
PENGFEI PENGFEI PENGFEI

石朋巴



王运华 黄竹根 张晓钟 编

化学工业出版社

硼 肥

王运华 黄竹根 张晓钟 编

化学工业出版社

内 容 提 要

本书结合我国土壤情况和作物生长特点,较全面、细致地介绍了我国施用硼肥的经验和技術措施,并对一些试验和研究成果也作了适当的介绍。此外还概括地介绍了各种硼肥的生产。

全书共分三章。第一章概况,介绍了硼的用途和硼矿的资源知识;第二章硼肥的生产,介绍了硼砂、硼酸、硼镁磷肥以及其它含硼混合肥料的生产方法;第三章介绍了土壤和作物与硼素营养之间的关系和作用,并分别介绍了油菜、棉花、各种农作物、果树、林木、蔬菜的缺硼症状、硼素营养的诊断、施肥效果和施肥技术。

本书采用非法定计量单位。书后附录列出主要物理量的法定计量单位和换算系数,供读者使用。

本书第一章、第二章由张晓钟编写,第三章由王运华、黄竹根编写。

本书可供从事农业工作的科技人员和广大农民阅读,也可供工业、农业、商业部门从事化肥工作的有关人员和农业专科学校师生参考。

硼 肥

王运华 黄竹根 张晓钟 编

责任编辑:王士君

封面设计:许立

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

开本 787×1092 1/32 印张 6 3/4 字数 152 千字 印数 1—2,320

1988年1月北京第1版 1988年1月北京第1次印刷

ISBN7-5025-0042-1/TQ·4 定价 1.45元

目 录

第一章 概 况.....	1
第一节 硼的用途.....	1
一、硼在工业上的用途.....	1
二、硼在农业上的用途.....	2
第二节 硼矿的形成与分类.....	8
一、硼矿的形成.....	9
二、硼矿的分类.....	10
第三节 国内外硼资源的开发与利用.....	14
一、硼资源的开发与利用情况.....	14
二、硼矿资源的加工方法.....	21
三、国外硼化合物的发展趋向.....	23
第二章 硼肥的生产.....	24
第一节 硼砂.....	24
一、概 况.....	24
(一) 硼砂的物化性质及主要用途.....	24
(二) 硼砂的质量标准.....	24
(三) 我国硼砂生产的发展过程.....	25
二、碳碱法制取硼砂.....	26
(一) 生产原料.....	26
(二) 生产概述.....	27
(三) 矿石的焙烧.....	28
(四) 矿石的粉碎.....	32
(五) 配料.....	34
(六) 碳解.....	34
(七) 过滤.....	38

(八) 冷却结晶.....	40
三、加压碱解法制取硼砂.....	41
(一) 工艺流程.....	41
(二) 主要技术经济指标.....	41
(三) 加压碱解法生产过程.....	43
四、碳碱法与加压碱解法工艺比较.....	45
第二节 硼酸.....	47
一、概况.....	47
(一) 硼酸的物化性质及主要用途.....	47
(二) 硼酸质量标准.....	48
(三) 我国硼酸生产的发展过程.....	48
二、碳酸氢铵法制取硼酸.....	49
(一) 生产原料.....	49
(二) 生产概述.....	50
三、硫酸中和法制取硼酸.....	57
(一) 生产原料.....	57
(二) 生产概述.....	57
四、碳铵法与硫酸中和法比较.....	59
五、硫酸法生产硼酸.....	60
第三节 硼镁磷肥.....	63
一、反应法.....	64
二、混合法.....	65
三、湿法流程.....	65
第四节 其它硼肥生产简介.....	67
一、硼镁肥.....	67
二、硼钙镁磷肥.....	69
三、硼镁沉淀磷酸钙.....	70
四、硼镁氮肥.....	70
五、硼镁腐肥.....	70
六、硼、镁、氮、磷混合肥料.....	71

第三章 硼肥施用技术	72
第一节 作物的硼素营养	72
一、硼的营养作用.....	72
(一) 硼对植物生殖器官的作用.....	73
(二) 硼对植物茎和根的作用.....	75
(三) 硼对碳水化合物合成和运转的作用.....	76
(四) 硼的其它作用.....	77
二、作物缺硼和对硼的需要.....	79
(一) 作物对硼的需要.....	79
(二) 作物缺硼的症状.....	80
三、硼过多对作物的毒害.....	82
(一) 作物硼中毒症状的特点.....	82
(二) 过量的硼对人畜健康的影响.....	83
(三) 引起作物硼中毒的原因.....	83
(四) 防止作物硼中毒的措施.....	84
(五) 一些作物硼中毒的症状.....	84
第二节 土壤的硼素营养	85
一、我国土壤的硼素营养状况.....	85
二、硼在土壤中的形态、吸附和有效性.....	86
(一) 土壤中硼的形态.....	86
(二) 土壤中硼的吸附.....	87
(三) 土壤中硼的有效性.....	88
(四) 容易缺硼的土壤.....	91
三、土壤有效硼含量与施用硼肥的必要性.....	92
第三节 油菜施用硼肥	94
一、油菜缺硼的症状.....	94
(一) 各生育期油菜缺硼症状的主要表现.....	95
(二) 油菜缺硼的株型.....	97
二、油菜的硼素营养.....	98
三、油菜缺硼的土壤临界值.....	100

(一) 油菜严重缺硼的土壤临界值	100
(二) 油菜中轻度缺硼的土壤指标	102
四、油菜施用硼肥的效果	105
(一) 油菜施用硼肥的增产效果	105
(二) 硼肥对油菜的增产作用	106
(三) 硼肥对改善油菜品质的作用	110
(四) 影响油菜施用硼肥效果的条件	111
五、油菜施用硼肥的技术	115
(一) 基肥	115
(二) 种肥	117
(三) 叶面喷施	117
(四) 硼肥品种	121
第四节 棉花施用硼肥	121
一、棉花缺硼的症状	122
(一) 株型	122
(二) 各植物组织器官的症状	124
二、棉花的硼素营养	127
三、棉花缺硼的诊断	129
(一) 棉花缺硼的土壤诊断	129
(二) 棉苗缺硼的化学诊断	135
(三) 棉苗缺硼的形态诊断	138
四、棉花施用硼肥的效果	143
(一) 棉花施用硼肥的增产效果	143
(二) 硼肥对棉花的增产作用	145
(三) 影响棉花施用硼肥效果的条件	150
五、棉花施用硼肥的技术	153
(一) 棉花各种施用硼肥技术的适应性	153
(二) 基肥和种肥	155
(三) 追肥	156
(四) 硼肥品种	159

第五节 各种农作物施用硼肥	160
一、豆科作物施用硼肥	160
(一) 大豆施用硼肥	161
(二) 蚕豆施用硼肥	163
(三) 紫云英和苕子施用硼肥	164
(四) 花生施用硼肥	165
二、经济作物施用硼肥	166
(一) 甜菜施用硼肥	166
(二) 烟草施用硼肥	167
(三) 甘蔗施用硼肥	168
三、粮食作物施用硼肥	169
(一) 水稻施用硼肥	169
(二) 小麦施用硼肥	173
(三) 大麦施用硼肥	175
(四) 玉米施用硼肥	176
(五) 谷子施用硼肥	177
(六) 甘薯施用硼肥	179
第六节 果树和林木施用硼肥	179
一、柑桔施用硼肥	179
(一) 柑桔的硼素营养	179
(二) 柑桔缺硼的症状	179
(三) 柑桔施用硼肥的效果	180
(四) 硼肥对柑桔的增产作用	184
(五) 柑桔施用硼肥的技术	187
二、苹果施用硼肥	188
(一) 苹果的硼素营养和缺硼症状	188
(二) 苹果缺硼的土壤诊断	189
(三) 苹果缺硼的叶片诊断	191
(四) 苹果施用硼肥的效果	194
(五) 硼肥对苹果的增产作用	196

(六) 苹果施用硼肥的技术	197
三、桃、梨、杏和葡萄施用硼肥	197
(一) 桃、梨和葡萄对硼营养的需要	197
(二) 桃、梨、杏和葡萄施用硼肥的效果	197
(三) 桃、梨、杏和葡萄施用硼肥的技术	199
四、桑、油橄榄、湿地松、火炬松施用硼肥	199
(一) 桑树施用硼肥	199
(二) 油橄榄施用硼肥	199
(三) 湿地松、火炬松施用硼肥	200
第七节 蔬菜作物施用硼肥	202
一、蔬菜作物的硼素营养	202
(一) 蔬菜作物对硼营养的需要	202
(二) 蔬菜作物的缺硼症状	202
二、蔬菜作物的缺硼诊断	203
三、蔬菜作物施用硼肥	203
(一) 蕃茄施用硼肥	203
(二) 花椰菜施用硼肥	203
(三) 芹菜施用硼肥	205
(四) 白菜施用硼肥	205
(五) 其它蔬菜作物施用硼肥	205
参考文献	205
附录 法定计量单位和换算系数	208

第一章 概 况

第一节 硼 的 用 途

硼化物的用途十分广泛，各种硼化物广泛用于制造玻璃、陶瓷、搪瓷、肥料、医药、纺织、冶金、国防工业以及各种日用的化妆品等。

一、硼在工业上的用途

1. 硼在玻璃和陶瓷方面的用途 硼在玻璃和陶瓷方面的用量最大。玻璃中加入硼化物可以使溶化时间缩短，不但提高玻璃的产量，而且还可以提高玻璃的光洁度、透明度，提高玻璃的耐温、耐压性能。因此，硼化物在玻璃工业中，广泛用于制造高质量的玻璃、玻璃纤维、光学透镜、绝缘材料、玻璃钢等。这些材料大都是建筑、机械、军工的新型材料。

陶瓷加入硼化物可以增加珐琅的强度，使色泽鲜艳，光亮洁白，外观美丽，坚固不透水。

硼化物可以提高搪瓷的膨胀系数，并使之表面光洁，耐温和抗腐蚀。

2. 硼化物在制革、纺织、木材加工中的用途 木材经过硼砂处理可以防腐。硼砂、硼酸不仅具有防腐性能，还有去垢和漂白作用，在肥皂、去垢粉、洗涤剂、眼膏、沙布等日用化工产品 and 医药用品的制造中都要用到硼化物。过硼酸钠是原布的良好漂白、脱脂剂，它还可以做媒染剂、洗涤剂、脱臭剂及

士林染料显色的氧化剂。偏硼酸钡用于涂料工业的底漆、面漆，是一种新型的防锈颜料。硼酸锰用做清漆和熟油的干燥剂，是制造油漆催干剂的原料之一。硼氢化钠是一种良好的还原剂。氟化硼可做某些有机反应的催化剂。硼酸锌可用于防火涂料和防火塑料。木材和纺织品用四硼酸铵处理后可以防火等。

3. 硼在冶金工业方面的用途 硼砂可做炼钢的助熔剂，加入硼砂可以降低炼钢的温度；硼用于冶炼硼钢，硼钢硬度高，熔点高，耐磨性和坚韧性好，可做制造喷气机的优质钢材。

4. 硼在国防工业的用途 三氯化硼用于生产硼纤维等高强度的合成材料，这种材料强度高、重量轻，可以用于制造飞机的机翼和直升飞机的螺旋桨。

碳化硼 (B_4C) 硬度很高，仅次于金刚石和氮化硼，是良好的研磨材料。

二、硼在农业上的用途

硼是植物生长发育必需的七种微量营养元素（硼、锌、锰、钼、铜、铁、氯）之一。衡量一种元素是否为植物营养所必需的，其原则是：①该元素是完成植物生活周期所不可缺少的；②该元素缺少时呈现某种特定的缺乏症，唯有补充它以后，这种缺乏症才能纠正或防止；③该元素在植物营养生理上表现出直接的效果。早在 1875 年，农业化学家就发现植物体内含有少量的硼，但是，由于化学和农业科学技术的限制，当时无法确定硼是否为植物生长发育所必需。首先提出硼的重要性的是法国的 P. Maze (1914)，他是根据硼对玉米生长发育的影响，最早证明植物生长发育需要硼。英国的 K. Warington (1923)，对多种植物进行了试验，进一步肯定了硼为各种植物生长发育所必需，从而确定硼为植物生长发育必需的微量营养元素。在

本世纪二、三十年代，西欧的甜菜广泛发生“腐心病”，严重减产，经过研究证实，该病症为缺硼症，施用少量硼肥即可有效地防治，甜菜大幅度增产，甜菜施硼成为硼肥用于农业的具有突破性意义的进展，引起了农业化学家和生产者的普遍关注。从此以后，世界各国关于硼对各种农作物的必要性、作物——土壤硼素营养以及作物施用硼肥的研究和应用蓬勃发展，硼肥也作为一种重要的化学肥料迅速地发展起来。

在植物必需的七种微量营养元素中，缺硼最为普遍。在西欧，施用硼肥已成为作物施肥常规，经常性的土壤速效硼分析测定结果指导着作物施用硼肥，欧洲各国大面积种植甜菜，施用硼肥是夺取甜菜丰收的一项重要措施。在苏联，开展了全国性的土壤速效硼普查工作，表明全国广泛地存在缺硼土壤，以拉脱维亚的滨海砂土缺硼最为严重，淋溶灰化土、生草灰化土、灰钙土、栗钙土、黑钙土和褐土，也都有程度不同的缺硼土壤，容易缺硼和施用硼肥增产显著的作物有糖用甜菜、玉米、豇豆、饲用大豆、亚麻和棉花等。在美国，五十个州中有四十三个州，每个州有一种或多种作物缺硼，除山区六个州和衣阿华州外，太平洋和大西洋沿岸各州施用硼肥最多，这些州的土壤大多是砂土和淋溶强烈的土壤，容易缺硼和需硼的作物有甜菜、豆科植物（如花生、苜蓿）、十字花科植物（如花椰菜及其它多种蔬菜）、棉花、果树（以苹果为主）等。在英国，认为引起缺硼的因素相当复杂，土壤母质、土壤 pH、土壤质地等因素都可引起缺硼，并且每年出现的情况不相同。缺硼的土壤主要有砂岩、花岗岩发育的土壤，需硼的作物有甜菜、萝卜等。在日本，缺硼的情况也很普遍。缺硼的土壤主要是强酸性的砂质土或排水良好的土壤，在多雨的条件下，由于硼素的淋溶流失而引起缺硼；在这些土壤上，过多的施用石灰，引起硼的固结也导致缺

硼；少雨干旱，硼不溶化，可吸性低，也易缺硼；施用不腐熟的堆肥，也常引起缺硼；种植需硼多的油菜和蔬菜作物，特别是长期连作重茬，作物带走较多的硼而得不到补给，也引起缺硼。需硼较多和需要施用硼肥的作物有油菜、甜菜、柑桔、苹果、马铃薯、甘薯、花生、梨、桃、葡萄、烟草以及花椰菜、甘蓝等。在尼日利亚、赞比亚，棉花出现明显的缺硼症状，在马里萨凡纳，所有土壤都已达缺硼界限，在加拿大，也有不少的缺硼土壤，紫苜蓿缺硼相当普遍，施用硼肥能显著增产。

各国常用的硼肥是硼酸 (H_3BO_3) 和硼砂 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)。在美国，还有五硼酸钠、含硼玻璃肥料(长效肥料)、硼酸盐肥料 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_7$)、可溶性多硼酸盐 ($\text{Na}_2\text{B}_{10}\text{O}_{18} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 等；在苏联，还有硼精矿(主要成分为 H_3BO_3 ，含 B 3.5%)、硼镁肥(主要成分为 H_3BO_3 、 MgO ，含 B 2.28%，Mg 8.4%)、含硼粉渣(主要成分为 H_3BO_3 ，含 B 2.4—2.8%)、含硼普钙、含硼重钙、硼酸镁、硅硼钙肥等；在日本，还有粗制硼酸(硫酸或盐酸处理天然硼砂的产物，不含钠盐，易溶于温水)、熔融硼肥(含枸溶性硼)。在这些硼肥中，凡主要成分为硼酸或硼砂的，均为水溶性的，速效肥料；含硼玻璃肥料或熔融硼肥，为枸溶性硼肥，不易流失，肥效稳而长，是长效硼肥。含硼玻璃肥料或熔融硼肥的生产方法，是将无水硼砂、长石、滑石及纯碱等混合，在 1250°C 高温下熔融，骤冷使之形成硅酸系特殊玻璃体后，粉碎到 80% 通过 590 微米筛的灰绿色粉末，除含有枸溶性硼 20—25%、枸溶性镁 10% 外，还含有钙 6.5%、硅 27.5%、钾 3.5%、锌和钼各 0.1—0.2%。故含硼玻璃肥料或熔融硼肥是综合性微量元素肥料。

世界各国发展的趋势，是把硼肥以及其它微量元素肥料添加到氮、磷、钾等常量肥料中，制成多组分的混合肥料或复合



肥料，供农田使用，以减少施肥次数，满足植物对各种营养元素的需要。

我国在解放以前，硼肥研究工作基本上是个空白。解放以后，50年代中期，我国开始有油菜和棉花施硼试验，获得了增产效果，许多科研、生产单位相继开展了作物——土壤硼素营养和农作物施用硼肥的研究，取得了可喜的进展。六十年代的油菜施硼是具有重大突破性意义的进展。那时，湖北省沔水、圻春等县推广高产油菜良种甘蓝型油菜，以代替低产的沔水白油菜品种，甘蓝型油菜大面积发生萎缩不实病，又称“花而不实”、“不结角”，发病严重的几乎无收，一般减产三、五成，严重阻碍了甘蓝型油菜良种的推广，浙江、陕西、江苏、上海、安徽、江西、湖南、四川、云南、贵州、广东、广西、福建、河南等省市在推广甘蓝型油菜良种的过程中，在局部地区都发生了油菜“花而不实”病，发病地区分布广、面积大，对油菜生产危害极大，经中国农业科学院油料作物研究所等单位试验研究证明，该病系由于油菜缺乏硼营养而引起的一种生理性机能病害，多发生在甘蓝型油菜品种上，个别白菜型油菜品种也有表现。在综合防治的基础上，每亩施用硼砂250—500克(0.5—1斤)，可以有效地防治油菜“花而不实”，每亩增产油菜籽32—162斤，效果显著，受到农民群众的欢迎，施用硼肥成为夺取油菜丰收的一项重要措施，据不完全统计，1982年全国油菜施硼面积超过一千万亩。在七十年代中期，湖北省新洲县棉花发生“蕾而不花”症，棉花只现蕾，大量蕾铃脱落，很少开花结桃，发病严重者几乎无收，一般减产三、五成，经华中农学院等单位试验研究证明，该病也是由于棉花缺硼所引起的一种生理性机能病害，每亩施用硼砂250—500克(0.5—1斤)，可以有效地防治棉花“蕾而不花”，使棉花大幅度增产。在此基础上，

又进一步试验研究了棉田中度和轻度缺硼与棉花施用硼肥的问题，经过多年多点试验研究证明：在浙江、上海、江苏、安徽、江西、湖北、湖南、四川、山东、河南、河北、山西、陕西等省市，广泛存在着中度和轻度缺硼的棉田，在这些棉田上种植的棉花，外表尚属正常，但缺硼限制着棉花产量的进一步提高。棉花的这种缺硼是潜在性的，对潜在性缺硼的棉花施用硼肥，一般可以增产5—25%。现在，棉花施硼正在生产上推广应用，据不完全统计，1983年全国棉花施硼面积达400万亩。科技、院校等单位的许多科技工作者，还对大小麦“不稔症”（不结实）、花生“果而不仁”、大豆“荚而不果”、柑桔和苹果“花而不果”和“石头果”、油橄榄“多头不果”等病症开展了试验研究工作，证实它们都是缺硼症，施用少量硼肥即可防治。

作物施硼具有施用量少、方法简便、增产显著、经济效益高等特点：施用量少，一般每亩施用硼砂250—500克（0.5—1斤），方法简便，可以叶面喷施（根外追肥）、基肥或播种时条施，但不宜拌种；增产显著，在缺硼的土壤上，对需硼的作物施用硼肥，一般可增产一、二成，甚至三、五成；经济效益高，作物施硼，一般每亩硼肥成本三、五角，或多至一元，但增产的纯经济收入却二、三十倍地增加，例如，油菜施硼平均对比每亩可增产菜籽25千克左右，产值17元，除去每亩硼肥投资0.4元，净增收入16.6元，相当肥料投资的41.5倍；棉花施硼平均对比每亩可增产皮棉12.7斤，产值19元，除去每亩硼肥投资0.5元，净增收入18.5元，相当肥料投资的37倍；花生施硼，每亩可增产花生20斤左右，扣除硼肥投资，净增收入7.06元，相当投资的20.8倍。作物施硼的这些特点，也是优点，引起了人们的浓厚兴趣，要求在农业生产中施用硼肥。同时，和任何农业技术一样，施用硼肥也是有条件的，必须因地制宜、因作物制宜，讲究施用

硼肥技术：在缺硼土壤上，对需硼作物施用硼肥，可促进作物增产，反之，在含硼丰富的土壤上，一般不必施用硼肥，如果施用硼肥，技术要求很高；即使土壤缺硼，如果硼肥施用量过多，施硼技术不当，也不一定能使作物增产，甚至导致减产。因此，需要开展深入的试验研究工作，使硼肥更好地用于农业。

目前，许多省市农科院土肥所和高等院校建立了微肥研究机构，积极开展土壤速效硼的调查和作物施用硼肥的试验示范以及推广应用。初步结果表明，我国土壤缺硼相当广泛，遍及东半部。施用硼肥有效的作物有：油菜、棉花、大豆、花生、蚕豆、甜菜、小麦、大麦、水稻、玉米、荞麦、高粱、马铃薯、甘薯、亚麻、烟草、苜蓿、红花草、三叶草、蓖麻、柑桔、苹果、草莓、葡萄、梨、橄榄、木瓜、杏、油橄榄、桑、向日葵、西红柿、黄瓜、茺菁、胡萝卜、甘蓝、花椰菜、芹菜、莴苣、茴香、白菜等。同时，由于有机肥料施用量下降，氮、磷化学肥料施用量增加、特别是化学氮肥的单一增加，造成大量营养元素和硼素的比例失调，养分之间失去平衡；加上农作物高产良种和高产栽培技术措施的增多和推广普及，以及农作物复种指数的增加，使农作物产量逐渐增加，随农作物的收获物带走硼素营养随之增多。这一切，加重了对硼肥的需求。如果农作物带走的多，补充的少甚至不补充，日积月累，缺硼问题必然阻碍农业生产的发展。这些事实说明，我国农业上研究和应用硼肥，是极为重要的。

当前，我国使用的硼肥品种主要是硼砂($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)，也有硼酸(H_3BO_3)，还有晶体硼镁肥($\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{MgSO}_4$)、五硼酸铵($\text{NH}_4\text{B}_5\text{O}_{13} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)、硼镁磷肥($\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{MgSO}_4$)、硼钙镁磷肥、硼镁沉淀磷酸钙、硼镁氮肥、硼镁腐肥、硼镁氮磷混合肥料、硼泥、以及含硼的复合肥料与混合肥料等。

作物施用硼肥，要根据作物——土壤硼营养特点，因地制宜。本书第三章将予阐述。

作物施用硼肥的技术，主要有：基肥，播种前撒施，翻耕整地后播种；种肥，播种时条施或穴施于种籽的一侧，但不接触种籽；追肥，根外追肥即叶面喷施，土壤追肥，在植株附近2—3寸开沟条施或穴施。此外，稀硼肥溶液(0.05—0.1%硼砂)，可用于浸种或拌种，浸种时间一般6—24小时。

硼酸和硼砂含水溶性硼较多，主要用作根外追肥，也可作基肥、种肥；其它硼肥主要用作基肥、种肥；硼泥的碱性强，含水溶性硼少，施用量一般每亩50斤以上，故只作基肥。

硼肥必须施匀，少量硼肥可与干细土、氮、磷肥等混合均匀后施下。

在用硼酸或硼砂作根外追肥时，需要仔细溶解，它们的溶解度与温度有关：每100克水溶解硼酸，0℃，2.66克；10℃，3.57克；20℃，5.04克；30℃，6.6克；40℃，8.72克；50℃，11.54克；60℃，14.81克；70℃，18.62克；90℃，30.38克；100℃，40.25克。每100克水溶解硼砂($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)，0℃，1.3克；10℃，1.6克；20℃，2.7克；30℃，3.9克；50℃，10.5克；60℃，20.3克；超过60℃即为不稳定相。故为了促进硼酸溶解，可用较高温度水，甚至开水；而对硼砂，水温不宜超过60℃。

各种肥料并与农药混合施用，可以减少施肥劳力，是晚近发展的方向。硼肥施用上也应如此提倡，原则是只要它们混合后不产生沉淀，即可混用。

第二节 硼矿的形成与分类

硼是地球上含量稀少而又非常分散的化学元素。地球上平