



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1108—2003

石油钻具接头螺纹工作量规、圆螺纹 套管工作量规和油管螺纹 工作量规校准规范

Calibration Specification for Working Gauge of Rotary Shouldered
Connections, Round Thread Casing and Tubing

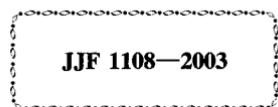
2003-09-23 发布

2003-12-23 实施

国家质量监督检验检疫总局发布

石油钻具接头螺纹工作量规、 圆螺纹套管工作量规和油管 螺纹工作量规校准规范

Calibration Specification for Working
Gauge of Rotary Shouldered Connections,
Round Thread Casing and Tubing



本规范经国家质量监督检验检疫总局于 2003 年 09 月 23 日批准，并自 2003 年 12 月 23 日起施行。

归口单位： 全国几何量长度计量技术委员会

主要起草单位： 中国计量科学研究院

参加起草单位： 中国石油天然气集团石油管材研究所

上海宝山钢铁集团公司钢管厂

宝鸡石油机械厂

天津钢管公司

本规范委托归口单位负责解释

本规范主要起草人：

薛 梓 (中国计量科学研究院)

王正强 (中国计量科学研究院)

参加起草人：

卫尊义 (中国石油天然气集团石油管材研究所)

朱富林 (上海宝山钢铁集团公司钢管厂)

段旭峰 (中国石油天然气集团宝鸡石油机械厂)

冉桂芬 (中国石油天然气集团宝鸡石油机械厂)

李士臣 (天津钢管公司)

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(1)
4.1 表面粗糙度	(1)
4.2 钻具接头螺纹工作量规计量特性	(1)
4.3 圆螺纹套管工作量规和油管螺纹工作量规计量特性	(1)
4.4 结构尺寸要求	(3)
4.5 外观要求	(3)
5 校准条件	(3)
5.1 校准用仪器设备	(3)
5.2 校准环境	(3)
6 校准项目和校准方法	(4)
6.1 钻具接头螺纹工作量规的校准项目	(4)
6.2 圆螺纹套管工作量规、油管螺纹工作量规的校准项目	(4)
6.3 外观检查	(6)
6.4 表面粗糙度的校准	(6)
6.5 量规的测量	(6)
6.6 螺距的数据处理	(8)
6.7 中径圆锥锥度偏差的数据处理	(9)
6.8 螺纹塞规基面中径偏差的数据处理	(12)
6.9 螺纹牙侧角的校准	(14)
6.10 钻具接头螺纹塞规基面大径的校准	(14)
6.11 钻具接头螺纹环规基面小径的校准	(15)
6.12 螺纹长度的校准	(16)
6.13 截顶高的校准	(16)
6.14 紧密距的校准	(16)
6.15 钻具接头螺纹量规其他校准项目	(19)
7 校准结果表达	(19)
8 复校时间间隔	(19)
附录 A 石油钻具接头螺纹工作量规结构和牙形	(20)
附录 B 石油圆螺纹套管、油管螺纹工作量规结构和牙形	(24)
附录 C 圆螺纹套管、油管螺纹量规旋紧扭矩推荐值	(27)
附录 D 最佳测球直径选择和测杆校准	(28)
附录 E 螺距数据处理实例	(30)

附录 F 紧密距超差的处理	(31)
附录 G 校准证书内容	(32)
附录 H 钻具接头螺纹量规和圆螺纹套管量规、油管螺纹量规的 紧密距量值传递图	(33)

石油钻具接头螺纹工作量规、 圆螺纹套管工作量规和油管螺纹工作量规校准规范

1 范围

本校准规范适用于按 API 规范设计、制造、使用的石油钻具接头螺纹工作量规、圆螺纹套管工作量规和油管螺纹工作量规的校准。

2 引用文献

下列文献所包含的条文，通过在本规范中的引用而构成本规范的条文。本规范出版时，所示版本均为有效。所有标准、规范或规程都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

API SPEC 7 2002 第 40 版《旋转钻井钻柱构件规范》 Specification for Rotary Drill Stem Elements

API STD 5B 1996 第年 14 版《套管、油管和管线管螺纹的加工、测量和检验》 Specification for Threading, Gauging, and Thread Inspection of Casing, Tubing, and Line Pipe Threads (U.S. Customary Units)

GB/T 4749 - 1993《石油钻具接头螺纹量规》

GB/T 9253.2 - 1999《石油天然气工业套管、油管和管线螺纹的加工、测量和检验》

3 概述

根据紧密距传递关系，校对量规用于确定工作量规的互换紧密距值，工作量规直接用于检查产品螺纹。工作量规包括螺纹塞规和螺纹环规。塞规检查产品内螺纹，环规检查产品外螺纹。

按钻具接头螺纹的型式，石油钻具接头螺纹工作量规可分为数字型 (NC)、正规型 (REG)、贯眼型 (FH) 和内平型 (IF)。按旋向，可以是右旋或左旋的。

圆螺纹套管量规的标记为 CSG。

油管螺纹量规分为不加厚油管螺纹量规和外加厚螺纹量规，其标记分别为 TBG 和 UPTBG。

4 计量特性

4.1 表面粗糙度

工作量规螺纹牙侧面和测量表面的表面粗糙度 R_a 不得大于 $0.32\mu\text{m}$ 。

4.2 钻具接头螺纹工作量规计量特性

见表 1。

4.3 圆螺纹套管工作量规和油管螺纹工作量规计量特性

见表 2。

表 1 钻具接头螺纹工作量规计量特性

除注明者外，单位均为 mm

塞规			环规	
校准项目		极限偏差	校准项目	极限偏差
基面 中径	$\leq 161.925 (6 \frac{5}{8} \text{ in})$ 和 NC50	± 0.010	基面小径	± 0.051
	$\geq 187.325 (7 \frac{5}{8} \text{ in})$ 和 NC56	± 0.013	螺 距	NC23 ~ NC50 $(2 \frac{3}{8} \sim 5 \frac{1}{2}) \text{ in}$
基面大径		± 0.051		$\geq 161.925 (6 \frac{5}{8} \text{ in})$ 和 NC56
螺 距	$\leq 161.925 (6 \frac{5}{8} \text{ in})$ 和 NC50	± 0.010		$L_R \leq 88.9$ $(\leq 3 \frac{1}{2} \text{ in})$
	$\geq 187.325 (7 \frac{5}{8} \text{ in})$ 和 NC56	± 0.013		$L_R = 92.1 \sim 101.6$ $(3 \frac{5}{8} \text{ in} \sim 4 \text{ in})$
* 中 径 圆 锥 锥 度	$L_R \leq 88.9$ $\leq (3 \frac{1}{2} \text{ in})$	$+ 0.015$ 0	* 中 径 圆	$L_R = 104.8 \sim 114.3$ $(4 \frac{1}{8} \text{ in} \sim 4 \frac{1}{2} \text{ in})$
	$L_R = 92.1 \sim 101.6$ $(3 \frac{5}{8} \text{ in} \sim 4 \text{ in})$	$+ 0.018$ 0		$L_R = 117.5 \sim 127.0$ $(4 \frac{5}{8} \text{ in} \sim 5 \text{ in})$
	$L_R = 104.8 \sim 114.3$ $(4 \frac{1}{8} \text{ in} \sim 4 \frac{1}{2} \text{ in})$	$+ 0.020$ 0		$L_R = 130.2 \sim 139.7$ $(5 \frac{1}{8} \text{ in} \sim 5 \frac{1}{2} \text{ in})$
	$L_R = 117.5 \sim 127.0$ $(4 \frac{5}{8} \text{ in} \sim 5 \text{ in})$	$+ 0.023$ 0		$L_R = 142.9 \sim 152.4$ $(5 \frac{5}{8} \text{ in} \sim 6 \text{ in})$
	$L_R = 130.2 \sim 139.7$ $(5 \frac{1}{8} \text{ in} \sim 5 \frac{1}{2} \text{ in})$	$+ 0.025$ 0	锥 度	镗孔直径
	$L_R = 142.9 \sim 152.4$ $(5 \frac{5}{8} \text{ in} \sim 6 \text{ in})$	$+ 0.028$ 0		± 0.38
螺纹牙侧角 ($\alpha/2$)		$\pm 7'$		螺纹牙侧角 ($\alpha/2$)
长度 L_p		± 2.4		长度 L_R
截 顶	$\leq 161.925 (6 \frac{5}{8} \text{ in})$ 和 NC50	± 0.030	截 顶	$\leq 161.925 (6 \frac{5}{8} \text{ in})$ 和 NC50
	$\geq 187.325 (7 \frac{5}{8} \text{ in})$ 和 NC56	± 0.032		$\geq 187.325 (7 \frac{5}{8} \text{ in})$ 和 NC56
调整盘大径		± 0.38	外径 D_R	
配对紧密距 S				± 0.025

* 所示极限偏差为在长度 L_R 上中径圆锥的直径差的偏差。

表 2 圆螺纹套管工作量规和油管螺纹工作量规计量特性

除注明者外，单位均为 mm

校准项目	极限偏差	
	塞规	环规
基面中径	± 0.025	—
中径圆锥锥度	$+0.025 \sim 0$	$-0.005 \sim -0.030$
螺距	± 0.013	± 0.020
螺纹牙侧角	$\pm 10'$	$\pm 15'$
截顶	$+0.100 \sim 0$	$+0.100 \sim 0$
塞规长度 L_4 , 环规长度 $L_4 - S$	± 0.025	± 0.051
配对紧密距	± 0.635	

* 所示极限偏差为在长度 $L_4 - g$ 上中径圆锥的直径差的偏差。

4.4 结构尺寸要求

钻具接头螺纹工作量规的主要结构尺寸可参考 GB/T 4749 的规定，见附录 A。

圆螺纹套管工作量规和油管螺纹工作量规的主要结构尺寸可参考 GB/T 9253.2 的规定，见附录 B。

4.5 外观要求

4.5.1 量规表面应标明量规名称、型号规格、制造厂、出厂编号、出厂年月、自配紧密距 S 值。钻具接头螺纹工作量规还应标明旋向代号。

4.5.2 新制造的量规表面不得有划伤、刻痕、碰伤和腐蚀痕迹。使用中及修理后的量规不允许有影响计量性能的外观缺陷。

4.5.3 量规两端不完整螺纹应去除及倒钝。为保证去除无用的部分螺纹，钻具接头螺纹工作塞规大端第一牙螺纹的起始位置应距大端测量面距离为 (28.00 ± 0.45) mm。

4.5.4 工作量规可有横贯螺纹的纵向存污槽，且其中一个槽必须经过塞规小端第一个完整螺纹的起始点或环规大端第一个完整螺纹的起始点。

5 校准条件

5.1 校准用仪器设备

工作量规校准用仪器设备见表 3，在满足计量特性要求的前提下，也可以采用其它校准仪器设备。

5.2 校准环境

校准环境温度：新规及修理后为 (20 ± 1) °C，使用中量规为 (20 ± 2) °C。校准前，被校塞规和环规应清洗干净后放置于室内平板上进行等温处理，等温时间不少于 12h。校准环境相对湿度 $\leq 70\%$ 。

表 3 校准用主要仪器

序号	仪器名称	准确度	测量范围
1	坐标测量机	$MPE_E \leq \pm (0.8 + L/400) \mu\text{m}$ (L —测量长度, mm)	$\leq 800\text{mm}$
2	三坐标万能工具显微镜	$\pm (1 + L/100) \mu\text{m}$ (L —测量长度, mm)	$\leq 1000\text{mm}$
3	轮廓测量仪	—	$\leq 100\text{mm}$
4	螺纹半角测量仪	$3'$	—
5	表面粗糙度样板	$\leq \pm 10\%$	—
6	数显高度测量仪	$\pm (2.5 + 3L) \mu\text{m}$ (L —测量长度, m)	(0~800) mm
7	电感测微仪	$\leq 0.001\text{mm}$	(0~1) mm
8	平板	0 级、1 级	(750×1000) mm
9	重锤	—	0.907kg~2.722kg
10	深度千分尺	$\pm 0.004\text{mm}$	(0~100) mm
11	外径千分尺	$\pm 0.002\text{mm}$	(0~125) mm
12	游标卡尺	$\pm 0.02\text{mm}$	(0~300) mm

6 校准项目和校准方法

6.1 钻具接头螺纹工作量规的校准项目

见表 4。

6.2 圆螺纹套管工作量规、油管螺纹工作量规的校准项目

见表 5。

表 4 钻具接头螺纹工作量规的校准项目一览表

校准项目		首次校准	后续校准		使用中检验
			修理后校准	周期校准	
塞 规	基面中径	+	+	-	-
	螺距	+	+	-	-
	中径圆锥锥度	+	+	-	-
	基面大径	+	+	-	-
	螺纹牙侧角	+	+	-	-
	长度 L_p	+	+	-	-
	截顶	+	-	-	-
	调整盘大径	+	-	-	-

表 4 (续)

校准项目	首次校准	后续校准		使用中检验
		修理后校准	周期校准	
环规	基面小径	+	+	-
	螺距	+	+	-
	中径圆锥锥度	+	+	-
	螺纹牙侧角	+	+	-
	长度 L_R	+	+	-
	截顶	+	-	-
	调整盘外径	+	-	-
	镗孔直径	+	-	-
	外观	+	+	+
表面粗糙度		+	-	-
自配和互换紧密距		+	+	+

注：“+”表示应校准或检验，“-”表示可不校准或检验。

表 5 圆螺纹套管工作量规、油管螺纹工作量规的校准项目

校准项目	首次校准	后续校准		使用中检验
		修理后校准	周期校准	
塞规	基面中径	+	+	-
	螺距	+	+	-
	中径圆锥锥度	+	+	-
	螺纹牙侧角	+	+	-
	塞规长度 L_4	+	+	-
	截顶	+	-	-
	表面粗糙度	+	-	-
环规	中径圆锥锥度	+	+	-
	螺距	+	+	-
	螺纹牙侧角	+	+	-
	环规长度 ($L_4 - S$)	+	+	-
	截顶	+	-	-
	表面粗糙度	+	-	-
	自配紧密距	+	+	-
互换紧密距		+	+	+

6.3 外观检查

用目测法检查，其结果可参考本规范第4章的规定。

6.4 表面粗糙度的校准

使用表面粗糙度比较样板校准工作量规的螺纹牙侧面和测量表面的表面粗糙度，其结果可参考本规范第4章的规定。

6.5 量规的测量

量规的单项参数多且测量较复杂，可以使用不同的测量仪器来校准各单项参数，但这些仪器校准各单项参数的测量不确定度应满足表6的要求。本节以三坐标万能工具显微镜为例所描述的测量过程和数据处理可作为其它校准方法设计的参考。

表6 各单项参数校准应达到的不确定度

除注明者外，单位均为mm

校准项目		校准不确定度 ($k = 2$)
钻具接头螺纹工作量规	中径	0.005
	大(小)径	0.017
	螺距	0.004
	中径锥度	0.005
	螺纹牙侧角	3'
	螺纹长度	0.200
	截顶高	0.010
	紧密距	0.008
圆螺纹套管、油管螺纹工作量规	中径	0.008
	锥度	0.006
	螺距	0.004
	螺纹牙侧角	5'
	螺纹长度	0.008
	紧密距	0.060

分别对钻具接头螺纹量规和圆螺纹套管、油管量规的塞规和环规进行测量，可得到螺纹牙槽对称中心线上各点的 x 、 z 坐标值，对 x 、 z 坐标值进行数据处理，就可分别得到塞规的中径偏差、锥度偏差和螺距偏差以及环规的螺距偏差和锥度偏差。

6.5.1 钻具接头螺纹量规

6.5.1.1 塞规

a) 按规定方法调整仪器，并选用带有最佳直径测球的测杆进行标定。测球直径的选择和测杆的标定见附录D；

b) 如图1，塞规以大端端面作为测量基面并放置在工作台上；

c) 用测杆测量放置在工作台上的螺纹槽规的一侧槽，找到螺纹牙对称中心处（拐点处），得到 Z 轴数值 z_c （螺纹槽规的槽中心至工作台面间的距离 z_0 值事先已校准过）；

d) 测杆的一侧测球放在量规左边齿顶上，找到测球处于量规轴向截面时的拐点；

e) 将测球放入左边距大端第二个完整牙槽内 (A_1 点)，找出测球处于螺纹牙对称中心的拐点，得到 (x_{L1}, z_{L1}) ；

f) 如图 1，从下往上，在距螺纹小端减去二个整牙的范围内，沿螺纹牙对称中心线平行于螺纹轴线逐牙进行测量，得到量规左边各牙 X, Z 轴数据 $(x_{L2}, z_{L2}), (x_{L3}, z_{L3}), \dots, (x_{Ln}, z_{Ln})$ ；

注： n 为塞规的测量扣数。

g) 将测头移动到量规的右侧，即左侧的对径方向，从螺纹小端第一个完整螺纹扣开始，沿螺纹牙对称中心线从上往下逐牙进行测量至距螺纹大端第一个完整螺纹扣处，得到量规右边各牙数据 $(x_{R(n+1)}, z_{R(n+1)}), (x_{Rn}, z_{Rn}), \dots, (x_{R1}, z_{R1})$ ；

h) 将量规在工作台上旋转 90° ，重复 c), d), e), f), g) 各步骤的测量，即量规的测量需在互相垂直的两个轴向截面内进行。

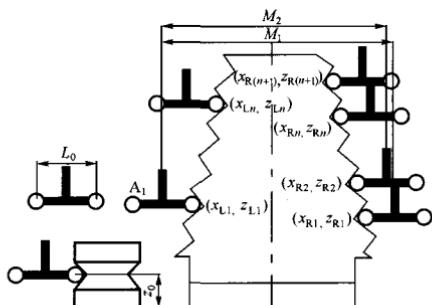


图 1 钻具接头螺纹塞规的校准

6.5.1.2 环规

a) 按规定方法调整仪器，并对带有最佳直径测球的测杆进行标定。测球直径的选择和测杆的标定见附录 D；

b) 如图 2，环规测量时以小端端面作为测量基准放置在调试好的工作台上；

c) 测杆的一侧测球放在量规左边齿顶上，找到测球处于轴向截面时的拐点（即最大直径处）；

d) 将测球放入左边距大端第二个完整牙槽内 (A_1 点)，找到测球处于螺纹牙对称中心的拐点，得到 (x_{L1}, z_{L1}) ；

e) 如图 2，从上往下，在距螺纹小端减去二个整牙的范围内，沿螺纹牙对称中心线平行于螺纹轴线逐牙进行测量，得到量规左边各牙 X, Z 轴数据 $(x_{L2}, z_{L2}), (x_{L3}, z_{L3}), \dots, (x_{Ln}, z_{Ln})$ ；

注: n 为环规的测量扣数。

f) 将测头移动到量规的右侧, 即左侧的对径方向, 从螺纹小端第一个完整螺纹扣开始, 沿螺纹牙对称中心线从下往上逐牙进行测量至距螺纹大端第一个完整螺纹扣处, 得到量规右边各牙数据 $(x_{R(n+1)}, z_{R(n+1)})$, (x_{Rn}, z_{Rn}) , ..., (x_{R1}, z_{R1}) ;

g) 将量规在工作台上旋转 90° , 重复 c), d), e), f) 各步骤的测量, 即量规的测量需在互相垂直的两个轴向截面内进行。

6.5.2 圆螺纹套管工作量规、油管螺纹工作量规

6.5.2.1 塞规

a) 塞规以大端端面作为测量基面并放置在调试好的工作台上, 选用带有最佳直径测球的测杆进行测试, 测球直径的选择和测杆的校准见附录 D;

b) 确定台阶高 b_1 , 有两种方法, 一种如图 3 (a), 用测高仪或外径千分尺测量台阶 b_1 的尺寸。另一种如图 3 (b), 直接以测球测量台阶高, 得到读数 b_c ($b_c = b_1 + \frac{d_0}{2}$);

c) 若使用图 3 (a) 所示方法, 则按 6.5.1.1 中步骤 c), d), e), f), g), h) 进行; 如使用图 3 (b) 所示方法, 则按 6.5.1.1 中步骤 d), e), f), g), h) 进行。

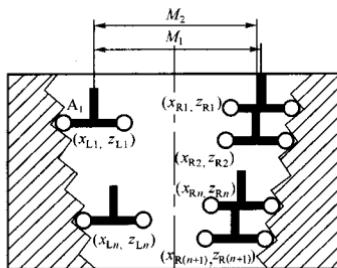


图 2 环规的校准

6.5.2.2 环规

测量方法及步骤按 6.5.1.2 中各步骤进行。

6.6 螺距的数据处理

钻具接头螺纹量规和圆螺纹套管量规、油管螺纹量规的螺距偏差数据处理方法相同。对钻具接头螺纹量规任何两牙之间的螺距偏差可参考本规范 4.2 的规定。对油管、圆螺纹套管量规任何两牙之间的螺距偏差可参考本规范 4.3 的规定。

a) 将 6.5 中量规测量得到的左侧各 z_{Li} 数据填入表 7 中进行数据处理, 数据处理实例见附录 E。

b) 左侧单个螺距实测值 P_{Li} 按公式 (1) 计算, 并将计算值填入表 7 相应的栏中;

$$P_{Li} = |z_{Li} - z_{L(i-1)}| \quad (1)$$

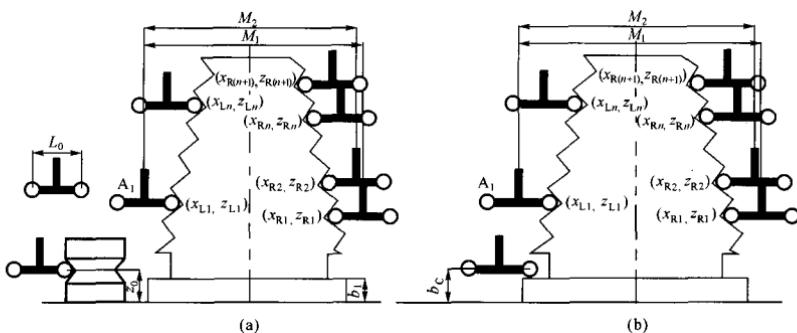


图3 套管螺纹塞规的校准

式中: z_{Li} ——量规大端左侧第 i 扣 Z 轴的读数 ($i \leq 2, \dots, n$);

$z_{L(i-1)}$ ——量规大端左侧第 $i-1$ 扣 Z 轴的读数。

表 7 螺距校准数据记录 (格式)

螺距序号	Z 轴实测值 z_{Li}/mm	单个螺距实测值 $P_{Li}/\mu\text{m}$	单个螺距偏差 $\Delta P_{Li}/\mu\text{m}$	螺距累积偏差 $\sum \Delta P_L/\mu\text{m}$
1				
2				

c) 左侧单个螺距偏差 ΔP_{Li} 按公式 (2) 计算;

$$\Delta P_{Li} = P_{Li} - P_{nom} \quad (2)$$

式中: P_{nom} ——螺距的标称值。

d) 左侧螺距累积偏差 $\sum \Delta P_{Li}$ 按公式 (3) 计算;

$$\Delta P_L = \sum_{i=1}^n \Delta P_{Li} \quad (k = 2, \dots, n) \quad (3)$$

e) 在“螺距累积偏差”一栏中分别找出最大值 $(\sum \Delta P_L)_{max}$ 和最小值 $(\sum \Delta P_L)_{min}$;

f) 在测量长度范围内, 左侧任意两牙之间的最大螺距累积偏差 ΔP_{Lmax} 应是 e) 步骤中居后的最大值 $(\sum \Delta P_L)_{max}$ 或最小值与居前的最小值 $(\sum \Delta P_L)_{min}$ 或最大值之差;

g) 量规右侧的各 z_{Ri} (其中 $i = 1, \dots, n+1$) 数据处理同 6.6 中步骤 a), b), c), d), e), f), 可得到右侧的最大螺距累积偏差 ΔP_{Rmax} ;

h) 螺距偏差 ΔP 取 ΔP_{Lmax} 与 ΔP_{Rmax} 的最大者。

6.7 中径圆锥度偏差的数据处理

6.7.1 钻具接头螺纹量规

钻具接头螺纹塞规锥度的测量长度按 L_R 值, 见附录 A。如果测量长度小于 L_R 时,

在计算锥度偏差时应折算到 L_R 长度上。其中径圆锥锥度偏差的测量结果可参考本规范 4.2 条规定。

6.7.1.1 塞规

其具体数据处理如下：

a) 如图 1, 将 6.5.1.1 中通过 a), b), c), d), e), f), g) 各步骤得到的数据按公式 (4) 计算出 0°轴向截面上每扣的 $M_i(0)$, 通过步骤 h) 得到的数据也可按公式 (4) 计算出 90°轴向截面上每扣的 $M_i(90)$;

$$M_i(0) = \left| \frac{x_{Ri} - x_{Li} + x_{R(i+1)} - x_{Li}}{2} \right| = \left| \frac{x_{Ri} + x_{R(i+1)}}{2} - x_{Li} \right| \quad (4)$$

式中： $M_i(0)$ ——测杆在量规 0°轴向截面上第 i 扣的测量值, $i = 1, \dots, n$;

x_{Ri} , $x_{R(i+1)}$ ——分别为测杆在量规的右侧第 i 扣和第 $i+1$ 扣的 X 轴坐标值;

x_{Li} ——为测杆在量规的左侧第 i 扣的 X 轴坐标值。

b) 按照公式 (5) 计算出量规第 i 扣处的中径;

$$d_i(0) = M_i(0) - \frac{d_0}{\sin \frac{\alpha}{2}} - L_0 + \frac{P_{mi}}{2} \cot \frac{\alpha}{2} \left(1 - \tan^2 \frac{\alpha}{2} \tan^2 \frac{\beta}{2} \right) \quad (5)$$

式中： $d_i(0)$ ——0°轴向截面上第 i 扣处测量中径;

d_0 ——测球直径;

L_0 ——两测球球心间距离;

P_{mi} ——量规的第 i 扣螺距实际测量值;

α ——量规的螺纹牙型角;

β ——量规的圆锥锥角。

c) 这样, 对量规的每一扣都有相应的中径值 d_i 及第 i 扣相对于螺纹槽中心的 Z 轴距离 z_{Li} , 即量规第 i 扣的坐标为 (z_{Li}, d_i) 。将量规的各扣坐标按公式 (6) 拟合出量规的中径线斜率;

$$F_m(0) = \left| \frac{n \sum_{i=1}^n d_i z_{Li} - \sum_{i=1}^n d_i \sum_{i=1}^n z_{Li}}{n \sum_{i=1}^n z_{Li}^2 - \left(\sum_{i=1}^n z_{Li} \right)^2} \right| \quad (6)$$

式中： z_{Li} ——量规左侧第 i 扣实测 Z 向坐标值;

d_i ——量规第 i 扣处中径;

n ——量规左侧所测量的扣数;

$F_m(0)$ ——量规的 0°轴向截面上的中径锥度。

d) 同样, 通过计算可得到 90°轴向截面上的 $M_i(90)$, $d_i(90)$, $F_m(90)$, 然后按公式 (7) 取这两个互相垂直的轴向截面上的中径锥度值的算术平均值作为工作规的基面中径锥度, 即

$$F_m = \frac{F_m(0) + F_m(90)}{2} \quad (7)$$

式中： $F_m(0)$ —— 0° 轴向截面上的中径锥度测量值；

$F_m(90)$ —— 90° 轴向截面上的中径锥度测量值；

F_m ——量规的中径锥度。

e) 最后，按公式（8）计算出该量规的中径锥度偏差：

$$\Delta F = (F_m - F_{nom}) L_R \quad (8)$$

式中： ΔF ——量规的中径锥度偏差；

F_{nom} ——量规的中径锥度标称值，具体数值见附录 A；

L_R ——钻具接头螺纹环规的螺纹长度，见附录 A。

6.7.1.2 环规

其具体数据处理如下：

a) 如图 2，将 6.5.1.2 条中通过 a), b), c), d), e), f) 各步骤得到的数据按公式（4）计算出 0° 轴向截面上每扣的 $M_i(0)$ ，通过步骤 g) 得到的数据按公式（4）计算出 90° 轴向截面上每扣的 $M_i(90)$ ；

b) 按照公式（9）计算出环规第 i 扣处的中径；

$$d_i(0) = M_i(0) + \frac{d_0}{\sin \frac{\alpha}{2}} + L_0 - \frac{P_{mi}}{2} \cot \frac{\alpha}{2} \left(1 - \tan^2 \frac{\alpha}{2} \tan^2 \frac{\beta}{2}\right) \quad (9)$$

式中： $d_i(0)$ —— 0° 轴向截面上第 i 扣处测量中径；

d_0 ——测球直径；

L_0 ——两测球球心间距离；

P_{mi} ——量规的第 i 扣螺距实际测量值；

α ——量规的螺纹牙型角；

β ——量规的圆锥锥角。

c) 这样，对量规的每一扣都有相应的中径值 d_i 及第 i 扣相对于螺纹槽中心的 Z 轴距离 z_{Li} ，即量规第 i 扣的坐标为 (z_{Li}, d_i) 。将量规的各扣坐标按公式（6）拟合出量规的中径线斜率；

d) 同样，通过计算可得到 90° 轴向截面上的 $M_i(90)$, $d_i(90)$, $F_m(90)$ ，然后按公式（7）取这两个互相垂直的轴向截面上的中径锥度值的算术平均值作为工作规的基面中径锥度；

e) 最后，按公式（8）计算出该量规的中径锥度偏差。

6.7.2 圆螺纹套管量规、油管螺纹量规

圆螺纹套管量规、油管螺纹量规锥度的测量长度按 $L_4 - g$ 值，见附录 B。如果测量长度小于 $L_4 - g$ 时，在计算锥度偏差时应折算到 $L_4 - g$ 长度上。其中径圆锥锥度偏差的测量结果可参考本规范 4.3 规定。

6.7.2.1 塞规

其具体的数据处理如下：

a) 同钻具接头工作塞规，按公式（4）分别计算出圆螺纹套管和油管工作规的

$M_i(0), M_i(90)$;

b) 按照公式 (5) 计算量规第 i 扣处的中径;

c) 这样, 对量规的每一扣都有相应的中径值 d_i 及第 i 扣相对于螺纹槽中心的 Z 轴距离 z_{Li} , 即量规第 i 扣的坐标为 (z_{Li}, d_i) 。将量规的各扣坐标按公式 (6) 拟合出量规的中径线斜率;

d) 计算出工作规两个互相垂直的轴向截面上的中径锥度, 按公式 (7) 取其算术平均值作为该量规的中径锥度;

e) 该量规的中径锥度偏差按公式 (10) 进行计算:

$$\Delta F = (F_m - F_{nom})(L_4 - g) \quad (10)$$

式中: ΔF ——量规的中径锥度偏差;

F_{nom} ——量规的中径锥度标称值, 具体数值见附录 B;

L_4 ——塞规小端测量面至消失点平面的长度, 见附录 B;

g —— E_7 平面至消失点长度, 见附录 B。

6.7.2.2 环规

其具体的数据处理如下:

a) 将测量圆螺纹套管环规或油管螺纹环规得到的各扣 x, z 坐标值, 按 6.7.1.2 的步骤 a), b), c), d) 进行处理, 可得到圆螺纹套管或油管环规的中径锥度实测值;

b) 最后, 按公式 (10) 计算出该量规的中径锥度偏差。

6.8 螺纹塞规基面中径偏差的数据处理

6.8.1 钻具接头螺纹塞规

钻具接头螺纹塞规的基面中径偏差计算结果可参考本规范 4.2 的规定。其具体的数据处理如下:

a) 根据 6.7.1.1 计算得到的量规 0° 轴向截面上各扣的坐标值 (z_{Li}, d_i) , 按公式 (11) 计算得到 E_7 平面处中径:

$$d_2(0) = B(0) + (z_0 z_c - 15.875) F_m \quad (11)$$

$$\text{其中 } B(0) = \frac{\sum_{i=1}^n z_{Li}^2 \sum_{i=1}^n d_i - \sum_{i=1}^n z_{Li} \sum_{i=1}^n d_i z_{Li}}{n \sum_{i=1}^n z_{Li}^2 - \left(\sum_{i=1}^n z_{Li} \right)^2}$$

式中: z_{Li} ——量规左侧第 i 扣处 Z 向坐标值;

z_0 ——螺纹槽规 V 型槽中心至工作台之间的标称距离;

z_c ——测杆测量螺纹槽规 V 型槽中心至工作台之间的 Z 向读数;

d_i ——量规第 i 扣处中径测量值;

$B(0)$ ——量规 0° 轴向截面上测量基准面处的中径;

F_m ——钻具接头螺纹塞规的实际中径锥度;

$d_2(0)$ ——量规 0° 轴向截面上在距基准面 15.875mm 处的中径。

b) 按步骤 a) 计算出 90° 轴向截面上的中径, 取 0° 和 90° 这两个互相垂直的轴向截面

上的中径的算术平均值作为该量规的基面中径，即

$$d_2 = \frac{d_2(0) + d_2(90)}{2} \quad (12)$$

式中： d_2 ——钻具接头螺纹塞规距基准面 15.875mm 处中径的算术平均值；

$d_2(0)$ ——量规 0°轴向截面上基面中径的计算值；

$d_2(90)$ ——量规 90°轴向截面上基面中径的计算值。

c) 基面中径的偏差按公式 (13) 计算：

$$\Delta d_2 = d_2 - d_{2nom} \quad (13)$$

式中： Δd_2 ——基面中径偏差；

d_{2nom} ——基面中径标称值，具体数据见附录 A。

6.8.2 圆螺纹套管塞规和油管螺纹塞规

圆螺纹套管塞规和油管螺纹塞规的基面中径偏差计算结果可参考本规范 4.3 的规定。其具体的数据处理如下：

a) 根据 6.7.2.1 计算得到的量规 0° 和 90° 轴向截面上各扣的坐标值 (z_{Li} , d_i)。由于两种确定 b_1 的方法，因此中径的数据处理略有不同。图 3 (a) 所示的校准方法得到的数据按公式 (14-1) 计算处理，图 3 (b) 所示的校准方法得到的数据按公式 (14-2) 计算处理，可分别得到塞规 0° 和 90° 轴向截面上 E_7 平面处的中径：

$$d_2(0) = B(0) + (z_0 - b_1 - g) F_m \quad (14-1)$$

或 $d_2(0) = B(0) + \left(\frac{d_0}{2} - b_c - g \right) F_m \quad (14-2)$

其中 $B(0) = \frac{\sum_{i=1}^n z_{Li}^2 \sum_{i=1}^n d_i - \sum_{i=1}^n z_{Li} \sum_{i=1}^n d_i z_{Li}}{n \sum_{i=1}^n z_{Li}^2 - \left(\sum_{i=1}^n z_{Li} \right)^2}$

式中： z_{Li} ——量规左侧第 i 扣处 Z 向坐标值；

z_0 ——螺纹槽规 V 型槽中心至工作台之间的距离；

b_1 ——测量得到的套管、油管的台阶尺寸；

d_i ——量规第 i 扣处中径测量值；

$B(0)$ ——量规测量基准面处的中径；

F_m ——圆螺纹套管、油管螺纹塞规的实际中径锥度；

d_0 ——测球直径；

b_c ——测杆测球测量台阶读数；

g ——完整螺纹长度平面到消失点平面的距离，见附录 B；

$d_2(0)$ ——量规 0° 轴向截面上在距基准面 g 处的中径。

b) 将步骤 a) 得到的 $d_2(0)$ 和 $d_2(90)$ 按公式 (12) 计算其算术平均值作为该量规的基面中径；

c) 基面中径的偏差按公式 (15) 计算；

$$\Delta d_2 = d_2 - E_7 \quad (15)$$

式中： Δd_2 ——圆螺纹套管、油管螺纹塞规基面中径偏差；

E_7 ——基面中径标称值，具体数据见附录 B。

6.9 螺纹牙侧角的校准

校准螺纹牙侧角的测量不确定度必须不大于所测螺纹牙侧角极限偏差的 1/3。

6.9.1 环规

根据正弦测角原理测量螺纹牙侧角，测量示意图如图 4。测量时，根据所测的螺纹牙侧角角度相应调节正弦规的角度，通过测量标准角度块，使正弦规角度与标准螺纹牙侧角的标称值相等。先以小端端面作为测量基面放置在工作台上，测量其大端牙侧角偏差。将测微仪测头调节到量规的最大直径位置处，沿大端牙侧角齿面移动进行测量，得到测头在齿面水平方向移动的行程 L ，以及测头沿齿面相对于基准面上升或下降的距离 h ，然后按公式（16）计算某一牙的牙侧角偏差。测量时，在量规的上、中、下三段各选一扣，分别测量其牙侧角偏差，最后将这几扣的牙侧角偏差的算术平均值作为该量规的大端牙侧角偏差。然后再以大端端面作为测量基面放置在工作台上，测量其小端牙侧角偏差，测量及数据处理方法同测量大端牙侧角偏差，得到该量规的小端牙侧角偏差。

工作环规的大端和小端牙侧角偏差可参考本规范 4.2 或 4.3 的规定。

螺纹牙侧角偏差计算公式：

$$\frac{\Delta\alpha}{2} = \arctan\left(\frac{h}{L}\right) \quad (16)$$

式中： L ——测头沿齿面移动的水平行程；

h ——测头沿齿面上升或下降的距离。

6.9.2 塞规

测量方法及数据处理与 6.9.1 相同。

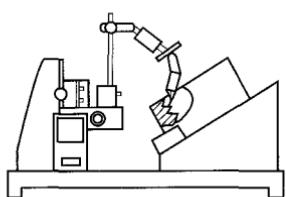


图 4 螺纹牙侧角的校准

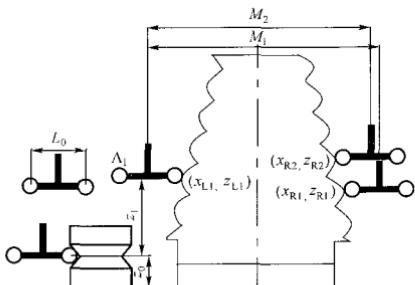


图 5 塞规大径的校准

6.10 钻具接头螺纹塞规基面大径的校准

按规定方法调整好仪器，选用带有小直径测头的测杆进行测试。测杆 L_0 的校准见附录 D。量规放置及测量方法如图 5 所示，先找到螺纹槽中心拐点处，得到 z_0 ，然后在

工作规的一个轴向截面内，分别测得 z_1 、 M_1 及 M_2 值，测量位置（ A_1 点）的大径按公式（17）计算：

$$D_{AS} = \frac{M_1 + M_2}{2} - L_0 - \frac{d_0}{\cos \frac{\beta}{2}} \quad (17)$$

式中： D_{AS} ——测量点 A_1 处大径；

L_0 ——两测球球心间距离；

d_0 ——测球直径；

β ——工作规的圆锥角；

M_1 、 M_2 ——测量值。

然后按公式（18）将测量点处大径折算到基面处大径：

$$D_s = D_{AS} + F_{nom} (z_1 + z_0 - 15.875) \quad (18)$$

式中： D_s ——基面大径；

F_{nom} ——钻具接头螺纹塞规锥度，见附录 A。

基面大径偏差按公式（19）计算，其结果可参考本规范 4.2 的规定。

$$\Delta D_s = D_s - D_{Snom} \quad (19)$$

式中： ΔD_s ——基面大径偏差；

D_{Snom} ——基面大径标称值，见附录 A。

6.11 钻具接头螺纹环规基面小径的校准

测量方法如图 6 所示，环规以小端端面定位放于工作台上，将标准螺纹槽规放置在环规大端端面上，校准螺纹槽中心 z_0 值，然后在工作规的一个轴向截面内测得 M_1 、 M_2 和 z_1 值。测量位置（ A_1 点）的小径按公式（20）计算：

$$D_{AH} = \frac{M_1 + M_2}{2} + L_0 + \frac{d_0}{\cos \frac{\beta}{2}} \quad (20)$$

式中： D_{AH} ——测量点 A_1 处小径；

M_1 、 M_2 ——测量值。

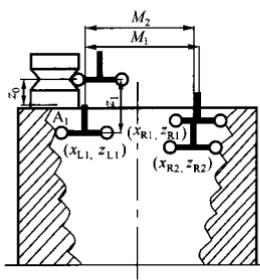


图 6 环规小径的校准

将测量点 A₁ 处小径按公式（21）折算到基面处小径：

$$D_H = D_{AH} + F_{nom} (z_1 - z_0) \quad (21)$$

式中： F_{nom} ——钻具接头螺纹环规锥度，见附录 A。

基面小径偏差按公式（22）计算，其结果可参考本规范 4.2 的规定。

$$\Delta D_H = D_H - D_{Hnom} \quad (22)$$

式中： ΔD_H ——环规基面小径偏差；

D_{Hnom} ——钻具接头螺纹环规基面小径标称值，见附录 A。

6.12 螺纹长度的校准

6.12.1 圆螺纹套管、油管螺纹量规的螺纹长度的校准

圆螺纹套管、油管螺纹量规的塞规螺纹长度 L_4 的偏差和环规螺纹长度 $L_4 - S$ 的偏差可参考本规范 4.3 的规定。

使用数显测高仪可以直接测量塞规螺纹消失点平面到螺纹塞规小端面之间的距离，即为塞规螺纹长度 L_4 ， L_4 的偏差 ΔL_4 按公式（23）计算：

$$\Delta L_4 = L_4 - L_{4nom} \quad (23)$$

式中： L_{4nom} ——塞规螺纹长度的标称值，见附录 B。

同样，使用数显测高仪也可以直接测量出环规大端面和小端面间的距离，即为环规长度 L_R ，环规长度偏差 ΔL_R 按公式（24）计算：

$$\Delta L_R = L_R - (L_{4nom} - S) \quad (24)$$

式中： S ——紧密距标称值，见附录 B。

6.12.2 钻具接头螺纹量规的螺纹长度的校准

可以使用测高仪或游标卡尺直接测量塞规和环规的螺纹长度 L_p 和 L_R ， L_p 和 L_R 的偏差可参考本规范 4.2 的规定。

6.13 截顶高的校准

使用轮廓测量仪测量钻具接头螺纹量规和圆螺纹套管、油管螺纹量规的截顶高，截顶高的名义尺寸分别参看附录 A 和 B 中的螺纹牙形尺寸表。其截顶高偏差可分别参考本规范 4.2 和 4.3 的规定。

6.14 紧密距的校准

6.14.1 钻具接头螺纹量规的紧密距校准

6.14.1.1 新制的及修复后的工作规，必须按 4.2 规定的各项元素校准合格后才可校准自配紧密距和互换紧密距。校准工作量规紧密距时，必须使用经 API 授权认可的校准机构校准合格的校对规。

6.14.1.2 新制的及修复后的自配紧密距极限偏差为 $\pm 0.025\text{mm}$ ，互换紧密距极限偏差为 $\pm 0.100\text{mm}$ ，使用中后续校准的工作规，其自配紧密距极限偏差和互换紧密距极限偏差为 $\pm 0.100\text{mm}$ 。

6.14.1.3 工作规的自配紧密距和互换紧密距值的周期校准结果与首次校准结果比较，紧密距值磨损极限偏差为 $+0.013\text{mm} \sim -0.058\text{mm}$ 。

6.14.1.4 计算工作规的互换紧密距值时，应补偿校对量规自配紧密距相对于其初始紧

密距的差值，因此工作规的紧密距值可按以下公式计算：

$$S_1 = S'_1 - (S' - S) \quad (25)$$

$$S_2 = S'_2 \quad (26)$$

式中： S_1 ——工作塞规对校对环规的互换紧密距；

S_2 ——工作环规对校对塞规的互换紧密距；

S'_1 ——工作塞规对校对环规的实测互换紧密距；

S'_2 ——工作环规对校对塞规的实测互换紧密距；

S' ——校对环规对校对塞规的周期自配紧密距；

S ——校对环规对校对塞规的初始自配紧密距。

6.14.1.5 自配紧密距校准方法

将量规清洗干净，工作塞规刚性固定在钳台上，并在螺纹表面用软刷涂上一薄层软质中性润滑油。将工作环规缓缓旋入，并正反向反复旋合几次，使油在量规表面分布均匀。在确认旋合光滑无卡阻现象后，按图 7 所示方法用扭矩锤按自由落体方式锤击至塞规和环规旋合后，紧密距不再变化为止（一般锤击 12 次）。扭矩锤的质量根据表 8 选择。测量面上取 4 个对称点进行测量，取其算术平均值作为紧密距测量值。紧密距偏差按公式 (27) 计算：

$$\Delta S = S - S_0 \quad (27)$$

式中： ΔS ——紧密距偏差；

S ——紧密距测量值；

S_0 ——工作规的紧密距标称值。

自配紧密距偏差可参考 6.14.1.2 的规定。

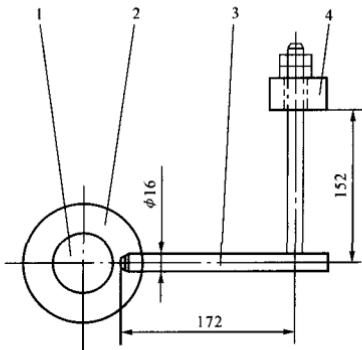


图 7 旋紧力控制示意图

1—塞规（固定）；2—环规；3—手柄；4—扭矩锤

6.14.1.6 互换紧密距校准方法

表 8 扭矩锤质量表

工作规规格	扭矩锤质量/kg
60.325mm ($2\frac{3}{8}$ in), 73.025mm ($2\frac{7}{8}$ in) NC23 ~ NC31	0.907
88.9mm ~ 114.3mm ($3\frac{1}{2}$ in ~ $4\frac{1}{2}$ in), NC35 ~ NC50	1.361
139.7mm ($5\frac{1}{2}$ in), 161.925mm ($6\frac{5}{8}$ in), NC56, NC61	1.814
187.325mm ($7\frac{5}{8}$ in), NC70	2.268
212.725mm ($8\frac{5}{8}$ in), NC77	2.722

分别将工作塞规和校对环规旋合，工作环规和校对塞规旋合，旋合步骤和紧密距测量及计算方法同 6.14.1.5，互换紧密距偏差可参考 6.14.1.2 的规定。

6.14.1.7 紧密距超差的处理

当需要判定合格性时，根据用户要求，可参考附录 F 来处理。

6.14.2 圆螺纹套管工作量规、油管螺纹工作量规紧密距的校准

新制的及修复后的工作量规，必须按 4.3 规定的各项元素校准合格后才可校准自配紧密距和互换紧密距。校准工作量规紧密距时，必须使用经 API 授权认可的校准机构校准合格的校对量规。

6.14.2.1 新制的及修复后的工作量规，自配和互换紧密距极限偏差为 $\pm 0.635\text{mm}$ 。

6.14.2.2 工作量规的互换紧密距值应补偿校对量规自配紧密距相对于其初始紧密距的差值。

6.14.2.3 工作量规互换紧密距值的周期校准结果与首次校准结果比较，其紧密距磨损极限偏差：

+0.254mm ~ -0.508mm 规格为 10 牙的量规

+0.318mm ~ -0.495mm 规格不大于 $8\frac{5}{8}$ in 的 8 牙量规

+0.318mm ~ -0.635mm 规格不小于 $9\frac{5}{8}$ in 的 8 牙量规

6.14.2.4 自配紧密距的校准

将量规清洗干净，工作塞规刚性固定在钳台上，并在螺纹表面用软刷涂上一薄层软质中性润滑油。将工作环规缓缓旋入，并正反向反复旋合几次，使油在量规表面分布均匀。使用带两个手柄的杠杆〔手柄应在量规直径的两侧方向〕等距离地旋合量规，在最后旋紧的过程中，应由一个人以平稳的力缓缓旋紧，达到全紧的位置时即可测量紧密距值（小心不要冲撞量规，更不得锤击），旋紧扭矩推荐值见附录 C。测量面上取 4 个对称点进行测量，取其算术平均值作为紧密距测量值。紧密距偏差按公式（27）计算。自配紧密距偏差可参考 6.14.2.1 的规定。

6.14.2.5 互换紧密距的校准

分别将工作塞规和校对环规旋合，工作环规和校对塞规旋合，旋合步骤和紧密距测量及计算方法同 6.14.2.4。互换紧密距偏差可参考 6.14.2.1, 6.14.2.2 和 6.14.2.3。

6.14.2.6 紧密距超差的处理

当需要判定合格性时，根据用户要求，可参考附录 F 来处理。

6.15 钻具接头螺纹量规其他校准项目

调整盘大径、调整盘外径、镗孔直径等校准项目用游标卡尺测量，其结果可参考本规范 4.2 的规定。

7 校准结果表达

经校准的工作量规开具校准证书，校准证书的内容可参考附录 G 的要求。

8 复校时间间隔

工作量规的复校间隔根据量规的使用情况而定，所有量规，长时间放置或发生碰撞后，均应校准后方可使用。

附录 A

20

石油钻具接头螺纹工作量规结构和牙形

表 A.1 石油钻具接头螺纹工作量规尺寸表

规格	螺纹牙型	每 25.4mm 螺纹数	维度	基面螺纹 中径	基面螺纹 大径	基面螺纹 小径	塞规 总长度 L_p	塞规调 整盘直径 D	环规外经 总长度 L_R	锁孔直径 D_h	Q	mm	
												13	
NC23	V - 0.038R	4	1:6	59.8170	62.1965	57.4375	76.2	52.2	60.3	98.4	64.03	15.875	
NC26 (2 $\frac{3}{8}$ IF)	V - 0.038R	4	1:6	67.7672	70.1467	65.3877	76.2	60.17	60.3	106.4	71.98	15.875	
NC31 (2 $\frac{7}{8}$ IF)	V - 0.038R	4	1:6	80.8482	83.2277	78.4687	88.9	73.25	73.0	130.2	85.06	15.875	
NC35	V - 0.038R	4	1:6	89.6874	92.0669	87.3079	95.3	82.09	79.4	133.4	93.90	15.875	
NC38 (3 $\frac{1}{2}$ IF)	V - 0.038R	4	1:6	96.7232	99.1027	94.3437	101.6	89.13	85.7	142.9	100.94	15.875	
NC40 (4FH)	V - 0.038R	4	1:6	103.4288	105.8083	101.0493	114.3	95.83	98.4	149.2	107.67	15.875	
NC44	V - 0.038R	4	1:6	112.1918	114.5713	109.8123	114.3	104.60	98.4	161.9	116.41	15.875	
NC46 (4IF)	V - 0.038R	4	1:6	117.5004	119.8799	115.1209	114.3	109.91	98.4	165.1	121.72	15.875	

表 A.1(续)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
规格	螺纹牙型 每 25.4mm 螺纹数	锥度	基面螺纹 中径	基面螺纹 大径	基面螺纹 小径	塞规 总长度 L_p	塞规 整盘直径 D	塞规 总长度 L_n	环规 总长度 L_n	环规外径 D_n	管孔直径 Q	配对 紧密距 S
NC50 (4 $\frac{1}{2}$ IF)	V - 0.038R	4	1:6	128.0592	130.4382	125.6797	114.3	120.47	98.4	181.0	132.28	15.875
NC56	V - 0.038R	4	1:4	142.6464	145.0183	140.2745	127.0	135.08	111.1	200.0	146.86	15.875
NC61	V - 0.038R	4	1:4	156.9212	159.2931	154.5493	139.7	149.35	123.8	215.9	161.14	15.875
NC70	V - 0.038R	4	1:4	179.1462	181.5181	176.7743	152.4	171.58	136.5	238.1	183.36	15.875
NC77	V - 0.038R	4	1:4	196.6214	198.9933	192.2495	165.1	189.05	149.2	260.4	200.84	15.875
正規型 (REG)												
2 $\frac{3}{8}$ REG	V - 0.040	5	1:4	60.0804	62.4523	57.7085	54.13	60.3	95.3	64.29	15.875	
2 $\frac{7}{8}$ REG	V - 0.040	5	1:4	69.6054	71.9773	67.2335	58.9	63.65	73.0	108.0	73.81	15.875
3 $\frac{1}{2}$ REG	V - 0.040	5	1:4	82.2927	84.6646	79.9209	95.3	76.33	79.4	127.0	86.51	15.875
4 $\frac{1}{2}$ REG	V - 0.040	5	1:4	110.8677	113.2395	108.4958	108.0	104.90	92.1	158.8	115.09	15.875
5 $\frac{1}{2}$ REG	V - 0.050	4	1:4	132.9441	135.9723	129.9157	120.7	125.88	104.8	190.5	137.85	15.875
6 $\frac{5}{8}$ REG	V - 0.050	4	1:6	146.2481	149.2860	143.2103	127.0	138.38	111.1	209.6	151.10	15.875
7 $\frac{5}{8}$ REG	V - 0.050	4	1:4	170.5491	173.5772	167.5209	133.4	163.09	117.5	241.3	175.41	15.875
8 $\frac{5}{8}$ REG	V - 0.050	4	1:4	194.7311	197.7593	191.7027	136.5	187.27	120.7	273.1	199.59	15.875

表 A.1(续)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
规格	螺纹牙型	每 螺纹数	25.4mm	锥度	基面螺纹 中径	基面螺纹 大径	基面螺纹 小径	塞规 总长度 L_p	塞规调 整盘直径 D	环规 总长度 L_n	环规外径 D_n	锁孔直径 Q	配对 紧密距 S
贯眼型(FH)													
$\frac{5}{2}$ FH	V - 0.050	4	1:6	142.0114	145.0492	138.9736	127.0	134.42	111.1	196.9	146.91	15.875	
$\frac{6}{8}$ FH	V - 0.050	4	1:6	165.5978	168.6357	162.5600	127.0	157.73	111.1	228.6	170.46	15.875	

表 A.2 API 已淘汰的石油钻具接头螺纹工作尺寸表

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
规格	螺纹牙型	每 螺纹数	25.4mm	锥度	基面螺纹 中径	基面螺纹 大径	基面螺纹 小径	塞规 总长度 L_p	塞规调 整盘直径 D	环规 总长度 L_n	环规外径 D_n	锁孔直径 Q	配对 紧密距 S
贯眼型(FH)													
$\frac{3}{2}$ FH	V - 0.040	5	1:4	94.8436	97.2154	92.4717	95.2	88.87	79.4	139.7	99.06	15.875	
$\frac{4}{2}$ FH	V - 0.040	5	1:4	115.1128	117.4847	112.7409	101.6	109.14	85.7	165.1	119.33	15.875	
内平型(IF)													
$\frac{5}{2}$ IF	V - 0.065	4	1:6	157.2006	159.5801	154.8211	127.0	149.61	111.1	212.7	161.40	15.875	

表 A.3 石油钻具接头螺纹工作量规螺纹牙形尺寸

mm

1 螺纹牙形	2 每 25.4mm 上螺纹牙数	3 螺距	4 锥度	5 原始三角 形高度 H	6 牙形高度 h	7 牙底削平高度 $f_n = f_m$	8 牙顶削平高度 $f_{es} = f_{en}$
V - 0.038R	4	6.35	1:6	5.487	2.577	1.356	1.553
V - 0.065							
V - 0.038R	4	6.35	1:4	5.471	2.565	1.356	1.549
V - 0.040	5	5.08	1:4	4.376	2.372	1.002	1.002
V - 0.050	4	6.35	1:4	5.471	3.028	1.221	1.221
V - 0.050	4	6.35	1:6	5.487	3.038	1.224	1.224

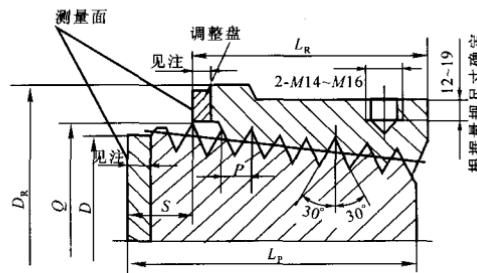


图 A.1 石油钻具接头螺纹工作量规组装图

注：调整盘厚度，对于小于或等于 5 (1/2) in, NC50 的全部规格的量规不得大于 9.5mm；对于大于或等于 6 (5/8) in, NC56 的全部规格的量规不得大于 11.1mm。

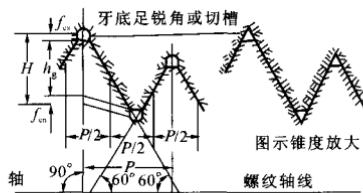


图 A.2 石油钻具接头螺纹工作量规牙形图

注：牙形尺寸见表 A.2。

附录 B

石油圆螺纹套管、油管螺纹工作量规结构和牙形

表 B.1 石油圆螺纹套管、油管螺纹工作量规尺寸表

mm

量规代号	锥度	螺距	完整螺纹长度平面 上(距消失点平面 为 g 处)中径 E_1	完整螺纹长度平 面到消失点平面 的距离 g	塞规(小端测量 面至消失点平面) 长度 L_4	紧密距 s
石油套管圆螺纹工作量规 (CSG)						
4 $\frac{1}{2}$ CSG	1:16	3.175	112.5664	15.875	50.800	9.525
5 CSG			125.2664		69.850	
5 $\frac{1}{2}$ CSG			137.9664		73.025	
6 $\frac{5}{8}$ CSG			166.5414		79.375	
7 CSG			176.0664		79.375	
7 $\frac{5}{8}$ CSG			191.9414		82.550	
8 $\frac{5}{8}$ CSG			217.3414		85.725	
9 $\frac{5}{8}$ CSG			242.7414		85.725	
10 $\frac{3}{4}$ CSG			271.3164		88.900	
11 $\frac{3}{4}$ CSG			296.7164		88.900	
13 $\frac{3}{8}$ CSG			337.9914		88.900	
16 CSG			404.6664		101.600	
18 $\frac{5}{8}$ CSG			471.4314		101.600	
20 CSG			506.2664		101.600	
不加厚油管螺纹工作量规 (TBG)						
1.050TBG	1:16	2.540	25.3340	12.700	27.783	7.620
1.315TBG			32.0650		28.575	
1.660TBG			40.8280		31.750	
1.990TBG			46.9240		34.925	
2 $\frac{3}{8}$ TBG			58.9890		41.275	
2 $\frac{7}{8}$ TBG			71.6890		52.388	
3 $\frac{1}{2}$ TBG			87.5640		58.738	

表 B.1 (续)

量规代号	锥度	螺距	完整螺纹长度平面 上(距消失点平面 为 g 处) 中径 E_g	完整螺纹长度 平面到消失点平 面的距离 g	塞规(小端测量 面至消失点平 面) 长度 L_4	紧密距 S
4TBG	1:16	3.175	99.8664	12.700	60.325	9.525
4 $\frac{1}{2}$ TBG			112.5664		65.088	
外加厚油管螺纹工作量规 (UPTBG)						
1.050UPTBG	1:16	2.54	32.0650	12.700	28.575	7.620
1.315UPTBG			35.9702		31.750	
1.660UPTBG			44.7014		34.925	
1.900UPTBG			51.8452		36.512	
2 $\frac{3}{8}$ UPTBG		3.175	64.1477		49.212	9.525
2 $\frac{7}{8}$ UPTBG			76.8477		53.975	
3 $\frac{1}{2}$ UPTBG			93.5164		60.325	
4UPTBG			106.2164		63.500	
4 $\frac{1}{2}$ UPTBG			118.9164		66.675	

注: 1 1.315TBG, 1.660TBG 和 1.900TBG 量规, 可用于检验相同尺寸的无接箍油管螺纹;
 2 1.900UPTBG 量规可用于检验 2.063 无接箍油管螺纹;
 3 1.050UPTBG 与 1.315TBG 量规尺寸相同, 均可用于检验 1.315 无接箍油管螺纹。

表 B.2 石油圆螺纹套管、油管工作量规螺纹牙形尺寸

mm

螺纹参数	螺距 $P = 2.54$	螺距 $P = 3.175$
H	$0.866P = 2.200$	$0.866P = 2.750$
h_s	$0.356P = 0.904$	$0.386P = 1.226$
$f_{cs} = f_{cn}$	$0.255P = 0.648$	$0.240P = 0.762$

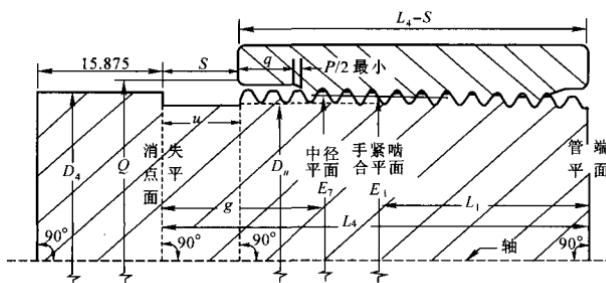


图 B.1 石油圆螺纹套管、油管螺纹工作量规的结构图

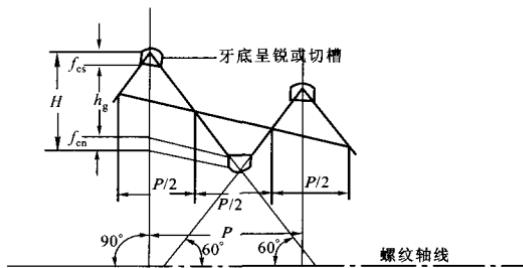


图 B.2 石油圆螺纹套管、油管螺纹工作量规牙形

注：牙形具体尺寸见表 B.2。

附录 C

圆螺纹套管、油管螺纹量规旋紧扭矩推荐值

表 C.1 量规旋紧扭矩推荐值

量规代号	量规尺寸/mm	旋紧扭矩/ (N·m)
2 $\frac{3}{8}$ in ~ 2 $\frac{7}{8}$ in	63.3 ~ 73.0	50
3 $\frac{1}{2}$ in ~ 4 in	88.9 ~ 101.6	100
4 $\frac{1}{2}$ in ~ 5 in	114.3 ~ 127.0	150
5 $\frac{1}{2}$ in ~ 7 in	139.7 ~ 177.8	200
7 $\frac{5}{8}$ in	193.7	250
8 $\frac{5}{8}$ in ~ 10 $\frac{3}{4}$ in	219.0 ~ 273.0	300
11 $\frac{3}{4}$ in ~ 13 $\frac{3}{8}$ in	298.4 ~ 339.7	400
16 in	406.4	450
18 $\frac{5}{8}$ in ~ 20 in	473.0 ~ 508.0	500

附录 D

最佳测球直径选择和测杆校准

D.1 选择最佳测球直径

测量之前，根据被测工作规的螺距和半角选择相应的最佳直径测球。如果没有这种直径的测球，可选择最接近这种直径的测球。最佳测球名义直径 d_0 按公式（D.1）计算，其结果见表 D.1。

$$d_0 = \frac{P}{2 \cos \frac{\alpha}{2}} \left(1 + \tan^2 \frac{\alpha}{2} \tan^2 \frac{\beta}{2} \right) \quad (\text{D.1})$$

式中： d_0 ——最佳测球名义直径；

P ——螺距；

$\frac{\alpha}{2}$ ——工作规的螺纹牙侧半角；

$\frac{\beta}{2}$ ——工作规的圆锥半角。

表 D.1 最佳测球名义直径

螺距/mm	锥度	d_0/mm
6.350	1:6	3.675
5.080	1:4	2.948
6.350	1:4	3.685
2.540	1:16	1.467
3.175	1:16	1.834

D.2 校准测杆 L_0 值

测杆的校准就是要确定测杆两端测球球心间的距离 L_0 ，可以参考仪器说明书推荐的方法校准测杆。本附录介绍的方法是针对灵敏杠杆类的测杆校准方法。

D.2.1 方法 1

如图 D.1 所示，将校准过的标准螺纹槽规放在调试好的仪器工作台上，用测杆两端的测球测量螺纹槽规的两侧距离 M' ，已知校准标准螺纹槽规所用测球的最佳直径为 d_b ，校准的两测球中心间距离为 M_0 ，测杆上所用测球直径为 d_0 ，标准螺纹槽规的牙侧半角实测值为 $\frac{\alpha}{2}$ （牙侧半角名义值为 30° ），则所校准的测杆 L_0 按公式（D.2）计算：

$$L_0 = M' - M_0 - \frac{d_0 - d_b}{\sin \frac{\alpha}{2}} \quad (\text{D.2})$$

D.2.2 方法 2

如图 D.2 所示，将校准过的标准圆柱放在调试好的仪器工作台上，用测杆两端的测

球测量标准圆柱直径 d_s 的两侧等高处, 得到 X 轴读数 M , 按公式 (D.3) 计算 L_0 值:

$$L_0 = M - d_s - d_0 \quad (\text{D.3})$$

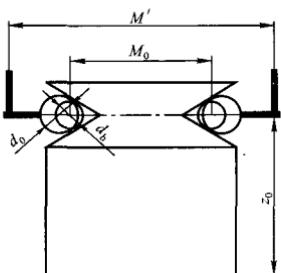


图 D.1 用标准螺纹槽规校准测杆长度

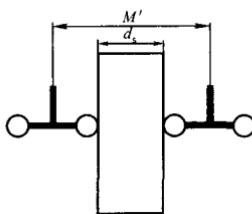
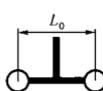


图 D.2 用标准圆柱校准测杆长度

附录 E

螺距数据处理实例

表 E.1 螺距测量数据记录

mm

螺距序号	左侧				右侧			
	Z 轴实测值 Z_{Li}	单个螺距实测值 P_{Li}	单个螺距偏差 ΔP_{Li}	螺距累积偏差 $\sum \Delta P_L$	Z 轴实测值 z_{Ri}	单个螺距实测值 P_{Ri}	单个螺距偏差 ΔP_{Ri}	螺距累积偏差 $\sum \Delta P_R$
1	15.08				12.54			
2	17.622	2.542	+ 0.002	+ 0.002	15.079	2.539	- 0.001	- 0.001
3	20.16	2.538	- 0.002	0.000	17.618	2.539	- 0.001	- 0.002
4	22.698	2.538	- 0.002	- 0.002	20.160	2.542	+ 0.002	0.000
5	25.599	2.541	+ 0.001	- 0.001	23.058	2.538	- 0.002	- 0.002
6	27.782	2.543	+ 0.003	+ 0.002	25.239	2.541	+ 0.001	- 0.001
7	30.323	2.541	+ 0.001	+ 0.003	27.781	2.542	+ 0.002	+ 0.001
8	32.862	2.539	- 0.001	+ 0.002	30.303	2.542	+ 0.002	+ 0.003
9	35.404	2.542	+ 0.002	+ 0.004	32.862	2.543	- 0.001	+ 0.002

测量长度内左侧最大螺距累积偏差: $(\Delta P_L)_{max} = + 0.004 - (- 0.002) = + 0.006\text{mm}$ 测量长度内右侧最大螺距累积偏差: $(\Delta P_R)_{max} = + 0.003 - (- 0.002) = + 0.005\text{mm}$ 螺距累积偏差 $\Delta P = + 0.006\text{mm}$

附录 F

紧密距超差的处理

F.1 钻具接头螺纹量规的紧密距超差的处理

新制造和修复后的量规在单参数校准合格的前提下才能校准紧密距参数，只有单参数和紧密距都合格的工作规才能判合格。工作量规在周期校准时可以只校准紧密距，周期校准的紧密距参数会出现以下两种情况：

- 1) 周期校准紧密距参数小于磨损极限偏差和紧密距极限偏差时，则该规周期校准合格。
- 2) 周期校准紧密距参数大于磨损极限偏差，则该规可以根据情况进行修复（或更换），修复后的量规则必须重新校准该规的单参数，在单参数合格的前提下，才可以重新校准紧密距参数。

F.2 套管圆螺纹工作量规、油管螺纹工作量规的紧密距超差的处理

新制造和修复后的量规在单参数校准合格的前提下，才能校准紧密距参数，只有单参数和紧密距都合格的工作规才能判合格。合格规在周期校准时可以只校准紧密距，周期校准紧密距参数会出现以下两种情况：

- 1) 周期校准紧密距参数小于磨损极限偏差和紧密距极限偏差时，则该规周期校准合格。
- 2) 周期校准紧密距参数大于磨损极限偏差，则注明该规超差。

附录 G

校准证书内容

校准证书的内容应排列有序、清晰，至少应包括下列内容：

- 1 标题：校准证书；
- 2 校准实验室名称及地址；
- 3 证书编号、页码及总页数；
- 4 委托方的名称及地址；
- 5 被校准量规名称、型号规格及编号；
- 6 被校准的量规的生产厂；
- 7 校准日期；
- 8 校准人员姓名、签名，主管人员职务、姓名及签名；
- 9 采用本校准规范的说明及对本规范的任何偏离的说明；
- 10 环境温度情况；
- 11 使用的标准器名称；
- 12 校准结果；
- 13 校准结果的不确定度；
- 14 未经实验室许可，不得局部复制证书的声明。

附录 H

钻具接头螺纹量规和圆螺纹套管量规、
油管螺纹量规的紧密距量值传递图

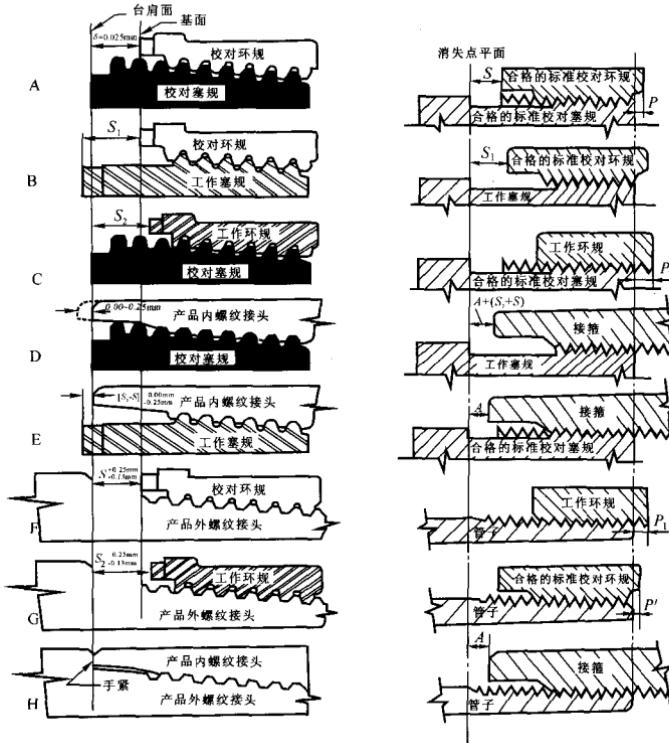


图 H.1 钻具接头螺纹量规紧密距传递图

图 H.2 圆螺纹套管量规、油管螺纹量规
紧密距传递图

注: 工作环规小端紧密距, 校对塞规
凹为+, 校对塞规凸为-