

ICS 75.200

E 98

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

P

SY/T 0603—2019

代替 SY/T 0603—2005

玻璃纤维增强塑料储罐技术规范

Technical specification for fiberglass reinforced plastic tanks

2019-11-04 发布

2020-05-01 实施

国家能源局 发布

中华人民共和国石油天然气行业标准

玻璃纤维增强塑料储罐技术规范

Technical specification for fiberglass reinforced plastic tanks

SY/T 0603—2019

主编部门：中国石油天然气集团有限公司

批准部门：国家能源局

石油工业出版社

2019 北京

国家能源局

公 告

2019 年 第 6 号

国家能源局批准《水电工程电法勘探技术规程》等 384 项能源行业标准（附件 1）、《Technical Guide for Rock-Filled Concrete Dams》等 48 项能源行业标准英文版（附件 2）、《风电场项目环境影响评价技术规范》等 7 项能源行业标准第 1 号修改单（附件 3），废止《风电场工程勘察设计收费标准》等 5 项能源行业标准 / 计划（附件 4），现予以发布。

- 附件：1. 行业标准目录（节选）
2. 行业标准英文版目录（略）
3. 行业标准修改通知单（略）
4. 行业标准和计划废止目录（略）

国家能源局
2019 年 11 月 4 日

附件

行业标准目录（节选）

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
246	SY/T 0089—2019	油气厂、站、库给排水设计规范	SY/T 0089—2006		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
247	SY/T 0310—2019	滩海石油工程仪表与控制系统设计规范	SY/T 0310—1996		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
248	SY/T 0457—2019	钢质管道液体环氧涂料内防腐技术规范	SY/T 0457—2010		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
249	SY/T 0603—2019	玻璃纤维增强塑料储罐技术规范	SY/T 0603—2005		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
250	SY/T 0077—2019	天然气凝液回收设计规范	SY/T 0077—2008		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
251	SY/T 4108—2019	油气输送管道同沟敷设光缆（硅芯管）设计及施工规范	SY/T 4108—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
252	SY/T 4110—2019	钢质管道聚乙烯内衬技术规范	SY/T 4110—2007		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
253	SY/T 4113.3—2019	管道防腐层性能试验方法 第3部分：阴极剥离测试	SY/T 0037—2012 SY/T 0072—2012 SY/T 0094—1999		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
254	SY/T 4113.4—2019	管道防腐层性能试验方法 第4部分：拉伸剪切强度测试	SY/T 0041—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
255	SY/T 4113.5—2019	管道防腐层性能试验方法 第5部分：抗弯曲测试	SY/T 0038—2013 SY/T 0084—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
256	SY/T 4113.6—2019	管道防腐层性能试验方法 第6部分：压痕硬度测试	SY/T 0062—2000		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
257	SY/T 4201.1—2019	石油天然气建设工程施工质量验收规范 设备安装工程 第1部分：机泵类	SY 4201.1—2016		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
258	SY/T 4201.2—2019	石油天然气建设工程施工质量验收规范 设备安装工程 第2部分：塔类	SY 4201.2—2016		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
259	SY/T 4201.3—2019	石油天然气建设工程施工质量验收规范 设备安装工程 第3部分：容器类	SY 4201.3—2016		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
260	SY/T 4201.4—2019	石油天然气建设工程施工质量验收规范 设备安装工程 第4部分：炉类	SY 4201.4—2016		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
261	SY/T 4202—2019	石油天然气建设工程施工质量验收规范 储罐工程	SY 4202—2016		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
262	SY/T 4203—2019	石油天然气建设工程施工质量验收规范 站内工艺管道工程	SY 4203—2016		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
263	SY/T 4204—2019	石油天然气建设工程施工质量验收规范 油气田集输管道工程	SY 4204—2016		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
264	SY/T 4205—2019	石油天然气建设工程施工质量验收规范 自动化仪表工程	SY 4205—2016		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
265	SY/T 4206—2019	石油天然气建设工程施工质量验收规范 电气工程	SY 4206—2007		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
266	SY/T 4211—2019	石油天然气建设工程施工质量验收规范 桥梁工程	SY 4211—2009		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
267	SY/T 4217.3—2019	石油天然气建设工程施工质量验收规范 通信工程 第3部分：油气田通信光缆地理线路			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
268	SY/T 4217.4—2019	石油天然气建设工程施工质量验收规范 通信工程 第4部分：长输管道站场通信			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
269	SY/T 5106—2019	石油天然气钻采设备 封隔器规范	SY/T 5105—1997 SY/T 5106—1998 SY/T 5352—2007 SY/T 5404—2011 SY/T 5625—2008 SY/T 6222—2012 SY/T 6304—2013 SY/T 7017—2014		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
270	SY/T 5225—2019	石油天然气钻井、开发、储运防火防爆安全生产技术规程	SY 5225—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
271	SY/T 5237—2019	水的氢同位素分析 锌还原和高温裂解法	SY/T 5237—1991		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
272	SY/T 5238—2019	有机物和碳酸盐岩碳、氧同位素分析方法	SY/T 5238—2008		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
273	SY/T 5244—2019	石油天然气钻采设备 井液循环管汇	SY/T 5244—2014		石油工业 出版社	2019-11-04	2020-05-01
274	SY/T 5249—2019	石油天然气钻采设备 地面压驱动可控震源	SY/T 5249—2010		石油工业 出版社	2019-11-04	2020-05-01
275	SY/T 5259—2019	罐顶气轻烃气相色谱分 析方法	SY/T 5259—2013		石油工业 出版社	2019-11-04	2020-05-01
276	SY/T 5328—2019	石油天然气钻采设备 热采井口装置	SY/T 5328—1996		石油工业 出版社	2019-11-04	2020-05-01
277	SY/T 5397—2019	分子标志物谱图	SY/T 5397—1991		石油工业 出版社	2019-11-04	2020-05-01
278	SY/T 5405—2019	酸化用缓蚀剂性能试验 方法及评价指标	SY/T 5405—1996		石油工业 出版社	2019-11-04	2020-05-01
279	SY/T 5440—2019	天然气井试井技术规范	SY/T 5440—2009		石油工业 出版社	2019-11-04	2020-05-01
280	SY/T 5453—2019	地震勘探数据 SEG-Y 格式	SY/T 5453—2008		石油工业 出版社	2019-11-04	2020-05-01
281	SY/T 5478—2019	碳酸盐岩成岩阶段划分	SY/T 5478—2003		石油工业 出版社	2019-11-04	2020-05-01

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
282	SY/T 5491—2019	石油物探施工工日劳动定额	SY/T 5491—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
283	SY/T 5504.4—2019	油井水泥外加剂评价方法 第4部分：促凝剂	SY/T 5504.4—2008		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
284	SY/T 5520—2019	圈闭评价技术规范	SY/T 5520—2005		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
285	SY/T 5522—2019	介形类、微体腹足类、轮藻类化石分析鉴定方法	SY/T 5522—1992		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
286	SY/T 5524—2019	石油天然气钻采设备 地震勘探钻机	SY/T 5524—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
287	SY/T 5534—2019	石油天然气钻采设备 油气田专用车通用技术规范	SY/T 5534—2007		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
288	SY/T 5587.4—2019	常规修井作业规程 第4部分：找窜漏、封窜堵漏	SY/T 5587.4—2004		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
289	SY/T 5661—2019	钻井液用增黏剂 丙烯酰胺类聚合物	SY/T 5661—1995		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
290	SY/T 5669—2019	石油和液体石油产品立式金属罐交接计量规程	SY/T 5669—1993		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
291	SY/T 5677—2019	钻井液用滤纸	SY/T 5677—1993		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
292	SY/T 5735—2019	烃源岩地球化学评价方法	SY/T 5735—1995		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
293	SY/T 5742—2019	石油与天然气井井控安全技术考核管理规则	SY 5742—2007		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
294	SY/T 5769—2019	地球物理勘探定位数据PI/II交换格式	SY/T 5769—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
295	SY/T 5854—2019	油田专用湿蒸汽发生器安全规范	SY 5854—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
296	SY/T 5940—2019	储层参数的测井计算方法	SY/T 5940—2010		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
297	SY/T 5946—2019	钻井液用包被抑制剂聚丙烯酰胺钾盐	SY/T 5946—2002		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
298	SY/T 5964—2019	钻井井控装置组合配套、安装调试与使用规范	SY/T 5964—2006 SY/T 6616—2005		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
299	SY/T 5989—2019	直缝电阻焊套管	SY/T 5989—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
300	SY/T 6013—2019	试油资料录取规范	SY/T 6013—2009		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
301	SY/T 6014—2019	石油地质实验室安全规程	SY 6014—2010		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
302	SY/T 6027—2019	岩石矿物电子探针定量分析方法	SY/T 6027—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
303	SY/T 6042—2019	液化石油气和稳定轻烃动态计量计算方法	SY/T 6042—1994		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
304	SY/T 6044—2019	浅(滩)海石油天然气作业安全应急要求	SY 6044—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
305	SY/T 6055—2019	石油重力、磁力、电法、地球化学勘探图件编制规范	SY/T 6055—2010		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
306	SY/T 6086—2019	油田注汽锅炉及配套水处理系统运行技术规程	SY/T 6086—2012 SY/T 6118—2013		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
307	SY/T 6103—2019	岩石孔隙结构特征的测定 图像分析法	SY/T 6103—2004		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
308	SY/T 6145—2019	石油浅层勘探地震仪	SY/T 6145—2008 SY/T 6733—2008		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
309	SY/T 6154—2019	岩石比表面积和孔径分布测定 静态吸附容量法	SY/T 6154—1995		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
310	SY/T 6160—2019	防喷器检验、修理和再制造	SY/T 6160—2014		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
311	SY/T 6218—2019	套管开窗及侧钻作业方法	SY/T 6218—2010		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
312	SY/T 6231—2019	石油井下压力计	SY/T 6231—2006 SY/T 5318—1991		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
313	SY/T 6264—2019	油气水井大修作业施工设计编写规范	SY/T 6264—2006		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
314	SY/T 6302—2019	压裂支撑剂导流能力测试方法	SY/T 6302—2009	ISO 13503-5: 2006	石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
315	SY/T 6326—2019	石油钻机和修井机机架承载能力检测评定方法及分级规范	SY 6326—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
316	SY/T 6336—2019	沉积岩重矿物分离与鉴定方法	SY/T 6336—1997		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
317	SY/T 6348—2019	陆上石油天然气录井作业安全规程	SY 6348—2010		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
318	SY/T 6349—2019	石油物探地震队安全管理规范	SY 6349—2008		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
319	SY/T 6372—2019	数控生产测井地面仪	SY/T 6372—1998		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
320	SY/T 6432—2019	浅海石油作业井控规范	SY 6432—2010		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
321	SY/T 6454—2019	数控射孔取心仪	SY/T 6454—2000		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
322	SY/T 6462—2019	油田用注聚合物泵	SY/T 6462—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
323	SY/T 6482—2019	数传电缆测试仪	SY/T 6482—2000		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
324	SY/T 6488—2019	电成像和声成像测井资料处理解释规范	SY/T 6488—2000		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
325	SY/T 6526—2019	盐酸与碳酸盐岩动态反 应速率测定方法	SY/T 6526—2002		石油工业 出版社	2019-11-04	2020-05-01
326	SY/T 6530—2019	非腐蚀性气体输送用管 线管内涂层	SY/T 6530—2010		石油工业 出版社	2019-11-04	2020-05-01
327	SY/T 6543—2019	欠平衡钻井技术规范	SY/T 6543.1—2008 SY/T 6543.2—2009		石油工业 出版社	2019-11-04	2020-05-01
328	SY/T 6554—2019	石油工业带压开孔作业 安全规程	SY 6554—2011		石油工业 出版社	2019-11-04	2020-05-01
329	SY/T 6582—2019	石油核测井仪刻度规范	SY/T 6545—2012 SY/T 6579—2003 SY/T 6582.1—2003 SY/T 6582.2—2003 SY/T 6582.3—2003 SY/T 6582.4—2003 SY/T 6743—2008 SY/T 6758—2009 SY/T 6812—2010 SY/T 7078—2016 SY/T 7082—2016		石油工业 出版社	2019-11-04	2020-05-01

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
330	SY/T 6585—2019	连续抽油杆	SY/T 6585—2013		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
331	SY/T 6604—2019	浅海试油作业安全规范	SY 6604—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
332	SY/T 6607—2019	石油天然气行业建设项目（工程）安全预评价报告编写细则	SY 6607—2011		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
333	SY/T 6633—2019	海上石油设施应急报警信号指南	SY 6633—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
334	SY/T 6645—2019	油气藏型地下储气库注采井完井工程设计编写规范	SY/T 6645—2006		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
335	SY/T 6692—2019	随钻测井作业技术规范	SY/T 6692—2013		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
336	SY/T 6702—2019	地层评价随钻测井系统技术条件	SY/T 6702—2007 SY/T 6907—2012 SY/T 6908—2012 SY/T 6974—2013		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
337	SY/T 6704—2019	井斜仪校准装置校准方法	SY/T 6704—2007 SY/T 6903—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
338	SY/T 6708—2019	石油天然气钻井液日报表	SY/T 6708—2008		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
339	SY/T 6744—2019	油气藏数值模拟应用技术规范	SY/T 6744—2008		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
340	SY/T 6806—2019	盐穴地下储气库安全技术规程	SY 6806—2010		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
341	SY/T 6818—2019	煤层气井钻井工程安全技术规范	SY 6818—2011		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
342	SY/T 6824—2019	油气井用复合射孔器通用技术条件	SY/T 6824—2011		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
343	SY/T 6853—2019	油气输送管道工程 矿山法隧道设计规范	SY/T 6853—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
344	SY/T 6879—2019	石油天然气建设工程施工质量验收规范 海堤工程	SY 6879—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
345	SY/T 6909—2019	石油压力计测试装置	SY/T 6909—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
346	SY/T 6915.3—2019	石油天然气钻采设备 偏心工作筒流量控制系统 第3部分：偏心工作筒用投送头、打捞头、投捞器及定位锁紧机构		ISO 17078-3: 2009	石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
347	SY/T 6921—2019	煤层气井排采安全技术规范	SY 6921—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
348	SY/T 6922—2019	煤层气井下作业安全技术规范	SY 6922—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
349	SY/T 6923—2019	煤层气录井安全技术规范	SY 6923—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
350	SY/T 6924—2019	煤层气测井安全技术规范	SY 6924—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
351	SY/T 6935—2019	液化天然气接收站工程初步设计内容规范	SY/T 6935—2013		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
352	SY/T 6951—2019	实体膨胀管	SY/T 6951—2013		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
353	SY/T 7435—2019	磷灰石、锆石 (U-Th) / He 定年分析方法			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
354	SY/T 7436—2019	石油地质样品中性氮化合物分离及检测方法			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
355	SY/T 7437—2019	天然气集输用缓蚀剂技术要求及评价方法			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
356	SY/T 7438—2019	油气田场站通信系统工程施工规范			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
357	SY/T 7439—2019	油气管道工程物探规范			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
358	SY/T 7440—2019	CO ₂ 驱油田注入及采出系统设计规范			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
359	SY/T 7441—2019	水下多相流量计设计、测试和操作推荐做法			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
360	SY/T 7442—2019	水下安全系统分析、设计、安装和测试推荐做法			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
361	SY/T 7443—2019	海上油气设施水文气象设计条件和作业条件计算方法			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
362	SY/T 7444—2019	滩海人工岛工程监测技术规范			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
363	SY/T 7445—2019	水下脐带缆终端 (SUT) 设计推荐做法			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
364	SY/T 7446—2019	油田集输系统劳动定额			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
365	SY/T 7447—2019	石油天然气钻采设备制造机器人系统选型指南			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
366	SY/T 7448—2019	天然气气体标准物质稳定性分析 气相色谱法			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
367	SY/T 7449—2019	模拟地震检波器通用技术规范			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
368	SY/T 7450—2019	井中地震资料处理解释技术规范			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
369	SY/T 7451—2019	枯竭型气藏储气库钻井技术规范			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
370	SY/T 7452—2019	旋转磁源磁导向仪测量与检验			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
371	SY/T 7453—2019	海洋钻井井控技术要求			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
372	SY/T 7454—2019	砂岩油田二氧化碳驱油藏工程方案编制技术规范			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
373	SY/T 7455—2019	稠油井筒降黏工艺规程			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
374	SY/T 7456—2019	油气井套管柱结构与强度可靠性评价方法			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
375	SY/T 7457—2019	石油、石化和天然气工业油气生产系统的材料选择和腐蚀控制		ISO 21457: 2010	石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
376	SY/T 7458—2019	天然气加气站耗能设备能耗测试和计算方法			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
377	SY/T 7459—2019	石油天然气工业用模锻件			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
378	SY/T 7460—2019	石油天然气钻采设备 浮式钻井平台钻柱升沉补偿装置			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
379	SY/T 7461—2019	石油天然气钻采设备 压裂泵送设备使用及维护			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
380	SY/T 7462—2019	石油天然气钻采设备 可溶桥塞			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
381	SY/T 7551—2019	用槽道式流量计测量天然气流量			石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
382	SY/T 10015—2019	海上拖缆式地震数据采集作业技术规程	SY/T 10015—2013 SY/T 10027—2012		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
383	SY/T 10035—2019	钻井平台拖航与就位作业规范	SY/T 10035—2010		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01
384	SY/T 10047—2019	海上油（气）田开发工程环境保护设计规范	SY/T 10047—2003		石油工业出版社	2019-11-04	2020-05-01

前 言

根据石油工业标准化技术委员会《关于印发 2017 年石油天然气行业标准制修订项目计划的通知》（油标委字 [2017] 10 号）的计划安排及要求，本规范由西安长庆科技工程有限责任公司会同有关参编单位编制完成。

本规范在修订过程中，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，收集了有关标准、手册等资料，参考相关国内及国际标准，在广泛征求意见的基础上，最后经审查定稿。

本规范修订的主要内容如下：

1 调整了本规范的适用范围，修改了直径和容积的限定范围，补充了温度、压力的限定及不适应范围等内容。

2 增加了术语的相关内容。

3 调整了本规范设计的相关内容，补充了立式储罐计算、卧式储罐计算、对接及开孔补强、防雷、绝热及阻燃等内容。

4 调整了制造和检验的相关内容，分成制造与过程控制和检验两个章节，补充了主要原材料控制、模具控制、筒体制作、罐顶及罐底制作、对接、接管、爬梯及护栏、管接头机械性能、力学性能、导电、电阻率、导热系数及阻燃氧指数检测等内容。

5 增加了地基与基础和安装、施工与验收的相关内容。

6 调整了标志的内容。

7 删除了通气要求和附录的相关内容。

本规范由国家能源局负责管理，由石油工程建设专业标准化委员会负责日常管理，由西安长庆科技工程有限责任公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送西安长庆科技工程有限责任公司（地址：陕西省西安市未央区凤城四路长庆大厦，邮编：710018）。

本规范主编单位：西安长庆科技工程有限责任公司

本规范参编单位：大庆油田工程有限公司

中石化江苏石油工程设计有限公司

张家港市意达玻璃钢制造有限公司

本规范主要起草人：樊鹏军 李忠江 刘利群 杨 涛

何 军 郭志强 陈文霞 潘新建

张宝良 张凤喜 黄豪新 商永滨

周晓亮 张丽娟 罗慧娟 陈金艳

徐 文 王彦斌 演 强

主要审查人：张其滨 罗 锋 陈 红 贾瑞敏

李厚补 刘春江 张 斌 马红艳

韩文礼 徐永霞 陈凌华 王玉晶

韩方勇

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	材料	3
3.1	树脂	3
3.2	增强材料	3
4	设计	4
4.1	一般规定	4
4.2	立式储罐计算	4
4.3	卧式储罐计算	15
4.4	对接、开孔补强	16
4.5	储罐结构	23
4.6	防静电及防雷	24
4.7	绝热及阻燃	26
4.8	其他要求	26
5	制造与过程控制	28
5.1	一般规定	28
5.2	主要原材料控制	28
5.3	模具控制	31
5.4	筒体制作	31
5.5	罐顶与罐底制作	32
5.6	对接	32
5.7	接管	33
5.8	爬梯及护栏	33
5.9	附件装配	33
6	检验	35

6.1	外观	35
6.2	尺寸	37
6.3	树脂含量	37
6.4	固化度检查	38
6.5	管接头机械性能	38
6.6	盛水试验	39
6.7	力学性能	39
6.8	导电、电阻率、导热系数及阻燃氧指数检测	40
6.9	检验、判定	41
7	地基与基础	43
7.1	一般规定	43
7.2	地基选型	43
7.3	基础设计	43
7.4	构造与材料	44
8	安装、施工与验收	46
8.1	厂内制作储罐	46
8.2	现场制作储罐	48
9	标志	49
	标准用词说明	50
	引用标准名录	51
	附：条文说明	54

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Materials	3
3.1	Resin	3
3.2	Reinforced materials	3
4	Design	4
4.1	General requirement	4
4.2	Vertical tank design calculation	4
4.3	Horizontal tank design calculation	15
4.4	Butt joint and opening reinforcement	16
4.5	Tank structure	23
4.6	Anti-static electricity and lightning protection	24
4.7	Adiabatic and flame retardant	26
4.8	Another requirement	26
5	Manufacture and process control	28
5.1	General requirement	28
5.2	Major raw material control	28
5.3	Tool Controller	31
5.4	Barrel fabrication	31
5.5	Tank top and bottom fabrication	32
5.6	Butt joint	32
5.7	Pipe connection	33
5.8	Ladders and guardrails	33
5.9	Accessory assembling	33
6	Test	35

6.1	Appearance	35
6.2	Size	37
6.3	Resin content	37
6.4	Curing degree check	38
6.5	Mechanical properties of pipe joint	38
6.6	Full water test	39
6.7	Machanical properties	39
6.8	Test of conductivity, resistivity, heat conductivity coefficient and flame retardant oxygen index	40
6.9	Inspection and determination	41
7	Ground and foundation	43
7.1	General requirement	43
7.2	Foundation basis	43
7.3	Foundation design	43
7.4	Structure and material	44
8	Install, construction and acceptance	46
8.1	Factory fabricated tank	46
8.2	Field fabricated tank	48
9	Marking	49
	Explanation of wording in this code	50
	List of quoted standards	51
	Addition ; Explanation of provisions	54

1 总 则

1.0.1 本规范规定了玻璃纤维增强塑料储罐的材料、设计、制造与过程控制、检验、安装施工与验收、标志的基本要求。

1.0.2 本规范适用于满足以下条件的玻璃纤维增强塑料立式和卧式储罐，不适用于运输槽罐、双壁罐，不规则形状的储罐、塔器及真空罐。

1 设计温度为 $-40^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$ 。

2 立式储罐直径不大于 30m，容积不大于 10000m^3 。直径不大于 4m 时，设计压力和设计外压均不大于 0.1MPa；直径大于 4m 时，设计压力不大于 $2 \times 10^{-3}\text{MPa}$ ，设计外压不大于 $0.49 \times 10^{-3}\text{MPa}$ 。

3 卧式储罐直径不大于 4m，容积不大于 250m^3 ，设计压力和设计外压均不大于 0.1MPa。

1.0.3 储罐的材料、设计、制造与过程控制、检验、安装施工与验收、标志除应符合本规范外，尚应符合国家现行标准的有关规定。

2 术 语

2.0.1 工作压力 **operating pressure**

在正常工作情况下，储罐内部达到的最高压力。

2.0.2 设计压力 **design pressure**

设定的储罐顶部的最高压力，其值不低于工作压力。

2.0.3 计算压力 **calculated pressure**

在相应设计温度下，用以确定储罐设计部位厚度的压力，并且应考虑液柱静压力及附加载荷。

2.0.4 工作温度 **operating temperature**

在正常工作情况下，储罐内壁达到的最高温度。

2.0.5 设计温度 **design temperature**

在正常工作情况下，储罐内壁设定的温度。

2.0.6 计算厚度 **calculated thickness**

按相应公式计算得到的结构层厚度。

2.0.7 设计厚度 **design thickness**

计算厚度与内衬层厚度、外保护层厚度之和。

2.0.8 纤维缠绕法 **filament winding method**

纤维沿芯模轴线方向的运动速度与芯模的旋转速度成线性关系的缠绕方法。

2.0.9 接触成型法 **contact molding**

在不加压或稍加压（通常不超过 0.7MPa）情况下制造玻璃纤维增强塑料制品的方法。

3 材 料

3.1 树 脂

3.1.1 树脂选用应根据储存介质的特性确定。采用不饱和聚酯树脂时应符合现行国家标准《纤维增强塑料用液体不饱和聚酯树脂》GB/T 8237 的规定，采用其他树脂时应符合相应标准的规定。

3.1.2 树脂不宜含有颜料、填料等助剂，添加触变剂、紫外线吸收剂、颜料等助剂时，不应影响制品耐腐蚀、力学等性能。

3.1.3 用于储存碳氢化合物或其他可能影响树脂性能的介质时，应按照现行国家标准《玻璃纤维增强热固性塑料耐化学介质性能试验方法》GB/T 3857 进行耐化学介质腐蚀性试验，树脂应经过适用性评价。

3.2 增 强 材 料

3.2.1 增强材料应为涂有与所用树脂化学特性匹配的偶联剂的无碱玻璃纤维及制品。

3.2.2 无碱玻璃纤维及制品宜选用玻璃纤维无捻粗纱、玻璃纤维短切原丝毡、玻璃纤维无捻粗纱布、玻璃纤维表面毡或有机纤维表面毡。玻璃纤维无捻粗纱应符合现行国家标准《玻璃纤维无捻粗纱》GB/T 18369 的规定，玻璃纤维短切原丝毡应符合现行国家标准《玻璃纤维短切原丝毡和连续原丝毡》GB/T 17470 的规定，玻璃纤维无捻粗纱布应符合现行国家标准《玻璃纤维无捻粗纱布》GB/T 18370 的规定，其他增强材料应符合相关标准规定。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 储罐的设计应考虑使用环境、介质、温度、压力、载荷、成型工艺、使用年限等因素。

4.1.2 储罐的安全性应按强度安全及应变安全进行设计计算，长期载荷安全系数不应小于 10.0，短期载荷安全系数不应小于 5.0，外压稳定安全系数不应小于 5.0，许用应变不应大于 0.1%。

4.1.3 储罐的最高设计温度应比树脂热变形温度至少低 20℃，且不应高于 120℃。

4.1.4 设计温度不大于 65℃ 时，材料力学性能可取常温性能值；设计温度大于 65℃ 时，材料力学性能宜取设计温度下的试验值，也可在常温性能值的基础上作相应折减，折减系数不应大于公式 (4.1.4) 的计算值。

$$\eta = \frac{1}{1 + 0.4 \times \frac{T_d - 20}{HDT - 40}} \quad (4.1.4)$$

式中 η ——折减系数；

T_d ——设计温度 (℃)；

HDT ——结构层树脂的热变形温度 (℃)。

4.1.5 按内压载荷计算时采用计算厚度，按外压稳定性校核时采用设计厚度。

4.2 立式储罐计算

4.2.1 储罐筒体结构层厚度应按强度满足、应变满足分别计算，并取两者较大值，且不小于 4.0mm。

1 强度满足应按公式 (4.2.1-1) 计算：

$$t_1 = \frac{pD}{2[S_a]} \quad (4.2.1-1)$$

式中 t_1 ——保证计算部位强度安全的最小计算厚度 (mm)；
 p ——计算部位的计算压力，由计算部位液柱高度和气相空间同时产生的压力 (MPa)，按照公式 (4.2.1-2) 进行计算；

D ——储罐公称直径 (mm)；

$[S_a]$ ——计算部位结构层的环向许用拉伸应力 (MPa)，按公式 (4.2.1-3) 进行计算。

$$p = H_i \rho + p_a \quad (4.2.1-2)$$

式中 p ——计算部位的计算压力，由计算部位液柱高度和气相空间同时产生的压力 (MPa)；

H_i ——计算部位的液位高度 (m)；

ρ ——介质容重 (N/m^3)；

p_a ——计算部位的设计附加压力 (MPa)。

$$[S_a] = \frac{S_a}{K} \quad (4.2.1-3)$$

式中 $[S_a]$ ——计算部位结构层的环向许用拉伸应力 (MPa)；

S_a ——计算部位结构层的环向极限拉伸应力 (MPa)；

K ——安全系数，不小于 10。

2 应变满足应按公式 (4.2.1-4) 计算：

$$t_2 = \frac{p \cdot D}{2 \times 0.001 E_t} \quad (4.2.1-4)$$

$$p = H_i \rho + p_a$$

式中 t_2 ——保证计算部位应变安全的最小计算厚度 (mm)；

p ——计算部位的计算压力，由计算部位液柱高度和气相空间同时产生的压力 (MPa)；

H_i ——计算部位的液位高度 (m)；

ρ ——介质容重 (N/m^3)；

p_a ——计算部位的设计附加压力 (MPa)；

D ——储罐公称直径 (mm)；

E_t ——计算部位的环向拉伸弹性模量 (MPa)。

3 设计厚度计算应按公式 (4.2.1-5) 确定：

$$t = \max(t_1, t_2) + t_i + t_o \quad (4.2.1-5)$$

式中 t ——计算部位的设计厚度 (mm)，应根据成型工艺在计算值的基础上进行修正；

t_i ——计算部位的内衬层厚度 (mm)；

t_o ——计算部位的外保护层厚度 (mm)。

4.2.2 碟形、椭圆形、锥形和球形的罐顶计算厚度、设计厚度确定应按现行国家标准《纤维增强塑料压力容器通用要求》GB/T 34329 执行。

4.2.3 储罐筒体的外压稳定性应采用许用外压进行校核，许用外压应满足公式 (4.2.3-1) 的要求：

$$p_a \geq F p_c \quad (4.2.3-1)$$

式中 p_a ——储罐筒体许用外压 (MPa)；

F ——外压稳定安全系数，不应小于 5.0；

p_c ——设计外压 (MPa)，按照公式 (4.2.3-2) 进行计算。

$$p_c = q_w + K_1 p_o \quad (4.2.3-2)$$

式中 p_c ——设计外压 (MPa)；

q_w ——设计风压 (MPa)；

K_1 ——安全系数，安装呼吸阀的储罐， K_1 取 1.2；不安装呼吸阀的储罐， K_1 取 1.0；

p_0 ——罐内操作负压 (MPa)

1 储罐直径不大于 4m 时，许用外压应满足下列要求：

1) $1.73 (D_0/t)^{0.5}$ 的值小于 H/D 时，许用外压应按公式 (4.2.3-3) 进行计算：

$$p_a = 2.6(E/F)(D_0/H)(t/D_0)^{2.5} \quad (4.2.3-3)$$

式中 p_a ——储罐筒体许用外压 (MPa)；

E ——取环向拉伸弹性模量和轴向拉伸弹性模量的较小值 (MPa)；

F ——外压稳定安全系数，不应小于 5.0；

D_0 ——储罐外径 (mm)；

H ——罐体计算高度 (mm)；

t ——罐壁最小壁厚 (mm)。

2) $1.73 (D_0/t)^{0.5}$ 的值大于或等于 H/D 时，许用外压应按公式 (4.2.3-4) 进行计算：

$$p_a = \frac{2.6(E/F)(D_0/H)(t/D_0)^{2.5}}{(H/D_0) - 0.45(t/D_0)^{0.5}} \quad (4.2.3-4)$$

式中 p_a ——储罐筒体许用外压 (MPa)；

E ——取环向拉伸弹性模量和轴向拉伸弹性模量的较小值 (MPa)；

F ——外压稳定安全系数，不应小于 5.0；

D_0 ——储罐外径 (mm)；

H ——罐体计算高度 (mm)；

t ——罐壁最小壁厚 (mm)。

2 储罐直径大于 4m 时，非等厚度储罐筒体的许用外压按公式 (4.2.3-5) 计算：

$$p_a = \frac{E_m}{4.8076\psi \left(\frac{H_e}{D}\right) \left(\frac{D}{t_{i\min}}\right)^{2.5}} \quad (4.2.3-5)$$

式中 p_a ——储罐筒体许用外压 (MPa) ;
 E_m ——储罐筒体的弯曲弹性模量 (MPa) ;
 ψ ——稳定系数, 应按本规范表 4.2.3-1 的规定取值 ;
 H_e ——储罐筒体的当量高度 (m), 按照公式 (4.2.3-6) 进行计算 ;
 D ——储罐公称直径 (mm) ;
 $t_{i\min}$ ——核算取最薄罐壁的设计厚度 (mm)。

$$H_e = \sum H_{ei} \quad (4.2.3-6)$$

式中 H_e ——储罐筒体的当量高度 (m) ;
 H_{ei} ——第 i 圈罐壁的当量高度 (mm), 按照公式 (4.2.3-7) 进行计算。

$$H_{ei} = h_i \left(\frac{t_1}{t_{ei}}\right)^{2.5} \quad (4.2.3-7)$$

式中 H_{ei} ——第 i 圈罐壁的当量高度 (mm) ;
 h_i ——第 i 圈罐壁的实际高度 (mm) ;
 t_1 ——最薄层罐壁的设计厚度 (mm) ;
 t_{ei} ——第 i 圈罐壁的设计厚度 (mm)。

表 4.2.3-1 稳定系数 ψ 取值表

设计外压 p_e (10^{-3} MPa)	稳定系数 ψ
$p_e \leq 0.25$	1.0
$0.25 < p_e \leq 0.69$	$(p_e+0.69) / 0.95$
$p_e > 0.69$	$p_e+0.48$, 且不应超过 2.5

注: 仅有真空产生的负压稳定系数 ψ 取 3.0。

3 设计风压可依据基本风压、基本风速、瞬时风速分别计算，并取其中的最大值。

1) 依据基本风压按公式 (4.2.3-8) 进行计算：

$$q_{w1} = 2.25K_2 \cdot q_0 \quad (4.2.3-8)$$

式中 q_{w1} ——依据基本风压计算的设计风压 (MPa)；

K_2 ——风压高度变化系数，按本规范表 4.2.3-2 的规定取值；

q_0 ——10m 高度处的基本风压值 (MPa)。

2) 依据基本风速按公式 (4.2.3-9) 进行计算：

$$q_{w2} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{1000} K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot \rho_a \cdot v_0^2 \quad (4.2.3-9)$$

式中 q_{w2} ——依据基本风速计算的设计风压 (MPa)；

K_2 ——风压高度变化系数，按本规范表 4.2.3-2 的规定取值；

K_3 ——形体系数， K_3 取 0.7；

K_4 ——风压脉动系数， K_4 取 2.25；

ρ_a ——空气密度 (t/m^3)，按照公式 (4.2.3-10) 进行计算；

v_0 ——基本风速 (m/s)。

$$\rho_a = 1.25e^{-0.0001Z} \quad (4.2.3-10)$$

式中 ρ_a ——空气密度 (t/m^3)；

e ——数学常数，取 2.71828；

Z ——海拔高度 (m)。

3) 依据瞬时风速按公式 (4.2.3-11) 进行计算：

$$q_{w3} = 1.48 \times \frac{1}{1000} \left(\frac{1}{3.6} \times \frac{v}{190} \right)^2 \quad (4.2.3-11)$$

式中 q_{w3} ——依据瞬时风速计算的设计风压 (MPa)；

v ——指定 3s 的瞬时风速 (m/s)。

表 4.2.3-2 风压高度变化系数 K_2

离地面或海平面高度 (m)	地面粗糙度类型			
	A	B	C	D
5	1.09	1.00	0.65	0.51
10	1.28	1.00	0.65	0.51
15	1.42	1.13	0.65	0.51
20	1.52	1.23	0.74	0.51
30	1.67	1.39	0.88	0.51
40	1.79	1.52	1.00	0.60
50	1.89	1.62	1.10	0.69
60	1.97	1.71	1.20	0.77
70	2.05	1.79	1.28	0.84
80	2.12	1.87	1.36	0.91
90	2.18	1.93	1.43	0.98
100	2.23	2.00	1.50	1.04
150	2.46	2.25	1.79	1.33
200	2.64	2.46	2.03	1.58
250	2.78	2.63	2.24	1.81
300	2.91	2.77	2.43	2.02
350	2.91	2.91	2.60	2.22
400	2.91	2.91	2.76	2.40
450	2.91	2.91	2.91	2.58
500	2.91	2.91	2.91	2.74
≥ 550	2.91	2.91	2.91	2.91

注：地面粗糙度类别分为 A、B、C、D 四类：

A 类，指近海海面和海岛、海岸、湖岸及沙漠地区；

B 类，指田野、乡村、丛林、丘陵及房屋比较稀疏的乡镇和城市郊区；

C 类，指有密集建筑群的城市市区；

D 类，指有密集建筑群且房屋较高的城市市区。

4.2.4 罐顶应进行外压稳定性校核。碟形、椭圆形和球形罐顶应按现行国家标准《纤维增强塑料压力容器通用要求》GB/T 34329 执行。锥形罐顶应符合下列规定：

1 自支撑式光面锥顶坡度不应小于 1/6，不应大于 3/4，锥顶板的厚度按公式 (4.2.4-1) 计算：

$$t_{\text{cone}} = \frac{0.083D}{\sin\theta} \sqrt{\frac{1000p_r}{1.72E_m}} \quad (4.2.4-1)$$

式中 t_{cone} ——锥顶板的计算厚度 (mm)；

D ——储罐公称直径 (mm)；

θ ——罐顶与罐壁连接处锥顶板与水平面之间的夹角 ($^{\circ}$)，不同规格储罐 θ 建议值及分瓣数按本规范表 4.2.4 的规定取值；

p_r ——锥顶的设计总外压 (MPa)，应考虑风压、雪压及罐内操作负压；

E_m ——锥顶板材料的弯曲弹性模量 (MPa)。

表 4.2.4 拼接式锥形封头锥顶板与水平面夹角 θ 值及分瓣数

储罐公称直径 (mm)	分瓣数	θ
$4000 < D \leq 6000$	≥ 3	$5^{\circ} \leq \theta \leq 30^{\circ}$
$6000 < D \leq 8000$	≥ 8	$10^{\circ} \leq \theta \leq 30^{\circ}$
$8000 < D \leq 12000$	≥ 12	$15^{\circ} \leq \theta \leq 30^{\circ}$
$12000 < D \leq 16000$	≥ 16	$18^{\circ} \leq \theta \leq 30^{\circ}$
$D > 16000$	≥ 20	$21^{\circ} \leq \theta \leq 30^{\circ}$

2 当锥形罐顶由分瓣式组装而成时，分瓣数量见表 4.2.4，纵向加强肋与光面锥顶形成伞形顶，顶板厚度应按公式 (4.2.4-2) 计算：

$$t_{\text{done}} = 0.141 \times 0.8D \sqrt{\frac{1000p_r}{E_m}} \quad (4.2.4-2)$$

式中 t_{done} ——伞形锥顶板设计厚度 (mm)；
 D ——储罐公称直径 (mm)；
 p_r ——锥顶的设计总外压 (MPa)，应考虑风压、雪压及罐内操作负压；
 E_m ——锥顶板材料的弯曲弹性模量 (MPa)。

- 3 柱支撑锥顶设计应符合下列规定：
- 1) 当顶板支撑在檀条上时，可视为连续梁或薄膜；
 - 2) 应同时考虑膜应力和弯曲应力；
 - 3) 应考虑板和板拼接时的拼接接头系数；
 - 4) 应设定支撑处为刚性节点；
 - 5) 应给定许用挠度值。

4.2.5 当储罐的许用外压不能满足公式 (4.2.3-1) 的要求时，筒体罐壁上应设置加强肋，加强肋应满足下列要求：

- 1 加强肋数量应按公式 (4.2.5-1) 计算：

$$n = \text{INT} \left(\frac{H_c}{H_{\text{safe}}} - 1 \right) \quad (4.2.5-1)$$

式中 n ——加强肋的数量， n 值为零或负不设加强肋；
 INT——向上圆整的运算符；
 H_c ——罐壁筒体的当量高度 (mm)；
 H_{safe} ——未加强罐壁允许的最大高度 (mm)，按照公式 (4.2.5-2) 进行计算。

$$H_{\text{safe}} = \frac{(t_{\text{imin}})^{2.5} E_m}{4.8076\psi \cdot D^{1.5} \cdot p_c} \quad (4.2.5-2)$$

式中 H_{safe} ——未加强罐壁允许的最大高度 (mm)；
 t_{imin} ——最薄罐壁的设计厚度 (mm)；

E_m ——罐壁的弯曲弹性模量 (MPa)；

ψ ——稳定系数按本规范表 4.2.3-1 的规定取值；

D ——储罐公称直径 (mm)

p_e ——设计外压 (MPa)。

2 加强肋应沿高度方向分段设置，每一段罐壁的加强肋最大间距应按公式 (4.2.5-3) 计算：

$$L_x = H_{\text{safe}} \left(\frac{t_{ix}}{t_{imin}} \right)^{2.5} \quad (4.2.5-3)$$

式中 L_x ——特定罐壁厚度的加强肋间距 (mm)；

H_{safe} ——未加强罐壁允许的最大高度 (mm)，取值同公式 (4.2.5-1)；

t_{ix} ——当前罐壁厚度 (mm)；

t_{imin} ——最薄罐壁的设计厚度 (mm)。

3 罐壁环向加强肋的惯性矩应按照设定的形状和尺寸进行计算，且不应小于公式 (4.2.5-4) 的计算值。

$$I_{\text{reqd}} = \frac{0.375Q \cdot D^3}{E_h (N^2 - 1)} \quad (4.2.5-4)$$

式中 I_{reqd} ——加强肋所需的惯性矩 (mm^4)；

Q ——罐壁上中间加强肋的径向载荷 (N/mm)，按照公式 (4.2.5-5) 进行计算；

D ——储罐公称直径 (mm)；

E_h ——加强肋环向拉伸弹性模量 (MPa)；

N ——罐壁外部压力下的屈曲波数， $2 \leq N \leq 10$ ，按照公式 (4.2.5-6) 进行计算。

$$Q = p_e \left(\frac{L_1 + L_2}{2} \right) \quad (4.2.5-5)$$

式中 Q ——罐壁上中间加强肋的径向载荷 (N/mm)；

p_e ——设计外压 (MPa) ;
 L_1 ——相邻的中间加强肋之间的距离 (mm) ;
 L_2 ——中间加强肋和罐壁顶部或罐壁底部之间的距离 (mm)。

$$N = \sqrt{\frac{0.445D^3}{t_{\min}H_e^2}} \quad (4.2.5-6)$$

式中 N ——罐壁外部压力下的屈曲波数, $2 \leq N \leq 10$;
 D ——储罐公称直径 (mm) ;
 t_{\min} ——最薄罐壁的设计厚度 (mm) ;
 H_e ——罐壁筒体的当量高度 (mm)。

4.2.6 储罐抗风载荷倾覆能力应通过比较风载的倾覆力矩和储罐的抵抗力矩确定, 当储罐的抵抗力矩小于风载荷倾覆力矩时, 应采取锚固措施。

1 风载的倾覆力矩应按公式 (4.2.6-1) 计算 :

$$M_w = \frac{1}{2}(SF)q_w \cdot D \cdot h^2 + 0.25q_w \cdot D \cdot H_D(h + H_D/3) \quad (4.2.6-1)$$

式中 M_w ——风载的倾覆力矩 (N·mm) ;
 SF ——形状系数, 取 0.8 ;
 q_w ——设计风压 (MPa) ;
 D ——储罐公称直径 (mm) ;
 h ——储罐筒体高度 (mm) ;
 H_D ——储罐罐顶高度 (mm)。

2 储罐的抵抗力矩应按公式 (4.2.6-2) 计算 :

$$M_r = \frac{1}{2}D(W_r + W_L) \quad (4.2.6-2)$$

式中 M_r ——储罐的抵抗力矩 (N·mm) ;
 D ——储罐公称直径 (mm) ;

W_r ——介质的重量 (N)，储罐内无介质时， $W_r=0$ ；

W_L ——储罐含配件的自重 (N)；

3 储罐的锚固应按现行国家标准《纤维增强塑料设备和管道工程技术规范》GB 51160 执行。

4.2.7 储罐的抗震计算应按现行行业标准《纤维增强塑料化工设备技术规范》HG/T 20696 执行。

4.3 卧式储罐计算

4.3.1 地上卧式储罐的设计计算应按现行国家标准《纤维增强塑料设备和管道工程技术规范》GB 51160 或《纤维增强塑料压力容器通用要求》GB/T 34329 执行。

4.3.2 埋地卧式储罐设计应满足下列要求：

1 设计压力不应小于 0.03MPa。

2 覆土厚度不应小于 1m；储罐顶部回填土上施加 100kN 动载或附加 0.01MPa 静载时，储罐中央管接头附近的垂直变形应小于直径的 2%。

3 应有固定系统，固定力不小于就位后未回填时空罐最大上移力的 1.5 倍。

4 埋地储罐载荷应按下列要求进行计算：

1) 土壤静荷载：储罐承受垂直向下土壤静荷载按公式 (4.3.2-1) 计算，储罐除土壤静荷载外，还应考虑附加 1000mm 水头的附加载荷。

$$W_s = H \cdot \gamma_s \times 10^{-6} \quad (4.3.2-1)$$

式中 W_s ——垂直土壤静荷载 (MPa)；

H ——储罐上部覆土厚度 (m)；

γ_s ——土壤容重 (N/m³)。

2) 储罐筒体的许用外压应满足公式 (4.2.3-1) 的要求。

许用外压应按公式 (4.3.2-2) 计算：

$$p_a = \frac{KD \times 0.8531 \gamma \cdot E_{hf}^{3/4} \cdot E_{at}^{1/4} \cdot t^{5/2}}{(1 - \nu_x \cdot \nu_y)^{3/4} L (D_o/2)^{3/2} F} \quad (4.3.2-2)$$

式中 p_a ——储罐筒体许用外压 (MPa) ;
 KD ——形状系数, 取 0.84 ;
 γ ——折减系数, $Z_p \leq 100$ 时, 取 $1-0.001Z_p$; $Z_p > 100$ 时, 取 0.9, 其中 Z_p 为设计因子, 按照公式 (4.3.2-3) 进行计算 ;
 E_{hf} ——罐体的环向弯曲弹性模量 (MPa) ;
 E_{at} ——罐体的轴向拉伸弹性模量 (MPa) ;
 t ——罐壁厚度 (mm) ;
 ν_x ——罐体环轴向泊松比 ;
 ν_y ——罐体轴环向泊松比 ;
 L ——储罐筒体的计算长度 (mm) ;
 D_o ——储罐外径 (mm) ;
 F ——安全系数, 取 5。

$$Z_p = \frac{E_{hf}^{3/2} E_{at}^{1/2}}{E_{af}^2} (1 - \nu_x \cdot \nu_y)^{1/2} \frac{L^2}{(D_o \cdot t/2)} \quad (4.3.2-3)$$

式中 Z_p ——设计因子 ;
 E_{hf} ——罐体的环向弯曲弹性模量 (MPa) ;
 E_{at} ——罐体的轴向拉伸弹性模量 (MPa) ;
 E_{af} ——罐体的轴向弯曲弹性模量 (MPa) ;
 ν_x ——罐体环轴向泊松比 ;
 ν_y ——罐体轴环向泊松比 ;
 L ——储罐筒体的计算长度 (mm) ;
 D_o ——储罐外径 (mm) ;
 t ——罐壁厚度 (mm)。

4.4 对接、开孔补强

4.4.1 储罐筒体与筒体对接, 筒体与罐顶或罐底的对接计算应

按现行国家标准《纤维增强塑料压力容器》GB/T 34329 执行。

4.4.2 储罐开孔处应进行补强，开孔补强应为连续完整的 360° 环形结构。开孔补强环直径不应小于接管公称直径的 2 倍；开孔直径小于 150mm 时，最小开孔补强直径应为接管直径加 150mm。

4.4.3 补强厚度计算应满足下列要求：

1 储罐直径不大于 4m 时，补强环厚度可按公式 (4.4.3-1) 计算：

$$t_r = \frac{p \cdot D \cdot k}{2S_r} \quad (4.4.3-1)$$

式中 t_r ——补强环计算厚度 (mm)；

p ——开孔处的内压 (MPa)；

D ——储罐公称直径 (mm)；

S_r ——补强环材料层间剪切强度 (MPa)，其最大取值应不超过 7.0MPa；

k ——开孔系数，开孔直径小于 150mm 时，按照公式 (4.4.3-2) 进行计算；开孔直径大于或等于 150mm 时， $k=1.0$ 。

$$k = \frac{d}{d_r - d} \quad (4.4.3-2)$$

式中 k ——开孔系数；

d ——开孔直径 (mm)；

d_r ——开孔补强环直径 (mm)。

2 储罐直径大于 4m 时，补强环厚度可按公式 (4.4.3-3)、公式 (4.4.3-4) 分别计算，并取两者较大值：

$$t_{r1} = \frac{p \cdot D}{2(0.001E_t)} \quad (4.4.3-3)$$

$$t_{r2} = \sqrt{\frac{6(M_f/2)}{S_f}} - t \quad (4.4.3-4)$$

式中 t_{r1} ——满足内压要求时的补强环计算厚度 (mm)；
 p ——开孔处的内压 (MPa)；
 D ——储罐公称直径 (mm)；
 E_t ——补强材料的拉伸弹性模量 (MPa)；
 t_{r2} ——满足接管附加弯曲载荷要求时的补强环计算厚度 (mm)；
 M_f ——施加于补强圈的弯曲载荷 (N)，按照公式 (4.4.3-5) 进行计算；
 S_f ——补强环的许用应力 (MPa)，取 $0.001E_t$ ， E_t 为补强材料的弯曲弹性模量 (MPa)；
 t ——储罐开孔部位的壁厚 (mm)。

$$M_f = \frac{S_{\max} t^2}{6} \quad (4.4.3-5)$$

式中 M_f ——施加于补强圈的弯曲载荷 (N)；
 S_{\max} ——开孔处的最大应力 (MPa)，按公式 (4.4.3-6) 进行计算；
 t ——储罐开孔部位的壁厚 (mm)。

$$S_{\max} = S_2 K_t \quad (4.4.3-6)$$

式中 S_{\max} ——开孔处的最大应力 (MPa)；
 S_2 ——储罐筒体的环向许用应力 (MPa)，取 $0.001E$ ， E 为储罐筒体的拉伸弹性模 (MPa)；
 K_t ——施加弯矩后的应力集中系数，根据风险系数 β 值按本规范表 4.4.3 的规定取值， β 按照公式 (4.4.3-7) 进行计算。

$$\beta = \frac{\sqrt[4]{3(1 - \nu_a \nu_h)}}{2} \left(\frac{d/2}{\sqrt{Dt/2}} \right) \quad (4.4.3-7)$$

式中 β ——风险系数；

ν_a ——补强环材料轴环向泊松比；
 ν_h ——为补强环材料环轴向泊松比；
 d ——开孔直径（mm）；
 D ——储罐公称直径（mm）；
 t ——储罐开孔部位的壁厚（mm）。

表 4.4.3 风险系数 (β) 与应力集中系数 (K_t) 关系表

风险系数 (β)	应力集中系数 (K_t)
0.1	2.7
0.2	3.1
0.3	3.6
0.4	4.2
0.5	4.9
0.6	5.6
0.7	6.2
0.8	6.9
0.9	7.6
1.0	8.2
1.1	8.9
1.2	9.6
1.3	10.2
1.4	10.9
1.5	11.5
1.6	12.2
1.7	12.9
1.8	13.6
1.9	14.2

续表 4.4.3

风险系数 (β)	应力集中系数 (K_t)
2.0	14.9
2.1	15.6
2.2	16.3
2.3	16.9
2.4	17.6
2.5	18.3
2.6	19.0
2.7	19.6
2.8	20.3
2.9	21.0
3.0	21.6
3.1	22.5

4.4.4 接管黏结应符合下列规定：

1 接管部位黏结补强应满足接管的内压要求，接管部位黏结补强层厚度应按公式 (4.4.4-1) 计算：

$$t_b = \frac{p_g \cdot d_j}{2S_b} \quad (4.4.4-1)$$

式中 t_b ——接管部位黏结补强层厚度 (mm)；

p_g ——接管内压 (MPa)；

d_j ——接管直径 (mm)；

S_b ——接管补强材料的许用拉伸应力 (MPa)。

2 接管部位黏结补强层宽度应按公式 (4.4.4-2) 计算，且不应小于 75mm。

$$L_b = \frac{p_g \cdot d_j}{4(S_s/F)} \quad (4.4.4-2)$$

式中 L_b ——接管部位补强层宽度 (mm)；
 p_g ——接管内压 (MPa)；
 d_j ——接管直径 (mm)；
 S_s ——黏结层与接管间的层间剪切强度 (MPa)，最大剪切强度取值不应大于 7.0MPa；
 F ——安全系数， F 取 10。

4.4.5 开孔补强及接管黏结的处理方法应满足下列要求：

开孔补强与接管黏结同步进行时，铺层结构形式宜按图 4.4.5-1 所示执行；对开孔部位先进行补强，再黏结接管时，铺层结构形式宜按图 4.4.5-2 所示执行；对开孔部位先黏结接管，再进行补强时，铺层结构形式宜按图 4.4.5-3 所示执行。

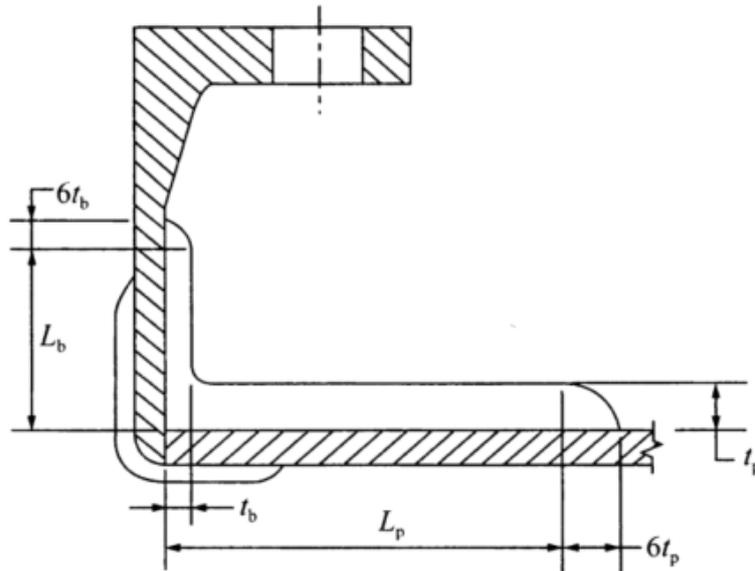


图 4.4.5-1 开孔补强与齐平式接管黏结同步进行铺层结构形式图

L_b —接管黏结补强层宽度； t_b —接管黏结补强层厚度；
 L_p —开孔部位补强环宽度； t_p —开孔部位补强环厚度

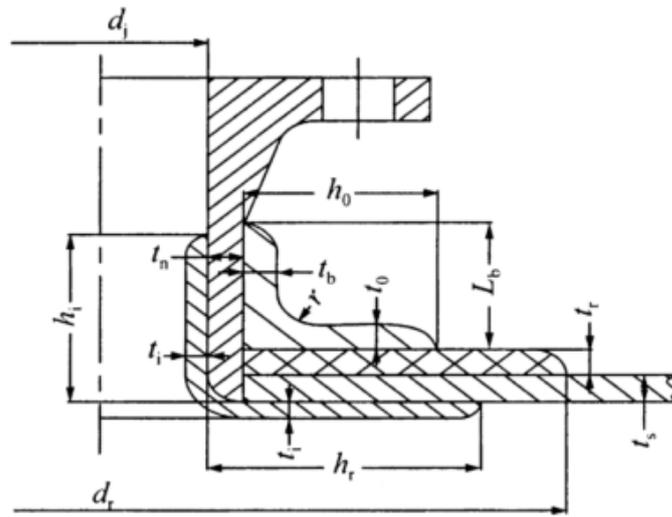


图 4.4.5-2 先补强开孔后黏结齐平式接管铺层结构形式图

d_j —接管直径； d_r —开孔补强环直径； h_i —内补强宽度；
 h_r —罐壁线型补强厚度； h_0 —接管黏结罐壁部位宽度；
 L_b —黏结接管部位宽度； t_b —黏结接管部位厚度； t_i —内补强厚度；
 t_n —接管壁厚； t_r —开孔补强厚度； t_0 —接管黏结罐壁补强厚度； t_s —罐壁厚度

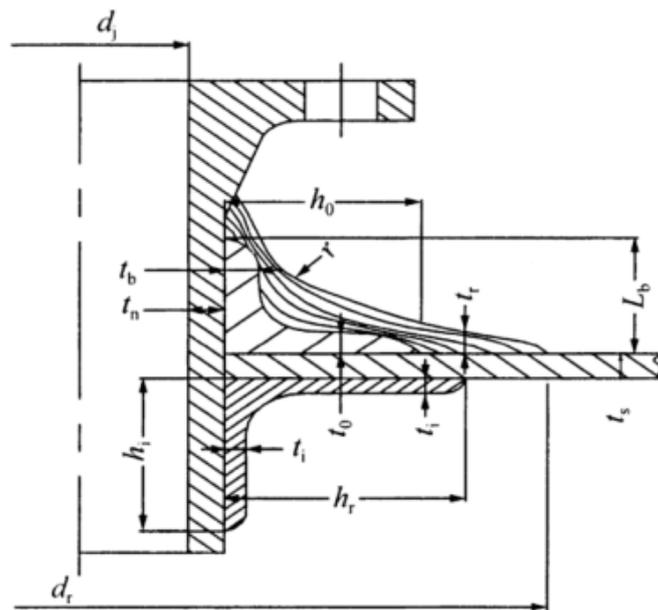


图 4.4.5-3 先黏结贯穿式接管后补强开孔铺层结构形式图

d_j —接管直径； d_r —孔补强环直径； h_i —内补强宽度；
 h_r —罐壁线型补强厚度； h_0 —接管黏结罐壁部位宽度；
 L_b —黏结接管部位宽度； t_b —黏结接管部位厚度； t_i —内补强厚度；
 t_n —接管壁厚； t_r —开孔补强厚度； t_0 —接管黏结罐壁补强厚度；
 t_s —罐壁厚度

4.5 储罐结构

4.5.1 储罐应采用复合层结构，应由内衬层、结构层、外保护层三部分组成。

1 内衬层由富树脂层及防渗层组成。富树脂层由 0.25mm ~ 0.5mm 厚的玻璃纤维表面毡或有机纤维表面毡构成，其树脂含量不应少于 90%；防渗层应至少包含两层短切原丝毡。内衬层的树脂含量应为 68% ~ 78%，厚度不应小于 2.5mm。

2 结构层应由树脂和增强材料组成，其厚度应满足最小计算厚度要求。缠绕成型的结构层树脂含量应为 25% ~ 40%。

3 具有抗紫外线老化的外保护层，其厚度不应小于 0.5mm。

4.5.2 储罐罐顶任意 100mm × 100mm 面积上应能承受 1kN 集中载荷而不发生破坏，最大允许变形量为罐直径的 0.5%。

4.5.3 立式储罐平底最小厚度应按本规范表 4.5.3 的规定取值，罐底复合层结构应符合本规范第 4.5.1 条的规定。

表 4.5.3 立式储罐平底最小厚度表

序号	立式储罐公称直径 (mm)	立式储罐平底最小厚度 (mm)
1	$D \leq 3600$	6
2	$3600 < D \leq 4000$	10
3	$4000 < D \leq 6000$	16
4	$6000 < D \leq 7000$	17
5	$7000 < D \leq 10000$	18
6	$10000 < D \leq 140000$	20
7	$14000 < D \leq 20000$	22
8	$20000 < D \leq 25000$	25
9	$25000 < D \leq 30000$	30

4.5.4 拐角区可采用平面全支撑罐底拐角结构、包底缠绕或柔性支撑罐底拐角结构和筒体与罐底承插黏结结构。

1 平面全支撑罐底，拐角区从罐底与罐壁切点处向上延伸至少 300mm，包括 75mm ~ 100mm 的壁厚过渡区。拐角区域的增强应逐渐递减。储罐内充装液体时，增强区不应妨碍储罐底部与平支撑面的均匀接触。拐角区最小厚度不应小于最底层罐壁厚度与罐底厚度之和。拐角结构应按图 4.5.4-1 所示执行。

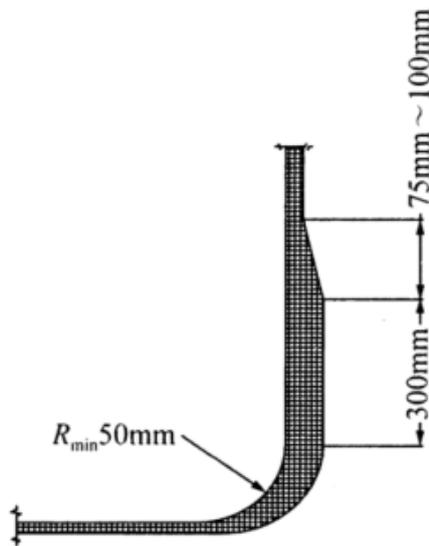


图 4.5.4-1 全支撑罐底拐角区结构

2 罐底与筒体采用包底缠绕或柔性支撑罐底拐角结构进行双向增强时，罐底拐角结构应按图 4.5.4-2 所示执行。

3 储罐直径大于 4m，采用现场制作时，宜采用筒体与罐底承插内外黏结增强的结构，内部糊制的拐角半径 R 不小于 50mm，增强糊制的宽度 L 不应小于 200mm，拐角糊制厚度应向边缘处递减，圆滑过渡并与罐底和筒壁相切，承插黏结结构应按图 4.5.4-3 所示执行。

4.6 防静电及防雷

4.6.1 储罐制造时，内壁采用可导电材料，其表面电阻应不大于 $10^9 \Omega$ 。

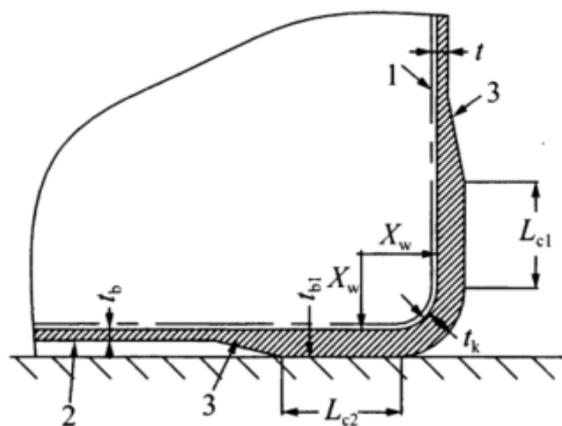


图 4.5.4-2 包底缠绕或柔性支撑罐底拐角结构

1—储罐内衬；2—储罐平底与基础间隙；3—储罐拐角加厚过渡段；

L_{c1} —储罐拐角筒体加厚宽度， $L_{c1} = \sqrt{D \cdot t_k}$ ， D 为储罐直径；

L_{c2} —储罐拐角平底加厚宽度， $L_{c2} = \sqrt{D \cdot t_{bl}}$ ， D 为储罐直径；

r —内圆滑过渡拐角半径； t —储罐结构层厚度； t_b —储罐平底厚度；

t_{bl} —储罐拐角加厚平底部分结构层厚度； t_k —储罐拐角加厚拐角部分结构层厚度；

X_w —储罐拐角内圆滑过渡段，不小于 80mm

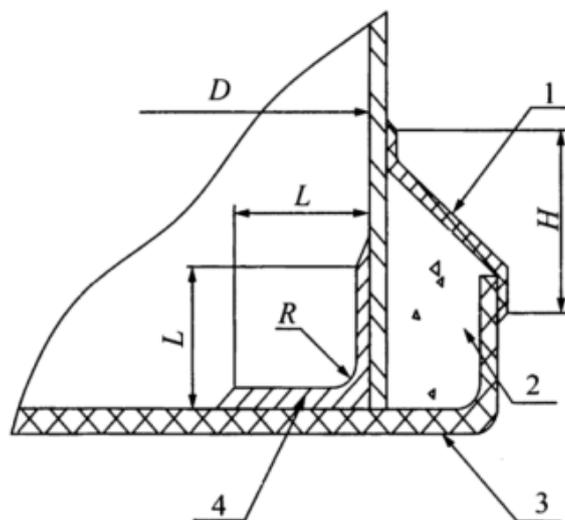


图 4.5.4-3 筒体与罐底承插黏结结构

1—外糊制层；2—树脂砂浆；3—罐平底；4—内对接层；

R —拐角半径； L —内补强宽度； H —外补强宽度； D —储罐直径

4.6.2 储罐的防静电措施应符合现行行业标准《防止静电、雷电和杂散电流引燃的措施》SY/T 6319、《油气田防静电接地设

计规范》SY/T 0060 和《油（气）田容器、管道和装卸设施接地装置安全规范》SY/T 5984 的相关规定。

4.6.3 储罐的防雷措施应符合国家现行标准《石油与石油设施雷电安全规范》GB 15599、《防止静电、雷电和杂散电流引燃的措施》SY/T 6319 及《油气田及管道工程雷电防护设计规范》SY/T 6885 的相关规定。

4.7 绝热及阻燃

4.7.1 具有下列情况之一，应进行绝热设计：

- 1 工艺需要减少热量损失时。
- 2 工艺不要求保温，但其表面温度超过 60℃ 时。
- 3 外表面温度低于环境温度且工艺需要减少冷介质冷量损失时。

4.7.2 绝热材料选择、绝热厚度计算、保护层选择等应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264 的有关规定。绝热层固定件宜采用塑料材质，采用塑料销钉时应用黏结剂粘贴，黏结剂应与塑料销钉的材质相匹配，保温钉间距不应大于 350mm，每平方米面积上保温钉的个数，侧面不宜少于 6 个，底部不宜少于 9 个。

4.7.3 绝热材料及制品燃烧性能等级不应低于现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 中 B₂ 级，同时满足氧指数值 $OI \geq 26\%$ 。

4.8 其他要求

4.8.1 常压储罐应通过通气管与大气保持相通。通气管直径应不小于最大进口或出口管的直径。需要密闭的储罐应安装呼吸阀。呼吸阀预设的打开压力应不大于设计压力，呼吸阀的直径不应小于最大进口或出口管的直径。

4.8.2 储罐内构件宜整体采用与储罐内衬相同的树脂制作，暴

露的结构层断面采用与储罐内衬相同的树脂进行耐腐蚀密封。承重件强度及刚度应满足使用要求。内构件固定于储罐内壁时应计算黏结面积及厚度，计算时层间剪切强度取值应不大于7.0MPa，安全系数应不小于10。黏结不应损害储罐内衬的耐腐蚀及防渗功能。在工厂内进行预安装的内构件应满足吊装及运输的要求。

5 制造与过程控制

5.1 一般规定

5.1.1 储罐的制造环境温度不宜低于 10℃，不宜高于 35℃，相对湿度不宜大于 80%。

5.1.2 储罐宜按纤维缠绕法结合接触成型法进行制造，应编制成型工艺技术文件，并进行工艺试验评定验证。

5.1.3 储存腐蚀性介质时，制造单位应确定储罐成型后的材质在腐蚀性工况下使用的可靠性。耐化学介质腐蚀性能应符合现行国家标准《玻璃纤维增强热固性塑料耐化学介质性能试验方法》GB/T 3857 的规定，并按现行国家标准《纤维增强塑料设备和管道工程技术规范》GB 51160 执行。

5.2 主要原材料控制

5.2.1 树脂性能的控制应满足下列要求：

- 1 制造单位应按照表 5.2.1-1 的要求对树脂进行检测。

表 5.2.1-1 树脂检测内容、指标及测试方法

项目	质量指标	测试方法
外观	应无异状	目测
黏度 (mPa·s)	±100	GB/T 7193
酸值 [mg (KOH) /g]	±4.0	GB/T 2895
凝胶时间 (min)	±30%	GB/T 7193
固体含量 (%)	±3.0	GB/T 7193
80℃热稳定性 (h)	≥24	GB/T 7193

2 设计温度高于 65℃，树脂浇注体性能应满足表 5.2.1-2 的要求。

表 5.2.1-2 树脂浇注体检测内容、指标及测试方法

项目	质量指标	测试方法
巴柯尔硬度	≥ 35	GB/T 3854
拉伸强度 (MPa)	≥ 60	GB/T 2567
拉伸弹性模量 (MPa)	≥ 25000	GB/T 2567
弯曲强度 (MPa)	≥ 80	GB/T 2567
弯曲弹性模量 (MPa)	≥ 2700	GB/T 2567
断裂延伸率 (%)	不小于标称值	GB/T 2567
热变形温度 (℃)	不小于标称值	GB/T 1634.2

5.2.2 增强材料应满足以下要求：

1 制造单位应按照表 5.2.2-1 的要求对无碱无捻玻璃纤维缠绕粗纱进行检测。

表 5.2.2-1 无碱无捻玻璃纤维缠绕粗纱检测内容、指标及测试方法

项目	质量指标	测试方法
外观	不应有影响使用的污渍、杂质、毛羽等缺陷	目测
纤维直径 (μm)	标称值 ± 15%	GB/T 7690.5
线密度 (tex)	标称值 ± 5.0%	GB/T 7690.1
线密度变异系数 (%)	≤ 5	GB/T 7690.1
断裂强度 (N/tex)	≥ 0.3	GB/T 7690.3
含水率 (%)	≤ 0.2	GB/T 9914.1
可燃物含量 (%)	± 20	GB/T 9914.2

2 制造单位应按照表 5.2.2-2 的要求对表面毡进行检测。

表 5.2.2-2 表面毡检测内容、指标及测试方法

项目	质量指标	测试方法
外观	外观平整, 无影响质量的折痕、孔洞、烂边等疵点	目测
单位面积质量 (g/m ²)	30 ± 2	GB/T 9914.3
含水率 (%)	≤ 1.5	GB/T 9914.1
可燃物含量 (%)	6 ~ 9	GB/T 9914.2
纵向拉伸强力 (N/5cm)	≥ 25	GB/T 6006.2

3 制造单位应按表 5.2.2-3 的要求对玻璃纤维短切原丝毡进行检测。

表 5.2.2-3 玻璃纤维短切原丝毡检测内容、指标及测试方法

项目	质量指标	测试方法
单位面积质量 (g/m ²)	< 300, ± 12% 300 ~ 599, ± 10% ≥ 600, ± 8%	GB/T 9914.3
单位面积质量变异系数 (%)	≤ 6	GB/T 9914.3
含水率 (%)	< 0.2	GB/T 9914.1
可燃物含量 (%)	1.8 ~ 8.5	GB/T 9914.2
纵向拉伸强力 (N)	≥ 60	GB/T 6006.2
横向拉伸强力 (N)	≥ 60	GB/T 6006.2
苯乙烯溶解度 (s)	≤ 40	GB/T 6006.1
树脂浸透速率 (s)	< 100	GB/T 17470

4 制造单位应按照表 5.2.2-4 的要求对玻璃纤维方格布进行检测。

表 5.2.2-4 玻璃纤维方格布检测内容、指标及测试方法

项目	质量指标	测试方法
单位面积质量 (g/m ²)	标称值 ± 8.0%	GB/T 9914.3
单位面积质量变异系数 (%)	≤ 6	GB/T 9914.3
经向密度 (根/cm)	3.50 ± 0.35	GB/T 7689.2
纬向密度 (根/cm)	3.50 ± 0.32	GB/T 7689.2
含水率 (%)	≤ 0.2	GB/T 9914.1
可燃物含量 (%)	0.6 ± 0.2	GB/T 9914.2
经向拉伸断裂强力 (N)	≥ 2500	GB/T 7689.5
纬向拉伸断裂强力 (N)	≥ 2200	GB/T 7689.5

5 制造单位应对其他增强材料按相应标准进行检测。

5.3 模具控制

5.3.1 模具在成型和固化的过程中应具有足够的强度、刚度及尺寸稳定性。首次使用前应进行尺寸检查。

5.3.2 现场缠绕使用的拼装型模具应拼接严密，不应使成型后的储罐表面产生明显可见的棱形凹槽。

5.3.3 不应采用金属钉将平板卷制内衬钉到模具纵、横向木梁上的方法。

5.4 筒体制作

5.4.1 筒体制作应依据确定的成型工艺技术文件进行。

5.4.2 内衬层固化后应进行厚度检测及外观缺陷检验。制作好后，宜在 48h 内进行结构层成型，超过 48h 时，应对内衬层外表面进行处理，确保内衬层与结构层黏结良好。

5.4.3 结构层制作时，内衬层刚度应满足后续工艺要求。对筒体内衬与罐顶、罐底对接后进行整体缠绕的储罐，缠绕前可充

入不大于 0.1MPa 的压缩空气，以确保在缠绕张力及自重下罐体不发生变形及挠曲。

5.4.4 结构层制作采用缠绕成型工艺时，缠绕角角度偏差不大于 2° ，缠绕纱应保证线型完整，不应出现纤维离缝、重叠、滑移和断纱。缠绕过程中，应确保纤维张力均匀，缠绕速度应保证纤维浸润充分。

5.4.5 采用纤维织物铺层时，应逐层铺放，同铺层纤维织物的搭接宽度不应少于 10mm，树脂应分布均匀、浸透织物。

5.4.6 制作外保护层时，应按成型工艺技术文件要求采取抗紫外线的措施。

5.4.7 需加热固化的产品，其成型工艺技术文件应包括加热的方式、热源的布置、筒体表面的最高受热温度、加热时间等加热固化工艺参数。

5.4.8 结构层和外保护层固化成型后，应进行固化度和筒体厚度检测。

5.5 罐顶与罐底制作

5.5.1 罐顶、罐底制作可采用手糊成型工艺、喷射成型工艺或其他接触成型法。

5.5.2 采用手糊成型工艺时，宜采用毡、布交替铺设的铺层结构，经纱、纬纱的方向应与罐顶、罐底的环向及轴向相关，同铺层纤维织物的叠加宽度不应少于 10mm。

5.5.3 采用喷射成型工艺时，应保持纤维与树脂喷射比例及喷射量适宜、稳定，无喷射遗漏区域，每次喷射面完成后，立即辊压。

5.6 对 接

5.6.1 筒体与罐顶、罐底，筒体与筒体对接时，黏结补强区域强度不应小于筒体和罐顶、罐底的强度，且所用材料种类应保

持一致；接口应加工“V”形坡口，坡口的角度不应大于 60° ，坡口底部间隙宽度不应大于2mm。

5.6.2 对接黏结部位内黏结铺层宽度不应小于75mm；外侧黏结铺层总宽度不应小于2倍的单边搭接宽度；对接黏结铺层的边缘应逐层减薄，减薄区域的宽度不应小于4倍对接黏结层厚度。

5.7 接 管

5.7.1 接管与开孔的连接可采用齐平式或嵌入式，连接方式应按现行国家标准《纤维增强塑料设备和管道工程技术规范》GB 51160 执行。

5.7.2 直径不大于150mm的接管应采用角形肋板支撑。

5.7.3 人孔法兰盘底部至储罐壁面距离不少于300mm。人孔盖应配有把手。

5.8 爬梯及护栏

5.8.1 采用钢制爬梯及护栏时，应按现行国家标准《固定式钢梯及平台安全要求 第1部分：钢直梯》GB 4053.1、《固定式钢梯及平台安全要求 第2部分：钢斜梯》GB 4053.2、《固定式钢梯及平台安全要求 第3部分：工业防护栏杆及钢平台》GB 4053.3 的规定执行，其他材质爬梯及护栏的安全要求不应低于现行国家标准《固定式钢梯及平台安全要求 第1部分：钢直梯》GB 4053.1、《固定式钢梯及平台安全要求 第2部分：钢斜梯》GB 4053.2、《固定式钢梯及平台安全要求 第3部分：工业防护栏杆及钢平台》GB 4053.3 的要求。

5.8.2 爬梯及护栏可直接黏结在储罐上，也可通过螺栓连接在预埋件上。

5.9 附件装配

5.9.1 预埋件、内嵌件、粘贴件边缘存在间隙时，应用树脂混

合物填充密实。

5.9.2 与储罐连接的配件应固定牢固，满足运输、使用及安全要求。

6 检 验

6.1 外 观

6.1.1 应对每台储罐外观质量进行目视检查。检查内部时，可使用 100W 白炽灯照明；检查外部时，应在自然光下进行，如自然光线不足时，可采用辅助光源照明。

6.1.2 储罐外观检验及要求应按表 6.1.2 执行。

表 6.1.2 外观检验内容及要求表

序号	缺陷名称	缺陷定义	内衬层	结构层	外保护层
1	鼓包	内部有空洞的、不同外形轮廓表面的隆起	无，可修复	—	鼓包直径最大 6mm，高度不超过 3mm，可修复
2	碎裂	表面或边缘小片的碎裂	无，可修复	—	如果没有穿透结构层，最大 6mm，可修复
3	裂纹面	仅存在于表面的细裂纹	无，可修复	—	长度最长 6.5mm，可修复
4	干斑	增强材料未被树脂完全浸透的区域	无，可修复	直径最大 10mm，面积小于 10%/m ² ，不可修复	直径最大 10mm，面积小于 10%/m ² ，可修复，见备注
5	气泡、空隙	在增强材料层中间存在的残留空气，一般呈球形	直径最大 3mm，可修复，见备注	直径最大 10mm，宽度小于 6mm，不可修复	—

续表 6.1.2

序号	缺陷名称	缺陷定义	内衬层	结构层	外保护层
6	起泡	层压板中有许多非常小的气泡,直径小于 3mm,外形上像鸟巢(手糊),或像条纹状(缠绕)	区域不超过 10%,可修复,见备注	—	—
7	杂质	一些与其组成成分不同的物质的微粒	无,见备注	不可修复,见备注	—
8	凹陷、龟裂、多孔	表面的小型凹坑,其深度和宽度的数量级大致相同。这种凹坑可以用一层纱或树脂覆盖	直径最大 3mm,深度最大 0.5mm,数量不超过 1/dm ² ,可修复	—	直径最大 3mm,深度最大 1.5mm,可修复
9	划伤、刻痕	不恰当操作和贮存引发的浅层印记、凹槽和沟痕	深度最大 0.2mm,可修复	—	深度最大 0.5mm,可修复
10	分层	材料的层间分离	无,可修复	见备注	—
11	起皱	由一层或多层织物或其他增强材料模制成的波纹状的缺陷	最大偏差为壁厚的 20%,但不超过 3mm,不可修复	—	最小壁厚应在公差范围内且少于 10 个 /m ² ,可修复
12	白点	小面积的白色,由湿度痕迹引起	无,可修复	直径小于 10mm 或面积少于 10%,不可修复	—
13	毛刺	表面的小的、尖锐的锥形凸起	无,可修复	—	对毛刺的数量、大小不作限制要求,但毛刺应被树脂浸透,可修复,见备注

注：如果化学或机械性能不受影响，这些缺陷是可以接受的。

6.2 尺 寸

6.2.1 直径不大于 4m 储罐直径偏差不应大于设计值的 $\pm 1\%$ ，直径大于 4m 储罐直径偏差不应大于设计值的 $\pm 0.5\%$ 。

6.2.2 储罐最小厚度不应小于设计厚度。

6.2.3 储罐高度偏差不应大于设计值的 $\pm 0.5\%$ 。

6.2.4 储罐接管位置偏差不应大于 6.0mm。

6.2.5 储罐接管法兰平面与接管轴线的角度偏差应符合表 6.2.5 的要求。

表 6.2.5 储罐接管法兰平面与接管轴线的角度偏差表

接管直径 d_j (mm)	角度偏差范围 ($^\circ$)
$d_j < 250$	± 1
$d_j \geq 250$	± 0.5

6.2.6 储罐接管法兰或筒体法兰的厚度不应小于设计厚度，偏差为 0mm ~ 5mm。法兰螺栓孔位置偏差不应大于 1.5mm。法兰平整度偏差应符合表 6.2.6 的要求。

表 6.2.6 储罐法兰平整度偏差表

法兰直径 d_f (mm)	平整度偏差 (mm)
$d_f \leq 450$	± 1.0
$450 < d_f \leq 1000$	± 1.5
$d_f > 1000$	± 3.0

6.3 树 脂 含 量

6.3.1 树脂含量检测应按现行国家标准《玻璃纤维增强塑料树脂含量试验方法》GB/T 2577 执行。储罐内衬层的树脂含量应

为 68% ~ 78% ; 纤维缠绕结构层树脂含量应为 25% ~ 40% ; 手糊结构层树脂含量应为 40% ~ 60%。

6.4 固化度检查

6.4.1 固化度检测可采用巴柯尔硬度、树脂不可溶分含量、表面固化度试验进行检查。

6.4.2 巴柯尔硬度检测应按现行国家标准《纤维增强塑料巴氏(巴柯尔)硬度试验方法》GB/T 3854 执行。外表面无富树脂层的储罐,巴柯尔硬度不应小于 40 ; 外表面有富树脂层的储罐,巴柯尔硬度不应小于树脂浇铸体巴柯尔硬度的 80%, 测量部位应覆盖储罐的非工作面。

6.4.3 各层树脂不可溶分含量检测应按现行国家标准《纤维增强塑料树脂不可溶分含量试验方法》GB/T 2576 执行,各层树脂不可溶分含量不应小于 90%。

6.4.4 固化期间暴露于空气中的外表面或二次黏合面应进行丙酮试验检查表面固化性。试验时用清洁的丙酮擦拭表面,至少放置 30s, 表干后检查其黏性。若发黏则表明未完全固化, 应进行巴氏硬度试验以确定是否完全固化。

6.5 管接头机械性能

6.5.1 管接头力矩载荷通过连接在管接头法兰上的一根 1m 长的管, 将力矩载荷施加到储罐管接头上, 加载增量为规定载荷的 20%, 直至加载到规定的力矩载荷。直径不大于 50mm 的管接头应能承受 $1.36\text{kN}\cdot\text{m}$ 的力矩载荷无损伤, 直径大于 50mm 的管接头应能承受 $2.7\text{kN}\cdot\text{m}$ 的力矩载荷无损伤。

6.5.2 管接头扭矩载荷通过连接在管接头法兰上的一根 1m 长的管将扭矩载荷施加到储罐管接头上, 加载增量为规定载荷的 20%, 直至加载到表 6.5.2 规定的扭矩载荷。管接头扭矩载荷应能承受表 6.5.2 规定的扭转载荷且无损伤。

表 6.5.2 管接头扭转载荷

管接头尺寸 (mm)	扭转载荷 (kN·m)
20	0.23
25	0.27
32	0.32
40	0.35
50	0.37
70	0.39
80	0.40
100	0.43
150	0.47
200	0.52

6.6 盛水试验

6.6.1 储罐应在制造厂进行满容积盛水试验，盛水宜采用洁净的清水，保持 24h，储罐无变形、渗漏方为合格。

6.6.2 带附加压力设计时，试验时通过临时用管充水至液位高于满容积液面，液位高度与满容积液面高度差形成的压力应等于设计附加压力。

6.6.3 可通过在检测部位贴置应变片的方式进行应变检查。采取可测量储罐满水 24h 的应变时，环向及轴向应变应不超过 0.1%。

6.7 力学性能

6.7.1 筒体拉伸强度及拉伸弹性模量检测应按现行国家标准《纤维增强塑料拉伸性能试验方法》GB/T 1447 中规定执

行。环向拉伸强度不应小于 150MPa，环向拉伸弹性模量不小于 14000MPa；工厂内制作的储罐轴向拉伸强度不应小于 30MPa，现场缠绕储罐的轴向拉伸强度不应小于 15MPa，轴向拉伸弹性模量不应小于 4500MPa。

6.7.2 筒体弯曲强度及弯曲弹性模量检测应按现行国家标准《纤维增强塑料弯曲性能试验方法》GB/T 1449 执行。环向弯曲强度不应小于 180MPa，环向弯曲弹性模量不应小于 16000MPa。

6.7.3 采用手糊工艺成型的罐顶、罐底、开孔补强及接管黏结等部位的力学性能最低值应满足表 6.7.3 的规定。

表 6.7.3 手糊层合板最低力学性能表

性能	厚度 (mm)			
	3.2 ~ 4.8	6.4	7.9	≥ 9.5
拉伸强度 (MPa)	62	82	90	100
拉伸弹性模量 (MPa)	6900	8960	9650	10300
弯曲强度 (MPa)	110	130	140	150
弯曲弹性模量 (MPa)	4830	5520	6200	6900
层间剪切强度 (MPa)	7.0	7.0	7.0	7.0

注：厚度在 6mm 及以上的规格中加有无捻粗纱布。

6.8 导电、电阻率、导热系数及阻燃氧指数检测

6.8.1 导电和电阻率检测应按现行国家标准《导电和抗静电纤维增强塑料电阻率试验方法》GB/T 15738 执行，表面电阻不应大于 $10^9 \Omega$ 。

6.8.2 导热系数检测应按现行国家标准《纤维增强塑料导热系数试验方法》GB/T 3139 执行。平均温度等于 25℃ 时，保温材料及其制品的热导率值不应大于 0.08W/(m·K)；保冷材料及其制品的热导率应符合现行国家标准《设备及管道绝热技术通则》GB/T 4272 的规定。

6.8.3 阻燃氧指数检测应按现行国家标准《纤维增强塑料燃烧性能试验方法氧指数法》GB/T 8924 进行，阻燃氧指数值 $OI \geq 26\%$ 。

6.9 检验、判定

6.9.1 储罐出厂时应逐台进行检验。出厂检验项目应包括：外观、直径、厚度、高度或长度、接管位置偏差、接管法兰平面与接管轴线的角度偏差、接管法兰或筒体法兰的厚度偏差、法兰螺栓孔位置偏差、法兰平整度偏差、固化度、管接头力矩载荷、管接头扭转载荷、盛水试验。

6.9.2 出厂检验应按以下规定进行判定：

- 1 外观、固化度、管接头力矩载荷、管接头扭转载荷不合格时，可返修，返修不应超过 2 次。
- 2 厚度和盛水试验有一项检验不合格，应判不合格。
- 3 直径和高度或长度同时不合格时，应判不合格。

6.9.3 型式检验应符合下列规定：

- 1 下列情况下应进行型式检验：
 - 1) 材料、工艺有较大改变，可能影响储罐性能时；
 - 2) 产品正常生产 24 个月或台数超过 300 台时间较短者；
 - 3) 连续停产超过 6 个月，恢复生产时；
 - 4) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时。
- 2 在邻近周期检查时的一批产品中随机抽检一台。
- 3 检验内容及判定：
 - 1) 外观、直径、长度、尺寸偏差、固化度、管接头力矩载荷、管接头扭转载荷仅有一项检验不合格，则判相应项的型式检验合格，否则为不合格。
 - 2) 厚度、树脂不可溶分含量、盛水试验、环向拉伸强度、环向拉伸弹性模量、轴向拉伸强度、轴向拉伸弹性模量、环向弯曲强度、环向弯曲弹性模量均符

合要求时，则判相应项型式检验合格；一项以上不符合要求则判为不合格；如有一项不符合要求时则进行二次抽样，二次抽样全部符合要求时判相应型式检验合格，否则为不合格。

7 地基与基础

7.1 一般规定

7.1.1 场地岩土工程勘察应符合现行国家标准《钢制储罐地基基础设计规范》GB 50473 的规定。

7.1.2 储罐基础的抗震设计应符合现行国家标准《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定。

7.1.3 基础设计应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定。

7.2 地基选型

7.2.1 立式储罐基础宜采用筏板式基础，软土地区可采用桩筏基础。

7.2.2 卧式储罐基础宜采用鞍式基础，也可采用块式基础。

7.3 基础设计

7.3.1 储罐基础荷载及荷载效应组合应符合现行国家标准《钢制储罐地基基础设计规范》GB 50473 的规定。

7.3.2 承载力计算应按现行国家标准《钢制储罐地基基础设计规范》GB 50473 执行。

7.3.3 地基变形应包括储罐基础整体沉降、储罐基础平面倾斜，计算应按现行国家标准《钢制储罐地基基础设计规范》GB 50473 执行。

7.3.4 立式储罐地基变形允许值应满足表 7.3.4 的要求。

7.3.5 每台储罐基础应设置沉降观测点，应满足表 7.3.5 要求。

表 7.3.4 立式储罐地基变形允许值

储罐地基变形特征	储罐形式	储罐底圈直径	沉降差允许值
平面倾斜 (任意直径方向)	固定罐顶	$D_t \leq 30$	$0.010D_t$

注：1 D_t 为筏板基础直径 (m)。

2 基础平面倾斜引起的储罐罐壁垂直度偏差尚应满足储罐安装、验收时垂直度偏差的要求。

表 7.3.5 储罐观测点设置数量表

储罐公称容积 (m ³)	沉降观测点数量
2000 及以下	4
3000	8
5000	8
10000	12

7.3.6 储罐基础稳定性计算及抗浮验算应符合现行国家标准《地基基础设计规范》GB 50007 的规定。

7.4 构造与材料

7.4.1 基础埋深不应小于 500mm，并应埋置于标准冻深以下。

7.4.2 卧式储罐基础应在滑动端表面预埋钢板，钢板厚度应根据储罐使用年限确定。

7.4.3 立式储罐基础保护环应高出筏板顶面 300mm，保护环宽度不小于 200mm。

7.4.4 基础保护环与储罐外壁之间距离不应小于 10mm，在罐体就位后应填充和密封。

7.4.5 筏板基础顶面宜高出设计地坪高度不小于 300mm。

7.4.6 筏板最小配筋率不应小于 0.15%。

7.4.7 保护环上部钢筋配筋宜不小于 $2\phi 16\text{mm}$ ；竖向钢筋宜为封闭式，直径宜不小于 $\phi 8\text{mm}$ ，间距宜不小于 200mm。

7.4.8 筏板基础保护环应设置泄漏孔。泄漏孔应沿储罐周边均匀设置，且不应少于 4 处，孔径宜为 50mm，泄漏孔进口处孔底与筏板顶标高相同，并应以不小于 5% 的坡度坡向保护环外侧，泄漏孔出口应高于设计地面。

7.4.9 保护环不宜开缺口。当罐体安装必须留施工缺口时，环向钢筋应错开截断，当安装完成后采用比环墙混凝土高一等级的微膨胀混凝土将缺口封堵密实，钢筋接头应采用焊接。

7.4.10 筏板基础受力钢筋混凝土保护层最小厚度：当筏板下不设混凝土垫层时不应小于 70mm，当筏板下设混凝土垫层时不应小于 40mm。

7.4.11 当储罐储存介质最高温度高于 90℃ 时，与罐底接触的混凝土基础表面应采取隔热措施。

7.4.12 筏板基础平整度要求应满足现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 关于现浇设备基础的相关要求。

7.4.13 储罐基础混凝土等级不应低于 C30。

7.4.14 钢筋等级可选用 HPB300、HRB335、HRB400 级；预埋钢板宜采用 Q235。

8 安装、施工与验收

8.1 厂内制作储罐

8.1.1 厂内制作储罐的运输包装应执行现行行业标准《压力容器涂敷与运输包装》JB/T 4711 的规定。

8.1.2 储罐的现场存放应符合下列要求：

1 配备运输支座的储罐可连同支座一起卧置存放，不应叠放。无支座的立式储罐宜立置存放。

2 存放时，储罐应无明显可见的倾斜，储罐之间及与其他相邻设施的间距不宜小于 500mm，并应采取防止倾覆的措施。

3 无外保护层的储罐室外存放不宜超过 3 个月。

4 储罐应远离明火、易燃、易爆物品，储存区域应配有消防器材。

8.1.3 储罐的配套文件应包括产品合格证、主要原材料检验报告、出厂检验报告、安装指导手册、使用与维护说明。

8.1.4 应对到达安装现场的储罐进行外观检测，应对在运输、吊装、存放过程中造成的局部损伤进行修复。可根据现场情况对储罐的其他性能进行复验。

8.1.5 二次吊装与搬运应满足下列要求：

1 吊装、搬运及安装储罐时，可利用储罐上的吊耳，也可以采用双吊点直接吊装储罐筒体，但不应使用储罐上的附件。

2 起吊吊耳时，吊钩应处于吊耳的中心位置；吊起时，要用引导绳，以防止吊起状态下储罐摇摆或上下移动，不应使储罐撞击到其他物体。

3 采用双吊点直接吊装储罐筒体时，应采用尼龙吊带等柔性吊具；用钢丝绳或链条时，必须用橡胶或其他软物将其包裹，

或在吊具与罐体之间填塞橡胶垫；吊具与罐体间应有防滑措施。

4 吊具不应穿绕接管，吊钩与起重设备之间应有保证储罐就位的足够空间。

8.1.6 储罐吊装就位后，盛水试验前应进行下列内容检查：

- 1 立式储罐罐底与基础间的最大间隙不超过 3.0mm。
- 2 防止罐底砂子流失的沥青或水泥密封完全、牢固。
- 3 锚固装置穿入，拧上螺母但保持松弛状态。
- 4 无明显错位，偏移距离不超过 30mm。
- 5 无明显倾斜，最大倾斜距离不超过 80mm。
- 6 配件完整，爬梯、护栏牢固。

8.1.7 卧式储罐宜采用双鞍座支承，其长度较大时，可采用三个或三个以上鞍座支承。鞍座应满足下列要求：

- 1 鞍座包角应不小于 120° ，且不大于 180° 。
- 2 鞍座与储罐应均匀面接触。
- 3 鞍座与储罐间垫有软质材料。

8.1.8 埋地卧式储罐底部应有连续、坚固、无沉降的支撑基础，基础厚度不应小于 300mm；回填土不得含有粒径大于 15mm 的砾石、冻土，不得含有可腐烂、降解的有机物，夯实或压实后的相对密度大于 90%。

8.1.9 出厂后进行二次修复的储罐，就位后应进行盛水试验。盛水试验及检验应符合下列要求：

1 盛水试验优先采用洁净水；无水源情况下可采用设计规定的储存介质。水温不应低于 5°C 。

2 储罐采用二次充满水时，首次充水可至罐高的 $1/2$ ，保持 2h；检查无异常后，第二次充水至满罐；充水至设计最高液位后至少保持 24h。

3 充水过程中，如基础发生破损或超过设计规定的沉降量及不均匀沉降，应停止充水，待处理后，方可继续进行试验。

4 充水过程及规定保持时间内，储罐应无渗漏、异常变形及破坏为合格。满水试验后，立式储罐基础不均匀沉降不应大

于 20mm，垂直度偏差不应大于罐壁高度的 1.5%，且不应大于 80mm；垂直度应采用铅锤法或经纬仪测量，测量点均布，不少于 4 个。

5 满水试验基础沉降稳定后应对称拧紧锚固装置上的螺母。

8.2 现场制作储罐

8.2.1 现场制作储罐安装及施工应按现行行业标准《玻璃纤维增强热固性树脂现场缠绕立式储罐施工规范》SY/T 4130 执行。

8.2.2 现场制作储罐的验收检验应按本规范第 6 章执行。

9 标 志

铭牌应牢固地固定在储罐明显的位置，至少应包含下述内容：

- 1 公称直径 (mm)。
- 2 高度 (长度) (mm)。
- 3 公称容积 (m^3)。
- 4 介质名称、浓度。
- 5 设计压力 (MPa)。
- 6 设计温度 ($^{\circ}\text{C}$)。
- 7 产品编号。
- 8 制造商。
- 9 制造日期。

标准用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《纤维增强塑料拉伸性能试验方法》 GB/T 1447
- 《纤维增强塑料弯曲性能试验方法》 GB/T 1449
- 《塑料 负荷变形温度的测定 第2部分：塑料、硬橡胶和长纤维增强复合材料》 GB/T 1634.2
- 《纤维增强塑料树脂不可溶分含量试验方法》 GB/T 2576
- 《玻璃纤维增强塑料树脂含量试验方法》 GB/T 2577
- 《塑料 聚酯树脂 部分酸值和总酸值的测定》 GB/T 2895
- 《纤维增强塑料导热系数试验方法》 GB/T 3139
- 《增强塑料巴柯尔硬度试验方法》 GB/T 3854
- 《玻璃纤维增强热固性塑料耐化学介质性能试验方法》 GB/T 3857
- 《固定式钢梯及平台安全要求 第1部分：钢直梯》 GB 4053.1
- 《固定式钢梯及平台安全要求 第2部分：钢斜梯》 GB 4053.2
- 《固定式钢梯及平台安全要求 第3部分：工业防护栏杆及钢平台》 GB 4053.3
- 《玻璃纤维毡试验方法 第1部分：苯乙烯溶解度的测定》 GB/T 6006.1
- 《玻璃纤维毡试验方法 第2部分：拉伸断裂强力的测定》 GB/T 6006.2
- 《不饱和聚酯树脂试验方法》 GB/T 7193
- 《增强材料 机织物试验方法 第2部分：经、纬密度的测定》 GB/T 7689.2
- 《增强材料 机织物试验方法 第5部分：玻璃纤维拉伸断裂强力和断裂伸长的测定》 GB/T 7689.5
- 《增强材料 纱线试验方法 第1部分：线密度的测定》

GB/T 7690.1

《增强材料 纱线试验方法 第3部分：玻璃纤维断裂强力和断裂伸长的测定》GB/T 7690.3

《增强材料 纱线试验方法 第5部分：玻璃纤维纤维直径的测定》GB/T 7690.5

《纤维增强塑料用液体不饱和聚酯树脂》GB/T 8237

《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624

《纤维增强塑料燃烧性能试验方法 氧指数法》GB/T 8924

《增强制品试验方法 第1部分：含水率的测定》GB/T 9914.1

《增强制品试验方法 第2部分：玻璃纤维可燃物含量的测定》GB/T 9914.2

《增强制品试验方法 第3部分：单位面积质量的测定》GB/T 9914.3

《导电和抗静电纤维增强塑料电阻率试验方法》GB/T 15738

《石油与石油设施雷电安全规范》GB 15599

《玻璃纤维短切原丝毡和连续原丝毡》GB/T 17470

《玻璃纤维无捻粗纱》GB/T 18369

《玻璃纤维无捻粗纱布》GB/T 18370

《纤维增强塑料压力容器通用要求》GB/T 34329

《建筑地基基础设计规范》GB 50007

《构筑物抗震设计规范》GB 50191

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264

《钢制储罐地基基础设计规范》GB 50473

《纤维增强塑料设备和管道工程技术规范》GB 51160

《油气田防静电接地设计规范》SY/T 0060

《玻璃纤维增强热固性树脂现场缠绕立式储罐施工规范》SY/T 4130

《油（气）田容器、管道和装卸设施接地装置安全规范》

SY 5984

《防止静电、雷电和杂散电流引燃的措施》SY/T 6319

《油气田及管道工程雷电防护设计规范》SY/T 6885

《纤维增强塑料化工设备技术规范》HG/T 20696

《压力容器涂敷与运输包装》JB/T 4711

中华人民共和国石油天然气行业标准

玻璃纤维增强塑料储罐 技术规范

SY/T 0603—2019

条文说明

制定说明

本规范制定过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国玻璃纤维增强塑料储罐的实践经验，同时参照了 API Spec 12P : 2016 Specification for fiberglass reinforced plastic tanks、《玻璃纤维缠绕增强热固性树脂耐腐蚀立式贮罐》JC/T 587—2012、《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341—2014、ASME RTP-1 : 2015 Reinforced thermoset plastic corrosion-resistant equipment、ASTM D3299 : 2010 《玻璃纤维缠绕增强热固性树脂耐化学贮罐》、《纤维增强塑料压力容器通用要求》GB/T 34329—2017、《耐化学腐蚀现场缠绕玻璃钢大型容器》HG/T 3983—2007 等标准。

本规范保留了 API Spec 12P : 2016 Specification for fiberglass reinforced plastic tanks 的主要内容，同时又参照其他标准，进行了大量的更新、修订和补充。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，本规范编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据及在执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总则	58
2	术语	59
3	材料	60
3.1	树脂	60
3.2	增强材料	60
4	设计	61
4.1	一般规定	61
4.2	设计计算	62
4.3	卧式储罐计算	63
4.4	对接、开孔补强	63
4.5	储罐结构	63
5	制造与过程控制	65
5.1	一般规定	65
5.2	主要原材料	65
5.3	模具控制	65
5.4	筒体制作	65
5.5	罐顶、罐底制作	66
5.6	对接	67
5.7	接管	67
5.8	爬梯及护栏	67
6	检验	68
6.1	外观	68
6.2	尺寸	68
6.4	固化度检查	69
6.6	盛水试验	70

6.7 力学性能	70
8 安装、施工与验收	72
8.1 厂内制作储罐	72

1 总 则

1.0.1 本规范为对《玻璃纤维增强塑料储罐技术规范》SY/T 0603—2005 的修订，产品类型以原规范“车间制造的、地上立式圆筒形常压玻璃纤维增强塑料（玻璃钢）储罐”为主要内容，增加了现场缠绕大型储罐、卧式储罐、埋地卧式储罐等内容。

1.0.2 本规范温度的适用范围参照现行国家标准《纤维增强塑料设备和管道工程技术规范》GB 51160—2016。考虑到密闭类储罐会产生附加压力，超出“常压”范畴，压力适用范围由“常压”修订为“直径不大于4m时，设计压力不应大于0.1MPa，设计外压不应大于0.1MPa；直径大于4m时，设计压力不应大于 2×10^{-3} MPa，设计外压不应大于 0.49×10^{-3} MPa”。根据现有已知设备制造能力及业绩，限定“立式储罐直径不超过30m，容积不大于10000m³”。依据运输条件，限定“卧式储罐直径不大于4m，容积不大于250m³”。

2 术 语

本章所列术语与定义，仅适用于本规范。

3 材 料

3.1 树 脂

3.1.2 储罐长期受到紫外线照射，会导致表面老化、变色、强度下降，因此需加入紫外线吸收剂以提高抗紫外线辐射能力。

3.1.3 碳氢化合物类溶剂对玻璃纤维增强塑料制品具有一定的溶胀作用；高温对化学腐蚀具有催化作用；储存碳氢化合物或高温介质时，应有成功案例或作耐腐蚀评价。

3.2 增 强 材 料

3.2.1 玻璃纤维增强塑料性能主要取决于纤维和基体树脂本身的性能，以及两者间的界面黏结性能，采用与树脂相溶好的浸润剂，可以明显改善纤维与树脂的界面黏结强度，提高复合材料的力学强度和抗渗性能。储罐因介质的不同，会采用不同树脂，因此，采用与“树脂化学特性匹配的偶联剂的无碱玻璃纤维及制品”非常重要。

4 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.2 储罐属于直径大、壁厚小的“薄壁容器”，其强度及应变均应作为设计安全性判定准则。“长期载荷安全系数不小于 10，短期载荷安全系数不小于 5.0”参照现行国家标准《纤维增强塑料压力容器通用要求》GB/T 34329—2017；“外压安全系数不小于 5.0”参照 ASTM D3299 Standard specification for filament-wound glass-fiber-reinforced thermoset resin corrosion-resistant tanks、《玻璃纤维缠绕增强热固性树脂耐腐蚀立式贮罐》JCT 587—2012、API Spec 12P : 2016 Specification for fiberglass reinforced plastic tanks、ASME RTP-1 : 2015 Reinforced thermoset plastic corrosion-resistant equipment、《耐化学腐蚀现场缠绕大型玻璃钢容器》HG/T 3983—2007、《纤维增强塑料压力容器通用要求》GB/T 34329—2017 等标准，其中的许用应变均为 1.0%。

4.1.3 根据大量实验数据，当运行温度高至树脂热变形温度不足 20℃ 时，树脂的力学性能下降速度会大幅度增加，材料的安全性能会大幅度下降，依据《纤维增强塑料压力容器通用要求》GB/T 34329—2017、ASME X 2015 ASME Boiler & Pressure Vessel Code : Fiber-reinforced plastic pressure vessels、ASME RTP-1 : 2015 Reinforced thermoset plastic corrosion-resistant equipment，规定储罐的最高设计温度应比树脂热变形温度至少低 20℃，且不应高于 120℃。

4.1.4 温度超过 65℃ 时，温度对玻璃纤维增强塑料力学性能的影响显著加剧；只有常温下的数据时，应进行折减计算，折减

方法参照现行国家标准《纤维增强塑料设备和管道工程技术规范》GB 51160—2016。

4.1.5 内压失效主要为强度失效，且内衬层和外保护层纤维增强材料少、厚度薄，其强度较小，储罐的承压能力主要由结构层承担。因此，内压强度计算时以结构层强度为主，内衬层和外保护层的强度忽略。外压失效主要为罐壁失稳，计算采用储罐设计厚度。

4.2 设计计算

4.2.3 本条主要是储罐筒体的外压稳定性应采用许用外压进行校核的要求。

1 直径不大于4m储罐筒体许用外压计算公式〔公式(4.2.3-3)、公式(4.2.3-4)]参照ASTM D3299 Standard specification for filament-wound glass-fiber-reinforced thermoset resin corrosion-resistant tanks、《玻璃纤维缠绕增强热固性树脂耐腐蚀立式贮罐》JCT 587—2012，该计算方法不适用于直径大于4m的非等厚度储罐筒体；本规范表4.2.3-2风压高度变化系数 K_2 引用自现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012。

2 直径大于4m的非等厚度储罐筒体的许用临界外压计算公式〔公式(4.2.3-5)]参照API 650: 2013 Welded tanks for oil storage，等厚度储罐筒体的许用临界外压计算也按公式(4.2.3-5)执行。筒体计算高度应按有无环向加强圈分别选取。无环向加强圈时，锥顶封头储罐取直筒段高度，其余封头取储罐直筒段高度加封头深度三分之一的长度；有环向加强圈时，应取相邻间距离最大的两加强圈间的距离、第一个加强圈的中心线到封头切线的距离加上封头深度三分之一的长度或锥形封头取第一个加强圈到锥形封头和圆筒相贯线之间距离的最大值。

3 公式(4.2.3-8)依据基本风压计算设计风压，引用自现行行业标准《纤维增强塑料化工设备技术规范》HG/T 20696—

1999；公式(4.2.3-9)依据基本风速计算设计风压，引用自现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012；公式(4.2.3-11)依据瞬时风速计算设计风压，引用自 API 650：2013 Welded tanks for oil storage。

4.3 卧式储罐计算

4.3.2 埋地卧式储罐相关规定参照 ASTM D4021：1986 Standard specification for glass-fiber-reinforced polyester underground petroleum storage tanks。公式(4.3.2-2)中储罐筒体的计算长度 L 取值同公式(4.2.3-3)中罐体计算高度 H 。

4.4 对接、开孔补强

4.4.3 储罐直径不大于 4m 时补强厚度计算参照 API Spec 12P：2016 Specification for fiberglass reinforced plastic tanks，该计算方法不适用于储罐直径大于 4m 的储罐；储罐直径大于 4m 时，补强厚度计算参照现行国家标准《纤维增强塑料压力容器通用要求》GB/T 34329—2017，该计算方法也适用于直径不大于 4m 的储罐。

4.4.5 对于储罐而言，开孔后基本都需要黏接接管。开孔补强与接管连接的要求不同，但开孔补强与接管黏结在筒体区域是局部重合的，即可以先开口补强后黏结接管，也可以先黏结接管后补强开孔，亦可以同步进行。但开孔补强与黏结接管的作用是不同的，面积也不同，厚度也不同，应分别计算，补强时应按较大值选取。

4.5 储罐结构

4.5.1 储罐应采用复合层结构，应由内衬层、结构层、外保护层三部分组成。

1 主要参照 API Spec 12P：2016 Specification for fiberglass

reinforced plastic tanks 的描述。API Spec 12P : 2016 Specification for fiberglass reinforced plastic tanks 及《玻璃纤维缠绕增强热固性树脂耐腐蚀立式贮罐》JCT 587—2012 均规定内衬层厚度不小于 2.5mm。

3 本规范规定 0.5mm 为外保护层的最小厚度要求；依据需达到的保护效果，采取的措施至少为下列方法的一种或多种组合：

- 1) 外表面层树脂中添加紫外线吸收剂，添加层的厚度不小于 1.0mm；
- 2) 在外表层的基础上喷涂胶衣树脂或气干胶树脂，厚度不小于 0.5mm；
- 3) 外表层采用表面毡增强，增强后的外表层不小于 1.0mm。

4.5.2 对于直径不大于 4m 的储罐，罐顶通常不会设置检修平台，因此，罐顶本身应具备对检修人员的承载能力。对于储罐大于 4m 的储罐，通常采用锥形顶，基于安全考虑，应考虑检修平台或过道。罐顶可采用加强肋或是“夹层”结构进行加强，罐顶复合层结构应符合本规范第 4.5.1 条的规定，罐顶最小厚度为 5mm。如果罐内液面上有逸出气体，罐顶内衬材料应具有耐逸出气体的腐蚀性能，拼接罐顶接缝处应有防渗层。

4.5.4 本条主要是对拐角区可采用结构的要求。

1 此类储罐在缠绕制作时，未进行包底缠绕，导致拐角增强集中在筒体侧面，直径大于 4m 时，储罐拐角多为此类结构。该类储罐在安装时，要求基础为平面，罐底与基础为面接触。

2 此类储罐在缠绕制作时进行了包底缠绕，或糊制罐底时对拐角双向铺层增强；直径不大于 4m 时，储罐拐角多为此类结构。该类储罐在安装时，要求在罐底与基础间设置沙垫层。

3 当采用立式缠绕制作大型储罐时，通常在基础上直接糊制罐底，罐底与罐体采用承插黏结，内外增强的结构。

5 制造与过程控制

5.1 一般规定

5.1.1 当制造环境温度不满足本规范要求时，应采取必要的措施。现场缠绕制作时，应有必要的防风、防沙措施。

5.1.2 工艺试验评定的内容主要为验证各铺层厚度及总铺层厚度是否达到设计要求，树脂含胶量与设计偏差、力学性能是否满足设计时采用的数值。可参照现行国家标准《纤维增强塑料压力容器通用要求通用要求》GB/T 34329—2017。

5.2 主要原材料

5.2.1 对液体树脂进行检测是验收其工艺性能，对树脂浇注体的检测是验收其力学及耐温性能。

5.2.2 对玻璃纤维线（面）质量检验是保证制品的厚度；拉伸强力的检验是保证制品的强度；含水率、可燃物含量检验是保证玻璃纤维与树脂（黏结）界面强度。

5.3 模具控制

5.3.2 现场缠绕拼装模具的轴向支撑榫条间距过大，蒙皮太薄均易造成储罐内表面形成波浪形凹凸不平。

5.3.3 采用金属钉将卷制内衬钉到模具上的方法易形成渗漏点，严重影响储罐的使用寿命。

5.4 筒体制作

5.4.2 内衬制作好后如果放置时间较长，表面树脂就会固化更完全，树脂固化越完全，树脂表面的结合力越差。这样，就导

致内衬层与结构层的结合力降低。为了保证内衬层和结构层具有足够的结合力，本条提出对于放置时间超过 48h 的内衬层表面要进行处理。

5.4.4 缠绕角是一项非常重要的工艺参数，关系到储罐筒体的力学性能。对缠绕角控制的越准确，质量越好，但精确的控制对缠绕机的精度要求高。本条规定：“角度偏差不大于 2° ”，不但可满足精度控制的要求，而且我国制造企业的缠绕设备都能基本满足要求。适宜的缠绕张力，是保证储罐缠绕质量的主要措施；缠绕速度过快，纤维浸润不充分；缠绕速度过慢，会导致流胶，树脂含量低。缠绕时，对封头部位的包络区域，属于缠绕角渐变区域，该区域的线型及纤维方向处于不规则状态，因此该区域属于储罐性能薄弱区；原则上，包缠覆盖的越多，储罐的承压性能就越好，但包缠覆盖的多少是由缠绕机的性能决定的，标准中无法给出定量的规定。

5.4.5 铺放纤维织物时，应逐层铺放，不允许多层叠放，而且同一铺层纤维织物的叠加应有足够的宽度，依据 ASME RTP-1：2015 Reinforced thermoset plastic corrosion-resistant equipment 的规定，叠加宽度不应少于 10mm。

5.4.7 对于需加热固化的产品，应制定加热固化工艺制度。加热固化工艺应包括加热的方式、热源的最高温度、热源的布置、热源距筒体表面的最小距离、筒体表面的最高受热温度、加热的时间控制等。固化结束后，进行固化度检测，符合要求后，进行下道工序。

5.5 罐顶、罐底制作

5.5.1 接触成型法是指在不加压或稍加压（通常不超过 0.7MPa）情况下制造增强塑料制品的方法。属于这类成型工艺的有手糊成型、喷射成型、袋压成型、树脂传递模塑成型、热压罐成型和热膨胀模塑成型（低压成型）等。

5.5.2 毡、布交替工艺虽然会加大成本，但有助于提高制品的

层间剪切强度、防渗性能和耐负压能力，宜优先采用。

5.6 对 接

5.6.1 与本体材料相比，黏接缝是强度薄弱和应力集中部位，也是制造难度较大的部位，因此，为了保证黏结部位的承压安全性，对筒体与罐顶、罐底，筒体与筒体对接黏接缝的强度和黏结用材料提出要求。对接黏接缝是储罐上最长、操作难度最大的黏接缝，在影响黏接缝的质量和黏结可靠性的因素中，坡口形式非常重要。在确定坡口的形式时，坡口的形状要易于加工，开口的角度和间隙大小应保证树脂填充饱满和易于施工。如开口角度大，则黏接缝强度会降低；开口角度小，间隙小，则施工难度大，难以保证树脂填充饱满，形成施工缺陷。与X形坡口相比，V形坡口易加工，且便于施工。依据制造经验，确定坡口角度应大于 60° ，间隙不应小于2mm。

5.7 接 管

5.7.2 储罐接管直径越小，承受附加载荷的能力越差，严重时接管黏结处会拉裂或拉脱。因此，为了保证小规格接管连接处的安全可靠，对于直径小于或等于150mm的接管，提出应增加角形肋板支撑，支撑肋板的结构、尺寸参照现行行业标准《玻璃纤维缠绕增强热固性树脂耐腐蚀立式贮罐》JCT 587—2012的规定执行。

5.8 爬梯及护栏

5.8.2 黏结在储罐上的爬梯及护栏垫板应与黏结部位贴合严密，爬梯垫板的有效黏结接触面积（黏结接触面积为黏结面积减去垫板面积）不应小于 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ （按承受一位检修人员的荷载进行核算），护栏的黏结接触面积不应小于 $75\text{mm} \times 75\text{mm}$ 。

6 检 验

6.1 外 观

6.1.2 储罐的外观质量是一项非常重要的质量指标，由于内衬层、结构层、外保护层的功能存在较大差异，本规范对各层的外观检验分别给出规定。对内衬表面上影响美观但修复后反而会影响内衬性能的缺陷，本规范给出了可接受不修复的建议。由于修复结构层的外观缺陷有可能影响到结构及强度，本规范给出了可接受不可修复的建议。主要参照 BN 13121-3 : 2008 GRP tanks and vessels for use above ground—Part 3 : Design and workmanship 给出目视外观的基本要求。

6.2 尺 寸

6.2.1 ASTM D3299 Standard specification for filament-wound glass-fiber-reinforced thermoset resin corrosion-resistant tanks、《玻璃纤维缠绕增强热固性树脂耐腐蚀立式贮罐》JCT 587—2012、《纤维增强塑料化工设备技术规范》HG/T 20696—1999 规定直径允许偏差是 $\pm 1\%$ 。根据目前国内的制造水平，直径偏差取 $\pm 1\%$ 比较合理。对于公称直径不大于 4m 的储罐，可用精度不小于 0.1mm 的内径测量尺测出同一截面 4 个均布方向的内直径，取 4 次测量结果的算术平均值作为测试结果，测量时应避开开孔部位。对于公称直径大于 4m 的储罐，可采用精度为 1mm 的 π 尺或钢卷尺直接测量直径或测量外径减去相同部位罐壁厚度的方法。

6.2.2 《玻璃纤维缠绕增强热固性树脂耐腐蚀立式贮罐》JCT 587—2012、ASME RTP-1 : 2015 Reinforced thermoset plastic

corrosion-resistant equipment 规定最小壁厚不应低于设计壁厚的 90%，ASME RTP-1 ; 2015 Reinforced thermoset plastic corrosion-resistant equipment 规定平均值不得低于设计值的 95%，也不得高于设计值的 125%。考虑到现场缠绕大型储罐的特殊性，编写组定为“最小厚度不应小于设计厚度”。储罐壁厚测量可以采用下列方法之一进行：

1 可采用精度为 0.02mm 的游标卡尺或其他测量仪器对开孔后的罐壁进行测量。厚度测量部位的选择和测量点数应尽可能准确反映罐壁的实际厚度，同一开孔部位应至少选取 4 处进行壁厚测量，且应覆盖所有开孔区域。

2 用精度为 1mm 的 π 尺或尺面应为平面钢卷尺绕罐一周，确保其垂直于罐轴线测出罐的周长，计算出外径。测量相同位置的内径，通过测量出的外径与内径数据计算出壁厚。

3 采用磁波测厚仪测量，相同厚度区域至少测量 6 次，取其算术平均值。

当用户要求时，制造单位应对储罐各复合层厚度进行测量：垂直切割储罐开孔件断面，用砂细度 400 目或更细的砂纸把切断口打磨平滑，用水除去树脂和玻璃粉尘，将打磨处完全洗净后，用精度 0.02mm 的游标卡尺分别测量内衬层厚度、结构层厚度、外保护层厚度，至少测量 4 次。测点均布，取测量数据的算术平均值作为测量结果。

6.2.3 对于高度偏差，现行行业标准《纤维增强塑料化工设备技术规范》HG/T 20696—1999 规定为总长或高度允许偏差为 $\pm 0.5\%$ ；ASME RTP-1 ; 2015 Reinforced thermoset plastic corrosion-resistant equipment 的图 4.9 中规定不超过 $\pm 0.5\%$ 并不大于 13.25mm。根据目前国内制造水平和国际标准综合考虑，确定取长度或高度偏差不应大于设计值的 $\pm 0.5\%$ 。

6.4 固化度检查

6.4.1 API Spec 12P ; 2016 Specification for fiberglass reinforced

plastic tanks 规定进行巴柯尔硬度和表面固化度检查；现行行业标准《玻璃纤维缠绕增强热固性树脂耐腐蚀立式贮罐》JCT 587—2012 规定进行巴柯尔硬度检查和树脂不可溶分含量试验。本规范规定进行至少一种检查；巴柯尔硬度值规定参照现行行业标准《玻璃纤维缠绕增强热固性树脂耐腐蚀立式贮罐》JCT 587—2012。

6.6 盛水试验

6.6.1 API Spec 12P : 2016 Specification for fiberglass reinforced plastic tanks 规定盛水试验时间为 4h；现行行业标准《玻璃纤维缠绕增强热固性树脂耐腐蚀立式贮罐》JCT 587—2012 规定为 40h；现行行业标准《纤维增强塑料化工设备技术规范》HG/T 20696—1999、《耐化学腐蚀现场缠绕玻璃钢大型容器》HG/T 3983—2007 规定为 48h。本规范采用 24h。

6.6.3 常压储罐标准均有应变要求，但并不要求进行应变检测。本规范对“常压”进行了修订，是否需要进行应变检测，由设计人员依据设计压力及储罐的重要性确定。

6.7 力学性能

6.7.1 力学性能检测试样可从罐体上割取，力学性能检测项根据用户需求进行。一般情况下，“试件”可从储罐人孔开孔部位的切口余料中制取，但考虑不是所有的储罐都有人孔，或人孔的开孔位置不具有代表性，或开孔制取的试样数量不能满足测试的要求，也可在同材料、同工艺、同时制作的样板或样管上制取试件或供需双方协商确定。现行行业标准《纤维增强塑料化工设备技术规范》HG/T 20696—1999 规定环向拉伸强度为 120MPa ~ 180MPa，现行行业标准《耐化学腐蚀现场缠绕玻璃钢大型容器》HG/T 3983—2007 规定环向拉伸强度不小于 250MPa，本规范取 150MPa。现行行业标准《玻璃纤维缠绕

增强热固性树脂耐腐蚀立式贮罐》JCT 587—2012 规定轴向拉伸强度不小于 15MPa；现行行业标准《纤维增强塑料化工设备技术规范》HG/T 20696—1999 规定为轴向拉伸强度 45MPa ~ 60MPa；现行行业标准《耐化学腐蚀现场缠绕玻璃钢大型容器》HG/T 3983—2007 规定轴向拉伸强度不小于 65MPa；本规范取工厂内制作储罐不小于 30MPa，现场缠绕储罐不小于 15MPa。

8 安装、施工与验收

8.1 厂内制作储罐

8.1.5 需要搬运的立式储罐通常不会超过 10t，可使用吊耳。接管的黏结是依据耐压设计的，无法承受储罐的重量。采用吊带起吊罐体时，应防止储罐滑脱。

8.1.6 储罐与基础应保持面接触，充水前锚固装置应保持松弛状态，防止储罐充水变形后产生二次应力。充水过程中应对储罐进行检查。

8.1.7 地上卧式储罐鞍座与储罐面接触部分弧度应吻合，宽度通常不小于 200mm。支座宜固定，储罐应能产生轴向位移。橡胶垫的厚度不宜小于 6mm。制造单位应提供支座的位置尺寸，因为支座安装位置变化时，储罐的实际受力将不同于设计计算值。

8.1.8 埋地储罐回填材料的密实度对储罐变形具有较大的影响，尤其是储罐中心线以下区域，宜人工回填，分层夯实，夯实厚度不宜超过 500mm。不可采用灌水的方法达到密实的目的。

8.1.9 出厂后对内衬层进行二次修复的储罐应再次进行盛水试验；仅对外表面进行二次修复的储罐，可视情况确定是否再次进行盛水试验。