

国家电网公司



STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

水力发电厂安全性评价 查评依据

国家电网公司 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

水力发电厂安全性评价 查评依据

国家电网公司 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书为《水力发电厂安全性评价》(简称《评价》)一书的补充本,是对水力发电厂进行安全性评价的查评依据。本书按《评价》的顺序排序,并给出查评依据的出处和具体条款,以方便广大读者在使用时查阅。本书主要内容包括与水力发电厂安全生产及安全管理有关的法令、法规、条例、规范、规定、文件等,为水力发电厂安全性评价提供了较详实的依据。

本书不仅可供水力发电厂各级生产领导干部和专业人员在安全性评价中阅读使用,也可供开展安全检查和车间、班组技术培训中参考使用。

水力发电厂安全性评价查评依据

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京密云红光印刷厂印刷

*

2004年5月第一版 2004年5月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 26.5印张 649千字

印数 0001—4000册

*

统一书号 155083·1036 定价 55.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

编写人员名单

主 编 张丽英

副主编 余卫国 周吉安 张国威

编写人员 赵 鹏 王金萍 樊凤林 李名扬 李启章

沈祝平 张建明 张国权 汪启槐 张学鹏

刘发旺 卢之桢 淮清玉 陈美林 龚大元

于步聪 刘绍谦 简昌培

编 制 说 明

1. 本书按照《水力发电厂安全性评价》评价项目的序号编排。

2. 为检索方便，在编排上评价项目序号采用黑体字，引用标准名称或《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》等反事故措施名称用楷体，引用标准内容或反措条目内容一律用宋体。

3. 同一评价项目的依据，按各有关标准和反措内容分别集中编排，且同一标准或反措的有关内容仍按原条文序号编排（但可能有因未选造成空号）。因此，同一标准或反措的有关内容的先后顺序可能与依据不同，使用时请注意对同一评价项目的依据进行全面浏览，以免遗漏。

4. 查评时，若本书引用的标准或反措已经修订或作废，请以新的标准或反措为准。标准之间有矛盾时，一般以颁发日期较后者为准。

5. 本书引用的部分查评依据是根据当时特定的事故或技术条件制定的，在使用时可根据查评时本单位技术水平和安全管理政策具体掌握。

6. 有些评价项目的评价依据，由于无全国统一的反事故措施，本书引用了部分地方性标准或反措，作为有关单位评价时参考。

7. 引用的标准内容中又提出参见其他标准的，一般不再编入本书。

目录

编制说明

1 总则	1
2 生产设备安全性评价	1
2.1 水轮机（含水泵水轮机）	1
2.1.1 水轮机技术状况	1
2.1.2 水轮机整体运行	14
2.1.3 调速系统及油压装置	22
2.1.4 进口阀（包括闸阀、球阀、蝶阀）及油压装置	30
2.1.5 辅助设备	33
2.1.6 技术资料	37
2.2 发电机（含发电/电动机）及重要电动机	41
2.2.1 发电机技术状况	41
2.2.2 发电机运行工况	61
2.2.3 重要电动机	70
2.2.4 技术资料及反措落实	72
2.3 电气设备	72
2.3.1 主变压器和厂用变压器	72
2.3.2 高、低压配电装置	97
2.3.3 励磁系统状况	162
2.3.4 继电保护及自动装置	169
2.3.5 直流系统	184
2.3.6 电缆（含控制电缆）及电缆用构筑物	196
2.3.7 通信	211
2.4 水电厂自动装置	233
2.4.1 水轮发电机组自动装置	233
2.4.2 机组自动准同期装置	234
2.4.3 水泵水轮机起动装置及工况切换	234
2.4.4 机组自动加闸装置（含电制动）	235
2.4.5 空压机自动装置	236
2.4.6 排水泵自动装置	237
2.4.7 电气、机械表计是否定期检验	237
2.4.8 技术资料	238
2.5 水库及水工建筑物	238

2.5.1	水库	238
2.5.2	水电厂大坝（挡水建筑物）	248
2.5.3	水电厂泄水建筑物	269
2.5.4	水电厂引水建筑物	272
2.5.5	水电厂厂房	277
2.5.6	尾水建筑物	279
2.5.7	防汛工作	281
2.6	计算机监控系统	293
2.6.1	系统可用率指标	293
2.6.2	监控系统	294
2.6.3	计算机环境及其他基本设施	298
2.6.4	技术资料，规章制度	299
3	劳动安全与作业环境评价	301
3.1	劳动安全	301
3.1.1	电气安全	301
3.1.2	高处作业	329
3.1.3	起重作业安全	331
3.1.4	焊接安全	339
3.1.5	机械安全	342
3.1.6	小型锅炉及空压机	347
3.1.7	防毒及防护用品	348
3.1.8	特种作业及危险作业	352
3.2	作业环境	357
3.2.1	生产区域照明	357
3.2.2	安全标志及遮栏	357
3.2.3	生产区域通道	357
3.2.4	生产区域梯、台	357
3.2.5	生产区域楼板、地面状况	360
3.2.6	通风	362
3.3	交通安全	364
3.4	防火、防爆	369
4	安全生产管理	393
4.1	安全生产指导原则和安全目标管理	393
4.2	安全生产责任制	394
4.3	规程和规章制度	395
4.4	反事故措施与安全技术劳动保护措施	400
4.5	安全生产教育培训	401

4.6	安全例行工作	403
4.7	发包、出租和临时工安全管理	403
4.8	安全生产监督	405
4.9	事故的应急救援与调查处理	408
4.10	综合管理	411
4.11	安全考核与奖惩	413

1 总则 (略)

2 生产设备安全性评价

2.1 水轮机 (含水泵水轮机)

2.1.1 水轮机技术状况

2.1.1.1 (1) 本项目的查评依据如下。

【依据 1】 GB/T 15469—1995《反击式水轮机空蚀评定》。

3 评定水轮机空蚀保证的基本要求、内容和条件

3.1 基本要求

3.1.1 水轮机空蚀评定以一般水质为基础。水中含有少量泥沙或磨损强度不大时, 可视为一般水质。若水中含有明显的化学腐蚀性物质或泥沙等固体物质或含气量超过一般情况时, 则由合同双方另行协商。

水中含有少量泥沙对空蚀影响的实例, 见附录 B (参考件)。

3.1.2 水轮机在运行中, 通流部件表面由于磨损或其他原因暴露出来的材料缺陷, 不应算作空蚀。

3.2 内容

水轮机空蚀保证的内容包括空蚀保证期和空蚀保证量。

3.2.1 空蚀保证期的期限指: 水轮机最后一个部件交货后三年, 或投入运行后两年, 以先到期限为准。

3.2.2 空蚀保证量推荐采用空蚀质量来表示; 如果需方要求, 也可同时采用空蚀深度或空蚀面积, 或同时取上述三个量来保证。

3.3 条件

水轮机空蚀保证的条件包括水轮机运行区、运行时间、水头范围和尾水位等。

3.3.1 运行区上下限

3.3.1.1 水轮机正常运行的功率上限即为技术条件中规定的最大功率保证值。

3.3.1.2 水轮机正常运行的功率下限, 随机型不同而异:

混流式为各相应水头 45% 功率保证值;

转桨式为各相应水头 85% 功率保证值;

定桨式为各相应水头 75% 功率保证值。

以上各种机型在大于额定水头运行时, 其相应的功率保证值均指额定功率。

3.3.2 运行时间

3.3.2.1 水轮机在基准运行时间 8000h 时, 其中在非正常运行区超负荷运行不超过 100h, 低负荷运行不超过 800h。

3.3.2.2 若实际运行时间不足或超过基准运行时间时, 可按 5.1 条中的公式 (3) 求得换算的空蚀保证量后, 才可以进行空蚀量的评定。

3.3.3 水头范围

运行部门应在水轮机技术条件规定的最大水头与最小水头之间运行。

3.3.4 尾水位

水轮机无论是在正常运行区或是在非正常区内运行，都要保证达到设计所要求的相应尾水位（即满足吸出高度要求）。在不影响机组能量与稳定性的情况下，尾水位不能满足吸出高度的累计运行时间不得超过 400h。

3.3.5 特殊情况

3.3.5.1 水轮机启动和停机的过程，以及空载运行的时间都应计入实计运行时间中。

3.3.5.2 水轮机转轮在空气中旋转的时间不包括在实际运行时间中。

3.3.5.3 转桨式水轮机一般不允许脱离协联运行，若因设备缺陷等原因，只能按定桨运行，则运行时间应计入实际运行时间，并应尽快通知供方进行缺陷处理。

4 空蚀的检查、预修和空蚀的测量、计算

4.1 检查空蚀的时间

在水轮机空蚀保证期满之前，经合同双方协商确定空蚀检查的时间和方法，并共同对水轮机的空蚀进行测量和评定。

4.2 空蚀的预修

在保证期内，水轮机运行一段时间后，征得需方同意，在需方的协助下，供方对水轮机的空蚀进行必要的检查。若空蚀较为严重，供方负责对空蚀部件进行无偿修理。经过修理后，空蚀保证期应从重新投运时间算起。如经合同双方同意，保证期也可不间断或适当延长。

4.3 空蚀量的测量与计算

4.3.1 空蚀深度的测量

测量前，应将所有被测部位清扫干净。将样板（或其他适当的工具）安放在未被损坏的表面上，用测深尺或合同双方同意的其他方法测量，其误差不得超过最大深度的 $\pm 10\%$ 或 1mm（两者取大值）。

4.3.2 空蚀面积的测量

对被测部位清扫干净后，用油漆或其他方法将各个空蚀区的边界划出来（变色区不计算在内），并临摹在纸上，或用合同双方都同意的方法量出空蚀的面积，测量误差不得超过 $\pm 10\%$ 。

4.3.3 空蚀体积的测量与计算

4.3.3.1 直接测量法

在空蚀部位用塑性物质填满到未损坏时的表面形状，然后直接测量塑性物质的体积。当损坏面位于三度曲面时，其表面形状应用样板或其他适当工具校验，测量误差不得超过 $\pm 15\%$ 。

4.3.3.2 近似算法

空蚀体积可采用以下公式近似计算

$$V = \sum V_i = \sum \frac{1}{2} h_{i\max} A_i \quad (1)$$

式中 V_i ——第 i 个空蚀区的体积；

$h_{i\max}$ ——第 i 个空蚀区的最大深度；

A_i ——第 i 个空蚀区的面积。

4.3.4 空蚀质量的确定

$$m = V\rho \quad (2)$$

式中 ρ ——钢材密度，一般可取 7.85g/cm^3 。

5 空蚀量的评定

5.1 水轮机空蚀量的合格标准

水轮机空蚀的检查，应在投入运行后 $6000 \sim 10000\text{h}$ 内进行，最长不超过 12000h ，如果在水轮机通流部件上测得的空蚀量 C ，没有超过按时间换算的空蚀保证量 C_a （即 $C \leq C_a$ ），则水轮机的空蚀量认为合格。

根据实际运行时间换算的空蚀保证量计算方法如下：

$$C_a = C_r (t_a/t_r)^n \quad (3)$$

式中 C_a ——换算得出的空蚀保证量；

C_r ——空蚀保证量；

t_a ——实际运行时间；

t_r ——基准运行时间；

n ——换算指数。

当实际运行时数 t_a 小于或等于 10000h ， $n = 1.0$ ；

实际运行时数 t_a 大于 10000h ，不锈钢： $n = 1.6$ ；碳钢： $n = 2.0$ 。

5.2 水轮机空蚀保证量

水轮机空蚀保证量可按下式计算

$$\text{最大深度 } h_{\max} = K_h D^{2/3} \quad (4)$$

$$\text{面积 } A = K_A D^{5/3} \quad (5)$$

$$\text{质量 } m = K_m D^2 \quad (6)$$

式中 $h_{\max}$ ——空蚀最大深度，mm；

A ——空蚀面积， cm^2 ；

m ——空蚀质量，kg；

D ——水轮机转轮公称直径，m；

K_h 、 K_A 、 K_m ——水轮机转轮空蚀深度、面积和质量保证系数，见下表 1。

表 1

转轮形式	材质	K_h	K_A	K_m
混流式	不锈钢	3	300	0.8
	碳钢	5	600	1.8
轴流式	不锈钢	3	200	0.5
	碳钢	5	400	1.2

注：①混流式转轮包括上冠、下环、叶片、泄水锥。

②轴流式转轮包括转轮体、叶片。

由公式 (4)、(5)、(6) 确定的空蚀保证量是一般正常条件的要求，在条件有利时，可以小些，相反则可大些。

注：确定空蚀保证量是需要考虑的一个综合性经济问题，若需方要求较小的空蚀保证量，则允许的吸出高度需与供方协商确定。

5.3 转轮为碳钢、空蚀区采用不锈钢堆焊或其他方式保护；以及叶片用不锈钢，下环、上冠为碳钢等情况，则不锈钢保护区应按不锈钢进行计算与评定。水轮机的空蚀保证量可在不锈钢与碳钢之间选取，由合同双方协商确定。实际运行测得的空蚀量的计算和评定方法，见附录 A（补充件）。

5.4 单个叶片的空蚀面积 A 、质量 m 不得大于全部叶片平均损坏量的两倍。

5.5 水轮机其他通流部件的空蚀保证量。

5.5.1 转桨式或定桨式水轮机导水机构、转轮室和尾水管全部空蚀量之和（质量或面积）取转轮空蚀保证量的一半，深度保证量与转轮相同。

5.5.2 混流式水轮机导水机构与尾水管全部空蚀量之和（质量或面积）取转轮空蚀保证量的 $1/3$ 。

【依据 2】 GB/T 19184—2003 《水斗式水轮机空蚀评定》。

2.3 冲击式水斗破坏的部位和类型

可观察到的因空蚀造成的冲击式水斗各种损坏部位，大多发生在水斗内表面。部位的分类可参见图 2 的定义。

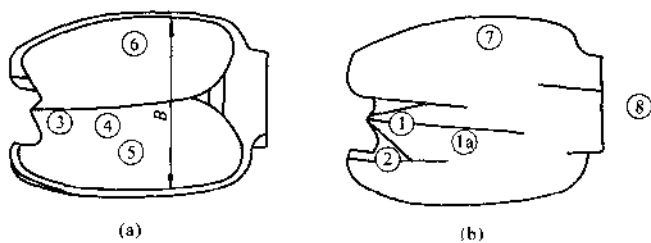


图 2 空蚀部位

(a) 水斗内侧；(b) 水斗外侧

1—分水刃头部背面；1a—分水刃背面；2—缺口背面；3—分水刃头部正面；4—分水刃中部正面；
5—水斗底部；6—水斗壁内侧上部；7—水斗壁外侧上部；8—水斗对应轮毂部分

空蚀量的评定以空蚀深度 S 、面积 A 或体积 V 表示（见 3.2 ~ 4.2）而与空蚀破坏起因无，即无论空蚀是由空化冲击或是由射流冲击引起的。

深度 S 可作如下规定：

- a) 在三个确定空蚀量的参数（深度 S 、面积 A 和体积 V ）中，最大深度 S 的绝对值是重要的，因为它可能会因发生部位的不同面对结构强度产生不同影响。
- b) 确定空蚀深度的面积至少要 0.2cm^2 ，不包括可能由非空化现象产生的单个小孔。
- c) 接近或位于敏感部位，例如图 2 中的 1、2 和 3 处的水斗缺口处，其空蚀坑的最大深度不应大于图 A.1 所示的最小值。若因制造原因产生的缺口处掉块，则应在修复后重新计算保证期。

3 空蚀保证的性质和范围

3.1 空蚀保证期

除非另有协议，空蚀保证期定为机组正式投产后 $2a$ 或运行 8000h ，以先到为准。不足或超过 8000h 应按 5.1 中的公式换算。

3.2 空蚀量的确定

供货合同应包括以下条款：

- a) 依据 3.3.1 商定的基准运行时间，空蚀量不应被超过；
- b) 按 4.2 规定的测量和计算方法进行检查。

所保证空蚀量的极限值可以是最大空蚀深度 S （如 2.2.19 的规定）、或空蚀面积 A （如 2.2.21 任选 a）、b）或 c）的规定）、或空蚀体积 V （如 2.2.26 的规定）或任选其中两个或全部三个量值。

图 A.1 中给出了基准运行时间 C_R （见 2.2.28 和 5.1）条件下允许的空蚀保证极限值 S_{max} 、 A_{max} 和 V_{max} 。

破坏面积也可以增加单个水斗的总破坏面积 A_i ，在考虑到每个水斗之间空蚀的不均匀性、制造差异后， A_i 应满足以下条件：

$$A_i < a \times (A_{max}/Z_2)$$

A_i 、 a 及 Z_2 的定义见 2.2.22、2.2.24 和 2.2.31。

$$1.5 < a \leq 2.0。$$

如果无其他协议，可选定 $a = 2.0$ 。

3.3 运行范围和运行持续时间

确定空蚀保证值并验证它是否已得到满足，必须根据水轮机的比能和功率（见图 1），并结合相应的基准运行时间准确地规定水轮机允许的运行范围。

在保证期内应记录水轮机的比能、功率和运行小时数。水轮机承包商应有机会检查协议的条件是否得到遵守。

3.3.1 基准运行时间

除商定的空蚀保证期外（见 3.1），基准运行时间——除非另有规定——应为 8000h（不考虑保证期），并以此作为制定（见附录 A）和验证空蚀保证的依据（见 4.2）。

对于其他商定的基准运行时间，可以使用类似于 5.1 的公式——运行时间与空蚀量的线性关系。

特别是在射流直径与水斗宽度之比大的情况下，存在负荷（功率）的影响问题，但受现有经验的局限，目前还不能考虑。

3.3.2 实际运行时间

空蚀检验时的全部运行时间应取自电站运行记录，并把其分解为连续正常运行时间、短期高负荷非正常运行时间以及低于功率下限 P_{cl} 的时间范围（见图 1）。

除非另有协议，否则，在实际运行时间内，如果超过了下列运行持续时间，则空蚀保证无效。

- a) 按 2.2.17 规定的短期非正常高负荷运行范围：100h；
- b) 按 2.2.15 规定的正常连续运行低于功率下限 P_{cl} ：100h。

如对正常连续运行低于功率下限 P_{cl} 的时间有特殊要求，有关各方事先达成一致，如延长该时间，则应适当提高空蚀保证值。

3.3.3 特殊条件

水斗式水轮机起动和停机所需的时间应包括在实际运行时间之内。

水轮机低于 P_{CL} 运行应局限在启动和停机的运行过程中。水斗式水轮机转轮在空气中旋转的时间不算在实际运行时间之内。

4 检验步骤

4.1 保证期内的空蚀修补

依据与用户的约定, 在适当的运行时间之后 (如 200h 至 500h), 水轮机承包商应有机会检查机器, 并在商定的期限内进行他认为必须进行的工作。

如果在保证期届满以前, 水轮机承包商做了以下工作:

——对空蚀损坏进行大量修补;

——明显改变了易空蚀部件的形状 (采取了铲磨、焊接两种措施)。

则 2.2.6 规定的空蚀保证的实际运行时间应从水轮机重新投入运行时算起。

如果这种修补或改变是微量的, 即进行了轻微铲磨或抛光, 则经双方同意, 空蚀保证期可以看作是连续的。

4.2 空蚀量的测量和计算

如果测量空蚀量的目的是为了检查空蚀保证的执行情况, 那么除非另有协议, 否则用户和制造商双方应联合进行测量。应在合同规定的空蚀保证期或保证运行时间届满之前进行检查。

测量深度之前, S 的测点应清理到母材完好为止, 测量面积或体积之前, 所有空蚀面积应仔细清理或按事先的协议铲磨到可以施焊为止。

4.2.1 空蚀面积的最大深度 S 应用深度计测量, 该深度计用板或其他合适的工具支持在被检查水斗未经损坏的部位, 以便把失去材料的部位按原来的轮廓准确地显示出来 (见 2.3 说明)。

4.2.2 单个水斗破坏面积 A_i 最好用合适的涂料来描绘——特别当轮廓不规则且为三维曲面时——用接触法将其临摹到纸上。然后用求积仪求出纸面上示出的面积, 或用方格纸计算出面积。

测量误差不得超过 $\pm 10\%$ 。

除非另有协议, 否则空蚀保证的损坏面积, 其损坏深度应大于 0.05cm。

4.2.3 材料体积 V 的损失应采用与下述保证相一致的方法。

a) 直接测量为修复到原来未被破坏时的表面形状而需要填充的塑料填充物 (塑料复合物) 的体积并复制负片。由于空蚀发生在三维曲面, 其表面形状应用样板或其他合适的工具进行检查。

测量误差不得超过 $\pm 15\%$ 。

b) 用近似算法, 除非另有协议, 否则用下述公式之一

$$V_i = k_1 S_1 A_{i1} + k_2 S_2 A_{i2} + \cdots \quad V = \sum V_i$$

或

$$V_i = k (S_1 A_{i1} + S_2 A_{i2} + \cdots) \quad V = \sum V_i$$

式中 $k_1, k_2 \cdots$ 或 k 根据空蚀面积的形状由双方协商选定, 或者按下述简化公式计算

$$V_i = 0.5 \sum S_j A_{ij} \quad V = \sum V_i$$

5 结果的计算及评定

5.1 保证的履行

为检验水斗水轮机的空蚀保证是否得到满足，水斗水轮机在 3.3 商定的运行时间范围内测量其空蚀量，测量结果用下式换算

$$C_A = C_R \times (t_A/t_R)$$

上述参数定义见 2.2，其中 C_A 见 2.2.29， C_R 见 2.2.28， t_A 见 2.2.8， t_R 见 2.2.7。

如果测得的空蚀量（计及测量误差）经换算后若没有超过标准中 3.2 的规定值，则认为空蚀保证已得到满足。

检查时水轮机的实际运行时间（见 2.2.8）与基准运行时间（见 2.2.7）之间的差应尽可能小。该差的允许范围在合同中由双方商定。空蚀量用 4.2 条所述的方法测量。测量方法应在合同中规定。

如果合同中规定在全部可能的运行范围保证不发生空蚀，而在运行中出现的损坏可明显地归结为空蚀，则说明保证没有得到满足。

2.1.1.1 (2) 本项目的查评依据如下。

【依据 1】 GB/T 8564—2003 《水轮发电机组安装技术规范》。

5.2.6 转桨式水轮机转轮叶片操作试验和严密性耐压试验应符合下列要求：

- a) 试验用油的油质应合格，油温不应低于 5℃；
- b) 在最大试验压力下，保持 16h；
- c) 在试验过程中，每小时操作叶片全行程开关 2~3 次；
- d) 各组合缝不应有渗漏现象，单个叶片密封装置在加与未加试验压力情况下的漏油限量，不超过表 10 规定，且不大于出厂试验时的漏油量；

表 10 每小时单个桨叶密封装置漏油限量

转轮直径 D (mm)	$D < 3000$	$3000 \leq D < 6000$	$6000 \leq D < 8000$	$8000 \leq D < 10000$	$D \geq 10000$
每小时单个桨叶密封漏油限量 (ml/h)	5	7	10	12	15

- e) 转轮接力器动作应平稳，开启和关闭的最低油压一般不大于额定工作压力的 15%；
- f) 绘制转轮接力器行程与叶片转角的关系曲线。

【依据 2】 电厂的检修工艺规程。

2.1.1.1 (3) 本项目的查评依据如下。

【依据】 GB/T 8564—2003。

5.2 转轮装配

5.2.1 混流式水轮机分瓣转轮应按专门制定的组焊工艺进行组装、焊接及热处理，并符合下列要求：

- a) 转轮下环的焊缝不允许有咬边现象，按制造厂规定进行探伤检查，应符合要求；
- b) 上冠组合缝间隙符合 4.7 要求；

c) 上冠法兰下凹值不大于 0.07mm/m, 上凸值不应大于 0.03mm/m, 最大不得超过 0.06mm。

对于主轴采用摩擦传递力矩的结构, 一般不允许上凸;

d) 下环焊缝处错牙不应大于 0.5mm;

e) 分瓣叶片及叶片填补块安装焊接后, 叶型应符合设计要求。

5.2.2 止漏环在工地装焊前, 安装止漏环处的转轮圆度应符合 5.2.8 的要求; 装焊后, 止漏环应贴合严密, 焊缝质量符合设计要求。止漏环需热套时, 应符合设计要求。

5.2.3 分瓣转轮止漏环磨圆时, 测点不应少于 32 点, 尺寸应符合设计要求, 圆度应符合 5.2.8 的要求。

5.2.4 分瓣转轮应在磨圆后按 5.2.5 要求作静平衡试验。试验时应带引水板, 配重块应焊在引水板下面的上冠顶面上, 焊接应牢固。

2.1.1.1 (4~5) 本项目的查评依据如下。

【依据】 GB/T 8564—2003。

5.2.7 主轴与转轮连接, 应符合下列要求:

a) 法兰组合面应无间隙, 用 0.03mm 塞尺检查, 不能塞入;

b) 法兰护罩的螺栓凹坑应填平;

c) 泄水锥螺栓应点焊牢固, 护板焊接应采取防止变形措施, 焊缝应磨平。

5.2.8 转轮各部位的同轴度及圆度, 以主轴为中心进行检查, 各半径与平均半径之差, 应符合表 11 的要求。

表 11 转轮各部位的同轴度及圆度允许偏差

序号	项 目		允许偏差	说 明
1	额定水头 < 200m	1) 止漏环 2) 止漏环安装面 3) 叶片外缘	$\pm 10\%$ 设计间隙	叶片外缘只有认为必要时, 并在外窜量等于零时测量
		4) 引水板止漏圈 5) 兼作检修密封的法兰保护罩	$\pm 15\%$ 设计间隙	
2	额定水头 $\geq 200m$	1) 上冠外缘 2) 下环外缘	$\pm 5\%$ 设计间隙	对应固定部分为顶盖及底环
		3) 上梳齿止漏环 4) 下止漏环	± 0.10 mm	

2.1.1.1 (6) 本项目的查评依据如下。

【依据 1】 GB/T 10969—1996 《水轮机通流部件技术条件》。

6.5 密封间隙

混流式转轮止漏环间隙, 轴流式叶片与转轮室及转轮体之间的单边间隙为相应直径的 0.05% ~ 0.1% (混流式不大于 0.07%, 轴流式不大于 0.1%); 导叶上下端面总间隙应小于导叶高度的 0.1% (小型水轮机¹⁾可取 0.2%), 当总间隙小于 0.2mm 时, 取 0.2mm)。导叶端面间隙单个值对平均值的允许偏差不大于 $\pm 50\%$ 。原型间隙应小于或等于按模型间隙比例放大的值。

高水头混流式采用梳齿止漏环时，其间隙的配比决定于防止密封引起自激振动的要求。

注：小型水轮机指功率小于 10MW 和转轮直径小于 1m 的混流式和斜流式水轮机以及转轮直径小于 2m 的轴流式水轮机。

【依据 2】 SDJ 249.3—1988《水利水电基本建设工程单元工程质量等级评定标准（试行）》。

第 1.2.8 条 转动部件安装应符合表 1.2.8 的要求。

表 1.2.8 转动部件检查项目

项次	检查项目			允许偏差 (mm)								检验方法
				合 格				优 良				
				转轮直径				转轮直径				
				≤ 3000	> 3000 ≤ 6000	> 6000 ≤ 8000	> 8000	≤ 3000	> 3000 ≤ 6000	> 6000 ≤ 8000	> 8000	
1	转轮安装高程		混流式	± 1.5	± 2	± 2.5	± 3	± 1.0	± 1.5	± 2	± 2.5	用钢板尺或塞尺检查
			轴流式	+ 2 0	+ 3 0	+ 4 0	+ 5 0	+ 1.5 0	+ 2.5 0	+ 3 0	+ 4 0	
			斜流式	+ 0.8 0	+ 1.0 0			+ 0.5 0	+ 0.8 0			
△2	转轮径向间隙	工作水头 < 200m		- 20% ~ + 20% 实际平均间隙				- 15% ~ + 15% 实际平均间隙				用塞尺检查
		工作水头 ≥ 200m	外圆	- 10% ~ + 10% 设计间隙				- 8% ~ + 8% 设计间隙				
			迷宫环	± 0.20				± 0.15				
△3	主轴法兰间隙			≤ 0.05				≤ 0.04				用塞尺检查
4	联接螺栓伸长值			符合设计要求								用拉伸器或百分表检查
5	操作油管摆动	固定铜瓦		0.20				0.15				盘车检查
		浮动铜瓦		0.30				0.25				
6	受油器水平度			每米不超过 0.05				每米不超过 0.04				用方型水平仪检查
7	旋转油盆径向间隙			不小于 70% 设计值				不小于 80% 设计值				用塞尺检查
8	受油器对地绝缘			不小于 0.5MΩ								用兆欧表检查

2.1.1.1 (7) 本项目的查评依据如下。

【依据 1】 设计说明书。

【依据 2】 电厂的检修工艺规程。

2.1.1.1 (8) 本项目的查评依据如下。

【依据 1】 GB/T 8564—2003。

5.7 附件安装