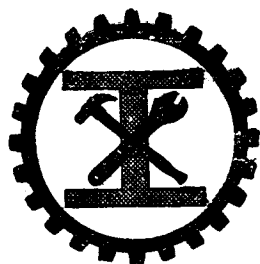
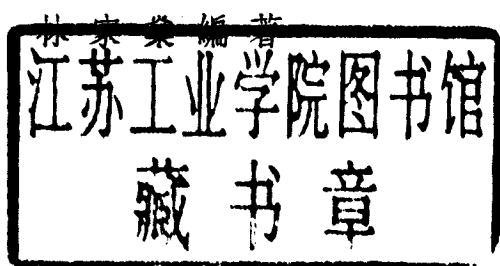


機械工人活葉學習材料

標準傘齒輪各部尺寸計算



科學技術出版社

編 者 的 話

本書把標準傘齒輪各部名稱、意義、常用的代表符號以及各部尺寸關係的公式等都加以詳細的說明。爲了使讀者容易了解如何應用這些公式，作者舉出了許多實際的計算例題並加以解答。爲了供讀者計算各部尺寸時的需要，本書還刊有傘齒輪各種角度以及三角函數的附表等。本書內容是八級工資制銑工五、六級工人所要學習的。

編著者：林家榮 編輯者：機械工人編委會 責任校對：婁燕翔

1952年9月發排(科技) 1952年11月付印(科技) 1952年12月初版
書號 0119-8-06 31×43¹/₃₂ 25印刷頁 1—6,000冊 定價 2,000元 (兩)
科學技術出版社(北京區甲廠17號)出版 中國圖書發行公司總經理



中國
定

2, 0

一 標準傘齒輪主要部分的名稱和意義

機器的旋轉運動，如果遇到兩軸相交、兩軸的距離很近、傳動力量又很大、轉數比又要固定的時候，一般是採用‘傘齒輪’來傳動適合。當一對傘齒輪的輪齒嚙合着傳動的時候，情形和兩個半圓錐形摩擦輪的傳動很相像，如圖 1。但是，摩擦輪的轉動，如果一軸上所帶動的力量大於兩輪間的摩擦力，則兩輪面將會發生滑動的現象，或者甚至於使從動輪不能被帶動。如果把摩擦輪製造成有齒的輪子，藉齒輪上牙齒的力量去推動另一軸上的齒，同樣就可以把一軸的旋轉力量傳到另一軸上去，如圖 2。

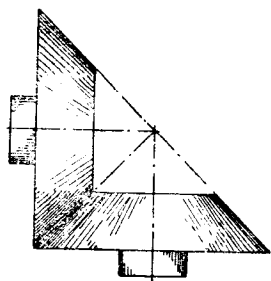


圖 1

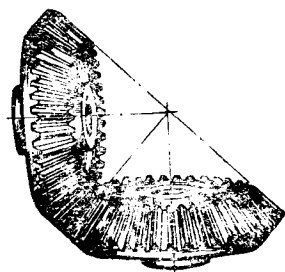


圖 2

下面是標準傘齒輪主要部分的名稱和意義(參看圖 3)：

節 錐 角：節錐角又叫中心角，就是節線和錐形體中心線之間所

齒頂：節線外的牙齒高度。

齒根：節線內的牙齒深度。

齒頂角：節線和齒頂線間的夾角。

齒根角：節線和齒根線間的夾角。

齒面角：節錐角加齒頂角。

割削角：齒根線與齒輪中心線間的夾角。

角齒頂：齒輪中心線到齒頂的距離減去節徑的 $1/2$ 。

節徑：節錐體底面的直徑。

外徑：節徑加兩倍齒頂。

夾角：兩相交軸線的角度。

齒高：外圓與根圓間的沿徑距離。

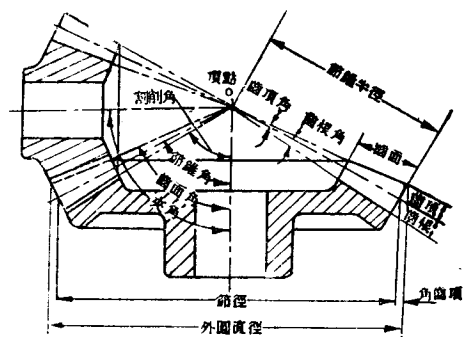


圖 3

大齒輪節錐高：齒頂外端到頂點的垂直距離。

小齒輪節錐高：齒頂內端頂點的垂直距離。

銑刀號數：銑刀上所表示的齒數。

25	66°19'	65°57'	65°33'	65°09'	64°45'	64°20'	63°53'	63°26'	62°58'	62°29'	61°59'	61°29'	60°57'	60°24'	59°50'
26	65°29'	65°06'	64°42'	64°18'	63°52'	63°26'	62°59'	62°31'	62°03'	61°33'	61°03'	60°31'	59°59'	59°25'	58°50'
27	64°39'	64°16'	63°51'	63°26'	63°00'	62°34'	62°06'	61°38'	61°08'	60°38'	60°07'	59°35'	59°02'	58°28'	57°53'
28	63°50'	63°26'	63°01'	62°36'	62°09'	61°42'	61°14'	60°45'	60°15'	59°45'	59°15'	58°40'	58°07'	57°32'	56°56'
29	63°02'	62°37'	62°12'	61°45'	61°19'	60°51'	60°23'	59°53'	59°23'	58°52'	58°19'	57°46'	57°12'	56°37'	56°00'
30	62°14'	61°49'	61°23'	60°57'	60°29'	60°01'	59°32'	59°02'	58°32'	58°00'	57°27'	66°53'	56°19'	55°43'	55°05'
31	61°28'	61°02'	60°36'	60°06'	59°41'	59°12'	58°42'	58°12'	57°41'	57°08'	56°36'	56°01'	55°26'	54°50'	54°12'
32	60°41'	60°15'	59°48'	59°21'	58°52'	58°34'	57°54'	57°23'	56°52'	56°19'	55°45'	55°11'	54°35'	53°58'	53°21'
33	59°56'	59°29'	59°02'	58°34'	58°05'	57°36'	57°06'	56°34'	56°02'	55°30'	54°56'	54°21'	53°45'	53°08'	52°29'
34	59°11'	58°44'	58°16'	57°48'	57°19'	56°49'	56°19'	55°47'	55°15'	54°41'	54°07'	53°32'	52°52'	52°18'	51°40'
35	58°27'	58°00'	57°32'	57°03'	56°33'	56°03'	55°32'	55°00'	54°28'	53°54'	53°20'	52°44'	52°08'	51°30'	50°51'
36	57°43'	57°16'	56°48'	56°19'	55°49'	55°18'	54°47'	54°15'	53°42'	53°08'	52°33'	51°57'	51°20'	50°43'	50°04'
37	57°01'	56°32'	56°04'	55°35'	55°05'	54°34'	54°02'	53°30'	52°56'	52°23'	51°47'	51°12'	50°35'	49°56'	49°17'
38	56°19'	55°51'	55°21'	54°52'	54°23'	53°51'	53°18'	52°46'	52°12'	51°38'	51°03'	50°27'	49°49'	49°11'	48°32'
	55°41'	55°13'	54°44'	54°15'	53°46'	53°17'	52°48'	52°19'	51°50'	51°21'	50°52'	50°23'	49°54'	49°25'	48°56'
	55°02'	54°33'	54°04'	53°35'	53°06'	52°37'	52°08'	51°39'	51°10'	50°41'	50°12'	49°43'	49°14'	48°45'	48°16'
	54°23'	53°54'	53°25'	52°56'	52°27'	51°58'	51°29'	51°00'	50°31'	50°02'	49°33'	49°04'	48°35'	48°06'	47°37'
	53°44'	53°15'	52°46'	52°17'	51°48'	51°19'	50°50'	50°21'	49°52'	49°23'	48°54'	48°25'	47°56'	47°27'	46°58'
	53°05'	52°36'	52°07'	51°38'	51°09'	50°40'	50°11'	49°42'	49°13'	48°44'	48°15'	47°46'	47°17'	46°48'	46°19'
	52°26'	51°57'	51°28'	50°59'	50°30'	50°01'	49°32'	49°03'	48°34'	48°05'	47°36'	47°07'	46°38'	46°09'	45°40'
	51°47'	51°18'	50°49'	50°20'	49°51'	49°22'	48°53'	48°24'	47°55'	47°26'	46°57'	46°28'	45°59'	45°30'	45°01'
	51°08'	50°39'	50°10'	49°41'	49°12'	48°43'	48°14'	47°45'	47°16'	46°47'	46°18'	45°49'	45°20'	44°51'	44°22'
	50°29'	49°60'	48°31'	48°02'	47°33'	47°04'	46°35'	46°06'	45°37'	45°08'	44°39'	44°10'	43°41'	43°12'	42°43'
	49°50'	49°21'	48°52'	48°23'	47°54'	47°25'	46°56'	46°27'	45°58'	45°29'	45°00'	44°31'	44°02'	43°33'	43°04'
	49°11'	48°42'	48°13'	47°44'	47°15'	46°46'	46°17'	45°48'	45°19'	44°50'	44°21'	43°52'	43°23'	42°54'	42°25'
	48°32'	48°03'	47°34'	47°05'	46°36'	46°07'	45°38'	45°09'	44°40'	44°11'	43°42'	43°13'	42°44'	42°15'	41°46'
	47°53'	47°24'	46°55'	46°26'	45°57'	45°28'	44°59'	44°30'	44°01'	43°32'	43°03'	42°34'	42°05'	41°36'	41°07'
	47°14'	46°45'	46°16'	45°47'	45°18'	44°49'	44°20'	43°51'	43°22'	42°53'	42°24'	41°55'	41°26'	40°57'	40°28'
	46°35'	46°06'	45°37'	45°08'	44°39'	44°10'	43°41'	43°12'	42°43'	42°14'	41°45'	41°16'	40°47'	40°18'	39°49'
	45°56'	45°27'	44°58'	44°29'	44°00'	43°31'	43°02'	42°33'	42°04'	41°35'	41°06'	40°37'	40°08'	39°39'	39°10'
	45°17'	44°48'	44°19'	43°50'	43°21'	42°52'	42°23'	41°54'	41°25'	40°56'	40°27'	39°58'	39°29'	39°00'	38°31'
	44°38'	44°09'	43°40'	43°11'	42°42'	42°13'	41°44'	41°15'	40°46'	40°17'	39°48'	39°19'	38°50'	38°21'	37°52'
	43°59'	43°30'	43°01'	42°32'	42°03'	41°34'	41°05'	40°36'	40°07'	39°38'	39°09'	38°40'	38°11'	37°42'	37°13'
	43°20'	42°51'	42°22'	41°53'	41°24'	40°55'	40°26'	39°57'	39°28'	38°59'	38°30'	38°01'	37°32'	37°03'	36°34'
	42°41'	42°12'	41°43'	41°14'	40°45'	40°16'	39°47'	39°18'	38°49'	38°20'	37°51'	37°22'	36°53'	36°24'	35°55'
	42°02'	41°33'	41°04'	40°35'	40°06'	39°37'	39°08'	38°39'	38°10'	37°41'	37°12'	36°43'	36°14'	35°45'	35°16'
	41°23'	40°54'	40°25'	39°56'	39°27'	38°58'	38°29'	38°00'	37°31'	37°02'	36°33'	36°04'	35°35'	35°06'	34°37'
	40°44'	40°15'	39°46'	39°17'	38°48'	38°19'	37°50'	37°21'	36°52'	36°23'	35°54'	35°25'	34°56'	34°27'	33°58'
	40°05'	39°36'	39°07'	38°38'	38°09'	37°40'	37°11'	36°42'	36°13'	35°44'	35°15'	34°46'	34°17'	33°48'	33°19'
	39°26'	38°57'	38°28'	37°59'	37°30'	37°01'	36°32'	36°03'	35°34'	35°05'	34°36'	34°07'	33°38'	33°09'	32°40'
	38°47'	38°18'	37°49'	37°20'	36°51'	36°22'	35°53'	35°24'	34°55'	34°26'	33°57'	33°28'	32°59'	32°30'	32°01'
	38°08'	37°39'	37°10'	36°41'	36°12'	35°43'	35°14'	34°45'	34°16'	33°47'	33°18'	32°49'	32°20'	31°51'	31°22'
	37°29'	37°00'	36°31'	36°02'	35°33'	35°04'	34°35'	34°06'	33°37'	33°08'	32°39'	32°10'	31°41'	31°12'	30°43'
	36°50'	36°21'	35°52'	35°23'	34°54'	34°25'	33°56'	33°27'	32°58'	32°29'	32°00'	31°31'	31°02'	30°33'	30°04'
	36°11'	35°42'	35°13'	34°44'	34°15'	33°46'	33°17'	32°48'	32°19'	31°50'	31°21'	30°52'	30°23'	29°54'	29°25'
	35°32'	35°03'	34°34'	34°05'	33°36'	33°07'	32°38'	32°09'	31°40'	31°11'	30°42'	30°13'	29°44'	29°15'	28°46'
	34°53'	34°24'	33°55'	33°26'	32°57'	32°28'	31°59'	31°30'	31°01'	30°32'	30°03'	29°34'	29°05'	28°36'	28°07'
	34°14'	33°45'	33°16'	32°47'	32°18'	31°49'	31°20'	30°51'	30°22'	29°53'	29°24'	28°55'	28°26'	27°57'	27°28'
	33°35'	33°06'	32°37'	32°08'	31°39'	31°10'	30°41'	30°12'	29°43'	29°14'	28°45'	28°16'	27°47'	27°18'	26°49'
	32°56'	32°27'	31°58'	31°29'	31°00'	30°31'	30°02'	29°33'	29°04'	28°35'	28°06'	27°37'	27°08'	26°39'	26°10'
	32°17'	31°48'	31°19'	30°50'	30°21'	29°52'	29°23'	28°54'	28°25'	27°56'	27°27'	26°58'	26°29'	26°00'	25°31'
	31°38'	31°09'	30°40'	30°11'	29°42'	29°13'	28°44'	28°15'	27°46'	27°17'	26°48'	26°19'	25°50'	25°21'	24°52'
	30°59'	30°30'	30°01'	29°32'	29°03'	28°34'	28°05'	27°36'	27°07'	26°38'	26°09'	25°40'	25°11'	24°42'	24°13'
	30°20'	29°51'	29°22'	28°53'	28°24'	27°55'	27°26'	26°57'	26°28'	25°59'	25°30'	25°01'	24°32'	24°03'	23°34'
	29°41'	29°12'	28°43'	28°14'	27°45'	27°16'	26°47'	26°18'	25°49'	25°20'	24°51'	24°22'	23°53'	23°24'	22°55'
	29°02'	28°33'	28°04'	27°35'	27°06'	26°37'	26°08'	25°39'	25°10'	24°41'	24°12'	23°43'	23°14'	22°45'	22°16'
	28°23'	27°54'	27°25'	26°56'	26°27'	25°58'	25°29'	25°00'	24°31'	24°02'	23°33'	23°04'	22°35'	22°06'	21°37'
	27°44'	27°15'	26°46'	26°17'	25°48'	25°19'	24°50'	24°21'	23°52'	23°23'	22°54'	22°25'	21°56'	21°27'	20°58'
	27°05'	26°36'	26°07'	25°38'	25°09'	24°40'	24°11'	23°42'	23°13'	22°44'	22°15'	21°46'	21°17'	20°48'	20°19'
	26°26'	25°57'	25°28'	24°59'	24°30'	24°01'	23°32'	23°03'	22°34'	22°05'	21°36'	21°07'	20°38'	20°09'	19°40'
	25°47'	25°18'	24°49'	24°20'	23°51'	23°22'	22°53'	22°24'	21°55'	21°26'	20°57'	20°28'	19°59'	19°30'	19°01'
	25°08'	24°39'	24°10'	23°41'	23°12'	22°43'	22°14'	21°45'	21°16'	20°47'	20°18'	19°49'	19°20'	18°51'	18°22'
	24°29'	24°00'	23°31'	23°02'	22°33'	22°04'	21°35'	21°06'	20°37'	20°08'	19°39'	19°10'	18°41'	18°12'	17°43'
	23°50'	23°21'	22°52'	22°23'	21°54'	21°25'	20°56'	20°27'	19°58'	19°29'	19°00'	18°31'	18°02'	17°33'	17°04'
	23°11'	22°42'	22°13'	21°44'	21°15'	20°46'	20°17'	19°48'	19°19'	18°50'	18°21'	17°52'	17°23'	16°54'	16°25'
	22°32'	22°03'	21°34'	21°05'	20°36'	20°07'	19°38'	19°09'	18°40'	18°11'	17°42'	17°13'	16°44'	16°15'	15°46'
	21°53'	21°24'	20°55'	20°26'	19°57'	19°28'	18°59'	18°30'	18°01'	17°32'	17°03'	16°34'	16°05'	15°36'	15°07'
	21°14'	20°45'	20°16'	19°47'	19°18'	18°49'	18°20'	17°51'	17°22'	16°53'	16°24'	15°55'	15°26'	14°57'	14°28'
	20°35'	20°06'	19°37'	19°08'	18°39'	18°10'	17°41'	17°12'	16°43'	16°14'	15°45'	15°16'	14°47'	14°18'	13°49'
	19°56'	19°27'	18°58'	18°29'	18°00'	17°31'	17°02'	16°33'	16°04'	15°35'	15°06'	14°37'	14°08'	13°39'	13°10'
	19°17'	18°48'	18°19'	17°50'	17°21'	16°52'	16°23'	15°54'	15°25'	14°56'	14°27'	13°58'	13°29'	13°00'	12°31'
	18°38'	18°09'	17°40'	17°11'	16°42'	16°13'	15°44'	15°15'	14°46'	14°17'	13°48'	13°19'	12°50'	12°21'	11°52'
	17°59'	17°30'	17°01'	16°32'	16°03'	15°34'	15°05'	14°36'	14°07'	13°38'	13°09'	12°40'	12°11'	11°42'	11°13'
	17°20'	16°51'	16°22'	15°53'	15°24'	14°55'	14°26'	13°57'	13°28'	12°59'	12°30'	12°01'	11°32'	11°03'	10°34'
	16°41'	16°12'	15°43'	15°14'	14°45'	14°16'	13°47'	13°18'	12°49'	12°20'	11°51'	11°22'	10°53'	10°24'	9°55'
	16°02'	15°33'	15°04'	14°35'	14°06'	13°37'	13°08'	12°39'	12°10'	11°41'	11°12'	10°43'	10°14'	9°45'	9°16'
	15°23'	14°54'	14°25'	13°56'	13°27'	12°58'	12°29'	12°00'	11°31'	11°02'	10°33'	10°04			

三 吋制傘齒輪各部求法舉例

例 1 一對傘齒輪的徑節是 10，大齒輪的齒數是 32 齒，小齒輪的齒數是 20 齒，求節錐角是多少。

$$\text{大齒輪節錐角正切} = \frac{\text{大齒輪齒數}}{\text{小齒輪齒數}} = \frac{32}{20} = 1.600$$

由三角函數表中查得：正切 $57^{\circ}59'40'' = 1.600$ (約)

所以，大齒輪節錐角 $= 57^{\circ}59'40''$

$$\text{小齒輪節錐角正切} = \frac{\text{小齒輪齒數}}{\text{大齒輪齒數}} = \frac{20}{32} = 0.625$$

由三角函數表中查得：正切 $32^{\circ}0'32'' = 0.625$ (約)

所以，小齒輪節錐角 $= 32^{\circ}0'32''$

覆驗：大齒輪節錐角加小齒輪節錐角應等於 90°

$$57^{\circ}59'40'' + 32^{\circ}0'32'' = 90^{\circ} \text{ (近似)}$$

例 2 求 10 徑節，30 齒及 40 齒傘齒輪的節徑。

$$(1) \text{ 大齒輪節徑} = \frac{\text{大齒輪齒數}}{\text{徑節}} = \frac{40}{10} = 4 \text{ 吋}$$

$$(2) \text{ 小齒輪節徑} = \frac{\text{小齒輪齒數}}{\text{徑節}} = \frac{30}{10} = 3 \text{ 吋}$$

例 3 一對 10 徑節的傘齒輪，各為 20 和 32 齒，求節錐半徑。

(1) 先求節錐角和節徑

由例 1 中知道大齒輪節錐角 $= 57^{\circ}59'40''$

小齒輪節錐角 $= 30^{\circ}0'20''$

$$\text{大齒輪節徑} = \frac{32}{10} = 3.2 \text{ 吋}$$

$$\text{小齒輪節徑} = \frac{20}{10} = 2 \text{ 吋}$$

$$(2) \text{ 大齒輪節錐半徑} = \frac{\text{節徑}}{2 \times \text{大齒輪節錐角正弦}}$$

$$= \frac{3.2}{2 \times \sin 57^{\circ} 59' 40''}$$

$$= \frac{3.2}{2 \times 0.843} = 1.886 \text{ 吋}$$

$$\text{小齒輪節錐半徑} = \frac{\text{節徑}}{2 \times \text{小齒輪節錐角正弦}}$$

$$= \frac{2}{2 \times \sin 32^{\circ} 0' 20''}$$

$$= \frac{2}{2 \times 0.530} = 1.886 \text{ 吋}$$

例 4 求 10 徑節，32 齒和 20 齒一對傘齒輪的齒頂角和齒面角。

$$\text{齒頂} = \frac{1}{\text{徑節}} = \frac{1}{10} = 0.100 \text{ 吋}$$

$$\text{節錐半徑} = 1.886 \text{ 吋 (由例 2 得)}$$

$$\text{齒頂角正切} = \frac{\text{齒頂}}{\text{節錐半徑}} = \frac{0.100}{1.886} = 0.0530$$

$$\text{由三角函數表中查得：正切 } 0.0530 = 3^{\circ} 2' 6''$$

$$\text{所以，齒頂角} = 3^{\circ} 2' 6''$$

$$\text{大齒輪齒面角} = \text{節錐角} + \text{齒頂角}$$

$$= 57^{\circ} 59' 40'' + 3^{\circ} 2' 6'' = 61^{\circ} 1' 46''$$

例 5 10 徑節，32 齒和 20 齒一對傘齒輪的割削角是多少？

由前例中知道傘齒輪的節錐角和齒頂角如下：

$$\text{大齒輪節錐角} = 57^{\circ} 59' 40''$$

$$\text{小齒輪節錐角} = 32^{\circ} 0' 32''$$

$$\text{大齒輪齒頂角} = 3^{\circ} 2' 6''$$

$$\text{齒輪的割削角} = \text{節錐角} - \text{齒頂角}$$

$$\text{大齒輪割削角} = 57^{\circ}59'40'' - 3^{\circ}2'6'' = 54^{\circ}57'34''$$

$$\text{小齒輪割削角} = 32^{\circ}0'20'' - 3^{\circ}2'6'' = 28^{\circ}58'14''$$

例 6 32齒和 20 齒的一對傘齒輪，徑節是 10，求大齒輪的外徑。

$$\text{節徑} = \frac{\text{大齒輪齒數}}{\text{徑節}} = \frac{32}{10} = 3.2 \text{吋}$$

$$\text{齒頂} = \frac{1}{\text{徑節}} = \frac{1}{10} = 0.100 \text{吋}$$

$$\text{角齒頂} = \text{齒頂} \times \text{節錐角餘弦}$$

$$\text{節錐角} = 57^{\circ}59'40'' \text{ (由前例知道)}$$

$$\text{角齒頂} = 0.100 \times \cos 57^{\circ}59'40''$$

$$= 0.100 \times 0.53008 = 0.053 \text{吋}$$

$$\text{大齒輪外徑} = \text{節徑} + 2 \times \text{角齒頂}$$

$$= 3.2 + 2 \times 0.053 = 3.306 \text{吋}$$

例 7 32齒和 20 齒的一對傘齒輪，徑節是 10，求銑大齒輪銑刀的號數。

銑刀號數表

$$\text{銑刀號數的齒數} =$$

$$\frac{\text{傘齒輪齒數}}{\text{節錐角的餘弦}}$$

$$\text{節錐角} = 57^{\circ}59'40''$$

查三角函數表餘弦

$$57^{\circ}59'40'' = 0.53008$$

$$\text{銑刀號數的齒數} =$$

$$\frac{32}{0.53008} = 60' \text{ (近似)}$$

所以可以選擇 2 號的銑刀

(參看銑刀號數表)

銑刀號碼	銑刀號數的齒數範圍
1	135齒以上
2	55~134齒
3	35~54齒
4	26~34齒
5	21~25齒
6	17~20齒
7	14~16齒
8	12~13齒

例 8 一對 3 徑節的傘齒輪，兩輪軸要成直角相交，大齒輪的齒數是 60，小齒輪是 15，齒寬是 4 吋，求各部的尺寸。

$$(1) \text{ 小齒輪節錐角正切} = \frac{\text{小齒輪的齒數}}{\text{大齒輪的齒數}} = \frac{15}{60} = \frac{1}{4} = 0.25$$

由三角函數表中查得正切 $14^{\circ}2' = 0.25$

所以，小齒輪節錐角 $= 14^{\circ}2'$

$$(2) \text{ 大齒輪節錐角正切} = \frac{\text{大齒輪的齒數}}{\text{小齒輪的齒數}} = \frac{60}{15} = 4$$

由三角函數表中查得正切 $75^{\circ}58' = 4$

所以，大齒輪節錐角 $= 75^{\circ}58'$

$$(3) \text{ 夾角} = \text{大齒輪節錐角} + \text{小齒輪節錐角} = 90^{\circ}$$

$$14^{\circ}2' + 75^{\circ}58' = 90^{\circ}$$

$$(4) \text{ 節徑} = \frac{\text{齒數}}{\text{徑節}} = \frac{15}{3} = 5 \text{ 吋}$$

$$(5) \text{ 齒頂} = \frac{1}{\text{徑節}} = \frac{1}{3} = 0.333 \text{ 吋}$$

$$(6) \text{ 齒根} = \frac{1.157}{\text{徑節}} = \frac{1.157}{3} = 0.3857 \text{ 吋}$$

$$(7) \text{ 齒高} = \frac{2.157}{\text{徑節}} = \frac{2.157}{3} = 0.7190 \text{ 吋}$$

$$(8) \text{ 弧齒厚} = \frac{1.571}{\text{徑節}} = \frac{1.571}{3} = 0.5237 \text{ 吋}$$

$$(9) \text{ 節錐半徑} = \frac{\text{節徑}}{2 \times \text{節錐角正切}} = \frac{5}{2 \times 0.24249} = 10.3007 \text{ 吋}$$

$$(10) \text{ 小端齒頂} = \text{大端齒頂} \times \frac{\text{節錐半徑} - \text{齒寬}}{\text{節錐半徑}}$$

$$= 0.3333 \times \frac{10.31 - 4}{10.31} = 0.3333 \times \frac{6.31}{10.31}$$

$$= 0.2040 \text{ 吋}$$

$$(11) \text{ 小端弧齒厚} = \text{大端弧齒厚} \times \frac{\text{節錐半徑} - \text{齒寬}}{\text{節錐半徑}}$$

$$= 0.5236 \times \frac{10.31 - 4}{10.31}$$

$$= 0.5236 \times \frac{6.31}{10.31} = 0.3204 \text{吋}$$

$$(12) \text{ 齒頂角正切} = \frac{\text{齒頂}}{\text{節錐半徑}} = \frac{0.3333}{10.31} = 0.03233$$

查三角函數表得正切 $1^{\circ}51' = 0.0323$ 齒頂角 $= 1^{\circ}51'$

$$(13) \text{ 齒根角正切} = \frac{\text{齒根}}{\text{節錐半徑}} = \frac{0.3856}{10.31} = 0.0374$$

由三角函數表中查得正切 $2^{\circ}9' = 0.0374$

所以, 齒根角 $= 2^{\circ}9'$

$$(14) \text{ 齒面角} = 14^{\circ}2' + 1^{\circ}51' = 15^{\circ}51'$$

$$(15) \text{ 割削角} = \text{節錐角} - \text{齒根角}$$

$$= 14^{\circ}2' - 2^{\circ}9' = 11^{\circ}53'$$

$$(16) \text{ 角齒頂} = \text{齒頂} \times \text{節錐角餘弦}$$

$$= 0.333 \times \cos 14^{\circ}2'$$

$$= 0.333 \times 0.97015 = 0.3234 \text{吋}$$

$$(17) \text{ 外徑} = \text{節徑} + 2 \text{ 角齒頂}$$

$$= 5 + 2 \times 0.3234 = 5.6468 \text{吋}$$

$$(18) \text{ 大齒輪節錐高} = \text{齒面角正切} \times \frac{\text{外徑}}{2}$$

由三角函數表查得齒面角正切 $74^{\circ}7' = 3.51441$

$$\text{所以, 大齒輪節錐高} = 3.51441 \times \frac{5.6468}{2} = 9.9225 \text{吋}$$

$$(19) \text{ 小齒輪節錐高} = \text{大齒輪節錐高} \times \frac{\text{節錐角} - \text{齒寬}}{\text{節錐角}}$$

$$= 9.9225 \times \frac{10.31 - 4}{10.31} = 6.0726 \text{吋}$$

$$(20) \text{ 銑刀號數的齒數} = \frac{\text{齒數}}{\text{節錐角餘弦}} = \frac{15}{0.97015} = 15.4$$

$$(21) \text{ 驗算: 外徑} = \frac{2 \times \text{節錐半徑} \times \text{齒面角餘弦}}{\text{齒頂角餘弦}}$$

$$5.6468 = \frac{2 \times 10.3097 \times 0.27368}{0.99948} = 5.6461 \text{ 吋}$$

四 公制傘齒輪常用公式

以上是根據吋制的公式舉例來說明的。我國目前工廠中製造齒輪時，公制和吋制都有採用。但蘇聯和各新民主主義國家都是採用公制為標準，而且公制齒輪計算時也比吋制的簡便，所以公制必定會成為我國機械工業的標準，希望讀者多加練習。下面是舉公制齒輪各部尺寸計算方法的例子。

公制傘齒輪常用公式表(兩輪軸成直角相交)

名 稱	符號	公 式	公 式
節 徑	PD	節徑=模數×齒數	$PD = N \times M$
大輪節錐角	α_g	大齒輪節錐角正切 = $\frac{\text{大齒輪齒數}}{\text{小齒輪齒數}}$	$\tan \alpha_g = \frac{N}{n}$
小輪節錐角	α_p	小齒輪節錐角正切 = $\frac{\text{小齒輪齒數}}{\text{大齒輪齒數}}$	$\tan \alpha_p = \frac{n}{N}$
齒 頂	A	齒頂=模數	$A = M$
齒 根	D	齒根=1.157模數	$D = 1.157M$
角齒頂	K	角齒頂=齒頂×節錐角餘弦	$K = A \times \cos \alpha$
外 徑	OD	外徑=節徑+2角齒頂	$OD = PD + 2K$
齒頂角	θ	齒頂角正切 = $\frac{2 \times \text{節錐角正弦}}{\text{齒數}}$	$\tan \theta = \frac{2 \times \sin \alpha}{N}$
齒根角	ϕ	齒根角正切 = $\frac{2.3141 \times \text{節錐角正弦}}{\text{齒數}}$	$\tan \phi = \frac{2.314 \sin \alpha}{N}$
齒面角	δ	齒面角=節錐角+齒頂角	$\delta = \alpha + \theta$
剉削角	ξ	剉削角=節錐角-齒根角	$\xi = \alpha - \phi$

五 公制傘齒輪各部求法舉例

例 9 一對輪軸成直角相交的傘齒輪，模數是 4；大齒輪齒數是 40 齒，小齒輪齒數是 32，齒面寬是 28 公厘，求各部尺寸。

$$(1) \text{節徑} = \text{模數} \times \text{齒數} = 4 \times 32 = 128 \text{公厘}$$

$$(2) \text{小齒輪節錐角正切} = \frac{\text{小齒輪齒數}}{\text{大齒輪齒數}} = \frac{32}{40} = 0.8$$

由三角函數表查得正切 $38^{\circ}40' = 0.8$

所以，小齒輪節錐角正切 $= 38^{\circ}40'$

$$(3) \text{齒頂} = \text{模數} = 4 \text{公厘}$$

$$(4) \text{齒根} = 1.157 \times \text{模數} = 1.157 \times 4 = 4.628 \text{公厘}$$

$$(5) \text{角齒頂} = \text{齒頂} \times \text{節錐角餘弦} = 4 \times \cos 38^{\circ}40' \\ = 4 \times 0.7808 = 3.1232 \text{公厘}$$

由三角函數表查得餘弦 $38^{\circ}40' = 0.7808$

$$(6) \text{外徑} = \text{節徑} + 2 \text{角齒頂} = 128 + 2 \times 3.1232 \\ = 128 + 6.0464 = 134.0464 \text{公厘}$$

$$(7) \text{齒頂角正切} = \frac{2 \times \text{節錐角正弦}}{\text{齒數}} = \frac{2 \times \sin 38^{\circ}40'}{32} \\ = \frac{2 \times 0.6248}{32} = 0.03905$$

由三角函數表查得正切 $38^{\circ}40' = 0.6248$

由三角函數表查得齒頂角正切 $0.03905 = 2^{\circ}13'$

$$(8) \text{齒根角正切} = \frac{2.314 \times \text{節錐角正弦}}{\text{齒數}}$$

$$= \frac{2.314 \times \sin 38^\circ 40'}{32}$$

$$= \frac{2.314 \times 0.6248}{32} = 0.04518$$

由三角函數表查得正切 $2^\circ 35' = 0.0451$

$$(9) \text{ 齒面角} = \text{節錐角} + \text{齒頂角} = 38^\circ 40' + 2^\circ 13'$$

$$= 40^\circ 53'$$

$$(10) \text{ 割削角} = \text{節錐角} - \text{齒根角} = 38^\circ 40' - 2^\circ 35'$$

$$= 36^\circ 5'$$

例10 一對3模數的傘齒輪，兩齒輪的速比是 $\frac{3}{2}$ ，求各部尺寸。

把分子和分母乘上同樣的數目 $\frac{3 \times 10}{2 \times 10} = \frac{30 \cdots \cdots \text{大齒輪齒數}}{20 \cdots \cdots \text{小齒輪齒數}}$

1. 求大齒輪的各部尺寸

$$(1) \text{ 節徑} = \text{齒數} \times \text{模數} = 30 \times 3 = 90 \text{ 公厘}$$

$$(2) \text{ 節錐角正切} = \frac{\text{大齒輪齒數}}{\text{小齒輪齒數}} = \frac{30}{20} = 1.5$$

由三角函數表查得正切 $56^\circ 20' = 1.5$

所以節錐角正切 $= 56^\circ 20'$

$$(3) \text{ 齒頂} = \text{模數} = 3 \text{ 公厘}$$

$$(4) \text{ 齒根} = 1.157 \text{ 模數} = 1.157 \times 3 = 3.471 \text{ 公厘}$$

$$(5) \text{ 角齒頂} = \text{齒頂} \times \text{節錐角餘弦}$$

$$= 3 \times \cos 56^\circ 20' = 3 \times 0.8323 = 2.4969$$

公厘

$$(6) \text{ 外徑} = \text{節徑} + 2 \text{ 角齒頂} = 90 + 2 \times 2.4969$$

$$= 94.9938 = 95 \text{ 公厘}$$

$$(7) \text{ 齒頂角正切} = \frac{2 \times \text{節錐角正弦}}{\text{齒數}}$$

$$= \frac{2 \times \sin 56^\circ 20'}{30} = 0.0555$$

由三角函數表查得 $3^\circ 10'$

$$\begin{aligned} (8) \text{ 齒根角正切} &= \frac{2.3141 \times \text{節錐角正弦}}{\text{齒數}} \\ &= \frac{2.3141 \times \sin 56^\circ 20'}{\text{齒數}} \\ &= \frac{2.3141 \times 0.8323}{30} = 0.0642 \end{aligned}$$

查三角函數表得正切 $3^\circ 40' = 0.0642$

所以齒根角 $= 3^\circ 40'$

$$\begin{aligned} (9) \text{ 齒面角} &= \text{節錐角} + \text{齒頂角} \\ &= 56^\circ 20' + 3^\circ 10' = 59^\circ 30' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (10) \text{ 割削角} &= \text{節錐角} - \text{齒根角} \\ &= 56^\circ 20' - 3^\circ 40' = 52^\circ 40' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (11) \text{ 選擇銑刀號數的齒數} &= \frac{\text{齒數}}{\text{節錐角餘弦}} = \frac{30}{\cos 56^\circ 40'} \\ &= \frac{30}{0.5544} = 54 \text{ 齒} \end{aligned}$$

即選擇 3 號銑刀(參看銑刀號數表)

2. 求小齒輪的各部尺寸

$$(1) \text{ 節徑} = \text{齒數} \times \text{模數} = 20 \times 3 = 60 \text{ 公厘}$$

$$(2) \text{ 節錐角正切} = \frac{\text{小齒輪齒數}}{\text{大齒輪齒數}} = \frac{20}{30} = 0.6666$$

由三角函數表查得正切 $33^\circ 40' = 0.6666$

所以, 節錐角 $= 0.6666$

或 節錐角 $= 90^\circ - 56^\circ 20' = 33^\circ 40'$

$$\begin{aligned} (3) \text{ 外徑} &= \text{節徑} + (2 \times \text{節錐角餘弦} \times \text{模數}) \\ &= 60 + 4.9938 = 64.9938 \approx 65 \text{ 公厘} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (4) \text{ 齒頂角正切} &= \frac{2 \times \text{節錐角正弦}}{\text{齒數}} \\
 &= \frac{2 \times \sin 33^{\circ} 40'}{20} = \frac{2 \times 0.5544}{20} = 0.0554
 \end{aligned}$$

由三角函數表查得正切 $3^{\circ} 10' = 0.0554$

所以, 齒頂角 $= 3^{\circ} 10'$

$$\begin{aligned}
 (5) \text{ 齒根角正切} &= \frac{2.3141 \times \text{節錐角正弦}}{20} \\
 &= \frac{2.3141 \times 0.5544}{20} = 0.0641
 \end{aligned}$$

由三角函數表查得正切 $3^{\circ} 40' = 0.0641$

所以, 齒根角 $= 3^{\circ} 40'$

$$\begin{aligned}
 (6) \text{ 齒面角} &= \text{節錐角} + \text{齒頂角} \\
 &= 33^{\circ} 40' + 3^{\circ} 10' = 36^{\circ} 50'
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (7) \text{ 割削角} &= \text{節錐角} - \text{齒根角} \\
 &= 33^{\circ} 40' - 3^{\circ} 40' = 30^{\circ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (8) \text{ 選擇銑刀號數的齒數} &= \frac{\text{齒數}}{\text{節錐角餘弦}} = \frac{20}{\cos 33^{\circ} 40'} \\
 &= \frac{20}{0.8323} = 24
 \end{aligned}$$

即選擇 5 號銑刀