



文件序號：T2020201

技術類別：《齒輪應用》

技術類別	齒輪應用
篇名	直齒傘形齒輪計算例
重點	直齒傘形齒輪計算例
產出日期	2020/03/05
資料來源	日本 KHK / 台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理



問：

照片是天車行走的動力機構，現在需要是想將那顆馬達由橫式改成立式，馬達 90 度變立式，是不是要尋求蝸桿齒輪，還是其他方式。

1. 提供馬達資料：

起重機縱行大車專用馬達減速機 LK-0.75A 功率(KW)： 0.75。以下網址是馬達詳細數據 <http://www.a-onecrane.com.tw/chinese/lk075a.html>

2. 我們自己也估算馬達上的齒輪齒數 12，軌道齒輪齒數 45

3. 大齒輪行走速度 30 秒 29 圈勞

請提供意見



答：

循著所提供之網址：得知馬達 LK-0.75A 之功率為 0.75 kW，馬達減速機之輸出轉速為 224 rpm，輸出扭矩（力矩）為 32 N·m，馬達上小齒輪為 M4-12T。再依所提供之大齒輪齒數 = 45T，則齒輪之速比為 1/3.75

如果要將馬達由橫置轉換為立式，並且使用蝸桿蝸輪代替正齒輪，在形式上勉強可行，但在速比上蝸輪蝸桿顯然無法勝任，並且低轉速下，蝸桿蝸輪的效率也相當低。因此我們不建議使用蝸桿蝸輪來代替正齒輪，將馬達由橫置轉換為立式。



在速比上傘形齒輪雖不如正齒輪般能靈活搭配，但是可以找出相當接近正齒輪組的速比搭配，而且傘形齒輪的運轉效率也與正齒輪相當，因此我們會建議使用傘形齒輪來代替正齒輪，將馬達由橫置轉換為立式。

目前正在使用的小齒輪與大齒輪，模數 = 4 速比 = 1/3.75，加上小齒輪之轉速不高，因此我們建議以 KHK 標準直齒傘形齒輪中的 SB4-1560 與 SB4-6015 來代替正齒輪使用。

SB4-1560 / SB4-6015 之模數 = 4 速比 = 1/4。

接著，應該先就：直齒傘形齒輪做 一. 速度計算，再做 二. 實際負荷計算，最後再計算 三. 齒輪的強度（容許負荷），等步驟一一查核計算。但因為實際負荷情形目前無從估計，因此只能由現有馬達功率與輸出軸之轉速與力矩作為小齒輪與大齒輪所受之負荷依據。

一. 速度計算

馬達出力轉速 = 224 rpm = 小齒輪（SB4-1560）之轉速

大齒輪（SB4-6015）之轉速 = $224 \times 15 / 60 = 56$ rpm，與原先之 30 秒 29 圈 = 60 秒 58 圈 = 58 rpm，相較下稍微慢了一些，但這應該不影響使用上的表現。換裝後天車行走速率約為換裝前的 $56/58 = 96.55\%$

二. 負荷計算

小齒輪之負荷：32 N-m / 224 rpm（此為馬達之輸出）

大齒輪之負荷：在減速的情形下，最終的力矩是要放大的。若不考慮齒輪及軸承的效率，則力矩的放大倍數 = 速比的倒數。在本例中（SB4-1560 / SB4-6015），力矩的放大倍數 = 4 倍。

因此，大齒輪之負荷 = 軌道輪之力矩 = $32 \times 4 = 128$ N-m / 56 rpm。

三. 強度計算

SB4-1560 齒輪強度計算



http://www.khkgears.co.jp/khkweb/search/sunpou.do;jsessionid=3A03E89225D4C12A1D027AFCE6F54534?indexCode=62&lang=zh_TW&referrer=series&seihinNm=SB4-1560&curPage=default#SB4-1560

回轉數	<input type="text" value="224"/> rpm																			
反覆回轉數	<input type="text" value="10,000,000以上"/>																			
過負荷係數	<input type="text" value="1.25"/>																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">衝擊來自原動機側</th> <th colspan="3">來自被動機械的衝擊</th> </tr> <tr> <th>均一負荷</th> <th>中度衝擊</th> <th>激烈衝擊</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>均一負荷</td> <td><u>1.00</u></td> <td><u>1.25</u></td> <td><u>1.75</u></td> </tr> <tr> <td>輕度衝擊</td> <td><u>1.25</u></td> <td><u>1.50</u></td> <td><u>2.00</u></td> </tr> <tr> <td>中度衝擊</td> <td><u>1.50</u></td> <td><u>1.75</u></td> <td><u>2.25</u></td> </tr> </tbody> </table>	衝擊來自原動機側	來自被動機械的衝擊			均一負荷	中度衝擊	激烈衝擊	均一負荷	<u>1.00</u>	<u>1.25</u>	<u>1.75</u>	輕度衝擊	<u>1.25</u>	<u>1.50</u>	<u>2.00</u>	中度衝擊	<u>1.50</u>	<u>1.75</u>	<u>2.25</u>
衝擊來自原動機側	來自被動機械的衝擊																			
	均一負荷	中度衝擊	激烈衝擊																	
均一負荷	<u>1.00</u>	<u>1.25</u>	<u>1.75</u>																	
輕度衝擊	<u>1.25</u>	<u>1.50</u>	<u>2.00</u>																	
中度衝擊	<u>1.50</u>	<u>1.75</u>	<u>2.25</u>																	
潤滑油之動態黏度	<input type="text" value="ISO VG 100"/>																			
安全率	<input type="text" value="1.2"/>																			
齒輪的支撐方向	<input checked="" type="radio"/> 單側支撐 <input type="radio"/> 兩側支撐																			
負荷方向	<input type="radio"/> 單方向 <input checked="" type="radio"/> 兩方向																			
追加熱處理	<input type="radio"/> 有 <input checked="" type="radio"/> 無																			
單位	<input type="radio"/> kgf <input checked="" type="radio"/> N																			

SB 直齒傘形齒輪 [SB4-1560] 的強度計算結果

【計算結果】

--- 彎曲強度 [JGMA403-01]	
容許切線力 (N)	2574.1065
容許力矩 (N·m)	67.2365
容許動力 (kW)	1.5772

--- 面壓強度 [JGMA404-01]	
容許切線力 (N)	259.9911
容許力矩 (N·m)	6.7910
容許動力 (kW)	0.1593



【使用條件輸入值】

回轉數	[224.0] rpm
反覆回轉數	[10,000,000 以
負荷方向	[兩方向]
過負荷係數	[1.25]
潤滑油之動態黏	[ISO VG 100] cSt
齒輪的支撐方向	[單側支撐]
信賴度係數	[1.2]

【各項係數值】

--- 彎曲強度 [JGMA403-01]	
齒形係數基本值	2.4236
齒形係數	2.2810
荷重分配係數	0.6454
螺旋角係數	1.0000
工具直徑影響係數	1.1500
壽命係數	1.0000
尺寸係數	1.0000
齒筋荷重分布係數	1.8000
動荷重係數 [注]	1.0000
過負荷係數	1.2500
信賴度係數	1.2000
容許彎曲應力	12.6667

[注] JIS 3 級

--- 面壓強度 [JGMA404-01]	
材質係數	60.6037
壽命係數	1.0000
潤滑油係數	1.0000
粗度係數	0.8085
潤滑速度係數	0.9000
硬度比係數	1.0000
尺寸係數	1.0000
領域係數	2.4946
咬合率係數	1.0000
螺旋角係數	1.0000
荷重分布係數	1.8900
動荷重係數 [注]	1.0000
過負荷係數	1.2500
信賴度係數	1.2000
容許赫茲應力	49.0000

SB4-6015 齒輪強度計算

http://www.khkgears.co.jp/khkweb/search/sunpou.do?indexCode=62&lang=zh_TW&referrer=series&seihinNm=SB4-6015&curPage=default#SB4-6015



回轉數	56 rpm			
反覆回轉數	10,000,000以上			
過負荷係數	1.25			
	衝擊來自原動機側	來自被動機械的衝擊		
		均一負荷	中度衝擊	激烈衝擊
	均一負荷	<u>1.00</u>	<u>1.25</u>	<u>1.75</u>
輕度衝擊	<u>1.25</u>	<u>1.50</u>	<u>2.00</u>	
	中度衝擊	<u>1.50</u>	<u>1.75</u>	<u>2.25</u>
潤滑油之動態黏度	ISO VG 100			
安全率	1.2			
齒輪的支撐方向	<input checked="" type="radio"/> 單側支撐 <input type="radio"/> 兩側支撐			
負荷方向	<input type="radio"/> 單方向 <input checked="" type="radio"/> 兩方向			
追加熱處理	<input type="radio"/> 有 <input checked="" type="radio"/> 無			
單位	<input type="radio"/> kgf <input checked="" type="radio"/> N			

SB 直齒傘形齒輪 [SB4-6015] 的強度計算結果

【計算結果】

--- 彎曲強度 [JGMA403-01]	
容許切線力 (N)	2514.0909
容許力矩 (N·m)	262.6659
容許動力 (kW)	1.5404

--- 面壓強度 [JGMA404-01]	
容許切線力 (N)	259.9911
容許力矩 (N·m)	27.1632
容許動力 (kW)	0.1593

【使用條件輸入值】

回轉數	[56.0] rpm
反覆回轉數	[10,000,000 以
負荷方向	[兩方向]



過負荷係數	[1.25]
潤滑油之動態黏	[ISO VG 100] cSt
齒輪的支撐方向	[單側支撐]
信賴度係數	[1.2]

【各項係數值】

--- 彎曲強度 [JGMA403-01]	
齒形係數基本值	2.1950
齒形係數	2.3354
荷重分配係數	0.6454
螺旋角係數	1.0000
工具直徑影響係數	1.1500
壽命係數	1.0000
尺寸係數	1.0000
齒筋荷重分布係數	1.8000
動荷重係數 [注]	1.0000
過負荷係數	1.2500
信賴度係數	1.2000
容許彎曲應力	12.6667

[注] JIS 3 級

--- 面壓強度 [JGMA404-01]	
材質係數	60.6037
壽命係數	1.0000
潤滑油係數	1.0000
粗度係數	0.8085
潤滑速度係數	0.9000
硬度比係數	1.0000
尺寸係數	1.0000
領域係數	2.4946
咬合率係數	1.0000
螺旋角係數	1.0000
荷重分布係數	1.8900
動荷重係數 [注]	1.0000
過負荷係數	1.2500
信賴度係數	1.2000
容許赫茲應力	49.0000

四. 討論及 KHK 標準直齒傘形齒輪附圖

由以上之速度計算、負荷計算、強度計算得知：

齒輪之轉速：

SB4-1560 : 224rpm SB4-6015 : 56rpm

若軌道鋼輪不變，則換裝後天車行走速率約為換裝前的 $56/58 = 96.55\%$

因為轉速不高，使用頻度不高，故只需使用彎曲強度的查核即可。

直齒傘形齒輪之容許彎曲強度：

SB4-1560 : $67.2365\text{N}\cdot\text{m} > 32\text{N}\cdot\text{m}$ (小齒輪之負荷) 於 224rpm 時，OK。

SB4-6015 : $262.6659\text{N}\cdot\text{m} > 128\text{N}\cdot\text{m}$ (小齒輪之負荷) 於 56rpm 時，OK。

麗台國際有限公司

Lead Taiwan International Corporation

台中市台灣大道二段 285 號 20F

TEL : 886-423232026 , Website : www.ltic.com.tw ,

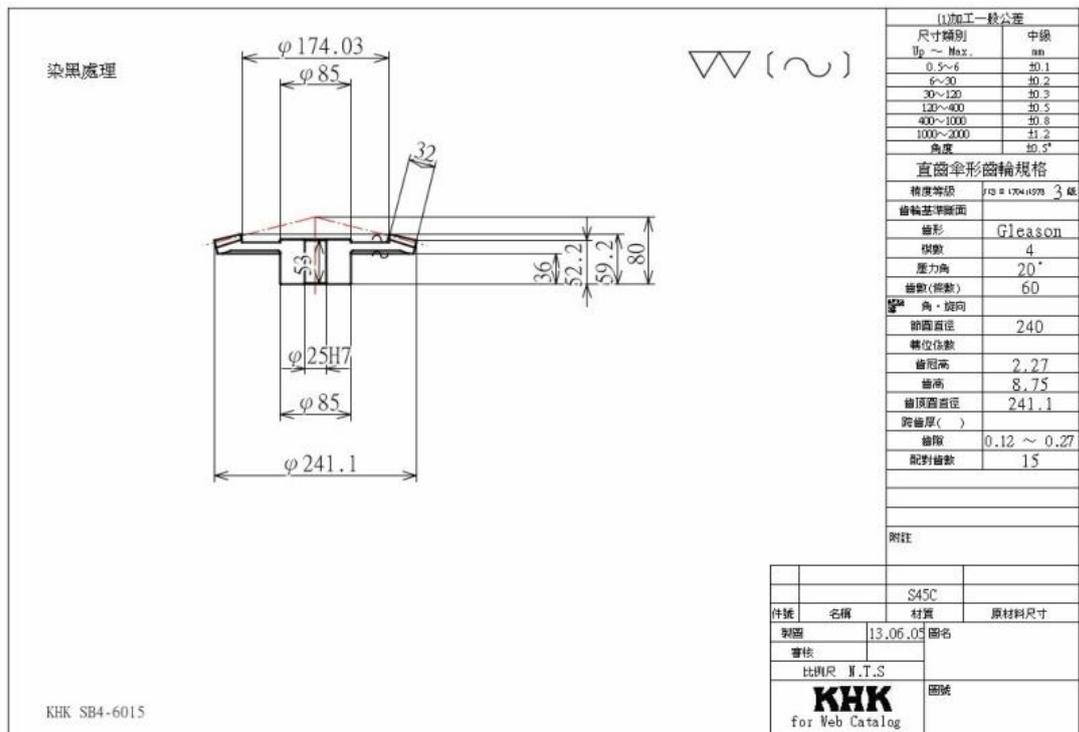
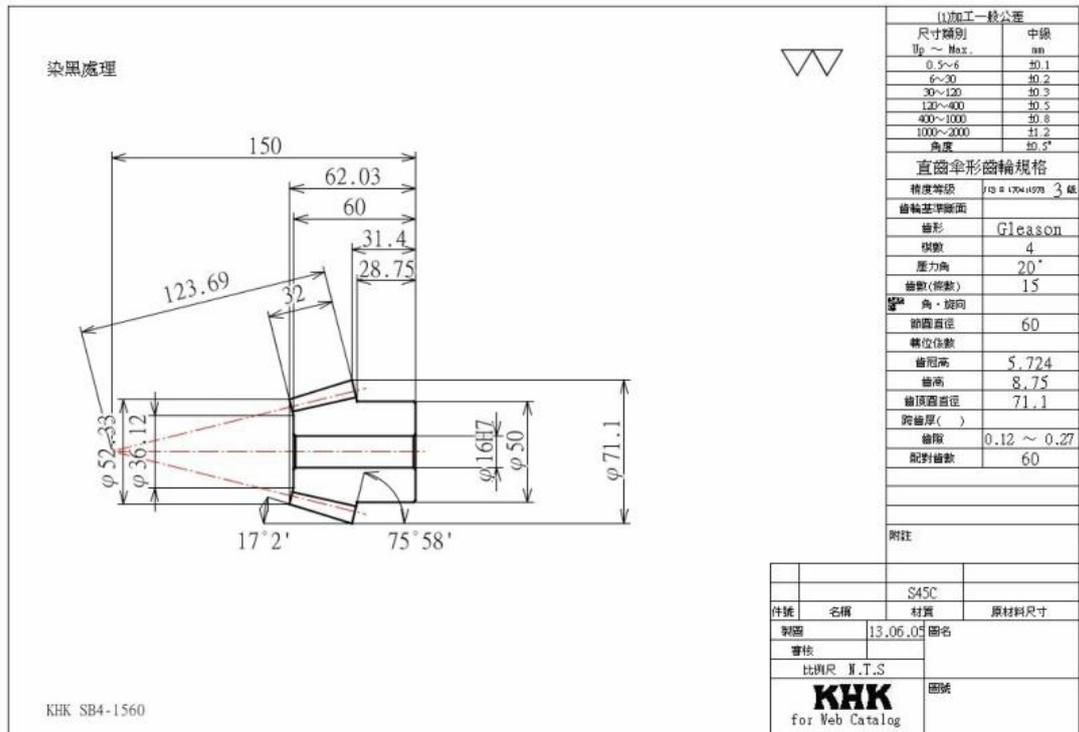
Email : salestw@ltic.com.tw

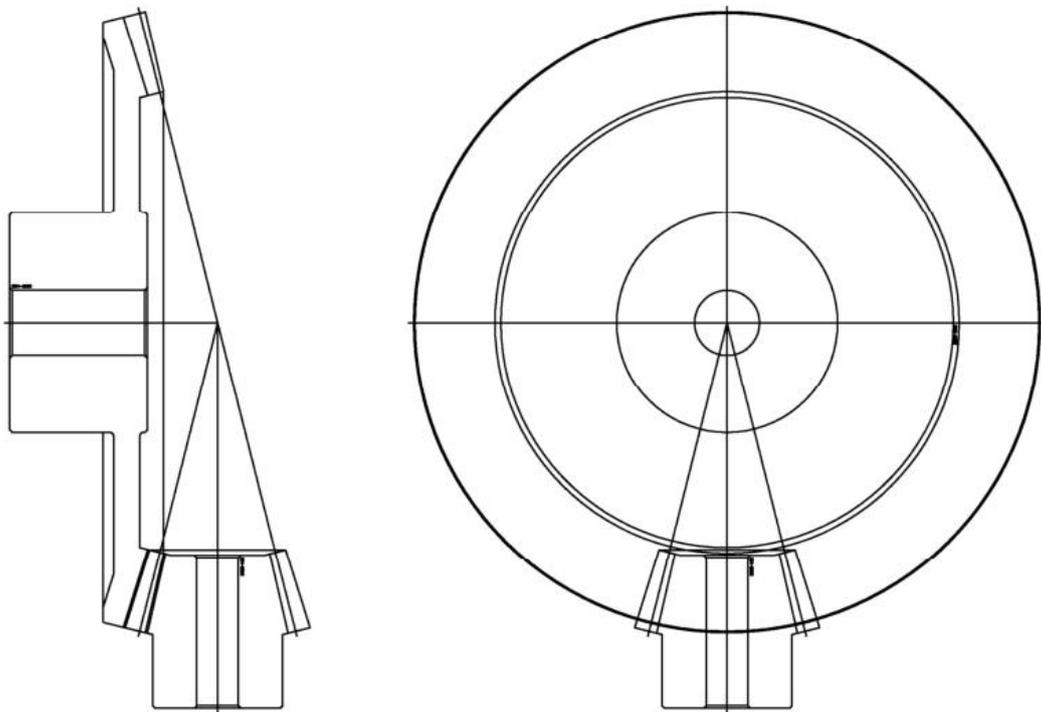
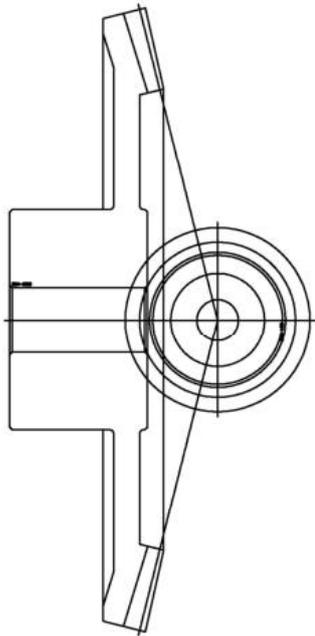


另外，直齒傘形齒輪之容許動力：

SB4-1560 : 1.5772kW > 0.75kW (馬達之額定功率) , OK。

SB4-6015 : 1.5404kW > 0.75kW (馬達之額定功率) , OK。





KHK SB5-1560 與 KHK-SB5-6015 之組裝圖