

# 2022 年秋季学期大数据技术与应用课程设计

## 竞争性电力系统安全稳定状态评估实验

### 1. 任务背景

高比例可再生能源并网对电力系统安全稳定运行产生了巨大的挑战，可再生能源的随机性和波动性导致电力系统运行模式增多，各类模式下的电力系统运行点越来越分散，电力系统安全稳定事故发生的概率提升。复杂的电力系统运行方式对系统安全稳定评估带来了挑战，随着电力系统运行数据不断丰富与完善，电力系统的稳定性快速判断成为了大数据技术在电气工程领域的新应用场景。

我国于 2020 年开始，实施电力系统安全稳定导则强制性国家标准<sup>[1]</sup>。电力系统稳定性指的是电力系统受到扰动后保持稳定运行的能力。在国家标准中，根据电力系统失稳的物理特性、受扰动的大小以及研究稳定问题应考虑的设备、过程和时间框架，将电力系统稳定分为功角稳定、电压稳定和频率稳定 3 大类以及若干子类。具体分类如下图所示。

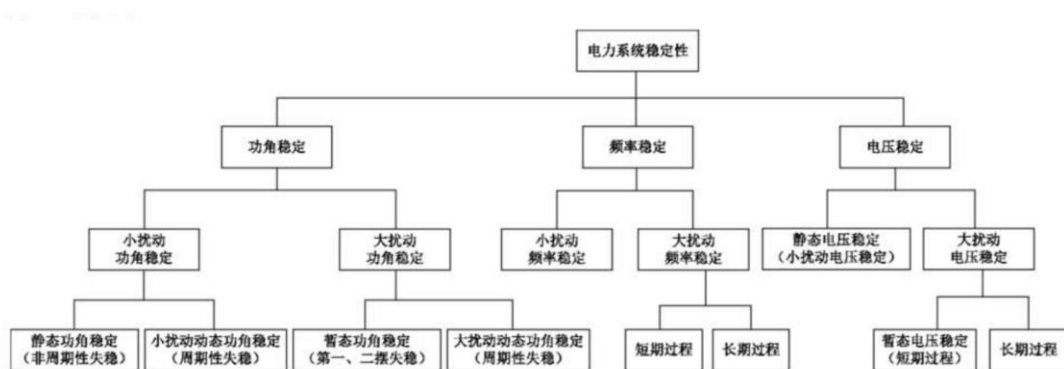


图 1 电力系统稳定性分类

本次竞争性实验对象为电压稳定大类中的静态电压稳定性，静态电压稳定指

的是电力系统受到小扰动后，系统所有母线保持稳定电压的能力<sup>[1]</sup>。进行静态电压稳定计算分析一般是采用逐渐增加负荷的方法求解电压失稳的临界点（由  $dP/dV=0$  或  $dQ/dV=0$  表示），从而估计当前运行点的电压稳定裕度。上述电压失稳点可以用下图中“鼻形曲线”的最右侧临界点表示，对静态电压稳定裕度进行计算，常采用连续潮流（Continuation Power Flow, CPF）算法多次求解潮流方程实现<sup>[2]</sup>。

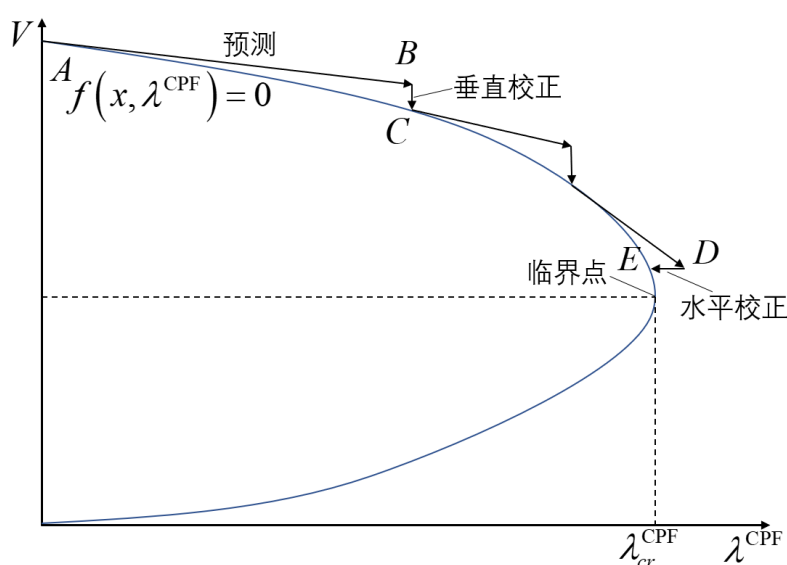


图 2 电力系统 PV 曲线及连续潮流计算步骤

在电力系统运行中，希望基于海量的电力系统运行数据（包括但不限于电力系统线路有功功率和无功功率，电力系统节点电压幅值和相角，电力系统节点注入有功功率和无功功率，发电机组有功功率和无功功率出力以及电力系统节点负荷等）对电力系统当前及未来状态是否满足安全稳定做出快速预测，并对稳定裕度进行量化估计，进而为后续的系统调度运行与控制提供基础。为了实现这一目标，需要对电力系统运行海量样本进行模型训练，在带安全稳定标签的历史数据集或模拟数据集中，通过一系列分类及回归方法，建立良好的安全稳定评估模型。

《大数据技术与应用》课程中初步介绍了各类大数据技术，此次课程设计将通过电力系统运行安全稳定状态判别竞赛的形式，提出回归和分类相结合的竞争性问题。鼓励同学们充分应用课堂所学知识，博采众长，结合实际物理场景，解决电力系统中电压稳定判断问题，体会数据技术与电气学科交叉的魅力。

## 2. 任务内容

请各位同学充分应用大数据方法，包括但不限于在《大数据技术与应用》课程中学到的内容，实现某电力系统运行状态下的安全稳定判别。具体而言，给出某系统的运行状态数据集，通过数据预处理、特征提取、回归分析与分类分析等方法，实现对其静态电压稳定的判断与裕度估计。运行状态包括机组的有功无功出力、节点电压幅值相角等。

## 3. 任务形式

此次任务为竞赛性质，通过 DataFountain 在线平台举办，赛题只通过专用链接面向课程同学发布。需要各位同学注册平台账号并在线提交判别结果，判别精度将实时计算并公开排名。

总赛程分三周，总共需要连续三周对新的运行样本进行安全稳定判别，校历第 13、14、15 周周末前分别提交一周的判别结果，周日晚封榜并放出该周实际系统状态结果，供同学们继续训练模型。每周提交后可以对自己的模型进行修正，最终将通过三周分类精度的加权求和，对模型表现进行评估。

## 4. 数据集简介

数据来源为对 IEEE 118 节点标准测试电力系统<sup>[3]</sup>的运行状态采样样本，以

及基于运行状态计算得到的静态电压稳定性、电压稳定裕度。

数据集以 csv 文件提供,数据集中每一行为对电力系统运行状态的一次采样,包括各台机组的有功无功出力、各台机组的最大有功无功出力、以及电力节点上的电压幅值与相角,另外在训练集中还包括了基于当前运行状态计算得到的静态电压稳定性与电压稳定裕度。

#	P1	Q1	P2	Q2	P3	Q3	P4	Q4	P5	Q5	P6	Q6	P7	Q7	P8	Q8	P9	Q9	P10	Q10	P11	Q11	P12	Q12	P13	Q13	P14	Q14	P15	Q15	P16	Q16	P17	Q17	P18	Q18	P19	Q19	P20	Q20	P21	Q21	P22	Q22	P23	Q23	P24	Q24	P25	Q25	P26	Q26	P27	Q27	P28	Q28	P29	Q29	P30	Q30	P31	Q31	P32	Q32	P33	Q33	P34	Q34	P35	Q35	P36	Q36	P37	Q37	P38	Q38	P39	Q39	P40	Q40	P41	Q41	P42	Q42	P43	Q43	P44	Q44	P45	Q45	P46	Q46	P47	Q47	P48	Q48	P49	Q49	P50	Q50	P51	Q51	P52	Q52	P53	Q53	P54	Q54	P55	Q55	P56	Q56	P57	Q57	P58	Q58	P59	Q59	P60	Q60	P61	Q61	P62	Q62	P63	Q63	P64	Q64	P65	Q65	P66	Q66	P67	Q67	P68	Q68	P69	Q69	P70	Q70	P71	Q71	P72	Q72	P73	Q73	P74	Q74	P75	Q75	P76	Q76	P77	Q77	P78	Q78	P79	Q79	P80	Q80	P81	Q81	P82	Q82	P83	Q83	P84	Q84	P85	Q85	P86	Q86	P87	Q87	P88	Q88	P89	Q89	P90	Q90	P91	Q91	P92	Q92	P93	Q93	P94	Q94	P95	Q95	P96	Q96	P97	Q97	P98	Q98	P99	Q99	P100	Q100	P101	Q101	P102	Q102	P103	Q103	P104	Q104	P105	Q105	P106	Q106	P107	Q107	P108	Q108	P109	Q109	P110	Q110	P111	Q111	P112	Q112	P113	Q113	P114	Q114	P115	Q115	P116	Q116	P117	Q117	P118	Q118	P119	Q119	P120	Q120	P121	Q121	P122	Q122	P123	Q123	P124	Q124	P125	Q125	P126	Q126	P127	Q127	P128	Q128	P129	Q129	P130	Q130	P131	Q131	P132	Q132	P133	Q133	P134	Q134	P135	Q135	P136	Q136	P137	Q137	P138	Q138	P139	Q139	P140	Q140	P141	Q141	P142	Q142	P143	Q143	P144	Q144	P145	Q145	P146	Q146	P147	Q147	P148	Q148	P149	Q149	P150	Q150	P151	Q151	P152	Q152	P153	Q153	P154	Q154	P155	Q155	P156	Q156	P157	Q157	P158	Q158	P159	Q159	P160	Q160	P161	Q161	P162	Q162	P163	Q163	P164	Q164	P165	Q165	P166	Q166	P167	Q167	P168	Q168	P169	Q169	P170	Q170	P171	Q171	P172	Q172	P173	Q173	P174	Q174	P175	Q175	P176	Q176	P177	Q177	P178	Q178	P179	Q179	P180	Q180	P181	Q181	P182	Q182	P183	Q183	P184	Q184	P185	Q185	P186	Q186	P187	Q187	P188	Q188	P189	Q189	P190	Q190	P191	Q191	P192	Q192	P193	Q193	P194	Q194	P195	Q195	P196	Q196	P197	Q197	P198	Q198	P199	Q199	P200	Q200	P201	Q201	P202	Q202	P203	Q203	P204	Q204	P205	Q205	P206	Q206	P207	Q207	P208	Q208	P209	Q209	P210	Q210	P211	Q211	P212	Q212	P213	Q213	P214	Q214	P215	Q215	P216	Q216	P217	Q217	P218	Q218	P219	Q219	P220	Q220	P221	Q221	P222	Q222	P223	Q223	P224	Q224	P225	Q225	P226	Q226	P227	Q227	P228	Q228	P229	Q229	P230	Q230	P231	Q231	P232	Q232	P233	Q233	P234	Q234	P235	Q235	P236	Q236	P237	Q237	P238	Q238	P239	Q239	P240	Q240	P241	Q241	P242	Q242	P243	Q243	P244	Q244	P245	Q245	P246	Q246	P247	Q247	P248	Q248	P249	Q249	P250	Q250	P251	Q251	P252	Q252	P253	Q253	P254	Q254	P255	Q255	P256	Q256	P257	Q257	P258	Q258	P259	Q259	P260	Q260	P261	Q261	P262	Q262	P263	Q263	P264	Q264	P265	Q265	P266	Q266	P267	Q267	P268	Q268	P269	Q269	P270	Q270	P271	Q271	P272	Q272	P273	Q273	P274	Q274	P275	Q275	P276	Q276	P277	Q277	P278	Q278	P279	Q279	P280	Q280	P281	Q281	P282	Q282	P283	Q283	P284	Q284	P285	Q285	P286	Q286	P287	Q287	P288	Q288	P289	Q289	P290	Q290	P291	Q291	P292	Q292	P293	Q293	P294	Q294	P295	Q295	P296	Q296	P297	Q297	P298	Q298	P299	Q299	P300	Q300	P301	Q301	P302	Q302	P303	Q303	P304	Q304	P305	Q305	P306	Q306	P307	Q307	P308	Q308	P309	Q309	P310	Q310	P311	Q311	P312	Q312	P313	Q313	P314	Q314	P315	Q315	P316	Q316	P317	Q317	P318	Q318	P319	Q319	P320	Q320	P321	Q321	P322	Q322	P323	Q323	P324	Q324	P325	Q325	P326	Q326	P327	Q327	P328	Q328	P329	Q329	P330	Q330	P331	Q331	P332	Q332	P333	Q333	P334	Q334	P335	Q335	P336	Q336	P337	Q337	P338	Q338	P339	Q339	P340	Q340	P341	Q341	P342	Q342	P343	Q343	P344	Q344	P345	Q345	P346	Q346	P347	Q347	P348	Q348	P349	Q349	P350	Q350	P351	Q351	P352	Q352	P353	Q353	P354	Q354	P355	Q355	P356	Q356	P357	Q357	P358	Q358	P359	Q359	P360	Q360	P361	Q361	P362	Q362	P363	Q363	P364	Q364	P365	Q365	P366	Q366	P367	Q367	P368	Q368	P369	Q369	P370	Q370	P371	Q371	P372	Q372	P373	Q373	P374	Q374	P375	Q375	P376	Q376	P377	Q377	P378	Q378	P379	Q379	P380	Q380	P381	Q381	P382	Q382	P383	Q383	P384	Q384	P385	Q385	P386	Q386	P387	Q387	P388	Q388	P389	Q389	P390	Q390	P391	Q391	P392	Q392	P393	Q393	P394	Q394	P395	Q395	P396	Q396	P397	Q397	P398	Q398	P399	Q399	P400	Q400	P401	Q401	P402	Q402	P403	Q403	P404	Q404	P405	Q405	P406	Q406	P407	Q407	P408	Q408	P409	Q409	P410	Q410	P411	Q411	P412	Q412	P413	Q413	P414	Q414	P415	Q415	P416	Q416	P417	Q417	P418	Q418	P419	Q419	P420	Q420	P421	Q421	P422	Q422	P423	Q423	P424	Q424	P425	Q425	P426	Q426	P427	Q427	P428	Q428	P429	Q429	P430	Q430	P431	Q431	P432	Q432	P433	Q433	P434	Q434	P435	Q435	P436	Q436	P437	Q437	P438	Q438	P439	Q439	P440	Q440	P441	Q441	P442	Q442	P443	Q443	P444	Q444	P445	Q445	P446	Q446	P447	Q447	P448	Q448	P449	Q449	P450	Q450	P451	Q451	P452	Q452	P453	Q453	P454	Q454	P455	Q455	P456	Q456	P457	Q457	P458	Q458	P459	Q459	P460	Q460	P461	Q461	P462	Q462	P463	Q463	P464	Q464	P465	Q465	P466	Q466	P467	Q467	P468	Q468	P469	Q469	P470	Q470	P471	Q471	P472	Q472	P473	Q473	P474	Q474	P475	Q475	P476	Q476	P477	Q477	P478	Q478	P479	Q479	P480	Q480	P481	Q481	P482	Q482	P483	Q483	P484	Q484	P485	Q485	P486	Q486	P487	Q487	P488	Q488	P489	Q489	P490	Q490	P491	Q491	P492	Q492	P493	Q493	P494	Q494	P495	Q495	P496	Q496	P497	Q497	P498	Q498	P499	Q499	P500	Q500	P501	Q501	P502	Q502	P503	Q503	P504	Q504	P505	Q505	P506	Q506	P507	Q507	P508	Q508	P509	Q509	P510	Q510	P511	Q511	P512	Q512	P513	Q513	P514	Q514	P515	Q515	P516	Q516	P517	Q517	P518	Q518	P519	Q519	P520	Q520	P521	Q521	P522	Q522	P523	Q523	P524	Q524	P525	Q525	P526	Q526	P527	Q527	P528	Q528	P529	Q529	P530	Q530	P531	Q531	P532	Q532	P533	Q533	P534	Q534	P535	Q535	P536	Q536	P537	Q537	P538	Q538	P539	Q539	P540	Q540	P541	Q541	P542	Q542	P543	Q543	P544	Q544	P545	Q545	P546	Q546	P547	Q547	P548	Q548	P549	Q549	P550	Q550	P551	Q551	P552	Q552	P553	Q553	P554	Q554	P555	Q555	P556	Q556	P557	Q557	P558	Q558	P559	Q559	P560	Q560	P561	Q561	P562	Q562	P563	Q563	P564	Q564	P565	Q565	P566	Q566	P567	Q567	P568	Q568	P569	Q569	P570	Q570	P571	Q571	P572	Q572	P573	Q573	P574	Q574	P575	Q575	P576	Q576	P577	Q577	P578	Q578	P579	Q579	P580	Q580	P581	Q581	P582	Q582	P583	Q583	P584	Q584	P585	Q585	P586	Q586	P587	Q587	P588	Q588	P589	Q589	P590	Q590	P591	Q591	P592	Q592	P593	Q593	P594	Q594	P595	Q595	P596	Q596	P597	Q597	P598	Q598	P599	Q599	P600	Q600	P601	Q601	P602	Q602	P603	Q603	P604	Q604	P605	Q605	P606	Q606	P607	Q607	P608	Q608	P609	Q609	P610	Q610	P611	Q611	P612	Q612	P613	Q613	P614	Q614	P615	Q615	P616	Q616	P617	Q617	P618	Q618	P619	Q619	P620	Q620	P621	Q621	P622	Q622	P623	Q623	P624	Q624	P625	Q625	P626	Q626	P627	Q627	P628	Q628	P629	Q629	P630	Q630	P631	Q631	P632	Q632	P633	Q633	P634	Q634	P635	Q635	P636	Q636	P637	Q637	P638	Q638	P639	Q639	P640	Q640	P641	Q641	P642	Q642	P643	Q643	P644	Q644	P645	Q645	P646	Q646	P647	Q647	P648	Q648	P649	Q649	P650	Q650	P651	Q651	P652	Q652	P653	Q653	P654	Q654	P655	Q655	P656	Q656	P657	Q657	P658	Q658	P659	Q659	P660	Q660	P661	Q661	P662	Q662	P663	Q663	P664	Q664	P665	Q665	P666	Q666	P667	Q667	P668	Q668	P669	Q669	P670	Q670	P671	Q671	P672	Q672	P673	Q673	P674	Q674	P675	Q675	P676	Q676	P677	Q677	P678	Q678	P679	Q679	P680	Q680	P681	Q681	P682	Q682	P683	Q683	P684	Q684	P685	Q685	P686	Q686	P687	Q687	P688	Q688	P689	Q689	P690	Q690	P691	Q691	P692	Q692	P693	Q693	P694	Q694	P695	Q695	P696	Q696	P697	Q697	P698	Q698	P699	Q699	P700	Q700	P701	Q701	P702	Q702	P703	Q703	P704	Q704	P705	Q705	P706	Q706	P707	Q707	P708	Q708	P709	Q709	P710	Q710	P711	Q711	P712	Q712	P713	Q713	P714	Q714	P715	Q715	P716	Q716	P717	Q717	P718	Q718	P719	Q719	P720	Q720	P721	Q721	P722	Q722	P723	Q723	P724	Q724	P725	Q725	P726	Q726	P727	Q727	P728	Q728	P729	Q729	P730	Q730	P731	
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--

$$Perf_i = 0.5 \times F1_i^{State} + 0.5 \times Rg_i^{Margin}$$

其中  $F1_i^{State}$ 、 $Rg_i^{Margin}$  分别为静态电压稳定分类结果的 F1-score 值与电压稳定裕度回归结果的回归精度。

其中分类问题的 F1-score 值由下式定义：

$$F1 = \frac{2}{\frac{1}{precision} + \frac{1}{recall}} = \frac{2TP}{2TP + FN + FP}$$

回归精度由下式给出，其中  $y_{i,k}^{pred}$  与  $y_{i,k}^{real}$  分别代表提交的预测值与实际的真实值：

$$Rg_i^{Margin} = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N (y_{i,k}^{pred} - y_{i,k}^{real})^2}{\sum_{k=1}^N (y_{i,k}^{real})^2}}}$$

总成绩计算公式如下，其中  $\omega_i$  为每周表现结果权重：

$$Perf_{total} = \sum_{i=1}^3 \omega_i Perf_i$$

## 6. 提交要求

竞赛共持续三周，**每周封榜**并记录当周安全稳定评估表现的成绩与最终排行。平台实时提交计算结果，可重复提交并基于反馈结果持续优化模型；网络学堂提交程序或模型供助教复现。

平台提交：参赛同学以 **csv 文件格式**，在平台上提交当周的预测结果。通过预先设定的评分程序，平台将进行在线评分，实时按当前预测结果显示排名。以 csv 文件格式提交模型预测后的结果。平台允许重复提交结果，每日设定提交次

数上限为 3 次。

网络学堂提交：每周周末前在网络学堂提交工程文件（无需提交报告），或训练好的模型文件，并附上与平台同步的 csv 结果。

## 7. 课程设计评分

本次课程设计任务除了三周的竞争性实验之外，还需要在第 15 周进行课堂展示，并在 17 周周末提交课程设计报告与整体工程文件。课程评分主要由课堂展示效果与课程设计报告评分组成，竞争性实验的表现与排名对评分仅有一定程度的参考。

附：提交示例

pred\_answer\_week1.csv

共 3 列 n 行，第一列为 1-n 的样本编号 id，第二列 “ret1” 为各个样本对应的静态电压稳定性（0 代表稳定，1 代表不稳定），第三列 “ret2” 为各个样本对应的静态电压稳定裕度（如不稳定则令其为 0，不允许出现负数）。

请严格参照提交示例中的格式提交。

## 参考文献

- [1] GB 38755-2019, 电力系统安全稳定导则[S].
- [2] 赵晋泉,张伯明.连续潮流及其在电力系统静态稳定分析中的应用[J].电力系统自动化,2005(11):91-97.
- [3] MATPOWER, “Case118.” [Online]. Available: <https://matpower.org/docs/ref/matpower6.0/case118.html>.
- [4] 贾宏阳,侯庆春,刘羽霄,张宁,范越.基于斜回归树及其集成算法的静态电压稳定规则提取[J].电力系统自动化,2022,46(01):51-59.