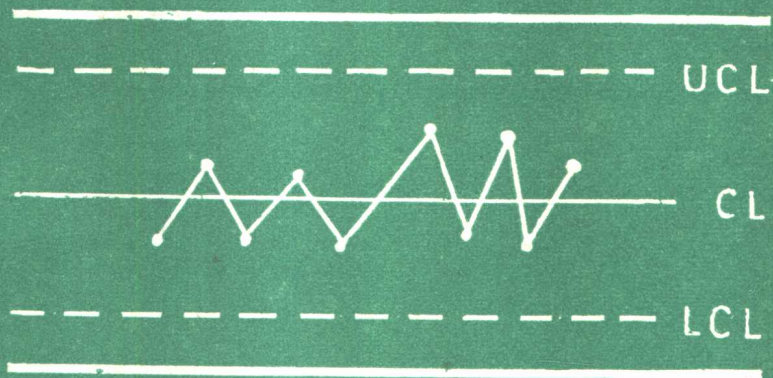


互换性原理

成熙治 主编



黑龙江科学技术出版社

互 换 性 原 理

成熙治 主编

黑龙江科学技术出版社

一九八二年·哈尔滨

内 容 提 要

本书系统地论述了与互换性生产有关的基础理论和基础知识。它阐述了圆柱体、形位公差、表面粗糙度、圆锥体、键、螺纹、齿轮等典型零件的公差与配合标准方面的内容、构成和选用方法。集中论述了各典型零件的“测量与测量精确度”、“量规公差及其设计”(其中包括检验形位误差用综合量规在内)。为适应当前互换性生产的发展以及标准化工作的需要,特增加了和本书密切有关的标准化的基本概念、优先系数和优先数以及质量控制基础等方面的内容。

本书全部按最新国家标准编写。各章都附有习题和公差基本表格。可供大专工科院校有关专业学生作为教材,也是机械、仪表专业的课程设计和毕业设计常备的工具书。由于本书讲述的都是最新国家标准,所以,亦可作为宣传贯彻国家新标准的教材或工程技术人员设计的参考书和工具书。

责任编辑 范震威

封面设计 史春珊

互 换 性 原 理

成熙治 主编

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区分部街28号)

黑龙江省教育厅印刷厂印刷·黑龙江省新华书店发行

开本 787×1092 毫米 1/16·印张 22·字数 490 千

1982年12月第一版 1982年12月第一次印刷

印数: 1—9,700

书号: 15217·041

定价: 2.75元

前 言

在我国高等工科院校设置《互换性与技术测量》这门课程，已有三十年的历史。三十年来，随着生产与科学技术的不断发展，教学经验的积累，互换性的基本理论也不断地得到了充实和完善，标准化和互换性的重要作用与经济效益的关系也日益被重视起来。

近两年，两项重要的国家基础标准——公差与配合标准、形状与位置公差标准的重新制定和宣传贯彻，更使得人们对本课程的基本理论和基本内容从新的角度进行了多方面的研究。当前，我国正在大力开展全面质量管理工作，这对于提高产品质量和进行互换性生产有着广泛的重要作用，而开展全面质量管理的基础是标准化和计量。在机行业里，目前，互换性和优先系数是标准化领域里比较重要的基础理论。基于以上情况，我们在本书中作了些变革和尝试，突出地增添了这方面的内容。此外，我们还增加了标准化知识、误差与公差以及为保证互换性生产正常进行的重要措施——质量控制基础等，以增长读者在这些方面的知识，有利于他们对互换性问题的全面理解。与此同时，考虑到有些专业，在后续课程中还要学习技术测量方面的知识，并兼顾较少学时的需要，我们把有关技术测量方面的内容放到实验课里。因此，删去了已往同类教材中各典型零件的测量和计量仪器等内容，集中论述了测量精确度，并充实了量规公差（如增加了检验形位误差用综合量规等），以加强本课程的系统性和基本理论。

本书全部按最新国家标准（公差与配合标准 GB1800~1804—79；形状与位置公差标准 GB1182~1184—80；普通螺纹 GB192·193·196·197—81 和渐开线圆柱齿轮精度制 JB179—82）编写。为适应以后的发展，还介绍了表面粗糙度的国际标准标注部分（ISO1302·1974E）。计算均按国际单位，参数代号尽量采用国际代号。与此同时，还介绍了普通螺纹、渐开线圆柱齿轮等新、旧公差国家标准以及参数代号的对照，以便于新标准的推广和使用。各主要章节都附有例题，以加深读者对基本理论的理解。为了能使读者及时地消化和巩固课堂上讲授的内容以及能熟练地查表，主要标准都附有必备的表格，书后还编有一定数量的习题，供读者复习使用。

本书由哈尔滨工业大学成熙治副教授主编，并邀请东北工学院李纯甫副教授和东北重型机械学院鄂峻峤副教授参加编写。第一、二、三、四、七、八、九、十二、十六等章由成熙治执笔；第五章由王文义执笔；第六、十一章由鄂峻峤执笔；第十、十四、十五等章由高延新执笔；第十三章由李纯甫执笔；习题由刘品执笔。

编写此书时，笔者力求尽量反映国内、外在互换性领域里的最新成就，但由于实际经验和水平所限，本书的缺点与不足之处在所难免，诚恳地希望读者批评指正。

编著者谨识

一九八一年十月于哈尔滨工业大学

目 录

第一章 互换性的基本概念

第一节 概述	1
第二节 标准和标准化	2
一、标准	3
二、标准化	3
三、标准的分级和分类	4
第三节 互换性的含义及其种类	5
一、互换性的含义	5
二、互换性的种类	6
第四节 保证互换性生产的基础	8

第二章 误差与公差

第一节 零件的误差	10
第二节 误差的性质及其特征	11
一、系统性误差	11
二、随机性误差	11
第三节 随机性误差及其评定	12
一、表征随机性误差的直方图	12
二、正态分布曲线	13
三、随机误差的评定	15
四、非正态分布	17
第四节 误差与公差间的关系	18
一、加工误差与公差间的关系	18
二、测量误差与公差间的关系	21

第三章 优先数系及优先数

第一节 基本概念	24
一、数值的传播及统一	24
二、工业对数系的要求	24
三、优先数系的形成	25
第二节 优先数系及优先数标准	27
一、基本系列	27
二、变形系列	30

三、优先数的序号	31
第三节 优先数的应用	33
一、合理确定采用优先数的参数	33
二、系列的合理选用	34

第四章 公差与配合制的基本概念

第一节 有关尺寸的术语及定义	36
第二节 偏差与公差	37
第三节 有关配合的术语及定义	40
第四节 公差与配合标准化的结构要素	45
第五节 公差与配合的选择方法和原则	47

第五章 圆柱体结合的互换性

第一节 圆柱体结合的使用要求	49
第二节 基准制	50
第三节 标准公差系列	52
一、公差因子及其计算式的确定	52
二、公差等级及 a 值的确定	53
三、尺寸分段及 D 值的确定	54
第四节 基本偏差系列	57
一、基本偏差的代号及其特点	57
二、轴的基本偏差的确定与计算	59
三、孔的基本偏差的确定与计算	60
第五节 公差与配合标准的适用范围和条件	67
一、适用范围	67
二、适用条件	67
第六节 公差与配合的选择	70
一、基准制的选择	70
二、公差等级的选择	71
三、配合的选择	73
四、未注公差尺寸的极限偏差的选用	83
第七节 选择配合的计算方法	84
一、滑动轴承机构用间隙配合的计算	84
二、过盈配合的计算	90

第六章 形状与位置公差

第一节 形状与位置误差	93
一、形位误差及其影响	93

二、形位误差的分类	93
三、形位误差的大小及其评定准则	95
第二节 形位公差及其公差带	97
一、形位公差的项目、代号及其表示法	97
二、形位公差带的特点	97
三、公差带对形状、定向、定位误差的控制	89
四、圆跳动和全跳动	100
第三节 基准与三基面体系	102
一、有关基准的一些概念	102
二、三基面体系的建立	102
三、基准的体现方法	104
四、基准的选择与顺序	106
第四节 形位公差值的确定	108
一、保证配合性质的形位公差值的确定	108
二、保证结合件的可装配性形位公差值的确定	111
三、保证零件功能要求的形位公差值的确定	115
第五节 形位公差的标注	116
一、重点介绍一般的标注	116
二、重点介绍公差原则、极限边界的标注	116
三、重点介绍形位公差项目的给定值及其标注	118
四、重点介绍多基准的形位公差标注	118

第七章 表面粗糙度

第一节 基本概念	119
第二节 表面粗糙度对机器零件使用性能的影响	120
第三节 表面粗糙度的评定	122
一、评定基准	122
二、评定参数	123
第四节 表面粗糙度标准	125
第五节 表面粗糙度的确定及其标注	126

第八章 滚动轴承与结合件的互换性

第一节 概述	133
第二节 滚动轴承的精度等级	134
第三节 滚动轴承和结合件的公差与配合标准的特点	136
第四节 配合的选择	136
一、根据负荷类型选择配合	137
二、保证正确选择配合的校验计算	140

三、保证配合性质的其它要求	143
---------------------	-----

第九章 单键及花键联结的互换性

第一节 单键联结的公差与配合	146
一、概述	146
二、平键、半圆键的公差与配合的特点	147
第二节 花键联结的公差与配合	149
一、花键联结的种类	149
二、矩形齿花键联结的公差与配合的特点	150
三、保证配合性质的其它要求	152

第十章 圆锥体结合的互换性

第一节 圆锥结合的特点及其基本参数	154
一、圆锥结合的特点	154
二、圆锥结合的基本参数	155
第二节 圆锥结合的配合种类及其基本要求	156
第三节 圆锥结合各参数误差的影响	159
一、圆锥直径误差对配合的影响	159
二、圆锥角误差对配合的影响	160
三、圆锥的形状误差对配合的影响	161
第四节 圆锥几何参数和公差标准化	162
一、圆锥角和锥度标准	162
二、圆锥直径公差确定	162
三、圆锥角公差确定	163
四、圆锥的形状公差和表面粗糙度	166

第十一章 螺纹结合的互换性

第一节 螺纹的种类、使用要求和主要参数	170
一、螺纹的种类及使用要求	170
二、普通螺纹的主要几何参数	170
第二节 影响螺纹互换性的误差	173
一、中径误差的影响	173
二、螺距误差的影响	174
三、牙型半角误差的影响	175
第三节 作用中径及中径综合公差	178
第四节 普通螺纹公差与配合标准	182
一、公差带及其基本结构	182
二、标准公差系列	183

三、基本偏差系列	185
四、旋合长度	186
五、螺纹标注	186
第五节 普通螺纹公差与配合的选用	188
一、确定螺纹的配合精度	188
二、确定旋合长度	188
三、确定公差等级和公差大小	188
四、确定基本偏差	188
五、国家标准推荐的内、外螺纹公差带	189
六、保证配合性质的其它要求	189

第十二章 渐开线圆柱齿轮传动的互换性

第一节 渐开线圆柱齿轮传动的使用要求	190
第二节 影响齿轮传动质量的误差及检验参数	190
一、影响传递运动准确性的误差及检验参数	191
二、影响传动平稳性的误差及检验参数	198
三、影响载荷分布均匀性的误差及检验参数	201
四、控制齿侧间隙的检验参数	203
五、齿轮综合检验用参数	207
第三节 渐开线圆柱齿轮传动公差标准	210
一、齿轮各参数的公差及其等级	210
二、齿轮副的侧隙	211
第四节 渐开线圆柱齿轮传动公差的选择	214
一、齿轮公差等级的选择	214
二、齿轮副侧隙的选择	216
三、检验参数的选择	219
四、保证齿轮传动质量的其它要求	221

第十三章 尺寸链基础

第一节 尺寸链的基本概念	233
第二节 结构设计的尺寸链分析	238
第三节 尺寸链的公差值计算	242
一、极值法	242
二、概率法	244
第四节 保证装配精度的方法	251
一、分组装配法	251
二、调节法	253
三、修配法	254

第十四章 测量与测量精确度

第一节 测量的基本概念	256
第二节 测量单位及量值的统一	257
一、测量单位和长度基准	257
二、中间标准量具——量块	258
三、保证量值统一的措施——尺寸传递系统	260
第三节 测量方法分类	262
第四节 测量器具分类及其度量指标	264
第五节 测量误差处理及测量精度分析	267
一、测量误差分类及其处理	267
二、测量结果处理	268
三、测量方法极限误差计算	272
第六节 零件几何参数测量的一般程序	274
一、测量方法的选择	274
二、测量器具的选择	274
三、测量基准及定位方式的选择	276
四、测量条件的控制	276
五、通过测量给出测量结果	277

第十五章 量规公差及其设计

第一节 基本概念	281
第二节 检验尺寸误差用极限量规的公差及其设计	282
一、量规基本尺寸及其结构型式的确定	282
二、量规公差	284
三、量规其它技术条件的确定	286
第三节 检验形位误差用综合量规的公差及其设计	288
一、综合量规的特点	288
二、综合量规基本尺寸的确定	288
三、综合量规的公差	289

第十六章 质量控制基础

第一节 质量检验及其方式	297
第二节 统计检验的基本原理	298
一、质量的特征值	298
二、母体和子样	299
三、基本原理	299
第三节 工序质量控制的统计检验法	302

一、工序能力指数的计算	302
二、 $\bar{x}-R$ 控制图的设计	306
三、子样样品数、间隔时间的确定以及测量器具的选择	308
第四节 控制图与质量分析	309
一、控制图分析	309
二、质量问题的分析方法	311
第五节 质量控制中 PDCA 循环与标准化	312
思考题与练习题	315
附： 1. 参考书目	333
2. 附表：公差标准新旧对照表(表 1~表 5)	334

第一章 互换性的基本概念

第一节 概 述

随着科学和生产的不断发展以及人们生活的提高，越来越要求生产出不同规格和高质量的各种产品，特别是更多的优质产品。如何评定优质产品呢？什么是产品的质量指标呢？

首先从产品的组成来看，例如，图 1—1 所示机电产品中应用比较广泛的电动机和圆柱齿轮减速器。工作原理是将电机的转速通过减速器减速，以满足工作机械的使用要求。电动机主要由转子、定子、轴、滚动轴承、机座、紧固螺纹件等组成；圆柱齿轮减速器主要由齿轮(或齿轮轴)、轴、滚动轴承、机座、紧固螺纹件等组成。象齿轮、轴、机座、紧固螺纹等称之为零件。滚动轴承又是由若干个零件组成的标准部件(参看图 1—1(b))。显然，零件是组成机器的基本单元。简单机器的零件数量不多，复杂机器的零件成千上万。例如，二十世纪现代科学尖端产品——阿波罗宇宙飞船约三百万个零、部件。可见，机械产品的质量极大程度上取决于零、部件质量，重要指标之一，是它们的互换性。

组成机械产品的基本单元——零件，一般都是通过设计阶段画出总装图，然后，在制造阶段，就按照总装图拆绘的零件图制造零件。一般都是从原材料或毛坯件开始，经粗加工、中间加工(多为热处理工序)和精加工等工序才将零件制造好。机械产品的装配过程，也是经过许多工序把分散的零件装成符合总装图要求的产品。

所以，机械产品质量的产生和形成过程应包括从市场预测、设计、制造乃至销售、服务在内的整个系统。显然，质量应是各个阶段中所有问题的质量的综合结果。一般可归纳为：产品质量和工作质量。

什么是产品质量呢？简而言之，就是产品满足使用的性能，如寿命长、精度好、效率高、耗费少、操作方便、安全可靠、式样美观等程度的特征。这些质量特征可简单的归纳为以下三个方面：

1. 适用性 即产品适合使用条件的性能；

2. 可靠性 即精度保持性，零件耐用性，安全可靠性等。它是产品投入使用后，在规定的条件下、规定的时间内，满足完成规定任务的能力；

3. 经济性 即产品的重量、成本、使用中的燃料和动力的

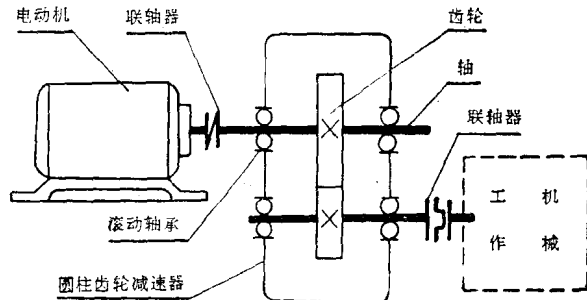


图 1—1(a)
机械的工作简图

消耗以及维修费用、所需时间等指标。

所谓产品的质量指标，一般是指在一定时期内，根据使用的要求和当时生产工艺水平，对产品各项性能所规定的必须达到的要求。据此作为生产、使用、销售和交换的依据。

工作质量是指企业的各项工作对于提高产品质量的保证程度。

产品质量和工作质量是两个不同的概念。但是，没有与产品质量相联系的各部门的工作质量，就不可能有产品质量。因此，工作质量是对产品质量的保证，产品质量是各项工作质量的综合反映，它在一定范围内反映工作质量的好坏，而工作质量反映了一个部门、一个公司或一个企业的技术水平、管理水平和组织的完善程度。然而要控制好产品质量，评定产品质量，则必须使产品质量的产生和形成过程中各个阶段和各个环节中所有问题和工作都标准化起来。

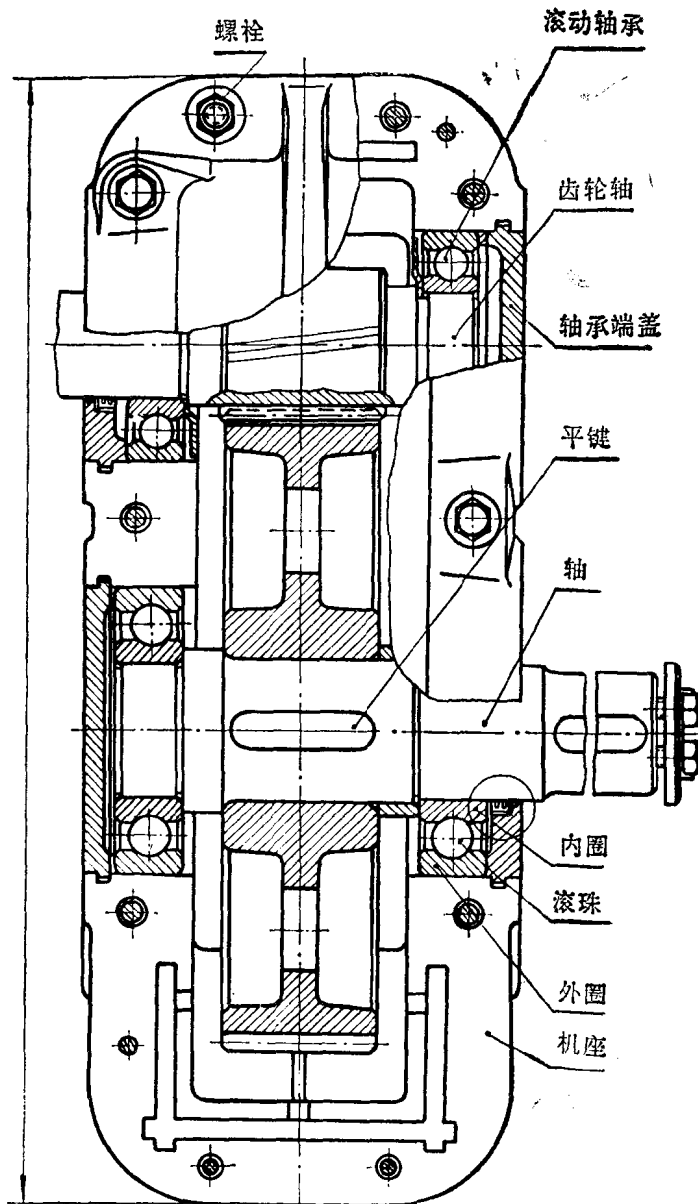


图 1-1(b)
圆柱齿轮减速器的结构图

第二节 标准和标准化

任何产品的各组成零件可以在不同车间、不同工厂、不同地区乃至不同国家生产和协作而完成。比如，就以约三百万个零、部件组成的阿波罗宇宙飞船来说，参加研制的单位、公司计有两万多家，大学和实验室一百二十多所，涉及到四十二万人次。显然，每

项产品在生产过程中都要依赖各方面的工作人员以及其他企业提供技术、原料、动力、设备、配件、协作件和工具等，否则，生产就会中断。生产越发展，生产的社会化程度越高，企业之间的联系就越密切。为了适应生产上的相互联系和各个工作人员、各个部门及各个企业之间，在技术上的联系和相互协调，必须有一种手段，以使各个独立的、分散的工作者、工业部门或工厂企业之间保持必要的技术统一，而要达到这样的目的，关键在工作质量和物质质量（包括产品质量）都按标准来检验。有了标准，就便于表达出产品的质量和决定产品质量的工作质量，对产品质量的评定也就简单了。标准和标准化就是建立这种关系的主要手段。

一、标准

标准是指为了取得国民经济的最佳效果，在总结实践经验和充分协商的基础上，有计划地对人类生活和生产活动中具有多样性和重复性的事物，在一定的范围内做出统一规定，并经一定的批准程序，以特定的形式颁发的技术法规。

简单说来，标准就是评定一切产品质量好坏的技术依据。

标准的上述定义概括了标准的目的、客观基础、对象等。

首先它是评定产品质量和工作质量的客观依据，是用来保证生产者和消费者的经济效益的。制订标准的目的和作用，归根到底是为了取得国民经济的最佳效果。

标准产生的客观基础是什么？是实践。它是整个人类实践的总结。这里既包括科学实践，也包括社会生产实践；既包括从事生产人们的实践，也包括消费者的实践。因此，标准的产生是在有关各方面都感兴趣的参与下，充分协商而产生的。

什么样的事物才能成为制订标准的对象呢？只有具有多样性和重复性特征的事物，方能成为制订标准的对象。所谓多样性，指的是同类事物具有多种的表现形态。例如，同一种用途的产品具有不同的结构形式、尺寸规格、不同的质量水平；同一精度的零件有不同的加工方法；同一技术特性有不同的试验方法；同一项工作有不同的程序等等。所谓重复性是指在人类实践过程中重复发生的事物。例如，某种零件在不同产品中的应用；批量生产的零件；生产和科学实践的活动过程中，反复使用的图形、符号、概念、计算公式和计算方法等等。凡标准化的对象大都具有这两个特征。显然，只有事物具有多样性，才需要统一；也只有事物具备重复性，才有经验可总结。标准化就是抓住这两个特征，运用标准化的原理和方法，把事物的多样性限制在合理的范围，把重复实践的经验集中加以简化、统一、协调和优选，并将其用文件固定在标准中，用以指导今后的实践，最大限度地减少不必要的劳动消耗，增加社会生产力，提高人们的生活水平和保证生命健康安全，以取得国民经济的最佳效果。

标准跟其他文件不同，它具有严格的编制程序，格式也是特定的。并由有关主管机关以一定的形式发布才能生效。标准一经颁发，就成为技术法规，不许擅自修改或拒不执行，标准是具有法制性的。它是为了标准化而规定的技术文件。

二、标准化

现代工业生产的特点是生产社会化程度越来越高，分工越来越细，仅依靠孤立的产品标准，难以保证产品的质量，只有形成产品质量整个系统的各个方面都遵循标准、准则、规章、计划等，才得以保证和提高产品质量。这样的做法称之为“标准做法”即标

准化。

标准化是指制订标准和贯彻标准的全部活动过程。

一切标准都是标准化活动的成果。标准化的目的，是要通过制订标准来体现的。所以，制订标准和修订标准是标准化的最基本任务。

标准化的作用、效果只有当标准在社会实践中实施以后，才能体现出来。因此，在开展标准化工作中，严格贯彻、执行标准是个必不可少的步骤。由此可见，标准化也是一个活动过程。这主要是指从探索标准化对象开始，经起草、制订标准，贯彻标准，进而修订标准的过程。这是个不断循环、阶梯式发展的运动过程。每完成一个循环，标准化的水平就提高一步。标准化的任务就是根据客观情况的改变，不断地促进这种循环过程的进行和发展。

在科学技术如此蓬勃发展的今天，标准化的必要性和益处越来越明显。它越出工厂的范围，跨过国家疆界，走向全世界。四个现代化和生产建设，乃至文明生活都需要标准化。现代化水平越高，越需要高度的标准化。实践证明，标准化水平是衡量一个国家科学水平、生产技术水平和和管理水平的尺度，是现代化的一个重要标志。

三、标准的分级和分类

1. 标准的分级

标准化领域是十分广泛的。为了保证基层标准与上级标准的统一、协调一致，标准按行政体系分三级：国家标准、部标准（专业标准）和企业标准。

国家标准是指对全国经济、技术发展有重大意义而必须在全国范围内统一的标准，它的代号为 GB。这一级标准由国家标准局委托有关部门起草，经审批后由国家标准局发布。

部标准是指对一个部经济、技术发展有重大意义，而必须在部范围内统一的标准。这一级标准由主管部门制订发布，或由有关部门主持联合制订发布，并报国家标准局备案。

企业标准是指部以下的机构制订发布或不必发布的标准。包括工厂标准、行业标准、地方标准等。

国家标准是骨干。为加强标准的统一性，必须大大增加国家标准的比重。但也允许各企业按其具体情况，制订本企业自己掌握且高于国家标准的标准。这种标准称之为“内控标准”，一般是不公开的。它不但可以补充国家标准的不足，同时，对一些生产技术水平较高的企业，还能充分发挥它们的先进技术作用，挖掘企业的生产能力，采用新的科学技术成果，为国家生产更多质量高的产品。不但如此，还能积累充分可靠的数据，为进一步修订国家标准，提高国家标准水平奠定可靠的技术基础。

为了使世界各国在技术上统一，世界上成立了国际标准化组织，简称是《ISO》，它负责制订国际标准。一般来说，国际标准反映了世界上最先进的科学和技术水平。为了便于国际技术的交流和贸易，我们应尽可能参照国际标准并结合国情来制订或修订国家标准。

2. 标准的分类

标准分类的方法很多。若从实用角度出发可以按照标准适用程度分类或按照工厂生

产流程分类。

按照标准适用程度可以分为：基础标准和专业标准。前者是指适用范围广泛并具有普遍指导意义的标准。如机械制图标准，公差与配合标准，齿轮模数等；后者是指适用于一个专业范围的标准。

基础标准是整个标准体系的基础，也是标准化工作的基础。它是进行产品设计、工艺设计和制订各项标准的共同依据。搞好基础标准，在标准化工作中有着十分重要的意义和作用。

按照企业的生产流程可分为：设计标准、制造标准、检验标准、管理标准等。

设计标准是对产品的设计、计算、尺寸、结构和功能等作出应有的技术评价后而作出的统一规定。

制造标准是对产品的制造方法、加工工艺、保证性能等作出统一的规定和规范。

检验标准是对产品的原材料的检验方法、抽样数量、确认质量的手段和质量目标等作出的统一规定。

管理标准是对产品管理目标、顺序、方法、情报处理、用户服务等技术管理和生产管理作出的统一规定。

第三节 互换性的含义及其种类

一、互换性的含义

现代化工业是高度社会化的大生产。专业化协作是适应现代化工业发展要求的先进的社会生产组织形式。然而要组织专业化协作生产，必须对零、部件实行标准化，合理简化不必要的品种、规格，实行零、部件的通用化。怎样达到通用呢？这就要求零件具有互换性。

所谓互换性是指：在不同的时期、不同地点，按同一图纸制造出来的一批零件，装配、维修时，在满足技术标准规定的质量指标的前提下，无需任何辅助加工、不经调整或选择，就具有任意的互相代换使用的性能。

如图1—1(b)所示减速器箱盖和机座的结合，系通过螺栓联结将它们紧固在一起。螺栓、螺母可以来自任何厂家，只要规格相同，螺栓准能穿过箱盖和机座的孔，螺母都能拧上。又如图中齿轮和轴的结合，键和轴槽宽以及轮毂槽宽的结合等典型零件，都是具有互换性的。

按同一图样加工一批零件的过程中，由于人、设备、材料等因素，不可能将零件做得绝对准确，一切完工零件的尺寸都会偏离理想尺寸而产生误差。实践表明，在稳定的工艺条件下，尺寸误差都是具有分散性的，总有一定程度的变动范围，所以只有该批零件的尺寸在误差的许可范围内，这批零件才算是可以互换的。此误差的许可范围便称之为公差（本课程都用符号T表示）。换言之，只有按图样上给定的公差值进行加工的零件才可以互换。

互换性的基本要求是：

1. 装配或修理时任意互相代换——尺寸、配合互换。影响互相代换的尺寸可以是：配套尺寸、非功能尺寸以及功能尺寸等。功能尺寸是指影响产品性能或零、部件功能作用的尺寸。例如，内燃机的使用指标为马力，它取决于汽缸和活塞间的间隙量。这里，决定间隙量的活塞和汽缸的配合直径便是功能尺寸。

2. 代换后保证要求的功能作用——功能互换。例如，螺母、螺栓虽能互相任意拧上，这只是达到尺寸、配合的互换。关键在拧紧以后，是否保证了功能互换——螺纹的联结强度，即指机器在工作过程中，螺栓、螺母彼此不应有自动脱松，以及在强度许可范围内受力而不致破坏。又如，内燃机中活塞与汽缸的功能互换——马力的设计要求。齿轮的功能互换则为寿命、强度要求等等。如解放牌汽车中的齿轮，其设计要求为二十万公里，跑不到这指标，不能认为具有互换性。

只有保证了尺寸、配合互换，同时又保证了功能互换，才真正达到了零件的互换性。所以，互换性是个综合概念，它不局限于在装配产品时，零件和部件的可装配性，同时还包括了设计、制造和使用产品时的基本技术性能。

不仅零件可以互换，部件也是可以互换的。如滚动轴承、发动机上火花塞、照相机和显微镜的镜头等等。不仅几何参数可以互换，物理性能方面也可以互换，如电磁互换——变压器的互换、集成电路块的互换、光学镜头的互换等等。现代的机器或仪器中绝大部分零、部件都是具有互换性的，亦即是绝大部分的零、部件都是通用件，标准件（按国家标准集中生产的通用件）。

互换性在机器制造业中究竟有什么作用？

互换性是现代工业生产发展的客观需要，是实现标准化的保证，在社会主义建设中具有十分重要的意义。

从产品的设计上看，在进行产品设计和产品系列设计时，由于零、部件的具有互换性，极有利于最大限度地尽量采用标准件、通用件，因而可以大大简化设计、计算、绘图等工作，缩短设计周期，做到用尽可能多的标准件、通用件装配出不同品种的产品，以满足社会的需求。

从产品的制造上看，互换性是提高生产水平和文明程度的强有力的手段。因为，只有当零件具有互换性后，才能在标准化的基础上，合理地进行生产分工和组织专业化生产，并尽可能地采用先进的工艺方法和高生产率的专用设备；装配时则无需任何附加的挑选和修配，易于实现机械化、自动化。

在使用和维修时，如果零件具有互换性，则零件在磨损或损坏、丢失后，可立即用另一新的储备件换上，使机器或仪器的维修时间和费用显著减少，保证了机械产品工作的连续性和持久性，亦即提高了产品的使用价值。在某些情况下，互换性起的作用很难用价值计算。比如，在战场上要求立即更换武器中用坏了的零件，使武器迅速地重新投入战斗；发电厂要求迅速地排除机器故障继续发电等等。

总之，在改善产品的制造和使用的经济指标、提高质量、可靠性以及寿命等方面，互换性具有特别的意义。

二、互换性的种类

在设计机械产品时，为保证零、部件的装配要求，必须合理地规定公差，不然的话，