

《万华化学集团股份有限公司烟台工业园“9.20”较大爆炸事故调查报告》于 2017 年 6 月 25 日，经烟台市人民政府批复，现予以公布。

2017 年 6 月 30 日

万华化学集团股份有限公司 烟台工业园“9.20”较大爆炸事故调查报告

2016 年 9 月 20 日 17 时 22 分，万华化学集团股份有限公司烟台工业园在大修停车处理过程中，MDI（二苯基甲烷二异氰酸酯）装置光化工序一台 12.1 立方米粗 MDI（以下简称粗 M）缓冲罐发生爆炸，造成 4 人死亡、4 人受伤，直接经济损失 573.62 万元。

事故发生后，国家安监总局迅速派员赶赴现场，指导事故救援，督导事故调查，研究防范措施。姜异康书记、郭树清省长、孙立成副省长、张务锋副省长先后作出批示，要求全力抢救受伤人员，认真做好善后工作；彻查事故原因，深刻吸取教训，全面强化安全生产工作。省安监局立即安排分管领导和有关人员赶赴现场，指导事故现场应急处置、救援和调查工作。烟台市委、市政府及开发区工委、管委立即启动事故应急处置预案，积极救治伤员，妥善做好善后工作。

依据《安全生产法》、《生产安全事故报告和调查处理条例》、《山东省生产安全事故报告和调查处理办法》等法规和

文件规定，烟台市政府成立了由市安监局、监察局、公安局、总工会、质监局、开发区管委等部门、单位参加的万华化学集团股份有限公司烟台工业园“9.20”较大爆炸事故调查组（以下简称事故调查组），同时邀请市检察院派员参加，并聘请了6名省市化工行业专家组成专家组，开展事故调查工作。

事故调查组按照“科学严谨、依法依规、实事求是、注重实效”和“四不放过”的原则，通过现场勘查、调查取证、技术检测、科学实验和综合分析等，查明了事故发生经过、事故原因、应急处置、人员伤亡和直接经济损失等情况，认定了事故性质和责任，提出了对有关责任人及责任单位的处理建议，针对事故暴露出的突出问题，提出了事故防范措施建议。现将有关情况报告如下：

一、基本情况

（一）万华化学集团股份有限公司基本情况

万华化学集团股份有限公司前身为烟台合成革总厂MDI分厂，1998年12月20日改制成立，2001年上市，注册资本21.62亿元，其中，万华实业集团有限公司控股50.5%，其他社会公众股份占49.5%。注册地址山东省烟台市经济技术开发区天山路17号，法人代表、董事长丁建生，总裁廖增太。公司主要从事异氰酸酯、多元醇等聚氨酯系列产品、水性涂料等功能性材料、特种化学品的研发、生产和销售。2005年首次取得安全生产许可证，2015年9月延期换证，安全生产许可证编号(鲁)WH安许证字〔2015〕

060089 号,有效期至 2018 年 9 月 29 日。

(二) 万华化学集团股份有限公司烟台工业园基本情况

万华化学集团股份有限公司烟台工业园(以下简称为“烟台工业园”)位于烟台经济技术开发区,规划总占地面积 10.6 平方公里,规划投资 700 亿元。一期开发 5.3 平方公里,总投资 300 亿元,主要包括万华老厂搬迁异氰酸酯(MDI)一体化项目、环氧丙烷及丙烯酸酯一体化项目。

万华老厂搬迁异氰酸酯(MDI)一体化项目于 2009 年取得国家发展和改革委员会项目核准批复《关于烟台万华聚氨酯股份有限公司老厂搬迁异氰酸酯一体化项目核准的批复》(发改产业〔2009〕3057 号)。2009 年 1 月取得山东省环境保护局《老厂搬迁一体化项目环境影响报告书的批复》(鲁环审〔2009〕174 号)。2012 年 2 月取得山东省安监局《危险化学品建设项目安全许可意见书》(鲁安监危化项目审字〔2012〕15 号),分别于 2013 年 1 月、2014 年 2 月取得山东省安监局对各装置的安全设施设计《危险化学品建设项目安全许可意见书》(鲁安监危化项目审字〔2013〕10 号、鲁安监危化项目审字〔2014〕28 号),并于 2014 年 7 月 18 日取得山东省安监局试生产备案意见(鲁危化备字〔2014〕32 号),试生产日期截止到 2015 年 7 月 29 日。2015 年 7 月 25 日至 26 日,依据新《安全生产法》的规定,万华化学集团股份有限公司组织了老厂搬迁异氰酸酯一体化项目安全设施竣工验收。

(三) 事故装置及设备情况

1. 事故装置情况：发生事故的装置属于万华老厂搬迁异氰酸酯（以下简称 MDI）一体化项目 MDI 装置中光化工序的光气化反应装置。MDI 生产装置位于万化烟台工业园的东北部，主要工序包括缩合、光化及分离工序。其中，光化工序生产工艺包括光气合成、光气化反应、尾气分解、氯苯精制和粗 MDI 提纯等单元。

光气化反应生产工艺为光气与二氨基二苯基甲烷（俗称多胺，以下简称 DAM）在溶剂氯苯中反应，生成粗 M 反应液和氯化氢。粗 M 反应液经脱光气塔、浓缩塔、氯苯脱除塔、氮气汽提塔等精制处理后得到粗 M，粗 M 经缓冲罐送分离工序。本次事故发生在粗 M 提纯单元的粗 M 缓冲罐，罐内物料为精制处理后的粗 M。

2. 发生事故的粗 M 缓冲罐基本情况

粗 M 缓冲罐为卧式储罐，尺寸 $\phi 2000 \times 3200/4288$ ，容积 12.1m^3 ，材质为 S30408 不锈钢，封头和筒体公称厚度均为 10mm，罐壁采用 0.8 MPa 蒸汽伴热管伴热，设计温度 230°C ，工作温度 200°C ，设计压力 -0.1/0.2MPa，工作压力 -0.063 MPa。该罐由华陆工程科技有限责任公司设计，烟台万华木村化工机械有限公司制造，中石化南京工程有限公司安装，陕西诚信建设监理有限责任公司监理。

3. 涉事阀门的基本情况

DAM 进料手动球阀为夹套球阀，系德国派润特殊阀门有限公司设计，2012 年派润特殊阀门有限公司德国 Nidderau 工厂制造，公称直径 DN100，压力等级 5MPa。该阀门于 2014

年7月投入使用，仅在MDI装置光化工序开、停车过程中操作，使用频度较低。

经查，目前我国尚无夹套球阀国家标准，德国派润特殊阀门有限公司依据美国标准API Spec 6D进行设计、制造，美标API Spec 6D对阀门定位装置没有具体形式要求。阀门到货后，万华化学集团有限公司按制度规定对阀门数量、材质、外观、尺寸、规格等进行检验，调查未发现阀门采购、检验、安装、验收环节存在问题。

事故后，该阀门设计制造厂家德国派润特殊阀门有限公司确认该阀门限位板、阀杆等设计及配置是不正确的，承诺将在以后同样应用工况中不会采用定位片设计（限位板），并决定将现有装置上错误的手柄配置更改为自身带限位功能的延长阀杆及直柄。

二、事故发生经过和应急处置情况

（一）事故发生经过

1.根据大修停车计划，2016年9月19日20时光化工序开始降负荷，光气和DAM流量从开始的38t/h同步逐渐降低，19日23时56分光气合成停止，光化工序不再进入光气。0时42分DCS操作人员张振辉电话通知缩合工序DCS操作人员刘文瑶停止DAM供料，随后关闭了DAM管线流量调节阀（没有按操作规程规定关闭DAM管线上的远程开关阀）。缩合工序刘文瑶接到通知后，将DAM输送泵电机降频至12%，转换至自循环模式。张振辉于0时46分38秒对讲机通知现场操作工安志翔关闭DAM管线手动切断阀，并于0时46分41秒通过对讲机进行了确认。

2. 9月20日0时47分, DCS操作人员张振辉对讲机通知现场操作工安志翔开始洗涤2#动态DAM管线, 安志翔根据操作规程打开氯苯洗涤管线上的相关手动阀门, 张振辉打开DAM管线流量调节阀开始进行洗涤。1时28分, 张振辉对讲机通知现场操作工安志翔关闭氯苯洗涤管线上的相关手动阀门, 并通过对讲机与现场人员进行确认; 同时, 通过DCS系统关闭了DAM管线流量调节阀, 2#动态DAM管线洗涤结束。

3. 3时左右, 张振辉通知现场操作工王希桐启动氯苯泵, 开始系统赶光气, 至7时左右, 赶光气完毕。

4. 12时20分, DCS操作人员李娟发现粗M缓冲罐输送泵出口流量低, 随即通知现场操作工邵明启动备用粗M输送泵运转, 但出口流量仍不足; 当班班长张士阔等现场人员分析认为可能是过滤器堵塞, 并安排对过滤器进行清理。12时37分, DCS操作人员李娟启动粗M缓冲罐前道工序的氯苯脱除塔自循环, 系统不再向粗M缓冲罐送液; 现场操作人员邵明停止粗M缓冲罐输送泵运转, 邵明、范开力等人开始清理过滤器。清理过程中发现堵塞物与以往不同, 于13时20分取粗M缓冲罐堵塞物送装置工艺优化中心检测, 至事故发生时尚未出具检测报告。14时, 乙班人员高新春、孙栋、柳春鹏也参与过滤器清理。

5. 17时左右, 清理粗M缓冲罐入口管线过程中发现有气体冒出, 现场人员怀疑可能是化学反应产生的气体, 遂将粗M缓冲罐侧面排液阀打开, 并停止了伴热蒸汽, 但排

液阀中没有液体放出。针对这种情况，工序主管张晓玉等组织现场人员全部集中到装置西侧道路上商讨处置方案。17 时 20 分左右，粗 M 缓冲罐有气体泄出的声音，光化工序主管张晓玉等部分人员立即返回现场查看情况；17 时 22 分粗 M 缓冲罐发生爆炸，事故发生。

（二）应急处置情况

事故发生后，万华化学集团股份有限公司装置人员立即展开现场应急处置，并向工业园区医疗中心、调度中心、消防队、安保等报警。工业园调度中心立即按规定启动应急预案，公司副总裁刘博学、陈毅峰、烟台工业园生产总监白海涛以及专职消防队等各相关应急人员相继赶到现场，全力展开救援。对现场进行多次认真排查，确认现场受伤人员为 8 人，全部送往医院，其中 4 人经抢救无效先后死亡。环境监测组对装置周边进行持续监测，事故未对周边环境产生污染。18 时左右，陈毅峰副总裁向烟台市安监局进行了电话报告。

接到事故报告后，烟台市长张永霞同志、常务副市长于爱军同志，烟台市委常委、开发区工委书记、管委主任王曰义同志等领导以及市、区两级安监、公安、卫生、环保等各相关部门负责人等均立即赶到事故现场，协调指挥应急处置、现场监测、人员救治和善后处理工作。

（三）伤员救治和善后处理工作情况

到 9 月 30 日，4 名死者的善后处理工作已全部结束。4 名受伤人员得到全力救治，仍在接受治疗、逐步康复。

三、事故人员伤亡和经济损失及对周边影响

（一）事故造成的人员伤亡和直接经济损失

本次事故造成 4 人死亡，4 人受伤；直接经济损失 573.62 万元。

（二）事故对周边的破坏情况

从事故现场看，无危险化学品液体和气体泄漏，未发生火灾，企业环境监测组和市区两级环保部门对事故周边区域进行了环境检测，未检出污染物，事故未造成次生灾害。

四、事故原因和性质

（一）事故直接原因

DAM 管线进料手动球阀限位板损坏导致阀门未关严，且仪表操作人员没有按操作规程将 DAM 管线远程开关阀关闭，造成 DAM 误入反应系统，与系统中粗 M 反应生成缩聚脲和缩二脲。缩聚脲和缩二脲进入粗 M 缓冲罐，在高温（200℃）下催化粗 M 自聚反应，生成碳化二亚胺（CDI）和二氧化碳（CO₂）。粗 M 自聚产生的高粘度聚合物以及脲类物质将粗 M 缓冲罐出料口、进料口、两根压力平衡管堵塞。随着聚合反应的持续发生，粗 M 缓冲罐内 CO₂ 量不断增多，压力逐渐升高，最终超压爆炸。

其中，DAM 管线进料手动球阀存在设计及配置缺陷、限位板损坏，致使 DAM 误入系统，是导致事故发生的主要原因。该阀门为德国派润（PERRIN）特殊阀门有限公司生产，从投入使用至今开关次数不超过 10 次。当时尽管现场操作人员已按指令关闭阀门，但实际上该阀门球体未处于完全关闭状态；事故后现场勘察发现该阀门的限位板已损坏，调查

确认该阀门限位板、阀杆的设计及配置是不正确的，是造成限位板损坏的主要原因，日常使用和维护保养没有明显失误。

（二）事故间接原因

1.工艺管理不到位。操作规程中规定停车时应关闭远程切断阀，但实际操作中将远程切断阀作为紧急切断阀使用，停车操作时仅关闭流量调节阀和现场手动切断阀；当班班长、工序主管、工艺工程师、装置经理等各级管理人员均未纠正仪表操作工未按操作规程关闭远程切断阀的行为。

2.生产异常情况处置不得当。操作人员及生产管理人员均未能及时发现系统温度、液位、流量等参数异常；在对粗 M 缓冲罐异常情况处置过程中，现场人员发现本次异常与以往不同，未意识到可能存在的风险，未及时向有关部门报告，未停止作业、撤离人员。

3.不了解脲类物质对 MDI 缩聚的催化机理。本次事故之前，事故单位未对脲类物质对 MDI 缩聚的催化机理进行过科学研究，各级人员均不知道相关反应机理，无法预见 DAM 误入系统导致脲类催化 MDI 自聚反应引发的严重后果。

企业相关人员无法预见脲类催化 MDI 自聚反应可能引发的严重后果，是造成事故的另一主要原因。事故罐中的粗 M 不燃不爆无毒，能发生少量自聚，自聚是非常轻微的。本次事故之前，关于脲类物质对 MDI 缩聚的催化机理，国内外资料文献均未见有关报道，国内外也无类似事故。本次事故后，事故调查组委托国家聚氨酯技术研究中心对粗 M 自聚反应机理进行了深入反复的科学实验，实验证明 DAM 与

MDI 反应生成缩聚脲类物质，脲类物质和 MDI 反应生成缩二脲类物质，脲基对 MDI 缩聚具有催化作用，温度越高催化作用越明显。

（三）事故性质

经调查认定：万华化学集团股份有限公司“9.20”爆炸事故是一起较大生产安全责任事故。

五、责任认定及处理建议

（一）免予责任追究的人员

1.张晓玉，万华化学集团股份有限公司烟台工业园光化工序主管，组织员工进行异常情况处置过程中，未能预见事故风险，采取措施不当，对事故发生并造成严重后果负有直接领导责任，鉴于其在事故中死亡，免予责任追究。

（二）建议给予相应责任追究的人员

2.张振辉，光化工序丁班仪表操作工，进行 DAM 停止供料操作时，未按规定关闭 DAM 进料管线上的远程切断阀；未及时发现并报告反应器温度、氯苯流量等参数异常，对事故发生负有直接责任，建议企业解除其劳动合同，予以开除。

3.刘国良，光化工序丁班班长，未及时发现并纠正仪表操作工违规操作行为，未及时发现并分析系统参数异常等情况，对事故发生负有直接领导责任，建议企业给予其留厂察看处分。

4.赵渝洋，光化工序工艺工程师，协助工序主管管理工艺操作，在班期间未及时纠正仪表操作工违规操作行为，也未及时发现系统中参数异常的情况；对系统赶光气过程中，

尾气分解系统温度没有明显上升、怀疑系统光气不多的情况，没有及时进行深入分析，对工序工艺管理不到位，对事故发生负有重要责任，建议企业给予其降级处分。

5.张士阔，光化工序甲班班长，在组织过滤器堵塞情况处置过程中，未及时报告异常情况与以往不同的现象，未能预见到异常情况可能存在的风险，组织处置措施不当。建议企业给予其记过处分。

6.高新春，光化工序乙班班长，20日14时30分左右上班，在参与过滤器堵塞情况处置过程中，未及时报告异常情况与以往不同的现象，未能预见到异常情况可能存在的风险，组织处置措施不当。建议企业给予其记过处分。

7.曹鹏尚，中共党员，MDI装置经理，负责MDI装置全面工作，事发当天工业园的带班领导，对本装置仪表操作工违规进行停止供料操作的问题失察；本次事故中，作为带班领导，未及时发现系统出现的异常情况并组织人员深入分析异常原因，对事故发生负有直接领导责任。建议给予其党内严重警告、撤职处分。

8.白海涛，中共党员，烟台工业园生产总监兼生产管理部经理，协助生产副指挥统筹管理工业园生产运营工作，对工艺纪律不落实、生产系统异常处置不得当等行为负有主要领导责任。建议企业给予其降级处分。

9.陈毅峰，中共党员，万华化学集团股份有限公司副总裁兼烟台工业园指挥部副指挥，分管万华化学集团股份有限公司及烟台工业园安全生产工作，分管公司生产运营管理中

心和 HSE 部，对事故发生负有重要领导责任。建议企业给予其记过处分。

10.刘博学，中共党员，万华化学集团股份有限公司副总裁兼烟台工业园指挥部指挥，主持烟台工业园全面工作，对事故发生负有重要领导责任。建议企业给予其警告处分。

（三）行政处罚建议：

1.按照《安全生产法》第九十二条之规定，建议由烟台市安监局对万华化学集团股份有限公司总裁廖增太处上一年收入 40%的罚款。

2.依据《安全生产法》第一百零九条之规定，建议由烟台市安全生产监督管理局对万华化学集团股份有限公司处以 80 万元罚款。

3. 德国派润特殊阀门有限公司设计制造的 DAM 进料手动球阀设计及配置是不正确的，是事故发生的主要原因之一，建议由万华化学集团股份有限公司通过司法途径追诉民事赔偿。

六、事故防范措施建议

（一）责令停产整顿，全面排查整治隐患。事故发生后，已经暂扣万华化学集团股份有限公司安全生产许可证，责令企业 MDI 生产系统全线停产整顿，全面深入开展安全隐患排查整治工作，每道工序、逐台设备进行排查，确保排查率 100%，隐患整改率 100%。排查整治后，经有关监管部门验收合格方可恢复生产。

（二）严格工艺纪律管理。进一步细化各工艺操作规程，

要细化停车（退料）操作上下游工序的相互衔接，明确操作步骤、时间、流量、液位、温度、压力等工艺控制指标并严格落实确认制度；编制开停车方案、标准操作程序（SOP）时，应进一步细化操作步骤，严禁违反或简化操作。操作人员应严格执行操作规程，对重要和风险高的操作要实行确认制；加强工艺纪律检查，及时发现并严肃处理违反操作规程的行为。

（三）加强异常情况和开停车作业管理。进一步修订生产异常应急处置操作法，慎重对待生产过程中的异常情况，当工艺参数出现偏离时必须及时分析原因并采取措施，保证工艺参数不超出安全限值；设备、设施等发生异常情况应及时采取有效措施，并及时按程序报告有关管理人员，协调有关岗位及时处理。同时，要严格开停车作业管理，要严格按照相关要求开展开停车危险与可操作性分析，强化风险排查和管控，及时消除各类隐患。根据风险分析的结果，明确相应的预防和控制措施，制订详细开停车（退料）方案，开停车方案应经万华工业园分管工艺、技术部门和领导审批。制定开停车异常情况处置报告制度，进一步加强对异常情况辨识、报告、分析、研判、处置管理。对特殊异常情况，特别是以往未发生过的异常情况在进行认真分析研判的同时，必须及时逐级上报直至公司分管领导。

（四）加强阀门等安全部件的全程管理，提高生产工艺、设备本质安全水平。从选择供应商、采购、验收入库、安装、使用、日常维护保养等全过程，加强阀门等部件的安全管理，

确保完好有效；使用中，对于一条管线的多个阀门要明确开关顺序，建立实行重要阀门开关确认制度，确保规范操作。进一步提高生产工艺自动化控制水平，减少生产过程中的人为操作，特别是提高停车（退料）过程联锁控制水平，减少人为操作失误；建议在氯苯清洗管线设置独立流量计。

（五）进一步加强 MDI 生产的反应机理研究。万华化学集团股份有限公司要进一步组织专业技术人员加强对生产过程中各反应机理的研究，尤其是针对 MDI 自身缩聚反应的特性，研究造成 MDI 自身缩聚反应的各种反应条件，以及对缩聚反应可能具有催化作用的物质和物质产生来源，将有关研究结果纳入生产技术文件中，进一步优化工艺参数和操作规程，采取可靠措施确保工艺安全。

（六）举一反三，全面加强危险化学品行业安全生产工作。市区两级政府（管委）及相关部门要切实吸取教训，举一反三，在全市范围内，采取切实有效措施加强安全生产工作，尤其是强化化工企业开停车管理。同时，按要求加快推进风险管理体系和隐患排查体系“两个体系”建设，督导企业全面深入开展风险管控和隐患排查工作，切实提高风险防范能力，减少或杜绝事故发生。

烟台市政府万华化学集团股份有限公司
烟台工业园“9.20”较大爆炸事故调查组