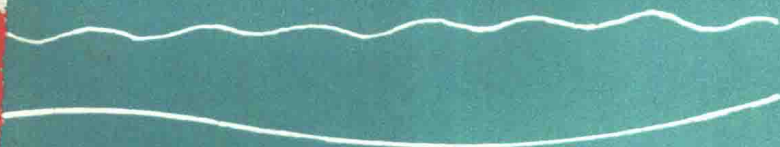


表面纹理探索

[英] H. 达格纳尔



机械工业出版社

表面纹理探索

[英] H. 达格纳尔

李 冰 邸 静 译



机械工业出版社

本书比较全面地阐述了表面纹理的组成部分(粗糙度和波纹度)及其形成原因,国际和各国通用的评定参数及其定义,测量方法和评定方法,测量仪器的基本原理和调整使用,以及在生产中如何选择和规定参数等。

本书内容丰富,并采用了大量图表,把很复杂的表面纹理问题系统地加以分析说明,深入浅出,读了以后能使人对表面纹理有一个清晰的认识和了解。

本书附录中列有各国标准和我国有关表面粗糙度的国家标准供参考。

本书对从事机械设计、加工工艺、质量控制和计量测试的技术人员和技术工人是一本很好的参考书。

EXPLORING SURFACE TEXTURE

H. DAGNALL

RANK TAYLOR HOBSON

1980

•
•
•
表面纹理探索

[英] H. 达格纳尔

李冰 邸静 译

•
责任编辑:贺篋鑫

封面设计:刘代

•
机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

中国农业机械出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

•
开本 787×1092 1/32·印张 7 1/4·字数 157 千字

1987年9月北京第一版·1987年9月北京第一次印刷

印数 0,001—3,000·定价, 1.75 元

•
统一书号: 15033·6597

译者的话

有一次，几位技术人员在一起讨论表面纹理究竟有多少参数，它们之间有没有一定的换算比例等问题，大家都感到很有兴趣，于是去查书，可是国内这类书并不多。后来找到了两本英国书，即H.达格纳尔写的两本书：一本原名《Let's Talk Roundness》，现译为《谈谈圆度》^①；另一本原名《Exploring Surface Texture》，现译为《表面纹理探索》。这两篇是姊妹篇，前者谈圆度，后者主要谈表面纹理，相互补充，并不重复。这两本书不是高深的论著，既不是教科书，也不是操作说明书，只是帮助读者了解表面纹理是什么，如何测量，以及如何应用到工作中去，对广大技术人员和技术工人很有参考价值，因而把这两本书译了出来。

表面纹理主要是粗糙度，波纹度和圆度，直接影响加工零件的质量和性能，也是各种工业中，特别是轴承、汽车、航空、精密仪表等工业中，从事设计、工艺、计划、检测的人员日常都要遇到的问题。看了这两本书能使读者对表面纹理有更全面更充分的了解，对读者将有所帮助，有所启发。

为便于读者阅读，本书附录中列出了我国有关表面粗糙度的国家标准 GB 3505—83、GB 1031—83 和 GB 131—83。供参考。

本书承孙秋昌同志提出很多宝贵意见，特此表示感谢。

① 《谈谈圆度》一书已由机械工业出版社出版。

作者原序

作者早些时候出版的《谈谈圆度》一书取得成功，获得良好评语，因而又写了这本有关表面纹理的姊妹篇。

作者对这一题目采用了同前一本书同样的处理方法。但有一个重要的不同：关于测量圆度只有很少几种方法，而且大多数是根据同一原理；可是测量表面纹理却有无数种方法，而且是根据表面纹理的特性来进行的，因而必须加以简化。为了使本书切合实用，并减轻读者负担，作者未详尽地介绍各种在工业中很少用到的测量方法，而集中力量于几乎是一种普遍的测量方法，即应用传感器测头式仪器。这些仪器在全世界的实验室，计量室以及车间中都能找到，就是读者本人也有，即读者自己的手指尖。

几种其它方法也被简单地提到了，主要提的是它们的有趣之处和用以测量表面纹理某些特性的方法。

目 录

译者的话

作者原序

第一章 绪言	3
1. 粗糙与光滑	4
2. 为什么要测量表面纹理	5
3. 表面纹理是什么	12
4. 探索表面	15
5. 用数字表示	16
第二章 表面	19
1. 表面是一个面积	19
2. 使用中纹理的变化	21
3. 表面纹理是复杂的	22
4. 形成表面纹理的原因	23
5. 粗糙度、波纹度、表面形状	23
6. 峰与谷同样重要吗	26
7. 加工纹理	26
8. 颗粒状结构的表面	29
9. 制造复制品	30
10. 表面特点	31
第三章 轮廓	34
1. 轮廓包含着全部信息	34
2. 轮廓图不是表面截面的放大图	34
3. 峰与谷的形状	37
4. 测头的大小和形状	40
5. 取样长度	43

6. 频率反应	45
第四章 用数字表示表面粗糙度	48
1. 测量长度	50
2. 基准线	51
3. 截取波长	53
4. 粗糙度平均值	54
5. 峰与谷的高度	59
6. 十点高度	61
7. 支承长度率	63
8. 支承长度率曲线	65
9. 什么是峰	65
10. 峰的计数	66
11. 平均斜率	69
12. 平均波长	70
13. 幅度分布和偏斜度	73
14. 自相关	76
15. 粗糙度与波纹度	77
16. 波纹度参数	78
17. 包络系统	79
18. 参数之间的关系	80
19. 精密度	82
20. 设计阶段的表面纹理要求	84
21. 标准化	85
22. 关于参数的最后一句话	86
23. 总结	87
第五章 测头式仪器	88
1. 历史上的沿革	88
2. 测头式仪器	94
3. 截取波长	95

4. 测头	97
5. 传感器	99
6. 对位置敏感的传感器	100
7. 对移动敏感的传感器	102
8. 传感器的基准	104
9. 滑块	105
10. 独立的基准	107
11. 横向移动的驱动	110
12. 放大器	111
13. 滤波器	111
14. 仪表	114
15. 记录器	115
16. 校正	115
17. 追踪探源	115
18. 弯曲的表面	116
19. 泰勒斯德浦仪	126
20. 实际测量表面纹理	132
第六章 几种其它方法	143
1. 比较样块	143
2. 深度表	146
3. 摩擦	146
4. 气动量仪测量	148
5. 光学方法	149
6. 电学方法	160
7. 把表面画成等高线图	161
8. 表面形状轮廓测量	164
9. 电子计算机的应用	167
10. 未来展望	169
第七章 术语	171

附录一 应用于表面纹理测量的各国标准	175
关于表面纹理测量: 方法和参数	175
关于仪器	180
关于比较用标准块	181
附录二 中华人民共和国国家标准	182
表面粗糙度 术语 表面及其参数(GB 3505—83)	182
表面粗糙度 参数及其数值(GB 1031—83)	201
表面粗糙度 代号及其注法(GB 131—83)	208
参考文献	222

第一章 绪 言

“全王国将有计量果子酒、啤酒和玉米的标准(伦敦夸特[⊖]),也将有染色布,手织粗布和缝纫用布的标准宽度,即织边之间的宽度为两个伊尔[⊖]。对重量也将同样进行标准化。”

(英国大宪章,第35款,1219年)

“图纸上曾经使用‘粗加工’,‘中加工’和‘精加工’等术语或相应的符号,而表面精度却受到加工工艺的限制,是由操作工人和检验人员来评定的。操作人员和检验人员的主观意见经常不能一致。

以数字表示为基础的表面纹理测量仪器的发展,以及国家的许多标准的颁布,消除了大部分对表面要求的不明确规定”。

(英国标准 B S 1134,第二部分,1972年)

上列摘引的两个文件,虽然时间相隔七个半世纪,却处理的是同一个问题——度量问题,而两者都采用了同一方法去解决,即定下度量的标准和规定测量的方法。英国大宪章是从商业观点出发来看这一问题的,现在我们称之为“对消费者的保护”;英国国家标准则从工程质量控制角度来讨论这个问题。

⊖ 1 夸特 (quarter) = 0.291 立方米——译者注。

⊖ 1 伊尔 (ell) = 45 英寸——译者注。



沙漠大规模地体现了本书中描述的表面三种特性的综合：
粗糙度（沙粒成条状），波纹度（波浪纹）和
形状误差或弧度（起伏）

显然，在日常生活中，对贸易、工程和科研中通用的度量衡单位（例如公斤、米和公升）加以标准化是十分重要的。目前被普遍接受的度量衡单位是长时期以来，可以追溯到基督教圣经上的各个时期，经过一系列尝试和强迫推行标准化的结果。英国大宪章在标准化的历史上已属于较晚的法令。

现在我们可以毫不犹豫地说，在日本制造的一根圆轴，用英国制的千分尺测量直径若为25.62mm，和在苏联制造的，用美国制的千分尺测量直径为25.62mm的一根圆轴，两者的尺寸是完全一致的，即尺寸不再依靠猜测或工人的主观判断。因为加工的工件已能用标准化的单位和标准化的方法进行测量，所以尺寸得到了严格的控制。

可是有些产品的其它一些质量却不是这样容易规定的，颜色是一个例子，表面粗糙度是另一个例子。这就是我们要来共同探讨的题目。

本书不是一篇高深的论文，既非教科书，也不是操作说明书，甚至不会教人如何测量表面纹理。它将帮助人们了解什么是表面纹理测量，以及如何纳入工业生产的方式。在以后的几章中我们将谈到表面，并试图找出在表面的许多特性中哪些是重要的。然后再探讨一些建议，这些建议已发展到“给它们一个数字”的程度。这后一任务，使表面的特性数量化，是围绕表面纹理全部题目的中心，因为任何工件的特性，不论是尺寸、重量或表面粗糙度，在加工中被控制以前，必须首先能测量这些特性。

1. 粗糙与光滑

有好几种方法可以用来区分光滑表面同粗糙表面。二者

摸上去感觉不一样,看上去也不一样:一个象镜子一样反光,另一个则不能;一个看不出花纹,而另一个则有显著的整齐或不整齐的花纹;一个很容易从与它类似的表面上滑过去,另一个则显出了不小的摩擦。这些不同点使我们能用摸和看的方法把二者清楚地区别开来——以后我们将发现这两种方法都是有效和有用的。

可是,摸和看的方法的缺点是二者都是凭主观。两个观察者对通常称为“相当粗糙”或“相当光滑”的表面的评定结果并非总是一致。如果两个表面是用不同工艺加工的,例如一为车加工,一为磨加工,那么,区别两者的困难就更大了。在制造加工的领域内,特别是工程方面的,精确的粗糙程度和光滑程度具有很大的重要性,它影响部件的功能和成本,所以我们需要用数字来表示表面是多粗糙或多光滑。这是本书基本探讨的问题。

我们讨论时用的尺寸通常都将很小,用微米(符号为 μm)来表示。为了方便那些更熟悉英制的读者,图1提供了微米与微英寸的换算图(一微英寸为一百万分之一英寸,符号为 μin),该图是基于近似值 $1\mu\text{m}=40\mu\text{in}$ 或 $1\mu\text{in}=0.025\mu\text{m}$ 而绘制的。

2. 为什么要测量表面纹理

在进一步探讨之前,必须对这个有关问题提供几个答案。

考虑一下制造零件的过程(图2),首先有若干生产工序(加工制造),接着是使用时期(产品性能)。理想的情况是,如果全部生产工序(包括原材料的化学和物理性质)都是在机床调整到最佳状态下进行的,则所有同样的零件都可立即拿去使用,这些同样的零件的质量应该同样良好和同样

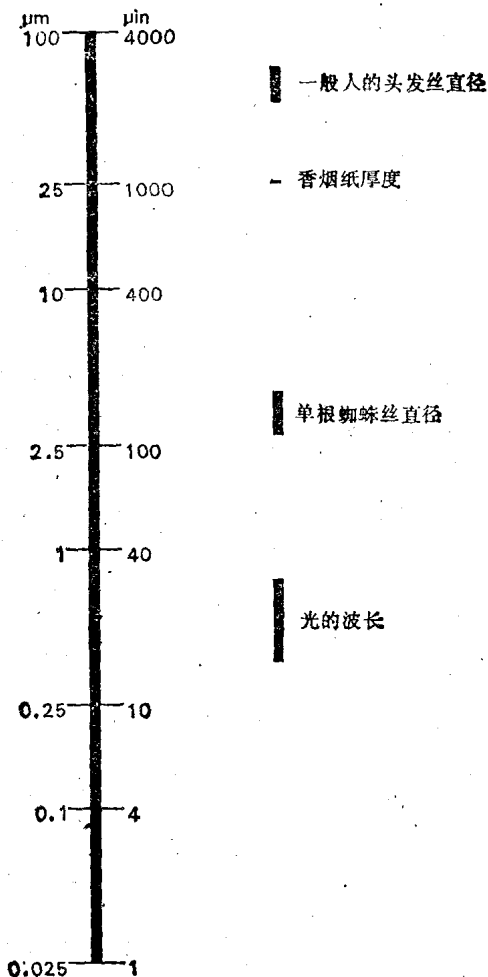


图1 微米 ($1\mu\text{m}=0.001\text{mm}$) 与微英寸 ($1\mu\text{in}=0.000001\text{in}$) 的换算

以近似值 $25\text{mm} \approx 1\text{in}$ 为基础, 精确的换算应为 $25.4\text{mm} = 1\text{in}$, 但在测量表面纹理时, 一般用上述近似值已足够精确了。

可靠。不幸的是，我们大家都知道，没有任何加工工序在加工中会一切保持不变，因此不得不经常用某些方法去探测所发生的变化，例如工具的磨损。这些变化会影响产品性能，所以在生产与使用之间要加进一个中间步骤——测量。这一步骤可以查出零件对设计技术条件的偏差量，这些偏差量可能要影响零件的使用性能。显然，零件的尺寸和形状应正确无误。此外，表面的物理特性也同样重要，例如硬度和表面粗糙度。

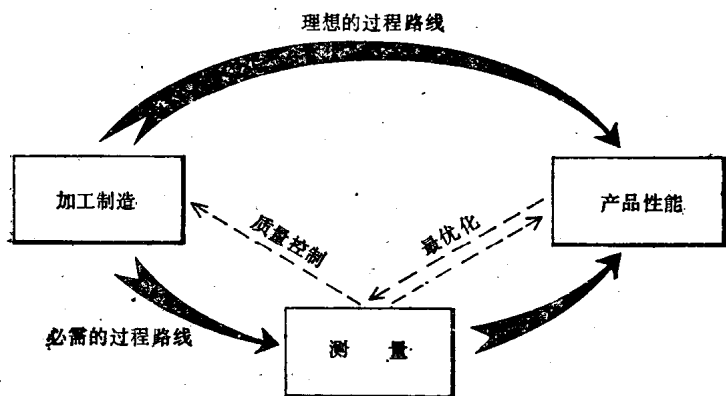


图2 制造工件过程中的步骤

控制

已测量过了，下一步呢？这就引出了控制。如果测量结果表明零件的尺寸误差超出了设计规定的公差，那么仅仅报废这一零件而继续加工，好象什么差错也没有发生是不够的。一定要找出产生废品的原因并加以纠正，否则以后的加工件还会出同样的错误。这就是我们说的，用测量来控制质量。

任何生产工序中发生的变化，结果都将使所加工工件的一个或几个可测量的参数发生变化。表面纹理对生产工序中的变化尤为敏感，因而材料的化学成分，表面硬度的变化，都会反映到加工件的表面纹理上来，工具的磨损，材料的变形，以及不正确的加工条件，也都会在表面上留下痕迹。

表面纹理从前是，现在也是加工制造中的“指纹”。因为表面纹理是在一系列生产工序之后进行测量的，所以是一种重要的质量控制方法。

性能

性能，我们这里用的是词的广义，不仅仅指机械性能。因为要一个部件使用户满意，不仅要能正确地工作，还必须有一个长的使用寿命，说得过去的外观，以及在合算的成本基础上进行生产。这最后一点十分重要。

当一个部件的性能被认为是满意的时，其表面纹理应保持在某一限定范围内，它同名义上相同的其它部件都应取得相应的结果。最优化的表面纹理应由经测量已被证明性能良好的部件或者由有实验基础的理论来决定，至于对以后生产的部件所进行的测量，不过是肯定这些部件大致具有令人满意的性能的一种方法而已。

表面性能

在许多工程应用中，工件表面纹理与表面性能有紧密的联系。尤其使我们感兴趣的是，一个表面与另一表面接触作相对移动的性能（有人恰当地称之为与邻表面的睦邻性能）。因而可能会提出“表面越光越好”的想法，但这并不一定完全正确，因为还有其它因素必须考虑。其中之一是润滑作用，有效的润滑一定要在表面之间保持某种厚度的油膜，而表面粗糙的那些谷中则可以存油。另一个使“越光越好”