

# 竹单板卷制复合管

## 标准编制说明 (征求意见稿)

《竹单板卷制复合管》编制组

2026 年 4 月

# 目 录

一、任务来源及编制背景 .....	1
1.1 任务来源 .....	1
1.2 编制背景 .....	1
1.3 编制目的 .....	3
二、工作简况 .....	4
2.1 主要工作过程 .....	4
2.2 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作 .....	4
三、编制原则及标准主要技术内容说明 .....	5
3.1 标准编制原则 .....	5
3.2 主要技术内容说明 .....	6
四、主要试验（或验证）情况分析 .....	36
五、标准中涉及专利情况 .....	36
六、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效益等情况 .....	37
七、采用国际标准和国外先进标准情况 .....	38
八、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性 .....	40
九、重大分歧意见的处理经过和依据 .....	42
十、标准性质的建议说明 .....	42
十一、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等） .....	42
十二、废止现行相关标准的建议 .....	43
十三、其它应予说明的事项 .....	43

## 一、任务来源及编制背景

### 1.1 任务来源

根据中国建筑材料联合会《关于下达 2026 年第三批协会标准制定计划的通知》（中建材联标发〔2026〕11 号）的要求，《竹皮缠绕复合管材》为协会标准制定项目，计划号为 2026-13-xbjh。

本标准由中国建筑材料联合会归口并管理，由中铁十八局集团有限公司、北京国建联信认证中心有限公司等单位牵头并组织相关单位共同完成。

为更准确体现产品工艺特征与材料本质，经过前期调研、技术验证与多轮专家论证，建议将标准名称《竹皮缠绕复合管材》调整为《竹单板卷制复合管》。

### 1.2 编制背景

#### （一）国家战略推动“以竹代塑”产业快速发展

竹子作为一种可再生、可降解、固碳能力强的生物质材料，是从源头减少塑料使用的理想替代品。2022 年，我国与国际竹藤组织共同发起“以竹代塑”倡议。2023 年 10 月，国家发展改革委、工业和信息化部、财政部、国家林草局四部门联合印发《加快“以竹代塑”发展三年行动计划》，着力推进竹材精深加工、产品设计制造、市场应用拓展等，相关中央部门安排支持竹产业发展的项目经费已超过 9 亿元，财政部将相关竹制品纳入采购清单。十四届全国人大四次会议表决通过的《国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》明确提出加快“以竹代塑”发展，标志着“以竹代塑”被纳入国家发展战略布局。

#### （二）竹基管道产业进入规模化发展新阶段

竹基管道是我国自主研发、国际首创的新型生物基管道材料。经过十余年技术攻关与工程验证，该产业已从实验室研发阶段稳步迈向规模化生产阶段。2025 年，我国竹基管道产业总产值达 3.8 亿元，竹基管道管廊在全国范围内累计铺设约 700 公里，在手订单规模达 1100 公里，产业发展势头强劲。2025 年，竹基管道产业迎来关键发展节点：四川省大竹县 10 万吨级竹基管道全产业链项目一期顺利投产，标志着我国竹基管道产业正式进入全面工业化发展新阶段；湖南桃江年产 1 万吨竹基管道项目进入试生产阶段，该项目全面建成后，预计年产值可达

6000 万元以上，年消化当地楠竹 2.8 万余吨，同时直接提供就业岗位 100 余个，实现经济效益与社会效益双向提升。企业布局持续完善，产业集群效应初步显现。湖南九通竹基已建成邵阳、怀化、衡阳三大竹基管道生产基地，2025 年完成近 200 公里管道施工任务，签约订单超 300 公里，市场竞争力持续增强。从产业整体来看，目前全国竹加工相关企业达 1 万多家，以竹基管道为重要组成部分的竹产业全产业链吸纳就业超 2900 万人，2025 年全国竹产业年产值超 5200 亿元，竹基管道产业的规模化发展为整个竹产业高质量发展注入强劲动力。

### （三）竹基管道技术路线多元化催生新型产品标准需求

当前竹基管道主要存在两种技术路线：一是以竹篾为基材的缠绕工艺路线，已形成 GB/T 37805—2019《竹缠绕复合管》国家标准；二是以竹单板为基材的卷制工艺路线。竹单板复合管采用将刨切竹单板裁剪成规格尺寸后双面涂胶，再通过卷管机卷成管状，经干燥固化和拉漆打磨等工序制成。该工艺制造的竹单板复合管件可代替部分塑料管、玻璃管应用于室内装修、室外建筑等领域，使竹材附加值得以提高。为适应工程应用中对更高承压能力的需求，本产品进一步引入金属内衬层（薄钢板），形成了“钢竹复合”的新型结构，显著提升了管道的环向承压和密封性能，适用于公称直径 300 mm~4000 mm、设计压力 0.1 MPa~2.0 MPa 的给排水、水利、农田灌溉等管道工程。竹缠绕复合管国家标准主要规范了以竹篾为增强材料的缠绕工艺产品，未涵盖以竹单板卷制并复合金属内衬的工艺路线。现有标准体系的缺口导致该类产品在生产、检测、验收等环节缺乏统一的技术依据，亟需制定团体标准予以填补。

### （四）现有标准体系存在缺口，团体标准定位优势凸显

竹基管道领域已形成一定的标准基础。《竹缠绕复合管》国家标准（GB/T 37805—2019）规定了竹缠绕复合管的术语定义、分类标记、技术要求等内容，适用于公称内径 150 mm~3000 mm 的产品。竹缠绕管廊推荐性国家标准（GB/T 47056—2026）已发布，将于 2026 年 8 月实施。此外，《竹缠绕复合管道工程技术规程》（T/CECS 470—2017）等团体标准规范了工程应用环节。但上述标准均基于竹篾缠绕工艺路线，对于竹单板卷制工艺且复合金属内衬的产品尚属空白。竹单板卷制复合管在原材料形态（竹单板与竹篾）、成型工艺（卷制与缠绕）、产品结构（含金属内衬层）等方面均存在显著差异，无法直接套用现有标准。团

体标准具有制定周期短、技术指标灵活、能够快速响应市场创新需求的特点，可通过本标准的制定，填补产品标准空白，与现有国家标准形成互补。

### 1.3 编制目的

#### （一）填补标准空白，完善竹基管道标准体系

本标准的制定将填补竹单板卷制复合管产品标准的空白，与 GB/T 37805—2019《竹缠绕复合管》、GB/T 47056—2026《竹缠绕管廊》、T/CECS 470—2017《竹缠绕复合管道工程技术规程》等标准协同配套，形成覆盖不同工艺路线、不同产品类型的竹基管道标准体系，为我国竹基管道产业提供更加全面、系统的技术支撑。

#### （二）规范产品质量，促进产业健康发展

当前，竹单板卷制复合管生产企业技术水平和产品质量参差不齐，缺乏统一的检测方法和判定规则，制约了产品的市场推广和工程应用。本标准将从原材料（竹单板、胶粘剂、纤维网格布、薄钢板等）、制管工艺、产品性能（环刚度、水压渗漏、压力设计基准、燃烧性能、卫生指标等）、检验规则等方面作出系统规定，为生产企业提供明确的质量控制依据，为检测机构和用户单位提供科学的技术评价标准，引导行业向规范化、高质量发展方向迈进。

#### （三）推动“以竹代塑”战略实施，助力绿色低碳转型

竹单板卷制复合管以可再生竹材为基体材料，属生物基复合材料，每生产 1 吨产品可固定 1.5 吨二氧化碳，全生命周期碳足迹为负值。与传统水泥管、塑料管、钢管相比，生产过程低能耗、无污染，是名副其实的绿色环保材料。2025 年竹缠绕产业实现减碳总量达 17 万吨。本标准的发布实施将进一步规范竹单板卷制复合管的产品质量，推动该类绿色建材在市政给排水、水利工程、农业灌溉等领域的推广应用，有效减少塑料污染和高碳材料消耗，为践行“双碳”目标和推动绿色建材发展提供重要技术支撑。

#### （四）促进竹资源高值化利用，服务乡村振兴战略

我国拥有近 800 万公顷竹林，年均生产竹材 1.5 亿吨。竹单板卷制复合管以竹单板为基材，可有效利用竹材加工过程中产生的刨切竹单板，提高竹材附加值。本标准的制定将带动竹材采伐、初加工、运输等产业链上下游环节协同发展，创造大量农村就业岗位，提高竹农收入，服务乡村振兴战略，将竹资源优势转化为

产业优势和经济优势。

## 二、工作简况

### 2.1 主要工作过程

1. **前期调研阶段（2025 年 6 月—2025 年 12 月）**：编制组通过文献检索、企业走访、行业研讨会等形式，系统梳理国内外竹单板卷制复合管相关标准，调研建筑开发企业、材料生产厂家、第三方检测机构等相关主体的需求，明确标准编制的关键技术难点与应用场景边界，形成初步技术路线和标准立项建议书。

2. **标准立项阶段（2026 年 1 月—2026 年 3 月）**：2026 年 1 月 6 日，挂网公示《竹单板卷制复合管》协会标准立项信息；2026 年 3 月 5 日，中国建筑材料联合会印发《关于下达 2026 年第三批协会标准制定计划的通知》（中建材联标发〔2026〕11 号），在下发的标准计划中，将《竹单板卷制复合管材》（计划号：2026-13-xbjh）列入 2026 年度协会标准制定计划。

3. **草案起草阶段（2026 年 3 月—2026 年 4 月）**：标准立项后，基于调研结果，编制组按照 GB/T1.1—2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》要求，确定本标准的范围，规范性引用文件，术语和定义，分类与标记，原材料，技术要求，试验方法，检验规则，出厂证明、包装、运输与贮存等核心章节，完成标准草案初稿，并组织内部讨论，修改完善后形成工作组讨论稿，并于 2026 年 3 月 5 日和 3 月 26 日召集分别召开了两次工作组讨论会，重点围绕竹单板卷制复合管的结构设计参数、力学性能指标阈值、耐久性验证方法及环境适应性分级展开深入研讨，形成统一意见；会后编制组于 4 月 7 日前完成草案修订，同步启动实验室验证与企业试用反馈工作，确保技术指标科学可行、可检可验。

### 2.2 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作..

本文件起草单位主要包括中铁十八局集团有限公司、北京国建联信认证中心有限公司、中铁建竹基管道装备科技（广东）有限公司、中铁建竹缠绕发展有限公司、中铁十八局集团竹基产业发展（天津）有限公司、中铁十八局集团有限公司勘察设计院等单位。

中铁十八局集团有限公司、北京国建联信认证中心有限公司：牵头组织标准编制工作，协调各参与单位，把控标准编制进度与质量，组织调研、征求意见及审查会议；负责标准核心技术内容（如原材料要求、技术要求、试验方法）的研究与起草，提供技术支撑；

中铁建竹基管道装备科技（广东）有限公司、中铁建竹缠绕发展有限公司、中铁十八局集团竹基产业发展（天津）有限公司、中铁十八局集团有限公司勘察设计院：结合企业生产实践，提供材料生产环节的合规性要求、指标可操作性建议，验证部分指标的合理性。

### **三、编制原则及标准主要技术内容说明**

#### **3.1 标准编制原则**

为规范《竹单板卷制复合管》团体标准编制工作，确保标准科学合理、贴合产业实际、具备可操作性与先进性，助力产业高质量发展、适配“双碳”目标与“以竹代塑”倡议，结合该产品自主创新特性及行业发展现状，制定以下编制原则，全程严格遵循《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》及相关法律法规要求。

一是合法性与合规性原则。严格遵循国家现行相关法律、法规、规章及强制性标准要求，确保标准内容不与法定要求相抵触，重点契合生态环保、产品安全、质量监管等刚性规定，规范标准编制全流程，保障标准的合法性与权威性。

二是科学性与实用性原则。立足竹单板卷制复合管技术创新特点，结合原材料供应、生产制造、检测检验、下游应用等产业全链条实际，借鉴成熟标准技术框架，优化指标设定与试验方法，确保标准内容科学严谨、数据可靠，可直接指导生产实践、产品检测及工程应用。

三是创新性与先进性原则。突出产品自主知识产权优势，针对竹单板预处理、缠绕成型等核心技术，补充专项技术要求与指标，参考国际先进标准理念，优化提升关键性能指标，确保标准整体水平达到国际先进、部分核心指标领先，推动技术成果转化。

### 3.2 主要技术内容说明

本文件共分 9 章，分别为：1.范围；2.规范性引用文件；3. 术语和定义；4. 分类与标记；5.原材料；6.技术要求；7.试验方法；8.检验规则；9.出厂证明、包装、运输与贮存。

本文件根据 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》要求，结合我国竹单板卷制复合管的生产和使用现状进行编制的，现将有关条文的内容说明如下：

#### 1. 范围

本条规定了标准的适用边界，主要基于当前产业成熟度与主流应用场景确定：

（1）公称直径 300mm~4000mm：当前产业内量产的竹单板卷制复合管主要覆盖该规格区间，小于 300mm 的小口径管道已有成熟的塑料、金属管道标准覆盖，大于 4000mm 的超大口径产品尚处于试验验证阶段，暂未实现大规模工程应用，因此暂未纳入标准范围；

（2）设计压力 0.1MPa~2.0MPa：该区间完整覆盖了给排水、农田灌溉等主流应用场景的压力需求，同时匹配当前产品的工艺成熟度，超出该压力的高压工况暂不适用本标准；

（3）输送介质温度不超过 45℃：该限制主要基于产品所用胶粘剂的耐温性能，通过性能试验验证，当介质温度超过 45℃时，胶粘剂的力学性能会出现明显衰减，进而影响产品的长期使用寿命，因此做出该安全限定。

#### 2. 规范性引用文件

本条列明了本标准条款所依赖的全部现行有效标准文件，这些文件为本标准的技术要求、试验方法提供了权威的上位依据，保证本标准的所有规则均符合国家现行规范要求。其中注日期的引用文件，仅该版本适用于本标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包含所有修改单）适用于本标准，符合标准化工作的通用规则。标准中共引用了 18 项现行国家标准、3 项行业标准，均为试验方法标准和产品标准。

#### 3. 术语和定义

本标准采用的术语及其定义，是根据下列原则确定的：

1) 凡现行国家/行业标准已作出规定的，一律加以引用，不再另行给出命名



和定义；

2) 凡现行国家/行业标准尚未规定的，由本标准参照国家标准和国外先进标准给出命名和定义；若国际标准和国外先进标准尚无这方面术语，则由本标准自行命名和定义。

3) 当现行国家/行业标准虽已有该术语，但或定义不准确或概括的内容不全时，由本标准完善其定义。

本标准参照 GB/T 2943《胶粘剂术语》、GB/T 13295《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》、GB/T 37805—2019《竹缠绕复合管》及 GB/T 18259—2018《人造板及其表面装饰术语》等标准中的相关术语，结合竹单板卷制复合管特有的材料构成、工艺特征与服役行为，系统界定“竹单板卷制复合管”“竹单板”“内衬层”“结构层”“外防护层”“内衬涂层”等 6 个核心术语，由于该类产品为多层复合结构，产业内对各结构层的称呼、功能定义存在明显差异，本条明确了各层的功能与定义，消除了上下游企业、工程方、检测机构之间的认知歧义，为后续条款的落地扫清了障碍，每个术语均辅以简明图示说明和典型应用示例，便于标准使用者准确理解与执行。

## 4. 分类与标记

### 4.1 分类

分类条款的核心逻辑是以应用场景为导向，结合产品结构特征和工程需求，对竹单板卷制复合管进行系统划分。分类维度包括产品用途、公称直径、公称压力和环刚度四个参数，各参数之间相互关联、递进约束。

按产品用途划分为给水用管道和排水用管道两大类，并在给水管道中进一步区分饮用水用和非饮用水用（代号分别为 BVCP-J-1 和 BVCP-J-2），在排水管道中区分排污水用和排雨水用（代号分别为 BVCP-P-1 和 BVCP-P-2）。这一分类方式的设置理由在于：给水管道和排水管道对承压能力、密封性能、卫生安全的要求存在显著差异。给水管道要求较高的承压能力和严格的密封性，输送饮用水时还须满足 GB/T 17219《生活饮用水输配水设备、防护材料及水处理材料卫生安全评价标准》的卫生要求，须对饮用水用和非饮用水用进行区分；排水管道则以抗外压变形和耐腐蚀为主要考量，压力等级较低。用途分类与后续的密封结构设计紧密关联，给水工况采用双密封圈结构（PN=2.0 MPa），排水工况采用单

密封圈结构（PN=0.1 MPa），实现了“应用需求→结构设计→性能参数”的完整传递链条。

公称直径 DN 按表 1 规定了从 300 mm 到 4000 mm 的系列规格，覆盖了市政给排水、水利工程和农田灌溉的主要应用范围。直径下限 300 mm 基于竹单板卷制工艺的最小可行尺寸和工程应用的经济性考虑——过小直径在竹基复合材料管道中经济性不佳；直径上限扩展至 4000 mm，参考了 GB/T 21238—2016《玻璃纤维增强塑料夹砂管》中 100 mm~4000 mm 的直径覆盖范围，同时结合大型水利工程的实际需求确定。

公称压力 PN 的设定依据密封结构与应用场景的匹配关系。排水工况采用单密封圈结构，PN 取 0.1 MPa；给水工况采用双密封圈结构，PN 取 2.0 MPa。两档压力的设置参考了 GB/T 21238—2016 中 0.1 MPa~2.5 MPa 的压力等级划分，并结合竹单板卷制复合管产品自身结构特点（钢内衬与竹基结构层复合）进行优化选择，未设置中间压力等级，目的在于简化产品系列、便于工业化生产和工程选型。

环刚度 SN 划分为 5000 N/m<sup>2</sup>、8000 N/m<sup>2</sup>、10000 N/m<sup>2</sup>、12500 N/m<sup>2</sup>、16000 N/m<sup>2</sup> 五档，覆盖不同埋深和土壤荷载条件下的工程需求。环刚度是埋地管道抵抗外压变形的关键性能指标，SN 5000 适用于一般埋深条件，SN 16000 适用于高荷载或深埋工程。分级方式参考了 GB/T 21238—2016 及 CJJ/T 154—2020《建筑给水金属管道工程技术标准》中常用等级，并允许非标准等级管材按公式  $SN = (E_p \cdot t^3) / (12D_o^2) \times 10^6$  进行设计。该公式来源于管道环刚度经典理论，参考了 GB/T 5352—2005《纤维增强热固性塑料管平行板外载性能试验方法》及 ASTM D2412 的相关规定，为非标准规格产品的结构设计提供了理论依据，在保证产品质量标准化的同时兼顾了工程设计的灵活性。

## 4.2 标记

标记条款的核心逻辑是建立结构化的产品标识系统，使产品信息一目了然，便于订货、生产计划、质量追溯和工程选型。产品标记方法为“用途代号-公称直径-公称压力-环刚度 标准编号”。

这一标记格式参考了 GB/T 21238—2016《玻璃纤维增强塑料夹砂管》和 GB/T 37805—2019《竹缠绕复合管》的标记规则。其中，用途代号直接传递产品功能

信息，确保采购方和设计人员能够快速识别产品类型；公称直径、公称压力、环刚度三个参数是工程设计选型的核心输入参数，将其纳入标记有利于简化工程选型流程；标准编号提供了完整的技术文件索引，便于质量追溯和合规性确认。标记格式采用连字符分隔各参数，符合 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》中对标准化文件要素编写的基本要求，以及 GB/T 20001.10—2014《标准编写规则 第10部分：产品标准》对产品标准中分类和标记要素的编写规范。

以饮用水给水用复合管为例，公称直径 300 mm、公称压力 2.0 MPa、环刚度等级 15000 N/m<sup>2</sup> 的产品标记为“BVCP-J-1-300-2.0-15000 T/CBMF XXX—2026”。该标记完整反映了产品的用途类型、承压能力、变形抵抗能力和规格尺寸，具有唯一性和可读性，能够有效支撑从生产制造到工程应用的全链条信息管理。

### 4.3 产品结构

本节规定了竹单板卷制复合管（以下简称“BVCP 复合管”）的典型结构，从内向外依次为内衬涂层（或有）、内衬层、结构层、外防护层及连接件。该结构设置的核心逻辑在于功能分层、协同承载、材料优势互补。

#### （1）内衬涂层（或有）

设置于内衬层内表面，用于防止输送介质对金属内衬层的化学腐蚀。该涂层并非强制要求，而是根据输送介质的腐蚀性决定。对于输送饮用水、中水或腐蚀性较弱的介质，可省略内衬涂层，依靠内衬层自身的耐腐蚀性能即可满足要求；对于输送污水、海水或具有酸碱性的工业废水，则必须设置内衬涂层。设置依据参考 GB/T 23258—2020《钢质管道内腐蚀控制规范》中关于内防腐涂层的技术要求。

#### （2）内衬层

内衬层由薄钢板卷制焊接而成，位于结构层内侧，是 BVCP 复合管区别于纯竹基管道的核心特征。设置内衬层的核心逻辑在于：解决竹基材料环向承压能力不足和长期密封性难以保证的技术瓶颈。竹单板结构层虽然具有较高的环刚度和轴向强度，但在承受较高内压时，胶粘剂与竹材界面的长期蠕变可能导致渗漏。薄钢板内衬具有优异的抗拉强度（最小屈服强度 $\geq 215$  MPa，按 GB/T 700、GB/T

3274、GB/T 11253 执行)和焊接密封性,能够独立承担管内压力产生的环向应力,同时作为水密屏障防止介质渗入结构层。内衬层同时作为卷制工艺的芯模,为竹单板铺设提供支撑。内衬层的水压试验要求按公式  $P_g=2\sigma t_y/(D_y-2t_y)$  计算检验压力,  $\sigma$ 取值 140 MPa~172 MPa,恒压 3 min 无渗漏,该要求参考了 GB/T 21238—2016《玻璃纤维增强塑料夹砂管》中钢筒水压试验方法,确保焊缝质量和内衬完整性。

### (3) 结构层

结构层由竹单板基体材料、胶粘剂与网格纤维增强材料复合而成,是管道的承力层。其核心逻辑在于:利用竹材的高比强度、高比模量和可再生特性,承担管道的外部荷载和轴向力,同时降低管道自重和碳排放。竹单板经刨切、裁剪、涂胶后,在金属内衬上逐层卷制,形成正交或环向铺层,固化后获得较高的环向和轴向力学性能。网格纤维布(经向、纬向拉伸断裂强力 $\geq 970$  N/50 mm,按 GB/T 7689.5 执行)作为增强材料,弥补竹单板在横向强度上的不足,抑制微裂纹扩展。结构层的设计厚度和铺层角度可根据环刚度公式  $SN=(E_p \cdot t^3)/(12D\sigma^2) \times 10^6$  进行调整,满足不同工程等级的荷载要求。

### (4) 外防护层

设置于结构层外侧,用于防止土壤、水分、微生物等外部环境因素对竹基结构层的侵蚀。竹材具有吸湿性,长期处于潮湿环境中易发生霉变和强度衰减,外防护层通过物理隔离和化学防腐双重作用,延长管道使用寿命。外防护层的选材、施工与质量验收应分别按照 GB 50046《工业建筑防腐蚀设计规范》、GB 50212《建筑防腐蚀工程施工规范》、GB 50224《建筑防腐蚀工程施工质量验收规范》执行。

### (5) 连接件

包括承口钢环、插口钢环及橡胶密封圈,是保证管道系统整体密封性和可靠性的关键部件。连接件的结构设计与连接方式选择密切相关。

BVCP 复合管产品结构的设置遵循“各层独立发挥优势、组合协同承载”的总体逻辑:

- ◆ 内衬涂层解决介质腐蚀问题(按需设置);
- ◆ 内衬层(钢)解决承压密封问题(核心功能);

- ◆ 结构层（竹/胶/布）解决环刚度、轴向强度和低碳问题（主体功能）；
- ◆ 外防护层解决外部环境腐蚀问题（保护功能）；
- ◆ 连接件解决系统密封和安装问题（接口功能）。

该结构充分发挥了钢材的高强度、高密封性与竹材的轻量化、可再生、负碳特性的协同效应，克服了单一材料的局限性，使 BVCP 复合管在 0.1 MPa~2.0 MPa 压力等级、300 mm~4000 mm 直径范围内具备了替代传统水泥管、塑料管和钢管的综合竞争力。结构设置中引用的标准涵盖了金属材料、复合材料、胶粘剂、橡胶密封、防腐涂层、管道工程设计等多个专业领域，确保了产品设计与工程应用的技术协调性。

#### 4.4 连接方式

本标准规定 BVCP 复合管的连接方式宜采用承插连接，其他连接方式（如法兰连接、焊接等）可由供需双方协商确定。（1）承插连接（优先推荐）

承插连接是给排水管道最常用的连接方式，其核心逻辑在于：安装效率高、密封可靠、适应地基变形能力强。承插连接由承口钢环、插口钢环和橡胶密封圈组成，通过将插口插入承口并压缩橡胶圈实现密封。本产品根据用途区分为单密封圈（排水用，PN 0.1 MPa）和双密封圈（给水用，PN 2.0 MPa），双密封圈结构提供冗余密封，提高高压给水管道的安全性。承插连接允许一定的相对转角，能够适应地基不均匀沉降和管线弯曲，降低接头应力。橡胶密封圈按 GB/T 21873—2025《橡胶密封件 给、排水管及污水管道用接口密封圈 材料规范》执行，确保材料耐久性和密封性能。承口和插口钢环的尺寸及允许偏差参考了 GB/T 13295—2019《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》中接头设计，保证与现有管件和附件的互换性。

##### （2）法兰连接（可选）

法兰连接适用于需要频繁拆卸的检修段、与阀门或设备连接处、以及大直径管道中承插连接难以实施的部位。法兰连接采用螺栓紧固，密封垫片可选用橡胶或柔性石墨等材料。其核心逻辑在于：提供可拆解、可维护的连接形式，但安装速度慢、成本较高，因此不作为首选。

##### （3）出厂前端部封口

规定 BVCP 复合管在出厂前应进行端部封口，其核心逻辑在于：防止运输

和贮存过程中水分、灰尘进入管腔及竹基结构层端部吸潮。竹单板结构层端部暴露在外时，易吸收空气中的水分导致局部膨胀和胶合强度下降，端部封口可有效隔绝湿气，保证产品在安装前的质量稳定性。

#### 4.5 压力折减系数

本标准引入压力折减系数，规定最大工作压力（MOP）按公式  $MOP = PN \times f_t \times f_{sn}$  计算，其中  $f_t$  为温度折减系数（见表 1）， $f_{sn}$  为其他因素折减系数。该设置的核心逻辑在于：考虑实际使用条件与标准试验条件的差异，为工程设计提供安全裕度。

##### （一）温度折减系数 $f_t$

当输送介质温度超过 20℃ 时，胶粘剂的力学性能和竹材的强度均会呈现不同程度下降。本标准规定  $t \leq 20^\circ\text{C}$  时  $f_t = 1.0$ ， $20^\circ\text{C} < t \leq 30^\circ\text{C}$  时  $f_t = 0.87$  及  $30^\circ\text{C} < t \leq 45^\circ\text{C}$  时  $f_t = 0.82$ 。温度折减系数的设置依据参考了 GB/T 21238—2016 中玻璃钢管温度折减系数的规定（25℃ 以上时折减），以及 GB/T 32491—2016《玻璃纤维增强热固性树脂管及管件长期静水压试验方法》中温度对长期强度影响的研究结论。具体折减值应基于胶粘剂负荷变形温度（按 GB/T 1634.2—2019 测定）和竹/胶复合试件在不同温度下的长期静水压试验数据确定。

##### （二）其他因素折减系数 $f_{sn}$

$f_{sn}$  一般取 1.0，但在特殊工况下宜考虑其他因素对压力的折减，包括但不限于循环载荷、化学老化、安装损伤以及选择的可靠度等。该系数为核心逻辑在于：覆盖标准试验中未模拟的复杂现场条件。例如，管道在实际运行中承受的压力波动（循环载荷）可能引起疲劳损伤；输送介质的化学腐蚀性可能使胶粘剂性能逐渐劣化；安装过程中可能造成内衬涂层或外防护层局部损伤。 $f_{sn}$  的取值应由设计人员根据具体工程条件和可靠度要求确定，本标准不作统一规定，体现了产品标准与工程设计规范之间的合理分工——产品标准提供材料性能和基准压力，工程设计标准根据具体工况引入额外安全系数。

#### 5. 原材料

本标准第 5 章对竹单板卷制复合管所用原材料提出了系统性技术要求，涵盖竹单板、胶粘剂、纤维网格布、薄钢板、承口钢板和插口钢板、配件用钢板、胶圈、外防护涂层、内防护涂层共九类材料。原材料条款设置的核心逻辑是：以最

终产品性能需求为导向，逆向推导各组分材料的关键质量指标，确保原材料性能与复合管结构设计相匹配，同时兼顾材料的可获得性、经济性和环保安全性。

### 5.1 竹单板

设置逻辑：竹单板是结构层的基本增强单元，其含水率、外观质量和尺寸均匀性直接影响胶粘剂的浸润效果、界面结合强度以及结构层的力学性能。竹材是一种多孔、各向异性的天然材料，含水率过低时，竹单板脆性增大且胶粘剂渗透过快导致缺胶；含水率过高时，固化过程中水分蒸发形成气泡，降低胶合强度并引发界面缺陷。因此，标准规定竹单板含水率应控制在 7%~13%，该区间基于竹材胶合工艺的长期实践经验，同时参考了 LY/T 2222—2013 《刨切竹单板》中对竹单板含水率的要求。表面无虫、霉变等缺陷的规定是为了避免应力集中和生物劣化。厚度均匀、尺寸统一的规定是为保证卷制过程中铺层一致性和管壁厚度均匀性。含水率检验方法引用 GB/T 17657—2022 《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》中 4.3，取 3 块试件算术平均值，以降低单点测量误差。

### 5.2 胶粘剂

设置逻辑：胶粘剂是将竹单板、纤维网格布与内衬层牢固结合成整体的关键界面材料，其性能直接决定结构层的层间剪切强度、耐环境老化能力、燃烧特性以及卫生安全性。胶粘剂的技术要求按“力学性能→耐环境性能→环保安全”三个层次递进设置。

力学性能方面，弯曲强度（按 GB/T 2567—2021）区分高强耐热管（ $\geq 120$  MPa）和一般管（ $\geq 90$  MPa），满足不同应用场景对结构层刚度和承载能力的要求；断裂伸长率区分柔性产品（ $\geq 8\%$ ）和其他产品（ $\geq 2\%$ ），保证结构层在承受变形时不发生脆性断裂。

耐环境性能方面，氧指数（按 GB/T 2406.2—2009）高阻燃型 $\geq 28.0$ ，满足 GB 8624—2025 B1 级燃烧性能要求；氧化诱导期（按 GB/T 23257—2017 附录 F） $> 100$  min，保证胶粘剂在加工和使用过程中的热稳定性，防止过早氧化交联；负荷变形温度（按 GB/T 1634.2—2019）高耐热管 $\geq 130^\circ\text{C}$ 、一般管 $\geq 70^\circ\text{C}$ ，确保在不同输送介质温度下结构层尺寸稳定；树脂浇铸体耐化学腐蚀（按 HG/T 5876—2021 中 6.2.8）要求增重 $< 3.0\%$ 或失重 $< 0.5\%$ ，保证胶粘剂在接触酸、碱、盐等腐蚀性介质时性能稳定；层间剪切强度维持率（按 GB/T 35489—2017 及 GB/T

17657—2022) 在热、冷、湿度循环以及中性盐雾处理后均 $\geq 85\%$ ，模拟产品在野外长期使用中经历的温度变化、潮湿环境和盐雾腐蚀，确保界面粘接的长期耐久性。

环保安全方面，游离甲醛含量（按 GB/T 18583—2008 附录 A） $\leq 0.8$  g/kg、总挥发性有机物（按附录 F） $\leq 200$  g/L、可溶性重金属（按 GB/T 32448—2015）铅、镉、铬、钡、汞、砷、硒、锑各 $\leq 1$  mg/kg。这些指标引用自 GB 18583—2008《室内装饰装修材料 胶粘剂中有害物质限量》，同时满足输送饮用水时 GB/T 17219—2025 对材料卫生安全的要求。特别是重金属限值大幅低于 GB 18583 中的通用限值（如铅 $\leq 5$  mg/kg），体现了对饮用水用管道的更高标准。

### 5.3 纤维网格布

设置逻辑：纤维网格布作为结构层的增强材料，主要承担抑制微裂纹扩展、提高结构层环向和轴向拉伸强度的作用。标准规定经向和纬向拉伸断裂强力均 $\geq 970$  N/50 mm（按 GB/T 7689.5—2013）。该数值的确定基于结构层承载需求计算：在环刚度 SN 20000 N/m<sup>2</sup>、直径 3000 mm 的极限工况下，结构层环向应力要求网格布提供不低于 900 N/50 mm 的增强能力，取安全系数 1.08 后定为 970 N/50 mm。检验方法引用 GB/T 7689.5，参考 JC 561.1—2006 和 JC 561.2—2006 中对增强用玻璃纤维网布的技术要求。

### 5.4 薄钢板

设置逻辑：薄钢板用于制造内衬层，是 BVCP 复合管区别于纯竹基管道的核心部件。内衬层需同时满足三个功能：作为卷制芯模支撑竹单板铺层；作为水密屏障防止介质渗漏；作为承压元件承担环向应力。因此，对钢板的力学性能和焊缝质量提出了严格要求。

力学性能方面，钢板应符合 GB/T 700《碳素结构钢》、GB/T 3274《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带》或 GB/T 11253《碳素结构钢冷轧薄钢板及钢带》的要求，最小屈服强度不低于 215 MPa（对应 Q235 钢的最低保证值）。该强度等级足以承受 PN 2.0 MPa 内压产生的环向应力，且具有良好的焊接性能。

水压检验方面，每根内衬均需进行水压试验，检验压力按公式  $P_g = 2\sigma t_y / (D_y - 2t_y)$  计算， $\sigma$ 取值 140 MPa~172 MPa（立式水压取 172 MPa，卧式水压取 140 MPa），恒压至少 3 min。该公式来源于薄壁圆筒应力理论，参考了 GB/T 21238



—2016《玻璃纤维增强塑料夹砂管》中钢筒水压试验方法。 $\sigma$ 取值上限 172 MPa 约为 Q235 钢屈服强度（235 MPa）的 73%，既保证焊缝检漏敏感性，又不致造成过度塑性变形。对有特殊用途的管子，若内衬厚度设计大于 3.4 mm，仍按 3.4 mm 计算检验压力，因为焊缝质量检漏无需随厚度增加而提高压力，避免过高压损坏内衬。

### 5.5 承口钢板和插口钢板

设置逻辑：承口和插口钢环是接头密封的关键部件，承受安装时的装配应力、运行中的内压推力和地基不均匀沉降产生的弯曲应力，要求比管身内衬层具有更高的强度和耐疲劳性能。因此规定钢板最小屈服强度不低于 235 MPa（高于内衬层的 215 MPa），材质符合 GB/T 699《优质碳素结构钢》、GB/T 700 或 GB/T 3274。采购成品型钢时还应遵循 JC/T 1091《预应力钢筒混凝土管接头用型钢》，保证尺寸精度和表面质量。

承插口钢环外露部分易受土壤、水分腐蚀，规定采用有效的防腐材料加以保护，漆膜厚度不宜大于 100  $\mu\text{m}$ 。厚度限制是为了避免漆膜过厚影响密封面尺寸或胶圈安装。当用于饮用水管道时，防腐材料不得对水质产生不利影响，此要求与 GB/T 17219 卫生标准衔接。

### 5.6 配件用钢板

设置逻辑：配件（如三通、弯头、变径管等）是管道系统中的应力集中部位，其安全裕度应高于直管。标准规定配件用钢板的屈服强度不低于由设计工作压力引起的管壁应力的两倍，且最小屈服强度不低于 215 MPa。安全系数 2.0 参考了 GB/T 150《压力容器》中对受压元件安全系数的基本要求，防止配件先于管体发生强度失效。

### 5.7 胶圈

设置逻辑：橡胶密封圈是承插连接实现水密的核心元件。胶圈的尺寸和体积必须与承插口钢环的胶槽尺寸和配合间隙相匹配，以保证压缩率在合理范围（通常为 20%~30%）。胶圈的基本性能和质量要求直接引用 GB/T 21873—2025《橡胶密封件 给、排水管及污水管道用接口密封圈 材料规范》，该标准规定了密封圈的硬度、拉伸强度、压缩永久变形、耐老化等关键指标，与给排水管道工程的通用要求一致。

## 5.8 外防护涂层

本条款的设置逻辑遵循“环境识别—性能需求—指标分层—标准引用”的技术路径。竹单板卷制复合管（BVCP）在实际工程应用中可能埋设于土壤或暴露于大气环境，外部可能受到水分、酸碱性介质、盐类、微生物及紫外线等多种腐蚀因素的长期作用。为确保管道的长期使用性能，防止结构层因外部环境而发生老化、腐蚀或降解，设置有效的外防护涂层是必要的技术措施。本条款的制定主要参考了《工业建筑防腐蚀设计规范》（GB/T 50046-2018）、《建筑防腐蚀工程施工规范》（GB 50212-2014）及《建筑防腐蚀工程施工质量验收规范》（GB/T 50224-2018）等现行国家标准，同时结合了竹基复合材料的特点和实际工程需求。表 4 中规定的外防护涂层原材料技术要求，涵盖了机械性能、耐候性、耐化学腐蚀性、耐温性能、施工性能及阻燃性能等多个方面。在机械性能方面，要求涂层硬度达到 2H~3H（GB/T 6739）、耐冲击性不低于 40 cm（GB/T 1732）、拉开法附着力不小于 4 MPa（GB/T 5210）、耐磨性（750 g/500 r）不大于 80 mg（GB/T 1768），以确保涂层在施工、运输、安装及使用过程中不易损坏。在耐候性方面，通过 3000 h 人工气候老化试验（GB/T 1865）要求变色不大于 2 级、粉化不大于 1 级，且无起泡、开裂、脱落，以保证涂层在长期日照和温湿度变化下的稳定性。在耐化学腐蚀性方面，规定了耐碱性（5%  $\text{Ca(OH)}_2$ ，240 h）、耐酸性（25%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，240 h）及耐盐雾性（3000 h 无异常）的要求（GB/T 9274、GB/T 1771），以适应土壤中常见腐蚀介质环境。耐温性能方面，要求在 -50 °C~+250 °C 范围内经过 1000 h 后性能损失小于 10%，以覆盖我国不同气候区和特殊工况的温度需求。此外，涂层的不挥发物含量（固体含量）不应低于 40%（GB/T 1725），柔韧性要求弯曲直径达到 2 mm（GB/T 6742），阻燃等级达到垂直燃烧 FV-0 级（GB/T 2408），以兼顾施工性能和防火安全。本条款同时明确，外防护涂层的选材、施工与质量验收应严格遵循上述国家防腐蚀工程标准，确保涂层系统的整体可靠性和一致性。

## 5.9 内防护涂层

本条款的设置逻辑基于“介质特性—防护需求—性能分级—卫生安全优先”的原则。竹单板卷制复合管内部输送的介质可能包括饮用水、污水、海水或工业用水等，不同的介质对内衬层可能产生腐蚀、结垢或污染等不利影响。为保障输

送介质的卫生安全、防止内衬层因腐蚀而失效并延长管道整体使用寿命，有必要在内衬层表面设置内防护涂层。本条款的制定主要依据《钢质管道内腐蚀控制规范》（GB/T 23258-2020）第 6 章的规定，同时参考了《生活饮用水输配水设备、防护材料及水处理材料卫生安全评价》（GB/T 17219）等卫生安全标准。表 5 中规定的内防护涂层原材料技术要求，从外观、施工性能、附着力、耐冲击性、耐磨性、耐腐蚀性、抗氯离子渗透、耐阴极剥离及卫生性能等多个维度进行了系统规定。外观上要求漆膜平整、颜色均匀、无针孔和流挂等缺陷，细度不大于  $60\ \mu\text{m}$ （GB/T 1724），以保证涂层的均匀性和可检验性。附着力方面，划格法要求不大于 1 级（GB/T 9286），拉开法要求达到 10 MPa 且 100% B（GB/T 5210-2006 中 9.4.2），确保涂层在温度变化和介质冲击下不脱落。耐冲击性不小于 50 cm（GB/T 1732），耐磨性（1000 g/1000 r, CS-10 砂轮）不大于 80 mg（GB/T 1768），以适应含颗粒介质的冲蚀环境。耐腐蚀性能涵盖耐盐雾性（3000 h 无起泡、生锈、脱落，GB/T 10125）、耐水性（168 h 无异常，GB/T 9274）、耐化学品性（5%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、5% NaOH，240 h 无起泡、脱落、软化，GB/T 9274）、耐油性（液压油 4 h 无异常）及耐湿热性（2000 h 无异常，GB/T 1740）等，以应对复杂多样的输送介质。特别地，本条款针对可能输送含氯介质（如海水或某些工业废水）的情形，规定了抗氯离子渗透性能（23  $^{\circ}\text{C}$ ，45 d 条件下不大于  $1\times\text{times}$ ，依据 GB/T 25826-2022 附录 C 中 C.2.4），以及耐阴极剥离性（1.5 V，65  $^{\circ}\text{C}$ ，48 h 条件下平均剥离值 1.8 mm，依据 SY/T 0315-2013 附录 C），从而有效防止电化学腐蚀的发生。对于用于输送饮用水的 BVCP-J-1 型管道，本条款明确要求涂层材料应通过急性经口毒性试验且达到无毒级，浸泡液应符合 GB/T 17219 的要求，以确保水质安全。本条款同时规定，内防护涂层的选材、制造与质量验收应遵循 GB/T 23258-2020 第 6 章的要求，从而保证涂层在管道内部环境中的长期稳定性和卫生安全性。

## 6. 技术要求

本标准第 6 章“技术要求”是产品性能和质量控制的核心章节，从外观、尺寸、力学性能、物理性能、耐久性能、卫生安全及系统适用性等维度，对竹单板卷制复合管（以下简称“BVCP 复合管”）提出了全面、系统的技术指标。技术要求设置的核心逻辑是：以工程应用需求为导向，以失效模式分析为基础，以验

证试验为手段，建立覆盖产品全生命周期（制造、安装、运行、维护）的性能评价体系。各项技术要求按照“基本质量→即时承载→长期耐久→环境适应→特殊工况”五个层次递进展开。

### 6.1 外观

设置逻辑：外观检查是最基本、最经济的质量控制手段，用于剔除制造过程中产生的明显缺陷。标准规定内表面应光滑平整，外表面无对使用性能有影响的龟裂、分层、杂质、贫胶区和纤维浸润不良等现象，管端面切割平整并与管材轴线垂直。这些缺陷直接对应不同的失效模式：龟裂和分层会导致结构层整体性丧失，在外压或内压下提前破坏；贫胶区和纤维浸润不良会造成局部强度薄弱点，成为渗漏或开裂的起点；管端面倾斜会使接头安装时密封圈压缩不均匀，引起泄漏。外观要求参考了 GB/T 21238—2016《玻璃纤维增强塑料夹砂管》和 GB/T 37805—2019《竹缠绕复合管》的相关规定。

### 6.2 尺寸及允许偏差

设置逻辑：尺寸精度是保证管道系统互换性、连接可靠性和安装可行性的基础。尺寸偏差过大会导致：承插口配合过松则密封失效，过紧则安装困难或损坏胶圈；管长偏差过大影响沟槽分段和接口位置控制；端面倾斜超标使接头局部应力集中。偏差值的确定参考了 GB/T 15345—2017《混凝土输水管试验方法》和 GB/T 21238—2016，并结合竹单板卷制工艺的实际精度（竹材弹性模量较低，固化后收缩率需控制）进行了适当调整。接头允许相对转角为管线适应地基沉降和施工弯曲提供了设计依据，转角值基于胶圈最大许可变形量和承插口间隙计算确定。

### 6.3 管口圆度

设置逻辑：管口椭圆度直接影响承插连接的密封效果。标准规定管口圆度偏差不大于内径的 5%，且不大于 15 mm。该限值基于橡胶密封圈的最大适应变形能力：椭圆度过大时，胶圈在椭圆长轴方向压缩不足、短轴方向过度压缩，均可能导致渗漏。5%为国内外管道标准（如 GB/T 21238、ASTM D3039）的通用要求，15 mm 的上限主要针对大直径管（如 DN 3000 时 5%为 15 mm），避免绝对值过大导致实际安装困难。

### 6.4 产品设计

设置逻辑：允许采用不同的设计规范和设计参数，旨在兼顾标准化的经济性和工程定制的灵活性。标准规定结构设计应遵循 GB 50332—2002《给水排水工程管道结构设计规范》，也可经供需双方协商采用其他设计规范。允许通过增加管芯厚度、钢筒厚度或改变管道基础形式（如管基中心角）等参数进行结构优化。这一条款的核心逻辑是：不同工程对管道刚度和承载能力的要求差异很大（如埋深从 1 m 到 10 m 不等），强制统一设计会造成材料浪费或安全不足。通过允许调整设计参数，可以在满足环刚度等级要求的前提下获得最经济的结构方案。

## 6.5 长度

设置逻辑：标准有效长度定为 6 m，与玻璃钢管、混凝土管的常用长度一致。6 m 长度在运输（车辆长度限制）、吊装（起重能力）和安装效率之间取得平衡。允许供需双方协商特殊长度，以满足特定工程（如穿过铁路或公路的短管）或生产工艺的需要。

## 6.6 邵氏硬度

设置逻辑：规定外表面邵氏硬度（D 型）不小于 60，目的是保证外防护层和结构层表面具有足够的抗划伤、抗磨损和抗压痕能力。在运输、装卸、安装过程中，管道外表面可能与石块、工具等硬物接触，硬度过低会造成表面损伤，进而损伤结构层或破坏外防护层的完整性。按 GB/T 2411—2008《塑料和硬橡胶 使用硬度计测定压痕硬度（邵氏硬度）》中 D 型硬度计测试，60 为热固性树脂基复合材料外表面的常见最低要求，参考了 GB/T 21238 中玻璃钢管外表面硬度的推荐值。

## 6.7、初始力学性能

初始力学性能是验证产品在出厂状态下能否满足设计承载要求的核心指标，包含环刚度、水压渗漏、压力设计基准、落锤冲击和压力破坏试验五个子项，其设置逻辑形成了一个从“短期即时承载”到“长期强度设计”再到“极端工况验证”的完整链条。

### 6.7.1 环刚度

环刚度是埋地管道抵抗径向变形能力的直接度量，标准规定实测环刚度  $S_0$  不小于标称环刚度 SN。试验按 GB/T 5352—2005《纤维增强热固性塑料管平行板外载性能试验方法》进行，加载速度按公式  $v=3.5 \times 10^{-4} D^2/t$  计算（D 为直径，

t 为壁厚），环刚度按公式  $S_0=0.01935 \times F/\Delta y$  计算（F 为与直径变化量  $\Delta y$  对应的线载荷）。该公式来自 ASTM D2412，是国际通用的环刚度计算方法。取 3 个试件的算术平均值作为结果，以消除单点试验的偶然性。环刚度等级的设置（5000、10000、15000、20000 N/m<sup>2</sup>）覆盖了 GB/T 21238 中从 SN 1250 到 SN 20000 的常用范围，但与玻璃钢管不同的是，本产品取消了低刚度等级（SN 1250、SN 2500），因为竹基复合管密度低、壁厚相对较大，低刚度设计不经济。

#### 6.7.2 水压渗漏

试验压力取公称压力 PN 的 1.5 倍，保压 2 min，要求管体及连接部位不渗漏。1.5 倍的安全系数参考了 GB/T 21238 及 ISO 10639《塑料管道系统 压力管道用玻璃纤维增强热固性塑料（GRP）管》中的短期水压试验要求。保压 2 min 足以检出焊缝、胶圈和结构层的渗漏通道。试验时需根据管道是否承受轴向力选择约束端密封（不承受轴向力）或自由端密封（承受轴向力），这一规定确保了试验条件与实际工况的一致性。

#### 6.7.3 压力设计基准 PDB

PDB 是通过长期静水压试验确定的管材压力等级，标准要求  $PDB \geq C_3 \cdot PN$ ，其中  $C_3$  为长期环向拉伸强度安全系数。PDB 按 GB/T 32491—2016《玻璃纤维增强热固性树脂管及管件长期静水压试验方法》测定，通常采用外推法将 1000 小时或更长时间的静水压试验数据外推至 50 年（438000 小时），得到 50 年长期强度，再除以安全系数得到 PDB。该条款的核心逻辑是：短期水压试验（1.5 倍 PN、2 min）只能验证制造质量，不能证明长期使用寿命；通过 PDB 要求，确保管道在 50 年设计寿命内不发生蠕变破坏或疲劳失效。 $C_3$  的取值应基于胶粘剂和竹/胶界面的长期蠕变试验数据，通常大于 2.0。

#### 6.7.4 落锤冲击

要求真实冲击率 TIR 不大于 10%。按 GB/T 14152—2001《热塑性塑料管材耐外冲击性能试验方法 时针旋转法》进行。TIR 是指在一定冲击能量下，试样被击穿的百分率。 $\leq 10\%$  的限值参考了 PVCU 和 PE 给水管材的耐冲击要求。该试验模拟管道在运输、装卸、施工过程中可能遭受的偶然冲击（如石块掉落、工具磕碰），确保产品具有足够的抗冲击韧性。对于竹基复合管，由于竹材和树脂均为脆性材料，冲击性能相对敏感，10% 的 TIR 要求需要通过优化胶粘剂韧性（断

裂伸长率 $\geq 8\%$ 的柔性胶)或增加网格布增强层来实现。

## 6.8 压力破坏试验

试验条件为 4 倍 PN 的静水压,在 20℃ 恒温水槽中保持 1000 小时,要求管体无任何形式的失效。4 倍 PN 和 1000 小时的组合来自 ASTM D2992《玻璃纤维增强热固性树脂管及管件长期静水压强度测定方法》中的加速试验方案。其核心逻辑是:通过提高压力加速蠕变过程,在较短时间内外推长期强度。根据时间温度应力叠加原理,4 倍 PN 下 1000 小时无失效,通常可以外推至 1.5 倍 PN 下 50 年无失效。该试验是对 PDB 设计安全系数的最终验证。

## 6.9 表面吸水率

设置逻辑:要求表面吸水率不大于 1%,按 GB/T 1034—2008《塑料吸水性的测定》中 6.3 方法试验。竹材具有亲水性,水分渗入结构层会导致竹单板膨胀、胶粘剂水解、界面强度下降。表面吸水率控制是通过优化胶粘剂配方(增加疏水组分)和外防护层致密性来实现的。1%的限值参考了 GB/T 37805—2019 中竹缠绕复合管的要求,以及热固性树脂浇铸体的吸水率典型值。

## 6.10 燃烧性能

设置逻辑:要求结构层的燃烧性能达到 GB 8624—2025《建筑材料及制品燃烧性能分级》中的 B1(B)级,即难燃材料。按 GB/T 8626—2007《建筑材料可燃性试验方法》和 GB/T 20284—2006《建筑材料或制品的单体燃烧试验》进行测试。B1 级要求材料在火焰攻击下难起火、难蔓延、低烟毒。竹材本身易燃,因此必须通过添加阻燃型胶粘剂(氧指数 $\geq 28.0$ )和/或外防护层来实现 B1 级。该条款主要针对市政工程(如地下管廊、穿越建筑物)的防火安全要求,也是《建筑防火设计规范》对管道材料的普遍要求。

## 6.11 导热系数

设置逻辑:要求导热系数不大于 0.2 W/(m·K),按 GB/T 3139—2005《纤维增强塑料导热系数试验方法》测定。竹材和树脂均为不良导体,0.2 W/(m·K)是典型竹/塑复合材料的导热系数上限。设置该指标的目的在于:在需要保温或防结露的场合(如寒冷地区给水管道、空调冷却水管道),BVCP 复合管可凭借低导热性减少保温层厚度,体现其相比金属管(钢约 50 W/(m·K)、球墨铸铁约 45 W/(m·K))的节能优势。该指标为非强制要求,但对产品的绿色性能具有标

志意义。

#### 6.12 冷热交变

设置逻辑：要求经历 10 次冷热循环后，界面无分开现象。按 GB/T 37805—2019《竹缠绕复合管》中 7.10 的方法进行。试验通常采用高温（如 70℃）和低温（如 20℃）交替浸水或空气循环。该试验模拟管道在季节温差、昼夜温差或输送介质温度波动条件下的层间粘接可靠性。竹单板、胶粘剂和钢内衬的热膨胀系数差异较大（钢约  $12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ，竹材顺纹约  $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ，胶粘剂约  $50 \sim 80 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ），冷热交变会产生界面热应力，反复循环可能导致脱粘。“界面无分开”是最低要求，通常通过显微镜或超声检测判定。

#### 6.13 卫生指标

设置逻辑：用于输送饮用水的 BVCP 复合管，其卫生性能应符合 GB/T 17219—2025《生活饮用水输配水设备、防护材料及水处理材料卫生安全评价标准》，并按国家卫生部门要求进行定期检测。该条款是强制性要求，引用自国家标准。GB/T 17219 规定了浸泡水水质指标（如铅、镉、砷、甲醛、总有机碳等）和检测方法。由于本产品涉及胶粘剂、竹材、内衬涂层等多种材料，必须通过整管浸泡试验验证其不会向水中释放有害物质。这是饮用水用管道进入市场的法定前提。

#### 6.14 系统的适用性

设置逻辑：对于采用弹性密封圈连接的管道，必须进行系统适用性试验，验证接头在极端工况下的密封性能。标准规定了两项试验：外部压力变化（负压）和极限偏转状态的密封性。

外部压力变化：施加 0.03 MPa 负压，保持 15 min，要求压力不低于 0.025 MPa。该试验模拟管道排空、水泵启动或停泵时管内可能产生的负压，防止地下水通过接头被吸入管内。负压值和保持时间参考了 GB/T 21238 及 EN 1796《塑料管道系统 压力供水用玻璃纤维增强热固性塑料（GRP）管》的要求。

极限偏转状态的密封性：在接头处于最大允许相对转角（见表 10）的安装状态下，施加 0.05 MPa 静水压，保持 15 min，要求不渗漏。0.05 MPa 是较低压力，主要考验胶圈在偏转状态下的接触压力是否均匀。该试验模拟地基不均匀沉降、管线弯曲段或地震作用下的接头变形条件。试验方法参考了 ISO 4633《橡胶密封件供水、排水和污水管道用密封圈》中的密封性验证程序。



BVCP 复合管的技术要求遵循“由表及里、由静到动、由短到长”的评价逻辑：

- a. 外观和尺寸——检查产品基本完整性和互换性；
- b. 即时力学性能——验证出厂状态下的承载能力；
- c. 长期强度设计——确保 50 年设计寿命；
- d. 冲击韧性——保障施工和使用中的抗偶然冲击能力；
- e. 物理耐久性——控制硬度、吸水、导热和热循环稳定性；
- f. 防火安全——满足市政工程防火规范；
- g. 卫生安全——保障饮用水应用；
- h. 系统密封性——验证接头在恶劣工况下的可靠性。

所有技术指标均引用了现行有效的国家标准或行业标准作为试验方法，保证了检测结果的可比性和权威性。指标值的确定综合考虑了竹基复合管的材料特性、制造工艺水平、工程应用需求以及与同类产品（玻璃钢管、混凝土管、塑料管）的竞争力。其中压力设计基准 PDB 和压力破坏试验是区分产品质量等级和安全裕度的核心指标，也是本标准技术先进性的集中体现。

## 7. 试验方法

本标准第 7 章“试验方法”对第 6 章所规定的各项技术要求逐一给出了对应的测试方法，其核心逻辑是：全面引用现行有效的国家标准或行业标准试验方法，确保检测结果的准确性、可比性和可复现性，避免自创方法带来的技术争议和检测成本增加。通过采用行业内公认的成熟试验方法，使本产品的检测体系与玻璃钢管、塑料管、混凝土管等传统管道保持一致，便于第三方检测机构执行，也有利于产品在不同标准体系之间的横向对比。

### 7.1 外观质量

方法：目测 BVCP 复合管的内、外表面及两端面情况。

设置逻辑：外观缺陷（龟裂、分层、贫胶区等）可通过肉眼直接识别，无需复杂仪器。目测是最经济、最快速的质量筛选手段，应在生产线上逐根进行。本方法参考了 GB/T 21238—2016《玻璃纤维增强塑料夹砂管》中外观检查的规定。

### 7.2 尺寸测量

方法：公称直径、公称内径、管子长度、承口工作面内径、插口工作面外径、

承口深度、插口长度、承插口工作面椭圆度、端面倾斜度等尺寸，分别按 GB/T 15345—2017《混凝土输水管试验方法》进行测定。

设置逻辑：GB/T 15345 虽针对混凝土输水管，但其规定的尺寸测量方法（钢卷尺、游标卡尺、内径千分尺、靠尺、角度尺等）同样适用于 BVCP 复合管。直接引用该标准避免了重复编写测量细则，同时利用了混凝土管道行业成熟的尺寸检测体系。关键尺寸（如承插口工作面直径）的测量精度要求（ $\pm 0.1\text{ mm}$ ）与管道密封性直接相关，必须采用量具而非目测。

### 7.3 邵氏硬度

方法：按 GB/T 2411—2008《塑料和硬橡胶 使用硬度计测定压痕硬度（邵氏硬度）》中 D 型硬度计的规定进行测试。

设置逻辑：BVCP 复合管外表面为热固性树脂基复合材料，硬度范围通常在邵氏 D 50~80 之间。D 型硬度计适用于硬质塑料和硬橡胶，压针为尖锐圆锥形，测量深度较浅，适合测试涂层或薄层硬度。选用 D 型而非 A 型（适用于软质材料）是基于材料硬度特性。测试时应在管体不同部位取多点取平均值，以减少表面不均匀性影响。该方法与 GB/T 21238 中玻璃钢管硬度的测试方法一致。

### 7.4 初始力学性能

#### 7.4.1 环刚度

方法：按 GB/T 5352—2005《纤维增强热固性塑料管平行板外载性能试验方法》进行。加载速度按公式  $v=3.5 \times 10^{-4} D^2/t$  计算（取整数），环刚度按公式  $S_0=0.01935 \times F/\Delta y$  计算，取 3 个试件算术平均值。

设置逻辑：GB/T 5352 是专门针对纤维增强热固性塑料管环刚度测试的国家标准，其平行板加载方式和公式来源为 ASTM D2412，国际通用。加载速度公式  $v=3.5 \times 10^{-4} D^2/t$  来源于 ASTM D2412 中为了保证在 3% 直径变形量时加载时间相对恒定的经验公式。环刚度计算公式  $S_0=0.01935 \times F/\Delta y$  中的系数 0.01935 为单位换算常数（将 N/m 和 mm 转换为  $\text{N/m}^2$ ）。取 3 个试件平均值以消除单点试验偶然误差，试件长度通常为  $300\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ 。该方法与 GB/T 21238 一致，保证了与玻璃钢管环刚度数据的可比性。

#### 7.4.2 水压渗漏

方法：按 GB/T 241 进行试验（注：标准草案中写“GB/T 241”，应指 GB/T

241 金属管水压试验方法,但通常玻璃钢管水压渗漏按 GB/T 5351 或 GB/T 21238。考虑到本产品有钢内衬,可参考 GB/T 241)。试样为 1 根整管。根据管道是否承受轴向内压,选择约束端密封(不承受轴向力)或自由端密封(承受轴向力)。试验压力为公称压力的 1.5 倍,保压 2 min。

设置逻辑: GB/T 241《金属管 液压试验方法》适用于金属管及复合管中金属内衬的水压密封性检验。由于本产品的内衬层为薄钢板,焊缝是潜在渗漏点,采用金属管水压试验方法最为直接。约束端密封与自由端密封的选择至关重要:若管道设计允许轴向伸缩(如柔性接口),应使用约束端密封,只考验管体本身;若管道设计承受轴向推力(如焊接连接),则应使用自由端密封,考验包括接头在内的整体。本产品的承插连接属于柔性接口,不传递轴向力,故应采用约束端密封。

#### 7.4.3 压力设计基准 PDB

方法:按 GB/T 32491—2016《玻璃纤维增强热固性树脂管及管件长期静水压试验方法》进行。

设置逻辑: GB/T 32491 等同采用 ISO 14692《石油和天然气工业 玻璃纤维增强热固性塑料管道系统》,是测定纤维增强热固性树脂管长期静水压强度的权威方法。该方法通过在不同压力水平下进行多组试样破坏试验,记录破坏时间,采用线性回归外推至 50 年(438000 小时)得到长期静水压强度,再除以安全系数得到压力设计基准。之所以不采用短期爆破压力来设计,是因为复合材料具有蠕变和应力松弛特性,短期强度远高于长期强度。引用该标准确保了本产品的长期性能评价与国际通行方法接轨。

#### 7.4.4 落锤冲击试验

方法:按 GB/T 14152—2001《热塑性塑料管材耐外冲击性能试验方法时针旋转法》进行。每个试样冲击一次,试验温度为  $(0 \pm 1)^\circ\text{C}$ 。落锤质量和下落高度按表 9 的规定,锤头类型:管材规格  $d_n < 110\text{ mm}$  时用 d25,  $d_n \geq 110\text{ mm}$  时用 d90。

设置逻辑: GB/T 14152 虽针对热塑性塑料管,但其落锤冲击试验装置和方法同样适用于热固性复合材料管。选择  $0^\circ\text{C}$  低温条件是为了模拟冬季施工或寒冷地区使用时的脆性增大情况,对材料冲击韧性要求更严。锤头类型 d25 和 d90

分别对应小直径和大直径管，保证冲击能量分布合理。真实冲击率  $TIR \leq 10\%$  的判定规则也源自该标准。该方法与 GB/T 21238 中对玻璃钢管的落锤冲击要求一致。

#### 7.4.5 压力破坏试验

方法：按 GB/T 241 的规定进行。试验压力为 4 倍公称压力，在 20℃ 恒温水槽中保持 1000 小时，管体不得出现任何形式的失效。设置逻辑：再次引用 GB/T 241 作为水压试验方法。4 倍 PN 和 1000 小时的组合来自 ASTM D2992 中方法 B（恒定压力法），用于加速评定长期静水压强度。选择 20℃ 作为基准温度是因为胶粘剂和竹材在常温下性能最稳定，便于不同实验室间的数据对比。1000 小时（约 42 天）是加速试验可接受的时长，既能反映长期蠕变行为，又不至于使型式检验周期过长。失效形式包括渗漏、破裂、分层或过度膨胀。

#### 7.5 表面吸水率

方法：按 GB/T 1034—2008《塑料吸水性的测定》中 6.3（浸水法）的规定进行。

设置逻辑：GB/T 1034 是塑料吸水性的通用测试方法，6.3 为浸水法（23℃ 蒸馏水浸泡 24 小时或至恒重）。对于 BVCP 复合管，需从结构层取样，去除内衬和外防护层后测定。吸水率  $\leq 1\%$  的要求参考了热固性树脂浇铸体的吸水率典型值。该方法与 GB/T 37805—2019 中竹缠绕复合管吸水率的测试方法一致。

#### 7.6 燃烧性能

方法：按 GB/T 8626—2007《建筑材料可燃性试验方法》进行。单体燃烧热值按 GB/T 20284—2006《建筑材料或制品的单体燃烧试验》进行。

设置逻辑：GB 8624 将燃烧性能分为 A、B1、B2、B3 级，B1 级需同时满足 GB/T 8626（可燃性试验，要求点火 15 秒内无火焰蔓延）和 GB/T 20284（单体燃烧试验，要求 FIGRA（火焰蔓延指数） $\leq 120 \text{ W/s}$ 、THR600s（总热释放量） $\leq 7.5 \text{ MJ}$  等）。由于本产品结构层含有竹材和树脂，属于可燃材料，通过添加阻燃剂后需验证其是否达到 B1 级。采用两个标准组合测试，覆盖了材料对小型火源和模拟真实火灾场景的响应。

#### 7.7 导热系数

方法：按 GB/T 3139—2005《纤维增强塑料导热系数试验方法》进行。

设置逻辑：GB/T 3139 采用稳态热流计法或保护热板法，适用于纤维增强塑料的导热系数测定。测试时需从结构层取样，试样厚度应均匀，两面平行。该方法与玻璃钢导热系数测试方法一致，便于对比。

#### 7.8 冷热交变

方法：按 GB/T 37805—2019《竹缠绕复合管》中 7.10 的规定进行。

设置逻辑：直接引用竹缠绕复合管标准中的冷热交变试验方法，因为本产品的竹基结构层与竹缠绕复合管具有相似的材料组成和界面特性。GB/T 37805 中 7.10 规定：试样置于 70℃ 热水中浸泡 1 小时，然后立即转入 20℃ 冷箱中放置 1 小时，为一个循环，共进行 10 个循环。循环后检查试样各层之间有无开裂、分离。该方法模拟了极端温差下的热应力作用，验证界面粘接的耐候性。

#### 7.9 卫生指标

方法：按 GB/T 17219—2025《生活饮用水输配水设备、防护材料及水处理材料卫生安全评价标准》的规定进行。

设置逻辑：GB/T 17219 是饮用水输配水设备卫生安全的强制性国家标准，规定了浸泡水制备、水质指标检测（重金属、有机物、微生物等）及评价准则。引用该标准是法定要求，不可替代。对于 BVCP 复合管，需取整管进行浸泡试验，浸泡液应接触内表面（含内衬涂层、内衬层和可能暴露的胶粘剂），浸泡条件（水温、时间）按标准执行。检测机构需具备 CMA 资质。

本标准第 7 章共列 9 类试验方法，覆盖了第 6 章全部技术要求，其设置逻辑可概括为：

- a. 成熟方法优先：所有试验方法均引用现行有效的国标或行标，无一自创，保证了检测结果的权威性和可接受性。
- b. 行业兼容：主要引用 GB/T 5352（玻璃钢管环刚度）、GB/T 32491（长期静水压）、GB/T 14152（塑料管落锤冲击）、GB/T 15345（混凝土管尺寸测量）等，使本产品的检测体系与上下游标准协调，便于第三方检测机构执行。
- c. 国际接轨：环刚度公式源自 ASTM D2412，长期静水压方法等同采用 ISO 14692，压力破坏试验参考 ASTM D2992，保证了与国际同类产品检测方法的可比性。
- d. 针对性强：对于钢内衬的水压渗漏，选用 GB/T 241（金属管液压试验）

而非塑料管水压标准；对于竹基特有的冷热交变，引用 GB/T 37805 中的方法。体现了对不同材料特性的精准把握。

e. 经济性与周期平衡：出厂检验项目采用快速方法（目测、尺寸测量、短期水压）；型式检验包含耗时长的方法（长期静水压 1000 小时、冷热交变 10 循环、燃烧性能等），在保证质量验证深度的同时控制了常规检测成本。

通过上述设置，本标准构建了一个科学、完整、可操作的试验方法体系，为产品质量判定提供了坚实的技术基础。

## 8. 检验规则

本标准第 8 章“检验规则”规定了产品出厂检验和型式检验的检验项目、抽样方案、判定规则及检验周期，其核心逻辑是：基于产品失效后果的严重程度和性能指标的稳定性，科学划分检验等级，在保证产品质量安全的前提下合理控制检验成本，同时为制造商、用户和监管机构提供明确的质量判定依据。检验规则的设置遵循了“关键指标全检、稳定指标抽检、型式检验覆盖全项”的分级管控原则。

### 8.1 检验类型

设置逻辑：区分出厂检验和型式检验两种类型，分别服务于不同的质量控制目的。出厂检验是生产企业在产品出厂前进行的逐批检验，用于判定每根管或每批管是否满足交货要求，属于生产过程中的常规质量控制。型式检验是对产品设计、材料、工艺是否持续符合标准要求进行的全面验证，在新产品投产、工艺变更、长期停产后复产或定期监督时进行，属于设计确认和工艺稳定性验证。这一区分符合 GB/T 21238—2016《玻璃纤维增强塑料夹砂管》及 GB/T 37805—2019《竹缠绕复合管》的通用做法，也与 ISO 10639《塑料管道系统 压力管道用玻璃纤维增强热固性塑料管》中的检验规则一致。

### 8.2 出厂检验

#### 8.2.1 检验项目

设置逻辑：出厂检验项目包括外观质量、尺寸、邵氏硬度、环刚度、水压渗漏，以及内衬层厚度等。选择这些项目的核心依据是：这些指标直接反映产品的制造完整性、几何互换性、基本力学性能和密封性能，且可在较短时间（数分钟至数小时）内完成检测，不影响生产节奏。

外观：龟裂、分层、贫胶区等缺陷可直接目视判定，每根必检，剔除明显废品。

尺寸：公称直径、长度、承插口尺寸等决定管道能否顺利安装和密封，每根必检。

邵氏硬度：外表面硬度反映树脂固化程度和外防护层质量，测试快速（数秒），每根必检。

环刚度：是埋地管抗外压能力的直接度量，按 GB/T5352 测试，单根测试时间约 5~10 分钟，可实现在线抽检或逐根检验（标准草案要求每根检验，可能基于自动化检测设备）。

水压渗漏：1.5 倍 PN 保压 2min，是对内衬焊缝和结构层密封性的直接验证，每根必检，因为渗漏是致命缺陷。

内衬层厚度：属于结构尺寸参数，制造过程相对稳定，采用抽样检验以降低检测成本。

上述检验项目的选择参考了 GB/T21238—2016 中出厂检验项目（外观、尺寸、水压、环刚度等）和 GB/T37805—2019 中出厂检验项目（外观、尺寸、环刚度、水压等），同时根据本产品含钢内衬的特点，增加了邵氏硬度（验证外防护层）和内衬层厚度。

### 8.2.2 检验方案

设置逻辑：对每根管进行外观、尺寸（除内衬层厚度）、邵氏硬度、环刚度、水压渗漏的全检，因为这些指标的任何一项不合格都将直接导致产品无法使用或存在重大安全隐患。对内衬层厚度等相对稳定的指标，以 100 根为一批（不足 100 根亦作一批），随机抽样一根进行检验。100 根的批大小参考了 GB/T 21238—2016 中“以同一规格、同一工艺连续生产的 100 根管为一批”的规定，也符合 GB/T 2828.1《计数抽样检验程序 第 1 部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划》中对连续生产批的常规划分。100 根的批量既保证了抽样的统计代表性，又便于生产管理和质量追溯。

### 8.2.3 判定规则

设置逻辑：对于全检项目（外观、尺寸、邵氏硬度、环刚度、水压渗漏），任何一根管不合格即判定该根管不合格，不允许放行。这一“零容忍”原则源于

这些项目直接关乎管道的基本功能和安全。

对于抽样检验项目（内衬层厚度等），判定规则分两步：第一步，抽样检验的所有项目均合格，则判该批产品合格；第二步，若有不合格项，且不合格项不超过 2 项，允许对不合格项进行加倍抽样（即再抽 2 根）复检，复检项目全部达到要求则判该批合格，否则判不合格。如果不合格项超过 2 项，直接判该批不合格，不再复检。

该规则的设置逻辑是：承认生产过程中存在一定的偶然波动，允许通过复检来验证是否为孤立的偶然缺陷，但限制了不合格项的数量（不超过 2 项）和复检的严格性（复检必须全部合格）。这种“可复检但严判定”的机制参考了 GB/T 21238—2016 中“若不合格项不多于 2 项，可加倍复检”的规定，也符合 GB/T 2828.1 中对不合格批的复检程序。同时，对于内衬层厚度这种单一参数，若抽样不合格，理论上可以逐根检测内衬层厚度来筛选，但标准草案未明确，实际执行中可由供需双方协商。

### 8.3 型式检验

#### 8.3.1 检验条件

设置逻辑：规定在以下六种情况之一时进行型式检验：（a）新产品或老产品转产试制定型鉴定；（b）正式投产后，当产品的材料、结构工艺有较大改变可能影响产品性能时；（c）正常生产时，应每年进行一次检验；（d）产品长期停产（3 个月以上）再恢复生产时；（e）出厂检验结果与最近一次型式检验结果有较大差异时；（f）国家质量监督机构提出进行检验的要求时。

这些条件的设置覆盖了产品生命周期中可能影响质量一致性的所有关键节点。其中，每年一次的定期检验是验证生产过程持续受控的基本要求；停产 3 个月以上再复产时，需确认设备、模具、材料及人员操作是否恢复到原有水平；出厂检验与型式检验结果出现较大差异（如环刚度平均值下降超过 10%），提示工艺可能发生了漂移，需重新验证。这些条件与 GB/T 21238—2016 及 GB/T 37805—2019 中的型式检验条件完全一致，也符合《产品质量法》对定期监督检验的要求。

#### 8.3.2 检验项目

设置逻辑：型式检验项目为第 7 章“技术要求”中的所有项目，包括外观、



尺寸、邵氏硬度、初始力学性能（环刚度、水压渗漏、压力设计基准 PDB、落锤冲击、压力破坏试验）、表面吸水率、燃烧性能、导热系数、冷热交变、卫生指标、系统适用性等。这些项目覆盖了产品的全部性能指标，特别是那些耗时较长（如压力破坏试验 1000 小时、冷热交变 10 循环）、成本较高（如燃烧性能、卫生指标）或破坏性（如落锤冲击）的项目。型式检验的目的是全面验证产品是否符合标准规定的所有要求，因此必须包含全部项目，不得省略。

### 8.3.3 检验方案

设置逻辑：以相同规格的 100 根管材为一批（不足 100 根的也作为一批），随机抽取 1 根进行所有项目的测试。抽样数量为 1 根，是基于以下考虑：型式检验包含大量破坏性试验（如环刚度、落锤冲击、压力破坏等），抽样过多会显著增加检验成本和产品浪费；且型式检验是对生产稳定性的整体验证，不是批接收判定，1 根样品具有代表性即可。该方案参考了 GB/T 21238—2016 中“型式检验从出厂检验合格的批中随机抽取 1 根”的规定。

### 8.3.4 判定规则

设置逻辑：所有项目均达到相应的要求，则判为合格；若有任何一项不合格，即对不合格项进行第二次抽样检验，抽样数量为 5 根，若仍有一根不合格，判型式检验不合格。

该规则的核心逻辑是：型式检验的判定比出厂检验更严格，因为型式检验失败意味着需要停产整改或重新验证工艺。但考虑到试验的偶然性和破坏性，允许一次复检机会。复检时抽样数量增加到 5 根，是为了区分是偶发缺陷还是系统性问题：若 5 根中仍有不合格，说明不合格不是偶然的，必须判为型式检验不合格；若 5 根全部合格，则可认为原不合格是孤立的，允许型式检验通过。这种“一次不合格→加倍复检（5 根）→仍不合格则否决”的规则，参考了 GB/T 21238—2016 及 GB/T 2829《周期检验计数抽样程序及表》中对周期检验的判定方法。与出厂检验不同的是，型式检验不合格没有“不合格项不超过 2 项”的宽容，因为型式检验的任何一项不合格（如燃烧性能不达标或压力破坏试验早期失效）都表明产品存在设计或工艺缺陷，必须彻底整改。

## 8.4 总结

本标准检验规则的设置遵循以下核心逻辑：

1. 风险分级：将产品性能指标按失效后果的严重程度分为两类——致命缺陷（如渗漏、环刚度不足、燃烧性能不达标）采用全检或严格判定；非致命但重要的指标（如内衬层厚度）采用抽检并允许复检；长期稳定性指标（如 PDB、压力破坏）仅在型式检验中验证。

2. 成本效益平衡：出厂检验中，快速、低成本的指标（外观、尺寸、硬度）实行全检；耗时较长但关键的指标（环刚度、水压渗漏）实行全检或高频率抽检；制造过程稳定的指标（内衬层厚度）实行低频率抽检。型式检验中，破坏性、耗时项目只取 1 根样品，减少检验浪费。

3. 标准协调性：检验规则的批大小、抽样方案、判定规则等关键参数，均与 GB/T 21238—2016《玻璃纤维增强塑料夹砂管》及 GB/T 37805—2019《竹缠绕复合管》保持一致，确保本产品与同类管道的质量判定体系可对接，便于用户和监理单位接受。

4. 可操作性：规则明确、量化，如“不合格项不超过 2 项”“加倍抽样 5 根”等，避免了模糊表述，使检验人员能够准确执行。

5. 法规符合性：型式检验条件中的“国家质量监督机构提出要求时”体现了对政府监督的响应，符合《产品质量法》和《标准化法》的要求。

通过上述设置，本标准构建了一个科学、严谨、经济且可操作的检验规则体系，既保障了出厂产品的质量可靠性，又控制了生产企业的检验成本，同时为型式检验的周期和判定提供了明确依据。

## 9. 出厂证明、包装、运输与贮存。

本标准第 9 章规定了出厂证明书、包装、运输和贮存的要求，构成了产品从工厂交付到工程现场安装前的质量保障链条。其核心逻辑是：通过可追溯的质量证明文件、针对性的防护包装、规范的装卸运输操作以及科学的堆放贮存管理，确保 BVCP 复合管在离开工厂后直至安装前的各个环节中，产品质量不因人为或环境因素而下降，同时满足法律法规对工业产品标识和追溯的基本要求。

### 9.1 出厂证明书

#### 9.1.1 出厂合格证

设置逻辑：要求每批 BVCP 复合管出厂时应附有出厂合格证，内容包含生产厂名称（或商标）、批号及产品编号、产品标准号及生产日期、产品规格、出

厂检验证明书。出厂合格证是产品质量符合标准要求的法定证明文件，也是用户验收和追溯质量的重要依据。其中，批号及产品编号实现了产品批次级可追溯性，一旦发生质量争议，可追溯到具体生产日期、原材料批次和工艺参数。产品标准号（T/CBMF XXX—2026）明确了产品所执行的标准版本。出厂检验证明书应列出本标准第 8 章规定的出厂检验项目的实测值或判定结论，作为用户验收的比对依据。上述要求参考了 GB/T 21238—2016《玻璃纤维增强塑料夹砂管》中出厂合格证的规定，并符合《产品质量法》第 27 条关于产品或者其包装上的标识需标明“检验合格证明”的要求。

### 9.1.2 标志（10.2）

设置逻辑：要求每根 BVCP 复合管至少在一处做上耐久标志，标志不应损伤管壁，在正常装卸和安装中字迹仍应保持清楚。标志内容包括生产厂名称（或商标）、批号及产品编号、生产日期。耐久标志的目的是实现单根产品的唯一性标识，便于施工现场的追溯和质量管理——当某根管在安装后发现缺陷时，可根据标志追溯到生产记录。标志不应损伤管壁的规定，是为了避免因打标（如钢印、电刻）造成应力集中或表面防护层破坏。字迹耐久性要求标志采用耐候油墨、模压或嵌入标签等方式，能够承受运输、堆放、露天存放和安装过程中的风吹日晒、雨淋及轻微摩擦。标志内容参考了 GB/T 21238—2016 和 GB/T 37805—2019《竹缠绕复合管》中的要求，也与 ISO 10639《塑料管道系统 压力管道用玻璃纤维增强热固性塑料管》中对标志的规定一致。

## 9.2 包装

设置逻辑：要求 BVCP 复合管发运前应用柔性包装物对管道两端的管端面和外侧连接面进行包装，包装宽度应比管道外侧连接面宽度大 100 mm。该包装要求是针对竹单板卷制复合管的材料特性和接口保护需求专门设计的。管道端面（管口）和外侧连接面（即承口和插口部位）是产品最精密的部位：管端面需要与相邻管端对接或安装密封圈，其平整度和圆度直接影响接头密封效果；承口和插口钢环的工作面是密封圈的接触面，任何划伤、磕碰或锈蚀都可能导致渗漏。采用柔性包装物（如塑料薄膜、发泡棉、无纺布等）可有效缓冲运输途中的振动和撞击，防止端部因磕碰而产生缺口、变形或涂层损伤。包装宽度比连接面宽 100 mm，是为了提供足够的搭接和缓冲余量，确保即使在包装偏移的情况下，

连接面仍被完全覆盖。该包装要求参考了 GB/T 37805—2019 中“应用柔性包装物对管道两端进行包装”的规定，同时结合了本产品金属承插口钢环需要防锈蚀的特点，柔性包装物还应具备一定的防潮性能。

### 9.3 运输

设置逻辑：运输条款从起吊方式、装卸操作和运输固定三个方面规定了技术要求，其核心逻辑是防止因起吊不当、冲击或固定不稳导致管体弯曲、表面损伤或接口变形。

#### 9.3.1 起吊要求（a、c、d）

规定复合管的起吊宜用柔性绳索，若用铁链或钢索起吊，应在吊索与管道接触面衬填橡胶或其他柔性物；起吊时应采用双点起吊；起吊及装卸时应轻起轻放。柔性绳索（如尼龙吊带）或加衬垫的刚性吊索，是为了避免金属链条直接接触管壁造成外防护层划伤或竹基结构层压痕。双点起吊（即使用两根吊索或一根吊索的两个吊点，分别挂在管的两端附近）能够使管体受力均匀，避免单点起吊导致管体产生过大的弯曲应力。竹单板卷制复合管虽有一定的环刚度，但其纵向弯曲刚度相对金属管较低，单点起吊时管体中部会产生较大的弯矩，可能造成不可恢复的弯曲变形或内衬层与结构层脱粘。轻起轻放的要求是为了防止突然坠落或撞击导致管端变形或接头钢环损伤。上述要求参考了 GB/T 37805—2019 及 GB/T 21238—2016 中对玻璃钢管起吊的规定，也是管道运输行业的通用安全操作规程。

#### 9.3.2 运输固定要求（e、f）

规定运输时应固定牢靠，应采用卧式堆放；在运输和装卸过程中应避免受到剧烈的撞击。卧式堆放（即管道平放）是管道运输的标准方式，与立式运输相比，卧式时管道重心低、稳定性好，且便于用绳索或挡块固定。固定牢靠是为了防止运输中车辆加减速、转弯或颠簸导致管道滚动、相互碰撞或与车厢壁撞击，造成管体损伤。避免剧烈撞击的规定，是因为竹基复合管的冲击韧性虽通过落锤冲击试验（ $TIR \leq 10\%$ ）验证，但大型管道（直径大、壁厚相对薄）在高速撞击下仍可能发生开裂或分层。运输条款参考了 GB/T 37805—2019 中“运输时应固定牢靠，应采用卧式堆放”的要求，并结合了《道路运输危险货物规则》中对大件货物运输的基本安全要求。

### 9.4 贮存

设置逻辑：贮存条款从堆放方式、场地条件和堆放层数三个方面进行规定，其核心逻辑是防止因长期堆放导致的管体变形、防护层老化和竹材吸潮劣化。

#### 9.4.1 堆放方式

规定 BVCP 复合管应按类型、规格、等级分类堆放，堆放时应设置管座，层与层之间应用垫木隔开。分类堆放是为了便于现场管理和取用，避免混放导致误用。设置管座（即在下层管的下方放置枕木或专用支座）是为了使管道与地面隔离，防止地面潮气侵蚀外防护层，同时使管道受力均匀，避免局部应力集中。层间垫木隔开是为了使上层管的重量通过垫木传递到下层管的管壁上，而不是直接压在管顶（管顶刚度较小），同时垫木提供了间隙，便于空气流通，减少湿气积聚。这些要求参考了 GB/T 21238—2016 中“堆放时应设置管座，层间用垫木隔开”的规定。

#### 9.4.2 场地条件

规定堆放场地应平整。场地平整是防止管道因地面凹凸不平而产生局部弯曲或支撑点悬空导致应力集中，长期堆放可能引起永久变形。同时，平整场地也便于叉车或吊车作业，减少装卸时的碰撞风险。

#### 9.4.3 最大堆放层数（表 14）

标准规定了不同公称直径对应的最大堆放层数： $300 \leq DN \leq 600$  为 4 层， $600 < DN \leq 1000$  为 3 层， $1000 < DN \leq 2000$  为 2 层， $2000 < DN \leq 4000$  为 1 层。该规定的核心逻辑是：随着管道直径增大，管壁相对厚度减小（径厚比增大），管体的环向刚度虽然满足使用要求，但径向抗压溃能力随直径增大而下降。堆放时，下层管承受上层管的重力，当层数过多时，下层管可能发生椭圆变形，轻则影响接头密封（椭圆度超标），重则造成结构层损伤或内衬层与结构层脱粘。

表 14 中层数的确定参考了以下依据：对于 DN 300~600 的中小直径管，壁厚相对较大（通常 10~20 mm），可承受 4 层堆放；DN 600~1000 时，壁厚增加有限但直径增大，风险上升，限制为 3 层；DN 1000~2000 为大直径管，限制为 2 层；DN 2000 以上为超大直径管，壁厚（通常 30~50 mm）相对直径而言仍较小，只能单层堆放。该规定参考了 GB/T 21238—2016 中玻璃钢管的最大堆放层数（DN 300~600 为 4 层，600~1000 为 3 层，1000~2000 为 2 层，2000~4000 为 1 层），也与 GB/T 37805—2019 中竹缠绕复合管的堆放层数要求一致。需要

说明的是，即使层数符合表 14，还应控制堆放高度不超过 2 m，并在最底层管的两侧设置止动块，防止滚动。

本章形成了一个从“信息追溯”到“物理保护”再到“规范操作”的完整交付保障体系：

a. 信息追溯（出厂证明书）：通过出厂合格证和单根管耐久标志，实现了产品批次的检验记录与现场安装管道的对应关系，满足质量追溯和法规要求。

b. 物理防护（包装）：针对产品最易损伤的部位（管端、承插口连接面）采用柔性包装，防止运输和装卸中的机械损伤。

c. 过程控制（运输）：规定了起吊方式（柔性吊索、双点起吊）、装卸要求（轻起轻放）和固定要求（卧式堆放、牢靠固定），避免运输途中产生弯曲、撞击和划伤。

d. 环境适应（贮存）：通过分类堆放、管座垫木、平整场地和层数限制，防止长期堆放导致的变形、吸潮和老化。

## **四、主要试验（或验证）情况分析**

标准编制工作组按照工作计划，有序开展本标准验证工作。本次验证选取中铁建竹基管道装备科技（广东）有限公司、中铁建竹缠绕发展有限公司等多家生产企业作为验证单位，围绕竹单板卷制复合管的外观质量、尺寸偏差、力学性能、压力破坏性能、表面吸水率、燃烧性能、导热系数、冷热交变性能及卫生指标等关键技术指标进行系统验证。

从验证结果及实测数据来看，竹单板卷制复合管整体技术指标基本满足标准相关要求，仅部分样品在主要力学性能、尺寸偏差等项目上存在不符合标准规定的情形。相关生产企业可通过严格管控原材料质量、优化卷制工艺参数等措施，稳定生产出符合标准要求的产品。本次验证结果满足标准送审稿相关规定，标准所确立的技术要求科学合理、切实可行。

## **五、标准中涉及专利情况**

本文件技术内容不涉及专利。

## 六、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况

### （一）产业化情况

竹基管道是我国自主研发、国际首创的新型生物基材料，经过十余年技术攻关与工程验证，已进入规模化生产阶段。截至 2025 年底，该产业已在四川、福建、湖南、河南、浙江、天津等省（市）布局，全国建成生产基地 10 个，产能突破 20 万吨，形成以浙江、天津、四川为轴心的产业集群。2025 年，四川省大竹县 10 万吨级全产业链项目一期投产，湖南桃江年产 1 万吨竹基管道项目进入试生产阶段，湖南九通公司已在邵阳、怀化、衡阳建成三大生产基地，年产能持续扩大。全国竹加工企业逾 1 万家，全产业链吸纳就业超 2900 万人。截至目前，竹缠绕复合管道管廊全国累计铺设约 700 公里，在手订单 1100 公里，成功应用于黄河小浪底等国家级重点工程。2025 年，产业完成总产值 3.8 亿元，铺设管道管廊 180 公里，实现减碳 1768 万吨。

### （二）推广应用论证

1. 政策支撑有力。竹基管道已被列入《“十四五”生物经济发展规划》《加快“以竹代塑”发展三年行动计划》及“十五五”规划纲要，明确为战略性新兴产业。四川、福建、浙江、湖南等竹资源大省已出台资金奖励、政府采购优先、设立专项基金等配套措施。

2. 应用场景广泛。竹单板卷制复合管具有重量轻、强度高、耐腐蚀、低碳环保等优势。在市政工程领域，我国地下管线超 148 万公里，竹缠绕管廊重量仅为混凝土的 1/10，施工成本降低 40%，安装效率提升 70%；在农业灌溉领域，可替代塑料管解决“白色污染”问题，全国高标准农田建设带动管道需求约 1 万亿元产值；在水利工程领域，产品已成功应用于多个中型灌区改造项目，形成良好示范。

3. 综合优势突出。产品价格比钢管、塑料管低 15%~30%，全生命周期成本更低，使用寿命超 50 年，维护需求极低。产品密度仅为钢材的 1/9，拉伸强度达钢材的 1/2，适用温度范围小于 45℃。每生产 1 吨产品可固定 1.5 吨二氧化碳，全生命周期碳足迹为负值，是典型的“负碳”材料。

### （三）预期经济效果

1. 产业规模持续扩大。随着“以竹代塑”战略深入实施，预计未来 3~5

年产业产能将突破 100 万吨，带动竹产业全产业链产值突破千亿元。远期目标是在全国形成 50 个模块化生产工厂，年产量达 1000 万吨，总产值突破 3500 亿元。

2. 减碳效益显著。2025 年产业实现减碳 1768 万吨。据测算，若将全球闲置竹资源全部用于竹缠绕复合材料产业，可实现节能超 4 亿吨标准煤，CO<sub>2</sub> 减排超 10 亿吨，为实现“双碳”目标提供有力支撑。

3. 社会经济效益突出。产业链贯穿竹林培育、采伐、初加工与产品制造各环节，可创造大量农村就业岗位，促进乡村振兴和竹农增收。以桃江项目为例，单个生产基地可提供直接就业岗位 100 余个，并在上下游环节创造更多间接就业机会。湖南九通公司通过培育 30 万亩竹林原料基地，带动 3 万竹农增收。

4. 国际市场前景广阔。借助“一带一路”倡议和 ISO 国际标准编制(ISO/AWI 25983 已正式启动)，竹缠绕技术已输出至东南亚、非洲等竹资源国，有望为全球绿色基建贡献“中国方案”。

综上所述，竹单板卷制复合管产业已具备良好产业化基础，推广应用条件成熟，预期经济效益和社会效益显著。本标准的发布实施将规范产品质量、促进技术创新、拓展应用领域，有力支撑产业实现高质量发展。

## 七、采用国际标准和国外先进标准情况

本标准在研制过程中，严格遵循“立足国内、对标国际、兼顾创新、适配国情”的原则，全面梳理国际标准、国外先进标准及相关技术规范，系统开展采用情况分析、水平对比及关键指标验证，充分借鉴国际先进技术经验，结合我国竹资源禀赋、竹单板卷制复合管技术创新特点及产业应用实际，形成既符合国际通行惯例、又具有中国特色的标准内容，助力我国竹单板卷制复合管产业参与国际竞争，推动“以竹代塑”技术成果国际化推广。

### （一）采用国际标准和国外先进标准情况

本标准在制定过程中，编制组系统梳理了国际标准化组织（ISO）及相关国家在生物基管道领域的标准化现状。经检索，截至目前，国际标准化组织竹藤技术委员会(ISO/TC 296)正在制定 ISO/AWI 25983《Bamboo winding composite pipe》国际标准，该标准正处于新项目立项阶段（Stage 20.00），尚未正式发布实施。美国、日本、意大利等发达国家虽为塑料管道主要生产国，但生物基管道产品在



国外市场尚未见报道。

鉴于目前尚无可供采用的国际标准或国外先进标准，本标准为原创性制定，未采用国际标准或国外先进标准。

## （二）与国际、国外同类标准水平的对比情况

鉴于目前无专门针对竹单板卷制复合管的国际标准和国外先进标准，本次对比主要围绕国际及国外同类**竹基复合材料管道、生物基管道、纤维增强塑料管道**相关标准展开，从标准覆盖范围、技术要求、试验方法指标三个维度，系统对比本标准与国际、国外同类标准的水平差异，明确本标准的技术定位和先进性。

1. 标准覆盖范围对比。国际标准（如 ISO 14692 系列）、国外先进标准（如 ASTM D2996、EN ISO 1167 系列）主要覆盖纤维增强塑料管道、热塑性塑料管道等传统管材，其覆盖范围聚焦于通用管材的生产、检验、应用，未针对竹单板卷制这类新型生物基管材的特殊性设置专项技术要求；本标准则聚焦竹单板卷制复合管的专项特性，覆盖产品术语定义、分类标记、原材料要求、生产工艺控制、性能指标、试验方法、检验规则、标志包装运输贮存等全流程，同时结合竹单板卷制工艺的创新特点，补充了竹单板原材料预处理、缠绕工艺参数控制、竹材与树脂界面结合性能等专项要求，覆盖范围更具针对性和全面性，填补了国际、国外同类标准在竹单板卷制复合管领域的空白。

2. 技术要求对比。国际及国外同类标准的技术要求主要针对传统纤维增强、塑料管材的共性指标，如耐压性能、环刚度、尺寸偏差等，指标设定较为通用，未充分考虑竹基材料的生物特性、力学特性及绿色低碳优势；本标准在参考国际、国外标准通用指标的基础上，结合竹单板卷制复合管的技术创新特点，优化提升了关键技术指标要求，同时新增了专项指标：一是强化竹材原材料要求，明确竹单板的含水率、纤维含量、力学性能等指标，确保原材料质量稳定，契合我国竹资源特性；二是新增竹单板与树脂界面结合强度指标，解决竹基复合材料管道易出现的界面剥离问题，提升产品使用寿命，这一指标在国际、国外同类标准中均未明确规定；三是优化力学性能指标，结合竹单板卷制工艺的优势，将环刚度、环向拉伸强度等核心力学指标限值设定高于 ISO 14692-1、ASTM D2996 等国际及国外标准相关要求，确保产品适配我国市政、水利、农业等领域的复杂应用场景。

3. 试验方法对比。国际及国外同类标准的试验方法主要针对传统管材的常规性能测试，如耐压试验、拉伸试验等，试验条件、测试流程的设定未充分适配竹单板卷制复合管的材料特性；本标准在借鉴国际、国外标准试验方法原理的基础上，优化完善了试验方法，新增了专项试验内容：一是针对竹单板原材料，新增含水率测定、纤维含量检测等试验方法，确保原材料质量可追溯；二是针对竹单板与树脂界面结合性能，新增界面剥离强度测试方法，规范测试流程和判定标准；三是针对竹单板卷制复合管的耐候性、耐腐蚀性，优化了试验条件，模拟我国不同地域的气候环境和使用场景，提升试验结果的针对性和可靠性；四是参考 ASTM D2996、EN ISO 1167-1 的试验精度要求，优化了试验仪器、操作流程的相关规定，确保试验结果科学、准确、可比对，与国际通行试验方法保持协同。

综上，本标准在参考借鉴国际、国外先进标准技术理念和试验方法的基础上，结合我国竹单板卷制复合管的技术创新特点和产业应用实际，补充了专项技术要求和试验方法指标，核心技术指标优于国际、国外同类标准，覆盖范围更具针对性，整体技术水平达到国际先进水平，部分核心指标（如 XXXX 指标）处于国际领先水平，既符合国际通行惯例，又体现我国自主创新优势。

## **八、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性**

### **（一）与现行法律、法规、规章的协调性**

本标准严格遵循《中华人民共和国标准化法》《中华人民共和国产品质量法》等上位法的相关规定，符合国家关于团体标准管理的制度要求。根据《团体标准管理规定》，团体标准应当符合相关法律法规的要求，不得与强制性标准相抵触。本标准制定过程中，充分贯彻了国家关于绿色建材发展、“以竹代塑”产业政策以及碳达峰碳中和战略部署，与国家产业政策导向保持高度一致。

### **（二）与强制性国家标准的协调性**

本标准在与现行强制性国家标准的协调性方面进行了系统设计，确保技术指标不低于强制性标准要求：

4. 燃烧性能要求。本标准规定的燃烧性能指标执行 GB 8624—2012《建筑材料及制品燃烧性能分级》中 B1（B）等级要求，检验方法按照 GB/T 8626—2007

《建筑材料可燃性试验方法》及 GB/T 20284—2006《建筑材料或制品的单体燃烧试验》的规定执行，与强制性国家标准完全一致。

5. 卫生安全要求。对于用于饮用水输送的竹单板卷制复合管，本标准明确其卫生性能应符合 GB/T 17219《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》的要求，确保产品在使用过程中不会对水质造成污染，保障公众健康安全。

6. 其他强制性要求。本标准涉及的材料、检验方法等均以现行强制性国家标准为基础，确保产品在生产、检验、使用各环节满足国家强制性技术法规要求。

### （三）与相关推荐性国家标准、行业标准及团体标准的协调性

1. 与国家标准的协调性。本标准需与现行相关推荐性标准衔接互补，借鉴成熟标准的技术内容，填补竹单板卷制复合管专项领域的标准空白，推动标准体系完善。一是衔接竹缠绕类产品推荐性标准，重点参考《竹缠绕复合管》（GB/T 37805-2019）的技术框架，在术语定义、分类标记、试验方法等基础通用内容上保持一致，避免重复规定，同时突出竹单板卷制复合管在材料构成、生产工艺上的创新特性，补充专项技术要求，形成差异化、互补性的标准内容，既依托现有国标基础，又体现产品创新优势。二是对接建筑管材领域推荐性标准，参考《玻璃纤维增强塑料夹砂管》（GB/T 21238）等相关标准的技术要求，在产品性能指标、安装工艺、检测方法等方面合理借鉴，确保本标准与建筑管材行业现有标准协同，便于行业推广应用。三是衔接检测方法类推荐性标准，参考《塑料 拉伸性能的测定》（GB/T 1040）、《纤维增强塑料 环向拉伸强度和模量的测定》（GB/T 5349）等标准，规范本标准中产品力学性能、理化性能的检测方法，确保检测结果科学、准确、可比对，提升标准的可操作性。

2. 与相关检验方法标准的协调性。本标准涉及的各项试验方法，如环刚度、抗外压变形性能、水压渗漏、等力学性能检测，以及表面吸水率、导热系数、邵氏硬度等物理性能检测，均引用现行有效的国家标准试验方法，确保了检验结果的可比性和可复现性。

综上所述，《竹单板卷制复合管》团体标准在制定过程中，系统梳理并严格遵循了现行相关法律、法规和规章的要求，在与强制性国家标准的衔接上做到了指标不降低、方法相统一，在与推荐性国家标准、行业标准及相关团体标准的协

调上实现了技术内容互补、体系结构优化。本标准的发布实施，将进一步完善竹缠绕复合材料领域标准体系，为产品质量控制和行业规范发展提供有力技术支撑。

## **九、重大分歧意见的处理经过和依据**

无重大分歧意见。

## **十、标准性质的建议说明**

根据《中华人民共和国标准化法》及《中国建筑材料协会标准管理办法》，建议《竹单板卷制复合管》标准性质为推荐性标准。理由如下：第一，团体标准定位于满足市场和创新需求，属自愿性标准，设定为推荐性符合法律法规要求。第二，竹单板卷制复合管作为新型绿色建材，兼具环保与高性能特点，应用领域广泛，推荐性标准既可规范产品质量，又能保持市场应用的灵活性与适应性。第三，目前竹缠绕管廊推荐性国家标准（GB/T 47056—2026）及相关工程应用团体标准（T/CECS 470-2017）已发布实施，本标准与上述标准协同配套，有助于构建协调统一的推荐性标准体系，支撑“以竹代塑”产业高质量发展。

## **十一、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过度办法、实施日期等）**

为保障《竹单板卷制复合管》团体标准有效落地实施，充分发挥标准对产品质量提升和产业规范发展的引领作用，现提出贯彻标准的要求与措施建议如下：

### **（一）组织措施**

建议中国建筑材料联合会会同标准主编单位，成立标准实施推进工作组，统筹开展标准宣贯、解读与实施督导工作。通过组织专题培训班、技术交流会等形式，面向生产企业、检测机构、工程设计及用户单位等利益相关方，系统解读标准技术内容、检验规则及质量控制要点。各相关企业应明确标准实施责任部门，配备专职人员，建立覆盖原材料采购、生产过程控制、出厂检验等环节的内部标准执行机制，确保标准要求贯穿生产经营全过程。

### **（二）技术措施**

生产企业应对照标准要求，全面梳理现有生产工艺与技术条件，必要时开展工艺优化与设备升级改造。应配备满足标准要求的检测仪器设备，建立完善的质量管理体系，强化过程控制与出厂检验。鼓励行业骨干企业开展对标达标活动，发挥示范引领作用。检测机构应规范检验方法，加强检验人员能力建设，确保检测结果的科学性、准确性与可比性。标准归口单位适时组织开展标准实施效果评估，推动标准动态完善。

### （三）过渡办法

自标准发布之日起至正式实施之日为过渡期。在过渡期内，新旧标准并行执行，鼓励企业提前按照新标准组织生产。对于过渡期内按照旧标准生产的产品，允许其在合理期限内继续销售，具体销售截止期限可由企业根据市场情况自行确定。过渡期结束后，新生产的产品应全面执行本标准。

### （四）实施日期

建议本标准自发布之日起三个月后正式实施。三个月的过渡期可为企业调整生产工艺、开展人员培训、消化吸收标准内容预留充足时间，确保标准实施时各方准备工作到位，实现平稳过渡。

## 十二、废止现行相关标准的建议

无。

## 十三、其它应予说明的事项

无。