



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
3. 部分高校实验室检查的问题及注意点
4. 气体使用安全要求
5. 对学校气体管理的建议



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	氟	F ₂	-129.0	白色	黑色	剧毒	酸性腐蚀
5	一氧化氮	NO	-92.9	白色	黑色	剧毒	酸性腐蚀
6	氮	N ₂	-146.9	银灰	深绿	无	无
7	氧	O ₂	-118.4	淡绿	黑	无	无
8	氢	H ₂	-239.9	淡绿	大红	无	无
9	二氧化碳	CO ₂	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

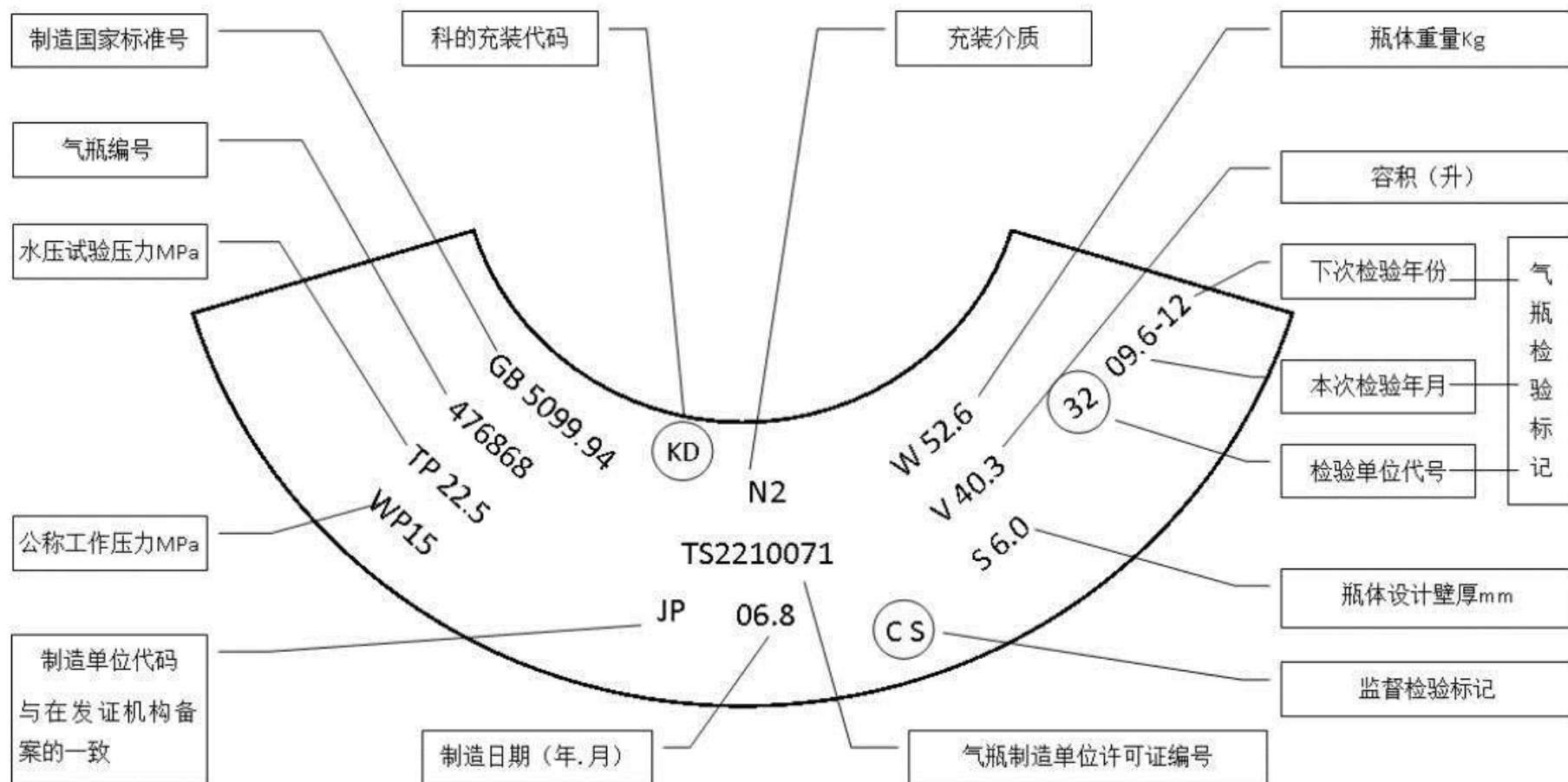
- 识别气瓶的依据;
- 标记的排列方式和内容应当符合技术规程和相应标准的规定。
- 是一种永久性的标志。





1、实验室气体及气瓶要求

气瓶钢印标记识别





1、实验室气体及气瓶要求

气瓶外表面的颜色标志、字样和色环，应符合GB7144《气瓶颜色标志》的规定。

表 2 气瓶颜色标志一览表

序号	充装气体	化学式 (或符号)	体色	字样	字色	色环
1	空气	Air	黑	空气	白	$P=20$,白色单环 $P\geq 30$,白色双环
2	氩	Ar	银灰	氩	深绿	
3	氟	F ₂	白	氟	黑	
4	氦	He	银灰	氦	深绿	$P=20$,白色单环 $P\geq 30$,白色双环
5	氪	Kr	银灰	氪	深绿	
6	氖	Ne	银灰	氖	深绿	

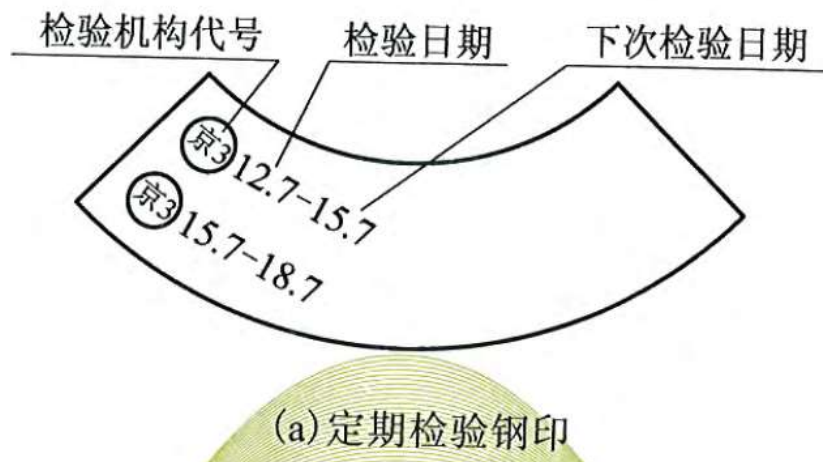


1、实验室气体理论知识

序号	充装气体	化学式 (或符号)	体色	字样	字色	色环
7	一氧化氮	NO	白	一氧化氮	黑	$P=20$, 白色单环 $P\geq 30$, 白色双环
8	氮	N ₂	黑	氮	白	
9	氧	O ₂	淡(酞)蓝	氧	黑	
10	二氟化氧	OF ₂	白	二氟化氧	大红	
11	一氧化碳	CO	银灰	一氧化碳		
12	氙	D ₂	银灰	氙		
13	氢	H ₂	淡绿	氢	大红	$P=20$, 大红单环 $P\geq 30$, 大红双环
14	甲烷	CH ₄	棕	甲烷	白	$P=20$, 白色单环 $P\geq 30$, 白色双环

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)

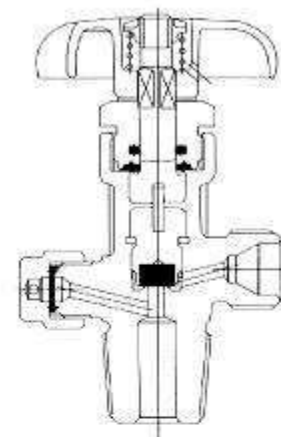
检验年份	颜 色	形 状
2014	深绿色(G05)	椭圆形
2015	粉红色(RP01)	矩形
2016	铁红色(R01)	矩形
2017	铁黄色(Y09)	矩形
2018	淡紫色(P01)	矩形
2019	深绿色(G05)	矩形
2020	粉红色(RP01)	椭圆形
2021	铁红色(R01)	椭圆形
2022	铁黄色(Y09)	椭圆形
2023	淡紫色(P01)	椭圆形
2024	深绿色(G05)	椭圆形

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)



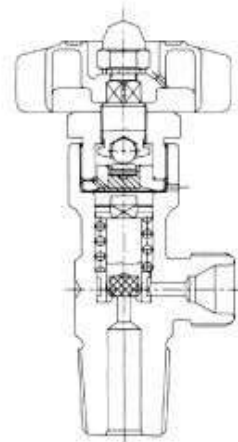
安全泄压装置
(剧毒气体气瓶
禁止装设安全泄
压装置)

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 (Steel type valve for high purified gas)

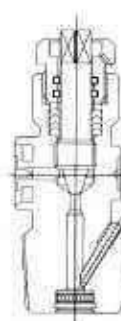


产品型号	QF-90A
Product type No.	QF-90A
公称工作压力(MPa)	15MPa
PN(MPa)	15MPa
公称通径(mm)	4
DN(mm)	4
出口连接螺纹	G5/8
Outlet Joint Thread	G5/8
与气瓶连接螺纹	PZ27.8
Joint Thread to Cylinder	PZ27.8
适用介质	高纯气体

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

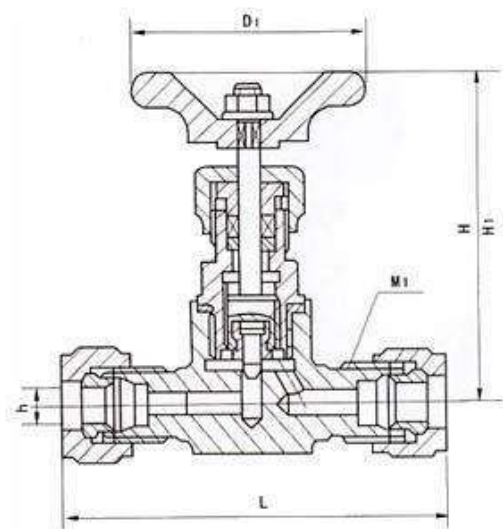
产品型号	QF-15A
Product type No.	QF-15A
公称工作压力(MPa)	3MPa
PN(MPa)	3MPa
公称通径(mm)	4
DN(mm)	4
出口连接螺纹	Ø 21夹箍
Outlet Joint Thread	Ø 21clip
与气瓶连接螺纹	PZ39
Joint Thread to Cylinder	PZ39
安全装置温度与压力	100°C±5°C
Temp.Pressure of Safety Device	100°C±5°C
适用介质	乙炔
Suitable Medium	C ₂ H ₂

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

学校要求:

- 氢气管道上加设针阀;
- 位置分别在气瓶出口端和设备入口端



2、气路设计

实验室气体供气方式：

1)气瓶直接供气——在实验室内靠近用气终端，设置气瓶（柜），直接供气。

优点：

- 供气路径短；

缺点：

- 布置分散，增加管理成本，
- 更换气瓶麻烦，增加实验室风险。



2、气路设计

◆ 气瓶柜

- 采用防火、防爆型
- 可燃气体、有毒气体应专柜专用
- 根据储存气体的性质选择相应的泄漏检测报警装置
- 气瓶柜设机械排风装置，排风出口并入实验室排风系统



2、气路设计

实验室气体供气方式：

2)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

气瓶间：

- 气瓶间采用300mm厚的实心墙，安装防爆门，设置防爆窗；
- 室内电气设备应具有防爆功能；
- 排气扇的安装应始终保持良好的通风；
- 氧化性气体与可燃气体应分别设置在不同的气瓶间或防火分区。
- 根据气体的理化特性，选择相适应的气体泄漏探测报警装置。

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。



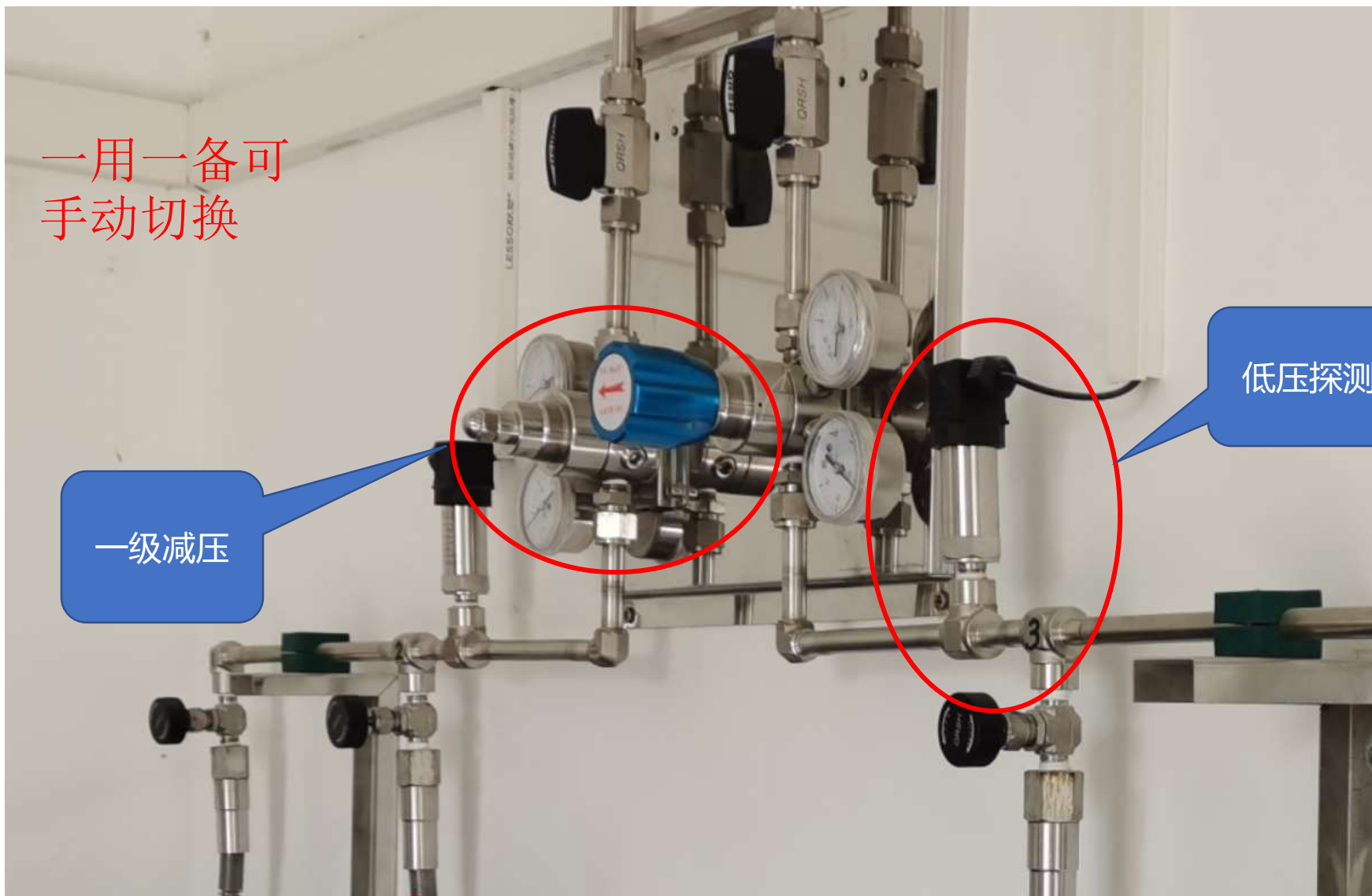
2、气路设计



一用一备可
手动切换

一级减压

低压探测



2、气路设计



排空气路



HUAWEI Mate 30
SuperSensing Camera | LEICA



2、气路设计

气路设计一般要求：

- ① 管材选用不锈钢管（BA级，316L）。
- ② 在实验室内所有管路安装在天花板下方，沿墙进行明设。
所有管路标明连接的气体。每隔1.5米左右，气体管路就需要有支架。
另外根据气体管路弯曲的半径，设置合适的支架位置。
所有弯曲处都要有支撑。
气体管路所有的支架都要进行防腐处理。
- ③ 气体管路每隔1.5米的距离，都要有明确标示，同时指示气体的流向。
- ④ 气体管道不得和电缆、导线路同架铺设。
- ⑤ 易燃气体，如乙炔需要和其他气体分开单独引入。

2、气路设计





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；交叉敷设时间距不应小于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。
- 在氮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。



3、部分高校实验室检查的问题及注意点

没有使用状态
标识



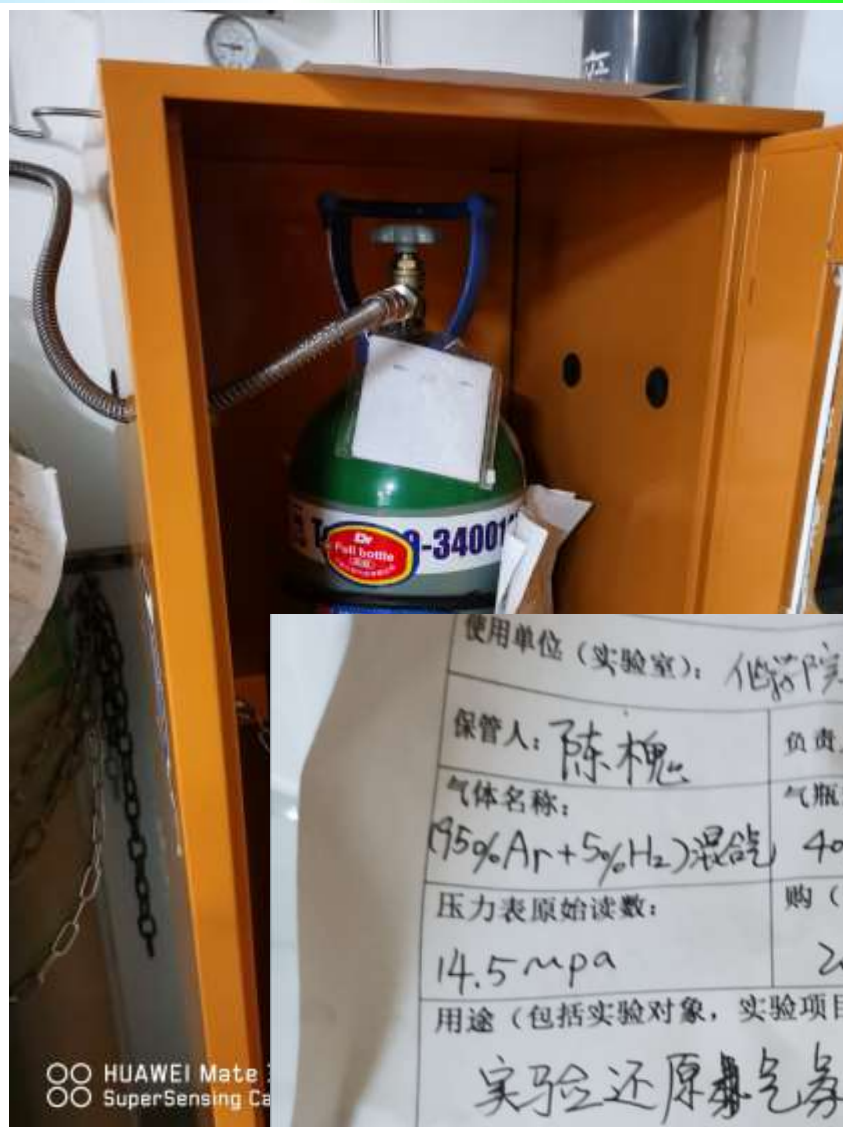
没有防倾倒
措施

3、部分高校实验室检查的问题及注意点



直接在室内放空

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

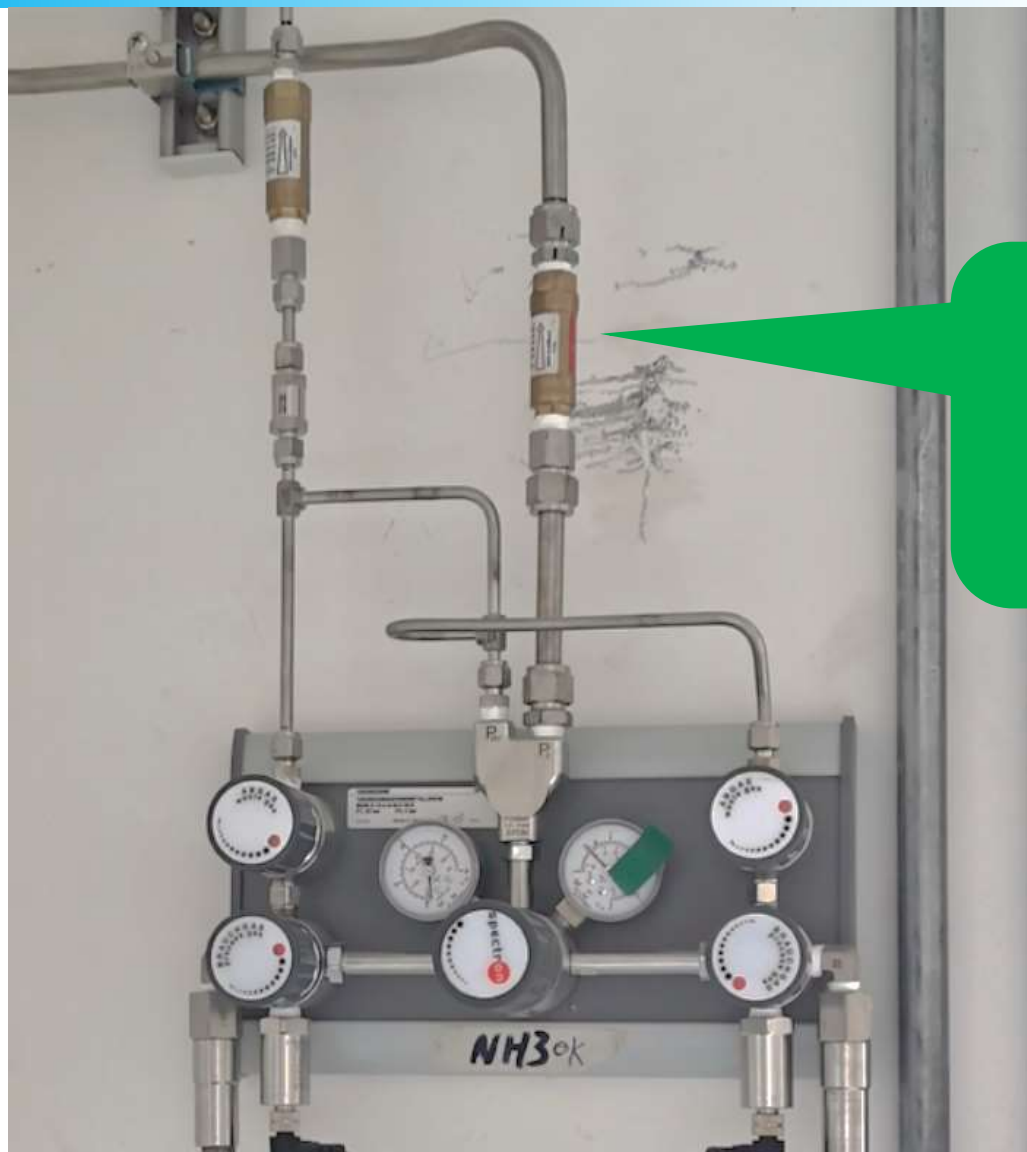


3、部分高校实验室检查的问题及注意点



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

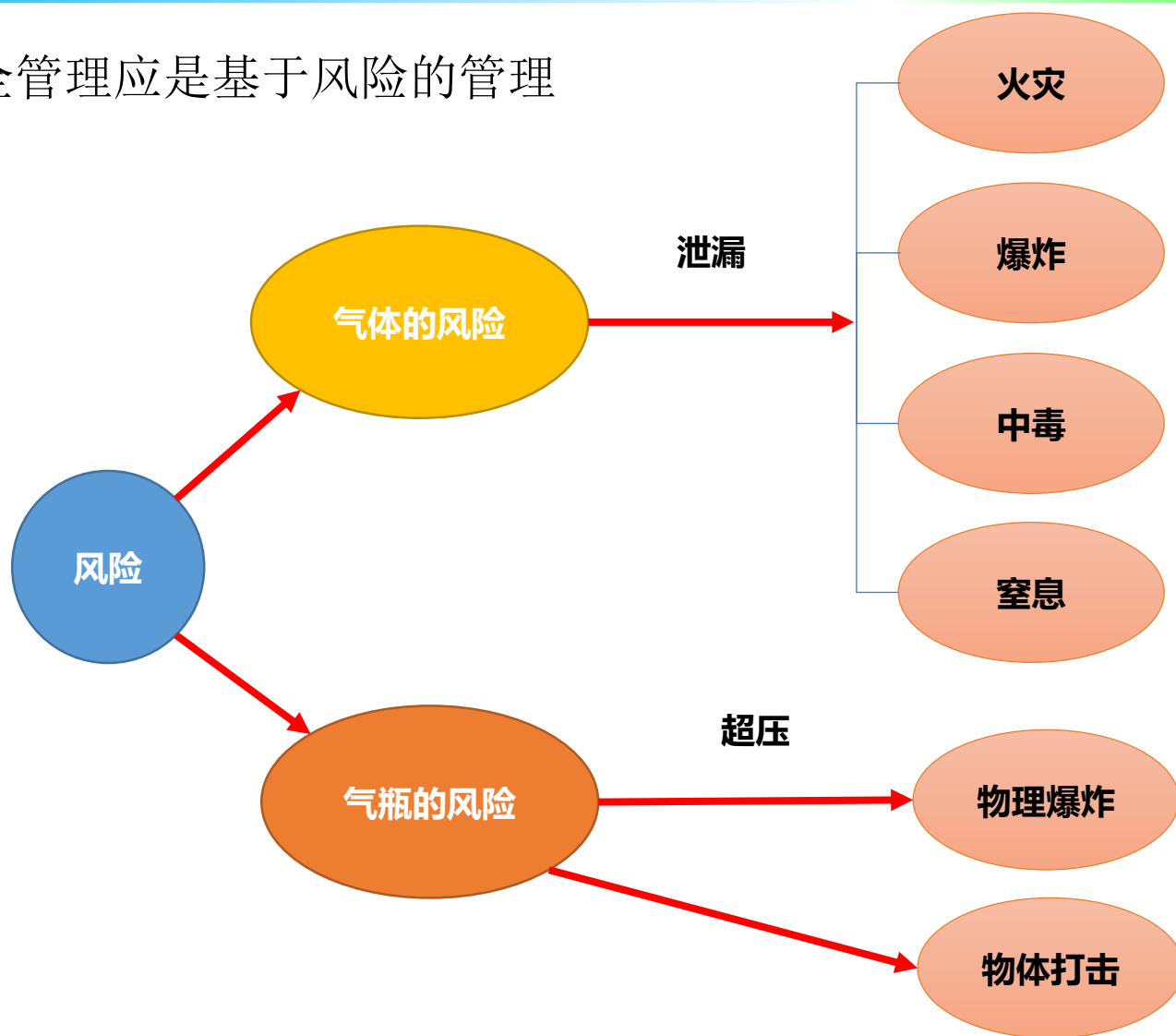
3、部分高校实验室检查的问题及注意点



管道穿越楼层
处没有封堵。

4、气体使用安全要求

气体的安全管理应是基于风险的管理



4、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

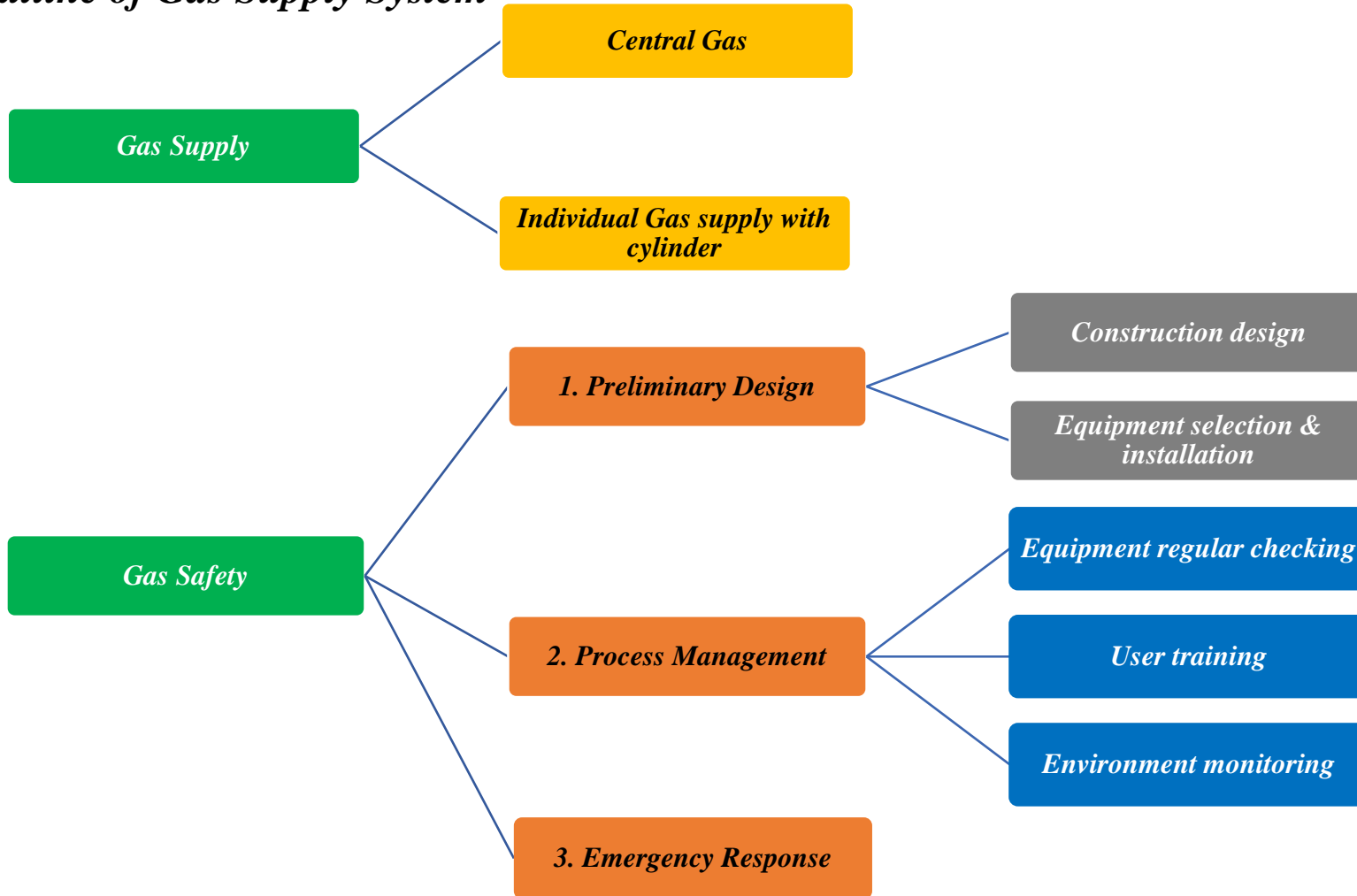
4、气体使用安全要求

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
- 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

5. 对学校气体管理的建议

Outline of Gas Supply System



5. 对学校气体管理的建议

Central Gas :

1. Compressed air

2. Nitrogen

3. Carbon dioxide

4. Liquefied

Petrol Gas

5. He

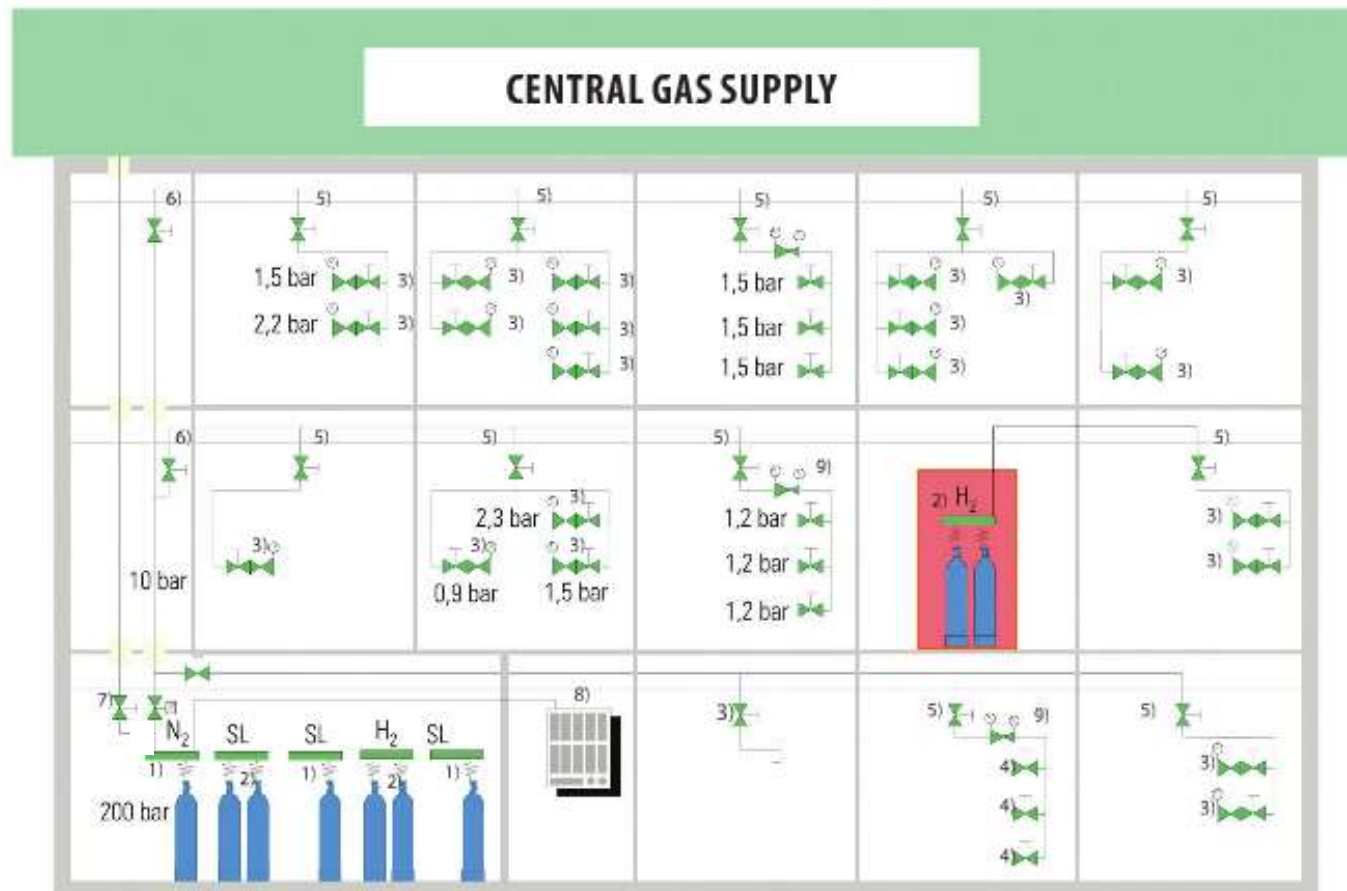
6. Argon

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



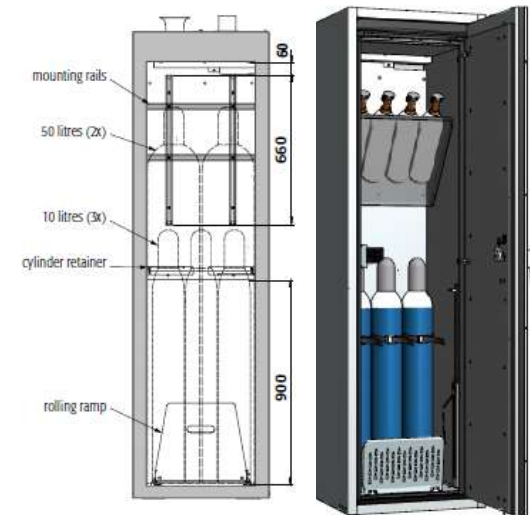
5. 对学校气体管理的建议

2. Single Gas Supply



Portable Gas cylinder in labs:

1. NH_3
2. H_2
3. C_2H_2



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)

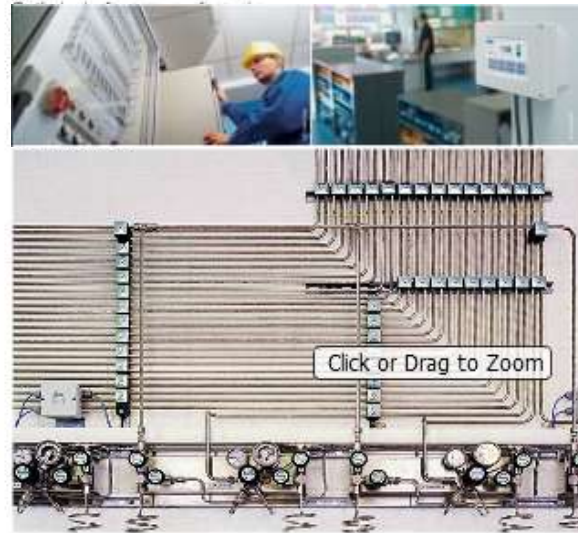
5. 对学校气体管理的建议

3. Gas System Function Requirement

System Control & Monitor Function:

1. Gas central control panel
2. Automated control processes (include remote control)
 - Point of use & shut off
 - Room shut off
 - Floor shut off
 - Central shut off
3. Gas stock management
 - Gas volume monitor
4. Gas leakage monitor & alarm
5. Visualizing of system status (include monitoring)
6. Fault & cost reduction
7. Statistic & archive functions

beginning with the planning phase.



Point-of-use cabinet with integrated low gas signalling



5. 对学校气体管理的建议

4. Emergency system design (Supporting system)

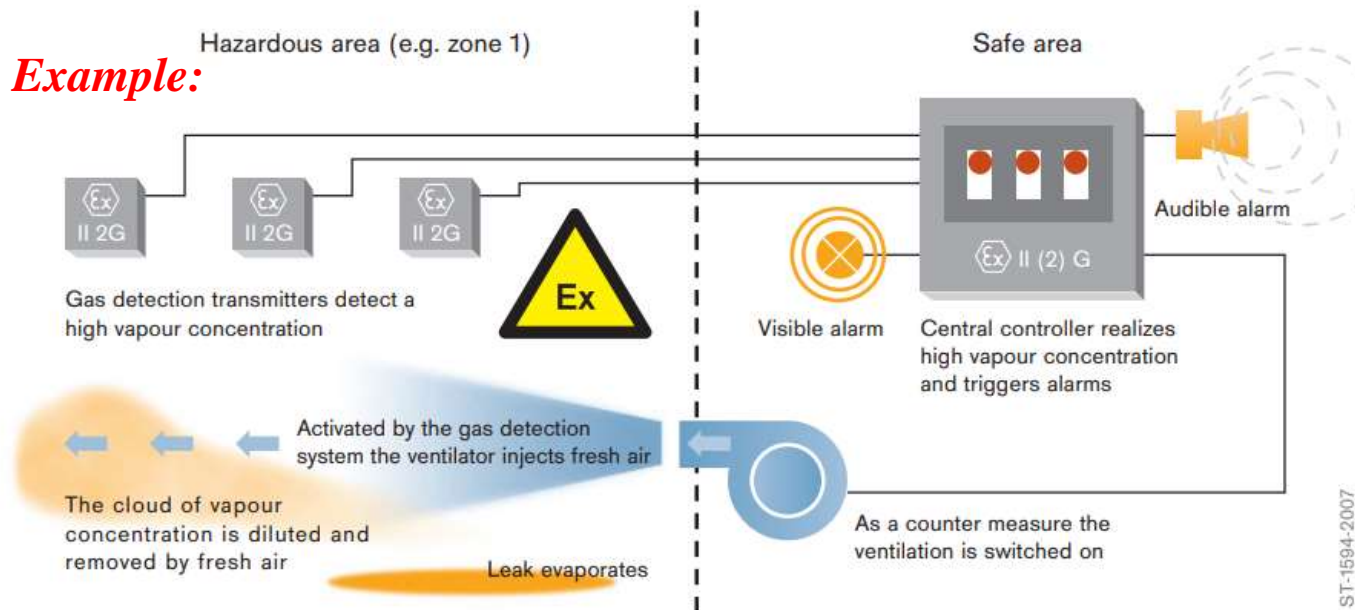
Gas detecting system in gas cylinder cabinet and using area

Type:

1. Oxygen concentration

2. Flammable gas concentration

Example:



Stay Connected. Work Smarter.



ST-1594-2007



5. 对学校气体管理的建议

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

1. Preliminary Design

1. Construction design
2. Cabinet selection
3. Piping design
4. Supporting and monitoring system design
5. Emergency system design

3. Emergency Response

1. Emergency Response Plan
2. ERP Drilling & practice



2. Process Management

1. Gas supply by qualified supplier with good quality
2. Regular calibration and testing by authority for piping and accessories
3. Special compressed piping certificate and management person certificate
4. Management procedure for Gas using & facility

4. Audit & Improving

1. Audit local gas supplier
2. Regular inspect the gas using labs
3. Check all gas using record
4. Keep improving with findings

5. 对学校气体管理的建议

Design Requirement for Gas Supply System

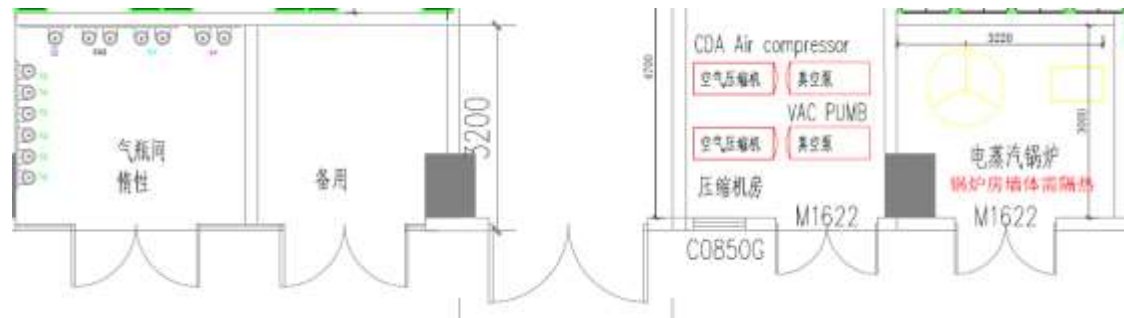
Central Gas :

1. Compressed air
2. Nitrogen
3. Carbon dioxide
4. Liquefied Petrol Gas
5. He
6. Ar
7. Oxygen O₂

Individual Gas cylinder in lab:

1. NH₃
2. H₂
3. C₂H₂
4. C₂H₄
5. CH₄
6. CO
7.

Example for Teaching lab building:



Central supply Gas Cylinders

- Teaching labs building: 21 + 21
- Research building: 24+24

Minimize the risk of **Explosive /Flammable/Toxic** gas using,

Set the portable gas cylinders in the gas cabinet of labs.

1. Maximum Volume control
2. Shorten the length of gas supply piping
3. Design for gas leakage control/monitor/emergency response setting
4. Special equipment regular calibration/testing



5. 对学校气体管理的建议

气体监控系统建议(教学及科研楼)

设计概念:

- 尽可能采取全楼统一集中供气,减少实验室内各类气瓶储存,通过集中式控制,降低隐患风险点;
- 无法进行中央供气独立放置的易燃易爆气体必须防止于防火柜内;
- 各类气瓶压力可通过监控系统监督压力和使用情况,一旦发生泄漏不仅可以及时发现,而且可以通过远程控制进行切断泄漏源,使应急操作做到本质安全,减少人员暴露风险,确保在校实验人员操作安全环境。

监控系统功能和设置要求:

- 中央供气站针对使用气体增设相应的气体探测仪,并将控制信号集中监控,如氧气、CO、易燃易爆气体等。
- 独立气瓶柜,及连接供气管线的设备,均需设置相应的气瓶探测器;
- 实时显示每个气瓶单元的压力情况;
- 系统可以通过对不同供气单元的气体爆炸下限LEL,对每个监控点均可设置高低压报警;
- 系统可以通过对不同供气单元的气体气瓶的耐压程度和泄漏压力,设定每一个监控点的压力报警值;
- 设备故障及异常报警;

控制系统功能和设置要求:

- 可通过远程控制电磁阀关闭或开启系统控制的任何一个气瓶的阀门;
- 控制系统报警和故障处理功能;

供气监控系统和设置要求:

- 每一个节点都可以通过无线网络联接如监控系统;
- 控制系统节点必须能满足科研楼和教学楼各个气瓶点数量,并由预留20%余量;
- 监控数据记录及自动保存,保存时间不得低于90天;



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

没什么是值得以牺牲安全作为代价！