

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 5557—2009

代替 SY/T 5557—2001, SY/T 5611—2001, SY/T 5439—2003,
SY/T 5394—2004, SY/T 5494—1992

固井成套设备规范

Technical specification for cementing package

2009—12—01 发布

2010—05—01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 Ⅲ

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 设计 2

3.1 设备工作环境温度 2

3.2 设备设计强度分析 2

3.3 应力分布和应力集中的简化 3

3.4 设备或零部件的承载能力 3

3.5 设计文件 3

4 设计验证 3

4.1 总则 3

4.2 设计验证试验 3

4.3 设计验证试验人员 3

4.4 记录 3

5 材料要求 3

5.1 力学性能 3

5.2 材料验证试验 3

5.3 加工 3

5.4 化学成分分析 3

6 焊接要求 4

6.1 概述 4

6.2 焊接鉴定 4

6.3 书面文件 4

6.4 焊接材料管理 4

6.5 焊接性能 4

6.6 焊后热处理 4

6.7 焊缝质量 4

6.8 特殊要求——补焊 4

7 质量控制 4

7.1 总则 4

7.2 质量控制人员资格 4

7.3 测试设备 4

7.4 设备和零部件的质量控制 4

7.5 尺寸检测 5

7.6 设备试验 5

8 设备 5

8.1 成套设备基本要求 5

8.2 固井水泥车（橇） 6

8.3 固井管汇车（橇） 11

8.4 下灰车..... 14

8.5 背罐车..... 18

8.6 供液车..... 18

8.7 仪表车..... 18

8.8 下灰罐..... 20

8.9 固井水泥头及常规固井胶塞..... 22

8.10 干灰气动混拌灰库装置 29

8.11 高压管汇元件 31

8.12 标志、包装、运输、贮存 31

附录 A（资料性附录） 活接头推荐的主要配合尺寸 32

参考文献 33

前 言

本标准是对 SY/T 5557—2001《石油固井成套设备型式与基本参数》的修订。在修订过程中对下列标准进行了整合而形成本标准：

- SY/T 5611—2001《固井水泥车》；
- SY/T 5439—2003《下灰车》；
- SY/T 5394—2004《固井水泥头及常规固井胶塞》；
- SY/T 5494—1992《固井管汇车》。

本标准与 SY/T 5557—2001 相比，主要变化如下：

- 标准名称更名为《固井成套设备规范》；
- 增加了固井成套设备的设计、材料要求、焊接、质量控制等章节；
- 增加了固井设备成套要求以及配套设备中仪表车、背罐车、下灰罐、供液车以及干灰气动搅拌灰库装置的要求；
- 增加了车装设备对车辆行驶安全、节能、环保的要求。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由全国石油钻采设备和工具标准化技术委员会（SAC/TC 96）提出并归口。

本标准负责起草单位：中国石化集团江汉石油管理局第四机械厂。

本标准参加起草单位：兰州石油机械研究所、天门江汉三机特车有限责任公司、中油特种车辆有限公司。

本标准主要起草人：池胜高、周向东、黄军普、秦斌、朱凯军、朱国新、谭劲松、曾庆萍、黄宇飞、李哲、陈当福、秦赟、杨鸿昭、李德喜。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- SY/T 5394—1991，SY/T 5394—2004；
- SY/T 5439—1992，SY/T 5439—2003；
- SY/T 5494—1992；
- SY/T 5557—1992，SY/T 5557—2001；
- SY/T 5611—1993，SY/T 5611—2001。

固井成套设备规范

1 范围

本标准规定了成套固井设备的设计、设计验证、材料要求、焊接要求、质量控制、成套设备型式与基本要求，以及各配套设备的型式与基本参数、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存。

本标准适用于陆地及海洋石油天然气开采用车装或橇装固井设备的设计、制造、检验验收和质量评定。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 150—1998 钢制压力容器

GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法 (GB/T 228—2002, ISO 6892: 1998, MOD)

GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法 (GB/T 229—2007, ISO 148-1: 2006, MOD)

GB/T 231.1 金属布氏硬度试验 第1部分：试验方法 (GB/T 231.1—2002, ISO 6506-1: 1999, MOD)

GB/T 231.2 金属布氏硬度试验 第2部分：硬度计的检验与校准 (GB/T 231.2—2002, ISO 6506-2: 1999, MOD)

GB/T 231.3 金属布氏硬度试验 第3部分：标准硬度块的标定 (GB/T 231.3—2002, ISO 6506-3: 1999, MOD)

GB/T 531.1 硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第1部分：邵氏硬度计法（邵尔硬度） (GB/T 531.1—2008, ISO 7619-1: 2004, IDT)

GB/T 699 优质碳素结构钢

GB/T 1348 球墨铸铁件

GB/T 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备 (GB/T 2975—1998, ISO 377: 1997, MOD)

GB/T 3077 合金结构钢 (GB/T 3077—1999, DIN EN 10083-1: 1991, NEQ)

GB/T 3766 液压系统通用技术条件 (GB/T 3766—2001, ISO 4413: 1998, MOD)

GB 3847 车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法

GB 4785 汽车及挂车外部照明和信号装置的安装规定 (GB 4785—2007, ECE R48: 2001, NEQ)

GB/T 4798.5 电工电子产品应用环境条件 第5部分：地面车辆使用 (GB/T 4798.5—2007, IEC 60721-3-5: 1997, MOD)

GB 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件 (GB 5226.1—2008, IEC 60204-1: 2005, IDT)

GB/T 8923 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级 (GB/T 8923—1988, ISO 8501-1: 1988, MOD)

GB/T 9253.2 石油天然气工业 套管、油管 and 管线管螺纹的加工、测量和检验 [GB/T 9253.2—1999, API Spec 5B: 1996 (第 14 版), IDT]

GB/T 9439 灰铸铁件

GB/T 11352 一般工程用铸造碳钢件

GB/T 12467.2 金属材料熔焊质量要求 第 2 部分: 完整质量要求 (GB/T 12467.2—2009, ISO 3834-2: 2005, IDT)

GB/T 12536 汽车滑行试验方法

GB/T 12540 汽车最小转弯直径、最小转弯通道圆直径和外摆值测量方法

GB/T 12543 汽车加速性能试验方法

GB/T 12544 汽车最高车速试验方法

GB/T 12547 汽车最低稳定车速试验方法

GB/T 12673 汽车主要尺寸测量方法

GB/T 12674 汽车质量 (重量) 参数测量方法

GB 12676 汽车制动系统结构、性能和试验方法 (GB 12676—1999, ISO 7634: 1995, EQV)

GB/T 17350 专用汽车和专用挂车术语、代号和编制方法

GB 17691 车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法 (中国Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ阶段)

GB/T 22512.2 石油天然气工业 旋转钻井设备 第 2 部分: 旋转台肩式螺纹连接的加工与测量

SY/T 5150 分级注水泥器

SY/T 5211 压裂成套设备

SY/T 5250 油田用背罐车

SY/T 5323 节流和压井系统

SY/T 5676 石油钻采机械产品用高压锻件通用技术条件

SY/T 6270 石油钻采高压管汇件的使用与维护

JB/T 4709 钢制压力容器焊接规程

JB/T 4730 承压设备无损检测

JB/T 5000.10 重型机械通用技术条件 第 10 部分: 装配

JB/T 5000.12 重型机械通用技术条件 第 12 部分: 涂装

JB/T 5000.14 重型机械通用技术条件 第 14 部分: 铸钢件无损探伤

JB/T 5000.15 重型机械通用技术条件 第 15 部分: 锻钢件无损探伤

QC/T 252 专用汽车定型试验规程

QC/T 587 罐式汽车产品质量检验评定方法

QC/T 739 油田专用车辆通用技术条件

3 设计

3.1 设备工作环境温度

设备的工作环境温度为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 。

注: 除非第 8 章另有规定或者协议双方另有书面商定。

3.2 设备设计强度分析

设备的设计强度分析以弹性理论为基础, 在设计文件认为合理的地方, 可以用极限强度 (塑性) 分析。

3.3 应力分布和应力集中的简化

应力分布和应力集中可采用通常可接受的作法、经验或试验进行简化。

3.4 设备或零部件的承载能力

没有可靠的分析方法时，设备或零部件的承载能力应由试验来确定。

3.5 设计文件

设计文件应包括设计方法、假设、计算和设计的要求。设计要求包括但不限于尺寸、试验、工作压力、材料和环境以及其他有关的设计要求，也包含对设计变更文件的要求。

4 设计验证

4.1 总则

为了验证设计和有关计算的准确性，应对设备进行设计验证试验。

4.2 设计验证试验

设计验证试验按第 8 章的有关试验方法进行。

4.3 设计验证试验人员

设计验证试验应由对产品的设计和制造没有直接责任且具有进行该项工作资格的人员执行或验证。

4.4 记录

所有的设计验证数据应按第 8 章的规定进行记录和保存。

5 材料要求

5.1 力学性能

5.1.1 冲击韧性

冲击韧性应按 GB/T 229 的要求进行冲击试验。

5.1.2 厚度方向的性能试验

设计要求厚度方向的性能时，应根据 GB/T 228 的要求对材料进行厚度方向断面收缩试验。试验测量时，如需要，将试样断裂部分仔细地配接在一起，使其轴线处于同一直线上。对于圆形横截面试样，在缩颈最小处相互垂直方向测量直径，取其算术平均值计算最小横截面积；对于矩形横截面试样，测量缩颈处的最大宽度和最小厚度，两者之乘积为断后最小横截面积。原始横截面积与断后最小横截面积之差除以原始横截面积的百分率得到断面收缩率。最小收缩率应为 25%。

5.2 材料验证试验

本标准所要求的力学性能试验，应在与所代表零件相同热处理且属同一批次的试棒上进行，试验应按 GB/T 229 的要求，在材料最终热处理状态下进行。为了材料验证试验的目的，焊后消除应力不看做是热处理。材料验证试验可在消除应力之前，低于改变热处理状态的温度下进行。

零件验证试验用试棒按 GB/T 2975 的要求确定。

5.3 加工

本标准对加工有以下要求：

- 制造工艺应确保重复性生产的零部件符合本标准的要求。
- 承受高压的锻件材料应符合 SY/T 5676 的要求。
- 热处理应在制造厂家或工艺人员根据要求认可的装置内进行。热处理炉内任一零件应不影响到热处理批次中其他零件的热处理特性，热处理的温度和时间应符合制造厂家或工艺人员的书面规范。实际热处理温度和时间应有记录，记录应对有关零件具有追溯性。

5.4 化学成分分析

化学成分分析应符合 GB/T 699，GB/T 1348，GB/T 3077，GB/T 9439 和 GB/T 11352 的要求。

6 焊接要求

6.1 概述

本章介绍关键部件的焊接要求。

6.2 焊接鉴定

部件上的所有焊接应符合 GB/T 12467.2 的要求或公认的类似工业标准的工艺规程。

焊接工作只能由上述标准认证合格的焊工或焊接操作人员进行，焊接工艺和技术也应符合上述标准。

6.3 书面文件

应按适用标准编制的焊接工艺规程进行焊接，焊接工艺规程应规定适用标准列出的全部基本参数。

应按适用标准评定焊接工艺规程，工艺规程评定记录应记录合格试验用的焊接工艺规程的全部基本和补充基本（需要时）参数，焊接工艺规程和工艺规程评定记录应作为文档保存。

6.4 焊接材料管理

焊接用消耗品应符合相应国家标准或消耗品制造商的规范。制造商应具有焊接消耗品的贮存和管理的书面规程。

6.5 焊接性能

对于所有需要评定的工艺规程，由工艺规程评定试验确定的焊接力学性能，至少应满足设计要求的最低规定力学性能。若对于基体材料要求冲击试验时，冲击试验也应是工艺规程评定的一项要求。焊缝和基体材料热影响区域的试验结果应满足基体材料的最低要求。

全部焊接试验应在适用的焊后热处理条件下用试验焊件进行。

6.6 焊后热处理

应根据适用的、经鉴定合格的焊接工艺规范进行零件的焊后热处理。

6.7 焊缝质量

所有焊缝应符合 GB/T 12467.2 或公认的类似工业标准的规定。

6.8 特殊要求——补焊

除 6.2~6.7 中的规定要求以外，还适用以下要求：

——方法：应有一个合适的方法来评定、去除和检验需要进行补焊的不合格状况。

——熔合：所选择的焊接工艺规程和适合的补焊方法应确保与基体材料完全熔合。

——热处理：评定补焊所采用的焊接工艺规程应考虑补焊的实际顺序和对于被修补零件的热处理。

7 质量控制

7.1 总则

本章规定了设备及用于主承载件和承压件材料的质量要求。所有质量控制工作应按制造厂家规定的规程进行。该规程应包括相应的方法、定量和定性的验收准则。

设备、零件和材料的验收状态应在设备、零件和材料的追溯文件上予以表明。

7.2 质量控制人员资格

质量控制人员应取得相应资格和证书。

7.3 测试设备

用于检查、测试或检验材料的设备或其他设备，应按国家以及行业相关标准和制造厂家制定的程序文件进行鉴定、控制、校准和定期调试，以保证所需精度。

7.4 设备和零部件的质量控制

7.4.1 适用范围

本条的质量控制要求适用于所有主承载件和承压件，另有规定的除外。

7.4.2 化学成分

化学成分应符合设计图纸或 5.4 的规定。

7.4.3 力学试验

力学试验应符合 5.1 的规定。

7.4.4 追溯性

热加工或热处理批次的标识应使零部件具有可追溯性，材料或零部件上的标识应在其制造的全过程中保持完好。制造厂家应明文规定追溯性标记和标识的维护、替代及控制记录方法。紧固件和管接头可无追溯性要求，但应根据认可的工业标准做出标记。

7.4.5 无损检测

主承载部件和承压部件应进行无损检测，锻钢件无损检测按 JB/T 5000.15 的规定执行，铸钢件无损检测按 JB/T 5000.14 的规定执行。

在设备进行负荷试验后，主承载部件和承压部件还应进行无损检测。

7.5 尺寸检测

尺寸检验应按国家和行业相关标准进行。所有重要承载和压力密封螺纹应按相应的螺纹规范要求进行检测。

7.6 设备试验

设备试验按第 8 章的有关试验方法进行。

8 设备

8.1 成套设备基本要求

8.1.1 设备成套范围

成套设备包括：

- 固井水泥车（橇）。
- 固井管汇车（橇）。
- 下灰车。
- 背罐车。
- 供液车。
- 仪表车。
- 下灰罐。
- 固井水泥头及常规固井胶塞。
- 干灰气动混拌灰库装置。
- 高压管汇元件。

8.1.2 基本要求

设备的基本要求包括：

- 成套设备之间的连接活接头主要配合尺寸参见附录 A。
- 成套设备之间的通讯接口应一致。
- 设备选用高压管汇元件时，应遵循其压力等级大于或等于设备额定工作压力原则。

8.1.3 通用技术要求

设备的通用技术要求包括：

- 承压锻件应符合 SY/T 5676 的规定。
- 焊接件应符合 GB/T 12467.2 的规定。

- 整车及部件装配应符合 JB/T 5000.10 的规定。
- 零部件涂漆应符合 GB/T 8923 和 JB/T 5000.12 的规定。

8.2 固井水泥车（橇）

8.2.1 型式

固井水泥车（橇）的型式包括：

- a) 按运载方式分类：
 - 车载式；
 - 橇装式。
- b) 按传动方式分类：
 - 液力机械传动；
 - 机械传动。
- c) 按控制方式分类：
 - 手动控制；
 - 自动控制；
 - 网络控制。
- d) 按固井泵型式分类：
 - 三缸柱塞泵；
 - 五缸柱塞泵。

8.2.2 基本参数

设备的基本参数见表 1。

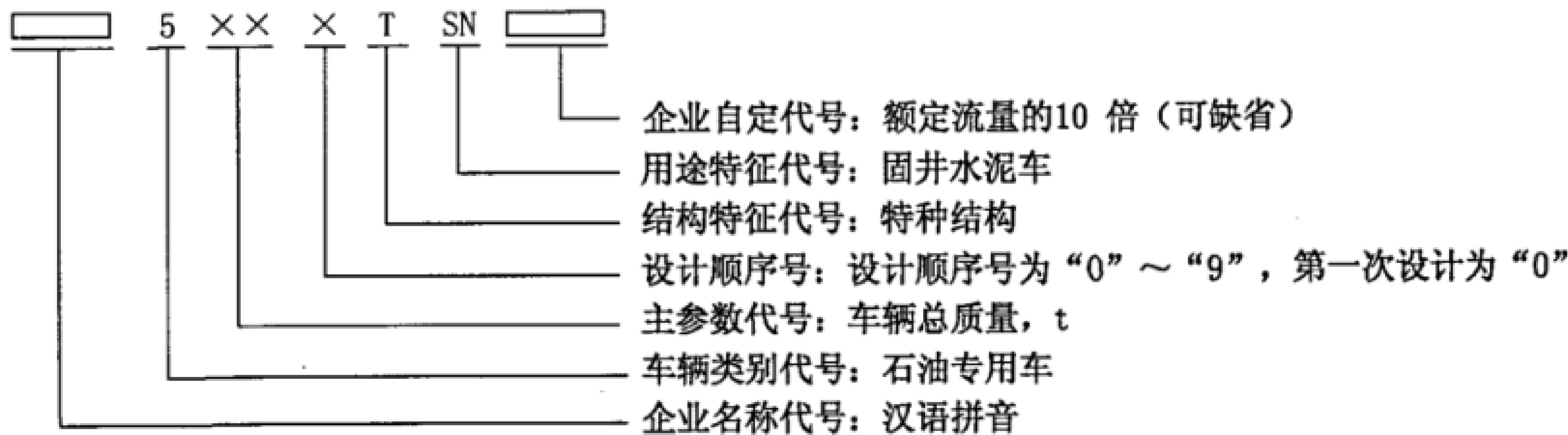
表 1 固井水泥车（橇）基本参数

参数名称	单位	参 数 值
额定工作压力	MPa	35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105
额定流量	m³/min	≥1.50
水泥浆密度	g/cm³	1.0~2.6
水泥浆密度控制精度	g/cm³	±0.03

8.2.3 型号编制规则

8.2.3.1 车装型号编制规则

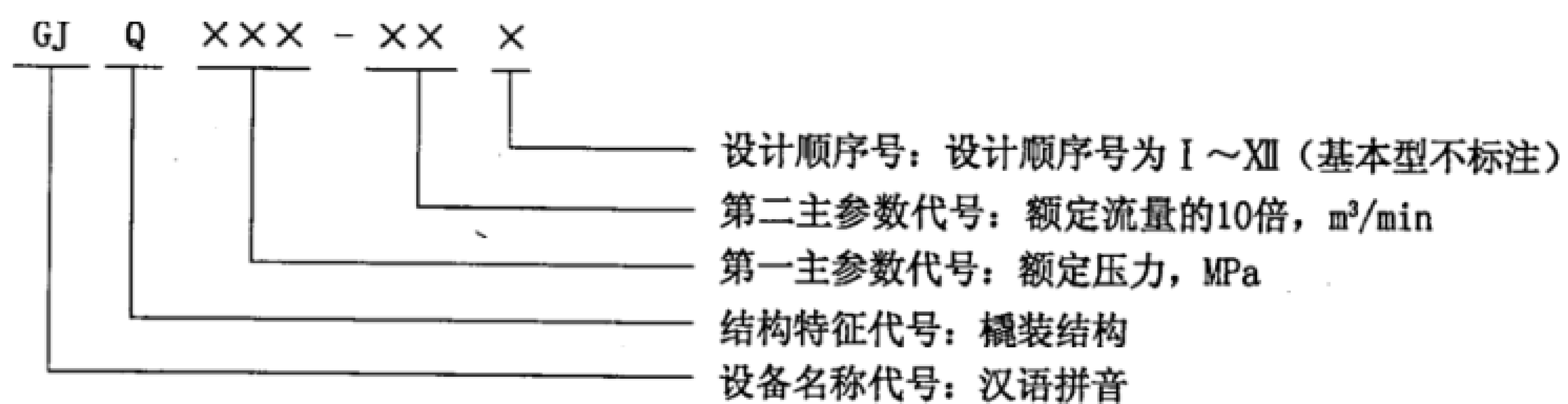
车装型号编制规则应符合 GB/T 17350 的规定。其型号表示方法如下：



示例：某厂设计生产的第一代设备总质量为 28t，第一次设计，其型号编制为：×××5280TSN。

8.2.3.2 橇装型号编制规则

橇装型号编制规则应符合 GB/T 17350 的规定。其型号表示方法如下：



示例：某厂设计生产的第二代橇装设备，额定工作压力 100MPa，额定流量 3m³/min，其型号编制为：GJQ 100 - 30I。

8.2.4 整机要求

- 8.2.4.1 整机要求应符合 QC/T 739 的规定。
- 8.2.4.2 通用技术要求应符合 8.1.3 的规定。
- 8.2.4.3 特殊紧固件连接应按图样要求达到规定的拧紧力矩。
- 8.2.4.4 各种软、硬管线应固定整齐，不得有任何松动现象。管汇及附件应做到拆装、清洗方便，工作安全可靠，无泄漏。
- 8.2.4.5 整机应配备超压保护装置。超压保护装置应在设定压力下开启，压力偏差不得超过 $\pm 0.5\text{MPa}$ 。
- 8.2.4.6 整机应配备夜间照明装置。
- 8.2.4.7 各部分的控制元件和操纵机构应工作可靠、操纵灵活、调整方便、标志明显。
- 8.2.4.8 各仪表反应灵敏、准确。
- 8.2.4.9 液压系统应符合 GB/T 3766 的规定。
- 8.2.4.10 整机使用中产生的废液排放应有专门的集收池（罐），以避免污染环境。
- 8.2.4.11 底盘发动机排气管、车台发动机排气管应符合井场的防火要求。
- 8.2.4.12 转动部位应安装护罩和警示牌。
- 8.2.4.13 高压区应设警示牌。

8.2.5 主要部件要求

固井水泥车（橇）的主要部件包括：

- 固井泵。
- 混浆系统。
- 计算机控制系统。
- 计量罐。
- 高压管汇。
- 低压管汇。
- 发动机、传动系统及主要外购件。
- 车架或橇架。
- 润滑系统。
- 液、气、电系统。

8.2.5.1 固井泵

固井泵的规定包括：

- 固井泵的型式符合 8.2.1 d) 的规定，基本参数应符合表 1 的规定。
- 介质为清水时，固井泵的容积效率 ≥ 0.90 ，总效率 ≥ 0.85 。
- 固井泵的主要零件材质的化学成分及力学性能应符合 SY/T 5676 的规定。
- 泵头体内表面各相贯部位应圆滑过渡，不允许有任何尖角锐棱，泵头体不允许有影响强度的

任何缺陷。

- 泵头体应进行静水压试验，其试验压力按额定工作压力的 1.5 倍取值，稳定时间为 15min，静水压试验完成后不得有渗漏、裂纹等任何影响强度的缺陷现象。
- 动力端组装好后应进行跑合试验，在距动力端前、后、左、右各 1m 处的噪声不得超过 92dB (A)。
- 固井泵应按规定进行型式试验。

8.2.5.2 混浆系统

混浆系统的规定如下：

- 水泥浆密度为 $1.0\text{g/cm}^3 \sim 2.6\text{g/cm}^3$ ，水泥浆密度值控制精度 $\pm 0.03\text{g/cm}^3$ 。
- 混浆控制方式为手动控制或计算机控制。
- 配备密度计。
- 混浆系统应工作可靠，下灰阀下灰均匀并能调节灰量，不允许有卡阻现象。
- 混浆系统应保证水、水泥和添加剂混合搅拌均匀。
- 混浆罐罐底应设置排放阀。

8.2.5.3 计算机控制系统

计算机控制系统的要求如下：

- 计算机控制系统应具备可靠性高和维修性好的特点。
- 计算机控制系统应适应高温、高湿、腐蚀、振动、冲击、灰尘等恶劣环境。
- 具有实时驱动和时间驱动能力，能对固井过程工况变化实时地进行监视和控制。
- 计算机控制系统应具备对阀位、流量、密度和压力等各参数的输出和校正功能，提供密度、排量和压力的曲线显示。
- 计算机控制系统应具备模拟混浆功能，使系统具备自检和培训功能。
- 计算机控制系统应具备计算机控制和手动控制的切换功能。
- 计算机控制系统的操作面板应带有合适的数字键盘和功能键盘。
- 计算机控制系统应能实时对流量、密度和压力参数进行数据记录，采样间隔不大于 15s。
- 计算机控制系统应能将固井作业数据通过通信电缆传输或无线传输与 INTERNET 传输。
- 计算机控制系统安装应符合 GB/T 4798.5 的要求。

8.2.5.4 计量罐

计量罐的要求为：

- 计量罐的容量应不小于 3m^3 ，并带有刻度及计数装置。
- 计量罐的内表面应进行防腐蚀处理。

8.2.5.5 发动机、传动系统及主要外购件

发动机、传动系统及主要外购件有如下规定：

- 整机主要外购件的选型应满足整机设计性能的要求。
- 发动机及传动系统应符合防火要求。
- 底盘车应具备足够的承载能力，前后桥额定负荷应满足整机负荷要求。

8.2.5.6 高压管汇

高压管汇的规定有：

- 高压管汇应进行静压试验。试验压力按额定工作压力取值，稳压时间 15min，不得有任何渗漏现象。
- 当额定压力超过 70MPa 时，高压管汇应采用非螺纹密封的形式。
- 高压管汇的活接头主要配合尺寸参见附录 A。

8.2.5.7 低压管汇

低压管汇的规定包括：

- 管汇系统总装后，应进行 1MPa 水压密封试验，不得有渗漏现象。
- 管汇系统的管路最低位置应设置排放口。
- 管汇系统的活接头主要配合尺寸参见附录 A。

8.2.6 试验方法

8.2.6.1 型式试验

8.2.6.1.1 整车行驶性能试验应按 QC/T 252 的规定执行。

8.2.6.1.2 整机专用装置性能试验：本试验采用水力节流加载法，试验介质为清水，试验内容及要求如下：

- a) 空负荷试验的过程及要求如下：
 - 1) 固井泵在各挡位进行空载运转试验，运转时间为各挡位 3min~5min；在最高冲次下进行空载运转试验，运转时间为 30min；
 - 2) 观察发动机、传动装置、离心泵、固井泵及各气、液压元件和管线等工作是否正常，有无异常的声响、温升、渗漏、泄漏等状况。

如果出现不正常情况应停止试验，排除异常情况后重新开始计时试验。

- b) 负荷试验的过程及要求如下：
 - 1) 试验超压保护装置；
 - 2) 对固井泵的排出节流阀进行压力试验，按设计挡次由低到高逐步升压直到额定压力，分别在额定流量和额定压力下连续运转累计时间≥1h，试验过程中动力端润滑油温不得高于 80℃；
 - 3) 用清水进行自动混浆系统模拟固井作业过程试验，按模拟设定的水泥浆密度 2.0g/cm³ 进行连续运转 1h。

观察整车各有关零部件的运转情况和各部位的润滑及密封情况。

- c) 负载运转试验时，应测量和记录以下数据：
 - 1) 发动机的额定转速，最低空载稳定转速；
 - 2) 发动机在标定工况下，传动箱各挡位下的输出转速、排出压力及流量；
 - 3) 固井泵输入轴的转速；
 - 4) 固井泵吸入管汇处的吸入压力；
 - 5) 固井泵动力端的润滑油温度；
 - 6) 额定功率下的整机的噪声；
 - 7) 喷射泵的转速及排出压力；
 - 8) 循环泵的转速及排出压力；
 - 9) 灌注泵的转速及排出压力；
 - 10) 供水泵的转速及排出压力；
 - 11) 液力机械传动箱油温，发动机水温、油温，液压油温度；
 - 12) 搅拌器转速；
 - 13) 下载计算机模拟混浆数据，打印输出结果。

- d) 试验结果的计算过程为：
 - 1) 用式 (1) 和式 (2) 计算固井泵的容积效率（充满系数为 1）；

$$\eta_v = \frac{q_1}{q_2} \times 100\%$$

..... (1)

$$q_2 = 0.785D^2 \cdot S \cdot n_1 \cdot m \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- η_1 ——泵的容积效率；
- q_1 ——泵的实际排量，m³/min；
- q_2 ——泵的理论排量，m³/min；
- D ——柱塞直径，m；
- S ——柱塞行程长度，m；
- n_1 ——柱塞往复次数，min⁻¹；
- m ——缸数。

2) 用式 (3)、式 (4) 和式 (5) 计算固井泵的总效率；

$$\eta = \frac{N_1}{N_2} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

$$N_1 = 16.667p_1 \cdot q_1 \dots\dots\dots (4)$$

$$N_2 = 1.047M \cdot n_2 \times 10^{-4} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- η ——固井泵的总效率；
- N_1 ——固井泵的输出功率，kW；
- N_2 ——固井泵的输入功率，kW；
- p_1 ——固井泵的排出压力，MPa；
- M ——固井泵的输入轴端扭矩，N·m；
- n_2 ——固井泵的输入轴转速，r/min。

3) 根据计算结果绘制性能曲线。

8.2.6.1.3 连续运转试验：定型设计的固井泵进行连续运转试验时，其累计试验时间为 100h，每次连续运转时间不得小于 2h，连续运转试验中除易损件外，其他主要零部件不应有损坏现象，并记录易损件的寿命和更换的次数，连续运转 2h 后，动力端的润滑油温不应超过 80℃。

8.2.6.2 工业性试验

样车按照设计要求进行工业性试验，试验不少于 3 井次，做试验记录。

8.2.7 检验规则

8.2.7.1 出厂检验

固井水泥车（橇）的出厂检验项目包括：

- a) 固井水泥车（橇）整机按 8.2.4 的规定进行检验。
- b) 专用性能按照表 2 进行检验。

表 2 检验项目

检 验 项 目	检 验 内 容	本标准条款
专用装置性能	照明信号装置	8.2.4.6
	额定功率	8.2.6.1.2
	排出压力及流量	8.2.6.1.2, 8.2.2
	动力端润滑油温度	8.2.6.1.3

表 2 (续)

检 验 项 目	检 验 内 容	本标准条款
专用装置性能	额定功率下的噪声	8.2.6.1.2, 8.2.4.1
	液气路密封试验	8.2.6.1.2
	传动箱温升、渗漏	8.2.6.1.2
	超压保护装置	8.2.4.5, 8.2.6.1.2
	混浆系统	8.2.5.2
可靠性	30km 路试	8.2.4.1

固井水泥车（橇）应经制造厂的检验部门检验合格后方可出厂。

8.2.7.2 型式检验

凡属下列情况之一者需做型式试验，型式试验按 QC/T 252 和本标准的规定进行。

- a) 固井水泥车（橇）正式投产前。
- b) 发生重大质量事故时。
- c) 产品结构、工艺、材料有重大改变时。
- d) 出厂检验结果和定期检查结果有较大差异时。

8.2.8 判定规则

8.2.8.1 出厂产品应符合 8.2.7.1 的规定才能判定合格。

8.2.8.2 型式检验应符合 8.2.7.2 的规定才能判定合格。

8.2.9 标志、包装、运输、贮存

标志、包装、运输、贮存应符合 8.12 的规定。

8.3 固井管汇车（橇）

8.3.1 型式

整机的型式可以依据下列方式进行划分：

- 车装式。
- 橇装式。

8.3.2 基本参数

8.3.2.1 高压管汇基本参数

高压管汇基本参数见表 3。

表 3 高压管汇基本参数

项 目	单 位	参 数 值
额定压力	MPa	30, 40, 50, 70, 105
通径	mm	50, 62, 76
胶管通径	mm	76
连接头数	个	≥6

8.3.2.2 低压管汇

低压管汇基本参数见表 4。

表 4 低压管汇基本参数

项 目	单 位	参 数 值
额定压力	MPa	0.5, 1
通径	mm	100, 130
胶管通径	mm	100, 130
连接头数	个	≥8

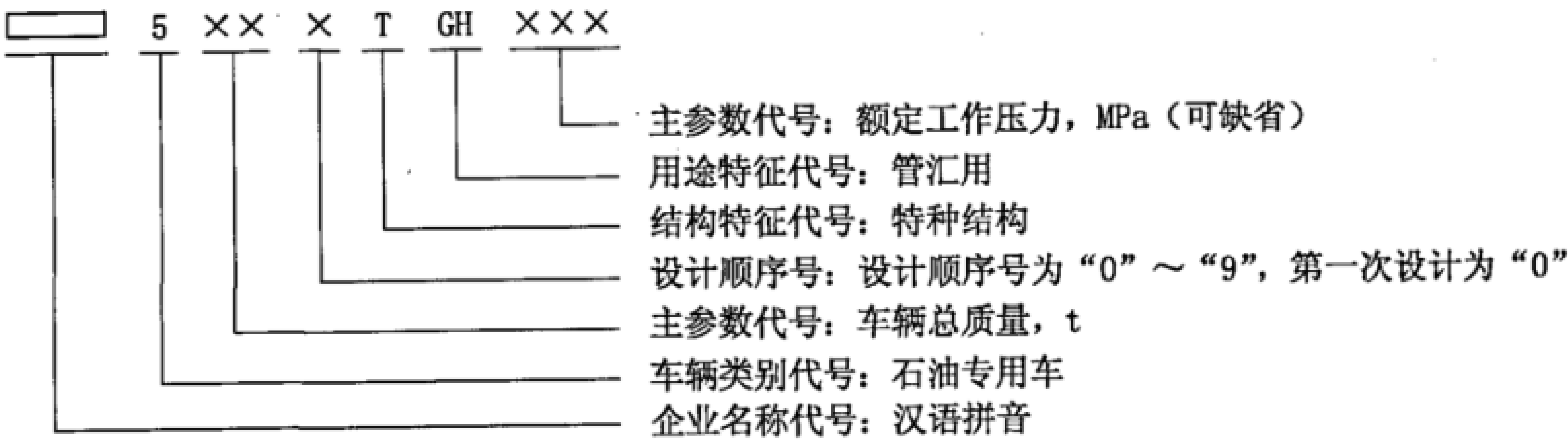
8.3.2.3 滚筒

- 滚筒的基本参数如下：
- 缠绕直径 1200mm。
 - 滚筒长度≥900mm。
 - 缠绕胶管长度≥20m。

8.3.3 型号编制规则

8.3.3.1 车装设备型号编制规则

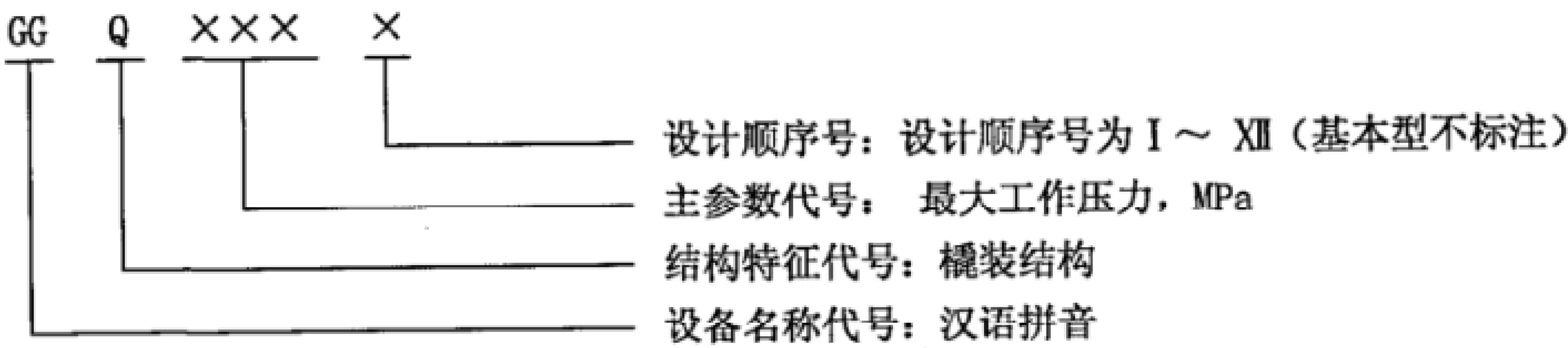
车装设备型号编制规则应符合 GB/T 17350 的要求。其型号表示方法如下：



示例：某厂设计生产的第一代总质量为 8t，额定工作压力 70MPa 的固井管汇车，其型号编制为：X X X 5080TGH070。

8.3.3.2 橇装设备型号编制规则

橇装设备型号编制规则应符合 GB/T 17350 的要求。其型号表示方法如下：



示例：某油气田专用车制造厂设计生产的第二代最大工作压力 70MPa 的管汇橇，其型号编制为：GGQ70I。

8.3.4 整机要求

- 固井管汇车（橇）整机要求如下：
- a) 整机要求应符合 QC/T 739 的规定。
 - b) 通用技术要求应符合 8.1.3 的规定。
 - c) 高压管汇、低压管汇分别喷涂不同颜色的油漆以示区别。
 - d) 液压元件、管线工作应可靠，不允许有渗漏现象。
 - e) 管汇拆装、清洗方便。

8.3.4.1 主要部件

- 固井管汇车（橇）的主要部件包括：
- 管汇系统。
 - 滚筒。
 - 载运车或橇架。

8.3.4.2 管汇系统

- 管汇系统的规定包括：
- 承受高压的零部件应进行强度试验，合格后方可组装。
 - 管汇整体应进行密封性能试验。
 - 活接头、管接头旋紧时应达到规定的紧固扭矩，扭矩值见表 5。

表 5 活接头、管接头紧固扭矩值

管接头尺寸 mm (in)	旋紧扭矩 N·m
50.8 (2)	2032~2600
76.2 (3)	2400~3000

- 管汇应安装耐振压力表和压力传感器。
- 连接井口装置的接头尺寸应相匹配。
- 管汇及附件应拆装、清洗方便，工作安全可靠。
- 使用中的高压管汇件应按 SY/T 6270 规定进行使用和维护保养。

8.3.4.3 滚筒、载运车或橇架

- 滚筒、载运车或橇架要求如下：
- 滚筒缠绕高压胶管后，在支架上应灵活、平稳。
 - 底盘车应具备足够的承载能力，前后桥额定负荷应满足整机负荷要求。
 - 橇架应便于起吊，橇架的刚度应满足使用和起吊要求，不至于因使用和起吊而产生变形。

8.3.5 试验方法

8.3.5.1 型式试验

- 试验场地长度不得小于 30m，宽度不得小于 25m，试验介质为清水。型式试验包括：
- a) 高压管汇性能试验：高压管汇性能试验按 SY/T 5323 的规定进行。
 - b) 低压管汇密封性能试验：管汇系统总装后，应进行 1MPa 水压密封试验，不得有渗漏现象。
 - c) 高压管汇负荷试验：按配套水泥车（橇）设计各挡次由低到高逐步升压进行负荷试验，在最大排量和最高压力下分别连续运转 30min，其余各挡的运转时间为 15min。
 - d) 高压胶管试验：卷、放高压胶管各 3 次。

8.3.5.2 工业性试验

样车按照设计要求进行工业性试验，试验不少于 3 井次，做试验记录。

8.3.6 检验规则

8.3.6.1 出厂检验

- 固井管汇车（橇）的出厂检验项目包括：
- a) 整机按 8.3.4 的规定进行检验。
 - b) 管汇按 8.3.5 的规定进行试验。

8.3.6.2 型式检验

凡属下列情况之一者需做型式试验，型式试验按 QC/T 252 和本标准的规定进行。

- a) 固井管汇车（橇）正式投产前。
- b) 发生重大质量事故时。
- c) 产品结构、工艺、材料有重大改变时。
- d) 出厂检验结果和定期检查结果有较大差异时。

8.3.7 判定规则

8.3.7.1 出厂产品应符合 8.3.6.1 的规定才能判定合格。

8.3.7.2 型式检验应符合 8.3.6.2 的规定才能判定合格。

8.3.8 标志、包装、运输、贮存

标志、包装、运输、贮存应符合 8.12 的规定。

8.4 下灰车

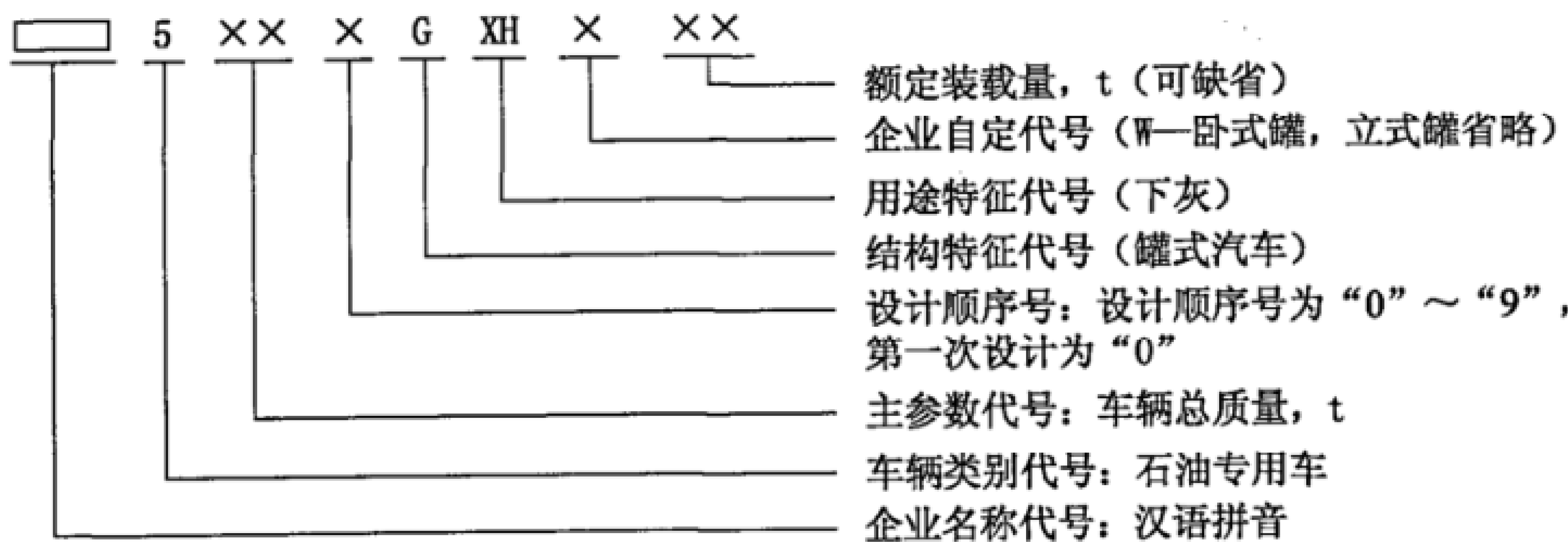
8.4.1 型式

下灰车的型式可以依据下列方式划分：

- a) 按罐体结构分：
 - 1) 立式罐下灰车；
 - 2) 卧式罐下灰车。
- b) 按物料密度分：
 - 1) 输送物料密度为 0.9t/m³~1.4t/m³ 为轻粉下灰车；
 - 2) 输送物料密度为 1.5t/m³~1.7t/m³ 为重粉下灰车。

8.4.2 型号编制规则

下灰车的型号编制应符合 GB/T 17350 的规定。下灰车的型号可表示为：



示例：某厂生产的第一代卧式罐轻粉下灰车，总质量 24t，额定装载量为 12t，其型号表示为：

×××5240GXHW12。

8.4.3 基本参数

基本参数应符合表 6 的规定。

表 6 下灰车基本参数

项 目	单 位	轻粉车		重粉车
		立式罐	卧式罐	立式罐
额定装载量	t	5, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 30, 40		
平均卸灰速度	t/min	1.1~2		≥1.5
水平输送距离	m	5~25		5~20
垂直输送距离	m	5~15		7~15

表 6（续）

项 目	单 位	轻粉车		重粉车
		立式罐	卧式罐	立式罐
剩余率	%	≤0.3		≤0.5
工作压力	MPa	≤0.25		≤0.3

注 1：剩余率为剩余量和额定装载量的百分比，按式（6）计算。

$$i = \frac{\Delta G}{G} \times 100 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

i ——剩余率，用百分数表示；

G ——额定装载量，t；

ΔG ——剩余量，t。

注 2：平均卸灰速度为所卸物料质量和卸灰时间的比值，按式（7）计算。

$$\bar{v} = \frac{G_1 - \Delta G}{t} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

\bar{v} ——平均下灰速度，t/min；

G_1 ——装载量，t；

t ——卸灰时间，min。

8.4.4 整机要求

下灰车的整机要求如下：

- a) 整机应符合 QC/T 739 的规定。
- b) 通用技术要求应符合 8.1.3 的规定。
- c) 下灰车工作时，制动系统应无过热、异常响动，制动分离彻底，管路无泄漏，焊缝无开裂等现象。
- d) 可见污染物排放应符合 GB 3847 的规定。
- e) 制造完工的下灰车应按图样规定进行水压试验和气密性试验，各焊缝处管道连接部位应无渗漏现象。水压试验压力为设计压力的 1.5 倍，气密性试验压力为设计压力的 1.25 倍。
- f) 每台下灰车装配合格后，应在额定转速下进行空负荷运转。空负荷运转应符合如下要求（此时将放空阀打开）：
 - 原车底盘在各挡位转动时应无异常情况；
 - 空压机工作正常，取力系统传动轴部分转动灵活自如，无异常响声和振动现象；
 - 各连接件、紧固件不得有松动现象。

8.4.5 主要部件要求

8.4.5.1 罐体

罐体的要求包括：

- a) 罐体、贮气罐的材料应符合 GB 150 的规定。
- b) 罐体及贮气罐制作应符合 GB 150 的有关规定。
- c) 下灰车工作温度（环境温度）为 -20℃~45℃；当温度低于 -20℃时，罐体和贮气罐应按 GB 150 的规定制作。

8.4.5.2 气路系统

气路系统的要求有：

- a) 用于卸灰的压缩空气应无油、无水。
- b) 各操纵件应操纵方便、灵活，并有指示标牌或标记。
- c) 气路系统的各进、排气阀安装位置必须正确，各操纵系统应集中、灵活、操纵方便，并有指示标牌或标记。油、气管路排列均应整齐、牢固可靠，无泄漏现象。
- d) 安全阀应能防水，经调试合格铅封后进行组装。安全阀的开启压力不得超过罐体的设计压力。

8.4.6 试验方法

8.4.6.1 水压试验

进行水压试验的过程如下：

- a) 水压试验必须用两个量程相同并经过校正的压力表，试验前应对安全防护措施、试验准备工作进行全面检查。
- b) 试验时罐体应设排气口，充液时应将容器内的空气排尽，试验前应保持容器观察表面干燥。
- c) 试验压力应缓慢上升，达到规定的试验压力后，保压时间不少于 30min，然后将压力降至规定试验压力的 80%，保压 30min，对所有焊接接头和连续部位进行检查。检查期间应保持压力不变，不得采用连续加压来维持试验压力不变，试验期间不得带紧固螺栓或向容器施加外力。如有渗漏，修补后重新试验。
- d) 水压试验完毕后，应将水排尽，并用压缩空气将罐体内部吹干。

8.4.6.2 气密性试验

罐体需经过水压试验合格后方可进行气密性试验。试验时压力应缓慢上升，达到规定的试验压力后，保压 10min，然后降至设计压力，对所有焊接接头和连接部位进行渗漏检查。如有渗漏，修补后重新进行水压试验和气密性试验。

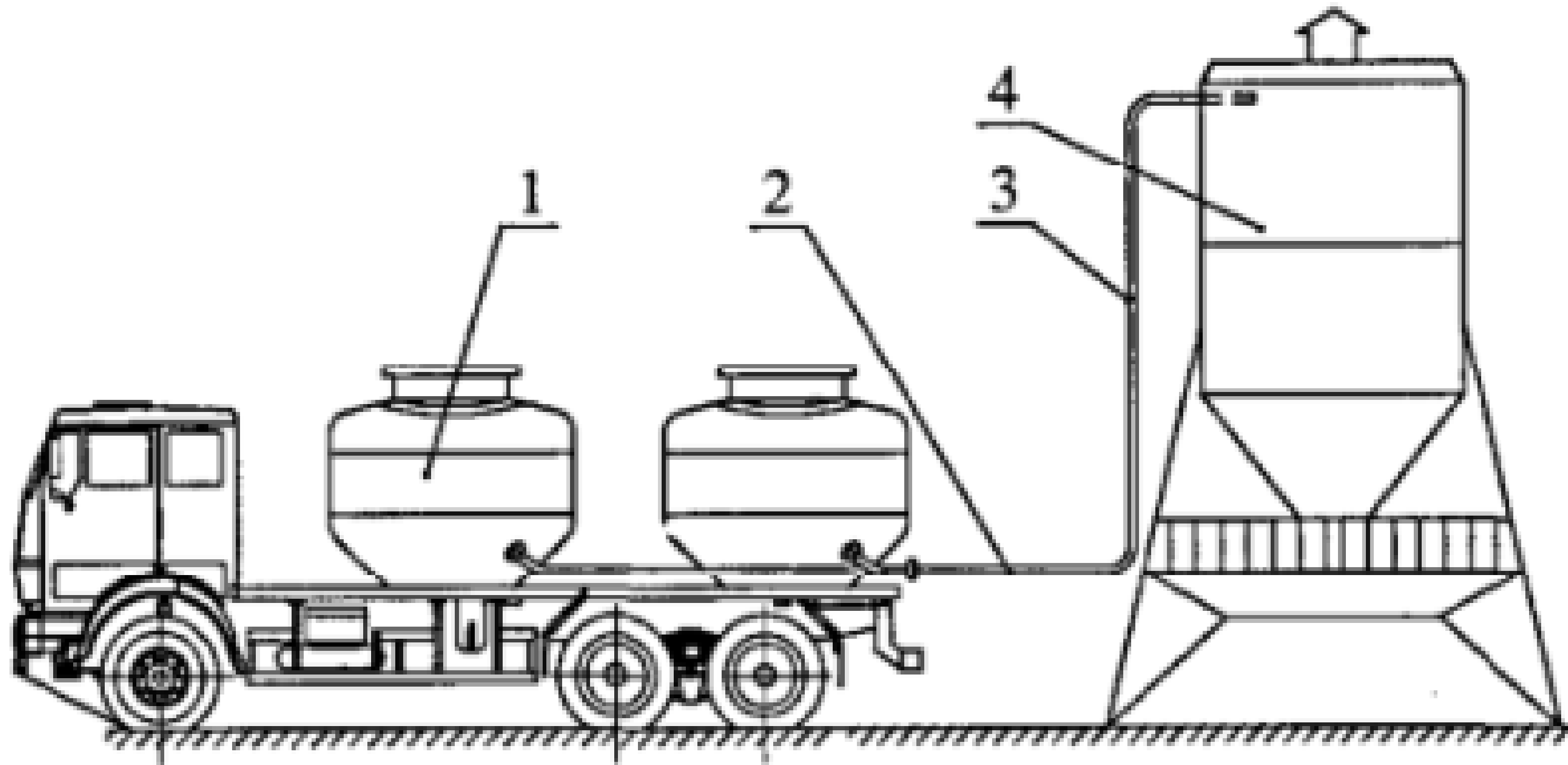
8.4.6.3 整车性能试验

下灰车的尺寸参数、质量参数和整车性能参数的测定按 QC/T 252 的规定执行。

8.4.6.4 专用性能试验

8.4.6.4.1 试验用设备、物料：专用的试验塔、干燥的水泥灰重晶石粉、秒表、0.1%精度的地磅、台秤、15m 卷尺。

8.4.6.4.2 试验装置如图 1 所示。



1—下灰车；2—水平输送管；3—垂直输送管；4—试验塔

图 1 试验装置

8.4.6.4.3 装载能力试验的过程如下：

- a) 称量空车质量。
- b) 将车开进试验塔的下部，打开进灰口，向罐内装灰。如有多个进灰口，则依次从进灰口装

人，直至灰从最后一个进灰口刚要溢出为止。

c) 关闭进灰口，将车开出，称量该车总质量。

8.4.6.4.4 卸灰能力试验的过程如下：

- a) 将车开进试验塔下部，向试验塔里卸灰，用秒表记录卸灰时间。
- b) 卸下水平输送管，打开进料口，收集剩余在下灰车罐体里的灰，在台秤上称量剩灰量；或卸灰后整车再称重，用此时的质量减去装灰前整车的质量即为剩灰量。
- c) 将试验数据填入表 7 中，按式（6）计算剩余率，按式（7）计算平均下灰速度。

表 7 卸灰能力试验记录表

试验车型号_____		出厂编号_____	
底盘号_____		试验地点_____	
物料标号_____		试验时间_____	
试验人员_____		天气情况_____	
物料密度_____			

次 数	项 目			
	空车质量 t	满载质量 t	卸灰时间 min	剩余量 %
1				
2				
3				

次 数	项 目			
	剩余率 %	卸灰速度 t/min	水平输送距离 m	垂直输送距离 m
1				
2				
3				

8.4.7 检验规则

8.4.7.1 出厂检验

下灰车的出厂检验项目包括：

- a) 下灰车整机按照 8.4.4 的规定进行检验。
- b) 下灰试验按 8.4.6 的规定进行。

8.4.7.2 型式检验

凡属下列情况之一者需做型式试验。型式试验按 QC/T 252 和 QC/T 587 的规定进行。

- a) 下灰车正式投产前。
- b) 发生重大质量事故时。
- c) 产品结构、工艺、材料有重大改变时。
- d) 出厂检验结果和定期检查结果有较大差异时。

8.4.8 判定规则

8.4.8.1 出厂产品应符合 8.4.7.1 的规定才能判定合格。

8.4.8.2 型式检验应符合 8.4.7.2 的规定才能判定合格。

8.4.9 标志、包装、运输、贮存

标志、包装、运输、贮存应符合 8.12 的规定。

8.5 背罐车

背罐车按 SY/T 5250 的规定执行。

8.6 供液车

供液车按 SY/T 5211 的规定执行。

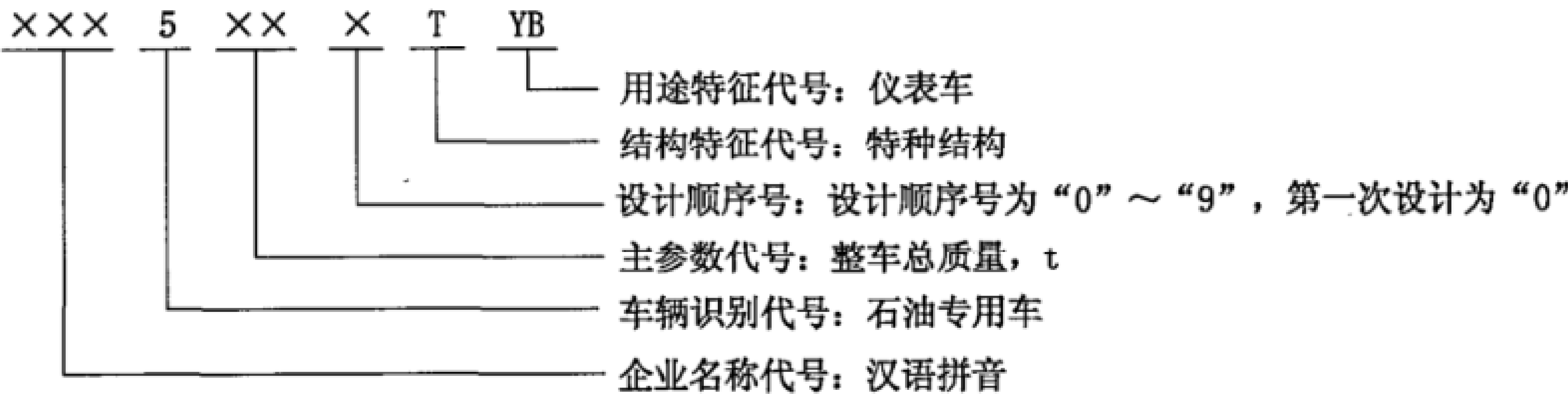
8.7 仪表车

8.7.1 型式

采用封闭式车厢，内置数据采集、记录和分析系统。

8.7.2 型号编制规则

型号编制规则应符合 GB/T 17350 的要求。其型号表示方法如下：



示例：某公司生产的第一代总质量为 9t 的仪表车，其型号表示为：XXX5090TYB。

8.7.3 整机要求

仪表车的整机要求如下：

- a) 整机要求应符合 QC/T 739 的规定。
- b) 通用技术要求应符合 8.1.3 的规定。
- c) 配置 220V/50Hz 的交流车载发电机组，容量应满足使用要求。
- d) 车载发电机组应与控制室隔离，车载发电机组的噪声应不大于 90dB (A)。
- e) 控制室内计算机、电器设备和各仪表的安装应有防震装置并符合 GB/T 4798.5 的规定。
- f) 控制室内灯光照明应符合 GB 4785 的规定。
- g) 仪表车排放应符合 GB 3847 和 GB 17691 的规定。
- h) 仪表车的机械结构设备、计算机、电气设备安装环境条件应符合 GB/T 4798.5 的要求。

8.7.4 主要部件

8.7.4.1 供电

整车供电采用 220V/50Hz 的交流电，要求如下：

- 发电装置应提供 $(220V \pm 10V) / (50Hz \pm 2Hz)$ 的交流电源，容量应满足系统使用要求。
- 发电装置的噪声应符合 SY/T 5211 的规定。
- 发电装置应采用中性点绝缘，电气系统安装布线整齐、牢固，符合 GB/T 4798.5 的要求。
- 仪表车配备的 UPS 电源应在断电情况下保证连续工作 1h 以上。

8.7.4.2 数据采集

固井仪表车的计算机系统应符合以下要求：

- a) 计算机系统的性能及容量应能满足固井作业数据的采集、记录、显示及分析的需要。
- b) 计算机软件要求能够调整传感器的取值范围、归零处理及校准输入。
- c) 计算机系统的软件应能对下列的信息实时监控及重放：
 - 1) 地面处理压力 0MPa～105MPa (0psi～15000psi)；
 - 2) 井下或井底压力 0MPa～105MPa (0psi～15000psi)；

- 3) 环空压力 0MPa~105MPa (0psi~15000psi);
 - 4) 分层固井水泥及总量 [m^3 (桶)];
 - 5) 总流量 $0\text{m}^3/\text{min}\sim 999.9\text{m}^3/\text{min}$ (0 桶/min~6000 桶/min);
 - 6) 井口流量 $0\text{m}^3/\text{min}\sim 999.9\text{m}^3/\text{min}$ (0 桶/min~6000 桶/min);
 - 7) 水灰比 0~99.9%;
 - 8) 水泥灰密度 $0\text{kg/L}\sim 3.5\text{kg/L}$ (0lb/gal~21lb/gal)。
- d) 计算机软件应能将所采集的数据进行分析并能提供下列实时及重放曲线:
- 地面处理压力曲线;
 - 井下压力;
 - 泵的总流量和井口流量;
 - 水灰比;
 - 水泥浆流量;
 - 分层固井水泥灰量及总量;
 - 在规定观察时间内获得的净压力或固井压力曲线;
 - 压力与时间平方根的比较;
 - 压力与流量的比较;
 - 注意压力下降与无因次时间之比。
- e) 计算机系统打印机输出的资料应包含下列内容:
- 各阶段水泥浆流量、砂比、添加剂总量报表;
 - 以曲线方式输出各阶段平均地面压力、井底压力、水泥浆流量和水泥灰密度;
 - 呈阶梯状的流量分析报表;
 - 关井的时间平方根分析报表。

8.7.4.3 仪表车信号处理的要求

信号能通过通讯电缆有效地传输固井作业采集的数据,信号能通过无线通讯装置有效地接收固井设备发出的作业数据。

8.7.4.4 作业控制

仪表车可以通过以太网接口,使用网线,对固井设备作业进行控制。

8.7.4.5 数据传输

仪表车的数据传输可采用卫星通信或者 GPRS。

8.7.4.6 通讯系统

固井仪表车的通讯系统应符合以下要求:

- 对讲机与对讲机可实现通讯。
- 对讲机与基台可实现通讯。
- 对讲机加耳机后可实现对讲机与对讲机、对讲机与基台通讯。

8.7.4.7 作业设计/模拟

作业设计/模拟系统应符合以下要求:

- 设计固井作业方案,模拟固井过程,并为固井作业提供数据文档。
- 根据设计绘制井筒,并模拟固井作业,演示替浆过程。
- 生成(电子文档形式)报表。

8.7.5 试验方法

仪表车试验方法如下:

- a) 仪表车主要尺寸测定按 GB/T 12673 的规定进行。
- b) 仪表车性能试验应按照 GB/T 12673, GB/T 12540, GB/T 12674, GB/T 12536, GB/T

12547, GB/T 12543, GB/T 12544 和 GB/T 12676 的规定进行。

- c) 仪表车的外观质量采用目测方法进行。
- d) 仪表车的几何尺寸精度的检测采用计量检定合格的专用或通用量检具进行。
- e) 仪表电气系统的有关要求按 GB 5226.1 的规定进行。
- f) 样机工作试验应进行两口井以上的现场固井作业，其中至少有一口井的井深在 1000m 以上，以便考核整车的工作性能达到现场固井作业的要求。

8.7.6 检验规则

8.7.6.1 出厂检验

仪表车的出厂检验项目包括：

- a) 仪表车的整机按 8.7.3 的规定进行检验。
- b) 仪表车的试验按照 8.7.5 的规定进行。

8.7.6.2 型式检验

属于下列情况之一时，必须进行型式检验。

- a) 正式生产后如结构、材料、工艺有较大的改变，可能影响产品性能时。
- b) 正常生产时，产品每两年进行一次检验。
- c) 停产后恢复生产时。
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时。

8.7.6.3 判定规则

8.7.6.3.1 出厂产品应符合 8.7.6.1 的规定才能判定合格。

8.7.6.3.2 型式检验应符合 8.7.6.2 的规定才能判定合格。

8.7.7 标志、包装、运输、贮存

标志、包装、运输、贮存应符合 8.12 的规定。

8.8 下灰罐

8.8.1 型式

立式罐，气力卸料。

8.8.2 基本参数

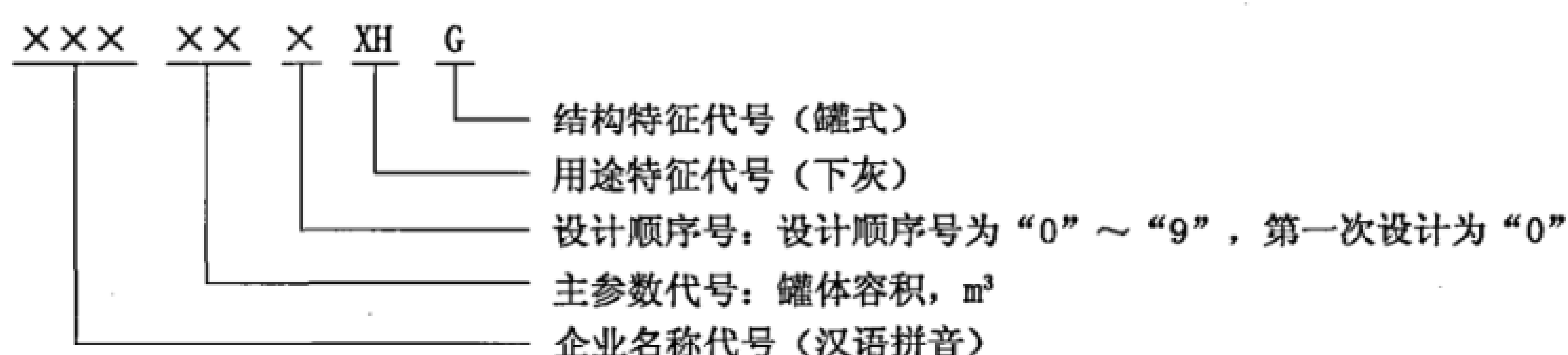
下灰罐的基本参数见表 8。

表 8 主要技术参数

项 目			单位	参 数
罐体尺寸（外径）			mm	φ2500
罐体有效容积			m ³	5, 8, 10, 20, 24, 40
专用性能参数	输送条件	水平距离	m	5
		垂直距离		15
	设计压力		MPa	0.4
	工作压力		MPa	≤0.2
	平均卸料速度		t/min	≥1.8
	剩余率		%	≤0.3

8.8.3 型号编制规则

型号编制规则应符合 GB/T 17350 的要求。其型号表示方法如下：



示例: 某公司生产的第一代有效容积为 40m³ 的下灰罐, 其型号表示为: XXX400XHG。

8.8.4 整机要求

本标准对下灰罐的整机要求规定如下:

- 通用技术要求应符合 8.1.3 的规定。
- 产品应能在 -40℃~40℃ 条件下正常工作。

8.8.5 主要部件要求

8.8.5.1 罐体及附件

8.8.5.1.1 罐体表面纵向直线度在每米范围内应不大于 5mm, 全长范围内应不大于 15mm。

8.8.5.1.2 罐体的筒体在组装对接时, 相邻筒体的纵焊缝应错开, 其间距不小于 100mm。

8.8.5.1.3 罐体内、外表面不允许有裂纹, 且不应有明显的凹凸不平和划痕。

8.8.5.1.4 罐体制作完后应进行密封性检查, 密封性检查应符合图样中的规定, 各焊缝处及其他连接部位应无渗漏现象。

8.8.5.2 气路系统

8.8.5.2.1 各操纵件应操纵方便、灵活, 并有指示标牌或标记。

8.8.5.2.2 气路系统的各进、排气阀安装位置必须正确, 各操纵系统应集中、灵活、操纵方便, 并有指示标牌或标记, 油气管路应排列整齐, 牢固可靠, 无渗漏现象。

8.8.5.2.3 安全阀应能防水, 经调试合格铅封后进行组装。安全阀的开启压力不得超过罐体的设计压力。

8.8.6 试验方法

8.8.6.1 水压试验应按照 GB 150—1998 中 10.9.4 的规定进行。

8.8.6.2 气密性试验应按照 GB 150—1998 中 10.9.6 的规定进行。

8.8.6.3 专用性能试验应按照 8.4.6.4 的规定进行。

8.8.7 检验规则

8.8.7.1 型式检验

凡属下列情况之一者需做型式试验。型式试验应符合本标准的规定。

- 下灰罐正式投产前。
- 发生重大质量事故时。
- 产品结构、工艺、材料有较大改变时。
- 出厂检验结果和定期检查结果有较大差异时。
- 国家质量监督部门或用户提出检验要求时。

8.8.7.2 出厂检验

下灰罐的出厂检验项目包括:

- 下灰罐的整机按 8.8.4 的规定进行检验。
- 下灰罐的试验按照 8.8.6 的规定进行。

8.8.7.3 判定规则

8.8.7.3.1 型式检验应符合 8.8.7.1 的规定才能判定合格。

8.8.7.3.2 出厂检验应符合 8.8.7.2 的规定才能判定合格。

8.8.8 标志、运输与贮存

8.8.8.1 标志

罐体应喷有企业“商标”标志。

8.8.8.2 运输

下灰罐运输时应采用专用车辆。必须使用吊装方法时，应采用专门吊具，以免损坏产品。

8.8.8.3 贮存

长期停放的下灰罐，应排空罐内物料，密闭人孔及所有管路阀门。

8.8.8.4 随机文件

每台下灰罐均应附带下列随机技术文件，并封存于文件袋内。

- 产品合格证。
- 使用说明书。
- 水压试验报告。
- 气压试验报告。
- 随机备件、附件及工具应包装放入随机箱内。

8.9 固井水泥头及常规固井胶塞

8.9.1 型式

8.9.1.1 固井水泥头型式

固井水泥头按其连接螺纹分为钻杆水泥头与套管水泥头两大类。

钻杆水泥头与送入钻具连接，其连接螺纹为石油钻杆接头的螺纹。

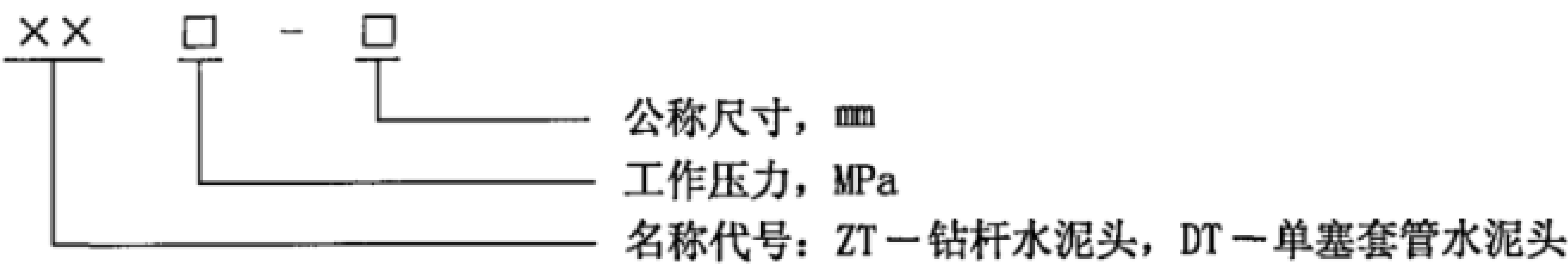
套管水泥头分为单塞套管水泥头和双塞套管水泥头，直接与套管柱连接，连接螺纹为石油套管螺纹。其中双塞套管水泥头可分为应用于双胶塞固井和双级注水泥固井中，但可容胶塞长度不同。

8.9.1.2 常规固井胶塞型式

胶塞由主体和心部组成，按其用途分为下胶塞和上胶塞两种。

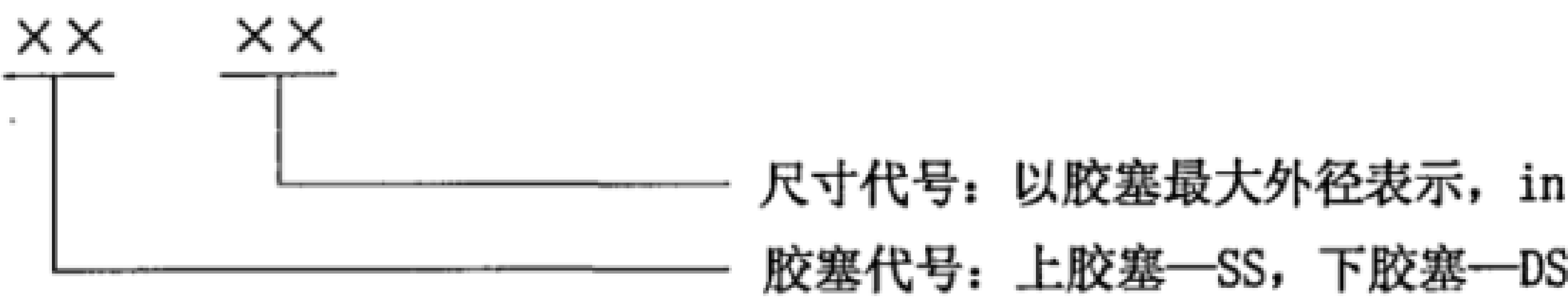
8.9.2 型号编制规则

8.9.2.1 固井水泥头型号编制规则



示例：公称尺寸为 178mm，工作压力为 35MPa 的单塞套管水泥头，其型号表示为：DT35 - 178。

8.9.2.2 常规固井胶塞编制规则



示例：下胶塞表示为：DS××。

8.9.3 尺寸与主要参数

8.9.3.1 固井水泥头的尺寸和主要参数

钻杆水泥头的尺寸应符合表 9 的规定。

表 9 钻杆水泥头的尺寸

公称直径 mm	工作压力 MPa	内径 mm	可容胶长度 mm	钻杆接头螺纹代号
73	35.50	55~60	≥280	NC31
89	35.50	66~73	≥300	NC38

表 9（续）

公称直径 mm	工作压力 MPa	内径 mm	可容胶长度 mm	钻杆接头螺纹代号
127	35.50	100~108	≥350	NC50
140	35.50	111~120	≥380	FH5%

单塞套管水泥头的尺寸和主要的参数应符合表 10 的规定。

表 10 单塞套管水泥头的尺寸和主要参数

公称尺寸 mm	工作压力 MPa	内径 mm	可容胶塞长度 mm	挡销形式	套管螺纹代号
101	35, 50	88~90	≥300	单	4TBG
114		97~103			4½LCSG, 4½BCSG
127		108~116	≥400		5LCSG, 5BCSG
140		119~126			5½LCSG, 5½BCSG
178	21, 35	155~162	≥450	单, 双	7LCSG, 7BCSG
194		168~177			7⅝LCSG, 7⅝BCSG
219		194~201	≥500		8⅝LCSG, 8⅝BCSG
244		220~225	≥550		9⅝LCSG, 9⅝CSG, 9⅝BCSG
273	248~255	双		10¾CSG, 10¾BCSG	
298	274~297		11¾CSG, 11¾BCSG		
340	313~320		≥600	13⅜CSG, 13⅜BCSG	
508	14, 21	476~486	≥650	双, 三	20CSG, 20BCSG
注：可容胶塞长度是挡销到 2⅜TBG 油管螺纹连接孔之间的距离					

双塞套管水泥头的尺寸和主要参数应符合表 11 的规定。

表 11 双塞套管水泥头的尺寸和主要参数

公称尺寸 mm	工作 压力 MPa	内径 mm	可容胶塞长度 1 mm		可容胶塞长度 2 mm		挡销形式	套管（油管）螺纹代号
			一级	二级	一级	二级		
101	35, 50	88~90	≥240	≥240	≥300	≥300	单	4TBG
114		97~103						4½LCSG, 4½BCSG
127		108~116	≥260	≥260	≥400	≥400		5LCSG, 5BCSG
140		119~126						5½LCSG, 5½BCSG

表 11（续）

公称 尺寸 mm	工作 压力 MPa	内径 mm	可容胶塞长度 1 mm		可容胶塞长度 2 mm		挡销形式	套管（油管）螺纹代号
			一级	二级	一级	二级		
178	21, 35	155~162	≥290	≥290	≥450	≥450	单, 双	7LCSG, 7BCSG
194		168~177	≥310	≥310				7 ⁵ / ₈ LCSG, 7 ⁵ / ₈ BCSG
219		194~201						8 ⁵ / ₈ LCSG, 8 ⁵ / ₈ BCSG
244		220~225	≥330	≥330	≥550	≥550	单, 双	9 ⁵ / ₈ LCSG, 9 ⁵ / ₈ CSG, 9 ⁵ / ₈ BCSG
273	14, 21	248~255	≥360	≥360			双	10 ³ / ₄ CSG, 10 ³ / ₄ BCSG
298		274~297						11 ³ / ₄ CSG, 11 ³ / ₄ BCSG
340		313~320	≥600	≥600				≥600
508		476~486	≥650	≥650	≥650	≥650	双, 三	20CSG, 20BCSG

注 1：可容胶塞长度 1 适用于双胶塞固井用的双塞管水泥头。

注 2：可容胶塞长度 2 适用于双级固井用的双塞管水泥头（见 SY/T 5150）。

钻杆水泥头上需设置扣吊卡位置时，其尺寸应符合表 12 的规定。

表 12 钻杆水泥头上吊卡位置尺寸 单位为毫米

公称尺寸	扣吊卡处直径	扣吊卡处长度
73	73	≥250
89	89	≥250
127	127	≥250
140	140	≥250

8.9.3.2 常规固井胶塞的尺寸和基本参数

各型号胶塞的基本尺寸见表 13、图 2 和图 3。

表 13 胶塞的基本尺寸 单位为毫米

公称尺寸	最大外径 A	唇部直径 B	主体直径 C	下部孔径 D	长度 H
101	101	94~97	77	≥40	100~190
114	114	108~110	80		
127	127	120~123	90	≥50	120~210
140	140	130~135	100		

表 13 (续)

公称尺寸	最大外径 <i>A</i>	唇部直径 <i>B</i>	主体直径 <i>C</i>	下部孔径 <i>D</i>	长度 <i>H</i>
178	178	168~173	130	≥70	150~240
194	194	182~189	145		
219	219	210~214	168		180~260
244	244	234~239	192		
273	273	262~268	210		220~300
298	298	286~293	236		
340	340	326~334	264	≥100	260~350
508	508	490~501	424		360~450

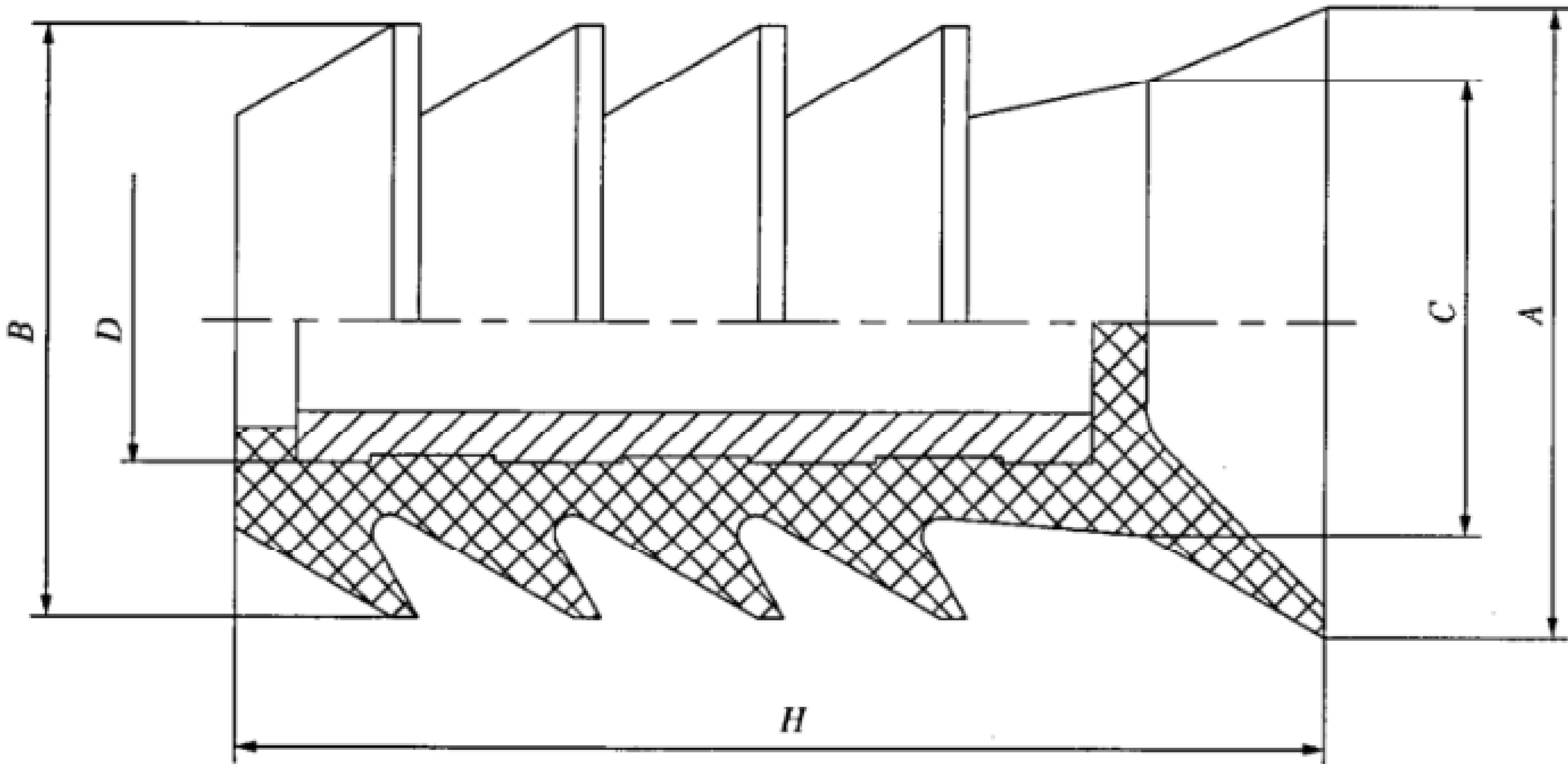


图 2 下胶塞结构图

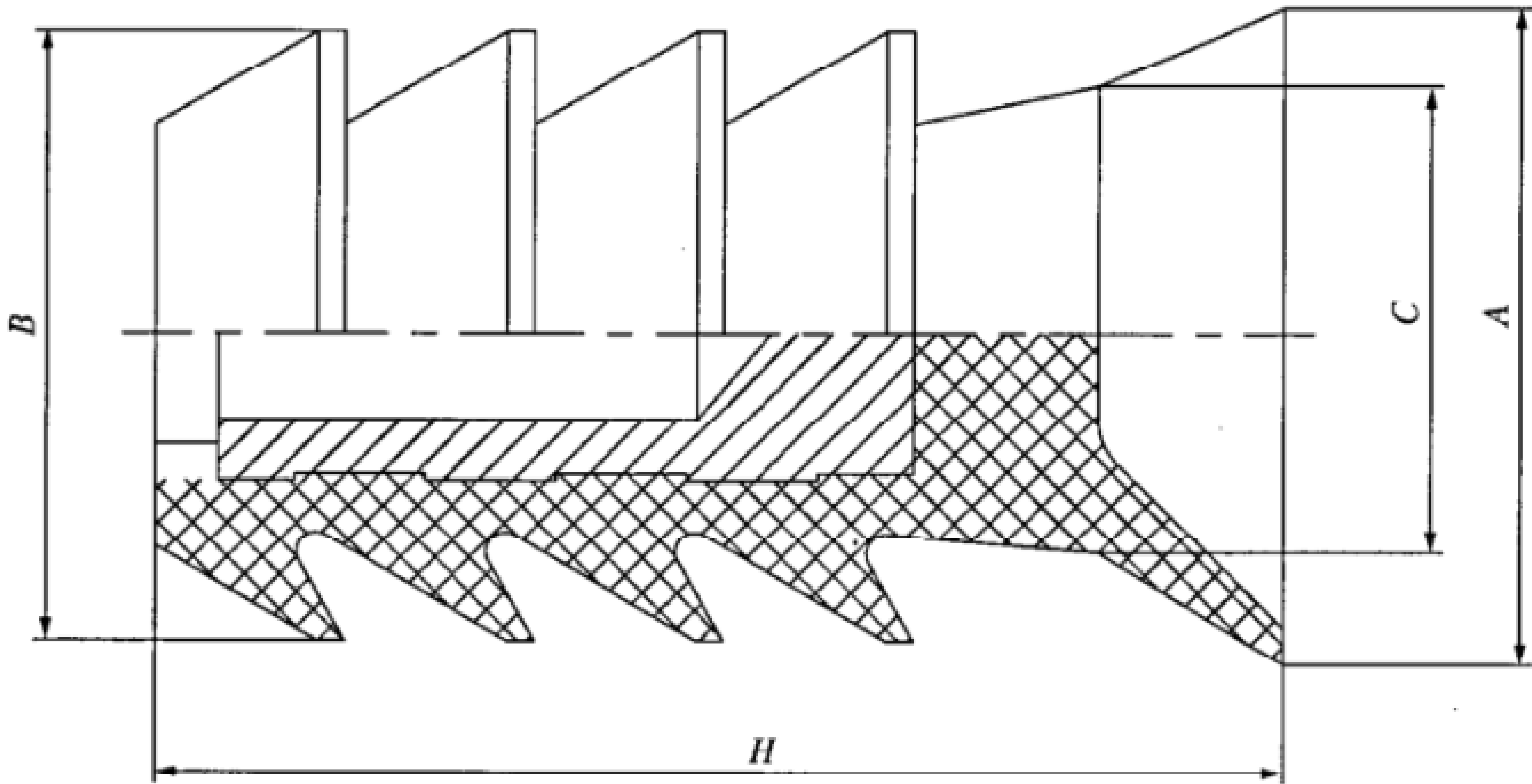


图 3 上胶塞结构图

8.9.4 技术要求

8.9.4.1 固井水泥头的技术要求

固井水泥头的技术要求包括:

- a) 固井水泥头压胶塞接头螺纹和注水泥接头螺纹应为 2 $\frac{3}{8}$ TBG 油管螺纹, 固井水泥头盖连接螺纹为梯形螺纹。
- b) 本体、管接头、挡销的材料机械性能应满足抗拉强度 $R_m \geq 750\text{MPa}$, 屈服强度 $R_e \geq 550\text{MPa}$, 冲击韧性 $A_{kv} \geq 60\text{J}$, 强度 241HBW~302HBW。
- c) 固井水泥头上与钻杆、套管或油管的连接螺纹应符合 GB/T 22512.2 和 GB/T 9253.2 的规定。
- d) 各种密封件的橡胶应耐酸、耐碱, 密封能力应达到表 14 中的试验压力要求, 其邵尔硬度为 60°~80°, 耐温为 -30℃~80℃。
- e) 固井水泥头一般应设置压力平衡管和胶塞下落指示装置。
- f) 固井水泥头与井下管柱连接的螺纹一般应配有保护接头或快速转换接头。
- g) 挡销在完全开启位置或关闭位置应有限位装置。
- h) 双挡销或三挡销在完全关闭位置时, 其中缝距离应小于所挡胶塞端面直径的二分之一。
- i) 固井水泥头配带水泥头管汇时, 水泥头管汇的耐压指标应不低于固井水泥头的耐压指标。
- j) 固井水泥头上的焊接加工应符合 JB/T 4709 的规定。

8.9.4.2 常规固井胶塞的技术要求

常规固井胶塞的技术要求包括:

- a) 胶塞橡胶应耐油、耐酸、耐碱, 其物理性能要求如下:
 - 1) 抗拉强度: $\geq 20\text{MPa}$;
 - 2) 硬度: 邵尔硬度 60 度~80 度;
 - 3) 老化系数: ≥ 0.85 (试验条件: 120℃, 24h);
 - 4) 体积膨胀率: 在 15 号机油或钻井液中浸泡 24h, 体积膨胀率不大于 3%;
 - 5) 延伸率: $\geq 300\%$ 。
- b) 胶塞芯部材质采用玻璃钢、塑料、铝合金等可钻性好的材料, 上胶塞可以不加上述芯部材料。
- c) 产品表面不得有杂质、起泡、裂缝及厚度不均等缺陷。
- d) 下胶塞清水静压穿透压力应保持在 1MPa~2MPa 之间。
- e) 胶塞应能在套管内密封相应的压力, 公称尺寸 101mm~244mm 的上胶塞密封压力不应低于 15MPa; 公称尺寸 273mm~508mm 的上胶塞密封压力应不低于 10MPa。

8.9.5 试验方法

8.9.5.1 固井水泥头的试验方法

固井水泥头的试验方法包括:

- a) 主要受力零件材料应按 GB/T 228 进行力学性能试验。
- b) 调质处理零件应按 GB/T 231.1, GB/T 231.2 和 GB/T 231.3 进行硬度检验。
- c) 焊接部位应进行超声波无损探伤检验, 其内部和表面裂纹缺陷不应低于 JB/T 4730 规定的 2 级精度。
- d) 连接螺纹检验应按 GB/T 22512.2 和 GB/T 9253.2 中的有关规定进行。
- e) 应用清水进行整体密封性能试验和内压力强度试验, 其试验压力及要求应符合表 14 中的规定。
- f) 固井水泥头使用经过 50 次后, 应再次用清水进行整体密封性能试验, 其试验压力及要求应符合表 14 中的规定。

表 14 试验压力值

工作压力 MPa	密封试验压力 MPa	强度试验压力 MPa	要求
14	21	28	工作压力持续时间不少于 15min，密封试验压力持续时间不少于 5min，强度试验压力持续时间不少于 3min，在此时间内不得有渗漏现象
21	32	42	
35	53	70	

8.9.5.2 常规固井胶塞的试验方法

常规固井胶塞的试验方法包括：

- a) 硬度检验应按 GB/T 531.1 的规定进行。
- b) 每批原则是以每一批橡胶混配原料加工的胶塞作为一批次。
- c) 每批次下胶塞应抽样进行穿透压力试验，抽样数量应为每批次两件，试验介质为清水，穿透压力应符合 8.9.4.2 d) 的规定。
- d) 每批次胶塞应抽样进行体积膨胀试验，抽样数量应为每批次一件，在 15 号机油或钻井液中浸泡 24h，其体积膨胀率应符合 8.9.4.2 a) 的规定。
- e) 每批次上胶塞应抽样在套管内进行密封压力试验，抽样数量应为每批次一件，试验压力应符合 8.9.4.2 e) 的规定，稳压 5min 应无渗漏现象。

8.9.6 检验规则

8.9.6.1 出厂检验

8.9.6.1.1 固井水泥头的出厂检验项目有：

- a) 连接螺纹。
- b) 整体密封性能实验。
- c) 受力零件及焊缝的无损探伤。
- d) 硬度检验。

8.8.6.1.2 常规固井胶塞的出厂检验项目为：

- a) 基本尺寸。
- b) 硬度检验。
- c) 外观。
- d) 下胶塞穿透压力抽样检验。

产品应经制造厂质量检验部门检验合格，附有产品的合格证明文件方能出厂。

8.9.6.2 型式检验

有下列情况之一应进行型式检验：

- a) 样机试制。
- b) 正式生产后，在结构、材料及工艺上有重大改变。
- c) 产品因故停产两年以上，又重新恢复生产时。
- d) 国家或行业质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

型式检验的抽样方案为固井水泥头每 10 件随机抽取一件样品，不足 10 件按 10 件计；常规固井胶塞每 50 件随机抽取一件样品，不足 50 件按 50 件计。

8.9.6.2.1 固井水泥头型式检验项目有：

- a) 主要尺寸。
- b) 连接螺纹。
- c) 受力零件材料的力学性能。

- d) 受力零件及焊缝的无损探伤。
- e) 硬度检验。
- f) 整体密封性能试验。
- g) 内压力强度检验。

8.9.6.2.2 常规固井胶塞型式检验项目为：

- a) 基本尺寸。
- b) 橡胶材料的物理性能。
- c) 硬度检验。
- d) 下胶塞穿透压力试验。
- e) 体积膨胀试验。
- f) 上胶塞密封试验。

8.9.6.3 判定规则

8.9.6.3.1 出厂检验时，按 8.9.6.1 的检验项目对固井水泥头和常规固井胶塞进行逐件检验。如有一项不合格，则判定该产品不合格。

8.9.6.3.2 型式检验时，从出厂检验合格的产品中，按 8.9.6.2 的检验项目进行检验。如有一项不合格，则判定型式检验不通过。

8.9.7 标志、包装、运输、贮存

8.9.7.1 标志

8.9.7.1.1 固井水泥头的标志应安装在明显位置，标志内容如下：

- a) 产品型号及连接螺纹代号。
- b) 制造厂名或注册商标。
- c) 产品编号和出厂日期。

8.9.7.1.2 常规固井胶塞的标志应安装在明显位置，标志内容如下：

- a) 产品型号。
- b) 制造厂名或注册商标。
- c) 生产日期。

8.9.7.2 包装和运输

8.9.7.2.1 固井水泥头包装前挡销应完全关闭，连接螺纹应涂防锈油并戴护丝，外表面应涂防护油漆。

8.9.7.2.2 固井水泥头应使用木箱包装，包装箱上应标注制造厂名、地址、产品名称、规格、型号、出厂日期或出厂编号、产品执行标准编号。

8.9.7.2.3 常规固井胶塞应使用塑料袋包裹并用木箱或硬纸箱包装，包装箱上应标注制造厂名、地址、产品名称、规格、型号、出厂日期、产品执行标准编号。

8.9.7.2.4 随机文件装入塑料袋中，包括：

- a) 产品检验合格证。
- b) 产品使用说明书。
- c) 装箱单。

8.9.7.2.5 常规固井胶塞的产品检验合格证应贴在产品的顶面。

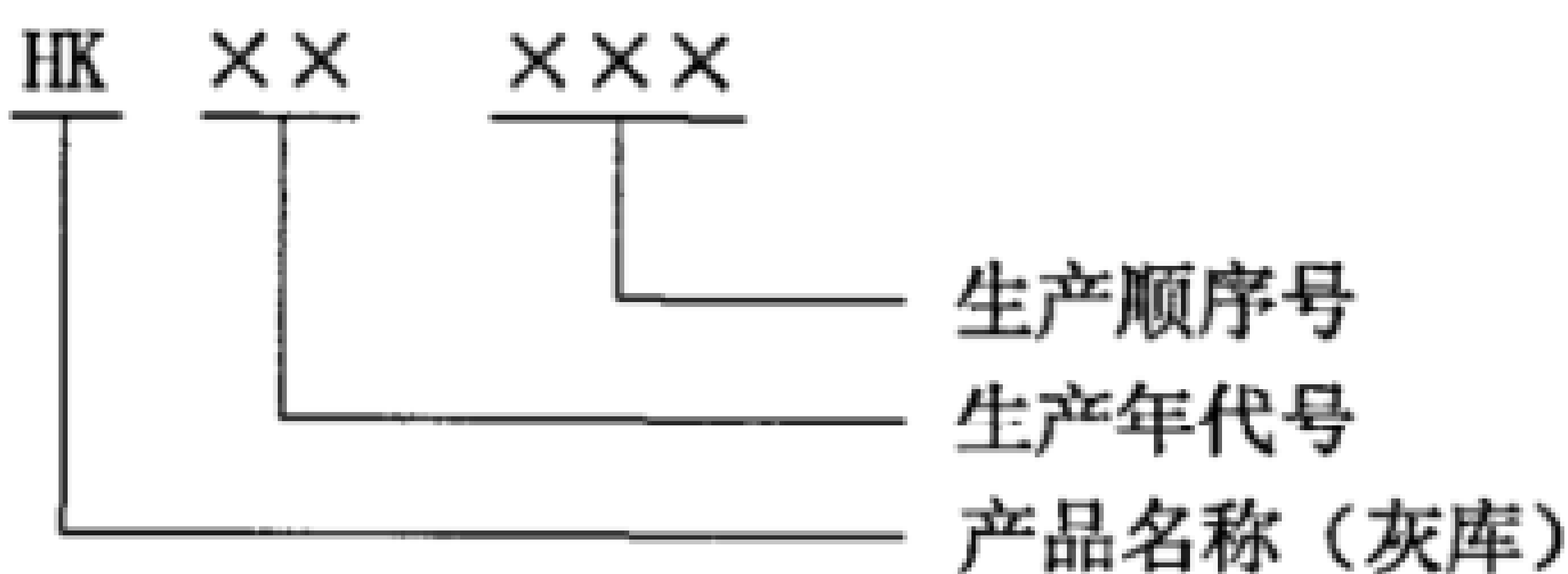
8.9.7.2.6 固井水泥头和常规固井胶塞在运输过程中应防止摔、碰、挤、压等机械性损伤和变形。

8.9.7.3 贮存

固井水泥头和常规固井胶塞应放在清洁、干燥、通风的库房中保管，严禁接触油、酸、碱、有机溶剂等腐蚀性物质。固井水泥头应直立放置，需水平放置时，挡销不能受力。常规固井胶塞的库房温度应保持在 $-15^{\circ}\text{C} \sim -40^{\circ}\text{C}$ 之间，应避免阳光直接照射。

8.10 干灰气动混拌灰库装置

8.10.1 型号编制规则



示例：2008 年第一次生产的干灰气动混拌灰库装置型号为：HK08001。

8.10.2 基本参数

干灰气动混拌灰库装置的主要技术参数见表 15。

表 15 干灰气动混拌灰库装置的主要技术参数

项 目	单 位	参 数	备 注
系统储灰罐额定容积	m ³	120	
平均卸灰速度	t/min	1	
剩余率	%	0.4	标准水泥密度 1.2g/m ³ 时
混合均匀度	g/cm ³	1.50	
工作压力	MPa	≤0.3	水泥密度差≤0.02g/m ³ 时
安全阀开启压力	MPa	0.31	
纯水泥混灰能力	t/8h	100	

8.10.3 整机要求

8.10.3.1 通用技术要求应符合 8.1.3 的规定。

8.10.3.2 各零件、组件、连接件应组装可靠，在承受振动和冲击的情况下，无变形、脱落，具有足够的强度和刚度。

8.10.3.3 为混拌灰装置提供动力的压缩空气和用于卸灰的压缩空气应无油、无水。经过过滤、干燥后，压缩空气的压力露点应为 2℃~10℃。

8.10.3.4 混灰系统应置于室内，其加料斗应设过滤装置和振动装置。

8.10.3.5 干灰气动混拌灰库的储灰系统应置于室内，储灰罐之间应可独立使用，也可串联使用，罐与罐之间可相互输送粉粒物料。

8.10.3.6 干灰气动混拌灰库装置应集中除尘，出口含尘浓度应小于 50mg/m³。

8.10.4 主要部件要求

8.10.4.1 罐体

对罐体的要求包括：

- a) 储灰罐、混灰罐、回收罐等受压件的材料应符合 GB 150 的规定，代用材料不得降低零件和整车的质量。
- b) 罐体制作应符合 GB 150 的规定。罐体应进行水压试验和气密性试验，罐体内外表面不允许有裂纹，不应有明显的凹凸不平和划痕。
- c) 罐体和贮气罐应进行无损检测。无损检测应符合 GB 150 的规定。

8.10.4.2 气路系统

对气路系统的要求包括：

- a) 各操纵件应操纵方便、灵活，并有指示标牌或标记。
- b) 气路系统的各进、排气阀安装位置必须正确，各操纵系统应集中、灵活、操纵方便，并有指示标牌或标记，油气管路应排列整齐、牢固可靠，无渗漏现象。
- c) 现场安装完成任务后，气路系统应进行气密性试验。

8.10.5 试验方法

8.10.5.1 罐体的水压试验

罐体水压试验按 8.4.6.1 的规定进行。

8.10.5.2 罐体的气密性试验

罐体气密性试验按 8.4.6.2 的规定进行。

8.10.5.3 平均卸灰速度和剩余率试验

平均卸灰速度和剩余率试验按 8.4.6.4.4 的规定进行。

8.10.6 检验规则

8.10.6.1 型式检验

凡属下列情况之一者需做型式试验。型式试验按本标准的规定进行。

- a) 干灰气动混拌灰库正式投产前。
- b) 发生重大质量事故时。
- c) 产品结构、工艺、材料有较大改变时。
- d) 出厂检验结果和定期检查结果有较大差异时。
- e) 国家质量监督部门或用户提出检验要求时。

8.10.6.2 出厂检验

每套干灰气动混拌灰库装置必须经厂检验部门检验合格并附有检验人员签发的合格证后方可出厂。出厂检验项目如下：

- a) 外观质量。
- b) 操纵系统。
- c) 罐体水压试验。
- d) 罐体气密性试验。

8.10.6.3 判定规则

8.10.6.3.1 型式检验应符合 8.10.6.1 的规定才能判定合格。

8.10.6.3.2 出厂检验应符合 8.10.6.2 的规定才能判定合格。

8.10.7 标志，运输和贮存

8.10.7.1 标志

干灰气动混拌灰库装置应有标志。标志应标明如下内容：

- a) 制造单位。
- b) 产品名称。
- c) 产品型号。
- d) 最大输料压力，MPa。
- e) 出口含尘浓度，mg/m³。
- f) 出厂编号。
- g) 出厂日期。

8.10.7.2 运输

干灰气动混拌灰库装置运输时，应封闭所有的开孔；如必须使用吊装方法装卸时，应采用专用吊具。

8.10.7.3 贮存

设备不使用时，应使所有阀门处于关闭状态。

8.10.7.4 随机附件

8.10.7.4.1 干灰气动混拌灰库装置均应附带下列随机文件：

- a) 产品合格证。
- b) 使用说明书。
- c) 装箱单。

8.10.7.4.2 随机工具和易损件应包装放入随车工具箱内。

8.11 高压管汇元件

按 SY/T 5211 的规定执行。

8.12 标志、包装、运输、贮存

8.12.1 标志

产品标志应安装于车上最明显且易于永久保存的部位。标志内容如下：

- 制造厂名及注册商标。
- 产品名称及型号。
- 总质量。
- 产品外形尺寸。
- 产品主要技术参数。
- 发动机型号。
- 底盘发动机额定功率。
- 整备质量。
- 产品出厂编号及产品制造日期。
- 车装设备应标识 VIN（车辆识别代码）。

8.12.2 包装、运输、贮存

整车可裸装运输，车上各主要部件有配合关系的裸露部位应涂润滑脂或防锈剂或安装防护附件防止运输过程中出现锈蚀及磕、碰、损伤情况。随车技术文件一律装在不透水塑料袋内并与随车附件一并装箱。

随车技术文件包括：

- 产品合格证。
- 产品使用及维护说明书。
- 交货清单、备件清单、装箱单。
- 随机附件（包括专用工具）备件清单。
- 易损件目录及图样。
- 底盘车出厂所带技术文件。

随车附件包括：

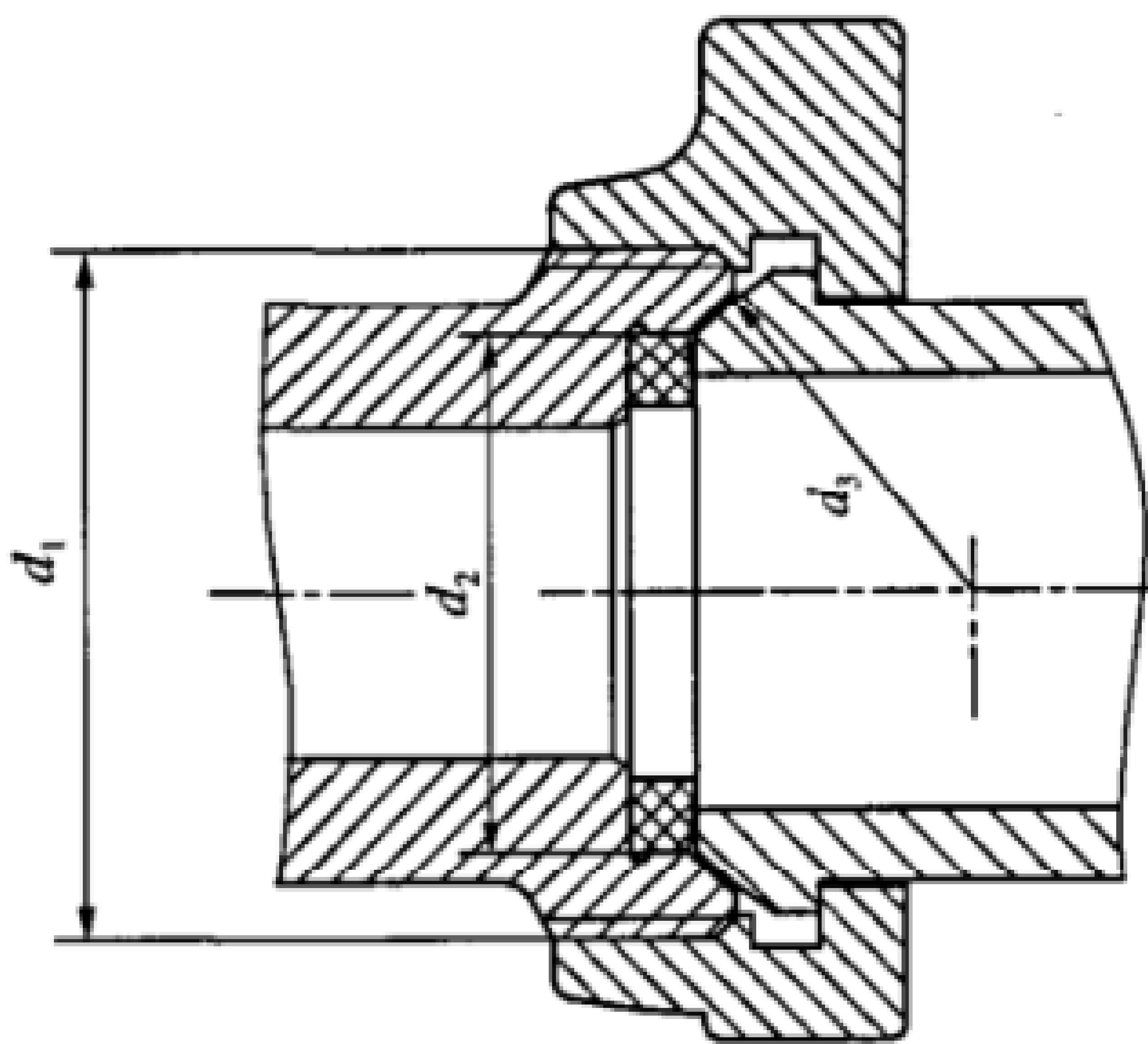
- 附件、备件。
- 专用工具。
- 底盘车出厂所带工具。

8.12.3 贮存

设备应放在干燥通风的场地，存放期间要注意防水、防火、防冻、防锈蚀。

附录 A
(资料性附录)
活接头推荐的主要配合尺寸

活接头推荐的主要配合尺寸如图 A. 1 所示。



d_1	d_2	d_3
$4\frac{1}{8}''-3-Acme-2G$	$\phi 68.15$	SR51.59
Tr100×12	$\phi 68.15$	SR52

注 1： $4\frac{1}{8}''-3-Acme-2G$ 美国标准梯形螺纹（见 ANSI/ASME B1.5）。
注 2： Tr100×12（见 GB/T 9253.2）。

图 A. 1 2in 活接头推荐主要配合尺寸

参 考 文 献

[1] GB/T 13306 标牌
[2] SY/T 5534 油气田专用车通用技术条件
[3] JB/T 5000.3 重型机械通用技术条件 第3部分：焊接件
[4] ANSI/ASME B1.5 美国标准梯形螺纹

中华人民共和国
石油天然气行业标准
固井成套设备规范
SY/T 5557—2009

*

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
石油工业出版社印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

880×1230 毫米 16 开本 2.5 印张 72 千字 印 1—2000
2010 年 3 月北京第 1 版 2010 年 3 月北京第 1 次印刷
书号: 155021·6453

版权专有 不得翻印