《柔性输氢管道自动化生产设计规范》

编 制 说 明

舟山市质量技术监督检测研究院

2026 年 10 月

目 录

一、项目背景

二、项目来源

三、标准制定工作概况

四、现状及需求分析

五、标准编制原则、主要内容及确定依据

六、标准先进性体现

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

八、社会效益与推广应用

九、重大分歧意见的处理经过和依据

十、废止现行相关标准的建议

十一、标准实施属性建议

十二、贯彻标准的要求和措施建议

十三、其他应予说明的事项

十四、反馈意见处理情况

十五、制订过程材料附件

一、项目背景

氢能是落实国家“双碳”战略的重要方向，海上风电制氢、工业副产氢利用等绿氢应用可消纳弃电、构建清洁能源体系，对输氢基础设施提出了迫切需求。

钢管在高压氢环境存在氢脆风险，且无法盘卷、需防腐涂层、敷设成本高；非金属增强热塑性塑料复合管兼具耐腐蚀、抗疲劳、柔性可盘卷等优势，更适应氢能输送需求。柔性输氢管道自动化生产线的设计尚缺乏专门标准。

现行相关标准主要规定管材产品性能或管网系统要求，尚未发现与本文件范围完全对应的自动化生产线设计标准。经检索，国家标准《氢气输送用塑料复合管》（征求意见稿，2026 年 1 月）为产品性能标准，范围限定埋地工况；T/SHPTA 108—2024《氢气输送用增强热塑性塑料复合管》面向陆上纯氢与掺氢天然气混输产品要求。

本项目在立项论证过程中，与会专家多次提出：浙江省自动化学会作为归口学会，标准内容应体现“专业学会做专业标准”的定位，与自动化技术形成实质结合，建议聚焦自动化方向。经申报单位与相关专家讨论，将原产品标准方向调整为自动化生产设计规范，以充分发挥学会自动化专业优势。

二、项目来源

本文件由浙江省自动化学会立项归口，舟山市质量技术监督检测研究院牵头组织制定。

本项目最初以《海洋工况氢气输送用增强热塑性塑料复合管》产品标准方向提出立项，并于 2026 年 9 月 19 日参加了浙江省自动化学会组织的 2026 年第二批标准立项论证会。会后结合专家“专业学会做专业标准”的意见，经与学会及舟山市质量技术监督检测研究院沟通，将立项方向调整为《柔性输氢管道自动化生产设计规范》（详见《立项项目调整说明》），聚焦自动化生产线设计。

本文件标准编号以浙江省自动化学会最终分配为准。

三、标准制定工作概况

3.1 标准制定相关单位及人员

本文件牵头组织制定单位：舟山市质量技术监督检测研究院。

本文件主要起草单位：舟山市质量技术监督检测研究院。

本文件参与起草单位：浙江海洋大学、浙江恒安泰石油工程有限责任公司、浙江省质量科学研究院。

本文件起草人：洪炳沅、吴泽南、刘岱卫、施浩磊、陈志伟、王海荣、孟宇、郝华东、陈贤雷、陈舒炯、谢意蔚、沈正千、陆叶、王科伟、贺庭锦、刘进宝、蔡前超、童奇正。

3.2 主要工作过程

2026 年 8 月，启动立项筹备，完成产品标准方向立项建议书、草案及对标表等材料。

2026 年 9 月 19 日，参加浙江省自动化学会 2026 年第二批标准立项论证会，听取专家意见。

2026 年 9 月，会同相关专家讨论确定调整为自动化生产设计规范方向，形成《柔性输氢管道自动化生产设计规范》初稿。

2026 年 9 月，按 GB/T 1.1—2020 格式补全标准文本，形成本征求意见稿及编制说明。

2026 年 9 月下旬，根据立项会专家建议，参考 GB/T 41004.1—2021《智能管网系统 第 1 部分：总则》的体系架构与接口框架，对团标文本进行优化：建立设备层、边缘层、平台层、应用层分层架构，增补 GB/T 34068、GB/T 35319 等物联网接口标准引用，完善产品标识与追溯信息，新增自动化装备与传感检测相关技术文件资料性附录，形成本征求意见稿及编制说明。

2026 年 10 月，根据立项通知（浙自学标委〔2026〕6 号）及内部审阅意见，对征求意见稿进行定向修订：附录 A 调整为规范性附录、补充牵引与收卷专项、完善安全联锁与检测验证要求、区分氢渗透与连续性检测、删除 T/SHPTA 108—2024 规范性引用，将规格、压力等级与温度组合的表述并入适用范围；精简术语条目（删除“增强热塑性塑料复合管”“在线检测”，改写“柔性输氢管道”“自动化生产线”定义）；第 6 章各节标题统一去掉“自动化”字样；GB 4962、GB 50058 改为不注日期引用；删除正文中关于 GB/T 41004.1—2021 的注释，形成本征求意见稿及编制说明。

后续工作（征求意见、意见处理、技术审查、报批发布）：待按学会流程推进。

四、现状及需求分析

4.1 相关标准概况

国家标准《氢气输送用塑料复合管》（征求意见稿）：范围限定埋地工况，为产品性能标准，未涉及自动化生产线设计。

T/SHPTA 108—2024《氢气输送用增强热塑性塑料复合管》：面向陆上纯氢及掺氢天然气混输，规定工作温度 -40 ℃～60 ℃，为产品性能标准，未涉及自动化生产线设计。本文件未将其列入规范性引用文件，管材性能要求以适用产品标准为依据。

综上，柔性输氢管道自动化生产线设计领域暂无现行标准覆盖，制定本文件具有填补空白的意义。

GB/T 41004.1—2021《智能管网系统 第 1 部分：总则》：适用于给水、排水、燃气、热力等智能管网系统，关注管网建成后运维监测阶段的智能化架构，与本文件（管材生产制造阶段的自动化工艺）所处产品生命周期阶段不同，其体系架构与接口框架对本文件具有借鉴意义。

4.2 行业现状与需求调研

海上风电制氢、绿氢工程及陆上输氢应用的推进，对柔性输氢管道的批量化、高质量生产提出要求；生产过程连续化、工序自动化、参数可控化及批次质量一致性是行业共性需求。

制造企业、自动化装备及系统集成企业实际生产与设计数据调研：待补充。

五、标准编制原则、主要内容及确定依据

5.1 编制原则

本文件编制遵循以下原则：

（1）专业对口原则：立足浙江省自动化学会“专业学会做专业标准”定位，突出自动化生产线设计、在线检测、数字化标识与仿真验证等自动化相关内容，与产品性能标准形成区分。

（2）协调一致原则：管材性能要求以适用产品标准为依据，本文件不重复规定产品性能指标，仅要求设计文件识别并引用适用的产品标准，避免重复制定；与现行国家标准、行业标准保持协调。

（3）科学可行原则：工艺设计与参数确定以成型工艺规律、仿真校核和试验数据为依据，保证标准技术内容科学、可操作。

（4）安全优先原则：涉及氢气介质的工位设置可燃气体检测报警、自动联锁与通风等安全要求，落实氢安全相关标准规定。

（5）开放兼容原则：预留工艺调整空间，兼容不同公称直径、设计压力等级的柔性输氢管道生产。

5.2 主要技术内容说明

本文件共 8 章及 1 个规范性附录、2 个资料性附录，主要内容说明如下：

第 3 章“术语和定义”：给出柔性输氢管道、自动化生产线、氢阻隔层 3 项术语和定义；不单列“增强热塑性塑料复合管”“在线检测”等与产品标准或正文其他章节重复的条目。

第 4 章“总则”：规定生产线设计的总体性能要求、缺陷控制、仿真辅助、设计边界与防错要求，要求设计文件识别并引用适用的产品标准作为管材性能依据（本文件不另行规定产品性能限值），将可生产规格、压力等级、材料结构与换型能力落实为设计边界，并规定生产线应具备安全性和可追溯性。

第 5 章“自动化生产线总体工艺设计”：首先规定生产线按设备、控制、数据平台和应用功能进行分层架构设计（架构思路借鉴 GB/T 41004.1—2021，并结合生产制造阶段特点简化），区分 SCADA 集中监控与 MES 生产执行功能；再规定工艺流程（原料输送、混料挤出、纤维缠绕、包覆定型、在线检测、定长裁切、标识、成品性能检测、收卷）及布局、节拍要求，明确在线检测、整管/整盘检测与批次/型式试验的区分；新增氢相关工位安全要求（GB 4962、GB 50058）及安全联锁表要求，系统接口符合 GB/T 35319 的要求。

第 6 章“各工序自动化工艺专项设计”：规定树脂/助剂混配与连续增强材料供料的区分要求、挤出成型（含工艺控制值确定、氢阻隔层成型与厚度检测）、纤维缠绕（含设定与容差、断纤识别）、包覆定型、牵引与收卷、定长裁切与标识（产品唯一标识、二维码/RFID 可选，标识记录与批次、米标或管段及放行状态关联）、成品性能检测（判定规则依据适用产品标准和产品检验方案确定）等工序的自动化设计要求。

第 7 章“在线自动化检测系统设计”：先规定一般要求（传感设备通信接口宜符合 GB/T 34068、检测装置校准/期间核查与缺陷检出功能验证），再规定成

型尺寸、外观缺陷、内部缺陷（按材料、结构和目标缺陷选择经验证的无损方法）、工艺参数在线监测（数据对应具体管段），以及氢阻隔层连续性在线检测（明确检测覆盖范围、目标缺陷、检出能力及判据，以及缺陷处置与氢渗透性能验证的区分），检测结果自动存储并关联产品标识。

第 8 章“仿真辅助生产设计”：规定仿真模型验证（模型适用范围、材料参数来源、敏感性/收敛分析与试验比较）、成型工艺仿真（按材料、工序风险确定仿真项目）、结构仿真校核（区分结构承载/疲劳评价与氢渗透或耦合分析）、工艺工况仿真验证的基本要求，仿真结果及其误差可接受性作为工艺方案评审依据。

附录 A（规范性）给出柔性输氢管道生产仿真设计交付要求（仅在采用仿真时适用）；附录 B（资料性）给出生产线关键工艺参数清单及确定方法，实际生产参数通过适用的试验、设计计算、设备能力验证等方式确定，采用仿真时应说明其验证依据和适用范围；附录 C（资料性）给出自动化装备与传感检测相关技术文件（GB/T 33905 系列、GB/T 34068、GB/T 34069、GB/T 34071、GB/T 35319 等）及其用途说明，供生产线在线检测系统设计选用。

5.3 关键技术内容确定的依据

氢阻隔层连续性在线检测：来源于立项论证会关于“在线电火花检测不应作为产品成品质量要求写入产品标准、应体现在生产过程中”的专家意见，将其定位于生产过程在线检测，增强可执行性。

设计温度范围 -40 ℃～60 ℃、公称内径上限、氢气纯度及公称压力等级：氢气纯度及杂质指标依据 GB/T 3634.2-2025《氢气 第 2 部分：纯氢、高纯氢和超纯氢》确定；规格、压力等级、材料与温度的允许组合按适用产品标准确定，本文件不逐一列明。

工艺参数清单及确定方法（附录 B）：按材料、规格和工艺条件通过适用的试验、设计计算、设备能力验证等方式确定，采用仿真时说明其验证依据和适用范围；具体参数待结合制造企业、装备企业实际数据补充完善。

自动化分层体系架构与接口要求：参考 GB/T 41004.1—2021《智能管网系统 第 1 部分：总则》的设备层、边缘层、平台层、应用层体系架构及接口框架，结合柔性输氢管道生产制造阶段特点，简化为设备、控制、数据平台和应用功

能四个层面进行适配；系统接口引用 GB/T 35319，传感设备通信接口引用 GB/T 34068。

六、标准先进性体现

填补柔性输氢管道自动化生产线设计领域标准空白，覆盖自动化生产、在线检测、数字化标识与仿真验证等维度。

体现“标准 + 自动化/数字化”融合：覆盖在线检测、机器视觉、二维码/RFID 产品标识、数据采集与追溯、仿真驱动工艺设计等自动化内容，契合自动化学会专业定位。

将氢阻隔层 100% 连续性在线检测纳入生产过程要求，兼顾质量保障与可执行性。

借鉴 GB/T 41004.1—2021 体系架构思路，将分散的自动化/数字化要素整合为设备、控制、数据平台和应用功能四个层面的分层架构，并引用物联网接口类国家标准（GB/T 34068、GB/T 35319），标准体系支撑更完整。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

7.1 目前已有的标准情况

国家标准《氢气输送用塑料复合管》（征求意见稿，2026 年 1 月）；T/SHPTA 108—2024《氢气输送用增强热塑性塑料复合管》；GB/T 41004.1—2021《智能管网系统 第 1 部分：总则》；GB 4962—2008《氢气使用安全技术规程》；GB 50058—2014《爆炸危险环境电力装置设计规范》；GB/T 34068—2017《物联网总体技术 智能传感器接口规范》；GB/T 35319—2017《物联网 系统接口要求》；GB/T 3634.2-2025《氢气 第 2 部分：纯氢、高纯氢和超纯氢》。

7.2 与相关法律、法规、规章、强制性标准相冲突情况

本文件未设定行政许可、行政处罚等内容，与现行法律、法规、规章及强制性标准无冲突。

7.3 规范性引用文件情况

本文件规范性引用文件均采用现行有效标准，共 5 项，为 GB 4962、GB 50058、GB/T 34068、GB/T 35319、GB/T 3634.2，其中 GB 4962、GB 50058 采用不注日期引用；T/SHPTA 108—2024 等产品标准未列入规范性引用文件，管

材性能要求以适用产品标准为依据。引用清单以浙江省自动化学会审查核定为准。

八、社会效益与推广应用

本文件的实施有助于提升柔性输氢管道生产自动化水平与批次质量一致性，支撑氢能输氢工程安全可靠建设，促进氢能产业链补短板。

通过自动化生产与在线检测要求，可减少人工干预带来的质量波动，降低制造缺陷与安全隐患，具有良好的经济和社会效益。

九、重大分歧意见的处理经过和依据

主要分歧集中在“标准定位”问题：部分专家认为产品标准中写入在线电火花检测等自动化条款可执行性存疑。经论证会讨论及会后与相关专家（刘芙蓉老师等）沟通，确定将标准定位调整为自动化生产设计规范，将相关自动化内容定位于生产过程，形成一致意见。

征求意见及审查阶段分歧意见处理情况：待后续征求意见及审查结束后补充。

十、废止现行相关标准的建议

本文件为首次发布，不涉及废止现行标准。

十一、标准实施属性建议

建议本文件作为推荐性团体标准实施。

十二、贯彻标准的要求和措施建议

建议在标准发布后，通过学会平台、行业会议及企业培训等方式组织宣贯。

建议柔性输氢管道制造企业、自动化装备及系统集成企业在生产线设计、建设与改造中参照本文件执行，并结合仿真与试验持续优化工艺参数。

十三、其他应予说明的事项

本文件与《海洋工况氢气输送用增强热塑性塑料复合管》产品标准的关系：经研究，本项目以发布本工艺规范为主，原产品标准方向不再单独推进（详见《立项项目调整说明》）。

本文件可能涉及专利，发布机构不承担识别专利的责任，将按 GB/T 1.1—2020 要求作出专利声明。

十四、反馈意见处理情况

本文件征求意见后汇总处理情况：待补充。

十五、制订过程材料附件

（待补充：立项建议书、立项论证会材料、立项项目调整说明、征求意见汇总处理表、送审稿等。）