

氯碱化工生产中富余氯气的技术改造

唐晨璐 陕西金泰氯碱化工有限公司

【摘要】在氯碱化工生产中往往会产生许多富余氯气，随着科技的不断发展，当前许多氯碱化工企业逐渐开始思考如何改造当前氯碱化工中的生产设备，通过新增氯碱化工设备和提高氯碱化工技术，从而实现富余氯气的技术改造，让氯气技术能够得到更进一步地提升，成为氯化氢的制作原料，从而能够更加有效提高富余氯气的使用率，让物料资源能够得到更加充分的使用，并且提高氯乙烯的生产总量。基于此，本文主要对氯碱化工企业在生产过程中如何进行富余氯气的技术改造展开分析，并提出一定的参考建议，希望能够给广大氯碱化工企业提供一定的技术改造思路，提高富余氯气的使用率。

【关键词】氯碱化工；富余氯气；技术改造

【DOI】10.12316/j.issn.1674-0831.2022.05.005

引言

氯气是氯碱化工生产中常用气体，一般为黄绿色，如果在高压或者冷冻情况下会液化，颜色呈现为琥珀色。一般在氯碱化工中主要运用于有机氯化物和无机氯化物的生产和制造，人们在生产生活中常见的杀虫剂、漂白剂、消毒剂、农药等都是氯气制造，氯气的运用范围很广，冶炼、橡胶、医药品的制造都离不开氯气的使用，氯碱化工行业也因为有氯气的存在使得其与多个行业和领域都有着密切联系。氯气的危险性比较强，从气味上来说，氯气的气味十分浓烈，不仅有害有毒，而且非常刺激，被人体吸入后会对人体造成较大的影响，而且氯气与易燃气体混合很容易产生爆炸反应或燃烧反应，因此氯碱化工企业在使用氯气时往往需要额外注意。在氯碱化工生产中，富余氯气的改造使用问题是许多氯碱化工企业长期思考的问题，为了进一步提高富余氯气的使用率，让富余氯气能够生产出更多地氯化氢气体，从而提高乙烯的生产总量，因此还需要对富余氯气进行技术改造。

通常来说，富余氯气的产生主要由于氯化氢气体制造过程中剩余了一些氯气，也就是说，在电石法PVC的生产过程中，生产工作人员往往会电解氯化钠盐水，并将电解后的氯气和氢气来制作氯化氢气体，但是为了避免在氯化氢气体制作过程中氯气含量过多，因此在配比时往往会将氢气的配比比例提高约5%，这样就会导致有部分氯气剩余下来，这些被剩余下来的氯气，就是富余氯气。富余氯气因为量少的问题，很难直接储存以及销售，因此氯碱化工企业会把氯气液化，从而让其成为液氯，在装瓶后当作氯碱化工副产品来售出。虽然这种方式一定程度上能够提高富余氯气的使用率，也给氯碱化工企业带来了一些副产品销售收益，但收益效果却比较

微小。因为液氯是一种重大危险品，很容易发生爆炸，危险性较高，无论是储存还是运输都会受到比较严格的要求，稍不注意可能会引发重大安全事故；从市场角度而言，液氯本身在市场上的需求就不高，很少有消费者有大量的液氯需求，因此很多氯碱化工企业在销售液氯时都会感到销售困难，如果液氯无法成功售出，就只能被储存在仓库当中，而氯碱化工企业又没有找到更有效的方式来使用这些液氯，导致液氯一直堆积在仓库，给氯碱化工企业的仓库容量带来了一定的影响，这也说明了液氯并不是富余氯气的最好选择。为此，氯碱化工企业不妨可以尝试采用电解水装置生产氢气，将多余的氯气和氢气之间进行有效结合形成氯化氢，这样既能够给氯碱化工企业带来更多的经济收益，还能够在提高氯乙烯产量的同时，更好地处理富余氯气的改造问题。

一、富余氯气改造项目的工艺流程

为了进一步提高富余氯气的使用，氯碱化工企业可以在技术改造项目中专门新增一套水电解制氢装备，根据PVC生产线的多少，在新建水电解制氢装置液氯冲装置技术改造为液氯汽化设备，从而能够解决多条PVC生产线的富余氯气或剩余液氯量的问题。

1.水电解制氢设备

在正式进入制作之前，技术人员应当先做好软水提纯相关准备，先通过纯水装置将软水提纯为纯水，并混合原料一同投入水箱，开启补水泵，并将输送碱性液体进入水箱。由于水在水箱中会因为电解而不断消耗，通过补水泵进行补充从而能够补充水箱中的水量，在直流电下，电解槽里的水会被分解为过氧化氢和二氧化碳，并且跟着循环电解液分别进入到氢气和氧气分离洗涤器中，并分别进行分离和洗涤。在分离结束后，电解液会和补水泵中补充的纯水进行混合，并通过碱性液体冷却

装置、过滤装置一起送回电解槽，从而达到循环电解的效果。生产技术人员要根据实际情况做好碱液冷却的水流流量调控，并合理设置回流碱液的温度以及电解槽的温度，从而确保整个水电解制氢设备能够更科学、安全的运行，并且达到稳定循环。氢气在分离之后，生产技术人员要通过调节阀将其输送进储罐中，并做好缓冲和压力减轻工作，从而确保氢气能够做好储备工作，在后续氯乙烯制作中，能够被拿来使用。

水电解制氢设备一共分为六个部分，由六个系统共同完成氢气的制作。

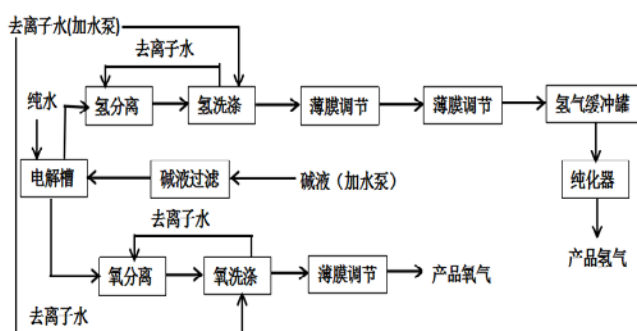


图1 水电解制氢设备

2. 气体系统

水电解制氢设备的第一个系统为气体系统，主要的操作流程如下：技术人员要先将纯水放入电解槽以备电解，再接通直流电，通过电流将电解槽中的水进行电解，最终形成氧气和氢气，而电解槽当中的氢气和碱液，能够通过循环泵进入氢氧分离洗涤器中进行分离，氢气和碱液会同时在重力下再次分离，而分离之后的氢气通过冷却后被送入储罐中，从而能够作为氯乙烯制作的使用物料。而氧气的制作也是同理，氧气最终会在冷却后被送入氧气储罐当中，如果一些氯碱化工企业对氧气的使用没有太多需求，还可以直接将氧气放空，从而减少氧气的存储，给气体储存节省一部分空间。

3. 电解液循环系统

这个系统在整个水电解循环中的作用主要是进行纯水补给，由于在电解过程中，纯水会因为电解产生氢气和氧气而导致不断被消耗，因此通过电解液循环系统能够给电极区持续的补充纯水，并将电解时所产生的 H_2 、 O_2 以及热量都一同带走，并且降低碱液中的含气量，由于热量也被带走，因此还能对电解槽的小室电压进行有效降低，从而在一定程度上能够节省能耗，从而确保电解槽能够更加安全稳定的运行。碱液在氢氧分离器当中主要是通过重力来分离氢气和氧气，在分离成功后，再通过碱液过滤器将碱液过滤，并除去气体和系统中的介质，然后碱液又被循环泵再度输送进入电解槽当中，以

便进行新一轮的纯水补给以及氢氧分离，达到一个良好的循环效果。

4. 氮气置换系统

水电解制氢系统有专门做好气体排空处理，也就是充氮口，这个系统主要是进行氮气置换工作，由于水电解制氢需要良好的条件，一般在进行设备使用前，技术人员会限对整个水电解制氢设备的气密性进行检查，并在水电解制氢设备的正式使用前先做好氮气置换工作，这样在水电解制氢设备开启后，才能够确保氢气的纯度能够达到氯乙烯的制作要求，只有确定其纯度达标才可以被输送进入储罐当中，如果在经过水电解之后氢气不能达到纯度要求，则可以通过气体排空装置直接放空。

5. 纯水补给系统

在电解的过程中，其主要的原料为水，一般称之为原料水或纯水，这些纯水在进入电解装置后一直在持续消耗，一直处于被分解的状态之下，因此，在电解的过程中纯水补给是非常必要的，如果纯水水量不足，就不能分解出更多的氢气和氧气，也不能实现电解液的循环工作，因此，技术人员在进行水电解制氢的过程中，要确保设备能够稳定、循环的运作，应当定时向水电解制氢设备中注入纯水。水箱当中的水经由补水泵后分别进入氢气氧气洗涤设备中，并通过循环碱液一同进入电解小室里进行电解，技术人员在进行电解的过程中，要做好电解液的碱浓度控制，从而确保其浓度一直处于稳定状态。纯水在进入分离装置后稀释碱含量，从而降低氢气和氧气中的含碱量。此外，技术人员要确保水电解设备压力系统中的气体和碱液在补水泵非工作时期中不发生外部泄漏，应当做好止回阀的装配工作，在补水泵工作的过程中，应当只打开单侧的补水回路，也就是说，当氢气一侧的补水回路开启后，氧气侧的补水回路必须要保持关闭状态。

6. 排污系统

水电解制氢设备中还安装了排污系统，共在四个地方设置了排污管道。其一是在碱液过滤器的低段设置了管道，由于碱液过滤器在过滤碱液的同时也会过滤一些介质和污染物，因此在这个部位安装排污管道能够让过滤器在过滤的同时做好排污处理，并且过滤器还可以进行拆卸，在自动排污的同时，技术人员还可以通过拆卸过滤器来手动清理水电解制氢过程中产生的杂物以及设备内部产生的杂质。水箱底部和碱箱底部也分别设置了一个排污通道，主要是通过排污阀门来将水箱和碱箱中的污染物以及残留水、残留液进行排出，避免其残留在

箱中形成水垢或污垢。此外还有一处排污管道设置在气水分离器中，在残留水和气体分离之后，冷凝水能够通过排污管道顺利排出，从而可以作为回收用水进行循环或二次利用。

7.补碱系统

在水电解制氢的过程中，不但需要大量补充纯水，碱液也会因为持续消耗而被消耗，为了确保碱液的浓度能够保持在最佳状态，补碱系统的设置就显得尤为必要。在碱液不够时，技术人员应在水电解制氢停机时根据碱液的浓度按需补给，将碱液进行重新配备，在配制完成后输送进碱箱，再经由电解槽的阀门把碱液输入电解槽当中，从而让水电解制氢能够重新开始循环运作。

二、设备选择

1.电解槽选择

氯碱化工企业在采购电解槽时应当选择双极性压滤式的电解槽，这种电解槽的好处在于它的极板能够平行排列，技术人员在使用水电解制氢设备时接通电流，电流会更加稳定的导入，主要是通过极板连接的方式进行电流传输，电流会从一端的极板中进入，并经过电解液平行进入下一个极板，从而完成电流的输出。这样的电解槽能够确保电压在输入到输出的过程中一直保持在递减的状态，从而让前一个极板都带有正电荷。这样就能够让电解小室之间形成阴阳极，比如前一个小室为阴极，后一个就必为阳极，对极板自身而言，正为阴极，背为阳极，从而能够达到双极性的效果。对于水电解制氢设备而言，电解槽是整个设备的关键，纯水在进入电解槽之后都是通过电解槽来制造氢气和氧气的，因此电解槽的选择尤为重要。选择双极性的电解槽，也是为了让每个小室、副极网都呈现阴阳两极，从而能够让氢气在阴极上产生，而氧气则在阳极上产生，从而让电解槽能够更好地进行氢氧生成。

2.液氯气化装置

一般情况下，很多氯碱化工企业所采用的液氯气化装置都是全夹套或半夹套式的罐体气化装置，这种装置一般都在罐体上部装置了液氯的进口以及气化之后的出口，气化后的氯气通过上部出口输出，而一些残留的液氯则通过底部排出口排除。这种液氯气化装置在设置上存在一定的缺陷，首先，这种液氯气化装置是一种间断式的气化装置，也就是说，每次气化都是间断式的，不能持续性地进行液氯气化，技术人员在每次使用液氯气化装置时都只能灌注一次，因此其气化后所生成的氯气也只能达到一定的比例，技术人员需要将氯气吸收后，

再补充新的液氯继续进行气化，这样给技术人员增加了劳动负担，效率也不够高。而且液氯中含有三氯化氮，不但密度较大，而且沸点也比较高，从而导致液氯气化装置在进行运作的过程中使得三氯化氮的浓度持续上升，而且全部聚集在罐体低层，而三氯化氮的爆点很低，如果发生震动、碰撞会立刻发生爆炸，对氯碱化工企业的经济收益和化工人员的生命都会造成极大的影响，危险性非常高，可靠性比较低，而且还会造成资源的浪费。因此，氯碱化工企业可以采用盘管式气化装置，这样技术人员在进行气化时不需要对钢瓶进行加热，从而能够减少液氯的残留，同时其产生的三氯化氮相对于罐式气化装置更少，还能够减少操作失误，能够让整个气化过程更加安全可靠。

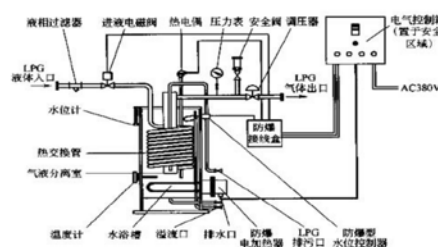


图2 液氯汽化装置

三、结语

总之，氯碱化工企业在使用水电解制氢装置时必须严格按照有关部门的规定进行制氢操作，在对液氯进行气化和储存的过程中必须要确保其气化和储存的安全性和可靠性，让富余氯气能够得到更好的利用，提高利用率，并对富余氯气使用过程中存在的问题进一步地优化改善。

参考文献：

- [1] 阎润鸿, 冯高峰. 氯气制备和性质检验一体化实验的新设计[J]. 化学教学, 2021.
- [2] 孟海波, 杨颖. 氯碱行业废硫酸循环再利用技术的应用[J]. 中国氯碱, 2021.
- [3] 柳英红. 氯碱化工生产过程中的腐蚀及防护研究[J]. 当代化工研究, 2021.
- [4] 尤洋. 氯碱行业循环经济发展模式在绿色发展中的应用[J]. 中国氯碱, 2021.
- [5] 尤洋. 氯碱行业成本管理与控制[J]. 中国氯碱, 2021.
- [6] 欧阳玉霞, 郭春辉, 张磊. 氯碱生产中公用工程系统的优化运行[J]. 中国氯碱, 2021.
- [7] 潘登, 张隆刚. 氯碱生产过程中氯氢压力控制分析[J]. 氯碱工业, 2021.
- [8] 刘凯, 蒙彩红. 氯碱化工生产中富余氯气的技术改造[J]. 中国氯碱, 2020.

作者简介：唐晨璐（1991-），女，汉族，陕西蓝田人，本科，助理工程师。现主要从事的工作和研究方向：培训教育。