



科技自立自强之路

虽已年过九旬,中国科学院西安光学精密机械研究所(以下简称西安光机所)研究员蒋森林依然清晰地记得,60年前那个初秋的下午,他一动不动地趴在戈壁滩上,一阵热浪袭来烤得他脊背发烫,紧接着狂风呼啸而过,席卷起的漫天黄沙落满全身。不久,欢呼声响起。他缓缓抬起头,看到周围的人们跳跃、拥抱,把帽子高高抛向天空……这一刻,蒋森林明白,试验成功了!

这是1964年10月16日的罗布泊,我国第一颗原子弹爆炸成功的现场。“所有人都在庆祝,我心里却很忐忑。”蒋森林回忆说,“一边为原子弹爆炸试验成功欣喜若狂,另一边又很担心我们的设备是否完成了任务。”在度过了一生中最漫长、最难挨的2天后,好消息终于传来——西安光机所的两型高速摄影机都拍到图像了!“我当时高兴坏了,不知说什么好,甚至走路都有点摇摇晃晃。”

让世界对中国刮目相看的历史性一刻,成为了西安光机所以及与蒋森林一样参与这次任务的科研人员职业生涯的“高光时刻”。

1

生逢其时 接下“天字第一号”任务

1956年,毛泽东主席在中央政治局扩大会议上提出:“我们要不受人家欺负,就不能没有这个东西(原子弹)。”一场集结全国各方力量打造国之重器的攻坚战,就此拉开序幕。

原子弹爆炸成功的一个关键判据,就是用科学手段记录爆炸初期火球扩展情况,这个手段非高速摄影技术莫属。

高速摄影,俗称“慢动作”摄影,即把瞬时高速动作放慢,捕捉人眼看不见的精彩瞬间,进而揭示底层物理规律。这是光机电一体化的复合型高技术,可用于观测武器爆炸、弹道轨迹以及核爆炸等高速瞬态过程。

为解决核爆试验必需的高速摄影设备和耐辐照光学材料问题,1962年,中国科学院和原第二机械工业部决定,在西部地区整合相关优势力量,成立中国科学院光学精密机械研究所西安分所(1970年更名为西安光机所)。

至此,我国的高速摄影技术研究正式开启。

“研制高速摄影机的目的很明确,就是为第一次原子弹试爆服务。”蒋森林说。西安光机所首任所长龚祖同有一句名言:“以祖国的需要为我们的方向。”研制我国第一台高速摄影机,就是西安光机所成立之初的首要任务。西安光机所首任党委书记苏景一在动员大会上振臂高呼:“这是我们所的‘天字第一号’任务。为国出力的时候了,我们砸锅卖铁也要完

成!”时至今日,很多西光人仍对这些振奋人心的话记忆犹新。

20世纪60年代初,苏联专家撤离中国,重創我国原子弹研制事业。在一穷二白的科研条件和极其有限的技术积累下,初生的西安光机所研制高速摄影设备之路举步维艰。

高速摄影机,怎么搞?

时任电控课题组组长的赵宗尧在回忆文章中写道:“1963年初,龚祖同所长提出研制‘三幅电光快门高速相机’计划,在一次瞬态过程拍摄中获得3幅不同时刻的图像照片,每台相机的曝光时间都要达到1微秒,填补国内高速摄影设备空白。”这就是后来广为人知的单片克尔盒高速摄影机。

此外,研制等效帧频为20万帧的半周等待型转镜式高速摄影机,即ZDF-20型高速摄影机,也被列入研究所“天字第一号”任务。

“克尔盒高速摄影机是微秒量级的,拍摄图片画幅更大,但只有4张;ZDF-20型高速摄影机虽然时间分辨率为亚微秒,但可以连续拍数十张。”西安光机所研究员陈中仁解释了两种设备的特点。

西安光机所就此开始同步推进单片克尔盒高速摄影机、ZDF-20型高速摄影机的研制工作,准备用“双保险”方式,以我国第一台高速摄影机之名,奔赴罗布泊,对准原子弹记录历史性的一瞬。

2

时间紧迫 “各显神通”攻克难关

单片克尔盒高速摄影机研制的一个难题是解决克尔盒硝基苯提纯和盒体玻璃窗封结问题。这个重任落在西安光机所研究员侯洵的肩上。

1962年,侯洵来到所里。侯洵后来回忆,当时龚祖同找到他,希望他从理论转向实验研究,以保证“天字第一号”任务顺利推进。尽管这个转变跨度较大,但侯洵当即表示:“做实验就做实验,这是国家需要!”

侯洵的科研生涯经历了一穷二白的年代,由于条件局限,自制实验设备可谓家常便饭。他认为动手能力是科研人员必备的重要技能,“因为只有独特的设备,才能做出创新的工作”。不久之后,侯洵这种“自己动手”的技能就在攻克克尔盒高速摄影机技术难关的过程中发挥了重要作用。

在解决克尔盒盒体玻璃窗封结问题时,为将玻璃片黏结在盒体上,必须使用煤气进行热加工。当时西安根本没有煤气,于是侯洵和同事们想出一个“土办法”:在装有部分汽油的油桶盖上插入两根管子,一根插在汽油液面之上,一根插入汽油之内直至接近底部,上端和空气压缩机相连,给桶内打气,从液面上那根管中出来的气体就带有汽油气,可以燃烧。

煤气配出来了,但设备还需要一个

自动控制气压的器件。于是他们又自制一根U形玻璃管并装上电极,用管内水银控制电路,进而控制桶内气压。

与此同时,ZDF-20型高速摄影机的研制工作也在紧锣密鼓地进行。西安光机所研究员李育林现已年届九十,近两年身体状况不太好,但一听到“ZDF-20”这个词,他的精神为之之一振,声音也变得洪亮起来。

“没错,ZDF-20型高速摄影机就是西安光机所研制的。它最大的特点是采用了类菱形棱镜分光元件和双层四面体棱镜反射扫描结构,组成了半周等待型工作结构。”李育林用略带颤抖的手指在桌面上来回比画,想尽量将工作原理解释得清晰易懂。

西安光机所建所之初,为更好兼顾国家任务研制与研究所发展,采用“三边”建设政策,即“边科研、边建设、边增产”。李育林就是增产人员之一,主攻光学设计。“ZDF-20型高速摄影机的设计对我们来说并不难。”李育林自信地说,难题更多出在生产制造上。虽然西安光机所有研制工厂,但是对于生产如此高精尖的光学设备而言,其制造能力还无法匹配。任务很紧迫,怎么办?最终,所里调动多方面资源,经多方联系、全力争取,找到两家代工厂合作,成功解决了生产制造难题,保障了高速摄影机如期交付使用。

我国第一台高速摄影机：
东方巨响下的快门

■本报记者 严涛

3

柳暗花明 办法总比困难多

每当回忆起当年那段激情燃烧的岁月,蒋森林的思路就格外清晰,浓重的江苏口音透露出不容置疑的坚决。他摩挲着手中的资料,将一串串印刻在脑海里的专业术语和数据娓娓道来:“克尔盒高速摄影机基于意大利科学家克尔提出的克尔效应原理,通过光电倍增管,吸收原子弹爆炸瞬间产生的强光,将其转换为电信号,进而控制快门,完成高速摄影。”

蒋森林回忆,除了克尔盒硝基苯提纯和盒体玻璃窗封结工艺,研制克尔盒高速摄影机的另一个难题是快门的触发机制,即产生时长1微秒、电压3万伏的强电场高压脉冲。

如何产生这样连续、高强度又精确的高压脉冲?蒋森林和曹文钦等研究小组成员一筹莫展。他们尝试去全国各地寻找解决办法,但都无功而返。

正在蒋森林苦恼之时,一场偶遇带来了转机。有一天,蒋森林在街上碰到了大学舍友,在聊天中得知舍友所在单位是生产雷达的。“造雷达不就是做高压脉冲吗?我们只要对其进行改造,就可以解决时长1微秒、电压3万伏的强电场高压脉冲难题。这真是天无绝人之路!”

蒋森林马上找到苏景一汇报了这个想法。后经苏景一和时任中国科学院西北分院副院长华寿俊的努力沟通协调,西安光机所迅速组成5人小组并顺利进驻蒋森林大学舍友的工作单位,开始关键技术攻关。

“我们每天早8点进厂、晚10点出厂,下班后就在厂门口的小摊吃一碗汤圆,就这样干了两个多月,终于解决了瞬时高压产生的难题!”蒋森林激动地说。

科研就是过五关、斩六将。忙完这一段,蒋森林以为可以休息一下了,谁知更大的难题还在后面。团队回到西安光机所,在所里首栋综合科研楼621楼进行总装调试的时候,电干扰出现了。“搞电的人最怕干扰,偏偏又是在进驻试爆基地前这个关键时刻。”

参与核爆试验的8台克尔盒高速摄影机共配备13个快门,包括机械快门、

克尔快门和爆炸快门。电干扰会使爆炸快门提前打开,这将直接导致摄影机停止工作。

蒋森林和团队开始了抽丝剥茧式的尝试,终于在设备出所前基本解决了电干扰中的线干扰问题。但是,在试爆基地试验过程中,场干扰偶尔还会毫无规律地出现。蒋森林和同事们克服心理压力,一次又一次排除可能造成干扰的风险点,最终保证了核爆当天拍摄成功。



西安光机所开展高速摄影机总体试验的621楼。

4

光荣时刻 万全准备万无一失

1964年6月初,指挥部命令下达,历史性的一刻终于到来。

两型共10台高速摄影机被运到核爆基地进行最后调试,西安光机所派出蒋森林、赵宗尧、魏顺根、袁祖扬四人一同来到新疆罗布泊马兰核试验基地。在这个以戈壁滩常见的马兰草命名的、地图上并不存在的地方,他们将为我国第一次核爆试验“保驾护航”。

试爆原子弹被安放在100多米高的铁塔上,高速摄影机布置于距铁塔10公里外的工壕。工壕很坚固,能抵抗冲击波与光辐射。工壕有专门的窗口供各种测试设备瞄准铁塔顶部,以便原子弹爆炸时捕捉有关讯息。

蒋森林等人的前期工作就是配合模拟化学爆炸进行拍摄试验。“我们很重视在化爆中发生的故障,切实排除,绝不放过任何微小疑点。”他已记不清进行了多少场化学爆炸试验,艰苦、枯燥的日子就这样在不知不觉中度过,时间来到了10月16日。

“我们把设备分别布置在两个工壕内,原子弹爆炸时同时工作,互为备用,确保万无一失。”蒋森林说。单片克尔盒高速摄影机的时间分辨率可达微秒级,在爆炸时,它需要在0微秒、40微秒、70微秒和100微秒各拍一次。戈壁滩的环境干燥,电干扰问题出现得少了,但蒋森林心里依然打鼓。

5

怀抱信念 迈上自立自强之路



1965年,龚祖同(右一)带队参加在瑞士举办的第七届国际高速摄影会议。

核爆试验成功的第二年,以龚祖同为团长的中国代表团受邀参加在瑞士举办的第七届国际高速摄影会议。这是我国首次参与该领域的最高级别国际学术会议。我国高速摄影技术的发展,似那奔腾而起的蘑菇云,开始引发世界的关注。

虽然任务顺利完成了,但对于参与高速摄影机研制的西安光机所研究人员来说,这只是个开始,还有更多重要任务等待着他们。

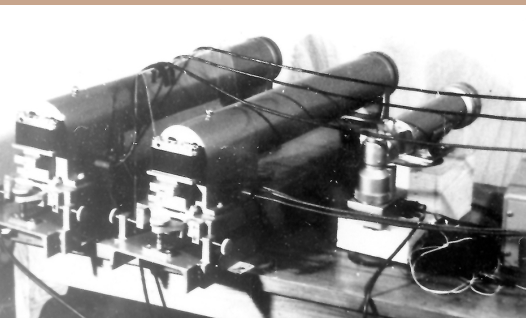
蒋森林后来身体欠佳,但依然坚持参加并完成了接下来的我国首颗原子弹空爆任务。之后,蒋森林又和团队设计研制出我国第一台电

视-变像管高速摄影机,服务于我国首次地下核试验。他自豪地说:“我们研制出来的时间比美国还要早。”1966年,西安光机所又研制出ZDF-250型高速摄影机,参加了1967年6月17日我国首次氢弹试爆并圆满完成光测任务。

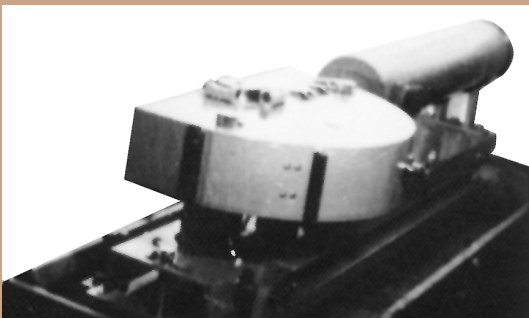
“当时任务紧迫但条件有限,我们研究人员都挤在621楼,宿舍就是办公室,房间里放着几张二斗桌。光学设计靠翻五位对数表,机械设计全靠绘图仪、鸭嘴笔,电路系统靠电烙铁手工焊接。唯一一台手摇台式计算机就是所里最先进的设备了。”陈中仁说起当年的情景,依然十分动容。

一台又一台高速摄影机走出621楼,完成了一项又一项国家重大任务,实现了一个又一个“第一次”,在科技自立自强的征程上,蹚出了一条中国人自己的道路。1985年,“现代国防试验中的动态光学观测和测量技术”项目荣获国家科技进步奖特等奖,其中包含了西安光机所的18种高速摄影机。

多年以后,蒋森林在回忆参加我国首次核爆试验的文章《戈壁滩上盛开的“马兰花”》中写道:“我没有见过植物马兰,也不知它会不会开花,但我亲身感受过马兰的光辐射、冲击波。马兰的火球、蘑菇云,就是最壮观、最美丽的马兰花。”



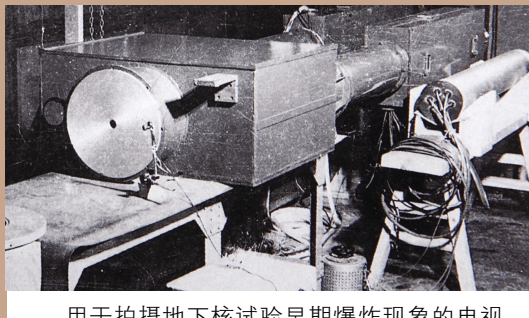
单片克尔盒高速摄影机。



ZDF-20半周等待型转镜式高速摄影机。



由克尔盒型、ZDF-20型组成的我国第一台高速摄影机。



用于拍摄地下核试验早期爆炸现象的电视-变像管高速摄影机。

西安光机所供图 蒋志海制版