

文章编号:2096 - 5389(2018)05 - 0085 - 04

QDQ2 - 1 型电解水制氢设备压力系统的风险防控

刘永莲¹, 李沅桥¹, 潘晓斌², 黎锦雷¹

(1. 广西壮族自治区梧州市气象局, 广西 梧州 543002; 2. 广西壮族自治区梧州市特种设备监督检验所, 广西 梧州 543002)

摘 要: QDQ2 - 1 型电解水制氢, 是目前我国高空气象探测站使用氢气的主要来源之一。基于制氢用氢工作的安全角度, 通过分析 QDQ2 - 1 型电解水制氢设备压力系统在实际运行中容易出现的风险因素, 从技术规定、安全管理、现场处置措施、应急预案的实施等方面, 提出相应的风险防控措施, 以确保设备在安全状态中运行, 有效地遏制了安全事故的发生。

关键词: QDQ2 - 1 型; 电解水制氢; 压力系统; 风险防控

中图分类号: P414 **文献标识码:** B

Risk prevention for pressure system on QDQ2 - 1 type water electrolysis hydrogen production device

LIU Yonglian¹, LI Yuanqiao¹, PAN Xiaobin², LI Jinlei¹

(1. Wuzhou Meteorological Bureau of Guangxi, Wuzhou 543002, China; 2. Wuzhou Special Equipment Supervision and Inspection Institute of Guangxi, Wuzhou 543002, China)

Abstract: QDQ2 - 1 type water electrolysis hydrogen production device is one of the major sources to get hydrogen for the Upper - Air Meteorological Sounding Stations in China. To make sure the safety in the production and usage of the hydrogen, The risk factors in the operation of the pressure system of QDQ2 - 1 type water electrolysis hydrogen production device were analyzed to propose risk prevention and control measures in terms of technical regulations, security management, on - site disposal measures, emergency response, making sure the operation on the security of the device and effectively containing the occurrence of accidents.

Key words: QDQ2 - 1 type; water electrolysis hydrogen; pressure system; risk prevention

1 引言

氢气是二十世纪最清洁的能源, 是未来的主要能源之一, 水电解制氢是制取氢气的主要手段之一。水电解制得的氢气, 能广泛应用于玻璃制造、水电、化工、气象等各个领域^[1-2]。QDQ2 - 1 型电解水制氢系统, 是目前我国气象部门高空气象探测^[3-4]中普遍使用的电解水制氢设备。在水电解制氢过程中, 压力系统承担了非常重要的角色, 系统设备的安全运行, 有赖于各项风险防控措施的落实。

高空气象探测业务正常开展的关键之一, 就是

要保证制氢用氢工作的安全。由于氢气具有易燃、易爆的特性, 并且在高空气象观测站的涉氢业务中存在着泄漏的安全隐患、制氢用氢时间长, 工作稍有疏漏就有酿成重大安全事故的可能。在涉氢业务的安全方面, 中国气象局也下发了相关的通知和要求。因此, QDQ2 - 1 型电解水制氢系统的风险防控, 有着显著的必要性和迫切性。

随着近年来对 QDQ2 - 1 型电解水制氢系统维护保养和经验积累的反馈, 对于涉及到系统设备安全稳定运行的技术规定、维护维修技能等方面, 尚有不少经验教训值得总结、改进和完善。本文从制

收稿日期: 2018 - 02 - 01

第一作者简介: 刘永莲(1966—), 女, 副高, 主要从事高空气象观测和高空气象资料审核工作, E - mail: wuzhouliuyonglian@126.com。

资助项目: 广西梧州市气象局科研开发应用项目(梧气科 2018003): 高空气象探测内在质量的分析与控制。

氢用氢的安全角度出发,分析 QDQ2-1 型电解水制氢设备压力系统在实际运行中容易出现的风险因素,从技术规定、安全管理、现场处置措施、应急预案的实施等方面提出风险防控的相应措施,以确保设备在安全状态中运行^[5-6],有效地遏制安全事故的发生。

2 QDQ2-1 型电解水制氢系统

QDQ2-1 型电解水制氢设备主要由 10 个系统组成,包括:气体系统、电解水循环系统、蒸馏水补充系统、冷却水系统、单项流动控制系统、气体排空系统、显示系统、压力温度报警系统、压力平衡系统以及氢气储存系统。其中列入特种设备管理的压力系统包括压力管道、压力平衡系统以及氢气储存系统(储氢压力容器)。

3 储氢压力容器

①《中华人民共和国特种设备安全法》规定,储氢压力容器(储氢罐、充装气瓶)作为特种设备,必须按规定时间周期进行检验^[8];《固定式压力容器安全技术监察规程》以及《压力容器定期检验规则》规定,压力容器按 3 a 大检(气密性检查)、1 a 小检(年度检查)的周期进行检定,并在安全检验合格有效期内使用。

②高空气象观测站作为储氢压力容器的使用单位,在定期检验时,必须提供压力容器的资料,包括:容器合格证、监检证书、质量证明书、竣工图等;所使用的储氢压力容器的明显部位,应装设有容器的铭牌,铭牌的参数信息包括:设备代码、容器名称、容器编号、容器标准、容器分类、主体材料、自重及容积、介质名称、设置压力、设计温度、制造单位名称、制造单位许可证级别以及许可证编号、制造日期等。《固定式压力容器安全技术监察规程》规定,对于检验不符合要求的储氢压力容器,不得使用。

4 风险因素分析

QDQ2-1 型电解水制氢压力系统(压力管道、压力平衡系统以及储氢压力容器)安全隐患的风险因素主要有:

①储氢压力容器上部的压力表、安全阀安装不良或故障;储氢压力容器出现小裂缝或小沙眼;由于压力控制阀故障无法自动关闭而造成的超压;氢氧分析阀故障关闭不紧、减压阀或增压阀磨损、氢

氧分离器中平衡阀故障;压力管道出气阀或进气阀门不密封;压力管道出现小裂缝等等,任何环节的氢气泄漏,都会造成很大的安全隐患^[7]。

②氢气易泄漏,泄漏速度约为空气的 2 倍;氢气易扩散,扩散速度约比空气快 3.8 倍;氢气易燃烧,是一种易燃性窒息性的气体,着火能级仅 0.019 mJ,比化纤织物摩擦产生的静电都要小几倍;氢气易爆炸,由于其无色无味无嗅,泄漏时不容易发觉,与氧气或空气混合时形成易燃易爆混合物,混合比很宽,在空气中的爆炸极限为 4.0%~75%;点燃爆炸混合物所需要的能量很低,无法察觉的小火花就能引燃;爆炸混合物遇火爆炸燃烧的火焰,顺风蔓延很快。

5 风险防控技术规定

①QDQ2-1 型电解水制氢设备的压力系统(压力管道、压力平衡系统以及储氢压力容器)属于特种设备,既要执行《中华人民共和国安全生产法》,也必须遵循《中华人民共和国特种设备安全法》、《特种设备作业人员监督管理办法》、《特种设备作业人员考核规则》等法律法规。

②储氢压力容器在投入使用前或者投入使用后 30 日内,高空气象观测站应当按照《特种设备安全监察条例》的要求,向负责特种设备安全监督管理部门办理使用登记,领取使用登记证和登记标志;登记标志应当置于或者附着于储氢压力容器的显著位置。

6 安全管理和应急预案

风险包括失效的可能与失效的后果,因此降低失效可能性或失效后果的所有措施,都能起到风险防控的效果^[9]。为了有效地遏制安全事故的发生,高空气象观测站在制氢用氢工作中,必须按照《国家安全生产监督管理总局第 88 号令》的规定,建立应急预案,依法依规、遵循以人为本、注重实效、符合实际的原则,以应急处置为核心,规范应急程序、明确应急职能,细化保障措施。

①电解水制氢设备的日常安全管理措施包括:“三落实”:落实管理机构、落实安全管理人员、落实管理制度;“有两证”:设备有使用证、作业人员有上岗证;“一检验”:按规定定期检验;“一预案”:建立应急预案。

②为避免发生安全事故,根据《特种设备现场安全监督检查规则》,我们制定了《压力容器安全管

理制度》,如图 1。

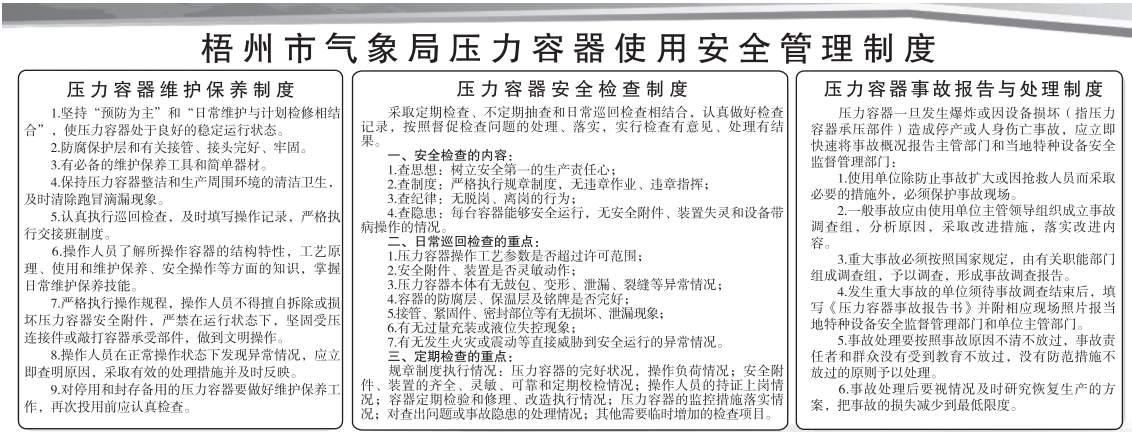


图 1 压力容器安全管理制度

Fig. 1 Safety management system of the pressure vessel

严格执行《QDQ2-1 型电解水使用安全规程》、《安全注意事项》、《突发事件应急预案》等规定,落实相关责任人,并张贴上墙,如图 2。

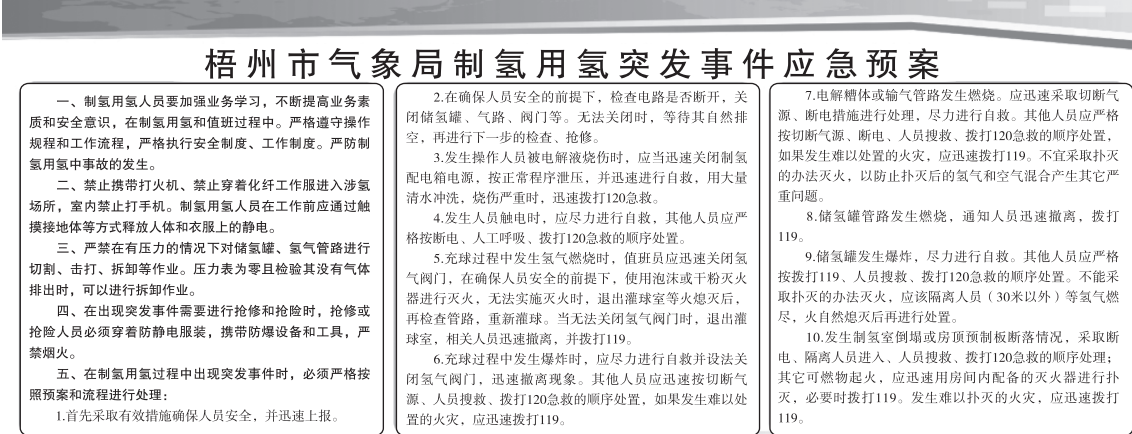


图 2 突发事件应急预案

Fig. 2 Emergency plan of the sudden events

7 风险防控现场处置措施

实施全过程监督管理模式:定期或不定期对电解水设备进行检测、维修,及时排除故障隐患,尤其是最容易出现安全事故的压力系统,必须做好风险防控的现场处置措施:

①检验环节的安全监察:严格执行《压力容器定期检验规则》的规定,按照 1 a 小检(年度检查)、3 a 大检(气密性检查)的周期进行检定。

②专项监督检查:对储氢压力系统的安全生产状况进行符合性验证,定期或不定期检测降温、降压系统,检查进出气阀、安全阀、压力表是否符合规定,保证泄压装置(安全阀)灵敏可靠,确保设备无故障运行。

③制氢期间的安全监察:值班人员必须持证上

岗。在电解水设备运行期间,严格按照规定巡回检查,发现不正常情况出现立即采取相应措施进行调整或排除,以免事态恶化。

④严防氢气泄漏:认真检查水电解设备的各个系统,杜绝安全隐患。特别是储氢压力系统出现氢气泄漏时,必须迅速关机,停止制氢,采取有效措施控制泄漏,并按规定及时上报。例如,在实际工作中,曾经出现过氢、氧分离器中平衡阀内的阀针生锈、磨损而造成无法密封的故障,我们及时对平衡装置进行了改进。全不锈钢定制的平衡阀,使防泄漏的能力得到了提升。

⑤控制火源,防燃烧,防爆炸:包括明火控制、摩擦与撞击火花的控制、电器火花的控制、其他火源的控制等。按《GB2894-82 安全标志》的规定,在制氢房围墙周围和大门口设置“氢气危险”、“严

禁烟火”的安全标志牌;按《建筑设计防火规范》的有关规定设置健全的消防安全措施,消防用水、清洗用水齐备;配备足够的“1211”、“二氧化碳”、“干粉”等轻便灭火器材,并按规定进行检查和维护;制氢用氢安全区域内严禁烟火,严禁放置易燃易爆物品。

⑥加强氢气泄漏的在线监控:我们在制氢用氢场室设计并安装了“氢气泄漏远程监控系统”^[10],如果氢气泄漏,能以声、光、手机短信等方式报警,提醒值班人员马上采取相应的措施,比如关闭阀门、开启排气扇、维修设备等,最大限度地降低制氢用氢的安全隐患。如图 3 所示:

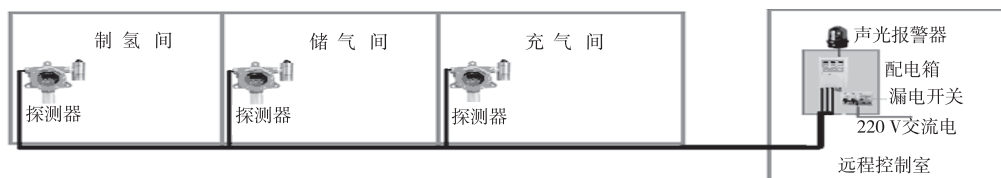


图 3 远程监控示意图

Fig. 3 RMON system construction design sketch map

梧州高空观测站 2015 年开始应用“制氢用氢场室氢气泄漏远程监控系统”,2016 年 4 月,有效地避免了一次安全事故的发生,风险防空效果明显。

8 结语

QDQ2-1 型电解水制氢设备的安全稳定运行,关系到高空气象探测业务的正常开展,必须严格执行有效措施以实现风险防控:

①对于设备的工艺故障、原始缺陷、人为因素、操作失误等危险因素,必须建立严格的巡检保障制度。

②水电解制氢设备的安全附件(压力表、安全阀),必须按规定校检,保证泄压装置(安全阀)灵敏可靠;加强对压力系统的防腐涂层以及降温的管理,避免设备发生失效。

③判断、处理电解水制氢系统故障要“稳”、“准”、“快”。工作人员一时查不清故障原因时,应迅速报告,不得盲目处理,延误时机;单位要迅速采取有效措施,组织维修。

④处理水电解制氢设备压力系统故障的一般方法有如下几点:“关”——迅速关机,停止制氢,使储氢压力容器内部压力迅速降低。“开”——迅速开启能安全泄压的阀门。“喷”——采取喷淋水的方法使容器降温。“修”——迅速采取有效措施,按照规定操作和防护措施的要求,组织维修。

⑤严格执行各项技术规定,定期开展应急知识、应急预案、避险逃生技能、自救互救的培训;每年至少组织一次专项应急预案演练或综合应急预案演练,每半年至少组织一次现场处置方案演练,使有关人员熟悉应急职责、了解应急预案内容、掌握应急处置程序和措施,避免安全事故的发生。

参考文献

- [1] 赵永勤,白书霞,陈柯仰. 电解槽在电解水制氢技术中的应用进展[J]. 中国科技纵横,2015(14):65-67.
- [2] 吝子东,白松,张晓辉. 水电解制氢技术发展前景[J]. 舰船防化,2014(2):48-54.
- [3] 李茂,谢近年,马佩强,等. 多普勒雷达回波在高空气象探测中的应用[J]. 贵州气象,2013,37(2):54-56.
- [4] 刘永莲,黎朝钧. L 波段雷达探空异常记录的分析与处理[J]. 贵州气象,2015,39(2):51-54.
- [5] 何正玲. 基于蓝牙技术的可燃性气体探测器[J]. 自动化与仪器仪表,2016,0(1):49-50.
- [6] 甄树勇. 水电解制氢安全运行远程监测系统的设计[D]. 河北科技大学硕士论文,2013.
- [7] 成回中. 基于数据融和的制氢设备故障诊断和监控系统[J]. 实验室研究与探索,2014,33(12):31-34.
- [8] 胡永骁. 资料审查存在问题的压力容器定期检验室处理方法探讨[J]. 特种设备安全技术,2017,20(5):16-18.
- [9] 聂印,洛开军,陈贵堂,等. 基于 RBI 的合成氨装置压力容器风险分析[J]. 特种设备安全技术,2017,20(4):15-17,19.
- [10] 刘永莲,李流,李沅桥. 高空气象探测站氢气泄漏远程监控系统设计[J]. 自动化与仪器仪表,2017,213(7):79-81.