



实验室气体使用安全





目录

1. 实验室气体及气瓶要求
2. 气路设计要求
3. 气体使用安全要求
4. 学校气体管理
5. 部分高校实验室检查的问题及注意点



1、实验室气体及气瓶要求

常用气体(按气体在瓶内的物理状态和临界温度进行分类):

- 压缩气体 ($T_c \leq -10^{\circ}\text{C}$) —— 氢、氮、氩、氦、氧、空气等;
- 高压液化气体 ($-10^{\circ}\text{C} < T_c \leq 70^{\circ}\text{C}$) —— 二氧化碳、乙烯、乙烷等;
- 低压液化气体 ($T_c > 70^{\circ}\text{C}$) —— 氨、氯、丙烷、丁烷、二甲醚等
- 溶解气体 —— 乙炔

常用气体(按气体的化学性能、燃烧性、毒性、腐蚀性进行分类):

- ◆ 不燃气体 —— 氮、氩、氦、二氧化碳等;
- ◆ 助燃气体 —— 氧;
- ◆ 易燃气体 —— 乙炔、乙烯、乙烷、丙烷、丁烷等;
- ◆ 有毒气体 —— 氨、氯、氟等



1、实验室气体及气瓶要求

常见低压液化气体的物性参数

序号	气体名称	化学分子式	60°C时饱和蒸汽压 (表压, MPa)	对应的公称工作压力 (表压, MPa)	充装系数 kg/L	气体毒性	气体腐蚀性
1	氨	NH ₃	2.52	3.0	0.53	毒	碱性腐蚀
2	氯	Cl ₂	1.68	2.0	1.25	毒	酸性腐蚀
3	丙烷	C ₃ H ₈	2.02	2.2	0.41	无	无
4	异丁烷	C ₄ H ₁₀	0.76	1.0	0.49	无	无
5	丙烯	C ₃ H ₆	2.42	2.5	0.42	无	无



1、实验室气体及气瓶要求

常见高压液化气体的物性参数

序号	气体名称	化学分子式	气瓶在不同公称工作压力 (MPa) 下的充装系数 (kg/L) 不大于				气体毒性	气体腐蚀性
			20.0	15.0	12.5	8.0		
1	二氧化碳	CO ₂	0.74	0.60	-	-	无	无
2	乙烷	C ₂ H ₆	0.37	0.34	0.31	-	无	无
3	乙烯	C ₂ H ₄	0.34	0.28	0.24	-	无	无



1、实验室气体及气瓶要求

常见压缩气体的物性参数

序号	气体名称	化学分子式	临界温度(℃)	气瓶颜色	字色	气体毒性	气体腐蚀性
1	空气	-	-140.6	黑色	白色	无	无
2	氩	Ar	-122.4	银灰	深绿	无	无
3	氦	He	-268.0	银灰	深绿	无	无
4	一氧化氮	NO	-92.9	白色	黑色	有毒	酸性腐蚀
5	氮	N2	-146.9	黑色	白色	无	无
6	氧	O2	-118.4	淡(酞)蓝	黑	无	无
7	氢	H2	-239.9	淡绿	大红	无	无
8	二氧化碳	CO2	31.3	铝白	黑色	有害窒息	酸性腐蚀

1、实验室气体及气瓶要求

按气瓶结构分：

- 无缝气瓶；
- 焊接气瓶；
- 焊接绝热气瓶；
- 缠绕气瓶；
- 内部装有填料的气瓶。





1、实验室气体及气瓶要求

按公称工作压力分：

- 高压气瓶——公称工作压力大于或者等于10MPa的气瓶；
- 低压气瓶——公称工作压力小于10MPa的气瓶。

按公称容积划分：

- 小容积气瓶—— $V \leq 12L$
- 中容积气瓶—— $12L < V \leq 150L$
- 大容积气瓶—— $150L < V$ 。



1、实验室气体及气瓶要求

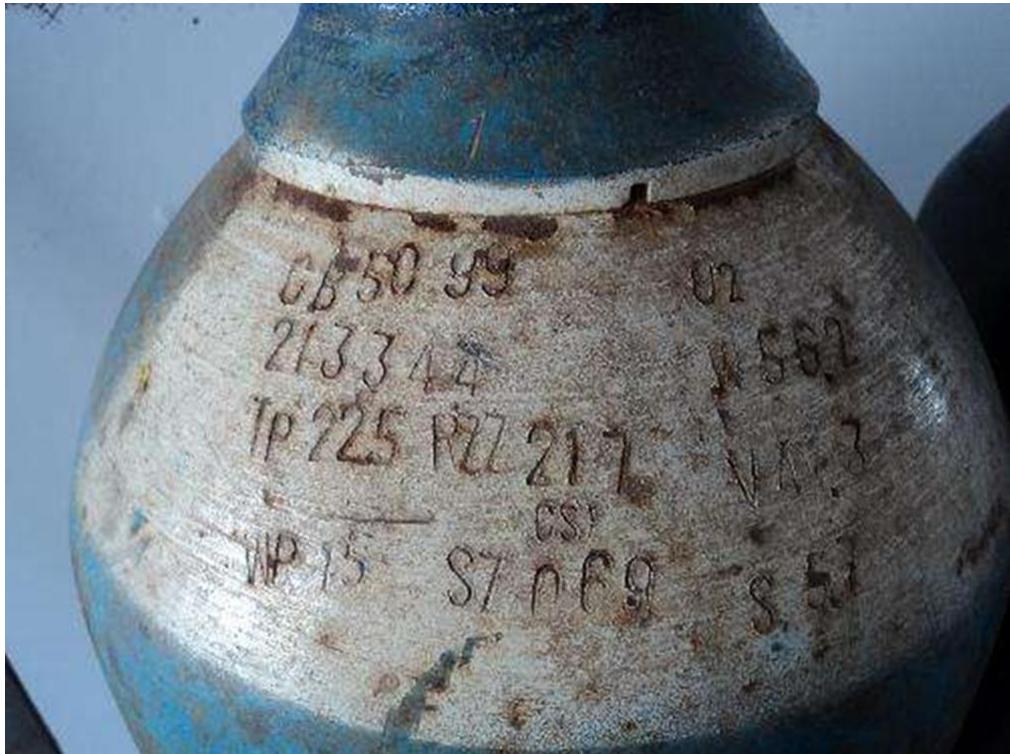
气瓶的专用性：

- 盛装单一气体的气瓶必须专用，只允许重装与制造标志规定相一致的气体，不得更改气瓶制造标志及其用途，也不得混装其他气体或者加入添加剂。
- 盛装混合气体的气瓶必须按照气瓶标志确定的气体特性充装相同特性的混合气体，不得改装单一气体或者不同特性的混合气体。

1、实验室气体及气瓶要求

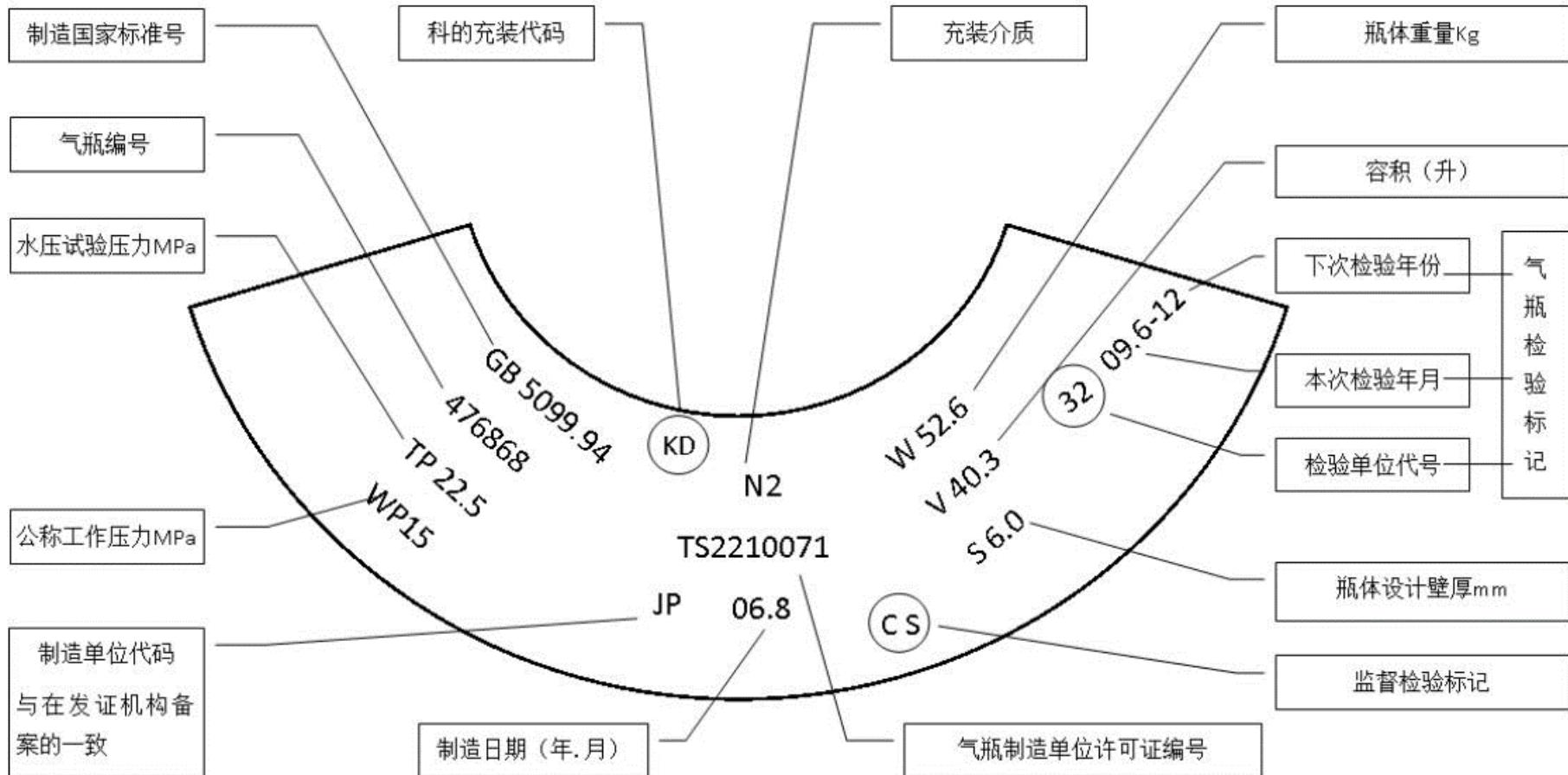
气瓶的制造标志

- 识别气瓶的依据；
- 标记的排列方式和内容应当符合技术规程和相应标准的规定。
- 是一种永久性的标志。



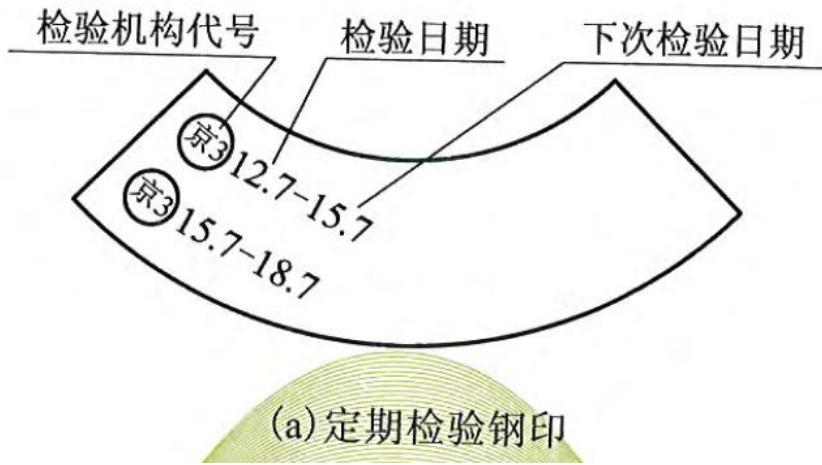
1、实验室气体及气瓶要求

气瓶钢印标记识别



1、实验室气体理论知识

气瓶的定期检验钢印标志、标签标记、检验标志环和检验色标。





1、实验室气体理论知识

气瓶的定期检验钢印标志、标签标记、检验标志环和检验色标。

表 B-4 检验色标的颜色和形状(注 B-6)

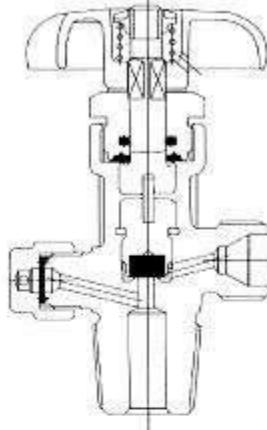
检验年份	颜色	形状
2014	深绿色(G05)	椭圆形
2015	粉红色(RP01)	矩形
2016	铁红色(R01)	矩形
2017	铁黄色(Y09)	矩形
2018	淡紫色(P01)	矩形
2019	深绿色(G05)	矩形
2020	粉红色(RP01)	椭圆形
2021	铁红色(R01)	椭圆形
2022	铁黄色(Y09)	椭圆形
2023	淡紫色(P01)	椭圆形
2024	深绿色(G05)	椭圆形

气瓶检验色标每10年
为一个循环周期

1、实验室气体理论知识

气瓶阀

QF-2型 活瓣式氧气瓶阀 (Flapper Type Cylinder valve for Oxygen)



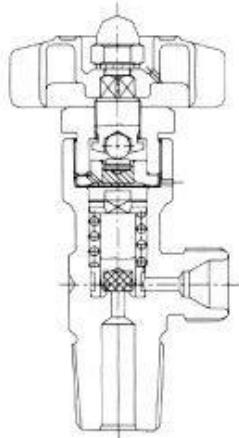
安全泄压装置
 (剧毒气体气瓶
 禁止装设安全泄
 压装置)

产品型号	QF-2
Product type No.	QF-2
公称工作压力(MPa)	15MPa
PN(MPa)	15MPa
公称通径(mm)	4
DN(mm)	4
出口连接螺纹	G5/8
Outlet Joint Thread	G5/8
与气瓶连接螺纹	PZ27.8
Joint Thread to Cylinder	PZ27.8
安全装置温度或压力	21±1.5Mpa
Temp./Pressure of Safety Device	21±1.5Mpa
适用介质	氧气、氮气、空气
Suitable Medium	O ₂ 、N ₂ 、Air

1、实验室气体理论知识

气瓶阀

QF-90A型 高纯气钢瓶阀 (Steelcy type valve for high purified gas)

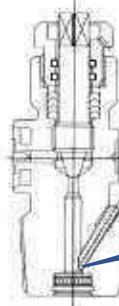


产品型号	QF-90A
Product type No.	QF-90A
公称工作压力(MPa)	15MPa
PN(MPa)	15MPa
公称通径(mm)	4
DN(mm)	4
出口连接螺纹	G5/8
Outlet Joint Thread	G5/8
与气瓶连接螺纹	PZ27.8
Joint Thread to Cylinder	PZ27.8
适用介质	高纯气体

1、实验室气体理论知识

气瓶阀

QF-15A型 乙炔气瓶阀 (Cylinder valve for C₂H₂)



易熔合金塞

产品型号 Product type No.	QF-15A
公称工作压力(MPa) PN(MPa)	QF-15A 3MPa www.gti.com
公称通径(mm) DN(mm)	4 4
出口连接螺纹 Outlet Joint Thread	Ø 21夹箍 Ø 21clip
与气瓶连接螺纹 Joint Thread to Cylinder	PZ39
安全装置温度与压力 Temp. Pressure of Safety Device	100°C±5°C 100°C±5°C
适用介质 Suitable Medium	乙炔 C ₂ H ₂

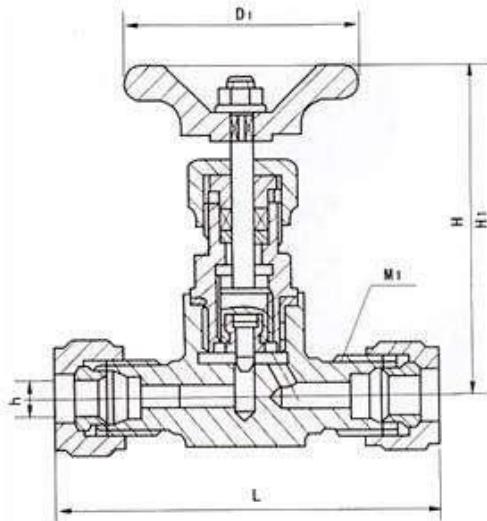
1、实验室气体理论知识

管道针阀：

一、产品[针型阀]的详细资料：

产品型号：JJY1-1.6 (32)型

产品名称：针型阀



二、主要零件材料：

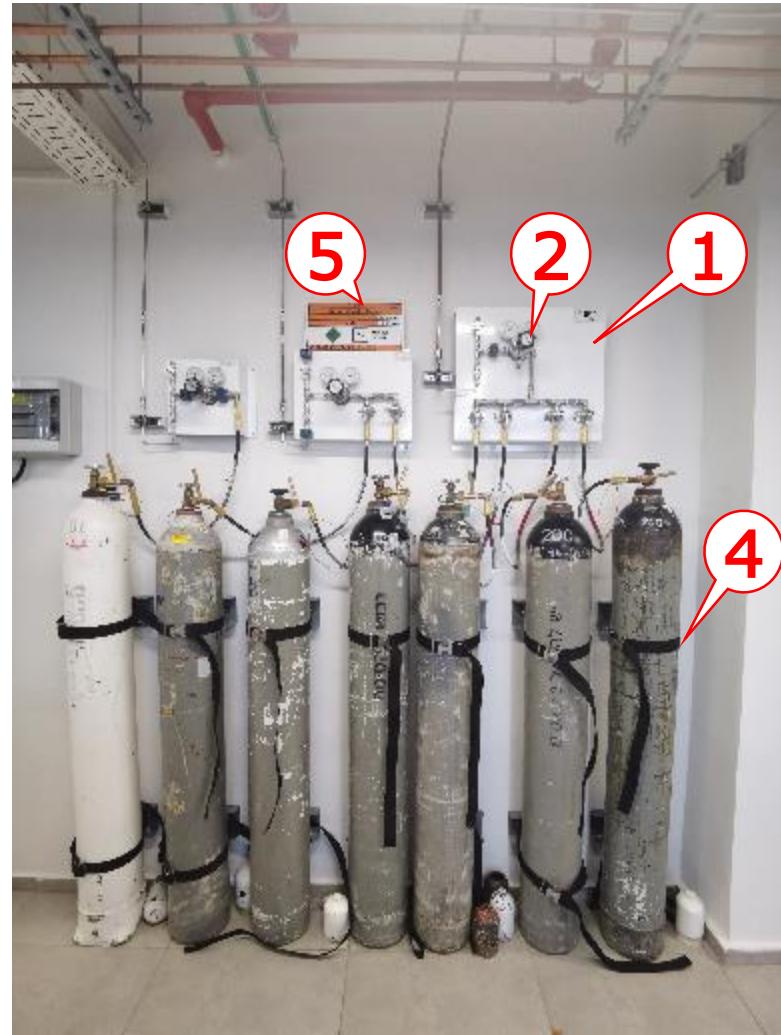
零件名称 Part name	阀杆、阀盖、螺栓 Body 、 Bonnet、 Bolt	阀杆、阀瓣、密封垫 Stem、 Disc、 Gasket	填料 Packing	垫片 Gasket	手轮 Handwheel
JJY1-320-DN5	铬镍不锈钢 Cr. Ni Stainless steel	不锈钢 Stainless steel	聚四氟乙烯，柔性 石墨 PTFE, Soft graphite	橡胶石棉板 Latex asbestos	优质碳钢High grade carbon steel

2、气路设计要求

GT标准气体配套设置 ... 惰性气体

一般要求：

1. 调节器面板
2. 气瓶用压力调节器(减压阀)
3. 气瓶储存区及使用点氧气浓度检测仪
4. 气瓶夹或固定器
5. 气体管道及阀门标识标签

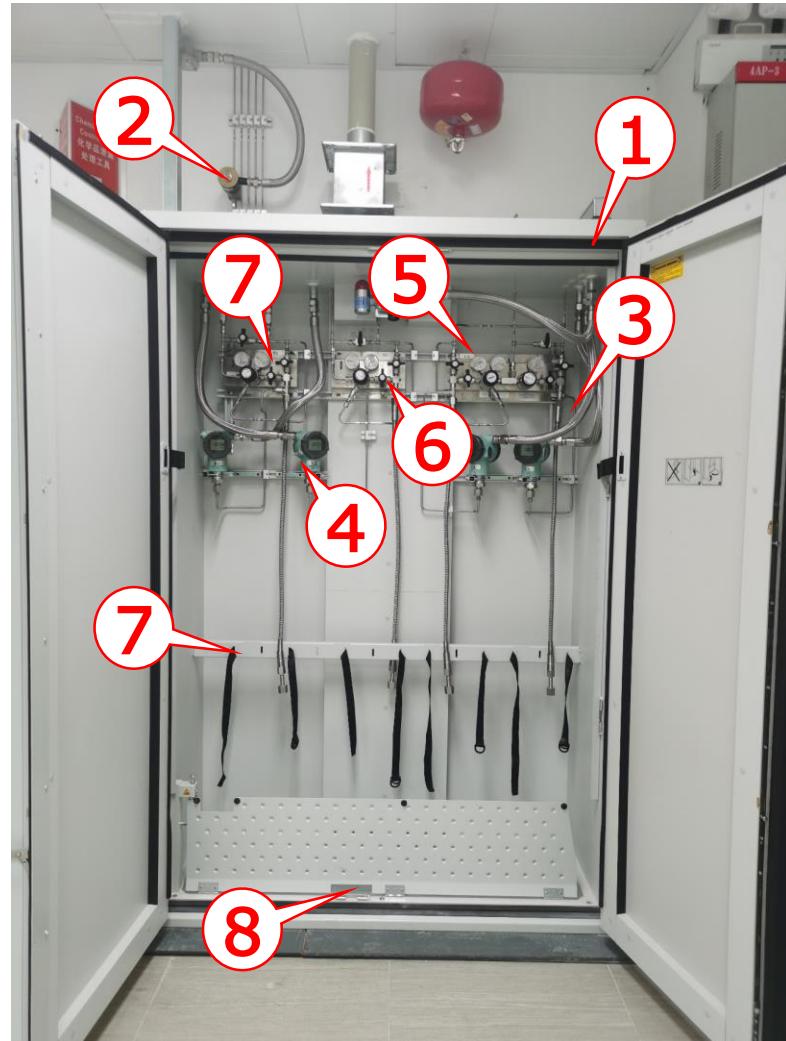


2、气路设计要求

GT标准气体配套设置 --- 易燃易爆及有毒气体

一般要求:

1. 90分钟防火柜(EN14470-2)
2. 主管道的紧急切断阀
3. 气瓶柜内和使用点气体检测仪设置
4. 泄漏报警信号连接到控制中心
5. 调节器面板
6. 气瓶用压力调节器(减压阀)
7. 缸体夹或固定器
8. 柜体支撑(钢板和橡胶垫, 学校自身要求, 地面平整度调整和承重分散)
9. 日常及应急排风系统
10. 管道排空管引至室外
11. 气体管道及阀门标识标签



2、气路设计要求

实验室气体供气方式：

集中供气方式——由实验室外专用供气区域用管路引进。

优点

- 可同时满足多点用气，可通过安装自动切换面板进行供气控制，保证不间断供气。

缺点

- 供气路径长，施工难度增加；
- 对构筑物防火等级有严格要求。





2、气路设计

气路设计一般要求：

- ⑥ 氢气管道若与其他可燃气体管道平行敷设时，其间距不应小于0.5M；交叉敷设间距不应小于0.25M。分层敷设时氢气管道应位于上方。
- ⑦ 压缩空气在管路上有过滤杂质和水分的净化装置，此净化装置需要并联一路，用单独的阀门隔离，以方便对过滤装置进行维修。
- ⑧ 高纯气体管路的连接为无缝焊接。连接到阀门或调节装置时才可以使用接头配件。
- ⑨ 每个实验室都要有单独的控制阀、减压阀和压力表。

2、气路设计

气路设计一般要求：

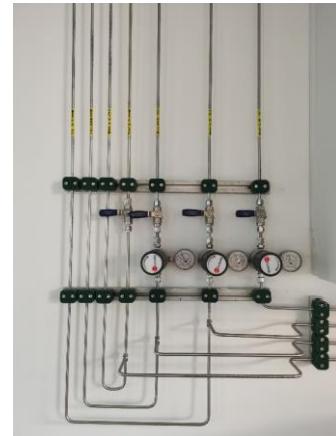
- 引到工作台的气体管路要安装单独的控制阀。工作台上要均匀排放各种气体的控制阀门，并采用不同色标、文字标识清晰。
- 在氦气管路前面建议安装气体净化装置。
- 供气系统安装完成后，根据要求进行相关的强度测试、密封测试和稳定性测试。



2、气路设计

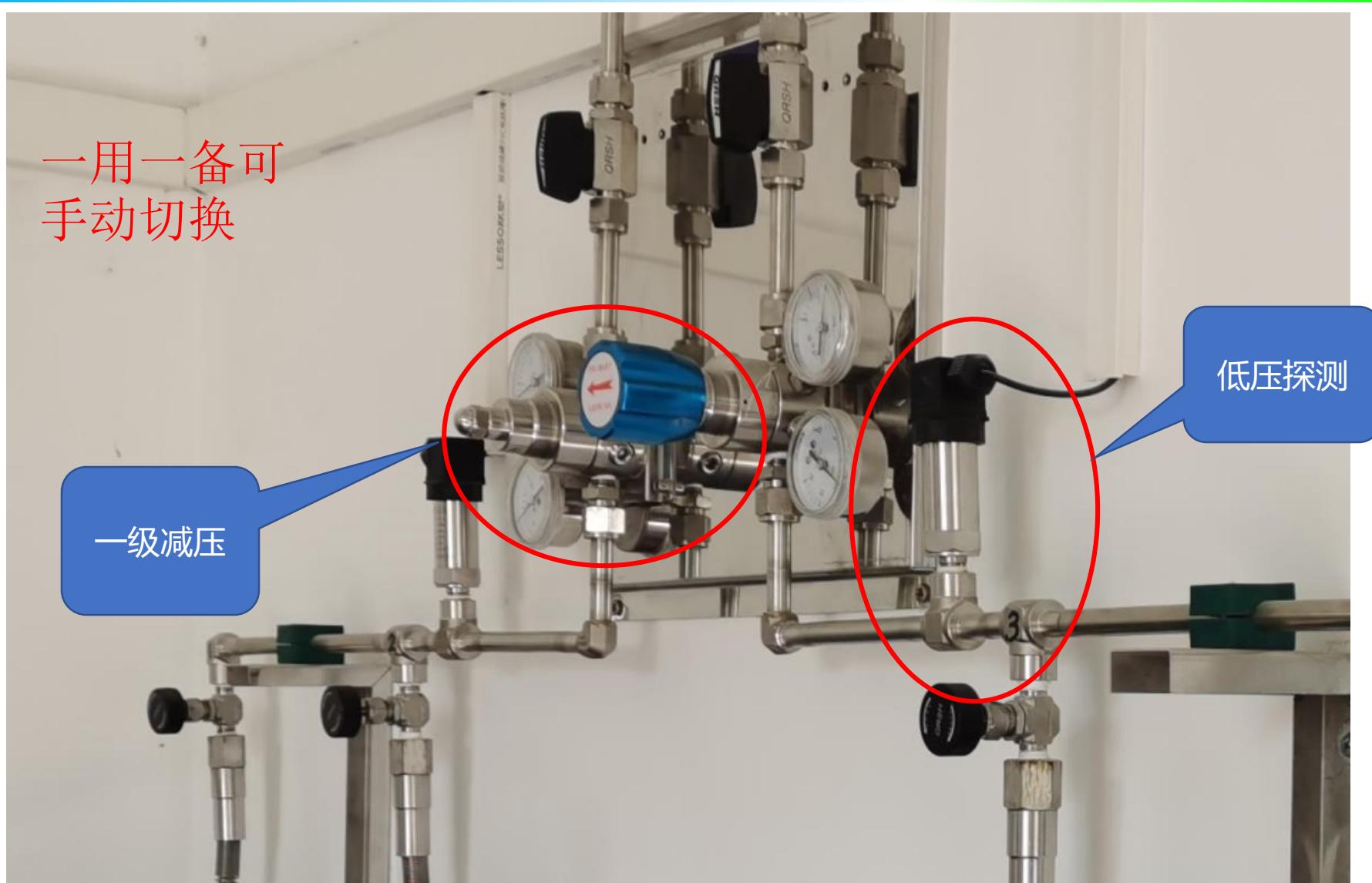
气瓶间：

- 1、专用气瓶均配有冲洗阀，以排除每次更换气瓶时引入的杂质，确保了管路终端气体的纯度。
- 2、气路控制系统可以手动或自动方式在气瓶间进行切换，以保证气体的连续供给。
- 3、当气压低于警报限时，报警装置可自动启动报警。
- 4、系统采用两级减压（一级由供气控制系统调节，二级由使用点的控制阀调节）方式供气，可得到非常稳定的压力。



2、气路设计

一用一备可
手动切换



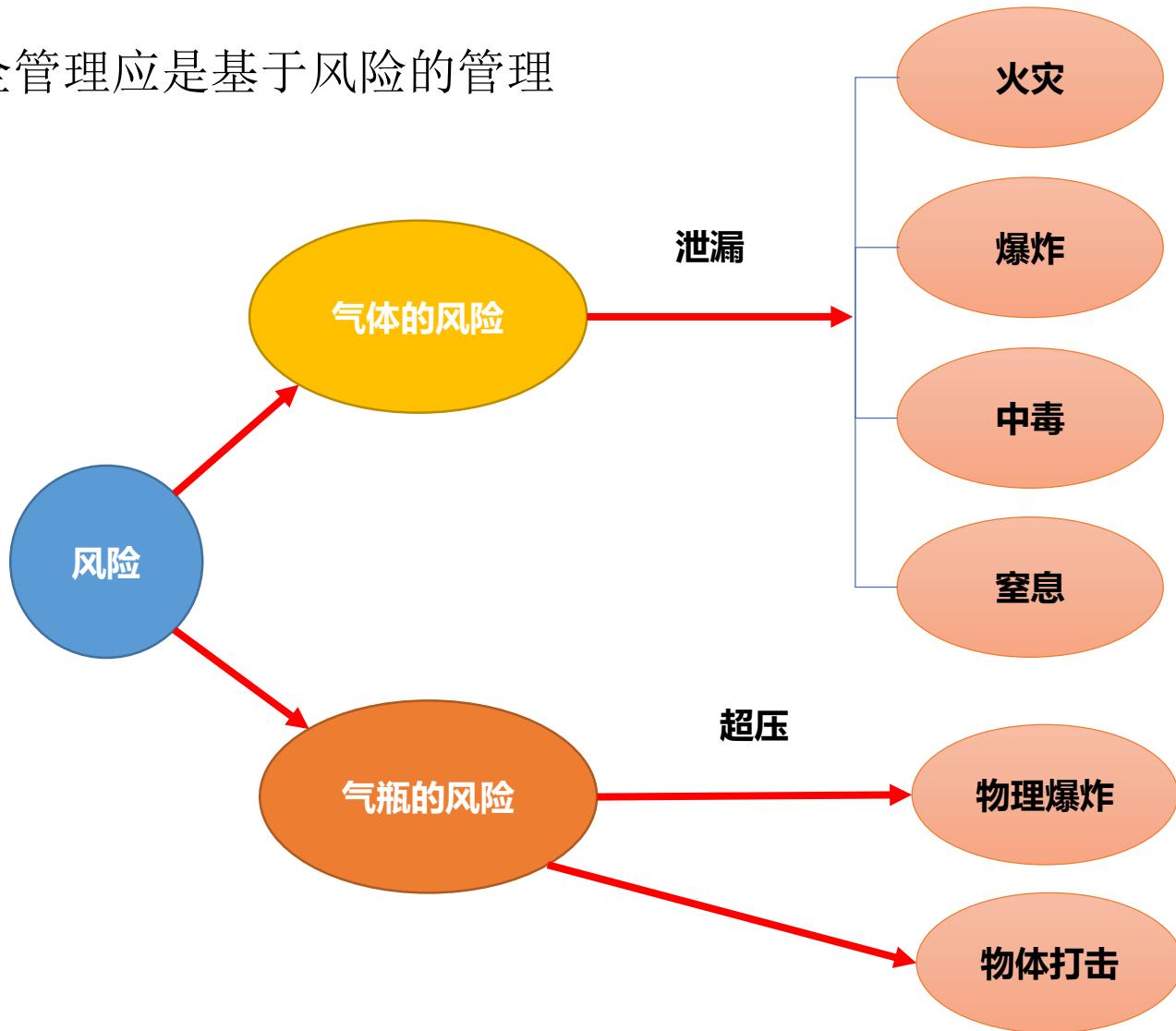
2、气路设计

排空气路



3、气体使用安全要求

气体的安全管理应是基于风险的管理





3、气体使用安全要求

安全要求：

- 气体探测——有毒气体探测、可燃气体探测、氧含量探测
- 紧急切断——靠近气瓶角阀或一级减压阀处安装紧急切断阀，主要针对有毒气体、易燃气体，可与气体探测联锁
- 机械排风——气瓶柜或者专用气瓶间应安装机械排风装置，机械排风装置保持一定的换气量及换气频次；有毒气体的排风装置应有无害化处理措施
- 低压监测报警
- 止回阀——防止气体回流倒灌
- 气瓶的固定装置，防止倾倒



3、气体使用安全要求

安全管理措施：

- 选择合格气体供应商；
- 学校和实验室均需要建立起自己的气瓶使用台账
- 使用前应检查气瓶是否在有效检测期限内，气瓶的制造标记、色标是否与盛装的气体一致，是否有充装产品合格标签
- 检查气瓶的瓶帽或防护罩是否齐全
- 连接好设备后，以及长时间不使用后启用必须进行所有连接处的测漏，并完成记录；
- 空瓶与实瓶应分开放置、并有明显标志
- 根据气体的性质配备必要的消防器材和应急器材
- 对相关人员进行气瓶使用知识的宣传和培训
- 建立相应管理和操作规程，配备必要的防护用品，定期进行应急演练
- 气体管路应有明显的介质、流向标志

3、气体使用安全要求

气瓶使用期间：

- 需根据要求张贴对应气体的危害告知卡
- 气瓶瓶身需悬挂什么状态牌



3、气体使用安全要求

更换气瓶或重新连接设备时：

必须完成连接点的测漏，并记录。

Gas Leak Test Record Form

气体测漏记录表

No.	Location	Type	Pressure	Inspector	Results	Date
序号	位置	种类	使用压力	检查人员	试漏结果	日期
1	Central gas supply room of research building	Nitrogen N2	13.5 kg.f/cm ²	XXX	Passed	2021-07-01
2	Central gas supply room of research building	Argon Ar	13.5 kg.f/cm ²	XXX	Passed	2021-07-01
3	Central gas supply room of research building	Oxygen O2	13.5 kg.f/cm ²	XXX	Passed	2021-07-01
4	Teaching labs building	Nitrogen N2	13.5 kg.f/cm ²	XXX	Passed	2021-07-01
5	Teaching labs building	Argon Ar	13.5 kg.f/cm ²	XXX	Passed	2021-07-01
6	Teaching labs building	Oxygen O2	13.5 kg.f/cm ²	XXX	Passed	2021-07-01



3、气体使用安全要求

可燃/有毒气体供气管

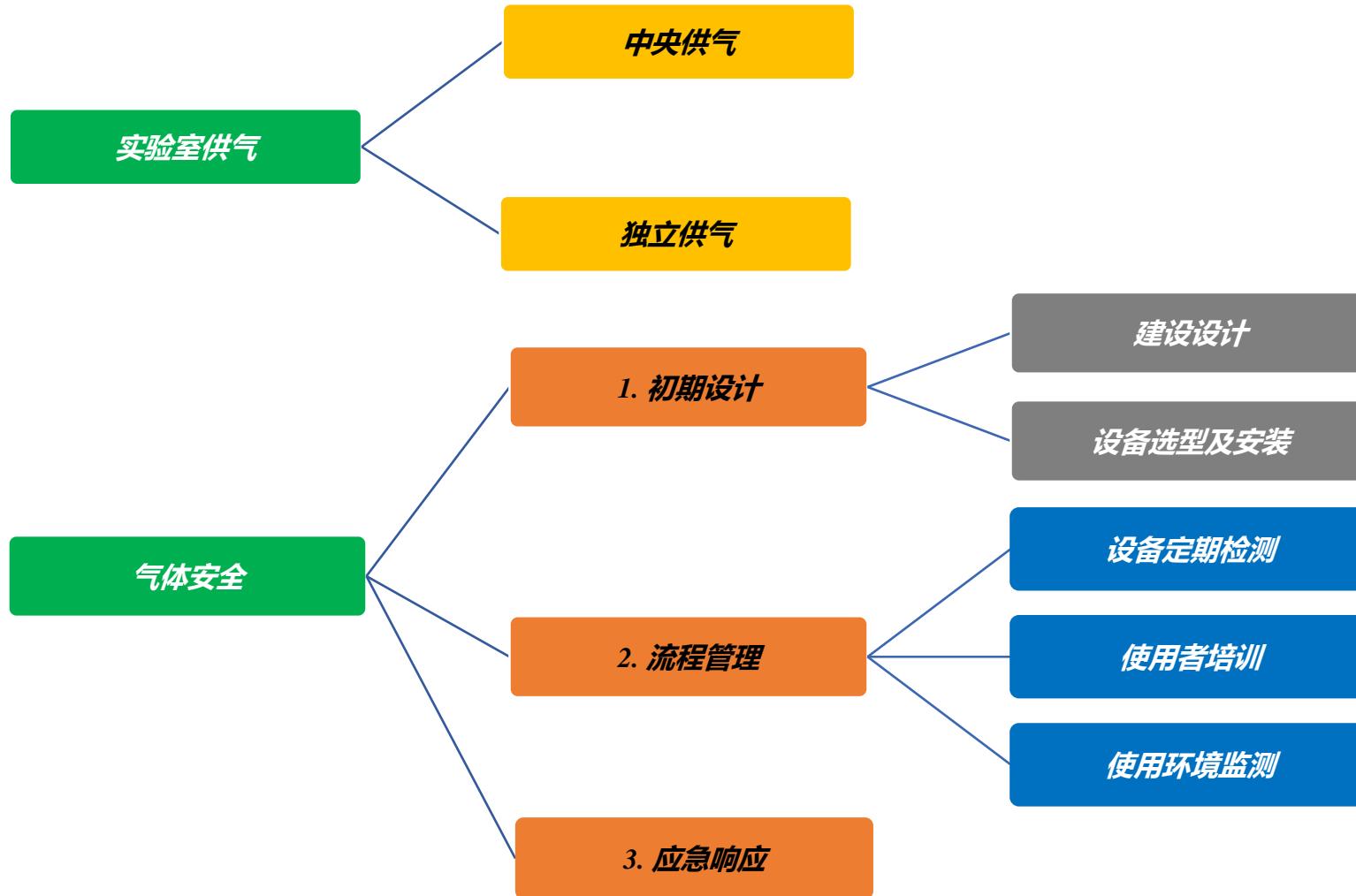
线硬件必须配置：

1. 止回阀（或阻火器）
2. 可燃/有毒气体探测仪
3. 泄漏报警及信号反馈装置
4. 紧急切断阀





4. 学校气体管理



4. 学校气体管理

Central Gas :

1. Compressed air

2. Nitrogen

3. Carbon dioxide

4. Liquefied

Petrol Gas

5. He

6. Argon

7. Oxygen O2

System Functions of Gas central control panel:

1. Gas volume monitor

2. Gas leakage monitor & alarm

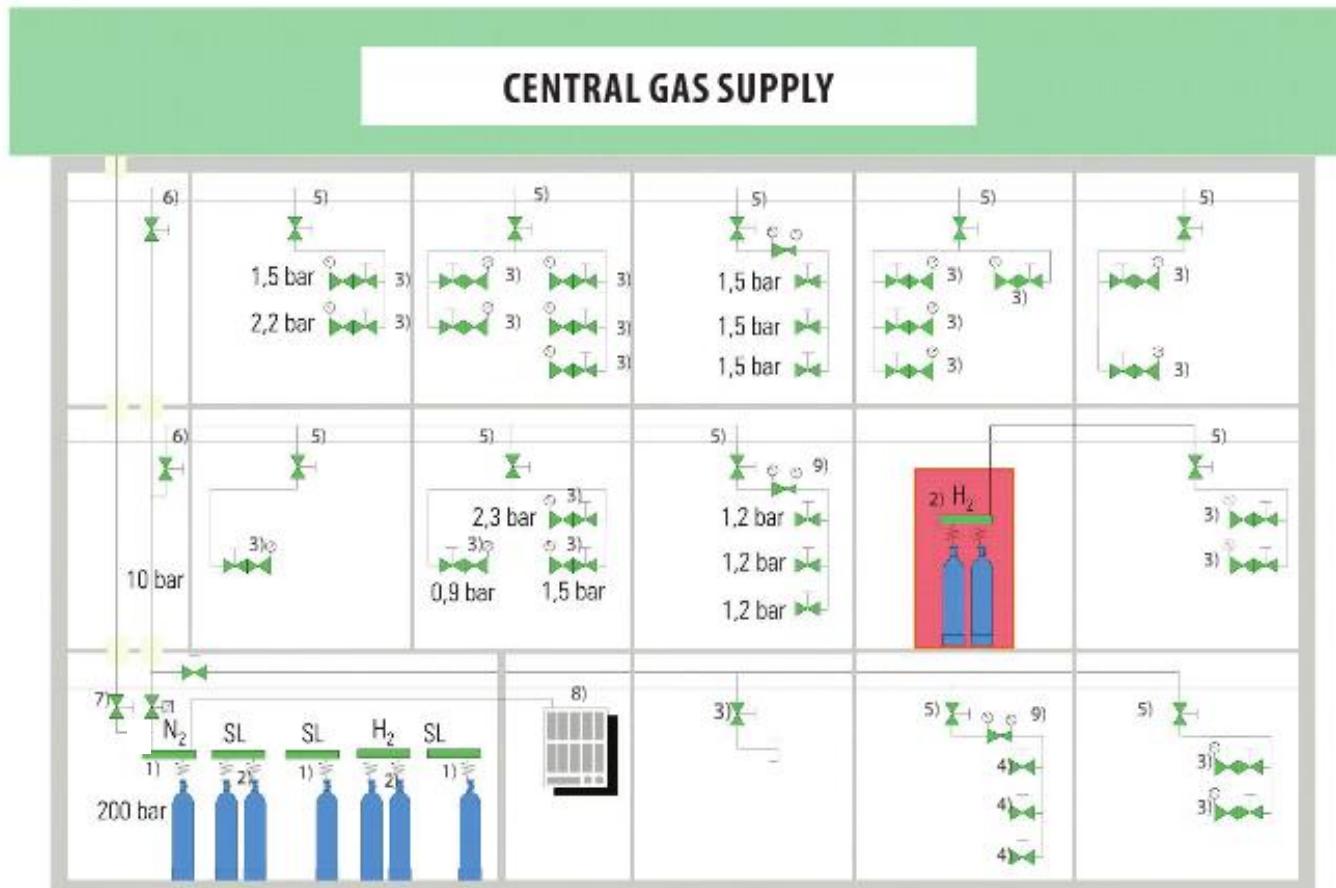
3. Point of use & shut off

4. Room shut off

5. Floor shut off

6. Central shut off

1. Central Gas Supply





4. 学校气体管理

Specification of central gas supply

No.	Gas supply location 供气点	Gas Type 气体种类	Cylinder size 规格/L	Purity 纯度	1 st level pressure value 一级减压值 Kg.f/cm ²	2 nd level pressure value 二级减压值
1	T & R	Nitrogen 氮气	40	99.990%	14	Based on Lab request and setting
2	T & R	Carbon Dioxide 二氧化碳	40	99.300%	12.5	
3	T & R	Helium 氦气	40	99.999%	14	
4	T & R	Oxygen 氧气	40	99.600%	9	
5	R	Neon 氖气	40	99.990%	14	
6	T & R	Argon 氩气	40	99.990%	10	
7	T & R	CA 压缩空气	-	-	6	
8	T & R	Vacuum 真空	-	-	-	

T: Teaching Labs building

R: Research building

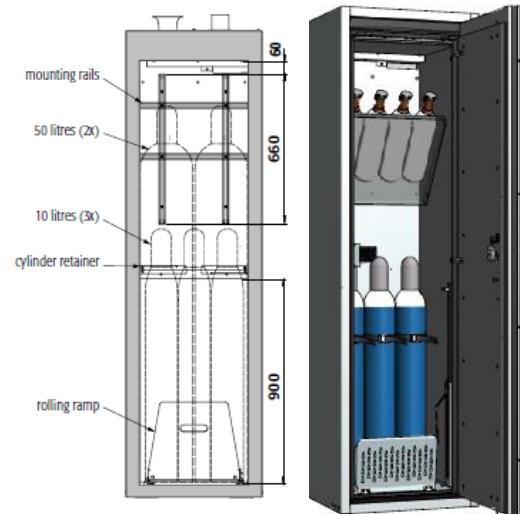
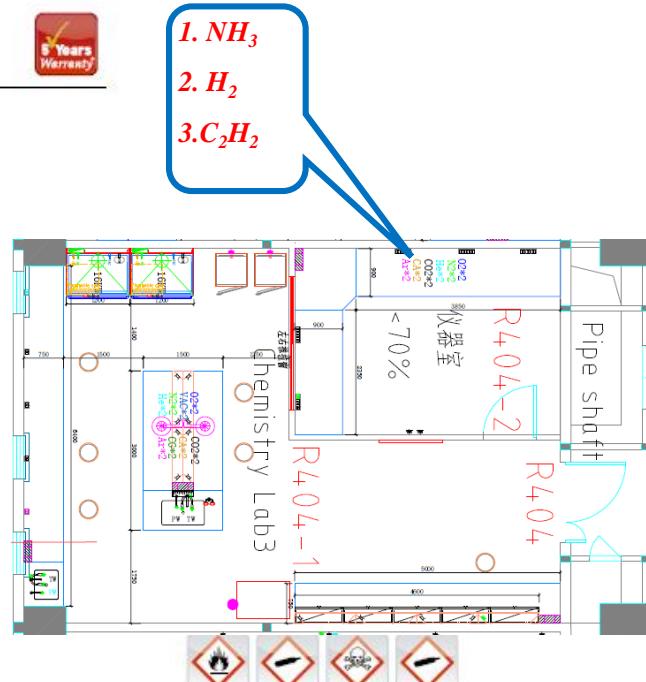
4. 学校气体管理

- 如果实验室需要使用中央供气系统，且用气量较大（如200ml/s 0°C, 1atm），必须在实验开始前通知运行部和EHS。
- 当设备超过集中供气的能力时（300ml/s 0°C, 1atm），实验室需要选择独立供气。



4. 学校气体管理

2. Independent Gas Supply



Combined storage

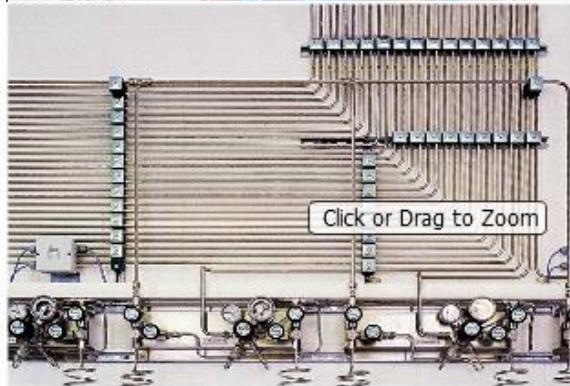
of 2 and 10-litre cylinders, taking model G90.205.060.R as an example, and 1 inclined shelf with standard interior equipment (Order No. 30782) and 1 inclined shelf (Order No. 30788)

4. 学校气体管理

3. 系统控制和监控功能。

- 可燃气中央控制系统
- 气体库存管理
- 气体泄漏监测和报警
- 系统状态的可视化 (包括监控)

beginning with the planning phase.



Point-of-use cabinet with integrated
low gas signalling



GAS MONITORING SOFTWARE GASCOM



GasCom, main screen



stations, initiating or purge cycles, emergency shut-offs



GasCom, graphic display of cylinder pressure with alarm functions and low supply pressure displays

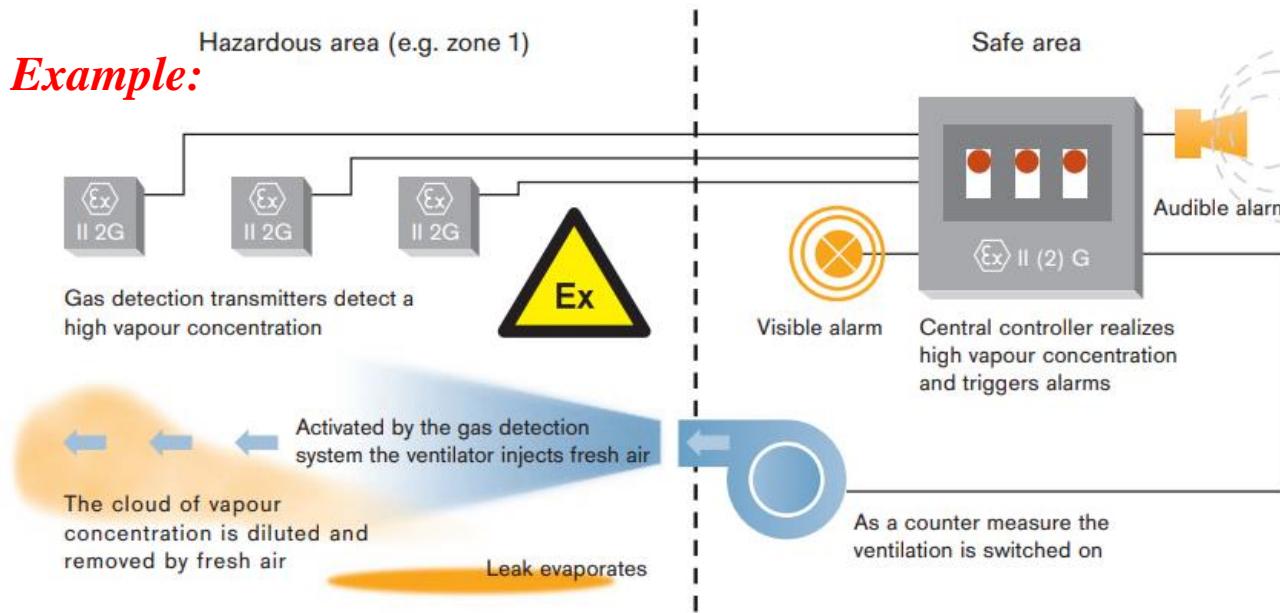
4. 学校气体管理

4. Emergency system design (Supporting system)

气瓶柜和使用区的气体检测系统类型。

- 氧气浓度
- 可燃性气体浓度

Example:



ST-1594-2007



4. 学校气体管理

5. Gas Supply System (based on central & independent supply)



1. 初步设计

- 施工设计
- 气体柜选择
- 管道设计
- 辅助和监测系统设计
- 应急系统设计

3. 应急响应

- 应急响应计划
- ERP演习与实践

2. 过程管理

- 由合格的供应商提供质量好的气体
- 由权威机构对管道和配件进行定期校准和检测
- 特殊压缩管道的证书和管理人员证书
- 气体使用和设施的管理程序

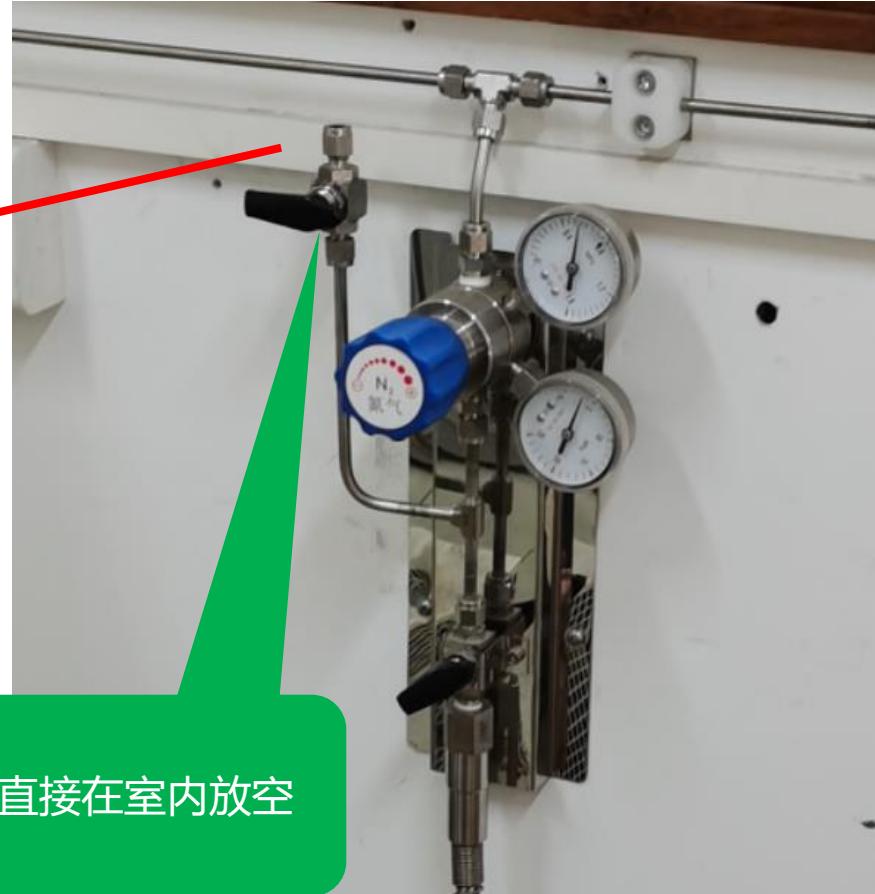
4. 审计与改进

- 核当地的气体供应商
- 定期检查气体使用实验室
- 检查所有的气体使用记录
- 根据调查结果持续改进

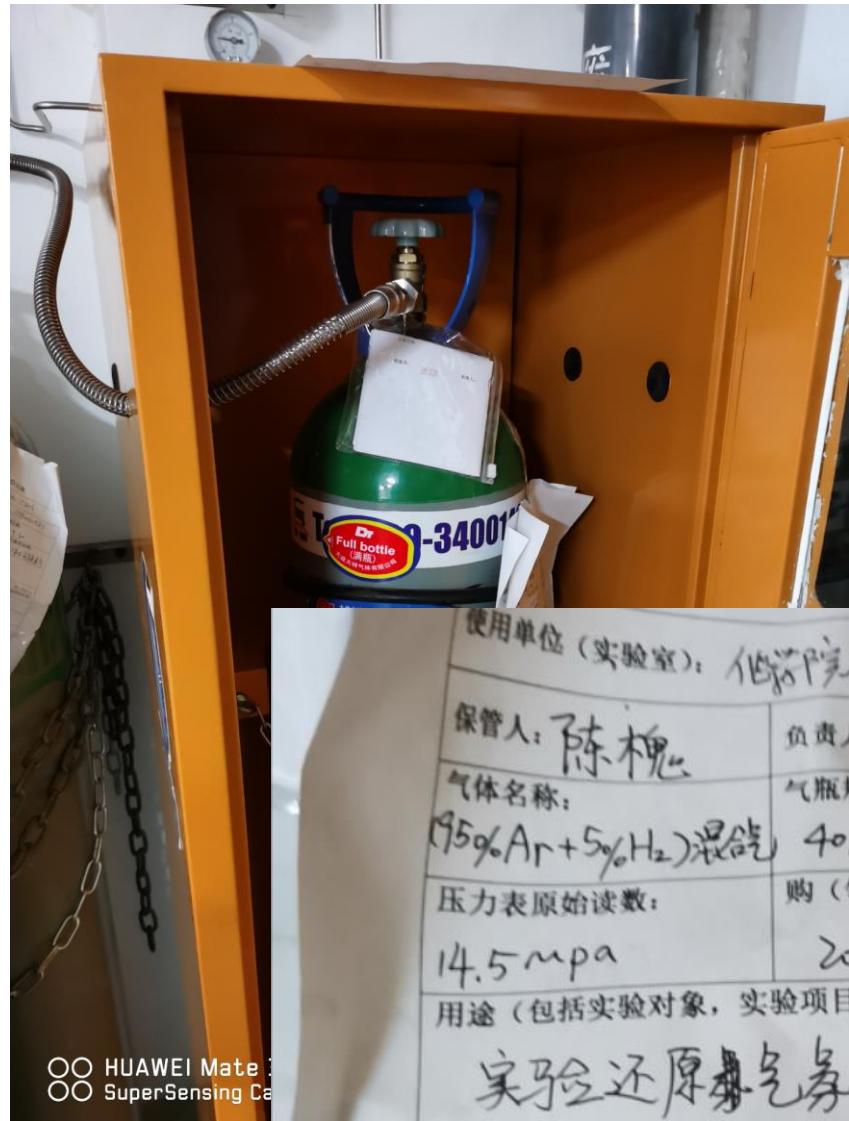
3、部分高校实验室检查的问题及注意点



3、部分高校实验室检查的问题及注意点



3、部分高校实验室检查的问题及注意点



3、部分高校实验室检查的问题及注意点

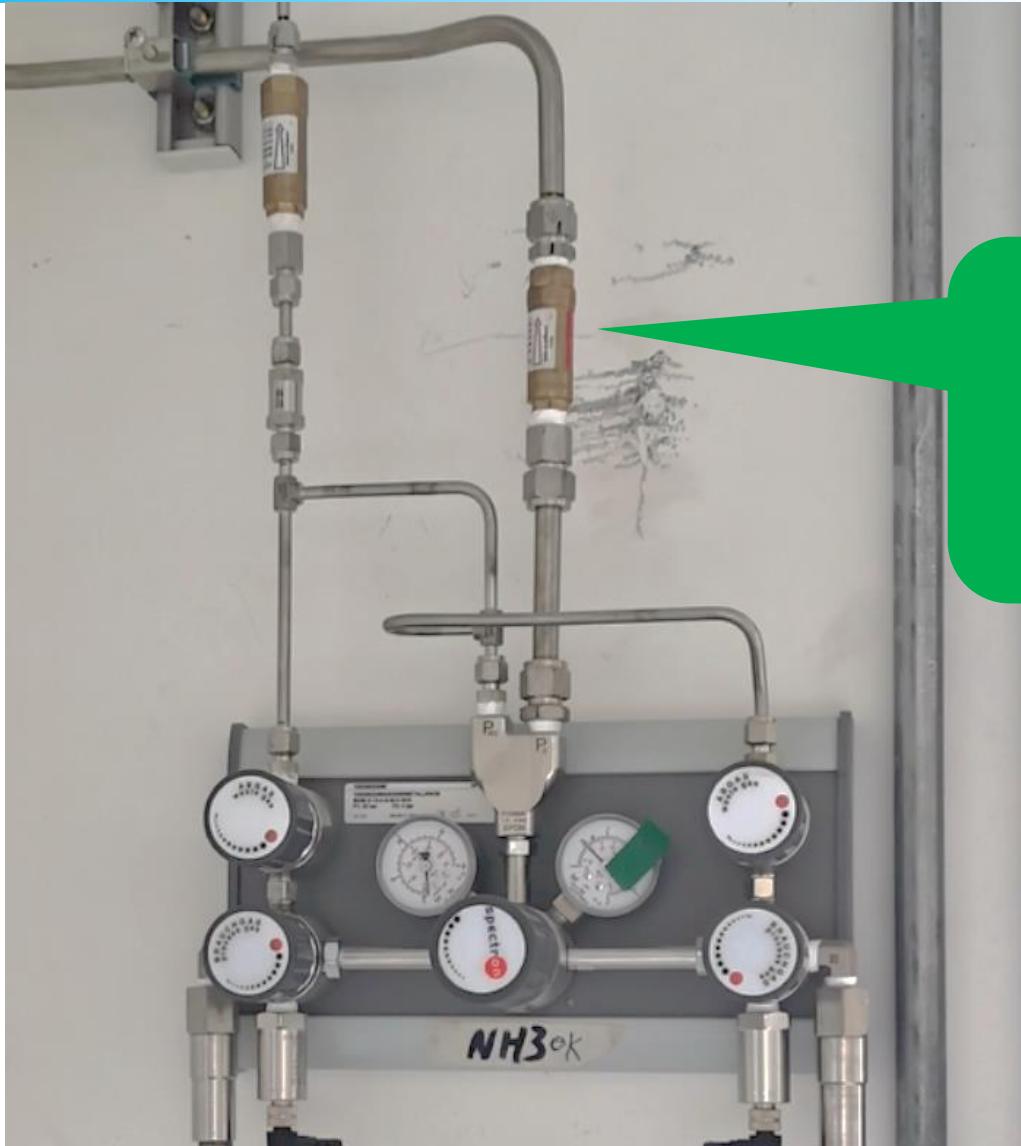


3、部分高校实验室检查的问题及注意点



气瓶周围堆放大量
杂物

3、部分高校实验室检查的问题及注意点



氨气管道
使用铜质管件

3、部分高校实验室检查的问题及注意点



3、部分高校实验室检查的问题及注意点



气体泄漏报警设
置位置不符合要
求。

3、部分高校实验室检查的问题及注意点



管道井内设置
阀门

3、部分高校实验室检查的问题及注意点



管道穿越楼层
处没有封堵。

Case Sharing: N2 pressure turn to be negative

Case Date & Time: 2021-4-23 09:00

Case Description:

科研楼7、8楼实验室氮气公用管道均发现处于负压情况，数个实验室
内实验无故中断，实验室汇报至EHS办公室；EHS协助运营供气间排查
整栋科研楼用气情况，发现所有楼层氮气管道均为负压，其他管道未见
异常；

科研楼气瓶间内公用管道在用氮气瓶组（6瓶）已全部消耗完；同时了解
科研楼各个实验室氮气及真空泵的使用情况；

R203-4在前一晚调试设备（等离子增强原子层沉积），该设备需要一端
连接氮气管道，另一端连接真空泵；当氮气管道无法持续供应，真空泵
继续工作，氮气管道被真空泵抽至负压。确定造成氮气管线负压的源头
，203-4实验室停用设备。

中央供气间重新供应氮气，高点排空后，公用氮气管道恢复正常使用。



Case Sharing: N2 pressure turn to be negative

产生原因：

1. 新接入的设备用气量超出科研楼公用管道氮气供应能力。
2. 中央供气间气体管理机制存在缺陷。
3. 物业气路管理人员缺乏气路应急经验。

可能造成的后果：

1. 科研楼公用管道为管网系统，当供气管道出现供应不足的情况，可能会影响实验过程或结果；
2. 当压力管道出现负压时，极端情况下实验过程中的部分含有易燃易爆有毒的气体，会通过公用管道到达氮气管道有开口的场所（位置），如通风不足可造成易燃易爆气体积聚或者中毒的可能。



跟进措施（如何避免）：

1. 当有新设备接入学校公用管道前，应先对其流量、压力的需求与目前公用管道体提供的能力进行匹配，判断是否符合接入条件；
2. 如实验室需要使用中央供气系统，且供气量大（如200ml/s, 0 °C, 1atm），必须在开始本实验前通知运营和EHS人员。
3. 当设备超出公用管道供应能力（300ml/s, 0 °C, 1atm）以上，应选用独立供气的形式；
4. 设置压力报警装置，当管道压力低于设定压力时可发出声光报警信号；设置连锁装置，但管道压力低于设定压力可连锁停止用气设备。
5. 提供在紧急情况下可以手动关闭的管道井内主要阀门的钥匙于消防控制室。
6. 加强管道日行运行的巡查，增设供气间日常管理规定明确用气要求。
7. 对实验室工作人员和物业服务公司进行用气安全和应急处理培训。



*„Nothing we do is worth getting
hurt for !“*

没什么是值得以牺牲安全作为代价！