

什么叫科技写作

科技写作

从狭义上来说，就是指人们在进行科学探索研究工作取得了实质性的进展或突破性的成就以后，以文字为载体，将探索研究过程，特别是探索研究取得的成就，写成一定格式文章的写作过程，叫科技写作。

科技写作从广义来说，是以人类进行科学研究成果为原始依据，所撰写的一切关于科学、新闻、文艺、科学普及等作品。例如学术论文、学位论文、科技报告、考察报告、科技新闻、科技报告文学、科幻影视节目、科普作品、专利申请文件以及签订的经济技术合同和科技书籍的翻译工作等。

科学探索与科技写作的关系

科技写作是科学探索的最后环节

撰写和发表科技论文是科学探索研究工作的一个组成部分和最后环节。早在 1821 年，世界著名的物理学家和化学家法拉第曾说过，科学探索研究工作分三个阶段：首先是开始，其次是完成，第三是发表。所谓发表，就是将取得的科学探索研究的成果以文字为载体，写成科研论文、研究报告、考察报告等形式在学术刊物上发表，或在科学讨论会上报告。

撰写科技论文的目的是要把科学探索研究成果及时地以一定的方式在一定范围内公开，以获得有关部门和人们的认可，使科学知识宝库中增加新的财富，并将其尽快地转化为生产力，使之交流推广，为人参考，为人利用，促进科学技术的发展，为人类社会的进步做出贡献。

科学探索研究成果是科技写作的必要条件

科学探索是人类认识自然的必经过程，而科学探索中产生的新的认识、新的理论是人类利用自然、改造自然、控制自然的最为有力的武器和依据。因此，科学探索中产生的新的认识、新的理论是进行科技写作的必要条件，否则，就不可以进行科技写作。

利用科学探索产生的新的认识、新的理论进行科技写作，可以是阐述新的认识、新的理论和新闻稿件或其他形式的科普作品。但是，进行上述科技写作的必要条件还是科学探索研究必须取得实质性的成果。

科技文献检索是科学探索的前提和保证

所谓科技文献是指人们科技写作作品中的精品，是人类科学知识宝库的财富。既有前人留下的，也有同时代人的杰作。对它们进行检索，是进行新的科学探索研究的前提和保证。

科技文献是人们获取科技信息的一个主要来源，所以有人把它叫做科技信息源和科技情报源。其实，我们对科技文献并不陌生，因为在我们的学习、工作、生活和科学探索中，时刻离不开它们。我们经常要查阅各种图书、杂志、专著、手册、百科全书、辞典、图纸等。在进行科学探索研究开始之前，或者在探索研究工作进行到一定阶段时，甚至在取得了实质性的进展之后，都要进行有关科技文献的检索工作，从而使在探索前选择好研究课题，研究

中及时纠偏解难，研究取得实质性进展之后与已有的该类成果相比较，以便有针对性地写好科研论文，更好地为人类科学知识宝库增添财富，推动人类社会前进。

1859年达尔文发表的《物种起源》一书，堪称是自然科学中的划时代著作，为进化论奠定了基础。但是这位科学家却在书的前面列出了34位学者的名字，表示在他之前就有人提出过进化论的思想，从而实事求是地说明了他的进化论是在继承前辈的成果上产生的。又如，大家都熟悉的牛顿的一句名言：“如果我的发现比笛卡尔远一点儿的话，那是因为我是站在巨人的肩膀上。”其实，这巨人不是别的，正是把前人已有的成果精炼地积聚在一起的图书和科技文献。

同时，科学探索是一种创造性的智力活动，其中既包含连续性的渐进思考，又有认识上的突发性飞跃。科学工作者在自己的创造性思维过程中，如果没有这种智力的超常状态，研究工作就难以取得突破。科技文献的检索虽然不能代替科学家的创造性思维，但是，却能从他人的成果中开阔视野、受到启迪，甚至使自己茅塞顿开，出现智力的飞跃，为创造性思维提供必不可少的养料。

科技写作的分类

介绍科学探索研究成果类

如学术论文、学位论文和科学技术报告、考察报告等。其撰写的目的是使最新科研成果尽快得到人们的承认，成为人类科学知识宝库中的财富，用以指导人们利用自然、改造自然和控制自然的一切活动。

应用科学探索研究成果类

如发明报告、技术革新报告以及专利文献和经济技术合同等。其撰写的目的是希望最新技术尽快转化为生产力，直接为经济建设服务。

宣传科学探索研究成果类

如科技新闻、科技报告文学、科幻影视节目及科普作品和翻译国外的科技作品等。其撰写的目的是宣传科学研究成果，破旧立新，提高人们整体的科学素质，为进一步的科学探索研究活动创造一个更好的外部环境，为人类利用、改造世界提供更新更多的理论依据和经验。

科技写作的历史

恩格斯说：“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”所以，科技写作的发生和发展也伴随着生产实践的产生与发展。这里指的生产实践有两大类型：一类是人类认识自然的科学探索研究活动，另一类是利用自然、改造自然、控制自然的经济建设活动。这两类生产实践活动都是进行科技写作的源泉和发展的动力，总是推动着科技写作向更高级形式发展。

科技写作的作品是人类认识自然、利用自然、改造自然、控制自然的实践活动的记录和反映，而科技写作则是总结上述这些实践活动成果的必要手段。

我们知道，人类的祖先最早过着群居的生活，依靠集体共同奋斗的力量向自然界索取生产资料。这样就同时产生了最原始的科学和技术活动。诸如火种的保存，石斧、石矛、弓箭的发明与制作，以及兽皮衣的缝制等，应当是当时极为高超的技术工作。而如何加强弓箭的力量、提高石斧的锋利程度、如何使骨针更细腻，则应当是当时极有应用价值的科学研究课题。在这些原始的科技活动中，人类为了积累前辈的和他人的经验，并在本部落中推广和扩大已有的成果，则表达认识、交流体会的形式当然也随之出现了。这就是最初的科技信息的交流，只不过这种交流是以手势、实际操作和口头语言来进行的。当然，远古人类在这种交流中必然要借助于口头语言以外的工具，于是洞壁上、兽骨和贝壳上的原始图画便出现了。应当承认，这种传播原始科技信息的线条和图画，就是最早的科技写作作品，刻制这种图画就是最早的科技写作活动。

文字发明后，出现了以文字为主的著作，科技写作作品也就应运而生了。不过，最初科技专著还较少见，许多科学技术的内容记载在其他著作中。例如：古希腊的许多科学技术成果记载在当时一些著名的哲学著作中。我国古代许多科学技术方面的成就也记载在文学作品中。只是随着科学技术的发展，科学技术作品才逐步发展成独立的写作样式。

科技写作的一般过程

准备工作

明确写作条件和要求

写什么和何时写

科技写作的课题应是科学探索和技术研究活动中取得创造性成果的全部或一部分，可以是实验性的、理论性的或观测性的新发现、新认识，也可以是一些已知的科学技术原理在实际应用中的进展情况，还可以是宣传上述两类情况的。因此，究竟写什么、何时写往往根据自己进行科学探索和技术研究的进展情况而定，或根据自己掌握他人进行科学探索和技术研究的进展情况，以及需要宣传的情况而定。当一项科学探索研究活动结束或告一段落时，才能判断研究结果是否使现有的知识、认识或实践获得增加或进步。这时进行写作才可以把这项探索研究结论写得尽可能清楚、准确和简练，所写课题才可能具有写作意义和价值。

是否值得写

准备写作的课题必须具备创造性和理论性，否则不值一写。

所谓科技文章的创造性，是指文章中提出的观点、方法，同前人和别人相比，有新的发现、新的发明。对一篇文章或一本著作来说，创造性总是有限的，有的大些，有的小些，但无论大小，总要有一点独到的见解，并能在丰富科学技术知识宝库与推动科学技术的发展中起到一定的作用。

所谓科技文章的理论性包括两方面的含义：其一，文章对实验、观察所得到的结果，要从一定的理论高度进行分析和总结，形成一定的科学见解，包括提出一些有科学价值的问题；其二，对自己提出的科学见解和问题，要用事实和理论进行严密的符合逻辑的论证与说明。只有这样，文章表述或宣传的发明、发现及其应用，才不只具有实用价值，而且具有理论价值。如果一味堆砌材料和罗列过程，没有明确的观点和科学的分析，也不能算有理论性。

要使科技写作具有理论性和创造性，如果只是对研究工作及其结果进行简单的记录和描述，显然是不行的，必须反复地思考，认真地对材料进行提炼和加工。科技写作的过程，应该是在科学探索和技术研究工作基础上的“再创造”过程，而“再创造”的结果是使科技文章具备下述要求：第一，主题要集中鲜明，突出重点，着重表现对社会生产实践和科学技术的发展有意义的创造性的见解发明；第二，思路清晰，论证严密，前后贯通，首尾一体；第三，语言表达准确、简明。

确定写作体裁

科技写作体裁是在历史进程中逐渐形成的，并为公众所接受和公认。它要求人们在写作时必须遵照体裁的特点，运用语言材料，遵守体裁的语言规范。违背科技写作体裁的科技文章，是会影响其社会效果的，甚至没有社会意义。

体裁是文章的形式，形式为科技写作的内容服务。一部好的科技写作精品，是形式与内容完美的统一。

例如，某厂研制了一台新机器，生产效率提高了十几倍，填补了国内空白，但这种机器国外早就有了。对于这一技术成果，如果采用科学论文的体

裁来记录就不妥了，发表出去会闹笑话，故只能选择科技报告的体裁。

又如，广播电台约你写一篇介绍家用空调的广播稿，如果采用技术报告的体裁，听众就什么也听不懂了，应该按科普广播体裁来写。

我们要发表一项新的科学探索成果，只有选择好科学论文的体裁；为了争得发明权则要抢时间，必须采用技术快讯和申请专利的文献体裁；要向非本专业的群众宣传这一成果，则必须采用科技普及的体裁。这种选择一经确定，只要写作的目的不变，体裁是不能随便更改的。而体裁在文艺创作中的选择要灵活得多。因为一个文艺题材，可以写成不同体裁的作品。但是，在科技写作中就不同了，写作目的一经确定，选择的体裁也就确定了。选错了体裁，文章写得再好也达不到预期的目的。好比一本幼儿科普读物，你改用科技论文体裁来写，幼儿就看不懂了。反过来，一本科学专著，你用科普读物体裁来写，科技工作者虽能看懂，但一定嫌其啰嗦冗长而搁置一边。

选择科技写作体裁的一般原则是：

根据作品的主题和题材的性质确定

在科学上具有独创性，做前人没有做的工作，选择科学论文体裁较为合适；一项具体技术的发明或创造，且是重复别人的已有成果，但在局部地区仍有实用价值，可选择科技报告体裁；对于那些描述性学科，如对生态、现象的观察、记载，则应选择考察报告的体裁。

根据写作目的要求确定

如前所述，为了公布科研成果，则选择科学论文；为了申请学位，则选择学位论文；为了介绍科技动态，则选择科技情报体裁等。

根据读者对象来确定

读者是本专业的学者，会选择学术论文等体裁；读者非本专业的学者，会选择科技普及体裁。

收集科技写作材料

收集科技写作材料的途径有两条：一条是亲自进行科学探索研究和考察，把观察到的现象、数据详细地记录下来。这是生动的、活的材料，前人所有的材料，往往带有创造的性质；另一条途径是有计划地进行调查和采访，这就是专家咨询和文献检索，是了解前人所做的工作。

前一条途径收集到的材料称为第一手材料，必须从科学探索实践中，通过观察和实验的手段收集科学事实材料，这些事实不但印证了前人的发现或认识，而且还有新的发现或认识。

后一条途径收集到的材料称为第二手材料，必须从学习中，通过向某些具有专业知识的人咨询和进行文献检索，了解前人在这方面研究工作的进展情况，避免重复劳动，就可以“站在巨人的肩上”，使自己在这方面的探索研究能有实质性的进展。

精理写作思路

积累了大量的科技写作材料，有了新鲜的构思，或者有了独创的见解或发明，不等于就可以开始进行科技写作了。这是因为构成这些想法的种种材料、以及由此而形成的概念和判断之间的逻辑联系还没有充分显现出来，还处于不确定、不连续、无条理、若明若暗、主次不分的思维状态。因此在动笔前还必须清理自己所要表达的思想，使之精确化、简明化、条理化。

什么是思路

思路就是作者思考问题、认识问题的途径，也是思考、认识问题的逻辑

思维的方向。认清事物总是按一定的秩序发展，才能正确地认识事物之间的联系，这种认识的秩序就是思路。例如，我们要认识细胞的构造和功能，一般总把细胞分成三个基本部分，即细胞膜、细胞质和细胞核，这种从细胞的外层到内层，逐渐深入，逐层剖析，最后达到对整个细胞认识的过程，就是认识的一种逻辑秩序，就是一种思路。当然反过来从内层到外层逐层认识，也是一种逻辑秩序，也是一种思路。

思路的层次性和复杂性

正确的思路反映了客观事物运动变化的条理性、规律性，是人们观察、理解客观事物的认识途径。由于客观事物运动变化的过程是多层次的、复杂的，因此人们的思路在一开始的时候，往往也反映出多层次和复杂的情况。这是正常的现象。当我们认识了细胞从外到内可分为细胞膜、细胞质和细胞核以后，深入一层更细致地认识每一部分的构造和功能，如细胞质又可以从细胞器和内含物两方面去认识；再深入一层，细胞器又可以从一颗粒体、核糖体、内质网、高尔基体等方面认识，像这样一层一层地思考和认识，就是思考的层次性。它是文章划分层次的一个重要依据。达到同一目的的思路有很多条，这就是思路的复杂性。它可以使人想到更多方面，形成结构上的差别，但最终必须选择一条最简洁的思路。

陈景润在 1965 年就初步解决了 $(1+2)$ ，但是因为思路不简洁，写了 200 多页稿纸，“走远了，绕了点道儿”，所以他没有发表，又用了 7 年时间，他寻找到了—条简洁的思路，最后获得成功。可见思路开始时虽然是复杂的，但又是合乎规律的，经过反复思考的曲折过程，每个层次的路径就会逻辑地联系起来，然后优选出—条最简洁的思路。

怎样清理思路

清理思路一定要同编写写作提纲相结合。编写写作提纲是清理思路的手段。把思考的问题逐条记录下来，反复推敲、修改，思路就会更严密、更完善。在清理思路过程中要反复思考下述几个问题：

中心要明确、单一—无论思考什么问题总有一定的目的，只有围绕一定目的和中心，思路才可能是清晰的。—篇文章全篇的中心、各部分的中心、各段落层次的中心，都应该清清楚楚。文章阐述的中心问题，又称中心思想，同研究工作解决的中心问题不完全—样。研究工作中指出研究问题的方向，要解决的问题也不只—个，而作为文章的中心思想，就必须进行提炼，形成集中和单一的主题。例如在你从事的某项实验研究探索中，通过多方面的观察，可能得到有价值的成果不止—个，那么，你应该选择—个你认为最具创造性的成果先写，并暂时只在这—个成果上大作文章，展开论述，其他的一律不写或仅作简单的交待，避免使自己的写作思路不清，从而使这个最具创造性的成果叙述不清，文章不能让人接受。至于其他创造性成果的写作，应在这个最具创造性的成果成文发表并被人接受之后。初学科技写作的人对研究探索所获的连带成果往往不忍割爱，想把什么问题都说清楚，结果枝蔓丛生、主次不明，什么也没有说清。

提炼中心拟出提纲的方法，—种是以概括为主。首先在回顾研究过程和全面熟悉材料的基础上，尽量放开思路，从各方面广泛联想，进行所谓“发散思维”，尽量将问题想广些、想深些，将思考的问题逐条及时记录在纸上。接着反复考虑这些问题之间的逻辑联系，进行概括分类，这就是所谓的“收敛思维”，最后提出全文的提纲。

还有一种是以分析为主的方法。即对探索研究的全过程进行简明扼要的描述后，再把全过程分为若干部分进行细致的描述，从而得到全文的提纲。

b. 要精选材料，严密组织

如果只有一个大纲，还不能说明作者的思路已清楚了，还要进一步考虑如何运用充足的材料和理由说明中心问题，或对中心论点以及分论点进行科学的、严密的论证，在此基础上才能形成文章的详细提纲，这是清理思路的进一步的任务。

如科技论文的论证方法，一般有事例说明、描述比较和逻辑推理。为了使论证严密，在运用这些方法逐步论证时，事先一定要考虑如何选材和组织论据。

事例说明，是对事物发生、发展、结果、特征、性质、状态、功能等进行的解释、介绍和阐述。它是实验类型论文表述材料、方法、结果等的主要方法。科技论文的事例说明有论证中心论点的作用，因此，一定要选取论证中心所必须说明的对象进行说明。在理论类型论文中采用事例说明进行论证时，要求选用的事例材料要典型，要有说服力。一般来说，能用一个例子说明问题，就不要用两个例子，如果要用几个例子说明时，各个例子必须是从不同方面、不同角度来说明同一问题。

描述比较，是对事物进行描述和比较的论证方法。这种方法是描述类型论文常用的方法。在实验类型论文中，方法、结果部分有时也要采用这种方法。描述比较之所以能起论证作用，是因为它能细致、逼真地表现事物的形状、属性以及发展变化的特征，因而能对事物进行比较和判断，确定证明事物的科学价值。描述必须事先考虑从什么角度、按什么顺序、抓住哪些部分进行，哪些应该着重详写、哪些应该略写，都要想清楚。

逻辑推理，就是用已知的概念和判断推导出新的判断，即新的知识的思维方法，它是各种类型的科技论文普遍使用的方法。在科技论文中，论证的严密主要指逻辑推理的严密。如果推理不合逻辑，没有条理，论文就没有思路清晰可言。逻辑推理有归纳法、演绎法和类推法三种。

归纳法是对大量个别材料进行概括和加工，然后得出一般结果或规律的逻辑方法。所以，运用归纳法，十分重要的一条就是选材。用归纳法研究客观事物时，一般都不能进行完全归纳，大都采取随机取样和选择有代表性的两种方法。随机取样决不是随便取样，也必须遵守有关规定。在选择有代表性的典型材料时，不要只看现象，要分析事物本质。如燃素说、地球中心说，就是对表面现象进行归纳得出的错误理论。为了使归纳的结论可靠，资料要尽可能搜集得全面一些，归纳的面要尽量广泛一些；对与归纳的正面事例相违背的反面事例，也要给予说明和论证，还要同其他逻辑方法结合使用。

演绎法是从一般的原理、规律出发，通过逻辑证明或数学运算来揭示特殊的具体的研究对象的规律的逻辑推理方法。运用演绎推理最基本的要求就是大、小前提都必须是真实的，推理还必须符合逻辑，不然，结论就是不可靠的。

类推法，又称类比法，是根据两个对象的一些相同的属性，推出其中一个对象的未知属性的逻辑方法。类比推理的局限性是它的结论不是唯一肯定的，还需进一步证明。因此这种方法多用来提供线索或假设，以及帮助理解一些无法看到的现象和情况。在组织类推推理时，为了提高类推推理的可靠程度，要考虑尽量选择本质相似，并同需要推知深刻的内部联系的属性进行

类比；还要尽可能发现或增加相比较的属性的数量。

c. 要衔接连贯，结构完整统一

同艺术作品一样，一篇科技文章，无论是洋洋万言的著作，还是上千字的短篇，都应该是一个有机的整体，结构要完整统一。在构思写作提纲时，要特别注意两点：其一，安排好头和尾。如科技论文的介绍就是头，结论就是尾。介绍、结论一定要写好，有的短文没有介绍和结论，但还是应该头尾清楚；其二，段落、层次之间要相互衔接，贯通一气，是不是衔接、贯通，主要看它们之间有没有内在联系。前后照应，承接过渡，也是使论文完整统一的重要方法，在构思提纲时，可以设计一些过渡的段落，以便承上启下。

拟写初稿

一旦草拟了科技写作文章的试用题目和摘要，设计了表格和插图，写出了写作提纲，准备了充足的写作材料，就可以开始写初稿了。

快速完成初稿

初稿必须快速完成，决不能写写停停、停停写写。选择适当的时间和地点，让自己一连工作几小时或几天可免受干扰。把所有准备好的材料收集在一起，随时调用。如果你有演讲或口授的习惯，也可以用口授录音的方式记载下来后，再重放笔录。

初稿要紧紧围绕提纲尽快写完，这样，文章读起来才有一气呵成之感，而不像是由一些不连贯的段落拼凑起来的。这是由科技写作思维的连贯性所决定的。

因为在写作提纲中已经有了主要标题，所以在快写初稿过程中，可以自由地加入次级标题或更次级标题，作为人们的阅读路标。写长篇文章时，尤其需要如此。同时，还应遵守编辑或出版部的几级标题编号的规定，避免成文后又来返工编写标题号。

引言的编写

引言又叫前言、导言、绪言、概述，或者连这些小标题都没有。它是文章的开头、引子，好比是一出长剧的序幕，必须认真写好。

引言的内容包括：进行本研究的理由、目的、背景，前人的工作和现在的知识空白，理论依据和实验基础，预期的结果及其在相关领域的地位、作用和意义。但不能自吹自擂、自我评价。

在说明理由时，涉及到的内容有：希望解决什么问题，有什么作用和意义，并介绍前人有关工作及其存在的问题，本研究有什么特点及涉及的范围等等。

在叙述目的时，应包括实际应用和在学术上的意义。若是人所公知公认、显而易见的效用则可不赘述。

引言中的理论依据和实验基础，如果是沿用已知的理论和原理，只需提及一笔，或注明有关文献出处即可，如果出现了前人没有的概念、术语，引言中应加以定义。

正文的编号

正文是科技文章的主体，创造性主要在这一部分表达出来，即正文的水平决定了整篇文章的水平。

正文的内容，包括本课题研究的方法，观察到的事实，研究的对象及其选择的原因、材料的收集方法及收集的理由、研究的结果等。对于应当分为几个段落，每个段落应用什么样的小标题都没有固定的格式。对科技论文来说，具体内容有以下三个部分：

理论分析

这一部分要对所作的假说及其合理性进行理论论证。对于分析方法，哪些是已知的，哪些是自己改进和创造的，都应加以说明。

实验材料装置和测试方法

这一部分要将实验的原理、实验的方法加以介绍；使用什么样的实验装置，使用的主要仪器、试剂、材料的名称、型号、精度和纯度、生产厂家都要交代清楚。尤其是使用的装置和测试仪器不是标准设备时，更要尽量说清

楚，并对其测试精度做出检验和标定。因为科学探索研究成果必须接收别人的检验，介绍好实验材料、装置和操作方法或工艺流程，目的在于使别人可以重复这一实验。

实验结果的分析比较

对实验结果应做出定性或定量的分析，说明其必然性；从结果中引出必然的和必要的结论或推论，并说明这些结论和推论的适用范围，与理论计算的结果加以比较，检验理论分析部分的正确性。

对于实验结果，应当尽理避免把所有的实验数据都照抄在论文上，应经过整理，绘制成图或表列入文中，同时要交代数据处理方法和误差分析。在整理实验结果时，不能只选取符合自己预料的数据、现象，而随便抛弃那些和自己预料相反的数据、现象。一切与自己预料相反的数据、现象，都必须在找到确凿证据说明其确系错误的之后方可剔除。否则应一一罗列起来，认真对待。因为往往在这些现象背后隐藏着重大发现，这些数据、现象很可能是一些重要的实验结果。这种情况在科学史上是不乏其例的，如海王星、冥王星的发现就是如此。

许多论文在正文部分还应加上“讨论”一段。

“讨论”部分，是作者根据自己的实验结果发挥自己见解的部分。作者要在这里对所进行的探索研究和观察所得到的全部材料，包括文献材料，经过归纳、概括和探讨，阐述事物的内在联系和客观规律，进行理论上的论证。

结尾的编写

文章结尾一般有结论、致谢和参考文献三部分。

结论

结论是理论分析和实验结果的逻辑发展，是整篇论文的结局。读者在决定是否阅读这篇论文之前，除了看摘要之外，就是看结论部分，然后才决定是选读、浏览，还是通读全文。

结论，从内容上说，不是实验结果的简单重复，而是更深一步的认识，是从正文部分的全部材料出发，经过推理、判断、归纳等过程而得到的新的总观点。一般包括以下三个方面：

a. 本文研究结果说明了什么问题，得出了什么规律，解决了什么理论或实际问题；

b. 对前人有关本问题的看法做了哪些检验，哪些与本研究结果一致，哪些不一致，本文做了哪些修改、补充、发展、证实或否定；

c. 指出本文研究的不足之处，或遗留未解决的问题，以及对解决这些问题的可能的关键和今后的研究方向等。

结论的写作，讲究措词严谨，逻辑严密，文字具体。结论的语句，要像法律条文那样，斩钉截铁，只能做一种解释，不模棱两可、含糊其辞，切忌夸大；那些尚不能完全肯定的内容在措词上要留有余地。

致谢

在研究探索过程中，凡对本文提供过重要指导和帮助的人，都应该在文章的结尾处书面致谢，以表示尊重他人的劳动，感谢他们的帮助。若并没有参加具体的研究工作，也没有给研究工作提供方便的人，不可借致谢之言，拉扯上名家，以充门面。

文章中凡是引用前人的文章、数据、材料和论点等，均应按在文中出现的先后顺序标明数码，然后在文章的最后依次列出该参考文献的出处。这

样做的目的，既是尊重前人文献的成果，也是说明自己工作的依据，还有利于读者了解此项研究领域里前人所做的工作。

国家标准局的《科技学术周刊编排规则》中对参考文献著录项目做了统一规定。

修改工作

初稿完成后，应按下列顺序进行检查与修改。

科学性检查

在初稿完成后再回过头来审查初稿的科学性，往往会有新的感受。在未成稿前没有注意或疏漏的一些问题，往往在撰写过程中，因为收集不到合适或有力的论据材料而产生了新的认识，甚至有可能收集到的论据材料，不但不能帮助立论，反而成了驳论的素材。这时就可能导致新的观点、新的知识的产生，使初稿的科学性受到挑战。迫使我们初稿进行大幅度的修改甚至从头推倒重写。尽管这种情况历史上并不多见，但毕竟有时发生。从某种意义上来说，初稿的撰写和检查过程，也是科学探索研究的一种过程。

结构层次检查

初稿内容布局是否完全按写作提纲进行；标题与标题之间是否有衔接不紧的脱节现象；标题后的正文是否有离题或叙述遗漏现象；某些段落是否根据需要应当提前安排或滞后安排到某一合适位置；是否有某级标题需要删除或更换；所有的标题是否已按照第一级、第二级、第三级……清楚的层次排列适当；第一自然段是否围绕一个主题或要旨进行论述；某些自然段是否过长或过短而应适当调整等等。

表格与插图的检查

根据初稿内容和结构，重新检查表格和插图，看是否有一些不必要的或不如起初设想的那样恰当的，如果有的话，应把它们删去。有些表格或插图是否可以简化或合并，以达到更好的效果。

定稿前，应比较所有的表名及注释，检查所有符号是否通篇一致，是否与正确的注释相联系。还应检查表格中所有的缩写是否都有了解释。要确保所有表格里相同物质都用相同的名称表示。不可任意更改同类表格的表名中的各名词的顺序。

定稿前，还应按编辑或出版要求检查所有插图的线条、字母、比例尺、符号、缩写、说明和编号是否合乎要求并进行修改。

青少年的科技写作

科技写作前的准备

青少年学习与科学探索

众所周知，青少年时代是定志向、增知识、长身体的时期，学习是青少年的首要任务。但是，越来越多的人有一种错觉或误解，总认为青少年学习就是经过自己阅读和在课堂上听老师讲解，再做大量的书面练习，最后通过国家规定的考试的这样一个全过程。殊不知这种对学习的认识是非常片面的。

据中国社会科学院语言研究所所编《现代汉语词典》（以下简称词典）中对“学习”一词的解释，是“指从阅读、听讲、研究、实践等活动中获得知识或技能的过程。”因此学习除阅读、听讲、做练习、参加考试外，还应参与研究和实践活动。词典中对“研究”一词的解释，是指“人类探求未知事物的真相、性质和规律的活动”；而词典上对“实践”一词的解释，则是“指人类主观能动地改造自然和社会的全部活动，实践既是人类认识的基础，又是人类用来检验真理的唯一标准”。因此青少年的学习过程，实质上既是对科学知识产生和发展的探究过程，又是运用所学到的科学知识去认识自然和社会，改造自然和社会的研究、实践过程。学习既要解决对科学知识的“是什么”“为什么”的认识问题，又要解决运用所学到的科学知识去“做什么”“怎么做”，即学以致用用的研究、实践问题。这与人类有史以来的科学探索过程是相似的。因此，青少年的学习，不应该仅仅是阅读、听讲、做书面练习、完成考试答卷——那种被人曲解了的狭义形式的学习，而应该是在继承人类知识宝库的财富的同时，还要利用所学的科学知识，模仿前人进行科学探索研究活动，即进行认识自然、利用自然、改造自然、控制自然的科学探索研究的尝试与锻炼。这是一种广义的学习形式。有志于科学探索研究的青少年，应该尽早跳出上述那种狭义学习的圈子，投身到上述那种广义的学习，即科学探索研究的天地里来。

青少年科学探索活动的形式

一切有利于青少年认识、掌握和运用前人进行科学探索研究活动所需的知识、方法和技巧的广义的学习形式，都是青少年科学探索活动的形式。

汲取知识营养，探究知识来源

青少年通过课内外阅读、上课听讲、课外活动及家庭和社会的教育，不断汲取知识宝库中的营养。但不少青少年只关心这些知识“是什么”，而极少注意追问这些知识是怎样来的，即“为什么”的问题。他们汲取知识营养是囫囵吞枣式的机械记忆，没有了解知识是前人通过怎样的探索手段和研究方法而得到的，即没有完全理解知识的内涵，那就更谈不上去运用知识的外延解决某些实际问题了。只有建立在彻底理解基础上的知识记忆，才能记得牢，才能真正成为自己的知识财富，才可能在需要它们的时候，能迅速从大脑这个贮存知识的宝库中通过加工、整理后调出来，解决实际问题。

例如，青少年的航模科技活动中，照样或图纸制作航模时，不但要知道怎么做，还要知道为什么要这样做，其中有哪些科学道理，这些科学道理是怎样被前人探索知道的，还有没有办法使航空模型飞得更高、更快、更远、更久等等，通过这样的学习，青少年获得的知识将更多一些、更广一些、更

深和更有实用价值一些。

重复科学实验，体验探索方法

人类的知识来源于实践，特别是来源于科学实验的实践。因此，青少年在汲取前人探索所获的知识营养、探究前人获得知识的过程中，要特别注意观察重复前人探索研究过程中，具有重大意义的科学实验，这包括课堂上老师的演示实验、学生实验课的学生分组实验和青少年课外设计的验证或探索性实验。青少年们要从中体验前人是怎样设计实验，怎样操作实验，怎样观察实验，怎样做好实验记录，怎样处理实验数据，怎样进行实验分析而得出科学的结论的这样一种进行科学实验探索的全过程。

为了做好实验，在每次实验之前，一定要明确实验在科学探索中的目的，弄懂它的原理，了解所用仪器的性能，搞清楚实验的步骤。实验中要根据前人科学探索的目的去认真观察现象，仔细记录必要的的数据，尽量避免产生操作错误和减小读数误差。实验后要对所得的数据或现象进行科学的分析，得出合理的结论。必要时还要进一步研究那些还不够清楚的问题。

这里实验前的准备工作特别重要。这是因为只有实验前对实验目的和怎样达到这个目的的步骤都清楚了，那么在具体实验操作中，就能自觉地、有目的地把实验做好。反之，如果实验前不做好必要的准备，实验时只是按照别人拟定的实验步骤去操作，观察时不知道把注意力集中到重要现象上，记录数据时不知道这些数据有什么用，还有什么数据需要记录，这样实验虽然做过了，收获却不会大。所以在重复前人的科学实验之前，都要勤于动脑，不可盲从，要做到手脑并用，才能真正体验到前人进行科学实验的探索研究方法。

参加科技活动，学习探索方法

科技活动为青少年在课外开辟了一条获得科技知识信息的新渠道。现在不少学校把过去的课外科技活动部分开成了课内的科技活动选修课，就是因为科技活动可使青少年开阔知识，是课堂学教学的深化和扩展，它能使青少年了解现代科学教学普遍落后于当代科学技术水平的状况，能让青少年的接触面和兴奋点，同世界最新科技成果同步，养成从小关注影响祖国和人类发展的重大科研课题，从而激发青少年的学习热情。通过科技活动也能为青少年学习理论知识提供丰富的感性认识素材，为掌握基本概念、认识客观规律奠定基础，并为青少年巩固、深化和灵活运用知识探索未知问题，提供了新的途径。

在当前科学知识迅猛递增的年代，青少年必须接受科学探索方法的教育，这不单是益智问题，它包括了具体的科学探索研究的方法、态度和世界观等的教育问题。而参加科技活动，特别有利于青少年接受这方面的教育，通过具体的科技活动，引导青少年有目的地去观察、测量和实验，从中学会对事物和现象进行分析、综合的方法和进行科学的抽象、概括和推理的方法。通过生动的探索活动，还会使青少年进一步认识到自然和科学本身不是凝固不变的，而是不断发展变化的，我们必须以实事求是的、科学的探索态度，按科学探索的规律、方法进行探索研究，才能善于发现问题、分析问题和解决问题，最后取得成功。

科技活动还给青少年创造了能够动手动脑的环境，是培养青少年各种能力、形成志向的好途径。科技活动在培养青少年观察、思维、操作、创新等科学探索研究的能力方面较之课堂教学的培养青少年的实验技能、思维能

力、解决实际问题的能力方面，有更广、更高的要求。它从多方面向青少年提供了学习、实践和创造的机会，使青少年有可能根据自己的兴趣和特长，选择适合自己发展的科技活动，而且在这些活动中得到充分的、独立的锻炼，有利于培养青少年的兴趣、爱好和健康的个性特征，学习科学探索研究的方法。

勇于科学质疑，探索科学奥秘

青少年在科学探索研究活动中，不仅要善于学习前人科学探索的方法和技巧，继承前人的科学探索成果，积累科学探索知识，更要学习前人的那种敢于提出科学质疑、敢于批评、敢于创新的精神。继承本身不是目的，继承的目的是为了创新，去其糟粕，取其精华，再加上创新，这就叫做“推陈出新”。

要出新，就得推陈，即要创造出新生事物，必须推倒陈旧的事物，这就要敢于破除迷信，敢于向科学权威的错误提出质疑和挑战。真理的长河永无止境，任何人，总是生活在一定的历史条件之下，因此，他的见解，他的理论，总带有历史的局限性，不可能完满无缺，绝对正确，否则，时代就不会前进，社会就不会发展。哥白尼的“日心说”之所以能战胜并取代统治了一个半世纪的托勒密的“地心说”，就是因为“日心说”更符合客观实际，更接近真理，而哥白尼已发现“地心说”是一种错误的认识，尽管“地心说”得到教廷统治者极力推崇，奉为真理，而“日心说”则受到教廷统治者的百般诋毁，视为异端邪说，甚至凡是赞成或支持“日心说”的人都要惨遭迫害，但是哥白尼、伽利略、布鲁诺、开普勒等许多科学工作者，却敢于坚持真理，敢于向前人的科学错误提出质疑和批判，甚至不惜以生命为代价，坚持创立了“日心说”，捍卫了真理。我们青少年在科学探索活动中，一定要注意学习这种精神，并发扬光大，才能更为有利于探索科学的奥秘。

有的青少年可能会认为：自己正在学习科学探索研究的方法与技巧，况且自己的知识还不很丰富，在这种情况下提出质疑和新观点，特别是批判前人的某些观点，正确的可能性究竟有多大？能被人们理解吗？其实，这种担忧是不必要的。第一，青少年提出的质疑和新观点即使被实践证明是错了，这也是件好事，因为它暴露了我们青少年在知识、方法和技巧的某些方面仍存在不足之处，正好借此机会学习以弥补这些方面的不足，而且还指明了青少年继续努力的方向。第二，历史上的科学成就，不少就是由那些开始时学问不多、被别人瞧不起，但既有远大理想，又有踏踏实地的精神，与生产、科学实践密切联系的青少年，即“无名小辈”做出来的。如著名的帕斯卡定律的发现者法国的帕斯卡，8岁探索到声音由振动产生，12岁独立地证明了三角形三内角之和等于180度；又如火车的发明者、英国人斯蒂芬逊18岁才有机会跟7、8岁的孩子们坐在一起念书，但通过努力，23岁就研制出第一台蒸汽机车，还有法国数学家伽罗华17岁就写出了关于五次方程代数解法的论文提交给法兰西科学院；更有我国著名数学家华罗庚14岁时，语文老师布置他读胡适的《尝试集》，他认为其中的一首序诗在逻辑上有错误，于是根据自己的见解，把批评这首诗的意见写在读书笔记中，交给了老师，胡适是当时很有名气的文人，而华罗庚却是一名初中学生。由于华罗庚刻苦自学和敢于质疑，他进步很快，20岁在《科学》杂志上发表了他的第一篇论文《苏家驹之代数的五次方程解决不能成立之理由》，向当时的数学权威苏家驹的错误观点提出了挑战，文中精辟的见解引起了当时清华大理学院院长熊庆

来教授的好评和赏识。由此可见，科学上的质疑不仅需要真知灼见，而且还需要勇气，这是优秀人才的宝贵品质，必须从小开始锻炼与有意识的培养。

湖北省武汉市张家湾小学年仅 12 岁的沈威同学，参加天文观测活动仅 3 年，由于科学的观测，发现已使用 200 多年的天文学家梅西叶所编的《星云星团表》有些方面不大科学，使用也很不方便，需要订正和补充，于是为此大胆地向南京紫金山天文台提出了质疑，在专家的指导下，终于写出了《全天亮于九等的类慧天体表》的科学小论文，在第七届全国青少年发明创造比赛和科学讨论会上一举夺得科学小论文金奖。中科院测地所研究员、前中国天文学家常务理事韩天楚同志对这篇论文给予了很高的评价。他写道：“我看了张家湾小学沈威同学在老师的辅导下写成的《全天亮于九等的类慧天体表》，写得很好，在前人的基础上，做了不少订正和补充，工作是有意义的、有价值的，很适合于天文爱好者们参考和应用。作为小学的天文爱好者能写出这么有份量的文章实是难得，可向全国天文爱好者推荐。”这足以说明，现代青少年在科学探索活动过程中，完全有能力，也完全应该大胆地提出科学质疑，批判旧的事物，创造出新的事物来。

科技写作

什么叫青少年科技写作

青少年科技写作从广义上来说与成年人的科技写作相同，即以自己或前人的科学探索成果为依据，所撰写的介绍、应用和宣传科学探索研究成果的文学作品。诸如科学论文、科技报告、科技情报、科技新闻、科学广播、科技应用文和科普创作等文学作品。

从国家教委、中国科协、团中央等部门，已联合举办了7届的每两年一届的全国青少年科学讨论会所征集的青少年科技写作作品中可以看出，青少年科技写作从狭义上来说是指青少年亲自参与某项科学探索研究活动后，为了向有关业务主管部门或相关的人报告这项科学探索研究过程、进展及取得的探索研究成果，常常把观察、调查、考察、实验、科研等探索研究活动的整个工作过程、方法、观测、实验结果及其细节，包括重复前人的工作和取得的新的成就整理出来，以文字为载体，写成一定格式文章的写作过程。这样写成的文章叫青少年科学小论文，即狭义的青少年科技写作。

本章仅讨论青少年科学小论文的写作。

青少年撰写科学小论文的意义

青少年在老师的指导下，有选择、有目的地参加各类科学探索活动一段时间后，联系所学的书本知识，对一些具体问题进行研究，有的会得到印证，有的也会产生一些新的质疑，通过进一步的学习、实践和研究，可以提出解决一些问题的对策或改造、改进方案，甚至可能提出新的认识和新的观点，这就有必要像成年人那样对科学探索研究活动实践和研究成果进行总结和记录，写成科学小论文予以发表交流。这是因为任何一项科研成果只有写成学术报告或学术论文，并予以发表和交流，才算完成了研究工作全过程中最后的必不可少的工序。倘若有了科研成果，不发表，不推广，束之高阁，等于没有成果。可见，科学论文是科技成果的重要标志之一。一个科技工作者所发表的科学论文的数量和质量，是他创造性劳动的效率和成果得到公认的指标。

我们还应该懂得，青少年在撰写科学小论文过程中，还可以对自己所探索研究的课题做出更加深入的探讨，以弥补原先的不足之处，或引起新的联想、新的思索，产生新的认识，从而使探索研究工作上升到新的阶段，有时还会在写作中爆发出极为宝贵的思想火花，甚至可以找到具有重大价值的新的发现或发明研究课题。因此，撰写科学小论文不仅仅是将自己的科学探索活动成果用文字及科学术语等书面符号表述出来，其本身也是科学探索研究的思维过程，是科学探索研究活动的一个组成部分。

我们更应该感受到时代的紧迫感。如恩格斯说：“在最普通的情况下，科学也是按几何级数发展的。”本世纪中期以来，科学技术发展突飞猛进，科技成果日新月异，科学技术的新发现、新发明比过去两千年的总和还要多。曾有人统计，全世界每年新发表的科学报告超过20万件，论文超过20万件，专利文献超过100万件，总的科技情报量超过500万件，数目相当惊人，并且还在迅速增加。同时，青少年是祖国的未来，是民族振兴的希望。现在的中小学生，是21世纪的主人，承担着使我国经济达到世界中等发达水平，人民生活比较富裕，基本实现科学技术现代化的重担。21世纪的科学巨人撰写的大论文，必定出自现在中、小学学习的青少年之手。高度发展的现代科学

技术向我们提出的挑战，实际上是对人才的挑战，是对劳动者素质的挑战。从小培养科学态度和精神，提高科学素质，是时代的需要，祖国的需要，民族生存和发展的需要。

综上所述，我们青少年应该明确，将平时科学探索研究活动成果撰写成小论文予以发表或交流，不仅可以使青少年从中体会到科学是老老实实的学问，需要付出艰辛的劳动，而且还是青少年科学探索研究活动成果的最终、最佳表达形式，是培养科学态度，提高科学素质的有力手段。茅以升同志说：“小发明孕育着大发明，小论文是大论文的序言。”没有今天的小发明和小论文，就没有 21 世纪的大发明和大论文。每一位愿意有所作为、有所贡献的青少年，除了要刻苦钻研科学理论知识，积极参加科学探索活动，力求有所突破之外，还一定要努力学习提笔成文进行科技写作、撰写科学小论文的基本方法和技巧。

青少年撰写科学小论文的要求

对青少年撰写的科学小论文，有关部门有一定的要求。这些要求是小论文应具有真实性、创造性、实践性、科学性和通俗性。否则撰写的小论文不但没有意义，甚至还可能有碍于他们的健康成长。

真实性

所谓真实性，一是科学小论文必须是青少年自己撰写的，严禁弄虚作假，由他人代写。老师可以指导，但不得越俎代庖。小论文写作时允许参考有关文献资料，但引用文字必须注明出处。二是在进行阐述时，要使用准确、科学的概念体系，不得出现随意夸张、渲染、移花接木、上升到政治经验、贬低别人、抬高自己等等不真实的情况。

创造性

科学小论文不同于教科书、文选，不宜作全面的历史回顾，但必须有创造性。即小论文的选材、立意以及提出的观点要有新意、有创见。如在实验上采取一种新的方法，或有科学根据地提出一种新的观点，或将其他学科的研究成果创造性地运用到自己正在进行的科学探索研究项目中来，甚至有所发现、有所发明，有利于人类社会的文明与进步。

实践性

所谓实践性，就是科学小论文必须是青少年通过亲自参加科学探索活动的各种实验、观察、观摩、制作、研究等活动写出的，内容必须具体，有实践数据，有实际意义，不能像写科幻故事那样撰写科学小论文。从科学小论文中应能体现出青少年作者付出劳动的质和量以及付诸实践的痕迹。忌讳带框框找材料，先入为主。一切从实际出发，对客观事物进行周密的调查，从中引出结论。

科学性

所谓科学性，就是科技小论文的立意要明确，论据要充分，文字要简洁准确，逻辑性强，并符合今天公知公认的科学道理，或经得起多次重复实验的考验而确立的新的观点或认识。具体说来，科学小论文应遵循人类进行科学探索研究活动的规律，即要求作者准确地反映客观事物，揭示其规律。必须用辩证唯物主义观察、分析问题，得出科学的结论。

通俗性

科学小论文必须浅显易懂、深入浅出，叙述系统、全面，首尾一贯，不仅专家们看得懂，而且只要具有一定文化知识的人都能看得懂。语言、文字

要大众化，建议青少年作者在撰写自己的科学小论文之前，把毛泽东同志所著的《实践论》和《矛盾论》认真地阅读一下，这两篇文章确实是语言流畅、文句通俗的典范。

科学小论文的类型和结构形式

按照青少年科学探索活动的特点和形式来看，青少年科学小论文的类型一般有观察报告、考察报告、实验报告和学术性专题论文等类型。它们的结构形式分述如下：

观察报告

青少年为了科学探索活动研究的需要，对某一与科学探索知识有关的自然现象进行有计划、有目的的观察，直接认识客观事物和搜集第一手材料，并通过分析和综合，得出客观事物的运行规律而写出的书面报告，叫观察报告。

观察是在事物的自然条件下为一定任务而进行有计划的知觉过程。但不限于知觉，常同积极的思维相结合。善于全面、深入、正确地认识事物特点的能力叫观察力。要写出高质量的观察报告，必须进行有效的观察活动，而有效的观察活动，除需要正确的观点作为指导外，还需要明确而具体的观察目的、关于所观察对象的一定的预备知识、对客观事物的分析和综合能力以及记录和整理材料具体办法等。观察报告的格式一般分前言、正文和结尾三部分。

a. 前言

前言是文章的开头部分。主要写出观察目的计划，其次是写明观察的时间、地点、对象、范围、经过和可能取得的第一手技术资料的测定及记录方式等。

b. 正文

正文是文章的核心部分。第一部分首先要对观察得到的各种第一手资料进行叙述，然后分类进行归纳、整理。有些情况和数据尽可能采用表格方式表示，这样可以减少文字叙述的繁琐，使人一目了然。同时，通过图表的显示，有时还会发现新的问题。最后再将归纳、整理的情况进行分析和综合，得到全面、深入、正确的客观事物的运行规律。

c. 结尾

结尾为观察报告的结束语。常以理论高度对被观察的客观事物运动的规律做出总结，并与传统的理论做比较，是否印证或有弥补、创新之处。

调查报告

青少年为了科学探索活动研究的需要，对某一与科学探索活动有关的自然现状进行调查，把调查所得的全部材料经过科学的分析与整理，将结果写成书面报告叫调查报告。它最大的特点就是以充分、准确的事实为基础来说明问题。通过对调查研究得来的大量的事实材料，进行认真的分析、综合，揭示出事物的本质，从而获得正确认识，达到解决问题的目的。在叙述情况时，要尽可能反映事物的全貌，注意克服片面性和绝对化。调查报告有很强的时效性，因此进行调查后得出来的结论，必须在一定的时间内报告出来。

撰写调查报告没有固定的项目和格式，但一般也可分前言、正文、结尾三部分。

a. 前言

前言为调查报告的概念部分。把调查的一些情况作简要的说明，如调查

的目的、时间、地点、对象、范围、经过、方式、方法、结果等，以利于正文的展开，便于读者了解整个调查报告的内容。

b. 正文

正文为调查报告的核心部分。为了把问题说清楚，可以根据具体内容的性质和特点，分成几个小部分，每个部分加一个小标题。正文安排材料的方法一般有以下几种：

根据调查的顺序来安排组织。这种方法容易掌握，脉络分明，缺点是容易记成流水帐。因此，选择材料必须严格，不能有闻必录、有事即记。

按事物发展的阶段安排内容。这种方法，可以形成事物前后情况的对比，从对比中体现出调查报告所要阐明的规律。

把两种不同的事物加以对比，从对比中使人们认识不同的客观情况。不同的做法，如对不同的自然状况、图景、发展趋势等的对比，会产生不同的结果。结构安排上的对比，是为了引起读者思想上的对比，使读者在对比中肯定所是，否定所非。

根据内容上的特点，把主体分成几个部分，逐个地进行报告，这种结构最为常见。客观事物是复杂的，要把它说清楚常常需要从各个侧面或从不同的角度去写，这样便于全面透彻地回答问题。这种安排应特别注意各部分之间的逻辑关系和内在联系，各部分之间要有合理顺序和自然的承接，要围绕中心，突出重点。

c. 结尾

结尾为调查报告的结束语。它主要对调查的事物做出结论和建议。它常从理论的高度，从本质上对调查对象或课题提出总的看法。必要时，根据调查的情况和结论，对有关工作提出意见和建议。

考察报告

青少年为了科学探索活动研究的需要，对某一与科学探索活动有关的自然现状进行实地考察，如对某河流域实地考察，有针对性地收集材料，经研究整理后，写成不同内容的文章，叫考察报告。

“考”有思考、考证之意，“察”为勘查、察看，故“考察”就是调查勘察、思考观察的行为。

考察报告与调查报告有些接近，但又有明显的区别。它们都有很强的针对性。调查报告偏重于解决某一实际问题，而考察报告除了要解决某一实际问题外，还侧重于对事物的了解和认识；调查报告着重于对事物矛盾的分析 and 过程的了解，而考察报告则着重于事物的探索和规律的认识；调查报告通常只对一个问题、一个事件进行调查研究，而考察报告多从事物的整体出发研究事物的全貌；调查报告是通过对调查得来的大量事实材料，进行认真的分析和综合，揭示出事物的本质，从而获得正确的认识，达到解决某一具体问题的目的，而考察报告则是通过实地考察得到的具体自然现状的各种数据资料，有时还跟历史资料相比较，得出该事物的自然状况变迁及发展趋势的正确认识，达到揭示该事物的发展规律，为人类造福的目的。考察报告较调查报告具有更强的借鉴性和通用价值。

考察报告和调查报告的格式虽然都比较灵活，但由于目的要求不同，两者都有自成系统的表达形式。考察报告一般也包括前言、正言、结尾三个部分。

a. 前言

前言为考察报告的开头部分。最主要的是写出考察的目的和任务，其次是写明时间、地点、对象、范围、经过、方法及必须取得的资料数据和采集的标本等，有时也穿插背景。

b. 正文

正文是考察报告的核心部分。这一部分要对实地考察得到的各种技术资料 and 标本技术指标进行叙述。标本上要贴上标签，注明收集地点、时间、收集人姓名等，以便查找。然后进行论证。论证时按考察路线顺序和时间先后叙述，有时还要绘图说明情况，包括路线图、分布图等；有时还要将实地考察所得的各种技术资料与历史资料相比较，分析判断自然状况变迁的原因及可能的发展趋势，最后通过推理得出被考察事物的客观发展规律。

c. 结尾

结尾是考察报告的结束语。应列出考察所得的全部结论，并对结论的意义做出评价。常见的有总结经验教训，对具体问题的意见和建议及推广价值等。

实验报告

青少年为了科学探索活动的需要，对某一与科学探索活动有关的问题，设计并进行实验，通过观察、测试，把实验的过程和结果记录下来，写成的书面报告叫实验报告。

实验报告是一种说明性文体。它以说明为主要表达方式，常常是对事物的概念、性质、结构、发展变化过程及其规律的解说。除了用文字进行说明外，还可用图表辅助说明，同时把装置、器材等展现在读者面前。所设的项目一般有：实验名称、实验目的、实验原理、实验器材和装置、实验内容、实验步骤、实验结果、实验结论等。其项目按一定格式印置成实验报告表，较复杂的实验报告，诸如有所发现或新的见解等，青少年应在老师的指导下写成实验报告论文后迅速发表或交流。

撰写实验报告时，要明确以下几点：

实验名称、实验目的拟定

a. 实验名称的拟定，要力求明确、简洁、醒目，集中反映实验内容。实验目的的拟定则要求抓住最主要的几点，不要面面俱到。

b. 实验器材的准备

实验器材准备齐全后，应分类登记其名称、数量、规格，仔细检查核实，力求做到不遗漏任何有关物品。实验装置应画图表示，附以文字注解。

c. 如实记录实验过程

实验过程中应仔细观察实验现象，如实记录实验过程中事物的发展变化结果，不要遗漏任何一个项目和数据。

d. 客观分析实验结果

分析实验结果要尽量克服主观片面性，不得带任何条条框框的限制，一就是一，二就是二，分析得到的实验结果要尽可能客观、全面，推断得到的结论要尽可能准确无误。

e. 通俗的文字叙述

在实验报告的写作过程中，文字要简洁、明了、准确、具体。首要是必须采用专业书面语言来说明问题，常常使用符号来代替文字概念，用公式、方程来表明事物的内部联系和变化规律，避免使用口语，以免造成含混或引起误解。其次是按照实验的客观实际，选择最恰当的词句，不要用比喻、夸

张等修辞方法。特别是辅助用的图解或抽象的符号，要形象清楚，不仅可以使读者清楚地了解实验装置的构成与工作原理，而且也可帮助读者了解全过程和实验结果，使读者可以根据你的实验报告重复你所做的实验，并能得到与你相同的实验结果。

学术性专题论文

学术性专题论文是指青少年在科学探索活动中受到启发，发现问题引起思考，并在进一步的科学探索研究过程中，通过实验、观察、计算，运用概括、判断、推理、证明或反驳等逻辑思维手段来分析、表达科学探索活动中的某一领域科学研究和技术研究中的各种问题、成果，概括出带规律性结论的文章。

学术性专题论文的结构形式没有统一规定，一般可分为标题、作者姓名及所在学校名称、摘要、引言、正文、结果或结论、致谢、参考文献几部分。但可以不具备所有的各项，而根据论文所需要表达的内容，选择所需要的项目。

a. 标题

学术性专题论文的标题十分重要，它应是论文精髓的集中表现。既能准确地表达论文的中心内容，又能恰如其分地反映研究范围和达到的深度。拟写论文题目，要求确切与简洁。所谓确切，就是文章的标题必须确切地说明文章的内容，不是离题或扣题不紧，更忌讳用华而不实、夸大的字眼。所谓简洁，是指标题要精炼，既能概括全面，又能突出主题，做到言简意赅。如果一个标题不能完全概括论文的内容，则可考虑增设副标题。

b. 作者及所在学校名称

凡是参与选定研究课题和制定研究方案，直接参加全部或主要研究工作，做出了主要贡献，并了解论文的全部内容，能对全部内容负责解答的人员，才可署名为作者，其余有关人员或列为参加工作人员，或逐个致谢。

署写论文作者所在学校名称，是为了方便读者同作者的联系。

c. 摘要

论文摘要的作用是为了让读者尽快地了解论文的主要内容和结果，以补充标题的不足。通常的论文摘要，一般要求以 300 ~ 400 字为宜，它是将学术性专题论文内容高度浓缩而不加注释和评论的短文，但包含着与论文有同等数量的主要信息，具有独立性，供读者阅后确定有无必要阅读全文，也可以供二次文献编辑时作为参考。

d. 前言

又叫引言、导言、绪言、概述，或者连这些小标题也没有。它是论文的开头、引子，必须认真写好。

前言的内容包括：进行本课题探索研究的理由、目的、背景，前人的工作和现在的知识空白，理论依据和实验基础，预期的结果及其在相关领域里的地位、作用和意义，但不能自吹自擂，自我评价或标榜。

在说明理由时，涉及到的内容有：希望解决什么问题？有什么作用和意义？介绍前人的工作及其存在的问题，现在的知识空白，本研究有什么特点及涉及的范围等。

在叙述目的时，应包括实际应用和在学术上的意义。但是，若是人所共知、显而易见的效用、意义则不必赘述。前言中的理论依据和实验基础，如果是沿用已知的理论和原理，只需提及一笔，或注明有关文献出处即可。如

果论文中出现了前人没有用过的概念、术语，应在前言中加以定义。

e. 正文

正文是论文的主体，它反映了论文所建立的学术理论、采用的技术路线和探索研究方法所达到的水平。由于课题性质、探索研究方法、实验技术和进程、实验结果的表达方式以及逻辑思维等不同，论文的正文部分的编写格式必然不同，不可能千篇一律，千人一面。其具体内容，可以有以下三个部分：

理论分析。该部分要对所作的假定及其合理性进行理论论证，对于分析方法，哪些是已知的？哪些是自己改进或创造的？对于计算方法，哪些是已知的？哪些是自己改进或创造的？都应加以说明。

测试手段和测试方法。学术性专题的量化研究，必须要进行测量。一定要将测量原理、所用材料、测试手段和测量方法加以介绍，而且要说明具体的材料、测试条件和环境。所取得的数据，要做适当处理，应尽量避免把所有的实验数据都抄在论文上。图和表是表达实验数据和观察结果乃至科学思想的方式。如果精心设计，准确绘制，可以使论文达到科学、文学和美学相结合，相得益彰的佳境。

实验结果的分析比较。实验结果的分析比较是论文的关键。对实验结果应做出定性或定量的分析，说明其必然性，从结果中引出必要的结论或推论，并说明这些结论或推论的适用范围，与理论计算的结果相比较，检验理论部分的正确性。

此外，在正文撰写中有几点值得注意。作为科学探索研究事业的继承者和接班人，应有一定的道德修养和思想觉悟。因此，一不能只考虑个人得失，隐瞒或歪曲自己的信念，要敢于坚持真理，向传统不良习惯挑战；二不要自鸣得意、目中无人，动辄用轻率的态度和非科学的言辞对待前人，抬高自己；三不要在学术上搞“假、大、空、套”，态度要严谨，一就是一，二就是二，尤其对有利于自己的学术观点，仍应坚持以理服人。

f. 结论

结论是理论分析和实验结果的逻辑发展，是整篇论文的归宿。结论不是科学探索研究成果的罗列，而是在理论分析、实验结果的基础上，经过分析、推理、判断、归纳的过程而形成的总观点。它是整个科学探索研究过程的结晶，是全篇论文的精髓。结论必须完整、准确、鲜明，切忌模棱两可和夸张修饰。结论部分后面还可把与本课题有关的问题或者本课题还有待解决的问题提出来讨论，供读者参考。

g. 致谢

对在科学探索研究工作或撰写论文过程中给予过帮助的组织或个人，应在论文结尾处书面致谢，以表示尊敬他人的劳动，感谢他们的帮助。致谢可以写的具体些，在什么阶段、什么问题以及帮助的性质。致谢要符合实际，用词要恰如其分。

h. 参考文献

在科学探索研究中，绝大多数探索研究成果都是在前人的工作的基础上继续和发展的。学术性论文列出参考文献，可反映出作者对本课题研究的深度和广度，还便于读者据此进行追踪，查阅原文，进行深入广泛的探讨。

引用参考文献，应在博览前人著作的基础上，精选出为数不多的、最新近的、最重要的，亲自阅读并在论文中直接引用的文献，列出参考文献表。

切忌罗列教科书中公知公用的陈旧史料。这样既可以看出作者掌握基础知识和跟踪发展动向的态度，也可以避免孤陋寡闻和抄袭剽窃之嫌。

科学探索研究活动后撰写的学术性论文中，引用参考文献的标准方法一般采用顺序标注法。即当文章中引用其他作者观点或研究成果时，可在其有关内容的右上角标上文献标号，标号外加方括号，依文中出现的先后顺序编号。在著录参考文献的书目时，按这个序号顺序排列。假如直接引用文献充当整个句子的成分时，文献号（加方括号）居中大写。

参考文献的著录方法一般应按国家标准的 GB7714—87 的规定。内容包括为：著者/题目/出版事项等。

青少年科技写作基本过程

选题

a. 选题的重要性

青少年科技写作的选题来自青少年科学探索研究，而任何科学探索研究必须首先在自己确定的主攻方向和专业目标范围内发现和确定课题，然后才能制订科学探索研究计划，开展探索研究。课题出自何处和如何选定，是一个十分重要的问题。我们应当知道，选题的正确与否直接影响到科学探索研究工作的成败，决不可掉以轻心。同时，从自己参加的科学探索研究活动中发现、提出和形成一个有科学意义的课题，本身就是一个了不起的探索研究成果。正如爱因斯坦所说：“提出一个问题往往比解决一个问题更重要，因为解决问题也许仅是一个数学上的或实验上的技能而已，而提出新的问题，新的可能性，从新的角度去看旧的问题，却需要创造性的想象力，而且标志着科学的真正进步。”这就要求选题者必须具备在某一方面较为广博的知识、敏锐的洞察力、丰富的联想力和正确的思路。从前几届全国获奖的青少年科学小论文来看，不少小论文知识的广度和深度都大大超过了教学大纲的规定。这些知识都不是在教科书上或课内学到的，而是在平时的课外科学探索研究的活动中，由于科学探索研究的需要，经过不断学习，不断摸索得到的。

b. 选题的基本要求

所选课题必须具有科学根据，有研究价值和现实可行性。

在选课题时，要量力而行，不能脱离本身实际，要根据自己的知识水平和实际能力，不能好高骛远。还要考虑自己是否具备观察、测试、实验的能力和条件。没有经过实践，没有可靠的材料和依据，是不可能写出有科学价值的小论文的。

选题宜小不宜大，论文价值与题目的大小没有多大关系，小题目可写出大文章来。初学者最好是一题一议。题目大了费时费力，不容易说清楚，往往写不下去。题目缩小，论据材料容易收集，也降低了论文的写作难度。

选题要具有实效性，要选能直接对科学技术的发展、经济建设或人民的生产、生活、学习有意义的题目，或能给人们以启迪思考作用的题目。

选题要注意新颖性，要有创造性。要选那些常被大人们忽视而又有重要意义的事物来进行探索研究，这样才能写出与众不同的、有独到见解和实用价值的较高水平的小论文来。

c. 课题的基本来源

科学探索研究活动的实践。实践是认识的源泉和动力，作为人类认识活动的科学探索研究一刻也离不开实践。从前几届全国获奖的青少年科学小论文来看，大多数来源于平时青少年参加的科学探索研究活动实践，这是青少

年科技写作课题的基本来源。

例如，全国第一届青少年科学小论文比赛二等奖获得者、西安市西北工大附中高二学生钱翔长期坚持电子技术科学活动，在这篇论文获奖前就制作了40多件电子科技作品，并在《陕西少年》杂志上发表过一篇小论文。正因为他坚持参加手脑并用的科学探索研究活动，获得了不少课堂上学不到的科技知识，所以，观察能力、联想能力大大提高。在一次偶然的科学探索活动中，他在观察收录机的工作情况时产生了声与光的联想，于是他开始做电声与电光的实验，验证联想，最后，从光能随声音的变化而变化，反过来声音也应随光的变化而变化，运用逆向思维方式，确定了论文题目，继而深入研究探索，终于取得成功。又如全国第二届青少年科学小论文比赛三等奖获得者、长春光机所子弟中学初一学生姚斌，坚持模型赛车制作科技活动历时4年，获奖前曾获《我们爱科学》杂志举办的全国中小学生电动机车辆模型通讯赛小学组的优胜奖，尽管他撰写的《怎样提高赛车的速度》的科学小论文参加全国第一届青少年科学小论文比赛没有入选，但他并不气馁，继续坚持实验，潜心钻研，另辟新路。根据探索活动实践，他又选定了《圆周竞速赛车模型设计》的论题，终于研制成功。

还有第四届全国青少年科学小论文比赛一等奖获得者、上海市八中宁晴磊、陈宏同学写的《复眼式聚光器的研制》科学小论文；第五届全国青少年科学小论文比赛一等奖获得者，内蒙古包头市铁路第八中学李铁同学撰写的《以谐振现象论响沙的成因》科学小论文，都是在参加了大量的科学探索活动，获得了丰富的某一方面的课外知识，在提高了观察和联想能力的基础上，才正确地根据实际情况选定了具有科学根据、有研究价值和现实可行性的论题的。

总之，青少年只有多参加科学探索活动，实践、认识、再实践、再认识，才能使自己的认识一步一步地由低级向高级发展，使自己的知识更广博，观察能力更敏锐，联想能力更丰富，思路更正确，论题的选择更具科学性、可行性、实用性、新颖性、创造性和正确性。

文献调查。青少年要在坚持参加大量的科学探索活动的基础上，根据需要，进行文献调查，也可以通过文献调查选题。

任何创造性思维都不是凭空臆想，它来自坚实的基础；任何新成就的取得，都不是从天而降的恩赐，它来自对前人成果的继承和发展。因此，对文献的调查特别重要。通过调查可以了解自己所要进行探索的领域的历史、现状以及发展趋势，即了解前人在这些方面做了一些什么工作，取得了什么成果，还存在一什么问题，还有什么科学探索研究的思想和方法可供借鉴，以作为发现和提出课题和最后确定课题的依据。从文献调查中还可以了解在这一领域内存在什么争论的问题，解决这些争议的问题是时代的要求，所以如果自己对其中某一问题做过比较深入的探索研究，而且有一定的心得，并具备一定的继续研究的条件，就可将这一问题选为自己将要研究的课题。

总之，我们应该懂得，通过文献调查，是要站在前人肩膀上远望，而不盯住他们的“脚底”，要有勇气研究前人刚刚开始接近而还没有解决，甚至还没有提出的问题。这是通过文献调查选题的一个重要思想。

例如，第三届全国青少年科学小论文比赛二等奖获得者，山东省综合技术中学韩再敏同学，在胡翠沛老师指导下，先学习有关汽车电器理论，又通过文献调查，对比了我国近期大厂家生产的几种晶体管调节器的技术文献资

料，觉得有改进的必要。进而再通过文献调查，对国际上五国七大公司集成电路晶体管调节器的等效电路技术文献资料作了深入细致的分析工作，终于决定选用西德波许公司的 ED₂₈V₃ 型晶体管调节器为主体，吸收国内外同类产品电路的精华，确定了《农职中 1 号通用晶体管调节器的试制》的研究课题，获得成功。本届竞赛委员会评委赵锡禄同志对此给予了很高的评价，他说：“……文中反映的设计思想和设计方法都是合理的。在确定选题之前，作者通过分析国内外的有关文献资料，了解了同类产品中存在的问题，明确了设计中要解决的问题，设计思想是清晰的。”又说：“特别值得称道的是，作者有较强的汲取信息的能力，能够有针对性地在国内外汲取信息，搜集文献资料，从而使自己的选题建立在比较科学、实际的基础上。这对于一位 18 岁的青年学生来说，十分可贵。”

专家咨询。在指导学生进行文献调查以确定科学探索研究课题的同时，还可以向有关的科学家和专家请教。他们经验丰富，知识渊博，熟悉本门科学的现状和前沿，他们知道自己研究的领域内亟待解决的问题。向他们咨询，可以获得很多启迪，找到自己可以研究的或想要研究的课题。

例如，第四届全国青少年科学小论文比赛一等奖获得者，北京市 101 中学学生颜华、崔锐，在北京天文台沙河观测站进行一个多月的学习与观测活动后，产生了“是什么物理量引起了太阳 10cm 射电流量的变化”的想法，通过文献调查得到无人研究，进而向北京天文台、紫金山天文台、云南天文台有关专家咨询，证实了这一课题中的许多问题至今仍是天文学界悬而未决的问题，了解到其中有些问题是天文学界正在研究的课题，终于大胆地选定了这一课题为主攻方向。经过进一步的努力，撰写出了《太阳 10cm 射电与大黑子的相关性》这一具有较高学术水平的科学论文。这是至今为数不多的青少年有学术研究方面的科学论文。

观察中的机遇。在科学史上，不少例子都可说明机遇在科研选题中的巨大作用，机遇可以成为发展科学理论的先导。例如，伦琴在研究阴极射线时，意外地发现阴极射线管 1 米外的亚铂氰化钡荧光屏上出现了绿色的闪光，这是阴极射线所不能达到的，因为阴极射线不可能穿越几厘米的空气。它抓住了这一奇特的现象作为研究课题进行研究，从而发现了 x 射线，敲开了原子世界的大门，为微观物理学理论的逐步形成做出了杰出的贡献。另一方面，机遇可以为科学发现和技术发明提供课题。如电磁学的建立和电流磁效应的运用，正是 1819 年丹麦物理学家奥斯特在实验中意外发现通电导体引起磁针指向的变化，人们才开始对电磁学进行研究的。许多生动的实例告诉我们，要很好地捕捉机遇，必须具备敏锐的观察能力。正如法拉弟所说的那样：“没有观察，就没有科学，科学的发明诞生于仔细的观察之中。”敏锐的观察对遇到的意外现象格外重视，聪明的人往往能够在别人不注意的地方发现新现象、新事实，通过偶然出现的现象去查明背后隐藏着的起支配作用的规律和事物的本质，形成自己的研究探索课题。例如，1932 年，居里夫人的女婿和女儿约里奥·居里夫妇发现由钋放出的 x 射线轰击铍 (Be) 产生一种当时被认为可能是 r 射线的未知射线，用这种射线去轰击含有大量原子的石蜡，竟能从石蜡中打出质子，但从来没有发现 r 射线具有这样的性质，他俩想不出这种射线是什么，而没有抓住这一极好的机遇去进行探索研究，一项划时代的发现就因为一时的疏忽而从他俩的手中溜走了。然而同年英国物理学家查德威克也获得这一机遇，仔细进行了探索研究，发现了中子，因而获诺贝尔

奖。事后，约里奥·居里夫妇总结教训，注意捕捉机遇，于1934年对用 α 粒子轰击铝、硼时产生的未知物质进行了仔细的研究，首次产生了人工放射性物质。由于这一重大发现，二人于1935年也获得诺贝尔奖。当然，我们应该注意新的、意外的、反常的具有机遇因素的现象，但它们本身还不是研究课题，只有分析了这种现象，并从中确定了要研究什么内容后，才能成为研究课题，这是一个复杂的思维过程。因为对同一机遇现象可以形成不同的研究课题，这是由研究的目的、内容和研究者所站的角度不同所决定的。

青少年在科技写作中，利用观察中的机遇来确定论题的不乏其人。如第三届全国青少年小论文比赛二等奖获得者，江苏无锡市第四中学俞岚（女）同学，在一次自己设计并进行的热学实验中，得到的实验结论与课本上的完全相反。她抓住了这次机遇，确定了《关于热传递的一次探索》的论题，这篇小论文获奖后，受到本届竞赛委员会评委主任、中国青少年科技辅导员协会理事长王寿仁同志的高度赞扬。

观察中的灵感。观察中的灵感、观察中的机遇尽管都具有一定偶然性，但概念却完全不相同。

观察中的机遇是指在物质运动过程中，符合某些苛刻的、不常见的特定条件才发生的现象。如伦琴发现 x 射线的机遇，奥斯特发现电流磁效应的机遇，在当时来说，确实是在比较苛刻的、不常见的几个特定条件下才发生的现象，若缺少亚铂氰化钡荧光屏和磁针这个特定条件，奇迹也就不会出现。当然，从约里奥·居里夫妇的失误和查德威克抓住机遇发现中子的成功中，我们可以看到，即使都在较苛刻的、不常见的特殊条件下获得了机遇，若没有引起足够的注意，及时把握机遇，也不会成功。而观察中的灵感是指在常见的、容易重复发生的自然现象中，由于观察者的思想高度集中，具有一定的指向性的瞬间创造性的联想意识，通常又叫“一闪念”。如牛顿看到树上的苹果自动落地这一人间司空见惯的现象，由于他始终思考他的天体动力学研究课题而突然产生的创造性的联想灵感——由树上的苹果自动落地而瞬间联想到苹果离开树后为什么不向相反的方向运动的问题，经常深入探索研究后，发现了万有引力定律。可见，灵感是指在丰富的实践和反复酝酿思考的基础上，由于有关常见事物的诱发，偶然产生的具有一定指向性的、创造性的瞬间联想。这也是青少年科技写作课题的来源之一。

由于观察者的文化素养、知识结构和职业性质的不同，即使受同一常见事物的诱发，产生的灵感也会完全不同。例如，受壶中沸水蒸汽冲动壶盖现象的启发，有人产生了可利用蒸汽冲动壶盖顶部的汽笛发声，发明“水开报讯器”的灵感，而瓦特受同一现象的启发，产生的却是动力学的创造联想灵感，从而改进了蒸汽机，推动了第一次工业革命。又如，传说古代木工大师鲁班上山时被茅草割破了手指，通过观察，发现茅草上有“齿”，受到启发，闪现了创造性的灵感而发明了锯；而李时珍受这同一现象的启发，闪现的创造性的灵感而发明了一种能迅速止血的草药配方。也说明了这一道理。

观察过程中受到启发而闪现灵感，不但具有偶然性，而且产生的机会很少。但我们可以努力创造条件，促进观察中灵感的产生。这些条件是：要有创造愿望，深入探索研究与创造有关的问题，时刻想到与创造愿望有关的问题，多翻阅有关文献资料，常与别人讨论有关问题和扩大生活接触面，丰富自己的知识面，观察事物时要情绪饱满、精力充沛、精神状态良好等。当你探索研究达到着迷的时候，最容易在观察过程中受到启发而闪现灵感。

青少年在科技写作中，利用观察中闪现的灵感确定论题的例子也不少。如第三届全国青少年科学小论文比赛二等奖获得者、陕西省镇安县中学黄祥军同学，就是在一次观察人们司空见惯的绳系大、小石头连接体下落运动中，发现无论上面是大石头还是小石头，上面的石头总是赶上下面的石头这一现象受到诱发，而闪现灵感，才确定了《连接体下落运动的观察》这一研究探索课题的。本届竞赛评委赵锡禄同志对此评述说：“一次偶然的发现，引起作者注意，作者具有敏锐的观察能力。作者在无意识地用细绳把两块石头拴在一起扔着玩的时候，敏锐地发现石头的运动状态与自由落体运动状态不同。”这里所说的“……发现……不同”就是产生了创造联想的灵感。

学科移植。自然科学各分支学科及社会科学各分支学科均有各自的探索研究方法和成果。近几十年来各学科交叉应用而衍生出一系列的交叉学科和边缘科学，正在被人们逐渐接受和掌握。所以，我们应广泛地从各种学科的探索研究中吸取有益的经验，去寻找课题。我们可以将某一学科的理论、方法用于其他学科的探索研究的领域，还可以从某一学科的探索研究成果中受到启迪，找到其他相关或不相关学科的研究课题。19世纪以来，各学科间的横向联系、渗透和移植日益突出，用某一学科的探索研究方法和成果向另一些学科渗透已屡见不鲜，并且有的已经取得了举世瞩目的成绩。

我们要知道，将某一学科的概念、探索研究方法移植到另一学科的探索研究活动中，决不能照搬照抄，而是必须结合这一学科的特点和实际情况进行深入的分析、比较，吸收相容性部分，去掉排异性部分，才能获得较好的结果。例如，第二届全国青少年科学小论文比赛二等奖获得者，福建省南平市第二中学的张昶同学，利用数学知识推导出一种算图后，经常深入地分析、比较，认为可以将该数学算图移植到物理学科的复杂电路电阻的计算中来，因而确定了《总电阻的连环图算》这个论题，经过进一步研究，终于获得成功。

学术交流。通过学术交流，一方面可使自己研究的课题获得他人的帮助，得到肯定、否定或质疑的具体意见；另一方面，也是向别人学习的极好机会。可以学习、借鉴别人的选题方法、选题原则和选题技巧，了解有关科学技术信息。有些课题对某一学科来说可能正处于中心地位，而对另一学科则可能处于边缘位置。利用这些课题的边缘可能衍生的其他的问题，甚至遗留问题，选择自己将要研究的课题，也是一种常用的选题方法，因为这些问题很可能就是自己感兴趣并具备探索研究能力和研究条件的课题。

对于学术交流中了解到的所谓“热门”和“冷门”，重要和次要，中心与边缘等问题，我们应辩证地、科学地对待，在选题的时候，不要随人热而热，也不要因人冷而冷；既不要不做分析地去赶时髦找“热门”课题，也不要片面地有意去找“冷门”课题。应根据自己的具体情况，包括研究探索兴趣、能力、条件以及根据这些情况能否对某课题做出有价值、有独特见解和发现的探索研究来选择课题。

在青少年科学探索活动的学术交流方面，形式也有多种多样，有本地地区的，也有外地区的；有座谈的，也有信函的；有小范围的，也有大范围的。例如已进行七届的两年一届的全国青少年科学发明创造比赛和科学讨论会，通常又简称全国青少年科学小发明、科学小论文比赛，以及已进行三届的两年一届的全国青少年生物百项活动竞赛，都是青少年在全国范围内进行学术交流的极好机会。这两种竞赛都要举行公开的论文交流和大会论文答辩，不

但培养了各种能力，而且通过学术交流也开阔了眼界，甚至有可能选定继续探索研究的课题。国家教委副主任柳斌同志对此给予了很高的评价，他说：“这既是青少年科技成果的检阅，同时也为青少年科学爱好者提供了一次互相交流、观摩和学习的机会。”

收集论据材料

a. 论据及论据材料在青少年科技写作中的地位

青少年科技写作课题的选定，不但要明确主攻方向，确立一个有价值的新的论点，还要做大量的考察调查、观察实验、技术咨询、资料检索等收集材料的工作，否则不可能提供充分的论据以确立一个新的论点。新的论点是在探索研究过程中，根据收集到的论据材料的科学性、典型性、可靠性和准确性的情况逐步明朗而确立的。只有在收集到大量的论据材料中，经过去伪存真、去粗取精，再根据选出的材料进行分析综合，逐渐加深对某一问题的认识，才能得出或否定某些看法，提出自己的新的见解，形成新的论点。同时，由于探索研究工作的深入，有时还会根据收集到的论据材料的情况，确立与预期设想不相符合甚至相反的新的论点。例如，第三届全国青少年科学小论文比赛第二等奖论文《连接体下落运动的观察》的作者，开始是想通过对实验的观察和测定的分析，驳斥自己见到的“轻物可比重物下落快”的错误观点，这实际上就是众所周知的伽利略驳斥亚里士多德重物比轻物下落快的错误观点的翻版，然而作者通过探索研究工作的深入，却发现研究课题性质与预期设想严重不符合。因为充分的论据可以说明在连接体下落运动中，轻物比重物下落快或重物比轻物下落快都有可能，于是作者把论题改为《连接体下落运动规律研究》。随着探索研究工作的再进一步深入，作者了解到连续下落运动是一个很复杂的物理现象，已经远远超出了中学物理研究的范围，自己对实验的观察、分析是初步的、定性的，对这一运动的实际意义了解得到也很少，所以最后将论题改为《连接体下落运动的观察》就准确了。又如19世纪焦耳等人在一段时间内探索研究的课题是要发明一台永动机。但随着探索研究工作的深入，大量的事实证明永动机是不可能做出来的，于是产生了与预期设想相反的探索研究课题，即永动机的不可能性的新论点，从而导致了转化和守恒定律这一伟大的发现。

综上所述，论据是论点形成的前提和基础，而论据材料是论据的具体内容，因为没有大量的论据材料就不可能产生论据。没有充分可靠的论据，论点就站不住脚，特定的论点需要特定的论据支撑。

b. 论据材料的类型及收集方法

论据材料一般分事实论据材料和理论论据材料两种。

从课题的探索研究活动实践中收集。这种材料要求青少年亲自参加有关课题的探索研究实践活动，经过动脑动手后，才能得到，也就是我们常说的第一手材料，最为真实可靠。实践的手段主要是观察和实验。观察和实验是搜集科学事实、获得事实论据材料的基本途径，是形成论点的实践基础。

观察。观察是人们对自然现象在自然发生的条件下进行考察的一种方法。什么是自然发生条件呢？就是人们对自然现象不加以控制的情况，在这一点上它不同于实验方法。例如天文学的研究，人们只能通过观察天体的位置分布、运动、亮度的变化来了解天体的结构、化学组成、物理状态等，所以天文学主要是靠成年累月的天体观测作为资料来源。当今应用现代化卫星进行遥感观测，也必须对卫星接收的讯号和图像进行认真细致的分析研究。

关于天文学的科技写作，主要是对观察搜集的大量事实、数据、现象进行综合、分析、归纳，找到规律性的东西。

怎样进行观察呢？首先应该培养自己对观察的兴趣和良好的观察习惯。要有意识地多观察周围的事物，从身边生活环境开始学会观察，如建筑结构式样，公园、厂房、车间的布局，不同的机动车辆或船只的形状特征，道路、桥梁、树木、花草以及生活用品等。通过有意识的观察，找出它们的特性和特征。这样久而久之，就可养成观察的兴趣和习惯，以后看到一般事物和现象，就会注意到它们的特性和物征了。

为了收集某一事实论据材料需要进行观察时必须首先明确：第一，观察前要根据需要选择好观察对象，并事先确定好观察目的，才能进行有意识的观察，才能在观察中发现对象的特性和特征。第二，观察事物的方法要按一定程序循序渐进地进行，即观察时要由表及里，由易到难，由简单到复杂，由现象到本质，逐步深入地进行；先观察大轮廓，再观察细节；先观察静止物体，再观察变化现象；先观察显著特点与显著变化，再观察不显著的特点和微小变化；先求观察质量，再求观察速度等。第三，要养成边观察边思考的习惯，必须边看边想，只看不用脑思考，等于白看。只有边看边想才能有所发现，才能去追问为什么，才能进一步去发现，得到有价值的事实论据材料。第四，还要养成边观察边记录的良好习惯。从观察得到的现象和数据必须如实当场详细记录，有的还要画图、拍照，只有积累了足够的原始事实论据材料，才能进行比较鉴别，形成论点。

实验。实验是在人工控制的条件下，利用适当的仪器，使探索研究的某些现象反复重演，从而进行观察研究。怎样科学地进行实验？首先要明确实验的目的。实验不能有随意性，要切实通过什么实验解决什么问题。尽管实验中可以遇到多次失败，但不能灰心，要从失败中总结教训，找出失败的原因，进一步研究改进实验的方法，以达到预期的目的。第二，在实验前一定要准备好实验仪器和材料。用什么仪器、材料，事先要考虑好，有的仪器可以自制，材料可以利用废旧材料代替，有的仪器、材料可向学校或其他单位借用，少量的也可以购买。总之，青少年科学探索活动中的实验，要本着以土代洋、节约利废的精神，尽量自力更生去解决。第三，实验过程中要细心操作，认真观察，仔细分析。实验中的每一个现象都要认真细心地观察，一刹那间的细微变化都不能放过，因为有时瞬间的变化也可能就是解决问题的关键。实验要具备实事求是的态度。实事求是是一个科学工作者必须具备的科学品质，因此对实验过程中产生的现象、结果、数据，不能有半点不实。如发现不可靠或有怀疑的地方就要认真检查，必要时重新观察实验。决不可想当然，凭主观臆断，对实验记录进行修改，否则失去了实验的意义。实验中要做好详细的记录。在什么时间、什么环境下进行的实验，用的什么仪器和材料，实验中出现了什么现象，都要详细记录，以便积累资料为分析实验结果打好基础。第四，在实验后要对所有现象和数据进行分析，做出合理的结论，以提取有力的事实论据材料，必要时还要对那些不够清楚的问题，做进一步的探索和研究。

从学习中收集。通过专家咨询，虚心向专家学习请教是收集论据材料的有效途径。所谓专家，可泛指具有某种专业知识的人，如科学家、专业工作者、有关教师等。经过他们的讲授指教，能使我们获得很多知识，避免在探索研究中走弯路。比如硕士生、博士生的学位论文都是在指导老师指导下完

成的。有的家长具有某些方面的专业知识，也应该成为青少年的咨询对象。采用资料检索手段，从有关书籍、报刊、杂志、文献中收集有关资料、数据、史实、理论等，也是收集论据材料的有效途径。对事实论据材料来说，收集的项目主要有事例、数据、图表、照片等；对理论论据材料来说，收集的项目主要有定义、定理、定律、规律、公理及名人名言等。收集的地方主要有图书馆、博物馆、展览馆、科研单位的资料室甚至各地的新华书店等。我们在论文中选用这些材料时要注明来源出处，引用别人著作中的成果，要标明著作的名称和作者的姓名，这样便于查考，表明我们对工作认真负责的态度，同时，也是对别人劳动成果的尊重。

初稿的撰写

青少年通过科学探索实践活动和学习，获得了丰富资料以后，就可能形成论点，也就有了论题、论据和论文内容所需素材，除了借鉴成年人的排除干扰、集中时间快写初稿的方法外，还要注意论文的结构形式、论证方法和叙述方式的正确的运用。必须根据不同的论文内容和论证要求，采取不同的文章结构形式、论证方法和叙述方式。对于初学科技写作的青少年来说，尤其应加强这方面的训练。

a. 文章结构形式的运用

首先必须根据论文内容和论述需要确定文章的结构层次。文章的结构层次一般有总分式，即先提出论点，后分开论证；有分总式，即先分开论证，后提出论点；有并列式，即将一个论点从几个不同的方面同时进行论证；有层进式，即将论点由浅到深、由表及里、由外到内、由远至近地一层一层地进行论证。当然，文无定法，究竟采取何种结构层次，要视具体情况而定，也可采取不同的结构形式对同一论题进行撰写，然后经过比较后再决定哪种结构形式最为合理。

接着应根据确定的文章结构层次撰写出提纲。怎样编写写作提纲呢？一要理清写作的思路，即要写的这篇论文的主题是什么？重点在哪里？准备从哪几方面来论证和说明？也就是对文章要有一个全面性的考虑。思路清晰了，提纲才能编写好。二是理清文路。即让自己的思路条理化、文字化、把审题、立意、构思所得的材料用文字条列出来。这就要考虑到如何开头？如何结尾？运用什么材料？证明几方面论点？对文章的布局——起、引、评、推、结，都应通盘安排。编写提纲，可以有详有略，但总的要求是简明，文字要简，内容上要明。提纲主要勾画出文章的轮廓，编写提纲的过程，实际上是清理写作的思路、安排写作材料、组织写作结构的过程。提纲出来了，就可以沉着行文，再在文字上多加斟酌了。

b. 论证方法的运用

所谓论证方法，是指运用论据来证明论点的正确性，阐述论点内容的方法。论证方法有多种多样。从论文分类看，可分立论法和驳论法；从逻辑关系推理的形式看，可分归纳、演绎和类比法；从论点和论据的关系看，可分直接论证和间接论证法；从论据的特点看，可分例证、引证和因果法；从论证的表现手法看，可分对比、喻证、类比、反证、引申、旁证和假设等方法。从对全国前几届青少年科学小论文比赛中的获奖论文进行分析的结果来看，用得较多的是归纳、演绎、引证、例证、类比、对比、比喻、归缪等论证方法。这些论证方法知识有的要到高中二年级才能学到，所以在此之前，青少年应通过自学，了解、掌握这些论证方法。

论证方法训练一般采取的步骤是：第一步，弄清各种论证方法知识，使自己逐渐掌握这些概念和方法。如例证法是用具体事实、数据、史实等论据证明论点，其中举例要典型、全面，避免以偏概全，结合阅读范例，反复认识；第二步，要求模仿实例，做单项练习，化知识为技能；第三步，要求根据自己参加科学探索活动实践而获得的各种材料，自命题目，自编提纲，试写科学小论文，并在自己的小论文中练习使用多种论证方法及它们的综合运用，每次练习，都应该明确提出要求运用某几种论证方法，并请求老师在你写作过程中及作品完成后给予这些论证方法的具体指导。训练途径不限阅读和写作，还可与生活、学习结合起来，这样，我们平时每争论一个问题，自然会想到采用举例、归纳、引用等常用的论证方法来表明自己的观点，并说服对方。这样学，学得活，学得快。若能与辩论比赛或演讲比赛结合起来，则可迅速掌握常用的几种论证方法。

c. 叙述方式的运用

在具体写作时，采用何种叙述方式论证过程，这也是一个值得重视的问题。一般有以下几种：

概括叙述。即只谈重要的现象和主要过程，这样文字简洁。

顺序叙述。按事物发展的时间顺序或科学探索研究工作的时间顺序叙述，使人能了解全过程。

客观叙述。即根据事物或现象的实际情况进行叙述，不夹带个人的主观看法。如对天文观测、气象观测等的叙述。

夹叙夹议。即既讲客观事实，同时也谈个人对事物的见解和看法。如有关生态环境保护类的论题常采用这种叙述方式，先讲后议或先议后讲都可以。

总之，不论采用何种方式叙述，都要讲清事实，说透道理。文字上要求不一定多，但要精，与题无关的话，可讲可不讲的话，都不要讲，这样可使小论文的主题中心突出，内容短小精悍。如第三届全国青少年科学小论文比赛获奖论文《红领巾公园环境污染考察及规划设想》《关于热传递的一次探索》《连接体下落运动的观察》等，篇幅都很短，但语言干净利索，主题突出，值得借鉴。

至于在具体写作时应采用哪几种论证方法和叙述方式，主要视论题和掌握的论据材料的性质确定。

d. 对初稿的审查与修改

小论文写成初稿后，一定要从以下几方面认真仔细地进行审查和修改：

科学性审查。即文章是否有科学性的错误存在。若论点有科学性错误，则文章一文不值；若论据有科学性错误，则论证过程显得无力，牵强附会，使立论不稳。

真实性审查。即对论据材料是否真实的审查。论文中所引用的论据材料若失去真实性，则由此而立论的观点就缺乏可信度，使立论不稳。

协调性审查。即审查论文中确立的论点，及确立该论点的论据材料所采用的论证方法或叙述方式是否得当。若发现不协调的情况，则应考虑变换论证方法或叙述方法，使之协调。

结构层次、文句的审查。即审查小论文的结构是否合理，层次是否分明，文句是否通顺，有没有含混不清的地方，有没有错别字，标点符号是不是用得正确，各个自然段是否有一个独立的主题，各级标题是否排列恰当，标题

之间有无衔接不紧的情况等，并及时进行调整和修改。

表格和插图的检查。即审查表格和插图设计是否科学、合理，表格和插图中的数据或现象是否真实，表格中的名词是否都有注释，插图中的线条、字母、比例尺、符号、缩写、说明和编号是否合乎要求等。

科技苑文

调查报告

《红领巾公园环境污染考察及规划设想》

本文获第三届全国青少年小论文竞赛二等奖

作者：北京市朝阳区金台路中学红领巾公园环境考察小组

高二

张波

初三

于昕

指导老师：钟昆安

论文提要

红领巾公园的环境污染是当前急需解决的实际问题。本文以公园湖水水质分析为论据，指出污染严重的现状，以及其主要原因：水源污染及“热污染”，并提出治理污染的两种设想方案。最后，对公园的规划提出了新设计，认为重建红领巾公园，应使它成为名副其实的青少年活动场所。

[论文提要概括了本文的主要内容]

在我们学校旁边有一座公园，这里曾是我们幼年时游戏、荡舟、游泳的娱乐场所，可如今竟是一片荒芜的景色。自1984年9月开始，我校有几位高年级的同学，怀着极大的兴趣组织了考察小组，对荒芜的公园进行了考察。以后，我们又成立了一个专门考察小组，在他们工作的基础上进行了多次的调查，并进行了水质化验、污染原因分析、治理研讨、规划设计等工作。这篇小论文的研讨、修改工作将继续到公园的复苏。

[前言。对考察的目的、任务、计划及方法做了概括性的叙述。]

一、红领巾公园的环境污染严重

红领巾公园位于北京市朝阳区八里庄地带。公园始建于1958年，园内种植了大量花草树木，建有凉亭、码头，设有游船、游泳场等，是北京东郊唯一有大面积水域的大型公园。十年动乱前，园内花木繁茂，风景十分秀丽，曾经有过一年四季游人不断的盛况。

[简介公园原先的盛况，为下文对比打下伏笔。]

自从1964年开始，湖水水质一年不如一年，如今湖水发黑、发臭，水上还漂着一层油垢，水质污染严重。

从红领巾湖的水质与国家地面水环境质量标准比较表，我们可以看出湖水污染的惊人程度。化学需氧量超标26倍，大肠菌群超标99倍，石油类超标近150倍。

水质的污染给公园的环境带来了一系列的严重后果。目前湖水面积整整缩小了1/3，由原来的330亩减少为220亩，水深由原来的4米变成了不到1米。原来湖中年产10万尾的鲢鱼、草鱼，现已完全绝迹。拥有大量游船的码头完全荒废了，原比北京工人体育场大两倍（1480m²）的游泳场也不得不关闭。公园景象荒芜，扑面而来的腐臭味令人作呕。盛夏，一寸多长的大尾巴蛆到处爬行，人们头上缭绕着蚊蝇。这样的环境，不仅无法迎接游人，就是对于周围居民，也是造成严重威胁。

[通过目测和检测手段得到的污染事实数据，生动地描述了公园受污染的

惊人程度及恶果。]

污染原因试析

我们认为，红领巾公园目前的状况是以下几方面的原因造成的：

注入红领巾湖的通惠河严重污染

红领巾湖的湖水补给主要来自通惠河。通惠河上游与护城河、京密引水渠、永定河引水渠相连通，河道沿岸数百家工厂、医院、科研机构往河里排放大量污水。初步统计有近千个排放污水口，每年大约有8~10万立方米生活污水，几十万立方米的工业、医院污水进入通惠河，致使通惠河的污染十分严重。湖水中“酚、氰、汞、铬、砷”五毒俱全，各种有毒有害的病原体大量滋生。

可怕的“热污染”

通惠河注入红领巾湖之前要流入北京第一热电厂。自1964年，河水被当做热电厂循环冷却水使用，以高于自然水体8~10以上的温度排入红领巾湖，这种“热”对湖水的危害是巨大的。我们认为这也是红领巾湖迅速变小变浅的重要原因。

这是因为，含热废水的排入，提高了湖体水的温度。使水中颗粒物及水中悬浮物的沉降速度增大。减弱了湖水携带泥沙的能力，加速了湖底的淤积。

另外，“热”也加速了湖水的化学反应速度。北京酒精厂、面粉厂排入的发酵的营养物废水是细菌的良好培养基，这就加速了湖中有机物的发酵腐烂，以及有毒病菌的大量繁殖和有害气体的大量扩散。

[“污染原因试析”这一部分，作者通过实地考察和调查等手段，对公园周围各方面的污染做了数据统计和分析，运用科学的分析方法，得出了公园受污染严重的必然结果及发展趋势。列出了合乎情理的推理结果，形成前因后果的因果论证关系。]

对治理红领巾公园的几点建议

对红领巾公园必须调动社会的力量进行综合治理。我们考虑了两个方案。

方案一：

清淤。施工最好在初冬进行，估计将清出70万立方米淤泥，清出的淤泥可运往附近洼地填坑，也可以经处理后制成颗粒肥料或制砖。

加强对通惠河污染的监测管理。呼吁市政府组织人力加强对通惠河的监测管理，严格执行环境保护法规。

解决热电厂的冷却方式。解除红领巾湖受到的“热”污染。

建设小型污水处理站。鉴于解决通惠河的污染非短期可以实现，建议在公园入水口建造小型污水处理站，并在入水口设立水闸，一旦发现水质异常立即截断水源。并修一个地下暗道将污水排出。

方案二：

清淤。（方法同方案一）

引亮马河水（在公园北部较好的水源）进入红领巾湖。但亮马河水也存在着污染的问题，为此，在公园入水口也可建污水处理站。

[“对治理红领巾公园的几点建议”这一部分属文章的结尾部分。作者从实际出发，运用科学的联想构思方法，对治理公园污染问题具体提出了可供选择的两个方案。各方案实施的具体步骤具有科学性和可行性，其设计合理，考虑周全，既有处理方法，又有补救措施。]

红领巾公园的规划设想

根据建设现代化北京城的总体规划，红领巾公园应该是水碓子公园的一部分，它的面积超过驰名中外的颐和园。我们认为重建的红领巾公园应该成为名副其实的青少年的活动场所。在这里应该建造冰场、少年射击场、电子游艺厅、少年环境保护站、三毛餐厅等专供青少年游乐的设施。

由于湖面热气升腾遇冷，常形成一种晨雾缭绕的景象，成为这一公园特有的景观。整治过的红领巾公园，可以从热电厂引来符合国家规定标准的高于天然水体 3~5 米以内的循环水。水进入公园后，经过喷雾冷却池，并在它的周围建设一些亭台楼阁，造成仙境般带有朦胧意境的景观。这一景观可命名为“晨雾区”。

在荒凉的湖心岛，可建造“鲁滨逊岛游乐区”。有仿鲁滨逊的木屋、石洞、独木舟等。使青少年在古朴自然的环境中进行娱乐。

人们生活与工作，需要良好的环境，但往往由于管理不善，或缺乏环境保护知识，却自己毁坏了自己创造的美好环境，红领巾公园的严重污染，教训深刻。我们生活和学习在这座公园周围的学生，向社会各界大声疾呼：“快来拯救红领巾公园吧！”

[“红领巾公园的规划设想”这一部分，属该考察报告的延伸部分。在提出治理污染的方案之后，进而提出了美妙的规划设想。反映了作者热爱大自然、热爱祖国，热爱家乡的美好情操。末尾一段还发出呼吁，与文章开头呼应。]

[综评：该文是一篇为解决具体问题而作的调查考察报告。作者在叙述公园污染情况时，集中列举检测数据，用摆事实的手法，笔墨不多，但达到了引入量视的目的；分析污染成因时，运用考察调查得到统计数据资料和事实，采用科学的推理分析手段，晓畅言明，使人信服；提出的两个治理方案，科学可行，既有实施办法，又有补救措施，合乎情理。最后进行提出开发公园规划的设想，情操高尚，水到渠成，实为锦上添花。]

实验报告

《关于热传递的一次探索》

本文获第三届全国青少年小论文竞赛二等奖；

作者：江苏省无锡市第四中学初三俞岚

辅导老师：陈柯

论文提要

我在初三物理学习比热这节课的实验中，发现课本的实验装置很难说明问题，便自己设计了一个改进的实验。通过这个改进的实验发现，热传递过程是一个相当复杂的物理过程，即使在几乎只有传导一种方式时，热传递的热量也不仅跟物质的传导系数有关，还跟液体的内外温差有关。

奇怪的现象

在初三物理比热这节课上，老师按课本装置演示了一个实验。100 克水和 100 克煤油分别在酒精灯上同时加热。煤油的温度升得比水高，得到的结论是：质量不同的不同物质，吸收相等热量升高温度是不相同的。

该实验装置，很难说明两只酒精灯在相同时间里供给的热量是相等的。因此，我对这个装置进行了改进：把两只烧杯改成两只大试管，装入同质量的煤油和水后同时放入 100 的沸水中。我想，温差是一样的，这样会提供相同的热量，可以使实验更准确。令人奇怪的是，实验结果不是煤油温度上升快，与课本实验结论完全相反，我迷惑了！究竟是什么原因呢？我决定去问老师。

老师沉思了许久，用鼓励的口气对我说：“你发现的问题很有意义。要解决这个矛盾，看来要从两个方面去考虑，其一是物质的本性，其二是热传递方式。”并答应和我一起探索这个有趣的问题。

[在老师的辅导下，经过重复实验，并通过科学的分析，终于确定了研究课题和探索方向。]

传导与对流哪一种为主？

热传递的方式有传导、对流、辐射三种形式，课本上实验中的热传递既有对流又有传导，传导面积较小，主要靠对流。我设计的水浴装置主要靠传导。是不是由于热传递的主要方式不同而导致了相反的结果呢？为什么热传递的主要方式不同，就会出现相反的结果呢？

我查阅了多方面的资料，知道水的热传导系数是 $k=0.00143$ 卡/厘米·秒·度，而煤油的热传导系数是 $k=0.00039$ 卡/厘米·秒·度。就是说，在温差、传导面积和时间都相同的条件下，水传导的热量接近煤油传导热量的 4 倍。水的比热恰是煤油比热的 2 倍，水的升高温度当然是煤油升高温度的 2 倍了。

推理方式如下：

$$Q_{\text{水}} = m_{\text{水}} C_{\text{水}} t_{\text{水}}$$

$$Q_{\text{煤油}} = m_{\text{煤油}} C_{\text{煤油}} t_{\text{煤油}}$$

Q 为吸收的热量，C 为比热，t 为温度变化量

水浴实验中，试管上下温差极小，对流很小，吸热以热传导为主。

$$\text{所以 } \frac{Q_{\text{水}}}{Q_{\text{煤油}}} = \frac{4}{1}$$

$$\frac{C_{\text{水}}}{C_{\text{煤油}}} = \frac{2}{1}$$

$$\frac{t_{\text{水}}}{t_{\text{煤油}}} = \frac{Q_{\text{水}}}{Q_{\text{煤油}}} \times \frac{Q_{\text{煤油}}}{Q_{\text{水}}} = \frac{4}{1} \times \frac{1}{2} = \frac{2}{2}$$

这与水浴实验结果相符，我欣喜若狂，把自己的研究告诉了老师。老师肯定了我的论断。

验证

我采用新的装置，重做上面的实验，仔细观察水和煤油中的小气泡，确实看到了明显的对流，这时煤油上升的温度也比水上升的温度高。到此为止证明了不管是酒精灯加热还是水浴法加热，只要是传导为热传递的主要方式，那么同质量的水温度升高要比煤油大，原因是水的导热系数比煤油大得多。相反，只要是对流为热传递的主要方式，那么通常煤油要比水温升高得快些。但在以对流为热传递主要方式时，传导的作用还是不可忽视的。

这一次关于热传递问题的探索看来仅仅是我学习物理的开始，很多问题的分析可能是十分肤浅的。但我相信这是一个好的起点。

[综评：不迷信书本权威，敢于提出问题、发现问题就很不容易，再运用科学的思维方法和实验方法解决问题更不是简单的事。运用精确的语言，简明的因素，演算处理实验数据并进行分析实验中观察到的现象，是科学的，正确的。

作者按发现问题、分析问题、解决问题这一惯常的思维方式，把问题阐明得较为清楚。严谨的科学运用，推理演算简明扼要，避免了叙述的啰嗦和不准确，值得我们借鉴。

