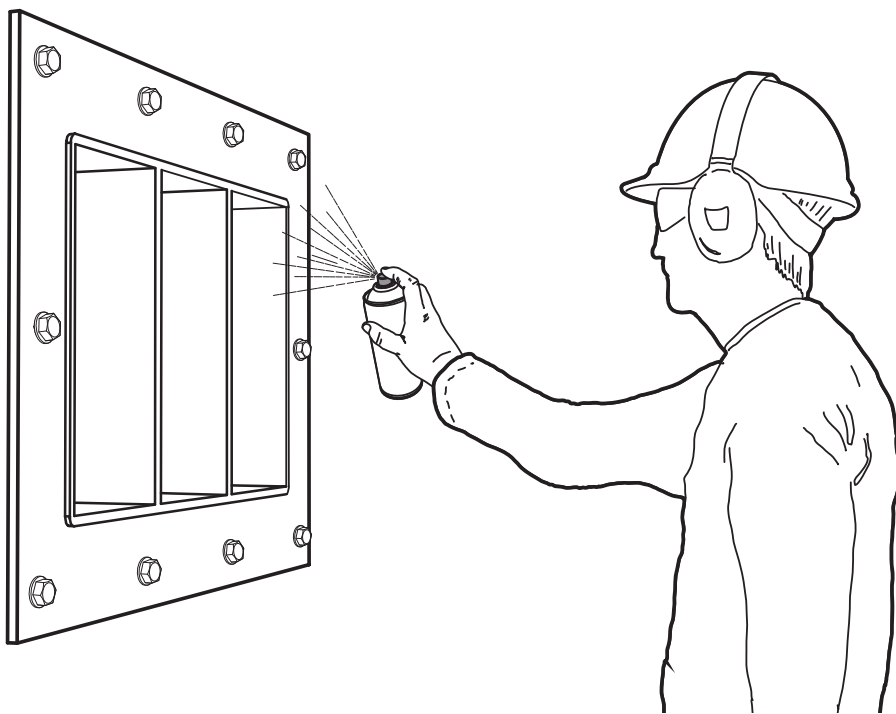


功能说明和应用指南

# Roxtec 材质及表面处理指南



委托方: Roxtec International AB

作者: Jens Bohlin, Roxtec Group, Box 540, Karlskrona, Sweden

[roxtec.com](http://roxtec.com)

# 目录

摘要 .....	3
<b>1 所用金属 .....</b>	<b>3</b>
1.1 焊接框架 .....	3
表 1. 焊接框架所用材料 .....	4
1.2 套筒 .....	4
表 2. 套筒所用材料 .....	4
1.3 配件和隔层板 .....	4
表 3. 配件和隔层板所用材料 .....	5
1.4 铸造和机加工框架 .....	5
表 4. 铸造和机加工框架中使用的材料 .....	5
<b>2 表面处理 .....</b>	<b>5</b>
2.1 车间底漆 .....	5
2.2 热浸镀锌 .....	6
2.3 电镀锌 .....	6
2.4 粉末涂层 .....	6
2.5 阳极氧化 .....	6
2.6 化学镀镍 .....	6
<b>3 一般腐蚀等级 .....</b>	<b>6</b>
3.1 腐蚀等级和耐久性 .....	6
表 5. Roxtec 框架的抗腐蚀等级 .....	7
表 6. Roxtec 框架的浸没腐蚀试验 .....	7
3.2 预防性腐蚀防护 .....	8
3.2.1 焊接 .....	8
3.2.2 栓接 .....	8
3.2.3 紧固件 .....	8
3.2.4 混合材料 .....	9
<b>附录 A – 交叉引用表 .....</b>	<b>10</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>11</b>

## 摘要

Roxtec 电缆和管道密封解决方案可应用于各种工况，包括最恶劣的海洋和海上环境以及高级建筑和列车组。本文件旨在让读者大致了解用于 Roxtec 框架生产的特定材料和表面处理工艺对于特定应用和要求的适用性。

请注意，Roxtec 产品不应作为结构用途。在这种情况下，结构应加固以承受任何潜在的应力。

有关产品描述和辅助信息，请参阅 [www.roxtec.com](http://www.roxtec.com)

## 1 所用金属

Roxtec 生产的大部分框架是金属制成的。为满足大多数客户需求，其主要材质为低碳钢、耐酸不锈钢和铝材。对于腐蚀性区域（如化工厂、海上或加工工业）的具体要求，其他材料或更高级别的材料在设计中可能会更好。可以匹配特定的船体材料以简化焊接或为盐水或废水匹配高端不锈钢。

### 1.1 焊接框架

焊接框架通常由型材焊接在一起，形成单个或多个开孔。该开孔适合安装密封部件，实现整个系统的气密性和防火性能。为了确保焊接操作可靠且高质量，Roxtec 遵循 EN ISO 5817-C 和 EN ISO 10042-C 标准。表 1 显示了欧洲所用标准材料的化学成分。其他标准的等效材料见附录 A。

框架可采用表 1 所列材料或附录 A 中指定的批准材料制造。如果需要本指南中未提及的其他材料，请联系 Roxtec 以获得进一步协助。



表 1. 焊接框架所用材料。

低碳钢	碳 %	硅 %	锰 %	磷 %	硫 %	铜 %
EN S355J2	≤ 0.22	≤ 0.55	≤ 1.6	≤ 0.03	≤ 0.03	≤ 0.55

耐酸不锈钢	碳 %	铬 %	镍 %	钼 %	锰 %
EN 1.4404	≤ 0.03	16.5-18.5	10-13	2-2.5	≤ 2

铝	硅 %	锰 %	铜 %	铬 %	铁 %	镁 %	锌 %	钛 %
ENAW-6082 T6	0.7-1.3	0.4-1.0	≤ 0.1	≤ 0.25	≤ 0.5	0.6-1.2	≤ 0.2	≤ 0.1
ENAW-5754 H12/22	≤ 0.4	≤ 0.5	≤ 0.1	≤ 0.3	≤ 0.4	2.6-3.6	≤ 0.2	≤ 0.15

## 1.2 套筒

套筒主要通过挤压来生产, 以获得所需的公差, 因为标准管通常具有过大的公差。较大的套筒由扁钢或金属板轧制而成, 并通过焊接封闭。为了确保焊接操作可靠且高质量, Roxtec 遵循 EN ISO 5817-C 和 EN ISO 10042-C 标准。表 2 显示了欧洲使用的标准材料的化学成分。其他标准的等效材料见附录 A。

套筒可采用表 2 所列材料或附录 A 中指定的批准材料制造。如果需要使用本指南未提及的其他材料, 请联系 Roxtec 以获得进一步协助。



表 2. 套筒所用材料

低碳钢	碳 %	硅 %	锰 %	磷 %	硫 %	铜 %
EN S355J2	≤ 0.22	≤ 0.55	≤ 1.6	≤ 0.03	≤ 0.03	≤ 0.55
EN E355	≤ 0.22	≤ 0.55	≤ 1.6	≤ 0.025	≤ 0.025	-

耐酸不锈钢	碳 %	铬 %	镍 %	钼 %	锰 %
EN 1.4404	≤ 0.03	16.5-18.5	10-13	2-2.5	≤ 2

铝	硅 %	锰 %	铜 %	铬 %	铁 %	镁 %	锌 %	钛 %
ENAW-6082 T6	0.7-1.3	0.4-1.0	≤ 0.1	≤ 0.25	≤ 0.5	0.6-1.2	≤ 0.2	≤ 0.1
ENAW-6060 T6	0.3-0.6	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.05	0.1-0.3	0.35-0.6	≤ 0.15	≤ 0.1
ENAW-5754 H12/22	≤ 0.4	≤ 0.5	≤ 0.1	≤ 0.3	≤ 0.4	2.6-3.6	≤ 0.2	≤ 0.15

## 1.3 配件和隔层板

用于固定密封模块和框架的隔层板和配件由卷材和板材制成。大多数配件均为耐酸不锈钢材质, 而隔层板则可采用镀锌或耐酸不锈钢材质。表 3 显示了标准材料的化学成分。其他标准的等效材料见附录 A。



**表 3. 配件和隔层板所用材料。**

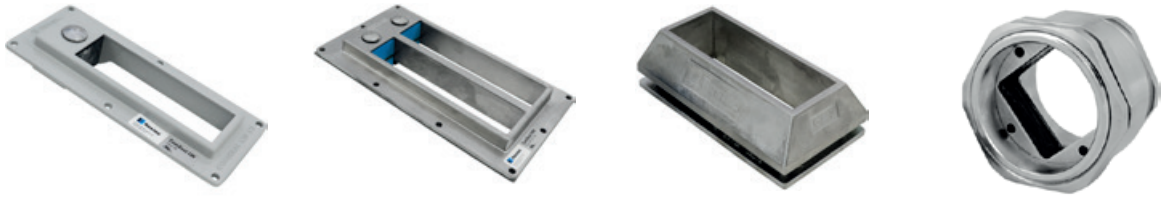
低碳钢	碳 %	硅 %	锰 %	磷 %	硫 %	铜 %
EN S355J2	≤ 0.22	≤ 0.55	≤ 1.6	≤ 0.03	≤ 0.03	≤ 0.55
DX51D-Z275	≤ 0.18	≤ 0.5	≤ 1.2	≤ 0.12	≤ 0.045	≤ 0.3

耐酸不锈钢	碳 %	铬 %	镍 %	钼 %	锰 %
EN 1.4404	≤ 0.03	16.5-18.5	10-13	2-2.5	≤ 2

## 1.4 铸造和机加工框架

铝铸造框架采用模具压铸成型，表面根据要求进行粉末涂层或镀镍处理。机加工框架由黄铜制成。表 4 显示了标准材料的化学成分。其他标准的等效材料见附录 A。



**表 4. 铸造和机加工框架中使用的材料。**

铝	硅 %	锰 %	铜 %	铁 %	锌 %	钛 %
ENAC-44300	10.5-13.5	≤ 0.55	≤ 0.1	≤ 1.0	≤ 0.15	≤ 0.15

耐酸不锈钢	碳 %	铬 %	镍 %	钼 %	锰 %
EN 1.4404	≤ 0.03	16.5-18.5	10-13	2-2.5	≤ 2

## 2 表面处理

由耐酸不锈钢或铝制成的框架通常不需要任何附加涂层。为了满足如电导率或更高耐腐蚀性等技术要求，产品组合中提供了多种标准表面处理方式。在我们的定制过程中，产品的标准表面处理可以改变类型和颜色，以适应具体的应用需求和要求。

### 2.1 车间底漆

为在运输至现场期间保护低碳钢产品，应涂覆至少 20 微米厚的车间底漆。这种涂层减少了焊接作业前运输和搬运过程中的表面腐蚀。车间底漆可进行焊接，焊接操作前无需喷砂处理。在将其焊接到结构上之后，建议根据环境条件和应用要求在框架和套筒上涂覆油漆系统。

## 2.2 热浸镀锌

这种镀锌工艺是通过将金属放入锌浴中来完成的。根据 EN ISO 1461, 该操作的一般厚度为 85 微米。这是一种经济高效的防腐蚀保护, 适用于大多数室内和室外应用领域。它受损可以自行愈合, 而且如果涂层的大部分被刮掉, 也很容易修复。具有这种表面保护的框架应栓接或浇筑到结构上。

## 2.3 电镀锌

电镀锌工艺也施加锌层, 但是涂层以更薄的方式施加。增强通过金属片的电流, 将锌离子吸引到金属表面来施加锌离子。这样会创造比热浸镀锌平滑得多的表面。根据 ISO 2081 标准, 最小厚度为 8 微米。适用于气候防护区域和室内应用。

## 2.4 粉末涂层

粉末涂层具有很好的光洁度并提高了金属的防腐蚀性能。粉末涂层是通过将金属放置在带有油漆粉末的腔室中来施加的。此后, 金属在放入热炉之前被充电以吸引均匀的粉末层。熔融聚酯粉末涂料厚度由防腐蚀要求确定。

## 2.5 阳极氧化

阳极氧化框架暴露于电解钝化, 目的是增加铝上自然形成的氧化层。氧化层增加了腐蚀防护性和耐磨性。根据 ISO 7599, 厚度一般至少为 20 微米。

## 2.6 化学镀镍

通过在框架上化学地施加镍层, 提高抵抗机械磨损和腐蚀的能力。这种表面处理还可以确保电导率长期保持在足够水平, 以保证 ES 和 BG 产品的效率。化学镀镍按照 ISO 4527 标准进行, 最小厚度为 10 微米。

# 3 一般腐蚀等级

当结合不同的金属和表面处理时, 成品可达到不同的抗腐蚀等级。根据国际标准 EN ISO 12944-2 对 Roxtec 框架进行测试, 简化特定应用领域中系统的选择。在系统的整个生命周期内, 环境条件会不断变化, 因此腐蚀等级应仅用作指示性用途。如有疑问, 则应考虑更高级别的材料。选择合适的材料时, 确定预期维护间隔也很重要。根据 EN ISO 12944-2 标准, 耐久性决定了何时需要进行首次维护。如果系统用于腐蚀性环境中, 建议定期进行目测检验。

## 3.1 腐蚀等级和耐久性

标准 Roxtec 框架中使用的材料在第三方实验室进行测试, 根据 ISO 12944 标准确定防腐蚀等级。根据实际暴露于化学品及污染物的情况, 相应结果可做参考。特殊类型的侵蚀性介质需要更高等级的钢, 如双相钢。表 5 显示了 Roxtec 生产的框架所用材料的一般防腐蚀等级。

**表 5. Roxtec 框架的防腐蚀等级。**

材料	C1 非常低	C2 低	C3 中等	C4 高	C5 非常高	CX 极高	首次大修预计 时间*
钢材 - 车间底漆 <sup>1</sup>	X						<5 年
钢 - 热浸镀锌 <sup>2</sup>				X			5-15 年
钢 - 电镀锌 <sup>3</sup>			X				5-15 年
钢材-耐酸不锈钢*					X		>15 年
钢 - 不锈钢				X			5-15 年
钢 - 粉末涂层 <sup>4</sup>			X				5-15 年
铝 - 船用级					X		>15 年
铝制 - 镀镍 <sup>5</sup>			X				5-15 年
铝 - 粉末涂层 <sup>6</sup>			X				5-15 年
聚酰胺 <sup>7</sup>				X			5-15 年
ABS				X			>15 年
铝锌				X			5-15 年

\*酸破坏钝化膜加速腐蚀并缩短预期寿命。考虑均匀腐蚀。

- 1) 用于运输保护的至少 20 微米的车间底漆。
- 2) 根据 EN ISO 1461, 镀锌层的最小厚度为 70 微米。
- 3) 根据 ISO2081 (Fe/Zn c1), 最小值为 8 微米。
- 4) 最小 40 微米。由需求指定。
- 5) 根据 EN 4527, 最小值为 10 微米。
- 6) 最小 50-70 微米。由需求指定。
- 7) 玻璃纤维 20-30% 增强 PA 6.6。

用于地下工程的产品被设计长期用于地下, 并经过测试, 长期被盐水和土壤侵蚀。如果预期地下水或土壤中有微生物或强化学品, 则配件材料标准应高于标准材料。

**表 6. Roxtec 框架的浸没腐蚀试验。**

材料	Im 2	Im 3	首次大修预计时间
钢-耐酸钢*	X	X	>15 年
ABS	X	X	>15 年

\*酸破坏钝化膜加速腐蚀并缩短预期寿命。考虑均匀腐蚀。

## 3.2 预防性腐蚀防护

已安装完毕的 Roxtec 框架的预期寿命通常可以通过采取一些简单的设计预防措施来延长。

### 3.2.1 焊接

两侧都暴露于湿气和水的焊接框架受益于防止缝隙腐蚀的双面焊，见图 1 和图 2。法兰框架的开孔也不应太小，开孔边缘离框架壁最小距离应为 15 毫米，这样更容易涂敷最终涂层，见图 3。



图 1. 双面焊道。



图 2. 双面焊道。



图 3. 15 毫米间隙。

### 3.2.2 栓接

使用垫圈或密封剂的栓接框架可受益于框架周边的密封剂和密封条。这样可以防止积水和缝隙腐蚀，而且在冬季也能防止霜冻楔入，见图 4-6。

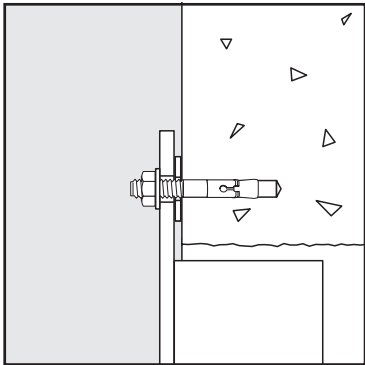


图 4. 结构与框架之间的间隙。

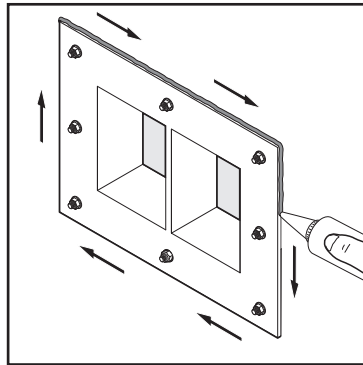


图 5. 已涂抹密封剂。

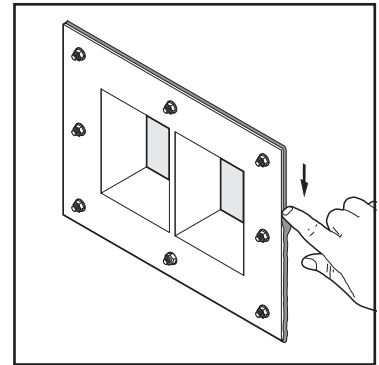


图 6. 抹平的密封剂。

### 3.2.3 紧固件

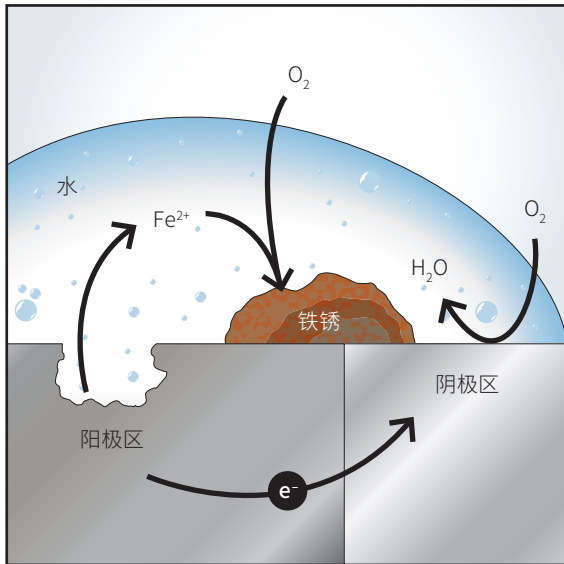
应根据框架中使用的材料选择紧固件，以避免电蚀风险。这意味着不锈钢和铝框架用不锈钢紧固件，而低碳钢框架用镀锌紧固件。



### 3.2.4 材料混用

一般情况下, 建议避免在同一批运输中混合不同类型的材料。在存在电解质的环境中, 这可能是有害的, 因为会发生电蚀, 导致非惰性材料腐蚀。可以通过避免积水或涂覆使材料彼此电绝缘的涂层来防止这种现象。法兰和结构之间的垫圈也破坏了电连接。如果电连接不可避免, 则相对非惰性材料的尺寸应大得多以减少腐蚀。

对于涂底漆和镀锌低碳钢框架, 建议使用镀锌紧固件和隔层板。建议使用不锈钢紧固件和隔层板安装铝制和不锈钢框架。



## 附录A: 批准材料

该表列出了Roxtec认可的、符合多项国际公认钢材标准的钢材等级。虽然具体化学成分和材质状态可能有所不同,但这些差异不会影响 Roxtec 系统的性能。

焊接框架	EN	ASTM	UNS	DIN	KS	GB/T	IS
低碳钢	S355J2	A572-50 AH36 DH36 EH36	K02303	ST52-3N	SM420C	Q355D	E350C
耐酸-不锈钢	1.4404	316L	S31603	1.4404	STS316L	022Cr17Ni12Mo2不锈 钢, 316L精钢	-
铝	AW-6082 T6	6082	A96082	3.2315	6082	6082	-
	AW-5754 T6	5754	A95754	3.3535	5754	5754	-

隔层板	EN	ASTM	UNS	DIN	KS	GB/T	IS
低碳钢	DX51D+Z275	-	-	DX51D+ Z275	-	-	-
耐酸-不锈钢	1.4404	316L	S31603	1.4404	STS316L	022Cr17Ni12Mo2不锈 钢, 316L精钢	-

套筒	EN	ASTM	UNS	DIN	KS	GB/T	IS
低碳钢	S355J2	A572-50 AH36 DH36 EH36	K02303	ST52-3N	SM420C	Q355D	E350C
	E355						
耐酸-不锈钢	1.4404	316L	S31603	1.4404	STS316L	022Cr17Ni12Mo2不锈 钢, 316L精钢	-
铝	AW-6082 T6	6082	A96082	3.2315	6082	6082	-
	AW-6060 T6	6060	A96060	3.3206	6060	6060	-
	AW-5754 H12/22	5754	A95754	3.3535	5754	5754	-

铸造框架与套筒	EN	ASTM	UNS	DIN	KS	GB/T	IS
耐酸-不锈钢	1.4404	316L	S31600	1.4436	STS316L	-	-
铝	AC-44300	A413.0	A14130	3.2582	-	-	-

## 参考文献

- EN ISO 5817 – 焊接 – 钢、镍、钛及其合金熔焊接头（梁焊除外） – 缺陷质量等级
- EN ISO 10042 – 焊接 – 铝及其合金中的弧焊接头 – 缺陷质量等级
- ISO 1461 – 装配式钢铁制品热浸镀锌层 – 规范和试验方法
- ISO 2081 – 金属和其他无机涂层 – 铁或钢的锌电镀层及其补充处理
- ISO 4527 – 金属镀层 – 自催化（无电镀）镍磷合金镀层 – 规范和试验方法
- EN ISO 12944 – 色漆和清漆 – 防护漆系统对钢结构的腐蚀防护
- ISO 7599 – 铝及其合金的阳极氧化 – 铝表面装饰性和保护性阳极氧化涂层的规定方法
- ISO 4527 – 金属镀层 – 自催化（无电镀）镍磷合金镀层 – 规范和试验方法

## 免责声明

“Roxtec 电缆和管道穿隔密封系统（以下简称“Roxtec 系统”）是一种模块化密封系统，由不同组件组成。每一个部件对于 Roxtec 系统获得最佳性能均不可或缺。Roxtec 系统已通过认证，可抵御多种不同的危险。各类认证以及 Roxtec 系统抵御风险的能力，都依赖于 Roxtec 系统中所有组件的正确安装。因此，除非作为 Roxtec 系统组成部分的所有部件均由 Roxtec 制造或由 Roxtec 授权制造（以下简称“授权制造商”），否则此类认证无效，且不适用。Roxtec 不会就 Roxtec 系统的性能做出任何保证，除非 (I) Roxtec 系统所有部件均由授权制造商制造并且 (II) 购买者遵守下文 (a) 与 (b) 之规定。

(a) 存储过程中，应将 Roxtec 系统或其组件在室温下保存于室内且置于原包装中。

(b) 应确保随时按照生效的 Roxtec 安装说明进行安装。

虽然 Roxtec 提供了相关产品信息，但是 Roxtec 系统或其任何部分的购买者仍有义务独立确定这些产品是否适用于预定工艺、安装和/或用途。

Roxtec 不对 Roxtec 系统或其任何部分做出任何保证。如因 Roxtec 系统或安装过程中使用非授权制造商制造的部件以及/或者使用 Roxtec 系统的方式或应用违背了 Roxtec 系统设计或预期用途而导致或产生直接、间接或从属性损失或损害、利润损失或其它损失，Roxtec 概不承担任何责任。

对于适用性和特定用途的适用性，Roxtec 明确排除任何暗示保证，同时排除成文法或普通法所规定的其它明示或暗示陈述与保证。用户应自行确定 Roxtec 系统是否适用于预定用途，并且承受相关风险和责任。在任何情况下，Roxtec 均不对任何间接、从属性、惩罚性、特殊性、惩戒性或附带性损害或损失负有责任。

Roxtec 产品按照“Roxtec 一般销售条款”所规定的条件供应和销售。最新版本的“Roxtec 一般销售条款”可以在 [roxtec.com/general-terms-of-sales](http://roxtec.com/general-terms-of-sales) 找到，可供下载。”

