

中国科学院物理小组
访问加拿大报告

第一册 报告正文

(一) 政治部份

(二) 业务部份

附 表

一九七二年八月 北京

中国科学院物理工作者小组访问加拿大报告

中国科学院物理工作者小组由物理所、原子能所各派二人组成，应加拿大物理学家协会的邀请，自1972年6月23日到7月22日访问加拿大，出席该协会年会，并在七个城市参观了八所大学和四处研究机关。现将物理小组的工作分成政治、业务两部分报告如下。十二个单位的具体情况列于附录中。

(一) 政治部分

由于这是中加建交后物理学方面首次交往，院领导对物理小组此行要求是：友谊第一，作好朋友工作，进行调查研究。我驻加使馆对小组的活动极为重视，使馆党委两次听取汇报，就对加对美的政策和注意事项作了很多具体指示，并派专人自始至终陪同参观访问。7月18日使馆为物理小组访加举行招待会，加方出席者有外交部文化主管人原子能委员会外事负责人，去年得诺贝尔化学奖金的物理学者赫兹堡及首都物理界人士共十二人。

物理小组一行横越亚、欧、北美三大洲，所经之处都是与我建交国家，各地使馆都有人到机场照料。友好国家如巴基斯坦对中国朋友更为照顾。我们处处体会到毛主席革命外交路线的胜利，看到我国国际威望的提高。

加拿大方面对我接待是热情友好的。6月24日到达年会地点爱德蒙顿时，加物理学家协会新、旧主席，当地组织委员会和大学物理系负责人，都到机场迎接，随后并数次设宴招待。对我们的参观要求，加物协主席主

动地开列名单，分头联系，我们只能从名单中选择了一部分单位。名单中未列的单位，如温尼伯郊区一个反应堆研究中心，当我提出后，也为我们找到联系人。会议期间，当地报纸记者曾两次前来采访。参观原子能公司时，加方特意安排了一小时请我们作报告。由于对这种友好和重视的表示却之不恭，我们临时商定由施汝为同志按事先准备的稿子介绍了物理所的研究情况。加方到会42人，原子能公司第二把手（业务方面第一把手）路易斯出席讲话并设宴招待。一个月中我们接触物理工作者近二百人（其中有少数日本、印度、朝鲜血统者，有新近从英国、荷兰、法国移居加拿大者，也有几个美国人），态度都是友好的，他们主要关心中国物理学发展的情况，关心我教育革命和科研人员的培养和考核情况，询问科研人员是否必须到工厂农村劳动等，和我们交谈讨论中，没有人提不友好的问题。诺贝尔奖金获得者赫兹堡已年老退休，也坚持从始至终陪同参观其实验室。

加拿大科学工作者对其国家受美国资本的控制普遍不满。我们和他们可很自然地谈论这个问题，取得共同语言。加拿大物理学对美帝依赖也很深，设备比较先进，但几乎全部买自美国，（加拿大人自己承认在实验技术上仍比美国落后很多）。反应堆燃料是一个明显例子。加拿大氧化铀产量居世界第二位，全部被美控制，自己不会浓缩，要从美国买浓缩铀，烧过的核燃料要送到英国进行后处理，提炼出的铀235须还给美国，只有铀剩给加拿大一点。

加拿大失业问题比较严重，特别是理论物理，基本粒子、数学等专业和具有博士学位的人。我们接触的多是职位固定的高级知识分子，未直接接受失业威胁，但相当一些人对于失业，重税，青年中的颓废派等社会问题关心和不满。同时，对青年学生的进步运动（主要对学制及学费等不满），表示忧心。美国对加拿大的石油和天然气大量掠夺，使加拿

大自己原来可用百年以上的天然燃料在十几年后就将成为问题，加物理工作者在鼓吹原子能发电站同时也对此不满。在物理年会宴会上有人告诉我们，麝香牛产于加拿大，被美国人拿去同中国换大熊猫，而加拿大一无所获。

七月十三日在原子能公司参观时，美国麻省理工学院 B. Feldt 教授从该校打来电话，以美国科学院名义邀请我们访问美国。施汝为同志以此次日程排满，回国日期已定为由谢绝。Feldt 认识周培源，要求转达问候。

还有几个具体情况和问题：

(一) 加拿大原子能公司（实际是国家的原子能机构）与台湾关系。该公司于中加建交前，在台湾搞了个实验性反应堆，目前仍在建造中，预计七三年一月开始运转。加为台湾培训的人员去年十二月才回去，加方现有十几名技术人员在台湾。该公司所属机构中现在仍有一个“台湾发展部”。一九七一年公司工作报告和一些宣传品中多次把台湾作为“国际合作”的例子，有文字和图片介绍。据我们从该公司华裔工作人员处听说，台湾准备向加购买原子能电站，加也有意出口。此种动向值得注意。

(二) 关于印度的原子能反应堆。

加拿大为印度设计建设了两个座堆（将在今年和后年运转），印要求宁可放慢建设速度，也要自己派人参加设计和学习。印度人掌握了技术后又自行设计了两个反应堆，另外还有一个建设四个堆的远景计划。总计印度打算搞八个堆，根据其资源情况发展钍—铀循环。加拿大打着“和平利用”旗号，要求印度签字保证用于和平目的，印度拒绝签字，据说目前有点扯皮。以上情况是加原子能公司第三把手 Aikin 在一次午会时讲的。

(三) 关于加苏科学交流：

苏联科学院与加拿大国家研究委员会之间有一项人员交换计划。我们

遇到苏高压物理所一人在低温物理工作，去年苏联列别捷夫物理所派人搞过二氧化碳激光器。

(四) 关于华侨工作：

我们接触到不少华侨物理工作者，包括一些从台湾出去的，他们大都心向祖国。目前有相当一批科学工作者〔据一位失业的教学博士估计有几百人〕想回国工作。除了失业威胁之外，很普遍的一种思想情况是担心下一代与祖国的文化传统失去联系，想在儿女成年前带回祖国来受教育。例如多伦多大学物理系教授王贻明，在核理论方面小有名气，有“终身职业”表示希望在小孩八岁（现已五岁）上学前回到祖国工作。

(五) 关于尽快恢复我科技刊物和对外交换：

这是遇到最多的一个问题。阿尔伯达大学地球与行星物理研究所提出希望与我交换地磁资料。

关于今后对加拿大工作有几条建议：

(一) 从这次整个活动安排看，今后派类似的专业小组出国考察，应以参观考察为主，而参加学术会议只作为一个引子，在会议上可以见到“实千派”和头面人物，面订参观项目，了解一些动向。会议本身分若干组，每个组几十分钟的报告，有意义的工作比例不大（稍有意义者随后即公开发表）。小组成员专业面宜宽些，参加学术会议最好带学术报告去。这类长途往返，如能事先联系，在中途经过的国家（如法国）安排一些参观，在时间和经济上也是合算的（这次“自费”考察，总开支一万一千多美元，往返机票即佔七千多元）。

(二) 请科学院考虑在驻加使馆派专人常驻，加强对北美的调研工作，这是使馆文化处工作人员一再提出的希望。

(三) 可否于明年以全国科协名义邀请加物理学家协会派一访华小组？

(四) 今后可考虑派有工作经验的科技人员去加拿大一些学校和研究机

关，作几个月到一年的访问研究，平起平坐地参加一段工作，这样很有利于深入了解情况，并学到一些东西。为此须事先挑选和训练一些人，作好准备。

(d) 是否可以考虑：利用北美资本主义“教授治校”和自由化等情况，有领导有组织地发展一些“个人”交往，这样很有利于及时得到一些科技动态和技术资料。

(二) 业务部分

1. 物理年会情况：

每年一次的物理年会是由加拿大物理学家协会组织的。这个组织共有一千六、七百名会员。参加年会的主要是来自加拿大各大学、研究机关和工业部门的物理学家。今年年会上除邀请个别美国人做特邀报告外，外宾就只有我们一个国家。

这次会议是在加拿大西部埃德蒙顿举行的，共开了四天（6·26—6·29），其中有四次全体会议：一次是关于物理和社会关系，主要是讨论了能源问题；一次是庆祝 G. Herzberg 去年获得诺贝尔奖金大会；另一次是会员大会讨论年会事务及加拿大科学政策；最后一次是有共同兴趣题目的报告，有月球取样分析结果，激光的未来等。除此之外，近四百篇论文都是在分组进行报告（按专业共分七个组），其中固体物理文章最多约120篇，其次为核物理、等离子体、空间与大气物理等各约40篇，原子分子，医学生物物理，高能物理，光学和激光，地球物理等也不少，各约20—30篇，工具方法，教育等也各有十篇左右，内容是相当广泛的，在会议期间还有十八家公司展出，从仪器设备，教学设备到图书，科教影片都有，做广告。在会议将结束前还举行了一个隆重的晚会。

有省市负责人参加，在会上还专门把我们中国代表安排在一定席位上，会议主席致词时对我们表示热烈欢迎。

这种类型的年会在国外是比较传统的，其他各学科也都有。它的作用是造成一个相互交流、学习的机会，是很好了解国内外本学科第一线进展情况的场所，可以活跃思想，促进工作。

II、收获和一般印象

通过参加年会和三个星期的参观访问，我们认为基本上达到了领导上的要求：友谊第一，多开展友好工作，多做调查研究，通过加拿大看美国。我们与加拿大物理学界建立了初步联系，对其物理学发展情况有了概貌的了解，为今后发展进一步的关系和深入地了解创造了一定的条件。当然由于受时间及我们自己知识面的限制，这次的调查研究还是很表面和片面的。下面先谈谈我们对加拿大物理学发展的一般印象。

1. 加拿大物理学发展是不平衡的，有若干领域发展得比较先进，如堆物理、分子、原子光谱、激光等。其他方面多无统一布置，工作较零散。目的性不很明确。

2. 实验技术设备一般地说较为先进，如加速器、反应堆水平都比较高， CO_2 激光器、十万高斯超导磁场，用计算机控制各种设备和实验，数据采集分析处理等都很普遍。特别是计算机的广泛使用，我们的差距尤为突出，即：

(1) 使用的普遍性：几乎所有实验室的数据处理及控制工作都已由计算机来做，这些大体上都是在这五、六年內发展起来的，先是核物理，现在固体物理等都普遍使用起来，他们特别强调这样做在人力、物力上更加合算。

(2) 计算机大都是分时、实时的，使用时是几台计算机并用，不同地区可用电缆、微波电话线连接起来，大的计算机都有几十个“终端”使不

同实验室能直接使用。

(3) 计算机标准化问题，五年前由十三个欧洲国家发起搞了一个计算机标准化的“CAMAC”系统，把计算机的机械系统和讯号系统都统一起来，后来美国标准局也宣布加入CAMAC系统，这样不同公司生产的部件都可以通用，这大大有利于专业分工提高质量以及便于进、出口，这一点必须引起我国有关部门的严重注意。

3. 边缘学科的研究

边缘学科的研究在加拿大佔的比重是不少的，这种趋势还在发展。特别是用核物理的设备来研究固体，原子分子，生物和医学等。例如在

C R N L 物理部中子室 十四人，只有四人是研究中子核物理的，而其余十个人都是研究固体物理、液体物理等，另外，许多低能加速器都是兼搞核物理以外的东西，如离子掺杂，束流薄膜谱学，生产应用同位素等。

4. 基础研究

加拿大一般说来对基础研究是比较重视的，大学物理系主要都是基础研究，就是一般研究单位也都有很强的基础研究队伍，如原子能公司的C R N L，基础研究人员的比例佔四分之一到三分之一，无论是原子能公司还是国家研究委员会，都非常强调他们必须有一批人对有关学科研究得比较透彻，不仅知其然，而且能知所以然，为工业部门在方向、方法等问题上能够当顾问，提建议。就是一些工业部门的研究单位也有很基础的研究。例如魁北克省水电公司研究所(I R E Q)，它的主要目的是改进输配电，降低成本，为此他们认为必须有雄厚的研究基础，为了研究高压设备中的电弧现象，广泛开展了等离子体的研究。为了更好地解决输电问题而广泛开展了低温超纯铝(99.999%)和超导金属输电的研究。他们甚至还研究激光加温等离子体这样基础问题。

5. 学术交流问题

我们在与加拿大物理学工作者接触过程中，感到他们对本学科国内外进展情况都比较了解，甚至对他们的动力堆进展情况，重水生产情况都很了解，他们国内各单位之间以及与国外各机构之间交流是比较多的，形式是多种多样的，开会，通信，电话交谈。而且相互出差，访问是很多的。例如U、B、C大学（不列颠哥伦比亚大学）的 TRIUMF 加速器的粒子动力学理论组七个人中就有五个是从美、英、德、瑞士等国家来的，而他们也派人到相应国家中，这样对于世界上类似加速器建造情况就比较清楚，所以他们一般能抓住第一线工作来做，这是有很大关系的。

6. 干部培养和成长问题

加拿大与西方其他国家一样都是采取研究生制度，研究生毕业后再工作一、二年，一般就能独立工作，在我们接触到的不少年青教授，大都是五十年代末，六十年代初大学毕业的，六十年代中期大学毕业的人，现在大都是科研第一线上的主力军，干部成长速度一般还是比较快的。

2. 加拿大的科学仪器设备基本上都是从美国买的。科技人员普遍对此情况感到不满和无可奈何。他们说：“美国卖给我们的东西很少有第一流的，他们总是要多一点钱，少花一点工夫，最后经验给他们，麻烦给我们，设备初来时总不是太好的”。因此加拿大的科学技术虽然有些先进的东西，但都不是扎根于本国，发展是畸形的。例如他们在核动力上花的本钱是不少的，但他们就没有前处理，也没有后处理，所以在WNR堆研究中心的有机冷却堆的低浓铀棒（2.7%）还得从美国进口，用完了后处理拿到英国去做，根据协定 U^{235} 还得还给美国，只有钚归加拿大。他们自己也说“这是非常可笑的”。所以当我们和他们谈到我国自力更生政策时，他们一般都很赞扬。

8. 加拿大的仪器设备虽然一般还都比较先进，但由于社会制度关系，许多科技人员只是为了追求出文章，追逐名利，特别是青年人，因为如果长时间出不了文章就保不住饭碗。所以看来他们出的文章不少，但真正有意义的也不是很多的。

下面我们按学科把堆物理、加速器、核物理、仪器设备等简况叙述一下，并把各单位具体情况作为附录。

一、反应堆（动力堆）

1. 加拿大是1951年开始考虑建立动力堆的，到目前为止已建成八个动力堆，其中包括印度一个，巴基斯坦一个。1972年电功率已达到2115兆瓦电，是西方世界的第四位（美国是9526兆瓦电，英国6132兆瓦电，法国2278兆瓦电）。

加拿大正式建堆是在1954年开始，建一个20兆瓦电的叫做核动力示范堆（NPD）。一开始他们就选取了天然铀为燃料，另外选重水为慢化剂。本来他们是用压力壳的（Pressure Vessel），但他们很快认识到，对未来的大功率堆来说，压力壳不是加拿大工业所能承担的。如果改为压力管则问题不大。所以在建NPD的过程中就改为压力管（Pressure tube）。因此天然铀，重水慢化，压力管就成为加拿大堆（Candu System）的三个重要基础。目前已建的或正在建的堆都是以此为基础的（见附表1）。

60年代初期，当NPD建成时，他们就感到已经掌握了这一套技术，并且看来是成功的。于是一方面继续搞下去，提高功率，另一方面寻找改进（特别是针对重水冷却回路漏失问题），于是就建了二个堆，一是

Gentilly 的沸轻水动力堆（Candu-BLW），200兆瓦电，65年开始，71年建成，比原计划推迟十八个月，这是存在着涡轮机上放射性高以及气、水两相并存的热力学和流体力学问题。因为只有一个冷

却迴路。这种堆在经济上到底怎么样，还得过几年有了更多经验之后才能下定论。另一是WNRB的有机冷却堆，1963年动工，1965年建成。设计的热功率为69兆瓦，实际运行的是40兆瓦，加拿大原子能公司对这个堆型的研究是非常重视的。根据七年来的运行和研究结果，他们认为已掌握了这种堆的规律性，其优点是：

(1) 效率高，35%没问题，可能达到37%到40%，而压水堆只能达到28%到30%，这是因为这种有机冷却剂（HB-40，从美国Monsanto公司买的）能耐高温（400℃），压力相对低些，所以效率高，实际上对于有机冷却来说温度还能提高，如450℃，但材料还不过关。

(2) 第一迴路中放射性低，由于有机冷却剂腐蚀性比水小得多，所以象C⁶⁰等长寿命放射性在迴路中大大减少，另外重水在中子照射下容易活化成短寿命放射性同位素如O¹⁵等，而有机冷却剂这方面也大为减少，所以在第一迴路中放射性很低，这就使得维护，检修大为方便。

(3) 有机冷却剂比重水便宜（前者每磅0.23美元，后者2.7美元）而燃料费用却差不多，目前实验性堆还是用低浓铀（2.7%），因为是UO₂（10克/cm³）和不锈钢管，当用有机冷却剂时，可以改用UC（13克/cm³）元件和ZrNbSb合金管（Ozhenite 0.5）则可用天然铀燃料，另外有机冷却剂的化学分解问题已基本解决，过去在迴路中随时要保持30%新鲜的有机油，现在可以不必了。

(4) 安全问题，唯一问题是着火，他们曾经着火过一次，小火，没造成大损失，是因为有机油中含杂质（Cl）过多，这是制造工艺问题，它不能超过百分之一，以后没出现过，这个问题还得认真对待，认真研究，但与一般石油厂情况差不多，看来没有多大问题。

目前他们正在设计一个500兆瓦电功率的有机冷却重水堆，估计要

三亿美元，搞不搞还没最后决定，技术上已无问题，关键在于是否在经济上合算，堆设计部现正在进行经济核算，到今年年底才能定下来，如果批准搞的话，正式设计还得一年左右（初步设计已有），建造三至五年，运转一、二年，到八十年代初才能提供商用。

加拿大对自己这一套动力堆系统还是比较骄傲的，认为世界上只有美苏加三国有自己完整一套体系，英国都不在话下，他们认为在国际市场上，他们的堆很受发展中国家的欢迎。

2. 近期工作，他们目前对材料研究是很花力量的，估计在整个原子能公司5000人的职工中不下于1000人在搞各种各样的材料，从基础研究到工艺问题。原子能公司一位付经理告诉我们说，他们认为堆工的发展在最近的将来主要决定于是否能搞出耐高温的材料，例如耐高温到1000°C以上。因为燃料本身是没有问题的，主要是结构材料。

他们对现在堆中所生产的 Pu^{239} 暂不处理，估计1990年前还不处理，怎么办？

(1) 把用过的燃料整个卖掉。

(2) 把 Pu^{239} 分离出来卖掉。

(3) 最有效地利用 Pu^{239} ，搞 UO_2-PuO_2 燃料研究（即在天然铀的基础上再加 Pu^{239} ）。

他们对U-Th循环在大力搞、他们认为加拿大这种堆型对钍的利用是非常好的。中子转换比可达0.95，在Chalk River 有一支很强队伍在搞，是保密的（可能是保专利），甚至对在该公司工作的华侨都保密。

3. 对受控热核反应的看法，他们最近考察了美国和欧州情况。由于当前离点火还有二个量级，他们认为还需要有新的突破，还需要二代以上的实验装置，而每代需要时间至少五年左右，所以受控堆至少要到2000

年初才行。加拿大当前的方针是不过早搞，也不过迟搞，只是搞一些小型实验。如激光加热等，并成立了一个委员会进行研究，密切注视受控进展情况。他们估计要大搞赶上去至少要花十亿美元。

4. 对快堆看法，他们认为根据美国的经验，快堆并不便宜，唯一理由是增殖，这对加拿大不重要，加拿大有的是天然铀，现年产四千吨左右。另外美国等国家已花了很多钱在这上面（约24亿美元），他们与美国有技术协定，可以得到全部技术情况，因此就不必再花这一笔钱。他们估计商用快堆最早也要到1990年才搞得出来，那时需要大量 Pu^{239} ，加拿大的堆到那时已积累了大量 Pu^{239} 可供市场，照样可以卖不少钱。

5. 加拿大目前重水生产情况，目前加拿大重水奇缺，除了已从美国进口一千吨外，现正从苏联进口四十吨，今年上半年为了保证 Pickering 一3 开堆（不开堆每小时要损失3000美元），从一些原型堆，示范堆，以及实验性堆等转借重水，NRX已停堆一年多，NRU也利用此机会进行改装提高中子通量。加拿大重水需要量是很大的，象500兆瓦堆就要投入500吨重水，而且还要不断漏失，漏失量每分钟半磅就算好的了。经回收后净漏目前水平每天是一公斤左右，他们估计加拿大重水这种缺乏局面至少要到1975年才能解决。这主要是由于重水工厂失败所致。特别是新斯科舍省 Glace Bay 厂的失败，这个厂是由加拿大重水有限公司承建的，1963年开工，原计划到1966年投产，年产量为400吨，结果到目前还不行，现已由原子能公司接管、重建，预计要到1975年才能投产，这个厂的失败据说主要有两个原因：一是海水腐蚀，管道不过关，美国卡他们，一是水柱流动不稳（管道直径太粗，20呎，而美国只用5呎没问题）。新斯科舍省 Port Hawkesburg 还有一个是由加拿大通用电子公司经营的，这个厂于1971年5月已投产，计划年产量400吨，但目前只能生产200吨左右，此外在多伦多附近由

原子能公司经营的 Bruce Heavy Water Plant 有两个分厂，年产量共 800 吨，其中一个分厂今秋可能投产。所以目前加拿大已建和正在建的重水工厂共有四个，生产能力为 1600 吨，加拿大到 1985 年共需重水一万五千吨，一个四百吨重水工厂投资约为一亿五千万美元。

目前生产重水的主要方法还是硫化氢气水交换，并与真空蒸馏法连用，保证最后达到纯度 99.7%，他们还花不少力量在研究重水生产的新方法，包括理论和实验的，希望能降低成本，大量生产。

二、加速器

加速器在加拿大是一个比较普通的研究工具，象普通 5 到 7.5 个兆电子伏的静电加速器几乎各个大学和一些有关的研究单位都有，另外他们有串接式 (Tandem) 加速器三台，电子直线加速器三台 (50 兆电子伏二台，100 兆电子伏一台)，回旋加速器有三台，其中 50 兆电子伏的等时性扇形聚焦一台，100 兆电子伏同步回旋一台，500 兆电子伏等时性回旋一台，最后这一台正在建设中，通常称为“TRIUMF”，下面着重介绍它，其余的请见附表和附录。

“TRIUMF”是一台 500 兆电子伏的负质子等时性扇形聚焦回旋加速器，1968 年批准的，地点在温哥华城不列颠哥伦比亚大学，由四个大学合搞的。1969 年开始动工，目前厂房已建好，磁铁已按装，他们希望明年下半年出来。

1. 主要指标：

能量 500 兆电子伏，流强 100 微安，他们准备出来最初 6 个月只要 1 微安，后 10 微安，再过 1 年才增加到 100 微安，如能量小于 450 兆电子伏，可达 400 微安，甚至 1 毫安，这主要是由放射性限制的，负离子能量高在磁场中剥离效应大，能量分辨率在 500 兆电子伏时可以做到 50 千电子伏。

2. 磁场模型：

在过去的四年中已搞了八个模型，第八个是十分之一模型，大设备就用这个，它是低碳钢做的，6千高斯磁场，磁场测量用核磁共振仪，自动化测后送计算机去算粒子运动，然后再根据粒子运动来调磁场，磁场公差0.5高斯，梯度0.03~0.05高斯/厘米。

3. 模拟前几圈的模型

由于粒子运动在最初的几圈电效应较大，所以专门做了一台与大机器完全一样，只是小一点。用它来检验理论，它包括有一个300千电子伏，3个毫安的注入器（稳定度 10^{-5} ，功率1.6兆瓦，寿命一周），静电偏转90°后进入模型，自动切束，自动控制，束流从模型里引出可做实验（有几个兆电子伏）。

4. 大机器：

厂房共高80呎，地下40呎，地上40呎，安装后的加速器压在地基上的重量相当于这40呎的挖土量，另外还加上8呎混凝土，这样可以避免地基慢慢下沉现象。

真空是 10^{-7} 大气压，抽气速度70,000立升/秒，抽真空时为防止真空盒凹进而採用上下拉筋。

离子源有三个，先搞一个极化离子源。

束流负载300千瓦，总功率1600千瓦。

高频系统是32兆周三极管4个，每个功率450千瓦，频率稳定度 10^{-7} ，有附加设备时可达 10^{-9} 。

放射性問題，按20%束流漏失来计算，机內3倫，混凝土30呎。

研究项目：

(1) 基础研究，特別利用次级介子源来做各种各样的实验（介子工厂）。

(2) 新同位素的生产，特别是一些缺中子的同位素。

(3) 中子工厂，当500兆电子伏的质子打到重核靶上时，每个质子可以产生10个左右次级中子，100微安的质子所产生的中子将相当于一个小反应堆（ $\sim 10^{15}$ 中子），他们设计的是个游泳式的，一方面可以做堆上所能做的许多实验，如中子物理，固体物理等，另外也是为了掌握用加速器作为强流中子发生器的经验，这对于核能源的进一步利用是有一定意义的。

5. 医学和生物物理的研究，这方面医学早已投资一百多万元，并接一管道到他们专门实验室中去，做癌治疗研究。

整个加速器建造价是2800万美元，离子源每个50万，运转费250万/年，磁铁4000多吨。

三、关于物理实验技术及仪器设备。

这方面加拿大很少自制，多数从美国进口，少量购自西欧。最值得注意的是物理实验中大量使用电子计算机，使实验技术和数据处理有了根本性革新。兹就参观所见，选述几条：

(一) 物理研究中大量使用电子计算机：

物理实验中大量使用各种电子计算机，几乎每个科学工作者（90%）都懂得程序设计和给计算机连接外部设备的知识，这是近五、六年发生的重大变化，而且这个趋势还日益发展。我们在十一个单位看到的五十多台电子计算机（这仅是一部分，例如阿尔伯达大学就有60多台电子计算机，十万盘磁带，我们只见到其中十台）的使用情况可以分为三种：

第一：每个大单位至少有一台大型分时多终端的计算机组，同时执行七至十道程序，可以从六、七十个远距离终端同时输入和取结果，通常不必到机旁就可以算题。在各主要实验区都设有终端（每个终端包括一台卡片输入机，一台宽行打印机或再加一台萤光屏显示器），这就解决了需时

间较多的数据处理和数值计算问题。有的终端距主机两千公里，中间租用电话线路，包括微波通道以相连接。

第二，大型物理设备如加速器，大型质谱仪，都有中小型电子计算机控制和处理数据。马尼托巴大学一台50MeV 迴旋加速器，只有四个人管理，而我们的迴旋加速器有几十个人维护管理，更大的差距是，用电子计算机一昼夜处理的数据量，手工处理往往几年也作不出来。

大型物理设备使用电子计算机举例

NO	设 备 (单 位)	情 况
1	TANDEM 加速器控制室 (CRNL)	PDP10, PDP1, 各一台
2	静电加速器控制室 (UL)	PDP15, PDP9 各一台
3	NRU 反应堆实验用 (CRNL)	PDP5, PDP8 (一台(五台))
4	试验用反应堆控制与数据处理 (WNRE)	PDP10, PDP8/G
5	TRIUMF 加速器控制室 (UBC)	Super Nova 四台 (已装) (控制室才开始建设, 设备尚不充)
6	静电加速器控制和数据处理 (UA)	Honeywell 516, SDS 920 各 一台另有 PDP3 Honeywell 316 脱机使用
7	静电加速器控制室 (NRC)	PDP11/20
8	电子直线加速器控制室 (NRC)	PDP9/L
9	60 兆质谱仪 (UC)	PDP11
10	迴旋加速器控制室 (UMW)	PDP15 二台, PDP9 - 台