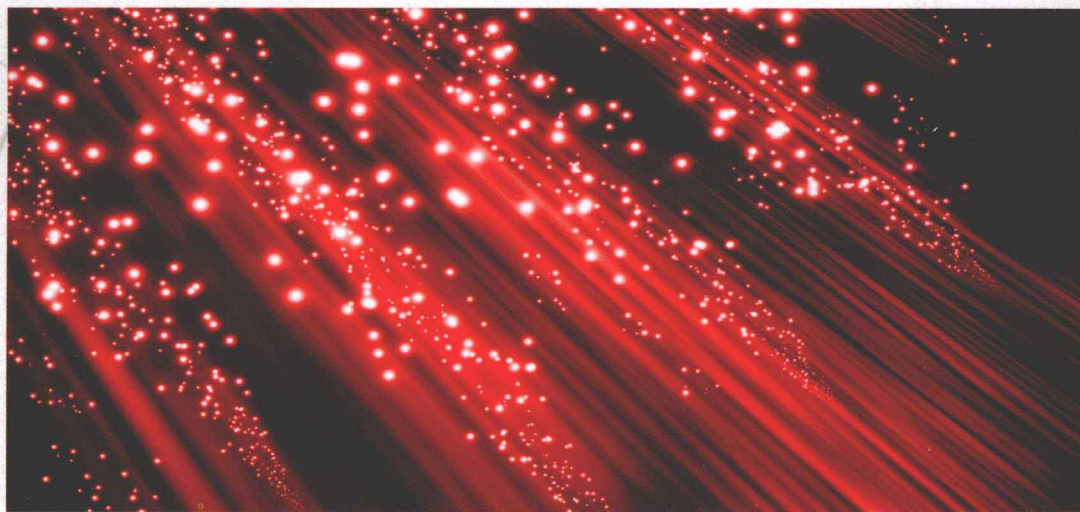


ZHONGNWEIZI
TONGXIN JISHU
YU YINGYONG ZHANWANG

中微子通信技术 与应用展望

王廷尧 编著



本书特色:

1. 中微子速度快, 以近光速进行直线传播;
2. 中微子抗干扰性强, 不受任何物质甚至核辐射的干扰;
3. 中微子穿透力强, 可以自由穿透任何物体, 甚至地心、其他星体;
4. 中微子安全保密性强, 成为21世纪最迅速、最安全、最能保密的现代通信手段;
5. 中微子通信是21世纪人类进入太空, 探索宇宙的极其重要的暗物质通信手段。



国防工业出版社

National Defense Industry Press

中微子通信技术与 应用展望

王廷尧 编著



国防工业出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书主要介绍了暗物质中的中微子通信技术的工作原理、系统组成和在地球范围内及在宇宙星际间通信中的美好应用前景。

书中力图具备系统性、实用性、通俗性和先进性,主要读者对象是相关专业的高校师生和通信工程领域的技术人员,可作为通信工程咨询设计院、研究院所和工程公司有关部门技术人员的指导性参考书。

图书在版编目(CIP)数据

中微子通信技术与应用展望 / 王廷尧编著. —北京:
国防工业出版社, 2012. 4
ISBN 978-7-118-08075-9

I. ①中… II. ①王… III. ①中微子通信 IV.
①TN929. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 052904 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)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 17¹/₂ 字数 393 千字
2012 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 45.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777
发行传真:(010)88540755

发行邮购:(010)88540776
发行业务:(010)88540717

前 言

在浩瀚的宇宙空间中,庞大的银河星系至少存在 300 亿以上个星体,这其中估计至少有 5 亿个星体有类似于地球的环境(可能有人类居住)。在广阔的宇宙空间中,类似于银河星系的星系还至少有 1000 个以上!这表明,在极为广阔的宇宙中存在着“数不清”的适合于人类居住条件的星体。

要实现地球上人类与其他星体的通信联络,就目前地球上人类所掌握的通信手段来说,仅有以光作为信息载体的纳米光通信和以暗物质(DM, Dark Matter)中的中微子作为信息载体的中微子通信技术。中微子通信技术不但可将地球范围内各类通信融为一体,还可应用于宇宙通信之中,实现地球与各星体之间的通信。由此可见,研究中微子通信有多么深刻的重大意义了。

将中微子通信技术引入通信领域,其在新世纪里具有划时代的深刻意义。许多人宣称,21 世纪通信领域将从半导体技术时代进入到纳米技术时代,在通信领域必将引起极其深刻的变革。

中微子通信技术的发展,其不但可将现行各类通信网络融为一体,形成整个地球范围内的通信网络,而且可将通信网络延伸“进入”近空之中,为人类进入浩瀚的宇宙创造了有利条件。

在浩瀚辽阔的宇宙中,星际之间的距离通常都是以“光年”为计量单位的,若仍然采用光载体的光通信体制通信就显得很不适应了,因此在本书中介绍了适于星际中各星体之间的以暗物质中的中微子作为信息载体的中微子通信。

进入 21 世纪以来,在国内外关于光通信领域引入的新技术,特别是纳米光通信技术的进展和应用方面的文章种类繁多,但是由于篇幅所限,都只能从某个侧面作介绍,而不可能系统、全面地进行描述。至于中微子通信技术的进展和应用方面的文章虽然也逐渐开始多起来,但是更没有系统、全面地介绍中微子通信技术的专著。在国内,也还没有发现关于新世纪以来纳米光通信技术与中微子通信技术领域方面的成书专著。为此,作者在编著了以纳米光通信技术为中心的《纳米光通信技术与应用》一书之后,又编著了本书,以便向读者系统、全面地介绍中微子通信技术的各个方面,借以为我国新世纪中微子通信技术的发展提供支持,尽管其作用可能是微不足道的。本书是在作者长期从事通信技术、设备和系统工程的研究、试制与生产,特别是在已编著出版多部关于光通信著作的基础上,又翻阅了大量国内外最新科技资料,进行翻译、整理,从中吸取精华编写而成。这其中还有作者创造性的科学实践,值得欣慰的是其中部分技术已应用于国防工程设备中并在其捍卫祖国安全的斗争中发挥了作用。能把这部分写入书中,这不但可为读者提供从实践得来的珍贵知识,而且对于作者本人也是一种精神安慰。

本书中用主要篇幅介绍了中微子通信技术及其应用,描述了其基本概念、传输介质、元器件和网元设备及关键技术、测量技术和纠误码在中微子通信技术中的应用等。

本书首先扼要介绍了在浩瀚宇宙中通信与物质密不可分的关系,包括在地球范围内或遥远太空中的所有通信都是物质的通信,其涉及极其广阔的内涵,从而揭示出光通信所处的地位与意义。书中接着阐述了进入 21 世纪以来光通信在发展中遇到的挑战和困惑,已成为光通信发展的障碍,这其中包括光纤传光性能和光电子器件的局限性及通信制式遇到的挑战,等等。新技术的引入,特别是无线光接入(WOAN, Wireless Optical Access Network)、光计算(OC, Optical Computing)、神经网络(NN, Neural Network)和纳米技术(NT, Nano Technology)等先进技术的引入为 21 世纪光通信领域的发展注入了新的活力,为光通信的发展展开了令人鼓舞的美好前景。

然后,介绍了在地球范围的光通信也存在的很多局限性,我们应清醒地正视光通信技术还存在着严重缺陷。由于作为信息载体的光不能穿过不透光的物体,并且其只能沿着“直线”传播,更不能“绕道而行”,因此采用现行光通信技术不但会加大信息的传输距离,而且也会延缓信息到达目的地的时间;光只能直线传播、在收发光线路中间不允许有不透光的物体存在,在大气层范围内光载体能量损耗太大以至于传输距离非常有限,以至于在人类征服遨游太空的星际通信中光通信更是存在着许多弊病和难以克服的局限性。中微子通信技术(NC, Neutrino Communication)由于采用中微子束作为信息的载体,完全克服了光通信中上述弊病带来的局限性。在本书最后,给出了中微子通信技术发展的美好前景,并指出中微子通信技术将是 21 世纪在通信领域最激动人心的新突破,其不但在地球范围内给出极易上天入地、深入海底的通信模式,而且也为人遨游浩瀚的宇宙带来最合适的星际通信方式。中微子通信技术的开发不仅可将地球范围内的各类通信网络融为一体,而且更为浩瀚的宇宙空间星际通信创造了条件,成为 21 世纪人类关注的焦点。

本书的显著特点是其实用性、通俗性和先进性。

其实用性在于书中介绍了中微子通信其最初设备与系统组成可能的实际情况,并给出了相关数据资料。这部分内容特别适合于通信工程、各军种兵种通信工程以及铁路交通、石油化工、水利电力等各部门通信系统工程的工程技术人员,以及各通信工程设计院所作为将来工程设计、设备研制的最初原始资料使用,也可作为大专院校有关部门专业的教学参考书。

其通俗性在于书中全面、系统、扼要地介绍了进入 21 世纪以来光通信领域引入的各类新技术,特别是用较大篇幅描述了中微子通信的基本原理、基础理论与应用前景。在第一篇中介绍了什么是中微子通信,其系统概貌、工作原理、器件与设备组成等。在介绍中尽量避免了繁琐的公式推导和深奥的理论分析,主要是从阐明基本物理概念出发讲述原理,注重强调中微子通信技术的概念、方法和实际应用。这部分内容特别适合于初次接触中微子通信的科技人员,也适合于中等、大专院校的有关师生,当然这部分内容更可以作为连中微子通信这个名词还没有听说过的绝大多数人群的通俗读物。

其先进性在于在书中介绍了中微子通信最前沿科技成就以及美好的远景展望。书中所取内容最新资料截止到 2011 年底。书中扼要地阐述了以暗物质中的中微子作为信息

载体的中微子通信实现宇宙星际之间通信的美好前景,同时也表明尽管其开发与应用还是未来比较遥远的事情,但是我们要争分夺秒地使中微子通信时代尽快到来。本书属于高科技读物,这部分内容特别适合于从事中微子通信研究的通信专业师生和科研院所的科研部门人员。

综上所述,本书适用的人群宽广,其中可包括:对于大专院校通信专业广大师生,特别是高年级本科生和研究生,可作为教材;对于从事通信领域研究与应用的科研单位人员,可作为主要参考书;对于通信工程院所的技术人员,可作为将来从事中微子通信工程的参考书;对于广大科技人员和各级技术干部,更可以作为入门的通俗读物。

本书在编写过程中得到南开大学博士生导师董孝义教授和天津大学博士生导师李世忱教授及天津光电集团总工程师李续和杨晓波高级工程师等的热情关怀与支持。此外,还得到天津光电捷联通信技术有限公司张同友总经理、天津欧迈通信技术有限公司冯建春总经理、天津恒光科技有限公司总经理马克城高级工程师等的全力支持,在此一并致谢。最后要特别感谢国防工业出版社王京涛老师及有关编辑人员的热情支持及悉心指导,为本书的顺利出版提供了条件。

参加本书编写工作的还有许书云、马新新、王燊、柏嫖、王奕、李丽津、张同友等。

由于时间仓促和编者水平有限,书中难免有不当甚至于错误之处,敬请各方面专家、学者和广大读者批评指正。

编 者

2012年4月于天津光电集团公司

目 录

第一篇 浩瀚宇宙中的通信物质载体

第 1 章 绪论	1
1.1 关于宇宙的基本概念	1
1.1.1 关于宇宙的基本定义	1
1.1.2 宇宙的基本层次结构	1
1.1.3 关于宇宙的形成与年龄	2
1.1.4 关于宇宙中存在超光速及宇宙加速膨胀新论断	3
1.1.5 关于宇宙中超新星爆发事件过程的描述	5
1.2 关于通信的基本概念	5
1.2.1 通信的定义	5
1.2.2 通信的分类	6
1.3 物质的基本概念	6
1.3.1 一般物质的定义	6
1.3.2 物质状态的变化	7
第 2 章 普通物质(正物质)及其相应的通信形式	9
2.1 正物质的定义与组成	9
2.2 正物质的发现历史	9
2.3 正物质的分类	11
2.3.1 化学类物质	11
2.3.2 物理类物质	11
2.4 正物质的基本性质	12
2.4.1 正物质的基本概念	12
2.4.2 正物质的物理性质与化学性质	13
2.5 正物质所遵守的守恒定律	13
2.5.1 质能守恒定律	13
2.5.2 质能信息守恒定律	15
2.5.3 熵守恒定律	16
2.6 正物质相应的通信形式	23
第 3 章 反物质载体及其相应的通信形式	24
3.1 反物质的定义与组成	24
3.2 反物质的发现历史	25

3.3	反物质的基本性质	27
3.3.1	反物质的基本概念	27
3.3.2	反物质的基本性质	27
3.3.3	反物质存在的几个难题	27
3.4	反物质相应的通信形式	28
3.5	获得反物质的途径	28
3.5.1	反物质的制造与储存技术	28
3.5.2	在宇宙中关于反物质的搜寻	29
3.6	反物质的其他应用	30
3.7	研制反物质武器的进展情况	30
3.7.1	现有武器概要	31
3.7.2	反物质武器的研发情况	31
3.7.3	反物质武器的主要特点	32
3.7.4	中国反物质的研究	33
第4章	暗物质载体及其相应的通信形式	34
4.1	暗物质的定义与组成	35
4.2	暗物质的发现历史	35
4.3	暗物质的分类	35
4.4	暗物质的基本性质	35
4.5	暗物质相应的通信形式	36
第5章	黑洞及其相应的通信形式	38
5.1	黑洞的基本概念	38
5.2	黑洞的形成与演化过程	39
5.3	黑洞分类	40
5.3.1	按组成划分	40
5.3.2	按物理性质划分	41
5.4	黑洞的基本特征及几类黑洞简介	41
5.4.1	黑洞的基本特征	41
5.4.2	几类物理黑洞简介	41
5.5	人造黑洞的研究	43
5.6	黑洞的应用	43
5.7	关于在黑洞中的通信	44
5.8	黑洞与地球毁灭的关系	44
第6章	暗能量及其相应的通信形式	47
6.1	暗能量的概念	47
6.2	暗能量存在的依据	47
6.3	暗能量通信	47
第7章	白洞及其相应的通信形式	49
7.1	白洞的基本概念	49

7.2 白洞的主要性质	50
7.3 白洞与黑洞的关系	50
7.4 白洞与高能天体	52
7.5 一些天体的名词解释	52
本篇参考文献	55

第二篇 正物质载体光通信概况

第8章 正物质载体光通信	56
8.1 现行光纤通信发展中遇到的难题与新制式的崛起	56
8.1.1 现行光纤通信发展中遇到的难题和困惑	56
8.1.2 光纤通信新制式的崛起	57
8.2 新世纪以来光通信采用的几种新技术	60
8.2.1 神经网络及在光通信领域的应用	61
8.2.2 纳米技术及其在光通信领域的应用	62
8.2.3 机器人	64
8.2.4 纳米机器人	65
8.2.5 纳米机器人的应用	66
第9章 纳米光通信网络	68
9.1 什么是纳米光通信	68
9.1.1 一般光通信	68
9.1.2 纳米光通信	68
9.2 纳米光通信的分类	69
9.2.1 从光存在形式进行分类	69
9.2.2 从网络的配置位置进行分类	71
9.2.3 从使用的传输介质进行分类	72
9.3 纳米光通信采用的复用体制与传输系统组成	73
9.3.1 光通信传输系统的设备	73
9.3.2 传输介质	74
9.3.3 系统主要性能指标	74
9.3.4 纳米光通信采用的复用体制	74
9.4 纳米光通信采用的调制解调技术	74
9.4.1 一般的调制方式	75
9.4.2 现行光纤网络采用的调制方式	75
9.5 纳米光通信系统的主要性能	76
9.5.1 接入介质	77
9.5.2 多址接入技术	77
9.5.3 纳米光通信网使用的光电器件与集成技术	78

9.6	纳米光通信网络的拓扑结构	78
9.7	纳米光通信采用的传输介质	78
9.7.1	现行光通信采用的传输介质	79
9.7.2	无线光传输系统采用的大气传输介质	84
9.7.3	海底无线光通信传输系统采用的海水传输介质	87
9.7.4	纳米光通信采用的纳米光纤传输介质	88
9.7.5	纳米无线光通信采用的传输介质	90
9.8	纳米光通信所采用的光电子器件	91
9.8.1	纳米电子学与纳米光电子学的基本概念	91
9.8.2	纳米光通信采用的纳米器件	92
9.8.3	可用于纳米光通信的纳米激光器件	93
9.8.4	可用于纳米光通信的纳米发光二极管器件	95
9.8.5	可用于纳米光通信的纳米光检测器件	96
9.8.6	可用于纳米光通信的纳米共振隧道器件	96
9.8.7	可用于纳米光通信的纳米光开关	97
9.8.8	可用于纳米光通信的纳米存储器	98
9.8.9	光子晶体器件	99
9.8.10	亚波长光学器件	100
9.8.11	纳米光电子器件制造技术	102
9.8.12	用于纳米光通信的纳米光电子器件的发展趋势	102
9.8.13	可用于纳米光通信的纳米显示器	103
9.8.14	在纳米光通信中使用的其他新型元器件	103
9.9	现行光纤通信网络采用的传统设备	104
9.9.1	现行光通信采用的光发射机	105
9.9.2	现行光通信采用的光接收机	109
9.9.3	现行光通信采用的光中继器	111
9.10	现行数据传输网络采用的传统设备	116
9.10.1	网络节点与网卡	116
9.10.2	网络中继器	117
9.10.3	接入点设备	117
9.10.4	网桥设备	117
9.10.5	交换机设备	117
9.10.6	路由器设备	118
9.10.7	网关设备	118
9.10.8	介质变换器设备	118
9.10.9	SDH/WDM 接口设备	118
9.11	纳米电信光通信中采用的纳米设备	118
9.11.1	纳米光通信采用的光发射机	118
9.11.2	纳米光通信采用的光接收机	119

9.11.3 纳米光通信采用的纳米光中继器	120
9.11.4 纳米光通信采用的纳米终端设备与上/下路设备	121
9.12 纳米数据传输网络中采用的纳米光通信设备	121
9.13 纳米光通信设备的特别优秀性能	121
9.13.1 纳米光通信设备应适合通信环境的要求	122
9.13.2 纳米光通信设备应适合通信容量与传输距离的要求	122
9.13.3 纳米光通信设备应有高度可靠性要求	122
9.13.4 纳米光通信设备的功能应更加完善	122
第 10 章 现行光通信系统的优越性	123
10.1 光纤通信存在的巨大优越性	123
10.2 无线光通信存在的巨大优越性	124
10.2.1 无线光通信的主要技术特点	125
10.2.2 无线光通信的关键技术	126
10.2.3 无线光通信的优越性	128
10.3 纳米无线光通信的优越性	129
本篇参考文献	134

第三篇 中微子通信技术与应用展望

第 11 章 中微子通信的中微子信息载体	135
11.1 中微子技术的基本概念	135
11.1.1 中微子简介	135
11.1.2 有待于解开的谜团	137
11.2 宇宙中产生中微子的几种方式	137
11.3 中微子的主要性能特点	138
11.4 中微子技术涉及到的应用领域	141
11.4.1 中微子技术在通信领域中的应用	141
11.4.2 中微子技术在地质勘探领域中的应用	141
11.4.3 中微子技术在军事领域中的应用	141
11.4.4 中微子技术在地球之外探测浩瀚宇宙奥秘中的应用	141
11.4.5 中微子技术在科学研究中的应用	142
11.5 中微子技术未来研究方向	142
11.5.1 最迫切需要揭开的诸多谜团	142
11.5.2 在研究中对于中微子获得的一些加深认识过程	142
11.6 中微子相关名词解释	144
11.6.1 中微子与反微中子	144
11.6.2 中微子与反微中子的质量	144
11.6.3 中微子地球演化说	145

11.6.4	中微子天文学	145
11.6.5	中微子天文望远镜	146
11.6.6	中子俘获与太阳中微子	146
11.6.7	中微子相关的宇宙射线	147
11.6.8	中微子震荡	149
11.6.9	中微子的优越性能	149
11.6.10	中微子天文学几个研究机构	150
11.6.11	中微子观察站	150
11.7	关于产生发射中微子的研究	150
11.7.1	在地球上产生中微子的方法	150
11.7.2	人工获得中微子的方法	151
11.8	关于中微子探测研究	151
11.8.1	地下中微子探测研究平台	151
11.8.2	南极中微子探测研究平台	152
11.9	结束语	152
第 12 章	中微子通信的基本概念	153
12.1	现行光通信的局限性	153
12.1.1	光纤通信的局限性	153
12.1.2	无线光通信的局限性	153
12.2	纳米光通信的局限性	154
12.2.1	收发端对准问题	154
12.2.2	气候的影响	154
12.2.3	传输距离与信号质量的矛盾突出	154
12.2.4	空中障碍物和背景噪声的影响	155
12.2.5	激光的安全问题	155
12.3	中微子通信技术概况	156
12.3.1	中微子通信简介	156
12.3.2	中微子通信信息载体中微子	157
12.3.3	中微子通信工作原理	157
12.4	中微子通信分类	157
12.4.1	光通信的分类	157
12.4.2	中微子通信的分类	159
12.5	中微子通信的发展简史	160
第 13 章	中微子通信的系统组成及主要性能	161
13.1	无线光通信系统组成及主要性能	161
13.1.1	无线光通信系统的组成	161
13.1.2	无线光通信的系统原理框图	161
13.1.3	无线光通信系统的主要性能参数	163
13.2	中微子通信系统组成及主要性能	167

13.2.1	中微子通信系统的组成与原理框图	167
13.2.2	中微子通信系统的实际实现实例	168
13.3	网络的拓扑结构	169
13.3.1	网络拓扑的基本概念	169
13.3.2	中微子通信网络的拓扑结构	170
13.4	研究中微子通信网络的实用目标	170
13.4.1	在陆地范围内建立中微子通信网络	170
13.4.2	在辽阔的海洋范围内建立中微子通信网络	170
13.4.3	在辽阔的宇宙空间中建立中微子通信网络	171
第 14 章	中微子通信系统采用的关键技术	172
14.1	无线光通信系统采用的关键技术	172
14.1.1	网络的收发端光束的快速准确的捕获、跟踪和瞄准技术	172
14.1.2	最大限度的适应大气信道,减少天气条件对系统通信性能的影响	173
14.1.3	发端采用的高发射功率光源及高码率调制技术	175
14.1.4	收端采用的高灵敏度光信号接收技术和抗干扰性能	177
14.1.5	发射和接收天线的选择	177
14.1.6	传输距离与信号质量的关系	178
14.1.7	光纤通信已有成熟技术的运用	179
14.1.8	安全保密新技术	179
14.1.9	无线光通信面临的巨大挑战	179
14.2	中微子通信系统采用的关键技术	179
14.2.1	中微子通信系统采用的中微子波束的产生方法与设施	180
14.2.2	中微子通信系统采用的中微子波束的调制/解调技术	180
14.2.3	中微子通信系统采用的中微子波束的接收	180
第 15 章	中微子通信系统的优越性	182
15.1	中微子通信技术与纳米光通信技术的比较	182
15.1.1	纳米光通信的优越性	182
15.1.2	纳米光通信存在的局限性	186
15.2	中微子通信系统的优越性	187
15.2.1	频带宽,容量大可以高速率工作	188
15.2.2	有足够强的穿透能力	188
15.2.3	抗干扰性能强,不受无线电频段电磁波等的干扰	188
15.2.4	安全可靠,有良好的传输保密性能	189
15.2.5	有极高的有效性,可全天候工作	189
15.2.6	特别适于宇宙空间的通信	189
15.3	中微子通信存在的局限性	189
15.3.1	技术的成熟性	189
15.3.2	在地球范围内运用的局限性	190
15.3.3	在宇宙星体间运用的局限性	190

第 16 章 中微子通信技术在各类网络中的应用	191
16.1 概述	191
16.1.1 星际微波通信系统	192
16.1.2 甚小口径天线地球站通信卫星系统	192
16.1.3 铱系统	193
16.1.4 全球星系统	194
16.1.5 一个卫星光外差通信系统工作原理的描述	195
16.1.6 星际光通信系统的主要性能指标	196
16.1.7 星际光通信系统的优越性	196
16.1.8 星际光通信系统的关键技术	197
16.2 中微子通信技术在地球范围内的应用	198
16.2.1 各类陆地中微子通信网络	198
16.2.2 在上空、水下和在地下岩层中间的中微子通信网络	198
16.3 中微子通信技术在地球范围之外的应用	199
16.3.1 近空中微子通信网络	199
16.3.2 深空中微子通信网络	200
16.4 在军事通信中的应用	200
16.4.1 适应于安全保密通信	200
16.4.2 适应于水下战争的需要	200
16.4.3 适应于热核战争的需要	200
16.4.4 适应于宇宙空间战争的需要	200
16.5 几类通信中存在的问题	201
16.6 中微子通信系统存在的迷团	201
第 17 章 复用和纠误编码技术在中微子通信中的应用	202
17.1 复用技术在中微子接入网中的应用	202
17.1.1 多路复用技术概况	202
17.1.2 多路复用技术在光通信领域的应用	202
17.1.3 多路复用技术在中微子通信领域的应用	205
17.2 在通信领域涉及到纠误编码的主要内容	206
17.2.1 纠误编码技术的基本概念	206
17.2.2 纠误编码的基本性能	208
17.2.3 纠误编码的分类	209
17.2.4 分组编码	210
17.2.5 循环编码	213
17.2.6 卷积编码	214
17.2.7 交错编码	215
17.3 纠误编码技术在中微子通信中的应用	217
17.3.1 交错延迟十单位自动纠误编码网络设计	218
17.3.2 一种交错延迟十单位自动纠误通信系统设备设计框图	221

17.3.3 交错延迟十单位自动纠误编码技术在中微子通信网络中的应用	223
第 18 章 中微子通信系统网络的建设和管理	225
18.1 中微子通信系统的供电技术	225
18.1.1 一般供电系统的能源	225
18.1.2 太阳能供电技术	226
18.1.3 我国太阳能供电技术的发展	229
18.1.4 太阳能供电的主要应用领域	230
18.1.5 太阳能供电技术发展前景	231
18.1.6 太阳能供电技术的局限性	231
18.2 中微子通信中采用的测量技术	232
18.2.1 现行光通信测量中采用的测量技术	232
18.2.2 关于虚拟测量仪器的基本知识	238
18.2.3 中微子通信采用的测量技术	240
18.3 中微子通信网络工程的建设与管理	241
18.3.1 中微子通信网络的工程设计	242
18.3.2 中微子通信网络工程的施工设计文件	244
18.3.3 中微子通信网络工程的施工与验收	247
18.3.4 中微子通信网络工程的维护与管理	248
18.3.5 结语	251
本篇参考文献	252
附录 英汉无线光通信技术最新出现的相关常用缩略语对照表	253

第一篇 浩瀚宇宙中的通信物质载体

第 1 章 绪 论

在这一章里,首先对于宇宙、宇宙中存在的三类物质与其通信之间的关系等作扼要的
描述,以便后面对于通信有更深入的了解;接着对于物质之间通信的基本概念、通信需要
的基本要素和相应的通信类型作了扼要的描述,以便对本书所介绍的中微子通信(NC,
Neutrino Communication)技术有更深入的认识,明确中微子通信在地球范围内,甚至于
在整个宇宙通信中所处的地位,从而更好地理解中微子通信的优越性、局限性和在整个宇
宙中引入更适合的通信形式的必要性。

1.1 关于宇宙的基本概念

1.1.1 关于宇宙的基本定义

宇宙(Universe)是空间、时间、物质和能量所构成的统一体,是其涉及到所有的时间和
空间的综合。宇宙也是万物的总称,是时间和空间的统一。宇宙是物质世界,是处于不
断运动和发展中的不依赖于人的意志而转移的客观存在。

当代天文学家的研究成果表明,宇宙可像所织出的布一样,有一定的层次结构并在不
断膨胀,构成的物质形态多种多样并且其不断运动发展形成天体系统。

1.1.2 宇宙的基本层次结构

宇宙的基本层次结构可概括为:整个宇宙是由超星系团所组成的;此超星系团是由多
个星系团所组成的;而各星系团又是由 100 多个星系所组成的;每个星系是由恒星、行星
和星际间的物质构成的。

例如,银河星系是由大约 2500 亿颗类似太阳的恒星和星际物质构成的更巨大的天体
系统。银河星系的直径约 10 万光年(1 光年为以光的速度运行一年时间所传播的距离),
太阳位于银河星系的一个旋臂中,距银河系中心约 3 万光年。在银河星系外还有许多类
似银河星系的天体系统,将其称为河外星系,常简称星系。现已观测到大约有 10 亿个河
外星系。由若干河外星系又可聚集成大大小小的集团,将其称为星系团。每个星系团约
有百余个河外星系,各河外星系其直径可达上千万光年。现已发现上万个星系团。若干

星系团集聚在一起形成更大、更高一层次的天体系统,即所称的超星系团。超星系团往往具有扁长的外形,其扁长外径可达数亿光年。通常超星系团内只含有几个星系团,只有少数超星系团拥有几十个星系团。基本星系群和其附近的约 50 个星系团构成的超星系团叫做基本超星系团。目前天文观测范围已经扩展到 200 亿光年的广阔空间,其被称为总星系。

通常,恒星天体系统是由若干行星天体系统构成的,行星系统是最基本的宇宙天体系统。例如,太阳系就是一个最基本的宇宙恒星天体系统,其是由金、木、水、火、土和地球、天王星、海王星八颗行星组成,其中大多数有卫星绕其运转。若干行星、小行星、彗星和流星体都围绕中心天体太阳运转,构成了太阳恒星天体系统,即太阳系。恒星太阳本身的质量约占太阳系总质量的 99.86%,其直径约 140 万 km,最大的行星——木星的直径约 14 万 km。太阳天体系统本身的直径约为 120 亿 km。

1.1.3 关于宇宙的形成与年龄

一般称宇宙的年龄(Age of Universe)是宇宙从某个特定时刻开始到现在的时间间隔。在通常的宇宙演化模型里,宇宙年龄是指从宇宙“标度因子”为零起到现在时刻的时间间隔。研究人员使用一种称为引力透镜的最新技术得到一种“精确”方法测量了宇宙的体积大小和年龄,以及其是如何快速膨胀的。这项测量证实了“哈勃常数”的实用性,它指示出了宇宙的体积大小,并证实宇宙的年龄约为 137.5 亿年。

关于宇宙大爆炸(Big Bang)仅仅是人们对于宇宙形成的一种设想。此设想是在大约 150 亿年前,宇宙所有的物质都高度密集在一点,有着极高的温度,因而发生了巨大的爆炸。大爆炸以后,物质开始向外膨胀,就形成了今天我们看到的宇宙。大爆炸的整个过程是复杂的,现在只能从理论研究的基础上,描绘过去远古的宇宙发展史。在大约 150 亿年中先后诞生了星系团、星系、银河系、恒星、太阳系、行星、卫星等。现在我们看见的和看不见的一切天体和宇宙物质,形成了当今的宇宙形态,人类就是在这一宇宙演变中诞生的。

科学家们认为,宇宙起源为百亿年前的一次大爆炸。这是一次难以想象的能量巨大爆炸,其宇宙边缘的光到达今天的地球估计至少要花 120 亿年以上的时间。大爆炸散落的物质在太空中漂游,由许多恒星组成的巨大的星系就是由这些物质构成的,我们有所认识的太阳就是这无数恒星中的一颗。原来人们认为,想象中的宇宙会因引力而不再会膨胀,但是在最近科学家已发现宇宙中有一种“暗能量”(DE, Dark Energys)会产生一种斥力而加速其宇宙的膨胀过程。

有许多迹象表明,宇宙中还存在着尚未观测到的暗物质(DM, Dark Matter),其数量要远远超过可见物质,这给宇宙平均密度的测定带来了很大的不确定因素。因此,宇宙的平均密度是否真的小于临界密度仍是一个有争议的问题。不过,就目前来看,宇宙的平均密度小于临界密度的可能性要大一些。

恒星演化到晚期,会把一部分物质(主要是气体)抛入星际空间,而这些物质(气体)又可用来形成下一代恒星。在这一过程中气体可能越来越少,以至于不能再产生新的恒星。人们估计,在约 10^{14} 年后,所有恒星都会失去其光辉,因此宇宙也就会变暗。同时,恒星还会因相互作用不断从星系逸出,星系则因损失能量而收缩,结果使之中心部分生成“黑洞”(BH, Black Hole),并通过“吞食”经过其附近的恒星而长大。根据质能守恒定律,形成恒