

ICS XXXXXX
CCS X XXX

团 体 标 准

T/CIECCPA XXX—20XX

综采工作面水基液压系统节能技术方法

Energy-saving technical methods for water-based hydraulic system in
comprehensive mining face

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 分类要求	4
表 1 不同压力下容积效率最低要求	4
表 2 不同压力下总效率最低要求	4

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本标准起草单位：山东兖矿智能制造有限公司、太原理工大学、中国神华能源股份有限公司神东煤炭分公司、开滦（集团）有限责任公司、太原煤炭气化（集团）有限责任公司、河南神火煤电股份有限公司。

本标准主要起草人：于礼军、吴成峰、权龙、廖瑶瑶、王永军、赵光瑞、董二景、姬庆涛、姜彪、葛磊、夏连鹏、王军。

综采工作面水基液压系统节能技术方法

1 范围

本标准规定了综采工作面水基液压系统在设计、配置、制造、运行监测等方面的一般要求、方法和规则。

本标准适用于煤矿井下综采工作面水基液压系统设计、制造、配置、运行监测等。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本标准。

GB/T 156-2017 标准电压规范

GB/T 311.1-2012 绝缘配合第1部分:定义、原则和规则

GB/T 762-2002 标准电流等级

GB/T 1031-2009 产品几何技术规范 (GPS) 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及数值

GB/T 1094.3-2017 电力变压器第3部分:绝缘水平, 绝缘试验和外绝缘空气间隙

GB/T 3452.1-2005 液压气动用O形橡胶密封圈 第1部分: 尺寸系列及公差

GB 3452.2-2005 液压气动密封圈标准

GB/T 3452.3-2005 液压气动用O形橡胶密封圈 沟槽尺寸

GB/T 3639-2021 冷拔或冷轧精密无缝钢管

GB/T 3766-2015 液压传动系统及其元件的通用规则和安全要求

GB 3836.4-2010 爆炸性环境 第4部分: 由本质安全型“i”保护的设备

GB/T 7936-2012 液压泵和马达 空载排量测定方法

GB/T 14039-2002 液压传动 油液 固体颗粒污染等级代号

GB/T 15706-2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小

GB/T 17446-2024 流体传动系统及元件 词汇

GB/T 18853-2015 液压传动过滤器 评定滤芯过滤性能的多次通过方法

GB/T 20663-2017 蓄能压力容器

GB 25974.2-2010 煤矿用液压支架 第2部分: 立柱和千斤顶技术条件

GB 25974.3-2010 煤矿用液压支架 第3部分: 液压控制系统及阀

MT/T 98-2006 液压支架用软管及软管总成检验规范

MT/T 188.4-2000 煤矿用乳化液泵站 过滤器技术条件

MT/T 209-90 煤矿通信、检测、控制用电子产品的通用技术要求

MT/T 291.2-1995 悬臂式掘进机 液压缸检验规范

MT/T 1178-2019 矿用防爆高压变频器

JB/T 4711-2003 压力容器涂覆与运输包装

ISO 10763:2020 液压传动-平端无缝和焊接精密钢管-尺寸和公称工作压力 (Hydraulic fluid power — Plain-end, seamless and welded precision steel tubes — Dimensions and nominal working pressures)

ISO 877 :1976 塑料——在玻璃下暴露于日光下抗变化性的测定 (Plastics — Determination of resistance to change upon exposure under glass to daylight)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

水基液压系统 water based hydraulic system

工作介质为水或工作介质主要成分为水的液压系统。

3.2

煤矿综采工作面 coal mine fully mechanized mining face

煤矿井下包含采煤机、刮板输送机、液压支架等主要设备，并有机协调实现机械化采煤、破煤、装煤、运煤、支护的场所。

3.3

节能型 energy saving type

在满足同等要求或达到相同目的条件下，能耗指标达到同类产品先进值。

3.4

能效 energy efficiency

在转换能量过程中，输出有效功率与输入总功率之比。

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

3.5

待机功耗 standby power

电源、设备等在待机状态下的能耗。

3.6

转换效率 conversion efficiency

电源、设备等在特定负载条件下的输入功率和输出功率之比。

3.7

变频器 inverter

通过改变输出频率和输出电压(或电流)来控制高压交流三相异步电动机运行的设备

3.8

液压蓄能器 hydraulic accumulator

〈液压〉用来储存和释放静压能量的元件。

3.9

液压泵 hydraulic pump

〈液压〉将机械能量转换成液压能量的元件。

3.10

压力脉动 pressure pulsation

压力的周期性变化。

3.11

工作管路 working line

将流体传送到执行元件的流道

3.12

污染度 contamination level

规定污染程度的量化术语

3.13

污染物 contaminant

对系统可能有不良影响的任何物质或物质组合（固体、液体或气体）

3.14

管接头 connector

把硬管、软管或管子相互连接和连接到元件的连接件

3.15

爆破 burst

由于过高压力引起壳体破坏，使得封闭容积中的物质向外释放

3.16

最高工作压力 maximum working pressure

系统或子系统预期在稳定工况下的最高压力

3.17

表面粗糙度 surface roughness

加工表面具有的较小间距和微小峰谷的不平度

3.18

液压缸 actuator

由液压驱动往复直线运动的装置。

3.19

供液压力 selling pressure

液压系统提供给液压缸的压力。

3.20

额定工作压力 maximum permissible working pressure

液压缸能正常工作的最大设计压力。

3.21

压力损失 pressure drop

液体通过阀、管接头、过滤器等装置时所造成的进出口压力差值。

3.22

安全阀类 yield valves

用来限制液压系统或系统局部液腔压力的阀类(如安全阀)。

3.23

液控单向阀类 pilot check valve

用压力来控制开启或关闭的单向阀类(如液控单向阀)。

3.24

换向阀类 directional valves

在使用中频繁用手动、液压能或电能接通或切断流道的三个通道以上的阀类(如换向阀)，控制方式可以是多者兼有。

3.25

截止阀类 shut-off valves

可允许或阻止液体流动的二通道阀类。

3.26

其他阀类 other valves

所有不能用安全阀类、液控单向阀类、换向阀类和截止阀类的规定分类的阀。

3.27

过滤装置 filter

基于颗粒尺寸阻留流体中的污染物的元件或装置。

3.28

滤芯 filter element

过滤器中起过滤作用的多孔部件。

4 分类要求

4.1 泵站变频器与电磁卸荷阀

4.1.1 泵在满载时容积效率应大于表 1 的要求：

表 1 不同压力下容积效率最低要求

公称压力 (MPa)	≤12.5	>12.5-20	>20-25	>25-31.5	>31.5-40	>40
容积效率 (%)	94	93	92	91	90	88

4.1.2 泵在满载时总效率应不低于表 2 的要求：

表 2 不同压力下总效率最低要求

公称压力 (MPa)	≤20	>20-31.5	>31.5-50
总效率 (%)	84	83	81

4.1.3 泵站应采用变频装置驱动。

4.1.4 变频器优先采用 3.3kV 和 1140kV，并符合 GB/T 156-2017 的规定。

4.1.5 变频器效率不得低于 MT/T 1178-2019 中规定；

- a) 额定功率 630kW 及以下设备的效率应高于 93%；
- b) 额定功率 630kW~2000kW 设备（含 2000kW）的效率高于 95%；
- c) 额定功率 2000kW 以上设备的效率高于 96%。

4.1.6 变频器在过载 20%时能稳定工作 30min，在过载 50%时能稳定工作 1min。

4.1.7 变频器应当合理调节电机转速，在检修班期间，变频频率不得超过 30Hz。

4.1.8 变频器应当实时监控与调节电机状态，使电机在高效区间转动。

4.2 蓄能器

4.2.1 泵站出口应设置囊式蓄能器，适度储能并吸收部分压力脉动。

4.2.2 在设计液压系统时，蓄能器的容量大小应根据水基液压泵站的需求来确定，由泵站系统压力脉动的幅度和频率来确定蓄能器的体积和工作压力范围，压力脉动测试应符合 GB/T 7936-2012 规定。

4.2.3 蓄能器外露零件表面应采用涂敷或用其他方法进行防腐蚀处理。除不锈钢材料外，防腐材料除

应符合 JB/T 4711 的规定外，还应符合 GB/T 20663-2017 中的设计要求。

4.2.4 囊式蓄能器壳体内表面应作处理，质量应达到 Sa2.5，筒体与封头应圆滑过渡，不应有裂纹、折叠，皱折、重皮、夹杂、沟痕和机械损伤及其他影响强度与耐腐蚀性的缺陷。

4.2.5 囊式，隔膜式蓄能器进液口及活塞式蓄能器端盖开孔应采用防尘措施。

4.2.6 蓄能器在投用后，应定期对充气压力进行检查。新投入使用蓄能器宜每周进行检查，以便及时发现渗漏。

4.3 电源

4.3.1 电源应满足本质安全要求，采用高效能半导体器件和先进的转换技术，提升电源的能效，具体要求应符合 GB 3836.4-2010 的规定。

4.3.2 矿用电源电压波动范围不得超出额定电压的 75%~110%，具体要求应符合 MT/T 1078-2008。

4.3.3 电源能效在 20%、50%、100%负载下，均不低于 85%。

4.4 传感器

4.4.1 模拟量信号应为 4~20mA（负载电阻 0~350Ω 或大于 500Ω）。

4.4.2 矿用传感器采用先进的低功耗芯片和电路设计，优化供电方案达成降低传感器的功耗，应符合 GB 3836.4-2010 的本质安全要求。

4.4.3 对传感器的响应时间、测量精度等关键性能参数进行测试，确保在低功耗设计下不影响其正常功能。

4.4.4 传感器在待机情况下功耗不得超过 1W。

4.5 驱动器

4.5.1 矿用驱动器应满足本质安全要求，符合 GB 3836.4-2010 标准要求。

4.5.2 驱动器应适应矿山的温度环境，-20℃至+50℃。

4.5.3 驱动器在待机状态下的功耗应尽可能低，不超过 1W。

4.6 液压缸

4.6.1 缸筒内壁密封配合面尺寸基本偏差，公差等级，表面粗糙度应符合 GB 25974.2-2010 的规定。

4.6.2 活塞杆密封配合面尺寸基本偏差，公差等级，表面粗糙度应符合 GB 25974.2-2010 的规定。

4.6.3 液压缸均应在额定压力下进行耐压试验，试验压力值为额定压力的 1.25 倍。保压均不小于 3min，不得有外泄漏及永久变形等异常现象。

4.6.4 液压缸进行内泄漏试验时，记录 10min 的内泄漏量应符合 MT 291.2-1995 的规定。

4.6.5 液压缸在额定压力下，负载效率不得低于 91%；在 50%及 25%额定压力下，负载效率均不得低于 90%。

4.6.6 液压缸加载密封试验时，闭锁压力腔，压力腔压力在最初 1min 内下降不应超过 10%或液压缸长度变化小于 1%，之后 5min 内压力或长度不变，接下来的 5min 内压力下降不应超过 0.5%或长度变化不超过 0.05%。

4.6.7 液压缸活塞杆腔在 2MPa 和 1.1 倍的供液压力下，不应外渗漏。

4.7 电磁阀

4.7.1 电压、电流、功耗应符合 GB 3836.4-2010 的规定

4.7.2 电压应符合 GB/T 156-2017 规定并能够在额定电压 80%~120%范围内安全工作。

4.7.3 在 1.1 倍最大工作压力下无泄漏。

4.8 液压阀设计、加工精度

- 4.8.1 阀动密封副运动零件的表面粗糙度 Ra 值不得大于 1.6。
- 4.8.2 阀静密封副固定零件的表明粗糙度 Ra 值不得大于 3.2 。
- 4.8.3 阀动密封副运动零件的尺寸精度等级不低于 IT8 级。
- 4.8.4 阀静密封副固定零件的尺寸精度等级不低于 IT9 级。

4.9 液压阀密封

- 4.9.1 密封材料摩擦系数应符合 ISO877 的规定。
- 4.9.2 O 形橡胶密封圈应符合 GB 3452.1-2005 、GB3452.2-2005 的规定，其余橡胶制品应符合图样及技术文件的要求。
- 4.9.3 O 形橡胶密封圈沟槽尺寸应符合 GB/T 3452.3-2005 的规定，沟槽表明粗糙度 Ra 值不得大于 1.6。
- 4.9.4 安全阀类在 2MPa 压力到调定压力的 90%范围内，不应有渗液。
- 4.9.5 换向阀在中间位置，压力值在 6MPa 到其公称压力范围内，不应有渗漏；换向阀类在工作位置，压力值在 10MPa 到其公称压力范围内，不应有渗液。
- 4.9.6 截止阀类在截止状态和打开状态时，压力在 2MPa 到其公称压力范围内，不应有渗液。
- 4.9.7 其他阀类如果有与安全阀类、液控单向阀类、换向阀类和截止阀类类似结构或相近性能的阀应分别满足 4.9.4、4.9.5、4.9.6 的要求，其他应满足设计要求。

4.10 阀门压差

4.10.1 液控单向阀压力损失要求指标

- a) 公称流量 $\leq 125\text{L}/\text{min}$ 的液控单向阀类，进回液阻力损失不得大于 5MPa；
- b) $125\text{L}/\text{min} <$ 公称流量 $\leq 250\text{L}/\text{min}$ 的液控单向阀类，进回液阻力损失不得大于 6MPa；
- c) 公称流量 $> 250\text{L}/\text{min}$ 的液控单向阀类，进回液阻力损失不得大于 7MPa。

4.10.2 换向阀压力损失要求指标

- a) 公称流量 $\leq 125\text{L}/\text{min}$ 的换向阀类，进回液阻力损失不得大于 5MPa；
- b) $125\text{L}/\text{min} <$ 公称流量 $\leq 250\text{L}/\text{min}$ 的换向阀类，进回液阻力损失不得大于 6MPa；
- c) 公称流量 $> 250\text{L}/\text{min}$ 的换向阀类，进回液阻力损失不得大于 7MPa。

4.10.3 截止阀压力损失要求指标

- a) 公称流量 $\leq 125\text{L}/\text{min}$ 的截止阀类，进回液阻力损失不得大于 1MPa；
- b) $125\text{L}/\text{min} <$ 公称流量 $\leq 250\text{L}/\text{min}$ 的截止阀类，进回液阻力损失不得大于 2MPa；
- c) 公称流量 $> 250\text{L}/\text{min}$ 的截止阀类，进回液阻力损失不得大于 3MPa。

4.10.4 其他阀类如果有与液控单向阀类、换向阀类和截止阀类类似结构或相近性能的阀应参照 4.10.1、4.10.2、4.10.3 执行。

4.11 钢管

4.11.1 表面粗糙度

对于外径不大于 260mm 的钢管，其内表面粗糙度 Ra 应符合以下规定：

- a) 以+C 和 +LC 状态交货，钢管内表面不大于 4 μm ，其中对内表面的要求适用于公称内径或计算内径不小于 15mm 的钢管；

- b) 表面粗糙度在钢管的轴向按 GB/T 1031 规定的轮廓算术平均偏差 Ra 和推荐的取样长度进行测定；
- c) 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可规定其他表面粗糙度要求。

4.11.2 钢管质量及其他性能要求见 GB/T 3639-2021

4.12 软管

4.12.1 软管密封要求

为了防止软管泄露造成能量损失，软管密封性能试验要求见 MT/T98-2006。

4.12.2 管接头

为了减低压力损失，在管路系统中，尽可能减少管路中弯头的使用，对于管路中的弯头，可利用较大半径的弯管代替标准弯头。

4.12.3 弯管的选型要求

弯曲半径至少是管道直径的三倍到五倍，弯管的内壁应尽可能光滑，粗糙度为 4um 以下。

4.12.4 管道布局

管道布局相关要求如下：

- a) 管道设计应避免它被当作踏板后者梯子使用。外部载荷不宜加在管路上；
- b) 管道不应用来支撑元件，造成过度的载荷强加在管路上；
- c) 尽可能缩短管道长度，减少流体在管道中的流动距离；
- d) 管道安装时，避免使管道呈弯曲状态，使安装应力减到最小；
- e) 注意管道支撑和固定，正确的支撑和固定管道可以减少因振动导致的能量损失；
- f) 尽可能使用长管道，避免过多的接头和连接，每个接头或连接点都是潜在的泄漏点；
- g) 避免管道死区，死区会阻碍流体的流动，导致压力无法高效传递，从而造成能量损失；
- h) 避免非必要阀门；
- i) 在可能的情况下，利用重力帮助流体流动；
- j) 尽可能使用直线连接。

4.12.5 管道支撑

应安全稳定的支撑管道，推荐管道支撑的间距参考 GB/T 3766-2015 的规定执行。

4.12.6 管道压力损失

从泵站到液压支架的管道总压力损失不应超过系统工作压力的 80%。远程供液系统，根据泵站的流量和供液的距离选择管道的尺寸。具体计算方案应仿照下述案例进行计算，压力损失不得超出计算结果正负 0.5MPa。

现有泵站的工作压力 37.5Mpa，流量为 400L/min，采用 3 泵 2 箱，两用一备的方式，顺槽管路按照 2400 米，其中 400 米采用高压钢管，另外 2000 米采用高压胶管总成供液，工作面高度 180 米上坡供液，要求工作面压力值不低于 30Mpa，以下按照 2 台泵站开启进行压力损失的极限值计算。

4.12.6.1 400 米高压钢管压力损失计算

- a) 沿程压力损失：

泵站流量： $Q=400\text{L}/\text{min} \times 2=48\text{m}^3/\text{h}$

管路内（直）径： $d=88.9-8.5*2\text{mm}=0.0719\text{m}$

供液管路流速： $V_1=Q/S=3.3\text{m/s}$

因乳化液中 95%水，所以取水的相关参数

常温状态（25℃）下， $\mu=0.893\times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$

$\text{Re}=V_1d/\mu=2.66\times 10^5 > 2300$

故可判断管中流态为紊流

查表取高压胶管的绝对粗糙度 $\Delta=0.02\text{mm}$ ，根据 $d=0.4\times 10^{-3}$ 及 $\text{Re}=2.66\times 10^5$ ，查询 moody 图可确定 $\lambda=0.018$ ，则有

$=55.64(\text{M 水柱})$

{Darcy - Weisbach---达西-威斯巴哈方程}

1m 水柱压强为 $\rho gh=10\text{Kpa}$

所以沿程压力损失为： $55.64\times 10\text{Kpa}=0.56\text{Mpa}$

b) 局部压力损失：

局部压力损失主要由管道连接件、阀门及弯头产生，400 米长顺槽预计采用 2 个阀门和 4 个弯头产生压力损失。

局部压力损失公式为： $h_j=\zeta\frac{V^2}{g}$

故总的局部压力损失为：

$=1.86(\text{M 水柱})$

则局部压力损失为： $1.86\times 10\text{kpa}=0.02\text{Mpa}$

c) 高压度造成的压力损失：

一般 100 米高度差造成的压力损失为 1Mpa，750 米处高度差是 80 米，因此本阶段不结算高度差。

d) 管路末端出口压力值：

管路出口总压力损= $0.56+0.02=0.58\text{Mpa}$

4.12.6.2 2000 米高压胶管压力损失值计算

a) 沿程压力损失：

泵站流量： $Q=400\text{L}/\text{min}*2=48\text{m}^3/\text{h}$

管路内（直）径： $d=65\text{mm}=0.065\text{m}$

供液管路流速： $V_1=Q/S=4\text{m/s}$

因乳化液中 95%水，所以取水的相关参数

常温状态（25℃）下， $\mu=0.893\times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$

$\text{Re}=V_1d/\mu=2.9\times 10^5 > 2300$

故可判断管中流态为紊流

查表取高压胶管的绝对粗糙度 $\Delta=0.02\text{mm}$ ，根据 $d=0.46\times 10^{-3}$ 及 $\text{Re}=2.9\times 10^5$ ，查询 moody 图可确定 $\lambda=0.018$ ，则有

$=452.12(\text{M 水柱})$

{Darcy - Weisbach---达西-威斯巴哈方程}

1m 水柱压强为 $\rho gh=10\text{Kpa}$

所以沿程压力损失为： $452.12\times 10\text{Kpa}=4.52\text{Mpa}$

b) 局部压力损失：

局部压力损失主要由管道连接件、阀门及弯头产生，2000 米长顺槽预计采用 10 个阀门和 20 个龙门式拐弯产生压力损失。

局部压力损失公式为： $h_f = \frac{V^2}{g}$

故总的局部压力损失为：

=13.63 (M 水柱)

则局部压力损失为：13.63x10kpa=0.0.14Mpa

c) 高压度造成的压力损失：

一般 100 米高度差造成的压力损失为 1Mpa,200 米处高度差是 180 米，因此高度差造成的压力损失是 1.8Mpa。

d) 管路末端出口压力值：

管路出口总压力损=4.52+0.14+1.8=6.46Mpa

4.12.6.3 2400 米总的压力损失值及到达末端的压力值

管路出口总压力损失值=0.58+6.46=7.04Mpa

到达末端的压力值=37.5-7.04=30.46Mpa

综上，管路的压力损失不得超出（29.96~30.96MPa）。

4.12.7 管道内径尺寸

管道尺寸的计算公式如下：

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

D ——管道直径（m）；

Q ——流量（m³/s）；

v ——流速（m/s），流速范围建议为 20-30 m/s。

选择管道内径尺寸时，应大于上述公式中的尺寸。

4.13 过滤装置

4.13.1 液压过滤装置安装在液压系统的压力油路、回液油路上，将过滤装置安装在液压泵的出口处或最接近液压泵的位置。

4.13.2 过滤器的结构要求

- a) 在结构上要方便固定、更换过滤元件并实现可靠密封，应避免需过滤的物料直接冲射过滤元件；
- b) 筒体、顶盖和固定件的强度和刚度应能承受在管路连接和更换过滤元件时的外力。

4.13.3 过滤器的装配要求

- a) 所有零件必须经过检验合格后方可用于装配，不得将因保管或运输等原因造成变形、锈蚀、碰伤的零件用于装配；
- b) 各种零、部件应装配齐全、安装位置正确、连接牢固可靠，并具有互换性；
- c) 各种过滤器的滤芯，应便于清洗和更换。

4.13.4 过滤器的性能要求

- a) 过滤器的公称压力和公称流量，应满足配套泵站、管路及控制阀的要求；
 - b) 在公称压力下，稳压 5min，过滤器应无外渗漏。
- 4.13.5 液压过滤装置的过滤精度是指其能够过滤掉的最小颗粒物的尺寸，通常用微米（ μm ）来表示。过滤器的过滤精度与压力损失，应满足 MT/T 188.4-2000 中的要求。
- 4.13.6 泵站出口的高压过滤器应设有污染指示或安装测试装置；当采用电发讯装置时必须为本质安全型，其发讯压差应不大于 0.35MPa。
- 4.13.7 回液过滤器必须设有旁路装置。旁路阀的开启压力应不大于 0.35MPa。全流量通过旁路阀的压力损失应不大于 0.5MPa。
- 4.13.8 过滤器在 1.5 倍的公称压力下稳压 5min，不得出现渗漏和损坏。
- 4.13.9 在滤芯被堵住 1/2 的过滤面积时，通过公称流量的时间为 5min，滤芯不得损坏。
- 4.13.10 过滤器在规定压力试验条件下，各部件密封处，各结合面及焊接接头无任何渗漏。试验合格后，应放净残存的工作液，并作防锈处理。
- 4.13.11 为防止腐蚀、锈蚀等影响通流面积造成压力损失过大，耐蚀钢过滤器内外表面要经酸洗钝化，必要时进行蓝点检测，无蓝点为合格。
- 4.13.12 整个过滤器表面应无尖角、毛刺、锐边，法兰密封面不得有划伤和撞痕。
- 4.13.13 过滤装置应存放在没有介质腐蚀的有遮蔽场所，避免长时间处于高温或高压环境中。
-