

欧洲机械装卸联合会

散货连续装卸机械设计规范



技术标准出版社

欧洲机械装卸联合会

散货连续装卸机械设计规范

欧阳日平 译

叶才民 肖秉衡 校

技术标准出版社

**RÈGLES DE CALCUL DES APPAREILS MOBILES DE
MANUTENTION CONTINUE POUR PRODUITS EN VRAC**

69/10 247—6—1974

**FEDERATION EUROPEENNE DE LA
MANUTENTION**

**欧洲机械装卸联合会
散货连续装卸机械设计规范**

欧阳日平 译

叶才民 肖秉衡 校

技术标准出版社出版
(北京复外三里河)

技术标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

开本 850×1168 1/32 印张 3¹/₂ 字数 88,000

1981年5月第一版 1981年5月第一次印刷

印数 1—4,000

书号: 15169·3-157 定价 0.55 元

编 者 的 话

本规范系由“欧洲机械装卸联合会”(FEM)第二组“连续装卸”制订,于1974年颁布。规范主要内容有:确定设计斗轮机、输送机械、挖掘机械及装、卸船机械等散货连续装卸机械时,必需考虑的主要载荷、附加载荷、偶然载荷及载荷组合,规定各类载荷的计算公式和方法,提供有关具体参考数据和图表,并对金属结构及其零部件的各种载荷组合提出强度和稳定条件。

本规范可供我国机械、交通、冶金、铁道、煤炭、建材、化工等有关部门从事散货连续装卸机械的设计、科研人员及高等院校师生参考。

在本规范的译校过程中,承张致和、陈葆亮等同志给予大力协助,在此表示衷心感谢。

前 言

0.1 规范目的

本规范旨在确定结构设计计算时所必需考虑的各种载荷和偶然载荷的组合（主要载荷、附加载荷和偶然载荷）。

0.2 适用范围

本规范适用于散货连续装卸机械，如堆场用斗轮机和输送机一类的堆取料机械、露天采矿用的斗轮机和链斗式挖掘机械及装、卸船机械。

本规范共分两章：

第一章：金属结构设计规范

第二章：机构设计规范

附录：对使用本规范的方法提供一些精确资料

目 录

前 言

0.1 规范目的

0.2 适用范围

第一章 金属结构设计规范 (1)

1.1 载 荷 (1)

1.10 主要载荷、附加载荷和偶然载荷 (1)

1.11 主要载荷 (2)

1.111 自重载荷 (2)

1.112 有效载荷 (2)

1.1121 输送机上的有效载荷 (2)

1.1122 取料装置载荷 (3)

1.1123 料槽中的物料 (3)

1.113 积垢载荷 (3)

1.114 正常挖掘阻力及其侧向阻力 (3)

1.115 有效载荷在输送机构件上产生的作用力 (4)

1.116 经常性动载荷 (4)

1.117 机械倾斜载荷 (4)

1.118 走道、平台和扶梯载荷 (5)

1.12 附 加 载 荷 (5)

1.121 工作时风载荷 (5)

1.122 冰雪载荷 (8)

1.123 温度载荷 (8)

1.124 非正常挖掘阻力及其非正常侧向阻力 (8)

1.125 摩擦阻力与运行阻力 (8)

1.126 机械在轨道上滚动时的横向反作用力 (8)

1.127 非经常性动载荷 (10)

1.13 偶 然 载 荷 (10)

1.131	料槽的堵塞	(10)
1.132	取料装置或悬臂的起落载荷	(10)
1.133	安全装置故障	(10)
1.134	运行机构的联 锁	(10)
1.135	斗轮机防倾斜制 动	(10)
1.136	非工作时风载 荷	(11)
1.137	碰撞载 荷	(11)
1.138	地震载 荷	(11)
1.2	载荷情况	(11)
1.20	载 荷 组 合	(11)
1.21	载荷情况分类表	(11)
1.3	除接头外的结构件的计算	(13)
1.31	材料的特性值	(13)
1.32	对应弹性极限的许用应力 计 算	(13)
1.33	检验受压缩和翘曲变形 构 件	(14)
1.4	一般校核应力时,对接头件的计 算	(15)
1.41	焊 接 连 接	(15)
T1.411	施焊表	(15)
T1.412	焊缝许用 应 力	(16)
1.42	螺栓连接或铆接	(17)
1.421	精制螺栓	(17)
1.422	粗制螺栓	(17)
1.423	铆 钉	(17)
T1.424	螺栓与铆钉许用应力 表	(17)
1.43	可控紧固程度的高强度螺栓 的 连 接	(18)
1.431	载荷作用在连接平面内的传递力 (符号 T)	(18)
T1.4311	摩擦系数 μ 值表	(19)
T1.4312	防滑可靠性安全系数表	(19)
T1.4313	紧固力矩和传递力	(20)
1.432	垂直于连接平面的力 (符号 N)	(21)
T1.4321	延伸系数 Φ 值表	(21)
T1.4322	螺栓紧固后的许用拉力 表	(22)

1.44	钢丝绳	(23)
1.441	载物绳和牵引绳	(23)
1.442	起重绳	(23)
1.443	钢丝绳安全系数	(23)
1.5	确定结构件及其连接的许用疲劳强度	(23)
1.51	许用疲劳应力 σ_D	(24)
1.511	应力循环数	(24)
1.512	最小与最大应力比 K	(24)
1.513	应力频谱	(24)
1.514	接头构造情况	(24)
1.52	许用疲劳强度特性曲线	(24)
T1.521 至 3	拉伸和压缩曲线 (材料和焊缝)	(38)
T1.524 至 6	剪力曲线 (材料和焊缝)	(41)
T1.527 至 12	剪力和挤压力曲线 (螺栓和铆钉)	(44)
1.6	稳定性校核	(50)
1.61	纵向弯曲和倾覆的安全校核	(50)
1.62	翘曲变形安全校核	(50)
1.621	平板的翘曲变形	(50)
1.622	圆柱壳体的翘曲变形	(50)
1.623	翘曲变形安全系数	(50)
T1.6231	翘曲变形安全系数	(51)
T1.6232	翘曲变形应力	(51)
1.7	许用载荷在超载情况下的规定	(52)
1.8	防倾覆稳定性安全系数	(53)
1.81	防倾覆稳定性校核	(53)
1.82	辅助设备	(54)
1.9	防止滑移安全系数	(54)
附录 A1.1121 I、II、III		(56)
第二章	机构设计规范	(62)
2.0	概述	(62)
2.1	载荷	(62)
2.11	载荷定义	(62)

2.12 载荷分类情况	(62)
2.2 使用期限	(63)
2.21 工作时间	(63)
2.22 每小时载荷循环次数	(64)
2.221 机构零部件的载荷循环周期数只能取决于其操作循环 次数	(64)
2.222 机构零部件的载荷循环次数取决于转速	(65)
2.23 工作类型级别	(65)
2.3 载荷频谱	(65)
2.31 极限载荷比	(66)
2.4 额定载荷	(66)
2.5 静力强度	(68)
2.6 疲劳强度	(68)
2.61 光滑试件反复弯曲的疲劳强度 σ_{bw}	(69)
2.62 形状、表面和尺寸的影响	(69)
2.621 形状系数 $K_s\sigma$ 和 $K_s\tau$	(70)
2.622 表面系数 K_u	(70)
2.623 部件尺寸系数 K_d	(70)
2.63 根据 K 、 σ_B 和 σ_{wk} 或 τ_{wk} 计算疲劳强度	(71)
2.64 伏勒曲线	(72)
2.7 校核	(74)
2.71 校核纵向弯曲强度	(75)
2.8 特殊构件的设计计算	(75)
2.81 滚动轴承的选择	(75)
2.811 滚动轴承支承载荷	(75)
2.8111 平均载荷	(75)
2.812 滚动轴承使用寿命	(75)
2.82 钢丝绳的选择	(75)
2.821 钢丝绳直径	(76)
2.8211 系数 Q 值	(76)
2.822 钢丝绳安全系数	(77)
2.83 滑轮和卷筒的选择	(78)

2.831	最小卷绕直径.....	(78)
2.8311	系数 H_1 值	(78)
2.8312	系数 H_2 值	(78)
2.8313	说明	(81)
2.84	行走轮 的 选 择.....	(81)
2.841	行走轮尺寸.....	(81)
2.8411	确定平均载荷	(82)
2.8412	确定轨道的有效宽度 b	(82)
2.8413	确定极限轮压 P_L	(83)
2.8414	确定系数 C_1	(83)
2.8415	确定系数 C_2	(85)
2.8416	说明	(85)
附录		(87)
附录 A	表 T2.123.....	(87)
附录 B	在已知载荷状态下的疲劳强度的计 算.....	(90)
附录 C	表 T2.5A、B.....	(92)
附录 D	图表 T2.62.....	(96)

第一章 金属结构设计规范

1.1 载荷

1.10 根据加载频率情况，载荷分为三个不同组别，即主要载荷、附加载荷和偶然载荷。

1) 主要载荷：机械在正常工作情况下的经常性载荷。其中有：

- 自重载荷；
- 有效载荷；
- 积垢载荷；
- 正常挖掘阻力及其侧向阻力；
- 有效载荷在输送机构件上的作用力；
- 经常性的动载荷；
- 机械的倾斜载荷；
- 走道、扶梯和平台的自重载荷；

2) 附加载荷：机构运转或停转时瞬间产生的载荷。这些载荷可以或者代替某些主要载荷，或者加入下述载荷；

- 工作时风载荷；
- 冰雪载荷；
- 温差载荷；
- 非正常挖掘阻力和意外侧向阻力；
- 摩擦与运行阻力；
- 运行时水平侧向力；
- 非经常性的动载荷。

3) 偶然载荷：机构运转或停转时不应产生，但又是不可避免的载荷。其中有：

- 料槽堵塞；
- 斗轮或链斗臂架的起落载荷；

- 移动机构制动载荷,
- 防倾斜侧向制动载荷,
- 碰撞载荷,
- 地震载荷。

1.11 主要载荷

1.111 自重载荷

所谓自重载荷,是指在工作期间机构、电器设备及承载结构上所有固定和活动构件的重量所作用的力。

1.112 有效载荷

指在输送机上和取料装置中的使用载荷。

1.1121 输送机上的有效载荷

这些载荷按理论计算流量来确定(立方米/小时)。

1) 无取料装置的机械

a) 若机械前段的流量被自动装置限制住,则以此限定的流量所引起的载荷为输送机的载荷。

b) 无流量限制器时,理论流量为输送机填料的横断面乘以输送机速度之积。

只要协议中明确规定了特殊装置,这一横断面就能确定,并采用动态自然坡角 $\varphi = 20^\circ$ 。

附录 A 1.1121 是在设计各种类型的输送机时,依据动态自然坡角 φ 和槽角 λ 提供的输送物料的最大断面积。

c) 若前段装置的理论流量(如 a)和 b)) 低于后段装置中的流量,那么后段机械就应选用前段机械的流量。

2) 带取料装置(斗轮或链斗)的机械。

a) 无流量限制器时,理论流量等于斗取料量乘以最大填充系数 1.5,对于斗轮取料装置,考虑上述链斗的最大填充系数,亦可采用适当的补充填料的实际值代替。

b) 若有流量自动限制装置,理论流量应为限制器所通过的流量。

当机械用于输送不同比重的物料(如煤炭和矿石)时,宜安装一

安全装置，以保证重质物料不能超过计算的有效载荷。

3) 动力系数

为考虑输送机在输送物料过程中可能经常产生动载荷，宜将有效载荷系数提高到 1.1。

1.1122 取料装置载荷

考虑到取料装置中输送物料的重量，允许取值为：

a) 斗轮：1/4 的斗取料 100 %；

b) 链斗：1/3 的斗取料 33.3 %；

1/3 的斗取料 66.7 %；

所有其它斗和驱动链轮取料 100 %。

1.1123 料槽中的物料

料槽中物料的重量为物料的比重乘以用平滑板填充的假定料槽的容积。若有可靠的自动装置可限制物料的重量，则可不按前节所指定的数值。

1.113 积垢载荷

积垢载荷的大小应按不同情况根据设备和运转的特别条件而定。下述值应视为指导性值，实际值可能会偏高或偏低。

堆场机械的积垢数值一般较小，而采矿机械则应将数值取为最小。

应考虑由于积垢而产生的载荷为：

a) 输送机构上的积垢，根据 1.112 节，按有效理论载荷的 10 % 计算。

b) 斗轮上的积垢，一般为作用在轮中心上的假定载荷，在斗轮表面上积下的一层 5 厘米厚度的物料，可看成均匀分布在斗轮切面圆周上的实心圆盘。

c) 链斗上的积垢，根据 1.112 节，按有效理论载荷的 10 % 计算，并分布在整個臂架上。

1.114 正常挖掘阻力及其侧向阻力

这些载荷应视为集中载荷，对于斗轮，则作用在圆周最不利的部位，对于链斗或挖掘机，则作用在取料链斗臂架前三分之一的部位

上。

a) 正常挖掘阻力

对于采矿机械，一般是指在可能产生的挖掘力中具有很大误差的机械，与圆周相切或依链斗方向产生正常挖掘阻力，是从电动机的额定功率和减速器停转时的圆周速度求得的，推算时按照物料提升所需功率的机械效率进行。对于链斗式挖掘机械，则按照链条传动所需的功率进行推算。

计算物料提升所需的功率，宜考虑 1.1122 节确定的流量所产生的载荷。

对于堆场机械，一般是指装卸货物用的机械，其挖掘阻力凭经验就可得知，不会超过正常工作载荷。因此，可不按上述方法计算，而应与物料相等的实际数值作为挖掘力。

b) 正常侧向阻力

若无特别说明，正常侧向阻力可计算为正常挖掘阻力值的 0.3 倍。

1.115 有效载荷在输送机构件上产生的作用力。

如皮带或链条等的张力对金属结构的部分影响。

1.116 经常性动载荷

a) 一般地说，挖掘阻力、倾卸在装料点上的物料、运动构件、振动或分配器等的动力效应只作局部考虑。

b) 应考虑运动构件在加速或制动时所引起的惯性力。但对露天机械，如果加速度或减速度 ≤ 0.2 米/秒²，其惯性力则可忽略不计。

设计驱动电机时，应尽可能使加速度不超过 0.2 米/秒²。其加速和制动所引起的惯性力（当机械作业数低于 2×10^4 时），应视为附加载荷（见 1.127 节）。

1.117 机械倾斜载荷

当地面有倾斜度时，载荷可分解成与地平面垂直和平行两个分力。倾斜引起的载荷应根据规定的最大坡度来计算。计算时，须将坡度提高 20%。

1.118 走道、平台和扶梯载荷

走道、平台和扶梯的载荷应予计算,以便在最不利的条件下,能承受 3000 牛顿的集中载荷,桁条和栏杆应能承受 300 牛顿的水平力。

如果需要平台短时承受更大的负荷,确定平台尺寸时应与负荷一致。

1.12 附加载荷

1.121 工作时风载荷

装卸作业时,允许风速 $V_w = 20$ 米/秒 = 72 公里/小时,空气动力压力 q ,按常用公式来计算:

$$q = \frac{V_w^2}{16}$$

式中: q 为压力 (10 牛顿/米²);

V_w 为风速 (米/秒)。

由此得出:

$$q = 250 \text{ 牛顿/米}^2$$

计算风力

允许风从任何水平方向刮来。

风在结构件上的风载,为风向的分力,可由下列关系式给定:

$$P = AqC$$

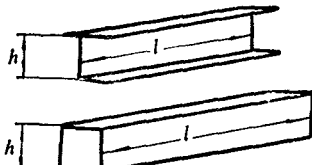
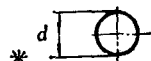
式中: P 为风载 (10 牛顿);

A 为结构件受风面积 (米²),即构件在垂直于风力方向平面内的投影面积;

q 为空气动力压力 (10 牛顿/米²);

C 为空气动力系数,它包括在不同表面上的超压和减压,并取决于结构件的形状,详见下表:

空气动力系数 C 值表

	结 构 型 式		C
型钢组成的桁架			1.6
实腹板梁 或 箱形梁		$\left\{ \begin{array}{l} 20 \\ 10 \\ 5 \\ 2 \end{array} \right. \begin{array}{l} l/h \\ \text{比值} \end{array}$	$\left\{ \begin{array}{l} 1.6 \\ 1.4 \\ 1.3 \\ 1.2 \end{array} \right.$
圆断面构件 管 结 构	 $q = daN/m^2$	$d\sqrt{q} < 1$ $d\sqrt{q} > 1$	$\left\{ \begin{array}{l} 1.2 \\ 0.7 \end{array} \right.$

说明：当进行风洞试验，说明上表值太大时，则 C 的某些值可以减小。

当梁或梁的一部分被另一梁将风挡住时，计算这一梁上的风载，就应考虑计算折减系数 η 。

第二梁被挡住的部分，是以迎风的第一梁在第二梁的轮廓投影为界。计算第二梁上未被挡住部分的风载时，不考虑折减系数 η 。

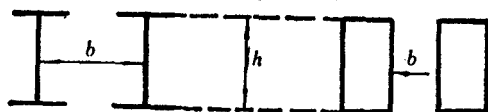
折减系数 η 值取决于 b 、 h 和比值 $\varphi = \frac{A}{Ae}$ 。

其中：A 为可见面积（实体部分面积）；

Ae 为包络面积（实体与空隙部分的总面积）；

h 为梁的高度；

b 为相邻两平面的距离。



当桁架结构的比值 $\varphi = \frac{A}{A_e}$ 高于 0.6 时, 折减系数与实腹板梁的系数相同。

$\varphi = \frac{A}{A_e}$ 和比值 b/h 的折减系数值 (见下表)

$\varphi = \frac{A}{A_e}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1
$b/h = 0.5$	0.75	0.4	0.32	0.21	0.15	0.05	0.05	0.05
$b/h = 1$	0.92	0.75	0.59	0.43	0.25	0.1	0.1	0.1
$b/h = 2$	0.95	0.8	0.63	0.5	0.33	0.2	0.2	0.2
$b/h = 4$	1	0.88	0.76	0.66	0.55	0.45	0.45	0.45
$b/h = 5$	1	0.95	0.88	0.81	0.75	0.68	0.68	0.68

以上数值用曲线表示如下图

