

Recommended Practice for Transportation of Line Pipe on Barges and Marine Vessels

管线钢管船舶和海上运输推荐作法

API RECOMMENDED PRACTICE 5LW

THIRD EDITION, SEPTEMBER 2009

API 推荐作法 5LW

2009 年 9 月发布，第三版

特别说明

API 出版物仅针一些共性问题。有关特殊问题，宜查阅地方、州和联邦法规。

API 或 API 的任何雇员、分包商、顾问、委员会或其他受托人，均不担保也不承诺（无论明指还是暗示）本标准中所包含的信息的准确性、完整性或适用性，对本标准中所披露的任何信息的使用及其后果，也不承担任何责任或义务。API 或 API 的任何雇员、分包商、顾问、委员会或其他受托人，也不承诺本标准的使用不会侵犯其他人的专利权利。

不同地区因为地理位置，条件，设备和涉及的材料相关联的特定环境有所不同。本规范的使用者应该咨询有管辖权的权威机构。

使用者不应仅依赖本规范中包含的信息。在使用本规范中所包含信息的过程中也应运用合理的商业、科学、工程和安全评判手段。在健康安全风险及预防措施方面，雇主、制造商和供应商应适当警示和培训自己的员工和其他相关人员，并为这些人员配备适当的防护设备。API 不会代替他们承担此类责任，也不会代替他们承担遵守司法当局法规的责任。

关于特定材料和条件方面的安全与健康风险以及适当预防措施的信息，宜向雇主、该材料制造商或供应商索取，也可从材料安全数据单上获取。

任何愿意使用 API 出版物的人都可以任意使用。API 已经尽了一切努力来保证这些出版物中所含数据的准确性与可靠性；然而，关于本标准 API 不做任何承诺、担保或保证，在此明确声明，由于使用本标准而造成的任何损失，或者因本标准与当地法规有冲突而造成违法，API 将不承担任何义务和责任。

出版 API 标准是为了使公众能够更方便地获取已经证实的，良好的工程与操作惯例。但至于何时何地应当使用这些出版物，仍需要用户依据自身的实践经验而做出明智的判断。API 标准的制定和出版，无意以任何方式限制任何人使用任何其他操作惯例。

前 言

API出版物的任何内容都不能解释为（以暗示或其他方式）授予任何人制造、销售或使用专利权所涵盖的任何方法、仪器或产品的权利；也不能解释为担保任何人侵犯专利权而不承担的责任。

应：标准中使用的“应”表示的是欲符合规范而需要达到的最低要求。

宜：标准中使用的“宜”表示的是表示的是一种建议，但不是符合规范而需要达到的要求。

本标准应自标准封面所印日期起实施，但自发布之日起，可自愿使用。

本文件是根据 API 标准化工作程序制定的，该程序保证了制定过程的透明度和广泛参与；并称之为 API 标准。关于本标准内容解释方面有关问题，或者关于标准制定程序方面的看法和问题，应以书面形式提交给美国石油学会标准部主任，地址 1220 L Street, N.W., Washington, D.C. 20005）。如果需要复制或翻译本标准的全部或部分内容，也与标准部主任联系。

通常，API 标准最长每隔五年就要复审一次，复审的结果是修订、确认或撤销。该五年复审周期有时可以延期一次，但延期最长不超过两年。关于出版物的出版状态，可向 API 标准部查询，电话（202）682-8000），API 出版物和资料的目录每年出版一期。API 地址 1220 L Street, N.W., Washington, D.C. 20005。

欢迎用户提出修订建议，这类建议宜提交给 API 标准部，地址是：1220 L Street, NW, Washington, DC 20005, standards@api.org

目 次

特别说明.....	II	
前言.....	III	
引 言.....		V
1 范围.....	1	
2 规范性引用文件	1	
3 符号和缩略语	1	
4 总要求	1	
4.1 船舶条件	1	
4.2 舱位	1	
4.3 装卸设备	1	
4.4 堆放安排	2	
4.5 支撑条和隔条	3	
4.6 边缘保护	3	
4.7 检验	3	
5 运输疲劳	3	
参考文献	5	

引言

本推荐作法应自标准封面印刷的实施日期起生效，也可自发布之日起自愿使用。本推荐作法在 API 管材标准化分委会管辖之下。管线钢管船舶运输旨在确保钢管在内陆及海上船舶水运时，在到达目的地之前不受损伤，这也是船舶运输应该达到的基本要求。主管机构的规定是最基本的要求，本推荐作法是对其的补充。这些补充的推荐作法是根据管线钢管运输经验编制。钢管在船舶运输中的损伤分为以下三种基本类型：

- a) 管端损伤：管端损伤发生在装货和卸货期间，或者是纵向载荷变化引发纵向位移时，钢管管端与舱壁或相邻钢管发生碰撞。
- b) 磨损或碰伤：主要是由于钢管和相邻钢管焊缝突起发生摩擦和碰撞造成的。这种情况可能导致运输期间损伤部位产生疲劳裂纹。
- c) 纵向疲劳裂纹：主要发生在承受垂直循环应力的情况下，没有明显局部磨损和凹痕的钢管会产生纵向疲劳裂纹。它是上层钢管或其他货物重量的静载荷和运输设备垂直运动所产生的循环载荷综合作用造成的结果。

本推荐作法的第三次修订是因为确认了数年前由数值算法推导出的静态载荷应力公式存在错误。使用有限元分析方法检查公式时发现了这些错误。API 正致力于在将来的版本中更新和修订这些公式的工作。尽管公式存在错误，但是没有关于按照之前标准版本进行钢管装载发生运输疲劳失效的证实报告。

管线钢管船舶和海上运输推荐作法

1 范围

本部分适用于 API Spec 5L 管线钢管的内陆航道及海上航道船舶运输，除非本部分特别指出某些条款仅适用于内河水运。内陆航道是指河流、海峡、内河航道和海湾等具有各种等级防护能力的水路，它的航道可能是淡水或咸水，运载工具为驳船。海洋航道是指开阔的海洋，只有有限或没有对风、水流、波浪的防护设施，运载工具为海轮。本部分适用于外径（OD）不小于 60.3 mm 的管线钢管。

本部分同样适用于涂层钢管与非涂层钢管，但不包括避免钢管涂层损伤的装载方法。本部分不适用于铺设钢管的船只和供给船。本部分被认为是对国家运输等部门已有规则的补充。

本部分是为便于购方和制造商装载和运输钢管而制定的，经过双方协商也可使用其他的装载和运输补充规定。

2 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

D ——规定外径；

GMAW——熔化极气体保护弧焊；

OD——外径；

SAW——埋弧焊接；

t ——规定壁厚。

3 总要求

4.1 船舶条件

船舱不宜有可能引起物理损伤、污染，或者与钢管发生化学反应的其他物体和材料。

为了从货舱排出积水，船底的水泵应保持工作状态。

4.2 舱位

为了充分利用空间，钢管可以横放或纵放，管端与船体（或其他货物）之间必须留有 305 mm（1 ft）的空间，以方便卸货。如果没有其他措施，舱口的尺寸应足够大，以使钢管水平通过。

4.3 装卸设备

在用挂钩吊运钢管时，应在接触区域（斜面处）衬垫缓冲材料（缓冲材料可以是非金属材料，如橡胶，也可以是金属材料，如铝，但不包括黄铜或铜）以防止造成管端损伤。挂钩应有足够的宽度和深度，并适应钢管内部的曲率。除非管端有适当的保护器，否则挂钩宜包裹胶皮，以保护管端。提升过程应避免

免冲击载荷过大，从而造成管体和管端出现局部凹坑和失圆。如吊装钢管时，钢管有可能晃动，则应在装卸过程中采取必要的措施，防止钢管表面损伤和其他损伤。

4.4 堆放安排

4.4.1 堆放

堆放钢管时，首先应该考虑底层钢管在发生变形之前能够承受的最大重量。长度较小的钢管宜放在管垛的顶层。

在海洋运输中，钢管在船舶中的堆放应采用斜线堆放法。

斜线堆放时，层间不使用隔条（如压缝式、塔形式）。但每隔一层，在船体的两边放置木块（如图1所示）。如果顶层没有放满，应用隔条来固定附加木块。附加木块用于固定顶层钢管。

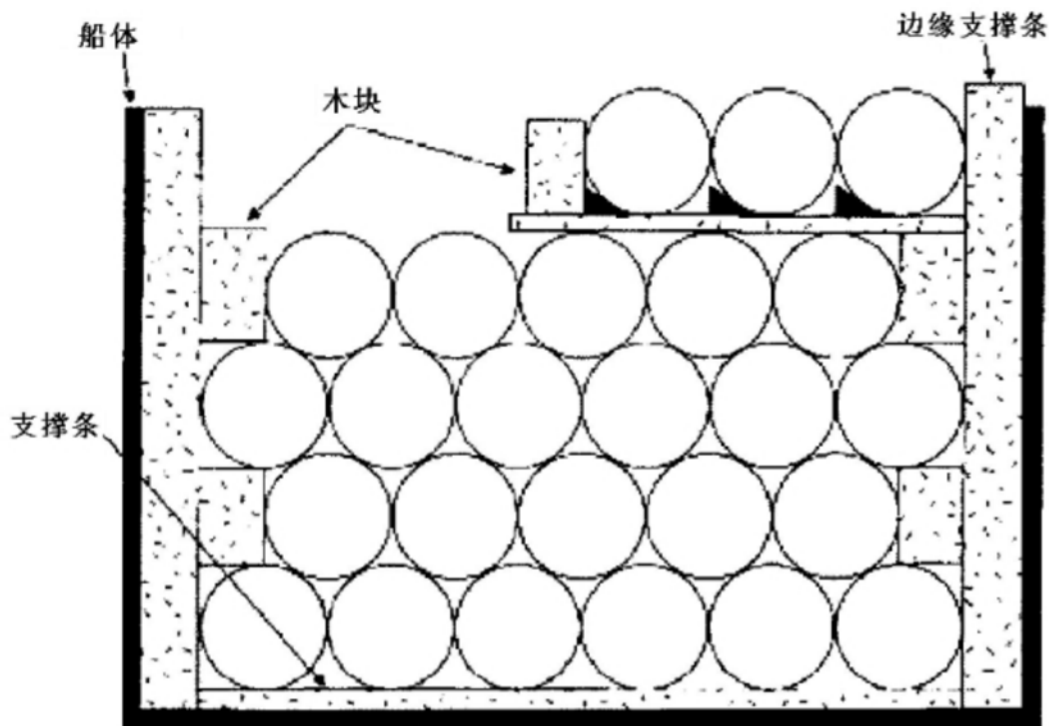


图1 斜线堆放

对于内陆水上运输，钢管可以斜线堆放，也可在连续的管层之间使用隔条。

在装载时，钢管不应与船体的底部及边缘接触，但每一根钢管都应和相邻的钢管、木块完全接触，同时，还应采取相应措施减少钢管的横向移动。

具有填充金属焊缝的 SAW（埋弧焊）和 GMAW（熔化极气体保护弧焊）钢管在堆垛时，焊缝不应和木块及相邻的钢管接触。在堆装直缝（SAW 和 GMAW）钢管时，如使用横向隔条（仅适用于内陆水上运输），焊缝应与竖直方向成 $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 的夹角。如采用压缝式装载，具有填充金属焊缝的直缝（SAW 和 GMAW）钢管的焊缝应与竖直方向成 0° 夹角。

4.4.2 装运甲板

钢管应水平放置，为了减少与金属突起的接触及对甲板的倾斜进行补偿，甲板最好是木制的。此外，还应有足够的支柱便于钢管倚靠，如果支柱是金属材料，则应在支柱和钢管之间衬垫木制或橡胶隔块。转载绳索或链条应用保护介质（如橡胶隔条）与钢管隔开。运输期间，宜每天检查紧固绳索和链条的拉力。

4.5 支撑条和隔条

木制支撑条和隔条的最小截面尺寸应为 25.4 mm×50.8 mm（1 in×2 in）。严禁使用金属支撑条。使用支撑条是为了底层钢管不接触舱底。除依据第 4 章，支撑条间距应尽可能小，一般不大于 1 219 mm（4 ft）。每垛钢管所使用的支撑条至少为 4 根。对于内陆水上运输，如钢管未采用压缝式堆垛，可采用横向隔条。横向隔条应直接放在底部支撑条的上方。

必要时，应采用附加木块来减少钢管的横向移动。

4.6 边缘保护

为了防止应力集中，应使用木制边缘支撑条和木块，同时避免钢管与船体或突起物的接触。

4.7 检验

4.7.1 总则

根据预先装卸通知，应允许购方的检查人员对装卸设施和过程进行检查。

4.7.2 装货

被损伤的钢管不应装船。如果在船上发现受损伤钢管，承运人不仅宜在货单上注明，而且还宜在被损伤的钢管上标明为运输前损伤。

4.7.3 卸货

如钢管在运输期间或卸货期间损伤，应立即告知承运人和 /或制造商，并作适当标记，放置一边等待进一步检查。

4 运输疲劳

对于钢级在 B~X70 范围，直径与厚度比率（ D/t ）低到 12.5 的管线管，已有钢管运输疲劳情况的报告。通常在如下 3 个位置发现裂纹：沿着埋弧焊缝；母材的凹痕、金属与金属接触处或磨损处；以及管端。

影响运输疲劳的变量包括静应力的尺寸、循环压力的大小和频次、接触面的尺寸、支撑面的属性、表面损伤程度及周围环境。甚至当完全控制了应力，钢管与硬质表面如钉头、螺栓、碎石、钢柱、金属绳等的接触也可能导致运输疲劳。腐蚀性空气也能加剧疲劳损伤，如在潮湿海岸或工业区。

运输疲劳通常会引发起源与接触面的多条裂纹。运输疲劳的典型特征是在内外表面都出现裂纹。

为了降低 $D/t \geq 50$ 的钢管出现疲劳损伤的几率，在运输期间钢管所受的静应力和动应力是应该考虑的因素。钢管所受的动应力取决于波浪的高度、船舶的航行速度、船舶的长度、船舶对水面的响应程度，以及钢管沿船舶轴线的分布位置因素。

钢管的装载应符合能减少运输疲劳风险的装载程序，基于下列几条：

- a) 分析静应力和动应力、应力循环次数和其他影响疲劳的变量；
- b) 能够记录有效防止运输疲劳的作法。记录应包括程序中包含的相同直径、相近钢级和壁厚钢管的运输记录；
- c) 购方和供应商双方同意的其他作法。

参考文献

- [1] T.V. Bruno, “How To Prevent Transit Fatigue To Tubular Goods,” Pipe Line Industry, July 1988, pp 31 to 34
-