

高等学校试用教材

叉车设计

太原重型机械学院 陆 植 主编

机械工业出版社

高等学校试用教材

叉 车 设 计

太原重型机械学院 陆 植 主编

江苏工业学院图书馆
藏书章



机械工业出版社

本书着重介绍内燃叉车及电动叉车的整机、主要构成系统——工作装置、动力装置、传动系统、制动系统和转向系统及其中主要零部件的典型构造、工作特点、特性分析和设计计算，以及标准规定的测试方法。本书是高等学校工程机械专业“叉车设计”课程的教材，酌情删减部分内容即可供大专同类专业使用，也适合从事叉车及物料搬运设计工作的技术人员参考。

叉 车 设 计

太原重型机械学院 陆 植 主编

*

责任编辑：赵爱宁 版式设计：王 颖

封面设计：郭景云 责任校对：肖新民

责任印制：王国光

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $12 \frac{1}{4}$ · 字数 300 千字

1991 年 10 月北京第一版 · 1991 年 10 月北京第一次印刷

印数 0,001—2,100 · 定价：3.60 元

*

ISBN 7-111-02788-4/TH·288 (课)

前 言

本书是为高等工科院校起重运输机械与工程机械专业“叉车设计”课程编写的教材。内容是遵照该课程的教学大纲与学时（42学时）要求安排的。本书着重于内燃叉车及电动叉车的构造分析和设计计算（包括整机特性及其主要构成系统和零部件的构造与设计）。在取材上尽可能地淘汰陈旧的，并代之以近年来国内外叉车发展中出现的新构造和新的设计计算方法等内容。因教学时数的限制，有些内容虽属于本课程和本教材，但在其它课程内已有了安排，本书除使两者能自然地衔接外，就不重复了。

本书由西南交通大学张质文教授主审。由太原重型机械学院陆植教授主编，并编写第一章、第二章和第七章；武汉水运工程学院陈慕忱教授编写第三章和第四章；太原重机学院李素蕊副教授编写第五章和第六章。上海交通大学洪致育教授、北京起重运输机械研究所裘家驹高级工程师对本书提出了宝贵的意见与建议；各叉车生产厂、所给予很大帮助。对此表示衷心感谢。由于编者水平有限，难免有错误不妥之处，恳请读者给予批评与指正。

目 录

第一章 绪论	1	§ 4-2 主离合器	59
§ 1-1 叉车的特点、用途及分类	1	§ 4-3 变速器	69
§ 1-2 基本参数	5	§ 4-4 万向传动装置	96
§ 1-3 叉车的简史及发展	7	§ 4-5 驱动桥	99
第二章 工作装置	9	第五章 制动系统	112
§ 2-1 叉车工作装置的特点及对它的 特殊要求	9	§ 5-1 概述	112
§ 2-2 门架系统的构造	9	§ 5-2 制动器的设计计算	114
§ 2-3 门架系统的设计计算	15	§ 5-3 制动驱动机构	126
§ 2-4 叉车的属具	44	第六章 转向系统	130
第三章 动力装置	47	§ 6-1 叉车转向系统的特点及组成	130
§ 3-1 概述	47	§ 6-2 转向系的方案选择	131
§ 3-2 蓄电池	47	§ 6-3 转向杆系的设计	140
§ 3-3 直流电动机	51	§ 6-4 转向装置的设计计算	144
§ 3-4 内燃机驱动	52	§ 6-5 转向桥	151
§ 3-5 各种动力装置的比较和选择	55	第七章 总体设计	156
第四章 传动系统	56	§ 7-1 总体设计的概述	156
§ 4-1 叉车传动系统概说	56	§ 7-2 总体设计中涉及的整机特性	159
		§ 7-3 总体设计中的其它问题	189

第一章 绪 论

§ 1-1 叉车的特点、用途及分类

叉车是应用十分广泛的流动式装卸搬运机械，是物料搬运机械（国外称为工业车辆或地面运输车辆）的一种。叉车又名铲车、万能装卸车或自动装卸车。它是由在无轨底盘上加装专用装卸工作装置构成的。

图 1-1 所示是叉车从卡车上将货卸下运到库内堆垛的工作流程。卡车到达卸货点后，司机将叉车由停车处沿路线①开到卡车旁停着，将门架放直，并将货叉升高到适当高度，缓缓前进使货叉伸到箱底将货箱托起。叉车稍后退，将货叉下降到距地约 300mm 处，让门架后倾成行驶状态后，沿路线②倒车掉头。顺路线③进入库内停放在堆垛位置，使门架竖直、货叉放平并降至地面，倒车退出货叉后，操纵门架使之成行驶状态，然后再沿路线④倒车调头。至此就完成了一次作业循环。以后改沿路线①开到卡车旁进行后继的作业循环，直至卸完这批货物并堆成货垛为止。当货量较大或要求快卸时，可用几台叉车同时作业。上述作业步骤是为理解方便而分解断开的，实际上技术熟练的司机操作时，许多动作是同时协调进行的，顺序各步均相应连接起来，而无过长的中断时间。当然叉车也可在宽度不大的垛间通道内工作，从货垛上取下货物，运到库外装车发运。

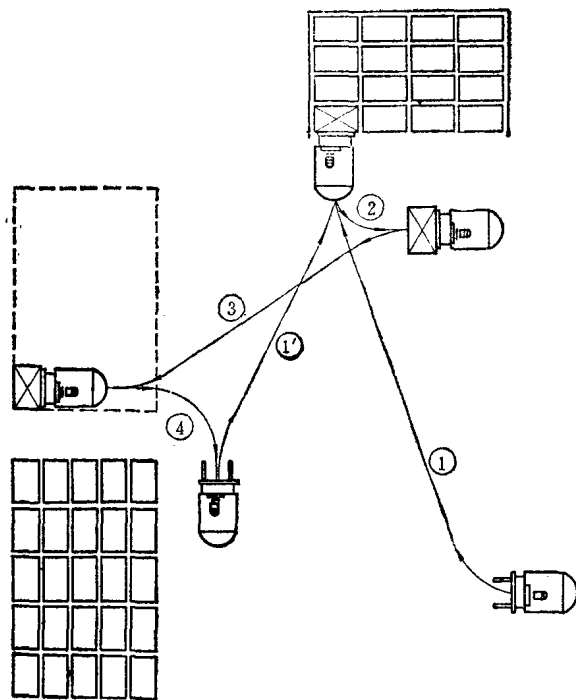


图1-1 一种叉车作业情况示意图

作业时，许多动作是同时协调进行的，顺序各步均相应连接起来，而无过长的中断时间。当然叉车也可在宽度不大的垛间通道内工作，从货垛上取下货物，运到库外装车发运。

叉车因机体紧凑，轴距较短，转向轮转角范围大，而能灵活地运转；在窄狭的场地上和通道内作业，能通过较小的门洞；因采用了液压传动的工作装置，司机容易操纵，动作平稳；采用货叉直接取货而无需辅助人员；配有可更换的属具能适应不同的货种。这些都是它的特点。

在叉车的每一作业循环中，司机要多次使用油门、离合器和变速手柄来改变车速和倒车，转动方向盘以改变行驶方向，使用制动器来减速和停车，还得使用液压阀操纵手柄来控制门架货叉的升降和摆动。此外还要避让路上的障碍物、同时作业的车辆和意外出现的行人，因此在作业时，司机是相当紧张的，注意力必须高度集中，而且应有熟练的技术。当然对叉车来说，工作条件也是相当苛刻的。这些是另一方面的特点。

叉车的主要用途是进行装卸、堆垛和拆垛以及短途搬运工作。有时也可兼作牵引车，用来拖挂拖车提高运量。

由于叉车具有很好的机动性和通过性，又有较强的适应性，适合于货种多、货量大且必须迅速集散和周转的部门使用，因此叉车成了港口码头、铁路车站和仓库货场等部门几乎不可缺少的机种。

在各类工厂（如机械制造厂、纺织厂等）中，叉车可用在车间、仓库内和在它们之间搬运原料，半成品与成品。

随着社会生产的发展，叉车的性能得到改善，数量、品种和规格不断增多，使用范围也不断扩大。例如在森林中及木材工业方面，已在堆场和加工厂中使用叉车来装卸与搬运圆木、方木和板料。在水泥预制品的加工中，过去一直使用塔式起重机进行装卸搬运工作，现在国外已大量改用叉车，获得了良好效益。类似的情况还有许多。

在军事方面，叉车已承担了后勤军需中的许多任务，如被服、弹药和枪械，装甲钢板与舰艇辅机等等的搬运与装卸。也可在各种维修工作中做辅助工作。一些国家已有正规的军用叉车系列。

叉车已成功地进入了新兴的、有高技术要求的集装箱运输领域。在有严重爆炸危险的石油和化工工业中，对所用机具有非常严格的防爆要求，当今的叉车已完全能满足这些要求，能胜任其中的搬运工作。

由于从事的工作不同，使用的要求不同，叉车有多种类型。可从不同的角度来分类。

按构造型式分类的依据是我国的部颁标准（JB/Z 128—84），在此叉车被划入起升车辆的堆垛车辆一类中。堆垛车辆又包含11种（表1-1）。

平衡重式叉车 它是最为常见、数量最多且用途最广泛（图1-2）的一种叉车。它的工作装置是由可摆动的带有货叉的伸缩式门架系统和使之发生升降、摆动的液压系统组成的。后者又由油泵、各种液压阀、工作油缸以及联系它们形成回路的油管等等所组成。工作装置位于前轴之外，靠车的自重和平衡重来平衡货叉上的载重，以保证它在满载工作时不会翻倒。货叉是基本的取物装置。为适应不同的工作对象和提高效率，也可换装其它的属具（即取物装置）。

侧面叉车 见图1-3a，它的车体较长，门架装在车的中部，面向侧面。取货时使门架向侧面移出，货叉伸出车体外直入货物下，然后升起货叉，缩回门架，再降下货叉使货物落在车的平台上，货叉回到初始位置进行搬运。侧面叉车宜用于长形货件（型钢、圆木等等）的搬运。运距可大些，要求的工作场地较大。

插腿式叉车 它分为插入式（图1-3b）及跨入式（图1-3c）两种。前者的货叉位于带有小型车轮的前伸支腿的正上方，取货时货叉及支腿都插入货物下。后者的货叉位于两前伸支

表1-1 起升车辆的基本型式

起升车辆	堆垛车辆	平衡重式叉车 前移式叉车 { 门架前移式 货叉架前移式 插腿式叉车 托盘堆车 平台堆车 操作台升降式叉车 侧面式叉车 越野叉车 侧向堆车 三向堆车 跨车
	非堆垛车辆	托盘搬运车 平台搬运车 跨车 拣选车

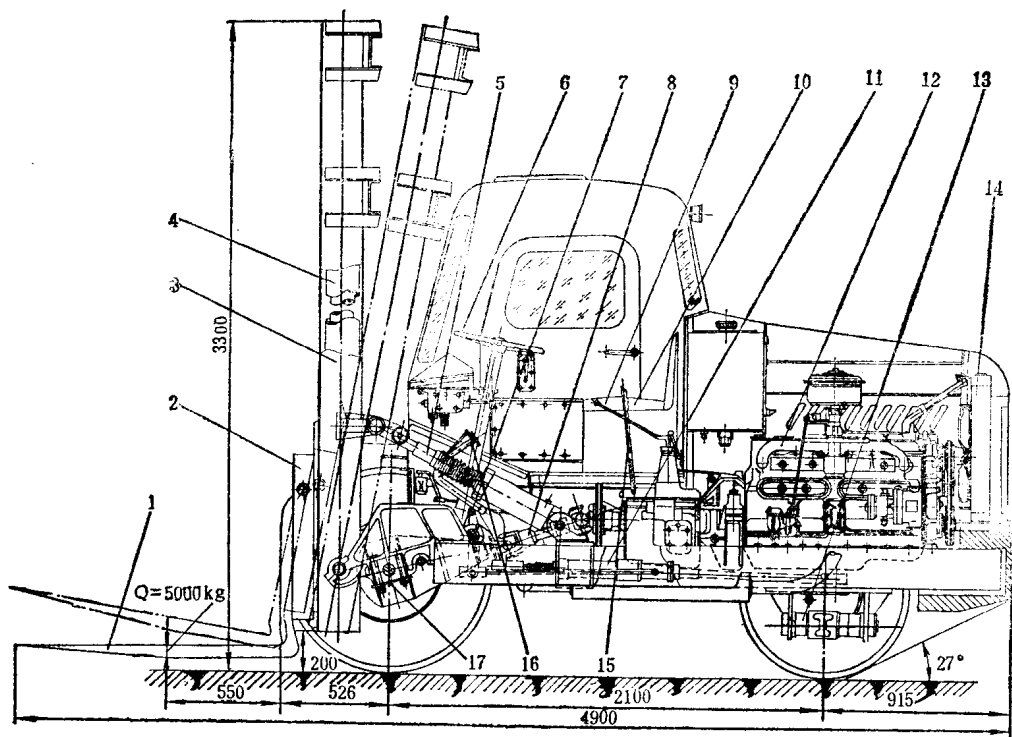


图1-2 平衡重式叉车

- 1—货叉 2—叉架 3—门架 4—起升油缸 5—倾斜油缸 6—方向盘 7—转向器 8—传动轴
9—变速器操纵杆 10—座椅 11—转向助力器 12—发动机 13—转向桥 14—散热器 15—手
制动杆 16—制动踏板 17—驱动桥

腿之间，取货时支腿跨在货件两侧。它们多用于室内搬运较小的货件，也可用于室外，但要求地面或路面平坦无坡。因构造不同，两种型式的插腿式叉车对堆垛的方式要求也不同。它们的货件重心落在车轮构成的支承轮廓内，外形小巧，运转灵活，所需通道宽度很小，故能更有效地利用仓库的地面，提高其经济效益。

前移式叉车 其用途和使用场所与插腿式相同，但构造原理不同。这种叉车也有两种型式：货叉前移式（图1-3d）及门架前移式（图1-3e）。取货时移动货叉或门架，使货叉伸出到支承轮廓之外取货，然后带着货件回到原始位置（支承轮廓内），这样才能行驶。这类叉车对堆垛无特殊要求，但构造复杂。

越野叉车 从其构造来看，它与平衡重式叉车相同，但必须满足能够在崎岖不平的、泥泞的或坡度较大的道路上行驶及在未经修整的场地上工作的特殊要求。

从叉车使用的动力来看，只有起重量及起升高度都很小的叉车可以使用人力来提升、靠人推或拉使之行走外，其它的叉车都装有动力装置。

按所用动力装置的类型，叉车可分为电驱动和内燃机驱动两种。电驱动的叉车以蓄电池供电为主，由普通电网经电缆供电的很少。电动叉车的优点是不污染环境、噪声小和便于操纵。但因受蓄电池的容量小且能源补充不便的限制，其工作能力和持续工作时间相对较小。若由电网供电，又因有电缆使其工作范围受到限制。电动叉车通常多用于室内及对防止污染有较高要求的场所。内燃机驱动的叉车没有电驱动的那些缺点，但有排气污染和较大噪声的缺

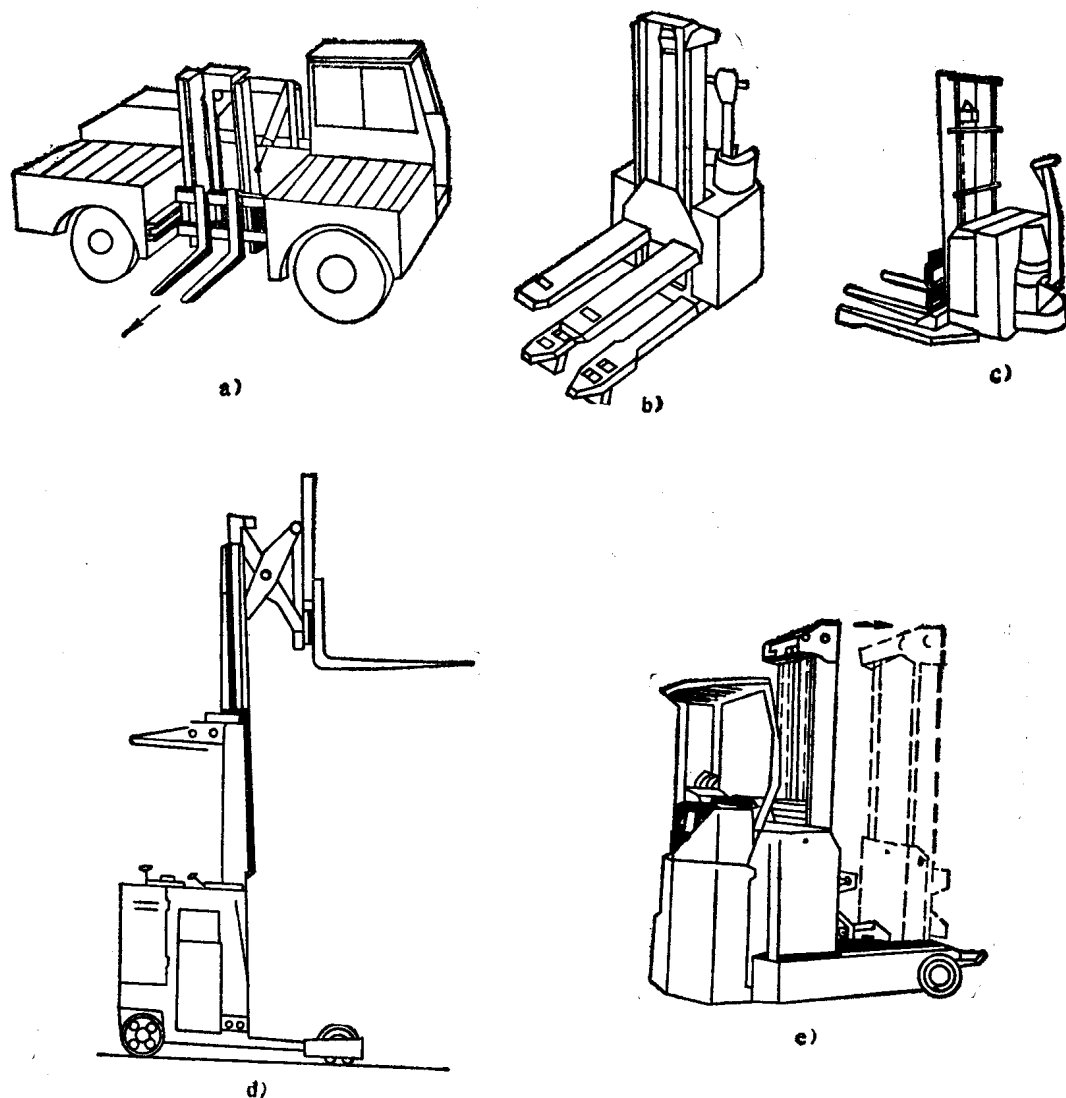


图1-3 其它型式的叉车

- a) 侧面叉车 b) 插腿式（插入式）叉车 c) 插腿式（跨入式）叉车
d) 前移式（货叉前移式）叉车 e) 前移式（门架前移式）叉车

点。前移式和插腿式叉车及中、小吨位的平衡重叉车可用电驱动，各吨位级的平衡重式叉车都可使用内燃机驱动。近年来出现了内燃机—发电机—电动机的驱动型式。内燃机驱动的叉车用柴油机的较多，小吨位叉车也可用汽油机驱动。此外还可使用以可燃气（包括液化石油气及液化天然气）为燃料的内燃机驱动。

从操作时司机的工作姿态可分为坐式、站式及步行式三种。坐式是指叉车上设有司机坐椅，司机坐着操作。站式则指车上无坐椅，但有供司机站着操作的位置。步行式是指司机在车下跟随叉车行走操纵。后者多属于无动力装置或较小的叉车。平衡重式叉车总是设有司机坐椅的。此外，还可按传动方式来分类，这将在以后的章节中讨论。

§ 1-2 基本参数

基本参数（或称主要参数）是用来表示机器的主要技术特性、工作性能或能力的参数，也用于指导设计，作为设计的原始数据，是进行总体设计所必需的。由标准或规范给出的基本参数的规定值，是设计者必须遵从的。使用者根据具体的使用条件选择叉车时，基本参数

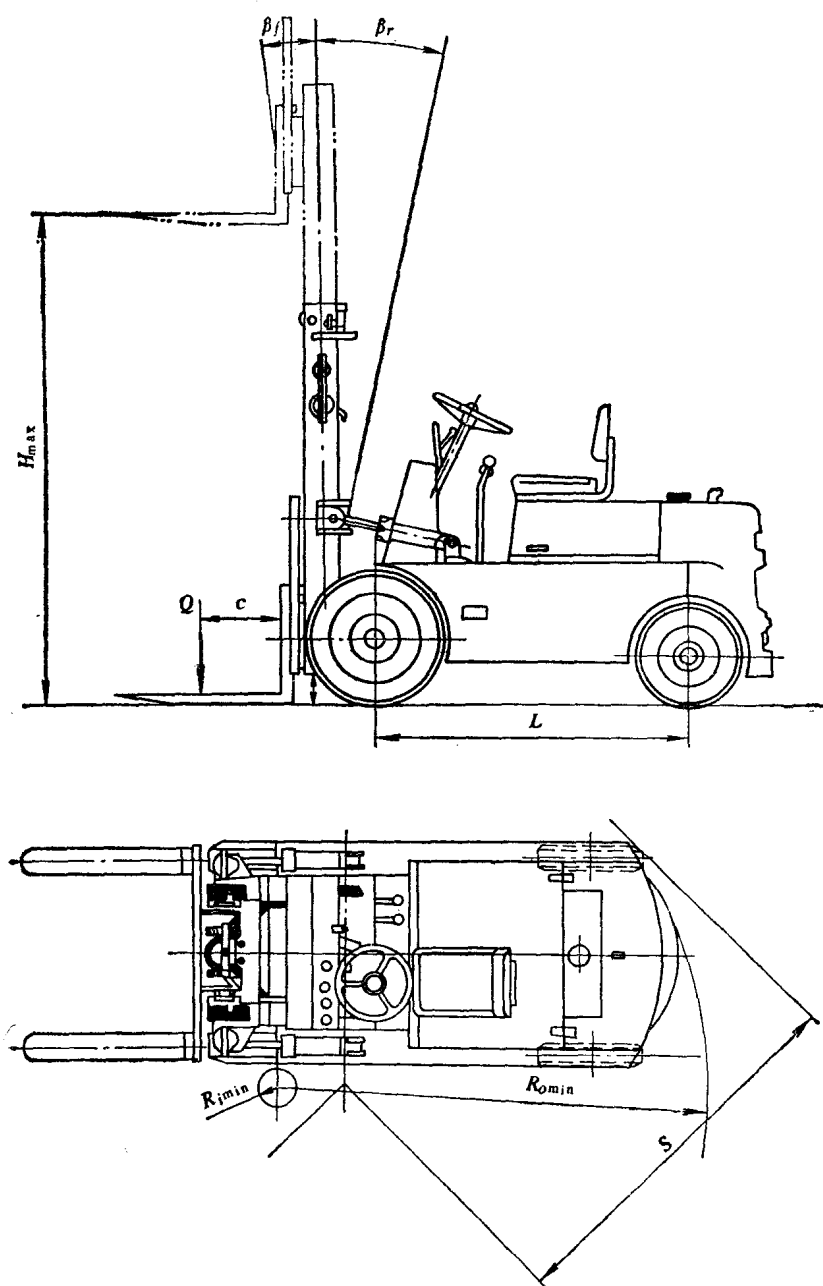


图1-4 叉车的基本参数示意图

是必不可少的依据。在我国有关叉车的标准中, 给其基本参数下了明确的定义, 也规定了一些基本参数的值。基本参数 (图1-4) 有以下几个:

1) 起重量(Q)——额定起重量 是指货叉上的货物重心位于规定的载荷中心距上时, 叉车应能举升的最大重量。我国标准中的起重量系列规定为: 0.50, 0.75, 1.00, 1.25, 1.50, 1.75, 2.00, 2.25, 2.50, 2.75, 3.00, 3.50, 4.00, 4.50, 5.00, 6.00, 7.00, 8.00, 10.00, 12.00, 14.00, 16.00, 18.00, 20.00, 25.00, 28.00, 32.00, 37.00, 42.00 t

2) 载荷中心距(c) 是指货物重心到货叉垂直段前表面的规定距离。标准中所给出的规定值与起重量有关, 起重量大时, 载荷中心距也大。平衡重式叉车的载荷中心距如下:

额定起重量 Q/t	$Q < 1$	$1 \leq Q < 5$	$5 \leq Q \leq 10$	$12 \leq Q \leq 18$	$20 \leq Q \leq 42$
载荷中心距 c/mm	400	500	600	900	1250

3) 起升高度(h_{max}) 指叉车位于水平坚实地面上, 门架垂直放置且承受有额定起重量的货物时, 货叉所能升起的最大高度——货叉水平段上表面至地面的垂直距离。现用的起升高度系列为: 1500, 2000, 2500, 2700, 3000, 3300, 3600, 4000, 4500, 5000, 5500, 6000, 7000 mm。

每一个吨位级的叉车, 取起升高度系列中的一个规定值作为其标准的起升高度。这样的车型也相应地被称之为标准型。起升高度系列中其它的规定值也是可选用的, 但这样的叉车则是非标准型的。

4) 满载行驶速度(v_{max}) 指货叉上货物达到额定起重量且变速器在最高档位时, 叉车在平直干硬的道路上行驶能达到的最高稳定行驶速度。其单位为km/h。

5) 满载最大起升速度(v_{max}) 指叉车在停止状态下, 将发动机油门开到最大时, 起升大小为额定起重量的货物所能达到的平均起升速度。其单位为m/min。

6) 最小离地间隙(a_{min}) 指叉车在无载或满载两种情况下, 除直接与车轮相连接的零件外, 车体上最低点距地面的最小垂直间隙。其单位为mm。

7) 满载爬坡度(α) 指货叉上载有额定起重量的货物的叉车, 以最低稳定速度所能爬上的长为规定值的最陡坡道的坡度值。其值以百分数计。

8) 门架的前倾角(β_f)及后倾角(β_r) 分别指无载的叉车门架能从其垂直位向前和向后倾斜摆动的最大角度。

9) 最小转弯半径(R_{min}) 指将叉车的转向轮转至极限位置并以最低稳定速度作转弯运动时, 其瞬时中心距车体最外侧的距离。其单位为mm。

此外, 自重及最大外形尺寸也是叉车的主要参数。其中最大高度是指门架完全缩回时的最大结构高度。前、后车轮中心线间的水平距离称之为轴距。轴距也是一个主要参数。

基本参数中, 起重量和载荷中心距能体现出叉车的装卸能力, 说明它能装卸和搬运的最重货件。最大起升高度能说明它利用空间高度的情况, 可估算可能的堆垛高度和仓库空间的利用程度。在估算作业循环时间时就要用到速度参数, 再考虑起重量参数就可估算出生产率, 当然还必须知道各种辅助动作所用的时间。

其它几个基本参数则综合地说明叉车对其工作场所的要求或适应能力, 说明叉车的通过性能。在考虑道路坡度、路面情况、通道宽度及车间和仓库门洞的净空等等与叉车通过性有关的问题时, 就自然地涉及到这些参数。

标准中给出的基本参数值常常是单界的,即依参数的性质而定,要求其实际值大于(小于)或等于规定值,但也不要相差太大。对选定的其它基本参数也是这样。

§ 1-3 叉车的简史及发展

平衡重式叉车首次出现是在第二次世界大战期间,先用于军事上^①。至今它已有大约半个多世纪的历史。最早的叉车是在现成的汽车底盘上加装简单门架系统构成的。在发展中改进成可伸缩的两级门架,并逐渐地摆脱了直接用汽车底盘改装,但主要总成与部件仍借用现成汽车的,或仅做部分改变以适应叉车的特殊要求。随着叉车生产数量的不断增加,开始制造专为叉车设计的各种配套总成与零部件后,叉车的主要性能和使用寿命得到提高。

内燃叉车的动力装置,最初是汽油机,后来才用性能更符合叉车工作需要且比较经济的柴油机,它发展迅速,现已成为主要的了。使用可燃燃气(液化石油气与液化天然气)的内燃叉车出现较晚,但因优点较多,近年来有较大增长。已着手从内燃机设计上考虑叉车的特殊需要,如考虑悬挂液压油泵的方便和带有供其它用途的功率分出装置。传动系统的变化更加明显,早已采用变速器与驱动桥的刚性连接方式,省去了万向传动。从性能较差的机械传动过渡到用液力变矩器的液力传动,使叉车的牵引特性和驾驶方便性得到巨大改善。静压传动的叉车问世较晚,它易于实现爬行,使停车位置非常准确,操纵也容易。转向系统的发展表现为增大转向车轮的转角范围以减小转弯半径,解决快速转向与操作轻便的矛盾。其中包括各种转向梯形机构的产生,在转向操纵系统中使用各种助力装置以及全液压转向器等。

电动叉车在克服自身缺点和在与内燃叉车的竞争中,也不断地向前发展。前些年它的年生产量大于内燃叉车的年生产量,但近年来已被内燃叉车超过了。多年来人们一直在为解决由携带能源量有限而增补又不方便所产生的问题进行研究。改进方法可概括为“开源节流”。

“开源”就是要提高蓄电池的容量而不增大它的体积和重量,已开发出来现在使用的大容量牵引蓄电池,但问题仍未得到彻底解决。“节流”是指减少蓄电池能量的无益消耗。现今国外已用既可节能又便于操作的晶闸管控制系统取代了旧式的电阻控制系统,更先进的已实现部分回收行驶制动时的废弃能量,用以使每次充电后的使用时间更长一些。为使增补能量方便化,研制成了快速充电装置,使充电时间大大减少。同时还出现了可装在叉车上、直接利用普通电网来充电的设备,从而使电动叉车每个工班的实际工作时间增多。

制造工艺上的不断改进是促使叉车迅速发展的重要因素,但难于划分阶段和找出各阶段的特点。制造工艺上可看出明显变化的是门架的立柱,它最初是用普通的建筑结构型钢,焊成门架后再机械加工。后改由钢板经热冲压成形的槽钢,它的截面形状能较好地符合受力情况的要求。现代叉车用的专用轧制异型槽钢的截面形状与尺寸比例,不仅有良好的力学特性,而且能使重量减轻。剧烈的市场竞争迫使制造厂家积极地把各种新技术、新工艺和新材料引进到叉车制造上来,以保证生产优质、可靠、长寿且价廉的产品,加强竞争力。其中比较重要的措施是加强了试验检查,不论对零部件和对整机都是这样。制定了非常严格的试验条件与标准。大力改善试验条件和改进检测手段,使用先进的设备。为了迅速获得试验结果,及时改进产品,而采用了强化试验。

我国的叉车生产是解放后才开始的。在 50 年代先后由沈阳电工机械厂和大连叉车厂分别

^① 有的文献指出:“1932年就有商品叉车”。

仿制苏联产的 1.5t 平衡重式蓄电池叉车和 5t 内燃叉车开始，随后生产厂家与产品的产量和种类规格逐渐增多。在积累了一定的生产经验后，开始转为参考进口样机自己设计。60 年代初曾调集了各种国产叉车，按统一的标准和方法对它们进行了主要的整机性能测验，共同研究改进措施，走上了组织起来共同提高的道路，同时还研究了叉车行业的发展与布局的规划。随即就出现了第一个生产叉车的专业厂——宝鸡叉车厂，一些科研单位设置了专门从事叉车技术研究的部门，一些高等院校的起重运输机专业增设了有关叉车的课程以适应生产发展的需要。现今已有几十家生产叉车的工厂，作为行业的定点厂绝大多数是生产叉车的专业厂，它们的生产能力多在 500 台/a 以上，有许多已超过 1000 台/a。全国叉车的年产量已超过万台。内燃平衡重式叉车系列已经几次更新，系列密度和性能参数都有很大进步，已接近国际水平。除少数起重特大的和特种叉车外，一般类型的都能制造。难度大、技术要求高的大型集装箱跨车和叉车，以及防爆叉车等等也已试制成功。经过严格的生产整顿后，工厂管理大有改善，叉车产品的质量和“三化”（标准化、系列化和通用化）程度已大大提高，由于我国社会主义建设正在飞快地发展，国民经济各部门对叉车的需求量很大，对质量的要求愈来愈高，对此叉车行业正在积极努力采取各种有效措施，以适应发展形势的要求，其中包括改善工艺装备、采用先进工艺、严格试验与检查的要求、提高设计质量、实行“生产许可证”制度等等；同时还大量吸收和引进国外先进技术，进行各种形式的对外合作；有计划地进行许多专业研究与技术攻关，发展专业化生产；重视提高工人和技术人员的素质，大力开展技术培训工作。可以预料，在不久的将来，我国的叉车生产一定会有更大的发展，产量与质量都将有大幅度的提高，从而打进国际市场，为社会主义建设事业做出更大的贡献。

第二章 工 作 装 置

§ 2-1 叉车工作装置的特点及对它的特殊要求

为了解决所需的大起升高度与低结构高度之间的矛盾，叉车的门架由内门架与外门架（简称内架及外架）组成，它们里、外嵌套，用起升油缸使内架可在外架内移动，成为可伸缩的构造。这是它的构造特点。因工作要求，门架布置在车的前方，在前轴前边，这是它在布置或位置上的特点。内架、外架和叉架都是用型钢焊成的平面框架，它们与起升油缸和链滑轮组的重量占了工作装置总重的绝大部分，且集中在位于前轴外边的门架平面内，因而是影响叉车抵抗向前翻倒的能力的不利因素。由于门架在前司机在后，因此组成门架系统的多数构件及起升油缸和链滑轮组都会挡住司机的视线。

在设计时，应尽力减小这些不利影响，为此必须注意两点：一是在保证工作装置能正常工作的前提下，应尽可能地将它布置得靠近前轴；二是在考虑司机视野问题时，必须保证在叉车无载行驶下，司机能看见货叉叉尖，同时应力求在货叉由地面升起至顶端的整个过程中，司机都能很好地观察货叉上货物的情况。

§ 2-2 门架系统的构造

一、构造原理

图2-1a是旧式二级门架，是早期叉车用的，在此用来说明门架的基本构造。图2-1b是原理简图。外架1和内架2都是由两根立柱和一个或两个端梁焊成的框架。内架仅有一个上端

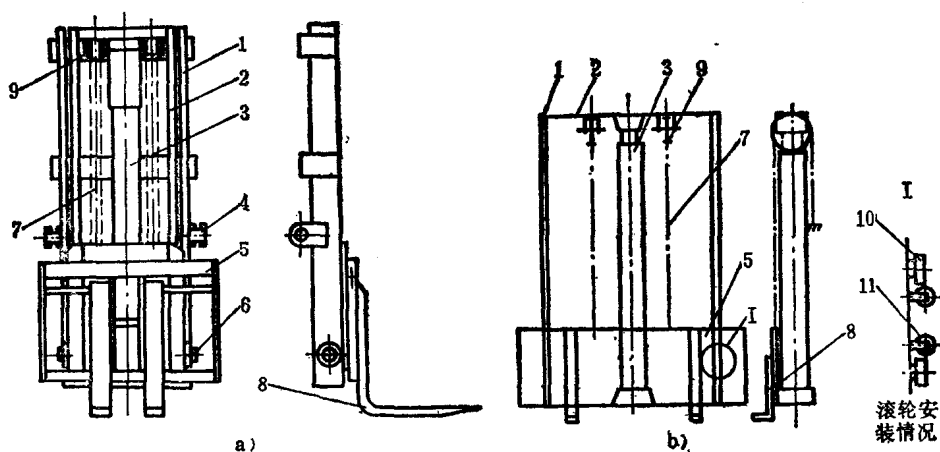


图2-1 无自由提升的门架

a) 构造图 b) 原理图

- 1—外架 2—内架 3—起升油缸 4—倾斜油缸铰轴 5—叉架 6—外架下铰轴
7—起升链 8—货叉 9—链滑轮 10—纵向滚轮 11—侧向滚轮

梁,下部有一个很弱的横系杆。外架有上端梁及下端梁,为不妨碍内架,上端梁放在立柱顶端后翼缘后边。中部由横梁加强,其两侧伸出有联接倾斜油缸的铰轴。左右立柱为异型槽钢,其开口相对。叉架和内架上的各滚轮组分别安放在内架和外架立柱的槽内,滚轮组构成叉架,内架和外架相互之间的活动联系,起传力和保证有正确运动的导向作用。起升链滑轮组包含两套对称布置的起升链和动滑轮,滑轮座固定在内架上梁。起升油缸的上、下支座分别固定在内架上梁和外架下梁上,为保证安置在其间的起升油缸受纯压力,支座的支承表面常为球面。链的一端固定在外架的下梁或立柱上,另一端与叉架相连接。为使两链受力均匀,连接处常装有简单的弹簧调节装置。

采用这种构造时,油缸的柱塞或活塞杆一伸出就迫使内架、动滑轮、链条和叉架带着货叉同时运动,内架立即伸出在外架之外。这种构造称为无自由提升的门架。由于滑轮组的构造特性,货叉起升速度为柱塞伸出速度的2倍。

无自由提升的门架构造,对叉车的通过性能有不利影响。若有自由提升,则货叉升起高度在一定范围(即自由提升高度)内时,内架顶端并不伸出在外架之上,因而叉车高度并不增大,这对叉车工作十分有利。

图2-2是有自由提升的门架系统,它的动滑轮不装在内架上,而装在起升油缸顶部横梁两端的轴颈上,该横梁与内架上梁之间有一段可获得自由提升的间隙。柱塞初伸出时仅带动链轮使货叉升起而内架不动,当间隙消失后,柱塞继续上升时才迫使内架与货叉同时上升。当货叉升至接近其最大高度,还差一个自由提升高度的距离时,叉架已达到内架上的最高位置,两者的定位挡块相互接触,此后由叉架将内架提起,它与油缸顶横梁间又出现间隙。当货叉到达最大高度时,这个间隙值恢复到与刚开始起升时一样。下降过程与起升时相反。为保证正确的相对运动,在内架下梁中央处装有向下的导杆,油缸顶部横梁上有与之对应的导孔,在油缸与内架有相对运动时,导杆将在导孔中移动。这种自由提升是由合理地利用油缸在内架与外架之间的布置间隙得到的。

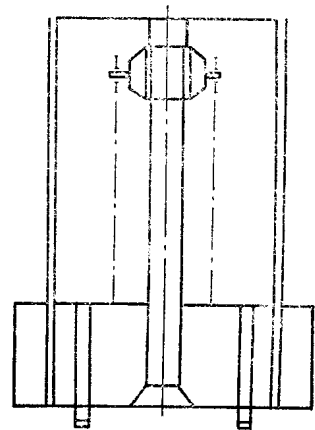


图2-2 有自由提升的门架原理图

另一种可简单地构成自由提升的方法,是利用图2-1的构造,但把外架的高度取得大于内架的高度。在内架完全缩回时,其顶点低于外架顶点,两者高度差的两倍就是自由提升行程的大小。缺点是最低结构高度比无自由提升的要大些。

二、门架系统及其零部件的构造

货叉一般由合金钢40Cr锻成,常见形式如图2-3a及b。货叉垂直段的顶端称为叉头,它与叉架上的承叉构件连接。图2-3a为眼环式叉头,叉架承叉轴穿过其中,叉可绕它摆动。图2-3b为钩槽式叉头,叉架上梁嵌入其中,两者不能相对转动,因而取货时偶有不便。眼环式叉头用U形卡子来实现货叉定位,而钩槽式的则用装于叉头上的弹簧定位销。

货叉水平段前端称为叉尖,为取货方便常用楔形。上平下斜的叉尖能适应略有不平的地面,对取货有利,而上斜下平的叉尖,则宜对软质货物装卸使用。也有全水平段为斜面的。

水平段的长度称为叉长。起重量大的叉长也大。叉长系列的规定值如下:750, 800, 900, 950, 1000, 1050, 1150, 1200, 1350, 1500, 1650, 1800, 2000, 2400mm。

装卸重量轻而体积大的货物，常因受规定叉长限制不能充分利用叉车的起重能力。为加长货叉长度，可在标准货叉上加装叉套。叉套一般用槽钢制成，图 2-3 c 表示了一种叉套的具体构造。使用时应注意货物重心前移问题。

叉架有两种型式：一是板结构的，如图 2-4 a 所示，配用钩槽式货叉，用于小吨位叉车；另一是由型钢焊成的框架结构，如图 2-4 b 所示，配用眼环式货叉，使用十分广泛。两种叉架的背面都装有纵向及侧向滚轮组，链条固于叉架上部。

内架与外架的构造前面已介绍，这里主要阐述它们相互间的联系方式与立柱截面形状。早期叉车的门架立柱用普通槽钢制成，内架小外架大，两者套在一起，为减小相对移动时的摩擦阻力，两槽钢的翼缘之间装有镶条。因内架与外架的立柱相互重合，故称这种门架为重叠式的。因立柱截面形状及大小不合理，且运动阻力大，现已被并列式门架取代。在并列式门架中，内架和外架的立柱并排布置，且改用纵向和侧向滚轮组作为其间的联系。除视野有所减小外，其它都有改善。

曾用轧制或用钢板经热冲压分段成形或用槽钢轧制的作为门架立柱（图 2-5 a 及 b），虽都能使截面形状和尺寸关系有所改善，但仍不合使用要求。现今采用轧制的叉车用厚翼缘薄腹板异型槽钢，如图 2-5 c 及 d，称之为 CJ 型及 CL 型组合。其中 J 型和 L 型的截面形状和尺寸关系使之具有较大的抵抗纵向和侧向弯曲及约束扭转的能力，且材料利用合理。J 型的不利于门架布置，但便于轧制，适合我国情况，所以采用 CJ 型的立柱截面组合方式。也有采用其它的截面形状的立柱，如工字形立柱等等，但情况不多。

导行滚轮组分为纵向及侧向两组，各由四个滚轮组成。前者在垂直于门架的平面内，而后者在门架自身的平面内起传力和导行的作用。它们的构造示于图 2-6 上。纵向滚轮受力较大，故直径也大且用滚动轴承，侧向滚轮受力小，直径也小，故用滑动轴承或滚针。现已常见用外圈加厚的特殊滚动轴承作纵向滚轮。图 2-6 c 是复合滚轮，其侧向滚轮安装在纵向滚轮的中心处，从而使滚轮组中纵向与侧向滚轮的间距重合，因而能减小构造尺寸及简化安

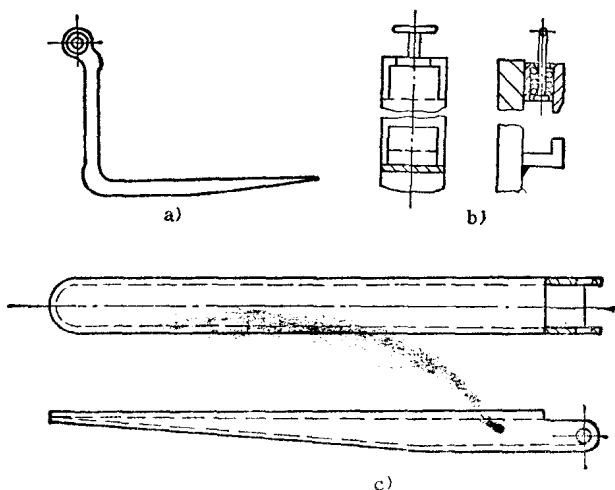


图2-3 货叉及叉套

a) 眼环式货叉 b) 钩槽式货叉 c) 叉套

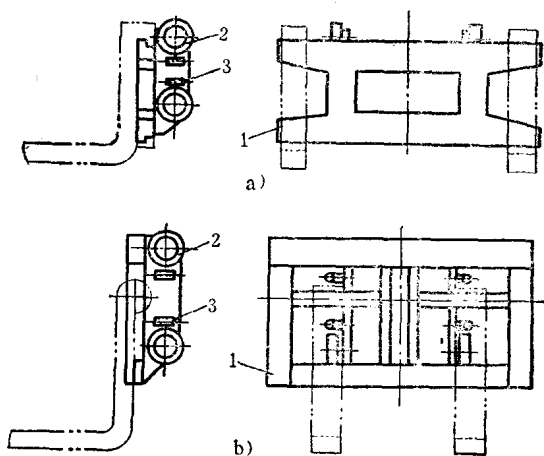


图2-4 叉架

a) 板结构式 b) 框架式

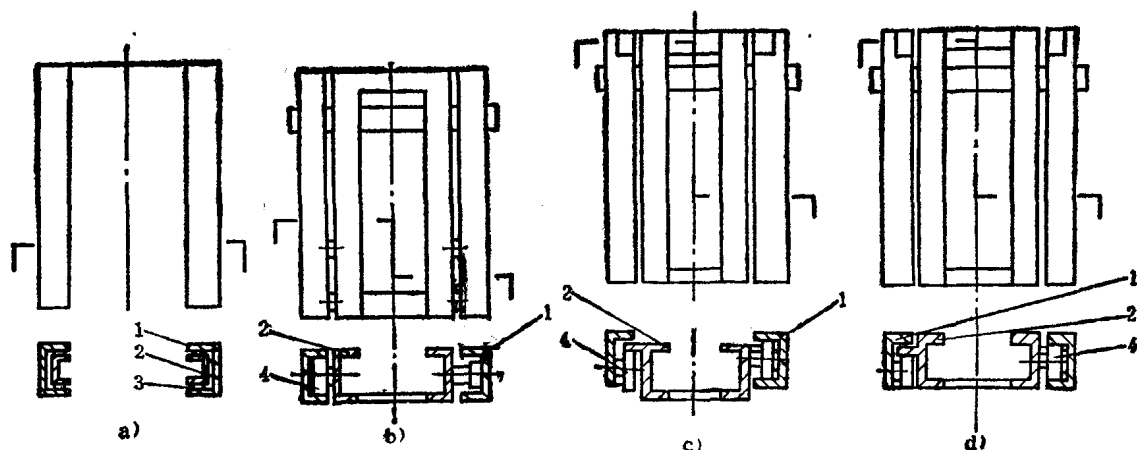


图2-5 门架立柱的截面形状与组配

a) 重叠式 b)、c)、d) 并列式

1—外架立柱 2—内架立柱 3—镶条 4—滚轮组

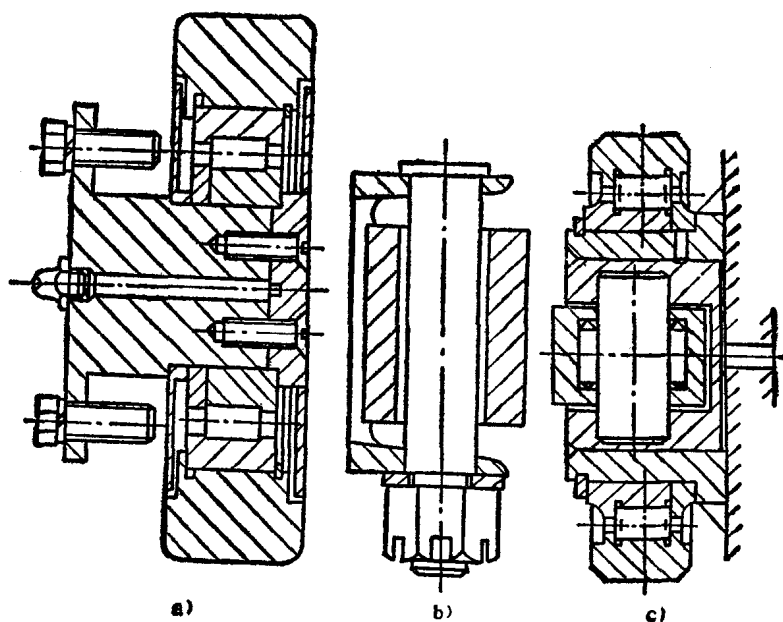


图2-6 滚轮构造

a) 纵向滚轮 b) 侧向滚轮 c) 复合滚轮

装。

滚轮组全布置在内架立柱上时，可有图2-7 a 中的四种组合方案。就受力来看，以①比较合理。对受力更有利的是将组中上边的滚轮改为布置在外架立柱顶端（图2-7 b），但对安装顺序有一定要求。因滚轮的间距愈大，其上受力就愈小，所以图2-7 c 的三滚轮方案同样也可改善受力情况。在常用的升高情况下，由同侧的上、下两滚轮受力，在上滚轮高出外架立柱顶端后改由中、下两滚轮受力，为此三个滚轮的中心不在一直线上，中滚轮的位置稍稍偏后。缺点是在上、中两滚轮作用交替时出现轻微的冲击。