

表面粗糙度及测量

俞汉清 等编

中国标准出版社

表面粗糙度及测量

俞汉清 等编

中国标准出版社

内 容 提 要

本书简明、扼要地介绍了表面粗糙度术语、评定参数、代号、比较样块、触针式测量仪等标准。配合标准贯彻还就新旧标准过渡，表面粗糙度对功能的影响、选用、测量方法等应用方面作了阐述。

本书可供工程技术人员、设计人员、标准化工作者、工人在学习、宣贯、使用新标准时参考。也可供大专院校、中等技校师生学习参考。

表 面 粗 糙 度 及 测 量

俞汉清 等编

责任编辑 刘时雍

*

中国标准出版社出版

(北京复外三里河)

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 5³/₈ 字数 118,000

1987年7月第一版 1987年7月第一次印刷

印数 1—25,000

*

书号: 15169·3-401 定价 1.65 元

*

标 目 71—2

前 言

有关表面粗糙度的标准是涉及面广的重要基础标准，它广泛应用于各工业部门。为适应我国四个现代化建设和对外开放政策的需要，根据国家标准局的安排，对原国家标准进行了修订，发布了一批表面粗糙度方面的新国标。为了配合新国标的贯彻和使用，我们编写了这份较简明的统一宣贯和应用指南方面的材料，供工程技术人员、标准化工作者、机械工人以及大专院校、中等技校师生学习、使用新国标时参考。

本书由参加国标修（制）订工作的机械工业部标准化研究所俞汉清（任主编）、袁克年、中国计量科学研究院毛起广、西安交通大学董树信等编写。谨向在编写过程中，对本书编写给予关心支持和帮助的有关同志表示谢意。

由于水平所限，本书难免有所错漏，热忱欢迎读者指正。

编者

1985年12月于北京



封面设计：赵鸿月

书号：15169·3-401

定价： 1.65 元

标目 71-2

目 录

第一章 概 述

- §1 旧国标 GB 1031—68《表面光洁度》…………… (1)
- §2 新国标的特点…………… (3)

第二章 表面粗糙度的表面 及其参数术语

- §1 有关“表面”的术语…………… (5)
- §2 有关“轮廓”的术语…………… (10)
- §3 有关“基准”以及其他一般术语…………… (12)
- §4 与微观不平度高度特性有关的表面粗糙度参数术语…………… (20)
- §5 与微观不平度间距特性有关的表面粗糙度参数术语…………… (25)
- §6 与微观不平度形状特性有关的表面粗糙度参数术语…………… (30)
- §7 新国标未包括的一些参数术语…………… (34)

第三章 表面粗糙度的评定 参数及其数值

- §1 表面粗糙度的评定基准制…………… (41)
- §2 高度参数及其选用…………… (42)
- §3 R_a 、 R_z 、 R 高度参数的数值及新旧过渡…………… (43)
- §4 间距特性和形状特性评定参数及其数值…………… (47)
- §5 各参数之间的相互关系问题…………… (53)
- §6 规定表面粗糙度要求的两项基本要求及测量截面
方向…………… (55)

第四章 取样长度和评定长度的选用

- §1 取样长度的数值及其选用…………… (57)
- §2 评定长度的选用…………… (60)

第五章 表面粗糙度代号

- §1 表面粗糙度符号及其含意…………… (62)
- §2 表面粗糙度及其有关规定在符号中标注位置…………… (63)
- §3 表面粗糙度代号的新旧过渡…………… (71)

第六章 表面粗糙度对零件功能的影响

- §1 对摩擦和磨损的影响…………… (75)
- §2 对接触刚度的影响…………… (76)
- §3 对疲劳强度的影响…………… (77)
- §4 对配合性质的影响…………… (77)
- §5 对测量精度的影响…………… (78)
- §6 对密封性的影响…………… (78)
- §7 对流体流动阻力的影响…………… (79)
- §8 对涂漆性能的影响…………… (80)

第七章 表面粗糙度的形成和选用

- §1 表面粗糙度的形成…………… (81)
- §2 表面粗糙度的选用原则及举例…………… (85)
- §3 普通加工方法和材料可能达到的表面粗糙度…………… (86)
- §4 成本…………… (87)

第八章 表面粗糙度比较样块

- §1 铸造表面粗糙度比较样块 (GB 6060.1—85) (98)
- §2 机械加工表面粗糙度比较样块 (GB 6060.2—85) (103)

第九章 表面粗糙度轮廓仪

- §1 概述 (109)
- §2 有关轮廓仪的标准 (110)
- §3 几种典型轮廓仪 (130)

第十章 表面粗糙度参数的 测量方法

- §1 轮廓高度参数的测量 (138)
- §2 轮廓间距参数的测量 (147)
- §3 轮廓支承长度率的测量 (152)

第十一章 各国表面粗糙度 标准概况

- §1 表面粗糙度标准的发展简史 (153)
- §2 各国表面粗糙度标准的概况 (155)
- §3 国际标准化组织第57技术委员会 (ISO/TC57) (161)

第一章

概 述

表面粗糙度是指加工表面上具有的较小间距和峰谷所组成的微观几何形状特性。它主要是由所采用的加工方法形成的，如切削过程中在工件表面上留下的刀具痕迹以及切屑分裂时的材料塑性变形等。

工件表面的粗糙度大小对零件表面的摩擦磨损、疲劳强度、冲击强度、耐腐蚀性、接触刚度和抗振性、配合性质(如间隙配合中的间隙和对心精度、过盈配合中的结合强度)、测量精度、密封性、噪音、涂漆和喷涂质量、以及外观等有很大影响。由此它直接影响到机器和仪器的使用性能和寿命，特别是对运转速度快、装配精度高、密封性要求严的产品，更具有重要的意义。

有关表面粗糙度的国家标准是涉及面广的重要基础标准，是度量表面质量的主要依据。它广泛应用于机械工业各个部门。

表面粗糙度的标准化，有利于统一机器和仪器的设计、制造和使用；有利于提高产品质量，保证使用性能和延长使用寿命等；也有利于表面粗糙度的样块、测量仪器和评定方法的统一。

§ 1 旧国标GB 1031—68《表面光洁度》

GB 1031—68《表面光洁度》是我国1968年发布的国家标准。该标准规定了表面光洁度的评定参数，分级和代号，包括的主要内容有：

- 1 规定以轮廓中线作为评定表面光洁度参数的基准线。
- 2 规定采用轮廓算术平均偏差(R_a)和不平度平均高度(R_z)两个表面光洁度评定参数并给出其数值。
- 3 按 R_a 和 R_z 的数值系列并列划分为14个表面光洁度级别和分别给出其代号(见表1)。测量时可用 R_a 或 R_z 参数评定，但当对评定结果有不同意见时，标准规定5至12级以 R_a 参数分级为准，1至4级和13、14级以 R_z 参数分级为准。

4 给出基本长度的数值和测量时对应表面光洁度级别的基本长度值 (见表 1)。

表 1

表面 光洁度 级 别	级别 代号	轮廓算术平均偏差值 R_a μm	不平度平均高度值 R_z μm	基本长度 l mm
1	$\nabla 1$	$> 40 \sim 80$	$> 160 \sim 320$	8
2	$\nabla 2$	$> 20 \sim 40$	$> 80 \sim 160$	
3	$\nabla 3$	$> 10 \sim 20$	$> 40 \sim 80$	
4	$\nabla 4$	$> 5 \sim 10$	$> 20 \sim 40$	2.5
5	$\nabla 5$	$> 2.5 \sim 5$	$> 10 \sim 20$	
6	$\nabla 6$	$> 1.25 \sim 2.5$	$> 6.3 \sim 10$	0.8
7	$\nabla 7$	$> 0.63 \sim 1.25$	$> 3.2 \sim 6.3$	
8	$\nabla 8$	$> 0.32 \sim 0.63$	$> 1.6 \sim 3.2$	
9	$\nabla 9$	$> 0.16 \sim 0.32$	$> 0.8 \sim 1.6$	0.25
10	$\nabla 10$	$> 0.08 \sim 0.16$	$> 0.4 \sim 0.8$	
11	$\nabla 11$	$> 0.04 \sim 0.08$	$> 0.2 \sim 0.4$	
12	$\nabla 12$	$> 0.02 \sim 0.04$	$> 0.1 \sim 0.2$	
13	$\nabla 13$	$> 0.01 \sim 0.02$	$> 0.05 \sim 0.1$	0.08
14	$\nabla 14$	> 0.01	> 0.05	

标准实施以来, 对统一我国表面光洁度的评定, 促进机械工业的发展和提高产品质量起了积极的作用。但随着我国国民经济和机械工业的迅速发展, 对外贸易和技术合作的不断扩大, 原国标已不能完全适应进一步发展的要求, 需及时对其进行修订。

§2 新国标的特点

1983年国家标准局发布了三个《表面粗糙度》国家标准，实施日期均为1985年1月1日：

- ① GB 3505—83 《表面粗糙度 术语 表面及其参数》；
- ② GB 1031—83 《表面粗糙度 参数及其数值》；
- ③ GB 131—83 《机械制图 表面粗糙度代号及其注法》。

GB 3505—83 是参考当时的国际标准草案 ISO/DIS 4287/1 (1984年已转为正式标准) 制订的。这是首次发布的有关表面粗糙度的术语标准。标准系统完整地给出了两大类术语，一是关于表面、轮廓、基准以及为定义表征表面粗糙度参数而需的一般性术语共34个；另一类是表征表面粗糙度的各个参数术语共27个。

GB 1031—83等效采用国际标准ISO 468—1982《表面粗糙度—参数、参数值和给定要求的通则》，代替原国标GB 1031—68《表面光洁度》。标准给出了有关表面粗糙度的术语、评定基准、评定参数和取样长度及相应的数值、规定表面粗糙度要求的一般规则并附有两个附录。

GB 131—83等效采用国际标准ISO 1302—1978《在图样上表面特征的表示法》，代替原国标GB 131—74《表面光洁状况、镀涂和热处理的代(符)号及标注》。标准中规定了表面粗糙度的符号、代号和在图样上的标注方法。

新发布的三个有关表面粗糙度的国家标准其主要特点是：

- 1 新国标列出了国际上统一的有关表面粗糙度的表面及其参数方面61个术语、定义及其符号，并以“表面粗糙度”代替我国习惯称呼的“表面光洁度”。
- 2 新国标保留了 R_a 、 R_z 两个评定参数，增加了4个新参数。在标准正文给出了三个有关粗糙度轮廓高度的参数 R_a 、 R_z 和 R_y ，可任选其中一个参数，必要时也可选用两个(R_a 、 R_y 或 R_z 、 R_y)。在常用的参数数值范围内推荐优先选用 R_a 参数。在标准附录中推荐了 S_m 、 S 、 t_p 三个附加评定参数，当表面用轮廓高度参数不足以满足表面功能要求时，可附加选用这些参数。

3 新国标扩大了轮廓高度参数 R_a 和 R_z 的参数系列值范围。 R_a 系列值由原来的 $0.01 \sim 80 \mu\text{m}$ 扩大为 $0.008 \sim 100 \mu\text{m}$, R_z 系列值由原来的 $0.05 \sim 320 \mu\text{m}$ 扩大为 $0.025 \sim 1600 \mu\text{m}$ 。这使标准的应用范围更为宽广,某些非金属材料(如木材)以及成型加工(如大件砂型铸造)的粗糙表面都能包含在此系列值范围内,并满足了超精加工中选用更小的参数数值的要求。

4 新国标取消了旧国标中按 R_a 、 R_z 参数值并列划分为14个光洁度级别的规定,直接用所选取的参数和参数值表示。这一修改,彻底消除了旧国标中按级别评定时,可能出现评定结果不一致的矛盾,并要求把原习惯上的级别概念转变为具体的参数数值概念。

在新旧过渡时应引起注意的是原 $\nabla 1 \sim \nabla 14$ 的 R_a 最大界限值和 $\nabla 1 \sim \nabla 6$ 的 R_z 最大界限值是新中国标的第2系列,根据优先选用第1系列的规定一般必须把其过渡为第1系列值。

5 新国标明确提出规定表面粗糙度要求时,必须给出高度参数值和测定的取样长度值两项基本要求。同时规定对表面粗糙度无要求时,可不规定其参数值,也不需检查。

6 新国标采用国际统一的表面粗糙度代号代替原表面光洁度级别代号。同时规定图样上所标注的表面粗糙度代号,如无特别注明,它是指表面完工后的要求。

1985年6月国家标准局又发布了以下4个国家标准,实施日期是1986年3月1日:

- ① GB 6060.1—85《表面粗糙度比较样块 铸造表面》;
- ② GB 6060.2—85《表面粗糙度比较样块 磨、车、镗、铣、插及刨加工》;
- ③ GB 6061—85《轮廓法测量表面粗糙度的仪器 术语》;
- ④ GB 6062—85《轮廓法触针式表面粗糙度测量仪 轮廓记录仪及中线制轮廓计》。

这四个国家标准的发布实施,将从技术上保证前述三个国标的贯彻。

第二章

表面粗糙度的表面及其参数术语

GB 3505—83《表面粗糙度 术语 表面及其参数》专门对有关表面粗糙度的表面及其参数等术语作了规定。它统一了各技术标准，技术文件以及科技出版物中有关这方面的术语、定义和符号。标准分四部分共列出了61个术语。

- 1 表面，轮廓和基准的术语，属于一般性术语，共34个；
- 2 与微观不平度高度特性有关的表面粗糙度参数术语，共11个；
- 3 与微观不平度间距特性有关的表面粗糙度参数术语，共9个；
- 4 与微观不平度形状特性有关的表面粗糙度参数术语，共7个。

下面分别给予介绍。

§1 有关“表面”的术语

目前关于粗糙度的参数都是在某一法向截面所截得的轮廓线上评定的，只反映出高度和横向距离这两者的关系，属于“二维”评定。当表面粗糙度是在一小面积区域内评定时，就还有纵向距离关系，这就属于“三维”评定。三维评定表面粗糙度目前在工业中尚未应用，但已有了不少的研究。这些有关表面的术语在三维评定表面粗糙度时直接有用，在二维评定表面粗糙度时也要用到。

1 实际表面 real surface

被研究的对象，其表面粗糙度就是我们所要研究的，因此需要明确它的概念。实际表面是指物体与周围介质分隔的表面（见图1）。物体都是固体，周围介质通常都是空气。

2 几何表面 geometrical surface

我们希望得到的表面往往总是一个理想的几何体表面，而表面粗糙度则是在微观上实际表面对理想表面的偏离。所以几何表面是个理想表面，它的形状是由图样或其他技术文件规定的几何形状，如平面，

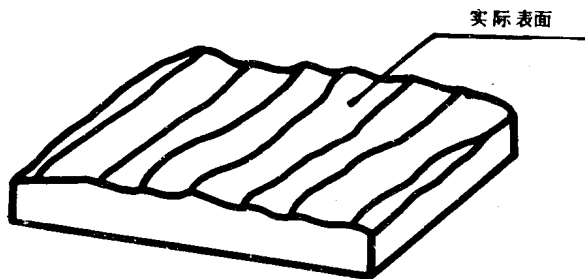


图 1

圆柱面，圆锥面，球面或其他曲面（见图 2）。

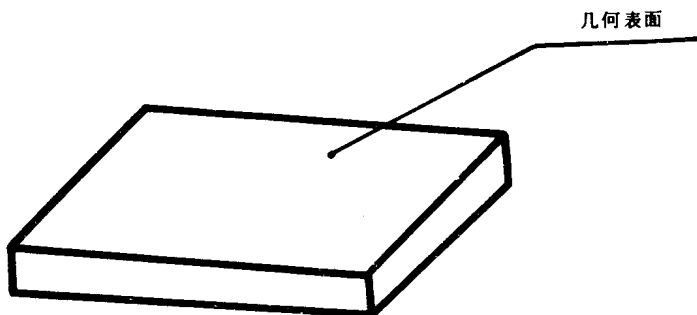


图 2

3 基准面 reference surface

用以评定表面粗糙度参数给定的面。因为对实际表面评定它的表面粗糙度参数，需要有个基准面。实际表面本身是被量的对象，它不能是基准面，而几何表面是个理想表面，它的具体位置是不清楚的，所以要用某个给定面来体现基准面。作为基准面的给定面，它具有几何表面的形状，其方位和实际表面在空间总的走向一致，可由数学方法确定，如最小二乘法。

4 等距截面 equidistant section

为了取得实际表面粗糙度的某个特征参数而所截取实际表面的一个面。它是具有几何表面的形状，与基准面等距并和实际表面相交的截面（见图 3，图 4）。它和实际表面相交所得的截面积就是该实际表面离基准面这一距离处的支承面积。它表示该表面的耐磨、导电、导热等特性。一般工业标准中用的都是某一轮廓上的支承长度率 r_p ，只有联邦德国 DIN 4763 标准中有支承面积的参数。标准中提到的切向截面就是等距截面的一个特例，一般可不用此术语。

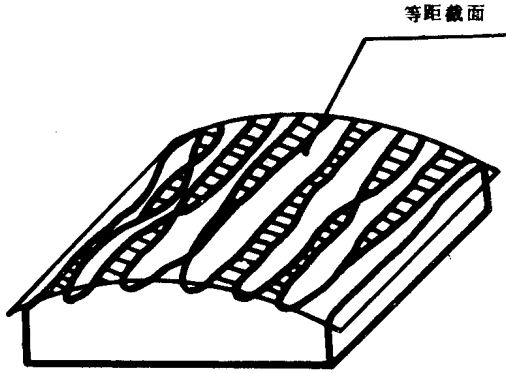


图 3

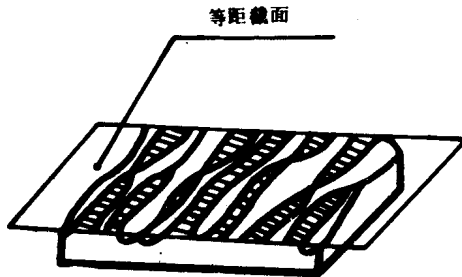


图 4

5 表面的等高线图 contour picture of the surface

和等距截面密切联系的一个术语。它是一系列等距截面和实际表面相交所得的各轮廓交线的总体（见图 5），类似地图上的等高线。是在一平面纸上表示出一个表面的粗糙度的一种直观的方法。

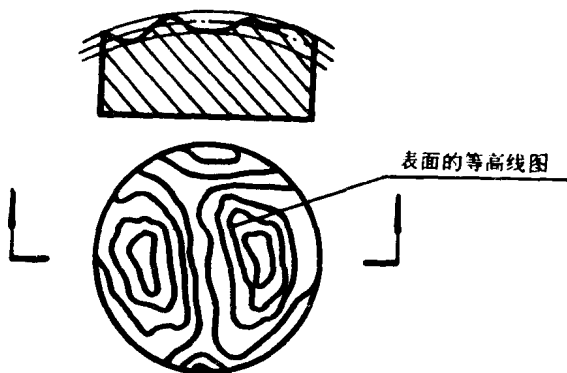


图 5

6 法向截面 normal section

垂直于基准面的截面（见图 6）。由于基准面不一定是平面，所以在此术语的注中，说明了它是与工件的切向平面相垂直的。例如在几何表面为圆柱面、球面等的情况时，法向截面即垂直于所测表面点上的切平面。确定这切向平面的方位时，不考虑实际表面上的微观不平度的情况。工件实际表面的粗糙度就是以这法向截面和实际表面的交线，即轮廓线，来评定的。

7 斜向截面 oblique section

倾斜于基准面的截面（见图 7）。和法向截面一样，它实际上是和工件的切向平面相倾斜的。在这一截面上评定的表面粗糙度参数数值不能作为评定结果，因为表面粗糙度参数的数值是在法向截面上评定的。但在测量表面粗糙度时，有时为了观察方便，用斜向截面和工

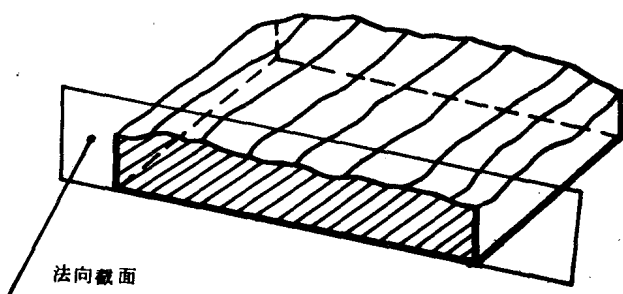


图 6

件表面相截，并用显微镜观察所截得的轮廓线来确定表面粗糙度。光切显微镜用的就是这个原理。另外斜向截切后，所截得轮廓线的峰谷间高度比法向截切后所得的要高，有放大作用。当斜向截面和工件切向平面间夹角愈小，放大作用也愈大。当夹角为 10° 时，可放大大约 5 倍；为 5° 时约 10 倍。这样有提高测量的放大倍率的作用。

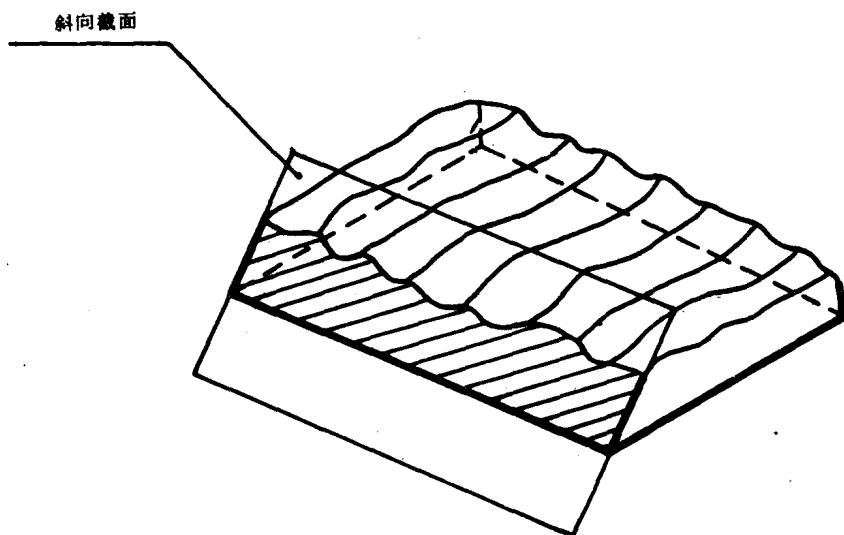


图 7