

ICS 27.100

F 24

备案号: 40066-2013



# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1236 — 2013

## 输电杆塔用地脚螺栓与螺母

Anchor bolts and nuts for poles and towers of electric power transmission line

2013-03-07 发布

2013-08-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 地脚螺栓型式与尺寸..... 2

4 螺母型式与尺寸..... 5

5 技术条件..... 6

6 试验项目及验收检查..... 12

7 试验方法..... 14

8 组配与包装..... 22

附录 A（规范性附录） 公差带为 6AZ 的内螺纹极限尺寸..... 24

附录 B（资料性附录） 平垫圈..... 25

DL/T 1236 — 2013

## 前 言

本标准根据《国家能源局关于下达 2010 年第一批能源领域行业标准制（修）订计划的通知》（国能科技〔2010〕320 号）制定的。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国架空线路标准化技术委员会归口并解释。

本标准负责起草单位：中国电力科学研究院。

本标准参加起草单位：国家电网公司交流建设分公司、温州信德电力配件有限公司、中国电力工程顾问集团华北电力设计院工程有限公司、中国电力工程顾问集团西北电力设计院、中国电力工程顾问集团中南电力设计院、南京线路器材厂、河南电力器材公司、浙江海力集团有限公司。

本标准主要起草人：何长华、李正、李现兵、陈新、王正寅、王力争、秦庆芝、王虎长、包永忠、韩钰、聂京凯、马光、雍建华、乔庆文、江云锋。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。



## 输电杆塔用地脚螺栓与螺母

### 1 范围

本标准规定了螺纹规格 M20~M100, 性能等级为 4.6、5.6 级和 8.8 级输电杆塔用地脚螺栓及螺母的型式与尺寸、技术条件、试验项目及验收检查、试验方法组配与包装。

本标准适用于架空输电线路杆塔用地脚螺栓与螺母, 其他钢结构用地脚螺栓与螺母可参照本标准。

### 2 规范性引用文件

下列文件对本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件, 仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件, 其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 2 紧固件 外螺纹零件的末端 (ISO 4753, IDT)
- GB/T 90.1 紧固件 验收检查 (ISO 3269-1, IDT)
- GB/T 90.2 紧固件 标志与包装
- GB/T 90.3 紧固件 质量保证体系 (ISO 16426, IDT)
- GB/T 196 普通螺纹 基本尺寸 (ISO 724, MOD)
- GB/T 197 普通螺纹 公差 (ISO 965-1, MOD)
- GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法 (eqv ISO 6892)
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法 (ISO 148-1, MOD)
- GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第 1 部分: 试验方法 (A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺) (ISO 6508-1, MOD)
- GB/T 1800.2 产品几何技术规范 (GPS) 极限与配合 第 2 部分: 标准公差等级和孔、轴极限偏差表 (ISO 286-2, MOD)
- GB/T 2975 钢及钢产品力学性能试验取样位置和试样制备 (eqv ISO 377)
- GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱 (ISO 898-1, IDT)
- GB/T 3098.2 紧固件机械性能 螺母 粗牙螺纹 (ISO 898-2, IDT)
- GB/T 3103.1 紧固件公差 螺栓、螺钉、螺柱和螺母 (ISO 4759-1, IDT)
- GB/T 3103.3 紧固件公差 平垫圈 (ISO 4759-3, IDT)
- GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第 1 部分: 试验方法 (ISO 6507-1, IDT)
- GB/T 5267.3 紧固件 热浸镀锌 (ISO 10684, IDT)
- GB/T 5779.1 紧固件表面缺陷 螺栓、螺钉和螺柱 一般要求 (ISO 6157-1, IDT)
- GB/T 5779.2 紧固件表面缺陷 螺母 (ISO 6157-2, IDT)
- GB/T 5779.3 紧固件表面缺陷 螺栓、螺钉和螺柱 特殊要求 (ISO 6157-3, IDT)
- GB/T 16825.1 静力单轴试验机的检验 第 1 部分: 拉力和(或)压力试验机测力系统的检验与校准 (ISO 7500-1, IDT)
- GB/T 22028 热浸镀锌螺纹 在内螺纹上容纳镀锌层 (ISO 965-5, MOD)
- DL/T 284 输电线路杆塔及电力金具用热浸镀锌螺栓与螺母
- DL/T 646 输变电钢管结构制造技术条件
- DL/T 868 焊接工艺评定规程

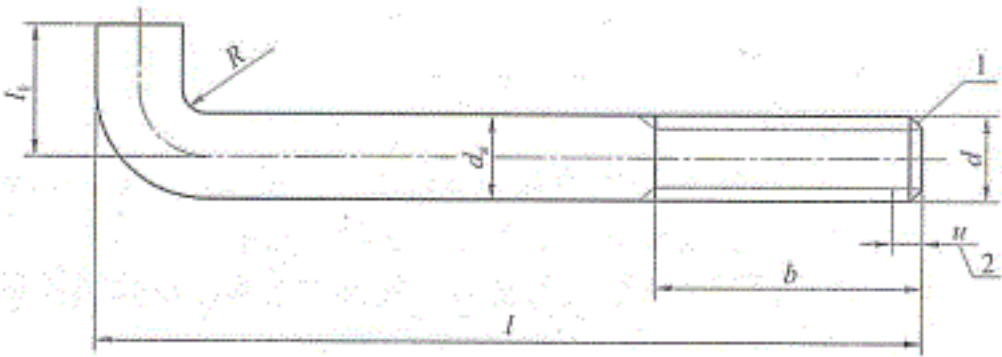


DL/T 1236 — 2013

3 地脚螺栓型式与尺寸

3.1 L 型地脚螺栓

L 型地脚螺栓型式和尺寸见图 1 和表 1。



1—末端应倒角，按 GB/T 2 规定；2—末端不完整的螺纹长度  $u \leq 2P$

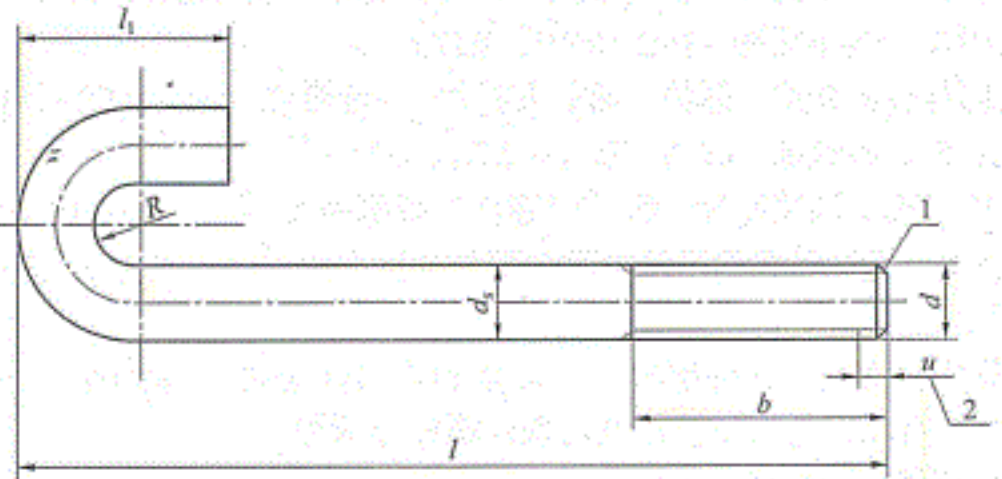
图 1 L 型地脚螺栓型式

表 1 L 型地脚螺栓尺寸 mm

螺纹规格 $d$	螺距 $P$	$d_s$			$l_1^a$	$R$	$b^a$		$l^a$			
		公称	最大值	最小值	最小值	最小值	最小值	最大值	1	2	3	4
M20	2.5	20	20.84	19.16	80	40	60	80	560	660	760	860
M24	3.0	24	24.84	23.16	100	50	72	96	672	772	872	972
M27	3.0	27	27.84	26.16	110	55	81	108	681	881	981	1081
M30	3.5	30	30.84	29.16	120	60	90	120	890	990	1090	1190
M36	4.0	36	37.00	35.00	150	75	108	144	1008	1208	1408	1608
M42	4.5	42	43.00	41.00	170	85	126	168	1226	1426	1626	1826
M48	5.0	48	49.00	47.00	190	95	144	192	1444	1644	1844	2044
注 1：长度 $l$ 公差按 5.7.1 的规定。												
注 2： $d_s$ 允许设计采用比 $d_{smax}$ 值更大的尺寸，但螺纹下方 3 倍的螺纹公称直径长度内的杆部 $d_s$ 不应大于 $d_{smax}$ 。												
<sup>a</sup> 最终尺寸由设计者确定。												

3.2 J 型地脚螺栓

J 型地脚螺栓型式和尺寸见图 2 和表 2。



1—末端应倒角，按 GB/T 2 规定；2—末端不完整的螺纹长度  $u \leq 2P$

图 2 J 型地脚螺栓型式

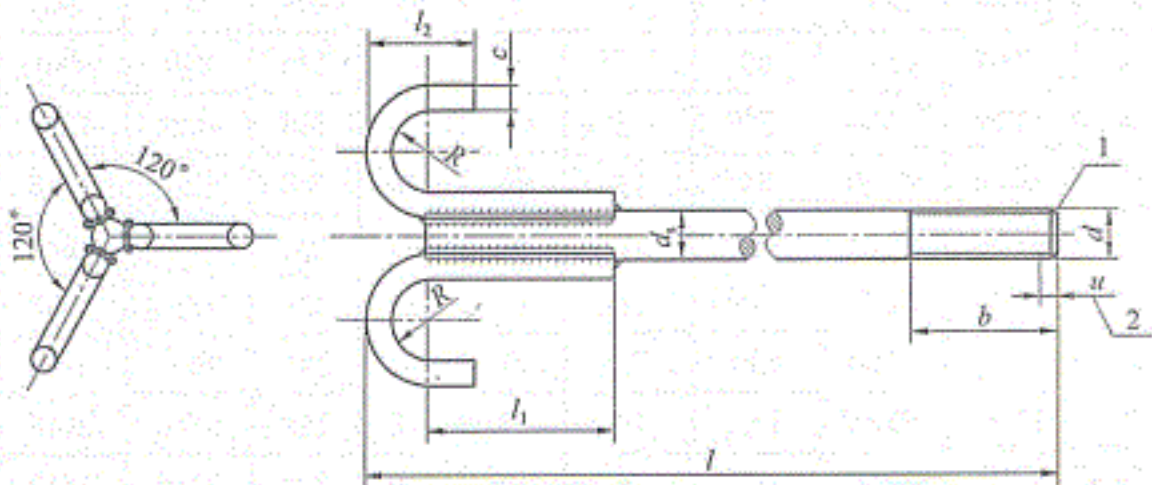


表2 J型地脚螺栓尺寸 mm

螺纹规格 $d$	螺距 $P$	$d_s$			$l_1^a$	$R$	$b^a$		$l^a$			
		公称	最大值	最小值	最小值	最小值	最小值	最大值	1	2	3	4
M20	2.5	20	20.84	19.16	90	40	60	80	560	660	760	860
M24	3.0	24	24.84	23.16	110	50	72	96	672	772	872	972
M27	3.0	27	27.84	26.16	120	55	81	108	681	881	981	1081
M30	3.5	30	30.84	29.16	140	60	90	120	890	990	1090	1190
M36	4.0	36	37.00	35.00	160	75	108	144	1008	1208	1408	1608
M42	4.5	42	43.00	41.00	190	85	126	168	1226	1426	1626	1826
M48	5.0	48	49.00	47.00	220	95	144	192	1444	1644	1844	2044

注1: 长度  $l$  公差按 5.7.1 的规定。  
注2:  $d_s$  允许设计采用比  $d_{smax}$  值更大的尺寸, 但螺纹下方 3 倍的螺纹公称直径长度内的杆部  $d_s$  不应大于  $d_{smax}$ 。  
<sup>a</sup> 最终尺寸由设计者确定。

3.3 棘爪型地脚螺栓  
棘爪型地脚螺栓型式和尺寸见图 3 和表 3。



1—末端应倒角, 按 GB/T 2 规定; 2—末端不完整的螺纹长度  $u \leq 2P$

图3 棘爪型地脚螺栓型式

表3 棘爪形地脚螺栓尺寸 mm

螺纹规格 $d$	螺距 $P$	$d_s$			$l_1^a$	$l_2^a$	$c^a$	$b^a$		$R$	$l^a$			
		公称	最大值	最小值	最小值	最小值	最小值	最小值	最大值	最小值	1	2	3	4
M27	3.0	27	27.84	26.16	80	60	14	81	108	30	681	881	981	1081
M30	3.5	30	30.84	29.16	90	65	15	90	120	35	890	990	1090	1190
M36	4.0	36	37.00	35.00	110	80	18	108	144	40	1008	1208	1408	1608
M42	4.5	42	43.00	41.00	130	95	20	126	168	45	1226	1426	1626	1826
M48	5.0	48	49.00	47.00	150	110	24	144	192	50	1444	1644	1844	2044
M56	5.5	56	57.20	54.80	170	130	28	168	224	60	1768	1968	2168	2368
M64	6.0	64	65.20	62.80	200	150	32	192	256	70	2192	2392	2592	2792
M72	6.0	72	73.20	70.80	220	170	36	216	288	80	2716	2916	3116	3316

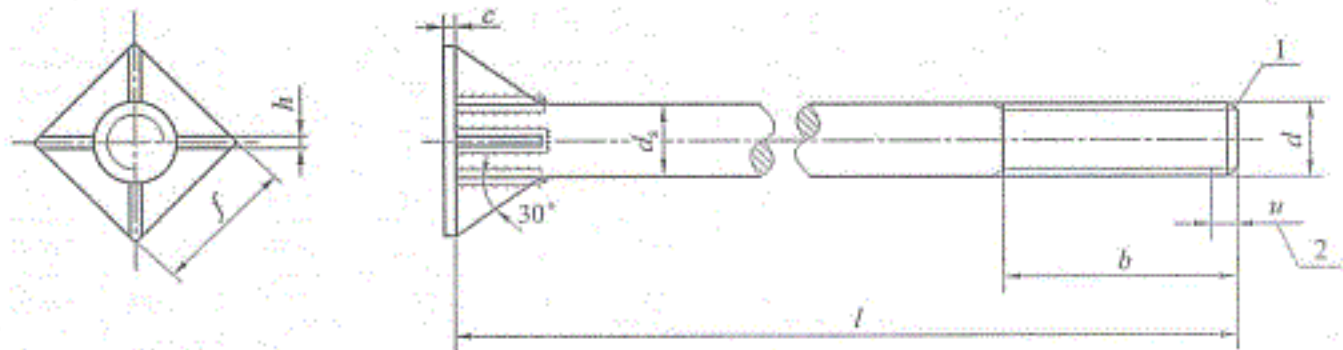
注1: 长度  $l$  公差按 5.7.1 的规定。  
注2:  $d_s$  允许设计采用比  $d_{smax}$  值更大的尺寸, 但螺纹下方 3 倍的螺纹公称直径长度内的杆部  $d_s$  不应大于  $d_{smax}$ 。  
<sup>a</sup> 最终尺寸由设计者确定。



DL/T 1236 — 2013

3.4 T 型地脚螺栓

T 型地脚螺栓型式和尺寸见图 4 和表 4。



1—末端应倒角，按 GB/T 2 规定；2—末端不完整的螺纹长度  $u \leq 2P$

图 4 T 型地脚螺栓型式

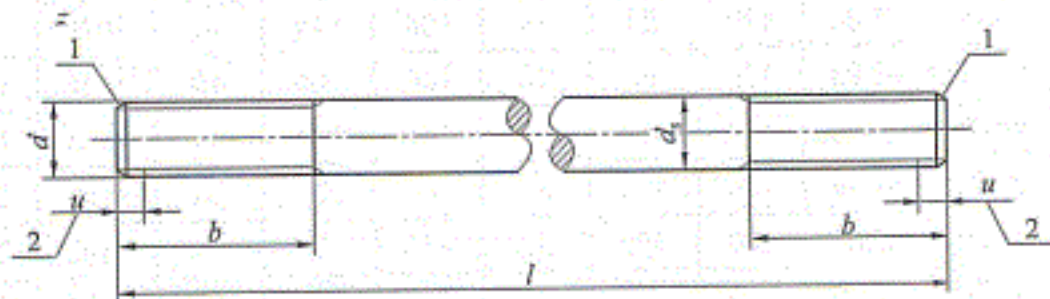
表 4 T 型地脚螺栓尺寸 mm

螺纹规格 $d$	螺距 $P$	$d_s$			$f^a$	$c^a$	$h^a$	$b^a$		$l^a$			
		公称	最大值	最小值	最小值	最小值	最小值	最小值	最大值	1	2	3	4
M27	3.0	27	27.84	26.16	55	9	5	81	108	681	881	981	1081
M30	3.5	30	30.84	29.16	60	10	6	90	120	890	990	1090	1190
M36	4.0	36	37.00	35.00	75	12	7	108	144	1008	1208	1408	1608
M42	4.5	42	43.00	41.00	85	14	8	126	168	1226	1426	1626	1826
M48	5.0	48	49.00	47.00	100	16	9	144	192	1444	1644	1844	2044
M56	5.5	56	57.20	54.80	115	18	11	158	224	1758	1958	2158	2358
M64	6.0	64	65.20	62.80	130	22	12	192	256	2000	2392	2592	2792
M72	6.0	72	73.20	70.80	145	24	14	216	288	2716	2916	3116	3316
M80	6.0	80	81.20	78.80	160	26	16	240	320	3240	3440	3640	3840
M90	6.0	90	91.40	88.60	180	30	18	270	360	3770	3970	4170	4370
M100	6.0	100	101.40	98.60	200	32	20	300	400	4300	4500	4700	4900

注 1：长度  $l$  公差按 5.7.1 的规定。  
注 2： $d_s$  允许设计采用比  $d_{smax}$  值更大的尺寸，但螺纹下方 3 倍的螺纹公称直径长度内的杆部  $d_s$  不应大于  $d_{smax}$ 。  
<sup>a</sup> 最终尺寸由设计者确定。

3.5 双头型地脚螺栓

双头型地脚螺栓型式和尺寸见图 5 和表 5。



1—末端应倒角，按 GB/T 2 规定；2—末端不完整的螺纹长度  $u \leq 2P$

图 5 双头型地脚螺栓型式

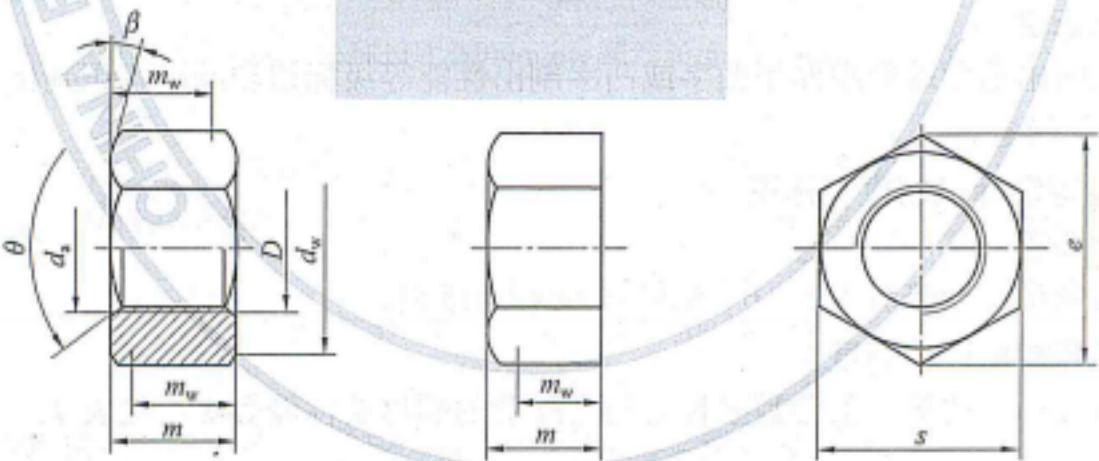


表 5 双头型地脚螺栓尺寸 mm

螺纹规格 $d$	螺距 $P$	$d_s$			$b^a$		$l^a$			
		公称	最大值	最小值	最小值	最大值	1	2	3	4
M20	2.5	20	20.84	19.16	60	80	560	660	760	860
M24	3.0	24	24.84	23.16	72	96	672	772	872	972
M27	3.0	27	27.84	26.16	81	108	681	881	981	1081
M30	3.5	30	30.84	29.16	90	120	890	990	1090	1190
M36	4.0	36	37.00	35.00	108	144	1008	1208	1408	1608
M42	4.5	42	43.00	41.00	126	168	1226	1426	1626	1826
M48	5.0	48	49.00	47.00	144	192	1444	1644	1844	2044
M56	5.5	56	57.20	54.80	168	224	1768	1968	2168	2368
M64	6.0	64	65.20	62.80	192	256	2192	2392	2592	2792
M72	6.0	72	73.20	70.80	216	288	2716	2916	3116	3316
M80	6.0	80	81.20	78.80	240	320	3240	3440	3640	3840
M90	6.0	90	91.40	88.60	270	360	3770	3970	4170	4370
M100	6.0	100	101.40	98.60	300	400	4300	4500	4700	4900
注 1: 长度 $l$ 公差按 5.7.1 的规定。										
注 2: $d_s$ 允许设计采用比 $d_{smax}$ 值更大的尺寸, 但螺纹下方 3 倍的螺纹公称直径长度内的杆部 $d_s$ 不应大于 $d_{smax}$ 。										
注 3: 8.8 级地脚螺栓应采用双头螺母型结构型式。										
<sup>a</sup> 最终尺寸由设计者确定。										

4 螺母型式与尺寸

与地脚螺栓相匹配使用的螺母型式与尺寸见图 6 和表 6。



注:  $\beta=15^\circ \sim 30^\circ$ ,  $\theta=90^\circ \sim 120^\circ$ 。

图 6 螺母型式

表 6 螺 母 尺 寸 mm

螺纹规格 $D$		M20	M24	M27	M30	M36	M42	M48	M56	M64	M72	M80	M90	M100
螺距 $P$		2.5	3.0	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
$d_a$	最大值	21.6	25.9	29.1	32.4	38.9	45.4	51.8	60.5	69.1	77.8	86.5	97.3	108.5
	最小值	20.0	24.0	27.0	30.0	36.0	42.0	48.0	56.0	64.0	72.0	80.0	90.0	100.0



DL/T 1236 — 2013

表 6 (续)

螺纹规格 $D$		M20	M24	M27	M30	M36	M42	M48	M56	M64	M72	M80	M90	M100
$d_w \min$		27.7	33.3	38.0	42.8	51.1	60.0	69.5	78.7	88.2	97.7	107.2	121.1	135.4
$e \min$		32.50	39.55	45.20	50.85	60.79	71.30	82.60	93.56	104.86	116.66	127.46	144.07	161.02
$m$	最大值	18.0	21.5	24.7	25.6	31.0	34.0	38.0	45.0	51.0	57.0	64.0	72.0	80.0
	最小值	16.9	20.2	22.6	24.3	29.4	32.4	36.4	43.4	49.1	55.1	62.1	70.1	78.1
$m_w \min$		13.5	16.2	18.1	19.4	23.5	25.9	29.1	34.7	39.3	44.1	49.7	56.1	62.5
$s$	公称=最大值	30.00	36.00	41.00	46.00	55.00	65.00	75.00	85.00	95.00	105.00	115.00	130.00	145.00
	最小值	29.16	35.00	40.00	45.00	53.80	63.10	73.10	82.80	92.80	102.80	112.80	127.50	142.50

5 技术条件

5.1 性能等级标记制度与标志

5.1.1 地脚螺栓性能等级标记制度与标识

5.1.1.1 地脚螺栓性能等级标记制度

地脚螺栓性能等级的代号，由点隔开的两部分数字组成：

- 点左边的一位或两位数字表示公称抗拉强度  $R_m$ ，公称的 1/100，以 MPa 计（见表 10）；
- 点右边的数字表示公称屈服强度（下屈服强度） $R_{eL}$ ，公称或规定非比例延伸 0.2% 的公称应力  $R_{p0.2}$ ，公称与公称抗拉强度  $R_m$ ，公称比值的 10 倍。

公称抗拉强度和屈服比的乘积为公称屈服强度，以 MPa 计。

示例：产品的公称抗拉强度  $R_m$ ，公称=800MPa 和屈服比为 0.8，其性能等级标记为 8.8。

5.1.1.2 地脚螺栓标识

应在地脚螺栓露出地面端的端面用凹字或凸字制出性能等级标识和制造者识别标识，其标识要求应符合 GB/T 3098.1 的规定。

5.1.2 螺母的性能等级标记制度与标识

5.1.2.1 螺母性能等级

本标准采用的螺母性能等级为 5、6、8 和 10 级四个级别。

5.1.2.2 螺母性能等级的标记制度

用螺栓性能等级标记的第一部分数字标记与之配套的螺母的性能等级，见表 7。

表 7 5、6、8、10 级的螺母标记制度

螺母性能等级	5	6	8 或 10
相配的地脚螺栓	4.6	5.6	8.8
注：一般来说，性能等级较高的螺母，可以代替性能等级较低的螺母。			

5.1.2.3 螺母标识

双面倒角的螺母应在一支承面或侧面用凹字制出性能等级和制造者识别标识；单面倒角的螺母应在倒角的端面用凹字或凸字制出性能等级和制造者识别标识，应符合 GB/T 3098.2 的规定。



5.2 产品标记方法

地脚螺栓标记方法如图 7 所示，将地脚螺栓名称、标准编号、螺纹规格×无螺纹直径×公称长度×螺纹长度-结构型式-性能等级-局部热浸镀锌长度的组合作为地脚螺栓标记。当无螺纹公称直径与螺纹规格相同时，可不标无螺纹直径。

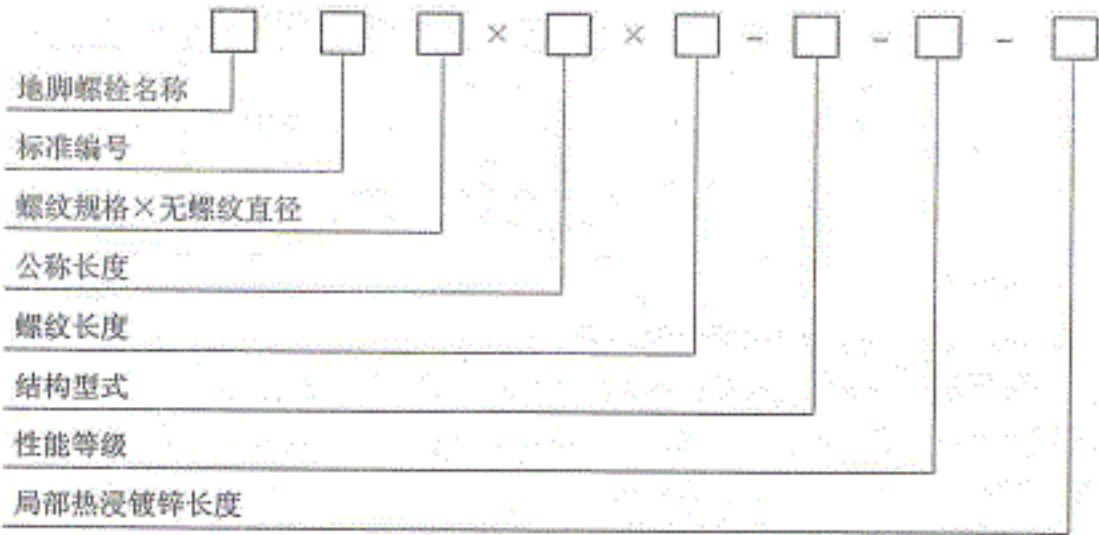


图 7 产品完整标记

标记示例：

- 地脚螺栓、螺纹规格为  $d=M36$ 、公称长度 1200mm、螺纹长度 180mm、L 型地脚螺栓、性能等级 4.6 级、表面不处理的产品标记  
地脚螺栓 DL/T ×××-M36×1200×180-L-4.6
- 地脚螺栓、螺纹规格为  $d=M42$ 、公称长度 1700mm、螺纹长度 210mm、J 型地脚螺栓、性能等级 5.6 级、表面热浸镀锌，局部热浸镀锌长度 400mm 的产品标记  
地脚螺栓 DL/T ×××-M42×1700×210-J-5.6-400tZn
- 地脚螺栓、螺纹规格为  $d=M56$ 、公称长度 2000mm、螺纹长度 280mm、Z 型地脚螺栓、性能等级 4.6 级的产品标记  
地脚螺栓 DL/T ×××-M56×2000×280-Z-4.6
- 地脚螺栓、螺纹规格为  $d=M64$ 、公称长度 2200mm、螺纹长度 320mm、T 型地脚螺栓、性能等级 5.6 级的产品标记  
地脚螺栓 DL/T ×××-M64×2200×320-T-5.6
- 地脚螺栓、螺纹规格为  $d=M80$ 、公称长度 3000mm、螺纹长度 400mm、双头型地脚螺栓、性能等级 8.8 级的产品标记  
地脚螺栓 DL/T ×××-M80×3000×400-I-8.8

5.3 材料

5.3.1 地脚螺栓各性能等级用钢的化学成分极限和最低回火温度见表 8，化学成分应按相关的国家标准进行评定。

表 8 地脚螺栓材料

性能等级	材料和热处理	推荐用材料	化学成分极限 (熔炼分析%) <sup>a</sup>					回火温度 ℃
			C		P	S	B <sup>b</sup>	
			最小值	最大值	最大值	最大值	最大值	最小值
4.6 <sup>c</sup>	碳钢或添加元素的 碳钢	Q235、20Mn	—	0.55	0.050	0.060	未规定	—
5.6 <sup>c</sup>		35、30Mn	0.13	0.55	0.050	0.060		



表 8 (续)

性能等级	材料和热处理	推荐用材料	化学成分极限 (熔炼分析%) <sup>a</sup>					回火温度 ℃
			C		P	S	B <sup>b</sup>	
			最小值	最大值	最大值	最大值	最大值	最小值
8.8 <sup>d</sup>	添加元素的碳钢 (如硼、锰或铬) 淬火并回火	≤M30 采用 40Cr >M30 采用 42CrMo	0.15 <sup>e</sup>	0.40	0.025	0.025	0.003	425
	合金钢淬火并回火		0.20	0.55	0.025	0.025		
<sup>a</sup> 有争议时, 实施成品分析。 <sup>b</sup> 硼的含量可达 0.005%, 其非有效硼可由添加钛(或)铝控制。 <sup>c</sup> 对 4.6、5.6 级地脚螺栓制造用钢材, 如存在冷作硬化现象, 应进行热处理消除。 <sup>d</sup> 对这些性能等级用的材料, 应有足够的淬透性, 以确保螺纹截面的芯部在淬火后、回火前获得约 90% 的马氏体组织, 且应考虑热浸镀锌温度对机械性能的影响。 <sup>e</sup> 含碳量低于 0.25% 的添加硼的碳钢, 其锰的最低含量为 0.6%。								

5.3.2 螺母各性能等级用钢的化学成分极限见表 9, 化学成分应按相关的国家标准进行评定。

表 9 螺 母 材 料

性能等级	化学成分极限 (熔炼分析%) %			
	C	Mn	P	S
	最大值	最小值	最大值	最大值
5、6 <sup>a</sup>	0.50	—	0.060	0.150
8 <sup>b</sup>	0.58	0.25	0.060	0.150
10 <sup>b</sup>	0.58	0.30	0.048	0.058
<sup>a</sup> 该性能等级可以用易切削钢制造 (供需双方另有协议除外), 其硫、磷及铅的最大含量为: 硫 0.34%; 磷 0.11%; 铅 0.34%。 <sup>b</sup> 为改善螺母的机械性能, 必要时可增添合金元素。				

5.4 机械和物理性能

5.4.1 地脚螺栓机械和物理性能

规定性能等级的地脚螺栓, 在环境温度为 10℃~35℃ 条件下进行测试时, 其机械和物理性能最小拉力载荷保证载荷应符合表 10~表 12 的规定。

表 10 地脚螺栓的机械和物理性能

序号	机械或物理性能		性能等级		
			4.6	5.6	8.8
1	抗拉强度 $R_m$ MPa	$R_{m, 公称}^a$	400	500	800
		$R_{m, min}$	400	500	830
2	下屈服强度 $R_{eL}^b$ MPa	$R_{eL, 公称}^a$	240	300	—
		$R_{eL, min}$	240	300	—
3	规定非比例延伸 0.2% 的应力 $R_{p0.2}$ MPa	$R_{p0.2, 公称}^a$	—	—	640
		$R_{p0.2, min}$	—	—	660



表 10 (续)

序号	机械或物理性能		性能等级		
			4.6	5.6	8.8
4	保证应力 $S_p^c$ MPa	$S_{p, 公称}$	225	280	600
	保证应力比	$S_{p, 公称}/R_{eL, min}$ 或 $S_{p, 公称}/R_{p0.2, min}$	0.94	0.93	0.91
5	机械加工试件的断后伸长率 $A$ %	$A_{min}$	22	20	12
6	机械加工试件的断面收缩率 $Z$ %	$Z_{min}$	—		52
7	维氏硬度 HV $F \geq 98N$	最小值	120	155	255
		最大值	220 <sup>d</sup>		335
8	洛氏硬度 HRB	最小值	67	79	—
		最大值	95.0 <sup>d</sup>		—
	洛氏硬度 HRC	最小值	—		23
		最大值	—		34
9	表面硬度 HV0.3	最大值	—		<sup>e</sup>
10	螺纹未脱碳层的高度 $E$ mm	最小值	—		1/2 $H_1$
	螺纹全脱碳层的深度 $G$ mm	最大值	—		0.015
11	再回火后硬度的降低值 HV	最大值	—		20
12	吸收能量 KV <sup>f</sup> J	最小值	—	27	27
注： $H_1$ —最大实体条件下外螺纹的牙型高度。					
<sup>a</sup> 规定公差值，仅为性能等级标记制度，见 5.1.1。					
<sup>b</sup> 在不能测定下屈服强度 $R_{eL}$ 的情况下，允许测量规定非比例延伸 0.2% 的应力 $R_{p0.2}$ 。					
<sup>c</sup> 表 12 规定了保证载荷值，供设计人员参考，需试验时供需双方协商。					
<sup>d</sup> 在末端测定硬度值时，应分别为 250HV 或 HRB <sub>max</sub> 99.5。					
<sup>e</sup> 当采用 HV0.3 测定表面硬度及芯部硬度时，表面硬度不应比芯部硬度高出 30HV。					
<sup>f</sup> 试验在 -20℃ 下测定，见 7.1.5。					

表 11 地脚螺栓最小拉力载荷

螺纹规格 $d$	螺纹公称应力截面 面积 $A_{s, GC}$ mm <sup>2</sup>	性能等级		
		4.6	5.6	8.8
		最小拉力载荷 $F_{m, min} (A_{s, GC} \times R_{m, min})$ N		
M20	245	98 000	122 000	203 000
M24	353	141 200	176 000	293 000
M27	459	183 600	230 000	381 000
M30	561	224 400	270 000	466 000



DL/T 1236—2013

表 11 (续)

螺纹规格 $d$	螺纹公称应力截面 面积 $A_s, GC$ $mm^2$	性 能 等 级		
		4.6	5.6	8.8
		最小拉力载荷 $F_{m, min} (A_s, GC \times R_{m, min})$ N		
M36	817	326 800	408 000	678 000
M42	1120	448 000	560 000	930 000
M48	1470	588 000	735 000	1 220 000
M56	2030	812 000	1 015 000	1 685 000
M64	2675	1 070 000	1 337 500	2 220 250
M72	3458	1 383 200	1 729 000	2 870 140
M80	4342	1 736 800	2 171 000	3 603 860
M90	5588	2 235 200	2 794 000	4 638 040
M100	6991	2 796 400	3 495 500	5 802 530

表 12 地脚螺栓保证载荷

螺纹规格 $d$	螺纹公称应力截面面积 $A_s, GC$ $mm^2$	性 能 等 级		
		4.6	5.6	8.8
		保证载荷 $F_p (A_s, GC \times S_p, GC)$ N		
M20	245	55 125	68 600	147 000
M24	353	79 425	98 800	212 000
M27	459	103 275	128 000	275 000
M30	561	126 225	157 000	337 000
M36	817	183 825	229 000	490 000
M42	1120	252 000	314 000	672 000
M48	1470	330 750	412 000	882 000
M56	2030	456 750	568 000	1 218 000
M64	2675	601 875	749 000	1 605 000
M72	3458	778 050	968 240	2 074 800
M80	4342	976 950	1 215 760	2 605 200
M90	5588	1 257 300	1 564 640	3 352 800
M100	6991	1 572 975	1 957 480	4 194 600

## 5.4.2 螺母的机械性能

规定性能等级的螺母, 在环境温度为  $10^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$  条件下进行测试时, 应符合表 13 和表 14 规定的机械性能和保证载荷。



表 13 螺母的机械性能

机械性能		性 能 等 级			
		5	6	8	10
保证载荷应力 $S_p$ MPa	最小值	630	720	920	1060
维氏硬度 HV	最小值	146	170	233	272
	最大值	302	302	353	353
热处理		不淬火回火		淬火并回火	
注：最低硬度仅对经热处理的螺母或规格太大而不能进行保证载荷试验的螺母，才是强制性的；对其他螺母不是强制性的，是指导性的。对不淬火回火，而又能满足保证载荷试验的螺母，最低硬度应不作为拒收（考核）依据。					

表 14 螺母保证载荷

螺纹规格 $D$	螺距 $P$	螺纹的应力截面 面积 $A_s$ $\text{mm}^2$	性能等级			
			5	6	8	10
			最小保证载荷 ( $A_s \times S_p$ ) N			
20	2.5	245	154 400	176 400	225 400	259 700
24	3	353	222 400	254 200	324 800	374 200
27	3	459	289 200	330 500	422 300	486 500
30	3.5	561	353 400	403 900	516 100	594 700
36	4	817	514 700	588 200	751 600	866 000
42	4.5	1120	705 600	806 400	1 030 400	1 187 200
48	5	1470	926 100	1 058 400	1 352 400	1 558 200
56	5.5	2030	1 278 900	1 461 600	1 867 600	2 151 800
64	6	2675	1 685 250	1 926 000	2 461 000	2 835 500
72	6	3458	2 178 540	2 489 760	3 181 360	3 665 480
80	6	4342	2 735 460	3 126 240	3 994 640	4 602 520
90	6	5588	3 520 440	4 023 360	5 140 960	5 923 280
100	6	6991	4 404 330	5 033 520	6 431 720	7 410 460

5.5 加工要求

- a) T型和棘爪型地脚螺栓选材时，应考虑材料的可焊性。如采用异种钢焊接时，焊接材料应与低强度钢材相匹配。
- b) 8.8级地脚螺栓结构型式宜选用双头型结构型式，不应采用棘爪型和T型结构；对于L型和J型8.8级地脚螺栓，弯曲应在热处理之前进行；8.8级地脚螺栓在施工和安装时不应对其进行焊接。
- c) 进行弯曲的地脚螺栓，当弯曲部位的内R角半径要求小于 $2d$ 时，应采用热弯方法弯曲，热弯温度应控制在 $800^{\circ}\text{C} \sim 950^{\circ}\text{C}$ ，热弯后应采取缓冷方式冷却。弯曲部位不应有任何裂缝、裂纹及折叠等影响性能的缺陷。
- d) 8.8级高强度地脚螺栓的螺纹宜采用辗压方法加工，螺纹收尾与无螺纹杆部之间元件存在螺纹空白，空白长度应小于或等于 $3P$ 。螺纹按照GB/T 196和GB/T 197的规定要求，螺纹精度应



DL/T 1236 — 2013

符合 6g 规定要求。螺母螺纹应符合 GB/T 196 和 GB/T 197 的规定,螺纹精度应符合 6H 的规定。

5.6 热浸镀锌

- a) 表面需要进行热浸镀锌时,采用螺母镀后攻丝所留大间隙以容纳外螺纹表面上的热浸镀锌层,螺母螺纹基本偏差应符合 GB/T 22028 中 6AZ 的规定,6AZ 螺母内螺纹极限尺寸见附录 A。
- b) 地脚螺栓可采用螺纹处局部热浸镀锌或全部热浸镀锌的方式,地脚螺栓和螺母热镀锌层的技术要求按 DL/T 284 的规定。在地脚螺栓螺纹端进行局部热浸镀锌时,局部热浸镀锌的长度应不少于螺纹长度的 1.5 倍。

5.7 公差及表面缺陷

- a) 地脚螺栓和螺母的未注尺寸公差和几何公差按照 GB/T 3103.1 的 C 级规定。
- b) 地脚螺栓表面缺陷按 GB/T 5779.1 规定,螺母表面缺陷按 GB/T 5779.2 的规定。

6 试验项目及验收检查

6.1 地脚螺栓的试验项目

地脚螺栓机械性能的试验项目及方法按表 15 规定,热浸镀锌产品应在镀锌后实施。

表 15 地脚螺栓的机械性能试验项目及方法

序号	试验项目	试验方法		4.6	5.6	6.8	8.8
1	最小抗拉强度 $R_{m, min}$	机械加工试件的 拉力试验		○ ◎	○ ◎	○ ◎	○ ◎
2	最小下屈服强度 $R_{eL, min}$			○	○	●	●
3	规定非比例延伸 0.2% 的最小应力 $R_{p, 0.2min}$			●	●	●	○
4	最小断后伸长率 $A_{min}$			○	○	●	○
5	最小断面收缩率 $Z_{min}$			●	●	●	○
6	最小抗拉强度 $R_{m, min}$	实物拉力试验	7.1.2	○ ◎	○ ◎	○ ◎	○ ◎
7	公称保证应力 $S_p$ , 公称	保证载荷试验	7.1.3	◎	◎	◎	◎
8	硬度	硬度试验	7.1.4	○ ◎	○ ◎	○ ◎	○ ◎
9	表面硬度 HV0.3	增碳试验	7.1.7	●	●	●	○
10	最大脱碳层 $G$ mm	脱碳试验	7.1.6	●	●	●	○
11	吸收能量 $KV_2$ J	冲击试验	7.1.5	●	◎	●	◎
12	再回火后硬度降低值	再回火试验	7.1.8	●	●	●	◎
<p>○ 可实施。 ◎ 常规实施。 ◎ 不是必须进行的试验项目,需要时供需双方协商。 ● 不可实施。</p>							

6.2 试验项目及验收检查

螺母的机械性能的试验项目及方法按表 16 规定,热浸镀锌产品应在镀锌后实施试验。



表 16 螺母的机械性能试验项目及方法

试验项目	试验方法		性能等级							
			5		6		8		10	
			≤39mm	>39mm	≤39mm	>39mm	≤39mm	>39mm	≤39mm	>39mm
保证载荷	拉力试验	7.2.1	○ ◎	◎	○ ◎	◎	○ ◎	◎	○ ◎	◎
硬度	硬度试验	7.2.2	○ ◎	○ ◎	○ ◎	○ ◎	○ ◎	○ ◎	○ ◎	○ ◎
注：最低硬度仅对经热处理的螺母或规格太大而不能进行保证载荷试验的螺母，才是强制性的。 ○ 可实施。 ◎ 常规实施。 ◎ 对于>39mm 规格的螺母由于试验条件的限制不易进行保证载荷试验。										

6.3 制造者的控制检查

制造者按本标准生产的地脚螺栓和螺母，应对每批产品按表 15 和表 16 规定的试验项目对成品进行机械性能检查，各性能应符合表 10～表 14 的规定。

6.4 验收检查

- a) 验收检查按批进行。  
同一性能等级、材质、炉号、螺纹规格、机械加工工艺、热处理工艺、表面处理工艺的地脚螺栓为一交检批；  
同一性能等级、材质、炉号、螺纹规格、机械加工工艺、热处理工艺、表面处理工艺的螺母为一交检批。
- b) 地脚螺栓与螺母的验收检查应在出厂前进行。试验用试样由供需双方协商确定，试验可从同一交检批的产品实物上取样，也可选择按同一交检批一致的工艺技术要求制作能够满足试验的试样，供需双方应在订货协议中明确。
- c) 机械性能验收检查试验项目按表 15、表 16 的规定，产品尺寸按第 3 章和第 4 章的规定，热浸镀锌按 5.6 规定，公差及表面缺陷按 5.7 规定。
- d) 验收检查抽样方案及判定见表 17。

表 17 验收检查抽样方案及判定

特 性		样本大小	合格判定数
尺寸特性	基本尺寸 <sup>a</sup>	20	1
	不合格产品	20	2
机械性能和表面缺陷	非破坏性检查 <sup>b</sup>	8	0
	破坏性检查	3	
化学成分		3	0
热浸镀锌层		20	1
其他 <sup>c</sup>		20	1
<sup>a</sup> 指表 1～表 6 中规定的尺寸、订货要求的尺寸及螺纹尺寸、公差等。			
<sup>b</sup> 在检查表面缺陷的过程中（非破坏性检查），如果发现不允许应的表面缺陷（如裂纹），无论它们的尺寸大小如何，则应拒收该批产品。			
<sup>c</sup> 根据使用技术条件，可要求其他特性。			



## DL/T 1236 — 2013

## 7 试验方法

## 7.1 地脚螺栓试验方法

## 7.1.1 机械加工试件拉力试验

## 7.1.1.1 通则

本试验可测定:

- 抗拉强度  $R_m$ ;
- 下屈服强度  $R_{eL}$  或 0.2% 非比例延伸应力  $R_{p0.2}$ ;
- 机械加工试件的断后伸长率  $A$ ;
- 机械加工试件的断面收缩率  $Z$ 。

## 7.1.1.2 适用范围

本试验适用于  $d \leq 64\text{mm}$  的产品或试样制取的机械加工试件, 对  $d > 64\text{mm}$  规格的产品或试样按 GB/T 2975 的方法进行偏心取样。

## 7.1.1.3 设备

拉力试验机应按 GB/T 16825.1 的规定。装夹试件时, 应避免斜拉, 可使用自动定心装置。

## 7.1.1.4 试验装置

夹具和螺纹夹具应按以下规定:

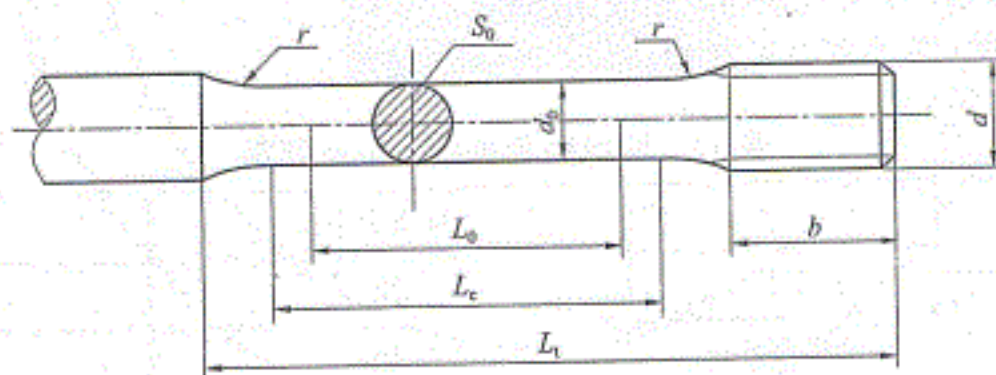
- 硬度  $\geq 45\text{HRC}$ ;
- 内螺纹夹具的螺纹精度为 6H 或 6AZ。

## 7.1.1.5 机械加工试件

机械加工试件应在尺寸等检验合格的地脚螺栓实物或随炉试样上制取。图 8 为拉力试验用机械加工试件。

机械加工试件的直径应为  $d_0 < d_{3\min}$ 。

淬火并回火的机械加工试件, 其直径的减小量不应超过原有直径  $d$  的 25% (初始横截面积的 44%)。



- $d$ —外螺纹公称直径;  $d_0$ —机械加工试件的直径 ( $d_0 < d_{3\min}$ ,  $d_3$  为螺纹小径);  $b$ —螺纹长度 ( $b \geq d$ );  
 $L_0$ —机械加工试件的初始测量长度, 用于测定机械加工试件的断后伸长率  $L_0 = 5d_0$  或  $(5.65 \sqrt{S_0})$ ,  
 用于测定机械加工试件的断面收缩率  $l_0 \geq 3d_0$ ;  $L_c$ —机械加工试件直线段的长度 ( $L_0 + d_0$ );  
 $L_t$ —机械加工试件的总长度 ( $L_c + 2r + b$ );  $S_0$ —拉力试验前机械加工试件的横截面积;  $r$ —圆角半径 ( $r \geq 4\text{mm}$ )

图 8 拉力试验用机械加工试件

## 7.1.1.6 试验程序

应按 GB/T 228 的规定进行拉力试验。试验机夹头的分离速率: 对下屈服强度  $R_{eL}$  或 0.2% 非比例延伸应力  $R_{p0.2}$  不应超过  $10\text{mm/min}$ , 而对其他的项目不应超过  $25\text{mm/min}$ 。

拉力试验应持续进行, 直至断裂。

测量极限拉力载荷  $F_m$ 。

#### 7.1.1.7 试验结果

##### 7.1.1.7.1 方法

按 GB/T 228 的规定测定下列性能：

a) 抗拉强度  $R_m$ ；

$$R_m = F_m / S_0$$

b) 下屈服强度  $R_{eL}$  或 0.2% 非比例延伸应力  $R_{p0.2}$ 。

c) 机械加工试件的断后伸长率，其  $L_0$  至少为  $5d_0$ ：

$$A = (L_u - L_0) / L_0 \times 100$$

式中：

$L_u$ ——机械加工试件的最终测量长度（见 GB/T 228）。

d) 机械加工试件的断面收缩率，其  $L_0$  至少为  $3d_0$ ：

$$Z = (S_0 - S_u) / S_0 \times 100$$

式中：

$S_u$ ——机械加工试件的断后横截面积。

##### 7.1.1.7.2 技术要求

下列性能应符合表 10 的规定：

- 最小抗拉强度  $R_m$ ；
- 下屈服强度  $R_{eL}$  或 0.2% 非比例延伸应力  $R_{p0.2}$ ；
- 机械加工试件的断后伸长率  $A$ ；
- 机械加工试件的断面收缩率  $Z$ 。

#### 7.1.2 地脚螺栓成品抗拉强度试验

##### 7.1.2.1 通则

本试验用于测定地脚螺栓成品的抗拉强度  $R_m$ 。

##### 7.1.2.2 适用范围

本试验适用于符合以下规定的地脚螺栓：

- 所有性能等级的地脚螺栓产品；
- 与同一交检批一致工艺技术要求制作能满足本试验的试件；
- 由于试验条件或产品长度、结构的限制不能进行时，可按 7.1.1 机械加工试件拉力试验的方法测定抗拉强度。

##### 7.1.2.3 设备

拉力试验机应符合 GB/T 16825.1 的规定。装夹试件时，应避免斜拉，可使用自动定心装置。

##### 7.1.2.4 试验装置

夹具和螺纹夹具应符合以下规定：

- 硬度  $\geq 45\text{HRC}$ ；
- 内螺纹夹具的螺纹为 6H 或 6AZ。

##### 7.1.2.5 试验程序

试件应为经尺寸等检验合格的地脚螺栓。

试件应按图 9 所示拧入内螺纹夹具，螺纹有效旋合长度  $\geq 1d$ 。

未旋合螺纹的长度  $l_{th} \geq 1d$ 。

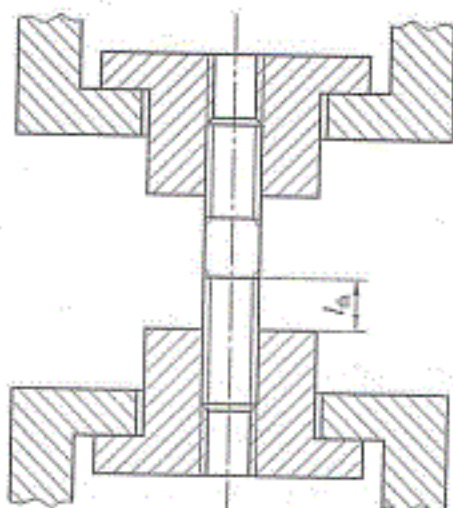
试验机夹头的分离速率，不应超过 25mm/min。

拉力试验应持续进行，直至断裂。

测量极限拉力载荷  $F_m$ 。



DL/T 1236—2013



$l_0$ —试验夹具中地脚螺栓未旋合螺纹的长度

图9 试验装置示例

#### 7.1.2.6 试验结果

##### 7.1.2.6.1 方法

根据螺纹公称应力截面面积  $A_s$ 、公称和试验过程中测量的极限拉力载荷  $F_m$  计算抗拉强度  $R_m$

$$R_m = F_m / A_s, \text{公称}$$

螺纹公称应力截面面积  $A_s$ 、公称的数值在表 11 中给出。

##### 7.1.2.6.2 技术要求

产品应断裂在未旋合螺纹的长度内或无螺纹杆部。

抗拉强度  $R_m$  应符合表 10 的规定。最小拉力载荷  $F_{m, \min}$ ，应符合表 11 的规定。

注：随着直径减小，公称应力截面面积与有效应力截面面积的差异逐渐增加。当硬度用于过程控制时，尤其对较小的直径，需要提高硬度值，并超过表 10 规定的最小硬度，以达到最小拉力载荷。

#### 7.1.3 保证载荷试验

##### 7.1.3.1 通则

保证载荷试验包括两个步骤：

- 实施规定的保证载荷（见图 10）；
- 测量由保证载荷产生的永久伸长。

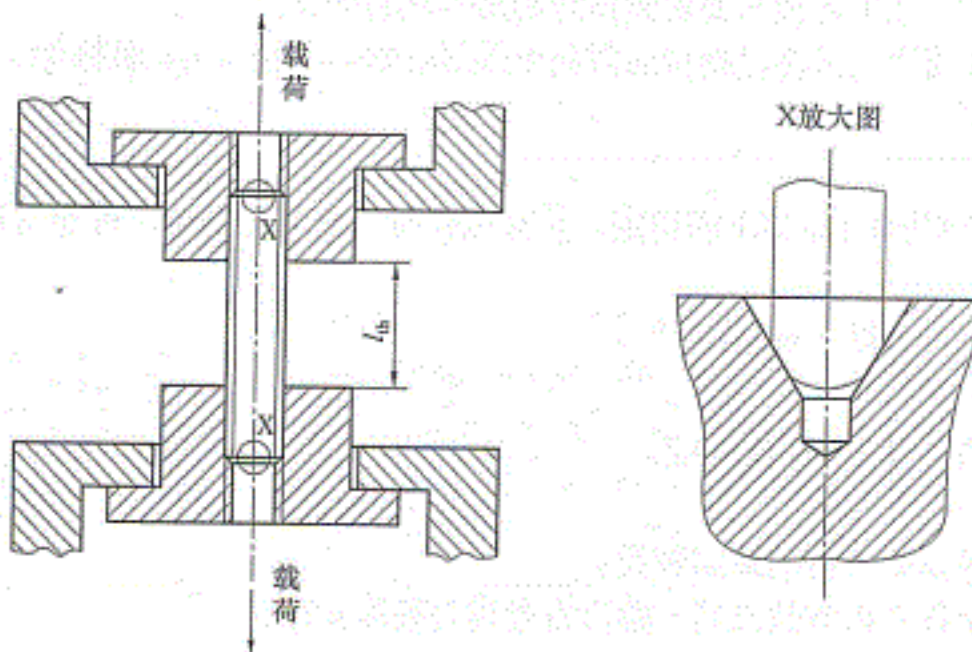


图10 保证载荷试验

##### 7.1.3.2 适用范围

本试验适用于所有性能等级的地脚螺栓，由于试验条件限制，一般不易进行，如需测试，供需双方



协商。

#### 7.1.3.3 设备

拉力试验机应按 GB/T 16825.1 的规定。装夹试件时，应避免斜拉，可使用自动定心装置。

#### 7.1.3.4 试验装置

夹具和螺纹夹具应按以下规定：

——硬度  $\geq 45\text{HRC}$ ；

——内螺纹夹具的螺纹为 6H 或 6AZ。

#### 7.1.3.5 试验程序

试件应在经检验合格的地脚螺栓实物螺纹上取样。

试件每端应进行适当加工，如图 10 所示。为测量长度（施加载荷前、后），应将试件置于带球面测头（或其他适当的方法）的台架式测量仪器中。应使用手套或钳子，以使由温度影响的测量误差减少到最小。测量施加载荷前地脚螺栓的总长度为  $l_0$ 。

按图 10 所示将试件拧入螺纹夹具。螺纹有效旋合长度，至少应为  $1d$ 。对未旋合螺纹的长度  $l_{th}$  应为  $1d$ 。

对试件轴向施加表 12 规定的保证载荷。

试验机夹头的分离速率不应超过  $3\text{mm/min}$ 。应保持该保证载荷 15s。

卸载后，测量地脚螺栓的总长度  $l_1$ 。

#### 7.1.3.6 试验结果与技术要求

卸载后，试件的总长度  $l_1$  应与加载前的  $l_0$  相同（其公差为  $\pm 12.5\mu\text{m}$  为应的测量误差）。某些不确定因素，如直线度、螺纹对中性、和测量误差，当初次施加保证载荷时，可能导致试件明显的伸长。在这种情况下，可使用比表 12 规定值增大 3% 的载荷，按 7.1.3.5 再次进行试验。如果第二次卸载后的长度  $l_2$  与其加载前的长度  $l_1$  相同（其公差为  $\pm 12.5\mu\text{m}$  为应的测量误差），则应认为符合本试验要求。

#### 7.1.4 硬度试验

##### 7.1.4.1 通则

本试验可测定：

——对不能实施拉力试验的地脚螺栓，测定其硬度；

——对能实施拉力试验的地脚螺栓（见 7.1.1 和 7.1.2），测定其最高硬度。

注：硬度与抗拉强度可能没有直接的换算关系。最大硬度值的规定，除考虑理论的最大抗拉强度外，还有其他因素（如，避免脆断）。

可以在适当表面或者螺纹横截面上测定硬度。

##### 7.1.4.2 适用范围

本试验适用于所有规格和所有性能等级的地脚螺栓。

##### 7.1.4.3 试验方法

可以采用维氏或洛氏硬度试验测定硬度。

##### 7.1.4.3.1 维氏硬度试验

维氏硬度试验应按 GB/T 4340.1 的规定。

##### 7.1.4.3.2 洛氏硬度试验

洛氏硬度试验应按 GB/T 230.1 的规定。

##### 7.1.4.4 试验程序

###### 7.1.4.4.1 通则

应使用实物取样或随炉试样进行硬度试验。

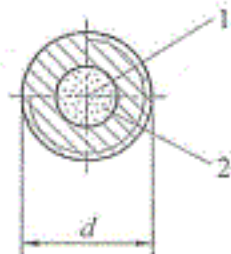
###### 7.1.4.4.2 在螺纹横截面上测定硬度

在距螺纹末端  $1d$  处取一横截面，并应经适当处理。



## DL/T 1236—2013

在  $1/2$  半径与轴心线间的区域内测定硬度, 见图 11。



1—试件轴心线; 2— $1/2$  半径区域

图 11  $1/2$  半径与轴心线的区域内测定硬度

#### 7.1.4.4.3 在表面测定硬度

去除表面镀层或涂层, 并对试件适当处理后, 在头部平面、末端或无螺纹杆部测定硬度。常规检查, 可使用本方法。

#### 7.1.4.4.4 测定硬度用试验载荷

维氏硬度试验用最小载荷为 98N。

#### 7.1.4.5 技术要求

对不能或不易实施拉力试验的地脚螺栓, 其硬度应符合表 10 规定的范围。

对能实施拉力试验的地脚螺栓以及机械加工试件, 其硬度均不应超过表 10 规定的最大值。

对 8.8 级地脚螺栓, 在  $1/2$  半径区域内 (见图 11) 测定的硬度值之差, 若不大于 30HV, 则证实材料中马氏体已达到 90% 的要求 (见表 8)。

如有争议, 应按 7.1.4.4.2 的规定, 并使用维氏硬度进行仲裁试验。

#### 7.1.5 机械加工试件冲击试验

##### 7.1.5.1 通则

本试验用于检验在规定的低温条件下, 地脚螺栓材料的韧性。如在产品标准或供需双方协议中有要求时, 方可实施本试验。

##### 7.1.5.2 适用范围

本试验适用于 5.6 级和 8.8 级机械加工试件。

##### 7.1.5.3 试验仪器与装置

试验仪器与装置应符合 GB/T 229 的规定。

##### 7.1.5.4 机械加工试件

应从地脚螺栓实物上或随炉试样上制取试件。

机械加工试件应符合 GB/T 229 夏比 V 型缺口试验的规定。该试件应沿螺纹纵向, 尽量靠近螺纹小径表面。试件无刻槽的一边应靠近螺纹小径的表面。

##### 7.1.5.5 试验程序

机械加工试件应置于恒温  $-20^{\circ}\text{C}$  的条件下, 按 GB/T 229 的规定进行试验。

##### 7.1.5.6 技术要求

试件在  $-20^{\circ}\text{C}$  温度下的吸收能量, 应符合表 10 的规定。

注: 其他试验温度与吸收能量值, 可在有关产品标准中或由供需双方协议规定。

#### 7.1.6 脱碳试验

##### 7.1.6.1 通则

本试验可测定淬火并回火地脚螺栓的表面脱碳和脱碳层深度 (见图 12)。

注: 由热处理工艺造成的, 超过表 10 规定的脱碳层, 会降低螺纹强度并可能造成其失效。

表面碳量的状态应用以下两个方法中的一个测定:

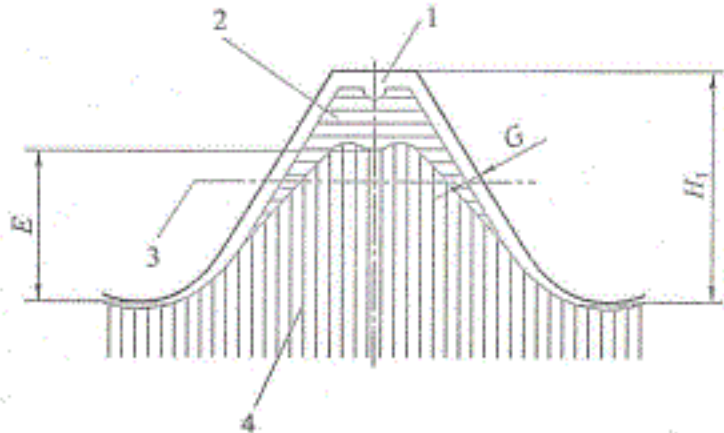
——金相法;



——硬度法。

金相法可以测定螺纹全脱碳层的深度  $G$  和螺纹未脱碳层的高度  $E$  (见图 12)。

硬度法可以测定螺纹未脱碳层的高度  $E$  和用显微—硬度法测定不完全脱碳 (见图 12)。



1—全脱碳；2—不完全脱碳；3—中径线；4—基体金属

$E$ —螺纹未脱碳层的高度，mm； $G$ —螺纹全脱碳层的深度，mm； $H_1$ —最大实体条件下外螺纹的牙型高度，mm

图 12 脱碳层

7.1.6.2 金相法

7.1.6.2.1 适用范围

本方法适用于 8.8 级地脚螺栓。

7.1.6.2.2 试件的制备

应从完成全部热处理工序，并应去除镀层或其他涂层后的地脚螺栓上制取试件。

在距螺纹末端约一个公称直径 ( $1d$ )、沿螺纹轴心线截取一纵向截面的试件。试件应嵌入塑料中或安装在夹具中。安装后，对表面进行研磨和抛光，直至可进行金相检查。

注：通常，浸入 3% 的硝酸乙醇腐蚀液（浓硝酸与乙醇混合液），能显示由于脱碳而造成的金相组织的变化。

7.1.6.2.3 试验程序

将试件置于显微镜下，除非另有协议，否则应放大 100 倍进行检查。

如果显微镜带有毛玻璃屏，则可借助刻度直接测量脱碳程度。如果用目镜测量，则应使用带十字准线或刻度的显微镜。

7.1.6.2.4 技术要求

全脱碳层的最大深度应符合表 10 规定的技术要求。 $H_1$  和  $E_{\min}$  应符合表 18 规定的技术要求。

表 18  $H_1$  和  $E_{\min}$

螺距 $P$			2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
$H_1$			1.534	1.840	2.147	2.454	2.760	3.067	3.734	3.680
性能等级	8.8	$E_{\min}^a$	0.767	0.920	1.074	1.227	1.380	1.534	1.867	1.840
<sup>a</sup> 按表 10 的规定计算。										

7.1.6.3 硬度法（不完全脱碳的仲裁方法）

7.1.6.3.1 适用范围

本方法适用于 8.8 级地脚螺栓。

7.1.6.3.2 试件的制备

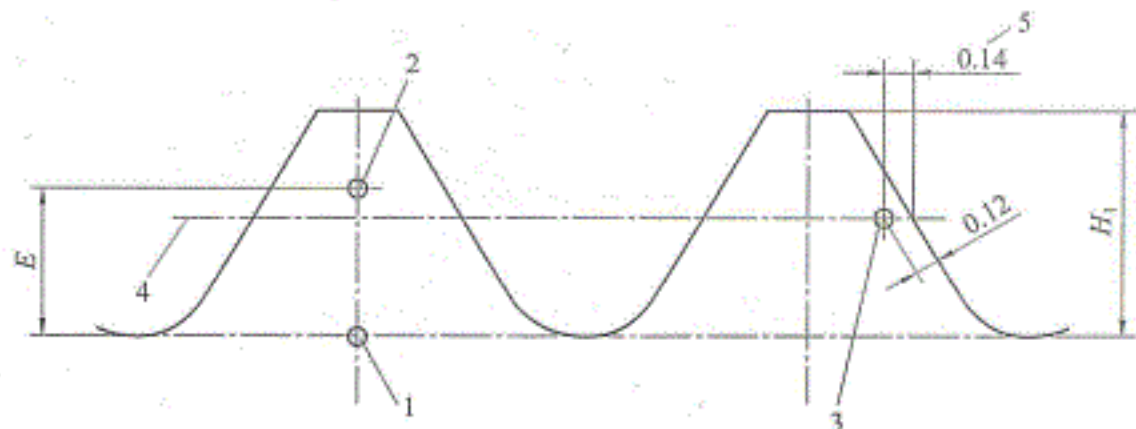
应按 7.1.6.2.2 制备试件，但不需要腐蚀和去除表面镀层。



DL/T 1236—2013

## 7.1.6.3.3 试验程序

按图 13 所示测量第 1 点和第 2 点的维氏硬度。试验力为 2.942N (维氏硬度试验 HV0.3)。



$E$ —螺纹未脱碳层的高度, mm; 未脱碳:  $HV(2) \geq HV(1) - 30$

$H_1$ —最大实体条件下外螺纹的牙型高度, mm; 未增碳:  $HV(3) \leq HV(1) + 30$

1、2、3—测量点 (第 1 点); 4—螺距线; 5—给出 0.14mm 值仅表明在螺距线上该点的位置

图 13 脱碳试验和增碳试验的硬度测量

## 7.1.6.3.4 技术要求

第 2 点的维氏硬度值  $HV(2)$  应等于或大于第 1 点维氏硬度  $HV(1)$  减去 30 个维氏单位。螺纹未脱碳层的高度应符合表 18 规定的技术要求。

注: 全脱碳达到表 10 规定的最大值时, 可用硬度测量法测出。

## 7.1.7 增碳试验

## 7.1.7.1 通则

本试验适用于测定淬火并回火地脚螺栓的表面在热处理工艺中是否形成增碳。对于表层增碳状态的评定, 基体金属硬度和表面硬度的差值是决定性指标。

注: 由于增加表面硬度能造成脆断或降低抗疲劳性, 所以增碳是有害的。应仔细区分硬度的增加是由于增碳还是热处理或表面冷作硬化而引起的, 例如热处理后辗制螺纹。

可采用以下方法之一进行增碳试验:

- 在纵向截面上测定硬度;
- 在表面测定硬度。

如有争议, 按 7.1.7.2 规定的硬度试验, 是仲裁试验方法。

## 7.1.7.2 在纵向截面测定硬度

## 7.1.7.2.1 适用范围

本方法适用于 8.8 级地脚螺栓。

## 7.1.7.2.2 试件的制备

应按 7.1.6.2.2 制备试件, 但不需要腐蚀和去除表面镀层。

## 7.1.7.2.3 试验程序

按图 13 所示测量第 1 点和第 3 点的维氏硬度。试验力为 2.942N (维氏硬度试验 HV0.3)。

如果在按 7.1.6.3.3 的试验中已使用过的试件, 则第 3 点的硬度应在螺纹螺距线上, 并在测定第 1 点和第 2 点硬度相邻的牙上进行测定。

## 7.1.7.2.4 技术要求

第 3 点的维氏硬度值  $HV(3)$  应等于或小于第 1 点维氏硬度  $HV(1)$  加上 30 个维氏单位。

超过 30 个维氏单位表示已增碳。



### 7.1.7.3 在表面测定硬度

#### 7.1.7.3.1 适用范围

本方法适用于 8.8 级地脚螺栓。

#### 7.1.7.3.2 试件的制备

在地脚螺栓末端用研磨或抛光准备一个适当的平面，以确保材料表面原始特征的复现与保持。  
从距螺纹末端  $1d$  处截取一个横截面，并经适当地制备。

#### 7.1.7.3.3 试验程序

按 7.1.4.4.2 的规定，在制备的表面测定维氏硬度。

应在横截面上测定基体金属硬度。

测定以上硬度中使用的试验力为 2.942N（维氏硬度试验 HV0.3）。

#### 7.1.7.3.4 技术要求

表面硬度值应等于或小于基体金属硬度值加上 30 个维氏单位。

超过 30 个维氏单位，表示已增碳。

### 7.1.8 再回火试验

#### 7.1.8.1 通则

本试验适用于检验热处理工艺的最低回火温度。

有争议时，本试验是仲裁试验。

#### 7.1.8.2 适用范围

本方法适用于 8.8 级地脚螺栓。

#### 7.1.8.3 试件程序

按 7.1.4.4.2 的规定测定维氏硬度，并在一个试件上读取三点数值。

再回火该地脚螺栓，回火温度应比表 8 规定的最低回火温度低  $10^{\circ}\text{C}$ ，并保持 30min。再回火后，在同一地脚螺栓上并在与第一次测定相同的区域，测定新的三点维氏硬度值。

#### 7.1.8.4 技术要求

对比再回火前、后三点硬度平均值。再回火后，（如果有时）硬度降低，应小于 20 个维氏单位。

### 7.1.9 表面缺陷检查

地脚螺栓不应有爆裂、裂纹和痕皱等现象存在，表面缺陷应控制在能够接收的范围内。表面缺陷的检查应按 GB/T 5779.1 的规定。由供需双方协议也可按 GB/T 5779.3 进行检查。

采用机械加工试件测定机械性能时，表面缺陷的检查应在机械加工前实施。

## 7.2 螺母的试验方法

### 7.2.1 保证载荷试验

保证载荷是仲裁用试验。仲裁时，应以拉伸试验为准。

将螺母安装在如图 14 和图 15 所示的淬硬螺纹芯棒上。

沿螺母轴线方向施加保证载荷，并持续 15s。螺母应能承受该载荷而不得脱扣或断裂。当卸载后，应能用手将螺母旋出，或借助扳手松开螺母，但不得超出半扣。在试验中，如果螺纹芯棒损坏，则试验作废。

螺纹芯棒的硬度应  $\geq 45\text{HRC}$ 。

螺纹芯棒的螺纹公差为 5h6g，但大径应控制在 6g 公差带靠近下限四分之一的范围内。

### 7.2.2 硬度试验

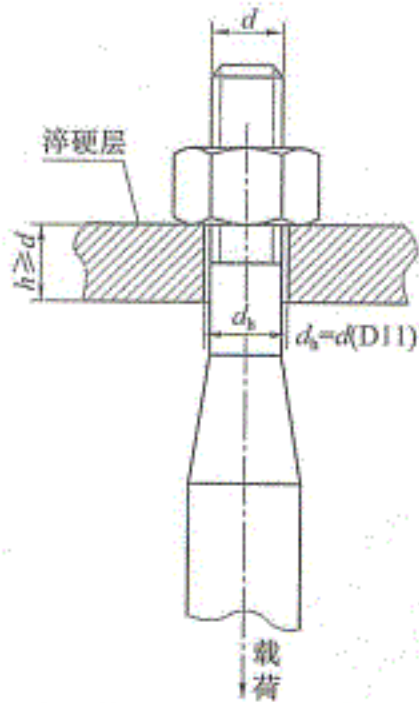
常规检查，应去除螺母表面镀层，并对试件进行适当处理后，在螺母的一个支承面上进行试验，取间隔约  $120^{\circ}$  的三点硬度平均值作为该螺母的硬度。如有争议，应在通过螺母轴心线的纵向截面上，并尽量靠近螺纹大径处进行硬度试验。

维氏硬度试验为仲裁试验，应采用 HV30 的试验力。

维氏硬度试验按 GB/T 4340.1 规定。

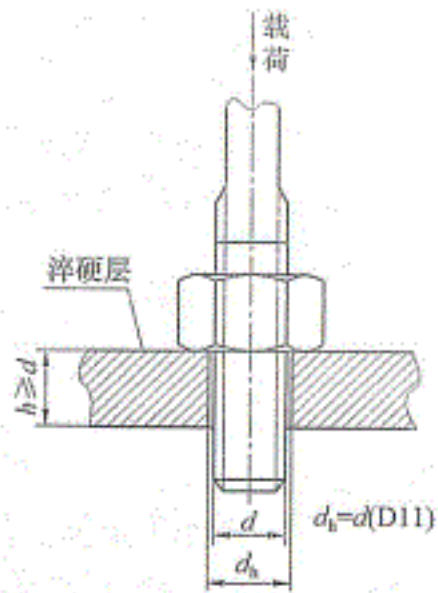


DL/T 1236 — 2013



注：D11 按 GB/T 1800.2 规定。

图 14 轴向拉伸试验



注：D11 按 GB/T 1800.2 规定。

图 15 轴向压缩试验

7.2.3 公差及表面缺陷检查

公差检查按 GB/T 3103.1 的规定，表面缺陷检查按 GB/T 5779.2 的规定。

7.3 热浸镀锌层的试验方法

热浸镀锌的试验按 DL/T 284 的规定。

8 组配与包装

8.1 组配

制造者应根据地脚螺栓性能等级选取对应性能等级的螺母进行组配，地脚螺栓按表 19 配套对应等级的螺母，组配时最外螺母的外端面应与地脚螺栓螺纹外端面平齐。用户有其他要求时，由供需双方协商确定。

表 19 不同性能等级的地脚螺栓组装配套的螺母

地脚螺栓性能等级	4.6	5.6	8.8
螺母性能等级	5	6	8

8.2 包装

- a) 包装时，制造者应采取有效的保护措施，以防止螺纹损伤和生锈。
- b) 产品包装方式由制造者确定，确保在正常流通过程中能抗御环境条件的影响而不发生破坏、损坏等现象。产品包装材料、辅助材料和容器，均应符合有关国家标准的规定。用户有其他地脚螺栓和螺母组配要求或包装要求时，按用户要求。
- c) 产品包装外表应有标识或标签。标识应正确、清晰、齐全、牢固。包装内产品与标识一致。标识一般应印刷或标打，可拴挂或粘贴，标识不得有褪色、脱落。

标识内容如下：

- 地脚螺栓制造者（或经销商）名称；
- 地脚螺栓产品名称（全称或简称）；
- 地脚螺栓产品性能等级；
- 地脚螺栓产品规格；

- 地脚螺栓产品数量或净重;
- 地脚螺栓产品生产批号或溯源号;
- 制造或出厂日期;
- 产品质量标记;
- 其他: 有关标准或运输部门规定的或制造、销售和使用者要求的标识。



DL/T 1236 — 2013

## 附录 A

(规范性附录)

公差带为 6AZ 的内螺纹极限尺寸

公差带为 6AZ 的内螺纹极限尺寸见表 A.1。

表 A.1 6AZ 内螺纹的极限尺寸

mm

螺纹 (粗牙)	旋和长度 $N$		中径 $D_2$		小径 $D_1$		大径 $D$ 最小值
	$>$	$\leq$	最大值	最小值	最大值	最小值	
M20	10	30	18.950	18.726	18.094	17.644	20.350
M24	12	36	22.676	22.411	21.612	21.112	24.360
M27	12	36	25.676	25.411	24.612	24.112	27.360
M30	15	45	28.377	28.097	27.141	26.581	30.370
M36	18	53	34.082	33.782	32.650	32.050	36.380
M42	21	63	39.782	39.467	38.189	37.519	42.390
M48	24	71	45.487	45.152	43.697	42.987	48.400
M56	28	85	53.193	52.838	51.206	50.456	56.410
M64	32	95	60.898	60.523	58.725	57.925	64.420
M72	32	95	68.898	68.523	66.725	65.925	72.420
M80	32	95	76.898	76.523	74.725	73.925	80.420
M90	32	95	86.898	86.523	84.725	83.925	90.420
M100	36	106	96.923	96.523	94.725	92.925	100.420

附录 B  
(资料性附录)  
平 垫 圈

为增加地脚螺栓连接副与被连接紧固材料的接触面积，设计时应考虑采用平垫圈。

B.1 平垫圈的型式与尺寸

平垫圈的型式与尺寸见图 B.1 和表 B.1。

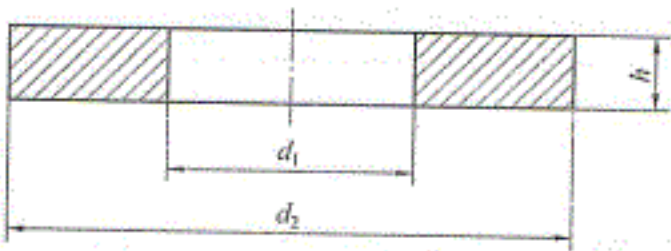


图 B.1 平垫圈的型式

表 B.1 平垫圈的尺寸 mm

公称规格 (螺纹大径 $d$ )	内径 $d_1$		外径 $d_2$		厚度 $h$		
	公称(最小值)	最大值	公称(最大值)	最小值	公称	最大值	最小值
20	22	22.52	37	35.4	3	3.6	2.4
24	26	26.52	44	42.4	4	4.6	3.4
27	30	30.52	50	48.4	4	4.6	3.4
30	33	33.62	56	54.1	4	4.6	3.4
36	39	40	66	64.1	5	6	4
42	45	46	78	76.1	8	9.2	6.8
48	52	53.2	92	89.8	8	9.2	6.8
56	62	63.2	105	102.8	10	11.2	8.8
64	70	71.2	115	112.8	10	11.2	8.8
72	78	79.2	125	122.5	10	11.2	8.8
80	86	87.4	140	137.5	12	13.6	10.4
90	96	97.4	160	157.5	12	13.6	10.4
100	107	108.4	175	172.5	12	13.6	10.4

B.2 技术条件和引用标准

平垫圈技术条件和引用标准见表 B.2。

表 B.2 技术条件和引用标准

材料		钢		
机械性能	硬度等级	100HV	200HV	300HV <sup>a</sup>
	硬度范围 <sup>b</sup>	100HV~200HV	200HV~300HV	300HV~370HV



DL/T 1236 — 2013

表 B.2 (续)

公差	产品等级	C
	标准	GB/T 3103.3
表面处理		热浸镀锌按 GB/T 5267.3 要求; 所有公差适用于涂或镀前尺寸
表面缺陷		零件不应有不规则的或有害的缺陷, 垫圈表面不得有突出的毛刺
验收及包装		GB/T 90.1、GB/T 90.2
<sup>a</sup> 淬火并回火。 <sup>b</sup> 硬度试验按 GB/T 4340.1 规定, HV30 用于公称厚度 $h>1.2\text{mm}$ 。		

B.3 平垫圈选配指南

地脚螺栓和螺母与之相配合使用的平垫圈的选配指南见表 B.3。

表 B.3 平垫圈选配指南

平垫圈	硬度等级		100HV	200HV	300HV
螺母	性能等级	≤6	合适	合适	合适
		8	不合适	合适	合适
		9、10	不合适	不合适	合适
地脚螺栓		≤5.6	合适	合适	合适
		8.8	不合适	合适	合适