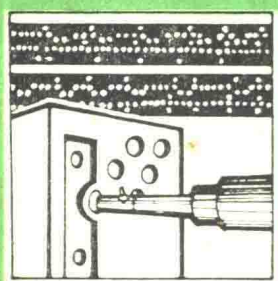
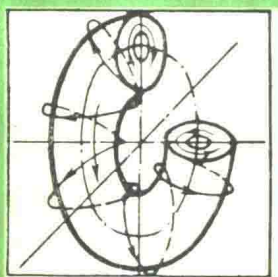
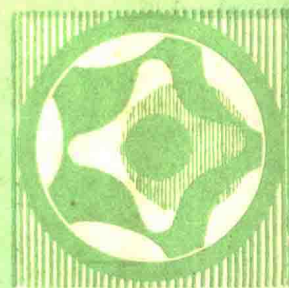


高等学校试用教材



金属结构

太原重型机械学院徐克晋 主编



机械工业出版社

高等学校试用教材

金 属 结 构

太原重型机械学院 徐克晋 主编



机械工业出版社

金属结构

太原重型机械学院 徐克晋 主编

*

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 $32 \frac{1}{4}$ · 字数 796 千字

1982年12月北京第一版·1982年12月北京第一次印刷

印数 0,001—7,000 · 定价 3.30 元

*

统一书号: 15033·5144

前 言

本书是根据1978年4月在天津召开的高等学校一机部对口专业座谈会的精神和同年在上海和太原召开的矿山机械、工程机械、起重运输机械、石油矿场机械四个专业教材会议所制定的《金属结构》教材编写大纲编写的。

全书分上、下两篇，共十三章。上篇为设计基础，介绍金属结构的应用、材料、构件的设计原理和构造原则，为必学内容。下篇为典型结构设计，介绍机械类金属结构的典型构造、适用场合和设计方法，为各专业选授的内容。

在编写过程中坚持了理论联系实际和贯彻“少而精”的原则，总结和反映了编者多年来在教学实践和教材建设方面的经验，重视用典型结构阐明设计原理，加强理论分析和运用，力求深入浅出，说理清楚，注意反映最新的科技成果，如结构的断裂计算、结构的振动分析、疲劳计算、优化设计和国内外的最新结构等。

鉴于普遍应用的结构有限元分析方法在结构力学和许多专著中都有详细的阐述，为节省篇幅，本书仅指出其适用场合，不再介绍。

本书各章附有一些习题，供学生练习之用，有利于他们学习和掌握教材的基本内容，培养分析和解决问题的能力。

本书可作为高等工业院校矿山机械、工程机械、起重运输机械和石油矿场机械等专业的教材，也可供从事于机械和结构工程方面工作的工程技术人员参考。

参加本书编写工作的是太原重型机械学院徐克晋(第二、三、五、六、八章)、郑荣(第四、七章)、翟甲昌(绪论、第一章)，上海交通大学机械系张荣康(第九章和第十章一部分)、马登哲(第十章)和大连工学院机械系宋甲宗(第十一、十二章)。本书由徐克晋担任主编，对各章内容作了必要的修订和补充。

本书经审稿会议审阅，参加审稿会议的有太原重型机械学院、大连工学院、大连起重机器厂、上海交通大学、上海海运学院、上海铁道学院和上海冶金专科学校等单位的有关教师、工程师及参加编写的教师。上海交通大学机械系周国梁同志担任主审。他们对本书提出了一些宝贵的意见，在此对他们表示衷心感谢。

限于我们的水平，书中难免有不妥和错误之处，希望读者批评指正。

目 录

前言

绪论	7
§ 0-1 金属结构的概述	1
§ 0-2 机械工程金属结构的任务、种类和应用	2
§ 0-3 机械工程中金属结构的基本要求和发展方向	6
思考题	10

上 篇 设 计 基 础

第一章 金属结构的材料	11
§ 1-1 钢材的力学特性及影响因素	11
§ 1-2 钢材的类别和特征	14
§ 1-3 材料的选择	20
§ 1-4 轧制钢材	22
思考题	24
第二章 载荷	25
§ 2-1 载荷的种类	25
§ 2-2 载荷的确定和计算	26
§ 2-3 载荷的计算组合原则和方法	43
思考题	44
第三章 计算方法	45
§ 3-1 计算原理和基本规定	46
§ 3-2 轴向受力杆件	54
§ 3-3 偏心受力杆件	61
§ 3-4 受弯杆件	75
§ 3-5 结构的简单振动	80
§ 3-6 结构的断裂计算	88
习 题	91
第四章 金属结构的连接	93
§ 4-1 连接的目的与方法	93
§ 4-2 焊接连接	94
§ 4-3 铆钉连接和普通螺栓连接	108
§ 4-4 高强度螺栓连接	117
习 题	120
第五章 梁	122
§ 5-1 梁的合理截面型式和结构	122
§ 5-2 型钢梁的截面选择	123

§ 5-3 组合梁的合理高度	124
§ 5-4 组合梁截面选择和强度、刚度验算	128
§ 5-5 变截面组合梁	132
§ 5-6 梁的翼缘和腹板的连接	133
§ 5-7 轮压力对梁翼缘板的局部弯曲作用	135
§ 5-8 组合梁整体稳定性	141
§ 5-9 组合梁的局部稳定性	145
§ 5-10 梁的拼接与连接	157
§ 5-11 梁开孔的翼缘板和腹板的强度	161
§ 5-12 梁的约束弯曲和有效板宽	166
§ 5-13 梁的自由扭转和约束扭转	169
§ 5-14 变截面梁的挠度	182
§ 5-15 梁的拱度	188
习 题	190
第六章 桁架	194
§ 6-1 桁架的结构和应用	194
§ 6-2 桁架的外形及腹杆系统	195
§ 6-3 桁架的主要参数	197
§ 6-4 桁架杆件的计算长度和容许长细比	198
§ 6-5 桁架杆件内力的分析方法	201
§ 6-6 杆件截面的选择和验算	205
§ 6-7 桁架节点的构造和设计	212
§ 6-8 弦杆的拼接	219
§ 6-9 桁架的静刚度	221
§ 6-10 桁架的预拱度及其对施工图的影响	223
习 题	224
第七章 柱	227
§ 7-1 柱的应用与构造	227
§ 7-2 实腹式柱的计算	230
§ 7-3 格构式柱的计算	235
§ 7-4 变截面柱	249
§ 7-5 柱头和柱脚的构造与计算	256
习 题	266
下 篇 典型结构设计	
第八章 桥架	268
§ 8-1 桥架的结构型式及应用范围	268
§ 8-2 梁式起重机桥架设计	272
§ 8-3 中轨箱型双梁桥架	286
§ 8-4 偏轨箱型双梁桥架	301
§ 8-5 偏轨空腹箱型双梁桥架的结构和近似计算	303
§ 8-6 箱型单主梁桥架	305

§ 8-7 四桁架桥架的结构和计算	310
§ 8-8 空腹桁架式桥架	315
§ 8-9 起重机的轨道	324
练 习	325
第九章 门架	326
§ 9-1 龙门起重机的门架	326
§ 9-2 装卸桥	352
§ 9-3 门座起重机的门架结构	355
练 习	371
第十章 臂架	372
§ 10-1 概述	372
§ 10-2 单臂架	375
§ 10-3 四连杆组合臂架	382
§ 10-4 伸缩臂架	397
§ 10-5 用小车变幅的臂架	408
§ 10-6 挖掘机臂架	410
练 习	411
第十一章 塔桅结构	414
§ 11-1 塔式起重机塔身的结构及载荷	414
§ 11-2 石油钻井井架结构的简单介绍	423
§ 11-3 桅杆式起重机的结构	426
§ 11-4 钻机塔架的结构	429
§ 11-5 塔桅结构的计算	432
§ 11-6 圆环及塔帽的构造及设计	446
练 习	449
第十二章 金属结构优化设计概述	450
§ 12-1 准则设计简介	451
§ 12-2 利用数学规划进行优化设计	452
§ 12-3 设计举例	480
附录	
I 计算系数	485
II 型钢表	492
参考文献	509

绪 论

§ 0-1 金属结构的概述

由金属材料轧制的型钢和钢板作基本构件,采用焊接、铆接等方法,按照一定的结构组成规则连接起来,能够承受载荷的结构物叫做金属结构。例如车间的钢屋架,桥式起重机桥架等。

金属结构是出现较晚的一种结构型式,仅在十九世纪后期,由于钢铁工业的发展,机器制造业的进一步完善,金属结构才有较快的发展。特别是二十世纪初开始采用焊接技术后,在金属结构领域里引起了重要变革。因为焊接结构对减少钢材用量,改革结构型式,减少制造劳动量,缩短工时等方面都起到了很大的促进作用。再加上金属结构所具备的独特优点,使金属结构得到非常广泛的应用。

金属结构与其它结构相比,有如下特点:

1. 金属结构计算准确,安全可靠。钢材比其它材料(木材、混凝土等)强度高,弹性模量大,质地优良,结构计算与实际较符合,计算结果精确。保证了结构的安全。
2. 金属结构自重轻。由于钢材强度高,机械性能稳定,使得结构构件截面最小,自重轻,运输和架设亦较方便。
3. 由于金属结构的制造是在设备完善、生产率高的专门车间进行,具备成批生产和精度高的特点,提高了工业化的程度。
4. 金属结构是很容易安装的结构,金属结构是由一些独立部件、梁、柱等组成。这些构件在安装现场可直接用焊缝、铆钉或螺栓连接起来。安装较迅速,可以机械化施工。同时部件的更换、修配都很方便。
5. 金属结构便于作成密封的容器。
6. 金属结构容易锈蚀,需经常维修,保养维修费用也较高。
7. 金属结构的钢材较贵重,造价较高,耐高温性较差。

选用金属结构时要根据上述特点,综合考虑结构物的使用要求、结构安全、节省材料以及寿命等因素来确定。其应用范围大致如下:

1. 工业厂房方面。可用作重型车间的承重骨架。例如冶金工厂的平炉车间、初轧车间,重型机器制造厂的铸钢车间、锻压车间等厂房结构。
2. 大跨度建筑物骨架。例如飞机库、火车站、剧场、体育馆等。
3. 多层框架结构。例如高层楼房、炼油工业设备构架等。
4. 机器的骨架。例如桥式起重机的桥架部分,塔式起重机的金属塔架,石油钻机的井架等结构。
5. 板结构。例如高炉、大型储油库和煤气库等。
6. 塔桅结构。如矿井钻架、无线电发射塔、输电塔等。
7. 桥梁。

8. 水工建筑物。如闸门、钢管道等。

综上所述, 金属结构应用很广, 结构型式多种多样, 在国家经济建设中起着重要的作用。本书涉及的范围有限, 不能一一介绍, 仅就起重机械、工程机械、矿山机械、石油矿场机械等机器金属结构的设计理论、典型部件的构造及其计算方法等方面进行重点阐述, 便于从事该专业工作的同志学习和掌握其基本内容和设计原理。

§ 0-2 机械工程金属结构的任务、种类和应用

起重、工程、矿山、采油等机器均由许多机械、电器设备和金属结构组成。金属结构是这些机器的主要部分, 它是各种机器的骨架, 承受各种机械设备的载荷和白重。因此, 金属结构必须满足一定的强度、刚度、稳定性要求, 才能保证机器正常使用。如 L 型龙门起重机的门架结构, 塔式起重机的塔架、臂架结构均起到承载骨架作用。

金属结构与其它机器一样, 也是由零件组成部件, 再由部件组成金属结构整体。零件与零件之间, 部件与部件之间通常用铆钉、螺栓、焊缝连接起来。

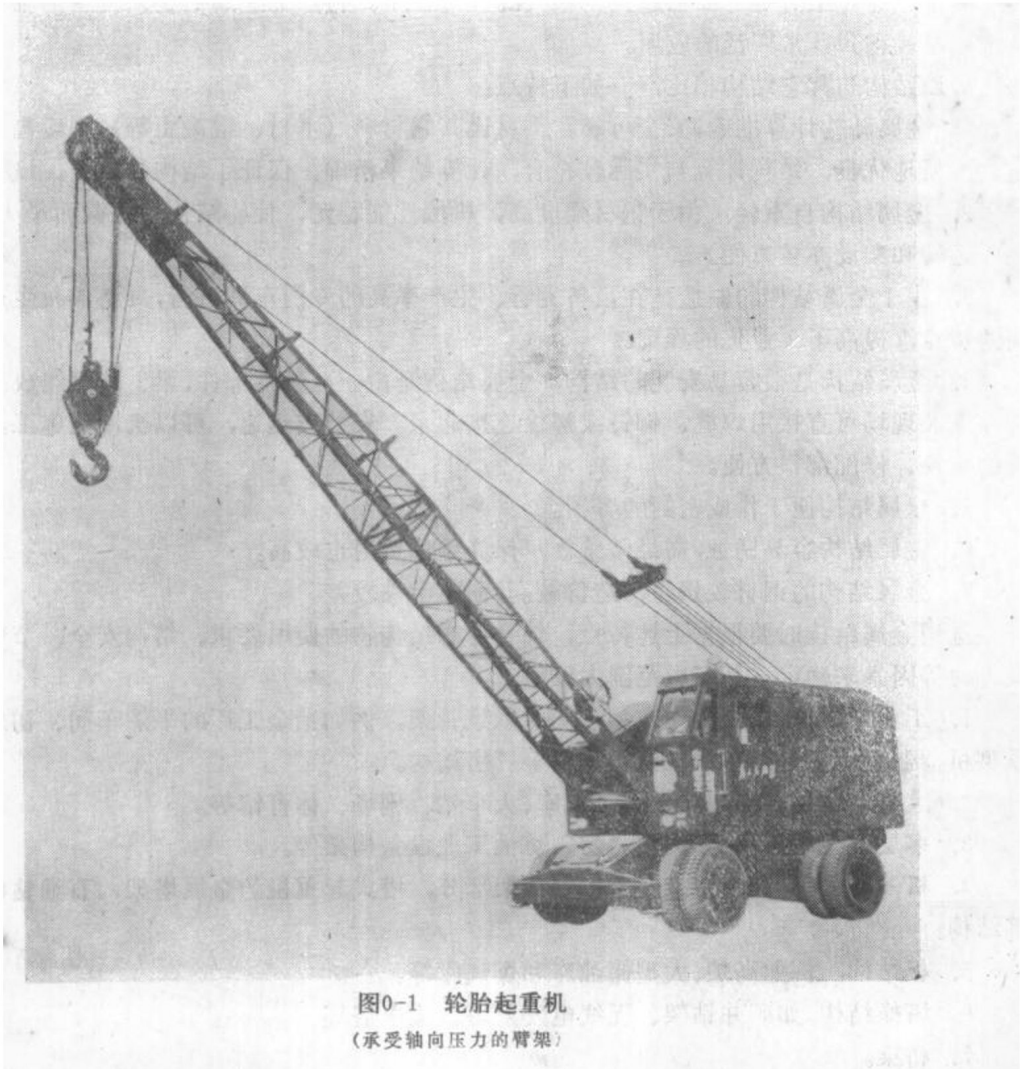


图0-1 轮胎起重机

(承受轴向压力的臂架)

金属结构的基本零件（元件）主要是各种大小厚薄不同的钢板和各种型钢。由这些零件再组成金属结构的部件——梁、柱、桁架等。根据受力特征不同，金属结构的部件可分三类：主要是承受弯矩的部件如梁和桁架；主要是承受轴向压力的部件如柱，轴向受拉部件的构造接近于柱，可归并柱子一类；既承受轴向压力又承受弯矩的部件称为压弯构件，它是一种偏心受压柱，构造和柱相同，但截面要扩大。

三类部件按其力学特性和用途不同可以作为不同机器上的承载骨架，例如图 0-1 所示的轮胎式起重机的臂架就是一个受压柱。又如图 0-2 所示的龙门起重机的刚性支腿就是一个偏心受压柱，而其主梁则是一个受弯曲的梁。

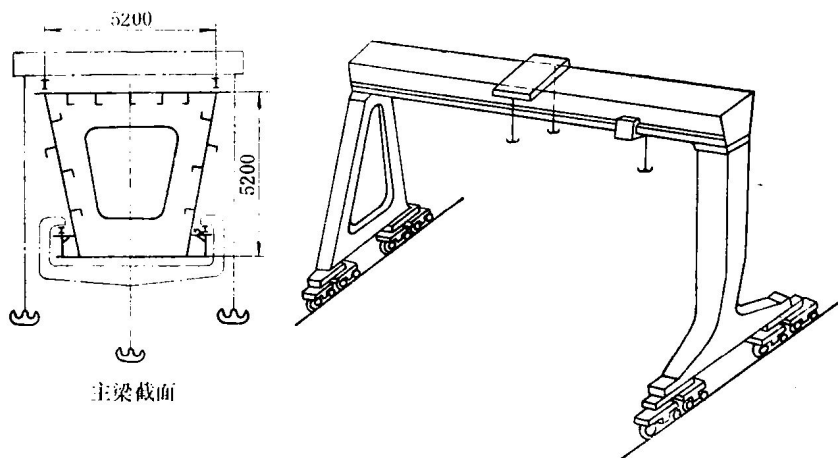


图0-2 2000kN造船用箱型单主梁龙门起重机的一种结构型式
(承受压弯的支柱和承受弯矩的梁)

梁、柱和桁架按其构造可分为实腹式结构和格构式结构两类。

实腹式结构是由钢板制成的，如工字型梁、箱型梁和箱型柱等。图 0-3 是抚顺挖掘机厂生产的斗容为 15m^3 的挖掘机。臂架系统采用箱型结构。

格构式结构一般用型钢制成，多作成桁架和格构柱。图 0-4 是国产牙轮钻机，其钻架是采用开式的桁架结构。由钢板开孔后也能组合成格构式结构，但制造较复杂。

实腹式结构自重较大，制造方便，格构式结构自重小，但工艺复杂。一般是受载大的结构采用实腹式，而受载小、尺寸大的结构采用格构式。

根据基本元件间不同连接方式，金属结构部件又可分为两类，即用铆钉连接的铆接结构和采用焊缝连接的焊接结构。焊缝连接不仅简化了结构，缩短工时，而且大大减轻自重，因此在机械工程的金属结构中得到了广泛使用。铆接结构由于自重大，制造工时多等缺点应用渐少。但由于铆接安全可靠，对受冲击大的重型结构，例如桥梁、起重机装卸桥的

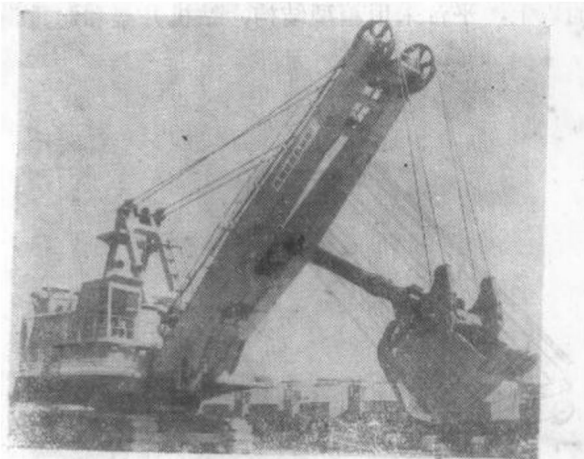


图0-3 箱型臂架的挖掘机

某些部位仍然使用铆接连接的结构。螺栓连接也属于铆接一类。

梁、柱、桁架是金属结构的主要部件，由它们的不同组合，可以构成桥架、门架、组合臂架、塔桅等承载结构。它们有的是箱型结构，有的是格构式结构，有的是箱型和格构混合结构。桥式起重机金属结构比较多的是采用箱型桥架，如图 0-5 所示。它是由两根箱型主梁和端梁组成的。图 0-6 是 L 型龙门起重机，其金属结构是由一根箱型单主梁和两根变截面型支腿组成的门架结构。

门座起重机金属结构也常采用箱型结构。如图 0-7 所示的门座起重机，金属结构的下部为箱型的交叉门架结构，中间部分是箱型转柱，上部是由箱型的臂架、拉杆和桁构式象鼻梁组成的组合臂架。

图 0-8 是陆上采油机械的 A 型井架，它是目前使用最多的一种格构式结构。上部是一整体桁架结构，下部由两条矩形截面的格构柱组成。近几年来，国外超深井钻机井架多采用四根格构柱子组成的塔式井架。

图 0-9 所示的是海上采油机械的金属结构。海水下面为圆管支承结构(或箱型结构)，水面以上，平台采用箱型结构，钻机井架和起重设备则采用格构式结构。

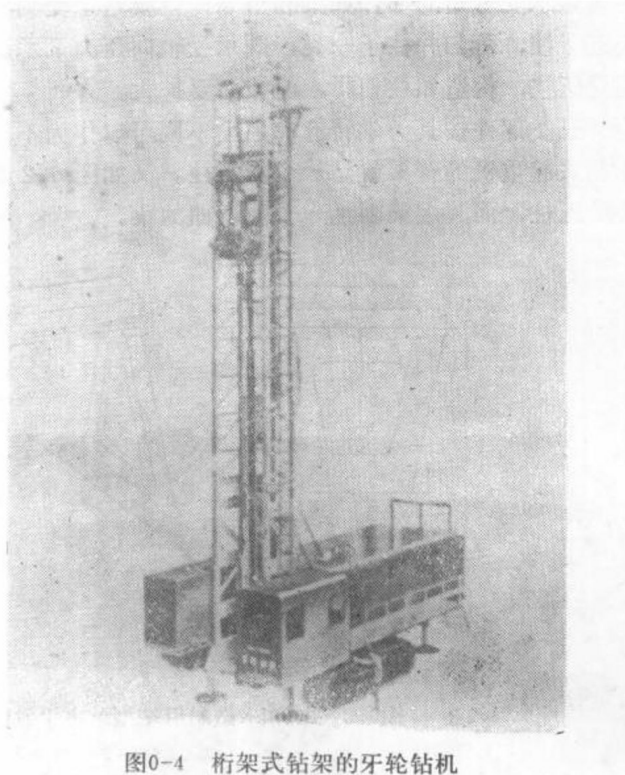


图0-4 桁架式钻架的牙轮钻机

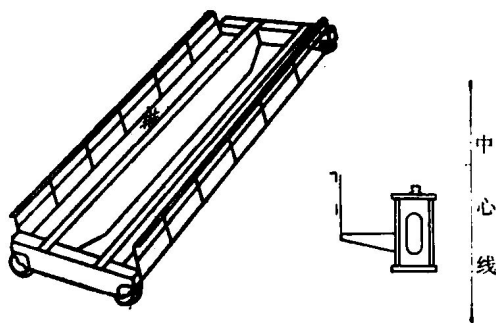


图0-5 桥式起重机桥架

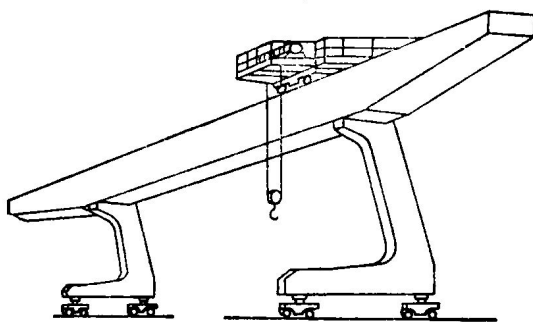


图0-6 L型龙门起重机(门架结构)

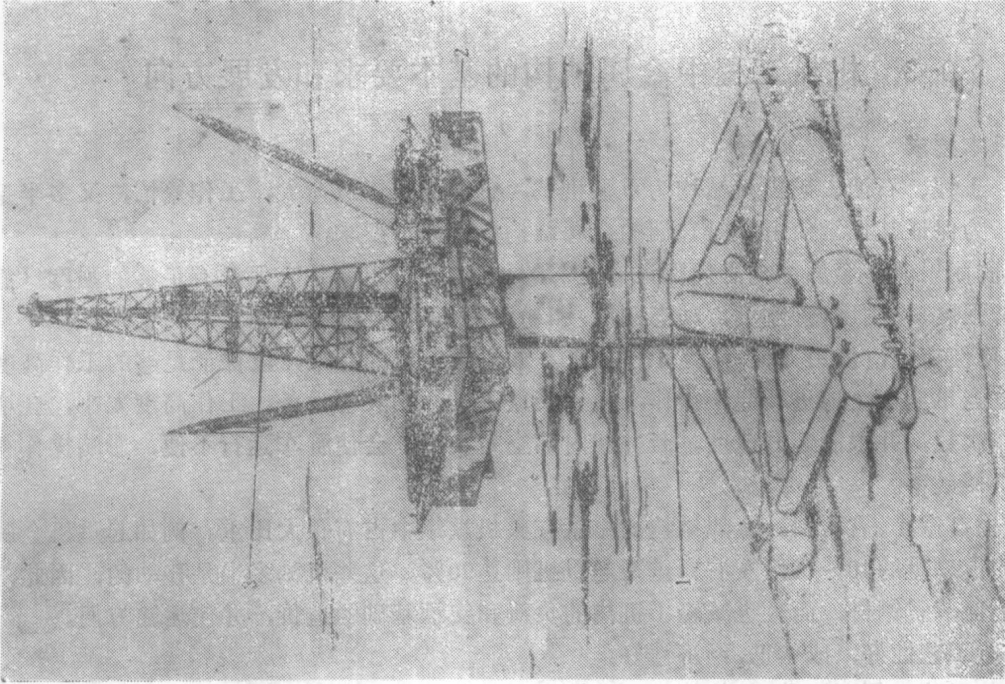


图0-9 海上采油机械

1—圆管结构 2—箱型平台 3—格构式塔架

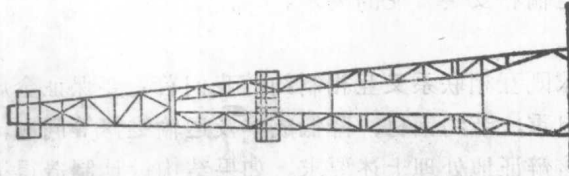


图0-8 A型采油井架

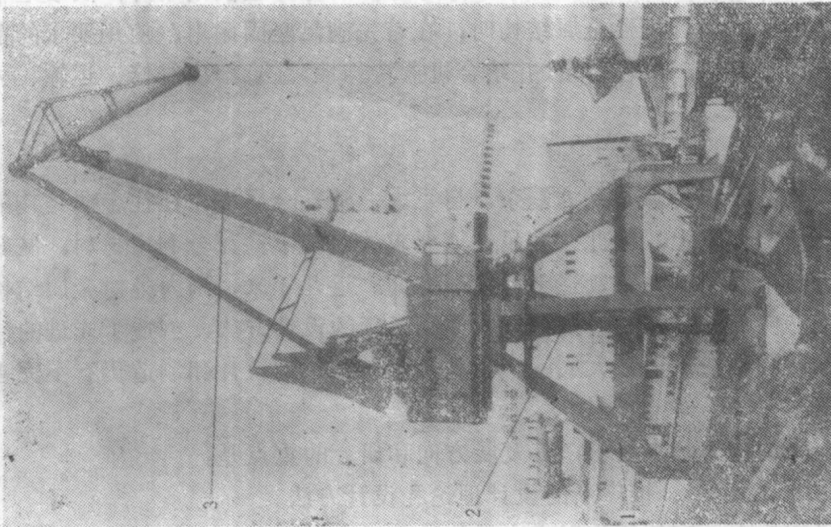


图0-7 门座起重机

1—门架 2—转柱 3—组合臂架

§ 0-3 机械工程中金属结构的基本要求和发展方向

一、基本要求

起重、工程、石油、矿山机械均为重型机械，它们的作用载荷大，工作繁忙，又多半是移动机械，为保证其正常使用，对它们的金属结构提出如下要求：

1. 坚固耐用。即金属结构必须保证有足够的承载能力，也就是应保证有足够的强度（静强度，疲劳强度）、刚度（静刚度，动态刚度）和稳定（局部稳定，整体稳定）的要求。

2. 工作性能好，使用方便，满足工作要求。如采油机械的井架，应保证足够的工作高度和空间，才能迅速安全地进行起下操作，便于安放工具、钻具等设备。工作高度太小，会增加起下操作次数，并限制起升速度。若井架内部空间狭窄，会使游车运行不便，影响操作视野，降低机械效率。

3. 结构自重小，省材料。金属结构的重量在整机重量中占有很大比重。例如起重机金属结构自重约占总重的40~70%左右。重型起重机则达90%。这些机械多半是移动的，因此，减轻自重不但节省钢材，而且也减轻了机构的负荷和支承基础的造价，并使运输方便。

4. 制造工艺性好，成本低，经济性好。

5. 安装迅速，便于运移，维修简便。机器金属结构往往都很庞大，设计时应考虑运输条件，尤其是采油机械井架常常分段或整体运移，水平组装，整体起放。因此，必须要有合理的结构以满足其运输和安装方便的要求。

6. 外形美观。

上述基本要求既互相联系又互相制约，我们首先要保证金属结构坚固耐用和使用性能。其次应注意减轻自重，节约钢材，降低成本及运输维修等问题，在可能条件下考虑外形美观。

在设计时应该辩证地处理上述要求。如果结构设计制造得很坚固，性能也好，但却用料过多，非常笨重，对经济、成本也缺乏考虑，这是不合理的。若孤立地追求节省钢材，而忽视使用要求，使制造的机器性能差或过早损坏，这将是最大的浪费。同时，还要考虑不同用途的机器金属结构的特殊性。如采油井架，除考虑性能好、坚固耐用外，安装运输是否方便也是很重要的。因此，设计机器金属结构时，在首先满足坚固耐用、使用要求的前提下，要最大限度地充分利用材料，减轻自重，并结合机器特殊性，注意解决维修、运输、外形美观等问题。

二、发展方向

机器金属结构的工作特点是受力复杂，自重重大，消耗金属多，往往金属结构的成本约占产品总成本的三分之一以上。因此在满足性能要求的前提下，充分利用材料，减轻自重，降低成本，仍是机器金属结构设计制造中的发展方向。近几年来，国内外对金属结构进行了大量的研究工作，出现了许多新的结构型式，使用了新的设计方法，创造了先进的制造工艺。使金属结构的设计和制造取得很大成就。但是，金属结构的设计和制造仍有不完善之处，应作进一步研究。

根据机器金属结构的基本要求，其发展方向和研究的重点是：

1. 要研究并广泛运用、推广新的设计理论和设计方法。

在机器金属结构中一直使用许用应力计算法，随着生产发展的要求，试验研究工作的开

展,当前国内外出现许多新的设计理论、计算方法。提出许多新的参数、数据、计算公式等,主要有:

- (1) 金属结构的优化设计法;
- (2) 金属结构极限状态设计法;
- (3) 金属结构预应力设计法;
- (4) 金属结构的有限元算法。

上述设计方法在不同的金属结构类型中有的已被采用或试用,有的尚未应用。极限状态法和预应力法正确地考虑了载荷作用性质、钢材性能及结构工作特点等因素,使计算准确,能够充分地利用材料。例如采用预加应力法设计起重机,金属结构能节省材料30%。结构优化设计,能确保结构具有最优的型式和尺寸。采用有限元法,能计算复杂的结构,可使计算达到所需的精度,简化了设计过程,缩短了设计时间。此外在设计金属结构中,断裂设计方法有了新的发展。

现行的许用应力设计法也应进一步改进。这种方法使用方便,计算简单,有一定的准确性。因此,国内外在机器金属结构设计中仍被广泛采用着。其缺点是对不同用途、不同性质的金属结构采用相同的安全系数,因此它往往偏大或偏小,使得结构不是偏于安全就是偏于不安全。其中有些算法太陈旧,不能反映实际状态,有的还不完善,有的则还是空白。因此,应进一步研究的主要内容有:

- (1) 金属结构疲劳强度计算法;
- (2) 薄板塑性失稳的计算法;
- (3) 断裂力学在金属结构中的应用,例如材料断裂韧性的测定和结构的断裂计算方法;
- (4) 金属结构动力性能的研究等。

这些问题,在国外有些已经解决,并用于金属结构设计中。国内研究得尚不够。应尽快地研究编制出各种机器金属结构的设计规范,以便于实际应用。

2. 部件标准化、统一化和结构定型系列化。

机器金属结构零部件标准化、统一化是结构定型系列化的基础。采用一定规格尺寸的标准零部件组装成定型系列产品,首先能减少结构的方案数和设计计算量,大大减轻了设计工作。结构定型系列化能促进标准零部件的大批生产,零件生产工艺过程也易于程序化,便于使用定型设备组织流水生产作业线,提高生产率,降低成本,又能实现快速安装,便于采用现代化起重设备,改进安装方法,保证安装质量。可见,结构定型系列化是简化设计、实现成批生产、缩短工时、降低成本的有效方法,应予足够重视。

我国有些机器金属结构已经定型系列化,例如桥式起重机,塔式起重机和轮胎起重机等均有系列产品。

3. 总结、创造和推广先进的结构型式。

为了改善机器的性能,改进结构型式是生产发展的需要,也是有效地减轻金属结构自重的方法之一。国内外实践都已证实了这个问题。例如起重机金属结构中,我国1958年生产的三角形截面管结构桥架比同样参数的箱型结构双梁桥架(图0-5)的自重约减轻30%,而采用箱型单主梁桥架(图0-10)自重更小,约为双梁桥架(图0-5)自重的50%左右,同样,近来采用箱型单主梁L型龙门起重机(图0-6)较箱型双梁龙门起重机自重减轻40%以上。国

外门座起重机金属结构也进行了革新,例如臂架采用三角形截面管结构(图0-11),旋转支承部分采用能承压弯的滚珠座圈结构和转柱式结构(图0-7)。为了使用方便,结构简单,并保证运行门架有足够刚度,则采用封闭截面的四腿或三腿门架(图0-7和图0-11),使门座起重机金属结构自重减轻了50%左右。近年来,由于生产的发展,要求钻机增大轴压,加大孔径,增大回转功率,一次钻到底不换钻杆,因此需有高而坚固的钻架,于是出现了以方形钢管为骨架的箱型结构,如图0-12。它比桁架结构钻架(图0-4)自重稍大,但其刚度和抗扭能力都大为增加。由此可见,创造新的结构型式,不仅能节省钢材,降低成本,更主要地是改善性能,满足工作要求。因此,结构的合理选型问题是设计中十分重要的问题。

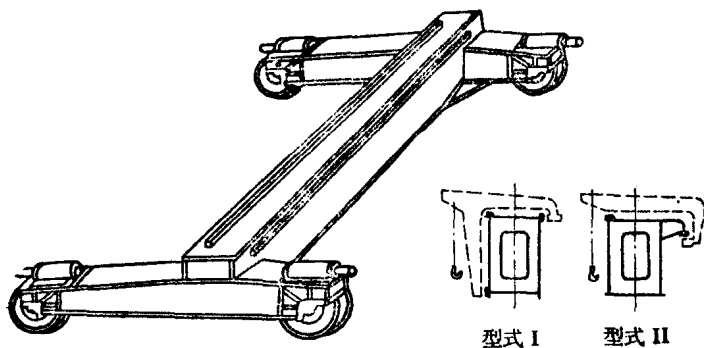


图0-10 箱型单主梁桥架

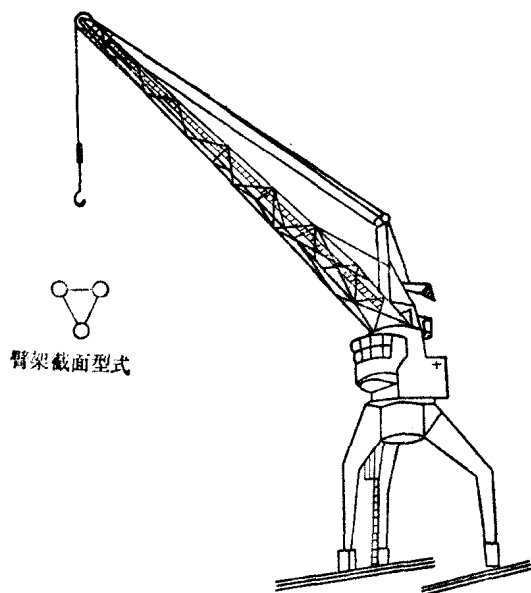


图0-11 门座起重机臂架
(三角形截面管结构)

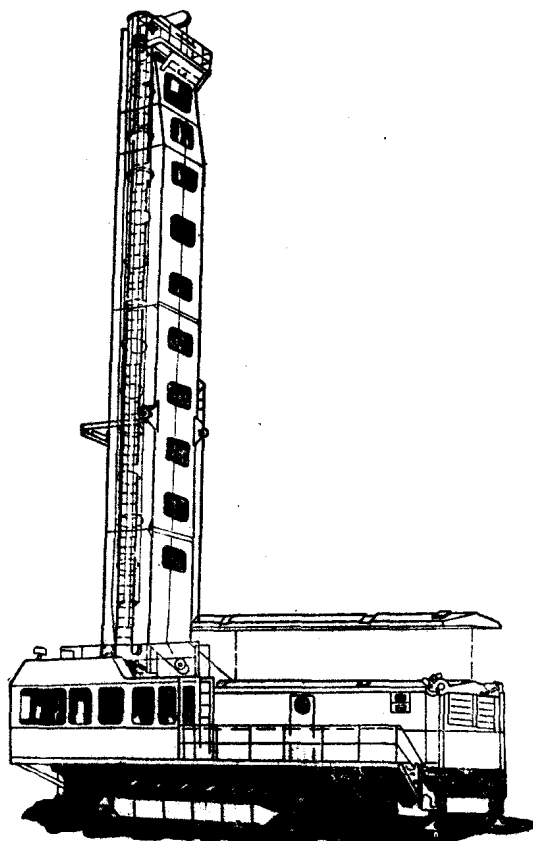


图0-12 箱型钻架的钻机

4. 继续使用、发展研究具有较高经济指标的合金钢、轻金属。采用和生产各种新型热轧

薄壁型钢和冷弯模压型材以及其它新兴材料。

采用高强度低合金结构钢或轻金属铝合金能够保证性能、节省材料、减轻自重。国外已制造过铝合金结构的桥式起重机和龙门起重机的桥架、门座起重机的臂架,使自重减轻30~60%。西德制造的铝合金箱型单主梁桥式起重机桥架自重比双梁桥架减轻70%左右,从而减轻了厂房结构和基础的载荷,降低了投资。我国铝矿资源丰富,采用铝合金前途广阔,但目前对这些机器结构尚不能供应。

我国生产的低合金结构钢16Mn在机器金属结构中早已采用。由于材质好,强度高,产品坚固耐用。约可减轻重量达20%左右。国外低合金钢发展很快,并已广泛应用,如日本对起重机臂架的主要构件、汽车起重机箱型臂架等常采用抗拉强度达 1000N/mm^2 的合金材料。而我国也有类似的材料,但产量较少。

热轧薄壁型材、冷弯模压型材在金属结构制造中是很有发展前途的材料,它可以设计成任意截面形状,以满足受力要求。在简化结构、节省钢材、减少制造和安装劳动量、缩短工期等方面大有成效。目前,已用于建筑结构中,在电葫芦单梁桥架中也开始采用。今后,应进一步研究、设计适用于机器结构所需的合理型材,添置必要的冷压设备。

不久前,日本、西德曾采用工程塑料制造机器的结构和机器零件,我国曾试制过机器的塑料零件,但尚未系统研究和推广。采用塑料结构在节省钢材、简化制造工艺、减轻基础负荷等方面开辟了新的途径。

5. 广泛使用焊接结构,研究新的连接方法。

由于生产、科研工作的发展,焊接质量普遍提高,焊接结构在金属结构中的应用也越来越广泛。焊接连接在简化结构型式、减少制造劳动量、缩短工时等方面具有独特的优点。它与铆接结构相比可节省钢材达30%以上。

高强度螺栓是近年来新出现的一种连接方法,这种连接是由于螺栓有很大的初拉力,使钢板之间产生很高的摩擦力来传递外力的。由于螺栓强度高(经热处理后的抗拉强度不小于 900N/mm^2),连接牢固,工作性能好,安装迅速,施工方便,所以它是很有发展前途的一种连接方法。

胶合连接是构件连接的新动向,不久前英国曾以工程塑料为原料用胶合方法制造出起重机结构,它大大简化了制造工艺,减轻了自重。我国对工程塑料和胶合剂的研究还很不够,因此,这种连接方法目前尚未采用。

6. 金属结构的大型化。

起重、工程、矿山、采油等机械随着国民经济的发展逐渐向大型化、专业化、高效率的方向发展。机器的金属结构也越来越庞大。例如,国外用于冶金和水电站的桥式起重机载重量越来越大,已生产有800kN至10000kN的桥式起重机。国内500kN至6000kN的桥式起重机已有系列设计。造船用的龙门起重机,日本已制成载重量7000kN、跨度115m、起升高度为85m的箱型单主梁龙门起重机。西德制造了载重量为8400kN、跨度140m、全高96m的箱型龙门起重机。主梁高达8m,满载总重为40000kN。英国生产了载重量为10000kN、跨度达150m的造船用巨型龙门起重机,目前是世界上最大的龙门起重机。国内制造了载重量2000kN,跨度为66.5m,全高为50m的箱型单主梁龙门起重机(图0-2)。挖掘机的铲斗容量也越来越大,我国已制造出斗容为 15m^3 的挖掘机(图0-3)。而美国制造出斗容为 168m^3 、机器总重达135000kN、总功率为五万马力的世界最大的挖掘机。

为了发展国际贸易,需在港口装卸作业中提高车船的货运量和装卸效率,各国都采用了集装箱的运输方式。我国建有集装箱专用码头并研制成功 400kN 的集装箱装卸桥(图0-13), 305kN 的集装箱龙门起重机和与之配套的搬运跨车,这类装卸桥的金属结构都很庞大,自重达 6000kN 以上,高达 54m。

由于结构尺寸的增大,给设计和制造工作提出了许多新的研究课题,例如,怎样保证结构的空间刚度和局部稳定性;高大的空间结构在外载荷作用下进行精确的内力分析和动力性能的研究;怎样保证结构焊接、组装的质量以及探讨科学的运输方案和快速的安装方法等均需在今后的科学研究和生产实践中进一步解决。

上述问题既是生产与设计部门应该注意解决的问题,也是学校和科研单位应该研究的课题和方向。我们要面向实际、面向生产,发现问题,加以研究,提高到理论上来,再去指导实践,提高我们的设计水平,确保制造质量,更好地为祖国的社会主义建设贡献力量。

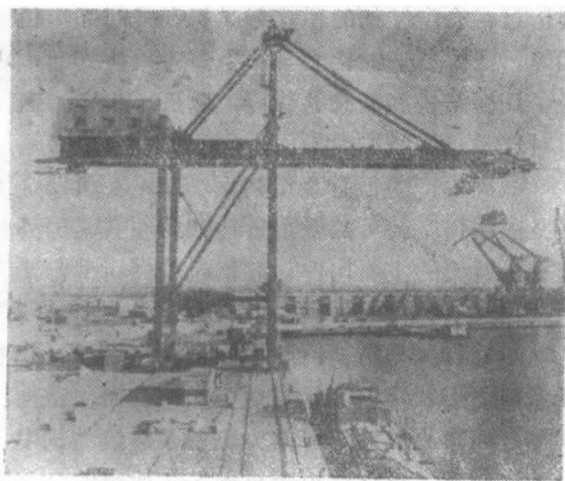


图0-13 400kN集装箱装卸桥

思考题

- 0-1 金属结构在机械工程中的应用。
- 0-2 对机械工程金属结构的基本要求。
- 0-3 金属结构的发展方向。