

QIAOJIALEIQIZHONGJIANZHUANGWEIXIQUANQUANJISHU

桥架类起重机 安装维修安全技术

QIAOJIALEIQIZHONGJIANZHUANGWEIXIQUANQUANJISHU

郭云山 惠自洪 张洪学 汪 洋 主编

 河南科学技术出版社

QIAOJIALEIQIZHONGJIANZHUANGWEXILIANQUANJISHU

QIAO

QIAOJIALEIQIZHONGJIANZHUANGWEXILIANQUANJISHU

责任编辑 冯 英
责任校对 柯 姣
封面设计 张松正
责任印制 张艳芳

分类建议：工业 / 安装维修

ISBN 978-7-5349-4226-6



9 787534 942266 >

定价：39.80 元

桥架类起重机 安装维修安全技术

郭云山 惠自洪 主编
张洪学 汪 洋

河南科学技术出版社

·郑州·

图书在版编目 (CIP) 数据

桥架类起重机安装维修安全技术/郭云山主编. —郑州:
河南科学技术出版社, 2009. 10

ISBN 978 - 7 - 5349 - 4226 - 6

I. 桥… II. 郭… III. ①桥架起重机—设备安装②桥架
起重机—维修 IV. TH215

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 158921 号

出版发行: 河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮编: 450002

电话: (0371) 65737028

网址: www.hnstp.cn

责任编辑: 冯 英

责任校对: 柯 姣

封面设计: 张松正

责任印制: 张艳芳

印 刷: 辉县市文教印务有限公司

经 销: 全国新华书店

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 20.5 字数: 470 千字

版 次: 2009 年 10 月第 1 版 2009 年 10 月第 1 次印刷

定 价: 39.80 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系。

《桥架类起重机安装维修安全技术》
编写人员

主编：郭云山 惠自洪 张洪学 汪 洋
编委：（名次不分先后，按姓氏笔画顺序排列）
刁立军 马跃动 王心君 王 萍
尹献德 付红艳 史广慧 刘 伟
刘爱国 朱广慧 朱玉英 曲在辉
成小舟 陈剑锋 何园园 汪 洋
吴 瑜 苏晓峰 张华军 张红梅
张国臣 张洪学 张 涛 张 强
范卫力 范 豫 周世军 郭云山
赵霄雯 桑新华 徐 腾 惠自洪
董天东 翟红彦 霍建霖
主审：金进良 赵素梅

前 言

根据《特种设备作业人员监督管理办法》、《特种设备作业人员考核规则》以及《起重机械安全管理人员和作业人员考核大纲》的要求，河南省特种设备安全检测研究院组织编写了《桥架类起重机安装维修安全技术》一书，介绍了通用桥式起重机和门式起重机等的安装、改造与维修作业安全技术。适用于起重机械安装、改造与维修作业人员的资质培训与安全教育，亦可作为从事起重机械设计、制造、检验以及使用管理等专业人员的参考资料。

本书从基础知识到专业知识，在突出安全的前提下，由浅入深，通俗易懂，具有较强的系统性和实用性，实际技能操作部分针对性较强，适合初学者和具有一定工作经历的专业人员学习参考。

本书由郭云山、惠自洪、张洪学、汪洋主编，由金进良、赵素梅主审。

在编写过程中，河南省质量技术监督局特设处范新闻处长、杨建国副处长给予大力支持和帮助，对本书的编写工作作了具体的指导和审核。河南省特种设备安全检测研究院、河南电力技师学院以及郑州纺织机械股份有限公司、中国水电第十一工程局、安钢集团、卫华集团等起重机械制造和安装维修单位对本书的编写提供了生产和安装维修过程中的实际经验，对编写工作提出不少宝贵意见，在此一并致谢。书后列出了编写过程中参考引用的文献，在此向各位作者致以衷心感谢。

限于编者水平，书中可能存在疏漏错讹之处，敬请读者批评指正。

编 者

2009 年 6 月

目 录

第一章 起重机械基础知识	(1)
第一节 力学知识	(1)
一、力的基本概念	(1)
二、力的基本性质	(2)
三、力矩与力偶	(4)
四、物体受力分析	(6)
五、力的平衡	(6)
六、摩擦力	(12)
七、物体的重力与重心	(14)
八、杠杆	(16)
第二节 材料知识	(17)
一、钢材基本知识	(17)
二、材料力学的概念	(17)
三、材料变形的基本形式与强度条件	(19)
第三节 电工学知识	(26)
一、电路的基本知识	(26)
二、直流电路	(28)
三、交流电路	(29)
第四节 液压知识	(36)
一、液压传动原理	(36)
二、液压传动系统	(38)
三、液压传动的基本回路	(39)
第五节 起重机械概述	(41)
一、起重机械的发展动态	(41)
二、起重设备的分类	(46)
三、起重机基本参数	(48)
第二章 起重机安装与维修用具	(55)
第一节 常用电工工具及测量仪表	(55)

一、常用电工工具	(55)
二、常用测量仪表	(60)
第二节 安装维修工具及测量仪器	(66)
一、常用安装维修工具	(67)
二、量具	(72)
三、水准仪	(80)
四、经纬仪	(83)
第三节 常用起重工具	(89)
一、千斤顶	(89)
二、手拉葫芦	(91)
三、电动卷扬机	(92)
四、起重滑车	(94)
五、起重桅杆	(95)
第三章 桥架类起重机通用部件的调整与修复技术	(100)
第一节 起重吊具	(100)
一、吊钩	(100)
二、抓斗	(101)
三、电磁吸盘	(103)
四、起重夹钳	(103)
五、吊梁	(105)
第二节 滑轮与滑轮组	(106)
一、滑轮的种类与作用	(106)
二、滑轮组	(106)
三、滑轮的安全技术要求	(108)
第三节 钢丝绳	(109)
一、钢丝绳的分类	(109)
二、钢丝绳的工作状态分析及选用	(111)
三、钢丝绳的受力计算	(112)
四、钢丝绳的安装与维护	(112)
五、钢丝绳连接的安全要求及报废标准	(113)
第四节 卷筒组	(117)
一、卷筒的型式	(117)
二、钢丝绳在卷筒上的固定	(117)
三、卷筒的安全检查	(117)
四、卷筒的报废	(118)
第五节 减速器与联轴器	(118)
一、减速器	(118)
二、联轴器	(122)

第六节 制动装置	(124)
一、制动器的类型	(125)
二、制动器的调整	(127)
三、制动器的安全检查	(130)
四、制动器的报废	(131)
第七节 车轮与轨道	(131)
一、车轮	(131)
二、轨道	(132)
第四章 桥架类起重机安全保护装置	(134)
第一节 超载限制器	(134)
一、机械式超载限制器	(134)
二、电子式超载限制器	(135)
三、压磁式超载限制器	(137)
四、液压超载限制器	(138)
第二节 位置限制器	(138)
一、限位器	(138)
二、缓冲装置	(140)
第三节 防风夹轨装置	(141)
一、夹轨器	(141)
二、锚定装置	(142)
三、防风铁鞋	(142)
第四节 防碰撞装置	(143)
一、超声波式防碰撞装置	(144)
二、电磁波式防碰撞装置	(145)
第五节 防偏斜装置	(145)
一、钢丝绳-齿条式防偏斜装置	(145)
二、凸轮式防偏斜装置	(146)
三、电动式防偏斜装置	(147)
第七节 电气类安全保护装置	(147)
第八节 其他安全保护装置	(149)
第五章 桥架类起重机的基本构造	(150)
第一节 金属结构	(150)
一、桥式起重机的金属结构	(150)
二、门式起重机的金属结构	(155)
三、起重机金属结构的检查与维护	(157)
四、起重机金属结构主要构件的报废标准	(157)
第二节 机械传动	(157)
一、起升机构的组成	(157)

二、大车运行机构的组成	(159)
三、小车运行机构的组成	(162)
第六章 桥架类起重机的维修技术	(164)
第一节 机械传动部分的修理	(164)
一、机械零部件的失效形式	(164)
二、机械零部件的修理	(165)
第二节 起升机构零部件的修理	(165)
一、主要机械零部件的修理	(166)
二、零部件的拆卸与装配	(173)
第三节 运行机构常见故障的修理	(176)
一、大车运行机构常见故障的修理	(176)
二、小车运行机构常见故障的修理	(182)
第四节 桥架的变形和修复	(185)
一、桥架变形的分析	(185)
二、桥架变形的修复	(187)
第五节 起重机的维护保养	(194)
一、起重机维护保养的原则	(194)
二、起重机维护保养的目的和作用	(195)
三、起重机维护保养的分类管理	(195)
第七章 桥架类起重机电气部分安装与维修技术	(200)
第一节 起重机的供电装置	(200)
一、供电电源	(200)
二、大车导电器	(201)
三、小车导电装置	(201)
四、电源引入装置的报废	(203)
五、起重机供电线路的安全技术要求	(203)
第二节 起重电动机的安装与维修	(204)
一、起重电动机概述	(204)
二、起重电动机的安装和使用	(208)
三、起重电动机的维护和保养	(210)
四、起重电动机的常见故障与处理办法	(211)
五、起重电动机的修理与试验	(214)
第三节 起重机操作电器的安装与维修	(230)
一、交流接触器	(231)
二、凸轮控制器	(234)
三、主令控制器和磁力控制屏	(237)
四、电阻器和频敏变阻器	(240)
五、继电器	(243)

六、熔断器	(248)
第四节 起重机电气线路及故障诊断	(250)
一、起重机电气线路图常用符号	(250)
二、主回路	(251)
三、控制回路	(254)
四、照明信号回路	(255)
五、桥式起重机的电气原理图	(256)
六、桥式起重机电气故障诊断	(257)
七、起重机电气线路典型故障分析	(262)
第八章 桥架类起重机的安装与检验	(264)
第一节 起重机安装前的技术准备	(264)
一、起重机安装的重要性及特点	(264)
二、起重机安装前的准备工作	(265)
三、起重机安装的基本方法	(265)
四、起重机安装时的安全注意事项	(266)
第二节 桥式起重机结构部分的安装	(266)
一、桥式起重机的安装技术要求	(266)
二、桥式起重机的检测检验	(268)
第三节 门式起重机结构的安装与检验	(273)
一、门式起重机的安装技术要求	(273)
二、门式起重机的安装	(275)
三、门式起重机的检验检测	(278)
第四节 起重机机构的安装	(281)
一、起重机械的装配要求	(281)
二、起升机构的安装	(282)
三、大小车运行机构的安装	(286)
第五节 起重机轨道的安装	(290)
一、起重机轨道梁的检查与放线	(290)
二、起重机轨道的安装	(291)
三、轨道末端安全装置的安装	(293)
第六节 起重机安装后的交工验收	(294)
一、起重机的试运转	(294)
二、抓斗试验	(296)
三、整机稳定性试验	(296)
四、工程验收	(296)
第九章 起重机安装与维修安全知识	(298)
第一节 用电安全与触电急救	(298)
一、电流对人体的伤害	(298)

二、安全电流与安全电压	(299)
三、保护接地与保护接零	(299)
四、起重机电气安全技术要求	(301)
五、防止触电的措施	(302)
六、触电急救	(303)
第二节 机械伤害与现场急救	(306)
一、机械伤害及产生原因	(306)
二、机械伤害事故的处理	(306)
三、机械伤害事故的预防	(307)
四、机械伤害的现场急救	(307)
第三节 高处作业安全知识	(309)
一、高处作业的等级划分	(309)
二、高处作业安全操作规程	(309)
第四节 消防安全知识	(310)
一、发生火灾的原因	(310)
二、电气火灾的扑救	(311)
三、火灾的防止	(311)
第五节 劳动防护用品的使用	(312)
一、劳动防护用品的使用规定	(312)
二、常用劳动防护用品	(313)
三、常用劳动防护用品的检验方法	(315)
第六节 起重机危险部位与标志	(315)
一、起重机危险部位的标志种类	(315)
二、标志要求	(316)
三、危险部位与标志方法	(316)
四、标志的管理	(317)
主要参考文献	(318)

第一章 起重机械基础知识

第一节 力学知识

一、力的基本概念

力是物体间的一种相互作用，这种作用使物体的运动状态或形状发生改变。力使物体运动状态发生改变的效应称为力的外效应，使物体形状发生改变的效应则称为力的内效应。

力对物体的作用效果取决于力的大小、方向和作用点三个因素，并且其中任一因素改变，力对物体的作用效果也将改变，这三个因素称为力的三要素。

(1) 力的大小是指物体间相互作用的强弱程度。力大则物体的作用效果也大，力小则作用效果也小。度量力大小的单位，在法定计量单位中为 N（牛）或 kN（千牛）。在旧工程单位制中为 kgf（公斤力）或 tf（吨力）。N（牛）和 kgf（公斤力）的换算关系为：

$$1 \text{ kgf} = 9.807 \text{ N} \text{ 或 } 1 \text{ N} = 0.102 \text{ kgf}$$

(2) 力的方向通常包括力的方位和力的指向两个含义。例如：重力的方向是“铅垂朝下”，“铅垂”是力作用线的方向，“朝下”是力的指向。

(3) 力的作用点是指力在物体上的作用位置。它实际上不是一个点而是一块面积，不过当作用面积很小时就可以近似地看作一个点，这个点称为力的作用点。

通常力在图上用一带箭头的有向线段来表示，如图 1-1-1 所示。线段的长度 OA 按一定的比例尺（图中单位长度代表 20 N）表示力的大小（图中力的大小为 100 N）；线段的方位（图中与水平线之间的夹角 α ）和箭头的指向表示力的方向；线段的起点或终点表示力的作用点（图中为 O 点）；通过力的作用点沿力的方向所画的直线（图中 OK ）称为力的作用线。

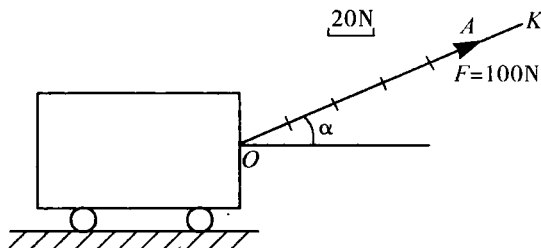


图 1-1-1 力的图示法

二、力的基本性质

(一) 力的合成

作用在物体上的一个力系，如果它对物体的作用能用另一个力系来代替而不改变作用效应，则彼此称为等效力系。若一个力与一个力系等效，则此力称为该力系的合力，而力系中的各个力就称为这个合力的分力。例如图 1-1-2 中重为 G 的重物，用两根绳子悬挂和用一根绳子悬挂都能使重物处于平衡状态，这说明一个力 F_R 的单独作用跟两个力 F_1 和 F_2 的共同作用有着相同的效果，图中力 F_R 就是 F_1 、 F_2 的合力， F_1 和 F_2 就是 F_R 的分力。由分力求解合力的过程称为力的合成，而由合力求解分力的过程则称为力的分解。

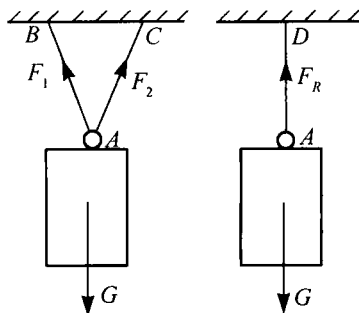


图 1-1-2 分力与合力

在起重作业中，经常遇到同一平面内两个相交力的合成问题。如图 1-1-3 (a) 所示，有一固定吊环，受具有一定夹角的甲、乙两根绳索拉力的作用。当甲绳的拉力为 20 kN，乙绳的拉力为 30 kN，加在吊环 A 点上两个力的合成可以按下述力的平行四边形法则或力的三角形法则进行。

1. 力的平行四边形法则

作用在物体上同一点的两个力的合力也作用在该点，其大小和方向由这两个力为邻边所构成的平行四边形的对角线来表示。具体方法是：

(1) 在 A 点沿力的作用方向将甲、乙两个力按比例画出。AB 为 20 kN，AC 为 30 kN。

(2) 分别作 AB、AC 的平行线，并相交于 D 点，再连接 A、D 两点，AD 即为两个力的合力。

(3) 测得合力 AD 为 42 kN。合力丙的大小和方向恰好是以甲、乙这两个力为邻边作出的平行四边形的对角线。作用线的位置可用量角器直接量出角度。如图 1-1-3 (b) 所示。

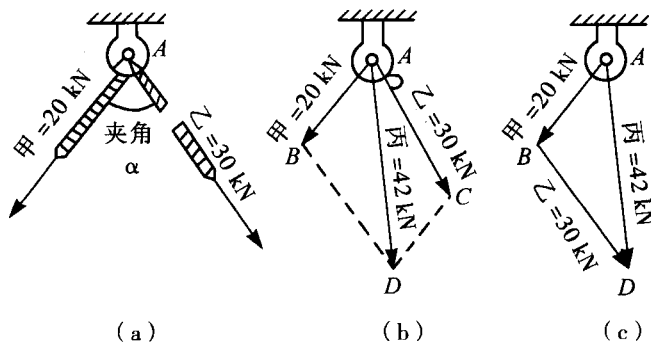


图 1-1-3 力的平行四边形法则和力的三角形法则

若已知 F_1 与 F_2 的夹角 α 时, 合力 F_R 的大小也可按余弦定理计算:

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha} \quad (1-1-1)$$

2. 力的三角形法则

在应用力的平行四边形法则求合力 F_R 时, 不一定要画出整个平行四边形, 只要画出平行四边形的一半, 就可以得到合力 F_R 。如图 1-1-3 (c) 所示, 先从 A 点作出甲, 再从甲终点 B 作出乙, 连接甲的起点 A 与乙的终点 D , 即得合力丙的大小与方向。合力的作用点仍是原两力的共同作用点 A 。三角形 ABD 称为力的三角形, 这种求合力的方法称为力的三角形法则。

(二) 力的分解

应用力的平行四边形法则可将作用于同一点的两个力合成为一合力; 反之, 亦可用力的平行四边形法则将一个已知力分解为两个分力。但是一个已知力分解为两个分力, 如果不加限制的话, 通常有无数对分力。因为由已知的力为对角线, 可作出无穷多个不同的平行四边形, 如图 1-1-4 (a) 所示。因此, 必须给以附加条件。工程上常将一个已知力 F 沿直角坐标轴 x 、 y 分解为两个相互垂直的分力 F_x 、 F_y , 如图 1-1-4 (b) 所示。分力 F_x 、 F_y 的大小可用三角公式求得, 即

$$\left. \begin{aligned} F_x &= F\cos\alpha \\ F_y &= F\sin\alpha \end{aligned} \right\} \quad (1-1-2)$$

式中 α ——力 F 、 F_x 之间的夹角。

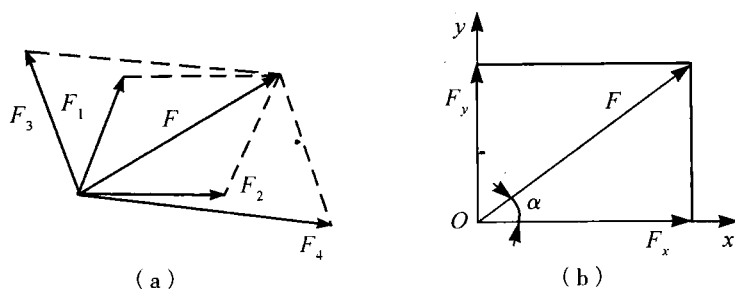


图 1-1-4 力的分解和力的垂直分解

(三) 二力平衡条件

作用于同一物体上的两个力使物体处于平衡时, 则两力必须是大小相等、方向相反、且作用在同一直线上, 如图 1-1-5 所示 ($F_1 = F_2$), 这称为二力平衡的条件。工程上将只受两个力作用而平衡的物体称为二力构件。起重机上的很多构件都是二力构件。

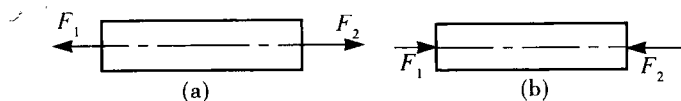


图 1-1-5 二力平衡的条件

(四) 作用力与反作用力

起重机起吊重物时，对重物施加了一个向上的力，使重物上升，这个力是起重机对重物施加的作用力；但同时重物也对起重机施加了一个向下的力，这就是反作用力。作用力与反作用力是一对大小相等、方向相反、作用在同一条直线上，但作用在两个物体上的一对力。有作用力就必然有反作用力，二者同时存在。

应当注意：作用力与反作用力关系中的两个力和二力平衡条件中的两个力是有区别的。前者是二力作用在不同的物体上，不能互相抵消，是一对作用力和反作用力；而后者是二力作用在同一物体上，是一对平衡力。

(五) 力的可传性

力的可传性是指作用在物体上的力，可以沿其作用线移到物体上任意一点，而不改变力对物体的作用效果。

三、力矩与力偶

(一) 力矩

作用于物体上的力，不仅能使物体移动，还能使物体转动。如图 1-1-6 (a) 所示的用扳手拧紧螺母就是力使物体产生转动效应的实例。螺母绕 O 点转动的效果，不仅与力 F 的大小成正比，而且与转动中心 O 点到力 F 作用线的垂直距离 h 也成正比。另外，当力 F 的大小和作用线不变，而指向相反时，扳手则使螺母向相反的方向转动，如图 1-1-6 (b) 所示。

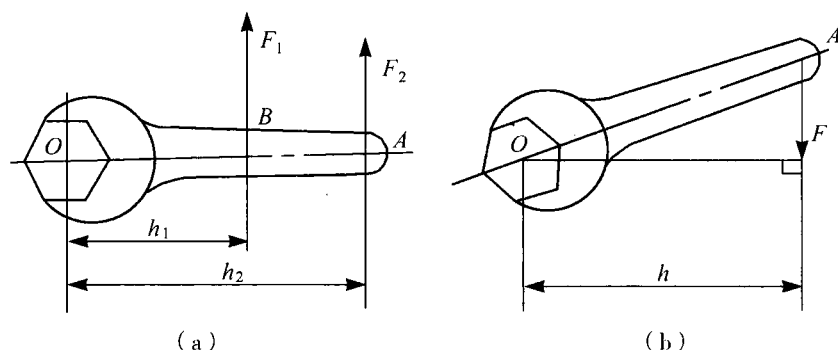


图 1-1-6 力矩

在力学上，把转动中心 O 称为矩心，矩心到力作用线垂直距离 h 称为力臂，力 F 与力臂 h 的乘积加上正负号作为力 F 使物体绕 O 点转动效果的度量，称为力 F 对 O 点之矩，简称力矩，用符号 $M_{O(F)}$ 表示，即

$$M_{O(F)} = \pm Fh \quad (1-1-3)$$

式中的正、负号表示力使物体绕矩心的转动方向，规定为：力使物体作逆时针方向转动的力矩为正，力使物体作顺时针方转动的力矩为负。力矩的单位由力的单位和力臂的单位来决定，在法定计量单位制中为 $\text{N} \cdot \text{m}$ （牛米）或 $\text{kN} \cdot \text{m}$ （千牛米）。在旧工程单位制中为 $\text{kgf} \cdot \text{m}$ （公斤力米）或 $\text{tf} \cdot \text{m}$ （吨力米）。

由力矩的定义可知：当力的大小为零或力臂为零（力的作用线通过矩心）时，力矩为零；当力沿其作用线移动时（力的大小、方向和力臂均未改变），力矩不变。另外，在确定力臂 h 时，应从矩心向力作用线引垂线求垂直距离，如图 1-1-6 (b) 所示。

（二）合力矩定理

根据合力对物体的作用效果等于力系中各分力对物体作用效果的总和，以及力对物体的转动效果是由力矩来度量的规律可知，合力对某矩心的力矩一定等于各分力对该矩心力矩的代数和。合力 F 对 O 点之矩等于两分力 F_1 、 F_2 对同一点 O 之矩的代数和，这一关系称为合力矩定理，用公式表示为

$$M_{O(F)} = M_{O(F_1)} + M_{O(F_2)} \quad (1-1-4)$$

上式也可推广到具有 n 个分力的平面汇交力系（各力的作用线在同一平面内且汇交于一点的力系）为情况，若力 F_R 是平面汇交力系 F_1 、 F_2 、 $\dots$ 、 F_n 的合力，则合力对任何一点 O 之矩，等于其分力对同一点之力矩的代数和，用公式表示为

$$M_{O(F_R)} = M_{O(F_1)} + M_{O(F_2)} + \dots + M_{O(F_n)} \quad (1-1-5)$$

【例 1-1-1】图 1-1-7 为一液压驱动的起重机吊臂示意图。试求油缸推力 F 对铰链支座 O 点的力矩。

【解】从图 1-1-7 中可以看出，本例直接计算力矩比较困难，因为力臂的计算较麻烦。为此将力 F 分解为相互垂直的两个分力 F_1 、 F_2 ，其中：

$$F_1 = F \sin \alpha \quad M_{O(F_1)} = -F_1 b = -F \sin \alpha b$$

$$F_2 = F \cos \alpha \quad M_{O(F_2)} = -F_2 a = -F \cos \alpha a$$

则力 F 对支座 O 点之矩为

$$\begin{aligned} M_{O(F)} &= M_{O(F_1)} + M_{O(F_2)} \\ &= -F \sin \alpha b + F \cos \alpha a \\ &= F(a \cos \alpha - b \sin \alpha) \end{aligned}$$

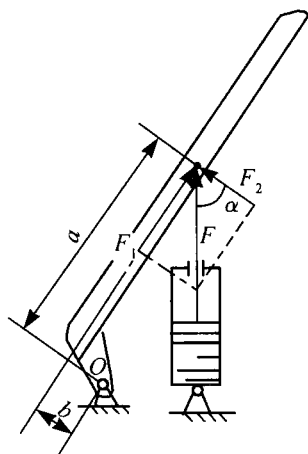


图 1-1-7 起重机吊臂示意图

（三）力偶与力偶矩

在生活和生产实践中，经常会遇到物体受两个大小相等、方向相反、不共线的平行力作用，而使物体转动的情况。例如：用双手转动方向盘，用丝锥攻螺纹，起重作业中推绞磨（图 1-1-8）等。大小相等、方向相反、作用线不在同一直线上的两个平行力，称为力偶。力偶中两力之间的垂直距离 d 称为力偶臂，两个力所在的平面称为力偶作用面，力偶用符号 (F, F') 表示。

力偶对物体的转动效果不仅与力偶中力 F 的大小成正比，同时还与力偶臂 d 的长短成正比。因此，可用力偶中力的大小 F 与力偶臂 d 的乘积 Fd 来度量力偶对物体的转动效果，这个乘积称为力偶矩，用符号 M 表示，则

$$M = \pm Fd \quad (1-1-6)$$

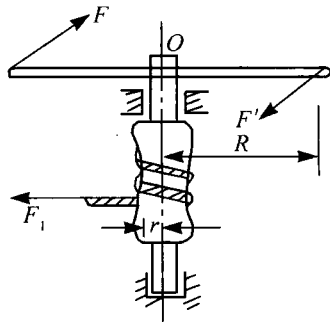


图 1-1-8 力偶作用于绞磨示意图