 (h)。

注： $t_0$ 、 $t_1$  均不含正常保养时间。

## 7 检验规则

### 7.1 出厂检验

7.1.1 每台产品均应进行出厂检验，经制造厂质量检验部门检验合格并签发产品合格证后方可出厂。

7.1.2 出厂检验项目见表 10。

### 7.2 型式检验

7.2.1 凡属下列情况之一应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产试制定型时；
- b) 产品停产三年后，恢复生产时；

- c) 正式生产后，如材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- d) 出厂检验与上次型式检验结果有重大差异时；
- e) 国家有关政策或国家质量监督机构提出要求时。

7.2.2 型式检验时，如果属 7.2.1 中 a)、b)、e) 情况，则按表 10 的项目进行检验；如果属 7.2.1 中 c)、d) 两种情况，可仅对受影响项目进行检验。

7.2.3 采用随机抽样方法抽取一台样机进行型式检验。抽样基数不限。型式检验项目见表 10。

7.2.4 判定规则如下：

- 对于表 10 中型式检验第 2、4~11 项中有一项不合格，则判定为不合格；如上述各项均合格，其他有一项不合格，则允许对该项重新抽检，仍不合格时，则判定为不合格；
- 对于表 10 中出厂检验第 2、7、8、11 项中有一项不合格，则判定为不合格；如上述各项均合格，其他有一项不合格，则允许对该项重新抽检，仍不合格时，则判定为不合格；
- 如上述各项均合格，其他有两项不合格则判定为不合格。

表 10 检验项目

序号	检验项目	检验方法	判定依据	型式检验	出厂检验
1	外观检验	目测	5.1.6、5.1.7	√	√
2	安全装置	目测	5.10	√	√
3	噪声测量	6.4.4.5.3	5.11	√	
4	伸展结构	6.4	5.3	√	
5	电气设备	6.4	5.7	√	
6	液压系统	6.4	5.8、5.9	√	
7	功能性测试	6.4.4.5	4.3、5.3.6、5.3.14、5.5 及设计输入	√	√
8	稳定性试验	6.4.4.2、6.4.4.3	6.4.4.2、6.4.4.3	√	√
9	结构应力测试	6.4.4.4	5.2.5	√	
10	可靠性试验	6.8	5.12	√	
11	绝缘体性能试验	6.7	5.5.11	√	√

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

SEWP 应在明显部位固定产品标牌。标牌应标明如下内容：

- a) 生产厂名称；
- b) 产品名称及型号；
- c) 出厂编号及出厂日期；
- d) 最大工作平台高度；
- e) 额定载重量；
- f) 整机质量；
- g) 整机外形尺寸；
- h) 具有绝缘性能 SEWP 应标明额定电压和试验日期；
- i) 产品执行标准编号。

### 8.2 包装

8.2.1 SEWP 一般采用裸装。其防锈部位（如液压缸、活塞杆、操纵杆）应涂上油脂并用防潮纸包扎，

随机工具置于工具箱内，工具箱应加锁。

**8.2.2** 出厂时应有下列随机文件：

- a) 产品合格证；
- b) 使用说明书（应符合 GB/T 9969 的规定）；
- c) 随机备件、附件清单。

**8.3** 运输

SEWP 在铁路（或水路）运输时以吊车或叉车起吊方式上下车（船），用吊装方式装卸时，应用专用吊具装卸，并给出起吊点的位置，规定装载、加固方法及其注意事项，防止损伤产品。

**8.4** 贮存

SEWP 长期停用时应按以下要求进行贮存：

- a) 应将燃料和水放尽，切断电路、锁上控制室；
- b) SEWP 应停放在通风、防潮、防曝晒、无腐蚀气体侵害及有消防设施的场所；
- c) SEWP 应按产品使用说明书的规定进行定期保养。

附 录 A  
(资料性附录)

SEWP 在风速大于 12.5 m/s (Beaufort 风力 6 级) 情况下的使用

在探讨了之前的标准和许多 SEWP 使用者的经验之后, 决定采用蒲福 (Beaufort) 风力 6 级。使用者的重要反应是蒲福风力 6 级代表了一种自然限制, 在这种条件下操作员可以察觉到风速的影响, 而不愿意使用机器。

同时, 也认识到并讨论了偶发性或局部规律地出现更大风速, 但是期望设计的所有 SEWP 都可用于特殊情况是不切实际的, 这一点也很容易获得操作员的认同。这样也考虑了风力按风速的平方增加这一事实。

风速更大时应归类到“特殊载荷和力”(见 5.2.3.5), 并按照以下方式进行处理:

- a) 根据制造商的说明, 可以在更大的风速下使用;
- b) 采取某些措施, 如减少这种情况下工作平台上允许承载的人数。

大部分制造商使用程序 b), 并在他们的操作说明手册中给出了相应的细节。

**附录 B**  
(规范性附录)  
**钢丝绳传动系统的计算**

**B.1 概要**

钢丝绳传动系统由绕在卷筒或滑轮上运行的钢丝绳以及任何相关的卷筒、滑轮和补偿滑轮组成。补偿滑轮也是钢丝绳滑轮，工作时其上运行的钢丝绳长度通常不超过钢丝绳直径的 3 倍。运行时间分类见表 B.1。  
本附录不包括不绕钢丝绳卷筒或滑轮上运行的钢丝绳（承载钢丝绳和拉伸钢丝绳）和悬吊钢丝绳。

**B.2 钢丝绳传动系统的计算**

当计算钢丝绳传动系统时，必须考虑影响钢丝绳使用寿命的下列因素：

- a) 运行方式（传动组别）；
- b) 钢丝绳直径（系数  $c$ ）；
- c) 钢丝绳卷筒、钢丝绳滑轮和补偿滑轮的直径 [系数  $(h_1 \cdot h_2)$ ]；
- d) 绳槽。

为了获得足够长的服务寿命，机械部件可以依其工作模式按照表 B.1 分级归类到“传动组别”。分级按照运行时间规定，而运行时间是计算钢丝绳系统的平均运行时间。至于分级到时间类别，以相对于一年里，每天的平均运行时间为决定因素。

**表 B.1 按运行时间分类的传动组别**

运行 时间 分类	符号			V <sub>006</sub>	V <sub>012</sub>	V <sub>025</sub>	V <sub>05</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>
	一年中，平均每天运行时间 h			~ 0.125	>0.125 ~0.25	>0.25 ~0.5	>0.5 ~1	>1 ~2	>2 ~4	>4 ~8	>8 ~16	> 16
载荷 类别	序号	载荷条件	说明	传动组别								
	1	轻载	很少出现最大载荷	1E <sub>m</sub>	1E <sub>m</sub>	1D <sub>m</sub>	1C <sub>m</sub>	1B <sub>m</sub>	1A <sub>m</sub>	2 <sub>m</sub>	3 <sub>m</sub>	4 <sub>m</sub>
	2	中载	轻载，平均载荷和重载大致相同频率出现	1E <sub>m</sub>	1D <sub>m</sub>	1C <sub>m</sub>	1B <sub>m</sub>	1A <sub>m</sub>	2 <sub>m</sub>	3 <sub>m</sub>	4 <sub>m</sub>	5 <sub>m</sub>
3	重载	重载几乎不断出现	1D <sub>m</sub>	1C <sub>m</sub>	1B <sub>m</sub>	1A <sub>m</sub>	2 <sub>m</sub>	3 <sub>m</sub>	4 <sub>m</sub>	5 <sub>m</sub>	5 <sub>m</sub>	
注：如果载荷周期不小于 12 min，钢丝绳驱动可以归类到比以运行时间和集中载荷的组别低一级。												

**B.3 钢丝绳最小直径的计算（钢丝绳选择系数  $c$ ）**

钢丝绳最小直径  $d_{min}$  按照公式 (B.1) 计算，由钢丝绳上的计算拉力  $S$  决定：

$$d_{min} = c\sqrt{S} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$d_{min}$ ——钢丝绳最小直径，单位为毫米 (mm)。

$c$ ——各种传动组别的系数的值，在表 B.2 中给出。这些系数值同样适用于光亮和镀锌的钢丝绳。  
 $S$ ——计算的钢丝绳牵引力，单位为牛顿 (N)。由钢丝绳静态拉力并考虑加速度力和钢丝绳传动系统的效率（见 B.5）而决定。

不需考虑的项目包括：静态拉力的 10% 以下的加速度力。

表 B.2 绞捻钢丝绳的系数  $c$

传动组别	系数 $c$ mm/ $\sqrt{N}$		
	单根金属丝的名义强度 N/mm <sup>2</sup>		
	1 570	1 770	1 960
1E <sub>m</sub>	—	0.067 0	0.063 0
1D <sub>m</sub>	—	0.071	0.067 0
1C <sub>m</sub>	—	0.075 0	0.071 0
1B <sub>m</sub>	0.085 0	0.080 0	0.075 0
1A <sub>m</sub>	0.090 0	0.085 0	
2 <sub>m</sub>	0.095		
3 <sub>m</sub>	0.106		
4 <sub>m</sub>	0.118		
5 <sub>m</sub>	0.132		

**B.4 钢丝绳卷筒、钢丝绳滑轮和补偿滑轮直径的计算**

与钢丝绳中心相关的卷筒、滑轮和补偿滑轮的直径  $D$ ，根据公式 (B.1) 决定的最小钢丝绳直径  $d_{\min}$  按公式 (B.2) 计算：

$$D_{\min} = h_1 h_2 d_{\min} \dots\dots\dots (B.2)$$

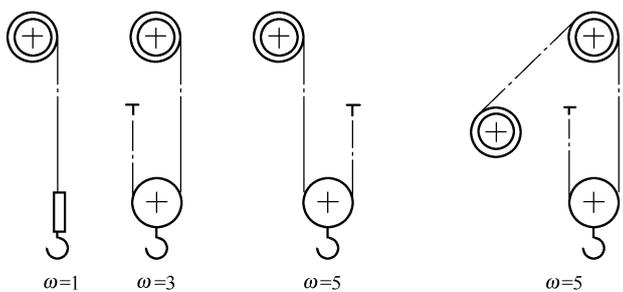
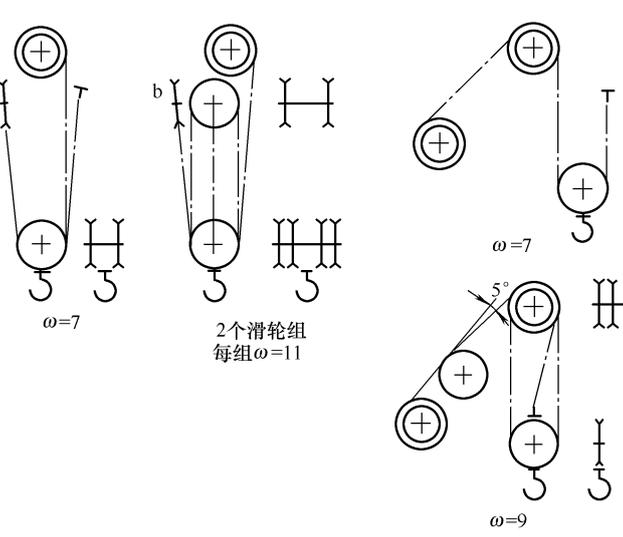
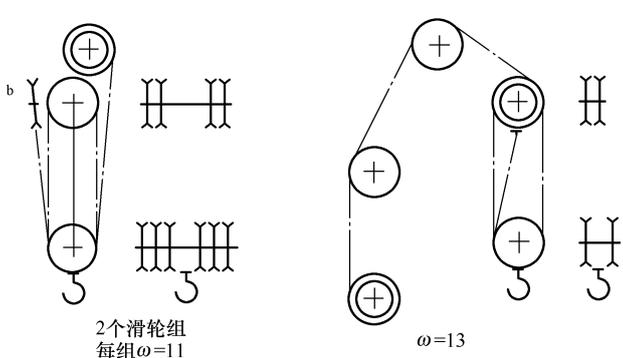
上述公式中， $h_1$  和  $h_2$  是非线性系数。系数  $h_1$  取决于传动组别和钢丝绳设计，见表 B.3；系数  $h_2$  取决于钢丝绳传动系统的布置，见表 B.4。

在绳槽半径至少是钢丝绳直径 0.525 倍的情况下，较粗的钢丝绳（可达计算钢丝绳直径的 1.25 倍）可以同样的钢丝绳牵引力绕于直径按照表 B.3 和表 B.4 计算的卷筒、滑轮和补偿滑轮上，而不对钢丝绳的使用寿命产生任何损害。较大的卷筒、滑轮和补偿滑轮直径可以增加钢丝绳的使用寿命。

表 B.3 系数  $h_1$

传动组别	卷筒和绞捻钢丝绳	滑轮和绞捻钢丝绳	补偿滑轮和绞捻钢丝绳
1E <sub>m</sub>	10	11.2	10
1D <sub>m</sub>	11.2	12.5	10
1C <sub>m</sub>	12.5	14	12.5
1B <sub>m</sub>	14	16	12.5
1A <sub>m</sub>	16	18	14
1 <sub>m</sub>	18	20	14
3 <sub>m</sub>	20	22.4	16
4 <sub>m</sub>	22.4	25	16
5 <sub>m</sub>	25	28	18

表 B.4 系数  $h_2$

内 容	钢丝绳驱动布置示例	$\omega$	$h_2^a$	
			卷筒和补偿滑轮	滑轮
钢丝绳绕过卷筒并穿过不超过 ——2 个具有相同方向挠度的滑轮 ——1 个具有相反方向挠度的滑轮		$\leq 5$	1	1
钢丝绳绕过卷筒 ——4 个以下同向挠度的滑轮 ——2 个同向挠度和 1 个反向挠度的滑轮 ——2 个反向挠度的滑轮		6~9	1	1.12
钢丝绳绕过卷筒和至少 ——5 个同向挠度的滑轮 ——3 个同向挠度加上 1 个反向挠度的滑轮 ——1 个同向挠度加上 2 个反向挠度的滑轮 ——3 个反向挠度的滑轮		$\geq 10$	1	1.25
<p><sup>a</sup> 仅当钢丝绳的一部分在一个工作行程中经过钢丝绳传动系统的整个排列的时候，涉及说明及应用实例的 <math>\omega</math> 和 <math>h_2</math> 的相互关系才有效。在确定 <math>h_2</math> 时，仅需要考虑在钢丝绳的最不利部分产生的 <math>\omega</math> 的值。</p> <p><sup>b</sup> 补偿滑轮。</p>				

$h_2$ 是由钢丝绳驱动系统在一个载荷周期(载荷的起升和下降)中钢丝绳最不利的位置运行的交替弯曲强度的 $\omega$ 数量决定的。 $\omega$ 是钢丝绳驱动系统各部件的如下各值的和:

- 卷筒,  $\omega=1$ ;
- 同方向挠度的滑轮 $\alpha>5^\circ$ ,  $\omega=2$ ;
- 反方向挠度的滑轮 $\alpha>5^\circ$ ,  $\omega=4$ ;
- 滑轮 $\alpha\leq 5^\circ$  (见图 B.1),  $\omega=0$ ;
- 补偿滑轮,  $\omega=0$ ;
- 钢丝绳端部附件,  $\omega=0$ 。

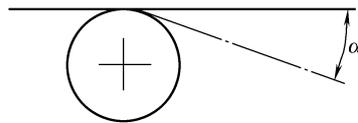


图 B.1 偏转角

如果滑轮临近的两个平面(钢丝绳成功穿过)之间角度大于  $120^\circ$ , 必须考虑反方向挠度(见图 B.2)。

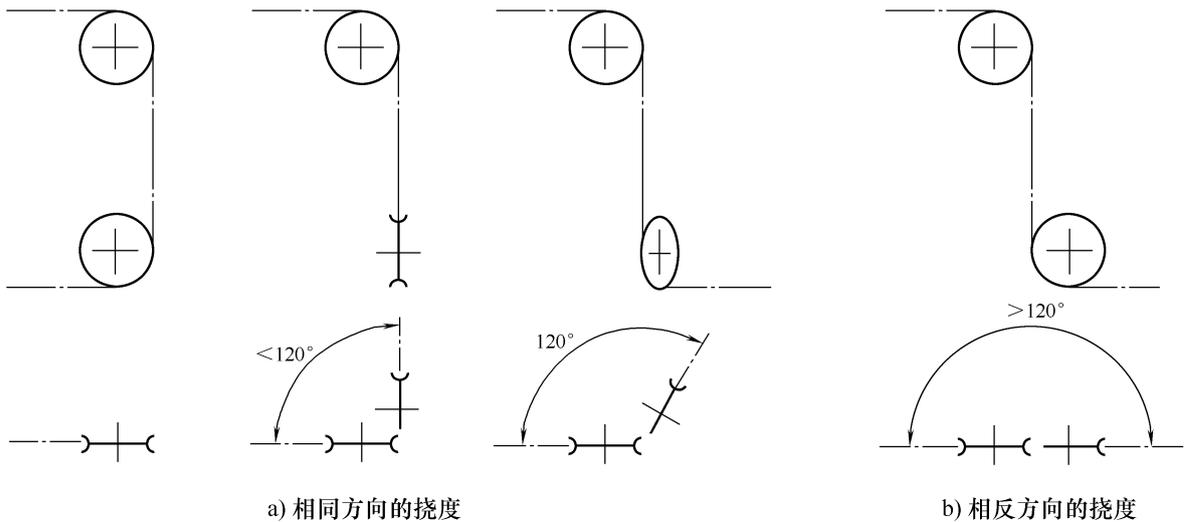


图 B.2 相同/相反方向的挠度

**B.5 钢丝绳传动系统的效率**

根据 B.3, 钢丝绳拉力计算的钢丝绳传动的效率, 按公式 (B.3) 计算:

$$\eta_s = (\eta_R)^i \times \eta_F = (\eta_R)^i \times \frac{1}{n} \times \frac{1 - (\eta_R)^n}{\eta_R} \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

- $\eta_s$ ——钢丝绳传动系统的效率;
- $\eta_R$ ——单个滑轮的效率;
- $i$ ——卷筒和滑轮组或载荷之间的固定滑轮数量;
- $\eta_F$ ——滑轮组的效率按公式 (B.4) 计算:

$$\eta_F = \frac{1}{n} \times \frac{1 - (\eta_R)^n}{1 - \eta_R} \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：

$n$ ——一个滑轮组钢丝绳股数。一个滑轮组包括钢丝绳所有股数和钢丝绳绕到卷筒的滑轮数（见图 B.3）。

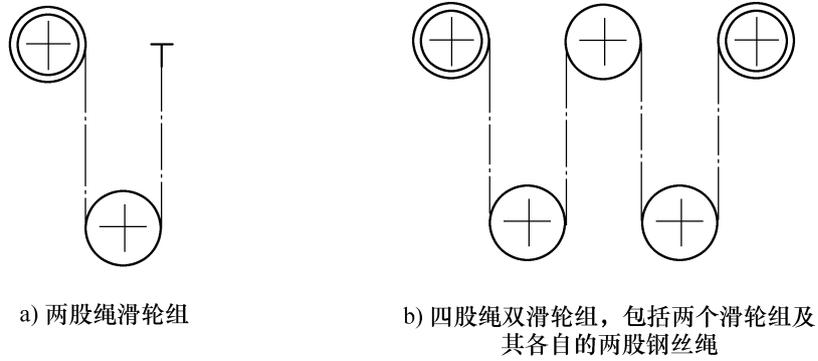


图 B.3 滑轮组

滑轮的效率除了取决于滑轮轴承（普通轴承和抗磨轴承）的布置形式外，还取决于滑轮直径与钢丝绳直径的比率 ( $D/d$ )，钢丝绳的设计和钢丝绳的润滑。至今为止，由于更确切的数值已由试验手段证实，计算中应假定如下数值：

——对于普通轴承， $\eta_R=0.96$ ；

——对于抗磨轴承， $\eta_R=0.98$ 。

表 B.5 给出的效率值基于以上数据计算得出。

对于补偿滑轮，无需考虑效率值。

表 B.5 滑轮组的效率

$n$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$\eta_F$ 普通轴承	0.98	0.96	0.94	0.92	0.91	0.89	0.87	0.85	0.84	0.82	0.81	0.79	0.78
$\eta_F$ 抗磨轴承	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.91	0.90	0.89	0.88

附录 C

(资料性附录)

计算示例——钢丝绳传动系统

C.1 方法

C.1.1 概述

采用图 C.4 载荷周期图和 5.3.13 的操作速度，决定 5.4.2 (钢丝绳传动系统) 的系数和比率的方法。该方法适用于 GB/T 5905 机构学分类组别的使用，形成 SEWP 的与载荷状况相关的问题和载荷频谱因数，但是给出的结论与流动式起重机国际标准相同 (见 GB/T 24811.2 和 JB/T 9739.2)。

注 1: 按照 C.3 的“轻度间歇性载荷”解释为大机器大额定载重量，在非全载荷下经常工作和断断续续的使用。

按照 C.3 的“重载荷”解释为小机器低额定载重量，有规则的承受满载和有规则的经常使用。

“中载荷期限”(见表 B.1) 认为是伸展结构最严峻的工作状况，因为在载荷周期中，载荷是变化的。“重载荷期限”仅应用于在每个载荷周期的整个过程承载低额定载重量 (如承载一人) 的机器的调平系统。

注 2: 对可能已采用的最不利方式 (例如，一个刚性臂通过一个圆弧到达最高高度)，但实际上，此种运动需要使用多个臂来实现，然后平均运行时间分摊到每个臂上，并通过伸缩运动的较高运行速度得以进一步缩短。

注 3: 为了该分析的目的，载荷周期起始于工作平台在进入位置装载后，伸展到工作位置，再返回到进入位置卸载而完成。

C.1.2 方法概述

C.1.2.1 使用载荷周期数和工作速度，推导出表 B.1 “一年中，平均每天运行时间”决定传动组别 [见 B.2 b) ]。

C.1.2.2 使用系数  $c$ ，对表 B.2 的该传动装置，以公式 (B.1) 计算钢丝绳的最小直径  $d_{min}$ 。

以上完成了附录 B 计算钢丝绳直径的程序。然而，使用的系数也可以用 GB/T 20118 中的断裂受力图的分段计算，对不同的钢丝强度，如有必要，用钢丝绳的计算牵引力进行修正。

C.1.2.3 以公式 (B.2) 计算卷筒和滑轮的直径，其中对于传动组别的系数  $h_1$  取自表 B.3。系数  $h_2$  用表 B.4 以钢丝绳最不利的强度部分的交替强度总数目来决定。

C.1.3 计算示例

C.1.3.1 概述

以下示例说明计算过程，但载荷的选择是为了得出准确 9 mm 直径的钢丝绳，所以表 B.2 中的系数取最小。

C.1.3.2 工作模式 (传动组别) (见 B.2 和表 B.1)

C.1.3.2.1 类型 1，轻度间歇性载荷

$$10 \text{ 年 } 40\,000 \text{ 个载荷周期} = \frac{40\,000}{365 \times 10} \text{ 载荷周期/d} = 10.96 \text{ 载荷周期/d} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

最不利的的方式是 25 m 桅杆 (半径  $r$ ) 以 0.4 m/s 的速度在 180° (共 360°) 范围运动 (见图 C.1)。一个载荷周期的运行时间 (单位为秒, s) 为:

$$\frac{\pi \times 2r}{v} = \frac{\pi \times 2 \times 25}{0.4} = 393 \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

相对于一年平均每天运行时间 (单位为小时)，从公式 (C.1) 和公式 (C.2) 计算结果:  $10.96 \times 393 \text{ s/d} = 1.12 \text{ h/d}$ ，该类别  $V_1$  (见表 B.1)。

表 B.1 给出了 1A<sub>m</sub> 传动组别的类别 V<sub>1</sub>，中度载荷。

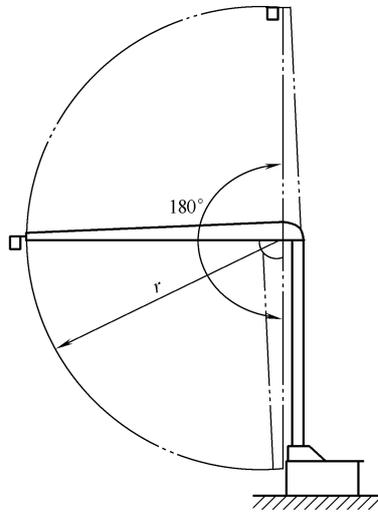


图 C.1 类型 1

C.1.3.2.2 类型 2，重载荷

$$10 \text{ 年 } 100\,000 \text{ 个载荷周期} = \frac{100\,000}{365 \times 10} \text{ 载荷周期/d} = 27.4 \text{ 载荷周期/d} \dots\dots\dots (C.3)$$

式中：

最不利的方式是认为是 10 m 桅杆（半径  $r$ ）以 0.4 m/s 的速度在 90°（180°）范围运动（见图 C.2）。

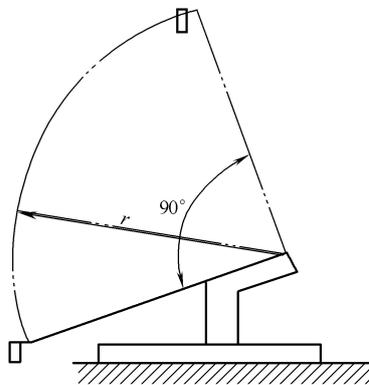


图 C.2 类型 2

一个载荷周期的运行时间（单位为秒，s）是：

$$\frac{\pi \times r}{v} = \frac{\pi \times 10}{0.4} = 78.5 \dots\dots\dots (C.4)$$

式中：

相对于一年平均每天运行时间（单位为小时，h），从公式（C.3）和公式（C.4）计算结果：

78.5 × 27.4 s/d = 0.6 h/d，该类别 V<sub>05</sub>（见表 B.1）。

表 B.1 给出了 1A<sub>m</sub> 传动组别的类别 V<sub>05</sub>，重载荷。

对符合本标准的所有 SEWP，采用 1A<sub>m</sub> 传动组别较合适。

C.1.3.3 钢丝绳最小直径的计算（见 B.3）

使用公式 (B.1) 计算钢丝绳的最小直径  $d_{\min}$ 。

在绞捻情况下, 对于驱动组别 1A<sub>m</sub>, 表 B.2 给出:

$c=0.090$ , 张力等级为 1 570 N/mm<sup>2</sup> 的钢丝绳;

$c=0.085$ , 张力等级为 1 770 N/mm<sup>2</sup> 的钢丝绳;

$c=0.085$ , 张力等级为 1 960 N/mm<sup>2</sup> 的钢丝绳;

处于扭曲状态下。

对于  $S=10\,000\text{ N}$  和  $c=0.09$  及  $S=11\,211\text{ N}$  和  $c=0.085$ , 由式 (B.1) 可得到钢丝绳的最小直径为 9 mm。

C.1.3.4 工作系数

从 ISO 2408: 2004 中表 5 查出, 直径 9 mm 钢丝绳的最小破断力为:

- $F_{01}=47\,300\text{ N}$  (纤维内心);

- $F_{02}=50\,000\text{ N}$  (钢铁内心)。

依据 ISO 2408: 2004 中表 5 (抗拉等级 1 770 N/mm<sup>2</sup>), 对于直径 9 mm 钢丝绳有下列工作系数 (见表 C.1)。

表 C.1 工作系数

抗拉等级 N/mm <sup>2</sup>	工作系数		公式
	纤维内心	钢铁内心	
1 770 ( $S=11\,211\text{ N}$ )	4.22	4.55	$\frac{F_{01,02}}{S}$
1 570 ( $S=10\,000\text{ N}$ )	4.20	4.52	$\frac{F_{01,02}}{S} \times \frac{1\,570}{1\,770}$
1 960 ( $S=11\,211\text{ N}$ )	4.67	5.04	$\frac{F_{01,02}}{S} \times \frac{1\,960}{1\,770}$

C.2 钢丝绳卷筒、钢丝绳滑轮和静滑轮直径的计算

使用公式 (B.2), 传动组别 1A<sub>m</sub> 的系数  $h_1$  取自表 B.3。

系数  $h_2$  由交替强度  $\omega_1$  的总数量决定,  $\omega$  是处于采用表 B.4 的钢丝绳最不利的强度部分。图 C.3 和表 C.3 表明 SEWP 的  $h_2$  值通常为 1。

在这些情况下:

$$D_{\min}/d_{\min} = h_1 \times h_2 \dots\dots\dots (C.5)$$

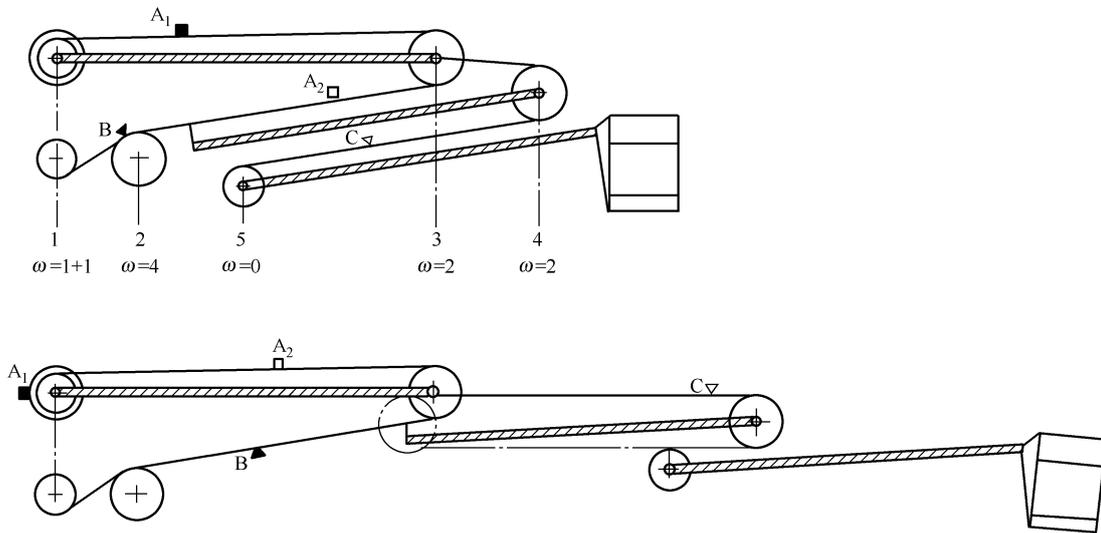
以及下表的 SEWP 比值结果 (见表 C.2)。

表 C.2 比值  $D_{\min}/d_{\min}$

内 容	$\omega_1$	$h_2$	$h_1$	$D_{\min}/d_{\min}$
卷筒	$\leq 5$	1	16	16
	6~9	1	16	16
	$\geq 10$	1	16	16
滑轮同方向偏斜 $\alpha > 5^\circ$	$\leq 5$	1	18	18
	6~9	1.12	18	20.16
	$\geq 10$	1.25	18	22.5

表 C.2 (续)

内 容	$\omega_t$	$h_2$	$h_1$	$D_{\min}/d_{\min}$
滑轮反方向偏斜 $\alpha > 5^\circ$	$\leq 5$	1	18	18
	6~9	1.12	18	20.16
	$\geq 10$	1.25	18	22.5
滑轮任意方向偏斜 $\alpha \leq 5^\circ$ 和补偿滑轮 (如钢丝绳端部附件)	$\leq 5$	1	14	14
	6~9	1	14	14
	$\geq 10$	1	14	14



图中:

- 1——双绳卷筒;
- 2——钢丝绳滑轮 (反方向偏斜);
- 3——钢丝绳滑轮 (同方向偏斜);
- 4——钢丝绳滑轮 (同方向偏斜);
- 5——钢丝绳端部附件。

图 C.3 确定单条钢丝绳的交替弯曲应力的次数以确定缩进/伸出延伸结构的滑轮和卷筒直径 (见表 C.3)

表 C.3  $\omega$  数量

钢 丝 绳	交替弯曲压力 $\omega$ 数量	$h_2$
A <sub>1</sub>	1	1
A <sub>2</sub>	2	1
B	1+4=5	1
C	2	1

### C.3 SEWP 的应力循环次数

对 SEWP 进行疲劳强度分析可避免因应力波动而出现疲劳故障。对疲劳至关重要的承载部件和连接件进行分析，应考虑到结构细节、应力波动的程度及应力循环次数。应力循环次数可能是载荷循环次数的倍数。

由于无法准确计算出运输过程中的应力波动数，因此应减小运输过程中受振部件在运输位置上的应力，以确保实际具有无限长的疲劳寿命。

SEWP 载荷循环次数一般为：

- a) 轻度间歇性载荷（例如：10 年，每年 40 星期，每星期 20 h，每小时 5 个载荷循环次数） $4 \times 10^4$  循环次数；
- b) 重载荷（例如：10 年，每年 50 星期，每星期 40 h，每小时 5 个载荷循环次数） $10^5$  循环次数。

根据图 C.4，确定载荷组合时，允许按照载荷谱系数减小额定载荷，无需考虑风载。

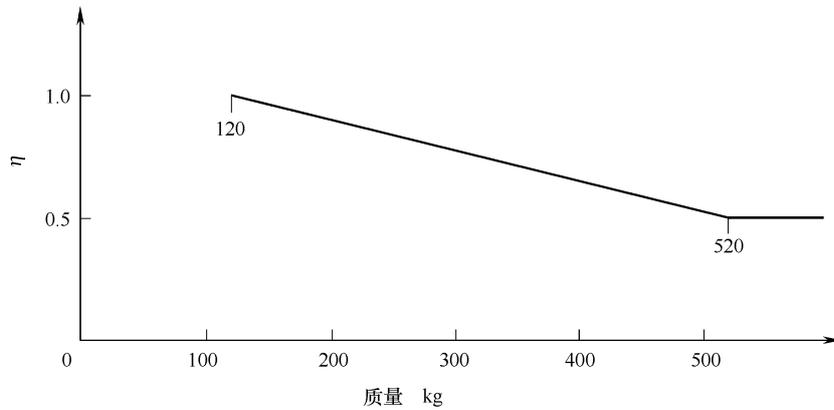


图 C.4 载荷谱系数

**附 录 D**  
(资料性附录)  
使用说明手册

## D.1 概述

使用说明手册应包括以下表示每个相关标题应考虑的最少内容，但不限于此。

## D.2 操作指导

### D.2.1 操作指导应给出详细安全使用，例如：

- a) SEWP 的特性描述以及适用场合；
- b) 所需的承载能力；
- c) 所有正常控制、紧急下降和任何急停设备的位置、目的和使用；
- d) 工作平台的超载禁令；
- e) 不得作为起重机使用的禁令；
- f) 遵守国家法律规则；
- g) 与电力导体保持距离；
- h) 避免与固定物体（如建筑物等）和运动物体（如车辆、起重机等）的碰撞；
- i) 禁止使用额外设备（如梯子）增加 SEWP 的工作高度；
- j) 禁止将增加 SEWP 风力载荷的任何附加物，如广告牌；
- k) 环境限制；
- l) 关于振动的信息；
- m) 关于机器安全情况，重要的日常检查（漏油、电气固定/连接松动、软管/电缆擦破、轮胎/制动/电池的情况、碰撞损伤、操作指导牌变得模糊、特殊安全装置等）；
- n) 可移动护栏的安装；
- o) 起升时禁止出入工作平台；
- p) 工作平台起升时行走注意事项。

### D.2.2 操作指导应给出运输、搬运及储存信息，例如：

- a) 在场地使用 SEWP 零部件紧固的特殊措施；
- b) 装载到其他车辆的方法以便于在使用场地之间运输，包括起吊点、质量、重心等；
- c) 室内或室外定期储存的预先注意事项；
- d) 定期储存和暴露于恶劣环境后的使用前检查——热、冷、潮湿和灰尘等。

### D.2.3 操作指导应给出交货信息，例如：

- a) 投放市场前检查；
- b) 首次使用、长期储存后使用或环境情况变化（冬天、夏天、地理位置变动等）后对动力供应、液压油、润滑等的检查。

### D.2.4 操作指导应给出制造商推荐的定期检查或测试，例如：

- a) 根据操作情况和使用频度进行定期检查或测试。
- b) 定期检查或测试的内容，如：
  - 对结构的目测检查，尤其注意承载零部件和焊接点的腐蚀和其他损坏；
  - 机械、液压、气动和电气系统的检查尤其注意安全装置；
  - 测试证明制动和/或超载装置的有效性；
  - 功能测试。

c) 定期检查或测试的频度和程度的建议也可以参照国家的相关规定。

注：定期检查一般不必拆除零部件；除非怀疑与可靠性和安全有关。罩壳的移动、观察窗的暴露和将 SEWP 缩回运输状态不认为属于拆卸。

**D.2.5** 操作指导应给出已培训的人员使用的维护信息，例如：

- a) 关于 SEWP 的技术信息，包括电气/液压/气动回路图。
- b) 要求经常注意检查的部件（润滑油、液压油位置和状况，电池等）。
- c) 以特定周期检查安全特征包括安全装置、载荷承受机构、应急装置、任何急停设备。
- d) 保证维修维护安全的措施。
- e) 检查任何危害的变化（腐蚀、裂纹、磨损等）。
- f) 检查频度和方法以及零部件维修更换的标准：
  - 1) 驱动系统，按照单根钢丝绳或按照第一和第二钢丝绳，如果检测到任一钢丝绳的磨损已达 GB/T 5972 的标准，应更换。
  - 2) 链条驱动系统，按照单根链条或按照两根链条，如果检测到任一链条的磨损已达链条制造商的极限，应更换。
  - 3) 有必要的其他元器件（如预期寿命）。
- g) 仅使用制造商允许的替换零部件，尤其载荷承受机构和安全相关的元器件。
- h) 任何影响稳定性、强度和性能的改动，必须获得制造商的许可。
- i) 需要调整的零部件，包括具体的设置情况。
- j) 维修后的任何必需的测试/检查，以确保安全工作状态。

参 考 文 献

- [1] GB/T 5905 起重机试验规范和程序
  - [2] GB/T 20118 一般用途钢丝绳
  - [3] GB/T 24811.2 起重机和起重机械 钢丝绳的选择 第2部分：流动式起重机 利用系数
  - [4] JB/T 9739.2 汽车起重机和轮胎起重机 滑轮
  - [5] ISO 2408: 2004 Steel wire ropes for general purposes—Minimum requirements
-

中 华 人 民 共 和 国  
机 械 行 业 标 准  
固 定 式 升 降 工 作 平 台  
JB/T 11169—2011

\*

机械工业出版社出版发行  
北京市百万庄大街 22 号  
邮政编码：100037

\*

210mm×297mm·3.25 印张·108 千字

2011 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

定价：39.00 元

\*

书号：15111·10264

网址：<http://www.cmpbook.com>

编辑部电话：(010) 88379778

直销中心电话：(010) 88379693

封面无防伪标均为盗版

版权专有 侵权必究