

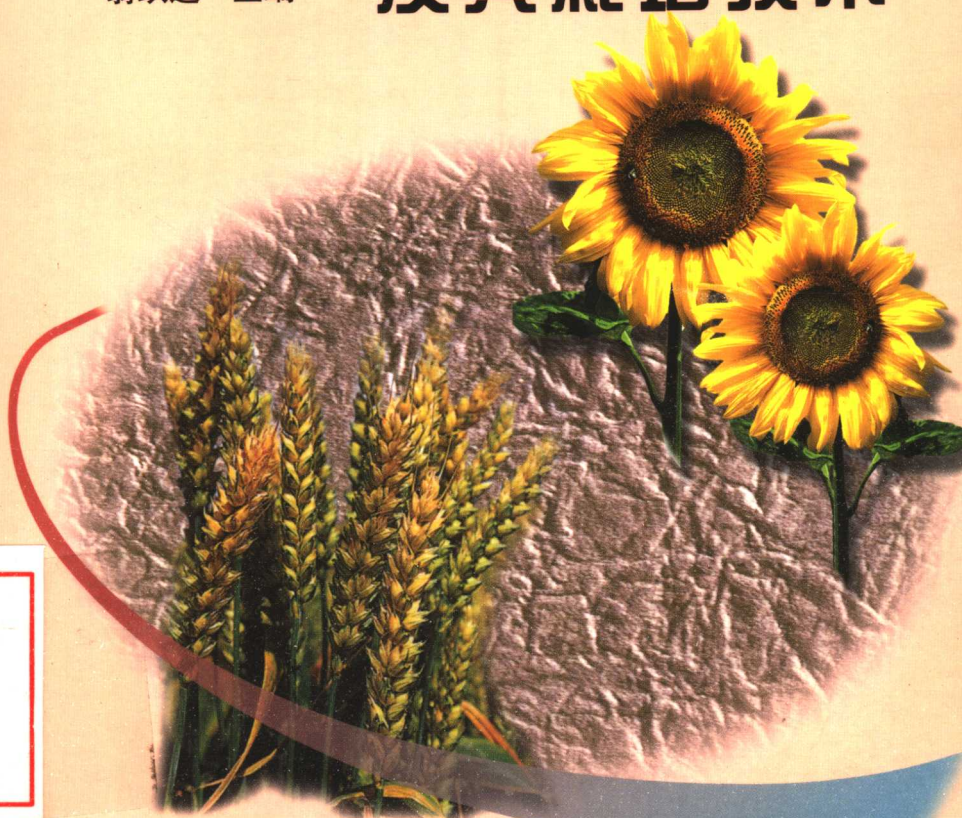


"948"引进技术丛书

作物耐盐品种

翁跃进 主编

及其栽培技术



中国农业出版社

“948” 引进技术丛书



948

作物耐盐品种 及其栽培技术

翁跃进 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

作物耐盐品种及其栽培技术/翁跃进主编. —北京:
中国农业出版社, 2002.10

(“948”引进技术丛书)

ISBN 7-109-07861-2

I. 作... II. 翁... III. ①耐盐性—作物—品种②耐
盐性—作物—栽培 IV. S3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 070533 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 舒 薇 杨金妹

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 2.125

字数: 50 千字 印数: 1~3 000 册

定价: 6.20 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

为了迅速解决我国农业生产中的重大问题，尽快缩小我国农业科技与世界先进水平的差距，“九五”期间，我国实施了引进国际先进农业科学技术计划，简称“948”项目。计划实施以来，根据我国农业和农村经济发展以及农业科技发展的实际需要，全方位、大规模地引进了一批包括种植业、畜牧业、水产业、农业机械工程、农产品产后加工、农业综合技术等领域在内的国际先进农业技术和适合我国农业特点的适用技术。

为了加快引进技术的推广，我们选择了部分适于推广应用的技术，编辑成《“948”引进技术丛书》，供广大农业科



技人员、技术推广人员和有关农业企业及农村养殖户参考。

《“948”引进技术丛书》编委会

2000年4月

目 录

前言

一、我国盐渍土壤的类型和分布	1
(一) 我国的盐渍土壤类型	2
(二) 我国盐渍土壤的地理分布	5
(三) 土壤盐渍化的判定	6
(四) 作物耐盐性与盐渍土壤利用	12
(五) 作物耐盐性研究现状	13
二、农作物品种耐盐性鉴定	15
(一) 作物耐盐性鉴定的原则	16
(二) 作物品种耐盐性鉴定的方法与标准	19
(三) 小麦耐盐性鉴定评价技术规范	23
三、作物耐盐品种的培育	32
(一) 植物耐盐性的分类	32
(二) 作物品种的耐盐性	34
(三) 植物耐盐性的机理	36



(四) 作物耐盐品种的培育方法	37
(五) 几种主要粮食作物的耐盐品种	43
四、盐渍土壤作物栽培技术	46
主要参考文献	59

一、我国盐渍土壤的 类型和分布

盐渍土壤是地球陆地上分布广泛的一种土壤类型，约占陆地总面积的 25%，不仅在世界上是重要的土地资源，而且在我国也是一个重要的土地资源。据联合国粮农组织（FAO）统计，全世界 103 个国家有盐渍土壤，盐渍化土壤面积约为 38 000 万公顷。几个盐渍土壤面积较大的国家分别是前苏联、澳大利亚、阿根廷、美国、中国、印度、加拿大、巴基斯坦、斯里兰卡和以色列等（表 1）。

表 1 世界主要盐渍土壤的国家

国 家	前苏联	澳大利亚	阿根廷	美 国	伊 朗
面积（百万公顷）	218	48.7	32	19.6	18
国 家	印 度	巴基斯坦	泰 国	埃 及	南 非
面积（百万公顷）	7.0	6.2	3.6	1.2	0.1

我国 1 亿公顷耕地中有 0.37 万公顷是盐渍化耕地，主要分布在西北、华北等北方粮食主产区。我国还有 0.2 亿多公顷盐渍化荒地，处于闲置状态，有待开发利用。此外，因受厄尔尼诺和拉尼娜气候的影响，全球气温增高，海平面上升，加之工业生产



污染和农业灌溉、施肥不当等人为因素的影响，全球许多耕地相当大面积发生次生盐渍化，盐渍土壤面积还有发展和上升的趋势。同时，随着全球经济的发展、城市面积的扩大和人口的增长，农用耕地不断被蚕食，人们赖以生存的农业耕地日益减少。因此，开发利用盐渍化土壤，增加土壤的产出率和利用率已经成为现代农业迫在眉睫的主要任务。

盐渍土一般分布在平原地区，地形平坦，土层深厚，阳光充足，有较丰富的地下水源，对发展农业生产，尤其对于农业机械化、水利化极为有利，具有较大的生产潜力和良好的开发价值。如能尽快开发利用，对扩大耕地面积、发展农业生产、提高人民生活水平具有重大的生产潜力，特别对人口众多、耕地资源缺乏、人均耕地不足 0.067 公顷的我国更具有现实意义和深远意义。

（一）我国的盐渍土壤类型

盐渍化土壤是我国主要的土壤类型之一。根据我国盐碱土的形成条件、成土过程和土壤特性等，中国土壤学会于 1978 年在南京召开了全国土壤分类会议，制定出《中国土壤分类暂行草案》，将我国盐碱土分为盐土和碱土两大土类。其中，盐土又分为滨海盐土、草甸盐土、沼泽盐土、洪积盐土、残余盐土和碱化盐土 6 个亚类，每个亚类又按盐分组成成分为若干个土属。

1. **滨海盐土** 滨海盐土在辽宁、河北、山东、苏北沿海平原海岸地区呈带状分布，在苏南、浙江、福建、广东、广西、台湾等地的沿海也有零星分布。该区地形平缓，母质为沙黏不定的滨海沉积物，地下水位一般在 1~2 米左右，土壤和地下水的 pH 多在 7.5~8.5。由于滨海盐土主要是直接由盐渍淤泥发育而成，所以它有如下积盐特点：①不仅土壤表层积盐重，而且心底土含盐量也很高。表层含盐量一般为



盐碱土

土类 亚类

土属

碱土

盐土 1 滨海盐土 碱性滨海氯化物盐土

中性滨海氯化物盐土

酸性滨海硫酸盐盐土

2 草甸盐土 氯化物盐土（潮湿盐土）“黑油碱”、“油碱”、“卤碱”和“万年湿”

硫酸盐—氯化物盐土（结皮蓬松盐土）“面碱”、“锅巴碱”

氯化物—硫酸盐盐土（结皮蓬松盐土）“面碱”、“锅巴碱”

硫酸盐盐土（蓬松盐土）“毛拉碱”或“朴腾碱”

硝酸盐盐土“硝土”

3 沼泽盐土（臭碱土、水碱土）泥炭或腐泥沼泽氯化物—硫酸盐盐土

泥炭或腐泥沼泽硫酸盐—氯化物盐土

泥炭或腐泥沼泽硫酸盐盐土

泥炭或腐泥沼泽石膏—硫酸盐盐土

草甸沼泽氯化物—硫酸盐盐土

草甸沼泽硫酸盐—氯化物盐土

草甸沼泽硫酸盐盐土

草甸沼泽石膏—硫酸盐盐土等

4 洪积盐土 氯化物盐土

硫酸盐—氯化物盐土

硫酸盐盐土

5 残余盐土（“干盐土”或“旱盐土”）氯化物—硫酸盐盐土

硫酸盐盐土

石膏—硫酸盐盐土

硝酸盐盐土

6 碱化盐土 苏打盐土（“马尿碱”、“水碱”）

碳酸镁盐土（“白板碱”）



1%~3%，有的高达5%~8%，在1米土层中平均含盐量达0.5%~2%。②在绝大多数情况下，土壤和地下水的盐分组成与海水的盐分组成一致，均以氯化物占绝对优势。③地下水矿化度普遍很高。

2. 草甸盐土 草甸盐土又叫普通盐土，在盐土的亚类中分布极为广泛。在我国黄淮海平原、内蒙古河套平原、宁夏银川平原、东北松辽平原以及山西大同晋中盆地和甘肃、青海、新疆的内陆盆地等均有分布。这些地区的地形低洼，稍有起伏。母质多为沙黏不定的河流冲积物。地下水位在1~2米，新疆可达3米。地下水矿化度在10~30克/升，在半干旱和干旱气候条件下，地下水上升至地表，水分蒸发表土积盐。在其形成过程中，积盐过程和草甸成土过程相伴进行，而以积盐过程为主。土壤积盐层的含盐量和厚度，随气候干燥程度的增加而递增。在新疆、内蒙古、宁夏等地，1米土层内平均含量在1%左右，表土层的盐分积聚可高达4%~10%以上，形成明显的盐结皮或积盐壳。在华北平原、东北松辽平原，表土含盐量一般在1%~2%，而心底土的盐分含量仅为0.1%~0.3%。由此可见，草甸盐土的积盐特点是盐分多集中在表土层，土壤剖面的盐分，垂直分布形成上重下轻，呈典型的倒三角形。

3. 沼泽盐土 沼泽盐土零星分布于半漠境和漠境地区的浅平洼地边缘，地下水位高，在旱季地下水位也接近地面。地面积水的矿化度约2~3克/升，高的可达10克/升，特别地区地下水的矿化度更高，漠境地区可高达187克/升。沼泽盐土主要由各种沼泽土或盐泽、盐沼干涸积盐演变而成，或者是其他盐土遭受沼泽化所致。它既有积盐过程，同时还有沼泽化过程。沼泽盐土的盐分多集中于表层，地面有盐霜、盐结皮或盐结壳。漠境沼泽盐土的盐结壳含盐量可达35%~75%，下层盐含量为1%~10%。半漠境地区沼泽盐土的含盐量表层1.0%~4.5%，表皮以下含盐量多在0.3%~1.0%。



4. **洪积盐土** 洪积盐土主要分布在新疆天山南麓部分洪积扇和阶地上，地形较高而平坦，母质为洪积冲积物，地下水位 6~7 米，地下水矿化度 5~10 克/升。其盐分主要来源于含盐地层或岩层。洪积盐土与残余盐土的主要区别在于，洪积盐土是地面径流带来的盐分而形成。洪积盐土土壤表层含盐量最高达 1%，以氯化物为主，硫酸盐次之，洪积盐土有两个以上积盐层。

5. **残余盐土** 残余盐土几乎都分布在我国西北漠境和半漠境地区的山前洪积平原，或古老冲积平原高起的地段和老河床阶地上，地形稍高而平坦，母质为洪积物，地下水位 7~8 米以下，地下水矿化度 1~7 克/升。残余盐土的现代积盐过程几乎停止，仅仅凭借稀少的年降水量，泌盐植物和风力搬运等方式，使可溶性盐类在表层土壤中有所增减和重新分配。半漠境地区残余盐土土壤表层含盐量不超过 1%，心底土在 1%~2%；漠境地区残余盐土表层含盐量在 2%~20%，而亚表土或底土中含盐量在 8%~66%。

6. **碱化盐土** 碱化盐土主要分布在松辽平原、山西大同盆地、内蒙古大小黑河流域以及甘肃、新疆等地，黄淮海平原和藏北高原也有零星分布。这些地区地形平坦。母质为河流冲积物或湖相沉积物。地下水位 1~2 米，水质为钠质碳酸盐或重碳酸盐，地下水矿化度 1~3 克/升。碱化盐土的形成是在以化学碱性盐为主的积盐过程中，同时发生碱化过程而形成的。因此，碱化盐土的积盐特点是在易溶性盐组成中含相当数量的碳酸钠，pH 在 9 或 9 以上，从而恶化了土壤物理性质并危害植物。

(二) 我国盐渍土壤的地理分布

我国从滨海到内陆，从低地到高原都分布着不同类型的盐渍



土壤。我国盐渍土壤的总面积约有 0.33 亿公顷，其中已开垦的有 0.067 亿公顷，还有 0.2 亿公顷盐荒地等待开垦利用。我国 0.33 亿公顷盐渍土广泛分布在长江以北的辽阔内陆地区，以及辽东半岛、渤海湾和苏北滨海狭长地带，浙江、福建、广东等省沿海、台湾省和南海诸岛的沿岸也有零星分布。在长江以北的内陆地区中，盐渍土主要分布在淮河以北、大西北和青藏高原等内陆干旱和半干旱的河流冲积平原、盆地、湖泊沼泽地区。如大西北的宁夏银川平原、河西走廊、甘肃、新疆的各河流沿岸的阶地、山前平原和吐鲁番盆地、塔里木盆地、准噶尔盆地、哈密倾斜平原以及青藏高原的柴达木盆地和湟水流域、西藏雅鲁藏布江流域等，都分布着不同类型的盐渍土，东北的松嫩平原也有分布（表 2、图 1）。

表 2 我国盐渍土壤的分布

地 区	主要省份	面 积	盐分种类
西北干旱盐碱区	新疆、青海、甘肃	1 333.3 万公顷	SO_4^{2-} 和 NaCl
西北半干旱盐碱区	宁夏、内蒙古	80.0 万公顷	SO_4^{2-} 和 NaCl
东北盐碱区	内蒙古、黑龙江	200.0 万公顷	CO_3^{2-}
华北盐碱区	河北、河南、山西	333.3 万公顷	CO_3^{2-} 和 NaCl
滨海盐碱区	山东、河北、辽宁	466.7 万公顷	NaCl

（三）土壤盐渍化的判定

是否真正属于盐渍土壤，对于植物生长构成胁迫，需要进行科学地检测和判定，中国科学院南京土壤研究所、中国农业科学院土壤肥料研究所以及各省、直辖市、自治区农业科学院或高等农业院校的相关研究机构是鉴定和确认我国盐渍土壤的权威单位。

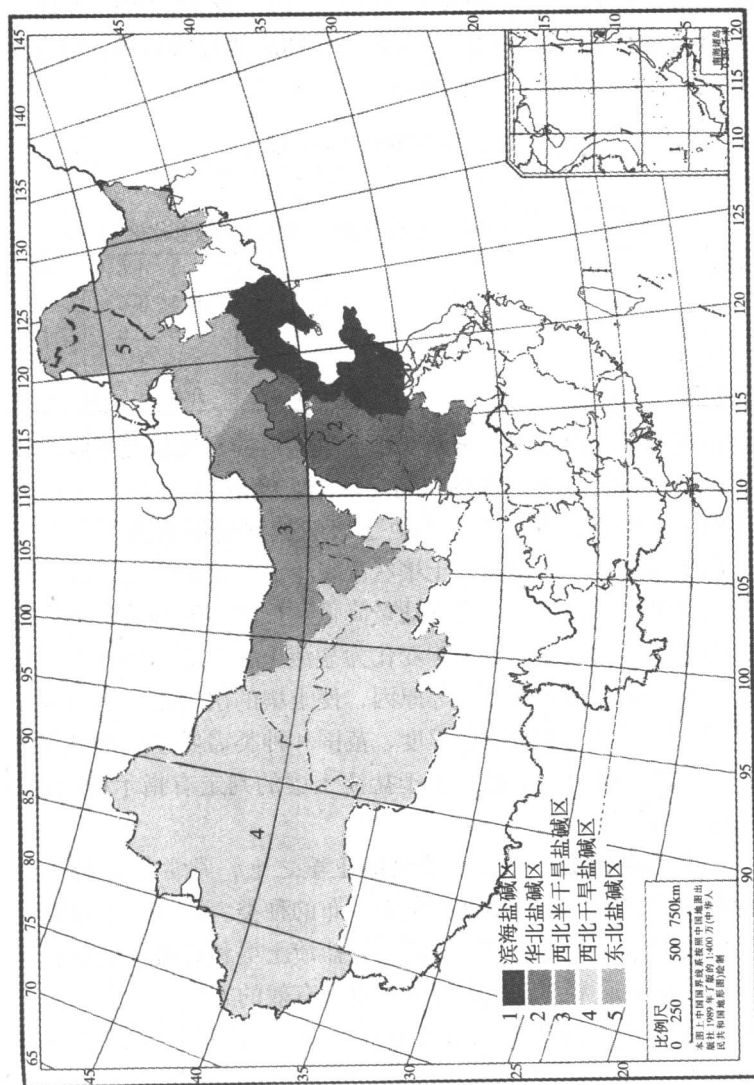


图1 中国盐渍土壤分布图



当前,我国对盐土盐渍化程度的分级,一般是以0~20厘米深层土壤含盐总量的百分数为划分标准的(表3)。因为各地区土壤含盐量和土壤盐分组成以及栽培作物耐盐力的不同,对土壤盐渍化程度的分级指标也有差异。

表3 我国盐渍土壤标准

地 区	含 盐 量 (%)				
	非盐渍化土壤	轻度盐渍化土壤	中度盐渍化土壤	重度盐渍化土壤	盐 土
华北地区	<0.2	0.2~0.3	0.3~0.4	0.4~0.6	>0.6
河 北	<0.2	0.2	0.4	0.4~0.6	>1.0
河 南	<0.2	0.2~0.3	0.3~0.6	0.6~1.0	>1.0
新 疆	<0.3	0.3~1.0	1.0~2.0	2.0~3.0	>3.0
苏北滨海	<0.2	0.2	0.2~0.4	0.4~0.6	>0.6

在农业生产实际中,常常对于土壤盐渍的真实状况了解比较粗犷,缺乏科学的数据资料和判定依据。经过了2~3次全国大范围的土壤普查,各地对于当地土壤的盐渍情况有所了解。但是,由于经过多年的时间,土壤状况发生了一定的变化,原有的盐渍土壤可能由于人为改良含盐量降低。反之,原有的正常土壤也会由于人为因素或环境影响变化为盐渍土壤,特别是由于工业污染、农业灌溉和施肥不当等原因,使土壤的次生盐渍化经常发生。因此,对于土壤盐渍的程度、范围和种类需要经过判定和化验,进行科学的鉴定。通常关于盐渍土壤的判定有指示植物法、重量法和电导法。

1. 指示植物法 在含有盐分的土壤之上,常常伴有盐渍土壤特有的植物生长。利用这些植物分布的种类、群体大小和生长情况可以快速、简捷地判定是否属于盐渍土壤和盐渍土壤含盐量的高低。这是通常判定盐渍土壤最直观有效的方法之一。

在潮湿低洼的盐渍土壤上伴生的水生盐生植物有盐角草(*Salicornia europaea*)、水麦冬(*Triglochin* spp.)、芦苇(*Phragmites communis*)等盐生植物。



在水旱交织发生的盐渍土壤上伴生的中生盐生植物有蒿 (*Artemisia monospermum*)、碱蓬 (*Suaeda australis*)、滨藜 (*Atriplex polycarpa*)、冰草 (*Agropyron elongatum*)、盐生酸模 (*Rumex marschallianus*) 等盐生植物。

在干旱的盐渍土壤上伴生的旱生盐生植物有无叶假木贼 (*Anabsis aphylla*)、梭梭 (*Haloxylon ammodendron*) 等盐生植物。

2. 重量法

(1) 方法原理 吸取一定量的土壤浸出液，在水浴上蒸干后，再于 105~110℃ 条件下烘干，称至恒重，称为“烘干残渣总量”。它包括土壤水溶性盐分及水溶性有机质等的总和。用 H_2O_2 去除烘干残渣中的有机质后，即为水溶性盐总量。

(2) 操作步骤 吸取待测清液 50.0 毫升，放入已知重量 (W_0) 的瓷蒸发皿中，移入水浴上蒸干后，放入 105~110℃ 烘箱中烘干 4 小时。移至干燥器冷却约 30 分钟，用分析天平称重。然后继续放入烘箱中烘 2 小时，冷却，称至恒重 (W_1)，前后两次重量之差不得大于 1 毫克。计算烘干残渣总量。

在上述烘干残渣中滴加 15% H_2O_2 溶液，使残渣湿润，再放在水浴上蒸干。如此反复处理。直至残渣全部变白为止，再按上述方法烘干称至恒重 (W_2)。计算水溶性盐总量。

(3) 结果计算

$$\text{烘干残渣总量 (\%)} = (W_1 - W_0) / W \times 100$$

$$\text{水溶性盐总量 (\%)} = (W_2 - W_0) / W \times 100$$

式中 W ——吸取浸出液相当土壤样品重 (克)。

3. 电导法

(1) 方法原理 土壤水溶性盐分是强电解质，其水溶液具有导电作用，其导电能力的强弱以电导率表示。在一定浓度范围内，溶液的含盐量与电导率呈正相关。因此，土壤浸出液的电导率值能够反映土壤含盐量的高低。但是溶液的电导率不能反映混



合盐的组成。如果土壤溶液中几种盐类彼此间的比值较为固定,则用电导率值测定盐分浓度的高低是相当准确的。因此,电导法用于田间定位、定点测量、及时了解土壤盐分动态变化,是一种快速、精确的方法。

电导率的单位为西门子/米(S/m)或分西门子/米(dS/m),用一定水土比例的浸出液在电导率仪上测得 25℃ 时的电导率,即可用此数值来表示土壤中水溶性盐分总量的多少,即土壤盐渍化的程度。

过去,习惯用化学试剂配制与土壤盐分组成相近而浓度不同的混合盐溶液,测定其电导率后绘制成电导率和盐分浓度相关曲线,或用同一类型不同含盐量的以数理统计方法计算该类型盐渍土壤总盐量与电导率之间的回归方程,或绘成关系曲线,从测得浸出液的电导率由回归方程计算或由关系曲线查出土壤总盐量(图 2)。

(2) 操作步骤 取土样与蒸馏水按 1:1 或 1:5 充分混合,浸提 30 分钟后,沉淀过滤,将待测溶液 20~30 毫升,放入小烧杯中,用少量待测液冲洗电导电极 2~3 次后,将电极插入待测溶液中,使电极铂片完全浸没于液面以下,按照使用说明调节电导率仪,待指针稳定后读取电导率读数(mS)。然后取出电极,用蒸馏水冲洗干净,再以滤纸吸干,准备下一个样品的测定,同时测量并记录溶液的温度。

如果进行多个样品的连续测定时,可每隔 10 分钟测一次液体温度,每 10 分钟内所测样品用前后两次液体温度的平均值。

(3) 结果计算 土壤浸出液 25℃ 时的电导率(EC_{25})为一定温度下的电导率(EC)与温度校正系数(f_t)的乘积,即:
$$EC_{25} = EC_t \times f_t。$$

温度校正系数可从表中查出。当溶液温度在 17~25℃ 之间时,液温与标准温度(25℃)每相差 1℃,电导率约增减 2%。