

70 m³ 聚合釜聚氯乙烯生产装置节能降耗研究

陆 敏

惠正纲

(江阴职业技术学院, 江阴 214405) (无锡格林艾普化工股份有限公司, 无锡 214041)

摘要 研究了聚氯乙烯(PVC) 70 m³聚合釜生产装置的节能降耗措施,对降低电耗、蒸汽耗、物耗进行了具体分析。提出了综合降耗的措施,使之达到国内同类生产装置先进水平。

关键词 聚氯乙烯 聚合釜 节能降耗

近年来,我国经济持续快速增长,各项建设取得巨大成就,与此同时,在资源和环境方面也付出了巨大代价,经济发展与资源环境的矛盾日趋尖锐。对于聚氯乙烯(PVC)生产企业,节能不仅是社会责任,而且意味着节约成本、减少浪费,这就需要对生产装置进一步研究,努力在生产各个环节做到节能降耗,对其中不合理或不必要的地方进行技术改造,使生产装置的消耗、能耗降至最低。笔者结合多年来对70 m³聚合釜生产装置的研究情况和其它厂家的经验教训,对PVC 70 m³聚合釜生产装置的节能降耗(即降低电耗、蒸汽耗、物耗)进行了分析,提出了综合降耗的有效措施。

1 节能降耗措施分析

70 m³聚合釜生产装置最早是由美国古德里奇公司在1987年转让给我国的。转让时,出于多种因素,在聚合反应配方、装置设计等方面均存在着多种问题。虽经我国技术人员的多次改进,仍不够完善。随着近年来工艺技术的不断进步,特别是借鉴了欧洲引进的PVC生产技术,以及在设备的加工设计等方面不断取得的新突破,使生产设备得以改善,新的技术改造也得以实施。笔者在实际生产的各环节中总结探索了一些降耗措施。

1.1 降低电耗

(1) 缩短聚合反应时间

聚合生产最大的电耗为聚合釜搅拌用电。如果能缩短单釜聚合反应时间,将有效降低电耗。

对冬季与夏季的生产情况进行比较,由于冬季的冷却水温度低,反应时可通过增加引发剂用量来加快反应速度,从而提高生产率。夏季生产中由于受聚合釜传热能力的影响,难以提高反应速度。通过观察分析聚合反应曲线可以看出,聚合反应前期,冷却水阀门开度较小,这一段时间约为1~1.5 h。这是由中效引发剂的半衰期决定的。为提高反应速率,可充分利用前期的反应时间和传热能力,采用更

高效的引发剂,使聚合反应平稳匀速,提高早期反应速度。

以生产SG5型PVC树脂为例,前期进料时间为1.4 h,反应6 h,出料0.6 h,周期为8 h。聚合引发剂原使用的是过氧化二碳酸酯类,60℃时其半衰期为1 h,从计算机记录的反应曲线可以看出,聚合最初反应的1 h,水阀开度约为10%~15%,反应不激烈。如果仅靠增加过氧化二碳酸二-(2-乙基己酯)(EHP)用量,聚合反应后期温度会失控。而加入少量的高效引发剂——过氧化新葵酸酯,能够提高聚合初期的反应速度,从而缩短了整个反应时间约0.5 h。按8万t/a PVC树脂的生产装置计算,可节省电能26.4万kW·h,或理论上可增加树脂产量5300 t/a。

(2) 改进聚合釜的搅拌电机

70 m³ PVC聚合釜反应时物料约为60 t,聚合釜的搅拌转速在98 r/min左右,搅拌形式为底伸式二层三叶后掠式搅拌器,搅拌电机最初使用160 kW的防爆电机,按平均聚合反应周期搅拌需要运转7 h左右,每生产一釜PVC需要耗电1120 kW·h,以电价0.60元/kW·h计算,需费用为672元。然而从搅拌电流曲线上看,正常生产时电流一般在150~160 A之间,存在“大马拉小车”现象。根据该情况,将电机由原来的160 kW改为132 kW。实际生产表明,改进后各项技术经济指标均未受到不良影响。仅此一项,以8万t/a生产装置计算,年节电78.4万kW·h,价值47万元,经济效益显著。

(3) 缩短分散剂加料时间

70 m³聚合釜生产装置采用热加料工艺,原加料时间比较长,分散剂加料时间为22 min左右。详细分析分散剂的加料过程,在去离子水和单体加完之后才开始称量分散剂操作,而由于加料精度需要,分

散剂称量时间也需要 5~6 min,此时聚合釜搅拌已开始运转,加料时间长既增加电耗,又影响产量。如果在集散控制系统(DCS)控制程序中修改为先称量好分散剂,稍后于水和单体进行同步加料,将节省加料时间。随着现在分散剂体系的逐步稳定完善,此工艺设计已具备了可行性,目前国内已有报道^[1],该设计既降低了聚合釜搅拌电能,又提高了聚合釜的生产能力。以 8 万 t/a PVC 生产装置为例,按聚合釜搅拌时间每釜次减少 22 min 计算,全年可节省电能 19.4 万 kW·h;在理想情况下,可最大程度增产树脂 3 168 t/a。

(4) 热水泵的节能

70 m³ 聚合釜生产装置在恒温水入料时,有冷、热水泵各 1 台,型号相同,扬程均为 170 m,流量 153 m³/h,电机功率 160 kW。在进料时,计算机根据聚合反应温度要求,自动控制冷、热水加入量。实际生产中热水加入量在 20~25 t,冷水加入量通常只有 5 t 左右,所以冷水泵利用率不高。而整个入水时间一般需要 20 min,存在不合理现象。如果对冷水泵重新选型,保证其高扬程的要求的同时,降低其流量要求,比如采用 75 kW 的电机,可节省电能。以 8 万 t/a PVC 生产装置计算,全年可节省电能 11.33 万 kW·h。需注意该方法对 2 个冷、热去离子水槽温度控制有较高的要求,在进料前计算机应估算出 2 个水槽温度是否符合要求,设置温度预报警,杜绝进料过程中聚合釜出现高温、高压情况。

(5) 冲洗水泵的使用

70 m³ 聚合釜生产装置有冲洗水泵 1 台,其扬程为 100 m,流量 136 m³/h,电机功率为 75 kW。该水泵主要用于聚合釜进料、出料时的喷淋阀冲洗,聚合釜大水量冲洗,管道冲洗,过滤器冲洗,汽提塔冲洗等。由于使用比较频繁,该泵为常开泵。仔细观察发现,8 万 t/a 生产装置(配有 4 台聚合釜)中该泵使用时间只占 50%,还有一半时间为空转,设计显然不合理。通过计算机控制程序的修改和设定,完全可以做到即用即开、不用即关。如果实现此项改造,可节省电能 30 万 kW·h,经济效益十分显著。对于新建项目,在设计时即应考虑此事项,减少程序修改的麻烦。

(6) 公用工程的节能

8 万 t/a PVC 生产装置配有 4 座 800 t/h 凉水塔。凉水塔一般均用电动机带动风扇运行,以 800 t/h 循环量要求 45 kW 电机的凉水塔为例,风扇 1 a

平均运行按 10 个月计算,则全年用电 130 万 kW·h。目前,已获专利的水轮机在其它行业中已经使用^[2],可利用循环水泵富余压力来带动水轮机及风扇运行,从而省掉了电机,达到节电 100% 的效果。若采用该技术,可取得显著节能效果。

1.2 降低蒸汽耗的措施

(1) 转化器循环热水热能的再利用

电石法生产氯乙炔工艺中,在合成乙炔与氯化氢时要放出大量的热量。理论上,每摩尔可放热 124.8 kJ^[3],8 万 t/a PVC 可放出热量 1.821 万 kJ/h。除供精馏塔塔釜再沸器、预热器加热外,尚有约 50% 的热量未利用。结合聚合生产用热需要,可以考虑利用其加热聚合进料去离子水。聚合热水槽温度一般控制在 95℃ 左右,8 万 t/a PVC 生产装置需热量为 12.5 t/h。原先采用蒸汽加热器间接将去离子水由 20℃ 升温至 95℃,需要耗用大量的热能。如果增设 1 只 40 m² 的不锈钢螺旋板换热器,利用循环热水将去离子水预热至 70℃ 左右,再用蒸汽加热就可以节省大量蒸汽,取得良好的经济效益。经测算,可节省热量 262 万 kJ/h,相当于节省蒸汽 1.0 t/h。对干燥工段加热器前的空气进行预热,将空气由 20℃ 升温至 40℃ 左右,可节省蒸汽 0.69 t/h。

(2) 废热能的再利用

有些生产厂家采用乙烯法路线或以进口氯乙炔为原料,没有电石法氯乙炔生产装置,在这种情况下,可利用生产装置的多余热能来加热进料去离子水。经过计算和参考行业厂家的经验,认为聚合装置中的汽提塔出口气体中含有较多的热能,可以利用。经测算,8 万 t/a PVC 生产装置塔顶冷凝水量为 0.7 t/h,如用来加热去离子水,可升高水温 20℃。对于 8 t/a PVC 生产装置,全年可节省蒸汽 3 200 t,效益显著。也可利用离心机母液水预热去离子水,增设 1 只 30 m² 的不锈钢螺旋板换热器,也能达到同样效果。

(3) 蒸汽直接加热去离子水

70 m³ 聚合釜生产装置原配有列管换热器,去离子水进热水槽时先用蒸汽间接加热,入热水槽后再采用蛇管加热器。设备不仅易泄漏,而且蒸汽利用率也不高。将其改为蒸汽直接加热,节省了设备投资的同时,也简化了操作,提高了蒸汽的利用率。

1.3 降低物耗的措施

(1) 降低去离子水量

在聚合、干燥生产过程中,需要使用大量的去离

子水。据估算,每吨 PVC 树脂需耗去离子水 3.0 ~ 3.5 t,而去离子水单价为 10 元/t,所以生产中应严格控制去离子水的用量。其次,生产中用水过多,水进入 PVC 浆料中,会增加树脂脱水的负荷,显著增加离心机电能和蒸汽的用量。生产中节省去离子水的主要措施有:

严格控制聚合釜注水量。在满足生产需要不影响产品质量的前提下,根据季节不同、反应温控的难易程度,调整注水总量;

严格控制涂釜前后的冲洗水用量、出料时大水量冲洗操作的用水量、管道的冲洗水用量、过滤器的冲洗水量;

减少汽提塔开停车次数,根据季节不同,在保证塔冲洗干净、塔温有效下降的前提下,控制冲洗水量;

加强涂布操作,加强聚合反应控制,减少塑化物的生成,减少过滤器的堵塞和冲洗操作;

经常检查和调整各种泵的机械密封用水量,出料槽、混料槽的注水量;

检查离心机工作是否正常,检查离心母液夹带树脂量是否超标。

(2) 蒸汽冷凝水的回收利用

干燥工段空气加热器的蒸汽冷凝水水质纯净,完全符合聚合进料去离子水的要求。原先该冷凝水直接排放,不仅浪费资源,还增加了废水排放总量。将其加以回收利用,可节省生产成本。以 8 万 t/a PVC 生产装置为例,每年节省去离子水 4.0 ~ 4.8 万 t,价值 30 多万元。

(3) 离心母液水的回收利用

8 万 t/a PVC 生产装置的离心母液量约为 30 t/h,是聚合生产装置的废水的主要组成部分,原先排放至城市污水管网还需收费。经对离心废水进行综合分析发现,废水中的杂质含量较少,经简单沉降和过滤处理后,可用做冲洗水;经进一步深化处理或膜过滤处理后,可用做聚合进料水。我国山东海化、山东寿光等生产厂家已开始用生化法处理回收利用离心水,陕西金泰、新疆中泰、内蒙古伊利等生产厂家已使用膜法处理工艺,均取得良好效果。此方法不仅减少了废水排放量,甚至实现了零排放,还循环利用了水资源,降低了生产成本。

2 综合降耗的措施

2.1 调整配方

聚合配方是聚合生产技术的重要组成部分,不

仅直接决定了 PVC 树脂质量,还对消耗、能耗等具有重要影响。

据锦化总厂科技人员介绍,最早美国在转让技术时所提供的配方中,分散剂的用量比较高,结果树脂的吸油率低、氯乙烯单体残留量高,汽提和干燥操作比较困难,操作中蒸汽用量大,但仍难以保证产品质量。后来将分散剂用量减少了约 10% ~ 15%^[4],树脂的皮膜变薄,甚至局部没有皮膜,改善了吸油率,提高了视密度,减少了细颗粒,同时减少汽提蒸汽的用量,减少母液中树脂的流失。无锡格林艾普化工股份有限公司针对不同型号树脂,在生产中对配方进行了微调,通过对 KH 系列和 L 系列的分散剂的比较和调整,从而形成了自己的生产技术。分析经调整前后的树脂质量发现,采用调整后的配方所生产的 SG 系列的 PVC 树脂质量有了很大程度的提高。目前 SG 系列树脂均达到国家优级品标准,而且离心母液中夹带的树脂也明显减少,蒸汽消耗也有所降低。

2.2 汽提塔的操作控制

蒸汽是汽提操作的主要能耗。汽提塔操作的重点是讲究连续与稳定,蒸汽压力、流量的波动均会造成汽提效率的下降,浆料流量的变化同样也有很大的影响。因此降低蒸汽消耗,必须注重以下几个方面:首先,应减少汽提塔的开停车次数,因为开停车需大量冲水;其次,应注意避免流量的大起大落,否则质量难以保证;第三,应防止管道和设备发生堵塞,如果处理堵塞就要用水冲洗;第四,有料及时处理,刚出釜的浆料温度相对较高,随着时间的延长、槽内注水的增多,料温会下降,不及时处理会增加蒸汽耗量;第五,对塔和有关浆料管道、蒸汽管道应保温。由于塔操作温度较高,正常散热损失约为 5% ~ 10%,冬季尤其严重,所以应强化保温,减少热量的损失。此外,选好螺旋板换热器型号也很重要。一般厂家只考虑换热面积,而忽视了流通面积与流速。适宜的流通面积与流速不仅可以减少堵塞,还可以提高换热效率、提高进塔物料温度、降低出塔物料温度,因此,更加节能。

节省塔顶冷凝器冷却水的用量在一定程度上能降低能耗。生产中,塔顶冷凝水温度是容易忽略的一项。有时气温下降,塔顶冷凝水温度受凉水塔水温的影响而降低,只有 20℃左右,不仅冷凝水中溶解的氯乙烯增加,而且使用了过多的冷却水,浪费了电能,降低了凉水塔送水泵的利用率。所以应根据

季节变化,及时调整塔顶冷却水流量。

节省塔顶喷淋水量。塔顶喷淋水的主要作用是防止少量飞溅在塔身上的浆料在长时间高温下生成黄黑点,从而影响产品质量。无锡格林艾普化工股份有限公司在实际生产中,因特殊原因,在较长时间未使用塔顶喷淋水,却未发现有任何杂质粒子超标。后来在生产检修期间,打开塔顶人孔盖检查时,也并未发现有任何明显异常。因此在后来的生产中取消了塔顶喷淋水,只有在开停车时才短时间使用。初步估计,对8万t/a聚合生产装置而言,年节省去离子水1.2万~1.6万t,也间接节省了电能。

2.3 聚合釜注水量的控制

70 m³ 聚合釜生产装置的工艺要求:聚合生产中需要不断向釜内注水,注水量应与聚合反应中体积收缩量相等。实际生产中,一般注水总量在7.8~9.2 t之间。夏季生产时,由于冷却水温度高,聚合反应不易控制,注水量相对较多。这样,虽然聚合控制情况得到改善,但浆料的水较多会使干燥的生产负荷加大,干燥生产能耗增加。相反,在冬季冷却水温低,对聚合反应控制有利。在不影响聚合反应的前提下,实际操作中有意识地减少注水总量,可以相对减少树脂浆料的含水量,浓缩浆料浓度,最终显著

减少干燥生产负荷。所以在生产中根据季节变化,调整生产控制指标是值得关注的部分,在一定程度上能够起到节能降耗的作用。

3 结论

笔者认为装置的工艺设计与装备配置合理、生产负荷适中、生产运行稳定是最根本的节能降耗措施;其次在生产中应注意细节的管理,需根据季节的变化调整工艺控制指标,达到优化目的。通过多年的生产管理跟踪和技术研究,经过多次技术革新,对70 m³ PVC 聚合釜生产装置的节能降耗工作提出了具体的改进方法和措施,使该生产装置在原有基础上避免了不必要的浪费,实现了高产低耗,从而更好地发挥了装置的节能降耗作用。

参考文献

- [1] 邵涓林,李承志.100 m³ PVC 聚合釜的设计及工艺技术[J].聚氯乙烯,2006(9):36-44.
- [2] 南京星飞冷却设备有限公司.水动风机冷却塔[EB/OL]. [2008-07-24]. http://www.njxingfei.com/product_intro.asp?id=5861.
- [3] 邵涓林,黄志明.聚氯乙烯工艺技术[M].第1版.北京:化学工业出版社,2008.
- [4] 薛之化,赵艳玲.1.4万吨/年蒸汽是怎样节省下来的[J].聚氯乙烯,1995(4):15-20.

STUDY ON ENERGY SAVING MEASURE OF THE 70 m³ DOMESTIC POLYMER CAULDRON FOR THE PRODUCTION OF POLYVINYL-CHLORIDE

Lu Min

Hui Zhenggang

(Jiangyin Polytechnic College, Jiangyin 214405, China) (Greenapple Chemical Industry Co. Ltd., Wuxi 214041, China)

ABSTRACT The energy saving measures of the 70 m³ PVC polymerizer production unit was discussed, and measures on reducing power consumption, reducing steam consumption and reducing material consumption were analyzed. Comprehensive saving measures were proposed, and it reached the advanced level of similar plant.

KEYWORDS PVC, polymerizer, energy saving

全球复合材料市场保持较高增长

Lucintel 公司2010年底最新发布的报告预计,未来推动高分子复合材料增长的主要行业有建筑、汽车、航空和风能利用。在汽车制造业中,高分子复合材料正成为取代传统材料的首选材料。Lucintel 预计到2014年,北美地区高分子复合材料市场值将达到15.81亿美元,年复合增长率为4%。2009~2014年间,欧洲汽车产量将继续快速增长,受此推动,复合材料市场需求预计将以6.87%的年均速度增长,2014年将达到18.249亿美元。

巴西复合材料协会(ABMACO)公布的数据显示,至2010年底,巴西复合材料市场值可达13亿美元,较2006年增长11%;需求量将达到约21万t,比2009年的18.3万t增加14.7%。

未来印度和我国将在全球价值190亿美元高分子复合材料市场中发挥更大作用,在过去5年中亚洲复合材料市场得到快速增长,按出货量考虑亚洲在2008年已取代北美,成为世界上最大的需求市场,我国和印度的经济增长和基础设施建设将进一步推动亚洲高分子复合材料市场的增长。

高分子复合材料与传统材料相比,具有更高的比强度、耐化学药品和耐热冲击性,以及更大的设计灵活性。汽车原始设备制造商为了进一步提高燃油经济性,正努力寻找新的方法来降低汽车总质量。高分子复合材料在汽车生产中的应用范围越来越广,最初只是用于汽车的外部结构,现在已扩大到所有的汽车构件,包括内部零件和引擎罩下零部件。聚丙烯基复合材料将成为推动复合材料在汽车行业中的应用的主要动力。

(复材在线)