

螺纹紧固件电镀层

Electroplated coatings on threaded fasteners

1 引言

1.1 本标准适用于钢或铜合金螺纹紧固件上普遍采用的锌、镉、镍及其合金的单层电沉积镀层以及镍+铬和铜+镍+铬多层电沉积的镀层厚度、标记及测量方法。

本标准也适用于其他螺纹连接件电镀层。

1.2 使用本标准规定的镀层厚度时，镀前螺纹尺寸应符合GB 197—81《普通螺纹 公差与配合》的规定。其公差带位置为：

对外螺纹规定三种公差带位置：g、f、e；

对内螺纹规定二种公差带位置：H、G。

镀后螺纹的实际轮廓上的任何点均不应超越按H、h确定的最大实体牙型。

1.3 电镀螺纹紧固件，必须同时满足镀层厚度和旋合性两方面的要求。达到规定的镀层厚度可使产品具有一定的抗腐蚀能力。

2 定义

主要表面：对镀层产品的外观或耐用性很重要的表面。

测试表面：主要表面上规定作局部厚度测试或进行其他镀层质量检测的区域。

局部厚度：测试表面上任意一处的厚度测得值。

最小局部厚度：局部厚度必须达到的最小值。

平均厚度：假设电镀件整个表面上镀层均匀分布时的厚度值。

镀层厚度：本标准规定的公称镀层厚度。

批：一个滚筒中一次电镀的，或一次交付的相同品种、相同规格的零件。

组：批中随机抽取的10个或更多个零件。

组平均厚度：组中所有零件平均厚度的平均值。

批平均厚度：同一批中，各组平均厚度的平均值。当一批零件是由同一滚筒中一次电镀时，组平均厚度即为批平均厚度。

氢脆：零件在酸洗和电镀过程中吸收了氢原子而变脆的现象。

3 螺纹紧固件电镀层的标记

螺纹紧固件电镀层的标记应符合GB 1238—76《金属镀层及化学处理表示方法》的规定。

4 镀层厚度和电镀层的使用条件

4.1 镀层厚度

镀层厚度系列及其相应的最小局部厚度和批平均厚度按表1规定。

表 1

μm

镀层厚度	最小局部厚度	批平均厚度	
		min	max
3	3	3	5
5	5	4	7
8	8	7	10
10	10	9	12
12	12	11	15
15	15	14	18
20	20	18	23
25	25	23	28
30	30	27	35

4.2 电镀层的使用条件

电镀层的抗腐蚀性能取决于镀层厚度和暴露环境等。使用条件越恶劣，需要的镀层越厚。本标准将使用条件分为 0 ~ 4 级，如表 2 所示。表中说明仅供参考。

表 2

级 别	条 件	说 明
0	十分良好	空气清洁，工作环境湿度低于 60% 的室内条件
1	良 好	工作环境湿度低于 70% 的室内条件
2	一 般	城市的室外条件或可产生冷凝作用的室内条件
3	恶 劣	工业区的室外条件或高湿度的条件
4	十分恶劣	海上室外条件或含有少量腐蚀性气体的条件或高湿度的热带条件

按使用条件级别推荐的镀层金属及厚度如表 3 所示：

表 3

级 别	锌	镉	镍	镍+铬 铜+镍+铬
0	Fe/Zn3	Fe/Cd3	Cu/Ni3 Fe/Ni3	—
1	Fe/Zn5D	Fe/Cd5D	Cu/Ni5 Fe/Ni10	Cu/Ni5/Cr0.3 Fe/Ni10/Cr0.3 Fe/Cu10/Ni5/Cr0.3
2	Fe/Zn8D	Fe/Cd8D	Cu/Ni10 Fe/Ni20	Cu/Ni10/Cr0.3 Fe/Ni20/Cr0.3 Fe/Cu20/Ni10/Cr0.3
3	Fe/Zn12D	Fe/Cd12D	Cu/Ni20 Fe/Ni30	Cu/Ni20/Cr0.3 Fe/Ni30/Cr0.3
4	Fe/Zn25D	Fe/Cd25D	—	—

注：表中第一位元素符号Fe及Cu分别表示基体金属为铁和铜。

5 标准的普通螺纹可容纳的镀层厚度

标准的普通螺纹可容纳的镀层厚度取决于螺距和螺纹公差带的位置。

5.1 镀前为6g级外螺纹、6H级内螺纹

5.1.1 表4给出了6g级外螺纹基本偏差可容纳的最大镀层厚度。

表 4

螺 距 mm	粗 牙 螺 纹	基本偏差 μm	最大镀层厚度 μm	
			短 规 格	长 规 格
0.35	M1.6	-19	3	3
0.4	M2			
0.45	M2.5	-20	5	
0.5	M3			
0.6	M3.5	-21	5	
0.7	M4	-22		

续表 4

螺 距 mm	粗 牙 螺 纹	基本偏差 μm	最大镀层厚度 μm	
			短 规 格	长 规 格
0.8	M 5	-24	5	5
1	M 6, M 7	-26		
1.25	M 8	-28		
1.5	M 10	-32	8	
1.75	M 12	-34		
2	M 14, M 16	-38	10	8
2.5	M 18, M 20, M 22	-42		
3	M 24, M 27	-48	12	10
3.5	M 30, M 33	-53		
4	M 36, M 39	-60	15	12
4.5	M 42, M 45	-63		
5	M 48, M 52	-71		
5.5	M 56, M 60	-75	15	15
6	M 64, M 68	-80		

注：① 单个螺纹连接件上的镀层厚度是不均匀的，两端比中部厚，长度与直径比越大，厚度差别也越大。表中短规格是指长度等于小于5倍直径的螺钉或螺栓等，长规格是指长度大于5倍直径，但等于小于10倍直径的螺钉或螺栓等。

② 细牙螺纹基本偏差可容纳的最大镀层厚度按螺距选取。

5.1.2 6H级内螺纹需要电镀时，该螺纹在电镀后的实际轮廓也必须不超过以公差带位置H确定的最大实体牙型。

5.2 镀前为6f或6e级外螺纹、6G级内螺纹

表5给出了6f、6e级外螺纹和6G级内螺纹基本偏差可容纳的最大镀层厚度。

表 5

螺 距 mm	粗牙螺纹	公差带位置 f		公差带位置 e			公差带位置 G		
		基本偏差 μm	最大镀层厚度 μm		基本偏差 μm	最大镀层厚度 μm		基本偏差 μm	最大镀层 厚度 μm 螺母
			短规格	长规格		短规格	长规格		
0.5	M3	-36	8	5	-50	12	10	+20	5
0.6	M3.5				-53			+21	
0.7	M4	-38	8	5	-56	12	10	+22	
0.8	M5				-60			+24	
1	M6, M7	-40	10	8	-60	15	12	+26	
1.25	M8	-42			-63			+28	
1.5	M10	-45	12	10	-67	15	12	+32	
1.75	M12	-48			-71			+34	
2	M14, M16	-52	15	12	-71	20	15	+38	
2.5	M18, M20, M22	-58			-80			+42	
3	M24, M27	-63	20	15	-85	25	20	+48	
3.5	M30, M33	-70			-90			+53	
4	M36, M39	-75	20	15	-95	25	20	+60	
4.5	M42, M45	-80			-100			+63	
5	M48, M52	-85	20	15	-106	25	20	+71	
5.5	M56, M60	-90			-112			+75	
6	M64, M68	-95			-118			+80	

注：与表 4 注相同。

6 木螺钉螺纹与自攻螺钉螺纹可容纳的镀层厚度

木螺钉螺纹与自攻螺钉螺纹可容纳的镀层厚度与螺距及预制孔的公差无关。表 1 规定的镀层厚度均可用于木螺钉及自攻螺钉，如无特殊要求，应不规定其最大批平均厚度。

7 镀层厚度和旋合性的检测方法

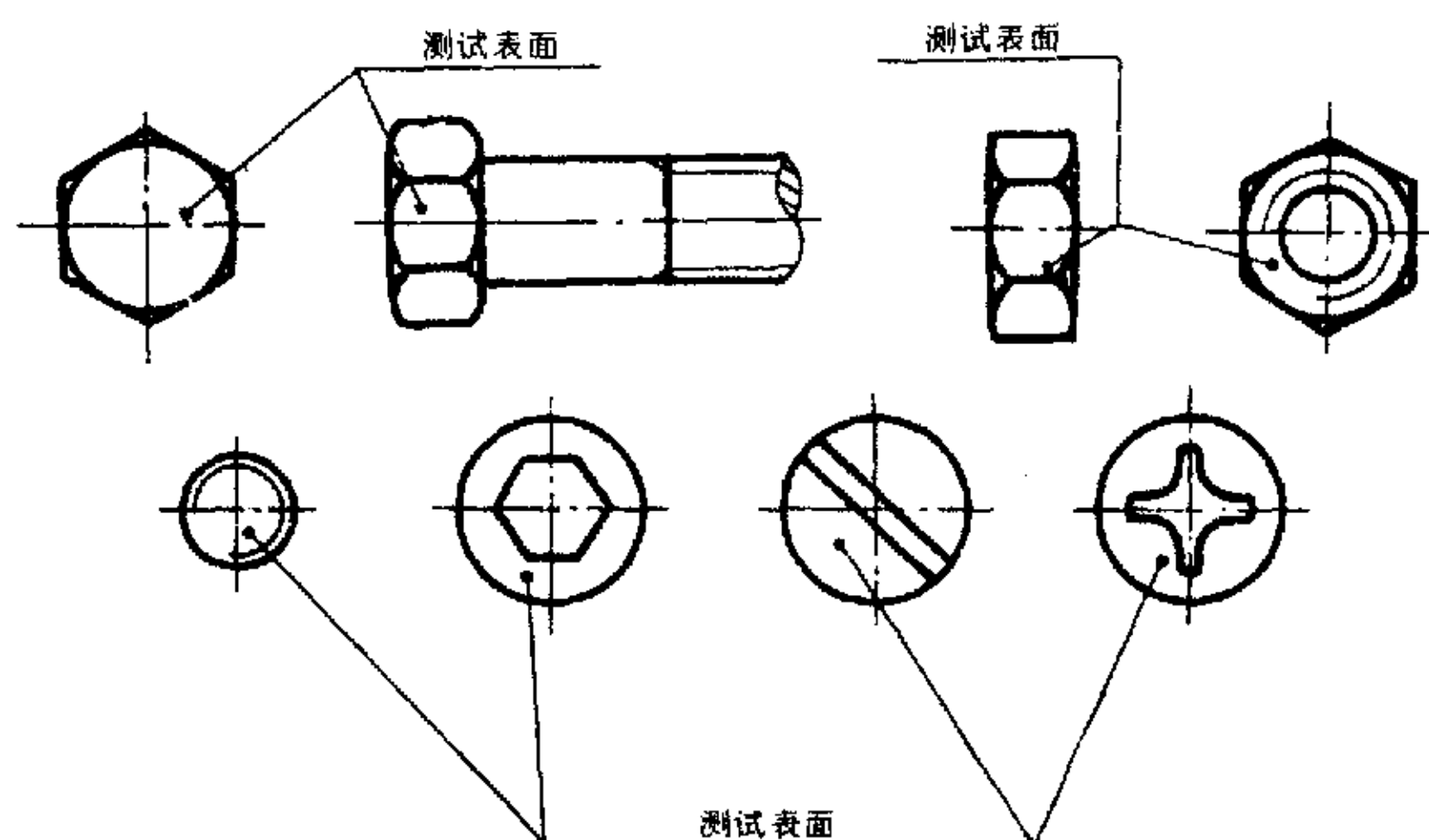
镀层厚度和旋合性通常采用批平均厚度、局部厚度和螺纹量规等三种检测方法。

7.1 批平均厚度的测量

用附录 A（补充件）所述的方法测量批平均厚度。如果镀层螺纹用 6 H 级或 6 h 级通规验收合格，即使批平均厚度大于最大批平均厚度也不应拒收。

7.2 局部厚度的测量

局部厚度不应小于表 1 的最小局部厚度。螺纹紧固件局部厚度的测试表面按下图规定。



7.3 镀后内、外螺纹分别用 6 H 级和 6 h 级螺纹通规进行检查。

8 镀层厚度的验收检查

8.1 验收检查的基本规则按 GB 90《紧固件验收检查标志与包装》规定。

8.2 抽查项目及抽样方案

a. 局部厚度:

质量合格水平 (AQL) = 1.5;

样本大小 (n) = 8;

合格判定数 (A_c) = 0。

b. 镀后螺纹:

质量合格水平 (AQL) = 1.5;

样本大小 (n) = 80;

合格判定数 (A_c) = 3。

注: 如有必要, 可按供需双方协议检查批平均厚度。

9 去除氢脆

氢脆的敏感性随紧固件强度的增加而增加, 对 10.9 级及其以上的外螺纹紧固件或表面淬硬的自攻螺钉以及带有淬硬钢制垫圈的组合螺钉等在电镀后应进行去除氢脆处理, 其方法参见附录 C (参考件)。

10 电镀螺纹紧固件的抗腐蚀性能

电镀螺纹紧固件的抗腐蚀性能, 按有关标准规定或由供需双方协议。

附录 A
批平均厚度的测量方法
(补充件)

A.1 锌镀层和镉镀层的组平均厚度和批平均厚度的测量方法

A.1.1 测量程序

将同组的电镀螺纹紧固件置于有机溶剂(例如三氯乙烯)中,清除油渍,充分干燥,用分度值为0.1mg的天平称重。再将紧固件置入退镀溶液中,翻滚紧固件,使溶液达到所有表面,待沸腾终止,即表示退镀完毕,应立即取出,用流水清洗、擦去(用软布)不坚实的镀层。然后放入清洁的丙酮中清洗,取出充分干燥、重新称重。

A.1.2 退镀溶液

锌和镉的退镀溶液:

盐酸(密度 ρ 为1.16~1.18g/ml)	800mL
蒸馏水	200mL
三氧化二铋	20g

A.1.3 镀层金属的重量和厚度的换算程序

- a. 由附录D(补充件)所给的数据计算同一组(10个或更多个)零件的表面积。
- b. 用下式计算组平均厚度:

$$t = \frac{K(m_0 - m_1)}{A} \dots\dots\dots (A1)$$

式中: t ——组平均厚度, μm ;

K ——与镀层金属密度有关的系数;

m_0 ——一组电镀螺纹紧固件的质量, g ;

m_1 ——一组电镀螺纹紧固件退镀后的质量, g ;

A ——一组紧固件的总面积, cm^2 。

c. K 的数值

锌: $K = 1410$, 锌的相对密度为7.1。

镉: $K = 1160$, 镉的相对密度为8.6。

d. 用下式计算批平均厚度:

$$\text{批平均厚度} = \frac{\text{各组的组平均厚度之和}}{\text{组数}}$$

A.2 钢、铜或铜合金上镍和镍+铬镀层的组平均厚度和批平均厚度的测量方法

A.2.1 测量程序

将同组电镀螺纹紧固件置于有机溶剂(例如三氯乙烯)中,清除油渍,充分干燥,用分度值为0.1mg的天平称重。

对镀铬的螺纹紧固件,测量镍镀层前必须用退镀溶液A将铬层退去。

A.2.1.1 钢上的镍层

将螺纹紧固件置入退镀溶液B中翻滚,使溶液达到所有表面,待退除镍层后,取出用流水清洗、擦干。然后放入清洁的丙酮中清洗,取出干燥,重新称重。

退除镍层时,也会退掉铜镀层。如铜镀层厚度小于 $0.5\mu\text{m}$,则退掉的铜镀层应按镍镀层计算。

A.2.1.2 铜和铜合金上的镍层

通常将螺纹紧固件挂在细铜丝上，置入退镀溶液C中，待镍层完全溶解，取出用流水清洗、擦干。然后放入清洁的丙酮中清洗，取出干燥，重新称重。

A.2.2 退镀溶液

退镀溶液A：三氧化二锡	120 g
用盐酸（密度 $\rho > 1.16 \text{ g/mL}$ ）补到	1000 mL
温度	室温
时间	2 min（停止析出氢气为止）
退镀溶液B：间硝基苯磺酸钠	65 g
氢氧化钠	10 g
氰化钠	100 g
用水补到1000 mL	
温度	75 ~ 85 °C
时间	10 ~ 30 min（镀层退净为止）
退镀溶液C：磷酸（密度 ρ 约为1.75 g/mL）。	
温度	180 ~ 190 °C
时间	10 ~ 40 min（可退除2.5 ~ 10 μm 镀层退净为止）

注：① 将水加入热磷酸溶液有危险，如因溶液中水分蒸发需要补充水时，则应待溶液稍冷后，缓缓加入。

② 假如退除镍镀层的溶液对基体的腐蚀性很小（如小于0.5 μm ），则该种溶液也可采用。

A.2.3 镀层金属的重量和厚度的换算程序

a. 由附录D所给的数据计算同一组（10个或更多个）零件的表面积。

b. 用下式计算组平均厚度：

$$t = \frac{K(m_0 - m_1)}{A} \dots\dots\dots (A2)$$

式中：t ——组平均厚度， μm ；

K ——与镀层金属密度有关的系数；

m_0 ——一组电镀螺纹紧固件的质量，g；

m_1 ——一组电镀螺纹紧固件退镀后的质量，g；

A ——一组紧固件的总面积， cm^2 。

c. K的数值

镍：K = 1120，镍的相对密度为8.9。

d. 用下式计算批平均厚度

$$\text{批平均厚度} = \frac{\text{各组的组平均厚度之和}}{\text{组数}}$$

附录 B
局部厚度的测量方法
(补充件)

B.1 局部厚度的测量方法：

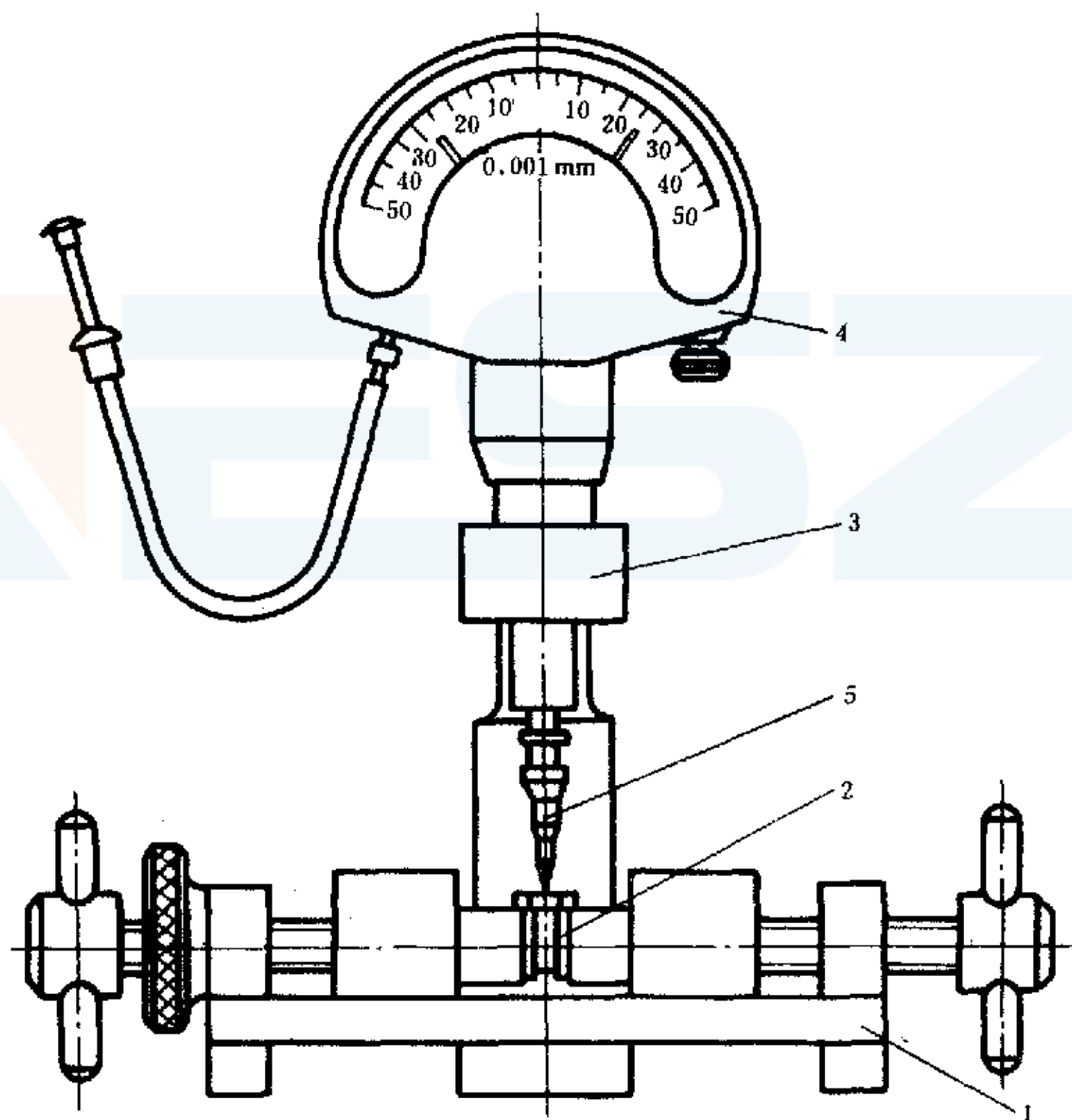
应采用适当的方法测量局部厚度，例如直接测定法、点滴法、计时液流法、阳极溶解库仑法、显微镜法、电磁感应法及涡电流法。仲裁时，采用直接测定法。

B.2 局部厚度的直接测定法**B.2.1 测量原理**

将螺纹紧固件牢固地安装在测量装置上。用测微仪测量表面上任意一点退镀前、后两次读数，其差值即为局部厚度。

B.2.2 测量装置

测量装置由一个耐酸的测量台架和夹紧被测件的夹具组成。测微仪在测量台架的立柱上垂直可调。测微仪（分度值为 $1\ \mu\text{m}$ ）的触头由耐酸材料制成，其直径小于或等于 $2\ \text{mm}$ （见图）。



1—测量台架；2—夹具；3—立柱；
4—测微仪；5—测头

B.2.3 退镀溶液

剥落镀层用附录 A 给出的退镀溶液。

B.2.4 测量程序

将螺纹紧固件夹紧在测量装置上，使测试部位与测头保持垂直，用测微仪测出退镀前的读数。抬起测头，立即用退镀溶液将测试部位的镀层退净，用水清洗、擦干。测出退镀后的读数，计算出两次读数差。

FINESZ 泛微

附 录 C
镀后去除氢脆的处理方法
(参考件)

通常对性能等于或大于10.9级的螺栓和螺钉以及表面淬硬的自攻螺钉等紧固件，为了减小氢脆的危险，要求镀后进行去除氢脆的处理。

电镀后尽快在4 h内进行驱氢处理。驱氢在恒温箱中进行，温度为190~230℃。驱氢时间从达到规定的温度时开始计算。

零 件	最短驱氢时间 h
10.9级的螺钉、螺栓和螺柱	4
12.9级的螺钉、螺栓和螺柱	6
带硬度HV400~500弹性垫圈的组合件	8
带硬度HV500~600弹性垫圈的组合件	12
自攻螺钉	2
自攻锁紧螺钉	6

附 录 D
螺钉、螺栓和螺母表面积的计算
(补充件)

测量平均厚度时, 需要求出电镀螺纹紧固件的表面积。下表给出了一部分标准紧固件有关计算表面积的数据。

cm²

公称规格 (mm)	每厘米长的表面积			头 部 表 面 积	
	螺纹部分	无螺纹部分		GB 818—85	GB 819—85
	粗牙螺纹	粗杆	细杆	盘头	沉头
M1.6	0.714	0.502	0.431	0.163	0.179
M2	0.904	0.628	0.546	0.253	0.268
M2.2	0.991	0.691	0.599	—	—
M2.5	1.144	0.785	0.693	0.412	0.419
M3	1.385	0.942	0.84	0.54	0.552
M3.5	1.611	1.099	0.977	—	—
M4	1.837	1.256	1.113	0.995	1.221
M4.5	2.077	1.413	1.26	—	—
M5	2.318	1.57	1.407	1.423	1.507
M6	2.77	1.884	1.68	2.236	2.211
M8	3.717	2.513	2.258	3.88	4.159
M10	4.665	3.141	2.835	6.035	5.593
M12	5.612	3.769	3.412	—	—
M14	6.56	4.398	3.99	—	—
M16	7.58	5.026	4.618	—	—
M18	8.455	5.654	5.144	—	—

续表

cm²

公称规格 (mm)	头 部 表 面 积				
	GB 820 半沉头	GB 65—85 圆柱头	GB 5780~5786 六角头	GB 70 内六角圆柱头	GB 6170~6171 六角螺母
M1.6	0.255	—	—	0.364	0.347
M2	0.394	—	—	0.569	0.535
M2.2	—	—	—	—	—
M2.5	0.608	—	—	0.823	0.837
M3	0.816	—	0.936	1.218	1.089
M3.5	—	—	—	—	1.371
M4	1.818	1.341	1.64	2.065	1.834
M4.5	—	—	—	—	—
M5	2.223	2.016	2.309	3.162	2.974
M6	3.266	2.796	3.348	4.494	4.18
M8	6.233	4.696	5.749	7.584	7.1
M10	8.411	7.037	8.572	11.819	10.789
M12	—	—	11.223	16.032	15.339
M14	—	—	15.349	21.983	21.169
M16	—	—	19.953	28.871	27.934
M18	—	—	—	—	33.764

D.1 螺钉和螺栓

螺钉或螺栓的总表面积可按图由下式计算：

$$A = b \times A_1 + l_g \times A_2 + A_3$$

式中：A——总表面积， cm^2 ；

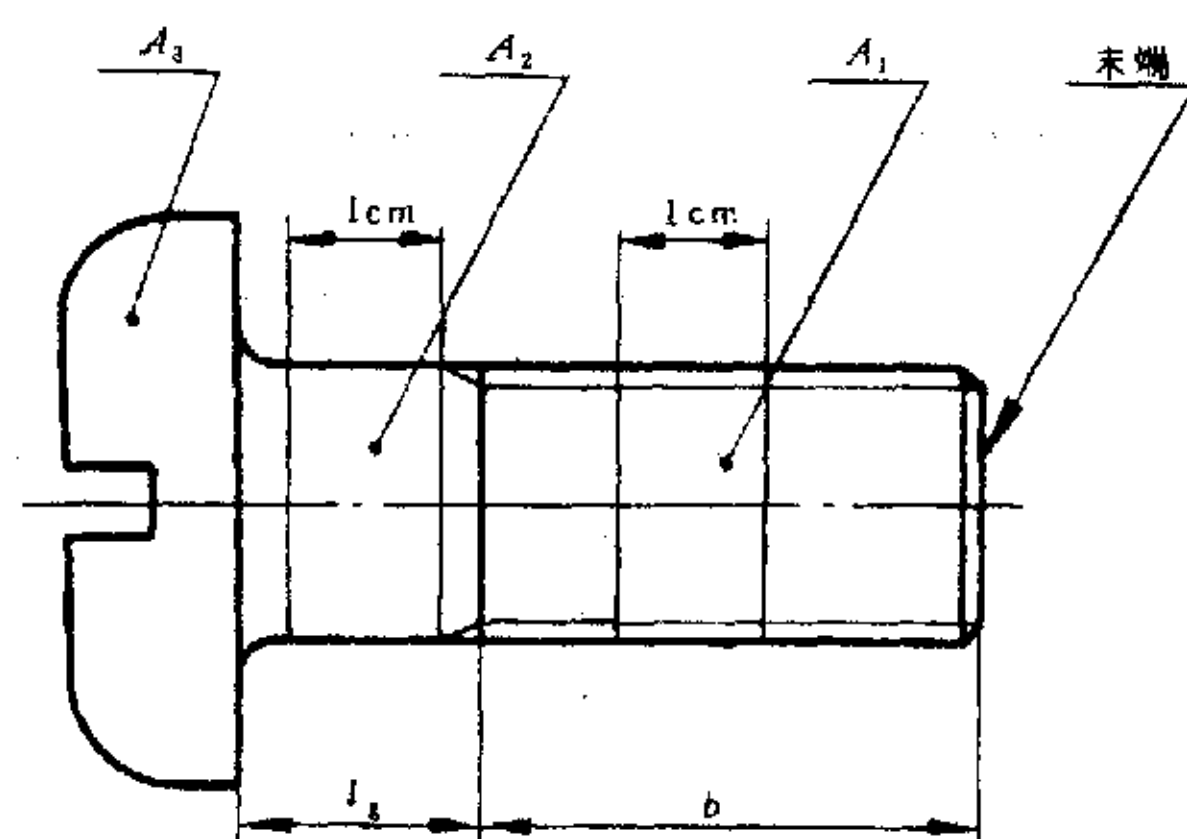
b——螺纹部分长度， cm ；

A_1 ——螺纹部分每厘米长的表面积， cm^2 ；

l_g ——无螺纹部分长度， cm ；

A_2 ——无螺纹部分每厘米长的表面积， cm^2 ；

A_3 ——头部（包括末端）表面积， cm^2 。



D.2 螺母

螺母表面积根据螺母实体形状（没有孔）来计算。

附录 E
可容纳厚镀层的工艺措施
(参考件)

E.1 修正镀前螺纹尺寸

当要求较高的抗腐蚀性能，其镀层厚度大于标准螺纹基本偏差允许容纳的数值时，需要修正镀前螺纹尺寸。

E.1.1 采用非标准螺纹

容纳厚镀层的非标准螺纹可分为两种制造方法：一种是从产品的最大材料极限中扣除必须留出的附加间隙；另一种方法是移动整个公差带的位置。

E.1.2 下表给出容纳厚镀层时所需的总间隙。

镀层厚度	总 间 隙	
	短 规 格	长 规 格
5	20	26
8	32	38
10	38	48
12	48	60
15	60	75
20	85	107
25	106	134
30	130	166

注：与表 4 注①相同。

E.1.3 附加间隙的计算

从要求的总间隙中扣除相应的基本偏差，就是制造非标准螺纹时必须提供的附加间隙。

例如：螺栓 GB 5782 M10×60，要求容纳20μm镀层厚度的附加间隙：

$$\begin{aligned} \text{附加间隙} &= \text{总间隙} - \text{基本偏差} \\ &= 107 - 32 \\ &= 75\mu\text{m} \end{aligned}$$

E.2 采用化学方法减小螺纹尺寸

有些溶液在可控条件下，能以给定的速率剥离金属。当需要容纳厚镀层时，可采用这种特殊工艺减小标准螺纹尺寸，但是该工艺要求熟练的控制技能。

E.3 局部电镀

采用局部电镀的方法，使螺纹零件的特定部位（如螺栓的头部）获得厚镀层。

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械工业部提出，由机械工业部标准化研究所归口。

本标准由机械工业部标准化研究所负责起草。

FINESZ 泛微