

科学研究概论

AN INTRODUCTION TO SCIENTIFIC
RESEARCH

【美】E. B. 威尔逊 编著

石大中等 译



科学研究领域沿用半个多世纪的
权威指导书

《量子力学导论》作者的又一经典力作
科研初学者、科研工作者的必备方法论工具书

科学研究概论

[美]E. B. 威尔逊 编著

石大中等 译

 北京科学技术出版社

An Introduction to Scientific Research, Copyright© 1952 by the McGraw - Hill Book Co. , Inc.

Translated with permission of Dover Publications, Inc.

Simplified Chinese translation copyright © 2014 By Beijing Science and Technology Publishing Co. , Ltd.

著作权合同登记号 图字：01 - 2014 - 2627

图书在版编目 (CIP) 数据

科学研究概论 / (美) 威尔逊著; 石大中等译. —北京: 北京科学技术出版社, 2016. 7

(国外科学传播丛书)

ISBN 978 - 7 - 5304 - 7199 - 9

I. ①科… II. ①威… ②石… III. ①科学研究 - 概论 IV. ①G3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 094201 号

科学研究概论

作 者: [美] E. B. 威尔逊

译 者: 石大中等

策划编辑: 曾庆宇

责任编辑: 李 菲 李 媛

责任印制: 吕 越

封面设计: 申 彪

出 版 人: 曾庆宇

出版发行: 北京科学技术出版社

社 址: 北京西直门南大街 16 号

邮政编码: 100035

电话传真: 0086-10-66161951 (总编室)

0086-10-66113227 (发行部)

0086-10-66161952 (发行部传真)

电子信箱: bjkj@bjkjpress.com

网 址: www.bkydw.cn

经 销: 新华书店

印 刷: 三河国新印装有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

字 数: 430 千

印 张: 20.75

版 次: 2016 年 7 月第 1 版

印 次: 2016 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5304 - 7199 - 9/G · 2114

定 价: 62.00 元



京科版图书, 版权所有, 侵权必究。

京科版图书, 印装差错, 负责退换。

自序

在本书的读者群中，几乎人人会相信科学研究对于我们时代文明的巨大作用，同时也会相信当前在科学研究方面所作出的巨大努力。任何从事过科学研究的人都会认识到，科学研究往往是一种效率极低而耗力极大的工作。探索一个未知的领域，不可能以批量生产工艺的精确度事先制订出计划。尽管如此，在科学工作中，高效出成果者还是不乏其人。在研究课题的过程中，我们每天要面临无数种判断，但必须避免错误的判断。我们虽然无法学到有助于他们成功的那份天赋，但其中一些研究方法和技巧是我们可以学习的。

本书汇集了各个科学领域已取得成就的科学家们公认为有用的一般原理、技术技巧、程序指导等，并尽可能加上简明易懂的说明。本书的重点在于实践，而不在于哲学或心理学方面。本书在选择内容时，不局限于某一领域，而是以许多领域的科学工作者都有裨益为原则。因此，本书的特点在于它的广度，而不是深度。

当然，一个物理化学家不可能写出一本对所有学科都有同等裨益的书。尽管如此，笔者认为，本书所探讨的绝大多数论题，对于诸如农业、工业、军事以及生物学、医学以及物理学等相当广泛领域内的科学工作者都是有益的。

本书选用的题材绝大部分能被大学高年级学生理解。但是，本书最主要的对象则是那些刚刚开始研究工作的大学生，和那些已经有一些工作经验的科研工作者。书中的数学计算尽量控制在初级水平，并安插在认为是必要的地方。

在本书编写过程中，我本人仅仅是一个材料收集者。我从许多领域里收集了各种观点、主张，对于这些观点、主张的绝大多数我并不是一个行家。但我仅试图从培养和训练科学家的角度出发编排这些观点和主张，并且尽可能以大量实例加以说明。其中许多实例都是由于我自己无视本书写下的原则而结果可悲的例子。在这一点上，我可以说是有一定权威的；另外，由于我自己的过失，曾经造成许多重大错误。因此，书中偶然会出现一些在读者看来是非常武断的提法。我希望读者能够见谅，因为这不过是一个历尽了很多艰辛以后才转变了观点的人的激情而已。

当然，像这样的一本书，如果得不到别人的建议、批评乃至指导是写不出来的。在此谨对于那些曾经大力帮助过我的人们表示衷心的感谢。曾经有很多人，特意抽出许多时间，从各个方面向我提建议，给我以指教，并修改我的错误，其中有 D. J. 芬尼、P. A. P. 莫伦、M. G. 肯达尔、J. W. 图奇、F. 莫斯特勒等。本书的大部分内容，是我在牛津大学期间得到格根哈姆特别研究基金和富尔布赖特基金的帮助而写成的。在此我要感谢格根哈姆基金委员会和美国国务院的帮助。另外，我还要感激牛津大学的化学家们的盛情厚意，特别是 W. 利纳特博士和利纳特夫人。

本书某些章节，除上述各位学者外，还承蒙 G. B. 基斯迪亚科夫斯基教授、R. H. 休斯博士、R. M. 弗里斯特伦姆博士和 D. 埃加博士等阅读过，并得到过他们的批评和指正。对于他们以及其他许多人的大力协助，我是十分感激的。对于本书中可能还存在的内容和判断方面的错误，当然他们是没有任何责任的。

同时我还要感谢剑桥大学 R. A. 费希尔教授、罗坦斯泰德的弗兰克·耶茨教授，感谢爱丁堡和伦敦的奥利弗和博伊德出版有限公司的先生们，因为他们曾允许我从他们出版的 *Statistical Tables for Biological, Agricultural, and medical Research* (Oliver & Boyd, Edinburgh and London) 一书中复制了 9.2 节，在此也对其他曾经允许我使用其各种资料的作者和出版社表示感谢。

最后，我要对给我以重要的建议、批评、赞助和同情的妻子爱米尔·布琼罕·威尔逊表示谢意。

E. B. 威尔逊
于马萨诸塞州·坎布里奇
1952 年

前 言

本书的意图在于帮助科学工作者计划并实施研究工作。因此，在某种意义上说，它主要阐述科学研究方法，而不是以一般的哲学观点为出发点。更确切地说，其目的在于，要切实地把那些在科学领域中已经被证实是有用的诸多原理、警句、工作程序以及带普遍性的技术归纳在一起，撰写成一本实用的书籍。选材的原则是，只选择那些可以帮助人们决定下一步怎么办，以及那些不太局限于某一学科而在性质上具有广泛性的材料。

科学研究工作由于其本身独特的性质，不能归纳成为一成不变的常规过程，正因如此，科学研究工作在效率方面无疑还存在许多可供改进的地方。再者，成熟老练的工作人员是经过多年的经验积累，才掌握了大量技术的，任何书本都不可能完全代替经验；但是，在这条困难重重的道路上得来不易的大量知识，却是可以通过印刷的纸张传递给别人的。

本书内容大体上按照它们在研究过程中出现的次序排列。即从课题的选择开始，至成果的印刷发表结束。各章节及其内容，在相当的程度上，都是互相独立的。因此，便于读者有选择性地阅读自己目前最需的章节。必要的段落后附有前后参照提示。可能某些章节对读者目前的需要来讲太难或太详细，但由于各章节相互独立，因此跳过去不看也无妨。

因为本书收进了大量内容，所以其中有些地方不可能论述得十分透彻。事实上，几乎在所有的章节里都可以加上这样一句话：“本节要向读者介绍的内容，已经被写成好几本专著。”为此，各章末尾都附有一般性参考书目，以便读者遵循这些文献能够做进一步的探求。参考文献的目的并不在于提供各学科的历史情况，因此，列出的参考书目不是原始文献，但勤奋、求知心切的读者，也可以从这里找到原始文献。有关各题目的详细材料也写在各章末尾的注释里。因此，正文中没有脚注和引用参考文献。

目 录

第1章 研究课题的选择与阐述	1
1.1 理论科学的研究课题	1
1.2 应用科学的研究课题	3
1.3 实验费用	5
1.4 优先权与类似问题	6
1.5 道义考虑	7
第2章 查阅文献	9
2.1 查阅文献的必要性	9
2.2 科学文献的构成	10
2.3 有关查阅文献的建议	15
2.4 摘要与索引	16
第3章 科学研究的基本方法	20
3.1 科学上的权威	20
3.2 观察与描述	21
3.3 原因与结果	23
3.4 分解与合成	23
3.5 假说	24
3.6 演绎	26
3.7 对假设的检验	26
3.8 模型与数学	28
3.9 原因调查	30
3.10 谬误	31
3.11 注释及参考文献	32
第4章 实验的规划	34
4.1 若干重要原则	34

4.2	变量	35
4.3	相对测定与绝对测定	36
4.4	试样的选择	36
4.5	对比与标准	37
4.6	心理偏见	40
4.7	重复	42
4.8	因子配置规划	44
4.9	无关的变量	47
4.10	因子配置实验及其他实验的随机化	49
4.11	显著性水平	52
4.12	部分实施法与混合法	54
4.13	拉丁方格法	57
4.14	罕见现象的检测	59
4.15	注释及参考文献	60
第5章 装置的设计		62
5.1	详细阐明设计的要求	62
5.2	即兴和计划	64
5.3	便于维修和拆卸	66
5.4	操作方便	68
5.5	实验设备	69
5.6	控制干扰因素	70
5.7	直接测定与零点测定	73
5.8	校正与标准	74
5.9	标准元件的使用	75
5.10	调整的相互关联	75
5.11	自动记录及其他自动装置	77
5.12	放大与扩大	79
5.13	随时间变化的量的测定	82
5.14	阻抗匹配	84
5.15	反馈	85
5.16	伺服系统	88
5.17	调制	89
5.18	运动学设计	91

5.19	机械零件的磨损	95
5.20	制造中的自我校正法	96
5.21	有关电气装置的注意事项	97
5.22	有关光学装置的注意事项	99
5.23	对一切测量的基本限制——噪声	102
5.24	失败的几种原因	105
5.25	注释及参考文献	106
第6章	实验的实施	112
6.1	一般性注意事项	112
6.2	笔记本与记录	115
6.3	心理问题	118
6.4	使装置处于控制中	120
6.5	探索原理	122
6.6	发现故障	127
6.7	由观察获得大量的信息	130
6.8	注释及参考文献	131
第7章	分类、抽样、测定	132
7.1	事物的类别	132
7.2	类别的实际定义	132
7.3	归纳	134
7.4	抽样	135
7.5	科学上的归纳	138
7.6	有关抽样的进一步注意事项	140
7.7	可测定的自然科学量的定义	142
7.8	操作方面的意见	144
7.9	注释及参考文献	145
第8章	实验数据分析	146
8.1	假设的检验	146
8.2	更复杂的假设检验	152
8.3	出现“过好”的结果	152
8.4	参数的估计	153

8.5	抽样过程的实验	154
8.6	属性抽样——二项分布	155
8.7	正态总体中的试样	165
8.8	计数的准确度：泊松分布	166
8.9	多项式分布	170
8.10	χ^2 分布	171
8.11	方差分析法	177
8.12	曲线拟合法	190
8.13	最小二乘法	192
8.14	序贯实验	197
8.15	点估计法	199
8.16	注释及参考文献	201
第9章	测量误差	206
9.1	误差的分类	206
9.2	误差的正态分布	208
9.3	正态分布规律的实用性	218
9.4	非正态分布数据的处理	219
9.5	刻度大小的重要性	222
9.6	关于重复得到的准确度界限	223
9.7	表示误差范围的方法	225
9.8	测定值不合格的判定	226
9.9	质量管理与实验方法	228
9.10	质量控制图表法及其他测试	232
9.11	误差的合成	240
9.12	注释及参考文献	242
第10章	概率、随机性、逻辑学	244
10.1	概率	244
10.2	随机过程	250
10.3	随机数表的实际应用	252
10.4	类代数学	254
10.5	符号逻辑学	256
10.6	科学推理	259

10.7 注释及参考文献	264
第 11 章 数学手段	268
11.1 数学演绎的出发点	268
11.2 示图和标记	269
11.3 存在定理	271
11.4 一般与特殊	271
11.5 对称	273
11.6 检验的数学方法	276
11.7 近似	277
11.8 形式系统	279
11.9 若干一般的证明方法	280
11.10 量纲	281
11.11 量纲分析	284
11.12 无量纲变量的使用	290
11.13 注释及参考文献	291
第 12 章 数值计算	293
12.1 一般性考虑	293
12.2 心算	294
12.3 计算尺	296
12.4 诺模图及列线图	296
12.5 对数表及其他数表	299
12.6 键盘式计算机	300
12.7 穿孔卡式计算机	301
12.8 验算工作	303
12.9 模拟计算机	304
12.10 数字计算机	304
12.11 内插法	305
12.12 微分及积分	307
12.13 方程式的数值解法	308
12.14 注释及参考文献	309

第 13 章 研究结果的报告	311
13.1 报告的形式	311
13.2 报告及论文的组织	312
13.3 题目与摘要	314
13.4 正文	315
13.5 致谢	318
13.6 注释及参考文献	319
结 语	320

第1章 研究课题的选择与阐述

优秀科学家之所以优秀，在于选择课题时的明智，而不在于解决问题时的能力。本章将讨论选择研究课题的基本要点。

1.1 理论科学的研究课题

要确定选择一个理论科学领域的研究课题是否恰当，是很困难的。凭什么说这个选择比别的要好呢？最重要的标准之一是它必须能引起研究者的强烈兴趣。科学研究不同于其他的工作，需要进行独创性的思考。因此，它要求研究者要十分敏锐。这是因为对所涉及专题不感兴趣的研究者，是不大可能产生推动科学研究所必需的新见解的。对于这一点，一位著名科学家曾经这样说过：选择一个什么样的课题对于认识更广泛的世界应是必需的。

一般说来，在着手研究某一课题之前，最好能有若干新观点，对于那些过去曾被广泛研究过的领域更是如此。实际上也常有这样的情况：一些极简单明了的答案，并不是由资深的研究人员而是由一些新手事后才发现的。然而，解决一个老问题，往往是由于得到了其他渠道的新试验技术或新理论。例如，微波波谱学一直是一个颇有吸引力的领域，然而直到磁控管和速调管振荡器发明之后这一学说才得到应用。

另一个重要问题是，我们事先询问已确定的专题与其他科学领域有什么联系则是合理的做法。有时，某一课题之所以重要，是因为它会导向别的领域；有时，某一课题之所以无足轻重，是因为它已经无路可走，而探索一个全新的领域总是有价值的。一般来讲，此种情况下可望获得意想不到的结果。例如，一个以上直链烃的合成，如果没有什么特别的使用目的，它的价值可能是值得怀疑的；然而，一组新化合物的发现却能引起多方面的反响。

但必须牢记的是，自然是广阔的，若企图将此广阔无边的自然淋漓尽致地展示出来是不可能的。因此，对每一个即将从事研究任务的人来说选择是很重要的，因为它要去阐明一个广阔的领域，而不必囿于眼前。例如，在化学中选择化合物或在生物学中选择一种生物加以研究是十分容易的，因为这些东西唾手可得，试验起来又方便。这种想法并无不可，但我们要努力选择那些有意义的或能汇合到更大范围

的研究探索中的东西。

最有效的工作是去开拓前人还未涉及的领域，然而现在很难找到一个尚无人涉及的领域。新的理论、新的试验方法和设备不断涌现，为我们提供了进入一个全新领域的契机，有时这种契机大家都能看到，但在多数情况下，这种机会却需要更多的想象力。

如果研究的课题不是对未知世界的初步探索，那么最好还是通过有计划的实验来验证一些经过缜密思考后得出的假设。这种为实验而实验的做法，不会有明确的结果。其结论往往毫无用处，这是因为每当新的假设出现，其实验可能需要在某些不同条件下得出结论。

单从实验的难易程度出发制订计划是常有的。不错，一项新技术应将它用于实验最为简单的场合。但是，首先将那些具有更深刻的意义并能更好地理解整个课题的研究题目确定下来。

在着手进行新课题研究之前，还有必要问自己一个问题：在世界上许多科学家中，为什么是由我来搞这个专题？对于这个问题可以有多种回答。

你的经验告诉你，无论在实验技术上还是在理论知识上你都是合适的。或许因为你拥有独一无二的设备，或许你有一帮志同道合的同僚给你出主意，或许你有独到的见解或足够的设备和经验，或许由于这个课题引起了你强烈的兴趣，你毫不吝惜向这一新领域进军，哪怕是事成之后并不能做出什么贡献也在所不惜。如果你的回答不是以上任何一种，恐怕今后你不会有惊人的发现。

一个理论科学研究者，如果在任何时候都没有一些想解决但又因时间不够和设备不足而无法研究的问题，那么恐怕他选错工作了。他可能是一个优秀的实验人员，具备了所有在应用科学上成功的素质，然而他却缺乏理论科学所需要的头脑。诚然这绝不是说应用科学比较容易、要求不高，或者在哪一方面低于理论科学，而是因为应用科学有它必需的特殊才能，但是这种才能和理论科学要求的不同。

曾有人主张，应当由“战略家最高委员会”之类的组织来制订理论科学计划，把研究人员引向那些空白的领域。只要略懂一点科学发展史的人就知道这种见解是愚蠢至极的。试问，在尚未有人有收音机、X射线、青霉素等的时候，有什么委员会能够引导人们去发现它们呢？

课题的放弃 动辄放弃课题的科学工作者是不会成功的，然而也有十分执着的人。聪明人懂得何时应该放弃某一研究或领域。无论何人也不可能把一个领域研究彻底。根据现有的技术和观点，常有这样的情况，与其继续干下去，不如把同样的努力花费在其他方向上，以期获得更高的成果。这种向一个新系统工作的转变，其时机甚至会在较早的阶段就出现。世界上没有谁比把一生都致力于一个课题的“专

家”更会阻碍科学进步了。

1.2 应用科学的研究课题

课题的阐述 在应用科学中，常常由于课题表达得不充分而造成浪费，有时一个发表了课题完全是徒有虚名的，就连基础的观测数据都是错误的。有时，虽然是事实，但微不足道。另外还有一些课题即使完成了，其结果也不能利用。通过深刻地阐述课题，往往就能把这类情况弄清楚。稍微抽出一点时间，将课题用其他方法重新阐述一遍，重给它下定义，或者试着将它的限制表示出来，这样往往可以发现解决问题的途径。

在应用科学中，课题一般是由上级分配给研究人员的，但这并不是研究者不去认真研究课题表达的理由。在多数情况下，研究可以发现表述课题的新方法，有助于进一步阐明所提出研究课题的确切目的。

实际从事研究的科学工作者应该尽可能地了解本课题的背景：它的产生、重要性及如何利用等。研究管理人员的工作性质在于防止产生与上述原则相反的心理状态，并作为负责人采取积极的行动。负责人易于养成只决定研究程序却不告知作为这一决定基础的信息且只简单地向研究人员发号施令的习惯。这不仅会影响心理状态，还常常导致愚蠢和无用的行动。如果领导和研究人员沟通密切，就可以避免这种情形。这种困难的产生，是因为管理工作的性质既精确又复杂，让领导很难采取其他做法。因此，为了防止领导与研究人员产生隔阂，就必须采取强有力的措施。

同样，研究人员也有义务对提出课题的理由采取谅解的态度，而且应该理解，即使怀有最好的用意，上级也不可能将每个决定的所有背景和盘托出，因此，自己应该信任上级的决定。

秘密 最大的困难也是效率上最大的损失，无论在军事上还是在产业上，都是在保密情况下产生的。科学是不会在这种情况下繁荣的。大家都承认有时保密是需要的，但是需要保密的并不像通常我们认为得那么多。要求保密时，各研究人员就需特别努力，以使每个工作人员都切实懂得自己应该做些什么以及保密为什么是重要的。特别需要保持良好的情报交流关系，以便使一个研究小组获得的知识能够有效地传向其他研究小组。

第二次世界大战期间，许多研究室花费了大量时间研制瞬态测量装置，其中包括触发电路、扫描电路、时间调整电路、放大装置、示波器、摄影机等，它们被用于测定炸弹的冲击波、研究滴滴涕（DDT）对蟑螂的效果等。这些研究小组中的大部分，由于保密措施，对其他小组的工作全然不知，于是必然经历一个各自重复失

败、浪费时间的阶段。现在回想起来，这种类型研制仪器竟被作为机密处理，好像没什么道理。只有明确区分出必须保密的东西，才更容易避免在机密材料处理方面的失误。

那些非科学家——然而这些人往往掌握着对科学具有重大影响的决策权——非常迷惑不解的地方，就是那些表面上没有联系的题目之间有着互相的关联。例如，要使他们搞清水上单分子膜的研究，如兰米尔的研究，能发展到改进放映影片《飘》的放映设备，那是极其困难的。

基础工作 科研管理者面临的另一个问题，是如何正确分配自己的力量，既突击搞好当前课题，又搞好长远的基础性研究。当前的任务往往要求很急，会打乱长远的工作。有战争经验或生产经验的人都知道，大多数情况都是在第一个课题还没完成时便失去了紧迫感，或者被一个新的紧急任务挤掉了。这正是一开始阐述课题时就没有经过充分考虑的表现。

有一些人主张，各应用研究室应该保留 20% ~ 30% 的人力从事有关领域的长期基础研究。其研究工作的选择权应下放给经验丰富的研究者，其研究必须取得对该领域较全面的了解。而针对某一特定产品，或实用性应用的研究，不论它是怎样长期的工作，也不是我们这里所说的基础研究。

因此，从这种观点出发，在钢铁公司的研究室里，要注意抵制别处的胡乱拉差，按一定比例确保研究人员能够有时间自由研究金属量子理论、金属化合物的结晶构造或固相化学反应动力学等问题。这种自由研究的目的并非慈善性质的，而是出于一种既精明又讲究实际的认识，那就是有关钢铁的任何基础知识肯定会用于解决日后实际工作中的紧急问题；这与那种缺乏相关知识和经验去碰运气的情况相比，可谓解决得既迅速又完美。

如今这种思想已在许多机关里被证实了。但是，不能把它和“不顾是否与公司业务有关，任何个人有兴趣的理论科学的研究都可以去进行”的那种想法等同起来。的确，这种更大的自由能够吸引高级人才、积蓄更多的人类知识，往往收到良好的宣传效果，有时会由于意外的发现而得到补偿。但是，对于以营利为目的的领导部门，这就不如为了获得公司产品范围的基础知识而允许自由研究的方针那样容易为公司所接受。

然而，将研究人员从基础研究中暂时抽调到当前的课题研究中去，抵制这种诱惑是很难的，因为它几乎超出了人的抵抗力。为此，有些公司专门设有基础研究部门，并将其置于无干扰的地方。看来没有比这更好的方法了。

复查 大的应用研究室应当抽出一部分工作人员对过去的成绩和教训进行调查，并查明原因。是否搞了过多的课题，后来又放弃了？登记在册的课题是否过多？组

与组之间踢皮球现象是否过多？是否有的课题已经解决，但其成果从未被利用？是否存在已知问题已解决，但后来发现其发表形式是不正确的现象？研究人员是否有足够多的想法？新技术是否不断被开发和利用？所运用的方法与其他方法相比是高明还是逊色？研究人员是否能够不断地增长知识，从而使其解决某种课题的能力已经有了很大的提高？应该经常提出这类问题及其他许多问题并加以研究，否则由于成果不容易衡量，极易成为一个效率不高的组织管理体制而放任自流。

1.3 实验费用

工程师在设计桥梁时，自然会选择最经济且又符合一切技术要求包括审美要求的设计方案。而设计一项精密实验时往往是不考虑费用问题的。其一是正确估计完成一项研究所需要的时间是很困难的，另一个原因是传统观念总认为科学是不能和庸俗的金钱相提并论的。

然而，由于研究费用不断增加，无论有多困难也必须把这一经济因素考虑进去。如果一项研究工作确实能以较少的费用完成得很好，我们当然没有理由花更多的钱。另外，根据可能得到的经费来确定某项研究计划到底该不该进行，而应用科学研究往往有很明确的判断标准。例如，粗略地估算一下，一项研究成功后可能获得的经济收益及由它带来的机会。

理论科学一般不能评价其经济价值，事实上也是不可指望的。但是，在可供选择的课题中取舍时费用问题仍然要考虑进去。当然，这不是唯一的因素，但全然不考虑它也是错误的。

费用预算不仅包括购买器材的支出，还包括工资和日常管理支出，它们虽不与计划直接相关。很多科学工作者对日常费用额不很了解，当他看到日常管理支出的数字时往往要大吃一惊。一般来讲，日常费用包括房租、暖气、水电费和研究室的经营费用等，其费用额一般要达到直接支出和工资总额的40%~100%。

不恰当地使用薪金过低的科技专门人才是一种常见的浪费，有很多工作没有受过专门训练的助手也是完全可以胜任的。造成人才浪费的原因是付给科技人员的工资待遇常常很低，如果一位物理学博士的工资比一个机械工人的工资多不了多少，当然就没有什么理由不让这位博士去干机械工的工作。但是，若从国家发展的大局出发，不论何种原因都不应该浪费专业化的人才。

另外，在决定是购买某一台设备还是自己制造一台的时候，也必须考虑费用问题。如果这台设备商店里确实有售，那一般来说购买是比较便宜的。当评估专门制造一台设备的费用时，则要看拿薪金的机械工和机械师等技术人员是否有做这一工