

SHIYOU HUAGONG GONGCHENG
ZHILIANG JIANDU ANLI

石油化工工程 质量监督案例

(第一册)

主 编 张克华
副主编 周 国 李建国

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

石油化工工程质量监督案例

(第一册)

主 编 张克华
副主编 周 国 李建国

中国石化出版社

内 容 提 要

本书按专业类别分为土建、设备安装、管道安装、电仪安装和综合质量行为五篇,收集了100多个案例,对石油化工工程质量经常出现的问题进行了背景介绍和分析评述,并提供了处置方法。

本书可以作为石油化工工程建设系统的建设单位、设计单位、施工单位、监理单位等有关人员的业务参考书。

图书在版编目(CIP)数据

石油化工工程质量监督案例(第一册)/张克华主编.
—北京:中国石化出版社,2010.6
ISBN 978-7-5114-0437-4

I. ①石… II. ①张… III. ①石油化工-化学工程-
工程质量-监督管理-案例 IV. ①TE65

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第104109号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行
地址:北京市东城区安定门外大街58号
邮编:100011 电话:(010)84271850
读者服务部电话:(010)84289974
<http://www.sinopec-press.com>
E-mail:press@sinopec.com.cn
河北天普润印刷厂印刷
全国各地新华书店经销

*

787×1092毫米16开本14.5印张360千字
2010年7月第1版 2010年7月第1次印刷
定价:32.00元

《石油化工工程质量监督案例》

编写委员会

主 任 张克华

副主任 周 国

委 员 (以姓氏笔画为序)

于杰荣 王广瑞 王新光 孙东晓

吉章红 刘长春 刘得宝 李建国

李建强 杜代文 杜俊杰 荆 棘

胡国勇 袁光碧 徐泾泳

前 言

石油化工建设工程涉及的专业广泛，使用的材料、设备种类繁多，其生产装置大多处于高温高压、易燃易爆、有毒有害的苛刻条件下，工程技术复杂，建设难度大。抓好工程质量是中国石化长期重视的一项工作，尤其在提倡安全、环保，又快又好地发展经济建设的今天有着重大现实意义。

前事不忘，后事之师。石油化工工程质量监督总站（以下简称总站）及其所属各分站，在长期石化建设工程质量监督工作中积累了大量处理工程质量事件的经验，收集了大量的各类工程质量事件的素材。为使这些材料和经验转化为石化工程建设系统的共同知识财富，我们选取了具有代表性、普遍性和重要性的工程质量事件素材，对造成质量问题的技术因素与参建各方的行为因素进行系统的总结和分析，形成“案例”，结集出版《石油化工工程质量监督案例》（第一册）。

《石油化工工程质量监督案例》中的“案例”以生动翔实的具体事件，将工程建设实践经验与技术和质量管理理论相结合，大大丰富了石化工程质量监督内涵，不仅可以为工程技术人员在今后处理相似问题时提供参考，更重要的是可以给我们工程建设人员以提醒，防止此类事件的再次发生，达到避免或减少这些质量问题（事故）和安全隐患发生频率的目的。

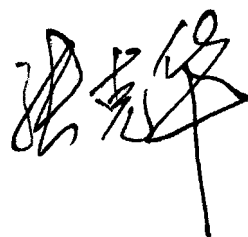
本书按专业类别分为土建篇、设备安装篇、管道安装篇、电仪安装篇和综合质量行为篇五部分。每个“案例”主要内容包括背景、评析和处置等。“背景”表述了质量事件的基本情况；“评析”从质量问题的特征、有关责任主体的质量行为得失、应吸取的经验教训、对今后处理类似事件应注意的问题、应把握的原则与处置技巧等方面有针对性地、有选择地加以点评分析。“处置”描述了当时处置该问题的方法，监督机构处理该质量事件的意见和方法，或给出了今后

处置类似问题的参考意见。本书是石油化工工程质量监督系统内部资料，也可以作为石化工程建设系统的建设单位、设计单位、施工单位、监理单位等有关人员的业务参考书。

在本书编写过程中，石油化工工程质量监督总站及分站提供了大量资料素材，在此向这些资料的作者表示感谢。本书编写过程历时一年，编写期间洪晓久、徐泾泳、孙奎彬同志承担了大量的编务工作，在此表示感谢。

石化工程建设活动中出现的质量事件还有很多，本书主要涉及近年来总站及其分站在质量监督过程中发现或参与处理的质量事件。随着工程质量监督工作的进一步深入开展，还会发现新的、不同类别的质量事件，我们将酝酿再次结集出版。本书中所介绍案例具有一定的个体性，不同工程所发生的质量问题（事故）应有所差别，宜根据实际情况区别对待，本书仅提供参考。

鉴于时间仓促和编写水平有限，书中难免存在不足和错误之处，在此恳请读者批评指正。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '张光华' (Zhang Guanghua). The signature is stylized with fluid, connected strokes. The first character '张' is on the left, followed by '光' and '华' on the right, with a long vertical stroke extending downwards from the '华' character.



第一篇 土建篇	(1)
001 120m 混凝土烟囱钢筋强度实测值问题	(3)
002 混凝土强度试件留置	(5)
003 结构垮塌事故	(7)
004 钢结构柱底板扩孔问题	(10)
005 $2 \times 10^4 \text{m}^3$ 生化水池开裂问题	(11)
006 管架立柱施工缝上下偏位问题	(14)
007 混凝土基础因预留螺栓孔内积水结冰胀裂问题	(15)
008 灌注桩检测验收问题	(17)
009 框架梁裂纹问题	(20)
010 护墙倒塌事故	(22)
011 预制板质量问题	(24)
012 隧道初期支护加入钢纤维问题	(26)
013 基础沉降观测问题	(27)
014 钢屋架变形问题	(28)
015 混凝土冻害问题	(30)
016 某化工装置水池基槽验收	(32)
017 混凝土结构后锚固质量问题	(34)
018 现浇框架结构偏移问题	(36)
019 材料检验不合格问题	(38)
020 焦炭塔基础与桩基错位事故	(39)
021 混凝土试件的强度评定	(40)
022 储罐基础构造设计问题	(42)
023 质量验收记录内容与工程实体不符的问题	(44)
024 某低温罐区管架钢结构安装质量问题	(45)
025 混凝土施工缝处理	(46)
026 钢筋混凝土框架楼板裂纹问题	(47)
027 混凝土框架柱质量问题	(49)

028	关于水泥进场使用问题	(51)
029	混凝土同条件养护问题	(53)
030	预应力桥面板钢筋放张问题	(56)
031	回填土地基处理问题	(58)

第二篇 设备安装篇

032	不锈钢复合板设备水压试验发生腐蚀失效	(63)
033	汽轮机排汽缸法兰裂纹事件	(66)
034	大型鼓风机蜗壳爆裂事件	(68)
035	刮煤机堵煤事件	(70)
036	动设备安装中计量器具的使用	(72)
037	设备的防腐工作	(74)
038	压力容器进场验收程序的执行	(76)
039	焦炭塔焊接预热及热处理质量控制	(78)
040	油罐底板表面除锈问题	(81)
041	储罐焊缝变形问题	(82)
042	动设备配管程序错误	(83)
043	2000m ³ 球罐 FBT 稀土保温层质量问题	(84)
044	CO ₂ 再生塔塔体变形	(86)
045	丙烯球罐质量问题	(88)
046	延迟焦化装置加热炉管设备和材料进场的检验	(90)
047	1106 - D - 119A/B 污油储罐安装	(92)
048	高分换热器管板开裂问题	(94)
049	球罐无损检测问题	(96)
050	不锈钢管线隔热材料氯离子含量问题	(99)
051	炉体防腐工程用错涂料问题	(101)
052	某集油站罐体工程质量问题	(102)
053	旋风分离器现场安装质量问题	(104)
054	泵设备单机试车质量问题	(106)

第三篇 管道安装篇

055	1Cr5Mo 钢管道焊接质量问题	(111)
056	不锈复合钢管焊接问题	(114)

057	承插法兰焊口泄漏	(117)
058	碳钢阀门的验收及试验问题	(119)
059	不锈钢管线焊接质量问题	(121)
060	阀门选型及试验问题	(123)
061	高温工艺管线预拉伸问题	(125)
062	管道支吊架安装质量	(127)
063	工艺管网改造工程管配件进场检验	(129)
064	消防系统工程消防水罐保温施工	(131)
065	煤液化项目射线检测抽检比例和合格标准问题	(132)
066	煤制氢装置管道凸台焊接顺序问题	(134)
067	成品油长输管线超声波和射线检测问题	(135)
068	某天然气管道工程无损检测问题	(137)
069	管道焊接材料管理问题	(139)
070	管道的预制和现场安装标识问题	(141)
071	部分管道及设备防腐涂层	(143)
072	延迟焦化工程中阀门安装前的压力试验问题	(145)
073	聚乙烯中空壁缠绕排水管使用问题	(146)
074	Cr - Mo 合金钢管道焊接过程中存在的问题	(148)
075	管道安装施工方案中不合理条款问题	(150)
076	单井管线工程质量控制问题	(152)
077	外输管线内防腐问题	(154)
078	制氢转化炉炉管材料质量问题	(156)
079	蜡油催化改造工程管道焊缝裂纹	(158)
080	注聚管线爆裂事故	(160)
081	埋地管道防腐质量问题	(162)
082	加热炉管进场检验问题	(164)
083	长输管道防腐问题	(166)
084	$6.5 \times 10^4 \text{ m}^3$ 制氢装置弯头爆裂事故	(169)
085	工艺管道的射线检测	(171)
086	管道穿越及开挖	(173)
087	工艺管道焊接质量问题	(176)
088	天然气集输管道	(178)

第四篇 电气、仪表安装篇	(181)
089 电机软启动装置可控硅损坏事件	(183)
090 电气接线错误引起装置停车事故	(185)
091 防雷引下线与电气设备接地线共点问题	(187)
092 某低温罐区电气工程接地串联连接问题	(189)
093 某综合楼电气分部工程质量问题	(190)
094 新敷设镀锌扁钢脱锌锈蚀问题	(193)
095 电缆桥架电镀锌层厚度问题	(194)
096 某罐区仪表控制阀安装前未试验问题	(195)
097 调节阀试验过程中存在的问题	(196)
098 气动调节阀试验发现的问题	(198)
099 仪表工程双法兰液位计排放环焊接问题	(200)
100 仪表线缆隔离与接线箱防爆的问题	(201)
101 DCS 机柜违规施工问题	(203)
102 某总线控制系统网段设计、采样周期问题	(205)
第五篇 综合管理篇	(207)
103 主体结构验收程序	(209)
104 异戊烷塔现场施工组对过程管理	(211)
105 单机试运过程中的质量问题	(213)
106 钢筋原材料质量证明文件造假	(214)
107 管道施工管理中的质量行为问题	(215)
108 合同履行	(217)
109 无损检测专项检查	(220)

第一篇 土建篇

001 120m 混凝土烟囱钢筋强度实测值问题

杜代文 刘得宝

【背景】

监督工程师在对某煤液化装置 120m 混凝土烟囱的有关质量验收记录进行抽查时,发现:在《钢筋加工检验批质量验收记录》中,对有抗震要求的高耸结构(设计要求按 6 度设防),施工单位和 EPCM 单位没有对“抗震用钢筋强度实测值”一项进行检查验收和评定。

【评析】

对于本案例所涉及的问题,可以说是一个比较普遍的现象。在其他项目中,我们也多次发现,施工、监理等单位均认为六度设防属于三级抗震结构,不需检查。在日常的监督工作中,监督工程师应该经常对抗震结构的材料、构造措施、施工质量进行严格的抽查和验收。特别是抗震设防问题,应作为监督的重点,无论从建筑设计、建筑场地、构造措施、建筑材料等方面对结构抗震的影响都应该进行认真的分析和了解,作为监督工程师必须具备抗震设防的基本常识和基础理论知识来指导我们的监督工作。同时,还要熟悉《建筑抗震设计规范》GB50011、《构筑物抗震设计规范》GB50191、《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 以及国家标准图集 03G101-1 等标准规范中的有关抗震设防要求。从唐山大地震到汶川大地震,给了我们一个启示,为什么这么多的建筑物成片地倒塌,地震的震级高、烈度大和破坏性强固然是主要原因,但也有很多位于震中的建筑物经受住了考验。特别是五所刘汉希望小学在汶川地震中都安然无恙,这说明了抗震设防和加强施工质量控制的重要性。还有为什么日本是一个地震多发的国家,而每次大地震无论是生命还是财产损失都降到了最低,就是因为他们普遍对房屋建筑特别是人员比较集中的公共建筑的抗震设防特别重视,国家的法律法规也非常严格,体现了对生命的尊重,我们应该学习他们这一先进的理念。

由于人们普遍认为 6 度设防是最低等级的设防,表示该地区发生地震的可能性不大,这种错误思想导致人们对有关的设计要求和规范要求没有引起重视,甚至不采取任何措施。笔者个人的理解是,6 度设防的地区只是表明发生大地震的概率比较低,但不能认为不可能发生。一旦发生,经过抗震设计和采取抗震措施的建(构)筑物必定能起到经受破坏或者延缓倒塌的作用。而且《建筑抗震设计规范》GB50011—2001 第 1.0.2 条规定“抗震设防烈度为 6 度及以上地区的建筑,必须进行抗震设计”。并且将这一条列为强制性条文;其第 1.0.3 条也指出:鉴于近数十年来,很多 6 度地震区发生了较大的地震,甚至特大地震,6 度地震区的建筑要适当考虑一些抗震要求,以减轻地震灾害。

这个问题简单地看属于施工单位的资料不规范问题,但引申来看可以归为行为质量方面存在问题,就是说没有认真对进场的材料进行检查验收,对于抗震设防的问题不重视或者没

有引起必要关注。

根据《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204—2002(以下简称:GB50204)第5.2.2条规定:对有抗震设防要求的框架结构,其纵向受力钢筋的强度应满足设计要求,当设计无具体要求时,对一、二级抗震等级,检验所得的强度实测值应符合下列规定:

(1) 钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25;

(2) 钢筋的屈服强度实测值与强度标准值的比值不应大于 1.3。

检验数量:按进场的批次和产品的抽样检验方案确定

检验方法:检查进场复验报告。

本条为强制性条文。本工程为 6 度设防,高度大于 30m,抗震等级为三级,因此需要对纵向受力钢筋复验报告中的抗拉强度实测值和屈服强度实测值进行核查。如果是一、二级抗震结构,还应根据规范规定对 f_y/f_y^o 是否 ≥ 1.25 和 f_y^o/f_{yk} 是否 ≤ 1.3 进行验算,其目的是为了在地震作用下,结构的某些部位出现塑性铰以后,钢筋具有足够的变形能力。通过计算符合要求的即能评定为合格;不符合规定的,按规范要求必须退场,严禁使用在抗震结构中。

【处置】

根据本案例的情况,监督工程师要求各相关单位应认真审查施工图,并理解设计对抗震设防的要求,以及不同的抗震设防烈度和抗震设防等级对钢筋构造的不同要求。对于钢筋的构造措施,应该从以下几个方面进行检查:

(1) 按照规范的要求对抗震钢筋的原材料进行全面检查;

(2) 受力主筋的锚固与搭接长度的检查,在国家标准图集 03G101-1 中,对梁柱受拉钢筋的锚固长度、搭接长度均做了详细的规定,对于纵向钢筋在中间层和顶部的构造均有图示。施工时应按设计要求分别选用,作为有关验收单位应严格按照设计施工图并结合该标准图集的有关要求进行检查验收。对于主筋的绑扎搭接长度、搭接焊接的焊缝长度与焊接质量及检测结果、机械连接接头质量、其他焊接接头形式与焊接质量、主筋接头位置与接头百分比、钢筋的弯钩和弯折形式与长度等都要进行重点检查。

(3) 检查箍筋的加密区,设计有要求的按设计要求执行,设计没有要求的,按照有关规范规定执行,一般加密的地方有梁柱两端部、梁柱交接处、梁梁交接处、钢筋绑扎搭接区的梁与柱及悬挑梁等构件都有加密要求;而且规范规定弯钩都要求做成 135° 弯钩,弯钩的平直部分长度为大于 $10d$ (d 为箍筋直径)。特别要注意的是,在框架梁与柱交接的部位,很多施工单位在梁伸入框架柱的位置因为施工不方便,往往不对框架柱上的箍筋进行加密,有的甚至在这一段完全没有箍筋,这对结构安全相当不利。

002 混凝土强度试件留置

薛英 高红娟

【背景】

监督工程师对某办公用房的混凝土强度同条件养护试块的留置和混凝土强度评定进行检查，发现：施工单位对基础垫层（C15）、钢筋混凝土梁板（C25）、地面垫层（C10）等不同结构部位、不同强度等级的混凝土均留置了同条件养护试块，试块的留置部位比较随意。经检查没有具体的留置方案，留置数量均为三组。在此之前对房屋主体进行巡检时，在混凝土构件附近均没有发现同条件养护试块。经询问，试块在其他地方单独存放。

检测报告显示同条件养护试块的养护龄期同标准养护试块均为 28 天。试块留置期间的现场没有温度记录表，也没有做详细的日温度记录。

【评析】

关于养护试块的留置，我们必须对以下几个方面的问题有充分认识：

1. 留置目的

留置同条件养护的混凝土强度试件，有两个目的：

- （1）拆模、提前上人或设备等荷载时需要知道混凝土的强度，见 GB50204 之 7.4.1 条；
- （2）用于对涉及混凝土结构安全的重要部位进行结构实体检验，GB 50204 之 10.1.1 条。

在留置同条件养护试件之前，其方案应该经建设和监理单位共同认可。对于同条件养护试件的留置方式和取样数量，在 GB50204 附录 D 中明确规定：“同条件养护试件所对应的结构构件或结构部位，应由监理（建设）、施工等各方共同选定”。同条件养护试件是为了验证结构实体检验的混凝土强度，因此其选定的依据应服从结构实体检验的范围。对于混凝土结构子分部工程，GB50204 第 10.1.1 条明确要求：“对涉及混凝土结构安全的重要部位应进行结构实体检验。结构实体检验应在监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）见证下，由施工项目技术负责人组织实施，承担结构实体检验的试验室应具有相应的资质”。结构实体检验的范围仅限于涉及结构安全的柱、墙、梁等结构构件的重要部位，因此，结构构件的非重要部位如混凝土垫层则无须留置同条件养护试件。

而用于拆模、提前上人或设备等荷载时的同条件养护试件，则在《施工组织设计》、《施工方案》或《监理细则》等文件中明确即可。

2. 留置数量

不能按标养试块的留置数量来要求同条件养护试件留置数量。

关于留置数量 GB50204 附录 D 第 3 条规定：“同一强度等级的同条件养护试件，其留置

的数量应根据混凝土工程量和重要性确定，不宜少于 10 组，且不应少于 3 组”。按《混凝土强度检验评定标准》GBJ107 的有关规定，同一强度等级的同条件养护试件的留置数量不少于 10 组，以构成按统计方法评定混凝土强度的基本条件。留置数量不少于 3 组，是为了按非统计方法评定混凝土强度时，有足够的代表性，而不是“只要做同等条件养护试件不少于 3 组就可以了”。总之，留置数量应根据混凝土工程量和重要性及结合有关的规定要求正确留置。

3. 养护地点

关于 GB50204 附录 D 第 4 条规定：“同条件养护试件拆模后，应放置在靠近相应结构构件或结构部位的适当位置，并应采取相同的养护方法”。同条件养护试件不能另开“小灶”，否则失去了“同条件”的意义。“同条件”是指试件的组成成分和所处环境与结构实体相同。换句话说也就是试件应与结构实体“同患难、共甘苦”，即同条件试件应与结构实体享受同等“待遇”，若给试件洒水养护，就给实体洒水养护，若给试件覆盖保温，就给实体覆盖保温，而不能将试件埋置砂池或放入水池。否则，如果形成“不同条件养护试件”，将使试件失去对结构实体的验证性。

4. 养护龄期

同条件养护试件的等效养护龄期不能按标准养护试块龄期 28 天同等对待，应根据当地的气温和养护条件，现场设置温度计，认真记录，按日平均温度逐日累计达到 600℃ 天时所对应的龄期，并且 0℃ 以下的龄期不能计入，而且等效养护龄期不应小于 14 天，也不宜大于 60 天。冬期施工、人工加热养护的结构构件，其同条件养护试件的等效养护龄期可按结构构件的实际施工养护条件，由监理(建设)、施工方按有关规定共同确定。

【处置】

根据以上分析监督工程师认为：

(1) 施工单位必须补充分析哪些部位是“涉及混凝土结构安全的重要部位”，并报监理单位批准，再确定各部位需要多少组试件。

(2) 已做试件的数量、强度评定如满足要求，即可对相应部位进行验收；若数量、强度评定等不满足要求，则应采取其他的实体验证方法进行检验。

在本案例中，由于全部同条件养护试件的养护地点和养护时间均不符合要求，因此必须全部报废，而采取其他的实体验证方法进行检验。

003 结构垮塌事故

杜代文

【背景】

某煤直接液化项目储运单元加氢稳定原料罐区有类似储罐 8 台，罐容积为 20000m^3 ，罐体直径 38000mm ，罐体高度 23010mm ，罐顶重 26957kg ，包括杆件 558 个、支座 36 个、节点 163 个，罐顶板 167 张 ($6 \times 1.5\text{m}$ ， $\delta = 6\text{mm}$)。2005 年 10 月 10 日上午 8:30，正在进行罐顶板铺板和焊接作业的 T104 罐罐顶突然跨塌。截止事故发生时已有 4 台罐的罐顶安装完毕。

T104 罐采用倒装法安装，罐顶跨塌时，罐体已完成两圈壁板的安装，壁板高度 3.6m ，大部分顶板已经安装就位，罐顶最高处 5.0187m 。当时罐顶钢结构制造厂的 8 名施工人员在罐顶作业。为了节省吊车台班，在钢结构西南方向分别集中堆放了三处 (7 张、7 张、8 张) 罐顶板 (每张钢板厚 6mm 、重 423.9kg)，罐内有 2 名员工在作业。上午 8:30，罐顶从罐的西面起沿顺时针方向向中心辐射坍塌，瞬间罐顶整体坍塌，罐顶 8 人随着罐顶坠落在罐内，不同程度受伤，罐内 2 人未受伤。事故发生的时间为国庆长假后的第三天，多数单位管理人员刚休假回来。

【评析】

质量事故的发生有它的偶然性，但也存在必然性。工程质量问题和事故的发生常常和以下几个方面有关系：违背建设程序；违反法规行为；地质勘察失真；设计差错；施工与管理不到位；使用不合格的原材料、制品及设备；自然环境因素；操作不当等等。独立的某个因素或者质量管理体系偶尔运转不正常、质量管理一时不到位可能不会马上导致质量事故的发生，但如果多个因素交汇在一起的时候，事故的发生就是必然的了。本案例的事故就是因为管理体系运转不正常、在国庆长假期间管理出现了松懈和滑坡、材料和构件存在质量问题以及设计存在质量缺陷等共同作用从而导致了事故的发生。作为事前监督工作的重要内容，监督工程师应加强质量风险分析，督促有关单位及早制定对策与措施，以及重视质量事故的防范和处理，避免损失进一步扩大。

事故发生后，建设单位立即将事故现场进行了封闭并成立了事故调查专家组。经过专家组现场调查，初步认为罐顶钢结构设计中的整体稳定性分析未考虑初始几何缺陷、施工过程中的局部堆载、铸钢插件的材质和铸造质量以及罐顶钢结构承插式节点的刚度、强度和延性均可能构成罐顶钢结构失效的原因。为确定罐顶钢结构整体坍塌的原因及其他罐顶钢结构的安全性，专家组建议：①考虑实际罐顶板的堆放，按事故发生时的荷载情况对罐顶钢结构的稳定性和强度进行验算；②按设计荷载条件，依据《网壳结构技术规程》(JGJ61—2003)对罐顶钢结构的整体稳定性进行验算；③对所采用的承插式节点体系的强度、刚度及延性进行理