

苏 联 电 站 部

設 計 規 范

水力發電厂的壓力鋼管

苏联电站部建筑安裝生產技術管理局批准
(1950年11月2日159号決議)

孙 羚 生譯

電力工業部北京水力發電勘测設計院校

電 力 工 業 出 版 社

目 錄

前 言	1
一、应用范围	2
二、总則	2
三、材料	7
四、水管和墩子上的作用力与荷重	15
五、允許应力	24
六、水管最有利直徑的确定	27
七、水力計算	27
八、热力計算	28
九、通風設備計	28
十、强度計算	29
总則	29
管壁应力	29
法蘭盤联結及水管分支管的計算	32
十一、穩定計算	32
十二、墩子計算	35
十三、結構上的要求	36
十四、水管試驗	41
附 錄	
一、通風設備的計算	42
二、中間支墩的支承环附近，剛性环	

附近和圓环等处管壁的应力計算.....	42
三、半充水时推荐採用的管壁計算方法.....	57
四、法蘭盤联結的計算.....	62
五、推荐採用的分支管計算方法.....	70

前 言

本設計规范和“水力發電厂压力鋼管”，代替前用的1939年水力發電建設总局批准的标准 CT.24-4647 “水力發電厂金屬压力輸水管，設計标准”及 CT.24-4646 “水力發電厂露天金屬压力輸水管的支座，設計标准”

本設計规范由工程师 A.3. 哈贊諾娃和結構檢查委员会总工程师 B.M. 舒拉为首的水力机械安裝公司列寧格勒結構檢查委员会，協同工程师 T.B. 依万諾夫和技術援助处总工程师 B.M. 刘別瑟克为首的水力發電設計院技術援助处設計标准及方法科，根据他們制定而在1949年技術委员会批准的，同一名称的國家标准草案編制而成。

为適合苏联部長會議有关減低建筑費用的決議，在設計规范中与國定全苏标准(ГОСТ)草案有所相应的改变。

本設計技術规范与草案已經水力机械安裝公司总工程师 B.П. 聶密拉，电站部水力發電安裝总局总工程师 B.B. 李金和水力發電設計院总顧問工学博士 П.П. 勞普曼審查。

苏联电站部建筑安 裝生產技術管理局	設 計 規 范 水力发电厂的壓力鋼管	TY-9-51
----------------------	------------------------------	---------

一、应用范围

§ 1. 本設計规范適用於設計內徑为 400 公厘至 7000 公厘的水力发电厂露天式壓力鋼管（引水的、水輪机的和無效洩水用的水管）以及水力发电厂木質輸水管金屬段的設計。

附註：1. 按照國定全苏标准 (ГОСТ) 3315-46 “水工建築物，投資額的分类”，确定壓力鋼管的投資等級。

2. 本設計规范不適用於箍管式鋼管，地下鋼管和壓力隧洞的鋼材护面。

二、总 則

§ 2. 露天式壓力鋼管应当制造成分段的（有伸縮接头的。如圖 1）。在特別情況下鋼管之个别段落可以制成連續的（圖 2，沒有伸縮接头的），例如有支管、叉管和岐管的段，裝有閘門之段和直接与水輪机連接的段。

§ 3. 連續的管段每兩鎮墩之間的直綫段必須支承在許多的支墩上，並要有伸縮接頭。

§ 4. 标准管徑和管壁最小允許厚度 应根据表 1 採用。

表 1

D_H	D'_0	δ_K	D_H	D'_0	δ_K	D_H	D'_0	δ_K
426	400	6	1630	1600	10	3840	3800	10
478	450	6	1730	1700	10	4040	4000	10
529	500	6	1840	1800	10	4240	4200	12
580	550	6	1940	1900	10	4440	4400	12
630	600	6	2040	2000	10	4640	4600	12
680	650	6	2140	2100	10	4840	4800	12
720	700	6	2240	2200	10	5040	5000	12
770	750	6	2340	2300	10	5240	5200	12
820	800	6	2440	2400	10	5440	5400	12
870	850	6	2540	2500	10	5640	5600	12
920	900	8	2640	2600	10	5840	5800	12
970	950	8	2740	2700	10	6040	6000	12
1020	1000	8	2840	2800	10	6240	6200	14
1120	1100	8	2940	2900	10	6440	6400	14
1220	1200	8	3040	3000	10	6650	6600	14
1320	1300	8	3240	3200	10	6850	6800	14
1420	1400	8	3440	3400	10	7050	7000	14
1530	1500	8	3640	3600	10			

D_H ——水管外徑（公厘）；

D'_0 ——水力計算和技術經濟計算所採用的水管假定內徑（規定管腔）公厘；

δ_K ——管壁的最小結構厚度（公厘）。

§ 5. 直徑按長度变化的管子应分成直徑不变的各段。从一种直徑变至另一种直徑必須用圓錐形或环形的連接管。

§ 6. 管壁厚度变化时水管外徑必須是不变的。从一种管壁厚度改变到另一种厚度必須採用 1 公厘（假如制造厂家允許的話）或 2 公厘的連續梯級。

§ 7. 在水輪机运行的任何情况下皆应完全消滅在水管中形成真空的可能性。

§ 8. 水管必須由电焊管或無縫管制成。

§ 9. 当必須在垂直面上改变水管軸綫的方向，和在离該处不远的地方在水平面上改变水管的軸綫方向，該兩種轉折处应作一个空間弯管。

§ 10. 鎮墩的位置应在：(1)水管軸綫改变方向的地

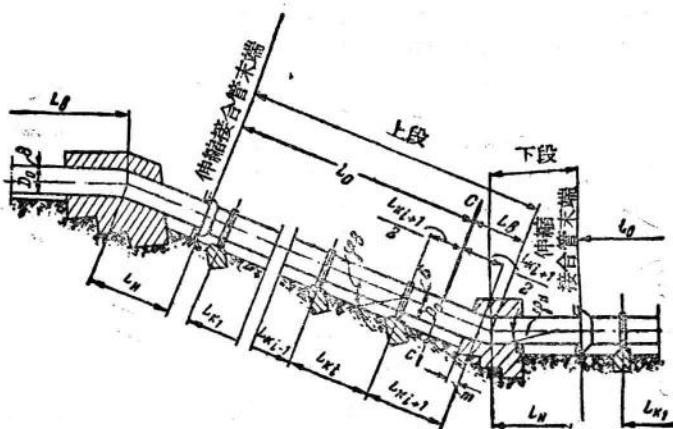


圖 1

m —到露天固接形式的最近一个拉桿距离；对閉式固接形式 $m=0.15$ 。

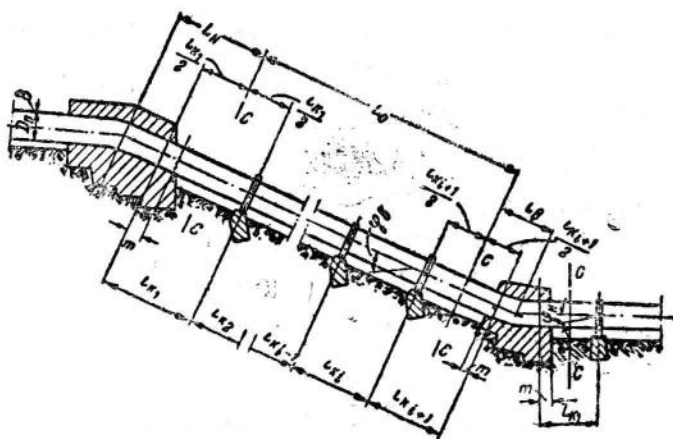


圖 2
(m 值請看圖 1 中的 m 值)

方; (2) 在長度超過 L_0 的直綫段上, L_0 按本規範 § 92 決定。

§ 11. 水管與鎮墩體的固接允許採用二種形式:

1. 閉式——水管周圍填緊於墩體之內;
2. 開式——水管固定於錨環, 拉桿, 鋪樑上; 它們下部填入墩體內, 並將水管的作用力傳至墩體上。

§ 12. 分段水管的支墩應保證水管軸向位移的可能性。

附註: 在特殊的情況下應保證水管個別段落沿支墩做微小橫向位移的可能性, 例如: 在水輪機分支管的軸綫方向上的分配器或當連續輸水管上的彎管是未錨定的自由時及其它等等。

§ 13. 對輸水管應採用搖動的和滾動的支墩。

在有特殊理由的條件下對直徑達 2000 公厘的管子可

採用滑動支墩，直徑達 1000 公厘的管子可採用鞍形支墩。

§ 14. 水管應借助焊接在管壁上的硬性環支承在搖動的和滾動的支墩上。在所有支墩形式中環只支持於兩點上。

§ 15. 伸縮接頭必須保證水管變形時有軸向以及在特殊情況下有角位移的可能性。

§ 16. 水管的分支管(叉管、三叉管、四叉管)必須佈置為露天的，在進行定期檢查時能達到的地方。

附註：在有特殊理由的條件下，允許將分支管填入銀墩和隧洞栓塞中等。

§ 17. 沿水管路綫必須保證能將滲漏水、地面水和水管破裂時的事故流量排出建築物範圍以外，同樣要保證水管綫路上土壤表面無沖刷之可能性。

§ 18. 在具有特殊理由的條件下，允許在道路與輸水管交叉處採用鎮墩。

§ 19. 每一根水管之頭部都應裝設有自動操作設備的事故閘門，該設備能在水管中的流速超過最大的計算流速(極限保護)，及水管管端與管末不同的流量而破裂時(差動保護)，或有其它的沖擊時起作用。

附註：(1)事故閘門的關閉時間建議採用最高到 2 分鐘。

(2)在具有特殊理由的條件下，小於 5000 瓩的低水頭水力發電廠允許不裝置事故閘門。

§ 20. 事故閘門必須有由電廠的遠距離操作裝置及就地操作裝置，並要有特殊裝置，使有可能在水力發電廠水輪機正常工作時，有可能進行閘門機械的檢修和定期試驗。

§ 21. 在電氣遠距離操作下系統用電由不依賴水力發

电厂基本机组(厂用机组, 蓄电池等)的电源供给。

§ 22. 在事故闸门之前必须装置检修闸门。

§ 23. 在事故闸门之后必须装设管子, 以便在水管放空与充满时放入或排出空气之用; 或者装设双向活动闸门, 为避免管内的水结冰或冻结, 在低温的情况下采用加热式或保温式。闸门应沿管路装置于水管放空时可能发生真空的地方。

三、材 料

§ 24. 制造水管各构件所用的材料号码列于表 2 中。所用金属的机械性能列于表 3 和表 4 中。

§ 25. 制造水管管壁及各设计构件的材料应根据国定全苏标准 380-50A 组第 5, 6, 7 条采用轧制钢、平炉钢, 镇静钢, 并有保证质量的鉴定。

§ 26. 铸钢应完全按照国定全苏标准 977-41 用平炉钢或电炉钢铸造。

承受局部压力的零件还应做补充的强度试验(按波利昂勒)。

受水压力的水管铸造部分应做水力试验和冲击韧性试验。

§ 27. 受内水压力作用的生铁铸件以及其它重要的铸件应完全符合国定全苏标准 2611-44, 对第一种必须做附

表 2

編 号	水 管 構 件 名 称	金 屬 名 称	金屬标号 (看附註)	規 格 号 数
1	水管的管壁、全部構件和零件	軋制鋼	Cr.3	國定全苏标准 380-50
2	机械零件和支撐零件	軋制鋼	Cr.4	"
			Cr.5	"
3	中間支撐和人孔的法蘭盤及机械零件，圓形半环和承桿以及其它分支管和接管的零件	热压炭素鋼的鍛件（按國定全苏标准 498-4 做）	Cr.3	"
			Cr.5	"
4	承受水压的接通管，法蘭盤，人孔零件，螺旋帽等。	炭素鋼的成形鍛件	15-4028	國定全苏标准 977-41

續表 2

編 号	水 管 構 件 名 称	金 屬 名 称	金 屬 标 号 (看附註)	規 格 号 数
5	中間支墩, 人孔等的机械零件。	炭素鋼的成形鑄件	15-4024	國定全苏标准 977-41
			35-5019	"
6	具有特殊理由时的接通管, 支墩支承板和其它零件	高級灰口鑄鉄	MC432-52	國定全苏标准 2611-44
			MC438-60	"
7	中間支墩和人孔的附屬零件和其它不重要的零件。	灰口鑄鉄	C415-32	國定全苏标准 1412-48
			C421-40	"
			C432-52	"

附註: 当具有特殊理由时, 对輸水管之部件允許採用按苏联电站部在各种情况下批准之技術規範所制造的優質鋼和合金鋼。

表 3

編 号	鋼 的 名 称	規 格 号 数	鋼 的 标 号	受拉时的 極限强度 公斤/平方公厘	最小屈服点 公斤/平方公厘	最小相对伸长率 % (看附註)	最小冲击韧性 公斤公尺/平方公分
1	軋制鋼和鍛件	國定全苏标准 380-50	Ст.3	38-40 41-43 44-47	24	27 26 25	8
2	軋制鋼	國定全苏标准 380-50	Ст.4	42-44 45-48 49-52	26	25 24 23	—
3	軋制鋼和鍛件	國定全苏标准 380-50	Ст.5	50-53 54-57 58-62	28	21 20 19	5
4	炭素鋼的定型 鑄件	國定全苏标准 977-41	15-4028	40	23	28	8
5		國定全苏标准 977-41	15-4024	40	20	24	
6		國定全苏标准 977-41	35-5019	50	25	19	

附註：軋制鋼、鍛件和鑄鋼的最小伸長率依十次試驗確定。

加的水力試驗。所有其它生鉄鑄件应完全按照國定全苏标准 1412-48 鑄造。

§ 28. 在進行鑄鋼与生鉄鑄造的零件的水力試驗时，压力值应根据金屬中基本的、附加的和特殊的作用力組合之允許应力計算确定。

§ 29. 焊接与金屬熔解的机械性能应滿足國定全苏标准 2523-44 及表 5 的要求。

管壁及其它重要構件的焊接，应利用熔剂進行自动焊接或用厚塗料的电焊条進行手动焊接(礦渣的或气体的)。

附註：(1)在有特殊理由的条件下，热处理之后才作焊接模型試驗。

(2)以 γ ——射綫或 X 光照像檢驗 I 及 II 級的水管焊接縫的質量时，對於縱焊接縫，其範圍不应小於長度的 25 %，对橫焊接縫，其範圍不应小於長度的 10%。

§ 30. 輸水管材料的綫膨脹系数採用：

軋制鋼	$\alpha = 0.000012$;
鑄 鋼	$\alpha = 0.0000106$;
鑄 鉄	$\alpha = 0.000011$;
木 料	$\alpha = 0.000004$;

§ 31. 輸水管金屬的縱向彈性系数採用：

各号軋制鋼和鑄鋼 $E = 2\,100\,000$ 公斤/平方公分；

C421-40 和 C432-52 号的鑄鉄和高級鉄……

$E = 1\,000\,000$ 公斤/平方公分；

C415-32 号的鑄鉄…… $E = 850\,000$ 公斤/平方公分。

軋制鋼的剪力系数採用

$G = 0.4 E = 840\,000$ 公斤/平方公分。

表 4

編號	鑄造名稱	規格號數	鑄件標號	最小極限強度 公斤/平方公厘			支墩間標準樣件 的彎度公厘	
				受拉	受壓	彎曲	600公厘	300公厘
1	高級灰口鑄	國定全蘇標準 2611-44	MC432-52	32	100	52	9	3
2	鉄(看附註)	國定全蘇標準 2611-44	MC438-60	38	130	60	9	3
3	灰口鑄鉄	國定全蘇標準 1412-48	C415-32	15	65	32	8	2.5
4		國定全蘇標準 1412-48	C421-40	21	75	40	9	3
5		國定全蘇標準 1412-48	C432-52	32	110	52	9	3

附註：在沒有高級鑄鉄時允許用灰口鉄代替，其標號在機械性能上要符合對高級鑄鉄的要求。

§ 32. 伸縮接頭口的止水裝置採用：

(1)橡皮；(2)油浸麻；(3)橡皮心麻繩；(4)石綿-橡膠繩。

在所有的情況下皆應保證用滲有石墨粉的動物油浸漬止水材料。

附註：1. 水頭 200 公尺下允許採用油浸麻；

2. 水頭 800 公尺以上允許採用青銅的和皮革的止水環。

§ 33. 製造蓋帽麻墊應採用：

(1)大麻或亞麻；

(2)中性滑油（牛脂油或亞麻油）；

(3)細石墨粉。

附註：在有特殊理由的條件下允許採用礦物性潤滑油。

表 5

編 號	焊接類別	電焊條標號 按國定 全蘇標準 2523-44	最低的機械性能					做下列的縫	
			平 焊 接		縫 的 熔 化 金 屬				
			受拉時極 限強度 公斤/平 方公厘	冷卻時 態的 彎度，度	沖擊韌性 公斤公尺/ 平方公分	受拉時強 度極限 公斤/平 方公厘	屈伏點 公斤/平 方公厘		伸長率 %
1	用熔劑自動 焊接		基本金屬	180	8	基本金屬	24	18	管壁与其它設計部件
2	厚塗料的電 焊條的手 動焊接	Э-42	的下限除 以0.9	120	8	的下限除 以0.9	—	18	水管全部構件和零件的 接縫，管壁除外。
3		Э-42A		180	14		24	22	管壁接縫和水管其它部 件受力嚴重的接縫。 (看附註)
4		Э-50	50	90	6	50	—	16	CT.5 制品

附註：在保證下列最低機械性能條件下允許採用標號 Э-42 的電焊條焊接管壁。

(1) 對平焊接：1. 受拉時極限強度等於基本金屬強度的下限；

2. 冷彎角度為 180°；

3. 沖擊韌性為 10 公斤公尺/平方公分。

(2) 接縫的熔解金屬：

1. 受拉時強度界限等於基本金屬強度的下限，除以 0.9；

2. 伸長率為 18%；

3. 屈伏點為 24 公斤/平方公厘。

§ 34. 法蘭盤的止水裝置用:

- (1) 橡皮;
- (2) 巴拉尼特(паранит)^①;
- (3) 克林哥里(клингерит)^②;
- (4) 石綿-橡皮繩。

附註: 在有特殊理由的条件下允許採用金屬墊料、橡膠防水布和赤鉛紡織品。

§ 35. 用於伸縮接头和法蘭盤的橡皮必須是軟的, 有彈性的和耐寒的, 允許單位壓力不低於 10 公斤/平方公分。

§ 36. 輸水管墩子採用鋼筋混凝土的、混凝土的、砌石的和金屬的。

附註: 僅對四級輸水管的墩子允許採用砌石的。

表 6

墩 子 材 料	根據建築物級別的混凝土標號	
	I 和 II	III 和 IV
鋼筋混凝土	110 (140)	110
混凝土	90 (110)	90

附註: (1) 在具有特殊理由的条件下允許採用括弧內的混凝土標號。

(2) 對鏈槽混凝土應採用比基本的混凝土標號較高的混凝土。

(3) 按墩子佈置條件必須保持混凝土的耐寒要求時, 混凝土標號按國定全蘇標準 4795-49 “水工混凝土、計算、分類、技術要求”。

① 巴拉尼特系石棉、纖維、曹魯士紅、高嶺土等制成的混合物。——譯者

② 克林哥里系石棉、橡膠、洋灰制成的混合物。——譯者