

《太阳风暴影响与应对措施》科普丛书

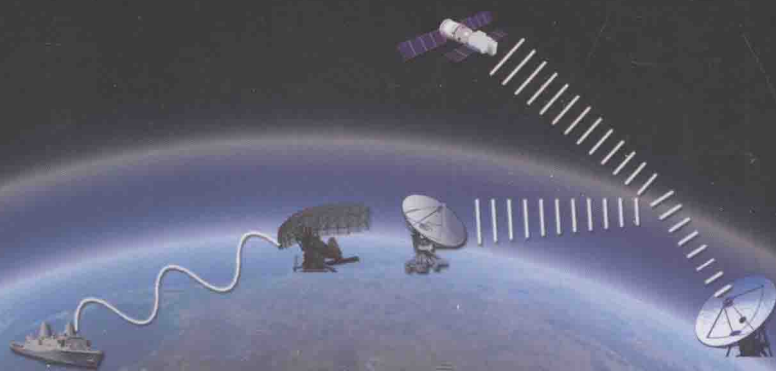
太阳风暴

对通信装备的影响与应对

总装备部电子信息基础部



国防工业出版社
National Defense Industry Press



中国气象局气象出版社

太阳风暴

对通信装备的影响与应对

中国气象局气象出版社

★

★

★

★

★

《太阳风暴影响与应对措施》科普丛书

太阳风暴对通信装备 的影响与应对

总装备部电子信息基础部

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

太阳风暴对通信装备的影响与应对 / 总装备部电子信息基础部主编. —北京: 国防工业出版社, 2012.9
(太阳风暴影响与应对措施科普丛书)
ISBN 978-7-118-08451-1

I. ①太... II. ①总... III. ①太阳活动—影响—通信设备—研究 IV. ①TN914

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第220253号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

北京嘉恒彩色印刷有限责任公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 10¼ 字数 164 千字

2012年9月第1版第1次印刷 印数 1—12000 册 定价 26.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)88540777

发行邮购: (010)88540776

发行传真: (010)88540755

发行业务: (010)88540717

《太阳风暴影响与应对措施》科普丛书

顾 问 组

总 顾 问 李安东

组 长 卢锡城

成 员 李济生 姜景山 吕达仁

陶 平 都 亨 赵正予

《太阳风暴影响与应对措施》科普丛书

编委会

主任委员 辛毅

副主任委员 王峰

委员 潘银喜 袁祖武 刘志伟 蔡镭

肖兴福 尹秋岩 梁考源 黄乔华

董庆生 龚建村 吴健 于登云

《太阳风暴影响与应对措施》科普丛书

总 主 编 辛 毅

《太阳风暴对通信装备的影响与应对》

主 编 吴 健

编写人员 丁宗华 霍文平 彭怀云 唐 伟

毕见鑫 戴 晖 刘继民 张雅彬

陈 宇 张 红

审校人员 董庆生 焦培南 赵振维 李清亮

甄卫民 凡俊梅 许正文

序 Preface

万物生长靠太阳。人类的生存和生活与太阳密切相关，太阳发出的光和热是地球有一个适宜环境的前提。远古以来，伴随着对太阳的深深敬畏和崇拜，人类留下了无数关于太阳的美丽神话和动人传说。实际上，太阳是一个内部活动变幻莫测的恒星，当其“心平气和”时，我们感受到它的温暖和赠与；当其“心浮气躁”时，我们也要承受它的暴虐和破坏。特别是随着信息化时代的到来，太阳活动对人类社会活动的影响力和破坏力将日益凸显。

太阳中心氢核聚变产生巨大能量，并持续不断地向四周传输。当其活动剧烈时，会发射出很强的电磁辐射，抛射出大量的高能带电粒子，喷射出高密度的等离子体等物质。上述这些物质有时会到达地球空间，并不同程度地影响和改变地球空间环境，这种现象被通俗地称为太阳风暴。太阳风暴达到一定的强度，将会影响和危害人类社会活动。例如，强烈的电磁辐射会引起地球电离层的扰动，影响通信、导航等系统效能；高能带电粒子会引起电子器件内部短路、击穿，干扰、破坏电子元器件或造成程序混乱，影响卫星、火箭等飞行器安全；大量的等离子体会引起地磁暴、电离层暴，影响地面电力系统、信息网

络和通信系统运行。

古人云：“观阴阳之开阖以命物”。在不断求索太阳奥秘和科学真理的过程中，人类逐渐认识到太阳风暴有其自身的特点和规律。只有掌握太阳风暴科学知识，预有思想准备和应对预案，才能够采取正确的防范措施，最大限度地降低其可能带来的危害。总装电子信息基础部组织编写这套《太阳风暴影响与应对措施》科普丛书，目的是普及太阳风暴基础知识，揭示其规律性和危害性，系统传授科学应对方法。丛书图文并茂、通俗易懂、案例翔实、数据准确，融知识性、趣味性于一体。丛书的出版发行，将对广大读者增长科学知识，相关领域从业人员强化防范意识、提高应对能力，起到重要的促进作用。

总装备部科技委主任
兼总装备部副部长

李 安 东

目录 Contents

◎ 第一章 太阳风暴与通信.....	1
NO.1 话说通信.....	2
通信的古往今来.....	2
无线电频段.....	7
无线通信信道.....	9
NO.2 电离层——无线通信的重要信道.....	12
电离层基本概念.....	12
电离层对无线通信的影响.....	24
NO.3 太阳风暴——电离层扰动的罪魁祸首.....	29
太阳风暴概述.....	29
太阳风暴“攻击”电离层的后果.....	33
扰动的电离层——无线通信的“隐形杀手”.....	39
太阳风暴攻击下的幸存者.....	41
◎ 第二章 太阳风暴对短波通信的影响与应对.....	47
NO.1 短波通信——现代战场的“神行太保”.....	48
短波通信及特点.....	48
电离层——短波通信的空中桥梁.....	51
短波可用频段和工作频率.....	53
短波天波传播模式.....	55
NO.2 太阳风暴对短波通信的影响探秘.....	59
冤死鬼——德军话务员波诺克.....	59
电离层突然骚扰中断短波通信.....	62
极盖吸收事件干扰跨极区短波通信.....	64
电离层扰动使短波可用频段变窄.....	66
盲区改变——通信性能恶化的隐患.....	69
通信信号衰落.....	72
太阳射电干扰.....	73

NO.3 太阳风暴对短波技术侦察装备的影响	74
NO.4 应对措施	75
可能的典型症状	75
及时向有关部门咨询	76
可能的技术措施	82
◎ 第三章 太阳风暴对卫星通信的影响与应对	85
NO.1 卫星通信与电离层	86
卫星通信简介	86
卫星频率和轨道	90
卫星通信的特点	94
卫星通信——信息化战争的“生命线”	96
电离层——卫星通信重要的“空中驿道”	98
电离层闪烁——卫星通信的破坏者	100
NO.2 太阳风暴“攻击”卫星通信解密	104
是卫星通信系统出故障了吗?	104
电离层闪烁导致卫星通信时断时续	107
日凌使卫星地面接收机致盲	109
NO.3 应对措施	113
可能的典型症状	113
及时向有关部门咨询	114
可能的技术措施	119
◎ 第四章 太阳风暴对甚长波/超长波通信的影响与应对	121
NO.1 隐蔽的对潜通信	122
潜艇——深海中的“水下幽灵”	122
甚长波/超长波通信的特点	124
国外甚长波/超长波对潜通信系统	127
NO.2 地—电离层波导——对潜通信的信号传输通道	131
“跳跃”的无线电波	131
低电离层的影响	133

NO.3 太阳风暴对甚长波/超长波通信的影响.....	136
甚长波通信的盲区移动	136
甚长波/超长波通信衰减严重	138
NO.4 应对措施.....	140
可能的典型症状	140
及时向有关部门咨询	141
可能的技术措施	142
名词解释.....	143
英文缩略词注释.....	145
名词索引.....	147
参考文献.....	148
后记.....	149



第一章 太阳风暴与通信

随着人类科技进步和信息化水平的不断提高，电离层电波环境作为电磁信号传输的重要空间环境，已成为影响电子信息系统性能的复杂电磁环境关键因素之一。太阳风暴引发的电离层扰动可影响多种电子信息系统的性能，严重时可引起大范围无线电通信中断……

■ NO.1 话说通信

通信就是传递信息。早期的通信以西周时代的烽火台传信为代表，当今的通信是指18世纪以来以电磁波为载体的信息传递方式。通信技术是当代生产力中最为活跃的技术因素之一，对生产力的发展和人类社会的进步起着直接的推动作用。

通信的古往今来

通信是指人与人或人与自然之间通过某种行为或媒介进行的信息交流与传递。

从古到今，人类社会总离不开信息的传递与交换。出于信息交流的需要，人类不断寻求各种通信手段，从而不断推动了通信技术的发展。

古代，人类基于最原始的通信需求，利用自然界的基本规律和人的基础感官可达性建立了通信系统，如烽火传信、信鸽传书、驿站和信号塔等。烽火传信始于商周，延至明清，是我国古代用以传递边疆军事情报的一种通信方式。用于发送烽火的设施就是烽火台，它具有广播（传递给所有可看到的地方）、可视（必须视线可达）、“无线”（没有连接线）、“数字化”（只有两种状态“有”和“无”）特点。



▲ 烽火戏诸侯

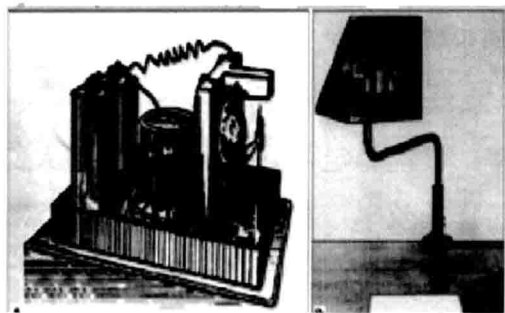
关于烽火传信还存在“烽火戏诸侯”的故事。据《史记》卷四《周本纪》记载，西周最后一个国王周幽王，为了博得美女褒姒一笑而想尽办法。在没有外敌入侵的情况下，他让士兵把周围的烽火台都点起火来。附近的诸侯一见燃起火来，以为王朝危急，前来救援，可



是到了骊山脚下一看，根本没有敌人的影子。这个玩笑开得太大了，果然引起褒姒的大笑。可是，没过多久，敌人真打来了，周幽王再让人点火求援，诸侯们怕再上当，谁也没发兵，西周很快就灭亡了。

近代通信开始的标志是运用电磁波技术，最早的代表就是电报。1838年，美国人莫尔斯发明了“莫尔斯电码”，此举带来了电报、电话等有线通信手段的发展。1876年，英国科学家贝尔发明了电话。

1887年，德国科学家赫兹利用火花隙激励一个环状天线，用另一个带缝隙的天线进行接收，证实了电磁波真实地存在于空气之中，由此架起了电磁波从有线通向无线的桥梁，促进了无线电科学的兴起。



▲ 波波夫的无线电收发报机

1890年，俄国人波波夫进行了远距离无线电报传输试验。

什么是信息

在不同的时期、不同的领域，人们对信息的概念有不同的理解和认识。目前国内外有上百种关于信息的概念定义：

《辞海》：“音讯，消息”、“通信系统传输和处理的对象，泛指消息和信号的具体内容和意义”。

《中国大百科全书》：“信息是关于事物运动的状态和规律的表征，是关于事物运动的知识”。

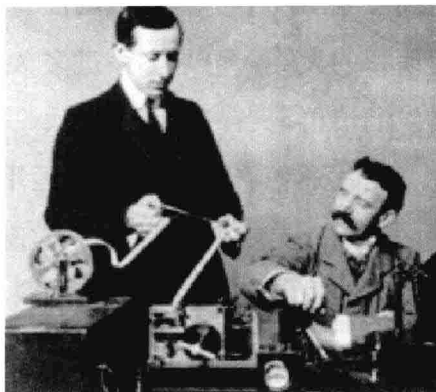
《中国军事百科全书》：“信息是事物运动状态以及关于事物运动状态的抽象陈述。”

.....

众所周知，客观世界中的任何事物都呈现出不同的状态和特征，都处于不停的运动与变化之中。所谓信息，就是客观世界各种事物特征和变化的反映。



1901年12月，意大利人马可尼成功地进行了跨大西洋无线电传输试验，证实了电磁波携带信息远距离传输的能力，促进了远距离无线电通信技术的发展。马可尼凭借着在无线电方面的卓越成就与科学家布劳恩分享了1909年的诺贝尔物理学奖。



▲ 马可尼在跨大西洋试验中的留影

无线电通信具有机动灵活、设备简单、性能稳定可靠等优点，它让人们摆脱了物理连接上的限制，提高了信息传递的效率，在军事和民用等各个领域发挥了重要作用。

光绪二十三年四月一日（1897年5月2日）《时务报》第25册刊出译文《无线电报》，这是无线电报一词在中国的最早出现。1905年，中国北洋新军首次装备了火花式无线电台，供海军舰队指挥通信使用，发射功率为1.5千瓦~2.5千瓦。

美国雕塑家、画家、科学爱好者莫尔斯先生发明了有线电报

1838年，美国人莫尔斯发明了“莫尔斯电码”，这是一套由“·”和“-”构成的系统，通过“·”和“-”间隔的不同排列顺序来表达不同的英文字母、数字和标点符号，一点为一基本信号单位，一划的长度等于3点的长度。发报员用电键发出长短不一的电码，收报员就可听到“滴答”的声音。“答”的声音是“滴”的三倍长。收报员抄录“滴答”组合的电码后再译成电文，这就是早期的电报。

1844年，在美国国会的财政支持下，莫尔斯开设了从马里兰州到华盛顿的第一条使用“莫尔斯电码”通信的电报线路。字母A、B和数字1、2的莫尔斯电码符号如下：

A	● —	B	— ● ● ●
1	● — — — —	2	● ● — — —



第二次世界大战期间，无线电报远距离通信技术在各国部队中得到普遍应用。日本在偷袭珍珠港的过程中，就是利用加密电报指挥特遣舰队的军事行动的。1946年，世界上第一台电子计算机ENIAC诞生以后，高速计算能力成为现实，二进制的广泛应用触发了更高级别的通信机制——“数字通信”，加速了通信技术的发展和應用。与此同时，随着地球同步轨道通信卫星的发射成功，卫星通信开始进入人们的生活。

80年代以后，随着互联网、光纤通信、移动通信等技术的逐步发展，使通信性能更强、质量更好、效率更高。看过香港电影的人，说起对那时香港社会的印象，大家会不约而同地提到“大哥大”。“大哥大”在当时是身份、地位和财富的象征，也是当时的一种先进的移动通信方式。而我国大陆的移动通信就是从那时开始逐步发展起来的。与此同时，美国和欧洲多个发达国家提出了数字化部队的概念并建设了试验部队，极大地提高了部队的指挥能力，保障了部队整体战力的发挥。

当代，在移动通信、互联网和信息融合等技术的推动下，通信技术更是日新月异地快速发展，给人类生产与生活带来了诸多便捷，已影响到社会的方方面面，满足了人们快速高效的生产生活对通信的需要。只要打开你的手机、笔记本电脑、iPad、车载GPS等，就很容易体会到这种时代变化。

马可尼的电波传播试验

1895年，意大利人马可尼进行电波传播试验研究，在经费和仪器上遇到很大困难。后来他到了英国，在亲戚的帮助下，马可尼继续开展试验。试验从几米、几十米、几百米的距离开始，不断改进天线，逐步增加天线高度。1899年，终于成功地在英国和法国之间进行了距离长达40英里的试验。随后，在1901年12月12日，他成功地完成了跨大西洋的通信试验，距离2000英里。试验的发射站设在英国，接收站设在北美大陆最东部的加拿大纽芬兰圣约翰斯。试验中，架设的天线被大风刮倒，他就用气球来携带天线，携带天线的气球也被风刮跑了，最后改用风筝将天线带上天空进行试验，终于收到了从英国发送来的莫尔斯电报字母S。