

The Research of the Construction Technology of the Installation of Sustaining System PE Pipe

Rong Bai^{1,2}, Chengyang Wang¹, Fangrong Sun², Tantan Guan², Senzhi Shi³

¹Anhui University of Science and Technology, Huainan

²China Construction Fourth Engineering Division Corp. Ltd, Guangzhou

³Jiangsu Dothing Architectural Design & Research Institute Co., Ltd, Jiangsu
Email: wangchengyang416@163.com

Received: Jan. 20th, 2013; revised: Feb. 25th, 2013; accepted: Mar. 5th, 2013

Copyright © 2013 Chengyang Wang et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: Through the aquarium in the construction of PE pipe installation characteristic introduction, we have been clear about the main points of the construction technology. Combined with the engineering practice, we summarized the actual construction process. Not only ensure the aquarium pipeline smooth installation, but also achieve the objective of the construction optimization. The new technology has good development prospect and a wide range of significance for popularization.

Keywords: Sustaining System; PE Pipe; Hot Melt Butt; Construction Technology

维生系统 PE 管道安装工程施工技术研究

白蓉^{1,2}, 王成洋¹, 孙方荣², 管谈谈², 施森芝³

¹安徽理工大学, 淮南

²中国建筑第四工程局, 广州

³江苏省都市建筑设计研究院有限公司, 宿迁

Email: wangchengyang416@163.com

收稿日期: 2013 年 1 月 20 日; 修回日期: 2013 年 2 月 25 日; 录用日期: 2013 年 3 月 5 日

摘要: 对海洋馆建设中的 PE 管道的安装特点的介绍, 使我们明确了施工技术的要点, 并结合工程实例, 总结出了符合现场实际的施工工艺。这样既保证整个海洋馆管道的顺利安装, 又能达到施工最优化的目地。该项新技术具有良好的发展前景和广泛的推广意义。

关键词: 维生系统; PE 管道; 热熔对接; 施工技术

1. 引言

随着海洋馆建设技术的发展, 维生系统是整个海洋馆的核心, 维生系统管道的健全与否, 直接关系到海洋馆的展示效果和动物的健康, 决定了海洋馆运营的成败。PE 管道材料重量轻、安装劳动强度低、施工速度快, 具有良好的卫生性能、超强的耐腐蚀性能及高韧性, 且具备采用热熔对接焊接、焊接质量好等特

点, 能充分的满足海洋馆建设的要求。

利用 PE 管道能够达到维生系统预期工程质量、加快施工速度, 大幅度降低工程造价成本。珠海长隆海洋王国 07.101 工程, 位于珠海市横琴新区富祥湾, 风景优美、气候宜人; 东部有高速公路直达澳门及珠海市中心, 交通便利; 周边地势平坦, 视野开阔。该工程建筑面积为 10459.7 m², 地下一层及首层采用了

海洋馆维生系统 PE 管道安装施工, 根据现场实际情况及设计对施工的要求, 总结出符合此类工程施工经验, 将推动海洋馆维生系统 PE 管道安装的广泛应用。

2. PE 管道材料性能研究

聚乙烯由乙烯进行加聚而成的高分子化合物, 根据聚合条件的不同实际分子量从一万至几百万不等, 聚乙烯为白色蜡状半透明材料, 柔而韧, 稍能伸长, 无毒, 易燃, 燃烧时熔融滴落, 发出石蜡燃烧时的味道, 聚乙烯的性能与其分子量有关, 也与其结晶度有关。

2.1. 聚乙烯的物理性能

聚乙烯的很多机械性能都决定于材料的密度和熔融指数。其密度在 0.90~0.96 g/cm³ 范围内的变化。聚乙烯的熔融指数(熔体流动指数)变化范围很大, 可从 0.3~25.0 以上。聚乙烯的很多重要性能都随着密度和熔融指数而变化。参见表 1。

2.2. 聚乙烯的机械性能

聚乙烯的很多机械性能都取决于材料的强度, 断裂, 变曲, 拉伸, 冲撞有关, 也与材料的热性能有关^[1]。详细见表 2。

2.3. 聚乙烯的热性能

聚乙烯材料的玻璃化温度较低, 为 125℃, 但在较宽的温度范围内, 能保持它的机械性能, 线性高分

Table 1. Physical properties of polyethylene (PE)
表 1. 聚乙烯(PE)物理性能

项目	测试方式	单位	性能值
聚乙烯密度	ASTM D-1505	g/cm ³	0.9~0.96
熔融指数	ASTM D-1238	G/10 min	0.3~25.0

Table 2. Mechanical properties of polyethylene (PE)
表 2. 聚乙烯(PE)机械性能

项目	测试方式	单位	性能值
弯曲模量	ASTM D 790	MPA	≤750
冲击强度	ASTM D 638	KJ/m ²	≥23
拉伸强度	ASTM D 638	MPA	15.3~23
伸长率	ASTM D 638	%	800~1200
硬度	ASTM D 2240	度	55

子量聚乙烯的平衡熔点为 137℃, 但一般很难达到平衡点, 通常在加工时的熔点范围为 132℃~135℃。聚乙烯的着火温度是 340℃, 自燃温度是 349℃, 其尘埃的着火温度是 450℃, 聚乙烯的熔融指数决定于其分子量的大小, 不同分子量的聚乙烯材料混合时, 其熔融指数也按一定的规律取其一定的值^[2]。参见表 3。

3. 维生系统 PE 管道分析

3.1. 维生系统 PE 管道介绍

海洋馆维生系统中 PE 管为聚乙烯管材, 其材质是以优质聚乙烯树脂为主要原材料, 添加必要的抗氧化剂, 紫外线吸收剂等助剂, 挤出加工而成的一种新型产品。聚乙烯给水管道在国外已有四十多年的应用历史, 实践证明是众多管道中的理想选择, 聚乙烯管道具有化学性能优异、电绝缘性能良好、耐腐蚀、不生锈、施工方便、维修快捷等众多优点。海洋馆 PE 管利用热熔对接技术将 PE 管道焊接在一起形成牢固连接后, 将 PE 管道安装至底层位置, 进行试压、覆土夯实; 再施工上一层管道, 以此类推。施工过程中土建和管道须穿插施工、共同配合, 保证回填石粉前完成管道的安装、连接、压力试验。

3.2. PE 管热熔对接

热熔对接^[3]连接是利用聚乙烯材料的热塑性, 在一个恒定的温度范围内使连接端面吸收适合热量, 通过一定的压力, 把两个充分熔融的端面挤压粘合在一起, 并在压力作用下自然冷却到常温的过程。具有操作简便, 施工成本低的优点。利用专用热板将待焊管材端面加热到 200℃, 使断面充分加热熔化后, 迅速将两端面贴合, 通过机具保持一定的压力, 冷却一段时间, 最终达到连接的目的。热熔对接焊接共五个阶段:

Table 3. Thermal performance of polyethylene (PE)
表 3. 聚乙烯(PE)的热性能

项目	测试方式	单位	性能值
熔点	ASTM D 2117	℃	123~125
结晶点	ASTM D 2117	℃	110~115
热变形温度	ASTM D 648	℃	80
脆化温度	ASTM D 746	℃	≤-60
维卡软化温度	ASTM D 1525	℃	110~125

预热阶段(卷边阶段)→吸热阶段→转换阶段(加热板抽出阶段)→焊接阶段→冷却阶段。

预热阶段(卷边阶段): 此阶段是为了消除加热板与待焊端面间存在的微小间隙, 使两端面均匀贴近加热板, 达到均匀吸收热量的目的。

吸热阶段: 此阶段的目的是为了获得充分的融化区域, 此时两管端间的压力接近 0, 施加拖动压力确保两管端与解热板间不产生位移, 避免因管道回弹造成管端与加热板脱离。

转换阶段(加热板抽出阶段): 即打开对接架取出加热板的过程为尽可能减少热量损失, 避免灰尘沙粒等, 污染已熔融的焊接端面, 此阶段要求所用时间越短越好, 限定在工艺参数提供的切换时间之内完成。

焊接阶段: 这一阶段是充分熔融两端面的聚乙烯分子在压力作用下相互扩散, 重新组合的过程。为了或得一个好的焊口, 压力增加时应做到迅速平稳。

冷却阶段: 这是在保持溶解压力的条件下使焊口自然冷却的过程。由于聚乙烯材料导热性差焊缝形成过程较长以及冷却过程材料收缩等因素, 要求冷却过程必须在保持压力下进行。

各阶段所用时间和压力参数取决于所使用的管材标准。PE 管热熔对接工艺流程图如下图 1 所示。

3.3. 维生系统 PE 管道的特点

PE 管道重量轻、安装劳动强度低、施工速度快, 节省工期; 采用热熔对接焊接, 焊接质量好, 降低维修费用; 良好的卫生性能、超强的耐腐蚀性能及高韧性, 提高工程质量; 施工完成后, PE 管与填土共同作用, 节约土方使用量, 对环境影响较小; 每个焊接点处安装有一个移动式的临时防雨棚, 避免突来的雨水对管道热熔产生不良影响, 保证工程质量。

4. 工艺流程及施工要点

4.1. 工艺流程

管材、管件存放及验收→管沟挖掘→管道布置→

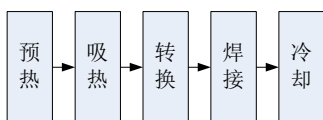


Figure 1. Process flow diagram of PE pipe hot melt butt
图 1. PE 管热熔对接工艺流程图

管道连接→管道标高调整→管道系统试压→覆土回填→系统冲洗。

4.2. 施工要点

1) 管材、管件存放及验收

管材管件应存放在通风良好、温度不超过 40℃ 的库房或简易场地。不允许与火焰及高温物体接触。若存放时间较长则应有遮盖物。管材应水平堆放在平整的支撑物或地面上, 堆放高度不宜超过 1.5 m。Φ300 以上的管材堆放时, 不宜超过 3 层。管材存放时应注意防水、防晒、防污染, 并按材料的要求码放整齐, 下面放枕木或支架, 抬高放置, 进行覆盖。法兰连接的管材堆放时, 排与排之间应垫木材, 木方厚度以使上下排之间管材接头互不接触为宜, 长 6 m 以内管材垫两处即可, 6 m 以上管材不应少于 3 处。管材的进场验收要根据相关规范和方案进行验收。材料架空并用彩条布进行防护如下图 2 所示, 材料的存放要有防磕碰措施如下图 3 所示。

2) 管沟挖掘

PE 管道开挖不同于室外市政管道的开挖, 开挖时堆土应注意不能堆放太高, 且开挖量不宜过大, 避免影响人员通行和材料的搬运。管沟挖掘的土方应尽量堆放在管沟的一侧, 方便管道安装作业。采取小型的



Figure 2. Striped cloth protection and overhead material
图 2. 材料架空并用彩条布进行防护



Figure 3. Had the knock against measures for material storage
图 3. 材料的存放要有防磕碰措施

挖土机进行管沟开沟，现场柱子较密集情况下，应采用人工开挖方式^[4]。开挖处下面埋有管道时，应在挖机上方敷设钢板，分散应力，保护下面管子。土方不能单侧堆放时，另一侧的土应少堆放、间断堆放。

3) PE 管热熔对接^[5]

焊接前准备工作：清洁油路，保证焊机各部件接头正确连接，测量电源电压，确认电压符合焊机要求。检查清洁加热板，更换损坏的涂层，表面聚乙烯残留物应用木质工具去除，油污油脂应用洁净的棉布和酒精进行处理。按照焊接工艺正确设置吸热、冷却时间和加热板温度等参数。焊接前，加热板应在焊接温度下适当预热，确保加热板温度均匀。

管材、管件装入焊机夹具：用滚杠或者滚轮支架将管垫平，调整同心度，利用夹具校正管材不圆度，应留有足够的焊接距离。

铣削焊接面：铣削足够厚度，使焊接端面光洁、平行，确保对接端面间隙小于 0.3 mm；错边量小于焊接处壁厚的 10%。重新装夹时必须重新铣削。

拖动压力的测量及检查：每次焊接时必须测量并且记录拖动压力 $P_{拖}$ 。

加热：放置加热板，调整焊接压力，使其满足：

$$P_1 = P_{拖} + P_2$$

式中： P_1 ——焊接压力，MPa； $P_{拖}$ ——拖动压力，MPa； P_2 ——焊接规定压力，MPa。

当加热板两侧焊接处圆周卷边凸起高度达到规定值时，降压至拖动压力 $P_{拖}$ ，在确保加热板与焊接端面紧密贴合的条件下，开始吸热计时。

切换对接：在规定的时间内抽出加热板，应立即贴合焊接面，迅速将压力升至焊接压力 P_1 ，严禁高压碰撞。

拆卸管道元件：达到冷却时间后，将压力降至零，拆卸完成焊接的管道元件^[6]。

4) 管道压力试验

压力试验前应将管道固定牢固，符合规范的相关要求^[7]。管道压力试验要分段进行，尽量以独立系统的管段为单元。做好系统泄露的处理措施，准备好排水机械，预先规划好漏水的排放场所。压力试验前由专业工程技术人员编制压力试验作业指导书，以技术交底的形式对操作者进行交底。试压现场应有温度测量的仪表、温度计，认真记录温度变化情况。试压

需对管道系统进行适当防腐处理，应分区、分层进行，选用自来水作为管道系统压力试验介质，缓慢向管道内注水，排出管道内的空气。试验过程应检查外观是否有无渗漏。

4.3. 质量安全控制点

维生系统 PE 管道安装工程施工质量除达到国家建筑工程验收规范的相关标准外，还应满足以下质量安全控制要点^[8]：

1) 焊接前应检查管材、管件，以确保其直径、SDR 和 MRS 及公差均符合规定。有明显缺陷或过度划伤的管材、管件应做出标记，不能使用。在开始铺设前和铺设过程中均应注意检查管材有无严重的表面缺陷；如果发现表面缺陷深度超过公称壁厚的 10%，应切断或按照有关程序修理有缺陷的这段管材。

2) 设备应符合有关标准的要求(例如 ISO12176)，并处于良好工作状态。

3) 环境因素主要考虑天气和管沟作业面状况。在将管道放到管沟前和回填过程中检查管沟底部，确保管道不被尖棱物体如石头、金属片损伤。焊接过程中要时刻准备防雨的措施，在每个焊接点做一个移动式的临时防雨棚，避免突来的雨水对管道热熔产生影响如图 4 所示。

4) 焊接后的管材，必须考虑其长期静液压强度与破坏时间的关系。焊接接头应具有 0.8~0.9 的焊缝系数。焊接过程注意轴向应力、焊接面的清洁程度，热板加热表面的粗糙度不得超过 2.5 μm 。

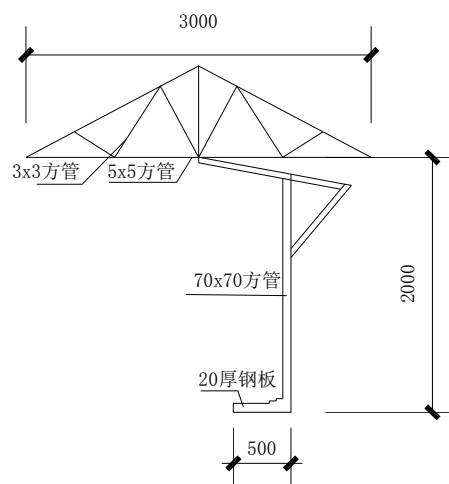


Figure 4. Elevation of mobile anti canopy
图 4. 移动式防雨棚立面图

5) 施工过程中要特别注意临时用电的安全性。勤于检查, 消除隐患, 避免违规现象的产生, 防止意外发生。管沟开挖后, 做好管沟的临边防护、排水措施、管沟的周边围护及警示标志, 防止坍塌、坠落意外发生。

5. PE 管道安装施工常见问题总结

5.1. PE 管管道安装不合理

1) PE 主管道上用铸铁卡具开三通后漏水。经查是 PE 主管道降温后收缩致使附着的卡具发生错位, 在三通处漏水。PE 管开三通接支管不宜用铸铁卡具, 建议采用标准 PE 三通管 PE 管管件, 使用电熔套连接。

2) PE 管道安装管底漏水, 开挖后检查原因是管基为未作砂垫层, 残留的扁铁和废旧铸铁管断口将 PE 给水管刺穿。在管底基础部分一定要按照规范要求开挖、回填, 并做好垫层。将废旧杂物一定清理干净。

3) 漏水管道开挖后, 仔细观察热熔接口处黏附有少许泥沙, 导致管道接头渗水。该段 PE 管安装时适逢扬尘天气而且现场污水横流、杂物易黏附到热熔焊接的管道接头处。所以要做好此处的保护工作。

4) 管道检修时拆除水表后, 两端管道错位, 无法安装。检查原因是管道支墩、镇墩等浇筑时单侧倾倒混凝土, 致使管道扭曲、不同心。在做管道支墩、镇墩等浇筑时一定要仔细小心, 保证管道连接的精确度。

5.2. PE 管热的材料管理不到位

1) PE 管材局部漏水: PE 管材和管件不是同一厂家不同批次生产, 化学性能不一致, 多处热熔接缝处粘接不牢靠。因此必须使用符合要求的同一厂家的产品。

2) 新装的 PE 管通水后当即纵向爆裂。经调查 PE 管材露天存放, 经历一个夏季高温暴晒后变质变脆性能降低质量变差。因此存放 PE 管的地方必须符合规范要求, 避免高温暴晒。

6. 结语

随着国内大型游乐园、海洋馆的日渐增多, 维生系统在这些场所占据越来越重要的地位, 维生系统管道安装的安全直接关系到场馆的展示及动物的健康^[9]。PE 管道材料以其重量轻、安装劳动强度低、施工速度快, 具有良好的卫生性能、超强的耐腐蚀性能及高韧性, 且具备采用热熔对接焊接、焊接质量好等优点, 满足了建筑功能及科学合理施工的要求。同时该施工工艺具有施工快捷、构件较轻、现场占地小等优点, 达到节省原材料和工期, 降低产品成本, 提高工程质量, 将在日后大型游乐园、海洋馆的结构中得到广泛应用。

参考文献 (References)

- [1] 刘鸿文. 材料力学[M]. 第4版, 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [2] 熊道华. PE 管道性能及其使用范围分析研究[J]. 非开挖技术, 2008, 25(1-2): 154-156.
- [3] GB/T 20674.1-2006, 塑料管材和管件聚乙烯系统熔接设备第1部分: 热熔对接[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [4] GB50010-2010, 混凝土结构设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [5] 肖燕, 贾晓辉. 聚乙烯管管道电熔焊接[J]. 新型建筑材料, 2006: 15-17.
- [6] GB/T13663-2000, 给水用聚乙烯(PE)管材[S]. 北京: 中国标准出版社, 2000.
- [7] GB/T6111-2003, 长期恒定内压下热塑性塑料管材耐破坏时间的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [8] TSG D2002-2006, 燃气用聚乙烯管道焊接技术安全规程[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [9] GB5024-2011, 混凝土结构工程质量验收规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.