

中等气象学校交流讲义

高空测风学

北京气象专科学校主編

高空气象专业用



农业出版社

65✓

中等气象学校試用教科書

高 空 測 风 学

北京气象专科学校 主編

30836

71

高空气象、气象专业用

农 业 出 版 社

中等气象学校試用教科書

高 空 測 风 学

北京气象专科学校 主編

农 业 出 版 社 出 版

北京老錢局一号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第 106 号)

新华書店科技发行所发行 各地新华書店經售

北京市印刷一厂印刷裝訂

統一書号 K13144·61

1961 年 6 月北京制型

1961 年 7 月初版

1962 年 4 月北京第二次印刷

印数 2,101—3,600 册

开本 787×1092 毫米

三十二分之一

字数 156 千字

印張 五又八分之七·五插頁

定价 (7)六角

目 录

緒論	1
§ 1. 高空气象探测的对象和任务	1
§ 2. 近地层大气的探测仪器与方法	2
§ 3. 自由大气层的探测仪器与方法	5
§ 4. 高层大气的探测仪器与方法	18
§ 5. 我国高空气象观测的发展	20
§ 6. 高空测风学的内容及其在国民经济上的应用	21
第一章 测风气球单点观测法	23
§ 1. 概述	23
§ 2. 测风气球的总举力和净举力	24
§ 3. 测风气球净举力随高度的变化	27
§ 4. 空气阻力	28
§ 5. 测风气球的上升速度	29
§ 6. 实用升速公式	32
§ 1—§ 6. 问题和习题	36
§ 7. 测风经纬仪	37
§ 8. 观测场地的选择及经纬仪的安置	47
§ 9. 经纬仪的误差及检查	54
§ 10. 经纬仪的检修及校正	66
§ 11. 测风用的氢气、制氢方法	77
§ 12. 气球及充灌氢气	92
§ 13. 测风观测的进行	94
§ 7—§ 13. 问题和习题	96
§ 14. 量得风层风向风速的求法	97

§ 15. 标准風层風向風速的求法	103
§ 16. 热成風的求法与最大風速的选取	109
§ 14—§ 16 問題和習題	112
§ 17. 單站測風观测誤差的討論	115
第二章 測風气球基綫观测法	125
§ 1. 概述	125
§ 2. 基綫观测的水平投影計算法	126
§ 3. 用水平投影法求高誤差分析	127
§ 4. 基綫观测的垂直平面投影計算法	131
§ 5. 經緯仪讀数同时性的校正	133
§ 6. 測風气球基綫观测的組織和操作	125
§ 7. 計算法的选择	141
§ 8. 基綫观测的記錄整理	143
§ 1—§ 8 問題和習題	148
第三章 經緯仪观测探空气球測風法	150
§ 1. 概述	150
§ 2. 莫氏繪圖板的構造	150
§ 3. 观测的进行	154
§ 4. 記錄整理	155
§ 5. 探空气球的升速变化	161
§ 1—§ 5 問題和習題	161
第四章 船舶經緯仪測風法	163
§ 1. 船舶經緯仪的用途及其特性	163
§ 2. 船舶經緯仪的構造原理	163
§ 3. 經緯仪的說明	166
§ 4. 經緯仪的安置	169
§ 5. 經緯仪的使用	171
§ 6. 在移动着的船上所測得的測風气球观测 記錄的整理	172

§ 1—§ 6 問題和思考題	175
附录: 1. 标准密度升速值表(升速 100 米/分适用).....	176
2. 标准密度升速值表(升速 200 米/分适用).....	177
3. 淨举力查算表(升速 100 米/分适用).....	178
4. 淨举力查算表(升速 200 米/分适用).....	179
5. 淨举力查算表(升速 200 米/分适用).....	180
6. 气温、水温对照表(法式制氢筒适用).....	181
7. 云高表(甲)	181
云高表(乙)	181
8. 升速 100 米/分,标准風層風向風速訂正表	182
9. 升速为 200 米/分,高度为1000,2000,3000 米的标准風層風向風速訂正表	183
10. 升速为 200 米/分,高度为500,1500,2500 米的标准風層風向風速訂正表	184
11. 高空風观测记录表	185
12. 高空風记录月报表(高机001)	186
13. 甲、双經緯仪观测水平投影計算表	187
乙、双經緯仪观测垂直投影計算表	188
14. 高空風观测记录表	189
15. 風向(速)時間內插查算表	190

緒 論

§ 1. 高空气象探測的对象和任务

随着我国生产建設迅速發展的需要，当前气象觀測工作主要有：地面气象觀測、海洋气象觀測、农业气象觀測和高空气象觀測。

通过以上各种觀測来积累地面、海洋、农业和高空等气象資料，并运用它研究各种气候，提供天气情报、制作各种預报，加强对災害性天气的防御，并互相結合逐步地控制天气，以及对改造和利用自然或消灭自然灾害进行試驗研究，为加速我国社会主义建設服务。

高空气象觀測的对象是觀測陆地和海洋上空自由大气以至高層大气中气象要素的分佈。在高空气象觀測的任务中，由于要进行自由大气的觀測，因而包括了高空气象觀測方法和仪器的研究。

由于近年来系統地进行了高空探測的結果，已經知道离地面高度不同的空气層具有不同的性質，从地面至1公里以下的一層大气由于靠近地面，气象要素随高度与随時間的不同有不同的变化，而且变化很大，空气运动受地形摩擦影响也很大，这一層称为近地層(摩擦層)大气。1公里以上至50公里之間的大气，受地面影响較小，可以称为自由大气。一般天气現象都發生在这一層中。这是天气預报研究的重要对象。50公里以上的空气已經非常稀薄(空气压力为地面气压的 $1/1,000$)，大气呈离子状态，能够反射無線电波的电离層及产生美丽光彩的極光就在这一層中，这一層称

為高層大氣。

由於大氣各層的高度和性質不同，探測的儀器和方法也不同，下面我們分別介紹高空大氣各層的探測儀器和探測方法。

§ 2 近地層大氣的探測儀器與方法

在近地層大氣中隨時間變化不斷地探測各高度氣象要素最完善的設備是氣象探測塔。氣象探測塔的離地高度是從幾十米到幾百米。目前最高的氣象探測塔達 313 米，共分 15 層，每層都有四根粗梁指向東、西、南、北四個基本方向，在粗梁上安裝着儀器，可以測定氣溫、氣壓、濕度、密度、空氣成分、垂直氣流與水平氣流速度的微小變化。探測塔通過專門的記錄器把儀器上的示度自動地記錄下來。

為了研究大氣的湍流運動與大氣中的微粒擴散（人工降水中的催化劑核的擴散與原子氣象學中的放射性微粒的擴散）的情況，人們在氣象探測塔的各層安裝了放煙裝置，根據煙的擴散方向與擴散形狀就可研究不同高度的風及大氣的湍流情況。

氣象探測塔不能達到的高度，可以用系留氣球來探測。利用懸掛着氣象計（可以同時測定氣壓、溫度、濕度與風速的自記儀器）的系留氣球來探測大氣具有特殊的優點。它可以在空中停留一段很長的時間（一、二小時至幾十小時），並可以用較小的高度間隔作分層的上升或下降，因此系留氣球最適用於探測 300—1,000 米以下的大氣層內各氣象要素的鉛直分佈或日變化的情形。

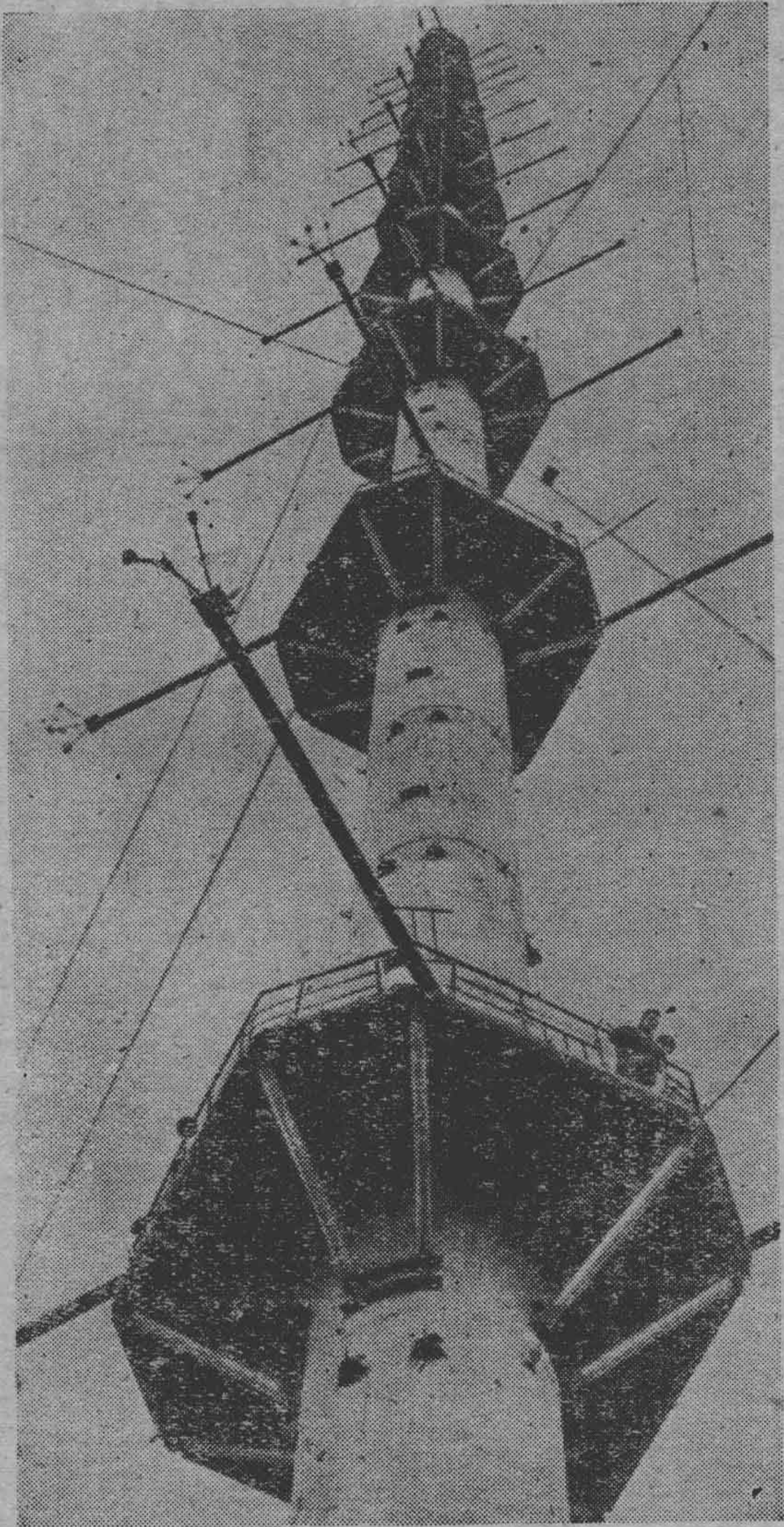


圖 1 气象探测塔

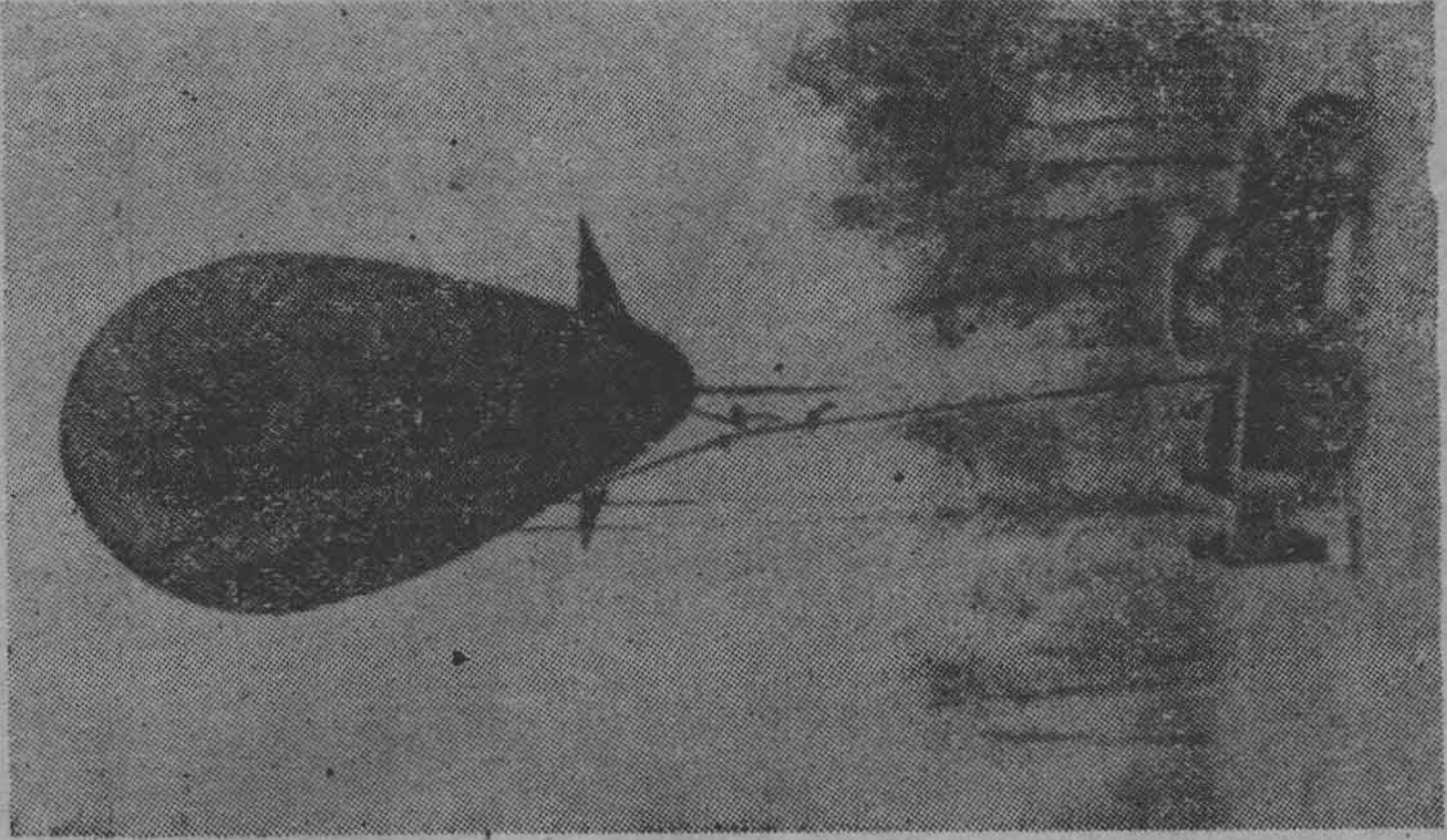


圖 3 击留气球

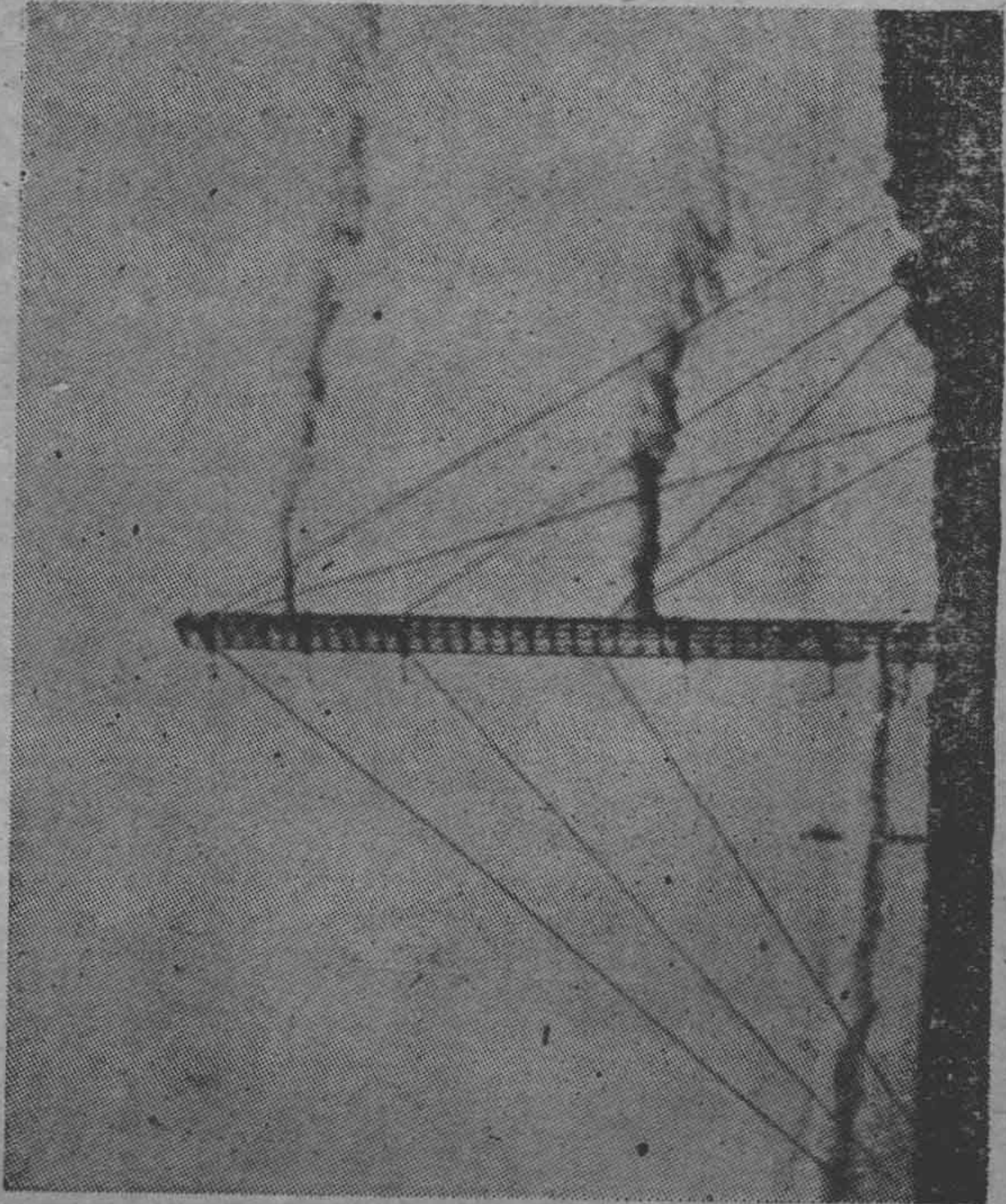


圖 2 研究烟的扩散的气象探测塔
三个高度上風的方向不同

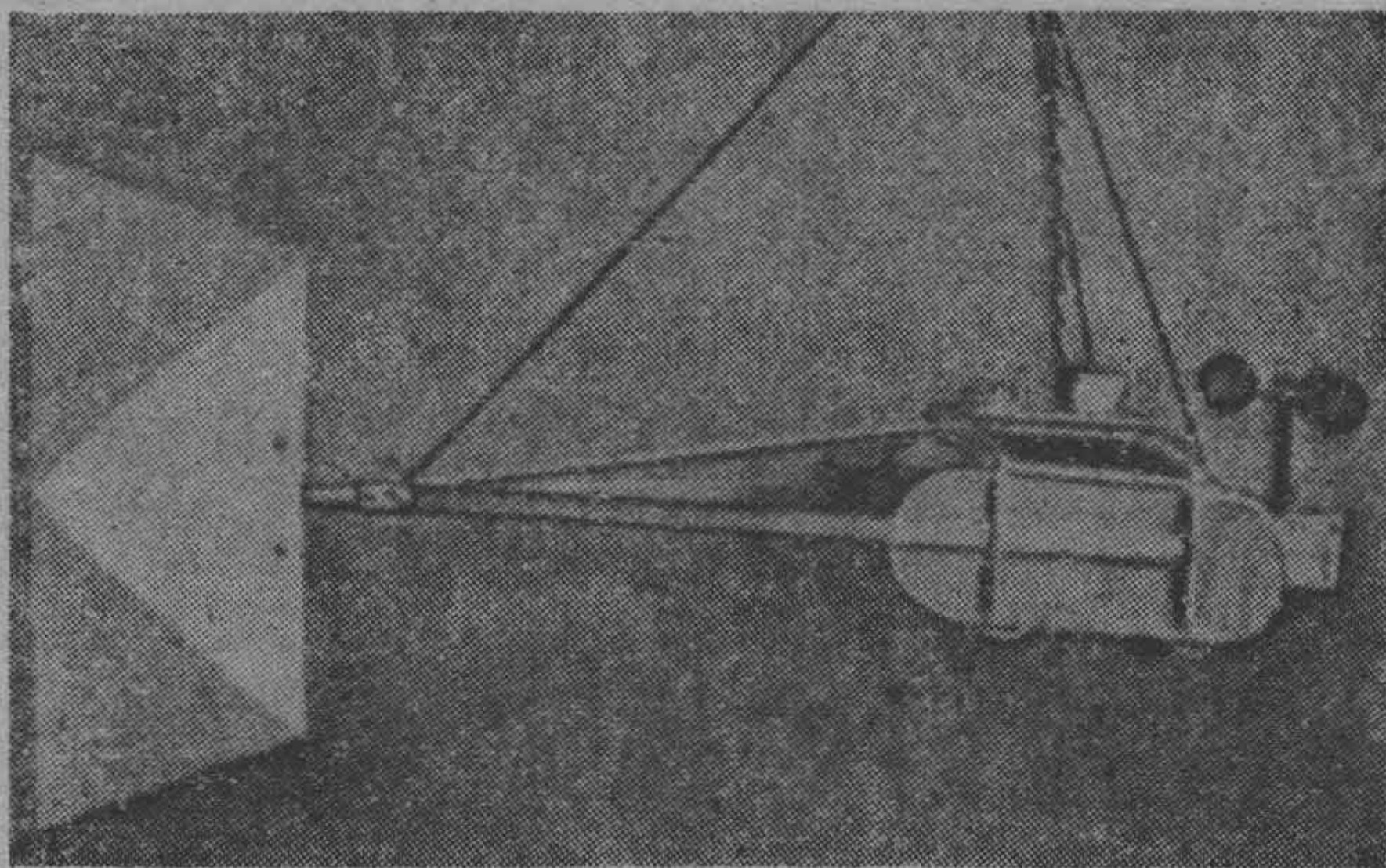


圖 4 击留气球的气象計

§ 3 自由大气层的探测仪器与方法

为了测定自由大气(1公里至50公里),必须采用飞升器械或特殊的地面仪器。现代采用的探测仪器有测风气球、自由大气球、气象机、无线电探空仪和自动平流层气球。比较新的有无线电测风仪、测雨雷达和远程雷电仪。

自由大气中风的测定是利用测风气球进行的。测风气球是一个充满氢气,体积约0.1—0.2立方米的橡皮球。施放以后气球作自由飞翔。测风气球运动时受举力作用上升,同时也被气流带走,因此,它在大气中的路径形状是随风向和风速而变。观测测风气球的运动是用一种高度精密的光学测角仪器——高空经纬仪来进行。将测风气球的观测记录进行整理,就可得出高空中的风向和风速。测风气球能够观测到40公里的高度。光学经纬仪测风是一种精确度最高的测风方法,因此,是目前用来测定大气中风向和风速的主要方法。

当人们希望亲自到自由大气中去探测时,可以用自由气球,它

的体积为 400 到 2,000 立方米。球囊下的吊籃可以乘人和裝儀器。自由气球就是一种“飞行實驗室”，它随气流前进，人們可以在其中有效地进行关于云、云的微結構、含水量、云中能見度、化学成分、云層演变……等各項的詳細探测工作。这些探测工作可以在数小时内到几十小时内連續进行。在探测运动着的气团内的溫度变化、气团内的鉛直运动以及在測定日射和大气电方面，自由气球都有特別重要的作用。用自由气球探测大气最普遍的是在 3 公里高度上进行。

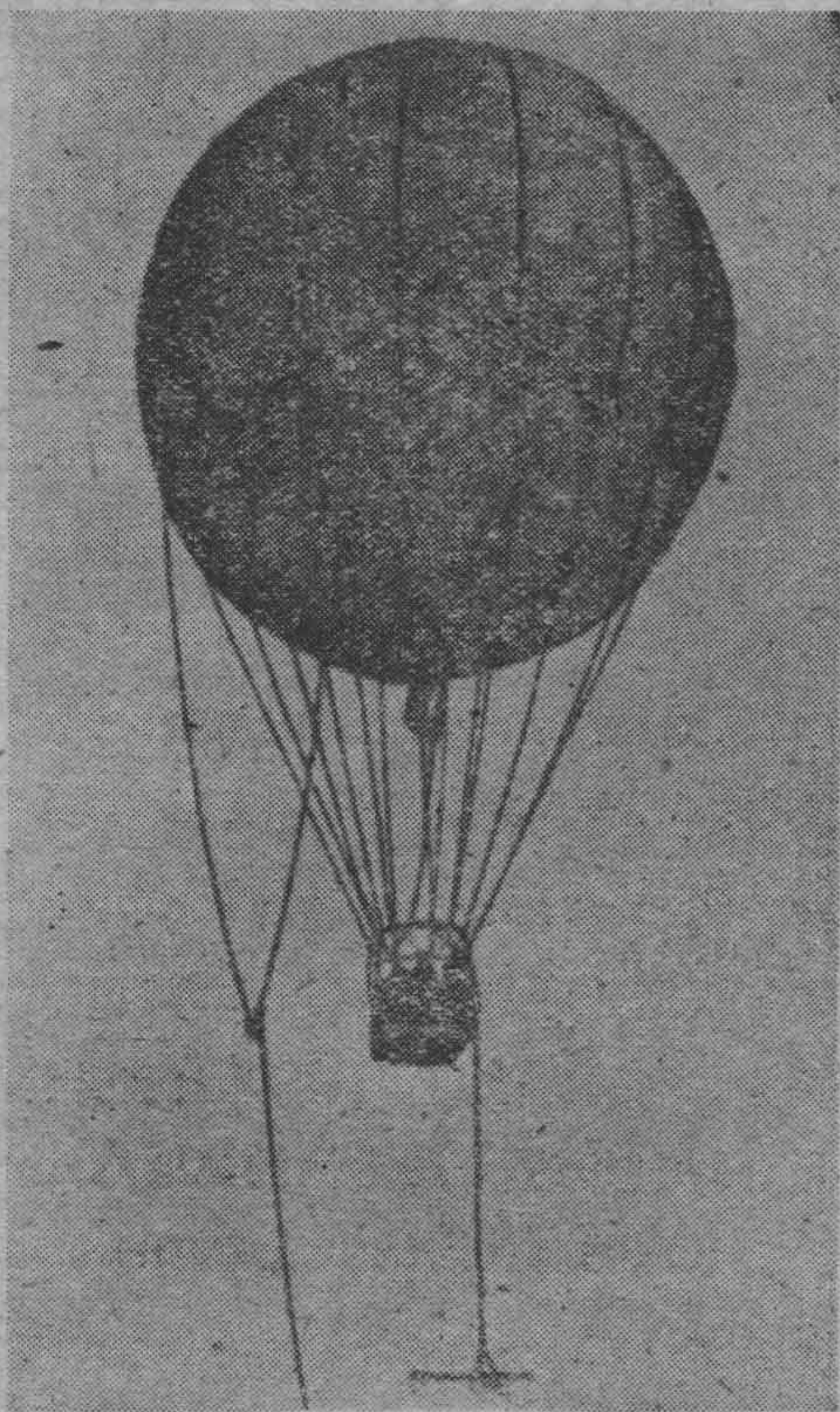


圖 5 自由气球

对于自由大气的各种高空气象研究来说，飞机是一种很重要的工具。利用飞机作大气探测可以在短时间内到达很高的高度，而且人可以与仪器一起上升，这样就有可能进行补充观测。这方面最重要的是云的观测。在探测的时候，高空气象员可以直接测定云层上限与下限的高度，描述云的表面的性质，在飞行中摄取云的照片，观测积冰现象。

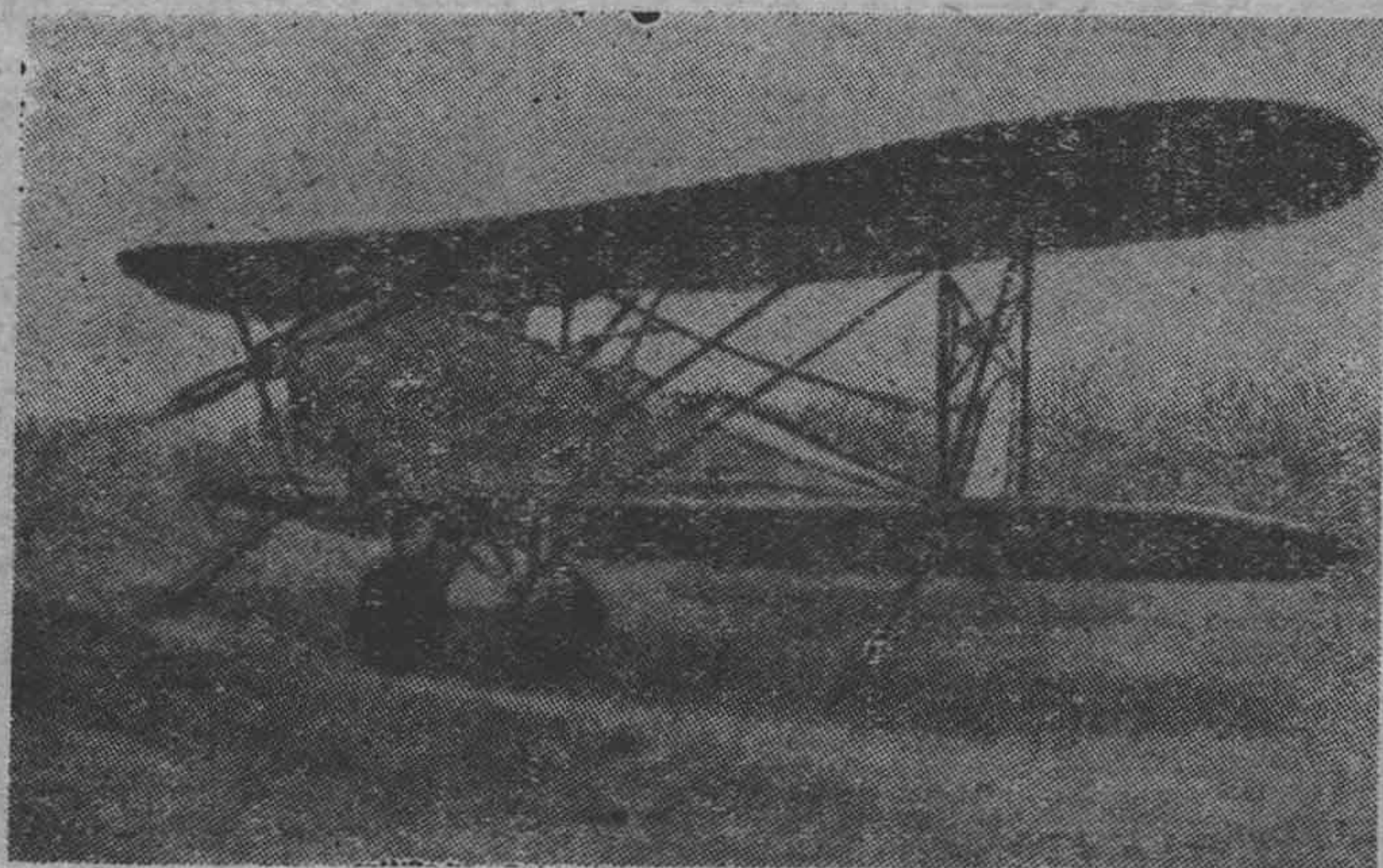


圖 6 高空气象飞机

利用飞机可以专门研究自由大气中的物理过程或各种天气现象；可以进行近的和远的空中天气侦察。这些详细研究大气的可能性是任何其他高空气象方法所不能提供的。飞机探空法的特点还有：当飞机在机场着陆而气象计上的记录经过整理以后，气压、温度和湿度的测量结果，可以立刻使用，而各种天气现象的目测结果，则可以在飞行时借飞机与机场间的无线电联络传达下来。除了有系统的进行每日探测以外，飞机还可以用于特殊的大气研究任务，例如进行高空日射和大气电学等观测，研究大气的乱流和云的微物理等。在人工控制天气中，用飞机撒干冰与碘化银是很有效的方法。目前高空气象飞机上升可以达到 30 公里的高度。

目前高空气象台站广泛采用的自由大气探测仪器是無線电探空仪。無線电探空仪法是把仪器(即探空仪与短波無線电發射机)掛在施放出去的氢气球上,随高度的分佈探空仪中的气象要素感应器灵敏地反应气象要素值,同时操縱無線电發射机及时地發出信号。这种信号是在制造探空仪时已經規定好的、有規律地与仪器的示度相对应的信号。人們在地上用收报机收到这些信号,并將它們譯出以后,就可以得到不同高度上的气象要素值。

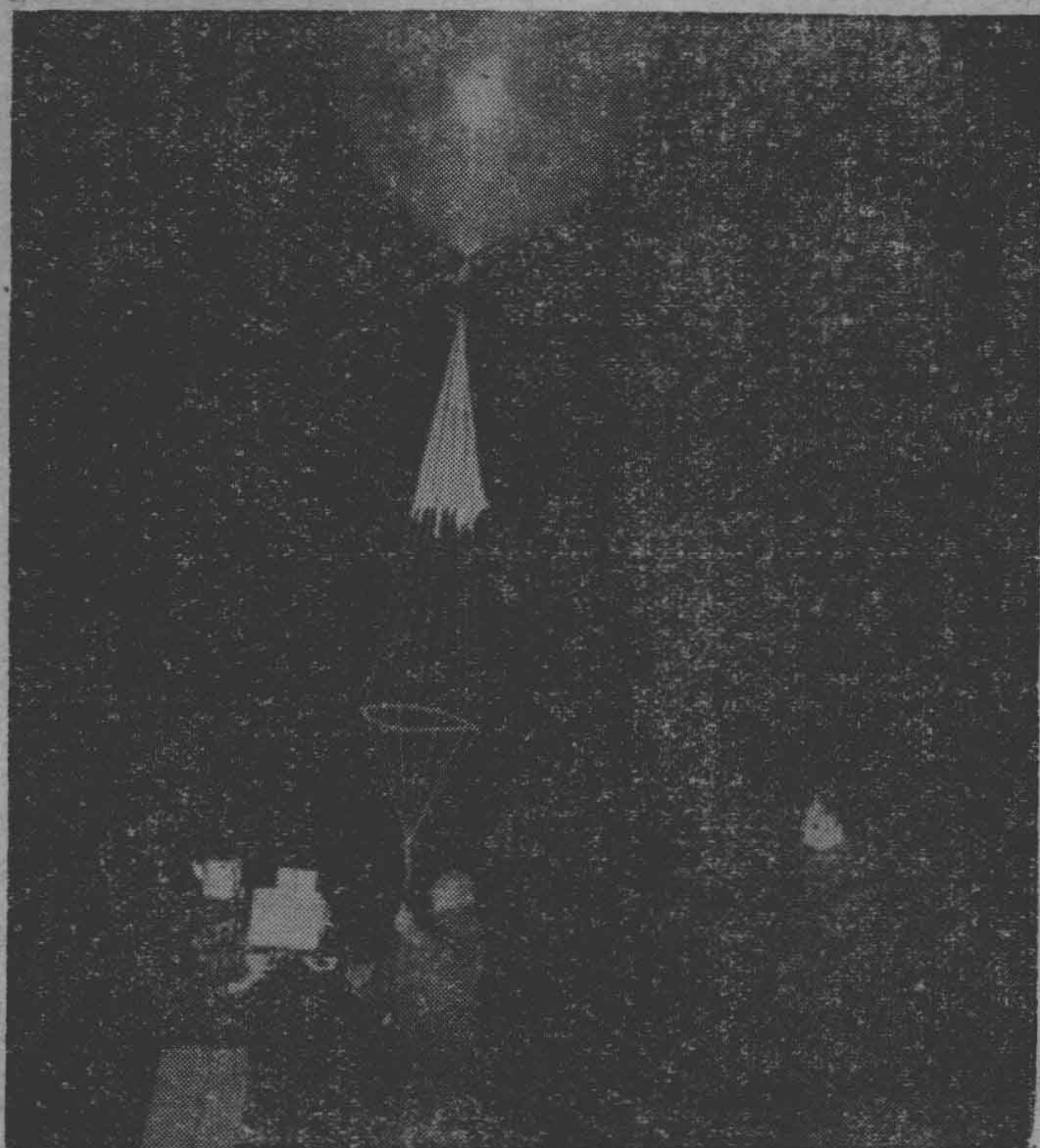


圖 7 施放無線电探空仪

無線电探空仪法的优点首先是在任何天气狀況下都能进行观



圖 8 接收探空信号

測,这就保证了记录的系統性。其次是价格較便宜,因此可以建立較密的探空观测网。除了測定气压、溫度和湿度以外,可以同时进行風的观测(用經緯仪观测探空气球)。目前無綫电探空仪除了有由氫气球携帶到高空去(称上升無綫电探空仪法)之外,还有一种抛擲探空仪,它是由飞机携帶到某一高度时下抛。这种观测方法的优点是在难以建站的地区(如海洋、森林、沙漠、極地等)进行观测。利用無綫电探空仪可以观测到 30 公里左右的高度。

近年来在研究自由大气方面除了用橡膠探空气球携升的無綫电探空仪外,已开始广泛利用聚乙烯膜做的自动平流層气球。它能使重量很大的仪器在長時間里停留在指定的高度上并且能移动得

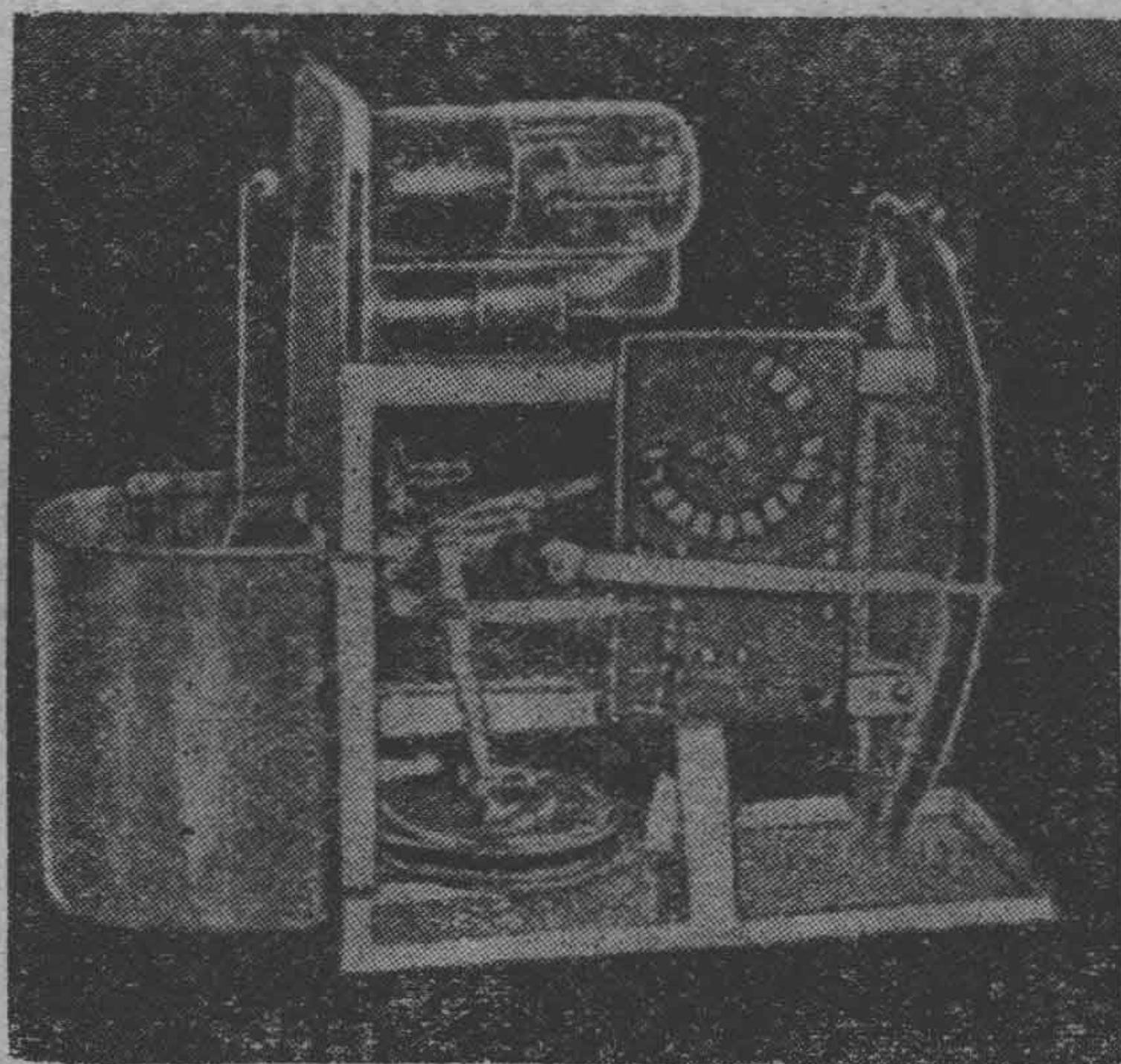


圖 9 049型無線電探空儀
(上升型)

很远。(攜帶 1 吨以上的仪器在 30 公里以上的空中停留 6—7 晝夜,可运行 3 万千米)。自动平流層气球球皮的体积在几百立方米到 10 万立方米之間。气球上裝置着現代化的無線電遙測与自动化操縱設備,借助这些設備,人們就能获得科学資料,判定气球所在地点,控制平流層气球的飞行高度。

用自动平流層气球可以研究气团在大气的垂直和水平剖面上的运动方向、平流層和对流層中空气环流方式、气流方向和速度、气流中的大范围扩散現象、水平气流的变形、等压面的高度、大气的乱流和其它高空气象問題。自动平流層气球所携升的仪器,可以在很高的高度上研究宇宙綫强度、太陽輻射、地球磁場和空气的成分等等。

利用光学經緯仪測風不能够觀測云層內部和云層以上的風。近代無線電脉冲技术的迅速發展,給予应用無線電的方法測定大

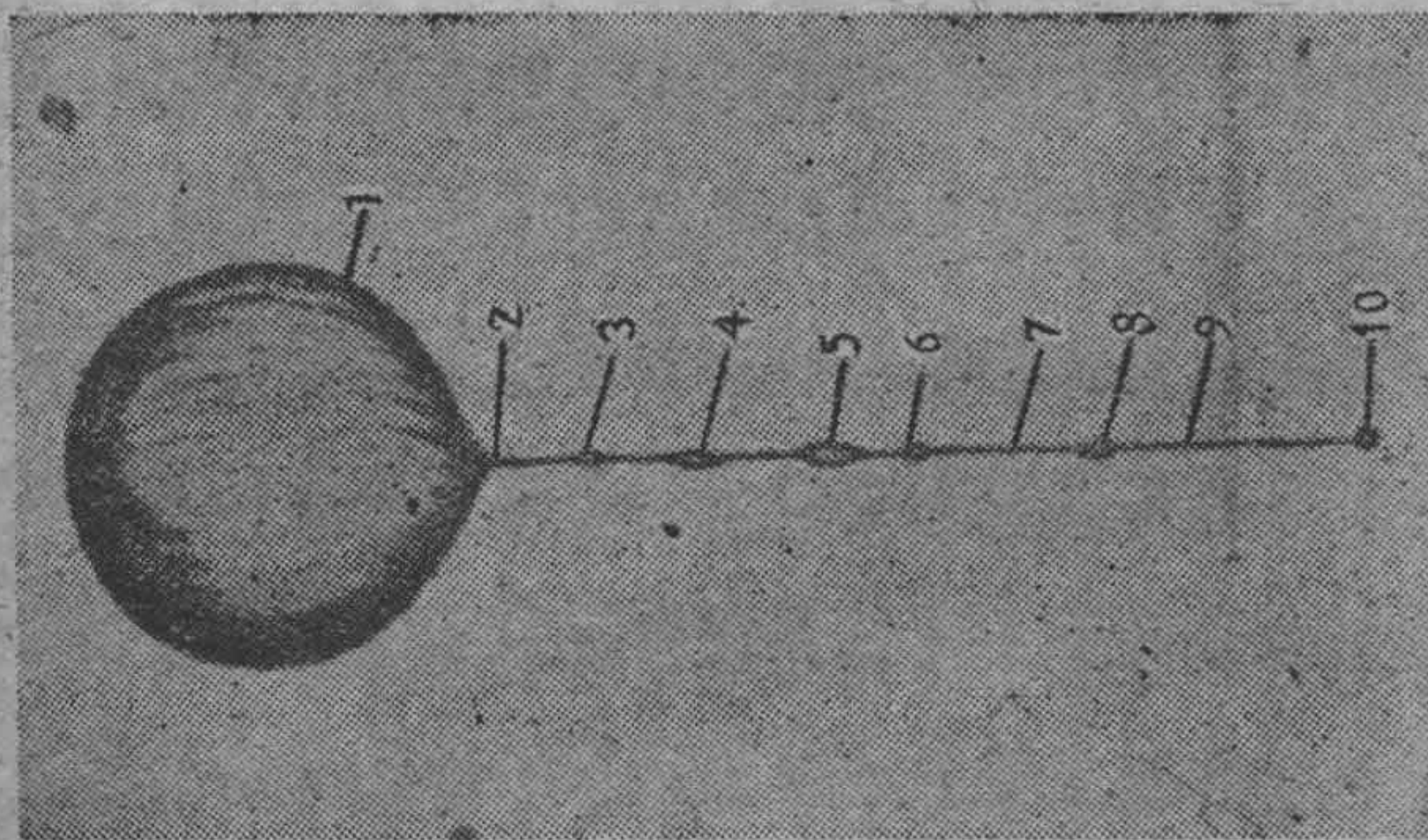


圖 10 自动平流層气球及携帶的仪器

1—球皮；2—球皮口；3—分离器及時間指示器；4—降落傘；5—雷达反射器；6—裝着儀器的吊籃及压穩物；7—天綫；8—無線電發報机；9—天綫；10—重物(0.5仟克)。

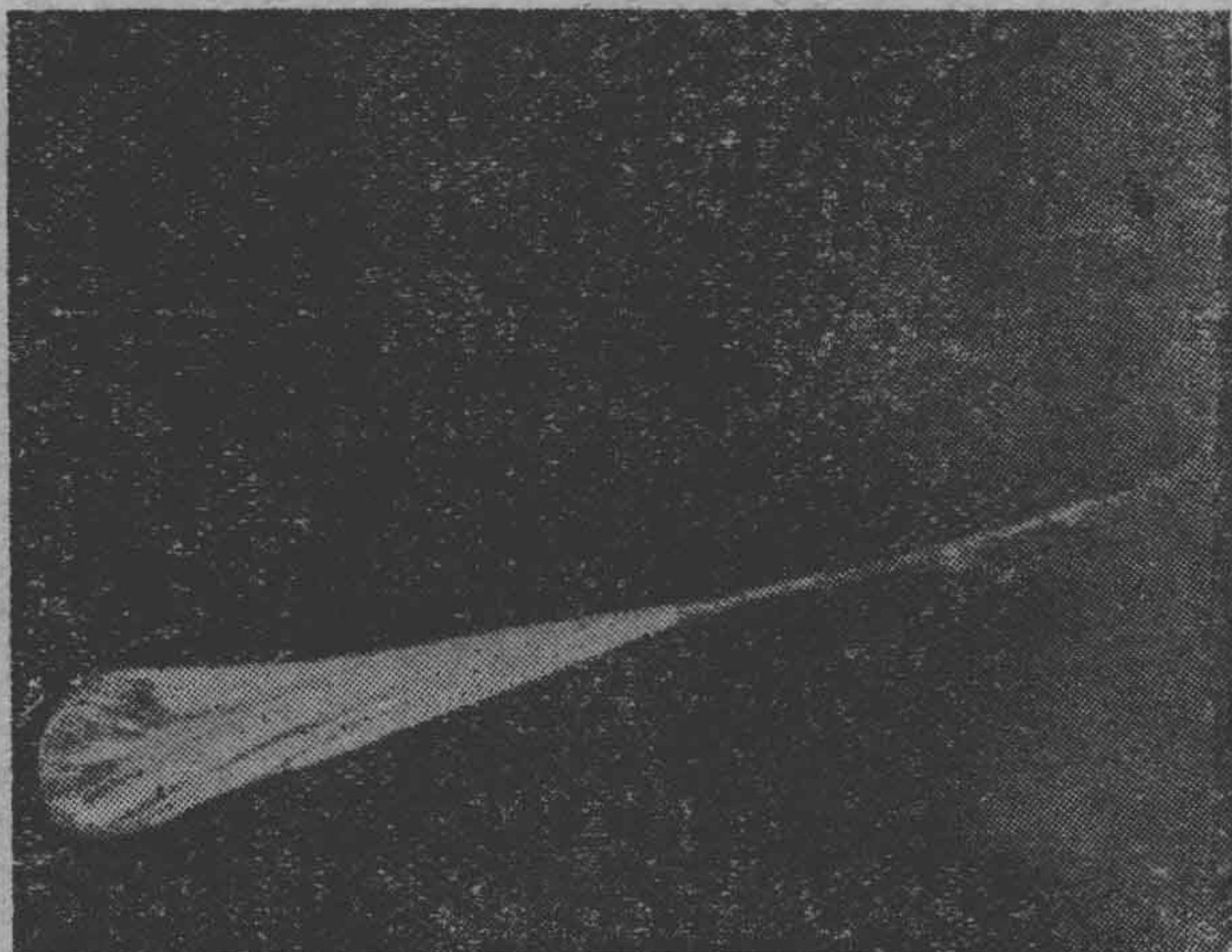


圖 11 自动平流層气球施放时的情况