

第二屆和平利用原子能國際會議文獻

輻射的生物效應與 安全防護

3

中国科学院原子核科学委员会編輯委员会編輯
科学出版社出版

目 录

P/294	同时检验手和衣服对 α 及 β 的沾染	1
P/1657	血紅蛋白在体外之輻射易变性	8
P/1867	大气的全球尺度扩散	13
P/1927	高水准剂量学的测量系統	22
P/1977	引入一个新的放射生物学量的必要性	31
P/1996	Sr^{90} 与 Y^{90} 的代謝以及哺乳对 Sr^{90} 与 Y^{90} 沉积的影响	34
P/2243	国际輻射单位与測量委員會的规划	43
P/2425	在西欧地区放射性沾污的国际状况和国际控制的必要性	48

同时檢驗手和衣服对 α 及 β 的沾染*

J. R. Brown**

1. 緒 言

从放射性物质所放射的 α 和 β 粒子的能量很少有超过几个兆电子伏的, 且不能很深入地穿入到身体内部。除了剂量太高外, 在这样辐射下暴露只会引起輕微的皮肤烧伤。若食入或吸入放射性物质, 那么这种辐射是危险的。有些同位素长期地、有时是永久地存于体内, 这是非常危险的, 因为生活器官被辐照, 有引起癌病的危险。从事操縱放射性物质的所有人员, 免受这种危险是非常重要的。檢驗手和衣服的特別檢驗器正被广泛地使用着, 在哈佛尔的英国原子能委员会及其他原子能中心所使用的典型檢驗器是在别处叙述了¹⁾。

2. 概 論

一般是用空气正比計数器或大面积閃爍計数器以檢驗手上的 α 沾染。虽然空气正比計数器是相当简单, 但是閃爍計数器能在高湿度下有較好的演績, 这种高湿度可能在盥洗室内感受到。檢驗手上沾染 β 的最普通的方法是使用盖革-弥勒(Geiger-Muller)計数器, 在手的两边固定地放着二个或二个以上的計数器, 或用一机械系統, 使盖革-弥勒計数器在手上移动。由此可以看出两种分別开的操作必須进行, 才能完全檢驗 α 和 β 对手的沾染, 人多的地方, 进行此种操作是不利的, 現在已經設計了一种手和衣服檢驗器同时检查 α 同 β 对双手的沾染, 在一个 5 秒計数時間之末, 結果是在四个分开的計表中显示出来, 如图 1 所示。从照片上可以看出, 計表的測量度是合理的排列着的。

3. 同时計数法

α 、 β 及 γ 的辐射, 可用閃爍計数器探测。

这些辐射的任何一个, 所生輸出脉冲幅是依赖于所用的特殊磷光体, 倘若在同一情况下进行測量²⁾。因 α 粒子在每平方厘米內含有若干毫克的射程, 只須一薄的磷光体层便能吸收

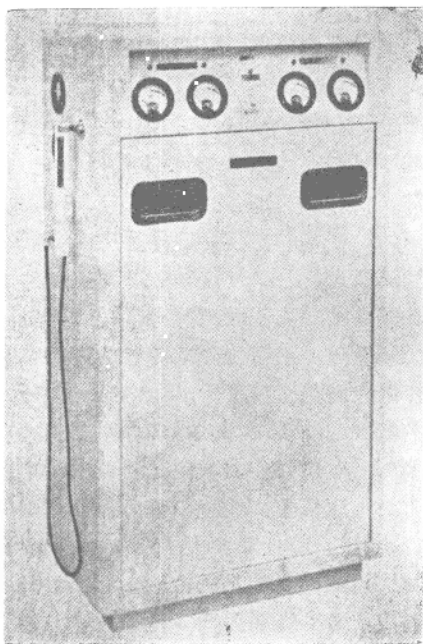


图 1 E. M. I. 手和衣服檢驗器型 1

* “第二届和平利用原子能国际会议文献”, 编号 A/CONF. 15/P. 294, 联合国, 原文为英文。

** E. M. I. Electronics, Ltd.

1) 斯蒂芬斯 (R. B. Stephens) “辐射保护仪”。英国杂志 I. R. E. 1953 年 14 期 337 页。

2) 夏普同泰勒 (Sharpe and Taylor) I. E. E. 杂志 98 卷, 第二部分, 224 页。

其全部的能量,但 β 粒子則需多个較厚的磷光体层,其透明度变为极端必要。用以探测 α 粒子的磷光体通常是被銀激活,并且被鎳淬熄的硫化鋅。在探测 β 、 γ 輻射时,則可用許多磷光体。与內斯(Nash)、湯姆森(Thompson)的对联三苯相似的受范三磷光体加上聚乙烯甲苯內的B.B.O則有許多特征,这些特征使得它同硫化鋅磷光体合乎理想的做为一个 α - β 閃爍器。它能得到任何形状的块,且有高度透明因数,对0.624兆电子伏 β 輻射的脉冲振幅反应(C. S. 137)約为用純炭氫化合物所得的50%,其发射光譜位于带有4200—5200埃单位的鈹同鎂光面的光电倍

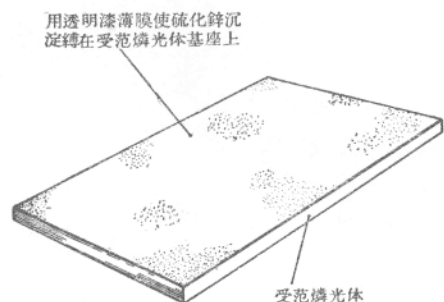


图2 二象閃爍器

加管以內。用于大面积計数器的二象閃爍器(图2)是接近于20厘米 $\times$ 13厘米 $\times$ 0.3厘米,两大面予以磨光,并且在其中心面上沉淀一层每平方厘米12毫克的厚度的硫化鋅。在把它装进閃爍計数器时,硫化鋅磷光体排在不漏光窗附近并远离光电倍加管的阴极光(图3)。这样的排列使 α 粒子的总能量被吸入于硫化鋅內,而所产生的光閃爍系通过透明的受范磷光体被光电倍加管的光阴极所显出。但 β 粒子在經過硫化鋅时几乎没有损失,并在受范磷光体的較厚层內耗散他們的能量,在此过程中产生許多光子。若以5.3兆电子伏 α 粒子打击这个安排的屏,并且調节光电倍加管的增益,使輸出脉冲幅为20伏特,則在同样条件下,0.6兆电子伏 β 粒子所产生的脉冲幅为4伏特。当 α 、 β 粒子同时激发此二象閃爍器时,則在共同輸出中产生不同幅的脉冲波,这些脉冲波于是便被脉冲波高度甄別器分离,計数,并在两个計表上示出結果,二象閃爍器的特征曲綫(图4)表示出两个不同的坪。与較大偏压对应的坪是被 α 激发所产生,較低偏压的另一坪則由于 β 粒子激发二象閃爍器而生。可以看出两坪是完全分离的,因此能在振幅基础上精确的甄別。

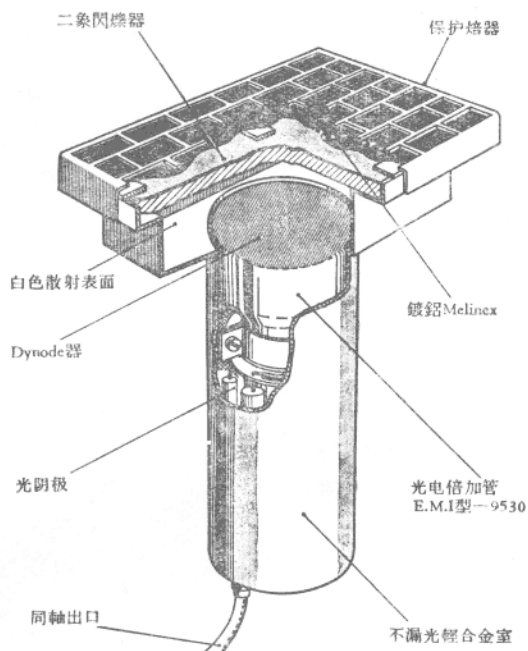


图3 大面积閃爍計数器

4. 甄別器同触发器

当光电倍加管的增益固定时,与閃爍閃爍器的 α 和 β 粒子对应的輸出脉冲波是被用两个振幅甄別器和触发器的电路所分开(图5),一为 α 电路,另一为 β - γ 电路,这种电路是甘地修正的¹⁾。

1) 卡·甘地 (Kandiah)“带有稳定閾的灵敏脉冲波触发器”。I. E. E. 雜誌, 1954年101期, 第二部分, 239頁。

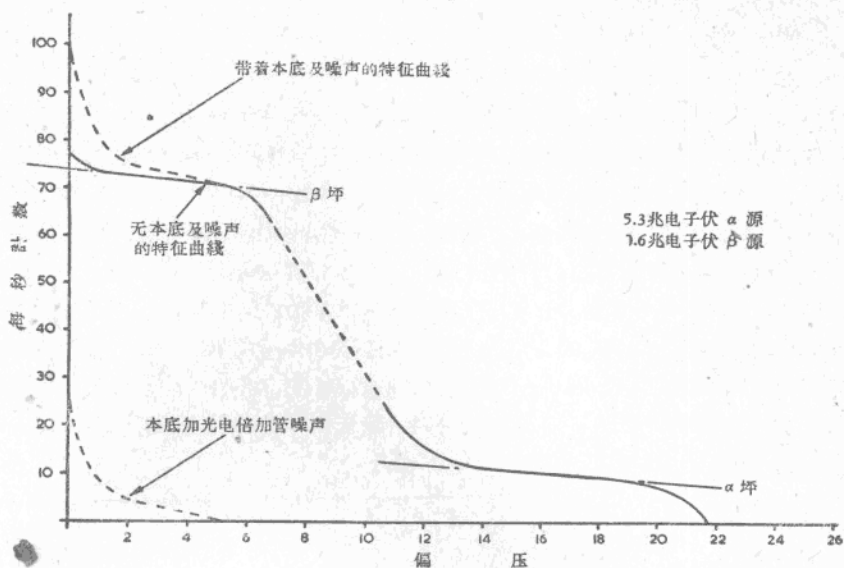


图4 二象閃爍器特征曲线

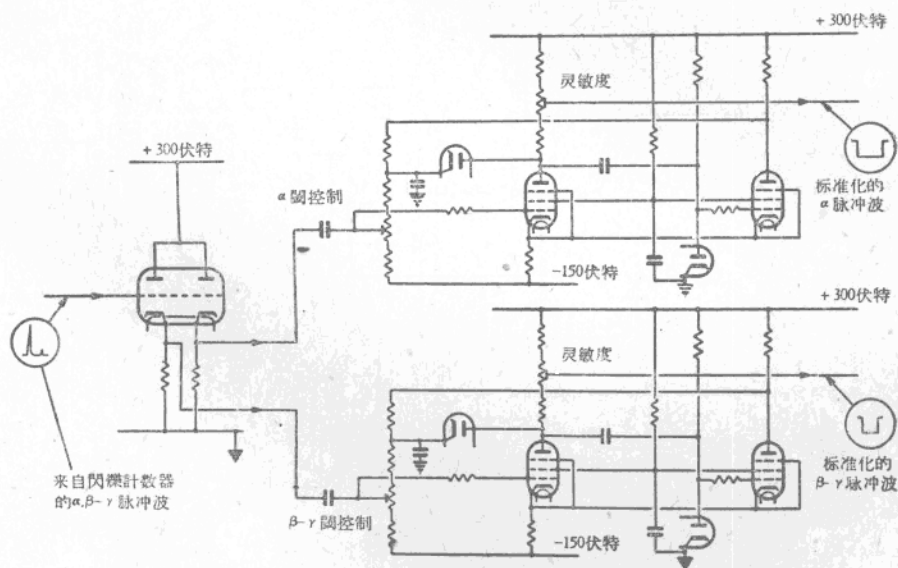


图5 甄別器及触发器电路

作者的修正,使每个触发器电路閾,予以精密配置,因系共同輸入,所以电路的变更极为重要。作者又提供了可变的脉冲波輸出控制以之使累积器可以得到灵敏度調整。 β 触发器电路閾是放在 300 毫伏处,此閾免除随着閃爍計数器对于高增益放大器的需要。

α 触发电路閾被置于較 β 波道为高的水平上,因之 β 触发器电路将被 α 脉冲波所触发,正如 β 和那些为本底 γ 輻射所产生的。对于不需要的被 α 同本底 γ 二者所产生的脉冲波在累积后,予以改正。

5. 累积同計量

电路(图6)表示除去本底,并由 β 計讀数中得到 α 正确比例的方法。从触发器电路中把負脉冲波通过二极抽机引入到累积器內。累积器的正极通常位于約10伏特,在增加輸入时則升高其度数,由于累积电容器在輸入停止时是有效地断路着——以二极抽机的装置——時間常数变为很长,特别是在使用聚苯乙烯电容器时如此。在所述的手衣控制器中是用着这情形,将使用者在計数時間終止后就可在此計表上讀出。从(图6)可以看到更进一級的V5是随着 β - γ 累积器V4的后,这是一个为着本底 γ 及不需要的 α 的減去級。 β 計位于V5的两阴极間,若无 β 輸入,則計表的讀数为零,因为本底 γ 使两阴极都升高的关系。若有 β 輸入和本底 γ 則V5a阴极将比V5b升得高,計表就将指出 β 沾染的总量,在V4的栅极与地間的替續器接触是用以重置累积器到开始情形的。 β 波道中 α 的計数是从 α 累积器V2的阳极提出正确的电位改变,并应用其一部分于本底減去級的V5b的栅极。

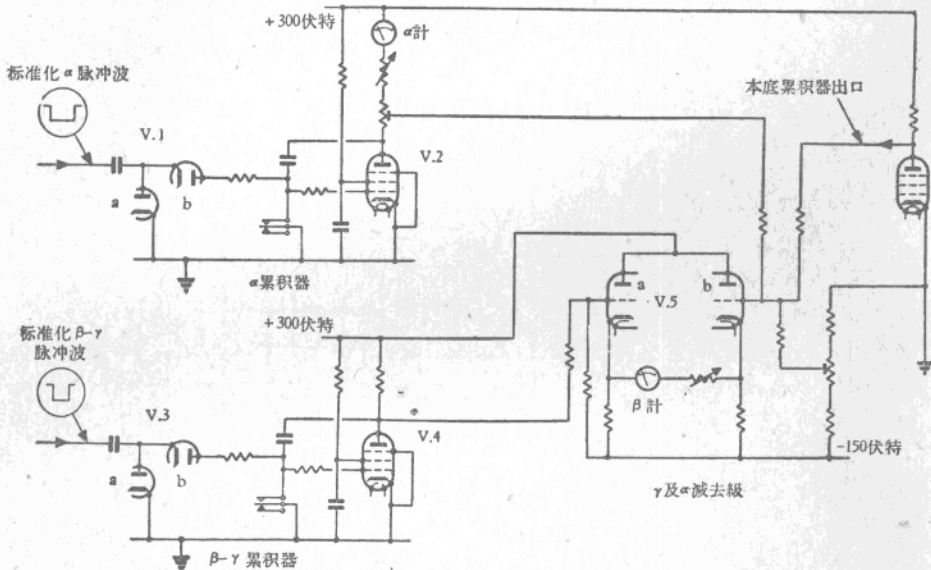


图6 累积及計量电路

6. 本底計数器

这是一个閃爍計数器,輸出是供給到与 β 波道相同的电路內,累积器輸出是应用到本底減去級V5。这种計数器一般是包含一块受范磷光体,此磷光体同前已說过的在面积閃爍計数器中所用的一样。但是因为下段将要論及的手和衣檢驗器,每只手都有两个閃爍計数器,并且系有效的关联,所以增加这磷光体的厚度,以便給予正确的补偿。

7. 檢驗器的描述

同时檢驗法及电路情况是E. M. I. 手和衣檢驗器型1的基本原理,这种檢驗器有两个完全独立的波道,一为左手所用的波道,一为右手所用的波道。大面积同时 α - β 手的計数器的排

列如图 7 所示。手计数器以及两个衣服试探具的电子电路是被排列在为了便利工作的 7 个快放插入付单元上, 如图 8 所示。它们的组成内容是: 与衣服试探具同用的两个全等的率计 (Rate-meters), 一个本底累积器单元, 累积器同警报器各有两个及甄别器单元同能发器单元。这些单元均置于坚直平面内以保持在全关闭时检验器最高上升温度不超过 20°C 。

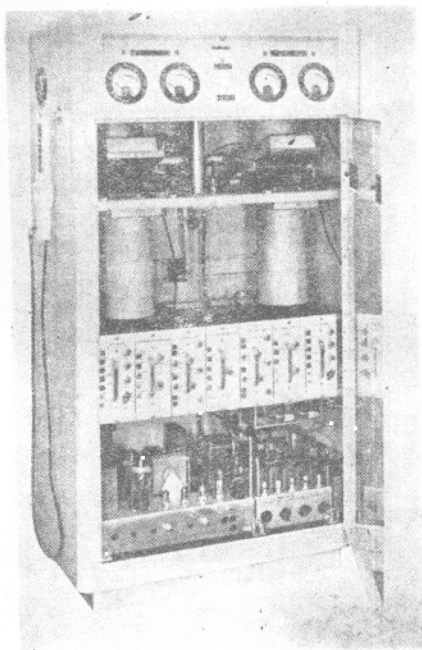


图 7 手和衣检验器的内部排列

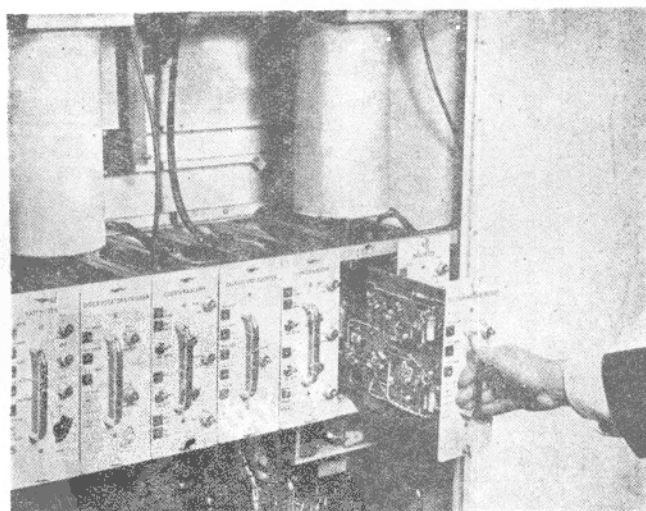


图 8 手和衣检验器内插入付单元的排列

設計在普通鋼板上的動力單元被放在儀器底上(圖 7)、高電壓(H. T.)和低電壓(L. T.)動力單元提供檢驗器所需要的一切穩定供應,正如發熱器的供應同替換器的供應一樣,高電壓(E. H. T.)單元提供光電倍增管及蓋革、彌勒計數器所需的一切穩定電壓。用量穩定器以得到高電壓(E. H. T.)的穩定,用光電倍增管的附加電機系(dynode)與減壓電阻器串連以得着可變輸出額。用一個十個位置的電鍵來選擇光電倍增管的正確減壓電阻。

上面大面積手計數器是被一電動機放下到手或從手上移電動機則被控制單元中的替續器所控制。這個控制單元又控制累積器的關閉,並對計數周期提供正確的時間。計數周期可以預先放置在 3—10 秒內的任何時間間隔,如此可以用完全相同的準確度檢驗較低的容級。控制單元替續器電路是被設計,以使計表自動地達于零度,若操作者在計數周期終止前,縮回其一手或雙手,警報鈴就會自動發出警號,並使計數器返回其等待位置。當計數器返回等待位置時,警報鈴停止發聲,檢驗器即預備下個計數周期的開始。假使操作者被污染超過可限級,則發出警鈴並發出警告燈,表明那隻手已被污染,並且也指示出,究竟是污染了 α 還是 β 。警報器和警告燈可以在運用按扭或下一次人使用這檢驗器時恢復原狀,由此可以看出此設計是這樣的:無論在任何情形下,這個檢驗器總是自動地準備着為了下一次的操作。

一個 1" 光電倍增管 E. M. T. 型 9524 B 是被用在 α 衣服試探具內,並且同他連結的附加電極系(圖 9)同被排列在握把的下端,此附加電極系是被關閉在 araldite 里面。光電倍增管 P. T. F. E. 的基座及輸出插座是塑成物的主要部分。用銀激活的硫化鋅磷光體被沉澱在一面積為 51 平方厘米薄的 perspex 基座上的一邊,這是被裝置在與光電倍增管陰極平面成 30° 角度的一平面上。堅固的不漏光窗是用 25 號規格 melinex 所做成,其兩邊鍍以鋁以便產生極度暗窗。最大厚度為每平方厘米 1.1 毫克,同大面積手計數器所用的相同,保護熔器是容易移去以除去污染的,他的傳遞效率達 85%,試探具的遍計效率為 23%。 α 試探具輸出額觸發一固有的對數率計時,在控制器一邊的計器便表示出污染的总量,且擴音器發出有聲指示。當試探具不使用时,高電壓(E. H. T.)便被熄滅。

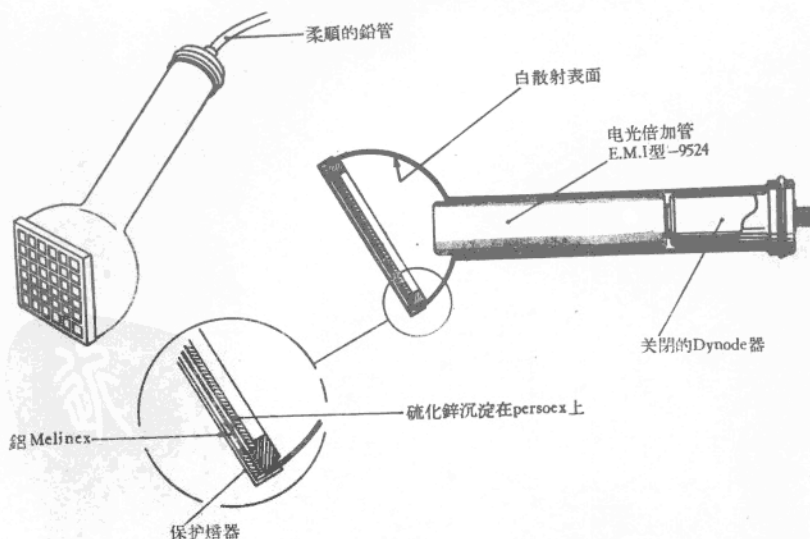


圖 9 α 試探具

β - γ 衣服試探具用一 20 世紀电子学 B12H 鹵素淬熄的蓋革計數器并且有一阴极輸出放大管裝入把手中以免除電纜的電容效應加到蓋革計數器。輸出脈沖波觸發率計時,可看出沾染的总量,并且可以听到沾染的報告,在与 α 衣服試探具成相对的檢驗器的一边。衣服試探具可与手計數器同时使用,这就使得三个人在任一时间应用檢驗器。这个相連的短計數周期节约了以前存在的方法的很大时间。

8. 优 点

所有单元都容易从檢驗器(图 7)前面按装同使用。因此,这个仪器可以靠墙放,也可以在盥洗室内背靠背放着。檢驗器的背面又可在两部分中移动,如此就看清全部的线路的联系,及其所有的机械部分,但平时是不需要敞开使用的。

9. 容 限 級

这是有关最大可容許的級(M.P.L)。在进行下列活动时,所設計的檢驗器表示出 1.M.P.L. 每手 α 沾染的 10^{-3} 微居里相当于 5 秒內 25 計數。

每手 β 沾染的 3×10^{-2} 微居里相当于 5 秒內 1000 計數。

衣服上 α 沾染的 10^{-4} 微居里/平方厘米相当于每秒 10 計數。

衣服上 β 、 γ 沾染的 10^{-3} 微居里/平方厘米相当于每秒 50 計數。

10. 致 謝

作者获得二象閃爍器的基本观念系来自于 E. M. I. 电子学电子管部的杰·夏普先生(G. Shaspe)。謝謝 E. M. I. 电子学工具部主任工程师艾勞銳先生(F. R. Ellory)在設計期間有价值的帮助与指导。对所有协助者致以謝忱,特別对作了大量测量的赫斯里先生(R. H. Harris)表示感謝。此論文承蒙 E. M. I. 电子学(有限的)(E. M. I. Electronics. Ltd)董事会的允許,予以出版,并致謝忱。

(时佩鐸譯 吳 銳校)

血紅蛋白在体外之輻射易變性*

N. S. Ranadive, M. B. Sahasrabudhe

(印度都靈研究中心和原子能机关)

在1939年 Svedberg 和 Brohult^[1] 首先研究了血紅蛋白受电离輻射的影响,他們証明了血紅蛋白分子裂成碎片。然而說明了血紅蛋白在液态空气的温度下比較輻射稳定,指出它所观察的輻射化学变化是通过自由离子的。在氧存在的情况下,主要由于氧化性的 HO 和 HO₂ 离子,而在无氧时,通常由于H还原。血紅蛋白分子有两个部位,其氧化能迅速产生:即(1)鉄原子的变换,从二价鉄变为三价鉄时;(2)双鍵的氧化,造成氯化血紅素环的开放与胆綠蛋白的形成。

Barron^[2] 曾指出正鉄血紅蛋白的形成是与X射綫的剂量成直綫函数。而 Lasser^[3] 証明了正鉄血紅蛋白的形成,但不能得直綫关系。而在一个气压氮的情况下,正鉄血紅蛋白在照射后通常起还原作用。还原的物质重新暴露空气中立刻氧化为綠色素,其吸收最大量在 615 毫微米。Appleyard^[4] 在干的碳氧血紅蛋白中研究照射效应时,証明其在吸收带中移动在 575 毫微米,他認这是由于氧化血紅蛋白形成。曾提到直接近于等电点时,其可溶性减少,他認这是由于氯化血紅素和球蛋白的鍵的破裂。

从这些可以看出,虽然大体了解正鉄血紅蛋白的形成,但很少提到氯化血紅素环的放射易变性,这是易起氧化的第二个重要部位,这問題是本文的基本論題。从氢源来的 β - γ 射綫,照射于晶体血紅蛋白的純水溶液,随后研究氯化血紅素环和吡咯环鉄核子和氮原子的情况改变,其吸收变化分別在 418 和 540 毫微米,同时也研究了血紅蛋白、变性和正鉄血紅蛋白形成的輻射效应的限度。

实 驗

血紅蛋白是从成人紅血球制备,用 Drabkin^[5] 方法进行,是把溶解了的紅血球离析和用 6.8M 磷酸盐的緩冲液使血紅蛋白結晶,这結晶的血紅蛋白用蒸餾水溶解达到所需浓度,在此处实验报告中,大多是用 0.58% 浓度的溶液,血紅蛋白溶液的照射是用置有氢源的密封玻璃器浸入这个血紅蛋白溶液中^[6],其剂量和效果的可重复性,是以輻射的几何学的不变来維持,为此一切照射都在 25 毫升圓底燒瓶中,在 0°C 进行。照射的样品在不同間隔時間內取出,用 Adain Hilger 石英摄譜仪(中等大小)和 D. U. 型的 Beckman 光譜強光計測定紫外綫、紅和紅外部分的吸收特性。

酸性正鉄血紅素、正鉄血紅蛋白其变性和放射化学产量的測定是采取如下的方法:

酸性正鉄血紅素 用 HCl 处理血紅蛋白的溶液,半小时,用 Klettsummersson 色度計同綠色濾清器測定酸性正鉄血紅素的顏色強度。

正鉄血紅蛋白 按照 Austin 和 Drabkin^[7] 方法来測定正鉄血紅蛋白,即測定其在 545、

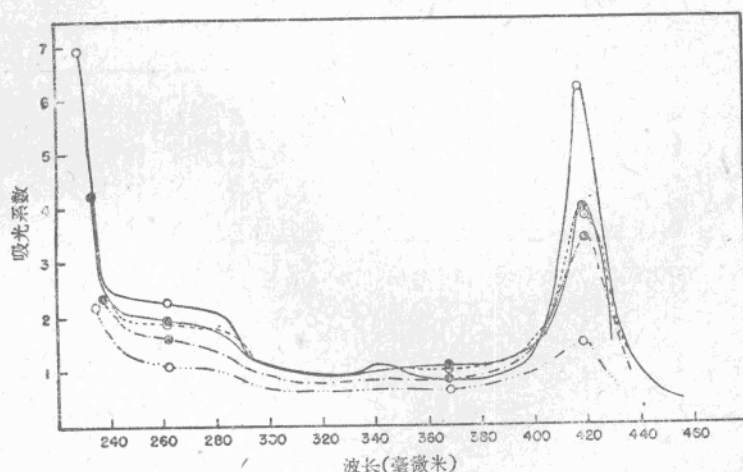
* “第二屆和平利用原子能国际會議文獻”,編号 A/CONF 15/P/1657, 印度,原文为英文。

560、575、和 600 毫微米处的吸收。

变性 他用 Anson^[8] 方法来测定, 証明血紅蛋白只有在变性后才被胰蛋白酶迅速消化并释放游离酚基, 这游离酚基是用 Folin 和 Ciacalten^[9] 酚反应力来估計的。

放射化学产量 为了测定放射性化学产量或 G 值, 氢源在溶液中所散放的能量是用同一放射源照射硫酸鉄的标准溶液来测定的。在規定時間內, 二价鉄氧化为三价鉄的量即为消耗能量的測定。二价鉄在給予照射前后的測定即为能量在該体系^[10] 中的消耗率。在計算中, 用国际公認的 Fe(低价)—Fe(高价) 轉变的 G 值 15.6, 血紅蛋白被改变分子数目, 是以血紅蛋白分子量为 68,000 来計算。

在蒸餾水中血紅蛋白的吸收光譜 (0.058% 浓度)



同样样品在蒸餾水中血紅蛋白和酸性正鉄血紅素的吸收光譜在 0.1N HCl (浓度 0.058%)

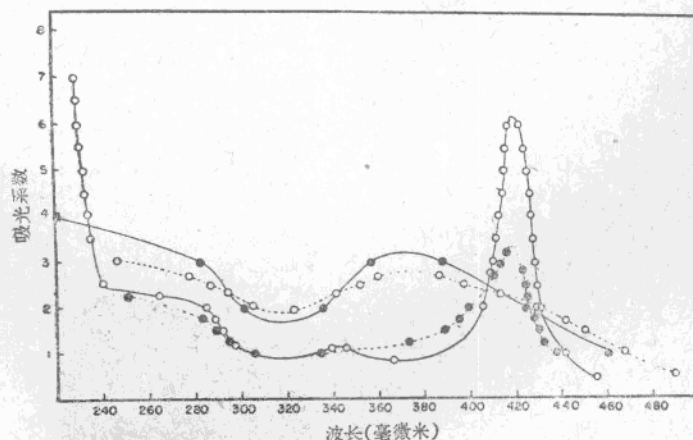


图 1 和 2 不經照射过的血紅蛋白——○——
經照射过的血紅蛋白

剂量: 2.088×10^5 毫居里·小时·····●·····●·····
 2.767×10^5 毫居里·小时·····○·····○·····
 3.930×10^5 毫居里·小时·····●·····●·····
 7.871×10^5 毫居里·小时·····○·····○·····

結果与討論

在受放射影响下,血紅蛋白的吸收特性的改变情况下,輻射的影响载入了图 1 和图 2。这图可見到血紅蛋白的最高吸收点于照射后均較低(275,418, 和 575 毫微米)。然而在不同部位其减少的范围是不同的。表 1 說明了用不同的 β 剂量使各个百分率最高点下降,可看到氯化血紅素双鍵体系所特有的 Soret 帶亦即 418 毫米的吸收帶最易受照射的改变。其次为“色氨酸切迹”其最大吸收量为 275 毫微米,而由于鉄核和四吡咯环的氮原子的鍵,其吸收最大量是在 540 毫米,只受很小程度的影响。

表 1 血紅蛋白不同吸收限度的輻射易变性(血紅蛋白的浓度为0.058%)

β 剂量毫居里,小时 $\times 10^3$	能的消耗在 25 毫升的溶液中 $\times 10^{19} \text{ev}$	吸收百分率的减低		
		色氨酸切迹 275 毫微米	Soret 鍵 418 毫微米	-鍵 540 毫微米
2.088	8.9	15.55	35.4	11.2
2.769	11.9	20.00	37.10	16.0
3.930	16.6	33.30	44.4	23.2
7.871	33.4	31.10	75.8	41.6

血紅蛋白的蛋白部分,其芳香族的氨基酸所特有的吸收帶是在 275 毫微米,当照射时,芳香族氨基酸的成分氧化了,因此认为属于这部分的吸收量也降低了,关于此可以回顾 Barron^[2]

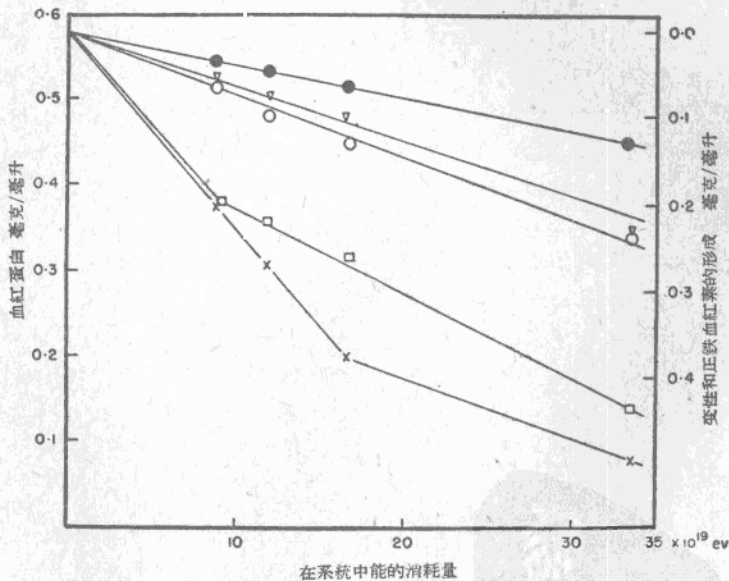
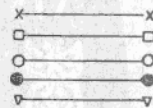


图 3 在系統中能消耗量

血紅蛋白的估計如酸性正鉄血紅素
血紅蛋白的估計被吸数量在 418 毫微米
血紅蛋白的估計被吸数量在 540 毫微米
正鉄血紅素形成
变性



所指出的：該处吸收的变化是依赖于酪氨酸/色氨酸的蛋白比率。此比率低于一的蛋白质吸收减少，而比率高于一，则吸收增加。这血红蛋白的比率是 2.2 (Neurath 和 Baileg^[11])，据 Barron 所说，在 275 毫微米的吸收量应增加，但在我们实验并没有找到此点。

在我们用 33.4×10^{19} ev. 的照射结果，418 毫微米吸收量降低了 75%，在 540 毫微米中只降低了 41% (表 1)，这意味着一个或更多的双价的氧化键在氯化血红素的配合双键系统中发生，而铁核的氧化状况或与其吡咯环的氮原子结合键没有对应地改变。已知在二价铁核子氧化为三价铁的情况下，吸收量减少至 540 毫微米。假使这是使 540 毫微米吸收减少的唯一方式，则正铁血红蛋白形成图应与 540 毫微米吸收量图相并行，事实上这血红蛋白值在 540 毫微米是較低的，可见其中还有别的原因，其中一个可能性是铁氮键的破裂。有趣的是变性与 540 毫微米的吸收量记录是互相接近平行的。

血红蛋白用 540 毫微米吸收量和转变成酸性正铁血红素后，用绿色滤清器的比色法测定的结果，载于表 2，它说明酸性正铁血红素的值不能符合于 540 毫微米吸收量，但在照射血红蛋白的样品则有很大的下降。这说明照射会使血红蛋白的氯化血红素环可能氧化并开放，但由于球蛋白以三部分把正铁血红素连接起来，在环的破坏部分继续现出它的正常性质，如其在 540 毫微米的吸收量。但用酸处理后，则三点键破坏，正铁血红素环的开放形成了胆绿素一类的复合物。

从不照射和照射过的血红蛋白所得酸性正铁血红素的紫外线的吸收光谱都载入图 4 (浓度 0.058%)，它可见到转变成酸性正铁血红素后，测定在 380 毫微米吸收的降低为 12.5%，而血红蛋白 418 毫微米吸收量的降低则占 46.8%，这百分率的降低应相同，因为这两个吸收最高点是同一部分即氯化血红素的特性。因为氯化血红素在游离状态，其吸收最高点是 380 毫微米，所以看来当照射时，一些血红蛋白的分子可以裂成两碎片，释放游离氯化血红素。这解释倘若真实，其 480 毫微米吸收量减少和 318 毫微米吸收量增加都可说明。血红蛋白在照射下，其 380 毫微米的吸收大概是由于由血红蛋白来的酸性正铁血红素与在照射时形成的氯化血红素的共同吸收。

用不同放射剂量形成的正铁血红蛋白，其结果载入了表 3，这说明血红蛋白的铁核的氧化与辐射剂量成直线函数。因而证实了

表 2 血红蛋白用酸性正铁血红素形成来估计的比较和其吸收量在 540 毫微米时

β 剂量 毫居里, 小时 $\times 10^3$	Hb 测量 Hbco 的 吸收测量在 540 毫 微米每毫升毫克数	Hb 在 Klett-summe- rson 比色计测定 每毫升毫克数
0	0.580	0.580
2.088	0.525	0.375
2.767	0.480	0.312
3.930	0.450	0.200
7.871	0.340	0.081

在蒸馏水中血红蛋白的吸收光谱 (浓度 0.058%)

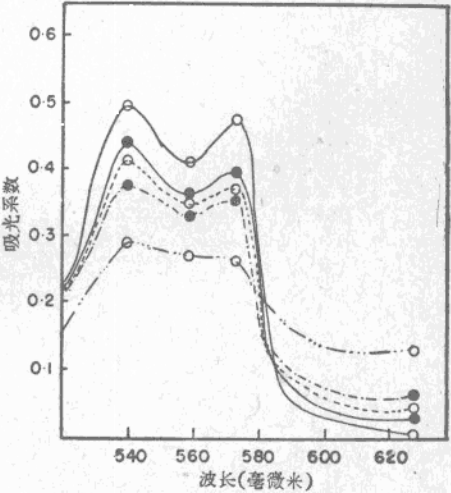


图 4

碳氧血红蛋白
不經照射过 —○—○—
照射过 —●—●—
酸性正铁血红素
不經照射过 —○—○—
照射过 —●—●—

表3 血紅蛋白的体外照射对在大气情况下
关于正鉄血紅蛋白形成的影响
(血紅蛋白溶液濃縮 0.058%)

β 剂量 毫居里, 小时 $\times 10^3$	能的消耗在 25毫升溶液 中 $\times 10^{19}$ ev.	正鉄血紅蛋 白形成毫克 /毫升	G 值
2.088	8.9	0.0463	0.00985
2.767	11.9	0.0460	
3.930	16.6	0.0612	
7.871	33.4	0.1326	

表4 在大气下照射后的血紅蛋白的变性
(血紅蛋白溶液濃縮 0.058%)

β 剂量 毫居里, 小时 $\times 10^3$	能的消耗 在25毫升 的溶液中 $\times 10^{19}$ ev.	变性的Hb 的数目	G 值
2.088	8.9	8.65	0.0165
2.769	11.9	12.94	
3.930	16.6	17.4	
7.871	33.4	41.2	

Barron^[2] 的結果。G 值是 0.00985。

照射后所引起变性的数据载入表4, 变性与輻射剂量成直綫关系, G 值是 0.0165。

提 要

1. 报告了照射后血紅蛋白的吸收光譜变化。
2. 用分光术証明, 在照射过的溶液中形成一酸性易变物质。提出用 HCl 处理血紅蛋白后卟啉环开放。
3. 在照射过的样品中, 也可能有游离氯化血紅素形成。
4. 正鉄血紅蛋白的形成与輻射剂量成直綫函数, 其G 值是 0.00985。
5. 血紅蛋白的变性与輻射剂量成正比, 这变性的G 值是 0.0165。

参 考 文 献

- [1] Svedberg, T. and Brohult, S. Splitting of protein molecule by U. V. and X-rays. *Nature*, **143**, 938, 1939.
- [2] Barron, E. S. G. The effect of ionizing radiations on systems, of biological importance, *Annals of N. Y. Acad. Sci.* **59**, 574, 1955.
- [3] Lasser, M., Effects of ionizing radiations on haemoglobin and cytochromes, *Nature*, **176**, 361, 1955.
- [4] Appleyard, R. K. The irradiation of dried haemoglobin with fast charged particles, I and II. *Arch. Biochem. & Biophys.* **35**, 121, 1952. *Ibid.* **40**, 111, 1952.
- [5] Drabkin, D. E. Spectrophotometric studies. XIV. The crystallographic and optical properties of the hemoglobin of man in comparison with those of other species. *J. Biol. Chem.* **164**, 703, 1946.
- [6] Ranadive, N. S., Korgaonkar, K. S. and Sahasrabudhe, M. B. Chemical effects of radiations on nucleic acids, purines and pyrimidines, *Proc. Intern. Conf. on Peaceful Uses of Atomic Energy, Geneva, Vol. II*, p. 299, 1955.
- [7] Austin, J. H. and Drabkin, D. E. Spectrophotometric studies, III Methaemoglobin. *J. Biol. Chem.* **XII**, 67, 1935.
- [8] Anson, M. L. The estimation of pepsin, trypsin, papain and cathepsin with haemoglobin, *J. Gen. Physiol.* **22**, 79, 1938.
- [9] Folin, O. and Cioaltea, V. On tyrosin and tryptophane determinations in proteins, *J. Biol. Chem.* **73**, 627, 1927.
- [10] Korgaonkar, K. S. and Ranadive, N. S. Some aspects of chemical dosimetry. Symposium on radioisotopes, Bombay (1957). National Institute of Sciences.
- [11] Neurath, M. and Baileg, K. The proteins, IIA, 290, 1954, Academic Press, N. Y.

(郑碩民譯 集体校)

大气的全球尺度扩散*

L. Machta**

释放大气里的污浊物最后要与整个大气混合,除非有够快的衰减,清除,或者破坏掉。在最简单的情况下,各处空气每单位质量有同样的污浊物含量时就得到最后的浓度。然而,我們常常需要在均匀化完成以前的浓度知識。事实上,由于連續源,它永不能达到均匀。此外,还需要由降水所沉淀下来的物质总量,而这在全球也是不均匀的。这些项目,和其他项目一起作了浓度和沉淀的全世界估計的分析,这些浓度和沉淀是对卫生医师和对污浊物大尺度散布有兴趣的其他人員是重要的。

理 論

我們要考慮分散和清除或破壞的問題的三個方面。首先是大气混合过程。为了数学計算对这个过程加以簡化,后来又对某些现实性的性質作了訂正。其次,十分正确的包括了放射性衰变。最后一种清除的过程是由特定物質的降水清洗来考虑的,其中所除去量与浓度成正比。这种物理的清除过程处理方法只是大致正确。

混合过程

混合理論假定守恒性質的通量是在这性質梯度的方向上,并且与这梯度成正比。这种方式的扩散輸送对分子扩散是严格正确的,但对大气过程,它的可用程度是有問題的。这理論需要純粹的无規运动,許多“渦旋”要有机会作用于一个这性質正在扩散的間隔上,又这些“渦旋”都是同一尺度的。在大气中这些条件都不是严格滿足的。最重要的缺点是“渦旋”是一个比一个大,直到它的上限,地球的大小。結果是現象的尺度愈大,渦动扩散系数不断的增大,这系数的定义是,这理論中通量和梯度的比。这系数由分子过程 10^{-1} 厘米²/秒到全球性混合的大約 10^{11} 厘米²/秒。使研究扩散的工作者想用別的办法来描写混合运动的或許就是挑选合适的扩散系数的困难?如果有这系数的話。如果我們只注意全球性尺度的混合,渦旋尺度进一步加大就是不可能的。因此就可能避免較小尺度扩散問題中一般所遇到的困难。順风区域和与源比較接近的区域不能处理,因为只有小“渦旋”在扩散。此外,为了允許有作为扩散作用体的許多无規“渦旋”存在,必需討論至少几个月的時間尺度。这些最大的渦旋就是温带气旋和反气旋热带气旋,平均东风带和西风带里的波,等等。大致說来,它們有生命史的星期长短量級,而地球上固定地点上每周約經過 1—2 个。更小的渦旋生命更短,如果指定的区域里有更小的渦旋的話,它通过定点要比一尺短得多。因此最大的运动尺度決定我們所要考慮浓度测量的最短時間长度。

这研究中要用的模式只有南北混合和垂直混合。早已确定地球上的盛行风主要是东-西

* “第二屆和平利用原子能国际會議文獻”,編号 A/CONF. 15/P/1867, 美国,原文为英文。

** 美国气象局,华盛顿,DC.

方或西-东向吹的。所需要的一个月或更长的时间尺度,我們预先假定东-西运动造成了沿綫圈大致是均匀的浓度。我們認識到这只是一个近似,不过由此造成的誤差与其它假定(必須作的)所造成的誤差同一量級或者更小。南-北向的扩散强度随緯度而改变,在地球的比較平靜的地区数值比較小。然而,必須用一个平均值,因为在数学方面无法安排对空間的变化。假定在預定的大气厚度里垂直混合是均匀的,在这层的頂部以上没有什么混合。对流頂或許可以看成对大气扩散的一个盖子,如果时间尺度限制在几星期内的話,但在我們分析中,肯定有平流层对流层混合的存在。幸而,平流层只含有大气质量的20%,因此考虑它的作用的粗略的方法对于挑选理想大气全部深度的垂直扩散平均系数並沒有巨大的影响,除了所略去的空間中扩散系数的变化以外,也略去了对时间的变化。冬季里,特別在中緯度和高緯度,比起夏季来水平混合比較大而垂直混合比較小。然而在模式里,我們用了年平均値。

衰减

放射性衰减精确地用指数定律来处理,对于所要的輻射同位素可以用适当的半衰期,对于稳定物质,半衰期可以看成无限大或者衰减常数等于零。

清除过程

特别的物质由降水清洗的量假定与現有的量成比例。由于几种理由对于本文所研究的全球尺度來說,这假定的可用性是有問題的。首先,对各个地方假定可用同样的清除速率。特定物质的降水清洗由降水特性和污染物质的点大小而定。这两項可能在地球各处不同。其次,假定各高度都有清除,而由降水清洗的清除作用主要发生在大气下层。最后,現在还不知道清除的实际速率。其他的清除机制包括了大气中的光化学或化学破坏,地面上的特定物质沉淀和化学破坏,由地面或海洋吸收或吸附。就模式而論破坏作用按着与浓度成正比的速率来进行的任何过程都可以按处理降水清洗那样来处理。从地面层空气中清除象前面所举的例子(特定物质的沉淀等)由张伯論^[1]研究过,不幸张伯論的分析用到大尺度問題仍会受到批評:首先,必須假定,清除了的量比存在的量要小,使得混合过程不致改变垂直廓綫或南北廓綫。再則质点由地面空气中沉淀下来,但不是由高处降到地面层的。这种情形的数字見附录。

源 的 特 性

計算工作所需要的源的性質是污染物的发射地点和发射率。我們感到迭置(stack)高度是不必要的。定源的位置只有緯度是必要的,作为緯度、高度和时间函数的浓度,它的一般方程見附录。原則上,由簡單的加法,这理論可以处理源的位置或发射率的任何組合。对于有許多源的这种一般情形,工作量是很大的,下面討論另一种輪用的源的分布。

在从核反应器或制燃料工厂不断释放(污染物)的情形下,如其假定一个綫源不如假定一个緯度带(源),这带可以包括北美、欧洲和亚洲各工业化区域里的核子装置。对核子力建設的大部分估計都建議指数性生长,台維斯和洛第斯最近給了这样的生长率的一个,近似地用一个大致二年长一倍的指数函数。确定从日常反应器和制燃料操作所发射出来的裂变物质的百分数是不必要的,从現在的迅速的技术变化来看也是不聰明的。只要反应器的清除污染效率不是100%,相对的緯度分布也不依賴这效率来决定。

除了由和平核子操作可能释放到大气里的污染物以外,化石燃料(指煤等等)燃烧所造成的空气中二氧化碳的增加也是有兴趣的。臭气释放的生长率是指数性的,平均加倍时间是28年^[3]。二氧化碳发生增加的緯度带可能就包括了,核子操作也是重要的同一工业地区。

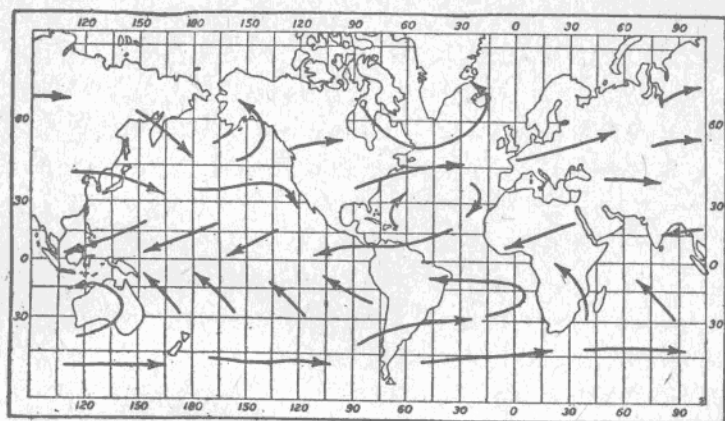


图1 近地面 10,000 呎层的平均年流綫

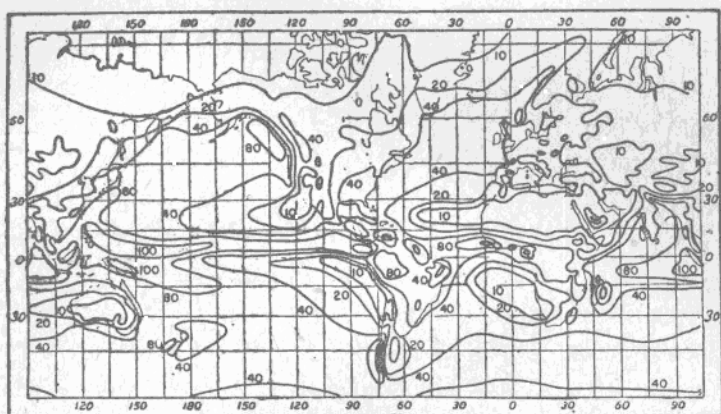


图2 平均年降水量(时)

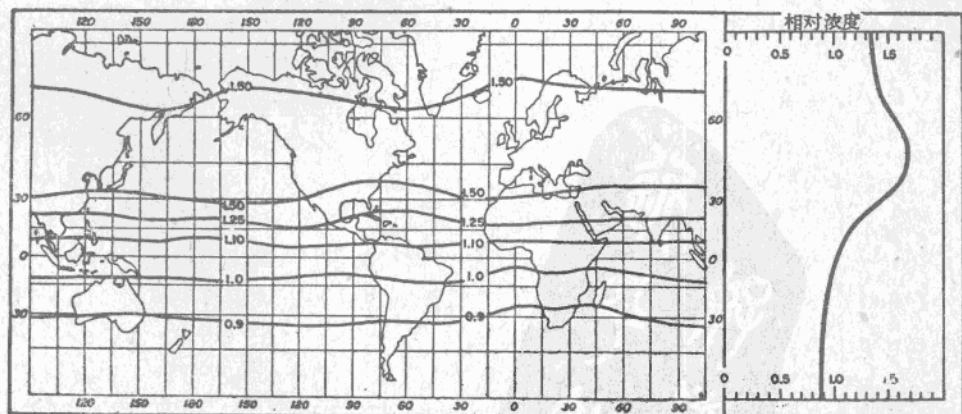


图3 情形(1)下的地面相对浓度