

木扎法戈记忆

——为巴基斯坦建造电站仿真机的日子

■ 陈红



2013年，中国提出并开始“一带一路”建设。其实我国对周边国家的支援从20世纪后半叶起就没有断过。20多年前，清华大学就派出团队参与了一项在巴基斯坦的工程项目，那是我国出口的首台大型电站仿真设备，由清华团队自主研发。那段驻外工作的岁月至今仍历历在目。

接受任务

1994年，中国机械设备进出口总公司（CMEC）曾受国家之命负责出口并建设巴基斯坦木扎法戈电站。为了帮助培训他们本国的机组运行人员，CMEC同时配套出口一台210MW大型火电仿真培训系统，这项任务交给了清华大学热能系的能源仿真团队。

这样的硬任务为什么会派给清华团队呢？早在1985年，热能系的吕崇德、李天铎等人自主开发研制的大型电站仿真项目获得了“国家科技进步一等奖”。在接下来的十年中，热能系继续对电站仿真机进行研制和开发，技术日臻成熟。在那个年代，发电厂运行的控制还是以手工操作

为主，仿真机的培训功能对培养电厂操作人员起到了无法替代的作用。一套火力发电系统有很多高温高压设备，每次启动和停机都需要十几小时甚至更多时间去逐步升/降系统内的温度和压力，如果误操作会造成极大的损失，或危及工厂、工人的安全。仿真机有一比一的实时全工况电站控制盘台，有逼真的操作响应和仪表显示，还能够对数据全程跟踪记录、回放。技术人员在实操上岗前可以用它反复演练。教练员可以任意设置故障，由培训学员进行判断和清除。清华大学热能系设计的电站仿真机软硬件质量高、性能稳定，模拟准确性高于国际上其他同类产品，且性价比高，竞争力强。曾经有人将清华的研究成果与国际上领先的电站仿真系统做过比较，清华的仿真机静态误差和动态误差都小于美国的同类产品。

项目进展

项目签约后，热能系热测教研组很快成立了13人的项目组，其中大部分是清华毕业留校的教师，成员及分工包括：项目负责人李立勤（65级，



仿真机团队在木扎法戈电站前的戈壁上

负责逻辑部分)，锅炉部分陈泽荣（64级）、陈红（79级），汽轮机部分谢茂清（64级）、任挺进（79级），电气部分郭京蓉（83级），自动控制姜学智（64级），支撑系统睦喆（83级），计算机系统于庆来，计算机图形徐彦军，仪表系统刘敬伟，计算机接口张保云、要静生。

为了保证项目万无一失，采用的流程是先在国内设计、组装、调试，成功后再拆下面板仪表，将盘台和仪表分别打包运输到巴基斯坦，到当地后再重新组装、调试、培训操作员。

经过近两年的紧张工作，团队按照设计要求编写出含几万条程序的软件，加工制作盘台，安装完数百个硬件仪表设备。反复调试后，仿真机的国内工作部分按期完工了。团队成员还编写并翻译出厚厚的几本英文说明书。由于是清华出口的首台大型设备，接下来的工作没有先例可循，克服困难的过程真可以说是逢山开路，遇水搭桥。

长约十二米的设备要运到巴基斯坦，考虑各种因素，只能走集装箱海运。为了海上防潮，保持零件干燥，同事们想了各种办法，放置干燥剂、用塑料布包装，再用2公分厚的实木板钉成木箱，箱子内侧还专门铺上油毡。设备1995年12月发运，

1996年初到达木扎法戈电厂。

巴方非常重视该项目，为仿真机专门建了一个培训大厅。1997年8月，任挺进博士先去了一趟木扎法戈现场，与施工方共同确定了电缆沟施工方案。

为了节约有限的外汇，项目组分为两批前往，负责计算机硬件系统的几位教师、工程师作为先遣队先去安装设备，等一切就绪后第二批成员再去调试软件。

第一批六位同志于1997年11月28日出发，先乘飞机到卡拉奇，再转巴基斯坦国内航班飞到木尔丹，之后乘出租车到40公里外一个叫木扎法戈的地方，辗转了一天才到达。虽然知道电站一般都建在城外靠近河流的地方，但没想到这地方如此荒凉，周边除了一个小村落外，一望无际全是沙漠。

木扎法戈电站位于巴基斯坦中部的木尔丹地区，附近有条印度河，适合提供冷却水。电站首先建成的4号机组是当时我国出口单机容量最大的机组，装机容量达320MW。

到了仿真大厅的地点，才发现大厅的基建还没有完工，地板、门都没安装好，装设备的大箱

子还在露天放着，显然卸在那里将近两年就没有打开过。

好不容易等大厅准备就绪可以安装了，发现附近没有吊车可用，如何把大型设备移到室内去变成了难题。我到附近的建筑工地寻找支援，忽然发现有建筑公司放置的组装脚手架用的铁管子，这是可以当滚木的啊！于是我叫来一些巴方工人帮忙，和我们一起把管子铺成一排，喊着号子，一点一点把设备挪到管子上，再慢慢推到室内。

开箱检查之后，发现所有零件都完好并工作正常，大家才放下悬着的心。

富有特色的工作和生活

小村子没有旅店，好在帮助建电站的湖北电建的同志很帮忙，在他们自建的几排简陋工棚中腾出了几间屋子让我们两人一间住下，吃饭就在他们的食堂搭伙。CMEC 常驻拉合尔的商务代表金鹏有时过来处理电站冷却塔供水问题，他比较熟悉当地情况，会给我们一些信息并帮助协调工作。其他的事务我们都要自己想办法解决。那时还没有手机可用，通讯不便，要和学校或家里联系，就得去附近中国公司打付费的长途电话。

1998年元旦当天，第二批同事也赶到了工地。乘汽车的几十公里路比较颠簸，有两位同志路上还吐了。

接下来的调试工作在艰苦的条件下一步步向前推进。我们每天乘一辆十几座的车子从驻地到工地，两点一线。巴基斯坦是穆斯林国家，我们必须适应穆斯林国家的生活节奏，早上天不亮就被村里清真寺的高音喇叭宣礼声叫醒。天气一天天变热，我们只能调整上班时间，避开中午最热的时段。

和我们一起工作的工程师和仿真机学员都自觉遵守一日五拜的教规，每天到了时间就自然地

放下所有工作，这时我们就要全力以赴去帮助监控仪表。遇到斋月，他们白天不能吃饭喝水，工作积极性不高，进度也会慢下来一些。

生活条件也十分艰苦，首先是天气炎热，还有就是生活上的不适，水果零食想都别想，买个牙膏之类的日用品还得赶在有车到镇上办事时搭车去买。

女同志还有很多不方便的地方，巴基斯坦女子不工作，所以工地上没有女厕所，我们只能尽量少喝水，回到驻地才能如厕。虽然天热，但为了尊重当地习俗，我和郭京蓉两人都不敢穿裙子。

农村地域广阔，各种动物生活自在，和人类相处和谐。我们住的工棚宿舍前有一排电线杆，电线上总是站着一大排乌鸦，不时发出难听的呱呱声。村里偶尔来的售货车上，削掉皮的甘蔗和石榴籽上停满了苍蝇。老鼠钻进箱子把我们带的糖块咬了个稀巴烂，晚上甚至敢钻进被子找吃的。简易厕所的窗户上有时会冒出一尺多长半透明的绿色大蜥蜴，吓人一大跳。

在这样的工作和生活条件下，没有一个同事叫苦，为了早日完成任务，大家齐心合力克服一切困难推进工作进度。

热情友好的人民和异域民风

巴基斯坦人民对中国人非常友好，同事们都亲切地称他们为老巴。电建公司雇用了一些当地人打杂，其中有些受过良好教育，能说英文，成为我们工作中的好帮手。

多数当地村民只会说本地语言乌尔都语，我们听不懂。但一些小孩子很喜欢到我们宿舍里玩，或者把我们请到家里去，交流只能靠比比划划和他们上课学到的一点点英文单词。在村子里行动，会有很多儿童跟在后面看稀罕，若是到城镇办事，则会有一些胆大的年轻人主动上来合影。

在艰苦的工作和生活之外，也有很多异域风情让人大开眼界，比如我们受邀观看了一场闻所未闻的斗骆驼。十里八乡的村民都聚到打谷场上，放眼望去连树上都站满了人，大约有三四万观众。我们一行十几位中国人被礼让到最前面观看，每一对上场的骆驼要用脖子互相撞，直到其中一方逃跑认输。我们看人家是风景，无疑我们这些“老外”也是人家眼中的风景。

我除了兼任翻译之外还有外联的任务，洗照片要到 40 公里外的木尔丹市，坐公共汽车只要大约 10 个卢比。我第一次去还闹了个笑话，上车找个空位就坐下了，发现全车人都看着我。直到有个人过来用英文提醒我，才知道原来是男女分区坐车的，我没有坐对位置。

吃饭也有特色，长期吃不到猪肉，电建师傅们吃腻了单调的菜谱就会自己想办法调剂一下。于庆来周末常去帮忙采购，有时被师傅们邀去到印度河边钓甲鱼。说是甲鱼，实际上是那种长得很像甲鱼，叫鼋的水生动物。因为当地人不吃，所以在市场上买或自己钓到的都很大，一只约有十几斤，最大的有二十多斤，听说背上站个人还能爬走。师傅们把它们硬背壳留下刮干净，画成彩色的挂起来当装饰品，特别像京剧脸谱。

因为来自湖北的电建工人大都是南方人，到了春节很想吃饺子又不会包饺子。他们认为清华来的人一定是北方人，会包饺子，就求我们包顿饺子吃。其实我们也多是南方人，但情面难却，十来个人忙了一下午，包出了 100 多人份的饺子，手都累酸了才忙乎完。没想到，我们在巴基斯坦农村过春节居然吃到纯野生甲鱼馅的饺子，那鲜美的味道至今回想起来都流口水。

假期中大家还一起去拉合尔附近的印巴边境看了著名的日落降国旗仪式，欣赏两国高大雄壮的士兵比拼国威，同时展示庄严威武的高踢腿正



好奇的孩子们

步和大嗓门口令。

项目圆满完成

安装调试之后，我们于 1997 年 12 月至 1998 年 1 月对巴基斯坦硬件工程师进行了培训；于 1998 年 1 月、2 月和 4 月对巴基斯坦工程师和运行人员进行了运行和操作培训。4 月 24 日，学员们通过了操作水平测试。

项目全部完成已是春末夏初，天气渐渐变得炎热，特别是中午，气温高达 43℃，地表温度更是达到 50℃ 以上，让人理解了为什么当地有裹上罩袍隔热的传统。我们在室外要用手捂住鼻子呼吸，手里的空气温度令人感觉好受些，可能是刚呼出的气体温度更接近 37 度的体温吧。

终于赶在盛夏到来之前完工交付，仿真培训系统正式启用的揭幕仪式于 1998 年的 5 月 4 日举办。中、巴双方单位的领导都前来出席，仪式上双方领导给每位学员发放了结业证。中、巴双方锅炉组、汽机组、电气组的成员经过几个月的共同合作，相处非常融洽，大家共同见证了中巴友谊的又一个丰硕成果。

（作者为 1979 级热能系校友）