



ANZHUANG GONGCHENG

ZHILIANG WENTI ANLI FENXI YU CHULI

安装工程质量问题

案例分析与处理

李沛云 主编

中国建筑工业出版社

安装工程质量问题案例 分析与处理

李沛云 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

安装工程质量问题案例分析与处理/李沛云主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2011. 9
ISBN 978-7-112-13364-2

I. ①安… II. ①李… III. ①建筑安装工程-工程质量-案例-中国 IV. ①TU712

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 129602 号

安装工程质量问题案例分析与处理

李沛云 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 11 $\frac{1}{4}$ 字数: 375 千字

2011 年 9 月第一版 2011 年 9 月第一次印刷

定价: 30.00 元

ISBN 978-7-112-13364-2

(21110)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本书收集了燃气、热力、空调、制冷等工业管道工程、中型锅炉、大型设备、焊接及电气安装调试工程中的质量、安全等技术问题（或事故），共 112 例。对其发生的原因、经过和产生的后果作了较详细的分析、阐述，同时还介绍了解决这些问题的具体技术方案，并对其做了恰当的评估，进而指出应该从中吸取的教训。

造成这些质量事故（或问题）的原因，各不相同，有的是工程设计方面的问题、有的是设备制造方面的问题、有的是材料方面的问题、有的是施工技术方面的问题、有的是安装调试方面的问题，也有的是运行管理方面的问题，……。对这些工程质量事故（或问题）的分析、处理，相信能够给关心工程质量的人士提供借鉴和帮助。

本书对从事相关专业的设计人员、施工技术人员、质量检验人员、工程监理人员和工程管理人员来说，是一本有价值的实用书和参考资料。

同时，可供大专院校相关专业的学员阅读，也可作为工厂、企业职工培训的补充教材。

* * *

责任编辑：胡明安

责任设计：陈 旭

责任校对：陈晶晶 关 健

前 言

很早，我们就与工程界结了解之缘，在工程界有许多朋友，对他们的工作、生活很熟悉，常被他们的事迹所感动，常为他们的精神所折服。尤其，对那些长期在工程一线的朋友们，怀有深深的敬意。

因为是他们：

把设计人员翰墨留香的“精神产品”，转化成了真切实感的“物质产品”！

把深藏玄机的“纸上谈兵”，转化成了雄浑壮观的“客观现实”！

把无序的机器，变成了活生生的有机整体！

电线是神经，设备是脏器。

管道里流淌着的是：血液！

让它们为现代文明，创造一个又一个的奇迹！

并赋予它们高尚的品格：只作奉献，不求索取！

.....

他们有过不少成功的喜悦，也有过刻骨铭心的苦恼和记忆。

因为他们也曾走过弯路，踩过荆棘！

闯过险滩，遇过难题！

因此，他们有着丰富的经历。

一个人，遇到的事情多了，用心去总结，那就是经验。直接经验，有时会是惨痛的教训。

把他们遇到的问题，原原本本地写出来，由衷地希望那些没有这方面经历的人们，吸取别人的经验教训，引为借鉴，得到启迪，不重蹈覆辙，不再走弯路。花很小的代价，把其变为自己的

经验。

有些朋友希望得到别人的经验，希望我们把耳闻目睹的事，加以整理，集结成册，发表，说对工程界的朋友有用处。

假若，真如其言，书中某一见解，对读者有点滴用处的话，那将不胜欣慰。但我们首先应该对那些为解决问题，而付出了艰苦劳动和心血的朋友，表示诚挚的谢意。

我们对任何人，都无贬损之意。要把事实表述得清楚，又必然涉及有关责任人，为了避免不必要的麻烦，书中只保留了工程事实（或问题）的本来面目，对时间作了适当调整，而人名、地名和单位名，全用的是化名。

经过这番处理之后，万一还是与某某的称谓相若，这纯属偶合。请切勿对号入座，自寻烦恼。我们将对任何涉及人名、地名和单位名称的质询，恕不作答，祈予海涵。

本书由李沛云主编，史波、刘稳柱主审。编委由史波、刘稳柱、刘包荪、侯国发、秦伟民、陈实、李沛云组成。

因为水平有限，书中错误之处在所难免，请读者不吝笔墨指正，笔者不胜感激。书中的许多素材，源于湖北省工业建筑集团安装工程有限公司所刊出的《国内安装质量、技术情报简编》。

在此书的编写过程中，得到唐耀强先生的大力支持和帮助，在此致以衷心的感谢。

编 者

目 录

1 管道安装工程	1
1.1 热电偶套管为何被吹断	1
1.2 管道通球清扫 皮球被卡难找	6
1.3 计算确定卡球位置	9
1.4 吹扫合格再施焊 送汽惹祸非一般	13
1.5 煤气管道不吹扫 过滤装置被堵塞	16
1.6 疏水被关死 设备遭损坏	20
1.7 补偿器尚未安好 管支柱全面加固	22
1.8 热伸长处理不好 仪表管挤成一堆	24
1.9 生搬硬套设计 似懂非懂施工	25
1.10 支架设置不当 管道全线坍塌	29
1.11 不设固定支柱, 送汽管道“跳舞”	30
1.12 不注重环保 就得交学费	31
1.13 无缝钢管衬塑的蜕变	37
1.14 朝令夕改非善举 顾此失彼乃下策	40
1.15 施工不当留后患 引发事故算总账	43
1.16 自应力水泥失效 打水压管口必漏	46
1.17 耐磨铁管不耐磨 钢筋水泥欲奈何	48
1.18 旧阀门此处成新宠 老领导异地现原形	51
1.19 吸水管有意加粗 真空度无形破坏	54
1.20 漏酸 20t 腐蚀一大片	58
1.21 死搬教条称里手 强改支座惹麻烦	62
1.22 不懂制冷工艺 安装冷库何为	65
1.23 漂管 漂管 再漂管	68
1.24 管道何时才不会漂起来	70
1.25 冷库建两年, 工程付一炬	72

1.26	推力这般大 管墩何其轻	75
1.27	平衡式补偿器不能动作热力网管支柱即被推断	77
1.28	自平衡式补偿器 何故不能自平衡	80
1.29	管架被抽动 事故现端倪	83
1.30	差压检漏装置	86
1.31	管道施工留隐患 装修厨房惹火灾	93
1.32	一家煤气半夜漏 三户中毒六人亡	96
1.33	设计欠妥 维修违规	99
1.34	淤泥积压、释压 管道上拱、下陷	103
1.35	一处防护不到 六人受伤始知	108
2	锅炉安装工程	111
2.1	修理锅炉 损坏锅筒	111
2.2	安装新锅炉 赔偿对流管	114
2.3	胀管失控 遗患长存	117
2.4	胀管应力增大 锅筒标高降低	120
2.5	胀管宁左勿右 补胀顾此失彼	124
2.6	影响锅炉胀管质量的几个因素	128
2.7	锅筒为何被抬高了	141
2.8	仪表残缺不全 爆管事出有因	143
2.9	点炉前不开引风 刚着火引起燃爆	146
2.10	灰渣保温好 炉排烧坏快	148
2.11	煤质不符 轴温太高	149
2.12	抓钩钉稀少 卫燃带坍塌	152
2.13	过热器一处泄漏 蛇形管多根洞穿	155
2.14	技术骨干内退 工程质量倒退	158
2.15	平衡容器保温 水位监测失灵	161
2.16	热网管不冲洗 换热器被堵塞	165
2.17	接缝渗液泛黄 烟囱脱皮掉渣	168
2.18	烟道为何积水	171
2.19	组合平台沉降 锅炉钢架变形	177
2.20	化验前做手脚 施工后伤脑筋	181
2.21	清洗不彻底 运行留后患	184
2.22	砌筑三项失误, 炉墙四周掏空	187

2.23	膜式壁管直接插入锅筒孔焊接的无奈	193
2.24	设计欠稳妥 阀门齐扳断	198
2.25	煤斗螺栓遭锈断 司炉工人被活埋	200
2.26	质量踩红线 安全涉风险	203
2.27	防护不到位 损伤即发生	206
2.28	减温器注水就泄漏 制造厂检验却合格	209
2.29	空预器里外通气 施工者上下补漏	211
2.30	4 台炉墙两面裂 一样宽度一样高	213
2.31	共振声威远 分治设备宁	215
2.32	锅炉出力不足 蒸汽温度超标	217
2.33	鳍片的最高许用温度	219
2.34	在辨析中加深对《蒸规》的理解	223
2.35	安装进口机器设备 必须办理安检商检	230
2.36	化验单不干不净 原材料亦假亦真	233
2.37	卸甲被拉开, 柱子被砸断	236
2.38	违章吊装 损失惨重	239
2.39	锅炉瞬间燃爆 司炉连夜逃跑	244
2.40	伪劣钢材招祸 无辜青年致残	248
2.41	管理混乱 火灾无情	251
2.42	设备维修少 作业事故多	253
2.43	锅炉的负荷带不上去	255
3	设备安装工程	259
3.1	钢球脱皮掉渣 煤粉过热自燃	259
3.2	球磨机为何烧瓦	261
3.3	包干图小利 出事赔大钱	264
3.4	通气阀未开 贮油罐受损	267
3.5	刮轴三两下, 赔偿 14 万元	270
3.6	石英砂必须预处理	273
3.7	屋面天沟未曾做 土建安装都不知	277
3.8	螺栓孔孔壁不保 引风机基础难存	279
4	电气安装工程	284
4.1	高压电气设备方向保护的接线方式	284
4.2	运行变压器并列操作中应注意的有关问题	288

4.3	110kV 无人值守变电站设计中应注意的问题	292
4.4	110kV 线路 CVT 爆炸事故分析	297
4.5	10kV 母线相间沿环氧树脂绝缘子表面闪络放电的分析	301
4.6	10kV 母线定时限速断保护性能改进	306
4.7	ZW1-10 型户外高压真空断路器安装与操作机构的检修	307
4.8	CY4 机构运行中存在的主要问题原因分析及建议	308
4.9	变电站蓄电池存在的技术问题及改造建议	312
4.10	测定绝缘油中总气量和氧气含量对故障诊断的作用	318
4.11	大容量电动机启动时, 软启故障分析	321
4.12	金属铠装真空开关柜“五防”机构引发事故分析	324
4.13	旋转电机(设备)润滑油站设计中应注意的问题	328
5	焊接工程	331
5.1	焊缝探伤的概率问题	331
5.2	抽检 42 个焊口 居然只有 1 个合格	338
5.3	标准规范有侧重 理解执行多沟通	341
5.4	拉钩钉焊接咬肉 受热面承压泄漏	345
5.5	焊接应力大 联箱变形多	348
5.6	焊缝检验偷梁换柱 运行露馅坑人害己	352
5.7	规范标准严谨 工程质量提高	354
5.8	水冷壁管被击伤	357
5.9	热处理不当, 焊缝硬度超标	359
5.10	氩气不纯 焊缝成“蜂窝”	361
5.11	焊接工艺不当, 引起管道腐蚀穿孔	363
5.12	水冷壁管排焊缝开裂	365
5.13	磁化的管道焊接困难	367

1 管道安装工程

1.1 热电偶套管为何被吹断

一、概述

某钢厂在原有的4台燃煤锅炉，3台汽轮发电机的基础上进行扩建，加装1台蒸发量为220t/h的锅炉，燃用焦炉煤气和高炉煤气；其额定蒸汽压力为10MPa，温度为530℃。锅炉生产的蒸汽，用来带动两台汽轮鼓风机，一台用于运行，一台备用。

原有的四台燃煤锅炉，采用双母管向三台汽轮发电机供汽，新装的燃气锅炉 $\phi 273 \times 25\text{mm}$ 的主蒸汽管，并入原有的双母管系统。为提高运行的安全可靠，任何一台锅炉的主蒸汽管、任何一台汽轮机的送汽管，都可根据情况需要，与系统隔离。

因为焦炉煤气和高炉煤气都是钢厂的副产品，以前是白白排放掉的，现在加以回收利用，不仅每天可以减少21.6万~28.8万 m^3 的“废气”排放，投产后，每天还有100万~120万元的经济收益！

这是一个典型的节能环保工程，有关方面，希望早日见到它可观的经济效益和良好的社会效益。所以，特别重视，因此，工作进展得十分顺利。

锅炉、汽轮鼓风机及其他附属设备，都已通过联合试运行，如期进入试生产阶段。谁也没有想到，就在新锅炉主蒸汽和原有蒸汽母管并汽的过程中，新锅炉的主蒸汽管上，突然“嗖嗖”地向外喷射蒸汽，一时间，锅炉间白雾蒸腾！

人们一派惊愕，弄不清发生了什么重大事情，好在有经验的

运行人员，对新锅炉采取了紧急停炉措施，并及时把它与蒸汽母管系统进行了有效的隔离！

等新锅炉主蒸汽管的喷漏基本平静下来以后，人们在检查中发现：

主蒸汽管喷漏的地方，就是装热电偶温度计的地方，管壁上留下了一个约 25mm 的大孔洞，但热电偶温度计不见了。原来是热电偶温度计连根折断、并不翼而飞了！

随后，工人在二十多米开外的地方，找到了断裂热电偶温度计的上半部，而热电偶温度计插入管膛内的部分及保护套管的下半部，毫无疑问是断裂在管膛内了，此时它被蒸汽吹到了什么地方呢？是在 1 号蒸汽母管内还是在 2 号蒸汽母管内，当时不能做出准确的判定。

热电偶温度计折断后的残损部件，留在管膛内，若不及时取出的话，它在蒸汽的吹动下，对阀门、流量计、汽轮机的滤网等，将造成的致命的撞击损害，甚至有可能引发人身安全或设备安全事故！

这是非常严重的事态，不把热电偶温度计的残留部分找出来，新装的锅炉及汽轮鼓风机的试生产，是不能进行下去的！所以尽快从管膛内找出热电偶温度计的残损部件，成了当务之急！

二、艰难的寻找

事情发生以后，新锅炉紧急停炉，汽轮鼓风机也停机了，它们与原有蒸汽系统全部作了有效的隔离。也就是断开新建系统，原系统还可继续运行。

为了寻找热电偶温度计留在蒸汽管管膛内的残损件，项目经理与主任工程师决定：把新锅炉主蒸汽管至蒸汽母管间，靠近新锅炉一侧的管道割断，先用射灯进行探照，继而采用摄像头进行查找，以期有所发现。

但是，由于主蒸汽管道有多个“Π”型补偿器和多处弯头，只能查十几米远的距离，再远些地方，灯光没法照到，残损件也就当然没有找到！

项目经理和项目主任工程师，却从多个“Ⅱ”型补偿器和多处弯头对灯光的阻隔作用中得到了启发。

根据并汽运行时，蒸汽流量不大的特点，结合现场情况分析，他们认为：热电偶温度计的残损件，应该还在新锅炉的主蒸汽管内，而没被吹送到蒸汽母管里去！

理由是，热电偶温度计及保护套管都是金属件，蒸汽难以将它吹过垂直布置的“Ⅱ”型补偿器，因为其臂高好几米，热电偶温度计残损件的密度大，而体积小，其形状应近乎长条形，蒸汽对它的卷吸力，较难把它悬浮起来，更不用说吹过垂直向上的管段了。

即便都是平面布置的管道，它在被吹送的过程中，遇到管道拐弯处的管壁，有可能因刚性碰撞而弹回，它在管膛内的运动状态，应该是被吹送过去一段，又被弹送回来一点，这样往复进行。

而到垂直向上的管段，就难以被吹上去了，所以，它应该还留在主蒸汽管内。

有了这个分析，他们决定：在主蒸汽管已经切开的地方，做一段临时吹扫管，通到室外，利用蒸汽母管的蒸汽，反向吹扫。并在临时吹扫管的放散口安装一个铁笼子，用来拦截被蒸汽吹扫而出的物件，当然最希望看到热电偶温度计的残损部件被吹出。

此方案得到工程试运行领导小组的批准后，立即实施。当操作人员缓缓打开隔断阀，进行反向吹扫时，仅用了几十秒的时间，就将热电偶温度计的残损部件吹出。

人们发现其残损件，竟是从根部的焊口处断裂的！它的保护套管，已被碰撞得遍体鳞伤！

热电偶温度计为什么会被吹断呢？是怎么吹断的，人们需探求其中的原因。

三、引发事故，事出有“因”

(1) 各行其“是”

根据火电工程典型设计标准图册，热电偶温度计典型设计安

装图，把一个圆形管座焊在蒸汽管上，再将热电偶温度计及保护套管安装于其上，并穿过它插入蒸汽管内，插入深度为：半径+10mm。

具体到该主蒸汽管，其插入深度则为 112mm！

安装单位在施工准备阶段，按工程设计图纸标定的热电偶温度计型号，订购了热电偶温度计。

并按典型设计标准图采购了相应的管座。

热电偶温度计生产厂家，供货时带来一些技术资料，但没有热电偶温度计的安装图。

安装工人准备进行安装时，发现三者有不一致的地方：

其一是，工程设计图纸中，热电偶温度计保护管是圆锥形保护套管，而实际到货的是三棱锥型保护管。

其二是，热电偶温度计插入管内的长度，工程设计图标的是 200mm，按典型设计标准图则为 112mm！而事后厂家寄来的安装图标明，只要插入管膛 70mm！三者之间，莫衷一是。

其三是，热电偶温度计生产厂家，未提供热电偶温度计的装管座实物，也未提供热电偶温度计安装图。致使厂家所供的热电偶温度计，因带棱锥型保护套管，而无法插入已采购来的标准插座内。

(2) 总包却“非”

因为该工程的总包单位就是该工程的设计院，施工安装单位多次向总包单位项目负责人反映情况，并主动建议：要么变更设计；要么提供与保护套管配套插座，或提供与典型设计的标准管座配套的热电偶温度计保护套管。

只有这样，才能使热电偶温度计、保护套管、管座牢固结合，顺利安装。可惜没有得到积极的回应。

安装单位又找过几次，在再无法推却的情况下，最后，总包单位以发工作联系单的形式明确：按工程图纸标注的插入长度 200mm，直接将热电偶温度计焊接在 $\phi 273 \times 25\text{mm}$ 的主蒸汽母管上。

这样，热电偶温度计就没有安装保护套管插座，而且存在一条受力状态极差的角焊缝！主蒸汽管与热电偶温度计保护套管，两者壁厚相差悬殊，而且是两种不同材质的角向焊接！

施工单位照办了。

（3）结果显然

主蒸汽管通汽时，热电偶的三棱锥形保护套管需承受着很大的推力，是一个接近均布荷载的力，它与套管迎着汽流的面积成正比，与蒸汽流速的平方成正比！

因为它插入主蒸汽管膛内有 200mm，构成一个悬臂，其根部的角焊缝，就承受了一个很大的弯矩！它与热电偶温度计插入管膛内的长度成正比。

保护套管较单薄，在之前采用的无障碍、大流量蒸汽吹扫时，很可能已经受到严重损伤。试生产时，在主蒸汽的持续作用下，最终断裂，是必然的。

在检查该工程同类型的其他热电偶温度计时，验证了这一点，这些套管都有不同程度的弯曲和损伤！

四、处理措施

（1）把该工程，同类型的 4 个热电偶温度计全部更换下来，配上圆锥形套管和标准管座，重新安装。

（2）变更原设计，把热电偶的插入深度，改为厂家提供的 70mm。

（3）重新安装热电偶温度计焊接管座时，严防铁渣掉进管膛内部，不管发现铁渣与否，都要用强磁吸铁石进行吸附。

五、经验教训

（1）生产管理人员，不应称技术能手，随意做决定。遇到设计与设备不匹配时，一定要请设计者确认，或更改设计，或更换设备，一定要以设计变更单为准，不可屈从行政命令。

（2）施工技术人员，应提高业务素质，遇到设计或设备存在不当之处，要敢于发表自己的意见，坚持正确的观点，以避免不必要的损失。

1.2 管道通球清扫 皮球被卡难找

一、工程概述及发现问题的经过

某山区城市已有一个煤气厂，为解决西区人民的生活用气问题，决定沿市区公路敷设一条 $\phi 377 \times 8\text{mm}$ ，全长 5km 的煤气管，中间的支线管，暂时只预留短管接头。

虽说是沿市区的公路敷设，但管线的弯道较多，标高变化较大。因为地处交通要道，挖管道沟出来的土，既不能堆积过宽，影响车辆通行，也不准堆积的时间太长。施工场地狭小，条件较差，但工期要求却很紧，给施工带来诸多不便。

施工单位把整个 5km 管道，根据地形情况分成四个独立管段，分别进行安装、试压和清扫，最长的一段管线有 1.40km 长。为了不影响交通，在管道的压力试验合格后，立即进行了管道焊口防腐。防腐层尚未完全固化，就要求覆土回填，恢复路面；只留下对管膛进行清扫这一道较简单的工序了。

该施工单位采用清管球对管膛清扫的工艺，清管橡皮球的皮特别厚、耐磨，中心可注入高压水，以扩充清管球的直径，使其比被清扫管的内径大出 2% 左右。他们事先安装好了收、发球的装置和空气压缩机、接好了压缩空气管，初时，清扫管膛的工作进行得很顺利，空压机在不断地向管内送气，清扫管内的气压基本上在一个稳定的范围内波动，这说明管膛内的清管球在不断地向前推进。大概过了 1.5h 左右，异常的情况发生了：

清扫管段始端的值班人员发现：被清扫管的管膛内气压在缓缓上升！

施工队长判断是清管球在某焊缝处或弯头处受阻，只要空压机继续送气，管内气压增大后，就会把清管球推过去的；所以他并没有太在意，一切仍然按原来的程序进行。

又过了 0.5h 左右，空气压缩机还向被清扫管内送气，始端管膛内的气压不再上升，而管段末端的收球装置内，有气流

喷出!

这是一个异常的情况,施工队长一方面要求空压机继续送气,另一方面要求注意观察;可是情况依然如故。队长沉思良久之后,认为情况比较麻烦,这才下令暂停空压机送气,以寻求解决的办法。

在有关专业人员参加的会上,大家都认为清管球是被卡住在某个地方了,但到底卡在什么位置和如何把清管球找到并取出来,未取得一致的意见。他们尝试了几种办法,都未能达到目的。

先用空压机继续向被清扫的管段送气,以期增大气压把清管球推出来,但因为漏气,气压不往上升,而未成功。继而,他们用另一台空压机从收球装置端往里送气,因同样的原因,没有结果。后来又分两次,分别从管道的两端发一个清管球,企图用后一个球把前一个球顶出来,结果是第二个球和第三个球都与第一个球一样被卡住了。至此,他们已无更好的办法,于是开始了漫长而艰难的寻找清管球的工作。

据事后了解,他们根据第一次空压机送气的时间,估计卡球的可能位置,前前后后共挖开已经回填和恢复的路面6处,与此同时割开已经通过试压和防腐的管道6处,才算把清管球给找到。

3个球紧贴在一起,被一根直径为 $DN50\text{mm}$,长约 1600mm 的撬杠死死地卡在管膛里!在它们的前后不远处,煤气管道正好各有一个 30° 的弯!如图1.2-1。

等他们把管道恢复好,到最后做完清扫管道的工作,共耽误了一个多月的宝贵时间。

二、造成问题的原因分析

(1) 在施工的过程中,有人在下班的时候,把一根 $DN50$ 、长约 1600mm 的撬杠塞进了管膛的较深处,以免被人发现拿走。没想到第二天上班却忘了把它掏出来,铸成此次事故!

(2) 撬杠在管道的两个相距很近的弯头之间,顺着管道的轴线放着,第一个清管球推过来的时候,也推着撬杠走了一小段,