

# ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R P.528-3 建议书  
(02/2012)

## 使用VHF、UHF和SHF频段 的航空移动和无线电导航 业务的传播曲线

P 系列  
无线电波传播

## 前言

无线电通信部门的职责是确保卫星业务等所有无线电通信业务合理、平等、有效、经济地使用无线电频谱，不受频率范围限制地开展研究并在此基础上通过建议书。

无线电通信部门的规则和政策职能由世界或区域无线电通信大会以及无线电通信全会在研究组的支持下履行。

## 知识产权政策 (IPR)

ITU-R的IPR政策述于ITU-R第1号决议的附件1中所参引的《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策》。专利持有人用于提交专利声明和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>获得，在此处也可获取《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策实施指南》和ITU-R专利信息数据库。

### ITU-R 系列建议书

(也可在线查询 <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>)

系列	标题
<b>BO</b>	卫星传送
<b>BR</b>	用于制作、存档和播出的录制；电视电影
<b>BS</b>	广播业务（声音）
<b>BT</b>	广播业务（电视）
<b>F</b>	固定业务
<b>M</b>	移动、无线电定位、业余和相关卫星业务
<b>P</b>	<b>无线电波传播</b>
<b>RA</b>	射电天文
<b>RS</b>	遥感系统
<b>S</b>	卫星固定业务
<b>SA</b>	空间应用和气象
<b>SF</b>	卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调
<b>SM</b>	频谱管理
<b>SNG</b>	卫星新闻采集
<b>TF</b>	时间信号和频率标准发射
<b>V</b>	词汇和相关问题

**说明：** 该ITU-R建议书的英文版本根据ITU-R第1号决议详述的程序予以批准。

电子出版  
2013年，日内瓦

© 国际电联 2013

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

ITU-R P.528-3建议书<sup>\*,\*\*</sup>使用VHF、UHF和SHF频段的航空移动和  
无线电导航业务的传播曲线

(ITU-R第203/3号课题)

(1978-1982-1986-2012年)

**范围**

本建议书包含了预测125 15 500 MHz频率范围内航空和卫星业务基本传输损耗的方法。该方法采用了对一系列曲线的基本传输损耗数据进行插值的方法。这些曲线适用于地-空、地-星、空-空、空-星以及星-星链路。该方法只需要天线之间的距离、天线的海拔高度、频率和时间百分比这些数据。

本建议书也给出了接收机在至少95%的时间内超出的预期保护比或有用-无用信号比 ( $R(0.95)$ ) 的计算。此计算需要以下有用和无用信号的额外数据：发射功率、发射天线的增益以及接收天线的增益。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 有必要为VHF、UHF和SHF频段无线电业务的规划工程师提供指导；
- b) 用来生成附件2中给定曲线的传播模型基于大量的经验值数据（见附件1）；
- c) 航空业务经常提供生命安全业务，因此需要比许多其他业务标准更高的可用度；
- d) 应采用0.95的时间可用度获得更加可靠的服务，

做出建议

**1** 应采用附件3给定的曲线判定航空业务中各天线高度（地面台站和航空器台站）在1%、5%、10%、50%和95%的时间内可能出现的基本传输损耗。

注 1 – 必须强调，这些曲线基于主要从大陆温带气候获得的数据。

注 2 – 曲线给出了基本传输损耗，即理想的无损耗全向天线之间的损耗。在采用平衡或方向性垂直辐射方向图缓解地面台站或设施的表面发射多径时，应在分析中包括适当的天线辐射方向图。

---

\* 应提请第5研究组注意本建议书。

\*\* 无线电通信第3研究组于2015年4月根据ITU-R第1号决议对本建议书进行了编辑性修正。

## 附件1

## 曲线的形成和应用

传输损耗估算方法进行了扩展并纳入到判定适用于航空业务的10%天线高度，1%、5%、10%、50%和95%的时间内基本传输损耗的IF-77传播模型中。这些模型基于大量的经验性数据且进行了大量数据与估算的比较。在进行这些计算时，采用了平滑地球（地形参数 $\Delta h = 0$ ），有效地球半径系统 $k$ 为4/3（表面折射率 $N_s = 301$ ）以及高空时与 $k = 4/3$ 模型有关的过度射线弯曲的补偿。也采用了用于大陆温带气候的平均地面水平极化、全向天线和长期功率衰减统计数字等常数。尽管对于许多应用，这些参数或被视为合理参数，或被视为最差情况，如果（真实）条件与这些假定条件相差很大，则应谨慎使用曲线。

除“接近”电波水平线的地区以外，通过将由于大气吸收导致的衰减（单位为分贝）与对应着自由空间条件的传输损耗相加获得“地平线以内”路径（within-the-horizon path）的中值基本传输损耗的数值。在“接近”电波水平线的区域，采用几何光学来计算传输损耗值，以说明直接辐射波与地表发射波之间的干扰。这两种方法产生的曲线部分进行合并，形成可以显示随着距离单调增长的中值基本传输损耗曲线。

地平线以内计算并未大量采用双线干扰模型，因为从其获得的短径叶瓣状结构高度取决于表面特性（粗糙程度及介电常数）、大气条件（有效地球半径根据时间变化）以及天线特性（极化、方向和增益辐射方向图）。此类曲线往往带有误导性，而不是有用的，即叶瓣的详细结构高度取决于很难精确判定的参数。但是，在计算可变性时考虑了叶瓣结构的统计因素。

对于0.50以外的时变，基本传输损耗 $L_b$ ，并不总是随着距离单调增加。出现这种情况是因为随着时间变化的可变性有时可克服中值电平变化。可变性包括每小时中值或长期功率衰减以及一小时以下或短期相位干扰衰减的影响。在短期衰减中包含了两种表面反射和对流层多径。

附件3的曲线是从更大的计算机生成平滑曲线集中选取的曲线。

基本传输损耗  $L_b(0.05)$  曲线也可用于估算在95% (100% - 5%)的时间内超出的无用干扰信号的 $L_b$ 值。可用 $L_b(0.50)$ 曲线估算中值(50%)传播条件。也可采用 $L_b(0.95)$ 曲线估算在无干扰的95%的时间内有用信号的服务范围。

接收机在至少95%的时间内超出的预期保护比或有用-无用信号比（ $R(0.95)$ ）可采用以下附件3曲线进行估算：

$$R(0.95) = R(0.50) + Y_R(0.95) \quad (1)$$

$$R(0.50) = [P_t + G_t + G_r - L_b(0.50)]_{Wanted} - [P_t + G_t + G_r - L_b(0.50)]_{Unwanted} \quad (2)$$

且

$$Y_R = - \sqrt{[L_b(0.95) - L_b(0.50)]_{Wanted}^2 + [L_b(0.05) - L_b(0.50)]_{Unwanted}^2} \quad (3)$$

在方程式(2)中,  $P_t$ 为发射功率且 $G_t$ 和 $G_r$ 为发射和接收天线的全向增益(单位为dB)。

对于方程式(3), 当变量可确定时, 可轻易地包括天线增益等因素。在上述提供的 $R(0.95)$ 公式中隐含地意味着使用连续(100%)或同时信道, 以便断续发射机操作的影响必须分开考虑。

尽管可从本建议书附件3所示的曲线直接读出传输损耗值, 但也有表格化的传输损耗值。请参见ITU-R涉及第3研究组的网站。表格化的数据见第3研究组网站。

## 附件 2

### 插值方法的描述

#### 1 引言

本附件描述了计算的不同阶段。本附件第8段给出了整个插值方法的逐步描述。

第2节给出了从附件3曲线选取的传输损耗值的场强计算。本附件第3至第8节描述了如何进行距离、 $h_1$ 、 $h_2$ 、频率和时间百分比的插值。

#### 2 等效场强

等效于给定传输损耗的场强由下式给定:

$$E = 139.3 - L_t + 20 \log f \quad \text{dB } (\mu\text{V/m}) \quad (4)$$

其中:

$E$ : 1 kW e.r.p的场强(dB ( $\mu\text{V/m}$ ))

$L_t$ : 传输损耗 (dB)

$f$ : 频率(MHz)

### 3 天线高度 $h_1$ 和 $h_2$

如果 $h_1$ 或 $h_2$ 的值与所提供曲线的高度相同，则可直接从插值的曲线或相关表格中获得所需的传输损耗值。否则，所需的传输损耗应采用以下公式，从两个曲线获得的传输损耗插值得到：

$$L = L_{inf} + (L_{sup} - L_{inf}) \log(h_{1or2} / h_{inf}) / \log(h_{sup} / h_{inf}) \quad \text{dB} \quad (5)$$

其中：

$h_1, h_2$ : 需要进行估算的天线海拔高度（米）

$h_{inf}$ :  $h_1$  或  $h_2$  以下最接近的标称有效高度

$h_{sup}$ :  $h_1$  或  $h_2$  以上最接近的标称有效高度

$L_{inf}$ : 在所需距离上 $h_{inf}$ 的传输损耗值

$L_{sup}$ : 在所需距离上 $h_{sup}$ 的传输损耗值

### 4 传输损耗作为距离函数的插值

除非 $d$ 与表格值中给定的某个距离相同，否则传输损耗应采用以下公式，按照距离对数进行线性插值：

$$L = L_{inf} + (L_{sup} - L_{inf}) \log(d / d_{inf}) / \log(d_{sup} / d_{inf}) \quad \text{dB} \quad (6)$$

其中：

$d$ : 需要估算的距离（公里）

$d_{inf}$ : 小于 $d$ 的最接近表格距离

$d_{sup}$ : 大于 $d$ 的最接近表格距离

$L_{inf}$ :  $d_{inf}$ 的传输损耗值

$L_{sup}$ :  $d_{sup}$ 的传输损耗值

### 5 传输损耗作为频率函数的插值

如果用于估算的频率不是本建议书图表中所示的频率之一或并不在表格数据中，那么应采用以下公式计算所需的传输损耗：

$$L = L_{inf} + (L_{sup} - L_{inf}) \log(f / f_{inf}) / \log(f_{sup} / f_{inf}) \quad \text{dB} \quad (7)$$

其中：

$f$ : 需要估算的频率距离（MHz）

$f_{inf}$ : 下端标称频率

$f_{sup}$ : 上端标称频率

$L_{inf}$ :  $f_{inf}$ 的传输损耗值

$L_{sup}$ :  $f_{sup}$ 的传输损耗值

## 6 传输损耗作为时间百分比函数的插值

应采用以下公式插值计算给定时间百分比的传输损耗值：

$$L = L_{sup}(Q_{inf} - Q_t)/(Q_{inf} - Q_{sup}) + L_{inf}(Q_t - Q_{sup})/(Q_{inf} - Q_{sup}) \quad \text{dB} \quad (8)$$

其中：

$t$ : 需要估算的时间百分比

$t_{inf}$ : 低端的标称时间百分比

$t_{sup}$ : 高端的标称时间百分比

$$Q_t = Q_i(t/100)$$

$$Q_{inf} = Q_i(t_{inf}/100)$$

$$Q_{sup} = Q_i(t_{sup}/100)$$

$L_{inf}$ : 时间百分比 $t_{inf}$ 的传输损耗值

$L_{sup}$ : 时间百分比 $t_{sup}$ 的传输损耗值

其中 $Q_i(x)$ 为第7段所述的累积正态分布函数的反函数、余函数。

## 7 累积正态分布函数的反函数、余函数的近似值

对于 $0.01 \leq x \leq 0.99$ ，以下累积正态分布函数的反函数、余函数的近似值是有效的：

$$Q_i(x) = T(x) - \xi(x) \quad \text{if } x \leq 0.5 \quad (9a)$$

$$Q_i(x) = -\{T(1-x) - \xi(1-x)\} \quad \text{if } x > 0.5 \quad (9b)$$

其中：

$$T(x) = \sqrt{[-2 \ln(x)]} \quad (9c)$$

$$\xi(x) = \frac{[(C_2 \cdot T(x) + C_1) \cdot T(x)] + C_0}{[(D_3 \cdot T(x) + D_2) \cdot T(x) + D_1] \cdot T(x) + 1} \quad (9d)$$

$$C_0 = 2.515517$$

$$C_1 = 0.802853$$

$$C_2 = 0.010328$$

$$D_1 = 1.432788$$

$$D_2 = 0.189269$$

$$D_3 = 0.001308$$

以上方程式给定的数值见表1。

表 1

近似的累积正态分布函数的反函数、余函数值

$q\%$	$Q_i(q/100)$	$q\%$	$Q_i(q/100)$	$q\%$	$Q_i(q/100)$	$q\%$	$Q_i(q/100)$
1	2.327	26	0.643	51	-0.025	76	-0.706
2	2.054	27	0.612	52	-0.050	77	-0.739
3	1.881	28	0.582	53	-0.075	78	-0.772
4	1.751	29	0.553	54	-0.100	79	-0.806
5	1.645	30	0.524	55	-0.125	80	-0.841
6	1.555	31	0.495	56	-0.151	81	-0.878
7	1.476	32	0.467	57	-0.176	82	-0.915
8	1.405	33	0.439	58	-0.202	83	-0.954
9	1.341	34	0.412	59	-0.227	84	-0.994
10	1.282	35	0.385	60	-0.253	85	-1.036
11	1.227	36	0.358	61	-0.279	86	-1.080
12	1.175	37	0.331	62	-0.305	87	-1.126
13	1.126	38	0.305	63	-0.331	88	-1.175
14	1.080	39	0.279	64	-0.358	89	-1.227
15	1.036	40	0.253	65	-0.385	90	-1.282
16	0.994	41	0.227	66	-0.412	91	-1.341
17	0.954	42	0.202	67	-0.439	92	-1.405
18	0.915	43	0.176	68	-0.467	93	-1.476
19	0.878	44	0.151	69	-0.495	94	-1.555
20	0.841	45	0.125	70	-0.524	95	-1.645
21	0.806	46	0.100	71	-0.553	96	-1.751
22	0.772	47	0.075	72	-0.582	97	-1.881
23	0.739	48	0.050	73	-0.612	98	-2.054
24	0.706	49	0.025	74	-0.643	99	-2.327
25	0.674	50	0.000	75	-0.674		

## 8 本建议书插值的程序

以下给定的逐步程序旨在适用于可从无线电通信局获得的场强/距离表格中得到的数值。但是，它们也可适用于从曲线获得的数值。

第一步：对于任意给定的时间百分比，按照以下方式确定两个标称时间百分比：

- 记录所需时间百分比以下的最接近时间百分比（这是低端标称值 $t_{inf}$ ）；
- 记录所需时间百分比以上的最接近时间百分比（这是高端标称值 $t_{sup}$ ）。

如果所需的时间百分比等于1%、5%、10%、50%或95%，那么该值应视为较低的标称百分比时间且无需进行第8步的插值程序。

第2步：对于任意的频率，按照以下方式确定两个标称频率：

- 记录所需频率以下的最接近标称频率（这是低端标称值 $f_{inf}$ ）；
- 记录所需频率以上的最接近标称频率（这是高端标称值 $f_{sup}$ ）。

如果所需的频率等于图形和表格数据中的频率之一，那么该值应视为较低的标称频率且无需进行第7步的插值程序。

第3步：对于任意所需的距离，按照以下方式确定两个标称距离：

- 记录小于所需距离的最接近标称距离（这是低端标称值 $d_{inf}$ ）；
- 记录大于所需距离的最接近标称距离（这是低端标称值 $d_{sup}$ ）。

如果所需的距离等于图形和表格数据中的距离之一，那么该值应视为较低的标称距离且无需进行第7步的插值程序。

第4步：对于低端标称百分比时间，遵循第5至第8步。

第5步：对于低端标称频率，遵循第6和第7步。

第6步：按照以下方式，获得所需距离和发射/基站天线高度的传输损耗：

第6.1步：采用附件2第3段中给定的方法确定低端和高端标称 $h_2$ 值。如果 $h_2$ 与图表数据中的标称数值之一相同，则该值应视为 $h_2$ 的低端标称值且无需进行第6.9步的插值程序。

第6.2步：采用附件2第3段中给定的方法确定低端和高端标称 $h_1$ 值。如果 $h_1$ 与图表数据中的标称数值之一相同，则该值应视为 $h_1$ 的低端标称值且无需进行第6.8步的插值程序。

第6.3步：对于 $h_2$ 的低端标称值，遵循第6.4至第6.6步。

第6.4步：对于 $h_1$ 的低端标称值，遵循第6.5至第6.6步。

第6.5步：对于距离的低端标称值，遵循第6.6步。

第6.6步：获得所需距离值 $d$ 以及发射/基站天线高度 $h_1$ 的传输损耗值。

第6.7步：如果所需距离有别于低端标称距离，则针对高端标称距离重复第6.6步并采用附件2第4段给定的方法将距离的两个传输损耗值进行插值。

第6.8步：如果所需天线高度 $h_1$ 有别于标称值，则重复第6.5至6.7步并采用附件2第3段给定的方法将 $h_1$ 的两个传输损耗值进行插值。

第6.9步：如果所需天线高度 $h_2$ 有别于标称值，则重复第6.5至6.8步并采用附件2第3段给定的方法将 $h_2$ 的两个传输损耗值进行插值。

第7步：如果所需的频率有别于低端标称频率，则针对高端标称频率重复第6步并采用附件2第5段给定的方法将两个传输损耗值进行插值。

第8步：如果所需的百分比时间有别于低端标称百分比时间，则针对高端标称百分比时间重复第5至第7步，并采用附件2第6段给定的方法将两个传输损耗值进行插值。

第9步：如有需要，采用附件2第2段给定的方法将传输损耗转化为路径的等效场强。

### 附件 3

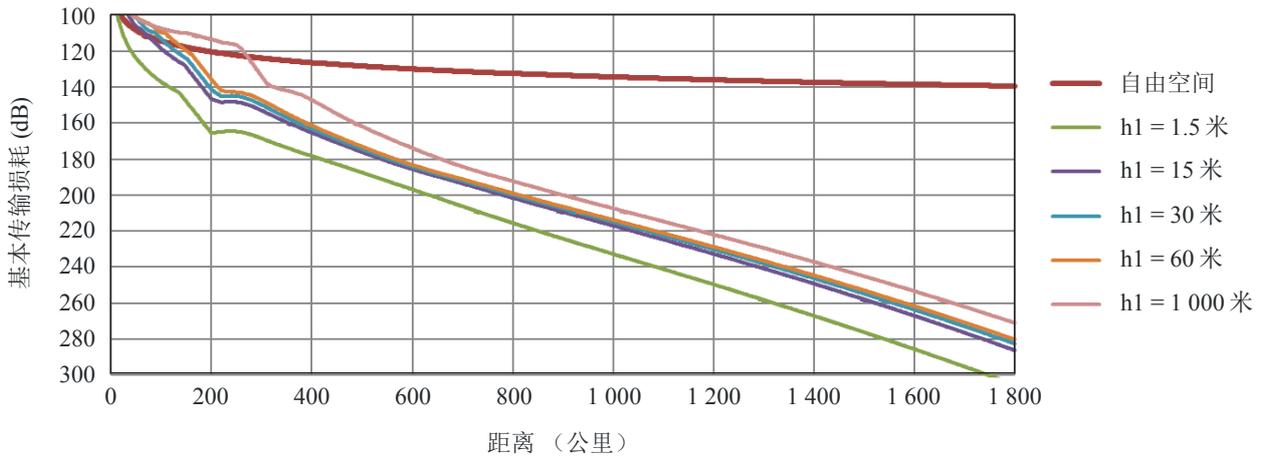
#### 曲线的描述

航空曲线包含在图1-1至图8-5中。应注意以下问题：

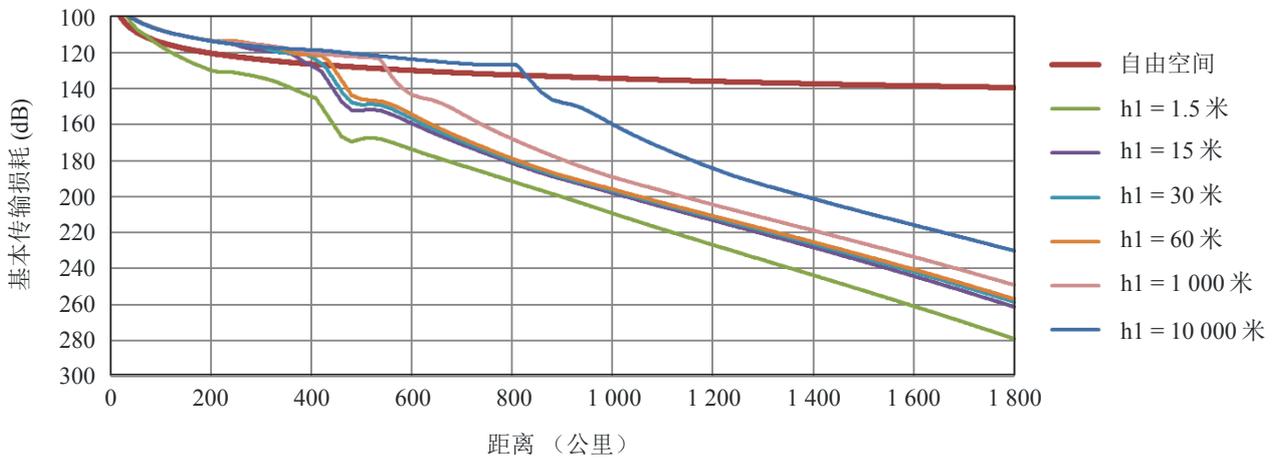
- 1 图1-1至图8-5显示了频率为125、300、600、1 200、2 400、5 100、9 400和15 500 MHz时，各个 $L_b(0.01)$ 、 $L_b(0.05)$ 、 $L_b(0.10)$ 、 $L_b(0.50)$ 和 $L_b(0.95)$ 的基本传输损耗中值 $L_b$ 。这些对应着1、5、10、50和95%的时间可用度。例如， $L_b(0.95) = 200$  dB意味着基本传输损耗在95%的时间内将为200 dB或更低。
- 2 各个图包括三个曲线集，其中高端、中间和低端分别提供了1000、10 000和20 000米的 $h_2$ 值。
- 3 所示的天线高度 $h_1$ 从1.5米到20 000米不等，涵盖了地面台站和航空器的高度。
- 4 这些曲线的形成和应用述于附件1。
- 5 距离为零时， $L_b(0.50)$ 即为对应着路径等于天线高度差的自由空间值。显示的自由空间曲线根据19985米的高度差计算得出。

图 1-1

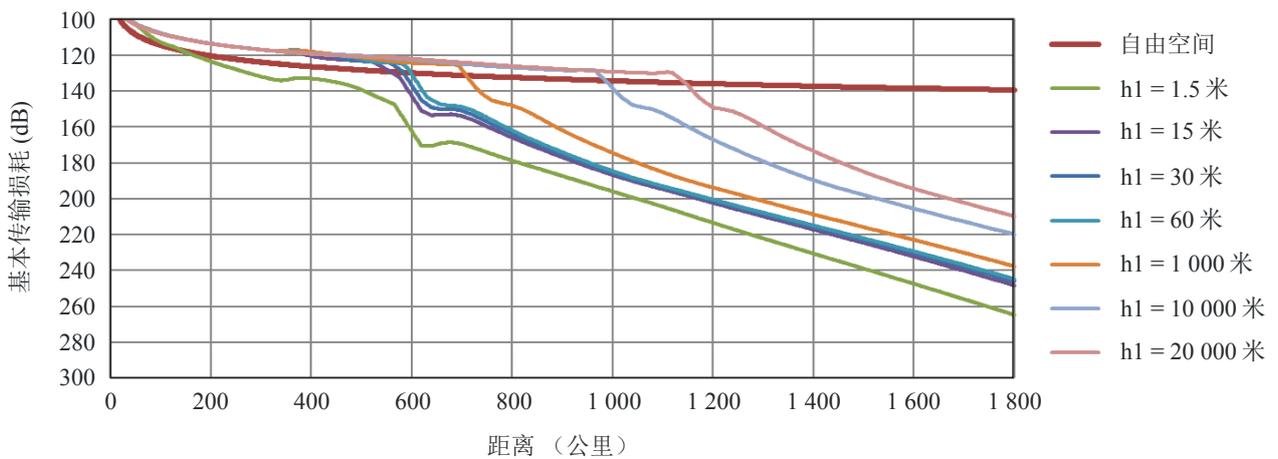
频率为125 MHz、1%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



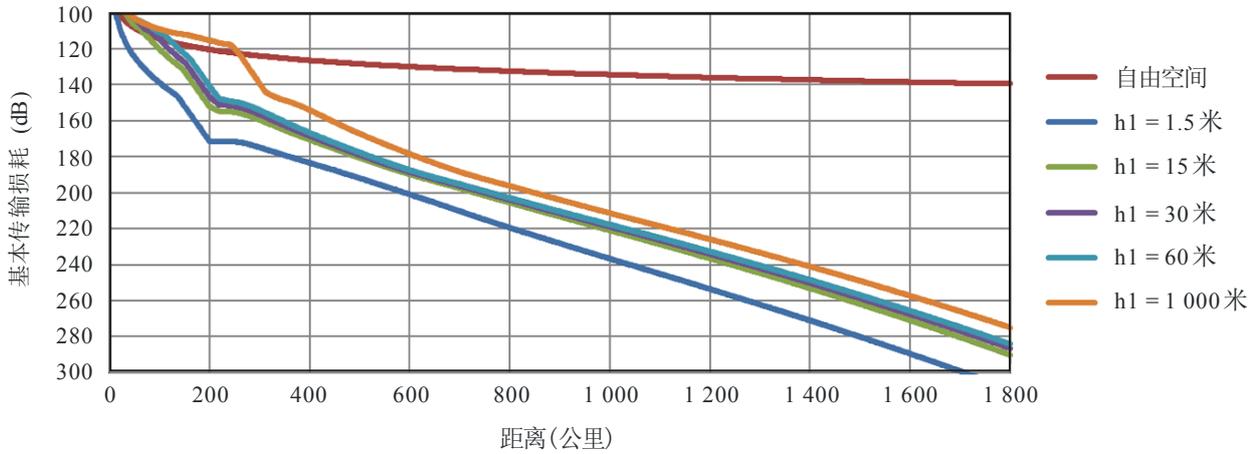
b)  $h_2 = 10000$  米



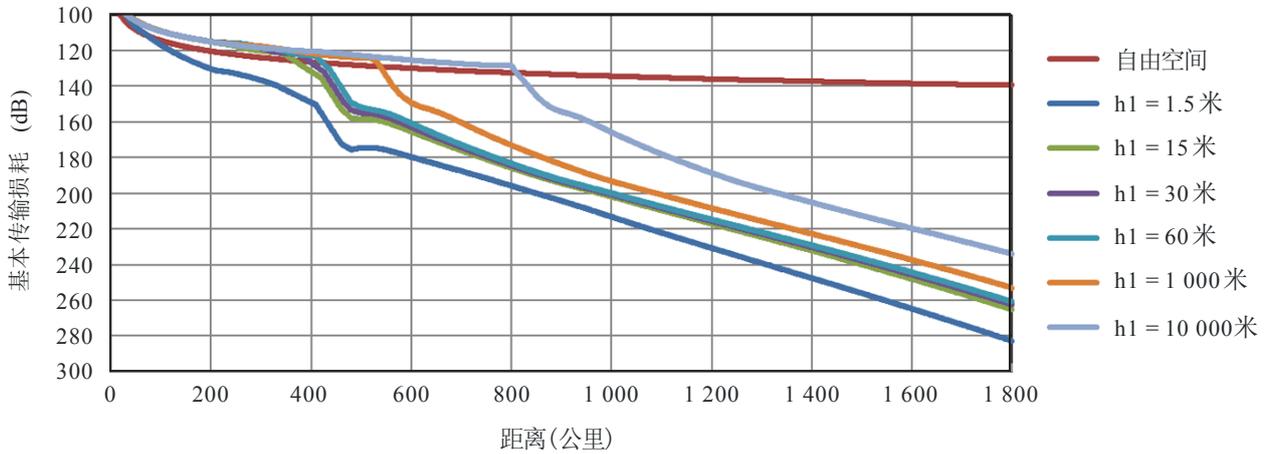
c)  $h_2 = 20000$  米

图 1-2

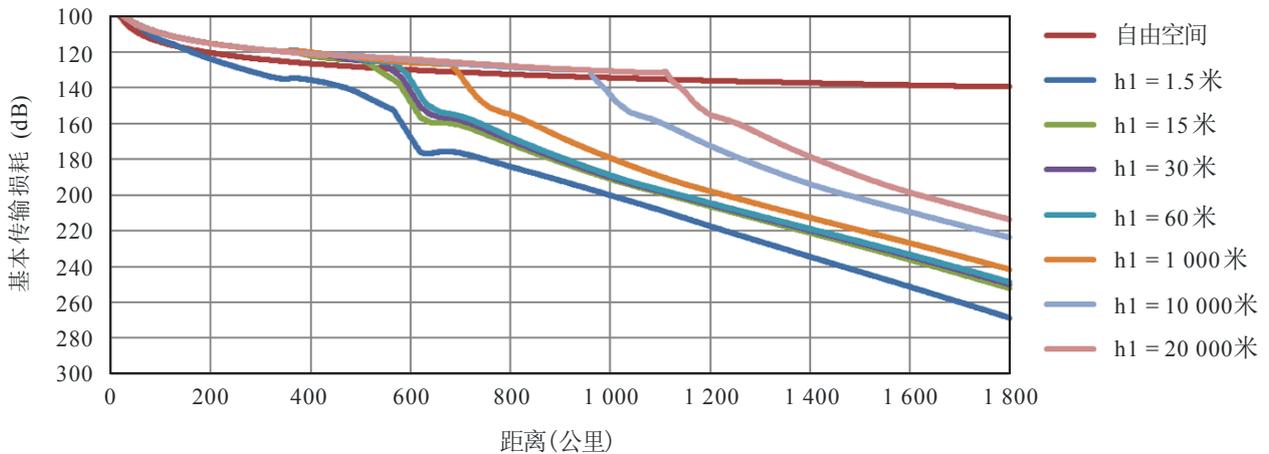
频率为125 MHz、5%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



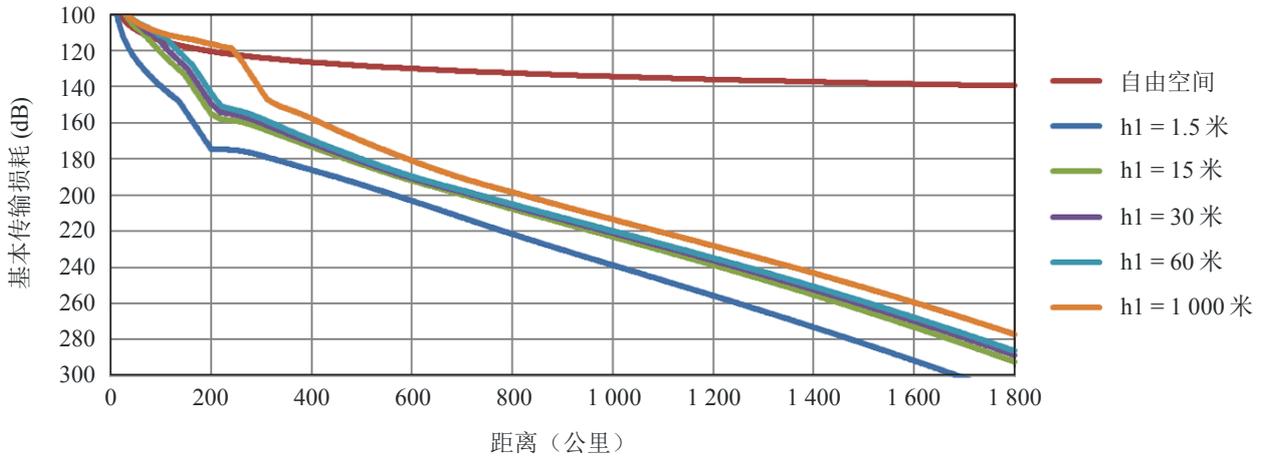
b)  $h_2 = 10000$  米



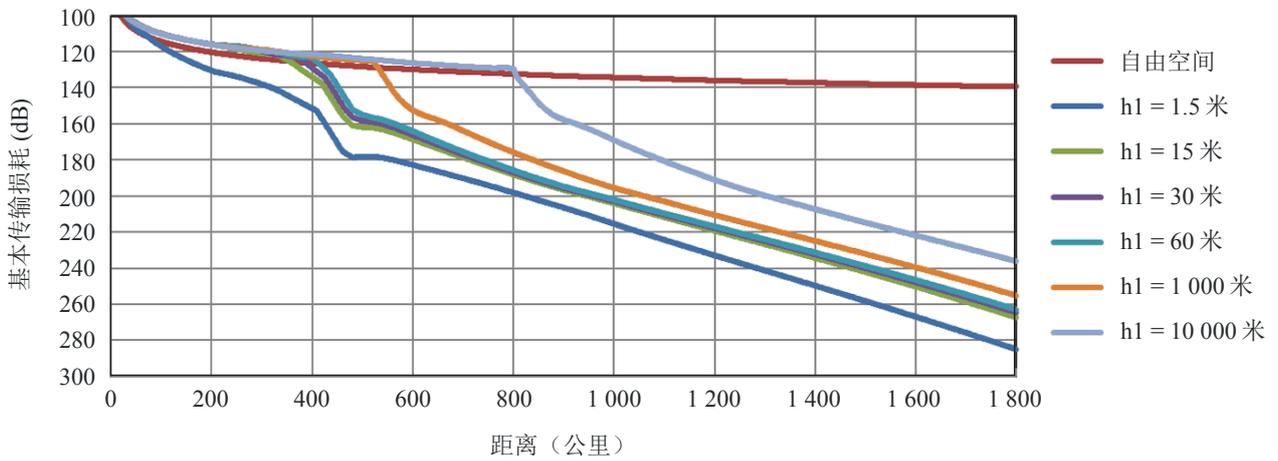
c)  $h_2 = 20000$  米

图 1-3

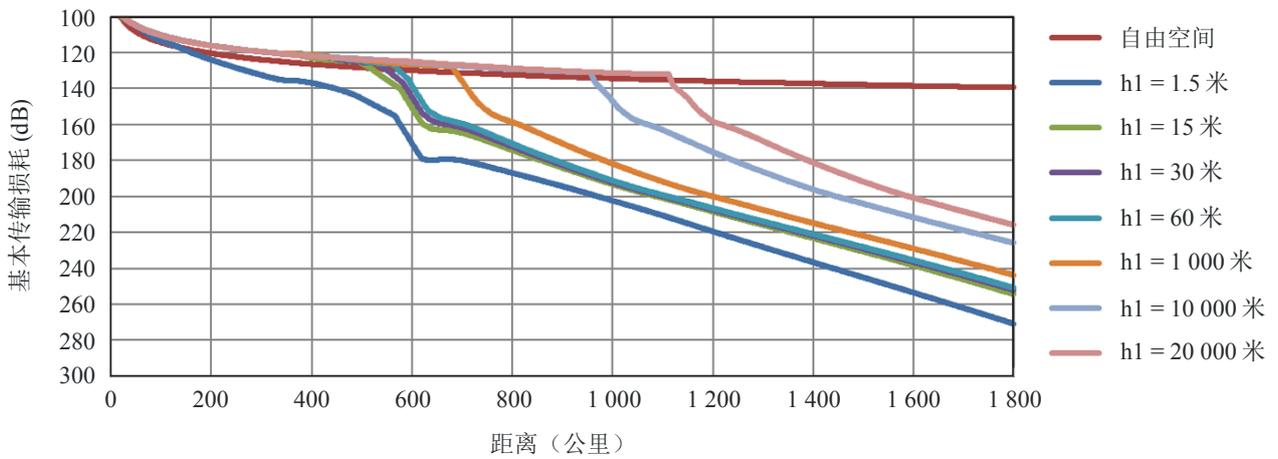
频率为125 MHz、10%的时间、 $h_1$ 值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



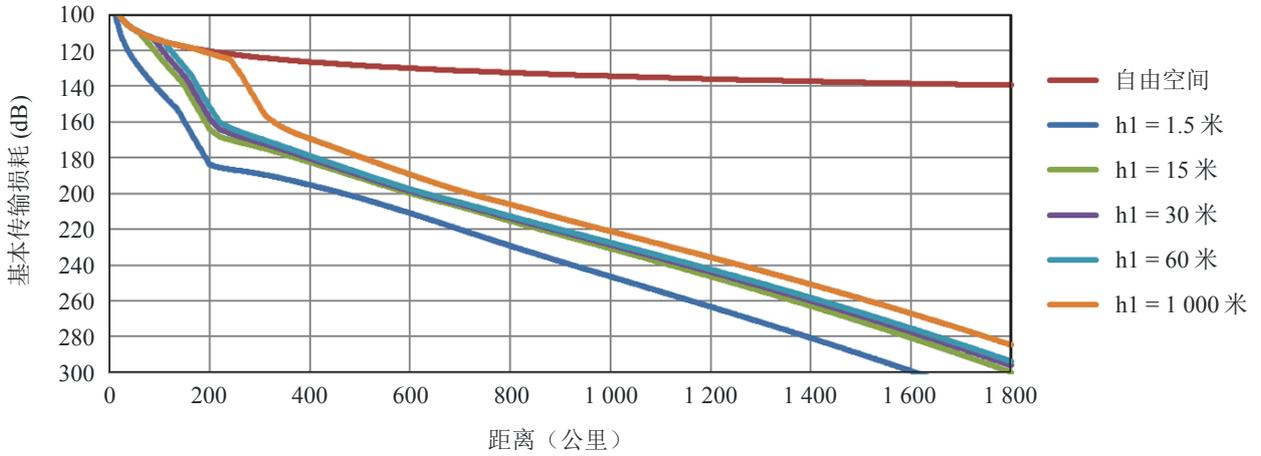
b)  $h_2 = 10000$  米



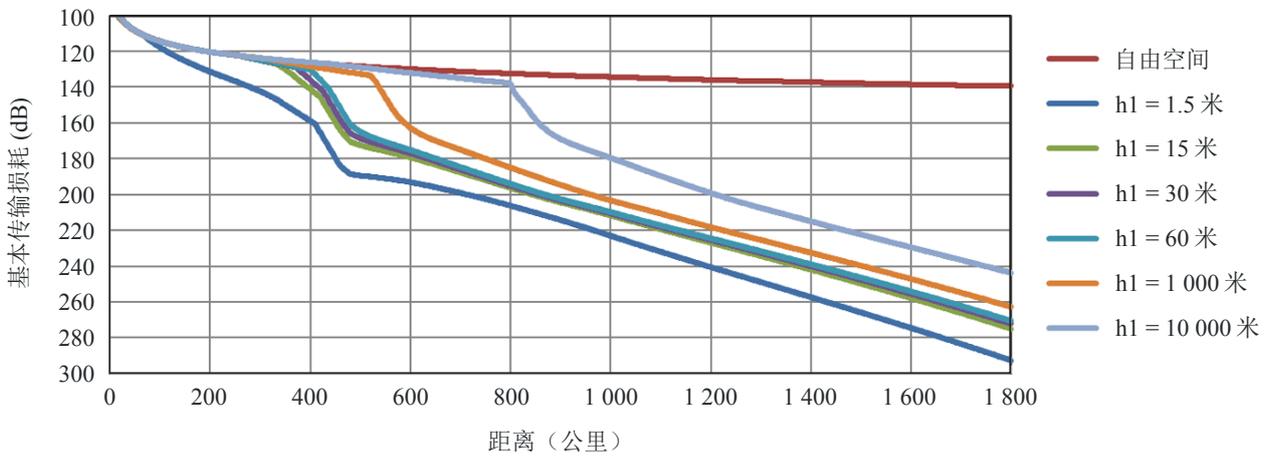
c)  $h_2 = 20000$  米

图 1-4

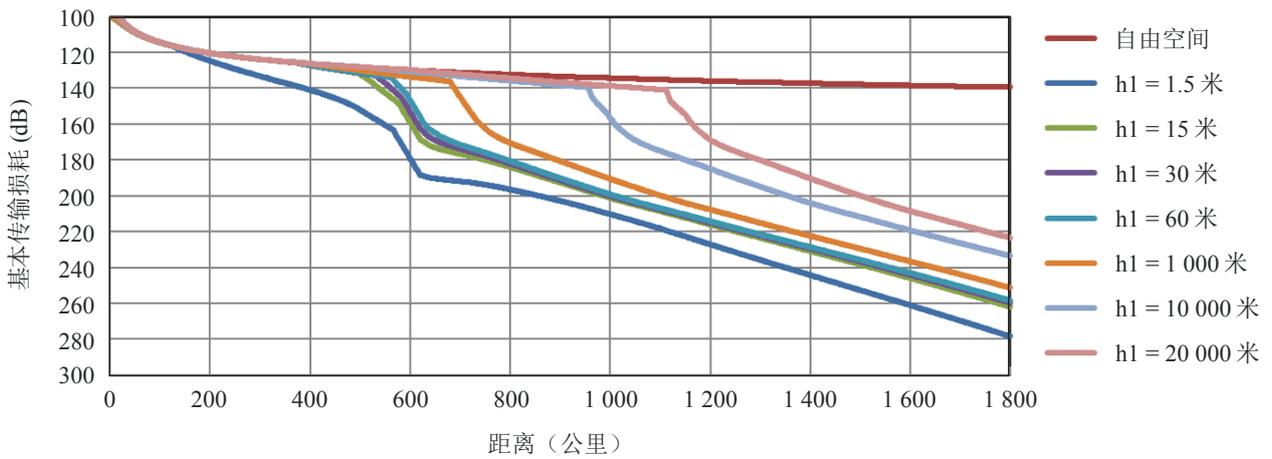
频率为125 MHz、50%的时间、 $h_1$ 值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



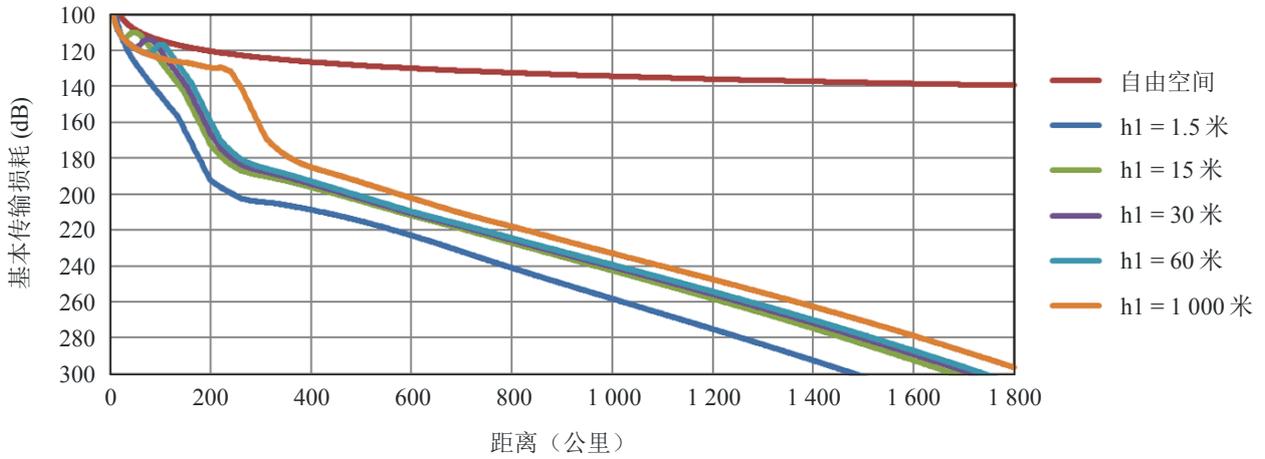
b)  $h_2 = 10000$  米



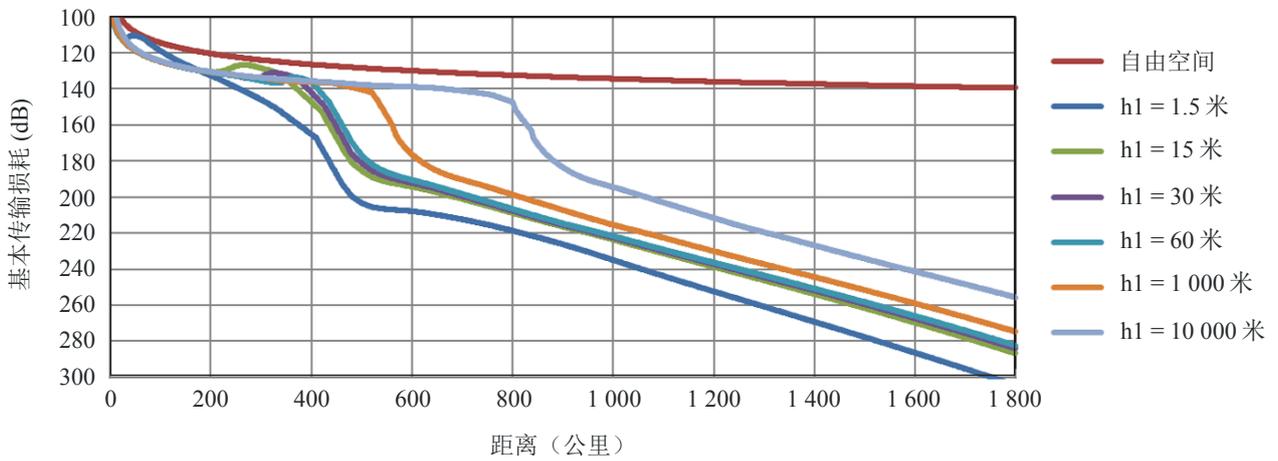
c)  $h_2 = 20000$  米

图 1-5

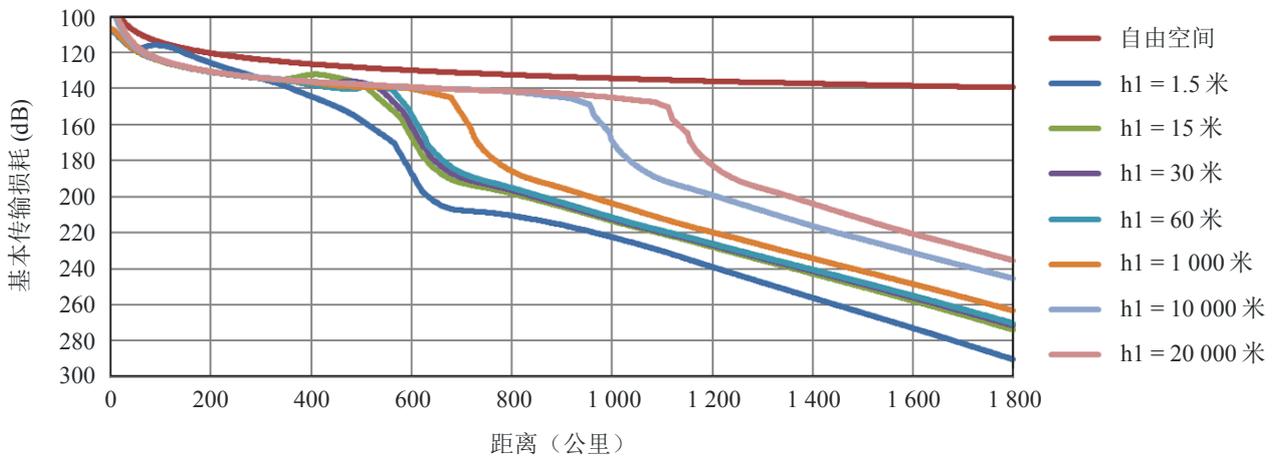
频率为125 MHz、95%的时间、 $h_1$ 值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



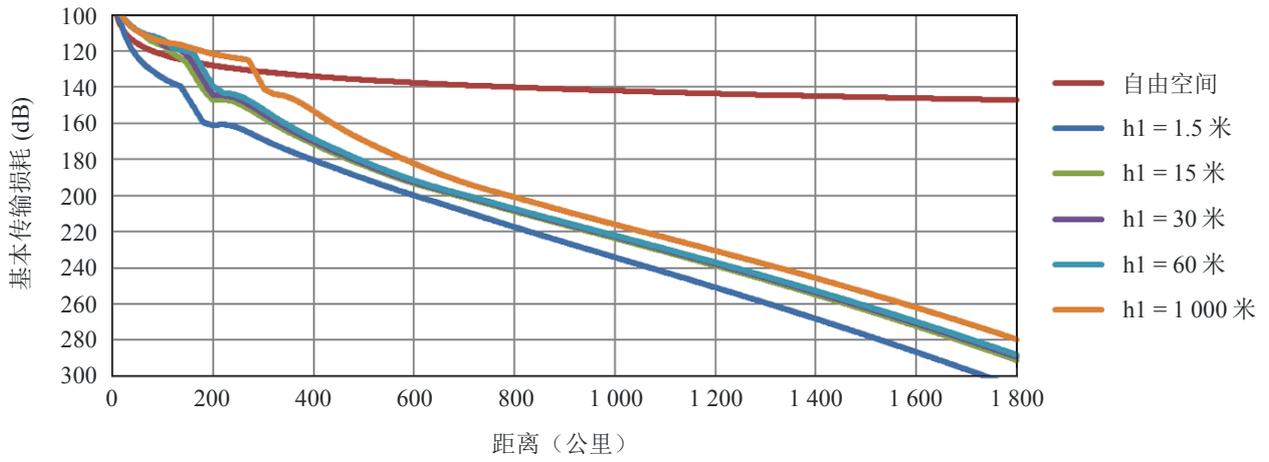
b)  $h_2 = 10000$  米



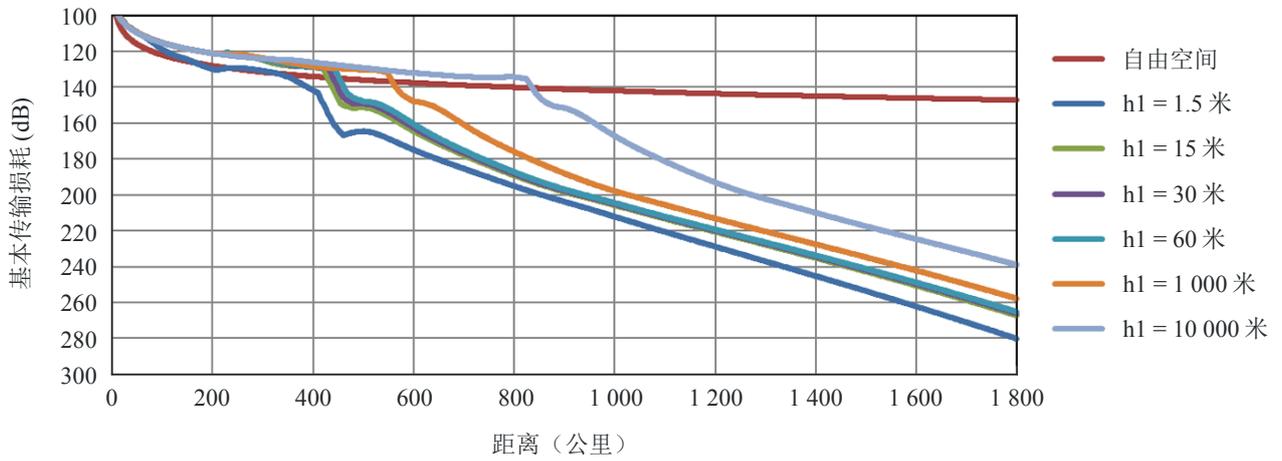
c)  $h_2 = 20000$  米

图 2-1

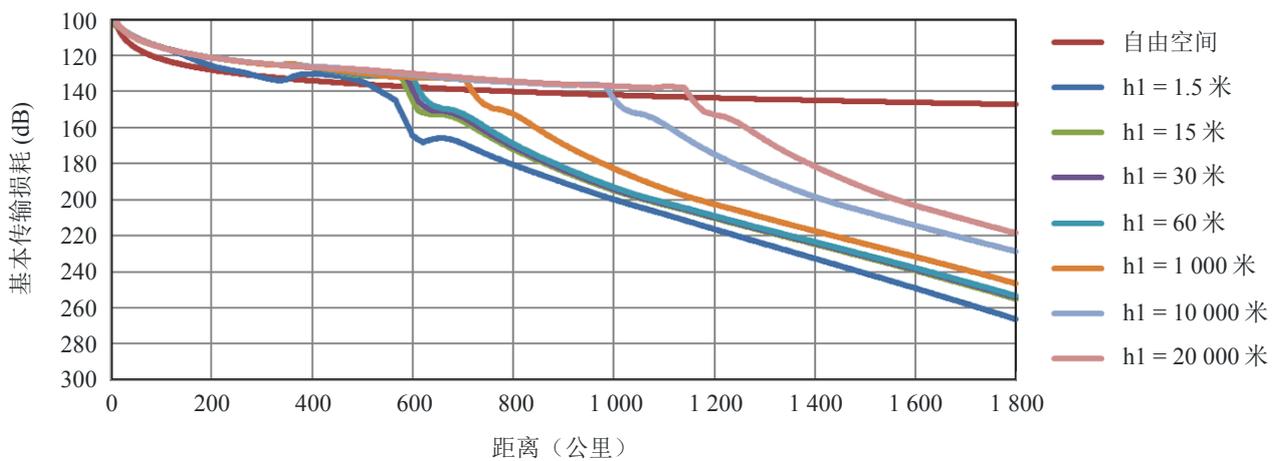
频率为300 MHz、1%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a) h2 = 1000 米



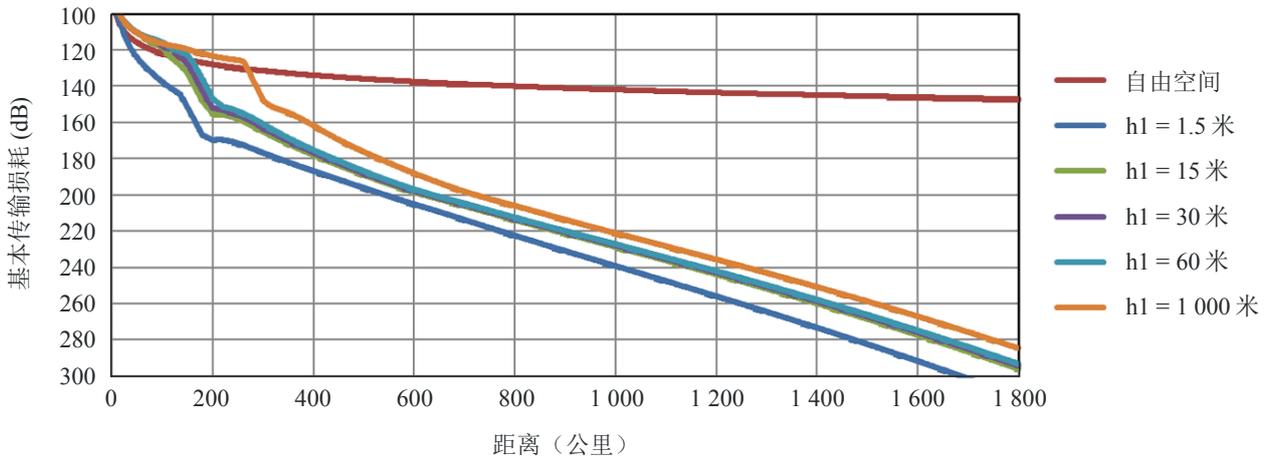
b) h2 = 10000 米



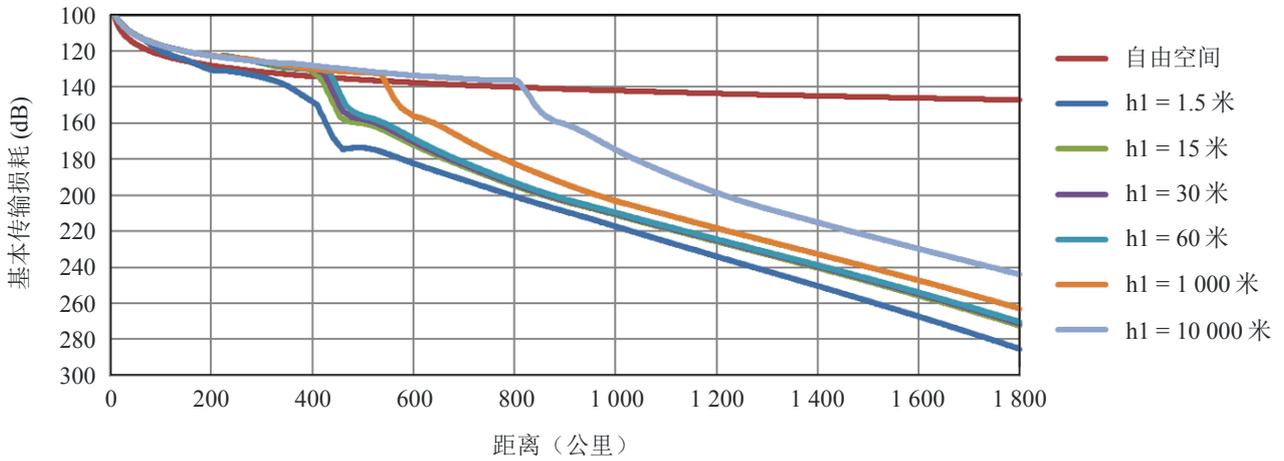
c) h2 = 20000 米

图 2-2

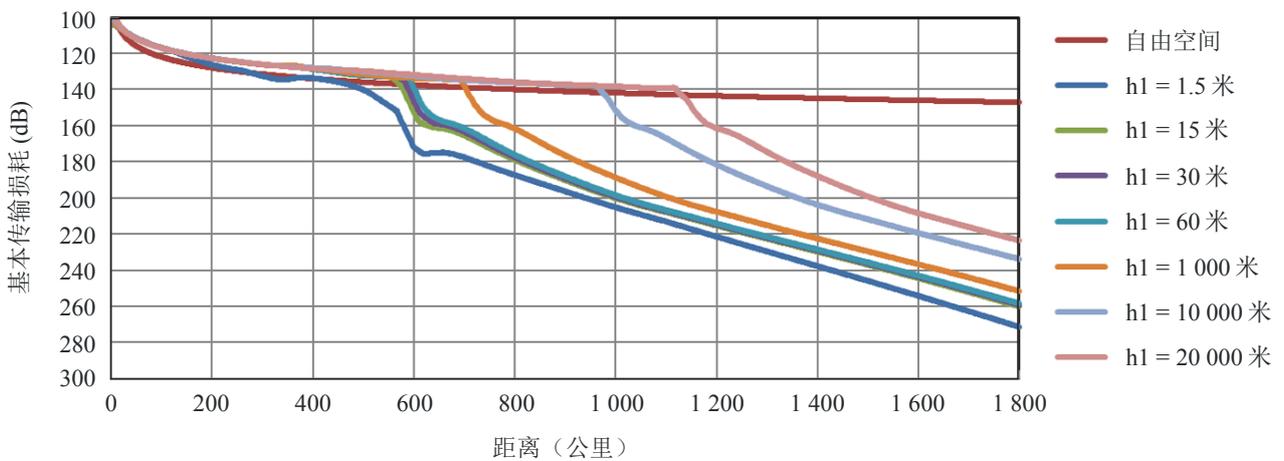
频率为300 MHz、5%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



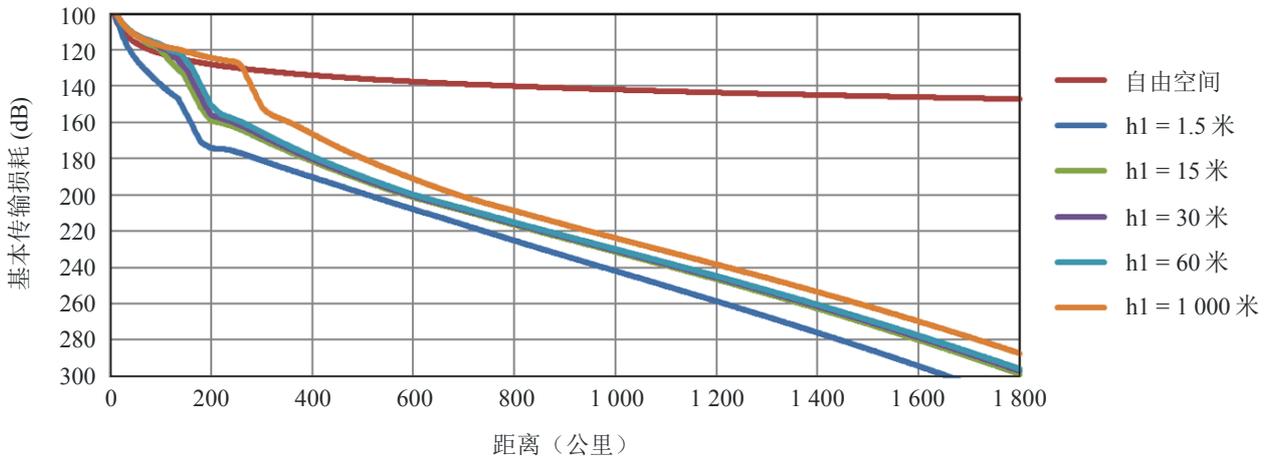
b)  $h_2 = 10000$  米



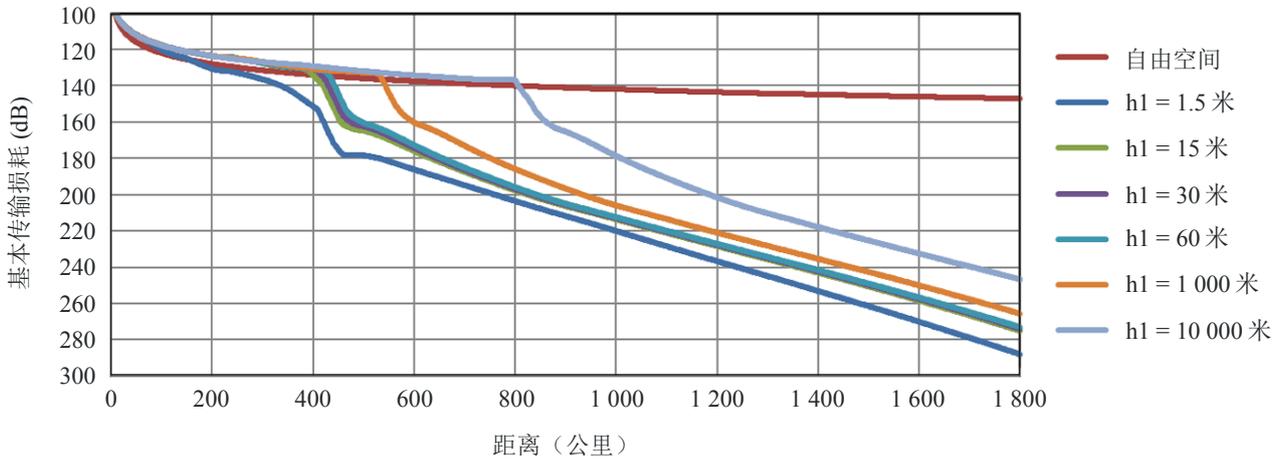
c)  $h_2 = 20000$  米

图 2-3

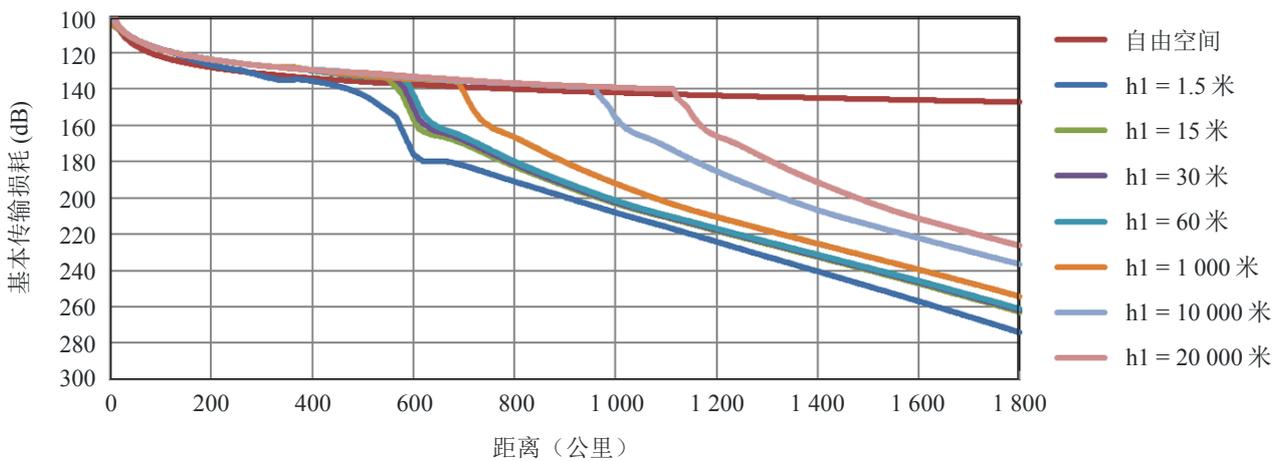
频率为300 MHz、10%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



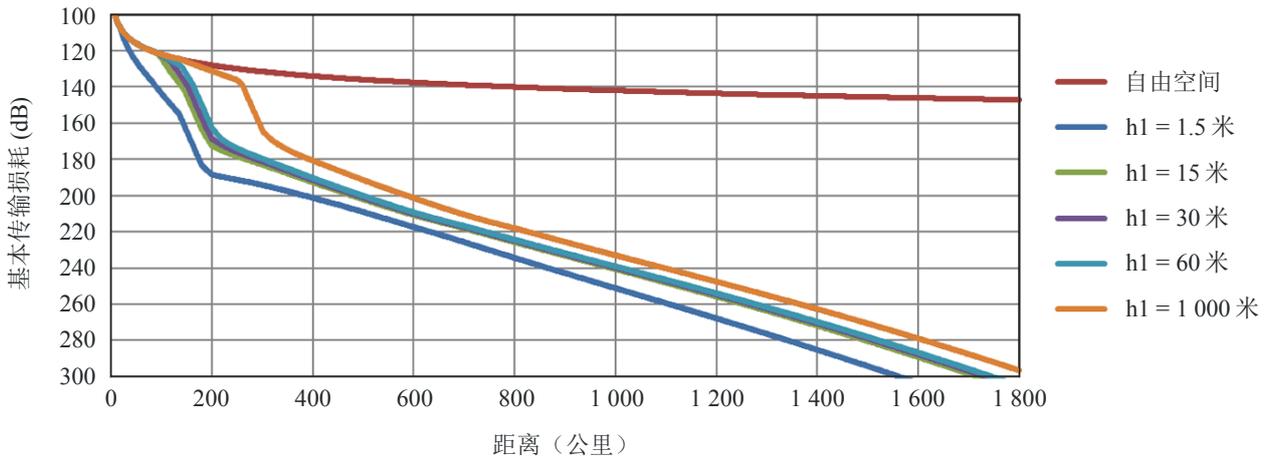
b)  $h_2 = 10000$  米



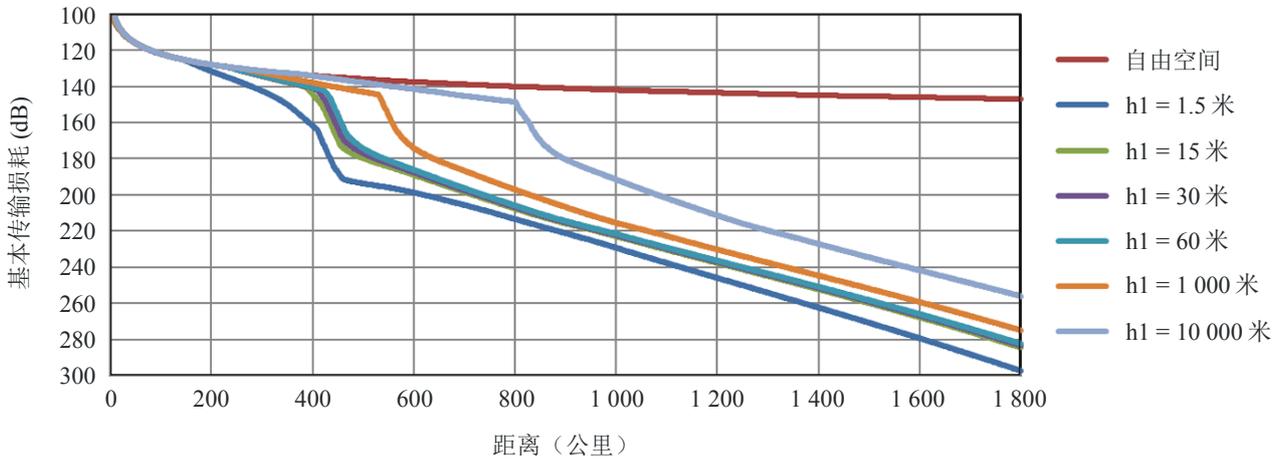
c)  $h_2 = 20000$  米

图 2-4

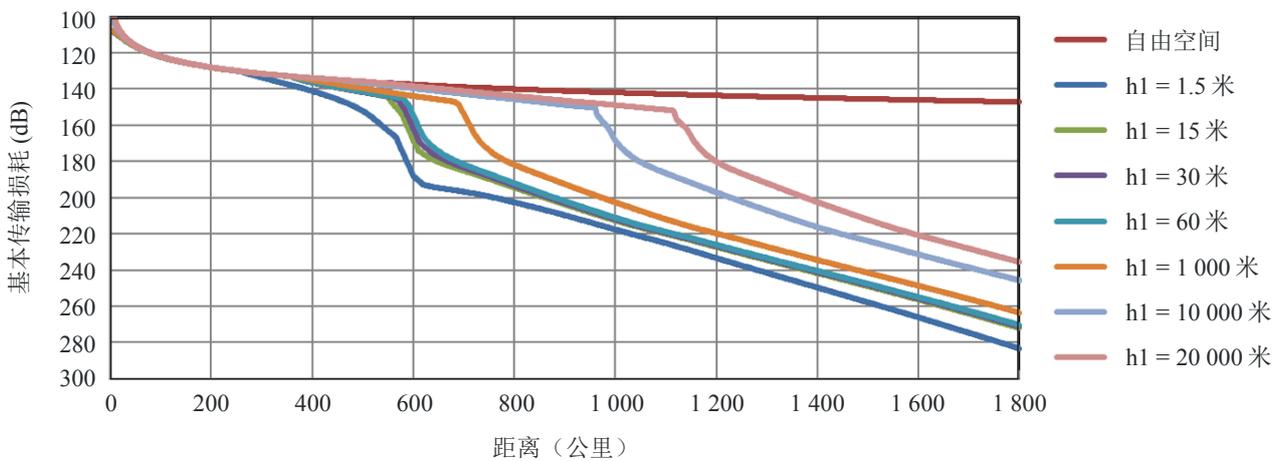
频率为300 MHz、50%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



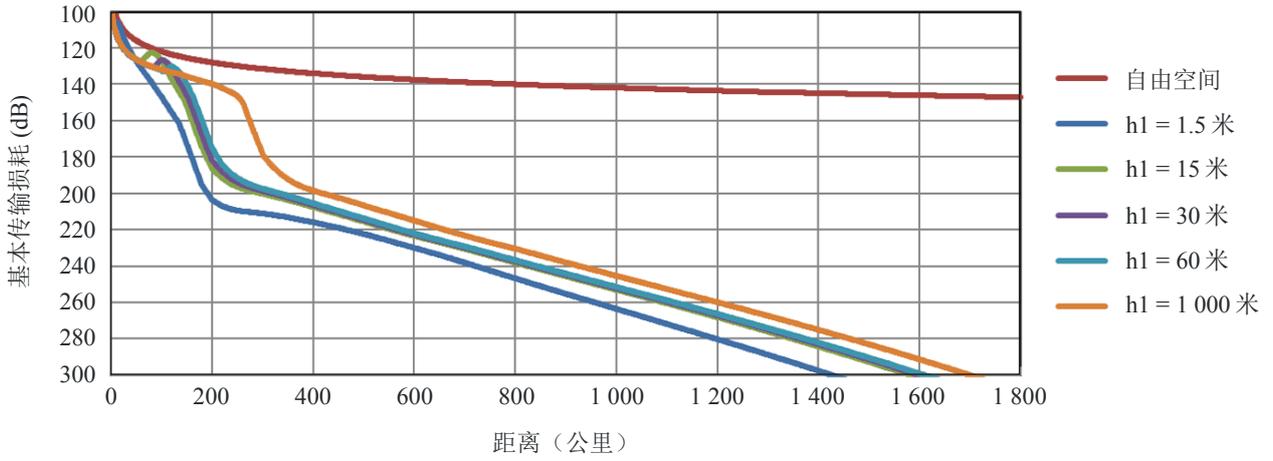
b)  $h_2 = 10000$  米



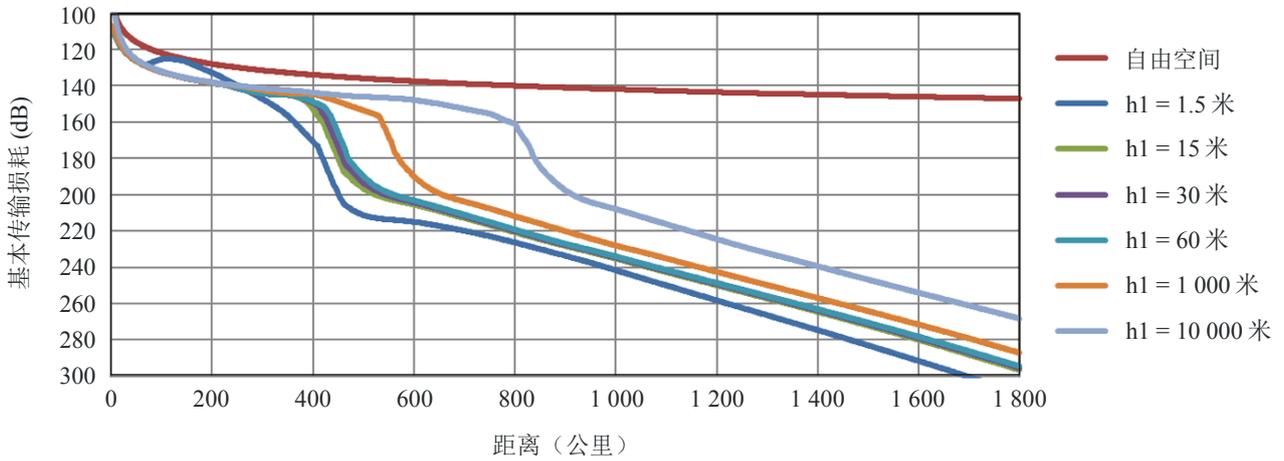
c)  $h_2 = 20000$  米

图 2-5

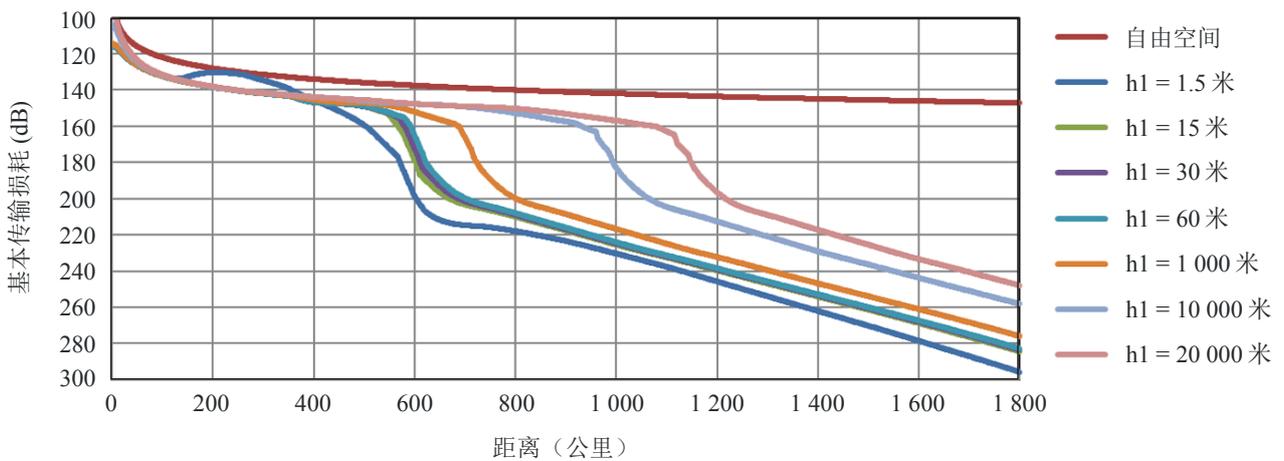
频率为300 MHz、95%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a) h2 = 1000 米



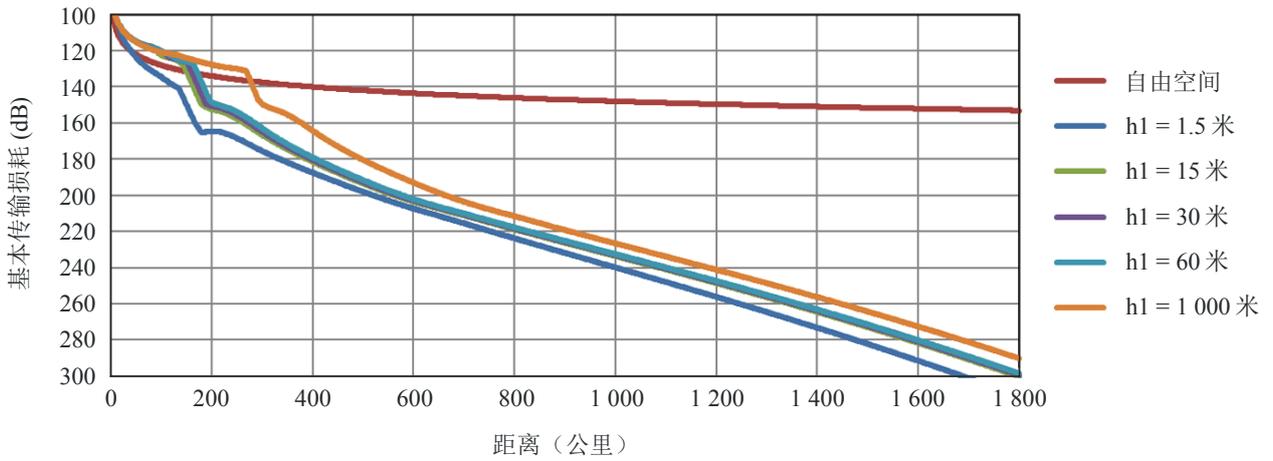
b) h2 = 10000 米



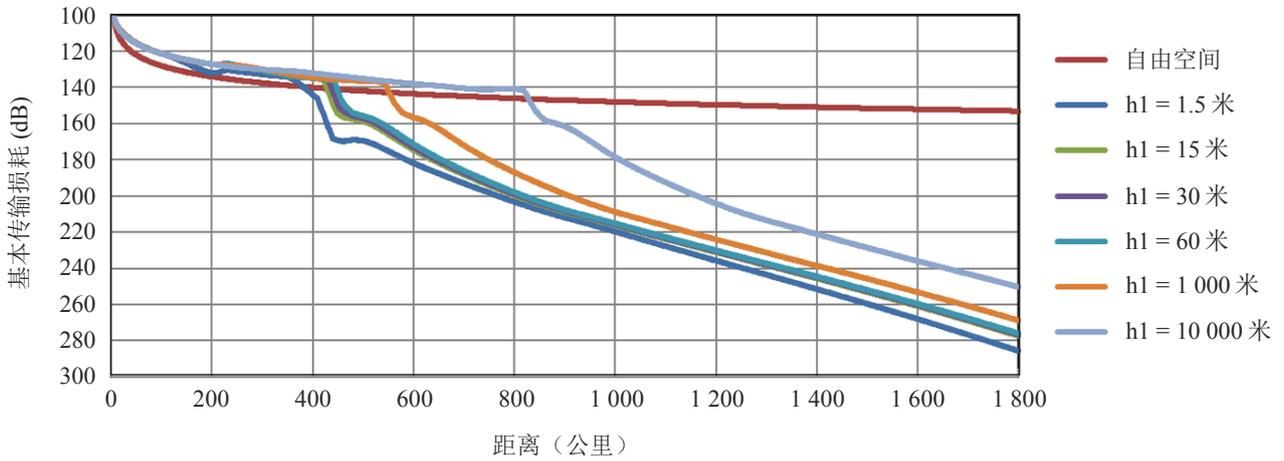
c) h2 = 20000 米

图 3-1

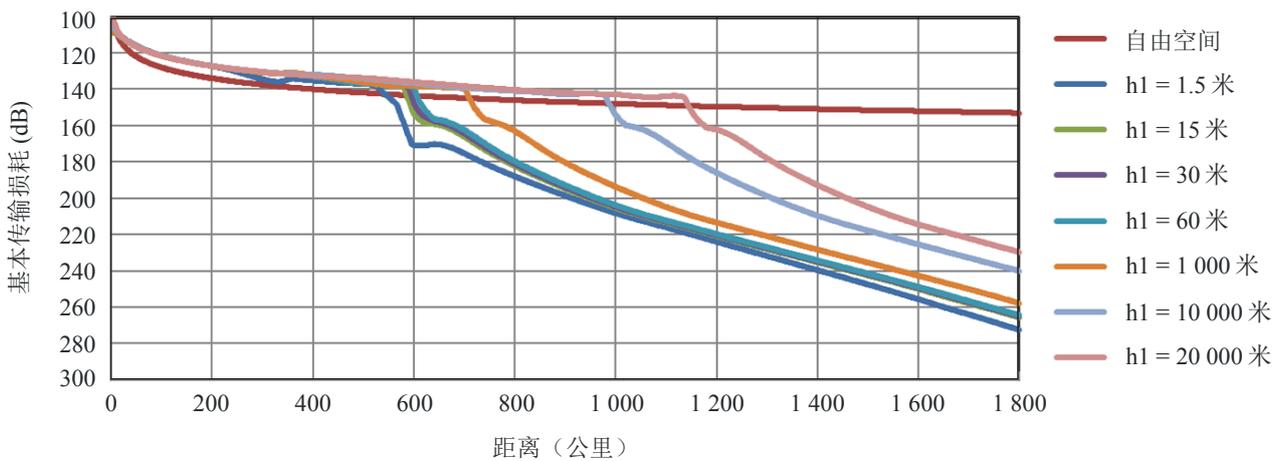
频率为600 MHz、1%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



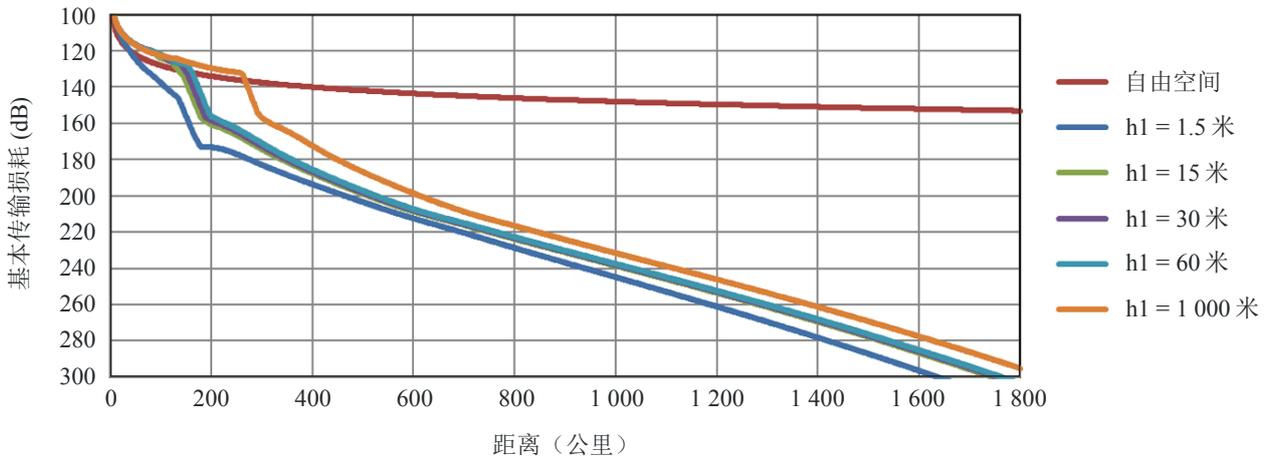
b)  $h_2 = 10000$  米



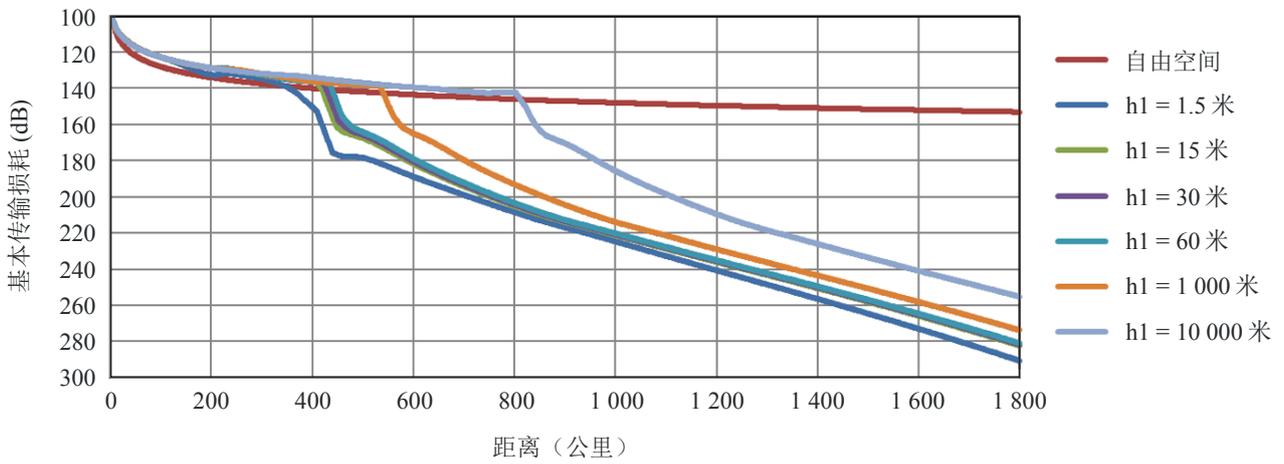
c)  $h_2 = 20000$  米

图 3-2

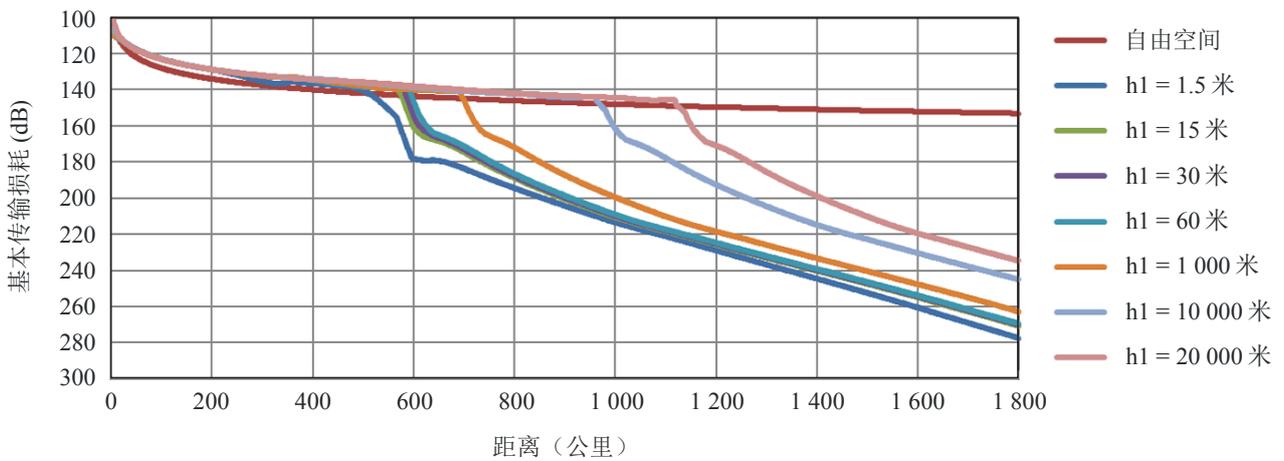
频率为600 MHz、5%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a) h2 = 1000 米



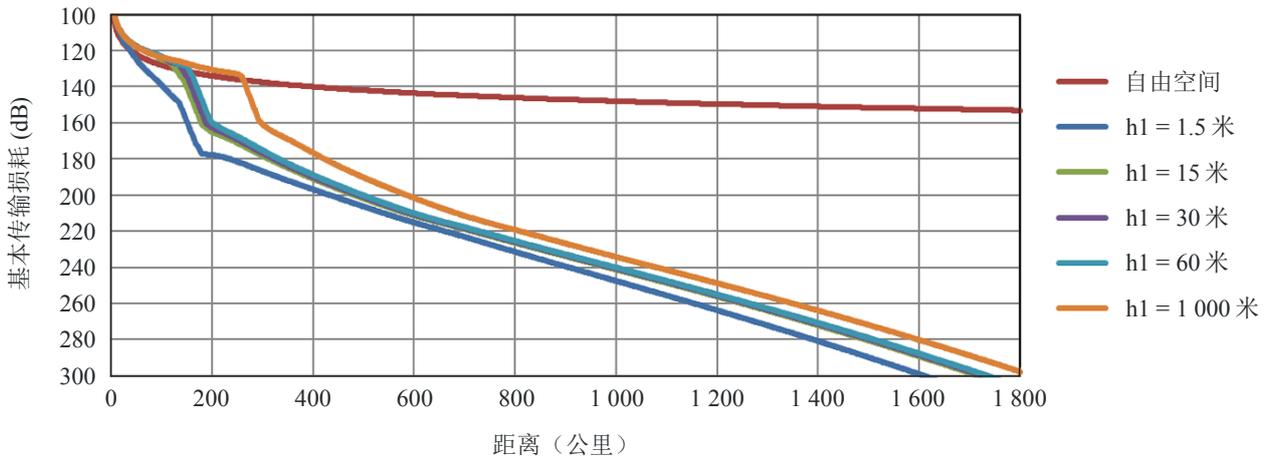
b) h2 = 10000 米



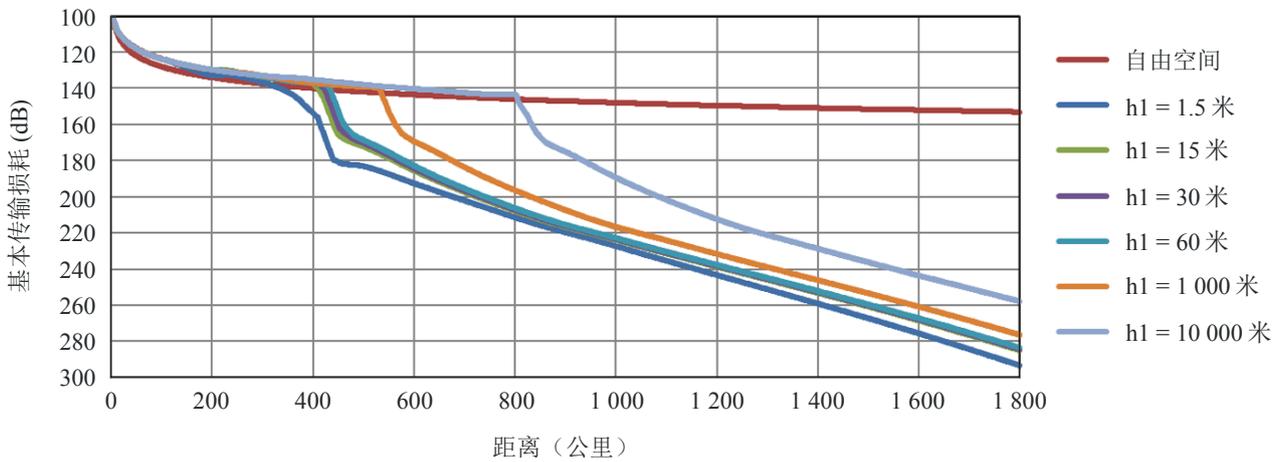
c) h2 = 20000 米

图 3-3

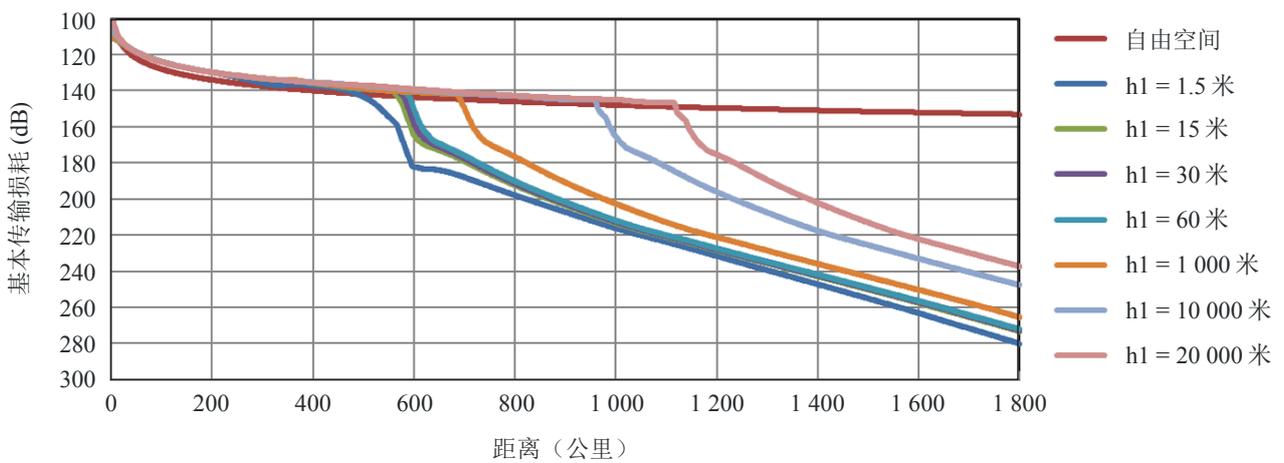
频率为600 MHz、10%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



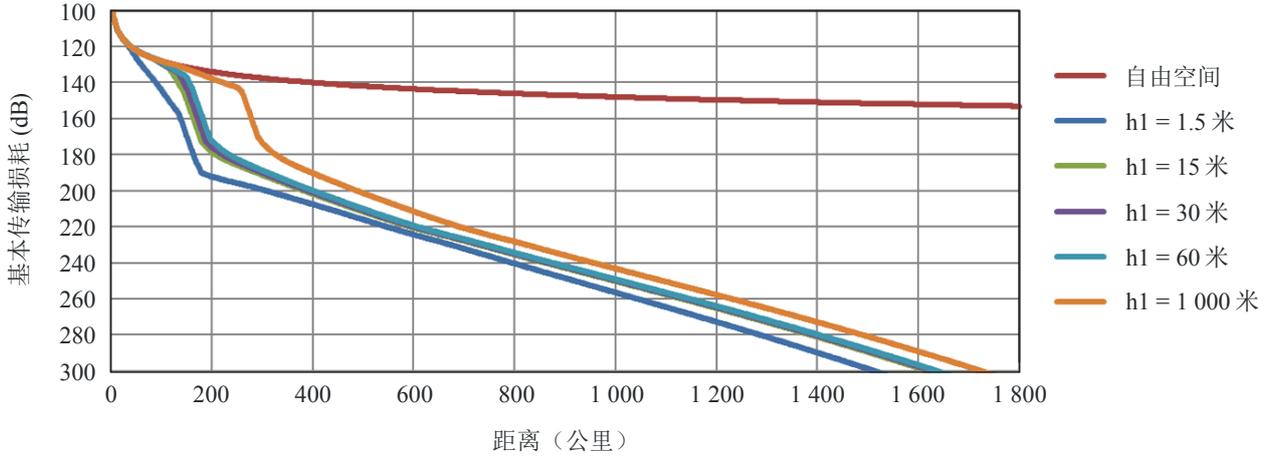
b)  $h_2 = 10000$  米



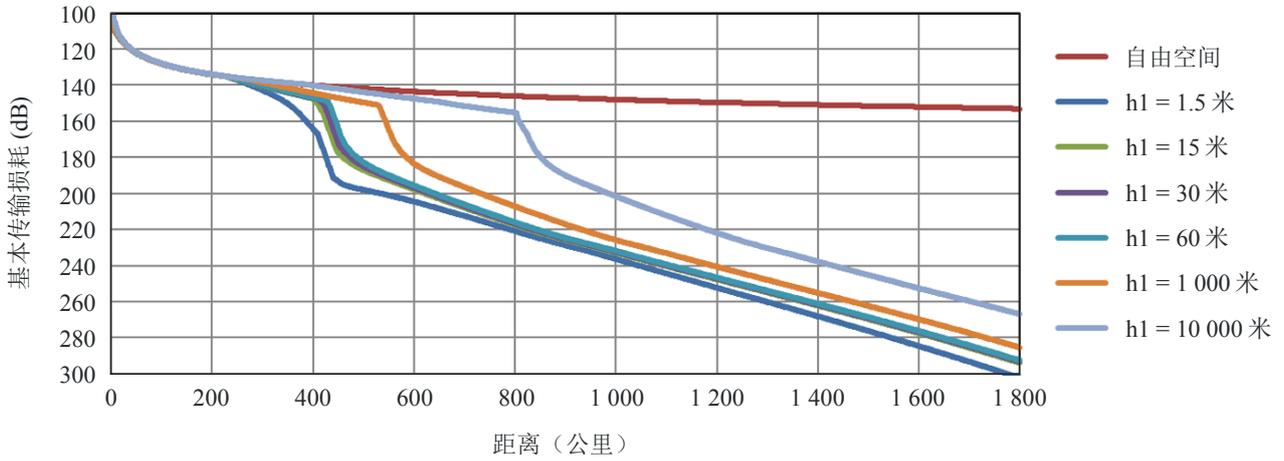
c)  $h_2 = 20000$  米

图 3-4

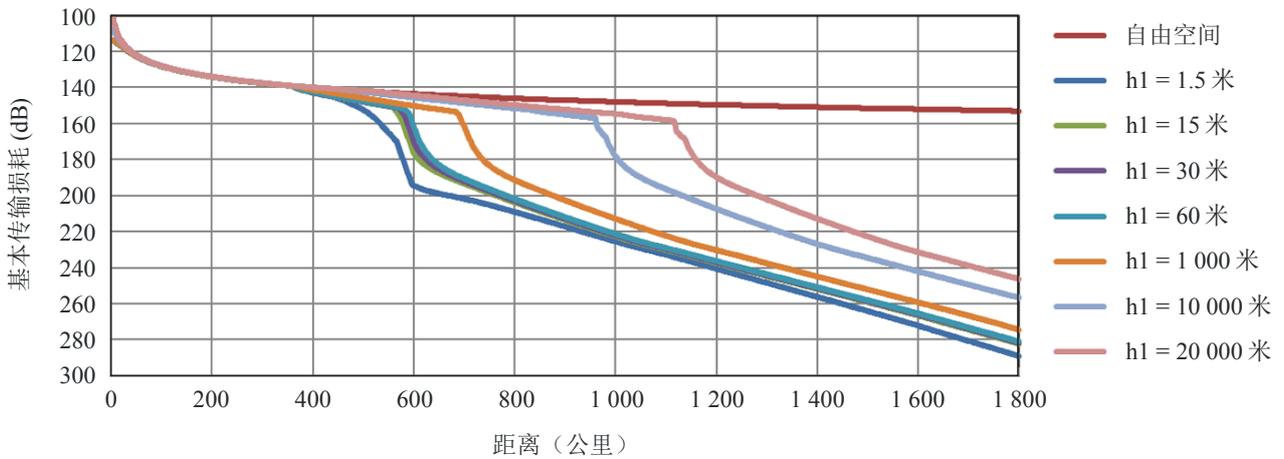
频率为600 MHz、50%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



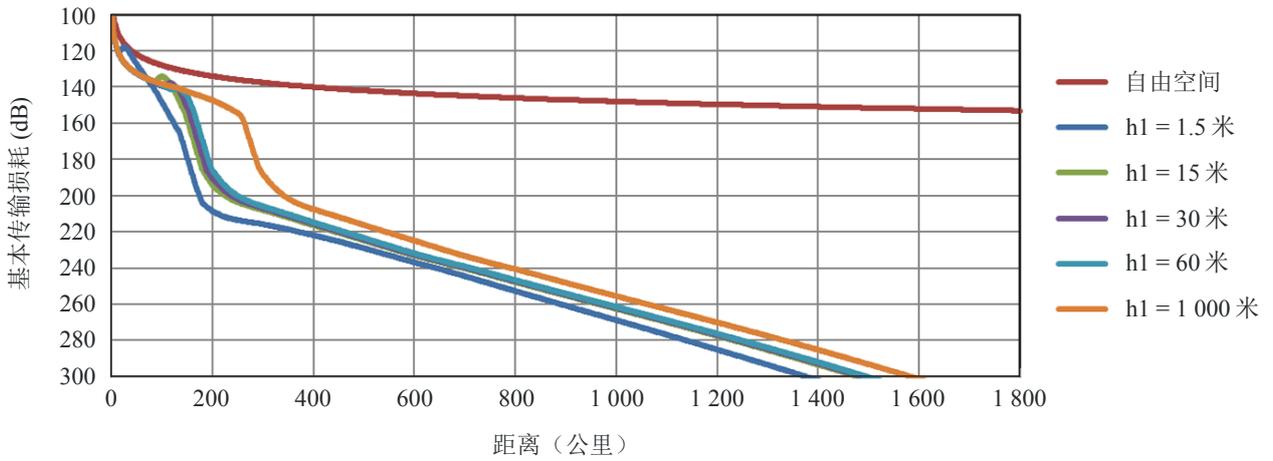
b)  $h_2 = 10000$  米



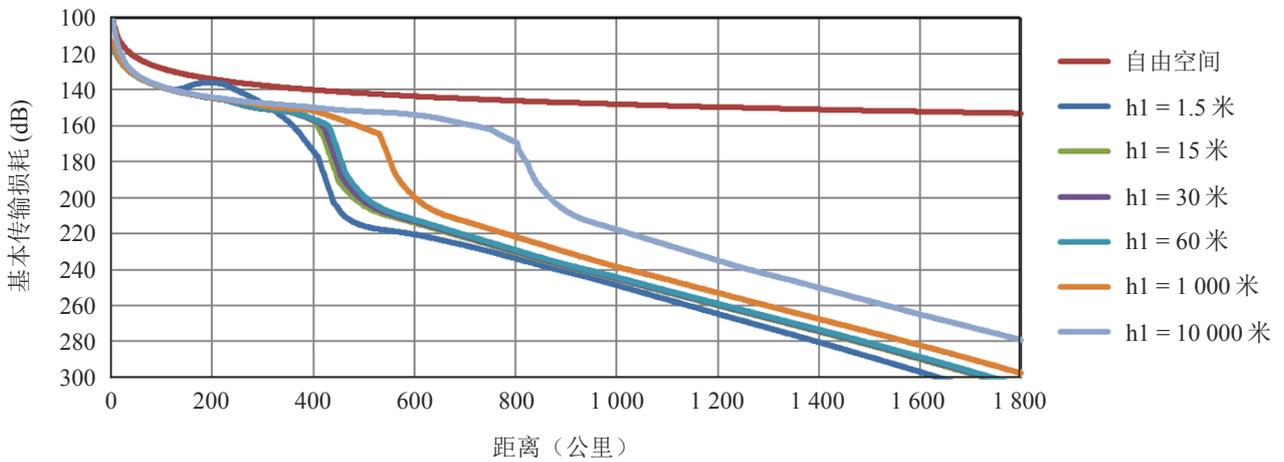
c)  $h_2 = 20000$  米

图 3-5

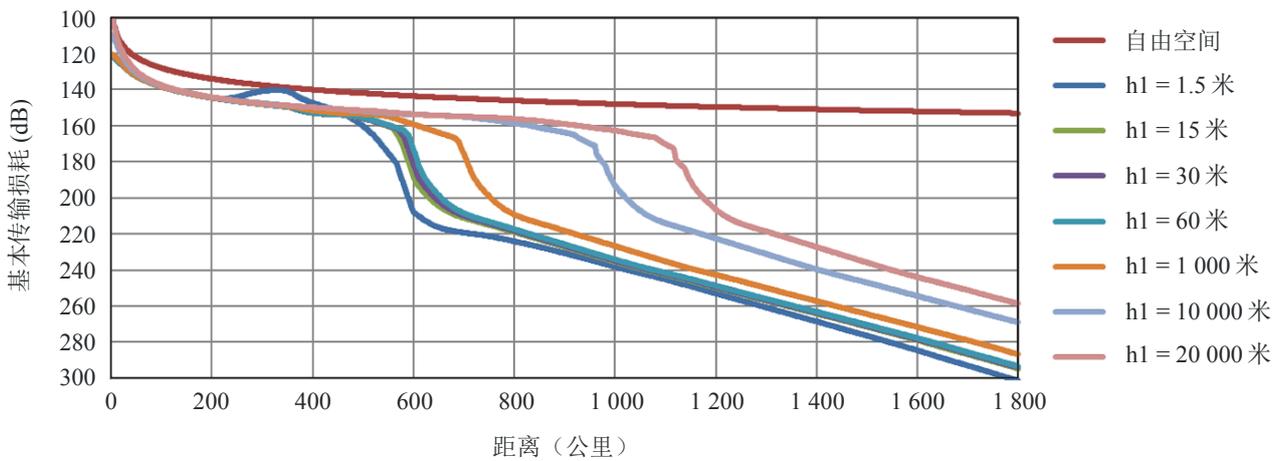
频率为600 MHz、95%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



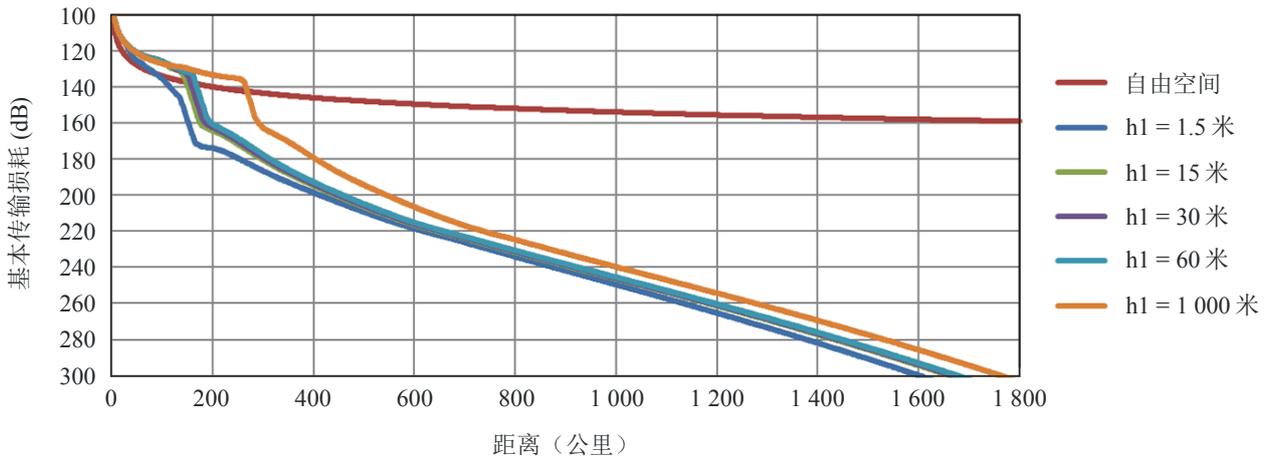
b)  $h_2 = 10000$  米



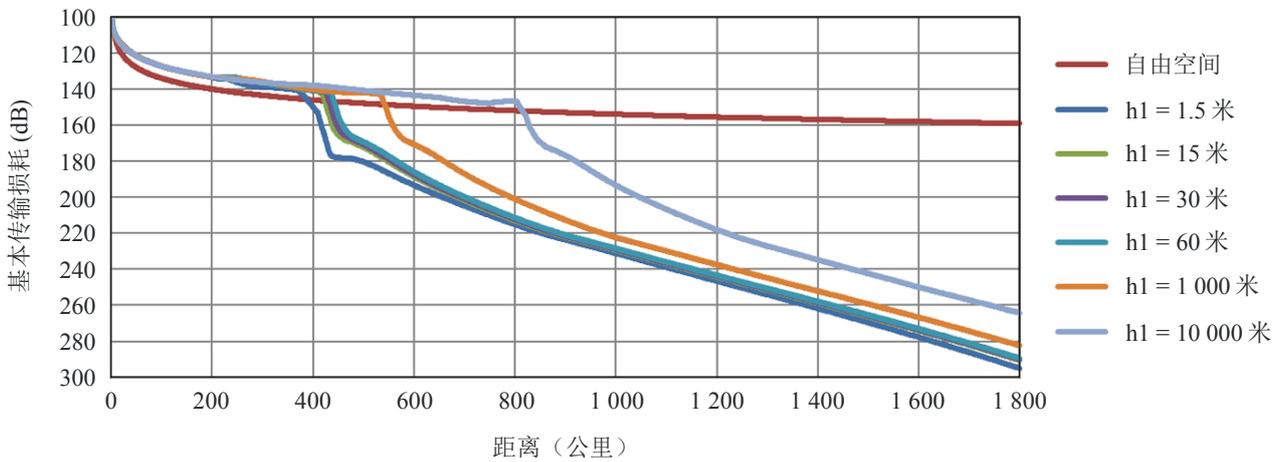
c)  $h_2 = 20000$  米

图 4-1

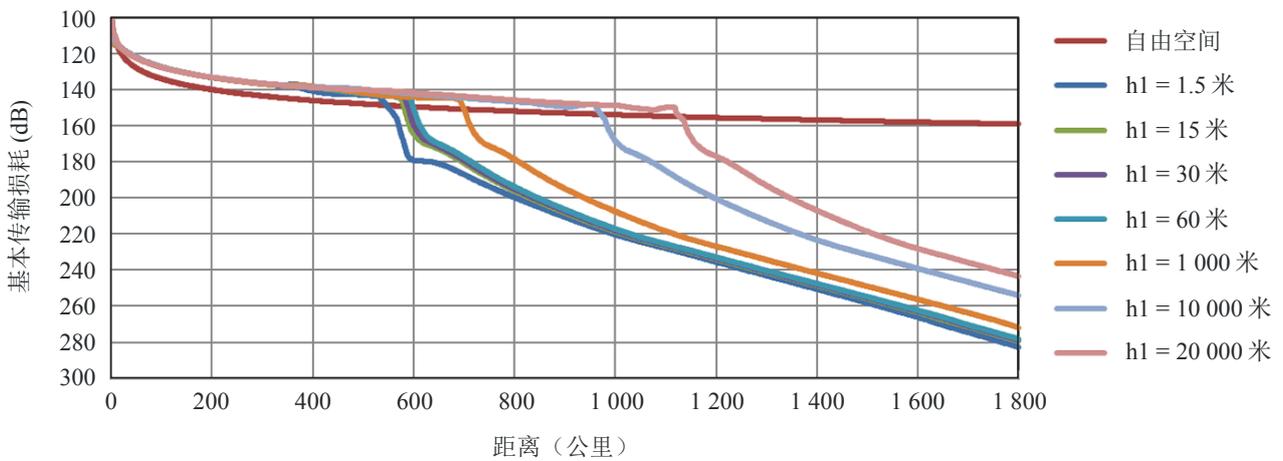
频率为1200 MHz、1%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a) h2 = 1 000 米



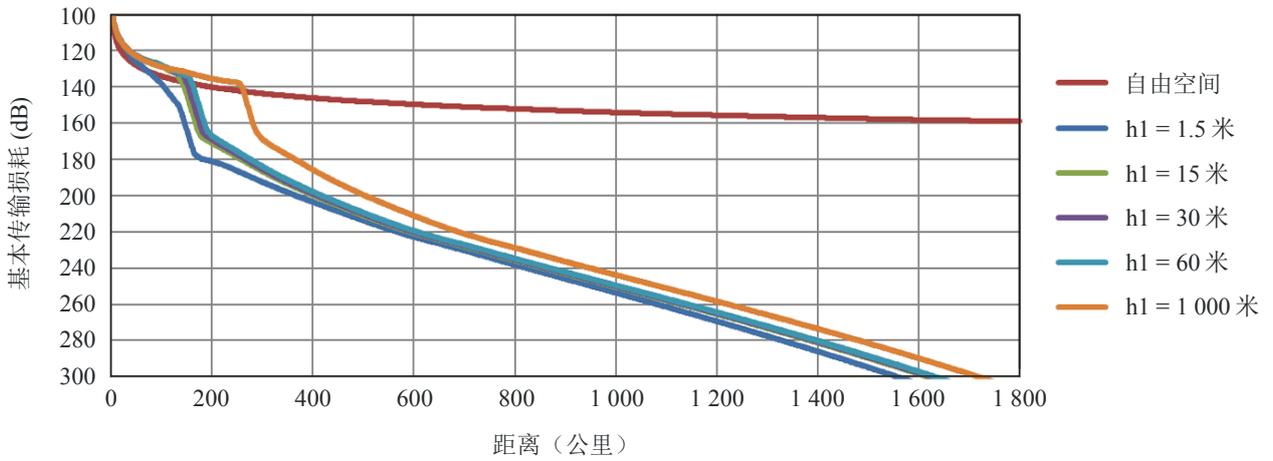
b) h2 = 10 000 米



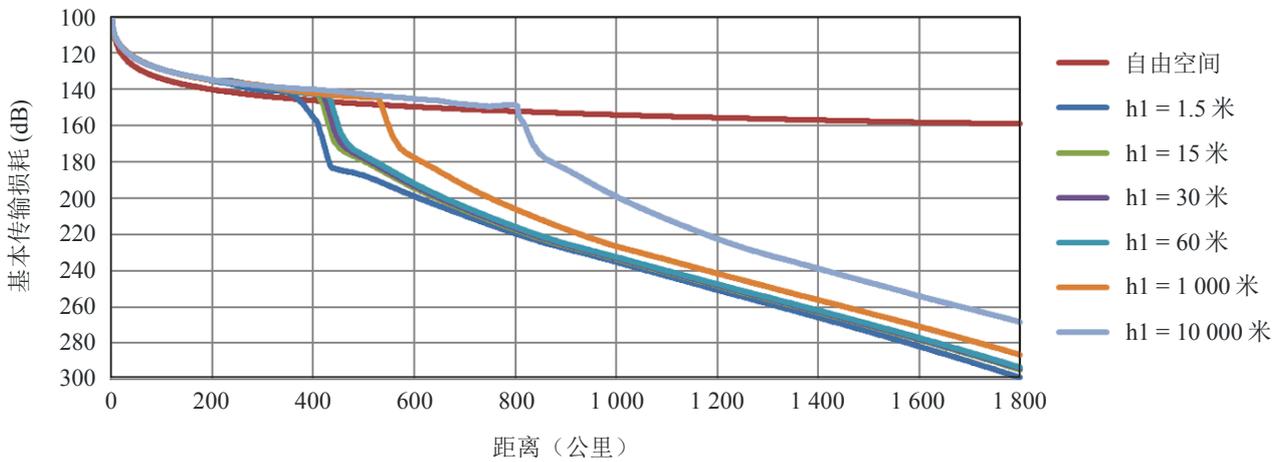
c) h2 = 20 000 米

图 4-2

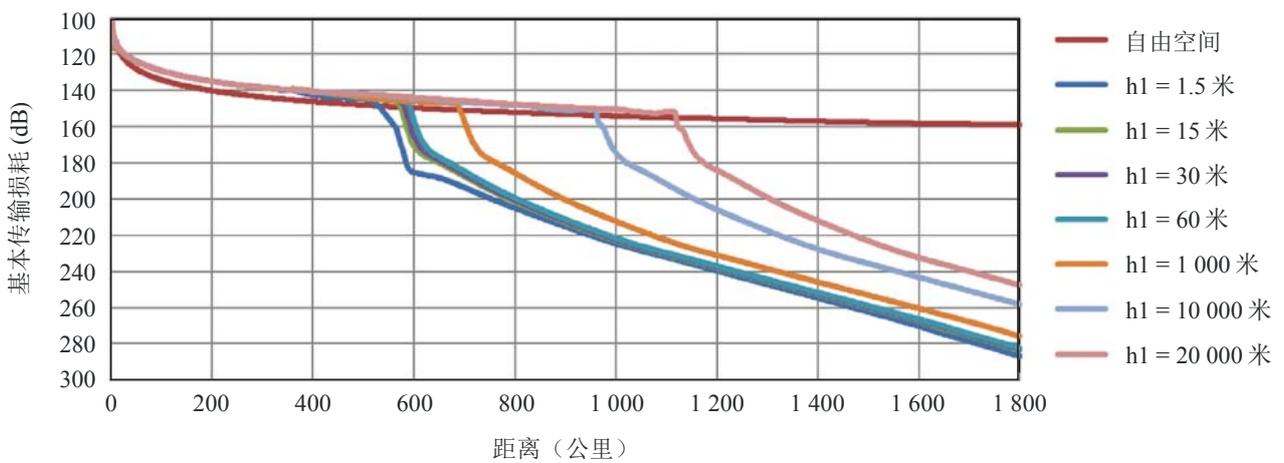
频率为1200 MHz、5%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



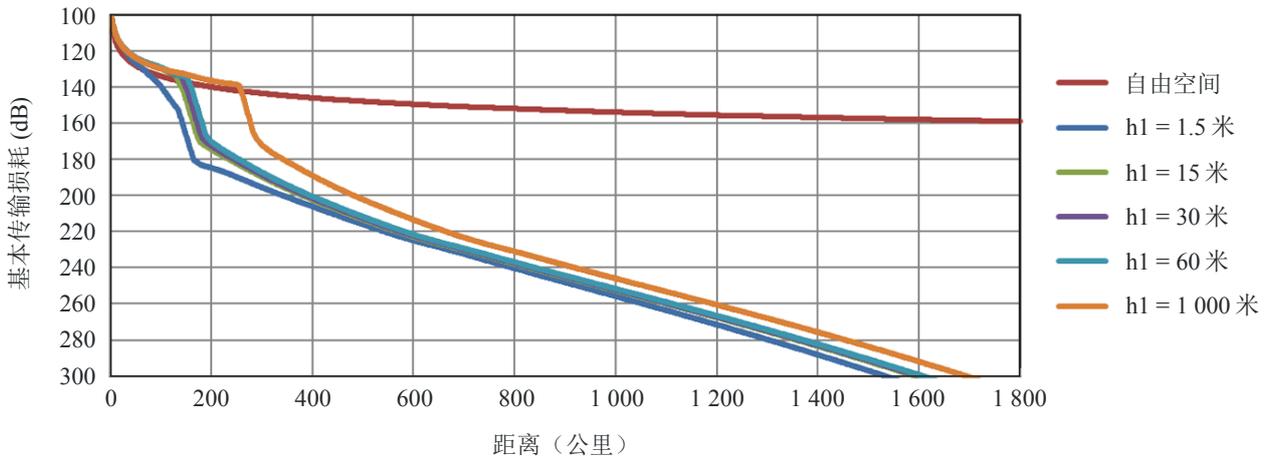
b)  $h_2 = 10000$  米



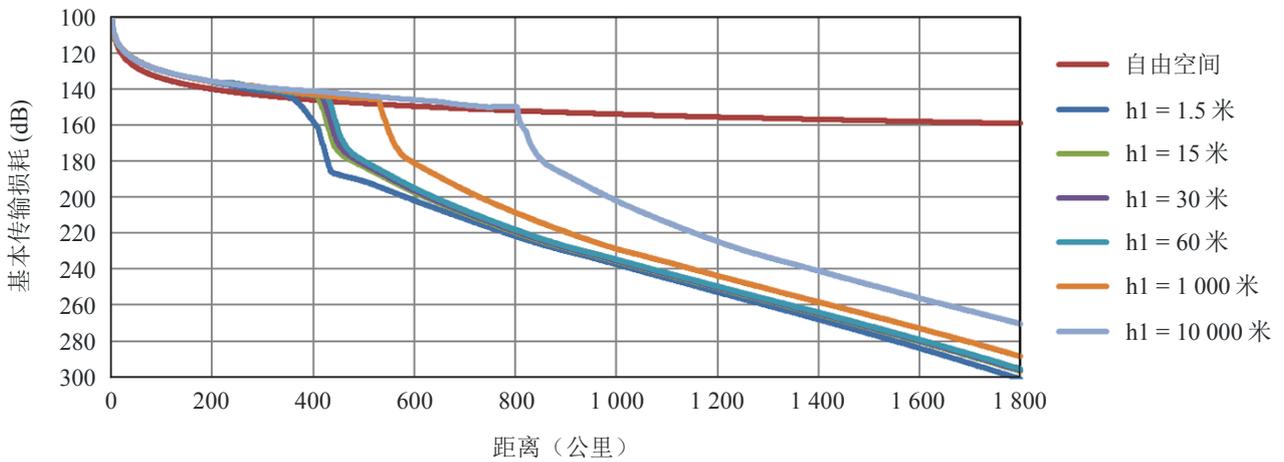
c)  $h_2 = 20000$  米

图 4-3

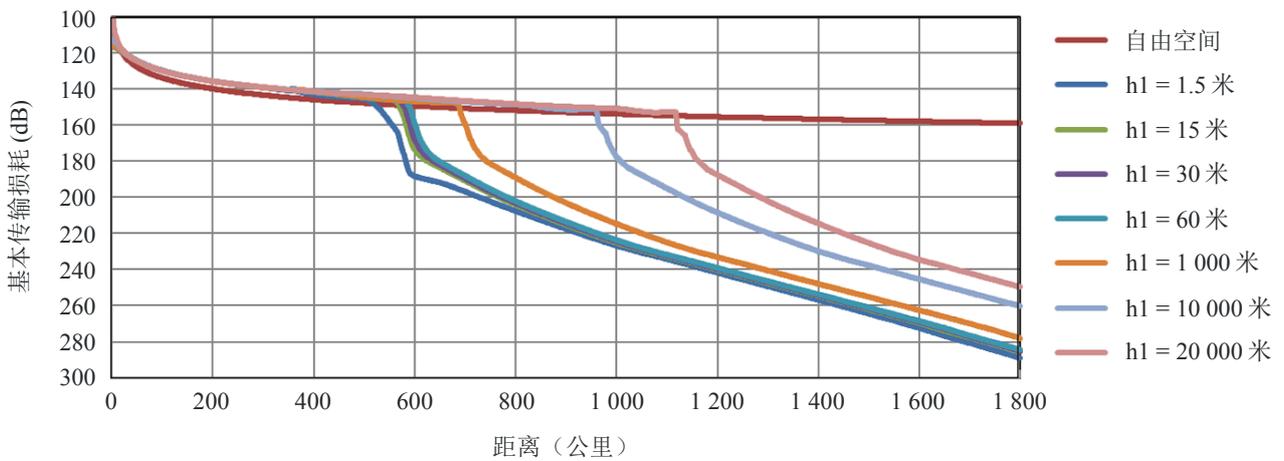
频率为1200 MHz、10%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a) h2 = 1 000 米



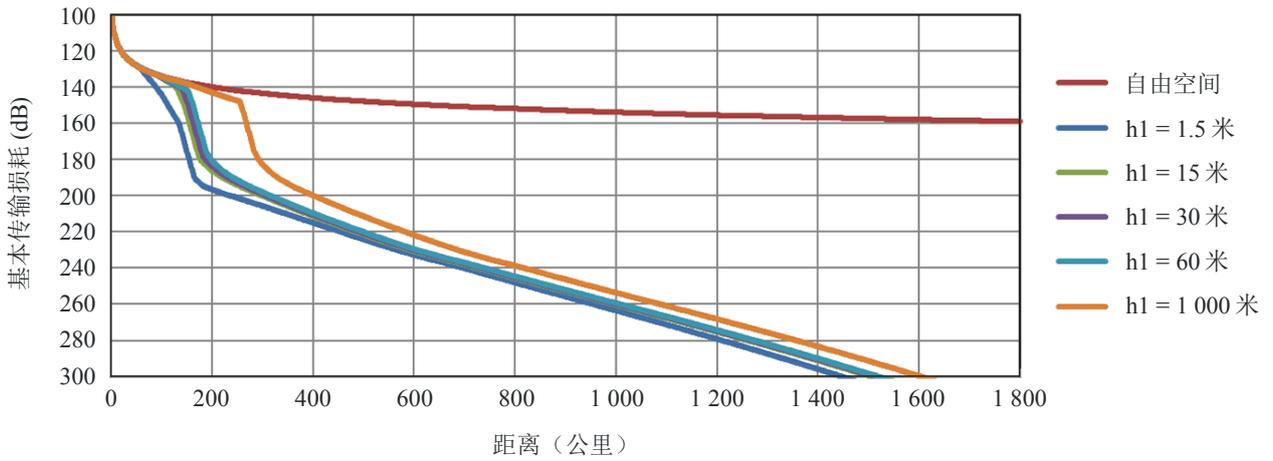
b) h2 = 10 000 米



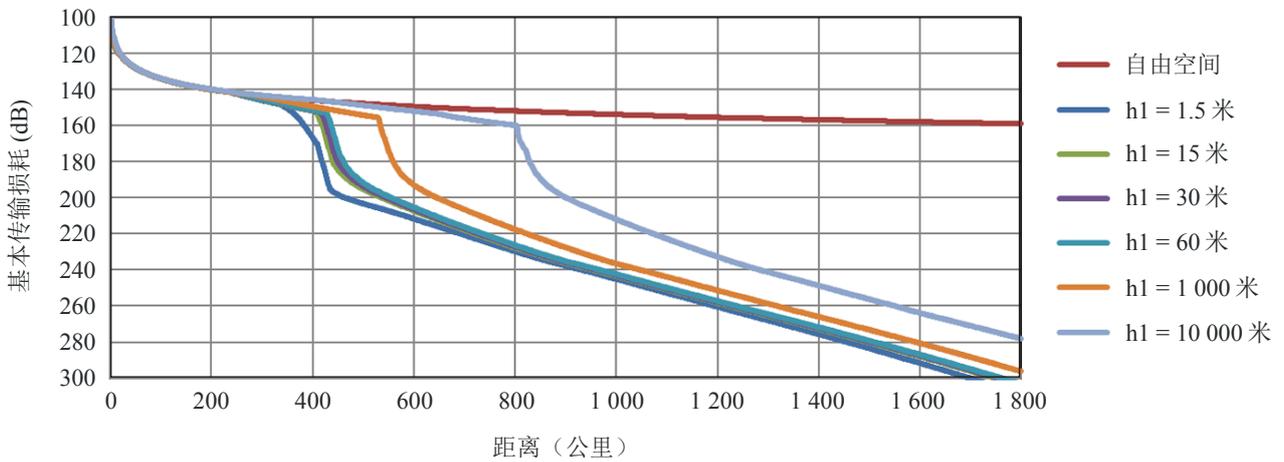
c) h2 = 20 000 米

图 4-4

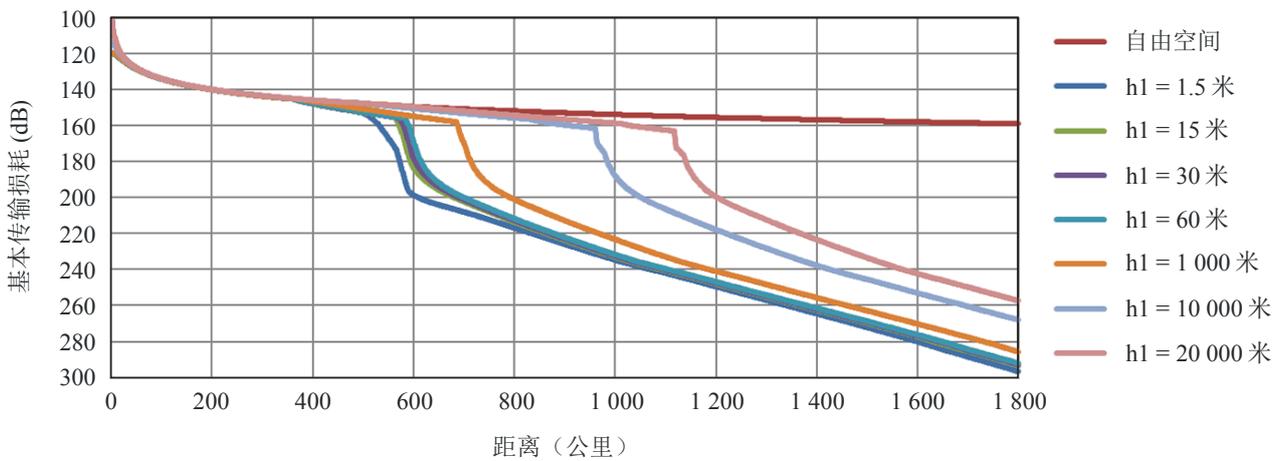
频率为1200 MHz、50%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



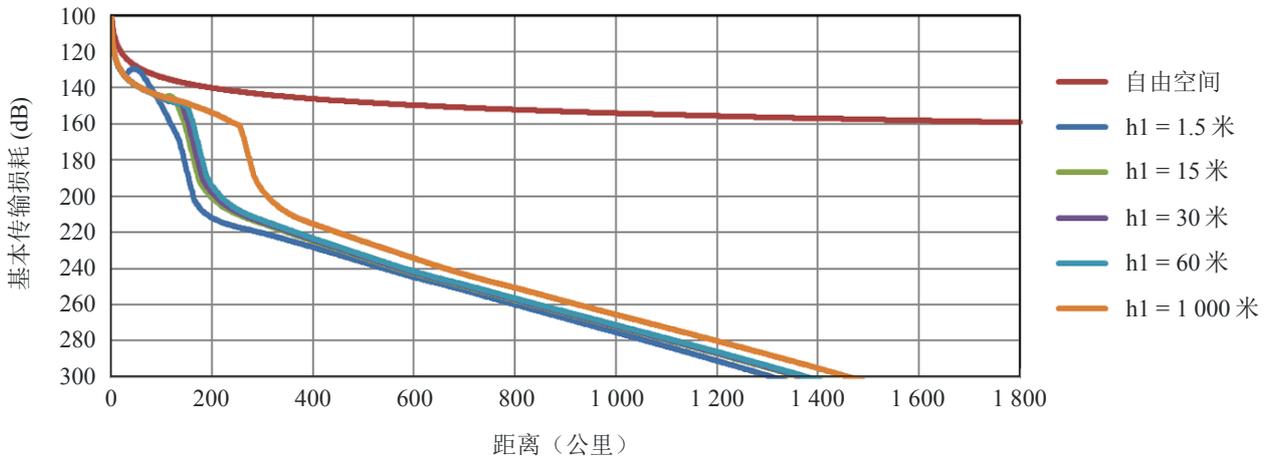
b)  $h_2 = 10000$  米



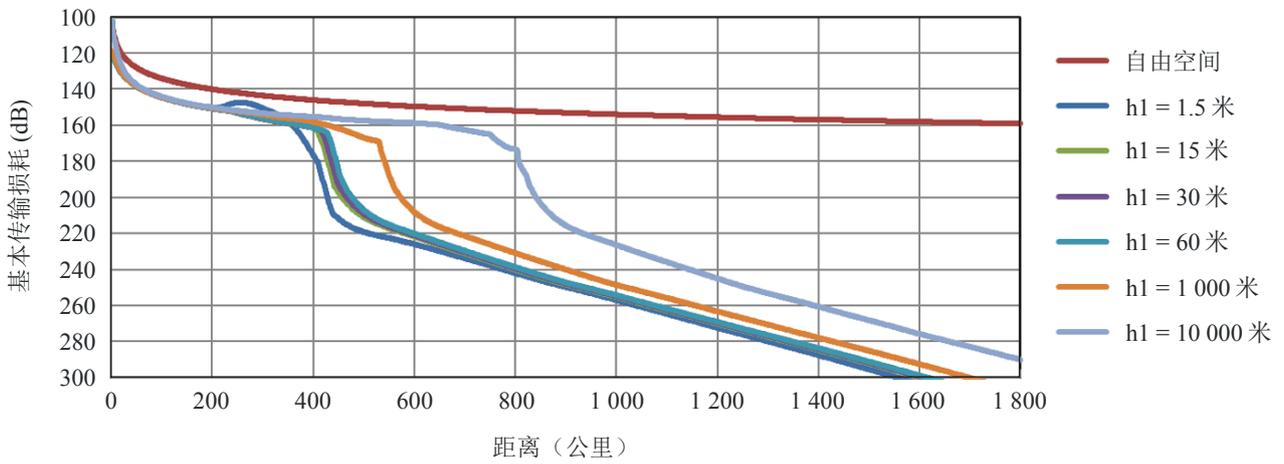
c)  $h_2 = 20000$  米

图 4-5

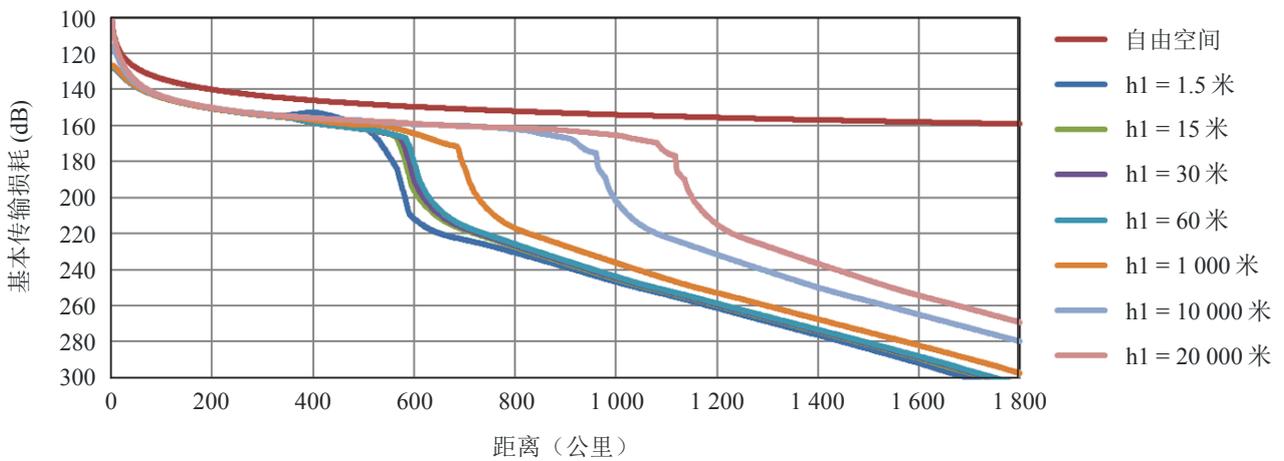
频率为1200 MHz、95%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a) h2 = 1 000 米



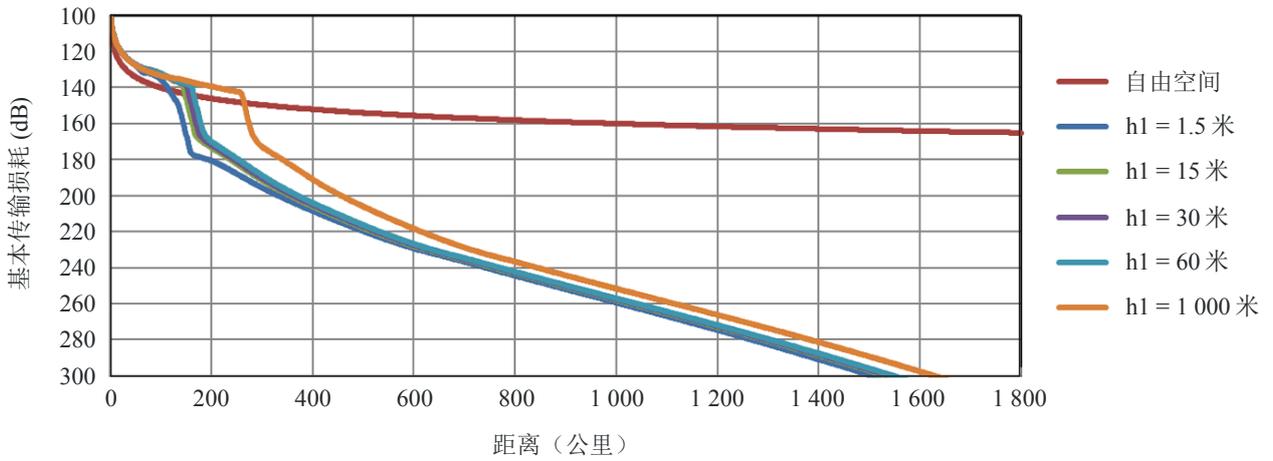
b) h2 = 10 000 米



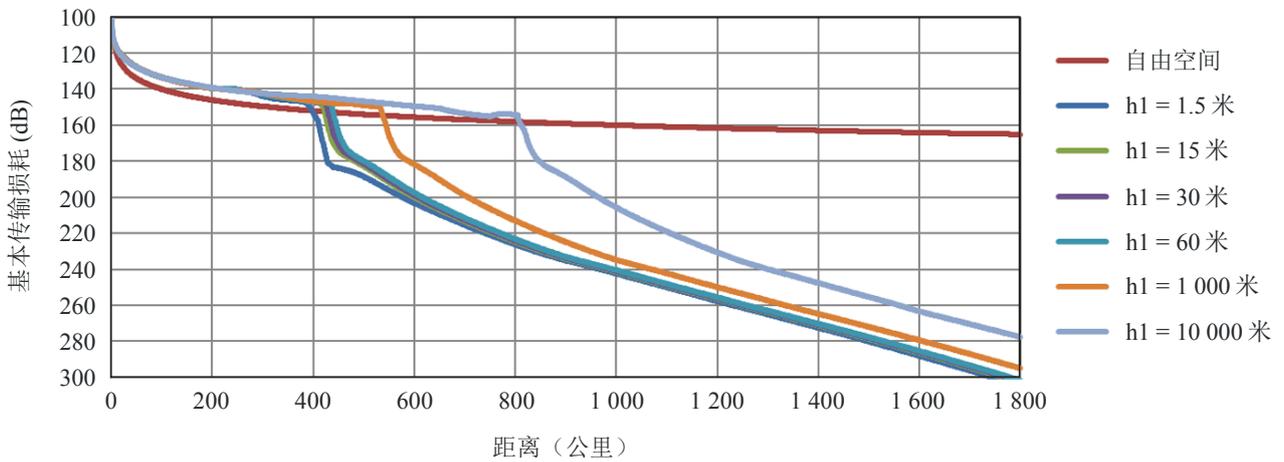
c) h2 = 20 000 米

图 5-1

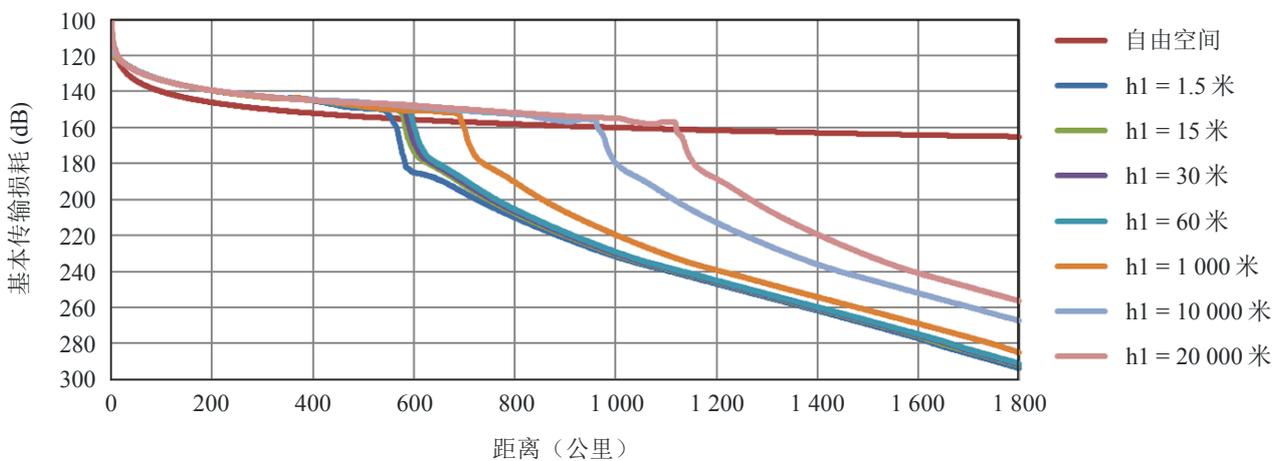
频率为2400 MHz、1%的时间、 $h_1$ 值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1\ 000$  米



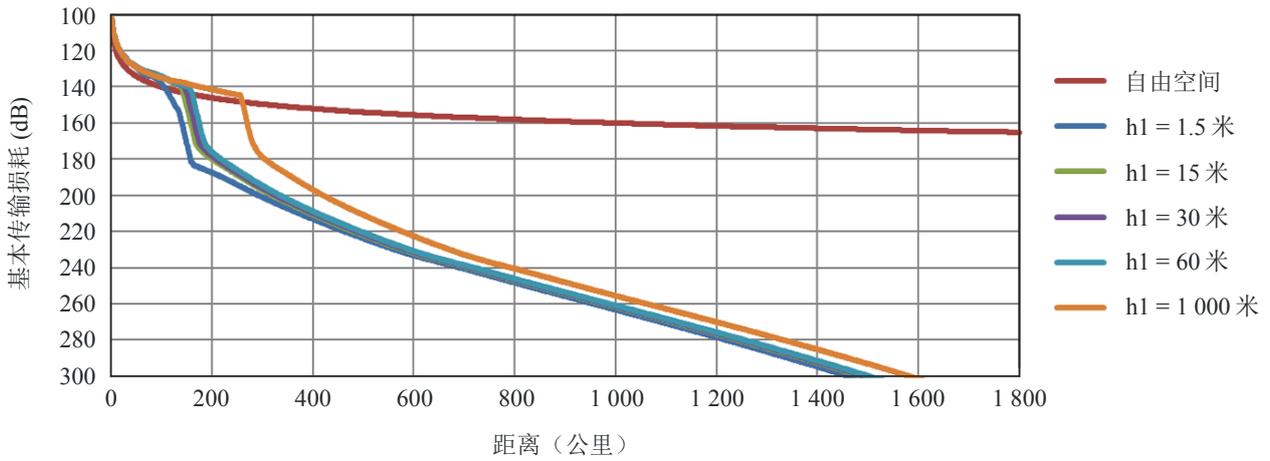
b)  $h_2 = 10\ 000$  米



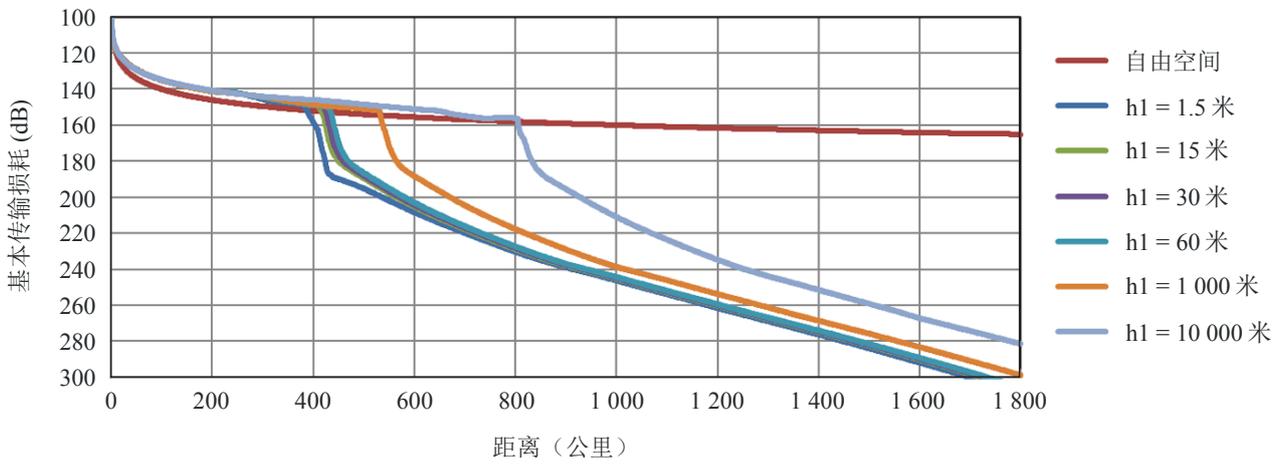
c)  $h_2 = 20\ 000$  米

图 5-2

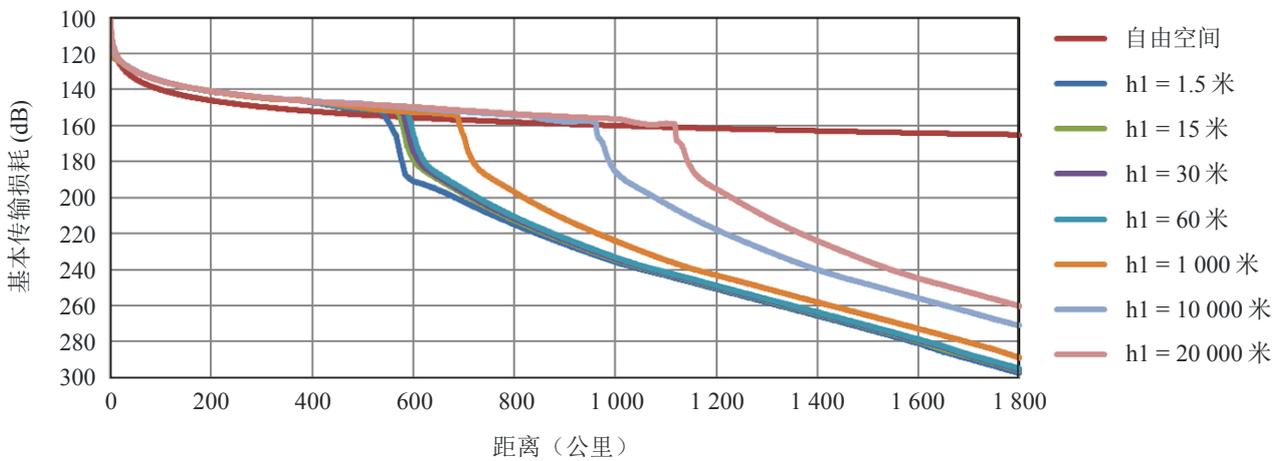
频率为2400 MHz、5%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



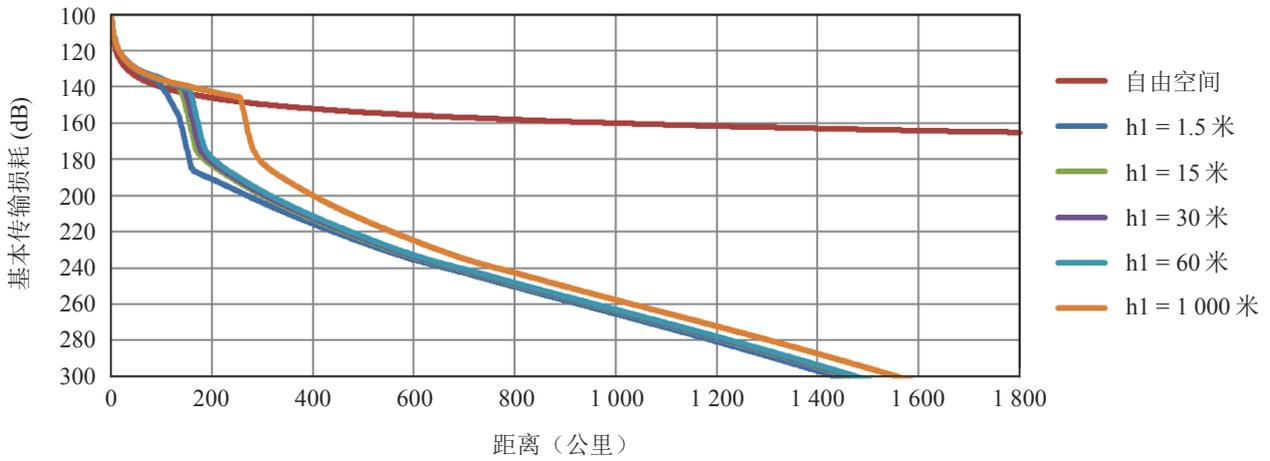
b)  $h_2 = 10000$  米



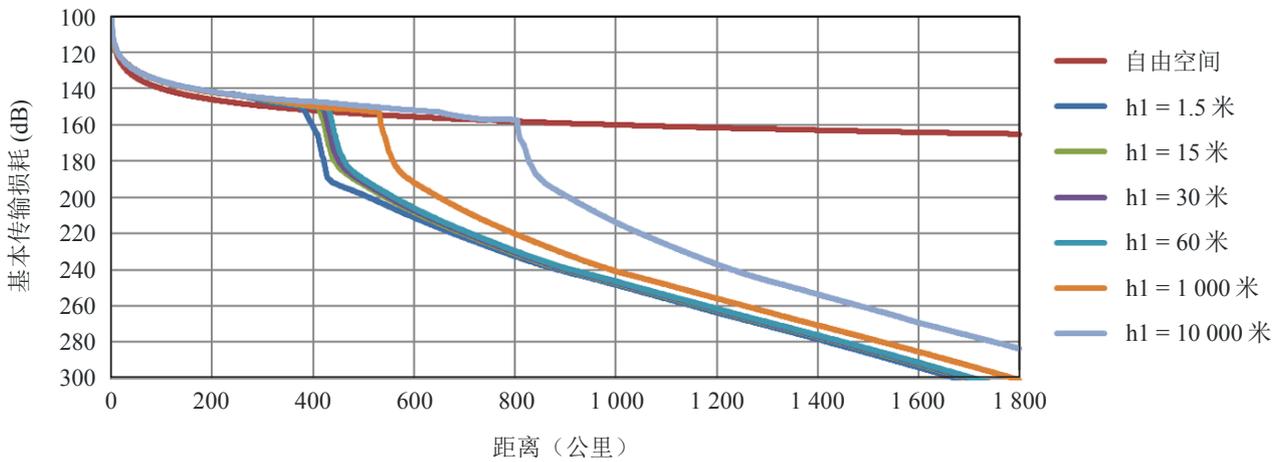
c)  $h_2 = 20000$  米

图 5-3

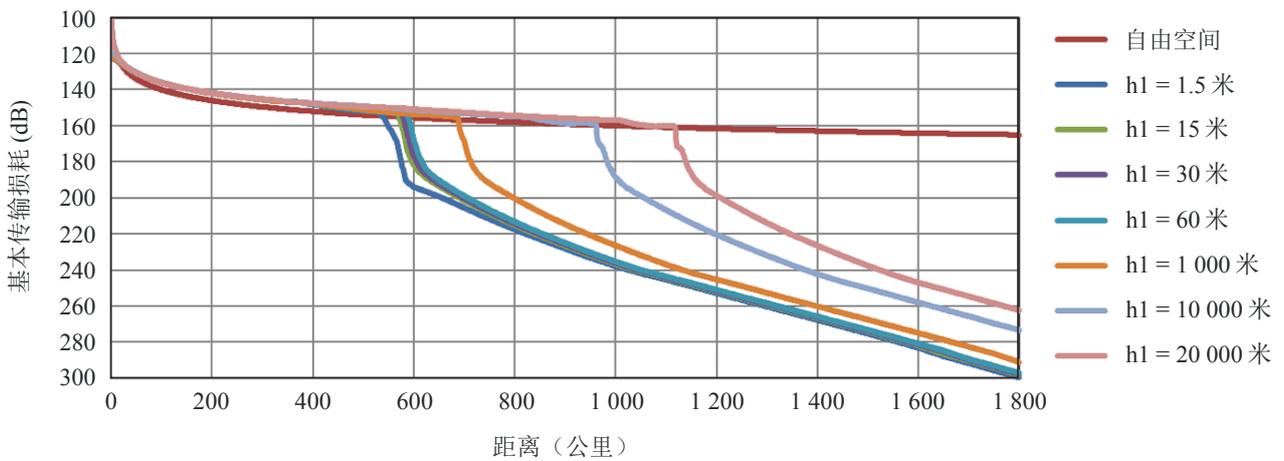
频率为2400 MHz、10%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



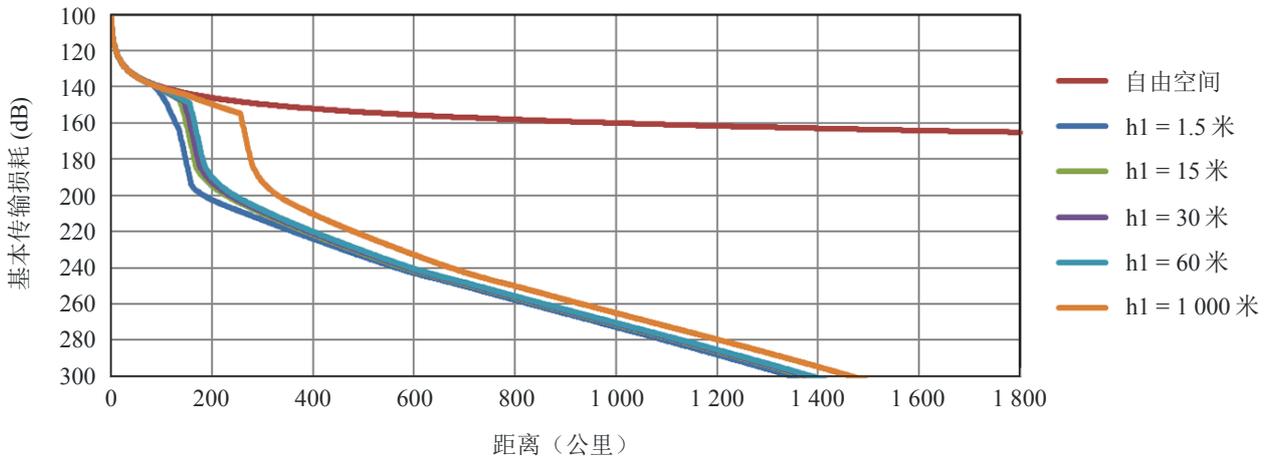
b)  $h_2 = 10000$  米



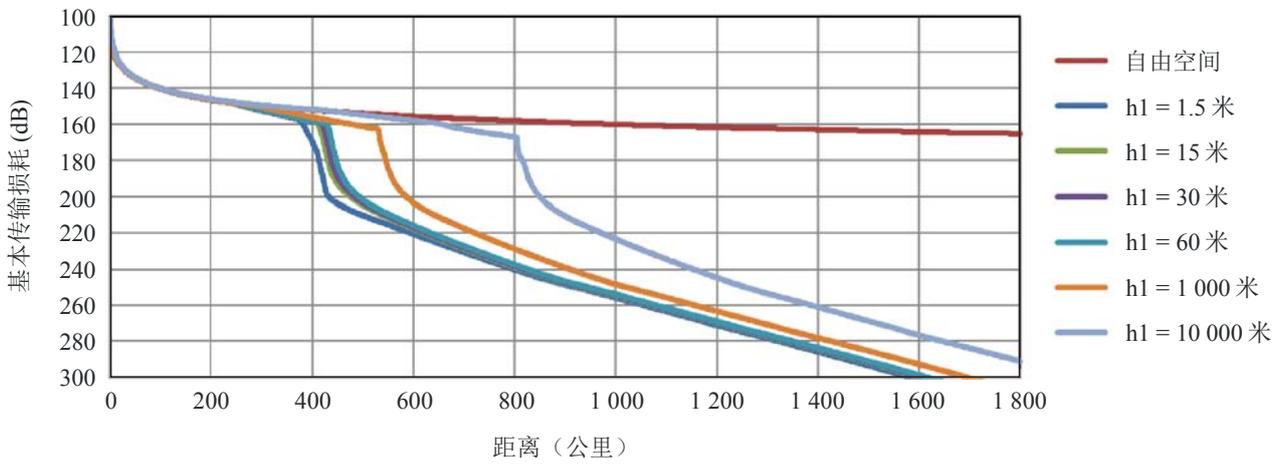
c)  $h_2 = 20000$  米

图 5-4

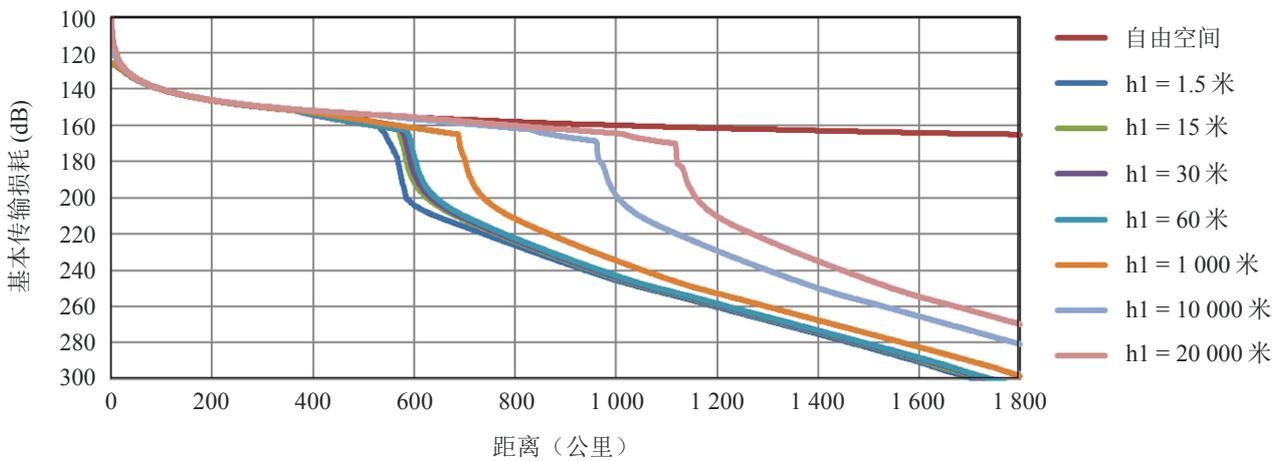
频率为2400 MHz、50%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



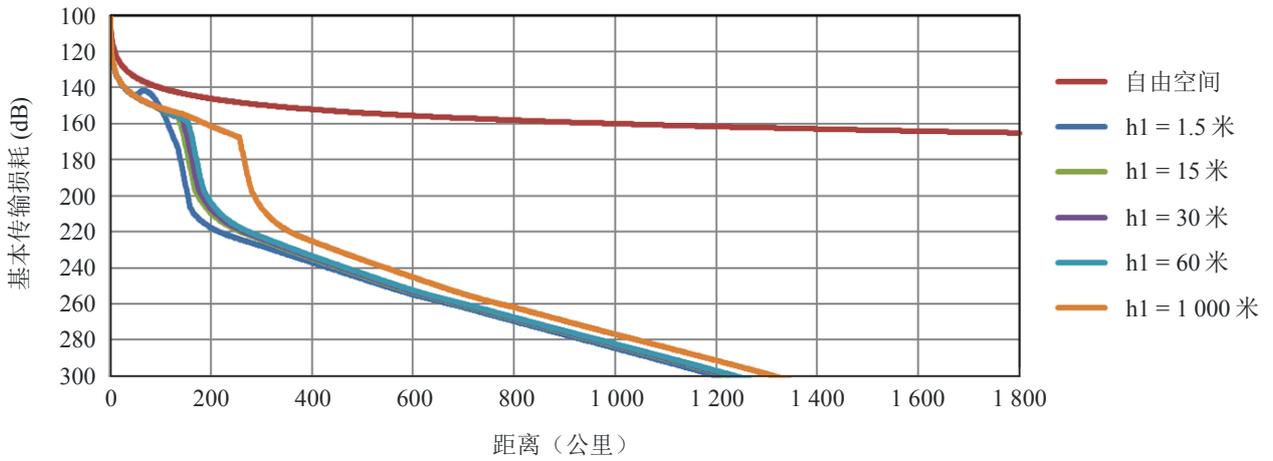
b)  $h_2 = 10000$  米



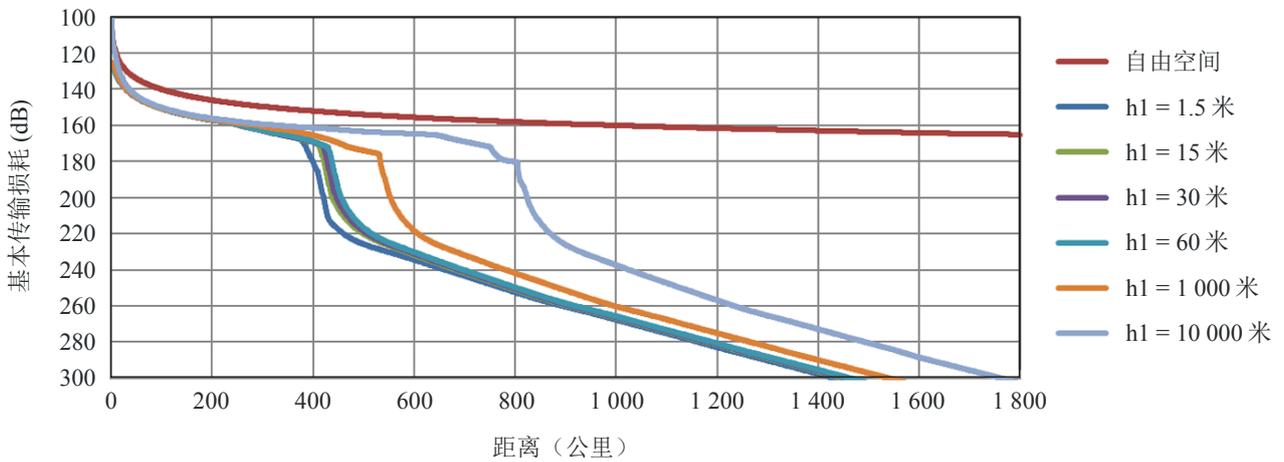
c)  $h_2 = 20000$  米

图 5-5

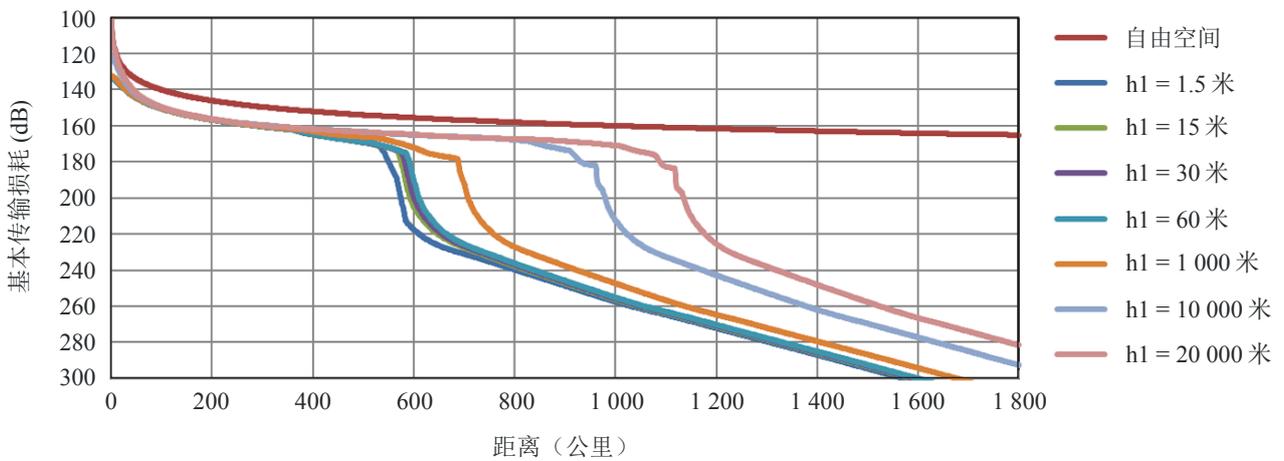
频率为2400 MHz、95%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



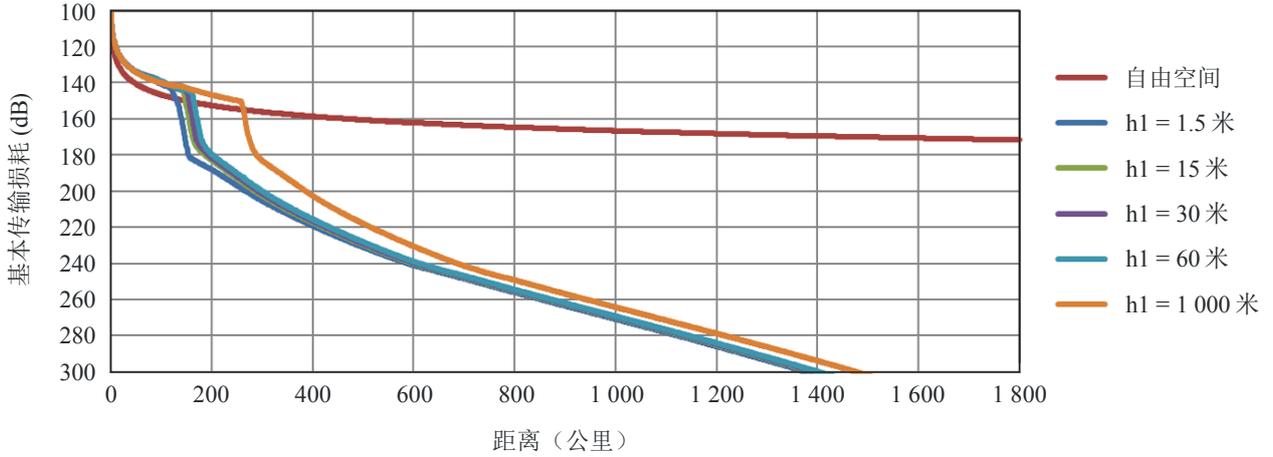
b)  $h_2 = 10000$  米



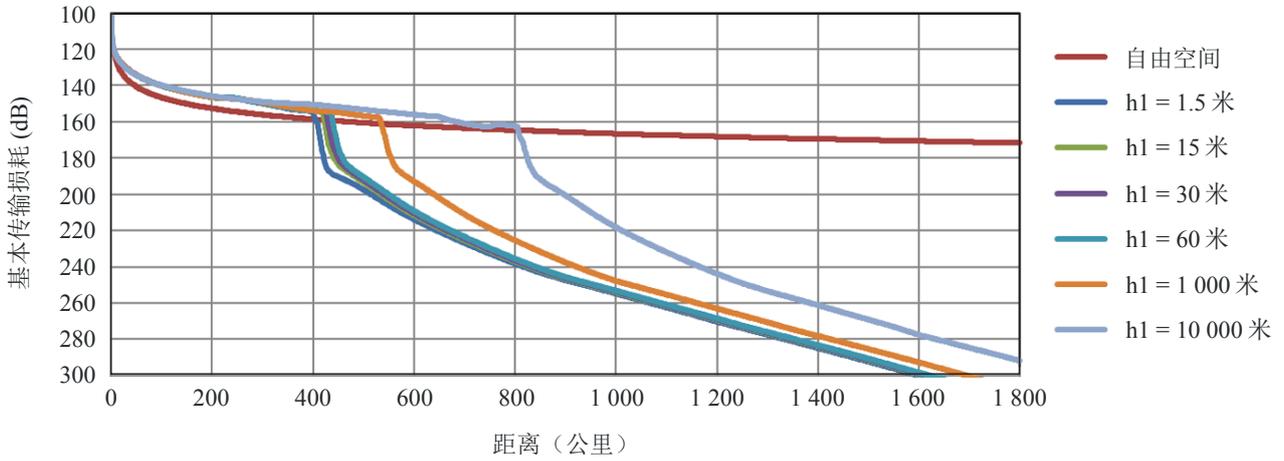
c)  $h_2 = 20000$  米

图 6-1

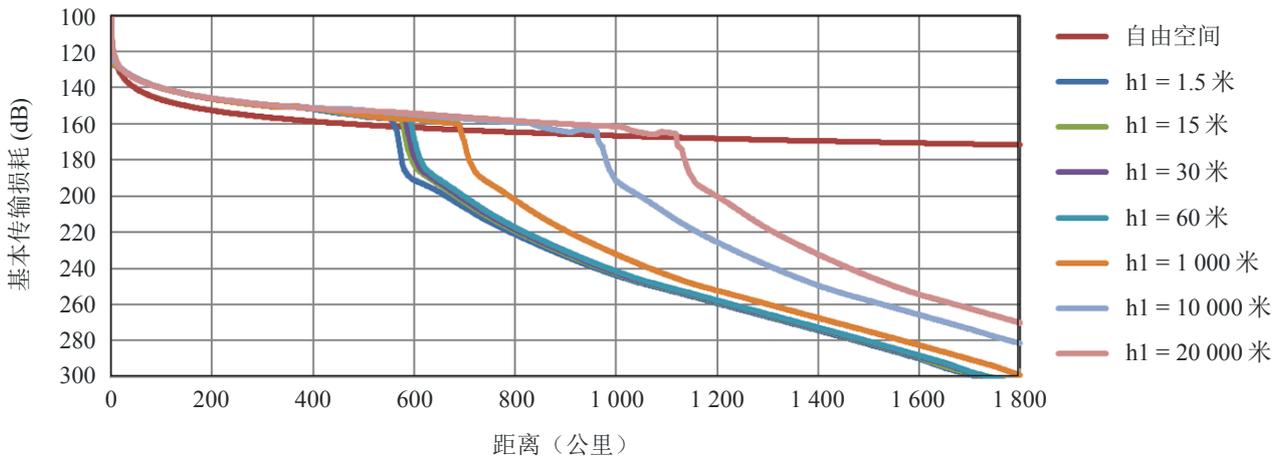
频率为5100 MHz、1%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a) h2 = 1000 米



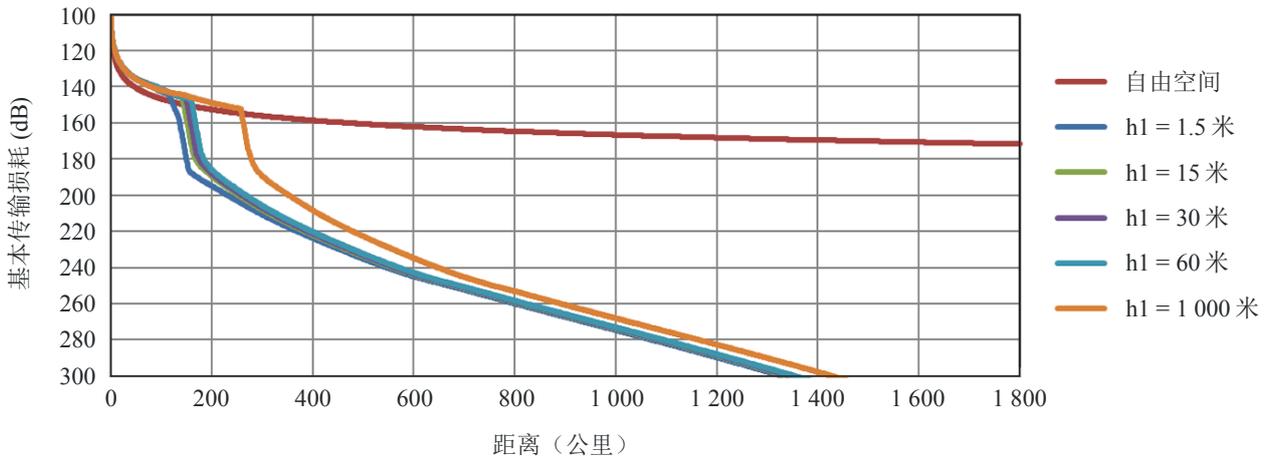
b) h2 = 10000 米



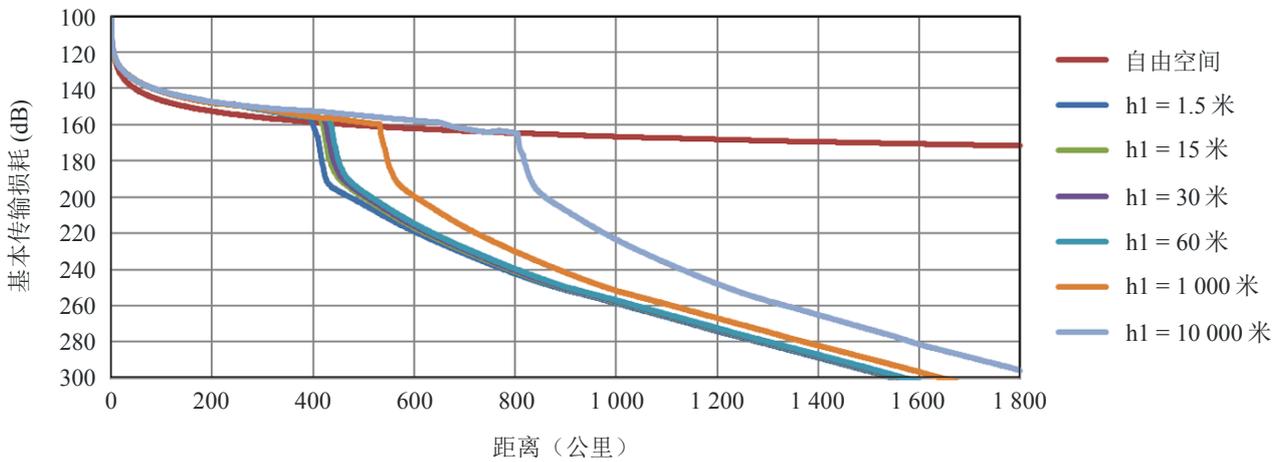
c) h2 = 20000 米

图 6-2

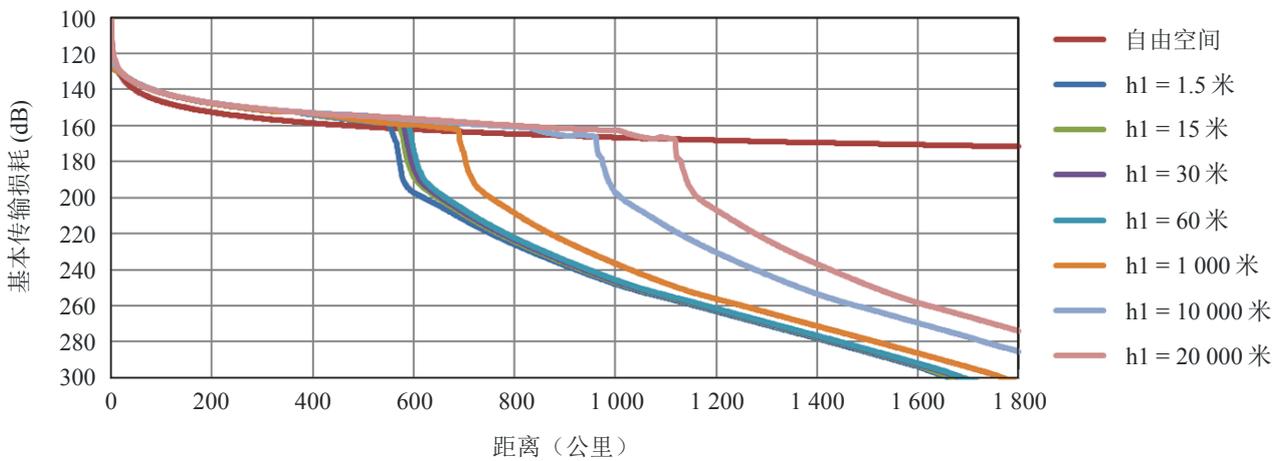
频率为5100 MHz、5%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



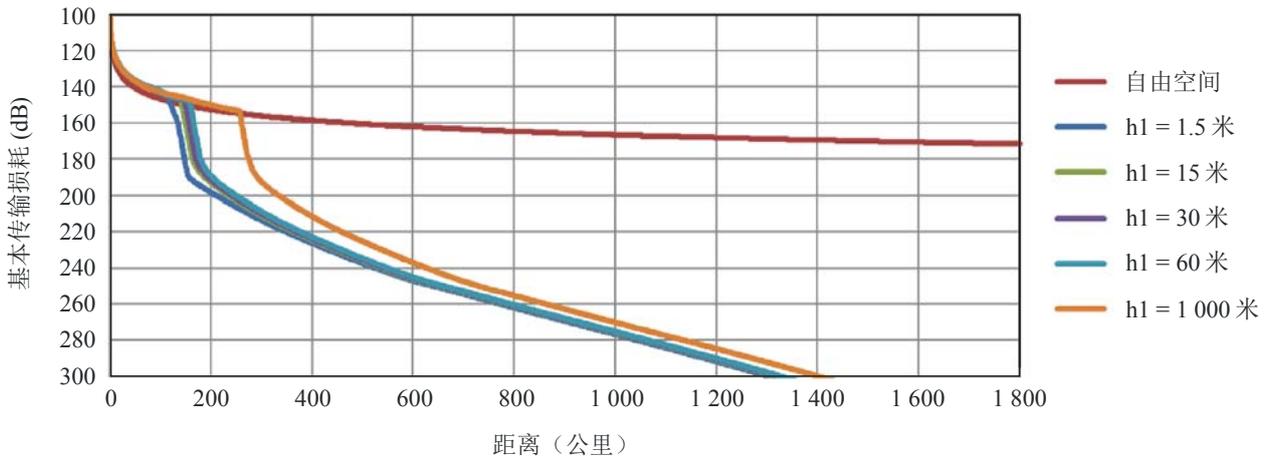
b)  $h_2 = 10000$  米



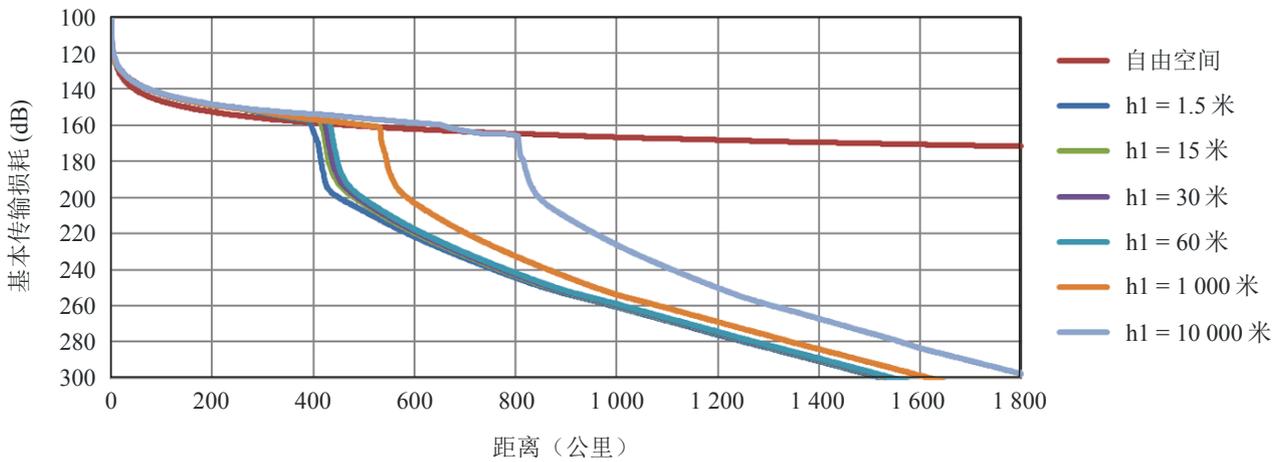
c)  $h_2 = 20000$  米

图 6-3

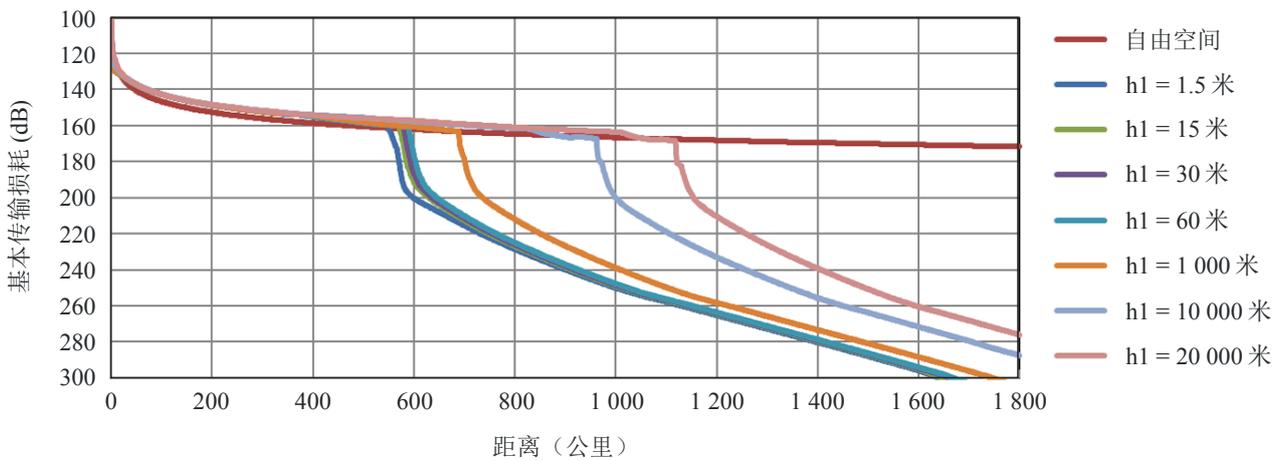
频率为5100 MHz、10%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a) h2 = 1 000 米



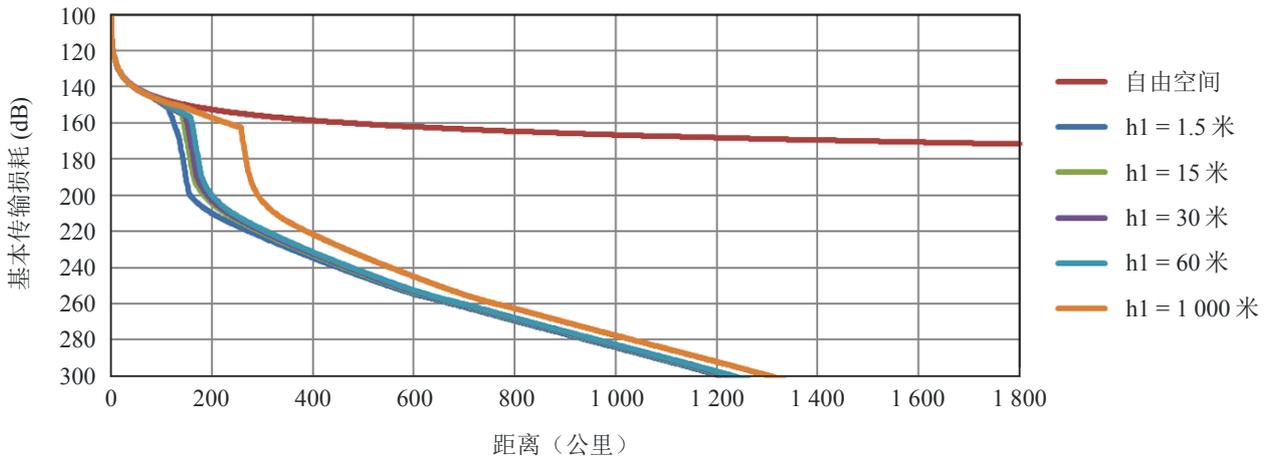
b) h2 = 10 000 米



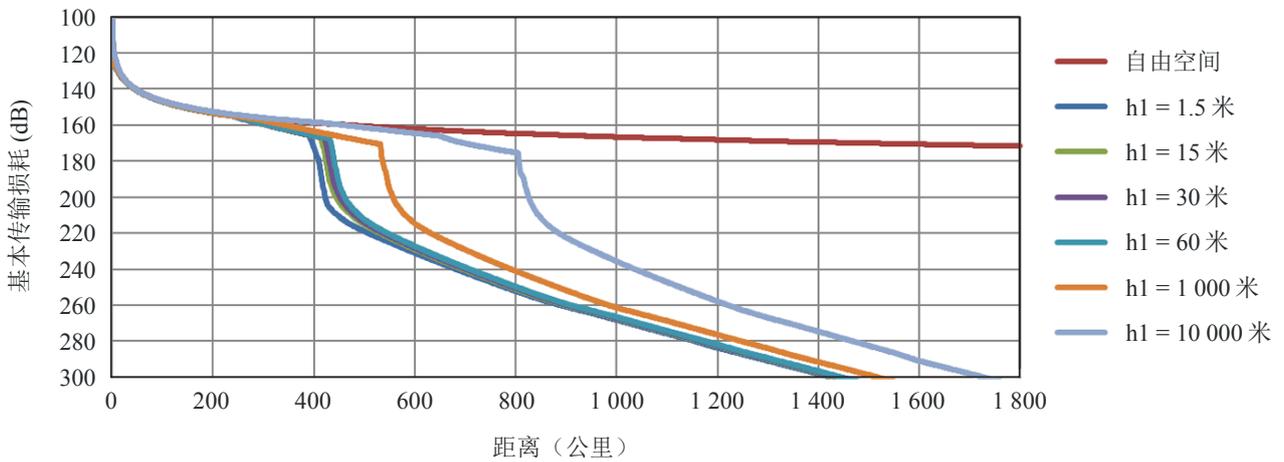
c) h2 = 20 000 米

图 6-4

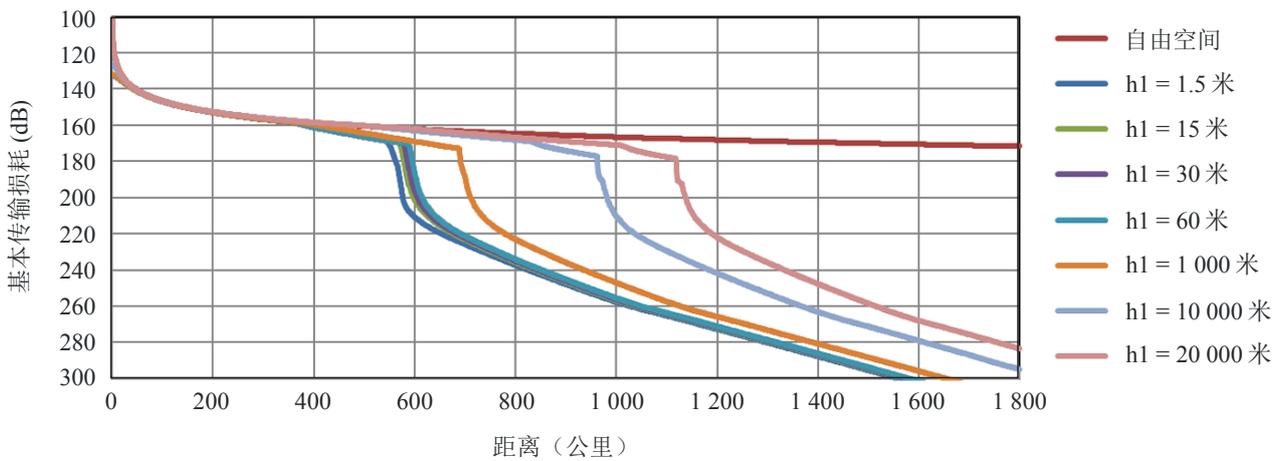
频率为5100 MHz、50%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



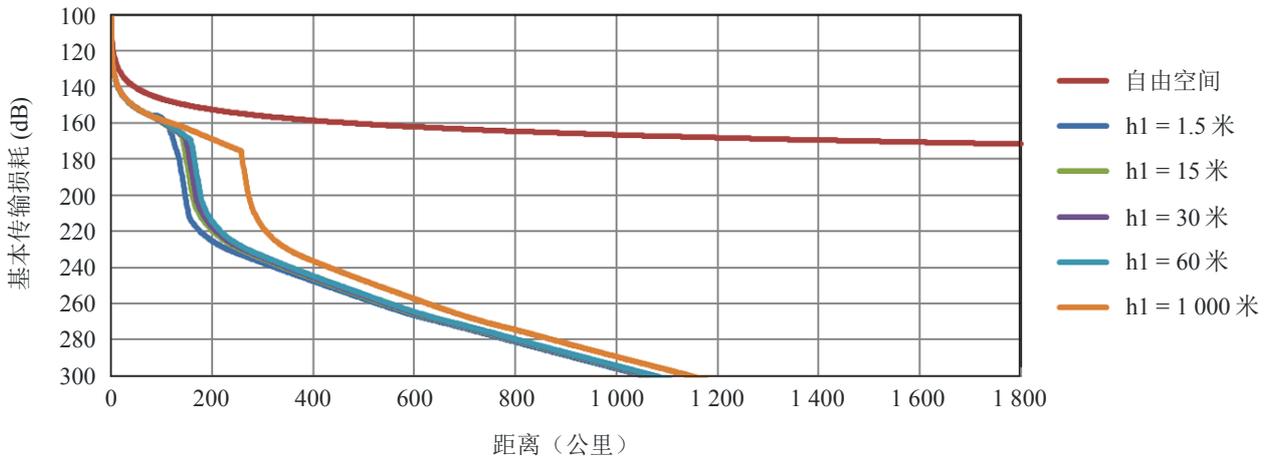
b)  $h_2 = 10000$  米



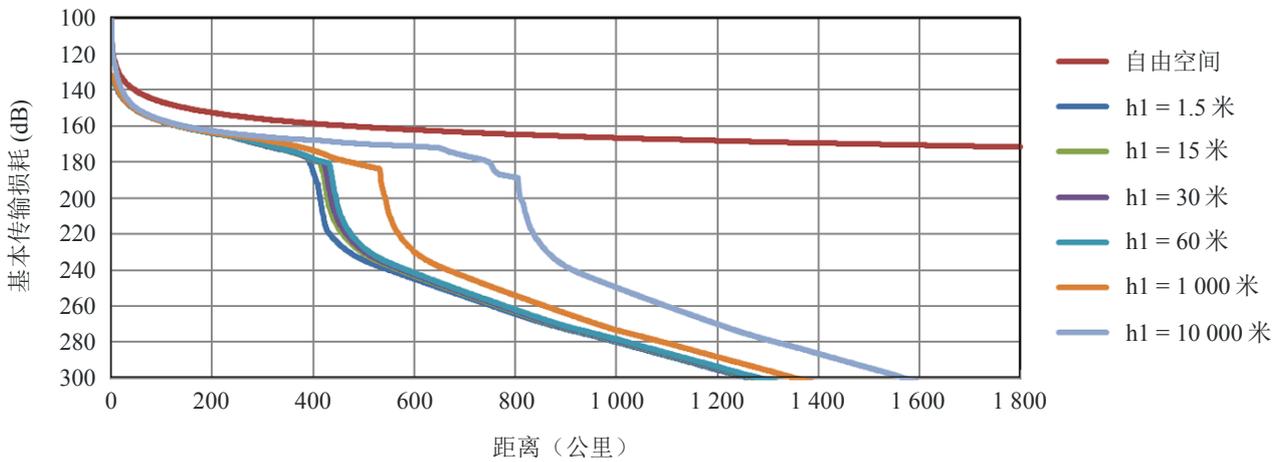
c)  $h_2 = 20000$  米

图 6-5

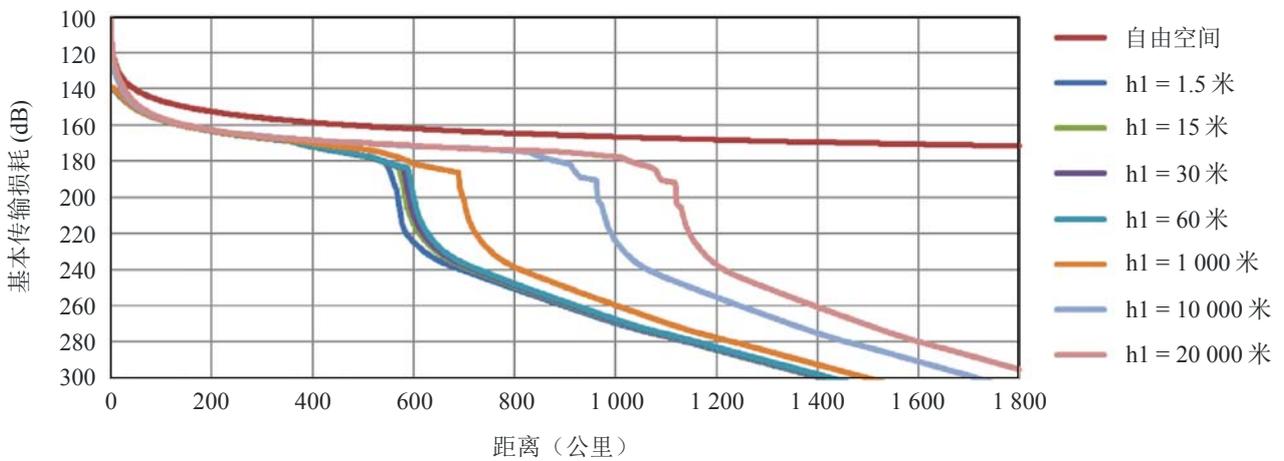
频率为5100 MHz、95%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a) h2 = 1 000 米



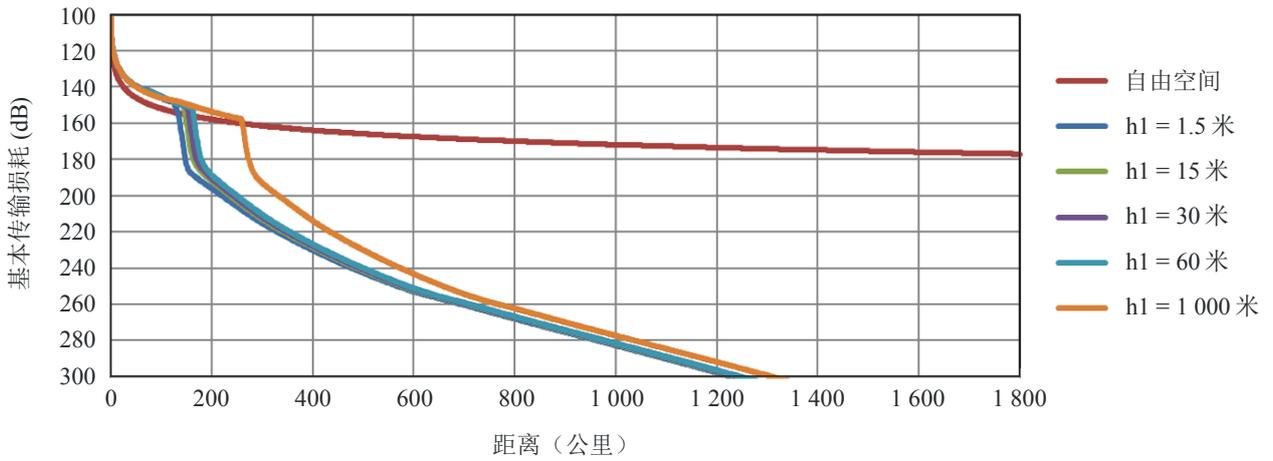
b) h2 = 10 000 米



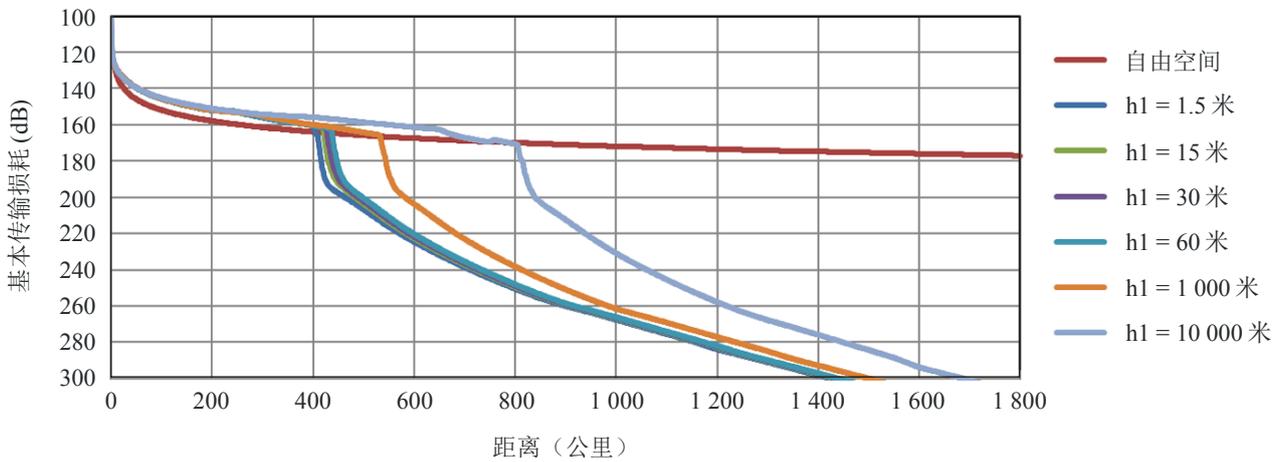
c) h2 = 20 000 米

图 7-1

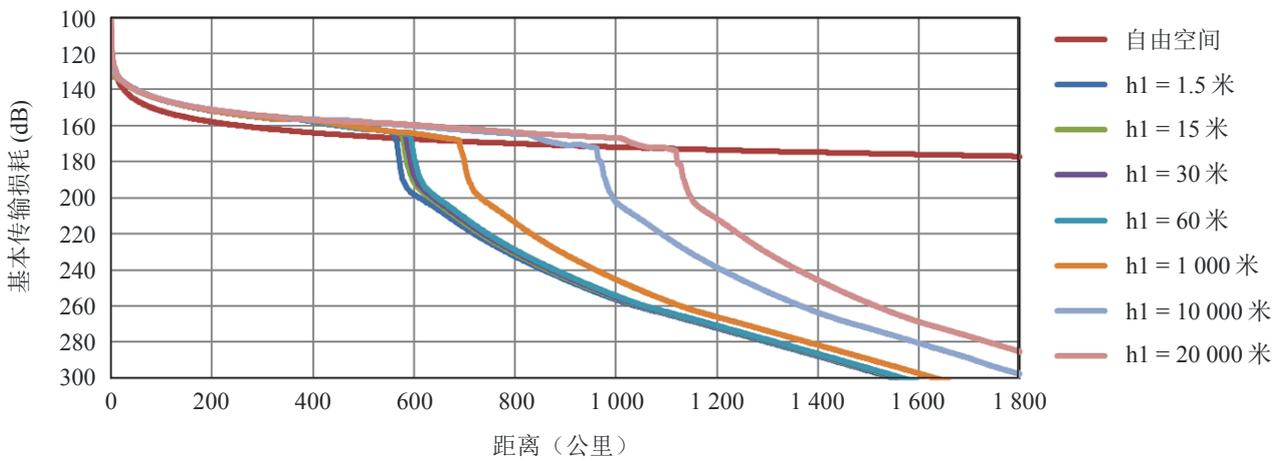
频率为9400 MHz、1%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



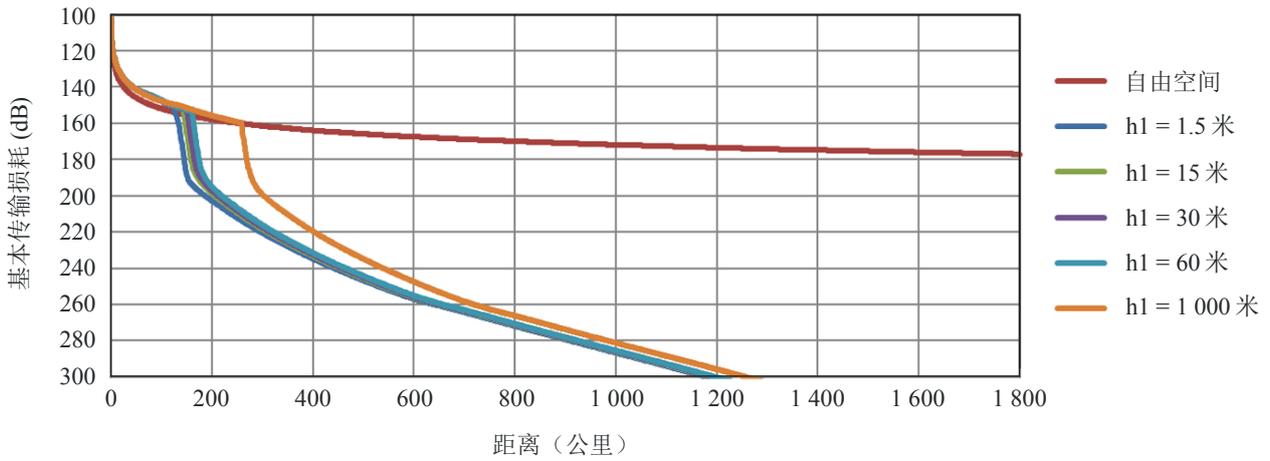
b)  $h_2 = 10000$  米



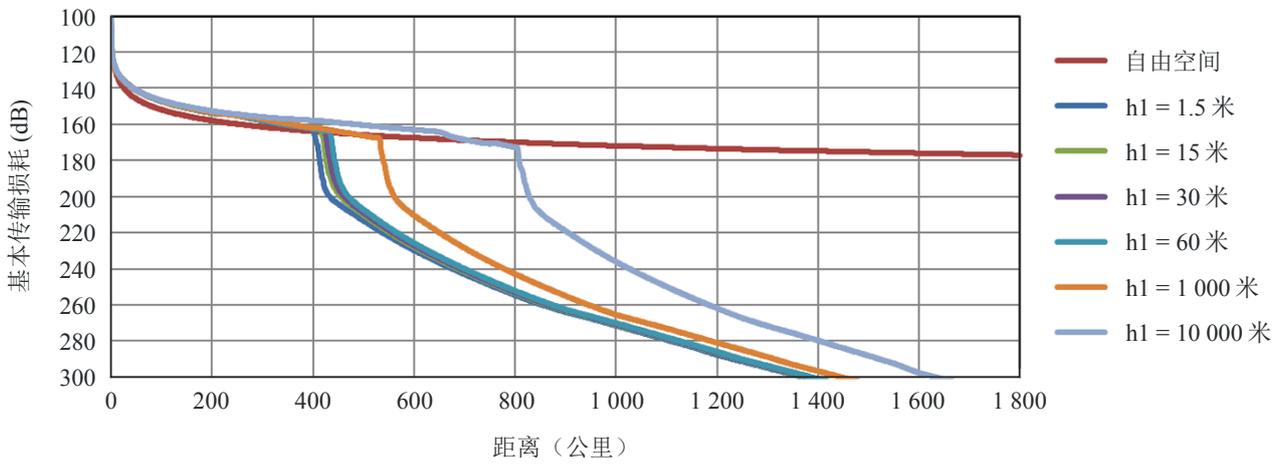
c)  $h_2 = 20000$  米

图 7-2

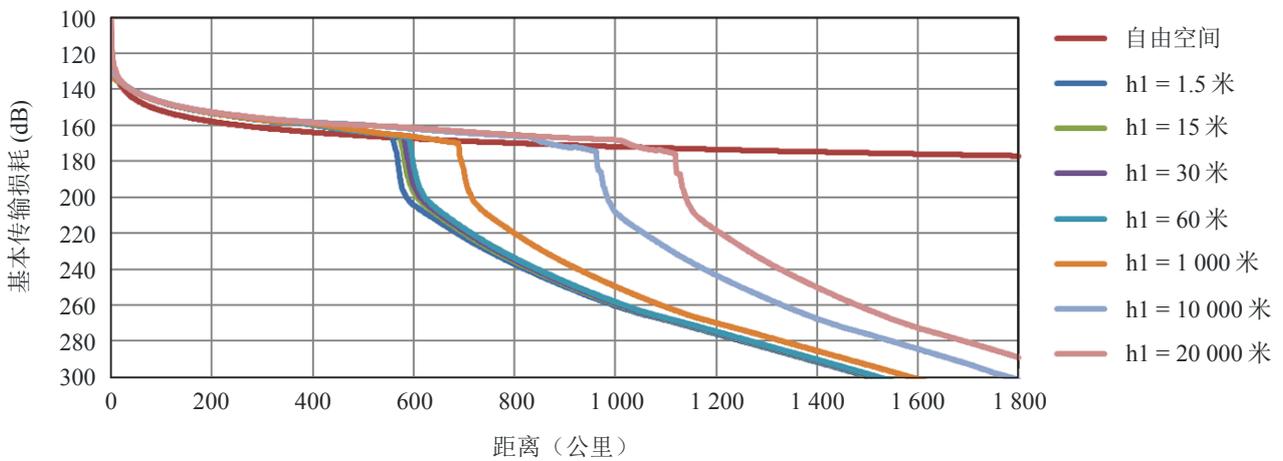
频率为9400 MHz、5%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



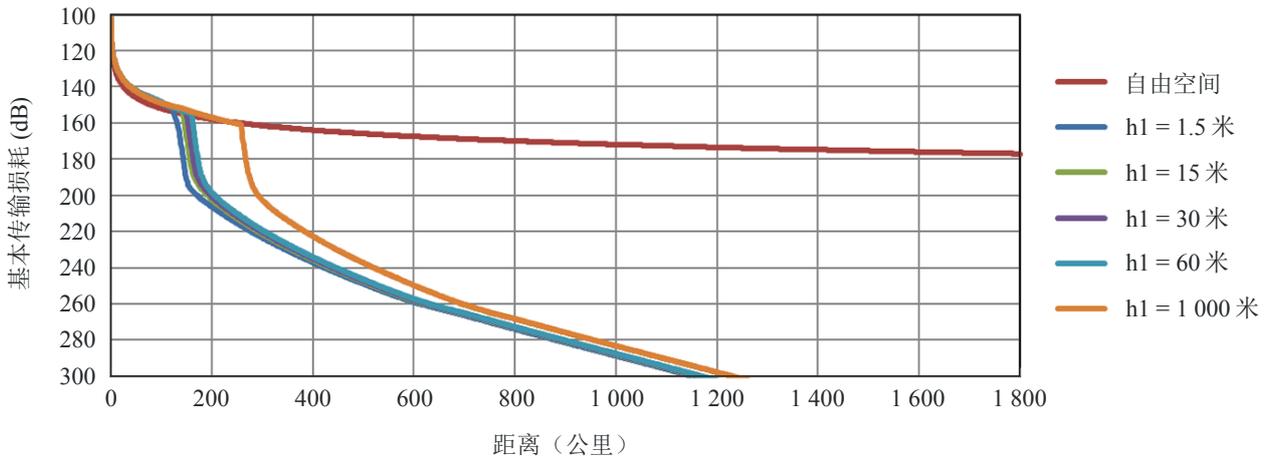
b)  $h_2 = 10000$  米



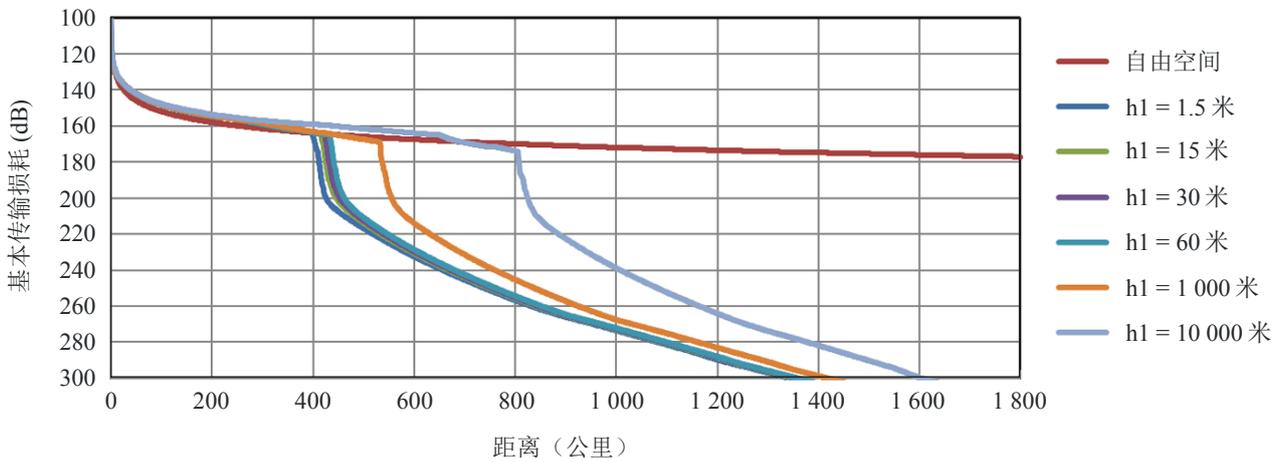
c)  $h_2 = 20000$  米

图 7-3

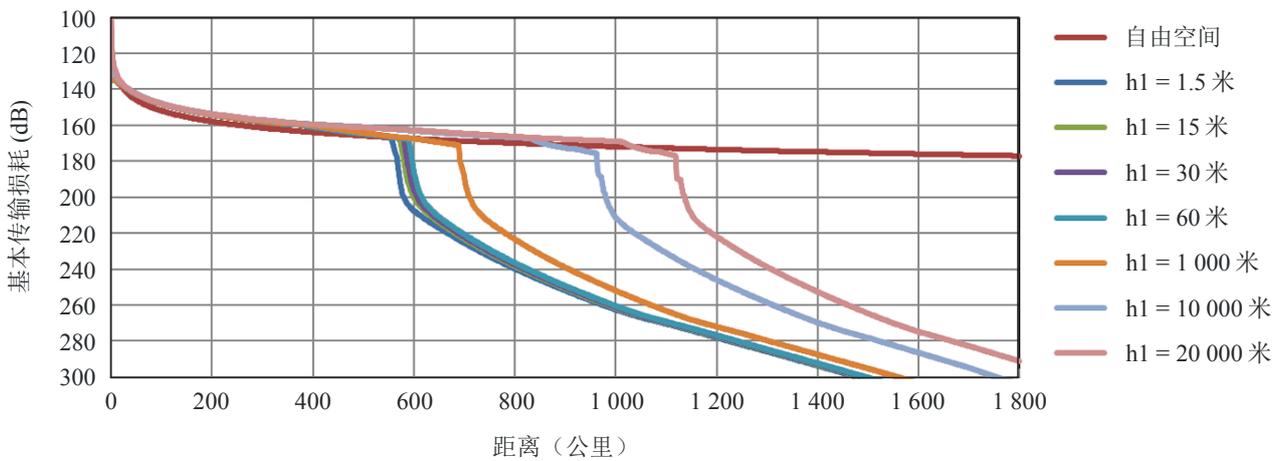
频率为9400 MHz、10%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



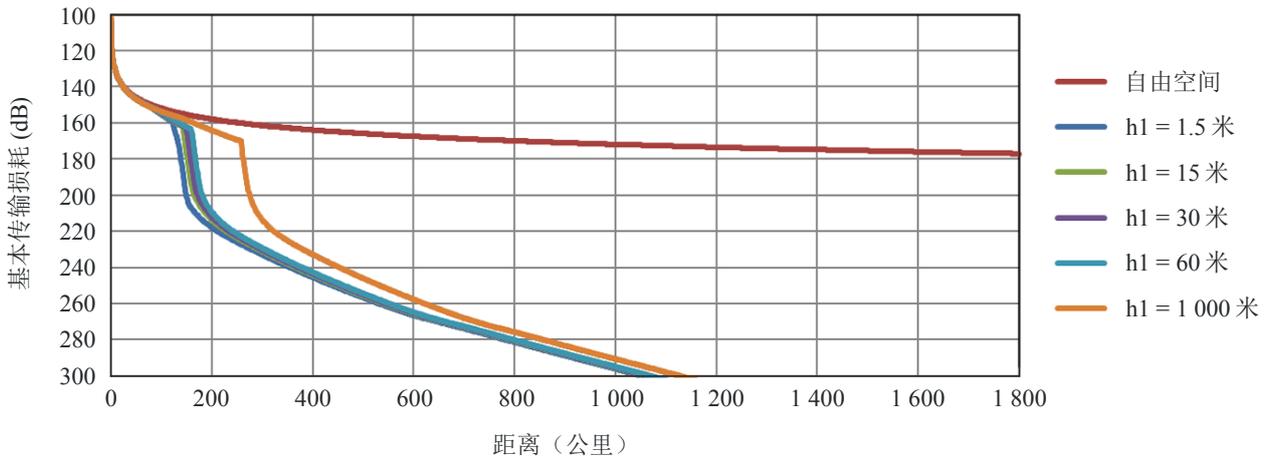
b)  $h_2 = 10000$  米



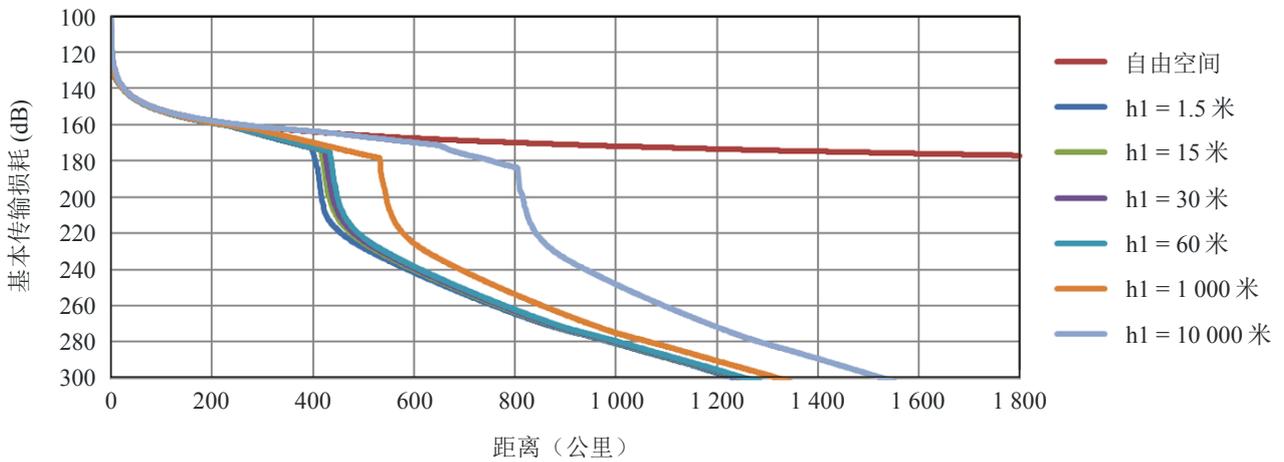
c)  $h_2 = 20000$  米

图 7-4

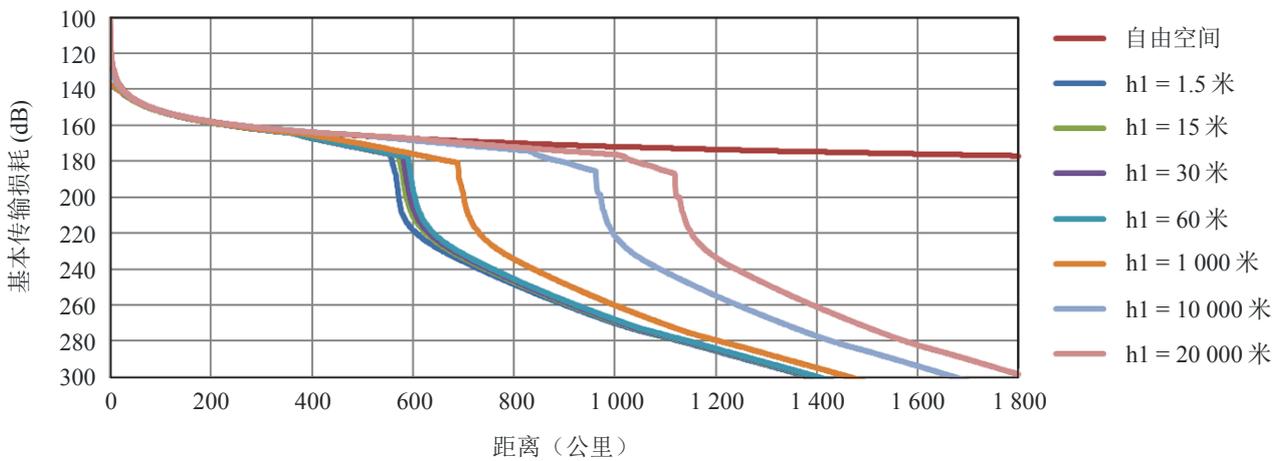
频率为9400 MHz、50%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



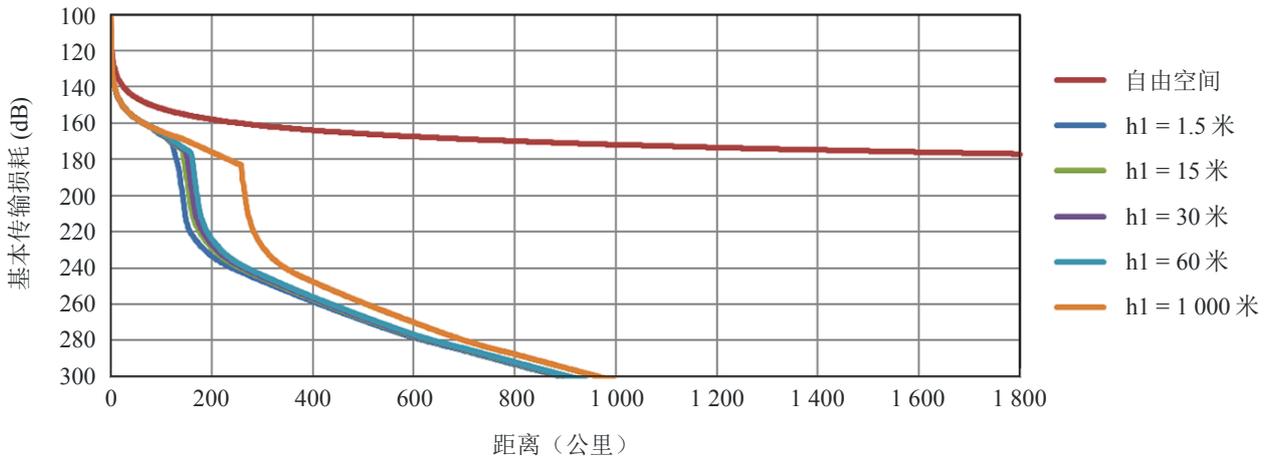
b)  $h_2 = 10000$  米



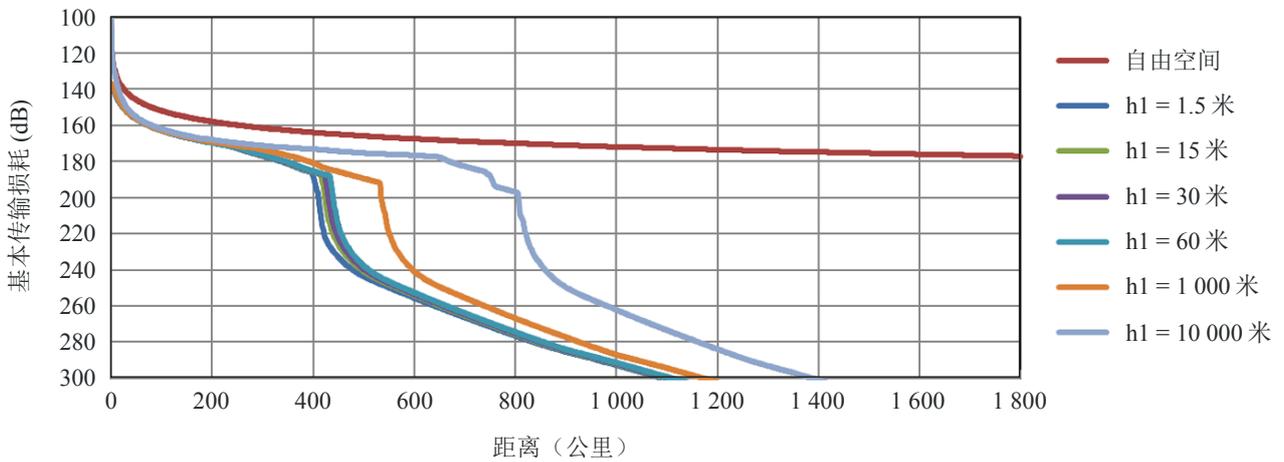
c)  $h_2 = 20000$  米

图 7-5

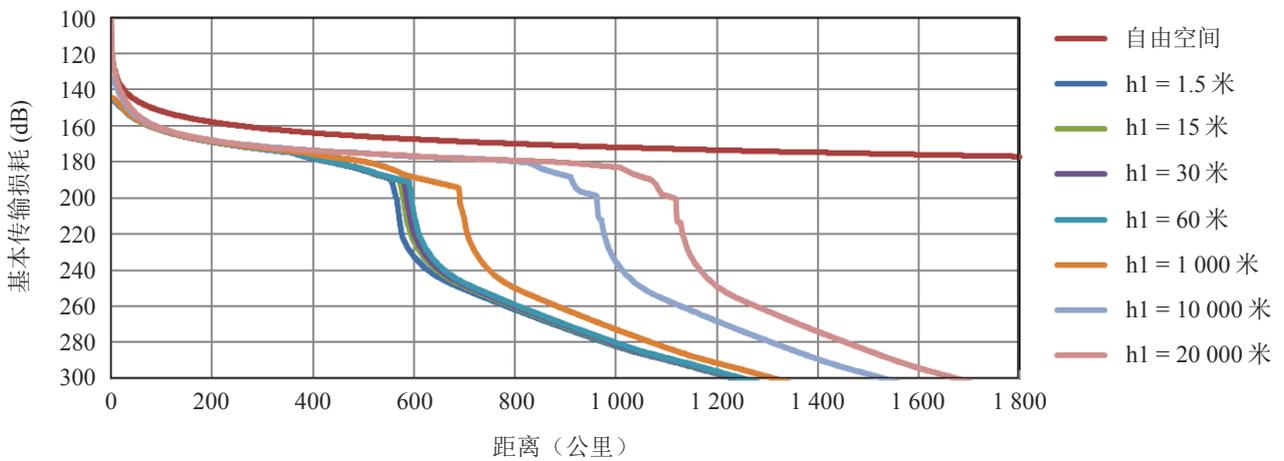
频率为9400 MHz、95%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



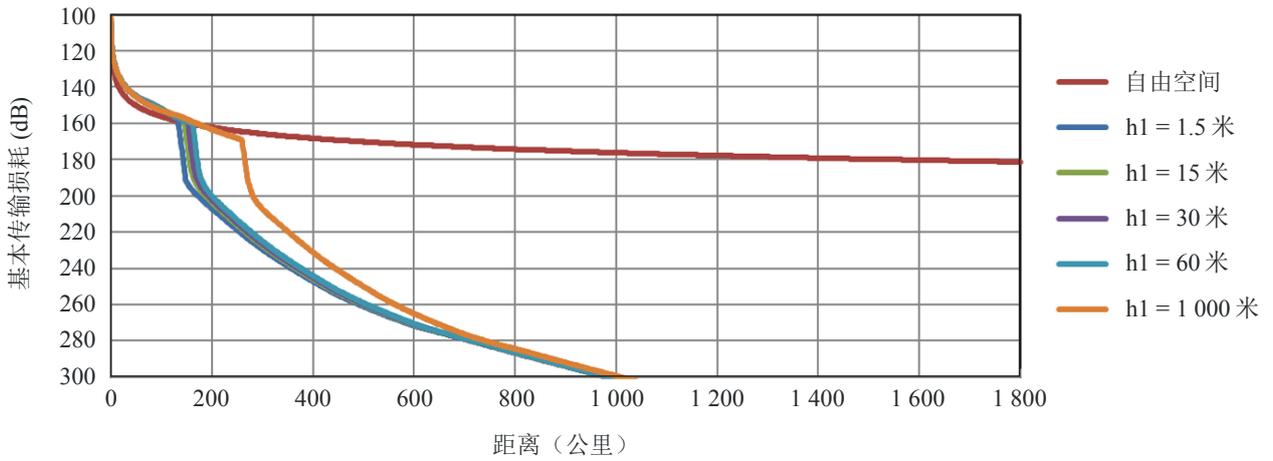
b)  $h_2 = 10000$  米



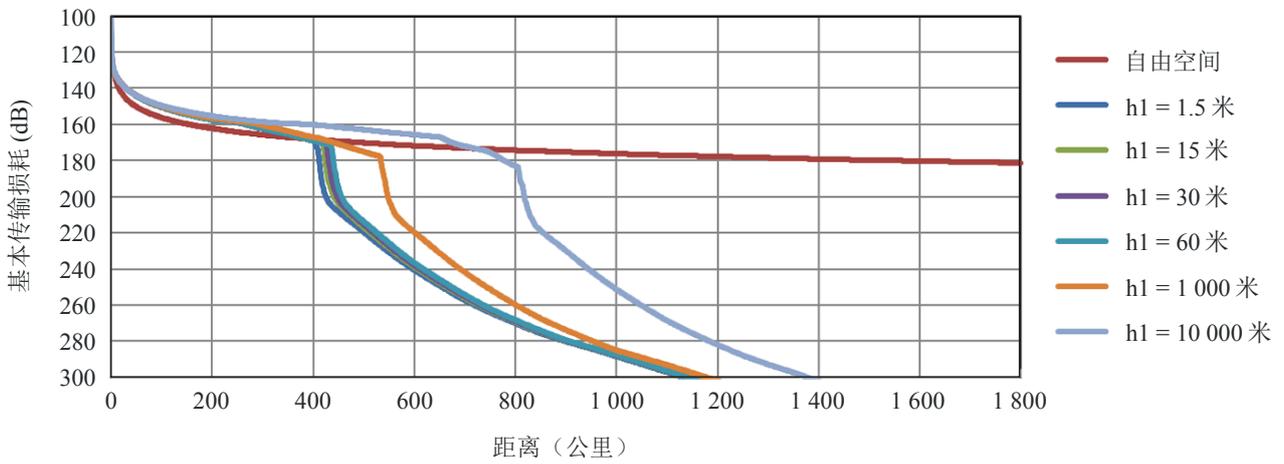
c)  $h_2 = 20000$  米

图 8-1

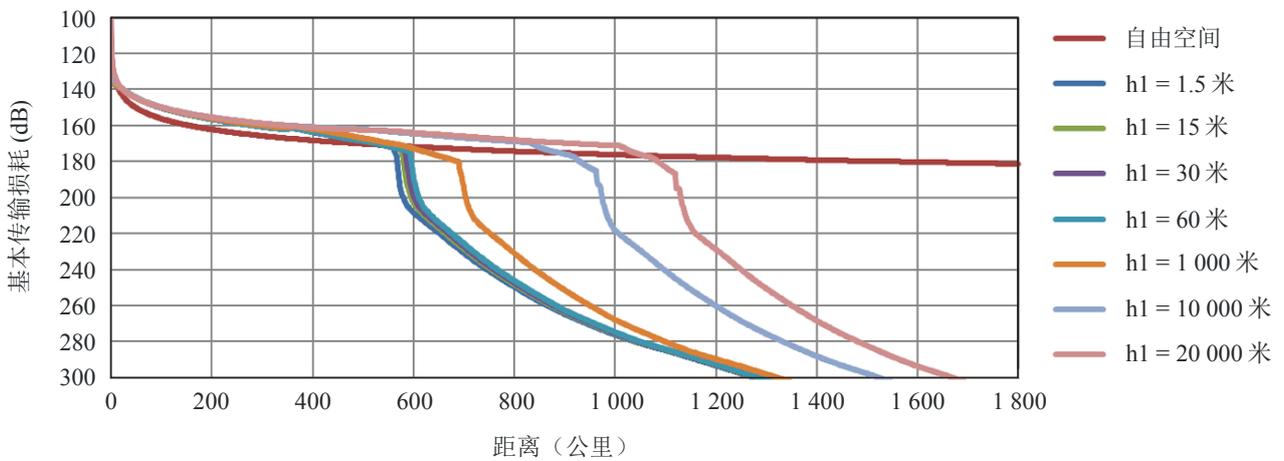
频率为15 500 MHz、1%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a) h2 = 1 000 米



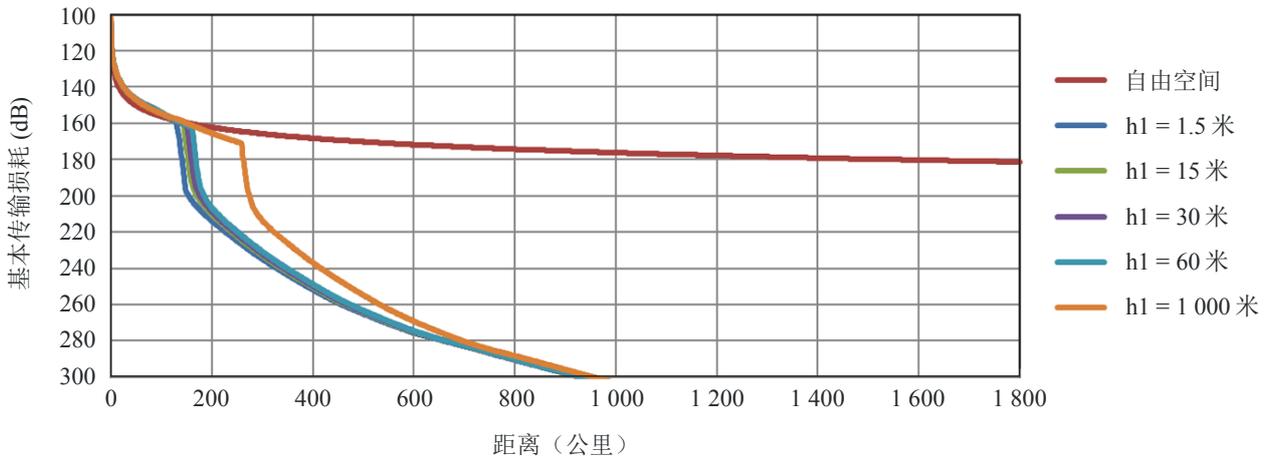
b) h2 = 10 000 米



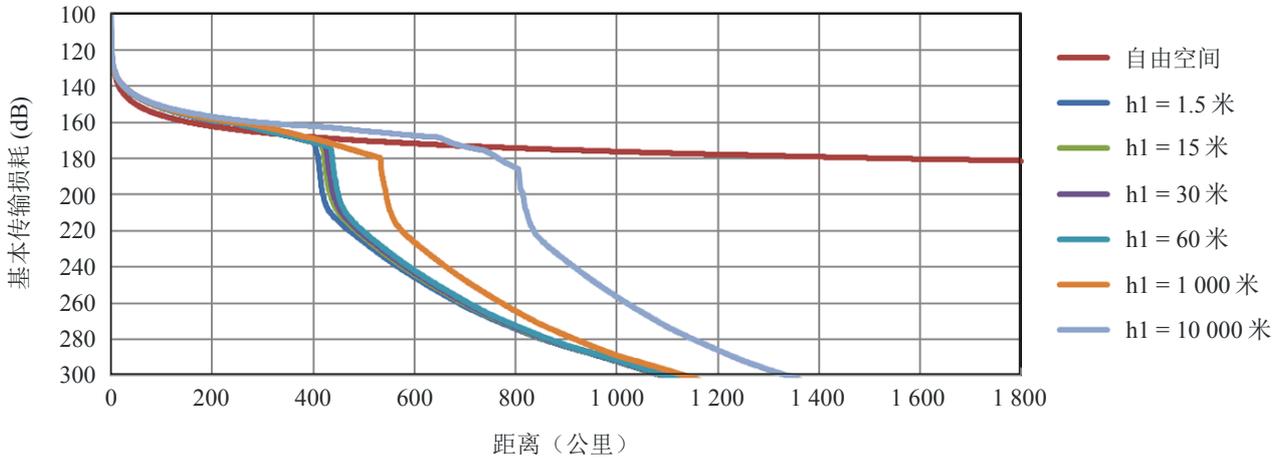
c) h2 = 20 000 米

图 8-2

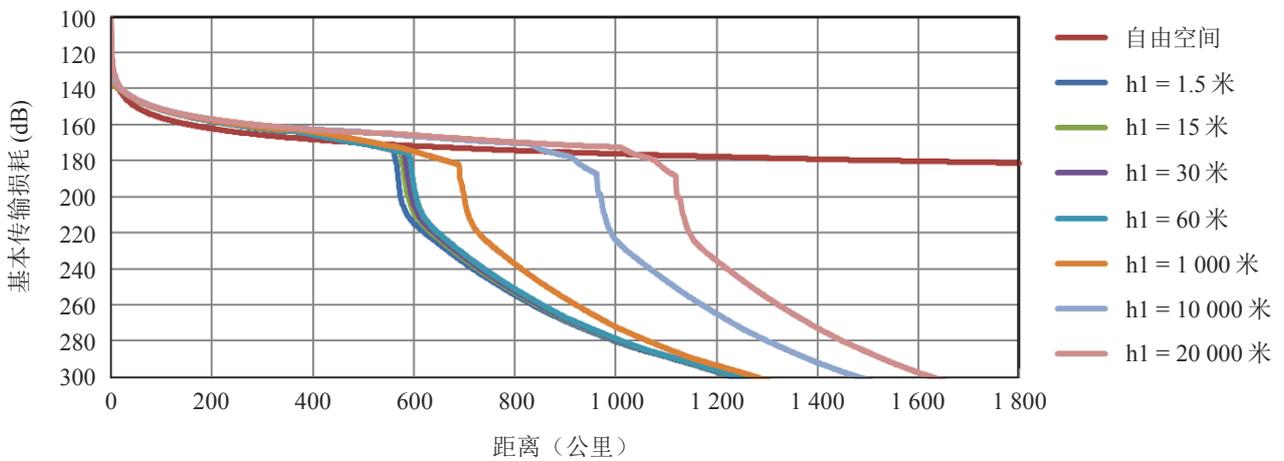
频率为15 500 MHz、5%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



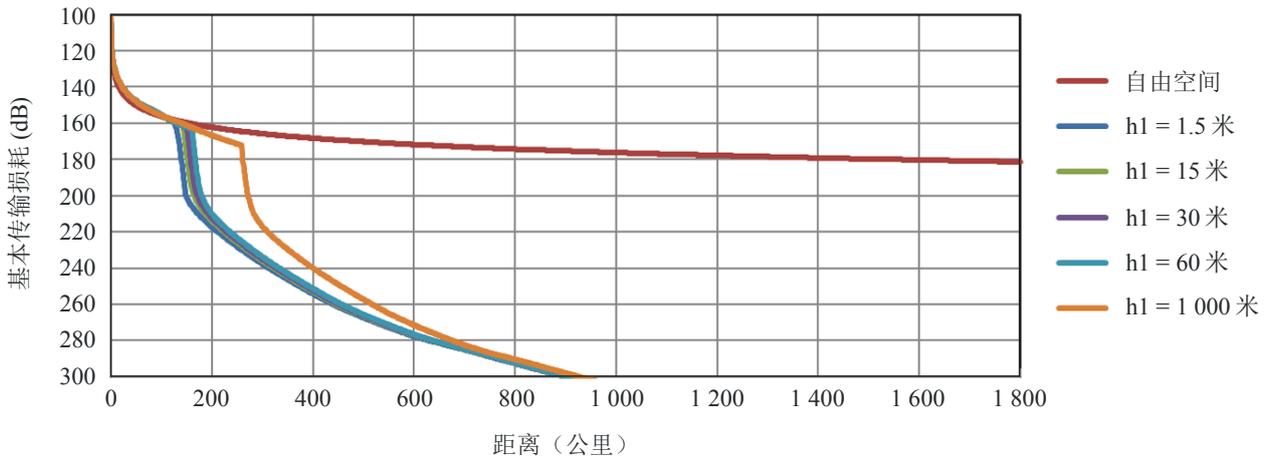
b)  $h_2 = 10000$  米



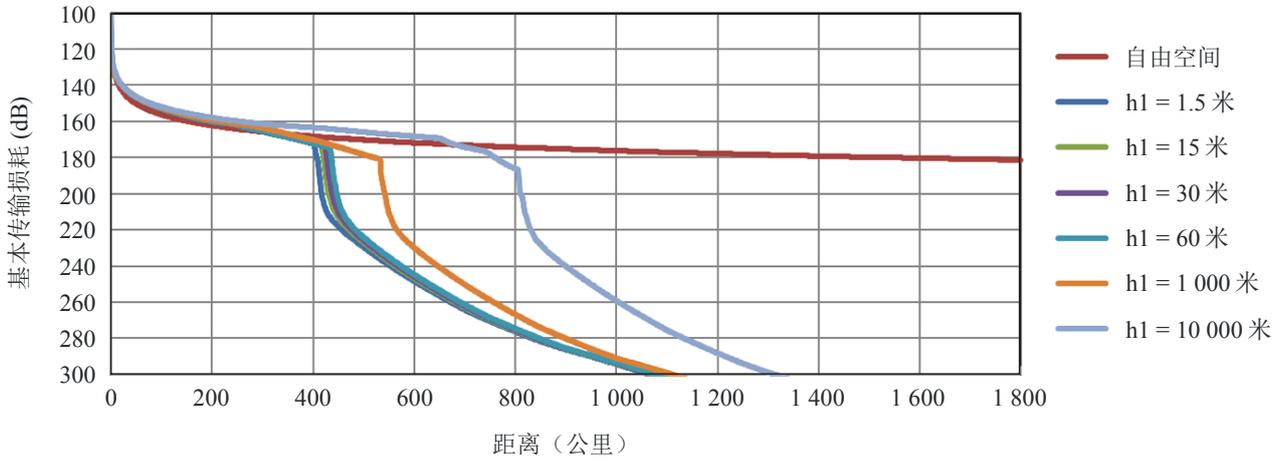
c)  $h_2 = 20000$  米

图 8-3

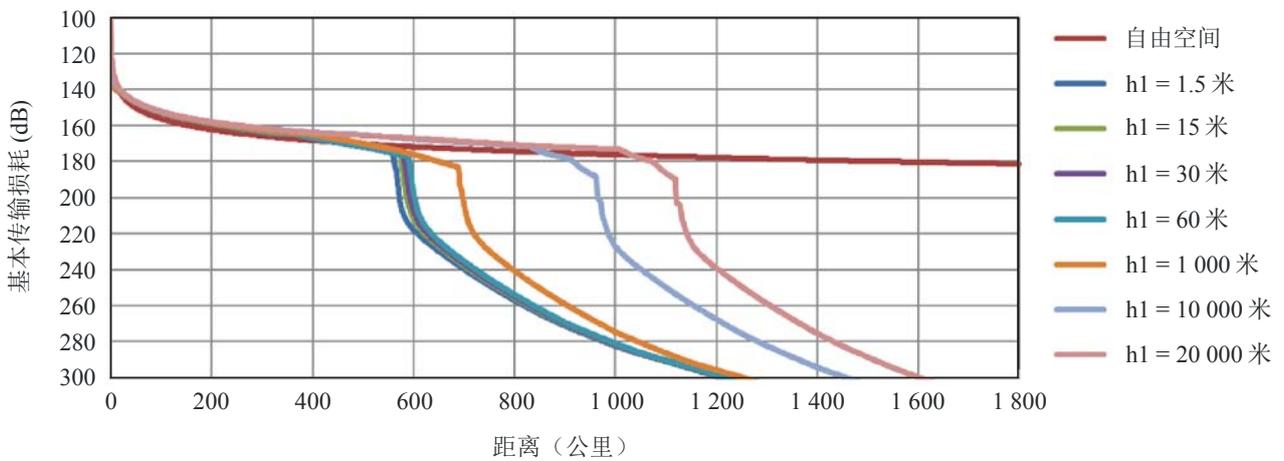
频率为15 500 MHz、10%的时间、 $h_1$ 值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



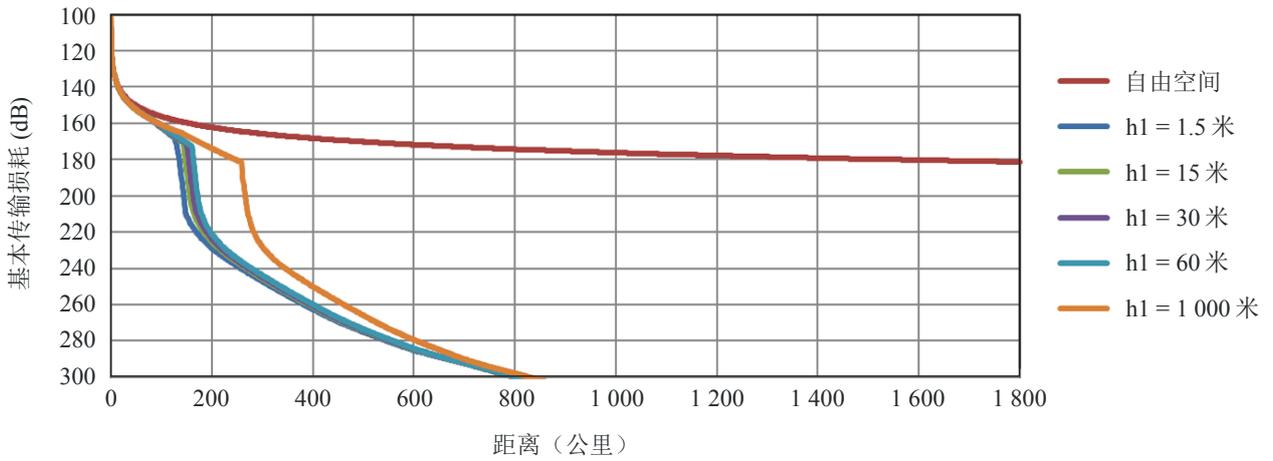
b)  $h_2 = 10000$  米



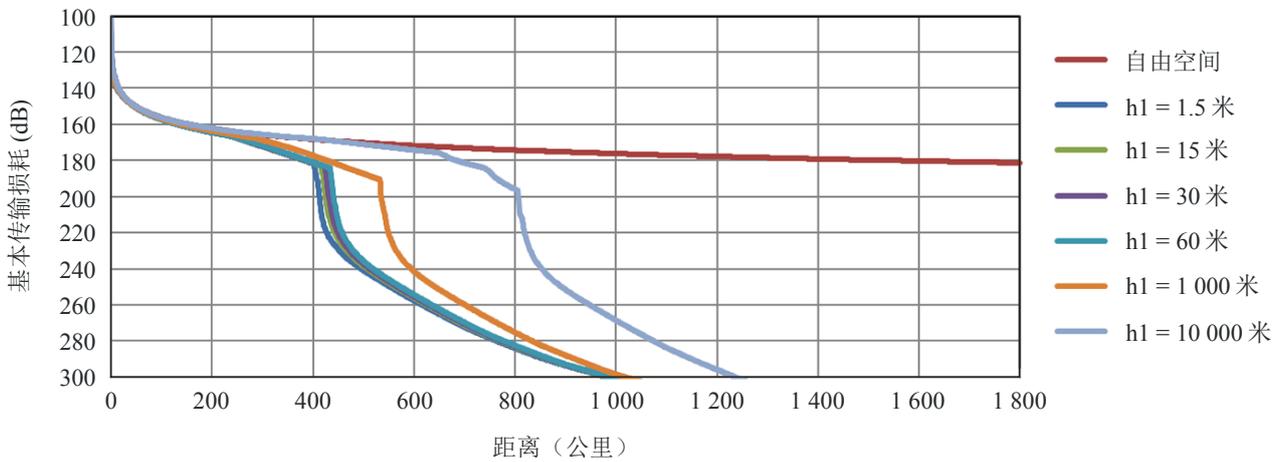
c)  $h_2 = 20000$  米

图 8-4

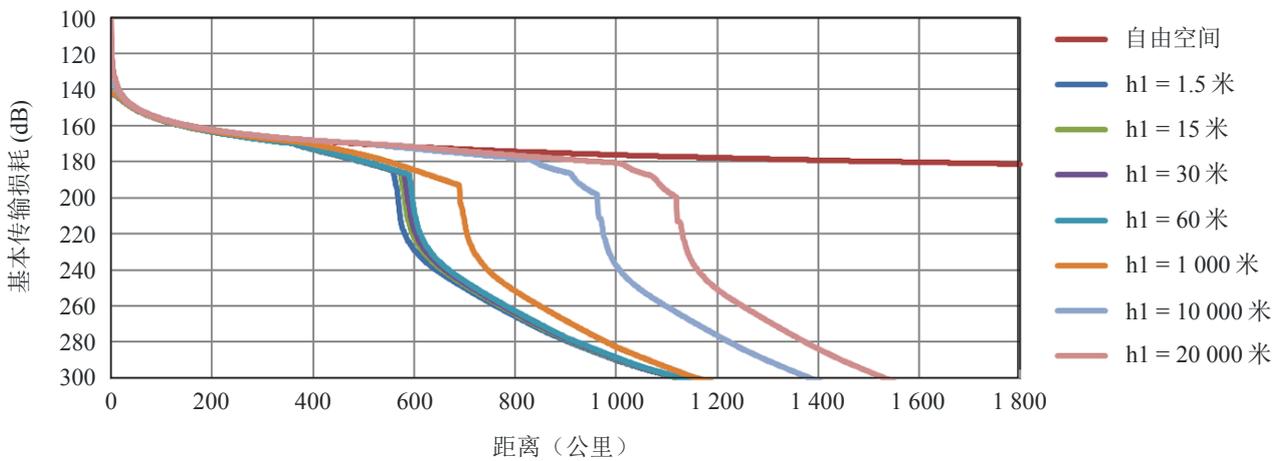
频率为15 500 MHz、50%的时间、 $h_1$ 值时的基本传输损耗曲线集



a)  $h_2 = 1000$  米



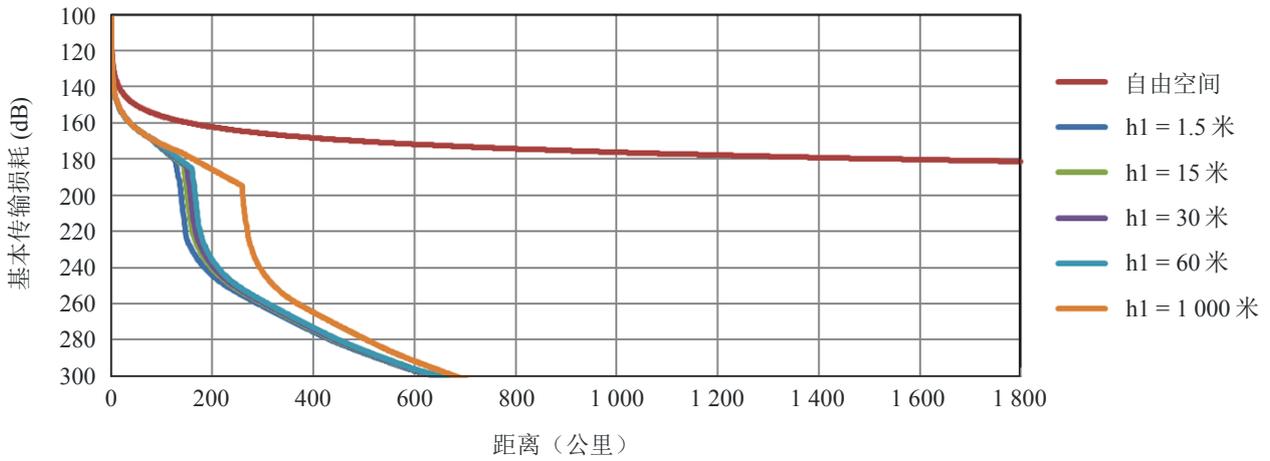
b)  $h_2 = 10000$  米



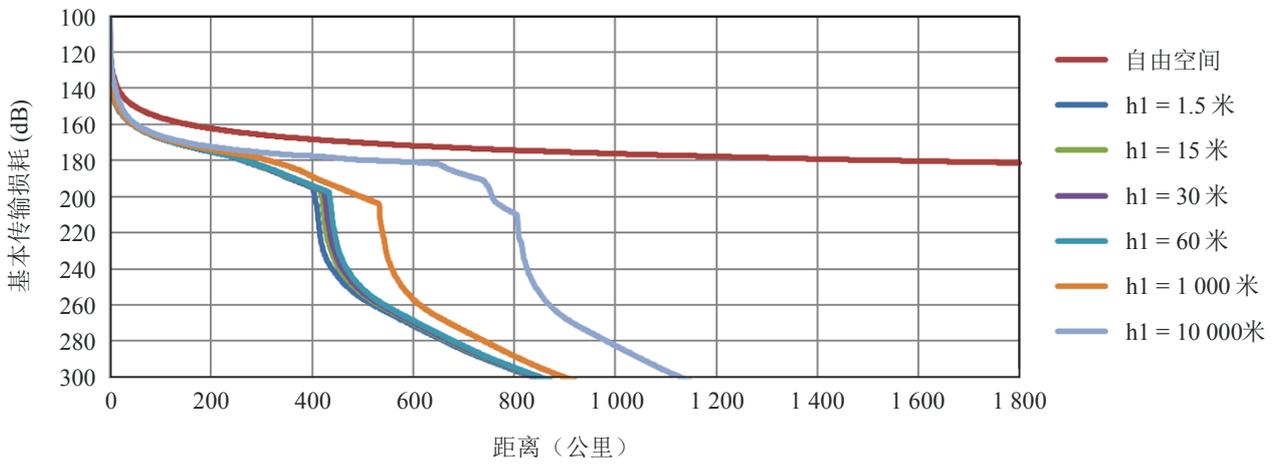
c)  $h_2 = 20000$  米

图 8-5

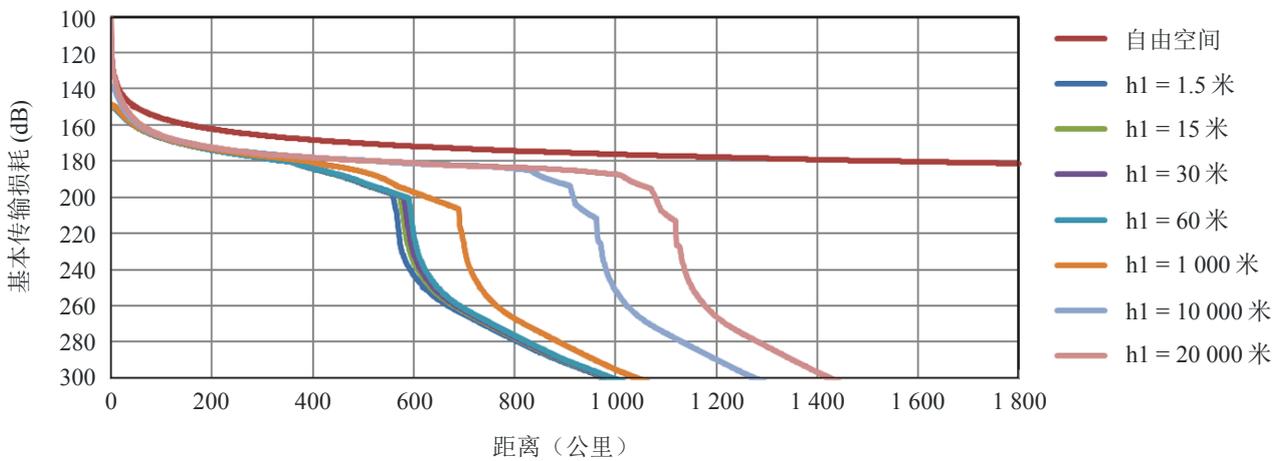
频率为15 500 MHz、95%的时间、h1值时的基本传输损耗曲线集



a) h2 = 1 000 米



b) h2 = 10 000 米



c) h2 = 20 000 米

## 附件 4

### 实验结果

1982年11月以及1983年的4月和6月在日本进行了930 MHz空对地路径的传播测试。根据测试结果，视距传输损耗与自由空间值相当吻合。在10000米高度根据测量结果计算得出的视距距离小于附件3曲线所蕴含的距离。

---