

石油化工企业抗爆控制室结构设计分析

Structural design and analysis of

anti explosion control room in petrochemical enterprises

褚 弘 (上海智英化工技术有限公司天津分公司 (总部上海), 天津 300450)

Chu Hong (Tianjin Branch of Shanghai Zhiying Chemical Technology Co.,

Ltd. (headquarters Shanghai), Tianjin 300450)

摘要: 科学技术的发展迅速, 我国的石油工程建设的发展也有了改善。随着石油化工产业的飞速发展, 安全生产活动也越来越受到重视。而《全国安全生产专项整治三年行动计划》明确规定: 涉及甲乙类火灾危险性的生产装置控制室、交接班室原则上不得布置在装置区内, 确需布置的, 应按照《石油化工控制室抗爆设计规范》(GB50779-2012), 在2020年底前完成抗爆设计、建设和加固。同时也要求, 进一步提升危险化学品企业自动化控制水平。抗暴控制室作为管理人员的办公场所, 是实现自动化控制的核心, 进一步提高控制室抗爆能力是控制室内设备正常运行和室内工作人员的健康安全的重要保障。下文将对抗爆控制室结构设计做简要阐述。

关键词: 石油化工企业; 抗爆控制室; 结构设计分析

Abstract: With the rapid development of science and technology, the development of China's petroleum engineering construction has also been improved. With the rapid development of petrochemical industry, more and more attention has been paid to safety production activities. The "three year action plan for special rectification of national production safety" clearly stipulates that the control room and shift room of production plant involving class A and class B fire risk shall not be arranged in the plant area in principle, and the anti explosion design, construction and reinforcement shall be completed before the end of 2020 in accordance with the code for anti explosion design of petrochemical control room (GB 50779-2012). At the same time, it is also required to further improve the automation control level of hazardous chemical enterprises. The anti riot control room, as the office space of managers, is the core of automatic control. As the explosion-proof control room is a fully enclosed building, HVAC system, as an important part of the service control room, is an important guarantee for the normal operation of indoor equipment and the health and safety of indoor staff. The following is a brief description of the HVAC design of explosion control room.

Key words: petrochemical enterprises; Anti explosion control room; Structural design analysis

石油化工生产的产品种类繁多, 容易发生燃烧现象, 甚至产生爆炸。这样一来, 严重影响该企业的发展, 对该企业带来了严重的不良影响。这时, 抗爆控制室应运而生。控制室对整个化工生产起到一个控制和领导作用。它对平时的生产进行监督, 避免发生爆炸现象。控制室担负着越来越重的责任, 对控制室结构的要求越来越高。需要重点关注控制室的防爆能力, 希望可以减少对石油化工企业的危害。尤其是在生产的过程中, 往往容易产生易燃易爆的物质, 而且生产环境是高温高压的, 这样一来, 极容易发生不良现象, 造成灾害。因此, 控制室就需要进行合理的设计, 作为整个生产的不可或缺部分, 它的设计是至关重要的。

1 结构设计的基本规定

1.1 设计的依据

随着我国的科技水平不断提高, 建筑行业的发展越

来越好, 但在抗爆建筑方面与发达国家相比仍显不足。我国在这方面的研究相对欠缺, 目前抗爆控制室的标准还是主要参考国外标准。

1.2 规则标准

依照设计规范中的条例进行设计, 要求当爆炸发生时, 控制室的结构不能发生较大的变化, 允许出现一定的损坏, 但是必须要在能进行修复的范围之内。准确分析爆炸荷载, 以此为基础来确定控制室的变形程度, 根据爆炸的特点来设计控制室的结构, 使控制室的性能满足规范要求。爆炸所产生的影响是不确定的, 因此在控制室结构设计时, 不仅局限于例行的计算, 更应注重对整个控制室的结构体系设计。在建设控制室时, 可以采取钢筋混凝土的结构进行矩形平面的设置, 单层最优, 多层控制室与一层控制室结构相比, 其安全性能相对不足。

2 设计流程

2.1 前期准备阶段

根据建筑专业提供的条件,确定抗爆墙的平面位置及结构的抗爆性能目标。根据相关专业条件及规范确定前墙的爆炸荷载。

2.2 确定计算模型及构件试算

抗爆构件的设计过程为试算的过程。首先依据安评报告或规范给出的爆炸力,计算爆炸荷载各项参数。选择结构构件材料、设定外墙参数后,进行各个构件的单自由度体系动力计算,根据计算得出的变形结果(延性比、弹塑性转角)来调整构件的材料和参数,直至符合规范要求。通常的做法是先假定构件的配筋 A_s ,核算构件的延性比、转角是否满足要求。对结构裂缝可不进行验算。

2.3 无爆炸荷载参与时的结构计算

不考虑爆炸荷载作用时,结构计算按正常使用情况设计,使用 PKPM 或其它结构计算软件进行计算,对外围抗爆剪力墙以外的框架结构进行恒、活、风、地震等荷载效应组合下的承载力和正常使用分析。

2.4 施工图绘制

在计算完成后进行施工图绘制时,应按正常使用情况结构计算和爆炸荷载参与作用弹塑性计算两种工况的不利结果进行取值。爆炸荷载参与作用下的弹塑性计算结果是抗爆墙的控制工况,抗爆墙的截面大小、材料的强度等级及配筋量均应按此工况的结果进行设计;框架柱、梁及屋面板的设计应按两种工况进行包络设计,按两种工况的不利结果进行配筋。应当注意的是,爆炸荷载的大小与抗爆构件的刚度密切相关,抗爆墙的截面大小、混凝土及钢筋的强度等级、配筋量均应按计算结果进行设计,不得随意更改。因为配筋率对结构构件的延性影响较大,随意加大钢筋面积将削弱构件的变形能力和耗能性能,结构将承受更大的爆炸力,反而会引起安全隐患。

3 优化措施分析

3.1 抗爆计算

模型简化完成,计算所需的材料假设完成,材料的基本参数也就定了,下一步就是根据规范的要求对墙体进行抗爆计算。计算过程需要设计师细心与耐心,特别是根据计算出来的数据进行查表时,更是需要我们仔细,因为稍微粗心大意点,查出来的数值可能对我们的计算影响就会很大。在此仅给出根据以上所列的各种假设进而计算出抗爆墙体的最终所需数据:结构构件的延性比 $\eta = X_m/X_y = 2.63$,基本接近结构构件的允许延性比 $[\eta] = 3.0$ 。结构构件的弹塑性转角 $\theta = \arctan(2\pi/L_0) \cdot 180^\circ/\pi = 0.71^\circ$ 。远远小于规范给出的弹塑性转角允许值 $[\theta] = 1.5^\circ$ 。

基于经济型的要求,这个结果说明构件的延性不错,但是弹塑性转角较小,即可能墙板厚度太厚或是钢筋配筋率偏小。此时需要我们重新对墙体厚度或者是墙体配

筋做假设,继续第二遍计算直到延性和转角均满足要求为止。

3.2 相关的一些结构构造要求

①剪力墙两端和抗爆门门框墙应设暗柱加强,且应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》有关边缘构件的规定;②屋面板及外墙应双面配筋,单面竖向和横向分布钢筋最小配筋率均不应 $< 0.25\%$,并不应 $> 1.5\%$ 。屋面板的最小厚度不应 $< 125\text{mm}$,墙体的最小厚度不应 $< 250\text{mm}$;③钢筋宜采用搭接接头;④当地坪作为外墙的支座时,宜设刚性地坪。刚性地坪的最小厚度不应 $< 150\text{mm}$,并应双面配筋;⑤基础埋深不宜 $< 1.5\text{m}$ 。设计时可计入刚性地坪对基础的嵌固作用。

3.3 需要特别引起注意的几点注意事项

①抗爆控制室采用矩形平面,也是为了传递爆炸力时路径明确。建筑层数为一层,主要考虑工程成本问题;②抗爆控制室采用现浇钢筋混凝土结构。一般情况下,建筑物屋顶采用现浇钢筋混凝土板,是为了传递爆炸力的要求;③钢筋采用搭接接头,是为了防止焊接引起的钢筋性能的变化;④墙体与基础采用铰接方式连接;⑤基础采用独立基础时,独立基础间宜设系梁。

4 结语

①石油化工控制室的抗爆结构设计不同于一般结构设计,对抗爆构件采用的是弹塑性设计方法,允许构件在爆炸荷载作用下发生变形,通过变形吸收并消耗爆炸能量,应将变形控制在规范要求范围内。随意加大截面及配筋有时反而不安全,这一点与常规设计时不一样;②要注重构造措施,保证节点做法与计算模型一致。如抗爆墙底部墙体钢筋不伸入到基础里面,而是通过交叉斜筋形成铰接。项目的成功设计与施工完成,不但与国际抗爆设计成功接轨,也为我公司以后的抗爆控制室的设计积累了成功的经验,在本项目以后,我公司又接连设计了很多的抗爆控制室,目前都应用良好,得到了业主的一致好评。控制室是全厂生产核心环节,对保障安全生产起到集中控制的作用,要求在设计中严格按照相关规范完成,以保证人员生命安全及设备正常运行,避免次生灾害发生。

参考文献:

- [1] GB50779-2012. 石油化工控制室抗爆设计规范[S]. 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,2012.
- [2] GB50016-2014. 建筑设计防火规范(2018版)[S]. 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,2015.
- [3] GB51251-2017. 建筑防烟排烟系统技术标准[S]. 中华人民共和国住房和城乡建设部,2018.
- [4] 住房和城乡建设部工程质量安全管司. 全国民用建筑工程设计技术措施:规划,建筑,景观[M]. 北京:中国计划出版社,2010.