

我国应急事故水池现状剖析与改进的研究

边归国

(福建省环境保护厅, 福州 350003)

摘要 通过统计分析国家和行业标准以及现场勘察发现,目前在应急事故水池的定义、功能、布局、类型、容积、消防历时和降雨量等方面存在许多问题,也无法满足突发环境事件中各种污水的收集与处理。因此,应尽快研究并制定适用于各类企事业单位、工业园区的应急事故水池技术规范。研究表明:凡是生产、使用、储存危险化学品和环境风险物质并且所排放的污染物可能造成环境质量显著下降、危及公众身体健康的企事业单位,均应设置应急事故水池。应急事故水池应具有永久性、专一性、自流式、池容大、防腐蚀、防渗漏等基本属性。消防历时对应急事故水池容积的影响最大,一般应取最大设计值。对应急事故水池容积影响较大的最大降雨量,应参考最大设计消防历时或按8~12h的降雨量统计计算。工业园区应急事故水池应选择在地势低洼之处,其容积应充分考虑近年来实际案例的消防水量。而构建企业间联用和工业园区公共应急事故水池三级防御体系,才能更有效地应对突发水污染事件。

关键词 应急事故水池; 功能; 布局; 容积

中图分类号: X507

文章编号: 1674-6252(2017)02-0091-05

文献标识码: A

DOI: 10.16868/j.cnki.1674-6252.2017.02.091

Research on the Current Situation of Emergency Accident Pool and Its Improving Suggestions in China

BIAN Guiguo

(Fujian Provincial Department of Environmental Protection, Fuzhou 350003)

Abstract: In China, the establishment and setting of technical specifications on emergency accident pool is blank so far. With the statistical analysis of national and industrial standards and on-the-spot investigations, we found that current emergency accident pool has problems on its definition, function, layout, type, volume, fire-control duration and rainfall etc., as well as the lack of ability in collecting and processing different types of sewage under emergent environmental incidents. Therefore, a set of technical specifications on emergency accident pool suitable for different enterprises, institutions and industrial parks should be studied and established as soon as possible. Researches indicated that all the enterprises and institutions should set up emergency accident pool if they produce, use or store hazardous chemicals or environmental-risk materials and discharge pollutants that may cause marked decrease of environmental quality and threaten the public health conditions. Emergency accident pool should have basic properties such as permanency, specificity, self-flow type, large-scale tank volume, anti-corrosion, anti-leakage and so on. Fire-control duration is the leading factor on the volume of emergency accident pool, which should be set with the maximum designed value. Maximum rainfall also has large effects on the volume of emergency accident pool that should be calculated based on 8 to 12 hours of rainfall or referred to maximum designed value of fire-control duration. Emergency accident pool in industrial park should be placed in the low-lying area for easy collection with the proper volume well-considered with the fire fighting water volume in actual cases in recent years. However, to build a three-level defense system of public emergency accident pool among enterprises and in the industrial park is undoubtedly a more effective way dealing with emergent water pollutions.

Keywords: emergency accident pool; function; layout; volume

引言

我国近年发生多起次生水污染事件,主要原因之一是对火灾延续时间和降雨量估算不足,应急事故水池的

容量偏小,导致污水外排污染环境。由于我国尚无制定应急事故水池的技术规范^[1,2],所以多数企业的应急事故水池不规范,发生安全生产和次生突发环境事件后,事故和消防污水大量漫流,对环境产生严重影响。因此,

资助项目:福建省环保厅2014年度重点科技项目。

责任作者:边归国(1952—),男,教授级高级工程师,主要研究

方向为环境应急管理, E-mail: bbyggepb@163.com。

必须加强应急事故水池的研究,尽快出台适用于各类企事业单位、工业园区的应急事故水池技术规范。

1 应急事故水池定义与功能

目前,应急事故水池的命名有事故池^[2]、事故污水收集池^[3]、事故水池^[4]、事故应急池^[5]、事故应急水池^[6]、事故缓冲池、事故缓冲设施、事故污水收集池、应急池^[7]、应急事故水池^[8]、事故水缓冲池^[9]等十余种,不仅在理解上有歧义,在建设过程中也多有偏差。建议按《化工建设项目环境保护设计规范》(GB 50483—2009)将其统一命名为“应急事故水池”。

调查发现,有些企业将消防水池与应急事故水池混为一谈,也有用初期雨水池代替应急事故水池或是把初期雨水池与应急事故水池合并混用。柯尊义^[2]认为:应急事故水池是为防止事故状态下受污染的水进入市政雨

水管道或自然水体而设置的暂时储存的水池。张永良等^[6]提出,应急事故水池是在现有事故收集系统设施不能满足事故排水储存容量要求时,用来暂时收集储存事故排水的水池。综合各类研究,本文以为应急事故水池较为合理的定义为:是为收集事故期间本厂区域内和事故影响范围内已有污水收集系统(围堰、围堤、防火堤、缓冲池等)无法容纳的生产废水、事故废水、消防废水、降水等所建的贮水池。应急事故水池应具有设置永久性、储存暂时性、服务全厂性的特点,以及专一性、自流式、地下式、池容大、防腐、防渗等基本属性^[2,5]。

2 应设置应急事故水池的企业和行业

2.1 应设置应急事故水池的企业和行业

有标准明确要求的企业和行业见表1。

表1 有标准明确要求的企业和行业

企业和行业	技术与容积要求	备注
化工项目	$V_{总}=(V_1+V_2+V_{雨})_{max}-V_3$	《化工建设项目环境保护设计规范》(GB 50483—2009)
石油化工企业、石油库和石油储备库	$V_{总}=(V_1+V_2-V_3)_{max}+V_4+V_5$	《事故状态下水体污染的预防与控制技术要求》(Q / SY 1190—2013)
石油化工企业	事故应急池按火灾延续6h所需消防水量设计	《水污染应急防控技术指南》(质安字[2006]100号)
石油库	一级石油库1000m ³ ,二级石油库750m ³ ,三级石油库500m ³ ,四级石油库300m ³	《石油库设计规范》(GB 50074—2014)
港口码头罐区;危险品集装箱堆场;钢铁焦化化和液氨储罐、煤气柜;火电液氨和油罐区	建设事故应急池	《关于印发建设项目竣工环境保护验收现场检查及审查要点的通知》(环办[2015]113号)
医院	传染病医院应急事故水池容积不小于日排放量的100%,非传染病医院应急事故水池容积不小于日排放量的30%	《医院污水处理工程技术规范》(HJ 2029—2013)
染料工业	按一次事故的最大排水量设防,可按大于一个生产周期的废水量或大于4h的废水量设计	《染料工业废水治理工程技术规范》(报批稿)(HJ 2036—2013)
合成氨	事故水池有足够的收集容量	《合成氨企业环境守法守则》(2014)
制浆造纸	按《化工建设项目环境保护设计规范》设置足够容量的事故应急水池	《制浆造纸废水治理工程技术规范》(HJ 2011—2012)
饮料制造	接纳最大一次事故排放废水总量,调节池兼废水事故池至少保证1~2天的废水容量	《饮料制造废水治理工程技术规范》(HJ 2048—2015)
发酵类药工业	在生产车间应单独设置染菌倒罐扉事故收集池(罐)	《发酵类药工业废水治理工程技术规范》(HJ 2044—2014)
淀粉工业	当调节池兼做事故排放池时,其容积计算应考虑事故排放的容量	《淀粉工业水污染物排放标准》(HJ 2043—2014)
采油	采油废水处理厂内应设置事故池	《采油废水治理工程技术规范》(HJ 2041—2014)
味精工业	应能接纳最大一次事故排放的废水总量	《味精工业废水治理工程技术规范》(HJ 2030—2013)
焦化	应设置事故池	《焦化废水治理工程技术规范》(HJ 2022—2012)
制糖	按最大日平均时流量的8~12h废水量设计	《制糖废水治理工程技术规范》(HJ 2018—2012)
制革及皮毛加工	建设含铬废水的事故贮池	《制革及皮毛加工废水治理工程技术规范》(HJ 2003—2010)
电镀	应能容纳12~24h废水量	《电镀废水治理工程技术规范》(HJ 2002—2010)
酿造	应大于事故时最大废水产生量,或大于24h的综合废水排放总量	《酿造废水治理工程技术规范》(HJ 575—2010)
纺织染整	应大于一个生产周期的废水量,或大于4h排放的废水量	《纺织染整工业废水治理工程技术规范》(HJ 471—2009)
危险废物安全填埋	应建渗滤液泄漏应急池	《危险废物安全填埋处置工程建设技术要求》(环发[2004]75号)

续表

企业和行业	技术与容积要求	备注
粗铅冶炼	各类储罐配有容积充足的事故废水收集池	《粗铅冶炼企业环境风险等级划分方法(试行)》(环发〔2013〕39号)
硫酸	储罐配有容积充足的事故废水收集池	《硫酸企业环境风险等级划分》(环发〔2011〕106号)
可能引发突发环境事件的化学物质	应设置应急事故水池	《企业突发环境事件风险评估指南(试行)》(环办〔2014〕34号)
生产、储存或使用有毒有害的场所	应设置应急事故水池	《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB 50974—2014)
饮用水水源地周边高风险区	应设置应急事故水池	《集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求》(HJ 73—2015)
工业废水处理系统	应设置事故应急池	《水污染治理工程技术导则》

冯荣焯^[10]指出,危险品运输车辆穿越的水源保护区必须设置事故应急池用以临时储存泄漏液体。陈施文^[11]认为印制板企业至少要在盐酸、氨水、废蚀刻液储罐建立大于储罐总容积的应急事故水池或应急罐。冀红兵^[12]报道,某选煤厂的应急事故水池是作为检修耙式浓缩机的备用池以及打扫卫生用水的收集池。

由于时间跨度较大,部分老标准已不适用于当前的要求。另外,由于不同的标准要求宽严不均、深浅不等,许多企业设计就低不就高,设置的应急事故水池无法满足实际的需要。

2.2 工业园区和市政公共设施

张海洋^[1]提出了市政污水处理厂应急事故水池的设计方法。程慧敏^[13]研究了化工园区应急事故水池的规划原则。李焱焯^[14]建议将化工园区内现有河道、沟渠及主要控制设备事故闸门作为公共应急事故水池,但其提法欠妥,不能作为公共应急事故水池,只能作为事故缓冲设施。

综上所述,凡是生产、使用、储存化学危险品和环境风险物质并且所排放的污染物可能造成环境质量显著下降、危及公众身体健康的企事业单位,均应设置应急事故水池。

3 应急事故水池的类型

应急事故水池常用的包括事故池和事故罐两种类型。石化企业一般选择在污水处理场内设置,便于事故后处理。多数企业首选建设应急事故水池,但对于建设场地不能满足应急事故水池所要求的老企业,可以事故罐的形式加以补充^[15]。如果应急事故水池容积在1000m³以下,可做成防渗防腐的地下式钢筋混凝土结构。如果容积大于1000m³,可做成上、下两层,地下部分收集污水并用水泵转移至高位水池或储罐^[16],这样可以解决占地太大和造价过高的问题^[2]。小型化工企业在一般事故状态时,污水可通过泵提升至移动的槽、罐或槽罐车内,然后送到污水处理站集中处理。建设事故水提升池与事故罐的合体,将应急事故水池与污水处理系统有机结合,可有效节约投资和土地^[15]。使用应急罐也存在大量事故废水对泵功率的要求高、在火灾和爆炸发生时电

力供应故障致使泵动力系统失效等缺陷,而事故废水中含有的危险化学品在应急罐内可能由于物料反应、压力变化或着火等引发二次事故。因此,事故应急罐具有一定的局限性,无法满足大量事故废水的收集和拦截等要求^[5]。

汪平^[17]探索了应急事故水池与消防水池连通的方式。经过中间隔油装置,处理过的污水可以作为灭火使用,既减缓了消防水的供给不足,又减少了排污量。英国在火灾扑救前,消防员用围栏围成一个封闭区域,不但降低了对环境的污染,在供水不足的情况下囤积的水可以循环使用^[18]。福建“4·6”古雷PX事件在水源不足的情况下,直接抽取应急事故水池污水灭火,有效减少了对海洋的污染。如果能按《国家安监总局关于进一步加强化学品罐区安全管理的通知》(安监总管三〔2014〕68号)“可燃液体储罐要按单罐单堤的要求设置防火堤或防火隔堤”要求,未燃烧储罐的冷却水完全可以循环使用。

韩伟^[5]提出将企业应急事故水池与其相邻企业或者园区公共应急事故水池连通,当本企业无法容纳事故污水时,可向临近企业或者园区公共应急事故水池转移。

4 应急事故水池设置的布局

目前现有规定大都提出应急事故水池应设置在厂区下水管网末端、地势相对较低的地方,且宜采用地下式,以便于利用重力流收集事故排水^[2]。如《企业突发环境事件风险评估指南(试行)》对应急事故水池的要求是事故排水收集设施位置合理,能自流式或确保事故状态下顺利收集泄漏物和消防水。《石油库设计规范》要求应急事故水池应设在低洼处,并采取隔油措施。《化工建设项目环境保护设计规范》规定,应急事故水池宜采取地下式,有利于收集事故排水,防止水到处漫流。在高差较大的企业,应急事故水池大多建设在厂区最低洼处,便于污水自流^[15]。但将全厂雨水管网汇集到一个排水口并将其纳入应急事故水池,首先其容积将很大^[16]。其次,在地下水位较高的地区,地下水浮力将对应急事故水池产生顶托甚至损毁。《水污染应急防控技术指南》提出“三级防控”机制,应急事故水池的设置不是单一、大容积、远离事故现场,而是多个、容积大小不等、紧靠产

生剧毒或者污染严重的装置或厂区,可有效提升环境风险的控制能力。此外,相邻的企业之间要连通应急事故水池,配备功率足够的双向自流或者动力提升设施,实现应急事故水池共用。工业园区应建设导流系统完善的公共应急事故水池,构建企业间联用和园区公共应急事故水池三级防御体系。

5 应急事故水池容积的确定

5.1 企业应急事故水池容积的确定

5.1.1 根据排放时间、废水量和油库级别

在表1中,确定应急事故水池容积的方法中既有按日排放量的,如传染病医院不小于日排放量100%、非传染病医院不小于日排放量的30%,也有按排放时间核定的,如染料、纺织染整4h、饮料制造48h,还有按石油库级别确定容积的(一级1000m³、二级750m³、三级500m³、四级300m³)以及原则性提出设置足够容积的应急事故水池,等等。

5.1.2 公式计算

《化工建设项目环境保护设计规范》中应急事故水池容积的计算方法见下式:

$$V_{\text{总}} = (V_1 + V_2 + V_{\text{雨}}) \max - V_3 \quad (1)$$

式中, V_1 为最大容量的设备或储罐的物料储存量; V_2 为最大消防用水量; $V_{\text{雨}}$ 为最大降雨量; V_3 为事故废水收集系统净空容量。

《水体污染防控紧急措施设计导则》和《事故状态下水体污染的预防与控制技术要求》的计算方法见下式:

$$V_{\text{总}} = (V_1 + V_2 - V_3) \max + V_4 + V_5 \quad (2)$$

V_1 为最大储罐或装置物料量; V_2 为消防水量; V_3 为可以运输到其他储存设施的物料量; V_4 为生产废水量; V_5 为降雨量。

段学华^[9]将《化工建设项目环境保护设计规范》和《事故状态下水体污染的预防与控制技术要求》的计算结果进行比对,结果表明,对于罐区用公式(1)计算的应急事故水池容积超出用公式(2)计算的容积474m³,主要是由于进入事故排水系统的降雨量的差别所致;对装置区使用公式(1)计算的应急事故水池容积超出公式(2)计算的容积550m³,计算结果的差异除了降雨量的差别,还包括生产废水量。

建议统一按《化工建设项目环境保护设计规范》规定核算,并留有10%的富余度。应按照或参照《化工建设项目环境保护设计规范》等国家标准和规范要求,设计有效防止泄漏物质、消防水、污染雨水等扩散至外环境的收集、导流、拦截、降污等环境风险防范设施。该规范是国家标准,具有权威性,凡涉及危险化学品和环境风险物质排放的企业,均可按此标准确定应急事故水池容积。

5.1.3 消防污水的影响

《消防给水及消火栓系统技术规范》规定了可燃液体

(甲、乙、丙类)储罐、液化烃储罐、甲类液体、液氨储罐、海港油品码头、装卸液化石油气船码头、粮食土囤、席穴囤等场所消火栓和固定冷却水系统的火灾延续时间不应小于6h,《事故状态下水体污染的预防与控制技术要求》也规定石油化工企业中间事故缓冲和末端事故缓冲设施设计消防历时6~8h,水环境敏感程度较高的末端事故缓冲设施容积设计消防历时按8~12h。但是2015年“4·6”福建古雷PX事件消防灭火56h、“4·21”南京扬子石化乙二醇装置爆炸燃烧近30h、“7·16”山东日照石大科技石化液态烃球罐爆燃灭火近24h、“12·28”福州鑫达鞋业火灾历时10h等都超过设计值。以文献[19]为例,按规定的消防给水量罐区灭火时间为6h、冷却时间为4h,最大消防水量为5553m³,按上述案例灭火时间计算,消防水量分别为51828m³(56h)、27765m³(30h)、22212m³(24h)、9255m³(10h),仅消防水量就大大超出6000~6500m³设计应急事故水池容积。可见,应急事故水池的容积受消防污水的影响很大。因此,消防历时取值不得小于《消防给水及消火栓系统技术规范》规定的火灾延续时间,而水环境敏感程度较高的容积设计消防历时应按8~12h,甚至按同类企业曾经发生事故的实际消防历时取值。

5.1.4 降水量的影响

《化工建设项目环境保护设计规范》要求取当地最大降雨量有小时、日、年之分。如按设计暴雨强度计算,不同降雨历时和暴雨强度的重现期取值计算结果差异很大。《事故状态下水体污染的预防与控制技术要求》规定取平均日降雨量明显小于《化工建设项目环境保护设计规范》结果,应急事故水池的容积也相应偏小。研究表明,一般降雨量可取当地三年一遇的最大降雨量,对于水环境敏感程度较高的按五年一遇的最大降雨量,历时尽量与消防灭火历时一致。石油化工类企业可取平均日降雨量,但是历时不得小于8~12h。

5.2 工业园区应急事故水池容积的确定

刘思超^[20]介绍,化工园区公共应急事故水池可以按《水体污染防控紧急措施设计导则》中的公式即公式(2)进行计算,罐组收容能力可按公式(3)进行计算。所存在的问题,一是企业已经按规范要求设置了应急事故水池,再建一套属于重复建设;二是园区内企业众多,按哪个企业的基础资料进行计算,也值得商榷。

$$V = (S - S_1) \times (H - 0.2) - V_1 \quad (3)$$

式中, V 为有效容积, m³; S 为防火堤内面积, m²; S_1 为防火堤内储罐基础占地面积, m²; H 为防火堤实际高度(从堤内地坪起), m; V_1 为罐组内除储罐外的其他设施占用体积, m³。

程慧敏^[13]在土地紧张的情况下,选用“石化导则法”事故池建设模式。在总容量不变的前提下,将应急事故水池分成若干个小池子,以便根据污水实际流量合

理利用。在土地条件允许的情况下,可选择“最大事故法”事故池建设模式,最大程度地保障化工园区事故状态下污水的有效收集。两种化工园区应急事故水池建设模式见下面的公式:

$$V_{\text{总}} = (V_{\text{企业1}}, V_{\text{企业2}}, \dots)_{\text{max}} + V_{\text{雨}} \quad (4)$$

$$V_{\text{企业}} = (V_1 + V_2 - V_3)_{\text{max}} + (V_1 + V_2 - V_3)_{\text{min}} + V_4 \quad (5)$$

式中, $(V_1 + V_2 - V_3)_{\text{max}}$ 为不同罐组或装置最大值; $(V_1 + V_2 - V_3)_{\text{min}}$ 为不同罐组或装置最小值; $V_{\text{雨}}$ 为平均日降雨量; V_1 为罐组或装置的物料量; V_2 为发生事故储罐或装置的消防水量; V_3 为转输到其他储存设施的物料量; V_4 为进入该收集系统的生产废水量。

工业园区设置公共应急事故水池的对象是在发生重大事故时收容超出企业处理能力的污水。根据国内部分园区多起企业火灾的案例,工业园区应急事故水池容积的确定,可参考《化工建设项目环境保护设计规范》和《事故状态下水体污染的预防与控制技术要求》的计算方法,应以国内同类企业实际灭火时间——设计消防历时计算。最大降雨历时应按实际灭火时间核定,降雨量一般可取当地三年一遇的最大降雨量,对于水环境敏感程度较高的按五年一遇的最大降雨量。

5.3 市政和水源保护区应急事故水池容积的确定

张海洋^[4]设计了市政污水处理厂应急事故水池容积,见下式:

$$V_e = t \times Q_{\text{max-max}} + L \times Av \quad (6)$$

式中, V_e 为事故水池有效容积; t 为应急时间; Q 为 max-max 高峰期应急流量; L 为主干管高污染区长度; Av 为主干管高污染区平均有效水力面积。

钱经纬^[21]研究了高速公路穿越水源保护区应急事故水池体积计算,见公式(7)。建议在高速公路穿越起伏较大的山岭时应急事故水池体积设计不要超过 2000 m³,以减少雨水处理站挡土墙的建设造价。设计前先按 2000m³ 应急事故水池体积反推最大收水长度,根据线路平面、纵断面图来划分收水范围。

$$V_{\text{应急池体积}} = L_1 \times B \times L_2 \quad (7)$$

式中, L_1 为收水长度; B 为收水长度内的道路宽度或者桥梁宽度; L_2 为当地 40min 最大降雨量。

冯荣焯^[10]介绍,在穿越一级、二级水源保护区道路两侧共设置 2 组隔油沉淀应急事故水池,每个容积为 63 m³。

上述研究表明,目前的标准、规范和研究报道均不能满足不同类型工业企业应急事故水池容积的需求,应该制定可涵盖不同类型工业企业应急事故水池容积的计算方法的专项应急事故水池标准。

6 结语

目前,我国在应急事故水池的定义、功能、类型、布局、容积、消防历时和降雨量取值等方面均存在一定问题,各项标准、规范提法不一、宽严不均,建议在

“十三五”期间,尽快开展专题研究,根据不同企事业单位、工业园区各自的特点拟定综合应急事故水池技术规范,以满足各行各业的需求。

参考文献

- [1] 陈发青. 化工项目环评中事故池容积计算的原则和方法[J]. 青海环境, 2008, 18(2): 58-61.
- [2] 柯尊义. 化工企业清净下水事故池设计的常见问题探讨[J]. 浙江化工, 2012, 43(4): 26-28, 5-5.
- [3] 周丹, 向启贵, 唐春凌, 等. 关于石油化工企业事故污水池容积的探讨[J]. 石油与天然气化工, 2010, 39(2): 168-170.
- [4] 张海洋, 李育才, 单艳红, 等. 市政污水处理厂事故水池设计及配套应急响应措施[J]. 北方环境, 2012, 24(2): 135-137.
- [5] 韩伟, 金鑫荣, 王瑜. 石化企业突发水环境事故防控体系建设探讨[J]. 环境与发展, 2014, 26(3): 91-93.
- [6] 张永良, 陆棋. 关于石化企业事故排水的探讨[J]. 浙江化工, 2010, 41(5): 27-28.
- [7] 魏刚. 大面积地下建筑的结构设计[J]. 炼油技术与工程, 2009, 39(5): 44-46.
- [8] 刘玮. 浅谈某化工企业清污分流系统的设置[J]. 山东工业技术, 2014(24): 283-283.
- [9] 黄子芸. 炼油厂区排水及事故水设计浅析[J]. 科技创新与应用, 2013(25): 152-152.
- [10] 冯荣焯, 黄振宇. 道路穿越水源保护区的对策探讨[J]. 城市道桥与防洪, 2015(7): 54-58.
- [11] 陈施文. 典型 PCB 企业突发环境事件产生的原因和防范措施[J]. 能源与环境, 2012(6): 71-74.
- [12] 冀红兵, 梁志晨. 事故池煤泥水处理系统的改造[J]. 中小企业管理与科技, 2008(30): 204-204.
- [13] 程慧敏. 规划化工园区事故池[J]. 现代职业安全, 2012(8): 42-43.
- [14] 李焱焯, 李伟, 苏植锐, 等. 化工园区水环境风险公共应急设施布局研究[J]. 环境科学与管理, 2015, 40(7): 68-70.
- [15] 由娜, 李为鹏. 石油化工企业事故缓冲系统的比较与优化[J]. 石油化工安全环保技术, 2014, 30(1): 14-16.
- [16] 冷琴, 王国岩. 浅析事故池设计[J]. 当代化工, 2011, 40(11): 1169-1170, 1177-1177.
- [17] 汪平, 孙吉强. 关于环境风险评价中事故池容积的探讨[J]. 环境保护与循环经济, 2009, 29(5): 34-35.
- [18] 马涛. 中英消防体制解析与思考[J]. 火灾科学, 2010(3): 64-69.
- [19] 段学华, 王栋成, 林国栋. 应急事故水池和初期雨水池容积确定方法对比研究[J]. 工业用水与废水, 2011, 42(1): 45-49.
- [20] 刘思超, 李伟鸿. 化工园区公共事故应急缓冲池设计研究[J]. 广东化工, 2013, 40(10): 156-156, 170-170.
- [21] 钱经纬, 王益平. 高速公路雨水处理站设计[J]. 市政技术, 2014, 32(1): 112-114, 117-117.