

GB/T XXXX-XXXX 《给水用钢丝网增强聚乙烯复合管道》

国家标准

编制说明

(送审稿)

标准制定工作组

二〇一四年十二月

# 目 录

一、标准任务来源 .....	3
二、标准编制原则 .....	3
三、标准主要起草单位及起草人 .....	3
四、标准制订过程 .....	3
五、征求意见及意见处理情况等 .....	18
六、关于本标准的说明 .....	18

# GB/T XXXX-XXXX 《给水用钢丝网增强聚乙烯复合管道》国家标准

## 编制说明（送审稿）

### 一、标准任务来源

2010年12月2日，国家标准化管理委员会以国家标准计划项目形式，批准《给水用钢丝网增强聚乙烯复合管道》标准制订计划项目的立项，项目编号为20101073-T-607，本标准由中国轻工业联合会提出，技术归口单位为全国塑料制品标准化技术委员会，任务承担单位为煌盛集团有限公司。12月22日，全国塑料制品标准化技术委员会秘书处根据《2010年国家标准制修订计划的通知》精神，给煌盛集团有限公司下达了《标准制修订项目任务书》（全塑标[2010]95号）。

### 二、标准编制原则

钢丝网增强聚乙烯复合管道是我国自主研发，具有完全自主知识产权的高新技术产品，没有相关的国际标准可以借鉴。本标准严格按GB/T1.1-2009及GB/T 2000的要求编制，利用科学性、普适性、前瞻性及扩展性原则来起草文本，并以科学、客观的技术试验成果为基础，合理确定技术参数，且主要以基于产品性能要求来编写本标准，同时参照GB/T 13663.2-2005《给水用聚乙烯（PE）管道系统 第2部分：管件》来定义非钢骨架增强的聚乙烯管件，进一步完善SRCP管道系统，充分发挥标准的规范引导作用；以利于推动行业健康、快速的发展。

### 三、标准主要起草单位及起草人

本标准主要起草单位：煌盛集团有限公司、浙江大学、天津盛象塑料管业有限公司、四川煌盛管业有限公司、鄂州市兴欣建材有限责任公司、广东联塑科技实业有限公司、四川金石东方新材料设备股份有限公司、上海邦中新材料有限公司、顾地科技股份有限公司

本标准主要起草人：李广忠、郑津洋、李效民、巫志国、程胜、张慰峰、陈绍江、毕宏海、付志敏、邵赛欧、师俊

### 四、标准制订过程

#### （一）国标制订的目的与意义

钢丝网增强聚乙烯复合管（以下简称SRCP）是以聚乙烯管道专用料为基体树脂，以左右缠绕经过专用粘接树脂表面处理的高强度钢丝为增强体，通过三次挤出热复合成型新型复合管。高强度钢丝的引入，承担了管材的大部分内压荷载，大大降低了管材的壁厚，并获得了较高的耐压等级；粘接树脂的采用，解决了钢丝与塑料之间界面问题，成为一种新型的钢塑复合管。

自2003年产品面世以来，经过十多年的市场推广及工程实际应用，SRCP得到市场的认可，在全国各地的生产企业也迅速增加。根据相关统计表明，目前国内SRCP生产线达200多条，年产量为15-16万吨左右，年产能高达4万多公里。且预测到2015年，其年产量将增长到

45 万吨左右。

为了保证 **SRCP** 行业健康正常的发展，促进其技术的进步，产品质量的提高以及方便产品的出口等，必须制订一个科学的产品标准来进行规范约束。

钢骨架增强复塑管是二十世纪末兴起的最新一代钢塑复合管，国内该技术的研究只有近十几年的历史，目前，已开发出了三种不同类型的钢骨架塑料复合管：最早面世的为低碳钢丝网编结点焊成网状筒形钢骨架复合管（**SWSCP**）；1996 年，中国国内研制成功了钢带冲孔网焊接成钢管骨架复合管（**PSSCP**）；2003 年，钢丝网增强聚乙烯复合管（**SRCP**）研制成功并成功推广。由于国外对塑料管道的研究方向近期来主要放在塑料单体材料的性能改进及塑—塑复合管上，因而中国的钢骨架增强 **PE** 复合管的研制水平已走在世界的前列。上述三种不同材质和工艺生产的钢骨架复塑管的最大特点是克服了早期钢塑管的钢—塑界面结合不牢的缺陷。特别是钢丝网骨架塑料复合管（**SRCP**），由于钢丝外表面覆盖着一层高性能粘合树脂，其极性键与钢丝有极强的粘接性能（ $200\text{N}/25\text{mm}^2$  ASTM D903），使钢丝与塑料之间形成连接因子，解决了钢—**PE** 界面结合力问题。同时，**SRCP** 管采用了高强度钢丝（抗拉强度高达  $2000\text{Mpa}$  左右，**SWSCP** 管及 **PSSCP** 管因焊接工艺只能采用  $\leq 500\text{Mpa}$  抗拉强度的低碳钢丝或钢板），其公称压力高于其它两种钢骨架复塑管。**SRCP** 还具有工艺独特新颖，易于操作，成品率高，制造成本低。独特的管材结构及优异的耐压性能，使 **SRCP** 管具有超过一般塑料管的较高强度、刚性、抗冲击性，又具有类似钢管的低线膨胀系数和抗蠕变性。产品一经面世，便受到市场的青睐。

2004 年以来，煌盛集团有限公司与浙江大学合作，在国家高技术研究发展计划（863 计划）重点项目“极端条件下重大承压设备风险评估与寿命预测关键技术研究”（2009AA044801）、国家科技支撑计划课题“基于风险的油气管道事故预防关键技术研究”（2011BAK06B01）、浙江省重大科技专项、温州市重大科技项目等支持下，对我国拥有自主知识产权及关键技术的产品——钢丝网增强聚乙烯复合管道国家标准进行了深入的研究，先后实施了管道的内压、压扁、外压、剥离强度、蠕变特性、失稳性能、粘弹性能等项目试验；开展对该管道长期静液压试验研究、外压失稳试验研究、临界压力计算与分析结构、参数优化设计等科研工作，对钢丝网增强聚乙烯复合管道的强度、刚度、失效机理和设计理论进行了较为系统地理论分析、试验研究和数值模拟，取得了多项国际领先水平的研究成果（授权发明专利 10 项、实用新型专利 17 项、专著 3 本、论文 89 篇，其中 **SCI** 收录 44 篇、**EI** 收录 69 篇），且获得温州市科技进步奖、石化联合会科技发明一等奖（2014FMR0101 恶劣工况用高参数钢丝缠绕增强聚乙烯复合管道关键技术及产业化）等奖励，为制订该产品的国家标准提供了强有力的理论支持和技术支撑，推动了行业技术进步及拓展产品的应用领域，并解决盐田矿浆采收、海底输水等管道的国家需求。2006 年向国家标准化委员会上报了《给水用钢丝网骨架增强聚乙烯复合管道系统 第 1 部分：管材》、《承压设备用钢丝网骨架增强聚乙烯复合管》标准制订项目的申请，其中，《给水用钢丝网骨架增强聚乙烯复合管道系统 第 1 部分：管材》标准制订项目在 2007 年获得公示，但未获得国标委立项。2010 年 5 月煌盛集团有限公司再次向国家标准化管理委员会申请《给水用钢丝网增强聚乙烯复合管道》国家标准制订项目，获得立项批准制订。

钢丝网增强聚乙烯复合管道是我国拥有完全自主知识产权的高新技术产品，自 2003 年面世以来，SRCP 以其卓越的性能，极高的性价比，及符合国家节能环保政策等优势，得到迅猛地发展和推广，SRCP 除用于市政工程的埋地给排水、燃气输送管道外，还可用于各种无机及有机化工、石油化工、化肥农药、矿山等行业输送腐蚀性气体、液体的工艺管及排污管道；用于纺织、印染、制革业的腐蚀性介质管道；油、气田的含油污水、电厂、造纸厂的化学水；农业用涂井管、滤水管、灌溉给水管道。此外，也可用于造船业的船上用管、海洋输送的海水淡化管道、海边电厂、海港城市的海水输送管等广泛的领域，具有较好的市场潜力和社会经济效益。

国家标准是规范产品设计、生产、安装、使用的重要依据，也是改善 SRCP 性能、提高产品适应性、利于技术协助的主要途径。因此，在深入的技术研究基础上制订合理可靠的国家标准将有利于行业的规范和健康发展，进一步拓展其应用领域，方便产品的出口贸易，获得更好的经济及社会效益。

由于国内外未有类似相关产品的国家标准，因此本标准的制订具有前瞻性和指导性。

## （二）国内外有关标准调研对比情况

经查询国外无此类产品标准。国内仅有 CJ/T189 行标，该行标于 2004 年制订并颁布实施（《钢丝网骨架塑料（聚乙烯）复合管》CJ/T189-2004），且于 2007 年予以修订（《钢丝网骨架塑料（聚乙烯）复合管材及管件》CJ/T189-2007），十年来，CJ/T189 行标对于规范该产品设计、生产、安装、使用起到了重要作用。

十多年来，SRCP 设计、制造、安装技术不断进步，《钢丝网骨架塑料（聚乙烯）复合管材及管件》CJ/T189-2007 为中华人民共和国城镇建设行业标准，主要适用于建筑行业，满足不了其应用领域需求；该行标存在着技术指标、产品规格等不能满足产品和市场的发展需求；同时，这些年在执行行标的过程中，各生产企业、设计单位、应用单位及检测机构等对该标准又有了新的认识和理解，需要更加科学的国家标准来规范贸易和市场。

## （三）工作组成立过程、各次召开会议情况

2011 年 4 月 7 日，在全国塑料制品标准化技术委员会塑料管材、管件及阀门分技术委员会（SAC/TC48/SC3）的指导与组织下，于北京召开了标准制定启动会并形成了“会议纪要”及“工作安排”。煌盛集团有限公司根据“会议纪要”及“工作安排”的精神，成立了标准起草小组。煌盛集团有限公司在与相关单位充分沟通后，起草了工作组讨论稿，并于 5 月份发给参编单位。其后，收到多数单位回复的意见稿，煌盛集团有限公司将意见稿会编并对标准文本进行修改后发给 SAC/TC48/SC3 秘书处。11 月初，将修改后的标准文本发给参编单位，并请各单位将其产品及粘接树脂的测试数据等测试数据表发到煌盛集团有限公司汇总，对标准文本进行修改，形成新的标准文本初稿。

2011 年 11 月 10 日，根据 TC48/SC3 秘书处安排，在温州召开了《给水用钢丝网增强聚乙烯复合管道》国家标准工作组讨论会。与会代表听取了标准编制组关于标准制定编制的说明，对标准文本逐章逐条进行了讨论、修改，并对验证性试验等相关工作进行了分工。

2011年12月21日,根据TC48/SC3秘书处安排,在广东佛山召开了《给水用钢丝网增强聚乙烯复合管道》国家标准工作组讨论会。由于广东东方管业有限公司对标准起草单位的排名有争议,本次会议仅对标准文本的前三个章节进行讨论后中断。

煌盛集团有限公司为推动国标制订工作进展,利用多数参编单位及业内专家参加的行业会议机会(12年5月份在重庆召开的中国塑料加工工业协会塑料管道专业委员会年会、8月份在北京召开的《埋地给水塑料管道工程技术规程》行业标准编制组成立暨第一次工作会议、9月份在桂林召开的煤矿井下用塑料管材行业标准审定会、10月份在桂林召开的全国塑料管道生产和应用技术推广交流会)与天津盛象塑料管业有限公司、鄂州市兴欣建材有限责任公司、广东联塑科技实业有限公司、四川煌盛管业有限公司、四川金石东方新材料设备有限公司、上海邦中新材料有限公司及专家充分沟通,对国标文本及关键性能数据和验证方案进行了讨论及修改,进一步安排并完成了相关验证性试验及其《验证性试验报告》。浙江大学化工机械研究所积极配合,加快SRCP的长期性能推导等方面的研究工作,并积极与业内资深专家探讨新的研究成果。

煌盛集团有限公司在上述工作基础上,完成标准征求意见稿,并于2012年10月下旬向行业主要生产厂家、相关设计单位、检验单位及用户等发出《关于征求对GB/T XXXXX-201X《给水用钢丝网增强聚乙烯复合管道》(征求意见稿)修改意见的函》,进行了征求意见的工作。本次工作共发出《征求意见稿》的单位数为53家,回函的单位数为22家,收到《征求意见稿》后回函并有建议或意见的单位数为16家,没有回函的单位数为31家,我们对所回函件进行了汇总及处理,形成了《给水用钢丝网增强聚乙烯复合管道国家标准征求意见汇总处理表》。同时据此形成了新的《给水用钢丝网增强聚乙烯复合管道》国家标准文本。

为制订科学、合理的《钢丝网增强聚乙烯复合管道》国家标准,全国塑料制品标准化技术委员会于2013年1月14日在北京紫玉饭店组织召开了“钢丝网增强聚乙烯复合管道寿命预测研讨会”,来自全国从事压力容器研究设计、材料生产企业、产品生产企业、产品检验机构及标准化工作等领域的专家共21人出席了研讨会。专家针对SRCP的50年安全使用寿命预测及测试方法、力学模型等新技术成果、产品国家标准制定进行了讨论,并达成如下共识:SRCP中钢丝承担了大部分内压荷载,结构及力学机理与纯PE管不同,浙大化机所与煌盛集团有限公司在SRCP的长时耐压试验研究中发现,开始阶段SRCP爆破压力快速下降,随后阶段下降平缓,一段时间以后,SRCP的爆破压力随时间的增加而略微下降,以此现象提出了相应的力学模型及SRCP“寿命预测”方法;建议结合ISO9080,补做部分60℃及60℃以下的静液压验证性试验,尽快完成《钢丝网增强聚乙烯复合管道》国家标准的制定工作;实际生产应用中钢丝网格参数可采用浙大化机所提出的力平衡法或多数生产厂家采用的经验公式法,以SRCP爆破压力达到3倍公称压力确定。

根据研讨会议精神,标准起草小组结合ISO9080,补做了部分60℃及60℃以下的静液压验证性试验。煌盛集团有限公司利用13年6月份在成都召开的中国塑料加工工业协会塑料管道专业委员会年会、13年8月份在伊春召开的第15届全国塑料管道生产和应用技术推广交流

会、14年4月份在上海召开的中塑协塑料管道专委会2014年钢塑复合管行业技术交流会的机会，召开了工作组会议，并对标准文本及相关资料作了修改，形成标准审查稿及相关资料。随后将标准审查稿及相关资料发给SC3管道方面专家委员审阅，并吸收专家合理建议，重新修改了标准审查稿及相关资料。期间原工作组成员之一的广东东方管业有限公司由于排名争议，不同意作为第一起草单位以外排名的情况，且自2011年12月21日佛山工作会议后未继续参与工作组工作，根据国标制订工作程序，做出拟不考虑广东东方管业有限公司作为起草单位的决定。

2014年5月23日，全国塑料制品标准化技术委员会塑料管材、管件及阀门分技术委员会（SAC/TC48/SC3）在北京应物会议中心（花园路店）组织召开了国家标准《给水用钢丝网增强聚乙烯复合管道》技术审查会。来自高校及科研院所、原料、生产企业、检测、工程设计及用户单位的专家听取了标准起草小组所做的标准编制工作报告，对国家标准《给水用钢丝网增强聚乙烯复合管道》（送审稿）逐章逐节进行了认真地讨论和审查，并对以下问题取得了一致意见：会议一致通过该标准的审查稿、编制说明等资料，并提出了进一步的修改意见和建议。会议要求标准起草小组，吸收会审时专家们所提出的合理意见和建议，对审查稿及编制说明进行修改和完善。

标准工作组根据标准技术审查会议精神，对标准文本及相关资料进行修改与完善，形成并新的标准送审稿及相关资料。2014年7月17-18日的全国塑料制品标准化技术委员会塑料管材、管件及阀门分技术委员会（SAC/TC48/SC3）的年会委员们就此标准的一些问题进行了深入的讨论。工作组根据讨论结果对本标准作了编辑性修改形成本次送审稿。

#### （四）标准主要内容的确定依据及实验验证情况

本产品标准没有相关的国际可供参考，其主要内容包括：前言，范围，规范性引用文件，术语和定义、材料，要求，测试方法，检验规则，标志、包装、运输及贮存，具体如下：

##### 1.范围

本标准规定的钢丝网增强聚乙烯复合管道系统中管材和管件，在使用时与输送介质及环境接触的均为管材级聚乙烯材料。该材料性能稳定、耐腐蚀性极好、耐磨损性能优异。故本标准适用范围为：适用于温度不超过40℃的压力输水、输浆液，以及饮用水的输送。在十多年的成功应用中得到了良好的验证。

##### 2.规范性引用文件

引用的规范性文件均为适用于本标准要求的最新相关文件，以保证标准的先进性，具体情况见表1所示：

表1 引用标准及引用处说明表

序号	标准号	标准名称	引用位置	备注
1	GB/T 13663-2000	给水用聚乙烯管材	3.1术语与定义； 4.1聚乙烯	
2	GB/T 13663.2-2005	给水用聚乙烯（PE）管道系统	第23.1术语与定义；	

		部分：管件	5.3电熔管件的电阻偏差； 5.5.1聚乙烯管件的规格尺寸； 5.5.2机械连接管件的规格尺寸； 5.7.2聚乙烯管件及机械连接管件的力学性能； 5.8.2管件物理机械性能； 6.3电熔管件的电阻测量； 6.5.2聚乙烯管件及机械连接管件的力学性能试验； 6.6.2管件物理机械试验 7.3.1.2聚乙烯管件及机械连接管件物理出厂检验项目。	
3	GB/T 1844.1-2008	塑料 符号和缩略语 第1部分：基础聚合物及其特征性能（ISO 1043-1:2001， IDT）	3.1术语和定义。	
4	GB/T 2035-2008	塑料术语及其定义（ISO 472:1999， IDT）	3.1术语和定义。	
5	GB/T 14450	胎圈用钢丝(ISO 16650:2004， MOD)	4.2.2中钢丝的直径及允许偏差； 4.2.3中钢丝的力学性能。	
6	GB/T 228.1	金属材料 室温拉伸试验方法(ISO 6892-1:2009， MOD)	4.2.3表2钢丝的抗拉强度和断裂伸长率的试验方法。	
7	GB/T 11253	碳素结构钢冷轧薄钢板及钢带(neq ISO 4997:1999， NEQ)	4.3.2钢板的力学性能的要求。	
8	GB/T 912	碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板和钢带（ISO 4995:2001(E)， ISO 4996:1999(E),NEQ）	4.3.2钢板的力学性能的要求。	
9	GB/T 1033.1	塑料 非泡沫塑料密度的测定 第1部分:浸渍法、液体比重瓶法和滴定法。（ISO 1183-1:2004,IDT）	4.5表3粘接树脂密度的试验方法。	
10	GB/T 3682	热塑性塑料熔体质量流动速率和熔体体积流动速率的测定（ISO 1133:1997,IDT）	4.5表3粘接树脂熔体质量流动速率的试验方法。 6.6.1.1熔体质量流动速率试验方法。	
11	GB/T 1633	热塑性塑料维卡软化温度(VST)的测定（ISO 306:1994， IDT）	4.5表3粘接树脂维卡软化点的试验方法。	



12	GB/T 19466.6	塑料 差示扫描热法 (DSC) 第6部分: 氧化诱导时间 (等温OIT) 和氧化诱导温度 (动态OIT) 的测定	4.5表3粘接树脂氧化诱导时间的试验方法。 6.6.1.2氧化诱导时间试验方法。
13	GB/T 1040.1	塑料 拉伸性能的测定 第1部分: 总则 (ISO 527-1:1993,IDT)	4.5表3粘接树脂拉伸强度和断裂标称应变的试验方法。
14	GB/T 1040.2	塑料 拉伸性能的测定 第2部分: 模塑和挤塑塑料的试验条件 (ISO 527-2:1993,IDT)	4.5表3粘接树脂拉伸强度和断裂标称应变的试验方法。
15	GB/T 2790	胶粘剂180°剥离强度试验方法 挠性材料对刚性材料	4.5表3粘接树脂180°剥离强度的试验方法。
16	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	5.8卫生性能的要求; 6.7卫生性能测试方法。
17	GB/T 2918	塑料试验状态调节和试验的标准环境 (ISO 291:1997,IDT)	6.1试样状态调节和试验的标准环境。
18	GB/T 8806	塑料管道系统 塑料部件尺寸的测定 (ISO 3126:2005,IDT)	6.4规格尺寸检验。
19	GB/T 6111	流体输送用热塑性塑料管材耐内压试验方法	6.5.1管材及钢骨架聚乙烯复合管件静液压强度试验方法。
20	GB/T 15560	流体输送用塑料管材液压瞬时爆破和耐压试验方法	6.5.1管材及钢骨架聚乙烯复合管件爆破压力试验方法。
21	GB/T 2791	胶粘剂T剥离强度试验方法 挠性材料对挠性材料	6.6.1.4剥离强度试验方法。
22	GB/T 2828.1-2012	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	7.3.2抽样方案 (出厂检验)。
23	GB/T 2829-2002	周期检验计数抽样程序及抽样表 (适用于对过程稳定性的检验)	7.4.4抽样方案 (型式检验)。

### 3.术语和定义

本标准对文件中涉及的概念给以定义,所使用的符号和缩略语给以规定。文件中术语、定义、符号和缩略语的建立依据 GB/T1.1-2009《标准化工作导则 第1部分 标准的结构和编写》,并参考了 GB/T 13663-2000、GB/T 13663.2-2005、GB/T 1844.1-2008 和 GB/T 2035-2008 确立。

文本涉及的专用术语和定义 5 个,且包括英文名称,即:钢丝网增强聚乙烯复合管材、钢骨架聚乙烯复合管件、聚乙烯外层最小壁厚、粘接树脂、允许工作压力。

### 4.材料

钢丝网增强聚乙烯复合管道系统所用材料主要包括聚乙烯、钢丝、钢板、其它金属材料和粘结树脂。

#### 4.1 聚乙烯

直接引用 GB/T 13663 内容，采用 PE80 及 PE100 聚乙烯管道专用料。

#### 4.2 钢丝

因 SRCP 是一种新型管材，目前市场上没有一种钢塑复合管专用的钢丝，根据工艺特点和性能要求采用胎圈用钢丝，其各项技术要求主要引用 GB/T 14450 的要求，并根据产品工艺技术特点提出要求。

##### 4.2.1 外观

从生产过程中的工艺控制和钢丝复合效果出发要求钢丝表面无油污、无锈斑、无污垢等污物，为了不影响钢丝的力学性能要求不得有破损、压痕等对使用有害的缺陷。

##### 4.2.2 直径及允许偏差

钢丝公称直径及其允许偏差应符合 GB/T 14450 的要求，本标准基于产品性能要求，仅给出了管材所用最小钢丝直径要求，管材钢丝网格参数计算可参考下述：

钢丝作为 SRCP 管道中承受压力的主要载体，不同规格管材中钢丝所承受压力的比例不等，由于钢丝直径大小和钢丝数量多少的可调整性，为 SRCP 管道生产带来很大的灵活性，各个生产厂家可以根据自有的技术特点、客户要求或工况要求等进行调整，不适宜对各个规格的钢丝数量及直径做出明确的规定，因此本文本仅明确钢丝网结构和推介采用的最小钢丝直径，具体钢丝网格参数的确定，可以采用下面的方法进行。

目前，实际生产应用中钢丝网格参数主要采用浙大化机所郑津洋团队提出的力平衡法、经验公式法的两计算理论，以 SRCP 爆破压力达到 3 倍允许工作压力为目的来确定，其中力平衡法更为准确，但计算较经验公式法复杂，两种方法比较如下：

爆破压力计算方法

##### (1) 力平衡法

SRCP 由内外聚乙烯层与钢丝复合层组成，其承压能力可认为由钢丝与聚乙烯叠加而成。但因聚乙烯断裂伸长率远远大于钢丝断裂伸长率，即 SRCP 破坏时钢丝达到拉伸强度极限而断裂，聚乙烯则没有达到强度极限。由于钢丝与聚乙烯通过粘结剂紧密粘接，变形过程中可近似认为钢丝与聚乙烯应变相等。因此，钢丝计算强度取其强度极限，聚乙烯的计算强度取其拉伸应变与钢丝断裂伸长相等时所对应的强度，即聚乙烯的计算强度。将钢丝的拉伸极限与聚乙烯的计算强度代入 (1) 式即可得到 SRCP 短时爆破压力  $P_B$ ：

$$P_B = \frac{Nd^2(\sigma_{bg} \sin^2 \alpha - \sigma_{bp})}{4r_i(r_i + r_o) \cos \alpha} + \sigma_{bp} \left( \frac{r_o}{r_i} - 1 \right) \quad (1)$$

式中  $d$ ——钢丝直径，mm；

$N$ ——缠绕钢丝总根数；

$r_i$ ——复合管内半径, mm;

$r_o$ ——复合管外半径, mm;

$\alpha$ ——钢丝缠绕方向与轴向夹角, °;

$\sigma_{bg}$ ——钢丝强度极限, MPa;

$\sigma_{bp}$ ——聚乙烯计算强度, MPa。

钢丝的强度极限可参照相关标准, 与钢丝的断裂应变相对应的聚乙烯计算强度取为 16MPa。

## (2) 经验系数法

SRCP 短时爆破压力  $P_B$  根据式 (2) 计算:

$$P_B = P_{B1} + P_{B2} \quad (2)$$

式中:  $P_{B1}$ ——复合管中钢丝承担的内压载荷, MPa;

$P_{B2}$ ——复合管中聚乙烯承担的内压载荷, MPa;

复合管钢丝承担的内压载荷  $P_{B1}$ :

$$P_{B1} = 0.735 \times \frac{NFC}{D_1^2} \quad (3)$$

式中:  $C$ ——缠绕层数修正系数, 0.8~0.9, 取 0.9;

$D_1$ ——计算直径 (外层直径减总壁厚), 即钢丝缠绕层直径, mm;

$F$ ——单根钢丝断裂时承受的力, 根据钢丝抗拉强度计算和直径计算, N/根;

$N$ ——缠绕钢丝总根数。

复合管聚乙烯承担的内压载荷  $P_{B2}$ :

$$P_{B2} = \frac{2e\sigma}{D_2} \quad (4)$$

式中:  $D_2$ ——复合管聚乙烯层中径, mm, 可取  $D_2=D_1$ ;

$e$ ——聚乙烯层计算厚度 (总壁厚), mm;

$\sigma$ ——管材级高密度聚乙烯 (PE80 级以上) 的屈服强度取 22MPa。

## (3) 计算结果比较

将各型号的 SRCP 结构参数代入力平衡公式与经验公式进行计算, 并将两种计算结果分别与短时爆破试验结果比较, 其结果为力平衡法计算结果与试验结果的相对误差范围在 -25.35%~

1.34%，相对误差平均值为-12.46%，相对误差标准差为  $5.20 \times 10^{-3}$ ；经验公式法计算结果与试验结果的相对误差范围在-32.53%~-4.33%，相对误差平均值为-18.69%，相对误差标准差为  $5.60 \times 10^{-3}$ ，故相比较而言，力平衡法的相对误差均值与相对误差标准差更小，其结果更接近试验值。为此本标准采用力平衡法计算钢丝网格参数，并在资料性附录 C 中规定了计算方法。

#### 4.2.3 力学性能

钢丝的单向扭转次数引用 GB/T 14450 的要求，由于 GB/T 14450 中抗拉强度和断裂伸长率要求的钢丝规格最小为 0.78mm，不能满足本标准要求，因此在数据引用的基础上列表细分，直径小于 0.78mm 的钢丝性能按照 0.78mm 钢丝要求。

#### 4.3 粘接树脂

由于粘结树脂对管材性能的影响极大，故本标准文本对其性能作了如表 2 所示要求：

表 2 粘结树脂性能要求

序号	项目	要求	试验方法	试验条件
1	密度/g/cm <sup>3</sup>	0.920~0.960	GB/T 1033.1	
2	熔体质量流动速率/g/10min	0.5~4.0	GB/T 3682	2.16kg、190℃
3	维卡软化点/℃	≥115	GB/T 1633	
4	氧化诱导时间/min	≥20	GB/T 17391	200℃
5	拉伸强度/MPa	≥18	GB/T 1040.1 GB/T 1040.2	50mm/min
6	断裂标称应变/%	≥350	GB/T 1040.1 GB/T 1040.2	50mm/min
7	180°剥离强度/N/25mm	≥100	GB/T 2790	100mm/min
8	粘接树脂与钢丝的剪切强度/MPa	≥13	见附录 A	见附录 A

部分参数说明：

##### 1) 维卡软化点

维卡软化点 ≥115℃，与现行业实际状况相吻合，使标准更具有可推广性。

##### 2) 拉伸强度

虽然粘结树脂在管材结构中主要起粘结复合作用，但是在管道使用中，也要承担一部分压力，因此粘结树脂的强度对管道的强度也有一定的影响，最为关键是粘结树脂的强度，也能决定了钢丝层与聚乙烯层复合的强度。结合现行业实际状况，确定拉伸屈服强度值 ≥18 MPa。

##### 3) 180°剥离强度

180°剥离强度试验方法为挠性材料对钢性材料试验。管材中粘结树脂有两个粘结界面，一个是粘结树脂与聚乙烯粘结界面，另一个是粘结树脂与钢丝粘结界面，由于粘结树脂为聚乙烯改性制得，与聚乙烯间有良好的粘结复合效果，因此，粘结树脂与钢丝粘结界面的复合效果就决定了管材整体的复合效果。本参数是依据 GB/T 2790，结合现行业粘结树脂实际状况，确定 180°剥离强度 ≥100 N/25mm。

#### 4) 粘接树脂与钢丝的剪切强度

在钢丝网增强聚乙烯复合管中,粘接树脂的最为主要的的作用是在管道承受内压时传递受力并维持复合结构的稳定性,而粘接树脂与镀铜钢丝粘接界面的剪切强度表征了其传递力量与维持结构稳定的能力,故增加剪切强度指标,用以对粘接树脂粘性能优劣的评价。结合现行业粘接树脂实际状况,确定剪切强度 $\geq 13\text{MPa}$ 。

#### 4.4 公称压力折减系数

温度压力折减系数直接引用 GB/T13663

### 5.要求

#### 5.1 颜色

管材、管件的颜色一般为黑色或蓝色,且黑色管材宜有蓝色色条。因现有多数生产设备生产出来的管材仅一条色条线,故未规定最小色条数量。

#### 5.2 外观

针对 SRCP 实际情况,本标准文本强调了管端头应切割平整,并与管轴线垂直的要求,因为在工程连接安装过程中,可能采用先热熔对接焊,再电熔焊的方式连接,这类连接方法的管材端头在安装前没有防渗漏密封处理,但管材间的热熔对接焊工艺实际上对管材端头进行密封处理,而任何一种连接方式均要求管材端头平整,才有利于的保证管道的连接质量。

#### 5.4 管材规格

##### 5.4.1 管材的压力等级、规格尺寸及尺寸允许偏差

由于 SRCP 管道主要采用电熔连接方式,而管材的结构为多层复合,在电熔连接时,电熔管件产生的热量使管材最外层聚乙烯熔融塑化,如果外层聚乙烯太薄,一是热量传递可能破坏管材的层与层之间的复合效果,二是外层聚乙烯薄,熔融塑化的聚乙烯少,因熔融产生的压力小,致使管材管件焊接不牢固,因此,本标准中对管材聚乙烯外层最小壁厚作出了要求。不同压力等级管材的规格尺寸及最小钢丝直径见表 3 所示:

表 3 不同压力等级管材的规格尺寸及最小钢丝直径

公称外径 $d_n$ / mm	平均外径 $d_{em}$		聚乙烯外层最小壁厚 $e_{y,min}$ / mm	最小钢丝公称直径 /mm	允许工作压力 $P_o$ /MPa											
	$d_{em,m}$ in /mm	$d_{em,m}$ ax /mm			0.8		1.0		1.6		2.0		2.5		3.5	
					任一点壁厚 $e_y$ 取值范围/mm											
					$\geq$	$\leq$	$\geq$	$\leq$	$\geq$	$\leq$	$\geq$	$\leq$	$\geq$	$\leq$	$\geq$	$\leq$
50	50.0	51.2	1.5	0.5	-	-	-		5.0	6.2	5.5	6.7	6.0	7.5	6.5	8.0
63	63.0	64.2	1.5	0.5	-		-		5.5	6.7	6.0	7.2	6.5	8.0	7.0	8.5
75	75.0	76.2	1.5	0.5	-		-		6.0	7.2	6.5	7.7	7.0	8.5	7.5	9.0
90	90.0	91.4	2.0	0.5	-		-		6.5	8.0	7.0	8.5	7.5	9.0	8.0	9.5
110	110.0	111.5	2.0	0.5	-		6.0	7.5	7.0	8.5	7.5	9.0	8.0	9.5	8.5	10.0
125	125.0	126.6	2.0	0.6	-	-	6.0	7.5	7.5	9.0	8.0	9.5	8.5	10.0	9.5	11.0
140	140.0	141.7	2.0	0.6	-	-	6.0	7.5	8.0	9.5	8.5	10.0	9.5	11.0	10.5	12.0

160	160.0	162.0	2.5	0.6	-	-	6.5	8.0	9.0	10.5	9.5	11.0	10.5	12.5	11.5	13.5
200	200.0	202.3	2.5	0.6	-	-	7.0	8.5	9.5	11.0	10.5	12.5	12.5	14.5	13.0	15.2
225	225.0	227.5	2.5	0.6	-	-	8.0	9.5	10.0	12.0	10.5	12.5	12.5	14.5	-	
250	250.0	252.5	2.5	0.6	8.0	9.5	10.5	12.5	12.0	14.2	12.0	14.2	13.0	15.2	-	
315	315.0	317.7	3.5	0.6	9.5	11.0	12.0	14.0	13.0	15.5	13.0	15.5	14.5	17.0	-	
355	355.0	357.8	3.5	0.8	10.0	11.8	12.5	14.7	14.0	16.5	-		-		-	
400	400.0	403.0	3.5	0.8	10.5	12.5	13.0	15.2	15.0	17.8	-		-		-	
450	450.0	453.2	3.5	0.8	11.5	13.5	14.0	16.5	16.0	18.8	-		-		-	
500	500.0	503.2	3.5	0.8	12.5	14.7	16.0	18.8	18.0	20.8	-		-		-	
560	560.0	563.2	3.5	0.8	17.0	20.0	20.0	23.0	21.0	24.0	-		-		-	
630	630.0	633.2	3.5	0.8	20.0	23.0	22.0	25.0	24.0	27.0	-		-		-	
710	710.0	713.8	3.5	1.0	23.0	26.0	26.0	29.5	-			-		-	-	
800	800.0	803.8	3.5	1.0	27.0	30.5	30.0	33.5	-			-		-	-	

注：管材聚乙烯内层壁厚不小于管材壁厚的 1/3

## 5.5 管件规格尺寸

由于 SRCP 与聚乙烯电熔承口管件连接形成的管道系统在承受内压时，其复合层的树脂（粘接树脂与 PE 管材专用料的混合物）起到力的传递作用，因粘接树脂的强度约为 PE 管材专用料的 2/3，即使按现行实际生产工艺，加入一定量的 PE 管材专用料，其强度仍小于 PE 管材专用料的强度，故本标准规定聚乙烯电熔承口管件的熔区最小长度为 GB/T 13663.2 规定的对应规格的 1.5 倍左右，其余规格尺寸引用 GB/T 13663.2 的相关规定；聚乙烯插口管件以及机械接管件的规格尺寸引用 GB/T 13663.2 的相关规定，以适用于 1.6Mpa 及 1.6Mpa 以下的管道系统。

钢骨架聚乙烯复合管件适用 2.0-3.5Mpa 管道系统和 DN355 以上大口径管道系统，主要包括钢骨架聚乙烯复合承口电熔管件和钢骨架聚乙烯复合插口管件。

对于 DN355-DN630 1.6Mpa 和 DN710 及 DN800 1.0Mpa 管道系统，从经济效益和节能减排的角度考虑，推介采用钢骨架聚乙烯复合管件。

为了鼓励厂家创新及技术的进步，采用欧标习惯---基于性能要求，而未规定增强管件主体壁厚、增强骨架参数、管件外形尺寸等，本标准仅对管件连接用的几何参数进行了规定。压力等级不大于 1.6Mpa 的钢骨架聚乙烯复合管件熔区最小长度为 GB/T 13663.2-2005 规定的 1.5 倍左右；由于 DN50-DN315 2.0Mpa 及以上压力等级的管件使用压力大，结合多年工程应用经验，规定其熔区最小长度值在 GB/T 13663.2-2005 规定的 2 倍左右，以确保管道系统的安全性。

由于 SRCP 和复合管件中含有钢丝或钢板，在加热焊接过程中会导致热量大量的散失，同时出于增加电热熔连接的可靠性出发，管件的熔区长度进行大幅增加；同时规定了聚乙烯插口管件外层的最小厚度，实践也证明了长的熔区能够更好地保证管道的连接质量。

管件的內径不圆度参照 GB/T 13663.2-2005。

为了能够更加清晰的表示管件结构和几何尺寸，参照 GB/T 13663.2-2005 添加了复合管件结构示意图。

## 5.6 静液压强度与爆破压力

### 5.6.1 管材及钢骨架聚乙烯复合管件的静液压强度与爆破压力

#### 1) 爆破压力试验参数

众所周知 SRCP 的内压负载绝大部分是由增强钢丝承担的,爆破压力试验是检验增强钢丝部分的承载能力。十多年实践证明 SRCP 的失效方式有多种,最多见的是增强钢丝断裂,要保证 SRCP 安全使用,首先要确认钢丝部分的承载能力(取决于钢丝性能,数量,布置...)。SRCP 在应用过程中,其输送介质的温度及压力波动较小,故钢丝强度的衰减可以不考虑温度及疲劳影响,所以可以采用常温下的爆破压力试验测定 SRCP 钢丝部分的承载能力。根据多年经验及 2013 年 1 月 14 日《钢丝网增强聚乙烯复合管道寿命预测研讨会》专家的意见,采用 3 倍的允许工作压力(以下简称  $P_0$ )来做爆破压力试验,并作为型式检验项目。

SRCP 的失效方式除钢丝断裂外,其塑料部分的开裂、穿孔等也是其失效方式,所以,SRCP 标准中必须有检验聚乙烯和粘接树脂部分质量的测试来证明能够其使用安全。聚乙烯和粘接树脂均属于热塑性塑料,具有粘弹效应,在长期受力情况下,其强度受蠕变影响较大,短期性能和长期性能有很大差别。确认 SRCP 塑料部分承载能力的最确切的方法是在使用条件下进行长期静液压试验。但是采用这样的长期静液压试验来检验和保证产品质量是不现实的,必须用强化测试条件的短期试验(以下简称加速试验)来判断其长期承载能力。SRCP 检验塑料部分的承载能力及安全使用的方法可以借鉴全热塑性塑料管的经验和资料。全热塑性塑料管标准中判断其长期承载能力的方法如下述:

GB/T 13663-2000《给水用聚乙烯(PE)管材》中对于管材的静液压强度的要求如表 4 所示:

表 4 给水用聚乙烯管材静液压强度要求

序号	项目	环向应力,MPa			要求
		PE 63	PE 80	PE 100	
1	20℃静液压强度(100 h)	8.0	9.0	12.4	不破裂,不渗漏
2	80℃静液压强度(165 h)	3.5	4.6	5.5	不破裂,不渗漏
3	80℃静液压强度(1 000 h)	3.2	4.0	5.0	不破裂,不渗漏

因为给水用聚乙烯(PE)管材有不同 SDR 系列,所以静液压强度的试验要求中标示环应力比较方便。实际试验时需要计算出试验压力,因为按照 GB/T 13663 标准 PE63, PE80 和 PE100 材料的设计应力的最大允许值分别是 5, 6.3, 8 MPa(即在公称压力 PN 下的环向应力),所以 GB/T 13663 静液压强度的试验表中规定的环向应力可以换算成以公称压力倍数表示的试验压力,如表 5 所示:

表 5 静液压强度要求

序号	破坏时间项目	试验压力			要求
		PE63	PE80	PE100	
1	20℃静液压强度(100 h)	1.60PN	1.43PN	1.55PN	不破裂, 不渗漏
2	80℃静液压强度(165 h)	0.70PN	0.73PN	0.69PN	不破裂, 不渗漏
3	80℃静液压强度(1000 h)	0.64PN	0.64PN	0.63PN	不破裂, 不渗漏

SRCP 不同于 PE 实壁管, 结构中有一个耐温度较低的“粘接树脂(或称专用热熔胶)”部分, 其维卡软化温度也远低于管材级聚乙烯专用料。粘接树脂在 SRCP 的力学体系中有重要作用——在 PE 与钢丝间作为连接桥梁, 起到固定钢丝位置, 实现力的传递, 使钢丝与 PE 共同作用来承担管道内压。但这个粘接树脂在 40℃以上强度就逐渐下降, 超过 60℃其强度就成几何级数快速下降, 所以如果测试温度超过 60℃, SRCP 中就会因粘接树脂软化, 钢丝失去固定而出现非正常滑移, 破坏了 SRCP 的力学体系而造成 SRCP 失效。即 80℃测试是不适用于 SRCP 的, 为此, 本标准采用 60℃静液压试验来验证 SRCP 的承载能力, 具体如下:

第 1 个试验点: 试验温度 20℃, 试验时间 1h, 试验压力 2 PN, 十多年来国内各企业都一直把此作为出厂检验执行, 保证了 SRCP 的健康发展, 保持不变。

第 2, 3 试验点: 借鉴图 1 PE100 “最低要求静液压强度曲线”在 60℃, 破坏时间 165h 和 1000h 选二个试验点。

按右上“最低要求静液压强度曲线”选择的温度 60℃, 破坏时间 165h 点, 环应力 6.8MPa, 相当试验的压力是  $6.8/8=0.85PN$ 。(把环应力 8MPa 的压力定为公称压力 PN)

按右上“最低要求静液压强度曲线”选择的温度 60℃, 破坏时间 1000h 点, 环应力 6.5MPa, 相当的试验压力是  $6.5/8=0.81PN$ 。

因不同规格、不同压力等级的 SRCP 钢丝网格参数及壁厚不同, 其环应力也就不同, 且没有公式可通过环应力来计算出静液压试验压力, 故 SRCP 静液压试验压力不能象 PE 管一样用环应力来表示, 只能用允许工作压力的倍数表示。

和热塑性塑料压力管道同样道理, 如果 SRCP 在 1h, 165h, 1000h 三个试验点的测试都合格, 可以判断其在 20℃和  $P_o$  下可以安全使用。

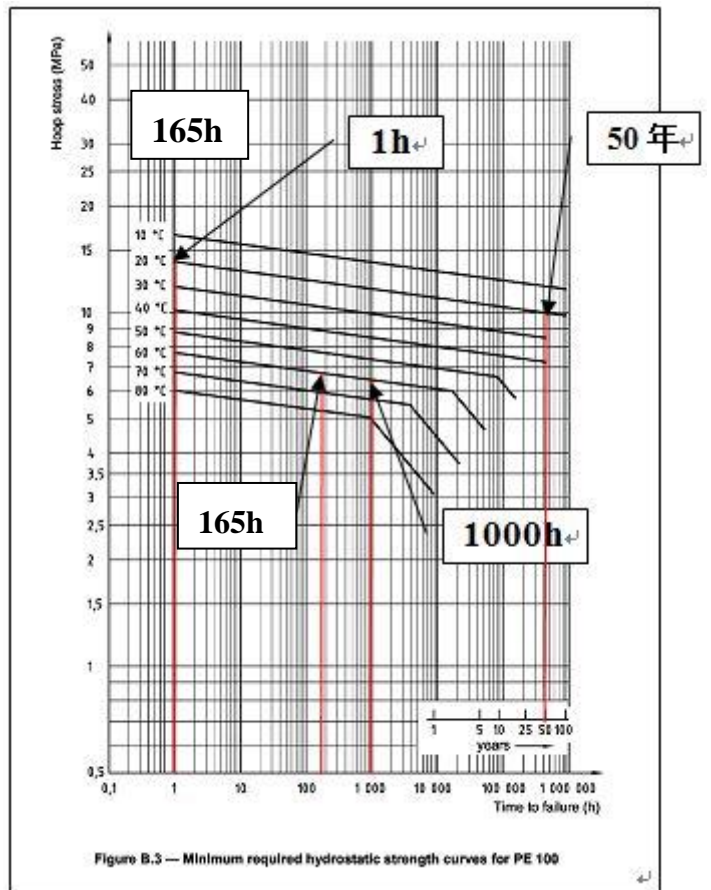


图 1 PE100 最低要求静液压强度曲线



总之，本标准采用‘加速试验’检验 SRCP 塑料部分长期性能是借鉴热塑性塑料压力管的标准方法。这个标准方法是经过国际上长期理论研究和试验验证的，已经被各国都认可和接受的。

2013 年 1 月 14 日《钢丝网增强聚乙烯复合管道寿命预测研讨会》专家建议结合 ISO9080，补充部分 60℃ 及 60℃ 以下的静液压验证试验数据，尽快完成《钢丝网增强聚乙烯复合管道》国家标准的制定工作。

工作组根据以上理论、标准、经验及专家意见，安排相关验证性试验，并形成了如图 2 钢丝网增强聚乙烯复合管静液压强度试验曲线。

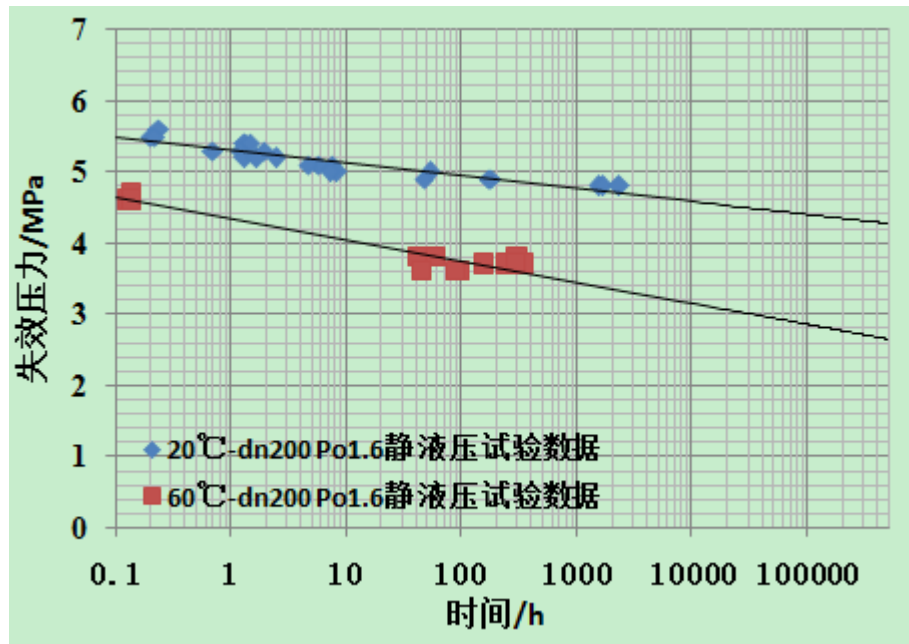


图 2 钢丝网增强聚乙烯复合管静液压强度试验曲线

试验样品为 dn200 P<sub>0</sub>1.6 规格钢丝网增强聚乙烯复合管材，钢丝参数 0.8×160。

故本标准采用下表所示静液压强度及爆破压力试验要求来检验 SRCP 的长期耐压性能。

表 6 SRCP 静液压强度及爆破压力试验要求

	试验温度℃	试验时间 h	试验压力	型式检验	出厂检验
爆破压力试验	20	--	3 Po	型式检验	出厂检验
短期静液压试验	20	1	2 Po	型式检验	X
	60	165	0.85 Po	型式检验	出厂检验
	60	1000	0.81 Po	型式检验	X

5.6.2 纯聚乙烯管件及机械连接管件的静液压强度试验要求直接引用 GB/T13663.2。

## 5.7 物理力学性能

### 5.7.1 管材物理力学性能

#### 受压开裂稳定性

多年来各个生产厂家的试验验证，该项目科学及合理。

## 剥离强度

平均剥离强度值应大于等于 15N/mm，单个试样剥离强度值应大于等于 12N/m，且规定剥离界面为韧性破坏，表面呈絮状。

该指标有别于本标准 5.4 表 2 粘结树脂基本性能中的粘结强度，主要是测试管材中粘结树脂层与内外层聚乙烯之间的复合强度，采用挠性材料对挠性材料的 T 剥离强度试验方法。

该指标的高低反应了 SRCP 生产过程中的工艺控制好坏和层与层之间的复合效果，对管道的承压能力具有很大的影响，通过多年的应用实践证明，对该指标的高要求，有利于提升产品质量，对剥离界面的要求，使试验结果显得更加直观。

## 复合层静液压稳定性

此项试验是检验 SRCP 中粘结树脂与钢丝间的粘结强度如何，试样试验是在 20℃，允许压力×1.5，时间为 165h 条件下进行。

## 氧化诱导时间及熔体质量流动速率

此两指标均为测试管材聚乙烯材质部分相关的性能指标，因此引用 GB/T13663 相关内容。只是要求管材试样应取自管材与管件的接触面，因为这样可以控制管材与管件的接触面 PE 树脂的质量，进而保证管材与管件间的焊接质量。

## 5.7.2 管件物理力学性能

引用 GB/T13663.2 的规定。

## 5.9 卫生性能

符合 GB/T 17219 的规定。

## 6. 试验方法

试验方法见验证性试验报告。

需要说明的是：本标准中未提到系统适用性的技术要求，其实本标准中 SRCP 与 SRCP、其它类管材、管件、设备、容器等连接时，均需 SRCP 与电热熔管件熔接后再与 SRCP、其它类管材、管件、设备、容器等相连接，其连接可靠性要求，即为 SRCP 系统适用性的技术要求。这一点在本标准中的管件所涉及的技术要求中得以体现，因为管件的静液压强度与爆破压力试验、物理力学性能试验中，均必须与 SRCP 熔接后再做。

同时 SRCP 焊接质量无损检测技术的研发也取得了长足的进步，其第三代无损检测样机已于浙江大学试制成功，它具有准确性高、质轻、操作方便快捷、易判读等特性。随着此项技术的产业化，将有力地促进 SRCP 等塑料（复合）管道的推广应用。

## 五、征求意见及意见处理情况

见《征求意见汇总处理表》。

## 六、关于本标准的说明

- 1、本标准与现行的有关法律、法规和强制性标准无冲突和违背。
- 2、本标准无重大分歧意见。

- 3、建议本标准作为推荐性国家标准发布实施。
- 4、建议在全国塑料制品标准化技术委员会的领导下，开展对本标准涉及内容的标准宣传贯彻。
- 5、无修订或废止其他有关标准的建议及说明
- 6、无其它应予说明的事项。

标准起草小组

2014年12月