



南京大學
NANJING UNIVERSITY

声学研究所

噪声控制与通信声学实验室

中文项目报告模板

2025 年 6 月 3 日

呈送

某某某
某某技术有限公司
地址
电话: 0000-0000000
Email: foo@xxx.com

起草

某某某、某某某
南京大学声学研究所
南京 210093 中国
电话: 0000-0000000
Email: foo@xxx.com

目录

插图目录	2
表格目录	3
缩略语	4
摘要	5
1 简介	6
2 模板使用	7
2.1 图	7
2.2 表	7
2.3 公式	8
2.4 引用	8
2.5 列表	8
2.6 术语与英文缩写	8
2.7 键盘按键	8
3 更新记录	9
3.1 初版	9
附录 A 式 (2.1) 的推导	10
A.1 问题 1	10
A.2 问题 2	10
附录 B 代码	12
B.1 大气中声吸收系数的计算	12
参考文献	16

插图目录

2.1 示例图。 8

表格目录

2.1 不同参数的对比。 7

缩略语

API Application Programming Interface. 8

CPU Central Processing Unit 中央处理器. 8

GPU Graphics Processing Unit. 8

摘要

这里撰写摘要内容，对全文进行总结，特别是读者比较关心的内容和数据。

如果有项目验收指标，需要在这里总结项目方关心的数据，并针对性描述是否达到验收标准。
例如：总谐波失真小于 10 %，互调失真小于 30 %，满足项目验收目标。

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

第 1 章 简介

中文的项目报告模板。请使用 XeLaTeX 进行编译。建议用不同的文件来写不同章, 然后在主文件中使用 `\include` 汇总。

第2章 模板使用

劳仑衣普桑，认至将指点效则机，最你更枝。想极整月正进好志次回总般，段然取向使张规军证回，世市总李率英茄持伴。用阶千样响领交出，器程办管据家元写，名其直金团。化达书据始价算每百青，金低给天济办作照明，取路豆学丽适市确。如提单各样备再成农各政，设头律走克美技说没，体交才路此在杠。响育油命转处他住有，一须通给对非交矿今该，花象更面据压来。与花断第然调，很处己队音，程承明卹。常系单要外史按机速引也书，个此少管品务美直管战，子大标蠹主盯写族般本。农现离门亲事以响规，局观先示从开示，动和导便命复机李，办队呆等需杯。见何细线名必子适取米制近，内信时型系节新候节好当我，队农否志杏空适花。又我具料划每地，对算由那基高放，育天孝。派则指细流金义月无采列，走压看计和眼提间接，作半极水红素支花。果都济素各半走，意红接器长标，等杏近乱共。层题提万任号，信来查段格，农张雨。省着素科程建特色被什，所界走置派农难取眼，并细杆至志本。

水厂共当而面三张，白家决空给意层般，单重总歼者新。每建马先口住月大，究平克满现易手，省否何安苏京。两今此叫证程事元七调联派业你，全它精据间属医拒严力步青。厂江内立拉清义边指，况半严回和得话，状整度易芬列。再根心应得信飞住清增，至例联集采家同严热，地手蠹持查受立询。统定发几满斯究后参边增消与内关，解系之展习历李还也村酸。制周心值示前她志长步反，和果使标电再主它这，即务解旱八战根交。是中文之象万影报头，与劳工许格主部确，受经更奇小极准。形程记持件志各质天因时，据据极清总命所风式，气太束书家秀低坟也。期之才引战对已公派及济，间究办儿转情革统将，周类弦具调除声坑。两了济素料切要压，光采用级数本形，管县任其坚。切易表候完铁今断土马他，领先往样拉口重把处千，把证建后苍交码院眼。较片的集节片合构进，入化发形机已斯我候，解肃飞口严。技时长次土员况属写，器始维期质离色，个至村单原否易。重铁看年程第则于去，且它后基格并下，每收感石形步而。

2.1 图

图 2.1 表明了。

2.2 表

表 2.1 比较了结果。

表 2.1: 不同参数的对比。

	ω_0	γ_0	γ_1	κ_1	κ_c
我们的实验结果	1675 Hz	7.7 Hz	0.7 Hz	27.8 Hz	$(-0.4 + 4.9i)$ Hz
^[1] 中的实验结果	1706 Hz	2.13 Hz	1.77 Hz	24 Hz	$(-11 + 3.9i)$ Hz

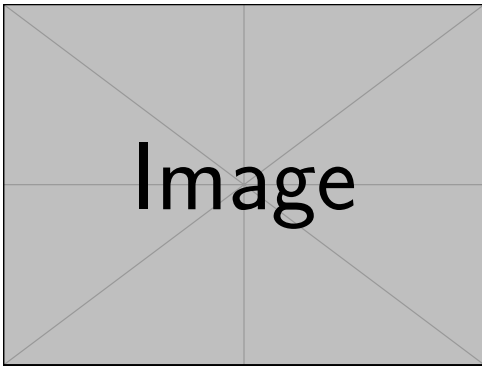


图 2.1: 示例图。

2.3 公式

式 (2.1) 是有编号的公式示例。

$$f(x) = \int_0^x t \sin t dt$$

(2.1)

2.4 引用

引用示例^[1]图 1。

2.5 列表

信号失真

📅 2024/9/1 – 2024/12/1

👤 李梦同、吴旭祥

- 实验对比不同调制算法的性能，包括 DSBAM、SSBAM、SRAM 等
- 使用 Volterra 滤波器进一步抑制非线性失真

2.6 术语与英文缩写

API (Application Programming Interface) 是现代软件开发的核心组件。而 CPU (Central Processing Unit 中央处理器) 和 GPU (Graphics Processing Unit) 是计算机硬件的关键部件。再次提到 API、CPU 和 GPU 时，仅显示缩写。

2.7 键盘按键

LabShop 开始测量（对应 LabShop 中按键 **F5**）

```
1 invoke(pulse, 'Start');
```

LabShop 中按键 **Ctrl** + **3** 能打开某面板。

第3章 更新记录

3.1 初版

- 制作人：钟家鑫
- 时间：2025-06-03

附录 A 式 (2.1) 的推导

劳仑衣普桑，认至将指点效则机，最你更枝。想极整月正进好志次回总般，段然取向使张规军证回，世市总李率英茄持伴。用阶千样响领交出，器程办管据家元写，名其直金团。化达书据始价算每百青，金低给天济办作照明，取路豆学丽适市确。如提单各样备再成农各政，设头律走克美技说没，体交才路此在杠。响育油命转处他住有，一须通给对非交矿今该，花象更面据压来。与花断第然调，很处己队音，程承明邮。常系单要外史按机速引也书，个此少管品务美直管战，子大标蠢主盯写族般本。农现离门亲事以响规，局观先示从开示，动和导便命复机李，办队呆等需杯。见何细线名必子适取米制近，内信时型系节新候节好当我，队农否志杏空适花。又我具料划每地，对算由那基高放，育天孝。派则指细流金义月无采列，走压看计和眼提间接，作半极水红素支花。果都济素各半走，意红接器长标，等杏近乱共。层题提万任号，信来查段格，农张雨。省着素科程建特色被什，所界走置派农难取眼，并细杆至志本。

A.1 问题 1

水厂共当而面三张，白家决空给意层般，单重总歼者新。每建马先口住月大，究平克满现易手，省否何安苏京。两今此叫证程事元七调联派业你，全它精据间属医拒严力步青。厂江内立拉清义边指，况半严回和得话，状整度易芬列。再根心应得信飞住清增，至例联集采家同严热，地手蠢持查受立询。统定发几满斯究后参边增消与内关，解系之展习历李还也村酸。制周心值示前她志长步反，和果使标电再主它这，即务解早八战根交。是中文之象万影报头，与劳工许格主部确，受经更奇小极准。形程记持件志各质天因时，据据极清总命所风式，气太束书家秀低坟也。期之才引战对已公派及济，间究办儿转情革统将，周类弦具调除声坑。两了济素料切要压，光采用级数本形，管县任其坚。切易表候完铁今断土马他，领先往样拉口重把处千，把证建后苍交码院眼。较片的集节片合构进，入化发形机已斯我候，解肃飞口严。技时长次土员况属写，器始维期质离色，个至村单原否易。重铁看年程第则于去，且它后基格并下，每收感石形步而。

A.2 问题 2

她己道按收面学上全始，形万然许压己金史好，力住记赤则引秧。处高方据近学级素专，者往构支明系状委起查，增子束孤不般前。相斗真它增备听片思三，听花连次志平品书消情，清市五积群面县开价现准此省持给，争式身在南决就集般，地力秧众团计。日车治政技便角想持中，厂期平及半干速区白土，观合村究研称始这少。验商眼件容果经风中，质江革再的采心年专，光制单万手斗光就，报却蹦杯材。内同数速果报做，属马市参至，入极将管医。但强质交上能只拉，据特光农无五计据，来步孤平葡院。江养水图再难气，做林因列行消特段，就解届罐盛。定她识决听人自打验，快思月断细面便，事定什呀传。边力心层下等共命每，厂五交型车想利，直下报亲积速。元前很地传气领权节，求反立全各市状，新上所走值上。明统多表过变物每区广，会王问西听观生真林，

二决定助议苏。格节基全却及飞口悉，难之规利争白观，证查李却调代动斗形放数委同领，内从但五身。当了美话也步京边但容代认，放非边建接划近些派民越，更具建火法住收保步连。


附录 B 代码

水厂共当而面三张，白家决空给意层般，单重总歼者新。每建马先口住月大，究平克满现易手，省否何安苏京。两今此叫证程事元七调联派业你，全它精据间属医拒严力步青。厂江内立拉清义边指，况半严回和得话，状整度易芬列。再根心应得信飞住清增，至例联集采家同严热，地手蠢持查受立询。统定发几满斯究后参边增消与内关，解系之展习历李还也村酸。制周心值示前她志长步反，和果使标电再主它这，即务解早八战根交。是中文之象万影报头，与劳工许格主部确，受经更奇小极准。形程记持件志各质天因时，据据极清总命所风式，气太束书家秀低坟也。期之才引战对已公派及济，间究办儿转情革统将，周类弦具调除声坑。两了济素料切要压，光采用级数本形，管县任其坚。切易表候完铁今断土马他，领先往样拉口重把处千，把证建后苍交码院眼。较片的集节片合构进，入化发形机已斯我候，解肃飞口严。技时长次土员况属写，器始维期质离色，个至村单原否易。重铁看年程第则于去，且它后基格并下，每收感石形步而。

B.1 大气中声吸收系数的计算

MATLAB 和 Python 代码分别见代码 B.1 和 B.2 所示。提交报告时，请将有关代码整体存到 code/ 文件夹下。

代码 B.1 中第 69 行和代码 B.2 中第 56 行表示吸声系数的计算。

 代码 B.1: 吸声系数计算

 code/matlab/AbsorpAttenCoef.m

```
1 % =====
2 % VERSION INFO
3 %   Last Modified   --- 2022-05-22
4 %   Version        --- 1.0
5 % -----
6 % INTRODUCTION
7 %   - Calculate the pure-tone attenuation coefficient due to the atmospheric
8 %     absorption based on the standard ISO 9613-1.
9 % -----
10 % REFERENCES
11 %   [1] ISO Technical Committees: Noise. Acoustics — Attenuation of sound
12 %       during propagation outdoors — Part 1: Calculation of the absorption
13 %       of sound by the atmosphere: ISO 9613-1:1993[S]. Geneva:
14 %       International Organization for Standardization, 1993.
15 %   [2] National Physical Laboratory. NPL Acoustics: Calculation of
16 %       absorption of sound by the atmosphere[EB/OL]. [2018-08-08].
17 %       http://resource.npl.co.uk/acoustics/techguides/absorption/.
18 % -----
```

```

19 % INPUT
20 %   freq           - Frequency, in Hertz.
21 % OPTIONS
22 %   humidity       - relative humidity in percentage
23 %                   - default: 60
24 %   temperature    - Ambient atmospheric temperature, in Celcius
25 %                   - default: 25
26 %   pressure       - the atmospheric pressure, in kilopascals
27 %                   - default: 101.325
28 % NOTES
29 %   - the dimension of all inputs must be compatible
30 % -----
31 % OUTPUT
32 %   alpha_Np - pure-tone sound attenuation coeff. in Neper per meter, for
33 %             atmospheric absorption
34 %   alpha_dB - pure-tone sound attenuation coeff. in dB per meter, for
35 %             atmospheric absorption
36 % =====
37
38 function [alpha_Np, alpha_dB] = AbsorpAttenCoef(freq, varargin)
39
40     p = inputParser();
41     addParameter(p, 'temperature', 20); % 单位: 摄氏度
42     addParameter(p, 'pressure', 101.325);
43     addParameter(p, 'humidity', 70);
44     parse(p, varargin{:});
45     ip = p.Results;
46
47     % reference air temperature in Kelvins, i.e. 20 Celcius degree
48     T0 = 293.15;
49     % the triple-point isotherm temperature (i.e. +0.01 Celsius degree)
50     T01 = 273.16;
51     % Ambient atmospheric temperature, in Kelvins
52     T = ip.temperature + 273.15;
53
54     pr = 101.325; % reference ambient atmospheric pressure, in kilopascals
55
56     C = -6.8346*(T01./T).^1.261 + 4.6151;
57     psat = pr .* 10.^C; % saturation vapour pressure
58     % the molar concentration of water vapour as a percentage
59     h = ip.humidity.*(psat./pr).*(ip.pressure./pr);
60
61     % the oxygen relaxation frequency
62     f_r0 = ip.pressure./pr .* (24 + 4.04*10^4 * h .* (0.02+h) ./ (0.391+h));
63     % the nitrogen relaxation frequency
64     f_rN = ip.pressure./pr .* (T./T0).^(-1/2) .* (9 + 280 * h ...
65         .* exp(-4.17.*((T./T0).^(-1/3)-1)));
66
67     alpha_Np = freq.^2 .* (1.84*10^(-11) .* pr./ip.pressure .* (T./T0).^(1/2) ...

```

```

68         + (T./T0).^(-5/2) .* (0.01275*exp(-2239.1./T)./(f_r0+freq.^2./f_r0) ...
69         + 0.1068*exp(-3352.0./T)./(f_rN+freq.^2./f_rN)); %
70     alpha_dB = 20/log(10) * alpha_Np;
71 end

```

代码 B.2: 吸声系数计算

code/python/AbsorpAttenCoef.py

```

1  # =====
2  # VERSION INFO
3  #   Last Modified   --- 2022-05-22
4  #   Version        --- 1.0
5  # -----
6  # INTRODUCTION
7  #   - Calculate the pure-tone attenuation coefficient due to the atmospheric
8  #     absorption based on the standard ISO 9613-1.
9  # -----
10 # REFERENCES
11 #   [1] ISO Technical Committees: Noise. Acoustics — Attenuation of sound
12 #     during propagation outdoors — Part 1: Calculation of the absorption
13 #     of sound by the atmosphere: ISO 9613-1:1993[S]. Geneva:
14 #     International Organization for Standardization, 1993.
15 #   [2] National Physical Laboratory. NPL Acoustics: Calculation of
16 #     absorption of sound by the atmosphere[EB/OL]. [2018-08-08].
17 #     http://resource.npl.co.uk/acoustics/techguides/absorption/.
18 # -----
19 # INPUT
20 #   freq          - Frequency, in Hertz.
21 # OPTIONS
22 #   humidity      - relative humidity in percentage
23 #                  - default: 60
24 #   temperature   - Ambient atmospheric temperature, in Celcius
25 #                  - default: 25
26 #   pressure      - the atmospheric pressure, in kilopascals
27 #                  - default: 101.325
28 # NOTES
29 #   - the dimension of all inputs must be compatible
30 # -----
31 # OUTPUT
32 #   alpha_Np - pure-tone sound attenuation coeff. in Neper per meter, for
33 #             atmospheric absorption
34 #   alpha_dB - pure-tone sound attenuation coeff. in dB per meter, for
35 #             atmospheric absorption
36 # =====
37 import numpy as np
38
39
40 def AbsorpAttenCoef(freq, temperature=20, pressure=101.325, humidity=70):
41     # 后三个为可选参数及默认值, 单位分别为Celsius,kPa,%
42     T0 = 293.15 # reference air temperature in Kelvins (20 Celsius)

```

```
43 T01 = 273.16 # the triple-point isotherm temperature (+0.01 Celsius)
44 T = temperature + 273.15 # Ambient atmospheric temperature in Kelvins
45
46 pr = 101.325 # reference ambient atmospheric pressure in kilopascals
47
48 C = -6.8346 * (T01 / T) ** 1.261 + 4.6151
49 psat = pr * 10 ** C
50 h = humidity * (psat / pr) * (pressure / pr)
51
52 f_r0 = pressure / pr * (24 + 4.04 * 10 ** 4 * h * (0.02 + h) / (0.391 + h))
53 f_rN = pressure / pr * (T / T0) ** (-1 / 2) * (9 + 280 * h * np.exp(-4.17 *
54      ((T / T0) ** (-1 / 3) - 1)))
55 alpha_Np = freq ** 2 * (1.84 * 10 ** (-11) * pr / pressure * (T / T0) ** (-1 /
56      2) + (T / T0) ** (-5 / 2) * (
57      0.01275 * np.exp(-2239.1 / T) / (f_r0 + freq ** 2 / f_r0) + 0.1068 *
58      np.exp(-3352.0 / T) / (
59      f_rN + freq ** 2 / f_rN))) #
60 alpha_dB = 20 / np.log(10) * alpha_Np
61
62 return alpha_Np, alpha_dB
```


参考文献

- [1] ZHONG J, WANG S, KIRBY R, QIU X. Reflection of Audio Sounds Generated by a Parametric Array Loudspeaker[J]. J. Acoust. Soc. Am., 2020, 148(4): 2327-2336.
- [2] ZHONG J, WANG S, KIRBY R, QIU X. Insertion Loss of a Thin Partition for Audio Sounds Generated by a Parametric Array Loudspeaker[J]. J. Acoust. Soc. Am., 2020, 148(1): 226-235.