

16.000.01

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50385 — 2006

矿山井架设计规范

Code for design of the mine headframes

2006 — 08 — 24 发布

2006 — 12 — 01 实施

中华人民共和国建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 联合发布

中华人民共和国国家标准

矿山井架设计规范

Code for design of the mine headframes

GB 50385 - 2006

主编部门：中国煤炭建设协会

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：2006年12月1日

中国计划出版社

2006 北 京

中华人民共和国建设部公告

第 470 号

建设部关于发布国家标准 《矿山井架设计规范》的公告

现批准《矿山井架设计规范》为国家标准,编号为GB 50385—2006,自2006年12月1日起实施。其中,第1.0.3、4.1.3(5)、4.1.4(1)、4.2.4(1)、4.2.5条(款)为强制性条文,必须严格执行。

本规范由建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国建设部
二〇〇六年八月二十四日

前 言

本规范是根据建设部建标函[2005]124号文件“关于印发《2005年工程建设标准规范制定、修订计划(第二批)》的通知”的要求,由煤炭工业邯郸设计研究院会同有关单位编制而成。

在编制过程中,规范编制组进行了广泛的调查,对井架的使用情况和存在的问题进行了分析、研究,并借鉴了国外的有关资料,广泛征求了设计、施工、生产、科研和教学等单位的意见。最后,由中国煤炭建设协会组织审查定稿。

本规范共分6章,内容有:总则、术语和符号、布置与选型、荷载、计算、构造。

本规范以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由建设部负责管理和对强制性条文的解释,由煤炭工业邯郸设计研究院负责具体内容解释。本规范在执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,注意积累资料,随时将意见和建议反馈给煤炭工业邯郸设计研究院《矿山井架设计规范》编制组(地址:河北省邯郸市溢河北大街114号,邮编:056031;E-mail:zmhdsj@yahoo.com.cn;传真:0310-3014959),以供今后修改时参考。

本规范的主编单位、参编单位和主要起草人:

主 编 单 位: 煤炭工业邯郸设计研究院

参 编 单 位: 中煤国际工程集团南京设计研究院

煤炭工业西安设计研究院

煤炭工业合肥设计研究院

煤炭工业济南设计研究院

清华大学建筑设计研究院

北京工业大学

主要起草人：邵一谋 王宗祥(以下按姓氏笔画为序)

马中成 马宝民 于鲁辉 王志杰 冯益孝

孙 祥 朱杰利 朱晓辉 李 力 陈 宏

张旭东 张晓四 袁耀明 黄唯学 蒋晓飞

目 次

1 总 则	· (1)
2 术语和符号	· (2)
2.1 术语	· (2)
2.2 符号	· (3)
3 布置与选型	· (6)
3.1 布置原则	· (6)
3.2 竖向布置	· (6)
3.3 平面布置	· (7)
3.4 结构选型	· (9)
3.5 辅助构件	· (9)
4 荷 载	· (11)
4.1 荷载分类	· (11)
4.2 荷载组合	· (14)
5 计 算	· (19)
5.1 一般规定	· (19)
5.2 立架计算	· (21)
5.3 斜撑计算	· (21)
5.4 基础设计	· (22)
6 构 造	· (24)
6.1 一般规定	· (24)
6.2 节点与连接	· (26)
6.3 基础	· (27)
本规范用词说明	· (28)
附:条文说明	· (29)

1 总 则

1.0.1 为了统一矿山井架结构的设计原则和技术标准,使井架设计做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于矿山立井钢结构和钢筋混凝土结构井架的设计,不适用于木井架、砖井架和斜井井架的设计。

1.0.3 井架设计的安全等级应为二级。

1.0.4 井架抗震设防类别,应符合现行国家标准《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定。

1.0.5 井架生产的火灾危险性应为丙类,结构的耐火等级应为二级。当井口房的承重构件及非承重外墙为非燃烧体时,井架结构构件的耐火极限可降低到 0.25h。

1.0.6 井架设计应从实际出发,合理选择材料和结构方案,积极推广新技术、新工艺,应方便制作、安装及维护。

1.0.7 井架设计除应符合本规范外,尚应符合国家现行的有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 井架 headframe

安装天轮及其他设备的构筑物。

2.1.2 主井井架 main shaft headframe

位于主井井口用作提升煤炭、矿石的构筑物。

2.1.3 副井井架 auxiliary shaft headframe

位于副井井口用作上下人员、提升矸石、下放材料和设备的构筑物。

2.1.4 混合井井架 combination shaft headframe

兼有主井井架和副井井架功能的构筑物。

2.1.5 凿井井架 sinking shaft headframe

开凿井筒时用以悬挂吊盘、风筒等凿井设备,提升矸石、下放材料的构筑物。

2.1.6 井架高度 headframe height

井颈顶面到井架最上面天轮轴中心之间的垂直距离。

2.1.7 井架总高度 total height of headframe

支承框架顶面至天轮起重架横梁顶面之间的垂直距离。

2.1.8 天轮 sheave wheel

设置在井架顶部,承托提升钢绳的导向轮。

2.1.9 天轮平台 sheave wheel platform

井架顶部安放天轮的平台。

2.1.10 立架 guideframe

固定罐道,对提升容器起导向作用的结构,也称导架。

2.1.11 斜撑 backstay

承受提升荷载的主要承重结构,也称斜架。

2.1.12 支承框架 bearframe

支承井架立架的承重结构,也称立架底梁。

2.1.13 罐道 guide

提升容器在立井井筒及井架中上、下运行时的导向装置。

2.1.14 防撞梁 bumper beams

提升容器过卷后防止冲撞井架构筑物的装置。

2.1.15 托罐装置 kepgear

能将撞击防撞梁后下落高度不超过 0.5m 的容器托住的活动装置。

2.1.16 防坠器 safety catch

提升钢绳或连接装置断裂时,防止提升容器坠落的保护装置。

2.1.17 提升钢绳 hoisting rope

悬挂提升容器,传递提升动力的钢绳。

2.1.18 提升容器 hoisting conveyance

罐笼、箕斗、吊桶等的总称。

2.1.19 罐笼 cage

装载人员和矿车等的提升容器。

2.1.20 箕斗 skip

直接装载煤炭、矿石、矸石等的提升容器。

2.2 符 号

2.2.1 荷载和荷载效应

G_k ——永久荷载的标准值;

Q_k 、 W_k ——可变荷载的标准值;

A_k 、 F_k ——偶然荷载的标准值;

S_{Gk} ——永久荷载效应的标准值;

S_{Qik} ——第 i 个可变荷载效应的标准值;

S_{wk} ——风荷载效应的标准值;

S_{GE} ——重力荷载效应的代表值；
 S_{A1k} 、 S_{A2k} ——第 1 个、第 2 个偶然荷载效应的标准值；
 S ——提升钢绳的张力、荷载或荷载效应组合的设计值；
 S_{max} 、 S_{min} ——提升钢绳的最大、最小静张力；
 M_G ——抗倾覆力矩；
 M_Q ——倾覆力矩；
 R ——结构构件承载力的设计值；
 C ——结构或结构构件变形、裂缝的规定限值。

2.2.2 几何参数

D ——天轮直径；
 H 、 h ——井架总高度、井架高度；
 L_a 、 L_b ——立架柱轴线间的距离；
 m_1 、 m_2 、 n ——容器外形尺寸；
 a ——提升钢绳的间距；
 b ——立架柱轴线至横梁内侧边缘的距离；
 c ——容器与横梁之间的净距离；
 d ——箕斗卸载时的外伸部分尺寸；
 δ ——钢绳中心线之间的夹角。

2.2.3 计算系数

f ——运行阻力系数；
 ϕ ——挡风系数；
 η ——凿井事故增大系数；
 γ_0 ——结构重要性系数；
 γ_G ——永久荷载或重力荷载的分项系数；
 γ_w ——风荷载的分项系数；
 γ_{EH} 、 γ_{EV} ——分别为水平、竖向地震作用的分项系数；
 γ_{Qi} ——第 i 个可变荷载的分项系数；
 Ψ_{Ci} ——第 i 个可变荷载的组合值系数；
 Ψ_{qi} ——第 i 个可变荷载的准永久值系数。

2.2.4 其他

X ——平行于 x 轴的力；

Y ——平行于 y 轴的力；

Z ——平行于 z 轴的力；

H_z ——钢绳张力的水平分力；

V_z ——钢绳张力的垂直分力；

R_z ——钢绳张力的合力。

3 布置与选型

3.1 布置原则

3.1.1 井架布置应根据提升工艺、抗震烈度、环境条件、工程地质和加工安装等的要求,并经技术经济比较后确定。

3.1.2 有条件时,生产用井架应兼作凿井用井架。

3.1.3 当井架采用井口附近预组装平移工艺或利用生产井架凿井时,宜采用双斜撑式井架。

3.1.4 井架构筑物防雷设计,应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的规定。

3.2 竖向布置

3.2.1 井架总高度 H ,应由工艺确定。井架高度分段尺寸,应符合下列规定(见图 3.2.1):

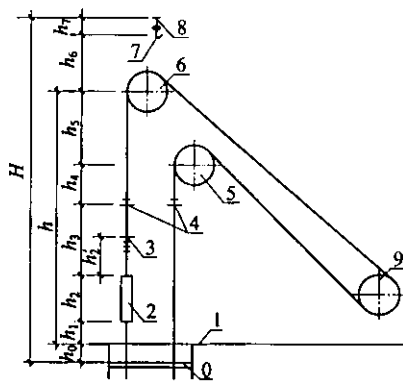


图 3.2.1 井架高度分段图

0—支撑框架; 1—井颈; 2—容器; 3—悬挂装置; 4—防撞梁;
5—下天轮; 6—上天轮; 7—吊钩; 8—横梁; 9—提升机

1 井架高度 h 及总高度 H 可按下式核对:

$$h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 \quad (3.2.1-1)$$

$$H = h_0 + h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 \quad (3.2.1-2)$$

式中 h_0 ——支承框架顶面至井颈顶面的高度,应由工艺确定;
 h_1 ——罐笼提升时,可取井颈顶面至罐笼出车轨面的高度;
箕斗提升时,可取井颈顶面至卸载口底的高度;
 h_2 ——罐笼出车轨面或箕斗卸载口底至提升容器上盘顶面的高度;
 h_3 ——过卷高度,应由工艺确定;
 h_4 ——防撞梁垫木底面至下天轮轴中心的高度;密闭井架,应包括密闭所需要的高度;
 h_5 ——下天轮轴中心至上天轮轴中心的高度,应由工艺确定;
 h_6 ——上天轮轴中心至吊钩的高度,应由工艺确定;
 h_7 ——吊钩至天轮起重架横梁顶面的高度。

2 防撞梁垫木底面至下天轮轴中心的高度,可按下式核对:

$$h_4 \geq h'_2 + \frac{D}{2} \quad (3.2.1-3)$$

式中 h'_2 ——提升容器上盘顶面至悬挂装置上缘的高度;
 D ——天轮直径。

3 当天轮直径大于或等于 2m 时,应设安装、检修用的天轮起重架,起吊的高度,可按下式核对:

$$h_6 \geq \frac{D}{2} + 2\text{m} \quad (3.2.1-4)$$

3.2.2 立架节间高度及框口尺寸,应根据工艺要求和结构布置合理确定。

3.3 平面布置

3.3.1 立架平面尺寸 L_a 、 L_b ,应满足工艺要求,但不宜小于立架高度的 1/10,见图 3.3.1。

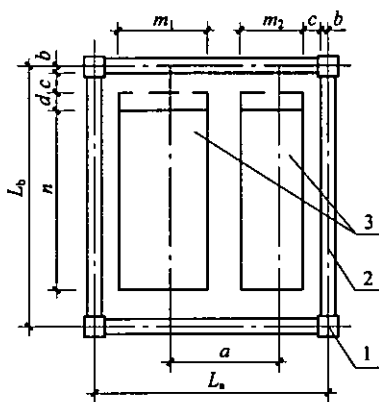


图 3.3.1 立架平面尺寸图

1—立架柱；2—横梁；3—容器

$$L_a \geq \frac{m_1 + m_2}{2} + a + 2b + 2c \quad (3.3.1-1)$$

$$L_b \geq n + d + 2b + 2c \quad (3.3.1-2)$$

式中 L_a 、 L_b ——立架柱轴线间的距离，宜取 100mm 模数进级；

m_1 、 m_2 、 n ——容器外形尺寸；

a ——提升钢绳的间距；

b ——立架柱轴线至横梁内侧边缘的距离；

c ——容器与横梁之间的净距，当工艺无要求时，对刚性罐道，应不小于 120mm；对柔性罐道，应不小于 200mm；

d ——箕斗卸载时的外伸部分尺寸，应由工艺确定，当工艺无要求时可取 0。

3.3.2 井架提升钢绳合力线，应在立架与斜撑之间，合力线宜接近斜撑平面的中心线。

3.3.3 单斜撑式井架及双斜撑式井架，提升一侧的斜撑基础顶面中心线之间的水平距离，不宜小于井架总高度的 1/3。

3.3.4 天轮平台上的通道净宽，不应小于 700mm，提升钢绳与平

台构件间的净距,不应小于100mm。

3.4 结构选型

3.4.1 井架一般可分为立架、斜撑、起重架、天轮平台、支承框架和基础等六部分。

3.4.2 井架型式的选择,应符合以下原则:

- 1 满足生产工艺要求,加工安装方便,占用井口时间短。
- 2 结构简单,受力明确,传力简捷。
- 3 当选择钢筋混凝土结构时,井架高度不宜超过 30m。
- 4 适应矿井服务年限及使用环境。

3.4.3 井架按提升方式可分为单绳提升井架、多绳提升井架;按用途可分为主井井架、副井井架和混合井井架;按结构材料可分为钢结构井架、钢筋混凝土结构井架等。常用的井架型式,可归纳为下列五种:

- 1 单斜撑式钢井架。
- 2 双斜撑式钢井架。
- 3 四柱或筒体悬臂式钢筋混凝土井架。
- 4 六柱斜撑式钢筋混凝土井架。
- 5 钢筋混凝土立架和钢斜撑组合式井架。

3.5 辅助构件

3.5.1 井架结构,应考虑防撞梁、防坠器、托罐装置、缓冲装置、罐道及罐道梁、卸载装置、四角罐道和安全门等各类辅助构件的安装和联结要求。

3.5.2 井架承受通风负压时,钢结构井架,可用钢板密封,钢筋混凝土结构井架,可用钢筋混凝土壁板或其他材料密闭。

3.5.3 通往各平台的梯子,净宽不应小于 600mm,斜度不宜超过 60°;在特殊情况下,可采用宽度不小于 600mm 的直爬梯,此时,应每隔 0.8m 装设扁钢做的防护笼。通向天轮平台的梯子,不宜布

置在接近提升钢绳的下方。

3.5.4 天轮平台、检修平台等处周边及梯子两侧,应设置高 1.2m 钢栏杆,天轮周边,应为活动栏杆,梯子踏步及平台板,应采用防滑钢板。检修平台净高不宜低于 2.20m。

4 荷 载

4.1 荷载分类

4.1.1 井架结构上的荷载,可分为下列三类:

- 1 永久荷载:结构自重、设备重和地基变形等。
- 2 可变荷载:提升工作荷载、钢绳罐道工作荷载、防坠钢绳工作荷载、平台活荷载、风荷载、起重架安装荷载、罐道梁工作荷载和凿井工作荷载等。
- 3 偶然荷载:断绳荷载、防坠器制动荷载、过卷荷载、托罐荷载和地震作用等。

4.1.2 永久荷载标准值(G_k):

- 1 结构自重标准值(G_{1k}),自重可按计算确定。
- 2 设备重标准值(G_{2k}),天轮、轴承、罐道、起重设备、卸载装置、防坠器、四角罐道和安全门等,应由工艺确定。
- 3 地基变形引起的作用(G_{3k}),可按实际情况考虑。

4.1.3 可变荷载标准值(Q_k 、 W_k):

- 1 提升工作荷载标准值(Q_{1k}),可按下式计算:
箕斗或罐笼上提时:

$$Q_{1k} = S_{\max} \left(1 + \frac{a}{g} + f \right) \quad (4.1.3-1)$$

箕斗下放时:

$$Q_{1k} = S_{\min} \left(1 - \frac{a}{g} - f \right) \quad (4.1.3-2)$$

罐笼下放时:

$$Q_{1k} = S_{\max} \left(1 - \frac{a}{g} - f \right) \quad (4.1.3-3)$$

式中 S_{\max} 、 S_{\min} ——分别为提升钢绳的最大、最小静张力;

a ——提升加速度；
 g ——重力加速度；
 f ——运行阻力系数，可取 0.1。

2 钢绳罐道工作荷载标准值(Q_{2k})，钢绳罐道自重及拉紧力标准值，应由工艺确定。

3 防坠钢绳工作荷载标准值(Q_{3k})，防坠钢绳自重及拉紧力标准值，应由工艺确定。

4 平台活荷载标准值(Q_{4k})，天轮平台、检修平台荷载标准值当工艺无特殊要求时，单绳提升可采用 3.5 kN/m^2 、多绳提升可采用 5.0 kN/m^2 、钢梯及其他休息平台可采用 2.0 kN/m^2 。

5 风荷载标准值(w_k)，分纵向和横向，应按下式计算：

$$w_k = \phi \beta_z \mu_s \mu_z w_0 \quad (4.1.3-4)$$

式中 ϕ ——挡风系数，对不封闭立架及起重架应取 0.6~0.7；当立架封闭时应取 1.0；对于桁架式斜撑，横向作用时应取 2.0，纵向作用时应取 0.5；箱形断面斜撑可按实际断面，横向作用时应取 2.0，纵向作用时应取 1.0；

β_z ——风振系数，应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定；

μ_s ——风荷载体型系数，应取 1.3；

μ_z ——风压高度变化系数，应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定；

w_0 ——基本风压，应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定，或按当地气象资料确定，但不应小于 0.3 kN/m^2 。

注：井架的纵向指提升方向，横向指垂直于提升方向。

6 起重架安装荷载标准值(Q_{rk})，应由工艺根据天轮起重安装方式确定。

7 罐道梁工作荷载标准值(Q_{hk} 、 Q_{vk})，可按下式计算：

水平荷载:

$$Q_{Hk} = \frac{1}{12} Q_{1k} \quad (4.1.3-5)$$

垂直荷载:

$$Q_{Vk} = \frac{1}{4} Q_{Hk} \quad (4.1.3-6)$$

8 凿井提升工作荷载标准值(Q_{Pk}),可按下式计算:

$$Q_{Pk} = 1.3\eta P_Q \quad (4.1.3-7)$$

式中 1.3——动力系数;

η ——凿井事故增大系数可取 1.5;

P_Q ——容器、载重及钢绳等总重。

4.1.4 偶然荷载标准值(A_k 、 F_k):

1 断绳荷载标准值(A_{1k}),应按下列规定确定:对于单绳提升:一根为断绳荷载,另一根为两倍工作荷载;对于多绳提升:一侧为所有钢绳的断绳荷载,另一侧为所有钢绳的 0.33 倍断绳荷载。

2 防坠器制动荷载标准值(A_{2k}),可按下式计算:

$$A_{2k} = 3.0 S_{\max} \quad (4.1.4-1)$$

式中 3.0——动力系数。

3 防撞梁荷载标准值(A_{3k}),可按下式计算:

$$A_{3k} = 4.0 S_{\max} \quad (4.1.4-2)$$

式中 4.0——动力系数。

4 缓冲装置荷载标准值(A_{4k}),可按下式计算:

$$A_{4k} = 2.0 S_{\max} \quad (4.1.4-3)$$

式中 2.0——动力系数。

注:此处缓冲装置荷载标准值特指楔形罐道。

5 托罐荷载标准值(A_{5k}),可按下式计算:

$$A_{5k} = 5.0 S_{\max} \quad (4.1.4-4)$$

式中 5.0——动力系数。

6 地震作用标准值(F_{Ek}),应符合现行国家标准《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定。

4.2 荷载组合

4.2.1 井架应根据使用过程中在结构上可能同时出现的荷载,按承载能力极限状态和正常使用极限状态,分别进行荷载效应组合,并取各自的最不利的效应组合进行设计。

4.2.2 对于承载能力极限状态,应按荷载效应基本组合或偶然组合进行荷载效应组合,并可采用下列设计表达式进行设计:

1 工作荷载基本组合:

$$\gamma_0 S \leq R \quad (4.2.2-1)$$

2 偶然组合:

1)断绳、防坠制动荷载组合:

$$S \leq R \quad (4.2.2-2)$$

2)地震作用组合:

$$S \leq R/\gamma_{RE} \quad (4.2.2-3)$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数,井架安全等级为二级或设计使用年限为 50 年的,不应小于 1.0;设计使用年限为 100 年及以上的,不应小于 1.1;设计使用年限为 25 年的,不应小于 0.95;

S ——荷载效应组合的设计值;

R ——结构构件承载力的设计值;

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数,应符合现行国家标准《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定。

4.2.3 对于提升工作荷载效应控制的基本组合,荷载效应组合的设计值 S ,应按下式计算。

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_{Q1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \Psi_{Ci} S_{Qik} + \gamma_w S_{wk} \quad (4.2.3)$$

式中 γ_G ——永久荷载的分项系数;

γ_{Qi} ——第 i 个可变荷载的分项系数,其中 γ_{Q1} 为可变荷载 Q_1 的分项系数;

γ_w ——风荷载的分项系数；
 S_{Gk} ——按永久荷载标准值 G_k 计算的荷载效应标准值；
 S_{Qik} ——按可变荷载标准值 Q_{ik} 计算的荷载效应标准值，其中
 S_{Q1k} 为诸可变荷载效应中起控制作用者；
 S_{wk} ——按风荷载标准值 w_k 计算的荷载效应标准值；
 Ψ_{Ci} ——第 i 个可变荷载 Q_i 的组合值系数；
 n ——参与组合的可变荷载数。

注：基本组合中的设计值仅适用于荷载与荷载效应为线性的情况。

4.2.4 对于偶然组合，荷载效应组合的设计值 S ，可按下列规定：

1 断绳、防坠制动荷载效应控制的组合，应按下式计算：

$$S = S_{Gk} + S_{A1k} (S_{A2k}) + \sum_{i=2}^n \Psi_{Ci} S_{Qik} + S_{wk} \quad (4.2.4-1)$$

式中 S_{A1k} ——按断绳荷载标准值 A_{1k} 计算的荷载效应标准值；
 S_{A2k} ——按防坠制动荷载标准值 A_{2k} 计算的荷载效应标准值。

注：断绳荷载 A_{1k} 与防坠制动荷载 A_{2k} 不同时出现。

2 地震作用效应控制的组合，可按下式计算：

$$S = \gamma_G S_{GE} + \gamma_{EH} S_{EHk} + \gamma_{EV} S_{EVk} + \Psi_w \gamma_w S_{wk} \quad (4.2.4-2)$$

式中 γ_G ——重力荷载分项系数；

γ_{EH} 、 γ_{EV} ——分别为水平、竖向地震作用分项系数；

γ_w ——风荷载分项系数；

S_{GE} ——重力荷载效应的代表值；

S_{EHk} ——水平地震作用标准值的效应值；

S_{EVk} ——竖向地震作用标准值的效应值；

S_{wk} ——风荷载效应的标准值；

Ψ_w ——风荷载组合值系数，井架总高度小于或等于 60m 时可取 0；井架总高度大于 60m 时可取 0.2。

4.2.5 对于承载能力极限状态荷载效应组合的分项系数和组合值系数，应符合表 4.2.5 的规定。

表 4.2.5 井架荷载效应组合的分项系数和组合值系数

荷载种类 组合情况	永久 荷载	提升 工作 荷载	钢绳 罐道 荷载	防坠 钢绳 荷载	其他 可变 荷载	断绳 荷载	防坠 制动 荷载	风荷载	备注
工作荷载	1.2	(1.0) 1.3	(1.0) 1.2	(1.0) 1.2	(1.0) 1.4	—	—	—	—
工作荷载及 风荷载	1.2	(0.85) 1.3	(0.85) 1.2	(0.85) 1.2	(0.6) 1.4	—	—	(1.0) 1.4	—
断绳荷载	1.0	—	(0.85) 1.2	(0.85) 1.2	(0.6) 1.4	1.0	—	—	—
断绳荷载及 风荷载	1.0	—	(0.85) 1.2	(0.85) 1.2	(0.6) 1.4	1.0	—	(0.2) 1.4	用于井架 总高>60m
防坠制动 荷载	1.0	—	(0.85) 1.2	(0.85) 1.2	(0.6) 1.4	—	1.0	—	—

注:1 括号中所列数字为组合值系数;

2 当竖向荷载效应(提升工作荷载不属于竖向荷载)对结构承载能力有利时,相应分项系数可取 1.0。

4.2.6 对于承载能力极限状态地震作用效应组合的分项系数和组合值系数,应符合表 4.2.6 的规定。

表 4.2.6 井架地震作用效应组合的分项系数和组合值系数

荷载种类 组合情况	提升 工作 荷载	钢绳 罐道 荷载	防坠 钢绳 荷载	其他 重力 荷载	水平 地震 作用	竖向 地震 作用	风荷载	备注
水平地震作用	1.3	1.0	1.0	1.2	1.3	—	—	—
竖向地震 作用	1.3	1.0	1.0	1.2	—	1.3	—	用于 9 度设防

续表 4.2.6

荷载种类 组合情况	提升 工作 荷载	钢绳 罐道 荷载	防坠 钢绳 荷载	其他 重力 荷载	水平 地震 作用	竖向 地震 作用	风荷载	备注
水平及竖向 地震作用	1.3	1.0	1.0	1.2	1.3	0.5	—	用于9度设防
水平地震作 用及风荷载	1.3	1.0	1.0	1.2	1.3	—	(0.2) 1.4	用于井架总高 >60m
水平及竖向 地震作用及 风荷载	1.3	1.0	1.0	1.2	1.3	0.5	(0.2) 1.4	用于9度设防 井架总高>60m

注:1 括号中所列数字为组合值系数;

2 当竖向荷载效应(提升工作荷载不属于竖向荷载)对结构承载力有利时,相应分项系数可取 1.0。

4.2.7 对于正常使用极限状态,应根据不同的设计要求,采用荷载标准组合和准永久组合进行计算,其变形、裂缝的计算值,不应超过相应的规定限值,并可采用下列设计表达式进行设计:

$$S \leq C \quad (4.2.7)$$

式中 C ——结构或结构构件变形、裂缝的规定限值。

4.2.8 对于标准组合和准永久组合,荷载效应组合的设计值 S ,可按下列规定确定:

1 标准组合,可按下列式计算:

$$S = S_{Gk} + S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \Psi_{Ci} S_{Qik} + \Psi_w S_{Qwk} \quad (4.2.8-1)$$

式中 Ψ_{Ci} ——第 i 个可变荷载 Q_i 的组合值系数。

2 准永久组合,可按下列式计算:

$$S = S_{Gk} + \sum_{i=1}^n \Psi_{qi} S_{Qik} \quad (4.2.8-2)$$

式中 Ψ_{qi} ——第 i 个可变荷载 Q_i 的准永久值系数。

4.2.9 对于正常使用极限状态荷载效应组合的组合值系数和准永久值系数,应符合表 4.2.9 的规定。

表 4.2.9 井架荷载效应组合的组合值系数和准永久值系数

荷载种类 组合情况	永久 荷载	提升 工作 荷载	钢绳 罐道 荷载	防坠 钢绳 荷载	其他 可变 荷载	断绳 荷载	防坠 制动 荷载	风荷载	备注
工作荷载	1.0	1.0	(0.9) 0.8	(0.9) 0.8	(0.6) 0.8	—	—	—	—
工作荷载 及风荷载	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6	—	—	0.2	用于井架 总高>60m

注:括号中所列数字为准永久值系数。

4.2.10 起重架安装荷载、罐道梁工作荷载、凿井提升工作荷载、防撞梁荷载、缓冲装置荷载和托罐荷载的分项系数可取 1.3。

4.2.11 对设有两台提升机的井架,应只考虑其中一台提升机断绳,另一台提升机应为正常工作。

5 计 算

5.1 一 般 规 定

5.1.1 井架结构,应采用空间分析方法进行荷载效应计算,对布置规则的井架,也可将其简化为若干平面框架或桁架进行荷载效应计算,井架结构的荷载效应可按弹性理论分析。

5.1.2 井架结构,应根据承载力极限状态及正常使用极限状态的要求,分别按下列规定进行计算和验算:

1 所有结构及结构构件,应进行承载力及稳定计算,必要时尚应进行结构的倾覆及滑移验算。

2 使用上需要控制变形值的结构构件,应进行变形验算。

3 钢筋混凝土构件,应进行裂缝宽度验算。

5.1.3 结构和结构构件的承载力及稳定计算、倾覆及滑移验算,应采用荷载设计值;变形及裂缝宽度验算,应采用相应的荷载代表值。

5.1.4 兼作凿井工作的井架,应进行施工阶段凿井工作荷载的验算。起重架安装荷载、罐道梁工作荷载可只对直接支承的构件及连接进行计算或验算。过卷荷载、托罐荷载可只对缓冲装置、防撞梁及托罐支承的构件及连接进行计算。

5.1.5 天轮支承结构及其支座梁工作荷载组合、支承框架工作荷载组合、起重架安装荷载计算时,应乘以动力系数 1.3。

5.1.6 井架结构应具有可靠的抗倾覆稳定性,并按下式计算:

$$M_G/M_Q \geq 1.3 \quad (5.1.6)$$

式中 M_G ——抗倾覆力矩($\text{kN} \cdot \text{m}$),分项系数可取 0.9;

M_Q ——倾覆力矩($\text{kN} \cdot \text{m}$),按承载力极限状态下荷载效应的基本组合时,其分项系数可取 1.0;按偶然荷载

效应组合时,其中断绳或防坠制动荷载值可取50%,不计风荷载;可不进行地震作用效应组合验算。

5.1.7 井架天轮轴中心处提升钢绳张力的合力 R_z 、水平分力 H_z 和垂直分力 V_z ,可按下式计算(见图 5.1.7):

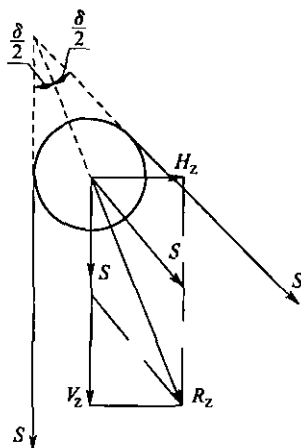


图 5.1.7 提升钢绳的张力图

$$R_z = 2S \cdot \cos \frac{\delta}{2} \quad (5.1.7-1)$$

$$H_z = S \cdot \sin \delta \quad (5.1.7-2)$$

$$V_z = S(1 + \cos \delta) \quad (5.1.7-3)$$

式中 S ——提升钢绳的张力(kN);

δ ——钢绳中心线之间的夹角($^{\circ}$)。

5.1.8 结构计算模型的约束,可按下列原则处理:

1 单斜撑式钢井架其立架支座为刚接,斜撑支座为铰接,立架与斜撑之间单绳提升时为刚接,多绳提升时为铰接或刚接。

2 双斜撑式钢井架斜撑支座为铰接。悬臂式立架下部支座

为刚接,上部为滑动支座;吊挂式立架下部为滑动支座,上部应为刚接。

3 现浇钢筋混凝土井架立架、斜撑支座为刚接。

5.1.9 钢井架各构件计算长度系数的确定,应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定。

5.1.10 井架在工作荷载效应组合时的水平变形值,应控制在 $H/1000$ 以内。

5.2 立架计算

5.2.1 立架计算可按下列规定进行:

1 单斜撑式钢井架的立架承担提升工作荷载,按空间桁架分析内力,也可简化为平面桁架进行内力计算。

2 双斜撑式钢井架的立架可为悬臂式或吊挂式,立架不承担提升工作荷载,可按悬臂式或吊挂式桁架进行计算。

5.2.2 钢井架立架更换容器的框口,其立柱应加强,加强构件上端延伸一个节间,简化为固定,下端为铰接,可按铰接框架计算;卸载框口的加强构件,上下端各延伸一个节间,可按闭合框架计算。

5.2.3 钢筋混凝土井架,应按框架结构进行计算。

5.2.4 密闭井架承受风压的构件,应按工艺提供的通风机最大风压值验算。

5.2.5 立架横梁,应验算缓冲装置传来的垂直和水平荷载,此荷载应均匀分布在三根上下依次排列的横梁或罐道梁上。

5.3 斜撑计算

5.3.1 斜撑柱或斜撑桁架承担平面内及平面外两个方向的荷载,应按双向偏心受压、受扭计算其承载力和稳定性。

5.3.2 斜撑牛腿与立架顶部铰接式的井架,除应按一般连接计算外,还应验算局部承压强度和剪切强度。

5.4 基础设计

5.4.1 地基承载力和变形计算,应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定。

5.4.2 井架基础,可按式(5.4.2)进行抗滑移稳定性验算:

$$\frac{\mu(G_k + Z_k)}{\sqrt{X_k^2 + Y_k^2}} \geq 1.2 \quad (5.4.2)$$

式中 X_k 、 Y_k 、 Z_k ——斜撑柱对于基础斜顶面中心作用力 X 、 Y 、 Z 分量的标准值(kN);

G_k ——基础自重和上覆土重的标准值,可取平均值 20kN/m^3 ;

μ ——斜撑基础底与地基土体间的摩擦系数,应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定。

5.4.3 地基及基础,可不进行断绳、防坠制动荷载效应及地震作用效应组合的验算。

5.4.4 井架地基变形允许值,应符合下列规定:

1 单斜撑式钢井架,斜撑基础之间的沉降差不宜大于 $0.001L$,最大沉降量不应大于 80mm 。

2 双斜撑式钢井架,斜撑基础之间的沉降差不宜大于 $0.0005L$,最大沉降量不宜大于 80mm 。

3 钢筋混凝土井架,基础之间的沉降差不宜大于 $0.0015L$ 。

注: L 为相邻基础水平中心距。

5.4.5 斜撑基础与立架基础之间已经形成的沉降差大于规定数值时,必须验算不均匀沉降引起的附加应力,或采取调整措施。

5.4.6 基础设计应使斜撑柱中心线正交于基础斜顶面,并宜使斜撑柱的合力作用线与基础底面反力中心重合。

5.4.7 对位于矿山排水引起地表下沉、冻胀土和液化土等地基上

的井架,应采取结构和地基处理措施。

5.4.8 斜撑柱脚基础螺栓,应按地震作用效应组合验算其抗拉和抗拔强度。

6 构造

6.1 一般规定

6.1.1 钢井架选用钢材等级,应符合下列规定:

1 主要构件,应采用 Q235 等级 B、C 的碳素结构钢或 Q345 等级 B、C、D 的低合金高强度结构钢。

2 次要构件,可采用 Q235 等级 A 的碳素结构钢。

3 使用地区的计算温度低于 -20°C 时,应采用 Q235 等级 D 的碳素结构钢或 Q345 等级 D、E 的低合金高强度结构钢。

注:计算温度,应符合现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的规定。

6.1.2 钢井架构件材料规格,应符合下列规定:

1 天轮支承结构、托罐梁、防撞梁、立架柱、斜撑柱等,钢板最小厚度不宜小于 8mm;加劲肋钢板厚度可用 6mm。

2 立架支承框架钢板厚度,不应小于 12mm。

3 型钢杆件最小截面:角钢为 L63 \times 6、工字钢为 I14、槽钢为 [12.6。

4 栏杆可采用角钢 L50 \times 5 或钢管 DN50 \times 2.5。

5 节点板厚度,不宜小于 8mm。

6.1.3 钢井架构件外表面钢材应喷砂除锈、喷漆。钢井架钢材的防锈和防腐所采用的涂料、钢材表面的除锈等级以及防腐蚀对钢结构的构造要求等,应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 和《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T 8923 的规定。设计文件中应注明钢材除锈等级和采用的涂料及涂层厚度。

6.1.4 钢井架在构造上应避免出现难于检查、清刷和涂漆之处。

6.1.5 钢井架在使用过程中,使用单位应定期检测与维护。

6.1.6 钢井架各杆件的长细比,应符合表 6.1.6 的规定。

表 6.1.6 钢井架杆件的长细比限值

构件类别	长细比
立架柱、斜撑柱、天轮支承结构的压杆	150
其他受压杆件	200
主要受拉杆件	250
次要受拉杆件	300

注:上表限值按 Q235 等级的钢材确定,其他等级的钢材换算,应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定。

6.1.7 现场组装构件的划分,应符合有关部门规定的限界尺寸以及单个运输件的质量。组装构件的连接节点应构造简单、传力明确。

6.1.8 钢筋混凝土井架的混凝土强度等级,不应低于 C30,混凝土的最小水泥用量,不宜少于 $300\text{kg}/\text{m}^3$,最大水灰比,不应大于 0.5;应采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。

6.1.9 受力主筋混凝土保护层最小厚度,梁不应小于 30mm,柱不应小于 40mm;当设计使用年限大于 50 年时,梁、柱等构件的受力主筋混凝土保护层最小厚度,应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

6.1.10 钢筋混凝土井架柱的截面尺寸及纵向钢筋,应符合下列规定:

- 1 柱的最小截面尺寸,应符合表 6.1.10 的规定。
- 2 柱节间净高与截面高度之比宜大于 4。

表 6.1.10 柱最小截面(mm)

结构型式		截面尺寸(纵向×横向)	
		抗震设计	非抗震设计
四柱悬臂式		400×600	400×500
六柱斜撑式	立架	400×400	400×400
	斜撑	500×350	450×350

- 3 柱的纵向钢筋每侧的配筋率,不应小于 0.3%。

- 4 抗震设计时底层柱的箍筋加密区长度,应取柱的全高。
- 6.1.11 钢筋混凝土井架梁的截面尺寸,应符合下列规定:
- 1 梁净跨与截面高度之比不宜小于 4。
 - 2 梁截面高度与宽度之比不宜大于 4。
 - 3 底层框架梁宜加梁腋,腋高不宜小于梁高的 $1/4$,坡度可采用 $1:3$ 。
- 6.1.12 钢筋混凝土井架框架节点钢筋锚固长度,应按受拉锚固长度取值。
- 6.1.13 钢筋混凝土井架裂缝控制等级,应为三级,允许出现裂缝的最大宽度,不应超过 0.2mm 。
- 6.1.14 钢筋混凝土井架梁柱,宜抹面或刷防碳化涂料。
- 6.1.15 钢筋混凝土井架抗震等级,应符合现行国家标准《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定。

6.2 节点与连接

- 6.2.1 天轮轴座与井架联结处,应有调整天轮水平和垂直位置的构造措施;天轮轴承支座前后,应设阻挡块。
- 6.2.2 悬臂式立架其上部,应有限制水平移动的滑动装置;吊挂式立架其下部,应设防止摆动的滑动装置。
- 6.2.3 斜撑柱采用钢板焊接的箱形截面时,内部应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定,设加劲肋,纵向可用角钢或钢板通长设置,横向可用钢板设置,且每节两端应用钢板封闭。
- 6.2.4 直接承受动力荷载构件的焊接和现场拼装焊接,应采用与钢材强度相适应的低氢碱性焊条;角焊缝的焊脚尺寸不应小于 $1.5\sqrt{t}$,且不应小于 6mm ,重要部位焊缝质量等级,应不低于二级。

注: t 为较厚焊件的厚度;当采用低氢碱性焊条施焊时, t 可采用较薄焊件的厚度。

- 6.2.5 钢井架主要受力构件,应采用高强螺栓和普通 A、B 级螺栓连接,螺栓最小规格应为 M20;安装螺栓可采用普通 C 级,安装

及次要构件连接螺栓可用 M16。

6.2.6 提升速度大于 3m/s 的井架,必须设防撞梁和托罐装置,防撞梁不得兼作他用。

6.2.7 防撞梁底面与箕斗或罐笼撞击的部位,应设截面不小于 200mm×200mm 的方木或橡胶缓冲垫,防撞梁应能挡住提升过卷的容器。

6.2.8 托罐装置必须能将撞击防撞梁后下落高度不超过 0.5m 的容器托住,托罐装置的托梁上在压力中心处,应设厚度不小于 25mm 的钢板承压垫。

6.2.9 钢结构井架斜撑与基础的联结宜为铰接。

6.2.10 钢结构井架斜撑牛腿与立架顶部联结采用铰接时,宜采用弧形支座,支座可采用 45 号高强钢制作。

6.3 基 础

6.3.1 斜撑基础顶面,宜留有安装千斤顶的位置。

6.3.2 斜撑基础顶面,宜高出地坪 0.8m 左右,并应留有二次浇灌层,厚度不应小于 100mm,基础埋置深度不宜小于 2.5m。

6.3.3 基础混凝土强度等级不应低于 C25,二次浇灌层如用细石混凝土,强度等级应高于基础混凝土强度等级。

6.3.4 井颈作为钢井架立架支座时,立架支承框架的主梁,伸入井颈内边缘应不小于 400mm。

6.3.5 斜撑基础顶面宜配置不少于两层间距 100mm 的钢筋网,钢筋直径不应小于 6mm,间距不应大于 200mm。

6.3.6 立架柱锚栓不应小于 M24,斜撑柱锚栓不应小于 M36。

6.3.7 井架在使用过程中,使用单位应定期对基础沉降进行观测。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国国家标准

矿 山 井 架 设 计 规 范

GB 50385 - 2006

条 文 说 明

前 言

《矿山井架设计规范》GB 50385—2006,经建设部 2006 年 8 月 24 日以建设部第 470 号公告批准、发布。

为便于各单位和有关人员在使用本规范时能正确理解和执行本规范,特按章、节、条顺序编制了规范的条文说明,供使用者参考。在使用中如发现本条文说明有不妥之处,请将意见函告煤炭工业邯郸设计研究院。

本规范主要审查人员:

刘 毅	蒋莼秋	魏利金	万惠民	陈友伟	郭守印
关家祥	董继斌	王步云	万 汇	李 丁	贾照远
姜智岭	王元清	李 炜	鲍巍超	刘兴禄	康忠佳
郭均生					

目 次

1 总 则	· (35)
2 术语和符号	· (38)
3 布置与选型	· (39)
3.1 布置原则	· (39)
3.2 竖向布置	· (39)
3.3 平面布置	· (40)
3.4 结构选型	· (40)
3.5 辅助构件	· (43)
4 荷 载	· (44)
4.1 荷载分类	· (44)
5 计 算	· (46)
5.1 一般规定	· (46)
5.4 基础设计	· (47)
6 构 造	· (48)
6.1 一般规定	· (48)
6.2 节点与连接	· (49)
6.3 基础	· (49)

1 总 则

1.0.1 本规范编制的目的。新中国成立以来,我国矿山建设蓬勃发展,煤炭、钢铁、有色金属等总量已位居世界第一。井架作为矿山生产的主要提升构筑物、工业场地的标志,在整个工程中占有重要地位。但是,50多年来,井架结构设计一直没有可遵循的标准,许多院校、设计单位编写了不少井架设计方面的教科书及资料,但无统一的设计原则和技术标准。为此,根据国家的工程建设方针、政策,需要编制符合我国实际情况,安全适用、技术先进、经济合理、确保质量的井架设计规范,以改变目前我国井架设计的不规范状况。

1.0.2 本条规定了规范的适用范围,即新建、改建和扩建的矿山立井钢结构和钢筋混凝土结构井架。木井架过去用于小型矿井凿井和生产,但要消耗大量的优质木材,既不防火又不耐久,现已很少使用;砖井架过去也用于小型矿井,结合井口房设计,可以节省钢材、资金,但由于抗震性能差、对地基要求高,现也已很少使用。本规范不包括木井架和砖井架。斜井井架在受力上、结构形式上、材料选用上都与立井井架有较大差别,一般高度也较低,故本规范不包括斜井井架。

1.0.5 本条是根据现行国家标准《建筑设计防火规范》GBJ 16第2.0.3条拟定的。当井口房的承重构件及非承重外墙为非燃烧体时,井架结构构件可不采取防火措施。根据调查及国外有关资料,钢结构及钢筋混凝土结构井架均未采取防火保护措施,也极少发生过此类事故。

1.0.6 根据调查,在中小型矿井中钢筋混凝土井架使用广泛,钢筋混凝土井架设计、施工简单,材料省、造价低,长期使用维修量

小。平顶山十矿北风井多绳提升钢筋混凝土井架,采用整体预制平移工艺,实际占用井口时间仅一个月,取得了与钢井架建设速度相同的效果。

潞安常村矿主井多绳提升钢井架,采用预组装平移工艺,大大缩短了钢井架安装占用井口的时间。

1.0.7 本规范属专业性规范,编制力求简明、实用、突出的特点,对于通用性的部分,可查阅现行的有关标准:

- 1 《建筑地基基础设计规范》GB 50007;
- 2 《建筑结构荷载规范》GB 50009;
- 3 《混凝土结构设计规范》GB 50010;
- 4 《建筑抗震设计规范》GB 50011;
- 5 《钢结构设计规范》GB 50017;
- 6 《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019;
- 7 《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046;
- 8 《建筑物防雷设计规范》GB 50057;
- 9 《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068;
- 10 《工程结构可靠度设计统一标准》GB 50153;
- 11 《构筑物抗震设计规范》GB 50191;
- 12 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204;
- 13 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205;
- 14 《煤炭工业矿井设计规范》GB 50215;
- 15 《建筑抗震设防分类标准》GB 50223;
- 16 《煤矿科技术语 提升运输》GB/T 15663.5;
- 17 《建筑结构设计术语和符号标准》GB/T 50083;
- 18 《建筑设计防火规范》GBJ 16;
- 19 《工程结构设计基本术语和通用符号》GBJ 132;
- 20 《建筑地基处理技术规范》JGJ 79;
- 21 《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81;
- 22 《钢结构高强度螺栓连接的设计、施工及验收规范》JGJ 82;

- 23 《建筑桩基技术规范》JGJ 94；
- 24 《煤矿地面多绳摩擦式提升系统设计规范》MT 5021。

2 术语和符号

术语是标准的基本要素之一,术语使用的混乱,会影响对标准的理解和实施,正确规定术语可避免歧义和误解。

本规范所用术语和符号,是参照现行国家标准《煤矿科学技术语提升运输》GB/T 15663.5、《建筑结构设计术语和符号标准》GB/T 50083 和《工程结构设计基本术语和通用符号》GBJ 132 的规定编制的,对于一些没有规定的符号,参照了国内和国外习惯用法进行编制。

3 布置与选型

3.1 布置原则

3.1.1 井架设计,应具备井筒平面布置图、提升系统图、进出车、卸载口等资料。如兼作凿井用,还应具备凿井施工方面的工艺资料。

3.1.2 近年来生产、凿井两用井架广为应用,永久井架在凿井前就安装好,并用它来凿井,这不仅节省了凿井井架费用,而且可以缩短施工占用井口时间,加快建井速度,取得了良好的效果。凿井、生产两用井架已有不少成功的实例,如开滦东欢坨矿副井井架、济宁矿二号副井井架和永夏陈四楼矿副井井架等。

3.1.3 井架采用平移工艺或利用生产井架凿井时,一般都宜选用双斜撑式井架,以减少平移时临时支撑费用,双斜撑式井架作为凿井用时,可先安装斜撑,后期再安装永久性立架,以节省初期投资。

3.2 竖向布置

3.2.1 支承框架顶面至井颈顶面高度,当工艺无要求时,可结合井颈平台布置,取与井颈顶面相同或低于井颈顶面 0.1~0.2m。

3.2.2 立架节间高度及安装卸载框口高度,应根据罐道结构布置的要求,防撞梁和托罐装置位置,提升容器安装、检修和更换时进出立架方式来确定。节间高度可取 3~5m,当立架横梁与罐道梁合一时,节间高度应结合工艺要求确定。罐笼井应按往井下运送长材料及大设备的要求,确定框口大小及高度;箕斗井应根据卸载位置的要求,确定框口大小及高度。

提升容器的高度和宽度,确定了更换提升容器时立架底框口

的尺寸,由于框口较高一般立柱采取加强措施。以往设计框口处设有安装容器时临时可以拆卸的支撑,此种方式受力好,若能加强管理,对拆卸构件又能及时安装上,是很好的方法;多绳提升钢井架参照国外设计,大多设置了钢大门,安装容器时打开,平时关闭,但由于长期使用变形较大,关闭困难,也起不到加强立柱的作用,所以本规范不提倡使用。

3.3 平面布置

3.3.1 提升容器的平面布置及其大小确定了立架的平面尺寸,罐道布置和防坠装置、防过卷装置的设置确定了立架横梁的位置及其连接方式。立架平面尺寸不宜过小,对箕斗井架需考虑当箕斗卸载时,活动部分伸出的宽度,以防撞坏立架支撑及横梁。峰峰九龙矿曾发生箕斗口关闭不严,造成提升中撞坏立架支撑横梁的事故。

3.3.2 井架斜撑平面中心线宜与提升钢绳合力作用线接近,这样可充分发挥斜撑柱材料受压的作用,同时也可减少井架水平位移量;但两线夹角过小时,可能导致钢绳合力作用线跳到斜撑平面中心线上边,影响井架的安全使用,两线的夹角一般不宜小于 3° 。

3.4 结构选型

3.4.2 根据对 30 多座单绳和多绳提升钢筋混凝土井架的调查,使用基本正常。京西门头沟矿两座钢筋混凝土井架,据介绍是 1936 年所建,新中国成立后主井井架进行了加高改造,1998 年调研时仍作为辅助提升井架在使用;曲仁矿区建成了多座钢筋混凝土井架,还成功建成了我国第一座多绳提升钢筋混凝土井架;平顶山大庄矿和云南后所大庆二号井结合井口房的设计,使井架在高度上有所突破,大庄矿主井钢筋混凝土井架高度达到 43m。

江西吉安天河矿钢筋混凝土井架、河南鹤壁四矿钢筋混凝土井架,冬期施工,混凝土中掺入氯盐,促使钢筋锈蚀导致混凝土开裂,不得不进行加固处理或拆除重建,这是在调查中了解到的钢筋混凝土井架损坏的少数例子。

3.4.3 常用的井架型式见图 1~5。单斜撑式钢井架,一般立架采用桁架结构,斜撑采用桁架或框架结构,用桁架结构可节省较多的钢材;双斜撑式钢井架可有 3 个斜撑柱或 4 个斜撑柱,为了不受地基沉陷影响,立架可以吊挂在双斜撑式井架横梁上或支承在井颈上。开滦东欢坨矿副井钢井架,立架悬吊在双斜撑式钢井架平台梁上,而兖州鲍店矿副井双斜撑式钢井架,立架为独立于井颈上的钢筋混凝土结构;四柱悬臂式钢筋混凝土井架,采用桁架或框架结构,也有上部封闭为筒体,下部为四柱,用井颈作为基础,当井颈不允许承受井架荷载时,四柱可分开成八字形,坐落在天然地基上,采用单独基础;六柱斜撑式钢筋混凝土井架,桁架或框架结构,由于斜撑基础坐落在天然地基上,立架支承在支承框架或井颈上,设计应考虑不均匀沉降对井架产生附加应力,或者井架设计为顶部铰接、斜撑基础可调,消除对井架受力的不利因素。

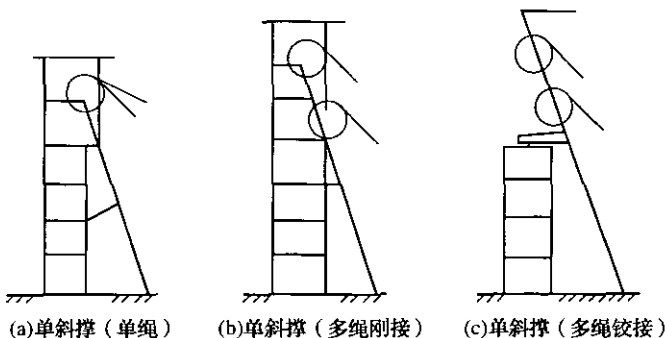


图 1 单斜撑式钢井架

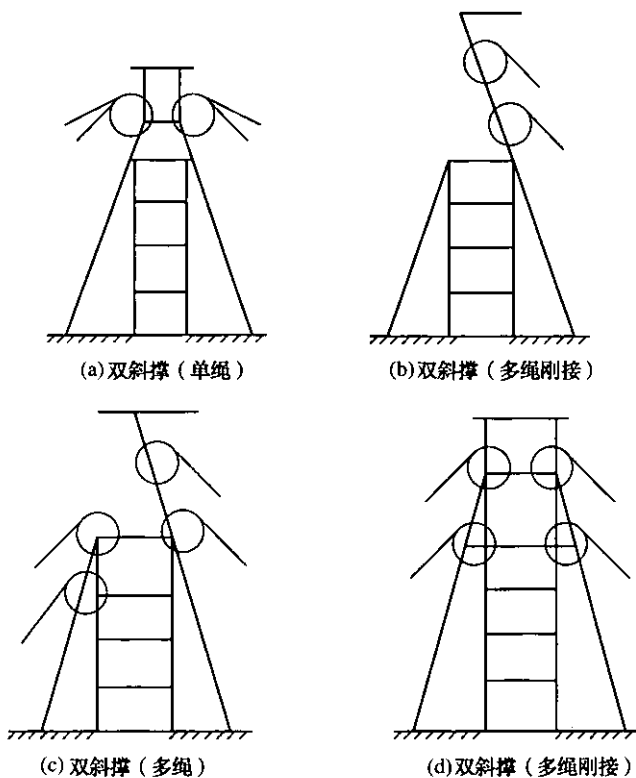


图 2 双斜撑式钢井架

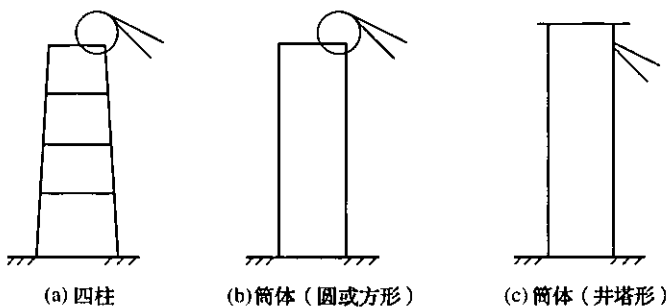


图 3 四柱或筒体悬壁式钢筋混凝土井架

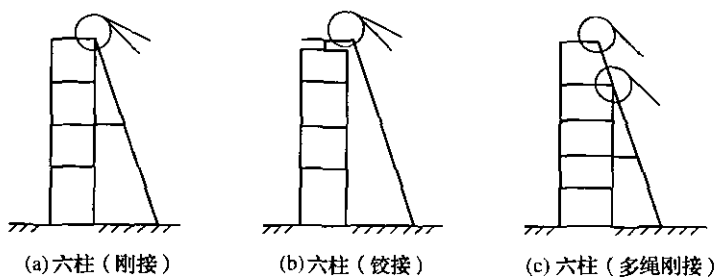


图 4 六柱斜撑式钢筋混凝土井架

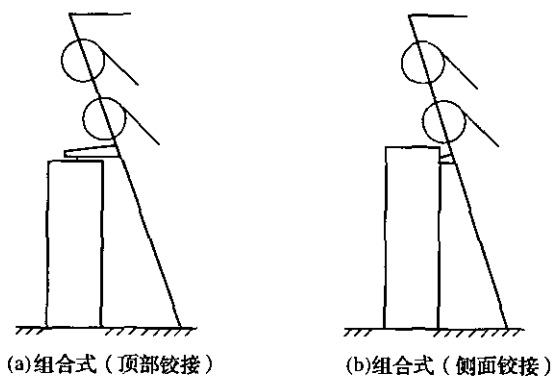


图 5 钢筋混凝土立架和钢斜撑组合式井架

3.5 辅助构件

3.5.3 钢梯一般沿立架四周布置,也可在一侧布置,当接近提升钢绳下方时,则不应再布置梯子。

4 荷 载

4.1 荷载分类

4.1.1 地基变形认定为永久作用,是按现行国家标准《工程结构可靠度设计统一标准》GB 50153 的规定。

4.1.2 钢井架结构自重可按下列经验公式估算:

$$G=\alpha h \sqrt{9.8A}(\text{kN})$$

式中 α ——结构自重系数,对单绳提升钢井架可取 0.20~0.25;
对多绳提升钢井架可取 0.30~0.40;单斜撑式取小
值,双斜撑式取大值;设有两台提升机的井架,自重系
数应乘以 1.25;

h ——井架高度(m);

A ——断绳荷载(kN)。

各部分自重比例可采用下列数值:对于单绳提升钢井架,天轮
平台和起重架占 25%~30%,立架占 35%~40%,支承框架占
5%,斜撑占 25%~35%;对于多绳提升钢井架,立架占 25%~
35%,斜撑及天轮平台,起重架占 60%~70%,支承框架占 5%。

结构自重不包括设备重、钢梯重和密闭板重。

钢井架因单绳提升和多绳提升结构形式不同,故采用不同系
数,对单绳提升的 22 座钢井架和多绳提升的 42 座钢井架的自重
统计分析,提出井架结构自重系数及井架各部分自重分配比例。
对于双提升井架,考虑增加了一台提升机,井架结构布置相对复
杂,故自重系数相应增加 1.25 倍,各部分分配比例不变。对各种
设备质量标准值,应由工艺确定。

钢筋混凝土井架由于结构形式简单,梁柱断面单一,设计时可
准确按假定断面计算结构自重。

4.1.3 钢绳最大静张力为容器自重,载重及提升钢绳首、尾绳以及装置等总重;钢绳最小静张力为容器自重,提升钢绳首、尾绳及装置等总重;钢绳罐道工作荷载为钢绳拉紧力与钢绳自重之和,作用在井架固定钢绳罐道的节点上;防坠制动钢绳工作荷载为钢绳拉紧力与钢绳自重及固定在井架上的缓冲装置和缓冲绳自重的总和;凿井工作荷载参照原西德《矿山井架和井塔设计规范》的规定,采用事故增大系数 1.5,不再考虑断绳荷载。挡风系数,横向作用时可取 2.0 是因为斜撑柱是 2 个。

4.1.4 对于多绳提升,断绳荷载参照英国《矿山井架和井塔设计指南》,在上升钢绳这一端作用着钢绳的断绳荷载,同时在下降钢绳另一端作用着 0.33 断绳荷载;又根据唐山矿十号井钢井架设计总结:“分析了瑞典、前苏联、波兰、中国的 8 种取值”,选取上(下)天轮全断绳,下(上)天轮断绳的 33%,即断绳时作用在两天轮上的荷载为 1.33 倍的断绳荷载。

断绳荷载采用整根钢绳的拉断力,即为 0.85 倍全部钢丝拉断力的总和。

防坠制动荷载一般仅用于单绳提升井架的设计,是指在断绳时,容器下坠过程中,防坠器将下落的容器抓住,通过防坠器工作,作用于固定在立架顶部的防坠器支座处。

缓冲装置(此处特指楔形罐道)荷载标准值是按传统的楔形木罐道设置所产生的力,不适用于其他新型的防过卷装置。对于选用其他过卷装置时,应有可靠依据并提供防过卷荷载标准值。

托罐荷载标准值是参照原西德《矿山井架和井塔设计规范》的规定,取 5 倍的最大静张力。

5 计 算

5.1 一般规定

5.1.1 以往井架计算,大都是将其简化为平面结构,然后进行手算,不仅费时,且计算精度差,由于近年来计算机得到普及,软件也有很大发展,因此本规范要求,除规则框架可采用手算外,均要求用计算机采用空间分析方法进行计算。但目前尚未有专门计算井架的软件,大多数设计院都采用结构计算通用软件。

5.1.4 起重架安装荷载、罐道梁工作荷载,由于对立架计算不起控制作用,因而可只对直接支承的构件及连接进行计算或验算;过卷荷载、托罐荷载其能量可在支承构件中消耗,对立架也不起控制作用,因而也可只对缓冲装置、防撞梁及托罐支承的构件及连接进行计算。

5.1.8 单斜撑式钢井架;其立架由四柱组成支座铰接很难实现,故视为刚接;双斜撑式钢井架立架为吊挂式时,四角罐道和安全门等各类辅助构件的安装和联结,也必须为滑动支座。混凝土井架的立柱和斜撑采用预制构件时,其支座宜采用铰接。

5.1.9 计算长度系数:

1 立架的立柱及桁架式斜撑柱平面内和平面外系数可取 1.0;

2 立架的腹杆、斜撑的腹杆平面内系数可取 0.8,平面外系数可取 1.0;

3 斜撑柱应根据梁柱刚度比计算,平面内系数可取 1.5~1.8;平面外系数可取 1.1~1.3。

5.1.10 以斜撑牛腿与立架顶部铰接式的钢井架,当斜撑安装后初位移很大,如不控制其初位移值,将对提升工作带来不利影响。

目前控制初位移有两种办法：其一是将联系铰由立架中间向斜撑方向移动 0.8m 左右；其二是将立架前后立柱采用不同断面来调整立柱受力及其刚度，以减少位移量。

5.4 基础设计

5.4.4 井架立架一般通过支承框架坐落在井颈上，斜撑基础则位于天然地基上，因此要慎重考虑地基变形对井架带来的不利影响。

5.4.7 淮北地区地面曾发生大范围的下沉事故，开滦东欢坨矿井由于井下排水，引起工业场地地面下沉，因此应采用能适应地基下沉的结构形式或采取调整措施。

6 构造

6.1 一般规定

6.1.1 现行国家标准《碳素结构钢》GB 700 中, Q235 钢(原 3 号钢)按其检验项目的内容和要求分成 A、B、C、D 四个等级。A 级不要求任何冲击试验值, B、C、D 级须分别满足不同的化学成分和不同温度下的冲击韧性要求, C、D 级碳硫磷含量较低, 尤其适用于重要焊接结构。

现行国家标准《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 中, Q345 钢(包括原 16Mn 钢)分为 A、B、C、D、E 五个等级, A 级不保证冲击韧性要求, B、C、D、E 级分别保证在 $+20^{\circ}\text{C}$ 、 0°C 、 -20°C 和 -40°C 时具有规定的冲击韧性, 可根据需要选用。

6.1.2 立架支承框架位于井颈处, 处于潮湿易腐蚀的环境, 容易锈蚀, 故从安全角度考虑, 构件厚度确定应不小于 12mm。

6.1.3 钢井架易锈蚀, 钢材外表面应作防锈蚀处理, 以达到长期安全使用的要求。

6.1.6 根据钢井架受力特殊情况, 规定构件长细比限值。

6.1.8 考虑钢筋混凝土井架的重要性、特殊性以及受环境的影响, 为满足使用耐久性的要求作此规定。

由于硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥具有早期强度高、凝结硬化快、碱度高、碳化慢等特点, 故规定采用此种水泥。

6.1.10 钢筋混凝土井架在构造上除符合本规范构造要求外, 尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定, 同时有抗震要求的井架, 构造措施应符合现行国家标准《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定。

6.2 节点与连接

6.2.2 对于双斜撑式钢井架,常将立架吊挂于斜撑横梁上,立架底部在井口水平处与井颈脱开,有些立架则坐落在井颈上,而上部与斜撑分开,以防止立架支承在井颈上,斜撑位于天然地基上产生不均匀沉陷带来的问题,为了保证进出车的稳定性,应采取一定的限位措施。

6.2.3 斜撑柱采用钢板焊接的箱形截面时,除应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 有关规定设加劲肋外,还应根据井架结构的特殊性设置纵向、横向加劲肋。横向加劲肋间距一般取3m左右,钢板厚不小于6mm。箱形截面端部密闭,不使空气进入,以减少锈蚀。

6.2.4 重要部位是指直接承受动力荷载的构件及主要受力构件。如天轮支承结构、立架柱、斜撑柱及斜撑牛腿等处。

手工焊接采用的焊条,应符合现行国家标准《碳钢焊条》GB/T 5117或《低合金钢焊条》GB/T 5118 的规定。选择的焊条型号,应与主体金属力学性能相适应。

自动焊接或半自动焊接采用的焊丝和相应的焊剂要与主体金属力学性能相适应,并应符合现行国家标准的规定。

6.2.9 斜撑柱与基础联结做成铰接,以减轻因基础下沉时对井架的整体影响,也有利调整。斜撑柱端以采用两个锚栓为宜,使接近于铰支座,锚栓宜采用T头螺栓方案,以便于更换。

6.2.10 立架与斜撑联结做成铰接,受力明确,但此种形式使牛腿承受很大的力,同时斜撑的自重使立架产生较大的初位移。

6.3 基 础

6.3.1 为了井架安装调整方便,在基础顶面留设安放千斤顶的位置,当井架基础下沉影响正常提升时,可用千斤顶调整井架高度。千斤顶留设位置,目前有两种做法:一是在斜撑柱底下留孔;二是

在斜撑柱脚留设牛腿。

6.3.2 当基础坐落于岩石地基上时,可适当浅埋,宜考虑采用锚杆基础。

6.3.5 抗震设计时,斜撑基础顶面及四周应配置构造钢筋,并应符合现行国家标准《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定。