

中华人民共和国国家标准

GB/T 29165.1—2012/ISO 14692-1:2002

石油天然气工业 玻璃纤维增强塑料管 第1部分：词汇、符号、应用及材料

Petroleum and natural gas industries—Glass-reinforced plastics (GRP)
piping—Part 1: Vocabulary, symbols, applications and materials

(ISO 14692-1:2002, IDT)

2012-12-31 发布

2013-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 术语和定义	1
2.1 一般术语	1
2.2 技术术语	2
3 符号和缩略语	13
3.1 符号	13
3.2 下脚标	16
3.3 缩略语	16
4 原则	16
5 应用	16
5.1 主要应用	16
5.2 其他应用	17
6 材料	18
7 尺寸	18
8 压力术语	19
参考文献	21

前 言

GB/T 29165《石油天然气工业 玻璃纤维增强塑料管》分为以下几部分：

- 第1部分：词汇、符号、应用及材料；
- 第2部分：评定与制造；
- 第3部分：系统设计；
- 第4部分：装配、安装和运行。

本部分为 GB/T 29165 的第1部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 ISO 14692-1:2002《石油天然气工业 玻璃纤维增强塑料管 第1部分：词汇、符号、应用及材料》(英文版)。

本部分由全国石油天然气标准化技术委员会(SAC/TC 355)归口。

本部分起草单位：中国石油集团石油管工程技术研究院。

本部分主要起草人：徐婷、戚东涛、邓波、方伟、李厚补、许晓锋。

石油天然气工业 玻璃纤维增强塑料管

第 1 部分：词汇、符号、应用及材料

1 范围

GB/T 29165 的本部分规定了术语、定义和符号,并明确了原材料和管子的应用范围。

本部分适用于石油和天然气工业用陆地、海上固定和浮动平台玻璃纤维增强塑料管的规范、制造、试验和安装等。

本部分与 GB/T 29165 其他部分一起使用。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1 一般术语

2.1.1

权威机构 authority having jurisdiction

能够满足工程设计标准和项目安全性要求的第三方组织。

如:有授权的认证机构、政府管理机构或行业协会。

2.1.2

承包商 contractor

执行所有或部分项目/设备运行的设计、工程、采购、施工和试运行的一方。

注:委托方(2.1.9)可承担所有或部分承包商的责任。

2.1.3

设计方 designer

执行所有或部分项目/设备设计的一方。

2.1.4

安装方 installer

执行所有或部分复合材料管(2.2.11)的安装及其项目安装工作的建设和试运行的一方。

2.1.5

安装检验员 installation inspector

能对复合材料管安装和安装件进行完整、独立检验的人员。

2.1.6

安装监理 installation supervisor

能对复合材料管的安装和连接进行现场监督的专业人员。

2.1.7

制造商 manufacturer

生产或提供设备以履行承包商所规定职责的一方。

2.1.8

运行方 operator

承担管道系统运行和维护的最终责任的一方。

注：运行方可以是委托方或委托方的代理商。

2.1.9

委托方 principal

启动项目并最终为项目的设计和施工付款的一方。

注：委托方通常规定技术条件要求,并最终为确保安全和其他声明的事项负责。委托方也可以包括被授权代表委托方权利的代理人或顾问。

2.1.10

现场 site

管道系统安装的位置。

2.2 技术术语

2.2.1

促进剂 accelerator

当与催化剂或树脂混合时,可以加速催化剂和树脂之间化学反应的物质。

2.2.2

主动消防 active fire protection

使用卤代烷哈龙、水、CO₂ 和泡沫等材料灭火的一种方法。

2.2.3

粘接连接 adhesive joint /adhesive bond/bonded joint/glued joint/socket joint

用粘接剂将两个构件粘接在一起的刚性接头。

注：一般由略带锥度的承口和经机械加工的圆筒状或锥面插口组成。

2.2.4

各向异性 anisotropic

沿材料不同方向测试时呈现不同的性能。

2.2.5

碳纤维 carbon fiber

由有机先驱体纤维,如人造丝、聚丙烯腈或沥青在惰性环境中热解所制得的纤维。

2.2.6

气蚀 cavitation

液体中形成气孔突然塌陷,引起非常高的局部压力,导致严重的界面腐蚀。

2.2.7

耐蚀玻璃纤维 chemical-resistant glass

具有特定抗酸化学稳定性的玻璃纤维或合成纱。

注：此类玻璃纤维主要用于玻璃纤维增强塑料(GRP)管富树脂内衬层的增强材料。

2.2.8

塌陷压力 collapse pressure

导致组件屈曲塌陷的外部压力差。

2.2.9

组件变量 component variant

组件个体。

2.2.10

复合 composite

在树脂基体中埋入增强纤维。

2.2.11

复合材料管 composite pipe

采用纤维增强热固性塑料制造的管子。

注：GB/T 29165(所有部分)中均不包括热塑性塑料。

2.2.12

短切原丝毡 chopped strand mat; CSM

由乳液或粉末粘接剂将短切的玻璃纤维丝束粘合在一起的增强结构材料,其中的短切纤维在平面内随机分布。

2.2.13

固化 cure

改变热固性树脂的性能的不可逆化学反应过程。

注1：这种化学反应实例诸如共聚、环化和接枝反应。

注2：无论加热加压与否,可通过添加交联剂实现固化。

2.2.14

固化周期 cure cycle

用来固化热固性树脂系统的时间/温度/压力周期。

2.2.15

固化剂 curing agent

添加至树脂可以导致聚合反应的催化剂或活性剂。

注：对环氧树脂来说,也称为硬化剂。

2.2.16

分层 delamination

由于粘接力不足导致的层合板(2.2.65)两相邻层的分离现象。

注：既可以出现在局部又可出现在较大区域。

2.2.17

设计外压 design external pressure

组件在服役寿命期间可承受的外部最大正压力差值,即外压减内压。

2.2.18

设计压力 design pressure

组件在服役寿命期间可承受的内部最大压力差值,即内压减外压。

2.2.19

设计温度 design temperature

设计条件下,服役中能达到的最大流体温度。

2.2.20

差示扫描量热法 differential scanning calorimetry; DSC

一种测量聚合物的玻璃化转变温度的方法。

2.2.21

动态机械热力学 dynamic mechanical thermal analysis; DMTA

一种测量聚合物或FRP(2.2.33)组件玻璃化转变温度的方法。

2.2.22

接地 earth/ground

与大地进行电连接。

2.2.23

E-玻璃 E-glass

通常用于制造 GRP(2.2.48)管的玻璃纤维,主要由 SiO_2 、 Al_2O_3 和 MgO 组成。

2.2.24

弹性承插密封扣接头 elastomeric bell-and-spigot seal lock joint

橡胶密封扣接头 rubber seal lock joint

橡胶密封锁扣接头 rubber sealed key lock joint

由插口和 O 型圈或唇状密封圈型承端组成的连接接头。

2.2.25

导电的 electrically conductive

传导的 conductive

体积电阻率不大于 $10^4 \Omega \cdot \text{m}$ 。

2.2.26

静电耗散的 electrostatic dissipative

传导的 conductive

体积电阻率大于 $10^4 \Omega \cdot \text{m}$ 但低于 $10^9 \Omega \cdot \text{m}$, 或环境温度和 50% 相对湿度时, 表面电阻率小于 $10^{10} \Omega \cdot \text{m}$ 。

2.2.27

环境应力开裂 environmental stress cracking; ESC

应力作用下, 暴露于化学介质或环境中的聚合物或复合材料中开裂的现象。

2.2.28

环氧化物 epoxide

环氧树脂 epoxy

包含至少两个环氧环或环氧乙烷环的化合物。

注 1: 环氧环在化学上指包含两个碳原子和一个氧原子的三元环。

注 2: 用途最广的环氧树脂为 DGEBA(双酚 A 二环氧甘油醚)。环氧树脂通常与固化剂一起配合使用, 固化剂是与环氧环发生反应的物质, 可生成羟基和其他产物, 并将最初的线性分子连接成为刚性三维网络结构。

2.2.29

因数化评定压力 factored qualified pressure

用于确定 GRP 管道或管道系统安全运行包络线的压力。

注: 因数化评定压力以评定压力为基础, 并考虑评定程序中没有涉及的特定服役条件, 如除 65°C 以外其他温度条件, 暴露在除水之外的其他化学介质中。

2.2.30

因数化应力 factored stress

以因数化评价压力为基础的环向应力。

2.2.31

失效 failure

丧失结构完整性和(或)输送流体从组件或连接处泄漏。

2.2.32

纤维 fibre

长径比至少为 100 的丝状材料, 通常从熔池中经牵伸、纺丝或经底层沉积来制备。

注: 通常纤维长度很大直径很小, 直径一般小于 $25 \mu\text{m}$ 。纤维通常被制成有捻纱(合股纱)或无捻纱(直接纱), 纱束包含数百根单丝。

2.2.33

纤维增强塑料 fibre-reinforced plastic; FRP

以任何类型的纤维增强的塑料基复合材料,不限于玻璃纤维。

2.2.34

纤维缠绕 filament winding

用预先经过基体材料预浸的预浸带或在缠绕过程中预浸的连续增强材料制造复合材料构件的工艺。

2.2.35

耐火等级编号 fire classification code

依据耐火和火焰反应性能进行的组件的耐火编号设计。

2.2.36

耐火性 fire endurance**阻燃性 fire resistance**

在火焰中维持基本性能的能力。

2.2.37

燃烧反应性 fire-reaction property

有利于蔓延火焰、释放热量和排放烟雾/废气的材料的性能。

2.2.38

装配工 fitter**接头连接工 jointer****管子连接工 pipe bonder**

能够符合要求并独立安装和连接复合材料管的工人。

2.2.39

管件 fitting

几何形状不同于直管的具有承压-流体密封作用的组件。

例如:法兰、三通、弯头、变径管等。

2.2.40

阻燃剂 flame retardant

用来阻止树脂燃烧的化学物质。

2.2.41

法兰连接 flange joint

具有标准螺栓孔和平面尺寸的平面法兰间的机械联接。

2.2.42

挠度系数 flexibility factor

具有相同层数、杨氏模量、厚度和等效长度的组件/管件与直管的挠度之比。

2.2.43

自由端试验 free-end testing

采用的管子密封端形式能使内压在组件壁中轴向、环向和径向同时产生应力的内压测试方法。

参见 2.2.110 轴向无载荷试验。

2.2.44

功能 function

管道系统行使其主要目的的能力,即高于最小压力时输送最小量流体的能力。

2.2.45

燃烧炉试验 furnace test

遵循一定的时间-温度曲线,在间隔炉中按规定标准进行的试验。

2.2.46

凝胶层 gel coat

铺层前在模具和胶体表面涂覆的速凝树脂。

注：凝胶层是层合板层的组成部分，通常用来提供特殊服役性质（见内衬层，2.2.69）。

2.2.47

玻璃纤维增强环氧 glass-fibre-reinforced epoxy; GRE

玻璃纤维增强的环氧树脂基复合材料。

2.2.48

玻璃纤维增强塑料 glass-fibre-reinforced plastic; GRP

玻璃钢 fibreglass

玻璃纤维增强的聚合物基复合材料，也称为复合材料、增强塑料、增强热固性塑料和 RTR 塑料。

注 1：主要的玻璃纤维为 E—玻璃（2.2.23）。

注 2：GB/T 29165（所有部分）仅限于使用热固性（2.2.120）树脂。

2.2.49

玻璃化转变温度 glass transition temperature

T_g

无定形聚合物从高弹态转化为玻璃态时的温度。

注：这种性能明显的改变是由于聚合物中局部分子运动实质性停止引起的。低于玻璃化转变温度时，无定形聚合物具有与普通无机玻璃类似的性质。而当高于其玻璃化转变温度时，它具有高弹性特征。

2.2.50

接地柱/接地夹 grounding clamp

与管子组件连接的金属管件，用于与大地进行电连接。

2.2.51

手工铺设 hand lay-up

将非连续增强物，如织毡、短切纤维毡，经基体材料浸渍后手工铺设在芯模的制造复合材料构件的工艺。

2.2.52

硬化剂 hardener

添加于塑料组分中用于加快或控制固化反应的物质或混合物。

2.2.53

危险区 hazardous area

存在可燃气体的空间，其中可燃气体存在量经常高于潜在火源控制预防的规定要求。

2.2.54

热变形温度 heat-distortion temperature

标定载荷下，标准试验棒达到规定形变时所对应的温度。

2.2.55

热流/热通量 heat flux

热量流动速率的密度 density of heat flow rate

单位时间通过单位面积上的热量。

2.2.56

烃容器着火 hydrocarbon pool fire

烃池内液体着火。

2.2.57

水压试验 hydrotest

验证安装后的管道系统压力保持完整性的压力试验。

参见工厂静水压试验(2.2.78)。

注：也称为渗漏试验。

2.2.58

浸渍 impregnate

增强体浸入树脂。

2.2.59

引火放电 incendive discharge

静电火花释放足够的能量以点燃易燃气体。

2.2.60

完整性 integrity

使管道系统行使其功能所需的最低结构要求。

2.2.61

发泡型防火涂层 intumescent

着火后,能膨胀产生惰性“炭”层的被动消防涂层。

2.2.62

喷射火焰 jet fire

在特定方向范围内,由于连续释放具有巨大动能燃料的燃烧引起的湍流扩散火焰。

2.2.63

连接 joint

连接两个或更多组件的方法。

示例:直管与管件的连接,或直管与直管的连接。

2.2.64

单层板 laminae

纤维增强树脂薄片,用于平面或曲面铺设。

2.2.65

层合工艺 laminate

通常采用加压和加热的方法,采用粘接剂将单层板复合在一起。

注:通常用于平板,也可用于管子。采用这种粘接方法制造的产品称为层合板。

2.2.66

层合连接 laminated joint

对口卷绕式连接 butt-and-wrap joint

对口包覆连接 butt-and-strap joint

对焊连接 butt-welded joint

由平口管和管件组成的连接与增强纤维和树脂/硬化剂混合物一起进行层合形成的连接。

2.2.67

铺设长度 laying length

管线的实际长度。即原始长度与安装时管件或接头增加的长度之和。

2.2.68

泄漏试验 leak test

检验连接是否发生泄漏的压力试验。

注:通常在低于水压试验的压力下进行较长时间的试验。

2.2.69

内衬层 liner

涂覆在管子制品内壁,用来保护化学作用下的层合板或防止压力下发生渗漏的富树脂涂层。

注：内衬层也可用来提高耐磨蚀和耐腐蚀的性能。

2.2.70

长期静水压压力 long-term hydrostatic pressure; LTHP

采用外推法得到的组件 20 年长期平均失效压力。

注：按 ASTM D2992 方法 B 的要求确定 LTHP。

2.2.71

长期静水压强度 long-term hydrostatic strength; LTHS

采用外推法得到的自由端密封直管 20 年长期平均失效强度。

注：按 ASTM D2992 方法 B 的要求确定 LTHS。

2.2.72

置信下限 lower confidence limit; LCL

基于 20 年寿命的长期静水压力或应力的 97.5% 的置信下限。

2.2.73

芯模 mandrel

被树脂浸渍增强体所缠绕的核心模具，用来形成管子、管件和壳体结构形状。

2.2.74

制造商压力等级 manufacturer's pressure rating

制造商在产品资料给出的压力等级。

2.2.75

基体 matrix

层板结构中纤维埋入的均质树脂或聚合物材料。

2.2.76

机械连接 mechanical joint

GRP 管子组件之间的非粘接型连接。

注：机械连接通常采用专用设备。

2.2.77

兆欧表 megohmmeter

测量电阻的高压仪表。

2.2.78

工厂静水压试验 mill hydrostatic test

工厂或制造厂进行的短期静水压试验，在高于设计压力的条件下进行质量控制检查。

2.2.79

调制式差示扫描量热法 modulated differential scanning calorimetry (MDSC)

差示扫描量热法(2.2.20)的一种，能把可逆反应与不可逆反应区别开。

2.2.80

公称直径 nominal diameter

管道系统中所有组件所通用的尺寸数字编号，不同于外径或螺纹尺寸标注值。

注：为了便于引用，公称直径为圆整数字。

2.2.81

运行压力 operating pressure

名义的或预期的标准内压力差，即管道或管道系统所承受的内压与外压之差，它不得超过设计

压力。

2.2.82

椭圆度 ovality

组件圆形截面的不规则度,由最大和最小横截面轴长之差来度量。

2.2.83

分项系数 f_1 part factor f_1

LTHP 97.5%置信下限与平均值的比率。

2.2.84

分项系数 f_2 part factor f_2

与管道工程系统置信度、应用特性和失效后果有关的降级系数。

2.2.85

分项系数 f_3 part factor f_3

考虑与压力无关的轴向载荷的分项系数,如弯曲载荷。

2.2.86

被动消防 passive fire protection

采用牺牲或不可燃涂层以使火灾损失最小化的方法。

2.2.87

性能标准 performance standard

对材料、产品和服务特性的限定。

2.2.88

酚醛 phenolic

苯酚和甲醛合成的一类聚合物树脂,常采用空气干燥和焙烤的方式固化。

注:通过热处理和催化处理能进一步增强其耐化学性。

2.2.89

管道支架 pipe support

从管子或结构附件向支撑结构或装置传递载荷的管子固定物或结构附件。

注1:固定物包括悬挂类固定物,如悬杆、弹簧吊架、抗摆系杆、平衡锤、螺丝扣、压杆、链条、导架和锚;轴承类固定物包括鞍座板、基座、辊轴支架、托架和滑动支架。

注2:结构附件包括粘接或浇铸在管子上的组件,如夹子、凸块、支撑环、夹板、U型夹、铁箍和裙板。

2.2.90

管路 piping

传送、分配、混合、分离、排放、计量、控制或限定流体流动的管路装置。

2.2.91

管路组件 piping component

组件 component

用于连接或装配成为输送流体的密封性管道系统的机械部件。

示例:管子、管件、法兰、垫片、螺栓、阀门,及其伸缩接头、柔性接头、压力胶管、集液器、过滤器和串联分离器的装置。

2.2.92

管道系统 piping system

具有相同设计条件的互相连接的管道。

注:管道系统也包括管子支架,但不包括支撑结构。

2.2.93

管线系统 pipeline system

具有相同设计条件的组件组成的管道,通常用于在油井和油田设备之间、油田设备与处理厂之间、处理厂与储存设施之间传输流体。

2.2.94

泊松比 Poisson's ratio

比例极限之下,轴向应变与相应环向应变之比。

2.2.95

比例极限 proportional limit

不偏离应力和应变线性比例条件下,材料能承受的最大应力。

2.2.96

后固化 postcure

附加的高温固化,通常在无压力条件下进行,用以提高树脂的最终性能和/或完全固化,或降低化合物中挥发物的百分比。

注:对于某些树脂中只有将固化树脂置于比固化温度更高的温度中时,才能获得完全固化和最终的机械性能。

2.2.97

有效期 pot life

催化后的热固性树脂系统保持足够低的黏度以满足搬运及其搬运后达到充足反应达到特殊性能的时间周期。

2.2.98

压力等级 pressure rating

额定压力 rated pressure

组件的等级,与其承受静内压或标准循环内压时的耐久性有关。

2.2.99

压力应力乘子 pressure stress multiplier; PSM

由于施加在管件上轴向载荷引起的环向应力载荷少量增长。

2.2.100

产品族 product family

所有变量具有相同功能的组件类型。

示例:直管、弯管、三通、异径管接头等。

2.2.101

产品族代表 product family representative

代表特定产品族(2.2.100)的组件。

注:包括直管、带接头的管子、弯头和异径管接头、三通和法兰。同时也包括在工厂或现场使用的制造工艺,这并不作为制作库存产品工艺评定的一部分,只作为制造库存物品所采用的部分处理过程。

2.2.102

产品分支 product sector

按具体的直径和压力范围进行分组的产品族的分支部分(2.2.100)。

2.2.103

产品分支代表 product sector representative

作为产品分支(2.2.102)代表的组件变量,基本评定试验以此为单位进行。

2.2.104

评定 qualification

用于表明组件符合 GB/T 29165.2 要求的过程。

2.2.105

评定压力 qualified pressure

根据 2.2.104 中评定要求确定的组件压力等级。

2.2.106

评定应力 qualified stress

基于评定压力(2.2.105)的环向应力。

2.2.107

额定温度 rated temperature

根据 GB/T 29165.2 和 ISO 14692-3,确定的因数化压力条件下的最大设计温度。

2.2.108

异径管接头 reducer

连接不同尺寸管子的组件。

2.2.109

增强体 reinforcement

埋入基体并提高其机械性能的增强材料。

注:增强体通常为长纤维、晶须、颗粒等物质,此术语不应同义为填充物。

2.2.110

轴向无载荷试验 axial load-free testing

采用管子密封装置或机械方法以使内压仅在组件壁上产生环向和径向应力的压力试验方式。

2.2.111

无捻粗纱 roving

原丝、单丝不加捻而并合的集束体。

2.2.112

鞍长 saddle

与管子外径粘接在一起的 GRP 材料的弧面长度。

2.2.113

短期静水压压力 short-term hydrostatic pressure;STHP

在标准实验室温度 SLT (2.2.116)下采用自由端试验确定的短期爆破压力。

注:STHP 按 ASTM D1599 的要求确定。

2.2.114

偶联剂 sizing agent

用以提高玻璃纤维增强体与树脂之间的粘接力而涂覆于玻璃纤维上的涂层。

2.2.115

管串 spoolpiece

采用层合或粘接接头在工厂制作的管子和管件的永久性装置。

2.2.116

标准实验室温度 standard laboratory temperature;SLT

由已被认可的标准和标准偏差定义的温度。

示例:23℃±2℃。

2.2.117

应力集中系数 stress intensification factor;SIF

外载荷下组件/管件的实际/有效应力与其名义应力之比,此名义应力由具有相同截面模量和杨氏模量的直管段确定。

2.2.118

系统 system

由具有代表性的一系列管子、管件、接头、配件、支撑构件、穿越件和服役中具有隔热和防火作用的

相关涂层组成的管道装配部分。

2.2.119

热固性塑料 thermoset

采用加热和/或化学反应的方法进行固化时,变为不熔和不溶性材料的塑料。

2.2.120

热固性不饱和聚酯 thermosetting polyester

通过将不饱和的、通常为线性的醇酸树脂溶解在乙烯基型活性单体中,如苯乙烯,甲基或烯丙基酯合成的热固性树脂类。

注:通过使用过氧化氢催化剂和促进剂或加热加速烯类聚合反应实现固化。

2.2.121

丝束 tow

无捻的纤维束。

2.2.122

丝束特克斯支数 tow tex

单位长度的纤维束质量。

2.2.123

摩擦起电 tribocharging

一种绝缘材料在另一种绝缘材料上进行摩擦产生静电电荷的过程。

2.2.124

类型 type

具有相同功能的组件。

注:管子、主连接件、法兰、异径管接头、三通和弯头均为不同的组件类型。

2.2.125

耐火试验 type testing

将系统置于火中,针对既定的服役条件范围评定集成系统组件。

2.2.126

紫外线辐射 ultraviolet radiation; UV

频段略高于可见光谱的电磁辐射。

2.2.127

变量 variant

具有唯一公称直径、类型和压力等级组合的组件。

2.2.128

乙烯基酯 vinyl ester

一类含有丙烯酸酯和/或甲基氨基酸的热固性树脂,其中许多由环氧树脂制成。

注:与不饱和聚酯反应一样,固化是通过与其他乙烯基单体如苯乙烯发生共聚而完成的。

2.2.129

水锤作用 water hammer

由于管内流体突然停止流动引起的冲击载荷或压力波动。

2.2.130

缠绕角 winding angle

主要增强体与管子轴向的夹角。

注:角度可以为正或负。

2.2.131

无捻粗纱布 woven roving; WR

纤维丝束在一个平面内编织在一起形成 0° 和 90° 方向正交提供强度的增强体。

3 符号和缩略语

3.1 符号

A_1	温度分项系数
A_2	耐化学性分项系数
A_3	循环服役分项系数
α_a	轴向热膨胀系数
α_h	环向热膨胀系数
b_1	鞍式支座宽度
C	电容
D	组件增强层平均直径
D_i	组件增强层内径
D_m	平均光密度
D_n	公称增强层直径
d_{ID}	组件内径
d_{OD}	组件外径
ΔT_{eff}	用于应力分析的有效设计温度改变量。
ΔT_{pa}	环境温度与工艺设计温度之差。
δ_a	轴向压力校正系数
δ_h	环向压力校正系数
E_a	轴向模量
$E_{a, pipe}$	管子轴向模量
$E_{a, bend}$	弯曲轴向模量
E_h	环向模量
$E_{h, bend}$	弯曲环向模量
ϵ	应变
$F_{a, max}$	最大轴向压载荷
F_c	外载荷安全系数
F_{max}	载荷(或应力)循环中最大载荷(或应力)
F_{min}	载荷(或应力)循环中最小载荷(或应力)
f_{scale}	短期失效包络线与长期失效包络线比例缩放系数
f_1	提供长期压力试验中分散度测量的分项系数
f_2	载荷分项系数(安全系数)
f_3	考虑 GRP 管子轴向限定承载能力时的分项系数
$f_{3, man}$	用于制造商报价目的指定的 f_3 值
G	静态回归曲线斜率
$G_{default}$	静态回归曲线斜率缺省值
G_{shear}	剪切模量
γ	剪切应变
I_b	垂直于弯管轴的重心轴线的面积二次矩
I_p	垂直于管子轴的重心轴线的面积二次矩

I_i	垂直于三通轴的重心轴线的面二次矩
K_s	支撑类型系数
k	考虑 GRP 低温传导性的系数
k_b	GRP 弯管挠度系数
k_t	GRP 三通挠度系数
L	管长
L_{max}	管件(弯管、三通和异径管)全长最大值
L_s	支架跨度
λ_b	弯管管道系数
M	弯矩
M_i	施加的面内弯矩
M_o	施加的面外弯矩
M_T	施加的扭矩
m_{psb}	弯管压应力乘子
m_{pst}	三通压应力乘子
N	服役生命重点的循环总数
p	承压
p_c	外部坍塌压力
p_d	设计压力
$p_{d,max}$	最大设计压力
p_{LCL}	置信下限
p_{LTHP}	长期静水压压力
p_{LTHS}	长期静水压强度
p_{NPR}	制造商公称压力等级
p_q	评定压力
p_{qf}	因数化评定压力
p_{STHP}	短期静水压压力
π	3.14159(仅保留 6 位有效数字)
θ	总鞍座包角
Q_{CFE}	熄灭时临界流量
Q_{sb}	持续燃烧热量
Q_t	散热总量
q_p	散热峰值
R_b	平均管子弯曲半径
R_c	管道系统设计循环刚度
R_i	内径
R_o	外径
r	应力比为 0 : 1 和 2 : 1 时短期双轴强度比
ρ_c	GRP 密度
ρ_L	管内流体密度
S_f	应力集中系数
S_{ft}	三通集中系数
$S_{fi,ib}$	面内弯曲时轴向集中系数(SIF)

$S_{fs,ob}$	面外弯曲时轴向集中系数(SIF)
$S_{fb,ib}$	面内弯曲时环向集中系数(SIF)
$S_{fb,ob}$	面外弯曲时环向集中系数(SIF)
σ_a	轴向应力
$\sigma_{al(0:1)}$	应力比 0 : 1 时理想长期轴向(径向)强度
σ_{ab}	非压力导致的轴向应力
$\sigma_{a,bp}$	内压和自重产生的弯曲引起的轴向应力
$\sigma_{a,eff,b}$	弯管有效轴向应力
$\sigma_{a,eff,t}$	三通有效轴向应力
σ_{ap}	内压引起的轴向应力
$\sigma_{a,sum}$	轴向应力总和
σ_{fs}	因数化应力
σ_h	环向应力
$\sigma_{h,eff,b}$	弯管有效环向应力
$\sigma_{h,eff,t}$	三通有效环向应力
σ_{hb}	弯曲引起的环向应力
σ_{hp}	内部压力引起的环向应力
$\sigma_{h,sum}$	环向应力总和
σ_{qs}	评定应力
$\sigma_{sa(0:1)}$	应力比 0 : 1 时短期轴向强度
$\sigma_{sa(1:1)}$	应力比 1 : 1 时短期轴向强度
$\sigma_{sh(1:1)}$	应力比 1 : 1 时短期环向强度
$\sigma_{sa(2:1)}$	应力比 2 : 1 时短期轴向强度
$\sigma_{sh(2:1)}$	应力比 2 : 1 时短期环向强度
σ_u	圆柱体纯弯曲时的轴向弹性屈服应力
t	时间
T_g	玻璃化转变温度
T_{TD}	试验压力与设计压力之比
$T_{P1\ 000}$	进行 1 000 h 存活检验时的试验压力
t	公称壁厚
t_b	弯管参比层合板的增强层壁厚
t_{br}	三通支管层合板的平均壁厚
t_d	弯管参比层合板的壁厚
t_{min}	最小壁厚
t_{pipe}	管子参比层合板的增强层壁厚
t_r	组件的平均增强层壁厚
t_t	三通的平均增强层壁厚
τ	剪切应力
τ_{max}	最大剪切应力
ν_{ha}	泊松比,环向应力引起的轴向与环向应变之比
ν_{ah}	泊松比,轴向应力引起的环向与轴向应变之比
V	电位
W	表面带电的电能

w_0	单位长度管子的管子和流体的净重量
ξ	扭转应力
Z	使 p_{LCL} 能被 p_{STHP} 整除的系数, 如 $p_{LCL} = p_{STHP}/Z$

3.2 下脚标

b	弯管
fr	产品族代表
cv	组件变量
psr	产品分支代表
t	三通

3.3 缩略语

ANSI	美国国家标准协会
API	美国石油学会
ASME	美国机械工程师协会
ASTM	美国材料与试验协会
BSI	英国标准学会
DIN	德国标准化学会
HSE	安全卫生管理协会 (UK)
IMO	国际海事组织
NDE	无损检测
NDT	无损检验
PTFE	聚四氟乙烯
SLT	标准实验室温度

4 原则

GB/T 29165(所有部分)基于性能而非规范推荐材料的选择,这也称为“基于性能的材料选择(PBMS)”。PBMS反映真正的功能需求,不进行强制要求,也不规定材料。PBMS的四个关键步骤如下:

- 识别和记录所有与应用相关的性能因素;
- 量化功能性能要求;
- 评定材料的技术可接受程度;
- 最终选择。

以上方法提供了标准化可审核的选材途径。

5 应用

5.1 主要应用

GB/T 29165(所有部分)适用于石油和天然气工业用陆地、海上固定和浮动平台玻璃纤维增强塑料管道的规范、制造、试验和安装等。

GRP管道典型应用领域见表1。

应用的烃类环境包括原油、浓缩物、柴油、溶剂型化合物或有毒排放系统等,其风险分析结果可靠。

风险分析用于识别选择 GRP 管道材料时面临的风险,及其在相同条件下金属管道系统的风险对比。GRP 也可用于无重大潜在失效或失效后果判定不严重的地方。

高压油气应用应考虑消防工程和消防性能要求。

对于完全嵌入混凝土的管道,如混凝土重力坝基结构中的压载管道,由于管道形成了防渗结构,因此也可采用其他替代标准。但是,建议施工和安装期间,特别注意可能加载在管道上的载荷,包括穿越和截面变化部分。

表 1 GRP 管道典型应用领域

压仓水	天然气(甲烷等)
锅炉给水	原生气
冷却水	浅层天然气
排水(非有害物)	氯化氢气体
注水	航空-A 燃油
消防水(干线环和湿态或干态喷淋)	石油
地下水	燃油
纯净水	原油
饮用水	氯化亚硫酸钠
工艺用水	氢氧化钠
产出水	乙二醇
海水	盐酸
公共用水	氯代烷烃
下水(灰色污水)	溴水
下水(红色污水)	乳化液(油/水)
废水	油气混合物
冷凝物(水 and 气)	通风
CO ₂	压仓管道系统
惰性气体	沉箱泵管、冷凝管或海水提升泵管

浮动安装中,涉及海洋系统和(或)压载系统相关的 GRP 管道,采用其他法规和标准时,应参考船体或船只的设计、建造和认证标准。但是,建议使用 GB/T 29165(所有部分),且注意具体的设计细节,同时考虑到诸如船体运动、差动位移和舱壁穿越等因素。

虽然 GB/T 29165(所有部分)可作为泵沉箱、消音管、I 形管、海水提升管和其他类似结构管子的一般基础规范,但这些应用通常需要考虑内部压力和结构载荷。因此,这些结构应单独设计,以满足所有的载荷条件。

5.2 其他应用

GB/T 29165(所有部分)适用于其他系统的范围包括:

- 石油和伴生气输送用陆上管道和管道系统;
- 运输化学品的管道和管道系统。

注: GB/T 29165(所有部分)没有特指用于埋地管道(陆上或海上)。但是本部分中大部分内容可适用于管线的评

定、制造和安装规范。

6 材料

GB/T 29165(所有部分)应限于由纤维增强热固性树脂生产的刚性组件的制造。典型的树脂为环氧树脂、不饱和聚酯、乙烯酯和酚醛。不包括热塑性树脂。

增强层的主要增强材料应为玻璃纤维,如连续纤维和无捻粗纱布等。GB/T 29165(所有部分)应谨慎用于其他增强纤维制造的管子,且与委托方(2.1.9)协商一致。用户应注意确认计划使用的树脂系统采用的树脂和固化剂适宜使用,而且其全部性能符合 GB/T 29165(所有部分)对树脂系统的要求。见注 1。

GB/T 29165(所有部分)不适用于以热塑性塑料或橡胶为内衬的管道系统。这是由于这些材料可能导致 GRP 管道特性发生明显改变。见注 2 和注 4。

最高使用温度由树脂类型和固化状态确定。基于典型的 GRP 管道系统,表 2 给出了不同树脂的最高推荐使用温度。

表 2 最高推荐使用温度

树脂类型	最高温度/℃
环氧	110
乙烯基酯	100
不饱和聚酯	70
酚醛	150

这取决于特殊流体的浓度和侵蚀性以及固化剂的类型,GRP 管线或管道系统的最高运行温度可能适当降低。

GRP 的最低推荐温度为-35℃。也可以考虑更低的温度。

注 1: 表中所列树脂只是通用的化合物。它们的热性能、力学性能以及化学稳定性会随树脂及固化剂明显变化。

注 2: 由于缺少热塑性树脂在管道上的使用经验,因此将其排除在本部分之外。

注 3: 由于缺少其他增强材料,例如碳纤维、芳纶纤维,制成的管道的长期耐压、耐冲击和耐火性能方面的信息,因此玻璃纤维是首选的增强材料。

注 4: 使用热塑性塑料内衬将导致承压失效模式的变化。这类内衬也会影响管道的耐火和静电性能。

7 尺寸

图 1 推荐了 GB/T 29165(所有部分)所覆盖的典型管道压力-直径范围。

GB/T 29165(所有部分)给出的结构计算应满足式(1)。

$$\left(\frac{t_r}{D}\right) \leq 0.1 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

t_r ——增强层壁厚,即不包括内衬和防火层的厚度,单位为毫米(mm);

D ——增强层的平均直径,单位为毫米(mm)。

GB/T 29165(所有部分)涵盖了 GRP 管线和管道系统的全部主要组件(管子、弯管、异径接头、三通、支架、法兰式接头等),不包括阀门和设备。

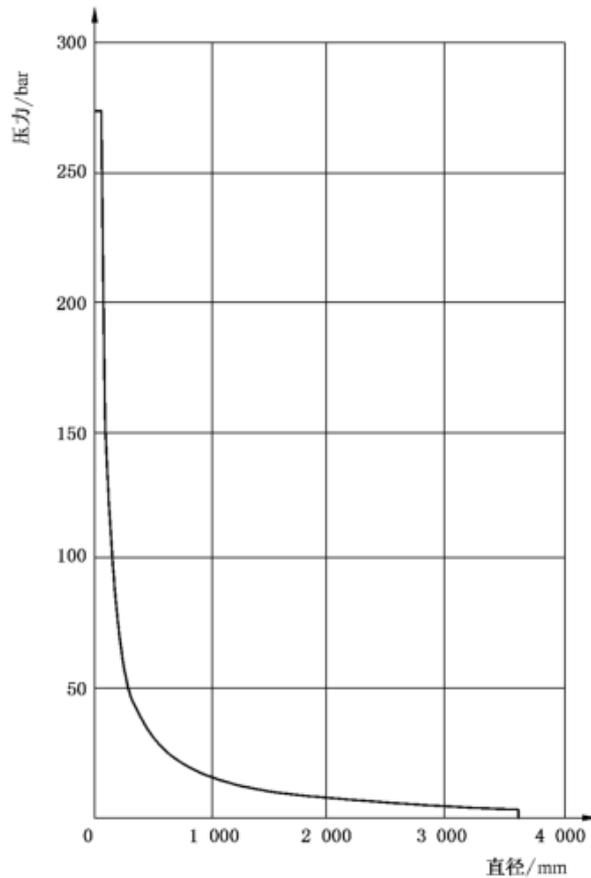


图 1 GRP 管线和管道系统的压力-直径经验包络线

8 压力术语

本部分使用的压力术语取决于应用时的上下章节环境,避免将供应商引用的压力等级术语与制造商手册中的数据、设计压力和运行压力相混淆。

在 GB/T 29165.2 中,制造商以兆帕(MPa)(同等的 bar)为单位给定所有组件的评定压力 p_q ,该值对应于自由端方式,即试验时环向和轴向压力载荷比为 2 : 1 的管样测定的 20 年最低长期性能。缺省设计温度为 65 °C。基于可用的合适测试数据,其他温度下数据可采用内插和因数化的方法获得。评定压力不同于制造商的公称压力等级 p_{NPK} ,公称压力等级中包含了一个制造商基于经验选择的降级系数。

式(2)给出 GRP 管路和接头/管件的最大设计压力 $p_{d,max}$:

$$p_{d,max} = f_2 \cdot f_3 \cdot p_q \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- p_q —— 评定压力,单位为兆帕(MPa);
- f_2 —— 与管道系统的置信度、应用环境特性和失效后果相关,用于评估工作载荷的分项系数缺省值为 0.67,其中不包括温度修正系数;
- f_3 —— 不是固定的参数,用来考虑限定的 GRP 轴向承载能力。 f_3 的最大许用值为 1.0(通常只用于埋地管道)。

评定压力经因数化后得到因数化的评定压力 p_{df} ,考虑了 65 °C 以外温度下的性能以及暴露在化学

介质(非水)影响。

在 ISO 14692-3 中组件的系统设计压力 p_d 由式(3)给出:

$$p_d \leq f_2 \cdot f_3 \cdot p_{df} \dots\dots\dots(3)$$

系统的设计压力 p_d 由 f_3 最小值的组件限定。由于 f_3 取决于轴向应力的大小,只有在完成应力分析后, f_3 最小值的组件才能确定。如果应力超出了失效包络线,设计人员应重新设计系统以便降低应力,或者选择有更高评定压力的管道组件。

因数化的评定压力用于确定评定应力 σ_{qs} 。直管的评定应力为系统在稳定条件下运行时的最大环向应力。采用评定应力和制造商提供的其他信息对失效包络线进行设计。如 ISO 14692-3:2002 中 7.11 所述,系统设计人员应确保系统的应力落在因数化的长期设计包络线内。

在 ISO 14692-4 中,要求安装人员了解系统的设计压力和评定压力以便对管道系统施工和试运行。操作人员也应了解系统的评定压力,以便进行维修和改进。

运行压力是指系统运行时的压力,该压力不应超过设计压力。

参 考 文 献

- [1] GB/T 29165.2 《石油天然气工业 玻璃纤维增强塑料管道 第2部分:评定与制造》
 - [2] ISO 14692-3:2002 《石油天然气工业 玻璃纤维增强塑料管道 第3部分:系统设计》
 - [3] ISO 14692-4:2002 《石油天然气工业 玻璃纤维增强塑料管道 第4部分:装配、安装和运行》
 - [4] ASTM D1599 《塑料管、管道、管件耐短时静水压失效压力的标准试验方法》
 - [5] ASTM D2992 《获得玻璃钢管道管件静水压或压力设计基数的标准实验》
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
石油天然气工业 玻璃纤维增强塑料管
第 1 部分:词汇、符号、应用及材料
GB/T 29165.1—2012/ISO 14692-1:2002

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.gb168.cn

服务热线:010-51780168

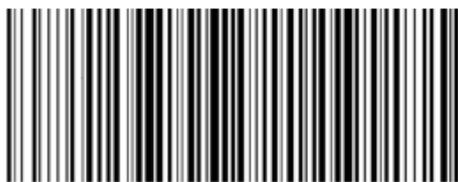
010-68522006

2013 年 5 月第一版

*

书号:155066·1-47233

版权专有 侵权必究



GB/T 29165.1-2012