

千分尺简史



Mitutoyo

前言

地球大约在 46 亿年前形成，我们的远古祖先大约在 5 百万年前开始使用石器工具，而现代人类在 50 万年前出现在这个星球上。如今，他们的后代在这个星球上建筑大型建筑物，设计生产高速交通工具，同时还生产肉眼不可见的精微部件。

制造工业的一个基本元素—机床，最早是适应钟表制作者的需要而产生的。而机械加工过程密不可分的就是各种各样的测量仪器，比如千分尺。在生产线上使用各种测量仪器，从而确保生产的产品符合其设计规格。

机床也叫做工作母机，是工业发展进步的基础之一。而在 18 世纪发明的千分尺则是在这个过程中起关键的支持要素之一。

最初的千分尺体积庞大，只能在工作台上使用。随着时间的发展，如今的千分尺精巧到可以单手操作同时提供精确的测量尺度。

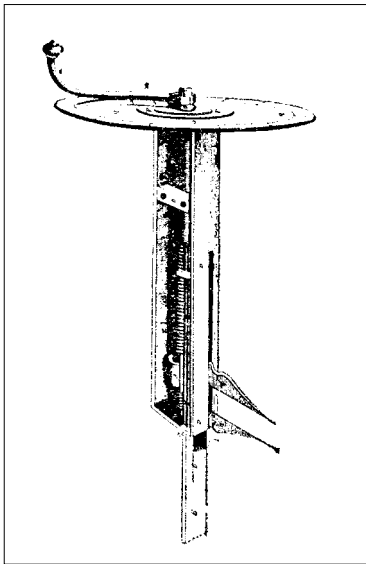
本手册简要介绍了随着现代工业发展的脚步，千分尺诞生和发展演化的过程。



■ 机床和千分尺的历史

年代	千分尺的发展	工业和机床的发展
~1500	螺纹的发明 (c.200BC)	最早的旋转机械在埃及出现 (c.300BC) 莱昂纳多·达·芬奇提出关于车床的设计 (15世纪) 齿轮切割机出现 (16世纪)
1600	W.Gascoigne 发明带有量爪和标尺的千分尺 (1639)	W.Gascoigne 实现用螺纹观测星星。螺纹的最初使用 (1638)
1700	J.Watt 发明台式千分尺 (1772)	Marrits 发明垂直钻床 (1713) Pertherwood 发明在圆柱表面加工螺纹的旋转机床 (1763) J.Watt 获得蒸汽机专利 J.wilkison 发明用于加工气缸内表面的镗床, 大大提高了蒸汽机的功率 车床之父 H.Maudslay 发明往复齿轮切割车床
1800	H.Maudslay 发明命名为“大法官”的台式千分尺 (1805) J.palmer 在法国获得命名为 Palmer 系统的千分尺专利 (1848) J.Whitworth 发明卧式校准机构并用于刻度校准 (1855) Brown & Sharpe 发明用于测量薄板的袖珍型千分尺 (1868-69) Victor 机械公司在“美洲技工”杂志创刊号上刊登广告 (1877)	Elli Whitney 发明卧式铣床 (1827) P.Timony 发明锯床 (1830) Buchanan 发明径向镗床 (1838) N.Otto 发明内燃机 (1876)
1900	一些日本厂商开始生产千分尺 (1920~35) 三丰公司开始生产千分尺 (1938) 三丰公司在二战后重新开始生产千分尺 (1947) 三丰公司生产出世界上最大的 3 米外径千分尺 (1953) 三丰公司开始生产 3 点式内径千分尺 (1969) 三丰公司在日本首先推出数显型千分尺 (1979)	Wright 兄弟成功发明飞机 (1903) 福特汽车公司在大规模生产方法中推出 T 型车 (1907) 美国取消对日本的机械设备的出口 (1941) MIT 生产出第一台数控铣床 (1952) Fanuc 在日本生产出第一台重型数控冲压机床 (1956) 美国的 Kerney Trecker 生产出第一台加工中心 (1958) 日本机床业在世界上占据最大份额 (1982)
2000	三丰公司推出防冷却液 (防水) 型千分尺 (2003) 三丰公司推出便于单手操作的棘轮套管千分尺 (2004)	京都讨论会在京都召开, 以阻止全球变暖 (2001) 日本机床工业在 2006 年实现 143 亿美元的销售额, 超过之前在 1990 年创造的销售记录。

第一章：早期



卡钳千分尺 H. Gascoigne

用螺纹测量长度的最初尝试

测量活动最早出现在 5000 年前埃及人建造金字塔时。

螺纹原理早在希腊时期就在提升水中得到应用。尽管通过旋转螺纹能够将微小的线性距离放大为相当大的圆周距离，但那时候还没有将螺纹用于测量的想法。

用螺纹测量物体的长度最早在 17 世纪得到实现。1638 年，英国约克郡的天文学家 W. Gascoigne 应用螺纹原理测量星星的距离。通过旋转螺纹来精调望远镜，从而测量了夜空中的星星。在这个

测量方法中，并没有运用螺纹来直接测量物体的长度，但是这个通过转动螺纹测量距离的方法已经接近了现代测量的概念。1693 年，他又发明了一个叫做“卡钳千分尺”的测量尺，这是一个螺纹轴一端连着旋转手轮，另一端连着可移动量爪的测量系统。测量读数可以通过计数带有读数刻盘的手轮的旋转来获得。读数刻盘的一周被分成 10 等分，这样就可以通过移动量爪来测量距离。



台式千分尺 James Watt (复制品)

Watt 的台式千分尺

在 Gascoigne 发明他的测量仪器一个世纪之后，蒸汽机的发明者 James Watt 发明了第一台台式千分尺。其设计的一个关键因素就是基于螺纹的放大倍率。James Watt 的名字被写进了所有的史书，如果没有他千分尺的历史就会在此中断。

简单的说，这个发明就是将一个齿轮 - 齿条机构连接到旋转螺纹上。在实际测量中，先将一个薄片测砧装在齿条上，通过测砧接触物体来得到测量结果。螺纹

的移动可在附在螺纹端头的两个刻度盘上读出。大的刻度盘可显示螺纹旋转的圈数，小的刻度盘则可以显示小数。刻度盘上的最小读数为万分之一英寸。

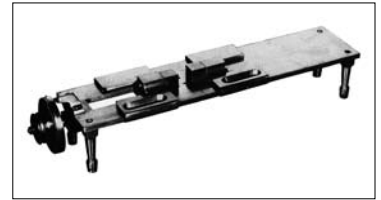
James Watt 最早使用的 U 型结构设计在后来成了千分尺的标准。在 James Watt 所处的时代，测量仪器大都庞大笨重，因此这台设备是放在工作台上的。但是 U 型结构的设计在他之后就截止了。在很长一段时间内，采用此设计的千分尺没有在市场上出现过。

在线性测量中使用螺纹

机床之父发明的“大法官”

在 19 世纪的早期，Henry Maudslay 爵士以伦敦最好的机床制造者闻名。直到 19 世纪晚期市场上才有精密测量仪器出售。他在大约 1800 年发明的螺纹切割机床被认为是现代机床的起源。另外，他还生产了一个用于大量生产远洋轮船的滑轮的机床。他还构思了现代机床的销售思想并做出了平面磨床和铣床的建议。他在英国受到广泛的尊敬并被誉为“机床之父”。在机床的历史上，他的名字和莱昂纳多·达·芬奇排在一起。

Maudslay 同样在测量仪器的历史上留下了自己的脚印。他发明的台式千分尺“大法官”能测量当时最精密的尺寸并被认为是精密测量仪器的开端。“大法官”由黄铜制作而成，长 40cm，四角分别带有支柱，一对测砧块用来将被测物件夹在中间。在鞍形下边是一个精度达万分之一英寸的开放刻度。这在当时是一个相当高的精确度，直到 1918 年，人们又对它进行了一系列的测试并发现其仍然相当精确。

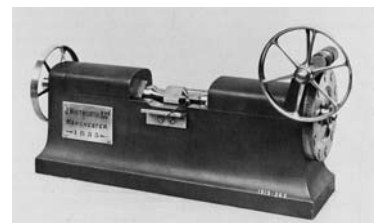


Maudslay 的台式千分尺“大法官”

Whitworth 首先将之商品化

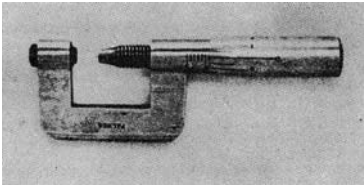
James Watt 和 Maudslay 的台式千分尺在很大程度上是供他们自己使用的。直到 19 世纪后叶市场上才有精密测量仪器出售。发明了著名的名为“Whitworth 螺纹”的螺纹轴承的 Joseph Whitworth 爵士成功的推动了这一商品化过程。这一时期最具标志性的仪器就是他的百万分之一英寸 (0.254 μ m) 精度的测量设备，这个设备在当时大多数向公众出售。他是工程界在 Maudslay 之后的又一个巨人，他的一个 1.8 米长的测量设备在三丰

博物馆中展示。Whitworth 还是一名优秀的机床销售公司的管理者。他还创建了一套生产平滑表面金属板的方法并使用标准化的螺纹简化了设备的维护。他总是对其产品进行试验和测试，其决定往往基于数据。流线型生产操作和建立分析控制系统就是源于他的深刻见解。他是 19 世纪中叶的领军人物，他的贡献在机床的发展过程中留下了永久的印记。



Whitworth 的“百万分之一英寸”测量设备

第二章：青铜时代



在巴黎展出的 Palmer 千分尺

现代千分尺的诞生

现代标准的千分尺具有 U 型结构和单手操作的特点。很多生产商都采用千分尺这一共同的设计。这一典型设计可追溯至 1848 年，法国发明家 J. Palmer 获得叫做 Palmer 系统的专利。

前文说过，使用螺纹测量线性距离源于 1638 年 Gascoigne 的发明。Palmer 的手持式紧凑型千分尺在本质上使用了同样的原理。然而，他的设计要先进多并且奠定了现代千分尺的基础。在千分尺的历史上，Palmer 的贡献是不可估量的。

现代千分尺几乎都遵循了 Palmer 系统的基本设计，比如 U 型结构、套管、套筒、心轴和测砧等。套管边缘的读数稍微减缩成锥形以配合套筒上的刻度。套管的圆周平均分为 20 等分，可提供最小 0.05mm 的读数。

B&S 公司的 Brown & Sharpe 参观了于 1867 年举行的巴黎国际博览会。他们在那里第一次见到了 Palmer 系统并把它带回了美国。这次在巴黎的偶遇成功地使千分尺跨越大西洋来到美国。

法国诞生， 美国发展

Brown & Sharpe 带回美国的千分尺在制作工艺上并不完美，它使用 1mm 螺距的螺纹，最小读数为 0.05mm。Palmer 申请专利的图纸上的规格参数在生产中并没有很好地体现。例如，它没有心轴锁紧装置，更重要的是它的刻度线都不是均匀分布的。但是 Brown & Sharpe 并不在意这些微小的不足，他们用更精密的四分之一英寸螺距的心轴来代替原设计，从而提高了千分尺的精确度。

Palmer 系统被两个美国企业家发现并带回美国。在美国，千分尺的设计得到了长足的发展，美国人对千分尺进行了不计其数的革新，使得千分尺在如今得到了充分的应用。现代千分尺在法国诞生，在美国发展壮大。

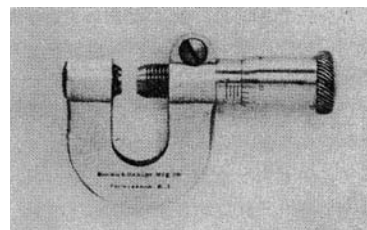
用于薄板测量的千分尺

千分尺在美国的发展主要是为了满足当时黄铜板材生产的需要。当时，黄铜板材的生产商、购买方以及第三方的验证机构都各自采用各自的测量仪器来判定板材的厚度。

Bridgeport 黄铜板材公司的首席检验员，S. Wilmot 根据台式千分尺的原理设计了六个试验计量仪并在纽约的一家公司生产。Wilmot 将其中的一个样品原型带给 Brown & Sharpe 公司并建议他们在市场上广泛销售。

这个样品的圆形外观和原理接近于普通的千分尺，但是他的读数却更复杂，操作者必须根据刻度线的汇合点来读出测量值。这一设计被证明是不成功的。

Brown & Sharpe 仔细研究了他们从巴黎带回的千分尺，并在其中增加了两个机构：一个能更好的控制心轴的机构和一个心轴锁紧装置。他们在 1868 年生产出了袖珍型千分尺并在第二年将之推向市场。



Brown & Sharpe 的用于测量板厚的袖珍型千分尺

多功能千分尺

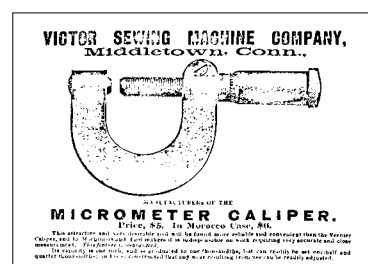
Brown & Sharpe 正确的预测了千分尺在所有的机械制造车间应用的必要性。1887 年，在用于测量板材厚度的袖珍型千分尺推出 10 年之后，他们生产出了第一个 11 英寸外径千分尺（读数 0.001 英寸，约 0.025mm）。回想起来，这个时刻似乎来得晚了一些。

在 1877 年 11 月份的“美国技工”杂志的创刊号上，Victor 机械公司发布了一个广告，展示了一个美国制造的千分尺，但 Brown & Sharpe 公司却没有做广告。

似乎 Brown & Sharpe 公司与 Victor

机械公司几乎同时发展了千分尺。美国在这一时期，锯床成了一个流行的产品。为了生产更精密的锯床零件和组件，千分尺必定要得到广泛的应用。

不管是哪家公司首先将千分尺推向市场，他们都尽力使千分尺成为一种人人都能买到的产品。千分尺随即在各生产车间得到了广泛的应用，并大大提高了产品的质量。正是这些公司大量生产千分尺使之得到市场的承认并在市场上广泛销售。



Victor 机械公司推出的千分尺测径器

第三章：工业的发展



19世纪10年代的纺织工厂
(来源：Gunze)

现代技术在日本的发展

在明治时期，将日本变成一个国力强大和技术先进的民族成为一种全民族的热望。这种精神在接下来的大正时期和昭和时期得到了加强。朝着这个方向，日本政府同样鼓励引进国外先进技术从而带动其国内工业的发展。在这个背景下，从大正和昭和时期开始，日本开始了其国内的先进工业技术，比如机床和测量仪器的发展。为了在日本生产国外的先进产品，这些组织从国外进口产品并帮组生产出样品，而日本国内的厂商也渴望由他们来生产这些产品。

首先引进国外的产品并在日本生产出同样的产品。在这个过程中，他们获得并积累了各种先进技术的原理，发展出更多适合于他们自己的技术。

那个时期，日本最具代表性的工业就是纺织业。飞机和汽车的发展也从很早就开始了。为了支持工业的发展，各种工具的消耗随之增长。



座落在东京 Kamata 的三丰早期工厂的模型

日本制造商的研究和发展的开始

在明治末期，日本的工厂开始使用千分尺。但那只限于屈指可数的几个使用先进技术的公司。然而，由于使用了千分尺，他们能更精确且高效的测量产品，使他们在很大的程度上减少了不合格产品。

那时在日本仅有少数进口的千分尺，因此有些人就开始尝试自己生产。对这些最早的尝试并没有详细的记载，很难说清楚日本什么时候开始自己生产千分尺。

根据官方的记载，是由以生产机床和夹具而闻名的 Sonoike 制

造公司在 1918 年制造出了千分尺的原型。这个原型是根据 C. E. Johansson 的模型而生产的。1921 年，Sonoike 制造公司参加了一个由政府组织的机床展并展示了他们的英制和公制千分尺以及千分尺测头。

在 1929 年之后，Tsugami 制造公司以及从 1931 年到 1934 年，三丰、三井精机、日本测定工具、不二越都开始了他们的千分尺研究工作。

三丰的千分尺

三丰公司是日本最早发展千分尺的制造商之一。1934年，三丰公司的创始人，沼田惠范在东京蒲田买了一小批千分尺并开始了他的研究，希望有一天能成功推出他自己的千分尺。三年之后，经过无数次试验和失败，他生产出了他的第一台千分尺。

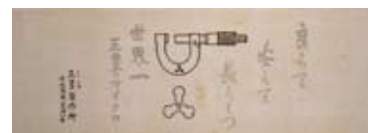
他公司的领导原则是“美好的环境，优秀的员工和先进的技术”。通过领导员工，他充分理解员工们的思维方式的重要性。他相信好的环境能产生好的员工，他还明白对员工进行培训的必要性。在生产产品之前，提高员工

的素质并不是现在的一个新观念，三丰公司在70年之前就采用了这一思想。三丰公司在1937年生产出第一台用于销售的千分尺。

为了促进第一批千分尺的销售，生产了配合销售的宣传毛巾。印有在当时流行的一句口号：“质优、价廉和耐用，世界先进的三丰千分尺”



三丰公司的第一台千分尺



在全国分发的宣传毛巾

行销千分尺

当时在日本有几家公司生产销售千分尺，但大多数产品却没有得到用户的认可。没有先进技术很难生产出好的千分尺，让那些倾向进口产品的用户接受这些国产的千分尺也同样困难。

为了建造大型船只并在固定期限内使之适于海上航行，必须有一个全面的计划。各种必要的组件（通常都特别大），必须在指定的时间运送到指定的地点以确保狭窄的船坞能得到充分的利用。为了完成建造最大船只的巨大任务，必须将其中的各种组件和零

件标准化。所谓的“即时”方法是根据需要而提出来的。

标准化之路由此开始，在其后的几年，这一过程被移植到生产和质量控制系统中。简而言之，大型船只是日本现代生产方法的根源。

第四章：“日本制造”的发展



19世纪60年代的传送带生产线

从重建到大规模生产

二次大战后日本的重建开始了，但是首先要提供的是一些诸如食物和衣物一类的生活必需品。这使得千分尺的发展出现了一些倒退。然而，1947年10月三丰公司开始着手恢复生产千分尺并在1949年正式重新开始生产千分尺。

到20世纪50年代，国内对诸如电视和汽车之类的消费品的需求增加，由此又给制造业带来了新的动力并提升了日本的经济基础。为了实现大规模生产，科学、合理的生产管理和品质管理发挥了重要作用。

严格的尺寸控制并不仅限于大规模生产的零件。在造船业和钢铁制造业中，千分尺也被广泛使用。



重工业中使用的超大型千分尺

根据需求而革新

由于制造业在日本重新获得了活力，千分尺的应用领域稳步增加。千分尺的测量范围也扩大了。例如，1953年生产了一个能测量3米外径的千分尺并在造船厂用于测量轴径。

结合用户对千分尺规格的各种需求，日本制造的千分尺的质量得到了很大的提高，并能满足国外用户的要求。其中一些改进。包括：

1. 对套管、套筒和结构采用光滑的铬合金磨光处理—提高了刻度线的对比度并延长了使用寿命；
2. 带有摩擦的套管：除了标准的棘轮锁定装置，这一特点能提供恒定的测力，使单手操作更简单；
3. 硬化和研磨过的心轴螺纹具有更高的精确度和耐久性；
4. 硬质合金测量面能确保更高的精确度和耐久性；
5. 常规的夹环被重新设计为杠杆型心轴夹钳；
6. 设计并生产了用于测量螺纹和其他形状的专用千分尺；
7. 在标准千分尺上加上机械型计数器。

在竞争中成熟

在二战以及战后的几年中，千分尺的质量并不是特别令人满意。随后，日本的千分尺质量提高了，并很快能满足用户提出的更高的要求，还开始了对热胀冷缩系数小的材料的研究。这一时期的另一个研究领域就是对千分尺的心脏、心轴螺纹的加工方法的研究。

在生产中不仅要提高千分尺的质量还要控制其生产成本。三丰公司生产的千分尺逐渐能和国外的同类产品相比较并开始的质量和价格上超越他们。总而言之，

日本制造的产品开始被许多国家的用户所接受，千分尺也不例外。在这之后是在材料、制造方法、装配和过程控制等各领域的一系列改善。三丰公司在激烈的竞争中不断成长。

电子领域的革新给了所有的测量仪器新的发展方向。发展的重点从刻度线读数转移到液晶显示器的显示读数，电子时代的来临增加了千分尺种类。



千分尺走向“日本制造”

第五章：信息系统的伙伴



数显千分尺（机械型和电子型）

从刻度读数到显示器显示

过去体积庞大的台式千分尺如今变得相当简单并能在加工车间方便的使用。通过对其结构的改变就能测量旧的型号不能测量的物件。在不久之前，千分尺的测量还需要技工花费一些时间来仔细读数，每个人都明白在读数过程中必须集中精力。如果每天只使用几次千分尺，这不会是一个问题，但如果测量要每天重复数百次，那么花费在千分尺读数的时间就显得效率太低了。另外，操作者的疲劳还会导致读数错误。

因此用数字显示千分尺的测量结果，即从刻度读数改变成液晶显示成为一种必然的趋势。

最早能满足这一需求的千分尺是基于机械数字计数器的设计，其最小读数为 0.01mm。LCD/LED 的 7 段数码显示的出现以及其他的革新给了千分尺一个跟上和利用最新芯片技术的机会。因此，基于电子技术的数显千分尺成为了标准。这同时打开了一个潜在的领域，使得千分尺能发展成为一个全测量系统。



计数千分尺介绍

数字显示的进步

由于千分尺的螺纹的螺距是 0.5mm，所以千分尺每向前旋转一圈刻度线就会增加 0.5mm。比如套管的读数可能是 8.23mm 或 8.73mm。这一精密的决定要求操作者非常专注的看清套筒上的刻度—学习怎样对千分尺读数的过程。

数显千分尺消除了上述传统方法可能带来的测量失误，并成为世界上所有用户的选择。左图中的广告推出了一个叫做“计数千分尺”的新型号，这一特点消除了所有的读数误差。然而，传统的刻度线型号还在继续生产使用，

因为许多经验丰富的技工不需要数字计数器，而且他们对最小读数为 0.01mm 的计数器并不满意，他们希望能读出 0.001mm 的精确度。更加出色的分辨率为 0.001mm(1 μ m) 的千分尺的生产开始增加。微芯片的诞生和 LSIs 同样也改变着工业的发展。

三丰公司提供的第一款最小读数为 0.001mm 的 LCD 数显型千分尺需要 3 块电池，而且相当的笨重。值得注意的是，这一早期型号的数显千分尺带有一个接口，能将数据传输到其他设备。

数据输出的优点

在机床领域，数控机床和自动化改变了传统的生产方式。在一些大型的工厂，他们开始利用计算机技术配置一个全控制系统存储大量的数据供不同的用户共享。这需要一个灵活的控制系統来适应多样化产品的小批量生产。

在目前这个时代，产品的尺寸公差要求更加严格，加工更加复杂，质量控制和生产方式也要求从简单的单点测试向多操作面测试转变。由此，对测量仪器的需求也在从一个简单的手持式千

分尺向一个全信息系统的输入设备转变。

在生产部门中，信息技术的最终目标是在整个组织中建立一个数据共享的平台。根据这一思想，三丰公司设计的数显千分尺带有一个数据输出口能传输 SPC 或其他格式的报告，操作简便。

这样就能在质量控制过程中预判被控的尺寸并能避免潜在的风险。从这个意义上来说，三丰公司处在技术的前沿。



质量控制系統概覽（在 1987 年）

所有环节的完善

大中型公司希望建立一个数据集成系统，来进行生产品质管理存储从原材料到质量控制、从最初设计到成品的所有数据。但不是所有的公司都在追求这一目标，大多数日本的中小型公司更关注提高单个千分尺的价值，这些需求包括：1). 小型化，2). 更长的电池寿命，3). 防水功能，4). 更低的成本。这些需求都是合理的并能实现的。如果不能适应来自不同阶层用户的需求，你的产品就不能在你所处的领域获得“非常好”的评价。在产品策划阶段，

工程师必须更多的考虑分析市场的需求。

最初，在日本仅有屈指可数的几个公司生产千分尺，随后又有数十个公司加入这一行列。70 年之后，只剩下了三丰公司。三丰公司所有型号的千分尺加起来超过几百个，所有这些产品的产生都首先想到的是用户的需求。



数字产品广告

第六章：千分尺的特点

在前面几章中，我们简要的叙述了千分尺的历史。所有千分尺的核心就是将螺纹的非线性位移转换成套管的线性位移，螺纹的精确度决定了千分尺的精确度。

最初的千分尺采用 0.5mm (0.025in. 用于英制型号) 螺距的螺纹，能旋转 50 圈，行程为 25mm。如果使用 1mm 螺距，其移动速度将增加一倍。事实上，也有这样的千分尺，只是其套管上的刻度线要将圆周分成 100 等分。这对千分尺的单手操作是不利的，要使千分尺的大小控制在合理的范围，刻度线的间距就会变小，这样读数就更加困难。

三丰公司在 2007 年推出新一代的 QuantuMike 采用的是 2mm 螺距的螺纹，其移动速度是常规型号的 4 倍。这一独特的配置是千分尺历史上的的一大飞跃。



行程范围：0~25mm
分辨率：0.001mm

QuantuMike



行程范围：25~50mm
分辨率：0.001mm

常规的千分尺每 25mm 行程要旋转 50 圈，但使用了 2mm 螺距螺纹 QuantuMike 的移动速度是其 4 倍，这样就使操作更加简便。还有一个事实就是当测量一个立方体工件后，心轴必须向后旋转以使其脱离。但全新的 QuantuMike 配备的小旋钮后退装置使这一步骤快了许多。这个秘密和 2mm 螺距螺纹一样，是三丰公司的另一首创。



测量同轴工件

从技术的角度来说，QuantuMike 的另一个显著的技术特点就是其高分辨率。常规的基于 0.5mm 螺距的螺纹的数显千分尺将心轴的一圈分为 500 等分，则最小读数为 0.001mm (1 μ m)。为了使 4 倍速的 QuantuMike 获得同样的精度，心轴的一圈必须被分成 2000 等分，为此，三丰公司首先开发了盘式编码器。

此外，QuantuMike 还具备以下特点：(1) 带有棘轮的套管能在单手操作时提供恒定的测力，(2) 防水 (IP65)，(3) 心轴锁定机构等等。



防水功能验证



使用千分尺支架测量



可靠的单手测量

全新的 QuantuMike 是千分尺历史上的一大突破，它具备了千分尺应当具备的所有功能。有任何需求，您可以联系您最近的三丰公司分支机构。

QuantuMike 是一个结合“Quantum”和“Micrometer”两个词的新创词。Quantum 取自 Quantum Leap, 代表飞跃的进步。三丰公司一直处于科技的前沿，全新 4 倍速的 QuantuMike 充分体现了三丰公司千分尺的先进性和革新性。



< 千分尺簡史 >

第一次印刷：2007年8月

非売品

编辑出版：三丰公司

参考材料：

- (1) 「マイクロメータの歴史」日本機械学会誌第85巻第769号 宮崎 正吉 著
- (2) 「測定器のルーツをたずねてマイクロメータ(その1)」ミットヨ博物館
- (3) 「生産システム副読本改訂14版」p9～p22 (株) ニュースダイジェスト社 (平成17年3月)
- (4) 「戦争から始まった、本格的な生産管理」スタッフサービスエンジニアリング事業部のホームページ
<http://www.staffservice-engineering.jp/research/rs001.html>
- (5) (株) ミットヨのホームページ
<http://www.mitutoyo.co.jp/>

* 本手册内容受法律保护，未经许可，不得复制、重印、引用以及修改。

Mitutoyo

三丰公司

〒213-8533

日本神奈川県川崎市高津区坂戸1-20-1

T +81 (0) 44 813-8230, F +81 (0) 44 813-8231

<http://www.mitutoyo.co.jp>

060 0708 1 J-(CH) NE, Printed in China