

紧固件检测及缺陷分析

1 紧固件检测

1.1 一般几何要素检测

紧固件一般几何要素包括：几何尺寸和形位公差。

几种常用的检测量具、仪器原理及使用要求。

a. 游标卡尺

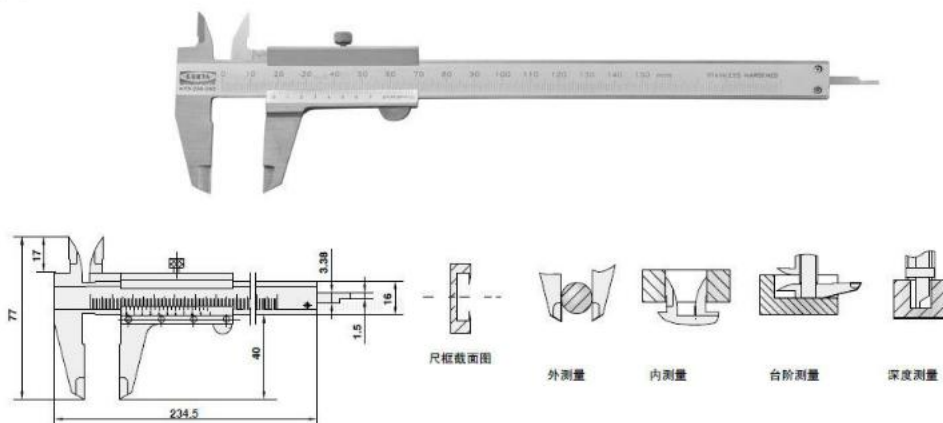


图 9.2-1: 游标卡尺

原理：游标卡尺是一种测量长度、内外径、深度的量具（图 9.2-1）。游标卡尺由主尺和附在主尺上能滑动的游标两部分构成。若从背面看，游标是一个整体。游标与尺身之间有一弹簧片，利用弹簧片的弹力使游标与尺身靠紧。游标上部有一紧固螺钉，可将游标固定在尺身上的任意位置。主尺一般以毫米为单位，而游标上则有 10、20 或 50 个分格，根据分格的不同，游标卡尺可分为十分度游标卡尺、二十分度游标卡尺、五十分度格游标卡尺等。游标卡尺的主尺和游标上有两副活动量爪，分别是内测量爪和外测量爪，内测量爪通常用来测量内径，外测量爪通常用来测量长度和外径。深度尺与游标尺连在一起，可以测槽和筒的深度。

使用要求：用软布将量爪擦干净，使其并拢，查看游标和主尺身的零刻度线是否对齐。如果对齐就可以进行测量；如没有对齐则要记取零误差：游标的零刻度线在尺身零刻度线右侧的叫正零误差，在尺身零刻度线左侧的叫负零误差（这件规定方法与数轴的规定一致，原点以右为正，原点以左为负）。

b. 千分尺（螺旋测微器）

原理：螺旋测微器（图 9.2-2）是依据螺旋放大的原理制成的，即螺杆在螺母中旋转一周，螺杆便沿着旋转轴线方向前进或后退一个螺距的距离。因此，沿轴线方向移动的微小距离，就能用圆周上的读数表示出来。螺旋测微器的精密螺纹的螺距是 0.5mm，可动刻度有 50 个等分刻度，可动刻度旋转一周，测微螺杆可前进或后退 0.5mm，因此旋转每个小分度，相当于测微螺杆前进或推后 $0.5/50=0.01\text{mm}$ 。可见，可动刻度每一小分度表示 0.01mm，所以螺旋测微器可准确到 0.01mm。由于还能再估读一位，可读至毫米的千分位，故又名千分尺。

使用要求：测量时，当测砧和测微螺杆并拢时，可动刻度的零点若恰好与固定刻度的

零点重合，旋出测微螺杆，并使测砧和测微螺杆的面正好接触待测长度的两端，注意不可用力旋转否则测量不准确，马上接触到测量面时慢慢旋转左右面的棘轮转柄直至传声咔咔的响声，那么测微螺杆向右移动的距离就是所测的长度。这个距离的整毫米数由固定刻度上读出，小数部分则由可动刻度读出。

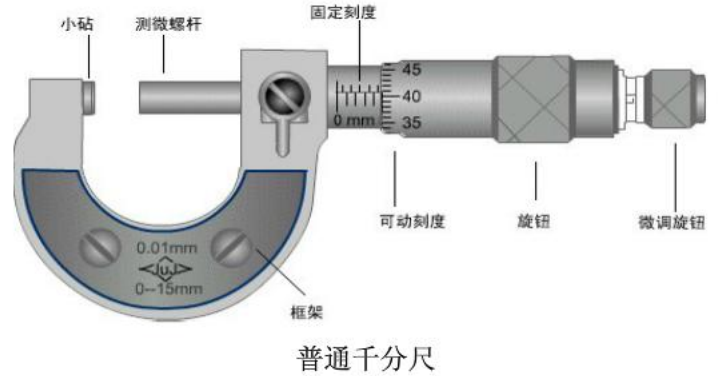


图 9.2-2：千分尺

c. 百分表

原理：百分表（图 9.2-3）是一种精度较高的比较量具，它只能测出相对数值，不能测出绝对数值，主要用于测量形状和位置误差，也可用于机床上安装工件时的精密找正。百分表的读数准确度为 0.01mm。百分表的结构原理如图 1 所示。当测量杆 1 向上或向下移动 1mm 时，通过齿轮传动系统带动大指针 5 转一圈，小指针 7 转一格。刻度盘在圆周上有 100 个等分格，各格的读数值为 0.01mm。小指针每格读数为 1mm。测量时指针读数的变动量即为尺寸变化量。刻度盘可以转动，以便测量时大指针对准零刻线。

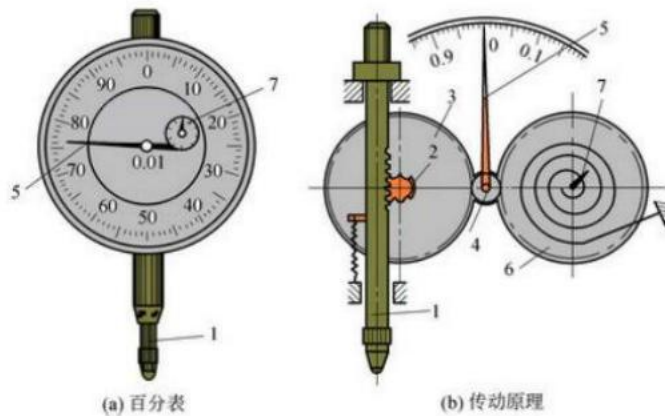


图 9.2-3：百分表

使用要求:

1) 使用前, 应检查测量杆活动的灵活性。即轻轻推动测量杆时, 测量杆在套筒内的移动要灵活, 没有如何轧卡现象, 每次手松开后, 指针能回到原来的刻度位置。

2) 使用时, 必须把百分表固定在可靠的夹持架上。切不可贪图省事, 随便夹在不稳固的地方, 否则容易造成测量结果不准确, 或摔坏百分表。

3) 测量时, 不要使测量杆的行程超过它的测量范围, 不要使表头突然撞到工件上, 也不要使百分表测量表面粗糙度或有显著凹凸不平的工作。

4) 测量平面时, 百分表的测量杆要与平面垂直, 测量圆柱形工件时, 测量杆要与工件的中心线垂直, 否则, 将使测量杆活动不灵或测量结果不准确。

5) 为方便读数, 在测量前一般都让大指针指到刻度盘的零位。

d. 通止卡规



图 9.2-4 通止卡规

原理: 通止卡规(图 9.2-4)是量具的一种, 在实际生产中大批量的产品若采取用计量量具(如游标卡尺, 千分表等有刻度的量具)逐个测量很费事。我们知道合格的产品是有一个度量范围的。在这个范围内的都合格, 所以人们便采取通规和止规来测量。通规的设计尺寸等于工件的最大实体尺寸, 止规的设计尺寸等于工件的最小实体尺寸。

使用要求: 通止卡规是计数用量具, 使用频繁, 磨损较快, 所以需定期做周期校验。

e. 投影仪(影像测量仪)



1: 传统测量仪



2: 现代精密影像测量仪

图 9.2-5 影像测量仪

原理：影像测量仪又名精密影像式测绘仪（图 9.2-5 影像测量仪），使用本身的硬件（CCD，目镜，物镜数据线）将所能捕捉到的图象通过数据线传输到电脑的数据采集卡中，之后由软件在电脑显示器上成像，由操作员用鼠标在电脑上进行快速的测量。它克服了传统投影仪的不足，是集光、机、电、计算机图像技术于一体的新型高精度、高科技测量仪器。由光学显微镜对待测物体进行高倍率光学放大成像，经过 CCD 摄像系统将放大后的物体影像送入计算机后，能高效地检测各种复杂工件的轮廓和表面形状尺寸、角度及位置，特别是精密零部件的微观检测与质量控制。可将测量数据直接输入到 AUTOCAD 中，成为完整的工程图，图形可生成 DXF 文档，也可输入到 WORD、EXCEL 中，进行统计分析。

使用要求：

- 1) 仪器应放在清洁干燥的室内（室温 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，湿度低于 60%），避免光学零件表面污损、金属零件生锈、尘埃杂物落入运动导轨，影响仪器性能。
- 2) 因仪器型号多样，具体使用方法见各仪器说明书。
- 3) 仪器使用完毕，工作面应随时擦拭干净，最好再罩上防尘套。
- 4) 仪器的传动机构及运动导轨、应定期上润滑油，使机构运动顺畅，保持良好的使用状态。

f. 螺纹千分尺

原理：螺纹千分尺是应用螺旋副传动原理将回转运动变为直线运动的一种量具，具有 60° 锥型和 V 型测头，用于测量外螺纹中径，螺纹千分尺按读数形式分为标尺式和数显式（图 9.2-6）。



图 9.2-6 螺纹千分尺

使用要求：

1) 螺纹千分尺的压线或离线调整与外径千分尺调整方法相同。

2) 螺纹千分尺测量时必须使用“测力装置”即以恒定的测量压力进行测量，另外，在使用螺纹千分尺时应平放，使两测头的中心与被测工件螺纹中心线相垂直，以减少其测量误差。

g. 螺纹测量仪

原理：通过标准螺纹测头对内外螺纹零件进行测量，并将读数显示在百分表上。其特点是对测量内外螺纹的单一中径、作用中径、大径和小径的实际大小，可测量螺纹的锥度和圆度，可检测以螺纹为基准的几何参数（如同轴度、跳动度、垂直度），适用于各种规格精度等级的内外螺纹测量。



图 9.2-7 内外螺纹测量仪

使用要求：

1) 仪器应放在清洁干燥的室内（室温 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，湿度低于 60%），避免零件表面污损、金属零件生锈，影响仪器性能。

2) 仪器使用完毕，工作面应随时擦拭干净，最好再罩上防尘套。

h. 螺纹环规

螺纹环规是检验外螺纹折算中径和实际中径的专用综合量规（图 9.2-8）。用于测量外螺纹尺寸的正确性，通端为一件，止端为一件。止端环规在外圆柱面上有凹槽。当尺寸在 100 毫米以上时，螺纹环规为双柄螺纹环规型式。规格分为粗牙、细牙、管子螺纹三种。



图 9.2-8 螺纹环规

使用要求：

1) 使用前应经相关检验计量机构检验计量合格后，方可投入生产现场使用，并定期进

行周期检定。

2) 使用时应注意被测螺纹公差等级及偏差代号与环规标识的公差等级、偏差代号相同。

3) 检验测量过程中首先要清理干净被测螺纹油污及杂质，然后在环规与被测螺纹对正后，用大母指与食指转动环规，使其在自由状态下旋合，通规要通过螺纹全部长度判定合格，否则为不合格。止规旋入螺纹长度在 2 个螺距之内为合格，否则为不合格。

4) 使用后应及时清理干净测量部位附着物，存放在规定的量具盒内。

i. 螺纹塞规

螺纹塞规是检验内螺纹折算中径和实际中径的专用综合量规（图 9.2-9）。用测量内螺纹尺寸的正确性。此塞规种类可分为普通粗牙、细牙和管子螺纹三种。螺纹塞规模拟被测螺纹的最大实体牙型，检验被测螺纹的作用中径是否超过其最大实体牙型的中径，并同时检验底径实际尺寸是否超过其最大实体尺寸。



图 9.2-10 螺纹塞规

使用要求：

1) 使用前应经相关检验计量机构检验计量合格后，方可投入生产现场使用，并定期进行周期检定。

2) 使用时应注意被测螺纹公差等级及偏差代号与环规标识的公差等级、偏差代号相同。

3) 检验测量过程中首先要清理干净被测螺纹油污及杂质，然后在塞规与被测螺纹对正后，用大母指与食指转动塞规，使其在自由状态下旋合，通规要通过螺纹全部长度判定合格，否则为不合格。止规旋入螺纹长度在 2 个螺距之内为合格，否则为不合格。

4) 使用后应及时清理干净测量部位附着物，存放在规定的量具盒内。

j. 三坐标测量仪

原理：简单地说，三坐标测量仪就是在三个相互垂直的方向上有导向机构、测长元件、数显装置，有一个能够放置工件的工作台（大型和巨型不一定有），测头可以以手动或机动方式轻快地移动到被测点上，由读数设备和数显装置把被测点的坐标值显示出来的一种测量设备（图 9.2-11）。显然这是最简单、最原始的测量机。有了这种测量机后，在测量容积里任

意一点的坐标值都可通过读数装置和数显装置显示出来。测量机的采点发讯装置是测头，在沿 X, Y, Z 三个轴的方向装有光栅尺和读数头。其测量过程就是当测头接触工件并发出采点信号时，由控制系统去采集当前机床三轴坐标相对于机床原点的坐标值，再由计算机系统对数据进行处理。



图 9.2-11 三坐标测量仪

使用要求：

三坐标测量机的机械部件有多种，我们需要日常保养的是传动系统和气路系统的部件，保养的频率应该根据测量机所处的环境决定。一般在环境比较好的精测间中的测量机，我们推荐每三个月进行一次常规保养，而如果用户的使用环境中灰尘比较多，测量间的温度湿度不能完全满足测量机使用环境要求，那应该每月进行一次常规保养，对测量机的常规保养，应了解影响测量机的因素：

1. 压缩空气对测量机的影响

- 1) 要选择合适的空压机，最好另有储气罐，使空压机工作寿命长，压力稳定。
- 2) 空压机的启动压力一定要大于工作压力。
- 3) 开机时，要先打开空压机，然后接通电源。

2. 油和水对测量机的影响

由于压缩空气对测量机的正常工作起着非常重要的作用，所以对气路的维修和保养非常重要。其中有以下主要项目：

- 1) 每天使用测量机前检查管道和过滤器，放出过滤器内及空压机或储气罐的水和油。
- 2) 一般 3 个月要清洗随机过滤器和前置过滤器的滤芯。空气质量较差的周期要缩短。

因为过滤器的滤芯在过滤油和水的同时本身也被油污染堵塞，时间稍长就会使测量机实际工作气压降低，影响测量机正常工作。一定要定期清洗过滤器滤芯。

- 3) 每天都要擦拭导轨油污和灰尘，保持气浮导轨的正常工作状态。

3. 对测量机导轨的保护要养成良好的工作习惯。

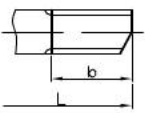
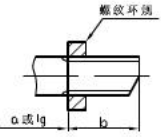
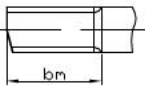
用布或胶皮垫在下面，保证导轨安全。工作结束后或上零件结束后要擦拭导轨。当我们

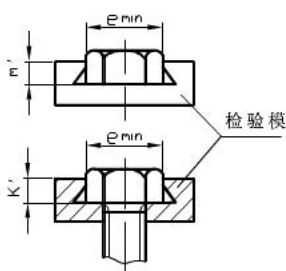
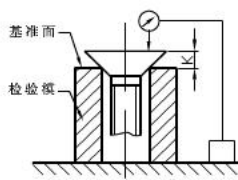
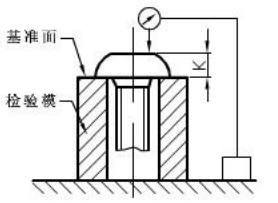
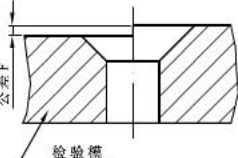
在使用测量机时要尽量保持测量机房的环境温度与检定时一致。另外电气设备、计算机、人员都是热源。在设备安装时要做好规划，使电气设备、计算机等与测量机有一定的距离。测量机房加强管理不要有多余人员停留。高精度的测量机使用环境的管理更应该严格。

1.1.1 几何尺寸检测

检测方法及检具按表 9.2-1 执行。

表 9.2-1

序号	测试项目	测试方法	检具	说明
1	螺纹长度 b 或 b_m 或 l_g 或 a  图 3  图 4  图 5	(1) b 尺寸: 用 0.02mm 的卡尺从螺杆末端的长边(如图 3 所示)起,测量至通端螺纹环规端面(如图 4 所示)的距离 (2) b_m 尺寸: 双头螺柱的拧入机体端用 0.02mm 的卡尺从螺杆末端的长边起,测量至螺纹收尾末端的距离(如图 5 所示) (3) l_g 或 a 尺寸: 用 0.02mm 的卡尺从支承面(或支承面与螺杆交接处)测量至通端螺纹环规端面(如图 4 所示)的距离	GB1214 规定的卡尺 GB3934 规定的通端螺纹环规	螺纹环规内倒角长度不应包括在 b 的尺寸内(实施中也可采用去除倒角的环规)
2	公称长度 l 或 l_a	(1) l 尺寸: 用 0.02mm 的卡尺从螺杆末端的长边(如图 3 所示)起进行测量 (2) l_a 尺寸: 用 0.02mm 的卡尺从支承面测量至杆部缩径之终端的距离	GB1214 规定的卡尺	
3	对边宽度 s	方法 1: 用 0.02mm 的卡尺在 K' 或 m' 等扳拧高度范围内进行测量 方法 2: 用专用通、止卡规在 K' 或 m' 等扳拧高度范围内进行测量	方法 1: GB1214 规定的卡尺 方法 2: 卡规应符合 GB1957 的规定	

4	<p>对角宽度 e</p>  <p>图 6</p>	<p>方法 1: 用 0.02mm 的卡尺在 K' 或 m' 等扳拧高度范围内进行测量</p> <p>方法 2: 用专用通、止卡规在 K' 或 m' 等扳拧高度范围内进行测量</p> <p>方法 3: 用专用止端检验模进行测量 (如图 6 所示)</p>	<p>方法 1: GB1214 规定的卡尺</p> <p>方法 2: 卡规应符合 GB1957 的规定</p> <p>方法 3: 检验模应符合 GB1957 的规定</p>	
5	<p>头部高度 K</p>  <p>图 7</p>  <p>图 8</p>  <p>图 9</p>	<p>方法 1: (1) 支承面及顶面均为平面的各种头型, 如六角头、方头及圆柱头: 用 0.02mm 的卡尺进行测量</p> <p>(2) 沉头及半沉头: 用检验模及百分表进行测量 (如图 7 所示)</p> <p>(3) 支承面为平面、顶面为曲面的各种头型, 如盘头、半圆头: 用检验模 (采用大一档规格的检验模, 以避免 d_a 等) 及百分表 (片状测量头) 进行测量 (如图 8 所示)</p> <p>方法 2: (1) 支承面为平面的各种头型, 如六角头、方头、圆柱头、盘头、半圆头: 用专用通、止规或专用千分尺进行测量</p> <p>(2) 沉头及半沉头: 用专用量规进行测量 (如图 9 所示)</p>	<p>方法 1: GB1214 规定的卡尺</p> <p>(2) 和 (3) GB1219 规定的百分表。检验模孔径的基本尺寸等于螺纹大径的基本尺寸; 孔的轴线应与基准面垂直; 孔与基准面之交接处不应倒圆或倒角</p> <p>方法 2: (1) 卡规应符合 GB1957 的规定。用 GB1216 规定的千分尺改制</p> <p>(2) 专用量规应符合 GB5279 的规定</p>	
6	<p>螺母高度 m</p>	<p>方法 1: 用 0.02mm 的卡尺进行测量</p> <p>方法 2: 用专用通、止卡规进行测量</p>	<p>方法 1: GB1214 规定的卡尺</p> <p>方法 2: 卡规应符合 GB1957 的规定</p>	

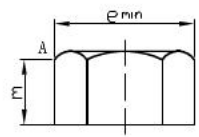
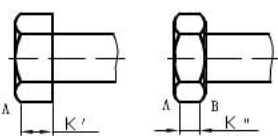
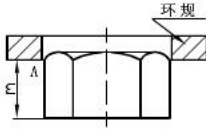
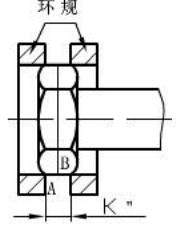
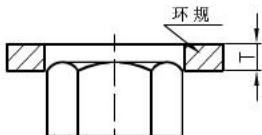
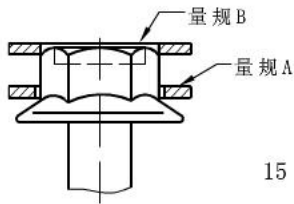
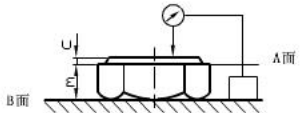
7	<p>扳拧高度 K'、K''、m'、m''</p>  <p>图 10</p>	<p>方法 1:</p> <p>(1) K' 或 m'、m''</p> <p>先用 0.02mm 的卡尺测出符合产品标准规定的最小对角宽度 (e_{min}) 所在的起始点 A, 再用 0.02mm 的卡尺测出从支承面至该点之距离, 即为 K' 或 m'、m'' (如图 10、11 所示)</p>	<p>方法 1</p> <p>GB1214 规定的卡尺</p>
	 <p>图 11</p>  <p>图 12</p>  <p>图 13</p>  <p>图 14</p>  <p>图 15</p>	<p>(2) K'' :</p> <p>先用 0.02mm 的卡尺测出符合产品标准规定的最小对角宽度 (e_{min}) 所在的起始和终止点 A 和 B; 再用 0.02mm 的卡尺测出 A、B 两点间之距离即为 K'' (如图 11 所示)</p> <p>方法 2:</p> <p>(1) K' 或 m'、m'' :</p> <p>先用 e_{min} 专用环规确定符合产品标准规定的最小对角宽度 (e_{min}) 所在的 A 点, 再用 0.02mm 的卡尺测出从支承面至该点之距离, 即为 K' 或 m'、m'' (如图 12 所示)</p> <p>(2) K'' :</p> <p>先用 e_{min} 专用环规确定符合产品标准规定的最小对角宽度 (e_{min}) 所在点 A 和 B; 再用 0.02mm 的卡尺测出 A、B 两点间之距离即为 K'' (如图 13 所示)</p> <p>方法 3:</p> <p>仅用于测量 K' 或 m'、m'' :</p> <p>将 e_{min} 专用环规置于螺栓顶部或螺母支承面上, 其顶面或支承面不得超出环规平面 (如图 14 所示)</p> <p>方法 4:</p> <p>仅适用于六角法兰面螺栓及六角法兰面螺母:</p> <p>应按产品标准附录 A 的规定, 如 GB6177 《六角法兰面螺母》</p> <p>即先将量规 A 套入六角部分并置于法兰面上, 再将量规 B 放在六角顶面上, 二者不应接触 (如</p>	<p>方法 2:</p> <p>GB1214 规定的专用环规的孔径为:</p> <p>$e_{min}^{+IT5}_0$, 孔口不应倒圆或倒角</p> <p>方法 3:</p> <p>专用环规的孔径为: $e_{min}^{+IT5}_0$, 孔口不应倒圆或倒角; 其厚度</p> <p>$T=0.3k_{min}$</p> <p>或</p> <p>$T=0.3m_{min}$, 厚度极限尺寸为 0^{-IT5}_0</p> <p>方法 4:</p> <p>量规 A 的最小内径等于 $1.155S_{max}$, 其极限偏差为 0_{-IT5}; 量规 A 的最大厚度等于最小扳拧高度, 其极限偏差为 0_{-IT5}; 量规的最大内径等于最小对角宽减去 0.01mm, 其极限偏差为 0_{-IT5}</p>

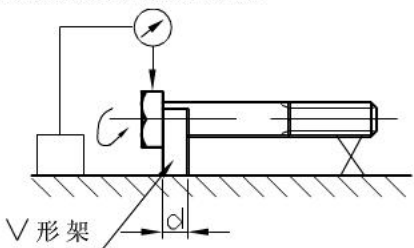
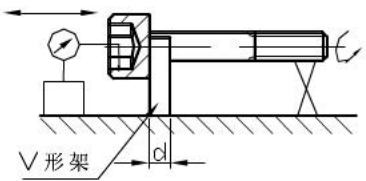
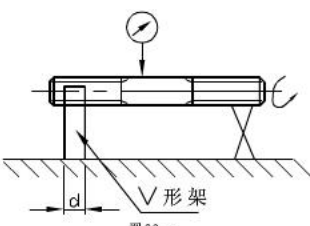
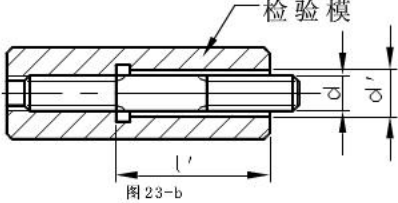
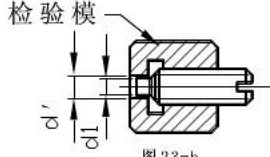
		图 15 所示)		
8	头部直径 dk	方法 1: 用 0.02mm 的卡尺进行测量 方法 2: 用专用通、止规或环规进行测量	方法 1: GB1214 规定的卡尺 方法 2: 卡规应符合 GB1957 的规定; 对沉头及半沉头的环规就符合 GB5279 的规定	
9	杆径 ds	方法 1: 用 0.02mm 的卡尺进行测量 方法 2: 用专用通、止卡规进行测量	方法 1: GB1214 规定的卡尺 方法 2: 卡规就符合 GB1957 的规定	对螺栓、螺钉, 为距支承面一倍直径(d)处; 对螺柱, 为无螺纹杆部长度的 1/2 处
10	头下圆角半径 r	方法 1: 用专用半径样板进行测量 方法 2: 用投影仪进行测量	方法 1: 专用半径样板 方法 2: 投影仪	
11	支承面直径 d_w 过渡圆直径 d_a	方法 1: 用 0.02mm 的卡尺进行测量。如果垫圈面的圆周界限不清时, 可先涂上墨汁, 再反印在纸上, 然后对其进行测量 方法 2: 用专用通、止规进行测量	方法 1: GB1214 规定的卡尺 方法 2: 卡规应符合 GB1957 的规定	
12	垫圈(面)部分的高度 c  图 16	方法 1: 先将垫圈面置于平台(板)上或检验模(如图 8 所示)中, 再用塞尺或专用通、止塞规进行测量 方法 2: 先将螺栓(母)的顶面置于平台(板)上, 再用百分表进行测量(如图 16 所示) 方法 3: 用深度卡尺进行测量	方法 1: GB8060 规定的塞尺, 对图 8 规定的检验模, 通、止塞规应符合 GB1957 的规定 方法 2: GB1219 规定的百分表 方法 3: GB1215 规定的卡尺	

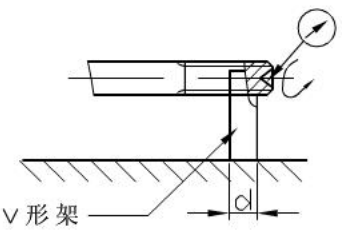
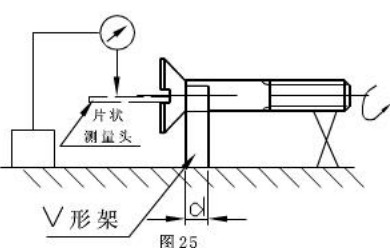
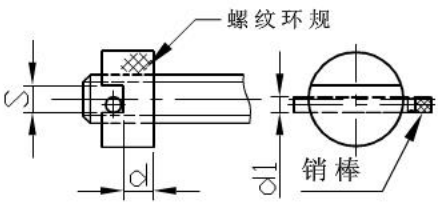
13	<p>内六角对边宽度 s</p> <p>图 17</p> <p>方法 1: 用 0.02mm 的卡尺在近似 $t/2$ 处的三个对边方向上进行测量</p> <p>方法 2: 用专用通、止塞规进行测量</p> <p>方法 3: 用专用通、止塞规进行测量, 其中, 通端为六角形塞规, 止端为矩形塞规 (如图 17 所示)</p> <p>注: 采用方法 3 时, 可同时测量对边宽度 s、对角宽度 e 及内六角孔的深度</p>		<p>于内六角的最小对边宽度 (S_{min}), 其对角宽度 (e) 应等于内六角的最小对边宽度 (e_{min}); 止端矩形塞规的长边宽度应等于内六角的最大对边宽度 (S_{max});</p>	
14	<p>内六角的对角宽度 e</p> <p>图 18</p>	<p>方法 1: 用 0.02mm 的卡尺在近似 $t/2$ 处的三个对角方向进行测量</p> <p>方法 2: 用专用通端塞规进行测量 (如图 18 所示)</p> <p>注: 采用方法 2 时, 可同时测量对角宽度 e 及内六角孔的深度</p> <p>方法 3: 用序号 13 方法 3 规定的通端六角形塞规进行测量</p>	<p>方法 1: GB1214 规定的卡尺</p> <p>方法 2: 塞规应符合 GB1957 的规定; 其宽度 e 应等于内六角孔的最小对边宽度 (e_{min}); 塞规的长度应等于 t_{min}</p>	
15	<p>内六角孔的深度</p>	<p>方法 1: 用 0.02mm 的卡尺, 沿内六角孔的对角棱边进行测量</p> <p>方法 2: 用序号 14 方法 2 规定的专用通端塞规进行测量</p> <p>方法 3: 用序号 13 方法 3 规定的通端六角形塞规进行测量</p>	<p>方法 1: GB1214 规定的卡尺</p>	
16	<p>内六角花形的 t 及 B</p>	<p>用六角花形—T 型测深表测量 t 尺寸及用 0.02mm 的卡尺测量 B 尺寸</p>	<p>GB6188 规定的六角花形—T 型测深表</p> <p>GB1214 规定的卡尺</p>	

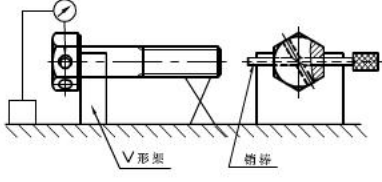
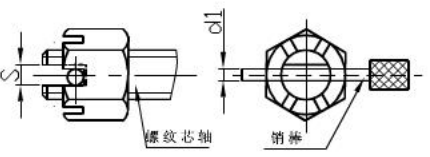
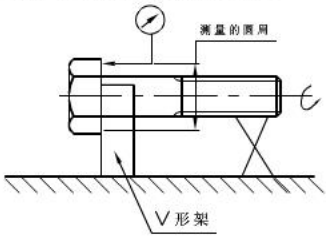
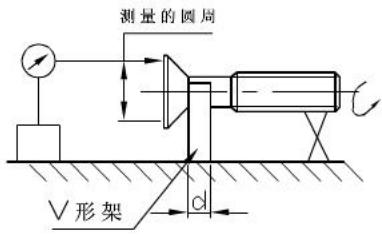
1.1.2 形位公差检测

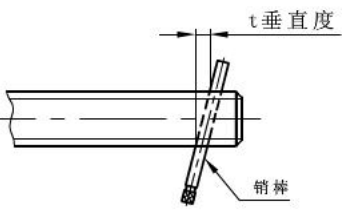
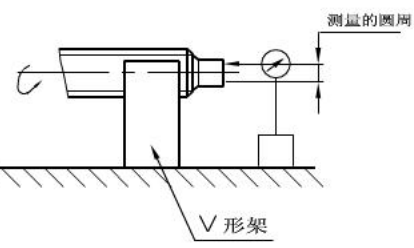
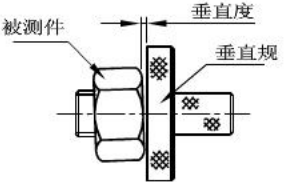
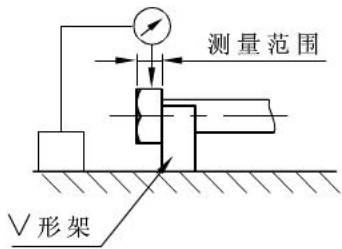
检测方法按表 9.2-2 执行

序号	测试项目	测试方法	检具	说明
----	------	------	----	----

1	<p>头部对螺杆轴线的同轴度</p>  <p>图 19</p>	<p>方法 1: 夹持产品光杆, 用百分表打在帽外圆上, 旋转产品一周, 计算百分表读数差值。</p>	同轴度仪	基准面不应由无螺纹部分与螺纹部分组成, 还应避开螺纹收尾。
2	<p>凹槽 (如内六角、十字槽) 对螺杆轴线同轴度</p>  <p>图 22</p>	<p>方法 1: 将被测件置于 V 形架上并转动, 用百分表在槽口处进行测量, 测出指针读数最大差值(如图 22 所示) 注: 为便于实施检查, 可辅助带圆锥的圆柱体辅具, 将圆锥部分插入凹槽进行检查 方法 2: 对内六角紧定螺钉, 用 0.02Mmm 的卡尺先测出螺杆母线与扳手面之间的最小壁厚, 然后测出相对方向的壁厚值, 二者之差即为测定值</p>	<p>方法 1: GB1219 规定的百分表及专用 V 形架 方法 2: GB1214 规定的卡尺</p>	
3	<p>螺杆螺纹部分或无螺纹部分或圆柱末端对螺杆轴线的同轴度</p>  <p>图 23-a</p>  <p>图 23-b</p>  <p>图 23-c</p>	<p>方法 1: 用同轴度仪夹持螺纹, 百分表打在光杆上, 旋转产品一周, 计算百分表读数最大与最小差值。 方法 2: 将被测件置于 V 形架上并转动(不得有轴向移动), 用百分表进行测量, 测出指针读数最大差值(如图 23-a) 方法 3: 将螺杆旋入带内螺纹的专用检验模中, 应能拧入两圈及其以上(拧退螺杆起计算)(如图 23-b,23-c)</p>	<p>方法 1: 同轴度仪 方法 2: GB1219 规定的百分表及专用 V 形架 方法 3: 用专用检验模 ($d' = d_{max} + t$ 或 $d' = d_{pmax} + t$; 对螺栓 $l = 1.5b$, 对螺柱 $l' = l$)</p>	

4	螺母外圆或六角体对螺纹小径的同轴度	用 0.02mm 的卡尺先测出螺母小径孔与扳手面或外圆之间的最小壁厚值，然后测出相对一面壁厚值，二者之差即为测定值	GB1214 规定的卡尺	
5	 <p>图 24</p>	方法 1: 将被测件置于 V 形架上并转动(不得有轴向移动),用百分表进行测量,测出指针读数最大差值(如图 24 所示) 方法 2: 用带夹头的专用检具及百分表进行测量 方法 3: 用同轴度仪夹持螺纹,百分表打在锥上,旋转产品一周,计算百分表读数最大与最小差值。	方法 1: GB1219 规定的百分表及专用 V 形架 方法 2: GB1219 规定的百分表及专用检具 方法 3: 同轴度仪	基准面不应由无螺纹部分与螺纹部分组成,还应避开螺纹收尾。
6	 <p>图 25</p>	方法 1: 将被测件置于 V 形架上,用百分表(片状测量头)或高度卡尺先测出槽的一面的读数,转动 180°,再测出另一面的读数,二者之差即为测定值(如图 25 所示) 方法 2: 用投影仪找正,选取一字槽中心线与螺纹杆中心线,计算中心线距离的 2 倍即是对称度。	方法 1: GB1219 规定的百分表、专用 V 形架及 GB8126 规定的高度卡尺 方法 2: 投影仪	
7	 <p>图 26</p>	方法 1: 将螺杆旋入专用螺纹环规,销棒应能插入开口销孔内(如图 26 所示) 方法 2: 用投影仪找正,选取一字槽中心线与螺纹杆中心线,计算中心线距离的 2 倍即是对称度。	方法 1: 专用环规的螺纹与通端螺纹环规相同;销棒直径(d1)等于开口销孔的最小极限尺寸;环规的槽宽 $S=d1+t$ 方法 2: 投影仪	
8	头部金属丝孔对螺杆轴线的对称度	方法 1: 用投影仪找正,选取销孔与螺纹杆中心线,计算销孔到中心线距离的 2 倍即是对称度。 方法 2: 将销棒插入金属丝	方法 1: 投影仪 方法 2: 销棒直径等于金属丝孔	基准面不应由无螺纹部分与螺纹部分组成,还应避开螺纹收

	 <p>图 27</p>	<p>孔内, 再将螺杆置于 V 形架上, 用百分表测出销棒一面的读数, 转动 180°, 再测另一面的读数, 二者之差即为测定值(如图 27 所示)</p>	<p>的最小极限尺寸; GB1219 规定的百分表及专用 V 形架</p>	<p>尾。</p>
9	 <p>图 28</p>	<p>方法 1: 用投影仪找正, 选取槽中心线与螺纹底孔, 计算中心线到螺纹底孔距离的 2 倍即是对称度。 方法 2: 将开槽螺母旋入专用螺纹试棒, 销棒应能插入开口销孔(如图 28 所示)</p>	<p>方法 1: 投影仪 方法 2: 专用螺纹试棒的螺纹与通端螺纹塞规相同; 销棒直径 (d1) 等于螺纹槽的最小极限宽度, 螺纹试棒上的槽宽: $S=d1+t$</p>	
10	 <p>图 29</p>	<p>方法 1: 将被测件置于 V 形架上并转动(不得有轴向移动), 用百分表进行测量, 测出指针读数最大差值(如图 29 所示) 方法 2: 用带夹头的专用检具及百分表进行测量 方法 3: 用专用角度尺及塞尺进行测量 方法 4: 用跳动仪夹持光杆, 百分表打的支持面上, 旋转产品一周, 计算百分表最大与最小差值。</p>	<p>方法 1: GB1219 规定的百分表及专用 V 形架 方法 2: GB1219 规定的百分表及专用检具 方法 3: GB8060 规定的塞尺及专用角度尺 方法 4: 跳动仪</p>	<p>(1) 测量基准的选择与本表序号 1 相同 (2) 测量圆周应为: 0.8 倍的对边宽度 (S) 或钉头直径 (dk) - 对 A、B 和 C 级产品; 或 0.9 倍的对边宽度 (S) 或钉头直径 (dk) - 对 F 级产品</p>
11	 <p>图 30</p>	<p>方法 1: 将被测件置于 V 形架上并转动(不得有轴向移动), 用百分表进行测量, 测出指针读数最大差值(如图 30 所示) 方法 2: 用带夹头的专用检具及百分表进行测量 方法 3: 用专用角度尺及塞尺进行测量 方法 4: 用专用角度尺及塞尺进行测量</p>	<p>方法 1: GB1219 规定的百分表及专用 V 形架 方法 2: GB1219 规定的百分表及专用检具 方法 3: GB8060 规定的塞尺及专用角度尺 方法 4: 跳动仪</p>	

		用跳动仪夹持光杆，百分表打在头部顶面上，旋转产品一周，计算百分表最大与最小差值。	跳动仪	
12	开口销孔与杆部轴线的垂直度  图 31	方法 1: 先将专用销棒插入开口销孔，再置于投影仪上，使十字线一螺杆母线一致，测定专用销棒同侧投影线与螺杆两交点的偏差值(如图 31 所示) 方法 2: 用万能角度尺及专用销棒进行测量	方法 1: 投影仪及专用销棒 方法 2: GB6315 规定的万能角度尺、专用销棒	专用销棒的直径为 d_{lmin}
13	紧定螺钉末端与螺杆轴线的垂直度  图 32	方法 1: 将被测件置于 V 形架上并转动(不得有轴向移动)，用百分表进行测量，测出指针读数最大差值(如图 32 所示) 方法 2: 用专用角度尺及塞尺进行测量 方法 3: 用跳动仪夹持螺纹杆，百分表打在末端面上，旋转产品一周，计算百分表最大与最小差值。	方法 1: GB1219 规定的百分表及专用 V 形架 方法 2: GB8060 规定的塞尺及专用角度尺 方法 3: 跳动仪	测量的圆周长为 $0.8d$
14	螺母支承面与螺纹轴线的垂直度  图 33	将被测螺母旋入专用垂直规上，用塞尺进行测量(如图 33 所示)	专用垂直规及 GB8060 规定的塞尺	实测圆周，对 A、B 及 C 级产品为 0.8 倍的对边宽度(S)或外圆直径(d_k)；对 F 级产品为 0.9 倍的对边宽度(S)
15	头部侧面与螺杆轴线的平行度  图 34	方法 1: 将被测件置于 V 形架上，用百分表在侧面的 $0.8k'$ 范围内进行测量，测出指针读数最大差值(如图 34 所示)。在所有侧面上分别进行测量，并以其中最大的指针读数差值作为测量值 方法 2: 用跳动仪夹持光杆，百分表打在头部顶面上，旋转产品一周，计算百分表最大与最小差值。	方法 1: GB1219 规定的百分表及专用 V 形架 方法 2: GB8060 规定的塞尺、专用角度尺及方面 方法 3: 跳动仪	基准面不应由无螺纹部分与螺纹部分组成，还应避开螺纹收尾。

		<p>用方箱、专用角度尺及塞尺进行测量</p> <p>方法 3:</p> <p>投影仪选取螺杆中心线和头部侧面线, 计量其平行度误差。</p>	投影仪	
16	<p>螺母测面与螺纹轴线的平行度</p> <p>图 35</p>	<p>方法 1:</p> <p>先将被测螺母旋入专用螺纹心棒上, 再将心棒装在顶尖上, 用百分表在侧面的 0.8m' 范围内进行测量, 测出指针读数最大差值(如图 35 所示)。在所有侧面上分别进行测量, 并以其中最大的指针读数差值作为测定值</p> <p>方法 2:</p> <p>用专用螺纹心棒、专用角度尺及塞尺进行测量</p>	<p>方法 1:</p> <p>GB1912 规定的百分表及专用螺纹心棒</p> <p>方法 2:</p> <p>GB8060 规定的塞尺、专用螺纹心棒及专用角度尺</p>	专用螺纹心棒的螺纹应符合 GB3934 对通端螺纹塞规的规定
17	<p>螺杆直线度</p> <p>图 36-a</p> <p>图 36-b</p>	<p>方法 1:</p> <p>将被测件置于 V 形架上(如图 36-a), 用百分表在最大弯曲部位进行测量, 被测件转动一周, 测出指针读数最大值, 其 1/2 为测定值</p> <p>方法 2:</p> <p>投影仪选取螺杆边线, 计量其直线度。</p> <p>方法 3:</p> <p>用手将螺杆旋入带内螺纹的专用检验模中, 应能拧入两圈及其以上(拧退螺杆起计算)(如图 36-b)</p> <p>方法 4:</p> <p>用手将螺杆放入专用检验模内, 应能自由旋转 360° (如图 36-b)所示</p> <p>方法 5:</p> <p>用检验平台及塞尺进行测量</p>	<p>方法 1:</p> <p>GB1219 规定的百分表及专用 V 形架</p> <p>方法 2:</p> <p>投影仪</p> <p>方法 3:</p> <p>专用检验模, 其孔径 $d' = d_{max} + t$</p> <p>方法 4:</p> <p>专用检验模, 其槽宽为 $S_0 = d_{max} + t$</p> <p>方法 5:</p> <p>GB8060 规定的塞尺及检验平台</p>	基准面不应由无螺纹部分与螺纹部分组成, 还应避开螺纹收尾。
18	<p>沉头头部直径 dk 的圆度</p>	<p>方法 1:</p> <p>将被测件的头部置于投影仪上, 根据实际轮廓线求出最大同心圆和最小同心圆(如图 37 所示), 两圆直径差之半即为测定值</p> <p>方法 2:</p>	<p>方法 1:</p> <p>投影仪</p> <p>方法 2:</p> <p>GB1216 规定的千分</p>	

<p>图 37</p> <p>图 38</p>	<p>用外径千分尺测量被测件头部的 4 个或更多(如图 38 所示)的直径, 其中最大值与最小值之差 $1/2$ 即为测定值</p> <p>方法 3: 用投影仪选取圆, 计量其圆度。</p>	<p>尺 方法 3: 投影仪</p>
-------------------------	--	----------------------------

1.2 外螺纹检测

1.2.1 定义

外螺纹: 指在圆柱或圆锥外表面上形成的螺纹。其综合测量用螺纹环规。

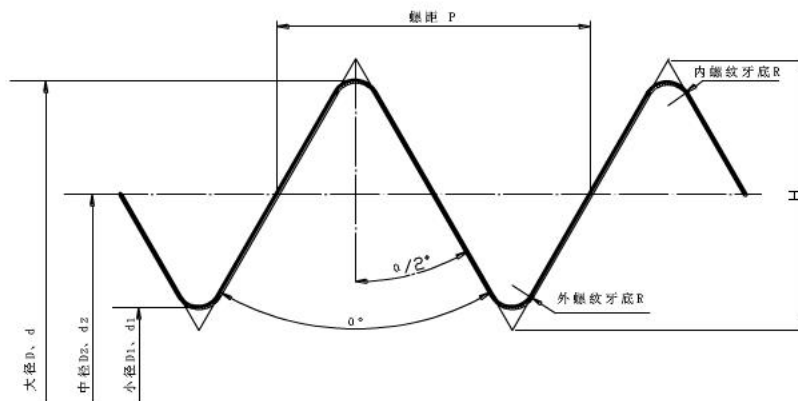


图 9.2-12 螺纹相关尺寸

1.2.2 外螺纹包含的尺寸要素 (图 9.2-12) 及检测方法

a. 螺纹大径 D

检测量具: GB1216 规定的千分尺。

检测方法 1: 用 0.02mm 千分尺进行测量。

检测方法 2: 用专用通止卡规进行测量。

b. 螺纹中径 D2

检测量具: 三针及用测量外尺寸的计量器具如千分尺、机械比较仪、光较仪、测长仪等。

检测方法: 测量时将直径相同的三根量针放在被测螺纹的沟槽里, 其中两根放在同侧相邻的沟槽里, 另一根放在对面与之相对应的中间沟槽内。用千分尺, 测出量针外廓最大距离 M 值, 然后通过下面公式计算, 求出被测螺纹的中径 M。代入上式经整理得: 对于公制螺纹, 用 $\alpha = 60^\circ$, 则:

$$d_2 = M + 3d_0 - 0.866P$$

式中： d_0 -量针直径； P -螺纹螺距

为了消除牙型半角误差对测量结果的影响，应选择最佳直径的量针，以使其在螺纹侧面的中径线上接触。

c. 螺纹小径 D_1

检测器具：投影仪

检测方法：投影计量螺纹小径尺寸。

d. 螺纹牙底圆弧 R

检测器具：投影仪

检测方法：投影计量螺纹牙底圆弧。

e. 螺纹牙型角及牙型半角

检测器具：投影仪

检测方法：投影计量螺纹牙型角及牙型半角。

f. 螺距 P

检测器具：投影仪

检测方法：投影计量螺纹螺距。

1.3 内螺纹检测

1.3.1 定义

内螺纹：在圆柱孔或圆锥孔表面上形成的螺纹。其综合测量用螺纹塞规。

1.3.2 内螺纹包含的尺寸要素（图 9.2 -6）及检测方法

a. 螺纹大径 d

检测量具：专用螺纹大径测量仪，打样膏及投影仪。

检测方法 1：用专用内螺纹大径测量仪进行测量。

检测方法 2：用打样膏印出内螺纹形状，旋出后投影计量大径尺寸。

b. 螺纹中径 d_2

检测量具：专用螺纹大径测量仪，打样膏及投影仪。

检测方法 1：用专用内螺纹中径测量仪进行测量。

检测方法 2：用打样膏印出内螺纹形状，旋出后投影计量中径尺寸。

c. 螺纹小径 d_1

检测器具：游标卡尺或内径千分尺，光滑通止塞规。

检测方法 1：使用游标卡尺或内径千分尺直接测量。

检测方法 2：使用光滑通止塞规测量。

d. 螺纹牙底圆弧 R

检测器具：投影仪、打样膏。

检测方法 1：用打样膏印出内螺纹形状，旋出后投影计量螺纹牙底圆弧。

检测方法 2：从螺纹中心线割开，投影计量螺纹牙底圆弧。

e. 螺纹牙型角及牙型半角

检测器具：投影仪、打样膏。

检测方法 1：用打样膏印出内螺纹形状，旋出后投影计量螺纹牙底圆弧。

检测方法 2: 从螺纹中心线割开, 投影计量螺纹牙型角及牙型半角。

f. 螺距 P

检测器具: 投影仪、打样膏。

检测方法 1: 用打样膏印出内螺纹形状, 旋出后投影计量螺纹牙底圆弧。

检测方法 2: 从螺纹中心线割开, 投影计量螺纹螺距。

1.4 沉头结构检测

检测器具: 检验模及百分表 (图 9.2-13)。

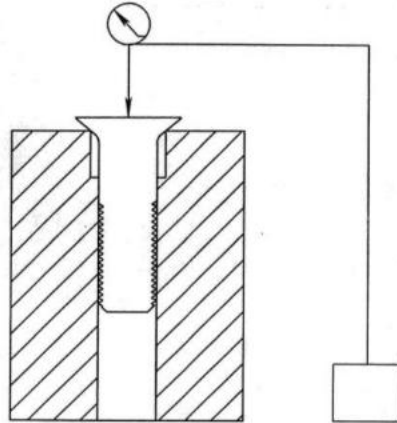


图 9.2-13 检验模测量沉头尺寸

使用要求:

- 1) 选择相应产品标准规格规定的孔口尺寸检验模, 进行测量。
- 2) 因检验模频繁使用, 孔口易磨损, 需定期进行周期检验。

1.5 扳拧槽结构检测

1.5.1 一字扳拧槽

a. 一字槽宽度

检验量具: GB1214 规定的卡尺, 塞尺。

检测方法 1: 用 0.02mm 的卡尺直接测量。

检测方法 2: 用塞尺进行测量

b. 一字槽深度

检验量具: GB1214 规定的卡尺, GB1219 规定的百分表。

检测方法 1: 用 0.02mm 的卡尺直接测量。

检测方法 2: 用百分表进行测量。

1.5.2 十字扳拧槽

十字槽深度

检验量具: GB944.1 规定的十字槽测深表

检测方法: 用十字槽测深表进行测量。

1.6 其它特殊结构检测

管路件的内外锥面检测

检验量具: 内外锥着色规 (图 9.2-14) 及印油

检测方法: 在着色规上涂上印油与被测件的锥面进行配合压紧, 然后分开, 被测零件锥

面上不得有宽于 1mm 的断裂带。



图 9.2-14 锥面着色规

1.7 自动检测技术应用

自动检测技术是自动化科学技术的一个重要分支科学，是在仪器仪表的使用、研制、生产、的基础上发展起来的一门综合性技术。

自动检测就是在测量和检验过程中完全不需要或仅需要很少的人工干预而自动进行并完成的。实现自动检测可以提高自动化水平和程度，减少人为干扰因素和人为差错，可以提高生产过程或设备的可靠性及运行效率。

1. 自动检测的任务：

自动检测的任务主要有两种，一是将被测参数直接测量并显示出来，以告诉人们或其他系统有关被测对象的变化情况，即通常而言的自动检测或自动测试；二是用作自动控制系统的前端系统，以便根据参数的变化情况做出相应的控制决策，实施自动控制。

2. 自动检测技术主要的研究内容：

自动检测技术的主要研究内容包括测量原理、测量方法、测量系统、及数据处理。

3. 测量系统：

确定了被测量的测量原理和测量方法后，就要设计或选用装置组成测量系统。目前的测量系统从信息的传输形式看，主要有模拟式和数字式两种。

1) 模拟式测量系统

模拟量测试系统是由传感器，信号调理器，显示、记录装置和（或）输出装置组成。

2) 数字式测量系统

数字式测量系统目前主要是带微机的测量系统，是由传感器、信号调理器、输入接口、中央处理器组件、输出接口和显示记录等外围设备组成。

4. 检测技术的特点

- 1) 实时性强
- 2) 精确度高
- 3) 可靠性高
- 4) 通道多
- 5) 功能强

2 紧固件常见缺陷及影响分析

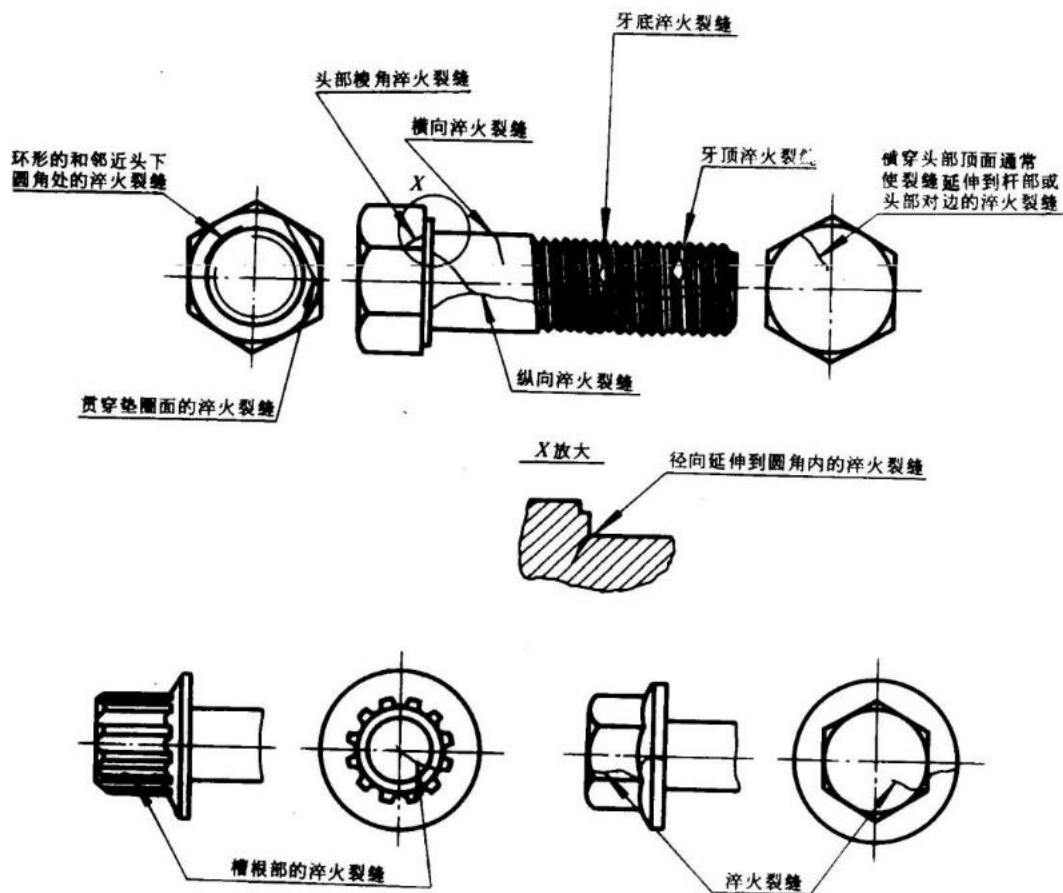
2.1 裂缝

裂缝是一种清晰的沿金属晶粒边界或横穿晶粒的断裂，并可能含有其它元素的夹杂物。

裂缝通常是在锻造或其它成型工序或热处理的过程中，由于金属受到的应力而造成的。当工件被再次加热时，通常由于氧化皮的剥落而使裂缝变色。

2.1.1 淬火裂缝

原因：在热处理过程中，由于过高的热应力和应变都可能产生淬火裂缝，淬火裂缝通常是不规则相交，无规律方向的呈现在紧固件表面（图 9.6-1）。



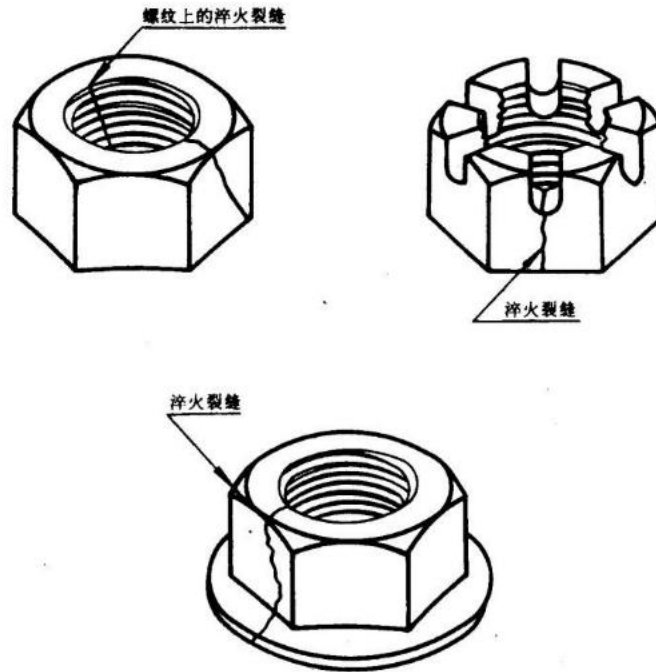


图 9.6-1 淬火裂纹

影响分析：

任何深度、任何长度或任何部位的淬火裂纹都不允许存在。

2.1.2 锻造裂纹

原因：锻造裂纹可能在切料或锻造过程中，由于工艺不当或原材料固有的缺陷而产生，并仅位于螺栓和螺钉的头部顶面（图 9.6-2）。

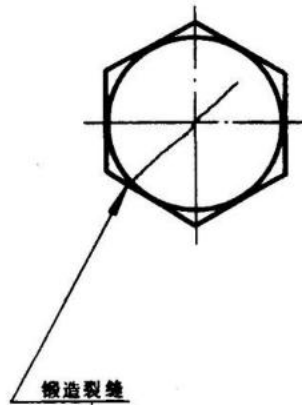


图 9.6-2 锻造裂纹

影响分析：

2.1.3 锻造爆裂

原因：在锻造过程中可能产生锻造爆裂，例如在六角头的对边平面或对角上，或在法兰面或圆头的圆周上，或在凹穴的隆起部分上出现（图 9.6-3）。

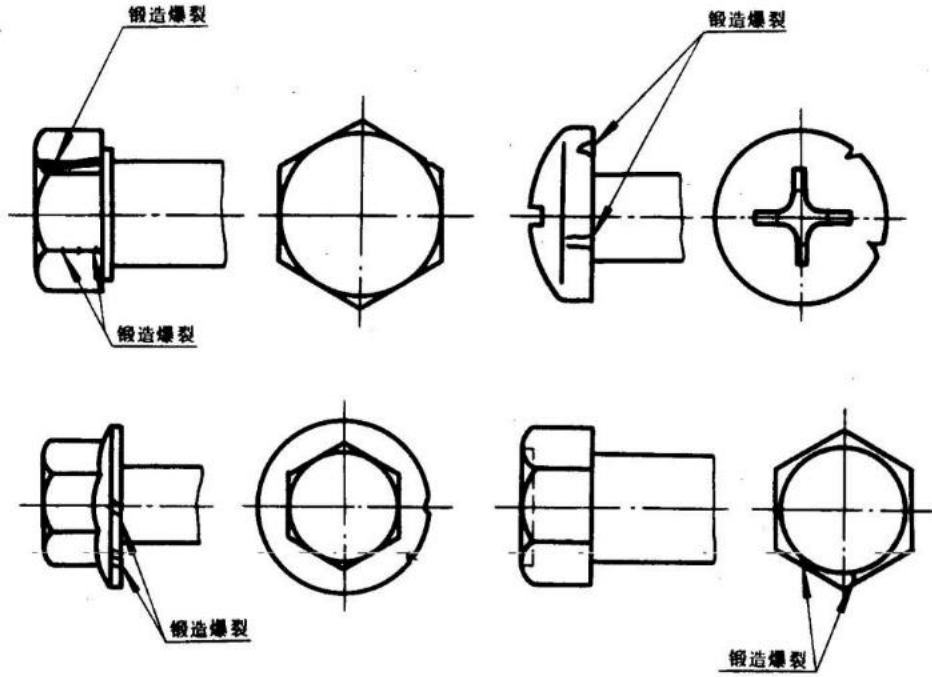
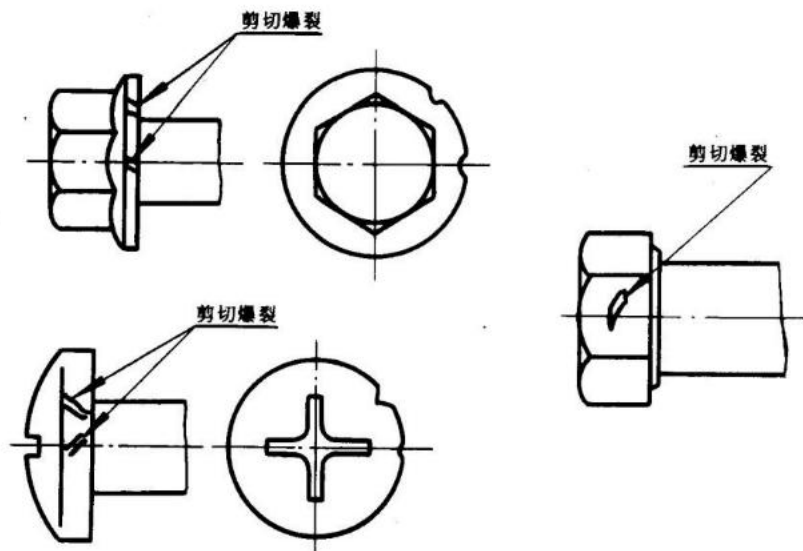


图 9.6-3 锻造爆裂

影响分析：

2.1.4 剪切爆裂（滑移）

原因：在锻造过程中可能产生剪切爆裂（滑移），例如在圆头或法兰面的圆周上出现，也可能产生在六角头的对边平面上，通常和产品轴心线约成 45 度（图 9.6-4）。



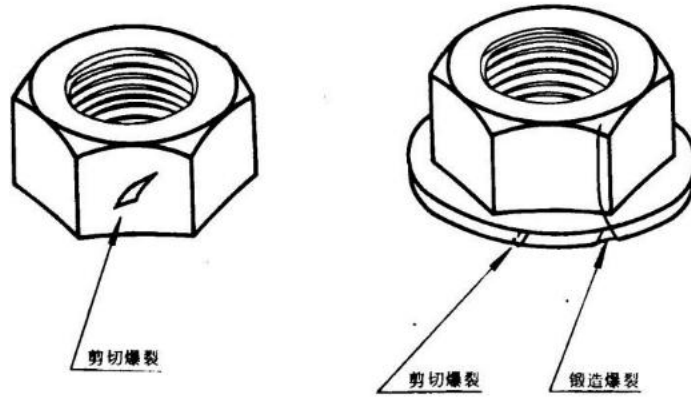


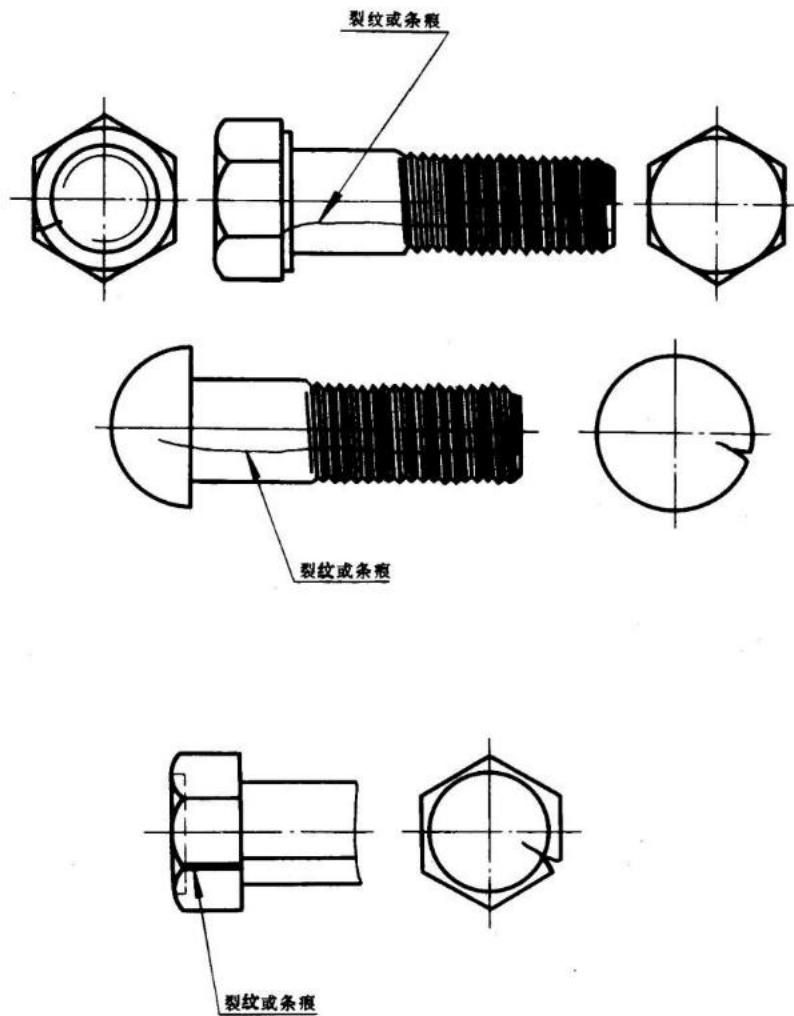
图 9.6-4 剪切爆裂（滑移）

影响分析：

2.2 原材料的裂纹或条痕造成的缺陷

原材料的裂纹或条痕通常是沿紧固件螺纹、光杆或头部纵向延伸的一条细直线或光滑曲线（图 9.6-5）。

原因：通常由于制造紧固件的原材料中固有的缺陷而造成。



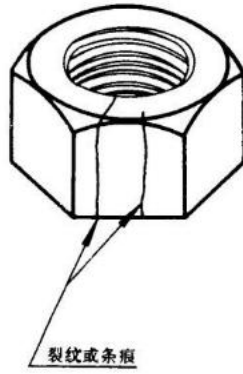


图 9.6-5 原材料的裂纹或条痕造成的缺陷

影响分析:

2.3 凹痕

凹痕是呈现在紧固件表面上的浅坑或凹陷。

原因: 凹痕是由切屑或剪切毛刺或原材料的锈层造成的痕迹或压印 (图 9.6-6)。

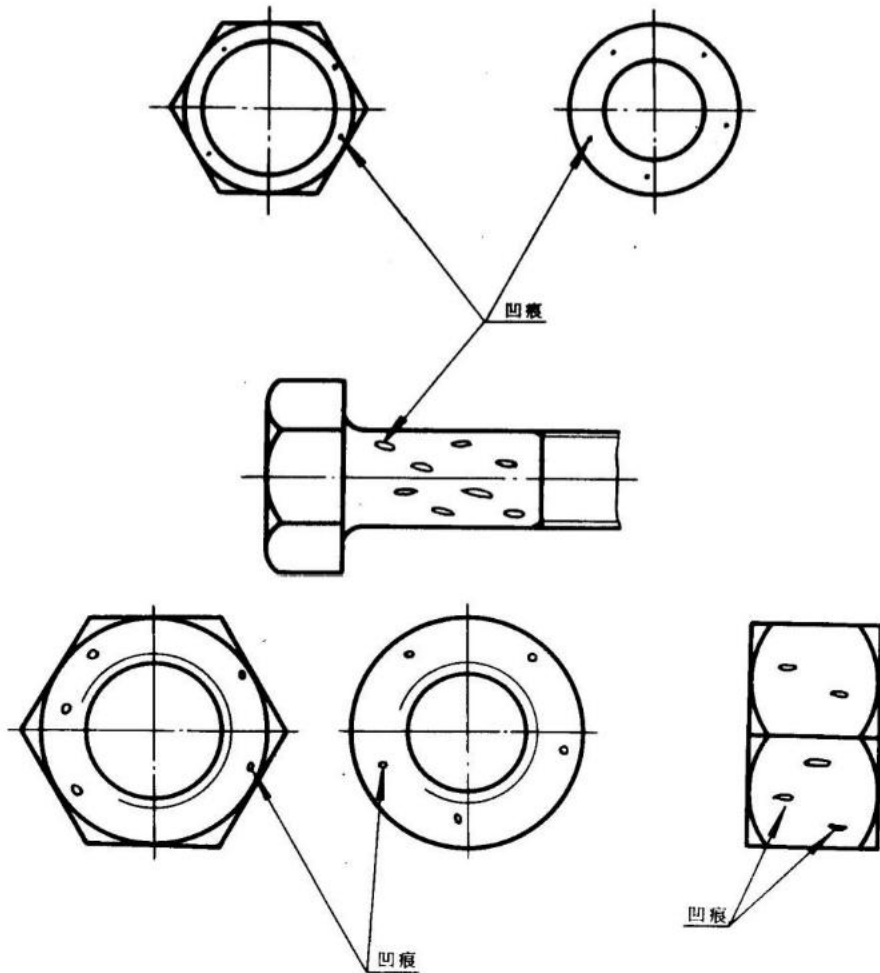


图 9.6-6 凹痕

影响分析:

2.4 切痕

切痕是纵向或圆周方向的浅的沟槽。

原因：切痕是由于工具在紧固件表面上的运动而产生的（图 9.6-7）。

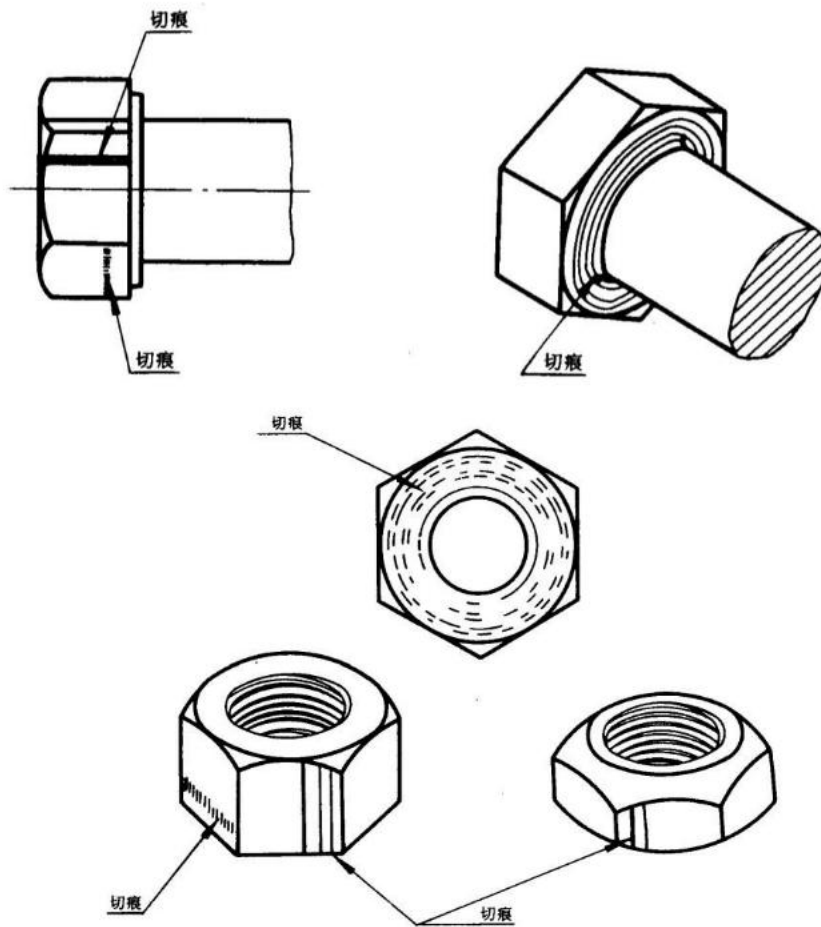


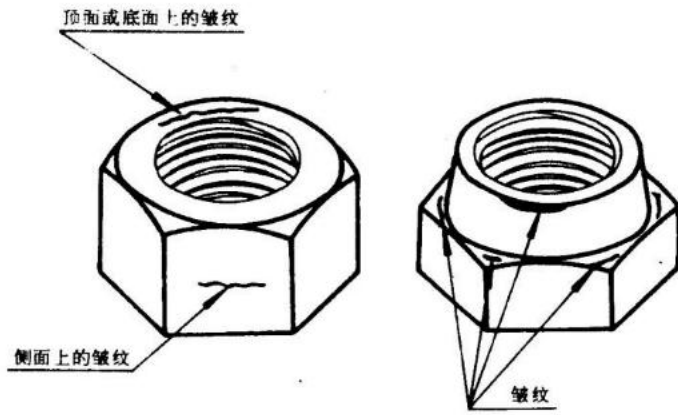
图 9.6-7 切痕

影响分析：

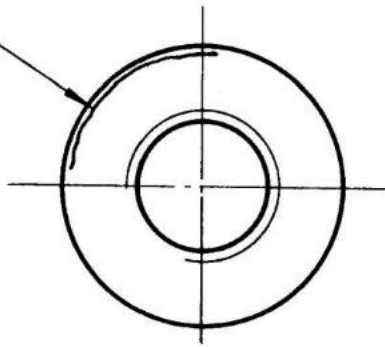
2.5 皱纹

皱纹是在锻造或辗制螺纹的冷成型过程中呈现在紧固件表面的金属折叠。

原因：在锻造的冲击过程中或辗制螺纹的成型过程中，由于材料的位移而产生皱纹，通常在截面变化的部位出现（图 9.6-8）。

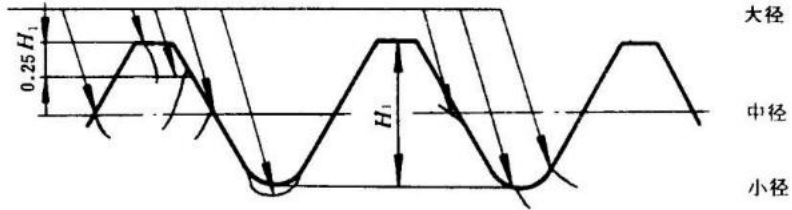


法兰面螺母支承面圆周方向的皱纹

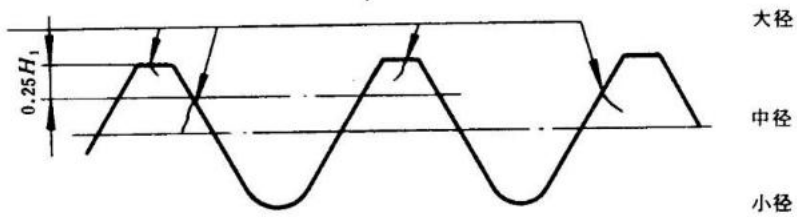


← 负载方向

不允许的皱纹



允许的皱纹



允许的双牙尖

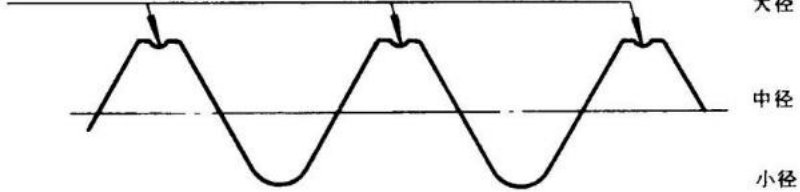


图 9.6-8 皱纹

影响分析：

2.6 损伤

损伤是指紧固件任何表面上的刻痕。

原因：损伤由于紧固件在制造和运输过程中受外界的影响而产生的。例如，凹陷、碰伤、划伤、擦伤、缺口等等。

影响分析：