

2000年度河北南网 220kV 及以上系统 继电保护缺陷统计分析

赵自刚, 朱辉

(河北电力调度通信中心, 河北 石家庄 050021)

摘要: 在连续多年统计分析的基础上,对河北南网 2000 年度在运行及检修中发现并处理的继电保护缺陷进行了归纳总结和统计分析,对某些问题提出了处理建议,以期对生产运行和制造部门有一定的指导意义。

关键词: 继电保护; 装置; 缺陷; 统计

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2002)07-0017-06

1 引言

2000年,河北南网 220kV 及以上系统的继电保护正确动作率达到了 98.72%,创历史最好水平,500kV 系统保护继续保持 100%,而且全网在整个“九五”期间的继电保护工作受到了国电公司的表彰。取得这样的成绩,在技术层面上,主要得益于这样几点:一是“九五”期间坚定不移地贯彻落实了原电力部于 1994 年颁布的“反措要点”;二是大力进行了老旧设备的改造与整治;三是狠抓了保护的消缺处理,提高了保护运行率和设备的健康水平。2000 年河北南网共发现并及时消除 220kV 及以上系统保护设备缺陷 163 起,从而为保证电网的安全稳定运行做出了积极贡献。对这些缺陷的发生及处理进行归纳总结和统计分析是一件很有意义的事情。

2 装置故障类型分析

保护设备的缺陷是指保护装置、相关二次回路及通道加工设备等发生了直接导致保护装置退出运行的问题或问题本身虽不致造成保护退出运行,但为处理这些问题不得不将保护退出的情形。保护设备的缺陷使得运行中的保护配置不健全,影响甚至危及系统安全,因而必须尽快消除,以恢复健全的保护配置体系。2000 年度河北南网 220kV 及以上系统保护设备共发生缺陷 163 起,具体为:“保护装置本体缺陷”118 起,“二次回路缺陷”13 起,“高频通道缺陷”32 起,分类统计见表 1。

从表 1 中可见,三类缺陷中,“保护装置本体”发生缺陷的次数最多,达 118 次。而且,不论是全部保护装置,还是微型保护装置,都具有同样的统计规律——损坏原因排序相同(见图 1),均属“元器件损坏”比例最高,分别占 67.0%和 57.4%;其次是

“电源损坏”,分别占 12.7%和 20.37%，“接触不良”分别占 9.3%和 5.56%，“其它”原因分别占 11.0%和 16.67%。

表 1 2000 年继电保护故障类型统计表

缺陷部位	发生缺陷原因	发生缺陷次数		占该类缺陷比例	
		全部保护装置	微型保护装置	全部保护装置	微型保护装置
保护装置本体 (含收发信机)	元器件损坏	79	31	67.0%	57.4%
	电源损坏	15	11	12.7%	20.37%
	接触不良	11	3	9.3%	5.56%
	其他	13	9	11.0%	16.67%
二次回路	接触不良、断线、接线错误、绝缘损坏	13			
	通道衰耗变化	12		37.5%	
高频通道	插头接触不良	5		15.6%	
	高频电缆缺陷	4		12.5%	
	原因不明	11		34.4%	

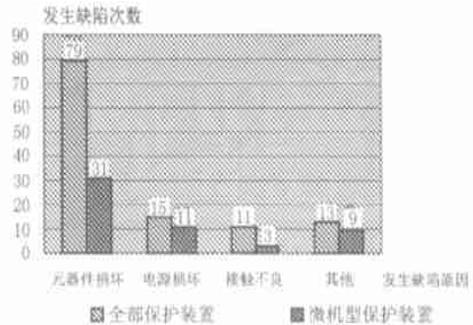


图 1 保护装置本体发生缺陷原因分类

2.1 保护装置本体缺陷分析

保护装置本体发生缺陷的原因大致可分为:元器件损坏、接触不良、电源损坏、其他四大类。

2.1.1 元器件损坏原因分析

(1) 元器件老化

主要发生在晶体管型保护装置上,虽然装置的数量逐年减少,但发生缺陷的绝对次数却不少,共有 14 次,占保护装置本体发生缺陷次数的 11.86%。原因是装置超期服役,由于运行时间过长,装置不断出现三极管特性不良、晶振老化、小中间继电器绝缘降低、焊接部位腐蚀或氧化导致的接触不良等缺陷。

其中,出现缺陷较频繁的范柏、柏里线的线路保护已于2000年底更换为微机型保护。华能上安电厂一期工程采用的进口集成电路保护也已进入了“老龄”期(12年),装置异常率开始上升。

(2) 早期失效

这类缺陷集中体现在某些新投运的设备上,例如:

1) 韩通站#1、#2变WBZ-500型保护(国电南自)的液晶显示屏,投运后曾连续4次出现异常。

2) 孙赵线、赵章线使用的WGC-01B(国电南自)型收发信机,投运仅3个多月,功放插件损坏即达8次之多。原因为该装置出厂时取消了通道输入回路的过电压保护措施,致使执行转带操作拉合空母线时产生的干扰电压经高频通道进入收发信机(实测约3000V左右),造成功放管(场效应管)击穿。在采取并压敏电阻,将该电压限制在1000V以下的措施后,方解决问题。

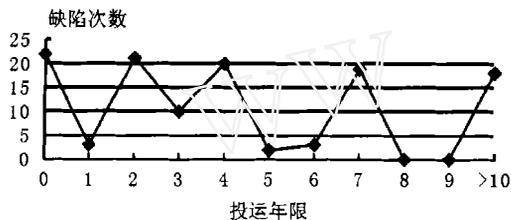


图2 保护缺陷次数与装置运行年限关系

从图2可以看出,保护装置的早期失效确实存在。虽然微机型保护装置折合成每百台年发生缺陷次数的指标较模拟式保护有明显减少,但由于新投设备数量较多,运行年限在一年左右的装置发生缺陷的绝对次数还难以明显减少。此类缺陷的根本消除在于制造商加强元器件的采购、老化、筛选及整机通电老化等环节的质量控制,并加强售后服务成功率。另一方面,招标中如过分强调价格因素也会导致这类缺陷发生次数的上升。此外,即使是同一厂家的产品,不同年份、不同批次间也有一定的差异。

(3) 外回路原因

1999年河北南网因光字牌原因造成装置插件烧损的事件有5起,并造成过保护误动。2000年又发生了1起,系光字牌灯泡底座短路引起收发信机的印刷电路板敷铜线烧断。此外,故障录波器也发生了两起印刷电路板敷铜线烧断的缺陷。

此类事情说明光字牌等外回路的好坏,同样会影响到保护装置的可靠运行。对此,运行维护人员应给予充分注意。

(4) 电磁干扰

广泛应用于220kV及以上系统的各类微机型保护,因其芯片的工作电压仅3~5V,如采取的抗干扰措施不够,极易因干扰造成芯片工作异常或损坏,尤其是在倒闸操作、站内故障等强电磁干扰情况下,很难保证自身不出故障。20世纪90年代中期及以前生产的微机型保护装置目前仍在系统中服役,但其电磁兼容水平较低,如未采用多层印制电路板、机箱结构不合理、强弱电未较好隔离等,使装置的整体抗干扰能力未能达到IEC标准,是元器件损坏次数居高不下的重要原因。国内主要继电保护制造商新近推出的保护装置已全面达到,甚至部分超过了IEC抗干扰标准,随着它们的逐步推广应用将会有效减少这类缺陷。

从运行方面来讲,屏蔽与接地仍是提高保护装置运行稳定性的重点。全面落实反措中的“敷设继电保护专用接地铜排、更换普通电缆为屏蔽电缆、沿高频电缆并行敷设100mm²铜导线”、在通道中串入抗工频干扰电容、分开结合滤波器一、二次接地点等措施,将显著提高保护装置抗电磁干扰的能力,增强保护设备的电磁兼容性。

2.1.2 电源损坏

2000年此类缺陷共发生15起,其中微机型保护发生11起,主要是电源本身的质量问题。目前,电网中运行的各厂家的保护装置和收发信机,都有电源故障率偏高的问题(包括11型微机保护的外部开入电源和收发信机的功放电源)。如2000年11/15系列保护共发生15次缺陷,其中1/3是电源问题;LFP-901保护共发生6次缺陷,也是1/3为电源问题;LFP-912发生的3次缺陷全部是电源故障。由此可见电源问题的严重性。但四方公司在河北南网的100多台CS系列微机保护装置,2000年未发生一起电源故障,说明电源问题还是能够解决的。

逆变电源由于原理复杂,体积小,一旦损坏在现场很难修复,一般采用换备件的办法处理。

2.1.3 接触不良

“接触不良”分为两类。一类是插件内的元器件与插件接触不良。如焊接的器件与印刷电路板接触不良,采用插接方法安装的芯片及插件内的活动跳线接触不良等。另一类是插件与机箱接触不良。此外,面板上的按钮、拨轮开关也出现过接触不良现象,基本上也是焊接一类的问题。“接触不良”的主要原因有:焊接材料去氧化不彻底、助焊剂腐蚀、插件插接不紧或插头氧化等。从统计数据看,微机型保护装置在采用波峰焊、表面贴装和选择性涂敷系

统等技术后,“接触不良”的缺陷明显减少。2000年河北南网的微机型保护装置总共只发生3次“接触不良”缺陷,其中2次是插件接触不良,1次是串口线接触不良,都是外部问题,而非器件类因焊接问题而导致的接触不良,从中可看出制造技术上的进步。

要避免此类缺陷造成保护不正确动作,一方面保护专业人员须深入细致完成校验工作;另一方面,厂家应进一步提高产品质量。此类缺陷的有效减少,应从以下几方面着手:

1) 选用高质量的印刷电路板,加强外购元器件的质量控制。

2) 改进助焊剂的配方和去氧化、焊接工艺,提高焊接质量,以保证产品在运行年限内不出焊接问题。

3) 选用高质量的接插件,且插件应有锁紧机构,以防止因氧化、松动等造成的接触不良。

4) 采用表面贴装工艺、选择性涂敷系统、提高机箱和屏柜的IP防护等级等措施,改善运行环境,以减少因潮气、腐蚀性气体、尘埃等造成的接触不良。

2.1.4 其它

主要有:微机保护死机、收发信机异常发信和软件问题等。例如:

1) 沧西站500kV变压器使用的WBZ-500保护,投运后频频误发“过激磁”信号,后厂家证实为软件中交流二次额定电压用错,改软件后正常。

2) 邯郸电厂#12机WFBZ-01(国电南自)保护装置中失磁保护交流变换回路匹配电阻出厂时使用不当,造成采样与实际值偏差较大(转子电压310V,采样显示186V),系统正常运行时失磁保护转子绕组低电压条件一直满足,安装调试时也未查出,致使2000年6月20日系统故障,母线电压降低时,失磁保护误动掉闸。

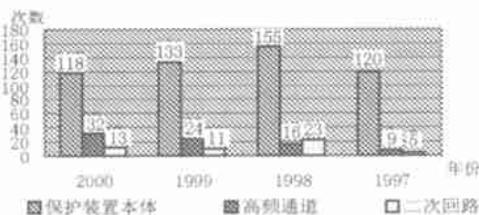


图3 1997~2000年河北南网保护缺陷分类统计

2.1.5 几点思考

1) 河北南网在1999年底即全面落实了“反措要点”中应用屏蔽电缆、加装接地铜排、敷设100mm²铜导线以及高频通道串电容等旨在提高保

护设备电磁兼容水平的措施,随之保护装置异常的发生即有较大幅度的下降。但从近两年的统计数据看,微机型保护的器件损坏仍时有发生。主要出现在开入/开出回路,尤其是其中的抗干扰云母电容和光耦损坏较多,SF-500/600系列收发信机也是如此。那么,为什么在全面落实了“反措要点”,改善了保护运行环境,而且制造商也在印制电路板工艺、装配工艺、元器件质量控制、整机测试、机箱结构等方面做了大量改进后,“保护装置本体缺陷”在整个保护异常中所占的比例仍居高不下,绝对次数仍达3位数?且数年来,每年的“保护装置本体”、“二次回路”、“高频通道”三类缺陷也都具有基本相同的统计规律,即发生次数依次递减(见图3)。这是继电保护运行部门和制造商应共同关心和解决的问题。分析起来,大致有这样几个原因:

· 严重老化的晶体管和集成电路保护数量虽少,但异常次数却不少。

· 在装置总数中占较大比重的早期微机型保护电磁兼容水平较低,且已开始进入“老年期”。

· 早期失效未有效减少,老装置进入稳定期,新装置“前仆后继”。

· 直流系统中可能存在很难捕捉到、但能量却很大的“电涌”的影响。

· 随着电力建设的发展,保护设备逐年增多,使得装置的年平均故障率虽然下降,但绝对次数却未能有效减少。

对比分析1997年以来的数据(图4),河北南网继电保护更新改造的成效及落实反措、改善运行环境后的益处和运行维护水平有很大的提高。设备虽然增加(见表2),但装置缺陷的各项指标却减少。

表2 设备增加情况

	500kV 线路		500kV 站		220kV 线路		220kV 站		直调装机容量 MW
	(条)	(台)	(个)	(条)	(台)	(个)			
1997年	1	3	3	96	91	42	6269.5		
1998年	1	3	3	103	102	45	6919.5		
1999年	1	3	3	108	109	47	7197.5		
2000年	5	6	6	125	118	51	7866.9		

2) 企业的采购成本与维护成本是此消彼长的关系,只有在恰当的平衡点才能使设备的总运营成本最省。过低的招标价虽然降低了采购成本,但必然会造成设备的维护成本上升,于电网经营企业不利。同时,也将使制造商的赢利空间减小,影响对用户的售后服务质量。

2.2 二次回路缺陷

二次回路缺陷产生的原因较为简单,主要有接触

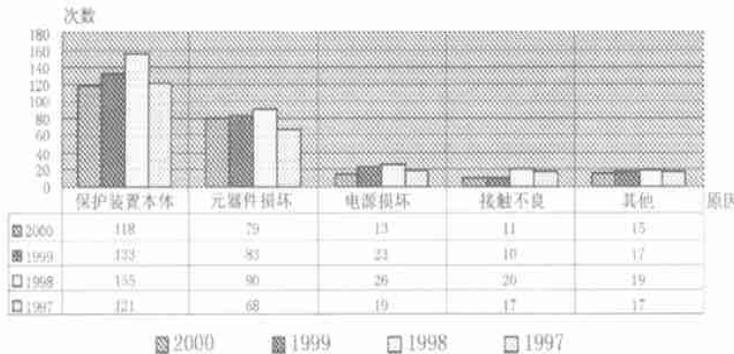


图4 1997~2000年保护装置本体缺陷分类统计

不良、断线、接线错误、绝缘损坏等几种情况,共发生13起。二次回路的缺陷,多数可通过光字、装置异常信号灯等反映出来。但有些缺陷较隐蔽,需对保护动作报告、录波报告等多种信息综合分析才能发现。

例如:2000年7月27日19时24分,220kV武范线发生C、B相转换性故障,两侧保护正确动作三跳。20:13,武安侧234开关强送武范线,一次成功。在分析保护动作报告时,发现在用234开关强送武范线时,WXB-11保护发出了重合闸命令(录波图显示,由于FCX-11D型操作箱内的一次充放电回路,该重合令实际并未对234开关起作用)。

11保护的报告为:

* * *CPU4

20 BTQDCH

479 CHCK

DATE 00,07,27,20,19,23,85

根据11重合闸部分软件框图,分析其原因可能是:

1) 11保护的“1n49三跳位置”开入量未接或有问题。如果该开入量接线正确,则11保护的重合闸在开关三相断位期间不会充满电,更不可能发出重合令。

2) 11保护的“1n43断路器位置不对应”开入量中,KK把手触点使用不当。当KK打在“预合”位置时,该开入量已经有效,会过早启动重合闸。

事故后的现场接线检查证实了上述分析。如此设计的原因是:

1) 234开关的FCX-11型操作箱没有足够的表示开关三跳位置的触点;

2) KK把手没有“合闸/合后通”的触点。

11保护设置“1n49三跳位置”开入量是为了防止11保护发单跳令,但开关由于其它原因三相跳闸时,11保护误发合闸令,造成非同期合闸。因此,11

保护开入量回路设计中“三跳位置”是必须接入的。如果该开入量正确接入,本次强送武范线时武安侧11保护就不会发出重合令。

针对上述问题,已对二次接线进行了整改。

通过武范线7.27故障中发现保护二次回路存在问题这一事件,可以得到这样一个值得推广的经验:

从某种意义上讲,故障也是一笔资源,对于任何一次电网故障,无论保

护装置的动作行为正确与否,都应全面搜集:

- 已动作出口的保护装置的动作报告
- 相邻保护装置的动作/启动报告
- 网内所有启动的故障录波器的报告

并认真分析其在故障时的反应,据此检查相关保护装置本体和二次回路的正确性。

2.3 高频通道缺陷

高频通道共发生缺陷32起。

2.3.1 通道衰耗变化

此类缺陷发生12起,占高频通道类缺陷的37.5%,而且近几年此类缺陷的发生次数在“高频通道缺陷”中均占首位。主要是载波通道的不稳定性造成的,特别是天气变化对通道衰耗影响很大。一般采取增、减收发信机衰耗电阻的办法进行补偿。

据文献[1]报道,由于1989年出版的IEC标准及第一版阻波器国家标准都未对操作过电压给予足够的关注,因此国产阻波器调谐元件虽然耐受工频过电压的能力远远高于国际标准,但耐受操作过电压的能力未能达到应有水平,因而严格按照IEC353-1989标准生产的阻波器调谐元件最多能耐受隔离开关10~100次操作的冲击,有些规格的产品甚至一次开关操作就会损坏,但这种损坏在日常的收发信电平检测中却不一定能发现。上述“通道衰耗变化”或许与此有关,我们将尽快与阻波器生产厂家一起对河北南网的保护用阻波器进行一次普查,以提高高频通道的运行水平。

2.3.2 插头接触不良

发生5次。为方便转带时高频通道的切换,厂家采取了插头、插座式的通道连接方法。但在运行中由于插头、插座接触不良造成通道异常的情况时有发生。此环节还有改进的必要。

2.3.3 高频电缆缺陷(绝缘降低、电缆断)

共发生4次,主要是老站电缆沟封堵不严,高频

电缆被老鼠咬坏。现已改进,今后将不会再发生这类问题。

2.3.4 原因不明

此类缺陷集中发生在 500kV 安廉线和廉保线的微波通道上,故障现象为通道瞬间中断后又恢复。其中安廉线自上安侧更换微波设备后未再出现异常。

3 保护装置故障率统计分析

2000 年度河北南网主要保护装置的套数、装置故障次数及故障率详见表 3。

表 3 2000 年度河北南网 220kV 及以上系统主要继电保护装置故障率统计表

生产厂家	装置型号	装置套数	故障次数	故障率(次/百台年)
国电南自	WXB-11/15	96	5	5.2
	WGC-01	14	11	78.6
	WBZ-500	6	6	100.0
许继电气	WXH-11/15	134	10	7.5
	SF-500/600	289	25	8.6
四方(含许继四方、南京四方、北京四方)	CSL101/102	85	3	3.5
	CSH21/101	66	2	3.0
扬州电讯仪器厂	YBX-1/1K	68	8	11.8
	LFP-901	158	6	3.8
南京南瑞	LFP-921/2/3	107	2	1.9
	LFX-912	92	3	3.3
	LFP 变压器保护	20	1	5.0

从表 3 可以看出:

1) 微机型装置较传统的模拟式装置故障率低

如果剔除前述 WBZ-500 和 WGC-01B 的两个特例(共 12 次,均是同一原因,厂家分别多次派人到现场服务才解决),微机型装置的运行稳定性指标还会更好。此事也说明,厂家售后服务的成功率不仅关系到厂家的经济利益,而且更关系到继电保护的运行稳定性,乃至系统安全。

2) 新一代微机型保护(CSL 系列、LFP 系列)较早期 11 系列等微机型保护的故障率要低

这一方面归功于技术进步,例如采用多层电路板、总线不出芯片、改进背板设计和新型机箱与屏柜等技术,使装置的抗电磁干扰能力显著提高,降低了强电磁干扰造成装置内部元器件损坏的概率,另一方面,厂家越来越注重控制所用元器件的质量,尤其是采用表面贴装、选择性涂敷系统等装配工艺及严格的整机高温通电老化等质量控制措施后,提高了新装置的平均无故障运行小时数,使装置较快地渡过早期失效阶段,进入稳定期,并保持了较高的水准。

此外,统计数据表明,保护装置的年平均故障率呈逐年下降的趋势,详见图 5。

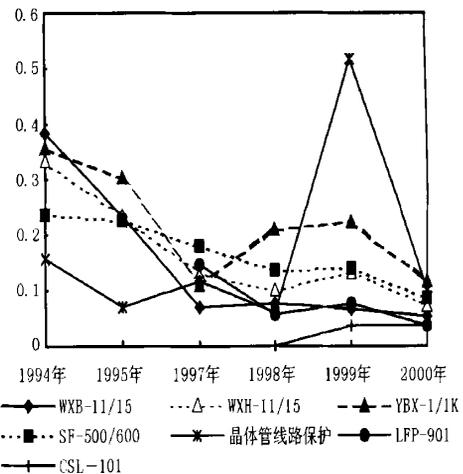


图 5 1994~1999 年保护装置故障率折线图

原因有这样几点:近年来河北南网加大了老旧保护的改造力度;反措发挥了效益;保护设备的出厂质量有所提高;基建施工、安装调试、竣工验收质量提高,基建遗留问题减少。

可以相信,随着各厂家推出的新型保护在系统中的推广和早期微机型保护的退出运行,以及基建施工质量的进一步提高,保护装置的故障率还将继续下降,并趋于稳定,从而使继电保护更好地发挥其安全效益。

4 结束语

通过对河北南网 220kV 及以上系统继电保护装置连续几年的统计分析,我们感到:

1) 国产继电保护的制造水平确实在不断提高,随着各厂家 2000 年后推出的新型保护在系统中的推广应用,广大电力用户将不断从中受益,降低维护成本,提高经济效益。

2) 全面落实反措、大力改善保护的运行环境,对提高保护装置的运行率、缩短保护装置的异常停运时间、确保健全的保护配置体系作用十分突出,而这正是保证电网安全稳定运行的基础。

3) 提高基建施工质量,对减少保护设备缺陷具有十分积极的意义,既可提高保护的运行可靠性,又能减少检修工作量,既有安全效益,又有经济效益。

4) 鉴于国产微机保护继承了长期积累起来的模拟式保护成熟的原理和技术,具有完善的自检功能,而且拥有了十几年的运行经验,已经日臻稳定和成熟,因此,继电保护运行维护的工作重点应从“装置”转向“二次回路”,以提高整个继电保护系统运行的可靠性。

5) 认真开展保护装置缺陷的统计、分析与总结

意义十分重大,它将为制造部门提高产品质量提供帮助,有效指导运行部门有针对性地储备备品备件,有助于明确装置校验工作的重点和指导开展继电保护装置的状态检修。

参考文献:

- [1] 郭香福,孟秉权,葛爱华.改进阻波器绝缘配合提高高频保护系统电磁兼容性[J].中国电力,2001,(10):35-38.
- [2] 赵自刚,赵春雷,朱辉.河北南网220kV及以上系统继电保护异常停运统计分析[J].继电器,1998,(2):33-37.

- [3] 赵自刚,朱辉.1998年度河北南网220kV及以上系统继电保护缺陷统计分析[J].华北电力技术,1999,(11):21-23,28.
- [4] 李海生,赵自刚,朱辉.1999年河北南网220kV及以上系统继电保护缺陷统计分析[J].电力情报,2000,(2):47-49,59.

收稿日期:2002-03-18

作者简介:赵自刚(1962-),男,教授级高工,硕士研究生,从事继电保护及电网运行管理工作;朱辉(1970-),男,本科,工程师,从事继电保护整定计算和运行管理工作。

Statistical analysis on the relay defaults of 220kV and higher voltage systems of Hebei south network in 2000

ZHAO Zi-gang, ZHU Hui

(Hebei Electric Power Dispatch and Communication Center, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: On the base of statistical analysis of several years, the relay defaults which were found in their operation and maintenance of Hebei south network in 2000 are summed and analyzed statistically, and some suggestions are offered for improvement.

Keywords: relay protection; device; default; statistic

工控机应用技术及可靠性研讨会顺利召开

由中国电器工业协会继电保护及自动化设备分会、中国电工技术学会保护及自动化分会可靠性专委会共同主办,《继电器》杂志社、许继亿万物流公司、电测室和许继电气保护及自动化事业部联合承办的“工控机应用技术和可靠性研讨会”于6月16日~18日如期召开。会议由《继电器》杂志社社长刘兆亮主持。国内外一些工控机生产企业、使用厂家及现场运行单位参加了会议。

会上,知名的工控机生产企业研华、研祥、康泰克、凌华等企业分别对国内外工控机技术的现状与发展作了描述,对最新工控机技术及新产品做了介绍,对工控机应用于电力系统中存在的问题提出了解决方案,并带来了最新的样机进行演示。

此次会议还就工控机的使用情况、可靠性问题、新产品设计选型、现场工控机维护等问题组织了专场讨论,讨论气氛热烈。工控机生产厂家及使用单位都对本次研讨会给予了充分肯定。

此外,会议还倡议并帮助组织了工控机在电力系统中应用技术标准的讨论会。

国务院安全生产检查组莅临许继指导工作

5月12日上午,以国土资源部纪检组长、党组成员董道华为组长的国务院安全生产第12检查组一行13人在省、市经贸委有关领导的陪同下,莅临许继集团检查指导安全生产情况。听完汇报后,国务院检查组领导对许继集团的安全生产工作给予了充分肯定。

在集团公司副总裁程利民的陪同下,国务院安全生产检查组领导一行兴致勃勃地参观了许继高新技术产品生产线。在参观过程中,程利民副总裁向检查组领导详细汇报了许继集团安全生产工作以及各项安全生产措施的贯彻落实情况。当听说许继集团认真落实安全生产责任制,在全体员工中实行了“安全投保金”制度时,董道华组长称赞“这项措施很好”。检查组领导认真检查了车间的各种消防设备,当看到许继集团各单位都通过宣传栏、标语等形式大力进行安全生产宣传教育,感受到许继整洁有序的生产环境时,国务院安全生产检查组领导频频点头,对许继的安全生产工作给予好评,同时也对公司的安全生产工作提出了一些指导意见。

(摘自《许继集团》)