

测氦仪器固体氦气源标定新技术 推广应用进展与效益

李彤起 李正蒙 陈兰庆 钟心 雷兰生

(国家地震局兰州地震研究所, 兰州 730000)

摘要 叙述了地震前兆观测仪器——测氦仪器的固体氦气源标定新技术推广应用取得的可喜进展与显著成效。固体源标定法解决了长期以来存在的测氦仪器标定老大难问题。它的实际应用,对加速实现全国地震水化台网标定技术的规范化和标准化计量标准管理起到积极的作用,现已发挥出明显的社会与经济效益。

关键词 水化学测量 测氦仪器 固体源标定法

1 前言

众所周知,在氦气测量工作中,为了取得准确可靠的观测资料,必须对所用的测氦仪器进行精确标定。长期以来,我国地震水氦观测台网,在测氦仪器的标定中,一直采用传统的液体镭源标定法。液体源在制备、分装、使用、运输和保管等各个环节中都存在一些问题,特别是标定周期长、效率低,标定质量因受环境条件和人为操作的影响,而得不到可靠保证,使用中存在着危险性,又极易报废,无法建立全国统一的技术标准。因此国家地震局科技监测司把固体源的开发应用列为重点科技研究项目,为了推进氦气观测技术的发展,我们从加拿大引进了用于放射性物探工作的固体氦气源标定装置,根据地震观测的特点和要求,经过改装后,进行了全面系统的试验研究,成功地建立了固体源标定法。

在国家地震局科技监测司、综合计划司(技术装备处)的大力资助和积极支持下,在各省、市、自治区地震局和上海电子仪器厂的通力协作与密切配合下,10年来测氦仪器固体氦气源标定新技术已在全国地震水化台网得到了广泛应用,彻底解决了长期存在的测氦仪器标定的老大难问题,取得很大的进展和明显的社会、经济效益。

2 加拿大 RN-150 型固体氦气源的继续引进开发应用

为了在我国地震水氦观测台网加快推广应用固体氦气源标定新技术,以便更新取代传统落后的液体镭源标定法,国家地震局印发了(87)震科字 116 号文,决定在全国水氦台网使用固体源标定法。国家地震局科技监测司和综合计划司于 1988 年和 1990 年两次拨外汇专款从加拿大订购引进 40 台 RN-150 型固体氦气源,保证有水氦台站的省、市、自治区地震局均能分配到一台固体氦气源,重点地震监测预报地区的省地震局可分配到 2~3 台固体氦气源。

迄今为止,前后 3 次引进订购加拿大 RN-150 型固体氦气源共 45 台,按国家地震局科技监测司和综合计划司审定同意的分配方案进行了分配.与此同时,专门举办 3 次固体源标定新技术推广应用培训班,凡是分得固体源的单位都派人前来学习、培训.各省、市、自治区地震局固体氦气源配置使用情况见表 1.

表 1 进口 RN-150 型固体源配置使用清单

分配使用单位	台数	分配使用单位	台数	分配使用单位	台数
分析预报中心	2	兰州地震研究所	3 ¹⁾	云南省地震局	3
四川省地震局	2	甘肃省地震局	2	新疆地震局	2
宁夏地震局	1	陕西省地震局	2	河南省地震局	1
青海省地震局	1	上海市地震局	1	上海电子仪器厂	1 ²⁾
天津市地震局	1	河北省地震局	2	黑龙江省地震局	1
吉林省地震局	1	辽宁省地震局	2	内蒙古地震局	1
山西省地震局	2	山东省地震局	2	江苏省地震局	1
浙江省地震局	1	安徽省地震局	1	江西省地震局	1
福建省地震局	2	广东省地震局	2	海南省地震局	1
广西地震局	1	湖北省地震局	1	湖南省地震局	1

1) 3 台不同量级的固体源,是专供国家地震局兰州标准化计量标定实验室(放射性氦气计量一级站)用于检验、核查、计量各省、市、自治区地震局各类测氦仪器及进口或国产固体氦气源.

2) 该台固体源使用 2 年多后,由于品质差而存在严重射气渗漏,剂量分配值不准,国内无法修复,建议报废,经国家地震局同意拨给上海电子仪器厂.

3 国产 FD-3024 型固体氦气源的成功研制与推广使用

由于固体氦气源标定法比传统的液体镭源标定法具有更多优点,很快在全国得到推广应用,深受水化台站同志欢迎.目前有许多台站(区域台、地方台)都想得到固体源,然而若全靠进口 RN-150 型固体源,因购置费用高且需外汇,是无法满足当前水化台网测氦仪器标定实际需要的,为此尽快研制国产固体氦气源就成为当务之急.

1988 年 10 月我们与上海电子仪器厂协作,历经 3 年通力合作终于成功研制出性能优良的国产固体源,已于 1991 年 4 月在上海由中国核工业总公司地质局与国家地震局科技司和综合计划司正式通过验收鉴定,现已投入批量生产.这为立足国内,取代进口,大大节约外汇和购源资金,及时满足地震、核能、环保、医疗、地质等部门广泛使用固体源的需求解决了问题.目前,已有 38 台国产 FD-3024 型固体氦气源投入全国水化二类台网、区域和地方台站使用,受到好评.有 1 台为国防科工委放射性计量一级站所应用.国家地震局系统各单位现已购置使用国产固体氦气源情况见表 2.

4 测氦仪器固体氦气源标定新技术推广应用取得的进展和效益

4.1 举办多期不同形式的培训班,建立起标定骨干队伍

到目前为止,在兰州举办了 4 次全国测氦仪器固体氦气源标定法培训班和 3 次甘肃省地震局专群水化台站测氦仪器固体氦气源标定法培训班.在国家地震局杭州培训中心或全国性水化专业会议上也曾作过测氦仪器固体氦气源标定新技术的培训讲授.先后共培训了一百多人,初步建立起全国地震水化台网使用固体氦气源标定各类测氦仪器的骨干队伍,为在全

国地震系统进一步推广应用固体源标定法打下了良好的基础。

表2 国产FD-3024型固体氦气源购置使用清单

购置年份	使用单位	台数	购置年份	使用单位	台数
1992	甘肃省地震局地方地震处	10	1994	云南省地震局地球物理技术所	1
1993	甘肃省地震局地方地震处	6	1994	四川省地震局监测处	1
1993	云南省地震局地方地震处	1	1995	黑龙江省地震局监测处	1
1993	河南省地震局监测处	1	1995	甘肃省地震局监测中心	3
1993	福建省地震局监测处	1	1996	山西省地震局	1
1993	国防科工委放射性计量一级站	1	1996	黑龙江省地震局监测处	1
1994	青海省地震局监测处	2	1996	宁夏地震局监测处	1
1994	广东省地震局监测处	1	1996	河南省地震局监测处	1
1994	云南省地震局地方地震处	6			

4.2 开展固体氦气源(RN-150型、FD-3024型)计量检定活动,有力地推动了计量技术进步

国家地震局兰州标准化计量实验室于1990年10月至1991年3月对第三批从加拿大进口的30台RN-150型固体氦气源的氦气剂量分配值进行了计量检定。从各省、市、自治区地震局标定使用效果来看,充分说明我们给出的计量值是非常准确的。尤其是从加拿大皮朗公司索赔返回的一台RN-150型固体氦气源(No.149)来看,该固体源的氦气剂量分配值经我们计量检定定为10.55Bq(按理论公式计量值为10.59Bq),而厂方给出的标称值为11.25Bq,相对偏差为6.2%。1992年2月从厂方索赔返回时重新更正给出的标称值为10.41Bq,相对偏差为1.3%。由此可见,厂方承认我们的计量值是准确合格的。第三批RN-150型固体氦气源计量检定结果如表3所示。

表3 第三批进口RN-150型固体氦气源计量检定结果

固体源 编号 No.	氦气剂量分配值(Bq)		固体源 编号 No.	氦气剂量分配值(Bq)	
	厂方 标称值	计量 检定值		厂方 标称值	计量 检定值
120	22.92	21.55	121	22.25	20.56
122	19.37	18.57	123	21.61	19.74
124	20.89	19.92	125	21.31	20.87
126	21.31	20.25	127	23.31	21.38
129	20.55	20.05	130	23.42	21.08
135	10.58	10.34	136	11.31	10.49
137	11.49	10.60	138	11.46	10.68
139	11.49	11.07	140	11.91	11.31
141	11.06	10.35	142	10.72	10.58
143	11.06	10.13	144	11.63	10.85
145	11.25	10.61	146	11.13	10.75
147	10.33	9.97	148	10.55	10.29
149	11.25 ¹⁾	10.55	150	11.54	10.68
151	10.95	10.51	152	11.00	10.55
153	10.49	10.14	154	10.38	9.61

1) 向厂方索赔返回更正后的标称值为10.41Bq

1995~1996年国家地震局兰州地震研究所放射性氦气计量一级站负责对全国水化台网现用固体氦气源进行了核查复检计量,结果汇总于表 4.

表 4 现用的 RN-150 型固体源复检计量结果

送检单位	编号 No.	启用时间	射气渗透性 (脉冲/min)	铜阀密封性	原计量 值(Bq)	复检计 量值(Bq)	相对 偏差(%)
福建省地震局	311906	1986	2	好	24.05	24.85	3.1
天津市地震局	311914	1986	5	好	24.20	23.89	1.3
甘肃省地震局	110	1988	8	好	23.30	23.83	2.3
广东省地震局	111	1988	2	好	22.90	23.00	0.4
四川省地震局	112	1988	7	好	25.50	26.84	5.3
云南省地震局	113	1988	2	好	23.30	25.53	9.6
山东省地震局	114	1988	236	好	22.40		
辽宁省地震局	115	1988	4	好	21.46	23.46	9.3
安徽省地震局	117	1988	1	好	26.70	26.72	0.1
宁夏地震局	118	1988	46	好	26.30	27.43	4.2
新疆地震局	119	1988	3	好	24.90	25.28	1.5
山西省地震局	120	1991	5	好	21.55	21.30	1.2
青海地震局	121	1991	3	好	20.56	20.52	0.2
海南地震局	122	1991	3	好	18.57	18.55	0.1
广东省地震局	123	1991	3	好	19.74	19.68	0.3
云南省地震局	124	1991	3	好	19.92	19.76	0.8
福建省地震局	125	1991	2	好	20.87	20.69	0.9
山东省地震局	126	1991	2	好	20.25	20.34	0.4
新疆地震局	127	1991	2	好	21.38	21.44	0.3
甘肃省地震局	129	1991	3	好	20.05	19.97	0.4
山西省地震局	136	1991	4	好	10.49	10.38	1.0
河南省地震局	137	1991	3	好	10.60	10.66	0.6
湖北省地震局	138	1991	3	好	10.68	9.57	10.4
湖南省地震局	139	1991	1	好	11.07	11.05	0.2
黑龙江省地震局	140	1991	1	好	11.31	11.10	1.9
吉林省地震局	141	1991	2	好	10.35	10.30	0.5
内蒙古地震局	143	1991	2	好	10.13	10.13	0.0
江西省地震局	144	1991	1	好	10.85	10.86	0.1
浙江省地震局	145	1991	2	好	10.61	10.62	0.1
广西地震局	147	1991	8	好	9.97	10.02	0.5
滇西实验场	148	1991	3	好	10.29	10.34	0.5
辽宁省地震局	150	1991	4	好	10.68	10.67	0.1
江苏省地震局	151	1991	4	好	10.51	10.35	1.5
陕西省地震局	152	1991	1	好	10.55	10.60	0.5
四川省地震局	154	1991	4	好	9.61	9.54	0.7

1991年底,我们对上海电子仪器厂首批生产的 10 台国产 FD-3024 型固体氦气源的氦气剂量分配值进行了计量检定,结果如表 5 所示.

1993~1995年,我们对第二、三批国产 FD-3024 型固体氦气源进行了计量检定,结果如表 6 所示.

4.3 固体氦气源标定新技术推广应用取得的进展

在国家地震局科技司、综合计划司的大力资助和积极支持下,在我局(所)的直接领导下,

经课题组全体同志 10 年的努力奋斗, 使固体氦气源标定新技术在全国地震水化台网迅速普及开来, 特别是近几年来, 几乎完全采用固体氦气源标定法来标定各类测氦仪器, 详见表 7。从该

表 5 首批国产 FD-3024 型固体源计量检定结果

固体源 编号 No.	放射源强度 (kBq)	兰州标准化实验室对氦气剂量 分配值的计量检定结果(Bq)
		(允许误差±4%)
9016	20.2±0.49	23.9
9017	18.1±0.35	21.2
9018	20.9±0.42	24.1
9019	17.7±0.46	20.5
9020	17.2±0.24	17.9
9013	16.1±0.35	18.7
0601	18.1±0.74	17.4
9011	17.3±0.38	20.5
9012	16.0±0.32	21.7
9042	23.5±0.47	25.4

表 6 国产 FD-3024 型固体氦气源计量检定结果

购置使用单位	出厂日期	编号 (No.)	放射源强度 (kBq)	氦气剂量分配值(Bq)	
				理论值	实测值
四川省地震局	1993-05	92811	20.64±0.52	21.58	21.43
河南省地震局	1993-05	92812	18.56±0.20	19.41	19.53
甘肃省地震局	1993-05	92813	16.15±0.37	16.89	17.31
云南省地震局	1993-05	92814	17.41±0.54	18.21	19.08
云南省地震局	1993-05	92815	16.52±0.27	17.27	17.44
甘肃省地震局	1993-05	92816	16.65±0.20	17.41	19.31
云南省地震局	1993-05	92818	19.62±0.16	20.52	20.58
国防科工委一级站	1993-05	92819	17.47±0.88	18.27	18.27
山西省地震局	1993-05	92820	17.19±0.45	17.98	16.83
甘肃省地震局	1993-05	92821	19.63±0.35	20.53	20.14
甘肃省地震局	1993-05	92822	17.30±0.53	18.09	18.86
甘肃省地震局	1993-05	92823	19.59±0.23	20.49	20.44
福建省地震局	1993-05	92831	18.44±0.55	19.06	18.55
甘肃省地震局	1993-05	92833	17.51±0.42	18.10	18.58
青海省地震局	1994-05	92838	16.20±0.40	16.75	16.81
甘肃省地震局	1994-05	92839	16.11±0.48	16.66	16.27
青海省地震局	1994-05	92840	15.32±0.31	15.84	15.73
云南省地震局	1994-05	92841	15.63±0.33	16.16	15.10
云南省地震局	1994-05	92842	17.64±0.22	18.24	18.64
云南省地震局	1994-05	92847	16.44±0.45	17.00	17.28
黑龙江省地震局	1994-05	92848	15.66±0.30	16.19	15.69
云南省地震局	1994-05	92849	20.05±0.31	20.73	20.34
广东省地震局	1994-05	92850	16.80±0.28	17.37	18.23
甘肃省地震局	1996-05	92827	17.91±0.44	18.52	17.94
甘肃省地震局	1996-05	92824	17.42±0.57	18.01	18.70
河南省地震局	1996-05	92817	15.56±0.37	16.27	16.36
黑龙江省地震局	1996-05	92832	16.75±0.31	17.32	17.83
宁夏地震局	1996-05	92837	17.00±0.57	17.56	17.46

表 7 固体氨气源(RN-150、FD-3024)使用率统计

省、市 自治区 地震局	有固体 源台数	国家一类台站		国家二类台站		区域和地方台站	
		台站数	固体源 使用率(%)	(%)	(%)		
	2			2	100	8	60
天津	1	1	100	1	100	5	90
河北	2	1	100	5	70	11	50
内蒙古	1			1	100	6	50
山西	3			3	100	6	80
辽宁	2	1	100	3	100	11	80
吉林	1			2	100	4	50
黑龙江	3			1	100	13	80
山东	2	1	100	1	100	5	30
江苏	1			4	90	13	50
浙江	1			1	100	3	60
福建	3	1	100	2	100	5	60
广东	3	1	100	1	100	10	60
湖南	1			1	100	9	60
湖北	1			1	100	2	80
河南	3			2	100	6	60
四川	3	2	100	1	100	14	40
云南	11	1	100	7	100	16	100
广西	1					4	60
陕西	2			3	100	11	90
甘肃	21	1	100	4	100	27	100
新疆	2	1	100	1	100	10	70
宁夏	2	1	100	3	100	8	60
上海	1			1	100	9	50
江西	1			1	100	2	70
安徽	1	1	100			14	40
海南	1	1	100			1	100
青海	3			2	100	10	50

表中可以看出，， 14 个一类台站已全部实现用固体氨气源标定测氨仪器，54 个二类台站固体源的使用率约为 90% ， 60% 。

5

5.1

：“”，：，，K 值其误差大多数都在 $\pm 2\%$ ， $\pm 5\%$ ，、（、、、、、、、、）

天以上, 5台测氡仪器标定需时20 2~3个月的时间.

5.2

5.3

300个水氡台站来计算, (1995年) 40万元, 1~2年要更换一次, 10年则需投资200~400万元.

80台, 80万元(4年购置液体镭源的经费), 6年后每年净节约购液体镭源费用40万元, 10年后就可节约400万元.

5.4

K值或为其它放射性装置给出氡气剂量值.

PROGRESS AND BENEFITS ON POPULARIZATION AND APPLICATION OF THE NEW METHOD FOR DEMARCATING RADONSCOPES BY USING SOLID RADON GAS SOURCE

LI Tongqi LI Zhengmeng CHEN Lanqing ZHONG Xin LEI Lansheng

(vii) (c) (R) 3 (X) (c) = D (c) 44(iii)

Abstract

Popularization and application of the new method for demarcating radonscopes by using solid radon gas source have made encouraging progress and marked effect. The method solved many problems existing in demarcating radonscopes for a long time. Its practical application took positive effect on speeding up the realization of standardization management of the national seismic hydro-chemical network demarcation techniques and showed notable social and economic benefits.

Key words Hydrochemical survey, Radonscope, Solid source demarcation method