论文题目：氮肥生产企业的安全评价与管理

专　　业：安全工程

摘要

装置规模的大型化，生产过程的连续化已经成为化工生产的发展方向，在这个大环境下，安全生产及重大事故后果预测显得举足轻重。近年，我国氮肥生产量逐年上升，但生产中存在着很大的危险性。为了减少事故对人类造成的危害，提高该行业生产的安全系数，本文从西北化工研究院氮肥厂出发，对该行业的安全现状进行了评价与分析。

在氮肥厂的整个生产场所中存在着大量的易燃、易爆、毒性化学品。合成氨中，火灾爆炸是潜在的主要危险。本文将该氮肥生产厂划分为三个大的单元：外部周边环境单元、安全管理单元和工艺流程单元，而工艺流程单元又划分为造气单元、变换单元、合成单元、氨站和气柜五个小单元。运用安全检查表对外部周边环境单元和安全管理单元进行定性评价，由于工艺流程单元存在易燃、易爆及有毒的危险特性，所以运用 ICI 蒙德法进行定量分析。评价结果表明企业设施与周边建筑物及设施安全生产管理均能够满足安全要求。而工艺流程中，造气单元合成单元均存在着很大的潜在危险，在氨站单元、造气单元、合成单元中主毒性指标都很高，此外，物质一旦泄露，爆炸危险性很大。

文章就以上潜在危险提出了相关的对策和建议，包括：对安全阀、压力表、报警器等进行法定检测；制定和更新安全设施及特种设备管理制度；完善与维护现有的安全生产条件；对主要装置设施进行保养；相对的加大安全投入等。

关 键 字：氮肥厂，液氨，安全评价，蒙德法

论文类型：应用研究

Subject: The Safety Evaluation and Management of Nitrogen Fertilizer Production Enterprises

Specialty : Safety Engineering

Abstract

In recent years, the enlargement of device-scale and the continuity of manufacturing process have become the development orientation of chemical industries; therefore the safety and the consequences prediction of major accidents are more and more important. Further more, the nitrogen fertilizer production in our country has been increasing year by year, so there is a considerable risk in the production process. In order to reduce the harm caused by accidents, the article took the fertilizer plant of the Northwest Chemical as an example, evaluated and analyzed the safety situation of the chemical industry.

There are a lot of inflammable, explosive, toxic chemicals in the whole production sites of nitrogen fertilizer plant. Fire and explosion is the main risk in the system during synthetic ammonia. This paper divides the nitrogen fertilizer plant into three major units: the external surrounding environment, safety management and production process, while the production process also could be divided into five small cells, such as gas, transform, synthesis, ammonia and gas station counters. The paper use safety checklist to qualitative evaluate about the external surrounding environment unit and the safety management unit. Flammable, explosive and toxic hazard characteristics exist in production process unit, so ICI Mond method is applied to this unit for quantitative analysis. Evaluation results show that the corporate facility and surrounding buildings and safety management are to meet safety requirements. During production process, there is a big potential danger in the gas unit and synthesis cell. The main toxic target is high in ammonia unit, gas cell and synthesis cell. In addition, if those materials

leaked, explosion would take place.

As for this, The paper proposes some countermeasures and suggestions. On the one hand, update and improve safety installation and major equipment facilities, for example, to carry out statutory testing values, pressure gauges and alarms. On the other hand, to relatively increase safety input.

Keywords: fertilizer plan, Liquid ammonia, Safety Evaluation, MOND method

Thesis: Experimental Research

目录

1 绪论.....1
1.1 我国氮肥工业概述.....1
1.1.1 我国氮肥工业的发展.....1
1.1.2 我国氮肥工业的安全现状.....1
1.2 安全评价发展现状.....3
1.2.1 国外安全评价的发展状况.....3
1.2.2 国内安全评价的发展状况.....5
1.3 研究思路.....6
2 安全评价方法.....7
2.1 安全检查表.....7
2.2 危险性预先分析.....7
2.3 事件树分析法.....8
2.4 事故树分析评价法.....8
2.5 道化学火灾、爆炸危险指数评价法（DOW 方法）.....8
2.6 ICI 蒙德法.....9
3 西北化工研究院氮肥厂概况.....16
3.1 企业概况.....16
3.1.1 企业基本情况.....16
3.1.2 企业周边环境及企业内部平面布置.....17
3.1.3 自然条件.....17
3.1.4 原辅材料及产品.....18
3.2 工艺流程.....18
3.2.1 造气工艺.....20
3.2.2 脱硫工艺.....20
3.2.3 变换工艺.....20
3.2.4 变脱工艺.....20
3.2.5 碳化工艺.....21
3.2.6 精炼工艺.....21
3.2.7 合成工艺.....21
3.3 主要设备.....21

3.4 企业生产安全状况.....24
3.4.1 消防现状.....24
3.4.2 安全管理现状.....25
4 氮肥生产企业的安全评价.....26
4.1 危险、危害因素的辨识.....26
4.1.1 危险、危害因素辨识的依据.....26
4.1.2 危险化学品辨识.....26
4.1.3 工艺过程的危险性分析.....34
4.1.4 生产过程中危险性分析.....35
4.1.5 重大危险源辨识结果.....35
4.2 安全评价单元划分.....36
4.2.1 评价单元划分原则.....36
4.2.2 评价单元的确定.....37
4.3 采用的安全评价方法介绍.....37
4.3.1 采用安全评价方法.....37
4.3.2 选用安全评价方法的依据.....37
4.4 定性定量分析.....38
4.4.1 单元定性评价结论.....38
4.4.2 定量分析.....38
4.5 生产企业的安全条件分析和安全生产条件分析.....49
4.5.1 生产企业安全条件分析.....49
4.5.2 安全生产条件分析.....50
4.6 安全对策与建议.....51
5 结论.....53
致谢.....54
参考文献.....55
附录.....57

1 绪论

1.1 我国氮肥工业概述

1.1.1 我国氮肥工业的发展

我国的氮肥工业发展较晚，到1935年才先后在大连和南京建成两座氮肥厂生产硫酸铵。1949年前，全国累计生产的氮肥量为60万吨(N)。1953年我国年产氮肥以养分计算为5万吨，超过历史上1941年最高年产量4.8万吨。至1965年，全国氮肥产量已达103.7万吨(N)比1953年增长近10倍。以后，经过1969～1978年10年大、中、小型化肥厂并举的大发展时期，全国新建了1000余座小氮肥厂和10余座年产30万吨合成氨的大氮肥厂。至1983年，全国氮肥产量猛增至1109.4万吨(N)，成为仅次于前苏联的世界上第二位氮肥生产国。1991年全国氮肥产量达到1510.0万吨，跃居世界第一位。2005年我国共生产合成氨4629.85万吨，生产氮肥3200.7万吨(折纯氮)。2006年全国农用氮磷钾化肥（折纯）产量为5,592.79万吨，比2005年同比增长8.0%；2007年1月到11月全国农用氮磷钾化肥（折纯）产量为5,248.58万吨，比2006年同期相比增长13.1％。2008年我国新增氮肥，生产能力200万吨，磷肥生产能力180万吨。2009年8月份中国氮肥总产量为410.54万吨，比2008年同期增长了14.08%。

1.1.2 我国氮肥工业的安全现状

目前全国氮肥生产企业产品除合成氨外，还有碳酸氢铵、尿素及其他副产品。生产工艺基本上是：煤造气，湿法脱硫(干法精脱硫)，中串低变换(或全低变)：氨水碳化或各种脱碳，不断大型化的压缩机，铜氨液精练(或双甲化)和合成。就其工艺来说，既有高温高压过程（最高压力达到 30MPa，最高温度可达 400~500 ℃），又存在低压深冷过程（低压可达-0.05MPa，低温可达到-20℃

左右），生产过程升压减压频繁、易腐蚀易堵塞易泄露。同时整个过程存在的危险、有害物质包括半水煤气及其中的氢、一氧化碳、合成氨等，这些物质大部分具有易燃易爆、有毒性的特点。特别是煤气，其爆炸下限低、点火能小且具有较大毒性。一旦泄露，与空气混合处于爆炸极限范围内，遇到明火（锅炉明火、违章动火等）、高温（设备高温表面）或火花（如静电火花、电器火花、打击火花等），会立即发生空间闪爆，其爆炸力强、限度大，足可酿成厂毁人亡的特大恶性事故。另外，近几年来，许多国有企业进行改制，有的企业实行股份制，规模小一点的企业被个人承包或转入民营企业。加之企业经济效益不好，安全投入不足，安全管理相对削弱，事故隐患较多。

1993 年 8 月 22 日，在某化肥厂合成车间，在 105-D 升温过程中，由于岗位员工将入 102-B 的合成气阀误关，造成 102-B 超温爆管着火。1994 年，也是在某化肥厂合成车间，107-D 内还有人干活，就把夹套水送上了,险些造成人身伤害。2001 年 12 月 13 日，在某化肥合成车间，锅炉给水泵（104JA）驱动汽轮机(104JAT)因调速器杠杆销子断而跳车，泵出口单向阀不复位，液体倒流，造成泵反转，使汽轮机径向轴烧毁。由于 104JA 反转，104J 虽然运转也无法保证汽包（101F）液位，装置被迫紧急停车。在恢复开车时，发现原料气压缩机高压缸（102JHP）憋压，立即对 102JHP 抢修。解体检查发现 102JHP 末级流道侧板凸台从侧板上整体脱落，侧板失去定位支持，堵塞流道。2008 年的辅助灭火事故，由于操作不当，总控岗位员工在 DCS 调整 PRC-29 阀门时，误将 PRC29 从 31%关到 3%，辅锅火咀红外监测器 BE-341～345 监测到灭火，电磁阀 XV-341～345 关死，将燃料气彻底切除。2002 年 7 月 8 日 2 时 09 分，聊城市莘县化肥有限责任公司发生液氨泄漏事故（“7•8”液氨泄漏事故）。这起事故共泄漏液氨约 20.1 吨，造成死亡 13 人，重度中毒 24 人，直接经济损失约 72.62 万元。重庆市江北区猫儿石天原化工总厂一车间 4 月 16 日凌晨零时 35 分左右，由于冷凝管破裂，盐水流入装有 13 吨液体氯气的气罐内，使其产生化学反应，从而发生爆炸，并导致氯气泄漏。4 月 16 日下午 5 时 57 分，泄漏的氯气再次发生爆炸，黄绿色的氯气冲天而起，使方圆数平方公里内陆续返回的数万名市民的生命安全再次受到威胁。9 人在此次事故中死亡失踪，3 人受伤，等等。氮肥工业中存在的诸多安全隐患，如果不给予管理上的重视，及时通过分析采取措施进行治理，必将

导致严重的事故，从而造成财产的损失和人员的伤亡和伤害。为了贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”

的安全生产基本方针，本文运用安全评价法重点对西北化工研究院氮肥厂生产过程中各单元的火灾、爆炸、毒性事故易发生性进行评价，提出科学、合理、可行的安全对策措施建议。从西北化工研究院氮肥厂出发，从而对国内外该行业所存在的安全现状进行简单的分析，提出相应的安全管理及防护措施，以满足安全生产要求。

1.2 安全评价发展现状

1.2.1 国外安全评价的发展状况

安全评价技术最初出现于20世纪30年代，是随着保险业的发展而产生的。保险因为要为顾客承担风险而要收取费用，费用的大小是根据所承担风险的大小所决定的。所以就必须要衡量风险的大小，这个过程就是当时美国保险协会所从事的风险评价。

第二次世界大战后，随着工业过程日趋大型化和复杂化，尤其是化学工业的发展，生产中的火灾、爆炸、毒气扩散等重大恶性事故不断发生，事故预防、安全管理受到广泛的重视。随着系统安全理论的发展和应用，安全评价技术在20世纪60年代得到了很大的发展，首先使用于美国军事工业，1962年4月美国公布了第一个有关系统安全的说明书“空军弹道导弹系统安全工程”，以此作为对民兵式导弹计划有关的承包商提出了系统安全的要求，这是系统安全理论的首次实际应用。我国于1990年10月由国防科学技术工业委员会批准发布了类似美国军用标准MIL-STD-822B的军用标准《系统安全性通用大纲》（GJB900-90）。MIL-STD-822系统安全标准从一开始实施，对世界安全和防火领域产生了巨大影响，迅速为日本、英国和欧洲其他国家引进使用。此后，系统安全工程方法陆续推广到航空、航天、核工业、石油、化工等领域，并不断发展、完善，成为现代系统安全工程的一种新的理论、方法体系，在当今安全科学中占有非常重要的地位。

系统安全工程的发展和应用，为预测、预防事故的系统安全评价奠定了可靠的基础。安全评价的现实作用又促使许多国家政府、生产经营单位集团加强对安全评价的研究，开发自己的评价方法，对系统进行事先、事后的评价，分析、预测系统的安全可靠性，努力避免不必要的损失。

1964年美国道（DOW）化学公司根据化工生产的特点，首先开发出“火灾、爆炸危险指数评价法”

，用于对化工装置进行安全评价，1993 年发行的第七版以单元重要危险物质在标准状态下的火灾、爆炸或释放出危险性潜在能量大小为基础，同时考虑工艺过程的危险性，计算单元火灾爆炸指数（F&EI），确定危险等级，并提出安全对策措施，使危险降低到人们可以接受的程度。1974 年英国帝国化学公司（ICI）蒙德（Mond）部在道化学公司评价方法的基础上引进了毒性概念，并发展了某些补偿系数，提出了“蒙德火灾、爆炸、毒性指标评价法”。1974 年美国原子能委员会在没有核电站事故先例的情况下，应用系统安全工程分析方法，提出了著名的《核电站风险报告》（WASH-1400），并被以后发生的核电站事故所证实。1976 年日本劳动省颁布了“化工厂安全评价六阶段法”，该法采用了一整套系统安全工程的综合分析和评价方法，使化工厂的安全性在规划、设计阶段就能得到充分的保证，并陆续开发了匹田法等评价方法。由于安全评价技术的发展，安全评价已在现代生产经营单位管理中占有优先的地位。

由于安全评价在减少事故，特别是重大恶性事故方面取得的巨大效益，许多国家政府和生产经营单位愿意投入巨额资金进行安全评价，美国原子能委员会 1974 年发表的《核电站风险报告》就用了 70 人每年的工作量，耗资 300 万美元，相当于建造一座 1000 兆瓦核电站投资的百分之一。据统计美国各公司共雇佣了 3000 名左右的风险专业评价和管理人员，美国、加拿大等国就有 50 余家专门进行安全评价的“安全评价咨询公司”，且业务繁忙。当前，大多数工业发达国家已将安全评价作为工厂设计和选址、系统设计、工艺过程、事故预防措施及制订应急计划的重要依据。近年来，为了适应安全评价的需要，世界各国开发了包括危险辩识、事故后果模型、事故频率分析、综合危险定量分析等内容的商用化安全评价计算机软件包，随着信息处理技术和事故预防技术的进步，新的实用安全评价软件不断地进入市场。计算机安全评价软件包可以帮助人们找出导致事故发生的主要原因，认识潜在事故的严重程度，并确定降低危险的方法。

另一方面，70 年代以后世界范围内发生了许多震惊世界的火灾、爆炸、有毒物质的泄故。

恶性事故造成的人员严重伤亡和巨大的财产损失，促使各国政府、议会立法或颁布规定，规定工程项目、技术开发项目都必须进行安全评价，并对安全设计提出明确的要求。日本《劳动安全卫生法》规定由劳动基准监督署对建设项目实行事先审查和许可证制度；美国对重要工程项目的竣工、投产都要求进行安全评价；英国政府规定，凡未进行安全评价的新建生产经营单位不准开工；欧共体 1982 年颁布《关于工业活动中重大危险源的指令》，欧共体成员国陆续制定了相应的法律；国际劳工组织（ILO）也先后公布了 1988 年的《重大事故控制指南》、1990 年的《重大工业事故预防实用规程》和 1992 年的《工作中安全使用化学品实用规程》，对安全评价提出了要求。2002 年欧盟未来化学品白皮书中，明确危险化学品的登记及风险评价，作为政府的强制性的指令。

1.2.2 国内安全评价的发展状况

20 世纪 80 年代初期，安全系统工程引入我国，受到许多大中型生产经营单位和行业管理部门的高度重视。1981 年，我国原劳动人事部首次组织有关的科研机构和大专院校的研究人员，开展了安全评价的研究工作。通过吸收、消化国外安全检查表和安全分析方法，机械、冶金、化工、航空、航天等行业的有关生产经营单位开始应用安全分析评价方法，如安全检查表（SCL）、事故树分析（MW）、故障类型及影响分析（FMFA）、事件树分析（ETA）、预先危险性分析（PHA）、危险与可操作性研究（HAZOP）、作业条件危险性评价（LEC）等，在许多生产经营单位将安全检查表和事故树分析法应用到生产班组和操作岗位。此外，一些石油、化工等易燃、易爆危险性较大的生产经营单位，应用道化学公司火灾、爆炸危险指数评价方法进行了安全评价，许多行业和地方政府有关部门制定了安全检查表和安全评价标准。

为推动和促进安全评价方法在我国生产经营单位安全管理中的实践和应用，1986 年原劳动人事部分别向有关科研单位下达了机械工厂危险程度分级、化工厂危险程度分级。 冶金工厂危险程度分级等科研项目。

1988 年国内一些较早实施建设项目“三同时”的省、市，根据原劳动部［1988］ 48 号文的有关规定，开始了建设项目安全领域评价实践。1991 年国家“八五”科技攻关课题中，将安全评价方法研究列为重点攻关项目，它将重大危险源评价分为固有危险性评价和现实危险性评价，这填补了我国跨行业重大

危险源评价方法的空白，采用了定量的计算方法，使我国工业安全评价方法的研究初步从定性评价进入定量评价阶段。安全领域评价工作在建设项目“三同时”

工作向纵深发展的过程中开展起来。1996 年 10 月原劳动部颁发了第 3 号令，规定六类建设项目必须进行劳动安全卫生预评价。我国加入世界贸易组织以后，我国制定的标准与国际标准趋向同一性，将对安全评价和安全中介组织的发展提出更新、更高的要求。

2002 年 6 月 29 日中华人民共和国第 70 号主席令颁布了《中华人民共和国安全生产法》，2002 年 1 月 9 日中华人民共和国国务院令第 344 号发布了《危险化学品管理条例》，这两条立法必将进一步推动安全评价工作向更广、更深的方向发展。

国务院机构改革后，国家安全生产监督管理局重申要继续做好建设项目安全预评价、安全验收评价、安全现状评价及专项安全评价。国家安全生产监督管理局陆续发布了《安全评价通则》及各类安全评价导则， 使得安全评价更加有章可依，从业人员素质大大提高，为新形势下的安全评价工作提供了技术和质量保证。

总的来说，我国安全评价工作开展较晚，无论是安全评价方法，还是安全评价基础数据，与一些工业化国家都还有很大差距。如我国还没有建立系统的风险标准，在欧洲、美国等普遍采用的量化的定量风险评价由于没有基础数据库还很少采用。我国目前的安全评价还停留在对生产过程的危险、有害因素的识别与分析，查找生产过程中的事故隐患，按照安全生产法律、法规和标准提出安全对策措施的阶段。

1.3 研究思路

根据该氮肥生产企业工艺流程的危险特点，按照安全评价步骤首先辨识该企业的危险、有害因素，然后为了评价方便将整个生产企业分为外部周边环境、安全生产管理和工艺流程三个单元，又将工艺流程单元划分为五个小单元：造气、变换、合成、氨站和气柜，将外部周边环境单元、安全生产管理单元均采用安全检查表法进行评价， 工艺流程单元采用 ICI 蒙德法进行评价，根据以上对易燃易爆的化学品安全评价的结果，综合分析安全条件和安全生产条件，提出安全对策和建议。

2 安全评价方法

安全评价方法有数十种，对所有的分析方法进行归类是比较困难的，这些分析方法之间既有联系又有区别。从定性和定量分析角度可以将其分为定性分析方法和定量分析方法。定性分析是指对引起系统事故的影响因素进行非量化的分析，即只进行可能性的分析或作出事故能否发生的感性判断。定性分析主要包括安全检查表、预先危险性分析、危险性可操作性研究分析、鱼刺图分析、作业危害分析等。定量分析方法是在定性分析的基础上，运用数学方法分析系统事故及影响因素之间的数量关系，对事故的危险性作出数量化的描述。定量分析主要包括事件树分析、事故树分析、系统可靠性分析等，当然，事件树分析和事故树分析既可用于定性分析，也可用于定量分析。

下面将几种常见的安全评价方法进行阐述。

2.1 安全检查表

安全检查表是依据有关标准、规范、法律条款和专家的经验，在对系统进行充分分析的基础上，将系统分为若干个单元或层次，列出所有的危险因素，确定检查项目，然后编制成表，按此表对已知的危险类别、设计缺陷以及与一般工艺设备、操作、管理有关的潜在危险性和有害性进行判别检查。安全检查表实际上就是一份实施安全检查和诊断的项目明细表，是安全检查结果的备忘录。这种用提问方式编成的检查表，很早就应用于安全工作中，它是安全系统工程中最基础、最初步的一种形式。

2.2 危险性预先分析

危险性预先分析是在某一项工程活动之前，进行危险性分析，它对系统存在的危险性类别，发生条件，事故结果等进行概略的分析，把这一工作称为危险性预先分析。其目的在于尽量防止采用不安全技术路线、使用危险性物质、工艺和设备。如果必须使用时，也可以从设计和工艺上考虑采取安全措施，使这些危险性不致发生成为事故，它的特点是把分析工作做在行动之前，避免由于考虑不周而造成的损失。当生产系统处于新开发阶段，对其他危险性还没有很深的认识，或者是采用新的操作方法，接触新的危险物质、工具和设备等时，使用危险性预先分析就非常合适。

2.3 事件树分析法

事件树演化于 1965 年前后发展起来的决策树。它是一种将系统内各元素按其状态进行分支，最后直至系统状态输出为止的水平放置的树状图。事件数分析最初用于可靠性分析，它是以元件可靠性表示系统分析方法之一，已被用于事故分析。应用事件树分析，可以定性的了解整个事故的动态变化过程，又可定量地得出各阶段的概率，最终了解事故各种状态的发生概率。

2.4 事故树分析评价法

事故树也称故障树，是一种描述事故因果关系的有方向的“树”,是安全系统工程中重要的分析方法之一。它能对各种系统的危险性进行识别评价，即适用于定性分析，又能进行定量分析。具有简明、形象化的特点，体现了以系统工程方法研究安全问题的系统性、准确性和预测性。事故树分析是对既定的生产系统或作业中可能出现的事故条件及可能导致的灾害后果，按工艺流程、先后次序和因果关系绘成程序方框图，表示导致灾害、伤害事故的各种因素之间的逻辑关系。它由输入符号或关系符号组成，用以分析系统的安全问题或系统的运行功能问题，并为判明灾害、伤害的发生途径及与灾害、伤害之间的关系，提供一种最形象、最简洁的表达形式。

2.5 道化学火灾、爆炸危险指数评价法（DOW 方法）

道化学火灾、爆炸危险指数评价法于 1964 年开发，它在以物质指数作为化工生产及其储运的系统安全工程评价方法基础上，历经多年，不断地进行了补

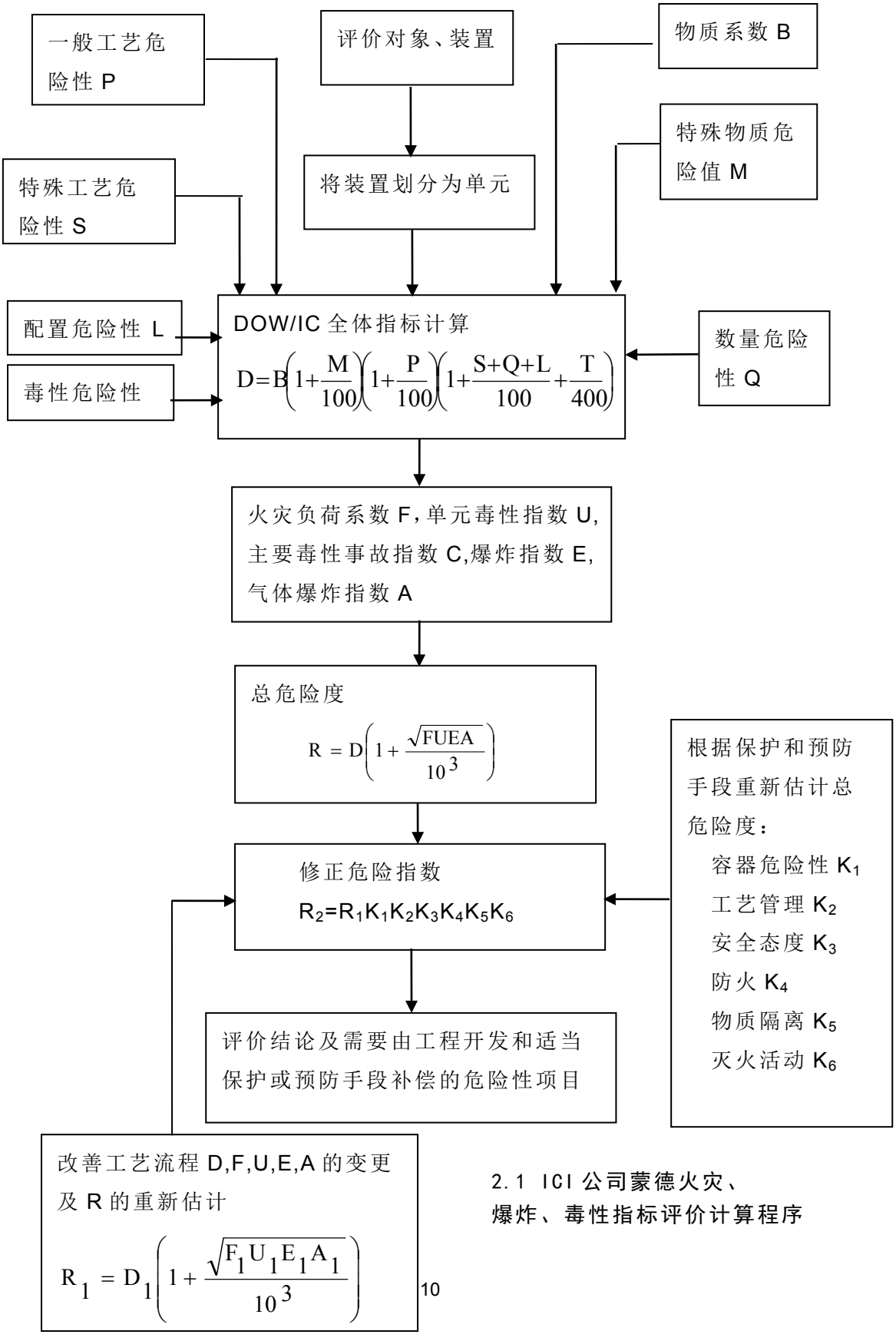
充、修改完善，是一种比较新、成熟、可靠的方法，并且由于其方法独特、有效、容易掌握，受到了世界各国的重视。DOW 方法是根据单元物质系数 MF、工艺条件（一般工艺危险系数 F_1 和特殊工艺危险 F_2

），通过一系列系数计算（单元火灾爆炸指数 F&EI、影响区域、破坏系数 DF 等）确定单元火灾爆炸危险程度（最大可能财产损失、采取安全措施后的最大可能财产损失、最大可能工作日损失和停产损失 BI 等），并与安全指标比较、判定事故损失能否被接受的评价方法。该方法主要用于评价生产、贮存、处理易燃易爆、化学活泼性物质的化工过程和其他有关工艺过程（如污水处理、公用工程、 整流、变压、锅炉、发电等设备和中试装置等）。

2.6 ICI 蒙德法

ICI 蒙德指数法（或评点法），是一种定量的安全评价方法，是在美国道化学（DOW）公司的火灾、爆炸指数法（Dow Fire & Explosion Index）的基础上引进了毒性的概念和计算，所考虑的问题更为全面。“蒙德火灾、爆炸、毒性指标评法”已在化工和石油化工很多生产性建设项目中得到了应用。

从理论上说，此法具有真正的安全标准且可对较广范围内的具有燃烧、爆炸、毒性的工程及贮存设备进行全面、有效、更接近实际的评价。MOND 法对评价单元先进行不改变任何安全措施的初期评价，再进行采取补偿后的最终评价，增加了评价的深度。此方法特点为：由物质、工艺、毒性、布置的危险计算采取措施前后的火灾、爆炸、毒性和整体危险性指数，评定各类危险性等级。蒙德部门对火灾、爆炸、毒性指标的评价计算程序，如图 2.1 所示。



2.1 ICI 公司蒙德火灾、爆炸、毒性指标评价计算程序

（1）单元危险性初期评价说明

①综合指数 D

$$D=B\left(1+\frac{M}{100}\right)\times\left(1+\frac{P}{100}\right)\times\left(1+\frac{S+Q+L}{100}+\frac{T}{400}\right) \qquad 2\text{-}1$$

式中：

D－DOW / ICI 总指标

B－重要物质的物质系数

M－特殊物质危险性系数，合计

P－一般工艺过程危险性系数，合计

S－特殊工艺过程危险性系数，合计

Q－量的危险性系数

T－毒性危险性系数，合计

它们的取值分别按 ICI 公司蒙德部提出《技术守则》所建议的数值选取。D 值根据计算结果可划分为九个等级，见表 2.1。

表 2.1　综合指数 D 的范围

D 值	范畴
0～20	缓和的
20～40	轻度的
40～60	中等的
60～75	稍重的
75～90	重的
90～115	极端的
115～150	非常极端的
150～200	潜在灾难性的
＞200	高度灾难性的

②火灾负荷 F

$$F=\frac{B\times K}{N}\times 20500 \qquad 2\text{-}2$$

其中：

B－重要物质的物质系数

K－单元中可燃物质的总量，t

N—单元通常的作业区域，m^2

F 表示单元火灾潜在性，是构成事故时火灾延续时间的预测值，将计算结果划分为八个等级，见表 2.2。

表 2.2　火灾负荷等级

F　　值	范　　畴	预计火灾延续时间(小时)
0～50000	轻	1/4～1/2
50000～100000	低	1/2～1
100000～200000	中等	1～2
200000～400000	高	2～4
400000～1000000	非常高	4～10
1000000～2000000	强的	10～20
2000000～50000000	极端的	20～50
5000000～10000000	非常极端的	50～100

③内部爆炸指标 E

$$E = 1 + \frac{M + P + S}{100} \qquad 2\text{-}3$$

式中：M、P、S 同上所述。

E 表示装置爆炸的危险性，根据计算结果划分为五个等级，见表 2.3。

表 2.3　装置爆炸指标

E 值	范畴
0～1	轻微
1～2.5	低
2.5～4	中等
4～6	高
＞6	非常高

④地区爆炸指标 A

$$A = B \times (1 + \frac{m}{100}) \times Q \times H \times E \times \frac{t}{300} \times \frac{1 + p}{1000} \qquad 2\text{-}4$$

式中：

M－混合及消散特性系数

H－装置高度，米

t －工程温度，K

P－高压危险系数

B、Q、E 同上所述

A 表示环境气体爆炸危险性，根据计算结果划分五个等级，见表 2.4。

表 2.4　地区爆炸指标

A 值	范畴
0～10	轻
10～30	低
30～100	中等
100～500	高
＞500	非常高

⑤单元毒性指数 U

$$U = \frac{T}{100} \times (1 + \frac{M + P + S}{100}) \qquad 2\text{-}5$$

式中：T、M、P、S 同上所述。

U 表示不考虑数量的毒性潜在危险性，根据计算结果划分为五个等级，见表 2.5。

表 2.5　单元毒性指标

U 值	范畴
0～1	轻
1～3	低
3～6	中等
6～10	高
＞10	非常高

⑥主毒性事故指数 C

$$C = Q \times U \qquad 2\text{-}6$$

式中：Q、U 同上所述。

C 表示考虑了数量时的毒性潜在危险性，根据 C 值的大小分为五个等级，见表 2.6。

表 2.6　主毒性事故指标

C 值	范畴
0～20	轻
20～50	低
50～200	中等
200～500	高
＞500	非常高

⑦总危险性评分 R

$$R = D \times (1 + \frac{\sqrt{F \times E \times A \times U}}{1000}) \qquad 2\text{-}7$$

式中：D、F、U、E、A 同上，F、U、E、A 的最小值为 1。

根据 R 值的大小分为八个等级，见表 2.7。

在不同的情况下，总危险性容许水准也是不同的，所以将总危险性 R 值关键的“高”级分为两组，即高（1 类）和高（2 类）。R 值＜100 是可接受的，R 值在 100～1100 有条件地可接受，R 值＞1100 的必须采取安全措施，并进一步作安全措施的补偿计算。

表 2.7　总危险性评价

R　　值	范　　畴
0～20	缓和
20～100	低
100～500	中等
500～1100	高(1 类)
1100～2500	高(2 类)
2500～12500	非常高
12500～65000	极端
＞65000	非常极端

（2）单元的补偿评价说明

初步评价的结果，表示不考虑任何预防措施时单元所固有的危险性。蒙德法从降低单元的实际危险度出发，可通过变更设计，对所选用的危险性系数作重新考虑；或通过采取减少事故频率和减少潜在事故规模的安全对策措施和各种预防手段来降低其危险性，具体有容器系统、工艺管理、安全态度、防火系统、物质隔离和灭火活动六个方面，并按 ICI 公司蒙德法部所建议的数值，分别给予补偿系数 K_1、K_2、K_3、K_4、K_5、K_6，然后计算单元的实际危险度。

补偿火灾负荷 $F'=F\times K1\times K_4\times K_5$ 2-8

补偿内部爆炸指标 $E'=E\times K_2\times K_3$ 2-9

补偿环境气体爆炸指标 $A'=A\times K_1\times K_5\times K_6$ 2-10

补偿总危险性系数 $R'=R\times K_1\times K_2\times K_3\times K_4\times K_5\times K_6$ 2-11

3 西北化工研究院氮肥厂概况

3.1 企业概况

3.1.1 企业基本情况

本次评价的危险化学品生产企业的基本情况见下表 3.1

3.1 危险化学品生产企业基本情况一览表

企业名称	西北化工研究院氮肥厂				
注册地址	西安市临潼区火车站街 1 号				
联系电话	029-838770012	传真	029-83870179	邮政编码	710600
企业网址	http://www.nwrici.com				
电子信箱	indcatal@vip.sina.com				
企业类型	国有科技型企业				
特别类别	个体工商户□ 百货商店(场)□				
经济性质	全民所有制 √ 集体所有制□ 私有制 □				
主管单位	陕西省科技厅				
登记机关	陕西省工商行政管理局				
职工人数	981	技术管理人数	500	安全管理人数	70
注册资本（万元）	5080	固定资产（万元）	5080	上年销售额（万元）	9500
危险化学品生产和储存能力					
品种	年生产能力	储存能力	品种	年生产能力	储存能力
液氨	2．5 万吨	96 吨			
碳酸氢铵	10 万吨				

3.1.2 企业周边环境及企业内部平面布置

该氮肥厂位于西安市临潼区东北部，北侧紧靠公路，南侧为丘陵土山，东侧为本院家属宿舍，西侧为农田及少量农户。距集镇市场和居住人群较远，公路运输和铁路运输极为方便。

企业内部职能管理机构齐全，设有厂办、生产技术、质检、供应、销售、财务等十多个科室和造气、变换、合成、碳化四大车间及锅炉动力、机修两大辅助生产车间。采用两级管理体制。

全厂占地面积 74680m²,其中生产性占地 53300m²，占总占地面积的 71.4%；建筑面积 14080m²,其中生产性建筑面积为 11640m²。

3.1.3 自然条件

(1)地形地貌

临潼位于渭河平原中部，南依秦岭骊山，北傍渭河，地势南高北低。渭河平原海拔一般在 500m 以下，地势平坦；南部骊山海拔多在 600—1200m。本区地质构造属于鄂尔多斯地台南缘，渭河地堑的东南侧，地貌类型可分为山麓堆集地貌，中低山地貌，黄土塬地貌及渭河一级阶地。

(2)气象特征

临潼区气候属暖温带半干旱、半湿润气候，夏季炎热，冬季较冷。主要气候特征如下：年平均气温 13.3℃，年极端最高气温 41.7℃，年极端最低气温 -18.7℃,年降水量 556.7mm,年平均风速 2.8m/s,年主导风向 ENE,ENE(17%)频率。

(3)水文

地表水：西北化工研究院氮肥生产系统的生产废水经过处理后，经本院自埋的下水管道排入渭河。

地下水：该地区地下水由南至北分布，骊山北麓主要分布基岩裂隙水埋藏较浅，沿骊山北部呈东西向线状分布构成骊山山前温泉，即裂隙水的天然楼头；向北过渡为山前冲洪积扇，地下水埋藏较深，水质较好，为山前冲洪积扇孔隙水，在向北逐渐过渡到渭河阶地，地下水埋藏变浅，一般为 2—10m 补给渭河，由于浅水受人类活动影响，水质较差。

3.1.4 原辅材料及产品

西北化工研究院氮肥厂合成氨主要原料及动力消耗如下：

(1)无烟煤（原料煤）36000t/a；

(2)烟煤（燃料煤）17000 t/a；

(3)水 360000t/a;

(4)电 4000 万度/年

氮肥厂所生产的产品见表 3.2

氮肥厂产品一览表 3.2

序号	名称	规格	数量（万 t/a）	备注
1	液氨	99.8%	2．5	
2	农用碳酸氢铵	国标一等品（GB3559—92）	10	

3.2 工艺流程

氮肥厂采用国内“小氮肥”行业成熟的工艺流程，即以煤为原料，经造气、脱碳、变换、精炼、合成即得液氨，液氨进一步碳化，得产品碳酸氢铵。全厂工艺流程见图 3.1

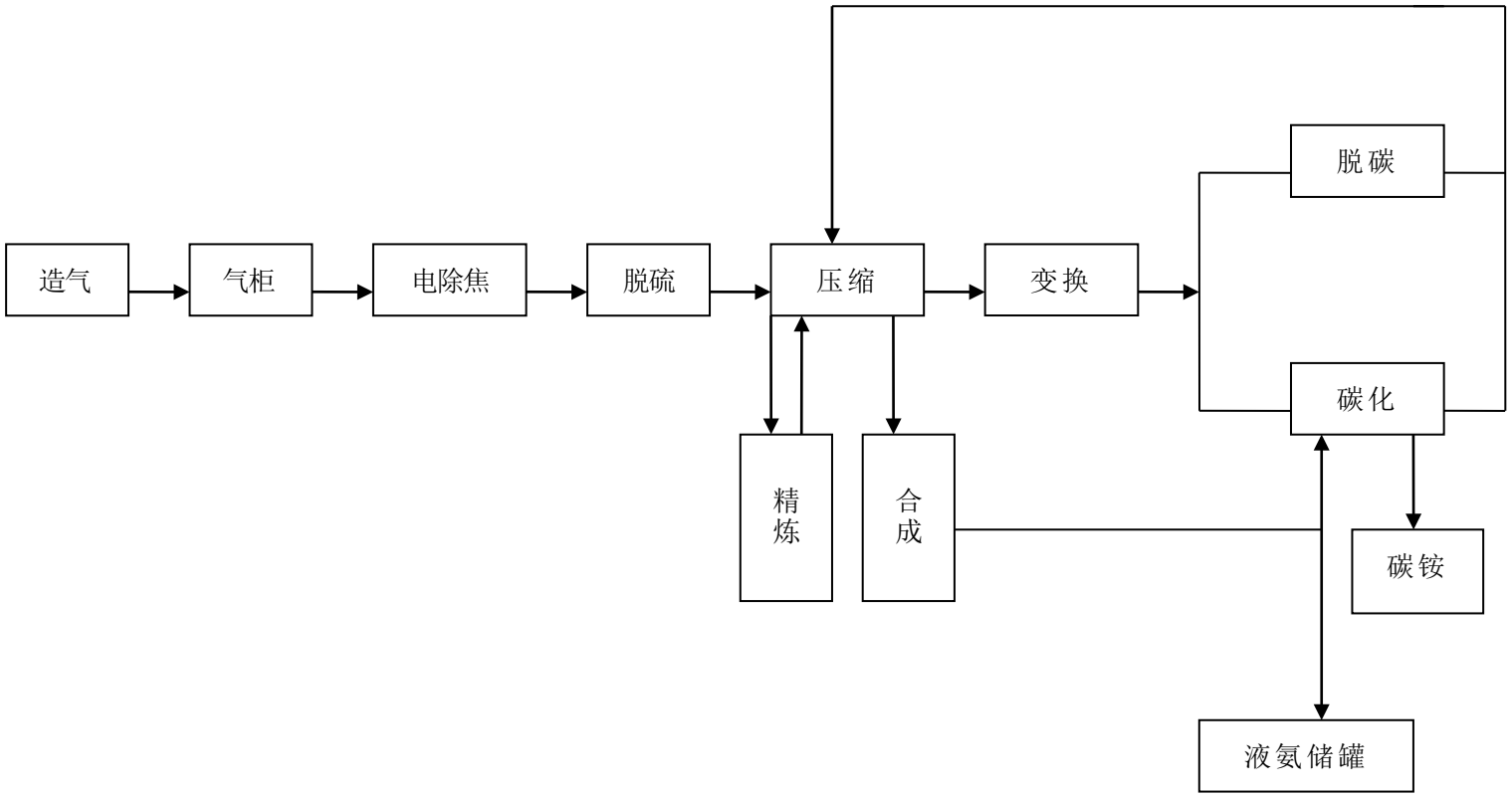


图 3.1 合成氨生产流程示意图

3.2.1 造气工艺

烟煤与无烟煤按一定比例混合入煤气发生炉，由鼓风机从炉底鼓入空气，使煤在炉内燃烧，提高炉温到900～1100℃左右时，停止送风，随即送入蒸气。蒸气与灼热的煤作用，生成水煤气并吸入热量，使炉膛温度下降到一定程度范围后，再由空气鼓风机鼓入空气，以提高炉温，周而复始进行，构成一个气化循环，鼓风燃烧后的吹风气小部分回收与水煤气混合成半水煤气。

3.2.2 脱硫工艺

半水煤气中含有不同数量的各种硫化物，主要是H_2S，约占半水煤气中硫总量的90%，另一类是硫的有机化合物，如CS_2、C_2H_2SH等，半水煤气在萝茨风机加压后在脱硫工段进行脱硫，使总硫含量达到一定要求。

3.2.3 变换工艺

半水煤气中CO含量为28～34%，在合成氨生产中，CO不但不能合成氨，而且对合成触媒有毒害作用，因此必须清除，变换的工艺采用蒸气和CO在触媒的作用下生成H_2和CO_2除去半水煤气中的CO，也为碳铵，纯碱生产提供了原料气CO_2。其反应为：

$$H_2O+CO \xrightarrow{\text{触媒}} H_2+CO_2$$

3.2.4 变脱工艺

本工艺采用栲胶法，直接熔硫技术除去变换气中的H_2S含量，该釜集硫与溶液分离和熔硫为一体，从釜上部进硫泡沫，上部旁侧出清液回系统，釜下出熔融硫，此工艺装置净化度高，脱除无机硫效率可达97～98%。

3.2.5 碳化工艺

碳酸氢铵的生产是合成氨生产过程的原料气的一个净化工序，主要化学过程为母液吸氨及母液碳化，反应机理为：

$$H_2O + NH_3 = NH_4OH + Q$$
$$NH_4OH + CO_2 = NH_4HCO_3 + Q$$

碳酸氢铵在碳化塔内，经间接水冷析出晶体，经稠厚离心分离后包装，母液循环使用，此工艺将变换中的CO_2含量降至0.2%之内。

3.2.6 精炼工艺

经碳化过后的碳化气中有少量CO、CO_2、H_2S等气体，对氨合成触媒有很大毒害，为了有效除去这些有害气体，在高压较低浓度下采用醋酸铜氨液洗涤除去碳化气中的有害气体，使原料气中的CO、CO_2含量总和降至25ppm以下，铜洗过后的醋酸铜氨液经减压后送入再生系统，加热后，在低压下将醋酸铜氨液再生后循环使用。

3.2.7 合成工艺

将合格的精炼气在高温（465℃±5），高压（31.4Mpa）和触媒的作用下，H_2和N_2以3:1的比例合成为氨气，再经逐级降温分离成液氨，液氨是碳酸氢铵、氯化铵的生产原料，也是氨合成的氯化铵生产过程中的冷冻剂。其反应为：

$$N_2+3H_2 \xrightarrow{\text{触媒}} 2NH_3+Q$$

3.3 主要设备

氮肥厂生产过程中的主要设备见表3.3。

表 3.3 氮肥厂主要设备一览表

名称	单位	规格	数量	生产厂家
合成塔	台	Φ1000	1	自贡高压容器厂
废热回收器	台	Φ1588	1	自贡高压容器厂
循环气预热器	台	Φ600	1	自贡高压容器厂
氨分离器	台	Φ600	1	自贡高压容器厂
氨冷凝器	台	Φ1800	1	四川省化机厂
铜洗塔	台	Φ700	1	四川省化机厂
压缩机	台	4M8(3A)	4	沈阳气体压缩机厂
压缩机	台	M73/314	1	四川华西通用机器公司
循环机	台	DZW2.5		上海嘉宝机械厂
冰机	台	6Aw-12.5	2	上海第一冷冻机厂
冰机	台	170	2	大连冷冻设备厂
热水饱和塔	台	Φ1800×25330	1	宋南机械厂
预腐蚀器	台	Φ1200×6562	1	院机械厂
热交换器	台	Φ1000（H=10652mm）	1	宋南机械厂
变换电炉	台	Φ700(W=300Kw)	1	扬中节能器件厂
变换炉	台	Φ2800×13700	1	湖北省化机厂
蒸汽过热器	台	Φ800×3198mm	1	院机械厂
一水加热器	台	Φ1000×6960	1	院机械厂
二水加热器	台	Φ1000×8150	1	宋南机械厂
冷却冷凝器	台	Φ1200×7968	1	院机械厂
1#离心热水循环泵	台	100R—37	1	浙江台州水泵厂

续表

名称	单位	规格	数量	生产厂家
3#4#水循环泵	台	80R—60B	2	浙江台州水泵厂
碳化塔	台	Φ2400×14204	2	湖北化机厂
碳化塔	台	Φ2400×14204	1	太原五一机器厂
碳化固定副塔	台	Φ2400×11075	1	西安三桥机电厂
1#、2#耐酸泵	台	FB80—97	2	大连耐酸泵厂
碳化泵	台	$80FB_1$—24	1	天井耐酸泵厂
1#浓氨水槽	台	Φ4400×7000	1	户县铝合金厂
高位吸氨器	台	Φ410×5 H=1030	1	西安三桥机电厂
吸氨排管	台	Φ110×5 $F=60m^2$	1	兰田化机厂
1#2#3#离心机	台	WH—800	3	四川江北机械厂
煤气发生炉	台	Φ2400mm	4	组件装配
旋风过热器	台	Φ2100×10×9411	4	院机械厂
1#废热锅炉	台	Φ1500×10×6100	1	院机械厂
2#3#4#废热锅炉	台	Φ1220×10×6100	3	院机械厂
1#洗气塔	台	Φ1400×8×11076	1	院机械厂
半水煤气冷却塔	台	Φ2000×8×8275	1	西安三桥机电厂
循环泵	台	6B—33	3	省水泵厂
轴流风机	台	$05—11N_0 20$	1	沈阳鼓风机厂
脱硫清洗塔	台	Φ1400×8×7800	1	未央区机电设备厂
脱硫再生坛	台	Φ5000×8/4000×8×5200	1	陕鼓风机厂
脱硫贫液槽	台	Φ1800×6	1	咸阳光辉机械厂

续表

名称	单位	规格	数量	生产厂家
脱硫塔	台	Φ1800×12742	1	院机械厂
罗茨鼓风机	台	L84WD		章丘鼓风机厂
罗茨鼓风机	台	LG480×665—1	1	上海鼓风机厂
罗茨鼓风机	台	L83WD	1	商丘鼓风机厂
气柜	台	400m³、1000m³	2	
变换炉	台	Φ2800 H=13750	1	
液氨储槽	台	Φ2200	2	长沙化机厂
液氨储槽	台	Φ2600	2	三门峡化工机械厂

3.4 企业生产安全状况

3.4.1 消防现状

氮肥厂消防设施与器材的配备情况见表 3.4

表 3.4 氮肥厂消防设施与器材一览表

主要消防安全设施工（器）具配备情况				
名 称	单位	数量	状 况	备注
隔离式氧气呼吸器	台	8	良好	
长管防毒面具	具	20	良好	
各类灭火器	具	160	良好	
消防拴	个	11	良好	
消防泵	台	2	良好	
报警开关	个	20	良好	

消防车辆及相应消防人员是消防救护的最重要力量，本厂主要依靠临潼区消防大队的消防车辆和消防人员，同时本院有专职消防队，由 10 人组建。这些可完全满足需要，且消防通道通畅。

3.4.2 安全管理现状

西北化工研究院氮肥厂制定了一系列的安全管理制度，如安全生产责任制、危险化学品管理制度、消防制度、应急救援预案、安全检查制度、安全管理条例、法律法规及文件管理制度、培训教育制度、工作许可制度与执行程序、事故报告处理管理制度、应急救援管理制度、产品包装制度、专职消防队组织管理制度等。

氮肥厂的安全管理机构是由安全环保委员会组成，本管理制度完善，符合要求。

4 氮肥生产企业的安全评价

4.1 危险、危害因素的辨识

4.1.1 危险、危害因素辨识的依据

危害是指可能造成人员伤害、职业病、财产损失、作业环境破坏的根源或状态。危险是指特定危险事件发生的可能性与后果的结合。总的来说，危险、危害因素是指能对人造成伤亡、对物造成突发性损坏或影响人的身体健康导致疾病、对物造成慢性损坏的因素。通常为了区别客体对人体不利作用的特点和效果，分为危险因素（强调突发性和瞬间作用）和危害因素（强调在一定时间范围内的积累作用）。有时对两者不加以区分，统称危险因素。客观存在的危险、有害物质和能量超过临界值的设备、设施和场所，都可能成为危险因素。

4.1.2 危险化学品辨识

该企业生产过程中涉及的危险化学品，产品有液氨、农用碳酸氢铵；半成品有水煤气、各种硫化物，主要是H_2S,另外还有CS_2,C_2H_2SH等、CO、H_2、CO_2、融硫、NH_4OH、甲烷和氨气。其主要危险性如下：

（1）氨

①名称

中文名称：氨

别名：氨气(液氨)

英文名称：ammonia

②编号

国标编号：23003

CAS 号：7664-41-7

③理化性质

外观与性状：无色有刺激性恶臭的气体

熔点：-77.7℃

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

https://d.book118.com/556054201125010140