

ICS 27.140

F 29

备案号: 15349-2005

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 946 — 2005

代替 SD 160 — 1985

水利电力建设用起重机

Cranes for water resources and
electric power construction

2005-02-01 发布

2005-06-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 技术要求	2
4 试验检测	22
5 标志、包装、运输及存放	24
6 安装与拆卸	24
7 验收	25
8 使用与管理	25
9 搬迁	25
10 报废	26
11 保证期	26
附录 A (规范性附录) 螺栓最大允许载荷和预紧力矩	27
附录 B (规范性附录) 焊缝质量等级及检测标准	28

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会《关于下达 2000 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》（电力〔2000〕70 号文）的要求，由国家电力公司水电施工设备质量检验测试中心负责并组织对 SD 160—1985《水利电力建设用起重机技术条件》标准进行修订的。

本标准的修订，贯彻了国家有关的法令、法规；吸取了国内外水利电力建设用起重机在设计、制造、安装、使用与管理等方面的成功经验和教训；充分体现了起重机行业中新技术、新材料、新工艺及标准化的应用成果。

本标准对 SD 160—1985 的适用范围、技术要求、标志、包装、试验方法、附录等均作了较大的修改；增加了对缆索起重机的有关规定；增加了对安装、工程验收检测、使用与管理、搬迁、报废、保证期的规定；增加了规范性附录“螺栓最大允许载荷和预紧力矩”（见附录 A）。

本标准自实施之日起代替 SD 160—1985。

本标准的附录 A、附录 B 均为规范性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由国家电力公司水电施工设备质量检验测试中心归口并负责解释。

本标准起草单位：国电机械设计研究所、国家电力公司水电施工设备质量检验测试中心。

本标准主要起草人：丁利东、傅明君、徐一军、胡军、范炜、周富春。

水利电力建设用起重机

1 范围

本标准规定了水利电力建设用起重机的技术要求、标志、包装、运输和存放、安装与拆卸、型式试验、出厂检验、工程验收、使用与管理、搬迁、报废、保证期等。

本标准适用于水利电力建设用的门式、门座式、塔式、缆索起重机；不适用于汽车式、轮胎式、履带式及浮式起重机。对于其余类型的起重机可参照本标准执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB/T 324 焊缝符号表示法
- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 985 气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本型式与尺寸
- GB/T 986 埋弧焊焊缝坡口的基本型式和尺寸
- GB/T 1184 形状和位置公差 未注公差值
- GB/T 1231 钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 1801 极限与配合 公差带和配合的选择
- GB 2585 铁路用每米 38~50 公斤钢轨技术条件
- GB/T 3375 焊接术语
- GB/T 3633 钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副技术条件
- GB/T 3811 起重机设计规范
- GB/T 9439 灰铸铁件
- GB/T 11352 一般工程用铸造碳钢件
- GB/T 5905 起重机试验规范和程序
- GB/T 5972 起重机械用钢丝绳检验和报废实用规范
- GB/T 5976 钢丝绳夹
- GB/T 6067 起重机械安全规程
- GB/T 6402 钢锻件超声波检验方法
- GB/T 8918 钢丝绳
- GB/T 8923 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级
- GB/T 10051.1 起重吊钩 机械性能、起重量、应力及材料
- GB/T 10095 渐开线圆柱齿轮 精度
- GB/T 11345 钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级
- JB/T 7929 齿轮传动装置清洁度
- GB/T 15969 可编程序控制器

- GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
- DL/T 454 水利电力建设用起重机检验规程
- JB 4730 压力容器无损检测
- JGJ 82 钢结构高强度螺栓连接的设计、施工及验收规程
- YB/T 5055 起重机钢轨
- GB/T 5973 钢丝绳用楔形接头

3 技术要求

3.1 一般规定

起重机的设计、制造应满足 GB/T 3811、GB/T 6067 的要求，并符合本标准的规定。生产图样及技术文件应由具有相应设计资质的设计部门提供，并签署齐全。

3.2 工作级别

起重机的工作级别应满足设计任务书的要求。若设计任务书未作规定，应按浇筑工况不低于 A6 级，安装工况不低于 A2 级定。

3.3 环境条件

3.3.1 工作环境温度为一25℃~+40℃；最大相对湿度为 90%。

3.3.2 起重机安装使用地点的海拔高度超过 1000m 时，应指出环境温度，并按公式 (1) 对电动机容量进行修正：

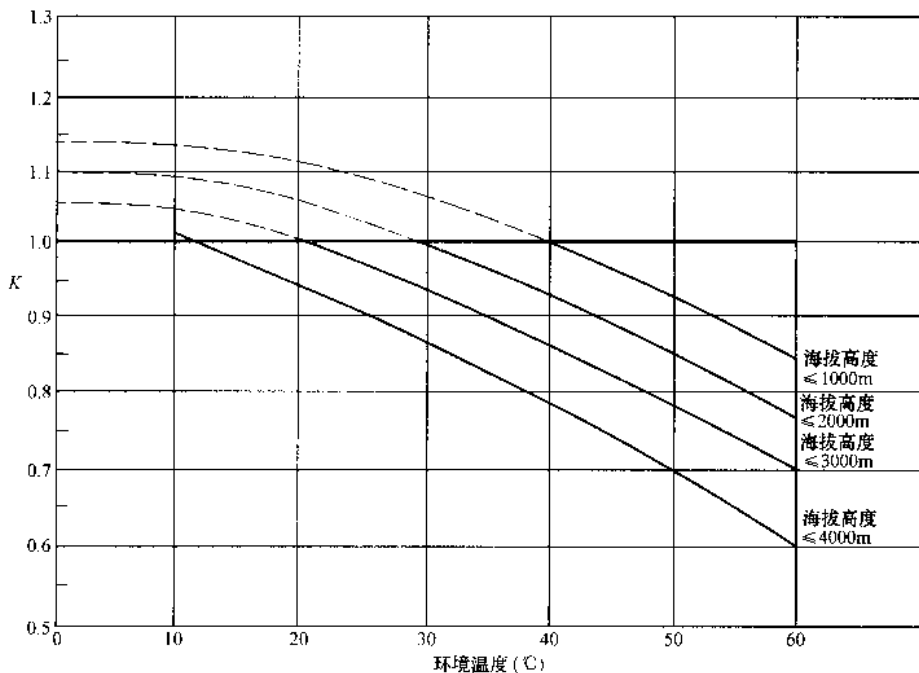
$$P'_e = P_e K \quad (1)$$

式中：

P'_e ——电动机以海拔高度和环境温度为函数变量的额定功率；

P_e ——未修正时的电动机额定功率；

K ——电动机关于海拔高度和环境温度的功率修正系数，见图 1。



注：虚线段由电动机制造厂商和起重机制造厂商一起确定，宜取 $K \leq 1.0$ 。

图 1 电动机关于海拔高度和环境温度的功率修正系数

3.3.3 当设计任务书无特别要求时，起重机的正常工作风压 q_1 为 150Pa；工作状态最大风压 q_{II} ：沿海 q_{II} 为 250Pa，内陆为 150Pa；非工作风压 q_{III} 为 800Pa。

3.3.4 起重机运行轨道的安装应符合本标准 3.22 的规定。

3.3.5 起重机轨道基础应满足承载工作与非工作工况下的最大轮压要求。

3.3.6 基础与其连接的起重机各部件（包括缆风绳）应连接可靠，同时基础及缆风绳应满足承受最不利载荷组合的要求。

3.3.7 起重机供电为三相交流，允许的电压波动范围为额定电压的-15%（下限）~+10%（上限）。起重机内部电压降应符合 GB/T 3811 的规定。

3.4 主要性能参数的允许偏差

主要性能参数的允许偏差应符合表 1 的规定。

3.5 材料及配套件

3.5.1 起重机主结构制造所用的材料，应有材料生产厂或检验机构出具的符合国家（行业）标准的合格证明书，必要时制作单位应复验。若无合格证明书，则应做取样试验，只有合格的材料才能使用。

3.5.2 起重机所采用的配套件（含标准件）均应有符合国家（行业）标准的合格证明书，若无合格证明书，不应使用。

3.6 平衡重、压重

起重机的平衡重、压重应根据图样及技术文件的要求准确称量和可靠地固定，并应在显著位置标示出每块平衡重、压重的实际重量，使用过程中若有缺损，则应及时修补复原。未经设计的许可，不应随意增减平衡重、压重。

3.7 主要构件和零件的材料要求

表 1 起重机主要性能参数允许偏差

性能参数		允许偏差
起升范围	轨上 H m	+0.025H
	轨下 h m	+0.025h
幅度	最大幅度 R_{max} m	+0.015 R_{max}
	最小幅度 R_{min} m	-0.015 R_{min}
起升速度（满载）	v_b m/min	$\pm 0.1v_b$
变幅速度（满载平均）	v_L m/min	$\pm 0.1v_L$
回转速度（满载）	ω r/min	$\pm 0.1\omega$
运行速度（空载）	v_c m/min	$\pm 0.1v_c$

3.7.1 金属结构的主要构件，其材质要求应不低于表 2 的规定。

表 2 主要构件的材质要求

工作环境温度 t	$t \geq -20^{\circ}\text{C}$	$-25^{\circ}\text{C} \leq t < -20^{\circ}\text{C}$
其他条件	A7 级及板厚大于 20mm	
钢号	Q235-B*, Q345-B	Q235-C, Q345-B
冲击值 A_{kv} J	≥ 27 (常温时)	≥ 34 (-20°C 时)
*Q235-A 材料按 GB/T 700 的规定, 除基本保证条件外, 还应满足常温冲击值、屈服点和冷弯三项附加保证条件		

3.7.2 吊钩材料应满足 GB/T 10051.1 的规定。吊钩叉子和吊钩螺母的材质应不低于 GB/T 699 中的 20 钢, 采用其他优质钢时, 其常温冲击值和断面收缩率应相当于 20 钢规定的值。吊钩横梁的材质应不低于 GB/T 699 中的 45 钢。

3.7.3 拉板(杆)、吊钩侧板的材料应不低于 GB/T 699 中的 20 钢, 当板厚大于 50mm 时, 应作超声波探伤检验, 必要时应用厚度方向性能钢板。

3.7.4 焊接卷筒和钢质滑轮的材料应不低于 GB/T 700 中的 Q235-A 钢, 焊接卷筒的母材板厚大于 50mm 时, 应作超声波探伤检验。铸造卷筒和滑轮的材料: 铸铁应不低于 GB/T 9439 中的 HT200, 铸钢应不低于 GB/T 11352 中的 ZG230—450。

3.7.5 齿轮、联轴器、制动轮及活动锥套的材料应不低于 GB/T 699 中的 35 钢或 GB/T 11352 中的 ZG310~570, 制动盘的材料应不低于 GB/T 1591 中的 Q345-A。

3.7.6 齿轮轴的材质应不低于 GB/T 699 中的 45 钢, 浮动轴、销轴材质应不低于 GB/T 699 中的 20 钢, 铸钢应不低于 GB/T 11352 中的 ZG310~570。

3.7.7 非金属材料应符合设计要求。

3.8 钢丝绳

3.8.1 钢丝绳应符合 GB/T 8918 的有关规定。

3.8.2 钢丝绳严禁接长使用, 不允许火焰与电焊切割。

3.8.3 钢丝绳在安装前应作“破劲”处理, 对于有特殊要求的场合, 应根据技术文件的要求在厂内作预拉工艺处理。

3.8.4 钢丝绳的报废应按照 GB/T 5972 执行。

3.8.5 钢丝绳的绳端固定应满足如下要求:

- a) 用钢丝绳夹连接时, 绳夹不应装反, 并应满足 GB/T 5976 的规定。
- b) 用编织连接时, 编织长度应不小于钢丝绳直径的 15 倍, 且不小于 300mm; 连接强度不应小于钢丝绳破断拉力的 75%。
- c) 用楔块、楔套连接时, 连接强度不应小于钢丝绳破断拉力的 75%, 楔块、楔套满足 GB/T 5973 的规定。
- d) 用锥形套浇铸法连接时, 应严格按照专用的浇铸工艺执行, 确保连接强度达到钢丝绳的破断拉力。浇铸后外圆锥面上的单根漏丝长度不应超过单根丝长的 50%, 总的漏丝根数不应超过最外层丝总数的 20%。
- e) 用铝合金压制法连接时, 压制工艺应确保铝合金套与钢丝绳牢固贴合, 连接强度达到钢丝绳的破断拉力。
- f) 钢丝绳用压板在卷筒上固定时, 压板数量不应少于 3 块。
- g) 在任何工况下, 除固定部分以外, 钢丝绳在卷筒每侧的安全圈不应少于 2.5 圈。

3.9 滑轮

3.9.1 轧制滑轮应满足如下要求：

- a) 组装后槽底径向圆跳动不大于 $2/1000D$ (D 滑轮直径)。
- b) 组装后绳槽侧向圆跳动不大于 $3/1000D$ (D)。

3.9.2 铸造滑轮

- a) 滑轮的槽形应符合图样要求，用样板检查时，其间隙不大于 5mm。
- b) 滑轮槽两侧壁厚偏差应在 0~3mm 之间。
- c) 加工后轴孔内允许存在但不允许焊补的缺陷，应按下列要求控制：允许有不超过总面积 10% 的轻度缩松；单个缺陷不大于 25mm^2 ，深度不超过 4mm；缺陷总数不超过 2 个，间距不小于 50mm。
- d) 绳槽槽面或端面上允许焊补的缺陷，应按下列要求控制：单个缺陷面积不大于 200mm^2 ，深度不超过该处名义厚度的 20%；同一加工面上缺陷不多于 2 处，焊补后应磨光。
- e) 槽底径向圆跳动不大于 GB/T 1184 中的 11 级。
- f) 滑轮绳槽表面粗糙度 R_a 不大于 6.3mm。
- g) 组装后滑轮侧向圆跳动不大于 $1/1000D$ 。

3.9.3 滑轮上有裂纹时应报废，不允许焊补。

3.9.4 滑轮组装后应转动灵活，无卡滞现象。

3.9.5 滑轮与挡绳罩之间的径向间隙不宜超过钢丝绳直径的 1/3。

3.10 卷筒

3.10.1 加工前，铸钢卷筒应作退火处理；铸铁及焊接卷筒应作时效处理。

3.10.2 加工后卷筒绳槽壁厚偏差应在 0~6mm 之间；绳槽底径公差为 h9；绳槽表面粗糙度 R_a 不大于 $12.5\mu\text{m}$ ；检验时，绳槽与样板间隙不大于 0.5mm。

3.10.3 卷筒上用于钢丝绳固定部分的过渡绳槽的凸峰应铲平磨光。

3.10.4 加工面上允许存在但不允许焊补的缺陷，应按下列标准控制：单个缺陷直径不大于 8mm；深度不超过该处 20% 名义壁厚与 4mm 的小值；缺陷总数不大于 5 个，间距不小于 100mm。

3.10.5 轴孔内允许焊补的缺陷应按下列标准控制：单个缺陷不大于 200mm^2 ，深度不大于该处名义壁厚的 20%；同一加工面上缺陷总数不大于 3 个，间距不小于 100mm；焊补后需磨光。

3.10.6 卷筒上有裂纹时应报废，不允许焊补。

3.10.7 卷筒与开式齿轮或减速器低速轴连接时，其同轴度应不超过 GB/T 1184 的 10 级。

3.10.8 卷筒两侧缘盘、端盘的厚度 h_B 可按表 3 中的比值来确定：

表 3 缘盘、端盘的厚度与卷筒槽底壁厚之比

卷绕层数	h_B (缘盘、端盘的厚度) / h (卷筒槽底壁厚)
1	0.6
2	0.65
3	0.7
4	0.8

3.11 联轴器

3.11.1 铸钢件在加工前应作退火处理。

3.11.2 弹性联轴器、十字轴式万向联轴器应符合有关的国家与行业标准的规定。

3.11.3 齿形联轴器，齿的精度应不低于 GB/T 10095 的 9—8—8 级；齿面硬度应不低于 HB230。

3.11.4 加工后，允许存在但不许焊补的缺陷，应按下列标准控制：

- a) 齿面及齿沟上：单齿加工面上只允许有一个缺陷，其长、宽、深方向均不大于模数的 20%，且不大于 2mm；或径向细长缺陷的宽度不大于 1mm，长度不大于模数的 80%，且不大于 5mm；缺陷距离齿的端面应不小于齿宽的 10%；有缺陷的齿的总数不应超过 3 个。
- b) 轴孔内：单个缺陷面积不大于 25mm²；深度不大于该处壁厚的 20%；总的缺陷不超过 2 处，且间距不小于 50mm。

3.11.5 加工后允许焊补的其他部位（3.11.4 规定以外）的缺陷应按下列标准控制：单个缺陷面积不大于 200mm²；深度不大于该处壁厚的 20%；同一加工面上的缺陷总数不超过 2 个。

3.11.6 联轴器有裂纹时应报废，且不应焊补。

3.11.7 安装后，联轴器的轴线偏斜角，对鼓形齿式应不大于 1° 30′；对直齿式及弹性联轴器应不大于 30′。

3.12 制动器

3.12.1 块式制动器应满足如下要求：

- a) 制动面上不应有砂眼、气孔等缺陷，也不应焊补。
- b) 制动面加工后表面粗糙度 R_a 不大于 1.6 μ m，表面淬火硬度 HRC35~45。
- c) 制动轮轴孔内允许存在但不许焊补的缺陷，应按下列标准控制：单个缺陷面积不大于 25mm²；深度不大于 4mm；缺陷总数不超过 2 个，且间距不小于 50mm。
- d) 除制动面和制动轮轴孔外，制动轮其他部位允许焊补的缺陷按下列标准控制：单个缺陷面积不大于 200mm²；深度不大于该处壁厚的 20%；整个加工面上缺陷总数不大于 3 个；焊后磨光。
- e) 组装后制动面的径向跳动应不超过 GB/T 1184 中的 9 级。
- f) 制动闸瓦中心线与制动轮中心线偏差应不大于 3mm。
- g) 制动衬垫与制动轮的接触面积应不小于 75%。
- h) 制动衬垫与制动瓦座贴合间隙应不大于 0.5mm。
- i) 制动衬垫可磨损的有效厚度应不小于 1/3 的原始厚度。
- j) 制动轮应进行探伤，达到 JB4730 磁粉探伤 III 级。

3.12.2 盘式制动器应满足如下要求：

- a) 对制动衬垫中心线与制动盘中心线呈同一轴线布置的盘式制动器，其制动衬垫中心线与制动盘中心线偏差应不大于 2.0mm。
- b) 对制动衬垫中心线与制动盘中心线不呈同一轴线布置的盘式制动器，其工作机构或制动衬垫应能补偿由于安装、承载等因素引起的制动衬垫摩擦平面与制动盘面之间的不平行，补偿角度（实际工作位置与名义位置之间的夹角）应不小于 2°。
- c) 制动衬垫与制动盘的接触面积应不小于 75%。
- d) 制动衬垫与制动瓦座的贴合间隙应不大于 0.15mm。
- e) 松闸时，制动衬垫与制动盘间隙应不小于 0.5mm。
- f) 液压推动器的工作行程应不小于 2/3 总行程。
- g) 制动盘表面粗糙度 R_a 应不大于 6.3 μ m。安装后制动盘的轴向跳动应不超过 0.25mm。
- h) 制动盘应进行材质探伤，达到 JB4730 磁粉探伤 III 级，超声波探伤 IV 级。

3.12.3 制动器应有型式试验合格证。

3.12.4 制动轮或制动盘有裂纹时，均应报废。

3.12.5 制动器衬垫与制动轮、制动盘的左右间隙应相等。

3.12.6 制动器各铰点应转动灵活。

3.13 齿轮与减速器

3.13.1 开式齿轮的制造精度应不低于 GB/T 10095 的 9—8—8 级；减速器内的齿轮制造精度，对中硬齿面应不低于 GB/T 10095 的 8—7—7 级，对硬齿面应不低于 GB/T 10095 的 7—7—6 级。

- 3.13.2 钢齿轮制造过程中的缺陷控制标准同 3.11.4、3.11.5 的规定。
- 3.13.3 齿面粗糙度，对开式齿轮：当 $m_n \leq 8$ 时， $R_a \leq 6.3\mu\text{m}$ ，当 $m_n > 8$ 时， $R_a \leq 12.5\mu\text{m}$ ；对减速器内齿轮：当 $m_n \leq 8$ 时， $R_a \leq 3.2\mu\text{m}$ ，当 $m_n > 8$ 时， $R_a \leq 6.3\mu\text{m}$ 。
- 3.13.4 齿面硬度随材质变化，并符合图样及技术文件的要求。
- 3.13.5 齿轮有裂纹时应报废，不应焊补。
- 3.13.6 渐开线圆柱齿轮啮合的接触斑点应不低于表 4 中的值。

表 4 渐开线圆柱齿轮啮合的接触斑点

测量部位	精度等级		
	7	8	9
齿高	45%	40%	30%
齿长	60%	50%	40%

3.13.7 渐开线齿轮啮合的顶隙，对标准齿应为 $(0.25 \sim 0.275) m_n$ 。

3.13.8 渐开线齿轮啮合的最小侧隙应符合表 5 的规定。

表 5 渐开线齿轮啮合的最小侧隙

mm

齿轮啮合中心距 l	最小侧隙	
	标准保证值	较大保证值
$l \leq 50$	0.085	0.170
$50 < l \leq 80$	0.105	0.210
$80 < l \leq 120$	0.130	0.260
$120 < l \leq 200$	0.170	0.340
$200 < l \leq 320$	0.210	0.420
$320 < l \leq 500$	0.260	0.530
$500 < l \leq 800$	0.340	0.670
$800 < l \leq 1250$	0.420	0.850
$1250 < l \leq 2000$	0.530	1.060
$2000 < l \leq 3150$	0.710	1.400
$3150 < l \leq 5000$	0.850	1.700

- 3.13.9 减速器箱体在加工前，对铸钢箱体应作退火处理，对铸铁及焊接箱体应作时效处理。
- 3.13.10 减速器在封闭前，箱体接合面及密封端盖处应涂一层密封胶，不应放置任何衬垫，并保证正常运转时密封完好不漏油。
- 3.13.11 减速器箱体接合面外缘不重合偏差，应符合表 6 的规定。

表6 箱体接合面外缘不重合偏差

mm

总中心距 L	允许最大偏差值
$L \leq 500$	2.0
$1000 \geq L > 500$	3.0
$L > 1000$	4.0

3.13.12 减速器以不低于工作转速作无负荷运转时，在箱体部分面等高线上，距减速器前后左右 1m 处测量噪声不大于 85dB (A)，此值应在无外音干扰的情况下测量。

3.13.13 减速器应在厂内进行无负荷跑合试运转，用 SSW0.063/0.045 的滤网过滤，按 JB/T 7929 的运行条件、取样步骤和测定方法，其润滑油单位体积的杂质含量分 A~S 等 16 级（见表 7）。对硬齿面减速器至少应达到 D 级；对中硬齿面减速器至少应达到 K 级；对软齿面减速器至少应达到 S 级。

3.13.14 减速器在正常润滑条件下，以工作转速无负荷地正反向各运转 2h 后，各轴承处的温升不应超过 45℃。

3.14 车轮

3.14.1 车轮踏面直径的偏差应不大于 GB/T 1801 中的 h9 级值。

3.14.2 车轮踏面和轮缘内侧面热处理硬度要求应为 HB300~380，淬硬层深度不小于 15mm，且在最小淬硬层深度处的硬度不小于 HB255。

表7 减速器装置清洁度

mg/L

级别	杂质含量 λ	级别	杂质含量 λ
A	$0.50 \geq \lambda > 0.25$	J	$75.00 \geq \lambda > 43.00$
B	$1.00 \geq \lambda > 0.50$	K	$132.00 \geq \lambda > 75.00$
C	$2.00 \geq \lambda > 1.00$	M	$197.00 \geq \lambda > 132.00$
D	$4.00 \geq \lambda > 2.00$	N	$295.00 \geq \lambda > 197.00$
E	$5.00 \geq \lambda > 4.00$	P	$443.00 \geq \lambda > 295.00$
F	$14.00 \geq \lambda > 8.00$	O	$665.00 \geq \lambda > 443.00$
G	$21.50 \geq \lambda > 14.00$	R	$997.00 \geq \lambda > 665.00$
H	$43.00 \geq \lambda > 21.50$	S	$1496.00 \geq \lambda > 997.00$

3.14.3 车轮制造过程中的缺陷应按如下要求控制：

a) 允许存在但不允许焊补的缺陷：对踏面和轮缘内侧，麻点总数不大于 5 个，单个麻点直径不大于 1mm，深度不大于 3mm；对轴孔内，轻度缩松面积应不超过该处总面积的 1%，缺陷总数不大于 3 个，单个缺陷面积不大于 25mm²，深度不大于 4mm，缺陷间距不小于 50mm。

b) 允许焊补的其他部位缺陷：单个缺陷不大于 30mm²，深度不大于该处壁厚的 30%，同一加工面上缺陷总数不大于 3，焊后磨光。

3.14.4 车轮有裂纹时应报废，不应焊补。

3.14.5 装配后车轮应转动灵活，踏面径向跳动应不超过 GB/T 1184 的 9 级值。装配后的其他要求，见 3.23 的有关规定。

3.15 吊钩

3.15.1 吊钩应满足 GB/T 10051.1 规定的要求。

3.15.2 吊钩表面应光洁，不应有飞边、毛刺、尖角和重皮等缺陷，当存在裂纹、凹陷、孔穴等缺陷时，禁止使用，也不应焊补。

3.15.3 直柄单钩的吊钩杆部中心线与钩部中心线的不重合偏差：对起重量不大于 100kN 的吊钩，应不大于 2mm；对起重量不大于 800kN 的吊钩，应不大于 4mm；其余应不大于 5mm。

3.15.4 吊钩侧板的受力方向应与轧制方向相同。

3.16 轴承

3.16.1 滚动轴承应可靠定位，安装后，应转动灵活，并确保润滑的通畅。

3.16.2 滚动轴承的密封应合适，应防止铁屑、砂子等杂物侵入轴承体内。

3.16.3 回转支承应按图样及有关技术文件的要求与其他构件相连，连接施工的预紧力或预紧力矩应符合附录 A 的规定。

3.16.4 滑动轴承在选型时，应优先考虑具有自润滑功能、摩擦系数小、寿命长的种类。

3.16.5 滑动轴承的摩擦面上，不应有碰伤、气孔、砂眼、裂纹及其他缺陷。

3.17 高强度螺栓连接

3.17.1 高强度螺栓连接副应采用经批准的，质量达到国家标准 GB/T 1231、GB/T 3633 要求的产品。

3.17.2 高强度螺栓连接副应采用同一厂商、批号的产品，不同生产厂商、批号的螺栓、螺母、垫圈间不应混用。

3.17.3 高强度螺栓连接副的螺栓、螺母、垫圈均不应重复使用。

3.17.4 高强度大六角头螺栓连接副的扭矩系数、扭剪型高强度螺栓连接副的预拉力均应符合 JGJ 82 的规定。

3.17.5 每个螺栓一端不应垫 2 个及以上的垫圈，并不应采用大螺母代替垫圈。

3.17.6 采用高强度螺栓连接的钢构件的摩擦面应达到 JGJ 82 的要求。

3.17.7 高强度螺栓连接施工，应采用可控制预紧力矩或预紧力大小的专用工具，还应按照 JGJ 82、GB 50205 的要求执行。预紧力或预紧力矩的大小应符合附录 A 的规定。

3.17.8 高强度螺栓连接的螺栓长度 L 由公式 (2) 确定。

$$L=L'+\Delta L \quad (2)$$

式中：

L ——所需的螺栓长度；

L' ——连接处连接板层的总厚度；

ΔL ——螺栓附加长度，见表 8。

3.18 普通螺栓连接

对于需控制预紧力或预紧力矩的普通螺栓连接，其最大允许载荷和预紧力矩见附录 A 的规定。

表 8 高强度螺栓连接的螺栓附加长度

mm

螺纹规格	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
大六角头型附加长度	25	30	35	40	45	50	55
扭剪型附加长度		25	30	35	40		

3.19 轴

3.19.1 起重机所用的心轴（包括销轴）、转轴不应有裂纹，不应焊补后使用。

3.19.2 高速轴（转速不小于 400r/min）的内部质量应达到 GB/T 6402 的 II 级标准。

3.19.3 高速轴（转速不小于 400r/min）的台肩处圆角半径应符合图样的要求。

3.20 焊接

3.20.1 焊接采用的焊条、焊丝、焊钉、焊剂应与被焊接物件的材质相适应，并符合相应国家标准的要求。

3.20.2 不能使用药皮脱落或焊芯生锈的焊条、受潮结块的焊剂和已熔烧过的渣壳。

3.20.3 焊丝、焊钉在使用前应清除油污与铁锈。

3.20.4 焊接接头的构造应符合 GB/T 3375、GB/T 324、GB/T 985、GB/T 986 的规定，连接组装的偏差应符合 GB 50205 的规定。

3.20.5 对厚度大于 50mm 的碳素结构钢及厚度大于 36mm 的低合金结构钢，焊前应预热，焊后应进行后热。焊缝两侧的预热区，每侧均应大于焊件厚度的 2 倍，且不小于 100mm。不同环境下的预热、后热温度由工艺试验确定。

3.20.6 焊接前应清除焊缝两侧 30mm~50mm 范围内的油漆、污垢、铁锈、冰雪等。清除油漆时，应按除锈方法清除干净，不应采用火焰、焊条引弧吹烧的方法进行处理。

3.20.7 施工单位对其首次采用的钢种、焊接材料、焊接方法、焊后热处理等应进行焊接工艺评定和确定。

3.20.8 焊接设备应在合格有效期内，焊接工人应具有焊接相应焊缝等级的有效合格证，并严格按照焊接工艺规程施焊。

3.20.9 焊缝按其重要性分为三类：

a) 一类焊缝：

- 1) 纵、横向主要受力梁，卷筒及滑轮支承梁的翼板和腹板的对接焊缝；
- 2) 圆筒塔身，臂架、“A”字架、桁架式塔架的弦杆，臂架、机台铰座的对接焊缝；
- 3) 支腿的翼板和腹板的对接焊缝；
- 4) 拉杆、拉板、传动轴的自身对接焊缝及与端部零件连接的组合焊缝；
- 5) 塔身踏步与弦杆之间的组合焊缝；
- 6) 卷筒的对接焊缝；
- 7) 液压缸、活塞杆的自身对接焊缝及与端部零件连接的组合焊缝；
- 8) 图样中规定的其他一级焊缝。

b) 二类焊缝：

- 1) 纵、横向主要受力梁、支腿、铰支座的组合焊缝；
- 2) 圆筒塔身连接法兰与筒体的组合焊缝，臂架、“A”字架、桁架式塔架的腹杆自身对接焊缝及腹杆与端部零件连接的组合焊缝；
- 3) 卷筒与两端法兰连接的组合焊缝；
- 4) 台车梁的对接焊缝；
- 5) 图样中规定的其他二级焊缝。

c) 三类焊缝：

不属于一、二类的其他焊缝。

3.20.10 所有焊缝均应进行外观检查，质量应达到附录 B 的要求。

3.20.11 焊接接头内部缺陷的检验和评定应符合 GB/T 11345 的规定，检验等级按 GB/T 11345 的 B 级。

3.20.12 一、二类焊缝应进行内部缺陷的超声波探伤，一类焊缝应达到 GB/T 11345 的 BI 级要求，二类焊缝应达到 GB/T 11345 的 BII 级要求，见附录 B。

3.20.13 一、二类焊缝的超声波探伤比例应达到表 9 的规定：

表 9 焊缝的超声波探伤比例

钢种	板厚 mm	一类焊缝的超声波探伤比例 %	二类焊缝的超声波探伤比例 %
碳素结构钢	≥38	100	50
	<38	50	30
低合金结构钢	≥32	100	50
	<32	50	30

3.20.14 焊缝探伤检验，对碳素结构钢应在焊缝冷却到环境温度后进行，对低合金结构钢应在焊完 24h 后进行。

3.20.15 焊缝的种类与焊接要求均应符合图样的规定，不应发生错焊及漏焊现象。

3.21 钢结构

3.21.1 基本钢结构件制造的允许偏差应符合表 10 的规定。

3.21.2 钢结构组件的尺寸、重量应满足铁路、公路、轮船的运输及安装机具的吊装要求，否则应分解到满足要求为止。

3.21.3 钢结构组件的分割面应平整，无凹面、卷边、毛刺、熔渣、飞溅物等现象。

3.21.4 钢结构件偏差超标时，应进行矫正，直至满足 3.21.1 的规定。

表 10 基本钢结构件制造的允许偏差

mm

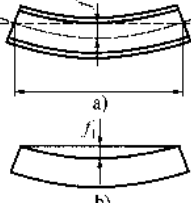
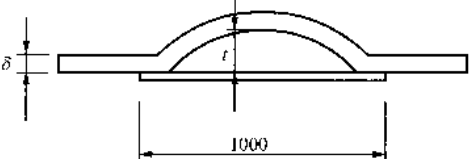
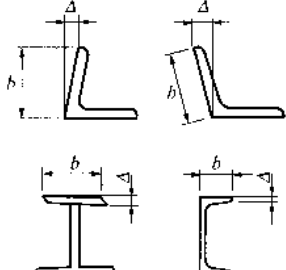
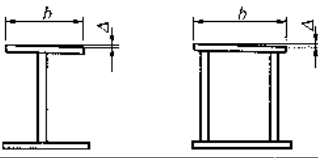
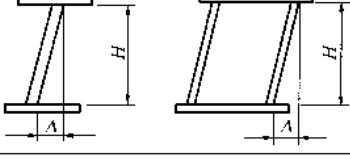
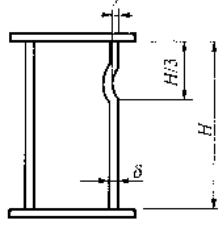
序号	检查项目	简 图	允许偏差
1	构件的直线度 a) 垂直方向 b) 水平方向		a) $f \leq L/1000$; b) $f_1 \leq L/2000$
2	钢板、扁钢平面度		在 1m 范围内: $\delta > 12, t \leq 1$; $\delta > 4 \sim 12, t \leq 1.5$; $\delta \leq 4, t \leq 2$
3	型钢翼缘(肢)的垂直度		对于角钢: $\Delta \leq b/100$; 对于工字钢、槽钢: $\Delta \leq b/30$, 且 $\Delta \leq 3$
4	焊接构件翼缘的倾斜度		$\Delta \leq b/350$, 且 $\Delta < 2$
5	箱形梁(工字梁)腹板的垂直度		$\Delta \leq H/200$, (此值在筋板或节点处测量)
6	箱形梁(工字梁)腹板的波浪度		用 1m 平尺检查: a) 在受压区 $H/3$ 的区域内, $f \leq 0.7\delta$, 但在相邻筋板间凹凸不超过一处; b) 其余区域内: $f \leq 1.2\delta$

表 10 (续)

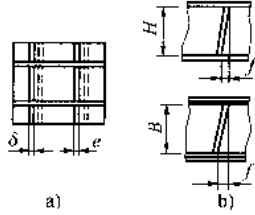
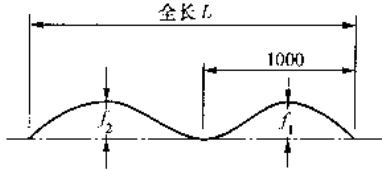
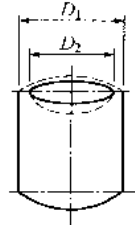
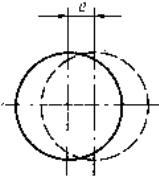
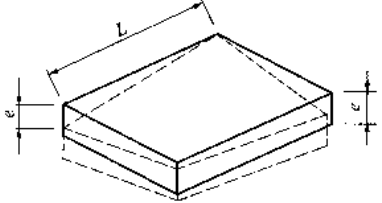
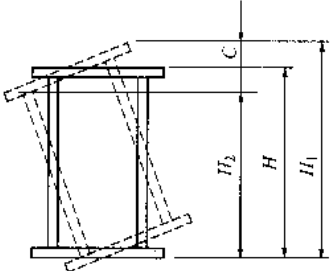
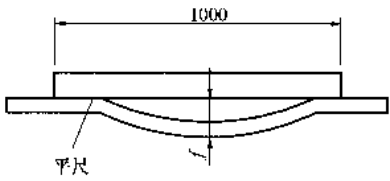
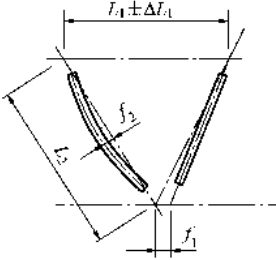
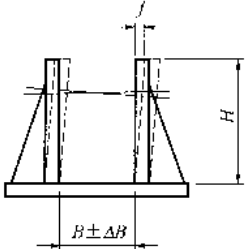
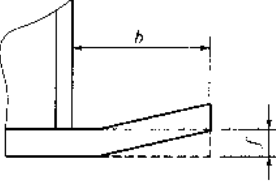
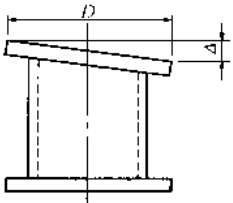
序号	检查项目	简 图	允许偏差
7	a) 筋板(隔板)相对位置偏差; b) 筋板(隔板)对箱形梁(工字梁)腹板或翼缘板的垂直度		a) $e \leq 0.5\delta$; b) $f \leq 3H/1000$, $f' \leq 3B/1000$
8	箱形梁(工字梁)翼缘板的波浪度		用 1m 平尺检查, $f_1 \leq 3$; 全长范围内, $f_2 \leq 1.5L/1000$
9	圆筒加工圆度偏差		$\delta < 6, D > 1500: (D_1 - D_2) \leq 5D/1000$ $\delta < 6, D \leq 1500: (D_1 - D_2) \leq 3D/1000$ $\delta > 6: (D_1 - D_2) \leq 3D/1000$ 式中: D ——名义直径; δ ——圆筒壁厚
	圆筒对接中心偏差		$e \leq \delta/5$; δ ——圆筒壁厚
10	翘曲变形量		$L \leq 2000: e \leq L/1000 + 2$; $2000 < L \leq 5000: e \leq L/1000 + 4$; $5000 < L \leq 15000: e \leq L/1000 + 7$. 式中: L ——构件的最长边长度; e ——翘曲变形量
11	箱形梁(工字梁)两端的扭曲度		$L \leq 5000: C \leq 4$; $5000 < L \leq 10000: C \leq 6$; $10000 < L \leq 20000: C \leq 8$; $20000 < L \leq 30000: C \leq 10$; $30000 < L \leq 50000: C \leq 15$. 式中: L ——梁的长度; C ——扭曲度
12	a) 司机室围壁波浪度; b) 机器房围壁波浪度; c) 棚顶波浪度; d) 平台波浪度		用 1m 平尺检查: a) $f \leq 5$; b) $f \leq 6$; c) $f \leq 10$; d) $f \leq 8$

表 10 (续)

序号	检查项目	简 图	允许偏差
13	a) 桁架腹杆轴线对理论轴线的偏差; b) 腹杆的直线度; c) 桁架节距偏差		a) $f_1 \leq 5$; b) $f_2 \leq 1.5L_2/1000$; c) $\Delta L_1 \leq 3L_1/1000$
14	a) 支座耳板垂直度; b) 支座开挡尺寸偏差		a) $f \leq H/200$; b) $\Delta B \leq B/200$
15	法兰面角变形偏差		$f \leq b/30$
16	构件接头法兰端面对纵轴线的垂直偏差: a) 对焊前加工的法兰端面; b) 对焊后加工的法兰端面		a) $\Delta \leq D/1000$, 且 ≤ 2 ; b) $\Delta \leq D/1000$, 且 ≤ 0.5

3.21.5 碳素结构钢在环境温度小于 -16°C 、低合金结构钢在环境温度小于 -12°C 时, 不应进行冷矫正和冷弯。

3.21.6 热矫正的加热温度应根据钢材性能选定, 对碳素结构钢和低合金结构钢, 不应超过 900°C 。低合金结构钢在热矫正后应缓慢冷却。

3.21.7 钢结构部件安装后的允许偏差, 见表 11 的规定。

3.22 运行轨道

3.22.1 轨道应符合 YB/T 5055, GB 2585 的规定, 轨道基础埋件应可靠牢固。

3.22.2 轨道实际中心线与名义中心线的偏移量应不大于 3mm。

3.22.3 轨道横截面上, 轨顶的实际位置尺寸与名义位置尺寸的最大偏差为: 沿轨高方向 5mm, 沿轨宽方向 3mm; 且对于同一侧的多根轨道之间的轨顶相对位置偏差不大于 2mm。

3.22.4 轨道顶面横向倾斜度不大于 1/200 轨道宽度。

3.22.5 宜采用焊接的轨道接头。

表 11 起重机钢结构部件安装后允许偏差

mm

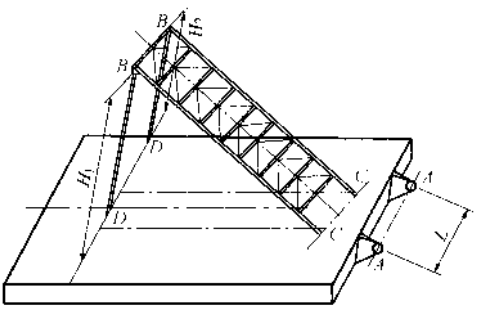
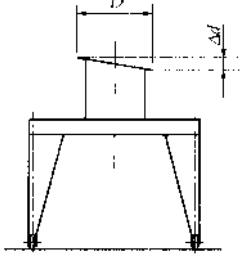
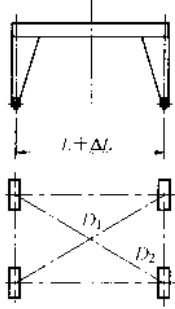
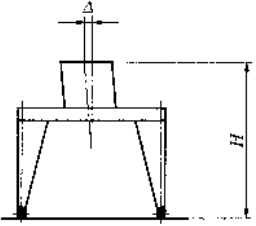
序号	检验项目及简图	允许偏差
1	钢构件（臂架、平衡臂、人字架等）铰点的几何轴线： a) 铰点的几何轴线对其纵向对称平面的垂直度； b) 各铰点几何轴线的平行度； c) 同一铰点两轴孔的同轴度； d) 两根成对杆件的相对长度差 $ H_1 - H_2 = \Delta$ 	a) 对刚性四连杆臂架变幅系统： $\leq L/2000$ ；对于钢丝绳变幅系统： $\leq L/1000$ ； b) 对刚性四连杆臂架变幅系统： $\leq L/1000$ ；对于钢丝绳变幅系统： $\leq L/500$ ； c) 达到 GB/T 1184 的 11 级精度； d) $\Delta \leq 1.5$
2	在给定平面内，塔身或臂架的纵轴线的直线度	$\leq L/1000$ ， L 为纵轴线的测量长度
3	对桁架结构件的塔身或臂架在分段对接处横截面内，两对角线长度差 Δb ；在其他节点处横截面对角线长度差 Δb_1	$\Delta b \leq b/800$ ； $\Delta b_1 \leq b_1/300$ (b, b_1 为被测横截面内最大边长的名义值)
4	起重臂与机台或塔身的连接铰点，对纵向平面的对称度 Δ	$\Delta \leq 5$
5	起重臂与变幅机构连接部分（齿条、螺杆）对纵向平面的对称度 Δ	$\Delta \leq 5$
6	在刚性变幅臂架系统，平衡臂与塔顶连接铰点，对塔身纵向平面的对称度 Δ	$\Delta \leq 5$
7	转柱式回转支承中，下支承中心与上支承环水平轮轨道中心偏差 Δe	$\Delta e \leq H/2000$ (H 为测量距离)
	转柱支承板及门腿与台车平衡梁连接板的水平倾斜度 Δk	$\Delta k \leq 1/2000$
8	定柱式回转支承中，上支承中心与下支承水平轮轨道中心的偏差 Δe	$\Delta e \leq H/2000$ (H 为测量距离)
9	转盘式起重机、回转支承平面对基准水平面的平行度 	a) 当支承装置采用支承滚轮时 $\Delta d \leq D/1000$ ； b) 当支承装置采用滚动轴承时 $\Delta d \leq D/1500$ (D 为支承平面的测量直径)

表 11 (续)

序号	检验项目及简图	允许偏差
10	起重机门座的四个支承点的跨距偏差: a) 轨距 $L \pm \Delta L$; b) 四条支腿中心对角线差 $ D_1 - D_2 = \Delta D$ 	当轨距 $L < 7000$ 时: $\Delta L \leq 3$; $\Delta D \leq 5$ 当轨距 $L \geq 7000$ 时: $\Delta L \leq 5$; $\Delta D \leq 7.5$
11	门座或塔架的纵向轴心线对基准水平面的垂直度 	a) 当采用门座及筒形塔身时: $\Delta \leq H/1500$ 且 $\Delta \leq 15$ b) 当采用桁架型结构塔身时: $\Delta \leq H/500$
12	从车轮工作面至支腿上法兰面的高度差 ΔH	$\Delta H \leq 5.0$
13	金属结构件法兰连接处的间隙 Δ (螺栓未拧紧时) <ul style="list-style-type: none"> a) 装螺栓处 (以螺栓孔为中心) 半径 $2D$ (螺孔直径) 的范围内 b) 不装螺栓处 (间隙超过 1mm 的面积在测量范围内不大于总面积的 30%) 	$\Delta \leq 1$ 测量处的直径 $D \leq 1000$ 时, $\Delta \leq 2$; $D > 1000$ 时, $\Delta \leq 3$
注: 表中第 13 项只适用于结构件在焊后不再机械加工的法兰端面, 而对于焊后需机械加工的结构件法兰结合面的间隙, 不应大于 0.5mm		

3.22.6 寒冷地区露天使用的起重机, 轨道接头间隙在 10°C 时不大于 1.5mm; 对其他地区使用的起重机, 轨道接头间隙在 20°C 时不大于 2mm。

3.22.7 轨道接头处的轨道高低错位及侧向错位均不大于 1mm。

3.23 运行机构

3.23.1 起重机跨度 L 的偏差 ΔL 应符合 3.21.7 的要求, 对于缆索起重机则不作要求。

3.23.2 主动车轮间的线速度应保持一致。对于垂直布置的车轮, 车轮轴线宜与运行轨道的切线方向相垂直。

3.23.3 车轮轴线在垂直平面内与基准位置的偏斜角不大于 1:400, 在水平面内与基准位置的倾斜角不大于 1:1000, 且在同一条车轮轴线上, 相对应的车轮的偏斜方向应相反。

3.23.4 同一台车下车轮的同位差不大于 2mm, 同一平衡梁 (端梁) 下车轮的同位差不大于 3mm。

3.23.5 运行机构应保证在所有运行工况下均起制动平稳。

3.23.6 当使用液力耦合器时, 对卧式安装应采用“B”型连接, 应使电动机轴承受耦合器的重量。

3.24 起升机构

3.24.1 起升机构应确保空钩的全速下放，当扬程大于 40m 时，宜具有轻载高速的功能。

3.24.2 钢丝绳在卷筒上应排列整齐，不应挤叠或乱槽。

3.24.3 当扬程大于 40m，宜采用不旋转钢丝绳或钢丝绳十字接头，避免钢丝绳打转。

3.24.4 起升机构的电气控制应保证起制动平稳。

3.25 回转机构

3.25.1 回转机构宜装极限力矩联轴器。

3.25.2 回转机构应保证起制动平稳。

3.25.3 液力耦合器的安装应符合 3.23.6 的规定。

3.25.4 回转机构的滚道与滚轮的热处理硬度应达到 HRC35~45 或 HB300~380。

3.26 变幅机构

3.26.1 动臂变幅的起重机在最小幅度时，应有防止臂架后倾的保护装置。

3.26.2 小车变幅的起重机，在空载状态下，变幅小车任意一个车轮的支承点对其他车轮与轨道的支承点所组成的平面的偏移不应超过轨距公称值的 1/1000。

3.26.3 变幅机构应起制动平稳。

3.27 液压系统

3.27.1 液压传动应平稳，不应有不正常的振动和噪声。

3.27.2 液压系统中应设有防止过载和液压冲击的安全装置，溢流阀的调整压力不应大于系统额定工作压力的 1.1 倍。系统中应装液压锁或平衡阀。

3.27.3 液压系统的试验压力可取最高工作压力的 1.5 倍。油缸耐压试验压力：当最高工作压力 $P \leq 16\text{MPa}$ 时，取 $1.5P$ ；当 $P > 16\text{MPa}$ 时，取 $1.25P$ ；保压时间为 2min 以上。

3.27.4 液压系统应设置滤油器和其他防止污染的装置，过滤精度应符合系统工作压力及各液压元件的要求（见表 12），过滤能力应大于工作油量的 2 倍。

表 12 过滤精度的选择

项 目		过滤精度 μm
传动系统	低压系统	50
	7MPa 系统	25
	10MPa 系统	25
	14MPa 系统	10~15
	35MPa 系统	<10
比例及伺服系统	比例系统	5
	伺服系统	2.5
元件	滑阀	1/3 最小间隙
	流量控制阀	25~30
	安全阀、溢流阀	15~20

3.27.5 液压系统应考虑压力损失及发热，应控制液压油的温升不超过 40℃。

3.27.6 液压元件应优先采用插装技术，尽量采用符合相关标准的有互换性的标准件，所有元件均应有合格证、质量证明书和厂内试压记录。

3.27.7 液压油应纯净，不应有机械杂质和水分，液压油应具有良好的润滑性、适当的黏度、良好的黏

温特性、抗氧化、抗燃烧、无毒、无腐蚀作用、不破坏密封材料、不易乳化，有一定的消泡能力。

3.27.8 需在低温环境下使用的起重机，如无油液加热设备，则液压油的凝点至少应比环境最低温度低 10℃。

3.27.9 除不锈钢油箱外，一般油箱的内壁应作防锈处理。

3.27.10 油箱构造应考虑清洗换油的方便，应有带空气过滤器的通气孔和装过滤网的注油孔（两者有时可兼用），箱壁应设油位指示器。

3.27.11 吸油管与回油管在油箱上的布置应尽量远离并隔开。吸油管距离箱底不小于 2 倍管径，距箱壁不小于 3 倍管径，低于最低油面不小于 50mm。回油管距箱底不小于 2 倍管径，管端斜切 45°，排油口面向箱壁。

3.27.12 液压管路应尽量短，少转弯，布置整齐。高低压管路应有明显的色彩区别。硬管道的弯曲角度不应小于 90°，最小弯曲半径应大于 3 倍管子外径。软管道从接头至起弯处的直线长度不应小于管子外径的 6 倍，弯曲半径不应小于管子外径的 10 倍，软管道不应拉紧、扭转或与其他物件摩擦。

3.27.13 应及时更换不能正常工作的液压密封元件，活塞杆应可靠地防腐蚀。

3.27.14 密封材料要求：对“O”形密封圈，其胶料硬度应符合设计要求；动密封件应有足够的抗撕裂强度、耐高压、耐油、防水、永久变形小、摩擦阻力小、无黏着、抗老化等良好性能。

3.28 润滑

3.28.1 除具有自润滑功能的轴承外，其他轴承均应有润滑装置，能方便地进行润滑保养。

3.28.2 应有整机的润滑示意图表，标明润滑部位、周期、油（脂）的牌号，并按使用说明书的规定进行润滑。

3.28.3 润滑管路应通畅。

3.29 操作系统及司机室

3.29.1 操作系统的设计和布置应避免发生误操作的可能性，所有操作手柄、按钮和踏板均应安装在方便的位置。

3.29.2 对于控制手柄或轮式控制器，机构运动方向应与手柄、手轮的方向一致。对于四机构设备，宜选择右手控制起升和行走机构，左手控制回转和变幅机构。其操作方向的规定如表 13、表 14 所示。

表 13 手柄操作的方向规定

机构名称	机构运动方向	手柄运动方向
起升、变幅	起升、向里变幅	向着司机（手柄向后）
	下降、向外变幅	离开司机（手柄向前）
回转	向右回转	手柄向右
	向左回转	手柄向左

表 14 手轮操作的方向规定

机构名称	机构运动方向	手轮运动方向
起升、变幅、回转	起升、向里变幅、向右回转	顺时针旋转
	下降、向外变幅、向左回转	逆时针旋转

3.29.3 所有操作杆、柄、轮及踏板等的上面或附近均应清楚地标明用途和操作方向。

3.29.4 司机室应设置在安全的位置。

3.29.5 司机室应有良好的视野和足够的净空，司机室内部尺寸应满足：长度不小于 0.8m，宽度不小于 0.8m，高度不小于 2m。

3.29.6 司机室应防雨并通风良好，当司机室内温度大于 35℃时，应采取防暑降温措施；当司机室内温度小于-5℃时，应设置取暖装置。

3.29.7 司机室的门窗宜采用安全玻璃。当采用普通玻璃时，其厚度应不小于 5mm。门窗的擦洗应安全便捷。

3.29.8 司机室的座椅应舒适并可调节，应设门锁、灭火器、电铃或警报器。

3.29.9 司机室地面应铺设绝缘垫。

3.29.10 起重机产生的噪声，在司机室座位测量应不大于 80dB (A)。

3.30 电气

3.30.1 供电电源

低压供电的起重机，宜采用 380V、50Hz 三相交流电源，高压供电的起重机，宜采用 6kV 或 10kV、50Hz 三相交流电源。

3.30.2 总电压损失

对于交流电源供电的起重机，在尖峰电流时，自供电变压器的低压母线至起重机任何一台电动机端子的电压损失不应超过额定电压的 15%。

3.30.3 起重机内部电压损失

起动时起重机内部在电动机端的最大电压损失不应超过 5%；在起重机满载运行时，起重机在电动机端的最大电压损失不应超过 3%。用电缆卷筒供电时，电缆卷筒电缆的电压损失不属于起重机内部的电压损失。

3.30.4 电动机

起重机可采用绕线型异步电动机、笼型异步电动机、自制异步电动机、变频电动机、串励直流电动机、复励直流电动机和他励直流电动机。

3.30.5 电阻器

3.30.5.1 接电持续率不同的电动机，宜选用不同参数的起重机通用电阻器，接电持续率虽不同但又相近时，可选用同一规格的电抗器。

3.30.5.2 起动用电阻器各级电阻选用值与计算值允许偏差±5%；为缩减电阻器箱数，个别级的电阻器选用值允差±10%，但各相总电阻选用允差不应超过±8%；常串级电阻允差可适当放宽，但其误差值不应超过电动机额定电阻的 1.5%。

3.30.5.3 电阻器的发热容量一般应按重复短时工作制选择，一循环周期时间为 60s，接电持续率分别为：100%、70%、50%、35%、25%、17.5%、12.5%、8.8%、6.25%和 4.4%。

3.30.5.4 电阻器的各级电阻的接电持续率，可按不同接入情况选用不同值。同一电阻元件在不同接电持续率时有不同允许电流值，选用元件的允许电流值应不小于电动机额定电流。为减少电阻箱数，个别级选用元件的允许电流值可比电动机额定电流小 5%。常串级电阻应按长期工作制选择，选用元件允许电流应不小于电动机额定电流。

3.30.5.5 起升机构不应选用频敏电阻器。

3.30.5.6 四箱及四箱以下的电阻器可以直接叠装；四箱以上叠装时，要求在电阻器架上的各箱之间的间隔不小于 80mm，中间可添加隔热板，间距过小时应降低容量使用或采取其他相应措施。

3.30.5.7 应设有接线端子的电阻器，其外部接线应有一段裸露，并应采用相应措施，以防短路。电阻器除设于专用电气室内或使用人员不易接触的场所，都应加防护措施。在室外场合使用时电阻器应加外罩，外罩应利于散热及防雨。

3.30.6 电气柜

3.30.6.1 电气柜柜体结构应焊接牢固，无毛刺、变形。对条架式结构，应有吊耳和地脚安装孔。

3.30.6.2 电气柜柜体应表面光洁平整，颜色均匀，无沙眼、磨损、锈斑。

3.30.6.3 户外电气柜应具有防雨、防尘、除湿功能。

3.30.6.4 电气柜门上显示仪表高度不大于 2m，柜门上操作器件距地面安装高度应为 0.4m~1.9m。

3.30.6.5 多个电气柜拼装在一起时，各柜体的高度和深度应一致，相对误差不应超过 2mm。

3.30.6.6 电气柜接线端子应安装牢固，排列整齐，便于接线，离地高度不小于 350mm。强、弱电回路端子应分开布置。

3.30.6.7 电气柜配线应整齐、美观，各连接导线的端部应有裸压接端头，并标出回路标号；每根导线的中间不应有插接或焊接的连接过渡。所有从外部进入控制柜的连线应经过端子，电流在 63A 以上的除外。每个端子上通常只能连接一根导线，任何一个螺钉上不应接入多于 2 根的导线。交、直流电源线应与低电平回路线分束走线。信号回路应使用屏蔽电缆，且屏蔽层应接地。

3.30.7 可编程序控制器

起重机采用的可编程序控制器应符合 GB/T 15969 的规定。

3.30.8 变频调速

起重机采用变频调速的应考虑变频器对电网电源和周围用电设备的影响，必要时应装设电抗器和 EMC 滤波器。

3.30.9 保护装置及措施

3.30.9.1 总电源回路应设置自动空气开关或熔断器作短路保护。自动空气开关每相均应有瞬时动作的过流脱扣器，其整定值应大于起重机的尖峰电流，数值随空气开关而定。熔断器熔片的额定电流应按起重机尖峰电流的 1/2~1/1.6 选取。

3.30.9.2 起重机应装有失压保护，当供电电压不足时，应能自动断开总电源。

3.30.9.3 起重机应装有缺相保护，当供电电源缺相时，应能自动断开总电源。

3.30.9.4 起重机应装有零位保护。开始运转和恢复供电时，应先将控制器手柄置于零位后，机构电机才能起动。

3.30.9.5 起升和变幅机构至少装设一套上升限位开关。塔式或门座起重机的变幅机构以及其他有下限要求的机构应设置下降限位开关。大、小车运行机构一般要求在两端装设限位开关。行程开关动作应正确可靠，与其相应的机构在达到极限位置前应即停止运动。

3.30.9.6 直流他励电动机应有失磁保护。

3.30.9.7 起重机应装设通道口开关，用于当通道打开时断开总电源。

3.30.9.8 对于装有夹轨器或锚定装置的起重机，夹轨器或锚定装置的位置状态应有电气联锁保护。

3.30.9.9 对于有载荷或力矩限制要求的起重机应设有超载或超力矩保护装置，超载或超力矩保护装置应有型式试验合格证。当吊载或起重力矩达到额定值的 95% 时，应能进行声光报警，当吊载或起重力矩达到额定值的 105% 时，应能停止起升或力矩增大方向的运动，这时候机构应能下降或进行力矩减小方向的操作。

3.30.9.10 直流发电机组供电系统，当控制器在零位时，应有防止电动机爬行的保护措施。

3.30.9.11 具有机械换挡或电磁换挡的起升机构，其控制电路中应有防止司机误操作的保护措施。

3.30.10 安全措施

3.30.10.1 司机应能在司机室内断开起重机内部动力部分总电源（高压供电、照明除外）。照明电源应单设电源开关，不受起重机内部低压供电动力部分总开关的影响。司机室内的紧急事故开关应易于操作。

3.30.10.2 三相 380V 电源进线如无载流零线，起重机内部控制、照明及信号用 220V 电源，应由专设变压器提供。严禁利用金属构件、接地线作工作载流零线。

3.30.10.3 采用无线遥控方式的起重机，在失控时应能自行停止工作。

3.30.10.4 高压隔离开关与高压断路器之间应有机械联锁装置，且动作灵活可靠。

3.30.11 所有电气设备应完整无缺，应有出厂合格证，绝缘电阻、耐压试验应合格。

3.30.12 所有配套的电机、电器的出厂试验报告应完整地移交用户。

3.30.13 电气设备应固定牢固。仪表、按钮、操作开关、信号灯等的用途应标明在盘（屏、柜、台）的

正面，装置在内部的元件应标明其代号。

3.30.14 各凸轮控制器和主令控制器零位档应明显，其手柄的操纵方向宜与相应机构运行方向一致。

3.30.15 各电气设备、屏、柜相互间距离及其与结构构架（或板壁）间的距离应符合检修方便的要求。

3.30.16 小车馈电装置

3.30.16.1 小车馈电线可用电缆、铜线、型钢或其他导电材料。材质和规格的选择应使载流量和起重机电内部电压损失都满足要求。铜滑线的直径不小于 6mm，角钢尺寸不小于 40mm×40mm×4mm。

3.30.16.2 当传递低电压、低功率的信号或因集电器跳动引起瞬间电流中断可能造成严重后果时，均应采用移动式电缆作馈电线。

3.30.16.3 小车馈电装置应装设在便于维修之处，不宜装设在大梁之间。如采用裸露的导电材料作小车馈电线时，应在该装置附近设有安全措施。

3.30.16.4 刚性滑线应安装在绝缘的滑线固定器上。固定器支架间距不大于 3m，滑线末端悬出支架的长度不大于 0.8m，相邻滑线间距在垂直方向不小于 130mm，在水平方向不小于 270mm。

3.30.16.5 柔性滑线应设置中间支持器，中间支持绝缘应安装在刚性托架上，滑线两端应有拉紧装置。

3.30.16.6 用移动式电缆作小车馈电线时，在桥架与小车架上一般设有固定的接线盒，并用适当的方法将电缆编紧排列。当小车运行时，不应磨损电缆和使电缆过分受力，移动托架应动作灵活。

3.30.17 大车馈电装置

3.30.17.1 大车滑线宜由用户制备和安装。与起重机结构相关联的细节按照有关规定的要求。

3.30.17.2 当采用移动式电缆作大车馈电装置时（如悬挂电缆、电缆拖车或电缆卷筒等），参照 3.30.16.6 的要求。

3.30.18 集电器及集电滑环

3.30.18.1 刚性滑线的集电器采用自重或弹簧加压以保证运行过程中与滑线接触良好。在运行时集电器应不歪斜或滑落。

3.30.18.2 柔性滑线的集电器，小容量及一般通电环节可采用单滑轮式，大容量或电流短暂中断时可能引起故障的环节应采用双滑轮叉式支架等形式。

3.30.18.3 集电器及其软接线应具有足够的电流容量，集电器软接线的连接位置应不影响集电器的灵活动作。当集电器从滑线上滑落时，不应造成短路现象。

3.30.18.4 集电滑环应满足相应电压等级和电流容量的要求，每个滑环至少备有一对炭刷，整个装置应有一个易于打开的护罩，保证通风散热良好，在室内能防油，室外能防雨。高压集电滑环要进行交流耐压试验。

3.30.19 导线敷设

3.30.19.1 所有导线应采用橡胶绝缘铜心多股电线或电缆，按敷设方式、环境温度和电压等级来确定。导线的最小截面：电动机电源线不小于 2.5mm²；控制回路和辅助接线不小于 1.5mm²；对电子装置、油压伺服机构、传感元件等连接线的截面不作规定。

3.30.19.2 屏、柜、箱、台等内部连接导线可用裸母线和塑料绝缘铜芯导线。

3.30.20 用卷筒式软电缆供电时，电缆在电缆卷筒上要排列紧密，层间避免出现交叉。

3.30.21 接地与防雷

3.30.21.1 所有电气装置，由于绝缘损坏而可能带电的金属部分均应接地，在高压（6kV、10kV）系统中接地是指保护接地，在中性点直接接地的 380V 系统中是指保护接零。

3.30.21.2 起重机所有钢结构应保证相互间电气接触良好。

3.30.21.3 所有电气设备的正常不带电的金属外壳、金属线管、金属线槽、安全照明、变压器低压侧一端均应可靠接地。当电气设备连接固定在钢结构上，并有保证可靠电气接触时，可不必另装电气连接线。但电压为 6kV、10kV 的供电场合应有接到钢结构上的接地线。

3.30.21.4 如起重机整机与轨道电气接触不可靠时，起重机应有使之导电接触良好措施，在起重机钢结构

构非焊接处较多的场合宜设接地干线。

3.30.21.5 司机室与起重机本体用螺栓联接时，二者间应采用不小于 40×4 扁钢或不小于 12.5mm^2 的铜线连接，连接点应不少于两处。

3.30.21.6 起重机轨道接地由用户负责，与接地系统间的连接不少于两处。轨道要装设接地极，对保护接零系统，其接地极称为重复接地极，其接地电阻不大于 10Ω ，对保护接地，其接地电阻不大于 4Ω ，轨道钢轨间电气连接应可靠。

3.30.21.7 高度超过周围其他建筑的起重机应有必要的防雷措施。

3.30.22 照明

3.30.22.1 起重机机房、电气室、走道和司机室都应有合适的照明。起重机上应设置对作业面的照明，并宜考虑防震措施。

3.30.22.2 对于可能在夜间工作的起重机，应设置聚光灯。

3.30.22.3 固定式照明装置的电源电压不应超过 220V ，除单一蓄电池供电的电压不超过 24V 的系统外，严禁用金属结构作照明线路的回路。

3.30.22.4 可携式照明装置的电源电压不应超过 36V ，交流供电应使用隔离变压器，禁止用自耦变压器直接供电。隔离变压器一次绕组应由双极开关或自动空气开关控制。

3.30.23 信号

3.30.23.1 起重机总电源开关状态在司机室内应有明显的信号指示。根据需要应设置故障信号或报警信号。信号装置应设置在司机室或有关人员视力、听力可及之处。

3.30.23.2 起重机高度在 30m 以上时，在其最高点应装设红色障碍灯；起重机臂端高度在使用地区内为最高作业物时，其臂端也应装设红色障碍灯。

3.30.24 通讯

起重机可选用无线电对讲机、载波电话、声力电话及扩音机等通信工具作为调度及作业的通讯设施。

3.30.25 特殊要求

对在特殊环境和工况下使用的起重机电气设备，设计和选用应满足相应要求。

3.31 安全防护装置

3.31.1 各种起重机应按 GB/T 6067 的相应规定装设安全防护装置，并在使用中及时检查、维护，确保正常工作。若有异常应立即修理或更换。

3.31.2 经调整和标定，超载限制器的综合误差应不大于其额定值的 5% 。当载荷达到额定起重量的 90% 时，应能发出提示性报警信号；当载荷大于额定起重量的 105% 时，应能自动切断上升方向动力源，并发出禁止性报警信号。

3.31.3 经调整和标定，力矩限制器的综合误差应不大于其额定值的 8% 。当载荷力矩超过额定值的 108% 时，应能自动切断上升或增大变幅方向的动力源，并发出禁止性报警信号。

3.31.4 经调整和标定，幅度指示器的综合误差应不大于实际值的 5% 。

3.32 涂装、编号

3.32.1 涂装应符合设计要求。重要构件的钢材在涂装前应进行表面喷（抛）丸除锈处理，质量达到 GB/T 8923 规定的 Sa2.5 级；其余构件应达到 Sa2 级或 St2 级（手工除锈）。

3.32.2 涂装前基材表面粗糙度 R_y ：对涂料涂装应为 $40\mu\text{m} \sim 70\mu\text{m}$ ；对金属热喷涂应为 $60\mu\text{m} \sim 90\mu\text{m}$ 。

3.32.3 涂装时的环境条件应符合涂料产品说明书的要求。当产品说明书无要求时，环境温度宜控制在 $5^\circ\text{C} \sim 38^\circ\text{C}$ ，且钢板表面温度应高于大气露点（见表 15） 3°C 以上，相对湿度不应大于 85% 。当构件表面有积露时不应涂装。涂装后 4h 内不应淋雨。

3.32.4 涂装材料、涂装次数、涂层厚度均应合适并符合要求。当设计无要求时，宜涂装 4~5 遍；涂层干膜总厚度：室内应为 $150\mu\text{m}$ ，室外应为 $180\mu\text{m}$ ；每层干膜厚度允许偏差为 $-5\mu\text{m}$ 。

3.32.5 安装焊缝处两侧应留出 $30\text{mm} \sim 50\text{mm}$ 暂时不予涂装，安装完成后应予以补涂。

3.32.6 涂层的厚度与颜色应均匀，无明显起皱、严重流挂、鼓泡、裂纹、针孔、杂质、漏涂。涂层附着应良好：当涂层厚度不大于 $120\mu\text{m}$ 时，用划格法检查达到 0~2 级；当涂层厚度大于 $120\mu\text{m}$ 时，划夹角为 60° 的两切割线，用胶带贴撕无剥离。

3.32.7 金属涂层表面粗糙度 R_y ：对喷锌层应不大于 $100\mu\text{m}$ ；对喷铝层应不大于 $120\mu\text{m}$ 。

表 15 大气露点计算表

相对湿度 %	环境温度 $^\circ\text{C}$									
	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
95	-6.5	-1.3	3.5	8.2	13.3	18.3	23.2	28.0	33.0	38.2
85	-7.2	-2.0	2.6	7.3	12.5	17.4	22.0	27.0	32.0	37.1
80	-7.7	-2.8	1.9	6.5	11.5	16.5	21.0	25.9	31.0	36.2
75	-8.4	-3.6	0.9	5.6	10.4	15.4	19.9	24.7	29.6	35.0
70	-9.2	-4.5	-0.2	4.6	9.1	14.2	18.5	23.3	28.1	33.5
65	-10.0	-5.4	-1.0	3.3	8.0	13.0	17.4	22.0	26.8	32.0
60	-10.8	-6.0	-2.1	2.3	6.7	11.9	16.2	30.6	25.3	30.5
55	-11.5	-7.4	-3.2	1.0	5.6	10.4	14.8	19.1	23.0	28.0
50	-12.8	-8.4	-4.4	-0.3	4.1	8.6	13.3	17.5	22.2	27.1
45	-14.3	-9.6	-5.7	-1.5	2.6	7.0	11.7	16.0	20.2	25.2
40	-15.9	-10.3	-7.3	-3.1	0.9	5.4	9.5	14.0	18.2	23.0
35	-17.5	-12.1	-8.6	-4.7	-0.8	3.4	7.4	12.0	16.1	20.6
30	-19.9	-14.3	-10.2	-6.9	-2.9	1.3	5.2	9.2	13.7	18.0

3.32.8 涂装完毕，应在物件上标注原编号，对大型物件应标明重量、重心位置和起吊标记。

3.33 其他

3.33.1 起重机每个机构在厂内均应进行空载试运转，正反运转应各不少于 10min。

3.33.2 缆索起重机的主索满载垂度（环境温度 25°C 时）应控制在 $0.05S$ （ $0.9\sim 1.4$ ）， S 为跨度，气温高时取较大值。

3.33.3 缆索起重机的跨度两端各 $S/10$ 范围宜设为非工作区。

3.33.4 摆塔式缆索起重机的塔柱摆动角度：左右方向宜在 $\pm 11^\circ$ 范围内，前后方向宜后倾 $0^\circ\sim 5^\circ$ 。

3.33.5 为减小主索在上料点附近区域发生疲劳断丝的概率，主索钢丝的抗拉强度：对配用钢质轮时不宜大于 $1370\text{N}/\text{mm}^2$ ，对配用尼龙衬轮时不宜大于 $1570\text{N}/\text{mm}^2$ 。

3.33.6 采用密闭主索时，主索的安全系数宜控制在 $2.7\sim 3.4$ 之间，单主索时取小值。

3.33.7 缆索起重机主索的实际安装长度，应根据满载垂度、环境温度、两岸铰点高差、索头固定方式等因素确定。

4 试验检测

4.1 起重机的试验检测包括型式试验、出厂检验和常规检验。

4.2 有下列情况之一者，应进行型式试验：

- a) 首台投入生产的；
- b) 产品停产 1 年后重新投产或转厂生产的；
- c) 主要结构、材料、关键工艺、重要机构、安全保护装置有较大改变，影响产品安全性能的；
- d) 国家主管部门根据有关法律、法规和安全技术规范提出型式试验要求的。

4.3 产品交货，用户验收时应进行出厂检验。

4.4 有下列情况之一者，应进行常规检验：

- a) 每次安装之后；
- b) 安装后在同一地点工作，每年进行一次，但安全装置每半年进行一次；
- c) 重大故障修复后；
- d) 重大改造后。

4.5 起重机的试验检测分别按运转前的检查、空载试运转、静载试验、动载试验的次序进行。

4.5.1 运转前的检查

检查应达到下列要求：

- a) 各机构、结构、电气系统、液压系统、安全连锁装置、制动器、控制器、照明及信号系统等安装应符合要求，动作灵敏、准确。
- b) 钢丝绳应缠绕正确、固定可靠。
- c) 平衡重、配重的重量及固定位置准确，与设备的连接可靠。
- d) 各润滑点（含减速器）所加的油、脂的性能、规格和数量应符合设备技术文件的规定。
- e) 用手盘动各运动机构高速轴上的制动轮或联轴器，使最后一根轴（如车轮轴、卷筒轴等）旋转一周，不应有卡滞现象。
- f) 大车轨道与埋件、各构件基础预埋件应牢固可靠并符合要求。

4.5.2 空载试运转

应符合下列要求：

- a) 操作方向应与机构的动作方向相符合。
- b) 分别开动各机构，应工作正常；车轮无卡轨、卡道现象；各制动器、限位开关及安全保护装置动作应准确、可靠；电气系统、液压与润滑系统应工作正常；试运转在各机构全行程范围内往返不应少于3次。
- c) 如机构间有联动要求，应试验联动动作及联动保护的正确可靠性；无联动要求的机构间，不应有发生联动动作的可能。
- d) 数据传递、通讯、信号及仪表显示应符合要求。
- e) 对于多台起重机之间有联动要求的场合，应试验机与机之间联动动作及联动保护的正确可靠性。

4.5.3 静载试验

4.5.3.1 试验时应按实际使用工况，使起重机主要部件承受最大钢丝绳载荷、最大弯矩和（或）最大轴向力。

4.5.3.2 动臂式起重机应对下列两种工况分别进行试验：

- a) 于最大幅度时起吊额定起重量的1.25倍。
- b) 于尽可能大的幅度，起吊最大起重量的1.25倍。

4.5.3.3 定臂式起重机应对下列两种工况分别进行试验：

- a) 于最大幅度时起吊额定起重量的1.25倍。
- b) 于最小时起吊额定起重量的1.25倍。

4.5.3.4 试验时，先提升额定载荷离地100mm~200mm，再无冲击地加载至额定起重量的1.25倍，持续10min，卸去载荷。试验至少重复3次。

4.5.3.5 试验结束后，全面检查起重机，如未见到裂纹、永久变形、油漆剥落、连接松动或对起重机性能和安全有影响的损坏，则试验合格。

4.5.4 动载试验

4.5.4.1 试验时应使被试机构处于承受正常工作的最大载荷状态。试验载荷是额定载荷的1.1倍。

4.5.4.2 各机构的动载试验应分别进行，当有联动要求时，应按技术文件的规定进行。

DL/T 946—2005

4.5.4.3 试验过程中应严格按章操作。

4.5.4.4 试验应在各机构工作的全行程范围内进行，累计试验时间不应少于 1h。

4.5.4.5 试验过程中，各机构应动作灵敏、平稳、可靠，安全保护、联锁装置和限位开关的动作应准确、可靠。

4.5.4.6 试验结束后，全面检查起重机，各机构、结构、电气、液压系统应无损坏，连接应无松动。

4.6 起重机的试验应遵循 GB/T 5905 和 DL/T 454—2005《水利电力建设用起重机检验规程》的规定。静、动载试验时应针对主要结构件的受力情况进行结构应力检测。

4.7 试验时地面 2min 平均风速不应超过 8.3m/s。

5 标志、包装、运输及存放

5.1 标志

5.1.1 起重机应在明显位置设置吨位标牌，标牌上应标出：

- a) 起重机的名称及型号；
- b) 制造商名称；
- c) 设计单位名称；
- d) 产品编号、出厂日期。

5.1.2 在司机室内明显位置应设置产品性能标牌，标牌上应标出：

- a) 起重机的名称及型号；
- b) 主要技术性能参数；
- c) 出厂日期。

5.2 包装

5.2.1 包装应在涂层干燥后进行，应保证物件不变形、不损坏、不散失，应保护涂层不受损伤，应符合机电设备运输的有关规定。

5.2.2 包装上应标明物件的名称、编号、重量、吊点位置，并应附有包装清单。

5.2.3 销轴、轴孔、螺纹应作防锈处理并妥善保管。

5.2.4 供货商应随机提供：

- a) 产品出厂合格证；
- b) 起重机使用维护说明书；
- c) 专用设备及外购机电、液压配套件的使用说明书；
- d) 随机工具及备件；
- e) 易损件清单；
- f) 其他有关的技术文件及质量记录。

5.3 运输及存放

5.3.1 被运物件包装后的尺寸、重量等应符合铁路、公路及水运的有关规定。

5.3.2 运输及存放过程中应防止碰撞、腐蚀、变形，电气、液压设备、电缆、钢丝绳、高强度螺栓连接副等应存放在库房内。

6 安装与拆卸

6.1 安装与拆卸的施工单位应取得国家有关部门颁发的相应类型和等级的起重机的安装维修资质并在有效期内。

6.2 从事安装与拆卸工作的指挥人员、操作人员、钳工、起重工、电工、焊工、架子工、技术人员、安监人员、检验人员，应齐全且应持证上岗。

6.3 安装与拆卸之前，施工单位应按起重机图样及技术文件的要求，结合场地和吊装机具等条件，编

写详细的作业指导书（包括安全保证措施）并得到有关部门的正式批准。

6.4 安装与拆卸之前，应仔细检查起重机各部件、液压与电气系统等的现状是否符合要求，如有缺陷和安全隐患，应及时校正与消除。

6.5 吊装机具应安全可靠，严禁使用有安全隐患、未经检验检测合格或不在有效期内的机具。

6.6 安装与拆卸应严格按照作业指导书（包括安全保证措施）分步骤有序进行，并对整个过程作详细的记录，有关的职能部门应对实施过程进行监督。

6.7 起重机安装前应申报。安装的质量应符合本标准的有关规定。安装最后应进行机、电、液联调，应及时完成自检工作并报告有关部门，提请试验验收。

6.8 安装后的起重机，应由专业检测单位按本标准第4章及DL/T 454的规定进行检测，检测合格后才能投入使用。

6.9 施工单位应配合有关部门完成起重机的试验、验收及交付工作。

6.10 起重机拆卸后的包装、存放及运输应符合5.2、5.3的规定。

7 验收

7.1 起重机安装完毕，应经试运转试验合格，才能办理移交验收。

7.2 移交验收时，应具备下列资料：

- a) 起重机型式试验合格证；
- b) 起重机制造合格证；
- c) 起重机使用维护说明书；
- d) 材质及外购机、电、液配套件的合格证；
- e) 专用设备及配套件的使用说明书；
- f) 重要部位的焊接、高强度螺栓连接施工的检验记录；
- g) 安装施工质量的自检记录；
- h) 起重机试运转试验记录；
- i) 验收合格记录；
- j) 其他有关的记录和资料。

8 使用与管理

8.1 起重机的使用单位应根据使用维护说明书及其他相关技术文件的要求，结合《电力建设起重机械安全监察规定》、《电力建设施工机械设备管理规定》及本单位的实际，制定详细的起重机使用与管理制并切实有效地执行。

8.2 操作司机应经岗位培训合格，持本人有效上岗证按章操作，并作好岗位记录。

8.3 当发现起重机有异常情况（包括异常声响、磨损、腐蚀等）或损伤时，应及时处理，严禁带病运行。

8.4 应避免在起重机上悬挂标语、广告牌等有可能影响安全生产的外来物件。

8.5 起重机应定期作检验检测，不应超过安全有效期使用。

9 搬迁

9.1 起重机的搬迁应满足本标准第5章、第6章的相关规定。

9.2 在重新安装之前，应对起重机作全面的检查，应及时修复、更换损坏的零部件、外购配套件及安全保护装置，并确保其性能满足要求。

9.3 起重机在重新安装时，各连接面的处理应达到原设计的要求；采用高强度螺栓连接的场合，应使用全新的连接副。

9.4 对破损的涂装面应按 3.32 的规定进行处理。

9.5 搬迁安装后的起重机，应由专业检测单位按第 4 章及 DL/T 454 的规定进行检测，检测合格后才能投入使用。

10 报废

属下列情况之一的起重机应报废：

- a) 检验检测不合格，经修理改造后仍不合格；
- b) 主要结构、机构部件严重磨损和损坏，再经大修其性能已达不到安全使用要求；
- c) 整机主要构件严重腐蚀，无法全面修理或大修后经检验检测仍不合格；
- d) 有重大安全隐患，又无法彻底排除；
- e) 技术性能落后的；
- f) 国家有关部门规定淘汰的机型。

11 保证期

11.1 保证期适用于首次安装投运的水利电力建设用起重机。

11.2 在用户妥善保管、合理安装、正确使用与管理的条件下，应保证起重机正常工作。保证期应以下列情况的先到者为准：

- a) 自使用日算起 12 个月；
- b) 自发运日算起 18 个月；
- c) 发生改造之日；
- d) 搬迁时开始拆卸之日；
- e) 约定的其他日期。

附录 A
(规范性附录)

螺栓最大允许载荷和预紧力矩

表 A.1 螺栓最大允许载荷和预紧力矩 (螺纹摩擦系数 $\mu=0.14$)

螺栓性能等级			8.8			10.9			12.9		
螺栓材料屈服点, MPa			640			900			1080		
螺纹规格	螺纹有效截面积 A_s mm ²	螺纹最小截面积 A_d mm ²	最大允许载荷 F_{sp} N	理论的预紧力矩 M_{sp} N·m	实际使用预紧力矩 M_p N·m	最大允许载荷 F_{sp} N	理论的预紧力矩 M_{sp} N·m	实际使用预紧力矩 M_p N·m	最大允许载荷 F_{sp} N	理论的预紧力矩 M_{sp} N·m	实际使用预紧力矩 M_p N·m
M5	14.2	12.7	6350	6	5.5	8950	8.5	7.5	10700	10	9
M6	20.1	17.9	9000	10	9.0	12600	14	12.5	15100	17	15
M8	36.6	32.8	16500	25	22.5	23200	35	31.5	27900	41	36
M10	58.0	53.3	26200	49	44	36900	69	62	44300	83	75
M12	84.3	76.2	38300	86	77.5	54000	120	110	64500	145	130
M14	115	105	52500	135	120	74000	190	170	88500	230	210
M16	157	144	73000	210	190	102000	295	265	123000	355	320
M18	192	175	88000	290	260	124000	405	365	148000	485	435
M20	245	225	114000	410	370	160000	580	520	192000	690	620
M22	303	282	141000	550	500	199000	780	700	239000	930	840
M24	353	324	164000	710	640	230000	1000	900	276000	1200	1080
M27	459	427	215000	1050	950	302000	1500	1350	363000	1800	1620
M30	561	519	262000	1450	1300	368000	2000	1800	442000	2400	2160
M33	694	647	326000	由试验决定		458000	由试验决定		550000	由试验决定	
M36	817	759	382000			538000			645000		
M39	976	913	460000			646000			776000		
M42	1120	1045	526000			739000			887000		
M45	1300	1224	614000			863000			1035000		
M48	1470	1377	692000			973000			1167000		
M52	1760	1652	833000			1171000			1406000		
M56	2030	1905	959000			1349000			1619000		
M60	2360	2227	1120000			1576000			1801000		

注: $M_p=0.9M_{sp}$

附 录 B
(规范性附录)
焊缝质量等级及检测标准

表 B.1 焊缝质量等级及检测标准

mm

检测项目		质量标准			
		一类焊缝	二类焊缝	三类焊缝	
内部缺陷	超声波探伤	GB/T 11345B I 级	GB/T 11345B II 级	—	
外观缺陷	裂纹	不允许			
	表面夹渣	不允许		深 $\leq 0.1\delta$, 长 $\leq 0.3\delta$ 且 ≤ 15	
	表面气孔	不允许		每 50 长度允许存在 2 个直径 $\leq 0.4\delta$ 且 ≤ 3 的气孔, 气孔间距 ≥ 6 倍孔径	
	咬边	不允许	深 ≤ 0.5 , 连续长度 ≤ 100 且焊缝两侧咬边总长 $\leq 10\%$ 焊缝全长	深 $\leq 0.1\delta$ 且 ≤ 1	
	弧坑裂纹	不允许		允许存在个别长 ≤ 5 的弧坑裂纹	
	电弧擦伤	不允许		允许存在个别电弧擦伤	
	焊瘤	不允许			
	残留飞溅	不允许			
	残留焊渣	不允许			
	对接焊缝	手工焊及气体保护焊余高	$12 < \delta \leq 25$ 时, $0 \sim 2.5$; $\delta > 25$ 时, $0 \sim 3$		—
		埋弧焊余高	$0 \sim 4$		—
		相邻焊缝余高差	≤ 2		
	角焊缝	焊缝厚度不足	$\leq 0.3 + 0.05\delta$ 且 ≤ 2 , 每 100 焊缝长度内缺陷总长 ≤ 25		
		手工焊及气体保护焊焊角 K 允差	$K < 12$ 时, $-1 \sim 2$; $K \geq 12$ 时, $-1 \sim 3$		
埋弧焊焊角 K 允差		$K < 12$ 时, $-1 \sim 3$; $K \geq 12$ 时, $-1 \sim 4$			
角焊缝转角处		连续等焊角绕角施焊			
注: δ 为连接处较薄的板厚					