

《钢质内胆纤维环缠绕管束式集装箱》团体标准编制说明

一、目的和意义

管束式集装箱是天然气、氢气等能源运输的必要装备，是工业气体、电子气体运输的主要装备，用于公路、铁路和海路运输以及相互之间联运。在国家实行“双碳目标”的大背景下，移动式压力容器将会在碳达峰碳中和的实现进程中承担越来越多的责任，起着举足轻重的作用。同时移动式压力容器设计制造方面也需要不断向节能与降碳目标靠拢。在此背景下，钢质内胆纤维环缠绕管束式集装箱（以下简称管束式集装箱）的设计生产厂家越来越多，为了规范该移动式压力容器的设计、制造，提高管束式集装箱的设计制造质量，中国技术监督情报协会危化品储运装备技术与信息化工作委员会组织相关单位对该行业标准进行起草。

二、主要依据

GB/T 1413 系列 1 集装箱 分类、尺寸和额定质量
GB 6944 危险货物分类和品名编号
GB/T 10355 管束式集装箱
GB 12268 危险货物物品名表
GB/T 16563 系列 1 集装箱 技术要求和试验方法 液体、气体及加压干散货罐式集装箱
GB/T 33215 气瓶安全泄压装置
GB/T 35201 系列 2 集装箱 分类、尺寸和额定质量
TSG R0005 移动式压力容器安全技术监察规程
TSG 23 气瓶安全技术规程

三、主要工作

2022 年 11 月 24 日，在线上召开工作组首次会议，并对其草案稿进行讨论。

四、标准结构

本标准含正文十三章，三个附录。

本标准分为范围、规范性引用文件、术语与定义、资质与职责、材料、设计、安全附件、仪表及装卸附件、制造、试验方法、检验规则、标志、标识、出厂文件、储存、运输等共 14 章，以及钢内胆环缠绕气瓶专项要求（附录 A）、风险评估报告（附录 B）、装卸管路壁厚计算（附录 C）。

五、有关问题说明

1 范围

- 1.1 本文件中的管束式集装箱适用于为充装天然气、氢、氧、空气、氮、氩、氦、氟、氙等压缩气体。
- 1.2 由于大容积钢质内胆纤维环缠绕气瓶（以下简称钢内胆环缠气瓶）暂无相应国家标准或行业标准，因此附录 A《钢内胆环缠气瓶专项要求》。
- 1.3 根据产品的型式特点，确定管束式集装箱用气瓶的公称工作压力为 10MPa~30MPa、单只公称水容积为 1000L~4200L、使用环境温度-40℃~60℃。

1.4 因氧气的特殊性，所以盛装氧气的管束式集装箱用气瓶的公称工作压力限制不大于 20MPa。

2 规范性引用文件

本标准的引用文件包括了该产品的材料、设计、制造、检验试验所引用和遵循的相关国家标准、行业标准和气瓶、移动式压力容器的安全技术规范。

3 术语和定义

针对钢质内胆纤维环缠绕管束式集装箱的结构特点，给出了其定义。

4 资质与职责

根据 TSG R0005《移动式压力容器安全技术监察规程》、TSG 23《气瓶安全技术规程》的要求，对设计单位和制造单位的资质和职责提出相应要求。

5 材料

5.1 对管束式集装箱用材料和外购件提出了选用原则，强调材料与介质相容性，明确材料的可追溯性、质量证明文件等要求。

5.2 管路按装卸管路（包括管子和管件）、气动管路、排污管、泄放管用钢管的类别、材质、材料标准等做出了规定。

5.3 对框架和支撑结构用关键材料角柱、端梁、侧梁、支撑端板、法兰提出相应冲击试验的冲击温度和指标提出要求。

5.4 根据钢内胆纤维环缠绕气瓶的特点，对用于管束箱侧面和底部的防火隔离板材料提出了要求。

5.5 本标准对气瓶与端塞、管路与阀门的密封材料提出基本要求，即满足管束式集装箱定期检验周期的要求，并且根据目前密封材料使用情况，标准中推荐常用密封材料，同时明确充装氢气和氦气的管束式集装箱密封件应不单独使用聚四氟乙烯材料。

5.6 对焊接材料提出选用原则，并对受压元件用焊接材料需进行焊接工艺评定合格后方可选用，同时要求制造单位的建立和执行焊接材料管理制度。

5.7 角件有-20℃和-40℃冲击试验，因此本标准明确角件冲击试验试验温度为-40℃。

5.8 本标准对支撑端板与连接法兰等连接用螺栓、本标准对支撑端板与连接法兰等连接用螺栓、螺母选用提出要求，并明确商品级碳素钢或低合金钢的螺栓、螺母强度等级。

6 设计

6.1 本标准对管束式集装箱的设计文件提出了较为详细的要求，包括设计文件的主要内容，设计总图、部件图等应当注明的项目及要求等，主要是基于移动式压力容器是批量生产的产品，设计的安全性要求、经济性要求较高，所以其设计阶段的要求较高，只有达到设计的安全性和经济性的合理匹配，才能是一个好的设计，才能够保证管束式集装箱能够安全使用又经济合理。

6.2 因管束式集装箱可以铁路、公路及水路的运输，以及这些方式的联运，因此外形尺寸与公差、质量需要统一要求，根据GB/T 1413《系列1集装箱 分类、尺寸和额定质量》和GB/T 35201《系列2集装箱 分类、尺寸和额定质量》提出相应要求。

6.3 有关充装介质的品名、类别是根据GB12268、GB 6944 的规定提出的，并且与联合国《危险货物运输建议书-规章范本》的规定是一致的。

6.4 针对缠绕气瓶外层为非金属材料的特点，对其防火、防阳光中的紫外线辐射、防化学物质侵蚀、防砾石冲击以及任何物体对复合层的磨损、划伤和磕碰等提出了设计要求。

6.5 本标准规定气瓶与支撑板的连接结构设计不应采用焊接形式，系考虑到气瓶材料为高强合金结构钢，如果任何零部件与气瓶焊接后会导致气瓶产生裂纹等缺陷，因此规定气瓶不得与其他零部件进行焊接，并且国内外相关标准亦有相同规定。

6.6 为防止管束式集装箱在运输中因气瓶周向转动和轴向串动而导致车辆行驶不稳定,从而发生翻车等事故,为此对管束式集装箱提出气瓶周向转动和轴向串动的措施要求。

6.7 由于管束式集装箱装运介质为高压的压缩气体,为保证安全使用,对其装卸系统的设置提出明确三道装置的要求,与IMDG的要求一致。

6.8 气瓶的设计及弯曲应力校核应符合TSG R0006及相关气瓶标准的规定。

6.9 对于充装充装天然气、氢气等易燃易爆介质的管束式集装箱,其根部阀推荐选用气动阀。

6.10 考虑到管束式集装箱在装卸和运输过程中的震动和温差变化对管路系统密封性的影响,本标准规定管束式集装箱的管路系统必要时考虑设置温度补偿装置。

6.11 装卸管路的设计压力不应低于公称工作压力的 1.3 倍的说明如下

1) 根据GB/T 14194-2017中表1,常用压缩气体在50°C时的充装压力如下表:

充装温度	气瓶在50°C时的最高充装压力	
	公称工作压力15MPa	公称工作压力20MPa
氧气	17.1	23.1
空气	16.8	23
氮气	17	23
氢气	16.8	22.4
甲烷	18	24.7
氩气	17.1	22.9
氦气	16.5	22

由上表可看出,充装温度50°C时,充装压力最高的是介质甲烷,充装压力与公称工作压力的比值分别为 $18/15=1.2$, $24.7/20=1.235$

所以管道的设计压力取公称工作压力的1.3倍,合适。

2) 其他压缩气体不应超过式(1)计算的数值;

$$P \leq P_0 T Z / (T_0 Z_0) \quad (1)$$

P —管路的设计压力, MPa;

T —充装温度, K;

Z —在压力为 P 、温度为 T 时的压缩系数;

P_0 —气瓶的公称工作压力, MPa;

T_0 —气瓶的基准温度, 293K;

Z_0 —在压力为 P_0 、温度为 T_0 时的压缩系数。

按 GB/T 14194-2017 式(1)计算常用气体在 50°C 时,公称工作压力为 25MPa 和 30MPa 气瓶最高充装压力如下表:

充装温度	气瓶在50°C时的最高充装压力	
	公称工作压力25MPa	公称工作压力30MPa
空气	28	35.5
氮气	30	36
氢气	28.2	34.1
甲烷	30.7	36.7
氩气	28.4	35.1

由上表可看出，充装温度50℃时，充装压力最高的介质分别为甲烷、一氧化碳，充装压力与公称工作压力的比值分别为 $30.7/25=1.228$ ， $37.1/30=1.237$ 。

综上所述，在考虑安全裕量下，取1.3倍气瓶公称工作压力较为合理。

6.12 因管束式集装箱装运压缩气体，其压力较高，因此对弯管半径提出要求，以防弯曲半径过小造成应力集中。

6.13 管路组件的液压耐压试验或气压耐压试验按 GB/T 20801 进行制定，同时参考了 ASME B31.3 和 ASME B31.1 的相关要求。

6.14 本标准明确充装天然气的管束式集装箱需设置排污管路，并且对排污管的结构和布置提出要求。

7 安全附件、仪表及装卸附件

7.1 本标准对安全附件、仪表和装卸附件的组成、质量证明文件等提出有关基本要求，同时对安全附件、仪表和装卸附件装设时机做出了规定。

7.2 本标准明确规定每只气瓶均应设置超压泄放装置，其类型为爆破片装置或爆破片与易熔合金塞串联组合装置，并由设计者根据失效模式、介质危特性、安全泄放装置的特点，确定选用安全泄放装置类型和数量

7.3 标准中对爆破片及夹持器的材料做出规定，明确爆破片的设计爆破温度为 60℃。

7.4 标准中对爆破片与易熔合金塞串联组合装置的结构、易熔合金塞装置及组合装置的动作压力提出相应要求。

7.5 确定了气瓶安全泄放量应按 GB/T 33215 计算，以及对气瓶超压泄放装置泄放能力的要求。

7.6 由于管束式集装箱的工作压力高，当超压泄放装置泄放时不设置泄放管，可能造成人员和设备的伤害或损坏，故规定超压泄放装置需设置泄放管，并且向上引出到操作仓外。

7.7 本标准限管束式集装箱装运介质为压缩气体，装卸管路一般不设置紧急切断装置。如果充装易燃易爆、氧气及空气等介质的管束式集装箱，可以用气动控制的钢内胆环缠气瓶或汇总管路控制总阀实现紧急切断功能，为此对气动控制的钢内胆环缠气瓶或汇总管路控制总阀的远程开关、功能、性能等提出相应要求。

7.8 装卸管路设置安全阀是用于非正常充装压力下防止管路破坏以及气瓶过充的作用，并且对管路安全阀的整定压力及排放能力提出要求。

7.10 因氧和空气有助燃性质，因此在参考 HG 20202-2014《脱脂工程施工及验收规范》和气体公司要求上，对充装氧和空气的管束式集装箱，规定了其装卸阀门与介质接触表面油脂含量指标。

7.11 对氢气和氦气的管束式集装箱，其装运介质为易燃易爆和稀有气体，为此参照美国 CGA V10《高压气体接头》标准，故对充装氢气、氦气为易燃易爆介质的管束式集装箱，其快装接头具有具有防止装卸软管脱落时气瓶内介质向外泄漏的功能。

8 制造

8.1 本标准对管束式集装箱制造提出了总体要求以及焊接人员、无损检测人员的资格要求。

8.2 如果同台管束式集装箱用气瓶的长度相差较大时，会造成支撑端板受力不均衡，并且管束式集装箱在运行中受到颠簸、震动，从而使支撑端板扭曲和开裂，因此对同台用气瓶的长度差做出规定。

8.3 由于材料在氢环境下会产生氢脆，并且气瓶内表面粗糙度是产生氢脆的因素之一，因此规定其粗糙度应不大于 $Ra6.3 \mu m$ ，并且该指标目前管束式集装箱生产企业均能做得到的。

8.4 为使框架及连接件的焊接能够满足强度和韧性的要求，并按规定的焊接工艺规程和设计图样的技术要求施焊。

8.5 氢气与氧接触会发生燃烧和爆鸣，所以规定充装氢气的气瓶含氧量小于 0.5%，且含水量不大于 50×10^{-6} （体积分数）。

9 试验方法

9.1 标准中规定了装卸管路耐压试验的方法和要求。

9.2 标准中对泄漏试验的时机、方法做出规定。

9.3 管束式集装箱的吊顶、吊底、堆码试验等有关集装箱试验方法主要依据是 TSG R0005、GB/T 16563-2017《系列 1：液体、气体及加压干散货罐式集装箱技术要求和试验方法》有关规定而提出的。

10 检验规则

标准中对检验进行了分类，并分出厂检验和型式试验。由于管束式集装箱有公路、铁路及水路的多式联运和仅限公路运输的，因此根据不同运输模式提出相应型式试验项目。

11 标志标识

有关标志、标识的要求按TSG R0005、GB/T 1836《集装箱代码、识别和标记》、GB/T 16563《系列 1集装箱 技术要求和试验方法 液体、气体及加压干散货罐式集装箱法》的有关规定确定的。

12 出厂文件

管束式集装箱出厂文件的要求是按照TSG R0005的规定的要求，同时，结合管束式集装箱的特点而提出的。

13 储存运输

主要是保证起吊和运输过程中的各种安全问题。

14 附录 A（规范性附录） 钢内胆环缠绕气瓶

目前大容积钢内胆纤维环缠绕气瓶尚没有相应的国家标准和行业标准，各个企业均采用经鉴定备案的企业标准进行产品的设计和制造，所以本附录根据纤维环缠绕气瓶的特点，参照相关国内外标准要求提出了“大容积钢内胆纤维环缠绕气瓶”的专项技术要求，对气瓶的材料、设计、制造和检验试验提出了总体要求。

15 附录B(规范性附录) 风险评估报告

本附录规定了管束式集装箱的风险评估报告的制定原则和程序要求，以及风险评估报告的基本内容要求。

16 附录C（规范性附录）承压管路壁厚计算

装卸管路壁厚计算是参照 GB/T20801 的有关规定，装卸管路壁厚计算方法与公式。

《钢质内胆纤维环缠绕管束式集装箱》行业标准工作组

二〇二二年十二月