

工厂自动化 2000年问题 解决方案

路国祥 叶志华
华锦忠 郁德雄

编著



华东理工大学出版社

工厂自动化 2000 年问题 解决方案

路国祥 叶志华 编著
华锦忠 郁德雄

华东理工大学出版社

内容提要

“千年虫”对计算机系统的影响,尤其是对生产控制系统和智能设备的危害,将严重威胁工业企业的安全、稳定生产。该书一方面以殷实的实例和分析,说明了工厂生产控制系统 2000 年问题的客观存在及其危害,有很好的警示作用;另一方面,针对许多企业不知如何着手的现状,提出了详细的、实用性很强的 2000 年问题解决方案。该书从企业管理者和工厂 2000 年小组的角度说明问题,通俗易懂,特别适合各工业企业 2000 年领导小组和工作小组各成员、以及从事工厂“千年虫”问题工作的专业厂商和工程师参考。

(本书所有观点仅代表作者本人,不代表 IBM 公司,也不代表任何其它公司和组织。)

(沪)新登字 208 号

工厂自动化 2000 年问题 解决方案

路国祥 叶志华 编著
华锦忠 郁德雄

华东理工大学出版社出版发行

上海市梅陇路 130 号 邮政编码 200237 电话 021-64250306

新华书店上海发行所发行经销

上海长鹰印刷厂

开本 889×1194 1/16 印张 11 字数 180 千字

1999 年 2 月第 1 版 1999 年 2 月第 1 次印刷

印数 1—5000 册

ISBN-7-5628-0954-2/TP·100 定价 49.00 元

序 言

由于许多计算机系统的年份信息以两位码来表示,造成在跨越公元 2000 年时所发生年序信息的错误,对计算机系统的正常运行将产生一定的影响。轻者影响信息的正确性,重者导致整个计算机系统瘫痪,这就是计算机技术人员甚至一般社会大众都已理会到的“千年虫”危害。

在许多自动化程度较高的工厂内,“千年虫”的危害则主要表现为对生产自动控制系统的影响。所有的自动化设备、智能仪表、传感器和变送器,尽管它们的名称与计算机并没有直接关联,只要它使用到基于信息技术的各类元件如实时时钟芯片、微处理器等,都可能受到公元 2000 年时序错误的影响。在工厂甚至工厂以外的地方到处可见的自动化设备,如:过程控制系统,分散式控制系统,可编程控制器,数字型工具机,数字化控制设备,嵌入式子系统,智能型仪器、仪表、开关、阀门和传感器,监控画面组态,用户二次开发的应用程序……以及由这些设备所构成的自动化系统或生产线或设备都可能因“千年虫”而发生种种不同的问题。

在工厂自动化领域所发生的问题可能较上层计算机系统更为严重。例如生产不稳定或整个生产线停产造成巨大的经济损失,或生产过程发生问题造成工业安全的事故,设备毁损,人身安全受威胁或造成环境污染都是可能的结果。有许多的例证能说明这一切并不是危言耸听。这些问题存在于设备硬件、固化程序、操作系统及自行开发的应用程序中。如果没有对它们进行适当的修改或升级、替换,将对其功能造成一定的影响。

这样的潜在危机可想而知。然而对国内用户而言,更大的危机在于无法充分掌握自身企业及工厂内到底有那些自动化设备,数以万计的各种自动化设备及其元件散布在工厂各个角落,而其中有许多是通过工厂设备集成商以“交钥匙”方式提供的,用户对其只有操作或简单的维护能力,而对系统的内容所知极为有限。在这种情形下,即使只想要发掘及确认公元 2000 年的潜在问题都不是一件容易的事,更难以承担如期(在公元 2000 年前)解决问题这一有着巨大风险的任务。

顺利迈向公元 2000 年的解决之道在哪里?似乎还有许多人在期盼着某种神奇科技的出现,能让这问题一夜之间消失。但熟悉计算机技术和系统开

发历史的人们都知道这里绝对没有捷径,除了科学地,踏实地做完从系统清查,评估到改正的过程外别无选择。漠视这项工作的重要性及科学性,将使这些未经清查确认的可能故障发生点如暗藏的定时炸弹一样,恶梦般地困扰着企业领导人以及工厂管理干部,直到 2000 年和 2000 年以后。

不论国内或国外,目前只有少部分起步较早的企业已进行了系统清查、评估过程甚至已进入到改正的步骤,但绝大多数用户仍踟躅于这个庞大的疑问之前。这意味着许多企业正面临着不能顺利面对公元 2000 年的危机,若将这个问题延伸,即使单一企业或工厂完成了公元 2000 年的改正工作,如在其企业供应链上其它的成员未能完成,仍旧可能对其生产造成影响。公元 2000 年所造成的问题是极复杂且影响深远的,试想从一段生产过程的故障将影响到一个工厂的正常生产,进而影响一个企业的整体效益,多个企业的问题又将影响整个产业,最后对整个社会经济会造成何种效应是无法预期的。而整个问题的存在不仅在于面向市场的制造业者,水厂、电厂和供水、供电系统,环境保护系统,消防、安全系统等也运用了和工厂生产线相同或类似的自动化科技,同样不能避免“千年虫”的威胁。2000 年所带来的问题甚至可能从个别企业的经济问题发展到社会大众的民生问题。

企业管理者如何面对这样的问题?恐慌或追究责任,控告厂商,都无法使工厂设备免于公元 2000 年故障的风险。唯有投入必要的人力和物力资源面对问题,找出问题,作出快速而正确的决定:修改还是更换系统?是否用替代方案?有什么应变措施?然后快速地行动。切记,无论企业作出怎样的决定和工作计划,唯一不能变动的是这个工作的完成期限:1999 年 12 月 31 日!

公元 2000 年问题从技术的观点来看是可以解决的,关键在企业领导人的管理决策以及项目实施的速度是否及时。如果花太多的时间在决策、思考和寻找问题上,我们不可能有充分的时间进行必要的改正工作,及改正后的测试调整工作。吸取别人的经验,寻找合作伙伴,运用适当的工具和方法,凝聚本身和外界的力量,加快实施应有的解决方案将是企业别无选择的途径。

《工厂自动化 2000 年问题解决方案》是一本很好的参考书,一方面它以殷实的实例和令人信服的分析,说明了工厂生产控制系统 2000 年问题的客观存在及其危害,有很好的警示作用;另一方面,针对许多企业不知如何着手的现状,提出了详细的、实用性很强的 2000 年问题解决方案,包括如何组成项目组、Y2K 项目如何管理、如何清查和分析本企业哪些部件存在 Y2K

问题、如何进行测试以及测试前的准备工作、如何进行 Y2K 影响力分析、以及如何确保设备改造的经济性等等。

该书特别适合各工厂和企业 2000 年领导小组和工作小组各成员参考,也适合从事工厂 Y2K 工作的专业厂商和工程师参考。该书还提供了许多实用性很强的工作表,可以为许多企业的 2000 年项目组直接选用。

中国自动化学会仪器与装置委员会 主任委员

中国仪器仪表学会过程检测控制仪表学会 理事长

吴钦炜

1998 年 11 月 26 日

目 录

序言

1 工厂自动化 2000 年问题解析

1.1 公元 2000 年问题——潜在的危机在工厂	1
1.2 公元 2000 年问题是真的吗?	2
1.3 公元 2000 年调查及测试实例	2
1.4 工厂系统组成框架.....	7
1.5 工厂系统内与日期有关的信息.....	9
1.6 日期的问题——常用的时钟(Realtime Clock)	11
1.7 智能采集与控制设备的 Y2K 问题及其实例	13

2 企业解决对策

2.1 公元 2000 年的四大课题.....	17
2.2 2000 年问题决策参考实例	18
2.3 2000 年问题发生处:剖析“黑匣子”.....	24
2.4 2000 年问题分析检查层次	27
2.5 适当的分析检查能降低改造成本	28
2.6 您可能遇到的困难	29
2.7 建立正确的观念	31
2.8 解决公元 2000 年问题的方法论.....	32
2.9 工厂 Y2K 项目实施步骤	33
2.10 工厂 Y2K 项目实施策略	34
2.10.1 优化组成 Y2K 项目组	34
2.10.2 系统清查要点.....	36
2.10.3 Y2K 问题分析的综合策略	37
2.10.4 全面的 Y2K 问题测试	38
2.10.5 未经考虑周全的测试是危险的.....	40
2.10.6 客户化应用软件检查对策.....	41

2.10.7	工厂 Y2K 项目管理	42
2.10.8	风险评估和系统改造规划.....	43
2.10.9	Y2K 项目是一个系统工程	45
2.10.10	解决 Y2K 问题时间是关键	45

3 设备清查

3.1	Y2K 项目定义及计划	50
3.1.1	成立项目	50
3.1.2	开工会议	52
3.1.3	确认项目成员及支援人力	53
3.1.4	检查系统的组成	53
3.1.5	现场调查	54
3.1.6	项目日程表	54
3.1.7	协调会议	54
3.2	系统清查	55
3.2.1	系统清查策略及注意事项	55
3.2.2	系统清查及管理工具	59
3.2.3	清查硬件	60
3.2.4	清查计算机操作系统	62
3.2.5	清查工具软件包	62
3.2.6	清查用户程序	63
3.2.7	PLC 用户程序读取方法	64
3.2.8	DCS 用户程序读取方法	65
3.2.9	SCADA 用户程序读取方法	65
3.2.10	其它专用控制器用户程序读取方法.....	65
3.3	阶段总结	65
3.3.1	产生清查报告	66
3.3.2	召开阶段总结会议	66

4 Y2K 问题分析

4.1	采购件 Y2K 问题分析	68
4.1.1	初步分析	69

4.1.2	从供应厂商及其网址获得信息	69
4.1.3	查询专业顾问公司 Y2K 资料库	70
4.1.4	产生汇总报告	72
4.1.5	召开检讨会议	73
4.2	应用程序 Y2K 问题分析	75
4.2.1	疑点研究	75
4.2.2	查出使用日期的部分	75
4.2.3	检查原始程序——多功能、多对象的搜索技术	76
4.2.4	清查应用程序——修改技术	76
4.2.5	测试系统	78
4.2.6	确认不合格系统	82
4.3	影响分析	83
4.3.1	检查组件 Y2K 影响力	84
4.3.2	分类系统失效的严重性	84
4.3.3	编辑失效系统报告	84
4.4	阶段总结	85
4.4.1	产生综合报告	85
4.4.2	召开总结会议	85

5 系统测试

5.1	测试策略	87
5.1.1	概述	87
5.1.2	Y2K 问题的定义	88
5.1.3	测试过程定义	88
5.1.4	术语	89
5.2	测试计划	92
5.2.1	测试次序	92
5.2.2	测试对象	92
5.2.3	资源可用性	95
5.2.4	组件测试计划	95
5.2.5	复合组件测试计划	96
5.2.6	系统测试计划	97

5.2.7 “群”测试计划	97
5.3 测试程序	98
5.3.1 系统特点归纳	98
5.3.2 Y2K 测试的关键日期	99
5.3.3 日期翻转及系统复位测试	100
5.3.4 日期设定功能测试	102
5.3.5 闰年测试	103
5.3.6 日期窗口测试	105
5.3.7 其他日期历法测试	106
5.3.8 日期累计测试	107
5.3.9 上载及下载测试	108
5.3.10 特殊数值测试	110
5.3.11 文件或目录生成测试	110
5.3.12 报表功能测试	112
5.3.13 历史记录文件删除测试	113
5.3.14 定时器测试	114
5.3.15 输入数据测试	114
5.3.16 输出数据测试	115
5.3.17 有效使用权测试	115
5.3.18 显示数据测试	115
5.3.19 间接日期应用测试	116
5.3.20 周期测试	116
5.3.21 应力测试	117
5.3.22 回归测试	118
5.4 使用哪些测试	118
5.5 Y2K 测试的其他思考点	118
5.6 实施 Y2K 测试	123
5.6.1 测试实施工作	124
5.6.2 测试文档	125
5.6.3 测试报告	126

6 系统改造

6.1 Y2K 风险评估 129

6.2 制定改造计划..... 131

6.2.1 制定工作计划..... 132

6.2.2 成立改造项目组..... 132

6.2.3 制定实施日程表..... 133

6.2.4 估算改造成本..... 133

6.2.5 后备方案与应变措施..... 134

6.3 改造项目实施..... 134

6.3.1 项目准备..... 134

6.3.2 项目实施..... 135

6.4 改造后再测试..... 135

6.5 改造后试运行..... 136

附录 1 工厂自动化 Y2K 项目手册 137

附录 2 工厂自动化 Y2K 项目实施表格 146

附录 3 工厂自动化系统 2000 年问题有关的 Internet 资源 163

1 工厂自动化 2000 年问题解析

公元 2000 年问题(也称为“Y2K 问题”或“千年虫”),是全球关注的焦点,但大部分目光注视在银行、证券、管理等领域的信息管理计算机。本章的重点是解析另一个非常重要但普遍认识不足的领域,即工厂生产自动化领域,是否存在公元 2000 年问题,哪些设备存在公元 2000 年问题,对工厂生产的影响有多大,应该有怎样的应对策略。对这些问题的不同认识和处置是否得当将关系到企业的生死存亡。

1.1 公元 2000 年问题——潜在的危机在工厂

如果把企业比作一条轮船,那么公元 2000 年问题就是一座冰山,无论多么强大的企业如果防备不足,都有可能撞山受损甚至沉没。冰山浮在水面

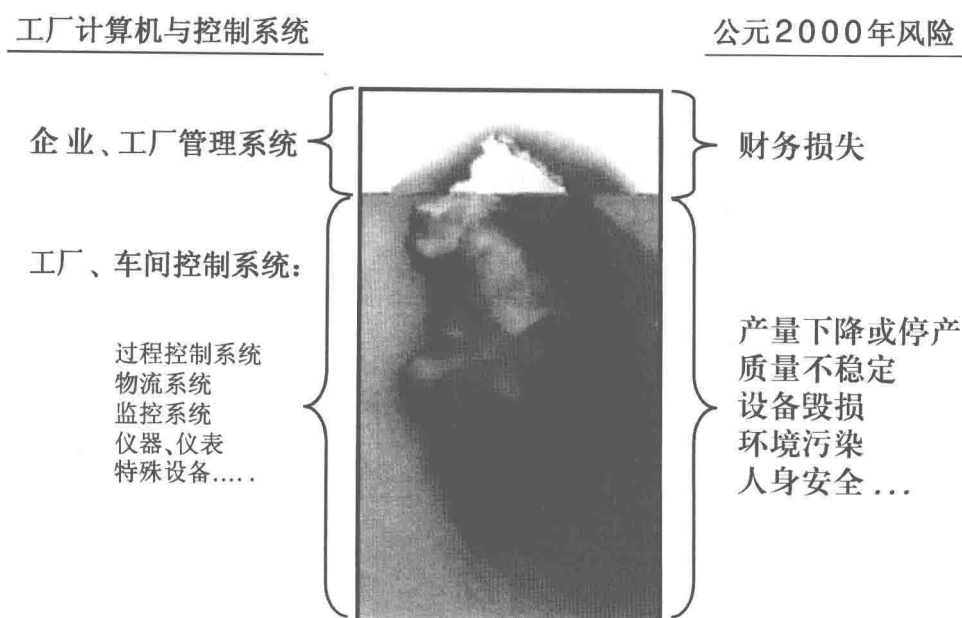


图 1-1 潜在的危机在工厂

以上的部分,是显而易见的。就像那些办公桌上的微机、机房里的服务器、财务、物料管理系统、办公自动化系统等,大多企业都已成立了专门小组负责清查、解决。然而对企业更大的威胁却来自冰山沉在水面以下的部分。这部分冰山不但形体巨大,而且十分隐蔽。就像工厂内各装置、生产线的自动控制系统。这类系统数量多,种类繁杂,系统规模差异大,且大多以仪表和控制器等面貌出现。例如过程控制系统、物流控制系统、生产监控系统、智能仪表、智能阀门、和其他智能控制器等,他们是工厂生产赖以正常运转的根本。这些看似非计算机的设备绝大多数是基于微处理器的,有实时时钟,有固化软件或应用软件,从技术上看,完全有可能到公元 2000 年时因不能准确处理日期的变换而不能正常运行。这些设备一旦发生公元 2000 年问题,轻者引起产量下降、质量不稳定,重者引起停车或停机、环境污染,甚至设备毁损,威胁人身安全。

1.2 公元 2000 年问题是真的吗?

我们拜访过很多的生产厂,与仪表车间、热工车间、设备科等自动化系统的主管工程师谈过。我们经常问的一个问题是:“您主管的自动化设备有没有 2000 年问题?”。出乎我们意料,几乎 80% 的工程师回答说“没有问题”。可是事实上如果追问“没有问题”的依据是什么,大部分人无法回答。

有些工程师解释说,过程控制系统不同于一般的计算机系统(IT 系统),它主要实现 PID 调节控制,把过程参数采集进来,经过 PID 运算,输出控制量。每个控制回路以秒级或零点几秒为周期周而复始地运行,与 1999 年或 2000 年完全没有关系。

基于类似想法而认为“没有问题”的人占了大多数。

因此澄清这个问题就变得相当重要了。这是工厂自动化领域特有的现象。而在管理计算机(IT)领域现在已经不需要这类澄清了。

1.3 公元 2000 年调查及测试实例

工厂自动化系统到底有没有公元 2000 年问题,请看以下事实。

欧美国家对工厂自动化系统 2000 年问题的认识早于国内企业。很多生产企业早在几年前就成立了 Y2K 小组,专家学者也对该问题进行了多方面的研究。研究的结果用一句话来说,就是“大大出乎原先的预料”,所发现的问题比想象的要严重得多。

以下列举一些已经公布的分析测试结果供参考(参见表 1—1~1—12)。

表 1—1 英国某热电厂机组温度控制系统 2000 年测试实例

概况	1997 年英国某 500MW 火力发电厂,在满负荷下做 2000 年问题测试。
测试结果:	将时间预设 在 12/31/99,23:58,系统运转到午夜过后 20 秒左右,发电机组因为电机定子温度过高而发生跳机现象。
2000 年问题的影响:	机组跳机。
原因分析:	(1) 在电机温度报警系统中,没有用到时间和日期参数; (2) 该机组的 DCS 控制系统采用了基于实时时钟的时间平均算法来降低采集温度的扰动。当世纪变换的时候,年份从‘99’进入‘00’,该平均算法计算发生错误,导致计算温度过高,阀门因此自动关闭,导致机组的跳机(运转中止)。

表 1—2 瑞典某核电站机组给水控制系统 2000 年测试实例

测试结果:	当系统时间进入 1999 年,将产生一些错误情况,影响机组供水控制功能的正常运转,结果会导致发电机组的自动停止运转(Automatic Shutdown)。
2000 年问题的影响:	机组跳机。
原因分析:	所用的编程语言中,‘99’及‘00’代表其它特定意义,而非年份日期的值,引发计算错误。

表 1—3 美国中西部某热电厂锅炉给水控制系统 2000 年测试实例

测试结果:	将操作站时间预设 12/31/99, 23:58, 让系统运转到公元 2000 年, 系统继续运转, 控制功能不受影响。此时(时间已在 2000 年后)保持下位 PLC 控制器继续运行, 将上位机关机, 再重新开机。上位机系统日期变成 01/04/80, 并立即引起机组跳机。
2000 年问题的影响:	机组跳机。
原因:	上位机的操作系统有 2000 年问题。当上位机重新开机后, 系统日期变成 01/04/80, 下位机 PLC 控制器认为系统错误, 将控制阀门关闭, 引发了跳机程序。如果这发生在真实环境, 热电厂将中止运转。

表 1—4 对许多电厂使用的某集散控制系统(DCS)作 2000 年测试实例

测试结果:	(1) 系统整体测试时, 发现大部分处理器和输入/输出模板在世纪变换时工作正常, 仅仅发现几处闰年计算错误; (2) 当进行单体模块测试时, 发现许多模块有 Y2K 问题; (3) 将系统时间预设 12/31/99, 23:58, 让系统运转到公元 2000 年, 系统继续运转, 控制功能不受影响。此时(时间已在 2000 年后)关闭某个控制器单体, 其他控制器和上位机继续运行。几分钟后再次打开此控制器时, 发现引起整个系统控制功能异常, 控制系统自动停机。
2000 年问题的影响:	控制系统功能异常。

表 1—5 美国某自备电厂的 2000 年问题测试实例

概况	1998 年美国某 50MW 火力发电厂, 在计划停车时对两台互为热备份的集散控制系统(DCS)做 2000 年问题测试。
测试结果:	(1) 将时间预设 1999 年 12 月 31 日, 系统运转到午夜后, 一开始好像没问题。但是当有人按键盘操作时, 系统时钟跳变为 1900 年, 并引发系统初始化启动。 (2) 问题还不止于此。在把系统时间改回 1998 年后, 系统运行有时仍然不正常, 有时突然系统自锁, 无法操作, 系统时间又跳变为 1900 年, 系统有一次重新启动。
2000 年问题的影响:	(1) 机组跳机; (2) 控制系统异常。

表 1—6 台湾某大型日化企业的 2000 年问题测试实例

将各个系统时钟调到公元 2000 年时,发现以下系统运行异常或不能运行:
(1) 洗衣粉厂过程控制系统;
(2) 产品预磅及跟踪系统;
(3) 废水处理厂过程控制系统;
(4) 电力监控系统;
(5) 质量检验仪器;
(6) 电子语音系统;
(7) 工厂保全系统。

表 1—7 美国某知名食品公司进行公元 2000 年问题清查和分析实例

(1) 在所调查的自动化设备硬件中,有公元 2000 年问题的硬件超过 19%;
(2) 超过 70%的软件归类在“怀疑”的范围,经进一步检视后发现其中 14%需要修改;
(3) 大部分有问题的软件与用户或第三方开发的客户化应用软件有关,这些软件大多是系统间通信的接口程序。

表 1—8 某离散制造企业进行公元 2000 年问题清查和分析实例

企业概况:	该企业拥有 5 个生产工厂,4000 名员工。含有实时时钟被怀疑有 2000 年问题的系统共 8000 个。
清查及分析结果:	(1) 96.5%的系统没有问题; (2) 1.2%的系统有 Y2K 问题,但影响很小; (3) 2.3%的系统有 Y2K 问题且影响大,需要改造。

某企业有四个生产工厂。每个厂控制系统的数量、控制单元的数量、以及它们的 Y2K 分析结果列于表 1—9,供参考。

表 1—9 某流程制造企业公元 2000 年问题清查和分析实例

项 目	工厂 A	工厂 B	工厂 C	工厂 D
控制系统数量	81	33	34	/
有 Y2K 问题的系统数量	22	5	2	/
受怀疑的系统数量	23	3	0	/
Y2K 问题系统的百分比	27%~56%	15%~24%	6%	/
控制器、组件、单元数量	215	167	185	/
有 Y2K 问题的控制器数量	44	14	28	10
受怀疑的控制器数量	29	9	38	/
Y2K 问题控制器的百分比	20%~34%	8%~14%	15%~35%	/

表 1—10 美国某电网调度系统的 2000 年测试实例

概况	美国西雅图某电网,安装了许多远程终端单元(RTU),用于采集电网原始数据,并作平均、趋势、和平滑处理。这些处理后的数据被用作电网调度的反馈控制。
测试结果:	抽取测试了 120 个 RTU,发现 104 个有 Y2K 问题,后又发现 1998 年 3 月 1 日之前生产的该型号 RTU 都有 Y2K 问题。
2000 年问题的影响:	电网调度操作不正常。

表 1—11 美国某自来水管厂的 2000 年测试实例

概况	美国加州某大城市的自来水管厂,检查了 2 个泵站和 2 个加药站的自动化硬件和软件的 Y2K 问题。
测试结果:	共清查 660 项控制单元,211 种设备。测试的结果 25%~30%的设备有 Y2K 问题。
2000 年问题的影响:	自来水生产和供应不正常。