



化工装置开车前 安全审查指南

Guidelines for
Performing
Effective
Pre-Startup
Safety
Reviews

美国化学工程师学会化工过程安全中心 著
赵劲松 译



内含CD-ROM

清华大学出版社



化工装置开车前安全审查指南

美国化学工程师学会化工过程安全中心 著
赵劲松 译

清华大学出版社

北 京

Center for Chemical Process Safety

Guidelines for Performing Effective Pre-Startup Safety Reviews

EISBN: 978-0-470-13403-0

Copyright © 2007 by John Wiley & Sons, Inc.

Original language published by John Wiley & Sons, Inc. All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition is published and distributed exclusively by Tsinghua University Press under the authorization by John Wiley & Sons, Inc., within the territory of the People's Republic of China only (excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan). Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书中文简体字翻译版由美国约翰·威立父子公司授权清华大学出版社在中华人民共和国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区和中国台湾地区)独家出版发行。未经许可之出口视为违反著作权法,将受法律之制裁。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2009-8003

版权所有,侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

化工装置开车前安全审查指南 / 美国化学工程师学会化工过程安全中心(CCPS)著;赵劲松译。—北京:清华大学出版社,2010

书名原文: Guidelines for Performing Effective Pre-Startup Safety Reviews

ISBN 978-7-302-22155-5

I. ①化… II. ①美… ②赵… III. ①化工设备—设备管理:安全管理 IV. ①TQ05

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第030078号

责任编辑:柳萍 赵从棉

责任校对:刘玉霞

责任印制:

出版发行:清华大学出版社

地址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn>

邮编:100084

社总机:010-62770175

邮购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印刷者:

装订者:

经销:全国新华书店

开本:170×230 印张:9.5

字数:178千字

版次:2010年3月第1版

印次:2010年3月第1次印刷

印数:1~0000

定价:0.00元(附光盘1张)

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:-

著者声明

真诚希望本书可以促进整个工业的安全生产。但是,美国化学工程师学会,其顾问——CCPS 技术指导委员会及其分委员会的委员,这些委员的雇主——高级管理人员和董事,或 AntiEntropics 公司及其雇员均不担保或代表本书内容的准确性或正确性。本书的用户对本书的使用或滥用所产生的任何后果承担法律责任。

本手册所附的 CD 内容

PSSR 检查表范例

PSSR 管理体系程序范例

可扩展的基本 PSSR 检查表的 Excel 电子表格

前言

美国化学工程师学会(AIChE)四十多年来一直积极致力于化工及同类工业的工艺安全和损失控制问题。通过与工艺设计人员、施工人员、操作人员、安全专业人士以及学术界人士强强联合,AIChE 提高了沟通能力,不断地提高工业的安全标准。AIChE 的出版刊物和学术研讨会已成为致力于工艺安全和环境保护人士的信息资源。

在墨西哥的墨西哥城以及印度的博帕尔发生化工事故后,AIChE 于1985 年创建了美国化工过程安全中心(CCPS)。CCPS 被授权制定并推广用于预防重大化工事故的技术信息。该中心由 80 多个化学过程工业(CPI)赞助商支持,他们为该中心的技术委员会提供必要的资金和专业指导。CCPS 工作的主要成果是为实施工艺安全和风险管理体系各个组成部分的人员提供一系列指导。本书是该系列的一部分。

开车前安全审查(PSSR)是成功的工艺安全体系的一个基本组成部分。但是为了持续改进整体工艺安全,如何保持成功的 PSSR 计划,对很多化工厂来讲仍然是一个挑战。CCPS 的技术指导委员会发起撰写这些指南,来帮助化工厂面对这些挑战。本书包含设计、制定、实施和持续改进开工前安全审查体系的方法。本书所附 CD 包括一些资料和辅助信息。

目 录

1 引言	1
1.1 实施开车前安全审查的益处是什么	2
1.2 PSSR 如何与其他工艺安全组成要素产生联系	3
1.3 基于风险的 PSSR 方法概述	5
1.4 PSSR 的范围,工艺安全、环境、质量以及 人员安全考虑因素	5
1.5 读者对象	6
1.6 如何使用本指南	6
参考文献	8
2 什么是开车前安全审查	9
2.1 开车前安全审查的基础	9
2.1.1 执行 PSSR 的一般步骤	9
2.2 什么是基于风险的 PSSR 方法	12
2.3 在开车前安全审查中培训所起的作用	13
2.3.1 培训 PSSR 小组负责人及成员	13
2.3.2 培训经理及其余的工作人员	14
2.4 进度安排考虑因素	14
2.4.1 资本项目	14
2.4.2 生产设施的变更	15
2.4.3 临时变更	15
2.4.4 重新启动封存工艺	16
2.4.5 检修后的开车	16
2.4.6 日常维护	17
2.4.7 紧急停车后的开车	17
参考文献	18

化工装置开车前安全审查指南

3	相关法规问题	19
3.1	PSSR 工业指南及法规综述	19
3.2	PSSR 的最佳实践	22
3.3	环境方面的考虑因素	23
3.4	对一般性的安全、保安和职业健康问题的考虑	23
	参考文献	24
4	基于风险的开车前安全审查方法	25
4.1	使用风险分析技术选择 PSSR 的详细程度	25
4.1.1	简式与繁式 PSSR 案例	26
4.1.2	包括新颖性的复杂性	28
4.1.3	复杂性对 PSSR 团队规模和专业知	29
4.1.4	对审查深度和范围的影响	31
4.2	设计 PSSR 的决策指南	31
4.2.1	基于风险的 PSSR 的定义——一种定性方法	31
4.2.2	算法举例	32
4.3	所有开车前安全审查要考虑的典型事项	33
4.3.1	硬件和软件：设备、仪表和过程控制	33
4.3.2	文档：工艺安全信息、规程和维修管理系统数据	34
4.3.3	培训：质量和完整性核实	34
4.3.4	特殊项目：特殊的安全、健康和环境问题	35
4.4	一个基于风险调查问卷的例子	35
4.5	使用基于风险方法设计 PSSR 的两个例子	42
4.5.1	简式 PSSR	42
4.5.2	更复杂的 PSSR	44
	参考文献	51
5	开车前安全审查工作程序	53
5.1	定义 PSSR 系统	53
5.1.1	变更管理的双重核查	54
5.1.2	谁是推动 PSSR 系统的负责人	54
5.2	PSSR 子要素	55
5.2.1	施工和设备满足设计说明	55
5.2.2	安全、操作、维护和紧急程序都已到位并且完善	55

5.2.3	新装置已经完成 PHA	56
5.2.4	装置中有关员工完成培训	56
5.2.5	一般要求	56
5.3	设计和执行一个初始 PSSR 程序	56
5.3.1	定义 PSSR 制度	56
5.3.2	定义 PSSR 团队	57
5.3.3	设计具体的 PSSR	57
5.3.4	培训 PSSR 项目中的人员	58
5.3.5	一个 PSSR 程序的示例	58
5.4	准备开车前安全审查	62
5.4.1	收集文件	62
5.4.2	根据需要安排会议	63
5.4.3	验证触发事件相关的工作是否完成	63
5.4.4	确定并追踪工艺危险分析行动条款	63
5.5	落实开车前安全审查行动条款	64
5.5.1	对于安全运行来讲什么审查条目是关键审查条目	65
5.5.2	考虑过去的 PSSR PSM 符合性审计发现的问题	65
5.6	批准开车前安全审查报告	65
5.6.1	电子版或纸质文件的归档	66
5.6.2	PSSR 团队批准	66
5.6.3	管理层批准	66
	参考文献	66
6	编辑和使用 PSSR 检查表的方法	67
6.1	建立检查问题数据库	67
6.1.1	不要取巧	67
6.1.2	不同工业的考虑	67
6.2	不同的方法：电子版与硬拷贝	68
6.2.1	使用现有的行动条款追踪系统	68
6.2.2	PSSR 电子检查表基本工具	69
6.2.3	带有 PSSR 工具的电子化变更管理系统	69
6.3	电子审查检查表示例	70
6.3.1	合并简式 PSSR 检查表	70
6.3.2	扩展繁式 PSSR 检查表	71

化工装置开车前安全审查指南

7 持续改进	76
7.1 诊断 PSSR 系统问题	76
7.2 培训和交流	77
7.3 检验审查过度和审查不足	78
7.4 为什么精简、改进、升级或重新设计	78
7.4.1 裁员	78
7.4.2 公司重组	79
7.4.3 收购、合并和资产剥夺	79
7.4.4 规章制度的变化	79
7.4.5 工艺风险变化	79
7.5 系统升级	79
7.6 PSSR 绩效与效率指标范例	80
7.6.1 PSSR 绩效指标	81
7.6.2 PSSR 效率指标	81
7.7 审计频率	82
7.8 PSSR 审计员的资格	82
7.9 PSSR 审计协议样本	83
7.10 审计结果的阐述	86
7.11 小结	86
参考文献	86
附录 A PSSR 检查表范例	87
附录 B 工业参考	132
附录 C 规章制度参考	134
缩略语	135
术语	136
鸣谢	138

表 目 录

表 1-1	PSSR 与其他 PSM 要素的一般性联系	4
表 3-1	开车前安全审查相关文件的国际范例	20
表 4-1	典型的工艺安全管理 PSSR 程序风险决策步骤	28
表 4-2	低风险/简式 PSSR 的短表举例	36
表 4-3	较高风险/繁式 PSSR 的长表举例	37
表 4-4	完成的 PSSR 短表实例	44
表 4-5	进展中的长表 PSSR 示例	46
表 5-1	PSM/RMP 达标计划和管理综合系统示例	54
表 5-2	开车前安全审查管理程序示例	59
表 6-1	合并电子 PSSR 检查表示例	70
表 6-2	电子 PSSR 检查表扩展示例	72
表 7-1	正式或非正式审计中出现的典型的 PSSR 问题	77
表 7-2	PSSR 要素审计协议指导语句范例	84
表 7-3	OSHA CPL 2-2.45A CH-1 导则中摘录的 PSSR 术语	85

图 目 录

图 2-1	基本 PSSR 作业流程图	10
图 4-1	风险矩阵的一个实例	27

引 言

术语开车前安全审查(PSSR),简单的定义就是工艺设备开始使用前进行的最终检查。当该术语作为整个工艺安全管理体系的一部分在一个工厂使用时,它也是一个在工艺安全管理体系内的管理系统,确保新的或修改后的流程已经做好开车前的准备。它可以通过确认设备与设计意图一致的方式进行了安装以及确认工艺安全管理体系到位来实现。因为每个变更,以及相关的风险和流程都可能有其独特性,将 PSSR 以系统方式运用到工作流程就代表了一种良好的企业做法。进行有效的开车前安全审查类似于数学计算后进行的检查,或更为形象的比喻是就像跳伞前检查降落伞一样。

本书探讨 PSSR 在工厂物理硬件、软件、工程设计、管理工作以及与化工操作有关的文件方面的应用。尽管我们关注化学过程工业(CPI),特别是相关的工艺安全,但是 PSSR 理念及其好处几乎可以应用于人类的任何活动,特别是制造领域。

自 1992 年以来,美国的化学过程工业把开车前安全审查作为日常企业行为的一部分的主要驱动力一直就是职业安全与健康管理局(OSHA)的工艺安全管理(PSM)规定(美国联邦法规标准 29{CFR} 1910. 119)(参考文献 1-1)。该法规之后是美国环境保护署(EPA)的风险管理计划(RMP)规定(40 CFR 68)(参考文献 1-2)。这些规定是以绩效为基础的,适用于所处理的某些化学品数量达到或超过一定阈值的工厂。“以绩效为基础的”意思是适用于这些规定的每一设施需要达到某些最低要求,但是对于如何达到这些要求没有规定。一个工厂可制定最适合自己的风险级别、公司文化和资源的 PSSR 计划。

但是,其他国家和工业组织已经意识到 PSSR 对工艺安全的重要性并出版了应用 PSSR 的类似规定或指南。本书始终贯穿“最终检查”这一概念,阐述具体的美国规定要求,同时将会就国际化工公司如何将 PSSR 应用到它们的运营中从而既遵循现行法律又提高其生产业绩给出一些具体事例。

不管是把工艺安全管理作为一项要求还是作为一种良好的做法进行实施,为使其发挥作用,降低一个设施的风险,开车前安全审查是保障工艺安全管理系统正

常运行的基础。

1.1 实施开车前安全审查的益处是什么

对流程实施开车前安全审查有很多益处,简单地讲,其包括:

- 变更更有可能按意图实施。
- 建设、安装或计划工艺变更所要进行的施工、维护或计划编制工作符合原意图。
- 开车前的工作已完成,开车后的工作已作了进度安排并进行跟踪,有助于确保设备的设计、制造、采购、安装、操作和维护适合其预定的应用。
- 理解工艺中采用的新的化学品或材料在安全、健康、环境和性能方面的问题。
- 对工艺设备进行检查、测试、维护、采购、制造、安装或试运行的人员已作了适当培训,了解了目前的和最新的程序以及工艺安全信息。
- 在出现事故的情况下,强有力的开车前安全审查计划就是公司的运营纪律和社会责任的记录。
- 确认安全系统按设计意图操作。
- 设计和安装的工程计算和假设内容与反映了现行规范和标准的那些已被普遍认同、且接受的良好工程实践(RAGAGEP)相一致。
- 满足了变更管理的法律法规要求。
- 质量管理体系要求也得到阐述。
- PSSR 提供了把所有权从工程或项目管理人员移交给操作人员的机会。

本书提供了制定 PSSR 计划的建议,有助于公司获得上述这些益处。工厂应考虑评估其在获得上述益处方面做得如何。第 7 章阐述了这一问题。

从广义上讲,有效的 PSSR 可以对成熟、设计良好的 PSM 计划提供支撑,使整个 PSM 在面对变更时保持稳健和有效。CCPS 小册子——《工艺安全企业案例》概述了工艺安全的如下四个益处——通过有效的开车前安全审查可以帮助实现这些益处:

“有策略地实施工艺安全对于健康的企业有四个最基本的益处。其中两个益处是定性的,因而多少有点主观。可以从公众、股东、政府机构和用户与公司的关系弄清楚这些益处。其余两个益处是定量的,它们对公司的底线和业绩有可测量的影响。所有的这四个益处,若通过坚持良好的工艺安全体系实现,可共同支持公司的盈利能力、安全业绩、质量和环境责任”。

(1) 公司责任——工艺安全是公司责任和问责制的体现,它有助于公司通过行动展示公司特点。工艺安全的核心在于一致性地去计划做一些适当的事情,然后一致性地把它们做对。公司责任可帮助实现第二个益处。

(2) 业务灵活性——在工艺安全管理计划中展示的公司责任可使公司具有更大范围的业务灵活性。当公司通过实施有效的工艺安全计划公开地展示其责任时,公司可获得更多的自由和自我决定权。

(3) 降低风险——工艺安全具有无可比拟的避免损失的能力。一个健康的工艺安全计划可大大降低出现灾难性事故的风险,并有助于防止因事故发生人员伤亡、环境损坏,产生相关费用。尽管工艺安全的实质主要是预防灾难性事故,但是也可以降低出现不太严重的事故的数量。

(4) 价值持续——工艺安全直接与提高股东价值有关。当工艺安全得到彻底实施时,有助于确保可靠的工艺流程,及时地、低成本地生产出高质量的产品,提高股东价值。

开车前的安全审查为确保操作准备就绪提供二级保护,从而推动公司工艺安全管理体系的持续改进,有助于实现这四个益处。

1.2 PSSR 如何与其他工艺安全组成要素产生联系

本指南假设读者已经熟悉 OSHA 工艺安全管理规定的 14 个基本要素和 EPA 风险管理计划。这些要素是:

- (1) 员工参与;
- (2) 工艺安全信息;
- (3) 工艺危害分析(PHA);
- (4) 变更管理;
- (5) 操作规程;
- (6) 机械完整性;
- (7) 应急计划与响应;
- (8) 培训;
- (9) 承包商;
- (10) 动火许可;
- (11) 符合性审计;
- (12) 开车前安全审查;
- (13) 事故调查;
- (14) 商业秘密。

一个设计良好的 PSSR 计划将会适应一个设施现有的工艺安全和风险管理计划以及其他的绩效改进措施(例如,六西格玛、全面质量管理、环境管理或赢力能

化工装置开车前安全审查指南

力激励)。负责制定、执行和改进 PSSR 计划的人员在意识到 PSSR 与工艺安全其他要素的相互影响关系后,可更好地实现更高级别的总体工艺安全业绩。表 1-1 显示了 PSM 其他要素如何可能与 PSSR 相关。

表 1-1 PSSR 与其他 PSM 要素的一般性联系

PSM 要素	潜在联系
员工参与	<ul style="list-style-type: none">• 各个部门的员工可作为计划制定人、小组负责人、小组成员或审查期间的调查对象参与 PSSR 计划。• PSSR 程序和 PSSR 检查表文件为公司如何鼓励员工参与提供了明显证据。
工艺安全信息	<ul style="list-style-type: none">• PSSR 有助于确认设备、材料危险性和技术的工艺安全信息是否适时更新。
工艺危害分析 (PHA)	<ul style="list-style-type: none">• PSSR 有助于确认 PHA 的措施项是否已经落实或将要落实。
操作规程	<ul style="list-style-type: none">• PSSR 可二次检查是否已写下来或修改了受变更影响的操作规程,以便在这些规程上正确反映出变更。
操作员培训	<ul style="list-style-type: none">• 进行 PSSR 检查确认已做了与触发事件有关的培训变更,对受到影响的规程所做的培训已按需要进行。
机械完整性	<ul style="list-style-type: none">• PSSR 确认维护工作程序已到位,且对员工已经就工作任务以及现行的安全操作准则作了培训。• PSSR 确认设备在机械完整性计划中的定位已得到审查,且设备的设计、安装是按规范、标准以及制造商规定进行的。
承包商	<ul style="list-style-type: none">• PSSR 可识别某些合同工作任务何时需要针对变更进行专门培训,以及何时需要就变更对承包商进行培训或告知变更内容。
动火许可(以及其他安全操作准则)	<ul style="list-style-type: none">• PSSR 确认触发事件所要求的新的安全操作准则(SWP)已到位并且是针对特定的工作人员设计和执行的。
变更管理 (MOC)	<ul style="list-style-type: none">• PSSR 是对每个 MOC 相关工作及其文档的检查;它是确保 MOC 使工人及公众更为安全的一个二级保护。• 最初的 MOC 要求及相关文件内容决定了 PSSR 的复杂性。• PSSR 可确认已做了适当的变更管理工作。
事故调查	<ul style="list-style-type: none">• PSSR 文件可为调查小组提供支持。• 调查建议可影响 PSSR 今后的工作。• 吸取的教训是改进 PSSR 的强有力工具。
应急计划和响应	<ul style="list-style-type: none">• 一个设计良好的 PSSR 可确认有关的应急响应计划的变更已包括在审查范围内且对受影响工作人员作了培训。
符合性审计	<ul style="list-style-type: none">• 要定期对 PSSR 计划进行审计,且审计结果有助于改进 PSSR 计划以及一个设施总体的 PSM 绩效。
商业秘密	<ul style="list-style-type: none">• 一个设计良好的 PSSR 计划可确认对有关商业秘密问题已得到适当的解决。

1.3 基于风险的 PSSR 方法概述

基于风险的开车前安全审查方法的含义是什么？它表示我们会利用 PSSR 规定和工业指南中以业绩为基础的方面来更经济、更有效地设计每个变更或根据可能性和后果设计触发事件的 PSSR 工作。目标是根据工艺过程中触发事件产生的风险,最佳利用公司资源。

本书给出了几个定性工具实例,有助于 PSSR 小组负责人及其小组确定 PSSR 是否可以简单地进行(例如,目视检查以及用最少的检查表完成文档),或者是否因为所涉及的危险或风险需要以更为复杂的方式进行。例如,某个装置的一个大的改动可能需要开几次 PSSR 小组会议和几次 PSSR 审查,而某些行动条款还需要在开车后才能完成。

PSM 经理和 PSSR 小组负责人需要参考的详细实例在第 4 章,而且全书都有提及。

1.4 PSSR 的范围,工艺安全、环境、质量以及人员安全考虑因素

我们的目标不是为化学流程工业制定新的标准,而是鼓励公司和个人应用现有标准和必要的操作规程建立起自己的开车前安全审查内部要求,从而促进商业成功。本书提供的工具有助于公司采取系统方法管理 PSSR 计划,贯彻责任关怀、CCPS 工艺安全实践以及其他工业指南的相关内容,同时满足外部和内部的健康、安全、环境和质量要求。

本书认为开车前安全审查是确认开车小组和工艺设备准备好进行开车的一个系统方法。“开车”可以理解为化学品或能量引入系统的一个起始点。在制造领域,PSSR 是损失预防的关键。

PSSR 是一项最终检查,确认一个流程或一个设施是按设计施工的,所有程序已到位,培训已完成且工艺危害分析后的所有行动条款已落实。

当变更引起工艺安全信息的变化时,为符合美国 OSHA 的 PSM 和 EPA 的 RMP,也要进行 PSSR。什么是对工艺安全信息的变更呢?它是指对下面任一条目进行的变更:

- 与流程使用的或生产的受控物质的危害性有关的信息
 - 一种新催化剂或添加剂
 - 一种新原料,即使该原料是本质更安全的

化工装置开车前安全审查指南

- 与工艺技术有关的信息
 - 一个新的控制或安全系统
- 与工艺中设备有关的信息
 - 一个新类型的反应器或工艺容器
 - 新的阀门或新的阀门操作

为符合 OSHA 和 EPA 的要求, PSSR 应考虑:

- 施工和设备是否满足设计规范
- 安全、操作、维护和应急程序是否到位、是否完善
- 在新装置上是否已进行 PHA 或是否已遵循了工厂的变更管理过程
- 涉及工艺操作的每个员工的培训是否已完成

第 3 章对美国的法规要求进行了更为详细的介绍。对于没有被 PSM 或 RMP 规定涵盖的装置, 本书也阐述了开车前安全审查的更为广泛的应用。

1.5 读者对象

本书针对的读者对象是制定新的 PSSR 计划或改进现有 PSSR 计划的人士。本书也可以作为一个简单的比较工具, 来看看一项成熟的计划采用了哪些良好的做法或有助于加强或改进现有的方法。

不管一个人在工艺安全方面是否有经验, 可以从本指南受益的典型的职位有:

- 工厂工艺安全管理经理以及 PSM 协调员
- 总部的工艺安全管理人员
- 需要进行开车前安全审查的项目经理和项目小组成员
- 执行变更管理工作的工程师或其他工作人员
- 可能要参加 PSSR 小组的操作、维护和其他生产人员
- 参与 PSSR 计划的任何员工

1.6 如何使用本指南

第 2 章——什么是开车前安全审查

- 针对新近被授予 PSSR 职责的员工以及对于所有的工厂经理, 该章节对开车前安全审查的基本步骤作了描述。
- 针对工厂的培训教员和管理层, 它对介入 PSSR 工作的人员的培训作了指导。