



IKT LinerReport 2020

CIPP内衬性能指标的合格率是过去六年中最低的

—— 八个内衬样本中就有一个在四项检测指标中至少有一项没有达到目标值

罗兰德 W.瓦尼克, Dieter Homann, Barbara Grunewald, 颜纯文 (译)

德国地下基础设施研究所 (IKT) 已连续17年公布了CIPP内衬检测年度报告。2020年的年度报告总结了本年度内该所检测的2613个原位固化法 (CIPP) 样品的短期检测结果。样品的总数比2019年多了11%，这表明CIPP内衬修复去年仍有需求，尽管出现了新冠疫情大流行。

为了被纳入内衬检测年度报告中内，每家修复公司必须对每种修复产品至少检测取自5个施工现场的25个样品，每个现场至少5个。共有来自7个欧洲国家的27家修复公司满足了这些要求。这些公司共采用了10种不同的原位固化内衬修复产品。

1. 2020年的检测结果弱于2019年

尽管2020年的内衬检测结果总体上处于良好水平，但不容忽视的是其中一些检测指标的合格率

低于前一年。总体而言，玻璃纤维增强内衬 (GRP) 和针刺毛毡内衬 (NF) 的四项检测标准都呈下降趋势 (四项指标的检测要求见表1)。

平均而言，四项检测指标达到目标值的比率 (通过率或合格率) 均低于2019年：水密性低了1.6个百分点，弹性模量低了1.5个百分点，弯曲强度低了1.1个百分点，壁厚低了2.9个百分点，详见表2。

2. 必须完成所有四个指标的检测

对一个CIPP内衬样品来讲，单独地考虑检测指标是没有意义的。相反，对管网的所有者来讲，重要的是对每个样品都要根据内衬的申明或设计的目标值完成所有四项指标的检测。只有这样，他们才能确定交付并安装的内衬实际上是否达到了所承诺的材料特性。

表 1 CIPP 内衬的四项主要检测指标

检测指标概述	
<p>下水道内衬样品应从修复现场采集，并在实验室测试以下四项短期指标。测试中确定的值与该产品的预期目标值或客户的指标值进行比较。达到了目标值就算通过了测试。</p>	
<p>1 弹性模量（短期弯曲模量）</p> <ul style="list-style-type: none"> ·原位固化的内衬必须能承受地下水、交通和土层等压力； ·弹性模量是承载能力的指标； ·弹性模量太低就会产生失稳； ·检测方法：根据 DIN EN ISO 178 和 DIN EN ISO 11296-4 进行三点弯曲试验。 	<p>2 弯曲强度（短期弯曲强度）</p> <ul style="list-style-type: none"> ·内衬由于应力过高而产生破坏时的应力； ·如果弯曲强度过低内衬可能在容许变形前就产生破坏； ·检测方法：根据 DIN EN ISO 178 和 DIN EN ISO 11296-4 进行三点弯曲试验，荷载逐渐增加直至破坏。 
<p>3 厚度（复合材料的平均厚度）</p> <ul style="list-style-type: none"> ·厚度太小可能产生失稳； ·最小值根据结构分析计算确定； ·内衬的厚度和弹性模量决定其环刚度； ·检测方法：根据 DIN EN ISO 11296-4 使用精密的量规确定复合材料的平均厚度。 	<p>4 水密性（不透水性）</p> <ul style="list-style-type: none"> ·如果内膜和外膜不是内衬整体一部分，则要去掉； ·将含红色色素的水施加到内衬的内表面上； ·对外表面施加 0.5 bar 的真空压力； ·如果有水滴漏现象则该内衬不具有水密性； ·试验时间：30 min。 
<p>详细的检测过程可参见 IKT 的网站：www.ikt-online.org/cipp-liners/cipp-liners-site-samples/</p>	

表 2 2020 年与 2019 年的检测合格率 (%) 比较

内衬名称	水密性			弹性模量*			弯曲强度*			厚度*		
	2020	2019	+/-	2020	2019	+/-	2020	2019	+/-	2020	2019	+/-
所有样品的平均值平均	97.0	98.6	-1.6	96.4	97.9	-1.5	97.1	98.2	-1.1	94.6	97.5	-2.9
玻璃纤维加强的内衬	96.9	98.5	-1.6	96.2	97.9	-1.7	97.2	98.3	-1.1	93.4	97.2	-3.8
针刺毛毡内衬	97.4	99.6	-2.2	97.1	97.9	-0.8	96.7	97.5	-0.8	99.3	100	-0.7

注：* 目标值根据产品标准（DIBt 标准，KOMO 许可证，QUIK 指南）或客户要求确定（静力计算或样品表单上注明）。

3. 2020年检测报告的基础数据

CIPP内衬的样品数：2613个，其中：玻璃纤维增强内衬2195个；针刺毛毡内衬418个。

内衬产品数量：10种

修复公司数量：27个

最少检测样品数量：25个（每种产品，每家修复公司至少取自5个不同的施工现场）

样品提供者：下水道业主占74%；

修复公司占26%。

来源国家：比利时、捷克、法国、德国、英国、荷兰和瑞士。

4. 八分之一的内衬低于目标值

2020年，只有87.5%的内衬样品通过了四项指标的检测，12.5%的样品没有通过。换句话说，所检测的CIPP内衬样品中有八分之一在四项材料性能指标中至少有一项指标直低于规定的目标值。这是过去六年中最低的，前一年为93%，而2016年为95%（见图1）。

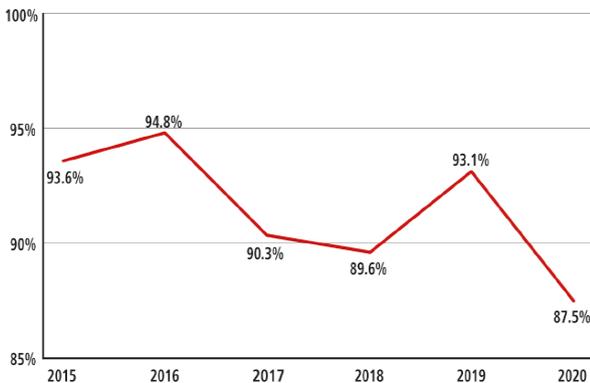


图1 历年四项指标均满足要求的样品百分比

这些百分比仅指那些四项指标均达到目标值的样品，它们约占所有样本的四分之三，即1978个。有四分之一的样品（635个）至少有一项测试指标的目标值没有提供给IKT，或者承包商或下水道管网的所有者没有委托IKT进行四项测试指标中的一项或多项。

在四项检测指标的目标值均提供的样品中：

仅通过一项指标的样品 <0.1%；

有两项指标通过的样品占1.2%；

通过三项指标的样品占11.3%；

四项指标均通过的样品占87.5%，见图2。

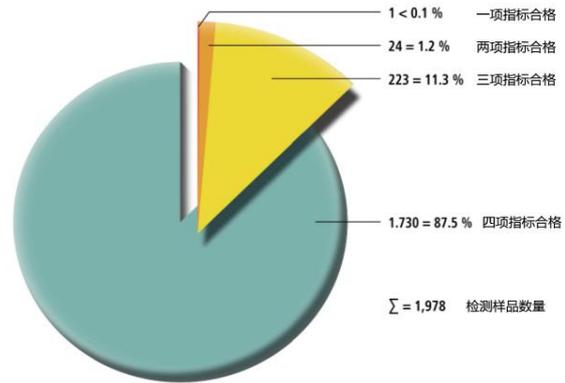


图2 测试样品的达标情况

5. 修复承包商和内衬产品都很重要

表3列出了27家修复公司的检测结果，其中有六家公司不止一次出现，因为他们提交了2个或3个不同的CIPP内衬产品，其余21家公司只使用一种内衬。具有多种CIPP内衬产品的6家公司得到了不同内衬的检测结果。例如，德国Swietelsky-Faber Kanalsanierung公司的Brandenburger 2.5和SAERTEX内衬均具有同样好的检测结果，且高于该公司也使用的iMPREG内衬。但在有些情况下，iMPREG的检测结果比另外两种内衬低12个百分点。这表明修复的成功与否不仅取决于修复公司，也取决于所采用的CIPP内衬产品。表4是不同CIPP内衬的检测结果。

6. 带和不带完整内膜的水密性检测

对水密性指标，不同修复公司的样品合格率在63.6%~100%之间。合格率低的原因是，有些管网所有者要求取自德国Aarsleff Rohrsanierung公司的样品（PAA SF内衬）严格按照APS指南进行检测，包括要求切割到内衬的内膜。而根据DIBt标准，这对这种内衬并不是强制的。如果不切割到内膜，Aarsleff公司的样品合格率为100%。GMB Rioleringstechnieken公司所采用的Insituform内衬也一样，不切割到内膜的话，合格率为100%，而切割到内膜的话，合格率只有75%。

如果排除这两种情况，水密性检测结果的变化范围要小得多，在82%~100%之间。14家修复公司及内衬的水密性合格率达到100%。

表3 2020年各公司内衬样品的检测结果

公司名称	内衬名称	水密性		弹性模量*		弯曲强度*		厚度*		下水道业 主委托的 测试(%)
		样品数 (个)	合格率 (%)	样品数 (个)	合格率 (%)	样品数 (个)	合格率 (%)	样品数 (个)	合格率 (%)	
Bluelight (D 德国)	PAA-F-Liner	25	100	25	100	25	100	25	100	0
Hamers Leidingtechniek(荷兰)	Alphaliner	62		62						
Jeschke Umwelttechnik(德国)	Alphaliner	130		130						
Kanaltechnik Agricola(德国)	Brandenburger Liner 2.5	32		32						
Umwelttechnik Wasserbau(德 国)	Brandenburger Liner 2.5	33		33						
Aarsleff Rohrsanierung(德国)	iMPREG-Liner	107	96.3	106	100	106	94.3	105	98.1	99
	PAA SF Liner	292* *22	100 63.6	314	99.7	314	100	312	99.0	100
	PAA-G-Liner	52	100	52	98.1	52	100	50	96.0	96
AKS Umwelttechnik(德国)	Brandenburger Liner 2.5	65	93.8	64	96.9	64	96.9	-	-	100
Arkil Inpipe(德国)	Berolina-Liner	148	100	148	100	148	98.6	104	69.2	100
	iMPREG-Liner	30	96.7	30	80.0	30	73.3	25	96.0	100
Axeo TP(法国)	Alphaliner	36*	100	36	91.7	36	97.2	32	100	100
Giringer & Scheidel Rohrsanierung(德国)	Saertex-Liner	70	98.6	69	88.4	69	98.6	52	100	84
Fretz Kanal-Service(瑞士)	iMPREG-Liner	45	100	45	97.8	45	93.3	45	97.8	100
Geiger Kanaltechnik(德国)	Alphaliner	58	98.3	57	71.9	57	98.2	24	83.3	79
GMB Rioleringsstechnieken(荷 兰)	Insitufom Liner	67** 12	100 75	79	86.1	79	82.3	79	100	67
	Saertex-Liner	260	95.0	258	97.3	258	96.5	260	98.5	47
ISS Kanal Service(瑞士)	Alphaliner	108	97.2	108	99.1	108	100	108	89.8	10
Kanaltechnik DF-ING(德国)	iMPREG-Liner	28	82.1	28	96.4	28	100	22	95.5	100
KATEC Kanaltechnik Muller und Wahl(德国)	Alphaliner	77***	100	76	98.7	76	97.4	70	94.3	100
KTF(德国)	iMPREG-Liner	35***	97.1	61	85.2	61	91.8	63	100	2
LTS-Lilie Tief-und Strabenbau(德国)	Saertex-Liner	46	95.7	46	100	46	100	45	100	70
M.J.Oomen Leidingtechniek(荷 兰)	Saertex-Liner	29	93.1	29	93.1	29	100	29	89.7	100
McAllister Group(英国)	iMPREG-Liner	33	100	30	93.3	30	100	30	56.7	0
Rainer Kiel Kanalsanierung(德 国)	Saertex-Liner	69	95.7	69	97.1	69	98.6	26	92.3	96
Renotec(比利时)	Alphaliner	-	-	30	83.3	30	76.7	30	80.0	0
	Saertex-Liner	23	91.3	72	90.3	72	95.8	72	94.4	32
Rohrsanierung Jessen(德国)	Alphaliner	35	97.1	35	97.1	35	100	35	94.3	100
SKS-Servicecenter fur Kanalsanierung(德国)	Brandenburger Liner 1.0	40***	92.5	40	100	40	100	-	-	100
Swietelsky-Faber Kanalsanierung(德国)	Brandenburger Liner 2.5	37	97.3	37	100	37	100	13	100	100
	iMPREG-Liner	109	87.2	107	94.4	107	91.6	101	91.1	100
	Saertex-Liner	126	99.2	127	100	127	99.2	65	100	83
TKT GmbH & Co. KG(德国)	Alphaliner	60	100	60	100	60	100	16	75.0	77
TRASKO BVT(捷克)	Alphaliner	33	97.0	33	100	33	100	33	84.8	0
Umwelttechnik und Wasserbau(德国)	Alphaliner	69	97.1	67	98.5	67	100	43	100	77
平均			97.0		96.4		97.1		94.6	74

注: *目标值根据产品标准 (DIBt 标准, KOMO 认证, QUIK 指南) 或客户要求确定 (静力计算或样品提交表单上注明);

** 没有切入的内膜; *** 从 4 个施工现场采取; - 由于能提供目标值信息的内衬样品太少而没有进行评价。

表4 2020年各类产品样品的检测结果

内衬名称	类型	水密性		弹性模量*		弯曲强度*		厚度*	
		样品数 (个)	合格率 (%)	样品数 (个)	合格率 (%)	样品数 (个)	合格率 (%)	样品数 (个)	合格率 (%)
PAA-F-Liner	NF	25	100	25	100	25	100	25	100
PPA-G-Liner	GRP	52	100	52	98.1	52	100	50	96.0
PAA SF-Liner	NF	292** 22	100 63.6	314	99.7	314	100	312	99.0
Brandenburger Liner 2.5	GRP	167	97.0	166	98.8	166	98.8	62	100
Berolina-Liner	GRP	148	100	148	100	148	98.6	104	69.2***
Brandenburger Liner 1.0	GRP+PFM	40	92.5***	40	100	40	100	-	-
Insituform Liner	NF	67** 12	100 75.0	79	86.1***	79	82.3***	79	100
Saertex-Liner	GRP	623	96.1***	670	96.1***	670	97.8	549	97.6
Alphaliner	GRP	668	98.8	694	96.0***	694	98.4	521	93.1***
iMPREG-Liner	GRP	387	93.5***	407	93.9***	407	92.4***	391	93.1***
平均			97.0		96.4		97.1		94.6

注：GRP：玻璃纤维加强的内衬；NF：针刺毛毡内衬；GRP+PFM：玻璃纤维/聚酯羊毛毡内衬；

* 目标值根据产品标准 (DIBt 标准, KOMO 许可证, QUIK 指南) 或客户要求确定 (静力计算或样品表单上注明)；

** 没有切割到内膜； - 由于能提供目标值信息的内衬样品太少而没有进行评价； *** 低于平均值。

7. 弯曲强度和壁厚的异常值

在所有样品中，有96.4%样品的弹性模量指标通过了检测，不同修复公司的通过率在71.9%~100%之间，13家公司及内衬的所有样品均通过了检测。同样，有97.1%样品的弯曲强度目标值通过了检测，这是2020年四项指标测试中最好的一项。18家公司及内衬100%通过了测试，最低为73.3%。

总的来讲，壁厚的检测结果是四项指标中最低的，平均有94.6%的样品达到了目标值，变化范围在56.7%~100%之间，13家公司及内衬的所有样品均通过了测试。

8. 星级公司：100%通过俱乐部

高质量的内衬必须同时满足所有四项检测指标的要求。在大多数情况下，检测结果所比较的目标值来自于产品标识的预期值，在某些情况下是按照客户要求通过现场的特定静态计算而获得。2020年，在27家修复公司中，有5家公司所有样品的四项检测指标均达到目标值，2019年是23家中有3家。这表示他们在5个以上修复现场完全符合质量要求。

2020年的100%合格的俱乐部成员包括以下5

家公司及所使用的内衬产品：

- (1) 荷兰Hamers Leidingtechniek公司的Alphaliner；
- (2) 德国Jeschke Umwelttechnik公司的Alphaliner；
- (3) 德国Bluelight公司的PAA-F-Liner；
- (4) 德国Kanaltechnik Agricola公司的Brandenburger Liner 2.5；
- (5) 德国Umwelttechnik und Wasserbau公司的Brandenburger Liner 2.5。

这些进入100%合格俱乐部的公司每年都会获得一颗星，见图3，以突出他们的成就。



图3 2016-2020年100%合格俱乐部的公司

9. 结论

2020年的总体检测结果是过去六年中最低的，有八分之一的内衬样品至少有一项检测指标没有达到预期的目标值。然而，要求还是明确无误的：每个样品都必须是所有四项检测指标同时满足要求。2020年，只有87.5%的样本实现了这一目标。

但是，即使是单独地看四项检测指标，2020年的结果也是过去六年中最低的。2018年，只有壁厚的平均检测结果比2020年略低；除此之外，2015-2019年的所有平均检测结果均高于2020年。

作为一个检测机构，IKT只能报告检测结果，但不能推测这些现象的原因，也无法基于证据的方式对此进行解释。

然而有一件事是清楚的：尽管CIPP内衬修复法的技术发展很快，尽管它是领先的创新方法，尽管进行了密集的员工培训，但并没有发现有更多的样本在检测中达到了目标值。相反，2020年的检测表明通过检测的水平还在下降。因此，严格地实施质量控制仍然是必要的，无论是在修复施工现场，还

是在检测实验室。

联系方式：

Iain Naismith博士

电话： +44 (0) 7983 605219

电子信箱： naismith@ikt.institute

Barbara Grunewald

电话： +49 (0) 209 17806-40

电子信箱： grunewald@ikt.institute

IKT(Institute for Underground Infrastructure)

地下基础设施研究所

(中立的、独立的、非营利的有限责任公司)

Exterbruch 1, D-45886 Gelsenkirchen, Germany

网址： www.ikt.institute

