

工业厂房建筑防爆设计及质量控制要点

白彬

(中国长江三峡集团有限公司 北京市 101199)

摘要:在现代工业厂房等建筑物的设计中,不同使用功能、不同生产工艺对建筑物的要求不尽相同。在一些热车间、有粉尘的车间要求有良好的通风和除尘设施;

精密仪器仪表的生产厂房要求恒温、恒湿、洁净等。对于石油、化工、医药、军用等建筑物,由于在生产和使用过程中存在爆炸的风险,要求在设计时充分考虑合理的防爆、泄爆措施。一旦发生爆炸,将损失降低到最小程度。

在建筑防爆设计中,如何合理的选用建筑结构类型及在适当的位置设置抗爆、泄爆构件等是目前工业厂房防爆设计的重要设计手段和研究方向。

关键词:抗爆墙、泄爆墙,泄爆门窗,混凝土,质量控制

绪论

本文笔者曾有幸参与了日遗化武销毁设施工程的建设管理工作,化学武器销毁项目由于其特殊性,存在极大的风险,一旦发生爆炸将伴随着有毒化学气体如芥子气、路易士毒剂等的释放,严重危害人生安全。

在销毁设施设计过程中,中日双方专家共同研究探讨,确定了采用在炮弹坑周围及运输通道内设置混凝土泄爆墙及泄爆门窗的设计手段,人为在结构上制造薄弱区域,一旦发生爆炸时,起到释放爆炸压力的作用,以此保证建筑物整体及人员的安全。以此特殊的工程项目为背景,本文重点分析、研究建筑防爆的设计及施工过程中的细节控制问题。

一、建筑防爆设计要点

在甲、乙类现代工业厂房中,会使用或生产各种可燃性气体、粉尘等,此类场所极容易发生爆炸事故,一旦发生将产生几个大气压甚至几十个大气压的冲击压力,对建筑物产生极大的破坏力。而据研究证明,一般的构筑物的抗爆能力是很低的,如38cm厚的砖墙抗爆能力仅为0.007Mpa,所以想要在建筑物内发生爆炸时尽可能的减少对建筑物整体的破坏和提高安全性,需要采取特定的建筑、结构设计形式,既防爆设计。

目前,国内常用的防爆设计是采取特定的建筑形式设计,并结合“防”和“泄”两种方法,其指导思想是在建筑物特定位置设置防爆墙、泄爆墙、泄爆窗等,避免爆炸时对建筑物主要构件的破坏,以相对小的损失保住大的价值。

实际工程概况:本工程位于吉林省哈尔巴岭军事管理区,该区域指定范围内埋藏有40万枚化学及常规炮弹。该项目构筑物包括挖掘楼、回收作业楼、转运通道等。建筑结构形式为单层或二层钢筋混凝土抗爆结构。其中,防爆重点区域采用400mm厚钢筋混凝土抗爆墙,其余部分采用200mm厚钢筋混凝土抗爆墙,另外,所有防爆区内均采用抗爆门及泄爆窗设计。

(一) 防爆建筑平面及空间设计原则

1. 宜采用单层建筑形式

有爆炸危险的工业厂房在生产工艺允许的情况下宜

采用单层建筑,对有爆炸危险的仓库则应采用单层建筑,以利于泄爆和人员疏散。在本工程中,除回收楼含办公作用的建筑为二层外,其余建筑物均为单层建筑。

2. 宜采用敞开或半敞开式建筑

一般有爆炸性危险的厂房宜采用敞开或半敞开式的建筑形式,这样有利于自然通风,使可燃气体、粉尘等快速稀释扩散,不易形成爆炸混合物,有效的排除爆炸形成的条件。但在此工程中,由于涉及到特殊的化学武器销毁,一旦发生爆炸伴随而来的是毒气的释放,因此在爆炸危险区范围内均采用密闭式建筑形式,同时设置滤毒通风装置,全天候的对室内空气进行置换并输送新风,最大程度的减小爆炸发生的条件。

(二) 建筑防爆结构形式

选择正确的结构形式,对于有爆炸危险的构筑物,可以在发生爆炸时有效的减小对建筑物的破坏性,减少人员和经济损失。

1. 耐爆框架结构

对于有爆炸危险的建筑物,如果采用耐火性能好、抗爆能力强的框架结构,在发生爆炸时可能避免厂房遭受严重破坏。耐爆框架结构一般有以下三种型式:

(1) 现浇式钢筋混凝土框架结构。

这种耐爆框架结构的厂房整体性好,抗爆能力强,但工程造价高,通常用于抗爆能力要求高的防爆厂房。

(2) 装配式钢筋混凝土框架结构。

装配式框架结构由于梁、柱与楼板等接点处的刚性较差,抗爆能力不如现浇式框架结构。若采用装配式钢筋混凝土框架结构,则应在梁、柱等接点处预留钢筋焊接头并用高标号混凝土现浇成刚性接头,以提高耐爆强度。

2. 泄压设施

泄爆墙、泄压门窗等是减轻爆炸事故的一项主要技术措施,常见的泄压主要靠轻质屋盖、轻质外墙和泄压门窗等来实现,这些泄压构件是人为设置的薄弱部位,一旦发生爆炸,这些构件最先遭到破坏或开启,起到向外释放大量热量和气体的效果,使室内的爆炸压力迅速降低,从而达到主要承重结构不破坏,建筑物整体不倒

塌的目的。

3.泄压门窗

通常用于泄压设施的门窗,是指门窗重量较轻、玻璃较薄,选用的五金件断面较小、构造节点易脱落、摧毁等。

在本工程中,由于爆炸物的特殊性,选择了一种天窗式的钢制泄爆窗:

规格(mm)	开启方向	峰压	数量
1250x800	外开 60°	2.3t/m ²	112 件

根据抗爆试验及计算,泄爆窗满足如下设计条件:

(1)泄爆窗应该满足在发生 1 发 150mm 化学炮弹(红弹、炸药量 2.738kg)的爆炸时可维持强度,并封闭化学剂。

(2)在发生超过 1 发 150mm 化学炮弹(红弹、炸药量 2.738kg)的爆炸时,泄爆窗可开启并释放冲击波,减小爆破力。

(3)屋面泄爆窗采用能瞬时关闭的结构,以防止化学剂向外部泄漏。

(4)泄爆窗结构强度满足炸药量为 5kg 爆炸时不影响泄爆窗性能。

(5)泄爆压力设计荷载: $\geq 2.3\text{t/m}^2$,泄爆压力荷载: 2.3t/m^2

4.屋面、墙体防爆

在本工程中,由于需要尽可能的控制爆炸影响范围及防止毒气扩散,没有采用泄爆屋盖,而是用了上述的泄爆天窗。在墙体设计上,则采用了钢筋混凝土抗爆墙和混凝土泄爆墙结合的形式。抗爆墙指耐爆炸压力较强的墙,也称耐爆墙、防爆墙,多设在有爆炸危险的厂房或仓库中。

本工程中防爆区域内墙面设计均为钢筋混凝土防爆墙,这是一种最理想的防爆墙,特别对于抵抗炸弹爆炸产生的冲击有较好的效果。

抗爆墙构造要求:

(1)抗爆墙混凝土强度等级 C35。

(2)纵横向钢筋均为 HRB400,构造拉筋均为 HPB235,内部满足 45d 的锚固长度。

(3)厚度不小于 200mm,本工程中挖掘楼、回收楼等重点防爆区域采用 400mm 厚钢筋混凝土抗爆墙,其他区域采用 200mm 厚抗爆墙。

二、施工质量控制要点

(一)钢筋工程

应做好钢筋进场质量、证书检验、力学性能检验。施工过程中重点保护层施工质量控制:在图纸会审时,设计人员明确了本工程用钢筋保护层厚度为:无垫层基础 70、有垫层基础 40、梁柱 35、地上柱 30、梁 25、板 15(厚度 $\leq 100\text{mm}$)。钢筋绑扎及加工过程中,做好检查记录,发现偏差及时纠正。

(二)模板工程

模板工程应从设计和安装两方面控制。

设计:考虑到本工程抗爆混凝土的特点,施工单位对模板进行了设计,并经业主和监理审核批准。对于一些关键部位施工,由施工单位按 1/50 比例制作详图并复核无误后才交由工人操作。

安装:由于本工程抗爆混凝土墙较厚,在模板安装时墙身两侧配置了 $\Phi 12-\Phi 14$ 对拉螺栓,垂直向相距 500mm,水平向相距 400mm。并在墙模中部每隔 2m 设置一个 200mmx200mm 的临时振捣口。

(三)混凝土工程

本工程主要构件采用了商品混凝土,供应商由多方研究确定。现场拌制的混凝土由设计、施工、监理等共同确定配合比,并严格控制原料质量。在混凝土浇筑过程中,采用了分段分层浇筑,并连续振捣,分层浇筑时严格控制浇筑高度,振捣时注意时间,控制在 20s 左右,振捣棒插入下层混凝土 50mm。同时,浇筑过程中做好温度控制,浇筑温度控制在 30℃ 以内,混凝土内外温差控制在 25℃ 之内。混凝土初凝后,终凝前及时进行二次抹压,减少混凝土表面裂缝、干缩现场。浇筑完成后,及时洒水养护至 14d。

(四)泄爆墙制作、安装

本工程泄爆墙采用预制砼,由现场搅拌养护而成,对于混凝土配合比由多方共同研究确定,并严格控制原料质量。连接泄爆墙和周围墙体之间的螺栓按设计荷载进行拉拔试验确定选型。

泄爆墙的施工难点在于吊装过程,由于墙体较重,在施工前会同设计、施工、监理等单位共同确定了专业施工方案,施工过程中严格按方案执行,确保一次就位,严禁任意摆放。安装结束后检查螺栓等锚固件无误后方可做保温覆盖螺栓头。

三、结论

对于有爆炸危险的建筑物进行抗爆设计比较复杂,关键是根据爆炸类型合理选择建筑结构形式,合理的布置内部空间,并且结合一定的抗爆和泄爆构件来抵抗或者释放爆炸压力。建筑抗爆设计目前很多理论研究还在摸索期,随着理念的提高相信会有更多更好的设计涌现出来。

参考文献:

- [1]伍俊,刘晶波,装配式防爆墙和翻转式路刺组合防护结构《土木工程学报》-2008
- [2]赵志博,潘苗苗,关于工业建筑防爆设计的探讨《城市建设理论研究》-2013
- [3]杨文阳,化工工业建筑设计中的防爆措施探讨-6月建筑科技与管理学术交流会议-2013
- [4]赵海波,叶国庄,张健,结构体对爆炸冲击载荷响应的数值模拟 1997(3)
- [5]李晓慧,浅谈化工建筑防爆、泄爆、抗爆设计
- [6]闻莉,化工建筑防爆设计简析,化工设计[M],天津,科学出版社 2007
- [7]赵兰芳,化工企业建筑防爆的对策和具体方法-《建筑知识:学术刊》2014