

热带电工文集

第一集

第一机械工业部广州电器科学研究所編

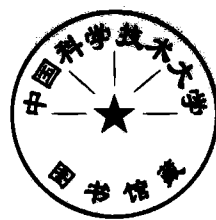
③

科学技术出版社

熱帶电工文集

(第一集)

第一机械工业部广州电器科学研究所編



前 言

解放以来，随着我国社会主义工业建设的高速度发展，长江以南的广大湿热地区工矿企业需要大量的电气设备。加之近年来我国向热带国家出口援外电气设备量也在不断增加，生产供应这些产品的工厂企业，根据生产上的需要，纷纷要求供应电气设备热带化方面的资料，作为设计、生产供应的依据和参考。为满足这种要求，除已编订热带电器标准文件十九种及关于热带电器产品（电机、电器、仪表）生产的临时措施呈报第一机械工业部分别经发试行及施行外，特将本所部份有关调查、试验、研究的成果，连同所搜集的部份国外资料分类汇编为热带电工文集。我们希望，这本文集的出版，对各工厂企业在设计生产热带电器方面，有所帮助。由于编辑比较仓促，加以经验不足，定有不当和讹误之处，尚希读者不吝指正。

广州电器科学研究所

1960.2.5

热带电工文集目录

第一集

第一部份 综合类:

1. 关于热带电气设备工作的现状及其发展 苏联 (1)
2. 关于热带型电气设备技术条件草案报告 苏联 (7)
3. 关于工业气候的分类原则 民德 (21)
4. 关于人工气候试验报告—热带型工业产品在人工气候条件下
试验的方法和設備 苏联 (27)
5. 热带电气设备 捷克 (76)
6. 热带影响造成损坏的预防准则 南非 (90)
7. 热带亚热带区域的气候对电气设备的设计结构和工艺处理影响 ... 日本 (109)
8. 水电设计中热带与亚热带因素的影响 加拿大 (115)
9. 热带火电设备的设计热带与亚热带地区热力发电厂设计的
特殊影响 加拿大 (124)
10. 灰尘对热带电器设备的影响 捷克 (132)
11. 电器及电讯设备海运运输到热带国家去的直接包装问题 民德 (136)
12. 电器设备用新型包装材料的研究 苏联 (142)
13. 热带气候箱 苏联 (146)
14. 塑料构成的壳式包装喷制方法 广州电器科学研究所 (148)
15. 电器设备在运输或库存中保护漆及施工工艺研究, 热浸型
(厚层) 可剥性塑料涂层 广州电器科学研究所 (151)

第二部份 电机类:

1. 热带用旋转电机的设计和工艺问题 民德 (157)
2. 哈尔科夫电机厂在热带电机的设计及制造方面的经验 苏联 (166)
3. 华南等十城市电机运转情况调查报告 广州电器科学研究所 (169)
4. 几年来合作国家电机样品耐湿热带气候试验总结报告
..... 广州电器科学研究所 (178)
5. 苏联供应印度的设备上用的国产润滑油的防霉防摩功效 苏联 (205)
6. 热带国家用设备的润滑油材料 苏联 (211)
7. 热带电机用轴承润滑脂试验研究报告 广州电器科学研究所 (216)

8. 对热带地区使用的滚珠, 滚珠轴承所需做的检查 民 德(230)
9. 各国热带变压器的比较及有关建议 民 德(234)
10. 华南十城市变压器使用调查报告 广州电器科学研究所(236)
11. 交流高压电机定子线圈环氧树脂玻璃布绝缘结构的研究
..... 广州电器科学研究所(245)

第三部份 电器类:

1. 热带国家用高压电器设计和制造的经验 苏 联(273)
2. 热带国家用电器设计和制造的经验 苏 联(276)
3. 热带电器设计和制造的经验 苏 联(279)
4. 热带条件下电触头的腐蚀 苏 联(282)
5. 热带用热继电器旁热式双金属片防蚀腐的研究 广州电器科学研究所(288)
6. 热带用热继电器直热式双金属片防蚀腐的研究 广州电器科学研究所(302)
7. 华南十城市电器的使用情况 广州电器科学研究所(307)
8. 广州地区电瓷产品使用情况 广州电器科学研究所(316)
9. 华南等十个城市绝缘子和套管的使用情况 广州电器科学研究所(329)
10. 广州地区高压设备被雷击损坏情况分析 广州电器科学研究所(338)

第四部份 电工仪表类:

1. 供给热带国家用的仪表中某些电镀层的应用特点 苏 联(347)
2. 在热带气候条件下的仪表零件的防护 苏 联(353)
3. 在自然及工人热带气候条件下电工测量仪表的试验结果及对其试验方法的意见 苏 联(355)
4. 电工仪表的金属零件和镀层在模拟热带气候条件下的加速腐蚀试验 苏 联(374)
5. 华南十城市电工仪表使用情况 广州电器科学研究所(383)
6. 中、苏、捷三国单相电度表试验总结报告 广州电器科学研究所(392)

第五部份 电线电缆类:

1. 供热带气候条件下用电缆和电线 苏 联(401)
2. 华南十城市电线电缆运行情况调查 广州电器科学研究所(404)
3. 广州电信局地下电缆腐蚀情况调查报告 广州电器科学研究所(421)

电气設備热带化研究工作的現狀及其发展

苏联电器工业科学研究院 B·A·巴也夫

供应給热带气候国家的设备应该满足特殊气候条件（周围空气的高温和高湿，微生物的可能的侵害，含灰尘或沙的污浊空气等）的要求。

专门为此制造的设备就比较可靠，其使用寿命可以相等于普通型设备在正常条件下的工作寿命。

目前，制造此种专门设备所采取的一套措施被命名为热带化。

热带化也适用于所有现代企业中广泛使用的电气设备。

法国和英国很早以前就开始生产热带用的工业产品，他们在热带化方面具有較多的经验。

战后，社会主义阵营各国，包括苏联在内，开始生产出口的热带用电气设备。

现时苏联对在印度进行的冶金工厂建设工程給予很大的重视，在这一工厂中使用的电气设备必須十分可靠。

苏联在生产热带用的设备方面的工作可分为三个时期：

1. 以生产船舶电气设备的经验为基础，参考资本主义国家，特别是英法两国的经验，編制部（过去的电工部）頒的指导性技术文件和部頒标准。

2. 按所編的技术文件，全面地掌握热带电气设备的設計，生产和包装。在研究所和工厂的实验室中开始进行科学研究工作。在中华人民共和国进行天然气候下的試驗。研究印度、緬甸、中华人民共和国与越南民主共和国电气设备的使用情况。

3. 編制国定指导性技术文件。明确了社会主义阵营各国間在电气设备热带化方面的共同的技术原則，广泛展开科学研究工作。

1956年5月在布拉格召开电气设备热带化問題的第一次科技會議，苏联代表团在会上介紹了苏联編制指导性技术文件所根据的原則。

这个时候的主要技术問題是降低电机电器绕組的发热温度，降低触头的发热温度及电线的負荷等。这一問題是由于周围空气温度的額定值的不同（在苏联是35°，在其它国家是40°）以及其它国家的标准中規定的温升較低所引起的，这就要求我們降低功率，或者改用等級較高的絕緣绕組导綫。

为了满足这一要求以及提高工作的可靠性，最重要的电机都改用硅有机絕緣或F級絕緣。

在工艺方面遇到的最大困难是掌握漆涂层的新工艺和使用杀菌剂。

电气工业的基本文件是指导性技术文件 No. O A A、684、043—56 “热带国家用电气设备的设计、制造和供应”，这一文件是由苏联电气工业科学研究院在1956年編制出版的。

在这一文件的基础上，又編印了电机、电器、变压器、仪表、电线电缆的指导性技术文件以及部頒有关电镀、涂漆、絕緣与包装等的工艺規程。

表1中列出了各个单位編訂的現行的技术文件。

大部分电气工业方面的科学研究机构、哈尔柯夫电机厂、狄那摩电机厂及契波克那尔斯基电器工厂等于1956年开始进行了选用杀菌剂和杀菌防霉方面的工作（全苏电工研究院，哈尔柯夫电机厂，电纜科学研究所），触头腐蝕方面的工作（电器工业科学研究院），电镀层方面的工作（电器工业科学研究院与哈尔柯夫电机厂），絕緣材料試驗方法方面的工作（全苏电工研究院），电气设备方面的工作（电器工业科学研究院），电线电缆的安装与敷設（电纜科学研究所）等工作。

1956年电器工业科学研究院会同电纜科学研究所与全苏电工研究院在上海热带試驗站进行了大量材料与設備的大气曝露試驗工作。

参加这一工作的有：国立第四科学研究与設計院在油漆涂层方面，哈尔柯夫电机厂在电镀层方面，全苏电工仪表科学研究所测量仪表方面，石油科学研究所潤滑油方面，“电照”工厂等。

在中华人民共和国的五处試驗場所一共曝露了約12000件的样品。試驗的初步結果已在1957年12月有49个单位参加的在莫斯科召开的會議上作了介紹。

苏联专家組（B·A·巴也夫，П·А·柯罗布科夫，B·Φ·斯克沃尔卓夫）在出差中国的期間，研究了电气設備的運轉情况。中国工业中的经验已經在我們后来的工作中加以应用。

苏联专家組（B·Φ·伏罗比尧夫等）出差越南民主共和国的工作結果也很有意义，他們在越南了解了法国造的設備的情况。

B·И·庫茲涅佐夫，П·Г·契尔尼舍夫等1956年出差印度期間考察了各种电气設備的使用情况，其中包括苏联供应的銼刀工厂內的电气設備（已经運轉了一个时期）。

这样，就累积了某些有关电气設備在湿热带区域工作情况的資料。

与1956—1957年科学研究工作的开展和电气設備使用情况的科学研究工作的进行一起，在几个电工工厂中进行了較大規模的、系統的工作来提高产品的质量。狄那摩电机厂和哈尔柯夫电机厂完成了很多工作。

目前，苏联的专家们拥有相当多的生产热带电气設備的資料。

同时另一些国家——经济互助委员会的成員国——捷克斯洛伐克、民主德国、匈牙利以及中华人民共和国都展开了类似的工作。波兰也开始进行热带化方面的工作。

目前，中华人民共和国正在广东省广州市兴建研究热带电气設備的科学研究所，经济互助委员会的成員国（民主德国、匈牙利、波兰、苏联）将参加这个所的研究工作。根据1958年3月24日由所有经济互助委员会成員国*簽訂的協議的規定，这一个国际合作的研究所，将成立一个共同的学术委员会并对在中华人民共和国境内进行的工作进行协调。

* 目前实际参加国际合作在中国的广州电器科学研究所的只有中、苏、捷、民德、匈牙利和波兰。（校者注）

考虑到交流经验是各国的共同愿望,以及有必要在经济互助委员会组织的范围内(第10组—电气工业)使热带电气产品标准化,热带电气设备工作组于1957年12月3日至10日在布达佩斯召开了会议,无线电与通讯器材及化工方面的专家出席了会议,会议听取了报告,作出了编制建议草案的决议。

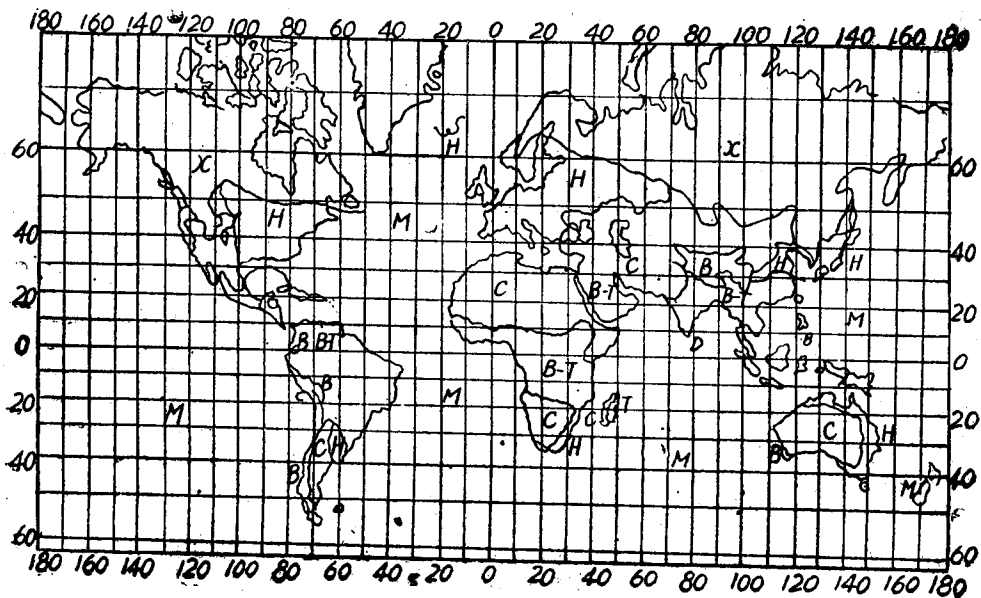
出席会议的共49人,提出了46篇摘要报告和报告,其中的一部分是在匈牙利电工学会上宣读过的。

会议以后,苏联、保加利亚人民共和国、匈牙利人民共和国、波兰人民共和国与捷克斯洛伐克共和国各国的专家们开始了大量的电气设备热带化方面的工作。会议分两组进行:科学技术组和工艺组。会议过程中,专家们从技术目的出发,确定了世界的气候分区:寒带,温带和热带,后者又分为干热带和湿热带和亚湿热带——湿热带的边缘地区。克皮(Кеппен)顿斯脱维(Тонствейт)或阿里索夫(Алисов)的更细的分区对于制订工业产品的防护种类来说是不合适的,因为每一种气候特征之间的微小差别在产品上不可能加以考虑。

湿热带气候的特征是:在每天有12小时空气温度超过 20°C ,同时其湿度超过80%,这样的时间共达2—12个月。也可以根据相对湿度超过80%的总的小时数来决定该地区是否属于湿热带,因为低于80%的空气相对湿度对工业设备的影响很小。

气候分区图(见附图)和决定设备防护类型的气候因素的额定数值表具有很大的意义。表内载明下述几种防护类型。

1. 标准气候型(普通型——译者);
2. 热带型—T型;



- | | |
|-----------|--------|
| H—标准气候 | X—寒带气候 |
| B—T—湿热带气候 | B—高原气候 |
| C—干热带气候 | M—海洋气候 |

表2

决定电工产品防护类型的各种因素的额定数值

因 素	T 型		标准气候型	F 型	TF 型
	TA 型	TH 型			
空气温度, °C 最高值 最低值	+55 -10	+40 0	+40 -25	+20 +40** -55	+55 -55
8 小时内的湿度变化		10 [25]*	15	40	40
蒸汽压, 毫米	> 5 < 14 40	38 30	14	14	>5 <36
空气相对湿度, %	<80%/20°C >10%/40°C	95%/35°C [75%/35°C]	80%/20°C	80%/20°C	<95%/35°C >10%/40°C
太阳辐射:					
在黑色物体上的温度 °C	85	75 (85)	60	-	85
卡/厘米2.分	1.6	1.4 [1.6]	1.2	-	1.6
露	+	+	+	-	+
食盐份的蒸气	+	+	+	-	+
尘, 砂	+	+	+	-	+
霉菌	+	+	-	-	+
昆虫, 田鼠, 爬虫类	+	+	-	-	+
结冰, 霜	-	+	+	+	+
一米深处的土壤温度	30	30	15	-	30
冷却水的温度	40	40	30	-	40

注: 1. [] 中所列的额定数据用于亚温带气候防护类型TS。这一防护类型可由各国按需要选用。

2. 标有 * 符号的额定数据表示这种因素在某些地方起作用, 而且不是经常存在的。

(A)干热带型—T A型;

(B)湿热带型—T H型 (允許有亚热带的T S型)。

3.寒带型—F型;

4.通用型—T F型,即通用于世界上所有气候类型的。

全球气候分区图 (从設備运轉的观点出发)

“T F”应该是在气候防护领域中科学技术和生产工作的最終目的,因为通用型不要求專門的訂貨。

表中列出了水蒸汽压力的数值作为参考;虽然蒸汽分压的差数包括在扩散和渗透的基本方程式內,但在多数情形下扩散和渗透系数取决于温度。所以,在表中同时列出了相对湿度和温度。

表中列出了黑色物体吸收热能的数据以便于計算一个物体在日光輻射下的发热情形,假定日光輻射能中至少有20%被空气所吸收。一米深处的土壤温度值比实验数据略大。

表2具有异常重要的技术意义。設計师与工艺师必須針对一定的防护类型选择出能保证滿足專門要求的計算,設計方案和工艺过程。

會議上确定了材料在热带条件下耐气候性試驗方法的一般指导原則。应该指出,除去苏联代表团以外,没有一个代表团带有足够的实验資料,因此,决定按国际电工委员会 No. 68 文件的新草案进行試驗。

其中对于試驗的持续时间或周期数按耐气候的严酷程度选定了三个等級:

方法Ⅰ—7昼夜 (7个周期)

方法Ⅱ—21昼夜 (21周期)

方法Ⅲ—56昼夜 (56周期)。

受潮試驗时的温度是 $+40\pm 2^{\circ}$,空气相对湿度94—98%,其持续时间是16小时,冷却时间或关闭热源的时间为8小时。此外,应该保证温度至少降低5度,在产品上至少結露一次。

根据国际电工委员会提出的报告和苏联电器工业科学研究院的研究結果,已经作出了結論,认为連續試驗比較有效,因此在最新公布的文件 (No. 68) 中取消了周期性試驗。不过,产品耐腐蝕的周期性試驗仍有其优点。

苏联电器工业科学研究院在編制和审查电气设备的試驗方法时确定,热带型电气设备应能耐相当于相应标准規定的电压值一半的高压試驗。

随着经验的积累,应当增加試驗的持续时间,以及逐步提高高压試驗的电压。这就能保证提高电气设备的可靠性。

考虑产品直接在恒湿箱中的工作机能 (无負荷) 也相当重要。

其它的試驗—干热試驗,灰尘侵入試驗,抗霉試驗——以国际电工协会 No. 68 文件为准。

注:一代号取自下列的詞彙:

T—Tropicus (炎热); A—Aridus (干燥); H—Humidus (潮湿); F—Frigidus (寒冷)。

工艺組討論了涂漆与电鍍层問題，关于浸漬漆，关于电机和电线电缆的热帶防护的建議，包装方法以及通訊器材热带化的指导原則。

关于油漆层的建議包括黑色与有色金屬的表面在涂漆和打底前的預先处理的細則，关于选择木材用涂漆涂层的指示。关于选择漆基的問題，已经有了足够的经验，已经选定了多元酸树脂，多元酸树脂和硝化纖維素树脂的复合物，多元酸树脂和过氯乙烯树脂及三聚氰胺—甲醛树脂的复合物，过氯乙烯树脂，环氧树脂及这两种树脂的复合物，以及聚氨基甲酸乙酯树脂（由于可能产生粉化，所以不用銳钛矿型的二氧化钛和氧化鋅做顏料）。

在漆层中加杀菌剂的問題因为没有足够的经验，所以沒有提出具体的建議。

选用电鍍层的建議基本上和苏联的热帶标准相同。

好几个国家都建議在所有鍍層的零件上涂无色漆。

关于包装的建議則采用了波兰提出的草案，作为基础，它包括复杂程度不同的四种方法（O，I，II，III）。采納这一建議可以大为簡化苏联現行的包装方法。

討論了关于热带用电线电缆的建議；最重要的是决定了护套的厚度及电流負荷的問題。决定补充交換資料。

但是，由于會議的时间短，沒有某些专业的专家，所以某些建議性和指导性文件中的問題（如低压电器的）沒有得到解决。可是，确定防护系統的指导性原則的看法的接近，影响热带型设备生产的各气候因素額定数据的确定，对于热带問題的发展无疑是重大的貢獻。所以，第十組将在经济互助委员会的范围內在这一方面进一步領導这一工作。

會議主張与会各国在科学研究工作方面分工协作，并責成下述国家負責：

(A) 絕緣材料及其組合的吸湿性研究——捷克斯洛伐克共和国；

(B) 电气設備在自然和人工气候条件下試驗結果的比較系数的确定——德意志民主共和国；

(C) 砂与尘的作用——匈牙利人民共和国；

(D) 金屬材料、电气絕緣材料、金屬触头与热双金屬的接触腐蝕研究——波兰人民共和国；

(E) 在热带气候下微生物对电工材料与成品的作用——苏維埃社会主义共和国联盟；

(F) 太阳辐射对电工成品与材料的影响——苏維埃社会主义共和国联盟。

1958年，德意志民主共和国方面根据电工小組的委托印发了关于热带化問題的第一号簡报。

除去这一次會議以外，热带设备的全苏技术条件的編制工作也具有重大的意义。标准委员会已经責成苏联电器工业科学研究院編制这一技术条件，它将在1958年下半年公布实行。

根据一般技术条件，將編出分部类的技术条件，其中包括电气設備及其它設備的技术条件。

鉴于苏联在这一方面已经进行了大量的科学研究工作，为了交流经验起見，根据电

器工业科学研究院的倡議，在哈尔柯夫电机厂召开了會議，与会专家包括很多专业。會議的文件已彙編成冊。在与会专家們的面前提出了提高热带工业设备质量和掌握干热带工业设备生产的任务。

在生产中广泛推广使用新材料和新工艺，能够使普通型产品的质量也获得提高。

(广州电器科学研究所第六室詳)

关于热带型电气设备技术条件草案的报告

苏联电器工业科学研究院 M·П·奥尔查霍夫斯基

根据我院的呈請，标准委员会批准了“热带型工业设备的一般性技术条件”，技术条件的第一部分将是总則部分——关于供給热带国家用各种机械设备的型式方面的建議。

第二部分是各类型设备——如电工类产品：电机、变压器、电器和电气安装零件；电工测量仪表类；无线电设备类；汽車（如果制造热带型汽車的話）等——的一般性技术条件。

第三部分将包括适用于各种设备的通用工艺过程的主要特点（如电镀层和塗漆层选用的基本指示），以及包装的指示。

编制技术条件时，参考了经济互助委员会的建議（布达佩斯會議的建議）。此外，还参考了机床制造、航空、汽車、无线电与电气工业的資料。

一般性的技术条件和指导性技术文件有所不同。以前制造的热带型设备是仅适用于湿热带的。目前，热带型的设备将分为两种型式：湿热型和干热型。湿热气候和干热气候的区别在于同样的高温条件下湿度温度与日照强度数值不同。这在某些情况下就有制造不同型式设备的必要。电工产品所用的各种塗层（电镀、塗漆层）以及所采用的材料对于不同的设备来说，只在容許温升和試驗方法上有所区别。

一般性的技术条件中規定了干热气候和湿热气候的特征及設計时应该采取的額定数据。

湿热气候是指高温和高湿同时存在的地区的气候（如温度高于 20°C 而同时其相对湿度高于80%或温度高于 18°C ，而同时其相对湿度高于90%）这样的高温与高湿同时存在的时间，每天不得少于12小时，这样的天数在一年中应该有两个月到12个月。

一般性的技术条件規定，如果上述的条件在一年中只保持6个月以下，則該种气候可以认为是亚湿热气候；但是，并不制造亚湿热型的设备，而是把亚湿热气候算作湿热气候。

干热气候包括那些空气温度高于 55°C ，日照极强、高温和高湿并不同时存在的地区。

額定数据和以前所采用的也有所不同。如湿热的額定温度定为 40°C （国际通用），而不是 45°C 。这一温度比較接近于湿热气候的平均最高温度。

湿热带的空气相对湿度定为：在 35°C 时为95%。

干热带的额定环境温度定为 55°C 。此外，还规定了8小时内温度的变化可能达到 40°C 之多，因为干热带的特征之一就是温差很大。由于温差的变化太大，空气的湿度也随着变化，因而很难用相对湿度来表明湿度的大小。在这种情况下，最好是取水蒸汽的比压数值为额定数值。技术条件中列出了最大值和最小值，最小值是5毫米水银柱。相应的相对湿度是在 40°C 时的10%。

其余的数据和以前所用的相同。

我们认为，只在湿热的沿海地区才有盐份的存在。对于这些地区用的设备，可以考虑抗盐雾作用的试验，这一点要在每一类设备的技术条件中分别规定。

虽然干热带的潮气比湿热带小得多，但在干热带大气中的盐分要更多一些，这是从沿海地区吹来的。此外，在干热带的沙漠和半沙漠地区的地面上有很多盐类。它们被风吹起后，和尘砂一起落在设备上。温度剧烈变化并凝露时，盐类能引起剧烈的腐蚀。

我们认为，在干热带地区的大气中到处都存在盐类，虽然它们的作用没有湿热带地区那样厉害。

第二与第三部分中最有意义的是下述几个问题。第一，是互相接触的金属的选择问题。在指导性技术文件中，是采用接触的电化电位差的数值作为依据的。这并不能在所有情况下都正确反映接触金属的相互作用。

根据在正常浓度的金属盐类的溶液中确定的各该金属的电位，可以把一系列的金属按一定的顺序列起来，在金属与金属间得到一定的电位差。如果在另一浓度的溶液或另一媒质中确定电位，则可得出另一电位值，另一电位差甚至是另一种金属电化电位序。所以，把电化序用于实际目的时是可能会有错误的。

在一般性技术条件中建议采用捷克阿基莫夫研究所根据对金属在热带条件下的实际性能的研究而制出的表(*)来选择互相接触的金属。

关于电气绝缘材料，在技术条件的总则部分中确认了以往所通过的决议，即对于热带型设备不采用纤维素、棉织材料、丝及其类似的材料，而采用以云母、玻璃丝及石棉（在某些情况下）为基础，并使用硅有机及耐热的有机漆的材料。如果电气绝缘材料是用于密封结构中的，可以降低要求。在个别情况下可以采用有机材料，但必须用专门的药剂进行处理，这一点应该在各类产品的技术条件中有所规定。

在技术条件的总则中，包括了对设备进行耐热带气候作用的试验的指示。

这些试验共分为五种不同的类型，适用于干热带用和湿热带用的产品。在各类设备的技术条件中应该规定试验的周期。

干加热试验适用于那些工作性能可能受到高温影响（如活动部件的热膨胀增大）的产品。这些试验并不是磨损试验或寿命试验（在一般性的技术条件中列出了一系列的试验温度，从 40°C 到 155°C ）。这些试验是在同一温度，通常是在额定环境温度下进行的，对于某些产品，试验温度可以提高，这要看该产品将在何种条件下工作。例如，在冶金

(*) 例如，和铝接触时，钢制零件最好是镀镉加钝化，而铜和铜合金的零件则镀锡。（本表附于一般性技术条件后作为附件）。

工厂中的环境温度高达55—65°C。

电工产品的試驗应该在負荷下进行，这可使其工作温度能和計算的温度相比較。在技术条件中規定的温度下連續处理16小时，然后按該产品的技术条件进行試驗。

对于工作性能会受灰尘影响的产品应该进行抗尘試驗。湿热型和干热型的产品均应进行此种試驗。

这一类試驗的方法还未最后确定，技术条件中采用了国际电工委员会所建議的試驗方法。

它們包括两个阶段：灰尘作用試驗和抗尘侵入試驗。灰尘作用試驗的报废标准是設備工作性能的丧失或不能滿足技术条件的其它要求。这两种試驗的适用性較广，也可用于小型整流子电机。

进行灰尘侵入試驗时产品报废的标准是看灰尘是否侵入了内部。

第四类試驗——盐霧試驗——适用于湿热沿海地区用的产品（試驗7昼夜），和干热气候用的产品（試驗時間2昼夜）。这类試驗也是适用性較广的試驗。

在一般性技术条件中也包括了进行材料以及某些部件的抗霉性試驗的建議。試驗方法和国际电工委员会建議的方法以及旧的指导性技术文件沒有区别。验证捷克专家制訂的試驗方法的工作正在进行，如果結果良好，这个方法将在技术条件中采用。

以上是关于热带型工业設備的技术条件的总則。一般性技术条件中的很多条文是有关电气设备的。

現在简单地介紹一下电气设备技术条件的基本特点。

在技术条件中引用了新的絕緣等級，也就是說，更加确切地解决了选择絕緣工作温度和分类的問題。

目前，已经公布了国际电工委员会有关电气絕緣材料的分类和各級絕緣的电机繞組温升选择的建議。但是按耐热性分类的标准还没有批准。

在电气设备的技术条件中，新的絕緣等級将以表格的形式列出，这表格可以表示出电气设备不同部分的最大容許温升和現行的标准中規定的有些什么区别。

用于湿热带和干热带的电气设备决定按温升分为两种型式。

很多同志希望用一个为电气设备的各种不同繞組或不同部件具体标明温升的表来代替上面所述及的表。这样做是不适当的，因为对于大小功率的电机、汽輪发电机、各种电器、变压器等等电气设备已经有了不少标准，而在每一个标准中，对于在一定条件下工作的一定的部件都規定了温升（大家知道，容許温升不仅取决于采用什么材料，而且取决于它們在何种条件下工作取决于用什么方法测量温度和测量的精确度多高——如用电阻法，溫度計或热电偶）。

所以决定列出表2作为对現行苏联国家标准的修正。茲將計算电机繞組温升（用电阻法測定）列成一表，作为温升表的一例。

**热带电气设备各部分的最大容许温升和现行
表 1 苏联国家标准中所规定的 B 级绝缘数值的差别**

绝缘等级	A	E	B	F(BC)	H(CB)
湿热带	-30	-20	-10	+5	+25
干热带	-40	-30	-20	-5	+15

表 2 热带型电机绕组的容许温升与温度安全系数

绝缘等级		A	E	B	F(BC)	H(CB)
用电阻法测出的 防护型电机的绕组 温升	湿热带	55	65	75	90	110
	干热带	45	55	65	80	100
估计到周围介质 的绕组平均温度	湿热带	95	105	115	130	150
	干热带	100	110	120	125	155
估计到对最热点 修正值的绕组最 高温度	湿热带	100	110	125	140	165
	干热带	105	115	130	145	170
标明绝缘耐热性的温度 (按国际电工委员会)		105	120	130	155	180
温度安全系数 °C	湿热带	5	10	5	15	15
	干热带	0	5	0	10	10

计算容许温升时遵循了下述的原则:

第一, 湿热带和干热带温升是根据国际电工委员会和我们的标准草案中规定的绝缘材料的耐热性选定的。对于电机而言, 是长期工作时最热点的温度。

第二, 某一级绝缘最热点的温度和由额定环境温度加上国际电工委员会标准中(或苏联国家标准中)规定的并用电阻法测出的温升所得的绕组平均温度间是有差别的, 这一点在确定电气设备各部分的容许温升时是考虑到了的。

第三, 对于热带型的设备, 应该增加一定的温度安全系数, 特别是对于比较新的绝缘级别 F 与 H 级而言。对于 E 级绝缘也是如此, 实际上 E 级绝缘甚至还没有适当的材料。可能, 爱司卡邦玻璃漆布*适用; 对于这一级绝缘所取的温度安全系数暂时比相邻的级别 A 和 B 要大一些。

最后, 编制这一表时所遵循的第四个原则是对于湿热带用的设备所取的温度安全系数要比干热带用的大一些, 因为在湿热带对绝缘起影响的不仅是温度, 还有湿度(湿度会降低绝缘的寿命)。

根据以上几项原则, 编成了表 1 作为计算电气设备的依据。

* 有译做“高温合成橡胶玻璃漆布”的——译者注。

如果在苏联国家标准中仅列出了A級絕緣的溫升，則熱帶型設備的最高容許溫升和標準中規定的數據應該有一定的差別，其值見表2中所列的數據（+20°C）。

如果在標準中規定了B級與A級的溫升，則應該遵照為B級所規定者，雖然在多數情況下是可以以A級為依據的。但有時也可能出現互相抵觸的情況，因為在某些標準中B級和A級的溫度差不是20°C而是10°C。在這些情況下，應該對20°C和10°C進行校正。

在下列一點上，蘇聯的現行標準和國際通用的有所不同：封閉式電機的最高容許溫升允許比防護式電機的提高5°C。熱帶電氣設備封閉式則不允許這樣提高。

在電氣設備的技術條件和舊的指導性技術文件草案中還有一處和表1不同。這就是關於浸膠絕緣繞組的溫升選擇問題。在技術條件中列出了取決於所用絕緣膠*軟化點的最高容許溫升表，這裡的最高容許溫度為額定環境溫度與按電阻法所測得的繞組溫升之和。

在觸頭方面，僅補充了關於銅制觸頭的溫度應降低10°C的指示。

必需注意，技術條件草案中規定的溫升不適用於供應給印度冶金工廠的設備，因為這些設備應該是前後一致的。在某些情況下蘇聯電器工業科學研究院對於供應給印度冶金工廠的設備，遵照表1的規定，也允許不按照舊的指導性文件的規定。

指導性文件中，關於工藝材料選用的規定，在技術條件中所作的修改，也適用於供應給印度冶金工廠的設備。

指導性技術文件草案和技術條件的草案中列出了選擇電機、電器用的電磁線的表格。表格的結構看起來很特別，因為表中列出的不是容許溫度，而是絕緣等級。在技術條件中，容許溫升僅僅列在表1中。所有其他的材料，包括電磁線在內，按該種電磁線所屬的絕緣等級來選定。

在這一表中，同一的電磁線在用於電機和電器時，其所屬的絕緣級別不同。這是因為在現行的某些電器的標準中，各級絕緣的溫度提高了。A級絕緣的溫升按B級絕緣定出。因此，用於某些電器的電磁線屬於比用於電機或高壓電器的電磁線為低的等級。

在供應電器時，如果線圈的發熱溫度不能降低，則應該選用比較耐熱的電磁線。

可以採納哈爾柯夫電機廠關於磁漆加用殺菌劑問題的建議，並在技術條件中加以規定，對塗在玻璃帶或金屬上的烘灰磁漆（СПД）不必加入殺菌劑。幾乎80%的絕緣零件都是用玻璃帶。

第二個問題是關於膠紙板的。目前沒有必要來解決普通膠紙板的应用問題，因為全蘇電工研究所試制出的熱帶型膠紙板很快就要投入生產。

還有一個問題是關於電機鐵心的塗漆和導磁體的防腐蝕問題。

前所建議的防腐蝕的方法看來大致上是令人滿意的，但是轉子和定子鐵心、電器的導磁體却仍然被腐蝕，雖然它們是按指導性技術文件中的建議做成的。在這種情況下，

* 在哈爾柯夫會議之後，技術條件草案中增加了一條關於容量1000瓩（轉速1000轉/分）或鐵心長度超過1米的大型電機的補充規定。為了提高這一類電機的可靠性，決定把它的溫升比按表1計算出的溫升降低10°C。

СПД灰磁漆不能起可靠的防腐蝕的保护作用。

电机的定子绕组下线之前，应该在铁心上打底漆，所用的底漆系按指导性技术文件的规定（B—329）。

大多数电机的定子在线漆时应控制涂层的厚度，使空气隙实际上不变。

苏联电器工业科学研究院试验了好几种保护电器导磁体的方案，最好的方案是把导磁体在真空下浸B—329底漆，然后干燥，这样处理的导磁体通过了旧的指导性技术文件规定的普通的和专门的试验（40°C下两个周期和70°C下三个周期，相对湿度是95~100%），没有产生腐蚀。

耐湿性试验方法。耐湿试验分长期制和加速制两种。产品的首批样品按长期制进行试验，已经根据长期试验鉴定过的结构在做重复试验时按加速制试验。所谓加速是指升高试验温度。此外，在同一温度下进行的试验又分为时间长短不同的三类。产品的各个部件按最长的时间（第一类）进行试验。装配好的产品按第二类的时间进行试验。如果产品是用于实验室条件下的，则其试验按第三类规定的时间，而其它各个部件则按第二类进行试验。

在拟订防潮性试验方法时提出了下列几项任务。

第一，试验方法应该允许把热带型绝缘和非热带型区别开。

在旧的指导性技术文件和新的草案中取作基本标准的是设备在试验后能保持其工作能力，但是，经过类似的试验后热带型和普通型的电机都能保持工作能力。例如普通AO型6号机座的电动机（以及热带型的同样的电动机）在20°C和98~100%相对湿度下处理30昼夜，然后放在95~100%相对湿度，40°C下13昼夜，其后又进行烘干，在55°C下10昼夜，在70°C下10昼夜。在上述的每一项试验之后，两种电动机都工作了1小时。

由此可见，这一标准不能认为是合适的。

比较合适的标准可能是电气设备绝缘在耐湿性试验之后立即进行的高压试验能否通过。这一点将在电气设备的技术条件中列入。试验应该在产品还放在恒湿室里的时候进行，试验电压等于相应标准中规定的数值的一半。但是，就是这样的试验，也是热带型电动机和普通型电动机都能通过。

为了确定出一个明确的标准以便把热带型和普通型区分开来，考了几种确定绝缘受潮程度的方法。能提供出最好结果的方法是在受潮过程中测定绝缘的电容，算出这一电容和原始电容（干状态下的电容）的比值，画出这一比值随受潮时间而变的关系曲线，再把热带型电机和普通型电机的这一曲线进行对比。图1~2中示出了4号和6号机座的热带型与普通型电动机在55°C下受潮时的电容比曲线。6号机座的热带型电动机的绝缘是硅有机绝缘，而普通型电动机的绝缘是B级绝缘（柔软云母板和硬纸板）；4号机座的热带型电动机的绝缘是云母板和黑色玻璃漆布，而普通型的是A级绝缘（漆布、纱和电工用纸板）。

从曲线图可以看出，在55°C下受潮13昼夜的过程中，5昼夜之后热带型电机和普通型电机的区别就很明显了——普通型电动机的电容比的曲线要陡得多。在70°C下试验时的区别更为明显，但因为在70°C下的受潮非常剧烈，所以两种曲线很快地就互相接近。