

表面粗糙度 标准及应用

俞汉清 编著

中国计量出版社

责任编辑:田建华

封面设计:齐洪海

内 容 提 要

本书完整、系统、简明扼要地阐述了近年来表面粗糙度标准化概况,表面粗糙度的形成及对零件功能的影响,术语及定义,评定参数,参数数值的选用,标准符号,代号,检验与校准样块,测试仪器及参数测量等方面的有关标准和应用材料。

本书可供机械行业从事设计、制造、标准化、检验等方面的工程技术人员应用表面粗糙度方面的标准时参考,亦可作为大专院校有关专业师生学习和应用这些标准的辅助材料。

ISBN 7-5026-0923-7



9 787502 609238 >

ISBN 7-5026-0923-7/T·24

定 价: 9.00 元

表面粗糙度标准及应用

俞汉清 编著

中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

表面粗糙度标准及应用/俞汉清编著. —北京:中国计量出版社, 1996. 12

ISBN 7-5026-0923-7/T · 24

I. 表… II. 俞… III. 表面粗糙度-标准-应用 IV. TG84

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 20379 号

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

北京市汇宇达公司激光照排

北京怀柔燕文印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787×1092 毫米 32 开本 印张 5.875 字数 136 千字

1997 年 3 月第 1 版 1997 年 3 月第 1 次印刷

*

印数 1—3000 定价:9.00 元

前 言

表面粗糙度的存在,对零件表面功能有很大的影响,故在图样上或技术文件中给出了表面粗糙度的要求。为了在术语概念、表征参数及其数值、标注代号及其注法、检验样块、测量仪器、测量规则及方法等方面的统一,国际标准化组织(ISO)和各国都先后发布了一系列有关的标准。我国从1980年起,遵循积极采用国际标准和国外先进国家标准的原则制订并发布了一系列有关表面粗糙度方面的国家标准。这些标准大多数已广泛应用于我国各工业部门。

最近我国相继对1983年发布的表面粗糙度参数及其数值(GB 1031)和表面粗糙度符号、代号及其注法(GB 131)两项最基础的表面粗糙度国家标准作了修订,又发布了测量表面粗糙度的规则和方法,木制件表面粗糙度评定参数及其数值和其比较样块等新的国家标准。

本书系统、完整的介绍了这些标准,并着重阐述了标准应用指南方面的材料,以期达到机械行业工程技术人员正确应用标准的目的。

本书由机械工业部机械标准化研究所俞汉清、李晓沛高级工程师编写。李晓沛撰写了本书的第八、九、十章,并收集了有关资料,其余各章由俞汉清编写并统编全书。在编写过程中,有关专家曾给予很多支持和帮助,并对本书提出有益建议,在此谨表谢意。

AB429/2 of

由于水平所限,本书如有疏漏和错误,热忱欢迎广大读者
指正。

编者

1996年12月于北京

目 录

第一章 表面粗糙度标准化概况	(1)
一、表面粗糙度标准发展简史	(1)
二、表面粗糙度标准制订情况	(3)
(一)国际表面粗糙度标准制订情况	(3)
(二)我国表面粗糙度标准制订情况	(8)
第二章 表面粗糙度的形成及对零件功能的影响	(11)
一、表面粗糙度的形成	(11)
二、概述表面粗糙度对零件功能的影响	(16)
第三章 表面粗糙度术语和定义	(21)
一、表面粗糙度的表面及其参数术语	(21)
(一)有关表面、轮廓和基准的术语	(22)
(二)与微观不平度高度特性有关的表面粗糙度 参数术语	(36)
(三)与微观不平度间距特性有关的表面粗糙度 参数术语	(41)
(四)与微观不平度形状特性有关的表面粗糙度 参数术语	(46)
(五)其它国家用到过的有些参数	(50)
二、轮廓法测量表面粗糙度的仪器术语	(54)
三、表面粗糙度参数测量的术语	(55)
第四章 评定表面粗糙度的参数及其数值	(59)
一、评定表面粗糙度采用的基准制	(59)
二、高度特性参数及其选取	(60)

三、高度特性参数(R_a 、 R_z 、 R_y)的规定数值	(61)
四、间距特性参数和形状特性参数及其数值	(63)
五、参数之间的相互联系问题	(65)
(一)高度特性评定参数之间的相互联系	(65)
(二)轮廓间距参数和高度参数之间的联系	(66)
六、规定表面粗糙度要求的两项基本要求及测量截面 方向	(67)
七、木制件表面粗糙度的评定参数和数值	(68)
八、粉末冶金制品表面粗糙度的评定参数和数值	(70)
第五章 取样长度和评定长度的选取	(71)
一、取样长度的数值及选取	(71)
二、评定长度的选取	(76)
第六章 表面粗糙度符号、代号	(78)
一、表面粗糙度符号及其意义	(78)
二、表面粗糙度有关规定在符号中的标注	(79)
(一)高度参数(R_a 、 R_z 、 R_y)值的标注	(79)
(二)取样长度的标注	(81)
(三)附加评定参数 S 值、 S_m 值和 t_p 值的标注	(82)
(四)指定的加工方法的标注	(83)
(五)指定的镀覆或其它表面处理要求的标注	(83)
(六)表面加工纹理方向的标注	(84)
(七)综合标注示例	(85)
(八)表面粗糙度测量截面方向的标注	(86)
第七章 表面粗糙度参数值的选用	(87)
一、表面粗糙度值的选用原则及举例	(87)
二、普通加工方法和材料可能达到的表面粗糙度 高度参数值	(99)
三、成本	(102)
第八章 表面粗糙度样块	(104)

一、表面粗糙度比较样块	(104)
(一)铸造表面粗糙度比较样块	(105)
(二)磨、车、镗、铣、插及刨加工表面粗糙度 比较样块	(111)
(三)电火花加工表面粗糙度比较样块	(115)
(四)抛光加工表面粗糙度比较样块	(117)
(五)抛(喷)丸、喷砂加工表面粗糙度比较样块	(119)
(六)木制件表面粗糙度比较样块	(121)
二、表面粗糙度校准样块	(124)
(一)校准样块的型式和用途	(124)
(二)校准样块的沟槽尺寸和极限	(128)
(三)样块校准值的评定	(131)
(四)校准样块的材料和结构尺寸	(133)
第九章 表面粗糙度测量仪器	(134)
一、轮廓法测量表面粗糙度仪器的分类	(134)
二、轮廓法触针式轮廓记录仪及中线制轮廓计	(135)
(一)轮廓仪基本结构	(136)
(二)轮廓仪的术语和定义	(136)
(三)轮廓仪的基本参数和准确度	(141)
(四)几种典型轮廓仪(计)	(149)
三、光切显微镜	(156)
四、干涉显微镜	(157)
第十章 表面粗糙度参数测量	(159)
一、表面粗糙度的测量方法	(159)
二、触针式测量表面粗糙度的规则和方法	(161)
(一)一般规则	(161)
(二)评定长度与取样长度的要求	(164)
(三)检验表面粗糙度的程序	(164)
三、表面粗糙度 R_a 、 R_z 、 R_y 参数的测量	(165)
(一)比较法测量	(165)

(二)针描法测量	(166)
(三)光切法测量	(171)
(四)干涉法测量	(173)
(五)印模法测量	(174)
四、表面粗糙度 S 、 S_m 和 t_p 参数的测量	(175)
参考文献	(177)

第一章 表面粗糙度标准化概况

一、表面粗糙度标准发展简史

表面粗糙度标准的提出和发展与工业生产技术的发展密切相关,它经历了由定性评定表面粗糙度到定量评定表面粗糙度两个阶段。

表面粗糙度对机器零件表面功能的影响从 1918 年开始首先受到注意,在飞机和飞机发动机设计中,由于要求用最少材料达到最大的强度,人们开始对加工表面的刀痕和刮痕对疲劳强度的影响加以研究。但由于测量困难,当时没有定量数值上的评定要求,只是根据目测感觉来确定。在 20 世纪 20~30 年代,世界上很多工业国家广泛采用一个三角形符号(∇)表示粗加工表面,两个三角形符号($\nabla\nabla$)表示半精加工表面,三个三角形符号($\nabla\nabla\nabla$)表示精加工表面,四个三角形符号($\nabla\nabla\nabla\nabla$)表示超精加工表面,对不加工表面用符号 $\sphericalangle$ 表示。例如原苏联的 OCTBK 7540—1928 标准和德国的 DIN 140—1931 标准。

为研究表面粗糙度对零件功能的影响和度量表面微观不平度的需要,从 20 年代末到 30 年代,德国、美国和英国等一些专家设计制作了轮廓记录仪、轮廓仪,垂直放大倍率可达 5 000 倍和 10 000 倍。同时也生产出了光切式显微镜和干涉显微镜等用光学方法来测量表面微观不平度的仪器,给从数值上定量评定表面粗糙度创造了条件。从 30 年代起,已对表面

粗糙度定量评定参数进行了研究,如美国的 Abbott 就提出了用距表面轮廓峰顶深度和支承长度率的关系曲线(即 Abbott 曲线,也就是现在的支承长度率曲线)来表征表面粗糙度。1936 年出版了 Schmaltz 论述表面粗糙度的专著,对表面粗糙度的评定参数和数值的标准化提出了建议。建议的参数为轮廓全高 H (即后来用的 $H_{\max}$),平均高度 $h_m = \frac{1}{L} \int_0^L y dx$,它是以轮廓谷底线作为基准线来确定的。另外还有一个形状因子 $K = h_m/H$ 。在参数数值上,他建议用两种系列:在 $1 \sim 100 \mu\text{m}$ 范围内用优先数 R5 系列,而在小于 $1 \mu\text{m}$ 和大于 $100 \mu\text{m}$ 时用优先数 R10 系列。那时都还没有表面粗糙度评定参数和数值的国家标准,直到 40 年代才开始出现。

美国在 1940 年发布了 ASAB 46.1 国家标准。到 1947 年修订一次为 ASAB 46.1—1947《表面粗糙度、波纹度和加工纹理》。它采用中线制,提出的参数是高度方向上的,并列有 4 个,即轮廓微观不平度的最大高度、轮廓微观不平度的平均高度、轮廓对中线的均方根偏差和轮廓对中线的算术平均偏差,并规定了参数数值系列。之后又经过 5 次修订,成为现行标准 ANSI/ASME B46.1—1988《表面结构 表面粗糙度、表面波纹度和加工纹理》。该标准除将 R_a 作为主参数外,在附录中还列出了相当多的其他表征粗糙度特性的参数和定义,供在特殊需要的场合选用。附录中列举了不少测量粗糙度的方法,还加进了容许采用在小面积上综合测量表面粗糙度的方法在实际生产中应用,如光散射法、电容法和气动法等。

原苏联在 1945 年发布了 ГОСТ 2789—1945《表面光洁度、表面微观几何形状、分级和表示法》国家标准。该标准也采用中线制作为表面光洁度参数的计算制,只规定了一个轮廓均方根偏差参数,并按参数值划分为 14 个光洁度级别。而后

经过了 3 次修订成为 GOST 2789—1973《表面粗糙度参数和特征》。该标准规定了 6 个评定参数及其相应的参数值,取消了按参数系列值划分 14 个级别的规定,并规定直接采用参数值表示。

其他工业国家的标准大多是 50 年代制订的。英国的第一个表面粗糙度国家标准是 1950 年发布的 BS 1134—1950《表面结构的评定》。它也是采用中线制,只规定了轮廓的中心线平均值 CLA(即现在的 R_a 参数)一个高度参数及其参数值。又经过多次修订成为 BS 1134.1—1988《表面结构的评定》,它规定了 6 个粗糙度评定参数,而把各参数的数值列在附录中。日本在 1955 年开始制定了 JIS B0601—1955《表面粗糙度》国家标准,经过两次修订,现为 JIS B0601—1982《表面粗糙度的定义和数值》。联邦德国在 1952 年 2 月发布了 DIN 4760 和 DIN 4762 有关表面粗糙度的评定参数和术语等方面的标准,以后又陆续发布了 DIN 4763—1981《数值及等级》等方面的标准,特点是标准项目分得细,个数多。

二、表面粗糙度标准制订情况

(一)国际表面粗糙度标准制订情况

国际标准化组织于 1947 年成立了第 57 技术委员会(ISO/TC 57)“表面特征及其计量学”(当时定名为“表面光洁度”),负责制订表面粗糙度方面的国际标准。成立后,直到 1954 年才开始由原苏联起草表面粗糙度评定参数及其数值的国际标准。1954 年 11 月提出了第 1 次草案,1956 年 8 月修改成第 2 次草案,肯定了表面粗糙度的评定基准采用中线制。1957 年又提出 221 号文件,并作为 ISO 建议草案在各成员国中征询意见。根据各国提出的意见进行修改后,又提出 ISO

第2次建议草案,并于1962年4月送交各成员国征询意见。该建议草案得到了多数成员国赞成后,提交ISO理事会,于1966年2月正式批准为ISO建议标准,即ISO/R 468—1966《表面粗糙度》。这是国际上第一个有关表面粗糙度参数标准,它对统一各国标准起到了积极的作用,并为制订与其配套的国际标准奠定了基础。

ISO/R 468标准是采用中线制作为表面粗糙度参数的评定基准制,较系统地给出了有关定量评定表面粗糙度的一般术语和与中线制相关的微观不平度轮廓高度参数术语、定义及其代号,采用轮廓算术平均偏差 R_a 和微观不平度十点高度 R_z 两个参数作为表面粗糙度的评定参数,并给出了两参数经系列化的数值。

1973年开始经多次酝酿修改,到1982年修改成正式国际标准ISO 468—1982《表面粗糙度参数、参数值和给定要求的通则》。

70年代是ISO/TC 57工作最活跃的阶段,继ISO/R 486之后,又起草了一系列有关测量表面粗糙度的触针式轮廓仪和比较样块等国际标准。

随着发展,ISO/TC 57的工作范围扩展为进行加工表面的几何特征的国际标准化工作,其具体任务是制订表面粗糙度、表面波纹度、表面缺陷的几何参数;表面层物理和化学参数;表面功能特性与不平度的相互关系;表面粗糙度、表面波纹度的测量仪器和装置;表面粗糙度比较样块和仪器校准器具;圆度、直线度、平面度和圆柱度的测量仪器和装置等有关国际标准。

国际标准化组织(ISO)现已发布了13项有关表面粗糙度方面的国际标准。

(1)ISO 468—1982 表面粗糙度——参数、参数值和给

定要求的通则

标准规定采用中线制,给出了轮廓算术平均偏差 R_a 、微观不平度十点高度 R_z 、轮廓最大高度 R_y 、轮廓的单峰平均间距 S 、轮廓微观不平度的平均间距 S_m 和轮廓支承长度率 t_p 六个表面粗糙度评定参数;参数的一般系列值为优先数系 $R10$,公比 1.25,优先选用的系列值为优先数系 $R10/3$,公比 2。并明确,给定表面粗糙度要求时必须给出参数值和测定时的取样长度两项基本要求。

(2)ISO 4287/1—1984 表面粗糙度 术语 第 1 部分:表面及其参数

标准较完整、系统地给出了表面粗糙度有关表面、轮廓和基准、高度特性参数、间距特性参数和形状特性参数共 61 个术语及其定义、代号。在国际范围内第一次对表面粗糙度基本概念起到了统一的作用。

(3)ISO 4287/2—1984 表面粗糙度 术语 第 2 部分:表面粗糙度参数的测量

标准给出了用触针式表面粗糙度轮廓仪(计)测量表面粗糙度参数时有关的 17 条术语与定义。

(4)ISO 1878—1983 测量与评定表面几何参数的仪器和装置分类

标准针对不规则状况的特征(如粗糙度、波纹度、形状误差)、测量与评定方法、实际轮廓转换信息的方法、检测方式、表面测量结果的方法等规定了测量与评定表面几何参数仪器的分类系统图和制订相应国际标准时的标准内容的组成和结构。实际上,是一个制订表面几何参数测量仪器与装置国际标准体系表。

(5)ISO 1879—1981 轮廓法测量表面粗糙度的仪器术语

标准确定了所有用轮廓法测量表面粗糙度仪器的 6 条基本术语与定义。

(6)ISO 1880—1979 轮廓法测量表面粗糙度的仪器接触(触针)式轮廓转换仪 轮廓记录仪

标准规定了触针式表面粗糙度测量仪及轮廓记录仪的有关基本术语、定义和代号,仪器的触针针尖半径,触针针尖夹角,静态测量力,垂直及水平放大倍数等 5 项主参数的数值及其允许偏差值。

(7)ISO 3274—1975 轮廓法测量表面粗糙度的仪器接触(触针)式连续轮廓转换仪 M 制轮廓计

标准确定了触针式测量表面粗糙度的 M 制(即中线制)轮廓计的有关 11 个基本术语;规定了触针针尖半径与夹角、静态测量力、传感器滑块、波长传输特性、测量行程长度等各项参数的数值和允许偏差。

(8)ISO 2632/1—1985 表面粗糙度比较样块 第 1 部分:车、磨、镗、铣、插及刨等加工

(9)ISO 2632/2—1985 表面粗糙度比较样块 第 2 部分:电火花侵蚀、喷丸、喷砂和抛光

(10)ISO 2632/3—1979 表面粗糙度比较样块 第 3 部分:铸造表面

这三项标准分别对比较样块的制造方法、表面特性、粗糙度范围、测定的取样长度值、加工纹理方向、样块校准、样块最小结构尺寸和标记等作了规定。它们的共同点是均采用一个轮廓算术平均偏差 R_a 参数,其粗糙度参数标准值均为 ISO468 国际标准中规定的优先选用值。

(11)ISO 4288—1985 触针式仪器测量表面粗糙度参数的规则和程序

这项标准是从 1977 年开始起草的,在 1980 年加拿大渥

太华和 1981 年原苏联雅尔塔会议上进行过讨论。当时较多的成员国认为 S_m 、 S 、 t_p 三个参数的测量规则和程序作为标准统一的条件还不够成熟,所以该标准只对用连续轮廓转换的触针式仪器和带有计算机测量系统的仪器,测量表面粗糙度参数 R_a 、 R_z 、 R_y 的规则和程序作了规定。

标准包括通则、评定长度和取样长度的选用值、中线的确定以及检测方法等内容。

(12)ISO 5436—1985 校准样块——触针式仪器——样块的类型、校准和使用

标准规定了用于校准触针式仪器的 4 种型式的样块,分别用于校准记录器垂直放大、触针针尖状况、轮廓计示值和综合校验。还对样块的材料、尺寸、加工技术要求、校准值的基础和标记等作了规定。

(13)ISO 1302—1992 技术制图——表面特征的标注方法

标准规定了表面粗糙度的符号、代号及其意义,加工纹理方向符号和在图样上的标注方法等。

前 12 项标准是由 ISO/TC57“表面特征及其计量学”制订的,第 13 项是由 ISO/TC10“技术制图”制订的。除 ISO 1878、ISO 5436 两项国际标准外,我国均等效或参照采用制订了相应的国家标准。

综合分析一下,ISO/TC 57 制订的表面粗糙度国际标准具有三个方面的特点:其一,其标准属于基础性技术标准,适用于工程各个行业,标准的数量不可能太多;其二,在多数场合,其标准不能按与各国取得一致的传统做法制订,标准须有科学技术基础;其三,在国际范围内,新型的表面加工方法、零件材料、测量器具及测量方法的应用会引起标准数量的增加。但新标准的出现不会那么频繁,故标准的总数是相对稳定的。