

21 世纪高等院校教材

工程机械设计

秦四成 编著



 科学出版社
www.sciencep.com

711400
y 111

21 世纪高等院校教材

工程 机械 设计

秦四成 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统论述了工程机械设计中的基本概念和基本方法,内容包括工程机械总体设计、工程机械发动机的选择、工程机械行驶理论、工程机械牵引性能、工程机械传动系设计、工程机械制动系设计、工程机械转向系设计、工作装置设计、工程机械人-机-环境系统设计、工程机械造型设计,并对现代设计理论和方法在工程机械设计中的具体应用作了介绍,使读者能对工程机械整机设计有系统的了解。

本书可作为高等院校机械工程类相关专业课程的教材,也可供从事工程机械设计、研究、生产、销售服务的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程机械设计/秦四成编著. —北京:科学出版社,2003

(21世纪高等院校教材)

ISBN 7-03-011344-6

I. 工… II. 秦… III. 工程机械-机械设计-高等学校-教材
IV. TU602

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 022512 号

责任编辑:马长芳/文案编辑:彭 斌 姚 晖/责任校对:朱光光

责任印制:刘秀平/封面设计:宋广通

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

西 保 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年5月第一版 开本:B5(720×1000)

2003年5月第一次印刷 印张:11 1/4

印数:1—3 000 字数:219 000

定价: 17.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

《工程机械设计》是吉林大学“十五”规划教材立项项目。吉林大学工程机械专业在该领域经历数十年教学和科研实践,在国内工程机械行业中享有一定的知名度和影响力,具有明显的学科专业优势和办学特色,是国内工程机械专业人才的培养基地、工程机械行业的技术依托,并承担了工程机械行业的国家攻关项目、国家自然科学基金项目、国家“863”项目。

工程机械设计课程为机械工程类专业课程,现有相关教材多是20世纪80年代初出版的,并多限于工程机械单机种的设计,对工程机械共性的设计理论和方法的介绍相对较少,难以满足工程机械专业教学的要求。

工程机械行业在国民经济中占据较重要的地位,从业人员很多,也急需具有较新设计理论和方法的专业参考书。

本书较全面地阐述了工程机械设计理论和设计方法,揭示了工程机械设计的内在矛盾和规律,反映了现代工程机械的先进技术和研究成果,希望能以此促进和推动工程机械设计水平的提高。

作为高等院校本科阶段的专业教科书,由于学时的限制,本书在内容的安排上力求精练介绍工程机械设计理论,而工程机械构造和工作原理、主要零件的设计理论、液压传动技术等内容则由相关配套的课程予以讲解,以形成系统的专业教学体系。因此本书对工程机械行业的读者或许有些不便,望予以谅解。

考虑到工程机械品种繁多,各机型又有特殊之处,本书本着突出共性、照顾特性的思路,注意了和其他相关课程的衔接,着重介绍工程机械各主要系统的基本设计理论和现代成熟的设计方法。

本书在编写过程中得到了吉林大学教务处教材建设专项资金的资助,吉林大学机械科学与工程学院的老师给予了大力协助,叶远林绘制了书中插图,在此一并表示感谢!

限于编著者水平,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

秦四成

2003年1月于吉林大学

目 录

第一章 工程机械总体设计	1
1.1 工程机械的使用性能	1
1.2 工程机械设计过程	2
1.3 工程机械总布置	6
1.4 工程机械 CAD 技术简介	10
第二章 工程机械发动机的选择	12
2.1 发动机的基本性能	12
2.2 工程机械发动机的选型	15
2.3 工程机械发动机辅助系统设计	18
2.4 发动机悬置系统设计	24
第三章 工程机械行驶理论	29
3.1 土壤的物理性质	29
3.2 轮式工程机械行驶理论	34
3.3 履带式工程机械行驶理论	45
第四章 工程机械牵引性能	53
4.1 牵引力平衡和牵引功率平衡	53
4.2 牵引特性	57
第五章 工程机械传动系设计	62
5.1 传动系设计概述	62
5.2 主离合器设计	71
5.3 液力变矩器选择	76
5.4 变速箱设计	93
5.5 传动轴和驱动桥设计	109
第六章 工程机械制动系设计	116
6.1 概述	116
6.2 制动器的结构型式选择	117
6.3 制动系主要参数及其选择	120
第七章 工程机械转向系设计	125
7.1 转向系概述	125
7.2 铰接式转向系设计	127
第八章 工作装置设计	134

8.1	对工作装置的基本要求	134
8.2	铲斗设计	135
8.3	工作装置连杆机构设计	137
8.4	工作装置结构有限元分析	143
8.5	工作装置的液压系统	147
第九章	工程机械人-机-环境系统设计	149
9.1	概述	149
9.2	工程机械噪声控制	150
9.3	工程机械驾驶室宜人化气候环境	154
9.4	工程机械乘坐舒适性	156
第十章	工程机械造型设计	166
10.1	概述	166
10.2	工程机械造型设计的任务	166
10.3	工程机械造型设计	168
10.4	工程机械色彩设计	173
参考文献	174

第一章 工程机械总体设计

工程机械总体设计是工程机械设计工作中最重要的一环,它对工程机械的设计质量、使用性能和工程机械在市场上的竞争能力有着决定性的影响。工程机械性能的优劣和作业效率的发挥,不仅与相关总成及部件的工作性能有着密切的关系,而且在很大程度上取决于各有关总成及部件间的协调与参数匹配,取决于工程机械的总体布置。

1.1 工程机械的使用性能

工程机械使用性能的好坏,是检验工程机械设计是否正确的惟一标准,对工程机械来讲,其整机使用性能主要包括牵引性能、动力性能、机动性能、经济性能、作业安全性能、操纵舒适性能。

1.1.1 牵引性能

工程机械的牵引性能,是反映在各挡作业速度下牵引力随速度的变化而变化的情况以及能够发出最大牵引力的性能。牵引性能直接影响着工程机械的作业能力与作业效率。牵引性能的好坏,是用牵引功率和牵引效率来评价的,它表明了工程机械工作时发动机功率利用的有效程度,是一个重要的使用性能指标。

1.1.2 动力性能

动力性能是反映工程机械以不同挡位行驶时,所具有的加速性能及所能达到的最大行驶速度和爬坡能力。动力性能的指标用动力因数来评价。动力性能直接影响着工程机械的生产效率。

1.1.3 机动性能

机动性能是反映工程机械的直线行驶的稳定性和狭窄场地转向和通过的能力。机动性能与操纵性能有很大的关系,操纵性能常以工程机械通过性能的几何参数表示,包括最小离地间隙、纵向通过角、接近角、离去角、最小转弯半径等。机动性能影响工程机械的适用程度。

1.1.4 经济性能

经济性能是指在保证工程机械牵引性能及动力性能的条件下,以尽量少的燃

油消耗量达到经济作业、行驶的能力。经济性能好,可以降低工程机械的使用费用。经济性能通常用两个指标来评价:一个是发动机额定比油耗,即每千瓦小时所消耗燃料的克数,这个指标可以用来比较相同机种不同型号发动机经济性能的好坏;另一个是发动机额定小时燃油耗,如发动机每小时所消耗燃料的公斤数,这个指标可以用来核算作业成本,由于它包含着使用中各种因素的影响,因此不能作为评价不同型号工程机械经济性能好坏的指标。

1.1.5 作业安全性能

工程机械作业安全性能包含两个方面:工程机械稳定性能、工程机械制动性能。

(1) 工程机械稳定性能

工程机械稳定性能是表明工程机械作业或在坡道上行驶时抵抗纵向和横向倾翻和滑移的性能。工程机械的稳定性能用稳定度来评价。

(2) 工程机械制动性能

工程机械制动性能反映工程机械在各种行驶速度下停车的能力,主要以在指定行驶速度下的制动距离来评价。

1.1.6 操纵舒适性能

对工程机械操作者来讲,改善操纵性、增加舒适性、减轻劳动强度,是工程机械发展的重要方面,是提高工程机械生产效率的有效措施。驾驶室的隔振、降噪,宜人化环境是工程机械现代设计的主要内容。

上述整机的各种使用性能,是由总体设计和各总成部件的设计共同来保证的,它涉及正确地选用发动机功率,合理地选择总体参数、传动、转向、制动、行走各系统及工作装置的结构形式,各总成的合理匹配和布置等诸多设计内容。

1.2 工程机械设计过程

工程机械设计尤其是新型工程机械设计,是根据社会对该型工程机械的使用要求而提出的整机参数与性能指标进行设计的,即从整机的总体设计开始,然后通过总体设计的分析与计算,将整机参数和性能指标分解为有关总成的参数和功能后,再进行总成和部件设计,进而进行零件甚至某一更细微的局部设计与研究。

设计与开发一种新型工程机械不是仅仅为了追求新颖,而是为了满足一定的社会需要、完成特定的作业要求和获得一定的经济效益,这是设计的宏观目的。

产品设计的目的性明确以后,设计工作就有了重点和方向,接着应当考虑产品设计的时间性或时代感。设计开发一种新型工程机械时,不仅仅要考虑当前的技术水平和社会需要,更要以产品能够推向市场并保持在一定时期内的先进技术水

平和社会需要为目标,这就要求设计者要能掌握工程机械技术的发展趋势,并具有预见性和创新能力。

1.2.1 工程机械设计工作的通用方针

1) 工程机械设计应根据市场需求、产品的技术发展趋势和企业的产品发展规划进行。

2) 工程机械选型应在对同类型产品进行深入的市场调查,使用调查,生产工艺调查,样车结构分析,性能分析及全面的技术、经济分析的基础上进行。新型工程机械应是技术先进、实用、经济、美观、畅销的产品。

3) 应从已有的基础出发,对原有工程机械样机参数进行分析比较,继承优点,消除缺陷,采用已有且成熟可靠的先进技术与结构开发新型工程机械,以使新型工程机械的设计脚踏实地,少走弯路。

4) 应从解决设计中的主要矛盾或关键问题入手,依次解决设计方案中的其他问题和要求。通常方案要经过多次修改才能基本满足各项要求。

5) 设计应遵守有关标准、规范、法规、法律,不得侵犯他人专利和知识产权。

6) 力求零件标准化、部件通用化、产品系列化,实现模块化设计。

将产品设计成由特定功能、相互独立的子模块形成的组合体,子模块间应具有相互连接的接口,这样不仅可大大地简化装配工艺,且容易使产品变型,实现工程机械多品种生产。

7) 设计要从严要求。为防止发生严重的错误,每步都应进行检查,每阶段应做可行的实践考验,高质量地完成设计任务。

工程机械设计的工作方针是工程机械设计工作的指导思想,而设计原则则是指导设计的准则,它包括对产品和技术先进性、制造工艺性、结构继承性、零件标准化与部件通用化程度及生产成本等主要技术-经济方面的要求,以及对工程机械变型的规定,同时要规定在各种使用性能中优先保证的主次。有了正确的工作方针和设计原则,工程机械设计就有了明确的方向。

1.2.2 工程机械设计特点

(1) 满足零件标准化、部件通用化、产品系列化的要求

由于工程机械大多属于多品种、小批量生产,设计中实行零件标准化、部件通用化和产品系列化,可简化生产,提高工效,保证产品质量,降低生产成本,减少配件品种,方便维修。

所谓“系列化”,是指制造厂为了能供应各种型号的产品(可为整机,亦可为总成和部件),又能进行大量生产,而将产品合理分档,组成系列,并考虑各种变型,以较少的基本型和衍生出的较多系列产品,满足广泛的需要。

所谓“通用化”,是指在同一系列或相近的一些机型上,采用通用的总成或部

件,以简化生产。

所谓“标准化”,是指在设计中广泛采用标准件,以利于组织生产、提高质量、降低造价和方便维修。

(2) 考虑使用条件的复杂多变

为了使所设计的工程机械产品在广阔的市场上具有竞争力,设计中就要充分考虑提高其对复杂多变的使用条件的适应性。特别应注意热带、寒带等不同的气候条件和高原、山区、丘陵、沼泽、沿海等不同的地理条件,以及燃料供应、维修能力等不同的使用条件对工程机械结构、性能、材料、附件等特殊要求。例如:在高原地区发动机应增压;在热带地区要考虑驾驶室的隔热、空调或通风;在寒带要考虑发动机的冷起动;在山区则应提高工程机械的爬坡能力并附加发动机排气制动等。

(3) 重视使用中的高效安全、可靠、经济与环保

良好的使用性能显然是各种产品的设计者都要追求的目标,工程机械设计者亦应如此。所不同的是工程机械的使用性能是多方面的(例如:牵引性能、动力性能、燃油经济性、制动性能、舒适性能、通过性能以及可靠性、耐久性、维修性和对环境的影响性能等),而且在某些性能之间有时是相互矛盾的。因此,工程机械设计的特点还在于:要在给定的使用条件下,协调各种使用性能的要求、优选各使用性能指标,使工程机械在该使用条件下的综合使用性能达到最优。特别要重视使用中的安全、可靠、经济与环保。

(4) 工程机械外形设计既重视工程要求也要注重外观造型

工程机械既要完成一定的作业功能,也是工程建设施工场地流动的风景点缀,因此,工程机械外形、油漆及色彩是工程机械给人们的第一个外观印象,是人们评价工程机械的最直接方面,也是工程机械设计愈来愈重要的内容,它既是工程设计,就该体现美工设计的内容。

(5) 工程机械设计是考虑人机工程、制造工程、运营工程、管理工程的系统工程

工程机械是由人操作的,必须考虑人-机关系,操纵要方便、舒适。设计师必须懂得制造工艺,使所设计的零件制造工艺性好,易于加工,便于装配,适于批量生产。所设计的工程机械使用性能要好,作业效率要高,便于维修保养,以获得较高的使用效益。工程机械设计还应符合有关管理部门制订的工程机械产品型谱及一切与工程机械有关的管理法规。随着电子计算机的飞速发展和广泛应用,现代工程机械设计除具有上述特点外,也和其他许多领域的产品一样,越来越多地引进了微处理机、各种传感器和调节装置,使工程机械产品由单一的机械产品向机-电-仪-液一体化的产品过渡,并逐步向自动控制 and 智能化方向发展。例如发动机的电控燃料供给系统、变速器的电控自动换挡装置、制动器的电控防抱死装置、工作装置的准确定位系统,单杆复合转向系统等。

由此可见,现代工程机械设计已不再是单一的机械设计,而是要综合运用多方面的基础理论、技术理论、专业知识和许多当代技术成就而进行的多种交叉学科的

现代化设计。

1.2.3 工程机械设计过程

(1) 调查研究与初始决策

其任务是选定设计目标,并制定产品设计工作方针及设计原则。调查研究的内容应包括:老产品在服役中的表现及用户意见;当前本行业与相关行业的技术发展,特别是竞争对手的新产品与新技术;材料、零部件、设备和工具等行业可能提供的条件;用集团内外同类型机械的资料,做出其主要参数及各总成形式的统计表进行分析比较。本企业在科研、开发及生产方面所取得的新成果等等,它们对新产品设计是很有价值的。

(2) 总体方案设计

其任务是根据有关决策所选定的目标及对开发目标制定的工作方针、设计原则等主导思想提出整机设想,绘制不同的总体方案图供选择。在总体方案图上进行初步布置和分析,对主要总成只画出大概轮廓而突出各方案间的主要差别,使方案对比简明清晰。经过方案论证选出其中最佳者。

(3) 绘制总布置草图、确定整机主要尺寸、质量参数与性能指标以及各总成的基本形式

在总布置草图上要准确地画出各总成及部件的外形和尺寸、并进行仔细的布置;对作业范围轴荷分配和质心高度做计算与调整,以便准确地确定工程机械的轴距、轮距、总长、总宽、总高、离地间隙等,并使之符合有关标准和法规;进行性能计算及参数匹配,完善工程机械的整机外观造型。

(4) 编写设计任务书

设计任务书作为对以后的设计、试验及工艺准备的指导和依据。其内容常包括:任务来源、设计原则和设计依据;产品的用途及使用条件;布置形式及主要技术指标和参数,包括空车及满载下的整机尺寸、轴荷及性能参数,有关的可靠性指标及环保指标等;各总成及部件的结构形式和特性参数;标准化、通用化、系列化水平及变型方案;所采用的新技术、新结构、新装备、新材料和新工艺;维修、保养及其方便性的要求;生产规划、设备条件及预期制造成本和技术经济预测等。有时也加进与国内外同类型工程机械技术性能的分析 and 对比等。有的还附有总布置方案草图及外形方案图。

(5) 工程机械的总布置设计

其主要任务是根据工程机械的总体布置及整车性能提出对各总成及部件的布置要求和特性参数等设计要求;协调整机与总成间、相关总成间、总成与有关部件间的布置关系和参数匹配关系,使之成为一个在给定使用条件下使用性能达到最优并满足设计任务书所要求的工程机械。其具体工作有:

1) 绘制工程机械总布置图。它是在总布置草图和各总成、部件设计的基础上

用一定的比例精确地绘出,用于精确控制各部件尺寸和位置,为各总成和部件分配准确的布置空间,因此又称为尺寸控制图。要特别注意工程机械整体布置的合理性;驾驶室布置应具有视野良好、操作方便舒适、安全,维修方便等特点。

2) 根据总布置设计确定的整机参数和性能指标提出对各总成和部件的设计要求。包括结构形式、特性参数、尺寸与质量限制等。提供整机有关数据与计算载荷等。

3) 绘制工程机械转向机构、摆动桥等有关部分的运动图;用于校核布置空间以避免发生运动干涉。

4) 确定有关总成和部件支承的形式、结构参数与特性等,特别是对发动机动力总成前后支承、驾驶室支承和排气管支承的位置和刚度要精心选择。

5) 确定各总成的质心位置,核算工程机械空载和满载时的轴荷分配及整机质心高度。

6) 工程机械各总成、部件及零件的选型与设计。其任务除了要保证总成和整机的性能指标外,还要考虑零部件本身的强度、寿命与可靠性等问题。

7) 设计图纸的工艺审查及必要的修改。

8) 绘制总装配图。其目的是进行图面装配校核,仔细检查相连接总成及部件的连接关系、连接部分的尺寸与配合以及拆装的方便性;核算与标注整机和有关总成与部件的安装尺寸链,为总装做技术准备和提供依据。

9) 试制、试验、修改与定型。设计完成后投入样机试制时,应考虑有一定数量的零部件和总成投入台架试验,将样机投入整机室内试验与道路试验,尤其是道路试验始终是考验工程机械的设计与制造工艺最重要和不可代替的手段。试制与试验中暴露出的问题应及时解决并记录在档,作为修改设计的依据。注意了解制造和装配中的工艺问题及质量控制情况并及时把关,杜绝不合格的样品装车。要查明整机、总成及零部件的尺寸参数、质量参数、性能参数是否符合设计要求及问题所在,以便修改图纸或采取其他措施予以纠正。应按有关标准、法规进行全面的试验,以检查新产品的各项性能指标。实践是检验真理的最终标准,它在工程机械设计定型中起着关键的作用。

1.3 工程机械总布置

在新型工程机械的开发、研制的初始阶段,经过调查研究与初始决策,提出整机设想,并对工程机械主要参数以及发动机等进行选择以后,应进行工程机械总布置图的绘制,以便将整机设想绘成具体的总体方案,并校核初步选定的各总成及部件的结构、尺寸、质量和性能指标等能否满足整机的结构、尺寸、质量及其轴荷分配以及性能指标等方面的要求,寻求最佳的总布置方案。

工程机械总布置设计图是总体设计方案的图面体现,对各系统设计起控制和

指导作用,以下是绘制总布置图的要点:

(1) 搜集和绘制有关总成、部件的外形图

这是为绘制工程机械总布置图做准备。

(2) 基准线的选择及其画法

1) 前轮中心线。通过左右前轮的中心并垂直于车架上平面线的平面在整机侧视图和俯视图上的投影线定义为前轮中心线。它是标注整机各纵向尺寸的基准线或零线。

2) 整机中心线。整机纵向垂直对称平面在俯视图和前视图上的投影线定义为整机的中心线。它是标注整机各侧向尺寸的基准线。

3) 地面线。地平面在整机侧视图和前视图上的投影线定义为地面线。它是标注整机高度、工作装置作业尺寸、离地间隙、接近角和离去角等尺寸的基准线。

4) 前轮铅垂线。通过左右前轮的中心并垂直于地面的平面在侧视图上的投影线定义为前轮铅垂线。它是标注整机轴距、前悬工作装置定位的基准线。

(3) 轴距的选择

轴距的选择要考虑它对整机其他尺寸参数、质量参数和使用性能的影响。轴距短一些,整机总长、质量、最小转弯半径和纵向通过半径就小一些。但轴距过短也会带来一系列问题,例如后悬过长;工程机械行驶时其纵向角振动过大;整机加速、制动或上坡时轴荷转移过大而导致其制动性和稳定性变坏、万向节传动的夹角过大等。因此,在选择轴距时应综合考虑对有关方面的影响。当然,在满足轴荷分配、主要性能和整体布置等要求的前提下,将轴距设计得短一些为好。

(4) 轮距的选择

工程机械轮距对整机的总宽、总质量、横向稳定性和机动性都有较大的影响,轮距大,整机的横向稳定性好,但轮距不宜过大,否则会影响整机的总宽和总质量过大,轮距必须与工程机械整机总宽相适应。

工程机械的前后轮距应相等,以减小滚动阻力,有利于通过性。

(5) 工作装置主参数的确定

不同类型的工程机械,其主参数的定义是不一样的,但主参数决定着工作装置的外形尺寸、作业范围,进而影响工程机械相关的使用性能,决定着工作装置与底盘部分的连接关系。

(6) 发动机和传动系的布置

以发动机的曲轴中心线、曲轴中心线与缸体前(后)端面的交点和缸体中心平面为基准,将其固定在整机坐标系中。在进行发动机和传动系布置时,要注意的主要问题有发动机与发动机罩的间隙、发动机允许倾角、传动轴夹角、发动机舱的空气流动性、轴荷分配及变型设计的方便性等。

(7) 驾驶室的布置

驾驶室的布置涉及两方面,一方面是驾驶室在工程机械整机上的方位,驾驶室

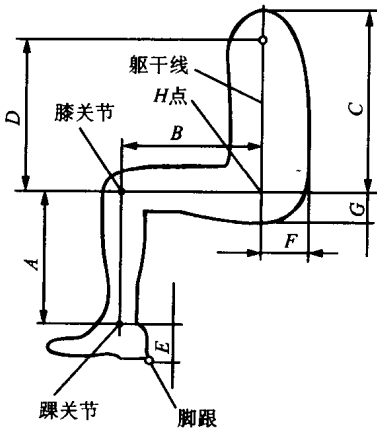


图 1-1 人体躯干模型参数

作为尺寸较大的空间部件,其布置方位影响着整机的高度,驾驶操纵舒适性。同时,其布置又受到发动机、工作装置等相关部件的制约,还受到转向轨迹范围的约束。另一方面是驾驶室的内部布置,涉及操作者与座椅,驾驶操纵机构,仪表面板的空间尺寸位置等。人的尺寸是布置的关键因素,在设计中一般采用美国 SAE 标准的人体躯干模型,模型参见图 1-1 和表 1-1。

中国人体基本尺寸参见图 1-2 和表 1-2。

(8) 质量计算

在进行总布置设计的过程中应当进行整机质量计算,以对轴荷分配进行控制。为此,

表 1-1 SAE 人体模型标准(mm)

部 位	95%男性	均 值	55%女性
A	踝关节至膝关节	445	398
B	膝关节至胯关节	452	407
C	肩至胯关节	538	494
D	肩关节至胯关节	480	442
E	踝关节高度	94	86
F	胯关节至后背	140	128
G	胯关节至臀部	96	80

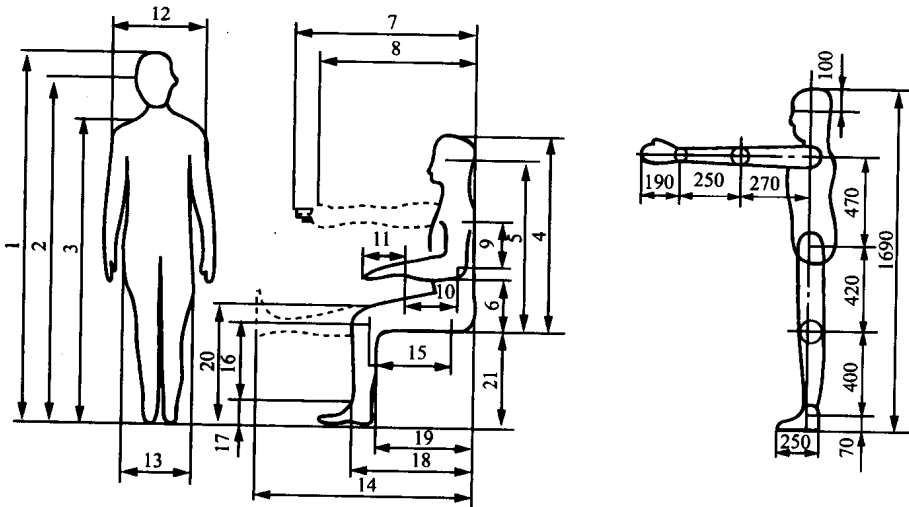


图 1-2 中国人体基本尺寸

表 1-2 中国人体基本尺寸(mm)

序号	测量项目	男		女	
		均值	标准差	均值	标准差
1	身高	1688.25	81.83	1586.17	51.29
2	眼高	1585.32	61.16	1480.25	76.02
3	肩高	1420.98	54.35	1320.26	60.96
4	坐高	896.53	36.12	848.52	31.58
5	坐姿眼高	794	-	743	-
6	肘到坐平面	245.23	41.81	238.63	25.63
7	上肢前伸长	837.78	36.91	784.50	37.98
8	拳前伸长	730.87	47.07	688.84	36.79
9	大臂长	269.21	16.36	260.74	19.79
10	小臂长	247.08	13.22	225.74	19.79
11	手长	192.53	9.46	179.00	9.52
12	肩宽	426.32	20.35	391.71	21.67
13	臀宽	333.75	22.62	394.71	23.99
14	下肢前伸长	1015.91	58.91	976.69	50.84
15	大腿长	422.48	28.44	409.21	35.39
16	小腿长	401.34	21.57	368.60	22.21
17	足高	70.69	5.46	65.78	6.94
18	膝臀间距	550.78	27.49	527.77	31.28
19	大腿平长	422.92	23.31	431.76	30.34
20	膝上到足底	515.08	24.67	479.89	23.61
21	膝弯到足底	405.79	19.49	382.77	20.83

需要知道各部件的质量和质心位置,以便在总布置图上确定各部件的质心坐标,计算整机的质心坐标和轴荷分配。工程机械的轴荷分配是整机的重要质量参数,它对工程机械的牵引性、通过性、制动性、操纵性和稳定性等主要使用性能以及轮胎的使用寿命都有很大的影响。因此,在总体设计时应根据工程机械的布置形式、使用条件及性能要求合理地选定其轴荷分配。为了使轴荷分配控制在合理的范围内,可在总布置图上对各部件的位置做适当的调整。另外对空载和满载都要进行计算与控制。

(9) 运动校核

在进行总布置设计时,要利用计算机分析软件,对各相对运动的零部件进行运动校核,确定它们的运动轨迹和运动空间,防止各部件之间产生运动干涉。一般进

行以下各项运动校核:

1) 工作装置的机构运动关系,校核工作装置的运动轨迹,满足工作装置的运动学和动力学要求。

2) 铰接式转向机构的偏转校核,防止前、后车体相关部分的干涉,确定铰接转向机构尺寸,转向限位形式。

3) 摆动车桥的摆动轨迹校核,摆动角限位和相应挡泥板的空间位置确定。

4) 可翻转的驾驶室翻转时连接驾驶室和车架之间的杆件和软管的运动轨迹,包括转向传动轴、变速操纵杆及其他各种操纵杆件、软轴、连接软管、电线束等的校核。

5) 驾驶区各种操纵机械的运动轨迹,主要校核各种操纵动作是否会发生干涉或人体的动作是否在舒适的范围内。

1.4 工程机械 CAD 技术简介

电子计算机的发展和在工程设计中的广泛应用,使工程机械设计技术飞跃发展,设计过程完全改观。

工程机械的总体布置、整机和总成的设计参数以及它们之间的匹配,对工程机械性能有决定性的影响。采用计算机辅助设计,即 CAD 技术,大大提高设计质量、缩短研制周期,在总体布置开始之前就对整机和各总成的参数进行优化选择、合理匹配,对整机和各总成的性能进行初步预测。当整机方案和各总成的设计参数确定以后,根据各总成、部件设计所提供的具体数据对整机性能尽快地做出全面、准确的预测,以便尽早发现问题进行调整和修改。

随着电子计算机的广泛采用和近代物理-数学分析方法的发展,工程机械性能分析与计算方法也达到了一个崭新的阶段,广泛地采用计算机模拟这一现代分析手段。工程机械性能的计算机模拟,就是将其物理模型转变为数学模型并用电子计算机对工程机械在各种典型工况下的运动过程和动力过程进行模拟计算,求出其运动性能或响应特性。由于计算机模拟可以求解复杂的数学模型,因此所建立的数学模型可更接近实际,计算结果会更精确;计算机也能按预定程序模拟工程机械的各种作业行驶工况,包括瞬变的非稳定工况以及难以试验的危险工况,因而能全面而精确地预测工程机械在各种工况下的性能;计算机能迅速地大量参数及其不同组合方案的运算,查明这些参数和组合方案对工程机械性能的影响,从而能迅速求得满意的设计方案和参数匹配。

对工程机械工作装置的计算机模拟设计,虽各机种开展的不尽同步,但均能针对工作装置的不同结构形式,开展机构优化设计,机构动力学、运动学分析,机构结构设计及有限元分析,实现工作装置的动画仿真,从而提高了工作装置的使用性能,节省了材料消耗。工程机械的动力性与燃料经济性和发动机、传动系的参数匹

配密切相关。为了对这两种性能进行协调和提高,既可通过优化设计使发动机和传动系的参数做到最佳匹配;亦可利用计算机模拟进行研究和预测,以便更合理地选择发动机及传动系的有关参数,找到其最佳匹配。在系列化设计时,为了以较少型号的发动机、变速箱和驱动桥组合成系列化的多种机型,也需要进行上述性能的计算机模拟。

工程机械行驶平顺性的计算机模拟技术已发展到较高水平。可同时模拟对平顺性有直接影响的相关振动,例如车架的弹性振动和本身的弯曲振动,驾驶室和座椅的振动,发动机和传动系的振动,工作装置作业引起的振动等。工程机械行驶工况的模拟则以道路试验中取得的路面谱为基础。在计算机模拟中通过对一系列方案进行分析比较,可选出最佳的减振器刚度阻尼系数、座椅的弹性特性、驾驶室支承和发动机支承的结构及位置与弹性特性等,能更准确地设计和预测工程机械的操纵舒适性或行驶平顺性。

对工程机械稳定性的预测较复杂,因为它不仅需要预测静态稳态性能,而且需要预测许多瞬态性能和极限性能;需要考虑人的控制特性、环境(侧向风、路面、行驶条件等外部干扰)的影响等。需要从人-机-环境系统的角度来研究。

当前,由于计算机的外部设备及人机联系方面的成就,已可将计算机的快速计算和逻辑判断能力,大容量的数据存储及高效的数据处理能力,计算结果的动态图像显示功能与人的创造性思维能力及经验结合起来,实现人机对话的自动化设计,或与工程机械设计的专家系统相结合,实现自动化设计。