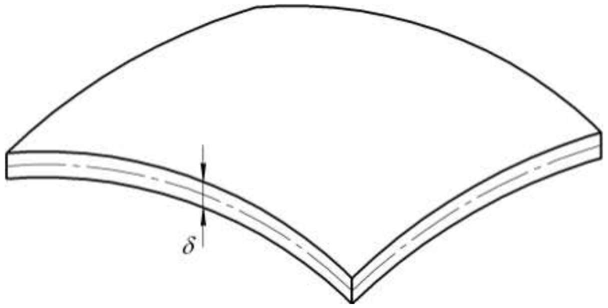
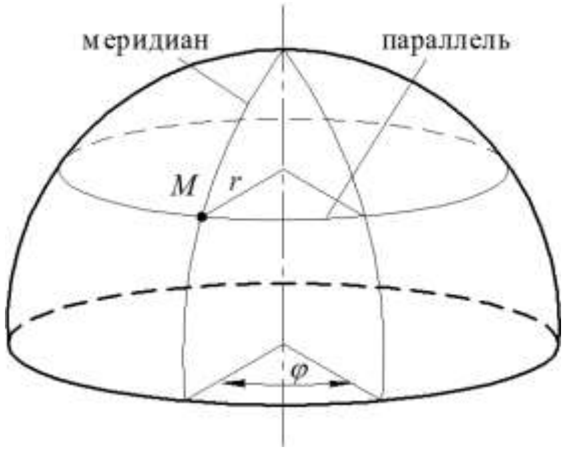
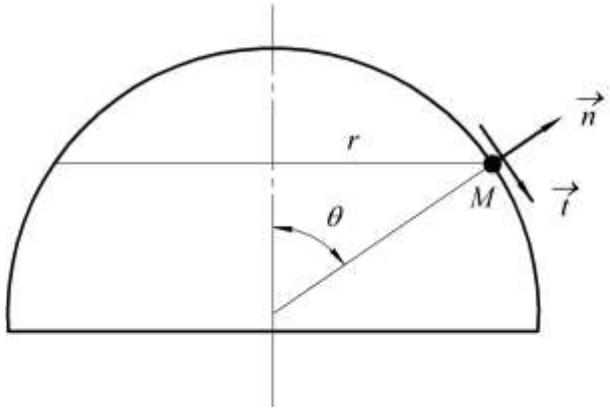
1. 回转薄壳的几何特性





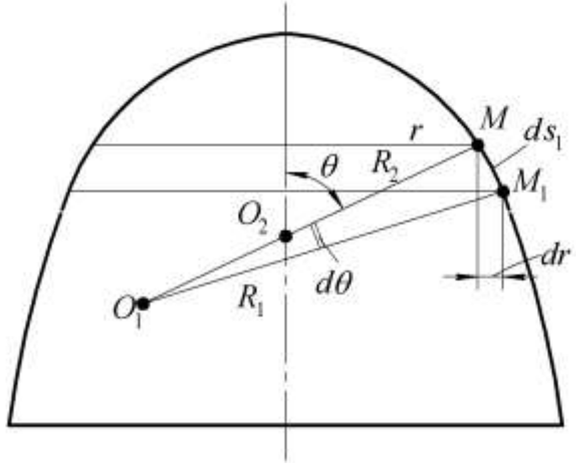
- 过旋转轴的平面与中面相交的曲线称为经线；
- 垂直于旋转轴的平面与中面相交的曲线称为纬线；

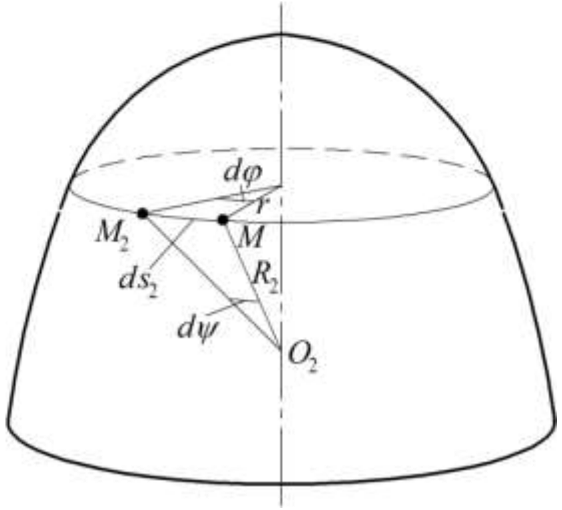
- 两个距离相近的平面构成具有一定厚度δ的壳体；
- 厚度相对壳体其余几何尺寸较小则称为薄壳，壳厚度一半的位置称为中面；
- 旋转壳体的中面由平面曲线旋转而成



- φ - 经线与初始经线夹角；
- Θ – 经线上某一点M处法向方向与回转轴的夹角；
- r – M点处纬圆半径；

1. 回转薄壳的几何特性





- O_1M -中面第一主曲率半径
- O_2M -中面第二主曲率半径

满足微分关系：

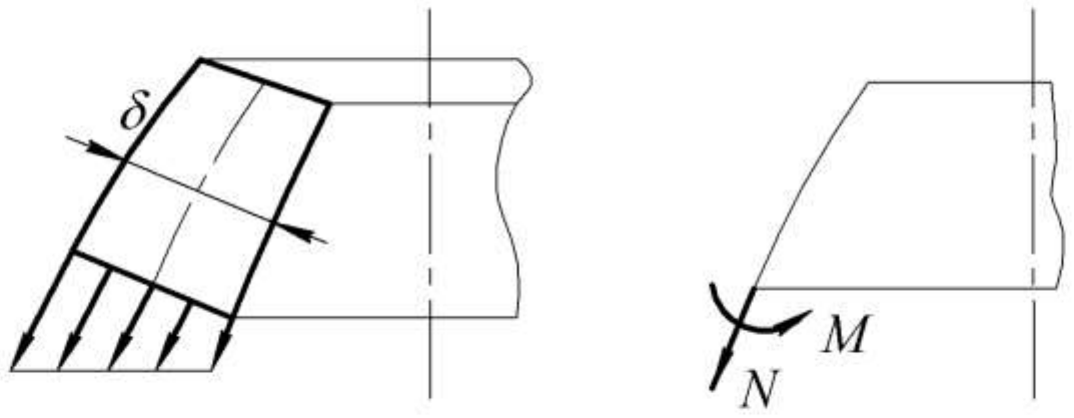
$$r = R_2 \sin\theta;$$

$$ds_1 = R_1 d\theta;$$

$$ds_2 = R_2 d\psi,$$

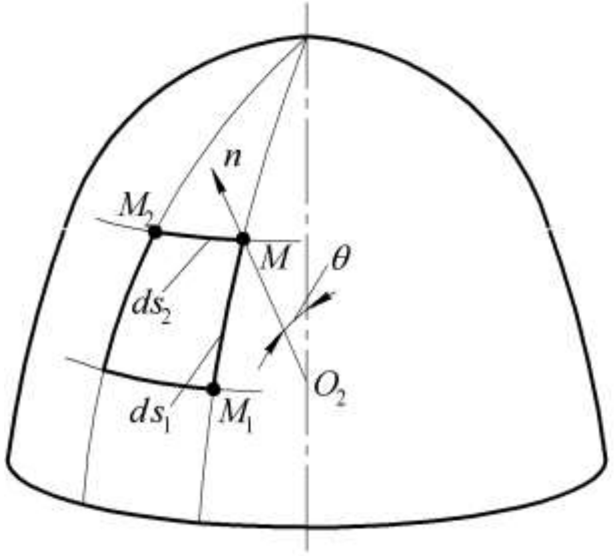
$$dr = ds_1 \cos\theta,$$

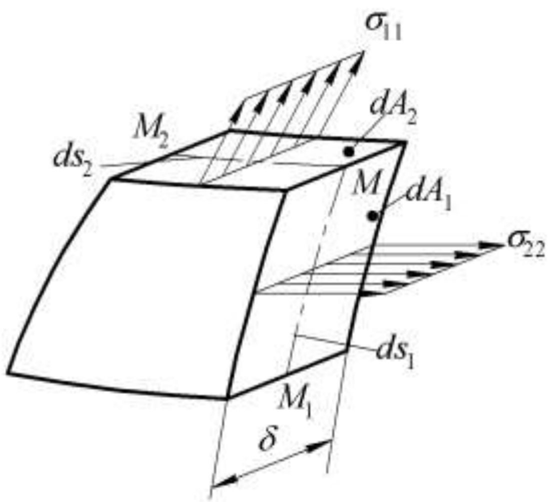
2. 无力矩假设



- 当δ很小时，认为壳体截面上的应力沿厚度方向不变化，即截面上不存在力矩M；
- 根据旋转体几何性质，当受力均匀时，截面上应力也和选取的经线平面无关

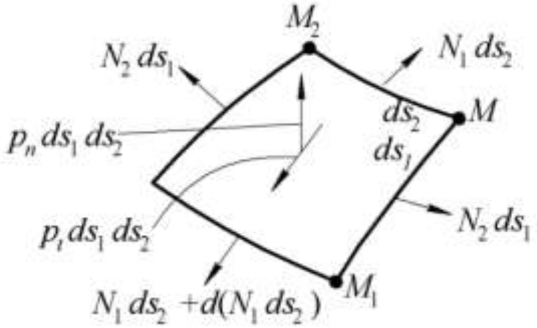
2. 无力矩假设



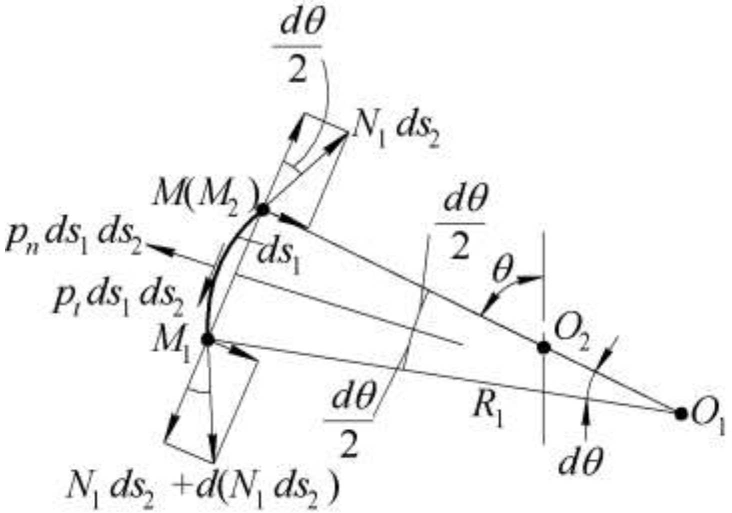


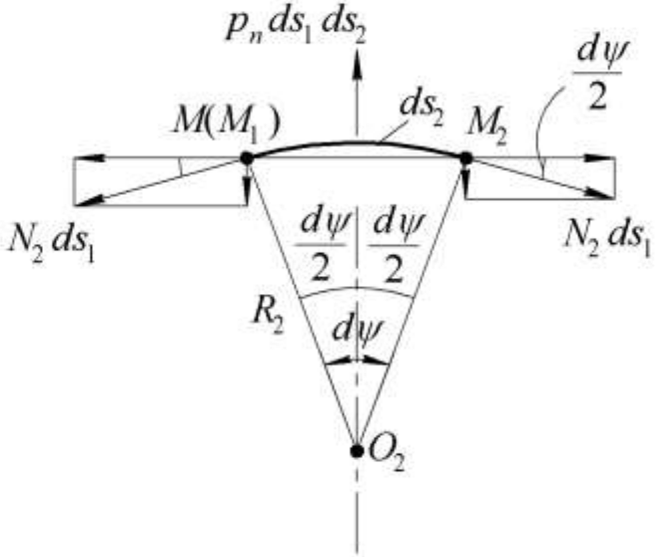
- 面积dA_2上受力： $dP_1 = \sigma_{11}\delta ds_2$.
- 该力除以长度ds_2，径向单位长度力： $N_1 = \dfrac{dP_1}{ds_2} = \sigma_{11}\delta$
- 同理，周向单位长度力：$N_2 = \sigma_{22}\delta$
- 截面应力： $\sigma_{11} = \dfrac{N_1}{\delta}$; $\sigma_{22} = \dfrac{N_2}{\delta}$.

2. 无力矩假设



- 平衡方程： $-N_1 ds_2\dfrac{d\theta}{2}-\left[N_1 ds_2+d\left(N_1 ds_2\right)\right]\dfrac{d\theta}{2}-2N_2 ds_1\dfrac{d\psi}{2}+p_n ds_1 ds_2=0$.
- 几何关系： $d\theta=\dfrac{ds_1}{R_1}$； $d\psi=\dfrac{ds_2}{R_2}$，
- 拉普拉斯等式： $\dfrac{N_1}{R_1}+\dfrac{N_2}{R_2}=p_n$



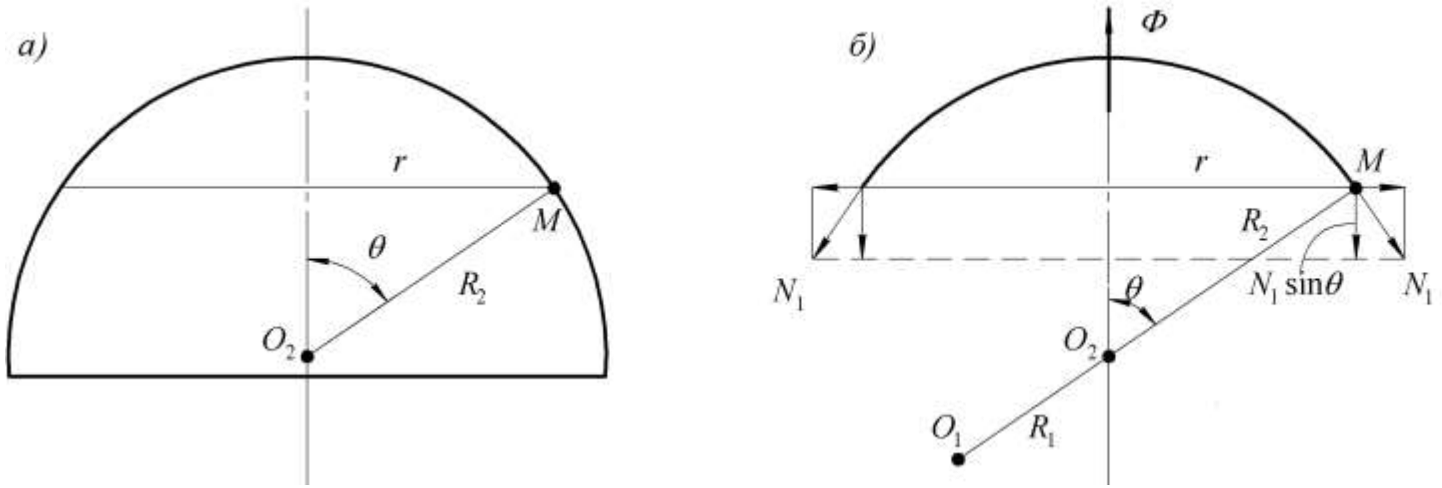


对一般的压力储罐：

$p_t=0$， $p_n=p$

2. 无力矩假设

- 平衡方程： $N_1 \sin\theta \cdot 2\pi r = \Phi$
- 几何关系： $r = R_2 \sin\theta$
- 有限区域上的单位力表达式： $N_1 = \dfrac{\Phi}{2\pi R_2 \sin^2\theta}$.



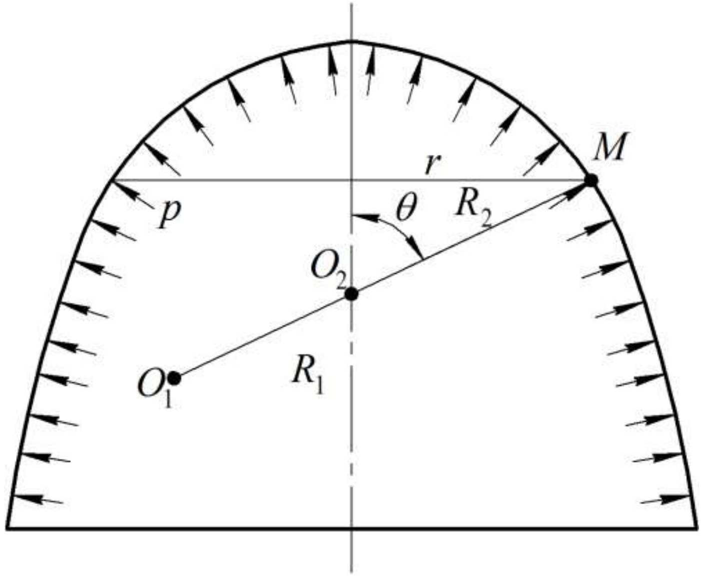
对一般的压力储罐：

$p_t = 0$， $p_n = p$

3. 压力容器的内力

- 积分表面压力：$\Phi = 2\pi \int_0^r pr'dr' = 2\pi p \left.\frac{r'^2}{2}\right|_0^r = \pi r^2 p$

- 几何关系：$r = R_2 \sin\theta$
- 经向单位力表达式：$N_1 = \frac{\Phi}{2\pi R_2 \sin^2\theta} = \frac{\pi r^2 p}{2\pi R_2 \sin^2\theta} = \frac{pr^2}{2R_2 \sin^2\theta} = \frac{pR_2}{2}$

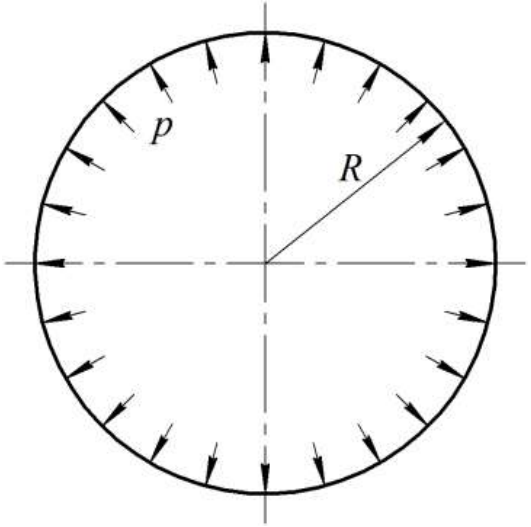


根据拉普拉斯公式 $\frac{N_1}{R_1} + \frac{N_2}{R_2} = p_n$

纬向力表达式 $N_2 = R_2\left(p - \frac{N_1}{R_1}\right) = pR_2 - \frac{R_2}{R_1}N_1 = pR_2 - \frac{R_2}{R_1}\frac{pR_2}{2}$

$$N_2 = \frac{pR_2}{2}\left(2 - \frac{R_2}{R_1}\right)$$

3. 压力容器的内力



几何关系：$R_1 = R_2 = R$

单位力表达式：$N_1 = N_2 = \dfrac{pR}{2}$

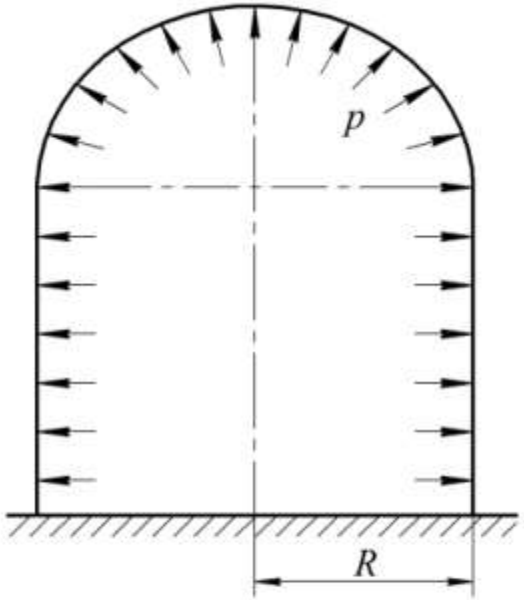
几何关系：$R_1 = \infty$， $R_2 = R$

根据拉普拉斯公式 $\dfrac{N_1}{R_1} + \dfrac{N_2}{R_2} = p_n$

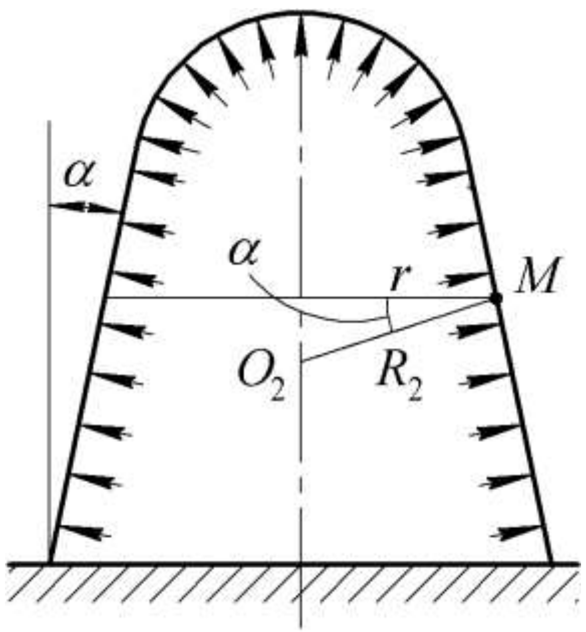
纬向力表达式: $N_2 = pR$

经向单位力表达式：$N_1 = \dfrac{pR}{2}$

(全部来自于顶部压力积分)



3. 压力容器的内力



几何关系：$R_1 = \infty$，$R_2 = \dfrac{r}{\cos\alpha}$

根据拉普拉斯公式 $\dfrac{N_1}{R_1} + \dfrac{N_2}{R_2} = p_n$

纬向力表达式: $N_2 = \dfrac{pr}{\cos\alpha}$

经向单位力表达式：$N_1 = \dfrac{pr}{2\cos\alpha}$

(全部来自于上方压力积分)