



泄漏检测和密封性
控制的重要规范

只有遵循国际化的规范，才能让泄漏检测和材料密封性控制的通用标准达到高质量水平。为了满足日益严格的密封性控制要求，许多现有规范在过去几年中得到了更新。这些更新尤其影响了检测泄漏校准的规定，使其得到大幅扩展。此外，欧洲规范也得到了更新，并与 ISO 规范 (ISO = 国际标准组织) 协调一致。ISO 与 CEN (Comité Européen de Normalisation, 欧洲标准化委员会) 密切合作。将 ISO 规范转换为国家规范是自愿的，而将欧洲规范转换为国家规范是强制性的。

真空下的泄漏检测：相关规范

DIN EN ISO 20484:2017-07 – 词条 [2]

ISO 20484:2017 是将 ISO 规范直接转换为欧洲规范的一个很好的例子。CEN 采用 ISO 规范，未作任何更改或修正，并在德语国家以 DIN EN ISO 20484:2017-07 实施。它取代了前身规范 DIN EN 1330-8:1998-07 [3]，其中总结了泄漏检测的技术词汇。压力和真空测量领域的一些定义已被取消。此外，编辑人员还插入了一些更新和修订后的定义。规范以多种语言提供，并在实践中用做工作说明、招标和类似文件或相应翻译中的正确措辞。

DIN EN 1779:1999-10，带勘误表 2005-02 — 无损检测 — 泄漏测试：方法和
技术选择的标准 [4]、[5]

在该规范中，各种泄漏测试方法按照三个标准进行分类：气体流动方向、测试范围和泄漏定位（定性）或通过/未通过决定（定量测量）的适用性。表 1 显示了相应标准和方法的首字母缩略词。

2005 年 2 月，对附录 B 进行了修正，附录 B 是泄漏率单位转换表 [5]。

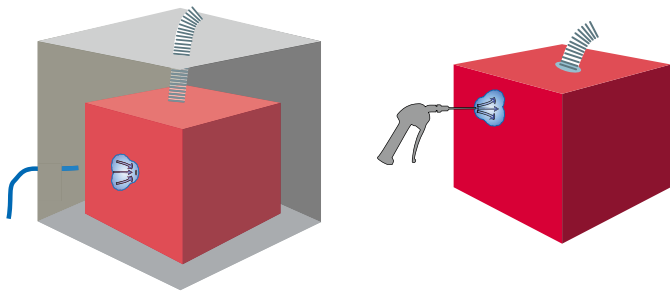
此外，规范包含了各个行业领域中不同泄漏率单位转换的指导原则。它还详细说明了密封性的依赖关系，这种关系表示为特定气体的泄漏率，受到环境参数压力和温度的影响。特别地，该指导原则对于实际用户来说受益匪浅。

此外，规范针对不同环境参数压力、温度和气体类型，为在泄漏通道中的层流、粘性流和分子流条件下的泄漏率转换提供了实际示例和相关公式。规范还指出了每种方法的最小可检测泄漏率。该指示使实际用户可以估计制造商规定的检测限是否可以在工业实践中实现。然而，由于设备设计和生产方面的技术进步，这些指示中的一些已经过时。此外，还提到了仍然包含在内的已撤销规范，例如 DIN EN 1330-8 [3] 或 DIN EN 473 [25]。因此，DIN EN 1779 目前正接受审查。规范中没有包含使相应技术形象化的图形或图表。例如，可在对德国无损检测协会 (DGZfP) [7] 的规范 [6] 或指令 DP 1 的评注中找到对不同测试方法更生动的介绍。DIN EN 1779 结合了各种方法，包括示踪气体、压力衰减和压力升高、流量、气泡测试等。针对真空技术人员的另一个相关标准是 ISO 20485:2017-11，其重点是示踪气体测试方法。

通用首字母缩略词“ISO”起源于希腊语 isos，意思是“平等”。

气体流动方向	测试范围	适用性	技术方法
从被测部件流出的气体	局部面积	定位	B1、B2.2、B4、C3
		测量	B2.1、B3、D3
	整体面积	定位	C1、C2
		测量	B5、D1、C1、B3、B6、D3、D4
气体流入被测部件	局部面积	定位	A3
		测量	A2、D3
	整体面积	定位	
		测量	A1、D2、D3、D4

表 1：根据 DIN EN 1779 选择方法和程序的标准



氦罩法
真空技术方法 (整体)
方法 A.1

**真空测试：
喷枪测试**
真空技术方法 (局部)
方法 A.3

图 1：依据 ISO 20485 的 A 组方法：示踪气体流入被测物体

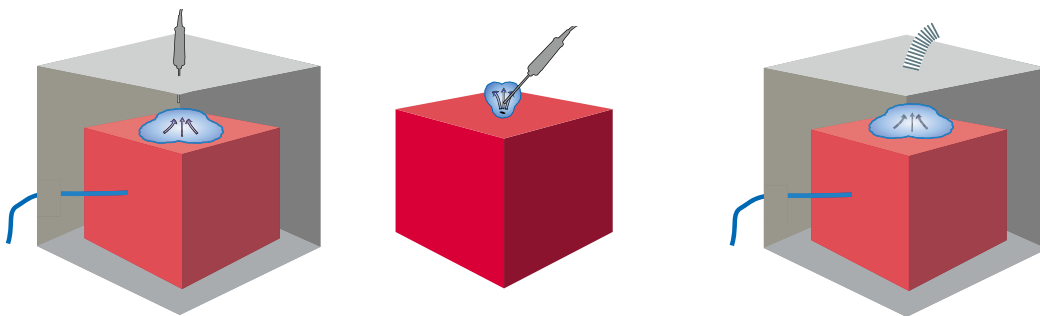
ISO 20485:2017-11 — 无损检测 — 泄漏测试 — 示踪气体方法 [8]

编辑方面的变化、人员资格信息省略以及载气技术的整合是这一规范中最重要的更新。前身规范 DIN EN 13185:2001-07 [9] 于 2018 年 5 月撤销。ISO 20485:2017-11 定义了对测试报告设置的要求。此外，它描述了气体流入被测部件的示踪气体方法。这些是真空技术人员最重要的方法，如图 1 示意图所示：

一种变化是方法 A.2 (真空技术方法 (部分))，其中，被测部件的一部分被放入填充有示踪气体的袋子。

此外，该规范提出了示踪气体从被测部件内部逸出到外部的办法。除了图 2 所示的主要方法外，规范引用了：

- 方法 B.1 — 用氨进行化学检测。该方法主要用于与氨一起操作的制冷设备。
- 方法 B.2.1 — 真空箱，使用示踪气体的内部压力。该方法主要用于非常大的物体，在外表面上应用真空箱。
- 方法 B.2.2 — 真空箱，在相对侧使用喷枪。该方法与连接的扁平金属板一起使用。在一侧应用真空箱。在另一侧，喷射氦气。
- 方法 B.5 — 背压法
背压法技术也称为加压-排空试验。它用于测试小型密封物体。在第一步中，物体在高压下暴露于氦气中。如果存在泄漏，氦气将在此阶段渗透到被测单元中。在第二步中，如在方法 B.6 中那样在测试室中测试物体。
- 方法 B.7 — 载气技术
该方法已被新纳入规范。在此，测试对象充满示踪气体并被钟罩或柔性隔室包围，并用无示踪气体的载气吹扫。载气将从物体逸出的示踪气体输送到下游传感器。在大多数情况下，传感器是氦气检漏仪的吸枪。该方法使用简单的泄漏检测设备作为吸枪测试的变型。例如，它适用于测试阀门密封件。在该应用中，阀门的法兰可用胶带粘贴，以形成简单的外壳。密封件和胶带之间的体积用载气吹扫，这样可以在不拆卸阀组件的情况下进行泄漏测试。



吸枪测试：
大气压下的完整性测试
通过累积的压力技术方法 B.3

吸枪测试
吸枪测试方法 B.4

真空箱测试法
通过外部真空技术密封物体方法 B.6

图 2：依据 ISO 20485 的 B 组方法：气体流出被测物体



图 3：无损泄漏检测对于汽车行业的批量生产尤其重要。

该技术也可以在另一种变化中进行，该变体未在规范中明确提及。在该版本中，物体用低压（压力范围大约为 0.1 ... 25 mbar）的载气吹扫，并且示踪气体被施加到物体的外部。该方法对于测试在高真空中具有高流动阻力的物体（如管式热交换器中的供气管线）非常有用。

ISO 20485 描述了所需的装置和设备。此外，它还涉及最近更新的设备和校准规定。

ISO 20486:2017-12 — 无损检测 — 泄漏测试 — 气体参考泄漏的校准 [10]

该规范是 DIN EN 13192 [11] 规范的替代者。它描述了检测泄漏的校准。在最新版本中，添加了各种定义，并定义了参考泄漏率的环境条件。此外，规范的应用范围以图表形式显示，并且包括应对各个泄漏率范围应用哪种校准方法的建议。方法 A 和 B 已经是之前规范的一部分，并通过与参考泄漏进行比较来描述校准——覆盖真空中的一个或两个参考泄漏或用于吸枪应用。方法 C 也已在先前的规范中考虑过。它描述了体积校准。针对 0.2 Pa m³/s 和 8 Pa m³/s 之间的泄漏率增添了方法 D。它描述了通过排水法进行的校准。为了校准 2,000 sccm 到 100,000 sccm 范围内非常大的泄漏，将方法 E 包含其中，通过气量计校准。方法 F 描述了对氦气检漏仪传统灵敏度范围内已知体积中的压力变化进行的校准。方法 G 描述了在恒定压力下通过体积变化进行的校准。对于真空技术，大泄漏率的方法不太相关，而它们在工业泄漏测试中却非常重要。

DIN EN 1518:1998-06 — 无损检测 — 泄漏测试 — 质谱检漏仪的表征 [12]

DIN EN 1518 为泄漏测试人员提供了必要的工具。它描述了质谱仪型检漏仪，定义了重要技术所需的配件，并提供了测量最低可检测泄漏率以及最低可检测浓度的方法。此外，它还定义了参考条件和测试报告的内容。

DIN EN 13625:2002-03 — 无损检测 — 泄漏测试 — 气体泄漏测量仪器选择指南 [13]

DIN EN 13625 包含选择测试设备、相应配件以及执行各种技术的指南。本文考虑了根据 A 组（气体流入物体）和 B（气体流出物体）的示踪气体方法以及气泡排放技术和压力变化方法。

非真空技术泄漏测试规范

对于真空下的泄漏测试，传统的氦气检漏仪用于测试真空容器或气体管线。这些设备配有质谱仪检测器，可在高真空下运行。最重要的是，有关设备和潜在应用的专业知识可以在设备制造商那边找到。密封性控制在工业应用中的使用在大多数情况下集成到生产线上，对设备和氦气检漏仪以及许多其他检测器类型和技术的测试结果的量化提出了额外要求。这些技术的示例是气泡测试或压力变化和流量测量。



图 4：普发真空校准站

旧标题	新标题
DIN EN 1330-8:1998-07 无损检测 — 术语 — 第 8 部分：泄漏测试术语；三语版 EN 1330-8:1998 (撤销)	DIN EN ISO 20484:2017-07 无损检测 — 泄漏测试 — 词汇 (ISO 20484:2017)；德语版 ISO 20484:2017
DIN EN 1779:1999-10 无损检测 — 泄漏测试：方法和技术选择的标准；德语版 EN 1779:1999 勘误表 2005-02 DIN EN 1779:1999-10 勘误表	仍然有效，目前正在修订中 有关详细信息，请参阅 [6]、[7]。
DIN EN 13185:2001-07 无损检测 — 泄漏测试 — 示踪气体方法；德语版 EN 13185:2001 计划撤销，由 DIN EN ISO 20485 取代；发布日期：2018-05	ISO 20485:2017-11 无损检测 — 泄漏测试 — 示踪气体方法 [8]
DIN EN 13192:2002-03 无损检测 — 泄漏测试 — 气体参考泄漏的校准；德语版 EN 13192:2001	ISO 20486:2017-12 无损检测 — 泄漏测试 — 气体参考泄漏的校准 DIN EN ISO 20486:2018-05 无损检测 — 泄漏测试 — 气体参考泄漏的校准 (ISO 20486:2017)；德语版 EN ISO 20486:2018
DIN EN 13625:2002-03 无损检测 — 泄漏测试 — 气体泄漏测量仪器选择指南；德语版 EN 13625:2001	仍然有效
DIN EN 1518:1998-06 无损检测 — 泄漏测试 — 质谱检测仪的表征；德语版 EN 1518:1998	仍然有效
DIN EN 1593:1999-11 无损检测 — 泄漏测试 — 气泡排放技术；德语版 EN 1593:1999	仍然有效
DIN EN 13184:2001-07 无损检测 — 泄漏测试 — 压力变化方法；德语版 EN 13184:2001	仍然有效

表 2：现行规范与其前身的比较

DIN EN 1593:1999-11 — 无损检测 — 泄漏测试 — 气泡排放技术；德语版 EN 1593:1999 [14]

DIN EN 1593:1999-11 中描述了气泡测试法。该规范还包括将测试对象在气体超压下浸入液体中以及在对象上施加测试流体。已经提出将超声波气泡测试整合到规范中，但尚未实施。通常，气泡排放技术主要用于泄漏的定位。

DIN EN 13184:2001-07 — 无损检测 — 泄漏测试 — 压力变化方法；德语版 EN 13184:2001 [15]

通过压力变化进行的泄漏测试主要用于泄漏率的定量测量，作为通过/未通过决定的基础。在诸如汽车行业的工业批量生产中，这些方法非常重要。在真空行业中，这些测量方法用于如在涂层系统的维护之后使用，以便定义整体的泄漏检查。该检查用作批准真空工艺流程的开始/停止标准。在此，还要考虑由渗透和主要解吸引起的气流很重要。如果仅略微超过允许的压力上升，则压力摆动循环可减少解吸气体负荷。

摘要

当前有效规范的摘要始终只是一个简要说明。表 2 概述了泄漏检测和密封性控制相关规范的当前版本。

此外，还有许多适用于特定行业领域的规范。例如：

- 电子设备的环境试验 [16]
- 制冷系统和热泵的泄漏检测 [17]、[18]
- 工业阀门的泄漏检测 [19]、[20]
- 逸散性排放物的控制 [21]、[22]、[23]、[24]

前景展望

泄漏检测和完整性控制的技术和经济意义至关重要。诸如“挑战者”号航天飞机爆炸事件以及汽车行业历史上最大的召回行动等事件都与密封性问题有关。尽管如此，大多数大学课程和基于公司的培训都忽略了泄漏检测。因此，由技术人员实施和正确应用相关信息和规范非常重要。普发真空提供相应的培训以达到此资格。而且，经认证的培训中心，如德国无损检测协会，根据 DIN EN ISO 9712 [26]、[27] 为认证教育提供 LT1、LT2 和 LT3 培训。此外，还将为操作人员提供认证教育，目前正在为许多测试方法和技术做准备。

文献

- [1] Europäische Normen in der Lecksuchtechnik, Hans Rottländer, Vakuum in Forschung und Praxis Vol. 26/2, S. 23-26.
- [2] DIN EN ISO 20484:2017-07
Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Begriffe (ISO 20484:2017); Deutsche Fassung EN ISO 20484:2017
- [3] DIN EN 1330-8:1998-07
Zerstörungsfreie Prüfung - Terminologie - Teil 8: Begriffe der Dichtheitsprüfung; Dreisprachige Fassung EN 1330-8:1998 (zurückgezogen)
- [4] DIN EN 1779:1999-10
Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Kriterien zur Auswahl von Prüfmethode und -verfahren; Deutsche Fassung EN 1779:1999
- [5] DIN EN 1779 Berichtigung 1:2005-02 Berichtigungen zu DIN EN 1779:1999-10
- [6] Neue Norm zur Auswahl eines geeigneten Verfahrens zur Lecksuche und Dichtheitsprüfung Gerald Schröder, Forschungszentrum Jülich, ZfP-Zeitung 74, April 2001, S. 31 bis 39
- [7] DGZfP Richtlinie DP 01; Richtlinie über die Auswahl eines geeigneten Prüfgases für die Dichtheitsprüfung nach DIN EN 13185 (mit Anhang zur Auswahl eines Dichtheitsprüfverfahrens nach DIN EN 1779) August 2010, 30 S.
- [8] ISO 20485:2017-11
Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Prüfgasverfahren
- [9] DIN EN 13185:2001-07
Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Prüfgasverfahren; Deutsche Fassung EN 13185:2001
- [10] ISO 20486:2017-12
Non-destructive testing — Leak testing — Calibration of reference leaks for gases
- [11] DIN EN 13192
Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Kalibrieren von Referenzlecks für Gase; Deutsche Fassung EN 13192:2001
- [12] DIN EN 1518:1998-06
Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Charakterisierung von massenspektrometrischen Leckdetektoren
- [13] DIN EN 13625:2002-03
Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Anleitung zur Auswahl von Geräten zur Messung von Gasleckagen
- [14] DIN EN 1593:1999-11
Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Blasenprüfverfahren; Deutsche Fassung EN 1593:1999
- [15] DIN EN 13184:2001-07
Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Druckänderungsverfahren; Deutsche Fassung EN 13184:2001
- [16] DIN EN 60068-2-17:1995-05
Umweltprüfungen - Teil 2: Prüfungen - Prüfung Q: Dichtheit (IEC 60068-2-17:1994);

Deutsche Fassung EN 60068-2-17:1994

- [17] DIN EN 378-1:2018-04
Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen - Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und Auswahlkriterien; Deutsche Fassung EN 378-1:2016
- [18] DIN EN 378-2:2018-04
Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen - Teil 2: Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation; Deutsche Fassung EN 378-2:2016
- [19] DIN EN ISO 15848-1:2017-07
Industriearmaturen - Mess-, Prüf- und Qualifikationsverfahren für flüchtige Emissionen - Teil 1: Klassifizierungssystem und Qualifikationsverfahren für die Bauartprüfung von Armaturen (ISO 15848-1:2015 + Amd.1:2017); Deutsche Fassung EN ISO 15848-1:2015 + A1:2017
- [20] DIN EN ISO 15848-2:2015-11
Industriearmaturen - Mess-, Prüf- und Qualifikationsverfahren für flüchtige Emissionen - Teil 2: Fertigungsbegleitende Abnahmeprüfung von Armaturen (ISO 15848-2:2015); Deutsche Fassung EN ISO 15848-2:2015
- [21] TA Luft:2002-07-24
Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft)
- [22] TA Luft Fortsch:2011-10-14
- [23] TA Luft Fortsch 2013:2013-12-16
- [24] TA Luft Fortsch 2015:2015-4-27
- [25] DIN EN 473:2008-09
Zerstörungsfreie Prüfung - Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung - Allgemeine Grundlagen; Deutsche Fassung EN 473:2008
- [26] DIN EN ISO 9712:2012-12
Zerstörungsfreie Prüfung - Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung (ISO 9712:2012); Deutsche Fassung EN ISO 9712:2012
- [27] DIN EN ISO 9712 Beiblatt 1:2014-05
Zerstörungsfreie Prüfung - Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung; Beiblatt 1: Empfehlungen zur Anwendung von DIN EN ISO 9712:2012-12

所有数据若有变更，恕不另行通知。PL0020PEN (June 2019/0)