

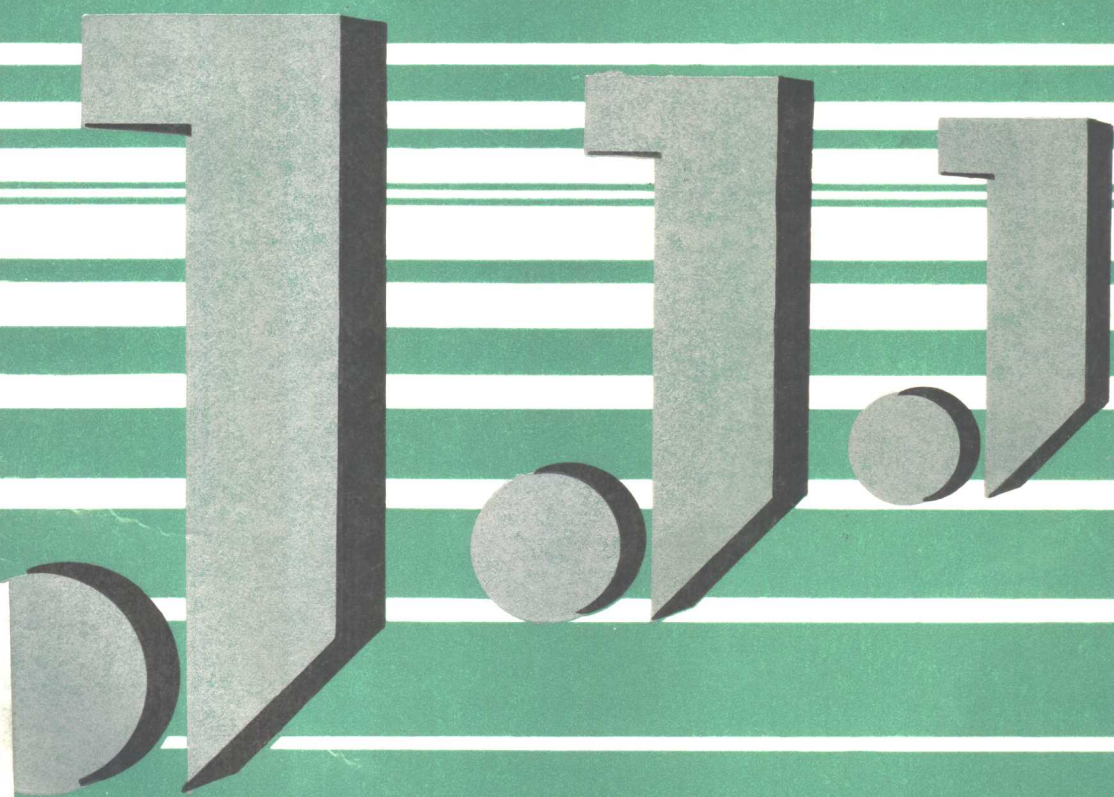
机械电子工业部 统编

齿轮工基本操作技能

(初级工适用)

机械工人操作技能培训教材

JIXIEGONGRENCAOZUO JINENGPEIXUN JIAOCAI



7.973
745

机械工业出版社

机械工业部职业技能培训教材

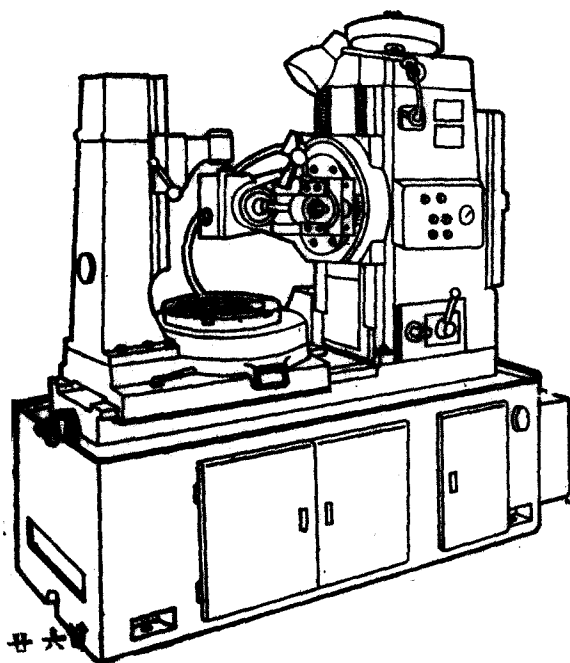
齿轮工基本操作技能

(初级工适用)

机械电子工业部 统编



机械工业出版社



(京) 新登字054号

本书主要介绍滚齿、插齿、剃齿、磨齿和刨齿加工中的机床调整, 刀具安装及使用, 工件安装及找正等基本操作技能。对于每一种加工方法, 都列举一加工实例作示范介绍, 并根据对初级齿轮工的操作技能要求, 进行了质量分析和提出解决问题的办法。本书可作为培训初级齿轮工操作技能的教材用, 也可供有关技工学校的教学参考用。

本书由上海第一机床厂徐涌森、时文秋编著, 上海第一机床厂朱永才审稿, 卜立寅绘图。

齿轮工基本操作技能

(初 级 工 适 用)

机械电子工业部 统编

*

责任编辑: 吴天培 版式设计: 王 颖

封面设计: 肖 晴 责任校对: 熊天荣

责任印制: 尹德伦

*

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 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $11^{1/4}$ ·字数268千字

1992年7月北京第1版·1992年7月北京第1次印刷

印数 0,001—5,300·定价: 6.20 元

*

ISBN 7-111-02971-2/TG·649

机械电子工业部
机械工人操作技能培训教材
编 审 委 员 会 名 单

(均按姓氏笔画排列)

主任委员: 陆燕荪

副主任委员: 王文光(常务) 王振远 吴关昌 郭洪泽

委 员: 王治中 王贵邦 田国开 刘起义 刘葵香 关荫山(常务)
关莲英 谷政协 孙广信(常务) 孙流芳 李 莉 李国英
李炯辉(常务) 汤国宾 杨晓毅(常务) 杨溥泉 吴天培
吴铁钢 沈 宇(常务) 沈福强 张子桢 张忠和 张荣跃
苗 明(常务) 金晓玲 胡有林(常务) 胡传恒(常务)
施 斌 唐汝均 董无岸(常务)

前 言

继原国家机械工业委员会统编机械工人技术理论培训教材(包括33个通用技术工种初、中、高三级培训用的基础理论课和专业课教材共149种)出版之后,我们又组织编写出版了与之配套使用的机械工人操作技能培训教材(初级部分,包括33个通用技术工种)。现将有关这套教材的一些情况向行业广大技工培训工作者、技术工人作一简单介绍:

为什么要组织编写这套教材

第一、从国家要求来讲,1987年国务院批转的国家教育委员会《关于改革和发展成人教育的决定》和1989年国家教育委员会、劳动部、人事部、国家体改委、全国总工会联合发布的《关于开展岗位培训若干问题的意见》均明确规定:开展岗位培训应当以行业为主;对技术工人要按岗位要求开展技术等级培训;中央各业务主管部门负责制定本行业指导性的培训计划、教学大纲,组织编写教材或讲义,为基层提供教学服务。因此,根据行业特点,组织编写具有行业特色、针对性和实用性强的教材是我们义不容辞的责任。它既是为行业服务的一项重要内容,又是对行业技工培训工作实施宏观管理和指导的重要手段。

第二、从行业的需要来讲,初级技术工人是机电工业持续发展和振兴的后备军。鉴于当前和今后一段时间内,仍不可避免地有大量未经专门培训的新工人补充到我们企业中来,而传统的“技承师业”“自发成长”的学徒工制存在着成才过程缓慢、基本功不扎实的弊端,不能满足机电工业发展的需要。因此,大力加强对新工人的基本操作技能培训,从根本上提高他们的操作技能水平,并为他们今后的发展打下坚实的基础,是实现以工艺为突破口,提高产品质量,发展机电工业的重大战略措施之一。而加强基本操作技能培训,必须有一套比较适用的、符合行业特点的培训教材。

第三、从完善机电工业系统技术工人培训体系方面来讲,遵照国家教育委员会和劳动部等国务院综合管理部门的上述要求,近几年来,我们组织行业力量先后颁布了指导性的《机械工人技术理论培训计划、培训大纲》(包括33个通用技术工种初、中、高三级)和中、高级工人《操作技能训练大纲(试行)》,编写出版了相应的技术理论培训教材和操作技能训练辅导丛书约200种,有力地推动了机电行业技术工人岗位培训工作的发展。但是由于操作技能培训大纲不配套,特别是至今没有一套正规的基本操作技能培训教材,影响了培训工作的全面开展和培训质量。为了使技术理论培训和操作技能培训工作走向正规化、科学化、规范化,编写出版这套教材是十分必要的。

这套教材的基本特点

这套教材是依据1990年9月部制定的《机械工人初级操作技能培训大纲(试行)》编写的。在编、审过程中,始终坚持贯彻了紧密联系机电工业企业生产实际的原则,教材的内容包括安全文明生产、工艺纪律、操作方法、加工步骤、质量检验和考核实例,以操作技能训练为主,以基本功训练为重点,强调了基本操作技能训练的通用性、规范性,注意了与工艺学理论内容的区别及考核实例的典型性、实用性。在编排和形式上,层次和要点突出,图文并茂,形象直观,文字简明扼要,通俗易懂。严格贯彻了最新国家标准和法定计量单位。

在内容组织上,根据培训大纲要求,结合生产实际,吸取模块式教学的特点,分设不同的培训课题;每一个课题又分解为不同的作业;每个作业再细分出若干训练内容,并设置了一些综合练习或练习题目,以便于企业组织培训和工人同志自学。

这套教材是全行业对初级工人进行基本操作技能培训的正规教材,也可做为实行“先培训、后上岗”“先培训、后就业”和技工学校相关工种专业生产实习课的基本功训练教材。

使用这套教材组织培训和自学者应注意的问题

操作技能是通过反复练习而形成的,所谓“拳不离手,曲不离口”,因而练习是掌握技能的重要条件。练习是一种有组织、有计划、有目的的学习、渐进过程,而不是单纯的重复。所以,要使学员掌握正确的练习方法,达到培训目标,应由有经验的指导者通过讲解练习方法和示范表演来指导学员进行练习。学员还要学好规定的技术理论课程,才能尽快、真正掌握这些基本操作技能并运用于生产实践之中。教师、学员和自学者对此应予以高度的重视。

这套教材是我部为机电行业广大青年工人组织编写的第一套正规的操作技能培训教材,无章可循,无可借鉴,时间要求紧,工作难度很大。但是,参加组织编审工作的上海、江苏、四川、沈阳等机械厅(局)和长春第一汽车制造厂、湘潭电机厂、上海材料研究所等单位,组织了一大批来自生产、教学和科研一线的富有实际经验的编审者们勇敢地承担起了这项艰巨任务,经过近一年的努力,完成了这一具有开拓性、创造性的工作,为机电行业的振兴、技能培训工作走上正规化道路和工人队伍素质的提高奉上了一腔心血。在此,谨向这些编审同志们致以崇高的敬意!向支持这项工作的各有关单位以及机械工业出版社的同志们致以深切的谢意。

编写这套教材是机电行业技工培训教材建设工作的一个新起点,希望各使用部门和教学单位能对它的形式、体例、内容提出改进意见;同时,我们更希望听到广大实习指导教师、老工人师傅和工人学员们的批评和要求,以帮助我们对它进行修订并编好中、高级操作技能培训教材。

机械电子工业部技工培训教材编审组

1991年3月10日

本教材应与下列技术理论教材配合学习使用

机械识图 金属材料及热处理基础 电工常识 量具与公差

机械传动 初级齿轮加工工艺学

机械工人操作技能培训教材目录

(初级工适用)

一、冷加工

车工基本操作技能
镗工基本操作技能
铣工基本操作技能
刨工基本操作技能
磨工基本操作技能
齿轮工基本操作技能
钳工基本操作技能
工具钳工基本操作技能

二、电工

内外线电工基本操作技能
维修电工基本操作技能
有线电维修工基本操作技能

三、熔炼、铸造、锻造

有色金属熔炼工基本操作技能
化铁工基本操作技能
铸造工基本操作技能
锻压工基本操作技能
筑炉工基本操作技能

四、热处理、表面处理

热处理工基本操作技能
电镀工基本操作技能
油漆工基本操作技能

五、冷作、铆、焊

铆工基本操作技能
电焊工基本操作技能
气焊工基本操作技能

六、木工

木工基本操作技能
木模工基本操作技能

七、理化实验

工业化学分析工基本操作技能
物理金相实验工基本操作技能
力学性能实验工基本操作技能

八、动力

热工仪表检修工基本操作技能
管道工基本操作技能
起重工基本操作技能
煤气工基本操作技能
制氧工基本操作技能

九、检验工

计量检定修理工基本操作技能
电工仪表修理工基本操作技能

十、机动车

机动车修理工基本操作技能

注：以上教材均由机械电子工业部统编 机械工业出版社出版 全国新华书店经销

目

录

前言

课题 1 入门指导	1
一、齿轮工在工业生产中的地位和作用.....	1
二、齿轮加工机床的合理使用和保养.....	1
三、安全文明生产.....	3
四、遵守操作规程, 严肃工艺纪律.....	3
课题 2 常用量具的使用和保养	4
作业一 游标卡尺和齿厚游标卡尺的使用和保养.....	4
作业二 公法线千分尺的使用和保养.....	9
作业三 百分表和千分表的使用和保养.....	11
作业四 水平仪的使用和保养.....	15
课题 3 滚削直齿和斜齿圆柱齿轮	19
作业一 滚齿机的使用和保养.....	19
作业二 齿轮滚刀的安装及使用.....	36
作业三 工件的安装.....	41
作业四 直齿和斜齿圆柱齿轮的滚削.....	44
课题 4 滚削蜗轮	51
作业一 蜗轮滚刀的使用.....	51
作业二 滚齿机调整及首件加工.....	53
作业三 蜗轮的滚削.....	55
课题 5 插削直齿圆柱齿轮	58
作业一 插齿机的使用和保养.....	58
作业二 插齿刀的安装及刃磨.....	70
作业三 工件的安装.....	73
作业四 插削直齿圆柱齿轮.....	74
课题 6 剃削直齿和斜齿圆柱齿轮	79
作业一 剃齿机的使用和保养.....	79
作业二 剃齿刀的安装及使用.....	88
作业三 工件的装夹.....	91
作业四 直齿圆柱齿轮的剃削.....	93
课题 7 磨削直齿和斜齿圆柱齿轮	100
作业一 磨齿机的使用和保养.....	100
作业二 砂轮的安裝及使用.....	115

作业三 工件的装夹·····	119
作业四 斜齿圆柱齿轮的磨削·····	121
课题8 刨削直齿锥齿轮·····	127
作业一 刨齿机的使用 and 保养·····	127
作业二 刨齿刀的安装及刃磨·····	144
作业三 工件的装夹·····	147
作业四 试车、试刨及首件加工·····	152
作业五 刨削直齿锥齿轮·····	153
考核实例·····	157
1. 滚削直齿圆柱齿轮·····	157
2. 滚削斜齿圆柱齿轮·····	159
3. 滚削蜗轮·····	161
4. 插削双联直齿圆柱齿轮·····	163
5. 剃削直齿圆柱齿轮·····	165
6. 磨削直齿圆柱齿轮·····	167
7. 刨削直齿锥齿轮·····	169

课题 1

——入门指导——

一、齿轮工在工业生产中的地位和作用

齿轮是常用的机械零件之一，齿轮机构与其它传动机构相比，具有效率高、结构紧凑、传动比恒定、工作可靠和使用寿命长等优点。因此，它在现代机器和各种仪器仪表工业中得到了广泛的应用。

近年来，随着科学技术的发展，对齿轮的需要量、强度、工作寿命以及精度等，又提出了更高的要求。这样，就促进了新型的齿轮加工机床和新工艺新技术的不断涌现，使齿轮的加工技术得到了进一步的发展。因此，齿轮加工在工业生产中占有很重要的地位。

齿轮的齿形加工是齿轮加工工艺过程中的关键工序，齿形加工正是齿轮工的主要工作内容。因此，齿轮工的作用也是很重要的。

目前，常用的齿形加工方法，主要有滚齿、插齿、剃齿、磨齿和刨齿，这些加工方法的基本操作技术，将在本教材中分别列出专门课题进行详细介绍。

二、齿轮加工机床的合理使用和保养

齿轮工常用的机床，主要有滚齿机、插齿机、剃齿机、磨齿机和刨齿机等。这些机床，统称为齿轮加工机床。

一般说来，齿轮加工机床的结构比较复杂，调整操作的技术要求较高。因此，对齿轮加工机床的合理使用和保养，并保证机床的正常运转，将是一件十分重要的工作。以下，分“合理使用”和“合理保养”两个方面进行介绍。

1. 合理使用齿轮加工机床 操作者上机操作，应做到“三好四会”：

1) “三好”是指对于自己所用的机

床，应做到管好、用好、修好三个方面：

“管好”的工作内容：管好自己所用的机床，未经批准，别人不得擅自进行操作；每日做好交接班；管好所有机床附件，并按规定位置存放。

“用好”的工作内容：不进行超负荷切削，精加工机床不能用作粗加工；严守操作规程，防止事故发生；做好机床的清洁工作，坚持每天一小擦，每周一大擦，并按时倾倒切屑盒。

“修好”的工作内容：了解机床性能，弄懂操作原理；在维修工指导下进行一级保养；协助维修工做好二级保养。

2) “四会”是指对于自己所用的机床，应做到会使用、会保养、会检查和会排除故障四个方面：

“会使用”的要求是：接班时或起动机床前，应进行仔细检查，发现问题应及时排除；熟悉加工工艺，合理使用刀具、夹具等工艺装备。

“会保养”的要求是：按规定加油、换油，并保持油标清晰醒目，油路畅通，油毡、油线清洁完整；按规定清扫，保持设备原色；机床附件完整，工件按规定位置放置，周围清洁。

“会检查”的要求是：对于自己所用的机床，应熟悉结构、了解性能，并能及时发现隐患及故障；了解自用机床的精度标准及检查项目。

“会排除故障”的要求是：能听出机床的异常声响或判别机床的异常现象，并能找出故障部位及产生原因；机床出现故障，应及时采取措施进行解决，自己不能解决的，应及时通知有关部门；防止发生事故，出现事

故应及时检查, 认真分析并吸取教训。

2. 合理保养齿轮加工机床 对于一个企业来说, 要保养好企业内的生产设备, 必须健全企业设备管理中的三级保养制; 对于某一工种的操作者来说, 必须了解三级保养制对自己提出工作内容及要求, 并在生产中实施。

企业设备管理中的三级保养制, 是指日常维护保养(日保)、一级保养(一保)和二级保养(二保)。对齿轮工的要求是:

1) 在日常维护保养中, 应该做到班前对自用机床进行检查并润滑; 班中应严格按照操作规程进行操作, 发现问题应及时处理; 下班前15~20min(周末适当延长), 应对自用机床进行认真的清扫擦拭, 并把机床状况记录在交接班记录本上。

2) 一级保养, 是在以操作工人为主, 维修工人为辅的条件下, 对自用机床进行局部或重点的保养。一般, 两班制连续使用的机床, 应每隔三个月保养一次, 保养要求见表1-1。

表1-1 齿轮加工机床一级保养的工作内容及要求

保养项目	保 养 内 容	保 养 要 求
一、清洗	1. 各润滑部位 2. 切削液系统 3. 交换齿轮 4. 机床各表面及死角	1. 油路畅通, 毛毡、毛线干净, 油窗清洁明亮 2. 油孔、油池无杂物, 清除过滤网 3. 无油污, 锈蚀 4. 无油污、锈蚀、黄袍
二、清理	1. 各滑动面 2. 各机床附件 3. 交换齿轮、凸爪离合器、轴套	1. 各导轨面、滑动面应清洁, 去掉毛刺及嵌入物 2. 清洁, 并清理毛刺及疤痕 3. 清洁, 并清理磕碰伤痕
三、检查、调整	1. 各操作部位	1. 操作灵活、位置正确

(续)

保养项目	保 养 内 容	保 养 要 求
三、检查、调整	2. 各油标尺 3. 各刻度标尺 4. 检查机床内部	2. 清洁, 油量应符合规定 3. 清洁, 准确, 刻线清晰 4. 无异常声响, 无异常现象, 并应排除故障, 消除隐患

在完成上述工作内容后, 操作者应作记录, 并注明尚未清除的缺陷后, 交车间机械员进行验收。

此外, 机床的电气部分, 保养工作应由专业维修电工负责, 操作者不要擅自调整。

3) 二级保养, 是由专业维修工完成的定期性计划检修工作, 所以, 二级保养又可称为小修。

一般, 两班制连续使用的齿轮加工机床, 每隔一年, 需进行一次二级保养。二级保养以专业维修工为主进行, 操作者协助。

二级保养的工作内容及要求, 见表1-2。

表1-2 齿轮加工机床二级保养的工作内容及要求

保养项目	保 养 内 容	保 养 要 求
一、清洗 二、检验、调整 三、修理、调整	同一级保养 1. 调整机床的安装水平 2. 技术状态 1. 切削运动部分 2. 手动进给部分 3. 内传动部分	同一级保养 1. 按机床精度标准规定 2. 按机床说明书规定或企业的工艺要求 1. 调整有关部位, 例如镶条与压板的间隙、主轴轴承处间隙应合适, 各齿轮、花键轴、离合器等, 应符合使用要求 2. 丝杆副及移动导轨的间隙合适, 手柄或方头完好, 刻度清晰 3. 传动链末端的齿轮副、蜗杆副间隙合适, 并符合使用要求, 工作台回转导轨的间隙合适, 运转正常, 无异常声响和异常现象

(续)

保养项目	保 养 内 容	保 养 要 求
三、修理、调整	4. 交换齿轮	4. 更换失去精度的交换齿轮
	5. 各操作部位	5. 更换磨损零件, 应保证操作灵活、定位正确
	6. 电气部分	6. 更换烧伤过重的元件, 调整松动作

应当说明, 二级保养的工作内容是有针对性的, 一般部位只作检查或修整, 存在问题处作局部解体, 并更换磨损零件、恢复精度。因此, 在进行过程中, 操作者除了应完成一级保养内容外, 还应在二级保养前, 或在进行过程中, 积极反映情况, 并做好配合工作。

三、安全文明生产

操作者在生产过程中, 应该做到:

1) 进入车间进行操作前, 操作者应换好工作服, 女工还应戴上工作帽。

2) 在机床运转过程中, 不能用手触摸转动件或移动件, 例如滚刀或插齿刀等, 以免发生工伤事故。

3) 在搭配交换齿轮时, 必须将机床的总电源开关切断。只有在机床不能起动的情况下, 才能进行这项操作。

4) 调整机床时, 不允许两人同时进行

操作, 否则很容易造成机床或人身事故。

5) 在加工过程中, 例如在进行自动进给时, 操作者不能随意离开工作地点。

6) 必须遵守国颁安全生产法规的有关规定, 或者是企业自定的有关实施规定。

四、遵守操作规程, 严肃工艺纪律

在生产中, 操作者必须熟悉工艺要求, 遵守工艺纪律。

工艺规程是生产中最主要的技术文件之一。合理的工艺规程, 是广大工人和技术人员长期生产实践的经验总结。按照工艺规程进行生产, 有利于稳定生产秩序, 保证产品质量, 并能充分发挥设备的利用率。

工艺纪律是企业职工在执行各项工艺管理制度和有关工艺文件时所必须严格遵守的规定。同时, 也是帮助操作者掌握生产技术, 使企业建立正常生产秩序和提高产品质量的重要保证措施。

严格执行工艺纪律, 认真贯彻操作规程, 是进行安全文明生产, 保证产品质量的重要前提。如果脱离了这一前提, 就会使产品质量下降, 生产效率降低, 甚至还会造成设备或人身事故, 使生产陷入混乱状态。所以, 在生产中, 执行工艺纪律一定要严肃, 贯彻工艺操作规程一定要严格。

课题 2

—— 常用量具的使用和保养 ——

齿轮工的常用量具主要有：游标卡尺、齿厚游标卡尺、公法线千分尺、百分表、千

分表和水平仪等。严格地说，前三种称为量具，后三种应称为量仪。

作业一 游标卡尺和齿厚游标卡尺的使用和保养

●要点 游标卡尺、齿厚游标卡尺的使用和保养

●训练 1. 游标卡尺的使用和识读

一、游标卡尺的使用

1. 使用方法 常用游标卡尺的外形，如图2-1所示。

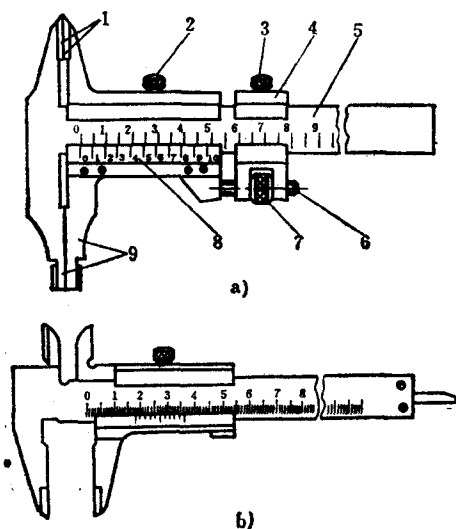


图2-1 游标卡尺

a) 0.02mm游标卡尺 b) 0.1mm游标卡尺
1—外量爪 2、3—紧固螺钉 4—微动装置 5—尺身
6—小螺杆 7—微动螺母 8—游标 9—内量爪

图2-1 a 所示游标卡尺，由尺身 5 和游标 8 组成，4 是微动装置。使用时，若松开紧固螺钉 3 和 2，用手推动游标 8，游标就能移动较大距离；反之，若把紧固螺钉 3 紧固，紧固螺钉 2 松开，用手指转动微动螺母 7 时，游标 8 就能作微量移动，得到所需要的

尺寸。取得尺寸后，再把紧固螺钉 2 紧固，可使游标不再移动。

图2-1 b 所示游标卡尺，结构轻巧，使用灵活，右端伸出的深度尺，可用于测量内孔或沟槽的深度等。

2. 应用示例 游标卡尺可用于测量工件的外径、孔径、孔深、槽宽及槽深等多项线性尺寸。

例如如图 2-2 a 所示是应用 0.02mm 的游标卡尺，测量齿轮内孔直径时的情形，此时，

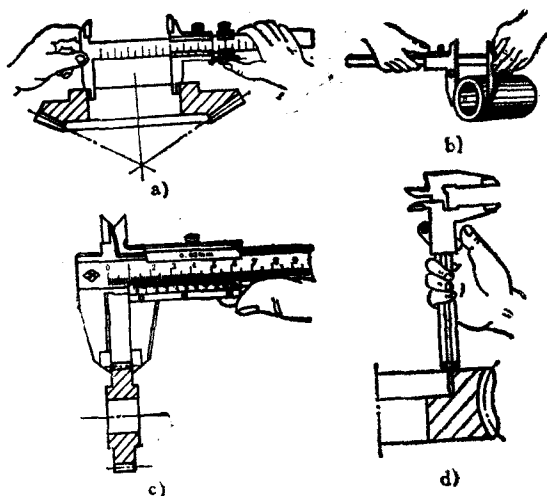


图2-2 游标卡尺的应用示例

a) 测量齿轮的内孔直径 b) 测量套筒的外圆直径
c) 测量齿轮的宽度 d) 测量台阶孔的深度

应将读数值再加上两内量爪的宽度,才能作为工件孔径的测量值;图 2-2 b 所示是测量套筒的外圆直径;图 2-2 c 所示是测量齿轮的宽度;图 2-2 d 所示是测量台阶孔的深度。

测量齿轮的齿顶圆直径时,若齿轮齿数为偶数齿,测量方法与测量工件外圆直径相同;若齿轮齿数为奇数齿,则可用间接方法求得,如图 2-3 所示。

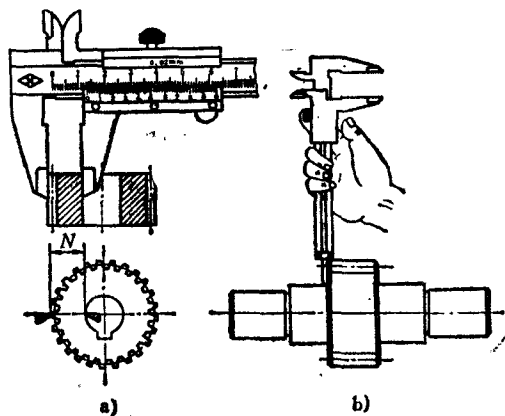


图 2-3 测量奇数齿齿轮的齿顶圆直径
a) 测量带孔齿轮时 b) 测量带轴齿轮时

图 2-3 a 所示为测量带孔齿轮时的情形,先用游标卡尺量出尺寸 N ,然后将测量结果乘 2,并加上内孔直径尺寸,即为齿轮的齿顶圆直径;图 2-3 b 所示为测量带轴齿轮时的情形,此时,尺寸 N 可用深度尺进行测量,计算方法与前述相似。

二、游标卡尺的识读

常用游标卡尺的刻度值,有 0.1、0.05 和 0.02mm 三种,识读方法见下述。

1. 0.1mm 游标卡尺的识读

(1) 刻度值的区分 一般,游标卡尺的刻度值,都打印在游标的尺框边缘上。如果把游标卡尺的两量爪互相合拢,两行刻线的相互位置如图 2-4 所示。此时,可看出游标卡尺的刻度值,它等于

$$\frac{1}{10} = 0.1 \text{ mm}$$

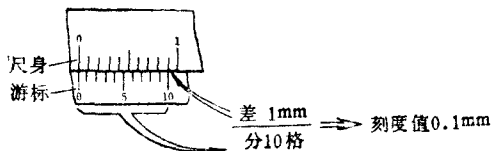


图 2-4 0.1mm 游标卡尺的刻线

(2) 读数方法 分为四步进行(图 2-5 a):

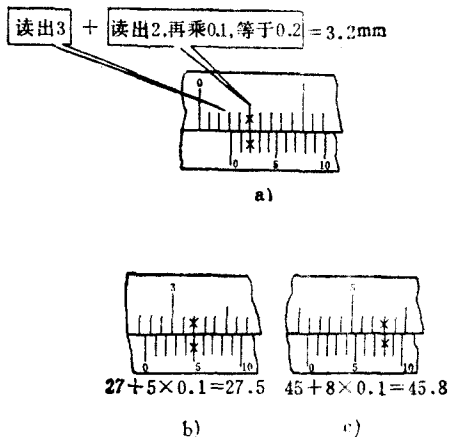


图 2-5 0.1mm 游标卡尺的读数示例

1) 根据游标零线所处位置,读出尺身刻度的整数部分,例图 2-5 a 所示刻度,可读出 3。

2) 判断游标上第几根刻线与尺身刻线对准,并读这一游标刻线的序号,例图 2-5 a 中,游标上第 2 根刻线与尺身刻线对准,可读出 2。

3) 将游标刻线的序号数乘上游标卡尺的刻度值,例图 2-5 a,则为 $2 \times 0.1 = 0.2\text{mm}$ 。

4) 将整数部分与小数部分相加,即为测量结果,例图 2-5 a,测量结果为 $3 + 0.2 = 3.2\text{mm}$ 。

按照上述方法:

图 2-5 b 应读为: $27 + 5 \times 0.1 = 27.5\text{mm}$ 。

图 2-5 c 应读为: $45 + 8 \times 0.1 = 45.8\text{mm}$ 。

2. 0.05mm 游标卡尺的识读

(1) 刻度值的区分 将游标卡尺两量爪互相合拢后, 两行刻线的相互位置如图2-6所示。所以, 它的刻度值为

$$\frac{1}{20} = 0.05 \text{ mm}$$

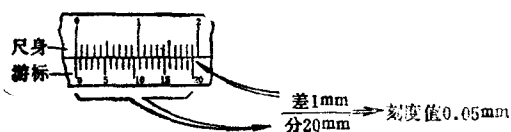


图2-6 0.05mm游标卡尺的刻线

(2) 读数方法 与前述相似, 如图2-7所示。

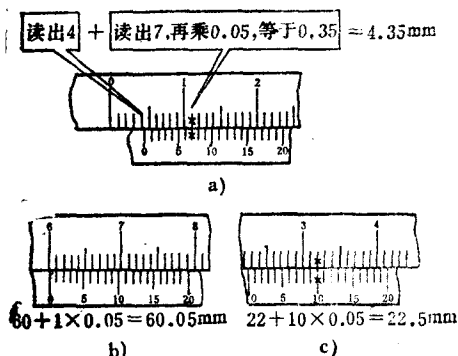


图2-7 0.05mm游标卡尺的读数示例

图2-7 a所示, 应读为 $4 + 7 \times 0.05 = 4.35\text{mm}$

图2-7 b所示, 应读为 $60 + 1 \times 0.05 = 60.05\text{mm}$

图2-7 c所示, 应读为 $22 + 10 \times 0.05 = 22.5\text{mm}$ 。

3. 0.02mm 游标卡尺的识读

(1) 刻度值的区分 将游标卡尺两量爪互相合拢后, 两行刻线的相互位置如图2-8所示。所以, 它的刻度值为

$$\frac{1}{50} = 0.02 \text{ mm}$$

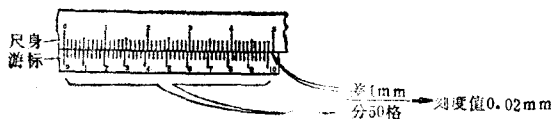


图2-8 0.02mm游标卡尺的刻线

(2) 读数方法 与前述相似。但是, 在这种游标卡尺的游标上, 刻度线较多, 如图2-9所示。为了便于读数, 游标上的刻线,

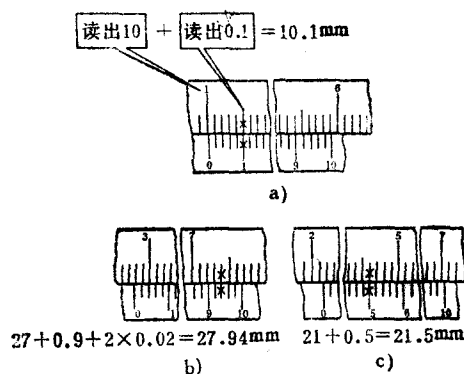


图2-9 0.02mm游标卡尺的读数示例

每隔5格为一长线, 并打上一数字。这一数值, 读数时可作为小数点后的第一位数值。

例如, 图2-9 a所示, 整数部分可读为10, 而游标上的对准线为第1条长线, 所以可读为10.1mm。同理, 图2-9 c所示, 应读为21.5mm。

如果对准线不在长线(数字)上, 那么, 还应该再加上短线所在位置的序号数乘上0.02mm。例如, 图2-9 b所示, 游标上的对准线为第9条长线后的第2条短线, 所以, 应读为 $27 + 0.9 + 2 \times 0.02 = 27.94\text{mm}$ 。

●训练2 齿厚游标卡尺的使用和识读

一、齿厚游标卡尺的使用

1. 使用目的 使用齿厚游标卡尺, 可测量齿轮的固定弦齿厚或分度圆弦齿厚。在齿轮加工过程中, 能以此评定工件的齿厚尺寸是否达到图样规定的要求。

在齿轮图样上,固定弦齿厚 $\bar{s}_e$ 和固定弦齿高 $\bar{h}_e$ 的标注形式,如图2-10所示。图示齿轮的 $\bar{h}_e = 2.24\text{mm}$, $\bar{s}_e = 4.16\text{mm}$ 。

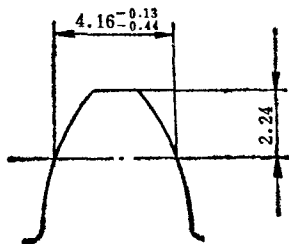


图2-10 固定弦齿厚和固定弦齿高

直齿、斜齿圆柱齿轮的 $\bar{s}_e$ 和 $\bar{h}_e$, 可按下式计算:

$$\bar{s}_e = 1.5708m\cos^2\alpha$$

$$\bar{h}_e = (1 - 0.392699\sin^2\alpha)m$$

通常, 齿轮的齿形角 $\alpha = 20^\circ$, 所以,

$$\bar{s}_e = 1.38705m \quad (2-1)$$

$$\bar{h}_e = 0.74757m \quad (2-2)$$

式中 $\bar{s}_e$ ——齿轮的固定弦齿厚 (mm);

$\bar{h}_e$ ——齿轮的固定弦齿高 (mm);

m ——齿轮的模数 (mm)。

2. 齿厚游标卡尺的识读 齿厚游标卡尺的外形, 如图2-11所示, 它由两个互相垂直的游标卡尺组成。

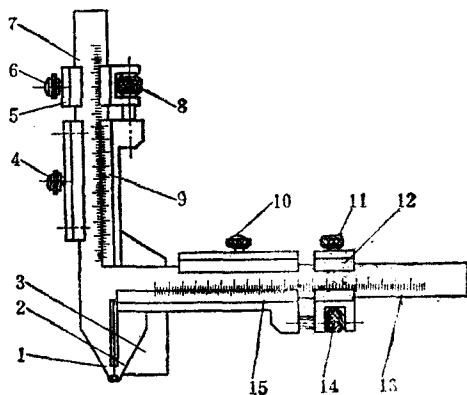


图2-11 齿厚游标卡尺

1—固定量爪 2—活动量爪 3—尺舌 4、5、10、11—紧固螺钉 6、12—微动装置 7—垂直尺身 8、14—微动螺母 9、15—游标 13—水平尺身

由图可见, 在垂直尺身7与水平尺身13上, 各带有游标9与15, 5与12为微动装置。两个游标尺的刻度值均为 0.02mm 。因此, 它的结构与识读方法, 都与 0.02mm 的游标卡尺相似。

3. 齿厚游标卡尺的使用方法 使用齿厚游标卡尺测量齿轮的固定弦齿厚时, 一般按下列顺序进行:

1) 使用前, 先检查齿厚游标卡尺的零位, 以及卡尺各部分的作用是否灵活准确。

2) 按齿轮的固定弦齿高尺寸, 调整卡尺的垂直游标。调整方法与 0.02mm 游标卡尺相同, 调整好后, 旋紧紧固螺钉4, 使游标9不再移动。

3) 将齿轮的齿顶、齿形表面擦拭干净。

4) 移动水平尺身上的游标15, 使它的零线大致对准固定弦齿厚尺寸。然后, 旋紧紧固螺钉11。

5) 将齿厚游标卡尺卡入齿轮齿形。此时, 应使固定量爪1、尺舌3紧贴齿轮的齿形及齿顶表面。然后, 用小手指旋转微动螺母14, 使活动量爪2也紧贴齿轮齿形的另一侧, 如图2-12所示。

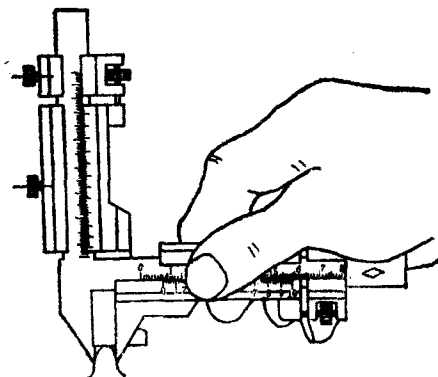


图2-12 测量齿轮的齿厚尺寸

6) 取下齿厚游标卡尺, 并读出水平游标卡尺上的刻度值, 这一刻度值就是齿轮的固定弦齿厚尺寸。

4. 使用齿厚游标卡尺的注意事项

1) 测量时, 应该注意尺舌 3 是否已紧贴齿轮的齿顶圆, 否则将会直接影响测量的准确性。一般, 紧贴程度用光缝检查。图2-13所示是不正确的测量方法, 此时, 齿顶圆处将透光。

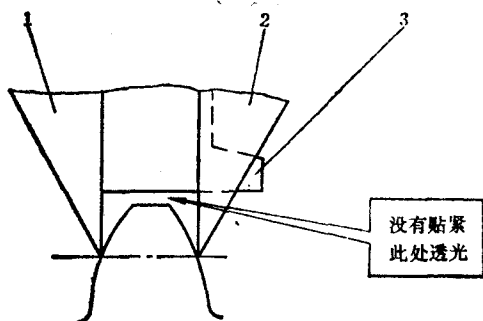


图2-13 尺舌没有紧贴齿顶圆

1—固定量爪 2—活动量爪 3—尺舌

2) 因为固定量爪 1、活动量爪 2 与工件是点接触, 量爪尖角处很容易磨损, 所以使用卡尺时应注意下列事项。

① 测量时, 在转动微动螺母14的过程中, 应注意不要使测量力太大, 以防量爪尖角在工件齿面上划出痕迹。

② 从齿轮上取下卡尺时, 不要使卡尺左右晃动, 应该垂直取出, 如图2-14所示。

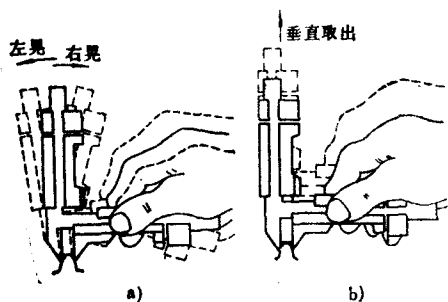


图2-14 取下卡尺的方法

a) 错误 b) 正确

3) 用齿厚游标卡尺测量齿轮的齿厚尺寸时, 测量结果将受到工件齿顶圆直径误差的影响。为了使测量结果正确, 应把齿顶圆直径误差计算在固定弦齿高之内, 按下式计算,

$$\bar{h}'_c = \bar{h}_c - \frac{\Delta d_a}{2} \quad (2-3)$$

式中 $\bar{h}'_c$ ——垂直游标尺的实际调整值 (mm);

$\bar{h}_c$ ——齿轮固定弦齿高尺寸的计算值 (mm);

Δd_a ——齿轮齿顶圆直径的制造误差 (mm), 它等于

$$\Delta d_a = d_a - d'_a \quad (2-4)$$

d_a ——齿轮齿顶圆直径的公称值 (mm);

d'_a ——齿轮齿顶圆直径的实测值 (mm)。

例如, 有一直齿圆柱齿轮, 模数 $m = 3 \text{ mm}$, 齿形角 $\alpha = 20^\circ$, 图样上标注的齿顶圆直径 $d_a = 156 \text{ mm}$ 。

测量固定弦齿厚前, 测得的齿顶圆直径 $d'_a = 155.8 \text{ mm}$, 试求齿厚游标卡尺的调整量。

齿轮的固定弦齿厚 $\bar{s}_c$ 与固定弦齿高 $\bar{h}_c$, 按式 (2-1) 与 (2-2) 计算,

$$\bar{s}_c = 1.38705 m = 1.38705 \times 3 = 4.16 \text{ mm}$$

$$\bar{h}_c = 0.74757 m = 0.74757 \times 3 = 2.24 \text{ mm}$$

齿厚游标卡尺的垂直游标调整值 $\bar{h}'_c$, 按式 (2-3) 与 (2-4) 计算,

$$\Delta d_a = d_a - d'_a = 156 - 155.8 = 0.20 \text{ mm}$$

$$\bar{h}'_c = \bar{h}_c - \frac{\Delta d_a}{2} = 2.24 - \frac{0.20}{2} = 2.14 \text{ mm}$$

4) 测量时, 固定量爪 1 与活动量爪 2 应按垂直方向与齿轮轮齿接触, 如图2-15所示。否则, 将会造成测量结果不正确。

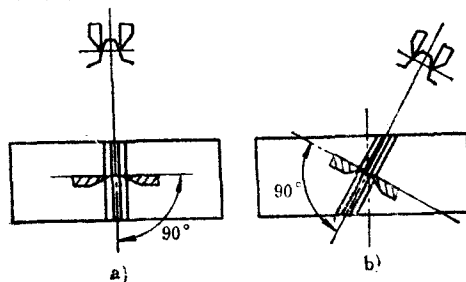


图2-15 量爪的正确位置

a) 测量直齿轮时 b) 测量斜齿轮时