

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1063-XXXX

石油螺纹单项参数检查仪校准规范

Calibration Specification for Instruments of Thread Inspection of Casing, Tubing, Line
Pipe and New Rotary Shouldered Connection

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局发布

石油螺纹单项参数检查仪校准规范 ⌒ = = = = = ⌒
Calibration Specification for Instruments of || JJF 1063 -×××× ||
Thread Inspection of Casing, Tubing, Line ⌘ = = = = = ⌘
Pipe and New Rotary Shouldered Connection

归口单位： 全国几何量长度计量技术委员会

主要起草单位： XXX

XXX

参与起草单位： XXX

XXX

本规范委托全国几何量长度计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：XXX

XXX

参加起草人：XXX

XXX

目 录

引 言.....	II
1 范围.....	3
2 引用文件.....	3
3 术语和计量单位.....	3
4 概述.....	4
5 计量特性.....	4
6 校准条件.....	8
7 校准项目和校准方法.....	8
8 校准结果表达.....	16
9 复校时间间隔.....	16
附录 A.....	18
附录 B.....	19
附录 C.....	20
附录 D.....	27

引言

本规范依据JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》编制。

本规范参照下列标准起草：API SPEC 7-2 第二版 2017 旋转台肩式螺纹连接的加工和测量规范（Threading and Gauging of Rotary Shouldered Connections）、API SPEC 5B 第十六版 2017 套管、油管 and 管线管螺纹的加工、测量和检验规范（Threading, Gauging, and Inspection of Casing, Tubing, and Line Pipe Threads）。

本规范代替JJF 1063-2000《石油螺纹单项参数检查仪校准规范》。

本规范与JJF 1063-2000相比，除编辑性修改外，主要技术内容变化如下：

- 增加了术语“标准位移发生机构”；
- 对标准样板和单项参数测量仪按适用标准进行了分类；
- 增加了单项参数测量仪及标准样板的种类及对应名义值与公差（见正文中表2、表3等，及附录D）；
- 修改计量特性“示指误差的最大差”为“示指误差的最大值”；
- 修改校验仪的示指误差最大值和测量重复性的最大允许值由0.005mm、0.002mm提高到0.002mm、0.0005mm。

本规范所代替规范的历次版本发布情况为：

- JJF 1063-2000。

石油螺纹单项参数检查仪校准规范

1 范围

本规范适用于石油螺纹单项参数检查仪(以下简称单项仪)的校准及使用中检查。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJF1001-2011 通用计量术语及定义

JJF1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJF1071-2010 国家计量校准规范编写规则

GB/T 14791 螺纹 术语

JB/T 13046-2017 石油管螺纹参数测量仪

API SPEC 7-2 第二版 2017 旋转台肩式螺纹连接的加工和测量规范(Threading and Gauging of Rotary Shouldered Connections)

API SPEC 5B 第十六版 2017 套管、油管 and 管线管螺纹的加工、测量和检验规范(Threading, Gauging, and Inspection of Casing, Tubing, and Line Pipe Threads)

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语和计量单位

GB/T 14791-2013、JB/T 13046-2017 中界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1 标准位移发生机构

校验仪中用于产生标准位移的单元。可以是千分鼓轮、高精度位移传感器、激光干涉仪等，但需经国家级法定计量校准机构校准并满足精度使用要求。

3.2 计量单位

本规范采用国家法定计量单位。对于英制单项仪，应选择近似本规范确定的量值进行校准。校准过程中应使单项仪的量值为最小分度的整数倍。

4 概述

石油螺纹包括旋转台肩式连接螺纹、套管螺纹、油管螺纹、管线管螺纹和抽油杆螺纹；单项仪是用于检测石油螺纹及其标准器的仪器，包括校验仪、标准样板和单项参数测量仪等，其部分结构示意图见标准 JB/T 13046-2017。

4.1 校验仪

校验仪是用于校准单项参数测量仪的示值误差及其测量重复性的仪器，由标准位移发生机构及单项参数测量仪装卡机构组成。

4.2 单项参数测量仪

单项参数测量仪，也叫单项参数量规，是用于测量石油螺纹的单项参数的专用计量器具，由指针式或数显式指示表和机械机构组成。

单项参数测量仪包括：内/外螺纹螺距测量仪，内、外螺纹锥度测量仪，内、外螺纹高度测量仪，内、外螺纹牙顶高测量仪，内、外螺纹顶（底）径及椭圆度测量仪，内、外螺纹中径测量仪，偏梯形螺纹牙厚测量仪，凹痕探测仪，接箍螺纹同轴度量规，内、外密封面直径测量仪，内密封面深度测量仪，钻杆螺纹同轴度量规，偏梯形螺纹消失点量规、槽径规等。按对应标准不同分为：API 5B 螺纹用单项参数测量仪、API 7-2 螺纹用单项参数测量仪、API 6A 用单项参数测量仪。

4.3 标准样板

标准样板，也叫标准块，包括用于设定单项参数量规的测量零点的标准器，如：内、外螺纹顶（底）径标准块（杆），偏梯形螺纹牙厚标准块，牙顶高标准块，螺纹高度标准块，螺距标准块，内、外密封面直径测量仪标准块（杆），内、外螺纹中径测量仪标准块（杆）、槽径规标准块等，以及偏梯形螺纹槽宽标准块，牙形样板，球形测头。

5 计量特性

5.1 示值误差

利用高精度仪器对单项仪进行校准时，测得的单项仪的示值与标准值之差。示值误差的最大值是指在测量量程范围内，计算得到的示值误差的最大值。

5.2 重复性

利用高精度仪器对单项仪进行校准时，在相同测量条件下，在指定位置的多次校准结果的最大值与最小值之差。

单项仪的计量性能要求见表 1、表 2、表 3 和表 4。

表 1.校验仪的计量性能要求

类型	校准项目	最大允许值(mm)
校验仪	示值误差的最大值	0.002
	重复性	0.0005

表 2.标准样板的计量性能要求

类型	校准项目	最大允许偏差
旋转台肩式螺纹高度标准块	高度	±0.004 mm
圆螺纹高度标准块、圆螺纹牙顶高标准块	高度	±0.004 mm
	V 形牙牙侧角	±15'
	V 形牙截顶量	±0.005 mm
偏梯形螺纹高度标准块	高度	±0.004 mm
螺距标准块	相邻牙之间的距离	±0.003 mm
	任意两牙之间的距离	±0.005 mm
	V 形牙牙侧角	±10'
螺纹中径测量仪标准块(杆)、密封面直径测量仪标准块(杆)	尺寸	±0.008 mm
	平行度	0.006 mm
	平面度	0.006 mm
螺纹顶(底)径标准块(杆)	尺寸(C9、C10、C11 和 C12 处)	±0.006 mm
	尺寸(L10 和 M12 处)	±0.008 mm

	平面度	0.003 mm
螺纹牙形样板	牙侧角	±20'
	牙侧直线度	±0.020 mm
	螺纹高度	±0.010 mm
	螺距	±0.012 mm
偏梯形螺纹牙厚标准块	牙厚	${}^0_{-0.010}$ mm
	牙侧角	±10'
	螺纹高度	±0.010 mm
偏梯形螺纹槽宽标准块	槽宽	通端: ${}^0_{-0.010}$ mm; 止端: ${}^{+0.010}_0$ mm;
	牙侧角	±10'
	螺纹高度	±0.010 mm
各种标准块	工作面磨损和锈蚀深度	0.003 mm
圆螺纹标准牙型胶片 (牙型放大 50 倍时)	牙型角	±10'
	螺纹高度	±0.13mm
	螺距	±0.013mm
偏梯形螺纹标准牙型胶片 (牙型放大 50 倍时)	牙侧角	±10'
	螺纹高度	±0.13 mm
	牙厚	±0.20 mm
	螺距	±0.013mm

表 3. 单项参数测量仪的计量性能要求

类型	示值误差的最大值(mm)	重复性(mm)
旋转台肩式螺纹螺距测量仪	0.010	0.003
旋转台肩式螺纹高度测量仪	0.010	0.003

旋转台肩式螺纹锥度测量仪		0.020	0.005	
旋转台肩式螺纹同轴度量规		0.015	0.005	
槽宽测量仪		0.020	0.005	
内密封面深度测量仪		0.020	0.005	
偏梯形螺纹牙厚测量仪		0.020	0.005	
偏梯形螺纹消失点量规		0.015	0.005	
螺纹顶（底）径及椭圆度测量仪		0.020	0.005	
内螺纹锥度测量仪（≤5 inch）		0.025	0.005	
内螺纹锥度测量仪（>5 inch） 及外螺纹锥度测量仪		0.020	0.005	
螺纹螺距测量仪		0.020	0.005	
圆螺纹高度测量仪		0.015	0.005	
偏梯形螺纹高度测量仪		0.013	0.003	
螺纹牙顶高测量仪		0.013	0.004	
螺纹中径测量仪		0.020	0.005	
密封面直径测量仪		0.020	0.005	
凹痕探测仪		0.015	0.005	
接箍螺纹同轴度量规		0.020	0.005	
测量仪用 指示表	量 程	(0~25.4)mm	0.025	0.005
		(0~12.7)mm	0.025	0.005
		(0~2.54)mm	0.013	0.005
		(0~0.51)mm	0.005	0.005

表 4. 单项参数测量仪的触头计量性能要求

触头名称	校准项目	最大允许值(mm)
------	------	-----------

球型触头	直径偏差	±0.051
	球度	0.010
尖型触头	锥尖磨损量	0.013

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：校验仪、标准样板的校准环境温度为 $(20\pm 1)^\circ\text{C}$ ，被校准仪器温度平衡时间不少于24h；单项参数测量仪的校准环境温度： $(20\pm 3)^\circ\text{C}$ ，被校准仪器温度平衡时间不少于6h。

6.1.2 相对湿度：不大于80%。

6.1.3 仪器周围不应有明显震动。

6.2 测量标准及其它设备

常见的单项仪校准用仪器设备见表5。在满足计量性能要求的前提下，本规范不排斥采用其它校准仪器设备。

表5. 校准项目和校准用标准器及其它设备

序号	被校仪器类型	校准项目	校准用标准器及其它设备
1	校验仪	示值误差	激光干涉仪，测量不确定度： $\leq 0.2\mu\text{m}$ ； 测长仪，测量不确定度： $\leq 0.5\mu\text{m}/100\text{mm}$ ； 坐标测量机，测量不确定度： $\leq 0.5\mu\text{m}/100\text{mm}$ ；
		重复性	
2	单项参数测量仪	示值误差	校验仪，测量不确定度： $\leq 2\mu\text{m}$ ；
		重复性	测长仪，测量不确定度： $\leq 2\mu\text{m}/100\text{mm}$ ；
3	标准样板	尺寸	坐标测量机，测量不确定度： $\leq 1\mu\text{m}/100\text{mm}$ ； 测长仪，测量不确定度： $\leq 1\mu\text{m}/100\text{mm}$ ；
		形状	轮廓仪，测量不确定度： $\leq 1\mu\text{m}/100\text{mm}$ ； 影像测量仪，测量不确定度： $\leq 2\mu\text{m}$ ；

7 校准项目和校准方法

7.1 校准前检查

7.1.1 外观检查

新制造的单项仪应具有清晰、完整、准确的名称、型号、制造厂、制造年月、出厂编号及反映符合某标准（API 7-2, API 5B）的标志等标识，刻线应清晰、均匀，不应有碰伤、锈蚀、明显划痕、带磁以及镀层脱落。使用中及修理后的单项仪，不允许有影响计量性能的外观缺陷。

仪器各部件齐全且连接良好，各旋钮、按键及相应功能应能正常工作，无影响使用性能的缺陷。

7.1.2 校验仪各部分相互作用

校验仪的装卡机构应能可靠的装卡被检单项参数测量仪，锁紧应牢固可靠；标准位移发生机构应运行平稳，无阻滞、跳数等现象。

7.1.3 单项参数测量仪各部分相互作用

单项参数测量仪的测杆运动应平稳，指针式指示表的指针运动应无迟滞、卡阻或突跳等现象，表盘盘面应平整、分度应清晰明确，表蒙应光滑干净透明、不影响准确读数；数显式指示表的数字显示应清晰、稳定；测量触头的拆卸和安装应方便可靠，拧紧后应牢固；各种机械调整和锁紧机构应能可靠工作。

7.2 校准项目

单项仪的校准项目主要有：外观及相互作用检查（见7.1）及表1、表2、表3、表4中各项目的校准。

7.3 校准方法

7.3.1 校验仪的校准

7.3.1.1 安装过程

将激光干涉仪移动镜安装在万能测长仪移动轴尾部，调整光轴，使激光干涉仪能读取测长仪移动轴的位移量。在测长仪上安装砝码，使移动轴的测力为 1N。从校验仪上取下标准位移发生机构，将其安装在万能测长仪工作台上，保证测长仪测量端与标准位移发生机构测量端接触。

调整标准位移发生机构，使其位移运动轴线与激光干涉仪测量线重合或平行，使测量过程符合阿贝原则。

7.3.1.2 校验仪示值误差的最大值的校准

正行程校准时，应先标准位移发生机构从空置状态压缩 1mm 左右，作为其零位，并将激光干涉仪的示值设置为零。旋转标准位移发生机构，使其示值到达各校准点（见表 6），记录激光干涉仪对应的示值，则校验仪各校准点的正向行程的示值误差=校准点读值-激光干涉仪示值。

表 6 校验仪的校准点

校准项目	校准点（mm）
示值误差	0; 1.00; 2.024; 3.136; 4.248; 5.412; 7.500; 10.750; 12.900; 15; 17.67; 20; 22.50; 25; 30（如有）; 40（如有）; 50（如有）
重复性	1; 15; 20

反行程校准时，应先将标准位移发生机构位移运动至大于最大受检点约 1mm，然后沿反行程方向移至最大受检点，并将激光干涉仪的示值也设置为最大受检点值。旋转标准位移发生机构，使其示值到达各校准点（见表 6），记录激光干涉仪对应的示值，则校验仪各校准点的反向行程的示值误差=校准点读值-激光干涉仪示值。

正行程各校准点的示值误差（取其绝对值）中的最大值称为正行程示值误差的最大值，同理可以求出反行程示值误差中的最大值；二者中的较大值应符合表 1 的规定。

注意，在任意次校准过程中，不要改变标准位移发生机构的运动方向。

7.3.1.3 校验仪重复性的校准

沿正方向使标准位移发生机构的位移达到表 6 所列重复性的每一受检点，记录激光干涉仪的示值；重复该过程，在该受检点测量 10 次，激光干涉仪 10 次示值中最大值与最小值的差值即为该校准点的重复性。所有受检点的重复性的最大值应符合表 1 规定。

7.3.1.4 校验仪的校准结果

当校验仪的示值误差的最大值和重复性符合本规范表 1 的规定，且外观及相互作用符合 7.1 节的规定时，该校验仪判为符合规范要求，否则为不符合规范要求。

7.3.2 标准样板的校准

在使用一段时间后，标准样板的工作面会发生磨损或锈蚀，可用坐标测量机或

其他类似方法对磨损和锈蚀深度进行测量。标准样板的磨损或锈蚀深度值应不超过本规范表2中的相应规定。

7.3.2.1 螺距标准块的校准

螺距标准块包括圆螺纹螺距标准块和偏梯形螺纹螺距标准块。螺距标准块的校准项目是标准块的各牙间距离及牙侧角，其名义值见附录D。圆螺纹螺距标准块的工作面是牙槽的两个对称斜面；偏梯形螺纹螺距标准块的工作面是牙槽的 3° 斜面。

7.3.2.1.1 偏梯形螺纹螺距标准块的校准

偏梯形螺纹螺距标准块的牙间距离是指标准块 3° 斜面之间的距离。在具有探针对中功能的坐标测量机上，选用 $\phi 1.5\text{mm}$ 球形测头对标准块 3° 斜面之间的距离进行测量。测量时球形测头应同时与 3° 斜面和牙底面接触，测量位置如图1所示。测量应在螺距标准块宽度范围内分3条线进行。坐标测量机校准得到的测量结果与附录D中对应的名义值之差，不得超出表2的规定值。

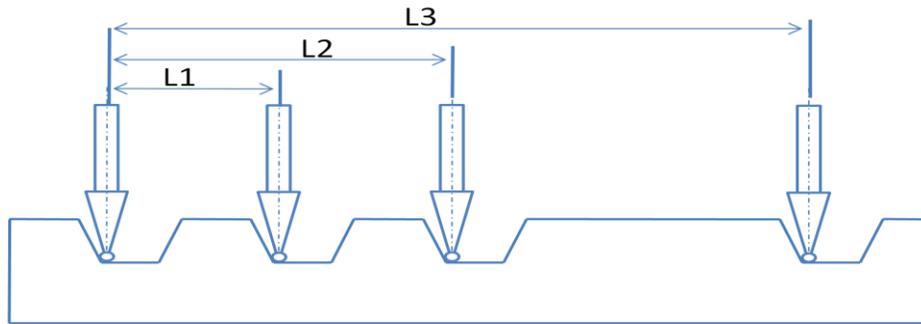


图1. 偏梯形螺纹螺距标准块牙间距离校准示意图

偏梯形螺纹螺距标准块的牙侧角是指标准块的 3° 角和 10° 角。利用 $\phi 1.5\text{mm}$ 球形测头的坐标测量机对标准块 3° 斜面和 10° 斜面分别进行测量，所测斜面与标准块上表面的法平面的夹角即为牙侧角实测值，其与牙侧角名义值之差，不得超出表2的规定。

圆螺纹螺距标准块、螺纹牙形样板的校准，参见偏梯形螺纹螺距标准块的校准。

7.3.2.2 螺纹高度标准块的校准

对V形牙型，选用 $\phi 1.5\text{mm}$ 球形测头，利用坐标测量机对螺纹高度标准块进行测量，如图2所示。测量直线a1和a2并拟合为基准线，扫描测量标准块a3圆弧形成点集，则a3圆弧点集中各点到基准线的距离的最大值为螺纹高度标准块的高度值。测量斜线b和c，则斜线b和c分别与基准线的法线所形成的角度为牙侧角。斜线b

和 c 的拟合交点到基准线的距离，减去螺纹高度标准块的高度值，即为标准块 V 形牙截顶量。测量应在螺纹高度标准块宽度范围内分 3 条线进行。

对 U 形牙型，测量上表面直线与底面直线，则两直线间距离则为所求标准块的高度值。

坐标测量机测量得到的标准块的测量结果与附录 D 中对应的名义值之差，不得超出表 2 的规定。

同理，按上述过程，可以实现牙顶高标准块的校准。

偏梯形牙厚标准块、偏梯形槽宽标准块的校准过程与螺纹高度标准块的校准类似。需要注意的是偏梯形牙厚标准块、偏梯形槽宽标准块的校准内容是中径牙厚，即测量从牙型顶部向下 0.7875mm 处的牙型宽度。其名义值附录 D，公差见表 2。

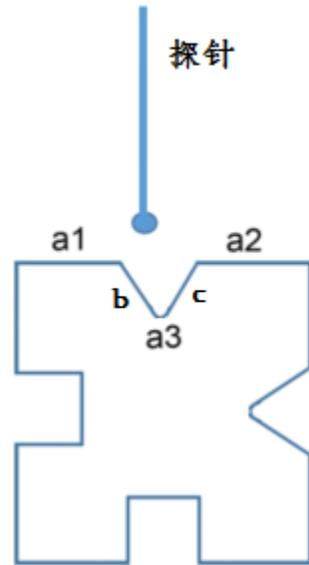
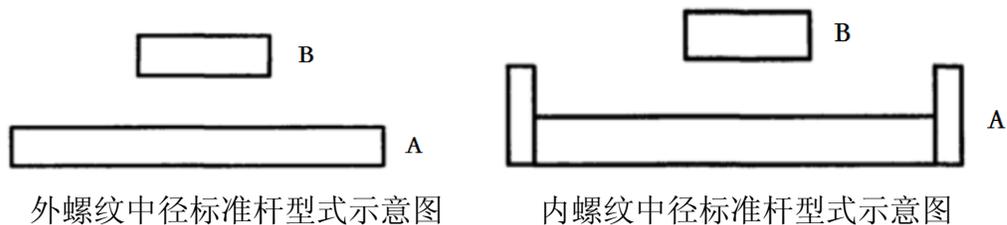


图2. 螺纹高度标准块校准示意图

7.3.2.3 螺纹中径测量仪标准块（杆）的校准

螺纹中径测量仪标准块（杆）是对螺纹中径测量仪进行长度设置的标准器，一般来说每组块（杆）有A、B两种，如图3所示。



外螺纹中径标准杆型式示意图

内螺纹中径标准杆型式示意图

图3. 螺纹中径测量仪标准块（杆）校准示意图

利用坐标测量机对A杆校准时，分别在两个工作面上至少均匀分布测量5个点，计算各工作面的平面度、两个工作面的平行度及距离。坐标测量机所得到的测量结果与附录D中对应的名义值之差，不得超出表2的规定。

同理，可得密封面直径测量仪标准杆、螺纹顶（底）径标准块（杆）的校准。

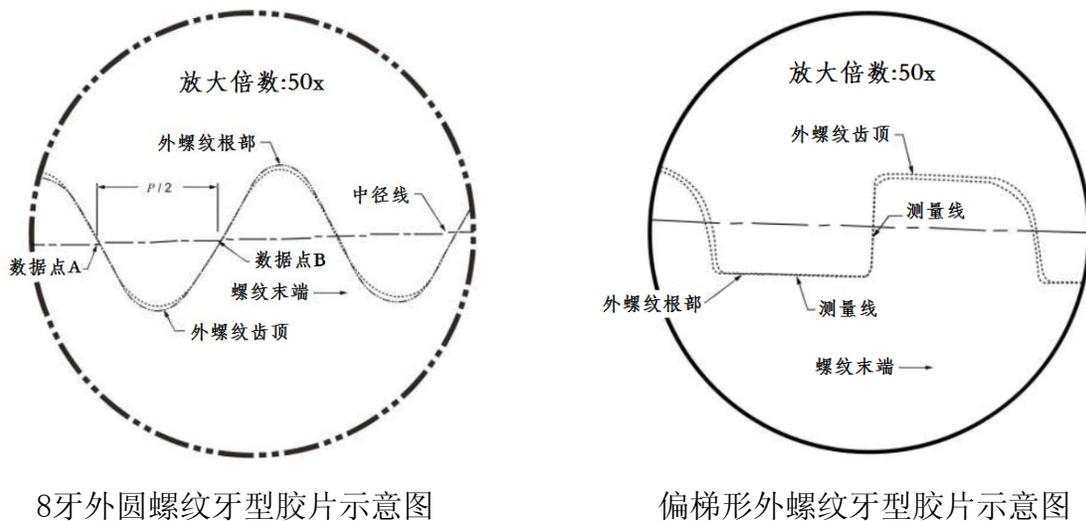
7.3.2.4 螺纹标准牙型胶片的校准

7.3.2.4.1 圆螺纹牙型胶片的校准

将被测牙型胶片放置在影像测量仪工作台上，关闭顶光源，用底光源照明，保证牙型胶片成像清晰、轮廓对比明显。调整被测牙型轮廓图，使影像测量仪影像视野图像中的横向中心线与牙型胶片中的中径线重合，如图4所示。

采集牙型胶片的牙型轮廓与中径线的交点A和B，计算点A和B间距离即为胶片螺距值的一半。采集点A所在牙侧轮廓线和点B所在牙侧轮廓线，计算两轮廓线的夹角即为牙型角。测量螺纹牙顶轮廓形成测量点集，计算得到该点集中各点到中径线的距离的最大值即为牙顶高；同理，测量螺纹根部轮廓形成测量点集，计算得到该点集中各点到中径线的距离的最大值即为牙根高。则：螺纹高度=牙顶高+牙根高。

影像测量仪所得到的测量结果与附录D中对应的名义值之差，不得超出表2的规定。



8牙外圆螺纹牙型胶片示意图

偏梯形外螺纹牙型胶片示意图

图4. 螺纹牙型胶片校准示意图

7.3.2.4.2 偏梯形螺纹牙型胶片的校准

偏梯形螺纹牙型胶片的螺距、螺纹高度、牙型角、牙厚的校准过程与圆螺纹牙型胶片的校准过程相似，具体参考7.3.2.4.1。

7.3.3 单项参数测量仪的校准

根据使用方法的不同，单项参数测量仪分三类进行校准：接箍螺纹同轴度量规、使用时单向测量类单项参数测量仪、以及其他单项参数测量仪。

7.3.3.1 接箍螺纹同轴度量规的校准

接箍螺纹同轴度量规是一种平衡式量规，它的触头在原始状态下可以向两个方向运动。这种量规示值误差的校准按正反双方向进行。

确保量规在空置状态下指针指向0位置。将量规稳定装卡在校验仪上，调整被检量规与校验仪标准位移发生机构的相对位置（确保被检量规的运动方向与校验仪标准位移发生机构的运动方向在同一直线上或平行），使量规触头卡在校验仪推杆的V形牙内，沿某一方向旋转标准位移发生机构使之产生位移，观察验证校验仪能否推动量规运行时表盘指针在满量程内平稳运动，不允许发生指针跳动和迟滞现象。

接箍螺纹同轴度量规示值误差按表盘每圈10个等分间隔校准（从0位置开始，分别向正反两方向进行校准），记录每个校准点的校验仪示值（在被检量规的0位置，对校验仪的示值置零）。每个校准点，量规示值减去校验仪示值即是量规在该校准点的示值误差。正反双方向的所有校准点的示值误差中最大与最小之差（若最大值与最小值同为正值或负值，则取二者绝对值的最大值）称为该量规的示值误差最大值。

所得到的测量结果，不得超出表3的规定。

7.3.3.2 使用时单向测量类单项参数测量仪的校准

对螺纹高度测量仪、锥度测量仪、钻杆螺纹同轴度量规、内密封面深度测量仪、偏梯形螺纹消失点量规、螺纹顶（底）径及椭圆度测量仪、牙顶高测量仪、中径测量仪、直径测量仪、凹痕探测仪，在实际使用过程中，运动方向都是从空置状态压向实际测量位置方向。

对该类单项参数测量仪的校准，按表盘每圈4个等分间隔（如行程不到一圈，则需至少完成6个等间距的测量）进行使用方向的单向校准（从空置状态压紧1/4圈为校准起始点，此时被检单项参数测量仪的指针置为0位置，校验仪的示值置零），

记录每个校准点的校验仪示值。每个校准点，单项参数测量仪示值减去校验仪示值即是单项参数测量仪在该校准点的示值误差，所有校准点的示值误差中最大与最小之差（若最大值与最小值同为正值或负值，则取二者绝对值的最大值）称为该单项参数测量仪的示值误差最大值。

所得到的测量结果，不得超出表3的规定。

7.3.3.3 其他单项参数测量仪的校准

对螺距测量仪、槽宽测量仪、偏梯形螺纹牙厚测量仪，为双测头的单向运动的测量仪，参考接箍螺纹同轴度量规的校准。

7.3.3.4 单项参数测量仪的重复性校准

示值误差校准后，不改变单项参数测量仪装卡，沿示值误差的校准方向，反复10次使单项参数测量仪指针指向一个固定示值（即在某一固定位置进行重复性测量），记录的校验仪10次示值中的最大示值与最小示值的差值即是该单项参数测量仪的重复性。所得到的重复性测量结果，不得超出表3的规定。

7.3.4 单项参数测量仪触头的校准

单项参数测量仪的测量触头分为：锥形触头和球形触头。锥形触头的校准内容是触头锥尖的磨损量；球形触头的校准内容是触头的名义尺寸和球度。球形触头的尺寸见附录D。

对锥形触头，将被检单项参数测量仪触头放在螺纹高度标准块U形牙内，使单项参数测量仪示值置零，然后将被检单项参数测量仪触头放在标准块相应的V形牙内，记录该单项参数测量仪的示值。单项参数测量仪触头在U形牙内和在V形牙内的示值变动量即为锥尖磨损量，该值不得超出表4的规定。

对球形触头，用测长仪沿球面任意方向测得6个不同位置的直径，每个测量值与附录D中所列名义值之差为直径偏差，测量值中得最大值与最小值之差为球度，直径偏差和球度均不得超出表4的规定。

7.3.5 单项仪的校准结果

单项仪的外观、相互作用、示值误差及重复性等校准项目符合本规范的规定时，该单项仪判为合格，否则判为不合格。当对校准结果有争议时，由国家最高法定计量检定机构进行评判。

8 校准结果表达

8.1 校准结果处理

校准结果应按照本规范第7部分的规定计算获得。原始记录格式参考附录A，校准证书格式参考附录B，校准结果的测量不确定度按照JJF 1059.1-2012进行评定，测量不确定度评定示例见附录C。

8.2 校准证书

经校准的单项仪应出具校准证书。

校准结果应在校准证书上反映。校准证书包括的信息应符合JJF 1071的要求，应至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 校准实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 送校单位的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识，如名称、型号规格、编号、生产厂；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称和代号；
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- l) 对校准规范的偏离的说明；
- m) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；
- n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- o) 复校时间间隔的建议；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过12个月。

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身状态和质量等诸多因素所决定的。因此,送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

原始记录参考格式

校准证书编号		原始记录编号			日期	
委托单位						
仪器名称		型号				
制造厂		出厂编号				
校准地点						
校准日期		环境温度/℃				
相对湿度/%		其它				
依据技术文件						
标准器 1 名称	证书编号	测量不确定度	有效期			
标准器 2 名称	证书编号	测量不确定度	有效期			
校准员		核验员				

原始记录：示值误差测量数据表

测量点	测量标准值	仪器示值	示值误差	测量不确定度($k=2$)	测量点	测量标准值	仪器示值	示值误差	测量不确定度($k=2$)

原始记录：重复性测量数据表

测量点	测量标准值	仪器示值	测量重复性	测量不确定度($k=2$)	测量点	测量标准值	仪器示值	测量重复性	测量不确定度($k=2$)
测量位置 1					测量位置 2				

附录 B

证书内页参考格式

校准证书编号：

校准地点		环境温度/℃	
相对湿度/%		依据技术文件	
标准器 1 证书编号		标准器 1 证书有效期	
标准器 2 证书编号		标准器 2 证书有效期	
标准器 3 证书编号		标准器 3 证书有效期	

校准结果

外观	
相互作用	
示值误差	
重复性	
测量不确定度	

以下空白

附录 C

C.1 校验仪校准测量不确定度分析

用万能测长仪和激光干涉仪组合装置校准校验仪(主要是其标准位移发生机构,以千分鼓轮为例)的示值误差和测量重复性,进而判断其是否符合计量性能要求。

C.1.1 测量模型

$$L_M = L_S + \alpha \cdot L_S \cdot \Delta t + \Delta E_V + \Delta E_I + \Delta E_F \quad (\text{C.1.1})$$

式中: L_M —校验仪千分鼓轮的示值;

L_S —激光干涉仪的示值;

$\alpha, \Delta t$ —千分鼓轮线性热胀系数及其与 20℃ 的温度差值;

ΔE_V —操作者视觉导致的分量;

ΔE_I —校准装置安装调整导致的分量;

ΔE_F —千分鼓轮测杆端面与其轴线垂直度引起的分量。

C.1.2 灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial L_M}{\partial L_S} = 1$$

$$c_2 = \frac{\partial L_M}{\partial \Delta t} = \alpha L_S$$

$$c_3 = \frac{\partial L_M}{\partial \Delta E_V} = 1$$

$$c_4 = \frac{\partial L_M}{\partial \Delta E_I} = 1$$

$$c_5 = \frac{\partial L_M}{\partial \Delta E_F} = 1$$

C.1.3 标准不确定度

校准不确定度是由校准误差源的不确定度构成的,校准误差源的不确定度如下。

C.1.3.1 激光干涉仪测长的标准不确定度 u_1

激光干涉仪的测长不确定度为 $1.5\mu\text{ m/m}$, 校验仪千分鼓轮的校准行程是 25mm, 利用激光干涉仪作为长度校准标准, 其长度测量不确定度为 $0.04\mu\text{ m}/25\text{mm}$, 它为均匀分布, 包含因子 $k_I=\sqrt{3}$, 所以测长标准不确定度为

$$u_1 = 0.04 \mu\text{m} / \sqrt{3} \cong 0.02 \mu\text{m} \quad (\text{C.1.2})$$

C.1.3.2 操作者视觉导致的标准不确定度 u_2

校准时操作者对刻线视觉带来的测量不确定度约为 $0.5 \mu\text{m}$ ，服从正态分布，包含因子 $k_2=2$ ，操作者视觉引起的标准不确定度为

$$u_2 = 0.5 \mu\text{m} / 2 = 0.25 \mu\text{m} \quad (\text{C.1.3})$$

C.1.3.3 校准装置安装调整导致的测量的标准不确定度 u_3

激光干涉仪的光轴与校验仪测杆不平行会引起测量误差，设两轴夹角为 $10'$ ，则 25mm 测长的误差是 $0.1 \mu\text{m}$ ，服从均匀分布，其包含因子 $k_3=\sqrt{3}$ ，所以

$$u_3 = \frac{0.1}{\sqrt{3}} \cong 0.06 \mu\text{m} \quad (\text{C.1.4})$$

C.1.3.4 由温度测量不准确引起的标准不确定度 u_4

校验仪用激光干涉仪材料温度修正系统进行温度修正， $U_T=1^\circ\text{C}$ ，服从均匀分布，包含因子 $k_4=\sqrt{3}$ ，所以

$$u_4 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cong 0.6^\circ\text{C} \quad (\text{C.1.5})$$

C.1.3.5 千分鼓轮测杆端面与其轴线垂直度引起的长度测量的标准不确定度 u_5

千分鼓轮测杆端面与其轴线垂直度误差会引起长度测量误差；二者的垂直度公差值为 $2 \mu\text{m} / 10 \text{mm}$ ，设测长仪测球与千分鼓轮测杆轴线偏心 0.5mm ，由此引起的测量不确定度为 $0.2 \mu\text{m}$ ，服从反正弦分布，包含因子 $k_5=\sqrt{2}$ ，所以

$$u_5 = \frac{0.2}{\sqrt{2}} \cong 0.14 \mu\text{m} \quad (\text{C.1.6})$$

C.1.3.6 千分鼓轮线膨胀系数引起的长度测量的标准不确定度 u_6

考虑到千分鼓轮线膨胀系数与被测量规的材料都为钢制，温度变化对两者的影响相等，可认为相互抵消，不会引起长度测量误差。

C.1.4 合成标准不确定度

上述校准误差源彼此独立，测量长度为 25mm ，所以合成标准不确定度由下式计算：

$$u_c = \sqrt{(c_1 u_1)^2 + (c_2 u_2)^2 + (c_3 u_3)^2 + (c_4 u_4)^2 + (c_5 u_5)^2}$$

$$= \sqrt{0.02^2 + 0.25^2 + 0.06^2 + 0.17^2 + 0.14^2} = 0.35 \mu\text{m} \quad (\text{C.1.7})$$

C.1.5 扩展不确定度

$U=ku_c$, 取包含因子 $k=2$, 则

$$U=2 \times 0.35=0.7 \mu\text{m} \quad (\text{C.1.8})$$

C.2 标准样板校准不确定度分析

以螺距标准块为例。用具有探针对中功能的坐标测量机校准螺距样板的牙间距离，进而判断其是否符合计量性能要求。

C.2.1 测量模型

$$L=L_z+\Delta E_z \quad (\text{C.2.1})$$

式中： L —螺距样板的牙间距离；

L_z —坐标测量机的读数值；

ΔE_z —坐标测量机自定中心分量。

C.2.2 灵敏系数

$$C_1 = \frac{\partial L}{\partial L_z} = 1$$

$$C_2 = \frac{\partial L}{\partial \Delta E_z} = 1$$

C.2.3 标准不确定度

校准不确定度是由校准误差源的测量不确定度构成的，校准误差源的测量不确定度如下。

C.2.3.1 坐标测量机长度测量的标准不确定度 u_1

本规范规定用于校准螺距样板的坐标测量机的长度测量不确定度 U_{95} 应优于 $0.7\mu\text{m}/100\text{mm}$ ，螺距样板的牙间距离一般不超过 100mm ，坐标测量机长度测量服从正态分布，包含因子 $k_1=2$ ，所以

$$u_1=0.7/2 \cong 0.35\mu\text{m} \quad (\text{C.2.2})$$

C.2.3.2 坐标测量机自定中心的标准不确定度 u_2

坐标测量机 10 次自定中心，用贝塞尔法评定：

$$u_2=0.15\mu\text{m} \quad (\text{C.2.3})$$

C.2.4 合成标准不确定度

上述校准误差源彼此独立，所以合成标准不确定度由下式计算：

$$\begin{aligned} u_c &= \sqrt{(c_1 u_1)^2 + (c_2 u_2)^2} \\ &= \sqrt{0.35^2 + 0.15^2} \cong 0.38\mu\text{m} \end{aligned} \quad (\text{C.2.4})$$

C. 2.5 扩展不确定度

$U = ku_c$ 。取 $k=2$ ，于是扩展不确定度为：

$$U = 2 \times 0.38 = 0.76 \mu \text{ m} \quad (\text{C. 2.5})$$

C.3 单项参数测量仪校准不确定度分析

用校验仪校准单项参数测量仪的示值误差和测量重复性，进而判断其是否符合计量性能要求。

C.3.1 测量模型

$$L_D = L_M + \alpha L_M \Delta t + \Delta E_V + \Delta E_I + \Delta E_F \quad (\text{C.3.1})$$

式中： L_D —单项参数测量仪的示值；

L_M —校验仪的读数值；

α 、 Δt —单项参数测量仪线性热胀系数及其与校验仪的温度差值；

ΔE_V —操作者视觉导致的分量；

ΔE_I —校准安装调整导致的分量。

C.3.2 灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial L_D}{\partial L_M} = 1$$

$$c_2 = \frac{\partial L_D}{\partial \Delta t} = \alpha L_M$$

$$c_3 = \frac{\partial L_D}{\partial \Delta E_V} = 1$$

$$c_4 = \frac{\partial L_D}{\partial \Delta E_I} = 1$$

C.3.3 标准不确定度

校准不确定度是由校准误差源的不确定度构成的，校准误差源的不确定度如下。

C.3.3.1 校验仪示值的标准不确定度 u_1

校验仪示值不确定度为 $2\mu\text{m}$ ，服从正态分布，包含因子 $k_1=2$ ，其标准不确定度为

$$u_1 = 2\mu\text{m} / 2 = 1.0\mu\text{m} \quad (\text{C.3.2})$$

C.3.3.2 温度引起的长度测量的标准不确定度 u_2

在校准过程中单项参数测量仪与校验仪有温度差，温度不确定度 $U_T=1^\circ\text{C}$ ，服从

均匀分布，包含因子 $k_2 = \sqrt{3}$ ，则温度标准不确定度为

$$u_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cong 0.6^\circ\text{C} \quad (\text{C. 3.3})$$

C. 3.3.3 操作者读数的标准不确定度 u_3

校准时操作者需要对准单项参数测量仪表盘刻度值，表盘刻度的最小分度值是 $10\mu\text{m}$ ，对准方式为线线对准，刻度线之间的距离是 1mm ，操做者对线所产生的测量不确定度约为 $2\mu\text{m}$ ，服从正态分布，其包含因子 $k_3=2$ ，所以由读数引起的标准不确定度为

$$u_3 = 2\mu\text{m} / 2 \cong 1.0\mu\text{m} \quad (\text{C. 3.4})$$

C. 3.3.4 单项参数测量仪装卡导致的测量的标准不确定度 u_4

单项参数测量仪装卡在校验仪上，单项参数测量仪触头会偏离校验仪测杆的轴线，千分鼓轮测杆端面与其轴线有垂直度误差(二者的垂直度为 $2\mu\text{m}/10\text{mm}$)，设单项参数测量仪触头偏离校验仪测杆的轴线 1mm ，由此引起的测量不确定度为 $0.4\mu\text{m}$ ，服从反正弦分布，包含因子 $k_4 = \sqrt{2}$ ，所以

$$u_4 = \frac{0.4}{\sqrt{2}} \cong 0.3\mu\text{m} \quad (\text{C.3.5})$$

C. 3.4 合成标准不确定度

上述校准误差源彼此独立，所以合成标准不确定度由下式计算：

$$\begin{aligned} u_c &= \sqrt{(c_1 u_1)^2 + (c_2 u_2)^2 + (c_3 u_3)^2 + (c_4 u_4)^2} \\ &= \sqrt{1.0^2 + 0.1^2 + 1.0^2 + 0.3^2} = 1.4\mu\text{m} \quad (\text{C. 3.6}) \end{aligned}$$

C. 3.5 扩展不确定度

$U = k u_c$ ，取包含因子 $k=2$

$$U = 2 \times 1.4 = 2.8\mu\text{m}$$

附录 D

单项仪校准中各参数的名义值

本附录对单项仪校准中常用的各参数的名义值进行归纳整理，方便使用。所列出来的名义值均来源于石油螺纹标准API SPEC 7-2:2017(第二版)、API SPEC 5B:2017(第十六版)。

对于本规范未尽尺寸的名义值请参看标准。

D.1 螺纹高度标准块的名义值，见表D.1、表D.2、表D.3、表D.4所示。

表 D.1 圆螺纹高度标准块名义值

螺纹牙型	U形牙(4 1/2-13 3/8 inch)、V形牙高度(mm)	V形牙牙底半径/截顶高(mm)	V形牙角度	基于针规的V形牙高度(mm)	针规直径(mm)
8-V(管线管)	2.413	0.104	60°	0.252	1.833
11½(管线管)	1.679	0.053	60°	0.169	1.275
8-圆(套管、油管)	1.808	0.432	60°	0.509	1.833
10-圆(油管)	1.412	0.356	60°	0.432	1.466

表 D.2 偏梯形螺纹高度标准块名义值

螺纹尺寸	螺纹高度(mm)
4 1/2~13 3/8 in	1.575
16~20 in	第一台阶:1.468
	第二台阶:1.681

表 D.3 圆螺纹牙顶高标准块名义值

螺纹牙型	U形牙高度(mm)	60° V形牙高度(mm)	V形牙牙底半径/截顶高(mm)	基于针规的V形牙高度(mm)	针规直径(mm)
8-圆(套管、油管)	1.326	1.808	0.432	0.509	1.833
10-圆(油管)	1.043	1.412	0.356	0.432	1.466

表 D.4 旋转台肩式螺纹高度标准块名义值

螺纹牙型	每英寸牙数	锥度(mm/mm)	高度(mm)
V-038R	4	1/6	3.089
V-038R	4	1/4	3.066
V-040	5	1/4	2.974
V-050	4	1/4	3.719
V-050	4	1/6	3.744
V-055	6	1/8	1.417
V-065	4	1/6	2.822
V-076	4	1/8	2.344
90-V-050	3.5	1/4	2.502
90-V-050	3.5	1/6	2.532
90-V-084	3	5/48	2.284

D.2 螺距标准块、偏梯形螺纹牙厚标准块、偏梯形螺纹槽宽标准块的名义值，见表 D.5、表 D.6、表 D.7 所示。

表 D.5 螺距标准块的牙间距离名义值

螺纹长度 (平行于螺纹轴线)	平行于圆锥母线的长度(mm)				
	1:16(锥度)	1:12(锥度)	1:6(锥度)	1:8(锥度)	1:4(锥度)
(mm)					
8.80	8.839	----	----	----	----
12.70	12.706	12.711	12.744	12.725	12.799
25.40	25.412	25.422	25.488	25.450	25.598
38.10	38.119	38.133	38.232	38.174	38.397
50.80	50.825	50.844	50.976	50.899	51.195
63.50	63.531	63.555	63.720	63.624	63.994
76.20	76.237	76.266	76.464	76.349	76.793

88.90	88.943	88.977	89.208	89.073	89.592
101.60	101.650	101.688	101.952	101.798	102.391

表 D.5 螺距标准块的牙间距离名义值 (续)

螺纹长度 (平行于螺纹轴线) (mm)	平行于圆锥母线的长度(mm)				
	90-V-050 1:6 (锥度)	90-V-050 1:4 (锥度)	V-065 1:6 (锥度)	V-076 1:8 (锥度)	90-V-084 5:48 (锥度)
12.70	12.744	12.799	12.744	12.725	12.717
25.40	25.488	25.598	25.488	25.450	25.434
38.10	38.232	38.397	38.232	38.174	38.152
50.80	50.976	51.195	50.976	50.899	50.869
63.50	63.720	63.994	63.720	63.624	63.586
76.20	76.464	76.793	76.464	76.349	76.303
88.90	89.208	89.592	89.208	89.073	89.020
101.60	101.952	102.391	101.952	101.798	101.738

表 D.6 偏梯形螺纹牙厚标准块尺寸

序号	校准内容	名义值 (mm)
1	偏梯形外螺纹中径牙厚	2.540
2	偏梯形内螺纹中径牙厚	2.515

表 D.7 偏梯形螺纹槽宽标准块尺寸

序号	规格	名义值 (mm)	
		T	Z
1	内螺纹	2.565	2.642
2	外螺纹 (1:16, $\leq 7 \frac{5}{8}$)	2.540	2.616
3	外螺纹 (1:16, 1:12, $\geq 8 \frac{5}{8}$)		2.667

D.3 单项参数测量仪用触头的名义值，见表 D.8 所示。

表 D.8 球形触头的尺寸

序号	每英寸牙数	螺纹种类（用途）	触头直径(mm)
1	8	圆螺纹、管线管螺纹（螺距测量仪、锥度测量仪用）	1.829
2	8	圆螺纹（牙顶高测量仪用）	1.829
3	10	圆螺纹（牙顶高测量仪、螺距测量仪、锥度测量仪用）	1.448
4	11 1/2	管线管螺纹（螺距测量仪、锥度测量仪用）	1.270
5	14	管线管螺纹（螺距测量仪、锥度测量仪用）	1.041
6	18	管线管螺纹（螺距测量仪、锥度测量仪用）	0.813
7	27	管线管螺纹（螺距测量仪、锥度测量仪用）	0.533
8	5	偏梯形螺纹（锥度测量仪用）	2.286
9	5	偏梯形螺纹（螺纹消失规用）	1.448
10	5	偏梯形螺纹（螺距测量仪用）	1.575
11	4	V-050、V-038R 旋转台肩接头螺纹（螺距测量仪、锥度测量仪用）	3.658
12	4	V-038R 旋转台肩接头螺纹（螺纹高度测量仪用）	1.829
13	4	V-050 旋转台肩接头螺纹（螺纹高度测量仪用）	1.118
14	5	V-040 旋转台肩接头螺纹（螺距测量仪、锥度测量仪用）	2.921
15	5	V-040 旋转台肩接头螺纹（螺纹高度测量仪用）	0.864
16	6	V-055 旋转台肩接头螺纹（螺距测量仪、锥度测量仪用）	2.438
17	6	V-055 旋转台肩接头螺纹（螺纹高度测量仪用）	1.829
18	3.5	90-V-050 旋转台肩接头螺纹（螺距测量仪、锥度测量仪用）	5.131
19	4	V-065、V-076 旋转台肩接头螺纹（螺距测量仪、锥度测量仪用）	3.658
20	3	90-V-084 旋转台肩接头螺纹（螺距测量仪、锥度测量仪用）	5.994

21	/	90-V-050、V-065、V-076、90-V-084 旋转台肩接头螺纹（螺纹高度测量仪用）	1.829
----	---	--	-------

D.4 螺纹标准牙型胶片的名义值，见表 D.9 所示。

表 D.9 螺纹标准牙型胶片名义值

序号	螺纹类型		校准项目	名义值
1	圆 螺 纹	8 牙	螺距 (mm)	158.750
			牙侧角 (°)	30
			牙顶高 (mm)	43.339
			牙高 (mm)	90.488
2		10 牙	螺距 (mm)	127.000
			牙侧角 (°)	30
			牙顶高 (mm)	33.401
			牙高 (mm)	70.612
3	偏 梯 形 套 管 螺 纹	螺距 (mm)	254.00	
		牙侧角 (°) (4 1/2~13 3/8) in	3; 10	
		牙高 (mm) (4 1/2~13 3/8) in	78.740	
		内、外螺纹牙高 (mm) (≥16in)	第一台阶: 84.074 第二台阶: 73.406	
		内螺纹牙厚 (mm)	125.730	
		外螺纹牙厚 (mm)	127.000	
		内螺纹槽宽 (mm)	128.270	
		外螺纹槽宽 (mm)	127.000	
注：以上数据为牙型放大 50 倍时的牙型数据，其它放大倍数需根据实际比例查看相应标准。				

本规范未尽尺寸的名义值请参看相应的螺纹标准。