

国外起重机械设计规范选编

上册



国家起重机械研究所
上海市建筑施工技术研究所

一九七九·十二·

编 者 的 话

采用动力来驱动的起重机的发展,已有一百多年的历史。最初对于起重机金属结构的设计计算,都采用建筑或桥梁钢架的静力体系的简单计算方法。自1936年德国公布了DIN 120《起重机及起重机轨道钢结构部分设计规范》以后,起重机才有较明确的设计计算原则。第二次世界大战以后,各国在建筑、交通运输、水利、桥梁以及其它工业生产有了蓬勃发展,起重机已成为现代化文明生产和建设中不可缺少的手段之一,因而起重机也得到了迅速的发展,这对起重机设计计算理论研究起到了很大的推动作用:例如根据起重机不同的工作等级进行分类和合理的确定各种系数;载荷组合;风载荷的计算;疲劳验算;倾复稳定性的研究以及机械传动的计算、液压、电器控制等等,这对提高起重机性能,减轻重量,降低造价和提高劳动生产率等方面都取得了显著的效果。

作为起重机理论研究和实践总结的结晶—《起重机设计计算规范》编制的发展,在六十年代中期,西德、英、日、欧、美、法、苏联等国都先后发表了起重机设计计算规范(或草案)。七十年代以来,由于以上各国对起重机理论和实践的研究又有了新的发展:例如对金属结构构件及机械另件的疲劳破坏的影响;各种焊缝引起的应力集中;载荷谱及应力谱的运用;风载荷重叠系数的合理选择;甚至将新理论蒙皮板结构的计算方法也运用到起重机金属结构上。由于新的科研成果不断充实到旧的规范或计算原则中去,因而工业较先进的国家一次再次地重新修订了起重机设计计算规范或原则。这次我们在选编过程中,尽可能采用各国最新公布的起重机设计规范。

本“选编”共有十八篇规范译文及部分规范的编制说明,共分上、下两册,适用于各种起重机金属结构、机械另部件的设计计算及试验方法,内容丰富,涉及面也较广。目前,在我国尚未制订出起重机设计规范以前,为适应我国实现四个现代化的需要,促进起重机行业的技术资料交流,因而我们进行了这次“选编”。希望本“选编”能对我国从事起重机设计计算、科研、制造和使用单位的广大科技人员起到参考和借鉴作用,对提高起重机设计计算、理论研究工作,将起到一定的推动作用。

在选编过程中,各国对计算公式及图表中的符号、计量单位的表示方法均按原译文未加统一。图表的编号作了统一的编排。由于时间仓促,再加以我们水平有限,经验不足,错误之处,热望同志们给予批评指正。

这次“选编”工作是在两所以及上级有关单位的关怀下进行的。在选编过程中,我们得到了上海交通大学等许多单位和同志们们的热情帮助和支持,在出版印刷过程中又得到江苏省靖江印刷厂的大力支持,特此表示衷心的感谢。

国家建委建筑机械研究所 “选编”组
上海市建筑施工技术研究所

1979年10月

目 录

(上册)

1 西德起重机钢结构计算原则……………(1)

D I N 15018 第一部分 1974年

2 西德起重机钢结构构造原则……………(55)

D I N 15018 第二部分 1974年

3 日本起重机钢结构部分计算标准……………(69)

J I S B 8821—1976

4 日本起重机钢结构部分的计算标准说明……………(113)

J I S B 8821—1976

5 欧洲起重机设计规范……………(152)

(F. E. M) 1970年

6 英国起重机许用应力和设计标准……………(280)

B S 2573 第一部分 结构 1977年

目 录

(下册)

- 7 起重机风荷载的计算 (国际标准规格案) (361)
ISO/DIS 4302 1978年
- 8 苏联建筑塔式起重机计算规范 (366)
ГООТ 13994—75
- 9 英国工业与民用建筑用塔式起重机设计规范 (395)
BS 2799 1977年6月
- 10 法国塔式起重机计算规范 (440)
NF E52—081 1975年10月
- 11 法国塔式起重机一般安全规则 (470)
NF E52—082 1975年10月
- 12 西德起重机走轮计算原则 (480)
DIN 15070 1977年12月
- 13 西德起重机稳定性标准 (484)
DIN 15019 第一部分(草案) 1978年2月
- 14 西德无轨自行式起重机稳定性标准 (491)
DIN 15019 第二部分(草案) 1977年1月
- 15 西德起重机械传动机构计算原则 (496)
DIN 15017 第一部分(草案) 1976年5月
- 16 美国电动桥式起重机规范 (544)
C.M.A.A.规范NO.70 1975年
- 17 美国起重机结构试验规范 (578)
SAE J987 指导性文件 1973年
- 18 有关起重机的外国标准 (590)
(日) 室贺弓规 著
- 附 部分国家的国家标准代号 封三

西 德 标 准

起重机钢结构计算原则

(DIN 15018第一部分, 部分代替DIN 120第一部分)

1974年4月

本标准实施的过渡期限

制造厂应尽快地按本标准重新进行各项计算。

现有设备的处置

现有的起重机无须按本标准验算。

起重机供应的过渡期限

本标准出版后,DIN 120 第一部分(起重机钢结构和起重机轨道的计算原则,1936年11月版本)对于起重机就不再适用了。鉴于起重机轨道计算原则部分的重新修订工作(DIN 4132,目前仍为草案)尚未完成,DIN 120 第1部分还不予取消。

供应的起重机应努力尽早按DIN 15018 第一部分计算。绝不允许在DIN 15018 发表日起至25个月后提供不符合DIN 15018 第一部分计算的单机,或在37个月后批量提供不符合 DIN 15018第一部分计算的起重机。

在本标准中,关于“载荷”可理解为力的大小或由负荷(例如根据DIN 15003按质量大小意义的有效载荷、试验载荷)引起的力的作用。

目 录

1.	适用范围	(1)
2.	其它标准与规范	(4)
3.	计算内容	(5)
4.	计算载荷	(5)
4.1	主要载荷	(6)
4.1.1	自重载荷	(6)
4.1.2	存仓与连续运输机上散粒物料的载荷	(6)
4.1.3	起升载荷	(6)
4.1.4	垂直惯性力的作用	(6)
4.1.5	驱动引起的惯性力	(8)
4.1.6	离心力	(10)
4.1.7	散粒物料的冲击力	(10)
4.2	附加载荷	(10)
4.2.1	风载荷	(10)
4.2.2	偏斜运行引起的力	(10)
4.2.3	热效应	(13)
4.2.4	雪载荷	(13)
4.2.5	走道, 扶梯, 平台和栏杆上的载荷	(13)
4.3	特殊载荷	(13)
4.3.1	带有起升载荷导轨的小车的倾翻力	(13)
4.3.2	缓冲器的撞击力	(14)
4.3.3	试验载荷	(14)
5.	载荷情况	(15)
6.	计算	(16)
6.1	一般说明	(16)
6.2	起重机轨道的情况	(16)
6.3	移动载荷	(16)
6.4	材料	(16)
6.5	构件的断面数值与孔削弱以及焊缝的断面数值	(16)
6.6	拉杆	(16)
6.7	应力计算	(16)

6.8	连接和对接	(17)
6.9	轮压的纵向分布	(17)
7.	验算	(18)
7.1	一般说明	(18)
7.2	一般应力验算	(18)
7.2.1	载荷情况和许用应力	(18)
7.2.2	复合应力	(19)
7.3	稳定性验算	(20)
7.3.1	概述	(20)
7.3.2	圆柱形壳体的翘曲稳定性验算	(21)
7.3.3	翘曲安全系数	(21)
7.4	疲劳强度验算	(22)
7.4.1	概念	(22)
7.4.2	工作组别	(23)
7.4.3	应力集中情况	(24)
7.4.4	许用应力	(24)
7.4.5	复合应力	(26)
7.5	倾覆稳定性验算	(27)
8.	支持绳与紧张绳	(27)
9.	予紧螺栓上的予紧力	(28)
9.1	述概	(28)
9.2	一般应力验算	(29)
9.3	工作强度验算	(29)
10.	表格	(30)
10.1	各种起重机的起升等级和工作组别的分类实例	(30)
10.2	焊缝	(30)
10.3	通常构造型式应力集中情况的分类实例	(32)
	说明	(46)

1. 适用范围

本标准适用于各种起重机和起重设备的钢结构，也适用于连续运输机的可运行的钢结构，本标准不适用于起重机轨道、挖掘机、架空索道、翻车机和矿山机械。

2. 其它标准与规范

2.1 同时有效的标准与规范

若在本标准中不作另行规定，则下述各标准与规范有效：

DIN 1080 建筑工程中静力计算的符号

DIN 1055 第4部分，房屋建筑的载荷假设；移动载荷、风载荷。

第5部分——；移动载荷、雪载荷

DIN 4114 第1部分，钢结构、稳定情况（挠屈、侧翻、翘曲）；计算原则、规则；

第2部分——；——；——，规范

DIN 4115 房屋建筑中的轻型钢结构和钢管结构；许用原则、制作与断面选择的规范

DIN 8563 第1部分，焊接质量的保证，一般原则

DIN 15001 第1部分，起重机、概念，按结构型式分类

DIN 15003 起重设备、载荷抓取装置、载荷和力、概念

DIN 15018 第2部分，起重机、钢结构、结构设计原则和制造原则（目前仍为草案*）

DIN 15019 第2部分，起重机、无轨自行式起重机的稳定性

HV - 规范，关于摩擦紧固螺栓连接的计算、构造和结构设计的现行规范。（HV - 连接）（钢结构出版社有限公司，科恩）。

2.2 参考标准

本文参考下列标准：

DIN 267 第3部分：螺栓、螺母和类似螺纹件和另件；供应技术条件。非合金钢和低合金钢螺栓的强度等级和试验方法。

DIN 741 有附带要求时钢绳末端联接的钢绳夹头

DIN 1050 建筑钢，计算和结构设计

DIN 1626 第1部分 管道、器具与容器用的普通钢和低合金钢制的焊接钢管；一般情况，一览表，使用说明。

第2部分——；一般用途的管子（商品质量）、供应技术条件

第3部分——；有质量规定的管子，供应技术条件，

第4部分——；有质量规定的特别试验过的管子；供应技术条件

* 译注，已于74年4月正式公布

DIN 1629 第1部分 管道、器具与容器用的普通钢无缝钢管；一览表、技术条件、一般说明

第2部分——；商品质量的管子，供应技术条件

第3部分——；有质量规定的管子，供应技术条件

DIN 2301 第1部分 气焊火焰切割，操作原则，概念，尺寸和形状偏差

DIN 4100 主要受静载荷的焊接钢结构；计算和结构设计

DIN 4132 起重机轨道，钢结构，计算、结构设计和制造原则（目前仍为草案）

DIN 6919 钢结构中HV－联接用的大六角头螺栓

DIN 6915 钢结构中HV－联接用的大六角头螺母

DIN 6916 钢结构中HV－联接用的园垫圈

DIN 6917 钢结构工字梁HV－联接用的方斜垫圈

DIN 6918 钢结构U形梁HV－联接用的方斜垫圈

DIN 17100 普通结构钢；质量规定

DIN 17111 螺栓、螺母和铆钉用的低碳钢；质量规定

3. 计 算 内 容

在计算中必须说明

起重机的类型与工作方式，

假设的全部载荷循环或工作循环的次数，

最接近实际的、包括简图和主要尺寸的承载系统，

计算载荷，

所属的起升等级与工作组别，

各构件与联接的材料，

所有承载构件的形状、尺寸和静力断面值，

各构件与主要联接的验算。

4. 计 算 载 荷

作用在结构上的载荷被分为主要载荷、附加载荷与特殊载荷。

主要载荷有：

自重载荷

存仓中与连续运输机上散粒物料的载荷。

起升载荷

驱动惯性力

离心力

散粒物料的冲击力

附加载荷有：

- 风载荷
- 偏斜运行的侧向力
- 热效应
- 雪载荷
- 走道、扶梯、平台和栏杆上的载荷

特殊载荷有：

- 带有起升载荷导轨的小车的倾翻力
- 缓冲器的撞击力
- 试验载荷
- 在第 5 节中，这些载荷组合成各种载荷情况。

4.1. 主要载荷

4.1.1 自重载荷

自重载荷就是所有在工作中始终存在的固定的和移动的起重机构件的重力，机械设备与电气设备的重力以及部分索具（例如钢丝绳）的重力，4.1.3节中的自重载荷除外。

4.1.2 存仓中与连续运输机上散粒物料的载荷

存仓中与连续运输上散粒物料的载荷按自重载荷考虑；在连续运输机上散粒物料的载荷，可以作为连续分布载荷或间断分布载荷作用。

4.1.3 起升载荷

起升载荷包括有效载荷和承载有效载荷构件的自重载荷，例如下滑轮、横梁、抓斗、起重电磁铁以及部分索具，例如钢丝绳。

4.1.4 垂直惯性力的作用

起重机或起重机部分和第4.1.1至4.1.3节所述的载荷在运动时产生的垂直惯性力作用，以“自重载荷系数 φ ”与“起升载荷系数 ψ ”加以考虑。

4.1.4.1 自重载荷系数 φ

4.1.1节所述的运行起重机和起重机部分的自重载荷和4.1.2节所述的载荷，或者由此得出的断面尺寸或应力须乘以一个表1—1规定的自重载荷系数 φ 。

表1—1 自重载荷系数 φ

运 行 速 度 v_F m/min		自重载荷系数 φ
轨 道		
有轨道接头或轨道不平整	无轨道接头或经焊接并加工的轨道接头	
$v_F \leq 60$	$v_F \leq 90$	1.1
$60 < v_F \leq 200$	$90 < v_F \leq 300$	1.2
$v_F > 200$	—	≥ 1.2

对于在轨道上运行的，具有弹性悬挂走轮的起重机与起重机部分，可以不取决于运行速度及轨道结构，均取 $\varphi = 1.1$ 来计算。

对于与表1—7的各载荷情况相对应的几个以不同速度同时进行的动作，对不同的自重

载荷系数 φ 值，其 φ 值可代入有关的各载荷。

例如：

- a) 小车运行速度 $v = 120\text{m/min}$ ， $\varphi = 1.2$
起重机运行速度 $v = 30\text{m/min}$ ， $\varphi = 1.1$

表1—1a

	小车运行 (K_a)	起重机运行 (K_r)
小车的自重载荷	$\varphi = 1.2$	$\varphi = 1.1$
桥架的自重载荷	$\varphi = 1.0$	$\varphi = 1.1$

- b) 小车运行速度 $v = 30\text{m/min}$ ， $\varphi = 1.1$
起重机运行速度 $v = 120\text{m/min}$ ， $\varphi = 1.2$

表1—1b

	小车运行 (K_a)	起重机运行 (K_r)
小车的自重载荷	$\varphi = 1.1$	$\varphi = 1.2$
桥架的自重载荷	$\varphi = 1.0$	$\varphi = 1.2$

4.1.4.2 起升载荷系数 ψ 与起升等级

4.13节规定的起升载荷或由此得到的断面尺寸或应力须乘以一个表1—2规定的起升载荷系数 ψ 。其值取决于起升载荷起升开始时索具予定的实际起升速度，亦即取决于额定起升速度 v_H ；起升装置的弹性联接愈软，承载结构的弹性愈大，有效载荷开始起升时的实际起升速度愈小，在起升变化时的加速与减速愈小和愈连续，则该 ψ 值亦愈小。

起重机将根据不同的起升载荷系数 ψ ，如表1—2中分为起升等级H1、H2、H3与H4。在10.1节中给出了这方面的例子。各个明显地可以互相分开的、而在结构上又构成一个整体的起重机部分，则在正确了解起升条件的情况下，可以在表1—23中该起重机说明的范围内分成不同的起升等级，例如小车和起重机桥架或臂架、回转部分、门座与塔架。

表1—2 起升载荷系数 ψ

起 升 等 级	起 升 载 荷 系 数 ψ 当 起 升 速 度 v_H m/min	
	≤ 90	> 90
H1	$1.1 + 0.0022 v_H$	1.3
H2	$1.2 + 0.0044 v_H$	1.6
H3	$1.3 + 0.0066 v_H$	1.9
H4	$1.4 + 0.0088 v_H$	2.2

4.1.4.3 动臂起重机有效载荷脱落或突然卸载

对于动臂起重机，有效载荷脱落或突然卸载属于正常工作，如用抓斗或电磁铁工作的起重机，则必须特别考虑由此而产生的惯性力。代替精确的计算，允许将起升载荷或由此得到的断面尺寸或应力乘以表1—2规定的起升载荷系数的0.25倍，并取为负值。对于钢丝绳

吊住的动臂，这个负值的惯性力作用受到钢丝绳松弛作用的限制，钢丝绳能使动臂向上动作，在紧接着动臂回落时产生的力必须加以考虑。

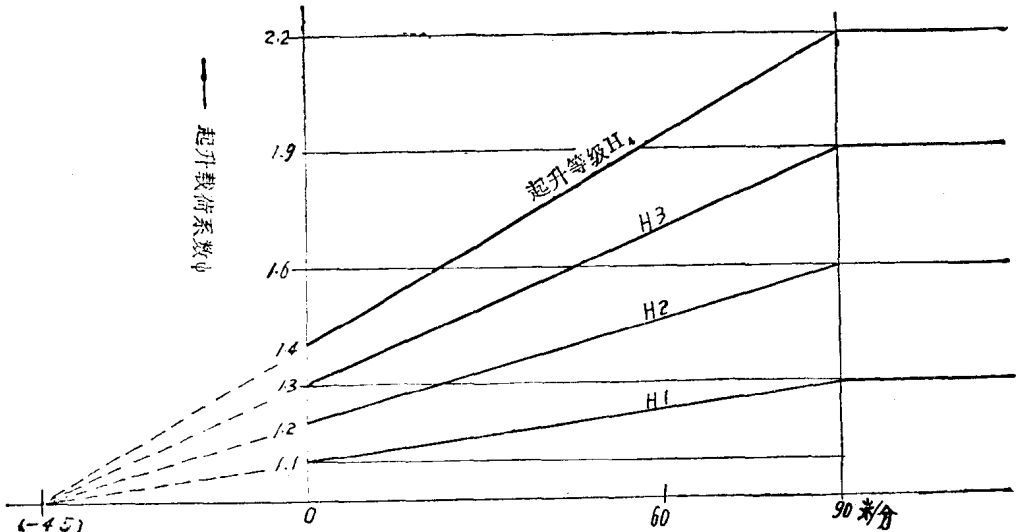


图1-1 起升等级和起升载荷系数ψ

4.1.5 驱动引起的惯性力

起重机各种运动，例如运行、回转、变幅，在加速与减速时，作用在结构上的惯性力可以按正常工作时出现的最大驱动力求得。代替精确的计算，允许在考虑动力作用的情况下，在驱动力、运动阻力和惯性力作用下，使系统的重心运动所作用在结构上的似静态力，乘以系数1.5。文中未引用的载荷假定为与起重机固定连接，载荷的摆动可以不加考虑。此外，采用系数1.5的前提是起重机上的驱动力实际上是立即产生的。

若在两个互相运动的构件之间存在明显的间隙，例如在一台脱锭起重机的吊钩与支架之间，必须取大于1.5倍的值来计算。

若最大驱动力是受到摩擦因素所限制的，则该驱动力可允许从驱动走轮与轨道之间的摩擦系数 $f = 0.2$ 来计算。此时根据驱动系统而定，有转速联系（集中驱动）的驱动轮，是以两个轮压之和的最小值计算，而无转速联系（分别驱动）的驱动轮，则以最小轮压之总和计算，4.1.4 节的系数与有效载荷则不予以考虑。

驱动力始终根据驱动系统而分布在各个走轮上。

一台桥式起重机动力驱动引起的惯性力的计算实例：

小车运行——起、制动（驱动走轮是集中驱动的）见图1-2

$$K_a = 1.5 \times 0.2 \times \min(R_{ka1} + R_{ka2})$$

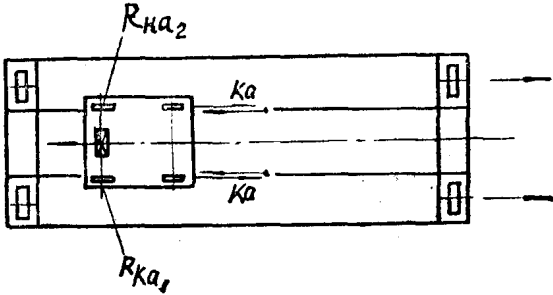


图1-2 中间传动的小车起、制动时的惯性力

注：1) 图 1-1 中起升等级 H_0 改为 H_4 2) 图 1-2 中 R_{ka1} 与 R_{ka2} 位置对掉

起重机运行——起、制动（驱动走轮是分别驱动的）见图1-3

$$K_r = 1.5 \times 0.2 \times (\min R_{Kr_1} + \min R_{Kr_2})$$

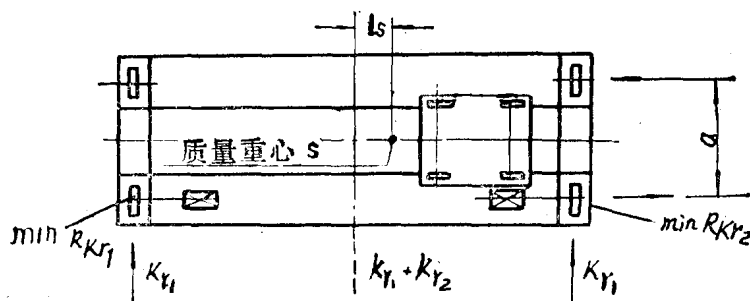


图1—3 两侧独立传动的起重机起、动时的惯性力 ($K_{r1} = K_{r2}$)

此处:

$\min(R_{ka1} + R_{ka2})$ } 对求介动力啮合产生的驱动力, 以驱动轮两个轮压之和的最
 $\min R_{ka1} + \min R_{ka2}$ } = 小值以及最小轮压总和为准, 在此不考虑4.1.4节的有效载
 荷和系数。

l_s = 在垂直于运动
 方向上, 起重机桥架、
 小车和起升载荷的质量
 重心 S 与驱动合力之
 间的距离。

a = 承受侧向力的
 轮子以及导轮或导轮组
 的中间距离见图1-4。

起重机起、制动时
 的惯性力, 应按小车对
 于所求构件最不利位置
 计算 (见图1-3)。

若由惯性力引起垂
 直于轨道的侧向力, 则
 应根据承载结构系统、
 运行结构系统和导向件
 的型式以结构联系的方
 式和摩擦联系的方式将
 该侧向力传递到轨道上
 去。

同方向的侧向力,
 如小车起、制动时惯性

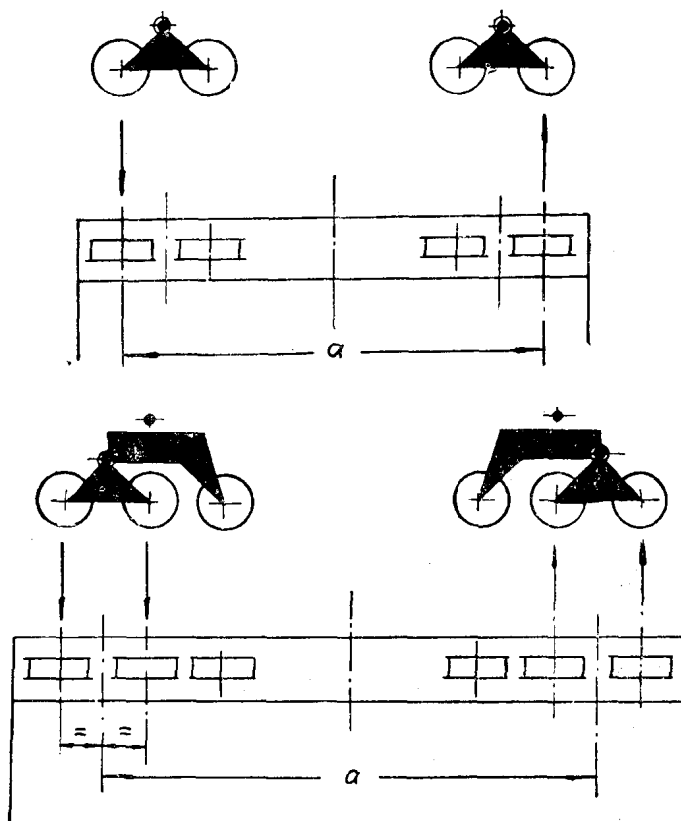


图1-4 侧向力的分布

力作用所引起的(图1-2),必须均匀地分布在各走轮或导向装置上。

如果在运动质量的重心和驱动合力之间存在距离 l_s ,则出现反向的侧向力。如果由走轮传力,并且在每边轨道的车轮数大于2,则侧向力应如图1-4所示,均匀地分布到外侧轮或外侧轮组上,并且

每根轨道上最多为4个走轮时,则分布在每个角的一个外侧走轮上,

每根轨道上最多为8个走轮时,则分布在每个角的二个外侧走轮上,

每根轨道上多于8个走轮时,则分布在每个角的三个外侧走轮上。

对于承载结构,例如桥架、小车或均衡梁,与上述情况不同,甚至在图1-4的无载内侧走轮的范围内,侧向力也能均匀地分布到一个角的全部走轮上。

对于分别驱动的大跨度桥式起重机和门式起重机,其承载结构不是用来平衡运动阻力、驱动力和惯性力,而仅是用于运行机构一侧的有限弹性超前,因此必须采用特殊的装置,使侧向力不超过计算的规定值。

4.1.6 离心力

回转起重机的离心力可以只取臂架部分的自重载荷,根据情况也取平衡重和起升载荷来计算,而不计4.1.4节的系数,并假定起升载荷作用在臂端。

4.1.7 散粒物料的冲击力

散粒物料由存仓或加料处落下的冲击作用,只作局部考虑。

4.2 附加载荷

4.2.1 风载荷

受风力的起重机,其风载荷必须按DIN 1055 第4部分取定。

起重机工作时的风载荷按风压 $q = 250$ 牛顿/米²($25\text{kgf}/\text{m}^2$)确定。如果有效载荷的迎风面积不能明确确定,则作用在有效载荷上的风载荷可假设为有效载荷的3%,但至少取500牛顿(50kgf)。

对于非工作状态的起重机,风载荷可用DIN 1055 第4部分规定的风压确定。

4.2.2 偏斜运行引起的力

起重机以偏斜运行角 α 偏斜运行,在运行方向前的导向装置或导向装置组,即轮缘或导轮上,将产生与运行机构系统和承载结构系统有关的结构联系的力 S ,并由此产生一个作用在走轮踏面上的摩擦联系的力系 X_{1i} 、 Y_{1i} 和 X_{2i} 、 Y_{2i} 。

对带轮缘走轮的起重机,其偏斜运行产生的力 S 按4.1.5节图1-4分布。

在走轮总数为 n 的起重机中,有时在一个轴上设置 i 对走轮,其中 m 对是集中驱动的,在1的一边的轮压为 R_{1i} ,在2的一边的轮压为 R_{2i} ,且彼此相等,在走轮直径、走轮轴径的轴线的平行度和轨道位置在一般的公差时,用一个对纵向和横向打滑都适用的、线性的摩擦力公式:

$$f = 0.30 \times (1 - e^{-0.25 \cdot \alpha})$$

式中,

$e = 2.71828$,自然对数的底数和偏斜运行角 α (以%计)

$$S = \lambda \cdot f \cdot \sum R$$

$$X_{1i} = \lambda_{1ix} \cdot f \cdot \sum R$$

$$X_{2i} = \lambda_{2ix} \cdot f \cdot \sum R$$

$$Y_{1i} = \lambda_{1iy} \cdot f \cdot \sum R$$

$$Y_{2i} = \lambda_{2iy} \cdot f \cdot \sum R$$

式中:

ΣR = 自重载荷和起升载荷引起的所有轮压的总和, 不计4.1.4节的系数。

$$\alpha = \alpha_F + \alpha_v + \alpha_0 \leq 15\%。$$

起重机偏斜位置时, 所有在结构联系的导向装置的距离 a 上, 由垂直于运行轨道的可能的位移之总和引起的偏斜运行角,

α_F = 直线轨道与结构联系的导向装置之间轨距间隙的75%所引起的偏斜运行角, 然而对导向轮, 其间隙至少为5毫米, 对轮缘, 其间隙至少为10毫米,

α_v = 磨损引起的偏斜运行角, 对于导向轮至少为轨道顶宽的3%, 对于轮缘, 至少是轨道顶宽的10%

α_0 = 起重机与起重机轨道的公差所引起的偏斜运行角1%

其余偏斜运行角值应作规定。

为了计算力 S , $X_{1i}, Y_{1i}, X_{2i}, Y_{2i}$, 以及滑动极点位置 h , 可按表1—4和表1—5, 根据图1—5的起重机尺寸确定因数 λ , $\lambda_{1ix}, \lambda_{1iy}$ 和 $\lambda_{2ix}, \lambda_{2iy}$, 自重载荷、起升载荷

表1—3 摩擦系数 f 和偏斜运行角的关系 α

$\alpha\%$	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.5	15.0	>15.0
f	0.094	0.118	0.139	0.158	0.175	0.190	0.203	0.214	0.233	0.248	0.259	0.268	0.275	0.287	0.293	0.300

表1—4 滑动极点的位置 h 和计算结构联系力 S 的因子 λ

系 统	h	λ
FF	$\frac{m \cdot \xi \cdot \xi' \cdot l^2 + \Sigma e_i^2}{\Sigma e_i}$	$1 - \frac{\Sigma e_i}{n \cdot h}$
FL	$\frac{m \cdot \xi \cdot l^2 + \Sigma e_i^2}{\Sigma e_i}$	$\xi' \left(1 - \frac{\Sigma e_i}{n \cdot h} \right)$

表1—5 计算摩擦联系的力 X_{1i}, Y_{1i} 和 X_{2i}, Y_{2i} 的因子 $\lambda_{1ix}, \lambda_{1iy}$ 和 $\lambda_{2ix}, \lambda_{2iy}$

系 统	λ_{1ix}	λ_{1iy}	λ_{2ix}	λ_{2iy}
WFF	$\frac{\xi \cdot \xi'}{n} \cdot \frac{l}{h}$	$\frac{\xi'}{n} \left(1 - \frac{e_i}{h} \right)$	$\frac{\xi \cdot \xi'}{n} \cdot \frac{l}{h}$	$\frac{\xi}{n} \left(1 - \frac{e_i}{h} \right)$
EFF	0	$\frac{\xi'}{n} \left(1 - \frac{e_i}{h} \right)$	0	$\frac{\xi}{n} \left(1 - \frac{e_i}{h} \right)$
WFL	$\frac{\xi \cdot \xi'}{n} \cdot \frac{l}{h}$	$\frac{\xi'}{n} \left(1 - \frac{e_i}{h} \right)$	$\frac{\xi \cdot \xi'}{n} \cdot \frac{l}{h}$	0
EFL	0	$\frac{\xi'}{n} \left(1 - \frac{e_i}{h} \right)$	0	0

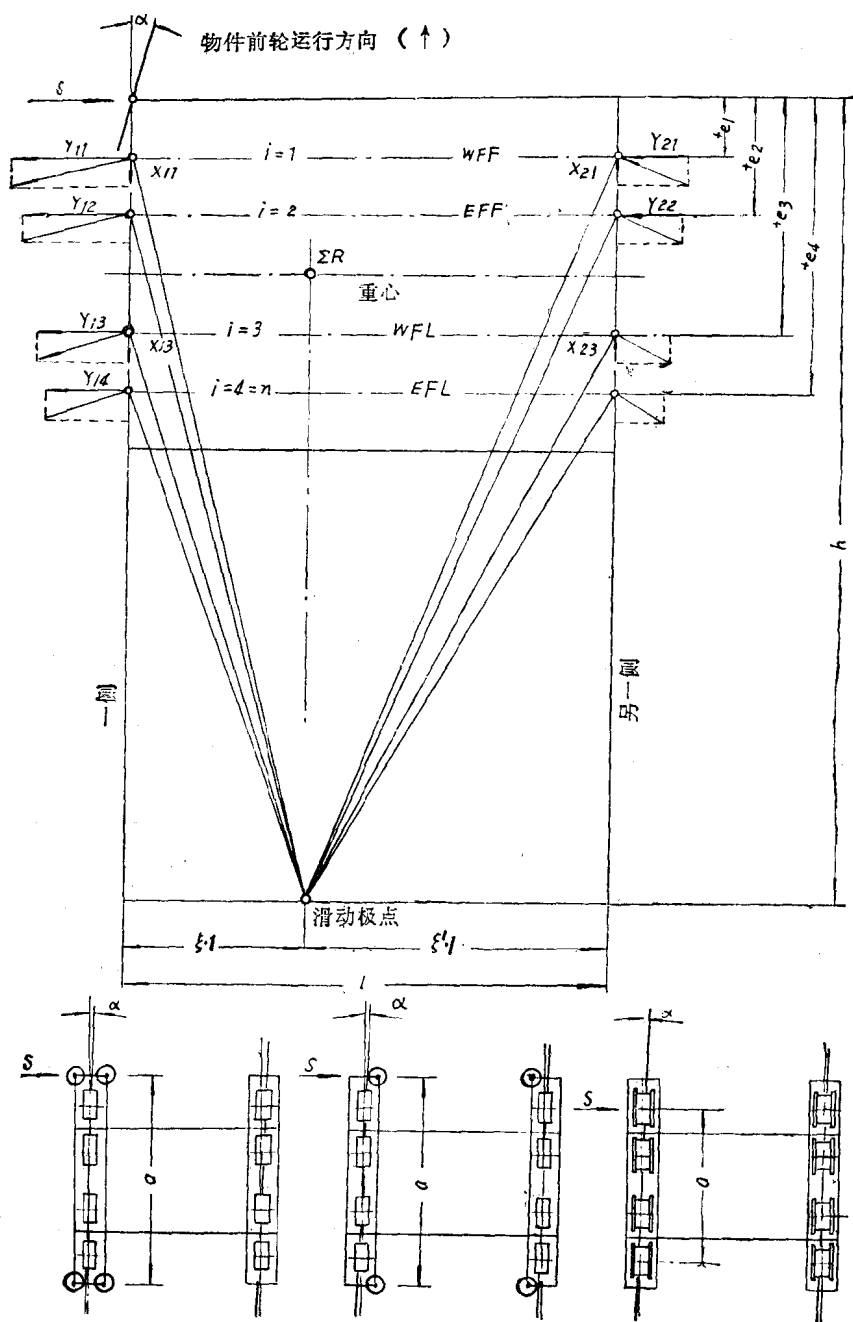


图1-5 起重机偏斜运行的尺寸与作用力，该机有四对不同系统特征的成对走轮

以及行走机构和承载结构的系统产生的总重心位置分别按下列符号：

W = 成对走轮，它是用一个机械轴或电动轴联动的

E = 成对走轮，它是单独支承或单独驱动的

F = 走轮和承载结构的固定轴承, 与侧向移动可能性有关

L = 走轮和承载结构的浮动轴承, 与侧向移动可能性有关;

4.2.3 热效应

热效应仅在特殊情况下才应加以考虑。露天工作的起重机, 当假设的环境温度为 $+10^{\circ}\text{C}$, 可假定温度差为 $\pm 35^{\circ}\text{C}$, 当各部分不均匀受热时, 可假定温度差为 $\pm 15^{\circ}\text{C}$ 。

对于在热车间工作的起重机, 这些值须根据局部条件而定, 例如在铸造车间, 均热炉车间。

在计算中可代入表1-8的线膨胀系数。

4.2.4 雪载荷

雪载荷仅在特殊情况下考虑, 并按DIN 1055 第5部分取定。

4.2.5 走道、扶梯、平台与栏杆上的载荷

对于走道、扶梯与平台, 除自重载荷外, 还要算入一个移动的集中载荷

3000牛顿 (300公斤力) 负重通行,

1500牛顿 (150公斤力) 不负重通行。

在栏杆上作用一个水平向外或向内的移动集中载荷

300牛顿 (30公斤力) 负重通行

150牛顿 (15公斤力) 不负重通行

对于所有按4.1.3节受起升载荷作用的构件, 例如起重机桥架的主梁, 这项集中载荷不予考虑。

4.3 特殊载荷

4.3.1 带有起升载荷导轨的小车的倾翻力

带有起升载荷导轨的小车的倾翻力是由不计4.1.4节系数的倾复条件求得, 当作一个在走台高度或障碍物高度沿小车与起重机运行方向作用的水平载荷 K_i 一样求解。此时必须取小车在最不利的位置。如果不作精确计算, 在不计惯性力, 不考虑到驱动走轮可能的打滑的情况下, K_i 成比例分布在起重机轨道两侧 (见图1-6)。 K_i 的数值应被限制在小车自重载

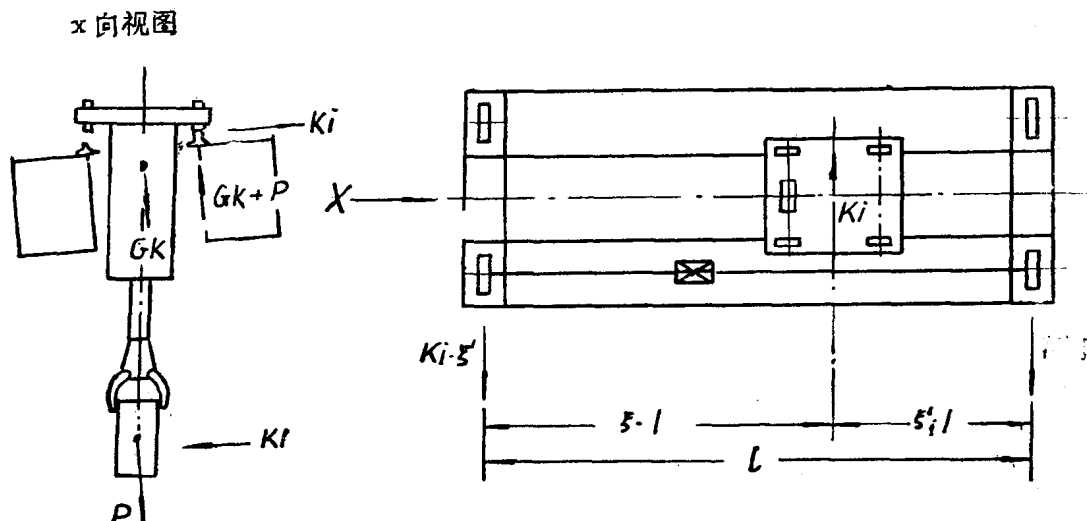


图1-6 带有起升载荷导轨的小车沿起重机行走方向倾翻时作用力分布实例