

附件 4:

## 中汽协会《乘用车固定式制动钳总成性能要求及试验方法》团体标准

(征求意见稿)

### 编制说明

#### 一、工作简要过程

##### (一) 任务来源

中国汽车工业协会 2022 年 4 月 6 日印发的“中国汽车工业协会关于 2022 年第二批团体标准立项通知的函”，批文编号：中汽协函字[2022]160 号，项目计划号为 2022-15。

汽车制动钳作为汽车制动系统不可或缺的重要部件，直接关系到制动距离、制动响应速度、踏板感、NVH、油耗等。汽车制动钳主要包括浮动式制动钳和固定式制动钳。过去，汽车制动钳大多采用浮动式结构，近几年来，随着技术的进步，固定式制动钳在市场中逐渐获得了更多车企和用户的关注，乘用车上的市场应用率正在逐年提高，但其技术质量却参差不齐，更有车企、车辆售后店随意改装未经技术验证的固定式卡钳现象，存在极大的行车安全隐患。

浮动式制动钳和固定式制动钳的差异主要是构造不同、制动原理不同，浮动式制动钳的钳体是浮动的，制动钳在与支架配合的轴销上可自由滑动，制动时活塞伸出，内侧制动块先接触制动盘，然后制动钳向内浮动，外侧制动块也接触制动盘，产生制动力矩；而固定式的制动钳是固定的，固定式制动时由制动钳内的活塞伸出将制动块夹紧制动盘，产生摩擦力和制动力矩。

当前，适用于乘用车制动钳的标准主要是 QC/T 592-2013，但该版本已实施 10 年，其中所引用的 GB/T 10125-1997 及 QC/T 316-1999 标准均已修订，标准已经不具先进性。同时，QC/T 592-2013 在制定之初并未考虑固定式制动钳，由于固定式和浮动式制动钳存在结构差异，标准中规定的活塞启动压力、活塞滑动阻力、所需液量等项目的技术指标和试验方法并不适用，且项目设置不够完善，因此，制定固定式制动钳标准已经处在迫切和必要的阶段。为此，2022 年 2 月，中国汽车工程研究院股份有限公司（以下简称“中国汽研”）通过中国汽车工业协会制动系统分会提交了中汽协会《乘用车固定式制动钳总成性能要求及试验方法》团体标准制定计划，拟通过固定式制动钳标准的建立，引导整车和零部件企业加强固定式制动钳产品的开发验证和优化升级，适应汽车行业发展要求。

##### (二) 主要起草单位及任务分工

在本标准的研究制定工作过程中，得到了相关主机厂和零部件厂的大力支持，并取得了大量具有建设性的意见、建议和数据，保证本标准的制定质量。主要起草单位名单如下：

主要起草单位（排名不分先后）：中国汽车工程研究院股份有限公司、浙江万安科技



及试验方法》(工作组讨论稿 V2 版)。

2023 年 5 月 9 日, 中国汽研将《乘用车固定式制动钳总成性能要求及试验方法》(工作组讨论稿 V2 版) 第二次通过正式邮件形式发送给了万安科技、上汽制动、长城汽车等 19 家参加制定该项团体标准的企业征求意见与建议。累计收集并处理工作组内意见建议 75 条, 其中采纳 40 条, 部分采纳 7 条, 不采纳 18 条, 待定放到会上讨论 10 条, 对部分采纳和不采纳的均给出了详细理由, 并形成了《乘用车固定式制动钳总成性能要求及试验方法》(工作组讨论稿 V3 版)。

2023 年 5 月 18 日, 中国汽研组织相关单位在重庆召开了标准起草工作组第二次会议。来自上海制动、长安汽车、吉利汽车、北京汽车、炯熠电子、阿维塔、雷达汽车、辰致科技、南方天合、布雷博、曙光制动、江苏恒力、万安科技、弗迪科技、力邦合信、亚太股份、上海交大、成都吉世威、重庆慧鼎等 22 家单位的 40 余位代表参加了此次会议。会上, 中国汽研代表标准起草工作组介绍了标准工作进展情况, 参会代表对《乘用车固定式制动钳总成性能要求及试验方法》(工作组讨论稿 V3 版) 进行了逐条审议, 就标准的适用范围、术语和定义、性能要求、试验相关要求、试验方法以及标准条款内容的具体描述等重点内容展开了深入讨论, 并形成如下修改意见:

- 1、适用范围章节中, 比亚迪仰望超 4000kg, 建议取消 M<sub>1</sub> 类车辆最大设计总质量小于 3500 kg 限制;
- 2、规范性引用文件: 英文标准增加中文标准名称, 并将引用标准 SAE J2521 替换为 QC/T 1167-2022;
- 3、所需液量项目中, 1 mm 的垫片改为 0.6 mm, 加压压力修改为 1.0 MPa, 金属衬块定义为圆顶钢, 评价指标要求增加 0.5 MPa、5.0 MPa、10.0 MPa 考察点;
- 4、拖滞扭矩项目的测试方法改为按 QC/T 592, 但性能指标要求改为第一圈 3.5 Nm, 第十圈 2 Nm;
- 5、钳体刚性项目, 对于整体式和分体式固定钳虽有区别, 但目前生产企业技术已提升, 建议取消指标表 2 整体式、分体式钳体刚性要求区别;
- 6、活塞滑动阻力的项目名称改为“活塞回退阻力”, 测试方法改为不切割钳体;
- 7、活塞启动压力项目中移动 0.6 mm 过程中的测得的输出力, 需确定是中间稳定值还是最大值, 建议改为移动 1 mm;
- 8、工作耐久后复测项目的性能指标建议适当降低;
- 9、高温高压耐久性应采用单独的试验样件, 建议重新修改表 4, 并将样件编号改为样件分组;
- 10、放气螺纹强度改为“放气螺钉密封性”, 测试动作按最小拧紧力矩、1.3 倍拧紧力矩和最小拧紧力矩进行; 进油孔螺纹强度改为“油管连接螺纹密封性”。两个项目均调整到真空密封性项目之前;
- 11、扭转疲劳强度的试验次数建议调整为 35 万次;
- 12、扭力破坏强度少数企业在进行, 项目是否保留待定;
- 13、扭力耐久强度试验项目, 建议删除;

- 14、动态拖滞扭矩的技术指标较高，建议重新评估；
- 15、NVH性能的项目名称改为“制动噪声”，将试验方法按SAE J2521改为QC/T 1167；
- 16、不均匀磨损试验的制动衬块厚度测量点位按制动盘旋入方向依次编号，明确测量精度，评价指标中增加对样件的内、外制动衬块的平均磨损量差值限值；
- 17、增加静置密封性、涂层性能试验项目。

会后，中国汽研根据标准起草工作组第二次会议讨论情况，对工作组讨论稿V3版进一步作了修改和优化，形成了《乘用车固定式制动钳总成性能要求及试验方法》（工作组讨论稿V4版）。

2023年6月5日，中国汽研第三次通过正式邮件形式将工作组讨论稿V4版发送给了上海制动、布雷博、炯熠电子、江苏恒力、吉利汽车、雷达汽车等22家参加该项标准起草工作的企业征求意见与建议，累计收集到反馈意见建议28条，其中采纳10条，不采纳18条并给出了详细理由。

2023年8月7日，通过电话、微信交流，并对工作组讨论稿V4版的格式和内容进一步优化，形成了《乘用车固定式制动钳总成性能要求及试验方法》（征求意见稿\_草案），并通过正式邮件形式将征求意见稿草案发送给全体起草单位进一步征求意见，同时进行收集验证试验数据。

2023年9月4日，中国汽研根据收集到的试验验证数据和各单位反馈意见建议，经优化调整，形成了《乘用车固定式制动钳总成性能要求及试验方法》（征求意见稿）。

## 二、标准编制原则和主要内容

### （一）编制原则

本标准是基于当前国内固定式制动钳产品开发及应用现状进行调查，对相关国际、国外试验方法及评价指标在我国的适用性进行分析研究，并且对相关试验方法在我国现阶段实施的可行性和必要性进行论证分析研究的基础上，通过反复推敲和试验验证，确定的乘用车固定式制动钳总成性能要求及试验方法的技术方案。

本标准编制过程中，充分考虑了与我国现行法律法规、国家及行业产品或服务标准、国内或国际先进产品标准等的相符性及互补性，以汽车整车及制动系统要求为依据，参照了国内已有的汽车制动系统产品标准及规范，重点考虑必要性、可操作性和指导性编制具体细则，便于标准的实施。

本标准按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》的规则进行编制。

### （二）主要内容

本标准规定了乘用车固定式制动钳总成台架试验的术语和定义、性能要求及试验方法。

本标准适用于GB/T 15089规定的M1类和N1类车辆行车制动器用液压定钳总成。其它类型的液压制动钳总成可参照执行。

本标准规定了以下试验项目：静置密封性、真空密封性、低压密封性、高压密封性、放气螺钉密封性、油管连接螺纹密封性、所需液量、拖滞扭矩、钳体刚性、活塞回退阻

力、活塞启动压力、工作耐久性、高温高压耐久性、振动耐久性、防水性能、扭转疲劳强度、安装螺孔强度、制动性能、动态拖滞性能、制动噪声、不均匀磨损试验、耐腐蚀性、漆层性能。

本标准主要针对固定式制动钳总成，与QC/T 592-2013相比，主要差异如下：

#### 1) 静置密封性

根据工作组单位反馈，即便低压密封性、高压密封性合格的样件，装车后部分样件仍存在制动液泄漏的情况，为了消除产品缺陷，特设置该项目。测试评价方法为模拟整车制动液壶液面高度到制动钳安装高度静置24小时，检查样件有无液体泄漏。

#### 2) 低压密封性

修改了试验方法及评价指标，参考部分企业技术条件，测试压力降低到150 kPa±10 kPa。

#### 3) 高压密封性

修改了试验方法，参考部分企业技术条件，测试压力提升到20 MPa±0.5 MPa。

#### 4) 放气螺钉密封性

本标准改写了QC/T 592-2013中规定的放气螺钉密封性试验方法，测试动作改为按最小拧紧力矩、1.3倍拧紧力矩和最小拧紧力矩进行。设置此项试验的主要目的是整车维修保养过程中如需手工排净制动系统中的空气，需要反复拧紧、拧松放气螺钉，同时制动液也会浸湿放气钉的螺纹部位。

#### 5) 油管连接螺纹密封性

试验扭矩由QC/T 592-2013规定的1.3倍最大拧紧力矩提高到了2倍最大拧紧力矩。

#### 6) 所需液量

为了消除排气不彻底对所需液量测试结果的影响，本标准规定了真空加注排气方法，同时，规定了用规定厚度的金属垫片模拟控制制动间隙，以便测试状态与实车状态保持一致。为了对比制动衬块和金属块的所需液量，以便整车踏板感设计需要，设计了圆形金属制动衬块和全新制动衬块总成两种测试状态。

#### 7) 拖滞扭矩

按QC/T 592-2013中5.3条的规定进行试验。考虑现有技术已提升，要求样件拖滞扭矩在制动盘第1圈转动过程中的最大值不应大于2.5 N·m，在第10圈转动过程中的最大值不应大于1.5 N·m。

#### 8) 钳体刚性

固定式卡钳多为多活塞结构，本标准规定了钳体刚性试验变形测量点，并规定测试结果应连续记录钳体两侧变形量随压力的变化曲线，评价钳体在10.0 MPa压力下沿液压缸轴线方向的单侧变形量、双侧总变形量是否满足技术要求。

#### 9) 活塞回退阻力

为了项目名称更准确，本标准将QC/T 592-2013中的“活塞滑动阻力”项目变更为“活塞回退阻力”，并修改了试验方法和评价指标。由于汽车实施制动后，活塞在橡

胶皮碗回弹力等作用下回退，进而保证制动盘和制动衬块脱离，如果回退阻力偏大，可能造成制动钳拖磨，增加汽车油耗，导致续航里程降低等。但过小的回退阻力，又会造成车辆在经过类似比利时等一些不好的路面时，活塞在车轮侧向力作用下，极易导致制动间隙增大、制动所需液量变大，最终可能出现一脚无制动或制动效能降低等问题。

#### 10) 活塞启动压力

固定钳相比浮动钳，由于内部传感器安装空间受限，不能在活塞轴向方向直接安装力和位移传感器，本标准规定了一种利用活塞限位装置和传感器转换机构来进行活塞启动压力测试的方法。

#### 11) 工作耐久性

相比QC/T 592—2013，增加了耐久后的拖滞扭矩指标要求，同时对工作耐久性后的密封性指标做了调整。

#### 12) 高温高压耐久性

设置该项目的主要目的是考虑到固定性制动钳主要装配车型为中高端车型及跑车等，为了避免样件在经过类似赛道等反复制动工况后制动钳在高温状态下出现制动失效，参考部分企业标准，对QC/T 592—2013高压耐久性项目进行了修改，并在试验后检查样件的低压密封性和高压密封性。

#### 13) 扭转疲劳强度

根据行业调研，进一步提高了扭疲疲劳强度的试验次数，由原来的20万次改为了35万次。试验完成后，样件不应产生影响使用功能的变形或损坏，整个试验过程中不应有液压泄漏。

#### 14) 安装螺孔强度

相比浮动式制动钳的材质通常为铸铁，固定式制动钳的材质却通常为铝合金，由于铝合金材质螺纹强度不足，通常固定钳的安装螺纹孔采用镶套结构，为了测试验证该螺孔结构是否满足强度要求，特设置该项目。

#### 15) 制动性能

为了试验项目的完整性，本标准引入了制动性能项目，以便于主机厂、零部件企业评价制动钳总成是否满足整车制动性能要求。按SAE J2522的规定进行试验，样件的制动性能应满足产品技术文件要求。

#### 16) 动态拖滞性能

当制动钳产生制动拖滞故障时，将会造成制动盘发热、制动衬块磨损加快、车辆行驶无力、起步困难等现象，为了更好地评估样件在不同转速、不同液压制动释放后的拖滞性能，特设置该项目，测试方法参考了部分企业的通用技术条件。

#### 17) 制动噪声

为了试验项目的完整性，本标准引入了制动噪声项目，以便主机厂、零部件企业评估固定式制动钳总成是否发生不令人接受的制动噪声。按QC/T 1167的规定进行试验，样件的制动噪声应满足产品技术文件要求。

#### 18) 不均匀磨损试验

按6.12进行试验后，样件的制动衬块沿圆周方向的周向不均匀磨损量不应大于1.0 mm，沿直径方向的径向不均匀磨损量不应大于0.5 mm；样件的内、外制动衬块的平均磨损量差值不应大于2.5 mm；制动衬块总成不允许出现影响功能安全的裂纹、气泡和材料脱落等现象；制动衬块的质量磨损量满足产品技术文件要求。

#### 19) 漆层性能

制动钳壳体漆层的耐化学试剂性能应满足T/CAAMTB 84的要求，具体包括耐制动液性能、耐轮辋清洗剂性能和耐候性。

### 三、采用国际标准和国外先进标准情况

本标准属于团体标准，与现行法律、法规、规章和政策以及有关基础和相关标准不矛盾。国内、国外均没有本标准所评价内容的评测标准。

本标准属于首次制定。

### 四、主要关键指标及试验验证情况

主要关键指标及部分验证试验数据如下，从验证结果看，大部分样件能够满足本标准技术要求。

#### 1) 静置密封性

静置密封性的验证试验结果见表1。

表1 静置密封性验证试验结果

试验项目	试验结果
静置密封性	无液体泄漏
	无液体泄漏
	无液体泄漏
	无液体泄漏
	无液体泄漏
	无液体泄漏

#### 2) 低压密封性

低压密封性的验证试验结果见表2。

表2 低压密封性验证试验结果

试验项目	压力降 kPa
低压密封性	0.9
	1.5
	1.6
	1.3
	1.4
	1.9

#### 3) 高压密封性

高压密封性的验证试验结果见表3。

表 3 高压密封性验证试验结果

试验项目	压力降 MPa
高压密封性	0.13
	0.08
	0.14
	0.05
	0.11
	0.17

4) 放气螺钉密封性

放气螺钉密封性的验证试验结果见表 4。

表 4 放气螺钉密封性验证试验结果

试验项目	试验结果
放气螺钉密封性	无龟裂、无损坏、无液体泄漏
	无龟裂、无损坏、无液体泄漏
	无龟裂、无损坏、无液体泄漏
	无龟裂、无损坏、无液体泄漏
	无龟裂、无损坏、无液体泄漏
	无龟裂、无损坏、无液体泄漏

5) 油管连接螺纹密封性

油管连接螺纹密封性的验证试验结果见表 5。

表 5 油管连接螺纹密封性验证试验结果

试验项目	试验结果
油管连接螺纹密封性	无龟裂、无损坏、无液体泄漏
	无龟裂、无损坏、无液体泄漏
	无龟裂、无损坏、无液体泄漏
	无龟裂、无损坏、无液体泄漏
	无龟裂、无损坏、无液体泄漏
	无龟裂、无损坏、无液体泄漏

6) 拖滞扭矩

拖滞扭矩的验证试验结果见表 6。

表 6 拖滞扭矩验证试验结果

试验项目	第 1 圈最大值 N•m	第 10 圈最大值 N•m
拖滞扭矩	1.8	0.8
	1.9	1.1
	1.0	0.7
	1.6	1.3
	1.2	0.9
	1.7	1.0

7) 钳体刚性

钳体刚性的验证试验结果见表 7。



表 7 钳体刚性验证试验结果

试验项目	单侧变形量 mm	双侧总变形量 mm
钳体刚性	0.10	0.18
	0.09	0.20
	0.07	0.22
	0.10	0.19
	0.09	0.20
	0.11	0.23

8) 活塞回退阻力

活塞回退阻力的验证试验结果见表 8。

表 8 活塞回退阻力验证试验结果

试验项目	活塞回退阻力 N
活塞回退阻力	343.7
	90.2
	192.1
	339.1
	110.2
	250.3

9) 活塞启动压力

活塞启动压力的验证试验结果见表 9。

表 9 活塞启动压力验证试验结果

试验项目	活塞启动压力 kPa
活塞启动压力	35.2
	112.1
	22.5
	96.9
	38.3
	25.7



图 1 卡钳基础性能测试 1



图 2 卡钳拖滞扭矩测试 1



图 3 卡钳基础性能测试 2



图 4 卡钳拖滞扭矩测试 2

10) 工作耐久性

工作耐久性的验证试验结果见表 10。

表 10 工作耐久性验证试验结果

试验项目	低压密封性 kPa	高压密封性 MPa	拖滞扭矩 N·m	
			第 1 圈最大值	第 10 圈最大值
工作耐久性 (耐久后复测)	1.4	0.16	4.5	3.2
	1.1	0.14	4.8	3.4
	1.6	0.17	4.3	2.9
	1.3	0.13	3.5	2.9
	1.5	0.09	4.9	3.3
	0.9	0.18	3.8	3.2

11) 高温高压耐久性

高温高压耐久性的验证试验结果见表 11。

表 11 高温高压耐久性验证试验结果

试验项目	低压密封性 kPa	高压密封性 MPa
高温高压耐久性 (耐久试验后)	1.4	0.17
	1.2	0.14
	1.1	0.15
	1.3	0.18
	1.1	0.17
	1.9	0.19

12) 振动耐久性

振动耐久性的验证试验结果见表 12。

表 12 振动耐久性验证试验结果

试验项目	耐久后检查	拧紧扭矩下降 %
振动耐久性	无异常, 无泄漏。	12.3
	无异常, 无泄漏。	17.4
	无异常, 无泄漏。	19.1
	无异常, 无泄漏。	18.8
	无异常, 无泄漏。	14.5
	无异常, 无泄漏。	16.7

13) 扭转疲劳强度

扭转疲劳强度的验证试验结果见表 13。

表 13 扭转疲劳强度验证试验结果

试验项目	耐久后检查
扭转疲劳强度	无影响使用功能方面的损坏, 无泄漏。
	无影响使用功能方面的损坏, 无泄漏。
	无影响使用功能方面的损坏, 无泄漏。
	无影响使用功能方面的损坏, 无泄漏。
	无影响使用功能方面的损坏, 无泄漏。
	无影响使用功能方面的损坏, 无泄漏。



图 5 卡钳扭转疲劳强度测试 1



图 6 卡钳扭转疲劳强度测试 2



图 7 卡钳扭转疲劳强度测试 3

14) 安装螺孔强度

安装螺孔强度的验证试验结果见表 14。

表 14 安装螺孔强度验证试验结果

试验项目	安全系数 (安装螺孔破坏或螺套转动时的力矩与最大紧固力矩的比值)
安装螺孔强度	3.7
	3.2

试验项目	安全系数 (安装螺孔破坏或螺套转动时的力矩与最大紧固力矩的比值)
	3.3
	3.2
	3.1
	3.6

15) 动态拖滞性能

动态拖滞性能的验证试验结果见表 15。

表 15 动态拖滞性能验证试验结果

试验项目	400 r/min 转速下 N•m			800 r/min 转速下 N•m		
	2.5 MPa	5.0 MPa	10.0 MPa	2.5 MPa	5.0 MPa	10.0 MPa
动态拖滞扭矩	0.31	0.24	0.31	0.15	0.73	0.81
	0.42	0.59	1.28	0.79	0.34	1.46
	0.13	0.14	1.17	0.03	1.05	0.95
	0.14	1.20	0.96	0.03	0.83	1.57
	0.29	0.79	1.25	0.11	1.09	1.09
	0.69	1.07	1.37	0.88	0.91	1.33

16) 不均匀磨损试验

不均匀磨损试验的验证试验结果见表 16。

表 16 不均匀磨损验证试验结果

试验项目	最大周向 不均匀磨损量 mm	最大径向 不均匀磨损量 mm	内、外制动衬块的 平均磨损量差值 mm	外观检查
不均匀磨损 试验	0.72	0.34	1.43	无异常
	0.36	0.26	1.82	无异常
	0.48	0.30	1.51	无异常
	0.44	0.12	1.89	无异常
	0.24	0.18	2.27	无异常
	0.30	0.38	1.98	无异常

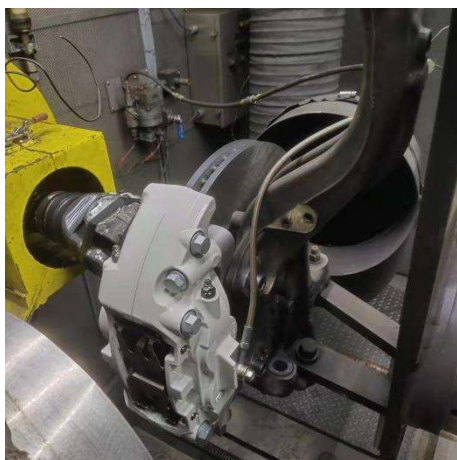


图 8 卡钳惯性台架测试 1



图 9 不均匀磨损后摩擦片 1

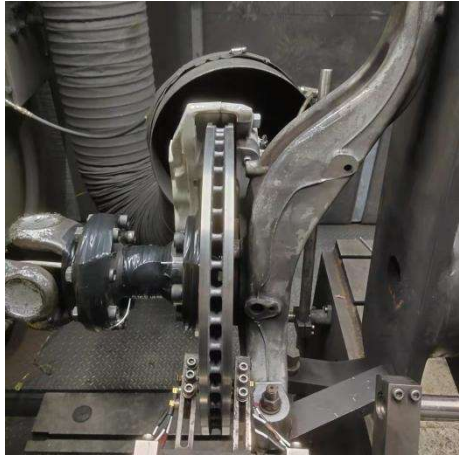


图 10 卡钳惯性台架测试 2



图 11 不均匀磨损后摩擦片 2

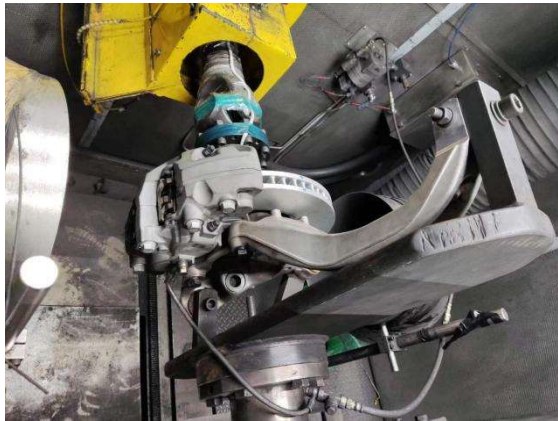


图 12 卡钳惯性台架测试 3



图 13 不均匀磨损后摩擦片 3

### 五、与现行法律、法规和政策及相关标准的协调性

本标准属于汽车标准体系中的产品标准，与现行相关法律、法规、政策及相关强制性标准没有冲突或矛盾。

### 六、贯彻标准的要求和措施建议

本标准属于产品标准，建议作为推荐性团体标准发布。

由于本标准给出的试验方法除成熟的标准设备外，其他自制设备也较为简单、易于实施，其试验方法也是易于实施的，同时考虑到本标准的使用者也具有较长的同类经验，并且在标准发布前，已在行业广泛征求意见，因此，建议该标准正式发布后即实施。

### 七、其他需要说明的事项

无

标准起草工作组  
2023年9月4日