

从遥远的理想到 触手可及的现实

戴旭文

(中国科学院高能物理研究所 100049)

时光荏苒,岁月如梭,今年也是我来到高能物理研究所整整20年。回顾我亲身经历这20年来工作的点点滴滴,感慨于成长与发展的历练和收获,欣慰于时光的未曾虚度。

2002年4月,我从北京理工大学毕业,来到了逐梦的起点——高能所加速器中心机械组。时值BEPCII工程立项前期,各项设计任务全面展开,工作十分繁忙,在组长屈化民老师领导和杨云老师悉心指导下,我立即投入到紧张的工作之中。当时机械组人人干劲十足,每一天都有不同的收获,在这样节奏紧张气氛轻松的工作氛围中,我不知不觉就融入了这个团结互助的集体。期间,我的多项工作受到黄开席、章炎两位前辈的指导,克服了一个又一个困难,思维模式、工作方法和经验有了大幅度提升。除了本职工作之外,我努力拓展自己的能力,独立完成了500MHz超导腔强度有限元分析和某型号宇宙射线探测器的静态、瞬态分析,得到了领导和同事们充分肯定。紧张顺心的日子总是过得很快,不知不觉已经2年半过去了,我的人生忽然间开启了一次转折。

2004年11月,当时的陈和生所长和张闯副所长找我谈话,所里有意让我去所实验工厂担任技术副厂长。此事来的突然,尽管我没有任何思想准备,对工厂也不了解,但还是服从了组织的安排。

我新的工作岗位是一种全新的内容和环境。初来乍到,很多事务都是第一次接触,既熟悉又陌生,熟悉的是很多的产品曾经在我的电脑上,陌生的是它们来到现实中的模样。我花费了大量时间

来了解的情况,渐渐地学习了每种设备的工作原理、适用范围和加工方式,学习了如何设计工艺路线和设置工艺参数,最大限度地发挥设备的效率和潜力,渐渐地深刻理解了工艺对质量与效率的巨大影响。我在加速器中心的工作主要是完成于图纸和电脑,而技术工作主要是集中在工艺方案和工装设计,也就是研究如何把图纸和数据变为产品,这两个方面具有很大差异。在相对较短的时间里,通过自己的努力和同事的帮助,掌握了加工环节的各项工艺技术,也了解了工人师傅的操作方法和流程,将自己所熟悉的知识从电脑图纸等虚拟的世界拓展到了车间工艺和加工操作等等现实之中,使得认知结构和范围更加完整、更加切合实际,真正做到理论与实践相结合。

即使仅仅在生产方面,尤其是样机研制阶段,也会面临众多的技术问题:如工艺路线问题、机床选择、刀具选择、程序编写、加工参数确定、工装设计、成本控制、效率优化、工序协调、质量检验问题等等,这些都会对产品能否研制成功、成本能否控制合理具有决定性作用。我也要求自己,尽可能参加重要项目的工艺路线制订和难点分析及攻克,面对重要的难度大的技术问题,坚持和技术人员一起到现场分析和解决,培养这种重要的能力,养成这种良好的习惯。生产中的技术问题,就是不断产生、不断调整、不断解决的过程。

管理工作方面,也是在不断地根据情况变化,每个阶段都会面临不同的问题。比如2015年之前,工厂面临的是人员老化,骨干退休的问题,老一代

的员工不熟悉数控机床操作,部分产品产能和效率受到制约,在日趋现代化的设备中,利用好老职工的经验,并同时简化操作难度,来实现人员的合理安排。进入到近些年,随着老职工的逐步退出,新职工比例不断增加,如何迅速地培养他们的技能、培养良好的工作习惯成为主要矛盾,我们开展了一专多能、编程与操作分离、参数专人确定等办法,也同样使得新职工能够迅速融入到团队中发挥作用,实现边工作边培养,最大程度地提高效率。麻雀虽小,五脏俱全,这句话形容工厂的管理工作十分贴切。管理工作不仅仅是对项目的管理,更多地包括人员管理、经费管理、安全管理等等诸多方面,而每一方面都是不可或缺,所有的管理工作都是通过内部的规章制度串联成一个有机的整体,是一套复杂、严密而又不断调整变化的系统。

市场工作也有它的特点:不稳定,高峰低谷交错,越来越激烈的市场竞争。如何在市场的波谷期面对经营方面的压力,如何在波峰期保持竞争力从而获得更多的合同,这都是需要考虑和解决的问题。

2006年4月,所里任命我担任实验工厂的厂长,主持全面工作,我肩上的担子更重了。当时正值BEPCH建设关键时期,其中由实验工厂承揽的很多研制设备正处于生产的关键阶段,工期紧、任务重。上任伊始,我就与生产调度王启望和车间主任徐振平、管国华一起,对所有项目进行了梳理,并整理成一张长长的、涵盖全部88项任务所有细节的进度计划表,大家按照这个计划去实施。到2006年底,全厂员工经过大半年极度紧张和忙碌的工作,终于保质保量按时完成了所有在制任务。除此之外,聚集技术力量努力攻关,用完全创新性的工艺方案,以最快(1个月)的速度解决了超导阀箱中电流引线的研制,为整个工程解决了当时最为紧急的关键路线,为BII建设做出了重要的贡献。尽管时间过去了20年,但这段通宵达旦、没有节假日的超负荷经历,还经常让我记忆犹新。

我们的任务,不仅仅是为高能所大科学工程建设提供产品和技术服务,同时也面向国内外有类似

需求的研究机构。在2007年至2014年间,我们承担了其他研究机构的设备研制任务,包括:上海光源(SSRF)直线加速器全部加速结构和主环全部二、四极磁铁;日本KEK-ATF2实验装置四极磁铁;韩国原子能研究院(KAIRI)PEFP的二、四极磁铁;美国布鲁克海文实验室(BNL)NSLS-II大孔径四、六极磁铁;韩国浦项光源(PAL)PLS-II二极磁铁及四极磁铁线圈,韩国自由电子激光XFEL四极磁铁、相移器、干负载,合肥光源HLS-II主环二、四、六极磁铁、部分插入件及能力倍增器等等。通过多年参与国际项目的研制,不断对产品质量提高要求和改进,直接面对国际众多企业的竞争,经受住了重要考验,在国际市场上赢得了声誉。

自2012年起,国内基于加速器的大科学装置建设进入高峰期。先后参加了中国散裂中子源(CSNS)累积环全部交流二、四极磁铁和DTL直线加速器,ADS各型号Spoke超导腔及其耦合器、RFQ腔等关键设备研制(图1、图2),大连自由电子激光全部加速结构、上海应物所软X射线装置全部C波段加速结构、合肥光源预研全部磁铁及超导腔、上海自有电子激光1.3GHz 9Cell超导腔及耦合器样机、散裂II期双Spoke超导腔样机和高能光源大部分磁铁、超导腔及耦合器样机等等。在为数众多的项目中,中国散裂中子源和高能光源是高能所极为重要的大科学装置,也是所承担的最重要、也是最大的两个项目。

散裂中子源的磁铁体积大,精度要求高,交流运行等特点,是摆在我们面前全新的巨大的挑战。



图1 ADS耦合器的研制

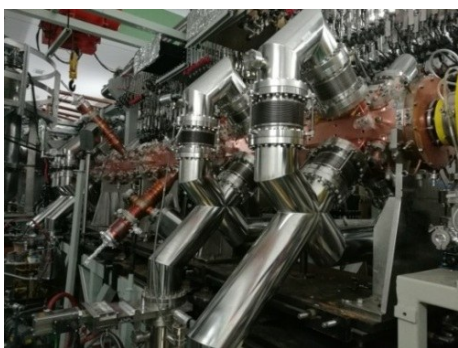


图2 ADS完成安装的RFQ

整个磁铁工艺过程中,有50%以上是特别的、全新的要求,其中叠装、粘接固化、线圈浇注等等关键工艺需要特别的研究和突破,每个难点的攻克均付出了巨大努力(图3)。另外,DTL直线加速器的研制难度极大,经过3年多的样机阶段,才将其中电镀、电子束焊接、电铸、环氧固化、短路控制、高精度装配等等众多工艺难点逐一攻克(图3)。其中的每一个难点,都需要经过大量实验、需要确定每一个参

数和流程,如同搭积木一样环环相扣相连,经过不懈努力,这两个最大难度的项目得以成功攻克,为最终的批量生产奠定了坚实基础。

目前所工厂承担了大量的高能光源设备研制生产任务,包括全部直线加速器加速结构和增强器全部二极、六极磁铁(图4),储存环部分二极永磁铁和全部四极(图5)、六极磁铁(图6),全部166MHz、500MHz超导腔及耦合器,这个项目的挑战是巨大的规模与超高精度要求带来的加工难度,这对管理、组织协调、工艺优化、质量控制等等都提出了严峻考验。经过开始几个月的不断调整和改进,目前已进入到良好高效的生产状态,在可预计的进度能够满足要求。

经过多年的发展,所工厂产品从比较单一的常规磁铁和加速管,发展到各类电真空设备,包括RFQ、DTL、超导/常温耦合器、高频腔等等,特种磁铁,包括Wiggler插入件、QPU、圆极化超导插入件、



图3 散裂中子源隧道中完成安装的磁铁和DTL

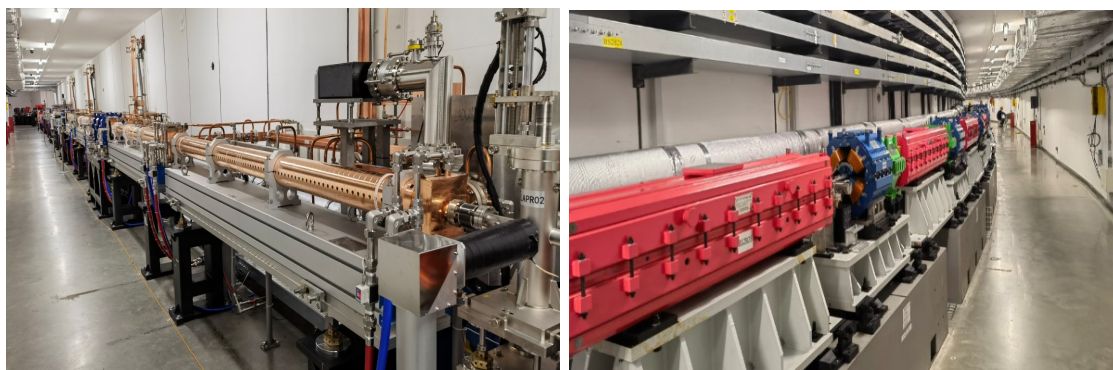


图4 高能光源:完成安装的直线加速结构和增强器磁铁

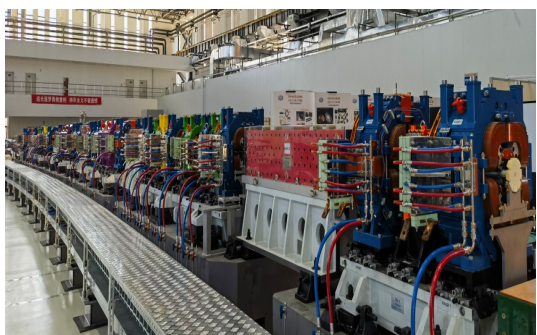


图5 高能光源:储存环磁铁准直单元



图6 高能光源:六极磁铁出厂验收

部分超导磁铁。另外,自2013年起,针对加速器大科学装置对超导高频腔的需求,投入了大量资金和资源,研发了超导高频腔的焊接及后处理技术,开拓了一个全新的、具有广阔前景的领域。到目前为止,已经为多个项目,研制了超过12种100多支的超导管(图7),均达到了用户要求。在可预见的不远将来,超导管的需求会大幅增加,并成为加速器装置中新的重要的核心设备,我们的前瞻性投入所开发的技术,满足国内大科学装置的需求同时,预期也能带来较好的收益。

在工厂工作期间,我由一名单纯科研设计人员,转变为一个必须掌握管理、财务、市场等等诸多之前并不熟悉的领域的团队管理人员,要带领团队去研发技术、组织生产、拓展市场。一路走来,有心酸苦闷,有辛劳焦虑,但更多是拼搏和奋斗,是面对

各种挑战的兴奋,是战胜困难的快乐。

回首这过往的20年,团结、唯实、创新、奉献的精神指引着我,在不断学习、在坎坷与奋斗中探索前行,踏踏实实地工作,把自己融入到中国的高能事业中。每当看到那些代表着中国科学最高水平的大科学装置——BEPCII对撞机、散裂中子源、ADS装置、上海光源、合肥光源二期、在建的高能光源等等,还有那些我们未曾去过的很多国外科学装置,处处安装着凝聚职工智慧和辛劳的关键设备,即使空谷幽兰,也会无人自芳,那种年华未曾虚度的自豪和欣慰由衷而生。

从一张张图纸,到一件件产品,从黑白的虚拟到五彩的真实,我们将遥远的理想变成触手可及的现实。任重道远,50年高能事业栉沐风雨;知易行难,20载亲身经历见证辉煌!



图7 1.3 GHz 9Cell 超导管和超导模组的组装