目录

第一部分

创作中

第一章

创作中

空间旋转矩阵

预备知识 平面旋转矩阵[??]

类比平面旋转矩阵[??]，空间旋转矩阵是三维坐标的旋转变换，所以应该是 3×3 的方阵．不同的是平面旋转变换只有一个自由度 θ，而空间旋转变换除了转过的角度还需要考虑转轴的方向．如果直接从转轴和转动角度来定义该矩阵，矩阵比较复杂，这里从略．

若已经知道空间直角坐标系中三个单位正交矢量

$$\hat{\mathbf{x}} = (1, 0, 0)^{\mathrm{T}} \quad \hat{\mathbf{y}} = (0, 1, 0)^{\mathrm{T}} \quad \hat{\mathbf{z}} = (0, 0, 1)^{\mathrm{T}} \tag{1}$$

经过三维旋转矩阵变换以后变为

$$(a_{11}, a_{21}, a_{31})^{\mathrm{T}} \quad (a_{12}, a_{22}, a_{32})^{\mathrm{T}} \quad (a_{13}, a_{23}, a_{33})^{\mathrm{T}} \tag{2}$$

类比平面旋转矩阵[??]

$$\mathbf{R}_3 = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \tag{3}$$

矩阵

预备知识 线性变换[??]

本书中**矩阵**符号用加粗的正体字母来表示，而对应的**矩阵元**一般用斜体加行标和列标表示．例如矩阵 $\mathbf{A}$ 的第 i 行第 j 列的的**矩阵元**表示为 A_{ij}.

矩阵的转置

任意矩阵 $\mathbf{A}$ 的**转置**（**Transpose**）记为 $\mathbf{A}^{\mathrm{T}}$．转置操作把 $\mathbf{A}$ 的第 i 行变为 $\mathbf{A}^{\mathrm{T}}$ 的第 i 列，相当于把矩阵沿对角线翻转 180°．即任意矩阵元满足

$$A^{\mathrm{T}}_{ij} = A_{ji} \tag{1}$$

行矢量和**列矢量**可看做特殊的矩阵，行矢量转置后变为列矢量，反之亦然

$$(x_1, x_2 \dots, x_n)^{\mathrm{T}} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} \tag{2}$$

为了排版方便，在正文中通常用 $(x_1, x_2 \dots, x_n)^{\mathrm{T}}$ 表示列矢量．另外，若一个矩阵的行数等于列数，这个矩阵就是一个**方阵**.

矩阵的乘法

矩阵最常见的运算是矩阵的乘法．线性变换[??]

$$\left\{\begin{aligned} y_1 &= A_{11}x_1 + A_{12}x_2 + \dots + A_{1n}x_n \\ y_2 &= A_{21}x_1 + A_{22}x_2 + \dots + A_{2n}x_n \\ &\ \,\vdots \\ y_m &= A_{m1}x_1 + A_{m2}x_2 + \dots + A_{mn}x_n \end{aligned}\right. \tag{3}$$

可用矩阵与列矢量的乘法表示为

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{m1} & A_{m2} & \dots & A_{mn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} \tag{4}$$

令列矢量 $\mathbf{x} = (x_1, x_2 \dots, x_n)^{\mathrm{T}}$，$\mathbf{y} = (y_1, y_2 \dots, y_n)^{\mathrm{T}}$，系数矩阵为 $\mathbf{A}$，上式可记为

$$\mathbf{y} = \mathbf{A}\mathbf{x} \tag{5}$$

注意 $\mathbf{A}$ 的列数必须和 $\mathbf{x}$ 的行数相等．由此可以定义**矩阵乘以列矢量**的运算规则：$m \times n$ 矩阵乘以 $n \times 1$ 列矢量会得到 $m \times 1$ 的列矢量．要计算 y_i，就用 $m \times n$ 矩阵的第 i 行的 n 个数和 $x_1 \dots x_n$ 分别相乘再相加，即点乘[??] 的代数定义

$$y_i = \sum_{j=1}^{n} A_{ij} x_j \tag{6}$$

若有 l 个不同的 $\mathbf{x}$ 和 $\mathbf{y}$，第 k 个记为 $\mathbf{x}_k = (x_{1k}, \dots, x_{nk})^{\mathrm{T}}$ 和 $\mathbf{y}_k = (y_{1k}, \dots, y_{mk})^{\mathrm{T}}$，对应的变换为

$$\begin{pmatrix} y_{1k} \\ y_{2k} \\ \vdots \\ y_{mk} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{m1} & A_{m2} & \dots & A_{mn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{1k} \\ x_{2k} \\ \vdots \\ x_{nk} \end{pmatrix} \tag{7}$$

可以将所有的 $\mathbf{x}_k$ 和 $\mathbf{y}_k$ 分别横向拼成 $n \times l$ 和 $m \times l$ 的矩阵

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1l} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{nl} \end{pmatrix} \qquad \mathbf{Y} = \begin{pmatrix} y_{11} & \cdots & y_{1l} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & \cdots & y_{ml} \end{pmatrix} \tag{8}$$

现在把 l 组线性变换用一条式子表示为

$$\begin{pmatrix} y_{11} & \cdots & y_{1l} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & \cdots & y_{ml} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11} & \cdots & A_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{m1} & \cdots & A_{mn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1l} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{nl} \end{pmatrix} \tag{9}$$

由此，可以定义一般的矩阵乘法：$m \times n$ 的矩阵 $\mathbf{A}$ 和 $n \times l$ 的矩阵 $\mathbf{X}$ 相乘得到 $m \times l$ 的矩阵 $\mathbf{Y}$，Y_{ij} 等于 $\mathbf{A}$ 的第 i 行和 $\mathbf{X}$ 的第 j 列点乘．

$$\mathbf{Y} = \mathbf{AX} \tag{10}$$

矩阵元公式为

$$Y_{ij} = \sum_{k=1}^{n} A_{ik} X_{kj} \tag{11}$$

再次注意两个相乘的矩阵，左边矩阵的列数必须等于右边矩阵的行数．

根据定义，容易证明矩阵乘法**满足分配律** $\mathbf{A}(\mathbf{B}+\mathbf{C}) = \mathbf{AB}+\mathbf{AC}$，但一般**不满足交换律**，举一个反例：

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \neq \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \tag{12}$$

矩阵的乘法分配律

下面证明矩阵的乘法分配律

$$\mathbf{A}(\mathbf{B}+\mathbf{C}) = \mathbf{AB}+\mathbf{AC} \tag{13}$$

$$(\mathbf{A}+\mathbf{B})\mathbf{C} = \mathbf{AC}+\mathbf{BC} \tag{14}$$

令式 13 左边等于矩阵 $\mathbf{D}$，则其矩阵元为

$$D_{ij} = \sum_{k} A_{ik}(B_{kj} + C_{kj}) \tag{15}$$

拆括号得

$$D_{ij} = \sum_{k} A_{ik} B_{kj} + \sum_{k} A_{ik} C_{kj} \tag{16}$$

而这恰好是 $\mathbf{AB}+\mathbf{AC}$ 的矩阵元．证毕．式 14 的证明类似．

矩阵乘法的结合律

现在来看三个矩阵相乘，令

$$\mathbf{D} = \mathbf{A}(\mathbf{BC}) \tag{17}$$

这里的括号是为了强调顺序．即使没有括号，习惯上也是从右向左计算．$\mathbf{D}$ 的矩阵元为

$$D_{ij} = \sum_l A_{il}(BC)_{lj} = \sum_l A_{il}\left(\sum_k B_{lk}C_{kj}\right) \tag{18}$$

拆括号，得

$$D_{ij} = \sum_k \sum_l (A_{il}B_{lk}C_{kj}) \tag{19}$$

对 C_{kj} 进行合并同类项，得

$$D_{ij} = \sum_k \left(\sum_l A_{il}B_{lk}\right) C_{kj} \tag{20}$$

括号中恰好是 $\mathbf{A}$ 乘以 $\mathbf{B}$ 所得矩阵的矩阵元 $(AB)_{ik}$ 所以

$$D_{ij} = \sum_k (AB)_{ik}C_{kj} \tag{21}$$

即

$$\mathbf{D} = (\mathbf{AB})\mathbf{C} \tag{22}$$

证毕．

单位矩阵

单位矩阵就是对角线上的元素全为 1，非对角线上的元素全为 0 的方阵．通常记为通常记为 $\mathbf{I}$．为了强调矩阵的维数 N，也可记为 $\mathbf{I}_N$．单位矩阵的矩阵元可用克罗内克 δ 函数（**??**[??]）表示为

$$I_{ij} = \delta_{ij} \tag{23}$$

任何矩阵左乘或右乘单位矩阵，仍然得到矩阵本身．单位矩阵的转置仍为单位矩阵．

逆矩阵

记 $\mathbf{M}$ 的**逆矩阵**为 $\mathbf{M}^{-1}$，且满足

$$\mathbf{M}^{-1}\mathbf{M} = \mathbf{I} \tag{24}$$

其中 $\mathbf{I}$ 是单位矩阵．也就是说，任意一个矩阵 $\mathbf{A}$ 乘以矩阵 $\mathbf{M}$ 再乘以其逆矩阵 $\mathbf{M}^{-1}$ 仍然得到 $\mathbf{A}$ 本身．

逆矩阵 $\mathbf{M}^{-1}$ 所代表的线性变换就是 $\mathbf{M}$ 代表的线性变换的逆变换，令 $\mathbf{x}$ 和 $\mathbf{y}$ 为列矢量，如果有

$$\mathbf{y} = \mathbf{M}\mathbf{x} \tag{25}$$

那么我们在等式两边左乘 $\mathbf{M}^{-1}$ 再把等式左右互换，则上式变为

$$\mathbf{x} = \mathbf{M}^{-1}\mathbf{y} \tag{26}$$

所以如果要求逆矩阵，我们只需要把式 25 看做 N 元一次方程组，解出所有的 x_i 即可得到式 26 进而得到 $\mathbf{M}^{-1}$．要注意的是，只有在 $\mathbf{M}$ 的行数大于等于列数时，才有可能得到唯一的解，具体讨论从略．

第二章

修改审阅中

矢量叉乘

预备知识 右手定则[??]，三阶行列式[??]

叉乘的几何定义

两个矢量 $\mathbf{A}$，$\mathbf{B}$ 的**叉乘**（**cross product**）[1]，是一个矢量 $\mathbf{C}$．叉乘用“$\times$”表示，且**不可省略**，即 $\mathbf{A}\times\mathbf{B}=\mathbf{C}$．要确定一个矢量，只需分别确定模长和方向．

1. $\mathbf{C}$ 的模长等于 $\mathbf{A},\mathbf{B}$ 的模长之积与夹角 θ（$0\leq\theta\leq\pi$）的正弦值相乘．

$$|\mathbf{C}|=|\mathbf{A}||\mathbf{B}|\sin\theta \tag{1}$$

2. $\mathbf{C}$ 的方向垂直于 $\mathbf{A},\mathbf{B}$ 所在的平面，且由右手定则[??] 决定．

与点乘和数乘不同，叉乘**不满足交换律**．根据几何定义，$\mathbf{B}\times\mathbf{A}$ 与 $\mathbf{A}\times\mathbf{B}$ 模长相同，方向却相反．表示某个矢量的反方向，就是在前面加负号，所以有

$$\mathbf{B}\times\mathbf{A}=-\mathbf{A}\times\mathbf{B} \tag{2}$$

叉乘与数乘的混合运算

在 $\mathbf{A}\times\mathbf{B}=\mathbf{C}$ 中，$\mathbf{C}$ 的方向仅由 $\mathbf{A}$ 和 $\mathbf{B}$ 的方向决定．当 $\mathbf{A}$ 和 $\mathbf{B}$ 的方向不变时，$\mathbf{C}$ 的模长正比 $\mathbf{A}$ 和 $\mathbf{B}$ 的模长相乘．假设 λ 为常数（标量），显然有

$$(\lambda\mathbf{A})\times\mathbf{B}=\mathbf{A}\times(\lambda\mathbf{B})=\lambda(\mathbf{A}\times\mathbf{B}) \tag{3}$$

即标量的位置可以任意变换，但矢量与乘号的位置关系始终要保持不变．

[1]也叫**叉积**（**cross product**），**向量积**（**vector product**）或**矢量积**

叉乘的分配律

叉乘一个最重要的特性，就是它满足分配律.

$$\mathbf{A} \times (\mathbf{B} + \mathbf{C}) = \mathbf{A} \times \mathbf{B} + \mathbf{A} \times \mathbf{C} \tag{4}$$

由式 2 及上式可以推出

$$(\mathbf{A} + \mathbf{B}) \times \mathbf{C} = -\mathbf{C} \times (\mathbf{A} + \mathbf{B}) = -\mathbf{C} \times \mathbf{A} - \mathbf{C} \times \mathbf{B} = \mathbf{A} \times \mathbf{C} + \mathbf{B} \times \mathbf{C} \tag{5}$$

从几何的角度理解，这个结论并不显然（见矢量叉乘分配律的几何证明[??]）.

叉乘的坐标运算

按照上面的定义，在右手系中，三个坐标轴的单位矢量 $\hat{\mathbf{x}}, \hat{\mathbf{y}}, \hat{\mathbf{z}}$ 满足

$$\hat{\mathbf{x}} \times \hat{\mathbf{y}} = \hat{\mathbf{z}} \qquad \hat{\mathbf{y}} \times \hat{\mathbf{z}} = \hat{\mathbf{x}} \qquad \hat{\mathbf{z}} \times \hat{\mathbf{x}} = \hat{\mathbf{y}} \tag{6}$$

由关系式 6 可得

$$\hat{\mathbf{y}} \times \hat{\mathbf{x}} = -\hat{\mathbf{z}} \qquad \hat{\mathbf{z}} \times \hat{\mathbf{y}} = -\hat{\mathbf{x}} \qquad \hat{\mathbf{x}} \times \hat{\mathbf{z}} = -\hat{\mathbf{y}} \tag{7}$$

根据定义，一个矢量叉乘自身，模长为 0. 所以叉乘结果是零矢量 $\mathbf{0}$. 于是又有

$$\hat{\mathbf{x}} \times \hat{\mathbf{x}} = \mathbf{0} \qquad \hat{\mathbf{y}} \times \hat{\mathbf{y}} = \mathbf{0} \qquad \hat{\mathbf{z}} \times \hat{\mathbf{z}} = \mathbf{0} \tag{8}$$

式 6，式 7 和式 8中共 9 条等式描述了 $\hat{\mathbf{x}}$，$\hat{\mathbf{y}}$，$\hat{\mathbf{z}}$ 中任意两个叉乘的结果.

把矢量 $\mathbf{A}$ 和 $\mathbf{B}$ 分别在直角坐标系的三个单位矢量展开，得到

$$\mathbf{A} = a_x\,\hat{\mathbf{x}} + a_y\,\hat{\mathbf{y}} + a_z\,\hat{\mathbf{z}} \qquad \mathbf{B} = b_x\,\hat{\mathbf{x}} + b_y\,\hat{\mathbf{y}} + b_z\,\hat{\mathbf{z}} \tag{9}$$

(a_x, a_y, a_z) 和 (b_x, b_y, b_z) 分别是 $\mathbf{A}$ 和 $\mathbf{B}$ 的坐标. 根据叉乘的分配律（式 4 式 5），可得到如下 9 项

$$\begin{aligned}\mathbf{A} \times \mathbf{B} &= (a_x\,\hat{\mathbf{x}} + a_y\,\hat{\mathbf{y}} + a_z\,\hat{\mathbf{z}}) \times (b_x\,\hat{\mathbf{x}} + b_y\,\hat{\mathbf{y}} + b_z\,\hat{\mathbf{z}}) \\ &= +\,a_x b_x(\hat{\mathbf{x}} \times \hat{\mathbf{x}}) + a_x b_y(\hat{\mathbf{x}} \times \hat{\mathbf{y}}) + a_x b_z(\hat{\mathbf{z}} \times \hat{\mathbf{z}}) \\ &\quad +\,a_y b_x(\hat{\mathbf{y}} \times \hat{\mathbf{x}}) + a_y b_y(\hat{\mathbf{y}} \times \hat{\mathbf{y}}) + a_y b_z(\hat{\mathbf{y}} \times \hat{\mathbf{z}}) \\ &\quad +\,a_z b_x\,(\hat{\mathbf{z}} \times \hat{\mathbf{x}}) + a_z b_y\,(\hat{\mathbf{z}} \times \hat{\mathbf{y}}) + a_z b_z\,(\hat{\mathbf{z}} \times \hat{\mathbf{z}})\end{aligned} \tag{10}$$

注意每一项中的运算在式 6，式 7 和式 8 中都能找到答案，于是上式化为

$$\mathbf{A}\times\mathbf{B}=(a_yb_z-a_zb_y)\,\hat{\mathbf{x}}+(a_xb_z-a_zb_x)\,\hat{\mathbf{y}}+(a_xb_y-a_yb_x)\,\hat{\mathbf{z}} \tag{11}$$

令 $\mathbf{C}=\mathbf{A}\times\mathbf{B}$，则 $\mathbf{C}$ 的分量表达式为

$$\begin{cases} c_x=a_yb_z-a_zb_y\\ c_y=a_xb_z-a_zb_x\\ c_z=a_xb_y-a_yb_x \end{cases} \tag{12}$$

式 11 可以用三阶行列式[??] 表示为

$$\mathbf{A}\times\mathbf{B}=\begin{vmatrix}\hat{\mathbf{x}} & \hat{\mathbf{y}} & \hat{\mathbf{z}}\\ a_x & a_y & a_z\\ b_x & b_y & b_z\end{vmatrix} \tag{13}$$

与普通行列式不同的是，这个行列式中的元有部分是矢量，所以得出的结果也是矢量.

例 1

空间直角坐标系中三角形的三点分别为 $O(0,0,0)$，$A(1,1,0)$，$B(-11,1)$. 求三角形的面积和一个单位法向量.

令 O 到 A 的矢量和 O 到 B 的矢量分别为

$$\begin{aligned}\mathbf{a}&=(1,1,0)-(0,0,0)=(1,1,0)\\ \mathbf{b}&=(-1,1,1)-(0,0,0)=(-1,1,1)\end{aligned} \tag{14}$$

三角形的面积为

$$S=\frac{1}{2}ab\sin\theta \tag{15}$$

其中 θ 是 $\mathbf{a}$ 与 $\mathbf{b}$ 的夹角. 根据叉乘的几何定义中的式 1

$$\mathrm{S}=\frac{1}{2}ab\sin\theta=\frac{1}{2}|\mathbf{a}\times\mathbf{b}| \tag{16}$$

令

$$\mathbf{v}=\mathbf{a}\times\mathbf{b}=\begin{vmatrix}\hat{\mathbf{x}} & \hat{\mathbf{y}} & \hat{\mathbf{z}}\\ 1 & 1 & 0\\ -1 & 1 & 1\end{vmatrix}=\hat{\mathbf{x}}-\hat{\mathbf{y}}+2\,\hat{\mathbf{z}} \tag{17}$$

坐标为 $(1,-1,2)$，模长为 $|\mathbf{v}|=\sqrt{1+1+2^2}=\sqrt{6}$，所以面积为 $S=\sqrt{6}/2$.

根据叉乘的几何定义，$\mathbf{v}=(1,-1,2)$ 就是三角形的法向量，进行**归一化**[2]得单位法向量为

$$\hat{\mathbf{v}}=\frac{\mathbf{v}}{|\mathbf{v}|}=\frac{(1,-1,2)}{\sqrt{6}}=\left(\frac{\sqrt{6}}{6},-\frac{\sqrt{6}}{6},\frac{\sqrt{6}}{3}\right) \tag{18}$$

[2]把矢量长度变为 1，方向不变

本书编写规范

预备知识 本书编写规范[14]

软件使用规范

本书使用 TeXLive2016 软件中的 XeLaTeX 进行编译．如果 Windows 中编译卡在 eu1lmr.fd 上的时间较长，说明 font config 有问题，在 Windows 的控制行运行“fc-cache -fv”，重启 TeXLive，多试几次即可．TeXWork 编辑器中 Ctrl+T 编译，Ctrl+ 单击跳转到对应的 pdf 或代码，在 pdf 中 Alt+ 左箭头返回上一个位置．代码中\beq+Tab 生成公式环境，\sub+Tab 生成 subsection．Ctrl+F 进行查找，Ctrl+G 查找下一个．菜单中的 Edit>Preference 设置默认字体为 Microsoft YaHei UI（11pt），默认编译器为 XeLaTeX，编码选择 UTF-8．

搜索文件夹内所有文档的内容用 FileSeek 软件，搜索空格用“\空格”，搜索“$”用“\$”，以此类推．对比两个文档或文件夹用 WinMerge 软件．

画图用 Adobe Illustrator 和 Autodesk Graphics，用 MathType 在图中添加公式，希腊字母粗体正体矢量用从 Symbol 字体中插入，更简单的方法是，先输入希腊字母，选中，然后在 Style 里面选 Vector-Matrix．

文件版本管理

使用 GitHub Desktop，用 PhysWiki repository 管理所有文件，每次 commit 需要做的事情如下

- 用 FileSeek 替换所有文档中的空心句号．
- 确保所有文档可以顺利编译．
- 解决编译产生的 warning．
- 清除编译产生的中间文件，包括 content 文件夹中的非 tex 文件．
- 把 ManicTime 记录的写作时间记录到“计时.txt”．

- 检查变化的内容.

每次 commit 的标题必须是下列之一

- 常规更新：包括完善词条，新词条等.
- 词条统计：统计文件夹，对照表，和书中的词条，查看不一致或缺失.
- 模板更新：模板有更新.

词条统计的方法：首先把 contents 文件夹中的所有文件名按顺序排列，复制到表格中，然后把词条对照表中的所有标签在表格中找到对应项，做标记，并把对照表中的词条名粘贴到表格中．最后到 PhysWiki.tex 中逐个把标签在表格中找到对应项，做标记，对照词条名，并对照词条文件中第一行的词条名.

词条编写规范

词条标签必须限制在 6 个字符内，必须在 PhysWiki.tex，词条标签对照表和词条文件名中一致．词条的中文名必须在 PhysWiki.tex，词条标签对照表和词条文件的第一行注释中一致．如果不是超纲词条，在主文件中用 \entry 命令，否则用 \Entry 命令．非超纲词条放在 contents 文件夹，超纲词条放在 contents1 文件夹．引用词条用 \upref 命令，“预备知识”用 \pentry 命令，“应用实例”用 \eentry 命令，拓展阅读用 \rentry 命令．总文件 PhysWiki.tex 编译较慢，可以先使用 debug.tex 编译，然后再把 \entry 或 \Entry 指令复制到 PhysWiki.tex 中．注意 PhysWiki.tex 中 \entry 命令的后面可以用 \newpage 命令强制换页，但为了排版紧凑不推荐这么做.

黑色的小标题

正文必须使用中文的括号，逗号，引号，冒号，分号，问号，感叹号，以及全角实心的句号．所有的标点符号前面不能有空格，后面要有空格．行内公式用单个美元符号，且两边要有空格，例如 $a^2+b^2=c^2$，后面有标点符号的除外．方便的办法是先全部使用中文标点，最后再把所有空心句号替换成全角实心句号.

公式的 label 必须要按照“词条标签 _eq 编号”的格式，只有需要引用的公式才加标签，编号尽量与显示的编号一致，但原则上不重复即可．图表的标

签分别把 eq 改成 fig 和 tab 即可，例题用 ex．但凡是有 \caption 命令的，\label 需要紧接其后．

$$(a+b)^n = \sum_{i=0}^{n} C_n^i a^i b^{n-i} \quad (n\text{为整数}) \tag{1}$$

引用公式和图表都统一使用 \autoref 命令，注意前面不加空格后面要加空格，例如式 1．如果要引用其他词条中的公式，可以引用“其他词条[14]”的式 1 也可以用“式 1[14]”，为了方便在纸质书上使用，词条页码是不能忽略的．

公式规范

公式中的空格从小到大如 $a\,b\:c\quad d\qquad e$，微分符号如 $\mathrm{d}x$，自然对数底如 e，双重极限如

$$\lim_{\substack{\Delta x_i\to 0\\ \Delta y_i\to 0}} \sum_{i,j} f(x_i, y_i)\Delta x_i \Delta y_j \tag{2}$$

导数和偏导尽量用 Physics 宏包里面的

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} \quad \frac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}x} \quad \frac{\mathrm{d}^2 f}{\mathrm{d}x^2} \quad \mathrm{d}^2 f/\mathrm{d}x^2 \quad \frac{\partial}{\partial x} \quad \frac{\partial f}{\partial x} \quad \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \quad \partial^2 f/\partial x^2 \tag{3}$$

复数如 $u+\mathrm{i}v$，复共轭如 a^*，行内公式如 a/b，不允许行内用立体分式．公式中的绝对值如 $|a|$，矢量如 $\mathbf{a}$，手写矢量如 $\vec{a}$，单位矢量如 $\hat{\mathbf{a}}$，矢量点乘如 $\mathbf{A}\cdot\mathbf{B}$（不可省略），矢量叉乘如 $\mathbf{A}\times\mathbf{B}$．量子力学算符如 $\hat{a}$，狄拉克符号如 $\langle a|\,,|b\rangle\,,\langle a|b\rangle$．梯度散度旋度拉普拉斯如 $\boldsymbol{\nabla} V$，$\boldsymbol{\nabla}\cdot\mathbf{A}$，$\boldsymbol{\nabla}\times\mathbf{A}$，$\nabla^2 V$，但最好用 $\boldsymbol{\nabla} V$，$\boldsymbol{\nabla}\cdot\mathbf{A}$，$\boldsymbol{\nabla}\times\mathbf{A}$，$\nabla^2 V$．单独一个粗体的 ∇ 用 $\boldsymbol{\nabla}$．行列式，矩阵 $\mathbf{A}$，转置 $\mathbf{A}^{\mathrm{T}}$，厄米共轭 $\mathbf{A}^\dagger$ 如

$$\begin{vmatrix}1 & 2\\ 3 & 4\end{vmatrix} \qquad \begin{pmatrix}1 & 2\\ 3 & 4\end{pmatrix} \qquad \begin{pmatrix}1 & 2\\ 3 & 4\end{pmatrix}^{\mathrm{T}} \qquad \begin{pmatrix}1 & 2\\ 3 & 4\end{pmatrix}^{\dagger} \tag{4}$$

行内的列矢量用行矢量的转置表示，如 $(1,2,3)^{\mathrm{T}}$．

行间公式换行及对齐用 aligned 环境，或用自定义的 \ali 命令

$$\begin{aligned}(a-b)^2 &= a^2 + b^2 - 2ab\\ &= a^2 + b^2 + 2ab - 4ab\\ &= (a+b)^2 - 4ab\end{aligned} \tag{5}$$

$$\begin{aligned}d + e + f &= g\\ a + b &= c\end{aligned} \tag{6}$$

左大括号用自定义的 \leftgroup 命令，里面相当于 aligned 环境

$$\left\{\begin{aligned} d+e+f&=g \\ a+b&=c \end{aligned}\right. \tag{7}$$

可变化尺寸的斜分数线如下

$$\left.\frac{\mathrm{d}^2X}{\mathrm{d}x^2}\middle/X\right.+\left.\frac{\mathrm{d}^2Y}{\mathrm{d}y^2}\middle/Y\right.+\left.\frac{\mathrm{d}^2Z}{\mathrm{d}z^2}\middle/Z\right.=\left.\frac{1}{c^2}\frac{\mathrm{d}^2T}{\mathrm{d}t^2}\middle/T\right. \tag{8}$$

希腊字母如下

$$\begin{gathered}\alpha(a),\beta(b),\chi(c),\delta(d),\epsilon/\varepsilon(e),\phi(f),\gamma(g),\eta(h),\iota(i),\varphi(j),\kappa(k),\lambda(l),\mu(m),\\ \nu(n),o(o),\pi(p),\theta(q),\rho(r),\sigma(s),\tau(t),\upsilon(u),\varpi(v),\omega(w),\xi(x),\psi(y),\zeta(z)\end{gathered} \tag{9}$$

以下是 script 字母，只有大写有效．所谓大写 ϵ 其实是花体的 E．

$$\mathcal{A},\mathcal{B},\mathcal{C},\mathcal{D},\mathcal{E},\mathcal{F},\mathcal{G},\mathcal{H},\mathcal{I},\mathcal{J},\mathcal{K},\mathcal{L},\mathcal{M},\mathcal{N},\mathcal{O},\mathcal{P},\mathcal{Q},\mathcal{R},\mathcal{S},\mathcal{T},\mathcal{U},\mathcal{V},\mathcal{W},\mathcal{X},\mathcal{Y},\mathcal{Z} \tag{10}$$

另外，电介质常数一律用 ϵ 而不是 ε．

写单位，用 \si，如 $a = 100\ \mathrm{m/s^2}$．

图表

现在来引用一张图片，图片必须以 eps 以及 pdf 两种格式放在 figures 文件夹中，代码中使用 pdf 图片．图片宽度一律用 cm 为单位．在图 1 中，label 只

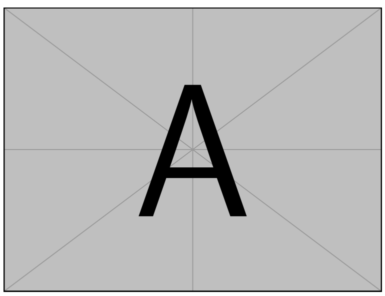

图 1: 例图

能放在 caption 的后面，否则编号会出错．由于图片是浮动的，避免使用“上图”，“下图”等词．

再来看一个表格，如表 1．注意标签要放在 caption 后面，使用 tb 命名．

下面我们举一个例子并引用

表 1: 极限 e 数值验证

x	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}
$(1+x)^{1/x}$	2.59374	2.70481	2.71692	2.71815	2.71827	2.71828

例 1 名称

在例子中，我们的字体可以自定义，包括公式的字号会保持与内容一致.

$$(a+b)^n = \sum_{i=0}^{n} C_n^i a^i b^{n-i} (n\text{为整数}) \tag{11}$$

引用例子同样使用 \autoref，如例 1.

以下给出一段 Matlab 代码，代码必须有“.m”和“.tex”两个版本，放在 codes 文件夹中.

Matlab 代码

显示 Command Window 中的代码

```
>> 1.2/3.4 + (5.6+7.8)*9 -1
ans = 119.9529
>> 1/exp(1)
ans = 0.3679
>> exp(-1i*pi)+1
ans = 0
```

显示 m 文件中的代码

代码必须以.tex 文件格式放在 code 文件夹中的中，并用 \input 命令导入正文. .tex 代码文件的命名与图片命名相同. 禁止在正文中直接写代码.

```
% 验证二项式定理(非整数幂)
u = -3.5;
x = 0.6; % |x|<1 使级数收敛
N = 100; % 求和项数
```

```
Coeff = 1; % x^ii 项前面的系数
result = 1; % 求和结果
for ii = 1:N
    Coeff = Coeff*(u-ii+1) / ii;
    result = result + Coeff * x^(ii);
end
disp('直接计算结果为')
format long % 显示全部小数位
disp((1+x)^u)
disp('求和结果为')
disp(result)
format short % 恢复默认显示
```

应用举例 本书格式规范[14]

拓展阅读 本书格式规范[14]