曲线的切线与法平面
曲面的切平面与法线

空间曲线的切线与法平面

曲线

$$
二面式\begin{cases} F_1(x,y,z)=0 \\ F_2(x,y,z)=0 \end{cases}
$$

$$
参数式\begin{cases} x=x(t) \\ y=y(t) \\ z=z(t) \end{cases}
$$

$$\text{圆柱螺旋线}\begin{cases} x = a\cos t \\ y = a\sin t \qquad t \in \mathbb{R}. \\ z = bt \end{cases}$$

$$\begin{cases} x^2 + y^2 = a^2 \\ x + z = a \end{cases}$$

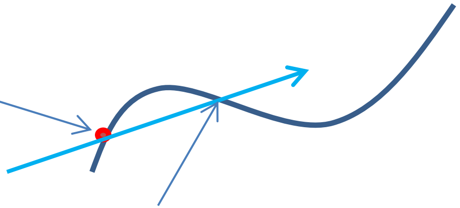
$$
\begin{cases}
x^2 + y^2 = a^2 \\
x + z = a
\end{cases}
$$

$$
\Rightarrow \begin{cases}
x = a\cos t \\
y = a\sin t \\
z = a - a\cos t
\end{cases}
$$

首先讨论参数式　　切线乃弦线之极限位置

首先讨论参数式 **切线乃弦线之极限位置**

$$(x(t_0), y(t_0), z(t_0))$$



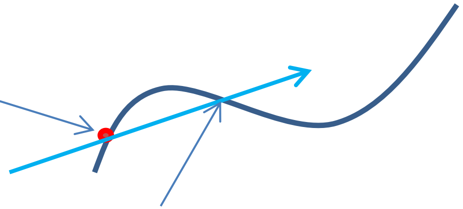
$$(x(t_0+\Delta t), y(t_0+\Delta t), z(t_0+\Delta t))$$

弦线方向

$$\{x(t_0+\Delta t)-x(t_0), y(t_0+\Delta t)-y(t_0), z(t_0+\Delta t)-z(t_0)\}$$

首先讨论参数式　　**切线乃弦线之极限位置**

$$(x(t_0), y(t_0), z(t_0))$$



$$(x(t_0+\Delta t), y(t_0+\Delta t), z(t_0+\Delta t))$$

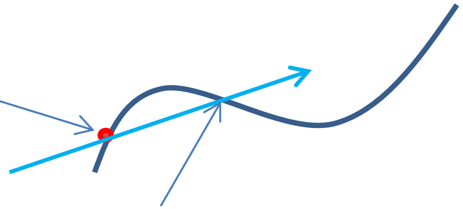
弦线方向

$$\{x(t_0+\Delta t)-x(t_0), y(t_0+\Delta t)-y(t_0), z(t_0+\Delta t)-z(t_0)\}$$

$$\{\frac{x(t_0+\Delta t)-x(t_0)}{\Delta t}, \frac{y(t_0+\Delta t)-y(t_0)}{\Delta t}, \frac{z(t_0+\Delta t)-z(t_0)}{\Delta t}\}$$

首先讨论参数式　　切线乃弦线之极限位置

$$(x(t_0), y(t_0), z(t_0))$$



$$(x(t_0+\Delta t), y(t_0+\Delta t), z(t_0+\Delta t))$$

弦线方向

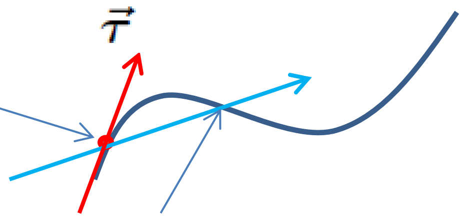
$$\{x(t_0+\Delta t)-x(t_0), y(t_0+\Delta t)-y(t_0), z(t_0+\Delta t)-z(t_0)\}$$

$$\{\frac{x(t_0+\Delta t)-x(t_0)}{\Delta t}, \frac{y(t_0+\Delta t)-y(t_0)}{\Delta t}, \frac{z(t_0+\Delta t)-z(t_0)}{\Delta t}\}$$

令　$\Delta t \to 0$,　$\{\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}, \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}, \frac{\mathrm{d}z}{\mathrm{d}t}\}|_{t=t_0}$

首先讨论参数式　**切线乃弦线之极限位置**

$$(x(t_0), y(t_0), z(t_0))$$



$$(x(t_0+\Delta t), y(t_0+\Delta t), z(t_0+\Delta t))$$

弦线方向

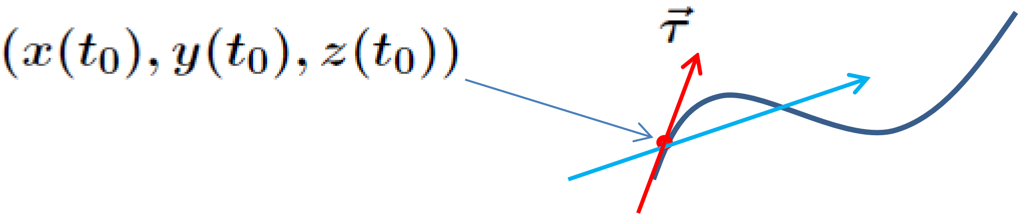
$$\{x(t_0+\Delta t)-x(t_0), y(t_0+\Delta t)-y(t_0), z(t_0+\Delta t)-z(t_0)\}$$

$$\{\frac{x(t_0+\Delta t)-x(t_0)}{\Delta t}, \frac{y(t_0+\Delta t)-y(t_0)}{\Delta t}, \frac{z(t_0+\Delta t)-z(t_0)}{\Delta t}\}$$

令　$\Delta t \to 0,\quad \{\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}, \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}, \frac{\mathrm{d}z}{\mathrm{d}t}\}|_{t=t_0}$

$\boxed{\vec{\tau} = \{x'(t_0), y'(t_0), z'(t_0)\} \text{ 为切线的方向向量}}$

首先讨论参数式　　切线乃弦线之极限位置



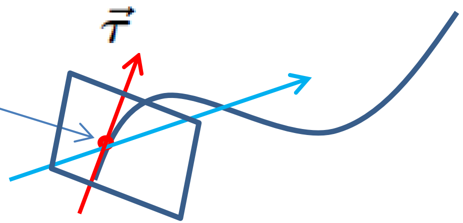
切线方程：$$\frac{x-x_0}{x'(t_0)}=\frac{y-y_0}{y'(t_0)}=\frac{z-z_0}{z'(t_0)}$$

(若有某个分母为零,解释同前.)

$\boxed{\vec{\tau}=\{x'(t_0), y'(t_0), z'(t_0)\}\text{ 为切线的方向向量}}$

首先讨论参数式　**切线乃弦线之极限位置**

$(x(t_0), y(t_0), z(t_0))$



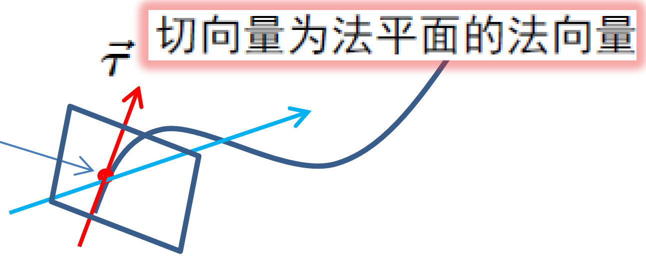
切线方程：$\dfrac{x - x_0}{x'(t_0)} = \dfrac{y - y_0}{y'(t_0)} = \dfrac{z - z_0}{z'(t_0)}$

曲线的法平面： 过此点且垂直于此点的切线的平面.

$\vec{\tau} = \{x'(t_0), y'(t_0), z'(t_0)\}$ 为切线的方向向量

首先讨论参数式　　**切线乃弦线之极限位置**

$(x(t_0), y(t_0), z(t_0))$



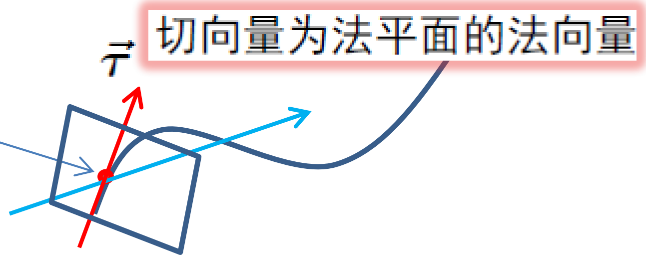
切线方程：$\dfrac{x-x_0}{x'(t_0)}=\dfrac{y-y_0}{y'(t_0)}=\dfrac{z-z_0}{z'(t_0)}$

曲线的法平面： 过此点且垂直于此点的切线的平面.

$\vec{\tau}=\{x'(t_0), y'(t_0), z'(t_0)\}$ 为切线的方向向量

首先讨论参数式　　**切线乃弦线之极限位置**

$(x(t_0), y(t_0), z(t_0))$



切线方程：$\dfrac{x-x_0}{x'(t_0)} = \dfrac{y-y_0}{y'(t_0)} = \dfrac{z-z_0}{z'(t_0)}$

曲线的法平面：过此点且垂直于此点的切线的平面.

点法式方程

$$x'(t_0)(x-x_0) + y'(t_0)(y-y_0) + z'(t_0)(z-z_0) = 0$$

$\vec{\tau} = \{x'(t_0), y'(t_0), z'(t_0)\}$ 为切线的方向向量

例

求圆柱螺旋线 $\begin{cases} x = 2\cos t \\ y = 2\sin t \\ z = 3t \end{cases}$ 在$t = \dfrac{\pi}{3}$点处的切线和法平面方程.

例

求圆柱螺旋线$\begin{cases} x = 2\cos t \\ y = 2\sin t \\ z = 3t \end{cases}$ 在$t = \dfrac{\pi}{3}$点处的切线和法平面方程.

$$t = \frac{\pi}{3}\text{时}(x, y, z) = (1, \sqrt{3}, \pi)$$

切向量$\vec{\tau} = \{x'(\frac{\pi}{3}), y'(\frac{\pi}{3}), z'(\frac{\pi}{3})\}$

例

求圆柱螺旋线$\begin{cases} x = 2\cos t \\ y = 2\sin t \\ z = 3t \end{cases}$ 在$t = \dfrac{\pi}{3}$点处的切线和法平面方程.

$$t = \frac{\pi}{3}\text{时}(x, y, z) = (1, \sqrt{3}, \pi)$$

切向量$\vec{\tau} = \{x'(\frac{\pi}{3}), y'(\frac{\pi}{3}), z'(\frac{\pi}{3})\}$

$$= \{-2\sin t, 2\cos t, 3\}|_{t=\frac{\pi}{3}} = \{-\sqrt{3}, 1, 3\}$$

例

求圆柱螺旋线 $\begin{cases} x = 2\cos t \\ y = 2\sin t \\ z = 3t \end{cases}$ 在 $t = \dfrac{\pi}{3}$ 点处的切线和法平面方程.

$$t = \frac{\pi}{3} \text{时} (x, y, z) = (1, \sqrt{3}, \pi)$$

切向量 $\vec{\tau} = \{x'(\frac{\pi}{3}), y'(\frac{\pi}{3}), z'(\frac{\pi}{3})\}$

$$= \{-2\sin t, 2\cos t, 3\}|_{t=\frac{\pi}{3}} = \{-\sqrt{3}, 1, 3\}$$

切线方程：$\dfrac{x-1}{-\sqrt{3}} = \dfrac{y-\sqrt{3}}{1} = \dfrac{z-\pi}{3}$

法平面方程：$-\sqrt{3}(x-1) + (y-\sqrt{3}) + 3(z-\pi) = 0$

例

求圆柱螺旋线$\begin{cases} x = 2\cos t \\ y = 2\sin t \\ z = 3t \end{cases}$ 在$t = \dfrac{\pi}{3}$点处的切线和法平面方程.

$$t = \frac{\pi}{3}\text{时}(x, y, z) = (1, \sqrt{3}, \pi)$$

$$\text{切向量}\vec{\tau} = \{x'(\frac{\pi}{3}), y'(\frac{\pi}{3}), z'(\frac{\pi}{3})\}$$

$$= \{-2\sin t, 2\cos t, 3\}|_{t=\frac{\pi}{3}} = \{-\sqrt{3}, 1, 3\}$$

切线方程: $\dfrac{x-1}{-\sqrt{3}} = \dfrac{y-\sqrt{3}}{1} = \dfrac{z-\pi}{3}$

法平面方程: $-\sqrt{3}(x-1) + (y-\sqrt{3}) + 3(z-\pi) = 0$

$$\Rightarrow \sqrt{3}x - y - 3z + 3\pi = 0.$$

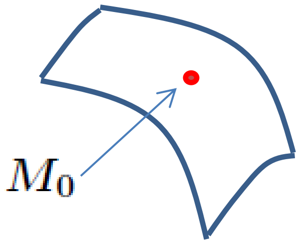
曲面的切平面与法线

曲面的切平面与法线

设函数 $u=F(x,y,z)$ 的三个偏导数 F'_x, F'_y, F'_z 在 $M_0(x_0,y_0,z_0)$ 点连续,不同时为零.

又设 $F(x,y,z)=0$ 决定一张过 M_0 的曲面

$$\Sigma: \quad F(x,y,z)=0$$

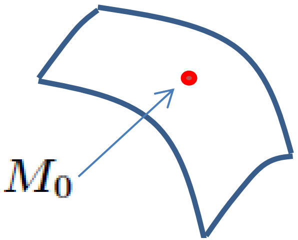


曲面的切平面与法线

设函数 $u=F(x,y,z)$ 的三个偏导数 F'_x, F'_y, F'_z 在 $M_0(x_0,y_0,z_0)$ 点连续,不同时为零.

又设 $F(x,y,z)=0$ 决定一张过 M_0 的曲面

$$\Sigma: \quad F(x,y,z)=0$$



$$F(x,y,z)=0 \quad \Rightarrow$$

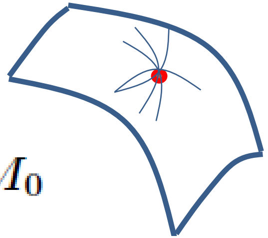
$$F'_x(x,y,z)\,\mathrm{d}x+F'_y(x,y,z)\,\mathrm{d}y+F'_z(x,y,z)\,\mathrm{d}z=0,\ (x,y,z)\in\Sigma.$$

曲面的切平面与法线

设函数 $u=F(x,y,z)$ 的三个偏导数 F'_x, F'_y, F'_z 在 $M_0(x_0,y_0,z_0)$ 点连续,不同时为零.

又设 $F(x,y,z)=0$ 决定一张过 M_0 的曲面

$$\Sigma: \quad F(x,y,z)=0$$



M_0

$$F(x,y,z)=0 \quad \Rightarrow$$

$$F'_x(x,y,z)\,\mathrm{d}x+F'_y(x,y,z)\,\mathrm{d}y+F'_z(x,y,z)\,\mathrm{d}z=0, (x,y,z)\in\Sigma.$$

$$F'_x(x_0,y_0,z_0)\,\mathrm{d}x+F'_y(x_0,y_0,z_0)\,\mathrm{d}y+F'_z(x_0,y_0,z_0)\,\mathrm{d}z=0$$

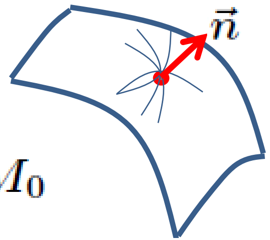
$$\{F'_x(x_0,y_0,z_0),F'_y(x_0,y_0,z_0),F'_z(x_0,y_0,z_0)\}\cdot\{\,\mathrm{d}x,\ \mathrm{d}y,\ \mathrm{d}z\}=0$$

曲面的切平面与法线

设函数 $u=F(x,y,z)$ 的三个偏导数 F'_x,F'_y,F'_z 在 $M_0(x_0,y_0,z_0)$ 点连续,不同时为零.

又设 $F(x,y,z)=0$ 决定一张过 M_0 的曲面

$$\Sigma: \quad F(x,y,z)=0$$



$$F(x,y,z)=0 \quad \Rightarrow$$

$$F'_x(x,y,z)\,\mathrm{d}x+F'_y(x,y,z)\,\mathrm{d}y+F'_z(x,y,z)\,\mathrm{d}z=0,(x,y,z)\in\Sigma.$$

$$F'_x(x_0,y_0,z_0)\,\mathrm{d}x+F'_y(x_0,y_0,z_0)\,\mathrm{d}y+F'_z(x_0,y_0,z_0)\,\mathrm{d}z=0$$

$$\{F'_x(x_0,y_0,z_0),F'_y(x_0,y_0,z_0),F'_z(x_0,y_0,z_0)\}\cdot\{\,\mathrm{d}x,\,\mathrm{d}y,\,\mathrm{d}z\}=0$$

Σ 上过 M_0 点的任何一条光滑曲线的切向量为 $\vec{\tau}=\{\,\mathrm{d}x,\,\mathrm{d}y,\,\mathrm{d}z\}|_{\{x_0,y_0,z_0\}}$

$\vec{n}=\{F'_x,F'_y,F'_z\}|_{(x_0,y_0,z_0)}$ 垂直于曲面上过 M_0 点的所有曲线的切线

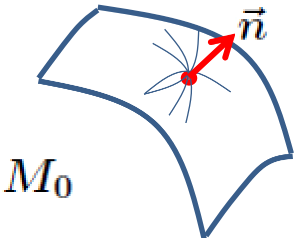
称之为 Σ 的在 M_0 点的法向量

曲面的切平面与法线

设函数 $u=F(x,y,z)$ 的三个偏导数 F'_x,F'_y,F'_z 在 $M_0(x_0,y_0,z_0)$ 点连续,不同时为零.

又设 $F(x,y,z)=0$ 决定一张过 M_0 的曲面

$$\Sigma:\quad F(x,y,z)=0$$



$$F(x,y,z)=0\quad\Rightarrow$$

$$F'_x(x,y,z)\,\mathrm{d}x+F'_y(x,y,z)\,\mathrm{d}y+F'_z(x,y,z)\,\mathrm{d}z=0,\ (x,y,z)\in\Sigma.$$

$$F'_x(x_0,y_0,z_0)\,\mathrm{d}x+F'_y(x_0,y_0,z_0)\,\mathrm{d}y+F'_z(x_0,y_0,z_0)\,\mathrm{d}z=0$$

$$\{F'_x(x_0,y_0,z_0),F'_y(x_0,y_0,z_0),F'_z(x_0,y_0,z_0)\}\cdot\{\,\mathrm{d}x,\ \mathrm{d}y,\ \mathrm{d}z\}=0$$

Σ 上过 M_0 点的任何一条光滑曲线的切向量为$\vec{\tau}=\{\,\mathrm{d}x,\ \mathrm{d}y,\ \mathrm{d}z\}|_{\{x_0,y_0,z_0\}}$

$\vec{n}=\{F'_x,F'_y,F'_z\}|_{(x_0,\,y_0,\,z_0)}$垂直于曲面上过 M_0 点的所有曲线的切线

$$\vec{n}\cdot\vec{\tau}=0$$

曲面上过 M_0 点的一切曲线的切线都在同一平面内

该平面称为 Σ 的在 M_0 点的切平面

切平面的法向量就是曲面的法向量

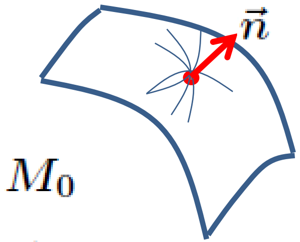
称之为 Σ 的在 M_0 点的法向量

曲面的切平面与法线

设函数 $u=F(x,y,z)$ 的三个偏导数 F'_x,F'_y,F'_z 在 $M_0(x_0,y_0,z_0)$ 点连续,不同时为零.

又设 $F(x,y,z)=0$ 决定一张过 M_0 的曲面

$$\Sigma: \quad F(x,y,z)=0$$



法向量 $\vec{n}=\{F'_x,F'_y,F'_z\}|_{(x_0,y_0,z_0)}$

切平面方程:

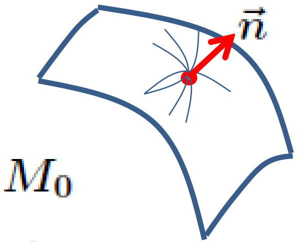
$$F'_x(x_0,y_0,z_0)(x-x_0)+F'_y(x_0,y_0,z_0)(y-y_0)+F'_z(x_0,y_0,z_0)(z-z_0)=0$$

曲面的切平面与法线

设函数 $u=F(x,y,z)$ 的三个偏导数 F'_x, F'_y, F'_z 在 $M_0(x_0,y_0,z_0)$ 点连续,不同时为零.

又设 $F(x,y,z)=0$ 决定一张过 M_0 的曲面

$$\Sigma: \quad F(x,y,z)=0$$



法向量 $\vec{n}=\{F'_x, F'_y, F'_z\}|_{(x_0,y_0,z_0)}$

切平面方程:

$$F'_x(x_0,y_0,z_0)(x-x_0)+F'_y(x_0,y_0,z_0)(y-y_0)+F'_z(x_0,y_0,z_0)(z-z_0)=0$$

法线方程:

$$\frac{x-x_0}{F'_x(x_0,y_0,z_0)}=\frac{y-y_0}{F'_y(x_0,y_0,z_0)}=\frac{z-z_0}{F'_z(x_0,y_0,z_0)}$$

例

求$x^2+y^2+z^2=14$在点$(1,2,3)$处的切平面,法线方程.

例

求$x^2+y^2+z^2=14$在点$(1,2,3)$处的切平面,法线方程.

令$F(x,y,z)=x^2+y^2+z^2-14$,

则$F'_x(x,y,z)=2x,\quad F'_y(x,y,z)=2y,\quad F'_z(x,y,z)=2z,$

例

求$x^2+y^2+z^2=14$在点$(1,2,3)$处的切平面,法线方程.

令$F(x,y,z)=x^2+y^2+z^2-14$,

则$F'_x(x,y,z)=2x,\quad F'_y(x,y,z)=2y,\quad F'_z(x,y,z)=2z,$

$\vec{n}=\{F'_x,F'_y,F'_z\}=2\{x,y,z\},$

例

求$x^2+y^2+z^2=14$在点$(1,2,3)$处的切平面,法线方程.

令$F(x,y,z)=x^2+y^2+z^2-14$,

则$F'_x(x,y,z)=2x,\quad F'_y(x,y,z)=2y,\quad F'_z(x,y,z)=2z,$

$\vec{n}=\{F'_x,F'_y,F'_z\}=2\{x,y,z\},$

$$\vec{n_0}=\{x,y,z\}|_{(1,2,3)}=(1,2,3).$$

例

求$x^2+y^2+z^2=14$在点$(1,2,3)$处的切平面,法线方程.

令$F(x,y,z)=x^2+y^2+z^2-14,$

则$F_x'(x,y,z)=2x,\quad F_y'(x,y,z)=2y,\quad F_z'(x,y,z)=2z,$

$\vec{n}=\{F_x',F_y',F_z'\}=2\{x,y,z\},$

$$\vec{n_0}=\{x,y,z\}|_{(1,2,3)}=(1,2,3).$$

切平面方程:

$1(x-1)+2(y-2)+3(z-3)=0\Rightarrow x+2y+3z=14$;

法线方程:

$\dfrac{x-1}{1}=\dfrac{y-2}{2}=\dfrac{z-3}{3}.$

注　如果曲面由显式方程给出$z=f(x,y)$,

则$F(x,y,z)=z-f(x,y)$或$F(x,y,z)=f(x,y)-z$,

此时$\vec{n}=\{-f'_x,-f'_y,1\}$或$\vec{n}=\{f'_x,f'_y,-1\}$,

正法向或负法向不影响法线方程和切平面方程.

注　如果曲面由显式方程给出$z=f(x,y)$，

则$F(x,y,z)=z-f(x,y)$或$F(x,y,z)=f(x,y)-z$，

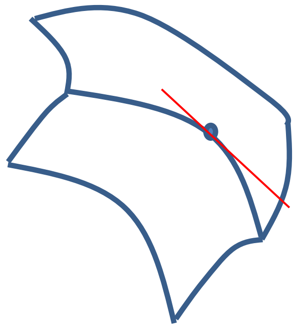
此时$\vec{n}=\{-f'_x,-f'_y,1\}$或$\vec{n}=\{f'_x,f'_y,-1\}$，

正法向或负法向不影响法线方程和切平面方程.

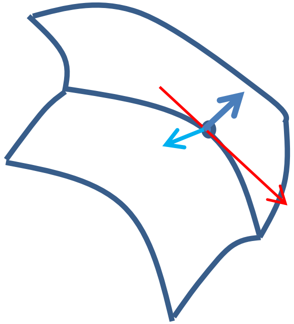
曲面$z=f(x,y)$点(x,y,z)的法向余弦为

$$\cos\alpha=\frac{\mp f'_x}{\sqrt{1+f'^2_x+f'^2_y}},\quad \cos\beta=\frac{\mp f'_y}{\sqrt{1+f'^2_x+f'^2_y}},\quad \cos\gamma=\frac{\pm 1}{\sqrt{1+f'^2_x+f'^2_y}}$$

二面式曲线的切线



二面式曲线的切线



如在点$M_0(1,-2,1)$处求二面式曲线

$$\begin{cases} x^2+y^2+z^2=6 \\ x+y+z=0 \end{cases}$$ 的切线和法平面方程.

如在点$M_0(1,-2,1)$处求二面式曲线

$$\begin{cases} x^2+y^2+z^2=6 \\ x+y+z=0 \end{cases}$$ 的切线和法平面方程.

$\Sigma_1:\quad x^2+y^2+z^2=6,\quad \vec{n_1}=(x,y,z)|_{M_0}=(1,-2,1);$

$\Sigma_2:\quad x+y+z=0,\quad \vec{n_2}=(1,1,1)|_{M_0}=(1,1,1).$

如在点$M_0(1,-2,1)$处求二面式曲线

$$\begin{cases} x^2+y^2+z^2=6 \\ x+y+z=0 \end{cases}$$ 的切线和法平面方程.

Σ_1： $x^2+y^2+z^2=6$, $\vec{n_1}=(x,y,z)|_{M_0}=(1,-2,1)$;

Σ_2： $x+y+z=0$, $\vec{n_2}=(1,1,1)|_{M_0}=(1,1,1)$.

$$\vec{\tau}=\vec{n_1}\times\vec{n_2}=\begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 1 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}=-3\vec{i}+3\vec{k}=\{-3,0,3\}$$

或$\vec{\tau}=\{-1,0,1\}$

如在点$M_0(1,-2,1)$处求二面式曲线

$$\begin{cases} x^2+y^2+z^2=6 \\ x+y+z=0 \end{cases}$$ 的切线和法平面方程.

$$\Sigma_1: \quad x^2+y^2+z^2=6, \quad \vec{n_1}=(x,y,z)|_{M_0}=(1,-2,1);$$

$$\Sigma_2: \quad x+y+z=0, \quad \vec{n_2}=(1,1,1)|_{M_0}=(1,1,1).$$

$$\vec{\tau}=\vec{n_1}\times\vec{n_2}=\begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 1 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}=-3\vec{i}+3\vec{k}=\{-3,0,3\}$$

或$\vec{\tau}=\{-1,0,1\}$

切线方程:

$$\frac{x-1}{-1}=\frac{y+2}{0}=\frac{z-1}{1}, \quad \begin{cases} \dfrac{x-1}{-1}=\dfrac{z-1}{1} \\ y+2=0 \end{cases}$$

法平面方程:

$$(-1)(x-1)+0+1\cdot(z-1)=0, z-x=0.$$

二面于交线上某点处的夹角：二面夹角

二面于交线上某点处的夹角：二面夹角

设二曲面Σ_1, Σ_2交于一曲线C,

$$\Sigma_1 : \quad F(x, y, z) = 0, \qquad \Sigma_2 : \quad G(x, y, z) = 0,$$

二面于交线上某点处的夹角：二面夹角

设二曲面Σ_1,Σ_2交于一曲线C,

$$\Sigma_1:\quad F(x,y,z)=0,\qquad \Sigma_2:\quad G(x,y,z)=0,$$

$$C:\begin{cases}F(x,y,z)=0\\ G(x,y,z)=0\end{cases}\qquad \text{点}M(x,y,z)\in C$$

Σ_1,Σ_2在M点的夹角定义为

$\boxed{M\text{点}\Sigma_1\text{的切平面与}\Sigma_2\text{ 的切平面的夹角（介于}0,\pi\text{之间）}}$

二面于交线上某点处的夹角：二面夹角

设二曲面Σ_1, Σ_2交于一曲线C,

$$\Sigma_1: \quad F(x,y,z)=0, \quad \Sigma_2: \quad G(x,y,z)=0,$$

$$C: \begin{cases} F(x,y,z)=0 \\ G(x,y,z)=0 \end{cases} \qquad 点M(x,y,z)\in C$$

Σ_1, Σ_2在M点的夹角定义为

M点Σ_1的切平面与Σ_2 的切平面的夹角（介于$0, \pi$之间）

也就是M点Σ_1, Σ_2的两法线夹角

二面于交线上某点处的夹角：二面夹角

设二曲面Σ_1, Σ_2交于一曲线C,

$$\Sigma_1: \quad F(x,y,z)=0, \quad \Sigma_2: \quad G(x,y,z)=0,$$

$$C: \begin{cases} F(x,y,z)=0 \\ G(x,y,z)=0 \end{cases} \qquad \text{点} M(x,y,z) \in C$$

Σ_1, Σ_2在M点的夹角定义为

M点Σ_1的切平面与Σ_2 的切平面的夹角（介于$0,\pi$之间）

也就是M点Σ_1, Σ_2的两法线夹角

如果两曲面在交线上各点处都垂直,则称此二曲面正交