

58892

哈爾濱工農大學

電器科學研究報告集

DIANQI KEXUE YANJIU BAOGAO JI

1

電器教研室

1959

前 言

我們电器专业是在 1954 年成立的，到現在已經有五年了。这五年，是在党亲切哺育和苏联专家帮助下迅速成长的五年。經過 1958 年的大跃进和教育大革命，专业的面貌，和全国形势一样，起了深刻的变化。一年来，在党的教育方針指导下，我們紧密地依靠党組織，依靠群众，在教学、科研、生产劳动各个方面，都取得了一定的成績，而且有較深刻的体会，在专业內亦形成了空前的跃进局面。这里，把这些体会和成果整理成文，編成文集，用以检閱大跃进以来的工作，并与兄弟单位交流經驗，希望能取得外界的指正和幫助，为今后更好更全面地貫徹党的教育方針和繼續大跃进創造条件。

值此 1960 年元旦及我专业成立 5 周年之际，我們謹以这个文集，向党献禮！



以洗組織為第一務以
列主我為指導思想為視
紅學長是初學起見利學
時而斗爭在能事手中鍛鍊
成為又紅又專的有能能幹
勞動的工人階級知識份子
說題電馬叔研室論文集

李昌

一月廿七日

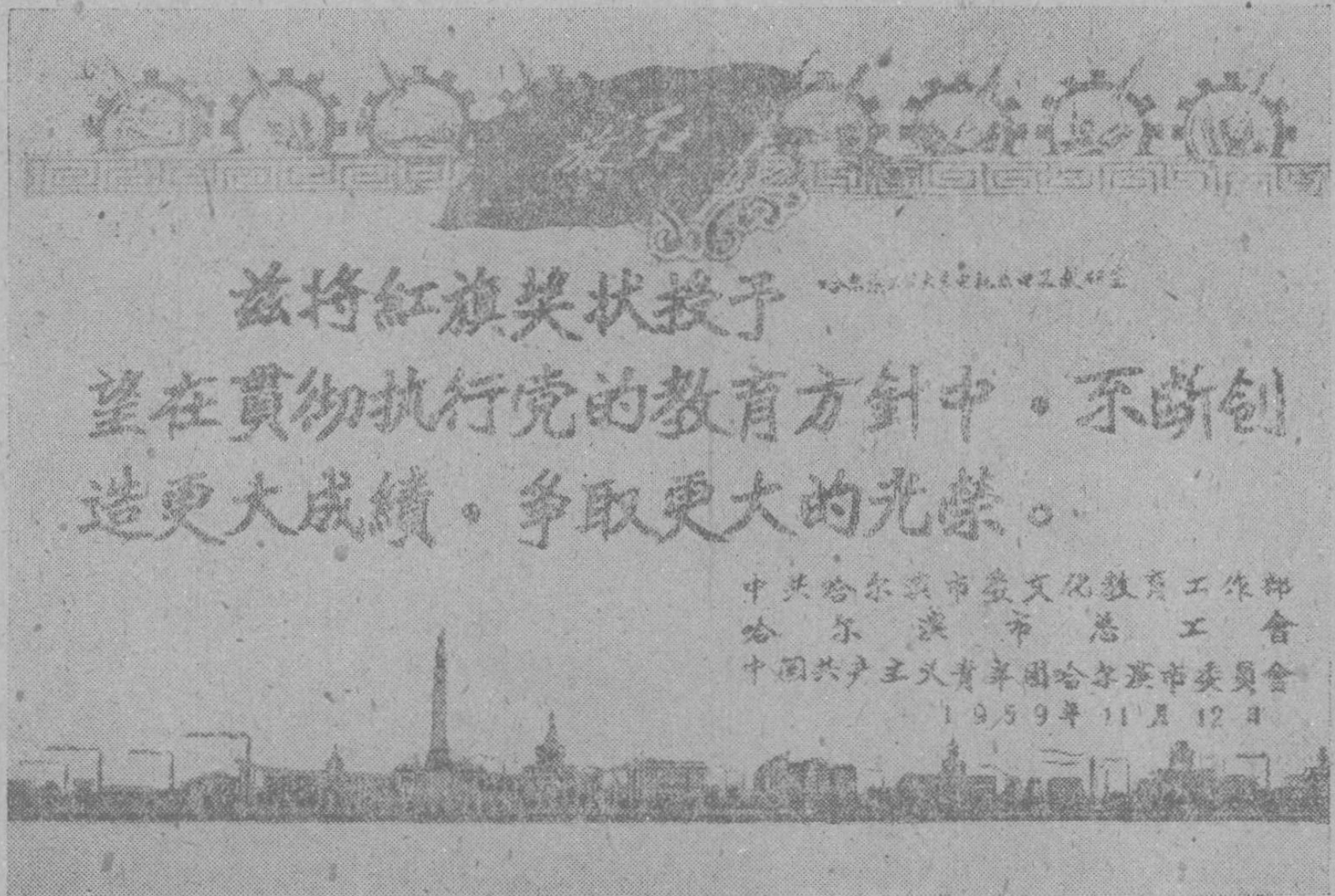
主大志、下决心、鼓干劲
登高峰、为把我国更快
地建成社会主义和尽快地
赶上世界先进水平而努力
奋斗

賈史四友研室論文集

中共史教書卷之五

一九五九、十二月廿七

58892



勝利歸功于黨	光榮屬於祖國
黨的關懷鼓勵	我們牢記在心
永遠不驕不傲	虛心學習先進
堅持黨的領導	大走羣衆路線
繼續解放思想	敢想敢說敢為
不畏艱難險阻	發揚沖天干劲
提高教學質量	攀登科學頂峯
隊伍又紅又專	力爭世界先進

目 录

党领导我們科学研究工作大跃进.....	任耀先	(1)
振盪回路.....	陈慈萱、吳心光	(5)
磁吹避雷器火花間隙的研究.....	陈慈萱	(19)
330 仟伏电流互感器.....	王士和	(41)
超高压电流互感器絕緣的研究.....	王士和、刘茂愷	(47)
330 仟伏罐式空气断路器熄弧室断流能力的分析.....	張博文	(58)
高压交流开关电弧的熄灭理論及交流熄弧裝置的計算基础.....	徐近需	(68)
具有 III 形鉄心的磁放大器的热計算.....	李 汾	(90)
按等值散热系数 h_p 及等值电密 j 設計磁放大器.....	李 汾	(115)
可控相复历变压器及其計算.....	蔡尙峯	(123)
强力式自动历磁調节器.....	蔡尙峯	(134)
磁性无接点邏輯元件.....	舒文豪	(141)
磁放大器式阻抗繼电器的研究.....	孙雨施	(151)
电器綫卷发热的实验研究.....	張冠生	(164)
复杂导电系統发热的研究.....	王士和	(175)
交流电磁式电器短路环的計算方法.....	王士和	(181)
在 ПВ 制下用热繼电器保护电动机的初步研究.....	張冠生	(191)
用反励磁法测电流互感器的 10% 倍数曲綫	刘茂愷	(199)

Сборник статей электрических аппаратов Харбинского Политехнического Института

СОДЕРЖАНИЕ

- 1 Скачок научно-исследовательских работ нашей кафедры под руководством партии коммунизма Китая.....Жень Иао-сень (1)
- 2 Колебательный контур..... Чжнь Цы-сюань, У Син-гуан (18)
- 3 Исследование искрового промежутка разрядника с магнитным дутьем..... Чжнь Цы-сюань (35)
- 4 Трансформатор тока высокого напряжения 330 кв.....Ван Ши-хэ (46)
- 5 Исследование изоляции трансформатора тока сверх-высокого напряжения..... Ван Ши-хэ Лю Мао-кай (57)
- 6 Анализ отключающей способности дугогасительной камеры горшкового воздушного выключателя 330 кв..... Чжан Бау-вэнь (67)
- 7 Теория гашения дуги и основа расчета дугогасительных камер высоковольтных выключателей переменного тока.....Сюй Дин-пэй (89)
- 8 Тепловой расчет магнитных усилителей на Ш-образных сердечниках..... Ли Фын (114)
- 9 Проектирование МУ по эквивалентному коэффициенту теплоотдачи h_p и эквивалентной плотности тока jЛи Фын (122)
- 10 Управляемый фазовый трансформатор компаундирования и его расчет.....Цай Шань-фонь (133)
- 11 Автоматический регулятор возбуждения сильного действия.....
.....Цай Шань-фонь (140)
- 12 Бесконтактные магнитные логические элементы.....Шу Вэнь-хао (150)
- 13 Исследование магнитных реле сопротивления.....Сунь Юй-ши (163)
- 14 Экспериментальное исследование нагрева катушки электрических аппаратов..... Чжан Гуан-шень (174)
- 15 Исследования нагрева сложных токоведущих систем.....
..... Ван Ши-хэ (180)
- 16 Метод расчета короткозамкнутого витка электромагнитного аппарата переменного тока.....Ван Ши-хэ (190)
- 17 О термической защите электродвигателя тепловым реле при режимах ПВЧжан Гуан-шень (198)
- 18 Измерение кривой 10%-ой кратности трансформатора тока методом противоподмагничивания.....Лю Мао-кай (204)

党领导我們科学研究工作大跃进

任 耀 先

(一) 科学研究工作面貌的大变化

在党组织的正确领导和苏联专家热情帮助下，于 1954 年建立教研室和专业，现在已经熟练地掌握了全部教学过程，培养出四届五年制毕业生，并初步地全面地开展了科学研究工作。

自从教研室成立到 1958 年教育大革命和大跃进以前，几乎是沒有开展科学研究工作。由于政治不挂帅从个人名利和兴趣出发，虽然也作过某些努力和嚐試，但单槍匹马缺乏毅力，經不起失败的考驗，成果是寥寥无几。四年左右的时间教研室总共只完成一项研究课题，发表过一篇文章。許多教师对教研室的科学水平很自卑，甚至同意所謂“电器不是科学”的論調。有的教师看到兄弟教研室在学报上发表几篇文章便讚叹不已。但是在整风运动和反右斗争的基础上，建立了专业党支部，加强了党对专业的领导。深入开展教育大革命贯彻执行党的教育方针以来，专业科学研究工作的面貌发生了深刻的变化，取得了重大的成績。在短短的一年多的时间里，便完成了 17 项研究课题，其中密切結合重大产品具有較高科学水平的有 7 项。例如，磁吹避雷器（与高压专业合作），33 万伏超高压电流互感应（与沈阳变压器厂合作），33 万伏压缩空气断路器（与沈阳高压开关厂合作），磁性无接触邏輯元件（与天津电气传动研究所合作），弱电继电器（与阿城继电器厂合作）和强力式自动調節器等项目的研究与試制。同时与高压专业一起建立了高压电器重要試驗装置——振盪回路。在此基础上举行了科学报告会并发表了 18 篇文章。

总之整个专业出現了一幅力爭上游朝气蓬勃的嶄新局面，尤其深入学习和貫徹八届八中全会的精神和党委第三次扩大會議精神以及最近教研室被評为市高等学校先进单位之后，使我們方向更加明确，信心更加坚定，劲头更加充足，勇敢地向世界水平进军。这与大跃进以前的情况相比，真是有如天壤之别。

(二) 大躍進中最親切的幾点体会

自从 1958 年科学研究工作的大跃进以来，不仅取得了極為丰硕的研究成果，而且使每个人的思想面貌发生了显著的变化。我們有以下几点最亲切的体会。

1. 加强党的领导，实行政治挂帅。

党的领导是一切事业取得胜利的根本保証。任何工作如果离开党的领导，就会迷失方向。科学研究工作也不能例外。我們的专业就是在党的正确领导和亲切关怀下建立、成长和壮大起来的。一年多以来，科学研究工作所以能够出現大跃进正是因为整风运动和反右斗争取得伟大胜利的基础上，进一步加强了党的领导的结果。实行政治挂帅就是在党的总路綫的光輝照耀下，贯彻执行党的教育方针和党的科学技術政策，坚持兴无灭資的思想斗争和科学研究工作的政治方向。在一切工作中，我們都是坚决地听党的話和

努力地体会党的意图，并结合专业的具体情况坚决贯彻执行。党提出解放思想攀登科学高峰的号召后，我们就以破除迷信解放思想，发扬敢想敢干的共产主义风格，迅速地掀起了一个热火朝天地群众性的猛攻尖端运动。根据科学研究必须为经济建设和国防建设服务的方针，在群众中积极认真地学习了党的技术政策，经过反复务虚，确定了对国民经济发展具有重大意义的或带有方向性的关键课题。在猛攻尖端的过程中，党组织也经常分析研究情况，抓住关键采取组织措施。例如，振荡回路经过七昼夜的苦战，全部设备制造和安装完毕，工作将转入接线，调正和试验运行的关键阶段。当时群众情绪高昂，干劲冲天，急切地希望能够提前建成。但由于已苦战七昼夜，体力相当疲乏，如果一根线接错，就会使整个控制线路操作失灵，甚至造成事故。就在这种情况下，党支部决定：全体师生休息一天；为了加强领导派支部书记一起参加战斗；发动全专业师生给予各方面的鼓励和支援。因此在以后极为紧张的三天中基本上未发生任何较大差错而胜利地提前在“八一”建成了振荡回路。

2. 贯彻群众路线，大搞群众运动。

群众路线是党的根本路线，在社会主义建设的各个战线上都发挥了无比的威力。科学研究工作也不能例外，必须坚决贯彻群众路线。大搞群众运动是贯彻群众路线的最好方式，只有通过群众运动，才能最大限度地发挥群众的社会主义积极性和创造性。一年来，科学研究工作的大跃进，就是在党的领导下大搞群众运动的结果。

首先，必须充分相信群众，坚决依靠群众和彻底发动群众。振荡回路的建设是教研室想往已久的课题，因为它是教学和科学研究重要的试验装置。但由于政治不挂帅，没有依靠群众所以长时期只是议论议论而已。当初有一个毕业设计题目是振荡回路，指导教师下放劳动锻炼，教研室研究多次却找不到合适的教师能够代替。这位下放劳动锻炼的教师在业务上非常狂妄自大，认为由于自己的下放劳动锻炼会延缓科学研究事业的发展。就在这个期间，在党的坚强领导下，充分发动群众，不仅没有影响科学研究事业的发展，反而以意想不到的速度建成了振荡回路。在生动的事实面前，必须承认科学研究工作必须在党的领导下坚决走群众路线大搞群众运动。

在科学研究工作中，既要注意发挥教师的指导作用，又要充分注意发挥学生的积极性和创造性。高年级学生已经具备了一定的研究能力，他们是科学研究工作中一支重要的力量，他们作毕业设计既是训练研究能力，也是教研室科学研究工作的一个组成部分。为此必须建立师生团结教学相长的师生关系，师生拧成一股绳按照党所指引的目标共同跃进。

其次，为了更好的深入地发动群众就必须插红旗树标兵。要善于发现和支持群众中新生的萌芽和先进事物，在各个阶段都要有典型事迹和先进榜样，并形成学先进赶先进超先进的风气和力争上游自强不息跃进不已的劲头。例如，十天十夜建成振荡回路，三十昼夜试制成功三万伏磁吹避雷器和校厂紧密合作制成33万伏电流互感器等都是不同时期的红旗，成为大家学习和追赶的榜样。

3. 坚持兴无灭资，及时进行务虚。

要想工作跃进必须思想领先，学校是知识份子成堆的地方，也是两条道路两种思想斗争的前哨。因而加强科学研究工作中的政治思想工作更有特别重要的意义。例如，在

攻尖过程中，有些老师表现出只有他们读书最多掌握技术不依靠群众，并错误地把群众当作简单的劳动力来使用。同时也不依靠党，认为党是外行，所以在与技术无关的次要问题上可以服从党的领导，但是在解决和研究技术关键时就不依靠党，如果党组织要来过问一下，他们就表现出抵触情绪，甚至于开会不发言。我们就抓住了这个现象，对他们不要党的领导不依靠群众走专家路线的思想实质展开了务虚进行了批判。经过务虚，不仅找到了克服困难继续跃进的途径，也提高了群众的政治思想觉悟，鼓舞了群众的干劲和信心。同样，为了依靠集体力量实现重点突破，就必须打破某些教师的个人小算盘。为了坚持科学研究工作为生产服务的政治方向，就必须解决教师中以理论为中心的资产阶级思想。总之，必须通过表面的技术现象抓住思想实质，坚持兴无灭资及时展开务虚。作到思想对头方向明确实现工作跃进。认为开会妨碍跃进，务虚解决不了具体问题的思想观点是极端错误的，大跃进以来的种种事实都充分地证明了这一点。

4. 不断解放思想，鼓干劲争上游。

党教导我们要破除迷信解放思想，发扬敢想敢干的共产主义风格，作到后来居上。这对我们年青的教研室年青的专业更迅速的成长来讲，是有决定意义的思想武器。由于我们年青经验少水平低，所以就必须要虚心地向老教师及兄弟单位学习。但是，我们决不能迷信和自卑，应该看到正由于我们年轻所以干劲足热气大，没有架子进取心强，容易接受新鲜事物和发挥集体力量。只要我们坚决的依靠党依靠群众完全可以在虚心学习他人经验的基础上，实现更大的跃进，作到后来居上。我们不仅要有这样一个指导思想，还必须在实际活动中让这样一个先进思想开花结果。就应该抓住重点打开局面，以便进一步树雄心立大志。例如十天十夜建成了我国高等学校第一所振荡回路，三十昼夜试制成功了三万伏的磁吹避雷器等就是这种先进思想的体现。从而也极为有力地教育了群众，打掉了迷信权威对自己的专业缺乏信心的自卑感，出现了充满信心干劲十足力争上游的局面。在工作中我们还必须不断地扩大和发扬这种思想。及时提出更高的奋斗目标，继续实现更大的跃进。

(三) 高举红旗，乘胜前进，向世界先进水平进军

自从1958年大跃进以来，我们不仅取得了极为丰硕的科学研究成果，而且在斗争中也明确了专业的科学研究方向。虽然成绩很大，但是同全国的跃进形势和党的要求相比还差很远。现在，我国的社会主义建设事业正在一日千里地蓬勃发展。十年左右在主要工业产品的产量方面赶上英国的战斗口号不仅可以实现，而且也一定能够提前实现。在农业方面，正在加速进行技术改造实现农业的机械化、水利化、化学化和电气化。在这样大跃进新形势的面前，属于上层建筑的高等教育也必须跃进，以适应经济的发展。我校党委第三次扩大会议已经提出，“高举红旗快马过关，在八年内把我校办成世界上先进的大学”的奋斗目标。我们一定要积极地响应党的号召，树雄心立大志，反右倾鼓干劲3—5年内在现有的几个研究项目上作出更大的成绩，能够接近和达到世界先进水平。这个任务是光荣而艰巨的，但也存在许多能够完成这个任务的有利因素。

在整风运动反右斗争的基础上，党委制的领导一竿子插到底，加强党对专业的领导，实现党委领导、政治挂帅群众路线这样一条党的无往而不胜的根本路线，广大群众

的覺悟有了顯著的提高，由於開展教育大革命和貫徹執行了黨的教育方針，已經走上了培養又紅又專的工人階級知識份子的軌道。我們的专业與生產單位建立了密切的合作關係，並已開展三峽超高压電器設備的研究工作並明確了進一步努力的方向。最近教研室被評為哈市高等學校的紅旗單位，也有力地促進我們鼓足更大的干劲和實現更大躍進。我們必須認清形勢，在黨委及總支的堅強領導下，充分運用一切有利因素，繼續發揚敢想敢干的共產主義風格，以沖天的干劲頑強的毅力，向黨所指引的目標躍進。

當前，必須深入地學習和貫徹八屆八中全會和黨委第三次擴大會議的精神，聯繫實際提高認識，反透右傾鼓足干劲，在大躍進的基礎上，高舉紅旗乘勝前進，為迅速地趕上世界先進水平而奮鬥！

振盪回路

陈慈萱 吳心光

断流容量是高压开断器的重要参数之一，其大小需依靠实验来决定。若利用现有网络作断流容量的试验，就必须停电进行。而专门用来作断流容量试验的冲击发电机的价格又很高，因此我们必须利用价格便宜且又不妨碍网络运行的振荡回路来作断流试验。

我校电器教研室的师生在党的领导下，破除了迷信，发扬了敢想敢说敢为的共产主义风格，采取因陋就简尽量利用现有设备的措施，在短短十天的时间内就完成了过去认为从设计按装到调整运转至少须二年以上时间的全部工作，建成了振荡回路。

振荡回路的建成不仅满足了教学和科研上的一般需要，为后来磁吹避雷器的试制打下了良好基础，更重要的是它告诉我们不要迷信权威，不要把科学神秘化起来，只要听党的话，只要能充分发动群众，一切困难都是可以克服的。下面简单地把我校建成的振荡回路介绍一下。

一、厂房及厂房平面布置图

振荡回路的一些主要设备都是很沉重的，不宜于按装在一般楼房建筑物内，在建立振荡回路的当时我校高压实验室尚未建成，所以我们的振荡回路实验室是建立在户外的，在离实验室2米远的地方搭一个三面有壁的蓆棚，蓆棚的开口正对着实验室，这样便于引线 and 观察，厂房的平面布置见图1，厂房内按装主回路及充电回路的设备，回路的测量系统及控制系统安装于室内，这样操作者可以在室内对各种设备进行控制。

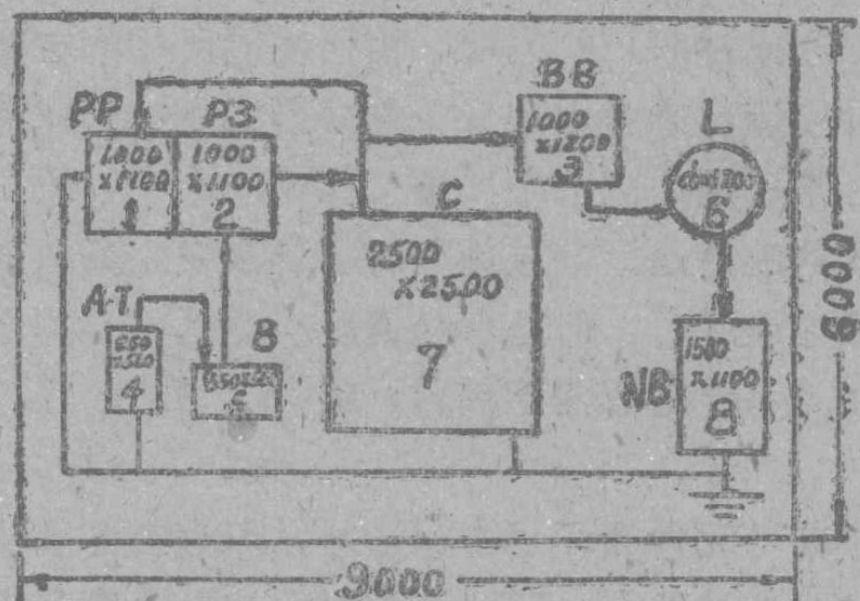


图 1

- | | | | |
|---------|---------|---------|--------|
| 1——放电开关 | 2——充电开关 | 3——短路开关 | 4——变压器 |
| 5——整流管 | 6——电抗器 | 7——电容器组 | 8——微试品 |

厂房高达3.5米是由当时电器专业一年级同学在一天内突击建成的。

二、主 回 路

主回路由电容器组 C 、电抗器 L 、短路开关 BB 及被试开关 IB 组成。现分述于下：

1. 电容器部分

利用我校原有的 177 个 $K\Pi\Gamma-\Pi$ 型直流电容器，其外型尺寸见图 2。

我们须首先解决的问题是能否把 $K\Pi\Gamma-\Pi$ 型直流电容器用到受短时交流电压作用的振荡回路上，若许可的话是否要降低电压运行。经过研究认为由于 $K\Pi\Gamma-\Pi$ 型电容器为液体介质浸渍的，它承受交流电压作用的能力较一般固体介质浸渍的电容器为强，所以它可以用到受短时交流电压作用的振荡回路上，同时也已证明把 $K\Pi\Gamma-\Pi$ 型直流电容器用于振荡回路上是不需要降压使用的，可以采取 15 仟伏的工作电压（相当于 10 仟伏交流有效值）。运行经验证明这样使用是完全可靠的。

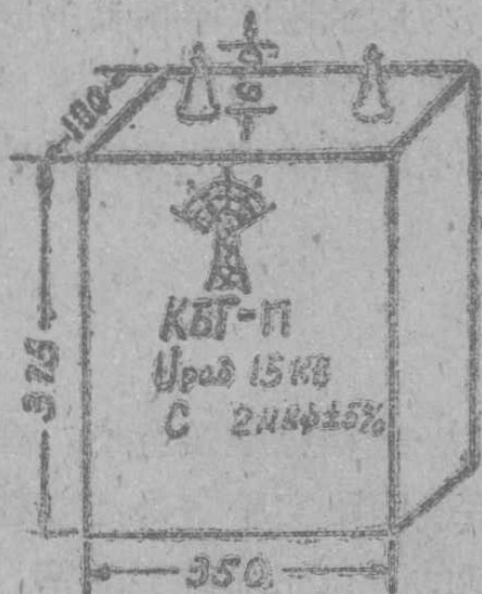


图 2



图 3

其次遇到的是电容器的布置问题，这要考虑到占地最小，以及按装、检修、事故寻查、改换接线方式（串联或并联）的方便。由于我们所用的电容器的数量不多，所以电容器的布置是按全部并联运行来考虑的，电容器直立排列在特制的木架上（图 3，图 4），木架共分三层，第一层放 72 个，第二层放 72 个，第三层放 33 个其接线方式如图 4 所示。这样排列的缺点是当某层中间有电容器发生事故需要检修或更换时必须移动该列的一串电容器后才能进行，但是事故情况毕竟是不多的而这样的木架制造方便，占地较小仍然值得采用。由于电容器比较重，每个有 40 公斤，所以设计时要充份注意到木架的强度。

当并联电容器组中某一元件损坏（击穿）时，所有的电容器都将经过它放电，即整个电容器组的能量都集中通过一个电容器，这样将使该电容器发生爆炸，所以在每个电容器上必须串入一保护电阻。在发生事故时，保护电阻应吸收电容器组的大部份能量而迅速熔断，同时在正常工作时保护电阻不应熔断，且其电阻值不应影响到振荡回路的衰减。根据苏联列宁格勒工业大学的经验，电容器击穿后的电阻值为 0.1Ω ，因此我们把保护电阻的电阻值取为 1Ω ，这样可以使发生故障后有 91% 的能量消耗在保护电阻

上，保护电阻可用任何电阻丝制成，我们取用的是长度为 48~50 厘米，直径为 0.5 毫米的康铜丝，其形状如图 5 所示。在按装前保护电阻曾按技术要求作过下列试验：

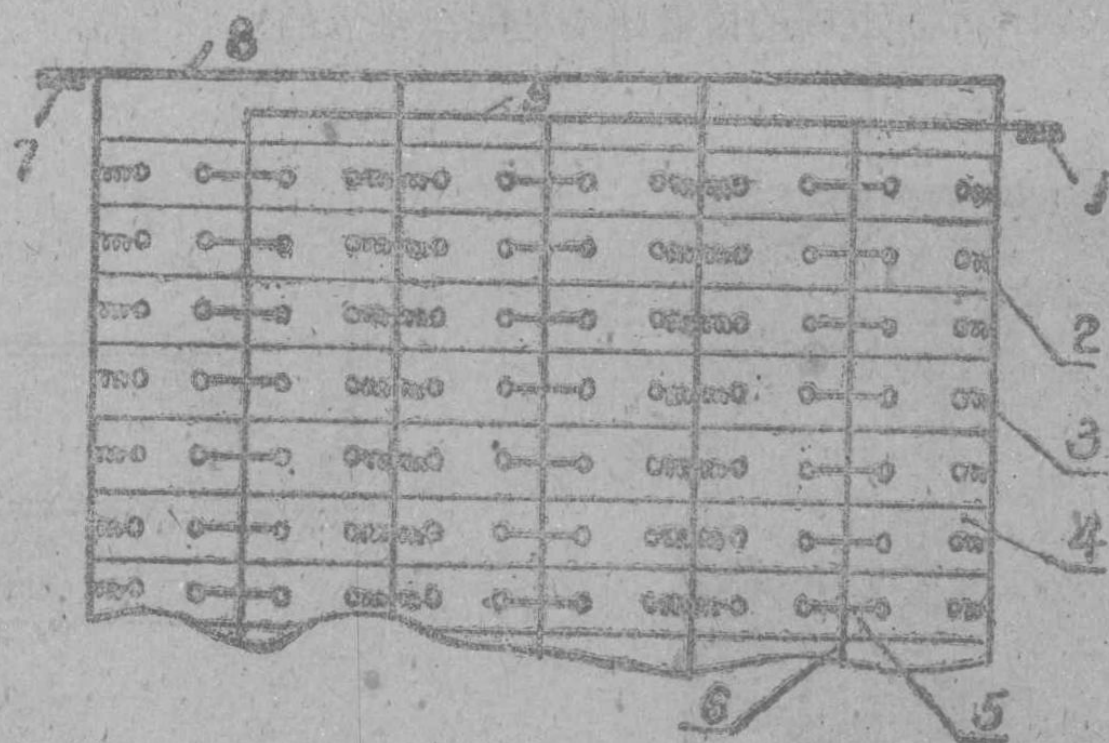


图 4

- | | | |
|---------|-------------|-------------|
| 1——低压母綫 | 2——保护电阻 | 3——列間高压引出母綫 |
| 4——电容器 | 5——低压連接綫 | 6——列間低压引出母綫 |
| 7——高压母綫 | 8——层間高压引出母綫 | 9——层間低压引出母綫 |

1) 通过峯值 4~5 仟安、波长为 10 微秒的冲击电流时，保护电阻在五次中熔断一次。

2) 通过 10 安培的交流电流 15 次，每次作用时间为 0.4~0.7 秒，（間隔时间为 30 分鐘），保护电阻沒发生任何变形或氧化現象。

3) 通过 17~18 安培的交流电流，作用时间为 0.4 秒时，保护电阻熔断。

2. 电抗器部份

为了得到 50 週的振盪頻率，則相应于上述电容值所需的电抗值应为：

$$L = \frac{1}{(2\pi f)^2 C} = \frac{1}{(314)^2 \times 354 \times 10^{-6}} = 28.6 \text{ 毫亨}$$

为了避免振盪回路的过大的衰減，电抗器还必需具有較小的电阻值（即要用截面較大的导綫）。这样据計算結果需銅 500 公斤左右。为了降低用銅量，并提高振盪回路的开断容量，我們將振盪回路的頻率提高到每 90 秒週。此时所需的电抗值可下降为：

$$L = \frac{1}{(2\pi \cdot 90)^2 \times 354 \times 10^{-6}} = 8.8 \text{ 毫亨}$$

当頻率为 90 周时，振盪回路的容量可按下式計算

$$P_{or} = U^2 \omega C$$

为 20 兆伏安，而当頻率为 50 周时容量仅为 11.1 兆伏安。

但是每秒 90 週的頻率是和断路器的实际工作情况不相符的，頻率的增高一方面使得在半波中电弧所吸收的能量降低，这有利于熄弧；另一方面頻率的增高将使电流过另

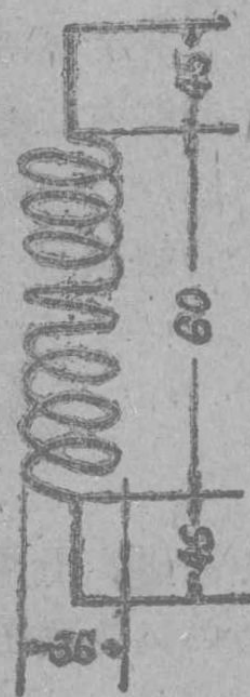


图 5

的时间缩短，而这是对熄弧不利的。根据苏联的某些研究表明，除空气开关对频率有较高的敏感性外，多油或少油断路器的开断能力，当频率在每秒 100 周以下变化时，很少受到影响。因此我们采用每秒周的振荡频率是完全可以的。



图 6

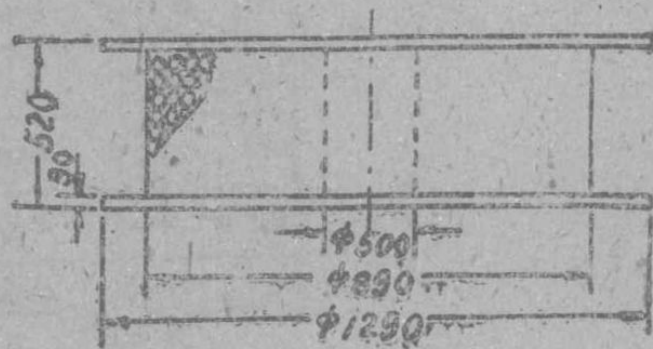


图 7

u ——120 匝
 L ——9 毫亨
 R ——0.053 欧

为节省资金起见，我们的电抗器是利用废电缆，旧铜线绕制成的，将废电缆剥开，小心地拆下其包在铜绞线外的电缆纸，然后把绞线按照所需的截面（大于 1 平方厘米）绞成几股，把这些导线串联起来便可得一很长的铜线，导线的连接处采用锡焊以减少接触电阻。导线外面包三层原拆下的电缆纸作为绝缘，再用白布带紮紧，将包紮好的导线绕在一木制支架上即得所需的电抗器。绕成后的电抗器见图 6 之右下角。其几何尺寸如图 7 所示。

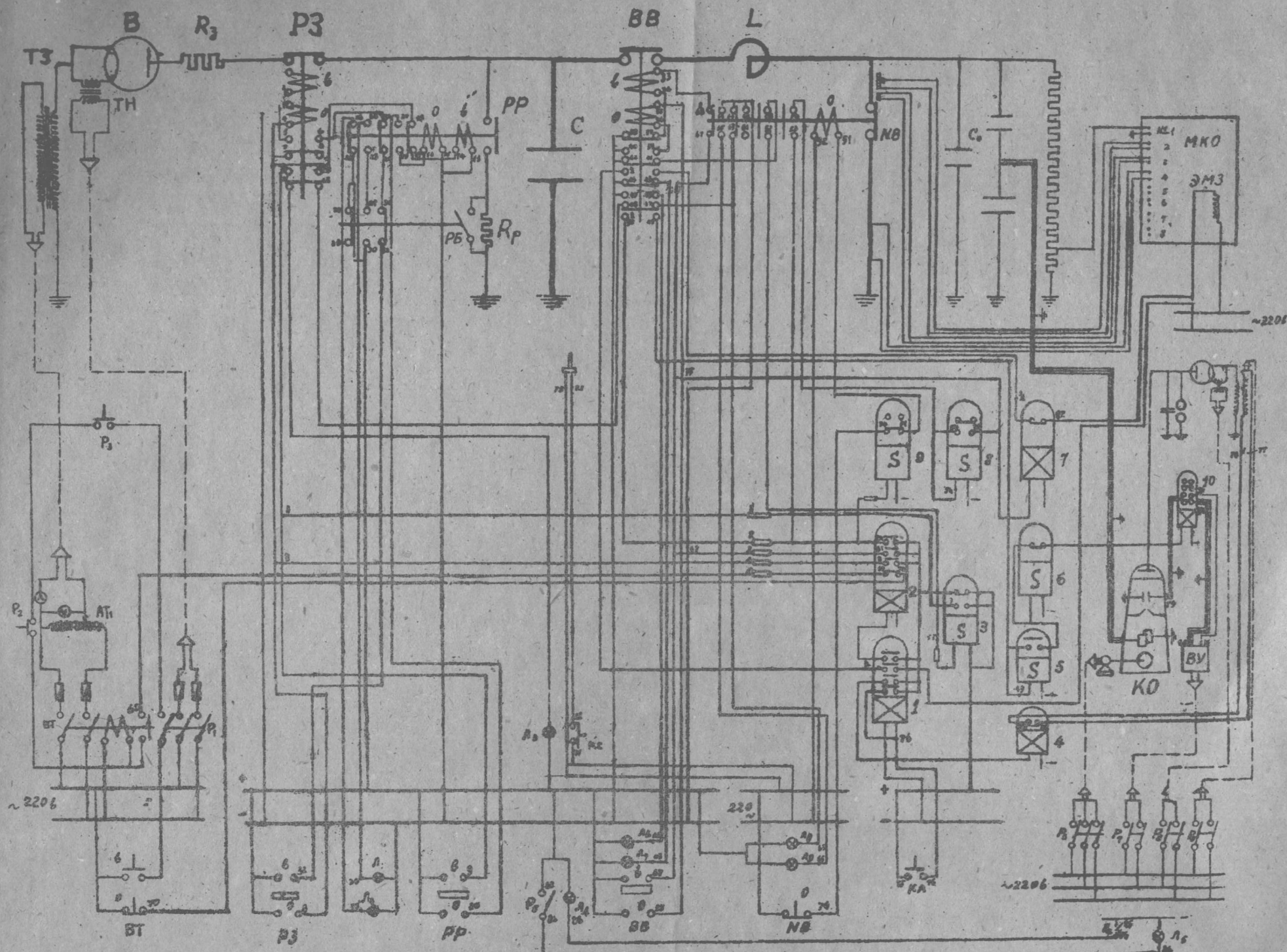
3. 开关部份

主回路内的短路开关采用 BMГ-133 少油式断路器，并用 ПС-10 作为它的操作机构（图 6）。被试物可以是各种各样的，为满足教学的需要，暂选 БМБ-10 多油断路器作为被试品，其操作机构为 ПРБА 型的。断路器及操作机构均按装在自制的木支架上。

三、充 电 回 路

由高压变压器，高压整流管，充电开关及放电开关组成，其具体布置如图 8。图中左前方为高压变压器，右前方为整流管，后面平行排列的一为放电开关，一为充电开关。

高压变压器选用工作电压由 0~35 仟伏额定功率为 3 仟伏安的试验变压器，整流管选用 KP-220 型高压整流管，充电和放电开关选用两个 BH-10 型负荷开关，用 ПС-10 作为操作机构。事实上并非必须选用 BH-10 型负荷开关作为充电和放电开关的，因为现在的最大工作电流还不到 1 安培，但是由于当时找不到合适的带有电动操作机构的高压开关，所以暂时应用它。



BT 控制AT的接触器;
AT 充电线圈;
T3 充电变压器;
B 整流管;
TH 灯丝变压器;
R2 充电电阻;
P3 充电开关;
PP 放电开关;
P5 接地开关;

Rp 放电电阻;
C 主电容;
BB 关合开关;
L 主电感;
NB 接触器;
C 调谐电容;
MKO 振荡器;
KO 机械扫描电示波管;
BY 整流管;

KA 自动按钮;
KC 电铃按钮;
P 手控按钮;
P2 限位开关;
P3 门开关;
"0" 开关;
1, 2, 4, 7, 中间继电器;
3, 5, 6, 8, 9 继电器;

12, 13, 14 绿色信号灯;
15, 16, 17, 18 红色信号灯;

哈尔滨工业大学电器教研室			
机械扫描电示波管控制线路图			
设计者	电机系	设计者	电机系
校核者	王益堂	校核者	王益堂
一九五八年八月			

