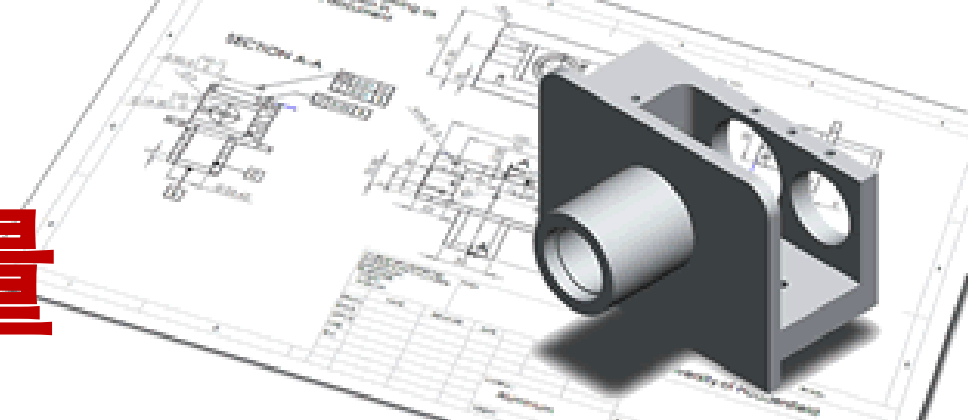
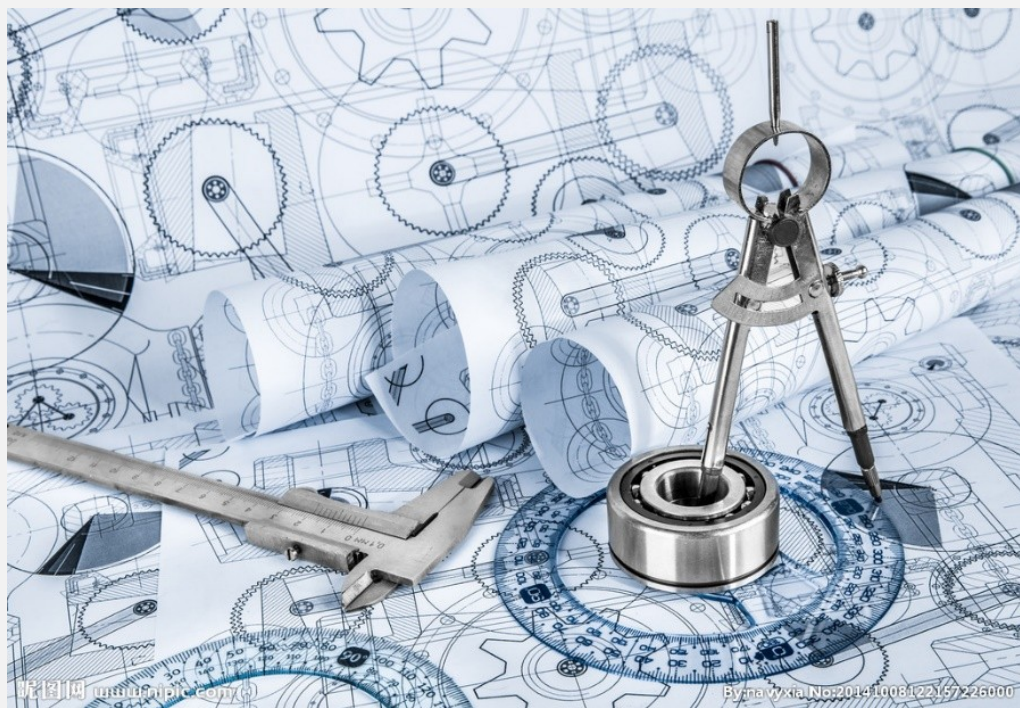


互换性与技术测量



Interchangeability and Technical Measurement



主讲人：杨世锡

机械工程学院 制造技术及装备自动化研究所

联系电话：87951145/ 1336011639

Email: yangsx@zju.edu.cn

办公室：浙江大学玉泉校区教 1 - 233



浙江大学
ZHEJIANG UNIVERSITY

杨世锡

浙江大学机械工程学院 教授

浙江省 151 人才，杭州市钱江特聘专家

香港大学、Huddersfield 大学兼聘教授

学术任职：

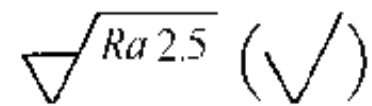
- 中国振动工程学会常务理事
- 中国振动工程学会动态测试专业委员会主任委员
- 全国电磁计量标准技术委员会委员（MTC18）
- 机械工业减变速机标准化技术委员会（CMIF/TC15）
- 全国高校机械工程测试技术研究会理事长
- 中国机械工程学会设备与维修分会副主任委员
- 中国自动化学会技术过程故障诊断与安全性专业委员会委员
- 《振动、测试与诊断》编委会副主任
- 《振动与冲击》编委

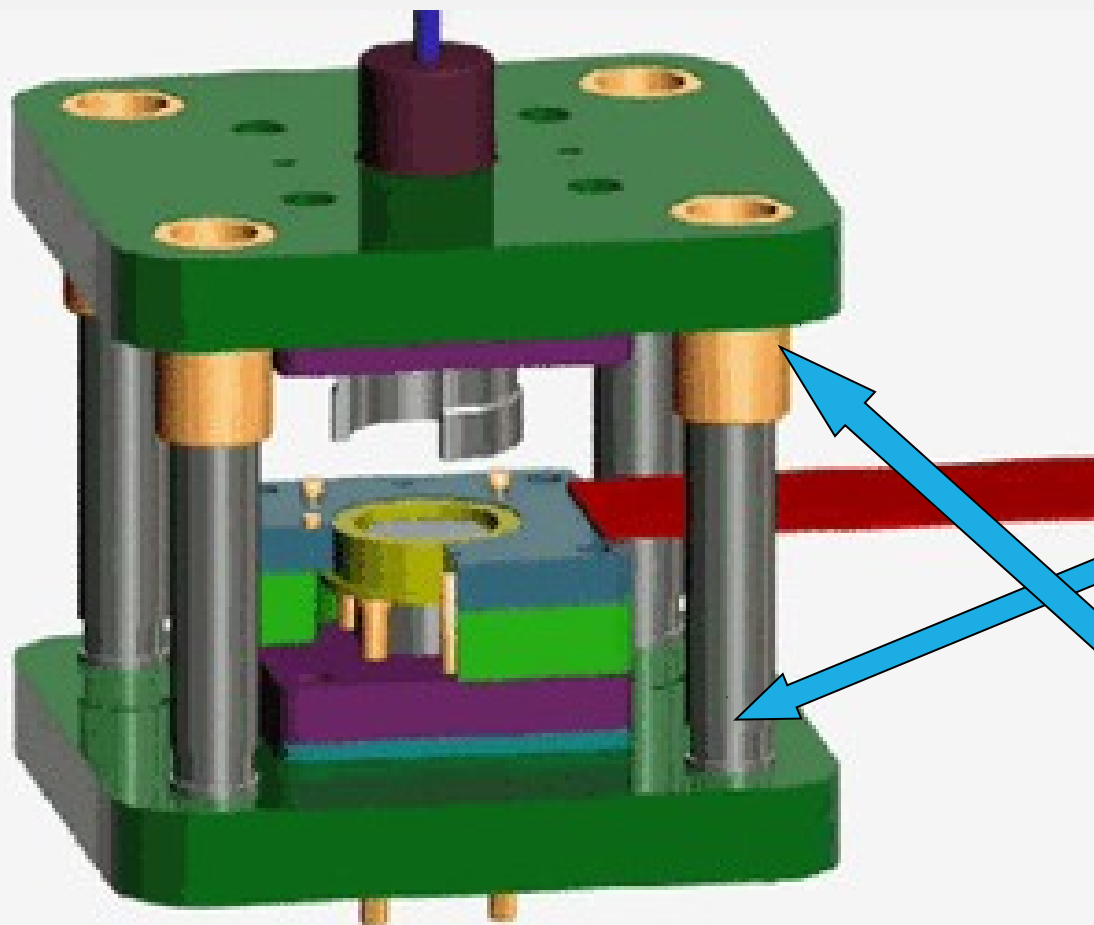
科研项目：

- 主持 863 重大专项 1 项
- 主持国家自然科学基金重点项目 1 项，面上项目 4 项、青年基金 1 项
- 参与国家机床重大专项 2 项
- 参与十三五国家重点研发计划 1 项
- 主持其他企业合作项目 10 余项

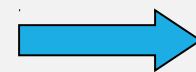
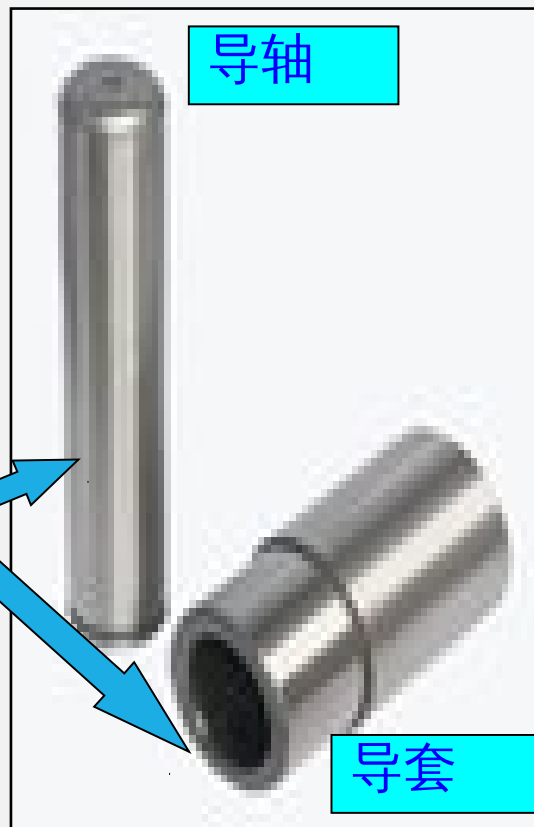
成果及奖励：

- 项目《大型轴类零件电跳动在位检测技术及系统》获中国机械工业技术二等奖
- 项目《大型旋转机械状态监测与故障诊断方法和系统》获浙江省科技进步二等奖
- 发表 SCI/EI 论文 200 余篇
- 授权发明专利 / 实用新型专利 / 软著 50 余项
- 出版著作 3 部





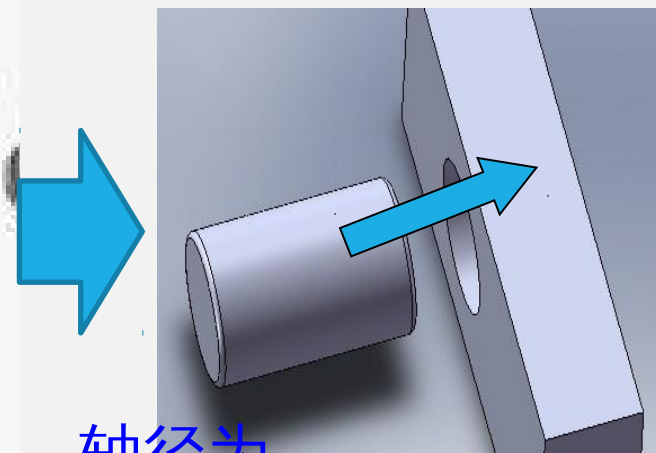
冲压模具示例



问题：如何设计 / 加工导轴和导套？



组装条件？



轴径为
 d

孔径为 D

结 论

满足必要及合理条件的零件的组装

轴
 $d=30$ 孔 $D=25$
轴能装进孔内吗？ — 不能！ 🤔

满足什么条件才可能装进？

1、必要条件 $D=d$ 基本尺寸相同

$d=25$ \rightarrow $D=25.02$

$d=25$ \rightarrow $D=25.48$

$d=25$ \rightarrow $D=24.98$

$d=25$ \rightarrow $D=24.58$

2、合理条件 间隙和过盈大好小好？

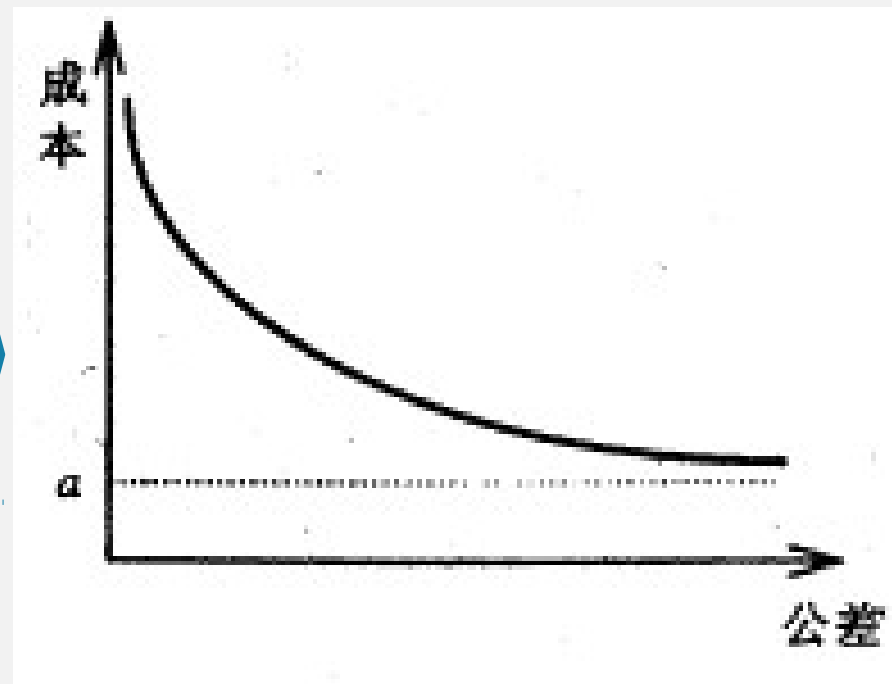
问题：如何合理设计零件尺寸的误差范围？



生产装备



检测设备



高精度即高成本，需要兼顾技术与经济性

- ✓ 产品竞争力综合体现在 时间 (T)、质量 (Q)、价格 (C) 和创新 (C) 竞争能力等方面。如果单纯为提高产品质量，对精度提出过高的要求，会增加加工成本，降低合格品率，推迟产品交货、上市的时间，影响时间和价格竞争力；
- ✓ 如果单纯考虑成本因素，按每个零件的经济精度设计和加工，又会使产品质量和装配成功率下降，同样会影响其综合竞争能力。
- ✓ 如何合理地进行机械精度设计，在 产品质量和制造成本之间找到一个平衡点，在保证质量的前提下使产品全生命周期总成本最低，正是精度设计要完成的任务，也是精度设计的意义所在。



课程的知识结构

互换性与技术测量

- ✓ 从知识结构特点讲，本课程由“公差配合”与“技术测量”两部分组成。公差配合就是互换性的别称。这两部分有一定的联系，但又自成体系。
- ✓ “公差配合”属于**标准化**的范畴，而“技术测量”属于**计量学**的范畴，是两个独立的基本系统。
- ✓ 本课程正是将公差标准与计量技术有机地结合在一起的一门技术基础学科，也就是说本课程是一门交叉性的技术基础学科。

是一门交叉学科，知识内容比较复杂



课程的知识结构

互换性与技术测量

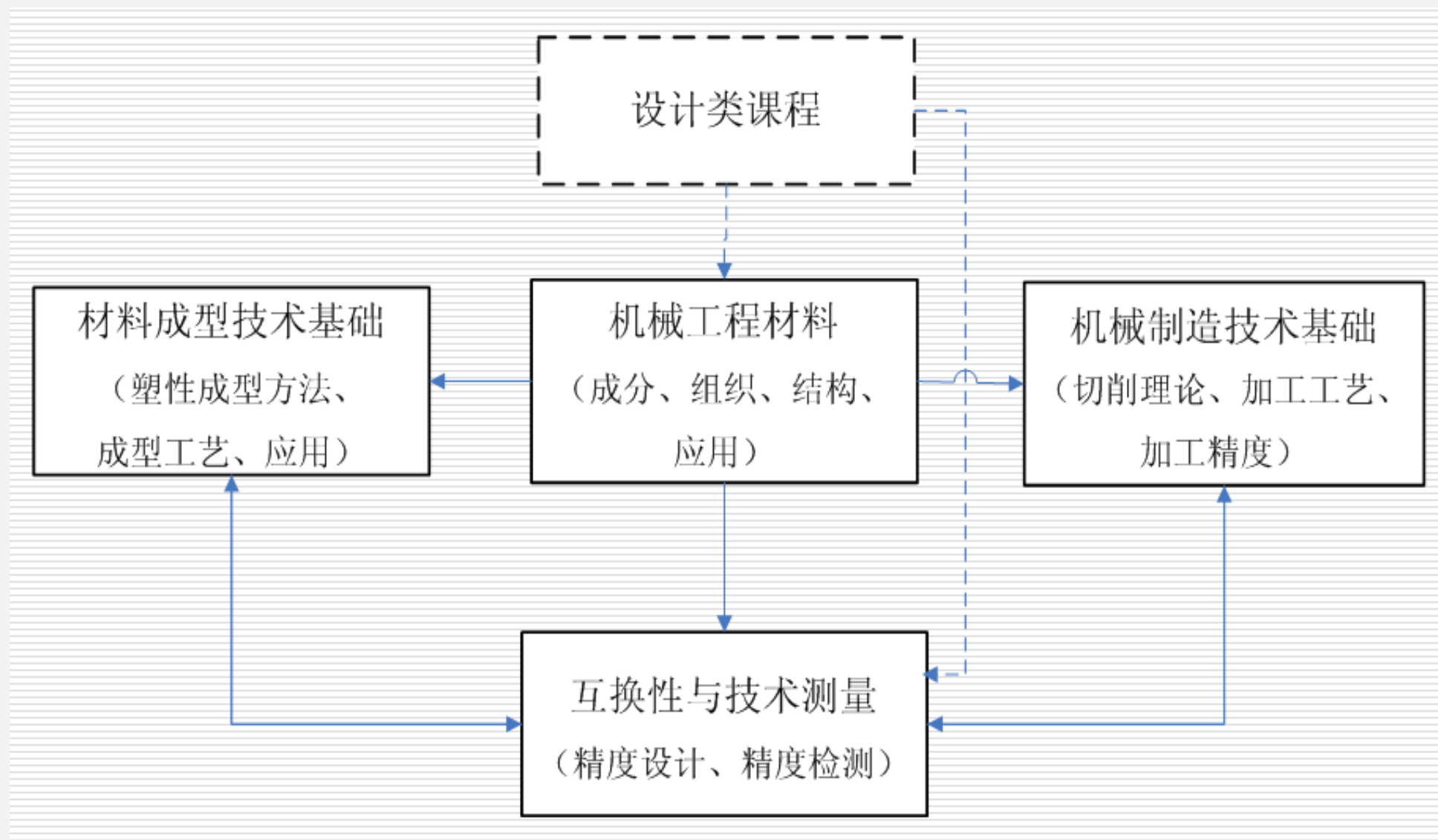
以几何量精度为研究对象，是关于机械或仪器零部件的几何参数（即尺寸、形状、位置和表面粗糙度）的精度设计及其检测原理，是学习如何合理解决产品使用要求和制造工艺成本之间的矛盾。

本课程中尺寸公差与检测、几何公差与检测、表面粗糙度及检测、长度测量基础等是重点内容。学完本课程应达到以下基本要求：

1. 掌握互换性和标准化的基本概念；
2. 建立精度设计的概念、理解精度设计的作用、意义；
3. 掌握常用的几何量公差标准（尺寸公差、形位公差、表面粗糙度等）的主要内容、特点和应用原则；
4. 熟悉相关公差表格使用方法；



课程在知识结构中的地位

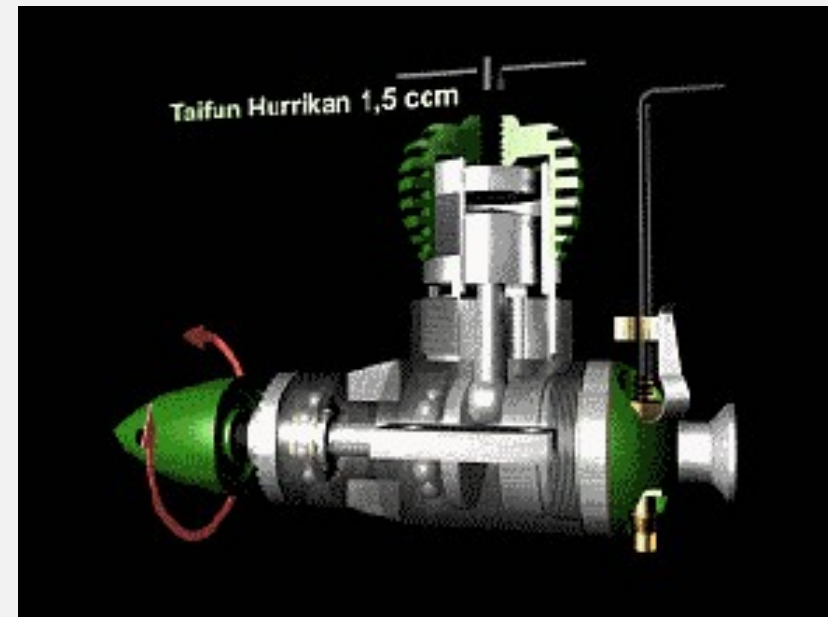
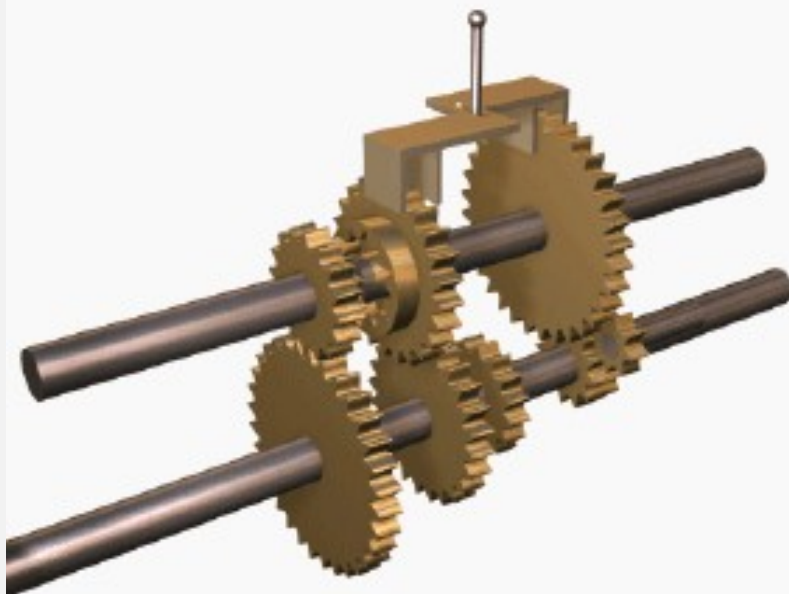
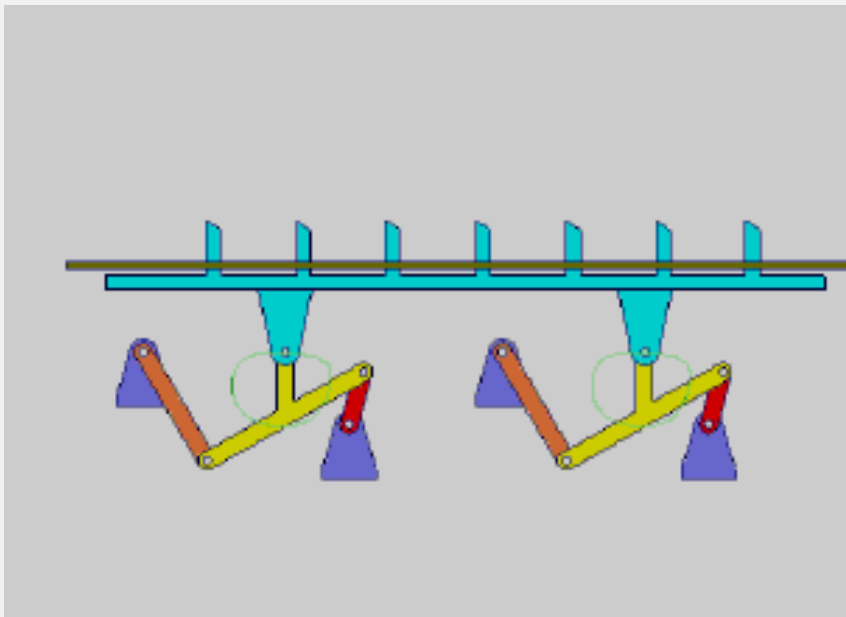




课程在知识结构中的地位

□ _ 机械原理

它是从运动学和动力学的观点出发，把机器抽象成简单的点线面来进行分析研究机构，从而确定机构的几何参数。如：一个运动的轨迹是如何实现的？速度如何？加速度如何？以及是否有急回现象，死点等等。

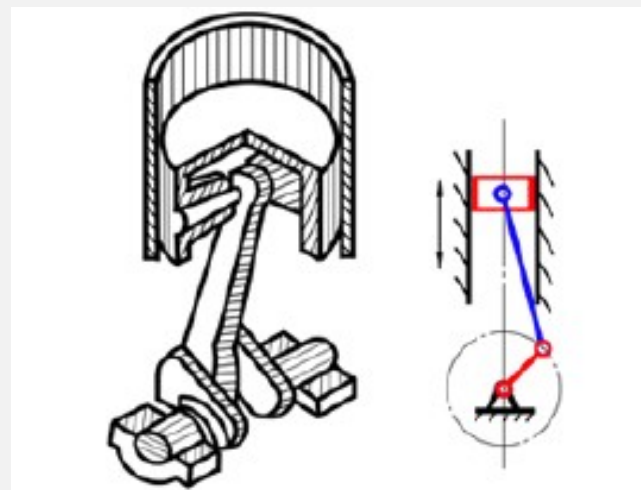
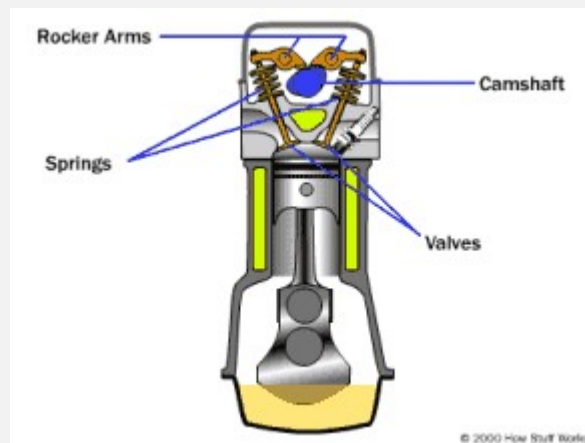
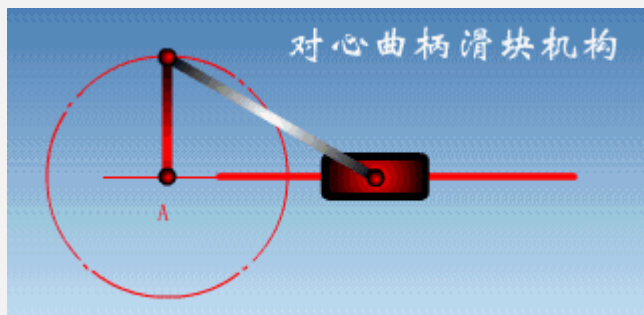
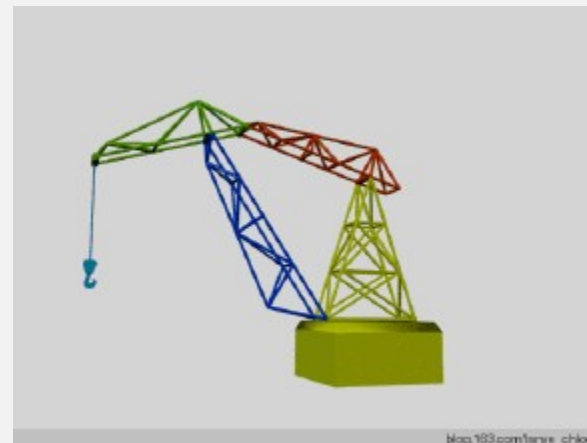
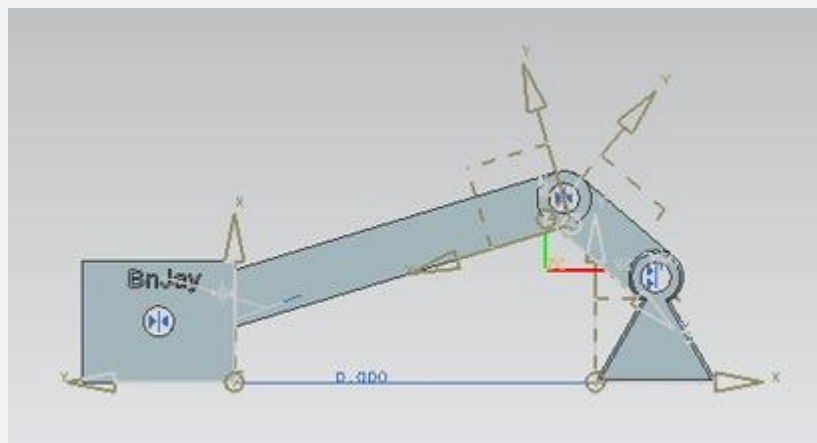
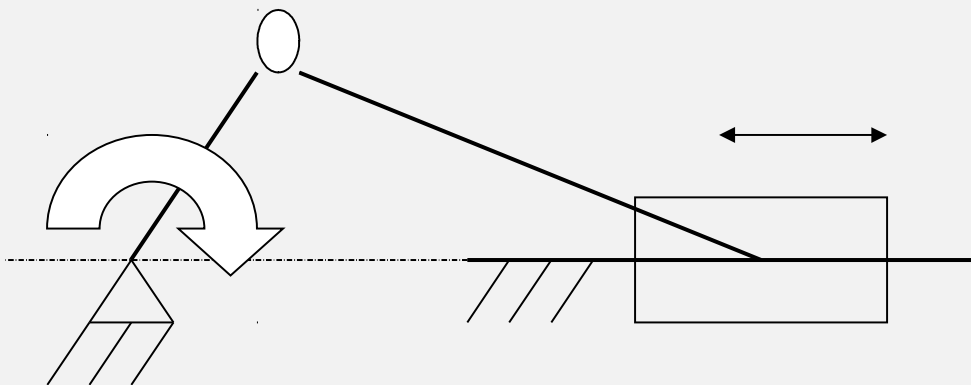




课程在知识结构中的地位

□ _ 机械原理

例如：曲柄滑块机构





课程在知识结构中的地位

□ 机械零件

- ✓ 它是从强度与刚度的观点出发分析研究机构，从而确定机构的零件的几何形状和参数。它告诉我们具有特定几何参数、结构的零件的强度、刚度够不够，零件会不会断，变形的情况如何及寿命等问题。
- ✓ 它把机械原理设计的机构（specify）具体化为某一特定的零件，进而机械总成。

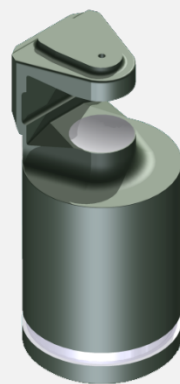
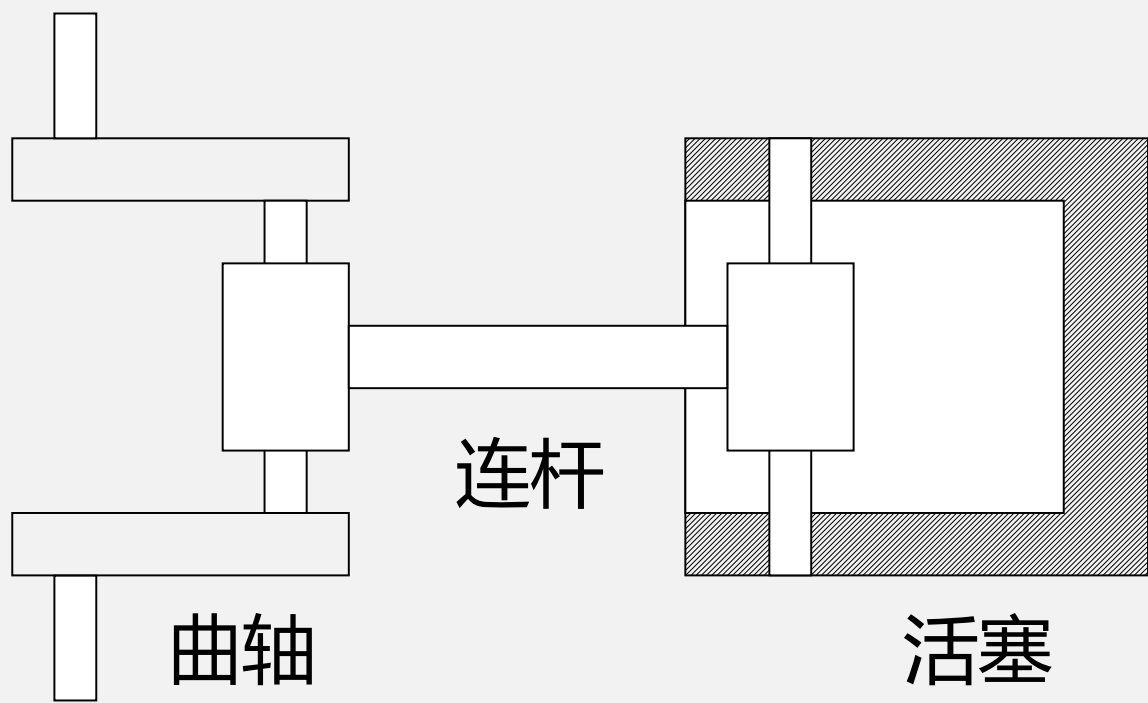




课程在知识结构中的地位

□ 机械零件

例如：上面的曲柄滑块机构就具体化为本图中的曲轴、连杆、活塞及由它们组成的曲轴、连杆、活塞机械总成

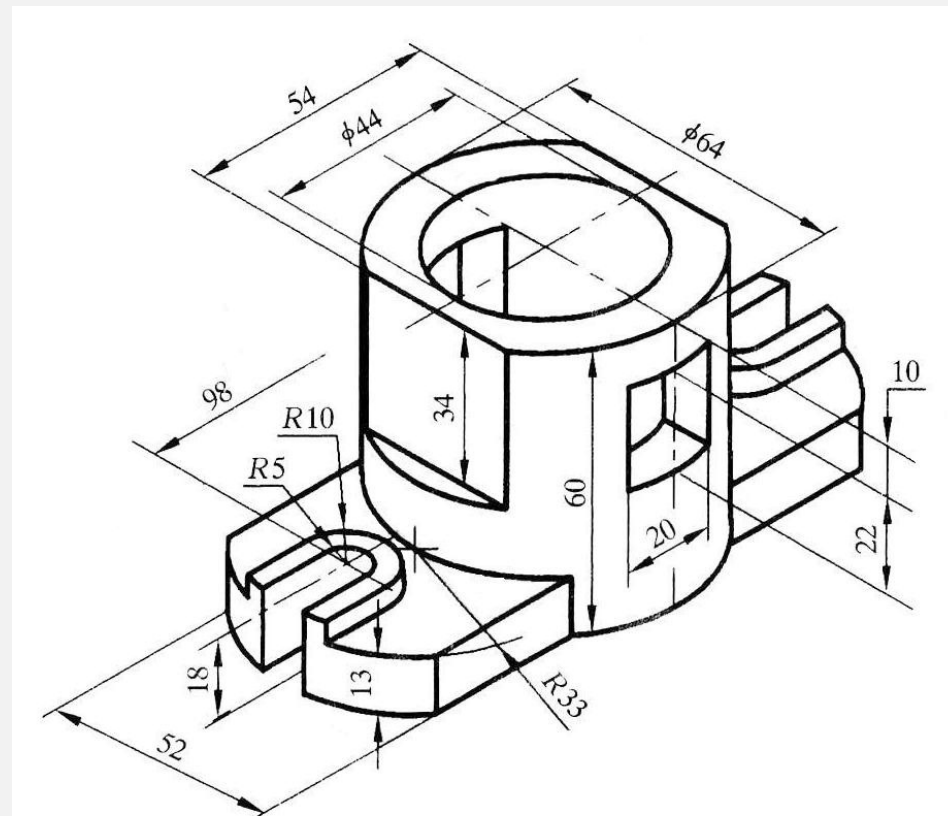
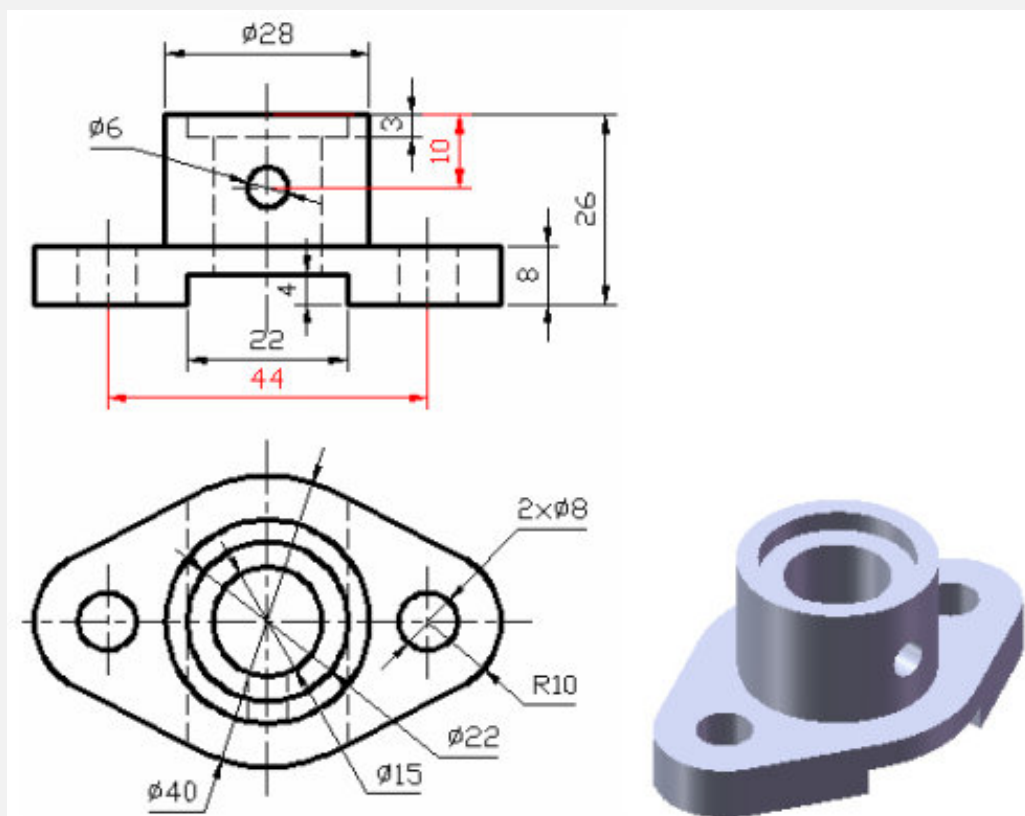




课程在知识结构中的地位

□ 机械制图

它的作用是把机构及零件的形状及几何参数、几何精度用图形或图纸的形式直观的表达出来，是机械设计、制造和使用的基础工具。

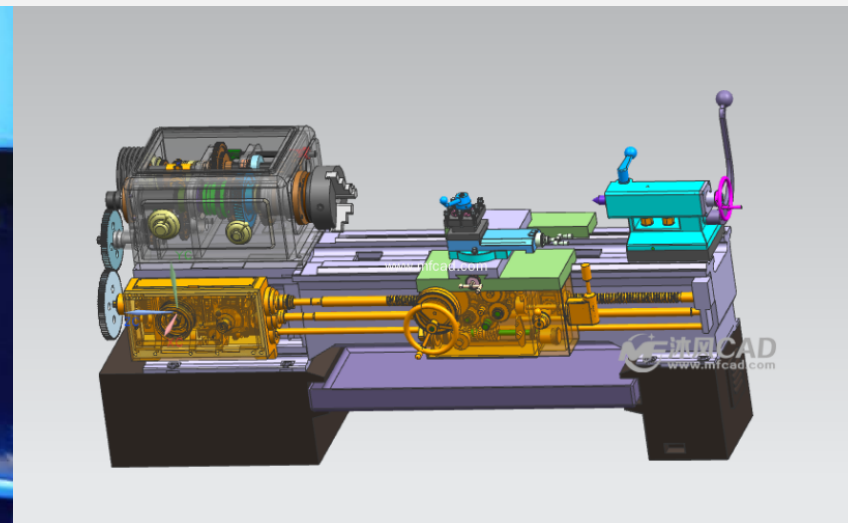
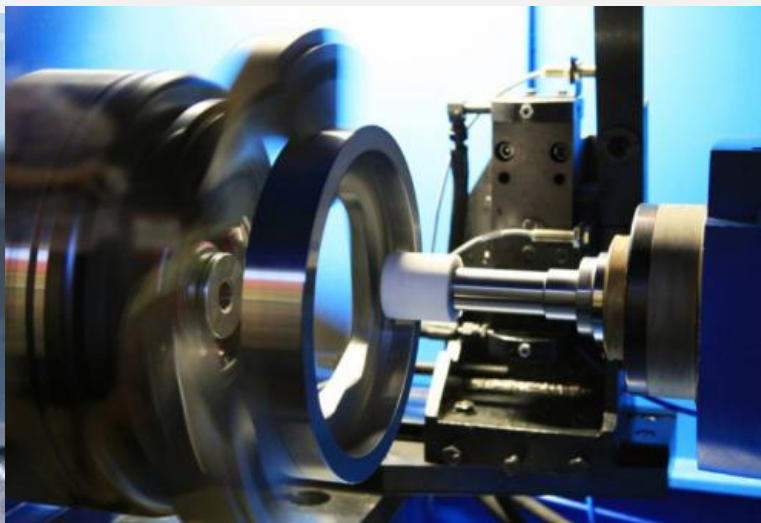
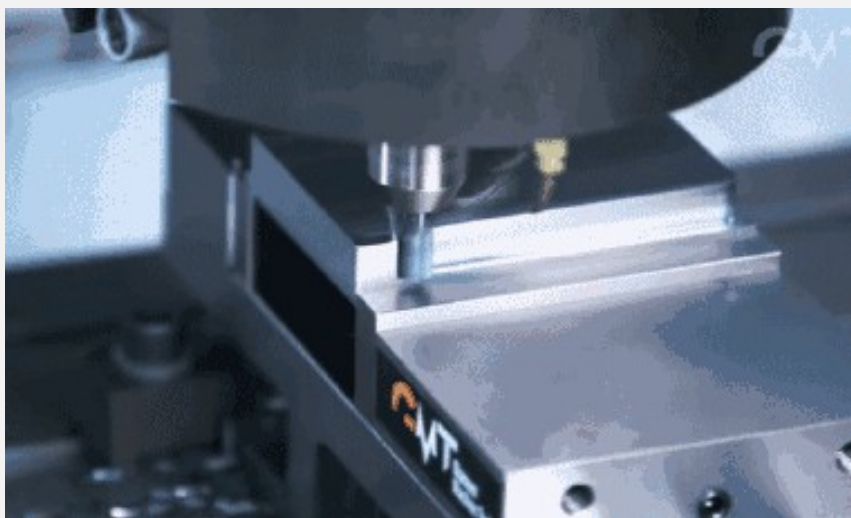




课程在知识结构中的地位

□ 机械制造技术基础

它的作用是怎样将设计好的零件制造出来，包括机械加工方法、金属切削原理、机床、刀具、夹具；工艺规程设计以及超高速加工、超精密加工等内容。

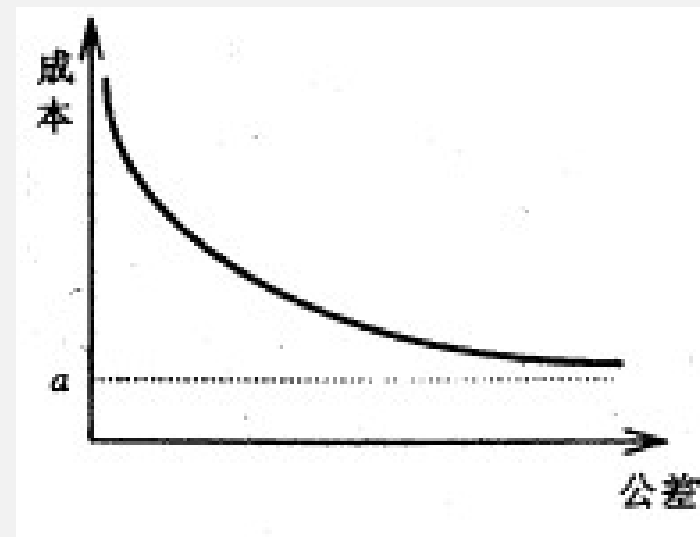
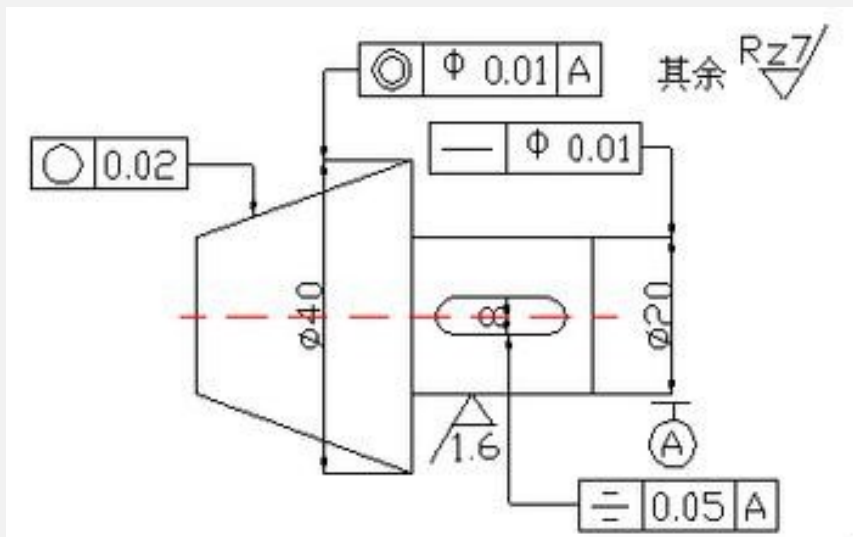




课程在知识结构中的地位

□ 互换性与技术测量

- ✓ 它是从几何精度的观点出发分析研究机构的几何参数。它研究零件的公差，零件做不做得出来？零件之间的结合的关系特征，是间隙、过盈还是过渡配合？抗磨损的可能性，精度稳定性。
- ✓ 特别是精度设计问题及制造成本优化问题。





课程在知识结构中的地位

机械设计一般可分为三个阶段，这三个设计阶段针对不同的设计目标、依据不同的设计理论、有着不同的设计方法，然而它们共同的特点在于都要求优化。

- ✓ **一次设计即系统设计**，用于机器的传动系统，主要内容为选择适当的机构与元件，保证实现预定的动作，满足系统及其组成部分在运动学方面的要求。
- ✓ **二次设计即结构设计**，用于确定系统及其组成部分的具体结构，包括合理地确定机器及各组成零、部件的基本参数，如基本尺寸、齿轮模数、各种标准件的型号及规格、材料等等，使这些零件工作时能承受规定的负荷，满足强度、刚度及动力学等方面的要求。
- ✓ **三次设计即精度设计**，用于确定互换性参数允许的变动及其评定方法，包括合理地确定机器零、部件质量参数的公差与极限偏差，及制造中对这些参数的检测和评定方法，保证机器能正确进行装配，并满足工作精度等功能要求。



课程在知识结构中的地位

Symbol and properties to which tolerances relate	Drawing entry and explanation		
	Drawing entry	Tolerance zone	Explanation
Form tolerances	Straightness 		The axis of the cylinder associated with the tolerance limits must be within a cylindrical tolerance zone of diameter 0.05.
	Flatness 		The surface must lie between two parallel planes with a separation of 0.05.
	Roundness 		The circumference of any cross-section must lie between two concentric circular arcs with a separation of 0.1.
	Cylindricity 		The cylindrical surface concerned must lie between two coaxial cylinders with a separation of 0.1.
	Profile of a line 		In any section parallel to the drawing surface, the profile to which the tolerance applies must lie between two lines that envelope circles of diameter 0.05, whose centers lie on a line of geometrically ideal shape.
	Profile of a surface 		The surface concerned must lie between two surfaces that envelope spheres of diameter 0.05, whose centers lie on a surface of geometrically ideal shape.
Directional tolerances	Parallelism of a line (axis) to a reference line 		The axis to which the tolerance refers must be within a cylinder of diameter 0.01 parallel to the reference axis A.
	Perpendicularity of a line (axis) to a surface 		The axis of the cylinder to which the tolerance refers must lie between two parallel planes perpendicular to the reference surface with a separation of 0.1.
	Angularity of a line (axis) to a reference surface 		The axis of the hole to which the tolerance refers must lie between two parallel planes with a separation of 0.05, which are inclined at an angle of 45° to the reference surface A.
Location tolerances	Position of a line 		The axis of the hole must lie within a cylinder of diameter 0.05, whose axis in relation to the surfaces A and B (the reference surfaces) is in the theoretically exact location.
	Concentricity of an axis 		The axis of the cylinder associated with the tolerance limits must lie within a cylinder of diameter 0.05 coaxial with the reference axis AB.
	Symmetry of a midplane 		The midplane of the groove must lie between two parallel planes with a separation of 0.05, which are symmetrically placed in relation to the midplane of the reference element A.
Mutual tolerances	Radial runout 		During one rotation about the reference axis AB, the radial runout must not exceed 0.1 in any measuring plane.
	Axial runout 		During one rotation about the reference axis D, the axial runout must not exceed 0.1 in any measuring position.
	Total runout 		During several rotations about the reference axis AB and an axial displacement between the workpiece and the measuring device, all points on the surface of the element to which the tolerance refers must be within the overall true running tolerance (tR) = 0.1. The displacement must be carried out along a line that has the theoretically exact form and is correctly located relative to the reference axis.
Surface structure	Surface texture at right angles 		During several rotations about the reference axis D and/or radial displacement between the workpiece and the measuring device, all points on the surface of the element to which the tolerance refers must be within the overall flat running tolerance (tR) = 0.1. During the displacement, either the measuring device or the workpiece must be moved along a line that has the theoretically exact form and is correctly located relative to the reference axis.
	Surface texture 		During several rotations about the reference axis D and/or radial displacement between the workpiece and the measuring device, all points on the surface of the element to which the tolerance refers must be within the overall flat running tolerance (tR) = 0.1. During the displacement, either the measuring device or the workpiece must be moved along a line that has the theoretically exact form and is correctly located relative to the reference axis.

几何技术规范
(GPS)
的控制内容

大小

形状

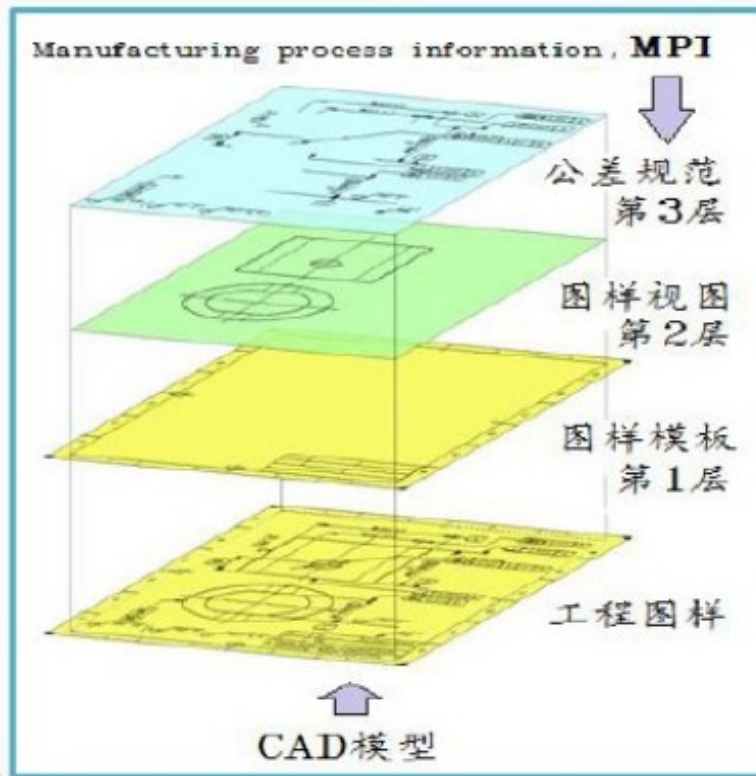
方向

位置

表面结构



课程在知识结构中的地位



**GPS 标准
体系的特征**

TPS

← TPD : **T**echnical **P**roduct **D**ocumentation

← GPS & V: Geometrical **P**roduct **S**pecification and Verification



课程的内容特点

□ 概念性强，定义、名词术语多

□ 标准规定与技术规范多

例如尺寸

mm, 温度 $20^{\circ}\text{C} \pm$

气压 $0.1\text{Mpa} \pm 0.005\text{Mpa}$ 等等。

□ 实践性强，涉及的零件多

机械的每个零件都将研究到，即使没有标注精度要求的零件，实际上也是有相应的精度要求的，只是不标注而已。



课程比较复杂、枯燥、难学，又非常重要。



学习方法

- ✓ 课堂讲授基本概念；
- ✓ 自学掌握基本方法；
- ✓ 作业解决基本的计算问题；
- ✓ 实验掌握基本的测量方法。

课程目标：通过这门课的学习，帮大家学习掌握相关基本概念、基本方法、基本的计算问题和基本的测量方法。
进一步的有关的知识靠大家以后进一步的学习和以后的实践。



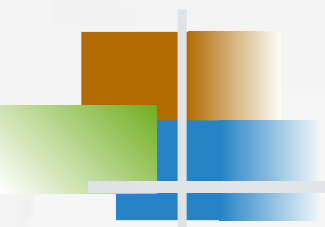
课程的学习安排

➤ **实验安排：**

另行安排。

➤ **联系电话：**

叶建芳 18668187561 ， 马超虹 18658807783



一、概论



§1-1 互换性的作用和意义

一、什么是互换性

- a. 灯泡和灯头，
- b. 汽车和汽车零件，
- c. 计算机和计算机的板卡。





§1-1 互换性的作用 and 意义

1、互换性：（对机械工业的定义）

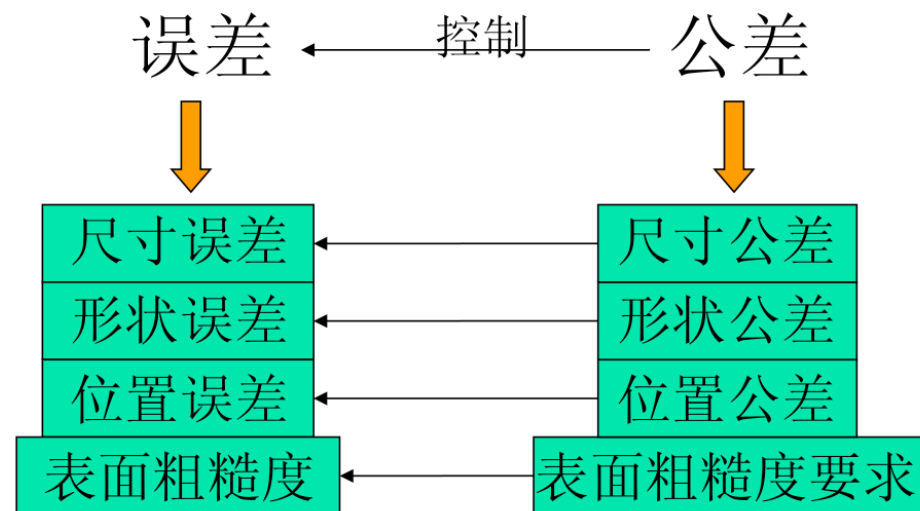
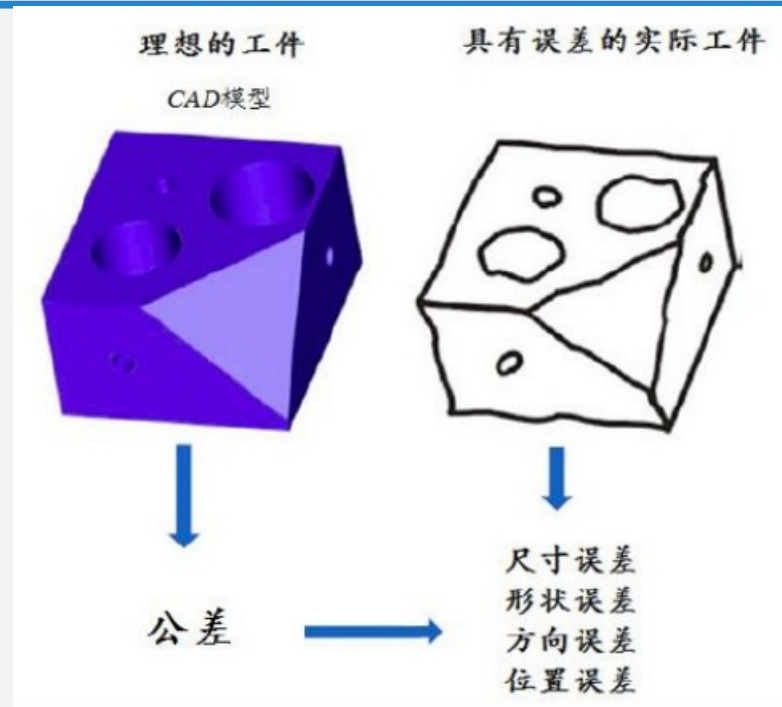
机器制造中的互换性，是指按规定的几何、物理及其它质量参数的公差，来分别制造机械的各个组成部分，使其在装配与更换时，不需要辅助加工和修配，便能很好地满足使用和生产上的要求——它不仅是一种技术属性，更重要的它是技术 - 经济意义上的生产原则与技术基础。



§1-1 互换性的作用 and 意义

公差与误差的概念

- ✓ 任何一台机器的零件都是按一定的加工工艺加工出来的，由于加工设备与工艺方法的不完善，不可能制造出绝对符合理想尺寸和形位要求的产品，**实际生产出来的零件与设计要求之间总是会有误差的（误差公理）**。
- ✓ 只要把误差控制在允许的范围之内，就可以保证零件的使用要求，这个允许的最大范围就是公差。加工后零件的误差只要不超过零件的公差，零件是合格的。
- ✓ 所以，公差是设计给定的，用于限制加工误差；误差则是加工过程中产生的。





与公差测量设计准则，一部制造工程的法律。

比如：轴 $\Phi 50$ ，孔 $\Phi 50$ 。

轴： $\Phi 50.1$

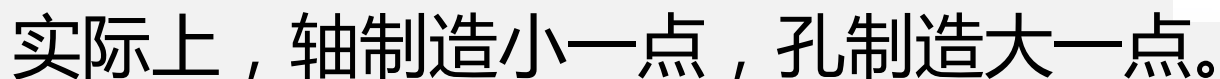
Φ 50

Φ 49.9

孔 : $\Phi 50.1$

Φ 50

Φ 49.9



但大多少合适？这就需要建立标准，即批量制造与设计法律基础



§1-1 互换性的作用 and 意义

2、具体怎样使零件具有互换性呢？

要求：同一规格、一批零件、任取其一，即可完成机器功能，统称为具有互换性的零件

路径：并不要求尺寸完全一致，只要在可以接受的变化范围之内□按“公差”来制造

公差：就是零件允许的尺寸参数与几何参数变动量（公差标准）



§1-1 互换性的作用 and 意义

3、互换性的要点

- ✓ 制造时按公差加工
- ✓ 装配时不需要修配
- ✓ 使用时能满足要求

只要满足了这三条就基本可满足机器的生产和使用的互换性要求。



§1-1 互换性的作用 and 意义

二、互换性的分类

1、按互换性的参数特性或使用要求分：

- ✓ 几何参数互换性（狭义互换性）：是指通过规定几何参数的极限范围以保证产品的几何参数值充分近似所达到的互换性，是本课程所讲的互换性。
- ✓ 功能互换性（广义互换性）：是指通过规定功能参数的极限范围所达到的互换性。功能参数既包括几何参数，也包括其他一些参数，如材料机械性能参数、化学、光学、电学、流体力学等参数。往往着重于保证除几何参数互换性或装配互换性以外的其他功能参数的互换性要求。



§1-1 互换性的作用 and 意义

2、按互换性的程度分：

- ✓ **完全互换**：是指零、部件在装配或更换时不仅不需要辅助加工与修配，而且不需选择，即可保证百分之百地满足使用要求。即任取一个零件（或部件）就能满足要求，进行互换。

特点：装配或更换时不需要挑选或修配。

- ✓ **不完全互换**：装配前需经过挑选、调整或修配等辅助处理，在功能上才具有彼此互相替换的性能。即对零件（或部件）有一定选择，才能满足要求。

特点：装配时允许挑选、调整和修配。

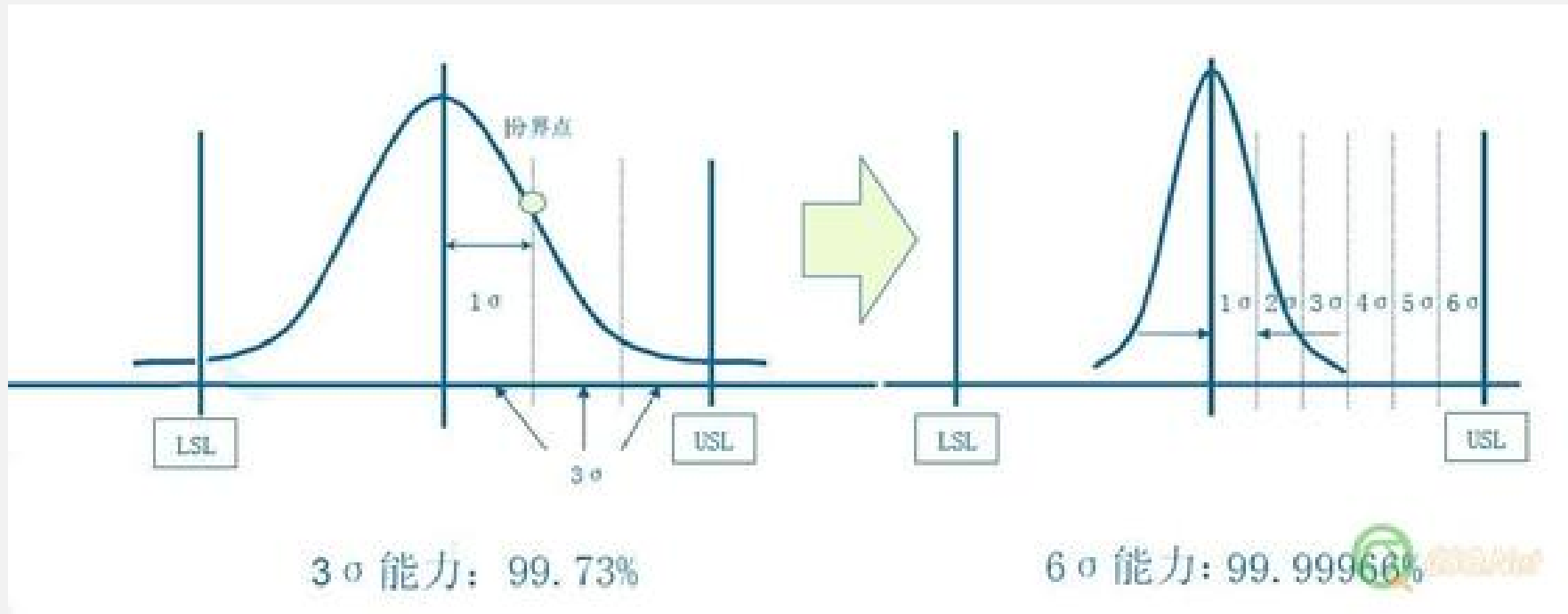
不完全互换，可分为：概率互换、分组互换、调整互换和修配互换



§1-1 互换性的作用 and 意义

(1) 概率互换：是指零、部件的设计制造仅能以接近于 1 的概率来满足互换性的要求，主要用于成批大量生产场合。在成批大量生产方式下，考虑制造时制件参数实际值的概率分布特点，将参数允许的变动量适当加大以获得制造的经济性。按概率互换性要求组织生产，可能出现达不到总装要求的情况，但其出现的概率应很小。

特点：有小概率的零件不具有互换性。





§1-1 互换性的作用 and 意义

(2) 分组互换：将零件互换参数数值的允许变动量适当加大，以减小加工难度；而在加工完毕后再用测量器具将零件按实际参数值的大小分为若干个组，使同组零件的实际参数值的差别减小，然后按对应组进行装配。此时，仅同组内的零件可以互换，组与组之间不能互换。

- ✓ 通常用于某些大批量生产且装配精度要求很高的零件。此时若采用完全互换组织生产，则零件互换参数数值的允许变动量将很小，使加工困难、成本增高，甚至无法加工。在这种情况下，可按分组互换性要求组织生产。
- ✓ 分组互换，既可保证装配精度及使用要求，又使零件易于加工、降低制造成本。



§1-1 互换性的作用 and 意义

例如：滚动轴承的组成零件的制造、发动机的连杆小头孔和活塞销的配合的结合的制造 □这样作使加工成本低，最后成品精度高）

$$T_f = T_H + T_s$$

其中： $T'_H = n T_H$

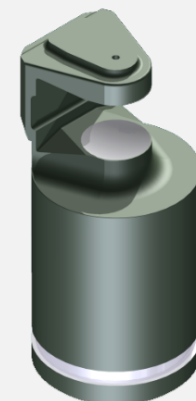
$$T'_s = n T_s$$

(T_H ：孔的公差；

T_s ：轴的公差

T'_H 是孔的制造公差

T'_s 是轴的制造公差)





§1-1 互换性的作用 and 意义

(3) 调整互换和修配互换，是提高整机互换性水平的一种补充手段，较多应用于**单件小批量生产方式**，特别是用于**重型机械和精密仪器制造**。此时，在机构或机器进行装配中，往往必须改变装配链中某一零件实际参数值的大小，以其为**调整环**来补偿（减小或消除）其他零件装配中累积误差的影响，从而满足总的装配精度要求。

- ✓ **调整互换**就是通过更换调整环零件或改变它的位置进行补偿；
- ✓ **修配互换**是通过去除调整环零件部分材料，改变调整环实际参数值的大小，从而达到对装配精度补偿的目的。
- ✓ **注意**：这之后，不再有互换性，但其精度却是很高的。构成装配链的所有零件仍然按互换性原则制成，若要更换机构或机器中的组成零件，则必须对调整环重新进行相应的调整或修配。



§1-1 互换性的作用 and 意义

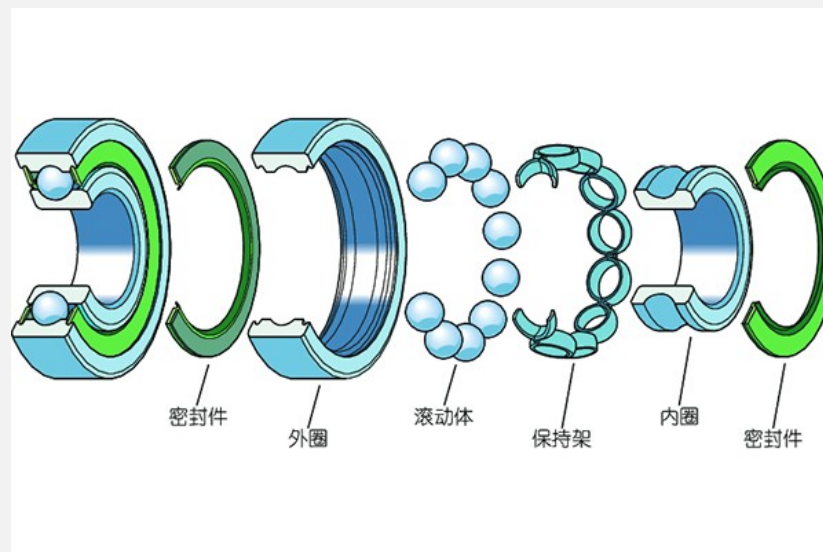
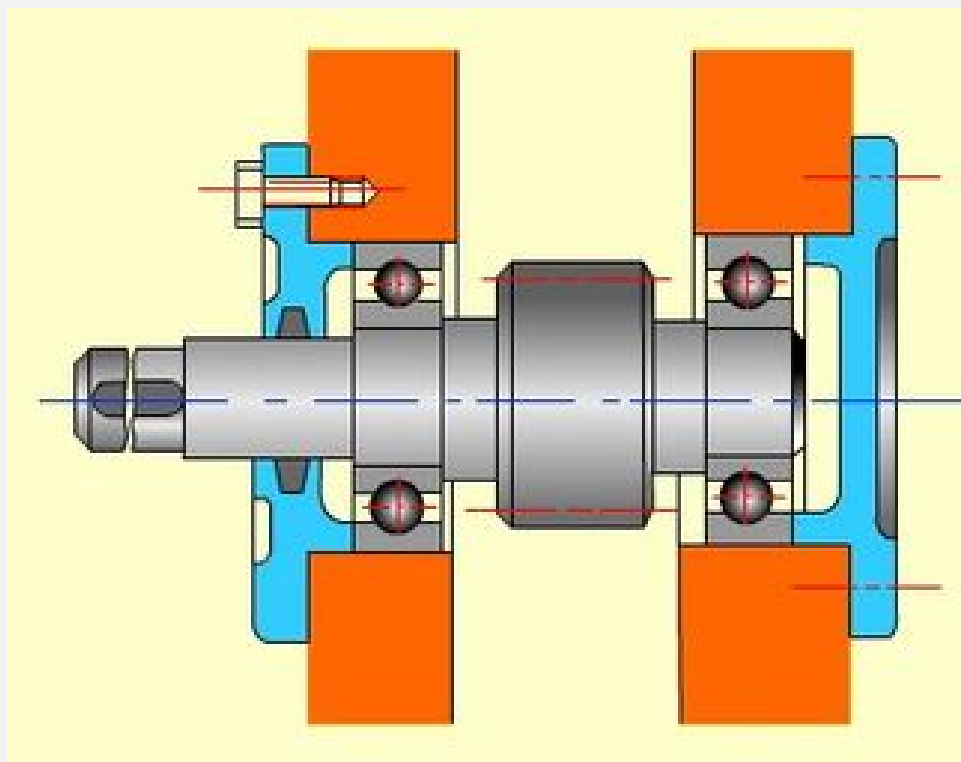
3、对独立的标准部件或机构来讲，其互换性可分为外互换与内互换。

- ✓ **外互换**：是指部件或机构（作为一个整体）与其他相配零件间的互换性。
例如，滚动轴承内套圈与支撑轴、外套圈与轴承座孔之间的配合为外互换。
从使用方便考虑，滚动轴承作为标准部件，其外互换采用完全互换。
- ✓ **内互换**：是指部件或机构内部组成零件之间的互换性。例如，滚动轴承内、外套圈的滚道分别与滚动体（滚珠、滚柱等）之间的互换性。因这些组成零件的精度要求高，加工难度大，生产批量大，故它们的内互换采用分组互换。



§1-1 互换性的作用 and 意义

3、对独立的标准部件或机构来讲，其互换性可分为外互换与内互换。





§1-1 互换性的作用 and 意义

三、互换性的作用 and 意义

互换性不仅是零部件等机械组成部分的一种**技术属性**，而且是具有重要技术 - 经济意义的**生产原则与生产技术基础**，是现代大工业的基础。



§1-1 互换性的作用 and 意义

- 1、设计时：**由于产品构成的各部分按互换性设计，设计时大为简单，从而节省了时间，便于更新快，也便于计算机辅助设计（CAD）
- 2、加工时：**可按协作方式进行加工，各个部分的加工具体单一，保证质量好，成本低。
- 3、装配时：**可以进行流水线作业，不仅劳动强度小，而且缩短装配周期，还可降低成本。
- 4、使用时：**维修方便，时间短，找一个同一样零部件换上就行了，保证了机器工作的连续性和持久性，提高了机械的使用价值。



§1-1 互换性的作用 and 意义

- 产品设计的规范化: 有利于控制设计质量和成本
- 专业化制造的过程控制: 有利于成本、效率和质量控制
- 规范装配过程: 规范、有利于快捷、高效和质量控制
- 保障售后服务: 有利于规范、快捷响应和质量控制
- 加快升级换代: 规范和标准化地继承、拓展和成本控制

技术支撑: 规范、标准、管理、体系



标准与标准化的引入

制定标准的必要性：现代化工业生产的特点是规模大，协作单位多，互换性要求高，为了正确协调各生产部门和准确衔接各生产环节，必须有一种**协调手段**，使分散的局部的生产部门和生产环节**保持必要的技术统一**，成为一个有机的整体，以实现互换性生产。

- ✓ 标准与标准化正是联系这种关系的主要途径和手段，是实现互换性的基础。
- ✓ 在制造领域中，标准化 (Standardization) 是广泛实现互换性生产的前提与重要方法，而极限与配合等互换性标准都是重要的基础标准。



§1-2 标准化与优先数系

一、标准

所谓标准，是指为了在一定范围内获得最佳秩序（目的），经协商一致（原则）制定并由公认机构批准（程序），共同使用和重复使用（对象）的一种规范性文件（内容）。是指通过规范化活动，按照规定的程序经协商一致而制定。为各种活动或其结果提供规则、指南或特性，供共同使用和重复使用的文件。

规范性是标准与法联系的本质属性，技术性是标准与法区别的本质属性



§1-2 标准化与优先数系

一、标准

- ✓ “标准”是对有关的事物和概念所作的一种“统一规定”。既然是一种“规定”，则须对被规定的对象提出必须满足和应该达到的各方面的条件和要求，对于实物和制件对象还要提出相应的制作工艺过程和检验规范等等规定。
- ✓ 通常标准以文字规定的形式体现，也可能以“实物标准”体现，如各类计量标准、标准物质、标准样品等等。



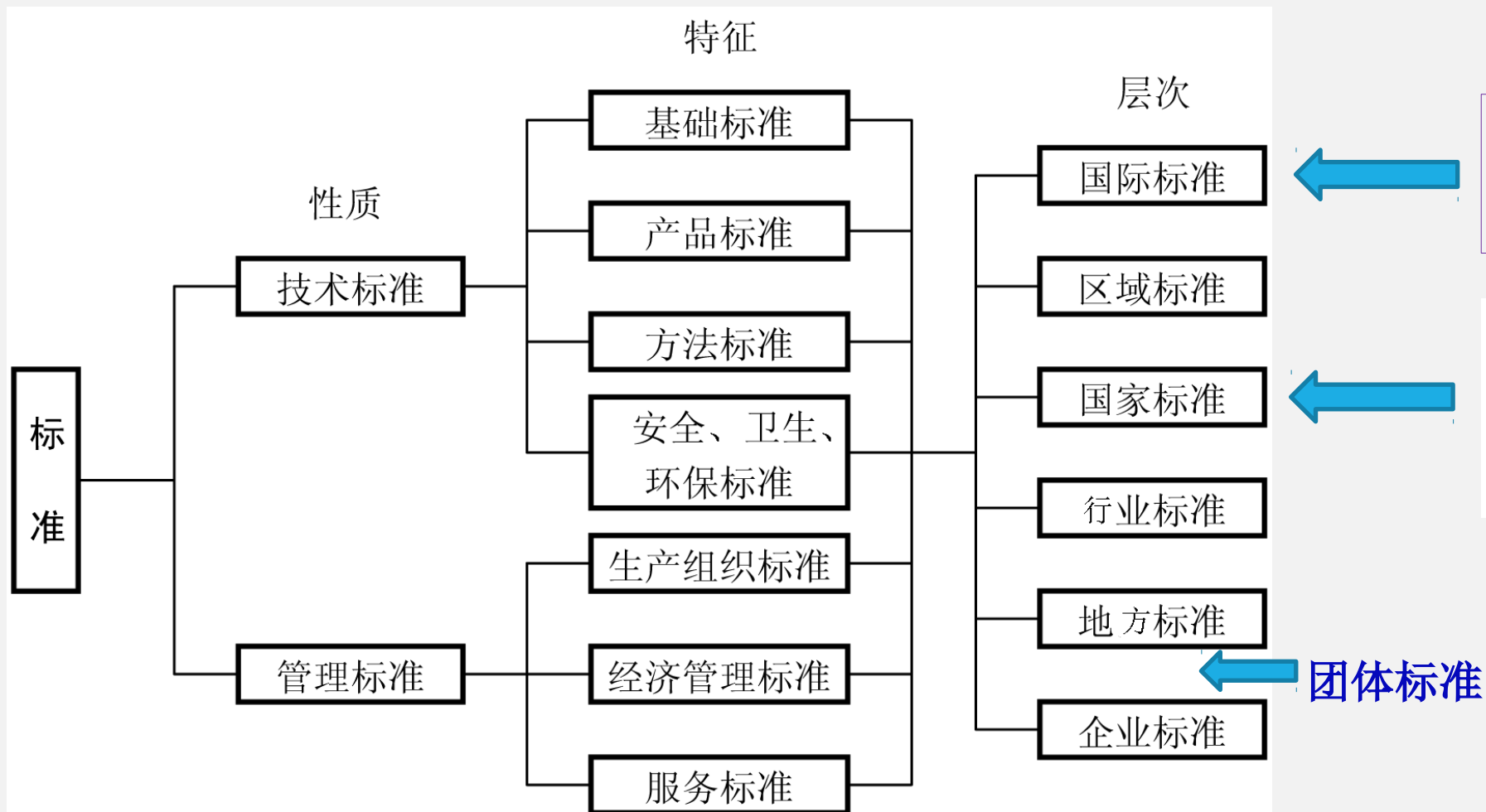
中华人民共和国法典

中华人民共和国
标准化法



§1-2 标准化与优先数系

一、标准



国际标准化组织 (ISO)
国际电工委员会 (IEC)
国际电信联盟 (ITU)



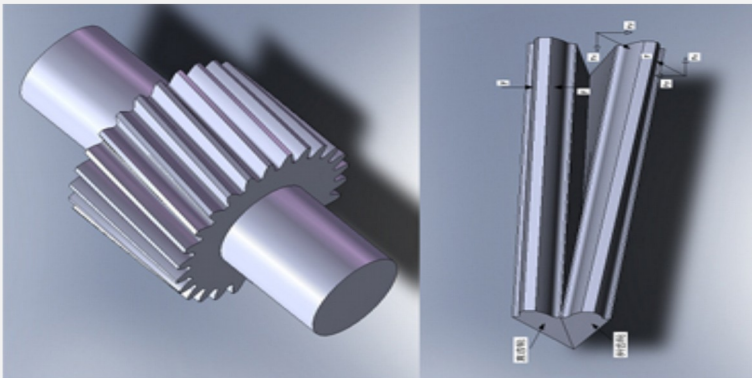
— 自主制定；
— 自由竞争；
— 满足市场和创新需要。

团体标准



§1-2 标准化与优先数系

- ✓ 1947 年 2 月 23 日，国际标准化组织（ISO）正式成立。主要负责制定和颁发国际标准。
- ✓ 我国于 1979 年恢复参加 ISO 组织后，陆续修订了自己的标准。
- ✓ 修订的原则是，在立足我国生产实际的基础上向 ISO 靠拢，以利于加强我国在国际上的技术交流和产品互换。





How to make Standards ...à la ISO!

ISO in figures 2013*

Do you find your standards flop when you take them out of the oven? Don't worry, at ISO we have the solution. Over the years, we have perfected the art of baking standards, and we keep working to make the formula simpler, faster and better. This is no family secret, so here we share our standards recipe for 2013.

Ingredients

100 000 experts neatly divided into 3 483 technical bodies
selected from as many countries and fields of work as possible

164 national standards bodies
to bring the experts together

138 full-time staff from 19 countries, headquartered in a Central Secretariat in Geneva, Switzerland
to coordinate the whole standards-making process

Instructions

- First things first, start work on 1 829 new projects
"Begin early as standards, like all doughs, need time to 'rise' (from several months to a few years)"
- Organize 19 meetings a day (on average)
By the end of the year, you should have whipped up 1 982 meetings in 48 countries
- Make sure you involve 649 international organizations for added spice and flavour

Serving suggestions

In 2013, our foolproof recipe made 1 103 standards – that's a filling of 58 793 pages!
We suggest you serve them electronically on www.iso.org/obp
The forests of the earth will thank you for it

This tested formula can be applied to all areas of work. Check out our portfolio. At the end of December 2013, we had 19 977 International Standards and standards-type documents.



Sector	Percentage
Engineering technologies	27.3%
Materials technologies	22.9%
Electronics, information technology & telecommunications	17%
Transport and distribution of goods	10.6%
Generalities, infrastructures, sciences & services	9.2%
Agriculture & food technologies	5.7%
Health, safety & environment	4.5%
Construction	3.4%
Special technologies	0.8%

* As 31 December 2013.

Bon appétit!



§1-2 标准化与优先数系

国际标准化组织 (ISO)

- 160 余个成员国；
- 100 000 余名专家；
- 230 多个工作组；→ **ISO/TC 213**
- 1800 多个在研项目；
- 2013 年发布 1100 余项出版物；
- 共发布 19500 余项国际标准；
- 平均每天有超过 20 个工作组或机构在召开与 ISO 相关的会议。

ISO *How to make Standards ...à la ISO !*

ISO in figures 2013*

Do you find your standards flop when you take them out of the oven? Don't worry, at ISO we have the solution. Over the years, we have perfected the art of baking standards, and we keep working to make the formula simpler, faster and better. This is no family secret, so here we share our standards recipe for 2013.

Ingredients

100 000 experts neatly divided into 3 483 technical bodies
selected from as many countries and fields of work as possible

164 national standards bodies
to bring the experts together

138 full-time staff from 19 countries, headquartered in a Central Secretariat in Geneva, Switzerland
to coordinate the whole standards-making process

Instructions

- First things first, start work on 1 829 new projects
Begin early as standards, like all doughs, need time to "rise" (from several months to a few years)
- Organize 19 meetings a day (on average)
By the end of the year, you should have whipped up 1 982 meetings in 48 countries
- Make sure you involve 649 international organizations for added spice and flavour

Serving suggestions

In 2013, our foolproof recipe made 1 103 standards – that's a filling of 58 793 pages!
We suggest you serve them electronically on www.iso.org/obp
The forests of the earth will thank you for it

This tested formula can be applied to all areas of work. Check out our portfolio. At the end of December 2013, we had 19 977 International Standards and standards-type documents.

Sector	Percentage
Engineering technologies	27.3%
Materials technologies	22.9%
Electronics, information technology & telecommunications	17%
Transport and distribution of goods	10.6%
Generalities, infrastructures, sciences & services	9.2%
Agriculture & food technologies	5.7%
Health, safety & environment	4.5%
Construction	3.4%
Special technologies	0.8%

* At 31 December 2013.

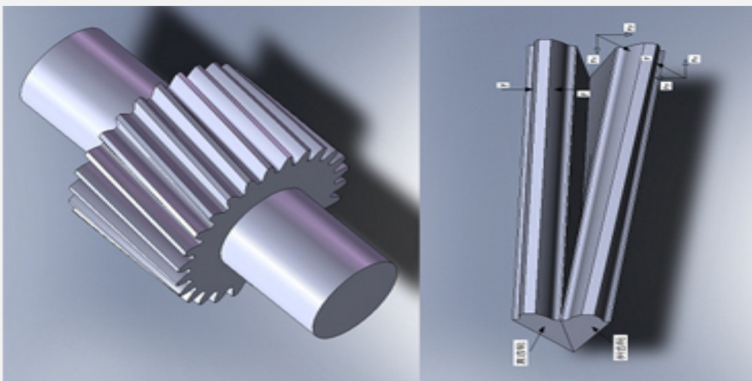
Bon appétit!



§1-2 标准化与优先数系

✓ GPS 为国际标准化组织 ISO/TC 213 对 “**Dimensional Geometrical Product Specification and Verification**” 的简称，即几何产品的技术规范与认证。

✓ 凡有尺寸大小和形状的产品都是几何产品，包括高新技术产品、航空航天产品、机电产品、生物工程产品等。



ISO *How to make Standards ...à la ISO !*

ISO in figures 2013*

Do you find your standards flop when you take them out of the oven? Don't worry, at ISO we have the solution. Over the years, we have perfected the art of baking standards, and we keep working to make the formula simpler, faster and better. This is no family secret, so here we share our standards recipe for 2013.

Ingredients

100 000 experts neatly divided into 3 483 technical bodies selected from as many countries and fields of work as possible

164 national standards bodies to bring the experts together

138 full-time staff from 19 countries, headquartered in a Central Secretariat in Geneva, Switzerland to coordinate the whole standards-making process

Instructions

- First things first, start work on 1 829 new projects (from several months to a few years)
- Organize 19 meetings a day (on average) By the end of the year, you should have whipped up 1 982 meetings in 48 countries
- Make sure you involve 649 international organizations for added spice and flavour

Serving suggestions

In 2013, our foolproof recipe made 1 103 standards – that's a filling of 58 793 pages! We suggest you serve them electronically on www.iso.org/obp

The forests of the earth will thank you for it

This tested formula can be applied to all areas of work. Check out our portfolio. At the end of December 2013, we had 19 977 International Standards and standards-type documents.

Portfolio by Sector:

- 27.3% Engineering technologies
- 22.9% Materials technologies
- 17.0% Electronics, information technology & telecommunications
- 10.6% Transport and distribution of goods
- 9.2% Generalities, infrastructures, sciences & services
- 5.7% Agriculture & food technologies
- 4.5% Health, safety & environment
- 3.4% Construction
- 0.8% Special technologies

Bon appétit!

* At 31 December 2013.



§1-2 标准化与优先数系



How to make *Standards* ...à la ISO!

ISO in figures 2013*

Do you find your standards flop when you take them out of the oven? Don't worry, at ISO we have the solution. Over the years, we have perfected the art of baking standards, and we keep working to make the formula simpler, faster and better. This is no family secret, so here we share our standards recipe for 2013.

Ingredients

100 000
experts neatly
divided into
3 483 technical
bodies

*selected from as many
countries and fields of
work as possible*

164

national standards bodies
to bring the experts together

138 full-time
staff from
19 countries,
headquartered in
a Central Secretariat in
Geneva, Switzerland
*to coordinate the whole
standards-making process*

Instructions



- First things first, start work on 1 829 new projects
*Begin early as standards, like all doughs, need time to "rise"
(from several months to a few years)*



- Organize 19 meetings a day (on average)
By the end of the year, you should have whipped up
1 982 meetings in 48 countries



- Make sure you involve 649 international organizations
for added spice and flavour

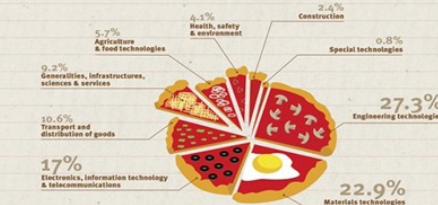
Serving suggestions

In 2013, our foolproof recipe made 1 103 standards
— that's a filling of 58 793 pages!
We suggest you serve them electronically
on www.iso.org/obp

The forests of the earth will thank you for it



This tested formula can be applied to all areas of work. Check out our portfolio.
At the end of December 2013, we had 19 977 International Standards and
standards-type documents.



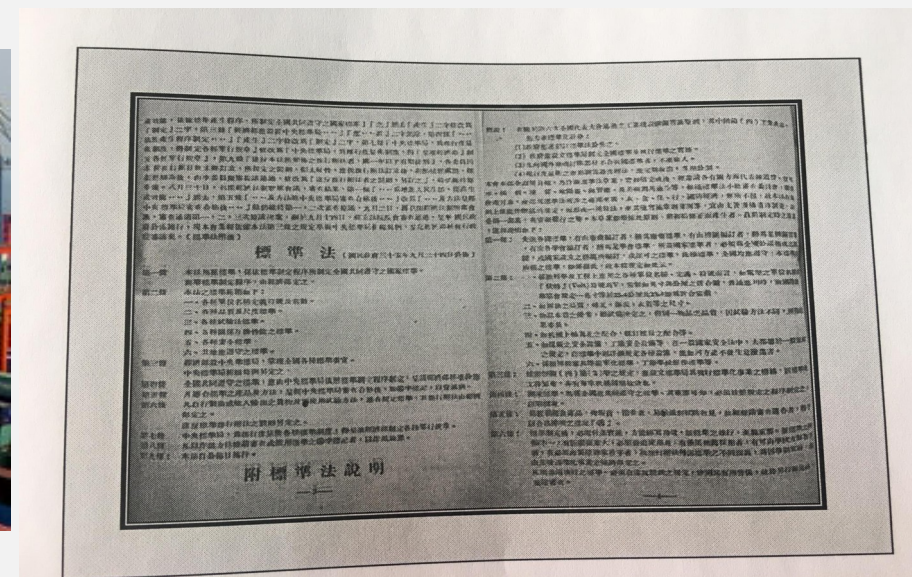
* At 31 December 2013.

Bon appétit!



§1-2 标准化与优先数系

- ✓ 最近美国仅通过对机械、电子工业市场的精确估计，提出所有直接涉及及使用 GPS 标准的机电工业的全球年支出为 645 亿美元。ISO/TC 213 统计公布，机电产品成本的 80% 均与 GPS 有关。
- ✓ 大多数国家和地区为了保证其产品质量、国际贸易以及安全等相关法规在世界范围内保持一致，已将 GPS 系统作为重要的支撑工具。





§1-2 标准化与优先数系

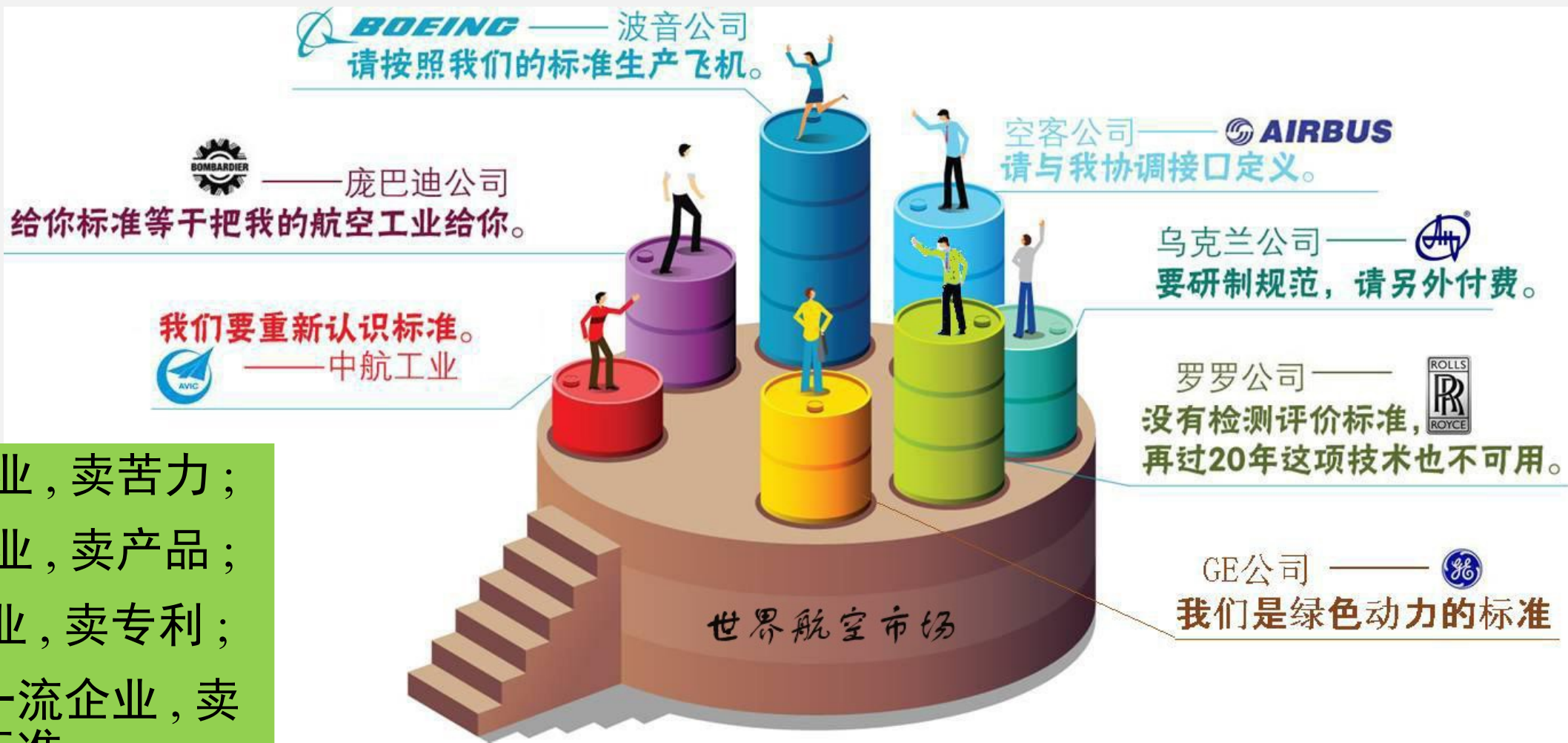
随着 CAD/CAM/FMS 的应用和发展，新的测量原理、技术、仪器的出现，新工艺、新材料的使用、加工精度从微米到纳米的提高，以及国际经济合作、企业全球性区域划分，使得 GPS 不仅仅是**设计人员、产品开发人员以及计量测试人员**等为了达到产品的功能要求而进行**信息交流的基础**，更重要的是它为国际经济运作的大环境提供了**唯一可靠的交流与评判工具**。





§1-2 标准化与优先数系

谁掌握规则的制定权，谁就占据主动地位。
标准是占领市场的最直接手段。制定标准就是制定游戏规则。



三流企业，卖苦力；
二流企业，卖产品；
一流企业，卖专利；
超一流企业，卖标准



§1-2 标准化与优先数系

从标准看我们落后有多少年



从标准贯彻和应用来看, 我国企业设计水平平均落后至少35年



二、标准化

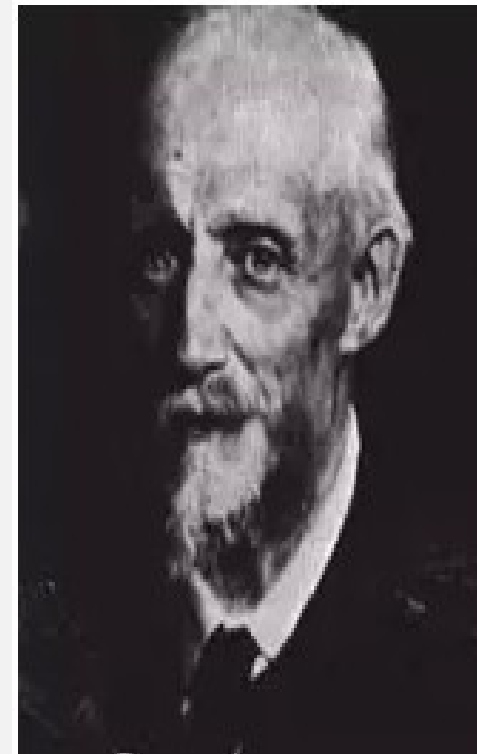
标准化是指为了在一定的范围内获得最佳秩序，对现实问题或潜在的问题制定共同使用和重复使用的条款的**活动**。

标准化工作包括**制定标准、发布标准、组织实施标准和对标准的实施进行监督的全部活动过程**。这个过程是从探索标准化对象开始，经调查、实验和分析，进而起草、制定和贯彻标准，而后修订标准。



一切都来源于伟大的优先数系！

- 你可知道粗糙度为什么是 0.8, 1.6, 3.2, 6.3, 12.5?
- 你可知道油缸缸径为什么是 63, 80, 100, 125?
- 你可知道油缸压力为什么是 6.3, 16, 25, 31.5?
- 你可知道螺纹规格为什么是 6, 8, 10, 12, 14, 16?
- 你可知道机械设计手册上无数的表格, 所有产品样本上的参数表, 都是怎么来的?



法国人查尔斯·雷诺
(Charles Renard)

十九世纪末, 法国人查尔斯·雷诺 (Charles Renard) 为了对气球上使用的绳索规格进行简化, 做出这样的规定, 简化后形成的尺寸规格系列, 每进 5 项值增大 10 倍 (十进几何级数)



三、优先数与优先数系

数值的横向传播： 例如，螺栓的尺寸一旦确定，将会影响螺母的尺寸、丝锥板牙的尺寸、螺栓孔的尺寸以及加工螺栓孔的钻头的尺寸等。这种情况称为数值的横向传播。

数值的纵向传播： 如同一品种的某个参数从小到大取不同的值，从而形成不同规格的产品系列。这种情况称为数值的纵向传播。



§1-2 标准化与优先数系

三、优先数与优先数系

例如，动力机械的功率与转速的数值确定后，不仅会传播到有关机器的相应参数上，而且必然会传播到其本身的轴、轴承、键、齿轮、联轴节等一整套零、部件的尺寸和材料特性参数上，并将传播到加工和检验这些零、部件的刀具、夹具、量具以及专用机床等相应的参数上。





§1-2 标准化与优先数系

三、优先数与优先数系

- ✓ **优先数 (Preferred Number) 和优先数系 (Series of Preferred numbers) 就是对各种技术参数的数值进行协调、简化和统一的一种科学的数值制度。**
- ✓ **数系标准：为了协调和简化产品的品种规格，可按一定的数值变化规律，将其主要的技术参数分级。数系标准是一种科学的数值标准分级制度，是整个公差标准的基础标准。**



§1-2 标准化与优先数系

国标规定了包含项值 1 的十进等比数列为优先数系，并规定了四个基本系列 R5、R10、R20、R40 和一个补充系列 R80，统称为 Rr 系列。

优先数系的五个系列的公比如下：

$$R5 : \text{公比 } q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.589\,4 \approx 1.60$$

$$R10 : \text{公比 } q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.258\,9 \approx 1.25$$

$$R20 : \text{公比 } q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1.122\,0 \approx 1.12$$

$$R40 : \text{公比 } q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1.059\,3 \approx 1.06$$

$$R80 : \text{公比 } q_{80} = \sqrt[80]{10} \approx 1.029\,1 \approx 1.03$$

十进制等比数系：代号为 Rr。

r—取 5、10、20、40、80 等。每个十进制数的区间各有 r 个优先数，分别表示各系列中每个“十进段”被细分的段数。



§1-2 标准化与优先数系

优先数系的基本系列

R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40
1.00	1.00	1.00	1.00			2.24	2.24		5.00	5.00	5.00
			1.06				2.36				5.30
		1.12	1.12	2.50	2.50	2.50	2.50			5.60	5.60
			1.18				2.65				6.00
	1.25	1.25	1.25			2.80	2.80	6.30	6.30	6.30	6.30
			1.32				3.00				6.70
		1.40	1.40		3.15	3.15	3.15			7.10	7.10
			1.50				3.35				7.50
1.60	1.60	1.60	1.60			3.55	3.55		8.00	8.00	8.00
			1.70				3.15				8.50
		1.80	1.80	4.00	4.00	4.00	4.00			9.00	9.00
			1.90				4.25	10.00	10.00	10.00	10.00
	2.00	2.00	2.00			4.50	4.50				
			2.12				4.75				

✓ 优先数系
中的每一
个数即为
优先数。



§1-2 标准化与优先数系

按公比 q 计算得到的优先数的理论值，除 10 的整数幂外，都是无理数，在工程技术上不能直接应用。因此，实际应用的优先数的数值分为：

- ① **计算值** 取五位有效数字；其与理论值的相对误差小于 $1/20000$
- ② **常用值** 取三位有效数字，经常使用；其对计算值的最大相对误差为 $+1.26\% \sim -1.01\%$
- ③ **化整值** 取两位有效数字。对计算值的最大相对误差为 $+1.5\% \sim -5.36\%$



§1-2 标准化与优先数系

根据需要，还可以采用派生系列。它是指在 R_r 系列中每隔 p 项选取一个优先数，组成新的系列 R_r/p 。其公比为：

例如派生系列 $R_{10}/3$ ，就是从基本系列 R_{10} 中，自 1 以后，每逢三项取一个优先数组成的，即

1.00， 2.00， 4.00， 8.00， 16.0， 32.0， …



§1-2 标准化与优先数系

优先数的优点

(1) 相邻项的相对误差均匀

相对误差：

(2) 插补方便

同一数系中，优先数（理论值）的积商，整数次乘方等仍为优先数。

因为这些优先数值这两个特点，所以这个数值制度在国际上广泛应用。这是一个典型的标准和标准化的例子。



§1-2 标准化与优先数系

优先数系有很广泛的应用，它适用于各种尺寸、参数的系列化和质量指标的分级，对保证各种工业产品品种、规格的合理简化分档和协调配套具有重大的意义。

优先数系的选用顺序为：

$R5 \rightarrow R10 \rightarrow R20 \rightarrow R40 \rightarrow R80$

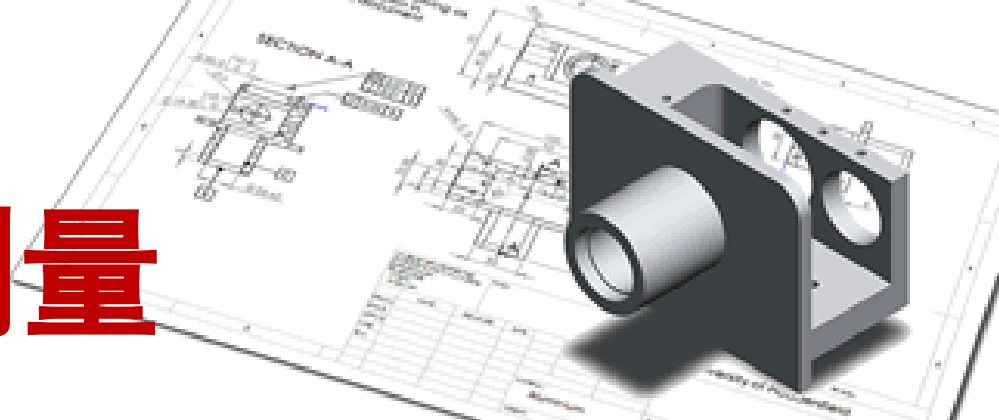
$R_r \rightarrow R_r/p$



真正的标准化，要把产品的所有参数按优先数系形成序列化，再把所有的零部件的功能参数及尺寸，用优先数系来序列化。

- 1-1 试列举互换性应用的实例，并做分析。
- 1-2 在单件生产中，例如只做一台机器，是否会涉及互换性的应用？为什么？
- 1-3 简述互换性与标准化的关系。
- 1-4 试证明同一公比优先数系中，任意两优先数理论值的积、商和任一项的整次幂仍为优先数。

互换性与技术测量



Interchangeability and Technical Measurement



谢谢！