

# 云计算在中小企业 HSE 管理中的应用

邱旭蒙, 吉 旭\*

(四川大学化学工程学院, 四川 成都 610065)

**摘要:** 对于近期工厂爆炸等安全事故暴露的我国中小企业的管理问题, 提出采用先进的 HSE 信息管理体系来预防类似事故的发生。针对中小企业自身资金、人员、技术等方面的不足, 利用云计算技术强大的数据储存、数据共享和数据处理能力, 建立 HSE 数据库, 从而构建云端的 HSE 管理体系, 解决中小企业的生产安全难题。以中小化工企业为例, 设计云计算信息平台构架和在线 HSE 应用。

**关键词:** 中小企业; 云计算; HSE; 信息化

**中图分类号:** TP11

**文献标志码:** A

**文章编号:** 0253-4320(2015)02-0156-05

## Application of cloud computing in HSE management of SMEs

QIU Xu-meng, JI Xu\*

(School of Chemical Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

**Abstract:** For the management problem of China's SMEs, which is exposed by factory explosions and other accidents recently, the advanced HSE information management system is proposed to prevent the occurrence of similar accidents. As the lack of funds, technology and other aspects in SMEs, cloud computing with its powerful ability of data storage, sharing and excavation is used to build cloud HSE management system to solve production safety problems of SMEs. Taking medium and small chemical companies as example, cloud platform architecture and online applications of HSE are designed.

**Key words:** SMEs; cloud computing; HSE; informatization

HSE 是健康(Health)、安全(Safety)和环境(Environmental)管理体系的简称, 是将组织实施健康、安全与环境管理的组织机构、职责、做法、程序、过程和资源等要素有机构成的整体。这些要素通过先进、科学、系统的运行模式有机地融合在一起, 相互关联、相互作用, 形成动态管理体系<sup>[1]</sup>。目前, HSE 管理体系广泛应用于我国的石油化工、建材、水电、核电等领域, 取得了良好的效果。但是, 由于 HSE 管理体系在资金、技术、工人素质等方面的要求比较高, 未在中小企业中大量推广<sup>[2]</sup>。而中小企业又是我国事故的重要来源, 它们实现 HSE 管理体系对我国的安全生产、可持续发展具有重要意义。本文中通过对最近发生的工厂爆炸事故的分析介绍, 提出用云计算技术强大的数据储存与分析能力建立价格合理、使用难度适中的 HSE 管理体系, 满足中小企业对 HSE 管理体系的需求, 解决中小企业难于建立 HSE 管理体系的问题。

## 1 案例分析

### 1.1 近期化工企业安全事故分析

2014 年以来, 我国中小企业安全生产形势十分严峻, 单是危险化学品和化工行业从 1 月至 5 月就已经发生较大事故 9 起, 具体情况如表 1 所示。

表 1 2014 年 1 月至 5 月化学品安全较大事故统计表

时间	公司	事故类型	受伤人数/人	死亡人数/人	事故原因
1月1日	滨阳燃化	中毒	3	4	管理、人的问题
1月9日	康达化工	中毒	2	4	非法生产和进入受限空间管理问题
1月18日	通化化工	爆炸	5	3	硬件和管理问题
3月1日	天亿化工	中毒	0	3	硬件和管理问题
4月8日	泰和煤焦化	爆炸	2	3	动火管理问题
4月16日	双马化工	爆炸	9	8	动火管理、正规设计、正规施工问题
4月24日	北方化工	中毒	0	3	进入受限空间管理和科学施救问题
4月26日	永鑫焦化	爆炸	31	4	盲板管理和预警管理、检修组织问题
5月2日	天森煤化	爆炸	0	3	动火管理问题

从以上中小企业的爆炸事故来看, 设计缺陷、缺少安全设备、教育培训缺乏、个人防护意识缺乏是其主要原因。这每一条都可能导致重大事故, 所以虽然这些事故的发生是偶然的, 但是其中也有一定的必然性。结合叶永峰等<sup>[3]</sup>做的 1979 年至 2010 年间的化工重大事故分析, 从表 2 可以发现, 违章操作、管理漏洞和违法经营是事故发生的主要原因。

收稿日期: 2014-09-09; 修回日期: 2014-12-08

作者简介: 邱旭蒙(1992-), 男, 硕士生; 吉旭(1968-), 男, 硕士, 副教授, 研究方向为过程系统工程, 通讯联系人, 028-85401725, jxhpb@

表2 事故发生次数随事故原因分布表

事故原因	违法生产经营	工艺或设计有缺陷	管理漏洞	意外因素	违章操作	设备故障
比例/%	9	8	19	5	55	4

## 1.2 解决方案的提出

以上分析的主要原因都是人为因素。根据杜邦多年的管理经验——所有的工伤事故都应归于管理上的失误。所以这些都可以通过管理制度建设与改进来实现。

HSE 管理体系作为世界先进的有关健康、安全和环境的一体化管理体系,是一种事前进行风险分析,确定其自身活动可能发生的风险和后果,从而采取有效的防范手段和控制措施防止事故发生,以便减少可能引起的人员伤害、财产损失和环境污染的有效管理模式<sup>[4]</sup>。并且随着信息化技术的大力推广和企业信息化建设的推进,HSE 管理体系的信息化程度快速提高。

国外石油化工企业 HSE 管理信息化的建设和发展经历了工厂级事故报告系统→工厂级文档管理系统→企业级全功能 HSE 信息系统→动态、实时全业务流程的 HSE 管理系统的过程,逐渐形成为以风险管理为核心,并向智能、知识、跨部门应用等方面发展。信息化的 HSE 管理体系在企业制度建立、过程管理、知识培训、政府监管等问题上发挥着重大作用<sup>[5]</sup>。

目前,国内外的大型石油化工企业不仅基本上都采用了信息化 HSE 管理体系,并取得了良好的效果。杜邦公司拥有一套安全数据统计系统,对各种不安全行为进行了系统、细致的分类统计,从而全面、定量地掌握基层单位生产行为的问题分布情况,方便管理者针对存在问题制定下一步的工作方向。中国石油采用 ESS 的 HSE 管理软件,建立了符合中国石油 HSE 管理实际的信息系统,提高了 HSE 业务管理效率,降低 HSE 管理成本,提高 HSE 决策能力。中国石化采用自主研发的 HSE 管理软件,形成了标准化的业务流程和业务功能模块,实现了 HSE 管理的规范化,增强了 HSE 执行力,提高了管理效率,同时为企业和总部 HSE 管理决策提供支撑<sup>[6]</sup>。

这种体系也可以在中小企业中推广,尤其是中小化工企业。但是中小企业与国际化大公司相比,存在如下问题:第一,中小企业的经济规模较小,无法投入大量资金实现信息化 HSE 管理体系建设;第二,中小企业与国际化大公司相比,在员工素质、管

理水平、设备维护、事故应急等方面还存在较大差距,导致其没有建立先进管理制度的技术和手段;第三,政府监督缺位,使其没有动力去建立先进管理制度。

云计算是一种新兴的服务模式,可以为用户在线提供硬件及服务,有效地降低了硬件的使用成本,同时可以动态地弹性地满足企业不同发展阶段的需求。因此云计算可以有效解决中小企业在实现 HSE 信息化时资金、人才、技术等方面的难题<sup>[7]</sup>。本文中以中小化工企业为例,采用云计算,利用其低廉的价格、扩展的灵活性等优点,建立基于云框架下的 HSE 管理体系,实现 HSE 管理体系在中小企业中广泛运用。

## 2 云计算

### 2.1 云计算的概念

对于云计算,全球的研究机构和专家尚未对其所代表的主要技术和功能有明确、统一的标准定义,这是因为它是一系列概念混合演进并跃升的结果,而不是指某项具体标准或者技术。但这并不能阻止云计算这种全新的计算模型和商业模式对各行各业信息化工作带来革命性的改变。从技术角度来看,云计算是并行计算(Parallel Computing)、分布式计算(Distributed Computing)和网格计算(Grid Computing)的发展,是这些计算科学概念的商业实现,是基于网络的超级计算模式。从提供的服务角度看,云计算是 IT 资源(基础硬件、软件、平台及服务)的交付和使用模式。

云计算技术始于 IT 行业,接着广泛在电力行业<sup>[8]</sup>、制造行业<sup>[9]</sup>、电信行业、金融行业<sup>[10]</sup>等领域广泛运用。目前,它已经成为各行业信息化发展的主要手段,在以上几大行业已经有了一定应用或较多研究,主要应用针对大数据存储、云计算构架等,基于大数据的知识挖掘、知识发布、智能分析决策方面的应用还较少。而云计算在中小企业的研究和应用则更鲜有报道。

### 2.2 云计算在中小企业 HSE 管理体系建设的应用

中小企业的云计算应用,是基于云计算服务构架,通过 Internet 构建灵活、可拓展的信息管理平台。解决跨企业、区域甚至行业的大数据整合,共享难点,实现大数据存储、数据发掘、知识发布、决策支持等。其价值在于虚拟化和分布技术,将企业数据中心或者第三方云服务供应商提供的云平台即所谓的“云端”虚拟化,并基于网络将数据、应用和服务

存储在“云端”。通过这种具有资源整合和共享特性的架构,使企业可以将资源切换到所需的应用上,用户通过各种终端设备获取服务<sup>[11]</sup>。

将云计算应用于中小企业的 HSE 管理体系建设,具体优势表现如下。

(1)良好的经济性。大部分企业往往需要的只是平台顶层的服务,却需要投入大量成本和精力从底层基础硬件开始搭建。通过云计算技术,中小企业可以直接购买所需的 HSE 应用,而不用建设和管理底层基础硬件,大大降低了 HSE 的建设成本。

(2)技术门槛的降低。HSE 管理体系是非常复杂的,其技术要求很高。云计算提供的信息化培训可以解决中小企业员工素质较低的问题。信息化管理可以杜绝人为的大多数失误,实现责任到人。

(3)数据高度共享和整合。对各种数据类型都能进行有效整合,打破单站、企业局限,消除数据孤岛,将数据整合共享上升到集团甚至行业层面,使企业能够基于海量数据,并运用有效的数据发掘手段,为企业获取大量系统知识提供支持,为企业经营智能决策打下基础。

(4)更大的灵活性和扩展性。企业可以根据业务需求快速部署,灵活扩展应用,从而灵活应对快速变化的市场,提升企业的市场应对能力及顾客响应速度。

### 2.2.1 云计算下 HSE 管理体系的平台结构设计

体系结构是描述对象的一组模型集合,研究平台的体系结构目的在于通过建立平台的系统模型,描述其功能结构、特性和运行方式,以便更加深入地对分析和描述。根据 HSE 管理体系的需要,并结合云计算技术体系结构特点,云框架下 HSE 管理体系的

平台结构应该包括以下 4 个部分:基础设施服务层、平台服务层、在线 HSE 应用和用户访问<sup>[11-12]</sup>。具体结构如图 1 所示。

(1)基础设施服务层。这一层包括整个体系的基础设施和基础服务。基础设施主要是指计算机、网络、储存器、数据库等,并采用虚拟化技术进行优化。基础服务主要是指系统管理、系统监控、网络管理、用户管理、故障处理等,其功能是对基础设施的管理,以便更高效地利用。

(2)平台服务层。这一层为用户提供特定的软件开发平台,通常包括操作系统、编程语言、编程接口等构成的开发测试运行环境,数据库服务器、Web 服务器和应用服务器等构成的运行环境,用户在此平台上开发、测试、部署、运行和维护各类应用软件方案,并发布在云端应用。通过这层平台能够根据 HSE 功能变化,满足上层应用在扩展性、适用性和安全性等方面要求,同时能提供数据挖掘、大数据存储等平台应用。

(3)在线 HSE 应用。这一层主要提供用户需要的软件。根据 HSE 管理体系的需要,本文中将其划分为 6 个功能模块,也就是 6 个应用软件,分别为基本信息管理、风险预控管理、生产经营管理、应急指挥管理、检查监督管理、系统运行管理。

(4)用户访问。这一层是用户的接入层。根据不同权限的用户,设置操作人员、管理层、安全检查人员等不同权限的用户。同时其数据接入可以满足现在普遍的终端类型,提供 Web 浏览器、PC 客户端、移动终端(包括手机、数据采集器……)等等的接口,实现用户交流、数据采集等功能。

(5)安全防护措施。云计算面临较大的挑战是它的安全问题。通过身份认证、访问控制、数据加密、防火墙等一系列手段,可以很好地保证用户信息的安全。

### 2.2.2 云计算下 HSE 管理体系的应用层设计

真正面向客户的是应用层的服务。本文中对目前国内先进的 HSE 管理系统进行对比<sup>[13-15]</sup>,结果如表 3 所示。

表 3 中,HSE 管理体系各有优势,但是也存在诸多弊病。大庆炼化厂的 HSE 信息系统只具有 HSE 管理系统的雏形,相当于将 HSE 烦琐的文件信息化了,未对信息进行储存、分析、处理。中石化的 HSE 信息系统具有先进的理念,一切从风险管理出发,并分事前、事中、事后 3 部分对事件进行处理。但是缺少专门的装置模块,没有突出以装置为中心。

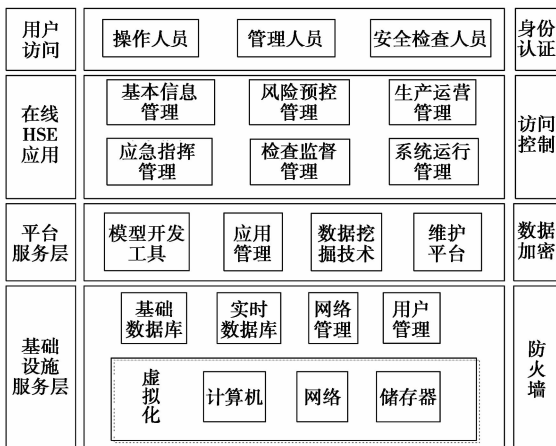


图 1 云框架下 HSE 管理体系的平台结构示意图

同时它也缺少数据储存和分析工具,没有对实时信息进行实时处理,实现高效动态管理。中石油的HSE信息系统也存在相似的问题,基本上只是一个静态管理系统。

表3 HSE管理系统对比表

项目	大庆炼化	中石化	中石油	某化工厂
来源	自建	自建	ESS产品	自建
模块数/个	7	16	15	9
HSE概念	包含	包含	包含	包含
储存能力	弱	弱	弱	弱
管理理念	无	风险管理	风险管理	装置为核心
实时处理	无	部分实现	部分实现	部分实现
分析工具	无	少	少	少
HSE类型	静态	静态	静态	静态

基于以上分析,一种新的适应于现在的HSE信息系统功能结构应该是这样的。首先,该信息系统以装置管理为核心。任何一个企业的核心都是装置,对工厂的管理始于装置也终于装置。只有实现对装置的高效管理,企业才能健康、安全、环保地生产。其次,该信息系统随项目设计、运行、结束同步进行。在项目设计阶段,HSE信息系统应该开始同步设计建设,此时所有的数据为信息系统的基础数据;在项目运行阶段,HSE信息系统应该随着项目的运行,在基础数据上随时调整优化,实时报告项目中各个装置的运行情况,此时所获得的数据为信息系统的实时数据;在项目的结束阶段,HSE信息系统停止该项目服务,但是它的数据将传至数据库,为相类似的项目提供参考。

最终,结合HSE管理系统建立、运行的过程,得出的HSE信息系统的功能结构如图2,云计算功能框架如图3。

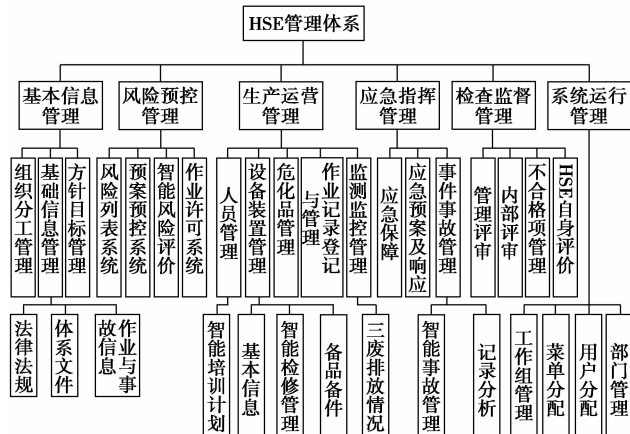


图2 HSE信息系统的功能结构图

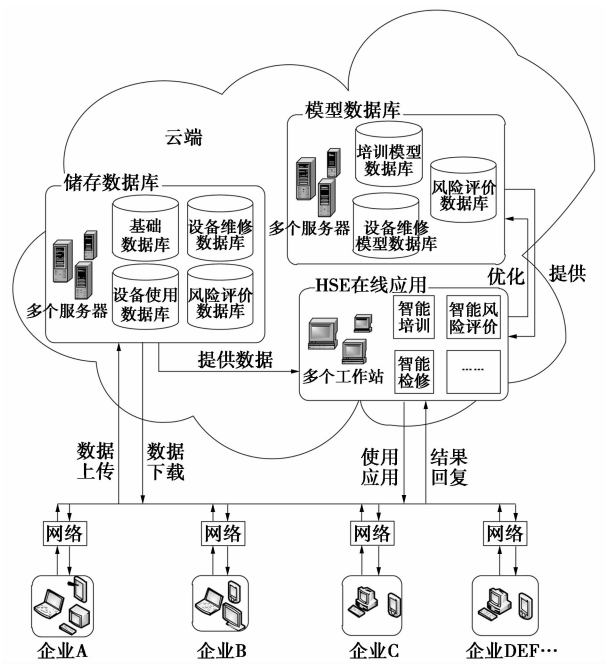


图3 HSE信息系统的功能框架图

该HSE管理系统为三级目录结构,一级目录有6个,并以项目建立以及运行的过程进行分类。基本信息管理包括了项目设计阶段所提供的基本信息,风险预控管理负责项目的风险评价、预防控制方案的制定,生产运营管理提供项目运行时所需的基本功能,应急指挥管理提供项目在不正常运行时所需的帮助,检查监督管理是对项目HSE管理的考核与评价,系统运行管理是为了保证信息系统正常运行。同时,该信息系统也符合PDCA模型。风险预控管理是计划(P)的过程,生产运营管理和应急指挥管理是实施(D)的过程,检查监督管理是检查(C)、改进(A)的,具有可持续发展的思想。如图4所示。

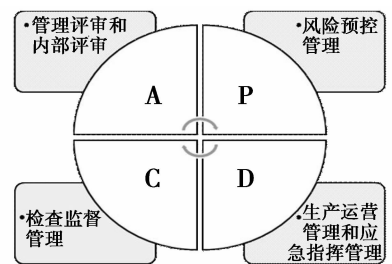


图4 HSE信息系统的PDCA示意图

云计算以其强大的数据储存和处理能力、信息共享能力,在上述功能的设计中发挥着重要作用,以下举例说明。

(1)基础信息管理。基本信息包括与项目的相关文件、HSE的资料文件、法律法规文件、作业信息文件。这些资料是非常繁多的,并且在企业运营的

