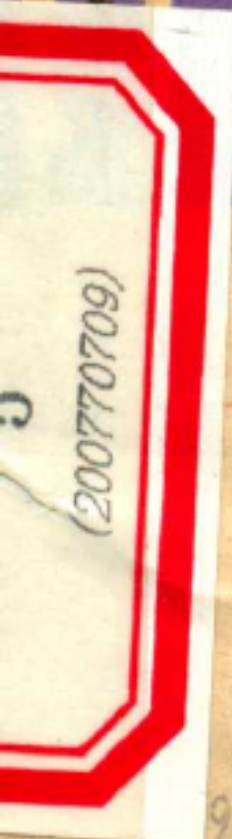


内部资料

煤矿设计参考资料

MEIKUANG SHEJI CANKAOZILIAO



湖南省煤矿设计院

1979

△
200
1000
1006

TD214-67

5

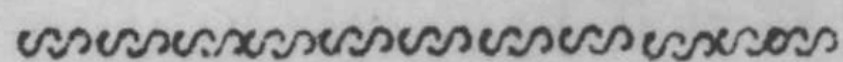
(200770709)

斜井天轮架设计参考资料

湖南省煤矿设计院

一九七九年八月

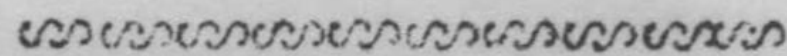
说 明



本资料主要供天轮架土建设计参考用。使用本资料时，对资料中未明确的部分，尚应遵照现行有关规范的要求。

由于我们水平有限，在内容上可能有不足之处或错误的地方，请批评指正。

目 录



一、概 述 - - - - -	1
1、天轮架的分类	
2、结构材料的选用	
3、设计基本资料	
二、天轮架位置及结构布置 - - - - -	4
1、天轮架位置及高度的确定	
2、架体结构型式及布置	
3、天轮平台的布置	
4、天轮起重架	
三、荷载及组合 - - - - -	7
1、荷载	
2、荷载组合和强度验算	
四、结构计算 - - - - -	12
1、采用的规范	
2、天轮梁的计算	
3、砖石架体的计算	
4、钢筋混凝土框架架体的位置	
五、算例 - - - - -	20
例一	

附录一

附图 1 固定天轮

附图 2 移动天轮

附图 3 矿车

附图 4 斜井箕斗

附表 1 钢丝绳规格

附录二

平车场串车提升钢丝绳容许仰角的计算

附录三

关于斜井箕斗提升过卷距离的确定

附录四

平车场天轮架设计的一个问题

——钢丝绳侧拉荷载的计算——

一、概 述：

1、天轮架的分类

在斜井井口与绞车房之间，用来支承提升钢丝绳的导向天轮的结构物，称为斜井天轮架。它主要由天轮平台、架体及基础三个部分组成，见图1。

天轮架按所在井筒的提升用途可分两种：主要用来提煤的或兼作辅助提升的统称主井天轮架；主要用来提矸、上下材料和人，作辅助用途的，称副井天轮架。按提升方式可分为箕斗天轮架和串车天轮架；后者又可按车场形式分为平车场天轮架和甩车场天轮架。在单钩提升中，天轮架上只有一个天轮，双钩提升时则有两个天轮。

按架体材料可划分为：砖石天轮架、钢筋混凝土天轮架、钢天轮架及木天轮架等。

平车场天轮架多是单独的结构，不与其他结构物相连。其天轮中心距井口轨面的高度（简称高度），一般约在6米左右，是几种天轮架中较矮的一种。甩车场天轮架，多与土坡相接，也有与栈桥相接，一般稍高，约10米左右。但有因地形关系，平车场天轮架的实际高度（自天轮中心至基础顶面的高度）也有比较高的，甩车场天轮架也有比较矮的。箕斗天轮架则为三者中较高的一种，一般在15米以上，且紧邻箕斗栈桥，但它们之间多用变形缝分开。

2、结构材料的选用

由于天轮架靠近井口，它的耐火等级不宜低于三级。从要求防火及耐久性出发，生产中使用的天轮架结构，一般应采用非燃烧材料。

当砖石来源方便，天轮架的实际高度较小（如在12米以内），可用混合结构。当天轮架高度在12米以上及砖石缺乏的地方，则宜用钢筋混凝土结构。至于钢结构，则因用钢较多，一般情况下宜少采

用；但它的制作和安装比较方便，又可拆卸重复使用，因而用于临时天轮架也是合宜的。木天轮架，从防火及节约木材的观点看，都不宜采用。

天轮架结构用的混凝土标号，不宜低于150号，砖不宜低于75号，石材不宜低于200号，砂浆不宜低于25号。

3、设计基本资料

需有关专业提供的资料有：

1.提升系统图

标明：(1)天轮对井口及绞车的相对位置；

(2)天轮、绞车及钢丝绳的型号；

(3)提升容器类型及每次牵引的最多个数，相应物料的容重以及最大的加（减）速度和速度；

(4)井筒斜长及坡度。

2.井口生产系统布置图

标明：(1)平车场各段坡度、水平角度、平竖曲线的曲率半径、摘挂钩点的位置及摘钩时矿车限速等。

(2)甩车场各段坡度、甩车道岔位置、串车长度、最上绳卡至首车连接点的长度等。

(3)箕斗栈桥坡度、卸载曲轨布置、箕斗正常卸载时牵引架回转轴的位置，回转轴至最上绳卡的长度。

3.提升容器、天轮及轴承的主要尺寸及重量（可参看附录一的附图1、2、3及4）。

4.总平面布置图（包括地形描绘）。

5.工程地质资料，等等。

二、天轮架位置及结构布置

1、天轮架位置及高度的确定

天轮架距井口的距离及高度，是由机电专业在提升系统图中确定。土建专业据此作天轮架结构的布置。但在布置天轮架结构时，应验核首车或箕斗在到达规定的过卷距离内，是否不与天轮架任何部分相碰。如有相碰，则应更改结构布置或请机电专业变更提升系统的布置。

天轮架距井口的水平距离及实际高度 H （见图2、3及4），可按下述公式确定，並取为500毫米的倍数。

$$L = L_1 + L_2 \text{ --- (2-1)}$$

$$H = H_1 + H_2 \text{ --- (2-2)}$$

或 $L = L_1 + (f + \ell' + R \tan \varphi) \cos \varphi \text{ --- (2-1}_a\text{)}$

$$H = H_1 + h + L_2 \tan \varphi - R / \cos \varphi \text{ --- (2-2}_a\text{)}$$

式中： H_1 ——井口轨面至天轮架基础顶面的高度；当基础顶面低于井口轨面时取正值，高于时则取负值；

H_2 ——天轮架的高度（自井口轨面至天轮中心的高度）；

L_1 、 h ——分别为首车或箕斗在特定位置时，首车与提升钢丝绳的连接点或箕斗的牵引架回转轴至井口轨面的水平距离及高度，由工艺确定。这里所说的特定位置，对平车场为确定首车牵引角容许值中较小值的位置，关于牵引角容许值的计算，参见《平车场串车提升钢丝绳容许仰角的计算》，对于甩车场，为串车通过甩车点后的首车位置；对于箕斗，为在卸载曲轨上正常卸载时牵引架回转轴的位置，此时 L_1 、 h 可根据曲轨与基本轨的上切点A的位置（ ℓ_A 、 h_A ），如图4，按下式求得。

$$L_1 = \ell_A - \ell_B \text{ (2-3}_a\text{)}$$

$$h = h_A + h_B \text{ (2-3}_b\text{)}$$

其中 ℓ_B 、 h_B 值可根据箕斗的型号、栈桥（卸载区段）的坡度，由图4附表查得；

L_2 —— 首车在特定位置时，首车与提升钢丝绳的连接点至天轮中心线的水平距离；对于箕斗为卸载时牵引架的回转轴至天轮中心线的水平距离；这段距离要保证首车或箕斗有不小于规定的过卷安全距离；

f —— 首车与钢丝绳的连接点或箕斗牵引架回转轴至最上绳卡的距离；

ℓ' —— 过卷距离，其值的确定，参见《关于斜井提升过卷距离的确定》；

R —— 天轮半径；

φ —— 用车道或栈桥的坡度，对平车场则取首车在特定位置上时钢丝绳的牵引角。

2、架体结构型式及布置

架体的结构型式比较多。石砌的多为实台锥体，也有壁式的，其平面布置多为矩形。砖砌的也多为壁式，其平面布置有矩形、元形、 $\perp$ 形、 $\square$ 形及工形等等。钢筋混凝土天轮架则多为四柱式框架，个别为元筒式或电杆组合式。

从使用情况看，上述各种型式的架体，多能满足使用要求。但对于砖石壁式架体，则以闭合形式（如矩形、元形、 $\square$ 形等）为较好，原因是这些形式截面的抗扭性能较好。特别是平车场天轮架，可能受到较大的扭力（矿车摘钩失灵时引起），更宜采用闭合形式。

架体的宽度，可取与天轮平台同，也可窄些，使天轮平台走道板外挑。但对于砖石架体，还应尽量使正常提升时的钢丝绳的合力，落在架体宽度范围以内，以避免架体出现拉应力。架体的宽度宜为1.00

毫米的倍数。

平面为闭合形的壁式架体下部，宜在靠绞车房一侧开设门洞，以利天轮从架体内吊装。

当天轮架与栈桥相邻时，一般宜根据具体情况用伸缩缝、沉降缝或防震缝分开，以适应温度变化、地基不良或地震对结构的影响。天轮架与栈桥用缝分开后，对结构计算也比较简便。当设置伸缩缝时，双柱基础可不断开；但对于壁式结构则应将基础断开。沉降缝及防震缝则均应做成贯通式，将基础断开。

由于天轮架受动荷载作用，宜避免与头重脚轻及抗裂性要求较高的结构物合一（如水塔等），以免产生过大的振动和降低抗裂性能。

砖石壁式架体顶部应设圈梁以承受天轮平台传来的水平力。

3、天轮平台的布置

天轮平台的布置，应以不妨碍天轮及钢丝绳的活动，同时方便天轮安装、维护、检修等工作为原则。天轮外缘至平台板洞口的边缘之间宜留100毫米的间隙。常用的天轮有固定和移动两种，其主要尺寸见附图1及2。

天轮平台走道净宽不宜小于700毫米。平台四周应设栏杆，并需避免与钢丝绳相碰和不妨碍天轮拆卸与安装。为适应后一条件，部分栏杆可做成可拆卸的。栏杆的高度宜取 ≥ 900 毫米。

天轮平台上，一般不设顶蓬，箕斗天轮架除外。

通往天轮平台的梯子，不宜用扒梯，宜用斜梯，其坡度一般不宜超过 60° ，净宽不应小于600毫米。

4、天轮起重架

当天轮直径为2米及以上时，宜在天轮平台上设天轮起重架。

天轮起重架的高度（图5）

自天轮平台算起，可按下式确定。

$$H_Q = \frac{D_t}{2} + 2 \quad (2-4)$$

式中： H_Q —— 起重架的高度（米）

D_t —— 天轮直径（米）。

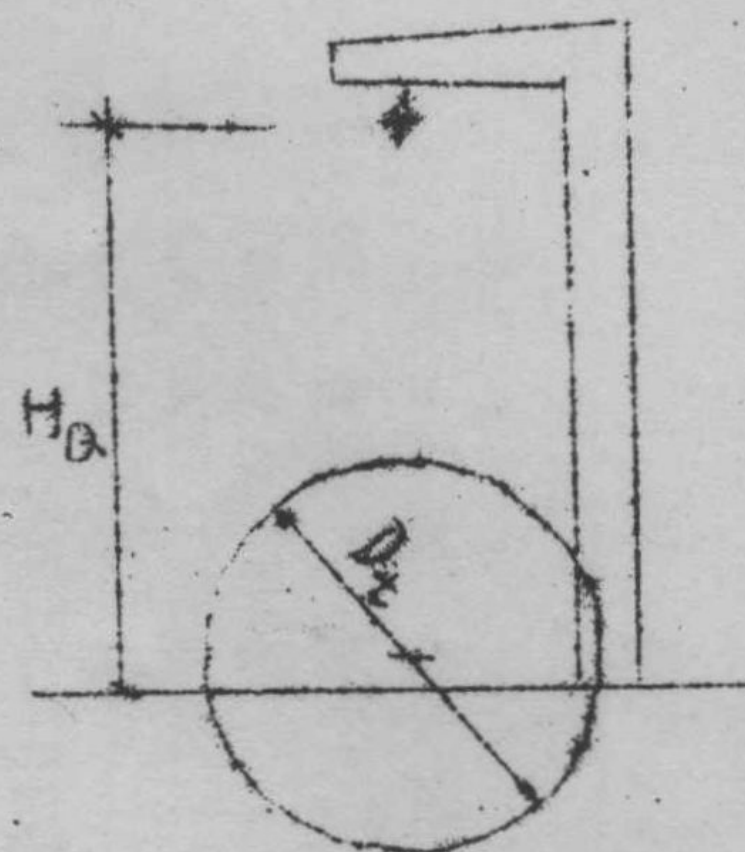


图 5

天轮起重架可采用钢筋混凝土或钢结构，采用钢结构时可做成活动式以便在同一矿井内几个天轮架共用。

三、荷载及组合

1、荷载

作用在天轮架上的荷载分恒载和活载两种。所有荷载均采用标准荷载。

恒载：结构自重、天轮及轴承重等。

结构自重可根据初定的结构图形及材料容重进行计算。天轮及轴承重可参见附图 1 及 2。

活载：

(1) 顶蓬活载 —— 按不上人的屋面考虑，轻屋面取 30 kg/m^2 ，钢筋混凝土屋面取 50 kg/m^2 ，当雪载大于此值时取雪载；

(2) 天轮平台活载 —— 取 200 kg/m^2 ，无顶蓬时亦不与雪载同时考虑；

(3) 雪载 —— 按《工业与民用建筑结构荷载规范》TJ 9-74（以后简称《荷规》）计算。公式如下：

$$S = C S_0$$

式中：C —— 屋面积雪分布系数，对天轮架一般可取 1；

S_0 —— 基本雪压，可按《荷规》的图一及有关规定采用。

(4) 风荷载

按《荷规》，公式如下：

$$W = \beta \cdot K \cdot K_2 \cdot W_0$$

式中： W_0 —— 基本风压，可根据当地情况按《荷规》或有关资料选用，但不应小于 30 kg/m^2 ；

K_2 —— 风压高度变化系数，为简化计算高 15 m 以内可取 1 ，超过 15 m 的天轮架取 1.15 ，同时在天轮架的全高采用同一值；

K —— 风载体型系数，对混合结构取 1.3 ；对钢筋混凝土框架结构应根据框架的挡风系数 ϕ 及框架的平面尺寸按《荷规》表 1.2 序号 3.4 栏选用整体体型系数。考虑到一般情况下，框架的挡风系数约为 0.3 ，框架平面尺寸 $b/h \approx 1$ ，则有整体体型系数

$$K_{\phi} = K\phi(1+\eta) = 1.3 \times 0.3(1+0.66) = 0.65$$

为简化计算，一般天轮架框架结构，可取整体体型系数为 0.7 。承压面积可取几何轴线所围成的面积。

β —— 风振系数，为简化计算，高 15 m 以内的天轮架可取 $\beta = 1$ ，高超过 15 m 的取 $\beta = 1.4$ 。

对于混合结构，风荷载可以均布荷载形式作用在壁上，对于框架，可以集中荷载形式作用在节点上。

(5) 钢丝绳提升工作荷载

按下述公式计算

a、上提荷载（考虑提升容器位于井下）

$$S_{\text{上}} = K_{\text{上}} n (Q_0 + Q) (\sin \alpha + \mu_1 \cos \alpha) + g l_{\text{上}} (\sin \alpha + \mu_2 \cos \alpha) \quad (3-1)$$

b、下放荷载（考虑提升容器位于井上）

$$S_{\text{下}} = K_{\text{下}} n (Q_0 + Q'_Z) (\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) + g l_{\text{下}} (\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha) \quad (3-2)$$

式中： Q_0 —— 提升容器自重；

Q_Z —— 上提容器载重；

Q'_Z —— 下放容器载重，对于箕斗其值为零，对于串车可根据验算内力的情况，取零或取下放材料重量的最大值；

g —— 钢丝绳每米重；

n —— 一次提升的容器数量；

α —— 为简化计算，并偏于安全起见，可取井筒坡度；

$l_{\text{上}}$ 、 $l_{\text{下}}$ —— 分别为上提和下放钢丝绳的长度，可按在装卸位置时的情况考虑；

μ_1 —— 提升容器的运行阻力系数，一般可取 0.015；

μ_2 —— 钢丝绳与滚轮等的摩阻系数，可取 0.20。

$K_{\text{上}}$ 、 $K_{\text{下}}$ —— 考虑加速及轨道不平影响的动力系数，取

$$K_{\text{上}} = 1.3, K_{\text{下}} = 1.$$

为简化计算，(3-1)、(3-2)两式可用下式代替：

$$S_{\text{上}} = 1.4 [n (Q_0 + Q_Z) + g l_{\text{上}}] \sin \alpha \quad (3-1a)$$

$$S_{\text{下}} = [n (Q_0 + Q'_Z) + g l_{\text{下}}] \sin \alpha \quad (3-2a)$$

在计算 $S_{\text{下}}$ 时， α 仍可按井筒坡度选用。

C、钢丝绳提升工作荷载在天轮轴心上作用力的计算。

设 S 为提升（下放）钢丝绳的内力，则由图 6 知，钢丝绳两肢的合力 R 通过天轮中心。设 R_V 、 R_H 分别为 R 的垂直和水平分力，则有：

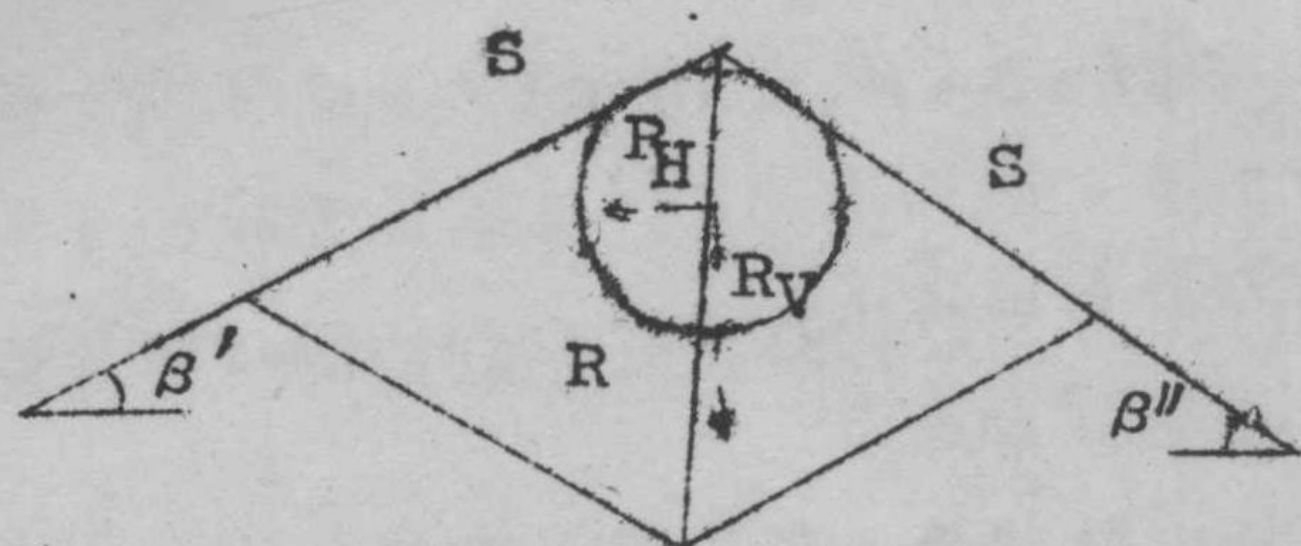


图 6

$$R_V = S (\sin \beta' + \sin \beta'') \quad (3-3)$$

$$R_H = S (\cos \beta' - \cos \beta'') \quad (3-4)$$

$$R = \sqrt{R_V^2 + R_H^2} \quad (3-5)$$

式中： β' 及 β'' —— 为钢丝绳左、右两肢与水平线的夹角。但注意，当按 (3-4) 式计算出的 R_H 为负值时，即其方向与上图所示方向相反。

(6) 断绳荷载

取钢丝绳整根破断力，参见附表 1。

此荷载在天轮轴上的作用力的计算，仍可按 (3-3~5) 式进行，但 S 取钢丝绳整根破断力。

(7) 钢丝绳侧拉荷载

从最近调查几个省的一些天轮架的使用情况看，在平车场天轮架中，有几个因摘钩失灵，串车带着钢丝绳沿着轨道往前跑，使天轮架受到侧向拉力而损坏，见我院《煤矿设计参考资料》1978 年第 3 期的《斜井天轮架调查》。此种荷载的出现，往往较断绳荷载为不利。因此，当还没有可靠的措施以防止此种荷载发生时，对平车场天轮架的设计宜加按此种荷载验算结构强度。此种荷载的计算方法可参见附录四《平车场天轮架设计的一个问题》。

(8)地震荷载

按《工业与民用建筑抗震设计规范》TJ 11-78 进行计算。
对于设计烈度为7度，场地土为Ⅰ、Ⅱ类的天轮架，可不进行结构抗震强度验算，但应在布置及构造上采取相应的抗震措施。

设计烈度按基本烈度采用。

2、荷载组合和强度验算

(1)验算结构和地基的强度时，应考虑下表的荷载组合及组合系数。

顺序	组合名称	恒载	平台活载	钢丝绳荷载				风荷载	地震荷载	备注
				上工提作	下工放作	断绳	侧拉			
1	主要荷载组合	1	1	1	1	-	-	1	-	单钩提升时不考虑下放工作荷载
2	断绳 " " " "	1	-	-	1.6	0.8	-	0.25	-	断绳荷载按发生在上提钢丝绳上考虑
3	侧拉 " " " "	1	-	-	1	-	0.8	0.25	-	侧拉荷载按发生在上提钢丝绳上考虑
4	地震 " " " "	1	-	1	1	-	-	0.25	1	

(2)当按主要、断绳及侧拉三种荷载验算结构强度时，应根据现行的结构设计规范进行，并采用原规范中的安全系数或容许应力值。

当按地震荷载组合验算结构强度时，如采用安全系数方法，其安全系数应取不考虑地震荷载时数值的80%，但不应少于1.1，如采用容许应力方法，容许应力应取不考虑地震荷载时数值的125%。

(3)根据《工业与民用建筑地基基础设计规范》TJ 7-74，天轮架的地基计算，一般可仅按容许承载力计算，不再作变形验算。

由于天轮架多为受偏心荷载的作用，因此按容许承载力计算地基时，除应符合下式外

$$P \leq R \quad (3-6)$$

$$\text{还应符合 } P_{max} \leq 1.2 R \quad (3-7)$$

式中：P —— 基础底面处的平均压力 (t/m^2)；

P_{max} —— 受偏心荷载作用时，基础底面边缘的最大压应力 (t/m^2)；

R —— 按基础埋深及宽度修正后地基土的容许承载力(t/m^2)
当按地震荷载组合验算时，应将 R 提高 25%，当按其余荷载组合验算时则不予提高。

四、结构计算

1、采用的规范

钢筋混凝土结构设计规范	TJ 10-74
砖石结构设计规范	GBJ 3-73
工业与民用建筑地基基础设计规范	TJ 7-74
工业与民用建筑结构荷载规范	TJ 9-74
工业与民用建筑抗震设计规范	TJ 11-78

2、天轮梁计算

天轮梁的强度验算，一般是由断绳荷载组合起控制作用。当有可能出现钢丝绳侧拉荷载时，还应以此种荷载组合验算。按这两种荷载计算时，均不须加乘动力系数。

当天轮为移动式时，作用在天轮梁上的钢丝绳荷载，应按该天轮位于对梁最不利的位置上来计算。

天轮梁的计算简图可按简支情况考虑（如图7）。梁的计算跨度 l 可取 1.05 倍净距。梁的反力及天轮轴承下 C 点处的弯矩可按下