

职业技能鉴定培训读本

高级工

起重工

吉化集团公司 组织编写

华 晔 主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

- ★ 以《国家职业标准》和《职业技能鉴定规范》为依据
- ★ 配合国家高技能人才培养工程
- ★ 强调实践，突出技能，注重能力培养
- ★ 反映新知识、新技术、新工艺、新方法

职业技能鉴定培训读本（高级工）

工具钳工
 检修钳工
 装配钳工
 管工
 铆工
 电焊工
 气焊工
 维修电工
 仪表维修工
 电机修理工
 汽车维修工
 汽车维修电工
 汽车维修材料工
 摩托车维修工

车工
 铣工
 刨插工
 磨工
 镗工
 铸造工
 锻造工
 钣金工
 加工中心操作工
 热处理工
 制冷工
 气体深冷分离工
 防腐蚀工
 ★ 起重工
 锅炉工

ISBN 7-5025-6998-7



9 787502 569983 >

ISBN 7-5025-6998-7 定价：33.00元

销售分类建议：机械 / 职业培训

职业技能鉴定培训读本（高级工）

起重工

吉化集团公司 组织编写

华 晔 主编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

起重工/华晔主编. —北京: 化学工业出版社, 2005. 5
职业技能鉴定培训读本(高级工)
ISBN 7-5025-6998-7

I. 起… II. 华… III. 起重机械-操作-职业技能鉴定-教材 IV. TH21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 038334 号

职业技能鉴定培训读本 (高级工)

起 重 工

吉化集团公司 组织编写

华 晔 主编

责任编辑: 周国庆 刘 哲 刘丽宏

责任校对: 顾淑云 李 军

封面设计: 于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 15 字数 405 千字

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6998-7

定 价: 33.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

在科技突飞猛进、知识日新月异的今天，国际经济和科技的竞争越来越围绕人才和知识的竞争展开。工程技术是科学技术和实际应用之间的桥梁。随着社会和科学技术的发展，工程技术的范围不断扩大，手段日益丰富更新，但其强烈的实践性始终未变。在工程技术人才中，具有丰富实际经验的技术工人是不可或缺的重要组成部分。近年来技术工人队伍的严重缺乏，已引起广泛重视。为此，教育部启动了“实施制造业和服务业技能型紧缺人才培养工程”。从2002年下半年起，国家劳动和社会保障部实施“国家高技能人才培养工程”，并建立了“国家高技能人才（机电项目）培养基地”。这是落实党中央、国务院提出“科教兴国”战略方针的重要举措，也是我国人力资源开发的一项战略措施。这对于全面提高劳动者素质，培育和发展劳动力市场，促进培育与就业结合，推行现代企业制度，深化国有企业改革，促进经济发展都具有重要意义。

《劳动法》第八章第六十九条规定：“国家规定职业分类，对规定的职业制定职业技能标准，实行职业资格证书制度，由经过政府批准的考核鉴定机构负责对劳动者实施职业技能考核鉴定”。《职业教育法》第一章第八条明确指出：“实施职业教育应当根据实际需要，同国家制定的职业分类和职业登记标准相适应，实行学历文凭、培训证书和职业资格证书制度”。职业资格证书是表明劳动者具有从事某一职业（或复合性职业）所必备的学识和技能的证明，它是劳动者求职、任职、开业的资格凭证，是用人单位招聘、录用劳动者的主要依据，也是境外从业与就业、对外劳务合作人员办理技能水平公证的有效证件。

根据这一形势，化学工业出版社组织吉化集团公司、河北科技大学、天津大学、天津军事交通学院等单位有关人员，根据 2000 年 3 月 2 日国家劳动和社会保障部部长令（第 6 号）发布的就业准入的相关职业（工种），组织编写了《职业技能鉴定培训读本（高级工）》（以下简称《读本》），包括《工具钳工》、《检修钳工》、《装配钳工》、《管工》、《铆工》、《电焊工》、《气焊工》、《维修电工》、《仪表维修工》、《电机修理工》、《汽车维修工》、《汽车维修电工》、《汽车维修材料工》、《摩托车维修工》、《车工》、《铣工》、《刨插工》、《磨工》、《镗工》、《铸造工》、《锻造工》、《钣金工》、《加工中心操作工》、《热处理工》、《制冷工》、《气体深冷分离工》、《防腐蚀工》、《起重工》、《锅炉工》等 29 种，以满足高级工培训市场的需要。本套《读本》的编写人员为生产一线的工程技术人员、高级技工，以及长期指导生产实习的专家等，具有丰富的实践和培训经验。

这套《读本》是针对高级技术工人和操作工而编写的，以《国家职业标准》和《职业技能鉴定规范》为依据，在内容上以中级作为起点，但重点为高级，注重实践性、启发性、科学性，做到基本概念清晰，重点突出，简明扼要，对基本理论部分以必须和够用为原则，突出技能、技巧，注重能力的培养。并从当前高级技工队伍素质的实际出发，努力做到理论与实际相结合，深入浅出，通俗易懂；面向生产实际，强调实践，书中大量实例来自生产实际和教学实践；在强调应用、注重实际操作技能的同时，反映新知识、新技术、新工艺、新方法的应用和发展。

本书为《起重工》分册。

起重工是国家安全生产管理部门规定的特殊工种，必须经过相关部门的考核持证上岗。随着中国经济的快速发展，各行业建设市场不断扩大，设备装置大型化发展趋势不断挑战吊装能力的极限；国内外工程公司、设备租赁公司加快进入吊装市场，使得吊装市场的竞争日趋激烈。比如目前在建的广东惠州 80 万吨/年乙烯工程，丙烯精馏塔重量超过了 1000t，整体到货，吊装的机械设备 2000t

吊车由国外吊装公司提供。国内的其他一些项目，大中型设备吊装也由原来的总承包单位施工发展到了由吊装分包商完成。

但是，这些国内外的大型设备吊装公司除了拥有先进的机械设备以外，一般不具备现场施工的能力。因此，作为设备安装的起重工及起重吊装管理人员必须掌握起重吊装方面的基本知识，来满足或者适应现代化吊装的需要。

同时，目前国内起重吊装技术管理越来越规范化。各种起重吊装专业的规范、标准相继出版或更新，并在技术管理方面提出了更高的要求，更加明确和突出了安全管理和责任。比如，在HG20201—2000《工程建设安装工程起重施工规范》中，规定了大型设备吊装前，应签署吊装命令书等。在起重吊装机械设备以及机索具生产方面也提出了相应的生产制造标准，在起重吊装安全技术方面制定了更加细致的规范。

目前，起重吊装技术管理正在向计算机时代发展。许多起重吊装运输公司在编制吊装方案时，运用了计算机模拟技术确定吊装工艺流程。此外，在工业项目建设中，随着装置规模的不断扩大以及吊装机械现代化程度的不断提高，重型设备更加具有高、大、精、尖的特点，使得重型设备吊装技术难度更大，安全要求更高，所耗用资源巨大。起重吊装专业不再是简单的操作，而是技术要求更高的机械化作业。

总之，起重吊装专业发展迅速，这就要求起重工以及从事起重吊装专业的管理人员广泛掌握各种起重吊装技术，合理利用资源、合理组织起重吊装的施工。本书正是基于目前起重吊装的发展状况以及今后起重吊装的发展趋势和起重吊装的特点而编制的。

本书依据《国家职业标准》的要求，系统介绍了起重工应知应会的理论知识和相关技能。书中采用最新的国家标准，介绍了绳索、起重吊装机索具、定型起重机、水平运输、锚固装置的设计、桅杆吊装等基本知识，提供了大量性能数据表；重点详尽阐述了起重吊装作业程序、工艺方法选择、受力计算、资源利用、方案编制与实施等内容，列举了大量工作实例；同时还介绍了吊装带、尼龙

绳、液压吊装技术等的应用情况。注重理论联系实际，具有很强的指导性和可操作性。

本书可作为高级起重工的培训教材，也可供企业技术工人提高专业知识和工作技能参考。

本书由华晔主编，崔吉龙编写了第9章，王智永编写了第11章，高亚坤编写了第1章，熊学松补充了第1章的结构力学基本常识。全书由刘长山、李瑞山、刘勃安等审核。

由于编者水平有限，编写时间仓促，书中难免有缺点、错误，敬请读者指正。

编 者

2005 年 4 月

内 容 提 要

本书为《职业技能鉴定培训读本（高级工）》之一。本书以《国家职业标准》和《职业技能鉴定规范》为依据，系统介绍了起重工应知应会的理论知识和相关技能。书中采用最新的国家标准，介绍了绳索、起重吊装机具、定型起重机、水平运输、锚固装置的设计、桅杆吊装等基本知识，提供了大量性能数据表；重点详尽阐述了起重吊装作业程序、工艺方法选择、受力计算、资源利用、方案编制与实施等内容，列举了大量工作实例；同时还介绍了吊装带、尼龙绳、液压吊装技术等的应用情况；注重理论联系实际，具有很强的指导性和可操作性。

本书在选材上力求有代表性，以达到融会贯通、举一反三的目的。

本书可作为高级起重工的培训教材，也可供企业技术工人提高专业知识和工作技能参考，对专业学校的师生也有较高的阅读价值。

目 录

第 1 章 起重作业的基础知识	1
1.1 工程力学基本知识	1
1.2 杠杆和斜面	16
1.3 材料力学的基本概念	19
1.4 材料的应力计算和强度条件	21
1.5 结构力学基本常识	31
第 2 章 绳索	37
2.1 麻绳	37
2.2 钢丝绳	42
2.3 吊装带	71
2.4 焊接链	74
2.5 尼龙(锦纶)绳	77
第 3 章 起重吊装机具	79
3.1 滑轮	79
3.2 滑车	90
3.3 吊钩	99
3.4 吊环、绳卡扣和松紧螺丝	102
3.5 千斤顶	109
3.6 绞磨与电动卷扬机	114
第 4 章 定型起重吊装机械	120
4.1 桥式起重机	120
4.2 塔式起重机	129
4.3 自行式起重机	137
4.4 门式起重机简介	158
第 5 章 水平运输	162
5.1 运输排子	162

5.2	运输设备的要求与操作注意事项	168
5.3	圆筒设备滚运和原位滑转动	169
5.4	排子拖运的机械动力	172
5.5	排子水平运输实例	173
第6章	常用锚固装置的结构形式及计算	176
6.1	坑锚的设置	176
6.2	坑锚能力计算	177
6.3	桩木抗弯能力的核算	179
6.4	拉力环的计算	182
6.5	不同结构形式的抗弯截面系数及惯性矩	183
6.6	埋设锚桩的注意事项	190
6.7	其他形式锚桩	192
第7章	桅杆吊装	197
7.1	桅杆的基本结构形式	197
7.2	桅杆吊装索具设立与实际操作	198
7.3	桅杆能力计算与吊装索具受力分析	212
7.4	龙门桅杆	276
7.5	桅杆吊装安全技术要求	280
第8章	起重吊装工艺	282
8.1	吊装方法及选择	282
8.2	吊点选择及捆绑型式	286
8.3	液压提升/顶升技术的应用	313
8.4	利用建筑物吊装	317
第9章	脚手架、安全网	319
9.1	脚手架的分类	319
9.2	扣件式钢管脚手架	319
9.3	安全网	345
第10章	吊装方案的编制与实施	350
10.1	编制设备吊装方案的原则	350
10.2	编制吊装方案的依据	350
10.3	编制吊装方案的主要内容	351
10.4	设备吊装方案的实施	359
第11章	典型吊装案例	361

案例 11-1	机动吊车、天车联合吊装 (装车) R-110 反应器	361
案例 11-2	倾斜单桅杆滑移法吊装长山化肥厂尿素合成塔	363
案例 11-3	直立双桅杆抬吊乙烯 T-2701, T-2801 塔	372
案例 11-4	利用建筑物吊装汽化炉	383
案例 11-5	单机抬吊滑移法吊装加氢反应器 R1101	389
案例 11-6	30 万吨/年合成氨 T0501 与 R0701 塔吊装	398
案例 11-7	一次旋转法放倒两台桅杆	400
案例 11-8	利用 T-403 塔滑移法拆除一台桅杆	406
案例 11-9	前郭炼油厂 R101BC 第一再生器三桅杆递夺吊装	410
附录		416
1	起重吊运指挥信号 (GB 5082—85)	416
2	常用材料密度表及钢材理论质量计算方法	419
3	常用金属材料力学性能	420
4	常用木材力学性能	420
5	型钢断面系数	421
6	常用几何体的面积、体积及重心位置	435
7	截面的几种几何及力学特性	438
8	钢管的几何及力学特性	442
9	H 型钢的规格 (中国标准)	444
10	吉化公司部分吊车外形及其性能	446
主要参考文献		465

第 1 章 起重作业的基础知识

1.1 工程力学基本知识

1.1.1 力的概念

人们在生产劳动中，如举起物体、拉车、操作机床、驾驶起重机扳动操作杆都要用力。我们称这些现象是人对物体发生了力的作用。

物体对物体也能发生力的作用。如用锤打击铁件时，锤对铁件发生了力的作用；起重机吊起重物时，起重机对重物发生了力的作用。铁件在锤击的作用下、重物在起重机的作用下，会产生变形或改变运动状态。

综上所述，可归纳出：力是一个物体对另一个物体的作用；这种作用使物体的运动状态发生改变或者使物体的形状发生变化。

力有大小的不同。为了衡量力的大小，必须确定力的单位。力的单位是牛顿（N）。

力不但有大小，而且还有方向、作用点。如要举起重物，就必须向上用力，如果向下或向水平方向用力，就不能把重物举起来。此外，力作用在物体上所产生的效果，不但跟力的大小和方向有关，而且还跟力在物体上的作用点有关。比如，起重作业中推绞磨时，如果用力的大小和方向完全相同，着力点在绞杠的端头，与着力点在绞杠的中间或绞杠的根部所产生的效果就不一样，前者推转省力，后者推转费力，甚至推转不动。用撬棍撬物体时也是这样，要使支承点尽量靠近物体，这样撬起来就省力，否则就不省力，甚至撬不动。因此，要明确表明一个力的作用，必须同时说明力的大

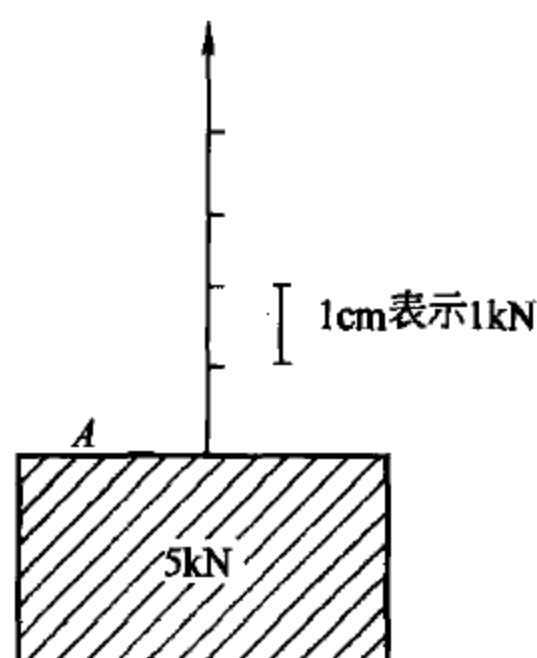


图 1-1 力的矢量表示法

小、力的方向和力的作用点。所以把力的大小、方向和作用点叫做力的三要素。

力的三个要素可以用带箭头的线段表示。如图 1-1 所示，物体重 5kN，用一根绳索吊起。从力的作用点 A 起，按照力的方向画一条线段，使线段的长短和力的大小成比例。例如，用 1cm 表示 1kN，那么 5kN 的力就用 5cm 长的线段表示。在线段的末端画出箭头表示力的

方向。

1.1.2 力的合成与分解

1.1.2.1 力的合成

当一个物体同时受到几个力作用时，可以用一个合力来代替那几个力的作用。求几个力的合力叫做力的合成。

由于各个力的作用点与作用的方向不同，求合力的方法也不一样。

(1) 在同一直线上作用力的合力 如图 1-2 所示，有三个人共同用一根绳索吊起一重物，他们的用力方向都是向下的，如甲出力 150kN，乙出力 200kN，丙出力 180kN，则他们的合力为 $F_{甲}$ 、 $F_{乙}$ 、 $F_{丙}$ 三个力相加，等于 530kN。合力的方向与各人用力的方向一致，都是向下的，力的作用点在同一根绳索上。

如果作用在一直线上的两个力方向相反，其合力的大小等于大力减小力，方向即为大力的方向。如拔河比赛中两队同拉一根绳索，甲队的力量大，那么绳索就被甲队拉过去，合力的方向就是甲队所拉的方向。

(2) 同方向平行力的合力 在起重吊装施工中用的平衡梁（铁扁担），挂在它下面的两根吊索千斤绳所受的力，基本上是两个平行力。如图 1-3 所示。这两个力的方向相同，都是向下的。

两个方向相同、大小相等的平行力的合成，其大小为两力相加，

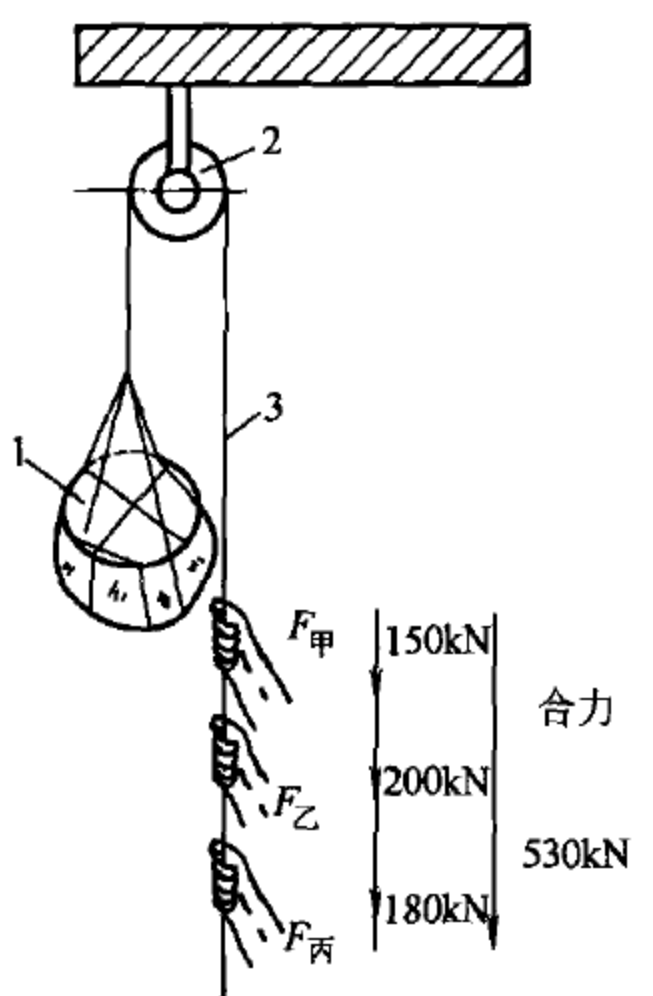


图 1-2 作用在同方向力的合成

1—重物；2—滑轮；3—绳索

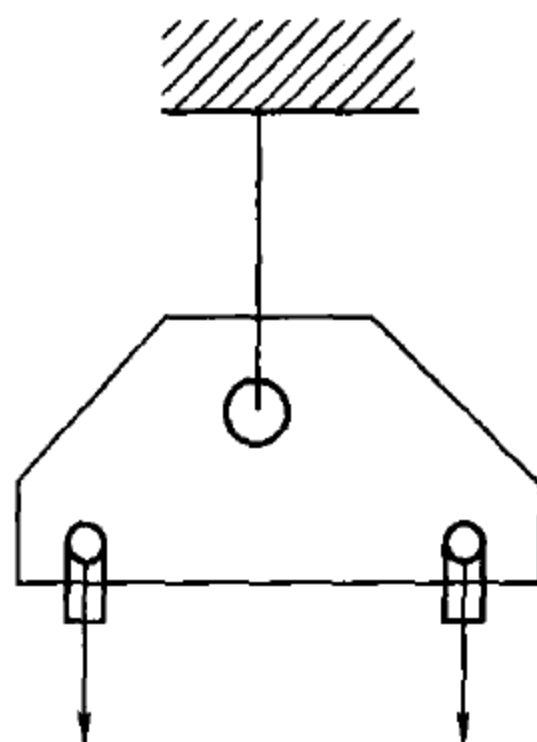


图 1-3 同方向平行力的合成

合力的作用点在两力中间；当两力大小不等时，则作用点距两力间的距离同力的大小成反比。如图 1-4 所示，甲物体重 100N，乙物体重 200N，挂在一根梁的两端，其合力为甲、乙两力相加，方向

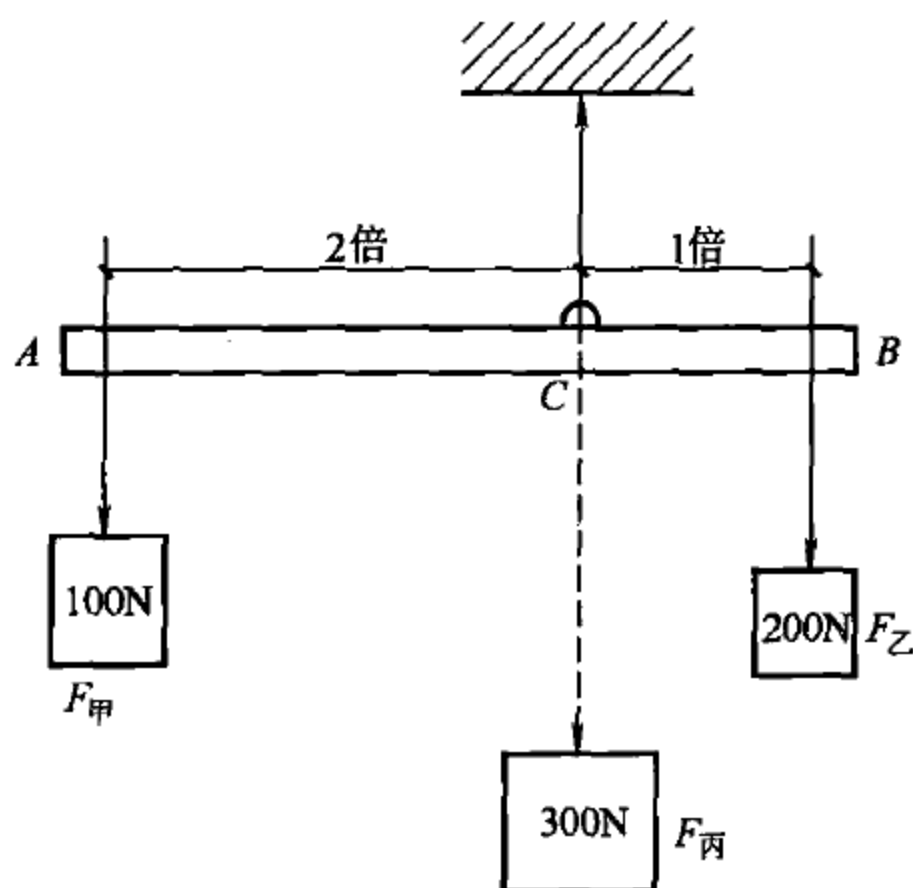


图 1-4 两力不等平行力的合成

都是向下的。合力丙作用点的位置应符合下面的比例关系：

$$\frac{AC}{BC} = \frac{F_{乙}}{F_{甲}}$$

从图 1-4 中可以看出，AC 距离为 BC 距离的 2 倍， $F_{乙}$ 为 $F_{甲}$ 的 2 倍。如在梁上合力作用点 C 处用一根绳索吊起，则绳索拉力与 $F_{丙}$ 相同，而且作用在同一直线上。

如果同方向的平行力为三个或更多时，求它们的合力，可先求出其中两个力的合力，再求此合力与其他的力的合力，依此类推便可求出最后的合力。

(3) 作用在一点有夹角的两力的合力 一个固定的吊环，受 1、2 两根有夹角的绳索拉力的作用。如图 1-5 (a) 所示，若 1 绳拉力为 20kN，2 绳拉力为 30kN，则作用在 A 点上的这两个力的合力 F_3 ，如图 1-5 (b) 所示，可用作图方法求出。

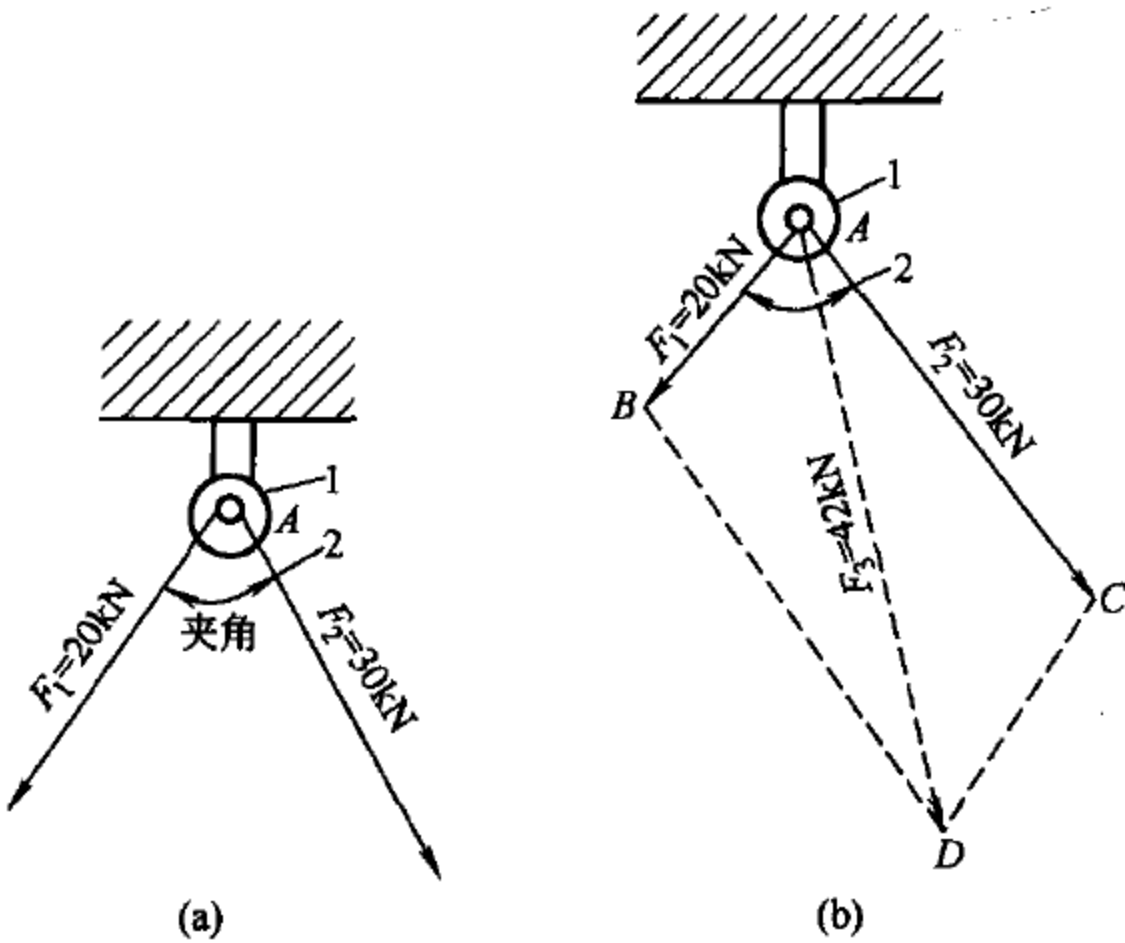


图 1-5 作用于同一作用点有夹角的两力的合成

1—吊环；2—吊索

作图顺序如下。

① 从 A 点顺着力的方向将 F_1 、 F_2 按比例画出，如取 1cm 表示 10kN，则画出 F_1 为 AB，其长度等于 2cm 即 20kN； F_2 为 AC，

长度等于 3cm 即 30kN。

② 画 BD 平行于 AC ， CD 平行于 AB ，相交于 D 点，然后连接 AD ， AD 即为 F_3 。

③ 量出 AD 的长度为 4.2cm，即 F_1 和 F_2 的合力为 42kN。

这种作图法叫做力的平行四边形法则。从上面可以看出，合力 F_3 随 F_1 、 F_2 夹角的变化而变化，夹角愈大、合力愈小；夹角愈小则合力愈大。当 F_1 、 F_2 完全重合在一条直线上时，合力 F_3 最大，这时合力 F_3 为 F_1 、 F_2 相加，等于 50kN。

1.1.2.2 力的分解

把一个力分成几个力，且这几个力所产生的效果跟原来一个力产生的效果相同，则这几个力叫做原来那个力的分力。求一个力的分力叫做力的分解。

力的分解和前面讲的力的合成恰恰相反，力的合成是已知分力求合力，而力的分解则是已知合力求分力。只要知道合力的大小和分力的方向，便可用力平行四边形法则或力的三角形法则来求出分力的大小。

如图 1-6 所示，从汽车上卸一件重 1200N 的物件时，如让重物 3 沿着滑板 2 下滑，则重物 3 的重力在滑板上产生两个分力。一个是使重物沿着斜面下滑的力 P ，另一个是使重物压在斜面上的力 N 。因此可以把重物 3 的重力 G 分解成平行于斜面的 P 和垂直于斜面的 N 。现用力的三角形法则求分力 P 和分力 N 的大小。

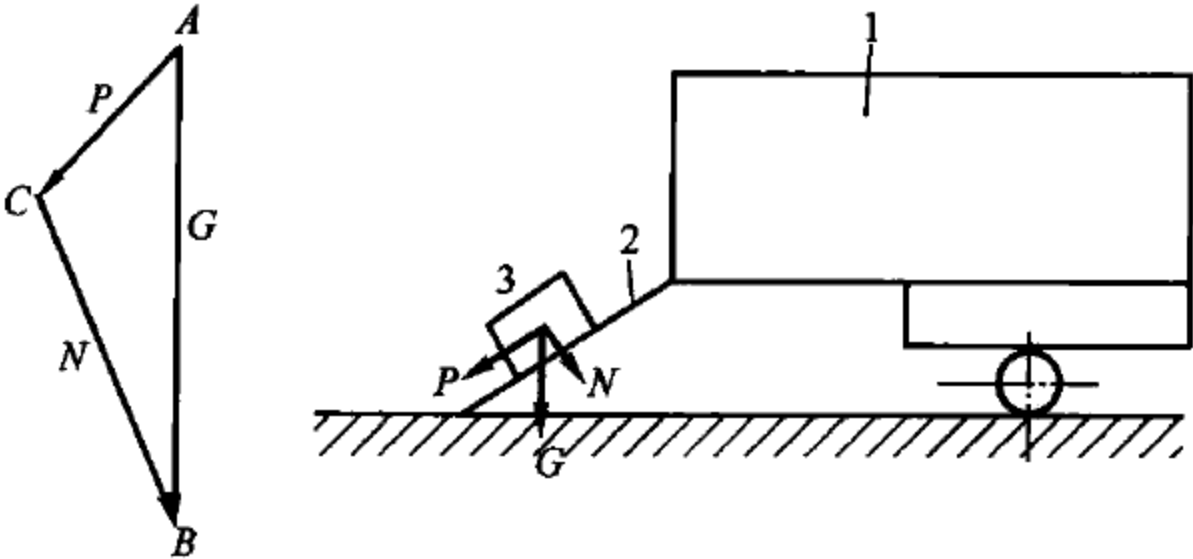


图 1-6 斜面上力的分解

1—汽车；2—滑板；3—重物